



محور مقاله: شیمی خاک

بررسی معادلات سینتیکی در پیش بینی آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی با عصاره گیرهای مختلف در برخی خاک های آهکی

ابوالفضل آزادی^{۱*}، سیروس شاکری^۲^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، پیام نور^۳ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی از لحاظ توانایی تأمین پتاسیم برای گیاهان در خاک های مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این تحقیق مطالعه سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی در برخی خاک های آهکی استان فارس، با استفاده از دو عصاره گیر آلی و معدنی اسید اگزالیک و کلرید کلسیم با غلظت ۰/۰۱ مولار در مدت زمان های ۲ تا ۱۲۰۰ ساعت در دو تکرار بود. خاک های مختلف رهاسازی متفاوتی به عصاره گیری پی در پی توسط عصاره گیرها از خود نشان دادند. میزان پتاسیم رها شده در خاک های مختلف توسط اگزالیک اسید کمتر از اسید کلرید کلسیم بود که دلیل اصلی آن می تواند ظرفیت بفری بالای خاک های آهکی و خنثی شدن اگزالیک اسید در خاک باشد. رهاسازی پتاسیم در تمام خاکها در مراحل اولیه سریع بود و در مراحل بعدی با سرعت کمتری تا پایان آزمایش ادامه یافت. پتاسیم غیر تبادلی آزاد شده پس از ۱۲۰۰ ساعت با ظرفیت تبادل کاتیونی، پتاسیم غیر تبادلی و درصد کربنات کلسیم معادل هم بستگی معنی داری داشت. با توجه به بالا بودن ضرایب تشخیص و کم بودن خطای استاندارد برآورد، سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی توسط اسید اگزالیک و کلرید کلسیم با معادلات الوویچ، توانی و مرتبه اول به خوبی توصیف شدند.

کلمات کلیدی: عصاره گیری پی در پی، اسید اگزالیک، کلرید کلسیم

مقدمه

پتاسیم یکی از عناصر غذایی ضروری و پرمصرف برای گیاهان محسوب می شود و در خاک معمولاً به اشکال محلول، تبادلی، غیر تبادلی و ساختمانی یافت می گردد (sparks, ۲۰۰۰). معمولاً تخمین پتاسیم قابل استفاده گیاهان و همچنین توصیه کودی براساس پتاسیم محلول و پتاسیم قابل تبادل بوده و پتاسیم غیر تبادلی مورد بررسی قرار نمی گیرد (جلالی، ۲۰۰۶). اما پتاسیم غیر تبادلی خاک تأمین کننده پتاسیم تبادلی و محلول خاک بوده که توسط محققان مختلف و با عصاره گیرهای متفاوتی مانند کلرید کلسیم (جلالی ۲۰۰۶، نجفی قیری ۲۰۱۱)، اسیدهای آلی (فرشادی راد ۱۳۹۲ و جلالی ۲۰۰۶) استخراج شده است. قابلیت دسترسی پتاسیم و میزان متفاوت آزادسازی پتاسیم در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک یک مشکل بسیار اساسی به شمار می رود. بنابراین مطالعه سرعت رهاسازی پتاسیم غیر تبادلی، در جهت مدیریت و استفاده صحیح از منابع خاکی و همچنین در فراهمی و قدرت تأمین پتاسیم به ویژه در خاکهای حاوی کانیهای پتاسیم، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. جلالی (۲۰۰۶) و حسین پور و صفری سنجانی (۲۰۰۷) بیان می کنند که در خاک های آهکی یون کلسیم معمول ترین کاتیون برای تبادل پتاسیم بین لایه ای می باشد. بنابراین عصاره گیری متوالی پتاسیم با کلسیم یکی از روش های مناسب جهت ارزیابی سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی در این خاک ها می باشد.

اسیدهای آلی نیز نقش مهمی در آزاد کردن عناصر غذایی از جمله پتاسیم در خاک بازی می کنند. غلظت اسیدهای آلی در ریزوسفر ناشی از ترشح ریزجانداران و گیاهان در محدوده ۰/۵ تا ۵ مول در متر مکعب می باشد. این اسیدها در فرآیند هوادیدگی کانی ها به دلیل تشکیل کمپلکس های اسید فلز، تبادل لیگاندی و واکنش های پروتونه شدن نقش دارند. از میان اسیدهای آلی موجود، اسید سیتریک و اگزالیک از لحاظ کمی بیشترین مقدار را در محلول خاک تشکیل می دهند، که به احتمال قوی بر حرکت و وضعیت پتاسیم در خاکها اثرگذار می باشند (مهتا و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم به عنوان عصاره گیر به منظور شبیه سازی محیط رشد گیاه پیشنهاد می شود (آنتونیو سیلوا و همکاران، ۲۰۰۸). برای توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی معادلات مختلفی مانند الوویچ، مرتبه صفر، مرتبه اول، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک توسط

* ایمیل نویسنده مسئول: Abolfazl_azadi@yahoo.com



محققان زیادی بررسی شده است. بحرینی طوحان و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی در دوازده سری غالب خاکهای زراعی استان گلستان، با استفاده از دو عصاره گیر اسید سیتریک و کلرید کلسیم گزارش دادند عصاره گیرهای مختلف میزان متفاوتی از پتاسیم غیرتبادلی را از خاکها آزاد می کنند. آنها همچنین دریافتند که سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی توسط اسید سیتریک، با معادلات الویج و پخشیدگی و کلرید کلسیم با معادلات توانی، مرتبه اول و الویج تطابق بهتری دارند. لذا این تحقیق به منظور بررسی معادلات سینتیکی در پیش بینی آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با دو عصاره گیر آلی و معدنی در برخی خاکهای آهکی استان فارس انجام گرفت.

مواد و روشها

در پژوهش حاضر جهت بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی پانزده نمونه خاک سطحی از مناطق مختلف اقلیمی استان فارس جمع آوری گردید و جهت اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و وضعیت شکل های مختلف پتاسیم به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه های خاک جمع آوری شده پس از هوا خشک شدن، از الک دو میلی متری عبور داده شد و آزمایشات فیزیکی و شیمیایی متداول به روش های معمول صورت پذیرفت. جهت بررسی آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی به روش عصاره گیری پی در پی از عصاره گیرهای اگزالیک اسید و کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار استفاده شد. ابتدا پتاسیم تبادلی و محلول از نمونه های خاک مورد مطالعه با استفاده از در تعادل گذاشتن نمونه و اشباع نمونه با کلرید کلسیم یک نرمال به مدت ۲۴ ساعت حذف گردیدند (مارتین و اسپارکز، ۱۹۸۵). سپس جهت حذف یون کلرید اضافی، نمونه ها با الکل و سپس آب مقطر شستشو شدند. برای اطمینان از حذف کامل یون کلرید از آزمون نیترات نقره استفاده شد. سپس نمونه ها هوا خشک شدند و در ادامه یک گرم از خاک های اشباع شده با کلسیم را با دو تکرار درون لوله سانتریفیوژ ریخته و به هر کدام ده میلی لیتر از عصاره گیر اسید اگزالیک یک صدم مولار افزوده شد و در فواصل زمانی ۲، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۱۲۰، ۱۶۸، ۱۶۸ و ۳۳۶ ساعت عصاره گیری شدند و محلول زلال رویی برای اندازه گیری غلظت پتاسیم نگهداری و با روش شعله سنجی با دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ corning اندازه گیری گردید. در پایان، پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده نسبت به زمان با استفاده از نرم افزار اکسل با معادلات مختلف سینتیکی الویج ساده شده، انتشار هذلولی، تابع توانی، مرتبه صفر و مرتبه اول برآزش داده شد. که این معادلات به شرح زیر می باشند:

| | | | |
|-----|---------------------------|----------------------|---|
| (۱) | $K = a + b \ln t$ | Elovich equation: | ➤ |
| (۲) | $K = a + b t^{0.5}$ | parabolic diffusion: | ➤ |
| (۳) | $\ln K = \ln a + b \ln t$ | power function: | ➤ |
| (۴) | $(K^0 - K) = a - b t$ | zero order: | ➤ |
| (۵) | $\ln (K^0 - K) = a - b t$ | first order: | ➤ |

K مقدار پتاسیم تجمعی آزاد شده (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)، در زمان t (ساعت)، K^0 حداکثر پتاسیم تجمعی آزاد شده (میلی گرم بر کیلوگرم خاک) و a (عرض از مبدأ) و b (شیب معادلات) ثابت های معادلات می باشند. یکی از مهم ترین بخش های این معادله ثابت b بوده که نشان دهنده آهنگ آزادسازی پتاسیم تبادلی می باشد. این مدل های آماری با آنالیز رگرسیون حداقل مربعات آزموده شد تا بهترین معادله که آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی از خاک را توصیف کند مشخص شود. ضریب تبیین (R^2) با رگرسیون حداقل مربعات مقادیر اندازه گیری شده در مقابل مقادیر پیش بینی شده به دست آمد. خطای استاندارد برآورد با معادله زیر تعیین شد:

$$SE = \left[\frac{\sum (K - K^*)^2}{(n - 2)} \right]^{0.5}$$

در این معادله K و K^* به ترتیب نشان دهنده مقدار پتاسیم غیرتبادلی اندازه گیری شده و پیش بینی شده و n ، تعداد داده های ارزیابی شده می باشد.

نتایج و بحث

مقادیر تجمعی پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده با عصاره گیری دنباله ای خاک با محلول های کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و اسید اگزالیک ۰/۰۱ مولار برای خاک های مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است. این مقادیر، مجموع مقادیر پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده طی ۱۱ مرتبه عصاره گیری خاک در مدت زمان حدود ۱۲۰۰ ساعت می باشد. بطور میانگین مقدار پتاسیم غیر تبادلی آزاد شده برای کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار ۱۶۷/۷ میلی گرم بر کیلوگرم و برای اسید اگزالیک ۰/۰۱ مولار ۱۴۴/۳ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. نتایج نشان داد که برخلاف تصور اولیه، مقدار پتاسیم

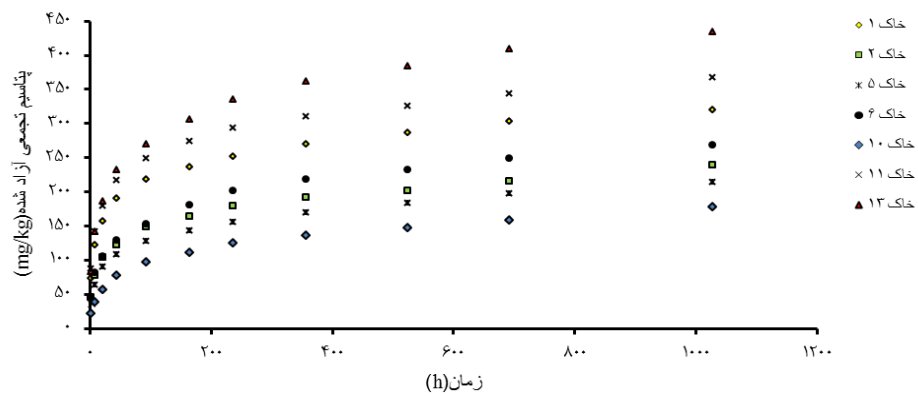


غیرتبادلی آزاد شده توسط اگزالیک اسید تقریباً در همه نمونه‌ها کمتر از پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده با کلرید کلسیم بود. شاکری (۱۳۹۴) نیز نتایج مشابهی را در خاکهای استان کهگیلویه و بویر احمد گزارش نموده است. Mushtaq (۲۰۱۲) و Tu و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نموده اند که اگزالیک اسید در pH کمتر از ۳/۵ به صورت مولکول تفکیک نشده است. در pH بین ۳/۵ تا ۴/۵ یکی از هیدروژنهای گروه هیدروکسیل آزاد شده و در pH بیشتر از ۴/۵ هر دو هیدروژن آزاد می شوند. بنابراین دو بار منفی آزاد وجود دارد که می تواند کاتیون هایی مانند پتاسیم، کلسیم و سدیم را جذب کند. مکانیسم آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی توسط اگزالیک اسید در خاکهای مختلف می تواند به دو صورت تبادل و یا تخریب کانی باشد. زیرا ثابت حلالیت کربنات کلسیم بیشتر از ثابت حلالیت اگزالات کلسیم است بنابراین زیادی کلسیم و معادل آن هم یون هیدروکسیل در خاک وجود دارد. در نتیجه هیدروژن های آزاد شده از اگزالیک اسید که احتمالاً در خاک های اسیدی باعث تخریب کانی ها می شوند به جای حمله به کانی ها، صرف خنثی سازی یون های هیدروکسیل خاک می شوند. همچنین کلسیم های موجود در محلول خاک نیز با یون اگزالات کلسیم رسوب اگزالات کلسیم ایجاد می کند و مانع واکنش پتاسیم با اگزالات می شود. از آنجاییکه خاک های آهکی سرشار از یون کلسیم هستند و ظرفیت بافری زیادی دارند مانع از تأثیر این اسید بر کانی ها شده و نسبت به خاکهای اسیدی و خاکهای با آهک کمتر پتاسیم کمتری آزاد می کنند. با توجه با نتایج ارائه شده در جدول (۱) بیشترین رها سازی پتاسیم در خاک شماره ۱۳ و کمترین مقدار را در خاک شماره ۱۰ می توان مشاهده نمود. که رها سازی بیشتر در خاک شماره ۱۳ که مربوط به راسته آلفی سولز نیز می باشد احتمالاً به این دلیل است که این خاک دارای حداکثر مقدار پتاسیم غیرتبادلی بوده و ظرفیت تبادلی کاتیونی آن نسبت به اغلب خاکها بیشتر بوده و درصد کربنات کلسیم آن نیز پایین می باشد هم چنین طبق مطالعات کانی شناسی کانی غالب آن میکا و اسمکتیت می باشد و کمترین مقدار نیز که مربوط به خاک راسته آریدی سولز می باشد که مقدار پتاسیم غیرتبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی آن پایین بوده و حاوی درصد زیادی کربنات کلسیم و هم چنین دارای کانی کلریت (دارای لایه بروسیت حاوی منیزیم) بالایی می باشد، به طوری که آزادسازی پتاسیم از خاکها با عصاره گیر کلرید کلسیم و اگزالیک اسید با کربنات کلسیم به دلیل اثر رقت همبستگی منفی و معنی دار به ترتیب $(r = -0/713^{**})$ و $(r = -0/725^{**})$ و با پتاسیم غیرتبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت و معنی دار $(r = 0/664^{**}, 0/775^{**})$ و $(r = 0/645^{**}, 0/744^{**})$ نشان داد. رابطه بین مقدار پتاسیم آزاد شده بوسیله دو عصاره گیر در زمان های مختلف در برخی خاک های مورد مطالعه در شکل های (۱) و (۲) ارائه شده است. به طور کلی مقدار جمع پتاسیم غیر تبادلی آزاد شده بوسیله کلرید کلسیم و اسید اگزالیک در خاک های مورد بررسی در مراحل اولیه عصاره گیری با شیب بیشتر افزایش یافته و با گذشت زمان با آهنگ کند تری دنبال شده است و در نهایت این شیب به مقدار ثابتی می رسد که در خاک های مختلف متفاوت است. به عبارتی رها سازی با سرعت بالا در مراحل اولیه را می توان به رها سازی پتاسیم از مناطق لبه ای و گوه ای شکل کانی ها نسبت داد و در مرحله دوم با پیشرفت رها سازی و بالا رفتن انرژی جذب پتاسیم در بین لایه ها و از طرفی افزایش فاصله پتاسیم از لبه های کانی و افزایش فاصله پخشیدگی، سرعت رها سازی کاهش می یابد (سرنیواسارائو و همکاران ۱۹۹۹). ضرابی و همکاران (۲۰۰۷)، با مطالعه اثر مالیک اسید بر سرعت آزاد سازی پتاسیم غیر تبادلی در ده سری از خاک های زراعی استان همدان، نشان دادند که رها سازی در مراحل اولیه در تمام خاکها سریع است و در مراحل بعدی با سرعت کمتری تا انتهای آزمایش ادامه دارد و عواملی مانند اندازه ذرات کانی های حاوی پتاسیم و شرایط محیطی خاک بر روی رها سازی پتاسیم تأثیر می گذارد. برای انتخاب بهترین معادله، با مقایسه ضریب تبیین و خطای معیار تخمین محاسبه شده برای هر معادله، معادله ای که بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای معیار تخمین را داشت به عنوان بهترین معادله در توجیه رها سازی پتاسیم از خاک شناخته شد. به طور کلی نتایج مطالعات روی سرعت رها سازی پتاسیم غیر تبادلی در خاک های مورد مطالعه با استفاده از عصاره گیرهای اسید اگزالیک و کلرید کلسیم نشان داد که معادلات ایلوویج، تابع توانی و تا حدودی مرتبه اول به بهترین نحو رها سازی پتاسیم را توجیه می نمایند. نجفی (۲۰۱۱)، ضمن مطالعه اثر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار بر سینتیک آزاد سازی پتاسیم در برخی از خاک های آهکی، بیان داشتند که معادله های سینتیکی ایلوویج، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک بهتر از سایر معادله ها قادر به توصیف روند واجذبی پتاسیم در خاک های آهکی مورد مطالعه می باشند.

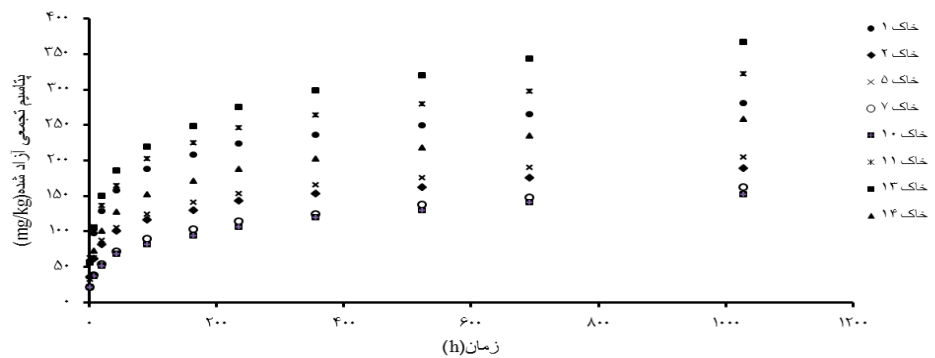
دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

جدول ۱: مقدار تجمعی پتاسیم آزاد شده ($mg\ kg^{-1}$) از خاک با کلرید کلسیم و اسید اگزالیک (۰/۰۱ مولار در مدت ۱۲۰۰ ساعت

| شماره خاکرخ | راسته خاک | پتاسیم غیر تبادلی | کلرید کلسیم (۰/۰۱ مولار) | اسید اگزالیک (۰/۰۱ مولار) |
|-------------|--------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| ۱ | انتی سولز | ۲۴۷ | ۱۳۵ | ۱۳۱ |
| ۲ | اینسپتی سولز | ۴۸۱ | ۱۶۰ | ۱۴۳ |
| ۳ | آلفی سولز | ۴۵۲ | ۱۵۳ | ۱۳۷ |
| ۴ | اینسپتی سولز | ۵۶۷ | ۲۲۱ | ۱۹۰ |
| ۵ | اینسپتی سولز | ۵۶۶ | ۱۵۳ | ۱۲۳ |
| ۶ | انتی سولز | ۵۳۵ | ۱۱۷ | ۱۰۵ |
| ۷ | اریدی سولز | ۷۳۳ | ۱۷۰ | ۱۲۴ |
| ۸ | اریدی سولز | ۶۸۰ | ۱۴۸ | ۱۴۲ |
| ۹ | اریدی سولز | ۵۱۲ | ۱۱۰ | ۹۷ |
| ۱۰ | اریدی سولز | ۵۵۲ | ۱۰۴ | ۹۱ |
| ۱۱ | انتی شولز | ۱۴۳۲ | ۲۱۲ | ۱۸۵ |
| ۱۲ | اینسپتی سولز | ۸۷۶ | ۱۸۰ | ۱۶۰ |
| ۱۳ | آلفی سولز | ۱۴۴۶ | ۲۸۶ | ۲۳۳ |
| ۱۴ | اینسپتی سولز | ۴۱۵ | ۱۱۳ | ۹۵ |
| ۱۵ | ورثی سولز | ۹۷۴ | ۲۵۳ | ۲۰۹ |
| میانگین | - | ۶۹۷/۹ | ۱۶۷/۷ | ۱۴۴/۳ |



شکل ۱- مقادیر تجمعی پتاسیم آزاد شده نسبت به زمان با عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در مدت زمان ۱۲۰۰ ساعت



شکل ۱- مقادیر تجمعی پتاسیم آزاد شده نسبت به زمان با عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در مدت زمان ۱۲۰۰ ساعت



نتیجه‌گیری

در همه نمونه‌های مورد مطالعه و با هر دو عصاره گیر، روند آزادسازی پتاسیم تقریباً مشابه بوده و سرعت آزادسازی در ابتدا زیاد و به مرور زمان کاهش می‌یابد. از آنجایی که پتاسیم غیر تبادل‌پذیر در لبه‌ها و در بین لایه‌ها قرار دارد، در مراحل اولیه ابتدا پتاسیم‌های واقع در لبه‌های کانی‌ها که در دسترس تر هستند آزاد می‌شوند. با گذشت زمان پتاسیم‌های واقع در بخش‌های گوه‌ای شکل که استخراج آنها سخت‌تر است خارج می‌شوند، همچنین نتایج نشان داد که برخلاف تصور اولیه، مقدار پتاسیم تبادل‌پذیر آزاد شده توسط اگزالیک اسید تقریباً در همه نمونه‌ها کمتر از پتاسیم غیرتبادل‌پذیر آزاد شده با کلرید کلسیم بود که دلیل اصلی آن می‌تواند ظرفیت باف‌ری بالای خاک‌های آهکی و خنثی شدن اگزالیک اسید توسط آهک باشد. از بین معادلات سینتیکی مورد بررسی معادلات ایلوویچ، توانی و تا حدودی مرتبه اول به بهترین نحو رها سازی پتاسیم را در خاک‌های مورد مطالعه توجیه می‌نمایند. در نهایت نتایج این مطالعه نشان داد که سرعت آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها به مقدار زیاد بستگی به کانی‌شناسی‌رس‌ها دارد و میزان آزادسازی پتاسیم از خاک‌های دارای کانی غالب میکا و اسمکتیت، بیشتر از سایر خاک‌ها می‌باشد. این نکته را باید در نظر داشت که تبادل پتاسیم در میکاها بستگی به نوع و ساختمان آن دارد. هم‌چنین میزان کربنات کلسیم، پتاسیم غیرتبادل‌پذیر و ظرفیت تبادل کاتیونی با آزادسازی پتاسیم از خاک رابطه موثری داشت.

منابع

- بحرینی طوحن، م.، دردی پور. و موحدی نایینی.ع. ۱۳۸۹. سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادل‌پذیر با استفاده از اسید سیتریک و کلرید کلسیم رقیق در خاک‌های زراعی سری‌های غالب استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۵۳ (۱۴): ۱۱۳-۱۲۶.
- شاگری، س.، ابطی، س.ع.، کریمیان، ن.، باقرنژاد، م. و اولیایی، ح. ۱۳۹۴. سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادل‌پذیر در افق‌های سطحی و زیرسطحی سری‌های غالب خاک‌های استان کهگیلویه و بویراحمد. مجله علوم آب و خاک. ۱۹ (۷۳): ۳۰۱-۳۱۹.
- فرشادی‌راد، ا.، خرمالی، ف. و دردی‌پور، ا. ۱۳۹۲. سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادل‌پذیر با استفاده از کلرید کلسیم در خاک‌ها و اجزای آن. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار ۳(۱): ۱۲۹-۱۱۳.
- Hosseinpour, A. R. and Safari Sinangani, A. A. 2007. Soil Potassium-Release Characteristics and the Correlation of its Parameters with Garlic Plant Indices. Communications in Soli Science and Plant Analysis, 38, 107-118.
- Jalali, M. 2006. Kinetics of non-exchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran. Geoderma, 135, 63-71.
- Martin, H. W and Sparks, D. L. 1985. On the behavior of non-exchangeable potassium in soils. communications soil science plant analysis, 16, 133-162.
- Mehta, S. C., Meel, P. K., Grewal, K. S. and Singh, M. 1995. Release of non-exchangeable potassium in Entisols. Journal Indian Soil Science, 43, 351- 356.
- Mushtaq. A. W. 2012. Oxalic Acid Effect on Potassium Release from Typical Rice Soils of Kashmir. Communications Soli Science and Plant Analysis, 43, 1136-1148.
- Najafi-Ghiri, M., Abtahi, A. and Jaberian, F. 2011. Factors affecting potassium release in calcareous soils of southern Iran. Soil Research. 49: 529-537.
- Sparks, D. L. 2000. Bioavailability of soil potassium. In: Sumner, M. E. (Ed.), Handbook of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tu, S. X., Guo, Z. F. and Sun, J. H. 2007. Effect of oxalic acid on potassium release from typical Chinese soils and minerals. Pedosphere, 17, 457-466.
- Zarabi, M.M., Jalali. M. and Mahdavi hajilouei, Sh. 2007. Kinetics of Nonexchangeable Potassium Release through Malic acid and supplying power of some soils of Hamadan Province. journal of agriculture Science, 37 (6), 951-964.
- Srinivasarao, C., Swarup, A., Subba Rao, A. and Raja Gopal, V. 1999. Kinetics of nonexchangeable potassium release from a Tropaeupests as influenced by long-term cropping, fertilization, and manuring. Australian Journal of Soil Research, 37, 317- 328



16th Iranian Soil Science Congress



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

Topic for submission: Soil Chemistry

Evaluation of kinetic equations in predicting non-exchangeable potassium release by different extractants in some calcareous soils

Azadi^{*1}, A., Shakeri², S

¹ Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz

² Assistant Prof., Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

³ Prof of Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

Abstract

Release of none-exchangeable potassium (NEK) in different soils is very important as ability of supply of K for plants. The aim of this study was to investigate the NEK release of saturated soil sample by calcium using acid oxalic and CaCl₂ extractions from 2 to 1200 h duration with two replicates in some calcareous soil in Fars province. Different soils indicated various responses to continuous extraction. The rate of K released in different soils was lower in Oxalic acid than that of CaCl₂, due to the high buffering capacity of the soils resulting from a high carbonate level and neutralising oxalic acid, in the soils. Potassium release was faster in earlier periods of the extraction in all soils followed by a lower release rate. The amount of NEK released after 1200 h was significantly correlated with CEC, NEK, and CCE. Due to high coefficient of determination and low value of the standard error of the estimate, the NEK release kinetic by oxalic acid and CaCl₂ were well described by Elovich, Power and First order equations, respectively.

Keywords: Sequential extraction, Oxalic acid, Calcium Chloride

* Corresponding author, Email: abolfazl_azadi@yahoo.com