



محور مقاله: پیدایش و رده بندی خاک

سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی در ارتباط با تکامل خاک و کانی شناسی رس

در راسته های غالب خاک استان چهارمحال و بختیاری

مهناز باباحمدی^۱، حمیدرضا اولیایی^{۲*}، ابراهیم ادهمی^۲، عبدالمحمد محنت کش^۳، مهدی نجفی قیری^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

^۲ دانشیاران گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

^۳ استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد

^۴ دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

کانی شناسی رس و تکامل خاک از عوامل موثر بر سینتیک آزادسازی پتاسیم در خاک می باشند. در این مطالعه سینتیک آزادسازی پتاسیم توسط عصاره گیری متوالی با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در هجده نمونه خاک سطحی و زیرسطحی استان چهارمحال و بختیاری بررسی گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که سرعت آزادسازی پتاسیم از خاکها توسط کلرید کلسیم به مقدار زیاد بستگی به کانی شناسی رسها دارد و میزان آزادسازی پتاسیم از خاکهای دارای کانی غالب میکا، بیشتر از سایر خاکها می باشد. نتایج مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی نشان داد که میانگین مقدار کل پتاسیم غیر تبادلی آزاد شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار برای خاکهای سطحی ۵۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۴۵ تا ۷۶۳) می باشد و برای خاکهای عمقی ۵۳۶ میلی گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۸۷ تا ۷۵۷) بوده است. به طور کلی سرعت آزادسازی پتاسیم در راسته های مختلف خاکهای مورد مطالعه متفاوت بوده و روند زیر را نشان داد: آلفی سولز < اینسپتی سولز < انتی سولز < ورتی سولز < هیستوسولز. مقایسه نتایج نشان داد که معادله های مرتبه اول و تابع توان و پخشیدگی پارابولیک انطباق بهتری بر داده ها داشتند و به عنوان بهترین مدلها برای توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم انتخاب شدند

کلمات کلیدی: آزادسازی پتاسیم، کانی رسی، کلرید کلسیم، معادلات سینتیکی

مقدمه

پتاسیم به عنوان عنصری ضروری برای رشد گیاه، در کشاورزی اهمیت زیادی دارد. این عنصر در خاک به چهار شکل وجود دارد که به ترتیب سهولت جذب برای گیاه شامل پتاسیم محلول، تبادلی، غیر تبادلی و ساختمانی می باشد (Najafi Ghiri و همکاران ۲۰۱۱a). واکنش های سینتیکی و تعادلی بین چهار شکل پتاسیم خاک، سطح پتاسیم محلول و قابلیت دسترسی شکل های مختلف پتاسیم برای جذب گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. کاهش غلظت پتاسیم در محلول خاک به وسیله جذب پتاسیم توسط گیاهان و میکروپها یا شستشوی پتاسیم از خاکها باعث آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی به محلول خاک می گردد. چندین فرایند، آزادسازی پتاسیم از کانی های رسی را کنترل می کند. دو فرآیند معمول آزادسازی شامل: ۱- انحلال میکا و در پی آن تشکیل محصولات هوادیدگی و ۲- خروج پتاسیم بین لایه های میکاها و تبدیل آنها به اسمکتیت و وریمیکولیت می باشد (Sparks, 2000). با توجه به شرایط متفاوت خاکها برای مطالعات آزادسازی پتاسیم، از عصاره گیرهای متفاوت و روش های مختلفی استفاده می شود. محققان زیادی برای مطالعه سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی از عصاره گیر محلول رقیق کلرید کلسیم استفاده کرده اند.

مدل های سینتیکی مختلفی برای توصیف روند آزادسازی پتاسیم استفاده شده است. این مدلها شامل معادلات الوویچ، پخشیدگی پارابولیک، تابع توانی، مرتبه صفر و مرتبه اول می باشند. به طور کلی استفاده از معادله های مختلف برای بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم و تعیین بهترین معادله بستگی به ساز و کار اصلی مؤثر در آزادسازی پتاسیم، ترکیب شیمیایی و کانی شناسی خاک، نوع روش آزمایشگاهی استفاده شده و تیمار یا عدم تیمار خاک قبل از شروع آزمایش دارد (Sparks, 2000).

عوامل متعددی می توانند روی آهنگ آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی اثرگذار باشند از جمله نوع و مقدار کانی های خاک، درجه هوادیدگی خاک، توزیع اندازه ذرات، عمق خاک و غیره (Najafi Ghiri و همکاران ۲۰۱۱b). از آنجا که اطلاع از میزان پتاسیم غیر تبادلی و سینتیک آزادسازی آن در ارتباط با

* ایمیل نویسنده مسئول: owliaie@gmail.com



کانی‌شناسی رس و تکامل خاک در مدیریت حاصلخیزی خاک اهمیت دارد و تا کنونی پژوهشی پیرامون این موارد در خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری صورت نگرفته‌است، پژوهش حاضر به منظور آگاهی از موارد یاد شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با ۱۶۱۴۲۱ کیلومتر مربع وسعت، معادل یک درصد از کل وسعت ایران را به خود اختصاص می‌دهد. به طور کلی استان چهارمحال و بختیاری دارای تنوع اقلیمی بالایی است. متوسط بارش سالانه استان در حدود ۵۶۰ میلی‌متر (در دامنه ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر) می‌باشد. حداکثر مطلق دمای ۴۷/۵ درجه سانتیگراد در لردگان و حداقل مطلق دمایی برابر ۳۴/۵ درجه سانتیگراد زیر صفر در ایستگاه دزک ثبت گردیده است. رژیم رطوبتی غالب خاک استان زیریک و رژیم حرارتی خاک، مزیک و ترمیک می‌باشند.

انتخاب مکان برداشت نمونه‌های خاک بر اساس مطالعات قبلی صورت گرفته در استان بوده‌است. بر این اساس پنج رده خاک شامل انتی‌سول، اینسیتی-سول، آلفی‌سول، ورتیسول و هیستوسول در استان انتخاب شدند. نمونه‌برداری از ۹ خاکرخ شاهد از مناطق مختلف استان از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری صورت گرفت (در مجموع ۱۸ نمونه). آزمایش‌های انجام شده، شامل تعیین بافت به روش هیدرومتری (Rowell, 1994)، پ‌هاش خاک در خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون (Rowell, 1994)، کربن آلی به روش سوزاندن تر با بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید کرومیک غلیظ و تیتراسیون با فروسولفات آمونیوم (Nelson and Sommers, 1982)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم ۱ نرمال در پ‌هاش ۸/۲ اندازه‌گیری شدند (Chapman, 1965).

شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبدلی، غیرتبدلی و کل به روش Pratt (1965) اندازه‌گیری شدند. پتاسیم با استفاده از دستگاه شعله سنجی مدل Corning 405 اندازه‌گیری گردید. برای مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم ابتدا پتاسیم تبدلی و محلول از نمونه‌های خاک حذف گردیدند. جهت این کار نمونه‌های خاک با محلول ۱ نرمال کلرید کلسیم به مدت ۲۴ ساعت در تعادل قرار گرفت تا نمونه‌ها کاملاً اشباع از کلسیم گردند. سپس جهت حذف یون کلرید اضافی، نمونه‌ها با الکل و سپس آب مقطر شسته شدند. برای اطمینان از حذف کامل یون کلرید از آزمون نیترات نقره استفاده گردید. در مرحله‌ی بعد حدود ۳ گرم از خاک اشباع با کلسیم در لوله سانتریفوژ ریخته و ۳۰ میلی‌لیتر از محلول کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار به آن اضافه گردید و به مدت معین (۲، ۴، ۷، ۱۱، ۱۶، ۳۰، ۵۴، ۷۸، ۱۰۲، ۱۵۰، ۲۴۶، ۳۴۲، ۴۸۸، ۶۵۶، ۸۸۴، ۱۱۱۲) تکان داده شد. سپس نمونه سانتریفوژ گردید و محلول زلال رویی جهت اندازه‌گیری غلظت پتاسیم نگهداری شد. دوباره محلول تازه کلرید کلسیم ۰/۰۱ نرمال به نمونه اضافه شد و این مراحل تکرار گردید تا جایی که غلظت پتاسیم در عصاره به مقدار ثابتی رسید. پتاسیم آزاد شده نسبت به زمان با معادلات مختلف سینتیکی برازش داده شد و ضریب تبیین (R^2) با رگرسیون حداقل مربعات و خطای استاندارد برای ارزیابی معادلات مختلف استفاده گردید. این معادلات عبارتند از معادله‌ی الویچ ($Y = a + b \ln t$)، پخشیدگی پارابولیک ($Y = a + b t^{1/2}$)، تابع توانی ($\ln Y = \ln a + b \ln t$)، مرتبه‌ی صفر [$(Y - Y^\circ) = a - b t$] و مرتبه‌ی اول $[\ln(Y^\circ - Y) = a - b t]$ (که در آن Y مقدار پتاسیم تجمعی آزاد شده (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و a و b ثابت‌های معادله‌ها می‌باشند. جهت انجام مراحل کانی‌شناسی، مرحله خالص‌سازی بخش رس خاک‌ها به روش Kittrick and Hope (1963) انجام گرفت، سپس بر روی هر یک از نمونه‌های رس بدست آمده چهار تیمار شامل منیزیم، منیزیم و اتیلن گلیکول، پتاسیم در دمای معمولی و پتاسیم در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس اعمال گردید و با دستگاه پراش پرتو ایکس Brucker مدل D8-ADVANCE اسکن گردیدند. تجزیه نیمه کمی مقدار رس بر اساس سطح زیر منحنی پیک‌های هر کانی در تیمار منیزیم و اتیلن گلیکول صورت گرفت (Johns, 1954). تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

مقادیر میانگین، کمینه و بیشینه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مطالعه‌شده در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج بیانگر تنوع زیاد خاک‌ها از نظر ویژگی‌های مطالعه شده از قبیل بافت، کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و غیره بوده است. کانی‌های موجود در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب فراوانی نسبی شامل اسمکتیت، ایلیت، کلریت، کوارتز و پالیگورسکیت بودند. کانی پالیگورسکیت فقط در برخی از نمونه‌ها یافت می‌شود در حالی که سایر کانی‌ها در تمام نمونه‌ها مشاهده شدند.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

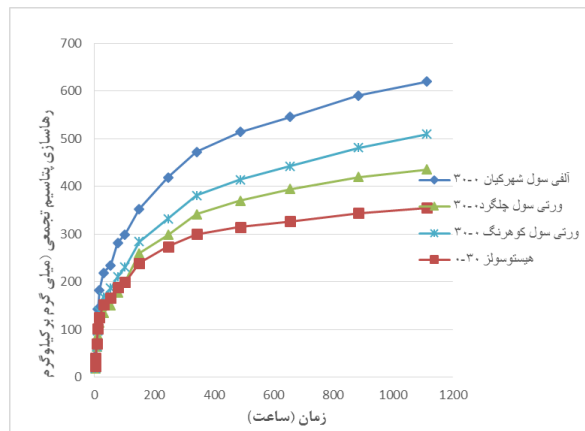
پ- هاش	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol/kg)	کربنات کلسیم معادل (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	درصد اشباع
۷/۵۴	۳۳/۸	۲۷/۷	۳/۷	۰/۵۸	۳۷/۱	۲۹/۹	۳۳/۹	۵۱/۱
۷/۸۴	۸۰/۳	۴۴/۰	۱۶/۳	۱/۲۶	۵۶/۰	۵۲	۶۰	۸۳/۰
۶/۶۱	۱۶/۲	۱/۲	۱/۰۲	۰/۰۰۳	۱۰	۱۵/۲	۲۲	۲۶/۰

جدول (۲) مقادیر مقادیر میانگین، کمینه و بیشینه شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، قابل استخراج با اسید نیتریک، ساختمانی و کل و همچنین درصد نسبی هر کدام را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات نسبی شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه زیاد می‌باشد. ارتباط مثبت و معنی داری بین پتاسیم ساختمانی و پتاسیم کل با مقدار ایلیت موجود در خاک‌ها مشاهده شد. کانی‌های میکایی که به طور عمده در ابعاد شن، سیلت و رس درشت هستند، نقش مهمی در تامین پتاسیم خاک دارند. همبستگی بالاتر بین میزان این کانی و شکل‌های ساختمانی و کل، بیانگر اهمیت بیشتر این کانی‌ها در تامین این اشکال پتاسیم است. همچنین بین ایلیت و پتاسیم تبادلی، غیرتبادلی، ساختمانی و کل، رابطه مثبت و معنی داری مشاهده شده است.

جدول ۲- شکل‌های مختلف پتاسیم و درصد نسبی آنها در خاک‌های مورد مطالعه

پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم کل	پتاسیم ساختاری	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم ساختاری
۳/۲۷	۱۸۲/۴	۷۴۱/۳	۶۲۸۴/۵	۵۵۳۹/۸	۰/۰۷۵	۳/۰۹	۱۲/۵۶	۸۷/۳۵
۹/۴۶	۴۵۵/۳	۱۱۵۲/۵	۸۱۳۱/۸	۷۵۵۰/۵	۰/۵۶	۷/۱۴۳	۳۰/۰۴	۹۴/۴۵
۰/۳۲	۷۴/۱	۲۹۱/۸	۱۰۳۷/۴	۷۱۹/۹	۰/۰۰۵	۱/۱۶۴	۵/۵۴	۶۹/۳۹

نتایج مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی نشان داد که میانگین مقدار کل پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده توسط عصاره‌گیری دنباله‌ای خاک با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در پایان مدت آزمایش (۱۱۱۲ ساعت) برای خاک‌های سطحی ۵۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۴۵ تا ۷۶۳) می‌باشد و برای خاک‌های عمقی ۵۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۸۷ تا ۷۵۷) بوده است. خاک آلفی سول (Aquic Haploxeralfs) و خاک هیستوسول (Hemic Sphagnofibrists) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رهاسازی تجمعی را دارند. زیاد بودن آزاد شدن پتاسیم در خاک آلفی-سول احتمالاً به دلیل بالا بودن رس خاک و پتاسیم غیرتبادلی و پایین بودن میزان کربنات کلسیم آن می‌باشد. پایین بودن مقدار رهاسازی تجمعی پتاسیم غیر تبادلی خاک هیستوسول احتمالاً به دلیل پایین بودن میزان پتاسیم غیرتبادلی، درصد رس و بالا بودن میزان کربنات کلسیم خاک می‌باشد. فراهمی پتاسیم غیرتبادلی بستگی به سرعتی دارد که این نوع پتاسیم می‌تواند به شکل‌های قابل جذب تبدیل شود. روند آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با زمان در تعدادی از خاک‌های مورد مطالعه نشان داد که سرعت آزاد شدن پتاسیم در تمامی خاک‌ها در مراحل اولیه، زیاد است و سپس به تدریج با زمان کاهش می‌یابد و در نهایت با سرعت نسبتاً ثابتی تا ۱۱۱۲ ساعت ادامه می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱- مقادیر تجمعی پتاسیم آزاد شده نسبت به زمان در برخی خاک‌های مطالعه شده

آزادسازی اولیه و سریع ممکن است از مکان‌های به راحتی قابل دسترس روی سطوح خارجی و مکان‌های کناره باشد در حالی که آزادسازی آهسته‌ی بعدی امکان دارد از مکان‌های بین لایه‌های رس‌ها باشد (Bolt و همکاران، ۱۹۶۳؛ Srinivasarao و همکاران، ۲۰۰۶). آزادسازی پتاسیم با سرعت بالا در مراحل اولیه را می‌توان به رهاسازی از مناطق لبه‌ای و گوه‌ای شکل کانی‌ها نسبت داد و در مرحله‌ی دوم با پیشرفت رهاسازی، لبه‌های کانی از هم جدا شده و پتاسیم‌های داخلی‌تر موجود در ساختمان کانی رها می‌شوند، که به علت بالا رفتن انرژی جذب پتاسیم در بین لایه‌ها و از طرفی افزایش فاصله‌ی پتاسیم از لبه‌های کانی و افزایش فاصله‌ی پخشیدگی و قدرت جذب پتاسیم، سرعت رهاسازی کاهش می‌یابد. آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها با کرنات کلسیم به دلیل اثر رقت همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0.595^*$) و با پتاسیم غیرتبادلی، کانی میکا و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.752^{**}$ ، 0.781^{**} و 0.654^*) نشان داد. به طور کلی سرعت آزادسازی پتاسیم در راسته‌های مختلف خاک‌های مورد مطالعه متفاوت بوده و روند زیر را نشان می‌دهد: آلفی‌سولز < اینسپتی‌سولز < انتی‌سولز < ورتی‌سولز < هیستوسولز.

اولیایی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ی روند آزادسازی پتاسیم را در راسته‌های مختلف خاک مورد بررسی قرار دادند و بیشترین آزادسازی را در خاک آلفی‌سولز و کمترین آزادسازی را در خاک انتی‌سولز گزارش کردند. خاک آلفی‌سولز به دلیل داشتن ثابت سرعت بالاتر از لحاظ سرعت آزادسازی پتاسیم سریع‌تر از بقیه خاک‌ها بوده و خاک انتی‌سولز به دلیل ثابت سرعت کمتر، سرعت آزادسازی پایین‌تری دارا بوده است. بدیهی است این تفاوت در مقدار پتاسیم آزاد شده به خصوصیات متفاوت خاک‌ها بستگی دارد. این ویژگی‌ها شامل درصد متفاوت کانی‌های پتاسیم‌دار و اندازه این کانی‌ها است و در کانی‌های میکا تفاوت در میزان جهت‌یابی هیدروکسیل ساختمانی، مکان بار لایه‌ای، درجه چرخش تتراهدرال، درجه کج شدگی تتراهدرالی، تفاوت در ترکیب شیمیایی و نقایص ساختمانی می‌باشد (Sparks and Huang, 1985).

ضریب همبستگی و خطای استاندارد مدل‌های سینتیکی استفاده‌شده جهت توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی محاسبه شدند. مقادیر R^2 در مرتبه صفر از ۰/۵۵ تا ۰/۹۵ با میانگین ۰/۸۰، در معادلات مرتبه اول از ۰/۹۳ تا ۰/۹۹ و میانگین ۰/۹۸، معادلات الوویج از ۰/۸۲ تا ۰/۹۹ و میانگین ۰/۹۴، معادلات تابع توان از ۰/۸۲ تا ۰/۹۹ و میانگین ۰/۹۴ و در معادلات پخشیدگی پارابولیک از ۰/۸۹ تا ۰/۹۹ و میانگین ۰/۹۶ متغیر می‌باشند. مقایسه نتایج نشان داد که معادله‌های مرتبه اول و تابع توان و پخشیدگی پارابولیک انطباق بهتری بر داده‌ها داشتند و به عنوان بهترین مدل‌ها برای توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم انتخاب شدند. اختلاف ضریب سرعت آزاد شدن نشان‌دهنده تفاوت نوع و مقدار کانی‌های رسی در این خاک‌ها می‌باشد. همچنین تفاوت در ضریب سرعت آزاد شدن ممکن است علاوه بر تفاوت کانی‌های رسی به دلیل اختلاف اندازه ذرات رس و تفاوت ضریب سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی در این اجزا باشد.



نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که سرعت آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها توسط کلرید کلسیم به مقدار زیاد بستگی به کانی‌شناسی رس‌ها دارد و میزان آزادسازی پتاسیم از خاک‌های دارای کانی غالب میکا، بیشتر از سایر خاک‌ها می‌باشد. نتایج مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی نشان داد که میانگین مقدار کل پتاسیم غیرتبادلی آزادشده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار برای خاک‌های سطحی ۵۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۴۵ تا ۷۶۳) می‌باشد و برای خاک‌های عمقی ۵۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (در دامنه ۳۸۷ تا ۷۵۷) بوده‌است. آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها با کرنات کلسیم به دلیل اثر رقت همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0/595^*$) و با پتاسیم غیرتبادلی، کانی میکا و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0/752^{**}$ ، $0/781^{**}$ و $0/654^*$) نشان داد. به طور کلی سرعت آزادسازی پتاسیم در راسته‌های مختلف خاک‌های مورد مطالعه متفاوت بوده و روند زیر را نشان داد: آلفی‌سولز < اینسپتی‌سولز < انتی‌سولز < ورتی‌سولز < هیستوسولز. مقایسه نتایج نشان داد که معادله‌های مرتبه اول و تابع توان و پخشیدگی پارابولیک انطباق بهتری بر داده‌ها داشتند و به عنوان بهترین مدل‌ها برای توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم انتخاب شدند.

منابع

- اولیایی، ح.ر.، حیدرماه، ص. ادهمی، ا. و نجفی‌قیری، م. ۱۳۹۳. سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در ارتباط با کانی‌شناسی رس برخی از خاک‌های آهکی استان کهگیلویه و بویراحمد مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۶۸ (۲)، ۹۹-۱۰۹.
- Bolt, G.A., Summer, M.E. and Kamphorst, A. 1963. A study of the equilibria between three categories of potassium in an illitic soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27, 294-299.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In: Black, C.A. (Ed.) *Methods of Soil Analysis*, part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 891-901.
- Johns, W.D., Grim, R.E., and Bradley, F. 1954. Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. *J. Sedimentary Petrol.* 24, 242-251.
- Kittrick, J.A. and Hope, E.W. 1963. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37, 201-205.
- Najafi Ghiri, M., Abtahi, A. and Jaberian, F. 2011a. Factors affecting potassium release in calcareous soils of southern Iran. *Soil Research*, 49, 529-537.
- Najafi Ghiri, M., Abtahi, A. Karimian, A. Owliaie, H.R. and Khormali, F. 2011b. Kinetics of non-exchangeable potassium release as a function of clay mineralogy and soil taxonomy in calcareous soils of southern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 57(4), 343-363.
- Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 53, 9-579.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium. In: Black, C.A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 1022-1030.
- Rowell, D.L. 1994. *Soil Science: Methods and applications*. Longman Scientific and Technical, UK.
- Sparks, D.L. 2000. Bioavailability of soil potassium, pp. D-38-D-52. In: Sumner, M.E. (Ed.) *Handbook of soil science*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Sparks, D.L. and Huang, P.M. 1985. Physical chemistry of soil potassium. In: Munson, R.D., (Ed.), *Potassium in Agriculture*, ASA, CSSA and SSSA, Madison, 201-265.
- Srinivasarao, C., Rupa, T.R., Subba Rao, A. Ramesh, G. and Bansal, S.K. 2006. Release kinetics of nonexchangeable potassium by different extractants from soils of varying mineralogy and depth. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 37(3), 473-491.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Genesis and Classification

Kinetics of nonexchangeable potassium release in relation to clay mineralogy and Soil evolution in dominant soils orders of Chaharmahal and Bakhtiyary Province

BabaAhmadi¹, M., Owliaie^{*2}, H.R., Adhami², E., Mehnatkesh³, A., M. Najafi Ghiri⁴

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran

³ Research Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Shahrekord

⁴ Associate Prof., College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

Abstract

Clay mineralogy and soil evolution are among the factors affect the kinetics of nonexchangeable potassium. Kinetics of K⁺ release was studied by extraction with 0.01 M CaCl₂ in 18 surface and subsurface soil samples of Chaharmahal and Bakhtiari Province. The results showed that potassium release rate using CaCl₂ is largely dependent on clay mineralogy and the rate of potassium release from the soils with dominant mica is much higher than that of other soils. Cumulative potassium released from soils was in the range of 345-763 mg/kg (570 mg/kg in average) for surface and 387-757 mg/kg (536 mg/kg in average) for subsurface soils. The amount of K release was in the sequence: Alfisols> Inceptisols> Entisols> Vertisols> Histisols. Second order, power function and parabolic diffusion equations could reasonably describe the K release kinetics and were selected as best models for describing K⁺ release.

Keywords: Potassium release, clay minerals, calcium chloride, kinetic equations