



ارزیابی عصاره‌گیرهای مختلف برای تعیین پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های آهکی استان کردستان

سامان فتحی^۱، عباس صمدی^{۲*}، مسعود داوری^۳ و صفورا اسدی کپورچال^۴

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، ۴- استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۱۹)

چکیده

گیاه ذرت نقشی مهم در چرخه غذایی انسان داشته و ارزیابی عوامل مؤثر بر عملکرد بهینه آن اهمیتی فراوان دارد. وضعیت پتاسیم موجود در خاک، از عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت ذرت است. پتاسیم نه تنها از نظر مقدار، بلکه از نظر فعالیت‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیز نقشی مهم در عملکرد ذرت دارد. هدف از این پژوهش، انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای تعیین پتاسیم قابل استفاده ذرت در ۱۹ نمونه از خاک‌های آهکی استان کردستان بود. به منظور برقراری ارتباط بین پتاسیم قابل استخراج توسط عصاره‌گیرهای مختلف و جذب پتاسیم توسط ذرت، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح پتاسیم (صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک با استفاده از سولفات پتاسیم) در سه تکرار انجام شد. غلظت پتاسیم در عصاره گیاه به وسیله دستگاه نشر نوری اندازه‌گیری و شاخص‌های گیاهی جذب پتاسیم، جذب اضافی، پاسخ گیاه، عملکرد نسبی و افزایش غلظت محاسبه گردید. نتایج نشان داد بین پتاسیم جذب شده به وسیله گیاه با پتاسیم قابل استخراج توسط استات آمونیوم یک مولار ($P \leq 0.01$, $r = 0.84^{**}$)، کلرید باریوم ۰/۱ مولار ($P \leq 0.01$, $r = 0.74^{**}$)، استات سدیم یک مولار ($P \leq 0.01$, $r = 0.69^{**}$)، کلرید سدیم یک مولار ($P \leq 0.01$, $r = 0.67^{**}$)، اسید نیتریک ۰/۱ مولار ($P \leq 0.01$, $r = 0.64^{**}$) و کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار ($P \leq 0.05$, $r = 0.55^{*}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. لیکن، عصاره‌گیر استات آمونیوم یک مولار با توجه به ارزان بودن، سرعت بالای عصاره‌گیری و ارتباط مناسب با جذب پتاسیم، غلظت پتاسیم و عملکرد خشک می‌تواند به عنوان عصاره‌گیری مناسب، برای پیش‌بینی پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های آهکی استان کردستان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، خاک‌های آهکی، ذرت، عصاره‌گیر

مقدمه

ذرت به‌عنوان یکی از غلات مهم، پس از گندم بیشترین سطح اراضی کشاورزی جهان را به خود اختصاص داده است. در استان کردستان نیز ذرت بعد از گندم و جو دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشد. به طوری که سطح زیر کشت این گیاه معادل ۱۵۰۰ هکتار بوده و میانگین برداشت سالیانه آن حدود ۱۲۹۰۰ تن می‌باشد. شایان ذکر است که بیشترین سطح زیر کشت و به تبع آن بیشترین مقدار تولید ذرت را در این استان کردستان، شهرستان کامیاران به خود اختصاص داده است.

پتاسیم یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان بوده که در خاک به شکل‌های محلول، تبادل، غیر تبادل و ساختمانی وجود دارد. این در حالی است که در بقایای گیاهی و جانوری خاک نیز مقدار کمی پتاسیم وجود داشته که با تجزیه آنها بتدریج آزاد می‌شود. بین شکل‌های مختلف پتاسیم رابطه‌ی تعادلی وجود دارد (Huang and Sparks, 1985). به‌گونه‌ای که با جذب پتاسیم محلول خاک توسط گیاهان و یا کاهش غلظت آن به‌وسیله آبشویی، پتاسیم از فاز تبدالی وارد فاز محلول خاک شده و کاهش غلظت را جبران می‌کند. لیکن مقدار ذخیره پتاسیم به اندازه‌ای نیست که بتواند نیاز گیاهان را در فصل رشد تأمین نماید. لذا باید به‌وسیله سایر شکل‌های تبدالی و به سختی تبدالی و یا با افزودن کود تأمین شود (Simard and Zizka, 1994).

قابلیت دسترسی پتاسیم و پاسخ گیاه به مصرف آن توسط عواملی مانند ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک، توانایی خاک در حفظ نسبتی معین از فعالیت پتاسیم در محلول خاک، قدرت رهاسازی پتاسیم از منابع غیر تبدالی و ویژگی‌های خاک همچون درصد رس، مقدار مواد آلی، نوع کانی‌های رسی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک کنترل می‌شود. بنابراین، آزمون خاک می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسب برای ارزیابی پتاسیم جذب شده توسط گیاه در طول فصل زراعی مورد استفاده قرار گیرد. در آزمون خاک افزون بر استفاده از عصاره‌گیر مناسب جهت استخراج پتاسیم، عوامل مؤثر بر قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاه نیز مد نظر قرار می‌گیرد. علی‌رغم اینکه پتاسیم محلول و تبدالی در مقایسه با شکل‌های ساختمانی و تثبیت شده آن جزئی ناچیز از پتاسیم خاک را تشکیل می‌دهند، لیکن بخش عمده پتاسیم قابل استفاده گیاه از این منابع تأمین می‌گردد. در آزمون خاک برای ارزیابی مقدار یک عنصر غذایی، انتخاب عصاره‌گیر مناسب و تعیین همبستگی بین

مقدار عنصر غذایی عصاره‌گیری شده از خاک و مقدار جذب شده آن توسط گیاه از اهمیتی ویژه برخوردار است (Corey, 1987; Kavosi and Calbasi, 2000). هدف اولیه در انتخاب هر روش عصاره‌گیری شیمیایی ارزیابی مقدار قابل استفاده یک عنصر غذایی برای گیاه است (Corey, 1987). برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گیاه از روش‌های عصاره‌گیری مختلفی استفاده شده که متداول‌ترین آنها بهره‌گیری از استات آمونیوم یک مولار است (Liu and Bate, 1990; Herlihy, 1992). در این روش مجموع پتاسیم‌های محلول، تبدالی و بخشی از پتاسیم غیر تبدالی نیز استخراج می‌شود (Mclean and Watson, 1985). این روش به علت سهولت در اندازه‌گیری پتاسیم و نیز داشتن همبستگی بالا با پاسخ‌های گیاهی، می‌تواند در دامنه‌ای وسیع از خاک‌های دارای ویژگی‌های متفاوت فیزیکی و شیمیایی، پاسخ گیاهان را به استفاده از پتاسیم پیش‌بینی نماید (Armesto and Sotres, 1993). هر چند، استفاده از استات آمونیوم یک مولار برای عصاره‌گیری پتاسیم تبدالی کارآیی بالایی داشته لیکن ممکن است در اندازه‌گیری مقدار واقعی پتاسیمی که به آسانی برای گیاه قابل دسترس است چندان دقیق نباشد (Herlihy, 1992; Knudsen et al., 1982).

اینکه چه مقدار پتاسیم توسط عصاره‌گیر استخراج شده، به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و توانایی عصاره‌گیر بستگی دارد (Nath and Purkaystha, 1998; Panda and panda, 1993). معمولاً با توجه به ترکیبات شیمیایی به کار رفته در عصاره‌گیرها، هر یک از آنها دارای توانایی استخراج یک یا چند شکل پتاسیم می‌باشند (Khodshenas and Maftoon, 2007). اصولاً در انتخاب عصاره‌گیر مناسب دو معیار مورد توجه قرار می‌گیرد: اول آنکه عصاره‌گیر باید قادر به استخراج عنصر غذایی از منابع فراهم خاک باشد، دوم آنکه روش عصاره‌گیری باید سریع، تکرار پذیر و اقتصادی باشد (Brown et al., 1987; Corey, 1987). عصاره‌گیرهای متداول پتاسیم عبارتند از: استات آمونیوم، مهلیخ یک، دو و سه، بی‌کربنات آمونیوم-DTPA، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم، مورگان-ولف، تترا فنیل بران سدیم و اسید نیتریک مولار جوشان (Malakouti et al., 2005). علت کارایی و ناکارایی یک روش عصاره‌گیری در خاک‌های مختلف به دلیل نقش متفاوت شکل‌های پتاسیم خاک (با توجه به نوع و مقدار کانی‌های موجود در خاک) در تأمین نیازهای گیاهی است (Sharifi and Calbasi, 2001). بنابراین، در هر منطقه

یک هفته در وضعیت FC نگهداری شدند. در هر گلدان پنج عدد بذر ذرت کاشته شد، که پس از جوانه زنی به دو گیاه در هر گلدان کاهش یافت. طی فصل رویش مراقبت-های زراعی از گلدان‌ها به عمل آمد. به منظور جلوگیری از کمبود سایر عناصر غذایی در خاک گلدان‌ها، مقدار ۵، ۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، آهن و فسفر به صورت سولفات روی، سکوسترین ۱۳۸ و منو کلسیم فسفات به خاک گلدان‌ها اضافه شد. نیتروژن نیز به صورت کود اوره به مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در دو مرحله (دو و چهار هفته بعد از کشت) به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. هشت هفته پس از کاشت، گیاهان برداشت شده و با آب مقطر شسته و وزن تر نمونه‌های گیاهی اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و عملکرد اندام‌های هوایی گیاهان تعیین گردید. نمونه‌ها پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب برقی با محفظه استیل، آسیاب شده و از الکی با اندازه چشمه ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شدند. یک گرم از نمونه گیاهی پودر شده به مدت چهار ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی سوزانده و با ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک دو مولار عصاره‌گیری گردید. غلظت پتاسیم در عصاره گیاه به وسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های گیاهی جذب پتاسیم، جذب اضافی، پاسخ گیاه، عملکرد نسبی و افزایش غلظت، با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

به منظور بررسی ارتباط عصاره‌گیرهای پتاسیم با یکدیگر و شناسایی عصاره‌گیرهای مشابه، ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراجی به‌وسیله روش‌های مختلف عصاره‌گیری بررسی و معنی‌دار بودن آن‌ها تعیین شد. از عصاره‌گیرهایی با سطوح مختلف غلظتی استفاده شده که در مطالعات پیشین ارزیابی استخراج پتاسیم قابل دسترس در خاک‌های آهکی دارای مناسب‌ترین سطوح غلظتی بوده‌اند (جدول ۱). تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل انجام و معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها از نظر عملکرد، جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم، با استفاده از آزمون دانکن مشخص گردید.

تعیین عصاره‌گیر مناسب و ارزیابی آن با توجه به نوع گیاه ضروری به نظر می‌رسد. محققین مختلف بسته به محل پژوهش خود، دامنه‌ای وسیع از عصاره‌گیرها را برای استخراج پتاسیم قابل استفاده گیاهان پیشنهاد کرده‌اند. لذا در این پژوهش ضمن بررسی وضعیت پتاسیم خاک-های استان کردستان، عصاره‌گیرهای مختلف برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش شامل مراحل نمونه‌برداری، مطالعات آزمایشگاهی و مطالعات گلخانه‌ای بود. بدین منظور با توجه به مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی استان کردستان، تعداد ۱۹ نمونه خاک سطحی (۲۵ - ۰ سانتیمتری) از اراضی زراعی زیر کشت ذرت تهیه شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن از غربال ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل بافت به روش هیدرومتری (Ge and Bauder, 1986)، pH در سوسپانسیون ۱:۲ خاک به آب، کربن آلی به روش والکلی - بلک (Walkley and Black, 1934) ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش استات سدیم نرمال (Page, 1982) و کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش تیتراسیون (Jackson, 1973) اندازه‌گیری شدند. به منظور ارزیابی قابلیت دسترسی پتاسیم از هفت روش عصاره‌گیری که ویژگی‌های هر کدام در جدول ۱ ارائه شده است، استفاده شد. مطالعات گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۹ نمونه خاک با دو سطح پتاسیم (صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از سولفات پتاسیم) در سه تکرار انجام شد. برای انجام مطالعات گلخانه‌ای از گیاه ذرت (*Zea mays. cv. 704 Karoon*) رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. از هر نمونه خاک سه کیلوگرم وزن شده و به گلدان‌هایی پلاستیکی منتقل گردید. پتاسیم به صورت محلول K_2SO_4 در دو سطح صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. گلدان‌ها تا رسیدن به ظرفیت زراعی (FC) آبیاری شده و برای رسیدن به حالت تعادل به مدت

$$\text{غلظت پتاسیم در گیاه} \times \text{عملکرد گیاه} = \text{جذب پتاسیم} \quad (۱)$$

$$\text{جذب پتاسیم به‌وسیله گیاه شاهد} - \text{جذب پتاسیم به‌وسیله گیاه تیمار شده} = \text{جذب اضافی} \quad (۲)$$

$$\text{عملکرد گیاه شاهد} - \text{عملکرد گیاه تیمار شده} = \text{پاسخ گیاه} \quad (۳)$$

$$۱۰۰ \times (\text{عملکرد گیاه تیمار} / \text{عملکرد گیاه شاهد}) = \text{عملکرد نسبی} \quad (۴)$$

$$\text{غلظت پتاسیم در گیاه شاهد} - \text{غلظت پتاسیم در گیاه تیمار شده} = \text{افزایش غلظت} \quad (۵)$$

همچنین برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب، رابطه بین عصاره‌گیرها، با استفاده از هم‌بستگی ساده تعیین شد. شاخص‌های گیاهی و پتاسیم استخراجی به وسیله

جدول ۱- روش‌های انتخاب شده عصاره‌گیری پتاسیم

Table 1. Name / pedigree and number of rows per spike of used barley lines in the experiment

شماره No	عصاره‌گیر Extractant	غلظت (مولار) Concentration (M)	نسبت خاک/آب Ratio Soil-to-solution	زمان تکان دادن Extraction time	منبع Reference
1	استات آمونیوم NH ₄ OAc	1	1:10	15 min	Rowell, 1994
2	استات سدیم NaOAc	1	1:20	10 min	Csatho, 1998
3	کلرید سدیم NaCl	1	1:10	15 min	Martin and Sparks, 1983
4	اسید سولفوریک H ₂ SO ₄	0.025	1:10	5 min	-
5	کلرید باریم BaCl ₂	0.1	1:10	30 min	Simard and Zizka, 1994
6	کلرید کلسیم CaCl ₂	0.01	1:10	60 min	Houba et al, 1990
7	اسید نیتریک HNO ₃	0.1	1:10	16 h	Mac Lean, 1961

نتایج و بحث

بدون تأثیر بر عملکرد گیاه و یا محدودیت‌های موجود در کشت گلخانه‌ای (مانند عمق خاک، نور خورشید و سایر عوامل محیطی) بیان کرد. بنابراین، عدم افزایش عملکرد گیاهان در اثر تیمار پتاسیم در بیشتر خاک‌ها، خود بیانگر محدود کننده نبودن پتاسیم برای رشد گیاه و وجود عواملی محدود کننده‌تر از پتاسیم در خاک برای رشد گیاه می‌باشد. شریفی و کلباسی (Sharifi and Calbasi, 2001) نیز در پژوهش خود به نتایجی مشابه دست یافتند.

در تحقیقی انجام شده توسط کاوسی و کلباسی (Kavosi and Calbasi, 2000) کاربرد کود پتاسیم در ۱۹ نمونه از ۲۱ نمونه خاک مورد بررسی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد شده است. افزایش غلظت و مقدار جذب پتاسیم در اثر کاربرد کود پتاسیم نشان می‌دهد که افزودن این عنصر افزون بر تأثیری که بر مقدار جذب پتاسیم از طریق افزایش رشد گیاه دارد، می‌تواند به علت تأمین بیشتر پتاسیم، مستقیماً غلظت پتاسیم و در نتیجه جذب کل آن را در گیاه افزایش دهد. همچنین این محققین گزارش کردند که به‌رغم افزایش غلظت و جذب پتاسیم توسط برنج، همیشه این افزایش غلظت باعث افزایش عملکرد نشده، که احتمالاً این پدیده به علت مصرف لوکس (تجملی) پتاسیم به وسیله گیاه می‌باشد.

نتایج تجزیه‌های فیزیکی شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول (۲) ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود خاک‌های مورد مطالعه عموماً دارای pH ۷ تا ۷/۸، مواد آلی ۰/۳۴ تا ۲/۲۷ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی متوسط و بافت متوسط تا سنگین می‌باشند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل که در جدول (۳) ارائه شده است، جذب پتاسیم در بین خاک‌ها، تیمارهای پتاسیم و اثر متقابل خاک و پتاسیم، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد می‌باشد. شایان ذکر است که در مورد عملکرد و غلظت پتاسیم نیز نتایجی مشابه حاصل شده است که از تکرار مجدد آن در این قسمت خودداری می‌شود.

به منظور ارزیابی تأثیر مصرف پتاسیم بر عملکرد، جذب و غلظت پتاسیم از آزمون دانکن استفاده شده که نتایج آن به همراه برخی شاخص‌های گیاهی در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد هر چند تیمار پتاسیم تنها در ۶ سری از خاک‌ها باعث افزایش عملکرد شده (در سطح ۰/۱٪)، لیکن جذب و غلظت پتاسیم را در بیشتر خاک‌ها به طور معنی‌داری افزایش داده است. شاید بتوان دلیل پایین بودن نسبی عملکرد گیاهان را احتمال کفایت پتاسیم در خاک‌ها، جذب اضافی پتاسیم

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه
Table 2. Some chemical and physical properties of studied soils

شماره خاک Soil No	سری‌های خاک Soil Series	واکنش pH	کربنات کلسیم معادل CCE (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	ماده آلی OM (%)	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	بافت خاک Soil texture
1	خرکه ۲ Kharakeh 2	7	24.3	0.75	0.63	28.3	رسی Clay
2	خرکه ۳ Kharakeh 3	7.1	13	0.75	0.74	28.2	رسی Clay
3	خرکه ۷ Kharakeh 7	7.1	13.6	0.68	0.93	26.5	رسی شن Sandy clay
4	خرکه ۱۱ Kharakeh 11	7.6	10	0.44	2.27	28.7	رسی لوم Clay loam
5	خرکه ۱۴ Kharakeh 14	7.3	12.8	0.56	0.89	28.3	رسی Clay
6	خرکه ۱۵ Kharakeh 15	7.5	12.5	0.7	2.24	27.9	رسی Clay
7	نهال Nahal	7.6	15.5	1.04	1.43	22.2	رسی لوم Clay loam
8	کمال‌آباد Kamal abad	7.8	31.5	0.56	0.69	28	رسی Clay
9	باقرآباد Bagher Abad	7.8	27.5	1.32	0.98	28.6	رسی Clay
10	چنو Cheno	7.8	20	0.88	1.48	27	رسی Clay
11	سرین جیانه Serin Jyaneh	7.7	20	0.6	0.63	27.8	رسی Clay
12	باباریز Babariz	7.8	17	0.4	0.86	25.8	رسی Clay
13	توبره‌ریز Tobreh riz	7.7	15.8	0.71	2.24	34.2	رسی Clay
14	گریزه ۲ Gerizeh 2	7.4	24.9	0.66	0.34	24.4	رسی لوم Clay loam
15	گریزه Gerizeh	7.8	20.9	1.56	1.16	24.8	رسی لوم Clay loam
16	کانی گنجی Kany Ganji	7.7	25.9	1.26	1.8	25.6	رسی Clay
17	آونگان Avangan	7.8	34	0.72	0.75	23.1	رسی لوم Clay loam
18	کاظم‌آباد Kazem Abad	7.7	32.4	0.68	0.71	27.7	رسی لوم Clay loam
19	قاملو Ghamloo	7.2	22.2	0.66	0.6	25.8	رسی Clay

جدول ۳- تجزیه واریانس (صفت مورد مطالعه: جذب پتاسیم)
Table 3. Analysis of variance (the studied trait: K⁺ uptake)

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean square	مقدار F F value
Soil type (S)	نوع خاک	18	801752.4	44541.8	17.4 ***
Potassium (P)	پتاسیم	1	670864.3	670864.3	262 ***
S×P interaction	اثر متقابل	18	175759.1	9764.4	3.8 ***
Error	خطای آزمایش	76	194671.6	2561.5	

***: Significant at 0.1% probability level.

***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪.

واحد و همکاران (Shokrivahed *et al.*, 2007) سازگاری دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده، پتاسیم استخراج شده توسط همه عصاره‌گیرها با اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار دارای کمترین ضریب همبستگی است. ضرابی و جلالی (Zarrabi and Jalali, 2008) نیز به نتایجی مشابه دست یافته و در پژوهش خود نشان دادند که عصاره‌گیرهای مختلف مورد استفاده با اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار دارای کمترین همبستگی می‌باشند. همچنین، شریفی و کلباسی (Sharifi and Calbasi, 2001) گزارش کردند که بین پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف در سطح یک درصد رابطه‌ی معنی‌داری وجود دارد.

حسین‌پور (Hoseinpur, 2004) نیز در ارزیابی عصاره‌گیرهای مختلف به منظور تعیین پتاسیم قابل استفاده سیر در خاک‌های همدان، بین پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف با یکدیگر رابطه‌ای معنی‌دار مشاهده کردند. در مجموع با توجه به یافته‌های حاصل از جدول‌های ۵ و ۶ و بر اساس مقادیر پتاسیم استخراج شده از خاک، عصاره‌گیرهای مورد استفاده در این پژوهش را می‌توان به سه گروه کلی تقسیم کرد:

اول) عصاره‌گیرهای ضعیف شامل: کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار.

دوم) عصاره‌گیرهای نسبتاً ضعیف شامل: استات سدیم یک مولار و اسید نیتریک ۰/۱ مولار.

سوم) عصاره‌گیرهای نسبتاً قوی شامل: کلرید سدیم یک مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار و استات آمونیوم یک مولار.

حسین‌پور (Hoseinpur, 2004) نشان داد که کاربرد کود پتاسیم باعث افزایش عملکرد، غلظت و جذب پتاسیم در سیر شده است. هر چند پاسخ عملکردی گیاهان مختلف به مصرف پتاسیم در خاک‌های مختلف متفاوت بوده، لیکن غلظت و جذب کل پتاسیم در گیاهان به طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف پتاسیم افزایش یافته است. به‌نظر می‌رسد تفاوت در پاسخ گیاهان به مصرف پتاسیم در خاک‌های مختلف را بتوان به متغیر بودن شکل‌های مختلف پتاسیم و ویژگی‌های شیمیایی خاک نظیر مقدار و نوع کانی‌های رسی و ظرفیت تثبیت آنها نسبت داد (Khodshenas and Maftoon 2007).

همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها

رابطه بین پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف، با استفاده از همبستگی ساده مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف در جدول ۵ ارائه شده است. در جدول ۶ نیز ضریب همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم ارائه شده است. نتایج حاصل از جدول ۶ نشان می‌دهد که همه روش‌های عصاره‌گیری در سطح یک درصد دارای رابطه معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند. همچنین، استات آمونیوم با کلرید باریم ۰/۱ مولار (۰/۹۲، $r=0.01$ ، $P<$)، دارای بیشترین ضریب همبستگی است. دلیل این موضوع را می‌توان به توانایی یون Ba^{+2} در جایگزین شدن با یون K^{+} بر روی کلوئیدهای خاک نسبت داد. این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهش خودشناس و مفتون (Khodshenas and Maftoon, 2007) و شگری

جدول ۴- اثر مصرف کود پتاسیمی بر پارامترهای گیاهی
Table 4. Effects of potassium fertilizer on plant parameters

شماره خاک Soil No.	جذب پتاسیم K ⁺ uptake (mg/pot)		جذب اضافی Additional uptake (mg/pot)	غلظت پتاسیم در اندام هوایی K ⁺ concentration in shoots (%)		ماده خشک Dry matter (g/pot)		پاسخ گیاه Plant response (g/pot)	عملکرد نسبی Relative yield (%)	افزایش غلظت Concentration increase
	شاهد Control	تیمار Treatment		شاهد Control	تیمار Treatment	شاهد Control	تیمار Treatment			
	1	304.0		379.0	75.4**	2.2	2.4			
2	307.0	352.0	46.0 ^{ns}	2.0	2.2	15.2	16.1	1.0 ^{ns}	94.0	0.16 ^{ns}
3	253.1	421.3	168.3**	1.7	2.3	14.6	18.3	3.7*	80.0	0.57**
4	301.3	485.5	179.0**	2.0	2.6	14.7	19.0	4.3 ^{ns}	77.3	0.47*
5	309.0	425.0	111.6*	2.1	2.4	14.9	17.9	3.0*	83.3	0.27*
6	282.0	439.4	161.7**	1.6	2.2	17.5	21.3	3.7*	82.5	0.48**
7	282.1	312.7	47.0 ^{ns}	1.8	2.13	14.5	14.6	0.1 ^{ns}	99.3	0.31*
8	214.5	379.4	168.6*	1.6	2.2	13.2	17.5	4.3 ^{ns}	75.4	0.57*
9	399.0	425.0	25.0 ^{ns}	2.6	2.7	15.0	15.3	0.3 ^{ns}	98.0	0.11 ^{ns}
10	451.5	751.2	302.0**	2.1	2.7	21.5	27.3	5.7**	79.0	0.67**
11	227.6	322.7	94.2 ^{ns}	1.7	2.2	12.9	14.6	1.7 ^{ns}	88.4	0.44*
12	115.7	375.5	257.8**	1.5	2.8	7.9	13.5	5.6**	58.5	1.3**
13	210.7	424.6	214.5**	2	3	10.7	14.3	3.7*	74.0	0.99**
14	115.2	319.5	206.5**	1.6	2.1	7.2	15.0	7.8**	50.0	0.56**
15	300.2	365.3	65.4**	2.6	2.8	11.6	13.2	1.7**	87.4	0.17**
16	325.5	465.6	136.5 ^{ns}	2.1	2.2	15.5	21.0	5.5*	73.8	0.10 ^{ns}
17	312.0	403.6	90.4 ^{ns}	2.4	2.6	13.0	15.3	2.3 ^{ns}	85.0	0.23 ^{ns}
18	268.5	549.3	279.4*	1.9	2.6	14.1	21.3	7.2**	66.2	0.67*
19	290.0	449.0	159.0**	1.8	2.2	16.1	20.4	4.3**	79.0	0.40**

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۵- مقادیر پتاسیم استخراج شده از خاک با روش‌های مختلف عصاره‌گیری (mg/kg)

Table 5. Amount of soil-extractable K⁺ (mg kg⁻¹) extracted by different methods

شماره خاک	شماره عصاره‌گیر						
	No. of extractant						
Soil No.	1	2	3	4	5	6	7
1	257.0	199.0	246.0	54.0	258.0	44.0	145.0
2	262.0	104.0	167.0	27.0	216.0	7.0	87.0
3	182.0	151.0	186.0	56.0	200.0	20.0	165.0
4	187.0	192.0	210.0	60.0	227.0	27.0	202.0
5	212.0	110.0	158.0	29.0	207.0	7.0	85.0
6	225.0	130.0	184.0	30.0	221.0	12.0	92.0
7	190.0	128.0	173.0	37.0	210.0	23.0	89.0
8	157.0	86.0	130.0	19.0	136.0	1.0	65.0
9	325.0	226.0	273.0	54.0	271.0	48.0	160.0
10	433.0	242.0	321.0	7.0	315.0	59.0	189.0
11	160.0	115.0	155.0	247.0	136.0	7.0	71.0
12	68.0	40.0	76.0	11.0	33.0	0.0	36.0
13	260.0	147.0	189.0	30.0	205.0	15.0	100.0
14	118.0	97.0	120.0	20.0	89.0	7.0	61.0
15	255.0	212.0	243.0	56.0	222.0	53.0	163.0
16	309.0	203.0	233.0	42.0	247.0	30.0	124.0
17	285.0	245.0	310.0	69.0	296.0	65.0	192.0
18	346.0	285.0	380.0	86.0	400.0	89.0	225.0
19	280.0	226.0	296.0	53.0	305.0	53.0	176.0

۱- استات آمونیوم، ۲- استات سدیم، ۳- کلرید سدیم، ۴- اسید سولفوریک، ۵- کلرید باریم، ۶- کلرید کلسیم، ۷- اسید نیتریک

سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار و پارامترهای گیاهی رابطه‌ی معنی‌داری مشاهده نشد.

همچنین، نتایج به‌دست آمده نشان داد که عملکرد نسبی، پاسخ گیاه و جذب اضافی با پتاسیم قابل استخراج توسط عصاره‌گیرهای مورد مطالعه دارای رابطه معنی‌داری نمی‌باشد. با توجه به بالا بودن ضرایب همبستگی عصاره‌گیرهای استات آمونیوم یک مولار، کلرید باریم ۰/۱ مولار، استات سدیم یک مولار و کلرید سدیم یک مولار با سه پارامتر عملکرد ماده خشک، غلظت و جذب پتاسیم در اندام هوایی گیاه و هم چنین سادگی و اقتصادی بودن آنها، به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها در بین عصاره‌گیرهای مورد استفاده تشخیص داده شدند. شکر واحد و همکاران (Shokrivahed *et al.*, 2007) دو عصاره‌گیر استات آمونیوم و اسید نیتریک جوشان را به عنوان بهترین عصاره‌گیرها برای ارزیابی مقدار پتاسیم قابل استفاده گیاه پیشنهاد کردند. ساتو (Csatho, 1998) نیز در خاک‌های

بررسی نتایج ضرایب همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم (جدول ۶) نشان می‌دهد که پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای هر گروه دارای همبستگی بسیار خوبی با یکدیگر می‌باشند.

همبستگی پتاسیم قابل استخراج با عصاره‌گیرها و شاخص‌های گیاهی و انتخاب عصاره‌گیر مناسب

در این پژوهش رابطه پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف و پارامترهای گیاهی بررسی شده که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد که استات آمونیوم یک مولار با عملکرد، غلظت و جذب پتاسیم توسط گیاه دارای بیشترین همبستگی است. بعد از استات آمونیوم، کلرید باریم ۰/۱ مولار، استات سدیم یک مولار، کلرید سدیم یک مولار، اسید نیتریک ۰/۱ مولار و کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار به ترتیب دارای بیشترین همبستگی با پارامترهای گیاهی می‌باشند. بین اسید

حاضر این عصاره‌گیر به‌عنوان بهترین عصاره‌گیر معرفی می‌شود. در این ارتباط قابل ذکر است که پتاسیم تبدلی می‌تواند به‌عنوان شاخصی از پتانسیل تأمین فوری پتاسیم برای گیاه ذرت، همانند سایر محصولات عمل نماید. بین مقدار پتاسیم قابل استخراج توسط عصاره‌گیرها همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد که بیشترین همبستگی استات آمونیوم با کلرید باریم بود. توصیه می‌شود برای تعیین دقیق نیاز کودی محصولات زراعی عمده کشور، از برنامه دقیق آزمون خاک، با هدف تولید بهینه، حفظ تعادل عناصر غذایی، جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده شود.

مجارستان، دو عصاره‌گیر استات آمونیوم و لاکتات آمونیوم را برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه معرفی کرد. امیری و فلاح (Amiri and Falah, 1996) در پژوهشی بر روی اراضی شالیزاری شرق گیلان، همبستگی بالایی بین پتاسیم قابل تبادل (روش استات آمونیوم) و پتاسیم قابل دسترس (KL) گزارش کردند. خراسانی و توفیقی (Khorasani and Tofiqi, 1996) نیز در پژوهشی بر روی اراضی شالیکاری شمال کشور گزارش کردند که روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم برای برآورد پتاسیم قابل دسترس خاک روشی مناسب است. این محققین دلیل آن را وجود همبستگی مثبت و بالا بین پتاسیم قابل دسترس (KL) و پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش استات آمونیوم بیان کردند. شریفی (Sharifi, 1998) در یک تحقیق گلخانه‌ای جهت انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده ذرت، از ۹ عصاره‌گیر مهم پتاسیم و ۱۴ روش عصاره‌گیری در ۱۸ سری از خاک‌های زراعی استان اصفهان استفاده کرد. با توجه به معنی دار بودن ضرایب همبستگی پتاسیم استخراج شده از خاک با جذب پتاسیم و غلظت آن در اندام‌های هوایی گیاه، اقتصادی بودن و سرعت کار به ترتیب عصاره‌گیرهای کلرورسدیم دو نرمال، استات سدیم نرمال خنثی، استات آمونیوم نرمال خنثی و بیکربنات آمونیوم DTPA به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها تشخیص داده شده‌اند.

شریفی و کلباسی (Sharifi and Calbasi, 2001) نیز در پژوهش خود دو عصاره‌گیر کلرید سدیم دو مولار و استات سدیم مولار و خنثی را به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های مناطق مرکزی اصفهان معرفی کردند. عدم معنی داری بین رابطه عملکرد نسبی با پتاسیم قابل استخراج با عصاره‌گیرها، نشان دهنده آن است که علی‌رغم تفاوت در پتاسیم قابل استفاده خاک، پاسخ گیاه به کود پتاسیم تقریباً یکسان است. این موضوع شاید به این دلیل باشد که بسیاری از گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را بیشتر از بخش غیر تبدلی تأمین می‌کنند (Ghanavati, et al., 2009).

نتیجه‌گیری

در مطالعه ارتباط عصاره‌گیرهای مختلف با عملکرد ماده خشک، جذب و غلظت پتاسیم در گیاه و انتخاب بهترین عصاره‌گیر نتایج نشان داد که روش استات آمونیوم که قادر به استخراج پتاسیم تبدلی می‌باشد بالاترین همبستگی را با عملکرد، جذب و غلظت پتاسیم داشت، لذا در مطالعه

جدول ۶- همبستگی پتاسیم استخراج شده بین عصاره‌گیرهای مختلف

Table 6. Coefficient of correlation between different extractants

اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار H ₂ SO ₄ (0.025 M)	کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار CaCl ₂ (0.01M)	کلرید باریم ۰/۱ مولار BaCl ₂ (0.1)	اسید نیتریک ۰/۱ مولار HNO ₃ (0.1M)	کلرید سدیم ۱ مولار NaCl (1M)	استات سدیم ۱ مولار NaOAc (1M)	عصاره‌گیر Extractant
0.45**	0.74**	0.92**	0.77**	0.91**	0.87**	استات آمونیوم ۱ مولار NH ₄ OAc (1M)
0.76**	0.90**	0.94**	0.94**	0.97**		استات سدیم ۱ مولار NaOAc (1M)
0.73**	0.91**	0.97**	0.92**			کلرید سدیم ۱ مولار NaCl (1M)
0.80**	0.86**					اسید نیتریک ۰/۱ مولار HNO ₃ (0.1M)
0.72**	0.84**					کلرید باریم ۰/۱ مولار BaCl ₂ (0.1M)
0.74**						کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار CaCl ₂ (0.01M)

** : Significant at 1% probability level

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۷- همبستگی بین پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف و شاخص‌های گیاهی

Table 7. Coefficient of correlation between K⁺ extracted by different extractant and plant indices

پارامترهای گیاهی Plant parameters						عصاره گیر Extractant
غلظت پتاسیم K ⁺ concentration	جذب اضافی Additional uptake	جذب پتاسیم K ⁺ uptake	پاسخ گیاه Plant response	عملکرد نسبی Relative yield	ماده خشک Dry matter	
0.61**	0.05 ^{ns}	0.84**	-0.36 ^{ns}	0.32 ^{ns}	0.70**	استات آمونیوم ۱ مولار NH ₄ OAc (1M)
0.65**	-0.004 ^{ns}	0.69**	0.008 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.50*	استات سدیم ۱ مولار NaOAc (1M)
0.56*	0.09 ^{ns}	0.67**	0.05 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.53*	کلرید سدیم ۱ مولار NaCl (1M)
0.57*	0.1 ^{ns}	0.64**	0.05 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.48*	اسید نیتریک ۰/۱ مولار HNO ₃ (0.1M)
0.53*	0.005 ^{ns}	0.74**	-0.43 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.65**	کلرید باریوم ۰/۱ مولار BaCl ₂ (0.1M)
0.56*	0.09 ^{ns}	0.55*	0.08 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.35 ^{ns}	کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار CaCl ₂ (0.01M)
0.45 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.25 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.08 ^{ns}	اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار H ₂ SO ₄ (0.025M)

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns, * and **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

References

- Amiri, R. and Mohammadfalah, V. 1996.** Evaluation of fixation potential and different forms of potassium in paddy fields of the east Guilan. 5th Congress of Soil Science. College of Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian).
- Armesto, B. R. and Sotres, F.G. 1993.** Estimation of soil solution K in Galicia. *Agrochimica* 37(1-2): 172-178.
- Brown, J. R., Bates, T. E. and Vitosh, M. L. 1987.** Soil testing: sampling, correlation, calibration and interpretation. Special Pub, 21. Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Corey, R. B. 1987.** Soil test procedures: Correlation, 15-22. In J.R. Brown (ed.) Soil testing: sampling, correlation, calibration, and interpretation. Special Publication No. 21. Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Csatho, P. 1998.** Correlations between two soil extractants and corn leaf potassium content from Hungarian field trials. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 29 (11-14): 2149-2160.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986.** Particle-size analysis. 383-410. In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Ghanavati, N., Malakouti, M. J. and Hoseinpur, A. R. 2009.** Correlation of Q/I parameters with some soil properties and Potassium uptake by wheat in some soils of Abyek region. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 13 (49): 167-178. (In Persian).
- Herlihy, M. 1992.** Field Evaluation of soil tests for K: quantity-intensity, EUF-K and other soil properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 23: 2295-2312.
- Hoseinpur, A. R. 2004.** Evaluation of the Capability of Extractants in Determining Garlic Available K for Certain Soils in Hamadan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 8(2): 45-56. (In Persian).
- Houba, V. G. J. Novozamsky, I., Lexmond, T. M. and van der Lee, J. J. 1990.** Applicability of 0.01M CaCl₂ as a single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soils and other diagnosis purposes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21: 2281-2290.
- Jackson, M. L. 1973.** Soil Chemical Analysis; Prentice Hall of India, Pvt Ltd: New Delhi, India.
- Kavosi, M. and Kalbasi, M. 2000.** Comparison of Soil Potassium Extracting Methods to Determine Suitable Extractants for Sepeedrood Rice Variety in some Guilan Rice Paddy Fields. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 3 (4): 57-71. (In Persian).
- Khodshenas, M.A. and Maftoon, M. 2007.** Comparison of different chemical extractants to extract potassium in calcareous wetland soils of Fars province. 11th Congress of Soil Science, Faculty of Agricultural and Natural Resources Gorgan, Iran. (In Persian).
- Khorasani, R. and Tofighi, H. 1996.** The study of Q/I relationship of paddy soils in the north of Iran. 5th Congress of Soil Science. College of Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian).
- Knudsen, D., Peterson, G. A. and Pratt, P. F. 1982.** Lithium, sodium and potassium. 225-246. In: A. L. Page (ed.) Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Liu, L. and Bates, T. E. 1990.** Evaluation of soil extractants for the prediction of plant available potassium in Ontario Soils. *Canadian Journal of Soil Science* 70 (4): 607-615.
- Maclean, A. J. 1961.** Potassium-supplying power of some Canadian soils. *Canadian Journal of Soil Science* 41 (2): 196-206.
- Malakouti, M. J., Shahabi, A. A. and Bazargan, K. 2005.** Potassium in Iranian Agriculture. Ministry of Agriculture. (In Persian).
- Martin, H. W. and Sparks, D. L. 1983.** Kinetics of non-exchangeable potassium release form two coastal plain soils. *Soil Science Society of America Journal* 47: 883-887.
- McLean E, O. and Watson, M. E. 1985.** Soil measurements of plant-available potassium .277-308. In R. D. Munson (Ed) Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Nath, A. K. and Purkaystha, S. 1998.** A Study on soil test and crop response in respect to potassium in acid soils of Assam. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 36: 120-124.

- Page, A. L. 1982.** Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Series No 9. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Panda, M. and Panda, A. K. 1993.** Evaluation of some potassium soil tests for rice in a Fluventic Ustochrept. **Journal of the Indian Society of Soil Science** 41: 188-189.
- Rowell, D. L. 1994.** Soil science: Methods and applications. Essex, England: Longman Scientific and Technical.
- Sharifi, M. 1998.** Selection of suitable extractant to extract available potassium for Corn in soils of central region of Isfahan province. M. Sc. Thesis of soil science, Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian).
- Sharifi, M. and Kalbasi, M. 2001.** Selection of suitable extractant to extract available potassium for Corn in soils of central region of Isfahan province. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science** 5 (1): 77-91. (In Persian).
- Shokri vahed, H., Kavosi, M. and Mojjalali, H. 2007.** Laboratory and field evaluation of different extractants to determine available potassium for plant rice. **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 38 (2): 191-202. (In Persian).
- Simard, R. R., and Zizka, J. 1994.** Evaluation plant available potassium with strontium chlorid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 25: 1779-1789.
- Sparks, D. L. and Huang, P. M. 1985.** Physical chemistry of soil potassium. 201-276. In R. D. Munson (ed.). potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Walkley, A. and Black, I. A. 1934.** An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science** 37 (1): 29-38.
- Zarrabi, M. and Jalali, M. 2008.** Evaluation of extractants and quantity-intensity relationship for estimation of available potassium in some calcareous soils of Western Iran. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 39 (17-18): 2663-2677.

Evaluating different extractants for determining corn available potassium in some calcareous soils of Kurdistan province

Saman Fathi¹, Abbas Samadi^{2*}, Masoud Davari³ and Safoora Asadi Kapourchal⁴

1 and 2. Former M. Sc. Student and Prof., respectively, Dept. of Soil Science, Urmia University, 3. Assist. Prof., Dept. of Soil Science, Kurdistan University, 4. Assist. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

(Received: May 26, 2014- Accepted: November 10, 2014)

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) plays an important influence in human food cycle and thus assessing factors affecting its optimal yield is of great importance. Potassium status in soil is one of the most influencing inputs affecting both quantity and quality of corn yield. Potassium is not only an important nutrient for corn due to its large demand, but also plays significant roles on physiological and biochemical activities. The objective of this study was to designate an appropriate extractant for determining available K in 19 calcareous soils in Kurdistan province. In order to evaluate the relationship between extractable K with different extractants and potassium uptake by corn, an experiment with corn was carried out in a completely randomized design with two levels of potassium (0 and 300 mg.kg⁻¹ using potassium sulfate) each with three replicates. The concentrations of potassium in plants were measured and K uptake, additional uptake, plant response, relative yield and increasing concentrations were calculated. The results indicated that significant correlations exist between K uptake by corn and six extractants including 1M NH₄OAc ($r=0.84^{**}$, $P\leq 0.01$), 0.1 M BaCl₂ ($r=0.74^{**}$, $P\leq 0.01$), 1 M NaOAc ($r=0.69^{**}$, $P\leq 0.01$), 1 M NaCl ($r=0.67^{**}$, $P\leq 0.01$), 0.1 M HNO₃ ($r=0.64^{**}$, $P\leq 0.01$), and 0.01 M CaCl₂ ($r=0.55^{*}$, $P\leq 0.05$). However, considering cost effectiveness, applicability aspects, extraction duration and its relationship with plant indices, the 1M NaOAc extractant can provide the most useful prediction for K uptake by corn in calcareous soils of Kurdistan.

Keywords: Calcareous soils, Corn, Extractant, Potassium

*Corresponding author: ab.samadi@yahoo.com