

مطالعه وضعیت پتاسیم و ارزیابی عصاره‌گیرهای شیمیایی برای استخراج پتاسیم قابل جذب در برخی خاک‌های زیتون‌کاری استان فارس

مهری احراری^۱ - حمیدرضا اولیایی^{۲*} - ابراهیم ادهمی^۳ - مهدی نجفی قیری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۲

چکیده

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای تغذیه گیاهان می‌باشد و از نظر فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از مهمترین کاتیون‌ها در گیاهان محسوب می‌شود. بنابراین، آگاهی از وضعیت پتاسیم در مدیریت تغذیه گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تعدادی عصاره‌گیر معمول برای استخراج پتاسیم قابل استفاده گیاه زیتون در خاک‌های استان فارس انجام گرفته است. بدین منظور ۲۶ نمونه خاک از ۱۳ باغ شاخص زیتون در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری برداشت شد. عصاره‌گیرهای مورد استفاده برای عصاره‌گیری پتاسیم شامل کلرید سدیم ۱ و ۲ مولار، کلرید کلسیم ۰/۱ مولار، مورگان، بیکرنات آمونیم-DTPA، استات آمونیم ۱ و ۰/۲۵ مولار، استات سدیم ۱ مولار، اسید نیتریک ۰/۱ و ۱ مولار، اسید کلریدریک ۲ مولار و اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار می‌باشد. پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط همه عصاره‌گیرها دارای رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بودند. بیشترین همبستگی مشاهده شده بین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیم ۱ مولار و استات آمونیم ۰/۲۵ مولار بود. از بین عصاره‌گیرهای مورد بررسی، کلرید سدیم ۲ مولار، استات آمونیم ۰/۲۵ مولار و استات سدیم ۱ مولار و بیکرنات آمونیم-DTPA، بیشترین همبستگی را با پتاسیم برگ زیتون داشتند. به نظر می‌رسد در خاک‌های مورد مطالعه عصاره‌گیرهای کلرید سدیم ۲ مولار، استات آمونیم ۰/۲۵ مولار و استات سدیم در مقایسه با سایر عصاره‌گیرهای مورد بررسی، به دلیل همبستگی بیشتر، سادگی روش و اقتصادی بودن مناسب‌تر باشند.

واژه‌های کلیدی: استات آمونیم، پتاسیم قابل استفاده، کلرید سدیم، مدیریت تغذیه

مقدمه

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کیفی و کمی محصول به شمار می‌رود. مطالعه پتاسیم یکی از موضوع‌های کلیدی در مطالعات حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود. پتاسیم همچنین در فرایندهای زیستی متعددی از جمله فعالیت بیش از ۸۰ آنزیم، باز و بسته شدن روزه‌ها، پایداری پ‌هاس سلولی، سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، تعادل آنیون‌ها و کاتیون‌ها و فرایند انتقال الکترون در غشای سیتوپلاسمی شرکت می‌کند (۸ و ۳۱).

به طور معمول پتاسیم در خاک به ۴ شکل محلول، تبادل، تثبیت‌شده و ساختمانی وجود دارد. گیاهان، پتاسیم مورد نیاز را از محلول خاک دریافت می‌نمایند. این ذخیره بسیار اندک بوده و سایر

اشکال از جمله تبدالی و غیر تبدالی و یا افزودن کود در تامین نیاز گیاه نقش دارند (۹). کمبود پتاسیم موجب از دست رفتن آب بافت‌ها می‌شود و رشد شاخه‌ها و کارایی مصرف آب را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر تنش رطوبتی در خاک، پخشیدگی یون پتاسیم را در محلول خاک محدود نموده و مانع جذب آن توسط گیاه می‌شود (۲۱ و ۲۹). تعیین میزان پتاسیم قابل جذب در خاک امری ضروری است. برای استخراج و اندازه‌گیری شکل‌های مختلف پتاسیم از عصاره‌گیرهای متفاوتی استفاده می‌شود. عصاره‌گیرهای مختلف به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌ها وابسته بوده و قدرت متفاوتی در آزادسازی شکل‌های مختلف یک عنصر از خاک دارند. با تعیین میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه می‌توان درباره وضعیت پتاسیم خاک و نیاز به مصرف یا عدم مصرف کود در مزارع و باغ‌ها به درستی تصمیم‌گیری کرد. به این منظور می‌توان با عصاره‌گیری از خاک و تعیین میزان کمبود عناصر، توصیه کودی مناسبی را انجام داد (۳۵). در معرفی عصاره‌گیر مناسب باید دو معیار را مورد توجه قرار داد، اول این که عصاره‌گیری باید از منابع قابل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم خاک، دانشگاه یاسوج

*-نویسنده مسئول: (Email: Owliaie@yu.ac.ir)

۴- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب

سطح زیر کشت زیتون، مقام دوم را پس از استان زنجان در کشور به خود اختصاص داده است. طاهری و همکاران (۳۷) با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ‌های منطقه طارم گزارش کردند که کمبود پتاسیم، بیش‌تر از سایر عناصر وجود دارد. تامین پتاسیم، اصلی‌ترین مشکل تغذیه‌ای در باغ‌های زیتون است (۳۱) و (۳۲). زیتون گیاهی است که به پتاسیم زیاد نیاز دارد، زیرا در مقایسه با نیتروژن و فسفر، پتاسیم بیش‌تری توسط میوه‌ها جذب می‌شود. همچنین مقدار زیادی از این عنصر در اثر هرس اندام‌های گیاه خارج می‌شود. تجمع این عنصر در خاکستر برگ زیتون نسبت به سایر مواد بیشتر است و نیز با مصرف آن جذب سایر عناصر به ویژه نیتروژن افزایش می‌یابد. نوری و همکاران (۲۴) در مطالعه ارزیابی تغذیه‌ای باغ‌های زیتون منطقه طارم، میانگین غلظت عناصر غذایی در برگ باغ‌های با عملکرد نسبی زیاد، برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم و منیزیم را به ترتیب ۱/۸، ۰/۱، ۱/۲، ۱ و ۰/۲۷۵ درصد گزارش نمودند.

میزان تامین پتاسیم توسط خاک بستگی به نوع خاک، مواد آلی، میزان و نوع رس و تخلیه نسبی پتاسیم خاک دارد (۲۳). عدم مصرف کودهای پتاسیمی، بالا بودن آهک خاک، کمبود مواد آلی، شوری آب و خاک، تخلیه پتاسیم خاک‌های تحت کشت زیتون به دلیل نیاز و مصرف زیاد پتاسیم توسط گیاه و مصرف غیراصولی کودهای نیتروژن‌دار، همگی عواملی هستند که موجب کمبود پتاسیم در باغ‌های زیتون می‌شود (۳۶ و ۳۸).

با توجه به اینکه اطلاعاتی در ارتباط با وضعیت کلی عنصر پتاسیم در خاک و همچنین برگ درختان باغ‌های زیتون در استان فارس در دسترس نیست و همچنین این مورد که آزمونی به منظور معرفی عصاره‌گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل جذب زیتون صورت نگرفته‌است، تحقیق حاضر با هدف دستیابی به اهداف یادشده در برخی باغ‌های شاخص زیتون در استان فارس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق با استفاده از اطلاعات موجود سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، باغ‌های عمده زیر کشت درخت زیتون در استان فارس شناسایی شده و نمونه‌های خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از منطقه سایه انداز درختان برداشت شدند. باغداران به عدم استفاده از کود شیمیایی پتاسیم اشاره نمودند. نمونه برداری برگ در اردیبهشت ماه نیز از انتهای شاخه‌های یک ساله درختان (با سن ۵ تا ۱۰ سال) صورت گرفت. نمونه‌ها پس از دو بار شستشو با آب مقطر در پاکت‌های کاغذی در آون با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد خشک و آسیاب شدند. نمونه‌های خاک بعد از خشک شدن در آون و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل و برخی

دسترس عنصر غذایی باشد و دوم آنکه روش عصاره‌گیری باید سریع، اقتصادی و تکرار پذیر باشد (۱۲). از جمله عصاره‌گیرهای مورد استفاده برای استخراج شکل‌های مختلف پتاسیم می‌توان به استات آمونیوم ۱ مولار، مهلیخ ۱ و ۲ و ۳، آمونیوم بی‌کربنات-DTPA، سدیم تترا فنیل بران، باریوم کلرید ۰/۱ مولار، کلسیم کلرید ۰/۱ مولار، هیدروکلریک اسید ۰/۱ مولار، اسید نیتریک جوشان ۱ مولار اشاره نمود (۱۳).

استات آمونیوم هر دو شکل محلول و تبادل‌پذیر پتاسیم را اندازه‌گیری می‌کند و یکی از معمول‌ترین عصاره‌گیرهای مورد استفاده در جهان است. با این وجود این روش در خاک‌هایی با مقدار قابل توجهی از پتاسیم غیر تبادل‌پذیر نمی‌تواند مناسب باشد زیرا این عصاره‌گیر، تنها پتاسیم محلول و تبادل‌پذیر را استخراج می‌کند (۴۱ و ۴۲). حسین‌پور و زارع‌نیا (۱۲) در ارزیابی عصاره‌گیرهای شیمیایی برای تخمین پتاسیم قابل جذب برای گیاه لوبیا در برخی خاک‌های آهکی استان چهارمحال مشاهده نمودند که عصاره‌گیر استات آمونیوم که به صورت سنتی در ایران استفاده می‌شود و پتاسیم تبادل‌پذیر و بخشی از پتاسیم بین لایه را استخراج می‌نماید، عصاره‌گیر مناسبی نبوده و به جای آن به ترتیب عصاره‌گیرهای کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، اسید نیتریک ۰/۱ مولار، مهلیخ ۱ و آب مقطر، میزان پتاسیم قابل جذب را بهتر تعیین می‌نمایند. دارونسون‌تایا و همکاران (۷) برای اندازه‌گیری پتاسیم تبادل‌پذیر از استات آمونیوم ۱ نرمال و برای استخراج پتاسیم غیر تبادل‌پذیر از محلول‌های اسید نیتریک و سدیم تترا فنیل بران استفاده نموده و پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم را به عنوان شاخص مناسبی جهت پیش‌بینی میزان پتاسیم در دسترس گیاه معرفی کردند. در بررسی‌های حسین‌پور و سماواتی (۱۳) عصاره‌گیرهای اسید نیتریک ۰/۱ مولار، مهلیخ ۱، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و آب مقطر برای اندازه‌گیری پتاسیم در دسترس گیاه ذرت انتخاب شدند. در مطالعه جلالی (۱۵) در خاک‌های آهکی استان همدان، پتاسیم عصاره‌گیری شده با اسید نیتریک ۰/۱ مولار، کلرید سدیم ۲ مولار و استات سدیم ۰/۱ مولار همبستگی بالایی را با جذب پتاسیم گیاه گندم نشان دادند.

زیتون (*Olea europaea* L.) گیاهی است که در نواحی مدیترانه‌ای با آب و هوایی معتدل و زمستان‌های ملایم رشد می‌کند و کشت آن در ایران رو به افزایش است. زیتون یکی از درختان همیشه سبز است که میوه، روغن، هسته، برگ، گل و چوب آن به شکل‌های مختلف در صنایع غذایی، بهداشتی- دارویی، آرایشی و صنایع چوب کاربرد دارد (۳۳ و ۳۹). با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد زیتون مانند نیاز به آهک، مقاومت در برابر خشکی و تحمل متوسط در مقابل شوری خاک می‌توان نتیجه گرفت که بسیاری از نقاط کشور برای توسعه زیتون مناسب می‌باشند (۲۸). در ایران زیتون یکی از محصولات مهم و راهبردی به شمار می‌رود و استان فارس نیز با دارا بودن حدود ۱۳۰۰۰ هکتار

روش روول (۲۷) به کمک اسید کلریدریک ۲ نرمال اندازه‌گیری شد، سپس عصاره‌های به دست آمده با روش شعله‌سنجی با دستگاه شعله-سنج مدل Jenway PFP7 اندازه‌گیری شد. عصاره‌گیرهای مورد استفاده برای استخراج پتاسیم قابل جذب گیاه که در منابع گوناگون مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در جدول ۱ آمده است. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به شرح زیر اندازه‌گیری شد: بافت خاک به روش هیدرومتر (۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، پهاش توسط دستگاه پهاش متر در گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استات سدیم ۱ نرمال در پهاش ۸/۲ (۳)، کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی اسید کلریدریک (۲۶) و کربن آلی به روش سوزاندن تر (۱۴) تعیین شدند مقدار پتاسیم برگ درختان زیتون به

جدول ۱- روش‌های عصاره‌گیری برای استخراج پتاسیم

Table 1- Extracting methods for potassium removal

No.	Equilibration time (min)	Soil-solution ratio	Extractant	References
شماره خاک	زمان تعادل	نسبت خاک-عصاره	عصاره‌گیر	مرجع
1	15	1:10	1 mol/L NaCl	20, 21
2	15	1:10	2 mol/L NaCl	20, 21
3	60	1:10	0.01 mol/L CaCl ₂	8
4	10	1:10	Morgan ¹	14
5	10	1:10	AB-DTPA	14
6	15	1:10	1 mol/L NH ₄ OAC	25
7	30	1:5	0.25 mol/L NH ₄ OAC	25
8	10	1:10	1 mol/L NaOAC	4
9	15	1:10	2 mol/L HCl	20, 21
10	30	1:10	0.1 mol/L HNO ₃	32
11	15	1:40	Boiling 1 mol/L HNO ₃	16
12	5	1:10	0.025 mol/L H ₂ SO ₄	9

¹0.73M Sodium acetate, 0.02M Acetic acid and 0.0001M DTPA.

محلول، تبدالی و غیر تبدالی پتاسیم را عصاره‌گیری می‌کند. غلظت زیاد یون هیدروژن در این عصاره‌گیر، باعث استخراج پتاسیم غیر تبدالی، تخریب ساختمان کانی‌های ورمیکولیت و ایلیت و آزاد شدن احتمالی بخشی از پتاسیم ساختاری می‌شود. شریفی و کلباسی، (۳۳) نیز در تحقیقات خود این عصاره‌گیر را در گروه عصاره‌گیرهای بسیار قوی قرار دادند. حسین پور و زارع نیا، (۱۲) نیز نتیجه مشابهی را ارایه دادند. بعد از آن استات آمونیم ۱ نرمال و سپس استات آمونیم ۰/۲۵ نرمال بیش‌ترین میزان پتاسیم را استخراج کرده‌اند. کمترین میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده مربوط به اسید کلریدریک ۲ مولار و بعد از آن به ترتیب کلرید سدیم ۲ و ۱ مولار می‌باشد. بالاتر بودن میزان پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیم می‌تواند به دلیل مشابه بودن بار، اندازه و انرژی هیدراتاسیون یون آمونیم با یون پتاسیم باشد. به این جهت، یون آمونیم در فرایندهای تبدالی به راحتی یون پتاسیم را از مکان‌های تبدالی خارج می‌کند. میانگین کم پتاسیم استخراج شده بوسیله کلرید سدیم با مطالعات دیگر تطابق دارد (۱۹ و ۴۱). به عقیده لویز پینیرو و ناوارو، (۱۹) سدیم به دلیل شعاع هیدراته بالای خود تنها قادر به خارج کردن پتاسیم جذب شده در سطوح خارجی کانی‌ها می‌باشد و یون‌های پتاسیم بین لایه‌ای را نمی‌تواند خارج کند. سالومون (۳۰) در مقایسه کلسیم کلرید ۰/۰۱ مولار با آمونیم لاکتات استیک اسید، مشاهده کرد که کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار میزان کمتری پتاسیم را نسبت به آمونیم لاکتات استیک اسید عصاره-

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. خاک‌هایی که شماره آنها به ۱ ختم می‌شود مربوط به عمق ۰-۳۰ و خاک‌هایی که شماره آنها به ۲ ختم می‌شود، مربوط به عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر می‌باشند. ماده مادری خاک‌های مورد مطالعه همگی آهکی است. میزان کربنات کلسیم معادل در دامنه ۲۴/۶ تا ۸۰ درصد می‌باشد. خاک‌ها از نظر بافت دارای تنوع زیادی بوده و میزان رس در آنها در دامنه ۱۶ تا ۵۰ درصد بوده است. حدود تغییرات پهاش خاک‌ها در محدوده خنثی تا کمی قلیایی (۷/۰۵ تا ۷/۸) می‌باشند. ظرفیت تبادل کاتیونی نیز بین مقادیر ۵/۷ تا ۳۷ سانتی‌مول در کیلوگرم خاک می‌باشد. به جز خاک‌های مناطق لار، اوز و مظفری سایر خاک‌ها از نظر شوری محدودیتی نداشته‌اند. زیتون جزء گیاهان نیمه مقاوم به شوری می‌باشد و در دامنه شوری ۴-۶ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۸ درصد، فقط با ۱۰ درصد کاهش عملکرد مواجه می‌شود (۴).

جدول ۳ مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که غلظت‌های متفاوتی از پتاسیم به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف استخراج شده است که به دلیل عصاره‌گیری شکل‌های متفاوتی از پتاسیم در مقادیر مختلف توسط هر عصاره‌گیر می‌باشد. بیش‌ترین میزان پتاسیم استخراج شده مربوط به اسید نیتریک ۱ نرمال جوشان می‌باشد که شکل‌های

گیری میکنند و همچنین کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار را به عنوان جانشین مناسبی برای آمونیم لاکتات استیک اسید (روش متداول در سوئد) معرفی کرد.

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مور مطالعه

Table 2- Physical and chemical properties of the studied soils

Soil no. شماره خاک	Location منطقه	pH پ هاش	EC (dSm ⁻¹) هدایت الکتریکی	CCE اهک معادل	O.C کربن آلی	SP رطوبت اشباع	Clay رس	Silt سیلت	Sand شن	Textural class کلاس بافتی	CEC (cmol _c kg ⁻¹) ظرفیت تبادل کاتیونی
1-1	Lar	7.73	4.62	63.7	1.09	32.9	22	38	40	Loam	
1-2		7.73	9.53	52.5	0.50	29.7	22	32	46	Loam	8.8
2-1	Kazeroon	7.86	0.18	39.3	1.17	42.4	28	56	16	Silty caly loam	6.8
2-2		7.76	0.68	50	0.42	47.9	38	50	12	Silty clay loam	8.8
3-1	Mozafari	7.70	1.17	67.5	0.79	29	20	31	49	Loam	10.1
3-2		7.05	6.69	60.7	0.61	33.1	24	36	40	Loam	9.3
4-1	Malosjan	7.80	0.80	45	1.35	43.4	36	34	30	Clay loam	9.9
4-2		7.70	0.41	25.6	0.72	38.6	32	40	28	Clay loam	28.7
5-1	Dokohak	7.61	0.97	40.6	0.91	31.2	16	25.2	58.7	Sandy loam	16
5-2		7.53	1.09	36.6	0.98	27.8	18	17	64.7	Sandy loam	8.4
6-1	Kavar	7.70	0.87	58.5	0.42	29.7	22	27.2	50.7	Sandy clay loam	10.4
6-2		7.33	6.90	80	0.53	23.1	16	16.3	67.7	Sandy loam	7.4
7-1	Drimeh	7.86	1.07	31.5	2.06	46.7	27	43	30	Clay loam	5.7
7-2		7.58	0.77	24.6	1.20	39.2	22	50	28	Silty loam	37
8-1	Berke	7.50	3.26	49.5	1.87	55.1	30	40.7	29.3	Clay loam	26.2
8-2		7.50	0.56	53.1	0.79	52.2	36.7	32.3	31	Clay loam	23
9-1	Sadra	7.24	1.87	32.2	1.17	26.5	20.7	15.3	64	Sandy clay loam	13
9-2		7.72	0.77	33.6	0.05	25.4	24	26	50	Sandy clay loam	6.6
10-1	Kharameh	7.33	2.67	42.1	0.83	40.7	28	46	26	Clay loam	6.4
10-2		7.65	0.45	42.8	0.39	46.9	50	44	6	Silty loam	25.4
11-1	Pole Fasa	7.27	2.18	56.4	0.83	32.7	32	36	32	Clay loam	32.3
11-2		7.55	1.39	60.2	0.87	36.2	34	35	31	Clay loam	20.1
12-1	Evaz	7.50	3.18	51.2	1.31	37.8	20	28	52	Loam	5.9
12-2		7.41	5.19	57.5	1.05	40.9	26	34	40	Loam	6.4
13-1	Noorabad	7.44	0.74	56.2	1.09	30	30	30	40	Clay loam	8.2
13-2		7.47	0.52	75.5	0.68	29.1	30	26	44	Clay loam	6.7
Min		7.05	0.18	24.6	0.05	23.1	16	15.3	6		8.4
Max		7.86	9.53	80	2.06	55.1	50	56	67.7		5.7
Average		7.56	3.63	49.5	0.91	36.5	27.1	34.2	38		37

($r=0/84$) و بیکربنات آمونیم-DTPA ($r=0/83$) مشاهده می‌شود. شریفی و کلباسی، (۳۳) نیز بیشترین همبستگی بین پتاسیم استخراج شده با اسید نیتریک جوشان را با پتاسیم استخراج شده با استات آمونیم ۱ مولار و بیکربنات آمونیم-DTPA با ضرایب همبستگی به ترتیب ۰/۸ و ۰/۷۹ گزارش کردند و بیان کردند که به احتمال زیاد این دو عصاره‌گیر نیز قادر به استخراج شکل به سختی قابل تبادل پتاسیم باشند.

در بین عصاره‌گیرهای غیر مشابه کلرید سدیم ۲ مولار و مورگان-ولف ($r=0/996$, $p \leq 0/01$) دارای بیشترین ضریب همبستگی است. اما به طور کلی بیشترین همبستگی بین استات آمونیم ۱ مولار و استات آمونیم ۰/۲۵ مولار ($r=0/999$, $p \leq 0/01$) مشاهده می‌شود. هر دو غلظت استات آمونیم مورد استفاده در این مطالعه، پتاسیم محلول و تبدالی را عصاره‌گیری می‌کنند. ایجاد رابطه بین یک عنصر غذایی که به وسیله عصاره‌گیری از

به منظور بررسی ارتباط بین عصاره‌گیرهای پتاسیم و نیز شناسایی عصاره‌گیرهای مشابه، ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف محاسبه شد. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که بین همه عصاره‌گیرهای مورد استفاده همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد و تنها بین این عصاره‌گیرها با اسید نیتریک ۱ مولار جوشان همبستگی نسبتاً کم (۰/۵۲ تا ۰/۸۶) مشاهده می‌شود. فتحی و همکاران (۹) به نتایج متفاوتی دست یافته و در پژوهش خود نشان دادند که عصاره‌گیرهای مختلف مورد استفاده دارای کمترین همبستگی با اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار می‌باشد. ضرابی و جلالی، (۴۰ و ۴۱) نیز بین عصاره‌گیرهای مورد مطالعه با اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار کمترین همبستگی را به دست آوردند. بیشترین همبستگی عصاره‌گیر اسید نیتریک ۱ مولار جوشان با عصاره‌گیرهای اسید کلریدریک ($r=0/87$)، استات آمونیم ۱ مولار

خاک استخراج شده با مقدار جذب شده آن عنصر در گیاه، یکی از مراحل مهم و اساسی در آزمون خاک به شمار می‌رود.

جدول ۳- مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده خاک (میلی گرم بر کیلوگرم) توسط عصاره‌گیرهای مختلف و میزان پتاسیم برگ

Soil no. شماره خاک	NaCl IM	NaCl 2M	CaCl ₂ 0.01M	HCl2M	H ₂ SO ₄ 0.025M	NaOAc IM	DTPA	Morgan	NH ₄ OAc 0.25M	NH ₄ OAc IM	HNO ₃ 0.1M	HNO ₃ IM	Leaf K (%) پتاسیم برگ
1-1	169.9	119.4	269.1	46.5	247.0	149.4	352.7	313.7	356.9	363.3	239.2	642.1	1.07
1-2	80.0	60.0	107.0	19.2	111.0	87.9	177.0	163.1	172.9	160.9	117.2	453.2	-
2-1	44.6	36.6	36.7	14.7	47.0	40.3	132.6	89.6	132.2	131.0	54.4	533.8	0.88
2-2	21.1	14.1	8.3	2.6	9.4	15.6	50.5	34.5	57.8	56.7	22.3	409.7	-
3-1	42.3	30.2	37.6	10.1	49.1	39.9	104.0	89.0	105.7	112.1	56.5	330.4	0.28
3-2	86.0	55.6	114.6	23.5	129.2	69.3	213.7	192.2	209.6	221.3	112.5	541.7	-
4-1	150.4	122.7	189.4	85.3	238.0	51.4	410.5	328.7	476.5	501.1	185.0	122.4	0.86
4-2	43.1	32.9	30.3	25.3	37.8	40.4	174.6	97.8	186.1	201.9	73.9	920.8	-
5-1	66.8	51.1	88.8	23.9	113.1	59.9	169.0	171.9	188.7	193.9	94.0	568.4	0.70
5-2	55.2	42.6	72.6	15.6	77.2	62.3	148.2	131.6	143.6	156.1	100.7	562.5	-
6-1	70.3	61.5	90.6	28.0	94.8	99.4	200.8	173.3	211.4	224.1	85.3	665.2	0.76
6-2	19.7	14.1	13.3	2.9	12.0	27.9	40.7	42.7	52.3	52.4	26.7	203.3	-
7-1	72.2	61.0	60.0	43.4	74.8	103.3	261.2	166.2	268.9	284.7	96.6	1312	1.25
7-2	114.6	99.8	113.5	89.3	137.8	90.5	416.2	278.5	498.7	514.0	190.4	1893	-
8-1	419.4	305.0	585.8	148.5	588.5	585.4	730.7	865.4	937.8	921.9	663.2	1513	1.56
8-2	62.4	48.4	59.5	22.2	68.1	85.4	153.4	135.1	163.3	178.3	82.9	458.4	-
9-1	74.7	50.3	97.7	23.9	91.8	103.9	172.1	171.7	179.5	188.6	104.0	544.7	0.45
9-2	38.0	24.3	35.5	12.4	39.9	56.1	85.6	85.0	94.8	100.3	50.7	479.9	-
10-1	119.1	82.2	111.1	66.4	118.1	151.7	292.9	230.5	344.0	366.9	143.7	1221	0.62
10-2	48.5	34.6	36.3	24.8	43.4	6.8	139.2	98.4	152.5	160.9	57.4	693.6	-
11-1	121.1	79.9	135.0	42.4	150.2	35.9	285.0	238.8	285.5	307.6	167.3	862.7	0.46
11-2	133.1	90.5	168.6	42.9	140.8	41.8	286.0	251.1	299.4	331.4	193.8	774.7	-
12-1	31.9	19.8	21.7	11.6	26.2	7.1	53.3	75.7	62.8	61.1	44.4	309.0	0.73
12-2	37.7	25.7	22.8	13.2	31.2	10.5	83.7	81.6	83.5	83.8	45.5	407.3	-
13-1	33.4	20.5	18.6	6.8	15.9	9.0	79.9	58.1	80.8	75.3	51.0	286.4	0.42
13-2	23.2	15.6	13.9	4.6	33.0	5.7	55.0	41.0	58.7	59.6	45.1	286.4	-
Avg	83.8	61.5	97.6	32.7	104.8	78.3	202.6	177.1	223.2	231.1	119.4	696.1	0.76
max	419.4	305.0	585.8	148.5	588.5	585.4	730.7	865.4	937.8	921.9	663.2	1893	1.56
min	19.7	14.1	8.3	2.6	9.4	5.7	40.7	34.5	52.3	52.4	22.3	203.3	0.28

این تحقیق نیز ارتباط بین میزان پتاسیم استخراج شده با عصاره-گیرهای مختلف با میزان پتاسیم جذب شده توسط برگ زیتون مورد

با ایجاد همبستگی، مقدار غلظت عنصر غذایی استخراج شده از خاک با مقدار جذب شده توسط گیاه با یکدیگر مرتبط می‌شوند. در

۰/۷۱۸، ۰/۷۱۷ و ۰/۷۱۴ به مراتب بالاتر از سایر روش‌ها و اسید نیتریک ۱ مولار نیز با ضریب همبستگی ۰/۶۶۱ کمتر از سایر روش‌ها بوده‌است. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر بالاترین همبستگی با عصاره-گیرهای استات آمونیم ۱ مولار و اسید کلریدریک ۲ مولار بدست آمد، گرچه هیچکدام معنی‌دار نبودند (جدول ۴). کاووسی و کلباسی (۱۷) اعلام نمودند که روش‌هایی که ارتباط تنگاتنگی با پتاسیم قابل استفاده گیاه دارند در مقایسه با سایر روش‌ها همبستگی بهتری را با میزان جذب پتاسیم در گیاه برنج دارند.

بررسی قرار گرفت. نتایج این ارتباط در جدول ۶ نشان داده شده‌است. بین پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش‌های مختلف و پتاسیم جذب شده توسط گیاه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری همبستگی‌های بالایی مشاهده شد، اما در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. این امر بیانگر نقش مهمتر خاک سطحی در تامین پتاسیم گیاه زیتون نسبت به خاک زیرسطحی دارد. این همبستگی در مورد سدیم کلرید ۲ مولار، استات آمونیم ۰/۲۵ مولار، بیکربنات سدیم-DTPA و استات سدیم به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۲۱،

جدول ۴- همبستگی بین مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده در روش‌های مختلف در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر

Table 4- correlations between potassium extracted by different methods in depth 0-30 cm

NaCl 1M	NaCl 2M	CaCl ₂ 0.01 M	HCl 2M	H ₂ SO ₄ 0.025M	NaOAc 1M	DTPA	Morgan	NH ₄ OAc 0.25M	NH ₄ OAc 1M	HNO ₃ 0.1M	HNO ₃ 1M	
1	0.996**	0.991**	0.945**	0.991**	0.937**	0.968**	0.996**	0.979**	0.970**	0.995**	0.706**	NaCl 1M
	1	0.987**	0.957**	0.993**	0.933**	0.978**	0.997**	0.988**	0.981**	0.989**	0.733**	NaCl 2M
		1	0.909**	0.994**	0.926**	0.950**	0.987**	0.957**	0.946**	0.989**	0.638*	CaCl ₂ 0.01M
			1	0.934**	0.861**	0.977**	0.951**	0.988**	0.991**	0.919**	0.868**	HCl 2M
				1	0.910**	0.966**	0.992**	0.974**	0.965**	0.985**	0.679*	H ₂ SO ₄ 0.025M
					1	0.872**	0.941**	0.903**	0.886**	0.951**	0.647*	NaOAc 1M
						1	0.968**	0.993**	0.995**	0.945**	0.834**	DTPA
							1	0.983**	0.974**	0.992**	0.719**	Morgan
								1	0.999**	0.961**	0.819**	NH ₄ OAc 0.25M
									1	0.948**	0.839**	NH ₄ OAc 1M
										1	0.663*	HNO ₃ 0.1M
											1	HNO ₃ 1M

جدول ۵- همبستگی بین مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده در روش‌های مختلف در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر

Table 5- correlations between potassium extracted by different methods in depth 30-60 cm

NaCl 1M	NaCl 2M	CaCl ₂ 0.01 M	HCl 2M	H ₂ SO ₄ 0.025M	NaOAc 1M	DTPA	Morgan	NH ₄ OAc 0.25M	NH ₄ OAc 1M	HNO ₃ 0.1M	HNO ₃ 1M	
1	0.979**	0.970**	0.790*	0.958**	0.600*	0.910**	0.980**	0.864**	0.872**	0.977**	0.625*	NaCl 1M
	1	0.920**	0.878*	0.938**	0.655*	0.960**	0.989**	0.933**	0.934**	0.984**	0.737**	NaCl 2M
		1	0.641*	0.970**	0.620*	0.813**	0.934**	0.746**	0.754**	0.940**	0.458	CaCl ₂ 0.01M
			1	0.720**	0.516	0.957**	0.861**	0.984**	0.979**	0.836**	0.955**	HCl 2M
				1	0.696**	0.871**	0.961**	0.813**	0.813**	0.946**	0.555*	H ₂ SO ₄ 0.025M
					1	0.621*	0.678*	0.592*	0.577*	0.623*	0.425	NaOAc 1M
						1	0.958**	0.991**	0.991**	0.940**	0.881**	DTPA
							1	0.923**	0.926**	0.978**	0.720**	Morgan
								1	0.998**	0.904**	0.923**	NH ₄ OAc 0.25M
									1	0.910**	0.916**	NH ₄ OAc 1M
										1	0.702**	HNO ₃ 0.1M
											1	HNO ₃ 1M

جدول ۶- همبستگی بین پتاسیم برگ و پتاسیم عصاره‌گیری شده در روش‌های مختلف در دو عمق

Table 6- correlations between leaf K and extracted K by different methods in both depths

Depth (cm)	NaCl 1M	NaCl 2M	CaCl2 0.01M	HCl 2M	H2SO4 0.025M	NaOA C 1M	AB-DTPA	Morgan	NH4OA C 0.25M	NH4OA C 1M	HNO3 0.1M	HNO3 1M
0-30	0.690*	0.721*	0.694*	0.693*	0.694*	0.714*	0.717*	0.700*	0.718**	0.705**	0.692*	0.661*
30-60	0.078	0.223	-0.032	0.318	0.041	0.504	0.242	0.150	0.281	0.258	0.114	0.226

درصد کمبود متوسط و اگر در دامنه ۰/۸ - ۱/۰ درصد باشد، پتاسیم کافی می‌باشد. حد بحرانی کمبود پتاسیم بر اساس روش استات آمونیم ۱ نرمال، برای درخت زیتون ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد (۵). نوری و همکاران (۲۴) کمبود پتاسیم را در ۸۴ درصد از باغ‌های منطقه طارم مشاهده نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

با بررسی عصاره‌گیرهای مورد استفاده مشاهده می‌شود که غلظت‌های متفاوتی از پتاسیم به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف استخراج شده است که به دلیل عصاره‌گیری شکل‌های متفاوتی از پتاسیم توسط هر عصاره‌گیر، غلظت متفاوت عصاره‌گیرهای مختلف، زمان عصاره‌گیری و خصوصیات متفاوت خاک می‌باشد. به طور کلی میزان پتاسیم عصاره‌گیری شده به وسیله روش‌های مختلف به ترتیب زیر بوده‌است:

اسید نیتریک ۱ مولار < استات آمونیم ۱ مولار < استات آمونیم ۰/۲۵ مولار < بی‌کربنات آمونیم - DTPA < مورگان < اسید نیتریک ۰/۱ مولار < اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار < کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار < کلرید سدیم ۱ مولار < استات سدیم ۱ مولار < کلرید سدیم ۲ مولار < اسید کلریدریک ۲ مولار.

در بین عصاره‌گیرهای معرفی شده، کلرید سدیم ۲ مولار، استات آمونیم ۰/۲۵ مولار و استات سدیم به دلیل همبستگی بالاتر با پتاسیم برگ همچنین سادگی و سهولت اندازه‌گیری می‌توانند به عنوان بهترین عصاره‌گیر معرفی شوند. در مجموع نظر به اهمیت بسیار زیاد پتاسیم در تغذیه زیتون و همچنین مقادیر پتاسیم موجود در خاک و برگ درخت در باغ‌های ارزیابی شده، با توجه به دامنه نسبتاً زیاد در میزان پتاسیم، ارائه یک توصیه یکسان کودی امکان‌پذیر نبوده و توصیه کودی باید با در نظر گرفتن نتایج آزمون خاک صورت گیرد.

جلالی (۱۵) در مطالعه خود بر روی خاک‌های همدان، همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم استخراج شده توسط استات آمونیم ۱ مولار، کلرید سدیم ۲ مولار و اسید نیتریک ۰/۱ مولار با جذب و عملکرد گندم به دست آورد. در بررسی‌های حسین پور و سماواتی، (۱۳) عصاره‌گیرهای اسید نیتریک ۰/۱ مولار، مهلیخ ۱، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و آب مقطر برای اندازه‌گیری پتاسیم قابل استفاده گیاه ذرت انتخاب شدند. همچنین روش‌های عصاره‌گیری کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و اسید نیتریک ۰/۱ مولار به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب تعیین پتاسیم قابل جذب برنج پیشنهاد شده‌اند (۳۴). توجه به این نکته نیز ضروری است که به دلیل تفاوت در نوع و مقدار شکل‌های پتاسیم موجود در خاک‌های مختلف، ممکن است یک عصاره‌گیر در خاکی مناسب و در خاک دیگر نامناسب باشد، بنابراین تشخیص نامناسب بودن عصاره‌گیرهای مختلف در آزمایش‌های متفاوت قابل انتظار است. نوری (۲۵) در مطالعه مرتبط با عوامل موثر بر تغذیه زیتون در اراضی شیبدار منطقه طارم در استان زنجان همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار پتاسیم در برگ زیتون و طول و عرض میوه و عملکرد درخت مشاهده نمود.

بوربیا و همکاران (۱) در مطالعه خود بر روی وضعیت پتاسیم درختان زیتون در الجزیره مشاهده کردند که با افزایش پتاسیم تبادل در ریزوسفر، میزان پتاسیم برگ نیز افزایش می‌یابد. میزان پتاسیم در برگ درختان زیتون مطالعه شده در دامنه ۰/۲۸ تا ۱/۵۶ با میانگین ۰/۷۶ درصد بوده‌است (جدول ۳). بیشترین مقدار مربوط به نمونه شماره ۸ (برکه) بوده که خاک آن نیز دارای بیشترین میزان پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم بوده (۹۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار اندازه‌گیری شده مربوط به نمونه شماره ۳ (مظفری) بوده که میزان پتاسیم آن کمتر از حد بحرانی (معادل ۱۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بوده‌است. براساس نظر کونل و ووسن (۵)، در صورتی که پتاسیم برگ زیتون کمتر از ۰/۴ درصد باشد، کمبود شدید پتاسیم، ۰/۴ تا ۰/۸

منابع

- 1- Bourbia S.M., Barré P., Kaci M.B.N., Derridj A., and Velde B. 2013. Potassium status in bulk and rhizospheric soils of olive groves in North Algeria. *Geoderma*, 197: 161-168.
- 2- Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465.
- 3- Chapman H.D. 1965. Cation exchange capacity. In: Black, C.A. (ed.) *Methods of Soil Analysis*, part 2. American

- Society of Agronomy, Madison, WI.
- 4- Chartzoulakis K.S. 2005. Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78: 108-121.
 - 5- Connel J.H., and Vossen O.M. 2007. Organic olive orchard nutrition. In *Organic olive production manual*, ed. Vossen, P.M., 37-43. Agr. Nat. Res., Publ. 3505, University of California.
 - 6- Csathó P. 1998. Correlations between two soil extractants and corn leaf potassium contents from Hungarian field trials. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 29(11-14): 2149-2160.
 - 7- Darunsontaya T., Suddhiprakarn A., Kheoruenromne I., and Gilkes R. J. 2010. The kinetics of potassium release to sodium tetraphenylboron solution from the clay fraction of highly weathered soils. *Applied Clay Science*, 50(3): 376-385.
 - 8- Dovlati B., Oustan Sh., and Samadi A. 2008. Different forms of potassium and Q/I relationships in soils of sunflower (Khoy area). *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 46: 623-636. (in Persian).
 - 9- Fathi S., Samadi A., Davari M., and Asadi Kapourchal S. 2014. Evaluating different extractants to determine available potassium for corn in calcareous soils of Kordestan province. *Cereal research*, 4(3): 253-266. (in Persian).
 - 10- Haby V. A., Russelle M. P., and Skogley E. O. 1990. Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. SSSA Book Ser, 3:181-227.
 - 11- Hosienpour A.R., and Biabanaki F. 2004. Relationship between potassium quantity- intensity with different extractant and garlic plant response in some soils of Hamadan. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 18(1): 1-9. (in Persian)
 - 12- Hosseinpour A.R., and Zarenia M. 2012. Evaluating chemical extractants to estimate available potassium for pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) in some calcareous soils. *Plant, Soil and Environment*, 58(1): 42-48.
 - 13- Hosseinpour A.R., and Samavati M. 2008. Evaluation of chemical extractants for the determination of available potassium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 1559-1570.
 - 14- Jackson M.L. 1975. *Soil Chemical Analysis: Advanced Course*. Department of Soils, College of Agriculture, University of Wisconsin, Madison, WI.
 - 15- Jalali M. 2006 Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of Western Iran. *Geoderma*, 135: 63-71.
 - 16- Jones Jr J. B. 1990. Universal soil extractants: their composition and use. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 21(13-16): 1091-1101.
 - 17- Kavooosi M., and Kalbasi M. 2008. comparison of soil potassium extracting methods to determine critical level of potassium for rice in some paddy soils of Gilan province. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 4(3): 57-69. (in Persian).
 - 18- Knudsen D., Peterson G.A., and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. pp. 225-246. In: Page, A. L. (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological potassium*. American Society of Agronomy, Madison, WI.
 - 19- Lopez-Pineiro A., and Navarro A.G. 1997. Potassium release kinetics and availability in unfertilized Vertisols of southwestern Spain. *Soil Science*, 162(12): 912-918.
 - 20- Malakouti M.J. 2005. *Potassium in Iran Agriculture*. Sana Publication. 292p. (In Persian)
 - 21- Malakouti M.J., and Tabatabaei S.J. 2001. *Innovative approach to balanced nutrition of fruit trees*. Tehran, Iran. Agricultural education Publication.
 - 22- Martin H.W., and Sparks D. L. 1983. Kinetics of nonexchangeable potassium release from two coastal plain soils. *Soil Science Society of America Journal*, 47(5): 883-887.
 - 23- 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. *Journal Indian Society Soil Science*, 36(1): 120-124.
 - 24- Noori O., Taheri M., Tokasi M. and Gholiyan A. 2015. Evaluation of Tarom olive orchards nutritional status using the deviation from optimum percentage method (DOP). *J. of Soil Management and Sustainable Production*, 5(1): 79-95. (in Persian).
 - 25- Noori O. 2012. Evaluation of olive (*Olea europaea* L.) adaptability on the sloping lands of Tarom region in Zanjan province using Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS). Ph.D. Thesis, Tarbiat Modares University, 181p.
 - 26- Richards L.A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. U. S. Salinity Laboratory Staff. USDA. Hand book No. 60. Washington, D C, USA.
 - 27- Rowell D.L. 1994. *Soil Science: Methods and applications*. Longman Scientific and Technical, UK.
 - 28- Sadeghi H. 2002. *Planting and harvesting of olive*. Nashr-e-Amouzesh. Karaj, Iran. 420 pp. (in Persian).
 - 29- Salih, N., and Anderson F. 1999. Nutritional status of a Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. *Plant and Soil*, 209: 85-100.
 - 30- Salomon E. 1998. Extraction of soil potassium with 0.01 M calcium chloride compared to official Swedish

- methods. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 29(19-20): 2841-2854.
- 31- Saykhul A., Chatzistathis T., Chatzissavvidis C., Koundouras S., Therios I., and Dimassi K. 2013. Potassium utilization efficiency of three olive cultivars grown in a hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 162: 55-62.
 - 32- Shafiei L. 2007. Identification of factors affecting the development of olive cultivation in Kerman province. *Agricultural economics and development*, 58:1-22 (in Persian).
 - 33- Sharifi M., and Kalbasi M. 2001. Selecting the suitable extractant to extract available potassium for corn in soils of Isfahan province central area. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 5(1): 77-91. (in Persian).
 - 34- Shivaprakash B.L., Gurusurthy K.T., and Chidanandappa H.M. 2008. Evaluation of suitable extractant for available potassium in rice soils of Tunga command area in Karnataka. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 42: 264-267.
 - 35- Simard R.R., and Zizka J. 1994. Evaluating plant available potassium with strontium citrate. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 25(9-10): 1779-1789.
 - 36- Taheri M., Vaezi M., Rabiee V., Khoshzaman T., and Esmaeili M. 2010. Optimizing fertilizer use in Tarom olive orchards in Zanjan province. *The 1st Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of the Fertilizer Consumption*. 1-3 March Tehran, Iran.
 - 37- Taheri M., Azimi M., and Talaei A. 2007. An investigation of physicochemical characteristics of olive orchards soils in Tarom in Iran. *12th International Congress of Horticultural sciences*. South Korea.
 - 38- Taheri M., and Malakouti M. 2000. Necessity of optimization use of fertilizers to increase the yield and quality of the olives. *Technical publication No. 66*, Karaj, Iran.
 - 39- Vossen P. 2007. Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. *HortScience*, 42: 1093-1100.
 - 40- Wang H. Y., Sun H. X., and Zhou J. M. 2010. Potassium extracting power, a key factor determine the efficiency of the sodium tetraphenylboron method to evaluate soil K availability to plant. In *Proceed-ing of 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*. Brisbane, Australia.
 - 41- 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.
 - 42- Zarrabi M., and Jalali M. 2009. Comparison of some extractants for extracting available potassium for wheat in some soils of Hamadan province. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 40(2): 149-155. (in Persian).

Study of Potassium Status and Evaluating Chemical Extractants for Estimating Available K in Some Soils of Olive Orchards of Fars Province

M. Ahrari¹ - H.R. Owliaie^{2*} - E. Adhami³ - M. Najafi Ghiri⁴

Received: 03-05-2016

Accepted: 11-01-2017

Introduction: Evaluation of the nutrient status in soil is important from the nutritional, environmental, and economical aspects. Potassium is an essential element for plant growth and is a dynamic ion in the soil system. Soil testing is a useful tool that can help to ensure the efficient use of applied plant nutrients. Soil tests measure the quantity of a nutrient element that is extracted from a soil by a particular chemical extracting solution. The measured quantity of extractable nutrient in soil is then used to predict the crop yield response to application of the nutrient as fertilizer, manure, or other amendments. Over the years, many different soil testing procedures and extracting solutions were evaluated in an effort to identify a method that provides the most reliable prediction of crop yield response to nutrient application. It was determined that some soil testing procedures are best suited for particular soil types and climatic regions, whereas other soil testing procedures are better suited for different soil types and climates. Olive is a strategic and economic product in Iran. Fars province is the second largest olive producer in Iran. There is no general information about K status in the soils and olive trees of the Fars province as well as no introduced appropriate K extractants for these soils. Therefore, the objectives of this study were: i) evaluating potassium status of some soils of olive orchards of Fars province and ii) introducing appropriate K extractants for extracting available K in these soils.

Materials and Methods: Fars province, with an area of 122000 km² is located in southern Iran. The elevation varies from 500 m to 4400 m above mean sea level. Based on the information regarding olive orchards of Fars province, 13 typical olive orchards were selected. 26 surface (0-30 cm) and subsurface (30-60 cm) soil samples were taken. Physiochemical properties of the soil samples were determined based on standard methods. Soil reaction, texture, electrical conductivity, calcium carbonate, organic carbon, and cation exchange capacity were identified. The 12 K extracting solutions were 1M NaCl, 2M NaCl, 0.01M CaCl₂, Morgan, AB-DTPA, 1M NH₄OAC, 0.25M NH₄OAC, 1M NaOAC, 2M HCl, 0.1M HNO₃, 1M HNO₃, and 0.025M H₂SO₄. The K contents of leaf samples were determined in 1g of each sample. The samples were dried and then ashed in 450°C for 4 h. 2M HCl was used to digest the samples. Potassium in all the filtrated extracts were then analyzed using flame photometer.

Results and Discussion: The all soils were calcareous (average of 48.7 and 50.2% calcium carbonate equivalent in surface and subsurface, respectively) with pH in range of 7.05-7.8. The textural classes were loam, clay loam, and sandy loam. The results showed that the concentrations of K extracted varied widely with the used method, because each extractant remove different portions of K. Among the 12 tested methods, boiling 1 mol/L HNO₃ extracted highest amount of K (mean 696.1 mg/kg and range of 203.3-1893 mg/kg) which extracted soluble, exchangeable, and non-exchangeable potassium forms due to its high concentration of H⁺ and 2mol/L HCl removed the lowest amount of K (mean 32.7 mg/kg and range of 2.6-148.5 mg/kg). Correlation coefficients between K extracted by 12 extractants were determined. The correlation between potassium extracted by all the chemical methods was positive and significant except for boiling 1M HNO₃. Between all tested extractants, 0.25M NH₄OAC and 1M NH₄OAC had the highest correlation ($p \leq 0.01$, $r = 0.999$). The relationship between soil potassium and potassium concentration in olive leaves were evaluated. Maximum correlation between leaf K and extracted soil K were noticed in 2M NaCl, 0.25M NH₄OAC, 1M NaOAC, and AB-DTPA ($r = 0.721$, 0.718 , 0.717 , and 0.714 , respectively) and the minimum correlation was noticed in 1M HNO₃ ($r = 0.661$).

Conclusion: The concentrations of K extracted varied widely with applied method, because of desorbing different portions of K by each method, different concentrations of each extracting solution, and the different times of equilibration. On average, the quantity of extracted K by 12 methods were in the following order: boiling 1M HNO₃ > 1M NH₄OAC > 0.25M NH₄OAC > AB-DTPA > morgan > 0.1 HNO₃ > 0.025M H₂SO₄ > 0.01M CaCl₂ > 1M NaCl > 1M NaOAC > 2M NaCl > 2M HCl. This study showed that 2M NaCl, 0.25M NH₄OAC and 1M NaOAC would be suitable as soil testing methods for determining available K for olive in the soils of Fars

1, 2 and 3- Former M.Sc. student and Associate Professors of Soil Science, Yasouj University

(*- Corresponding Author Email: Owliaie@yu.ac.ir)

4-Associate Professor of Soil Science, College of Agriculture and Natural resources, Darab, Shiraz University

province. These extractants were the best because of high correlation with plants potassium. In addition, advantages of these extractants are low cost and simplicity. As a recommendation, using of K fertilizers in most olive orchards of the province will improve quantity and quality of the yield.

Keywords: Available potassium, Chemical extractants, Nutrition management, Olive orchards