# دینامیک فرسایش ورقه‌ای

**حسین اسدی[۱] و حسن روحی‌پور[۲]**

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

hossein_asadi52@yahoo.com Email:

۲- عضوء هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران.

## مقدمه

فرسایش خاک، فرآیندی دینامیک است که دارای تغییرات زمانی زیادی است. در شرایط طبیعی این تغییرات در اثر تغییر نیروهای فرساینده، و عوض شدن شرایط و خصوصیات بستر فرسایشی رخ می‌دهد. از جمله مهمترین مشخصه‌های فرسایشی که دارای تغییرات زمانی زیادی است شدت فرسایش و توزیع اندازه ذرات رسوب است. برآورد دقیق میزان فرسایش خاک و تخمین اثرات درون و برون عرصه‌ای آن نیازمند درک این تغییرات است. در این مقاله، دینامیک فرسایش خاک در سه حالت مختلف که در آن؛ (الف) بارندگی، (ب) جریان و (ج) بارندگی و جریان با هم، عامل فرسایش است، در شرایط آزمایشگاهی بررسی می‌شود. در هر سه حالت نوع فرسایش ورقه‌ای بوده است.

## مواد و روشها

این تحقیق با استفاده از امکانات معروف شبیه‌سازی باران و فلوم شیب‌پذیر (به ابعاد m ۱*۶) دانشگاه گریفیت استرالیا انجام شده است. شبیه‌سازی باران با استفاده از شش نازل افشانه‌ای به ارتفاع ۹ متر بالاتر از سطح فلوم انجام می‌شود. در این تحقیق، سه نوع خاک با نام خاک سیاه و خاک قرمز با بافت رسی به ترتیب با ۶۴ و ۴۳٪ رس و خاک تحی با ۹۵٪ شن مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزنی قطر خاکدانه این سه خاک به ترتیب ۱/۱۵، ۱/۷۰ و ۰/۶۱ mm بود. سه سری آزمایش بر روی هر سه خاک مورد بررسی انجام شد. در سری اول و دوم (آزمایش‌های نوع R و F) فرآیندهای بارندگی و رواناب بطور جداگانه عمل می‌نمودند و در سری سوم آزمایش‌ها (نوع RF) هر دو نوع فرآیند با هم فعال بودند. اعمال این تیمارها با ملاحظات نظری و با توجه به شیب فلوم و شدت بارندگی و جریان صورت گرفت. نمونه‌های خاک پس از گذرانده شدن از الک ۸ میلیمتر در داخل فلوم ریخته شده و پس از تسطیح، قبل از آزمایش اشباع می‌شدند. در هر آزمایش غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب (با الک تر) در زمانهای مختلف اندازه‌گیری شد.

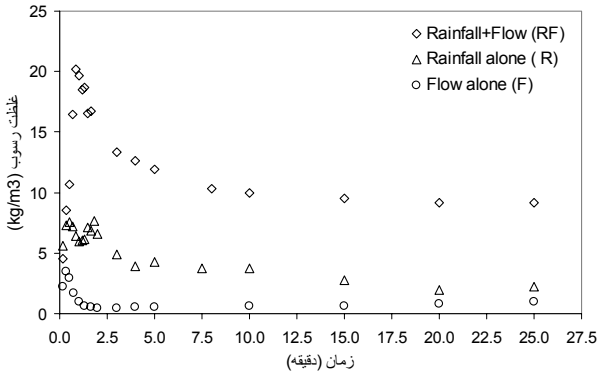
## نتایج و بحث

تغییرات غلظت رسوب اندازه گیری شده در خروجی فلوم با زمان به عنوان نمونه برای خاک سیاه برای هر سه نوع آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. برای تمام آزمایش‌ها غلظت رسوب در زمانهای اولیه آزمایش زیاد بوده و با گذشت زمان به سرعت کاهش یافته و بعد از حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه از شروع آزمایش به یک حالت نسبتاً پایدار می‌رسد. این روند تغییرات غلظت رسوب با زمان توسط برخی محققین [۱ و ۳] گزارش شده است. این بدان معنی است که شدت فرسایش که خود بیانگر میزان تعادل بین نیروی فرساینده و مقاومت سطحی بستر خاک است ابتدا زیاد بوده و با ادامه فرسایش کاهش می‌یابد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که در حضور بارندگی و برای خاک با پایداری خاکدانه کمتر زمان رسیدن به حالت پایدار طولانی‌تر است. نکته بسیار مهم و قابل توجه این است که بین فرآیندهای ناشی از بارندگی و جریان یک برهمکنش مثبت وجود دارد به این معنی که فرسایش ایجاد شده در آزمایش RF بیش از مجموع فرسایش دو نوع آزمایش دیگر است. در مقالات دیگری به این موضوع پرداخته شده است.

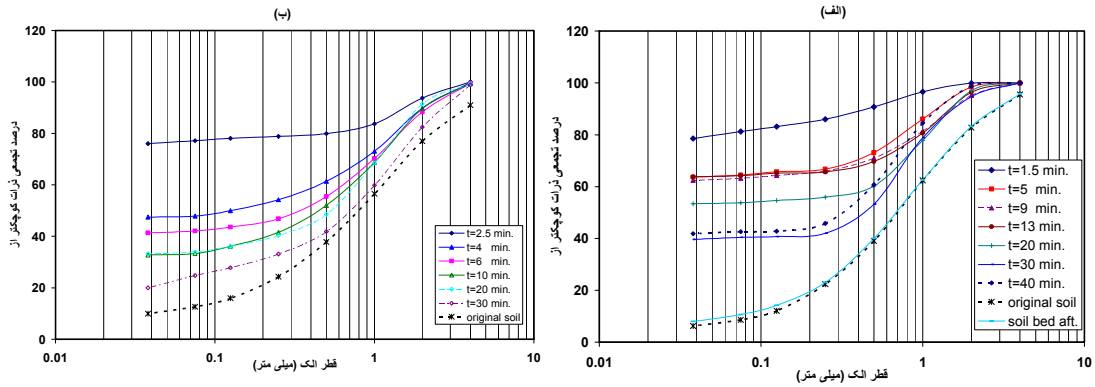
تغییرات توزیع اندازه ذرات رسوب با زمان برای خاک سیاه در دو آزمایش R و RF به عنوان نمونه در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی تمام نتایج نشان می‌دهد که توزیع اندازه ذرات رسوب بستگی به زمان، نوع خاک و نوع آزمایش (یا به دیگر سخن نوع فرآیند فرسایشی) دارد. بطور کلی توزیع اندازه ذرات رسوب در شروع آزمایش بسیار ریزتر از خاک اولیه بوده و با گذشت زمان درشت‌تر می‌شود. ذرات ریز موجود در خاک در ابتدای آزمایش (۳ تا ۵ دقیقه اول) به یکباره شسته شده و غلظت رسوب بالای اولیه (شکل ۱) را موجب می‌شود. با گذشت زمان مقدار ذرات

ریز در لایه سطحی خاک بطور نسبی کاهش می‌یابد، این امر باعث می‌شود که غلظت رسوب کل کاهش یافته و به یک حد کم و بیش ثابت برسد. بطور همزمان میزان نسبی ذرات ریز در رسوب کاهش یافته و رسوب متشکل از ذرات درشت‌تری می‌شود. این رفتار در واقع از آنجا ناشی می‌شود که خاک متشکل از ذراتی (خاکدانه‌هایی) است که اندازه و گراویته (و درنتیجه سرعت ته نشینی) آن در دامنه وسیعی متغییر می‌باشد.

بررسی نتایج برای هر سه خاک و سه نوع آزمایش نشاندهنده دینامیک بودن فرسایش خاک است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که نوع عامل فرساینده (بارندگی یا جریان) و نوع خاک (از طریق مقاومت برشی و توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه) از جمله عوامل مهم مؤثر بر دینامیک فرسایش هستند. یکی از مزایای مهم مدلهای فرآیندی فرسایش خاک در مقایسه با مدلهای تجربی آن است که توانایی شبیه‌سازی تغییرات زمانی فرسایش خاک را دارند. به عنوان مثال هوگارت و همکاران [۲۰۰۴] و رز و همکاران [۲۰۰۷] به ترتیب برای فرسایش ناشی از بارندگی و جریان توانسته‌اند این تغییرات را شبیه‌سازی نمایند. هرچند که تئوری‌های بکار رفته کمبودهای نیز دارند، از جمله فرآیندهای سائیده‌شدن خاکدانه و چرخش ذرات که در این تحقیق به اثبات رسیده‌اند در آن لحاظ نشده است.




**شکل ۱- تغییرات غلظت رسوب با زمان برای خاک سیاه**




**شکل ۲- تغییرات غلظت رسوب با زمان در خاک سیاه در آزمایش (الف) R و (ب) RF**

## منابع


[1] Fox, D.M., and R.B. Bryan. 1999. The relationship of soil loss by interrill erosion to slope gradient. Catena, 38: 211-222.

[2] Hogarth, W.L.; C.W. Rose; J.-Y. Parlange; G.C. Sander, and G. Carey. 2004. Soil erosion due to rainfall impact with no inflow: a numerical solution with spatial and temporal effects of sediment settling velocity characteristics. J. of Hydro. 294: 229-240

[3] Proffitt, A.P.B., and C.W. Rose. 1991. Soil erosion processes: I. The relative importance of rainfall detachment and runoff entrainment. Aus. J. of Soil Res., 29:671-683.

[4] Nearing, M.A. 2001. Potential changes in rainfall erosivity in the U.S. with climate change during the 21st century. Journal of Soil and Water Conservation 56(3):229-232.

[5] Rose, C.W., B. Yu, H. Ghadiri, H. Asadi, J.Y. Parlange, W.L. Hogarth, and J. Hussein. 2007. Dynamic erosion of soil in steady sheet flow. J. Hydrolog, 333: 449-458.