

مقایسه چند عصاره‌گیر برای استخراج پتاسیم قابل جذب گندم در برخی از خاکهای استان همدان

محبوبه ضرابی^۱ و محسن جلالی^{۲*}^۱ دانشجوی دکتری و ^۲ استاد گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد و از نظر فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از مهمترین کاتیونها در گیاهان محسوب می‌شود. لذا آگاهی از وضعیت پتاسیم خاکها در استفاده بهتر از کودهای پتاسیمی در مزارع لازم است. گرچه استات آمونیوم عصاره‌گیر رایج در ارزیابی پتاسیم قابل استفاده در خاکهای ایران می‌باشد، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی چند عصاره‌گیر جهت عصاره‌گیری پتاسیم قابل استفاده گندم در بعضی از خاکهای استان همدان صورت گرفته است. بدین منظور ۱۰ نمونه خاک از بین ۴۰ نمونه خاک نمونه برداری شده انتخاب شد. پتاسیم قابل عصاره‌گیری این خاکها با استفاده از عصاره‌گیرهای استات آمونیوم یک مولار، اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار استخراج شد. ارتباط بین پتاسیم عصاره‌گیری شده و جذب پتاسیم توسط گیاه می‌تواند فاکتور مهمی در انتخاب روش اندازه‌گیری پتاسیم خاکها باشد. به همین علت در مطالعات گلخانه‌ای از گندم الوند استفاده شد. پتاسیم استخراج شده توسط اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار با تمام عصاره‌گیرها بجز استات آمونیوم مولار همبستگی معنی‌داری نشان داد. بین سایر عصاره‌گیرها همبستگی معنی‌دار مشاهده شد. پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای استات آمونیوم یک مولار، اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و کلرید سدیم یک مولار با جذب پتاسیم همبستگی معنی‌داری نشان دادند. بین پتاسیم استخراج شده توسط اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار و کلرید سدیم یک مولار با عملکرد گندم همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. به نظر می‌رسد در خاکهای مورد مطالعه عصاره‌گیرهای کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید باریم ۰/۱ مولار در مقایسه با عصاره‌گیرهای اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار و استات آمونیوم یک مولار جهت ارزیابی قابلیت جذب پتاسیم مناسب تر باشند.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم قابل استفاده، عصاره‌گیر، گندم

مقدمه

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کیفی و کمی محصول به شمار می‌رود. پتاسیم یکی از عناصر پرمصرف گیاه می‌باشد. بیش از هشتاد آزمون گیاهی برای فعالیت خود به پتاسیم نیاز دارند. با تعیین میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه می‌توان درباره وضعیت پتاسیم خاک، مصرف و یا عدم مصرف کود در مزارع تصمیم‌گیری نمود. معمولاً پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادل، تثبیت شده و ساختاری یافت می‌شود (Martin and Sparks, 1983). گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را از محلول خاک جذب می‌کنند. این ذخیره به اندازه کافی بالا نبوده و نمی‌تواند نیاز گیاه را در طول فصل رشد برطرف نماید. بنابراین باید به وسیله شکل‌های تبدلی و به سختی قابل تبادل یا با اضافه کردن کود مجدداً احیا شود (Simard et al., 1992). برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گیاه از عصاره‌گیرهای

مختلفی استفاده می‌شود. باید توجه داشت هدف اولیه هر عصاره‌گیر شیمیایی ارزیابی مقدار قابل استفاده یک عنصر غذایی برای گیاه است (Corey, 1987). اصولاً در ارائه محلول عصاره‌گیر برای خاک باید به دو معیار توجه داشت: ۱- عصاره‌گیر باید عنصر قابل دسترس گیاه را عصاره‌گیری کند. ۲- روش عصاره‌گیری باید سریع، تکرار پذیر و اقتصادی باشد (Brown et al., 1987; Corey, 1987). از آنجایی که ترکیب کانیهای هر خاک، نوع گیاه و شرایط اقلیمی در میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه تأثیرگذار می‌باشند به نظر می‌رسد بررسی و تعیین عصاره‌گیر مناسب در هر منطقه و با توجه به نوع گیاه لازم باشد. رایج‌ترین عصاره‌گیر برای تعیین پتاسیم قابل استفاده در خاکها، محلول استات آمونیوم یک مولار خنثی می‌باشد (Knudsen et al., 1982; Haby et al., 1990; Johnson and Goulding, 1990). این عصاره‌گیر در ایران نیز به عنوان تنها عصاره‌گیر برای تعیین پتاسیم قابل استفاده در خاک به کار می‌رود. از سایر عصاره‌گیرهای متداول در دنیا می‌توان به مهلیخ ۱، ۲ و ۳، بی‌کربنات آمونیوم - DTPA، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم، مورگان - ولف، تترافنیل بران سدیم و اسید

* پست الکترونیک مکاتبه کننده Jalali@basu.ac.ir

مهلیخ ۳ و استات آمونیوم بر روش بی‌کربنات آمونیوم - DTPA ترجیح داده شدند. Wentworth and Rossi (۱۹۷۲) پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش تترافنیل بران سدیم (با یک ساعت انکوباسیون) را تخمین خوبی از پتاسیم قابل جذب گیاه در کانی‌های سیلیکاتی لایه‌ای دانستند. Tamhane and Subbiah (۱۹۶۲) اسید استیک، استات سدیم مورگان، استات آمونیوم، اسید نیتریک نرمال و در صد اشباع پتاسیم را برای تعیین پتاسیم قابل جذب برنج، در آزمایش‌های گلدانی و مزرعه‌ای استفاده و اعلام نمودند که پتاسیم عصاره‌گیری شده با این روشها و پاسخ گیاه برنج از همبستگی خوبی برخوردار نیست. نتایج مشابهی نیز در هندوستان گزارش شده است (Datta and Kalbande, 1967). در آزمایش دیگری که در آسام هندوستان با استفاده از ۱۱ عصاره‌گیر انجام گرفت، پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم بیشترین همبستگی را با عملکرد نسبی نشان داد. پتاسیم عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، استات آمونیوم یک مولار خنثی، کلرید کلسیم ۰/۰۲۵ مولار و اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال با عملکرد دانه، وزن خشک گیاه و پتاسیم جذب شده توسط برنج همبستگی معنی‌داری داشت (Schindler et al., 1988). (Nath and Purkaystha, 2003) جهت یافتن بهترین عصاره‌گیر برای گیاه ذرت از سه عصاره‌گیر استات آمونیوم مولار، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و سدیم تترافنیل بران استفاده نمودند و بین عصاره‌گیرهای استات آمونیوم و کلرید کلسیم با جذب پتاسیم توسط گیاه ذرت همبستگی معنی‌دار بدست آوردند. بررسی‌های انجام شده در مورد تعیین بهترین عصاره‌گیر پتاسیم در خاکهای ایران محدود است (Amiri et al., 1996; Towfighi, 1999; Kavossi and Kalbasi, 2000; Sharifi and Kalbasi, 2001; Jalali, 2001; Bustani and Savaghebi, 2004; Hosseinpour, 2004; Jalali, 2006).

گندم یکی از گیاهان زراعی رایج در استان همدان می‌باشد و ۶۵ درصد از سطح اراضی استان به کشت گندم اختصاص دارد. توصیه کودی برای این گیاه بر اساس روش عصاره‌گیری استات آمونیوم استوار است. از آنجایی که اطلاعات اندکی در ارتباط با مقایسه عصاره‌گیرهای مختلف جهت عصاره‌گیری پتاسیم قابل استفاده گندم از خاکهای منطقه وجود دارد، این تحقیق با هدف تعیین عصاره‌گیر مناسب برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گندم در برخی از خاکهای استان همدان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق انجام شده شامل مطالعات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای بود.

نیتریک یک مولار جوشان اشاره نمود. باید توجه داشت روش استات آمونیوم برای عصاره‌گیری پتاسیم تبادلی کارآیی بالایی داشته ولی برای اندازه‌گیری مقدار پتاسیم به آسانی قابل دسترس دارای خطا می‌باشد (Knudsen et al., 1982; Herlihy, 1992). در خاکهایی که به مقدار زیادی کانیهای میکایی وجود دارد، به علت وجود مکانهای اختصاصی جذب پتاسیم، مقدار زیادی از پتاسیم با انرژی بالا در این مواضع نگهداری می‌شود و هنگام عصاره‌گیری با استات آمونیوم بخشی از آن استخراج می‌شود (Rich and Black, 1964). این موضوع احتمالاً یکی از دلایل همبستگی ضعیف بین پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم و پاسخ گیاه به کود پتاسیم در این خاکها است (Simard and Zizka, 1994).

پژوهشگران مختلف بسته به محل تحقیق، عصاره‌گیرهای مختلفی را برای استخراج پتاسیم قابل استفاده گیاه پیشنهاد کرده‌اند. Csatho (۱۹۹۸) دو عصاره‌گیر استات آمونیوم و لاکتات آمونیوم را برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده در خاکهای مجارستان پیشنهاد نمود. Salomon (۱۹۹۸) عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار را با عصاره‌گیر لاکتات آمونیوم - اسید استیک (روش متداول در سوئد) برای استخراج پتاسیم قابل جذب ذرت مورد مقایسه قرار داد و به این نتیجه رسید که اگر چه کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار پتاسیم کمتری را از خاک استخراج می‌کند، ولی می‌تواند جایگزین خوبی برای روش متداول باشد. Van Diest et al. (۱۹۹۳) نیز این عصاره‌گیر را به عنوان عصاره‌گیر مناسب برای تخمین پتاسیم قابل استفاده ذرت معرفی کردند. Beegle and Oravec (۱۹۹۰) در بررسی عصاره‌گیر مهلیخ ۳ در خاکهای پنسیلوانیا، به همبستگی قوی بین این عصاره‌گیر و استات آمونیوم اشاره کرده و به دلیل استخراج هم زمان چند عنصر و وجود رابطه خوب بین پتاسیم استخراج شده به وسیله این عصاره‌گیر و جذب پتاسیم به وسیله ذرت، این عصاره‌گیر را بر استات آمونیوم ترجیح دادند. Grzebisz and Oertli (۱۹۹۳) عصاره‌گیرهای کلرید کلسیم، مهلیخ ۱، ۲ و ۳، بی‌کربنات آمونیوم - DTPA، کلرید سدیم، مورگان - ولف و استات آمونیوم - DTPA را برای استخراج پتاسیم قابل استفاده چاودار در خاکهای غرب سوئیس بررسی و عصاره‌گیرهای مهلیخ ۳ و بی‌کربنات آمونیوم - DTPA را به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب معرفی نمودند. Hanlon and Johnson (۱۹۸۴) عصاره‌گیرهای عمومی مهلیخ ۳ و بی‌کربنات آمونیوم - DTPA را با عصاره‌گیر استات آمونیوم، برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گندم در خاکهای اوکلاهاما مقایسه و مشاهده نمودند پتاسیم استخراج شده به وسیله این سه عصاره‌گیر همبستگی بسیار خوبی با هم داشته و با در نظر گرفتن سرعت عصاره‌گیری، روش

پتاسیم بافت‌های گیاهی به روش Rowell (۱۹۹۴) به کمک اسید کلریدریک نرمال عصاره‌گیری شد و غلظت پتاسیم نمونه‌ها به وسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. مطالعات گلخانه‌ای با شرح بیشتر در مطالعه صورت گرفته توسط Zarabi and Jalali (۲۰۰۷) آمده است. عصاره‌گیرهای مورد استفاده برای استخراج پتاسیم و مشخصات هر کدام در جدول ۲ ارائه شده است. عصاره‌گیری در سه تکرار انجام شد. به منظور بررسی ارتباط عصاره‌گیرهای پتاسیم، ضرایب همبستگی بین مقادیر استخراج شده به روشهای مختلف عصاره‌گیری تعیین شد. برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب ضریب همبستگی ساده بین شاخصهای گیاهی و پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرها تعیین گردید.

نتایج و بحث

برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. خاکهای مورد مطالعه حاوی مقادیر مختلفی از شن، سیلت و رس می‌باشند. دامنه تغییرات رس خاکها از ۱۳۵ تا ۴۳۱ گرم در کیلوگرم متغیر می‌باشد. دامنه ظرفیت تبادل کاتیونی خاکها بین ۱۱/۳ تا ۱۸ سانتی مول بار در کیلوگرم خاک می‌باشد. بیشترین و کمترین ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب مربوط به خاکهای ولاشجرد و احمدآباد تویسرکان می‌باشد، که می‌توان به میزان و نوع رسهای آنها و میزان ماده آلی نسبت داد. کربن آلی خاکها بین ۰/۲ تا ۱/۹ در صد متغیر می‌باشد.

تعداد ۱۰ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتیمتر) از بین ۴۰ نمونه خاک از خاکهای استان همدان که دارای ویژگیهای متنوعی از نظر بافت و ظرفیت تبادل کاتیونی بودند انتخاب شدند (Zarabi and Jalali, 2007). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت خاک به روش هیدرومتر بایکاس (Bowyoucos, 1962) اندازه‌گیری شد. pH و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم با $pH=8/2$ ، مقدار پتاسیم تبدالی به روش استات آمونیوم یک نرمال، درصد رطوبت اشباع و کربنات کلسیم به روش Rowell (۱۹۹۴) اندازه‌گیری شدند. ماده آلی خاکها به روش اصلاح شده والکی و بلاک (Richards and Bates, 1989) تعیین گردید. جهت بررسی همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف و شاخصهای گیاهی گندم از نتایج تحقیق Zarabi and Jalali (۲۰۰۷) استفاده گردید. در مطالعات گلخانه‌ای بذور گندم بهاره سازی شده به تعداد ۱۵ عدد در داخل گلدانهای پلاستیکی حاوی یک کیلوگرم خاک از الک ۸ میلیمتری عبور داده شده و در سه تکرار کشت داده شدند. بجز پتاسیم تمام عناصر مورد نیاز به خاکها اضافه شد. پس از جوانه زدن تعداد بذور به ۱۲ عدد کاهش یافت. آبیاری با آب مقطر و یک روز در میان بر مبنای ظرفیت زراعی صورت گرفت. پس از گذشت ۱۲ هفته گیاهان از سطح یک سانتیمتری بالای طوقه بریده شده و دو مرتبه با آب مقطر شسته شدند سپس در هوای آزاد خشک شده و به داخل پاکت انتقال داده شدند و در داخل آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند تا کاملاً خشک شوند (Cox et al., 1999). سپس نمونه‌ها آسیاب شده و

جدول ۱- تعدادی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره خاک	نام سری	رس	سیلت	شن	pH*	EC* (دسی‌زیمنس بر متر)	CEC (سانتی‌مول بار در کیلوگرم خاک)	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	رطوبت اشباع
۱	احمد آباد	۱۴۵	۱۸۲	۶۷۳	۷/۴	۰/۲۶	۱۱/۳	۲۱/۱	۰/۵	۲۴/۲
۲	اسدآباد	۳۰۳	۳۸۵	۳۱۲	۷/۶	۰/۳۲	۱۴	۵/۴	۰/۸	۴۰/۶
۳	بهار	۱۳۵	۹۳	۷۷۲	۷/۲	۰/۱۹	۱۵	۵/۸	۰/۲	۲۱/۴
۴	دهپياز	۲۵۴	۲۱۶	۵۳۰	۷/۵	۰/۵۷	۱۱/۸	۱۰	۱/۱	۳۲/۶
۵	حسن آباد	۳۱۳	۳۸۲	۳۰۵	۷/۶	۰/۴۵	۱۷	۱۹/۱	۰/۸	۳۴/۸
۶	کبودرآهنگ	۴۳۱	۳۵۷	۲۱۲	۷/۷	۰/۵۳	۱۶/۸	۲۰	۰/۷	۴۰/۵
۷	پاماس نهانود	۳۷۴	۲۹۲	۳۳۴	۷/۴	۰/۳۲	۱۲	۹/۴	۰/۶	۳۳/۸
۸	ولاشجرد	۳۰۲	۴۰۵	۲۹۳	۷/۴	۰/۴۳	۱۸	۱۷/۳	۱/۳	۲۵/۲
۹	یکن آباد	۱۷۲	۲۰۰	۶۲۸	۷/۲	۰/۵۵	۱۳/۹	۵/۳	۰/۷	۳۵
۱۰	ازندریان	۱۵۷	۲۲۳	۶۲۰	۷/۱	۰/۲۲	۱۲/۶	۴/۷	۱/۹	۴۱/۷

* در نسبت یک به پنج خاک به آب مقطر.

همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است. جدول ۳ مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده از خاکها توسط عصاره‌گیرهای مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر استات آمونیوم بیشتر از سایر عصاره‌گیرها می‌باشد و کمترین میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده مربوط به عصاره‌گیر اسید سولفوریک و سپس کلرید سدیم می‌باشد. میانگین بالای پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم را می‌توان به مشابه بودن بار، اندازه و انرژی هیدراتاسیون یون آمونیوم با یون پتاسیم نسبت داد. لذا در فرآیندهای تبادل یون آمونیوم به راحتی می‌تواند یون پتاسیم را از سایت‌های تبادل خارج کند. میانگین کم پتاسیم استخراج شده توسط کلرید سدیم با مطالعات دیگر تطابق دارد (Lopez-Pineiro and Garcia Navarro, 1997). به عقیده آنها سدیم تنها می‌تواند پتاسیمی را که در سطوح خارجی کانیا جذب شده خارج کند و به علت شعاع هیدراته بالا قادر به خارج کردن پتاسیم موجود در مناطق لبه‌ای نمی‌باشد. به طور کلی بر اساس مقادیر پتاسیم استخراج شده از خاک به وسیله عصاره‌گیرها، می‌توان عصاره‌گیرهای مورد استفاده در این تحقیق را به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول: عصاره‌گیرهای نسبتاً ضعیف شامل: اسید سولفوریک ۰/۲۵ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید کلسیم ۰/۱ مولار و گروه دوم: عصاره‌گیرهای نسبتاً قوی شامل: کلرید باریم ۰/۱ مولار و استات آمونیوم یک مولار. به منظور بررسی ارتباط عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم با یکدیگر و شناسایی عصاره‌گیرهای مشابه، ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله روشهای مختلف عصاره‌گیری بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۴ بجز اسید سولفوریک و استات آمونیوم بین سایر عصاره‌گیرها همبستگی معنی‌دار مشاهده شد. در خاکهای شالیزاری استانهای گیلان و مازندران عصاره‌گیر استات آمونیوم برای تعیین حد بحرانی استفاده شد (Towfigh, 1999). Sharifi and Kalbasi (۲۰۰۱)

همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها با شاخص‌های گیاهی

برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب، رابطه بین شاخص‌های گیاهی برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب، رابطه بین شاخص‌های گیاهی (Zarabi and Jalali, 2007) و پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف با استفاده از همبستگی ساده بدست آمد. با توجه به جدول ۵ پتاسیم استخراجی توسط تمام عصاره‌گیرهای مورد بررسی با جذب پتاسیم همبستگی معنی‌داری نشان دادند. در بین عصاره‌گیرها بیشترین همبستگی مربوط به عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۱ مولار بود. بین پتاسیم استخراج شده توسط اسید سولفوریک ۰/۲۵ مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار و کلرید سدیم یک مولار با عملکرد گندم همبستگی معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین همبستگی مربوط به عصاره‌گیر کلرید باریم ۰/۱ مولار می‌باشد.

جدول ۲- مشخصات روشهای عصاره‌گیری استفاده شده

شماره عصاره‌گیر	نام عصاره‌گیر	غلظت (مولار)	نسبت خاک به عصاره‌گیر	زمان به تعادل رسیدن	شماره منبع مورد استفاده
۱	کلرید سدیم	۱/۰	۱:۱۰	۱۵ دقیقه	۲۴ و ۲۶
۲	اسید سولفوریک	۰/۲۵	۱:۱۰	۵ دقیقه	۱۵
۳	استات آمونیوم	۱/۰	۱:۱۰	۱۵ دقیقه	۲۸
۴	کلرید باریم	۰/۱	۱:۱۰	۳۰ دقیقه	۳۶
۵	کلرید کلسیم	۰/۱	۱:۱۰	یک ساعت	۱۷ و ۱۱

جدول ۳- پتاسیم استخراج شده از خاکها (میلی‌گرم در کیلوگرم) با روشهای مختلف عصاره‌گیری

نام عصاره‌گیر	کلرید سدیم	اسید سولفوریک	استات آمونیوم	کلرید باریم	کلرید کلسیم
۱	۸۹	۳۴	۱۸۱	۱۲۳/۹	۱۰۲
۲	۵۹	۲۴	۱۴۹	۹۸/۹	۴۰/۷
۳	۸۴	۵۴	۲۷۰	۱۲۸/۹	۹۹
۴	۸۹	۴۹	۳۵۲	۱۱۸/۹	۱۳۹/۳
۵	۹۹	۲۹	۲۶۵	۱۰۸/۹	۷۱/۲
۶	۷۹	۱۹	۲۷۶	۱۰۳/۹	۷۵/۹
۷	۹۹	۳۴	۵۶۱	۱۳۳/۹	۱۳۲/۲
۸	۱۳۹	۸۹	۵۸۷	۱۸۳/۸	۱۴۹/۵
۹	۸۹	۶۴	۲۸۱	۱۲۸/۹	۱۲۶/۴
۱۰	۹۴	۵۹	۲۰۲	۱۲۳/۹	۹۹/۴
میانگین	۹۲	۴۵/۵	۳۱۲/۲	۱۲۵/۴	۱۰۳/۶

Jalali (۲۰۰۶) در مطالعات خود در خاکهای همدان همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیر اسید نیتریک مولار جوشان با عملکرد گندم بدست

همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است. جدول ۳ مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده از خاکها توسط عصاره‌گیرهای مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر استات آمونیوم بیشتر از سایر عصاره‌گیرها می‌باشد و کمترین میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده مربوط به عصاره‌گیر اسید سولفوریک و سپس کلرید سدیم می‌باشد. میانگین بالای پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم را می‌توان به مشابه بودن بار، اندازه و انرژی هیدراتاسیون یون آمونیوم با یون پتاسیم نسبت داد. لذا در فرآیندهای تبادل یون آمونیوم به راحتی می‌تواند یون پتاسیم را از سایت‌های تبادل خارج کند. میانگین کم پتاسیم استخراج شده توسط کلرید سدیم با مطالعات دیگر تطابق دارد (Lopez-Pineiro and Garcia Navarro, 1997). به عقیده آنها سدیم تنها می‌تواند پتاسیمی را که در سطوح خارجی کانیا جذب شده خارج کند و به علت شعاع هیدراته بالا قادر به خارج کردن پتاسیم موجود در مناطق لبه‌ای نمی‌باشد. به طور کلی بر اساس مقادیر پتاسیم استخراج شده از خاک به وسیله عصاره‌گیرها، می‌توان عصاره‌گیرهای مورد استفاده در این تحقیق را به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول: عصاره‌گیرهای نسبتاً ضعیف شامل: اسید سولفوریک ۰/۲۵ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید کلسیم ۰/۱ مولار و گروه دوم: عصاره‌گیرهای نسبتاً قوی شامل: کلرید باریم ۰/۱ مولار و استات آمونیوم یک مولار. به منظور بررسی ارتباط عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم با یکدیگر و شناسایی عصاره‌گیرهای مشابه، ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله روشهای مختلف عصاره‌گیری بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۴ بجز اسید سولفوریک و استات آمونیوم بین سایر عصاره‌گیرها همبستگی معنی‌دار مشاهده شد. در خاکهای شالیزاری استانهای گیلان و مازندران عصاره‌گیر استات آمونیوم برای تعیین حد بحرانی استفاده شد (Towfigh, 1999). Sharifi and Kalbasi (۲۰۰۱) نیز در مطالعه خود برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل جذب ذرت در خاکهای منطقه مرکزی استان اصفهان، همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم استخراج شده به وسیله اسید نیتریک جوشان یک مولار با پتاسیم استخراج شده به وسیله کلرید کلسیم ۰/۱ مولار، مهلیخ ۱ و مورگان-ولف بدست نیاوردند. آنان عصاره‌گیرهای کلرید سدیم ۲ مولار و استات سدیم یک مولار خنثی را به عنوان مناسبترین عصاره‌گیرها در بین عصاره‌گیرهای مورد استفاده معرفی نمودند.

عصاره‌گیر به منظور تعیین پتاسیم قابل استفاده سیر در برخی از خاکهای همدان به این نتیجه رسید که عصاره‌گیرهای استات آمونیوم، DTPA و اسید نیتریک مولار جوشان نمی‌توانند به عنوان عصاره‌گیر پتاسیم قابل استفاده، استفاده شوند و پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار و آب مقطر با جذب پتاسیم توسط گیاه سیر همبستگی معنی‌داری دارند. همچنین عصاره‌گیرهای استات آمونیوم یک مولار، استات سدیم یک مولار، اسید کلریدریک ۰/۰۵ و ۰/۱ مولار، اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار و آب مقطر با غلظت پتاسیم در گیاه سیر همبستگی معنی‌داری نشان دادند.

نتیجه گیری کلی

در بین عصاره‌گیرها، عصاره‌گیرهای کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید باریم ۰/۱ مولار به ترتیب با ضرایب همبستگی $I=0/84$ ، $I=0/83$ و $I=0/81$ بیشترین همبستگی را با جذب پتاسیم توسط گیاه نشان دادند. Jalali (۲۰۰۶) در مطالعات خود در خاکهای همدان بین اسید نیتریک ۰/۱ مولار، کلرید سدیم ۲ مولار و استات سدیم یک مولار با جذب گیاه همبستگی به ترتیب $I=0/88$ ، $I=0/79$ و $I=0/76$ بدست آورد. در میان عصاره‌گیرها کمترین همبستگی مربوط به استات آمونیوم یک مولار است. یون آمونیوم به علت داشتن شعاع هیدراته تقریباً برابر با پتاسیم قادر به خارج نمودن پتاسیم موجود در مکانهای ویژه است و از آنجایی که گیاه قادر به استفاده از این نوع پتاسیم نمی‌باشد میزان همبستگی پایین می‌باشد. با توجه به ضرایب همبستگی بدست آمده بین جذب پتاسیم با پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها در این دو تحقیق، بیشترین همبستگی مربوط به اسید نیتریک ۰/۰۱ مولار و سپس سه عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم یک مولار و کلرید باریم ۰/۱ مولار می‌باشد و این عصاره‌گیرها به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب برای استخراج پتاسیم قابل استفاده گندم در خاکهای مورد مطالعه معرفی می‌شوند. البته باید توجه داشت ممکن است در برخی از آزمایشات به طور کلی هیچ عصاره‌گیری مناسب تشخیص داده نشود و دلیل اینکه یک عصاره‌گیر برای خاکی مناسب ولی در خاک دیگری نامناسب می‌باشد، احتمالاً به علت تفاوت در نوع و مقدار شکل‌های پتاسیم در خاکهای مختلف است که می‌تواند توسط گیاه جذب شود.

REFERENCES

Amiri, M., Doroudi, S. and Fallah, V. M. (1996) Potassium Quantity-Intensity of some soils of Khorasan. Collection of soil and water paper. *Technical and Research Bulletin of water and soil institute*, 9, 74-89. (In Farsi)
 Beegle, D. B. and Oravec, T. C. (1990) Comparison of filed calibration for Mehlich 3 P and K with Bray-

نیاورد. وی همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات سدیم یک مولار، کلرید سدیم ۲ مولار و اسید نیتریک ۰/۱ مولار با جذب و عملکرد گندم بدست آورد. به نظر می‌رسد روشهایی که پتاسیم به سهولت قابل استفاده گیاه را در خاک عصاره‌گیری می‌کنند در مقایسه با سایر روشها همبستگی بهتری با غلظت پتاسیم در گندم دارند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده توسط

عصاره‌گیرها				
عصاره‌گیر	کلرید سدیم	اسید استات کلرید	کلرید سدیم	کلرید کلسیم
کلرید سدیم	۱			
اسید سولفوریک	۰/۷۲*	۱		
استات آمونیوم	۰/۷۶*	۰/۴۷ ^{ns}	۱	
کلرید باریم	۰/۸۹**	۰/۸۶**	۰/۷۵*	۱
کلرید کلسیم	۰/۷۱*	۰/۷۱*	۰/۷۴**	۰/۷۷**

^{ns}, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده توسط

عصاره‌گیرها و شاخص‌های گیاهی	
عصاره‌گیر	عملکرد جذب کل
کلرید سدیم	۰/۶۴*
اسید سولفوریک	۰/۶۴*
استات آمونیوم	-۰/۵۶ ^{ns}
کلرید باریم	۰/۶۶*
کلرید کلسیم	۰/۳۸ ^{ns}

^{ns}, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

Kavossi and Kalbasi (۲۰۰۰) نیز در مطالعه خود جهت مقایسه روشهای عصاره‌گیری پتاسیم خاک، برای تعیین سطح بحرانی پتاسیم برای برنج در تعدادی از خاکهای شالیزاری استان گیلان همبستگی قوی بین غلظت پتاسیم در کاه و کلش و کل گیاه و پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات منیزیم، مورگان، اسید سولفوریک، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و آب بدست آوردند و گزارش نمودند که این همبستگی برای اسید نیتریک جوشان، تترافنیل بران سدیم و کلرید سدیم ضعیف‌تر از سایر عصاره‌گیرها بود. آنها عصاره‌گیرهای استات منیزیم، اسید سولفوریک، مورگان، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و آب را با توجه به همبستگی بالا و سهولت عصاره‌گیری، به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب پیشنهاد نمودند. Hosseinpure (۲۰۰۴) در ارزیابی چند

Kurtz P1 and ammonium acetate K for Corn. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 21(13-16), 1025-1036.
 Bowyoucos, G. J. (1962) Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J*, 56, 464-465.
 Brown, J. R., Bates, T. E. and Vitosh, M. L. (1987) Soil

- Testing: Sampling, Correlation, Calibration and Interpretation. *Soil Sci. Soc. Am.* Special pub. No. 21, Madison, WI.
- Bustani, A. and Savaghebi, GH. (2004) Potassium Quantity-Intensity of some soils in sugar cane. 8th *Soil Congress of Iran*, 31- Aug, 3 Oct. (In Farsi)
- Corey, R. B. (1987) Soil testing procedures: Correlation. pp. 15-22. In: J. R. Brown et al. (Ed.), *Soil Testing: Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation*. *Soil Sci. Soc. Am.* Madison, WI.
- Cox, A. E., Joern, B. C., Brouder, S. M. and Gao, D. (1999) Plant – available potassium assessment with a modified sodium tetraphenylboron method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63, 902-911.
- Csatho, P. (1998) Correlations between two soil extractants and corn leaf potassium contents from Hungarian field trials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29(11-14), 2149-2160.
- Datta, N. P. and Kalbande, A. R. (1967) Correlation of response in paddy with soil test for potassium in different Indian soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 15, 1-6.
- Grzebisz, W. and Oertli, J. J. (1993) Evaluation of universal extractants for determining plant available potassium in intensively cultivated soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24(11-12), 1295-1308.
- Haby, V. A., Russelle, M. P. and Skogley, E. O. (1990) Testing soil for potassium, calcium and magnesium. pp. 181-227. In: R. L. Westerman (Ed.), *Soil Testing and Plant Analysis*. 3rd ed., *Soil Sci. Soc. Am.* Madison, WI.
- Hanlon, E. A. and Johnson, G. V. (1984) Bray/Kurtz, Mehlich III, AB/D ammonium acetate extractions of P, K and Mg in four Oklahoma soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 15(3), 277-294.
- Herlihy, M. 1992. Field evaluation of soil tests for K: quantity, intensity, EUF-K and other soil properties. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23:2295-2312.
- Hosseinpur, A. R. (2004) Evaluation of the capability of extractants in determining garlic available k for certain soils in Hamadan. *Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour.*, 8(2), 45-56. (In Farsi)
- Hosseinpur, A. R. and Biyabanaki F. (2004) Potassium Quantity-Intensity relationship with extractable potassium with different extractant and garlic response in some soils of Hamadan. *Soil and Water Sci.*, 18(1), 1-9. (In Farsi)
- Houba, V. J. G., Novozamsky, I., Lexmond, T. M. and Vander Lee, J. J. (1990) Applicability of 0.01 M CaCl₂ as a single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soils and other diagnostic purposes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 21(19-20), 2281-2290.
- Jalali, M. (2001) Potassium Quantity-Intensity of some soils of Hamadan. 7th *Soil Congress of Iran*, 26-29 Aug, Shahre kord University. (In Farsi)
- Jalali, M. (2006) Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of Western Iran. *Geoderma*, 135, 63-71.
- Johnson, A. E. and Goulding, K. W. (1990) The use of plant and soil analysis to predict the potassium supplying capacity of soil. pp. 153-180. In: *Development of K-Fertilizer Recommendation*, 22nd Colloquium of international potassium institute.
- Kavossi, M. and Kalbasi, M. (2000) Comparison of potassium extracting methods to determine suitable extractants for sepeedrood rice variety in some Guilan rice paddy fields. *Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour.*, 3(4), 57-71. (In Farsi)
- Knudsen, D., Peterson, G. A. and Pratt, P. E. (1982) Lithium, sodium and potassium. pp. 225-246. In: A. L. page (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 2., *Agron. Monogr.* 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Liu, L. and Bates, T. E. (1990) Evaluation of soil extractants for prediction of plant available potassium in Ontario soils. *Can. J. Soil Sci.*, 70, 607-615.
- Lopez- Pineiro, A. and Garcia Navarro, A. (1997) Potassium release kinetics and availability in unfertilized vertisols of south western Spain. *Soil Sci.*, 162, 912-918.
- Martin, H. W. and Sparks, I. (1983) Kinetics of nonexchangeable potassium release from two coastal plain soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49, 371-376.
- Mehlich, A. (1984) Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 15(12), 1409-1416.
- Nath, A. K. and Purkaystha, S. (1988) A study on soil test and crop response in respect of potassium in acid alluvial soils of Assam. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 36(1), 120-124.
- Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (1982) *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy. *Soil Sci. Soc. Am.* Madison, WI.
- Rich, C. I. and Black, W. R. (1964) Potassium exchange as affected by cation size and mineral structure. *Soil Sci.*, 47, 384-390.
- Richards, J. E. and Bates, T. E. (1989) Studies on the potassium- supplying capacities of southern Ontario soils. III. Measurement of available K. *Can. J. Soil Sci.*, 69, 597-610.
- Rowell, D. L. (1994) *Soil Science: Methods and Applications*. Longman Group, Harlow. pp. 345.
- Salomon, E. (1998) Extraction of soil potassium with 0.01 M calcium chloride compared to official Swedish methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29(19-20), 2841-2854.
- Schindler, F. V., Woodard, H. J. and Doolittle, J. J. (2003) Plant available potassium assessment through chemical prediction methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33(90-110), 1473-1484.
- Sharifi, M. and Kalbasi, M. (2001) Selection of suitable extractant to extract available potassium for corn in soils of central region of Isfahan province. *Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour.*, 5(1), 77-91. (In Farsi)
- Simard, R. R. and Zizka, J. (1994) Evaluating plant available potassium with strontium chloride. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25, 1779-1789.

- Simard, R. R., Dekimpe, C. R. and Zizkaa, J. (1992) Release of potassium and magnesium from soil fractions and its kinetics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56, 1421-1428.
- Simonis, A. D. and Setatou, H. B. (1996) Assessment of available phosphorus and potassium in soils by the calcium chlorid extractions method. *Commin. Soil Sci. Plant Anal*, 27(3-4), 685-694.
- Tamhane, R. V. and Subbiah, B. C. (1962) Correlation of soil tests with pot and field trials in the evaluation of soil fertility. *Soil Sci. Plant Nutr*, 8(3), 5-14.
- Towfighi, H. (1999) Response of rice to potassium application in paddy soils of north of Iran. *Iranian J. of Agric. Sci.* 29(4), 869-883. (In Farsi)
- Van Diest, A., Horakova, H. and Houba, V. J. G. (1993) Towards unity and clarity in European soil testing. *Potash Rev. Subj.* 4. No. 1.
- Wentworth, S. A. and Rossi, N. (1972) Release of potassium from layer silicates by plant growth and by NaTpB extraction. *Soil Sci.* 113, 410-416.
- Zarabi, M. and Jalali, M. (2007) Kinetics of non-exchangeable potassium release through malic acid and supplying power of some soils of Hamadan province. *Iranian J. of Agric. Sci.* 37(6), 1-6. (In Farsi)

Archive of SID