

سینتیک جذب و رهاسازی فسفر در خاک لسی ایلاتی، ژئولیت و اختلاط آنها

میثم رضایی، سید علیرضا موحدی نائینی

به ترتیب دانشجو آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه خاک شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه فسفر می باشد. فسفر در خاک به دو شکل آلی و معدنی یافت می شود. بخش آلی آن در هوموس و قسمت معدنی آن به صورت ترکیباتی با کلسیم (در خاکهای آهکی)، آهن و آلومینیوم (در خاکهای اسیدی) و سایر عناصر واسطه است (۲). بطور کلی فسفر موجود در خاک بصورت‌های: (۱) فسفری که به صورت یونها و ترکیبات محلول، در محلول خاک وجود دارد. (۲) جذب سطوح مواد معدنی خاک شده است. (۳) به صورت بلوری و یا بی شکل در مواد معدنی خاک موجود است. (۴) فسفری که جزئی از مواد آلی خاک می باشد (۵). غلظت کافی فسفات در محلول خاک و حفظ این غلظت تاثیر تعیین کننده ای بر میزان رشد گیاه دارد. فسفاتی که طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از افزودن کود جذب می شود تحت تاثیر جذب غیر اختصاصی و تبادل لیگاندی می باشد، و بقیه که در مدت زمانی بسیار طولانی (چند هفته) به حالت تعادل می رسد، تحت تاثیر واکنشهای پیچیده رسوب و حل شدن می باشد. پس از چند هفته میزان فسفر قابل دسترس برابر با غلظت در حال تعادل با کم محلولترین رسوب، در pH مربوطه می باشد. ژئولیتها، آلومینوسیلیکاتهای معدنی کریستالی و یا شبکه سه بعدی می باشند، اسکلت باز آنها شامل کانالها و حفراتی حاوی کاتیونها و مولکولهای آب است و به علت تحرک این کاتیونها، پدیده تبادل یون که یکی از ویژگیهای ژئولیتهاست میسر می گردد (۳).

مواد و روش ها

خاک مرکب سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری) پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی سری رحمت آباد (رده Typic Calcixerols) نمونه برداری شد. ژئولیت مورد استفاده از معادن شمال شرقی سمنان تهیه گردید. ژئولیت مورد نیاز معادل ۲۰ تن در هکتار با قطر ۲ میلی متر به خاک برای آزمایش های اختلاط خاک و ژئولیت اضافه شد. پس از آزمایشات فیزیکوشیمیایی، آزمایش های سینتیک با استفاده از روش پیمانان ای انجام گرفت. برای مطالعات سینتیک جذب فسفر یک گرم از هر تیمار (خاک، خاک و ژئولیت و ژئولیت) در دو تکرار توزین ودر لوله سانتریفیوژ ریخته شد. سپس ۱۰ میلی لیتر از محلولهای ۰/۰۳۴ مولار کلسیم (کلرید کلسیم) با قدرت یونی برابر با خاک پردیس دانشگاه علوم کشاورزی گرگان که غلظت فسفر از منبع (پتاسیم دی هیدروژن فسفات) در آنها به ترتیب ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلی گرم در لیتر بود و تیمار مخلوط آمونیوم+فسفر + پتاسیم با غلظت های ۱- K155,N120,P60، ۲- K185,N120,P60، ۳- K155,N90,P60 میلی گرم در لیتر از منابع کلرور آمونیوم، کلرور پتاسیم و دی هیدروژن فسفات (تقریباً معادل همان مقادیر بر حسب کیلوگرم در سطح یک هکتار) به نمونه ها اضافه شد و در دمای اتاق (۲ ± ۲۵ درجه سانتی گراد) به مدت یک ساعت برای هر زمان تکان داده شد. ده زمان ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۴۸، ۱۹۲، ۲۴۰، ۷۲۰، ۱۴۴۰ و ۱۸۰۰ ساعت برای نیل به هدف مورد نظر در نظر گرفته شد. نمونه های مربوط به هر زمان به مدت ۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردیدند و محلول رویی جهت اندازه گیری میزان فسفر مورد نظر جمع آوری گردید. برای مطالعات سینتیک رهاسازی فسفر پس از به اتمام رسیدن مراحل جذب در هر غلظت و همچنین غلظت صفر فسفر، نمونه انتهایی (زمان آخر) بلافاصله با روش مرحله ای و شبیه شرایط آزمایشات جذب مورد استفاده قرار گرفت. پس از قرائت غلظت فسفر نمونه ها پنج مدل سینتیک مرتبه اول، مرتبه صفر، الوویچ ساده شده، انتشار هذلولی و تابع نمایی برای برازش داده ها مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج برخی خصوصیات نمونه ها در جدول ۱ آمده است. ژئولیت سبب افزایش خصوصیات چون ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی و پتاسیم تبدالی در مخلوط با خاک گردید. الگوی جذب و رهاسازی فسفر با گذشت زمان در خاک در شکل ۱ و ۲ آمده است. در هر دو تیمار در زمان های اولیه، غلظت فسفر محلول به طور سریعی کاهش می یابد ولی با گذشت زمان شیب نمودار کم و سرعت جذب فسفر کاهش می یابد. اولین خصوصیت مهم نمودار جذب، افت شدید اولیه در غلظت فسفر محلول و افزایش شدید جذب است که مربوط به جذب سطحی سریع اولیه فسفر یا تبادل لیگاندی می

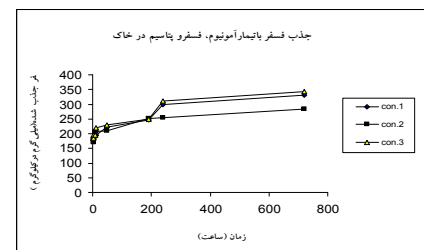
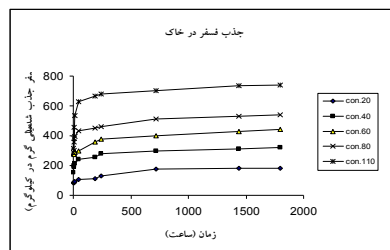
باشد، این مرحله در تشکیل هسته های رشد کریستال دارای اهمیت است. مدت این مرحله برای همه تیمارهای خاک و خاک با زئولیت و زئولیت ۱۲ ساعت بود. خصوصیت دوم نمودار، قسمت نسبتاً مسطح منحنی است که مربوط به دوره استقرار و پایدار شدن فسفر جذب شده برای تشکیل کریستال می باشد. شروع این مرحله بعد از زمان های اشاره شده در مرحله اول بود. با توجه به نتایج با افزودن زئولیت به خاک شاهد افزایش جذب فسفر در تیمار خاک با زئولیت در غلظت K155,N90,P60 بودیم. میزان رهاسازی با تیمارهایی بیشتر بود که بیشترین مقدار جذب را داشتند. در تمامی نمونه ها و در دو تیمار، رهاسازی فسفر در مراحل اولیه سریع و سپس با گذشت زمان بتدریج کاهش می یابد. کاهش تدریجی سرعت رهاسازی فسفر، ممکن است در اثر کاهش پوشش سطحی و بار سطحی و در نتیجه کاهش انرژی اثر متقابل و انرژی پتانسیل یون های فسفر جذب شده باشد (۴). در تیمار فسفر معادله های ایلوویج و تابع نمایی جذب فسفر را برای

نام خاک	نسبت من	بافت ظرفیت تبادل	درصد ماده	کنش هدایت	پتاسیم	پتاسیم
	(%)	کاتیونی	شباع (SP) آلی	الکتریکی	محلول	تبادلی
	(%)	meq.100g ⁻¹	(%)	dS.m ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.kg ⁻¹
پردیس	۲۴	۱۶/۷۳۰۳	۱/۸۸	۷/۴۵	۹/۳۵۸	۲۸۹/۴۴
دیس+ زئولیت	۲۴	۱۸/۷۱۶۲	۱/۸۱	۷/۴	۷/۲۱	۲۹۶/۶۳
زئولیت	۱	۷۴/۸۳۶۰	۰/۰۴۱	۷/۳۴	۶/۹۷۶	۱۹۸۳/۳

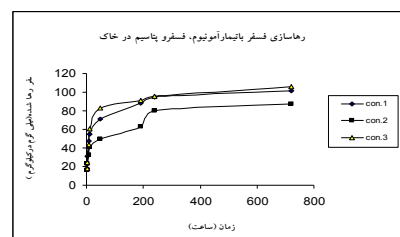
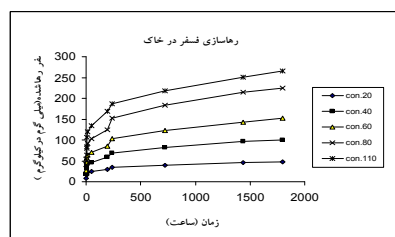
خاک و خاک با زئولیت و معادلات تابع نمایی و پارابولیکی جذب فسفر را برای زئولیت و معادله های ایلوویج، تابع جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه های خاک و زئولیت

نمایی و پخشیدگی پارابولیکی رهاسازی فسفر را برای خاک و خاک با زئولیت و معادلات ایلوویج و پخشیدگی پارابولیکی و مرتبه اول رهاسازی فسفر را برای زئولیت تشریح کردند. در تیمار فسفر+آمونیم+پتاسیم معادله های ایلوویج جذب و رهاسازی فسفر را تا حدودی برای خاک و خاک با زئولیت و معادله مرتبه صفر جذب فسفر را برای زئولیت و معادله ایلوویج رهاسازی فسفر را برای زئولیت تشریح کردند.

به نظر می رسد مکانیزم جذب فسفر در غلظت های پایین (کمتر از ۸۰ میلی گرم در لیتر) با تیمار زئولیت، از نوع تشکیل رسوبات آمورف که به تدریج کریستالی می شوند، نمی باشد و زئولیت دارای پتانسیل بالا برای جذب لیگاندی فسفر می باشد. با توجه به اینکه روند (شدت) رهاسازی فسفر برای تمامی غلظت ها (غلظت های بالاتر و پایین تر از ۸۰ میلی گرم در لیتر) یکسان است، بنظر می رسد مکانیزم جذب فسفر برای تمام رنج غلظت های مورد استفاده در این تحقیق جذب لیگاندی می باشد. با زئولیت در کمتر از ۳۰۰ ساعت برای غلظت های ۲۰، ۴۰ میلی گرم در لیتر و ۸۰۰ ساعت برای غلظت ۶۰ میلی گرم در لیتر منحنی مسطح می شود، که نماینده پایان جذب لیگاندی است و با افزایش غلظت در مدت ۱۸۰۰ ساعت، جذب لیگاندی تکمیل نگردید. در صورتیکه، با خاک جذب لیگاندی معمولاً در طول دو روز تکمیل می گردد (۱). سرعت و مقدار رهاسازی فسفر در زئولیت نسبت به خاک+زئولیت و نیز خاک+زئولیت نسبت به خاک کمتر است. در صورتیکه مقدار جذب با زئولیت با تبادل لیگاندی از نوع غیر لبایل (هنگامی که دو پیوند Al-O با ارتوفسفات تشکیل گردد) به سهولت رها نمی شود زیرا تبادل لیگاندی از نوع غیر لبایل، جذبی بسیار قوی می باشد. از مقایسه جذب و آزادسازی تیمار فسفر با جذب و رهاسازی تیمار فسفر+آمونیم+پتاسیم با زئولیت مقدار جذب تغییری نکرد ولی با خاک و خاک+زئولیت مقدار جذب کاهش یافت. میزان رهاسازی فسفر با تیمارهای خاک، خاک+زئولیت و زئولیت به مقدار خیلی جزئی کاهش یافت.



شکل ۱- جذب فسفر در تیمارهای فسفر و فسفر+آمونیم+پتاسیم در خاک



شکل ۲- رهاسازی فسفر در تیمارهای فسفر و فسفر+آمونیم+پتاسیم در خاک

منابع

- (1) Bohn, H. L., B I. McNeal. And A. O Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- (2) Havlin, J. L., Bbeaton, J. D., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. 2005. Soil fertility and fertilizers. Prentice, Hall. U. S. A.
- (3) Malcom, R.L. and V.C. Kennedy. 1969. Rate of cation exchange on clay minerals as detemined by specifi ion electrode technique. Soil. Sci. Soc. Am. Proc.33 : 247-255.
- (4) Peterson, S. R. and J. Jurinake. 1979. Kinetics of salt release for Mancos shale. Agron. Abster. P. 151.
- (5) Stevenson, F. J. and M. A. Cole, 1999. cycles of soils, Second Ed. John Wiley and Sons, Inc.