نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره پنجم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir

اثر نوع کاربری و کشت‌های زراعی متفاوت، بر شکل‌های مختلف پتاسیم خاک (تأکید بر کانی‌شناسی رس‌ها)

*سهیلاسادات هاشمی[۱]، لیلا واحدیان[۲] و مهدی نجفی‌قیری[۳]

[۱]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه ملایر، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه ملایر،
[۳]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: پتاسیم عنصر ضروری برای رشد گیاه می‌باشد و قابلیت استفاده و شکل‌های آن، تحت‌تأثیر ویژگی‌های خاک، کانی‌شناسی رس و نوع کشت است. پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختاری وجود دارد. پتاسیم غیرتبادلی و ساختاری مربوط به محتوی برخی کانی‌ها همانند فلدسپارها و میکاها می‌باشد، در حالی‌که پتاسیم تبادلی به شکل یون‌های جذب‌شده بر روی کانی‌های رس و مواد آلی مشخص می‌شود. پتاسیم محلول کم‌تر از یک درصد پتاسیم کل است. گیاهان در نیاز به پتاسیم متغیر و مقادیر متفاوتی از پتاسیم را جذب می‌کنند. اطلاعات درباره وضعیت پتاسیم خاک‌های استان لرستان و کرمانشاه و ارتباط با کانی‌شناسی رس تحت کشت‌های زراعی متفاوت کمیاب است. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین شکل‌های پتاسیم در برخی از خاک‌های مناطق درود، گیان و کنگاور تحت کشت‌های زراعی متفاوت و آنالیز کانی‌شناسی رس خاک‌های مورد مطالعه، برای یافتن ارتباط بین شکل‌های متفاوت پتاسیم و کانی‌شناسی رس بود.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، سه منطقه مختلف شامل گیان، درود و کنگاور، انتخاب گردیدند. سپس ۱۵ سری خاک با ویژگی‌ها و تاریخچه کشت زراعی متفاوت انتخاب، و خاک‌رخ‌ها حفر و تشریح شدند. خاک‌های انتخابی تحت کاربری مرتع، کشت گندم، برنج، ذرت، کلزا، چغندرقند و انگور بودند. نمونه‌های خاک از افق‌های مختلف، جمع‌آوری گردید و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. شکل‌های مختلف پتاسیم شامل: محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل تعیین شد.

یافته‌ها: همه خاک‌ها آهکی بوده و در رده اینسپتی‌سولز طبقه‌بندی شدند. محتوی رس، سیلت، کربنات کلسیم معادل و مواد آلی به‌ترتیب دارای دامنه بین ۵۳/۲-۲۷/۵، ۴۹/۸-۲۱، ۵۰/۳-۱۵/۳ و ۱/۸-۰/۷ درصد بود. غلظت پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل در خاک‌های مورد مطالعه به‌ترتیب دارای دامنه ۶۲-۳، ۶۷۶-۱۰۵، ۲۰۸۳-۳۲ و ۹۳۳۳-۳۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. میانگین غلظت پتاسیم محلول (۴۴/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، پتاسیم غیرتبادلی (۱۵۸۵/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پتاسیم کل (۷۲۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های شالیزار بالاترین بوده، که ممکن است

* مسئول مکاتبه: s.hashemi@malayeru.ac.ir

به‌دلیل محتوی رس بالا و مقدار کربنات‌کلسیم پایین منطقه باشد. در حالی‌که مقدار پتاسیم تبادلی در کشت ذرت (٦۷٦/٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بالاتر بود. مطالعات کانی‌شناسی نشان داد که کانی‌های اسمکتیت (۳۰-۲۰ درصد)، ورمی‌کولیت (٥۰-۳۰ درصد) در سطح خاک و کانی ایلیت (۲۰-۱۰ درصد) در افق‌های زیرسطحی از کانی‌های رسی عمده هستند. ارتباط معنی‌داری بین پتاسیم تبادلی، مواد آلی و محتوی رس مشاهده شد. شکل‌های متفاوت پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه به محتوی ایلایت و ورمی‌کولایت در جزء رس وابسته بودند.

نتیجه‌گیری: نتیجه‌گیری شد که بیش‌تر خاک‌های مطالعه شده، مقدار قابل‌توجهی از شکل‌های متفاوت پتاسیم را دارند. خاک‌های غرقاب، بالاترین مقادیر پتاسیم محلول، غیرتبادلی و کل را نسبت به غیرغرقاب‌ها دارا بودند. به‌نظر می‌رسد که ایلایت و ورمی‌کولایت کانی‌های عمده نگهداری پتاسیم در شالیزارها هستند. کشت زراعی به‌دلیل تقاضای متفاوت پتاسیم و عملیات کشاورزی، اثر معنی‌داری بر وضعیت پتاسیم خاک‌های مطالعه شده داشت. به‌طورکلی توصیه می‌شود که تناوب زراعی و کانی‌شناسی رس برای مدیریت بهتر کوددهی پتاسیم، بایستی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ایلایت، پتاسیم تبادلی، پتاسیم کل، کشت برنج، ورمی‌کولایت

مقدمه

پتاسیم به‌طور متوسط ۲/٦ درصد از جرم پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و بنابراین از نظر فراوانی، هفتمین عنصر و به‌عنوان چهارمین عنصر شیمیایی در سنگ کره می‌باشد (۱٦). چهار شکل مختلف پتاسیم به‌ترتیب قابلیت جذب برای گیاه شامل پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی و پتاسیم ساختاری می‌باشد. مقدار پتاسیمی که در محلول خاک وجود دارد، بسته به طبیعت گیاه، ساختار خاک، سطح کودی و میزان رطوبت بین ۱۰ تا ٦۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است (۲٤). بخش نسبتاً کوچکی از پتاسیم کل خاک تبادلی است و در خاک‌ها کم‌تر از ۱۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تغییر می‌کند (۱۲). مقدار پتاسیمی که در کمپلکس تبادلی نگهداری می‌شود، به نوع و مقدار رس، مواد آلی و pH خاک بستگی دارد (۲۳). پتاسیم غیرتبادلی که در بین لایه‌های کانی‌های فیلوسیلیکاتی نگهداری می‌شود، می‌تواند منبع مهم پتاسیم قابل‌جذب برای گیاهان باشد (۳۰).

منشأ اصلی پتاسیم در خاک‌ها، هوادیدگی کانی‌های حاوی پتاسیم می‌باشد (۱٤). بیش‌ترین مقدار پتاسیم در کانی‌های اولیه و ثانویه رسی وجود دارد. کانی‌های پتاسیم‌دار خاک به‌طور عمده شامل میکاها و فلدسپات‌ها می‌باشند (٤). ساختمان میکاهای پتاسیم‌دار شامل لایه‌های ۲:۱ با بار لایه‌ای زیاد است که توسط یون‌های پتاسیم در کنار یکدیگر نگه داشته شده‌اند. میکاها اغلب در بخش رس خاک موجودند (۳۰). مطالعاتی که توسط خرمالی و همکاران (۲۰۰۸)، به‌منظور بررسی شکل‌های مختلف پتاسیم و کانی‌شناسی رس انجام گرفت، نشان داد که در اکثر خاک‌ها، کانی رس مختلط وجود دارد و فقط در ورتی‌سولزها تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در شکل‌های مختلف پتاسیم در مقایسه با بقیه خاک‌ها وجود داشته، که به‌دلیل مقدار زیاد کانی اسمکتیت بوده است (۱۱). مطالعاتی در کشت‌های شالیزار و غیرشالیزار در ایستگاه تحقیقاتی در استان مازندران، شمال ایران، نشان داد که کانی غالب منطقه اسمکتیت، ایلیت، و ورمی‌کولیت بوده و میزان پتاسیم تبادلی در خاک‌های شالیزار کم‌تر از

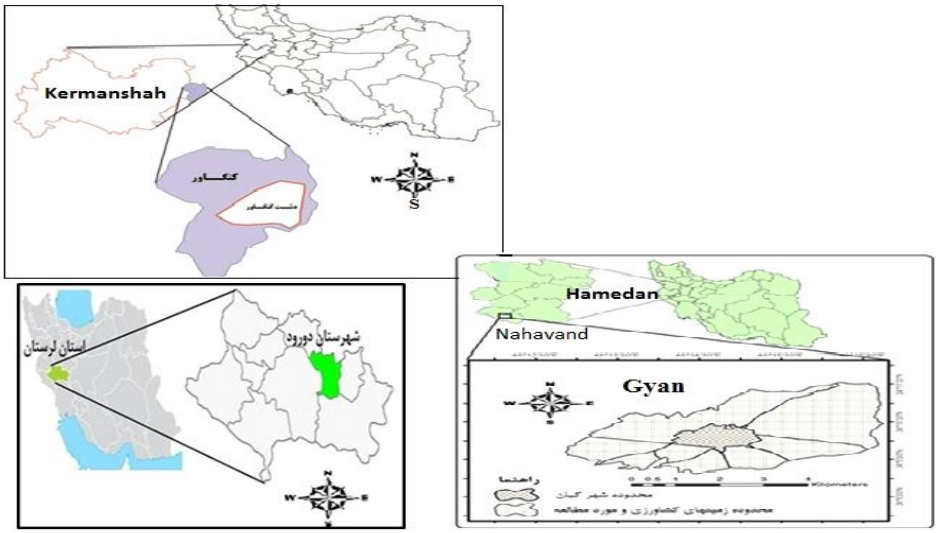
خاک‌های غیرشالیزاری بوده و همچنین پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی در افق‌های سطحی بیش‌تر از افق‌های زیرسطحی است (۲۱). داریونتسیا و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی پتاسیم موجود در خاک و ارتباط با کانی‌شناسی خاک‌ها در کشور تایلند، نشان دادند که بیش‌ترین میزان کانی‌های این منطقه را کائولینیت و کم‌ترین مربوط به ایلیت است. همچنین نشان دادند پتاسیم تبادلی شکل اصلی پتاسیم قابل دسترس گیاهان در اکسی‌سولزها و اولتی‌سولزهاست و میزان پتاسیم قابل دسترس گیاه در اولتی‌سولز کم‌تر از اکسی‌سولز می‌باشد (۵). نجفی‌قیری و همکاران (۲۰۱۳)، با مطالعه شکل‌های مختلف پتاسیم و کانی‌شناسی خاک‌های اریدی‌سولز، بیان کردند که بیش‌ترین میزان پتاسیم در این خاک‌ها مربوط به شکل غیرتبادلی و کانی غالب را اسمکتیت بیان کردند. هرچه از میزان اسمکتیت خاک کاسته شده به‌میزان ایلیت خاک اضافه شده و پتاسیم تبادلی نیز بیش‌تر می‌شود (۱۸). علمداری و همکاران (۱۳۹٤)، جهت مطالعه ارتباط بین نوع کانی‌های رسی و شکل‌های مختلف پتاسیم، بیان کردند که در واحد فیزیوگرافی دشت دامنه‌ای که کانی ایلیت و اسمکتیت بیش‌تری دارد، همه شکل‌های پتاسیم دارای مقادیر بالاتری هستند. آن‌ها همچنین بیان کردند که رابطه مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم تبادلی و ایلیت وجود دارد (۱). هاشمی و عباسلو (۲۰۱٦) در مطالعه خود در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان دادند که بین پتاسیم غیرتبادلی و ایلایت ارتباط معنی‌داری وجود دارد. آن‌ها عامل اصلی نگهداری پتاسیم در خاک را رس‌های ایلایت و ایلایت- اسمگتایت گزارش کردند (۷).

تعیین وضعیت پتاسیم در جایگاه‌های متفاوت آن، نقش تعیین‌کننده‌ای در تخمین مقدار کود لازم برای گیاه دارد. عوامل مؤثر در تعیین این جایگاه‌ها، ویژگی‌های خاک، کانی‌های رسی، شرایط آب و هوایی و نوع کشت هم می‌تواند باشد (۲۵). با توجه به بررسی‌های انجام شده در مناطق مختلف، مشاهده شد که نیاز کشت‌ها به پتاسیم متفاوت است. مناطق مورد مطالعه، با رژیم رطوبتی و حرارتی یکسان در نظر گرفته شد، تا اثر اقلیم تا حد امکان بر آزادسازی پتاسیم و هوازدگی کانی‌ها یکسان باشد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر کشت‌های زراعی متفاوت بر انواع شکل‌های پتاسیم و ارتباط آن با کانی‌شناسی بود. نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت حاصلخیزی کودهای پتاسیم‌دار در اراضی تحت کشت‌های مختلف، مهم باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی مناطق مورد مطالعه: در مطالعه حاضر نمونه‌برداری از سه منطقه در غرب کشور، که دارای شرایط اقلیمی یکسان می‌باشند، صورت گرفت. هر کدام دارای کشت‌های ۲۰ تا ۵۰ ساله متوالی هستند. یکی از منطقه‌های مورد مطالعه، دشت کنگاور است. موقعیت جغرافیایی منطقه بر حسب سیستم مختصات جغرافیایی در طول جغرافیایی ″۳۰ ′۱ °٤۸ شرقی و عرض جغرافیایی ″٤ ′۲۸ °۳٤ شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط دشت ۱٤۵۰ متر از سطح دریا است. میانگین دمای سالانه ۱۲/۸ درجه سلسیوس و بارش سالانه در کنگاور ٤۰۰/۱٦ میلی‌متر است. رژیم رطوبتی منطقه زریک و رژیم حرارتی آن مزیک می‌باشد (۲). در این منطقه کاربری‌های مرتع و زراعی با کشت گندم، ذرت و انگور مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). دومین منطقه مورد مطالعه، دشت گیان در جنوب شهرستان نهاوند، استان همدان واقع شده است. موقعیت جغرافیایی گیان عرض ″۱۱ ′۵ °۳٤ شمالی و طول "۱٤ ´۵٦ °٤۸ شرقی و دارای ۱۵٦۳ متر ارتفاع از سطح دریا است. بر اساس آمار میانگین دمای سالیانه ۱۲/۷+ درجه سلسیوس، است. منطقه

مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد (۲). در این منطقه کشت‌های کلزا و چغندرقند، که به‌مدت ۲۰ سال متوالی کشت شده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). سومین منطقه مورد مطالعه، دشت سیلاخور در شمال‌غربی شهرستان درود و شمال‌شرقی استان لرستان واقع شده است. این منطقه بین طول جغرافیایی ´۳۵ °۴۸ تا ´۵۷ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ´۴۷ °۳۳ تا ´۵۹ °۳۳ شمالی واقع شده و دارای ۱۴۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. بارندگی متوسط سالیانه و متوسط درجه حرارت سالیانه به‌ترتیب ۶۷۹ میلی‌متر و ۱۲/۱ درجه سلسیوس است. رژیم رطوبتی منطقه زریک و رژیم حرارتی مزیک است. در این منطقه کشت زراعی برنج، ۵۰ ساله، مورد توجه بوده است. به‌دلیل کشت برنج، رژیم رطوبتی منطقه به‌طور مصنوعی تبدیل به آکوئیک شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه‌های مورد مطالعه بر روی نقشه ایران.

Figure 1. The location of studied areas on Iran map.

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیائی: جهت انجام این مطالعه پس از بررسی نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه، تعداد ۱۵ خاک‌رخ انتخاب (۴ خاک‌رخ در منطقه گیان، ۵ خاک‌رخ در منطقه درود، ۶ خاک‌رخ در منطقه کنگاور)، حفر، تشریح و نمونه‌برداری از آن‌ها انجام گرفت. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه در دمای اتاق، خشک گردیدند و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاکی از جمله، بافت خاک به روش هیدرومتر (۶)، مقدار کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون (۱۳)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) (۳۱)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر (۱۵)، میزان مواد آلی با روش والکلی- بلک اصلاح شده توسط نلسون و سامرز (۲۰)، گچ به روش نلسون (۱۹)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر (۲۲)، اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری شکل‌های مختلف پتاسیم: پتاسیم محلول خاک توسط آب مقطر، با نسبت ۱ به ۵ خاک به آب، پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم، توسط عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال در پ‌هاش ۷، صورت گرفت، میزان پتاسیم تبادلی از تفاضل

میزان پتاسیم قابل استخراج به‌وسیله استات آمونیوم و پتاسیم محلول به‌دست آمد (۸). پتاسیم غیرتبادلی توسط اسیدنیتریک جوشان ۱ نرمال تعیین گردید (۱۲) و از تفاضل میزان پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم و قابل استخراج با اسید نیتریک، میزان پتاسیم غیرتبادلی محاسبه گردید. پتاسیم کل به روش هضم با اسید فلوریدریک تعیین شد (۸). پتاسیم به‌دست آمده با اسیدفلوریدریک از میزان پتاسیم قابل استخراج به‌وسیله اسیدنیتریک کسر شده و پتاسیم ساختاری محاسبه شد. اندازه‌گیری مقدار پتاسیم در عصاره‌های حاصل به روش شعله‌سنجی با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر مدل Corning 405 انجام گرفت.

آنالیزهای کانی‌شناسی: جهت آماده‌سازی نمونه مربوط به کانی‌شناسی رس خاک‌ها، حذف کربنات‌ها و نمک‌های محلول، مواد آلی و اکسیدهای آهن به‌ترتیب انجام گرفت (۱۰). چهار اسلاید اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و تیمار اتیلن گلیکول، اشباع با پتاسیم و اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس، آماده و جهت شناسایی نمونه‌ها، از دستگاه اشعه ایکس نمونه D8 ADVANCE استفاده گردید. درصد کانی‌های رسی طبق روش جونز و همکاران محاسبه شد (۹). با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و نرم‌افزار Excel، Microsoft Office 2013، تحلیل‌های آماری بر روی داده‌های مناطق صورت گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، همه خاک‌رخ‌ها در سیستم تاکسونومی خاک آمریکایی (۲۸) طبقه‌بندی و در راسته اینسپتی‌سولز قرار گرفتند (جدول ۱). نتایج نشان داد که در کشت شالیزار تغییرات بافت از لومی‌رسی‌شنی (در خاک‌رخ ۷) به بافت رسی (در سایر خاک‌رخ‌ها) می‌باشد. تغییرات بافت در سایر خاک‌رخ‌ها از لوم (Loam) در خاک‌رخ ۹، تا بافت‌های سنگین رسی متغییر بوده است. دامنه تغییرات pH از ۷/۲ مربوط به خاک‌رخ ۵، تا ۸/۲ در خاک‌رخ ۱۴ بوده است. میانگین مقدار pH خاک در کاربری مرتع ۸/۱، در شالیزار ۷/۴ و در کاربری غیرشالیزار ۷/۹ بود. مقدار کربنات کلسیم معادل در خاک هر سه منطقه نشان می‌دهند، که منطقه کنگاور کاملاً غنی از کربنات کلسیم معادل بوده و مناطق گیان و درود به نسبت، از کربنات کلسیم معادل کم‌تری برخوردار هستند. میانگین کربنات کلسیم معادل در کاربری مرتع ۴۷/۴ درصد، شالیزار ۱۹/۸۷ درصد و در کاربری غیرشالیزار ۳۲/۴۵ درصد می‌باشد. میانگین مواد آلی در خاک مرتعی ۱/۳ درصد، در خاک زراعی غیرشالیزار ۰/۷۶ درصد، و در خاک شالیزار، ۱/۲۱ درصد به‌دست آمد. میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در کاربری غیرشالیزار، شالیزار و مرتع به‌ترتیب ۲۷/۸، ۱۸/۸۲ و ۴۲/۱۵ سانتی‌مول بر کیلوگرم بود. نوع کانی‌های رسی که در بخش کانی‌ها توضیح داده خواهد شد، پارامتر مهمی در میزان ظرفیت تبادل کاتیونی بالا در مناطق شالیزاری است.

شکل‌های مختلف پتاسیم در کشت‌های متفاوت در ارتباط با کانی‌شناسی رس: با توجه به جدول ۲، منطقه گیان دارای دو نوع کشت چغندرقند و کلزا است، که میانگین پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل در خاک تحت کشت کلزا (به‌ترتیب ۴۱/۷، ۱۳۵/۷۵، ۳۹۳/۹ و ۶۰۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیش‌تر از چغندرقند (به‌ترتیب برابر ۱۶/۶، ۱۰۷/۳، ۲۲۸/۷ و ۴۹۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد. با توجه به جدول ۳، مشاهده می‌شود که در این دو کشت، مقدار اسمکتیت زیاد می‌باشد (به‌طور نسبی ۲۰ الی ۳۰٪). حضور این کانی به‌دلیل بار منفی نقش مهمی در نگهداری پتاسیم به شکل تبادلی دارد. میزان ایلیت در سطح بیش‌تر (۲۰ الی ۳۰٪) و با افزایش

عمق کاهش می‌یابد. در خاک‌رخ ۲، مقدار ایلیت و اسمکتیت در هر دو افق سطحی و زیر سطحی تقریباً یکسان، اما درصد کانی ایلیت در این خاک‌رخ کم‌تر از درصد کانی اسمکتیت است، که نشان می‌دهد کانی ایلیت هوازده و به اسمکتیت تبدیل شده است. بنابراین میزان پتاسیم غیرتبادلی نیز در سطح بالاتر و با افزایش عمق میزان این شکل پتاسیم کاهش می‌یابد. پتاسیم کل خاک نیز با محتوای میکای موجود در خاک در ارتباط بوده و کاهش میکا منجر به کاهش مقادیر پتاسیم کل شده است. علت مقادیر بالاتر پتاسیم تبادلی در خاک‌های سطحی، می‌تواند ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر به‌دلیل مقدار رس اسمکتیت و ماده آلی بیش‌تر و همچنین هوادیدگی کانی‌های پتاسیم‌دار در سطح خاک و افزودن کودهای پتاسیم به سطح خاک باشد. بنابراین در هر چهار مورد با افزایش عمق محتوی پتاسیم‌ها کاهش یافته است. میزان شکل‌های مختلف پتاسیم در جدول ۲، نشان می‌دهد که در کشت کلزا، خاک از نظر مقدار پتاسیم غنی‌تر است. تفاوت بین شکل‌های متفاوت پتاسیم در بین دو کشت کلزا و چغندرقند کاملاً معنی‌دار است.

جدول ۱- میانگین مقادیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه.

Table 1. Mean values of selected physicochemical characteristics of the pedons studied.

ظرفیت تبادل کاتیونی CEC ($cmol_c\ kg^{-1}$)	%$CaSO_4$ درصد گچ	%O.M ماده آلی	$CaCO_3$ کربنات کلسیم معادل	pH پ‌هاش	%Silt درصد سیلت	%Clay درصد رس	USDA (2014)	خاک‌رخ Pedon
19.1	0.12	0.8	24.5	7.8	25.5	43.5	Typic Calcixerepts	1
16.5	1.3	0.7	24.7	8.1	21	35	Typic Calcixerepts	2
40.7	0.18	0.92	23.5	8	30.5	38.1	Typic Calcixerepts	3
35.4	0.18	1.0	24.5	8	24.5	40	Typic Haploxerepts	4
19	1.0	1.1	24.2	7.2	22.8	43.5	Typic Epiaquepts	5
26.7	0.15	1.46	18.7	7.5	33.8	44.2	Typic Epiaquepts	6
14.7	0.13	1.37	15.3	7.5	21.5	27.5	Typic Epiaquepts	7
19	0.13	1.1	17.5	7.3	36.3	38.3	Typic Epiaquepts	8
16.7	0.15	1.8	23.3	7.6	29.7	33	Typic Epiaquepts	9
18.8	0.5	0.95	21.1	7.9	49.8	31	Typic Calcixerepts	10
17	0.52	1.1	44.5	8.0	39.4	46.4	Humic Haploxerepts	11
15.7	1.3	0.78	45.7	7.9	34.8	53.2	Aquic Calcixerepts	12
20.4	1.2	1	31.3	7.9	36.2	31.5	Typic Calcixerepts	13
13.8	2.1	1.34	50.3	8.2	37.6	47.6	Typic Calcixerepts	14
13.9	0.6	0.76	45.4	7.9	39.2	41.4	Typic Calcixerepts	15

جدول ۲- میانگین مقدار شکل‌های مختلف پتاسیم، در خاک‌های تحت کشت گیاهان زراعی متفاوت.

Table 2. Mean content of different forms of K in soils with different crop cultivations.

خاک‌رخ Pedon	کشت Cultivation	پتاسیم محلول Soluble K	پتاسیم تبادلی Exchangeable K	پتاسیم غیرتبادلی Non-exchangeable K	پتاسیم کل Total K
		mg kg^{-1} (Range)	mg kg^{-1} (Range)	mg kg^{-1} (Range)	mg kg^{-1} (Range)
1	Sugarbeet چغندرقند	25.4 (15.6-41)	109.8 (84.3-134.7)	32 (13.7-50.2)	5875 (5500-6400)
2	Sugarbeet چغندرقند	7.8 (5.85-11.7)	104.77 (74.8-144.7)	425.4 (320.4-600.4)	3925 (2900-5300)
3	Canola کلزا	21.5 (13.7-31.2)	153.4 (109.8-229.5)	401 (164.9-757.3)	6475 (6200-7000)
4	Canola کلزا	62 (15.6-113)	118.5 (79.8-154.7)	386.8 (289-516.2)	5675 (5000-6400)
5	Rice برنج	46.7 (39-66.3)	193.7 (113-263)	1232.5 (873-1512)	3600 (2600-6500)
6	Rice برنج	33.1 (17.5-58.5)	238 (188-301)	1799.7 (1587-2141)	9333.3 (7700-10800)
7	Rice برنج	54.7 (21.5-131)	319.5 (150-451)	1849.8 (1324-2413)	8050 (5100-10600)
8	Rice برنج	26.9 (17.5-37)	481 150-752	2082.6 (1418-2611)	9260 (5600-10700)
9	Rice برنج	59.5 (25.3-97.5)	319.3 (225-413)	962.3 (685-1164)	6012 (3006-9018)
10	Grape انگور	16.1 (2-39)	131.3 (75-225)	200.6 (125.4-275.9)	7875 (4000-12000)
11	Range land مرتع	37.8 3.9-97.5	580.8 (290-871)	112.44 (48.4-193.6)	7460 5000-11000
12	Wheat گندم	2.7 (1.6-3.9)	465 (145-871)	445.4 (242-581)	5360 (3400-7500)
13	Maize ذرت	32.1 (1-111)	676.4 (451-902)	127.5 (60-200)	5700 (2600-9700)
14	Range land مرتع	40.5 (2-136)	247 (73-436)	209 (153-266)	4780 (2700-6500)
15	Wheat گندم	5.5 (0.4-15.6)	406 (150-601)	701.2 (501-902)	6280 (3600-7400)

می‌توان گفت که گیاه چغندرقند دارای مصرف پتاسیم بیش‌تری نسبت به کلزا است و کشت درازمدت چغندرقند منجر به کاهش پتاسیم شده است. همچنین می‌توان بیان کرد که کلزا به‌دلیل داشتن ریشه‌های عمیق‌تر، نقش بیش‌تری در هوازدگی و در نتیجه آزادسازی پتاسیم از کانی‌های اولیه و ثانویه دارد. بونسل و همکاران (۱۹۹۲)، بیش‌ترین میزان پتاسیم تبادلی را برای خاک‌هایی گزارش کردند که دارای درصد اسمکتیت بیش‌تر هستند (۳). شی و همکاران (۲۰۰٤)، به‌منظور بررسی میزان جذب پتاسیم خاک، از کلزا استفاده کرده و نشان دادند که میزان تخلیه پتاسیم در این کشت بین ۳۱ تا ٤۸ درصد می‌باشد (۲۷).

در کشت برنج نتایج نشان داد پتاسیم محلول (٤٤/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، در همه خاک‌رخ‌ها از سطح به عمق تغییر قابل‌ملاحظه‌ای نداشته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۲، مقادیر پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی در افق‌های خاک‌های مختلف از سطح به عمق کاهش یافته، که این می‌تواند به‌دلیل شرایط آب و هوایی مناسب در افق‌های سطحی برای هوادیدگی بیش‌تر کانی‌های پتاسیم‌دار باشد. مطالعه نشان می‌دهد، که در کشت برنج میانگین پتاسیم تبادلی (۳۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، غیرتبادلی (۱٥۸٥/٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و حتی پتاسیم کل (۷۲٥۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به کشت کلزا و چغندرقند بالاتر می‌باشد. دلیل این امر، حضور مقادیر بالای کانی‌های اسمکتیت (۲۰ تا ۳۰٪) و ورمی‌کولیت (۳۰ تا ٥۰٪) در سطح و افزایش ایلایت در عمق (۱۰ تا ۲۰٪) می‌باشد. بالا بودن میزان پتاسیم کل در شالیزارها را می‌توان به ایلیت بیش‌تر موجود در این خاک‌ها و بافت رسی آن‌ها نیز نسبت داد. زیاد بودن رس در منطقه، منجر به افزایش بسیار کانی‌های رسی در منطقه می‌شود و بالاتر بودن درصد نسبی رس‌ها بر مقدار این عنصر در شکل‌های متفاوت می‌افزاید. از بررسی کانی‌شناسی این منطقه می‌توان گفت کشت برنج منجر به کاهش کانی پالی‌گورسکیت، تبدیل شدن آن به کانی اسمکتیت و در برخی افق‌ها تبدیل کلرایت به ورمی‌کولیت شده است. غرقاب طولانی‌مدت و واحدهای فیزیوگرافی با شیب کم، از جمله عواملی هستند که شرایط زهکشی نامناسب را برای ایجاد اسمکتیت فراهم می‌کند. همچنین پایین آمدن pH بر اثر غرقاب نیز شرایط را برای پایداری ورمی‌کولیت ایجاد کرده است. در نتیجه کانی‌های تامین‌کننده پتاسیم در این منطقه نسبت به منطقه گیان تغییر قابل‌ملاحظه‌ای دارد. بنابراین می‌توان گفت شرایط کشت غرقاب در مقایسه با اراضی غیرغرقاب اثر بسیاری در مقدار پتاسیم خاک دارد. راهب و حیدری (۲۰۱۲)، در مطالعات خود بر روی کشت غرقاب، بالا بودن شکل‌های مختلف پتاسیم در این خاک‌ها را گزارش کردند و همچنین بیان کردند کانی‌های رسی تأثیر زیادی بر روی عناصر غذایی موجود در خاک دارد (۲۱).

در خاک‌های مورد مطالعه در منطقه کنگاور، نیز همه شکل‌های پتاسیم از سطح به عمق کاهش پیدا کرده است (جدول ۲). پایین بودن سطح میانگین پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی در خاک مراتع (٤۱٤ و ۱٦۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به کشت زراعی گندم (٤۳٥/٥ و ٥۷۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پتاسیم تبادلی آن نسبت به کشت ذرت (٦۷٦/٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را می‌توان به‌دلیل عدم افزودن کودهای پتاسیم‌دار به خاک مراتع، عدم زیرورو شدن خاک و عدم هوادیدگی کانی‌ها نسبت داد. کم‌تر هوادیده شدن کانی‌های رسی و نیز کم‌بودن میزان ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مرتع، منجر به

کاهش پتاسیم در بخش تبادلی و غیرتبادلی شده است. عملیات کشاورزی و زیرورو شدن خاک پارامتر اصلی در هوازدگی کانی‌های میکای و آزادسازی پتاسیم در اراضی کشاورزی نسبت به کاربری مرتع هستند. بالاتر بودن پتاسیم کل در کاربری مرتع (٦١٢٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به کشت زراعی گندم (٥٨٢٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، به خوبی نشان می‌دهد که عدم استفاده محصول از پتاسیم خاک منجر به افزایش پتاسیم کل خاک گشته و بالاتر بودن مواد آلی در خاک‌های مرتع می‌تواند دلیلی بر بالا بودن پتاسیم کل در این کاربری باشد. هر چند این مقدار نسبت به کشت زراعی شالیزار کم‌تر است. در دو خاک‌رخ شماره ١١ و ١٤ با کاربری مرتع و خاک‌رخ شماره ١٣ با کشت ذرت، پتاسیم تبادلی نسبت به غیرتبادلی بیش‌تر است. بالا بودن کانی اسمکتیت و ورمی‌کولیت در این خاک‌رخ‌ها دلیل اصلی افزایش میزان پتاسیم تبادلی نسبت به غیرتبادلی است (جدول ٣). بالا بودن پتاسیم محلول (٣٢/١ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و تبادلی (٦٧٦/٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم بودن پتاسیم غیرتبادلی در کشت ذرت نسبت به مرتع و گندم را می‌توان به این دلیل دانست که ذرت گیاهی پتاسیم‌دوست است، بنابراین باعث تبدیل شدن این شکل از پتاسیم به فرم قابل دسترس گیاه می‌شود. با کاهش غلظت پتاسیم محلول و تبادلی، رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با سرعت بیش‌تری صورت می‌گیرد (١٦).

پایین بودن میزان پتاسیم غیرتبادلی در کشت مرتع شبیه به کشت چغندرقند می‌باشد. این قسمت از پتاسیم باید درصد بالاتر از پتاسیم کل را به خود اختصاص دهد، هر چند کاهش آن در کشت ذرت و چغندرقند را می‌توان به نوع کشت زراعی و پتاسیم دوست بودن و تخلیه میزان زیاد پتاسیم توسط گیاه از قسمت تبادلی و جایگزین نمودن آن توسط قسمت غیرتبادلی ربط داد، اما در کاربری مرتع بدون هیچ‌گونه استفاده از پتاسیم خاک، نوع رس می‌تواند عامل اصلی در عملکرد پتاسیم خاک باشد. همان‌طور که در جدول ٣، مشاهده می‌شود در بیش‌تر خاک‌رخ‌های منطقه کنگاور، پتاسیم غیرتبادلی از پتاسیم تبادلی خاک بیش‌تر است. درصد بالای کانی ورمی‌کولیت دلیلی بر افزایش میزان پتاسیم غیرتبادلی خاک است. موریتسوکا و همکاران (٢٠٠٤)، گزارش کردند که منبع اصلی پتاسیم غیرتبادلی در خاک ورمی‌کولایت است (١٧). پتاسیم غیرتبادلی بین لایه‌های کانی‌های رسی نگهداری‌شده و گیاه در طول دوره رشد، به‌میزان کمی از آن استفاده می‌کند (٤).

با مطالعه شکل‌های مختلف پتاسیم خاک‌های زیرکشت چغندرقند، انگور، کلزا، برنج، مرتع، گندم و ذرت در مناطق مورد مطالعه و با توجه به نیاز گیاه به استفاده از پتاسیم، می‌توان گفت که میانگین پتاسیم محلول، غیرتبادلی و کل در خاک‌های زیرکشت برنج، و میانگین پتاسیم تبادلی در کشت ذرت، بیش‌ترین مقدار را دارا می‌باشد و با سایر کشت‌ها تفاوت معنی‌داری، دارد (شکل ٢).

هر چند مقادیر پتاسیم محلول در شالیزار با مقادیر آن در کشت‌های کلزا و کاربری مرتع تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. خاک‌های تحت کشت برنج دارای رس بالاتر و کربنات کلسیم معادل کم‌تری نسبت به سایر کشت‌ها بوده، یکی از دلایل بالا بودن شکل‌های مختلف پتاسیم در کشت برنج را می‌توان به بالا بودن رس خاک و پایین بودن کربنات کلسیم معادل نسبت داد. کربنات کلسیم معادل، فاکتور مهم و تأثیرگذار بر شکل‌های مختلف پتاسیم است (٢١).

میانگین پتاسیم تبادلی بر خلاف سایر شکل‌های پتاسیم در خاک تحت کشت برنج کم‌تر از برخی محصولات زراعی می‌باشد، این نتایج با مطالعاتی که راهب و حیدری (٢٠١٢)، در خاک‌های شالیزار شمال

کشور انجام دادند، مشابهت دارد. همچنین شهبازی و توفیقی (۲۰۰٦) نشان دادند که پتاسیم تبادلی با افزایش زمان اشباع خاک‌های غرقاب کاهش می‌یابد (۲٦).

همان‌طور که از شکل ۲ مشخص است، کشت ذرت میزان پتاسیم تبادلی بالا و تفاوت معنی‌داری با سایر کشت‌ها دارد. اما میزان پتاسیم غیرتبادلی و کل کمی نسبت به سایر کشت‌ها را داراست. چون پتاسیم غیرتبادلی، پتاسیم تبادلی را که در نتیجه آبشویی و جذب گیاهی کم شده است، پشتیبانی می‌کند (۲۹) و بدین‌صورت میزان پتاسیم غیرتبادلی کاهش می‌یابد.

جدول ۳- نتایج نیمه‌کمی کانی‌شناسی رس در برخی افق‌ها، در خاک‌رخ‌های مورد مطالعه.

Table 3. Semi quantitative results of clay minerals in some horizons in the studied pedons.

خاک‌رخ Pedon	افق Hr.	کانی‌های رسی *Clay minerals							
		کلریت Chl.	ایلیت Ill.	اسمکتیت Sm.	ورمی‌کولیت Verm.	پالی‌گورسکیت Pal.	کائولینیت Kaol.	کوارتز Qu.	کانی مختلط Mix.
2	Ap	***	**	***	Tr	*	**	Tr	*
2	Bk3	**	**	***	Tr	**	**	Tr	*
3	Ap	**	***	***	Tr	**	**	Tr	*
3	Bw	**	***	***	Tr	**	**	Tr	*
3	Bk2	*	**	***	**	*	**	Tr	*
5	Apg	***	**	Tr	***	*	*	Tr	*
5	Bkg	**	**	****	Tr	*	*	Tr	**
5	Bk2	**	**	****	Tr	*	*	*	**
6	Apg	*	***	Tr	***	*	*	Tr	*
6	Bkg	*	*	Tr	****	*	*	*	*
7	Apg	*	**	Tr	****	*	*	*	*
7	Bw2	*	**	***	***	Tr	*	*	*
8	Bwg1	**	***	Tr	****	Tr	*	Tr	Tr
8	Bkg2	*	Tr	**	***	*	*	Tr	Tr
9	Bwg1	***	**	Tr	Tr	**	**	*	*
9	Bg	***	**	Tr	Tr	**	*	*	*
11	Ap	*	**	***	**	**	*	*	**
11	Bwg1	**	***	**	***	**	*	*	**
12	Ap	**	**	****	*	Tr	**	*	*
12	Bkg1	**	***	**	Tr	***	Tr	*	*
13	Ap	*	**	****	Tr	**	*	*	*
13	Bk3	**	****	*	Tr	***	*	*	*
14	A	*	**	***	**	**	*	*	**
14	Bk4	**	****	**	***	****	*	*	**

* Tr ناچیز، *: کم‌تر از ۱۰ درصد، **: ۱۰ تا ۲۰ درصد، ***: ۲۰ تا ۳۰ درصد، ****: ۳۰ تا ۵۰ درصد.

* Tr: Trace, * <10%, **: 10-20%, ***: 20-30%, ****: 30-50%.

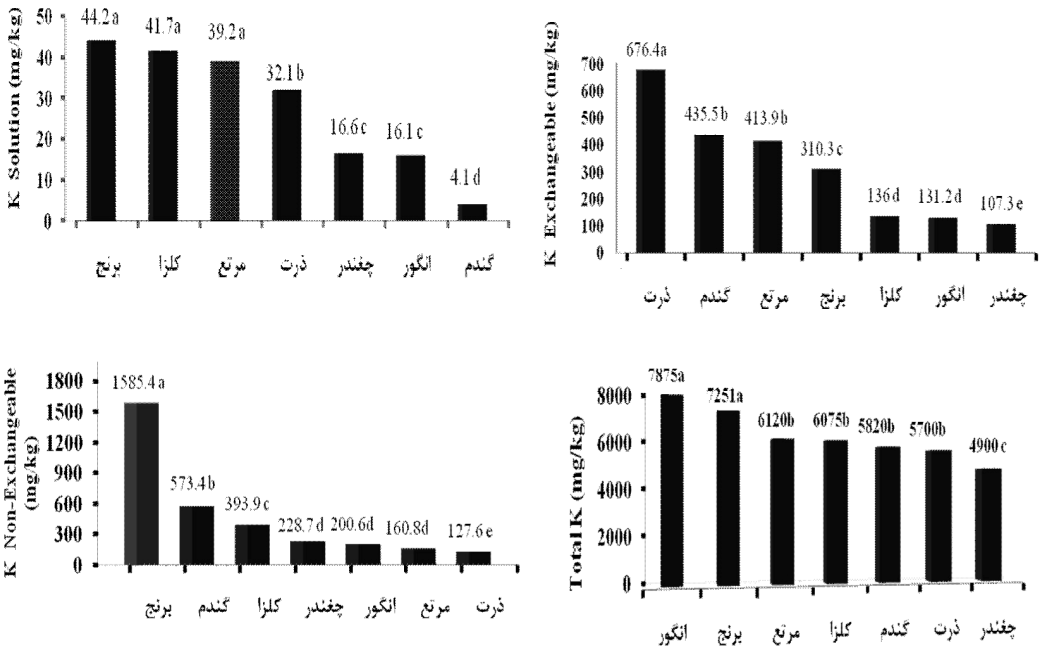
Kaol: Kaolinite, Pal: Palygorskite, Verm: Vermiculite, Sm: Smectite, Ill: Illite, Chl: Chlorite.

وانگ و همکاران (۲۰۰۰)، تأثیر نوع گیاه بر رهاسازی پتاسیم از گنیس را بررسی کرده و نشان دادند که میزان رهاسازی پتاسیم به‌طور مستقیم به گونه گیاهی وابسته بوده و بیش‌ترین رهاسازی توسط ذرت انجام شده است. ذرت از جمله گیاهان پتاسیم‌دوست با دوره رشد کوتاه و عملکرد بالا می‌باشد، بنابراین پتاسیم غیرتبادلی به پتاسیم تبادلی تبدیل شده و از میزان پتاسیم غیرتبادلی ذخیره شده در ساختار کانی کاسته می‌شود (۳۲). کشت گندم کم‌ترین میانگین پتاسیم محلول را داراست و تفاوت معنی‌داری را نسبت به سایر کشت‌ها داشت (شکل ۲). محتوی پتاسیم تبادلی در کشت گندم با کاربری مرتع تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما تفاوت معنی‌داری را با سایر کشت‌ها نشان داد (شکل ۲). نتایج حاصل نمایانگر این است که گیاه گندم دارای مصرف پتاسیم کمی است و کشت درازمدت، کاهشی را در شکل‌های مختلف پتاسیم ایجاد نکرده است. چغندرقند کم‌ترین میزان پتاسیم تبادلی و کل را داشته (شکل ۲) و با سایر کشت‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان داد. همچنین از نظر میزان پتاسیم محلول (شکل ۲) و پتاسیم غیرتبادلی، در بین کشت‌ها، حد واسط است. گیاه چغندرقند دارای مصرف پتاسیم نسبتاً بالایی است و کشت درازمدت چغندرقند منجر به کاهش پتاسیم در هر سه شکل شده است. انگور نیز وضعیتی مشابه چغندرقند دارد، میزان پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی آن با چغندرقند تفاوت معنی‌داری نداشته، اما با سایر کشت‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد. کشت درازمدت انگور نیز باعث کاهش پتاسیم در هر سه شکل می‌شود. از نظر میزان پتاسیم کل تفاوت معنی‌داری با کشت برنج ندارد، اما با سایر کشت‌ها تفاوت معنی‌دار بود.

اثر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه بر شکل‌های مختلف پتاسیم: جدول ٤، همبستگی بین شکل‌های مختلف پتاسیم دشت درود، گیان و کنگاور و ویژگی‌های مؤثر بر توزیع این شکل‌ها مانند CEC، مواد آلی و رس را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مواد آلی هر چند به‌میزان کم در خاک منطقه موجود است، اما با پتاسیم تبادلی خاک ارتباط مثبتی دارد (r=۰/۷). همچنین هرچه میزان رس افزایش یابد، میزان پتاسیم تبادلی خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (r=۰/۵). همان‌طور که در جدول ٤ منطقه گیان مشاهده می‌شود، هرچه میزان پتاسیم غیرتبادلی در این خاک بیش‌تر باشد، بر میزان پتاسیم تبادلی افزوده می‌شود (r=۰/٦٤). کشت متوالی کلزا و چغندرقند منجر به افزایش درصد مواد آلی در افق‌های سطحی شده و بدین‌صورت، پتاسیم تبادلی در افق‌های حاوی مواد آلی بالاتر، بیش‌تر است (r=۰/٦۲). با توجه به جدول ٤، در منطقه کنگاور، پتاسیم محلول با میزان رس و پتاسیم غیرتبادلی با پتاسیم کل (r=۰/۹٤) همبستگی معنی‌داری را نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی‌ها در منطقه گیان نشان داد، که شکل‌های مختلف پتاسیم در کشت کلزا بیش‌تر از کشت چغندرقند است. در کشت کلزا، خاک از نظر مقدار پتاسیم غنی‌تر است. می‌توان گفت که گیاه چغندرقند دارای مصرف پتاسیم بیش‌تری نسبت به کلزا است و کشت درازمدت چغندرقند منجر به کاهش پتاسیم شده است. مطالعات نشان داد که در کشت زراعی برنج محتوی پتاسیم تبادلی، غیرتبادلی و حتی پتاسیم کل نسبت به سایر کشت‌ها بالاتر می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین مقادیر مختلف پتاسیم، در کشت‌های زراعی متفاوت.

Figure 2. Comparison of mean values of different potassium forms in crop cultivations.

بالا بودن میزان پتاسیم کل و غیرتبادلی در شالیزارها کاملاً با میزان ایلیت و ورمی‌کولایت خاک در ارتباط است. درصد نسبی کانی‌ها در شکل‌های متفاوت پتاسیم نقش به‌سزایی داشته است. به‌طوری‌که در خاک‌های با اسمکتیت بالاتر میزان پتاسیم تبادلی و تا حدودی پتاسیم غیرتبادلی بالاتر به‌دست آمد.

حضور ورمی‌کولایت بالا نیز در شالیزار بر میزان تمامی فرم‌های پتاسیم به‌خصوص بر میزان پتاسیم غیرتبادلی افزوده است. از بررسی شکل‌های مختلف پتاسیم در منطقه کنگاور، این نتیجه به‌دست آمد که، گیاهان متفاوت کشت شده در این منطقه دارای نیاز به پتاسیم کمی هستند و پتاسیم موجود در کانی‌ها در خاک پاسخ‌گوی نیاز آن‌ها می‌باشد. درصد کل پتاسیم جذب‌شده توسط گیاهان، از طریق پتاسیم غیرتبادلی تأمین می‌شود، با کشت گیاه میزان پتاسیم تبادلی خاک کاهش می‌یابد. ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که در تمامی مناطق بین پتاسیم تبادلی، کل و غیرتبادلی و همچنین میان مواد آلی خاک و پتاسیم محلول در خاک همبستگی معنی‌داری وجود دارد. برآورد میزان سرعت رهاسازی پتاسیم در هر کشت می‌تواند قدرت متفاوت گیاه را برای جذب پتاسیم نشان دهد و نتایج حاصله از آن بهتر می‌تواند نتایج این پژوهش را تأیید کند. با توجه به نیاز کشت‌های متفاوت به این عنصر غذایی و اثری که آن‌ها بر شکل‌های متفاوت پتاسیم دارند، بنابراین تناوب زراعی توصیه می‌گردد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی (r) شکل‌های مختلف پتاسیم و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

Table 4. Correlation coefficient between different K forms and some physico-chemical properties of soils in the studied pedons.

مواد آلی O.M	ظرفیت تبادل کاتیونی	رس Clay	پتاسیم کل Total K	پتاسم غیرتبادلی Non exchang. K	پتاسیم تبادلی Exchang. K	پتاسیم محلول Soluble K	
منطقه درود (Droud area)							
						1	Soluble K
					1	0.08	Exchang. K
				1	0.74**	-0.03	Non exchang. K
			1	0.52*	0.62**	0.36	Total K پتاسیم کل
		1	-0.21	-0.31	0.5*	-0.08	Clay رس
	1	0.33	0.26	0.25	-0.01	-0.11	CEC ظرفیت تبادل کاتیونی
1	0.22	-0.14	0.6*	0.19	0.34	0.33	O.M مواد آلی
منطقه گیان (Gyan area)							
						1	Soluble K
					1	0.27	Exchang. K
				1	0.64**	0.12	Non exchang. K
			1	0.75**	0.28	0.23	Total K
		1	0.325	0.489	0.289	0.018	Clay رس
	1	0.22	0.22	0.25	0.33	0.28	CEC ظرفیت تبادل کاتیونی
1	-0.26	0.37	0.37	0.42	0.62*	0.27	O.M مواد آلی
منطقه کنگاور (Kangavar area)							
						1	Soluble K
					1	0.29	Exchang. K
				1	0.14	-0.15	Non exchang. K
			1	0.94**	-0.04	-0.05	Total K
		1	0.06	0.03	-0.36	-0.4*	Clay رس
	1	0.5**	0.06	0.01	0.53**	0.36	CEC ظرفیت تبادل کاتیونی
1	0.7**	-0.57**	0.09	0.04	0.5**	0.7**	O.M مواد آلی

*، ** به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

*,** are Significant at 5 and 1 (%) probability level, respectively and no significant.

منابع

1.Alamdari, P., Kamrani, V., and Mohammadi, M.H. 2016. Clay mineralogy relationships with Potassium forms in different physiographic units. J. Water Soil. 29: 6. 1578-1589. (In Persian)

2.Banaei, M.H. 1998. Soil moisture and temperature regimes map of Iran. Soil and water research institute of Iran. (In Persian)

3.Bhonsle, N.S., Pal, S.K., and Sekhon, G.S. 1992. Relationship of forms and release characteristics clay mineralogy. Geoderma. 54: 258-293.

4.Britzke, D., Da Silva, L.S., Moterle, D.F., Rheinheimer, D.S., and Bortoluzzi, E.C. 2012. A study of potassium dynamics and mineralogy in soils from subtropical Brazilian lowlands. J. Soils Sed. 12: 185-197.
5.Darunsontaya, T., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I., Prakongkep, N., and Gilkes, R.J. 2012. The forms and availability to plants of soil potassium as related to mineralogy for upland Oxisols and Ultisols from Thailand. Geoderma. 170: 11-24.
6.Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Method of Soil Analysis, Part-1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, Pp: 383-411.
7.Hashemi, S.S., and Abbaslou, H. 2016. Potassium reserves in soils with arid and semi-arid climate in southern Iran: a perspective based on potassium fixation. Iran Agriculture Research. 35: 2. 88-95.
8.Helmke, P.A., and Sparks, D.L. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium and cesium. P 551-574, In: D.L. Sparks, (Ed.), Method of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods. No. 5 American society of agronomy, Madison, WI, USA.
9.Johns, W.D., Grim, R.E., and Bradley, F. 1954. Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. J. Sed. Petrol. 24: 242-251.
10.Kittrick, J.A., and Hope, E.W. 1963. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Proceedings Soil Science Society of America (former title). 37: 201-205.
11.Khormali, F., Nabiollahy, K., Bazargan, K., and Eftekhari, K. 2008. Potassium status in different soil orders of Kharkeh research station Kurdestan. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 5. 1-9.
12.Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium. P 225-246, In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeny, (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.
13.Loppert, R.H., and Suarez, D.L. 1996. Carbonate and gypsum. P 437-474, In D.L. Sparks et al. (eds.) Method of soil analysis. Part III. 3rd Ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.
14.Malakouti, M.J., and Homaee, M. 2005. Soil fertility of arid and semi-arid regions. Difficulties and solutions. 2nd ed., Tarbiat Modares University Press, Tehran, 508p. (In Persian)
15.Mc-Lean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, Pp: 199-224.
16.Mclean, E.O., and Watson, M.E. 1985. Soil measurements of plant available potassium. P 277-308, In: R.D. Munson, (Ed.), Potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.
17.Moritsuka, N., Yanai, J., and Kosaki, T. 2004. Possible processes releasing non-exchangeable potassium from the rhizosphere of maize. Plant Soil. 258: 261-268.
18.NajafiGhiri, M., and Abtahi, A. 2013. Potassium Fixation in Soil Size Fractions of Arid Soils. Soil and Water Research. 2: 49-55.
19.Nelson, R.E. 1986. Carbonate and Gypsum. In methods of soil analysis. Part II. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.
20.Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total carbon and organic matter. P 961-1010, In: D.L. Sparks, (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.
21.Raheb, A., and Heidari, A. 2012. Effects of clay mineralogy and Physico-chemical properties on potassium availability under soil aquic conditions. J. Soil Sci. Plant Nutr. 12: 4. 747-761.
22.Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. P 417-436, In: D.L. Sparks, (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.

23.Richards, J.E., and Bates, T.E. 1989. Studies on the potassium-supplying capacities of southern Ontario soils: Measurement of available K. J. Can. Soil Sci. 69: 596-610.
24.Salardini, A.A. 2003. Soil fertility. Tehran university press, 410p. (In Persian)
25.Sardi, K., and Csitari, G. 1998. Potassium fixation of different soil types and nutrient levels. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 29: 11-14.
26.Shahbazi, K., and Towfighi, H. 2006. Effects of different moisture regimes on soil exchangeable potassium. Iran J. Agric. Sci. 38: 161-171.
27.Shi, W., Wang, X., and Yan, W. 2004. Distribution patterns of available P and K in rape rhizosphere in relation togenotypic difference. Plant Soil. 261: 11-16.
28.Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. USDA. NRCS. Washington, D.C.
29.Sparks, D.L. 1987. Potassium dynamics in soils. Adv. Soil Sci. 6: 1-63.
30.Sparks, D.L., and Huang, P.M. 1985. Physical chemistry of soil potassium. P 201-276, In: R. Munson, (Ed.), Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.
31.Sumner, M.E., and Miller, W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. P 1201-1229, In: D.L. Sparks, (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., American Society of Agronomy, Madison, WI.
32.Wang, J.G., Zhang, F.S., Cao, Y.P., and Zhang, X.L. 2000. Effect of plant type on release of mineral potassium from Gneiss. Nutr. Cycl. Agroecosys. 56: 37-44.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(5), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir

Effect of land use type and different crop cultivations on different potassium forms of soils (with emphasis on clay mineralogy)

***S.S. Hashemi[1], L. Vahediyan[2] and M. Najafi Ghiri[3]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Malayer University, [2]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Malayer University, [3]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Shiraz University

Received: 04/07/2017; Accepted: 12/30/2017

Abstract

Background and Objectives: Potassium (K) is an essential element for plant growth and its forms and availability may be affected by soil properties, clay mineralogy and crop cultivation. Soil potassium exists in four fractions including soluble, exchangeable, non-exchangeable and structural. The non-exchangeable and structural K are related to the content of some minerals like feldspars and micas; while exchangeable K is defined as K ions adsorbed on clay minerals and organic matter. Soluble K constituted less than 1% of total K. Crops varied in their needed K and crops may absorb K in different quantities. Information about the status of K in soil of Lorestan and Kermanshah province and its relationship with clay mineralogy under different crops cultivation is scarce. Therefore, the main objectives of this study were to determine the content of K forms in some representative soils of Doroud, Gyan and Kangavar regions under different crops cultivation and clay mineralogy analysis of the studied soils for finding the relationships between different forms of K and clay mineralogy.

Materials and Methods: In the present research, three different regions including Gyan, Droud and Kangavar were selected. Then 15 soil series with different properties and crops cultivation history were selected and soil profiles were dugged and described. The selected soils were under cultivation of orchard, wheat, rice, maize, canola, sugar beet and grape. Soil samples were collected from different horizons and their physicochemical and mineralogical characteristics were measured in the laboratory. Different forms of K including soluble, exchangeable, non-exchangeable and total were measured.

Results: All the soils were calcareous and classified as Inceptisols. The contents of clay, silt, calcium carbonate equivalent and organic matter ranged from 27.5 to 53.2, 21 to 49.8, 15.3 to 50.3 and 0.7 to 1.8 percentage, respectively. The concentration of soluble, exchangeable, non-exchangeable and total K in the studied soils ranged from 3 to 62, 105 to 676, 32 to 2083 and 3600 to 9333 mg kg^{-1}, respectively. The mean concentration of soluble (44.2 mg kg^{-1}), non-exchangeable (1585 mg kg^{-1}) and total K (7251 mg kg^{-1}) were the highest in paddy soil, which may be due to the high clay content and low content of calcium carbonate content of the regions; while the exchangeable K content was the highest in the soils under maize cultivation (676.4 mg kg^{-1}). Mineralogical analysis indicated that smectite (20-30%), vermiculite (30-50%) and illite (10-20%) are the predominant clay minerals in the surface and subsurface horizons, respectively. Significant relationships were observed among the exchangeable K, organic matter and clay contents. Different forms of K in the studied soils was also correlated with the illite content of clay fraction.

Conclusion: It is concluded that most studied soils had considerable contents of different K forms. The paddy soils had higher contents of soluble, non-exchangeable and total K than non paddy soils. It seems that illite and vermiculite are the main K-containing minerals in paddy soils. Crop cultivation had the significant effect on K status of the studied soils as a result of different K demand and agricultural operations. Generally, it is suggested that crop rotation and clay mineralogy should be considered for better management of K fertilization.

Keywords: Illite, Exchangeable K, Total K, Rice cultivation, Vermiculite

* Corresponding Author; Email: s.hashemi@malayeru.ac.ir