اثر موقعیت زمین نما بر رفتار جذب فسفر خاک

اعظم جعفری و حسین شریعتمداری

به ترتیب کارشناس ارشد و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

غلظت فسفر در محلول خاک و در نتیجه قابل استفادة بودن این عنصر غذایی برای گیاه، ارتباط نزدیکی با فرآیندهای جذب سطحی فسفر به وسیله اجزاء خاک دارد. این ارتباط دینامیک را می‌توان به وسیله هم دماهای جذب توصیف کرد(۳). معادلات زیادی در توصیف روند جذب سطحی به کار می‌روند. عمومی ترین معادلات شناخته شده، لانگمویر، فروندلیچ و تمکین هستند.

وضعیت فسفر یک سری خاک ممکن است با توجه به موقعیت قرار گرفتن آن روی نمای اراضی کاملاً متفاوت باشد. گرچه در زمینه رابطه زمین نما و فرآیندهای جذب فسفر اطلاعاتی وجود ندارد. البته مطالعات زیادی در زمینه هدر رفت فسفر در اثر فرسایش و رواناب، تغییر شکل و توزیع فسفر در یک ردیف ارضی انجام شده است. بنابراین در این تحقیق رفتار جذب فسفر شامل همدماهای جذب، تعدادی از شاخص‌های جذب و ارتباط این شاخص با تعدادی از خصوصیات خاک در موقعیت های مختلف زمین نما مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از چهار ردیف ارضی از نواحی خشک (شهرک صنعتی و زیار اصفهان) و نیمه خشک (فرخشهر و سامان شهرکرد) به صورت سطحی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در موقعیت‌های بالا، وسط و پایین شیب انجام گرفت. در همه ردیف‌های ارضی، موقعیت های بالا و وسط شیب غیرزراعی و موقعیت پایین شیب زراعی بود. تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد(جدول۱)

۵۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۰۱ مولار $CaCl_2$ حاوی غلظت‌های ۰، ۲/۵، ۴، ۷/۵، ۱۲/۵، ۱۸، ۲۵ و ۳۳ میکروگرم فسفردر لیتر از ترکیب KH_2PO_4 به نمونه‌های سه گرمی خاک در لوله‌های پلی اتیلن ۵۰ میلی‌لیتری اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱ ± ۲۵ به وسیله تکان‌دهنده الکتریکی به هم زده شدند. بعد از سانتریفوژ محلول روئی جدا شد. مقدار فسفر موجود در آن، پس از تنظیم pH به روش مورفی و رایلی (۵) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. تفاوت بین غلظت فسفر در محلول اولیه و نهایی برابر با مقدار فسفر جذب شده در نظر گرفته شد. به منظور تعیین شاخص‌های ظرفیت بافری استفاده شده است. این معادلات شامل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و ون های بودند.

معادله لانگمویر

$$Q = \frac{AKC}{1+KC} \qquad (۱)$$

ثابت‌هایA و K معادله به ترتیب بیانگر حداکثر جذب فسفر (μg P/g soil) و انرژی جذب ($ml/\mu g$ P) می‌باشند.

$$X = aC^b \qquad (۲)$$

$$X = k_1 \ln (k_2 C) \qquad (۳)$$

$$X = m+n^{0.5} \qquad (۴)$$

ثابت‌های a و b معادله فروندلیچ، k1 و k2 تمکین و m و n معادله ون‌های به وسیله برازش مدل‌های مربوطه بر داده های جذب فسفر با استفاده از نرم افزار SAS تعیین گردید. در همه آنها X مقدار جذب فسفر بر حسب μg P/g soil و C غلظت تعادلی فسفر در محلول بر حسب μg P /ml می باشد.

با برازش داده های جذب فسفر به وسیله معادله لانگمویر سه شاخص بافری ضریب k، ظرفیت بافری حداکثر (Maximum Buffering Capacity) (MBC) و ظرفیت بافری استاندارد (Standard Buffering Capacity) (SBC) تعیین گردید. MBC و SBC به ترتیب عبارتند از شیب حداکثر معادله لانگمویر(۱، ۶ و۷) و شیب این معادله در غلظت ۰/۳ میکروگرم فسفر بر میلی لیتر (۱). شاخص های بافری دیگر شامل ظرفیت بافری تعادلی (EBC) که عبارتست از شیب معادله فروندلیچ در غلظت فسفر عصاره گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار (۶) ضریب k1 معادله تمکین (۲) و ضریب n معادله ون های (۴) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول۲).

نتایج و بحث

به طور کلی هر چهار مدل جذب به خوبی ارتباط فسفر محلول و فسفر جذب سطحی شده را توصیف کردند. در بین این معادلات ضرایب تشخیص مربوط به مدل فروندلیچ در همه خاک‌ها در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار و در همه خاک‌ها به غیر از خاک‌های A3، C2 و C3 (۹ خاک از ۱۲ خاک) دارای بالاترین مقدار بود.

شاخص‌های بافری فسفر در موقعیت‌های پایین شیب نسبت به موقعیت‌های دیگر دارای مقادیر بیشتری بودند. یکی از شاخص‌های بافری ثابت K معادله لانگمویر بود که در تمام ردیف‌های ارضی از موقعیت بالای شیب به طرف موقعیت پایین شیب افزایش یافت (جدول۳). ثابت k1 معادله تمکین، تغییرات آن در ردیف‌های ارضی به استثناء ردیف ارضی شهرک صنعتی که از بالا به پایین شیب روند افزایشی نشان داد، روند خاصی را دنبال نکرد. بیشترین مقدار این پارامتر در ردیف های ارضی ناحیه خشک در موقعیت پایین شیب (J3 و Z3) و در ناحیه نیمه‌خشک در موقعیت وسط شیب بود. شاخص بافری دیگر، ثابت n معادله ون‌های است که تغییرات آن در ردیف‌های ارضی روند خاصی را دنبال نکرد، به استثناء ردیف ارضی شهرک صنعتی که از بالا به پایین شیب افزایش یافت. شاخص‌های SBC،MBC و EBC در تمام ردیف‌های ارضی از بالای شیب به طرف پایین شیب روند افزایشی داشتند. بیشترین و کمترین مقادیر شاخص‌های بافری به ترتیب مربوط به ردیف ارضی شهرک صنعتی، موقعیت پایین شیب (J3) و ردیف ارضی زیار، موقعیت بالای شیب (Z1) تعیین گردید. به طورکلی شاخص‌های بافری در خاک‌های ردیف‌های ارضی ناحیه خشک بیشتر از خاک‌های ردیف‌های اراضی ناحیه نیمه‌خشک بودند (جدول۳).

ثابت A معادله لانگمویر با آلومینیوم قابل عصاره‌گیری با دی‌تیونات و ثابت a معادله فروندلیچ با آهن قابل عصاره گیری با دی‌تیونات همبستگی معنی‌داری نشان دادند. رابطه بین شاخص‌های بافری و خصوصیات خاک نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. مشخص گردید که مقدار Ald مهمترین عامل مؤثر بر ظرفیت بافری این خاک‌هاست. خصوصیات دیگر خاک از جمله درصد رس، کربنات کلسیم معادل، کربنات کلسیم معادل فعال، کربن آلی، مقدار Fed وCEC همبستگی معنی‌داری با هیچ یک از شاخص‌های بافری نداشتند.

منابع مورد استفاده

1- Agbenin, J.O. and H. Tiessen. 1994. The effects of soil properties on the differentiate phosphate sorption by semiarid soil from Northeast Brazil. Soil Sci. 154: 36-45.

2- Anghioni, I.,V.C. Baligar and R.J. Wright. 1996. Phosphorus sorption isotherm characteristic and availability parameters of Appalachian acidic soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 27: 2033-2048.

3- Bohn, H.L, B. L. McNeal and G.A. O'Conner. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Sons.

4- Jaszberenyi, I. and J. Loch. 1996. Soil phosphate adsorption and desorption in 0.01 M calcium chloride electrolyte. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 27: 1211-1225.

5- Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27: 31-36.

6- Solis, P. and J. Torrent. 1989. Phosphate sorption by calcareous Vertisols and Inceptisols of Spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 456-459.

7- Tsadilas, C.D., V. Samaras, and D. Dimoyiannis. 1996. Phosphate sorption by red Mediterranean soils from Greece. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 27: 2279-2293.

جدول (۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

خاک	رس	سیلت	شن	کربنات کلسیم معادل (CCE)	جزء فعال کربنات کلسیم معادل (ACCE)	Al-CBD	Fe-CBD	کربن آلی	فسفر- السن	CEC	ECe	pH
	%			g/K				%	$mg\ Kg^{-1}$	$Cmol(+)\ Kg^{-1}$	$dS\ m^{-1}$	
J1	۱۲۸	۳۹۳	۴۷۹	۳۵۰	۶۲/۵	۷/۰۴	۰/۴۴	۰/۰۴۵	۱۳/۸۶	۶/۱	۲/۱	۷/۶
J2	۱۷۰	۳۷۹	۴۵۱	۳۵۰	۵۰	۴/۷	۰/۲۳	۰/۰۴۵	۱۳/۹۷	۷/۶۵	۳/۰۳	۷/۸
J3	۲۷۳	۳۷۳	۳۵۴	۳۵۰	۱۳۷/۵	۵/۴۵	۰/۶۵	۰/۱۷۹	۱۴/۳۲	۲۴/۳۵	۴/۵۳	۷/۹
Z1	۱۳۴	۳۲۵	۵۴۱	۲۶۰	۴۲/۵	۹/۱۹	۰/۸	۰/۰۶۷	۱۳/۸۶	۶/۶۱	۱/۶۶	۷/۶
Z2	۱۴۴	۳۷۶	۴۸۰	۳۱۰	۱۴۵	۶/۳۴	۰/۸	۰/۸۵۱	۲۸/۴۸	۷/۸۲	۵/۳۷	۷/۸
Z3	۲۳۳	۴۴۶	۳۲۱	۳۷۰	۱۴۷/۵	۵/۷۷	۱	۱/۳	۵۳/۵۴	۱۵/۲۱	۵/۶	۸
S1	۱۶۵	۳۸۶	۴۴۹	۲۸۰	۱۱۹	۹/۲۱	۰/۹۸	۰/۱۱۲	۱۸/۰۴	۷/۶۵	۰/۶۹	۷/۴
S2	۱۸۷	۳۹۶	۴۱۷	۳۱۰	۶۲/۵	۱۲/۲۱	۱/۱۸	۰/۲۲۴	۲۴/۳	۸/۷	۰/۹	۷/۶
S3	۳۱۰	۳۵۳	۳۳۷	۳۹۰	۱۲۲/۵	۷/۴۳	۱/۰۸	۱/۵۴	۳۰/۵۷	۲۹/۶	۱/۴۳	۷/۸
F1	۱۹۸	۳۹۷	۴۰۵	۲۹۰	۱۶۲/۵	۷/۵۹	۰/۹	۰/۲۹۱	۲۰/۱۳	۶/۹۶	۰/۷۴	۷/۴
F2	۱۸۱	۳۶۵	۴۵۴	۳۱۰	۱۲۷/۵	۷/۹	۱/۳	۰/۴۷	۲۲/۱۳	۸	۰/۸۲	۷/۶
F3	۳۱۸	۳۸۱	۳۰۱	۳۹۰	۱۱۸/۷	۷/۹۹	۱/۲	۰/۴	۳۰/۵۷	۴۰/۸۷	۱/۷	۷/۸

J ،Z ،S و F: به ترتیب شهرک صنعتی و سه راه زیار اصفهان، سامان و فرخشهر شهرکرد

1، 2 و 3: به ترتیب خاک کم عمق روی مواد مادری، خاک با پوشش طبیعی منطقه و خاک زراعی در نظر گرفته شده‌اند.

جدول (۲) ضرایب تشخیص معادلات همدمای جذب سطحی فسفر

خاک	لانگمویر	فروندلیچ r^2	تمکین	ون های
J1	۰/۸۱۳**	۰/۹۴۳***	۰/۸۴۳**	۰/۹۰۴***
J2	۰/۸۰۳**	۰/۹۲۱***	۰/۸۳۱**	۰/۸۹۸**
J3	۰/۸۷۸**	۰/۸۶۵***	۰/۷۱۹*	۰/۸۸۸**
Z1	۰/۸۷۲**	۰/۹۴۹***	۰/۸۷۵**	۰/۹۱۳***
Z2	۰/۹۶۸***	۰/۹۷۳***	۰/۸۹۷**	۰/۹۷۲***
Z3	۰/۸۹۳***	۰/۹۵۶***	۰/۸۸۵**	۰/۹۴۶***
S1	۰/۷۲۷**	۰/۹۲۹***	۰/۷۰۴**	۰/۸۲۱**
S2	۰/۹۵۷***	۰/۹۹۳***	۰/۹۳۹**	۰/۹۹۷***
S3	۰/۹۵۱***	۰/۹۶۵***	۰/۸۷۳**	۰/۹۹۳***
F1	۰/۸۶۴**	۰/۹۸۰***	۰/۸۵۳**	۰/۹۵۹***
F2	۰/۹۰۸***	۰/۹۸۴***	۰/۸۸۶**	۰/۹۸۱***
F3	۰/۹۶۸***	۰/۹۹۴***	۰/۹۳۸***	۰/۹۹۲***

جدول (۳) برخی شاخصهای باقری خاک‌های مورد بررسی

خاک	MBC (ml P g^{-1}soil)	SBC (ml P g^{-1}soil)	EBC (ml P g^{-1}soil)	K لانگمویر	K1 تمکین	n ون های
J1	۱۱۶/۲۸	۱۰۰/۹۵	۵۵/۴۹	۰/۲۴	۸۷/۷۸	۱۲۴/۴
J2	۱۶۹/۴۹	۱۳۹/۶۵	۶۸/۵۹	۰/۳۴	۸۹/۷۱	۱۴۹/۹
J3	۲۳۲/۵۶	۱۷۶/۹۲	۱۰۶/۱۴	۰/۴۹	۱۲۸/۲۲	۲۸۷/۲
Z1	۵۹/۵۲	۵۳/۶۲	۳۱/۴۲	۰/۱۸	۶۴/۱۱	۶۸/۹۸
Z2	۱۳۳/۳۳	۱۰۴/۰۵	۳۷/۱۹	۰/۳۴	۴۷/۹۲	۲۲/۵
Z3	۱۲۶/۵۸	۱۰۵/۵۸	۴۸/۹۷	۰/۴۲	۷۰/۹۵	۹۸/۴۵
S1	۹۹/۰۱	۸۴/۸۵	۴۲/۳۹	۰/۲۷	۶۶/۳۶	۹۹/۹
S2	۹۸/۰۴	۸۴/۰۴	۴۲/۲۸	۰/۲۵	۶۹/۷۴	۸۷/۲۲
S3	۱۴۴/۹۳	۱۱۷/۹۰	۴۷/۶۹	۰/۳۶	۶۰/۹۴	۹۷/۰۵
F1	۷۴/۶۳	۶۹/۵۹	۳۴/۰۲	۰/۲۲	۵۸/۱	۷۲/۶۹
F2	۱۰۲/۰۴	۸۶/۵۹	۳۹/۹۵	۰/۲۹	۶۱/۱۵	۸۱/۷۹
F3	۱۰۶/۹۶	۹۴/۳۷	۵۰/۲۵	۰/۲۹	۵۲/۶۹	۶۲/۴۵

و * به ترتیب معنی دار در سطح P<0.001 و P<0.01