تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و تری و خشکی متناوب بر تثبیت پتاسیم در خاک‌های دشت کاکان

سیروس شاکری
استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و کانی‌های رسی و همچنین اثر تری و خشکی متناوب بر میزان تثبیت پتاسیم در اراضی دشت کاکان استان کهگیلویه و بویراحمد بود. برای اندازه‌گیری مقدار تثبیت پتاسیم، چهار سطح پتاسیم به نمونه‌ها اضافه شد و این نمونه‌ها به‌صورت متوالی ۲۴ ساعت تکان و پس از آن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس خشک شدند. این عمل سه بار تکرار گردید. دسته دیگری از نمونه‌ها نیز به همین روش مورد تیمار قرار گرفتند اما به جای قرار گرفتن در آون و خشک شدن، در دمای اتاق به حالت تعادل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تثبیت پتاسیم در حالت عادی و تری و خشکی با ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار رس همبستگی مثبت و با کربن آلی در هر دو حالت همبستگی منفی دارد. همچنین افق‌های سطحی به دلیل داشتن ماده آلی بیشتر و اسمکتایت کمتر، مقدار کمتری پتاسیم تثبیت کردند.

واژه های کلیدی: تری و خشکی متناوب، تثبیت پتاسیم، کانی های رسی، دشت کاکان

مقدمه

فاکتورهای متعددی بر روی تثبیت پتاسیم مؤثرند. این عوامل شامل نوع و مقدار رس در خاک، تری و خشکی، یخ زدن و ذوب شدن، pH خاک، کاربرد کودهای پتاسیمی، مقدار رطوبت خاک و غلظت پتاسیم در مقایسه با سایر کاتیون ها مانند کلسیم و منیزیم هستند (Brady and Weil, 2008., Sparks, 2000). همچنین اثر ماده آلی خاک بر فرآیند تثبیت پتاسیم در خاک‌ها نیز اثبات شده است. مکانیسم تأثیر ماده آلی به طور کامل مشخص نشده است و نظرات مختلفی توسط محققان مختلف ارایه شده است. جانشینی پتاسیم بین‌لایه‌ای توسط بخش آمونیمی ملکول‌های آلی (Mortland, 1986)، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (Malavolta, 1985) و نهایتاً انحلال کانی‌های حاوی پتاسیم و آزادسازی این عنصر از آنها(Tan, 1980) از جمله نظریات محققان در مورد چگونگی تأثیر مواد آلی بر کاهش تثبیت پتاسیم خاک ها می‌باشند. از سه کانی مسؤول تثبیت پتاسیم در خاک معمولاً ورمی‌کولیت مسؤول تثبیت پتاسیم در خاک های اسیدی است و میکاهای هوادیده هم در شرایط خشکی و هم مرطوب پتاسیم را تثبیت می‌کند؛ در حالی‌که اسمکتایت‌ها فقط در شرایط خشکی باعث تثبیت پتاسیم می‌شوند(Sparks, 2000). مشخص شده است که کانی‌های ورمی‌کولیت و اسمکتایت، به دلیل دارا بودن سطح ویژه بیشتر و همچنین بار منفی لایه‌ای بیشتر در مقایسه با سایر کانی های ۲:۱ توانایی تثبیت پتاسیم بیشتری را دارند (Brady and Weil, 2008).

پژوهش‌گران زیادی ارتباط بین دهیدراتاسیون فضاهای بین‌لایه ای کانی‌ها و تثبیت پتاسیم را گزارش کرده‌اند. آنها به این نتیجه رسیدند که نمونه‌هایی که دائما مرطوب بودند نسبت به نمونه‌هایی که تیمار خشکی یا حرارت داشتند تمایل کمتری برای تثبیت پتاسیم نشان دادند. این الگو برای خاک‌های گوناگون و کانی‌های رسی متفاوت برای پتاسیم و آمونیم انجام و نتایج آنها اثبات شده است. Martin et al, (1945) این باور را داشتند که افزایش تثبیت پتاسیم تیمار خشکی به دلیل افزایش غلظت نمک های محلول است. ولی محققان دیگر از جمله Volk (1934)، با انجام آزمایشی مبنی بر افزایش پتاسیم در محلول خاک، مشاهده کردند که بدون تیمار خشکی تثبیتی انجام نمی‌شود و نتیجه گرفتند که تأثیر تیمار خشکی بر تثبیت پتاسیم بسیار بیشتر از افزایش غلظت پتاسیم محلول خاک می‌باشد. همچنین تری و خشکی متناوب نمونه‌ها باعث افزایش تثبیت پتاسیم اضافه شده به خاک می‌شود؛ به طوری‌که با افزایش تعداد چرخهٔ تری و خشکی، مقدار تثبیت نیز افزایش می‌یابد. در

حالیکه دهیدراتاسیون برای تثبیت پتاسیم لازم است، حضور آب نیز برای فراهم کردن شرایط پخشیدگی پتاسیم به درون لایه‌های کانی‌ها مورد نیاز است. Rees et al, (2013)، با انکوبیت کردن نمونه‌ها و بررسی اثر تری و خشکی بر تثبیت، گزارش کردند که در خاک‌های مطالعه شده، خشک شدن باعث افزایش پتانسیل تثبیت پتاسیم شده است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و کانی‌های رسی و همچنین اثر تری و خشکی متناوب بر میزان تثبیت پتاسیم در اراضی دشت کاکان استان کهگیلویه و بویراحمد بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت و ویژگی‌های منطقه

دشت کاکان به فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتر از شرق شهرستان یاسوج و در محدوده جغرافیایی"۳۱ '۴۷ °۵۱ تا "۴۵ '۵۰ °۵۱ طول شرقی و"۳۱ '۳۳ °۳۰ تا "۴۰ '۳۸ °۳۰ عرض شمالی واقع شده است. بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه با استفاده از آمار هواشناسی ایستگاه های تبخیرسنجی کهمر(واقع در دشت کاکان) و سینوپتیک یاسوج انجام شد. براساس اطلاعات هواشناسی، دشت مورد مطالعه دارای زمستان‌های مرطوب و خیلی سرد و یخبندان و تابستان‌های خشک و معتدل می باشد که طبقه‌بندی اقلیم آن بر اساس دو مارتن بسیار مرطوب و به روش آمبرژه مرطوب می باشد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد است. رژیم های رطوبتی و حرارتی خاک های منطقه به ترتیب زریک و مزیک می‌باشند.

مطالعات آزمایشگاهی

برای انجام این مطالعه، پس از نمونه برداری از خاکرخ های منطقه، تعدادی از آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک، کربنات کلسیم معادل و ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن آلی با روش های متداول بر روی نمونه‌ها انجام شد. همچنین، پتاسیم تبادلی از طریق عصاره‌گیری با استات آمونیم ۱ مولار در پ. هاش ۷ و پتاسیم غیرتبادلی با اسید نیتریک جوشان ۱ مولار انجام شد. آماده سازی نمونه ها برای کانی شناسی نیز به روش های معمول انجام و سپس با پراش پرتو ایکس مورد بررسی قرار گرفتند.

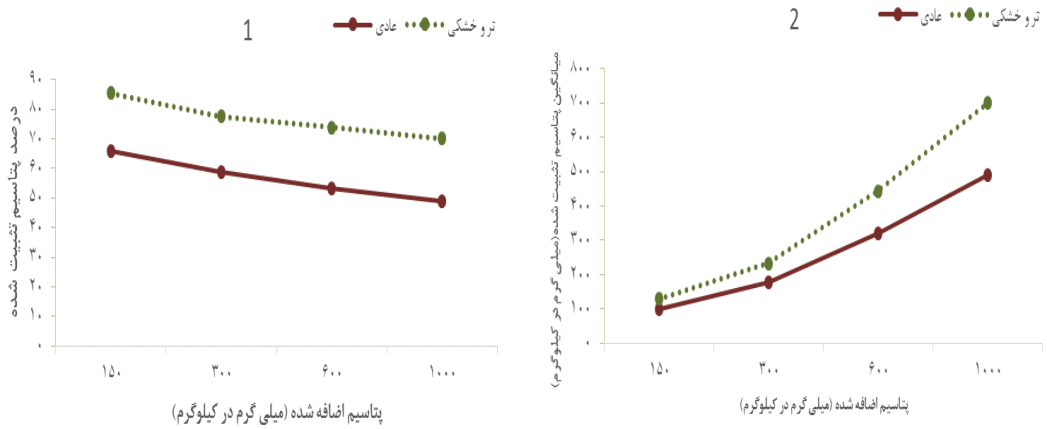
برای اندازه‌گیری مقدار تثبیت پتاسیم، ۵ گرم از نمونه‌های خاک در لوله‌های سانتریفوژ ریخته شد و پس از افزودن ۴ سطح پتاسیم (۱۵۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) نمونه‌ها به‌صورت متوالی ۲۴ ساعت تکان داده و سپس ۲۴ ساعت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس خشک شدند. این عمل سه بار تکرار گردید. دسته دیگری از نمونه‌ها نیز به همین روش مورد تیمار قرار گرفتند اما به جای قرار گرفتن در آون و خشک شدن، در دمای اتاق به حالت تعادل قرار گرفتند و سعی شد تبخیری از آنها صورت نگیرد. سپس نمونه‌ها با استات آمونیوم ۱ مولار سه مرتبه عصاره‌گیری شدند و عصاره‌های حاصل پس از به حجم رسیدن، برای اندازه‌گیری پتاسیم به روش شعله‌سنجی نگه‌داری گردید. مقدار پتاسیم تثبیت شده نیز از رابطه زیر محاسبه شد.

پتاسیم تثبیت شده = (پتاسیم اضافه شده + پتاسیم بومی خاک) – پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم

نتایج و بحث

همانطوریکه در شکل ۱ مشاهده می شود، با افزایش سطح پتاسیم افزوده شده به خاک، مقدار تثبیت افزایش ولی درصد تثبیت پتاسیم کاهش دارند. همچنین نتایج تجزیه آماری نیز نشان داد که بین سطوح پتاسیم افزوده شده با تثبیت پتاسیم و همچنین تیمار عادی و تری و خشکی با مقدار تثبیت، اختلاف معنی داری وجود دارد (شکل ۲). این نتایج نشان می‌دهد که در همه نمونه‌ها کاربرد متفاوت سطوح پتاسیم باعث افزایش تثبیت شده است. در واقع با افزایش مقدار پتاسیم در خاک، تعادل پتاسیم به سمت چپ پیش می‌رود و مقدار بیشتری پتاسیم تثبیت می‌شود که این در نتیجهٔ پتاسیم اضافی است که به مکان‌های بین‌لایه‌ای تحمیل می‌شود و همچنین پتاسیم افزوده شده سبب اشباع محل‌های ویژه تثبیت پتاسیم می شود.

Dhaliwal et al, (2006) در بررسی وضعیت تثبیت پتاسیم در تعدادی از خاک‌های منطقه‌ای در شمال غربی هند، سطوح مختلف پتاسیم را به خاک اضافه کردند و نتیجه گرفتند که تثبیت پتاسیم با افزایش مقدار پتاسیم افزوده شده به خاک، بدون در نظر گرفتن نوع کانی ها و عمق، بیشتر می‌شود. از آنجایی که سیلیکات‌های لایه‌ای ظرفیت تثبیت محدودی دارند که این ظرفیت می‌تواند با برداشتن و یا اضافه کردن کاتیون‌ها در محل‌های تثبیت، افزایش و یا کاهش یابد، درصد تثبیت نیز با افزایش مقدار پتاسیم به دلیل این ظرفیت محدود کاهش می‌یابد.



شکل۱- درصد (۱) و میانگین (۲) پتاسیم تثبیت شده در مقادیر مختلف پتاسیم افزوده شده

جدول ۱، همبستگی بین تعدادی از ویژگی های فیزیکی‌وشیمیایی در حالت عادی و تری و خشکی بر تثبیت پتاسیم افق های سطحی و زیرسطحی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تثبیت پتاسیم در حالت عادی و تری و خشکی با ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار رس همبستگی مثبت دارد. همچنین تثبیت پتاسیم با کربن آلی در حالت عادی در سطح ۱درصد و در حالت تری و خشکی در سطح ۵ درصد همبستگی منفی نشان داد.

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از عوامل مؤثر بر مقدار تثبیت پتاسیم است. به دلیل ارتباط تثبیت پتاسیم با بار لایه‌ای، می‌توان استنباط کرد که تثبیت پتاسیم با ظرفیت تبادل کاتیونی نیز مرتبط است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها و مقدار تثبیت پتاسیم در حالت عادی ارتباط مثبت و ضعیف و در حالت تری و خشکی ارتباط مثبت و قوی‌تری وجود دارد. این ارتباط بیان‌گر این است که با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، مقدار تثبیت پتاسیم نیز افزایش می‌یابد. Bouabid et al, (1991)، با انجام آزمایشی بر روی تعدادی از رس‌ها مشاهده کردند که بین مقدار تثبیت پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ارتباط مثبت و معنی داری وجود دارد. این در حالی است که Chittamart et al (2010)، اعلام کردند که بین ظرفیت تثبیت پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی ارتباط بسیار ضعیفی وجود دارد. در بعضی از نمونه‌ها باوجود ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد، به دلیل وجود ماده آلی بیشتر، مقدار تثبیت کم است؛ در صورتی که در نمونه‌های دیگر با ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر، به دلیل اینکه ظرفیت تبادل کاتیونی ناشی از مقدار و نوع رس می باشد، میزان تثبیت زیاد است. حسین پور و کلباسی (۱۳۸۰)، با بررسی تثبیت پتاسیم در خاک‌های منطقه‌های گیلان، چهار محال و بختیاری و اصفهان گزارش دادند تثبیت پتاسیم در رس‌های منطقه اصفهان با گنجایش تبادل کاتیونی لایه چهاروجهی همبستگی معنی داری نشان داد؛ درحالی‌که در منطقه‌های گیلان و چهارمحال و بختیاری این ارتباط مشاهده نشد.

شکل ۲- مقدار پتاسیم تثبیت شده در تیمارهای معمولی و تری و خشکی و با کاربرد مقادیر مختلف پتاسیم (نمونه های ۱ تا ۸).

نوع و میزان رس در اغلب خاک‌ها بیشترین تأثیر را روی تثبیت پتاسیم دارد. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بین مقدار رس خاک‌ها و تثبیت پتاسیم در حالت عادی ارتباط وجود دارد. این ارتباط نشانه این است که با افزایش رس خاک، مقدار تثبیت پتاسیم نیز افزایش می‌یابد. بررسی توأم نوع و میزان رس خاک در تثبیت پتاسیم، برای درک بهتر اثر این دو فاکتور در تثبیت پتاسیم ضروری است. همه خاکرخ های مطالعه شده دارای کانی اسمکتایت به مقدار زیاد بودند. نتایج نشان

داد که با افزایش مقدار اسمکتایت خاک‌ها، میزان تثبیت پتاسیم هم در هر دو حالت افزایش داشته است. Ghiri and Abtahi (2012)، با بررسی وضعیت تثبیت پتاسیم در خاک‌های آهکی استان فارس، مشاهده کردند که میزان تثبیت در خاک‌های مطالعه شده بین ۸/۵ تا ۵۵ درصد پتاسیم اضافه شده به خاک است. آنها اعلام کردند که ظرفیت تثبیت پتاسیم با مقدار اسمکتایت، رس و ظرفیت تبادل کاتیونی ارتباط مستقیم دارد.

جدول ۱- همبستگی بین تعدادی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی با تثبیت پتاسیم در حالت عادی و تر و خشکی منطقه کاکان

	شن	رس	کربنات کلسیم	کربن آلی	CEC	تثبیت عادی
رس	-۰/۸۶۸**					
کربنات کلسیم	-۰/۰۷۹	۰/۰۳۹				
کربن آلی	۰/۴۹۱	-۰/۳۵۹	۰/۰۳۸			
CEC	-۰/۷۹۳*	۰/۶۷۳	-۰/۴۹۳	-۰/۴۶۵		
تثبیت عادی	-۰/۵۳۱	۰/۲۸۶	۰/۰۷۱	-۰/۸۸۳**	۰/۲۷۸	
تثبیت تری و خشکی	-۰/۵۶۱	۰/۶۶۵	-۰/۳۴۲	-۰/۷۹۰*	۰/۶۱۹	۰/۴۹۵

** معنی دار در سطح یک درصد، * معنی دار در سطح پنج درصد

کربن آلی با میزان تثبیت پتاسیم در حالت عادی (-۰/۸۸۳**) و در حالت تری و خشکی(-۰/۷۹۰*) ارتباط معنی‌داری نشان داد. با توجه به اینکه منطقه مطالعه شده از نظر کانی غالب و مقدار رس وضعیت تقریباً مشابهی دارد، به نظر می‌رسد مقدار ماده آلی نقش بیشتری را در میزان تثبیت پتاسیم ایفا می‌کند. نمونه‌های ۱، ۳ و ۵ که دارای بیشترین مقدار کربن آلی بودند، کمترین مقدار تثبیت پتاسیم را نیز داشتند (به ترتیب ۱۸۸، ۱۹۵ و ۲۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم). هر سه نمونه، افق‌های سطحی (Ap) خاکرخ‌های مطالعه شده هستند. افق‌های سطحی بیشتر در معرض عوامل محیطی بوده و تجزیه و تخریب در آنها بیشتر است. ماده آلی، با ورود به محل‌های بین لایه‌ای و انبساط لایه‌ها، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تولید اسیدهای آلی و در نتیجه انحلال کانی‌ها و آزادسازی پتاسیم درون آنها می‌تواند سبب کاهش تثبیت پتاسیم گردد. مواد آلی خاک و همچنین مواد ترشح شده از ریشه خاک ها دارای اسیدهای آلی هستند. Olk et al (1995)، در بررسی تأثیر مواد آلی بر تثبیت پتاسیم گزارش کردند که اضافه کردن اسید هیومیک به خاک‌های دارای کانی غالب ورمیکولیت باعث کاهش ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک و در نتیجه افزایش پتاسیم قابل استفاده شده است. آنها اعلام کردند که این آزادسازی پتاسیم با افزایش ماده آلی به دلیل واکنش سریع بین مواد آلی و پتاسیم است و نه تجزیه و تخریب کانی‌ها.

تری و خشکی متناوب از عوامل موثر بر تثبیت پتاسیم در خاک‌ها می باشد. همانطوریکه در شکل ۲ مشاهده شد، در همه خاک‌ها بین تیمار تری و خشکی و تثبیت پتاسیم اختلاف معنی داری وجود دارد. کمترین مقدار پتاسیم تثبیت شده در تیمار تری و خشکی در نمونه ۱ که افق سطحی (Ap) یک خاک اینسپتی سولز بود مشاهده شد. این خاک دارای رس کمتر نسبت به بقیه نمونه‌ها، بیشترین مقدار شن، بیشترین مقدار کربن آلی و کمترین مقدار کانی اسمکتایت است. بیشترین مقدار تثبیت نیز در نمونه ۶ که افق زیرسطحی (Bt) یک خاک آلفی سولز هستند مشاهده شد. این خاک دارای بیشترین مقدار رس، کمترین مقدار شن، کمترین مقدار ماده آلی و بیشترین مقدار اسمکتایت بین نمونه های مورد مطالعه بود. از آنجایی‌که واکنش اسمکتایت‌ها به تری و خشکی بیشتر از سایر کانی‌های رسی است و باعث انقباض و انبساط این کانی می‌شود، در طی این فرآیند، کانی‌هایی مثل پتاسیم می‌توانند بین لایه‌های آن تثبیت شوند. Inoue, (1983) بیان می‌کند که مقدار پتاسیم تثبیت شده در مونت‌موریلونیت با افزایش دما افزایش می‌یابد که این در نتیجهٔ افزایش بار لایه‌ای در نتیجهٔ جانشینی هم‌شکل سیلیسیم به‌وسیله آلومینیم در مونت‌موریلونیت در دماهای بالا می‌باشد. بعضی از محققان نیز افزایش مقدار تثبیت در تیمار خشکی را نتیجهٔ افزایش غلظت نمک‌های محلول می‌دانند (Martin et al 1945). همانطوری که مشاهده شد، خاک های دارای اسمکتایت بیشتر، نسبت به دیگر خاک ها در تیمار تری و خشکی مقدار بیشتری پتاسیم تثبیت کرده است. در نمونه هایی که ماده آلی بیشتر بوده است اثر اسمکتایت تا حدی تعدیل شده و مقدار تثبیت کمتر شده است.

منابع

حسین پور، ع. و کلباسی، م. ۱۳۸۰. تثبیت پتاسیم و ویژگی های بار الکتریکی رس خاک در شماری از خاک های مناطق مرکزی و شمال ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۵، شماره ۳، صفحه های ۹۲ تا ۷۹.

Bouabid R., Badraoui M. and Bloom P. R. 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. Soil science society of American journal, 55(5): 1493-1498.

Brady N. C. and Weil R.R. 2008. The nature and properties of soils (No. Ed. 15), Prentice-Hall Inc.

Chittamart N., Suddhiprakarn A., Kheoruenromne I. and Gilkes R.J. 2010. Charge properties and potassium fixation by clay from Thai Vertisols. Pp. 26-29. In Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world, Brisbane, Australia.

Dhaliwal A.K., Gupta R.K. Singh Y. and Singh B. 2006. Potassium fixation and release characteristics of some benchmark soil series under rice–wheat cropping system in the Indo-Gangetic plains of northwestern India, Commun. Soil Sci. Plant Anal. 37: 827-845.

Ghiri M. N. and Abtahi A. 2012. Factors affecting potassium fixation in calcareous soils of southern Iran. Archives of Agronomy and Soil Science, 58(3): 335-352.

Inoue A. 1983. Potassium fixation by clay minerals during hydrothermal treatment. Clays Clay Miner. 31: 81-91.

Malavolta E. 1985. Potassium status of tropical and subtropical region soils. In: Munson, R.D. (ed.). Potassium in Agriculture. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI. Pp. 163-200.

Martin J. C., Overstreet R. and Hoagland D.R. 1945. Potassium fixation in soils in replaceable and non-replaceable forms in relation to chemical reactions in the soil.Pp. 94-101. Soil Science Society of America. Proceeding.

Mortland M.M. 1986. Mechanism of adsorption on nonhumic organic species by clays. In: Huans, P.M., and M. Schnitzer (eds.), Interaction of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes. SSSA Spec. Publ. 17.

Olk D.C., Cassman K.G. and Carlson R.M. 1995. Kinetics of potassium fixation in vermiculitic soils under different moisture regimes. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 423-429.

Rees G. L., Pettygrove G. S. and Southard R. J. 2013. Estimating plant-available potassium in potassium-fixing soils. Communications in soil science and plant analysis, 44(1-4): 741-748.

Sparks D.L. 2000. Bioavailability of soil potassium. In: Sumner, M.E. (ed.), Handbook of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL.

Tan K.H. 1980. The release of silicon, aluminum, and potassium during decomposition of soil minerals by humic acid. Soil Sci. 129: 5-11.

Volk N. J. 1934. The fixation of potash in difficultly available form in soils. Soil Science, 37(4): 267-288.

Effect of physico-chemical properties and drying and wetting on potassium fixation in soils of Kakan plain

S. Shakeri
Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Abstract

This research was carried out to evaluate the relationship between Potassium (K) fixation with some physical and chemical characteristics of soils and clay minerals as well as effect of dry and wet cycle on Potassium fixation in Kakan plain in Kohgilouye-va-Boyerahmad Province. Potassium fixation analysis was performed by adding four rates of K and shaking for 24 h and allowed to dry in the oven at a temperature of 50°C. Drying and wetting cycle was repeated for three times. Another set of soil samples was similarly incubated for a period similar to the first, but drying was performed at room temperature in an equilibrium state. Result revealed that Potassium fixation, showed a positive significant relationship with cation exchange capacity (CEC) and clay content, in both normal as well as dry and wet treatments, and negative significant relationship with organic carbon. Besides, due to more organic carbon and less smectite, surface horizons fixed K less than subsurface horizons.

Keywords: Drying and wetting, Potassium fixation, clay minerals, Kakan plain