

غلظت بحرانی فسفر در خاک‌های شالیزاری استان گیلان

میترا کریمی امیر کیاسر^{*1}، مسعود کاووسی²، حسن شکری واحد³

تاریخ دریافت: 90/07/16 تاریخ پذیرش: 91/07/01

¹ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی - خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

^{2,3} به ترتیب استادیار پژوهشی و مربی پژوهشی بخش خاک، موسسه تحقیقات برنج کشور (گیلان)

* مسئول مکاتبه: E-mail: mitra_karimi60@yahoo.com

چکیده

تعیین غلظت بحرانی فسفر در خاک‌های شالیزاری به دلایل متعدد اقتصادی و زیستی حائز اهمیت می‌باشد. این تحقیق با هدف تعیین غلظت بحرانی فسفر در خاک‌های شالیزاری استان گیلان (تحت کشت برنج رقم هاشمی) اجرا گردید و از 6 روش عصاره‌گیری مختلف شامل اولسن، مورگان، سلطانیپور، کول ول، بری و مهلیخ 3 استفاده شد. از میان 100 مزرعه‌ای که خاک آنها تجزیه گردید، 27 مزرعه به گونه‌ای انتخاب شدند که ویژگی‌های خاکی مؤثر بر فسفر قابل جذب گیاه (مواد آلی، pH و فسفر قابل استخراج) بیشترین دامنه تغییرات را داشته باشند. در مزارع انتخابی، کود سوپر فسفات تریپل در مقادیر صفر و 120 کیلوگرم در هکتار اضافه و غلظت بحرانی فسفر برای عصاره‌گیرهایی که همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه برنج نشان دادند با استفاده از روش تصویری کیت - نلسون محاسبه گردید. این غلظت برای روش‌های کول ول 35، اولسن 16، سلطانیپور 3 و مورگان 4/5 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. با توجه به همبستگی خوب روش عصاره‌گیری اولسن با عملکرد نسبی دانه، همچنین نیاز به زمان کمتر و ارزان بودن، این روش به عنوان روش مناسب برای عصاره‌گیری فسفر قابل جذب و توصیه مصرف کودهای فسفاتی در شالیزارهای منطقه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنج، سطح بحرانی، فسفر، عصاره‌گیر

Phosphorus Critical Concentration in Paddy Soils of Guilan Province

M karimi Amirkiasar^{*1}, M Kvoosi², H Shokri Vahed²

Received: 8 October 2011 Accepted: 22 September 2012

¹Former MSc Student, Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Islamic Azad Univ., Karaj, Iran.

²Assist. Prof., and Research Educator, Dept. of Soil Sci., Iran Rice Research Institution (Guilan)

* Corresponding Author E-mail: mitra_karimi60@yahoo.com

Abstract

Measurement of the critical level of phosphorus due to several economical and biological reasons is of great importance in paddy fields. The present research was done for determining the critical level of phosphorus in the paddy fields cultivated by rice cv. Hashemi using 6 extraction methods including Olsen, Morgan, Soltanpoor, Colwell, Bray and Mehlich 3. In this project, among 100 paddy fields evaluated for their soils, 27 fields were chosen based on the maximum range of variation in their pH, organic matters and extractable phosphorus. In the selected fields we did two fertilizer treatments of 0 and 120 kg of triple super phosphate per hectare, and then the critical level of phosphorus in the extraction having the best correlation with the rice yield was measured via the visual method of Cate- Nelson. By this approach the critical level of phosphorus for Colwell, Olsen, Soltanpoor and Morgan extraction methods were 35, 16, 3 and 4.5 mg/kg, respectively. With respect to the presence of a good relationship between Olsen extraction method and relative rice yield, also owing to the cost- effectiveness and time- saving feature of this technique we strongly recommend this approach as a suitable way to extract the absorbable phosphorus, and the use of the phosphate fertilizers is suggested in the paddy fields of Guilan province.

Key words: Critical level, Extractants, Phosphorus, Rice

مقدمه

می‌یابد (گیلفورد و همکاران 1970). مقدار برداشت فسفر از خاک توسط گیاه کم بوده و برنج با عملکرد 8 تن دانه و کاه در هکتار، 22 کیلوگرم فسفر در هکتار از خاک برداشت می‌کند (لاگرید و همکاران 1999). به دلیل حلالیت بسیار کم ترکیبات حاوی فسفر در خاک و تمایل واکنش‌های تعادلی آن به سمت فاز جامد، میزان فسفر در محلول خاک بسیار اندک است و به موازات جذب فسفر توسط ریشه گیاه، باید توسط منابع قابل دسترس در فاز محلول جایگزین گردد (هالفورد 1980). بسیاری

افزایش جمعیت و افزایش تقاضای سرانه برای محصولات کشاورزی به خصوص برنج و عدم امکان افزایش قابل توجه سطح زیر کشت برنج، استفاده از کودهای شیمیایی را جهت ترمیم توان ذاتی خاک برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه ضروری می‌سازد. فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری گیاه بوده و در خاک‌هایی که فسفر قابل استفاده آنها پایین است، خاصیت انباری و مقاومت در مقابل سرما کاهش

مناسب عصاره‌گیری است که بتواند فعالیت ریشه را شبیه‌سازی کند. علاوه بر خود عصاره‌گیر، چگونگی عصاره‌گیری نیز حائز اهمیت می‌باشد. نسبت خاک به محلول، زمان عصاره‌گیری، سرعت تکان دادن برخی از فاکتورهای مؤثر در این مرحله می‌باشند (مانتر 1988). روش اولسن رایج‌ترین روش عصاره‌گیری فسفر در جهان می‌باشد. این روش در دامنه گسترده‌ای از خاک‌ها جهت پیش‌بینی قابلیت استفاده فسفر برای گیاه مناسب بوده است. روش اولسن در مقایسه با سایر روش‌ها به ظرفیت بافری خاک حساسیت بیشتری دارد (منون و همکاران 1990). روش بری و کورتز عمدتاً در خاک‌های معمولی غیرآهکی و غیرقلیایی جهت عصاره‌گیری شکل‌های مختلف فسفر قابل استخراج مثل فسفات‌های کلسیم، فسفات‌های آلومینیم و آهن در محیط اسیدی استفاده می‌گردد (بری و کورتز 1945). روش مهلیخ 3 یک عصاره‌گیر چند منظوره است و در بخش‌های وسیعی از خاک اعم از اسیدی و بازی به کار می‌رود. در این روش فسفر به وسیله واکنش با اسید استیک و ترکیبات فلئور نیز استخراج می‌شود. اسیدیته عصاره‌گیر در این روش به مقدار کمتری توسط کربنات‌های خاک خنثی می‌شود (پیرزینسکی 2000). روش سلطانپور نیز یک عصاره‌گیر چند منظوره است. این روش همبستگی خوبی با شاخص‌های گیاهی در مقادیر کم و زیاد کربنات کلسیم دارد (نیسی و گراوا 1988). روش کول ول مشابه روش اولسن است ولی مدت تماس محلول بی کربنات سدیم از نیم ساعت به 16 ساعت افزایش می‌یابد که این امر سبب افزایش توانایی عصاره‌گیر در استخراج فسفر قابل استفاده خاک می‌گردد. روش مورگان برای خاک‌هایی که دارای مقدار قابل توجهی فسفات کلسیم هستند مناسب است اما در خاک‌هایی که فسفات کلسیم نسبتاً کم است و فسفات آهن و آلومینیم منبع فسفر قابل استفاده به حساب می‌آیند روش اولسن ارجح‌تر می‌باشد (پیرزینسکی 2000). مقدار فسفر کل خاک، ضرورتاً بیانگر قابلیت

از خاک‌های زراعی در ایران بر اثر مصرف کودهای فسفوری طی سال‌های گذشته دارای مقادیر بالایی از فسفر قابل جذب می‌باشند (کریمیان 1377). برای مثال نتایج بررسی‌ها در منطقه همدان نشان می‌دهد که فسفر قابل جذب (عصاره‌گیری شده با روش اولسن) در 70 درصد از خاک‌های زراعی بیش از 20 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد (جلالی و کلاه‌چی 1377). جذب فسفر در خاک در مراحل اولیه سریع بوده و سپس جذب کند شده و فسفر در این مرحله به صورت فسفات‌های معدنی (با قابلیت جذب کم برای گیاه) رسوب می‌نماید. با گذشت زمان فسفر مصرفی یا به داخل کانی پخشیده می‌شود و یا بر روی مکان‌های جذبی باقی مانده ولی با قدرت زیاد پیوند شده و یا به صورت ترکیبات با حلالیت کم رسوب می‌کند در نتیجه فسفر قابل استخراج با عصاره‌گیر کاهش می‌یابد (جاوید و روول 2002، سوی و تامپسون 2000). درجه جذب فسفر علاوه بر فاکتورهای محیطی، ویژگی‌های خاک به میزان کود مصرفی بستگی دارد. فسفر در خاک‌های قلیایی بوسیله کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی بوسیله آهن و آلومینیم تثبیت و غیرقابل جذب می‌گردد (کاور و باربر 1988). استخراج و اندازه‌گیری دقیق مقادیری که گیاه جذب می‌کند امکان‌پذیر نیست اما می‌توان به روش‌های مختلف اجزایی از فسفر خاک را استخراج نمود که با فسفر جذب شده به وسیله گیاه همبستگی مناسبی داشته باشد. مناسب‌ترین روش آزمایشگاهی برای یافتن فسفر قابل جذب روشی است که بتواند مقداری از فسفر، متناسب با مقداری که گیاه قادر است استخراج کند را از خاک خارج نماید و نیز نتیجه آن برای تمام خاک‌های مشابه یکسان باشد (پراساد و پاور 1997). محلول‌های عصاره‌گیری چندی، برای عصاره‌گیری عناصر از خاک‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند که برخی از آنها به علت عدم همبستگی مقادیر عصاره‌گیری شده با عملکرد گیاه امروزه قابل استفاده نمی‌باشند (دانک و اولسن 1990). یک عصاره‌گیر

خاک‌هایی که احتمال پاسخ گیاه به کود در آنها زیاد است 2- خاک‌هایی که احتمال پاسخ گیاه به افزودن کود کم است. غلظت بحرانی فسفر می‌تواند بسته به شرایط آزمایشگاهی، سن فیزیولوژیکی، بافت گیاهی، نوع گیاه و ویژگیهای خاک و مدیریت کاشت و داشت گیاه متفاوت باشد (سیمیار و تران 1993). در تحقیق انجام شده توسط ساراوات و همکاران (2000) غلظت بحرانی فسفر به روش کیت- نلسون برای عصاره‌گیر بری و در گیاه برنج از 12/5 تا 15 میلی گرم در کیلوگرم فسفر در خاک متغیر اعلام شد. سیمیار و همکاران (1993) نیز غلظت بحرانی فسفر را برای عصاره‌گیرهای آب، اولسن، بری و مهلیخ 3 به ترتیب 2/5، 18، 67 و 57 میلی-گرم در کیلوگرم برای گیاه ذرت تعیین نمودند. این تحقیق با هدف تعیین غلظت بحرانی فسفر در برخی اراضی شالیزاری استان گیلان به اجرا در آمده است.

مواد و روش‌ها

قبل از شروع فصل زراعی با در نظر گرفتن توزیع مناسب در سطح استان، نمونه‌برداری مرکب از عمق 0-30 سانتی‌متری تعداد 100 مزرعه در نقاط مختلف استان گیلان انجام گرفت. سپس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله pH در خمیر اشباع خاک (مکلین 1982)، درصد کربن آلی به-روش والکی- بلاک (نلسون و سامرز 1990)، میزان نیتروژن به‌روش کج‌دال (چاپمن و پرات 1982)، فسفر به‌روش اولسن (اولسن و همکاران 1954) و پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیم مولار خنثی (چاپمن و پرات 1982) و درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری (گی و بادر 1986) تعیین گردید. با توجه به نتایج تجزیه خاک، 27 مزرعه جهت آزمایش به‌صورتی انتخاب شدند که تا حد امکان ویژگی‌های خاک‌ها، خصوصاً مقدار فسفر قابل استخراج آنها با یکدیگر متفاوت و دامنه بیشتری داشته باشند. عصاره‌گیری از نمونه‌های خاک برای استخراج فسفر قابل جذب گیاه با

استفاده فسفر برای گیاه نیست. لذا یافتن عصاره‌گیرهای مناسب برای تخمین فسفر قابل استفاده گیاه در خاک در جهت استفاده بهینه از کود حائز اهمیت می‌باشد. به منظور ارائه توصیه کودی مناسب برای هر عنصر غذایی از جمله فسفر، انجام برنامه آزمون خاک امری ضروری است. آزمون خاک عبارت است از آزمایشهای شیمیایی به منظور ارزیابی قابلیت استفاده عناصر ضروری گیاه در خاک و تعیین مقدار کود لازم برای دستیابی به عملکرد بهینه. در برنامه آزمون خاک برای یک عنصر غذایی، انتخاب عصاره‌گیر مناسب از اولویت ویژه ای برخوردار است. به طور کلی برنامه‌های آزمون خاک برای هر عنصر شامل چهار مرحله می‌باشد (جونز 1988): 1- تعیین تعدادی عصاره‌گیر 2- تعیین رابطه میزان عنصر استخراج شده با میزان جذب شده توسط گیاه (همبستگی) و انتخاب مناسب ترین عصاره‌گیر 3- کالیبراسیون میزان عنصر استخراج شده توسط عصاره‌گیر انتخاب شده با برخی خصوصیات گیاهان که عموماً عملکرد و یا محصول قابل عرضه به بازار می‌باشد 4- تفسیر نتایج و فرموله کردن توصیه های کودی بر اساس میزان عنصر عصاره‌گیری شده و عملکرد مورد نیاز. غلظت بحرانی یک عنصر در خاک مقداری از آن عنصر در خاک است که دقیق‌ترین تفکیک را بین خاکهایی که پاسخ مثبت نسبت به مصرف کود حاوی آن عنصر نشان داده و به طور معنی‌داری عملکرد گیاه در آنها افزایش می‌یابد و خاک‌هایی که این پاسخ را نشان نمی‌دهند، امکانپذیر می‌سازد (بلاک 1993). برای تعیین غلظت بحرانی یک عنصر در خاک باید خاک‌هایی با مقادیر متفاوت فسفر در خاک‌های مورد مطالعه وجود داشته باشد و بین غلظت فسفر عصاره‌گیری شده در خاک و عملکرد نسبی نیز رابطه وجود داشته باشد (ماسکاگنی و کوکس 1985). غلظت بحرانی یک عنصر در خاک را می‌توان از روش تصویری کیت- نلسون (1971) بدست آورد. استفاده از این روش خاک‌ها را به دو گروه دسته‌بندی می‌کند: 1-

روش تصویری کیت - نلسون برای 90 درصد عملکرد نسبی تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شده روی نمونه‌های خاک مورد مطالعه در این تحقیق در جدول 1 و اسامی عصاره‌گیرها همراه با دامنه تغییرات مقادیر فسفر عصاره‌گیری شده از نمونه‌های خاک در جدول 2 نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار فسفر توسط روش مهلیخ 3 استخراج شد که این امر را می‌توان به ماهیت اسیدی آن ربط داد که این عصاره‌گیر را قادر به استخراج مقداری از فسفر غیرمتحرک و حتی ساختاری کانی‌ها می‌سازد. عصاره‌گیر کول ول نیز به علت مدت زمان زیادی که با خاک در تماس می‌باشد، مقدار فسفر زیادی را استخراج می‌کند. کمترین فسفر عصاره‌گیری شده مربوط به روش سلطانیور بود که عموماً فسفر محلول را از خاک استخراج می‌کند. براساس داده‌های موجود در جدول 2 فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای مذکور به این ترتیب کاهش می‌یابد: سلطانیور > مورگان > بری > اولسن > کول ول > مهلیخ 3. علت متفاوت بودن مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش‌های مختلف عصاره‌گیری، مکانیزمهای متفاوت عصاره‌گیرها در استخراج اشکال مختلف فسفر می‌باشد (سینگ و همکاران 1996). تفاوت در مدت زمان عصاره‌گیری و نسبت خاک به محلول عصاره‌گیر نیز در مقدار فسفر عصاره‌گیری شده تأثیر دارد (سلطان پور و شوآب 1977). با توجه به نتایج بدست آمده مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش اولسن نصف مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با روش کول ول می‌باشد به عبارتی بر اثر افزایش زمان عصاره‌گیری با بی کربنات سدیم از نیم ساعت به 16 ساعت، توانایی عصاره‌گیر دو برابر شده و تقریباً تمام فسفر قابل استخراج را از خاک خارج می‌سازد و می‌تواند معیار دقیقی از فاکتور

روشهای زیر صورت گرفت: الف - روش اولسن شامل عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم 0/5 مولار در pH=8/5 بر روی 2/5 گرم خاک با نسبت 1:20 و نیم ساعت تکان دادن (اولسن و همکاران 1954)، ب - روش مورگان شامل عصاره‌گیری با اسید استیک 0/52 مولار و استات سدیم 0/72 مولار در pH=4/8 بر روی 10 گرم خاک با نسبت 1:5 و نیم ساعت تکان دادن (مورگان 1937)، ج - روش سلطانیور شامل عصاره‌گیری با بی‌کربنات آمونیم 1 مولار و دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید 0/005 مولار در pH=7/6 بر روی 10 گرم خاک با نسبت 1:2 (سلطانیور و شوآب 1977)، د - روش کولول شامل عصاره‌گیری با بی‌کربنات آمونیم 0/5 مولار در pH=8/5 بر روی 2/5 گرم خاک با نسبت 1:20 با 16 ساعت تکان دادن (کول ول 1963)، ح - روش بری و کورتز شامل عصاره‌گیری با اسید کلریدریک 0/025 مولار و فلورید آمونیم 0/03 مولار در pH=3/5 بر روی 2 گرم خاک با نسبت 1:7 و یک دقیقه تکان دادن (بری و کورتز 1945)، و - روش مهلیخ 3 شامل عصاره‌گیری با اسید استیک 0/2 نرمال + نیترات آمونیم 0/25 مولار + فلورید آمونیم 0/015 نرمال + اسید نیتریک 0/13 نرمال + ای دی تی آ 0/001 مولار بر روی 2/5 گرم خاک با نسبت 1:10 با 5 دقیقه تکان دادن (مهلیخ 1984). پس از انتخاب مزارع قطعات آزمایشی به ابعاد 4×5 متر مربع کرت‌بندی شده و با اعمال دو تیمار کودی از منبع سوپر فسفات تریپل به مقدار صفر و 120 کیلوگرم گیاه برنج رقم هاشمی در 27 مزرعه در مناطق مختلف استان گیلان اقدام به کشت گردید. در پایان آزمایش و پس از برداشت بوته‌ها عملکرد نسبی گیاه تعیین گردید. به منظور بررسی ارتباط بین فسفر استخراج شده با روشهای مختلف عصاره‌گیری با عملکرد نسبی، ضرایب همبستگی و معنی‌دار بودن آنها با استفاده از نرم افزار SPSS تعیین شد سپس غلظت بحرانی فسفر با استفاده از عصاره‌گیرهایی که بالاترین همبستگی را با عملکرد نسبی نشان دادند با استفاده از

گیاهی در شرایط هوازى و بی‌هوازى نشان می‌دهد (مفتون و همکاران 2003).

تعیین غلظت بحرانی فسفر با روش‌های مختلف عصاره گیری در خاک‌های مورد مطالعه

شکل‌های 1 تا 4 سطوح بحرانی فسفر را برای 90 درصد عملکرد نسبی گیاه برنج با روش ترسیمی کیت - نلسون (نلسون و سامرز 1990، کیت و نلسون 1971) و برای عصاره‌گیرهایی که بالاترین همبستگی را با عملکرد نسبی داشته‌اند، نشان می‌دهد. اگر عملکرد نسبی در برابر مقدار فسفر استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف رسم گردد، مشاهده می‌شود که در بیشتر خاک‌هایی که فسفر عصاره‌گیری شده کمتر است، عملکرد نسبی پایین می‌باشد و در بیشتر خاک‌هایی که فسفر عصاره‌گیری شده زیاد است، عملکرد نسبی بالا می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که سطح بحرانی فسفر با روش اولسن، کول ول، مورگان و سلطانپور به ترتیب 16، 35، 4/5 و 3 میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد. مقایسه این اعداد با نتایج بدست آمده از جدول 2 نشان می‌دهد که عصاره‌گیرهایی که فسفر بیشتری از خاک استخراج نموده‌اند سطح بحرانی بالاتری را دارا بوده و عصاره‌گیرهایی که فسفر سهل الوصول گیاه را استخراج می‌نمایند، میزان فسفر استخراجی آنها کم و سطح بحرانی آنها پایین‌تر از عصاره‌گیرهای دیگر می‌باشد. بنابراین عصاره‌گیرهای سلطانپور و مورگان مقدار فسفر کمتری را استخراج کرده و سطح بحرانی آنها کمتر از عصاره‌گیرهای دیگر است و عصاره‌گیرهای کول ول و اولسن مقدار فسفر بیشتری را عصاره‌گیری کرده و دارای غلظت بحرانی بالاتری می‌باشند. بررسی‌های انجام گرفته توسط پیرزینسکی (2000) نشان می‌دهد که مقادیر بحرانی فسفر توسط روش اولسن کمتر از روشهای بری و کورتز و مهلیخ 3 می‌باشد زیرا این روش فسفر کمتری را نسبت به عصاره‌گیرهای اسیدی آزاد می‌کند. گوئرا و

کمیت باشد (دالال و هالسورت 1976). روش مورگان برای خاک‌هایی که دارای مقدار قابل توجهی فسفات کلسیم هستند مناسب است و به علت دارا بودن ظرفیت بافری زیاد مناسب‌تر از روش‌های اولسن و بری در تخمین مقدار فسفر قابل استفاده در خاک‌های آهکی می‌باشد (سن گوپتا و کورنفلد 1962). روش سلطانپور نیز مقدار کمی از فسفر را استخراج می‌نماید که علت اصلی آن ممکن است مربوط به کوتاهی زمان عصاره‌گیری باشد. ضرایب همبستگی (r) مربوط به فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف عصاره‌گیری و عملکرد نسبی گیاه در جدول 3 آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، ضرایب همبستگی میان عملکرد نسبی با مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط اکثر عصاره‌گیرها بالا نبود که احتمالاً دلیل آن وجود شرایط محدودکننده ای در خاک‌ها غیر از عامل فسفر و همچنین تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و پراکنندگی مقادیر اجزای مختلف فسفر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد نسبی با فسفر استخراج شده به وسیله روشهای کول ول، اولسن، سلطان پور و مورگان همبستگی معنی‌داری دارد. عبارتی عصاره‌گیرهایی که با فسفر غیرتبادلی در ارتباط هستند و بخشی از آن را استخراج می‌کنند (بری و مهلیخ 3) همبستگی ضعیف‌تری را با عملکرد نسبی نشان می‌دهند. بنابراین عصاره‌گیرهای مذکور نمایه مناسبی از فسفر قابل دسترس واقعی نبوده و قابل توصیه نمی‌باشد. در حالی که روشهای کول ول، اولسن، سلطان پور و مورگان که تمام یا بخشی از فسفر قابل دسترس را عصاره‌گیری می‌کنند دارای همبستگی بالاتری می‌باشند. سمیعی و همکاران (1987) و لاکسمیناریانا (2003) میان فسفر استخراج شده با روش اولسن و عملکرد نسبی گیاه برنج همبستگی معنی‌داری را گزارش نمودند. علاوه بر این عصاره‌گیری فسفر به روش اولسن همبستگی خوبی را با پاسخ‌های

همکاران (1995) غلظت بحرانی فسفر برای گیاه برنج را برای
عصاره‌گیر اولسن 14 میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش
نمودند.

همکاران (1989) غلظت بحرانی فسفر را توسط
عصاره‌گیرهای اولسن و بری 2 برای گیاه برنج 6/90 و
11/92 میلی‌گرم بر کیلوگرم و رحمان و همکاران

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره	کربن آلی	EC (dS/m)	pH	نیترژن	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	رس %	شن %	کلاس بافت خاک
1	3/03	1/07	6/73	0/331	18/8	137	34	17	SiCL
2	1/15	1/62	7/41	0/169	27/8	161	34	15	SiCL
3	1/52	1/62	6/23	0/180	19/8	92	28	21	CL
4	1/44	1/04	6/82	0/153	16	58	30	25	CL
5	2/26	1/04	7/18	0/256	10/9	137	44	17	C
6	4/55	1/70	6/98	0/477	11/1	137	50	13	C
7	1/52	1/04	7/43	0/182	6/5	104	28	31	CL
8	2/26	1/92	7/27	0/245	25/3	259	36	23	CL
9	2/70	1/78	6/74	0/280	13/8	128	78	17	SiCL
10	2/48	1/85	7	0/266	15/8	205	42	17	SiCL
11	3/92	2/15	6/86	0/411	28/6	264	46	21	C
12	2/37	2/52	6/97	0/288	22/3	210	28	23	CL
13	4/51	2/74	7/13	0/455	25/2	280	34	19	SiCL
14	2/04	1/70	7/15	0/260	36/2	210	36	17	SiCL
15	3/92	2/07	6/38	0/420	45/1	176	36	23	CL
16	1/48	1/48	6/76	0/178	22/6	119	24	35	L
17	1/41	0/85	7/20	0/167	23/8	295	38	21	CL
18	2/15	0/71	7/31	0/245	22/5	133	12	27	SiCL
19	2/48	0/81	6/24	0/256	15/1	156	38	15	SiCL
20	2	0/96	6/67	0/225	16/7	119	32	25	CL
21	5/28	1/26	6/68	0/457	17/8	142	38	23	CL
22	1/92	0/89	6/67	0/199	15/8	161	48	11	SiCL
23	1/67	0/81	7/32	0/162	14/2	119	30	20	CL
24	3/85	1/33	6/74	0/377	48/5	256	48	20	C
25	2/01	1/58	7/04	0/170	11/4	163	48	10	SiCL
26	1/53	1/58	7/24	0/117	12	272	48	10	SiCL
27	2/14	1/58	7/42	0/152	13/5	286	48	10	SiCL

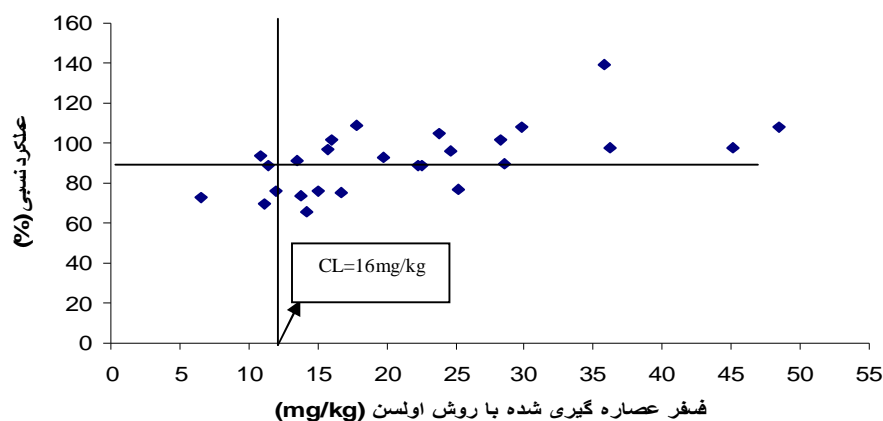
جدول 2- میانگین فسفر عصاره گیری شده با روشهای مختلف

میانگین	حداکثر	حداقل	عصاره گیر
21/63	48/5	6/5	اولسن
4/8	15	1/3	مورگان
2/94	6/8	1	سلطانپور
37/32	87/9	14/3	کول ول
5/18	18/4	0/2	بری
67/65	260	5	مهلیخ ³

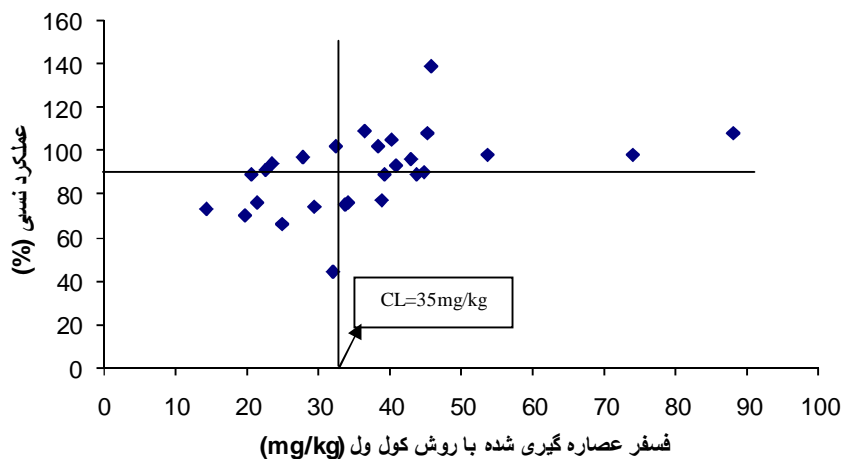
جدول 3- رابطه فسفر استخراج شده با عصاره گیرهای مختلف و عملکرد نسبی دانه برنج

r	معادله	روش عصاره گیری
0/54 ^{**}	$Y = 0/937x + 69/656$	اولسن
0/41 [*]	$Y = 1/9835x + 80/405$	مورگان
0/51 ^{**}	$Y = 5/1598x + 74/733$	سلطانپور
0/56 ^{**}	$Y = 0/5287x + 70/193$	کول ول
0/32 ^{ns}	$Y = 1/1427x + 84/00$	بری
0/22 ^{ns}	$Y = 0/0552x + 86/195$	مهلیخ ³

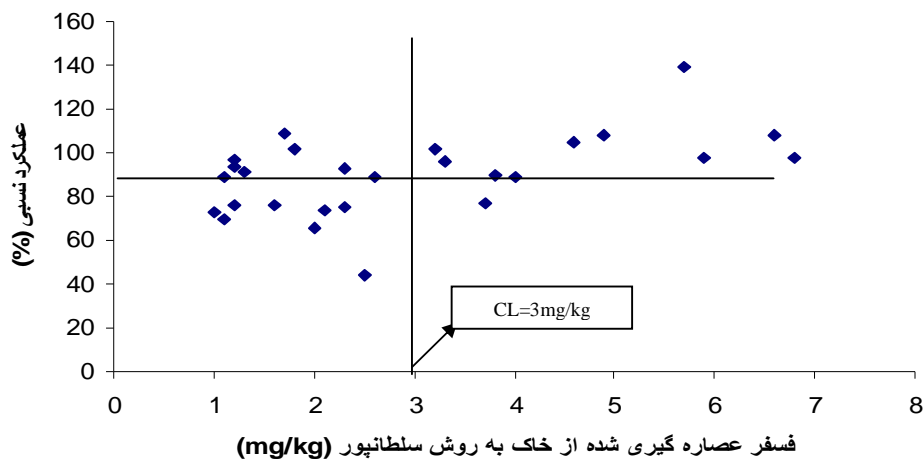
* معنی دار در سطح احتمال 5 درصد ** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد ^{ns} غیر معنی دار



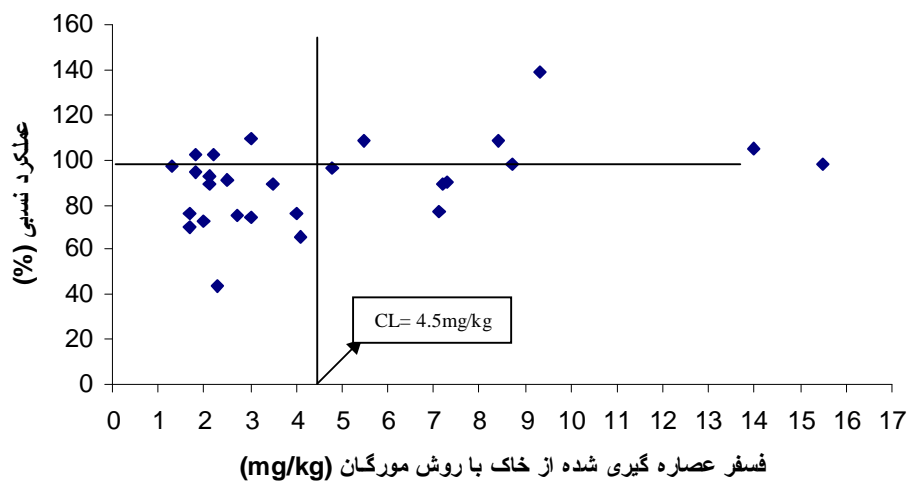
شکل 1- غلظت بحرانی فسفر عصاره گیری شده با روش اولسن



شکل 2- غلظت بحرانی فسفر عصاره گیری شده با روش کول ول



شکل 3- غلظت بحرانی فسفر عصاره گیری شده با روش سلطانیپور



شکل 4- غلظت بحرانی فسفر عصاره گیری شده با روش مورگان

نتیجه‌گیری کلی

خاک‌های با فسفر پایین‌تر بایستی بر اساس آزمون خاک کود فسفره را استفاده نمود. البته به نظر می‌رسد که نمونه‌های خاک انتخابی دارای فسفر زیاد هستند (تعداد کمی از خاک‌ها دارای فسفر کمتر از 16 می‌باشند). این امر می‌تواند باعث پایین بودن ضرایب همبستگی و یا بالا بودن غلظت بحرانی محاسبه شده، بشود.

بنابراین اگر با توجه به سرعت عصاره‌گیری، اقتصادی بودن و ارتباط قابل قبول با عملکرد نسبی گیاه برنج روش اولسن را به‌عنوان روش عصاره‌گیری مناسب انتخاب شود، سطح بحرانی فسفر با این روش 16 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خواهد بود. بنابراین خاک‌هایی که دارای مقادیر فسفر بیشتر از سطح بحرانی هستند نیازی به مصرف کود فسفاتی ندارند و در

منابع مورد استفاده

- کریمیان ن ع، 1377. پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفوری. مجله خاک و آب. جلد 12. شماره 4. صفحات 14-25.
- جلالی م و کلاه چی ز، 1380. بررسی وضعیت فسفر قابل جذب و تاثیر کود فسفوری بر قابلیت جذب فسفر در خاکهای همدان. صفحه 38-32. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. شهریور ماه، شهرکرد.
- Ahmad N and Jones RL, 1988. Forms of occurrence of inorganic phosphorus and its chemical availability in the limestone soil of Barbados. *Soil Science* 31: 184-188.
- Black CA, 1993. *Soil Fertility Evaluation and Control*. Lewis. Pub. Kansas State University USA.
- Bray RH and Kurtz LT, 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- Cate RB and Nelson LA, 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Science* 35: 658-660.
- Chapman H D and Pratt PE, 1982. *Methods of Analysis for Soil Plants and Waters*, University of California publ. No. 4034. Berkely, California.
- Colwell JD, 1963. The estimation of the phosphorous fertilizer requirements of wheat in southern new south wales by analysis. *Australia. Journal of Agriculture and Animal Husbandry* 3: 190-198.
- Dahnke WC and Olsen RA, 1990. Soil test correlation, calibration, and recommendation. *Soil Science* 24: 45-68.
- Dalal RC and Hallsworth EG, 1976. Evaluation of the parameters of soil phosphorus availability factors in predicting yield response and phosphorus uptake. *Soil Science Society of America Journal* 40: 541-546.
- Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle size analysis., Pp. 383-411. In: Klute, A. (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Guerra AL, Mndoza RC and Beltran R, 1989. Phosphorous and the establishment of critical levels for rice in a ferralitic soil of Camagury Province. *Ciencia Tecnica en la Agricultura* 12: 67-73.
- Guilford DE, Chandler WV and Bryan OC, 1970. Effect of phosphorus applications to Lakeland sands on pineapple arrange yields, available soil phosphorous, and leaf phosphorous. *Soil Science of America* 2: 26-29.
- Halford ICR, 1980. Greenhouse evaluation of four phosphorous Soil tests in relation to phosphate buffering and labile phosphate in soils. *Soil Science Society of America Journal* 44: 555-559.
- Javid S and Rowell DL, 2002. A laboratory study of the effect of time and temperature on the decline in Olsen P following phosphate addition to calcareous soils. *Soil Use Mang* 18: 127-134.

- Kover JL and Barber SA, 1988. Phosphorous supply characteristics of 33 soils as influenced by seven rates of phosphorous adition. *Soil Science Society of America Journal*. 52: 160-165.
- Laegreid M, Bockman OC and Kaarstad O, 1999. *Agriculture, Fertilizer, and the Environment*. Norsk hydro ASA. CABI Publishing, Porsgrunn, Norway.
- Laxminarayana K, 2003. Determination of available phosphorus by iron oxid impregnated filter paper soil test for Rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 73: 684-687.
- Maftoun M, Hakimzadeh Ardekani MA, Karimian N and Ronaghi MA, 2003. Evaluation of phosphorous availability for paddy rice using eight chemicalsoil tests under oxidized and reduced conditions. *Communications in Soil Science Plant Analysis* 34: 2115-2129.
- Mascagni HJ and Cox FR, 1985. Calibration of a managanese availability index for soybean soil test data. *Soil Science Society of Ameraca Journal* 49: 382-386.
- Mclean EO, 1982. Soil pH and lime requirement. Pp. 1151-1165. In: miller RH and Keeney DR (eds). *Methods of Soil Analysis. Part2. Chemical and microbial properties*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Mehlich A, 1984. Mehlich 3 soil test extractent: A modification of Mehlich 2 extractent. *Communications Soil Science and Plant Analysis* 15: 1409-1416.
- Menon RG, Chien SH and Hammound LL, 1990. Development and evaluation of the Pi soil test for plant- available phosphorous. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21: 1131-1150.
- Morgan MF, 1937. *The Universal Soils Test System-Uni*. Connecticut Agricultural Exepriment Sattion. Wiley, New york.
- Munter RC, 1988. Laboratory factors affecting the extractability of nutrients. Pp. 115-134. In Dahnke WC (ed). *Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Center Region*. Soil Science Society of America, Madison,WI.
- Nelson LA and Sommers LE, 1990. Total carbon, organic carbon, and organic matter., Pp. 539-579. In: Martell AE and Smith RN (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS and Dean CA. 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Soil Science Society of America* 21: 144- 149.
- Pierzynski GM, 2000. *Methods of phosphorus analysis for soils. Sediments, residuals, and water*. Kansas state university.Southern cooperative series buletine No. 396: 1073-1081.
- Prasad R and Power SF, 1997. *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*. CRP. Press. Pp. 293-312. Wiley, New York.
- Rahman GK, Jahiruddin M And Haque MQ, 1995. Effect of soil properties on the extraction of phosphorous and its critical limit for rice. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 43 ; 67-71.
- Samiei A and Bhajan S, 1987. Evaluation of air-dry and submerged soil samples for measuring critical available phosphorous levels in alkanin wetland rice soils. *Soil Science* 35: 58-62.
- Sen Gupta TM and cornfield AH, 1962. Phosphorous in calcareous soils. III. Available phosphorous in calcareous soils as measured by five chemical methods and phosphate uptake rye grass in a pot test. *Journal of Science Food Agrie* 14: 567-567.
- Sarawat KL, Jones MP, Diatta S. 1997. Extractable phosphorous and rice yield an Ultisol of the humid forest zone in west Africa. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 27: 281-294.
- Simard RR and Tran TS, 1993. Evaluation plant- available phosphorous with- the electro-ultrafiltration technique. *Soil Science Society of America Journal* 57: 404-409.
- Singh B, Arora BR and Sharma KN, 1996. Evaluation of Pi soil test for extraction of available phosphprus in soils for maiz. *Indian Society Soil Science Journal* 44: 165-167.

- Soltanoour PN and Schwab AP, 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro and micro nutrients in alkaline soils. *Communication in Soil Science Plant Analysis* 8: 195-207.
- Sui Y and Thompson ML, 2000. Phosphorus sorption, desorption, and buffering capacity in Molisol. *Soil Science Society of America Journal* 64: 164-169.