برهمکنش باران و رواناب در فرآیند فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از شبیه‌سازی باران و رواناب

حسن روحی پور*[۱] و حسین اسدی[۲]

[۱]دانشیار پژوهشی بخش بیابان مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، [۲]استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

مقدمه

فرسایش آبی خاک شامل فرایندهای جداشدن ذرات از بستر اولیه، انتقال و ترسیب آنها توسط برخورد قطرات باران و جریان رواناب سطحی است. شدت این فرایندها علاوه بر خواص خاک و پوشش آن، تابعی از نیروهای فرساینده ناشی از برخورد قطرات باران و رواناب حاصله و همچنین برهمکنش بین آنها می‌باشد. آگاهی از نتایج برهمکنش می‌تواند در مدیریت حفاظت از خاکهای دارای بافتهای متفاوت موثر باشد. در هیچ یک از مدلهای فرآیندی فرسایش خاک از جمله WEPP [۱] و GUEST [۲] برهمکنش بین فرآیندهای ناشی از بارندگی ورواناب به طور مستقیم درنظر گرفته نشده است. پژوهش حاضر با هدف تعیین کمّی برهمکنش بین بارندگی و رواناب در ایجاد فرسایش انجام شده است.

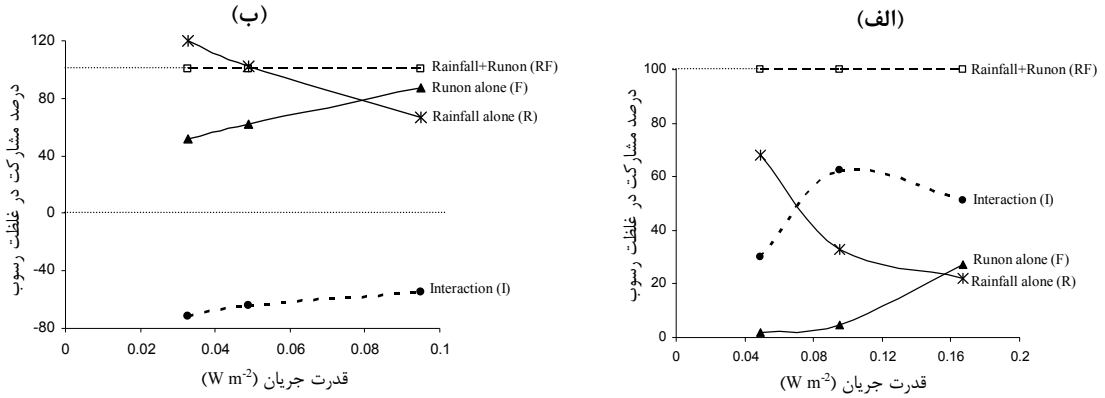
مواد و روشها

در این مقاله که اساس آن بر روش جدید فرآیندیابی فرسایش استوار است، چگونگی اثر متقابل باران و رواناب سطحی در ایجاد فرسایش در یک فلوم آزمایشگاهی با شیبه سازی باران و رواناب مورد تحقیق قرار گرفته است. در این بررسی، از نتایج دو سری شبیه‌سازی استفاده شده است. در هر سری، سه نوع آزمایش (نوع R، F و RF) انجام شد. در آزمایش‌های نوع R و F به ترتیب فرآیندهای ناشی از بارندگی و جریان به طور مجزا فعال بود، در حالی که در آزمایش‌های نوع RF هر دو فرآیند به طور همزمان عمل می‌نمودند. برای جدا کردن تاثیر و سهم هر کدام از این فرایندها در تولید رسوب, طراحی آزمایش‌ها با محاسبات و ملاحظات نظری نسبتاً پیچیده‌ای صورت گرفت. در سری اول از دو نوع خاک استفاده شد و آزمایش‌ها در سه شیب مختلف (شرایط هیدرولیکی مختلف) انجام شد. در سری دوم از سه نوع خاک با خواص متفاوت استفاده شد. در تمامی آزمایش‌ها تغییرات غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب با زمان اندازه‌گیری گردید. برهمکنش بین بارندگی و رواناب به صورت اختلاف بین فرسایش حاصل از آزمایش نوع RF و مجموع فرسایش حاصل از آزمایش‌های نوع R و F در حالت پایدار تعریف شد.

نتایج و بحث

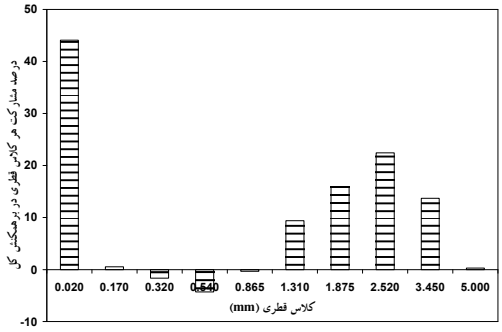
نتایج سری اول شبیه‌سازی‌ها به صورت درصد مشارکت بارندگی، رواناب و برهمکنش در ایجاد فرسایش برای دو خاک مورد بررسی در شکل ۱ ارائه شده است. در این شکل‌ها غلظت رسوب ناشی از اثر توأم بارندگی و رواناب با منحنی RF نمایش داده شده و ۱۰۰٪ در نظر گرفته شده است. اثر مجزای رواناب و بارندگی و اثر برهمکنش به ترتیب با منحنی F، R و I نمایش داده شده است. همان طور که در شکل ۱-الف مشاهده می‌شود، در خاک لوم سیلتی با افزایش قدرت جریان مشارکت رواناب در ایجاد فرسایش افزایش و مشارکت بارندگی کاهش می‌یابد. در این خاک برهمکنش مثبت بوده و با افزایش قدرت جریان در ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. در خاک لوم شنی نیز (شکل ۱-ب) با افزایش قدرت جریان درصد مشارکت جریان در ایجاد فرسایش افزایش یافته و از نقش بارندگی کاسته می‌شود، اما در این خاک برهمکنش کلاً منفی است. به دیگر سخن، غلظت رسوب مربوط به آزمایش‌های نوع RF (بارندگی و رواناب توأم) از مجموع غلظت رسوب ناشی از آزمایش‌های نوع R (بارندگی تنها) و نوع F (رواناب تنها) کمتر است. هرچند که این برهمکنش منفی با افزایش قدرت جریان کاهش می‌یابد. دلیل برهمکنش متفاوت دو خاک مورد بررسی را می‌توان به

مقاومت برشی خاک و سرعت سقوط (توزیع اندازه) ذرات آنها ربط داد. در خاک شن لومی, افزایش میزان ترسیب ذرات در بستر خاک بر اثر بالا بودن سرعت سقوط ذرات آن و همچنین کمتر بودن مقاومت برشی بستر این نوع خاک در مقایسه با خاک لوم سیلتی که داری مقاومت برشی بیشتر و سرعت سقوط بسیار کمی است از مهمترین دلایل برهمکنش منفی در خاک شنی و برهمکنش مثبت در خاک‌های بافت ریز است.



شکل ۱- درصد مشارکت بارندگی، رواناب و برهمکنش در تولید رسوب در خاک (الف) لوم سیلتی و (ب) لوم شنی (سری اول)

نتایج سری دوم شبیه‌سازی‌ها نشان داد که برای هر سه خاک مورد بررسی برهمکنش کاملاً مثبت است. در این شرایط غلظت رسوب ناشی از آزمایش نوع RF (بارندگی و جریان به طور همزمان) حدود دو تا سه برابرِ مجموع غلظت رسوب حاصل از آزمایش‌های نوع R و F (بارندگی و جریان به طور مجزا) بود. به منظور تفسیر و توضیح مکانیسم‌های احتمالی این برهمکنش، درصد مشارکت کلاس‌های مختلف اندازه‌ای ذرات در برهمکنش ایجاد شده محاسبه شد. نتایج این محاسبات که به عنوان نمونه برای یکی از خاکها در شکل ۲ ارائه شده است نشان داد که، مکانیسم سائیده‌شدن خاکدانه در حضور توأم بارندگی و جریان بیشتر از حالتی رخ می‌دهد که تنها فرآیندهای بارندگی فعال هستند. تشدید سائیده‌شدن خاکدانه‌ها، که عامل افزایش غلظت رسوب ذرات بسیار ریز است نقش مهمی در برهمکنش بین بارندگی و جریان داشت. بدیهی است که این امر در مورد خاکهای فاقد خاکدانه (خاک با بافت شنی) رخ نداده است. نتایج همچنین نشان داد که بخش زیادی از برهمکنش بین دو نوع فرآیند، نتیجه مشارکت بیشتر کلاس‌های قطری متوسط تا درشت (۰,۵ تا ۱,۰۳ میلی‌متر) است. این امر نشان دهنده حضور و تشدید انتقال رسوب به صورت بار بستر با مکانیسم‌های خزش و چرخش در رواناب تحت اثر بارندگی است. نکته مهم دیگر آن است که برهمکنش در برخی از کلاس‌های اندازه‌ای (در شکل ۲، کلاس ۰,۳۲ و ۰,۵۴ میلی‌متر) منفی بوده است. این بدان معنی است که اگر میانگین قطر ذرات خاک در این دامنه باشد ممکن است برهمکنش کلی نیز منفی گردد (همانند خاک لوم شنی در سری اول).



شکل ۲- درصد مشارکت کلاس‌های مختلف اندازه‌ای ذرات در برهمکنش ایجاد شده در خاک قرمز (سری دوم)

منابع

[1] Foster, G.R., D.C. Flanagan, M.A. Nearing, L.J. Lane M. Risse and S.C. Finkner. 1995. Hillslope erosion component. Chapter 11 In: D.C. Flanagan, and M.A. Nearing (eds.), USDA-Water Erosion

Prediction Project, Technical Documentation. NSERL. Report No. 10, National Soil Erosion Res. Lab., West Lafayette, Indiana.
[2] Misra, R. K., and C. W. Rose. 1996. Application and sensitivity analysis of process-based erosion model GUEST. Euro. J. of Soil Sci. 47:593-604.