وضعیت پتاسیم در خاک‌های تحت کشت گندم و ارتباط آن با پتاسیم دانه در منطقه داراب، جنوب شرقی استان فارس

مهدی نجفی قیری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۹)

چکیده

وضعیت شکل‌های پتاسیم خاک و ارتباط آن با مقدار پتاسیم دانه گندم در زمان برداشت می‌تواند در مدیریت حاصلخیزی این عنصر مهم باشد. بدین‌منظور تعداد ۴۰ نمونه خاک سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی (عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر) و همچنین نمونه‌های دانه‌های گندم از مزارع شهرستان داراب که تحت کشت گندم بودند در خردادماه ۱۳۹۳ به‌صورت تصادفی برداشته شد. سپس ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی و شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی و همچنین مقدار پتاسیم دانه گندم اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی در خاک‌های مورد مطالعه به‌ترتیب در دامنه ۷۰-۱۵، ۴۴۳-۹۱ و ۱۱۸۲-۳۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. ارتباط معنی‌داری بین شکل‌های پتاسیم خاک و مقدار رس، کربنات کلسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی به‌دست آمد. اگرچه انتظار می‌رود که در مرحله پایانی رشد گندم مقدار پتاسیم به‌سهولت قابل‌استفاده خاک (پتاسیم محلول و تبادلی) کم باشد، اما اغلب خاک‌های مورد مطالعه دارای مقدار کافی پتاسیم بودند. همچنین ارتباط مثبت و معنی‌دار بین شکل‌های مختلف پتاسیم، نشان از به تعادل رسیدن مجدد شکل‌های پتاسیم در زمان برداشت گندم داشت. اگرچه ارتباط معنی‌داری بین مقدار پتاسیم دانه گندم و شکل‌های پتاسیم خاک به‌دست نیامد اما برای خاک‌های بافت ریز (رس>۳۰ درصد) نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک و درصد رس همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. این بدان معنی است که برای خاک‌های سنگین، استات آمونیم می‌تواند عصاره‌گیر مناسبی جهت تخمین وضعیت پتاسیم خاک و مقدار پتاسیم قابل‌استفاده گیاه در منطقه مورد مطالعه باشد.

واژه‌های کلیدی: استات آمونیم؛ خاک‌های آهکی؛ پتاسیم تبادلی؛ پتاسیم دانه گندم

۱. بخش مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mnajafighiri@yahoo.com

مقدمه

پتاسیم به‌طور متوسط ۲/۶ درصد وزنی پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و از اینرو هفتمین عنصر شیمیایی و چهارمین عنصر غذایی ضروری از نظر فراوانی در لیتوسفر می‌باشد. این عنصر برای انسان، گیاه و حیوان، ضروری می‌باشد. از بین تمام عناصر مورد نیاز گیاه که در ارتباط با بخش معدنی خاک می‌باشند پتاسیم دارای اهمیت فوق العاده‌ای است (۲۶). نیاز به پتاسیم برای رشد مطلوب گیاه در حدود ۵-۲ درصد وزن خشک بخش‌های رویشی، میوه‌های گوشتی، و غده‌هاست. در واقع پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون موجود در سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی می‌باشد. این عنصر دارای نقش‌های متعددی در گیاه بوده که مهم‌ترین آنها عبارتند از پایداری پ- هاش، تنظیم اسمز، فرآیندهای جابجایی در غشا و فعال کردن آنزیم‌ها. بیش از ۵۰ گونه آنزیم در گیاه وجود دارد که یا به‌طور کامل به پتاسیم وابسته هستند و یا به‌وسیله آن تحریک می‌شوند (۳). گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را از طریق ریشه و به‌وسیله جذب فعال از محلول خاک به دست می‌آورند.

خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک دارای مقادیر بالای پتاسیم به شکل‌های محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی می‌باشند و بین آنها روابط تعادلی وجود دارد (۱ و ۸). عوامل مختلفی می‌تواند بر مقادیر شکل‌های پتاسیم تأثیر بگذارد. این عوامل شامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مقدار کربنات کلسیم، مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی، کانی‌شناسی خاک، شرایط تشکیل و تکامل خاک‌ها، عمق خاک، وضعیت رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها و همچنین شرایط فیزیوگرافی اراضی می‌باشد (۱۸، ۱۹ و ۲۳). امروزه در نتیجه کشاورزی فشرده و استفاده از ارقام پر محصول و همچنین عدم استفاده از کودهای پتاسیم ممکن است بعضی از این خاک‌ها دچار کمبود پتاسیم گردند (۱). مقادیر پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی، ساختمانی و کل در خاک‌های آهکی جنوب ایران به ترتیب، ۲۶۰-۱، ۴۷۴-۷۵، ۱۹۲۰-۲۰۶، ۱۰۳۰۰-۱۱۰۰ و ۱۱۴۰۰-۱۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که به عوامل متعددی مانند کانی‌شناسی بخش رس و سیلت خاک، تکامل خاک و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک مرتبط می‌باشد (۴، ۱۵ و ۱۸). به‌هرحال با کاهش مقدار پتاسیم قابل‌استفاده گیاه در نتیجه جذب گیاهی، مقداری از پتاسیم غیرتبادلی می‌تواند آزاد شود و پتاسیم محلول و تبادلی را جایگزین کند که آهنگ آزادسازی این شکل پتاسیم بستگی به عوامل مختلفی از جمله کانی‌شناسی و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها دارد (۱۶ و ۱۷).

گندم از محصولات استراتژیک بوده و به‌طور گسترده‌ای در استان فارس و به‌خصوص داراب کشت می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که پتاسیم حدود ۰/۳ درصد از وزن دانه گندم را به خود اختصاص می‌دهد و از این نظر پس از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی است که به مقدار زیاد توسط گیاه جذب می‌شود (۲۷). گندم از جمله گیاهانی می‌باشد که به مقدار زیاد به پتاسیم نیاز دارد و مقدار پتاسیم جذب‌شده در هر فصل رشد حدود ۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و تقریباً به اندازه نیتروژن می‌باشد. تقریباً ۷۰ درصد پتاسیم جذب‌شده به‌وسیله گندم در بخش رویشی و بقیه در دانه گندم وجود دارد (۷ و ۲۷). به‌هرحال تحقیقات نشان داده است که مقدار پتاسیم دانه رسیده گندم ارتباطی با وضعیت پتاسیم خاک نداشته و مقداری ثابت (حدود ۰/۳ درصد) می‌باشد (۱۳ و ۲۷)

با توجه با این نکته که معمولاً در اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک مقدار کمی کود پتاسیم استفاده می‌شود آگاهی از وضعیت پتاسیم خاک و تغییراتی که در شکل‌های مختلف پتاسیم پس از برداشت گندم اتفاق می‌افتد، می‌تواند در مدیریت کاربرد این عنصر بسیار مفید باشد. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین شکل‌های مختلف پتاسیم در زمان برداشت گندم در خاک‌های شهرستان داراب، تعیین عوامل خاکی مؤثر بر مقدار پتاسیم خاک و بررسی ارتباط بین پتاسیم دانه گندم با شکل‌های مختلف پتاسیم خاک می‌باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند در مدیریت کاربرد کودهای پتاسیم با توجه به ویژگی‌های خاک و شکل‌های مختلف پتاسیم خاک با اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها

ابتدا تعداد ۲۰ مزرعه گندم (تحت کشت رقم چمران) در منطقه داراب به‌صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌های مرکب از پنج نقطه زمین از خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی (۴۰-۲۰ سانتی‌متر) با استفاده از مته نمونه‌برداری برداشته شد. منطقه داراب (جنوب شرق استان فارس) در محدوده طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۶۷ تا ۱۱۱۵ متر از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است. تحقیقات محلی نشان داد که مصرف کودهای پتاسیم در بیشتر مزارع مورد مطالعه به‌طور متوسط کمتر از ۵۰ کیلوگرم در هکتار در سال بوده است. تعداد ۲۰ نمونه گیاهی گندم نیز از مزارع مورد مطالعه از پنج نقطه جهت اندازه‌گیری درصد پتاسیم دانه برداشت گردید. نمونه‌برداری در زمان برداشت یا نزدیک به برداشت گندم در خردادماه ۱۳۹۳ صورت گرفت (مرحله رسیدن کامل دانه). نمونه‌های خاک پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و شکل‌های مختلف پتاسیم به آزمایشگاه منتقل گردید. آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل توزیع اندازه ذرات خاک (۲۱)، پ-هاش (۲۲)، کربنات کلسیم معادل (۲۲)، قابلیت هدایت الکتریکی (۲۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی (۶) و مقدار کربن آلی (۲۰) روی نمونه‌ها صورت گرفت. اندازه‌گیری شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی به روش هلمک و اسپارکز (۹) انجام شد. پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک، پتاسیم تبادلی خاک با استات آمونیم یک نرمال پ - هاش ۷ و پتاسیم غیرتبادلی با اسید نیتریک یک نرمال جوشان اندازه‌گیری گردیدند (۹). غلظت پتاسیم در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه‌گیری گردید. پتاسیم تبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به‌وسیله استات آمونیم از پتاسیم محلول و پتاسیم غیرتبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به‌وسیله اسید نیتریک از استات آمونیم محاسبه گردید. همه اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار صورت گرفت. درصد اشباع پتاسیم نمونه‌ها با تقسیم مقدار پتاسیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب درصد به‌دست آمد.

نمونه‌های دانه گندم نیز پس از جدا کردن از کاه و کلش آسیاب‌شده و در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر گردید. خاکستر حاصل با اسید کلریدریک دو مولار عصاره‌گیری و سپس غلظت پتاسیم در آن با دستگاه شعله‌سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه‌گیری گردید (۲۱). جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم‌افزارهای SPSS ۲۰ و Microsoft Office Excel ۲۰۱۳ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌داری استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) بررسی ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه اگرچه دارای وسعت کمی است اما دارای خاک‌های متنوعی از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی می‌باشد (جدول ۱). مقدار رس در خاک‌های سطحی از ۱۵ تا ۵۲ درصد متغیر می‌باشد. مقدار شن نیز در خاک‌های سطحی متنوع و از ۱۴ تا ۶۳ درصد تغییر می‌کند. همه خاک‌ها دارای مقادیر قابل ملاحظه کربنات کلسیم معادل می‌باشند و مقدار آن در افق‌های سطحی از ۳۶ تا ۶۲ درصد و در خاک‌های زیرسطحی از ۳۸ تا ۵۷ درصد متغیر می‌باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه ۷/۳ تا ۲۱/۰ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم تغییر می‌کند. خاک‌های مورد مطالعه اگرچه در منطقه گرم و خشک با رژیم رطوبتی اریدیک-یوستیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک (۲) قرار دارند، ولی با توجه به اینکه تحت کشت گندم آبی بودند دارای دامنه باریک‌تری از شوری بوده و قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های سطحی کمتر از ۴/۱ دسی‌زیمنس بر متر و در خاک‌های زیرسطحی کمتر از ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. البته براساس طبقه‌بندی ماس و هافمن (۱۰) گندم جزء گیاهان مقاوم به شوری بوده و با توجه به مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک‌های مورد مطالعه، به‌نظر

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مقادیر شکل‌های پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	خاک سطحی (۰-۲۰ سانتی‌متر)			خاک زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتی‌متر)		
	دامنه	میانگین	انحراف معیار	دامنه	میانگین	انحراف معیار
رس، ٪	۱۵-۵۲	۳۳[a]	۱۱	۱۵-۵۶	۳۴[a]	۱۲
سیلت، ٪	۲۰-۵۰	۳۵[b]	۸	۲۰-۵۰	۳۴[a]	۹
شن، ٪	۱۴-۶۳	۳۲[a]	۱۶	۱۴-۶۳	۳۲[a]	۱۶
کربنات کلسیم معادل، ٪	۳۶-۶۲	۴۶[a]	۶	۳۸-۵۷	۴۶[a]	۵
پ-هاش	۷/۶۰-۸/۲۱	۷/۹۷[a]	۰/۱۳	۷/۵۸-۸/۳۴	۷/۹۸[a]	۰/۱۵
قابلیت هدایت الکتریکی، $dS\ m^{-1}$	۰/۳-۴/۱	۱/۰[a]	۱/۱	۰/۳-۵/۵	۱/۲[a]	۱/۶
ظرفیت تبادل کاتیونی، $cmol(+)\ kg^{-1}$	۷/۳-۲۱/۰	۱۱/۳[a]	۳/۷	۷/۰-۲۰/۲	۱۱/۱[a]	۳/۶
پتاسیم محلول، $mg\ kg^{-1}$	۱۵-۷۰	۴۳[a]	۱۴	۲۰-۶۰	۳۹[a]	۹
پتاسیم تبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۹۷-۴۴۳	۲۲۶[a]	۸۷	۹۱-۳۹۴	۲۱۳[b]	۷۹
پتاسیم غیرتبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۴۴۸-۱۱۸۲	۷۵۸[a]	۲۰۳	۳۹۶-۱۱۵۶	۷۴۱[a]	۲۰۶
اشباع پتاسیم، ٪	۲/۹-۹/۲	۵/۲[a]	۱/۶	۲/۷-۸/۹	۵/۰[a]	۱/۶

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون دانکن می‌باشد.

می‌رسد این فاکتور، عامل محدود کننده‌ای برای جوانه‌زنی، رشد رویشی و عملکرد گندم به‌حساب نمی‌آید. به هرحال همان‌طورکه در جدول (۱) مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های خاک بین افق سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. براساس جدول (۲) ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار شوری و بافت خاک به‌دست آمد. در واقع با رسی‌شدن بافت خاک و کاهش مقدار شن، شوری خاک هم افزایش می‌یابد که این می‌تواند به‌دلیل نفوذپذیری کم خاک‌های رسی و در نتیجه عدم آب‌شویی کافی املاح محلول در این خاک‌ها باشد.

ب) شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه

مقدار پتاسیم محلول در خاک‌های مورد مطالعه در افق‌های سطحی به ۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک‌های زیرسطحی به ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد. اگرچه مقدار پتاسیم محلول در این خاک‌ها بالا می‌باشد اما این مقدار در دامنه مقدار پتاسیم محلول گزارش‌شده توسط نجفی قیری و همکاران (۱۸) برای خاک‌های استان فارس می‌باشد که بیان کردند پتاسیم محلول در خاک‌های استان فارس می‌تواند تا ۲۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد که البته مقادیر بالاتر مربوط به خاک‌های مناطق خشک بدون پتانسیل آب‌شویی عمقی و خاک‌هایی که کود پتاسیم دریافت کرده‌اند، می‌باشد. به‌هرحال تفاوت معنی‌داری بین پتاسیم محلول در خاک سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم محلول و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین بین پتاسیم محلول و کربنات کلسیم معادل ارتباط منفی و معنی‌داری وجود داشت. اگرچه انتظار می‌رود که ارتباط منفی بین مقدار پتاسیم محلول و درصد رس وجود داشته باشد و در واقع با افزایش مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی، یون‌های پتاسیم تمایل به جذب روی سطوح تبادلی داشته باشند اما شاید ارتباط مثبت به‌دست آمده در این مطالعه را بتوان به ممانعت رس از آب‌شویی پتاسیم محلول و سایر یون‌ها در نتیجه کاهش نفوذپذیری خاک دانست. وجود ارتباط مثبت بین مقدار رس و قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های مورد مطالعه این فرضیه را تأیید می‌کند. در

جدول ۲. ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک و شکل‌های پتاسیم

ویژگی‌ها	سیلت	شن	کربنات کلسیم معادل	قابلیت هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	اشباع پتاسیم
رس	۰/۲۸	-۰/۸۶**	-۰/۲۲	۰/۳۳*	۰/۸۰**	۰/۳۰*	۰/۸۱**	۰/۸۵**	۰/۷۷**
سیلت	۱	-۰/۷۳**	۰/۲۵	۰/۴۱**	-۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱۰
شن		۱	۰/۰۲	-۰/۴۵**	-۰/۵۱**	-۰/۱۷	-۰/۶۵**	-۰/۷۳**	-۰/۵۷**
کربنات کلسیم معادل			۱	۰/۰۳	-۰/۵۱**	-۰/۵۶**	-۰/۴۴**	-۰/۴۵**	-۰/۴۰**
قابلیت هدایت‌الکتریکی				۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۰۵
ظرفیت تبادل کاتیونی					۱	۰/۶۴**	۰/۷۵**	۰/۶۹**	۰/۵۹**
پتاسیم محلول						۱	۰/۵۵**	۰/۵۸**	۰/۶۵**
پتاسیم تبادلی							۱	۰/۸۷**	۰/۹۷**
پتاسیم غیرتبادلی								۱	۰/۹۲**

*، **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد با آزمون دانکن

حقیقت در خاک‌هایی که پتانسیل آب‌شویی کمتر است به‌دلیل تعادل بین شکل‌های پتاسیم، مقدار شکل‌های مختلف پتاسیم می‌تواند بالاتر از خاک‌های با پتانسیل آب‌شویی زیاد مانند خاک‌های شنی و یا مناطق با بارندگی زیاد باشد. تعادل بین شکل‌های پتاسیم را می‌توان از ارتباط مثبت و معنی‌دار به‌دست آمده بین این شکل‌ها در جدول (۲) تأیید کرد.

پتاسیم تبادلی که مانند پتاسیم محلول شکل به سهولت قابل‌استفاده این عنصر برای گیاه می‌باشد دارای مقادیر از ۹۷ تا ۴۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک‌های سطحی و از ۹۱ تا ۳۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک‌های زیرسطحی بود. خاک‌های سطحی دارای مقدار پتاسیم تبادلی بیشتری نسبت به خاک‌های زیرسطحی بودند که این می‌تواند به‌دلیل امکان هوادیدگی بیشتر کانی‌های پتاسیم‌دار در خاک‌های سطحی و همچنین اضافه شدن کودهای حاوی پتاسیم و مواد آلی که سرشار از پتاسیم هستند در خاک‌های سطحی باشد (۱۸). نجفی قیری و همکاران (۱۸) مقدار پتاسیم تبادلی را در خاک‌های استان فارس در افق‌های سطحی و زیر سطحی به‌ترتیب تا ۴۷۴ و ۴۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. پتاسیم تبادلی ارتباط مثبت و معنی‌داری با مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی و ارتباط منفی با کربنات کلسیم معادل و شن داشت که البته با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران هم‌خوانی دارد (۱۴، ۱۸ و ۲۴).

پتاسیم غیرتبادلی که شکل به کندی قابل‌استفاده پتاسیم برای گیاه است نیز در خاک‌های سطحی و زیر سطحی به‌ترتیب از ۴۴۸ تا ۱۱۸۲ و از ۳۹۶ تا ۱۱۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم تغییر می‌کند و تفاوتی بین خاک‌های سطحی و زیر سطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم غیرتبادلی و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به‌دست آمد در حالی‌که این ارتباط با مقدار شن و کربنات کلسیم معادل منفی و معنی‌دار بود. ارتباط

معنی‌دار به‌دست آمده بین شکل‌های مختلف پتاسیم (جدول ۲) نشانگر این موضوع می‌تواند باشد که این شکل‌ها در مرحله رسیدن کامل گندم به تعادل نسبی رسیده‌اند؛ اگرچه انتظار است که در مراحل پایانی رشد گندم از مقدار پتاسیم محلول و تبادلی نسبت به پتاسیم غیرتبادلی کاسته شده باشد. پتاسیم غیرتبادلی یکی از شکل‌های مهم پتاسیم بوده و در دراز مدت می‌تواند مقدار زیادی پتاسیم در اختیار گیاه قرار دهد. مقدار این شکل پتاسیم معمولاً بیشتر از پتاسیم محلول و تبادلی بوده اما قابلیت استفاده آن برای گیاه به سهولت پتاسیم تبادلی و محلول نیست. در واقع با جذب پتاسیم محلول و تبادلی به‌وسیله ریشه گیاه و کاهش مقدار آن در خاک، پتاسیم غیرتبادلی در طول زمان آزاد شده و بخشی از نیازهای گیاه را تأمین می‌کند. مقدار پتاسیم غیرتبادلی آزادشده بستگی به عوامل مختلف از جمله نوع کانی‌های بخش رس، تکامل خاک و سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها دارد (۱۱، ۱۲ و ۲۵).

درصد اشباع پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه از ۲/۹ تا ۹/۲ درصد (میانگین ۵/۲ درصد) متغیر بود و همبستگی مثبت و معنی‌دار با مقدار رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و شکل‌های پتاسیم و ارتباط منفی با درصد شن و کربنات کلسیم معادل داشت (جدول ۲). مقادیر به‌دست آمده برای درصد اشباع پتاسیم موافق نتایج نجفی قیری و همکاران (۱۸) برای خاک‌های ایران و بسیار بالاتر از نتایج الزبیدی و همکاران (۵) برای خاک‌های لبنان می‌باشد.

ج) ارتباط درصد پتاسیم دانه گندم با شکل‌های پتاسیم خاک

پژوهشگران عصاره‌گیرهای متعددی را جهت یافتن ارتباط پتاسیم خاک و پتاسیم جذب‌شده به‌وسیله گیاه و در نتیجه شناسایی خاک‌های دچار کمبود پتاسیم پیشنهاد کرده‌اند که البته عمده این پژوهش‌ها در شرایط گلخانه و برای خاک‌های متنوع انجام شده و قابل تعمیم به محیط مزرعه و همه نوع خاک نمی‌باشد. بررسی مقدار پتاسیم در نمونه‌های دانه گندم برداشت‌شده از ۲۰ مزرعه مطالعاتی نشان داد که ۰/۳۲ تا ۰/۴۵ درصد (میانگین ۰/۳۸ درصد) از وزن دانه را پتاسیم به خود اختصاص می‌دهد. پژوهشگران (۱۳ و ۲۷) بیان می‌کنند که مقدار پتاسیم موجود در دانه رسیده گندم صرف‌نظر از مقدار پتاسیم خاک و تیمارهای کودی پتاسیم حدود ۰/۳ درصد از وزن خشک می‌باشد و افزایش پتاسیم خاک فقط سبب افزایش پتاسیم در قسمت‌های رویشی گیاه می‌شود که البته با نتایج به‌دست آمده مطابقت ندارد. اگرچه ارتباط معنی‌داری بین مقدار پتاسیم دانه گندم و شکل‌های پتاسیم به‌دست نیامد اما برای خاک‌های بافت ریز (رس>۳۰ درصد) نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک (r = ۰/۶۰*) و درصد رس خاک (r = ۰/۵۸*) همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. این بدان‌معنی است که برای خاک‌های سنگین استات آمونیم می‌تواند عصاره‌گیر مناسبی جهت تخمین وضعیت پتاسیم خاک و مقدار پتاسیم قابل‌استفاده گیاه در منطقه مورد مطالعه باشد. از طرف دیگر، آنالیز رگرسیون گام به گام نشان داد که مقدار پتاسیم دانه گندم ارتباط با مقدار رس و پ‌هاش خاک دارد [Seed K= -۷۲+۰۰۲(Clay) + ۱۳(pH)] و با دانستن مقدار رس و پ‌هاش خاک می‌توان مقدار پتاسیم جذب‌شده به‌وسیله گیاه را تخمین زد که این می‌تواند در توصیه مصرف کودهای پتاسیم حائز اهمیت باشد. به‌هرحال ذکر این نکته ضروری است که این نتایج را نمی‌توان به سایر مناطق تعمیم داد و به‌نظر می‌رسد که تغییر در عواملی مانند وضعیت رژیم رطوبتی و حرارتی خاک (اقلیم)، تکامل خاک و وضعیت فیزیوگرافی اراضی و نوع مواد مادری می‌تواند حائز اهمیت باشد (۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اغلب خاک‌های مورد مطالعه در زمان برداشت گندم هنوز دارای مقادیر کافی پتاسیم به شکل‌های مختلف می‌باشند و تعادل بین شکل‌های پتاسیم نیز در این زمان همچنان وجود دارد. همچنین با افزایش مقدار رس در خاک‌ها مقادیر همه شکل‌های پتاسیم افزایش می‌یابد که این می‌تواند اهمیت بافت خاک را در پیش‌بینی وضعیت حاصلخیزی

پتاسیم خاک و همچنین چرخه این عنصر و در نتیجه مدیریت حاصلخیزی آن مورد توجه قرار دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که توانایی عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم ممکن است حتی در یک مقیاس جغرافیایی کوچک نیز برای بعضی خاک‌ها ضعیف باشد. در مطالعه انجام شده به‌نظر می‌رسد استات آمونیم عصاره‌گیر مناسبی برای تعیین وضعیت پتاسیم در خاک‌های بافت ریز باشد.

منابع مورد استفاده

۱. بلالی، م. ر. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات پتاسیم تبادلی در خاک‌های کشاورزی ایران. خاک و آب ۱۲(۳): ۷۰-۵۹.

۲. بنائی، م. ح. ۱۳۷۸. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

۳. خلدبرین، ب. و ط. اسلامزاده. ۱۳۸۰. *تغذیه معدنی گیاهان عالی*. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

۴. نجفی قیری، م. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی‌شناسی و وضعیت پتاسیم در خاک‌های استان فارس. پایان‌نامه دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

5. Al-Zubaidi, A., S. Yanni and I. Bashour. 2008. Potassium status in some Lebanese soils. Lebanese Sci. J. 9(1): 81-97.
6. Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. PP. 891-901. *In*: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. America Society of Agronomy, Madison, WI.
7. Gregory, P., D. Crawford and M. McGowan. 1979. Nutrient relations of winter wheat: 1. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. The J. Agric. Sci. 93(2): 485-494.
8. Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale, and W. L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. Prentice-Hall International (UK) Limited, London.
9. Helmeke, P. A. and D. L. Sparks. 1996. Methods of soil analysis, Part 3: Chemical methods. American Society of Agronomy, Madison, WI.
10. Mass, E.V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt current assessment. J. Irrig. Drainage Div. 103(2): 115-134.
11. Mengel, K. and Rahmatullah. 1994. Exploitation of potassium by various crop species from primary minerals in soils rich in micas. Biol. Fertil. Soils, 17: 75– 79.
12. Mengel, K. and K. Uhlenbecker. 1993. Determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 561-566.
13. Merbach, W., J. Garz, W. Schliephake, H. Stumpe, and L. Schmidt. 2000. The long-term fertilization experiments in Halle (Saale), Germany — introduction and survey. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 629–638.
14. Nabiollahy, K., F. Khormali, K. Bazargan and S. Ayoubi. 2006. Forms of K as a function of clay mineralogy and soil development. Clay Miner. 41: 739-749.
15. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, F. Jaberian and H. R. Owliaie. 2010. Relationship between soil potassium forms and mineralogy in highly calcareous soils of southern Iran. Aust. J. Basic. Appl. Sci. 4(3): 434-441.
16. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, and F. Jaberian. 2011. Factors affecting potassium release in calcareous soils of southern Iran. Soil Res. 49(6): 529-537.
17. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, N. Karimian, H. Owliaie and F. Khormali. 2011. Kinetics of non-exchangeable potassium release as a function of clay mineralogy and soil taxonomy in calcareous soils of southern Iran. Arch. Agron. Soil Sci. 57(4): 343-363.
18. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, H. R. Owliaie, S. S. Hashemi and H. Koohkan. 2011. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Res. Manage. 25: 313-327.
19. Natarajan, S. and A. Renukadevi. 2003. Vertical distribution of forms of potassium in major soil series of Tamil Nadu. Acta Agronomica Hungarica 51(3): 339-346.
20. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 539-579. *In*: Page, A. L. (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
21. Rowell, D. L. 1994. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.
22. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook No. 60. United States Department of Agriculture Washington, D.C.
23. Sharpley, A. N. 1989. Relationship between potassium forms and mineralogy. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 1023-1028.
24. Sinha, A. K. and S. Biswas. 2003. Distribution of different forms of potassium in surface and subsurface horizons of

some well established soils of West Bengal under the order Inceptisols. J. of Interacademicia 7(3): 286-291.
25. Sparks, D. L. 2000. Bioavailability of soil potassium. PP. 38-53. *In*: Sumner, M. E. (Ed.), Handbook of soil science. CRC Press: Boca Raton, FL.
26. Sparks, D. L. and P. M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. PP. 201-276. *In*: Munson R. D. (Ed.), Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI.
27. Zorb, C., M. Senbayram and E. Peiter. 2014. Potassium in agriculture-status and perspectives. J. of Plant Physiol., 171(9): 656-669.

Potassium Status in Wheat-cultivated Soils and its Relationship with Grain K in Darab Region, Southeastern Fars Province

M. Najafi-Ghiri

(Received: April 5-2015 ; Accepted : May 8-2016)

Abstract

The status of soil K forms and its relationship with K content in wheat grain at harvest period may be important for nutrient fertility management. For this purpose, 40 surface (0-20 cm) and subsurface (20-40 cm) soil samples and also grain samples from wheat fields of Darab region were randomly sampled in 2014. Then physicochemical properties of the soils and the contents of soluble, exchangeable and non-exchangeable K and contents of K in wheat grains were determined. Results indicated that content of soluble, exchangeable and non-exchangeable K in the studied soils ranged 15-70, 91-443 and 396-1182 mg kg^{-1}, respectively. Significant relationships were obtained between soil K forms and clay, calcium carbonate and CEC. Although it is expected that content of easily available K (soluble and exchangeable K) was low at late stage of wheat growth, most soils had sufficient K content. The positive and significant relationship among different K forms was indicative of the K forms equilibration at the time of wheat harvesting. Although there is not a relationship between K content in wheat grain and soil K forms, it was shown that K content of wheat grain was correlated with soil exchangeable K and clay content in fine-textured soils (clay > 30%). It means that ammonium acetate may be a suitable extractant for estimation of soil K status and plant available K of heavy-textured soils in the studied region.

Keywords*:* Ammonium acetate, Calcareous soils, Exchangeable K, Wheat grain K

1. Dept. of Range and Watershed Manage., College of Agr. and Natural Resources of Darab, Shiraz Univ., Darab, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mnajafighiri@yahoo.com