بررسی ویژگی‌های جذب سطحی فسفر در برخی خاک‌های تحت کشت نیشکر در منطقه شعیبیه خوزستان

مصطفی چرم و عبدالغفور احمدپور داشلی‌برون
به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی اهواز

مقدمه

فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و نیزاز مهم‌ترین عناصر در تولیدات گیاهی مـی باشـد کـه در کلیـه فرآینـدهای بیوشـیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا دخالـت دارد (۴). نیشکر از گیاهـانی اسـت کـه بـه صورت متمرکز در بعضی از اراضی مناطق استان خوزستان بـا قـدمت بیش از چهل سال کشت می گردد. چند ساله و تک‌کشتی بـودن ایـن گیاه باعث تخلیه عناصر غذایی از جمله فسفر می‌شود. جذب سـطحی فسفر به وسیله خاک‌ها از موضوعات مورد توجه محققین بوده و یکـی از شاخص‌های مهم قدرت بافری و درنتیجه قابلیت استفاده این عنصر برای گیاه به شمار می‌آید. یکی از روش‌هایی که در بیست سال اخیـر برای بررسی وضعیت فسفر در خاک ها ارائـه شـده اسـت، اسـتفاده از هم‌دماهای جذب فسفر توسط خاک می باشد. معادلات جذب سطحی لانگ‌مویر، فروندلیش و ون‌های از مهمترین معادلات مورد استفاده در تشریح هم‌دماهای جذب سطحی مـی‌باشـند. خصوصـیات فیزیکـی و شیمیایی خاک‌ها جذب سطحی فسفر در خـاک را کنتـرل مـی کننـد. بنابراین هدف تحقیق حاضر مطالعـه روابـط جـذب سـطحی فسـفر و بررسی ارتباط پارامترها و شاخص‌های بافری با خصوصیات خاک بود.

مواد و روش‌ها

۱۲ نمونه خاک از منطقه شعیبیه خوزستان که دارای تغییرات وسـیعی از لحاظ فاکتورهای موثر بـر تعـادلات فسـفر بودنـد انتخـاب گردیـد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های متداول در آزمایشگاه‌های خاکشناسی تعیین گردیـد. جهـت تعیـین معـادلات جذبی فسفر، مقدار ۲ گرم خاک را در داخل لوله سانتریفوژ ریخته و به آن ۴۰ میلی لیتر محلول کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار حاوی غلظت های ۲-۴-۸-۱۲-۱۸-۲۵-۳۵-۵۰-۷۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر که از نمک فسفات منوپتاسیم(KH_2PO_4) تهیه شـدند، و دو قطـره تولـوئن (بـه منظور جلوگیری از فعالیت میکرو ارگانیزم‌ها) اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه توسط تکان دهنده مکانیکی تکان داده شد. و پـس از ۲۴ ساعت سکون در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، بـه مـدت ۳۰ دقیقـه دیگر تکان داده شد. در پایان لوله‌های سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. بـه منظـور حصـول اطمینـان از زلال بودن محلول روئی از کاغذ صافی واتمن۴۲ عبور داده شد. سپس غلظت فسفر به روش مورفی و ریلی (۷) تعیـین گردیـد. تفـاوت بـین مقدار فسفر درمحلول اولیه و محلول نهایی مسـاوی بـا مقـدار فسـفر جذب شده به وسیله خاک در نظر گرفته شد(۵). نتایج به‌دست آمده بـا معادله‌های لانگ‌مویر و فروندلیچ و ون‌های برازش داده شد. ضـرایب مربوط به این معادلات محاسبه گردید. سپس ارتباط ایـن ضـرایب بـا بعضی از خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از ایـن معادلات مقدار حداکثر جذب سطحی فسفر(ضـریب b لانـگ‌مـویر) ، انرژی پیوندی(ضریب k لانگ‌مویر)، ضریب k_f فروندلیش و ضریب n ون‌های بدست آمد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها نشـان دهنـده متنوع بودن آنها می‌باشـد(جـدول ۱). دامنـه تغییـرات رس و ظرفیـت تبادل کاتیونی به ترتیب بین ۵۳-۱۳ درصدو ۲۰/۵-۶/۵سانتی مول بر کیلو گرم خاک بود. همچنین میزان تغییرات اهک و فسفر قابل جـذب در این خاک ها بین ۵۰-۴۳ درصد و ۱۰/۵-۲/۶ میلی گـرم بـر کیلـو گرم است.

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

خصوصیات خاک	میانگین	دامنه تغییرات	انحراف معیار
درصد رس	۳۵/۹	۱۳-۵۳	۱۳/۴۹
CEC (سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک)	۱۳/۶	۶/۵-۲۰/۵	۴/۹
درصد آهک	۴۶/۶	۴۳-۵۰	۲/۹
درصد ماده‌آلی	۰/۷۳	۰/۳۶-۱/۱۶	۰/۲۵
اسیدیته (pH)	۷/۷۹	۷/۳۵-۸/۱۶	۰/۲۳
قابلیت هدایت الکتریکی- (دسی زیمنس بر متر)	۴/۷	۱/۱-۱۵	۳/۸
فسفر قابل جذب- (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	۴/۸	۲/۶-۱۰/۵	۲/۱۴

نتایج جذب سطحی فسفر در تمام خاک‌ها معادلات لانگ‌مویر، فروندلیش و ون‌های مورد بررسی قرار گرفت. معادله فروندلیش دارای ضریب تبیین بالاتری نسبت به معادلات دیگر بوده که در واقع میزان جذب فسفر را بهتر توصیف می‌نماید. اما هنگامی که معادله لانگ مویر تبدیل به دو سطحی شد، ضریب تبیین آن به صورت قابل توجهی بالا می‌رود که نشان دهنده وجود دو سطح مختلف برای جذب سطحی فسفر در خاک‌های مورد مطالعه می‌باشد. میزان حداکثر جذب(b) در معادله لانگ‌مویر یک سطحی در این تحقیق حداقل ۳۷۳ میکروگرم فسفر درگرم خاک در خاک شماره ۲۱ و حداکثر ۷۵۲ میکروگرم فسفر درگرم خاک در خاک شماره ۱۲ بدست آمد (جدول۲). شیروانی و شریعتمداری (۱) نیز مقدار حداکثر جذب (b)در معادله لانگ‌مویر یک سطحی را حداقل ۲۷۰/۸ و حداکثر ۴۵۶/۱ میکروگرم فسفر درگرم خاک بدست آوردند. مقدار حداکثر جذب در سطح اول لانگ‌مویر دوسطحی(b_1) نیز در تحقیق حاضر ۱۸۲ تا ۳۶۰ میکروگرم فسفر درگرم خاک و مقدار حداکثر جذب در سطح دوم لانگ‌مویر دوسطحی(b_2) نیز ۶۵۳ تا ۳۱۷۵ میکروگرم فسفر درگرم خاک بود(جدول۲). این مقادیر در تحقیقی که قنبری و همکاران(۳) انجام دادند، برای حداکثر جذب در سطح اول لانگ‌مویر دوسطحی(b_1) محدوده بین ۲۲۳تا ۴۹۵ میکروگرم فسفر درگرم خاک و برای حداکثر جذب در سطح دوم لانگ‌مویر دوسطحی(b_2)محدوده بین ۵۴۹ تا ۵۲۶۳ میکروگرم فسفر درگرم خاک را بدست آوردند. در این تحقیق مقدار 1/n معادله فروندلیچ حداقل ۰/۳۷۲ و حداکثر۰/۴۹۵و مقدار k فروندلیش حداقل ۶۰ و حداکثر ۱۵۸ میکروگرم فسفر درگرم خاک بدست آمد. عنایت ضمیر و حسین‌پور(۲) مقدار1/n را ۰/۲۶ تا۰/۹۹و مقدار k ۷/۷۷ تا ۲۳۲/۷۵ میکروگرم فسفر درگرم خاک بدست آوردند. مقدار n در معادله ون‌های بین ۴۴/۳ تا ۱۲۳ بود(جدول۲). این مقدار در تحقیق شیروانی و شریعتمداری (۱)۵۰/۶ تا ۱۳۶/۸ بود.

جدول(۲) مقادیر پارامترهای معادلات لانگ‌مویر یک و دو سطحی، فروندلیش و ون‌های

شماره خاک	معادله لانگ‌مویر					معادله فروند لیچ			معادله ون‌های	
	b	r-s	b1	r-s	b2	r^2-s	1/n	k	r-s	n
۵	752	80.7**	317	99.5**	3175	95.6**	0.43	158	96.4**	123	94.5**
۷	752	88.4**	360	98.2**	1475	95.9**	0.495	115	99.1**	116	98.6**
۶	649	84.7**	280	98.1**	1508	98.2**	0.38	132	96.4**	94.2	97.3**
۱۲	870	82.3**	267	93.3**	1462	98.7**	0.455	123	95.4**	131	98.0**
۱	540	83.9**	243	92.9**	1100	97.4**	0.482	61	97.2**	67.3	98.1**
۱۵	450	87**	267	94.6**	1109	97.7**	0.372	108	98.3**	81.7	98.3**
۱۷	628	87.4**	234	99.3**	1027	97.6**	0.438	105	98.9**	88.7	98.6**
۱۴	598	85.5**	285	92.7**	1292	93.1**	0.449	85	96.8**	80.5	98.7**
۱۰	500	85.2**	225	95.7**	980	92.3**	0.435	69	98.1**	63.4	98.0**
۲۱	373	86.9**	182	98.3**	653	98.4**	0.406	60	97.7**	44.3	97.8**
۲۴	752	89.1**	353	98.2**	1377	97.8**	0.475	123	99.4**	116	99.0**
۲۵	585	86.4**	276	94.6**	1245	98.5**	0.477	83.0	96.7**	77.9	51.4**

مقدار حداکثر جذب سطحی فسفر از لانگ‌مویر یک سطحی (b) با میزان درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها(CEC) به ترتیب درسطح یک و پنج درصد بطور مثبت معنی‌دار بود.اما با میزان فسفر اولسن خاک در سطح یک درصد بطور منفی معنی‌دار شد(جدول۳). میزان حداکثر جذب سطحی فسفر در سطح اول لانگ‌مویر دو سطحی(b1) با میزان درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) در

سطح یک درصد به طور مثبت و با مقدار فسفر اولسن خاک در سطح پنج درصد به طور منفی معنی‌دار می‌باشد. میزان حداکثر جذب سطحی فسفر در سطح دوم لانگ‌مویر دو سطحی(b2) نیز با میزان در صد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) در سطح پنج درصد به طور مثبت وبا میزان آهک معادل درسطح پنج درصد به طور منفی معنی‌دار گردید و با میزان فسفر اولسن معنی‌دار نگردید. این پارامترها با سایر خصوصیات خاک‌ها (از جمله درصد ماده آلی، اسیدیته و میزان شوری) رابطه معنی‌داری نداشتند. در این تحقیق مشخص شد که انرژی پیوندی(K) با میزان رس خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) در سطح پنج درصد رابطه مثبت دارد(جدول۳).

شیروانی و شریعتمداری(۱) نیز چنین نتیجه‌ای را مشاهده کردند. ضریب k_f معادله فروندلیچ که در واقع میزان جذب فسفر در غلظت تعادلی یک میکروگرم بر میلی‌لیتر بوده، دارای همبستگی بالایی در سطح یک درصد با میزان رس و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) مشاهده شد. شیروانی و شریعتمداری(۱) نیز چنین نتیجه‌ای را مشاهده کردند. اما این ضریب با میزان آهک و فسفر اولسن در سطح پنج درصد رابطه منفی داشت.

ضریب n معادله ون‌های نیز با میزان درصدرس و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) رابطه مثبت و با میزان فسفر اولسن رابطه منفی در سطح یک درصد داشت.

جدول(۳) همبستگی بین پارامترهای معادلات جذب سطحی با خصوصیات خاک ها

ویژگی خاک	لانگ‌مویر یک سطحی		سطح اول لانگ‌مویردوسطحی		سطح دوم لانگ‌مویردوسطحی		فروندلیش		ون های
	b	k	b1	k1	b2	k2	K_f	1/n	n
درصد رس	52.6^{**}	41.7^{*}	63.0^{**}	32.5^{ns}	42.1^{*}	2.7^{ns}	66.6^{**}	2.5^{ns}	67.7^{**}
درصد آهک	31.8^{ns}	13.9^{ns}	21.0^{ns}	25.7^{ns}	35.9^{*}	0.0^{ns}	36.0^{*}	1.0^{ns}	33.7^{ns}
CEC	37.1^{*}	44.8^{*}	57.5^{**}	19.7^{ns}	34.2^{*}	3.3^{ns}	51.8^{**}	2.1^{ns}	58.2^{**}
%O.M	2.4^{ns}	3^{ns}	1.2^{ns}	0.8^{ns}	0.2^{ns}	0.8^{ns}	0.3^{ns}	0.4^{ns}	0.4^{ns}
PH	19.7^{ns}	0.3^{ns}	1.8^{ns}	10.0^{ns}	4.1^{ns}	2.1^{ns}	12.2^{ns}	1.4^{ns}	14.4^{ns}
EC(ds/m)	0.5^{ns}	1.2^{ns}	13.0^{ns}	2.9^{ns}	0.0^{ns}	1.7^{ns}	0.2^{ns}	10.3^{ns}	1.1^{ns}
اولسنp	51.8^{**}	10.5^{ns}	45.5^{*}	13.9^{ns}	25.0^{ns}	1.8^{ns}	42.3^{*}	5.5^{ns}	51.4^{**}

در این تحقیق نیاز استاندارد فسفر با میزان درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی و ضرایب b_1 و b_2 معادله لانگ مویر رابطه مثبت در سطحی ۵ درصد و با ضرایب k لانگ مویر و k_f و $1/n$ فروندلیش و n ون‌های رابطه مثبت در سطح ۱ درصد داشت و ظرفیت بافری حداکثر نیز با میزان درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی، ضرایب b_1 و b_2 و k_3 معادله لانگ مویر، k_f و $1/n$ فروندلیش و n ون‌های در سطح ۱ درصد رابطه مثبت را نشان داد.

منابع مورد استفاده

۱- شیروانی، م و ح. شریعتمداری. ۱۳۸۱. استفاده از هم‌دماهای در تعیین شاخص‌های ظرفیت بافری و نیاز استاندارد فسفر برخی خاک‌های آهکی استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلدششم. شماره اول.

۲- عنایت ضمیر، خ و ع. حسین پور. ۱۳۸۲. مطالعه هم‌دماهای جذب فسفر و ارتباط پارامترهای آن با خصوصیات خاک و شاخص‌های گیاهی. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت.

۳- قنبری، ع. ، م. مفتون و ن. ع. کریمیان. ۱۳۷۷. ویژگی‌های جذب سطحی و واجذبی فسفر در بعضی خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹. شماره۱.

۴- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

5- Fox, R. L. and C. R. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 43: 902-907.

6. Holford, I. C. R. and G. E. G. Mattingly. 1976. A model for behaviour of labile phosphate in soil. Plant soil. Vol. 44. pp. 219-229.

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