بررسی یک روش جدید برای برداشت پتاسیم بوسیله ذرت

محمد سبحان اردکانی
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران

مقدمه

یون پتاسیم از منابع مختلفی که شامل پتاسیم تبادلی، کود پتاسیمی، پتاسیم محلول در آب آبیاری و از فرمهای مختلفی که عبارت از مینرالهای پتاسیمی و بندرت پتاسیم غیرتبادلی و ترکیبات آلی پتاسیم باشد در دسترس گیاه قرار می‌گیرد.

در این مقاله روش جدیدی برای تخمین برداشت پتاسیم پیشنهاد شده که فقط با اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی خاک میسر می‌شود و اندازه‌گیریها منجر به تعیین سینتیک برداشت نیز می‌شود. این روش شامل نصب لوله‌های فلزی تا عمق ریشه بوده که از برداشت پتاسیم بوسیله ریشه از خاکهای داخل لوله جلوگیری می‌کند. بنابراین اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی در خاکهای درون لوله‌ها و بیرون لوله‌ها هنگام برداشت گیاه و محاسبه تفاوت مقدار پتاسیم تبادلی در این دو دسته از خاکها تخمینی از برداشت پتاسیم بوسیله گیاه را بدست می‌دهد. بررسی این نظریه با دو آزمایش در سالهای ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در موسسه تحقیقات خاک و آب کرج با کشت ذرت در یک خاک لومی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های این دو آزمایش اطلاعات بیشتری نسبت به آنچه از تجزیه گیاه بدست می‌آید ارائه داد.

مواد و روشها

اساس روش ارائه شده در جدول ۱ خلاصه شده است. باید متذکر شد که با این روش فرض شده است که بجز اثر ریشه عواملی که بر ذخیره پتاسیم تبادلی خاکهای درون لوله‌ها و بیرون لوله‌ها اثر می‌گذارند مساوی هستند.

جدول ۱- مقایسه منابع مختلف پتاسیم تبادلی در خاکهای درون لوله و خاکهای بیرون لوله

مقدار پتاسیم	قبل از کشت و کوددهی	بعد از کوددهی	بعد از کوددهی و آبیاری	بعد از کوددهی و آبیاری و مینرالیزاسیون و آزادسازی	بعد از برداشت محصول
مقدار پتاسیم تبادلی در خاک درون لوله	K_0	K_0+K_f	$K_0+K_f+K_I$	$K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}$	$K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}$
مقدار پتاسیم تبادلی در خاک مجاور لوله و زیرکشت	K_0	K_0+K_f	$K_0+K_f+K_I$	$K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}$	$K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}-K_p$

در این جدول K_0= مقدار پتاسیم تبادلی در شروع آزمایش؛ K_f= مقدار پتاسیمی که با کود دادن اضافه شده؛ K_I= مقدار پتاسیمی که با آب آبیاری اضافه شده؛ K_{m+nex}= مقدار پتاسیمی که در اثر تجزیه مینرالهای پتاسیمی یا آزادسازی پتاسیم تثبیت شده بصورت پتاسیم تبادلی درآمده و K_p= مقدار پتاسیمی که جذب محصول شده است. بنابراین:

$$K_p = (K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}) - (K_0+K_f+K_I+K_{m+nex}-K_p)$$

(مقدار پتاسیم تبادلی در خاک مجاور لوله و زیرکشت بعد از برداشت) با استات آمونیوم (۲) − (مقدار پتاسیم تبادلی در خاک درون لوله بعد از برداشت) با استات آمونیوم (۱) = (مقدار پتاسیم تبادلی در خاک مجاور لوله و زیرکشت بعد از برداشت) با استات آمونیوم (۲) − (مقدار پتاسیم تبادلی در خاک درون لوله بعد از برداشت) با استات آمونیوم (۱)

آزمایش روش ارائه شده، طی مراحل زیر انجام شد. اول یک کیلوگرم اوره و ۲ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به کرت ۱۰۰ متری اضافه شده و سپس با شخم زدن کودها تا عمق ۳۰ سانتیمتر با خاک مخلوط شد. پشته‌بندی بفاصله ۶۰ سانتیمتر بطور مکانیکی در پائیز انجام شد سپس با نصب ۸ لوله گالوانیزه بقطر ۱۵ سانتیمتر و ضخامت دیواره ۱ میلی‌متر تا عمق یک متر کرت آزمایشی برای کشت ذرت آماده شد. کشت در اوائل خرداد انجام شد و عملیات داشت و برداشت برحسب عرف مزرعه موسسه تحقیقات خاک و آب کرج انجام شد. کود ازت در مراحل پنجه‌زنی و گلدهی نیز هربار بمیزان یک کیلوگرم اضافه شد. علفهای هرز بتدریج جمع‌آوری شده و برای اندازه‌گیری K منظور شد. در سال دوم آزمایش بصورت زیر تعدیل شد. اولاً طول لوله‌های فلزی ۶۰ سانتیمتر انتخاب شد و فاصله بین پشته‌ها ۵۰ سانتیمتر تعیین شد. ارقام ذرت نیز دراین آزمایش متفاوت بود. آب آبیاری لوله‌ها را پوشانده و بهمان میزان که به زمینهای اطراف لوله می‌رسید به خاک درون لوله‌ها نیز اضافه می‌شد. در پایان فصل برداشت پتاسیم بروش مستقیم از تجزیه اجزاء عملکرد ذرت و علفهای هرز برحسب وزن خشک بدست آمد (امامی، ۱۳۷۵). بلافاصله بعد از برداشت ذرت نمونه‌برداری از خاکها انجام شد. خاکهای درون لوله‌های از عمقهای ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر جمع‌آوری شد. از خاکهای مجاور لوله‌ها نیز بهمین صورت نمونه‌برداری بعمل آمد. نمونه‌های خاک به روشهای استاندارد فلیم فتومتری برای اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی آماده شده و بکار رفت (احیائی، ۱۳۷۶). بدین طریق تفاوت مقدار پتاسیم تبادلی بین این دو دسته از خاکها با اندازه‌گیری مستقیم پتاسیم که مجموعاً در اندامهای هوایی و ریشه ذرت و علفهای هرز بدست آمده بود، مقایسه گردید.

برای تعیین مقدار پتاسیمی که از منبع تبادلی کاسته شده بود نموداری از K_p/K_t بصورت تابعی از K_t رسم شد (K_p= برداشت پتاسیم بوسیله ریشه طبق جدول ۱ و K_t= مقدار پتاسیم تبادلی داخل لوله مربوط به K_p بدست آمده). برداشت از منبع تبادلی برای هریک از پروفیلهای نامبرده از معادله زیر بروش ترسیمی یعنی از مساحت زیرمنحنی شکل ۱ محدود بین K_{t1} و K_{t2} بدست آمد.

$$K_{pt} = \int_{K_{t1}}^{K_{t2}} \left(\frac{K_p}{K_t} \right) dK_t$$

مقدار پتاسیم برداشت شده از منابع غیرتبادلی (عمدتاً مینرالی) از تفاوت بین کل پتاسیم برداشت شده (K_p از جدول ۱ و یا کل برداشت از تجزیه مستقیم ذرت و علف هرز) و مقدار پتاسیم برداشت شده از منبع تبادلی که از معادله بالا بدست آمده بود نتیجه شد. ماکسیم سرعت برداشت پتاسیم و زمان آن مطابق با زمانی در رشد گیاه فرض شد که ریشه بحداکثر رشد و توسعه خود رسیده بود و از بیشترین حجم خاک مزرعه برداشت میکرد و درنتیجه بیشترین نمونه‌های خاک برداشتهای مشابهی (K_p) را نشان می‌دادند.

شکل ظرف پتاسیم تبادلی یا روند گنجایش و تخلیه پتاسیم تبادلی (چیزی مشابه ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم یا PBC^K) به روش ترسیمی با قرار دادن K_{t1} (پتاسیم تبادلی داخل لوله) مساوی قاعده یک ذوزنقه K_p/K_{t1} مساوی ارتفاع ذوزنقه و K_{t1} (پتاسیم تبادلی بیرون لوله) مساوی ضلع بالای ذوزنقه و با تکرار این ذوزنقه‌های منطبق بر یکدیگر به ترتیب کاهش K_t شکل ظرف تصویر شد. داده‌های بکار رفته برای بدست آوردن این شکل از هر دو آزمایش و از هر دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر بوده است.

نتایج و بحث

روش ارائه شده بخوبی با روش مستقیم اندازه‌گیری برداشت پتاسیم مطابقت دارد(جدول ۲). ولی اطلاعات بیشتری از روش جدید بدست می‌آید. مثلاً نشان می‌دهد که بین ۵۲ تا ۶۵ درصد از پتاسیم برداشت شده از مینرالهای خاک بوده است (۵۵ درصد برطبق گزارش ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹) که منبع اصلی عناصر غذایی گیاهان است. آنچه باید مورد توجه قرار گیرد سرعت و مقدار برداشت از ذخیره تبادلی است زیرا میزان پتاسیم در ظرف تبادلی تعیین کننده سرعت و میزان برداشت بوسیله گیاهان است. همچنین از مقایسه دو آزمایش می‌توان دید که گیاه ذرت در آزمایش دوم در مقایسه با آزمایش اول مقدار بیشتری از پتاسیم مینرالی برداشت کرده است و علت آن باید مربوط به عمیق‌تر و وسیع‌تر بودن ریشه باشد که با حجم

بیشتری از خاک در تماس بوده است (رقم ذرت در آزمایش دوم دارای ریشه‌های عمیق‌تر و وسیع‌تر از رقم ذرت آزمایش اول بود). مقایسه توصیه‌های کودی نیز بدو طریق ارائه شده است. اول از کل برداشت که از تجزیه گیاه بدست آمده و معادل ۲۳۰kg/ha می‌باشد و دوماً براساس جایگزین کردن پتاسیم برداشت شده از ذخیره تبادلی که کمتر از نصف آن مقدار محاسبه شده. دوره ماکسیمم برداشت پتاسیم یا ماکسیمم پخش و فعالیت ریشه نیز از داده‌های این آزمایش حساب شده که می‌توان برای تعیین زمان محلول‌پاشی پتاسیم بکار برد. با درنظر گرفتن دقت روش ارائه شده و اطلاعاتی که منجر به اندازه‌گیری سرعتها می‌شود می‌توان گفت که بدون تردید این متد روش موثر و مفیدی برای برنامه‌ریزیهای مدیریتی در کشت و کار می‌باشد. از همه جالبتر شکل ظرف تبادلی پتاسیم خاک است که دیواره‌های آن مشابه ایزوتروم تبادلی پتاسیم است که در آزمایش جداگانه‌ای در همین موسسه بدست آمده (اردکانی و خوشخبر، ۱۳۸۰) و یا در منبع معتبر دیگری گزارش شده است (Tisdale et.al., 1990) و منجر به مکانیزم برداشت کاتیونها بوسیله ریشه می‌شود.

جدول ۲- مقایسه اطلاعات بدست آمده در دو روش مختلف تخمین برداشت پتاسیم از خاکها بوسیله گیاهان

سال	روش	عمق	پتاسیم برداشت شده بوسیله ذرت و علف هرز برحسب kg/ha: مینرالهای پتاسیمی	ذخیره تبادلی	کل برداشت	زمان ماکسیمم برداشت پتاسیم یا ماکسیمم پخش و فعالیت ریشه	توصیه‌های کودی kg/ha: برحسب K برداشت شده از ذخیره تبادلی	برحسب کل K برداشت شده از تجزیه گیاه
۱۳۸۰	تجزیه خاک	۰-۳۰	۷۵/۹	۵۲/۱	۱۲۸	وسط دوره رشد	*۱۰۳/۲	
	با نصب لوله	۳۰-۶۰	۳۷/۹	۵۱/۱	۸۹			
		۰-۶۰	۱۱۳/۸	۱۰۳/۲	۲۱۷			
	تجزیه گیاه	۰-۶۰			۲۳۸			*۲۳۸
۱۳۸۱	تجزیه خاک	۰-۳۰	۶۰	۵۵	۱۱۵	وسط دوره رشد	*۷۱/۹	
	با نصب لوله	۳۰-۶۰	۷۳/۱	۱۶/۹	۹۰			
		۰-۶۰	۱۳۳/۱	۷۱/۹	۲۰۵			
	تجزیه گیاه	۰-۶۰			۲۳۰			*۲۳۰

* کارآئی کود پتاسیم بستگی به روش کاربرد آن نیز دارد و مقدار آن برحسب متد کاربرد تعدیل می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱- احیائی، مریم. ۱۳۷۶. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک. جلد ۲. شماره ۱۰۲۴. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۲- اردکانی، محمدسبحان و ژاله خوش خبر. ۱۳۸۰. مشابه سازی لایه دوگانه و کاربرد آن. مجله علوم خاک و آب (در دست داوری).

۳- امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۴- ملکوتی، محمدجعفر، محمدرضا بلالی و منصور الفتی. ۱۳۷۹. بررسی توازن پتاسیم در خاکهای زیرکشت گندم. نشریه فنی. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.

5- Bear, F. E., 1968. Chemistry of the Soil. Sec. Ed. American Chemical Society. Oxford and IBH Pub. Co. Calcutta, Bombay, New Delhi.

6- Lindsay, W. L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley and Sons Inc. New York.

7- Spa
Academic Press, Inc. USA.

8- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton, and J. L. Halvin. 1993. Soil Fertility and Fertilizaers. Macmillan Pub. Co., New York, N.Y.