جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل جذب ذرت در خاک‌های منطقه مرکزی استان اصفهان

مهدی شریفی و محمود کلباسی[۱]

چکیده

پتاسیم در گیاه نه تنها از نظر مقدار، بلکه از نظر نقش فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیز یکی از مهم‌ترین کاتیون‌ها محسوب می‌شود. به منظور بررسی وضعیت پتاسیم و ارزیابی عصاره‌گیرهای رایج برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های منطقه مرکزی استان اصفهان، ۲۶ سری خاک مهم زراعی منطقه انتخاب و بر اساس بافت و پتاسیم استخراجی با استات‌آمونیوم، ۱۶ سری خاک برای مطالعات بعدی انتخاب شد. پتاسیم قابل عصاره‌گیری این خاک‌ها با استفاده از عصاره‌گیرهای استات آمونیوم (چهار روش)، کلریدکلسیم (دو روش)، کلرید سدیم (دو روش)، استات سدیم، بی‌کربنات‌آمونیوم - DTPA، مهلیخ ۱، مهلیخ ۳، مورگان - ولف و اسید نیتریک استخراج شد. در مطالعات گلخانه‌ای از ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ به عنوان گیاه محک، و دو تیمار صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم، در قالب یک آزمایش فاکتوریل باطرح کاملاً تصادفی و سه تکرار استفاده شد.

بر اساس مطالعات شناسایی کانی‌ها، ایلیت به عنوان کانی رسی غالب در خاک‌های منطقه شناسایی شد. مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای کلریدسدیم ۲ مولار، استات‌سدیم مولار و خنثی، استات‌آمونیوم مولار و خنثی و بی‌کربنات آمونیوم - DTPA، رابطه‌ای معنی دار (در سطح یک درصد) با جذب و غلظت پتاسیم در گیاه نشان داد. عصاره‌گیرهای کلرید سدیم ۲ مولار و استات سدیم مولار و خنثی، بر اساس بالا بودن ضرایب همبستگی با جذب (r به ترتیب **۰/۷۹ و **۰/۷۲) و غلظت پتاسیم در گیاه (r به ترتیب **۰/۸۶ و **۰/۸۵)، و نیز سادگی و اقتصادی بودن، به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها در بین عصاره‌گیرهای مورد استفاده تشخیص داده شدند. عصاره‌گیرهای استات آمونیوم (روش ۱) و بی‌کربنات آمونیوم - DTPA، به علت ضرایب همبستگی کمتر، قیمت زیاد وکمیابی مواد مورد نیاز، در اولویت نمی‌باشند. عملکرد، عملکرد نسبی، افزایش عملکرد و جذب اضافی، با پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها رابطه معنی‌داری نشان ندادند. مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک‌های مورد مطالعه عامل محدودکننده‌ای برای رشد ذرت نبود. بنابراین، تعیین حدود بحرانی پتاسیم برای عصاره‌گیرهای پیشنهادی با استفاده از عملکرد یا عملکرد نسبی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم قابل استفاده، عصاره‌گیرهای پتاسیم، ذرت

مقدمه

هدف اولیه هر عصاره‌گیر شیمیایی ارزیابی مقدار قابل استفاده یک عنصر غذایی برای گیاه است(۵). اصولاً در ارائه محلول عصاره‌گیر برای خاک باید به دو معیار توجه داشت: اولاً

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

عصاره‌گیری باید از منابع لیبایل[1] عنصر غذایی باشد، ثانیاً روش عصاره‌گیری باید سریع، تکرار پذیر و اقتصادی باشد (۳و۵).

طیف وسیعی از عصاره‌گیرها برای تعیین پتاسیم قابل استفاده خاک‌های مختلف به کارگرفته شده است،که رایج‌ترین آنها محلول استات‌آمونیوم مولار و خنثی می‌باشد (۹، ۱۳ و ۱۵). این عصاره‌گیر در ایران نیز (بدون این‌که تحقیقات جامعی روی آن انجام شده باشد) به عنوان تنها عصاره‌گیر برای استخراج پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سایر عصاره‌گیرهای متداول پتاسیم در دنیا عبارتند از: مهلیخ ۱، ۲ و ۳، بی‌کربنات آمونیوم-DTPA، کلریدکلسیم ۰/۰۱ مولار، کلریدسدیم، مورگان-ولف، تترافنیل‌بران‌سدیم و اسیدنیتریک مولار جوشان.

پژوهشگران مختلف بسته به محل تحقیق ، عصاره‌گیرهای متفاوتی را برای استخراج پتاسیم قابل استفاده گیاه پیشنهاد کرده‌اند. ساتو (۶) دو عصاره‌گیر استات‌آمونیوم و لاکتات‌آمونیوم را برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده خاک‌های مجارستان مورد مقایسه قرار داد، و هر دو عصاره‌گیر را برای تعیین پتاسیم قابل استفاده خاک‌های مربوطه مناسب تشخیص داد.

سالومون (۲۳) روش کلریدکلسیم ۰/۰۱ مولار را با روش لاکتات‌آمونیوم-اسید استیک (روش متداول در سوئد) برای استخراج پتاسیم قابل جذب گیاه ذرت مورد مقایسه قرار داده و بیان می‌کند که گرچه کلریدکلسیم ۰/۰۱ مولار پتاسیم کمتری از خاک استخراج می‌کند، ولی می‌تواند جای‌گزین خوبی برای روش متداول باشد. وندیست و هوراکووا(۲۶) نیز این عصاره‌گیر را به عنوان عصاره‌گیر مناسب برای تخمین پتاسیم قابل استفاده ذرت معرفی کرده‌اند.

بیگل و اوراوک (۲) در بررسی عصاره‌گیر مهلیخ ۳ در خاک‌های پنسیلوانیا، به همبستگی قوی این عصاره‌گیر و استات‌آمونیوم اشاره کرده و به دلیل استخراج همزمان چند عنصر، و وجود رابطه خوب بین پتاسیم استخراجی به وسیله این عصاره‌گیر و جذب پتاسیم به وسیله ذرت، این عصاره‌گیر را بر استات‌آمونیوم ترجیح داده‌اند.

گرزبز و ارتلی(۸) عصاره‌گیرهای کلریدکلسیم، بی‌کربنات‌آمونیوم-DTPA ، مهلیخ ۱،۲و۳، مورگان-ولف و استات‌آمونیوم-EDTA را برای استخراج پتاسیم قابل استفاده چاودار در خاک‌های غرب سوئیس بررسی نموده و عصاره‌گیرهای عمومی بی‌کربنات‌آمونیوم، مهلیخ ۳ و استات‌آمونیوم-EDTA را به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب معرفی کردند. هانلون و جانسون (۱۰) عصاره‌گیرهای عمومی مهلیخ ۳ و بی‌کربنات‌آمونیوم-DTPA را با عصاره‌گیر استات‌آمونیوم، برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گندم در خاک‌های اوکلاهاما مقایسه نمودند. در این تحقیق پتاسیم استخراجی به وسیله این سه عصاره‌گیر همبستگی بسیار خوبی با هم نشان داده، و با در نظر گرفتن سرعت عصاره‌گیری، عصاره‌گیرهای مهلیخ۳ و استات‌آمونیوم بر روش بی‌کربنات آمونیوم-DTPA ترجیح داده شدند.

ونتورت و رسی(۲۷) پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش تترافنیل بران سدیم (یک ساعت انکوباسیون) را تخمین خوبی از پتاسیم قابل جذب گیاه درکانی‌های سیلیکاتی لایه‌ای دانسته‌اند.

به طورکلی، دلیل این‌که یک عصاره‌گیر در یک خاک موفق و در خاک دیگر ممکن است ناموفق باشد، احتمالاً نقش متفاوت شکل‌های پتاسیم خاک (با توجه به نوع و مقدار کانی‌های موجود در خاک) در تأمین نیازهای گیاهی می‌باشد.

نظر به این که اخیراً سؤالات زیادی در مورد مقدار پتاسیم قابل استفاده و مصرف کودهای پتاسه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران مطرح شده و توصیه‌هایی نیز ارائه گردیده است، تحقیق حاضر با هدف بررسی وضعیت پتاسیم در خاک‌های منطقه مرکزی استان اصفهان، و ارزیابی عصاره‌گیرهای رایج برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت از این خاک‌ها انجام گرفت.

1. Labile

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مواد و روش‌ها

تحقیق انجام شده شامل مراحل نمونه برداری، مطالعات آزمایشگاهی و مطالعات گلخانه‌ای بود. نمونه‌برداری طی دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، ۲۶ سری خاک مهم زراعی منطقه مرکزی استان اصفهان، از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) به صورت مرکب نمونه‌برداری گردید. سپس برای هر سری خاک، پتاسیم قابل عصاره‌گیری با روش استات آمونیوم - ۲ (۱۵)، و بافت خاک با روش پی‌پت تعیین شد. سری‌های خاک بر اساس مقدار پتاسیم قابل عصاره‌گیری، در مقادیر کم (۵۰-۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، متوسط (۱۵۰-۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، زیاد (۲۵۰-۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و خیلی زیاد (بیش از ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گروه‌بندی گردید. از هر گروه، با توجه به حداکثر اختلاف در بافت (با تأکید بر مقادیر پتاسیم قابل استخراج کم و بافت‌های سبک‌تر) چند سری خاک انتخاب شد. با توجه به موارد فوق، ۱۶ سری خاک برای انجام مطالعات بعدی در نظر گرفته شد.

در مرحله دوم نمونه برداری، از این ۱۶ سری به مقدار مورد نیاز، برای مطالعات گلخانه‌ای نمونه‌برداری مجدد صورت گرفت. مقادیر کمی از نمونه‌های آماده شده برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. بقیه از الک شش میلی‌متری عبور داده شد، و برای انجام کشت در گلخانه آماده گردید.

در نمونه‌های خاک، بافت خاک (روش پی‌پت)، پ-هاش گل‌اشباع، هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع، پتاسیم محلول، درصد موادآلی به روش بی‌کرمات پتاسیم (۱۹) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش چاپمن (۴) تعیین گردید. عصاره گیرهای مورد استفاده برای استخراج پتاسیم، و مشخصات هر کدام در جدول ۱ ارائه شده است.

بر اساس مناطق پراکنش خاک‌ها و احتمال اختلاف در نوع کانی‌ها با توجه به مطالعات قبلی ، سه سری خاک شامل: آشجرد (از منطقه فریدن)، زاینده‌رود و اصفهان (از منطقه براآن) برای مطالعه شناسایی کانی‌های رسی انتخاب شد. به طورکلی مطالعات شناسایی کانی‌های خاک در چهار مرحله صورت گرفت که عبارت بود از: الف) تیمار نمونه های خاک قبل از تفکیک اجزا (شامل حذف کربنات‌ها و نمک‌های محلول، اکسید کردن مواد آلی و حذف پوشش‌های آهن)، ب) تفکیک اجزای خاک با استفاده از الک و سانتریفوژ، ج) تیمار اجزای تفکیک شده، و د) شناسایی کانی‌ها با استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس[1] (۷).

مطالعات گلخانه‌ای در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۲×۱۶ با طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار انجام شد. در این آزمایش تعداد خاک‌ها ۱۶، و تیمارهای پتاسیم شامل دو مقدار صفر و ۱۵۰ میلی گرم پتاسیم در کیلوگرم بود. گیاه مورد استفاده، ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل کراس ۷۰۴ بوده و از سطل‌های پلاستیکی با گنجایش چهار کیلوگرم به عنوان گلدان استفاده گردید. پتاسیم به صورت پودر سولفات پتاسیم با خاک هر گلدان مخلوط شد. فسفر و روی به صورت کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات روی به ترتیب به مقادیر ۱۰۰ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک گلدان‌ها مخلوط گردید. ازت به صورت اوره، به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، و در سه مرحله (زمان کاشت، سه و پنج هفته پس از کاشت) به صورت سرک به همه گلدان‌ها اضافه شد. آهن به صورت سکسترین ۱۳۸، به مقدار پنج میلی‌گرم در کیلوگرم، ۱۲ روز پس از کاشت، به صورت محلول به خاک اضافه گردید.

در هر گلدان سه عدد بذر در عمق دو سانتی‌متری خاک کاشته شد، که پس از یک هفته، به یک گیاه در هر گلدان کاهش یافت. در مجموع ۹۶ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری با آب مقطر صورت گرفت و سعی شد تا رطوبت خاک‌ها در حدود ظرفیت مزرعه نگهداری شود. هشت هفته پس از کاشت، گیاهان از یک سانتی‌متری بالای سطح خاک قطع و با آب مقطر شسته شدند. سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون تهویه دار با دمای ۶۵

1. X-Ray Diffraction

جدول ۱. مشخصات روش‌های عصاره‌گیری مورد استفاده

شماره	نام عصاره‌گیر	غلظت	پ - هاش	نسبت خاک/آب	مدت زمان تکان دادن[1]	منبع مورد استفاده
۱	استات آمونیوم - ۱	۱مولار	۷	۱۰/۱	۳۰ دقیقه	۱۵،۱ و ۲۵
۲	استات آمونیوم - ۲	۱مولار	۷	۲۰/۱	۱۰ دقیقه	" " "
۳	استات آمونیوم - ۳	۱مولار	۷	۱۰/۱	۵ دقیقه	" " "
۴	استات آمونیوم - ۴	۱مولار	۷	۲۰/۱	۲۴ساعت	" " "
۵	کلرید کلسیم - ۱	۰/۰۱ مولار	-	۱۰/۱	۱ ساعت	۱۲،۱۱،۸ و ۲۴
۶	کلرید کلسیم - ۲	۰/۰۱ مولار	-	۲۰/۱	۲ ساعت	" " " "
۷	کلرید سدیم - ۱	۱مولار	۷	۱۰/۱	۱۵ دقیقه	۱۶ و ۱۸
۸	کلرید سدیم - ۲	۲مولار	۷	۲۰/۱	۱ ساعت	" "
۹	استات سدیم	۱مولار	۷	۲۰/۱	۱۰ دقیقه	۱۵[6]
۱۰	مهلیخ ۱[2]	-	-	۴/۱	۵ دقیقه	۱۴
۱۱	مهلیخ ۳[3]	-	۲	۲۵/۳	۵ دقیقه	۱۴ و ۱۷
۱۲	بی‌کربنات آمونیوم-DTPA[4]	-	۷/۶	۲/۱	۱۵ دقیقه	۱۴
۱۳	مورگان - ولف[5]	-	۴/۸	۴۰/۲۵	۵ دقیقه	۱۴
۱۴	اسید نیتریک	۱مولار	-	۱۰/۱	-	۱۵

۱. عمل تکان دادن با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه انجام شد. در عصاره‌گیر ۱ عمل تکان دادن دو بار و هر بار با ۲۵ میلی لیتر عصاره‌گیر، و در عصاره‌گیرهای ۲ و ۹ عمل تکان دادن سه بار و هر بار با ۲۵ میلی لیتر عصاره‌گیر صورت گرفت. عصاره گیر ۴ مدت ۲۴ ساعت باقی ماند.

۲. شامل اسید کلریدریک ۰/۰۵ مولار و اسید سولفوریک ۰/۰۲۵ مولار

۳. شامل اسید استیک ۰/۲ مولار، نیترات آمونیوم ۰/۲۵ مولار، فلورید آمونیوم ۰/۰۱۵ مولار، اسید نیتریک ۰/۰۱۳ مولار و EDTA ۰/۰۰۱ مولار

۴. شامل بی‌کربنات آمونیوم یک مولار و DTPA ۰/۰۰۵ مولار

۵. شامل استات سدیم۰/۷۳ مولار ، اسید استیک ۰/۵۲ مولار و DTPA ۰/۰۰۰۱ مولار

۶. مطابق روش استات آمونیوم-۲ است، و پ-هاش آن به وسیله اسیداستیک برابر ۷ تنظیم شد.

درجه سانتی‌گراد خشک، و عملکرد اندام هوایی گیاهان تعیین گردید. مواد گیاهی خشک با آسیاب برقی به مدت دو دقیقه آسیاب و از مش ۲۰ عبور داده شد. مقدار یک گرم از نمونه گیاهی پودر شده به مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد درکوره الکتریکی سوزانده، و به وسیله ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک دو مولار عصاره‌گیری گردید. غلظت پتاسیم در عصاره گیاه به وسیله دستگاه اسپکترومتری نشر اتمی اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های گیاهی جذب پتاسیم، جذب اضافی، پاسخ گیاه، عملکرد نسبی و افزایش غلظت، مطابق فرمول‌های ذیل محاسبه گردید:

جذب پتاسیم = عملکرد گیاه × غلظت پتاسیم در گیاه

جذب اضافی =

جذب پتاسیم به وسیله گیاه تیمار شده - جذب پتاسیم به وسیله گیاه شاهد

پاسخ گیاه = عملکرد گیاه تیمار شده - عملکرد گیاه شاهد

$$\text{عملکرد نسبی} = \frac{\text{عملکرد گیاه شاهد}}{\text{عملکرد گیاه تیمار}} \times 100$$

افزایش غلظت=

غلظت پتاسیم در گیاه تیمار شده - غلظت پتاسیم در گیاه شاهد

در بخش محاسبات آماری، به منظور بررسی ارتباط عصاره‌گیرهای پتاسیم با یکدیگر و شناسایی عصاره‌گیرهای مشابه ، ضرایب هم‌بستگی بین مقادیر پتاسیم استخراجی به وسیله روش‌های مختلف عصاره‌گیری بررسی و معنی دار بودن آنها تعیین شد. تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل انجام و معنی دار بودن اختلاف بین تیمارها از نظر عملکرد، جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم، با استفاده از آزمون دانکن مشخص گردید. هم‌چنین، برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب، رابطه بین شاخص‌های گیاهی و پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها، با استفاده از هم‌بستگی ساده معین گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود خاک‌ها عموماً دارای پ-هاش بین ۷ تا ۸، مواد آلی بین ۰/۷ تا ۲/۳ درصد، CEC متوسط و بافت متوسط تا سنگین هستند.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل (جدول ۳)، بین خاک‌ها اختلاف عملکرد معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد، و اثر متقابل خاک و پتاسیم در سطح ۵٪ معنی‌دار نشده است. به منظور تعیین معنی‌داری تأثیر مصرف پتاسیم بر عملکرد، جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم، از آزمون دانکن استفاده شد، که نتایج آن همراه با نتایج شاخص‌های گیاهی تعیین شده، در جدول ۴ مشاهده می‌شود. تیمار پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد (در سطح ۱٪) تنها در دو سری خاک لنجان و فریدن شده، ولی جذب و غلظت پتاسیم را در تعدادی از خاک‌ها به طور معنی‌داری افزایش داده است. دلیل پایین بودن نسبی عملکرد گیاهان، احتمالاً محدودیت‌های موجود در کشت گلخانه‌ای (مانند عمق خاک، نور خورشید و...) می‌باشد. عدم افزایش عملکرد گیاهان در اثر تیمار پتاسیم در اکثر خاک‌ها، خود بیانگر محدود کننده نبودن پتاسیم برای رشد گیاه، و یا وجود عواملی محدودکننده‌تر از غلظت پتاسیم در خاک برای رشد گیاه می‌باشد.

هم‌بستگی بین مقادیر پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها

ارتباط پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف، با استفاده از هم‌بستگی ساده مورد مطالعه قرار گرفت. مقدار پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها در جدول ۵ و ضریب‌های هم‌بستگی آنها در جدول ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، پتاسیم استخراجی به وسیله اسید نیتریک مولار جوشان هم‌بستگی معنی داری با پتاسیم عصاره‌گیری شده به وسیله کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، کلرید سدیم مولار، استات سدیم مولار، مهلیخ ۱ و مورگان-ولف نشان نمی‌دهد. غلظت زیاد یون هیدروژن در این عصاره‌گیر، باعث استخراج پتاسیم غیر تبادلی، احتمالاً تخریب ساختمان کانی‌های ورمی‌کولیت و ایلیت، و آزاد شدن پتاسیم ساختاری می‌شود. پتاسیم استخراجی به وسیله این عصاره گیر هم‌بستگی خوبی با پتاسیم عصاره‌گیری شده به وسیله روش‌های استات آمونیوم ($r=0/8$) و بی‌کربنات آمونیوم-DTPA ($r=0/79$) نشان داده است. بنابراین، این دو عصاره‌گیر نیز به احتمال زیاد قادرند بخشی از پتاسیم سخت قابل تبادل را استخراج کنند.

بر اساس مقادیر پتاسیم استخراجی از خاک به وسیله عصاره‌گیرها، می‌توان عصاره‌گیرهای مورد استفاده در این تحقیق را به سه گروه کلی تقسیم کرد. اول) عصاره‌گیرهای نسبتاً ضعیف شامل: کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، مهلیخ ۱ و مورگان-ولف. دوم) عصاره‌گیرهای نسبتاً قوی، شامل: استات‌آمونیوم مولار و خنثی، کلرید سدیم دو مولار، مهلیخ ۳، بی‌کربنات آمونیوم-DTPA ، استات سدیم مولار و خنثی و کلرید سدیم مولار. قوی‌ترین و ضعیف‌ترین آنها در این گروه به ترتیب استات آمونیوم و کلرید سدیم مولار می‌باشد. سوم) عصاره‌گیرهای بسیار قوی که تنها شامل اسید نیتریک مولار جوشان است. همان طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، عصاره‌گیرهای هر گروه هم‌بستگی بسیار خوبی با یکدیگر نشان می‌دهند.

جدول ۲. بعضی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	نام سری	pH گل اشباع	EC (dS/m)	مواد آلی (درصد)	پتاسیم‌محلول[1] (meq/L)	CEC (cmol(+)/kg)	توزیع اندازه ذرات (درصد) رس	سیلت	شن	بافت[2]
۱	مدیسه	۷/۳	۳/۹	۲/۳	۰/۱۵	۱۷/۷	۲۶/۴	۴۶/۳	۲۷/۳	l
۲	لنجان	۷/۵	۲/۱	۲/۳	۰/۲۱	۱۴/۷	۲۴/۶	۳۴/۶	۴۰/۸	l
۳	تالجرد	۷/۸	۳/۲	۱/۴	۰/۳	۱۳/۴	۱۷/۵	۷۰/۴	۱۲/۱	sil
۴	منوچهرآباد	۷/۶	۸/۸	۱/۵	۰/۴۷	۱۳/۵	۲۸/۲	۴۶/۹	۲۴/۹	cl
۵	خمینی شهر	۷/۷	۱/۷	۰/۷	۰/۱۱	۱۷/۷	۴۰/۴	۴۳/۳	۱۶/۳	sic
۶	رنگیده	۷/۸	۲/۷	۱/۳	۰/۲۹	۱۲/۱	۲۸/۰	۳۹/۷	۳۲/۲	cl
۷	خاتون آباد	۷/۸	۲/۴	۲/۳	۰/۳	۱۲/۳	۲۱/۳	۴۵/۳	۳۳/۳	l
۸	طالخونچه	۷/۶	۳/۶	۰/۷	۰/۳۶	۱۱/۹	۲۴/۴	۴۹/۷	۲۵/۹	l
۹	اصفهان	۷/۸	۱/۱	۲/۱	۰/۲۷	۱۸/۰	۳۹/۶	۳۵/۷	۲۴/۷	cl
۱۰	زاینده رود	۷/۶	۷/۱	۱/۰	۱/۴۹	۹/۳	۱۳/۷	۳۰/۱	۵۶/۷	sl
۱۱	مهیار	۷/۴	۷/۱	۰/۸	۰/۳۴	۱۷/۷	۵۰/۸	۴۲/۹	۶/۳	sic
۱۲	نکوآباد	۷/۸	۲/۹	۲/۲	۰/۴۳	۱۷/۶	۳۹/۴	۵۱/۴	۹/۳	sicl
۱۳	قمشه	۷/۶	۴/۷	۱/۵	۱/۱۲	۱۱/۸	۲۶/۶	۴۲/۷	۳۰/۷	l
۱۴	آشجرد	۷/۸	۰/۹۱	۱/۷	۰/۰۹	۲۳/۸	۳۹/۷	۳۹/۲	۲۱/۱	cl
۱۵	دارگان	۷/۶	۳/۱۷	۱/۶	۰/۲۸	۱۵/۸	۳۹/۴	۴۷/۹	۱۲/۷	sicl
۱۶	فریدن	۷/۹	۰/۶۲	۰/۹	۰/۰۸	۲۲/۵	۴۲/۸	۴۴/۲	۱۳/۰	sic
	دامنه تغییرات	۷/۳-۷/۹	۰/۶۲-۸/۸	۰/۷-۲/۳	۰/۰۸-۱/۴۹	۹/۳-۲۳/۸	۱۳/۷-۵۰/۸	۳۰/۱-۷۰/۴	۶/۳-۵۶/۷	-

۱. اندازه‌گیری شده در عصاره اشباع

۲. l=Loam or Loamy , s=Sandy , si=Silt or Silty , c= Clay

جدول ۳. تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل (صفت مورد مطالعه عملکرد گیاه)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
فاکتور الف(خاک)	۱۵	۹۸۲/۶۶	۶۵/۵۱	۴۵/۲۴**
فاکتور ب (تیمارپتاسیم)	۱	۱۴/۲۶	۱۴/۲۶	۹/۸۵**
اثر متقابل	۱۵	۳۷/۹۱	۲/۵۳	۱/۷۴ns
خطا	۶۴	۹۲/۶۷	۱/۴۵	
کل	۹۶	۱۱۲۷/۴۹		CV=%۸/۳۴

ns: در سطح پنج درصد معنی دار نیست.
**: در سطح یک درصد معنی دار است.

گرزبیز و ارتلی (۸) در تحقیق خود نشان دادند که هم‌بستگی زیادی (۰/۸ تا ۰/۹۸) بین عصاره‌گیرهای استات آمونیوم EDTA، AB - DTPA، مهلیخ ۳، کلرید کلسیم و مورگان-ولف وجود داشته، و تنها ضرایب هم‌بستگی این عصاره‌گیرها با اسید نیتریک مولار جوشان (۰/۶ تا ۰/۸) نسبتاً کم بوده است. هم چنین، هانلون و جانسون (۱۰) گزارش دادند که عصاره‌گیرهای مهلیخ ۳، بی‌کربنات آمونیوم-DTPA و استات آمونیوم دارای هم‌بستگی قوی (r بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۹) با یکدیگر هستند. ریچاردز و بتز (۲۲) رابطه خوبی بین پتاسیم استخراجی به وسیله کلرید سدیم دو مولار و استات آمونیوم مولار (r=۰/۷۵) گزارش نمودند. بیگل و اوراوک (۲) نیز به هم‌بستگی زیادی (r=۰/۹۶) بین استات آمونیوم مولار و خنثی و مهلیخ ۳ اشاره کرده‌اند.

هم‌بستگی پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها با شاخص‌های گیاهی و انتخاب عصاره‌گیر مناسب

ایجاد ارتباط یک عنصر غذایی که به وسیله یک محلول عصاره‌گیر از خاک استخراج می‌شود، با مقدار جذب آن عنصر به وسیله گیاه، یکی از مراحل اصلی آزمون خاک بوده و هم‌بستگی نامیده می‌شود. مربوط کردن غلظت عنصر غذایی اندازه‌گیری شده در عصاره خاک با مقدار جذب آن عنصر، از اهمیت زیادی برخوردار است. شاخص‌های دیگری مانند غلظت عنصر در گیاه، عملکرد، عملکرد نسبی، پاسخ گیاه و جذب اضافی[1] نیز بعضاً با مقدار عنصر موجود در عصاره خاک ارتباط داشته و ضرایب هم‌بستگی آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در این تحقیق نیز ارتباط پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرهای مختلف و شاخص‌های گیاهی ذکر شده، بررسی گردید. نتایج در جدول ۷ ارائه شده است. هم چنین، از آن جا که نوع رس موجود در خاک تأثیر زیادی در ارزیابی وضعیت پتاسیم خاک‌ها دارد، مطالعات شناسایی کانی‌های سه سری خاک آشجرد، اصفهان و زاینده رود، که بر اساس موقعیت جغرافیایی و احتمال اختلاف در نوع کانی‌ها (با توجه به نظر متخصصان) انتخاب شده بودند، با استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس انجام شد. کانی‌های شناسایی شده در بخش رس ریز و درشت خاک‌های مذکور در جدول ۸ ارائه شده است.

در دیفرکتوگرام‌های به‌دست آمده، پیک‌های ۷/۲ و ۱۰ آنگستروم در بخش رس ریز مشاهده می‌شود، و سطح زیر پیک ۱۰ آنگستروم بیشتر از سایر پیک‌ها است، که نشان‌دهندهٔ غالب بودن کانی ایلیت است. مطالعات متعدد کانی‌شناسی در منطقه نیز صحت این امر را تأیید می‌کند. کانی‌های دیگری، از جمله کلریت، اسمکتیت، کائولینیت، کوارتز و پالی گورسکایت نیز در نمونه‌ها مشاهده می‌شود. خاک‌های غنی از کانی ایلیت معمولاً غنی از پتاسیم غیر تبادلی هستند. قابلیت جذب این پتاسیم برای گیاه بستگی به سینتیک آزاد شدن پتاسیم از آن دارد.

1. Additional uptake

جدول ۴. شاخص‌های گیاهی مورد استفاده

شماره خاک	جذب پتاسیم (mg/pot) شاهد	جذب پتاسیم (mg/pot) تیمار	جذب اضافی (mg/pot)	غلظت پتاسیم در اندام هوایی (درصد) شاهد	غلظت پتاسیم در اندام هوایی (درصد) تیمار	عملکرد خشک اندام هوایی (g/pot) شاهد	عملکرد خشک اندام هوایی (g/pot) تیمار	پاسخ گیاه (g/pot)	عملکرد نسبی (درصد)	افزایش غلظت
۱	۱۸۹/۵۵	۳۳۲/۸۶	۱۴۳/۳۱*	۱/۴۲	۲/۴۹	۱۳/۳۶	۱۳/۳۷	۰/۰۱ns	۹۹/۹۰	۱/۰۷**
۲	۳۰۳/۱۴	۵۸۶/۱۳	۲۸۲/۸۹**	۱/۶۴	۲/۷۳	۱۸/۴۳	۲۱/۴۷	۳/۰۴**	۸۵/۸۵	۱/۰۹**
۳	۲۸۸/۶۴	۴۷۵/۶۹	۱۸۷/۵*	۱/۸۷	۲/۸۹	۱۵/۴	۱۶/۴۶	۱/۰۵ns	۹۳/۶۰	۱/۰۲**
۴	۲۴۸/۲۰	۲۶۰/۵۵	۱۲/۳۰ns	۲/۴۶	۲/۸۶	۱۰/۰۸	۹/۱۱	-۰/۹۶ns	۱۱۰/۵۷	۰/۴ns
۵	۲۲۵/۳۰	۳۱۴/۶۸	۸۹/۲۳ns	۱/۸۹	۲/۴۷	۱۱/۹۱	۱۲/۷۴	۰/۸۳ns	۹۳/۵۰	۰/۵۸*
۶	۳۳۴/۰۲	۴۶۶/۵۲	۱۳۱/۹*	۲/۳۳	۳/۱۵	۱۴/۳۵	۱۴/۸۱	۰/۴۶ns	۹۶/۹	۰/۸۲**
۷	۳۶۹/۹۱	۴۹۲/۰۱	۱۲۱/۷۶*	۲/۴۴	۳/۴۶	۱۵/۱۹	۱۴/۲۲	-۰/۹۷ns	۱۰۶/۸۱	۱/۰۲**
۸	۴۱۷/۴۲	۴۶۲/۳۸	۴۵/۳۶ns	۳/۱۹	۳/۴۲	۱۳/۰۷	۱۳/۵۲	۰/۴۴ns	۹۶/۷۳	۰/۲۳ns
۹	۳۶۹/۰۵	۴۶۳/۴۰	۹۴/۱ns	۲/۴۸	۲/۹۲	۱۴/۹۱	۱۵/۸۷	۰/۹۶ns	۹۳/۹۶	۰/۴۴ns
۱۰	۳۳۹/۵۲	۳۴۹/۲۷	۹/۷۵ns	۳/۲	۳/۲۴	۱۰/۶۱	۱۰/۷۸	۰/۱۷ns	۹۸/۴۲	۰/۴ns
۱۱	۲۷۶/۷۱	۳۶۳/۲۳	۸۶/۰۵ns	۳/۱۱	۳/۸۶	۸/۹	۹/۴۱	۰/۵۱ns	۹۴/۶۰	۰/۷۵*
۱۲	۳۸۳/۲۸	۵۶۳/۳۳	۱۷۹/۱۵*	۲/۵۴	۳/۴۱	۱۵/۰۸	۱۶/۵۲	۱/۴۳ns	۹۱/۳۴	۰/۸۷**
۱۳	۴۰۷/۰۲	۴۸۱/۲۷	۷۴/۰۷ns	۳/۲۱	۳/۴۹	۱۲/۶۷	۱۳/۷۹	۱/۱۳ns	۹۱/۸۱	۰/۲۸ns
۱۴	۴۶۵/۷۸	۶۰۱/۸۲	۱۳۶/۷*	۲/۴۱	۲/۹۳	۱۹/۳۳	۲۰/۵۴	۱/۲۱ns	۹۴/۱۳	۰/۵۲*
۱۵	۳۴۰/۷۶	۳۵۵/۲۸	۱۴/۰۶ns	۲/۶۱	۲/۸۴	۱۳/۰۵	۱۲/۵۱	۰/۵۴ns	۱۰۴/۰	۰/۲۳ns
۱۶	۵۰۵/۷۲	۶۶۴/۰۴	۱۵۸/۹۷*	۲/۷۷	۳/۰۷	۱۸/۲۷	۲۱/۶۳	۳/۳۶**	۸۴/۴۶	۰/۳ns
دامنه	۱۸۹-۵۰۵	۲۶۰-۶۶۴	۹/۸-۲۸۲/۹	۱/۴-۳/۲	۲/۵-۳/۹	۸/۹-۱۹/۳۳	۹/۱-۲۱/۶	-۰/۹۷-۳/۴	۸۴/۵-۱۱۰/۶	۰/۲۳-۱/۰۹
میانگین	۳۴۱/۵	۴۵۲/۰	۱۱۰/۴۲	۲/۴۷	۳/۰۸	۱۴/۰۴	۱۴/۸۰	۰/۸۳	۹۶/۰۴	۰/۶۳

ns: در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست. * و **: به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است.

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

شماره‌خاک / شماره‌عصاره‌گیر[1]	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	۱۱۱/۱	۱۰۰/۶	۱۵۶/۰	۱۱۴/۲	۳۹/۲	۲۷/۲	۹۹/۶	۸۲/۱	۵۶/۱	۳۶/۸	۹۷/۴	۷۵/۴	۳۲/۹	۶۳۶/۰
۲	۱۲۷/۱	۱۴۷/۸	۱۶۲/۶	۱۵۷	۵۷/۲	۳۹/۱	۱۱۶/۲	۱۲۳/۰	۸۶/۹	۴۱/۳	۱۲۴/۴	۱۰۹/۲	۶۵/۶	۱۱۵۰/۳
۳	۱۶۱/۰	۱۸۲/۹	۲۵۲/۴	۱۹۱/۵	۷۱/۶	۵۲/۳	۱۳۱/۷	۱۵۵/۰	۱۳۹/۵	۴۶/۴	۱۵۴/۳	۱۳۵/۸	۸۲/۷	۱۰۰/۴
۴	۱۸۷/۵	۲۱۷/۱	۲۴۵/۱	۳۸۰/۱	۷۰/۸	۵۰/۳	۱۳۰/۸	۱۵۴/۳	۱۱۵/۸	۴۲/۰	۱۷۶/۹	۱۵۹/۱	۶۵/۹	۱۰۸۷/۳
۵	۱۹۱/۰	۲۱۸/۰	۲۵۷/۴	۲۲۹/۱	۵۰/۰	۴۱/۵	۱۳۶/۱	۱۳۶/۳	۱۱۰/۹	۲۸/۳	۱۹۳/۱	۱۵۰/۶	۶۷/۲	۶۳۴/۸
۶	۱۹۷/۲	۲۱۲/۵	۲۸۹/۹	۲۲۹/۴	۸۶/۳	۶۳/۵	۱۴۹/۳	۱۸۳/۷	۱۷۴/۵	۵۹/۵	۱۸۶/۵	۱۶۵/۵	۹۸/۰	۱۴۸۷/۳
۷	۱۸۸/۵	۲۳۳/۱	۲۸۱/۷	۲۶۳/۲	۷۹/۸	۷۰/۸	۱۵۴/۸	۲۱۱/۸	۲۰۱/۰	۶۲/۴	۲۰۳/۴	۱۶۹/۸	۱۱۵/۸	۱۲۱۶/۳
۸	۲۴۶/۶	۲۳۸/۱	۲۸۶/۷	۲۶۶/۷	۹۴/۶	۶۹/۹	۱۶۳/۵	۲۱۸/۳	۲۰۰/۰	۵۱/۴	۲۱۲/۹	۱۷۰/۰	۱۱۶/۶	۱۱۴۴/۲
۹	۲۵۵/۸	۲۷۷/۱	۳۰۴/۴	۳۰۰/۲	۱۰۹/۳	۷۳/۱	۱۶۰/۲	۲۲۸/۷	۲۰۴/۲	۷۰/۲	۲۶۶/۴	۱۹۹/۲	۱۳۳/۳	۱۸۲۷/۲
۱۰	۲۵۳/۴	۳۱۱/۵	۳۵۴/۳	۳۱۲/۵	۱۸۴/۰	۱۴۲/۱	۲۸۰/۱	۲۷۷/۲	۲۵۵/۹	۱۲۳/۳	۱۹۴/۵	۲۳۱/۶	۲۴۶/۶	۲۱۶۶/۹
۱۱	۲۷۸/۱	۳۳۰/۸	۳۶۰/۰	۳۲۱/۵	۸۱/۸	۵۳/۰	۱۵۱/۲	۲۱۸/۸	۱۶۹/۶	۴۹/۴	۱۸۹/۰۵	۲۲۲/۱	۶۶/۸	۲۴۳۳/۵
۱۲	۲۶۷/۱	۳۱۳/۲	۳۵۱/۴	۳۳۷/۸	۱۲۹/۰	۸۶/۰	۲۴۴/۰	۲۷۳/۶	۲۱۶/۵	۷۸/۰	۲۶۸/۰۴	۲۲۴/۸	۱۳۲/۴	۱۵۶۸/۹
۱۳	۳۴۶/۴	۳۷۱/۴	۴۰۴/۱	۳۵۴/۰	۱۸۰/۸	۱۳۹/۲	۲۹۰/۰	۳۲۷/۲	۲۷۰/۱	۱۲۶/۷	۲۲۷/۳	۲۷۱/۸	۱۹۶/۴	۱۶۳۹/۹
۱۴	۳۰۳/۷	۳۴۹/۸	۳۸۰/۴	۳۷۶/۳	۷۳/۵	۴۵/۹	۱۵۷/۸	۲۲۹/۷	۱۷۶/۳	۴۱/۹	۲۲۴	۲۳۷/۸	۸۵/۹	۲۹۹۳/۸
۱۵	۲۷۷/۴	۳۱۳/۷	۳۵۰/۳	۳۴۲/۷	۱۰۲/۷	۷۱/۱	۱۵۸/۹	۲۴۱/۶	۹۲/۹	۶۵/۶	۱۹۳/۰۶	۲۳۳/۵	۱۰۱/۱	۱۹۰۵/۰
۱۶	۳۹۳/۶	۴۰۹/۱	۴۴۵/۷	۴۳۷/۲	۸۹/۱	۶۰/۴	۱۷۰/۱	۲۸۶/۶	۹۶/۴	۵۵/۱	۲۴۷/۹	۲۸۱/۱	۱۱۹/۴	۲۶۳۲/۱
طیف	۱۱۱-۳۹۴	۱۰۱-۴۰۹	۱۵۶-۴۴۶	۱۱۴-۴۳۷	۳۹-۱۸۴	۲۷-۱۴۲	۱۰۰-۲۹۰	۸۲-۳۲۷	۵۶-۲۷۰	۳۷-۱۲۷	۹۷-۲۶۸	۷۵-۲۸۱	۳۳-۲۴۷	۶۳۴-۲۹۹۴
میانگین	۲۳۶/۶	۲۶۴/۲	۳۰۵/۱	۲۷۹/۴	۹۳/۷	۶۷/۸	۱۶۸/۳	۲۰۷/۰	۱۷۳/۰	۶۱/۲	۱۹۷/۵	۱۸۹/۸	۱۰۷/۹	۱۶۶۴/۰

۱. نام و مشخصات عصاره‌گیرها در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۶. هم‌بستگی پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها

نام عصاره‌گیر	استات آمونیوم ۲	استات آمونیوم ۳	استات آمونیوم ۴	کلرید کلسیم ۱	کلرید کلسیم ۲	کلرید سدیم مولار	کلرید سدیم ۲ مولار	استات سدیم	AB-DTPA	مهلیخ ۱	مهلیخ ۳	مورگان - ولف	اسیدنیتریک
استات آمونیوم -۱	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۵۷*	۰/۴۹*	۰/۶۰**	۰/۹۰**	۰/۷۴**	۰/۹۷**	۰/۴۷ns	۰/۷۸**	۰/۵۲*	۰/۷۸**
استات آمونیوم -۲		۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۶۱**	۰/۵۳*	۰/۶۴**	۰/۹۱**	۰/۷۷**	۰/۹۹**	۰/۵۱*	۰/۷۸**	۰/۵۶*	۰/۸۳**
استات آمونیوم -۳			۰/۹۷**	۰/۶۲**	۰/۵۵*	۰/۶۵**	۰/۹۲**	۰/۸۰**	۰/۹۸**	۰/۵۲*	۰/۷۸**	۰/۵۸*	۰/۸۱**
استات آمونیوم -۴				۰/۵۴*	۰/۴۷ns	۰/۵۸*	۰/۸۹**	۰/۷۵**	۰/۹۸**	۰/۴۳ns	۰/۸۲**	۰/۵۱*	۰/۸۳**
کلرید کلسیم -۱					۰/۹۸**	۰/۹۶**	۰/۸۳**	۰/۸۹**	۰/۶۸**	۰/۹۷**	۰/۵۲*	۰/۹۵**	۰/۲۹ns
کلرید کلسیم -۲						۰/۹۵**	۰/۷۹**	۰/۸۷**	۰/۶۱**	۰/۹۸**	۰/۴۵ns	۰/۹۷**	۰/۲۰ns
کلرید سدیم مولار							۰/۸۱**	۰/۸۶**	۰/۷۰**	۰/۹۳**	۰/۵۶*	۰/۹۲**	۰/۳۲ns
کلرید سدیم ۲ مولار								۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۷۶**	۰/۷۶**	۰/۸۰**	۰/۶۲**
استات سدیم									۰/۸۲**	۰/۸۳**	۰/۷۶**	۰/۸۸**	۰/۴۷ns
AB-DTPA										۰/۵۹*	۰/۷۸**	۰/۶۲**	۰/۷۹**
مهلیخ ۱											۰/۴۰ns	۰/۹۴**	۰/۱۹ns
مهلیخ ۳												۰/۵۲*	۰/۵۶*
مورگان - ولف													۰/۲۹ns

*: معنی‌دار در سطح پنج درصد

**: معنی‌دار در سطح یک درصد

ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۷. هم‌بستگی پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرها و شاخص‌های گیاهی

عصاره‌گیرها / شاخص‌های گیاهی	عملکرد خشک	عملکرد نسبی	پاسخ گیاه	جذب پتاسیم	جذب اضافی	غلظت پتاسیم
استات آمونیوم - ۱	۰/۱۰ ns	-۰/۳۳ ns	۰/۲۹ ns	۰/۷۹**	-۰/۲۸ ns	۰/۷۵**
استات آمونیوم - ۲	۰/۰۶ ns	-۰/۲۷ ns	۰/۲۱ ns	۰/۷۵**	-۰/۳۰ ns	۰/۷۶**
استات آمونیوم - ۳	۰/۰۵ ns	-۰/۲۴ ns	۰/۱۶ ns	۰/۷۶**	-۰/۳۲ ns	۰/۷۷**
استات آمونیوم - ۴	۰/۱۳ ns	-۰/۲۳ ns	۰/۲۰ ns	۰/۸۰**	-۰/۳۰ ns	۰/۷۳**
کلرید کلسیم	-۰/۲۱ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۰ ns	۰/۴۷ ns	-۰/۴۴ ns	۰/۷۴**
کلرید کلسیم	-۰/۲۴ ns	-۰/۰۱ ns	-۰/۱۸ ns	۰/۴۲ ns	-۰/۴۷ ns	۰/۷۲**
کلرید سدیم مولار	-۰/۱۶ ns	-۰/۱۶ ns	-۰/۰۳ ns	۰/۴۹*	-۰/۳۵ ns	۰/۷۰**
کلرید سدیم ۲ مولار	۰/۰۲ ns	-۰/۱۹ ns	۰/۰۹ ns	۰/۷۹**	-۰/۳۸ ns	۰/۸۶**
استات سدیم مولار	-۰/۰۶ ns	-۰/۰۷ ns	-۰/۰۸ ns	۰/۷۲**	-۰/۴۲ ns	۰/۸۵**
AB - DTPA	۰/۰۴ ns	-۰/۲۳ ns	۰/۱۷ ns	۰/۷۵**	-۰/۳۵ ns	۰/۷۸**
مهلیخ ۱	-۰/۱۹ ns	-۰/۰۴ ns	-۰/۱۴ ns	۰/۳۹ ns	-۰/۳۸ ns	۰/۶۴**
مهلیخ ۳	۰/۱۳ ns	-۰/۲۲ ns	۰/۱۷ ns	۰/۷۲**	-۰/۲۲ ns	۰/۶۲**
مورگان - ولف	-۰/۰۹ ns	-۰/۱۰ ns	-۰/۰۹ ns	۰/۵۳*	-۰/۴۲ ns	۰/۶۹**
اسید نیتریک	۰/۲۰ ns	-۰/۳۴ ns	۰/۲۸ ns	۰/۶۰**	-۰/۱۶ ns	۰/۴۹*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns: غیرمعنی‌دار در سطح پنج درصد

جدول ۸. کانی‌های شناسایی شده در بخش رس ریز و رس درشت

شماره خاک	نام سری	کانی‌های شناسایی شده[1] رس درشت	کانی‌های شناسایی شده[1] رس ریز
۱۵	آشجرد	I, Ch, Q, K	I, Sm, Vm, Ch, Q, K
۱۰	اصفهان	Q, K, I, Ch	I, Pa, Ch, Sm, Vm, Q, K
۱۱	زاینده رود	I, Ch, Q, K	I, Pa, Ch, Sm, Q, K

۱. I = ایلیت ، Ch = کلریت، Sm = اسمکتیت، Vm=ورمی کولیت، K = کائولینیت، Q = کوارتز، Pa = پالی گورسکایت

عصاره‌گیرهای کلرید سدیم دو مولار و استات سدیم مولار و خنثی، بر اساس زیاد بودن ضرایب هم‌بستگی با دو شاخص گیاهی جذب پتاسیم (r به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۷۲) و غلظت پتاسیم در اندام هوایی گیاه (r به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۵)، و هم‌چنین سادگی و اقتصادی بودن، در بین عصاره‌گیرهای مورد استفاده به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیرها تشخیص داده شدند. عصاره‌گیرهای استات آمونیوم-۱ و بی‌کربنات آمونیوم-DTPA نیز عصاره‌گیرهای مناسبی برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه بودند، ولی به دلیل هم‌بستگی ضعیف‌تر، گرانی و کمیابی مواد، در اولویت نمی‌باشند. در بین چهار روش استات آمونیوم، روش استات آمونیوم-۱ با در نظر گرفتن سه عامل سرعت، اقتصادی بودن و بالا بودن ضرایب هم‌بستگی، مناسب‌ترین روش است. چون دوره رشد گیاه در این پژوهش کوتاه بوده (حدود ۲ ماه)، گیاه ترجیحاً از شکل‌های پتاسیمی که با انرژی کمتری به مکان‌های جذب متصل بوده‌اند، استفاده کرده، و شاید به همین دلیل کلرید سدیم دو مولار و استات سدیم مولار رابطه بهتری با جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم در اندام هوایی نشان داده‌اند. از طرف دیگر، احتمال می‌رود که سرعت رهاسازی پتاسیم از کانی ایلیت، که به مقادیر فراوان در این خاک‌ها وجود دارد، زیاد بوده و به مرور زمان پتاسیم تبادلی مصرف شده را جای‌گزین نماید. ریچاردز و بتز (۲۲) در خاک‌های اونتاریوی جنوبی در کانادا (که از نظر کانی‌های رسی موجود در خاک مشابه خاک‌های مورد مطالعه ما بوده است) کلرید سدیم دو مولار را به عنوان عصاره‌گیر مناسب معرفی کرده‌اند.

بین عملکرد خشک اندام هوایی، عملکرد نسبی، پاسخ گیاه (افزایش عملکرد) و جذب اضافی پتاسیم، با غلظت پتاسیم استخراج شده به وسیله عصاره‌گیرهای مورد مطالعه، رابطه معنی داری مشاهده نشد. چون پتاسیم استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها ارتباط معنی‌داری با عملکرد یا عملکرد نسبی ذرت نشان نداد، و افزایش عملکرد ذرت در اثر کاربرد پتاسیم در ۱۴ سری از ۱۶ سری خاک معنی‌دار نشد، می‌توان گفت که مقدار پتاسیم قابل استفاده در این خاک‌ها، عامل محدودکننده‌ای برای رشد ذرت نبوده، و تغییرات عملکرد در این خاک‌ها تحت تأثیر دیگر عوامل خاکی یا محیطی بوده است. دلیل اصلی این امر احتمالاً کافی بودن پتاسیم تبادلی و محلول برای رفع نیاز پتاسیمی گیاه در این مدت (دو ماه)، و ظرفیت بافری زیاد پتاسیم، به علت وجود مقادیر فراوان کانی ایلیت در این خاک‌ها، یا تأثیرگذاری سایر عوامل محدودکننده رشد می‌باشد. رهم و همکاران (۲۱) در تحقیق خود علت عدم افزایش عملکرد ذرت در اثر کود پتاسه را منابع پتاسیم خاک زیر سطحی و تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه از طریق پتاسیم رها شده از کانی‌های خاک دانسته‌اند. پارکر و همکاران (۲۰) نیز علت این که محصول ذرت در خاک‌های شنی دشت‌های ساحلی اقیانوس اطلس (با وجود CEC و غلظت پتاسیم تبادلی کم) با کاربرد کود پتاسه افزایش نمی‌یابد را به عواملی همچون برداشت نسبتاً کم پتاسیم از خاک به وسیله ذرت دانه‌ای (غلظت پتاسیم در دانه ذرت کم است)، ظرفیت بافری زیاد پتاسیم به علت وجود فرم‌های تبادلی و

ساختاری پتاسیم در خاک، و مقادیر قابل توجه پتاسیم زیر سطحی، که به نظر می‌رسد برای گیاه قابل استفاده است، ربط داده‌اند.

در خاک‌های مورد مطالعه، تعیین حد بحرانی پتاسیم برای عصاره‌گیرهای پیشنهادی با استفاده از عملکرد یا عملکرد نسبی گیاه (به دلیل عدم رابطه بین این شاخص‌ها و پتاسیم عصاره‌گیری شده) امکان‌پذیر نشد.

نتیجه‌گیری

۱. با توجه به ضرایب هم‌بستگی بین جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم در اندام هوایی گیاه باپتاسیم استخراجی‌به وسیله عصاره‌گیرها، و نیز در نظر گرفتن عوامل سادگی، سرعت و اقتصادی بودن، دو عصاره‌گیر کلریدسدیم دو مولار و استات سدیم مولار و خنثی به عنوان عصاره‌گیرهای مناسب برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های منطقه مرکزی استان اصفهان معرفی می‌شوند.

۲. به دلیل عدم افزایش عملکرد در اثر تیمار پتاسیم، و عدم رابطه بین پتاسیم عصاره‌گیری شده و عملکرد یا عملکرد نسبی گیاهان، پتاسیم قابل استفاده در خاک‌های مورد مطالعه عامل محدودکننده‌ای برای رشد ذرت نبوده، که ممکن است دلیل آن یکی از موارد ذیل باشد:

الف) مقدار پتاسیم قابل استفاده این خاک‌ها اعم از محلول، تبادلی و غیر تبادلی در این دوره زمانی،برای رفع نیازهای پتاسیمی ذرت کافی بوده است.

ب) سایر عوامل محدودکننده رشد مانند خصوصیات فیزیکی خاک، مواد آلی خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، شرایط کشت گلخانه‌ای و... مانع از پاسخ گیاه به کاربرد پتاسیم شده باشند.

۳. کانی ایلیت یکی از کانی‌های غالب در خاک‌های مورد مطالعه است. این کانی به عنوان ذخیره بزرگی از پتاسیم در خاک محسوب شده و دارای مقادیر فراوانی از پتاسیم غیر تبادلی است، که ممکن است لااقل بخشی از آن قابل دسترسی برای گیاه باشد.

۴. توصیه می‌شود روی دو عصاره‌گیر پیشنهادی مطالعات بیشتری صورت گرفته، و حدود بحرانی پتاسیم این عصاره‌گیرها برای محصولات مختلف تعیین شود.

۵. به علت وجود مقادیر فراوان کانی ایلیت در این خاک‌ها، ارزیابی وضعیت پتاسیم از پیچیدگی خاصی برخوردار است. پیشنهاد می‌شود این ارزیابی با مقایسه سرعت جذب پتاسیم به وسیله گیاه، و سرعت رهاسازی پتاسیم از خاک صورت گیرد.

۶. توصیه می‌شود برای تعیین دقیق نیازهای کودی محصولات زراعی عمده کشور،از برنامه‌های دقیق آزمون خاک، با هدف دست‌یابی به عملکرد بهینه، حفظ تعادل عناصر غذایی، جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و دست‌یابی به کشاورزی پایدار استفاده شود.

منابع مورد استفاده

۱. علی احیایی، م. و ع. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳.

2. Beegle, D. B. and T. C. Oravec. 1990. Comparison of filed calibration for Mehlich 3 P and K with Bray-Kurtz P1 and ammonium acetate K for Corn. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21(13-16): 1025-1036.

3. Brown, J. R., T. E. Bates and M. L. Vitosh. 1987. Soil Testing: Sampling, Correlation, Calibraiton and Interpretation. SSSA. Special pub. No. 21, Madison, WI.

4. Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. PP. 891-901. *In*: C. A. Black et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Agron. Monogr. 9, ASA. Madison, WI.

5. Corey, R. B. 1987. Soil testing procedures: Correlation. PP. 15-22. *In*: J. R. Brown et al. (Eds.), Soil

Testing: Sampling, Correlation, Calibraiton, and Interpretation. SSSA. Madison, WI.
6. Csatho, P. 1998. Correlations between two soil extractants and corn leaf potassium contents from Hungarian field trails. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29(11-14): 2149-2160.
7. Culity, B. D. 1978. Element of X-Ray Diffraction. 2nd ed. Addision Wesley Publishing Co. Inc.,
8. Grzebisz, W. and J. J. Oertli. 1993. Evaluation of universal extractants for determining plant available potassium in intensively cultivated soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24(11-12): 1295-1308.
9. Haby, V. A., M. P. Russelle and E. O. Skogley. 1990. Testing soil for potassium, calcium and magnesium. PP. 181-227. *In*: R. L. Westerman (Ed.), Soil Testing and Plant Analysis. 3rd ed., SSSA, Madison , WI.
10. Hanlon, E. A. and G. V. Johnson. 1984. Bray/Kurtz, Mehlich III, AB/D ammonium acetate extractions of P, K and Mg in four Oklahama soils . Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15(3): 277-294.
11. Houba, V. J. G., I. Novozamsky, A. W. M. Huybregts and J. J. Vander Lee. 1986. Comparison of soil extractions by 0.01 M $CaCl_2$, by EUF, and by some conventional extraction procedures. Plant Soil 96: 466-437.
12. Houba, V. J. G., I. Novozamsky, T. M. Lexmond and J. J. Vander Lee. 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. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21(19-20): 2281-2290.
13. Johnson, A. E. and K. W. Goudling. 1990. The use of plant and soil analysis to predict the potassium supplying capacity of soil. PP. 153-180. *In*: Development of K-Fertilizer Recommendation. 22nd Colloquium of IPI. IPI.
14. Jones, J. B. 1990. Universal soil extractants: Their composition and use. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21(13-16): 1091-1101.
15. Knudsen, D., G. A. Peterson and P. E. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. PP. 225-246. *In*: A. L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2., Agron. Monogr. 9, ASA, Madison, WI.
16. Liu, L. and T. E. Bates. 1990. Evaluation of soil extractants for the prediction of plant available potassium in Ontario soils. Can. J. Soil Sci. 70: 607-615.
17. McKeague, J. 1978. Manual on Soil Sampling and Methods of Analysis. Can. Soc. Soil Sci. Ottawa, Ont.
18. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15(12): 1409-1416.
19. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 574-577. *In*: A. L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2., Agron. Monogr. 9, ASA, Madison, WI.
20. Parker, D. R., G. J. Hendricks and D. L. Sparks. 1989. Potassium in Atlantic coastal plain soils. II. Crop response and changes in soil potassium under intensive management. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 397-401.
21. Rehm, G. W., R. C. Sorensen and R. A. Wiese. 1984. Soil test values for phosphorus, potassium, and zinc as affected by rate applied to corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 814-818.
22. Richards, J. E. and T. E. Bates. 1989. Studies on the potassium-supplying capacities of southern Ontario soils. III. Measurement of available K. Can. J. Soil Sci. 69: 597-610.
23. Salomon, E. 1998. Extraction of soil potassium with 0.01 M calcium chloride compared to official Swedish methods. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29(19-20): 2841-2854.
24. Simonis, A. D. and H. B. Setatou. 1996. Assessment of available phosphorus and potassium in soils by the calcium chloride extractions method. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27(3-4): 685-694

25. Thomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. PP. 159-165. *In*: A. L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2., Agron. Monogr. 9, ASA, Madison, WI.

26. Van Diest, A., H. Horakova and V. J. G. Houba. 1993. Towards unity and clarity in European soil testing. Potash Rev. Subj. 4. No. 1.

27. Wentworth, S. A. and N. Rossi. 1972. Release of potassium from layer silicates by plant growth and by NaTpB extraction. Soil Sci. 113: 410-416.