تأثیر کشت گندم بر شکلهای مختلف پتاسیم خاک (مطالعه موردی: اراضی داراب، جنوب شرقی فارس)

مهدی نجفی قیری [۱]، شاهرخ عسکری [۲]، اسماعیل فرخ نژاد [۲]، عبدالله ستوده [۲]
۱- استادیار دانشگاه شیراز ۲- کارشناسان دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده
شکل‌های مختلف پتاسیم بر اثر کشت گندم می تواند تحت تأثیر قرار گیرد. تعداد ۴۰ نمونه خاک سطحی و زیرسطحی و نمونه‌های دانه گندم از مزارع شهرستان داراب که تحت کشت گندم بودند برداشته شد. سپس ویژگی های مختلف فیزیکی و شیمیایی و شکلهای مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی و مقدار پتاسیم دانه گندم اندازه گیری گردید. پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی در خاکهای مورد مطالعه به ترتیب در دامنه ۱۵-۷۰، ۹۱-۴۴۳ و ۳۹۶-۱۱۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم بودند. ارتباط معنی داری بین شکلهای پتاسیم خاک و مقدار رس، کربنات کلسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد. اگر چه انتظار می رود که در مرحله پایانی رشد گندم مقدار پتاسیم به سهولت قابل استفاده کم باشد اما اغلب خاکهای مورد مطالعه دارای مقدار کافی پتاسیم بودند. برای خاکهای بافت ریز نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک و درصد رس همبستگی مثبت و معنی داری دارد.

واژه های کلیدی: پتاسیم تبادلی، خاکهای آهکی، استات آمونیم، پتاسیم دانه گندم

مقدمه
شکلهای مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. مهمترین این عوامل عبارتند از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مقدار کربنات کلسیم، مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی، کانی شناسی خاک، شرایط تشکیل و تکامل خاکها، عمق خاک، وضعیت رژیم های رطوبتی و حرارتی خاکها و همچنین شرایط فیزیوگرافی اراضی می باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ ناتاراجان و رنوکادوی، ۲۰۰۳؛ شارپلی، ۱۹۸۹). خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک دارای مقادیر قابل ملاحظه ای پتاسیم می باشند اما امروزه در نتیجه کشاورزی فشرده و استفاده از ارقام پرمحصول و همچنین عدم استفاده از کودهای پتاسیم بعضی از این خاکها دچار کمبود پتاسیم گردیده‌اند (بلالی و ملکوتی، ۱۳۷۷). این عنصر حدود ۳/۰ درصد از وزن دانه گندم را به خود اختصاص می دهد و از این نظر پس از نیتروژن مهمترین عنصر غذایی است که به مقدار زیاد توسط گیاه جذب می شود (زورب و همکاران، ۲۰۱۴). گندم از جمله گیاهانی می باشد که به مقدار زیاد به پتاسیم نیاز دارد و مقدار پتاسیم جذب شده در هر فصل رشد حدود ۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و تقریبا به اندازه نیتروژن می باشد. تقریبا ۷۰ درصد پتاسیم جذب شده به وسیله گندم در بخش رویشی و بقیه در دانه گندم وجود دارد (گرگوری و همکاران، ۱۹۷۹؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴). به هر حال تحقیقات نشان داده است که مقدار پتاسیم دانه رسیده گندم ارتباطی با وضعیت پتاسیم خاک نداشته و مقداری ثابت (حدود ۳/۰ درصد) می باشد (مرباخ و همکاران، ۲۰۰۰؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴).
با توجه با این نکته که معمولا در اراضی مناطق خشک و نیمه خشک مقدار کمی کود پتاسیم استفاده می شود آگاهی از وضعیت پتاسیم خاک و تغییراتی که در شکلهای مختلف پتاسیم پس از برداشت گندم اتفاق می افتد می تواند در مدیریت کاربرد این عنصر بسیار مفید باشد. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین شکل های مختلف پتاسیم در زمان برداشت گندم در خاکهای شهرستان داراب، تعیین فاکتورهای خاکی موثر بر مقدار پتاسیم خاک و بررسی ارتباط بین پتاسیم دانه گندم با شکلهای مختلف پتاسیم خاک می باشد. نتایج این پژوهش می تواند در مدیریت کاربرد کودهای پتاسیم با توجه به ویژگی های خاک و شکلهای مختلف پتاسیم خاک با اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها
۴۰ نمونه خاک سطحی (۰-۲۰ سانتیمتر) و زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتیمتر) از مزارع تحت کشت گندم در منطقه داراب (جنوب شرق استان فارس) که 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 با استفاده از مته نمونه برداری برداشته شد. نمونه های گیاهی گندم نیز جهت اندازه گیری درصد پتاسیم دانه از مزارع مورد نظر برداشت گردید. نمونه برداری در زمان برداشت یا نزدیک به برداشت گندم صورت گرفت (مرحله رسیدن کامل دانه). نمونه های خاک پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلیمتری جهت اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و شکل های مختلف پتاسیم به آزمایشگاه منتقل گردید. آزمایش های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل توزیع اندازه ذرات خاک (روول، ۱۹۹۴)، پ هاش (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، کربنات کلسیم معادل (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی (چاپمن، ۱۹۶۵) و مقدار کربن آلی (نلسون و سومرز، ۱۹۹۶) روی نمونه‌ها صورت گرفت. اندازه‌گیری شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی

و غیرتبادلی به روش هلمک و اسپارکز (۱۹۹۶) 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. غلظت پتاسیم در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه‌گیری گردید. پتاسیم تبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله استات آمونیم از پتاسیم محلول و پتاسیم غیرتبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله اسید نیتریک از استات آمونیم محاسبه گردید. همه اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار صورت گرفت. درصد اشباع پتاسیم نمونه ها با تقسیم مقدار پتاسیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب درصد به دست آمد.

نمونه های دانه گندم نیز پس از جدا کردن از کاه و کلش آسیاب شده و در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر گردید. خاکستر حاصل با اسید کلریدریک دو مولار عصاره گیری و سپس غلظت پتاسیم در آن با دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه گیری گردید. جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای 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 ویژگی های خاکهای مورد مطالعه

مقادیر ویژگی های مختلف خاکهای مورد مطالعه شامل توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی و شکلهای مختلف پتاسیم در جدول ۱ آورده شده است. به طور کلی تفاوت معنی داری در ویژگی های خاک بین افق سطحی و زیرسطحی وجود ندارد.

جدول ۱ - ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و مقادیر شکل های پتاسیم در خاکهای مورد مطالعه

ویژگی های خاک	خاک سطحی (۰-۲۰ سانتیمتر)			خاک زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتیمتر)		
	دامنه	میانگین	انحراف معیار	دامنه	میانگین	انحراف معیار
رس، %	۱۵-۵۲	a۳۳	۱۱	۱۵-۵۶	a۳۴	۱۲
سیلت، %	۲۰-۵۰	b۳۵	۸	۲۰-۵۰	a۳۴	۹
شن، %	۱۴-۶۳	a۳۲	۱۶	۱۴-۶۳	a۳۲	۱۶
کربنات کلسیم معادل، %	۳۶-۶۲	a۴۶	۶	۳۸-۵۷	a۴۶	۵
پ هاش	۶۰/۷-۲۱/۸	a۹۷/۷	۱۳/۰	۵۸/۷-۳۴/۸	a۹۸/۷	۱۵/۰
قابلیت هدایت الکتریکی، $dS\ m^{-1}$	۳/۰-۱/۴	a۰/۱	۱/۱	۳/۰-۵/۵	a۲/۱	۶/۱
ظرفیت تبادل کاتیونی، $cmol(+)\ kg^{-1}$	۳/۷-۰/۲۱	a۳/۱۱	۷/۳	۰/۷-۲/۲۰	a۱/۱۱	۶/۳
پتاسیم محلول، $mg\ kg^{-1}$	۱۵-۷۰	a۴۳	۱۴	۲۰-۶۰	a۳۹	۹
پتاسیم تبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۹۷-۴۴۳	a۲۲۶	۸۷	۹۱-۳۹۴	b۲۱۳	۷۹
پتاسیم غیرتبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۴۴۸-۱۱۸۲	a۷۵۸	۲۰۳	۳۹۶-۱۱۵۶	a۷۴۱	۲۰۶

. حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها با آزمون دانکن می باشد

ب) شکل‌های مختلف پتاسیم در خاکهای مورد مطالعه

مقدار پتاسیم محلول در خاکهای مورد مطالعه در افق های سطحی به ۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم و در خاکهای زیرسطحی به ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم می رسد ولی اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد. اگرچه مقدار پتاسیم محلول در این خاکها بالا می باشد اما این مقدار در دامنه مقدار پتاسیم محلول گزارش شده توسط نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) برای خاکهای استان فارس می باشد که بیان کردند پتاسیم محلول در خاکهای استان فارس می تواند تا ۲۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد که البته مقادیر بالاتر مربوط به خاکهای مناطق خشک بدون پتانسیل آبشویی عمقی و خاکهایی که کود پتاسیم دریافت کرده اند می باشد. به هر حال تفاوت معنی داری بین پتاسیم محلول در خاک سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی داری بین پتاسیم محلول و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد (جدول ۲).

پتاسیم تبادلی که مانند پتاسیم محلول شکل به سهولت قابل استفاده این عنصر برای گیاه می باشد دارای مقادیر از ۹۷ تا ۴۴۳ میلی گرم بر کیلوگرم در خاکهای سطحی و از ۹۱ تا ۳۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم در خاکهای زیرسطحی بود. خاکهای سطحی دارای مقدار پتاسیم تبادلی بیشتری نسبت به خاکهای زیرسطحی بودند که این می تواند به دلیل امکان هوادیدگی بیشتر کانی ها ی پتاسیم دار در خاکهای سطحی و همچنین اضافه شدن کودهای حاوی پتاسیم و مواد آلی که سرشار از پتاسیم هستند در خاکهای سطحی باشد. نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) مقدار پتاسیم تبادلی را در خاکهای استان فارس در افقهای سطحی و زیر سطحی به ترتیب تا ۴۷۴ و ۴۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. پتاسیم تبادلی ارتباط مثبت و معنی داری 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 (نبی الهی و همکاران، ۲۰۰۶؛ نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ سینها و بیسواس، ۲۰۰۳).

پتاسیم غیرتبادلی که شکل به کندی قابل استفاده پتاسیم برای گیاه است نیز در خاکهای سطحی و زیر سطحی به ترتیب از ۴۴۸ تا ۱۱۸۲ و از ۳۹۶ تا ۱۱۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم تغییر می کند و تفاوتی بین خاکهای سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی داری بین پتاسیم غیرتبادلی و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد در حالیکه این ارتباط با مقدار شن و کربنات کلسیم معادل منفی و معنی دار بود. ارتباط معنی دار به دست آمده بین شکلهای مختلف پتاسیم (جدول ۲) نشانگر این موضوع می تواند باشد که این شکل ها در مرحله رسیدن کامل گندم به تعادل نسبی رسیده اند؛ اگرچه انتظار است که در مراحل پایانی رشد گندم از مقدار پتاسیم محلول و تبادلی نسبت به پتاسیم غیرتبادلی کاسته شده باشد.

جدول ۲- ضریب همبستگی بین ویژگیهای خاک و شکلهای پتاسیم

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

معنی دار در سطح به ترتیب ۵ و ۱ درصد با آزمون دانکن :، ***

ج) ارتباط درصد پتاسیم دانه گندم با شکلهای پتاسیم خاک

بررسی مقدار پتاسیم در نمونه های دانه گندم برداشت شده از ۲۰ مزرعه مطالعاتی نشان داد که ۳۲/۰ تا ۴۵/۰ درصد (میانگین ۳۸/۰ درصد) از وزن دانه را پتاسیم به خود اختصاص می دهد. پژوهشگران (مرباخ و همکاران، ۲۰۰۰؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴) بیان می کنند که مقدار پتاسیم موجود در دانه رسیده گندم صرفنظر از مقدار پتاسیم خاک و تیمارهای کودی پتاسیم حدود ۳/۰ درصد از وزن خشک می باشد و افزایش پتاسیم خاک فقط سبب افزایش پتاسیم در قسمتهای رویشی گیاه می شود که البته با نتایج به دست آمده مطابقت ندارد. اگرچه ارتباط معنی داری بین مقدار پتاسیم دانه گندم و شکل های پتاسیم بدست نیامد اما برای خاکهای بافت ریز (رس> ۳۰ درصد) نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک (* r = ۶۰/۰) و درصد رس خاک (* r = ۵۸/۰) همبستگی مثبت و معنی داری دارد. این بدان معنی است که برای خاکهای سنگین استات آمونیم می تواند عصاره گیر مناسبی جهت تخمین وضعیت پتاسیم خاک و مقدار پتاسیم قابل استفاده گیاه در منطقه مورد مطالعه باشد. از طرف دیگر می توان گفت که با دانستن مقدار رس خاک در خاکهای ریزبافت می توان مقدار پتاسیم جذب شده به وسیله گیاه را تخمین زد که این می تواند در توصیه مصرف کودهای پتاسیم حائز اهمیت باشد. به هر حال ذکر این نکته ضروری است که این نتایج را نمی توان به سایر مناطق تعمیم داد و به نظر می رسد که تغییر در عواملی مانند وضعیت رژیم رطوبتی و حرارتی خاک (اقلیم)، تکامل خاک و وضعیت فیزیوگرافی اراضی و نوع مواد مادری می تواند حائز اهمیت باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱).

منابع

بلالی م.ر. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات پتاسیم تبادلی در خاک های کشاورزی ایران. خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳. صفحه های ۵۹ تا ۷۰.

Chapman, H.D. ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Black, C.A., (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۲. Madison (WI): America Society of Agronomy. pp. ۸۹۱-۹۰۱.

Gregory, P., D. Crawford and M. McGowan. ۱۹۷۹. Nutrient relations of winter wheat: ۱. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. The Journal of Agricultural Science, ۹۳(۰۲): ۴۸۵-۴۹۴.

Helmeke, P.A., and D.L. Sparks. ۱۹۹۶. Methods of soil analysis, part ۳: Chemical methods. America Society of Agronomy, Madison, WI.

Merbach, W., Garz, J., Schliephake, W., Stumpe, H., Schmidt, L. ۲۰۰۰. The long-term fertilization experiments in Halle (Saale), Germany — introduction and survey. Journal of Plant Nutrition and Soil Science ۱۶۳, ۶۲۹-۶۳۸.

Nabiollahy, K., Khormali, F., Bazargan, K. and Ayoubi, Sh. ۲۰۰۶. Forms of K as a function of clay mineralogy and soil development. Clay Miner., ۴۱: ۷۳۹-۷۴۹.

Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, H.R. Owliaie, S.S. Hashemi, and H. Koohkan. ۲۰۱۱. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۳۱۳-۳۲۷.

Natarajan, S., and A. Renukadevi. ۲۰۰۳. Vertical distribution of forms of potassium in major soil series of Tamil Nadu. Acta Agronomica Hungarica. ۵۱(۳): ۳۳۹-۳۴۶.

Nelson, D.W., and L.E. Sommers. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, ۳rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Rowell, D.L. ۱۹۹۴. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.

Salinity Laboratory Staff. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. ۶۰. Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).

Sharpley, A.N. ۱۹۸۹. Relationship between potassium forms and mineralogy. Soil Science Society of American Journal, ۵۲: ۱۰۲۳-۱۰۲۸.

Sinha, A. K. and Biswas, S. ۲۰۰۳. 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., ۷ (۳): ۲۸۶-۲۹۱.

Zorb, C., Senbayram, M. and Peiter, E. ۲۰۱۴. Potassium in agriculture-status and perspectives. Journal of Plant Physiology, ۱۷۱(۹): ۶۵۶-۶۶۹.

Abstract

Different forms of potassium (K) may be affected by wheat cultivation. Forty surface and subsurface soil samples and grain samples from wheat-cultivated fields of Darab province were sampled. Then different soil physicochemical properties and different K forms including soluble, exchangeable and non-exchangeable and also K content in wheat grains were determined. The content of solutions, exchangeable and non-exchangeable K in the studied soils ranged ۱۵-۷۰, ۹۱-۴۴۳ and ۳۹۶-۱۱۸۲ mg kg-۱, 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 was low at late stage of wheat growth, most soils had sufficient K. It was shown that K content of wheat grain was correlated with soil exchangeable K and clay content in fine-textured soils.