# سهم خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر در تعدادی از خاک‌های آهکی استان چهار محال و بختیاری

مرتضی شیرمحمدی [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، شهرام کیانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲ - استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

## چکیده
در این مطالعه سهم خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر ، در ۱۰ نمونه خاک آهکی تعیین شد. بدین منظور با استفاده از روش الک خشک هر خاک به دو گروه، خاکدانه‌های ریز( کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاکدانه‌های درشت(بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) تقسیم شد. دامنه تغییرات خاکدانه‌های ریز در رنج ۷/۴۵-۲/۱۲ و خاکدانه‌های درشت ۷/۸۷-۳/۵۴ درصد بود. مقدار فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز، درشت و کل خاك با روش اولسن تعیین شد. دامنه تغییرات مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز ۳/۹۴ - ۲/۱۵، در خاکدانه‌های درشت ۹/۶۸ - ۱/۱۰ و در خاك کل ۶/۸۴- ۱۵میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در تمام خاک‌ها به جز خاک‌های شماره ۳، ۴ و ۶ مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز به صورت معنی‌دار بیشتر از خاکدانه های درشت بود. حضور شکل‌های لبایل فسفر در ذرات ریز موجب نگرانی زیست محیطی می‌شود، چون چنین ذراتی دارای پتانسیل ورود به روان‌آب‌ها از طریق فرسایش خاک می‌باشند.

واژه های کلیدی: اندازه خاکدانه، فسفر قابل استفاده، خاک‌های آهکی.

## مقدمه
فسفر قابل استفاده عبارت است از مقدار فسفری که طی رشد گیاه وارد فاز محلول خاک شده و جذب گیاه می‌گردد. مقدار فسفر قابل استفاده گیاه تابع ویژگی‌های خاک و گیاه است(رئیسی، ۱۳۹۲). در خاک‌های آهکی به دلیل فراوانی کربنات کلسیم و نوع مواد مادری تثبیت فسفر یک امر مهم بشمار می‌آید. به همین دلیل در این خاک‌ها مقادیر زیادی کود فسفره مصرف می‌شود که باعث تجمع فسفر در این خاک‌ها می‌شود. تجمع فسفر در خاک‌ها، می‌تواند سبب آلودگی محیط زیست شود ( سمواتی، ۱۳۸۴).

راه‌های عمده کاهش فسفر از خاک شامل آبشویی، جذب توسط گیاه و فرسایش می‌باشد. معمولاً میزان فسفر از بین رفته در اثر فرسایش بیشتر از میزان فسفری است که به وسیله گیاه مصرف می‌شود. فسفر قابل جذب مصرف شده به وسیله گیاه می‌تواند از فسفر ذخیره شده در خاک تأمین شود در حالی که فسفر از بین رفته به وسیله فرسایش را فقط افزایش کودهای فسفری می‌تواند جبران کند(سالاردینی، ۱۳۷۴). یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک، پایداری خاکدانه‌ها و عوامل مؤثر در تغییر آن است. خاک‌هایی که دارای خاکدانه‌های قوی بوده و سهم خاکدانه های درشت در آن‌ها زیاد است، خاک‌های پایدار در برابر فرسایش می‌باشند. خاکدانه‌ها بر اساس اندازه به دو گروه اصلی، خاکدانه‌های درشت با قطر بزرگتر از ۲۵۰ میکرون و خاکدانه‌های ریز با قطر کوچکتر از ۲۵۰ میکرون تقسیم بندی می‌شوند(آمزکتا و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی‌ها نشان داده که در اثر ضربه قطرات باران، ذرات با قطر ۶۳ تا ۲۵۰ میکرون بیش از همه جدا می‌شوند(رفاهی، ۱۳۸۲). همچنین مورگان اظهار می‌دارد موادی که با جریان سطحی انتقال می‌یابند عمدتاً از مواد ریز به قطر ۱/۰ تا ۳/۰ میلیمتر تشکیل می‌شوند.

خاکدانه‌ها نقش بارزی در فرآیندهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند. بنابراین بر نگهداری عناصر غذایی در خاک اثر می‌گذارند و وضعیت مطلوب‌تری را برای رشد گیاه در خاك فراهم می‌کند(جیائو و همکاران،۲۰۰۶). وانگ و همکاران (۲۰۰۱) پیشنهاد کردند که خاکدانه‌سازی مطلوب در خاک در اثر اعمال مدیریت، در بعضی موارد، قابلیت استفاده فسفر بکار برده را افزایش می‌دهد و ارزیابی دقیق قابلیت استفاده فسفر در خاک‌ها به طور فزاینده‌ای از لحاظ حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی و حفظ محیط زیست اهمیت دارد.

لینکوئیست و همکاران (۱۹۹۷) عنوان کردند که چون اندازه خاکدانه با جذب سطحی فسفر، گنجایش بافری خاک و آزاد شدن فسفر از خاک رابطه دارد این احتمال وجود دارد که خاکدانه‌ها اثرات کوتاه و بلندمدت بر فسفر قابل استفاده گیاه داشته باشند. این موضوع از سوی برخی دیگر از محققین نیز عنوان شده است به طوری که؛ ویلیامز و ساندرز (۱۹۵۶) بیان داشتندکه آزادشدن فسفر

برای گیاهان و استخراج آن توسط عصاره‌گیرهای مختلف به اندازه ذرات و شکل شیمیایی فسفر، وابسته است. پس باید بر این نکته که مقدار فسفر در ذرات با اندازه مختلف به چه میزان است توجه ویژه‌ای نمود.

گئیسلر و همکاران (۲۰۱۱) نیز چالش اصلی در مدیریت تغذیه گیاهان زراعی را نگهداشت غلظت فسفر در محلول خاک در حالت بهینه برای تولید محصول دانسته‌اند و معتقدند که فسفر قابل استفاده علاوه بر اینکه عملکرد محصول را محدود نمی‌کند، تلفات فسفر را که می‌تواند اثر منفی روی کیفیت آب داشته باشد را نیز به حداقل می‌رساند.

تائو و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه‌ای را در مورد اثر اندازه خاکدانه بر قابلیت استخراج فسفر روی دو خاک یکی با میزان فسفر کم و دیگری با مقدار فسفر زیاد انجام دادند و خاکدانه‌ها را در شش کلاس ۲۱۲/۰>، ۵/۰ - ۱، ۲/۰ - ۵/۰، ۲- ۱، ۴ -۲ و ۵/۶ - ۴ میلی‌متر جدا کردند. نتایج بدین صورت بود که با کاهش اندازه خاکدانه مقدار فسفر قابل استخراج توسط مهلیچ-۱، برای هر دو خاک افزایش یافت، به طوری‌که خاکدانه‌های با اندازه ۲۱۲/۰> میلی‌متر بیشترین و ۸/۴ میلی‌متر کمترین مقدار فسفر قابل استخراج را داشتند.

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان گفت که اندازه خاکدانه می‌تواند بر قابلیت استفاده فسفر مؤثر باشد. و از آن‌جا که درباره بررسی اثر اندازه خاکدانه بر قابلیت استفاده فسفر تاکنون در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته، لذا هدف از تحقیق حاضر مقایسه نقش خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور مقایسه اثر خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر، تعداد ۱۰ نمونه خاک از خاک‌های تحت کشت در استان چهار محال و بختیاری انتخاب شدند. برای جداسازی خاکدانه‌ها به اندازه‌های مختلف از روش الک خشک (زانگ و همکاران،۲۰۰۳) استفاده شد. بدین منظور از دستگاه شیکر الک با سری الک‌های استاندارد استفاده شد. به این ترتیب که ۵۰ گرم خاک خشک را روی الک ۴ میلی‌متری ریخته و به مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. اندازه الک‌ها به ترتیب ۴، ۲، ۱ و ۲۵/۰ میلی‌متر بود. در پایان هر آزمایش وزن خاک باقی‌مانده روی هر الک توزین شد و بر این اساس توزیع اندازه ذرات در حالت خشک تعیین گردید. جهت انجام مطالعه روی خاکدانه‌ها، خاکدانه‌های کوچکتر از ۲۵/۰میلی‌متر و بزرگ تر از ۲۵/۰میلی‌متر جمع‌آوری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به روش‌های متداول و فسفر قابل استفاده به روش اولسن، در خاکدانه‌های ریز( کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاکدانه‌های درشت(بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاك اندازه‌گیری شدند.

## نتایج و بحث

درصد خاکدانه‌های ریز و درشت در جدول ۱ و مقادیر فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز و درشت و خاك کل در جدول ۲ آورده شده است.

**جدول۱ درصد توزیع خاکدانه‌ها در خاك**

| خاك | %خاکدانه ها | |
|---|---|---|
| | %درشت | %ریز |
| ۱ | ۶۴.۳ | ۳۵.۷ |
| ۲ | ۷۳.۱ | ۲۶.۹ |
| ۳ | ۷۴.۸ | ۲۵.۲ |
| ۴ | ۶۵.۷ | ۳۴.۳ |
| ۵ | ۷۳.۵ | ۲۶.۵ |
| ۶ | ۸۷.۸ | ۱۲.۲ |
| ۷ | ۶۳.۶ | ۳۶.۴ |
| ۸ | ۶۱.۸ | ۳۸.۲ |
| ۹ | ۷۴.۹ | ۲۵.۱ |
| ۱۰ | ۵۴.۳ | ۴۵.۷ |

**جدول ۲ مقادیر فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز ، درشت و کل خاك (میلیگرم در کیلوگرم)**

| خاک | کل خاك | خاکدانه ریز | خاکدانه درشت |
|---|---|---|---|
| ۱ | ab۲۱.۹ (۲.۵۷) | a۲۲.۷ (۲.۴۶) | (۲.۸۲)b۱۹.۷ |
| ۲ | ab ۳۶.۵ (۵.۱۴) | a ۳۹ (۴.۵۳) | (۵.۱۹) b۳۳.۹ |
| ۳ | ab۳۶.۳ (۳.۸۹) | a۳۴.۹ (۳.۶۱) | (۴.۳۲) a۳۸.۴ |
| ۴ | ab ۲۹.۶ (۴.۴۶) | a۲۹.۴ (۴.۳۲) | (۴.۸۸) a۲۸.۷ |
| ۵ | ab۲۱.۶ (۳.۰۴) | a۲۴.۳ (۳.۲۷) | (۲.۷۴) b۱۸.۹ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۶ | ab۲۱.۵ (۴.۱۶) | (۴.۴۸) a۲۳ | (۳.۹۶) a۲۰.۸ |
| ۷ | ab۲۸.۷ (۲.۵۸) | (۲.۴۱) a۳۱.۳ | (۲.۸۶) b۲۷.۷ |
| ۸ | ab ۱۶.۳ (۱.۳۱) | (۱.۳۷) a۱۷.۸ | (۱.۰۳) b۱۲.۴ |
| ۹ | a۱۵ (۱.۷۴) | (۱.۷۳) a۱۵.۲ | (۱.۱۸) b۱۰.۱ |
| ۱۰ | (۳.۵۷) b ۶۸.۹ (۴.۴۱) | ( ۴.۹۸) a۹۴.۳ | c۸۴.۶ |
| میانگین | ۳۱.۲ | ۳۳.۲ | ۲۷.۹ |

**حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین خاکدانه‌های ریز و درشت در سطح احتمال ۵% می‌باشد. هر کدام از داده‌های ارائه شده در جدول میانگین سه تکرار می‌باشد. اعداد داخل پرانتز درصد فسفر قابل استفاده از فسفر کل میباشد.**

نتایج نشان داد که دامنه تغییرات مقدار فسفر عصاره گیری شده با روش اولسن در خاکدانه‌های ریز ۳/۹۴ - ۲/۱۵، در خاکدانه‌های درشت ۹/۶۸ - ۱/۱۰ و در خاك كل ۶/۸۴- ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. هم در خاکدانه‌های ریز و هم خاکدانه‌های درشت کمترین مقدار فسفر قابل استفاده در خاک ۹ و بیشترین مقدار در خاک ۱۰ وجود دارد. در خاکدانه‌های ریز مقدار فسفر قابل استفاده در ۸ خاک بیش از ۲۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد. اما در خاکدانه‌های درشت ۶ خاک مقدار فسفر قابل استفاده بیش از ۲۰ پی پی ام دارند. علت بالا بودن فسفر قابل استفاده در بیشتر خاک‌های مورد مطالعه را می‌توان به کوددهی مستمر فسفر در خاک نسبت داد. با مقایسه مقدار فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز و درشت مشاهده می‌شود که در خاک‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز به صورت معنی داری بیشتر از خاکدانه‌های درشت می‌باشد. این شاید به دلیل وجود مکان‌های سطحی بیشتر در خاکدانه‌های ریز باشد.

تجمع شکل‌های لابایل فسفر در خاکدانه های ریز بدلیل مستعد بودن این ذرات برای فرسایش آبی و بادی ایجاد نگرانی می کند. وجود شکل‌های فسفری که به صورت سست به این ذرات متصل اند خطر هدرروی فسفر به منابع آبی را افزایش می‌دهد. در نهایت می‌توان گفت، شناخت توزیع فسفر در خاکدانه‌های با اندازه مختلف می‌تواند شاخص خوبی برای پیش بینی خطر آلودگی آب‌ها توسط فسفر باشد.

## منابع


رفاهی، ح. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

رئیسی، ط. ۱۳۹۲. اثر ریزوسفر لوبیا و گندم بر قابلیت استفاده، جزءبندی و سینتیک آزادسازی فسفر در خاک‌های آهکی تیمار شده با لجن فاضلاب شهری. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

سالار دینی، ع. ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

سمواتی، م. ۱۳۸۴. تعیین اجزای مختلف فسفر معدنی و ارتباط آن‌ها با قابلیت جذب فسفر در تعدادی از خاک‌های استان همدان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان.

Amezketa, E., Arguos, R., Carranza, R. and Urgel, B. ۲۰۰۳. Macro and micro aggregate stability of soils determined by a combination of wet seving and laser-ray differection. Spanish Journal of Agriculture Research, ۴ (۱): ۸۳-۹۴.

Geisseler D., Linsler D., Piegholdt C., Andruschkewitsch R., Raupp J. and Ludwig B. ۲۰۱۱. Distribution of phosphorus in size fractions of sandy soils with different fertilization histories. Journal of Plant Nutrition and Soil Science ۱۷۴:۸۹۱-۸۹۸.

Jiao Y., Whalen J.K. and Hendershot W.H. ۲۰۰۶. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. Geoderma ۱۳۴:۲۴-۳۳.

Linquist B.A., Singleton P.W., Yost R.S. and Cassman K.G. ۱۹۹۷. Aggregate size effects on the sorption and release of phosphorus in an Ultisol. Soil Science Society of America Journal ۶۱: ۱۶۰-۱۶۶.

Wang X., Yost R.S. and Linquist B.A. ۲۰۰۱. Soil aggregate size affects phosphorus desorption from highly weathered soils and plant growth. Soil Science Society of America Journal ۶۵:۱۳۹-۱۴۶.

Williams E.G. and Saunders W.M.H. ۱۹۵۶. Distribution of phosphorus in profiles and particle-size fractions of some Scottish soils. Journal of Soil Science ۷:۹۰-۱۰۸.

Zhang M.K., He Z.L. Calvert D.V., Stoffella P.J., Yang X.E.and Li Y.C. ۲۰۰۳. Phosphorus and heavy metal attachment and release in sandy soil aggregate fractions. Soil Science Society of America Journal ۶۷:۱۱۵۸-۱۱۶۷.

**Abstract**

The objective of the present research was to determine contribution of micro and macro aggregate in available P in ۱۰ calcareous soils. Micro aggregate ( < ۰.۲۵ mm) and macro aggregate ( > ۰.۲۵ mm) were separated by dry sieving. The micro-aggregates ranged from ۱۲.۲ to ۴۵.۷% and macro-aggregate from ۵۴.۳ to ۸۷.۷%of the whole soil. Available P in micro and macro aggregate, as well as, whole soil was determined by Olsen method. Amount of Olsen P in micro aggregates, macro aggregates and whole soil ranged from ۱۵.۲ - ۹۴.۳, ۱۰.۱-۶۸.۹ and ۱۵- ۸۴.۶ mg $kg^{-1}$, Respectively. In all soils except soil ۳, ۴ and ۶, amount of Olsen P amount in micro aggregates was significantly higher than the macro aggregates. By increasing the P content, particularly of the smaller sized aggregats it is likely that the eroded material would favour greated P loss.