مقایسه نتایج خاکدانه‌های پایدار در آب با استفاده از شاخص پوجاسوک و شاخص متداول MWD

معصومه نیکپور[۱]، علی اکبر محبوبی[۲] و محمد رضا مصدقی[۳]

[۱] مدرس دانشگاه پیام نور کرمان، [۲] استاد و [۳] استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان،

مقدمه

پایداری ساختمان خاک به توانایی خاکدانه‌های خاک در برابر نیروهای اعمال شده به آنها گفته می‌شود. برای رشد گیاهان زراعی، ساختمان مطلوب خاک به وجود خاکدانه‌هایی که در حالت خیس پایدار می‌مانند، بستگی دارد. پایداری ساختمان خاک به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بستگی دارد و لازمه به دست آوردن نتایج مطلوب از داده-های شاخص پایداری، شناسایی کامل عوامل مؤثر در فرایند خاکدانه‌سازی می‌باشد. یکی از متداولترین روش‌ها در بررسی پایداری خاکدانه‌ها در حالت مرطوب روش یودر است. برای ارزیابی پایداری به این روش از شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) استفاده می‌شود. این شاخص مقاومت خاکدانه‌ها در برابر نیروی تخریبی حاصل از خیس‌شدگی و تکان دادن خاکدانه‌ها در آب را نشان می‌دهد. با این حال پژوهشگران معتقد هستند که روش یودر نمی تواند در همه شرایط به خوبی وضعیت پایداری خاکدانه‌ها را بررسی کند (دیاز-زوریتا و همکاران [۱]). از این رو در این مطالعه روش متداول یودر با روش پوجاسوک و کی [۳] مورد مقایسه قرار گرفت و تا در نهایت مشخص شود روش یودر تا چه حد می-تواند تأثیر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی را بر پایداری خاکدانه‌ها در آب را توجیه کند.

مواد و روش‌ها

۳۰ خاک از سری‌های مهم خاک در استان همدان انتخاب شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها با استفاده از روش‌های متداول آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. روش یودر با استفاده از روش اصلاح شده توسط اسمتم و همکاران [۴] در خاکدانه‌ها با پیش-تیمار مرطوب کردن آهسته (مکش ماتریک ۳۰ کیلو پاسگال) انجام شد و در نهایت میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها[۱۰] ($MWD = \sum_{i=1}^{n} w_i \overline{X}_i$) محاسبه گردید. روش پوجاسوک و کی نیز بر روی خاکدانه‌ها با پیش-تیمار مرطوب کردن آهسته مشابه با روش یودر اعمال و در نهایت شاخص پایداری خاکدانه‌های تر[۱۱] به دست آمد. روابط برازش خطی و چندگانه بین پایداری و ویژگی‌های خاک با استفاده از نرم‌افزار SPSS و SAS بررسی شد.

$$WAS\%\ (\text{ذرات} > ۲۵۰\mu m) = \frac{(\text{وزن شن + وزن خشک خاکدانه‌های پایدار}) - \text{وزن شن}}{(\text{وزن شن + وزن خاک اولیه}) - \text{وزن شن}} \times ۱۰۰$$

نتایج و بحث

دامنه گستردگی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها به این شکل بود که درصد شن ۵/۰۴ تا ۵۸/۳۱، درصد کل رس ۱۰/۵ تا ۵۶/۵ (درصد رس ریز ۴/۶ تا ۸/۸)، درصد سیلت ۳۱/۱۹ تا ۶۴/۸، ماده آلی ۰/۵ تا ۲/۸، واکنش خاک (pH) ۶/۵۳ تا ۸/۷۱، هدایت الکتریکی (EC) ۰/۱۴تا ۰/۸۲ و کربنات کلسیم ۶ تا ۴۱/۵ به دست آمد.

تأثیرگذاری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها بر MWD و WAS متفاوت بود (تمامی ویژگی‌هایی که در معادله-های رگرسیونی آورده شده است در سطح ۵٪ معنی‌دار بودند). ارتباط بین این شاخص‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها به همراه ضریب‌ها تبیین (R^2) در معادله‌های رگرسیونی زیر نشان داده شده است:

$MWD\ (mm) = ۱/۳۱\ Log\ OM\% + ۱/۵۳\ Log\ (Clay\%) + ۰/۰۰۰۲۸\ (CaCO_3\%)^2$ $\quad R^2 = ۸۰/۱\%$ (۱)

$WAS_{۳.kPa}\ (\%) = ۱۰/۹ + ۷/۷۴\ Log\ (OM\%) + ۱۲/۵\ Log\ (Clay\%) + ۰/۰۰۲۳۴\ (CaCO_3\%)^2$ $\quad R^2 = ۸۱/۱\%$ (۲)

[10] Mean weight diameter
[11] Wet aggregate stability

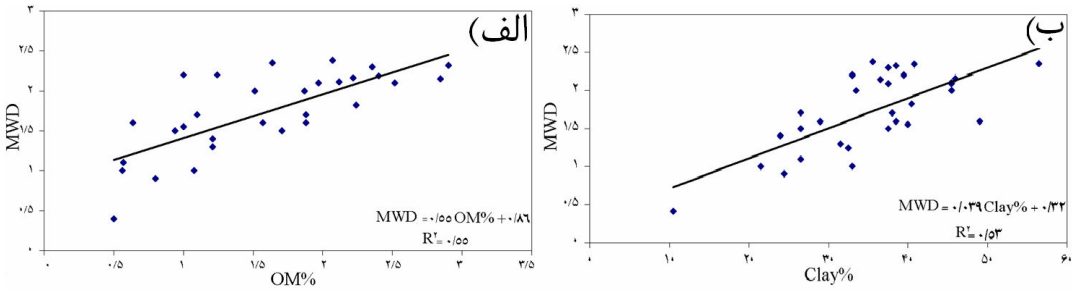
حال برای مقایسه بهتر اثر ویژگی‌ها معادله‌های رگرسیونی با متغیرهای مستقل (سه ویژگی به صورت ساده) آورده شدند:

$MWD\ (mm) = ۰/۴۱۱\ OM\% + ۰/۰۲۲۸\ Clay\% + ۰/۰۱۳۳\ CaCO_3\%$ $R^2 = ۷۴/۶\%$ (۳)

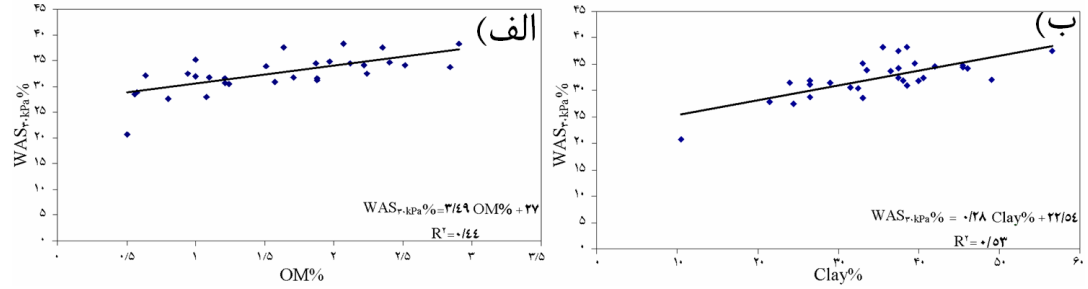
$WAS_{۳.kPa}\ (\%) = ۲۰/۰ + ۲/۴۹\ OM\% + ۰/۱۶۰\ Clay\% + ۰/۱۳۳\ CaCO_3\%$ $R^2 = ۷۵/۱\%$ (۴)

در پیش-تیمار مرطوب کردن آهسته، در هنگام مرطوب کردن خاکدانه‌ها امکان خروج هوا از منافذ خاک وجود داشته و در نتیجه آماس یکنواخت خاکدانه‌ها و کاهش انرژی تخریبی موجب کاهش تلاشی خاکدانه‌ها می‌گردد. از این رو میانگین MWD محاسبه شده در خاک‌ها ۱/۸۵ میلی‌متر و میانگین $WAS_{۳.kPa}$ ۳۴/۱۶٪ بود، که این مقادیر پایداری خاکدانه‌ها با توجه به اقلیم و بالا بودن ماده آلی خاک‌ها نسبتاً خوب است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت مرطوب کردن آهسته خاک‌ها (مانند آبیاری قطره‌ای) نسبت به مرطوب کردن سریع خاک‌ها (مانند آبیاری غرقابی)پایداری خاکدانه‌ها در برابر تنش‌های محیطی را کمتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. زانگ و هورن [۵] نیز برای اغلب خاک‌ها، مقادیر MWD زیادی را در پیش-تیمار مرطوب کردن آهسته به دست آوردند.

با توجه به معادله‌های به دست آمده، مشخص شد که ماده آلی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر پایداری خاکدانه‌ها در خاک‌های مورد بررسی است. با توجه به معادله‌های ۳ و ۴، تأثیرگذاری ماده آلی بر مقدار MWD حدود ۱۸ برابر رس و ۳۱ برابر کربنات کلسیم و بر $WAS_{۳.kPa}$ حدود ۱۵/۶ برابر رس و ۱۸/۷ برابر کربنات کلسیم بود. مقدار تأثیرگذاری رس در درجه بعدی اهمیت قرار گرفت. تأثیر درصد رس بر MWD حدود ۱/۷ برابر کربنات کلسیم و در مقدار $WAS_{۳.kPa}$ نیز در حدود ۱/۲ برابر بود. در نهایت کربنات کلسیم در درجه آخر اهمیت قرار گرفت و در واقع اهمیت نسبتاً زیاد این سه ویژگی در پایداری خاکدانه در خاک مورد نظر (خصوصاً در خاک‌های مناطق خشک) را نشان می‌دهد. مولینا و همکاران [۲] تأثیر رس، ماده آلی و کلسیم تبادلی را بر پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر مثبت ارزیابی کرد. نتایج این پژوهشگران با نتایج به دست آمده در این پژوهش مشابه بود. اثر ماده آلی و رس که در این پژوهش اثر آنها بر MWD و $WAS_{۳.kPa}$ کاملاً واضح و معنی‌دار بود، به طور جداگانه بررسی شد. روابط رگرسیونی خطی MWD و $WAS_{۳.kPa}$ با مقدار ماده آلی و رس به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ ترسیم شده است.



شکل ۱: رابطه بین پایداری خاکدانه‌ها (MWD) با **الف)** درصد ماده آلی خاک (OM%) و **ب)** درصد رس خاک (Clay%).



شکل ۲: رابطه بین درصد خاکدانه‌های پایدار در آب ($WAS_{۳.kPa}$) با **الف)** درصد ماده آلی خاک (OM%) و **ب)** درصد رس خاک (Clay%).

در مقایسه معادله‌های حاصل از روش الک تر یودر (شاخص MWD) و روش پوجاسوک و کی (شاخص WAS) می‌توان نتیجه گرفت که شاخص WAS با داشتن ضریب تبیین بیشتر و معنی‌دار بودن ویژگی‌ها در سطح بالاتر، بهتر توانست تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی را بر پایداری خاک مورد بررسی قرار دهد. شاخص WAS در مقایسه با شاخص

MWD تأثیر ماده آلی را کمتر ارزیابی کرد، در حالی که این شاخص اثر رس را بیشتر نشان داد. با توجه به تأثیر بیشتر رس در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک (با ماده آلی کمتر) نسبت به خاک‌های مناطق مرطوب (با ماده آلی بیشتر)، انتظار می‌رود نتیجه حاصل از WAS به واقعیت نزدیکتر باشد. با این حال باید توجه داشت شاخص MWD از روش چند الکی یودر محاسبه می‌شود و علاوه بر بررسی پایداری توزیع اندازه خاکدانه‌ها ی پایدار در آب را به ما می‌دهد، در حالی که در روش پوجاسوک و کی این امکان وجود ندارد. همچنین با توجه به امکانات آزمایشگاهی ساده‌تر در روش پوجاسوک و کی و بررسی نسبتاً بهتر نسبت به روش یودر این روش بهتر است. در نهایت توصیه می‌شود با استفاده از دامنه گسترده‌تری از خاک‌ها این روش برای خاک‌های ایران اصلاح شوند.

منابع

[1] Diaz-Zorita, M., Grove, J.H. and Perfect, E. 2006 *"Sieving duration and sieve loading impacts on dry soil fragment size distributions"*. Soil Till. Res. 23: 61-66.

[2] Molina, N. C., Caceres, M.R. and Pietroboni, A.M. 2001 *"Factors affecting aggregate stability and water dispersible clay of recently cultivated semiarid soils of Argentina"* Arid Land Res. Manag. 15: 77-87.

[3] Pojasok, T. and Kay, B.D. 1990 *"Assessment of a combination of wet sieving and turbidimetry to characterize the stability of moist aggregates"*. Can. J. Soil Sci. 70: 33- 42.

[4] Smettem, K.R.J., Rovira, A.D., Wace, S.A., Wilson, B.R. and Simon, A. 1992 *"Effect of tillage and crop rotation on the surface stability and chemical properties of a red-brown earth (Alfisol) under wheat"*. Soil Till. Res. 22: 27-40.

[5] Zhang, B. and Horn, R. 2001 *"Mechanisms of aggregate stabilization in Ultisols from subtropical China"*. Geoderma 99: 123-145.