Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۹۵
۷۳-۵۷
http://ejcp.gau.ac.ir

امکان‌سنجی استفاده از اضافه بار پتاسیم در تعیین پتاسیم قابل جذب در برخی مزارع گندم دیم استان گلستان

*مانیا یوسفی[۱]، سیدعلیرضا موحدی‌نائینی[۲] و حسینعلی شمس‌آبادی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۸/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کیفی و کمی محصول به‌شمار می‌رود. عرضه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به حداکثر بالقوه تولید ضروری می‌باشد. پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد، لذا آگاهی از وضعیت پتاسیم خاک در استفاده بهتر از کودهای پتاسیمی در مزارع ضروری است. چندین روش برای اندازه‌گیری پتاسیم خاک وجود دارد. استات آمونیوم در همه خاک‌ها برای عصاره‌گیری پتاسیم قابل استفاده گیاه از کارایی خوبی برخوردار نیست و هزینه بالای تترافنیل‌بران سدیم از مطلوبیت آن برای عصاره‌گیری نمونه‌های زیاد خاک می‌کاهد. با در نظر داشتن این مطلب که در خاک‌های لسی با سطح ویژه بالا در استان گلستان، روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم از دقت کمتری در مقایسه با روش عصاره‌گیری با تترافنیل بران سدیم برخوردار می‌باشد و از طرف دیگر استفاده از روش عصاره‌گیری با تترافنیل بران سدیم مستلزم صرف زمان و هزینه بالایی است، ما را بر آن می‌دارد تا روش دیگری جهت برآورد پتاسیم خاک اتخاذ نماییم که هم از دقت بیشتری برخوردار باشد و هم زمان و هزینه کمتری را در برداشته باشد. هدف از این تحقیق امکان‌سنجی استفاده از شاخص کم‌هزینه اضافه بار پتاسیم در تعیین پتاسیم قابل استفاده خاک در برخی مزارع گندم دیم استان گلستان با محدودیت قابلیت کاربری استات آمونیوم می‌باشد. پیش‌بینی عملکرد گندم دیم نیز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در یک واحد محدود مزرعه‌ای، جهت رسیدن به هدف نهایی کاربرد اضافه بار پتاسیم برای برآورد کود موردنیاز صورت گرفت.

*مسئول مکاتبه: yousefimania@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها: برای تحقق هدف مذکور قطعه زمینی به وسعت ۹۲۲ مترمربع واقع در مزرعه شماره ۱ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در نظر گرفته شد. قطعه زمین مورد مطالعه به ٤٠ پلات مساوی تقسیم و در آن گندم دیم رقم، *line17* کشت گردید. طی یک مرحله (قبل از کشت) نمونه خاک از هر ٤٠ پلات برداشت و جهت انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه خاک انتقال یافت. در زمان برداشت محصول، گیاهان هر پلات به‌طور مجزا برداشت گردید. پتاسیم توسط سه روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، تترافنیل بران سدیم و اضافه بار پتاسیم اندازه‌گیری شد. از مدل شبکه عصبی مصنوعی جهت برآورد عملکرد پیش‌بینی شده استفاده گردید. در این مدل خروجی، عملکرد دانه و ورودی، پتاسیم اندازه‌گیری شده با سه روش فوق‌الذکر بود.

یافته‌ها: طبق نتایج به‌دست آمده، میزان همبستگی بین عملکرد دانه و سه عصاره‌گیر استات آمونیوم، تترافنیل بران سدیم و اضافه بار پتاسیم به‌ترتیب ۰/٦۲، ۰/۷۸ و ۰/۷۷ می‌باشد. بر همین اساس روش عصاره‌گیری با اضافه بار پتاسیم نسبت به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، از همبستگی بالاتری با عملکرد دانه، برخوردار است و نتایج نزدیکی را با روش عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم دارد.

نتیجه‌گیری: در خاک‌های مورد مطالعه روش عصاره‌گیری با اضافه بار پتاسیم نسبت به روش رایج (در منطقه مورد مطالعه) عصاره‌گیری توسط استات آمونیوم از دقت و کارایی بیشتری برخوردار است. در نتیجه با استفاده از روش اضافه بار پتاسیم و مصرف کود کمتر نه تنها افزایش عملکرد در واحد سطح؛ بلکه کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی را خواهیم داشت.

واژه‌های کلیدی: استات آمونیوم، اضافه بار پتاسیم، شبکه عصبی مصنوعی، گندم دیم، گلستان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کیفی و کمی محصول به‌شمار می‌رود. پتاسیم یکی از عناصر پر مصرف گیاه می‌باشد. بیش از ۸۰ آنزیم گیاهی برای فعالیت خود به پتاسیم نیاز دارند. با تعیین میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه می‌توان درباره وضعیت پتاسیم خاک، مصرف یا عدم مصرف کود در مزارع تصمیم‌گیری نمود (۱٦).

تاکنون عصاره‌گیرهای مختلفی جهت بررسی سرعت و روند رهاسازی پتاسیم از خاک‌ها، کانی‌های رسی و اجزا خاک توسط محققین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. از میان این روش‌های عصاره‌گیری می‌توان به اسیدهای معدنی، اسیدهای آلی، تترافنیل بران سدیم، رزین تبادل کاتیونی، جریان الکتریسیته و نمک‌های معدنی اشاره نمود (۱۵). انتخاب یک روش شیمیایی یا عصاره‌گیر مناسب برای اندازه‌گیری یا برآورد مقدار ماده غذایی قابل استفاده خاک از ارکان اساسی هر نظام خاک آزمایی بوده و در موفقیت و کارایی آن نقش به‌سزایی دارد (۲۳).

با توجه به تحقیقات انجام گرفته بر روی خاک‌های استان گلستان با رس غالب ایلایت، نتایج حاکی از آن می‌باشد که روش عصاره‌گیری توسط استات‌آمونیوم روش نامناسبی در این خاک‌ها بوده و از دقت کافی و لازم در برآورد مقدار پتاسیم قابل جذب گیاه برخوردار نمی‌باشد (۲، ۱۰، ۱۲، ۱٤). روش عصاره‌گیری توسط تترافنیل بران سدیم (در مدت زمان ۱ دقیقه) دقت بالایی در برآورد مقدار پتاسیم قابل جذب گیاه دارد (۱۲، ۱٤ و ۲۰)، لیکن به‌دلیل صرف زمان زیاد و هزینه بالای آن باعث شده تا از مطلوبیت این عصاره‌گیر به‌عنوان یک عصاره‌گیر پیشنهادی کاسته شود (٦). این نتایج محقق را وادار می‌سازد تا در پی روش اقتصادی مناسب دیگری برای اخذ نتیجه مطلوب‌تر و در عین حال دقیق‌تر باشد. با توجه به نتایج تحقیقاتی که در گذشته بر روی خاک‌های رحمت‌آباد گرگان صورت گرفته، نشان می‌دهد که استفاده از روش اضافه بار پتاسیم ممکن است شیوه امیدبخشی برای تخمین اقتصادی پتاسیم قابل استفاده گیاه با روش‌های جدید تجزیه و تحلیل اطلاعات باشد (۱۸).

طبق مطالعاتی که بر روی خاک‌های گرگان صورت گرفته نشان می‌دهد، بیشترین همبستگی با عملکرد گندم را پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط تترافنیل بران سدیم در مدت زمان ۱ دقیقه داشته و بعد از آن این همبستگی با روش عصاره‌گیری توسط اضافه بار پتاسیم بیشتر بوده و در نهایت کمترین همبستگی را با روش عصاره‌گیری استات آمونیوم با وجود مقادیر بالای به‌دست آمده (به‌دلیل سرعت کم پخشیدگی) داشته است (۲٤ و ۱٤). امینی و موحدی نائینی (۲۰۱۳) مشاهده نمودند که با وجود

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر بالای پتاسیم اندازه‌گیری شده توسط عصاره‌گیر استات آمونیوم، کاربرد و مصرف کود پتاسیم در این خاک‌ها عملکرد گندم را افزایش می‌دهد. در مطالعه حاضر با پیروی از روش کشاورزی دقیق، زمین را شبکه‌بندی نموده و پتاسیم قابل جذب، توسط عصاره‌گیرهای مختلف تعیین می‌گردد. در نهایت عصاره‌گیری مناسب خواهد بود که در مزرعه و در فواصل کم، در شبکه‌ها بتواند مقدار پتاسیم را با دقت بالاتر و در عین حال با صرف هزینه کمتری ارزیابی نماید. اگر عصاره‌گیر بتواند در یک مزرعه کوچک جواب مناسبی بدهد، در مناطق دیگر که خاک‌ها متفاوت هستند نتیجه بهتری را نشان خواهد داد (۲).

گندم مهمترین غله دانه‌ای و همچنین گیاه زراعی می‌باشد که منبع اصلی تأمین کننده فیبر و کالری مورد نیاز است. گندم در کشور ما حدود نیمی از سطح زیر کشت را به خود اختصاص می‌دهد. به‌منظور افزایش کیفیت این محصول و برنامه کوددهی مؤثر و مناسب آن، شناسایی مراحل مختلف رشد گیاه و همچنین وضعیت عناصر مهم غذایی، ضروری می‌باشد (۱۳). کشاورزی دقیق یک سیستم ترکیبی مدیریت کشاورزی بر پایه بهینه‌سازی نهاده‌ها، حداکثرسازی تولیدات کشاورزی با کاربرد اطلاعات محصولات می‌باشد و یک فناوری پیشرفته و اصل مدیریتی است که به‌عنوان کشاورزی خاص مکانی نیز نامیده شده که تغییرات را در مزرعه تشخیص داده و میزان صحیح نهاده‌ها را در مکان درست و زمان مناسب به‌کار می‌برد (۹).

تغذیه پتاسیمی با روش‌های کشاورزی دقیق با استفاده از دستگاه‌های جاگذاری کود (اعمال متغیر مقدار کود) در نقاط GPS[1] مستلزم تعیین میزان پتاسیم قابل استفاده است. با قرار دادن میزان مناسب کود در نقاط GPS در فواصل معین سیستماتیک (مثلاً فواصل یک متری)، با استفاده از دستگاه‌های ویژه جاگذاری کود، انتظار عملکرد بیشتر با مصرف کمتر کود وجود دارد. علاءالدین (۲۰۱۰) در دامنه وسیعی از خاک‌های استان گلستان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ارتباط خوبی بین پتاسیم قابل عصاره‌گیری با تترافنیل بران سدیم، اضافه بار پتاسیم و درجه دانه‌بندی مشاهده نمود (۱). مهربانیان و همکاران (۲۰۰۹)، در مدل‌سازی خصوصیات خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی رگرسیون چند متغیره و توابع انتقالی دریافتند پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بهترین عملکرد را نسبت به سایر مدل‌ها دارد (۱۷). معماریان فرد و همکاران (۲۰۰۹) نیز در برازش

1- Global Positioning System

www.SID.ir

Archive of SID

توابع انتقالی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی دریافتند که با استفاده از درصد رس، درصد اشباع و ماده آلی به‌عنوان ورودی در شبکه عصبی، ظرفیت تبادلی کاتیونی را نسبت به سایر مدل‌های رگرسیونی می‌توان با دقت بسیار بالاتری پیش‌بینی نمود (۱۸).

هدف از این تحقیق امکان‌سنجی استفاده از شاخص کم هزینه اضافه بار پتاسیم با جذب پتاسیم و عملکرد گندم دیم است و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، تأمین هدف نهایی کاربرد اضافه بار پتاسیم در برآورد کود مورد نیاز در کشاورزی دقیق را دنبال خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر پایه شبکه‌بندی زراعی و با پیروی از روش کشاورزی دقیق، در مزرعه شماره ۱ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. پس از شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک‌بار دیسک زدن، کشت گندم دیم به‌میزان ۲۵۰ کیلوگرم بر هکتار، توسط خطی‌کار با فاصله خطوط کاشت ۱۲ سانتی‌متر صورت گرفت. زمین زراعی به مساحت ۹۲۲ مترمربع به ٤٠ پلات ۲۳ مترمربعی (٤/٨×٤/٨) تقسیم و در ٥٤ نقطه از زمین مختصات با استفاده از GPS مشخص گردید که این نقاط گوشه‌های هر یک از پلات‌های آزمایشی بود. سه نمونه تصادفی خاک به روش نمونه‌برداری نقطه‌ای از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر سطحی خاک در مرحله قبل از کشت، از هر پلات برداشت و مخلوط گردید. نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک شدن و نیز کوبیده شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، جهت اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب در خاک مورد استفاده قرار گرفت. کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار طی سه مرحله رشد گیاه (قبل از کشت، قبل از پنجه‌زنی و قبل از خوشه‌دهی) به‌میزان برابر به هر پلات به‌صورت جداگانه اعمال گردید. برداشت محصول به‌صورت دستی از ٤٠ پلات مورد آزمایش صورت گرفت و در کیسه‌های جداگانه قرار داده شد و جهت جدا نمودن کاه از دانه به خرمن کوب انتقال یافت. در نهایت نمونه‌های گندم به‌دست آمده توزین گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر بافت خاک پس از اکسیداسیون مواد آلی (۸) و با روش هیدرومتری (٤) اندازه‌گیری شد. pH و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (۱۹) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم با pH=۸/۲، درصد رطوبت در گل اشباع اندازه‌گیری شد (۵) و ماده آلی خاک به روش والکی و بلاک (۱۹۳٤) تعیین گردید (۲۵). نتایج حاصل در جدول (۱) ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه مرکب خاک مزرعه.

Table 1. Physical and chemical analysis of Compound soil samples of farm.

نام کاربری Land use	نوع بافت Soil texture	رطوبت گل اشباع (درصد) SP(%)	ماده آلی (درصد) Organic matter(%)	PH(1:2)	EC (dSm^{-1})
زمین کشاورزی Farmland	لوم رسی سیلتی (Silty.clay.loam)	56.58	1.8	7.8	0.88

پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم به شرح ذیل اندازه‌گیری شد. مقدار ۲/۵ گرم خاک هوا خشک را در لوله سانتریفوژ ریخته و در ۳ نوبت به آن ۱۶/۵ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۱ نرمال اضافه گردید. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه شیک و ۵ دقیقه با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید تا محلول رویی شفاف گردد. در نهایت محلول رویی را در یک بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری نموده و باقی حجم بالن با استفاده استات آمونیوم به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس پتاسیم موجود با دستگاه فلیم فتومتری Biotech Engineering Management Co. Ltd مدل AFP-100 قرائت شد (۲۱).

برای اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب خاک با عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم ۰/۵ گرم خاک عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری را وزن کرده و داخل لوله‌های دستگاه بلوک هضم ریخته و به آن ۳ میلی‌لیتر محلول استخراج که حاوی تترافنیل بران سدیم ۰/۲ مولار، کلرید سدیم ۱/۷ مولار و EDTA (اتیلن دی آمین ترا استیک اسید) ۰/۰۱ مولار می‌باشد، اضافه گردید. ۱ دقیقه پس از اضافه کردن این محلول عصاره‌گیر، به آن cc ۲۵ محلول حاوی ۰/۵ مولار کلرید آمونیوم و ۰/۰۵ مولار کلرید مس اضافه شد تا عمل عصاره‌گیری پتاسیم متوقف شود. سپس لوله‌های هضم حاوی این مواد را به‌مدت ۳۰ الی ٤٥ دقیقه روی دستگاه بلوک هضم گذاشته و دمای آن را روی ۱۵۰ سانتی‌گراد تنظیم کرده تا کاملاً رسوب نماید. پس از آن حجم این محلول را به cc ۵۰ رسانده و اجازه داده شد تا خاک رسوب کند و از محلول رویی cc ۲۰ برداشته و داخل لوله‌های سانتریفیوژ ریخته و به آن سه قطره اسیدکلریدریک ٦ نرمال اضافه شد. سپس محلول موردنظر با سرعت ٤٧۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در انتها محلول زلال رویی را جدا کرده و پتاسیم موجود در آن به‌وسیله دستگاه فلیم فوتومتر Biotech Engineering Management Co. Ltd. مدل AFP-100 اندازه‌گیری شد (٦).

برای اندازه‌گیری پتاسیم کل خاک در روش اضافه بار پتاسیم، مقدار ۵ گرم خاک هوا خشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور و آن را توزین کرده و در لوله سانتریفیوژ ریخته و در سه نوبت به آن ۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌لیتر نیترات آمونیوم نرمال اضافه گردید. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با دستگاه شیکر رفت و برگشتی با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه مخلوط شد و ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید تا محلول رویی شفاف شود. در نهایت محلول شفاف رویی را در یک بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری کرده و با نیترات آمونیوم نرمال به حجم رسانده، آنگاه پتاسیم را با دستگاه فلیم فتومتر Biotech Engineering Management Co. Ltd مدل AFP-100 قرائت شد (۳).

برای محاسبه میزان پتاسیم با روش فوق‌الذکر از فرمول زیر استفاده می‌گردد.

$$ni \equiv niT - Mwmi$$

(mi) غلظت کاتیون پتاسیم در عصاره اشباع خاک، *(niT)* عصاره حاوی کل کاتیون‌ها و آنیون‌ها و *(Mw)* درصد رطوبت اشباع خاک می‌باشد. لذا عصاره‌گیری مانند روش اندازه‌گیری غلظت کل عناصر انجام گرفت، غلظت کاتیون پتاسیم در عصاره اشباع خاک، عصاره حاوی کل کاتیون‌ها و آنیون‌ها (توسط عصاره‌گیر نیترات آمونیوم) و رطوبت اشباع اندازه‌گیری شد (۱۱).

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.3 استفاده شد. ابتدا نرمال بودن توزیع مشاهدات، همبستگی و رگرسیون آن‌ها بررسی می‌شود. سپس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی MATLAB R2011B، مدل‌سازی انجام گرفت.

نتایج و بحث

ضریب همبستگی بین غلظت پتاسیم قابل جذب خاک با سه نوع عصاره‌گیر متفاوت در مراحل قبل از کشت با عملکرد دانه گندم: همان‌طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌گردد ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و پتاسیم با تترافنیل بران سدیم و اضافه بار پتاسیم که قبل از کشت اندازه‌گیری شدند، به‌ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۷۷ می‌باشند. همبستگی عملکرد دانه با پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم در مرحله قبل از کشت ۰/٦۲ به‌دست آمد، که کمتر از همبستگی عملکرد دانه با دو عصاره‌گیر یاد شده بود که با نتایج وفاخواه و همکاران (۲۰۱۰) و خوراشاهی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد (١٤، ٢٤). مطالعه ایکرت و همکاران (۱۹۹٦) در خاک‌های ایلایتی گواه این مطلب می‌باشد که عصاره‌گیر استات آمونیوم عصاره‌گیر مناسبی در این خاک‌ها نمی‌باشد (۱۰).

بر اساس مطالعه کاکس و همکاران (۱۹۹٦) عصاره‌گیری خاک توسط تترافنیل بران سدیم (در مدت زمان ۱ دقیقه) میزان پتاسیم قابل جذب ریشه را اندازه‌گیری می‌کند همبستگی بالاتری را با عملکرد گندم دیم نسبت به عصاره‌گیر استات آمونیوم نشان می‌دهد (٦). نتایج تحقیق پیش‌رو با مطالعات هاولین و همکاران (۲۰۰۵) و خوراشاهی و همکاران (۲۰۱۱) که بر روی خاک‌هایی که رس

www.SID.ir

Archive of SID

غالبشان ایلایت می‌باشد تطابق داشت. کاکس و همکاران (۱۹۹٦) از معایب این روش به هزینه بالای تترافنیل بران سدیم اشاره نمودند که باعث گشته از مقبولیت آن در تعداد زیاد نمونه کاسته شود به‌ویژه در مطالعه حاضر که بر پایه کشاورزی پایدار و با استفاده از روش کشاورزی دقیق می‌باشد مهم می‌باشد که نیاز به نمونه‌گیری بیشتری از خاک جهت تحقق هدف مذکور داریم و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه به‌نظر نمی‌رسد.

اسپوزیتو (۲۰۰۸) روش جدیدی را تحت عنوان اضافه بار پتاسیم پیشنهاد نمود که نسبت به عصاره‌گیر استات آمونیوم در خاک‌های ایلایتی همبستگی بالاتری را با عملکرد نشان می‌دهد و در مقایسه با عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم از دقت کمتری برخوردار است اما این اختلاف به اندازه‌ای است که می‌توان، این روش را جایگزین مناسبی برای روش پرهزینه تترافنیل بران سدیم در نظر گرفت. طبق مطالعه‌ای که وفاخواه و همکاران (۲۰۰۵) بر روی خاک‌های لسی گرگان انجام داد این شیوه عصاره‌گیری پتاسیم توسط روش اضافه بار پتاسیم را شیوه رضایت‌بخشی اعلام نمود (۲٤) که نتایج مطالعات خوراشاهی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گواه این مطلب بود که با نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر تطابق دارد (۱٤). مقادیر عملکرد دانه گندم اندازه‌گیری شده در ٤۰ پلات آزمایشی به میزان حدقل ۲۹۹۹/٤٥، حداکثر ٤٥۸٥/۷۰، میانگین ۳٦۹٥/٤۲ کیلوگرم در هکتار و با انحراف معیار ۳۹٥/۷۳ به‌دست آمد.

جدول ۲- ضریب همبستگی بین غلظت پتاسیم قابل جذب خاک با سه نوع عصاره‌گیر متفاوت (در مرحله قبل از کشت) با عملکرد دانه.

Table 2. Correlation coefficients between the available soil potassium different forms whit several extractor (Before planting) with grain yield.

		عصاره‌گیر (extractor) 1	عصاره‌گیر (extractor) 2	عصاره‌گیر (extractor) 3	عملکرد دانه (Grain yield)
1	پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم Potassium extracted with Ammonium acetate	1			
2	پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل بران سدیم Potassium extracted with sodium tetra-phenyl boron	0.51**	1		
3	پتاسیم عصاره‌گیری شده با اضافه بار پتاسیم Potassium extracted with potassium excess	0.54**	0.70**	1	
4	عملکرد دانه Grain yield	0.62**	0.78**	0.77**	1

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول (٤) مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین غلظت‌های پتاسیم اندازه‌گیری شده در ٤٠ پلات می‌باشد. غلظت پتاسیم توسط دو عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم و استات آمونیوم بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم و اضافه بار پتاسیم بر حسب میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم آورده شده است.

جدول ۳- پتاسیم با اشکال متفاوت با چند عصاره‌گیر مختلف در زمان قبل از کشت.

Table 3. Potassium different forms whit several extractor before planting.

اشکال پتاسیم Potassium forms	K (NH_4OAC)	K (NaTPB)	K (water)	K (SEC)	K (NH_4No_3)
شاخص‌های آماری Statistics	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)	($mg\ l^{-1}$)	($meg\ 100gr^{-1}$)	($mg\ kg^{-1}$)
حداقل Minimum	408.16	180.25	17.8	0.46	181.71
حداکثر Minimum	717.21	483.93	58.3	1.53	597.38
میانگین Average	520.43	310.88	29.49	0.76	299.32
انحراف معیار Standard deviation	87.78	68.86	9.52	0.25	97.50

K(NH4OAC): مقدار پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر استات آمونیوم، K(NaTPB): مقدار پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم، K(water): مقدار پتاسیم به‌دست آمده در عصاره خاک، K(SEC): مقدار پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر اضافه بار پتاسیم، $K(NH_4No_3)$: مقدار پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر نیترات آمونیوم.

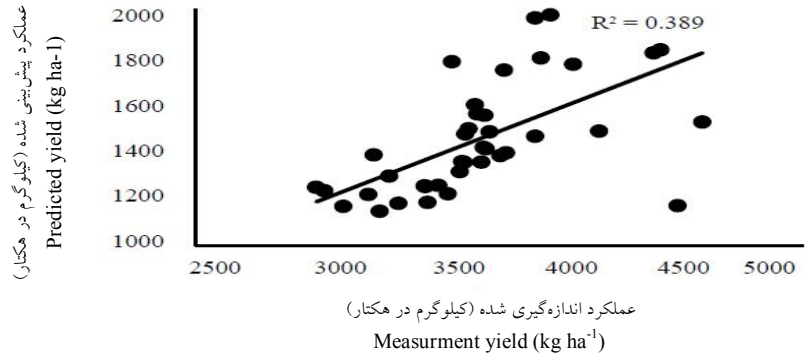
در رگرسیون خطی و شبکه عصبی به‌ترتیب زیر عمل شد: با توجه که مطالعاتی که در گذشته با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، همچون علاءالدین (۲۰۱۰) صورت گرفته نشان می‌دهد که با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ارتباط خوبی بین پتاسیم قابل عصاره‌گیری با تترافنیل بران سدیم، اضافه بار پتاسیم و درجه دانه‌بندی مشاهده می‌شود (۱). مهربانیان و همکاران (۲۰۰۹) نیز در مدل‌سازی خصوصیات خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی رگرسیون چند متغیره و توابع انتقالی دریافتند پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی بهترین عملکرد را نسبت به سایر مدل‌ها دارد (۱۷). معماریان فرد و همکاران (۲۰۰۹) نیز در برازش توابع انتقالی ظرفیت تبادل

www.SID.ir

Archive of SID

کاتیونی خاک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی دریافتند که با استفاده از درصد رس، درصد اشباع و ماده آلی به‌عنوان ورودی در شبکه عصبی مصنوعی، ظرفیت تبادلی کاتیونی را نسبت به سایر مدل‌های رگرسیونی می‌توان با دقت بسیار بالاتری پیش‌بینی نمود (۱۸). با در نظر داشتن مطالعات انجام گرفته ما را بر آن داشت تا از نرم‌افزار شبکه عصبی مصنوعی برای مطالعه پیش‌رو در مقایسه با رگرسیون خطی ساده استفاده نماییم. به جهت درک بهتر نتایج، مدل رگرسیون خطی را مدل شماره "یک"، مدل شبکه عصبی مصنوعی را مدل شماره "دو" و مدل‌هایی که ورودی آن، پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم بود را "الف"، پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل بران سدیم را "ب" و پتاسیم عصاره‌گیری شده با اضافه بار پتاسیم را "ج" نام‌گذاری نمودیم.

در مدل شماره (یک- الف) با استفاده از نرم‌افزار SAS و با استفاده از اطلاعات ٤٠ نمونه خاک، ورودی، پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم در زمان قبل از کشت و خروجی، عملکرد دانه قرار داده شد.



شکل ۱- رگرسیون عملکرد اندازه‌گیری شده با پیش‌بینی شده (مدل شماره یک- الف).

Figure 1. Regression as measured by the predicted yield (model1-a).

۲/۸۱۰۰۸ × پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر استات آمونیوم= میزان عملکرد گندم

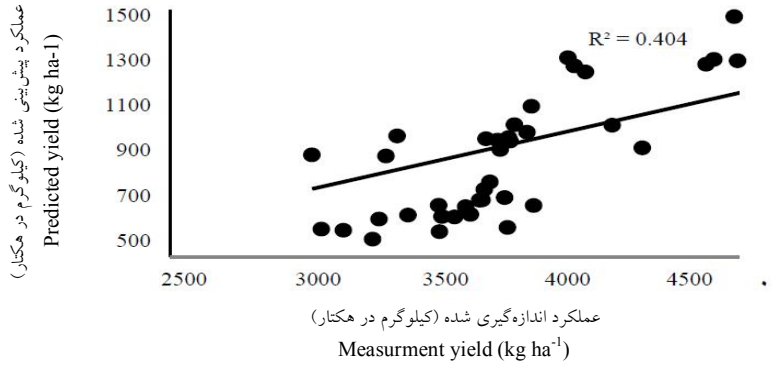
R^2 = ۰/۳۸, RMSE = ۲۲۵۳/۷٤, n=٤۰, P <۰/۰۱

همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود همبستگی پایینی (۳۸ درصد و P<۰/۰۱) بین عملکرد اندازه‌گیری شده و عملکرد پیش‌بینی شده با این روش به‌دست آمد که نشان می‌دهد عصاره‌گیر استات آمونیوم، عصاره‌گیر مناسبی برای خاک‌های لسی مورد مطالعه نمی‌باشد (٢٤ و ١٤). در مدل شماه (دو-

www.SID.ir

Archive of SID

ب) با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و نیز اطلاعات ٤٠ نمونه خاک، ورودی، پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم و خروجی، عملکرد دانه قرار داده شد. برای تمامی مدل‌ها شبکه عصبی تعداد ٣٤ نمونه را training و تعداد ٦ نمونه برای test استفاده شد. رابطه عملکرد با پتاسیم خاک با شبکه عصبی در ماتریس‌هایی در حافظه کامپیوتر موجود است که قابل ارائه نیست. در شبیه‌سازی نیز، شبکه انتخاب شده MLP بوده است.



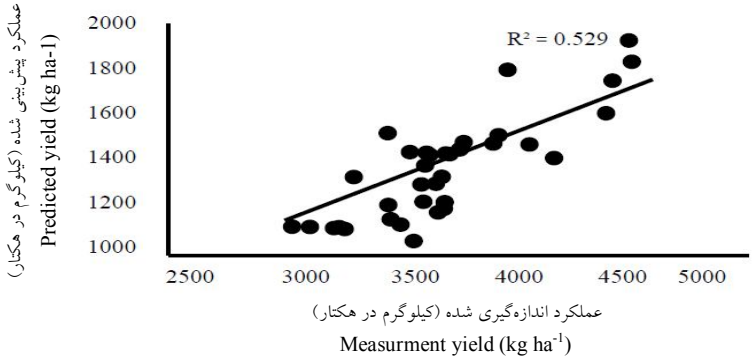
شکل ۲- رابطه عملکرد اندازه‌گیری شده با پیش‌بینی شده با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی (مدل شماره دو- الف).

Figure 2. The relationship between the predicted and measured yield using artificial neural network (model 2-a).

در این مدل، (R_{test}) ۰/۹٦ و میزان میانگین جذر مربعات خطا (RMSE) در آن ۲۸۷/۳٦ می‌باشد. همچنین با دقت (R^2) ۰/٤٤ توانایی برآورد و تخمین میزان عملکرد با استفاده از پتاسیم قابل استفاده با عصاره‌گیر استات آمونیوم را دارا می‌باشد (شکل ۲). در مدل شماره (یک- ب) با استفاده از نرم‌افزار SAS و اطلاعات ٤٠ نمونه خاک، ورودی، پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل بران سدیم و خروجی، عملکرد دانه قرار داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



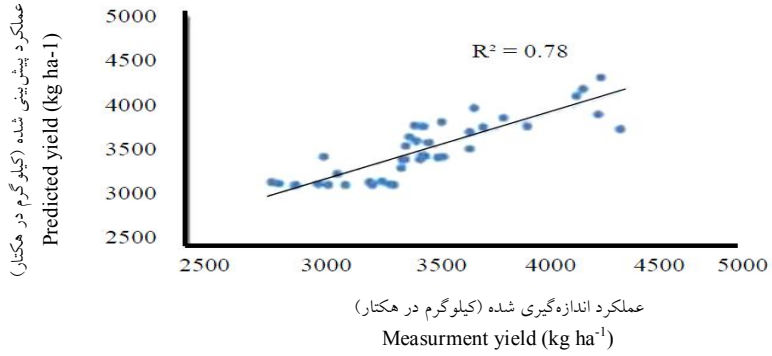
شکل ۳- رگرسیون عملکرد اندازه‌کیری شده با پیش‌بینی شده (مدل شماره یک- ب).

Figure 3. Regression as measured by the predicted yield (model1-b).

۴/۵۳۰۳۳×پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر ترافنیل بران سدیم= میزان عملکرد گندم

R^2= ۰/۵۲, RMSE =۲۲۹۹/۶۲۹, n=۴۰, P<۰/۰۱

همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود بین عملکرد اندازه‌گیری شده و عملکرد پیش‌بینی شده با این روش همبستگی (۵۲ درصد و P<۰/۰۱) وجود دارد و نشان می‌دهد که عصاره‌گیر ترافنیل بران سدیم نسبت به عصاره‌گیر استات آمونیوم در خاک‌های مورد مطالعه عصاره‌گیر مناسب‌تری می‌باشد (۲۴ و ۱۴). در مدل شماره (دو- ب) با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و اطلاعات ۴۰ نمونه خاک، ورودی، پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط ترافنیل بران سدیم و خروجی، عملکرد دانه قرار داده شد.



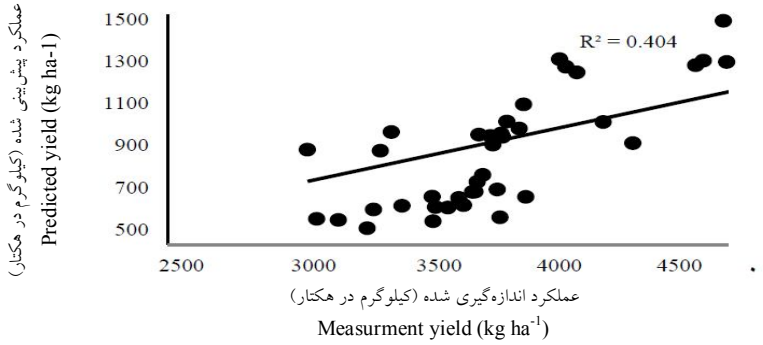
شکل ٤- رابطه عملکرد اندازه‌گیری شده با پیش‌بینی شده با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی. (مدل شماره دو- ب).

Figure 4. The relationship between the predicted and measured yield using artificial neural network (model 2-b).

www.SID.ir

Archive of SID

در این مدل، (R_{test}) ۰/۹۹ و میزان میانگین جذر مربعات خطا (RMSE) در آن ۱۷۸/۲۸ می‌باشد. همچنین این شبکه با دقت (R^2) ۰/۷۸ توانایی برآورد و تخمین میزان عملکرد با استفاده از پتاسیم قابل استفاده با عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم را دارا می‌باشد (شکل ٤). مدل شماره (یک- ج) با استفاده از نرم‌افزار SAS و اطلاعات ٤٠ نمونه خاک، ورودی را پتاسیم عصاره‌گیری شده با اضافه بار پتاسیم و خروجی را عملکرد دانه قرار دادیم.



شکل ۵- رگرسیون عملکرد اندازه‌گیری شده با پیش‌بینی شده (مدل شماره یک- ج).

Figure 5. Regression as measured by the predicted yield (model1-c).

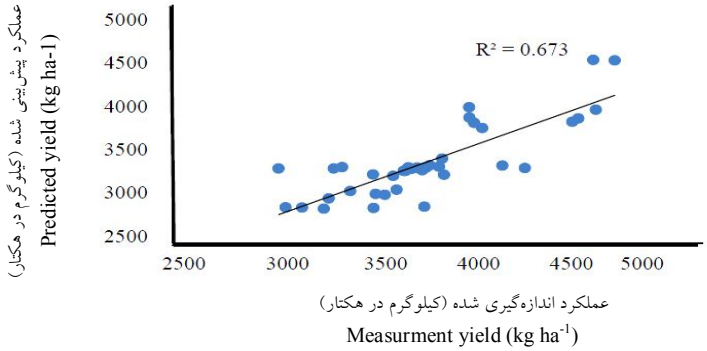
عملکرد گندم= میزان پتاسیم به‌دست آمده توسط عصاره‌گیر اضافه بار پتاسیم×۱۲۲۷/۳٦٤۷۱

R^2= ۰/٤۰, RMSE = ۲۷٦٤/٤٥٦, n= ٤۰, P<۰/۰۱

همان‌طور در شکل ۵ مشاهده می‌شود بین عملکرد اندازه‌گیری شده و عملکرد پیش‌بینی شده با این روش همبستگی (٤۰ درصد و P<۰/۰۱) وجود دارد. در مدل شماره (دو- ج) با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و اطلاعات ٤۰ نمونه خاک، ورودی، پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر اضافه بار پتاسیم و خروجی، عملکرد دانه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- رابطه عملکرد اندازه‌گیری شده با پیش‌بینی شده با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی (مدل شماره دو- ج).

Figure 6. The relationship between the predicted and measured yield using artificial neural network (model 2-c).

در این مدل، (R_{test}) ۰/۹۸ و میزان میانگین جذر مربعات خطا (RMSE) در آن ۲۲٤/۸۲ می‌باشد. همچنین این شبکه با دقت (R^2) ۰/٦۷ توانایی برآورد و تخمین میزان عملکرد با استفاده از پتاسیم قابل استفاده با عصاره‌گیر اضافه بار پتاسیم را دارا می‌باشد (شکل ٦).

با توجه به نتایج حاصل از دو مدل رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی مشاهده می‌گردد که مدل شبکه عصبی مصنوعی به مراتب دارای دقت بیشتر و خطای کمتری در برآورد و تخمین میزان عملکرد با استفاده از پتاسیم قابل استفاده خاک نسبت به مدل رگرسیون خطی می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم در خاک‌های مورد مطالعه از همبستگی و دقت کمتری با عملکرد دانه در مقایسه با روش عصاره‌گیری با ترافنیل بران سدیم برخوردار می‌باشد؛ و از طرف دیگر استفاده از روش عصاره‌گیری با ترافنیل بران سدیم مستلزم صرف زمان و هزینه بالایی است و محقق را بر آن می‌دارد تا روش دیگری جهت برآورد پتاسیم خاک اتخاذ نماید که هم از دقت بیشتری برخوردار باشد و هم زمان و هزینه کمتری را در برداشته باشد. نتایج جدول ۲ نشان داد که پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش اضافه بار پتاسیم، همبستگی بالاتری را با عملکرد در مقایسه با پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم داشته است. به‌نظر می‌رسد استات آمونیوم، عصاره‌گیر مناسبی برای اندازه‌گیری پتاسیم خاک‌های مورد آزمایش نمی‌باشد و از آنجایی که خاک موردنظر غنی از پتاسیم

www.SID.ir

Archive of SID

تبادلی کندرها می‌باشد، تعیین پتاسیم قابل استفاده در این خاک‌ها با استفاده از عصاره‌گیر اضافه بار پتاسیم روش مناسب‌تری است. در نتیجه با استفاده از روش کم هزینه اضافه بار پتاسیم در تعیین پتاسیم قابل استفاده خاک می‌توان برآورد دقیق‌تری از میزان پتاسیم خاک به‌دست آورد و نیز می‌توان با مصرف کود کمتر در مدت زمان کوتاهی مشکل کمبود پتاسیم را در اراضی یاد شده تا حد زیادی مرتفع نمود.

منابع

1.Alaedin, M. 2010. The physical and chemical parameters affecting resorbable potassium in some soils of Golestsn and Tehran provinces. M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)

2.Amini, S., and Movahedi Naeini, S.A.R. 2013. Effects of paper sludge application physical properties of an Illitic loess slowly swelling soil with high specific surface area and wheat yield in a temperate climate. Agr. Sci. J., 5(1): 293-313.

3.Bolt, G.H., and Bruggenwert, M.G.M. 1976. Soil Chemistry, Part A. Basic Elements. Eleevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 281p.

4.Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agr. J., 54: 464 - 465.

5.Chapman, H.D. 1965. Cation-exchange capacity. In. C.A. Black et al. (ed.) Method of Soil Analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA.

6.Cox, A.E., Joern, B.C., and Roth, B.C. 1996. Nonexchangeable ammonium and potassium determination in soils with a modified sodium tetraphenylboron method. WI: Soil. Sci. Soc. Am. J., 60: 10-17.

7.Darunsontaya, T., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I., and Prakongkep, N. 2012. The forms and availability to plants of soil potassium as related to mineralogy for upland Oxisols and Ultisols from Thailand. Geoderma, 170: 11-24.

8.Day, P.R. 1955. Methods of soil Analysis. Part I. Agronomy Madison, WI., Pp: 545-567.

9.Doede, S., Achemir, R., Vanmeter, K., Flora, J., and Webb, C.A.E. 2008. Precision agriculture technology program. Oklahoma State University, instate of technology.

10.Eckret, D.J., and Watson, M.E. 1966. Integrating mehlich extractant into existing soil test interpretation schemes. Commun. Soil. Sci. Plant Ann. 27: 1237-1249.

11.Esposito, G. 2008. The Chemistry of Soils, Oxford University Press, 2nd edition.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Haby, V.A., Russelle, M.D., and Skogley, E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium and magnesium. In: S.H. Mickelson (Ed.), Soil Testing and plant analysis. Madison. WI., USA. P: 181-227.
12. Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 2005. Potassium, 7th ed. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management, Pp: 199–218. Upper Saddle River, New Jerseyillite dominance in clay fraction and the effects of Azotobacter and vermicompost on wheat yield, potassium uptake and tissue concentration. Plant Prod Sci. J., 16: 4.76-59. (In Persian)
13. Keshavarz, A., Jalali, A., Dehghani, M.R., Hamid Nezhad, A.B., Sadri, M., Heydari, B., and Mohsenin, A.M. 2001. The plan of increasing yield and production of irrigated and dryland wheat. Ministry of Agriculture Jihad. Tehran. Iran. (In Persian)
14. Khorashahi, M., Movahedi Naini, S.A., Mashayekhi, K., and Zeynahl, E. 2011. Effect of different levels of Potassium fertilizer on Potassium concentration and dryland wheat yield in soil with high specific. National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources. (In Persian)
15. Malakouti, M.J., and Homaei, M. 1993. Dry Lands Soil Fertility. Tarbiat Modarres University Press. (In Persian)
16. Martin, W.H., and Sparks, D.L. 1985. On the behavior on nonexchengable potassium in soil. Commun Soil Sci., J. 16: 133-162.
17. Mehrabanian, M., Taghi Zadeh, R., Dehghani, F., and Zamanian, K. 2009. Modeling of soil properties using the Artificial Neural Network Multivariable. Proceedings of 11th Iran Congress of Soil Science. (In Persian)
18. Memariyan Fard, A., Talebi Zadeh, A., Begi, H., Mohamadi, J., Salehi, M.H. 2009. Fitting soil cation exchange capacity (CEC) alienable functions using Artificial neural networks. Proceedings of 11th Iran Congress of Soil Science. (In Persian)
19. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1992. Methods of Soil Analysis, In: II. Physical and Properties. SSSA Pub. Madison. 1750p.
20. Rao, C.S., and Takker, P.N. 1997. Evaluation of different extractants for measuring the soil potassium and determination of critical levels for plantavailable K in semectitic soils for sorghum. Indian. J. Soc. Soil Sci., 45: 113-119.
21. Rowell, D.L. 1995. Soil Science: methods and Application. Longman Group, Harlow, UK.
22. Smith, S.J., and Scott, A.D. 1966. Extractable potassium in grundite corn. Agron. J., 84: 850-856.
23. Tofigh, H. 1999. Comparision of Four Chmeical Extrants for Estimation of Available Potassium in Paddy Soil of North of Iran. Iran. J. Agric. Sci., 30: 3. 632-647. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

24. Vafakhah, M., Movahedi naeini, S.A., Zeinali, E., and Ghasemi chapi, O. 2010. Determination a suitable available potassium extractant and their correlation coefficient with wheat yield in soil dominated by illite in clay fraction. Second National Conference on agriculture and sustainable development, opportunities and challenges ahead. (In Persian)
25. Walkey, A., and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determination soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid in soil analysis. I. Exp. J. Soil Sci., 79: 459-465.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir