گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵
http://jwsc.gau.ac.ir

مشارکت سهم آورد رسوب دامنه‌ها در الگوهای مختلف بارندگی به روش تعیین حجم شیارهای فرسایشی

*امین ذرتی‌پور[۱] و محمد معظمی[۱]

[۱]استادیار گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: فرسایش خاک یک پدیده بسیار پیچیده است که دربردارنده فرایندهای برداشت و انتقال ذرات خاک می‌باشد. مهم‌ترین عامل تأثیرگذار اقلیمی بر بزرگی فرسایش، تأثیر عامل شدت بارندگی بر هدررفت خاک است. فرسایش شیاری و سطحی نیز جزء زیرفرایندهای اصلی فرسایش آبی محسوب می‌شوند. بدیهی است تعیین سهم هر یک از زیرفرایندهای فرسایش آبی در هر واقعه بارندگی دارای ارزش ذاتی بالایی نظیر ارائه مدل‌های فرسایش در کشور است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر طول دامنه در مقدار سهم فرسایش سطحی و شیاری از منابع تولید رسوب دامنه در اراضی مارنی (مارن گچی) شیب‌دار در شدت بارندگی‌های مختلف است.

مواد و روش‌ها: به این منظور از روش تعیین حجم شیارها با روش حجم یابی پارافین مذاب در پایش تغییرات پستی و بلندی‌های ریز حاصل از رواناب در شرایط آزمایشگاهی، در سه تکرار استفاده شد. نمونه‌های رسوب و حجم رواناب خروجی بعد از شروع رواناب در فواصل زمانی یک، دو، سه، پنج، هشت، ده، پانزده، بیست و سی‌دقیقه‌ای (به‌دلیل حساس‌بودن خاک مارن به جریان‌های متمرکز و تغییرات ناگهانی در حجم رسوب خروجی) در مدت ۳۰ دقیقه بارش، نمونه‌برداری شد. داده‌های اندازه‌گیری‌شده شامل دبی رواناب، رسوب خروجی از انتهای فلوم و تعداد شیارها در هر سطح آزمایش بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در شدت بارندگی ۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۲۲ درصد هیچ‌گونه فرسایش شیاری روی خاک مارن رخ نداد و همه رسوب خروجی در انتهای فلوم ناشی از فرسایش سطحی بوده است. با افزایش طول شیب، شدت بارندگی و درجه شیب؛ مقدار کل فرسایش در همه تیمارها تشدید قابل‌توجه داشته است؛ به‌طوری‌که نرخ فرسایش سطحی از $۲۱/۲\times۱۰^{-۶}$ به ۵۲۷×۱۰^{-۶} کیلوگرم بر مترمربع بر ثانیه و فرسایش شیاری از $۱۹/۴\times۱۰^{-۶}$ به ۳۱۷۲×۱۰^{-۶} کیلوگرم بر مترمربع بر ثانیه افزایش نشان داده است. با افزایش شدت بارندگی، نسبت تغییرات هدررفت به تغییرات بارندگی (هدررفت/ بارندگی)، در شدت بارندگی‌های پایین (۱۰ میلی‌متر بر ساعت) ۱/۵ برابر و در شدت بارندگی‌های بالا (۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت) حدود پنج برابر رشد نشان داد.

نتیجه‌گیری: در نهایت نتیجه‌گیری شد دو برابر شدن طول پلات‌ها، در نسبت سهم فرسایش سطحی تأثیری نداشته ولی مقدار فرسایش شیاری را حدود ۲/۱ برابر افزایش داده است. بنابراین با رشد پارامترها نسبت سهم فرسایش سطحی

* مسئول مکاتبه: zoratipour@ramin.ac.ir

ثابت مانده ولی به سهم فرسایش شیاری اضافه شده است. در بارندگی‌های شدید (۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت)، فرسایش شیاری مقداری حدود ۹۰ درصد بیلان رسوب دامنه‌ها را به خود اختصاص داده ولی فرسایش سطحی، نقشی کم‌تر از ده درصد از سهم رسوب دامنه را داشته است؛ در صورتی‌که در شدت‌های پایین بارندگی (۱۰ میلی‌متر بر ساعت)، فرسایش سطحی ۱۰۰ درصد رسوب خروجی دامنه را تولید نموده است.

واژه‌های کلیدی: آورد رسوب، سهم‌بندی، طول دامنه، مارن گچی

مقدمه

به‌طورکلی فرسایش خاک فرایندی بسیار پیچیده است. به‌طوری‌که بعد از فرایندهای برداشت و حمل؛ مواد حاصل در مناطق شکست شیب ترسیب می‌شوند. درک فرایندهای کنش، حمل و رسوبگذاری، کلیدی در جهت توسعه مدل‌های پیش‌بینی پایه فیزیکی فرسایش خاک است (۷). از آن‌جایی‌که روش‌های سنتی اندازه‌گیری فرسایش، اطلاعات مناسب به‌منظور تفکیک فرسایش شیاری و سطحی فراهم نمی‌آورد؛ مدل‌های پایه فیزیکی متداول فرسایش نظیر وپ[1] نیز قادر به جداسازی نسبت سهم فرسایش شیاری و سطحی نیستند (۸).

به‌طورکلی مطالعه اندکی در مورد سهم‌بندی و تفکیک سهم هر یک از فرسایش‌های سطحی و شیاری در اراضی تخریب‌یافته در ایران موجود است. این موضوع، ارزش مطالعه حاضر و ضرورت انجام آن را در اراضی کشور دوچندان می‌کند. فهم و درک سهم هر یک از فرسایش‌های سطحی و شیاری در هر واقعه بارندگی دارای ارزش ذاتی فراوانی است. به‌طوری‌که اگر نسبت بین فرسایش سطحی و شیاری بر هر کاربری اراضی از مقدار کل فرسایش مشخص باشد، پژوهشگر به‌طور تقریبی می‌تواند حجم کل فرسایش ایجاد شده در منطقه را از روی رخساره شیاری ایجاد شده در پلات‌ها و کاربری‌های مختلف برآورد نماید (۶).

در همین زمینه نیپن و همکاران (۲۰۰۷)، مطالعه‌ای با استفاده از شبیه‌ساز باران جهت سهم‌بندی فرسایش سطحی و شیاری در پلات‌های میدانی خاک لومی بلژیک انجام دادند (۵). نتایج نشان داد که با افزایش شدت باران خاک تخریب‌یافته از مناطق بین‌شیاری در رخساره شیاری دامنه حمل شده و توسط جریان‌های شیاری در جهت شیب انتقال می‌یابد. همچنین بیان نمودند اهمیت نسبی فرسایش سطحی در زمان‌ها و مکان‌های مختلف در طول دامنه متغیر است که به تغییرات سطح فرسایش و بزرگی رخساره‌های شیاری توسعه‌یافته دامنه بستگی دارد (۵). درهمین راستا پژوهشی توسط ژانگ و همکاران (۲۰۰۸)، به‌منظور تفکیک سهم فرسایش شیاری و بین‌شیاری در دامنه‌های شیبدار اراضی کوهستانی تانزانیا به‌صورت میدانی انجام گرفت؛ مطالعه در ۳۶ پلات به ابعاد ۱/۲×۲۰ متر و در شرایط باران طبیعی در کاربری اراضی مختلف انجام شد (۱۵). نتایج نشان داد که هدررفت خاک در هر دو فرسایش بین‌شیاری و شیاری بسیار بالا و به‌ترتیب حدود ۶۹ و ۱۶ تن در هکتار در سال برآورد شد؛ که به‌طور متوسط فرسایش شیاری ۵۸ درصد و بین‌شیاری ۴۲ درصد از کل حجم ترسیب مواد را به خود اختصاص دادند. همچنین در واحدهای ژئومرفولوژیکی مختلف در شیب‌های بالاتر از ۶۰ درصد هر دو فرسایش فعالیت بالایی داشته و در شیب‌های کم‌تر از ۴۰ درصد هر دو فرایند فعالیت پایینی را نشان دادند (۱۵). در مطالعه‌ای دیگر نیز

1- WEPP & LISEM

توسط آئرسوالد و همکاران (۲۰۰۹)، به‌صورت مروری، سهم میزان فرسایش شیاری و سطحی در ۲۷ مطالعه و ۱۰۷۶ پلات در سال‌های مختلف در کشور آلمان تعیین شد. در این مطالعه مقدار متوسط هدررفت خاک در فرسایش شیاری و سطحی حدود ۲/۷ تن در هکتار در سال برآورد شد. که از این مقدار کشت گیاهان یک‌ساله بزرگ‌ترین سهم فرسایش شیاری و سطحی را به مقدار ۹۰ درصد به خود اختصاص داده و باقی آن به سطوح اراضی آیشی محدود می‌باشد (۱).

در پژوهشی نیز مطالعه‌ای توسط وایتینگ و همکاران (۲۰۱۲) بر پارامتر عمق، وسعت و سهم فرسایش شیاری و سطحی در هر واقعه با استفاده از رادیو نوکلئوئیدها انجام گرفت، که از عناصر رادیو نوکلئوئیدهای همچون ^{7}Be، ^{137}Cs و ^{210}Pd جهت تخمین مقدار کمی وسعت و حجم فرسایش شیاری و سطحی و سهم‌بندی آن‌ها از یکدیگر در حوضه لووا[1] ایالت متحده و در پلات‌های ۶ هکتاری استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که از مقدار کل فرسایش خروجی از زیرحوضه‌ها حدود ۳۸ درصد به فرسایش شیاری با عمق ۳۵ میلی‌متر و فرسایش سطحی نیز حدود ۳۷ درصد از کل فرسایش با عمق ۰/۰۱۲ میلی‌متر را به خود اختصاص داده است. همچنین فرسایش شیاری ۲۹ بار بیش‌تر از فرسایش سطحی رسوب تولید نموده است (۱۳). صادقی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به‌منظور تعیین سهم منابع آورد رسوب از فرسایش‌های سطحی، شیاری و آبکندی از روش انگشت‌نگاری در حوزه آبخیز ایده‌لو در شمال‌غرب استان زنجان به مساحت تقریبی ۲۰ کیلومترمربع استفاده نمودند. نتایج نشان داد، منابع آورد رسوب فرسایش‌های سطحی، شیاری و آبکندی حوضه با قبول ۱۶ درصد خطای نسبی، به‌ترتیب ۵۶ درصد، ۴۴ درصد و صفر درصد برآورد می‌شود (۹).

1- Lowa Basin

در مطالعات فرسایش شیاری و سطحی توأم بایستی توجه داشت که همواره مقداری از رسوب اندازه‌گیری شده در انتهای کرت آزمایشی به فرسایش مناطق سطحی مجاور شیارها مربوط است. به همین دلیل میزان دقت حاصل از تخمین کل فرسایش خاک هدررفته به‌وسیله فرسایش شیاری، به‌میزان دقت اندازه‌گیری فرسایش سطحی ناشی از پاشمان قطرات باران و فرسایش بین‌شیاری بستگی دارد. از این‌رو، در عمل برای تفکیک فرسایش سطحی و شیاری، از ایجاد کرت‌های کوچک در بین شیارها و تعبیه باران‌سازها و یا از روش‌های دقیق حجم‌یابی فرسایش شیاری استفاده می‌کنند، تا میزان فرسایش سطحی این مناطق تعیین و امکان جداسازی آن از مقدار فرسایش کل و در نتیجه محاسبه فرسایش شیاری و سطحی به‌طور مجزا مهیا شود (۱۱، ۱۲). بنابراین هدف از این مطالعه کمی کردن و تعیین سهم منابع آورد رسوب اراضی مارنی به تفکیک فرسایش سطحی و شیاری از کل هدررفت خاک دامنه‌ها در پلات‌های استاندارد، در شیب‌ها و شدت‌های بارندگی‌های مختلف می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه به بررسی سهم هر یک از منابع رسوب (فرسایش شیاری و سطحی) در شدت‌های مختلف می‌پردازد، که در جهت توسعه و تبیین مدل‌های فرسایش ضروری است.

مواد و روش‌ها

خاک مورد مطالعه از لایه ۵۰ سانتی‌متری خاک سطحی اراضی تخریب‌یافته مارنی زیرحوضه هشان استان البرز، دارای بافت رسی با ساختمان دانه‌ای استفاده گردید. بعد از انتقال خاک مارنی به سایت آزمایشگاه، هوادهی شده و در معرض هوای آزاد خشک شده شد و از الک ۱ سانتی‌متر عبور داده شد. ذرات گراول (۱-۲ سانتی‌متر قطر) به‌عنوان لایه فیلتر

به عمق ۱۵ سانتی‌متر در کف کرت قرار گرفت، این لایه عمل زهکشی آب مازاد ناشی از بارش- رواناب را از کف فلوم انجام می‌دهد. سپس لایه خاک مارن هوادهی شده به ضخامت ۲۵ سانتی‌متر روی لایه زهکش قرار گرفت. هر آزمایش به‌منظور همگنی در میزان رطوبت خاک فلوم، ۲۴ ساعت بعد از عمل اشباع‌سازی خاک انجام گرفت (۱۴). با توجه به بررسی نقشه کاربری حوضه، شیب ۰-۱۵ درصد، جز اراضی کشاورزی دیم و آبی محسوب شده و جزء اراضی مرتعی نبوده ودر فرایند پژوهش منظور نشد، از این‌رو دو شیب ۲۲/۱۶ درصد (میانه کلاس شیب متوسط زیرحوضه) و ۴۴/۶۳ درصد (میانه کلاس شیب بالای حوضه)، به‌عنوان شیب‌های معرف انتخاب شدند. با بررسی منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی ایستگاه سینوپتیک منطقه، سه کلاس شدت بارش کم، متوسط و بالا (شدت ۱۰، ۵۵ و ۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت) در دوره بازگشت‌های مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله) شبیه‌سازی و سپس از میان باران‌های شبیه‌سازی‌شده، باران‌هایی که دارای بیش‌ترین ضریب یکنواختی بودند انتخاب شدند. همه آزمایش‌ها در دو طول شیب ۶ و ۱۲ متری در سه تکرار اجرا شدند. زمان نمونه‌برداری بعد از رسیدن اولین رواناب به خروجی فلوم آغاز شد. زمان شروع رواناب و زمان تشکیل اولین شیار بر خاک ثبت شد. در هر آزمایش نمونه‌های رسوب و دبی رواناب خروجی بعد از شروع رواناب در فواصل زمانی یک دقیقه‌ای نمونه‌برداری می‌شد. دبی نمونه‌ها در هر نمونه‌برداری از روش حجمی با استفاده از ظروف استوانه‌ای پلاستیکی تعیین شد. سرعت رواناب با استفاده از روش ردیابی رنگ صورت گرفت (۲). مدت زمان هر آزمایش ۳۰ دقیقه به طول انجامید. به‌منظور تفکیک سهم هر یک از فرسایش‌های شیاری و سطحی، با توجه به تعریف شیار توسط توری و همکاران (۱۹۸۷)، از روش پارافین مذاب استفاده شد (۱۰). به‌طوری‌که بعد از هر آزمایش تمام شیارها به‌وسیله پارافین مذاب پر شد. بنابراین با اندازه‌گیری مقدار پارافین مصرف‌شده در هر آزمایش و جرم مخصوص خاک و پارافین، مقدار حجم شیارها تعیین شد. در این روش با اندازه‌گیری وزن رسوب خشک در جعبه رسوب‌گیر انتهایی فلوم به‌عنوان کل وزن خاک از دست رفته (فرسایش شیاری + فرسایش سطحی) اندازه‌گیری شد. با توجه به روابط زیر سهم هر یک از فرسایش‌ها برآورد شد.

$$W_r = V_p * \rho_s \qquad (۱)$$

$$W_\tau = W_i * W_r \qquad (۲)$$

$$V_p = \rho_p * W_p \qquad (۳)$$

که در آن، W_r وزن فرسایش شیاری (حجم پارافین مصرفی × جرم مخصوص ظاهری خاک) بر حسب کیلوگرم، ρ_p جرم مخصوص پارافین (۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب)، W_p وزن پارافین مصرفی در شیارها (کیلوگرم)، V_p حجم پارافین مصرفی (مترمکعب) و ρ_s جرم مخصوص ظاهری خاک فلوم (کیلوگرم بر مترمکعب)، W_τ وزن کل فرسایش (وزن رسوب مخزن بر حسب کیلوگرم)، W_i وزن فرسایش سطحی (کیلوگرم) می‌باشد (۴، ۵).

نتایج و بحث

با توجه به این‌که فرایندهای فرسایش شیاری و سطحی با یکدیگر برروی دامنه همراه بوده‌اند، بنابراین مقدار هدررفت خاک در هر واقعه، برابر مقدار کل

آورد رسوب، D_t (مجموع آورد فرسایش شیاری و سطحی)؛ که مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. جدول ۱، مقادیر شدت فرسایش خاک (کیلوگرم بر مترمربع بر ثانیه) به تفکیک سهم فرسایش شیاری و فرسایش سطحی در همه آزمایش‌های بارش- رواناب را نشان می‌دهد. نتایج جدول ۱ نشان داد با دو برابر شدن طول دامنه، مقادیر فرسایش سطحی تغییری محسوسی ننموده ولی مقدار فرسایش شیاری به‌طور میانگین حدود ۲/۱ برابر افزایش داشته است.

جدول ۱- متوسط سهم شدت فرسایش سطحی و شیاری از کل شدت فرسایش خاک.

Table 1. Contribution average of surface and rill erosion rate from soli loss rate total.

میزان فرسایش شیاری Rill erosion rate ($Kg\ m^{-2}\ s^{-1}$)×10^{-6}	میزان فرسایش سطحی Surface erosion rate ($Kg\ m^{-2}\ s^{-1}$)×10^{-6}	شیب (درصد) Slope Gradient %	شدت بارش Rainfall Intensity (mm/h)	طول دامنه Length Slope	آزمایش Test
0	10.1	22	10	6	1
85.40	65.31	44	10	6	2
4.437	65.2	22	55	6	3
95.47	1.2	44	55	6	4
8.12	2.6	22	110	6	5
3.19	2.8	44	110	6	6
45	34	22	10	12	7
45.13	6.8	44	10	12	8
6.57	9.25	22	55	12	9
1.10	4.4	44	55	12	10
15.29	35.7	22	110	12	11
25.42	25.2	44	110	12	12

نتایج آزمون آماری داده‌های مطالعه به همراه آزمون تجزیه واریانس به تفکیک فرسایش شیاری و سطحی در جدول ۲ آورده شده است. جدول ۲، نشان می‌دهد به لحاظ آماری نیز عامل درجه شیب و طول دامنه در افزایش سهم فرسایش سطحی تأثیری نداشته‌اند و اختلاف معنی‌داری را در تیمارها نشان ندادند. به کلامی دیگر با دو برابر شدن طول دامنه، درصد سهم فرسایش سطحی بالاتر نرفته است، ولی عامل شدت بارندگی و اثر متقابل عامل‌های آن، در تشدید فرسایش سطحی موثر می‌باشند. همچنین نتایج جدول نشان داد در فرسایش شیاری همه عامل‌ها با اطمینان ۹۹ درصد در تشدید فرسایش شیاری مؤثر می‌باشند و اختلاف معنی‌داری را ایجاد نمودند. این یافته در نتایج جدول ۲ نیز مشاهده شد که افزایش طول دامنه باعث تشدید فرسایش شیاری به مقدار ۲/۱ برابر شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس متغیرهای فرسایش سطحی و شیاری.

Table 2. Results of variance analysis of the variables surface and rill erosion between treatments.

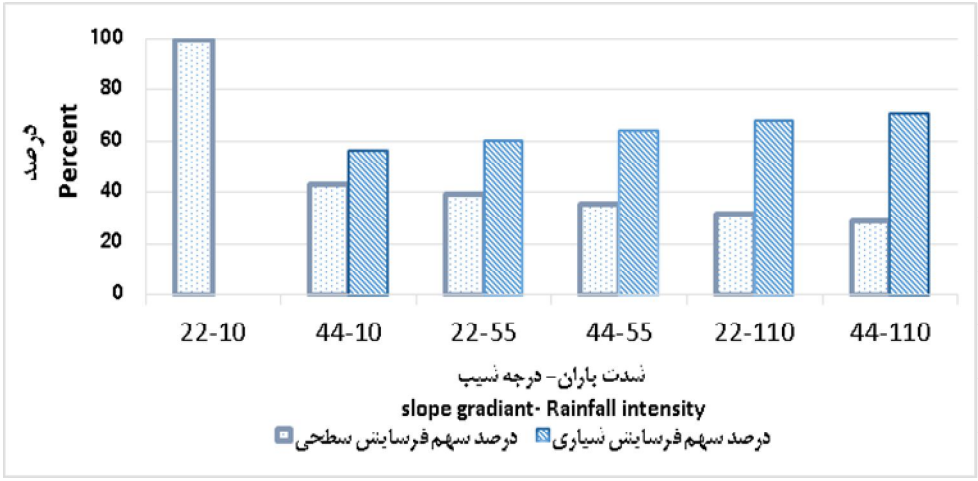
سهم فرسایش شیاری Rill Erosion contribution			سهم فرسایش سطحی Surface Erosion contribution			شکل فرسایش Erosion Form
Sig.	F	میانگین مربعات خطا RMSE	Sig.	F	میانگین مربعات خطا RMSE	نوع متغیر Source
.000**	209	35451	.000**	77	15397	مدل برازش داده شده Corrected Model (a)
.000**	851	14415	.000**	334	66340	شدت بارندگی Intensity
.000**	67	11400	0.84^{ns}	0.041	80	درجه شیب Slope
.000**	225	38172	0.18^{ns}	3	597	طول دامنه Length
.000**	26	45141	0.004**	9.3	1863	شیب × شدت intensity * slope
.000**	119	20256	0.000**	23	4601	طول دامنه × شدت intensity * length
.006*	10	18539	0.003**	14	2830	طول دامنه × شیب slope * length
0.05*	2	3401	0.000**	51.2	10165	طول × شیب × شدت intensity * slope * length

a: R Squared = 0.986 (Adjusted R Squared = 0.973) فرسایش سطحی

a: R Squared = 0.995 (Adjusted R Squared = 0.990) فرسایش شیاری

^{ns} اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و ** در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

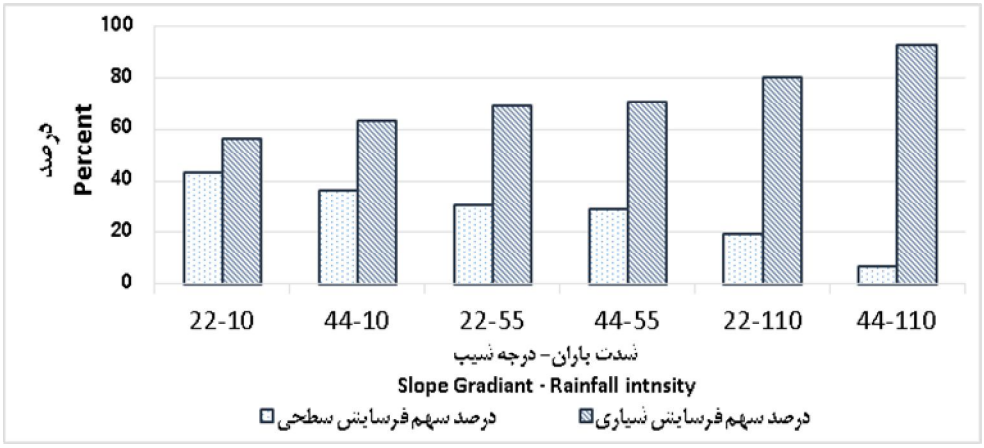
در ادامه با توجه به شکل ۱، مشخص شد همه آزمایش‌ها روی دامنه ۶ متری در شرایط آزمایشگاهی، با افزایش شدت بارندگی و درجه شیب از سطوح پایین متغیرها به بالا، از درصد سهم فرسایش سطحی کاسته و به درصد سهم فرسایش شیاری افزوده شده است. بدیهی است نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در شدت بارندگی ۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۲۲ درصد هیچ‌گونه فرسایش شیاری روی خاک مارن رخ نداد و همه رسوب خروجی در انتهای فلوم ناشی از فرسایش سطحی می‌باشد. بنابراین می‌توان عنوان نمود که باران‌های با شدت ۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب‌هایی پایین‌تر از ۲۲ درصد، نقشی در ایجاد فرسایش شیاری بر دامنه‌های مارن gy_1 ندارند (در دامنه‌های با طول کم‌تر از ۶ متر).



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد سهم متوسط فرسایش سطحی و شیاری در دامنه ٦ متری.

Figure 1. Compare means of surface and rill erosions contribution on slope length 6 m.

همچنین روی دامنه ۱۲ متری مشخص شد که با زیاد شدن شدت بارش، از درصد سهم فرسایش سطحی کاسته و به سهم فرسایش شیاری اضافه می‌شود. این روند افزایشی در دامنه ۱۲ متری، نسبت به دامنه ۶ متری روندی سریع‌تر داشته است. با توجه به مرور منابع انجام گرفته (۵) علت اصلی تصاعدی شدن روند کنش در دامنه ۱۲ متری نسبت به ۶ متری را می‌توان در نقش نوع جریان جستجو نمود. به‌طوری‌که تغییر رژیم جریان از سطحی به متلاطم و همچنین بالا رفتن مقدار عدد بی‌بعد رینولدز جریان با افزایش طول دامنه، نقش کلیدی در جدا نمودن و انتقال ذرات پیدا می‌کند. در همه رخدادهای باران، با توجه به مقایسه نتایج سهم‌بندی در دو دامنه ۱۲ و ۶ متری همچنین می‌توان عنوان نمود که با افزایش طول دامنه نیز از سهم فرسایش سطحی کاسته و به سهم فرسایش شیاری افزوده می‌شود؛ به‌طوری‌که در شدت‌های ۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت فرسایش شیاری حدود ۹۵ درصد مقدار کل هدررفت خاک را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد سهم فرسایش سطحی و شیاری در دامنه ۱۲ متری.

Figure 2. Compare means of surface and rill erosions contribution on slope length 12 m.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش نشان داد در تمامی رخدادهای بارش، شدت فرسایش بیش‌تر از شدت رسوبگذاری می‌باشد. به‌طوری‌که این روند در شدت‌ها و شیب‌های بالا به مراتب شدیدتر بوده، به‌طوری‌که نسبت هدررفت خاک به‌شدت بارندگی، در شدت‌های بالا در مقابل شدت‌های پایین بیش از سه برابر تلفات خاک را افزایش می‌دهد. همچنین دو برابر شدن طول پلات‌ها تأثیر مستقیمی بر افزایش دبی واحد جریان و عمق متوسط رواناب خروجی از سطح دامنه دارد، این موضوع در مقادیر فرسایش سطحی تأثیری نداشته ولیکن به‌طور مسقیم بر مقدار سهم فرسایش شیاری تأثیر گذاشته و مقدار آن را حدود ۲/۱ برابر افزایش داد. بنابراین به لحاظ آماری افزایش طول دامنه تأثیری در افزایش سهم فرسایش سطحی ندارد و روندی مثبت و خطی را طی می‌کند. این نتیجه با یافته‌های لیو و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد (۷). نتیجه‌گیری شد، در هر دو طول دامنه ۶ و ۱۲ متری، با افزایش شدت بارندگی و درجه شیب در درجه اول میزان شدت فرسایش شیاری و سطحی با روندی توانی افزوده شده است. این روند به‌گونه‌ای است که از سهم فرسایش سطحی کاسته و به سهم فرسایش شیاری اضافه شده است. دلیل این امر را ناشی از بالارفتن نقش دبی جریان نسبت به باران در فرایند جدا نمودن و انتقال ذرات خاک در شدت بارندگی‌ها و شیب بالا می‌توان بیان نمود. بنابراین در نهایت با افزایش شیب و شدت بارندگی از سهم فرسایش سطحی کاسته و به سهم فرسایش شیاری اضافه می‌شود. نتایج پژوهش با مطالعات گاورس و پوسن (۱۹۹۸)، گاورس و همکاران (۲۰۰۷) و رومرو و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۴، ۸). کل هدررفت خاک در شدت ۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۲۲ درصد، ناشی از فرایند فرسایش سطحی بوده، بنابراین این سطوح در ایجاد رخساره شیاری در دامنه‌های مارنی تأثیری ندارند. در شدت‌های ۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۴۴ درصد، فرسایش شیاری حدود ۹۰- ۹۵ درصد مقدار کل هدررفت خاک را به خود اختصاص و فرسایش سطحی مقداری کم‌تر از ده درصد کل هدررفت خاک را شامل می‌شود. با طولانی‌شدن طول دامنه که طبیعتاً به افزایش سطح پلات می‌انجامد، درصد سهم فرسایش شیاری نیز نسبت به فرسایش سطحی بیش‌تر می‌شود. از این‌رو تغییرات سطح پلات‌ها در تغییرات سهم فرسایش سطحی و شیاری تأثیر به‌سزایی دارد؛ که روند تغییرپذیری آن بایستی در توسعه مدل‌های پایه فیزیکی فرسایش خاک پیش‌بینی شود. نتایج پژوهش با مطالعات آئرسوالد و همکاران (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد (۱).

در نهایت می‌توان جمع‌بندی نمود، با طولانی شدن طول دامنه نقش دبی جریان نسبت به باران در فرایند جدا نمودن و انتقال ذرات خاک پررنگ‌تر شده و با تشدید شدت بارندگی و درجه شیب، تمرکز جریان صورت گرفته، خصوصیات هیدرولیکی جریان تغییر نموده و شرایط بحرانی جهت کنش بستر دامنه فراهم می‌شود. پیشنهاد می‌شود نقش تغییرات خصوصیات هیدرلیکی جریان نظیر عدد رینولدز و عدد فرود در آورد رسوب دامنه‌ها در شرایط صحرایی و آزمایشگاهی بررسی شود. همچنین عامل زبری سطح خاک و نقش پوشش گیاهی را در فرایند شیاری شدن دامنه و در سهم آورد رسوب، مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1.Auerswald, K., Fiener, P., and Dikau, R. 2009. Rates of sheet and rill erosion in Germany, A meta-analysis, Applied Geomorphology. 111: 182-193.
2.Cao, L., Zhang, K., and Zhang, W. 2009. Detachment of road surface soil by flowing water. Catena. 76: 155-162.
3.Govers, G., and Poesen, J. 1988. Assessment of the interrill and rill contributions to total soil loss from an upland plot. Applied Geomorphology. 1: 343-354.
4.Govers, G., Giménez, R., and Van Oost, K. 2007. Rill erosion: Exploring the relationship between experiment modelling and field observations. Earth Science Reviews. 84: 87-102.
5.Knapen, A., Poesen, J., Govers, G., Gyssels, G., and Nachtergaele, J. 2007. Resistance of soils to concentrated flow erosion: A review. Earth Science Reviews. 80: 75-109.
6.Kinnell, P.I.A. 2005. Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: A review. Hydrology Process. 19: 2815-2844.
7.Liu, G., Zhang, Q., and Yang, M. 2011. Using 7Be to trace temporal variation of interrill and rill erosion on slopes, Proc. Environ. Sci. J. 11: 1220-1226.
8.Romero, C., Stroosnijder, L., and Baigorria, G.A. 2007. Interrill and rill erodibility in the northern Andean Highlands. Catena. 70: 105-113.
9.Sadeghi, H.R., Najafi, S., Riahi Bakhtiari, A.R., and Abdi, P. 2014. Ascribing soil erosion types for sediment yield using composite fingerprinting technique. Hydrol. Sci. J. 59: 9. 1753-1762.
10.Torri, D., Sfalaga, M., and Del Sette M. 1987. Splash detachment: Runoff depth and soil cohesion. Catena. 14: 149-155.
11.Toy, T.J., Foster, G.R., and Renard, K.G. 2002. Soil erosion processes, prediction measurement under simulated rainfall. J. Soil Sci. 150: 787-798.
12.Wan, Y., El-Swaify, S.A., and Sutherland, R.A. 1995. Partitioning interrill splash and wash dynamics: a novel laboratory approach, Soil Technol. J. 9: 55-69.
13.Whiting, P.J., Bonniwell, C.E., and Matisoff, G. 2012. Depth and areal extent of sheet and rill erosion based on radionuclides in soils and suspended sediment, Geol. Sci. J. 29: 1131-1134.
14.Yao, C., Lei, T., Elliot, W.J., McCool, D.K., Zhao, J., and Chen, S. 2008. Critical condition for rill initiation. Transaction of the ASABE. 51: 1. 107-114.
15.Zhang, Q., Lei, T., and Zhao, J. 2008. Estimation of the detachment rate in eroding rills in flume experiments using an REE tracing method. Geoderma. 147: 8-15.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(3), 2016
http://jwsc.gau.ac.ir

Short Technical Report

The participation of hill slopes sediment delivery contribution in rainfalls different patterns by determine of the degraded Rills Volume

***A. Zoratipour[1] and M. Moazami[1]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Range and Watershed Management Engineering, Ramin Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 06/07/2014; Accepted: 02/02/2016

Abstract

Background and Objectives: Soil erosion is a complex phenomenon involving the detachment and transport of soil particles, storage and runoff of rainfall. Generally, the rill and surface erosions are among the main sub-processes of water erosion. Obviously, determination of the rill and surface erosion proportions in a rainfall event has an intrinsic value in order to develop of physically based model of erosion. The rainfall intensities and frequency are the effectible factors important on magnitude of the soil loss. The purpose of this study is for the assessment effect of the rainfall patterns on sediment delivery contribution in the steep-slope on the Marl soils.

Materials and Methods: For this purpose, was used from liquid paraffin technique for determine rills volumes, on two the slope length, two slope gradient and three rainfall intensity and they were carried out in three repetitions. At the initial stage of each experiment, the flume was set at the desired slope length, slope gradient and rainfall intensity. In each test, the starting time of the simulated rainfall, the time when runoff reached the outlet of the plot and the time when rill initiation occurred were recorded. In each experiment, sediment samples together with runoff were taken every minute for about 30 minutes after the start of the runoff at 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15 and 30 minute's. The runoff discharge, runoff volume and sediment concentration and rill numbers were measured at the outlet of the test plot for different rainfall intensities and slope lengths and gradients.

Results: The result showed that the rainfall intensity of 10 mm/h and slope of 22% do not create rill formation during 30 min rainfall in the Marl soil and all output sediment at the bottom of the flume is caused by surface erosion events. The results showed that the rill and surface erosion on the both increase exponentially with increasing slope length and gradient and rainfall intensity levels, simultaneously. Also, with continuing rainfall, however surface erosion contribution is reduced but the rill erosion contribution is increased. In the conditions, average of the surface erosion increased from 21.2 to 527×10^{-6} Kg m^{-2} s^{-1} and rill erosion from 19.4 to 3172×10^{-6} Kg m^{-2} s^{-1}. With the increase in the rainfall intensity, soil loss changes to rainfall changes ratio (loss/precipitation), to the low intensity (10 mm/h) 1.5 times and for high intensity (110 mm/h) about five times has shown growth.

Conclusion: Finally, the results showed, doubling of the plot length not only hasn't affected on the amount of surface erosion contribution but also has increased contribution of rill erosion about 2.1 times. So with increasing the mentioned parameters, remained constant the ratio the surface erosion contribution, but added the ratio of rill erosion contribution. In upper rainfall intensities, the rill erosion and surface erosion is contributed to 90 and 10 percent of amount sediment yield of plot, respectively. But in lower rainfall intensities surface erosion is dominant.

Keywords: Contributing, Gypsum marl, Hillslope length, Sediment delivery

* Corresponding Author; Email: zoratipour@ramin.ac.ir