



شاخص‌های حساسیت به تشکیل اندوده سطحی

علیرضا دارخال¹ و عباس احمدی^{2*}

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

² استادیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

*Email: a_ahmadi@tabrizu.ac.ir

چکیده

تشکیل اندوده سطحی در هنگام بارندگی تاثیر زیادی در کمیت و کیفیت فرسایش خاک و تولید رواناب دارد. شاخص‌های متعددی برای تعیین حساسیت خاک به تشکیل اندوده ارایه شده است. از جمله این شاخص‌ها، شاخص پایداری خاک، شاخص نسبی تشکیل اندوده و برخی شاخص‌های مربوط به نفوذ و نیز پایداری خاکدانه‌ها می‌باشند، که عمدتاً برای منطق حاره و مدیترانه‌ای ارائه شده‌اند. اغلب این شاخص‌ها حساسیت به تشکیل اندوده سطحی خاک را، از طریق تغییرات اندازه منافذ خاک و مقاومت خاکدانه‌ها در مقابل نیروهای مختلف برآورد می‌نمایند. پیشنهاد می‌شود با انجام مطالعاتی مناسب‌ترین شاخص حساسیت به تشکیل اندوده سطحی معرفی شود.

کلمات کلیدی: اندوده سطحی، فرسایش، پایداری خاکدانه، هدایت هیدرولیکی

مقدمه

زمانی که سطح خاک در مقابل ضربات باران قرار گیرد شرایط متفاوتی می‌تواند بوجود آید که از جمله این شرایط می‌توان به کوچک‌تر شدن اندازه خاکدانه‌ها، متلاشی شدن ذرات و حمل ذرات به صورت معلق، رسوب گذاری و تشکیل اندوده سطحی در سطح خاک اشاره کرد (لوجان، 2003). شکسته شدن خاکدانه‌ها در اثر نیروی وارد شده قطره در حال سقوط سبب تشکیل مواد ریز حاصل از گسیختگی خاکدانه‌ها شده که این ذرات می‌تواند در منافذ خاک قرار گیرند و کاهش مقدار نفوذپذیری خاک را در اثر تشکیل اندوده سطحی در پی داشته باشند (راموس و همکاران، 2003). شکسته شدن خاکدانه‌ها فرآیند مهمی در کنترل قابلیت خاک برای تشکیل اندوده سطحی و سله می‌باشد. این موضوع ممکن است در نتیجه آبدار شدن خاک به وسیله آب و شکستن تدریجی خاکدانه‌ها، یا در اثر نیروی فیزیکی متلاشی کننده مستقیم یا غیر مستقیم ضربه قطره باران باشد، که در بدترین شرایط هر دو عامل آبدار شدن و برخورد قطره باران می‌تواند سبب تخریب خاکدانه‌ها شود (گیویس، 1997). اثر ضربه قطرات باران می‌تواند باعث تخریب خاکدانه‌ها و انتقال ذرات ریز به منافذ خاک و در نتیجه ایجاد لایه لعابی در سطح خاک شود که در اثر آن ساختار لایه سطحی خاک با کاهش منافذ، افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش مقدار هدایت هیدرولیکی روبه‌رو شود (موری، 1981). پایداری خاکدانه‌ها رابطه مستقیمی را با مقدار ماده آلی، ساختمان خاک، بافت خاک، اندازه خاکدانه‌ها و درصد آهن و آلومنیوم سزکویی اکسیدها دارا می‌باشد (لی بیسسونایس، 1997). اولسن و ویشمایر (1963) طی تحقیقات خود دریافتند که میانگین فرسایش خاک در دراز مدت ممکن است به دلیل تغییر در خصوصیات خاک سطحی مخصوصاً در اثر تشکیل اندوده سطحی بیش از 30 برابر تغییر کند. بنابراین، توصیف کمی اثرات تشکیل اندوده سطحی روی



فرسایش پذیری بین شیبی، یک پیش نیاز برای پیش بینی دقیق فرسایش خاک است (هایرسین و هوک، 1995؛ لی بیزونایس و همکاران، 1998؛ جتن و همکاران، 1999).

روش های اندازه گیری حساسیت خاک به تشکیل اندوده سطحی

در منابع مختلف حساسیت خاک نسبت به تشکیل اندوده سطحی به وسیله روابط متفاوتی نمایش داده شده است از جمله:

1- شاخص پایداری $C_{10}-C_5$

شاخص پایداری به آب در حالت خشک سنجیده می شود. که از تفاضل میزان رطوبت W_5 و W_{10} در دستگاه کاسگراند که تیغه آن در فاصله 1 سانتی متری بعد از 5 و 10 ضربه بسته شده است به دست می آید. مقدار این شاخص برای خاک های مقاوم به تشکیل اندوده سطحی بزرگتر از 3 ($C_5 - C_{10} > 3$) و برای خاک های حساس کوچکتر از 2/5 می باشد.

2- شاخص های WAS و MWD

که در مقدار پایداری خاکدانه ها در حالت مرطوب و به وسیله آقایان (کمپر و روزنا، 1986) ارائه گردیده است و به وسیله فرو بردن خاکدانه ها به زیر آب و حرکت آهسته آن ها بر روی الکها محاسبه می شود و هر چه قدر مقاومت خاکدانه در مقابل شکستن بیشتر باشد و میانگین به دست آمده قطر خاکدانه به حالت اول نزدیک تر باشد خاک پایداری بیشتری را دارا است. هم چنین در روشی که لی بیزونایس (1990، 1989، 1988) آن را ارایه و آمیزکتا (1996) بهبود بخشید مقدار MWD در سه حالت در مقابل انواع نیروهای مخرب مختلف به دست می آید که شامل MWD_F ، MWD_{SL} و MWD_{ST} می باشد. در این روش میزان تخریب خاکدانه ها نسبت به حالت اولیه بررسی می شود چون در تمامی سه حالت فوق خاکدانه های بین 1 تا 2 میلی متر در مقابل نیروهای مختلف قرار می گیرند در صد تشابه MWD را با این فاکتور مقایسه می کنند و هر چه در صد اختلاف بیشتر باشد حساسیت بیشتر است.

3- شاخص نسبی تشکیل اندوده RSI

این روش توسط آقای پلا در سال 1986 ارایه شده است. این شاخص از حاصل تقسیم مقدار هدایت هیدرولیکی به دست آمده در دو حالت تحت تاثیر ضربات قطرات باران و همچنین بدون اثر ضربات قطرات محاسبه می شود. در این روش نمونه ها در برابر باران مصنوعی قرار می گیرند که در آن قطر قطرات باریده شده 3 میلی متر بوده و از ارتفاع 2/5 متری به صورت ریزش آزاد و با شدت 80 میلی متر بر ساعت باریده می شود. در این روش هر چه قدر مقدار شاخص RSI بزرگتر باشد خاک حساسیت بیشتری به تشکیل اندوده سطحی دارد به طوریکه اگر مقدار آن کوچکتر از 5 باشد خاک مستعد تشکیل اندوده سطحی می باشد.

4- شاخص مقدار نفوذ پذیری خاک دارای اندوده سطحی و فاقد اندوده سطحی در حالت مرطوب

در این روش ظرفی پر از آب را در نزدیکی سطح زمین قرار می دهند که از آن آب بر روی خاک لخت قطره قطره چکه می کند. در این حال از حرکت جانبی و تبخیر از سطح صرف نظر کرده و با توجه به شعاع دایره معادل مساحت خاک خیس شده و دبی جریان خروجی از ظرف نفوذ پذیری خاک سطحی را از معادله زیر محاسبه می نمایند:

$$Q = \pi r^2 q_i$$

که در آن:

q_i : مقدار نفوذ پذیری خاک دارای سله سطحی



Q: دبی خروجی جریان از منبع آب

در این روش با توجه به مقدار نفوذ پذیری و براساس معادلات هیدرولوژی با استفاده از مدل SOMORE می‌توان مقدار محدود شده نفوذ پذیری را توسط پدیده اندوده سطحی و نسبت حساسیت به تشکیل رواناب و تشکیل اندوده سطحی در خاک به دست آورد.

راموس و همکاران (2003) بر روی رابطه بین پایداری خاکدانه‌های خاک سطحی و رابطه آن با مقدار فرسایشی باران و نیز رابطه پایداری خاکدانه‌ها با انواع نیروهای تخریب کننده در 11 خاک اسپانیا انجام دادند، با استفاده از دو شاخص پایداری خاکدانه‌ها، شاخصی را برای حساسیت به تشکیل اندوده سطحی آن خاک‌ها به دست آوردند. آنان رابطه معنی‌داری بین MWD_F (پایداری خاکدانه در حالت سریع) و مقدار K_S ($R^2=0.69$) به دست آوردند.

نتیجه گیری

در کل می‌توان نتیجه گرفت که بین مقدار نفوذ پذیری (هدایت هیدرولیکی اشباع) سطح خاک و میزان تخریب خاکدانه‌ها و در نتیجه تشکیل سله و اندوده سطحی رابطه قوی وجود دارد. مطالعات نشان داده است که شاخص RSI هر چه قدر مقدار بالاتری داشته باشد حساسیت خاک در مقابل عامل فرسایشی ضربه باران و در نتیجه پتانسیل خاک برای تشکیل اندوده سطحی و سله بیشتر می‌باشد. در حالیکه هر چه در مقدار به دست آمده برای شاخص قوام کمتر باشد حساسیت خاک بیشتر است و در مورد شاخص‌های WSA و MWD مقدار انحراف از مقدار واقعی توزیع اندازه خاکدانه‌ها در شرایط دست نخورده مزرعه می‌تواند نشان از حساسیت خاک به تشکیل اندوده سطحی باشد. شاخص‌های مذکور معمولاً برای استفاده در خاک‌های مناطق تروپیکال و مدیترانه‌ای و هم چنین در خاک‌هایی که حاوی مقدار سیلت و شن ریز بالایی ارایه شده است (گیویس، 1997، راموس و همکاران، 2003).

متأسفانه محققان تا به امروز این شاخص‌ها را با هم مورد ارزیابی قرار نداده است. در کشور ما نیز که در منطقه نیمه خشک واقع شده و اغلب خاک‌ها حساس به تشکیل سله می‌باشند، انتظار می‌رود که اکثر خاک‌ها مستعد تشکیل اندوده سطحی در هنگام بارندگی باشند، اما مطالعه خاصی در این زمینه صورت نپذیرفته است، بنابراین ارایه شاخصی برای حساسیت به تشکیل اندوده سطحی و ارزیابی شاخص‌های موجود ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- Amezketta E, Singer M and Le Bissonnais Y, 1996. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:888– 894.
- Geeves GW, 1997. Aggregate breakdown and soil surface sealing under rain fall. PhD Thesis, Australian National University.
- Hairsine PB and Hook RA, 1995. Relating soil erosion by water to the nature of the soil surface. In: So HB, Smith GD, Raine SR, Schafer BM and Loch RJ (Eds.), *Sealing, Crusting and Hardsetting Soils: Productivity and Conservation*. Aust.Soc. Soil Sci., Brisbane, pp. 77–91.
- Jetten V, de Roo A and Favis-Mortlock D, 1999. Evaluation of field-scale and catchment-scale soil erosion models. *Catena* 37: 521–541.
- Kemper WD and Rosenau RC, 1986. Aggregate stability and size distribution . In. Klute A (Eds.). *Methods of Soil Analysis. Part Y. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd, de. *Agronomy* 9: 425-44
- Le Bissonnais Y and Arrouays D, 1997. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. 2 Application to humic loamy soils with various organic -carbon contents. *European Journal of Soil Science*. 48 (1): 39-48.



- Le Bissonnais Y, Fox DM and Bresson L M, 1998. Incorporating crusting processes in erosion models. In: Boardman, J., Favis-Mortlock D (Eds.), Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop "Global Change: Modelling Soil Erosion by Water". NATO ASI Series, Ser. I, Global Environmental Change. 55: 237–246.
- Le Bissonnais Y, 1988. Comportment d'agrégats terreux soumis à l'action de l'eau: analyse des mécanismes de désagrégation. *Agronomie* 8, 8915– 8924.
- Le Bissonnais Y, 1989. Analyse des processus de microfissuration des agrégats à l'humectation. *Sci. Sol.* 27, 187– 199.
- Le Bissonnais Y, 1990. Experimental study and modelling of soil surface crusting processes. In: Bryan, R.B. (Ed.), *Soil Erosion. Experiments and Models. Catena Supplement*, vol. 17, pp. 13– 18.
- Lujan Ld, 2003. Soil physical properties affecting soil erosion in Tropical soils. Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, 232-243.
- Moore ID, 1981. Effect of surface sealing on infiltration. *Transaction of the A.S.C.E.*, 24(6):1546-1552.
- Pla I, 1986. A routine laboratory index to predict the effect of soil sealing on soil and water conservation. In: Callebaut F, Gabriels D, De Booodt M (Eds.), *Assessment of Soil Sealing and Crusting. Proceedings of the Symposium Held in Ghent, Belgium, 1985.* Flanders Research Centre for Soil Erosion and Soil Conservation, Ghent, Belgium, pp. 154–163.
- Ramos MC, Nacci S, Pla I, 2003. Effect of raindrop impact and its relationship with aggregate stability to different disaggregation forces. Department of Environment and Soil Science, University of Lleida, AlcaldeRoviraRoure, 191, 25198 Lleida, Spain. *Catena* 53: 65-376.