



## بررسی اثر پایداری خاکدانه بر فرسایش ناشی از بارندگی

فاطمه پیوسته، حسین اسدی و مهدی عاکف

به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[Fatemeh\\_peyvasteh@yahoo.com](mailto:Fatemeh_peyvasteh@yahoo.com)

### چکیده

در این تحقیق، بعد از انتخاب 18 نمونه خاک سطحی از مناطق مختلف و تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، به منظور برآورد شدت رواناب و فرسایش از یک سیستم شبیه‌ساز باران استفاده گردید. هر نمونه با استفاده از سینی پاشمان، به مدت 30 دقیقه تحت بارش قرار گرفت و شدت فرسایش ناشی از بارندگی اندازه‌گیری شد. رگرسیون چند متغیره برای آزمون رابطه بین ویژگی‌های خاک و میزان فرسایش به کار رفت. شدت رواناب و فرسایش دارای همبستگی بالایی با میانگین وزنی و هندسی قطر، و بعد فرکتال خاکدانه‌ها بودند. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه شامل ماده آلی، درصد سدیم تبادلی و درصد رس خاک بودند.

کلمات کلیدی: اندوده سطحی، بعد فرکتال، شبیه‌ساز باران، شدت فرسایش.

### مقدمه

پایداری خاکدانه به معنی توانایی خاکدانه‌ها در دفع نیروهای مخرب است. خاک‌های دارای خاکدانه‌های پایدار در سطح، مقاومت بیشتری نسبت به فرسایش آبی از خود نشان می‌دهند. زیرا از یک سو تمایل خاکدانه‌ها جهت گسسته شدن کمتر بوده و از طرف دیگر سرعت نفوذ در این خاک‌ها بیشتر خواهد بود. کانتون و همکاران (2009) به بررسی رابطه پایداری خاکدانه و رواناب و فرسایش در نواحی نیمه خشک آلمریا در اسپانیا پرداختند. در این تحقیق که به منظور ارزیابی پایداری ساختمان خاک به عنوان شاخصی برای فرسایش صورت گرفت، نشان داده شد که پایداری خاکدانه‌ها در سطح خاک، نمایه ارزشمندی برای بررسی رواناب و فرسایش بین شیاری در خاک‌های لوم شنی مناطق نیمه خشک است. یان و همکاران (2008) با استفاده از نمایه پایداری خاکدانه، معادله‌ای جهت اندازه‌گیری فرسایش بین شیاری در خاک‌های التی‌سول نواحی نیمه‌گرمسیری در کشور چین ارائه کردند. از آن‌جا که بر اثر برخورد قطره باران، خاکدانه‌ها از هم گسیخته شده و تبدیل به خاکدانه‌های کوچک می‌شوند و این خاکدانه‌های کوچک تاثیر محسوسی بر روی فرآیندهای نفوذ، تشکیل اندوده و سله‌های سطحی، رواناب و فرسایش خاک دارند، لذا پایداری خاکدانه ویژگی کلیدی و مهمی جهت تشریح، پیش‌بینی و کمی کردن این فرآیندها است.

### مواد و روشها

به منظور انتخاب نقاط نمونه‌برداری، از روش بازدید از محل و پیمایش صحرائی استفاده شد و با توجه به این که تشکیل اندوده سطحی به عنوان یک فرآیند رایج در مناطق خشک و نیمه خشک شناخته شده است، تعداد 14 نمونه از استان‌های قزوین و زنجان برداشت شد. همچنین جهت مقایسه بهتر، تعداد چهار نمونه خاک نیز از مناطق جنگلی استان گیلان که دارای خاکدانه‌های پایدار بودند، تهیه گردید. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این مطالعه شامل؛ جرم



مخصوص ظاهری به روش کلوخه، بافت خاک به وسیله هیدرومتر، میزان ماده آلی به روش والکی بلک، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی سازی با اسید کلریدریک، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم، درصد سدیم تبدالی (ESP)، هدایت الکتریکی (EC)، pH، توزیع اندازه خاکدانه با استفاده از روش الک تر و تعیین شدت فرسایش بودند. برای تعیین شدت فرسایش و تهیه نمونه از تشکیل اندوده سطحی، از شبیه ساز باران استفاده گردید. جهت شبیه سازی باران با شدت مورد نظر از یک مخزن با مساحت 30x35 متصل به آب شهر و همچنین به منظور قرار دادن خاک در معرض بارندگی و اندازه گیری فرسایش و ایجاد اندوده سطحی، از سینی پاشمان معروف به سینی میزرا و رز (به نقل از اسدی و همکاران، 2008) استفاده گردید. نمونه های خاک پس از اشباع شدن به مدت 24 ساعت، به مدت 30 دقیقه تحت بارش با شدت متوسط 95 میلی متر در ساعت قرار گرفت. در هر آزمایش شدت رواناب و غلظت رسوب در فواصل زمانی مختلف اندازه گیری شد. درصد تخلخل لایه سطحی بعد از آزمایش، با برداشت نمونه و تهیه مقاطع نازک تعیین گردید. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

### نتیجه گیری

دامنه تغییرات برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک مورد استفاده در جدول 1 ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می شود خاک های مورد بررسی به ویژه از نظر بافت، ماده آلی و پایداری خاکدانه، متنوع می باشند.

جدول 1- دامنه تغییرات ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک مورد استفاده

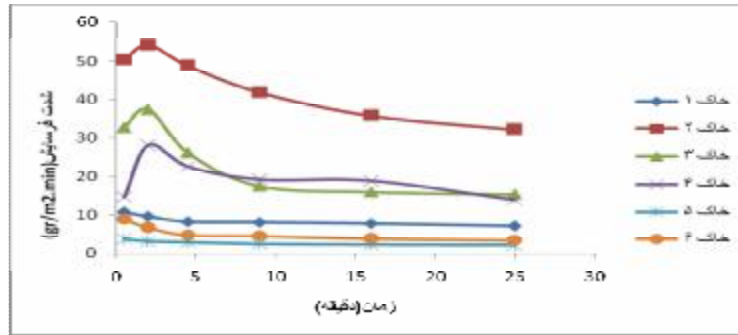
ویژگی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
رس (%)	19	48	32/5	9/28
سیلت (%)	22	64	42/1	10/63
شن (%)	8	56	25/4	14/77
میانگین هندسی قطر (mm)	0/35	1/52	0/73	0/35
ماده آلی (%)	0/26	5/26	1/73	1/74
ظرفیت تبادل کاتیونی ( $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ )	22/8	49/0	36/26	7/97
درصد سدیم تبدالی	7/3	49/2	14/2	9/86
کربنات کلسیم معادل (%)	2/0	24/0	11/6	7/41

### تغییرات شدت فرسایش با زمان

شدت فرسایش در بازه های زمانی 1، 2، 3، 6، 8 و 10 دقیقه محاسبه گردید. در شکل 1 تغییرات شدت فرسایش با زمان برای تعدادی از خاک ها نشان داده شده است. در زمان های اولیه شروع رواناب (دقایق اولیه)، شدت فرسایش حداکثر بوده و با گذشت زمان به سرعت کاهش یافته تا به یک حالت تقریباً ثابت می رسد. به نظر می رسد مهم ترین عامل در ایجاد نقطه اوج اولیه تلفات خاک، وجود مقداری ذرات ریز مجزا (آزاد) در سطح خاک باشد که با شروع رواناب به یکباره شسته می شوند. این ذرات در مطالعات آزمایشگاهی معمولاً طی مراحل نمونه برداری، الک کردن و آماده کردن نمونه ها به وجود می آیند. در شرایط طبیعی نیز عملیات زراعی به ویژه شخم، دوره های متوالی خشک و مرطوب شدن، یخ بستن و ذوب شدن و تغییرات دمایی احتمالاً در ایجاد این ذرات نقش دارند. در شکل 1، حداکثر شدت



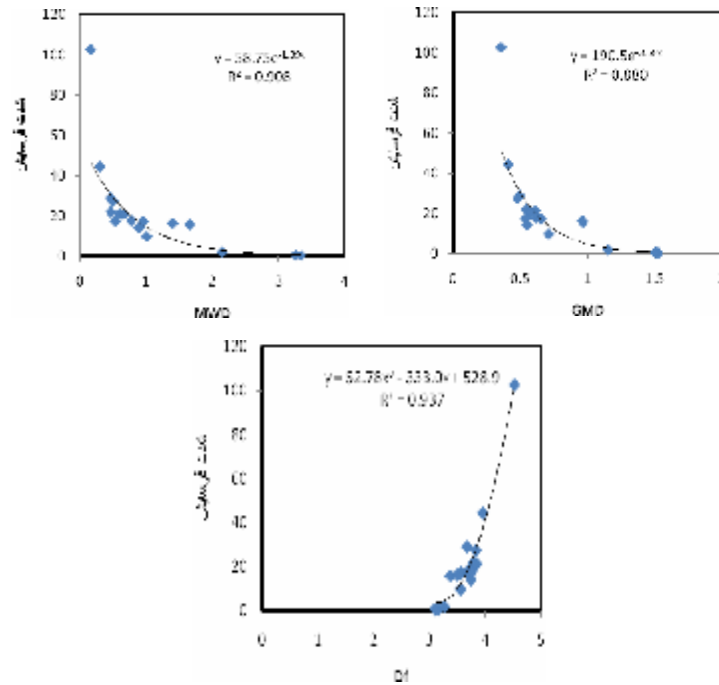
فرسایش مربوط به خاک شماره 2 است که نسبت به سایر نمونه‌ها دارای ESP بالاتر بوده و مقدار ماده آلی آن 0/45 درصد است که در مقایسه با سایر نمونه‌های مورد مطالعه از مقدار ماده آلی کمتری برخوردار است. همچنین، حداقل شدت فرسایش در خاک شماره 5 صورت گرفته است. این خاک دارای 1/22 درصد ماده آلی می‌باشد و ESP آن نیز از سایر نمونه‌های خاک کمتر می‌باشد.



شکل 1- تغییرات شدت فرسایش با زمان

#### رابطه شدت فرسایش و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک

رابطه بین میانگین شدت فرسایش با نمایه‌های  $MWD$ ،  $GMD$  و  $D_f$  از طریق رگرسیون ساده مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل 2 با افزایش  $MWD$  و  $GMD$ ، از شدت فرسایش به صورت نمایی کاسته می‌شود، در حالی است که با افزایش بعد فرکتال، شدت فرسایش افزایش می‌یابد. از میان سه نمایه‌ی پایداری مزبور،  $D_f$  بیش‌ترین همبستگی ( $R^2=0.94$ ) را با شدت فرسایش دارد. پاچپسکی و همکاران (1995) بیان نمودند که تخریب خاک موجب افزایش بعد فرکتال می‌گردد.



شکل 2- رابطه شدت فرسایش و نمایه‌های پایداری خاکدانه

رابطه بین میزان فرسایش با ویژگی‌های خاک از طریق آنالیز رگرسیون چند متغییره مورد بررسی قرار گرفت. معادله استخراج یافته در این مورد به صورت زیر است:

$$[1] \quad \text{شدت فرسایش} = 32/958 \quad R^2=0/92 + \text{درصدتخلخل اندوده} (-1/098) \text{ESP} + 1/816 = \text{شدت فرسایش}$$

از آن جا که خاک‌های سدیمی دارای پایداری ساختمانی کمی هستند، در هنگام خیس شدن به وسیله آب باران یا آبیاری تخریب گشته و باعث ایجاد اندوده در خاک می‌گردد (دارگان و همکاران 1976).

روند تغییرات شدت رواناب با زمان، عکس روند تغییرات شدت فرسایش بوده است یعنی در ابتدای آزمایش شدت رواناب کم می‌باشد زیرا خاک نفوذپذیری خوبی دارد. با گذشت زمان و ادامه بارش و تخریب خاکدانه‌ها، اندوده تشکیل شده در سطح خاک مانع از نفوذ آب گردیده و میزان رواناب ایجاد شده افزایش می‌یابد.

رابطه بین میانگین شدت رواناب با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق رگرسیون چندگانه مورد بررسی قرار گرفت. معادله به دست آمده در این مورد به صورت زیر است:

$$[2] \quad \text{شدت رواناب} = -8/606 \text{OM} + 0/787 \text{ESP} + 54/645 \quad R^2=0/896$$

نتایج نشان داد که پایداری خاکدانه اثر معنی‌داری بر شدت فرسایش و تغییرات زمانی آن دارد. همبستگی بالایی بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده وجود دارد. در مجموع از بین نمایه‌های پایداری خاکدانه، بعد فراکتال خاکدانه‌ها همبستگی بالاتری با شدت فرسایش داشت. بررسی رابطه بین میزان فرسایش با ویژگی‌های خاک نیز نشان داد که میزان سیلت، درصد سدیم تبادلی و میزان ماده آلی از جمله ویژگی‌های مهم و اثر گذار خاک بر شدت فرسایش هستند.



#### منابع

- Asadi H, Rouhipour H, Refahi H Gh and Ghadiri H, 2008. Testing a mechanistic soil erosion model for three selected soil types from Iran. *JAST*, 10(1): 79-91.
- Canton Y, Sole-Benet A, Asensio C, Chamizo S and Puigdefabregas J, 2009. Aggregate stability in range sandy loam soils relationship with runoff and erosion. *Catena*, 77: 192-199.
- Dargan KS, Gual BL, Abrol IP and Bhumbra DR, 1976. Effect of gypsum, farmyard manure and zinc on yield of berseem, paddy and maize in a highly sodic soil. *J. Agric. Sci.* 46: 535-541.
- Misra RK and Rose CW, 1995. An examination of the relationship between erodibility parameter and soil strength. *Aus. J. of soil Res.* 33: 715-332.
- Pachepsky YaA, Polubesova TA, Hajnos M, Sokolowska Z and Jozefaciuk G, 1995. Fractal parameters of pore surface area as influenced by simulated soil degradation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 68-75.
- Yan FL, Shi ZH, Li ZX and Cia CF, 2008. Estimating interrill soil erosion from aggregate stability of Ultisols in subtropical China. *Soil Till. Res.* 100: 34-41.