ارزیابی توانایی عصاره‌گیرهای شیمیایی در استخراج پتاسیم قابل‌جذب در برخی از خاک‌های مناطق توتون‌کاری شمال‌غرب ایران

رحمت اله رنجبر[۱] ، ابراهیم سپهر*[۲]، عباس صمدی[۳]، میرحسن رسولی صدقیانی[۴]، بهنام دولتی[۵]، محسن برین[۶]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲)

چکیده

پتاسیم نقش مهمی در افزایش عملکرد و ویژگی‌های کیفی توتون از جمله به‌سوزی برگ آن دارد. به‌منظور ارزیابی تعدادی از عصاره‌گیرهای معمول در استخراج پتاسیم قابل‌جذب گیاه توتون در خاک‌های شمال‌غرب ایران، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۲۶ نمونه خاک منطقه توتون‌کاری شمال‌غرب ایران با سه تکرار انجام گرفت. در پژوهش حاضر، ۱۴ عصاره‌گیر مورد ارزیابی شامل استات آمونیم یک مولار، استات سدیم یک مولار، کلرید سدیم یک مولار، مهلیچ یک و سه، کلرید باریم ۰/۱ مولار، کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، اسید نیتریک ۰/۱ مولار، اسید نیتریک ۰/۰۱ مولار، تترا فنیل بوران سدیم با زمان پنج دقیقه و چهار ساعت، بی‌کربنات‌آمونیوم-دی‌تی‌پی‌ای و آب مقطر برای استخراج پتاسیم قابل‌جذب خاک بود. رابطه پتاسیم عصاره‌گیری شده بین عصاره‌گیرها مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بود. طبق نتایج، بیش‌ترین ضرایب همبستگی عملکرد وزن خشک برگ با عصاره‌گیر استات‌آمونیوم یک مولار و اسیدنیتریک ۰/۱ مولار و تترافنیل‌بوران‌سدیم زمان چهار ساعت به‌ترتیب با مقدار ۰/۸۸، ۰/۸۷ و ۰/۸۵ به دست آمد و در خاک‌های با نسبت پتاسیم (استخراج با استات‌آمونیوم یک مولار) به درصد رس کم‌تر از نه، ضرایب همبستگی بین صفات کمّی توتون و انواع عصاره‌گیرها به‌ویژه عصاره‌گیرهای مبتنی بر استخراج پتاسیم تبادلی کاهش یافت. با توجه به بالا بودن ضرایب همبستگی عصاره‌گیرهای استات‌آمونیوم یک مولار و اسیدنیتریک ۰/۱ مولار با عملکرد برگ (به‌ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۸۸ و ۰/۸۷)، غلظت پتاسیم برگ (به‌ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۹۴ و ۰/۹۳) و مقدار جذب پتاسیم در برگ (به‌ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۹۶ و ۰/۹۴) و هم‌چنین سادگی و اقتصادی بودن آن‌ها، این دو عصاره‌گیر به‌عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم قابل‌جذب، توتون، عصاره‌گیر

رنجبر ر.، سپهر ا. ، صمدی ع.، رسولی صدقیانی م. ح.، دولتی ب.، برین م. ۱۳۹۹. ارزیابی توانایی عصاره‌گیرهای شیمیایی در استخراج پتاسیم قابل‌جذب در برخی از خاک‌های مناطق توتون‌کاری شمال‌غرب ایران. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۸، شماره ۱. صفحه: ۱۸- ۳۰.

۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲-دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۳-استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۴- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۵- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۶- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
* پست الکترونیک: e.sepehr@urmia.ac.ir

مقدمه

به‌سوزی برگ توتون به‌عنوان یکی از صفات کیفی، از عوامل کلیدی در تعیین قابلیت استفاده از آن در صنعت دخانیات است. مطابق نتایج بسیاری از پژوهش‌ها، میزان به‌سوزی برگ توتون با میزان پتاسیم برگ و میزان نمک‌های آلی پتاسیم برگ رابطه دارد (Bozhinova, 2012; Marchand, 2010).

گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را از محلول خاک دریافت کرده و سایر شکل‌های پتاسیم از جمله تبادلی و غیرتبادلی و کودهای حاوی پتاسیم نیز در تعادل با محلول خاک تأمینتأمین نیاز پتاسیمی گیاه نقش مهمی دارند (Fathi *et al*, 2014). بر اساس تعریف مک‌لین و واتسون (McLean & Watson, 1985)، پتاسیم قابل‌استفاده خاک، پتاسیم محلول و پتاسیم تبادلی و نیز بخشی از پتاسیم غیرتبادلی بوده که در طول فصل رشد به‌صورت محلول یا تبادلی در آمده و قابل‌استفاده گیاه می‌گردد. برای استخراج شکل‌های مختلف پتاسیم از انواع عصاره‌گیرها استفاده می‌شود. برآورد مقدار عنصر غذایی قابل‌استفاده خاک با عصاره‌گیر مناسب، یکی از ارکان آزمون خاک و توصیه کودی و هم‌چنین روشی برای آگاهی از وضعیت پتاسیم خاک است (Simard & Zizka, 1994). از عصاره‌گیرهای متداول در دنیا می‌توان به استات‌آمونیوم یک مولار، مهلیچ یک، دو و سه، بی‌کربنات آمونیوم-DTPA و غیره اشاره کرد. معمولاً توصیه کود پتاسیمی بر اساس مقدار پتاسیم تبادلی خاک صورت می‌گیرد (Samadi, 2006) که نتایج منطقی را در بسیاری از خاک‌ها دارد (Bar-Yosef *et al*, 2015؛ Zörb *et al*, 2014).

عصاره‌گیر معمول استات‌آمونیوم یک مولار خنثی عمدتاً پتاسیم تبادلی، محلول و مقدار کمی از پتاسیم غیرتبادلی را استخراج می‌کند (McLean & Watson, 1985) و برای مقایسه وضعیت پتاسیم قابل جذب خاک‌هایی با ظرفیت بافری مشابه، مناسب می‌باشد (Wang *et al.*, 2010). برخی محققین رابطه خوبی بین پتاسیم قابل استخراج با روش استات‌آمونیوم و جذب آن توسط گیاه به‌ویژه در خاک‌های دارای رس‌های غالب اسمکتایت، کائولینایت و مواد آلی به دست آورده‌اند (Kumari & Aiyer, 1993). فتحی و همکاران (Fathi *et al*, 2014) در کردستان نشان دادند که پتاسیم قابل استخراج با روش استات‌آمونیوم بالاترین همبستگی را با عملکرد، جذب و غلظت پتاسیم داشت. عبدی و همکاران (Abdi *et al.*, 2014) نشان دادند که عصاره‌گیرهای استات‌آمونیم، اسیدنیتریک ۰/۱ مولار، آب و کلریدسدیم همبستگی معنی‌داری با جذب پتاسیم ذرت دارند.

علی‌رغم ارتباط مستقیم پتاسیم تبادلی با شکل غیرتبادلی آن در خاک، تعیین مقدار پتاسیم تبادلی همیشه بیان‌گر تخمین واقعی از پتاسیم قابل‌استفاده نخواهد بود (Cox *et al*, 1996) و در خاک‌هایی با مقدار پتاسیم غیرتبادلی زیاد، تک اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی ممکن است برای انجام توصیه کودی پتاسیم کافی نباشد (Khan *et al*, 2014). در این خاک‌ها، موقع عصاره‌گیری با استات‌آمونیوم یک مولار، مقدار کمی از پتاسیم غیرتبادلی استخراج می‌شود. درنتیجه، قابلیت استفاده واقعی پتاسیم برای گیاه ضرورتاً مطابق با آزمون خاک نخواهد بود (Madaras & Koubová, 2015). در چنین خاک‌هایی، تخمین‌های واقعی‌تر پتاسیم قابل‌استفاده گیاه می‌تواند با توسعه روش‌هایی مبتنی بر استخراج پتاسیم غیرتبادلی از جمله عصاره‌گیری با اسیدها، الکتروالترافیلتراسیون[1] و عصاره‌گیری با تترافنیل بوران سدیم[2] یا اتیلن‌دی‌آمین تترااستیک اسید انجام گیرد (Cox *et al*, 1999 ؛ Martin & Sparks, 1983). هم‌چنین، در مناطقی مانند اروپای شرقی که مقادیر پایین کود پتاسیم را در خاک مصرف می‌کنند آزمایش‌های پتاسیم غیرتبادلی مناسب‌تر است (Carey *et al*, 2011). در سیستم‌های کشت متمرکز، تغذیه گیاه بر اساس پتاسیم غیرتبادلی صورت می‌گیرد. هم‌چنین، زمانی که بیلان پتاسیم در خاک به مدت طولانی به دلیل استفاده کم از کودهای پتاسیمی، منفی باشد سطح پتاسیم تبادلی به یک حالت پایدار و پایین می‌رسد؛ در این حالت، کنترل کاهش ذخایر پتاسیم خاک با استفاده از اندازه‌گیری انباره پتاسیم غیرتبادلی، میسر است (Madaras *et al*, 2014). کشت گیاه و مصرف کودپتاسیمی ذخایر مختلف پتاسیم خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Samadi *et al*, 2008).

استفاده از عصاره‌گیر تترافنیل‌بوران‌سدیم برای استخراج پتاسیم بین‌لایه‌ای به‌کار می‌رود (Mutscher, 1995). در این روش، آنیون تترافنیل‌بورات[3] با یون پتاسیم به صورت

1. Electro-ultrafiltration
2. NaTPB or NaB $(C_6H_5)_4$
3. TPB

تترافنیل‌بورات پتاسیم[1] رسوب می‌کند. در نتیجه، پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی خاک به محلول خاک آزاد می‌شود و این مشابه عمل جذب پتاسیم توسط ریشه گیاه بوده که با جذب پتاسیم محلول سبب آزاد شدن پتاسیم تبادلی به محلول خاک می‌گردد (Cox *et al*, 1999; Carey *et al*, 2011). این روش نیاز به مواد شیمیایی و صرف وقت زیاد دارد. با توجه به تأثیر ترکیب کانی‌های هر خاک، گیاه و شرایط اقلیمی، یک عصاره‌گیر معین ممکن است به خوبی مقدار پتاسیم قابل استفاده را برآورد نکند؛ به‌طوری که باباگلتا (Barbagelata, 2006) در مزارع سویا و ذرت نشان داد که عصاره‌گیر تترافنیل‌بوران‌سدیم برای پیش‌بینی پاسخ گیاه سویا به میزان پتاسیم خاک بهتر است. در حالی‌که عصاره‌گیر مذکور برای پیش‌بینی پاسخ گیاه ذرت به پتاسیم در ایالت ایوا با نوع رس اسمکتیت، کارایی کم‌تری در مقایسه با استات‌آمونیوم داشت.

علائم کمبود پتاسیم در برگ توتون، در غلظت کم‌تر از ۲/۵ درصد پتاسیم در برگ دیده می‌شود که با کاهش آن به کم‌تر از ۱/۶۶ درصد، کمبود پتاسیم شدیدتر خواهد شد (Chouteau & Fauconnier, 1988). غلظت پتاسیم و کیفیت توتون در ایران در مقایسه با توتون باکیفیت وارداتی، پایین‌تر است (Gholizadeh *et al*, 2016). کشت عمده توتون در شمال‌غرب کشور، در کردستان و آذربایجان‌غربی گسترش داشته و رقم غالب کشت، بارلی می بوده که یک رقم پرنیاز نسبت به پتاسیم می‌باشد (Richmond *et al*, 2016). به نظر می‌رسد مصرف نامتعادل کود پتاسیمی و عدم توجه به آزمون خاک در مزارع توتون شمال‌غرب کشور، سبب کاهش کیفیت محصول توتون (از جمله ناسوزی و غلظت پایین پتاسیم برگ) شده است. این در حالی است که پتاسیم برای افزایش به‌سوزی و کیفیت آن نقش زیادی دارد (Peek, 2008). به‌طوری که در کشورهای تولیدکننده عمده توتون، مصرف کود پتاسیمی در مزارع توتون با هدف تأمین نیاز گیاه و حفظ پتاسیم خاک در سطح بالا صورت می‌گیرد (Bozhinova, 2012 ؛ Vann *et al*, 2012). با توجه به اهمیت پتاسیم در عملکرد کمی و کیفی توتون و مشکل به‌سوزی آن، تاکنون عصاره‌گیر مناسب برای توتون بارلی۲۱ که یک رقم پرنیاز نسبت به پتاسیم می‌باشد، انتخاب نشده است و با توجه به تأثیر ترکیب کانی‌های هر خاک، نوع گیاه و شرایط اقلیمی بر پتاسیم قابل‌استفاده خاک، لازم است عصاره‌گیر مناسب هر منطقه و با توجه به نوع گیاه تعیین شود. با این وجود، بررسی‌های کم‌تری در مورد وضعیت پتاسیم خاک‌های تحت کشت توتون این منطقه صورت گرفته و در این تحقیق سعی شده است عصاره‌گیر مناسب در راستای افزایش عملکرد و کیفیت توتون برای رقم بارلی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی توانایی تعدادی از عصاره‌گیرهای معمول در استخراج پتاسیم قابل‌استفاده گیاه توتون در خاک‌های شمال‌غرب ایران، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۲۶ نمونه خاک با سه تکرار انجام گرفت. به این منظور، ۵۰ نمونه خاک مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از مناطق توتون‌کاری شمال‌غرب کشور به‌طور تصادفی تهیه شد. نمونه‌ها هواخشک شده و سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از جمله کربن آلی به روش والکی- بلاک (Nelson & Summers, 1996)، کربنات‌کلسیم معادل به روش تیتراسیون (Loeppert & Suarez, 1996)، پتاسیم قابل‌جذب با استات‌آمونیوم یک مولار (Knudsen *et al*, 1982)، ظرفیت تبادل کاتیونی با استات‌سدیم یک نرمال در پ‌هاش ۸/۲ (Thomas, 1996) و پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول در کلیه خاک‌ها اندازه‌گیری شد. ۲۶ نمونه خاک از بین ۵۰ نمونه خاک طوری انتخاب شدند که از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی از جمله بافت و ظرفیت تبادل کاتیونی دارای تنوع زیادی بوده و مزارع منتخب محدوده دشت‌های شمال‌غرب را شامل شود. تحقیق حاضر شامل مطالعات آزمایشگاهی و گلدانی بود. عصاره‌گیرهای مورد استفاده برای استخراج پتاسیم قابل‌استفاده در هر خاک در جدول ۱ ارائه شده است. در بخش گلدانی، سه نمونه خاک ۴۰ کیلوگرمی از هر مزرعه منتخب برای سه گلدان (سه تکرار) در نظر گرفته شد و عناصر غذایی ضروری (غیر از پتاسیم) بر اساس نتایج آزمون خاک مصرف شد. تعداد دو عدد نشاء توتون در هرگلدان نشاکاری شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه‌ای نگه داشته شد. وزن خشک برگ‌ها و بخش هوایی توتون، مقدار

1. KTPB

پتاسیم برگ و میزان جذب پتاسیم تعیین شد. مقدار پتاسیم برگ توتون به روش رووِل (Rowell, 1994) به کمک اسیدکلریدریک دو نرمال اندازه‌گیری شد. پتاسیم در عصاره‌های حاصل از تجزیه گیاه و خاک با روش شعله‌سنجی با دستگاه شعله‌سنج مدل SHERWOOD 410 اندازه‌گیری شد. برای تجزیه آماری و مقایسه میانگین‌ها از ازمون Student-Newman-Keuls (SNK) در محیط نرم‌افزار SPSS 16.0 استفاده شد.

جدول ۱- روش‌های عصاره‌گیری برای استخراج پتاسیم قابل‌استفاده در خاک

Table1. Extracting methods for soil available potassium removal

Extractants	Equilibration time (min)	Soil-solution ratio	Reference
NH_4OAc, 1M	15	1:10	Rowell, 1994
NaOAc, 1M	10	1:20	Csatho, 1998
NaCl, 1M	15	1:10	Martin & Sparks, 1983
$BaCl_2$, 0.1M	30	1:10	Simard & Zizka,1994
$CaCl_2$, 0.01M	60	1:10	Houba *et al.*, 1990
HNO_3, 0.1M	960	1:10	McLean,1976
HNO_3, 0.01M	16	1:10	McLean, 1976
NH_4HCO_3 1M and DTPA 0.005M	15	1:2	Jones, 1990
Mehlich I*	5	1:5	Mehlich, 1953
Mehlich III**	5	1:10	Mehlich, 1984
H_2O	60	1:25	Schneider, 1997
NaTPB***, 0.2M	5	1:6	Cox *et al*, 1999
NaTPB, 0.2M	240	1:6	Carey *et al*., 2011
Morgan-Wolf ****	5	25:40	Jones, 1990

*HCL 0.005M and H_2SO_4 0.025M; **CH_3COOH 0.2M, NH_4NO_3 0.25M, NH_4F 0.015M, HNO_3 0.013M, and EDTA 0.001M; ***NaB $(C_6H_5)_4$; ****CH_3COONa 0.73M, CH_3COOH 0.52M, and DTPA 0.0001M

نتایج و بحث

دامنه تغییر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه قابل‌ملاحظه است. رس خاک‌ها از ۱۳/۸ تا ۴۳/۶ درصد با بافت لوم سیلتی تا رسی تغییر داشت. دامنه تغییر ظرفیت تبادل‌کاتیونی خاک‌ها بین ۱۴/۹ تا ۲۷/۲ سانتی‌مول‌بار در کیلوگرم خاک بود. دامنه تغییر میزان کربنات‌کلسیم معادل خاک‌ها از ۰/۲۵ تا ۹/۵ درصد و تغییر پ‌هاش از ۶/۱۹ تا ۷/۳۰ بود (جدول ۲).

جدول ۲- شاخص‌های آماری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مورد مطالعه

Table 2. Statistical indices of some chemical and physical characteristics of studied soil samples

Property	Minimum	Maximum	Mean	St. deviation	Coefficient of variation
pH	6.19	7.30	6.82	0.215	3.10
EC (dS m^{-1})	0.16	1.09	0.456	0.246	53.9
CCE (%)	0.25	9.50	3.18	2.58	81.1
Organic carbon (%)	0.41	1.56	1.02	0.325	31.8
CEC(meq 100 g^{-1})	14.9	27.2	20.92	3.37	16.1
Clay (%)	13.8	43.6	29.5	9.85	33.4

جدول ۳ مقادیر پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها را نشان می‌دهد. طبق نتایج، مقدار متفاوتی از پتاسیم به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف استخراج شده است که دلیل آن توان متفاوت عصاره‌گیرها در استخراج شکل‌های مختلف پتاسیم از خاک است (Ahrari *et al*, 2017). ضمن این که غلظت کاتیون جایگزین شونده در عصاره‌گیرها و مدت زمان عصاره‌گیری در آن‌ها متفاوت بود. میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر تترافنیل‌بوران‌سدیم با زمان تعادل چهار ساعت حداکثر ۵۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. با ترکیب K^+ محلول با آنیون تترابورات و رسوب آن، پتاسیم از مکان‌های تبادلی و بین لایه‌ای آزاد شده و بدین ترتیب پتاسیم بین لایه‌ای نیز استخراج می‌شود (Carey *et al*, 2011). مقدار پتاسیم استخراجی با کلرید باریم ۰/۱ مولار، اسید نیتریک ۰/۱

مولار و مهلیچ سه قابل‌ملاحظه بود (۳۶۷ تا ۳۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم). اسیدنیتریک به دلیل خاصیت اسیدی قادر به تخریب کانی‌ها بوده و مقدار پتاسیم بیش‌تری از منابع پتاسیم محلول، تبادلی و مقدار کمی پتاسیم غیرتبادلی را عصاره‌گیری می‌کند (Hosseinpur *et al*, 2012). میانگین بالای پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات‌آمونیوم را می‌توان به مشابه بودن بار، اندازه و انرژی هیدراتاسیون یون آمونیوم با یون پتاسیم نسبت داد که یون آمونیوم در فرآیندهای تبادلی به‌راحتی می‌تواند پتاسیم را از جایگاه‌های تبادلی خارج سازد، ضمن این‌که یون آمونیوم قادر است تاحدودی پتاسیم بین‌لایه‌ای را هم خارج کند (Mutscher, 1995). کم‌ترین پتاسیم عصاره‌گیری شده مربوط به عصاره‌گیر آب مقطر بود.

میانگین کم پتاسیم استخراج شده توسط کلریدسدیم و استات سدیم به ترتیب با نتایج مطالعه احراری و همکاران (Ahrari *et al*, 2017) و فتحی و همکاران (Fathi *et al*, 2014) مطابقت داشت. ایشان گزارش کردند که سدیم تنها می‌تواند پتاسیم موجود در سطح خارجی کانی‌ها را خارج سازد و به‌دلیل شعاع هیدراته بالا نمی‌تواند پتاسیم موجود در مناطق لبه‌ای رس‌ها و پتاسیم بین لایه‌ای را استخراج کند.

به‌منظور بررسی ارتباط بین عصاره‌گیرهای پتاسیم و شناسایی وجه تشابه عصاره‌گیرها، ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراجی با انواع عصاره‌گیرهای مورد مطالعه محاسبه شد. همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده بین کلیه روش‌های عصاره‌گیری معنی‌دار بود (جدول ۴). این نتایج با نتایج برخی محققان مطابقت داشت (Ahrari *et al*, 2017; Fathi *et al*, 2014). روش استات‌آمونیوم با اسیدنیتریک ۰/۱ مولار (با ضریب همبستگی ۰/۹۶) ، تترابوران سدیم با زمان چهار ساعت (با ضریب همبستگی ۰/۹۷)، روش مهلیچ سه (با ضریب همبستگی ۰/۹۵)، بی‌کربنات‌آمونیوم-DTPA (با ضریب همبستگی ۰/۹۲)، بیش‌ترین همبستگی و با روش‌های اسیدنیتریک ۰/۰۱ مولار (با ضریب همبستگی ۰/۸۴)، آب مقطر (با ضریب همبستگی ۰/۸۶) و روش مورگان-ولف (با ضریب همبستگی ۰/۸۶) کم‌ترین ضریب همبستگی را در سطح احتمال یک درصد داشت. پتاسیم استخراج شده با استات‌آمونیوم بیش‌ترین همبستگی را با روش اسیدنیتریک ۰/۱ مولار داشت که موافق با نتیجه تحقیق ماداراس و کوبووا (Madaras & Koubová, 2015) بود.

بررسی رابطه بین مقدار عنصر استخراج شده توسط عصاره‌گیر با مقدار جذب آن عنصر توسط گیاه و عملکرد آن یکی از مراحل اصلی آزمون خاک می‌باشد که همبستگی نامیده می‌شود (Beegle & Oravec, 1990). در این پژوهش، بیش‌ترین همبستگی بین عملکرد وزن خشک برگ به‌ترتیب با عصاره‌گیر استات‌آمونیوم یک مولار (با ضریب همبستگی ۰/۸۸)، اسیدنیتریک ۰/۱ مولار (با ضریب همبستگی ۰/۸۷) و تترافنیل بوران پتاسیم با زمان چهار ساعت (با ضریب همبستگی ۰/۸۵) در سطح معنی‌داری یک درصد بود. ضرایب همبستگی این عصاره‌گیرها با وزن خشک بخش هوایی گیاه و غلظت پتاسیم برگ نیز حداکثر و معنی‌دار بود (جدول ۵). ضریب همبستگی بین غلظت پتاسیم برگ با عصاره‌گیر استات‌آمونیوم یک مولار و اسیدنیتریک ۰/۱ مولار و تترافنیل‌بوران‌سدیم با زمان چهار ساعت ۰/۹۱ تا ۰/۹۴ بود. این نتایج با نتایج برخی از پژوهش‌ها مطابقت داشت. در این راستا، فتحی و همکاران (Fathi *et al*, 2014) نشان دادند که روش استات‌آمونیوم بالاترین همبستگی را با عملکرد خشک گیاه، جذب و غلظت پتاسیم داشت. کساتو (Csatho, 1998) عصاره‌گیر استات‌آمونیم را عصاره‌گیر مناسبی برای برآورد پتاسیم قابل‌استفاده معرفی کردند. ضرایب همبستگی عصاره‌گیرهای کلریدسدیم یک مولار، کلریدکلسیم ۰/۰۱ مولار، کلریدباریم ۰/۱ مولار، مهلیچ یک، آب مقطر، مورگان-ولف، تترافنیل‌بوران‌سدیم با زمان پنج دقیقه و مهلیچ سه با عملکرد وزن خشک برگ حدود ۰/۸۰ بود. دلیل تناسب یا عدم تناسب یک عصاره‌گیر در یک منطقه، احتمالاً می‌تواند مربوط به مقادیر متفاوت شکل‌های پتاسیم در خاک باشد؛ به‌طوری که عصاره‌گیرهای مبتنی بر استخراج پتاسیم غیرتبادلی برای نواحی مانند اروپا که به مدت طولانی از مقدار کم‌تری کود پتاسیمی استفاده می‌کنند و در سیستم‌های کشت متمرکز، مناسب هستند (Carey *et al*., 2011).

جدول ۳- میانگین پتاسیم استخراج شده با روش‌های مختلف عصاره‌گیری (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 3. The mean of soil potassium extracted (mg kg^{-1}) with different extraction methods

Soil No.	NH_4OAc (1M)	NaOAc (1M)	NaCl (1M)	$BaCl_2$ (0.1M)	HNO_3 (0.1M)	HNO_3 (0.01M)	$CaCl_2$ (0.01M)	NaTPB, 5min.	NaTPB, 4h.	H_2O	NH_4HCO_3- DTPA	Mehlich I	Mehlich III	Morgan-Wolf
1	325	304	250	501	393	202	151	454	605	103	393	133	512	161
2	269	150	126	311	265	84	84	348	464	52	304	75	282	89
3	715	382	317	603	626	226	184	713	978	145	509	286	772	194
4	166	241	89	269	184	75	51	190	251	34	231	59	169	68
5	244	166	150	321	246	161	97	314	419	51	273	119	266	83
6	215	124	115	279	173	70	67	271	361	39	262	56	257	66
7	241	131	97	241	208	65	60	220	391	42	261	53	238	64
8	191	128	113	255	246	113	96	227	303	52	231	104	210	90
9	236	177	203	353	328	106	93	233	310	115	232	117	241	109
10	234	204	170	352	319	150	115	246	352	67	237	120	259	151
11	626	462	404	676	746	388	294	639	916	188	465	447	712	286
12	144	112	92	205	176	115	89	106	142	31	155	79	133	76
13	309	286	227	422	385	216	157	345	460	91	310	264	220	177
14	214	181	152	360	251	201	129	232	310	78	225	131	192	118
15	217	150	134	284	227	165	98	225	300	53	239	113	180	93
16	165	108	94	220	188	75	75	150	200	40	184	75	156	75
17	145	57	48	144	115	50	48	38	141	15	115	39	78	51
18	214	109	100	269	189	60	60	257	343	27	243	43	194	60
19	263	142	141	219	251	115	70	295	396	53	305	104	240	67
20	338	173	145	323	306	121	74	265	353	33	362	125	294	75
21	434	278	197	428	467	197	151	455	667	93	377	214	467	158
22	622	378	330	533	617	254	212	619	825	155	468	306	644	216
23	620	400	363	611	659	279	194	675	850	159	479	349	729	227
24	705	482	340	714	790	326	271	792	1056	181	485	436	892	268
25	723	466	311	651	751	336	238	762	1016	181	462	387	805	248
26	554	256	227	432	512	187	119	450	828	79	410	190	421	131
Mean	351.1	232.8	189.8	387.5	369.8	166.8	126.0	366.8	509.1	83.0	315.9	170.1	367.7	130.1
Min.	144	57	48	144	115	50	48	38	141	27	115	39	78	51
Max.	723	482	404	714	790	388	294	792	1056	188	509	447	892	286

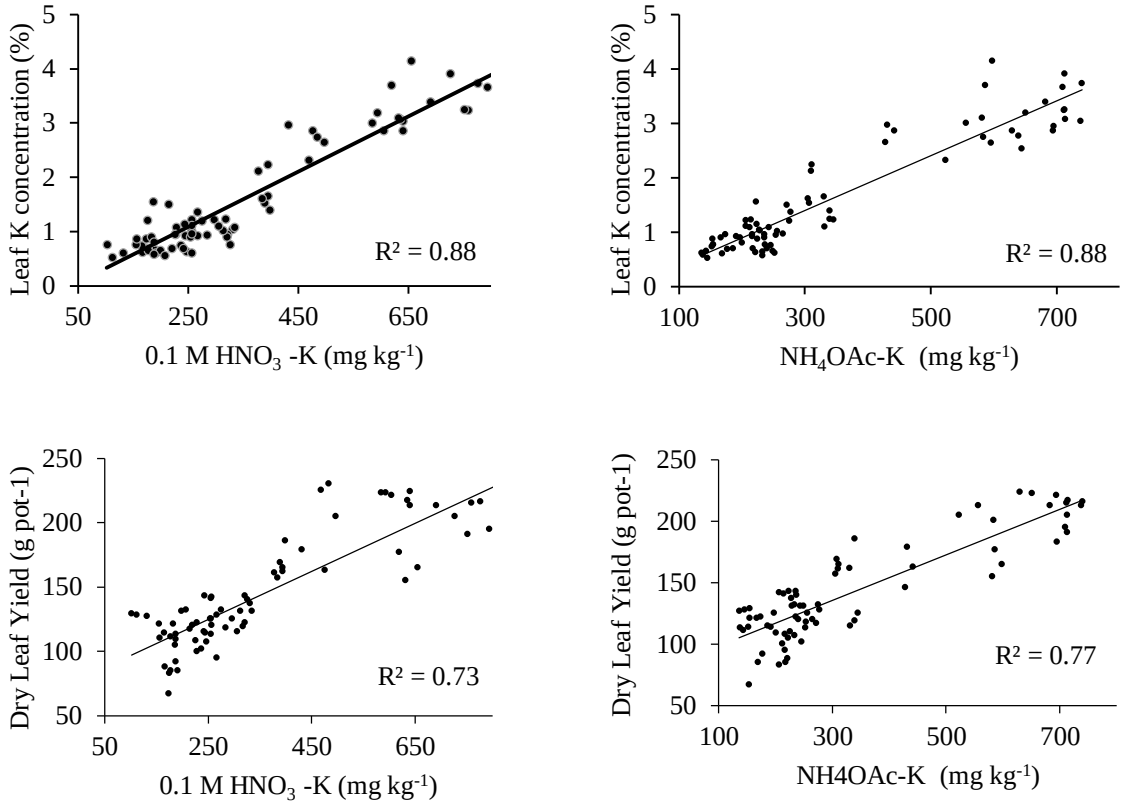
جدول ۴- ضریب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده با روش‌های مختلف عصاره‌گیری

Table 4. Correlation coefficient between the soil potassium extracted by different extracting methods

K extractant	NH_4OAc (1M)	NaOAc (1M)	NaCl (1M)	$BaCl_2$ (0.1M)	HNO_3 (0.1M)	HNO3 (0.01M)	CaCl2 (0.01M)	NaTPB, 5min	NaTPB, 4h	H_2O	AB-DTPA	Mehlich I	Mehlich III	Morgan- Wolf
NH_4OAc (1M)	1													
NaOAc (1M)	0.91**	1												
NaCl (1M)	0.90**	0.93**	1											
$BaCl_2$ (0.1M)	0.89**	0.94**	0.91**	1										
HNO_3 (0.1M)	0.96**	0.95**	0.94**	0.94**	1									
HNO_3 (0.01M)	0.84**	0.91**	0.89**	0.91**	0.91**	1								
$CaCl_2$ (0.01M)	0.86**	0.93**	0.90**	0.93**	0.93**	0.96**	1							
NaTPB, 5min.	0.95**	0.93**	0.92**	0.92**	0.95**	0.86**	0.89**	1						
NaTPB, 4h	0.97**	0.90**	0.89**	0.89**	0.94**	0.83**	0.86**	0.98**	1					
H_2O	0.86**	0.92**	0.94**	0.92**	0.92**	0.90**	0.93**	0.89**	0.85**	1				
NH_4HCO_3-DTPA	0.92**	0.87**	0.88**	0.85**	0.89**	0.78**	0.79**	0.93**	0.92**	0.80**	1			
Mehlich III	0.91**	0.94**	0.91**	0.92**	0.96**	0.94**	0.95**	0.90**	0.87**	0.92**	0.83**	1		
Mehlich III	0.95**	0.93**	0.91**	0.93**	0.95**	0.85**	0.89**	0.97**	0.95**	0.89**	0.91**	0.89**	1	
Morgan- Wolf app.	0.86**	0.94**	0.92**	0.90**	0.93**	0.93**	0.96**	0.89**	0.86**	0.93**	0.78**	0.94**	0.88**	1

** نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

**indicate significant correlation (P<0.01).



شکل ۱- همبستگی مقدار پتاسیم استخراجی با استات‌آمونیوم و اسید نیتریک۰/۱ مولار با وزن خشک برگ و غلظت پتاسیم برگ
Figure 1. Correlation of soil K extracted by NH_4OAc, 1M and HNO_3, 0.1M with leaf dry weight and leaf K concentration

در همه عصاره‌گیرها، ضریب همبستگی بین مقدار پتاسیم استخراج شده و اجزای عملکرد وزن خشک گیاه کم‌تر از ضریب همبستگی بین مقدار پتاسیم استخراج شده و غلظت و مقدار جذب پتاسیم بود که حاکی از وقوع جذب لوکس پتاسیم در برخی از خاک‌ها است. کاووسی و کلباسی (Kavossi & Kalbasi, 2000) 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 به‌وسیله گیاه می‌باشد.

روش عصاره‌گیری کلریدسدیم به‌دلیل انتشار رس‌ها و نیاز به سانتریفوژ، روش‌های عصاره‌گیری استات‌سدیم یک مولار و کلریدباریم ۰/۱ مولار به‌دلیل همبستگی پایین پتاسیم استخراجی با عملکرد وزن خشک بخش هوایی و روش‌های عصاره‌گیری اسیدنیتریک ۰/۰۱ مولار و کلریدکلسیم ۰/۰۱ مولار، آب مقطر، بی‌کربنات آمونیوم-دی‌تی‌پی‌ای به‌دلیل همبستگی پایین پتاسیم استخراجی با عملکرد وزن خشک برگ و مقدار پتاسیم جذب پتاسیم نامناسب هستند. پتاسیم استخراجی روش‌های عصاره‌گیری تترافنیل‌بوران‌سدیم پنج دقیقه و مهلیچ سه با عملکرد وزن خشک برگ گیاه (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۸۱۰ و ۰/۸۱۳) و مقدار جذب پتاسیم در بخش هوایی (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۷) بالاتر بود. با این حال، این روش‌ها به‌دلیل سختی روش کار و نیاز به تعداد زیاد مواد شیمیایی در مقایسه با عصاره‌گیرهای استات‌آمونیوم یک مولار و اسید نیتریک ۰/۱ مولار برای ارزیابی پتاسیم قابل‌استفاده در خاک‌های مناطق توتون‌کاری شمال‌غرب ایران نامناسب‌تر هستند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرها و شاخص‌های گیاهی

Table 5. Coefficient of correlation between potassium extracted by different extractant and plant indices

Extractant	Dry matter		K concentration		K content	
	Leaf	Shoot	Leaf	Shoot	Leaf	Shoot
NH_4OAc (1M)	0.88**	0.87**	0.94**	0.89**	0.96**	0.93**
NaOAc (1M)	0.79**	0.73**	0.89**	0.84**	0.88**	0.84**
NaCl (1M)	0.81**	0.79**	0.89**	0.87**	0.88**	0.87**
$BaCl_2$ (0.1M)	0.80**	0.73**	0.87**	0.83**	0.86**	0.83**
HNO_3 (0.1M)	0.87**	0.85**	0.94**	0.88**	0.94**	0.90**
HNO_3 (0.01M)	0.78**	0.73**	0.85**	0.81**	0.84**	0.94**
$CaCl_2$ (0.01M)	0.81**	0.75**	0.86**	0.81**	0.86**	0.81**
NaTPB, 5min.	0.81**	0.78**	0.90**	0.88**	0.90**	0.89**
NaTPB, 4h	0.85**	0.83**	0.91**	0.87**	0.93**	0.90**
H_2O	0.80**	0.76**	0.85**	0.81**	0.84**	0.81**
NH_4HCO_3DTPA	0.79**	0.78**	0.87**	0.86**	0.86**	0.87**
Mehlich I	0.80**	0.77**	0.91**	0.85**	0.89**	0.85**
Mehlich III	0.81**	0.79**	0.89**	0.84**	0.89**	0.87**
Morgan- Wolf	0.80**	0.74**	0.87**	0.82**	0.86**	0.81**

** نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

**indicate significant correlation (P<0.01).

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین مقادیر پتاسیم استخراج شده توسط عصاره‌گیرها و شاخص‌های گیاهی در خاک‌هایی با نسبت پتاسیم[1] به درصد رس کم‌تر از نه

Table 6. Correlation coefficients between K extracted by extractants and plant indices in soils with K[1] to clay ratio less than 9

Extractant	Dry matter		K content	
	Leaf	Shoot	Leaf	Shoot
NH_4OAc (1M)	0.70**	0.77**	0.66**	0.76**
NaOAc (1M)	-0.36 ns	-0.15 ns	-0.19 ns	-0.13 ns
NaCl (1M)	0.24 ns	0.49*	0.54**	0.61**
$BaCl_2$ (0.1M)	-0.01 ns	0.03 ns	0.13 ns	0.11 ns
HNO_3 (0.1M)	0.56**	0.76**	0.52**	0.62**
HNO_3 (0.01M)	0.03 ns	0.31 ns	0.22 ns	0.31 ns
$CaCl_2$ (0.01M)	0.16 ns	0.31ns	0.26 ns	0.27 ns
NaTPB, 5min.	0.44*	0.54**	0.35 ns	0.40*
NaTPB, 4h	0.67**	0.56**	0.26 ns	0.30 ns
H_2O	0.24 ns	0.40*	0.27 ns	0.26 ns
NH_4HCO_3-DTPA	0.46*	0.63**	0.54**	0.64**
Mehlich I	0.20 ns	0.53**	0.38*	0.54**
Mehlich III	0.53**	0.52**	0.36 ns	0.46 *
Morgan- Wolf	0.12 ns	0.27 ns	0.30 ns	0.28 ns

** ، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم همبستگی معنی‌دار است.

**, * and ns indicate significant correlation in 99 and 95 confidence levels and also no significant correlation, respectively

[1]قابل‌استخراج با استات‌آمونیوم یک مولار (Extracted with NH4OAc, 1M[1])

در خاک‌هایی با نسبت پتاسیم (استخراج با استات‌آمونیوم یک مولار) به درصد رس کم‌تر از نه، ضرایب همبستگی بین صفات کمی توتون و انواع عصاره‌گیرها به‌ویژه عصاره‌گیرهای مبتنی بر استخراج پتاسیم تبادلی کاهش یافت؛ به‌طوری که ضرایب همبستگی عملکرد وزن خشک برگ با عصاره‌گیرهای آب مقطر (با ضریب همبستگی ۰/۲۴)، مهلیچ یک (با ضریب همبستگی ۰/۲۰)، مورگان-ولف (با ضریب همبستگی ۰/۱۹)، کلریدباریم (با ضریب همبستگی ۰/۰۱-)،کلریدکلسیم (با ضریب همبستگی ۰/۱۵)، کلریدسدیم (با ضریب همبستگی ۰/۲۴)، استات سدیم (با ضریب همبستگی ۰/۳۶-) معنی‌دار نبود.

بیش‌ترین همبستگی اجزای عملکرد و غلظت و جذب پتاسیم برگ و بخش هوایی با عصاره‌گیرهای استات‌آمونیوم، اسیدنیتریک ۰/۱ مولار و تترافنیل‌بوران‌سدیم با زمان ساعت ساعت بود که این عصاره‌گیرها توانایی زیادی در استخراج پتاسیم از خاک دارند و نشان می‌دهد که گیاه توتون بخشی از نیاز پتاسیمی خود را از پتاسیم سخت تبادل شونده خاک تأمین می‌کند. روند رشد گیاه توتون طوری است که ۸۰ درصد رشد آن طی مرحله رشد سریع بوته (حدود یک ماه) صورت می‌گیرد و نیاز آن به جذب عناصر غذایی از جمله پتاسیم بسیار زیاد است در این مرحله ممکن است پتاسیم محلول خاک تخلیه شده و زمینه برای آزادسازی پتاسیم سخت تبادل شونده و جذب آن توسط گیاه مهیا سازد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به بالا بودن ضرایب همبستگی عصاره‌گیرهای استات‌آمونیوم یک مولار و اسیدنیتریک ۰/۱ مولار با عملکرد وزن خشک برگ (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۸۷)، عملکرد وزن خشک بخش هوایی (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۴)، غلظت پتاسیم برگ (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۴) و مقدار جذب پتاسیم در برگ (با همبستگی به‌ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۹۴)و هم‌چنین سادگی و اقتصادی بودن آن‌ها، این دو عصاره‌گیر به‌عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها در بین عصاره‌گیرهای مورد مطالعه در ارزیابی پتاسیم قابل‌استفاده در خاک‌های مورد کشت توتون در شمال‌غرب ایران تشخیص داده شدند. در مجموع، با توجه به اهمیت زیاد پتاسیم در تغذیه توتون و دامنه تغییر پتاسیم قابل استفاده در خاک‌های منطقه، توصیه کودی لازم است با در نظر گرفتن نتایج آزمون خاک صورت گیرد.

References

Abdi S., Ghasemi Fasaei R., Karimian N.A., and Feizian M. 2014. Availability and Release Kinetics of Nonexchangeable Potassium in Some Calcareous Soils of Fars Province. *Journal of Water and Soil*, 4(28): 766-777. (In Persian)

Ahrari M., Owliaie H.R., Adhami E., and Najafi Ghiri, M. 2017.Study of potassium status and evaluating chemical extractants for estimating available K in some soils of olive orchards of Fars Province. *Journal of Water and Soil*, 30(3): 835-845. (In Persian)

Barbagelata P.A. 2006. Evaluation of potassium soil tests and methods for mapping soil fertility properties in Iowa corn and soybean fields. Retrospective Thesis and Dissertations, Paper 1797, Ph.D. Dissertation, Iowa State University, USA.

Bar-Yosef B., Magen H., Johnston A.E., and Kirkby E.A. 2015. Potassium fertilization: Paradox or K management dilemma. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(2): 115–119.

Beegle D., and Oravec D.C. 1990. Comparison of field calibration for Mehlich 3 P and K with Bray-Kurtz P1 and ammonium acetate K for corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 21(13-16): 1025- 1036.

Bozhinova R. 2012. Effect of long-term potassium fertilization on the chemical composition of oriental tobacco. *Journal of Central European Agriculture*, 13(3): 510-518.

Carey P., Curtin D., and Scott C.L. 2011. An improved procedure for routine determination of reserve K in pastoral soils. *Plant and Soil*, 341(1-2): 461–472.

Chouteau J., and Fauconnier D. 1988. Fertilizing for high quality and yield tobacco. International Potash Institute, *Bulletin*, (11): 53.

Cox A.E., Joern B.C., and Roth C.B. 1996. Nonexchangeable ammonium and potassium in soils with a modified sodium- tetra- phenyl boron method. *Soil Science Society of America Journal*, 60(1): 114-120.

Cox A.E., Joern B.C., Brouder S.M., and Gao D. 1999. Plant available potassium assessment with a modified sodium tetraphenylboron method. *Soil Science Society American Journal*, 63: 902-911.

Csatho P. 1998. Correlations between two soil extractants and corn leaf potassium contents from Hungarian field trails. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29(11-14): 2149-2160.

Fathi S., Samadi A., Davari M., and Asadi Capurchal S. 2014. Evaluation of extractants for determining corn available K calcareous soils in Hamadan. *Journal of Cereals*. 4(3): 253-266. (In Persian)

Gholizadeh A.Gh., Karimi A.R., Khorasani R., and Khormali F. 2016. Different forms of soil potassium in tobacco cultivated areas of northern Iran. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23(4): 1-23. (In Persian)

Hosseinpur A.R., Motaghian H.R., and Salehi M.H. 2012. Potassium release kinetics and its correlation with Pinto bean (*phaseolous vulgaris*) plant indices. *Plant and Soil Environment*, 58(7): 328–333.

Houba V.J.G., Novozamsky I., Lexmond T.M., and Vander Lee J.J. 1990. Applicability of 0.01 M $CaCl_2$ as a single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soils and other diagnostic purposes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 21(19-20): 2281-2290.

Jones J.B. 1990. Universal soil extractants: Their composition and use. *Communication in Soil Scienceand Plant Analysis*, 21 (13-16): 1091- 1101.

Kavossi 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 Water and Soil Sciences*, 3(4): 57-70. (In Persian)

Khan S.A., Mulvaney R.L., and Ellsworth T.R. 2014. The potassium paradox: Implications for soil fertility, crop production and human health. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(1): 3–27.

Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. *In:* Page et al. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Micro Biological Properties, American Societyog Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 225-246.

Kumari P.P., and Aiyer R.S. 1993. Soil test and crop response studies for potassium in laterite/red loam soils of Kerala. *Journal of Potassium Research*, 9(1): 62-65.

Loeppert R.H., and Suarez D.L. 1996. Carbonate and gypsum. *In*: Sparks D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 437-474.

Madaras M., Koubová M., and Smatanová M. 2014. Long-term effect of low potassium fertilization on its soil fractions. *Plant, Soil and Environment*, 60(8): 358–363.

Madaras M., and Koubová M. 2015. Potassium availability and soil extraction tests in agricultural soils with low exchangeable potassium content. *Plant, Soil and Environment*, 61(5): 234–239.

Marchand M. 2010. Effect of potassium on the production and quality of tobacco leaves. *Optimum Crop Nutrition*, 24: 7-14.

Martin H.W., and Sparks I. 1983. Kinetics of nonexchangeable potassium release from two coastal plain soils. *Soil Science Society American Journal*, 49: 371- 376.

McLean E.O. 1976. Exchangeable K levels for maximum crop yields on soils of different cation exchange capacities. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 7(9): 823–838.

McLean E.O., and Watson M.E. 1985. Soil measurements of plant-available potassium. *In*: Munson R.D. (Ed.), Potassium in Agriculture. ASA, CSA and SSSA. Madison, WI, pp. 277- 308.

Mehlich A. 1953. Determination of P, K, Na, Ca, Mg, and NH_4. North Carolina Soil Test Division (Mimeo), Department of Agriculture, Raleigh, North Carolina.

Mehlich A. 1984. Mehlich 3 soil test extraction: A modification of Mehlich2 extraction. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 15(12): 1409- 1416.

Mutscher H. 1995. Measurement and Assessment of Soil Potassium. International Potash Institute Research Topics, No.4, International Potash Institute. Switzerland. 102p.

Nelson D.W., and Summers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. *In*: Sparks D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis-. Agronomy Monography 9. SSSA and ASA, Madison, pp. 961-1010.

Sadeghi Baniani S., Owliaie H., Adhami E., Najafi Ghiri M. 2017. Release kinetics of non-exchangeable potassium using $CaCl_2$ in relation to some properties of soils of Kohgilouye Province. *Applied Soil Research*, 5(2): 81-94. (In Persian)

Peek D.R. 2008. Burley tobacco production guide, Agronomic practices. Virginia Tech, Publication 436-050, Virginia State University.

Richmond M.D., Pearce R.C., and Bailey W.A. 2016. Dark fire- cured tobacco response to potassium and application method. *Tobacco Science*, 53: 12-15.

Rowell D.L. 1994. Soil Science: Methods and Applications. Taylor and Francis Group, London and New York. 350p.

Samadi A. 2006. Potassium exchange isotherms as a plant availability index in selected calcareous soils of Western Azerbaijan Province. *Turkey Journal of Agriculture*, 30: 213-222.

Samadi A., Dovlati B., and Barin M .2008. Effect of continuous cropping on potassium forms and potassium adsorption characteristics in calcareous soils of Iran. *Australian Journal of Soil Research*, 46, 265–272.

Schneider A. 1997. Release and fixation of potassium by a loamy soil as affected by initial water content and potassium status of soil samples. *European Journal of Soil Science*, 48: 263-271.

Simard R.R., and Zizka J. 1994. Evaluating plant available potassium with strontium chloride. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 25(9-10): 1779- 1789.

Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. *In*: Sparks D.L. (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 1123–1184.

Vann M.C., Fisher L.R., Jordan D.L., Hardy D.H., Smith W.D., and Stewart A.M. 2012. The effect of potassium rate on the yield and quality of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L). *Tobacco Science*, 49:14–20.

Wang H.Y., Sun H.H., Zhou J.M., Cheng W., Du C.W., and Chen X.Q. 2010. Evaluating plant-available potassium in different soils using a modified sodium tetraphenylboron method. *Soil Science*, 175(11): 544–551.

Zörb C., Senbayram M., and Peiter E. 2014. Potassium in agriculture Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171(9): 656–669.

Evaluation of Chemical Extractants Ability for Extracting Available Potassium in Some Tobacco-cultivated Soils in Northwest of Iran

Rahmatollah Ranjbar[1], Ebrahim Sepehr*[2], Abbas Samadi[3], Mir Hassan Rasouli-Sadaghiani[4], Behnam Dovlati[5], Mohsen Barin[6]

(Received: October 2018 Accepted: January 2019)

Abstract

Potassium (K) plays a vital role in increasing the tobacco yield and controlling important quality parameters such as leaf combustibility. In order to evaluate chemical extractants ability to extract available soil K, a greenhouse experiment was conducted in a complete randomized block design with 26 soil samples with 3 replicates in some tobacco-cultivated soils in northwest of Iran. Evaluated K extractants were 1M NH_4OAc, 1M NaOAc, 1M NaCl, 0.1 $BaCl_2$, 0.1M HNO_3, 0.01 HNO_3, 0.01M $CaCl_2$, NaTPB (5min.), NaTPB (4hs), H_2O, NH_4HCO_3-DTPA, Mehlich I, Mehlich III and Morgan-Wolf methods. There was positive and significant correlation among potassium extracted by all the extracting methods. Leaf yield and potassium concentration in tobacco leaves were highly correlated with potassium extracted with 1M NH4OAC (r= 0.88, r= 0.94, respectively), NaTPB 4h (r=85, r=0.91, respectively), and 0.1 M HNO_3 (r= 0.87, r=0.93, respectively). In soils with K_{ave} /clay ratio less than 9, correlation coefficients between tobacco quantitative components and K_{ext} significantly decreased. It was conluded that 1M NH4OAC and 0.1M HNO_3 is suitable as soil testing methods for determining available K for tobacco in the soils of tobacco fields in northwest of Iran. These extractants showed high correlation with leaf potassium concentration and tobacco leaf yield. In addition, these two methods are simple procedure and cost effective.

Keywords: Available potassium, Chemical extractants, Tobacco

Ranjbar R., Sepehr E., Samadi A., Rasouli Sadagiani M.H., Dovlati B., Barin M. 2020. Evaluation of Chemical Extractants Ability for Extracting Available Potassium in Some Tobacco-cultivated Soils in Northwest of Iran. *Applied Soil Research*. 8(1): 18-30.

1. Ph D Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
2. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
3. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
4. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
5. Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
6. Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University
* Corresponding Author Email: e.sepehr@urmia.ac.ir