Archive of SID
DOI: 10.22059/ijswr.2019.274818.668112 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۷، آذر ۱۳۹۸ (ص ۱۷۳۲-۱۷۲۱)

Correlation Among K Forms with Soil Physical-Chemical Properties and Clay Mineral Diversity in Some Soils of Khuzestan

SIROOS JAFARI*
1. Associate professor of soil science, Agriculture college, Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
(Received: Feb. 7, 2019- Revised: Apr. 10, 2019- Accepted: Apr. 16, 2019)

ABSTRACT

The knowledge about K forms and its distribution in different soils can help to apply properly K fertilizers. This study was performed to investigate the different K forms in the soil and their relationship with physical-chemical properties and clay mineral diversity of the soil. The results showed that the amount of soluble K had negative correlation with clay content but exchangeable or available K value had positive correlation with clay content. Also, the fixed K value had good correlation with type and among clay content in these soils. Structural K had positive and significant correlation with Fe and clay content but negative correlation with gypsum. Total K had good correlation with clay content and consequently with Fe, Al, and Si that are the main performed elements of the clay particles. The amount of K in the soil was increased with increasing of illite content but it was decreased with increasing the chlorite and palygorskite. The results showed a significant difference between the K values with the presence and absence of OM, CCE, and gypsum in the soils. Generally speaking, the available K content was corresponded to the parent material (clay mineral type), cultivation type and age, heavy irrigation and leaching which causes a reduction in illite clay mineral in these soils.

Keywords: Clay, Fixation, Mineralogy, Potassium, Release

* Corresponding Author's Email: siroosjafari@yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط بین اشکال پتاسیم با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تنوع کانی‌های رسی برخی از خاک‌های خوزستان

سیروس جعفری*

دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۸- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱/۲۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱/۲۷)

چکیده

آگاهی از اشکال مختلف پتاسیم و توزیع آن در خاک‌های مختلف می‌تواند به مصرف بهینه کودهای پتاسیم کمک نماید. پژوهش حاضر با هدف بررسی اشکال مختلف پتاسیم در خاک و همبستگی آن‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کانی‌های رسی خاک انجام گردید. نتایج نشان داد که میزان پتاسیم محلول با میزان رس رابطه معکوس و میزان پتاسیم تبادلی و قابل جذب با میزان رس رابطه مستقیم داشت. میزان پتاسیم تثبیت شده نیز به نوع و مقدار رس‌ها در خاک بستگی داشت. پتاسیم ساختمانی با میزان آهن و میزان رس در خاک، رابطه مثبت و معنی‌داری نشان داد اما با میزان گچ در خاک رابطه منفی داشت. پتاسیم کل بنابه همبستگی که با میزان رس داشت با میزان آهن، آلومینیم و سیلیس نیز که اجزاء اصلی تشکیل دهنده رس‌ها می‌باشند، نیز همبستگی بالایی داشت. میزان پتاسیم خاک به میزان زیادی با افزایش کانی‌های ایلیتی رو به فزونی بود ولی وجود پالی‌گورسکایت یا کلریت زیاد در خاک با کاهش میزان پتاسیم در خاک همراه بود. نتایج نشان داد که میزان پتاسیم با وجود گچ، آهک و ماده آلی و بدون حضور این مواد در مناطق حاوی گچ مثل امیدیه، رامهرمز و هفتکل تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشت. عمده تفاوت در میزان پتاسیم خاک به نوع کانی‌های رسی (متأثر از مواد مادری)، اثرات آبیاری سنگین، جذب گیاهی و میزان گچ مرتبط بود که سبب می‌شد کانی رسی ایلیت تا حدودی در خاک کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تثبیت، رهاسازی، رس، کانی‌شناسی

مقدمه

دشت خوزستان در اثر رسوب‌گذاری رودخانه‌های بزرگ پدید آمده است. این رودخانه‌ها در اثر سیلاب، رسوبات و آبرفت‌های زیادی را به دشت اضافه نموده که رسوبات قبلی را مدفون نموده‌اند. خاک‌های خوزستان از این مواد مادری تشکیل شده و در اثر فاکتورهای خاک‌سازی متحول شده‌اند (Jafari *et al*., 2006). به دلیل تنوع در تشکیلات زمین‌شناسی بالادست، جنس مواد مادری در خاک‌های اطراف رودخانه‌های مختلف در خوزستان نیز متنوع است (Jafari *et al*., 2006; Jafari and Nadian, 2014). از عوامل اثرگذار بر ویژگی‌های خاک، کشت و کار و آبیاری است که در بخش‌های مختلف استان شرایط متفاوتی دارد. اگرچه دشت از میزان نسبی شیب کمی برخوردار است با این وجود شرایط زهکشی در بخش‌های مختلف آن، متأثر از رودخانه، متفاوت بوده و در نتیجه خاک‌های مختلفی را پدید آورده است (Jafari and Nadian, 2014). شرایط متفاوت زهکشی سبب تغییر در الگوی پوشش گیاهی شده، به این ترتیب اثر موجودات زنده نیز بر تنوع خاک‌ها در دشت قابل ملاحظه است (Zaker Moshfegh, 2016). همه این اثرات سبب تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و تنوع کانی‌های رسی خاک‌ها شده و به دلیل اثر کانی‌ها بر تنوع اشکال پتاسیم، در نتیجه بر مقادیر انواع پتاسیم در خاک نیز اثرگذار شده است. میزان پتاسیم در خاک به مقدار و تنوع کانی‌های رسی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به شدت وابسته است (Sparks and Huang, 1985; Jafari *et al*., 2010).

به طور کلی پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی یا به سختی قابل تبادل و ساختمانی وجود دارد (Sparks, 2000; Korb *et al*., 2002). شکل‌های مختلف پتاسیم در بخش رس بیشتر از پتاسیم موجود در بخش شن و سیلت است که این امر به علت قرار گرفتن کانی‌های غنی از پتاسیم در بخش ریز خاک است (Najafi- Ghiri *et al*., 2012). نتایج مطالعات Dhaliwal *et al*. (2006) نشان داد خاک‌های دارای رس‌های سیلیکاتی ۲:۱ نظیر میکاها و ایلایت، از پتاسیم غنی می‌باشند. Farshadirad and Dordipour (2015) معتقدند که سرعت آزادسازی پتاسیم از کانی‌های اسمکتیت نسبت به کلرایت و ایلایت بیشتر است. در رس‌های اسمکتیت به علت پیوندهای ضعیف بین لایه‌ای و آبپوشی یون‌های جذب شده بین لایه‌ها، کانی انبساط یافته و خروج سریع یون‌ها از داخل لایه‌ها امکان‌پذیر

* نویسنده مسئول: siroosjafari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. اگرچه پتاسیم به شکل تبادلی و محلول به عنوان دو شکل قابل دسترس برای گیاه تلقی می‌شوند، ولی مطالعات مختلف نشان می‌دهند که دو شکل پتاسیم تثبیت شده (غیرتبادلی) و ساختمانی نیز می‌توانند در تغذیه گیاه نقش داشته باشند (Wang *et al*., 2000). بنابراین آگاهی از میزان پتاسیمی که توسط کانی‌های مختلف آزاد می‌شود می‌تواند در مدیریت کودی این خاک‌ها مفید باشد. کشت طولانی مدت گیاهان با تقاضای بالای پتاسیم، در خاک‌هایی که کود پتاسه دریافت نکرده و یا به میزان اندکی دریافت کرده‌اند سبب رهاسازی و تخلیه پتاسیم از مکان‌های بین لایه‌ای و در نتیجه تخریب ساختار کانی می‌گردد. برخی از خاک‌ها، سال‌ها بدون کاربرد کود پتاسیمی برای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند به این ترتیب مقادیر قابل ملاحظه‌ای پتاسیم از خاک خارج شده و در نتیجه پتاسیم قابل جذب در این خاک‌ها به میزان پایینی رسیده و رس‌هایی با لایه‌های باز به وجود می‌آید (Bostani and Savaghebi, 2011).

Simonsson *et al*. (2009) گزارش کردند که در اثر کشت مداوم و عدم مصرف کودهای پتاسه، مقدار کانی‌های میکایی کاهش یافته و کانی‌های انبساط‌پذیر مانند اسمکتیت، فراوانی بیشتری پیدا کردند. نتایج حاصل از مطالعه Tributh *et al*. (1987) بر روی خاک‌های لسی مرکز و شرق اروپا که در ابتدا غنی از میکا بودند نشان دادند که کشت شبدر و ری گرس، بدون کاربرد کود در بستر کشت، منجر به تشکیل اسمکتایت و کانی‌های حد واسط شده که ظرفیت پایینی برای نگهداری پتاسیم داشتند.

به طور کلی عواملی چون نوع و میزان رس، واکنش خاک، میزان کربنات کلسیم معادل، میزان هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم، چرخه تر و خشک شدن خاک، ماده آلی و سابقه کشت از جمله عوامل مؤثر در میزان اشکال مختلف پتاسیم در خاک می‌باشند (Meyer and Wood, 1985; Sparks, 1987; Bouabid *et al*., 1991; Sardi and Csitari, 1998; Nieder *et al*., 2011).

بنابراین هدف از این مطالعه بررسی همبستگی بین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و تنوع کانی‌های رسی بر اشکال مختلف پتاسیم در برخی از خاک‌های خوزستان است.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه، بخش‌هایی از استان خوزستان شامل قسمتی از اراضی شرق رودخانه‌های کارون حدفاصل ویس تا ملاثانی، بخش‌هایی از دشت رامهرمز (از رامهرمز تا نمره یک و مربچه)، اراضی تحت کشت نیشکر کشت و صنعت کارون و هفت تپه، بخش‌هایی از شمال سوسنگرد تا حمیدیه، قسمت‌هایی از منطقه امیدیه (حوالی پل دیلم تا داربهاره)، از شمال خرمشهر تا حواشی اروند رود در منطقه آبادان و قسمت‌هایی از دشت ایذه در شمال غربی استان می‌باشد (شکل ۱).

شکل ۱. موقعیت مناطق نمونه‌برداری شده در استان خوزستان (هاشور زده)

از هر منطقه چهار نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری با کاربری‌های زراعی مختلف انتخاب شد. موقعیت خاک‌ها با استفاده از نقشه‌های موجود و تصاویر ماهواره‌ای و با توجه به کاربری اراضی تعیین شد. نمونه‌ها از اراضی زراعی مختلف در این مناطق انتخاب شدند. پس از آن، موقعیت دقیق توسط دستگاه GPSدر صحرا پیاده شدند. نمونه‌های خاک جمع‌آوری، هوا خشک شده و اجزاء کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر با الک جدا شدند.

بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee and Bauder,1986)، پ‌هاش خاک در نمونه‌های گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (United State Salinity Laboratory Staff, 1954)، کربن آلی به روش اکسیداسیون بدون حرارت دادن (Walkely and Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید (Nelson, 1982)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم یک مولار (Chapman, 1965)، گچ به روش رسوب در استون (Nelson, 1982)، جرم مخصوص ظاهری به روش پارافین و کلوخه اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری پتاسیم محلول در عصاره اشباع (Ali Ehiaie and Behbahani, 1998) و پتاسیم قابل جذب با تکان دادن خاک در استات آمونیوم یک مولار صورت گرفت (Mclean and Watson, 1985). برای تعیین پتاسیم کل نیز نمونه خاک با اسیدفلوریدریک طبق روش Jackson (1975) هضم و پتاسیم با نورسنج شعله‌ای و برخی از کاتیون‌های مهم چون آهن، سیلیسیم، آلومینیم نیز در این محلول با دستگاه جذب اتمی Analytica Jena (Contr AA300) اندازه‌گیری شد. با کسر پتاسیم محلول از پتاسیم قابل جذب، پتاسیم تبادلی تعیین شد (Ali Ehiaie and Behbahani, 1998). با کسر پتاسیم محلول، تبادلی و تثبیت شده، از پتاسیم کل نیز پتاسیم ساختمانی تعیین شد.

با توجه به اینکه ذخیره پتاسیم تنها در بخش معدنی خاک

www.SID.ir

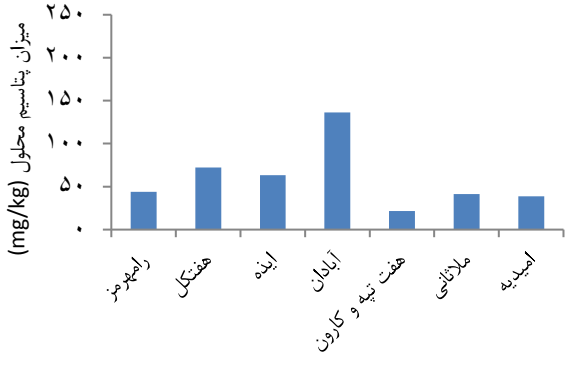
Archive of SID

و آن هم در کانی‌های رسی سیلیکاتی وجود دارد بنابراین علاوه بر محاسبه پتاسیم در خاک، اشکال مختلف پتاسیم بدون در نظر گرفتن مواد بی‌تأثیر (مثل گچ، آهک و ماده آلی) نیز محاسبه و نتایج تحت عنوان پتاسیم عاری از مواد بی‌تأثیر که به اختصار عاری از کربنات یا عاری است ارائه شد.

در شناسایی کانی‌های رسی خاک نیز ابتدا بر اساس روش Mehra and Jackson (1960)، پس از حذف عوامل سیمانی چون نمک‌ها، اکسیدهای آهن و آلومینیم و مواد آلی، رس‌های سیلیکاتی خالص‌سازی شده و با استفاده از تیمارهای منیزیم، پتاسیم و حرارت به روش Grim (1968) کانی‌های رسی موجود شناسایی شد. تحلیل داده‌ها نیز بر اساس روابط رگرسیونی و همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

میزان پتاسیم محلول در تمام افق‌های مناطق مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشت (جدول ۱). بیشترین میزان پتاسیم محلول در آبادان و کمترین میزان آن در هفت تپه و کارون مشاهده گردید (شکل ۲). بالا بودن میزان پتاسیم در منطقه آبادان به میزان بیشتر رس خاک از یک‌سو و همچنین کشت و کار کمتر و در نتیجه آبشویی کمتر در این اراضی مربوط می‌گردد. همچنین بخشی از این اراضی از مواد مادری جوان در اثر پسروی دریا تشکیل شده‌اند که غنی از پتاسیم است (Jafari and Nadian, 2014). از سوی دیگر، وجود کانی‌های رسی گروه ایلیت به میزان بیشتر و کلریت به میزان کمتر در این خاک‌ها نیز می‌تواند علت امر باشد (Ghorban Lovineh *et al.*, 2015). کمتر بودن پتاسیم محلول در اراضی هفت تپه و کارون نیز می‌تواند به مصرف زیاد و جذب این یون توسط نیشکر مربوط گردد زیرا نیاز پتاسیمی این گیاه فوق‌العاده زیاد بوده و آن را از خاک خارج نموده و بازگشت داده نمی‌شود (Pishgir and Jafari, 2014). عدم مصرف کودهای پتاسیم‌دار این فرآیند را تشدید نموده است.



شکل ۲. میزان پتاسیم محلول در مناطق مختلف استان خوزستان

گیاهان زراعی قادرند سطح پتاسیم محلول را در نزدیکی ریشه‌های فعال به کمتر از سه میکروگرم در لیتر (۰/۰۷۷ میکرومول در لیتر) کاهش دهند (Moritsuka *et al.*, 2002). تفاوت چندانی بین میزان پتاسیم عاری از کربنات در خاک‌های مختلف به استثناء خاک‌های فاقد گچ وجود ندارد (جدول ۱). در این قسمت تفاوت در میزان پتاسیم و پتاسیم عاری فقط در مناطق حاوی گچ مثل امیدیه، رامهرمز و هفتکل معنی‌دار است. در این مناطق با حذف مقادیر گچ از وزن کلی خاک‌ها، میزان پتاسیم خاک به مراتب افزایش یافته است. در خاک‌های خوزستان مقادیر آهک و ماده آلی نسبتاً یکسان است و کسر این مقادیر از جرم نمونه خاک تغییرات یکسانی را در میزان نهایی پتاسیم خاک ایجاد می‌نماید. به این ترتیب عامل اثرگذار به مقادیر گچ مربوط می‌شود (Jafari, 2014).

با توجه به جداول (۲) و (۳)، برعکس انواع مختلف پتاسیم که با CEC خاک و رس‌ها رابطه مثبت و معنی‌داری (در سطح ۱٪) نشان دادند، پتاسیم محلول با میزان رس رابطه منفی و معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد. با افزایش میزان رس در خاک، بخش زیادی از پتاسیم محلول، توسط رس‌ها جذب و یا تثبیت می‌شود. بنابراین میزان پتاسیم محلول با افزایش میزان رس کاهش می‌یابد. در خاک‌های خوزستان بخش قابل توجهی از رس‌ها، از نوع ایلیتی هستند که دارای خاصیت جذب و تثبیت زیادی برای پتاسیم یا آمونیم هستند (Pishgir and Jafari, 2014). رس‌ها رفتار دوگانه‌ای در ارتباط با پتاسیم و یا آمونیم دارند. با افزایش غلظت پتاسیم یا آمونیم آن را جذب نموده و با کاهش غلظت آن‌ها را آزاد می‌کنند (Jafari and Baghernejad, 2007). Fotyma (2007) با مطالعه خاک‌های جنوب هلند نشان داد میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های با بافت سبک و خیلی سبک، دو برابر بیشتر از خاک‌های با بافت متوسط و سه برابر بیشتر از خاک‌های سنگین بافت بود.

پتاسیم تبادلی

میزان پتاسیم تبادلی در خاک‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با هم داشتند (جدول ۱). بیشترین میزان پتاسیم تبادلی در منطقه ایذه با میانگین ۱۳۱۰/۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میزان آن در منطقه هفتکل با میانگین ۳۸۹/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۳). در حالی که پتاسیم تبادلی عاری از کربنات‌ها در منطقه ایذه بیشترین و در منطقه رامهرمز کمترین میزان را داشت. مخزن پتاسیم تبادلی در خاک، رس‌های سیلیکاتی است. تفاوت این شکل از پتاسیم در نمونه‌های مورد مطالعه را می‌توان به نوع

www.SID.ir

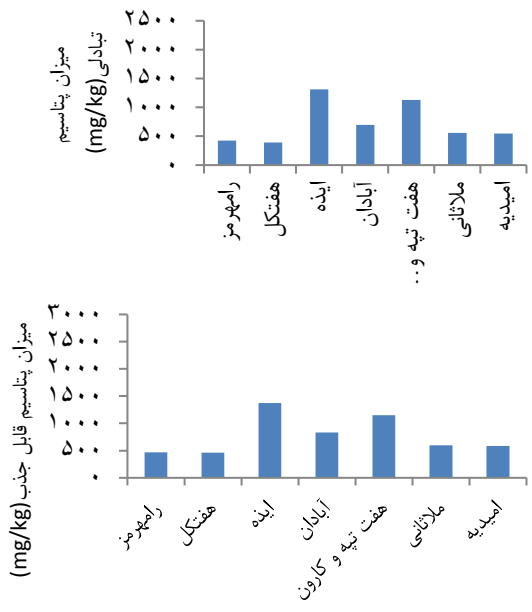
Archive of SID

و میزان کانی‌های رسی در این خاک‌ها نسبت داد. اگرچه مقایسه مقادیر پتاسیم در جدول (۱) تفاوت قابل توجهی بین مقادیر پتاسیم خاک و پتاسیم عاری در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد با این وجود میزان پتاسیم تبادلی تقریباً روند یکسانی دارد (جدول ۱). تنها تفاوت به نمونه‌های حاوی گچ مربوط می‌گردد که در پتاسیم تبادلی عاری، مقدار آن بیشتر شده است.

جدول ۱. تحلیل آماری مربوط به میانگین اشکال مختلف پتاسیم در خاک‌های استان خوزستان

	منطقه						عدد F	سطح معنی‌داری
	رامهرمز	هفتکل	ایذه	آبادان	هفت تپه و کارون	ملاثانی	امیدیه		
پتاسیم محلول (mg/kg soil)	۴۴/۱۲ a	۷۲/۲۵ ab	۶۳/۳۷ ab	۱۳۶/۱۲ b	۲۱/۵۰ a	۴۱/۲۵ a	۳۸/۶۲ a	۲/۳۵	۰/۰۶
پتاسیم تبادلی (mg/kg soil)	۴۲۵/۸۷ a	۳۸۹/۷۵ a	۱۳۱۰/۱۲ c	۶۹۵/۸۷ b	۱۱۲۷/۸۳ c	۵۵۵/۲۵ ab	۵۴۶/۳۷ ab	۱۸/۲۶	۰/۰۰۰۱
پتاسیم قابل جذب (mg/kg soil)	۴۷۰/۰۰ a	۴۶۲/۰۰ a	۱۳۷۳/۵۰ c	۸۳۲/۰۰ b	۱۱۴۹/۳۳ c	۵۹۶/۵۰ ab	۵۸۵/۰۰ ab	۱۴/۷۱	۰/۰۰۰۱
پتاسیم تثبیت شده (mg/kg soil)	۱۴۳/۰۰ a	۲۷۱/۰۰ ab	۸۶۱/۰۰	۴۰۶/۰۰ b	۱۲۸/۰۰ a	۱۶۶/۰۰ ab	۲۵۵/۰۰ ab	۱۱/۹۹	۰/۰۰۰۱
پتاسیم ساختمانی (mg/kg soil)	۷۷۹۲/۰۰ a	۶۸۳۷/۰۰ a	۹۸۰۰/۵۰ a	۷۵۶۷/۰۰ a	۷۲۸۲/۶۶ a	۷۴۰۲/۵۰ a	۱۵۶۸۰/۰۰ b	۴/۰۹	۰/۰۰۸
پتاسیم کل (mg/kg soil)	۸۴۰۵/۰۰ a	۷۵۷۰/۰۰ a	۱۲۰۳۵/۰۰ ab	۸۸۰۵/۰۰ a	۸۵۶۰/۰۰ a	۸۱۶۵/۰۰ a	۱۶۵۲۰/۰۰ c	۴/۴۷	۰/۰۰۵
سدیم کل (mg/kg soil)	۵۷۸۰/۰۰ a	۶۵۹۵/۰۰ a	۵۹۵۰/۰۰ a	۵۵۹۵/۰۰ a	۷۴۱۶/۳۳ a	۵۹۵۵/۰۰ a	۲۴۳۷۰/۰۰ b	۱/۹۹	۰/۱۱
پتاسیم محلول عاری (mg/kg soil)	۸۰/۸۵ ab	۱۵۶/۴۰ ab	۱۱۰/۱۲ ab	۲۳۱/۳۵ b	۳۶/۰۳ a	۶۸/۲۲ ab	۱۱۰/۶۲ ab	۱/۵۳	۰/۲۱
پتاسیم قابل جذب عاری (mg/kg soil)	۸۴۰/۵۰ a	۹۹۰/۳۵ a	۲۳۸۱/۵۰ c	۱۴۱۰/۴۷ ab	۱۹۱۲/۹۰ bc	۹۸۴/۹۵ a	۱۱۸۳/۸۷ a	۹/۴۰	۰/۰۰۰۱
پتاسیم تبادلی عاری (mg/kg soil)	۷۵۹/۶۷ a	۸۳۳/۹۵ a	۲۲۷۱/۳۵ c	۱۱۷۹/۱۲ a	۱۸۷۶/۸۶ c	۹۱۶/۷۵ a	۱۰۷۳/۲۲ a	۱۴/۱۹	۰/۰۰۰۱
پتاسیم تثبیت شده عاری(mg/kg soil)	۲۶۰/۹۵ ab	۵۹۳/۴۷ ab	۱۴۸۹/۷۵ c	۶۹۰/۵۵ b	۲۱۳/۷۳ a	۲۷۴/۲۲ ab	۴۸۷/۴۸ ab	۱۰/۹۸	۰/۰۰۰۱
پتاسیم ساختمانی عاری (mg/kg soil)	۱۳۸۰۱/۱۵ a	۱۴۸۳۲/۶۲ a	۱۷۰۰۶/۶۲ a	۱۲۷۷۰/۴۲ a	۱۲۱۱۵/۸۰ a	۱۲۲۱۶/۹۰ a	۳۵۵۲۷/۵۲ b	۲/۱۸	۰/۰۸
پتاسیم کل عاری (mg/kg soil)	۱۴۹۰۲/۶۰ a	۱۶۴۱۶/۵۰ a	۲۰۸۷۷/۸۵ ab	۱۴۸۷۱/۴۵ a	۱۴۲۴۲/۴۰ a	۱۳۴۷۶/۰۲ a	۳۷۱۹۸/۸۷ ab	۲/۱۴	۰/۰۹

کم بودن میزان این شکل از پتاسیم می‌تواند به میزان رس کمتر در منطقه هفتگل نسبت به ایذه مرتبط باشد. Khormali *et al.* (2007) تفاوت در میزان پتاسیم تبادلی در خاک‌های مختلف را به میزان مختلف رس در این خاک‌ها مربوط دانسته‌اند. داده‌های به دست آمده از مطالعه Ajiboye and Ogunwale (2008) بر روی خاک‌های آبرفتی مصر نشان داد که جزء رس دارای بیشترین مقدار پتاسیم تبادلی نسبت به سیلت و شن می‌باشد. آنان مقدار پتاسیم تبادلی را در جزء شن، سیلت و رس به ترتیب ۱۱/۷ تا ۳۱/۲، ۳۱/۲ تا ۶۶/۳ و ۴۲/۹ تا ۱۰۸/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به دست آوردند. Farshadirad *et al.* (2011) معتقدند که جزء رس، مقدار پتاسیم بیشتری نسبت به سایر اجزاء خاک دارد به طوری که مقدار پتاسیم تبادلی استخراج شده از جزء سیلت نصف مقدار استخراج شده از جزء رس بود. در مطالعه دیگری Farshadirad and Dourdipour (2015) عنوان داشتند که میزان پتاسیم تبادلی آزاد شده در جز رس بیشترین مقدار



شکل ۳. میزان پتاسیم تبادلی خاک (بالا) و قابل جذب (پایین) در مناطق مختلف استان خوزستان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. Jafari and Baghernejad (2007) نیز در مطالعه خاک‌های مناطق خوزستان نشان دادند که پتاسیم تبادلی تنها در بخش رس خاک قرار داشته و اجزاء دیگر نقش کمی در این میان دارند. کمتر بودن میزان گچ در منطقه ایذه باعث افزایش نسبت رس به سایر اجزاء اندازه‌ای خاک شده و به تبع آن CEC خاک اضافه شده است. این عامل را نیز می‌توان در افزایش مقدار پتاسیم تبادلی دخیل دانست.

پتاسیم تبادلی با پتاسیم تثبیت شده و قابل جذب رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت (جداول ۲ و ۳) که مؤید همان نکته‌ای است که پتاسیم قابل جذب از منبع تثبیت شده در کانی تأمین می‌گردد. از بین خصوصیات خاک، پتاسیم تبادلی با ECe رابطه منفی و معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان داد. میزان شوری بالای خاک به معنی نبود پوشش گیاهی و یا نبود کشت و کار در این اراضی است که با نبود گیاه و فقدان جذب پتاسیم از خاک، پتاسیم تبادلی آن زیاد است. پتاسیم تبادلی با میزان سنگریزه نیز رابطه مثبت و معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد. علت را می‌توان به نوع کانی‌های رسی در این خاک نسبت داد. خاک‌هایی که دارای سنگریزه زیادی هستند، عموماً کوهپایه‌ای بوده و جوان به‌حساب می‌آیند. در این خاک‌ها، کانی‌های ایلیتی که جزء کانی‌های اولیه می‌باشند به میزان فراوانی وجود دارند (Khodabakhshi, 2014). نظر به اینکه اشکال پتاسیم در بخش ذرات کمتر از ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است، بنابراین میزان بالای پتاسیم در این بخش از خاک را می‌توان به وجود رس‌های اولیه با میزان ایلیت زیاد نسبت داد. Hosseinpur and Panahi (2010) در مطالعه خاک‌های استان همدان نشان دادند که در خاک‌های با ظرفیت بالای تثبیت پتاسیم، میزان پتاسیم غیر تبادلی کمترین مقدار می‌باشد. همچنین در خاک‌هایی که تثبیت پتاسیم در آن‌ها کمترین مقدار بوده، میزان پتاسیم تبادلی بیشترین مقدار است. چنین نتایجی توسط Karimi Moridani (2015) و Ajiboye and Ogunwale (2008) نیز گزارش شده است.

جدول ۲. همبستگی بین ویژگی‌های خاک و عناصر تشکیل دهنده با اشکال مختلف پتاسیم و پتاسیم عاری از کربنات و سایر عوامل بی‌اثر

فاکتور	K محلول	K تبادلی	K قابل جذب	K تثبیت شده	Kساختمانی	K کل	K محلول عاری	K قابل جذب عاری	ماده آلی ٪	آهک و گچ و ماده آلی	اجزا جامد خاک بدون آهک و گچ و ماده آلی
	mg/kg soil										
K محلول	۱										
K تبادلی	۰/۰۴	۱									
K قابل جذب	۰/۱۹	۰/۹۸**	۱								
K تثبیت شده	۰/۳۳	۰/۵۷**	۰/۶۱**	۱							
Kساختمانی	-۰/۲۲	۰/۰۲	-۰/۰۰۹	-۰/۰۳	۱						
K کل	-۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۹۹**	۱					
K محلول عاری	۰/۹۳**	-۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۲۵	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۱				
K قابل جذب	۰/۲۷	۰/۹۱**	۰/۹۳**	۰/۶۱**	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۲۷	۱			
K تبادلی عاری	۰/۱۱	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۵۸**	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۹۸**			
K تثبیت شده عاری	۰/۳۷	۰/۵۱**	۰/۵۶**	۰/۹۷**	۰/۰۰۵	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۶۲**			
K ساختمانی عاری	-۰/۰۲	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۸۳**	۰/۸۱**	۰/۲۸	۰/۱۵			
K کل عاری	۰/۰۰۷	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰/۸۲**	۰/۸۱**	۰/۳۱	۰/۲۲			
ECe(dS/m)	۰/۰۷	-۰/۳۸**	-۰/۳۶	-۰/۳۱	-۰/۱۹	-۰/۲۴	۰/۰۵	-۰/۳۸**			
pH	-۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۱۵	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۱۴	۰/۰۶			
گچ	۰/۱۴	-۰/۲۷	-۰/۲۴	-۰/۰۷	۰/۴۲*	-۰/۳۹*	۰/۴۸*	۰/۱۰			
آهک	-۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۰۸	-۰/۶۸**	-۰/۶۵**	-۰/۳۴	-۰/۱۱			
CECخاک	۰/۵۹**	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۳۳	-۰/۱۱	-۰/۰۸	۰/۴۵*	۰/۰۷			
CECرس	۰/۷۲**	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۴۶*	-۰/۲۲	-۰/۱۶	۰/۶۰**	۰/۲۳			
سیلت	۰/۱۰	-۰/۰۹	-۰/۰۷	-۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۹	-۰/۰۸			
شن	۰/۲۹	۰/۰۰۴	۰/۰۴	۰/۲۳	-۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۳۴	۰/۱۵			
رس	-۰/۳۹*	-۰/۱۲	-۰/۱۷	-۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۴۳*	-۰/۲۷			
سنگریزه	-۰/۰۷	۰/۵۲**	۰/۵۰**	۰/۸۳**	-۰/۰۳	۰/۰۶	-۰/۰۹	۰/۴۹**			
ماده آلی	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۲۷	-۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۰۳	۱		
آهک و گچ و ماده آلی	۰/۲۱	-۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۵۲**	۰/۰۸	-۰/۰۱	۱	
کل خاک بدون آهک و گچ و ماده آلی	-۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۰۶	-۰/۲۱	-۰/۱۸	-۰/۵۲**	-۰/۰۸	۰/۰۱	-۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۲

K تبادلی عاری	K تثبیت شده عاری	K ساختمانی عاری	K کل عاری	ECe dS/m	pH	گچ (٪)	آهک (٪)	CEC soil	CEC clay	سیلت٪	شن٪	رس٪	سنگریزه٪
								(cmol/kg)			%		
۱													
۰/۵۸**	۱												
۰/۱۰	۰/۰۳	۱											
۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۹۹**	۱										
-۰/۴۰*	-۰/۳۱	-۰/۱۱	-۰/۱۴	۱									
۰/۰۹	-۰/۱۶	-۰/۱۲	-۰/۱۲	۰/۲۴	۱								
۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۸۲**	۰/۸۲**	-۰/۰۵	-۰/۲۶	۱							
-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۹۴**	-۰/۹۴**	۰/۰۹	۰/۱۸	-۰/۸۶**	۱						
-۰/۰۰۶	۰/۲۸	-۰/۱۴	-۰/۱۳	-۰/۱۲	۰/۰۵	-۰/۲۲	۰/۱۵	۱					
۰/۱۳	۰/۴۴*	-۰/۱۶	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۷۷**	۱				
-۰/۱۰	-۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۸	-۰/۱۶	۰/۰۲	-۰/۱۰	-۰/۰۵	۰/۱۸	۱			
۰/۰۹	۰/۳۰	۰/۰۵	۰/۰۷	-۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۲۴	-۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۳۷	-۰/۵۴**	۱		
۰/۲۱	-۰/۳۵	-۰/۰۷	-۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۲۷	-۰/۲۶	۰/۱۸	-۰/۰۵	-۰/۶۴**	-۰/۳۲	-۰/۵۵**	۱	
۰/۵۲**	۰/۸۱**	-۰/۰۶	-۰/۰۰۷	-۰/۲۵	-۰/۰۰۴	-۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۲۹	۰/۰۷	-۰/۱۷	۱
-۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	-۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۴۶*	۰/۲۹	-۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۰۰	-۰/۱۴
-۰/۰۰۶	۰/۱۳	۰/۶۴**	۰/۶۴**	-۰/۰۲	-۰/۲۹	۰/۹۵**	-۰/۶۶**	-۰/۱۹	-۰/۰۶	-۰/۰۴	۰/۳۳	-۰/۲۸	-۰/۰۵
۰/۰۰۶	-۰/۱۳	-۰/۶۴**	-۰/۶۴**	۰/۰۲	۰/۲۹	-۰/۹۴**	۰/۶۶**	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۰۵

جدول ۳. همبستگی بین اشکال مختلف پتاسیم خاک و برخی از عناصر تشکیل دهنده کل آن

	K محلول	K تبادلی	K قابل جذب	K تثبیت شده	Kساختمانی	K کل	Fe	AL	Si
				mg/kg soil					
K محلول	۱								
K تبادلی	۰/۰۵	۱							
K قابل جذب	۰/۱۹	۰/۹۸**	۱						
K تثبیت شده	۰/۳۱	۰/۵۳**	۰/۵۷**	۱					
K ساختمانی	-۰/۲۴	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۰۵	۱				
K کل	-۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۹۹**	۱			
Fe	-۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۹۲**	۰/۹۳**	۱		
Al	-۰/۲۱	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۱	
Si	۰/۰۵	-۰/۲۱	-۰/۲۰	-۰/۱۴	۰/۶۵**	۰/۶۳**	۰/۵۸**	۰/۵۶**	۱

پتاسیم قابل جذب

تحلیل آماری نشان داد که پتاسیم قابل جذب در سطح آماری یک درصد در نقاط مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۱). مشابه با روندی که برای پتاسیم تبادلی ملاحظه شد، میزان پتاسیم قابل جذب در منطقه ایذه با میانگین ۲۳۸۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین و در منطقه هفتگل با میانگین ۴۶۲/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمترین میزان را داشت (شکل ۵). نظر به اینکه بیش از ۹۵ درصد از پتاسیم قابل جذب در بخش تبادلی قرار دارد، چنین روندی برای این شکل از پتاسیم قابل انتظار است. در منطقه ایذه میزان CEC خاک و CEC رس آن، نسبت به مناطق دیگر به جزء آبادان بیشتر می‌باشد. میزان پتاسیم قابل جذب در شرایط با هوادیدگی کم کانی‌ها و عدم جذب گیاهی (نبود پوشش گیاهی دائمی یا آبیاری گیاهان زراعی) و همچنین کمی میزان آبشویی خاک به دلیل بارندگی کم، با CEC ارتباط مستقیم دارد. در منطقه ایذه، افزایش میزان هوادیدگی ناشی از شرایط مناسب زهکشی و رطوبت بیشتر (با میانگین بارندگی ۶۸۰ میلی‌متر در سال)، باعث رهاسازی بیشتر پتاسیم از کانی‌ها و در نتیجه افزایش پتاسیم قابل جذب در این منطقه نسبت به مناطق دیگر شده است. با افزایش مقادیر رس، مقدار پتاسیم قابل جذب درجه همبستگی بالایی دارد که به ذخیره شدن پتاسیم در رس-های خاک مربوط می‌گردد. محققین دیگر نیز چنین نتایجی در این خاک‌ها را گزارش نموده‌اند (Jafari *et al*., 2010).

نتایج نشان می‌دهد که پتاسیم قابل جذب با پتاسیم تبادلی و تثبیت شده رابطه مثبت و معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۲ و ۳). میزان سنگریزه نیز از بین خصوصیات خاک رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت که قبلاً علت آن شرح داده شد. با جذب پتاسیم موجود در محلول خاک به وسیله گیاه، تعادل بین دو نوع پتاسیم به هم خورده و برای برقراری این تعادل،

www.SID.ir

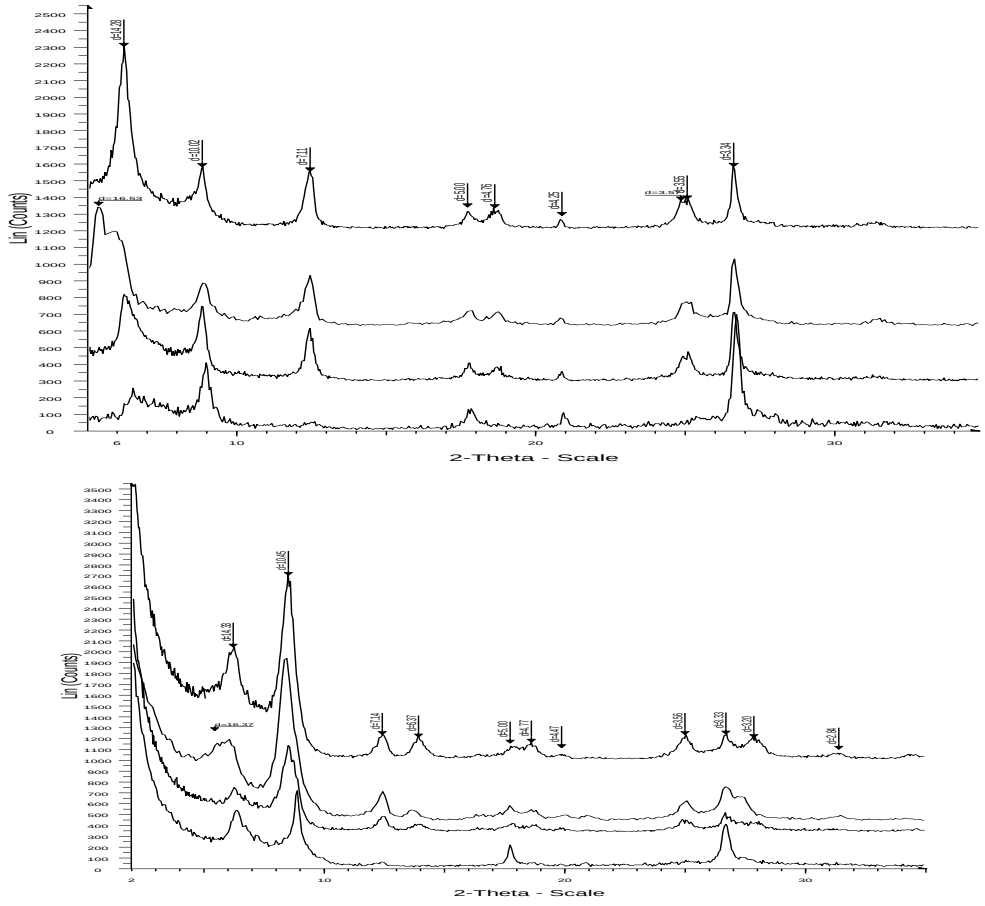
Archive of SID

بخشی از پتاسیم قابل تبادل وارد فاز محلول خاک شده تا تعادل جدیدی برقرار گردد. اضافه کردن کودهای پتاسه محلول به خاک، تعادل شیمیایی را در جهت عکس حالت اول به هم زده و میزان پتاسیم محلول خاک افزایش پیدا می‌کند. در این حالت، پتاسیم جذب سطحی کلوئیدهای خاک می‌شود تا تعادل مجدداً برقرار گردد (Jafari and Baghernejad, 2015؛ Karimi Moridani, 2007).

پتاسیم ساختمانی

تحلیل آماری مربوط به میزان پتاسیم ساختمانی در جدول (۱) آورده شده است. مطابق این جدول اختلاف میزان پتاسیم ساختمانی در سطح احتمال ۵٪ در نقاط مختلف معنی‌دار شده است اما پتاسیم ساختمانی عاری در نقاط مختلف اختلاف معنی-داری با هم ندارند که می‌تواند به یکسان بودن تقریبی میزان رس و نسبت نوع رس‌ها مربوط باشد. بیشترین میزان پتاسیم ساختمانی در منطقه امیدیه و کمترین میزان آن در منطقه هفتکل مشاهده شد. وجود کانی‌های رسی ایلیت به میزان زیاد در منطقه امیدیه و کشت و کار کم به دلیل شوری زیاد خاک از علت‌های اصلی زیادی پتاسیم در این خاک‌ها می‌باشد (Zaker Moshfegh, 2016). نمونه‌ای از الگوهای پراش پرتو ایکس مربوط به کانی‌های رسی این مناطق در شکل (۴- بالا) نشان داده شده است. کانی رسی ایلیت با پیک ۱۰ آنگسترمی در الگوهای پراش پرتو ایکس دیده می‌شود. حضور پیک قوی ۱۰ آنگستروومی در این الگوی پراش پرتو ایکس نشان از وجود مقادیر زیادی از ایلیت در این نمونه دارد.

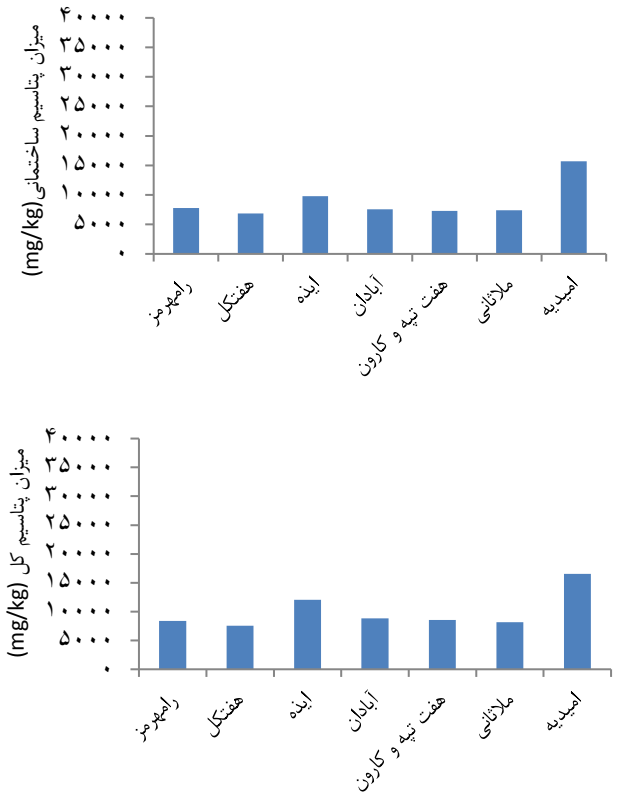
همچنین نمونه‌ای از پراش پرتو ایکس برای منطقه هفتکل در شکل (۴- پایین) نشان داده شده است. به دلیل وجود مقادیر زیادی از کانی‌های رسی پالی‌گورسکایت و همچنین کلریت در این خاک‌ها و در نتیجه کاهش میزان نسبت کانی ایلیت، میزان پتاسیم ساختمانی در این خاک‌ها کم می‌باشد. پتاسیم ساختمانی معمولاً به عنوان مخزن پتاسیم خاک در نظر گرفته می‌شود. قابلیت دسترسی این شکل از پتاسیم به عواملی مانند مقدار پتاسیم در سایر فازها و درجه هوادیدگی فلدسپارها و میکاهای حاوی پتاسیم بستگی دارد (Farshadirad *et al*., 2011). طبق پژوهش‌های انجام شده، حدود ۹۸ درصد از پتاسیم خاک در فلدسپات‌های پتاسیم و سیلیکات‌های لایه‌ای قرار دارد که نشان-دهنده اهمیت این کانی‌ها در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه می-باشد (Andrist-Rangel *et al*., 2010).



شکل ۴. مقادیر زیاد ایلیت در خاک‌های منطقه امیدیه با پیک قوی ۱۰ آنگستروم (بالا). مقادیر قابل توجه پالی‌گورسکایت در خاک‌های منطقه هفتگل با پیک ۱۰،۵۵ آنگستروم (پایین، پیکها به ترتیب از بالا به پایین اشباع با منیزیم، منیزیم و اتیلن گلیکول، اشباع با پتاسیم و اشباع با پتاسیم و حرارت تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. میزان پتاسیم ساختمانی (بالا) و پتاسیم کل (پایین) در مناطق مختلف استان خوزستان

پتاسیم ساختمانی با پتاسیم کل، سدیم کل، پتاسیم محلول، میزان آهن، آلومینیوم و سلیسیم رابطه مثبت و معنی-داری را در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۲). وجود آهن می‌تواند نشان از وجود مقادیر قابل توجهی از رس‌های اولیه و سطح کم هوادیدگی در کانی‌ها باشد. آهن به دلیل وجود حالت‌های مختلف در شرایط اکسید و احیایی، پتانسیل هوادیدگی بالایی به‌ویژه در مناطق مرطوب داشته و سبب می‌شود که در شرایط مختلف اکسیداسیون و احیاء، ساختمان رس تخریب شده و آهن آزاد گردد. بنابراین وجود آهن در خاک می‌تواند شاخصی از میزان کم هوادیدگی در خاک بوده و این به معنی آن است که پتاسیم ساختمانی بیشتری در خاک وجود دارد. همچنین میزان پتاسیم ساختمانی با میزان گچ رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۵٪ و با آهک رابطه منفی و معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت (جدول ۲ و ۳). وجود گچ در خاک نشان از میزان کم آبشویی و هوادیدگی کم است. گچ جزء ترکیباتی است که در اولین مراحل آبشویی از خاک خارج می‌گردد. بنابراین وجود آن در خاک نشان از کمترین میزان هوادیدگی در خاک را داشته و به این معنی است که پتاسیم از خاک حذف نشده است. هرچه میزان آهک در خاک زیاد باشد به آن معنی است که کانی‌های رسی که حاوی پتاسیم در خاک هستند کمتر بوده و به این دلیل با افزایش میزان آهک، میزان پتاسیم ساختمانی کاهش می‌یابد.

پتاسیم کل

تحلیل آماری مربوط به پتاسیم کل در جدول (۱) نشان داده است. مطابق این جدول، میزان پتاسیم کل در سطح احتمال ۵٪ در نقاط مختلف معنی‌دار شده است اما پتاسیم کل عاری در نقاط مختلف اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. بیشترین میزان پتاسیم کل در منطقه امیدیه و کمترین میزان آن در منطقه هفتکل مشاهده شد. نظر به اینکه بین اجزاء پتاسیم، بیش از ۹۰ تا ۹۵ درصد از پتاسیم را پتاسیم ساختمانی تشکیل می‌دهد می‌توان اذعان نمود که پتاسیم کل نیز از روندی مشابه با روندی که برای پتاسیم ساختمانی مشاهده شد پیروی کند که در این بخش نیز چنین نتیجه‌ای حاصل شده است. در مورد پتاسیم کل عاری نیز کمترین میزان آن در منطقه هفت تپه و کارون و بیشترین میزان آن در منطقه امیدیه حاصل شد. چنین نتیجه‌ای مؤید همان نتایجی است که از بحث رابطه بین پتاسیم ساختمانی و کل حاصل شد، با این تفاوت که در این حالت اثرات ترکیبات فاقد پتاسیم حذف شده تا اثرات ترکیبات معدنی اثرگذار بر میزان پتاسیم بیشتر نمایان شود. وجود مقادیر زیاد پتاسیم ساختمانی در خاک‌های منطقه امیدیه، می‌تواند به اثرات وجود مقادیر متنابهی از ایلیت و میکا در این خاک‌ها مربوط باشد که در بحث قبلی به آن اشاره شد. نتایج تحقیق Najafi Ghiri and Abtahi (2013) نیز مؤید این امر است.

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم کل نیز مشابه با پتاسیم ساختمانی، با سدیم کل، پتاسیم محلول و ساختمانی، میزان آهن، آلومینیوم و سیلیسیم رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ و با میزان روی رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان داد. از بین خصوصیات خاک نیز پتاسیم کل با میزان گچ رابطه منفی و معنی‌داری در سطح ۵٪ و با آهک رابطه منفی و معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت که با توجه به نبود پتاسیم در گچ و آهک، منطقی به نظر می‌رسد. نظر به اینکه آهن، آلومینیم و سیلیسیم اجزاء اصلی تشکیل دهنده رس‌ها هستند، بنابراین پتاسیم کل با میزان این ترکیبات همبستگی بالایی دارد. به عبارتی هرچه میزان اجزایی مثل سیلیس، آهن و آلومینیم بیشتر باشد نشان از بالا بودن میزان رس داشته و بالا بودن میزان رس نشان از افزایش میزان پتاسیم کل دارد. البته قبلاً نیز تأکید شد که هر نوع رسی حاوی پتاسیم نیست و این میزان رس‌های حاوی پتاسیم هستند که در خاک تعیین کننده میزان پتاسیم و ارتباط رس با پتاسیم می‌باشند. همچنان که Hashemi and Abbaslou (2016) نیز عامل اصلی نگهداری پتاسیم در خاک را به رس‌های ایلیت و ایلیت- اسمکتیت نسبت دادند.

نتیجه‌گیری

میزان پتاسیم محلول با میزان رس‌ها رابطه معکوسی داشت اما میزان پتاسیم تبادلی با کاهش رس کاهش یافت. همبستگی بالایی بین بافت خاک و پتاسیم قابل جذب دیده شد. با افزایش مقادیر رس، مقدار پتاسیم قابل جذب افزایش یافت. پتاسیم تثبیت شده نیز به نوع و مقدار رس‌ها در خاک بستگی داشت. پتاسیم ساختمانی با میزان آهن و رس در خاک، رابطه مثبت و معنی‌داری نشان داد اما با میزان گچ در خاک رابطه منفی داشت. پتاسیم کل بنا به همبستگی‌هایی که با میزان رس‌ها داشت با میزان آهن، آلومینیم و سیلیس که اجزاء اصلی تشکیل دهنده رس‌ها می‌باشند همبستگی بالایی نشان داد. هرچه میزان اجزایی مثل سیلیس، آهن و آلومینیم بیشتر بود میزان پتاسیم کل نیز بیشتر شد. نکته مهم آن بود که مقادیر پتاسیم در خاک‌های مختلف مورد مطالعه متفاوت بود و این برخلاف تلقی است که تاکنون در مورد خاک‌های استان وجود داشت که تصور می‌شد این خاک‌ها به دلیل جوان بودن دارای مقادیر نسبتاً مشابهی از پتاسیم هستند. این تغییرات به نوع کانی‌ها، سوابق کشت، نوع کشت و شرایط آبشویی اراضی مربوط می‌شد. تفاوت زیادی در میزان پتاسیم و پتاسیم عاری برای خاک‌های مناطق حاوی گچ ملاحظه شد. با حذف مقادیر گچ از وزن کلی خاک‌ها، میزان پتاسیم خاک به مراتب افزایش یافت.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح پژوهشی شماره ۹۳۱/۱۳ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان می‌باشد و هزینه آن از منبع پژوهانه دانشگاه تأمین شده است که تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Ajiboye, G. A. and Ogunwale, J. A. (2008). Potassium distribution in the sand, silt and clay separates of soils developed over talc at Ejiba, Koji State, Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (6). 709-716.

Ali Ehiaie, M. and Behbahani S. (1998). *Methods of the soil chemical analysis*. Soil and water research institu. Technical report No.1024. (In Farsi)

Andrist-Rangel, Y., Hillier, S., Öborn, I.,Lilly, A.,Towers, W.,Edwards, A. and Paterson, E. (2010). Assessing potassium reserves in northern temperate grassland soils: A perspective based on quantitative mineralogical analysis and aqua-regia extractable potassium. *Geoderma*, 158. 303-314.

Bostani, A., Savaghebi, Gh. (2011). Study of Potassium Fixation Capacity in Some Under-Cultivation Sugarcane Soils in Khuzestan. *Journal of water and Soil*, 25. 282-993.

Bouabid, R., Badraoui, M. and Bloom, P. R. (1991). Potassium fixation and charge characteristics of soil clay. *Soil Science Society of America Journal*, 55. 1493-1498.

Chapman, H.D. (1965). Cation exchanges capacity. PP. 891-901. In: Black, C. A (Eds.), Methods of soil analysis. Part 2. *Chemical analysis*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.

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. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 7. 827-845.

Farshadirad, A., Dordipour, E. (2015). Contribution of Soil and Soil Fractions' (Clay and Silt) Exchangeable and Nonexchangeable Potassium to Available Potassium for Corn Plant in Loess-Like and Loess-Derived Soils of Golestan Province. *ournal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 19 (72). 269-279. (In Farsi)

Farshadirad, A., Dordipour, E., khormali, F. and Kiani, F. (2011). Potassium forms in soil and its separates in some loess and loess-like soils of Golestan providence, *Journalof Water and Soil Conservation*, 18(3). 1-16. (In Farsi)

Fotyma, M. (2007). Content of potassium in different forms in the soils of southeast Poland. *Polish*

www.SID.ir

Archive of SID

journal of soil science, 1.19-31.

Gee, G.W. and Bauder, J.W. (1986). Particle-Size analysis. PP. 383-411. In: Klute, A. (Eds.), *Methods of soil analysis*. Part7. Soil Science Society of American.

Ghorban Lovineh, N., Jafari, S. and Khalili Moghadam, B. (2015). Study of clay minerals diversity in young soils derived from marine sediments. *22th symposium of crystallography and mineralogy of Iran. Shiraz University, Iran.*

Grim, R.E. (1968). *Clay mineralogy*. International series in earth and planetary sciences. McGraw-Hill, New York.

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.

Hosseinpur, A. and Panahi, M. (2010). Potassium Fixation Capacity and Charge Characteristics in Some Calcareous Soils of Hamadan Province. *Journal of Water and Soil Science*, 14(52). 65-73. (In Farsi)

Jackson, M.L. (1975). *Soil chemical analysis-advanced course*. University of Wisconsin, College of Agric., Department of Soils, Madison, WI.

Jafari, S. (2014). The effect of soil forming factors on the amount and diversity of clay minerals in the soils and deposits originated from Karoon in Khuzestan province, Final report of project NO. 14/931, 2014. (In Farsi)

Jafari, S. and Baghernejad, M. (2007). Effects of Wetting and Drying, and Cultivation Systems on Potassium Fixation in Some Khouzestan Soils. *Journalof Child Psychology & Psychiatry*, 11 (41). 75-90. (In Farsi)

Jafari, S. and Nadian, H. (2014). The study of a toposequence soil series and clay mineral assemblage in some soils of Khuzestan province.*Journal of water and soil science, Isfahan University of Techonlogy*, 18(69). 151-164. (In Farsi)

Jafari, S., Baghernejad, M. and Chorom, M. (2006). Evaluation of changes in physic-chemical properties in cultivated (under sugarcane and rotation cropping) and no cultivated soils in Haft-Tappeh(Iran). *The scientific journal of agriculture*, 28(1): 165-182. (In Farsi)

Jafari, S., Porkayhan, S., Shane Dashtgol, A. and Hosinzadeh, E. (2010). Study of correlation between soil K content with uptake K by sugarcane. *11th soil science congress*. Gorgan. Iran. (In Farsi)

Karimi Moridani, M. (2015). K importance in the paddy soil fertility. *Periodical journal of agriculture and natural resources*, 12(44): 33-39. (In Farsi)

Khodabakhshi, S. (2014). *Study the effects of relief on the soils development and clay minerals assemblage in Izeh plain*. Master thesis, Ramin University of Agriculture and Natural Resources.(In Farsi)

Khormali, F., Nabiollahy, K., Bazargan, K. and Eftekhari, K. (2007). Potassium status in different soil orders of Kharkeh Research Station, Kurdestan. *Journalof Agriculture and Natural Resources*, 14(5). (In Farsi)

Korb, N., Jones, C. and Jacobsen, J. (2002). *Potassium cycling, testing, and fertilizer recommendations. Nutrient Management*. Module No.5. Montana State University.

Mclean, E.O. and Watson, M. E. (1985). Soil measurement of plant available of potassium. PP. 277-308. In: Munson, R.D. (Ed.), *Potassium in agriculture*. American Society of Agronomy: Madison, WI.

Mehra, O. P. and Jackson, M. L. (1960). Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, 7. 317 -327.

Meyer, J. H. and Wood, R. A. (1985). Potassium nutrition of sugarcane in South African sugar industry. In: Proceedings of *the Potassium Symposium*, Pretoria, pp. 205-213.

Moritsuka, N., Yanai, J. and Kosaki, T. (2002). Depletion of nonexchangeable potassium in the maize rhizosphere and its possible releasing processes. *17th World Congress of Soil Science. Bangkok, Thailand.*

Najafi Ghiri, M. and Abtahi, A. (2013). Potassium Fixation in Soil Size Fractions of Arid Soils. *Soil and Water Research*, 2. 49-55.

Najafi-Ghiri, M., Abtahi, A. and Jaberian, F. (2012). Potassium release from sand, silt and clay fractions in calcareous soils of southern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(12). 1439-1425.

Nelson, R.E. (1982). Carbonate and gypsum. P. 181-199. In: Page, A.L. (Eds.), *Methods of soil Analysis*. Part 2. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.

Nieder, R., Benbi, D. K. and Scherer, H. W. (2011). Fixation and de-fixation of ammonium in soils. Boil Fertile Soils. *Biology and Fertility of Soils*, 47(1). 1-14.

Pishgir, M. and Jafari, S. (2014). Comparison between potassium and ammonium fixation by clays in different agriculture systems. *Journal of water and soil science, Isfahan University of Technology*, 18(63). 237-250. (In Farsi)

Sardi, K. and Csitari, G. (1998). Potassium fixation of different soil types and nutrient levels. Commun. *Soil Science and Plant Analysis*, 29.1843-1850.

Simonsson, M., Hillier, S. and Oborn, I. (2009). Changes in clay minerals and potassium fixation capacity as a result of release and fixation of potassium in long-term field experiments. *Geoderma*, 151(3). 109-120.

Sparks, D. L. (1987). Potassium dynamics in soils. *Advances in Soil Sciences*, 6. 1-63.

Sparks, D. L. and Huang, P. M. (1985). Physical Chemistry of soil potassium. PP. 201-276. In: Munson, R.D. (Ed.), *Potassium in Agriculture*.

www.SID.ir

Archive of SID

SSSA, Madison, Wisconsin.

Sparks, D.L. (2000). Bioavailability of soil potassium. P.38-53. In: Sumner, M.E. (Ed.), *Handbook of Soil Science*.CRD Press. Boca Raton FL.

Tributh, H., E. V. Boguslawski, A. V. Lieress, D. Steffens and K. Mengel. 1987. Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals. Soil. Sci. 143:404-409.

United State Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, USDA Handbook. 60. Washington, DC.

Walkley, A. and I.A. Black. (1934). An examination of the digestion for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37: 29-38

Wang, J. G., F. S. Zhang, Y. P. Cao and X. L. Zhang. 2000. Effect of plant types on release of mineral potassium from gneiss. Nutrient Cycling in Agroecosystems 56: 37–44.

Zaker Moshfegh, A. (2016). *Studyof soils development and clay minerals assemblages of Karun, Karkheh and Zohreh Rivers alluvials*. Master of sciences thesis, Ramin University of Agriculture and Natural Resources. (In Farsi)

www.SID.ir