نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۹۹۳-۹۸۲

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 982-993

بررسی ظرفیت تثبیت پتاسیم در تعدادی از خاک‌های زیرکشت نیشکر خوزستان

عبدالامیر بستانی[1*] - غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی[2]

تاریخ دریافت:۸۹/۱/۲۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۴/۸

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر غلظت پتاسیم اعمال شده و سابقه کشت بر میزان تثبیت پتاسیم در خاک‌های زیرکشت نیشکر خوزستان در شرایط اینکوبیشن (رطوبت FC و دمای ۳۰°c)، اجرا گردید. بدین منظور تعداد ۷۰ نمونه مرکب خاک در قالب ۳۵ جفت از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از خاک‌های زیرکشت نیشکر مزارع سه کشت و صنعت هفت تپه (با حداکثر ۴۱ سال سابقه کشت)، کارون (با حداکثر ۲۶ سال سابقه کشت) و طرح توسعه نیشکر (با حداکثر ۸ سال سابقه کشت) نمونه‌برداری شد. به‌منظور بررسی اثرات تیمار پتاسیم و سابقه کشت گیاه نیشکر بر میزان تثبیت پتاسیم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با چهار سطح پتاسیم اعمال شده (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و سابقه کشت در چهار سطح (کمتر از ۱۰ ، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و بیش از۳۰ سال) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که میزان تثبیت پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه از ۱۷/۷۴ $mg\ kg^{-1}$ تا ۱۲۹/۱۵ $mg\ kg^{-1}$ متغیر بود. با افزایش غلظت پتاسیم اعمال شده (در دامنه غلظت‌های مطالعه شده) هم مقدار و هم درصد تثبیت پتاسیم افزایش یافت ($P<0.01$). حدود ۷۰ درصد از پتاسیم اضافه شده حتی پس از شش ماه اینکوبیشن، به‌صورت قابل جذب برای گیاه باقی‌ماند. تا قبل از ۳۰ سال سابقه کشت، اختلاف معنی‌داری بین سوابق مختلف و میزان تثبیت پتاسیم و نیز افزایش در پتاسیم قابل جذب وجود نداشت، اما در زمان‌های طولانی‌تر با افزایش سابقه کشت میزان تثبیت نیز افزایش یافت ($P<0.01$). نتایج نشان داد که در ۸۲/۸ درصد از خاک‌های سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) و ۸۵/۸ درصد از خاک‌های زیرسطحی (عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری) میزان پتاسیم قابل جذب کمتر از ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. همبستگی منفی و معنی‌داری بین میزان تثبیت پتاسیم و درصد رس، رطوبت اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی و پتاسیم قابل دسترس به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تثبیت پتاسیم، سابقه کشت، نیشکر

مقدمه

پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی یا به سختی قابل تبادل و پتاسیم ساختاری وجود دارد (۱۸). واکنش‌های تعادلی و سینتیکی موجود بین آنها تعیین‌کننده مقدار پتاسیم قابل دسترس گیاه در هر زمان می‌باشد (۳۱). بر طبق تعریف تثبیت پتاسیم برگشت (تبدیل) فرم محلول یا تبادلی پتاسیم به فرم غیرقابل تبادل است (۱۶). تثبیت پتاسیم نتیجه گرفتار شدن مجدد یون‌های K^+ بین لایه‌های کانی‌های ۲:۱ به‌ویژه در رس‌هایی نظیر ایلایت و ورمی‌کولایت است. در برخی از نواحی، 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 پائینی رسیده و رس‌هایی همانند ایلایت با ساختار باز به‌وجود می‌آید. با تشدید عملیات تولید کشاورزی موجودی پتاسیم ناکافی می‌شود. اما گیاه نسبت به کاربرد کود پتاسیم پاسخ ناچیزی نشان می‌دهد. زیرا افزایش غلظت پتاسیم در محلول منجر به ورود پتاسیم در نقاط تخلیه شده بین شبکه‌ای و در نتیجه بسته شدن شبکه و خارج شدن پتاسیم از حالت قابل دسترس برای گیاه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که عواملی همچون نوع و درصد رس، pH خاک، درصد کربنات کلسیم معادل (CCE[3])، میزان هیدراکسیدهای آهن و آلومنیوم، چرخه خشک و مرطوب شدن خاک، ماده آلی و سابقه کشت از جمله عوامل موثر در تثبیت پتاسیم در خاک می‌باشند (۷، ۱۶، ۲۹ و ۳۰). شاویو و همکاران (۲۶) با مطالعه تثبیت پتاسیم نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت پتاسیم، میزان تثبیت افزایش ولی درصد تثبیت کاهش می‌یابد. آریفین و همکاران (۵) با

۱- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد
(*- نویسنده مسئول: Email:Bostani_am@yahoo.com)
۲-دانشیار گروه علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی (کرج)، دانشگاه تهران

3- Calcium carbonate equivalent.

مطالعه و بررسی تثبیت پتاسیم بر روی رس‌های استخراج شده از پنج سری خاک نتیجه گرفتند که رابطه کلی بین میزان پتاسیم اعمال شده و مقدار تثبیت، از طریق هم‌دمای جذب لانگمویر قابل تشریح است. بدین صورت که در ابتدا درصد بالایی از پتاسیم اضافه شده تثبیت و سپس با افزایش مقدار پتاسیم، از میزان تثبیت کاسته شده و در برخی حالات در انتها به‌صورت یک خط مستقیم در می‌آید. با این حال در یک مطالعه درکرت‌های دائمی مزرعه‌ای، مشخص گردید که درصد تثبیت پتاسیم با افزایش مقدار پتاسیم به‌کار رفته زیاد می‌گردد (۲۲). کشت طولانی مدت گیاهان با تقاضای بالای پتاسیم، درخاک‌هایی که کود پتاسه دریافت نکرده و یا به میزان اندکی دریافت کرده‌اند باعث رهاسازی و تخلیه پتاسیم از مکان‌های بین لایه‌ای و درنتیجه تخریب ساختار مینرالوژیکی می‌گردد. قریشی (۱۰) اظهار می‌دارد در اراضی تحت کشت، کاربرد کود پتاسیم علاوه بر تأمین نیاز گیاه، سبب دوام و پایداری برخی از کانی‌های رسی نیز می‌شود. پژوهش‌گران متعددی به بررسی رابطه بین سابقه کشت با تثبیت پتاسیم پرداخته و همبستگی‌های معنی‌داری در این زمینه به‌دست آورده‌اند. در مطالعه‌ای بر روی دو خاک رسوبی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشابه، ولی سابقه کشت متفاوت مشخص شد که مقدار تثبیت در تمام غلظت‌های پتاسیم اعمال شده در خاک با سابقه کشت طولانی‌تر، بیشتر می‌باشد ($P<0.01$) (۲۵). شینیواسا و خرا (۲۸) با بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود پتاسیمی بر میزان تثبیت و پتاسیم قابل تبادل در دو خاک A (دارای سابقه کشت کم و میزان ایلایت و رس به‌ترتیب ۶۰/۸ و ۲۰ درصد) و B (دارای سابقه کشت طولانی و میزان ایلایت و رس به‌ترتیب ۳۴ و ۹/۷ درصد) نتیجه گرفت که مقدار افزایش در پتاسیم قابل تبادل در خاک A در تمام تیمارهای پتاسیمی بیشتر از خاک B بود. ایشان اظهار داشت که با افزودن مقدار ۲۰۰-۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم به خاک بعد از دو ماه اینکوبیشن، حداکثر میزان تثبیت در خاک A ۴۲-۳۹ و برای خاک B ۸۲-۷۴ درصد به‌دست آمد. رائو و همکاران (۲۳) با مطالعه وضعیت پتاسیم پس از ده دوره کشت متراکم ذرت و بدون کوددهی پتاسیم در خاک‌های ورتی‌سول، بیان داشتند که به‌طور میانگین پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی، ساختاری و پتاسیم کل به‌ترتیب به میزان ۸۲/۵، ۸۰/۸، ۴۸/۷، ۹/۶ و ۱۴/۷ درصد کاهش پیدا کرده‌اند.

با توجه به اهمیت پتاسیم در تغذیه گیاه نیشکر و عدم پاسخ نسبت به مصرف کود پتاسیمی در بعضی از خاک‌های تحت کشت این گیاه (۴)، پژوهش حاضر با اهداف زیر به مرحله اجرا درآمد.

بررسی وضعیت فرم‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های تحت کشت نیشکر؛

بررسی اثر غلظت پتاسیم و سابقه کشت بر میزان تثبیت پتاسیم.

مواد و روش‌ها

۷۰ نمونه مرکب خاک در قالب ۳۵ جفت از دوعمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از مزارع سه کشت و صنعت هفت تپه (Fluventic Haplustepts، با حداکثر ۴۱ سال سابقه کشت)، کارون Fluventic (Haplustepts، با حداکثر ۲۶ سال سابقه کشت) و طرح توسعه نیشکر (واحدهای امام خمینی Fluventic Haplustepts، و امیرکبیر Typic Haplosalids ، با حداکثر ۸ سال سابقه کشت) به گونه‌ای نمونه‌برداری شد که مزارع انتخاب شده هیچ‌گونه کود پتاسیمی دریافت نکرده باشند و نمونه‌های گرفته شده از مزارع مختلف اولاً از پراکنش خوبی برخوردار بوده و حتی‌المقدور تمام منطقه را تحت پوشش قرار دهند و ثانیاً از نظر خصوصیاتی همچون بافت، پتاسیم قابل دسترس و سابقه کشت دارای گستره وسیعی باشند. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، کوبیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده و سپس جهت انجام آزمایش‌های لازم در قوطی نگهداری شدند. خصوصیات فیزیکی وشیمیایی مانند بافت خاک به‌روش هیدرومتر (۲۷)، درصد رطوبت اشباع، تهیه عصاره اشباع و تعیین هدایت الکتریکی و pH آن به‌روش رودز (۲۴)، درصد کربنات کلسیم معادل (CCE) به‌روش کلسیمتر فشاری (۲۱)، درصد کربن آلی به‌روش اکسایش تر (۲۰)، ظرفیت تبادل کاتیونی به‌روش باور (۸)، پتاسیم محلول در عصاره اشباع و پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم نرمال و خنثی (۱۵) و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک جوشان یک مولار و خنثی (۱۵) اندازه‌گیری شد. جهت شناسایی کانی‌های رس، پس از حذف آهک، مواد آلی و اکسیدهای آهن و جداسازی بخش رس، از تیمارهای اشباع رس با منیزیم، اشباع رس با پتاسیم در دمای معمولی، اشباع رس با منیزیم-گلیسرول و اشباع رس با پتاسیم و اعمال دمای ^{oc}۵۵۰ بر روی نمونه استفاده شد و با استفاده از دستگاه XRD، کانی‌های رس مشخص و شناسایی گردید (۱۱ و ۱۴). با توجه به خصوصیاتی از قبیل ظرفیت تبادل کاتیونی، نوع رس، پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم، درصد آهک و سابقه کشت، در مجموع ۱۳ نمونه خاک که همگی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بودند، جهت مطالعه تثبیت پتاسیم انتخاب شدند. روش مطالعه تثبیت پتاسیم به‌صورت زیر انجام گرفت. مقدار ۷۰ گرم خاک (خاک هوا خشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شده) از هر نمونه در پلیت ریخته شد. سپس غلظت‌های مختلف پتاسیم به‌صورت یکنواخت در سرتاسر نمونه به گونه‌ای اعمال شد که رطوبت نمونه در حدود اندکی بیش از ظرفیت مزرعه قرار گیرد. پس از اعمال غلظت‌های مختلف، نمونه‌ها به مدت ۶ ماه در دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد در اینکوبیتور قرار داده شدند. در طول دوره اینکوبیشن اجازه داده می‌شد تا رطوبت نمونه از ظرفیت زراعی به نزدیک به حالت هوا خشک کاهش یافته و سپس توسط آب مقطر به رطوبت ظرفیت زراعی برگردانده می‌شد. سیکل خشک و مرطوب

شدن چندین بار در طول دوره اینکوبیشن صورت پذیرفت. ظرفیت تثبیت پتاسیم در دو زمان سه و شش ماه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

$$K_F = (K_{av} + K_a) - K_t \quad (۱)$$

که در آن، K_F: مقدار پتاسیم تثبیت شده($mg\ kg^{-1}$)؛

K_{av}: پتاسیم قابل دسترس خاک ($mg\ kg^{-1}$)؛

K_a: مقدار پتاسیم افزوده شده ($mg\ kg^{-1}$)؛

K_t: پتاسیم قابل دسترس نمونه پس از گذشت زمان مورد نظر ($mg\ kg^{-1}$) می‌باشد.

به منظور بررسی اثرات تیمار پتاسیم و سابقه کشت روی میزان تثبیت پتاسیم در خاک‌های تحت کشت این گیاه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با چهار غلظت پتاسیم اعمال شده (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و سابقه کشت در چهار سطح (کمتر از ۱۰ سال، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و بیش از ۳۰ سال) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. کلیه آزمایشات در سه تکرار صورت پذیرفت. همچنین به منظور تعیین میزان پتاسیم اضافه‌شده از طریق آب آبیاری، نمونه‌های آب از کانال‌های هر مزرعه برداشته و میزان پتاسیم آنها با دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت نتایج به‌دست آمده با نرم‌افزارهای آماری Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های کلی خاک‌ها

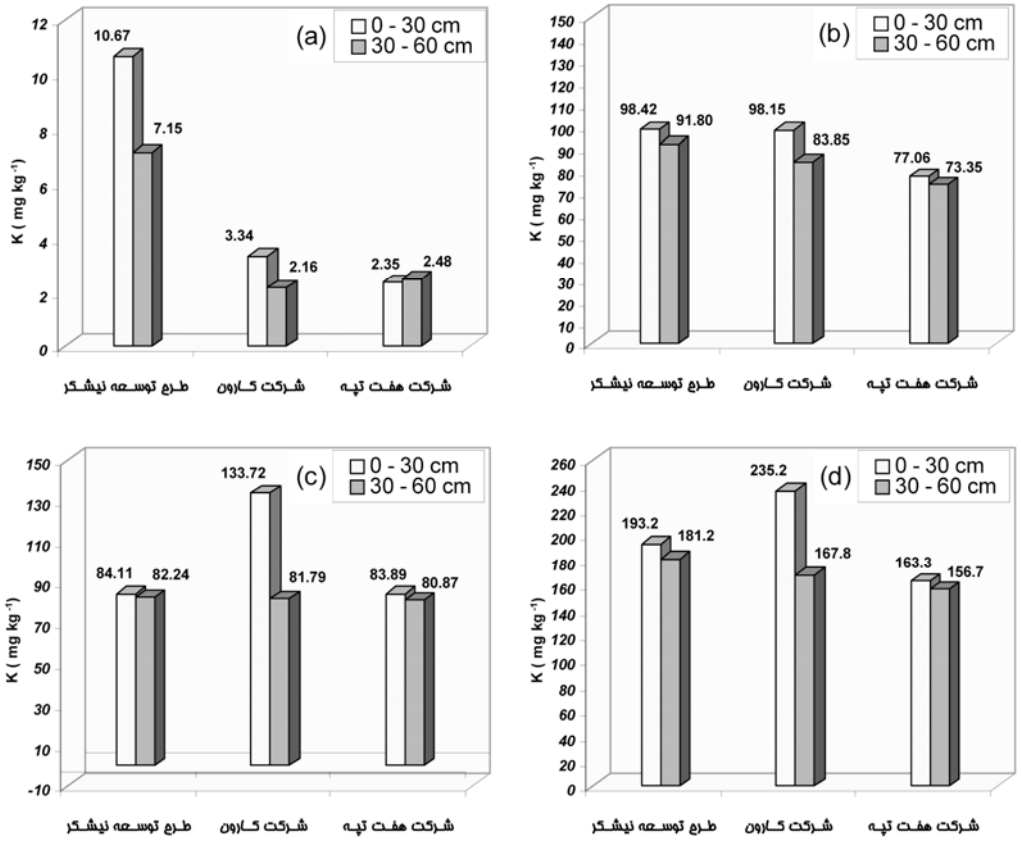
جدول ۱ گستره تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در دو عمق ۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری را نشان می‌دهد. بافت خاک‌ها عموماً سنگین و غالباً به کلاسهای بافتی رس سیلتی، لوم رسی سیلتی و لوم سیلتی تعلق دارند خاک‌ها آهکی با pH قلیایی بوده و مواد آلی خاک‌ها کم می‌باشد. شکل ۱ روند تغییرات پتاسیم محلول، تبادلی (اختلاف پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم نرمال و خنثی و پتاسیم محلول)، پتاسیم غیرتبادلی (اختلاف پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم نرمال و خنثی و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک یک مولار جوشان) و پتاسیم کل (پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک یک مولار جوشان) را نشان می‌دهد. غلظت پتاسیم تبادلی برای عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بین ۴۲/۵۲ تا ۱۶۵/۳۳ با میانگین ۹۱/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و برای عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بین ۳۹/۹۹ تا ۱۳۴/۷۴ با میانگین ۸۳/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود. به‌نظر می‌رسد این مقادیر با مقادیر پیشنهاد شده برای خاک‌های زیر کشت نیشکر در حد بحرانی و یا کمتر می‌باشد. میر و وود (۱۹) سطح بحرانی پتاسیم تبادلی برای خاک‌های زیر کشت نیشکر را ۱۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای خاک‌های با بافت سبک تا متوسط و ۲۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای خاک‌های با بافت سنگین ذکر نمودند. همچنین تویفورد و رایت (۳۳) سطح بحرانی پتاسیم تبادلی برای مزارعی با عملکرد متوسط ۱۱۲ تن در هکتار را ۲۴۹ تا ۳۰۰ ملی‌گرم بر کیلوگرم گزارش دادند. بنابراین به‌نظر می‌رسد سطح پتاسیم تبادلی به‌خصوص برای خاک‌های هفت‌تپه در وضعیت مناسبی نمی‌باشد. همچنین پتاسیم محلول خاک که به نوعی به عنوان فاکتور شدت در نظر گرفته می‌شود برای عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری دارای غلظتی بین ۰/۵۷ تا ۱۷/۱۶ با میانگین ۵/۳۳ میلی‌گرم در لیتر و برای عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری دارای غلظتی بین ۱/۱۵ تا ۱۲/۷۶ با میانگین ۳/۸۳ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. گاواندر و همکاران (۹) با مطالعه فرم‌های مختلف پتاسیم خاک‌های زیر کشت نیشکر، مقدار پتاسیم محلول را بین ۱۲/۰۹ تا ۶۱/۰۱ با میانگین ۲۳/۴ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند. نظر به این‌که سطح پتاسیم تبادلی در این مطالعه پایین به‌دست آمد و از طرفی بین پتاسیم محلول و تبادلی ارتباط مستقیم وجود دارد، لذا پایین بودن سطح پتاسیم محلول در این خاک‌ها دور از انتظار نمی‌باشد. مقایسه خصوصیات اندازه‌گیری شده در دو عمق ۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری نشان می‌دهد که میزان ماده آلی، پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی و پتاسیم غیرتبادلی در عمق ۳۰ - ۰ سانتی‌متری بیشتر از عمق ۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری است ($P<0.01$). بالا بودن میزان پتاسیم محلول و قابل دسترس در خاک سطحی نسبت به خاک تحت‌الارضی را می‌توان با ذکر این نکته که بخش قابل توجهی از پتاسیم جذب شده توسط گیاه نیشکر، در شاخ و برگ ذخیره می‌شود (۱۷) و آتش‌زدن مزارع قبل از برداشت باعث برگشت این پتاسیم به خاک سطحی می‌شود، توجیه نمود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که برای عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری، ۴۰ درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای پتاسیم قابل‌دسترس کمتر از ۹۰، ۴۲/۸ درصد دارای پتاسیم قابل‌دسترس بین ۹۰ تا ۱۲۰ و تنها در ۱۷/۱ درصد خاک‌ها پتاسیم قابل‌دسترس بیش از ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری ۶۲/۸۵ درصد از خاک‌ها دارای پتاسیم قابل دسترس کمتر از ۹۰، ۲۲/۸۶ درصد دارای پتاسیم قابل‌دسترس بین ۹۰ تا ۱۲۰ و تنها در ۱۴/۲۸ درصد خاک‌ها پتاسیم قابل دسترس بیش از ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود.

تثبیت پتاسیم

جدول ۲ و ۳ به‌ترتیب نتایج مینرالوژی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های استفاده شده برای مطالعه تثبیت پتاسیم را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص است کانی‌های موجود در بخش رس به‌طور عمده کلرایت، اسمکتایت، ایلایت و کانی‌های رسی مطبق می‌باشند که بسته به نوع منطقه ترتیب غالب بودن آنها متفاوت است. جعفری و باقرنژاد (۳) با بررسی تثبیت پتاسیم در خاک‌های زیر کشت نیشکر هفت‌تپه و اراضی بایر مجاور، اظهار داشتند برخلاف خاک‌های بایر، در خاک‌های کشت شده کانی‌های رسی قابل انبساط تشکیل شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

ویژگی	واحد	طرح توسعه نیشکر				شرکت کارون				شرکت هفت‌تپه			
		۰ – ۳۰ cm		۳۰ – ۶۰ cm		۰ – ۳۰ cm		۳۰ – ۶۰ cm		۰ – ۳۰ cm		۳۰ – ۶۰ cm	
		دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین
سابقه کشت	سال	۵–۸	۶/۸۲	۵–۸	۶/۸۲	۱۷–۲۶	۲۱/۷۷	۱۷–۲۶	۲۱/۷۷	۲۷–۴۱	۳۲/۰۹	۲۷–۴۱	۳۲/۰۹
رس	٪	۱۵/۶–۴۷/۶	۳۳/۶۷	۱۵/۲–۵۱/۶	۳۴/۵۸	۱۶–۵۰	۳۴/۰۹	۲۲–۵۲	۳۶/۴۹	۲۰/۴–۴۲/۸	۳۱/۷۱	۲۰/۴–۴۲/۸	۳۲/۶۲
سیلت	٪	۱۵/۶–۵۵/۶	۴۱/۳۵	۱۵/۶–۵۶	۴۰/۱۱	۴۴/۸–۶۰/۸	۵۲/۲۲	۴۴/۸–۶۲/۸	۵۲/۱۵	۳۵/۶–۵۵	۴۶/۲۴	۳۰/۶–۵۴	۴۴/۴
شن	٪	۰/۸–۶۷/۲۰	۲۴/۹۸	۰/۸–۶۸/۸	۲۵/۳۱	۵/۲–۲۳/۲	۱۳/۶۹	۳/۲–۱۹/۲	۱۱/۳۵	۱۱/۶–۴۱/۶	۲۲/۰۵	۹/۶–۴۷/۶	۲۲/۹۶
SP	٪	۳۹/۵–۶۲/۴	۵۰/۹۴	۳۲/۵–۶۳/۳	۴۹/۴۵	۳۸/۴–۵۹/۷	۵۱/۲۶	۴۲/۱–۶۵/۸	۵۵/۳	۳۷/۸–۵۲/۵	۴۷/۵۳	۳۶/۴–۵۸/۷	۴۹/۰۸
CEC	($Cmol_c\ kg^{-1}$)	۷/۱–۲۰/۹	۱۴/۳۹	۶/۶–۲۱/۳	۱۴/۲۴	۹/۹–۲۰/۵	۱۴/۸۳	۱۱/۱–۲۰/۱	۱۴/۹۳	۱۰/۵–۱۸/۷	۱۴/۴۸	۹/۱–۱۸/۳	۱۴/۰۹
OM	٪	۰/۴۱–۱/۷۲	۰/۹۴	۰/۳۳–۱/۴۱	۰/۸۶	۰/۶۳–۲/۰۶	۱/۱۲	۰/۵۷–۱/۳۴	۰/۸۸	۰/۶۶–۱/۱۵	۰/۹۳	۰/۴۹–۰/۸۲	۰/۶۳
pH	–	۷/۲–۸/۳۰	۷/۸۲	۷/۳–۸/۳	۷/۸۵	۷/۶–۸/۵	۸/۱۲	۷/۹–۸/۴	۸/۰۷	۷/۷–۸/۴	۷/۹۸	۷/۷–۸/۱	۷/۸۷
EC_e	(dS m^{-1})	۱/۸۹–۵/۴۸	۳/۵۸	۱/۴–۶/۵	۳/۰۱	۰/۶۲–۲/۷۸	۱/۱۴	۰/۶۱–۲/۵۸	۱/۰	۰/۶۱–۱/۲۹	۰/۸۵	۰/۵۱–۲/۰	۱/۰۲
CCE	٪	۳۱/۸–۴۵/۶	۳۹/۹۴	۳۱/۳–۴۶/۳	۳۹/۸	۳۱/۹–۴۴/۸	۳۹/۴۳	۳۵/۷–۴۰/۹	۳۸/۴	۳۱/۵–۳۸/۱	۳۴/۴۳	۲۹/۹–۴۰/۲	۳۴/۳



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین (a) پتاسیم محلول، (b) پتاسیم تبادلی، (c) پتاسیم غیرتبادلی و (d) پتاسیم کل

آنها اعلام کردند عدم وجود این نوع کانی‌ها در اراضی کشت نشده بیان‌گر نوتشکیلی این رس‌ها در خاک‌های کشت شده در اثر کشت و آبیاری طولانی‌مدت می‌باشد. متوسط تثبیت پتاسیم (برای تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و پس از شش ماه اینکوبیشن) در خاک‌های طرح توسعه نیشکر، کارون و هفت‌تپه به‌ترتیب ۱۸۸/۹۷، ۱۷۹/۷۲ و ۲۰۶/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. اگر میانگین چگالی ظاهری خاک‌های مذکور، معادل $1/5\ g\ cm^{-3}$ فرض شود میزان تثبیت پتاسیم در این خاک‌ها تا عمق ۳۰ سانتی‌متری به‌ترتیب ۸۵۰/۳۶، ۸۰۸/۷۴ و ۹۲۸/۷۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۸۹۶/۹۳ ، ۱۸۰۴/۱۰ و ۲۰۷۱ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر تثبیت پتاسیم برای سطوح مختلف پتاسیم اضافه‌شده پس از سه و شش ماه اینکوبیشن و نیز نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن برای متوسط پتاسیم تثبیت‌شده در غلظت‌های مختلف پتاسیم اعمال‌شده در جدول‌های ۴ و ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که تثبیت پتاسیم در تیمار شاهد، در تمام نمونه‌ها، منفی می‌باشد. به عبارت دیگر تر و خشک کردن خاک موجب رهاسازی پتاسیم از مکان‌های غیرتبادلی بر اساس شیب غلظت شده است ($P<0.01$). جانستون و میشل (۱۲) همبستگی خطی را بین میزان پتاسیم تبادلی اولیه خاک و رهاسازی پتاسیم از شکل غیرتبادلی نشان دادند. آنها همچنین رابطه کاملاً خطی بین کاهش در میزان پتاسیم تبادلی و رهاسازی پتاسیم از شکل غیرتبادلی را نشان دادند. استینکمپ (۳۲) اظهار می‌دارد که خشک کردن خاکی که پتاسیم قابل‌دسترس در آن پایین است، سبب رهاسازی پتاسیم از مکان‌های غیرتبادلی می‌گردد. نتایج مشابهی توسط جعفری و باقرنژاد (۳) برای خاک‌های هفت‌تپه مشاهده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت پتاسیم، هم مقدار و هم درصد تثبیت پتاسیم افزایش یافت ($P<0.01$). اگرچه نتایج به‌دست آمده توسط چندین پژوهش‌گر، بیان‌گر این مطلب است که روند کلی هم‌دماهای تثبیت آن است که در ابتدا درصد بالایی از پتاسیم اضافه شده تثبیت گردیده و سپس با افزایش مقدار پتاسیم، از میزان تثبیت کاسته شده و در برخی حالات در انتها به‌صورت یک خط مستقیم در می‌آید (۵ و ۶)، اما نگاهی اجمالی به نتایج مذکور مشخص می‌نماید که نتایج فوق اغلب در آزمایش‌های کوتاه مدت (حداکثر چند روز) حاصل شده است. موضوع مسلم این است که مراحل تثبیت پتاسیم با مهاجرت یون‌های

پتاسیم از لبه‌ها و سطوح به‌طرف قسمت‌های درونی کانی گسترش می‌یابد، و به‌علت کندی این مراحل، مقدار یونی که تثبیت می‌شود بسته به مقدار مکان‌های اختصاصی جذب پتاسیم و درصد اشباع پتاسیم خاک با زمان افزایش می‌یابد. با اضافه نمودن پتاسیم به یک خاک تخلیه شده، یون‌های پتاسیم بلافاصله در لبه‌ها و سطوح قرار گرفته و در نتیجه در کوتاه‌مدت مانع ورود یون‌های پتاسیم به قسمت‌های درونی کانی می‌شوند. به عقیده پرات (۲۲) در آزمایش‌های کوتاه‌مدت آزمایشگاهی، فرصت لازم جهت برقراری تعادل به خاک داده نمی‌شود. کریم (۱۳) معتقد است زمان لازم جهت نیل به تعادل شش ماه می‌باشد. با توجه به اینکه یکی از اهداف اصلی، نزدیک‌تر کردن شرایط آزمایشگاهی به شرایط مزرعه‌ای و در نتیجه امکان بسط نتایج آزمایشگاهی به‌دست آمده به مزارع است لذا جهت نیل به این هدف میزان تثبیت پتاسیم در زمان نسبتاً طولانی بررسی شد. شکل ۲ درصد افزایش پتاسیم قابل‌دسترس در غلظت‌های مختلف و در دو زمان سه و شش ماه را برای شرکت‌های مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است در دامنه غلظت‌های اعمال شده، حدود ۷۰ درصد از پتاسیم اضافه شده حتی پس از شش ماه اینکوبیشن، به‌صورت قابل دسترس باقی مانده است (بخش d شکل ۲). نتایج مشابهی توسط جعفری و باقرنژاد (۳) برای خاک‌های زیر کشت نیشکر هفت‌تپه گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین دو شرکت طرح توسعه نیشکر و کارون از نظر درصد افزایش در پتاسیم قابل دسترس در تیمارهای مختلف وجود ندارد اما این اختلاف بین شرکت هفت‌تپه و دو شرکت مذکور معنی‌دار می‌باشد ($P<0.01$). بنابراین با وجود تخلیه پتاسیم به‌ویژه در خاک‌هایی با سابقه کشت طولانی، تنها بخش اندکی از پتاسیم اضافه شده به خاک از دسترس گیاه خارج و به فرم تثبیت شده در فضای بین لایه‌ای در می‌آید. این نتیجه نشان می‌دهد که اگر به این خاک‌ها کود پتاسه داده شود، اگرچه بخشی از آن توسط خاک تثبیت می‌شود، اما بخش قابل توجهی از آن نیز به شکل قابل جذب برای گیاه باقی مانده و می‌تواند مورد استفاده گیاه قرار بگیرد.

نتایج نشان داد که بین مقدار پتاسیم تثبیت شده و نیز درصد تبدیل پتاسیم اضافه‌شده به فرم قابل‌دسترس با سابقه کشت ارتباط معنی‌داری وجود دارد ($P<0.01$). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن برای متوسط پتاسیم تثبیت‌شده و نیز درصد تبدیل پتاسیم اضافه‌شده به فرم قابل‌دسترس در سوابق مختلف کشت در جدول‌های ۶ و ۷ آورده شده است. همان‌گونه که مشخص است، تا قبل از ۳۰ سال سابقه کشت اختلاف معنی‌داری بین سوابق مختلف و میزان تثبیت پتاسیم (و نیز درصد تبدیل پتاسیم اضافه‌شده به فرم قابل‌دسترس) وجود ندارد اما در زمان‌های طولانی‌تر با افزایش سابقه کشت میزان تثبیت (و نیز درصد تبدیل پتاسیم اضافه‌شده به فرم قابل‌دسترس) افزایش یافته است. نتایج به‌دست آمده با نتایج شینیواسا و خرا (۲۸) مطابقت دارد.

جهت توجیه مطلب فوق ذکر نکات ذیل ضروری است. نتایج تجزیه آب نشان می‌دهد که مقدار پتاسیم موجود در آب آبیاری بسته به منبع آن (رودخانه‌های دز، کارون و ..) و فصول مختلف متفاوت و به‌طور میانگین حدود ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (۱ و ۳). همچنین بر طبق گزارش‌ها میزان آب آبیاری مورد نیاز برای هر هکتار مزرعه نیشکر درطول دوره رشد ۳۰۰۰۰ مترمکعب در سال است (۳). به عبارت دیگر حدود ۷۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (معادل ۱۷۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم) هر سال از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود.

جدول ۲- وضعیت مینرالوژی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	نام شرکت	ایلایت	ورمی‌کولایت	کلرایت	اسمکتایت	کانی‌های مطبق	کائولینایت
۱	طرح‌توسعه	+++	−	++++	+++++	++	−
۲	طرح‌توسعه	+++	−	++++	+++++	++	+
۳	طرح‌توسعه	+++	−	+++++	++++	++	−+
۴	کارون	+++	−+	++++	+++++	++	+
۵	کارون	++++	− +	+++++	+++	++	+
۶	کارون	++++	−+	+++++	+++	++	+
۷	کارون	+++	−+	+++++	++++	++	−
۸	کارون	+++	−+	++++	+++++	++	+
۱۰	هفت‌تپه	++++	−	+++++	+++	++	+
۹	کارون	+++	−+	+++++	++++	++	−
۱۱	هفت‌تپه	+++	−	++++	+++++	++	+
۱۳	هفت‌تپه	+++	−	++++	+++++	++	−

جدول ۳- نتایج تعدادی از خصوصیات فیزیکوشیمیائی نمونه‌های انتخاب شده برای اعمال تیمار پتاسیم.

شماره خاک	قدمت کشت	رس	سیلت	شن	بافت خاک	CEC	CCE	SP	OM	pH	EC	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم قابل دسترس	پتاسیم غیر تبادلی
	(سال)	درصد				$Cmol_c\ kg^{-1}$	درصد				$ds\ m^{-1}$	$mg\ L^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$		
۱	۷	۱۷/۲	۲۳/۲	۵۹/۶	S.L	۷/۲۴	۴۰/۱۳	۴۱/۰۶	۰/۴۲	۷/۶	۴/۵۷	۱۲/۶۷	۶۸/۳۴	۷۳/۹۵	۱۴۸/۰۴
۲	۷	۳۷/۶	۵۳/۶	۸/۸	SI.C.L	۱۷/۰۱	۳۶/۲۷	۵۴/۰۶	۱/۳۳	۸	۴/۶۰	۵/۷۴	۸۷/۶۱	۹۰/۷۱	۱۱۹/۳
۳	۸	۴۷/۶	۴۷/۶	۴/۸	SI.C	۲۰/۷۱	۳۴/۵۵	۶۲/۴۰	۱/۷۲	۸/۳	۳/۱۷	۱۰/۴۶	۱۳۷/۴۳	۱۴۳/۹۶	۳۷/۵۴
۴	۱۷	۱۶	۶۰/۸	۲۳/۲	SI.L	۹/۹۵	۴۲/۲۷	۳۸/۳۵	۰/۶۳	۸/۲	۰/۸۵	۲/۸۵	۴۴/۲۶	۴۵/۲۶	۸۶/۱۵
۵	۲۰	۳۹/۶	۴۴/۸	۱۵/۶	SI.C	۱۶/۰۳	۳۴/۹۸	۵۲/۵۶	۰/۹۰	۸/۵	۱/۰۰	۳/۹۶	۱۵۱/۷۳	۱۵۳/۸۲	۹۳/۱۹
۶	۱۷	۵۰	۴۴/۸	۵/۲	SI.C	۲۰/۵۵	۴۰/۹۹	۵۹/۷۴	۲/۰۶	۸/۳	۰/۸۳	۷/۲۲	۱۶۸/۲۴	۱۷۲/۵۵	۱۰۴/۳۶
۷	۲۵	۲۸	۵۴/۸	۱۷/۲	SI.C.L	۱۱/۵۷	۴۴/۴۲	۵۶/۷۵	۰/۸۷	۸/۲	۰/۸۷	۲/۴۴	۷۳/۵۵	۷۴/۹۴	۴۸/۰۵
۸	۲۶	۳۵/۶	۵۵/۲	۹/۲	SI.C.L	۱۶/۲۵	۲۶/۷	۵۴/۸۰	۱/۳۴	۸/۱	۱/۴۸	۲/۳۹	۹۲/۳۶	۹۳/۶۷	۱۰۴/۳۳
۹	۲۶	۴۶	۴۶/۸	۷/۲	SI.C	۱۶/۰۷	۳۶/۲۷	۵۸/۸۴	۱/۳۹	۸/۵	۰/۷۷	۱/۸۸	۱۲۱/۱۶	۱۲۲/۲۶	۱۳۲/۲۲
۱۰	۴۱	۲۰/۴	۵۵	۲۴/۶	SI.L	۱۱/۷۵	۳۷/۶۸	۴۷/۰۸	۰/۹۰	۷/۸	۱/۱۸	۱/۸۸	۵۵/۳۲	۵۶/۲۰	۴۵/۷۹
۱۱	۲۹	۲۴/۸	۳۵/۶	۲۹/۶	L	۱۰/۷۶	۳۱/۵۵	۴۰/۵۲	۰/۶۶	۷/۷	۰/۷۵	۳/۷۰	۵۴/۷۰	۵۶/۲۰	۱۱۰/۲۹
۱۲	۴۱	۳۲/۴	۵۳	۱۴/۶	SI.C.L	۱۵/۵۰	۳۴/۴۷	۴۶/۶۶	۱/۰۷	۸	۱/۰۰	۲/۸۱	۷۱/۶۵	۷۲/۹۶	۱۱۰/۰۲
۱۳	۳۰	۴۰/۸	۴۷/۶	۱۱/۶	SI.C	۱۷/۴۴	۳۳/۱۶	۵۰/۵۹	۱/۰۷	۷/۹	۰/۶۱	۱/۸۸	۹۴/۶۹	۹۵/۶۴	۱۶۲/۳۶

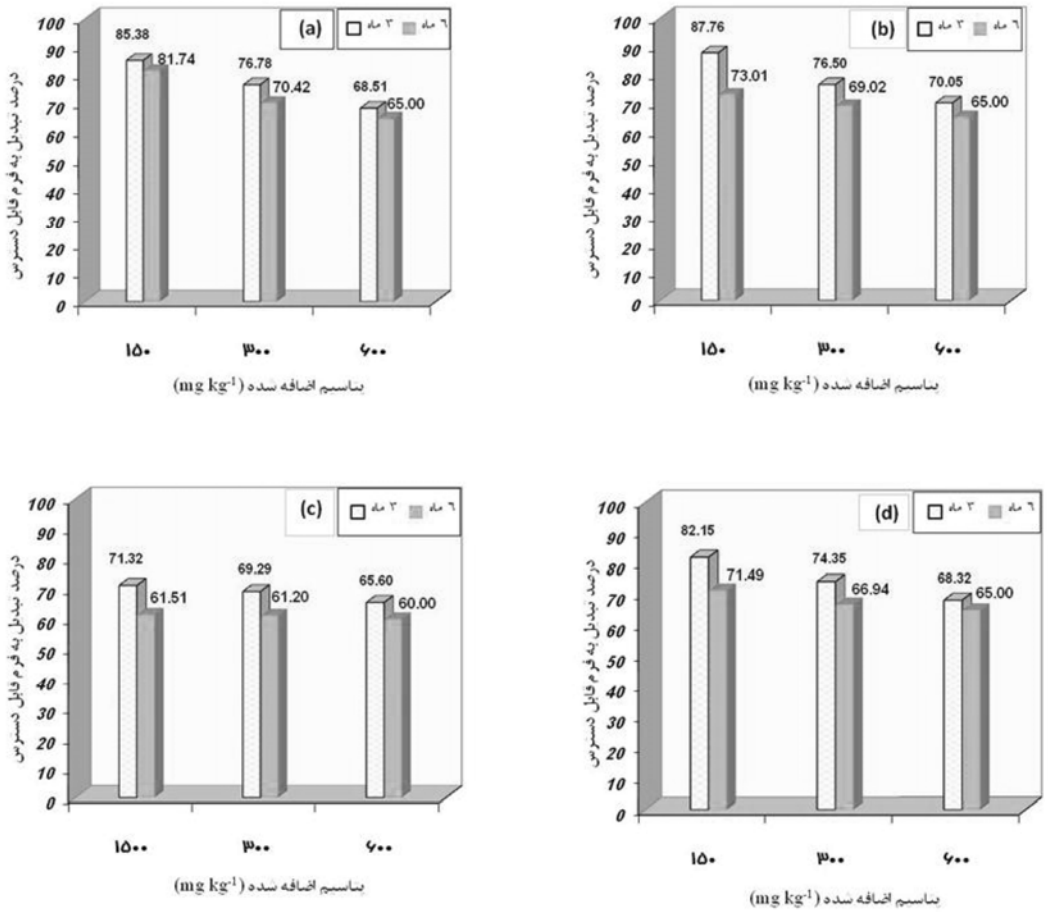
جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس مقادیر تثبیت پتاسیم در سطوح مختلف پتاسیم و سوابق کشت

منابع تغییر	آزادی	میانگین مربعات	
		تثبیت پتاسیم (پس از ۳ ماه)	تثبیت پتاسیم (پس از ٦ ماه)
سابقه کشت (سال)	۳	۸۷۲/۷۷۵**	۲۱۹۱/۶۶**
پتاسیم اضافه شده ($mg\ kg^{-1}$)	۳	۴۴۴۸۰/۱۷۳**	۲۱۸۵۱/۳۴**
سابقه کشت×پتاسیم اضافه شده	۹	۱۰۹/۹۳۲^{ns}	۶۳۳/۱۳^{ns}
خطای آزمایشی	۱۶	۲۹/۹۵۷	۷۴/۳۵۱
خطای نمونه‌برداری	۱۲۴	۱۷۳/۱۷۵	۳۸۹/۶۲

** و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول۵- گروه‌بندی میانگین‌های تثبیت پتاسیم مربوط به اثر غلظت‌های مختلف (mg/kg^{-1}) به‌روش دانکن

پتاسیم اضافه شده ($mg\ kg^{-1}$)	تعداد مشاهده	متوسط تثبیت پس از ۳ ماه	متوسط تثبیت پس از ٦ ماه
۰	۳۹	**d**–۱۶/۵۶۵	**d**–۱۹/۲۰۲
۱۵۰	۳۹	**c**۲۶/۷۷۲	**c**۴۲/۷۶۹
۳۰۰	۳۹	**b**۷۶/۹۶۳	**b**۹۹/۱۸۹
۶۰۰	۳۹	**a**۱۹۰/۰۵۶	**a**۱۳۱/۸۷۶



شکل ۲- درصد تبدیل پتاسیم اضافه‌شده به فرم قابل‌دسترس در (a) خاک‌های طرح توسعه نیشکر، (b) کارون، (C) هفت‌تپه و (d) میانگین هر سه شرکت

جدول٦- گروه‌بندی میانگین‌های تثبیت پتاسیم مربوط به اثر سابقه کشت به‌روش دانکن:

سابقه کشت (سال)	تعداد مشاهده	متوسط تثبیت پتاسیم	
		(پس از ۳ ماه)	(پس از ٦ ماه)
<۱۰	۳۶	b۶۶/۰۸۳	b۵۳/۷۵۵
۲۰-۱۰	۳۶	b۶۲/۲۷۵	b۵۵/۲۰۲
۳۰-۲۰	۳۶	b۶۰/۷۴۰	b۵۱/۸۷۵
>۳۰	۴۸	a۸۳/۴۲۲	a۸۶/۲۶۵

جدول۷- گروه‌بندی میانگین‌های افزایش در پتاسیم قابل‌دسترس مربوط به اثر سابقه کشت به‌روش‌دانکن

سابقه کشت(سال)	تعداد مشاهده	متوسط افزایش پتاسیم قابل دسترس	
		(پس از ۳ ماه)	(پس از ٦ ماه)
<۱۰	۳۶	a۱۹۶/۴۱۷	a۲۰۸/۷۴۵
۲۰-۱۰	۳۶	a۲۰۰/۲۲۴	a۲۰۷/۲۹۸
۳۰-۲۰	۳۶	a۲۰۱/۷۶۰	a۲۱۰/۶۲۵
>۳۰	۴۸	۱۷۹/۰۷۸b	b۱۷۶/۲۵۴

همچنین تجمع بیش از ۵۰ درصد پتاسیم جذب‌شده توسط گیاه در شاخ و برگ از یک سو (۱۷) و آتش زدن مزارع نیشکر قبل از برداشت از سوی دیگر، منجر به برگشت قسمت عمده‌ای از پتاسیم جذب‌شده توسط گیاه به خاک سطحی می‌شود. از طرف دیگر نتایج بیانگر این واقعیت است که به علت غنی بودن خاک‌ها از پتاسیم در قبل از به‌زیرکشت رفتن آنها (نتایج مینرالوژی) و نیز بالا بودن ظرفیت بافری پتاسیم (۲)، خاک توانایی تأمین نیاز گیاه به پتاسیم را بدون استفاده از ذخایر پتاسیم برای مدت نسبتاً طولانی داشته است. بنابراین با توجه به نکات ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که تأمین قسمتی از پتاسیم مورد نیاز از طریق آب آبیاری و نیز برگشت قسمت عمده‌ای از پتاسیم جذب‌شده توسط گیاه به خاک سطحی بر اثر آتش‌زدن شاخ و برگ‌ها و بالا بودن سطح پتاسیم قابل دسترس گیاه در سال‌های اولیه باعث شده تا شدت کاهش پتاسیم قابل‌دسترس نسبت به زمان در حد پائینی باشد. یعنی برداشت پتاسیم توسط گیاه برای حدود ۳۰ سال متمادی، بدون خروج پتاسیم از مکان‌های غیرتبادلی در حد معنی‌دار بوده اما پس از این مدت زمان، سطح پتاسیم قابل‌دسترس به اندازه‌ای افت کرده که بر اساس شیب غلظت، پتاسیم از مکان‌های غیرتبادلی خارج و به‌صورت قابل‌دسترس درآمده است و در اصل روند تخلیه پتاسیم از این زمان به بعد شروع شده است.

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان رهاسازی در تیمار شاهد (k_0) و درصد رس، رطوبت اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی، pH و پتاسیم قابل دسترس به‌دست آمد. از طرف دیگر همبستگی بین تثبیت پتاسیم در تیمارهای پتاسیمی و فاکتورهای مذکور به‌صورت منفی و معنی‌دار به‌دست آمد. همچنین میزان پتاسیم تثبیت شده و سابقه کشت همبستگی مثبت و معنی‌داری به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

نیشکر پتاسیم را نسبت به سایر عناصر غذایی بیشتر جذب می‌کند (۱۷). برداشت نیشکر بدون افزودن کود پتاسیم سبب تخلیه این عنصر از خاک در درازمدت می‌گردد. نتایج نشان داد که سطح بحرانی پتاسیم قابل دسترس در مقایسه با سطوح بحرانی ارائه‌شده برای نیشکر به‌خصوص برای خاک‌های هفت‌تپه پایین‌تر است. نتایج نشان داد با افزایش غلظت پتاسیم، هم میزان و هم درصد تثبیت پتاسیم افزایش یافت ($p<0.01$). به‌طور میانگین حدود ۳۰ درصد از پتاسیم اضافه شده به خاک پس از شش ماه اینکوبیشن تثبیت شد و نزدیک به ۷۰ درصد به فرم قابل دسترس باقی ماند. همچنین در تیمار شاهد سیکل خشک و مرطوب شدن سبب آزاد شدن پتاسیم و افزایش در پتاسیم قابل دسترس گردید. نتایج نشان داد که میزان تثبیت پتاسیم و نیز افزایش در پتاسیم قابل دسترس در خاک‌های با قدمت کشت بیش از ۳۰ سال به‌طور معنی‌داری با سایر خاک‌ها متفاوت بود.

منابع

۱- بارانی مطلق م. و ثواقبی فیروزآبادی غ.ر. ۱۳۸۴. بررسی تخلیه پتاسیم از خاک‌های زیر کشت نیشکر خوزستان. مجله علوم کشاورزی ایران.

۳۶(۵):۱۱۹۶-۱۱۸۵.

۲- بستانی ع.ا. و ثواقبی فیروزآبادی غ.ر. ۱۳۸۵. منحنی کمیت- شدت پتاسیم (Q/I) و همبستگی پارامترهای آن با خصوصیات تعدادی از خاک‌های زیر کشت نیشکر خوزستان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۳):۴۷۹-۴۷۱.

۳- جعفری س. و باقرنژاد م. ۱۳۸۶. اثرات تر و خشک شدن و سیستمهای کشت بر تثبیت پتاسیم در برخی از خاکها و رسهای خوزستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۴۱): ۸۹-۷۵.

۴- جعفری س.، باقرنژاد م. و چرم م. ۱۳۸۴. ارزیابی تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی اراضی زراعی(تحت کشت نیشکر و تناوبی) و بکر منطقه هفت‌تپه، خوزستان. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۸(۱): ۱۸۲-۱۶۵.

5- Arfin H., Perkins F., and Tan K.H. 1973. Potassium fixation and reconstitution of micaceous structures in soils. Soil Sci.116 (1): 31-35.

6- Badraoui M., and Bloom P.R. 1989. The effect of wetting and drying cycles, Temperature and extracting solutions on measured potassium fixation in soils of two regions of Morocco. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 20(13&14): 1353-1375.

7- Bouabid R., Badraoui M., and Bloom P.R. 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clay. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 1493-1498.

8- Bower C.A., Reitemeier R.F., and Fireman M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci. 73: 251–261.

9- Gawander J.S., Gangaiya P., and Morrison R.J. 2002. Potassium Studies on Some Sugarcane Growing Soils in Fiji. S. Pac. J. Nat. Sci. 20: 15 – 21.

10- Ghorayshi M. 1988. Potassium reactions in three Swedish soils under intensive cropping as related to clay mineralogy. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

11- Jackson M.L. 1975. Soil chemical analysis-advanced course. University of Wisconsin, College of Agriculture, Department Of Soils, Madison, WI.

12- Johnston A.E., and Mitchell J.D.D. 1974. The behavior of K remaining in soils from the Agdell experiment at Rothamsted. Rothamsted Experimental Station Report. Part 2, 74-97.

13- Karim A.Q.M.B., and Malek M.A. 1956. Potassium fixation in East Pakistan soils under different conditions. Soil Sci. 76: 229-238.

14- Kittrick J.A., and Hope E.W. 1963. A procedure for the particle- size separation of soils for x-ray diffraction analysis. Soil Sci. 96: 312-325.

15- Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. P.225-246. In: A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am. Madison, WIs., USA.

16- Malavolta E. 1985. Potassium status of tropical and subtropical region soils. p. 163-200. In: R.D. Munson (ed.). Potassium in Agriculture. SSSA.

17- Malavolta E. 1994. Nutrient and fertilizer management in sugarcane. Int. Potash. Inst Res. Topic 14. Basel. Switzerland.

18- Martin H.W., and Sparks D.L. 1985. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16:133-162.

19- Meyer J.H., and Wood R.A. 1985. Potassium nutrition of sugarcane in South African sugar industry. In: Proc. Of the Potassium Symposium, Pretoria 1985. p. 205-213.

20- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. in: A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am. Madison, WIs., USA.

21- Nelson R.E. 1982. Carbonate and gypsum. p.181-196. In: A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WIs., USA.

22- Pratt P.F., and Goulben B. 1956. Potassium fixation in soil of long-term fertility trial with citrus. Soil Sci. 84:225-232.

23- Rao C.S., Khera M.S., and Rao A.S. 1994. Soil potassium depletion and K replenishment capacity under intensive cropping. J. of. Potassium Research. 10(3): 229-235.

24- Rhoades J.D. 1982. Soluble salts. p. 167-179. In: A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WIs., USA.

25- Sahu S., and Gupta S.K. 1987. Fixation and release of potassium in some alluvial soils. Journal of Indian Society of Soil Science. 35: 29-34.

26- Shaviv A., Mohsin M., Pratt P.F., and Mattigod S.V. 1985. Potassium fixation characteristics of five southern California soils. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 49 (6): 1105-1109.

27- Sheldrick B.H., and Wang C. 1993. Particle size distribution. p. 499-511. In M. R. Carter. (ed.) Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. Ottawa, Ontario, Canada.

28- Shinivasa Rao Ch., and Khera M.S. 1995. Potassium fixation characteristics and fertilizer K requirements of illitic alluvial soils by two-step alternate methods. J. Indian Soc. Soil Sci. 43(2): 186-191.

29- Sparks D.L., and Libhardt W.C. 1982. Temperature effects of potassium exchange and selectivity in Delaware soils. Soil Sci. 133: 10-17.
30- Sparks D.L. 1987. Potassium dynamic in soils. Adva. Soil Sci.6: 1-63.
31- Sparks D.L. 2000. Bioavailability of soil potassium. P. 38-53. In: M.E. Sumner(ed.). Handbook of Soil Science. CRD Press. Boca Raton FL.
32- Steenkamp C.J., Theron A.A., and Bruyn J.A.De. 1989. Potassium fixation in an Arcadia soil. II. Fixation by the clay fraction. South African Journal of Plant and Soil .6(2): 86-91.
33- Twyford I.T., and Wright A.C.S. 1965. The Soil Resources of Fiji Islands, Vol. 1. Her Majesty's Printers, Suva, Figi, 152p.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 982-993

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۹۹۳-۹۸۲

Study of Potassium Fixation Capacity in Some Under-Cultivation Sugarcane Soils in Khuzestan

A. Bostani[1*]- Gh. Savaghebi[2]

Received:10-4-2010
Accepted:29-6-2011

Abstract

This study was conducted to investigate, under incubation conditions (FC moisture and temperature of 30^{o} c), the effect of the potassium concentration and the cultivation background on the K- fixation in Khuzestan's sugarcane under-cultivation soils. For this reason, 70 complex soil samples in 35 pairs each coupled out of two different depths (0-30 and 30-60 cm), chosen from the under-cultivation soils of 3 different farmland: Haft Tappeh Agro- industry (with a maximum cultivation background of 41 years), Karun (with a maximum cultivation background of 30 years), and sugarcane Development Plan (with a maximum cultivation background of 8 years) were supplied. In order to study of the effect of the Potassium concentration and the sugarcane cultivation background on the K- fixation, a factorial experiment with 4 levels of the K concentration (0, 150, 300, 600, mg kg^{-1}), and 4 levels of the cultivation background (less than 10 years, 10-20, 20-30, and more than 30) in based on completely randomized design was conducted. The results showed that the amount of Potassium fixation ranged from 17.74 mg kg^{-1} to 129.15 mg kg^{-1}. With an increase in the potassium concentration, the amount and percentage of the K- fixation were both increased ($p < 0.01$).the results showed that even after 6 month of incubation, about 70 percent of the K added still remained in the form of available for the plant. Until before 30 years of cultivation background, there was not observed any significant difference between various backgrounds and amount of K- fixation as well as increase in potassium availability, but at longer times, K-fixation was increased with increase of cultivation background. ($P<0.01$).The results showed that the amount of available Potassium, in 82.8 percent of the surface soils (0-30 cm), and 85.8 percent of subsurface soils (30-60 cm), is less than 120 mg/kg of soil. A negative and significant correlation between the amount of Potassium fixation and clay, PH, CEC, OM, exchangeable and available Potassium was obtained.

Keywords: Potassium fixation, Cultivation background, Sugarcane

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahed University
(*- Corresponding Author Email: Bostani_am@yahoo.com)
2- Associated Professor, Department of Soil Science, Agriculture and Natural Resources (Karaj), Tehran University