اثر تشکیل اندوده سطحی بر دینامیک فرسایش ورقه‌ای

حسین اسدی[۱]، شهلا محمودی[۲] و احمد حیدری[۲]

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

Email: hossein_asadi52@yahoo.com

۲- به ترتیب استاد و استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران.

مقدمه

یکی از رخدادهای بسیار مهم که طی فرسایش بارانی در بسیاری از خاکهای حساس به فرسایش رخ می‌دهد تشکیل اندوده سطحی (surface sealing) است [۳]. اندوده سطحی عبارت از فشرده شدن لایه بسیار نازک سطحی خاک و مسدود شدن منافذ آن در اثر نفوذ آب گل‌آلود است که در خاکهای حساس و در پی شکسته‌شدن خاکدانه‌های خاک صورت می‌گیرد [۱]. تشکیل اندوده سطحی منجر به کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب و فرسایش می‌شود، بعلاوه خود یک تخریب فیزیکی خاک است. در این مطالعه، اثر تشکیل اندوده سطحی بر تغییرات زمانی رواناب و مقدار و توزیع اندازه ذرات رسوب مورد بحث قرار می‌گیرد.

مواد و روشها

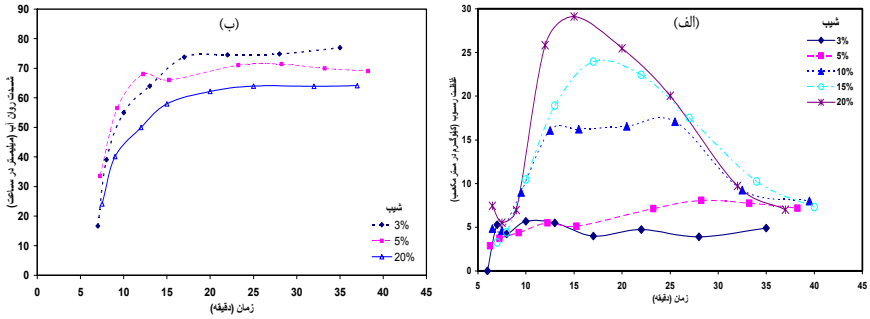
در این تحقیق یک خاک حساس به تشکیل سله با استفاده از یک فلوم زهکش‌دار به ابعاد ۱×۱×۰/۱ متر در شیب‌های ۳، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ ٪ تحت اثر بارندگی با شدت‌های ۳۱، ۵۳ و ۸۰ $mm\ h^{-1}$ قرار گرفت. خاک مورد استفاده از ایستگاه تحقیقات کوهین از عمق ۰ تا ۲۰ cm جمع‌آوری گردید. این خاک با ۳۷ و ۳۱٪ رس و شن دارای بافت لوم رسی است، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (با الک تر) و کربنات کلسیم معادل آن به ترتیب ۰/۵۳ mm و ۱۸٪ و کانی غالب بخش رس این خاک از نوع اسمکتایت می‌باشد. شبیه‌سازی باران با استفاده از یک دستگاه با نازل منفرد جارویی با میانگین قطر قطرات ۱/۵ mm و انرژی جنبشی حدود ۱۵ $J\ m^{-2}\ mm^{-1}$ انجام شد. در هر آزمایش شدت رواناب و مقدار و توزیع اندازه ذرات رسوب (با الک تر) در زمانهای مختلف اندازه‌گیری شد. سرعت جریان نیز در حالت پایدار با روش رنگسنجی تعیین شد. برای بررسی مقاومت برشی خاک قبل و بعد از تشکیل اندوده سطحی، آزمایشهایی نیز با جریان انجام شد. جریان با دبی ثابت از طریق قسمتی که در بالای فلوم تعبیه شد اعمال می‌شد. اندوده سطحی تشکیل شده تحت مطالعه میکرومرفولوژیکی (تهیه مقطع نازک و مطالعه زیر میکروسکوپ) قرار گرفت.

نتایج و بحث

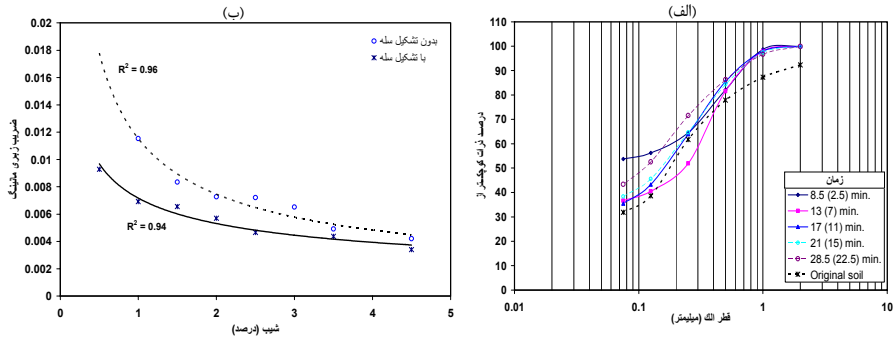
در شکل ۱- الف و ب به ترتیب تغییرات غلظت رسوب و شدت رواناب با زمان در شدت بارندگی ۸۰ $mm\ h^{-1}$ در شیب‌های مختلف ارائه شده است. در هر دو مورد یک روند غیر معمول مشاهده می‌شود. در مطالعات زیادی نشان داده شده است که غلظت رسوب در زمانهای اولیه آزمایش زیاد بوده و با گذشت زمان به سرعت کاهش یافته و به یک حالت نسبتاً پایدار می‌رسد[۲ و ۵]. اما روند مشاهده شده در شکل ۱-الف، نامنظم و در مواردی دارای یک حداکثر در میانه رخداد فرسایشی است. در مورد شدت رواناب نیز اعتقاد عمومی بر این است که با افزایش شیب، شدت رواناب افزایش می‌یابد، اما شکل ۱-ب عکس این حالت را نشان می‌دهد. پوسن [۱۹۸۴] اعتقاد دارد که در خاکهای حساس به تشکیل اندوده سطحی، شدت رواناب ممکن است با افزایش شیب کاهش یابد. علت آن نیز این است که در شیب‌های بالاتر میزان فرسایش زیاد شده، از تشکیل اندوده سطحی جلوگیری می‌شود و در نتیجه نفوذپذیری افزایش می‌یابد. بررسی توزیع اندازه ذرات رسوب با زمان (شکل ۲- الف) نیز نشان داد که رسوب با گذشت زمان ابتدا درشت‌تر شده و دوباره ریزتر می‌شود. اما در مطالعات زیادی [۶] نشان داده شده است که رسوب در ابتدای هر رخداد فرسایشی متشکل از ذرات ریز بوده و با گذشت زمان درشتر می‌شود.

بررسی‌های مرفولوژیکی، میکرومورفولوژیکی و هیدرولیکی انجام شده بر روی این خاک حاکی از تشکیل اندوده سطحی در این خاک است. خاک مذکور پس از اینکه در معرض بارندگی قرار می‌گیرد بعد از حدود ۱۰ تا ۲۰ دقیقه

(بسته به شدت بارندگی) در سطح آن یک لایه اندوده به ضخامت حدود دو تا سه میلیمتر تشکیل می‌شود. ایجاد این لایه در سطح خاک باعث تغییرات فیزیکی شده که منجر به تغییر رفتار این خاک در مقابل برخورد قطرات باران و جریان رواناب شده و در نتیجه فرآیند فرسایش خاک را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج بررسی‌های میکرومورفولوژی و مطالعات هیدرولیکی نشان داد که تغییرات فیزیکی ایجاد شده عبارتند از: (الف) کاهش تخلخل لایه سطحی خاک ایجاد مقادیر زیادی حفرات صفحای پلانار (Planar Voids) و در نتیجه کاهش نفوذپذیری، (ب) کاهش زبری سطحی خاک و در نتیجه افزایش سرعت جریان (شکل ۲-ب)، (ج) تشکیل لایه‌ای از ذرات مجزا یا لایه لایه شدن(لایه ترسیب یافته) بر سطح لایه اندوده و (د) افزایش مقاومت برشی خاک در مقابل جریان. با افزایش شدت و سرعت رواناب، ذرات مجزای موجود بر روی لایه اندوده که ذراتی نسبتاً درشت هستند شسته شده و غلظت رسوب حداکثر (شکل ۱) و توزیع اندازه ذرات درشت در میانه آزمایش را باعث می‌شود. با اتمام این ذرات و به علت بالاتر بودن مقاومت برشی لایه اندوده ایجاد شده، غلظت رسوب کاهش یافته و ذرات منتقل شده به علت اینکه در اثر برخورد قطرات از این لایه جدا می‌شوند بطور نسبی در مقایسه با مرحله قبلی ریزتر می‌شوند.



شکل ۱- (الف) تغییرات غلظت رسوب با زمان در شدت بارندگی ۸۰ میلی‌متر بر ساعت و (ب) تغییرات شدت رواناب با زمان در سه شیب انتخابی تحت شدت بارندگی ۸۰ میلی‌متر بر ساعت



شکل ۲- (الف) تغییرات توزیع اندازه ذرات رسوب با زمان در شدت بارندگی ۸۰ میلی‌متر بر ساعت در شیب ۲۰٪ و (ب) تغییرات ضریب زبری مانینگ با شیب در دو حالت بدون سله و با حضور سله

منابع

[۱] رفاهی، ح.ق. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ چهارم با تجدید نظر، انتشارات دانشگاه تهران.

[2] Asadi, H.; H. Ghadiri; C.W. Rose, and H. Rouhipour. 2007. Interrill soil erosion processes and their interaction in low slopes. Earth Surface Processes and Landform, 32(5): 711-724.

[3] Moore, D.C., and M.J. Singer. 1990. Crust formation effects on soil erosion processes. Soil Sci. Soc. of Am. J. 54: 1117-1123.

[4] Poesen, J. 1984. The influence of slope angle on infiltration rate and Hortonian overland flow volume. Z. f. Geomorph. N.F. Suppl. Bd. 49:117-131.

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

[6] Proffitt, A.P.B., and C.W. Rose. 1991b. Soil erosion processes: II. Settling velocity characteristics of eroded sediment. Aus. J. of Soil Res., 29:685-695.