



## ارزیابی روش سریع تعیین بافت خاک و مقایسه آن با روش‌های رایج در خاک‌های آهکی استان فارس

حمیدرضا جابری پوده<sup>1</sup>، مهرور رضایی<sup>2</sup>، علی ابطحی<sup>3</sup>، عبدالمجید ثامنی<sup>4</sup>، سید علی اکبر موسوی<sup>5</sup>  
1، 2، 3، 4، 5- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و استادیار بخش علوم خاک،  
دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

[jaberi.hamid@gmail.com](mailto:jaberi.hamid@gmail.com)

### چکیده

مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مستقیماً به بافت خاک بستگی دارد. روش‌های رایج تعیین بافت زمان‌بر و پرهزینه هستند. لذا در این تحقیق مقایسه روش سریع تعیین بافت با دیگر روش‌ها در 32 نمونه از خاک‌های دو منطقه در استان فارس صورت گرفت. روش سریع شامل مراحل پراکنده‌سازی ذرات توسط سدیم هگزامتافسفات 3٪، الک کردن و ته‌نشینی می‌باشد. نتایج نشان دادند که نسبت به سایر روش‌ها، روش سریع دارای بیشترین ضریب تعیین ( $R^2$ ) برای مقدار رس (0/96)، سیلت (0/97) و شن (0/99) و نیز کل محدوده اندازه ذرات (0/98) در مقایسه با روش پی‌پت بوده و نتایج قابل‌اعتمادی را با سرعت بیشتر و هزینه کمتری ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: بافت خاک، روش پی‌پت، روش سریع، روش هیدرومتر، روش POM<sup>1</sup>.

### مقدمه

بافت خاک درصد نسبی ذرات شن، سیلت و رس می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی USDA<sup>2</sup> ذرات بر حسب اندازه به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: شن (2-0/05 میلی‌متر)، سیلت (0/05-0/002 میلی‌متر) و رس (کمتر از 0/002 میلی‌متر). از آنجا که بافت خاک منعکس‌کننده‌ی برخی از ویژگی‌ها یا رفتارهای خاک نظیر نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان مواد آلی و رفتار خاک در مقابل شخم و دیگر عملیات خاک‌ورزی می‌باشد، دارای اهمیت زیادی است (Cosby et al, 1984). روش‌های مختلفی برای تعیین درصد ذرات و کلاس بافت خاک پیشنهاد شده است (Shirazi MA and Boersma L, 1984). روش‌های پی‌پت و هیدرومتر براساس ته‌نشینی ذرات بوده که به عنوان روش‌های استاندارد تجزیه اندازه ذرات پذیرفته شده‌اند. از دیگر روش‌های تعیین بافت می‌توان به روش POM (Cambardella et al, 2001) اشاره کرد. همچنین در سال 2001 روش جدیدی تحت عنوان روش سریع توسط کتلا و همکاران ارائه شد. با توجه به اینکه روش پی‌پت علی‌رغم داشتن دقت بالا، مستلزم صرف وقت و امکانات زیاد است و روش هیدرومتر نیز سرعت بیشتر اما دقت کمتری دارد، روش سریع به علت صرفه‌جویی در وقت و هزینه و داشتن دقت کافی می‌تواند دارای ارجحیت باشد. هدف از انجام این پژوهش مقایسه روش‌های رایج اندازه‌گیری بافت خاک با روش سریع در خاک‌های استان فارس در جنوب ایران می‌باشد.

<sup>1</sup> Particulate organic matter

<sup>2</sup> United State Department of Agriculture



## مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش، ابتدا تعداد 60 نمونه دست‌خورده از دو منطقه به وسعت‌های 60 و 90 کیلومتر مربع در استان فارس برداشت شد. سپس 32 نمونه از این خاک‌ها براساس تفاوت بیشتر از نظر بافت خاک انتخاب گردید. این نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک 2 میلی‌متری برای انجام آزمایش آماده و بافت آنها به 4 روش هیدرومتر، پی‌پت، POM و سریع اندازه‌گیری شد. در روش POM ابتدا پراکنده‌سازی اجزای خاک توسط سدیم‌هگزافلورمتافسفات 0/5 درصد (وزنی) و با نسبت 3:1 سدیم‌هگزافلورمتافسفات به خاک (90 میلی‌لیتر به 30 گرم خاک) انجام گرفت و نمونه‌های خاک برای مدت 16 ساعت با دستگاه تکان‌دهنده مکانیکی، تکان داده شدند. سپس از الک‌های استاندارد 0/5 میلی‌متر (شماره 35) و 0/053 میلی‌متر (شماره 270) برای جداسازی ذرات شن و POM استفاده شد. ذرات شن جمع‌آوری شده (بزرگتر از 0/053 میلی‌متر) ابتدا در دمای 55 درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت 4 ساعت در دمای 450 درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری POM خشک شدند. علت استفاده از دمای 450 درجه سانتی‌گراد اکسید شدن ماده آلی در این دما جهت بدست آوردن میزان دقیق‌تر شن می‌باشد. سپس محلول و ذرات عبور کرده از الک (سیلت + رس) در بشر یک لیتری ریخته و کاملاً بهم زده شد تا تعلیقی از ذرات بدست آید. پس از بهم زدن، یک زیرنمونه 45 میلی‌لیتری از تعلیق در لوله سانتریفیوژ 50 میلی‌لیتری ریخته شد. زیرنمونه کاملاً بهم خورده را به مدت حداقل 90 دقیقه اما کمتر از 6 ساعت در دمای اتاق (24-18 درجه سانتی‌گراد) به صورت عمودی قرار داده تا ذرات سیلت ته‌نشین گردند. پس از مرحله ته‌نشست، محلول بالایی حاوی رس معلق و ذرات سیلت رسوب یافته، در ظروف جداگانه در دمای 105 درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. درصد نسبی سیلت زیرنمونه‌ها به صورت زیر بدست آمد:

$$\text{وزن کل زیرنمونه} = \text{وزن سیلت خشک شده} + \text{وزن رس خشک شده} \quad \text{سیلت زیرنمونه} = \frac{\text{وزن سیلت خشک شده}}{\text{وزن کل زیرنمونه}}$$

سپس محاسبه درصد سیلت و رس در نمونه اصلی به صورت زیر صورت گرفت:

$$\% \text{شن} = 100 \times \left( \frac{\text{وزن شن خشک شده}}{\text{وزن نمونه اصلی}} \right) \quad \% \text{(سیلت + رس)} = 100 - \% \text{شن}$$

$$\% \text{سیلت} = \text{سیلت زیرنمونه} \times \% \text{(سیلت + رس)} \quad \% \text{رس} = 100 - (\% \text{شن} + \% \text{سیلت})$$

در روش سریع، غلظت سدیم‌هگزافلورمتافسفات به 3 درصد افزایش و مدت زمان تکان دادن به 2 ساعت کاهش یافت. همچنین نیاز به جمع‌آوری ذرات شن و POM در محدوده 2 تا 0/5 میلی‌متر نبود، بنابراین تنها از الک 0/053 میلی‌متر برای جمع‌آوری ذرات شن استفاده شد. در این روش مقدار خاک کمتری (15 گرم) بکار رفت و در نتیجه به علت کاهش حجم محلول نیازی به برداشتن زیرنمونه نبود. محلول حاوی سیلت و رس بطور کامل بهم زده شد تا تمامی ذرات به حالت تعلیق در آیند و سپس به مدت حداقل 90 دقیقه اما کمتر از 6 ساعت در دمای اتاق (24-18 درجه سانتی‌گراد) قرار داده تا ذرات سیلت ته‌نشین گردند. بعد از مرحله ته‌نشست، محلول رویی دور ریخته شد و سیلت رسوب یافته در دمای 105 درجه سانتی‌گراد خشک گردید. درصد اجزاء شن، سیلت و رس به صورت زیر بدست آمد:

$$\% \text{شن} = 100 \times \left( \frac{\text{وزن شن خشک شده}}{\text{وزن نمونه اصلی}} \right) \quad \% \text{سیلت} = 100 \times \left( \frac{\text{وزن سیلت خشک شده}}{\text{وزن نمونه اصلی}} \right)$$

$$\% \text{رس} = 100 - (\% \text{شن} + \% \text{سیلت})$$



با استفاده از رگسیون خطی و ضریب تعیین ( $R^2$ ) بدست آمده، نتایج حاصل از روش‌های هیدرومتر، POM و سریع با روش استاندارد پی‌پت مقایسه گردید.

### نتیجه‌گیری

ضرایب تعیین ( $R^2$ ) بین درصد شن، سیلت و رس حاصل از روش‌های مختلف اندازه‌گیری بافت خاک در مقایسه با روش پی‌پت در جدول 1 ارائه شده است. نتایج حاصل از روش‌های سریع و POM در مقابل روش استاندارد پی‌پت برای درصد شن نشان می‌دهد که این روش‌ها نتایج مشابهی داشته و دارای ضریب تعیین بزرگتر از روش هیدرومتر می‌باشند. در مورد درصد سیلت و رس نیز روش سریع بیشترین همبستگی را در مقایسه با سایر روش‌ها نشان می‌دهد. به طور کلی نتایج حاصل از روش‌های سریع تعیین بافت خاک بیشترین تشابه را با روش پی‌پت داشته که حاکی از دقت زیاد روش سریع تعیین بافت خاک است.

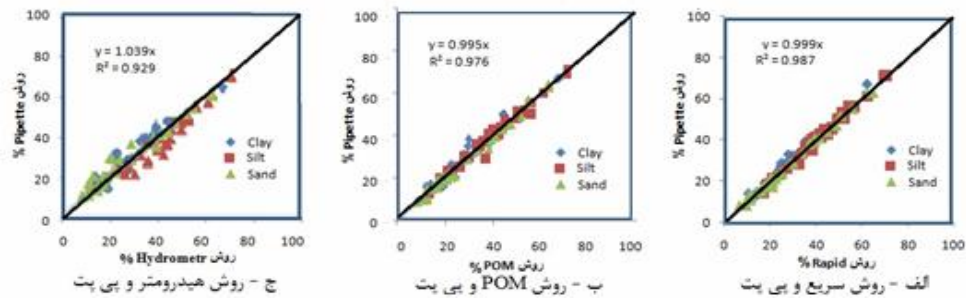
جدول 1- مقایسه ضریب تعیین ( $R^2$ ) درصد شن، سیلت و رس حاصل از روش‌های هیدرومتر، POM و سریع با روش پی‌پت

روش سریع	POM روش	روش هیدرومتر	% ذرات اولیه خاک
0/96	0/95	0/92	درصد رس
0/97	0/96	0/93	درصد سیلت
0/99	0/99	0/95	درصد شن

نتایج حاصل از تعیین هر سه ذره (شن، سیلت و رس) روش‌های هیدرومتر، POM و سریع در مقابل روش استاندارد پی‌پت در جدول 2 و شکل 1 آورده شده است. نتایج نشان داد همبستگی بین نتایج حاصل از روش سریع با روش پی‌پت در مقایسه با سایر روش‌ها بیشتر بود (شکل 1 الف). اگرچه روش‌های هیدرومتر و POM نیز از نظر آماری همبستگی خوبی با روش پی‌پت نشان دادند (شکل 1 ب و ج)، اما روش سریع علاوه بر داشتن دقت زیاد و همبستگی بالا با روش استاندارد پی‌پت، به علت صرفه‌جویی در وقت و هزینه و عدم نیاز به وسایل آزمایشگاهی خاص روش مناسب‌تری جهت تعیین بافت خاک می‌باشد. لذا استفاده از روش سریع جهت تعیین بافت خاک در آزمایشگاه به عنوان جایگزینی برای روش‌های سنتی اندازه‌گیری بافت خاک توصیه می‌شود.

جدول 2- مقایسه ضریب تعیین ( $R^2$ ) روش‌های هیدرومتر، POM و سریع با روش استاندارد پی‌پت

روش سریع	POM روش	روش هیدرومتر	روش پی‌پت
0/98	0/97	0/92	



شکل 1 - مقایسه نتایج حاصل از تجزیه مکانیکی خاک، روش (الف) سریع (ب) POM (ج) هیدرومتر با روش پی پیت

#### منابع

- Cambardella CA, Gajda AM, Doran JW, Wienhold BJ and Kettler TA, 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. Pp. 349-359. In R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett, and B.A. Stewart (ed.). Assessment methods for soil carbon. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Cosby BJ, Hornberger GB, Clapp MR and Ginn TR, 1984. A statistical exploration of the relationships of soil moisture characteristics to the physical properties of soils. Water Resour. Res. 20(6): 682-690.
- Kettler TA, Doran JW and Gilbert TL, 2001. Simplified Method for Soil Particle-Size Determination to Accompany Soil-Quality Analyses. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:849-852.
- Shirazi MA and Boersma L, 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil. Sci., Soc. Am. J. 48: 142-147.