



سینتیک جذب فسفر در تعدادی نمونه خاک فسفات معادن ایران

سمانه جعفری، ابراهیم ادهمی، حمیدرضا اولیایی

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم خاک، دانشگاه یاسوج

چکیده:

در مطالعه حاضر سینتیک جذب فسفر در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ (mg/l) با محلول زمینه کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در بازه زمانی ۴۸ ساعته بر روی تعدادی نمونه خاک فسفات بررسی شد. خاک فسفات‌های مورد استفاده متعلق به چهار معدن شناخته شده فسفات ایران بود. شش معادله سینتیکی شامل مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیکی به منظور توصیف الگوی سینتیک جذب فسفر بر روی خاک فسفات‌های مختلف استفاده شد. نتایج نشان داد که جذب فسفر بر خاک فسفات از یک مرحله نسبتاً سریع اولیه که زمان آن برای خاک فسفات‌های مختلف متفاوت بود و در ادامه آن یک مرحله آهسته تشکیل شده است. معادلات الوویچ، تابع توان و پخشیدگی پارابولیک بهترین برازش را با داده‌های جذب فسفر داشتند. این نتایج بیانگر آن است که افزودن خاک فسفات به خاک احتمالاً در زمان‌های اولیه سبب کاهش فسفر محلول خاک خواهد شد.

واژگان کلیدی: خاک فسفات، فسفر محلول، سینتیک جذب

مقدمه

فسفر از عناصر ضروری پر مصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد (بوشمن و همکاران، ۲۰۰۹). جذب و آزاد شدن فسفر از فرآیندهای مهمی می‌باشد که غلظت فسفر در محلول خاک را کنترل می‌نماید. برای مطالعه جامع یک واکنش هم بررسی ترمودینامیکی و هم سینتیکی آن واکنش ضروری است. چنین بررسی‌هایی مکمل یکدیگر هستند (پارسایی‌فر و نجفی، ۱۳۷۴). در واقع ترمودینامیک جهت واکنش را توصیف و پیش‌گویی می‌کند که آیا مواد برای رسیدن به پایدارترین حالت خود با هم واکنش خواهند داد یا نه. این در حالی است که برخی از واکنش‌ها بسیار کند بوده و بلافاصله به پایدارترین حالت خود نمی‌رسند. ولی سینتیک مطالعه سازوکار (مسیر و محصولات حدواسط) و فرایندهای وابسته به زمان را بررسی می‌کند (اوستان، ۱۳۸۳). دو دلیل برای مطالعه سرعت واکنش‌های شیمیایی مطرح شده است (انکینسون ۱۹۷۰). ۱- پیش بینی این که واکنش‌ها با چه سرعتی به تعادل یا حالت شبه تعادل می‌رسند و ۲- پیش بینی سازوکار واکنش‌ها می‌باشد. معادله‌های سرعت همچنین وسیله‌ای برای دسته‌بندی واکنش‌ها به مرتبه‌های مختلف می‌باشند.

برای شناخت کامل برهم‌کنش‌های پویایی عناصر غذایی با خاک و پیش‌بینی سرنوشت آن‌ها در طول زمان، و نیز پیش‌بینی تحرک و زیست‌فراهمی عناصر غذایی در خاک‌ها، آگاهی یافتن از سینتیک و ساز و کار واکنش‌های درگیر ضروری است (اسپارکس، ۱۹۹۸). سینتیک جذب فسفر توسط خاک‌ها و ترکیبات خاک به طور ویژه یک واکنش سریع است که با یک واکنش کند بعدی دنبال می‌گردد (بارو، ۱۹۳۸). واکنش‌های کندتر مانند حل شدن ترکیبات با حلالیت کم و رسوب آن به صورت ترکیبات با حلالیت کم‌تر، که این واکنش‌های کند شامل جابه‌جایی فسفر از پیوندهای ضعیف‌تر به پیوندهای قوی‌تر است. همچنین واکنش‌های جذبی که شامل جایگزینی فسفر بجای آنیون‌ها بر روی سطوح اکسید آهن و آلومنیوم را شامل می‌شود بسیار سریع‌اند.

بزرگترین مخزن فسفر در جهان، سنگ‌ها و دیگر رسوبات مانند آپاتیت‌های اولیه و نیز کانی‌های اولیه‌ای هستند که در طول فرآیندهای زمین‌شناسی تشکیل شده‌اند (علیخانی، ۲۰۰۴). کانی‌های فسفاته درون سنگ‌ها قرار دارند و خصوصیت بارز آن‌ها نامحلول بودن آن‌ها است ولی تنها و بزرگ‌ترین منبع فسفر به شمار می‌آیند. این کانی‌ها در شرایط مناسب طبیعی نیز توسط گیاهان و ریز موجودات، حل شده و فسفر آن استفاده می‌شود (علیخانی، ۲۰۰۴).

ذخایر خاک فسفات دنیا حدود ۱۲۹۸۰۰۰ میلیون تن تخمین زده شده است. خاک فسفات‌ها معمولاً دارای منشا آذرین و رسوبی می‌باشند که امروزه به طور گسترده‌ای در دنیا جهت تولید فسفات مورد استفاده قرار می‌گیرند (وان استراتن، ۲۰۰۲). در ایران نیز معادن سنگ فسفات زیادی، از جمله معدن سنگ فسفات یزد (حاوی آهن و از نوع آسفوردی) و معدن یاسوج (حاوی فسفات‌هایی از نوع رسوبی) وجود دارد (قلی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). با وجود این معادن در ایران، می‌توان تا حدودی خاک فسفات را جایگزین کودهای شیمیایی کرد که صرفه‌ی اقتصادی قابل توجهی دارد (قلی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). تاکنون مطالعات زیادی در زمینه سینتیک جذب و واجذب فسفر در خاک‌های آهکی انجام گردیده است (طهماسبی و همکاران، ۱۳۸۶). لیکن پژوهش‌های پایه‌ای اندکی درباره سرعت واکنش‌های جذب از نمونه‌های خاک فسفات انجام شده است. بنابراین مطالعه حاضر به منظور بررسی سینتیک جذب فسفر بر برخی نمونه‌های خاک فسفات معادن شناخته شده ایران انجام گردید.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه خاک فسفات

در مطالعه حاضر، از پنج نمونه خاک فسفات شامل: خاک فسفات‌های خام و خالص شده آسفوردی یزد، خاک فسفات کوه بناری چرام، خاک فسفات چادرملو و خاک فسفات معدن یاسوج استفاده شد.

سینتیک جذب فسفر

به منظور مطالعه سینتیک جذب فسفر، یک گرم خاک فسفات (در دو تکرار) در لوله‌های پلی اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. به هر یک از لوله‌ها ۲۰ میلی‌لیتر محلول حاوی دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در لیتر با زمینه کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار افزوده شد. برای متوقف نمودن فعالیت میکروبی به هر لوله دو قطره تولوئن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت به طور متناوب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تکان داده شد. پس از گذشت این زمان‌ها جداسازی خاک فسفات از محلول بوسیله سانتریفیوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه صورت گرفت. محلول شفاف رویی با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید و غلظت فسفر در نمونه‌ها به روش آبی (مورفی و ریلی، ۱۹۶۲) با اسپکتروفتومتر تعیین گردید. مدل‌های سینتیکی مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ، پخشیدگی پارابولیکی و تابع توانی برای برازش داده‌های سینتیک جذب فسفر استفاده شد (جدول ۱). انتخاب مناسب‌ترین معادله با توجه به ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد برآورد (SE) انجام شد و ضرایب معادلاتی که بهترین برازش را با داده‌های جذب فسفر داشتند مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱) معادلات استفاده شده برای بررسی سینتیک جذب فسفر.

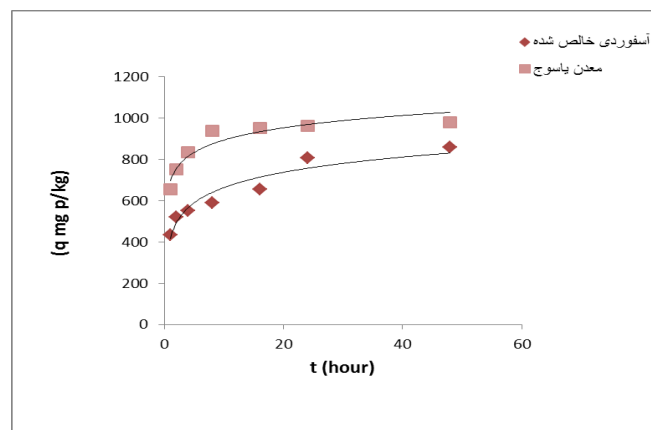
مدل سینتیکی	فرم خطی مدل	پارامترها
مرتبه صفر	$q_t = q_0 - K_0 t$	K_0 : ثابت سرعت مرتبه صفر [$\text{mg p kg}^{-1} \text{ hour}^{-1}$]
مرتبه اول	$\ln q_t = \ln q_0 - K_1 t$	K_1 : ثابت سرعت مرتبه اول [hour^{-1}]
مرتبه دوم	$1/q_t = 1/q_0 - K_2 t$	K_2 : ثابت سرعت مرتبه دوم [$\text{mg p kg}^{-1} \text{ hour}^{-1}$]
الوویچ	$q_t = 1/\beta_* \ln \alpha_* \beta_* + 1/\beta_* \ln t$	α_* : ثابت سرعت جذب اولیه فسفر [$\text{mg p kg}^{-1} \text{ hour}^{-1}$] β_* : ثابت سرعت جذب فسفر [mg p kg^{-1}]
پخشیدگی پارابولیکی	$q_t = q_0 + K_p \sqrt{t}$	K_p : ثابت سرعت پخشیدگی [$\text{mg p kg}^{-1} \text{ hour}^{-0.5}$]
تابع توانی	$\ln q_t = \ln a + b \ln t$	b : ثابت سرعت جذب فسفر [mg p kg^{-1}]

q_0 و q_t به ترتیب مقدار فسفر جذب شده در واحد جذب کننده در زمان t و صفر بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

نتایج و بحث

سینتیک جذب فسفر

نتایج نشان داد که سرعت جذب فسفر در مراحل اولیه زیاد بوده و سپس تدریجاً کاهش یافت. روند جذب فسفر بسته به نوع خاک فسفات متفاوت بود که شکل آن برای دو نمونه خاک فسفات خالص شده آسفوردی (از نوع آذرین) و معدن یاسوج (از نوع رسوبی) ارائه شده است (شکل ۱). به نظر می‌رسد که جذب فسفر بر خاک فسفات در برابر زمان را می‌توان به دو بخش مشخص تقسیم کرد: یک واکنش سریع اولیه که با واکنشی آهسته‌تر دنبال می‌گردد. مرحله سریع برای خاک فسفات یاسوج تا ۹ ساعت و برای خاک فسفات خالص شده آسفوردی تا ۶ ساعت ادامه یافت. پس از این زمان سرعت جذب فسفر بر هر دو نمونه خاک فسفات به صورت مشهود کاهش یافت و با سرعت ثابتی تا پایان آزمایش ادامه داشت. آگنین و تیسن (۱۹۹۵) در مطالعه خود دریافتند که جذب فسفر در ابتدا سریع و سپس کاهش و بعد از ۵۰ روز جذب فسفر به حالت پایداری رسید. اختر و عالم (۲۰۰۱) نیز در مطالعه خود دریافتند که با افزایش زمان خوابانیدن قابلیت دسترسی فسفر در هر دو منبع فسفر آلی و معدنی در خاک به تدریج کاهش یافت. همچنین بارو (۱۹۸۳) در بررسی‌های خود نشان داد که جذب فسفر از ۱ الی ۳ روز به مقدار زیادی افزایش اما پس از ۳ الی ۹۱ روز تغییرات چندانی نشان نداده است. بیسواس و قوشی (۱۹۸۸) مشاهده نمودند که در یک خاک الوویال قلیایی با گذشت زمان و دمای خوابانیدن مقدار باز یافت فسفر افزوده شده به تدریج کاهش یافت. در تحقیق حاضر دامنه تغییرات مقدار فسفر جذب شده در هر دو غلظت فسفر (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) توسط کلرید کلسیم به ترتیب ۵۴۰ تا ۹۸۷ با میانگین ۷۶۳/۵ و ۱۵۲۵ تا ۱۹۵۷ با میانگین ۱۷۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک فسفات بود. جذب با سرعت بالا در مراحل اولیه را می‌توان به جذب فسفر به صورت کمپلکس‌های سطحی تک دندانانه توسط نیروهای الکترواستاتیک نسبت داد و در بخش دوم عمدتاً جذب به صورت کمپلکس‌های سطحی دو دندانانه توسط پیوند قوی کوالانسی با سرعت کندتری دنبال می‌گردد (لیندسی ۱۹۷۹). یا احتمالاً در بخش اول فسفر در اثر جذب سطحی غیر قابل جذب شده ولی در بخش دوم سازوکار رسوب باعث جذب فسفر شود به علاوه، امکان دارد که جذب سریع مربوط به مکان‌های در دسترس سطح خاکدانه‌های بوده و جذب کند مربوط به جذب در مکان‌های داخلی خاکدانه باشد (به نقل از اوستان، ۱۳۸۳).



شکل ۱) سینتیک جذب فسفر در دو نمونه خاک فسفات خالص شده آسفوردی و معدن یاسوج غلظت ۵۰ (میلی‌گرم بر لیتر)

برازش داده‌ها با مدل‌های مختلف سینتیکی

ضرایب تبیین و خطای استاندارد معادله‌های سینتیکی استفاده شده جهت توصیف سینتیک جذب فسفر نشان داد که در غلظت فسفر ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مقادیر R^2 در معادلات مرتبه صفر از ۰/۵۵ تا ۰/۹۱ با میانگین ۰/۷۳، در معادله مرتبه اول از ۰/۵۴ تا ۰/۸۹ با میانگین ۰/۷۱، در معادله مرتبه دوم از ۰/۵۳ تا ۰/۸۷ با میانگین ۰/۷۰، در معادلات پارابولیک از ۰/۸۲ تا



۰/۹۷ با میانگین ۰/۸۹، در معادلات الویچ از ۰/۸۱ تا ۰/۹۸ با میانگین ۰/۸۹ و در معادلات تابع توان از ۰/۸۴ تا ۰/۹۸ با میانگین ۰/۹۱ متغیر بودند. استفاده از معادلات تابع توان، پخشیدگی پارابولیکی و الویچ برای برازش داده‌های جذب فسفر به وسیله خاک فسفات در هر دو غلظت فسفر (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) نشان داد که این معادلات برازش خوبی با داده‌های جذب فسفر دارند. همچنین به علت مقادیر خطای استاندارد کمتر، این معادلات می‌توانند به خوبی جذب فسفر به وسیله خاک فسفات را توصیف کنند. در کلیه خاک فسفات‌ها، معادله تابع توان انطباق بیشتری بر داده‌ها داشت و به‌عنوان بهترین مدل برای توصیف سینتیک جذب فسفر انتخاب شد. کارایی معادله الویچ توسط رامش و همکاران (۱۹۹۸) برای جذب فسفر در خاک‌های هند نیز گزارش شده است. در مطالعه وهابا و همکاران (۲۰۰۲) نیز معادله الویچ بهترین معادله در فرآیند جذب و واجذب فسفر معدنی معرفی شد. این معادله برای واکنش‌های جذب و واجذب تحت کنترل پخشیدگی به کار می‌رود. هاولین و وست فال (۱۹۸۵) نیز انطباق معادله الویچ به داده‌های سینتیکی را تایید کننده کنترل فرآیند جذب به وسیله پخشیدگی دانستند. معادله توانی نیز یکی از معادلات نشان دهنده فرآیندهای کنترل شونده با پخشیدگی است (هاولین و همکاران، ۱۹۸۵). اگر خاک فسفات‌ها با معادله الویچ و تابع توان و پخشیدگی پارابولیک انطباق داشته باشند، جذب و آزاد شدن فسفر توسط فرآیند پخشیدگی کنترل می‌گردد (حسین پور، ۱۳۸۳).

ثابت سرعت جذب فسفر

نتایج ثابت سرعت جذب یا همان مقادیر شیب (b) و عرض از مبدا (a) تمامی نمونه‌های خاک نشان داده شد (جدول ۵). مقدار b که شاخصی از آهنگ جذب فسفر می‌باشد، در معادلاتی که همبستگی بیشتری با سینتیک جذب فسفر نشان می‌دهند حائز اهمیت است. در مطالعه حاضر دامنه تغییرات ضرایب سرعت در معادله‌های الویچ، پخشیدگی پارابولیک و تابع توانی در هر دو غلظت فسفر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب ۰/۰۴۹ - ۰/۰۱۱، ۰/۰۱۱ - ۰/۰۱۲، ۰/۰۹۱ - ۰/۰۱۲ و ۰/۰۴۵ - ۰/۰۰۱، ۰/۰۱۱ - ۰/۰۵۰، ۱۳/۶ - ۵۸/۹، ۰/۰۱۱ - ۰/۰۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ساعت برآورد گردید.

به رغم ماهیت تجربی معادله، معمولاً از ثابت b به عنوان معیاری از سرعت جذب فسفر توسط مکان‌های سطحی نام برده و برخی از محققین بر این باورند که این ثابت منعکس کننده قدرت پیوند فسفر به سطح ذرات خاک است. البته برخی دیگر بر این باورند که ثابت b نشان دهنده انتشار فسفر داخل ذرات خاک است (بارو ۱۹۷۹). در معادله تابع توانی، ضریب b در تمامی نمونه‌های خاک فسفات کوچکتر از یک است که نشان می‌دهد سرعت جذب فسفر با زمان کاهش می‌یابد (جلالی، ۲۰۰۷). در هر دو غلظت بیش‌ترین ضریب سرعت جذب فسفر مربوط به خاک فسفات خالص شده آسفوردی و کم‌ترین مقدار آن مربوط به خاک فسفات کوه بناری چرام بود.

مقدار پارامتر a بیان کننده آهنگ جذب فسفر در مرحله اول جذب بوده (مقدار اولیه‌ی فسفر جذب شده) که در معادله‌های تابع توان، الویچ و پخشیدگی پارابولیک برای خاک فسفات‌های مورد مطالعه در هر دو غلظت فسفر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۶/۷۸ تا ۶/۲۱، ۸۸ تا ۴۸۱، ۵۹ تا ۱۲/۷ و ۷/۵۳ تا ۷/۲۹، ۱۸۶۶ تا ۱۴۷۱، ۱۸۶۵ تا ۱۴۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ساعت بود (جدول ۴). بیش‌ترین مقدار فسفر جذب شده در مراحل ابتدایی جذب در خاک فسفات کوه بناری چرام و کم‌ترین مقدار آن در خاک فسفات خالص شده آسفوردی یزد مشاهده شد. همچنین در سطح غلظت فسفر ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین مقدار مربوط به خاک فسفات کوه بناری چرام و کم‌ترین مقدار آن مربوط به خاک فسفات خالص شده آسفوردی یزد بود.

جدول ۳) حدود ضرایب تبیین و خطای استاندارد بر آورد مدل‌های استفاده شده برای توضیح سینتیک جذب فسفر در پنج نمونه خاک فسفات

مدل سنتیکی	مرتبۀ صفر	مرتبۀ اول	مرتبۀ دوم	الووچ	پخشیدگی پارابولیکی	تابع توانی
R^2						
غلظت ۵۰ (mg p/l)	۰/۵۵۳ - ۰/۹۱۳	۰/۵۴۴ - ۰/۸۹۲	۰/۵۳۵ - ۰/۸۷۸	۰/۸۱۴ - ۰/۹۸۷	۰/۸۲۱ - ۰/۹۷۸	۰/۸۴۲ - ۰/۹۸۶
SE						
	۳۲/۳ - ۳۵/۲	۳۳/۳ - ۵۲	۳۳/۶ - ۶۴	۶۱/۴ - ۳/۴۹	۳۴/۳ - ۶/۰۶	۵۴/۸ - ۳/۵۱
R^2						
غلظت ۱۰۰ (mg p/l)	۰/۵۸۷ - ۰/۹۰۴	۰/۵۸۲ - ۰/۹۰۰	۰/۵۷۷ - ۰/۸۹۵	۰/۸۱۸ - ۰/۹۸۳	۰/۸۷۱ - ۰/۹۷۵	۰/۸۳۰ - ۰/۹۸۲
SE						
	۳۲/۳ - ۴۳/۹	۴۰/۸ - ۱۷/۶	۳۲/۸ - ۵۰/۳	۶۰/۵ - ۴/۲۷	۲۵/۴ - ۶/۶۹	۵۳/۸ - ۳/۸۷

جدول ۵) حدود شیب (b) و عرض از مبدا (a) مدل‌های استفاده شده برای توضیح سینتیک جذب فسفر در پنج نمونه خاک فسفات

مدل سینتیکی پارامترها	الووچ		پخشیدگی پارابولیکی		تابع توانی	
	a	b	a	b	a	b
غلظت ۵۰ (mg p/l)	۴۸۱ - ۸۸۰	۰/۰۱۱ - ۰/۰۴۹	۱۲/۷ - ۵۹	۴۵۵ - ۸۷۸	۶/۲۱ - ۶/۷۸	۰/۰۱۲ - ۰/۰۹۱
غلظت ۱۰۰ (mg p/l)	۱۴۷۱ - ۱۸۶۶	۰/۰۰۱ - ۰/۰۴۵	۱۴۴۵ - ۱۸۶۵	۱۳/۶ - ۵۸/۹	۷/۲۹ - ۷/۵۳	۰/۰۱۱ - ۰/۰۵۰

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، که خاک فسفات توانایی جذب فسفر محلول را در یک واکنش سریع اولیه و یک واکنش آهسته مدت‌دار دارد. چنین واکنشی ممکن است در هنگام استفاده مستقیم خاک فسفات در اراضی کشاورزی نیز رخ دهد و می‌تواند در فرمولاسیون و مدیریت مصرف منابع کودی حاوی خاک فسفات مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد.

منابع

اوستان، ش. ۱۳۸۳. مطالعه تعادلی و اثر بخشی فسفر در خاک‌های ایران. رساله دکتری تخصصی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

حسین‌پور، ع. ر. و بیابانکی، ف. ۱۳۸۳. رابطه شدت-کمیت پتاسیم با عصاره‌گیرهای متفاوت و پاسخ گیاه سیر در برخی از خاک‌های همدان. مجله علوم آب و خاک، جلد هجدهم، شماره ۱، صفحه‌های ۱ تا ۹.



پارسافر، غ. و نجفی، ب. ۱۳۷۴. شیمی فیزیک (سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک آماری). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. طهماسبی، ف. و حسین پور، ع. ۱۳۸۶. سینتیک تغییرات فسفر قابل استخراج در تعدادی از خاک‌های همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد یازدهم، شماره ۴۲، صفحه‌های ۴۷۵ تا ۴۸۸.

- Abgenin, J.O. and H. Tiessen. 1995. Phosphorus sorption at field capacity and soil ionic strength: Kinetics and transformation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 59:998-1005.
- Atkinson, R.J., F.J. Hingstom, A.M. Posner and J.O. Quirk. 1970. Elovich equation for the kinetics of isotope exchange reaction at soils-liquid interfaces. *Nature* 226: 148-149.
- Akhtar, M. and S.M. Alam. 2001. Effect of Incubation periode on Phosphate sorption from tow P sources. *Bio. Sci.* 3: 124-125.
- Alikhani H. A. 2004. Potential use of Native Rhizobia strains as plant Growth-promoting Rhizobacteria (PGPR) and effects of selected strains on growth characteristics of wheat, Corn and Alfalfa.
- Barrow N. J. 1979. The effects of temperature on the reactions between inorganic phosphate and soil. *J. Soil Sci.* 30, 271-279.
- Barrow N. J. 1983. A mechanistic model for describing the sorption and desorption of phosphate from soil. *J. Soil Sci.* 34: 733-750.
- Biswas, P.P. and G. Ghoshi. 1988. Temperature effect on Kinetics of P availability from partially Water soluble and citrate soluble O fraction on nitrophosphate in alkaline alluvial soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 36: 48-52.
- Bushman, L., J. Lamb, G. Randall, G. Rehm, and M. Schmitt. 2009. The nature of phosphorus in soils. Phosphorus in agriculture environment. University of Minnesota.
- Gholizadeh, A. L., M. Ardalani, M. M. Tehrani, S. H. Mirseyed hoseini and N. Karimian. 2009. Solubility test in some phosphate rocks and their potential for direct application in soil. *World Applied Sciences Journal*, 6 (2): 182-190
- Havlin, J.L, Westfall, D.G and Olsen, S.R. 1985. Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal* 49: 371-376.
- Jalali, M. 2007. Spatail variability in potassium release among calcareous soils of Western Iran. *Geoderma*, 140: 42-51.
- Lindsay W.L. 1979. *Chemical Equilibria in Soils*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Murphy, J. and J. P Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimia Acta*, 27: 31-36.
- Ramesh A, Billore S, Joshi O and Bhatia V, 1998. Kinetics of phosphate sorption by soils. *J. Indian. Journal of Soil Science* 46: 453-456.
- Sparks, D.L. 1998. Kinetics of sorption release reactions on natural particles. p. 413-448. In. P.M. Huang, N. Senesi and J. Buffle (eds). *Structure and surface reactions of soil particles*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Van Straaten, P. 2002. Rocks for crops. *Agrominerals of sub-Saharan*. International Centre for Research in Agroforestry., 11: 338-338.
- Wahaba MM, El Ashry sM and Zaghloo AM, 2002. Kinetics of phosphate adsorption as affected by vertisols properties. 17th WCSS Thailand.

kinetics of phosphorus Sorption by some rock Phosphate samples of Iran

S.jafary, E.adhami and H.owliaie

MSc student and Associate Professors, Department of Soil Science, Yasouj University

Abstract

In the present study kinetics of P sorption on 50 and 100 mg P l⁻¹ with CaCl₂ 0/01 M as background solution was evaluated on some rock phosphate (RP) samples up to 48 h. RP samples belonged to four known RP mines of Iran. Six Kinetic equation including Zero order, First order, Second order, Elovich, Power function and parabolic diffusion were used to describe the pattern of P sorption on different RPs. Results showed that P sorption on RPs consisted of a relatively fast initial step, that its time was different for each RP, followed by a slow step which continued till the end of experiment. Elovich, Parabolic diffusion and power functions had the best fit with sorption data. Results of the present study suggest that probably applying RP, to soils cause the reduction of soluble P in initial times.

Keywords: Rock phosphate, Soluble phosphorus, Sorption kinetics