ارزیابی گلخانه‌ای و آزمایشگاهی چند عصاره‌گیر جهت تعیین فسفر قابل استفاده ذرت در بعضی از خاکهای آهکی استان فارس

علی‌مراد قنبری، منوچهر مفتون و نجف علی کریمیان*

چکیده

عصاره‌گیرهای متعددی جهت ارزیابی فسفر قابل استفادهٔ گیاه در خاکهای مختلف پیشنهاد شده است. در حال حاضر در خاکهای آهکی ایران بیشتر از روش اولسن استفاده می‌شود. اما دربارهٔ مقایسهٔ این روش با سایر روشها مطالعهٔ زیادی صورت نگرفته است. این تحقیق به منظور به دست‌آوردن چنین اطلاعاتی انجام شد. غلظت فسفر در ۳۹ نمونه از خاکهای آهکی استان فارس با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی متفاوت، توسط نه عصاره‌گیر اندازه‌گیری شد. ۲۰ نمونه از این خاکها در یک آزمایش گلخانه‌ای با ذرت شامل چهار سطح فسفر (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیگرم فسفر در کیلوگرم خاک) نیز به کار رفت.

نتایج به دست‌آمده نشان داد که فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای نه‌گانه به ترتیب زیر کاهش می‌یابد:

رزین > کول ول > مورگان > اولسن > بری ۱:۵۰ > سلطانپور و شواب > ای دی تی ا > بری ۱:۷ > آب. مقدار فسفر استخراجی با کلیهٔ روشها، به جز بری، دارای همبستگی معنی‌داری می‌باشند، در حالی که روشهای رزین، کول‌ول، اولسن و آب دارای ضریب همبستگی بزرگ‌تری نسبت به بقیهٔ روشها بودند. تجزیهٔ رگرسیون نشان داد که فسفر اندازه‌گیری شده با کلیهٔ روشها، به جز بری، تحت تأثیر مادهٔ آلی و روی بومی خاک می‌باشد. فسفر استخراج شده با روش اخیر، با افزایش کربنات کلسیم معادل خاک کاهش می‌یابد. بین وزن خشک قسمت هوایی، رشد نسبی و جذب فسفر توسط ذرت با فسفر عصاره‌گیری شده به وسیلهٔ روشهای رزین، کول‌ول، اولسن و آب همبستگی معنی‌دار بالایی وجود داشت. این پاسخها با فسفر عصاره‌گیری‌شده توسط روشهای سلطانپور و شواب و مورگان همبستگی ضعیف و معنی‌داری نشان داد. غلظت فسفر در گیاه فقط با فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای اولسن و کول‌ول همبستگی معنی‌داری داشت. به طور کلی، در این تحقیق به نظر می‌رسد که روشهای رزین، اولسن، کول‌ول و آب جهت استخراج فسفر قابل استفاده مناسب می‌باشند. معذالک جهت انتخاب عصاره‌گیرهای مناسب، مطالعهٔ بیشتری ضروری است.

واژه‌های کلیدی - فسفر، خاک، عصاره‌گیرهای شیمیایی، استان فارس، پاسخهای ذرت

مقدمه

طی پنجاه سال گذشته، محققین به منظور ارزیابی فسفر قابل استفاده در خاک، روشهای متعددی پیشنهاد نموده و موادی

*- به ترتیب کارشناس و استادان خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

گوناگون از جمله اسیدها، بازها و نمکهای مختلف را مورد آزمایش قرار داده‌اند.

استفاده از محلول بیکربنات سدیم ۰/۵ مولار با پ-هاش ۸/۵ و مدت نیم‌ساعت تماس در نسبت خاک به محلول ۱:۲۰، اولین بار توسط اولسن و همکاران (۲۸) برای عصاره‌گیری فسفر قابل استفاده در خاکهای آهکی پیشنهاد گردید. این روش توسط پژوهشگران زیادی (۲۰، ۴۰، ۴۱ و ۴۹) مورد ارزیابی قرار گرفته است. این عصاره‌گیر در مقایسه با سایر روشها، به ظرفیت بافری خاک[1] حساسیت بیشتری دارد (۲۱). همچنین نتایج حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که پاسخهای گیاه با مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط این روش از همبستگی معنی‌داری برخوردار است (۸، ۳۳، ۳۸ و ۴۱). کول‌ول (۱۲) مدت زمان تماس محلول بی‌کربنات سدیم را از نیم ساعت به ۱۶ ساعت تغییر داده و مشاهده نمود که گرچه مقدار فسفر بیشتری بدین طریق از خاک خارج می‌شود، اما ضریب همبستگی[2] میان پاسخهای گیاه و فسفر عصاره‌گیری شده با این روش و روش اولسن به هم نزدیک می‌باشد.

هر چند عصاره‌گیری فسفر با محلول حاوی فلورید آمونیوم و اسیدکلریدریک در نسبت ۱:۷ خاک و عصاره‌گیر، برای بررسی فسفر قابل استفاده در خاکهای اسیدی پیشنهاد شده، معذلک عده‌ای (۶ و ۳۳) عقیده دارند اگر این نسبت به ۱:۵۰ یا ۱:۱۰۰ افزایش یابد می‌توان از آن برای خاکهای آهکی با کمتر از ۱۰٪ کربنات کلسیم استفاده نمود.

ای دی تی ا[3] یا نمکهای آن، اولین بار توسط ویرو (۴۵) جهت تعیین عناصر غذایی قابل استفاده پیشنهاد شد و بعضی از پژوهشگران (۳ و ۳۴) بین فسفر عصاره‌گیری شده با ای دی تی ا و پاسخهای گیاهی همبستگی معنی‌داری به دست آوردند.

علاوه بر روشهای فوق‌الذکر، از مواد دیگری نیز جهت ارزیابی فسفر در خاکهای آهکی استفاده شده است. از میان آنها می‌توان به آب (۳۰ و ۴۲)، اسید استیک بافر شده با استات سدیم (۲۶) و روش سلطانپور و شواب (بی‌کربنات آمونیوم و دی تی پی ا) (۴۴) اشاره نمود. از آن جا که روش مورگان (اسید استیک بافرشده با استات سدیم) فقط فسفات خیلی محلول را حل می‌کند، لذا برای خاکهایی که دارای مقدار قابل توجهی فسفات کلسیم هستند توصیه می‌شود (۱). روش سلطانپور و شواب از نظر پیش‌بینی وضعیت فسفر قابل استفاده همانند روشهای دیگر (۲۴ و ۴۴) می‌باشد. ولی از آن جا که این عصاره‌گیر چند عنصر را به طور همزمان عصاره‌گیری می‌کند، لذا استفاده از آن سبب صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌گردد.

در روشهای مذکور به علت این که عصاره‌گیرها با بعضی از اجزای خاک واکنش انجام می‌دهند، ماهیت خاک تغییر می‌کند. بنابراین شایسته است حتی‌المقدور از روشهایی برای ارزیابی فسفر خاک استفاده شود که ماهیت خاک را تغییر ندهد. از جمله این روشها می‌توان از رزین تبادل آنیونی[4] نام برد (۱۳). استفاده از رزین تبادل آنیونی اولین بار توسط آمر و همکاران (۵) پیشنهاد گردید. آنان نشان دادند که تحت شرایط مناسب (کنترل دما در زمان عصاره‌گیری و کاهش غلظت املاح با افزایش حجم تعلیق)، سرعت جذب فسفر توسط رزین فقط به سرعت آزاد شدن فسفات از خاک بستگی داشته و به خواص رزین مربوط نمی‌شود. ضمناً این روش تحت تأثیر ویژگیهای خاک نظیر بافت قرار نمی‌گیرد. رزین تبادل آنیونی، توسط محققین زیادی (۱۴، ۱۹، ۲۲، ۳۷ و ۴۷) در خاکهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که همبستگی بین مقدار فسفر آزاد شده از خاک توسط رزین و پاسخهای گیاه در اکثر موارد بیشتر از ۹۰٪ بوده است. هدفهای این تحقیق عبارت بود از:

۱ - تعیین فسفر قابل استفاده تعدادی از خاکهای آهکی استان فارس توسط ۹ روش و مقایسه این روشها با یکدیگر.

۲ - تعیین همبستگی میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط این

1. Buffering capacity
2. Correlation coefficient
3. Ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA)
4. Anion exchange resin

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

روشها و بعضی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک.
۳ - تعیین همبستگی میان فسفر عصاره‌گیری شده و پاسخهای ذرت.

مواد و روشها

تعداد ۳۹ نمونه خاک از قسمت سطحی (۳۰ - ۰ سانتیمتری) تهیه و پس از خشک کردن در هوا از الک دو میلیمتری عبور داده شد. بعضی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکها نظیر درصد رس به روش هیدرومتر (۷)، پ - هاش خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای، ماده آلی به روش واکی و بلاک (۴۶)، کربنات کلسیم معادل به وسیله روش خنثی‌کردن با کلریدریک اسید (۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی با جانشین‌کردن کاتیون‌ها به وسیله استات سدیم (۱۱) و روی با عصاره‌گیری توسط دی تی پی ۱ (۴۴) اندازه‌گیری شد، که نتایج حاصله در جدول ۱ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری فسفر قابل استفاده توسط عصاره‌گیرهای شیمیایی

خصوصیات عصاره‌گیرها شامل نام و پ - هاش عصاره‌گیر، نسبت خاک و عصاره‌گیر و مدت تماس عصاره‌گیر با خاک در جدول ۲ آمده است. در روشهای اولسن، کول ول، بری، مورگان و سلطانپور برای رنگ‌زدایی از کربن فعال استفاده شد. در روش آب، به علت پراکنده‌شدن[1] تعلیق خاک، ابتدا ترکیب معلق به مدت ده دقیقه با ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و سپس از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد. در کلیه روشها به جز ای دی تی ا، غلظت فسفر به روش مرفی و ریلی (۲۷) و در روش ای دی تی ا با استفاده از روش آبی مولیبدات آمونیوم و کلرید قلع تعیین گردید. غلظت فسفر توسط برنامه رایانه‌ای SPSS با یکدیگر و با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ربط داده شد و معادله‌های رگرسیون مربوطه مشخص گردید.

آزمایش گلخانه‌ای

از ۲۰ نمونه خاک، که در جدول ۱ با علامت ستاره مشخص شده است، در آزمایش گلخانه‌ای استفاده گردید. انتخاب این خاکها به نحوی صورت گرفت که از نظر فسفر قابل دسترس و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارای دامنه وسیعی باشند.

به منظور بررسی پاسخ گیاه به فسفر، از چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیگرم فسفر در هر کیلوگرم خاک به صورت فسفات منوکلسیم، با فرمول $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ استفاده شد. ضمناً به هر گلدان محتوی سه کیلوگرم خاک، ازت، روی و آهن از هر کدام به ترتیب ۱۵۰، ۱۰ و ۵ میلیگرم در هر کیلوگرم خاک اضافه گردید. ازت، روی و آهن به ترتیب از نیترات آمونیوم، سولفات روی و کلات آهن (FeEDDHA) تأمین‌شد.

آزمایش در طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۴ × ۲۰ در سه تکرار اجرا گردید. تعداد ۴ عدد بذر ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) رقم Hybrid Beograd ZPDC-۳۷۰ در عمق دو سانتیمتری خاک در هر گلدان کاشته شد. در پایان هفته دوم کشت، تعداد بوته‌ها در هر گلدان به دو عدد تقلیل داده شد. گلدانها مرتباً توزین و رطوبت آنها با استفاده از آب مقطر، در حد ظرفیت مزرعه حفظ گردید. در پایان هفته ششم، گیاهان از سطح خاک قطع شده و پس از شستشو با آب مقطر در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد، به مدت ۴۸ ساعت خشک و پس از توزین پودر شد. یک گرم ماده خشک گیاه در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر گردید. سپس در اسید کلریدریک ۲ نرمال حل و پس از صاف کردن با کاغذ صافی واتمن ۴۲ و شستشو با آب مقطر جوشیده به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و غلظت فسفر توسط روش مرفی و رایلی (۲۷) تعیین گردید. وزن ماده خشک، رشد نسبی (نسبت وزن ماده خشک تولیدی در شاهد به حداکثر وزن ماده خشک تولیدی ناشی از مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیگرم فسفر در هر کیلوگرم خاک)، غلظت و جذب کل فسفر توسط ذرت به عنوان پاسخهای گیاه در نظر گرفته شد. این پاسخها به وسیله برنامه رایانه‌ای SPSS با فسفر عصاره‌گیری

1. Dispersion

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

جدول ۱ - بعضی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش

شماره خاک	نام سری خاک	رس به وسیلهٔ هیدرومتر (درصد)	پ - هاش (خمیر اشباع)	مادهٔ آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار در کیلوگرم)	روی قابل عصاره‌گیری توسط دی‌تی‌پی ا (میلیگرم در کیلوگرم خاک)
*۱	کوشکک ۱	۳۶/۰	۷/۹	۲/۰۳	۴۴/۳	۱۵/۶	۰/۵۸
*۲	کوشکک ۲	۳۴/۰	۷/۹	۱/۵۹	۴۶/۸	۱۴/۲	۰/۵۶
*۳	کوشکک ۳	۴۲/۰	۷/۲	۲/۹۴	۴۱/۵	۲۱/۵	۰/۶۵
۴	کر ۱	۳۸/۰	۷/۵	۱/۵۹	۴۹/۸	۱۵/۹	۰/۴۷
*۵	کر ۲	۶۶/۰	۷/۸	۱/۱۰	۴۲/۳	۲۰/۵	۰/۴۹
*۶	تخت جمشید ۱	۴۰/۰	۸/۰	۲/۱۷	۳۵/۸	۱۷/۸	۱/۰۷
۷	تخت جمشید ۲	۴۰/۰	۸/۰	۱/۹۰	۳۰/۹	۱۷/۸	۰/۷۸
*۸	تخت جمشید ۳	۴۴/۰	۷/۹	۲/۳۸	۳۳/۳	۱۹/۸	۰/۷۳
*۹	گرم‌آباد	۱۴/۰	۷/۹	۱/۱۹	۱۵/۳	۱۶/۴	۰/۳۶
*۱۰	فتح‌آباد	۳۰/۰	۸/۰	۱/۸۱	۳۵/۶	۱۴/۳	۰/۵۷
*۱۱	بیضاء ۱	۴۴/۰	۷/۶	۲/۲۱	۳۹/۶	۱۹/۸	۰/۴۴
*۱۲	بیضاء ۲	۳۸/۰	۷/۶	۲/۰۰	۴۰/۶	۱۶/۲	۱/۲۶
*۱۳	جهان‌آباد	۵۵/۵	۷/۶	۲/۰۳	۴۴/۸	۲۱/۸	۰/۳۷
*۱۴	حسام‌آباد ۱	۴۸/۰	۷/۸	۱/۸۱	۳۵/۹	۲۲/۸	۰/۵۱
۱۵	حسام‌آباد ۲	۴۸/۰	۷/۸	۱/۷۸	۳۶/۶	۲۲/۴	۰/۵۱
۱۶	معصوم‌آباد	۴۰/۰	۷/۸	۲/۰۷	۴۹/۱	۱۷/۲	۰/۳۲
۱۷	هاشم‌آباد ۱	۴۶/۰	۷/۴	۲/۶۲	۴۵/۱	۲۰/۳	۰/۶۳
۱۸	هاشم‌آباد ۲	۴۸/۰	۷/۵	۲/۱۷	۴۵/۶	۲۰/۱	۰/۵۷
۱۹	صدرآباد	۳۸/۰	۸/۱	۲/۷۹	۴۳/۶	۱۴/۲	۱/۰۷
۲۰	شوراب	۴۲/۰	۸/۷	۳/۴۰	۵۲/۱	۲۰/۷	۰/۴۷
*۲۱	نظرآباد	۲۴/۰	۸/۰	۲/۰۸	۵۳/۴	۱۵/۷	۰/۶۰
*۲۲	حسین‌آباد	۱۲/۰	۸/۲	۱/۰۹	۶۲/۱	۱۰/۹	۰/۳۹
*۲۳	نوبندگان	۴۱/۰	۸/۲	۱/۷۷	۳۹/۵	۱۶/۱	۰/۴۵
۲۴	فیدشکون	۴۲/۰	۸/۲	۱/۹۴	۴۶/۴	۱۴/۶	۰/۶۱
۲۵	جلیان ۰	۱۲/۰	۸/۵	۰/۷۲	۳۹/۶	۸/۸	۰/۲۸
*۲۶	سروستان	۲۰/۰	۸/۳	۰/۸۸	۳۸/۸	۱۱/۳	۰/۴۲
۲۷	چارطاقی	۱۸/۰	۸/۲	۰/۸۸	۳۸/۴	۱۰/۳	۰/۳۱
۲۸	دانشکده	۲۲/۰	۷/۴	۰/۸۵	۵۲/۰	۱۳/۴	۰/۴۵
۲۹	مره	۳۴/۰	۸/۲	۳/۱۵	۲۷/۴	۲۱/۱	۰/۹۲
*۳۰	آبخور	۲۹/۵	۷/۹	۳/۳۳	۵۴/۶	۱۸/۷	۰/۴۰
۳۱	ارژن	۳۱/۵	۸/۲	۱/۹۷	۳۱/۶	۱۹/۱	۰/۸۱
۳۲	چراب	۳۹/۵	۸/۰	۱/۹۷	۱۱/۱	۲۶/۶	۰/۵۰
*۳۳	قلات	۱۸/۵	۸/۲	۱/۳۳	۳۴/۱	۱۱/۹	۰/۵۶
۳۴	گویم	۳۰/۵	۷/۹	۲/۰۷	۴۱/۵	۱۴/۱	۰/۵۹
*۳۵	شیراز	۳۵/۵	۸/۲	۱/۶۰	۳۵/۸	۱۴/۸	۰/۸۸
۳۶	بزین	۲۳/۵	۸/۰	۰/۸۸	۴۷/۶	۱۰/۸	۰/۵۲
۳۷	عادل‌آباد	۲۳/۵	۸/۲	۱/۱۷	۴۵/۰	۹/۸	۰/۶۳
۳۸	کفترک	۴۱/۵	۸/۲	۳/۱۳	۵۷/۴	۱۶/۳	۰/۷۶
*۳۹	منصورآباد	۲۰/۵	۸/۲	۱/۴۶	۴۴/۶	۱۷/۳	۴/۰۷
	میانگین	۳۴/۶	۷/۹	۱/۸۹	۴۱/۳	۱۶/۷	۰/۶۵

* - خاکهایی که در آزمایش گلخانه‌ای استفاده شده‌است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

جدول ۲ - خصوصیات عصاره‌گیرها شامل نام عصاره‌گیر، نسبت خاک به عصاره‌گیر، پ - هاش عصاره‌گیر و مدت تماس

ماده عصاره‌گیر	نسبت خاک به عصاره‌گیر	پ - هاش عصاره‌گیر	مدت تماس (دقیقه)	نام روش	منبع
بی‌کربنات سدیم ۰/۵ مولار	۱:۲۰	۸/۵	۳۰	اولسن	(۲۸)
بی‌کربنات سدیم ۰/۵ مولار	۱:۲۰	۸/۵	۹۶۰	کول‌ول	(۱۲)
فلورید آمونیوم ۰/۰۳ نرمال - اسید کلریدریک ۰/۰۲۵ نرمال	۱:۷	۳/۵	۱	بری ۱	(۹)
فلورید آمونیوم ۰/۰۳ نرمال - اسید کلریدریک ۰/۰۲۵ نرمال	۱:۵۰	۳/۵	۱	بری ۱	(۳۲)
بی‌کربنات آمونیوم ۱ مولار - دی‌تی پی‌ا ۰/۰۰۵ مولار	۱:۲	۷/۶	۱۵	سلطانپور و شواب	(۴۴)
اسید استیک ۰/۵ نرمال - استات سدیم ۰/۷۵ نرمال	۱:۱۰	۴/۸	۱	مورگان	(۲۶)
رزین تبادل آنیونی	۱:۱۰:۱۰۰*	-	۱۴۴۰	رزین	(۵)
ای دی تی ا ۰/۰۰۲۵ نرمال	۱:۲۰	۷/۰	۳۰	ای دی تی ا	(۲)
آب	۱:۶۰	-	۶۰	آب	(۴۲)

* - یک قسمت خاک، یک قسمت رزین و ۱۰۰ قسمت آب

شده به وسیله روشهای مختلف ربط داده شد و معادله‌های رگرسیون مربوطه تعیین و مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

مقایسه روشهای عصاره‌گیری فسفر

میزان فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف در جدول ۳ و ضریب همبستگی میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس داده‌های موجود در جدول ۳، توانایی عصاره‌گیرها را می‌توان به این ترتیب نشان داد: رزین تبادل آنیونی > کول‌ول > مورگان > اولسن > بری ۱:۵۰ > سلطانپور و شواب > ای دی تی ا > بری ۱:۷ > آب. دونگال و کادرکار (۱۸) گزارش می‌کنند که توانایی روشهای مختلف در عصاره‌گیری فسفر از خاکهای لاتریک هندوستان به صورت تروگ <اولسن <روش کارولینای شمالی < بری ۲ <بری ۱ بوده است. روشهای رزین و کول‌ول در واقع تمام فسفر لیبل[1] را عصاره‌گیری می‌نمایند، در حالی که روشهای دیگر قسمتی از این شکل فسفر را از خاک خارج می‌سازند (۸ و ۴۹). از طرفی، از آن جا که توانایی عصاره‌گیرهای مختلف در انحلال شکلهای مختلف فسفر متفاوت است (۳۶ و ۴۰)، اختلاف در مقدار فسفر استخراجی از خاکها دور از انتظار نمی‌باشد. به علاوه، تفاوت در مدت زمان عصاره‌گیری و نسبت خاک و محلول عصاره‌گیر نیز بر مقدار فسفر عصاره‌گیری شده بی‌تأثیر نیست (۳۲ و ۴۴). همان طور که مشاهده می‌شود مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش اولسن تقریباً نصف مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با دو روش رزین و کول‌ول می‌باشد (جدول ۳). به عبارت دیگر، در صورتی که زمان عصاره‌گیری فسفر با بی‌کربنات سدیم از نیم‌ساعت به ۱۶ ساعت افزایش یابد، توانایی این عصاره‌گیر دو برابر شده و تقریباً تمام فسفر زودگذر را از خاک خارج می‌سازد و می‌تواند معیار دقیقی از فاکتور مقدار[2] باشد (۱۵). بلانچر و کالدول (۶) و سن‌تران و همکاران (۳۷) میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای رزین، اولسن و کول‌ول همبستگی معنی‌داری گزارش کرده‌اند.

فسفر محلول در آب نسبتاً پایین و حداکثر ۱۴/۷ میکروگرم در گرم خاک بوده است، که بیش از غلظت فسفر استخراج شده به وسیله بعضی از عصاره‌گیرها می‌باشد (جدول ۳). عصاره‌گیرهای آب و املاح خنثی معمولاً غلظت فسفر در محلول خاک (فاکتور شدت)[3] را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۹). ضرایب همبستگی میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب و روشهای اولسن، رزین و کول‌ول زیاد و با بقیه روشها کم است (جدول ۴). پک و گومز (۳۱) ضرایب همبستگی بالایی را بین فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب و بی‌کربنات سدیم گزارش می‌نمایند. سیچانی و همکاران (۳۹) نشان دادند که بین لگاریتم غلظت فسفر محلول در آب و فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش اولسن یک رابطه خطی وجود دارد. ای دی تی ا نسبت به آب و بری ۱ (نسبتهای ۱:۷ و ۱:۵۰) فسفر بیشتری را از خاک خارج نموده (جدول ۳) و با کلیه روشها همبستگی معنی‌دار ضعیفی نشان می‌دهد (جدول ۴). این نتایج با آنچه توسط الکساندر و رابرتسون (۳) و لبستوار و سلطانپور (۲۴) گزارش شده مغایرت دارد.

روش مورگان در بعضی از خاکها به اندازه روش اولسن و در تعدادی دیگر از خاکها دو تا سه برابر فسفر استخراج نموده است. ضمناً فسفر عصاره‌گیری‌شده توسط این روش با کلیه روشها، به جز بری همبستگی معنی‌داری داشته است، هر چند که ضرایب نسبتاً کم می‌باشد (جدول ۴). طبق گزارش سن گوپتا و کورن فیلد (۳۶)، مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای اولسن، مورگان، بری و آب متفاوت بوده است. آنها هیچ یک از روشهای فوق را جهت تخمین واقعی مقدار فسفر قابل استفاده در خاکهای آهکی دقیق نمی‌دانند، که ممکن است به علت اختلاف زیاد در مقدار و اندازه ذرات کربنات کلسیم باشد. اما روش مورگان را به علت دارابودن ظرفیت بافری زیاد، مناسب‌تر از سایر روشها می‌دانند. احمد و جونز (۱) با مقایسه سه روش اولسن، مورگان و بری در خاکهای آهکی نتیجه گرفتند که روش مورگان جهت پیش‌بینی فسفر قابل استفاده در

1. Labile phosphorus 2. Quantity factor 3. Intensity factor

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

جدول ۳ - میزان فسفر عصاره‌گیری‌شده از خاک (میکروگرم در گرم خاک) توسط روشهای مختلف (هر عدد میانگین سه تکرار است)

شماره‌خاک	روش								
	اولسن	کول‌ول	بری (۱:۵۰)	بری (۱:۷)	سلطانپور و شواب	مورگان	رزین	ای‌دی‌تی‌ا	آب
۱	۱۲/۳	۲۷/۸	۰/۰	۰/۱	۷/۵	۲۷/۵	۲۵/۰	۳/۰	۱/۵
۲	۸/۳	۲۲/۵	۰/۰	۰/۰	۷/۶	۲۹/۲	۱۷/۹	۱/۰	۱/۵
۳	۳۴/۰	۷۰/۰	۰/۶	۰/۱	۱۳/۳	۱۹/۵	۶۳/۳	۲/۰	۶/۰
۴	۴/۸	۶/۷	۰/۶	۰/۰	۲/۳	۶/۰	۱۰/۸	۰/۴	۰/۰
۵	۲۳/۳	۳۹/۲	۰/۶	۰/۰	۷/۴	۲۱/۵	۳۱/۳	۰/۴	۱/۵
۶	۳۷/۳	۸۲/۰	۰/۰	۰/۲	۸/۸	۷/۳	۸۰/۰	۱۲/۸	۱۴/۷
۷	۱۰/۵	۲۸/۵	۰/۰	۲/۱	۸/۳	۴۰/۸	۳۰/۸	۱/۲	۱/۵
۸	۱۷/۰	۳۲/۵	۰/۰	۰/۰	۹/۱	۳۰/۸	۴۲/۱	۵/۰	۶/۰
۹	۶/۰	۱۴/۰	۰/۲۵	۱۶/۱	۵/۳	۲۱/۸	۱۹/۶	۱۲/۲	۱/۵
۱۰	۱۱/۰	۲۴/۲	۰/۰	۰/۱	۷/۶	۳۶/۰	۲۸/۸	۴/۵	۳/۰
۱۱	۲۲/۰	۳۸/۷	۰/۰	۰/۰	۸/۸	۱۳/۰	۴۲/۵	۱/۸	۳/۰
۱۲	۱۵/۰	۲۵/۳	۰/۰	۰/۰	۸/۴	۱۷/۰	۲۹/۶	۱/۲	۱/۵
۱۳	۱۰/۰	۱۳/۵	۰/۰	۰/۰	۲/۹	۱۳/۲	۱۷/۵	۰/۰	۰/۰
۱۴	۱۱/۸	۱۷/۵	۰/۰	۰/۰	۲/۵	۱۱/۰	۲۲/۱	۰/۴	۰/۰
۱۵	۱۱/۲	۱۷/۲	۰/۰	۴/۸	۲/۶	۸/۸	۲۳/۶	۰/۸	۰/۵
۱۶	۳۲/۰	۵۲/۰	۰/۰	۰/۱	۱۱/۷	۳۲/۸	۵۲/۹	۶/۵	۰/۹
۱۷	۱۷/۳	۲۰/۵	۰/۰	۰/۰	۱۱/۲	۳۱/۰	۳۰/۸	۳/۷	۴/۵
۱۸	۱۷/۳	۲۷/۸	۰/۰	۰/۰	۹/۵	۱۹/۳	۳۵/۲	۲/۲	۴/۵
۱۹	۲۹/۰	۶۳/۳	۰/۰	۰/۴	۱۰/۶	۷۵/۰	۵۴/۲	۱۰/۸	۶/۵
۲۰	۲۰/۷	۳۴/۷	۰/۶	۰/۴	۴/۵	۸۰/۰	۶۰/۰	۲/۳	۱/۵
۲۱	۲۳/۰	۴۰/۰	۱۱/۳	۱/۰	۱۲/۳	۴۸/۳	۴۰/۴	۱۳/۵	۴/۵
۲۲	۹/۲	۱۰/۷	۰/۶	۱/۸	۳/۳	۱۷/۳	۱۵/۸	۱/۸	۱/۵
۲۳	۸/۷	۱۸/۵	۰/۰	۰/۲	۴/۱	۳۲/۵	۲۴/۲	۱/۵	۱/۵
۲۴	۱۱/۷	۲۴/۳	۰/۰	۰/۲	۶/۷	۵۵/۸	۲۹/۲	۰/۵	۱/۵
۲۵	۳/۳	۸/۵	۰/۶	۰/۲	۲/۴	۱۵/۸	۱۲/۵	۰/۴	۰/۰
۲۶	۴/۳	۸/۵	۰/۶	۰/۲	۲/۳	۱۴	۱۲/۵	۱/۳	۱/۵
۲۷	۵/۷	۱۰/۵	۰/۶	۰/۱	۴/۰	۱۸/۰	۱۵/۰	۵/۰	۱/۵
۲۸	۱۹/۰	۳۰/۳	۰/۰	۶/۰	۸/۷	۲۲/۷	۲۴/۲	۲/۵	۳/۰
۲۹	۳۷/۷	۶۰/۷	۹۰/۰	۲۹/۶	۱۰/۳	۱۸/۸	۵۴/۶	۲۴/۰	۹/۰
۳۰	۹/۳	۱۷/۵	۰/۶	۰/۲	۵/۴	۳۲/۲	۲۴/۲	۰/۰	۱/۵
۳۱	۲۸/۰	۴۸/۳	۲۸/۳	۲۵/۵	۱۰/۱	۲۵/۲	۴۱/۳	۱۲/۷	۴/۵
۳۲	۱۶/۵	۲۷/۸	۶۷/۵	۱۲/۲	۴/۰	۱۱/۳	۲۶/۷	۶/۵	۰/۸
۳۳	۱۱/۵	۲۱/۲	۱۵/۰	۱۴/۲	۴/۹	۱۳/۰	۱۷/۹	۴/۵	۱/۵
۳۴	۱۵/۰	۲۵/۰	۰/۰	۴/۶	۸/۳	۲۰/۷	۲۲/۵	۴/۷	۰/۰
۳۵	۳۷/۷	۴۱/۰	۸۳/۳	۳۰/۶	۹/۳	۳۵/۳	۵۵/۰	۲۴/۲	۹/۰
۳۶	۶/۵	۱۰/۵	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۱۲/۰	۹/۶	۰/۰	۰/۰
۳۷	۱۰/۰	۲۶/۵	۰/۶	۰/۱	۵/۸	۲۲/۲	۱۶/۳	۳/۷	۱/۵
۳۸	۵۶/۰	۸۰/۷	۰/۶	۰/۹	۷/۲	۶۲/۳	۸۷/۱	۸/۷	۱۰/۵
۳۹	۳۵/۰	۶۸/۷	۰/۶	۱۰/۳	۱۶/۱	۹۸/۳	۶۳/۸	۱۹/۵	۶/۳
میانگین	۱۷/۹	۳۱/۰	۸/۴	۴/۱	۷/۱	۳۰/۳	۳۳/۶	۵/۴	۳/۴

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

جدول ۴ - ضرب همبستگی (r) بین فسفر استخراج‌شده به وسیله روشهای مختلف اندازه‌گیری

روش	کول‌ول	رزین	آب	سلطانپور و شواب	مورگان	ای دی تی ا	بری (۱:۷)	بری (۱:۵۰)
اولسن	۰/۸۷**	۰/۸۷**	۰/۷۴**	۰/۴۳**	۰/۲۸**	۰/۴۰**	۰/۱۲ns	۰/۱۱ns
کول ول		۰/۸۷**	۰/۷۲**	۰/۵۰**	۰/۳۲**	۰/۳۲**	۰/۰۴ns	۰/۰۶ns
رزین			۰/۷۴**	۰/۴۱**	۰/۴۸**	۰/۳۱**	۰/۰۳ns	۰/۰۳ns
آب				۰/۴۰**	۰/۴۴**	۰/۲۶**	۰/۰۸ns	۰/۰۷ns
سلطانپور و شواب					۰/۲۵**	۰/۲۸**	۰/۰۴ns	۰/۰۱ns
مورگان						۰/۱۶**	۰/۰۰ns	۰/۰۲ns
ای دی تی ا							۰/۵۸**	۰/۴۹**
بری (۱:۷)								۰/۷۵**

** - معنی‌دار در سطح یک درصد

ns - غیرمعنی‌دار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

خاکهای آهکی از موقعیت خوبی برخوردار است. با وجود این در خاکهایی که فسفات کلسیم نسبتاً کم و فسفات آهن و آلومینیوم منبع فسفر قابل استفاده به حساب می‌آید، روش اولسن ارجح می‌باشد.

میزان فسفر عصاره‌گیری‌شده با روش بری ۱ (نسبتهای ۱:۷ و ۱:۵۰) در خاکهای مختلف متفاوت بوده و در اکثر خاکها مقدار کمی فسفر از خاک خارج شده است (جدول ۳). این نتیجه مشابه نتایج احمد و جونز (۱) است و با نتایج حاصل از تحقیقات پک و گومز (۳۱) مغایرت دارد. افزایش نسبت عصاره‌گیر به خاک ۱:۵۰ تأثیری در استخراج فسفر نداشته است (جدول ۳). بلانچر و کالدول (۶) و اسمیت و کوک (۴۳) عقیده دارند افزایش نسبت عصاره‌گیری بری به ۱:۵۰ و ۱:۱۰۰ برای خاکهای آهکی با بیش از ده درصد کربنات کلسیم کارآیی چندانی ندارد، چون اسید ضعیف این عصاره‌گیر به راحتی توسط کربنات کلسیم خنثی می‌شود.

مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با روش سلطانپور و شواب ۴۰ درصد روش اولسن است (جدول ۳). علت اصلی کمی مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با این روش ممکن است مربوط به کوتاهی زمان عصاره‌گیری باشد. با این حال همبستگی معنی‌داری میان این روش با بقیه روشها، به جز بری به دست آمد (جدول ۴). لبستوار و سلطانپور (۴) نیز بین بی‌کربنات آمونیوم - دی تی پی ا، ای دی تی ا و بی‌کربنات سدیم همبستگی معنی‌داری مشاهده کردند.

رابطه میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف و خصوصیات خاک

میان مقدار فسفر استخراج‌شده و خصوصیات خاک در رگرسیون چند متغیره[1] همبستگی معنی‌داری به دست آمد (جدول ۵). میزان ماده الی بر مقدار فسفر استخراج‌شده توسط کلیه روشها، به جز بری و ای دی تی ا، تأثیر مثبت دارد. کمپل و راکز (۱۰) مشاهده کردند که فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش اولسن و آب، از خاکهایی که کود آلی به آنها اضافه شده بود به مراتب بیشتر از خاکهای بدون کود آلی بوده است. ماده آلی معمولاً با پوشاندن نقاط جذبی در کلوئید خاک (۴۸) و واجذبی فسفات توسط آنیون‌های آلی مانند سیترات، مالات و اکسالات (۱۷)، سبب کاهش جذب سطحی فسفر توسط ذرات خاک می‌شود. از طرفی، تولید اسیدهای آلی و معدنی حاصل از تجزیهٔ ماده آلی باعث حلالیت بیشتر فسفر در خاکهای آهکی می‌شود (۱۰ و ۱۶). میان روی بومی خاک و فسفر عصاره‌گیری شده توسط کلیه روشها، به جز بری همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵)، که نشان می‌دهد فسفر عصاره‌گیری شده ارتباط تنگاتنگی با روی بومی خاک دارد. به طور کلی ۲۷ تا ۵۵ درصد از تغییرات فسفر عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرها مربوط به میزان روی بومی و یا درصد ماده آلی خاک می‌باشد (جدول ۵). در دو روش سلطانپور و مورگان علاوه بر ماده آلی و روی بومی خاک، پ - هاش نیز بر غلظت فسفر تأثیر داشته، که این تأثیر در روش مورگان مثبت و در سلطانپور منفی است.

افزایش کربنات کلسیم معادل با کاهش فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش بری همراه است (جدول ۵). کاهش کارآیی این روش در استخراج فسفر با افزایش کربنات کلسیم توسط دیگران (۶، ۱۴ و ۳۲) نیز گزارش شده است. این پژوهشگران معتقدند روش بری حتی در نسبتهای زیاد خاک به عصاره‌گیر، برای خاکهای آهکی با بیش از ده درصد کربنات کلسیم مناسب نمی‌باشد، زیرا غلظت کم اسید کلریدریک در این روش به سرعت توسط کربنات کلسیم خنثی می‌شود. لازم به ذکر است که هر چند یون فلورید با کمپلکس‌کردن یون آلومینیوم در استخراج فسفر از فسفات‌های آلومینیوم نقش مهمی بازی می‌کند، ولی در خاکهای آهکی که بخش عمدهٔ فسفر به صورت فسفات‌های کلسیم است این تأثیر حائز اهمیت بسزایی نیست. به علاوه یون فلورید در این خاکها به وسیله کلسیم غیرفعال شده و بدین ترتیب کارآیی این عصاره‌گیر کاهش می‌یابد.

1. Multiple regression

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

جدول ۵ - معادله‌های رگرسیون چند متغیره میان فسفر استخراج شده توسط روشهای مختلف و ویژگیهای خاک (۳۹ = تعداد نمونه)

روش	معادله‌های رگرسیون	r
اولسن	Y= -۳/۲۰ + ۸/۴۳ OM + ۷/۵۷ Zn N	۰/۶۴**
کول‌ول	Y= - ۵/۴۷ + ۱۴/۱۴ OM + ۱۵/۳۷ Zn N	۰/۶۸**
رزین	Y= - ۶/۴۸ + ۱۶/۵۹ OM + ۱۲/۷۶ Zn N	۰/۷۴**
سلطانپور و شواب	Y= ۲/۷۰ + ۱/۵۴ OM + ۳/۳۵ Zn N - ۳/۱۶pH	۰/۷۲**
مورگان	Y= -۵۱۶/۰۵ + ۹/۳۶ OM + ۱۸/۹۲ Zn N + ۶۷/۴۰pH	۰/۸۲**
ای دی تی ا	Y= ۹/۳۴ + ۵/۳۶Zn N - ۰/۱۹ CCE	۰/۵۸**
آب	Y= -۱/۵۶ + ۱/۹۳ OM + ۱/۷۶ ZnN	۰/۵۲**
بری (۱:۷)	Y = ۵۷/۸۸ - ۱/۲۰ CCE	۰/۵۵**
بری (۱:۵۰)	Y = ۲۱/۰۰ - ۰/۴۱ CCE	۰/۵۰**

** - معنی‌دار در سطح یک درصد

۱ - در این معادله‌ها CCE, pH, ZnN, OM, Y به ترتیب فسفر استخراج‌شده (میلیگرم در کیلوگرم خاک)، روی بومی استخراج‌شده به وسیلهٔ دی تی پی ا (میلیگرم در کیلوگرم خاک)، پ - هاش خمیر اشباع و کربنات کلسیم معادل (درصد) می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

جدول ۶ - ضریب همبستگی (r) رابطهٔ میان پاسخهای ذرت و فسفر استخراج‌شده توسط روشهای مختلف

روش	پاسخ گیاه			
	وزن ماده خشک (گرم در گلدان)	رشد نسبی (درصد)	غلظت فسفر (میکروگرم در گرم مادهٔ خشک)	جذب کل فسفر (میلیگرم در گلدان)
اولسن	۰/۶۶**	۰/۶۸**	۰/۴۸*	۰/۷۱**
کول‌ول	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۰/۴۹*	۰/۸۵**
رزین	۰/۸۱**	۰/۸۳**	۰/۳۹ns	۰/۸۳**
آب	۰/۸۱**	۰/۷۸**	۰/۲۲ns	۰/۸۰**
سلطانپور و شواب	۰/۵۴**	۰/۶۳**	۰/۵۲ns	۰/۵۹**
مورگان	۰/۵۱**	۰/۵۸**	۰/۳۹ns	۰/۵۶*
ای دی تی ا	۰/۴۲ns	۰/۳۱ns	۰/۱۴ns	۰/۵۳ns
بری (۱:۷)	۰/۱۲ns	۰/۱۱ns	۰/۲۵ns	۰/۲۴ns
بری (۱:۵۰)	۰/۰۷ns	۰/۱۲ns	۰/۰۷ns	۰/۰۸ns

** و * - به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد

ns - غیر معنی دار

ارتباط رشد ذرت با فسفر خاک

ضریب همبستگی (r) مربوط به پاسخ ذرت (وزن خشک قسمت هوایی، رشد نسبی، غلظت و جذب کل فسفر) و فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای شیمیایی در جدول ۶ آمده است. بررسی دقیق این جدول نشان می‌دهد که وزن ماده خشک با فسفر استخراج شده به وسیله برخی از روشها همبستگی معنی‌داری دارد. ضرایب همبستگی مربوط به روشهای رزین تبادلی، کول‌ول و آب به هم نزدیک بوده و بیشتر از سایر عصاره‌گیرها است. در این تحقیق فسفر عصاره‌گیری شده با ای دی تی ا، بری ۱:۷ و بری ۱:۵۰ همبستگی معنی‌داری با رشد ذرت نشان نداد. معذلک لبستوار و سلطانپور (۲۴) گزارش می‌کنند که روش ای دی تی ا به خوبی می‌تواند فسفر قابل استفاده یونجه را در خاکهای آهکی کلورادو پیش‌بینی نماید.

غلظت فسفر در بخش هوایی ذرت فقط با فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای اولسن و کول‌ول همبستگی معنی‌داری نشان داد. پک و گومز (۳۱) میان غلظت فسفر در پنبه و یونجه و فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف همبستگی معنی‌داری به دست آوردند، که بهترین آنها، مربوط به آب بود. هولفورد (۲۱) نشان داد که میان فسفر عصاره‌گیری شده با دو روش اولسن و کول‌ول و غلظت فسفر در یونجه همبستگی معنی‌داری وجود دارد. نتایج مشابهی توسط مامو و هیک (۲۵) در ارتباط با روش اولسن با گیاه لوبیا و توسط شونو و هوانگ (۳۵) با گندم مشاهده گردید.

جذب کل فسفر به وسیله ذرت با فسفر استخراج شده به وسیله کلیه روشها، به جز بری (نسبتهای ۱:۷ و ۱:۵۰) و ای دی تی ا، همبستگی معنی‌داری نشان داد، که ضرایب همبستگی مربوط به روش کول‌ول و رزین و آب بیشتر از سایر ضرایب می‌باشد (جدول ۶). به عبارت دیگر، این عصاره‌گیرها قادرند به خوبی جذب کل فسفر را توسط ذرت پیش‌بینی نمایند.

استفاده از بی‌کربنات سدیم (روش اولسن) برای ارزیابی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

فسفر در خاکهای آهکی، به عنوان یک عصاره‌گیر ایده‌آل پیشنهاد شده است (۸، ۲۴، ۲۸ و ۴۷). اما به نظر می‌رسد این وضعیت در مورد خاکهای مورد استفاده در این تحقیق چندان واقعیت ندارد. تغییر زمان عصاره‌گیری با بی‌کربنات از ۳۰ (روش اولسن) به ۹۶۰ دقیقه (روش کول‌ول) نه تنها باعث استخراج مقدار بیشتری فسفر از خاک شد (جدول ۳) بلکه سبب گردید که فسفر عصاره‌گیری شده توسط این روش با پاسخهای ذرت، از همبستگی بیشتری برخوردار شود (جدول ۶). کریمیان و قنبری (۲۳) مشاهده کردند که از میان روشهای اولسن، سلطانپور و شواب، ای دی تی ا و کلرید کلسیم، روش اولسن رشد نسبی ذرت را در خاکهای آهکی زیر سد درودزن بهتر پیش‌بینی می‌نماید. سینگ و همکاران (۴۰) گزارش می‌کنند که میان پارامترهای بیولوژیک ذرت و فسفر عصاره‌گیری شده با روشهای اولسن، بری ۱، اسید دوبل، مورگان و تروگ همبستگی معنی‌دار مثبتی وجود دارد، که جذب کل فسفر توسط ذرت با فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش اولسن از همبستگی بیشتری برخوردار بوده است.

گرچه مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب، در مقایسه با سایر عصاره‌گیرها کمتر بوده، اما به علت دارا بودن ضریب همبستگی (r) نسبتاً بالا از آن می‌توان همانند روشهای اولسن، کول‌ول و رزین جهت ارزیابی فسفر قابل استفاده در خاکهای آهکی استفاده نمود. از طرفی، چون آب به راحتی در دسترس بوده و عصاره‌گیری با آن سهلتر از روشهای کول‌ول و رزین است و ضمناً به هزینه و وقت کمتری نیازمند است، به نظر می‌رسد برای بررسی وضعیت فسفر در این خاکها روش مناسبی باشد.

همبستگی میان پاسخهای ذرت (وزن خشک و جذب کل فسفر) و فسفر استخراج شده با روشهای سلطانپور و مورگان، هر چند معنی‌دار بوده، اما ضرایب همبستگی آنها در مقایسه با روشهای اولسن، کول‌ول، رزین و آب کمتر بود (جدول ۶). لبستوار و سلطانپور (۲۴) میان فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش سلطانپور و شواب، و جذب فسفر توسط یونجه همبستگی معنی‌دار بالایی را گزارش نموده‌اند.

در این تحقیق همبستگی میان جذب کل فسفر توسط ذرت با فسفر استخراج شده به وسیله روشهای مختلف، به ویژه اولسن، رزین، کول‌ول و آب، از همبستگی مربوط به وزن ماده خشک و غلظت فسفر بیشتر بود (جدول ۶). والمزلی و کورن فورت (۴۷) نیز گزارش می‌کنند که فسفر عصاره‌گیری شده توسط روشهای اولسن، رزین، مورگان و بری و جذب کل فسفر توسط ذرت، در مقایسه با رشد نسبی، از همبستگی بیشتری برخوردار می‌باشد. هولفورد (۲۱) میان جذب کل فسفر توسط یونجه و غلظت فسفر تعیین شده توسط روشهای اولسن و کول‌ول همبستگی معنی‌دار بالا و با روش بری همبستگی معنی‌دار ضعیفی را گزارش می‌نماید. او معتقد است چون روش کول‌ول با عملکرد نسبی کمتر همبسته بوده، لذا در برآورد سطح بحرانی فسفر در مقایسه با روش اولسن از ارزش کمتری برخوردار می‌باشد. یروکون و کریستنسون (۴۹) مشاهده کردند که میان جذب کل فسفر توسط سودان گراس، ذرت خوشه‌ای، جو و فسفر عصاره‌گیری شده توسط چند روش، بیشترین ضریب همبستگی مربوط به اولسن و رزین بوده است.

در خاتمه، از آن جا که مطالعهٔ عصاره‌گیرهای فسفر با تعداد نسبتاً زیاد خاک فقط در مطالعهٔ گلخانه‌ای ممکن می‌باشد و در بیشتر حالات رشد رویشی به عنوان یکی از پاسخهای مهم گیاه در نظر گرفته می‌شود، لذا شایسته است که توانایی این عصاره‌گیرها در پیش‌بینی فسفر قابل استفاده گیاه در شرایط مزرعه‌ای نیز مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان با توجه به صرفه‌جویی در وقت، هزینهٔ کمتر و دقت قابل قبول، دقیقاً مناسب‌ترین روش یا روشها را پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کمکهای ارزنده و صمیمانهٔ شورای پژوهشی دانشگاه شیراز در تأمین اعتبار مالی لازم جهت انجام این تحقیق سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

منابع مورد استفاده

1. Ahmad, N. and R. L. Jones. 1967. Forms of occurrence of inorganic phosphorus and its chemical availability in the limestone soils of Barbados. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 184-188.
2. Ahmed, B. and A. Islam. 1975. The use of sodium EDTA as an extractant for determining available phosphate in soil. Geoderma 14: 261-265.
3. Alexander, T. G. and J. A. Robertson. 1972. EDTA extractable phosphorus in relation to available and inorganic phosphorus forms in soils. Soil Sci. 114: 69-72.
4. Allison, L. E. and C. D. Moodie. 1965. Carbonate. pp. 1379-1396. *In*: C. A. Black et al. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
5. Amer, F., D. R. Bouldin, C. A. Black and F. R. Duke. 1955. Characterization of soil phosphorus by anion - exchange resin adsorption and P^{32} -equilibration. Plant Soil 6: 391-408.
6. Blanchar, R. W. and A. C. Caldwell. 1964. Phosphorus uptake by plants and readily extractable phosphorus in soils. Agron. J. 56: 218-220.
7. Bouyoucos, C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agron. J. 54: 464-465.
8. Bowman. R. A., S. R. Olsen and F. S. Watanabe. 1978. Greenhouse evaluation of residual phosphate by four phosphorus methods in neutral and calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 451-454.
9. Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
10. Campbell, L. B. and G. J. Recz. 1975. Organic and inorganic P content, movement and mineralization of P in soil beneath a feedlot. Can. J. Soil Sci. 55: 457-466.
11. Chapman, H. D. 1965. Cation-exchange capacity. pp. 891-900. *In*: C. A. Black et al. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
12. Colwell, J. D. 1963. The estimation of the phosphorus fertilizer requirements of wheat in southern New South Wales by soil analysis. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 3: 190-198.
13. Cook, I. J. and J. Hislop. 1963. Use of anion-exchange resin for the assessment of available soil phosphate. Soil Sci. 96: 308-312.
14. Dalal, R. C. 1985. Comparative prediction of yield response and phosphorus uptake from soil using anion-and cation-anion-exchange resins. Soil Sci. 139: 227-231.
15. Dalal, R. C. and E. G. Hallsworth. 1976. Evaluation of the parameters of soil phosphorus availability factors in predicting yield response and phosphorus uptake. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 541-546.
16. Dalton, J. D., G. C. Russell and D. H. Sieling. 1952. Effect of organic matter on phosphate availability. Soil Sci. 73: 173-181.
17. Deb, D. L. and N. Datta. 1967. Effect of associating anions on phosphorus retention in soils: 2. Under variable anion concentration. Plant Soil 24: 432-444.
18. Dongale, J. H. and S. B. Kadrekar. 1992. Phosphorus fractions and extractability of P by different extractants in some Lateritic soils. Indian Soc. Soil Sci. J. 48: 586-590.
19. Elrashidi, M. A. and A. Vandiest. 1975. Phosphorus determination in highly calcareous soils by the use of an anion-exchange resin. Plant Soil 42: 273-286.
20. Hartikainen, H. and O. Mohammadi. 1991. Comparison of isotopic dilution and extraction methods in assessing labile phosphorus in soils. Acta Agric. 41: 93-98.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

21. Holford, I. C. R. 1980. Greenhouse evaluation of four phosphorus soil tests in relation to phosphate buffering and labile phosphate in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 555-559.
22. Kadeba, O. and J. R. Boyle. 1978. Evaluation of phosphorus in forest soils: comparison of phosphorus uptake, extraction method and soil properties. Plant Soil 49: 285-297.
23. Karimian, N. and A. Ghanbari. 1990. Evaluation of different extractants for prediction of plant response to applied P fertilizers in highly calcareous soils. 10th World Fertilizer Congress of CIEC Abstracts, P. 25.
24. Labhsetwar, W. K. and P. N. Soltanpour. 1985. A comparison of NH_4HCO_3 - DTPA, $NaHCO_3$, $CaCl_2$ and Na_2-EDTA soil tests for phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 1437-1440.
25. Mamo, T. and I. Haque. 1991. Phosphorus status of some Ethiopian soils. III. Evaluation of soil test methods for available phosphorus. Tropical Agric. 65: 51-56.
26. Morgan, M. F. 1941. Chemical diagnosis by the universal soil testing system. Connecticut Agric. Exp. Station Bull. 450.
27. Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A Modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta 27: 31-36.
28. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939. U. S. Gover. Prin. Office, Washington D. C.
29. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. *In*: A. L. Page et al. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9: 403-430.
30. Paaw, F. V. 1971. An effective water extraction method for the determination of plant available phosphorus. Plant Soil 34: 467-481.
31. Pack, M. R. and R. S. Gomez. 1956. Correlation between plant analysis and soil tests in New Mexico. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20: 529-531.
32. Randall, G. W. and J. Grava. 1971. Effect of soil: Bray No. 1 ratio on the amount of phosphorus extracted from calcareous Minnesota soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35: 112-114.
33. Saad, H., A. Bammatraf and A. Haidra. 1988. Wheat response to $NaHCO_3$-extractable soil P content in the central high lands of Yemen. pp. 91-97 *In*: J. Ryan and A. Matatr (Ed.), Proc. 3rd. Regional Soil Test Calibration Workshop, Amman, Jordan, Sep. 3-9. ICARDA, Aleppo, Syria.
34. Sahrawat, K. L. 1977. EDTA extractable phosphorus in soils as related to available and inorganic phosphorus forms. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 8: 281-287.
35. Schoenau, J. J. and W. Z. Huang. 1991. Anion-exchange membrane, water, and sodium bicarbonate extraction as soil tests for phosphorus. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 22: 465-492.
36. Sen Gupta, M. B. and A. H. Cornfield. 1962. Phosphorus in calcareous soils. III. Available phosphorus in calcareous soils as measured by five chemical methods and phosphate uptake by rye-grass in a pot test. J. Sci. Food Agric. 14: 563-567.
37. Sentran, T., R. R. Simard and J. C. Fardeau. 1992. A comparison of four resin extractions and ^{32}P isotopic exchange for the assessment of plant-available P. Can. J. Soil Sci. 27: 281-294.
38. Shao, Y. T. and Q. X. Zhan. 1991. A study on phosphorus form and its availability in irrigated desert soil. Scintia Agric. Sinica 24: 51-54.
39. Sichani, S. A., S. Z. Parsa and D. W. Nelson. 1993. Relationship between soluble and extractable

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]

phosphorus in some calcareous soils of Iran. J. Environ. Qual. 22: 578-582.

40. Singh, B., B. R. Arora and K. N. Sharma. 1996. Evaluation of Pi soil test for extraction of available phosphorus in soils for maize. Indian. Indian Soc. Soil Sci. J. 44: 165-167.
41. Singh, K. P., S. K. Mohan and S. Singh. 1992. Evaluation of methods for available phosphorus estimation in Haplustalf. J. Resear. Birsa. Agric. Univ. 4: 137-140.
42. Sissingh, H. A. 1971. Analytical technique of the Pw method, used for the assessment of the phosphate status of arable soils in the Netherlands. Plant Soil 34: 483-485.
43. Smith, F. W. and R. L. Cook. 1953. A study of the relationship between chemically available phosphorus and plant growth response on several Michigan soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 17: 26-30.
44. Soltanpour, P. N. and A. P. Schwab. 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro- nutrients in alkaline soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 8: 195-207.
45. Viro, P. J. 1955. Use of the ethylenediammine tetra-acetic acid in soil analysis. 1. Experimental. Soil Sci. 79: 459-465.
46. Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
47. Walmsley, D. and I. S. Cornforth. 1973. Methods of measuring available nutrients in West Indian soils. II. Phosphorus. Plant Soil 39: 93-101.
48. Weil, R. R., P. W. Benedetto, L. J. Sikora and V. A. Bandel. 1988. Influence of tillage practices on phosphorus distribution and forms in three Ultisols. Agron. J. 80: 503-509.
49. Yerokun, O. A. and D. R. Christenson. 1990. Relating high soil test phosphorus concentration to plant phosphorus uptake. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 796-799.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.4.8.0]