نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۷۱-۱۶۳

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 163-171

تأثیر بقایای گندم، یونجه، ذرت، سویا و پنبه بر محتوای پتاسیم خاک و جذب آن در گندم (*Triticum aestivum* L.)

فریده اکبری[1*]، کامبیز پوری[1]، بهنام کامکار[2] و سیّد مجید عالیمقام[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

مدیریت بقایای گیاهان زراعی یکی از ارکان اصلی پایدارسازی سیستم‌های کشاورزی است. به کارگیری بقایای گیاهی در عرصه کشاورزی به عنوان کودآلی، نقش به سزایی بر مقدار عناصر در خاک و قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه در خاک و در نهایت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی دارد. به منظور بررسی تأثیر مدیریت مختلف بقایای گیاهی در تأمین پتاسیم مورد نیاز گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و هفت تیمار شامل پنج تیمار بقایای گیاهی (پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه)، کود اوره به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد انجام گرفت. بقایای گیاهی پس از تعیین نسبت کربن به نیتروژن (C:N) به‌اندازه‌ی کوچکتر از پنج میلی‌متر خرد و با خاک مخلوط شدند. پتاسیم قابل عصاره‌گیری خاک در فاصله ۴۹، ۸۳، ۹۹، ۱۲۷ و ۱۶۵ روز پس از شروع آزمایش با استفاده از روش عصاره‌گیری استات آمونیوم استخراج شد. نتایج نشان داد که اثر تیمار بقایای مختلف در آزادسازی پتاسیم تنها در مرحله گرده‌افشانی معنی‌دار بود. بیشترین غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن مربوط به تیمار بقایای یونجه، گندم و ذرت به ترتیب ۱۶۶۳، ۱۶۳۷/۶ و ۱۵۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار خاک و کمترین غلظت پتاسیم مربوط به تیمار بقایای پنبه، اوره و شاهد به ترتیب ۱۴۷۲/۶، ۱۴۲۵/۴ و ۱۲۱۵ کیلوگرم در هکتار خاک مشاهده شد. با بررسی روند جذب پتاسیم در گیاه مشخص شد که بیشترین میزان پتاسیم جذب شده در گیاه (۳۶/۶۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) طی ۸۳ روز اول (مرحله ساقه‌رفتن) و در تیمار بقایای یونجه که بیشترین آزاد سازی پتاسیم (۲۳۷۵/۷ کیلوگرم در هکتار) نیز از این بقایا صورت گرفت، رخ می‌دهد. از آن‌جاکه بخش عمده پتاسیم جذب شده توسط گیاه در کاه و کلش باقی می‌ماند، لذا به نظر می‌رسد که استفاده از بقایای گیاهی می‌تواند به عنوان یک نهاده آلی و درون مزرعه‌ای با قابلیت‌های متفاوت مدنظر قرار گیرد. به طور کلی، نتایج تحقیق نشان داد که بقایای یونجه در تأمین پتاسیم برای گیاه گندم در بین بقایای مورد مطالعه بهتر بوده و بقایای گندم و ذرت (بدون اختلاف معنی‌دار) در رده بعدی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: استات آمونیوم، کاه و کلش، مرحله رشد، نهاده درون مزرعه‌ای

مقدمه

پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پر مصرف برای گیاهان است. مقدار جذب پتاسیم توسط گیاه از جذب هر عنصر مغذی دیگری به غیر از نیتروژن بیشتر بوده و در بعضی از گیاهان حتی از جذب نیتروژن نیز بیشتر می‌باشد (Malakouti & Homaee, 1995). با وجود آن‌که میزان کلسیم قابل جذب در خاک‌های مختلف معمولاً حدود ۱۰ برابر میزان پتاسیم قابل جذب در خاک است، اما برعکس مقدار پتاسیم گیاه معمولاً ۱۰ برابر کلسیم می‌باشد و این مطلب نشان‌دهنده قدرت انتخابی شدید گیاه نسبت به عنصر پتاسیم و میزان نیاز بالای گیاه به این عنصر می‌باشد (Malakouti & Homaee, 1995; Maene, 2001).

پتاسیم معمولاً به صورت منابعی از کودهای شیمیایی، بقایای محصولات و کودهای آلی به خاک اضافه می‌شود. مقدار پتاسیمی که باید برای رشد مطلوب محصولات استفاده شود، به مقدار پتاسیم خاک، میزان کاربرد پتاسیم، شدت فرسایش و آبشویی، مقدار استفاده از عناصر دیگر، نوع و مقدار محصول تولید شده در واحد زمان و بخشی از محصول برداشت شده بستگی دارد (Bertsch & Thomas, 1985).

در بعضی از محصولات بخش زیادی از پتاسیم در کاه وجود دارد، در محل‌هایی که کاه و باقیمانده‌های محصول برای سوخت و یا اهداف دیگر مصرف می‌شوند تخلیه پتاسیم خاک به‌ویژه اگر باقیمانده محصول از مزرعه برداشت و به شکل کود آلی برگردانده نشود سریع

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: E-mail: akbarifarideh@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

است (Whitbread et al., 2000; Pretty & Stangel, 1985). برگرداندن بقایای محصولات بعد از برداشت به خاک، مقادیر قابل‌توجهی پتاسیم قابل جذب برای گیاه فراهم می‌کند (Mubarak et al., 2003; Fageria et al., 1990). فاگریا و فی (Fageria & Ghyie, 1999) گزارش کردند که حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از پتاسیم کل در بخش‌های رویشی غلاتی نظیر گندم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza Sativa* L.) باقی می‌ماند. از اینرو، بازگرداندن کاه و کلش غلات به خاک اثر معنی‌داری بر چرخه پتاسیم در سیستم گیاه و خاک خواهد داشت. دی‌داتا و میکلسن (De Datta & Mikkelsen, 1985) گزارش کردند که به ازای هر تن کاه و کلش برنجی که به خاک برگردانده می‌شود ۲۸ کیلوگرم پتاسیم در هر مترمربع آزاد می‌شود. ویتبرد و همکاران (Whitbread et al., 2000) بیان نمودند که در استرالیا نوسانات پتاسیم خاک زمانی که بقایای کاه به خاک برگردانده می‌شود ۸+ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و زمانی که بقایای کاه از مزرعه خارج می‌شوند این تعادل به ۱۰۲- کیلوگرم پتاسیم در هکتار می‌رسد.

مدیریت بقایای گیاهان زراعی یکی از ارکان اصلی تولید در کشاورزی و به ویژه سیستم کاشت دوگانه است. کشاورزان اغلب در چگونگی مدیریت بقایای گیاهی این دغدغه را داشته‌اند که کمترین تأثیر منفی را بر عملکرد و کشت و کار گیاهان بعدی به جای گذارد. به همین دلیل از دیر باز روش‌هایی چون سوزاندن بقایای گیاهی، باقی گذاردن بقایا بر سطح خاک (مالچ کلشی)، جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه و شخم بقایا در خاک مطرح بوده است. متأسفانه به‌علت عدم آگاهی و یا نداشتن امکانات لازم و ضرورت‌های زندگی به‌جز استفاده محدود از این مواد، رفتار کشاورزان و صاحبان اراضی و دامداران با بقایای گیاهی اصولی و منطقی نیست. برای سهولت کار گاهاً حاصل کار طبیعت را که باید در چرخه تولید و تکامل خاک و شبکه‌ها، زنجیره‌ها و سطوح غذائی اکوسیستم‌های زراعی قرار گیرد، به غلط شخم‌زده و تحت تأثیر چرای مفرط قرار می‌دهند و یا می‌سوزانند. علی‌رغم افزایش عناصر غذایی خاک در اثر سوزاندن بقایای گیاهی، اکثر تحقیقات انجام شده حاکی از اثرات نامطلوب این روش بر خصوصیاتی چون مواد آلی و قابلیت نفوذپذیری خاک است که در دراز مدت پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی را به خطر خواهد انداخت (Alberta, 1995; Due Preez et al., 2001). سوزاندن بقایای گیاهی باعث تلفات ۸۰ درصدی نیتروژن، ۲۵ درصدی فسفر، ۲۱ درصدی پتاسیم و ۴۰ تا ۶۰ درصدی گوگرد شده و سبب از بین رفتن میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود (Gangwar et al., 2006).

با توجه به نقش بقایای گیاهی به عنوان یک نهاده درون مزرعه‌ای در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله پتاسیم و اهمیت گیاه گندم به عنوان یکی از محصولات پر تولید کشور و مشکلات خاک‌های استان گلستان به واسطه بافت لومی -رسی در تأمین پتاسیم، این مطالعه با هدف مقایسه توان بقایای مختلف در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در زمین شماره ۱ دانشکده‌های علوم کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان دارای آب و هوایی معتدل با میانگین بارندگی سالانه ۴۲۱/۷ میلی‌متراست که بیشترین مقدار ریزش باران در فواصل ماه‌های مهر و بهمن صورت می‌گیرد. میانگین دمای سالانه هوا ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد با دمای حداقل ۹/۵ درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه و دمای حداکثر ۲۹/۵ درجه در شهریور ماه می‌باشد. جهت اجرای طرح، پس از انتخاب قطعه زمین مورد نظر و قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). بر این اساس بافت خاک لومی-رسی-سیلتی تعیین شد.

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و هفت تیمار شامل پنج تیمار بقایای گیاهی شامل پنبه، گندم، سویا، یونجه و ذرت، کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره و شاهد (بدون کود و بقایا) اجرا شد. محاسبات میزان بقایا بر اساس نسبت کربن به نیتروژن (C:N) بقایا و مقدار کود اوره مورد نیاز برای ممانعت از غیرمتحرک شدن نیتروژن در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی (مقدار نیتروژن مبنا ۹۰ کیلوگرم بر اساس روش کجلدال) به روش فاکتور نیتروژن محاسبه گردید (Barbarick, 2010).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table 1- Soil physical and chemical properties

رس (درصد) Clay (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	درصد مواد خنثی شونده Neutralized materials (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) EC ($dS.m^{-1}$)
38	0.1	0.95	25	78	1.3

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت C:N بقایا نیز اندازه‌گیری شد و در این راستا کربن آلی به روش والکی و بلک (Walkly & Black, 1934) و اندازه‌گیری نیتروژن به روش میکروکجلدال (Bremner, 1996) صورت پذیرفت. همانگونه که در بالا نیز بیان شد، بقایای گیاهی مورد استفاده در این طرح آزمایشی شامل پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه بود که از محصولات زراعی رایج در منطقه محسوب می‌شوند. این بقایا از مزارع کشاورزی شهرستان آق‌قلا جمع‌آوری شدند. نمونه‌های بقایای گیاهی تماماً از بخش‌های هوایی گیاه برداشت شدند. سپس به مدت چند روز در هوای آزاد قرار گرفتند و جهت تعیین درصد رطوبت، ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه قرار داده شدند. درصد رطوبت بقایای پنبهریال ذرت، گندم، سویا و یونجه به ترتیب ۲۰، ۱۸، ۱۲، ۱۴ و ۱۴ درصد تعیین شد.

سپس به منظور یکنواخت شدن اندازه، بقایا به کمک آسیاب به قطر کمتر از پنج میلی‌متر خرد شدند. با توجه به این‌که در این طرح میزان نیتروژن پایه ۹۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد (Soltani et al., 2010) و با توجه به نسبت C:N بقایای گیاهی، مقدار بقایایی که برای آزادسازی این مقدار نیتروژن در خاک مورد نیاز است، به همراه مقدار کود معدنی نیتروژن جهت ممانعت از غیرمتحرک‌سازی محاسبه و به خاک اضافه شد. لازم به ذکر است که به دلیل تعیین نادرست نسبت C:N بقایای سویا و استفاده از این مقدار در محاسبه کود مورد نیاز، مقدار نیتروژنی که به بقایای سویا داده شد بیشتر از مقدار معمول بود، لذا تیمار سویا به دلیل افزایش مقدار نیتروژن اضافه شده ناشی از برآورد غلظ C:N آن در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار نگرفت.

وزن بقایای مورد نیاز از هر گیاه برای پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه به ترتیب معادل ۶۴۶۷/۳۷، ۵۹۸۸/۰۵، ۵۶۲۱/۹، ۵۸۲۴ و ۵۹۷۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و مقدار کود نیتروژن معدنی مورد نیاز برای این گیاهان به ترتیب معادل ۶۶/۱۶، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۵۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار (برحسب اوره) برآورد شد. سپس مقدار بقایای مورد نیاز و کود اوره محاسبه شده مخلوط و با شخم و دیسک با عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شدند.

زمین به صورت شمالی– جنوبی به کرت‌هایی به عرض سه و طول چهار متر کرت‌بندی شد. برای ایجاد تراکم مطلوب فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱/۵ سانتی‌متر در نظرگرفته شد تا تراکم ۳۳۰ بوته در متر مربع حاصل شود. گندم (رقم N۸۰۱۹) در تاریخ چهارم دی ماه سال ۱۳۸۷ کاشته شد. ضدعفونی بذر، قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام انجام شد. گیاهان در طول فصل رشد دوبار آبیاری شدند.

مراحل فنولوژی گیاهان شامل پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن، خوشه‌رفتن، گرده‌افشانی، رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی برداشت در طی فصل رشد و با استفاده از روش کدبندی (Zadox et al., 1974) ثبت گردید. اساس پایش و ثبت مراحل فنولوژیک گیاه در مزرعه بر اساس نشان‌گذاری ۱۰ بوته از ابتدای فصل رشد و ثبت مراحل بر اساس استاندارد ۵۰ درصد هر مرحله صورت پذیرفت.

برای اندازه‌گیری میزان پتاسیم موجود درخاک، در مرحله پنجه‌زنی (۸۷/۱۱/۲۰)، ساقه‌رفتن (۸۷/۱۲/۲۷)، خوشه‌رفتن (۸۸/۱/۱۳)، شروع گرده‌افشانی (۸۸/۲/۱۰) و رسیدگی فیزیولوژیک (۸۸/۳/۱۸) در طول دوره رشد از عمق ۲۰ –۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد. جهت اندازه‌گیری پتاسیم موجود در خاک به روش استات‌آمونیوم مقدار پنج گرم خاک عبور داده شده از الک دو میلی‌متری توزین و در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد، سپس ۵۰ میلی‌لیتر استات‌آمونیوم ۰/۵ نرمال به آن اضافه کرده و بعد از شیک کردن از صافی عبور داده شد. مقدار پتاسیم محلول با دستگاه فلیم‌فتومتر بعد از قرائت استانداردها مورد سنجش قرار گرفت (صفر استاندارد روی صفر دستگاه فلیم فتومتر و حداکثر استاندارد روی صد دستگاه قرار داده شد). منحنی استاندارد رسم و سپس از روی آن مقدار پتاسیم محلول نمونه‌ها محاسبه شد (Page et al., 1982).

به منظور اندازه‌گیری پتاسیم موجود در بافت برگ دو گرم از بافت گیاه در کوره و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت شش ساعت (تبدیل شدن به خاکستر سفید) حرارت داده شد. پس از خنک‌شدن ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک دو مولار روی خاکستر گیاه اضافه و در حمام «بن ماری» و دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد (تا ساطع شدن بخار سفید رنگ) قرار داده شد. در مرحله‌ی بعد محلول با کاغذ واتمن صاف شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله‌ی آخر میزان پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر در شعله‌ی آبی قرائت شد (Emami, 1996).

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده در ارتباط با غلظت پتاسیم خاک نشان داد که اثر بقایای مختلف گیاهی در آزادسازی پتاسیم تنها در مرحله خوشه‌رفتن معنی‌دار بود (جدول ۲). عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سایر مراحل نموّ می‌تواند بیانگر این باشد که توان بقایای گیاهی مورد استفاده از نظر آزادسازی پتاسیم در خاک، تقریباً مشابه است.

بیشترین غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن مربوط به تیمار بقایای یونجه، گندم و ذرت به ترتیب ۱۶۶۳، ۱۶۳۷/۶ و ۱۵۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار خاک و کمترین غلظت پتاسیم مربوط به تیمار بقایای شاهد، اوره و پنبه به ترتیب ۱۲۱۵، ۱۴۲۵/۴ و۱۴۷۲/۶کیلوگرم در هکتار خاک بود (جدول ۳).

در مراحل پنجه‌روی، ساقه‌روی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک روند تغییرات غلظت پتاسیم در طی زمان در تمامی تیمارهای بقایای پنبه، گندم، یونجه، شاهد و اوره مشابه بود.

Archive of SID

www.SID.ir

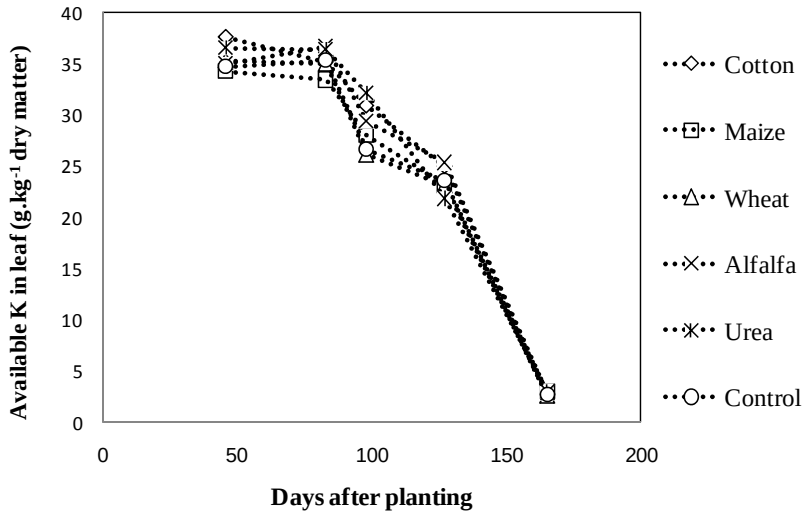
جدول ۲- تجزیه واریانس پتاسیم موجود درخاک (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مورد آزمون

Table 2- Potassium analysis of variance present in soil (kg.ha^{-1}) in studied treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	پنجه‌روی Tillering	ساقه‌رفتن Stem elongation	خوشه‌رفتن Booting	گرده افشانی Anthesis	رسیدگی فیزیولوژیک Physiological ripening
Replication	3	75389.53	504977.4	52071.13	3654.43	380438.8
Treatment	6	45493.31 ^{ns}	34185.31 ^{ns}	160294.6*	5588.79 ^{ns}	144578.6 ^{ns}
Error	18	125627.5	189155.9	173713.7	11353.88	174335.9
Total	27	-	-	-	-	-

ns و * به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

ns and * are non-significant and significant at 5% probability level, respectively.



شکل ۱- روند جذب پتاسیم برگ گندم تحت تاثیر بقایای گیاهی مختلف

Fig. 1- The trend of K absorption under the influence of different plant residues

با بررسی روند جذب پتاسیم در گیاه مشخص شد که بیشترین میزان پتاسیم جذب شده در گیاه در طی ۸۳ روز اول و در تیمار بقایای یونجه که بیشترین آزاد سازی پتاسیم نیز از این بقایا صورت گرفت، رخ می‌دهد (شکل ۱). از آنجا که فعالیت‌های جذبی گیاه تا مرحله خوشه‌رفتن و گرده‌افشانی ادامه دارد که این مراحل مصادف با کاهش پتاسیم قابل جذب در خاک می‌باشد، بعد از مرحله گرده افشانی میزان جذب در گیاه کاهش یافت و با افزایش غلظت پتاسیم در خاک همراه بود (شکل ۲).

روند کاهش غلظت پتاسیم در برگ در سایر منابع نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Fageria & Gheyi, 1999). مطالعه انجام شده روی دو گیاه برنج آپلند (*Oryza Sativa* L.) و لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.) نشان داد که غلظت پتاسیم بافت‌های هوایی با گذشت فصل رشد کاهش یافت. به عنوان مثال، مقدار کاهش در لوبیا معادل ۰/۲۳ گرم پتاسیم در کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی به ازای هر روز گذشت از فصل رشد بود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که از مرحله گرده‌افشانی روند تجمع پتاسیم در بافت برگ با شیب ۰/۳۸ گرم پتاسیم بر کیلوگرم ماده خشک برگ به ازای هر روز رشد کاهش یافت. به منظور تعیین شیب کاهش پتاسیم برگ به ازای هر روز رشد یک معادله غیرخطی دوتکه‌ای (معادله ۱) به داده‌های تغییرات غلظت پتاسیم در کیلوگرم ماده خشک برگ در برابر روز پس از کاشت معادلات (۱) و (۲) برازش داده شد (شکل ۳).

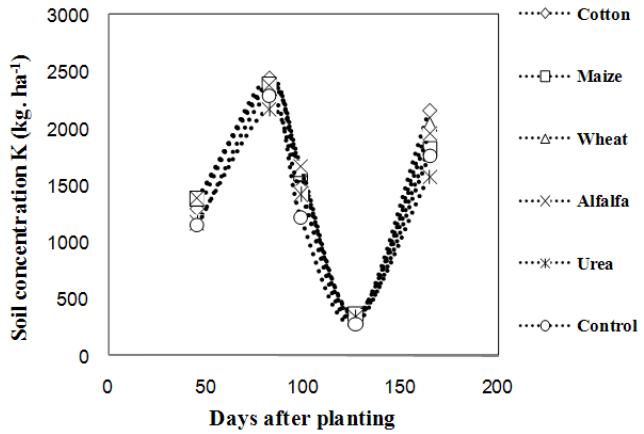
معادله (۱) $Y= a+bx \quad if \quad x>x_0$

معادله (۲) $Y=a+bx_0 \quad if \quad x<x_0$

افزایش جذب پتاسیم رابطه مستقیمی با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه دارد که خود وابسته به جذب نیتروژن در گیاه است. افزایش عرضه نیتروژن در خاک در شرایط استفاده از بقایای گیاهی در مرحله ساقه‌روی گندم به ویژه در قالب نیتراتی توسط کامکار و همکاران (Kamkar et al., 2009) گزارش شده است که می‌تواند بیانگر روابط مثبتی بین جذب یون پتاسیم با دیگر عناصر از جمله نیتروژن باشد.

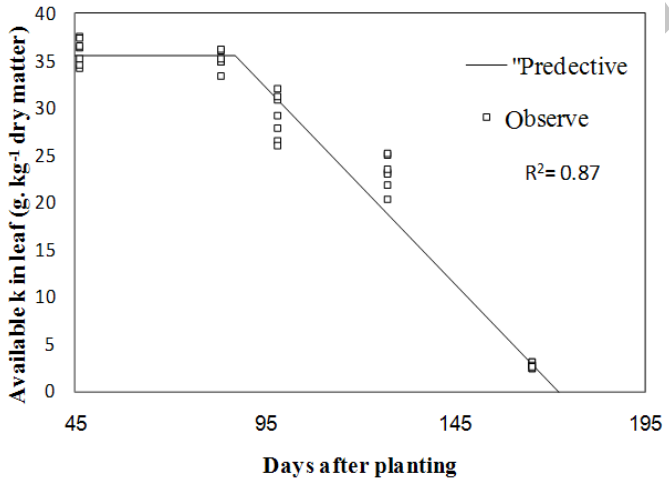
Archive

www.SID.ir



شکل ۲- روند تغییرات غلظت پتاسیم خاک (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مورد آزمون

Fig. 2- The trend of soil K concentration ($kg.ha^{-1}$) in studied treatments



شکل ۳- تغییرات غلظت پتاسیم برگ در طی زمان

Fig. 3- Changes of leaf K concentration ($g.kg^{-1}$) during the time

روئیز و رومرو (Ruiz & Romero, 2002) روابط مثبتی را بین جذب عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر گزارش کردند. دیب و واچ (Dibb & Welch, 1976) بیان کردند افزایش جذب پتاسیم سبب تسریع جذب یون‌های NH_4^+ و کاهش NH_3^+ می‌گردد. کم شدن غلظت پتاسیم قابل جذب خاک در مرحله چهارم از دوره رشد گندم (گرده‌افشانی) مصادف با حداکثر جذب آن در گیاه بود. در مطالعه حاضر بیشترین پتاسیم آزاد شده در خاک مربوط به تیمار بقایای یونجه بوده است. بقایای یونجه کمترین نسبت C:N و بیشترین مقدار پتاسیم (جدول ۴) را در بین تیمارهای مورد استفاده دارا می‌باشد. بر اساس گزارش‌های موجود (Fageria & Gheyi, 1999) عمده K^+ تجمع یافته در غلاتی نظیر ذرت و برنج در شاخساره هوایی آن تجمع می‌یابد و مقدار کمی به دانه انتقال می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که اختلاط کاه غلات با خاک، احتمالاً تأثیر بسزایی روی باز چرخش پتاسیم در سیستم خاک- گیاه دارد. نتایج مطالعات نشان داده است که محتوای پتاسیم بقولات در مقایسه با غلات بیشتر است، ولی معمولاً عملکرد شاخساره‌ها در غلات بیشتر از بقولات است (Whitbread et al., 2000; Singh, 2003).

افزایش غلظت پتاسیم خاک در مرحله ساقه‌روی و گرده‌افشانی در گیاه مطابق با افزایش دما از ۷/۵ به ۱۲ درجه سانتی‌گراد (مرحله ساقه‌رفتن) و ۱۳/۱ به ۲۱/۷۴ درجه‌سانتی‌گراد (مرحله گرده افشانی) بود (شکل ۴)، چرا که افزایش دما باعث تسریع در فرآیند معدنی‌شدن و افزایش رهاسازی پتاسیم می‌گردد (Tisdal et al., 1985).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم خاک (کیلوگرم در هکتار) در شرایط استفاده از بقایای پنبه، ذرت، گندم، یونجه، اوره و شاهد

Table 3- Mean comparisons of soil K concentration ($kg.ha^{-1}$) in the treatments of using residues of cotton, maize, wheat, alfalfa, urea and control

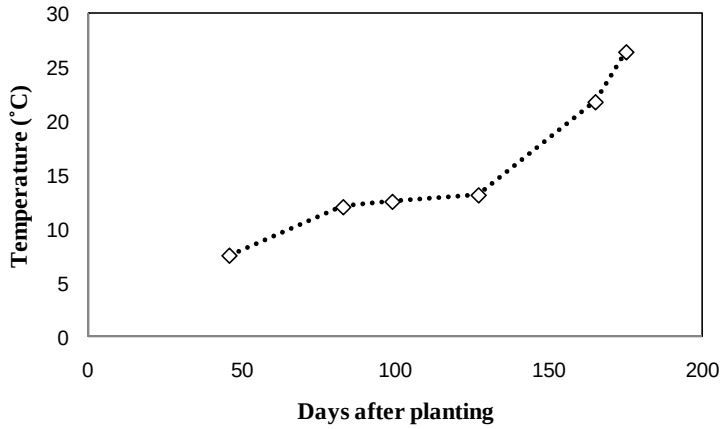
Physiological ripening رسیدگی فیزیولوژیک	Anthesis گرده‌افشانی	Booting خوشه‌رفتن	Stem elongation ساقه‌رفتن	Tillering پنجه‌روی	Treatment تیمار
2156.3 a (+22.7)	316.09 a(+12.23)	1472.6 ab (+21.2)	2442.8 a(+6.9)	1291.2 a(+12.2)*	پنبه Cotton
1818.9 a(+3.5)	368.68 a(+3.09)	1592.3 ab(+31.5)	2386.6 a (+4.4)	1378.3 a(+19.68)	ذرت Maize
2038.4 a (+15.9)	315.19 a(+11.9)	1637.6 ab(+34.78)	2352 a (+2.9)	1380.1 a (+19.84)	گندم Wheat
1951.3 a(+11.3)	355.45 a(+26.2)	1663 ab(+36.87)	2375.7 a (+3.9)	1383.7 a(+20.1)	یونجه Alfalfa
1581.4 a (-10)	347.47 a(+23.37)	1425.4 ab(+17.3)	2170.8 a(-4.9)	1173.3 a(+1.8)	اوره Urea
1757.3 a (0)	281.64 a(0)	1215 b (0)	2258 a (0)	1151.6 a (0)	شاهد Control

* اعداد داخل پرانتز درصد اختلاف از شاهد هستند.

* The values in brackets show the difference with control treatment.

فرآیند معدنی‌شدن در خاک در دمای ۱ درجه‌سانتی‌گراد زیر صفر شروع شده و زمانی که دما به ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالای صفر می‌رسد، بر سرعت معدنی شدن مواد افزوده می‌شود و در دمای ۳۰- ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالای صفر سرعت این فرایند به اندازه ۲/۵ تا ۳ برابر افزایش می‌یابد. با افزایش دمای خاک فعالیت‌های متابولیکی گیاه افزایش می‌یابد که با افزایش رشد و فعالیت ریشه‌ها همراه است. افزایش دمای خاک همچنین موجب افزایش سرعت انتشار پتاسیم در محلول خاک و به دنبال آن افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه گیاه می‌گردد (Bertsch & Thomas, 1985).

از دیگر عوامل مؤثر در تجزیه بقایای گیاهی می‌توان به ترکیب بقایای گیاهی نظیر نسبت C:N (Recous et al., 1995)، میزان نیتروژن کل (Frankenberger & Abdelmajed, 1985)، میزان کربن محلول در بقایا (Kuo & Sunjo, 1998; Oglesby & Fownes, 1992)، سلولز (Bending et al., 1998) و یا میزان لیگنین (Muller et al., 1998) بقایا اشاره کرد. در این مطالعه بقایای گندم با داشتن نسبت C:N بالا (۶۰/۴۷) به کندی تجزیه شده که با مطالعه ادوارد و همکاران (Edward et al., 1998) مطابقت دارد. آن‌ها مشاهده کردند که تجزیه بقایای سویا در مقایسه با بقایای گندم در مراحل اولیه خیلی سریع اتفاق می‌افتد که می‌تواند به اختلاف در مقدار N محلول و نسبت C:N در این بقایا مربوط باشد.



شکل ٤- روند تغییر میانگین دمای متناظر با مراحل نمونه برداری طی دوره‌های مختلف رشد

Fig. 4- The trend of mean temperature corresponding to each given sampling during various growing stages

www.SID.ir

جدول ٤- مقدار پتاسیم موجود در بقایای گیاهان پنبه، ذرت، گندم ویونجه
Table 4- Amount of available K in residues of cotton, maize, wheat and alfalfa

بقایا Residue	پنبه Cotton	ذرت Maize	گندم Wheat	یونجه Alfalfa
مقدار اولیه پتاسیم بقایا (گرم در کیلوگرم) Primary amount of residue ($kg.ha^{-1}$)	0.140	0.301	0.312	0.460

ادوارد و همکاران (Edward et al., 1998) در مطالعات خود مشاهده کردند که اختلاف اندکی در روند تجزیه بقایای ذرت و گندم دیده می‌شود و بقایای سویا سریع‌تر تجزیه می‌شوند. بررسی غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن نشان داد که در دو تیمار بقایای گندم و ذرت (به ترتیب با نسبت C:N معادل ۶۰/۴۷ و ۴۹/۶۲) و درصد لیگنین بالا (به ترتیب ۱۴ و ۷ درصد) و بالا بودن مقدار اولیه پتاسیم در این بقایا (به ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۳۰۱ گرم در کیلوگرم، جدول ۴) پتاسیم آزاد شده در خاک نسبت به دیگر بقایا افزایشی بوده است (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که بقایای گندم و ذرت دیر تجزیه‌تر بوده و به همین دلیل فعالیت‌های میکروبی جهت تجزیه ترکیبات پلی‌ساکاریدی آن‌ها تا انتهای فصل رشد ادامه دارد.

بالا بودن غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک در تیمار بقایای یونجه در مرحله خوشه‌رفتن می‌تواند به دلیل بالا بودن مقدار اولیه پتاسیم موجود در بقایای یونجه (جدول۴) باشد، چرا که پتاسیم بعد از نیتروژن بیشترین عنصر غذایی مورد نیاز یونجه است. این عنصر به عنوان تنظیم کننده و کاتالیزور، نقشی اساسی در رشد یونجه ایفا می‌کند (Mikkelsen, 2005). حد بحرانی پتاسیم در یونجه حدود ۱/۷۵ درصد در ماده خشک گیاهی است. مقدار این عنصر در یونجه با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد (Narayanasamy, 2010 & Roshani). مقدار پتاسیم در قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت است، به‌طوری که در ساقه حداکثر و در برگ بیشتر از ریشه می‌باشد. یونجه مانند سایر بقولات علوفه‌ای نیاز پتاسیمی بالایی دارد (Mikkelsen, 2005) و با برداشت محصول زیاد، مقادیر قابل توجهی پتاسیم از خاک خارج می‌شود. بنابراین با بازگرداندن بقایای یونجه به خاک می‌توان تا حد زیادی نیاز پتاسیمی محصول بعدی را تأمین نمود. کمتر بودن غلظت پتاسیم قابل جذب در شاهد می‌تواند تأکیدی بر توانایی بقایا در فراهم کردن بخشی از میزان پتاسیم مورد نیاز گیاه باشد.

حد کفایت پتاسیم در بافت گیاه در گندم و بر اساس غلظت پتاسیم در پهنک برگ در مرحله پنجه‌زنی معادل ۴۲-۳۴ گرم در کیلوگرم بافت گزارش شده است و این در حالی است که حداکثر غلظت پتاسیم در بافت گیاه که در مراحل ساقه‌رفتن و گرده افشانی به ثبت رسید در حد آستانه قرار دارد و مابقی فصل رشد این مقدار کاهش یافته است. غلظت آستانه پتاسیم برای مرحله ظهور سنبله و بر اساس پتاسیم کل بافت معادل ۳۰-۱۵ گرم بر کیلوگرم بافت گزارش شده است (Fageria, 1997). با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده روی برگ به نظر می‌رسد که علیرغم اعمال بقایا در خاک هنوز پتاسیم لازم برای تأمین نیاز گیاه کافی نبوده است. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2010) گزارش کردند که برای تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه گندم و برای حصول عملکرد مطلوب به حداقل ۳۵۰ کیلوگرم K_2O نیاز است، لذا نتایج این تحقیق مبین این است که علاوه برکاربرد بقایا احتمالاً به کاربردن سایر منابع کود پتاسیمی نیز برای تأمین کمبود پتاسیم نیاز است، اما بدون شک بقایای گیاهی نیز می‌توانند به عنوان یک مدیریت با اثرات کوتاه تا بلند مدت در تأمین نیاز گیاه به پتاسیم مؤثر باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اگر چه استفاده از بقایای گیاهی به عنوان نهاده‌های درون مزرعه‌ای یکی از مدیریت‌های مهم جهت پایدارسازی نظام‌های کشاورزی به شمار می‌رود، امّا تعیین ترکیب و مقدار بقایای مورد استفاده و نحوه کاربرد آن‌ها در مزرعه به دلیل بر همکنش عوامل مختلف مدیریتی، اقلیمی، خاکشناسی و نظایر آن به سادگی امکان‌پذیر نیست. ضرورت ارائه روش‌های دقیق‌تر و با خطای کمتر در ارزیابی توان زیستی خاک در بازگرداندن منابع غذایی موجود در بقایا نیز در این زمینه احساس می‌شود. برخلاف نیتروژن مطالعات اندکی در تعریف بهترین زمان مصرف پتاسیم انجام شده است، ولی بدون شک بهترین گزینه برای افزایش کارآیی مصرف این عنصر این است که پتاسیم زمانی در خاک در دسترس قرار گیرد که گیاه به آن نیاز داشته باشد.

طبق مطالعات انجام شده (Fageria, 1990; Fageria & Gheyi, 1999) حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد کل محتوای پتاسیم در شاخساره‌های رویشی غلاتی نظیر گندم و برنج باقی می‌ماند. بازچرخش پتاسیم در شرایطی که بقایا در سطح مزرعه باقی می‌ماند و یا سپس با خاک ترکیب می‌شوند به شدت افزایش می‌یابد (De Datta & Mikkelsen, 1985). بنابراین با مدیریت بهینه بقایای گیاهان مختلف از غلات گرفته تا حبوبات می‌توان به افزایش کارآیی اکولوژیک سامانه‌های کشاورزی کمک کرد. داسیلوا و ریتچی (Da Silva & Ritchey, 1982) نیز در مطالعه روی پنج گیاه زراعی به این نتیجه رسیدند که بازگرداندن کاه این گیاهان به زمین نیاز آن‌ها به پتاسیم را به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داده است، با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این تحقیق و با توجه به نیاز بالا به ایـن ترکیـب مهـم (معـادل ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (Soltani et al., 2010) به نظر می‌رسد کـه مدیریت بقایای گیـاهی جایگـاه بسـیار مهمـی در پایدارسـازی بـوم-نظام‌های کشاورزی داشته باشد.

منابع

1- Alberta, E. 1995. Stubble Burning. Columbia Basin Agricultural. Research. Annual Report 105-109.
2- Barbarick. K.A. 2010. Colorado State University. Organic materials as nitrogen fertilizers. Www.Ext Colostate.Edu/ Pubs/Crops/00546. pdf.
3- Bertsch, P.M., and Thomas, G.W. 1985. Potassium status of temperate region soils. In: Potassium in Agriculture, Munsone, R.D. (Eds), 131-162. Madisonn, WI: ASA, CSSA, and SSSA.
4- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen– Total. In: D.L. Sparks Et Al (Eds.), Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Sssa. Asa. Madison. W.U. Canadian Journal Microbiology 21: 314-322.
5- Da Silva, J.E., and Ritchey, K.D. 1982. Potassium Fertilization of Cerrado Soils. In: Potassium in Brazilian Agriculture, Yamada, T. (Ed.), 323-338. Piracicaba, So Paulo: Brazilian Potassium and Phosphate Association.
6- De Datta, S.K., and Mikkelsen, D.S. 1985. Potassium Nutrition of Rice. In: Potassium in Agriculture, D. Munson. (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 665-699.
7- Dibb, D.W., and Welch, L.F. 1976. Corn growth as affected by ammonium vs. nitrate absorbed from soil. Agronomy Journal 68: 89-94.
8- Dibb, D.W., and Thompson, W.R. 1985. Interaction of Potassium with other Nutrients. In: Potassium in agriculture, R. D. Munson. (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 515-533.
9- Due Preez, C.C., Kotze, E., and Steyn, J.T. 2001. Long term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid plinthosol. Soil and Tillage Research 63: 25-33.
10- Edward, J.H., Thurlow, D., and Eason, J. 1998. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean and wheat. Agronomy Journal 80: 76-80.
11- 11-Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis. Soil Chemistry Research, Training and Promotion of Agriculture, 982 Magazine.
12- Fageria, N.K., and Gheyi, H.R. 1999. Efficient Crop Production. Campina Grande, Brazil: Federal University of Paraiba.
13- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops, 2nd Edition. New York: Marcel Dekker.
14- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Edward, D.G. 1990. Soil-Plant Nutrient Relationships at Low pH Stress. In: Crops as enhancers of nutrient use, V.C. Baligar and R.R. Duncan (Eds.), 475-507. New York: Academic Press.
15- Frankenberger, W.T.J., and Abdelmajid, H.M. 1985. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of legominous crops incorporated in to soil. Plant and Soil 87: 257-271.
16- Gangwar, K.S., Singh, K.K., Sherma, S.K., and Tomar, O.K. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic Plains. Soil and Tillage and Research 88: 242-252.
17- Kamkar, B., Movahedi Naeini, S.A., and Safahani Langroudi, A. 2009. The effects of soil nitrate and ammonia and wheat yield. Final Research Report, 89-3-231. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. (In Persian)
18- Kuo, S., and Sainju, U.M. 1998. Nitrogen mineralization and availability of mixed leguminous and non-leguminous cover crop residues in soil. Biology and Fertility of Soils 22: 310–317.
19- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. New York: Academic Press. 110 pp.
20- Maene, L. 2001. Global potassium fertilizer situation: current use and perspectives. In: Pasricha N.S., and Bansal S.K. (ed.) Potassium for Sustainable Crop Production. Proceeding of International Symposium on Role of Potassium In: Nutrient Management for Sustainable Crop Production In India. Pp. 21-33. 3-5 December, New Delhi, India. Potash Research Institute, Gurgaon.
21- Muller, M.M., Sundman, V., Soininvaara, O., and Merilainen, A. 1988. Effects of chemical composition on the release of N from agricultural plant material decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils 6: 78–83.
22- Mubarak, A.R., Rosenani, A.B., Anuar, A.R. and Zauyah, D.S. 2003. Effect of incorporation of crop residues on a maizegroundnut sequence in the Humid tropics. I. Yield and nutrient uptake. Journal Plant Nutrition 26: 1841–1858.
23- Malakouti, M.J., and Homaee, M. 1995. Soil Fertility in Arid Regions. Tarbiate Modarres University Press. 580 pp. (In Persian)
24- Mikkelsen, R.L. 2005. Managing phosphorus and potassium for maximum alfalfa yield and quality. Potash &

Archive of SID

www.SID.ir

Phosphate Institute (PPI) and the Potash & Phosphate Institute of Canada (Ppic). 655 Engineering Drive, Suite 110 Norcross, Ga 30092-2837.
25- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structure stability mechanisms and implication for management. Plant and Soil 76: 319–337.
26- Oglesby, K.A., and Fownes, J.H. 1992. Effects of chemical composition on the release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils 6: 78-83.
27- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological. American Society of Agronomy and Soil Science Society 64: 918-926.
28- Pretty, K.M., and Stangel, P.J. 1985. Current and future use of world potassium. In: Potassium and Phosphate Association Potassium in Agriculture, R.D. Munson (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 515-533.
29- Recous, S.D., Darwis, S., and Mary, B. 1995. Soil Inorganic N availability: effect on maize decomposition. Soil Biology and Biochemistry 37: 359-374.
30- Roshania, G.A., and Narayanasamy, G. 2010. Determination of kinetic parameters for potassium uptake by wheat at different growth stages. International Journal of Plant Production 4(1): 33-40.
31- Ruiz, J.M., and Romero, L. 2002. Relation between potassium fertilization and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis Sativa*) plants. Annual Applied of Biology 104: 241-245.
32- Singh, Y. 2003. Crop Residue Management in Rice- Wheat System, Addressing Resource Conservation Issues in Rice–Wheat Systems of South Asia, A Resource Book, Rice Wheat Consortium for Indo-Gangetic Plains (CIMMYT), March 2003.
33- Soltani, A., Torabi, B., Ghaleshi S., and Zeinali, E. 2010. Analysis yield constraints with comparative performance analysis (CPA) method in Gorgan. Research Report 89-3-265. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran. (In Persian)
34- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. Soil and Fertilizer Potassium. Ch. 7. In: S.L. Tisdale, W.L. Nelson., and Beaton, J.D. (Eds.), Soil Fertility and Fertilizers, 4th Ed. Macmillan, New York, 249-291.
35- Walkly, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.
36- Whitbread, A.M., Blair, G.J. and Lefroy, R.D.B. 2000. Managing legume leys, residues and fertilizers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia. Soil Tillage Research 54: 63–75.
37- Waling, I., Van, W., Houba, G., and Van Der Lee, J. 1989. Soil and Plant Analysis, a Series of Syllali. Part 7. Plant Analysis Procedures. Washeng. Agricultural University. 96 pp
38- Zadox, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth of cereals. Weed Research 415-421.

Archive of SID

www.SID.ir