اثر دبی جریان و شیب بستر بر تغییرات غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب ناشی از فرسایش شیاری

محمد علی گلی کلرود[1]، حسین اسدی[1] و منوچهر گرجی[2]

1- به ترتیب، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

2- استادیار، گروه علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(maligoli@yahoo.com)

چکیده

در این مطالعه که با هدف بررسی نقش دبی جریان و شیب بستر بر غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب انجام شده است، دو دبی جریان مختلف در دو شیب یک و پنج درصد در شیارهایی که به طور مصنوعی ایجاد شده بود، مورد آزمایش قرار گرفت. هر آزمایش به مدت سی دقیقه و بعد از اشباع نمودن خاک در روز قبل، انجام و رواناب خروجی در فواصل زمانی مختلف جمع‌آوری گردید. نتایج بیانگر تغییرات دینامیک غظت و توزیع اندازه ذرات رسوب و تابعی از دبی جریان و شیب بستر بود.

کلمات کلیدی: **تولید رسوب، فرسایش خاک، هیدرولیک جریان**

مقدمه

فرسایش خاک که به اشکال گوناگون رخ می‌دهد و طی آن ذرات و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی خاک تحت تاثیر یک عامل یا نیروی فرساینده از بستر اصلی خود جدا شده و به مکانی دیگر منتقل می‌گردند (رفاهی، 1385)، پیامدهای زیادی به دنبال دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، تولید رسوب و آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌باشد. فرسایش آبی تحت تاثیر بارندگی و رواناب رخ می‌دهد و بر این اساس در مطالعه این نوع فرسایش، فرآیندهای فرسایش به دو گروه فرآیندهای ناشی از بارندگی و فرآیندهای ناشی از جریان دسته‌بندی شده‌اند. دبی جریان عبوری از یک بستر با شیب ثابت و یا تغییرات شیب بستر تحت عبور یک دبی جریان مشخص از بستر، با مقدار و توزیع اندازه‌ی ذرات رسوب تولیدی از آن رابطه دارد که آگاهی از آن می‌تواند از جهات مختلفی نظیر پی بردن به کیفیت و وضعیت حاصلخیزی اراضی مبدا و مقصد، وضعیت آلودگی عرصه‌ی ترسیب و ویژگی‌های بستر، جریان و فرایند انتقال ذرات دارای اهمیت باشد (اسدی و همکاران، 2007a وb). مطالعات زیادی نشان داده است که فرسایش شیاری خاک یک فرایند انتخابی است و در طی آن ذرات در اندازه‌ی رس و سیلت از بستر خاک اصلی منتقل می‌شوند (لگودوئیس و لی‌بیزونایس، 2004؛ اسدی و همکاران، 2007 aوb). آزمایش‌های زیادی نیز نشان داده‌اند که در شرایط پایدار، توزیع اندازه‌ی ذرات رسوب تا حد زیادی به بستر اولیه‌ی خاک شباهت دارد (هوگارت و همکاران، 2004).

از آن جا که اکثر آزمون‌های مشابه در شرایط آزمایشگاهی انجام شده‌اند، انجام این آزمایش در شرایط واقعی و خارج از آزمایشگاه می‌تواند علاوه بر رسیدن به داده‌های واقعی، ما را به شناخت دقیق فرایندهای موجود در طبیعت رهنمون سازد و تاثیر تغییرات شیب و دبی جریان را بر مقدار و توزیع اندازه ذرات رسوب مشخص نماید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقاتی حفاظت خاک و آب دانشگاه تهران، واقع در منطقه کوهین استان قزوین اجرا شد. به منظور بررسی غلظت و توزیع اندازه‌ی ذرات رسوب تولید شده در شرایط هیدرولیکی متفاوت، آزمایش‌ها با دو دبی

(0/083(L s^{-1}) و (0/167(L s^{-1}) در دو شیب 1 و 5 درصد در قطعه زمینی با بافت لومی انجام گردید. برای شیب یک و پنج درصد، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک‌تر به ترتیب (0/725(mm) و(1/281(mm) و کربنات کلسیم معادل به ترتیب 11/45 و 11/6 درصد می‌باشد. همچنین به منظور اختصاص هر دو دبی به شیب‌های انتخاب شده، در هر شیب، دو کرت در مجاورت یکدیگر به ابعاد (0/5(m) عرض در (3(m) طول احداث گردید. در هر کرت بعد از انجام عملیات شخم و دیسک، تعداد سه شیار با مقطع ذوزنقه‌ای با ابعاد قاعده‌ی پایین، قاعده‌ی بالا و ارتفاع به ترتیب برابر با (5(cm)، (12(cm) و(5(cm) توسط قالب چوبی ایجاد شد و در انتهای شیار میانی، ناودان و ابزار جمع‌آوری رواناب و رسوب نصب گردید. قبل از انجام هر آزمایش، خاک با یک جریان آرام غیر فرساینده به مدت حداقل 10 ساعت اشباع گردید. در هنگام انجام هر آزمایش، ضمن عبور جریان از هر سه شیار، اندازه‌گیری‌ها فقط در شیار وسط انجام شد و دو شیار جانبی به عنوان حامی (در هنگام عبور جریان از شیار وسط، از حرکت جانبی آب نفوذ یافته به طرفین جلوگیری می‌کند) ایفای نقش نمودند. در هنگام آزمایش در هر چهار کرت، عمق جریان به دقت اندازه‌گیری شد. در جدول 1 مشخصات آزمایش‌ها ارائه شده است.

جدول 1- مشخصات هیدرولیکی ترکیب‌های تیماری

ترکیب تیماری	دبی ($m^3 s^{-1}$)	شیب ($m\ m^{-1}$)	عمق جریان (m)	عرض جریان (m)	تنش برشی جریان ($kg\ m^{-1} s^{-2}$)	قدرت جریان ($w\ m^{-2}$)
1	0/000083	0/01	0/003	0/056	0/2935	0/145
2	0/000167	0/01	0/0035	0/057	0/3424	0/287
3	0/000083	0/05	0/0015	0/053	0/7337	0/766
4	0/000167	0/05	0/0022	0/054	1/0761	1/513

در جدول 1، عرض جریان با دانستن دو ویژگی قاعده‌ی پایین مقطع شیار و عمق جریان محاسبه گردید. همچنین برای تعیین تنش برشی و قدرت جریان نیز به ترتیب از روابط 1 و 2 که در زیر آمده استفاده شد:

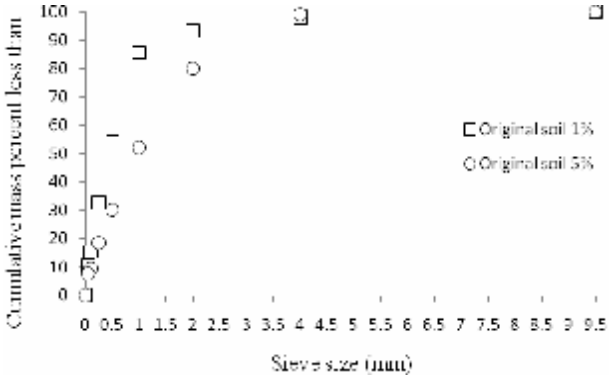
$$t = rgDS \quad [1]$$

$$w = rgSq \quad [2]$$

در رابطه‌ی 1، τ تنش برشی جریان برحسب ($Kg\ m^{-1} s^{-2}$)، r جرم مخصوص سیال ($kg\ m^{-3}$)، g شتاب ثقل زمین ($m\ s^{-2}$)، D عمق جریان (m) و S شیب بستر ($m\ m^{-1}$) می‌باشد. همچنین رابطه‌ی 2 چگونگی تعیین قدرت جریان برحسب ($W\ m^{-2}$) را بیان می‌کند که در آن q ($m^2\ S^{-1}$) دبی در واحد عرض جریان است که از نسبت دبی جریان به عرض جریان حاصل می‌گردد.

به منظور بررسی توزیع اندازه ذرات رسوب، ابتدا از خاک مربوط به دو شیب انتخاب شده، برای پی بردن به توزیع اندازه‌ی ذرات آن‌ها به عنوان خاک اولیه، نمونه‌برداری انجام و نمونه‌ها هواخشک شدند. در نهایت بعد از اشباع شدن به صورت موئینه، در سیستم الک تر قرار گرفت و این کار برای هرشیب با سه تکرار انجام شد و میانگین سه تکرار برای هر شیب به صورت شکل 1 به عنوان خاک اولیه برای آن شیب گزارش گردید.

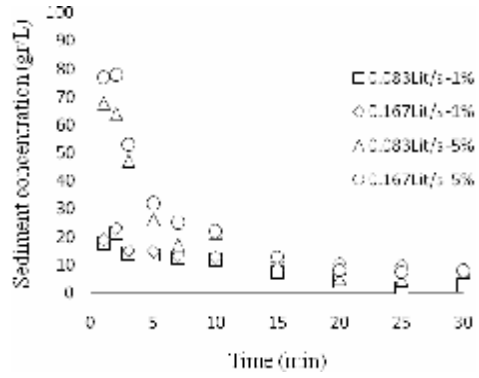
به منظور بررسی هرچه دقیق‌تر ذرات انتقال یافته برای هر خاک از نظر توزیع اندازه ذرات، تعداد ده کلاس اندازه‌ای به گونه‌ای تعریف شد که هر کلاس از مقدار یکسانی در خاک اولیه برخوردار باشد (اسدی و همکاران، a2007). در نهایت از خروجی رواناب شیار میانی، در زمان‌های مختلف تا سی دقیقه پس از شروع رواناب، غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب تعیین و سهم هریک از کلاس‌های اندازه‌ای دهگانه در رسوب در زمان‌های مختلف برآورد شد.



شکل 1 – توزیع اندازه‌ی ذرات خاک اولیه برای دو شیب مورد بررسی

نتیجه گیری

با توجه به شکل 2 می‌توان دریافت که با افزایش شیب و دبی جریان، مقدار رسوب افزایش می‌یابد که در این بین اثر شیب بیش‌تر می‌باشد و اختلاف در مقدار رسوب تولیدی تحت ترکیب‌های تیماری متفاوت نیز بیش‌تر در دقایق اولیه نمایان است. بنابراین با توجه به جدول 1 می‌توان فهمید که از ترکیب تیماری 1 تا 4، قدرت جریان افزایش یافته و این اثری مستقیم بر مقدار رسوب تولیدی گذاشته است.

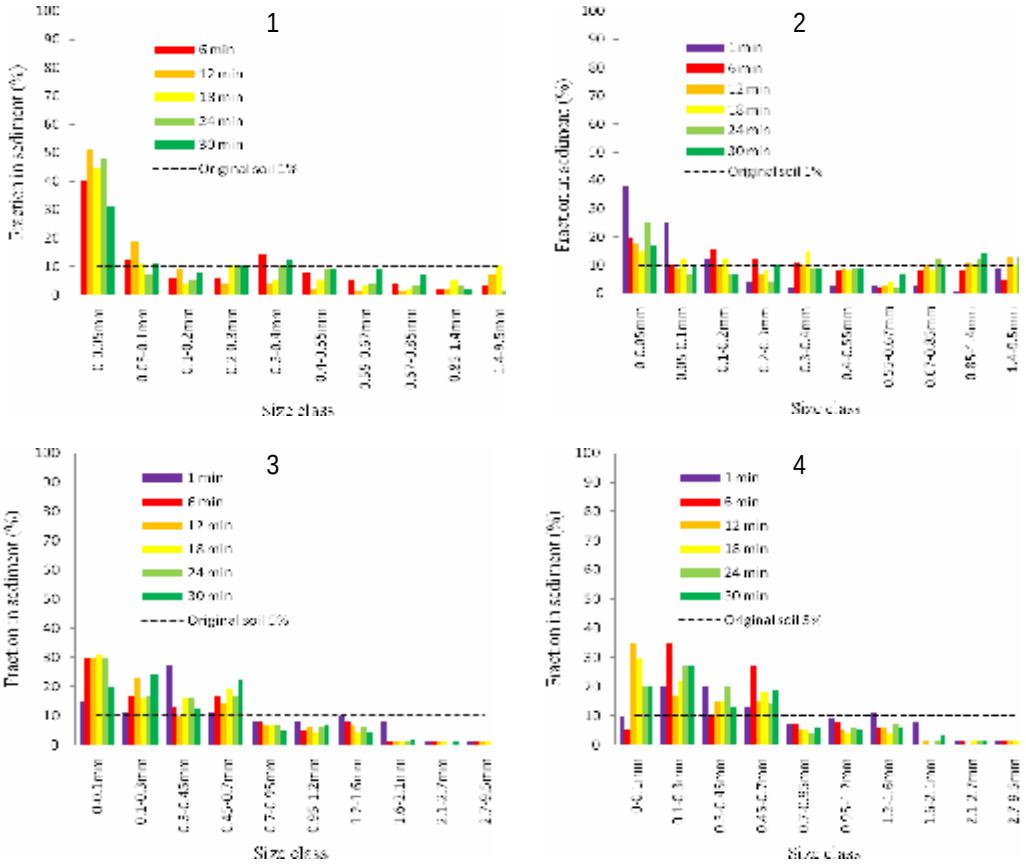


شکل 2 – تغییرات غلظت رسوب برای ترکیب‌های تیماری چهارگانه با زمان

در شکل 3 نیز همان‌طور که مشخص است در شیب یک درصد و دبی جریان کم، ذرات انتقال یافته بیشتر از گروه ذرات ریز هستند. همچنین با افزایش دبی جریان در شیب یک درصد، از مقدار ذرات ریز در رسوب کاسته شده و مقدار ذرات درشت افزایش یافته است. در شیب پنج درصد صرف نظر از دبی جریان، ذرات ریز و تا اندازه‌ای ذرات میانه از بستر انتقال یافته‌اند.

در قدرت جریان کم، جریان تا حد زیادی فقط توانایی انتقال ذرات ریز را دارد اما با افزایش قدرت جریان، یک توزیع دونمایی متشکل از دو گروه ذرات ریز و درشت حاصل می‌شود که بیانگر این مطلب می‌باشد که ذرات با اندازه میانه کمتر منتقل می‌شوند، چون سنگین‌تر از ذرات ریز بوده و سطح تاثیری به اندازه‌ی ذرات درشت ندارد. همچنین می‌توان کاهش ذرات ریز موجود در رسوب تولید شده از شیب پنج درصد را با توجه به کم بودن مقدار ذرات ریز و زیاد بودن ذرات درشت در شیب پنج درصد در مقایسه با شیب یک درصد توجیه نمود حال همین مقدار ذرات ریز نیز می‌توانند

در طول مسیر در پشت ذرات درشت رسوب کرده و به عنوان ذرات انتقال یافته به انتهای شیار، محاسبه نگردند. به طور کلی تغییرات غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب در شرایط هیدرولیکی متفاوت، پیچیده و تا اندازه‌ای غیر قابل پیش-بینی است اما در بیشتر موارد می‌توان آن را با ویژگی‌های جریان و شیب بستر توجیه نمود.



شکل 3 – تغییرات توزیع اندازه ذرات رسوب با زمان برای کلاس‌های مختلف اندازه‌ای در ترکیب‌های تیماری یک تا چهار

منابع

رفاهی ح، 1385. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

Asadi H, Ghadiri H, Rose CW and Rouhipour H, 2007a. Interrill soil erosion processes and their interaction on low slopes. Earth Surface Processes Landforms 32: 711–724.

Asadi H, Ghadiri H, Rose CW, Yu B and Hussein J, 2007b. An investigation of flow-driven soil erosion processes at low streampowers. Journal of Hydrology 342: 134–142.

Hogarth WL, Rose CW, Parlange JY, Sander GC and Carey G, 2004. Soil erosion due to rainfall impact with no inflow: a numerical solution with spatial and temporal effects of sediment settling velocity characteristics. Journal of Hydrology 294: 229–240.

Legue´dois S and Bissonnais YL, 2004. Size fractions resulting from an aggregate stability test, interrill detachment and transport. Earth Surface Processes Landforms 29: 1117–1129.