بررسی تأثیر عمق آب بر فرآیندهای فرسایش ناشی از باران در عمق و قدرت جریان‌های کمتر از آستانه

مجید محمودآبادی[۱] و حسن روحی‌پور[۲]

۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

مقدمه

فرآیند جداشدن ذرات و انتقال آنها در اثر فرآیندهای ناشی از باران معمولاً، نخستین مرحله در تلفات خاک و انتقال رسوب محسوب می‌شود (۱۰). شدت جداشدن ذرات در اثر پاشمان به انرژی جنبشی باران، خاک و توزیع اندازه ذرات آن (۹) و نیز عمق لایه آب موجود در سطح (۲) بستگی دارد. همچنین شدت انتقال ذرات در فرآیند پاشمان، به درجه شیب (۵)، اندازه ذرات خاک (۶) و خصوصیات قطرات باران (۸) ارتباط دارد. وجود لایه آب موجود در سطح خاک بر تنش فرساینده وارده در اثر برخورد قطرات باران (۲) و شدت جداشدن ذرات (۳) اثر می‌گذارد که دلیل آن مصرف بخشی از انرژی قطرات، برای عبور از لایه آب است. از این رو، انرژی کمتری صرف جدانمودن ذرات خاک شده و معمولاً با افزایش عمق جریان، آستانه انرژی جنبشی قطرات باران افزایش می‌یابد (۳). به علاوه، عمق آب در سطح خاک بر جهت پرتاب ذرات نیز اثر می‌گذارد بطوریکه با افزایش عمق آب، این زاویه عمودی‌تر و لذا میزان پاشمان در جهت افقی کاهش می‌شود (۳). همچنین فرآیند جداشدن ذرات در جریان متأثر از برخورد قطرات باران با فرآیند جداشدن ناشی از برخورد مستقیم قطرات، متفاوت است (۱۱). در زمینه فرآیندهای فرسایش ناشی از باران در عمق-های کمتر از عمق بحرانی، تحقیقات کمتری صورت گرفته است. تحقیق حاضر به بررسی نقش عمق آب بر تولید رسوب حاصل از فرآیندهای ناشی از باران در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی و قدرت جریان‌های کمتر از آستانه می‌پردازد.

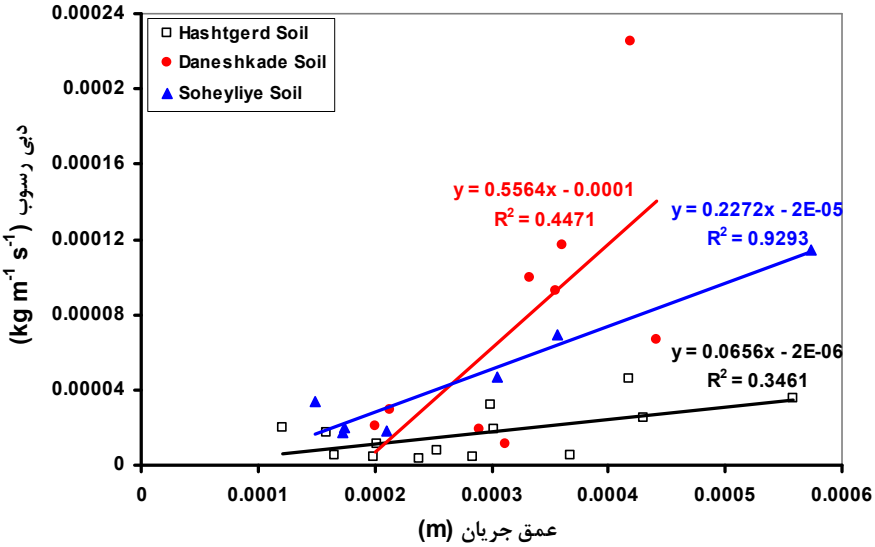
مواد و روش‌ها

با استفاده از یک دستگاه شبیه‌ساز باران از نوع تحت فشار، شدت‌های مختلف بارندگی از ۲۰ تا ۷۵ میلی‌متر در ساعت در چهار شیب ۲/۵، ۵/۰، ۷/۵ و ۱۰/۰ درصدِ فلوم بر روی سه نمونه خاک زراعی ایجاد گردید. نمونه‌های خاک از الک ۱۰ میلی‌متری عبور داده شد و پس از انتقال به داخل فلوم تسطیح و به آرامی از زیر اشباع می‌گردید. پس از ۲۴ ساعت و اطمینان از اشباع نمونه‌ها، آب ثقلی از طریق سیستم زهکش، تخلیه می‌شد. سپس فلوم در شیب مورد نظر تنظیم و باران با شدت ثابت، ایجاد می‌گردید. در هر آزمایش، از رواناب حاوی رسوب و جریان زهکش در فواصل زمانی مشخص (بین ۳۰ ثانیه تا ۵ دقیقه) نمونه‌گیری می‌شد. مدت هر آزمایش بسته به شرایط موجود برای رسیدن به حالت پایدار، بین ۳۰ تا ۵۰ دقیقه بود. سرعت جریان به روش رنگ‌سنجی و عمق رواناب نیز در چند تکرار اندازه‌گیری می‌شد. نمونه‌های رواناب حاوی رسوب، جمع‌آوری و پس از خشک نمودن در آون، پارامترهای دبی رسوب، جدایش‌پذیری و جدایش‌پذیری مجدد تعیین گردید. میزان قدرت جریان رواناب تعیین و تنها نتایج آزمایش‌های مربوط به قدرت جریان‌های کمتر از آستانه، مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۱ تغییرات دبی رسوب حاصل از فرآیندهای ناشی از باران را برای سه خاک مورد مطالعه با عناوین هشتگرد، دانشکده و سهیلیه در عمق‌های مختلف آب نشان می‌دهد. این شکل تنها نتایج آزمایش‌های مربوط به قدرت جریان-های کمتر از آستانه را در بر می‌گیرد. همچنین عمق جریان در همه آزمایش‌ها کمتر از عمق بحرانی بود لذا، عمق‌های مورد بررسی در محدوده عمق بحرانی قرار دارد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با افزایش عمق آب، دبی رسوب در هر

سه خاک افزایش یافته است. همچنین، میزان افزایش دبی رسوب با افزایش عمق آب، برای خاک دانشکده بیشتر از دو خاک دیگر است. به عبارتی، در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی، خاک دانشکده حساسیت بیشتری نسبت به دو خاک دیگر در برابر فرآیندهای ناشی از باران نشان می‌دهد. این روند با نتایج مربوط به پارامترهای جدایش‌پذیری (α) و جدایش‌پذیری مجدد (αd) همخوانی دارد بطوری‌که در خاک دانشکده، مقدار متوسط ضرایب αd و α بیشتر از دو خاک دیگر بود. این موضوع نشان از تأثیرپذیری ضرایب جدایش‌پذیری (α و αd) از عمق آب در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی دارد به نحوی که با افزایش عمق تا حد بحرانی، ضرایب جدایش‌پذیری و جدایش‌پذیری مجدد نیز افزایش می‌یابند. این در حالیست که در مدل GUEST فرض بر این است که ضرایب α و αd در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی، دارای مقدار ثابتی بوده و در عمق‌های بیشتر با افزایش عمق آب، به صورت نمایی کاهش می‌یابد.



شکل ۱- تغییرات دبی رسوب بین‌شیاری در عمق‌های مختلف آب در آزمایش‌های مربوط به عمق و قدرت جریان‌های کمتر از آستانه

در مطالعات زیادی (۱ و ۳) اثر عمق آب بر میزان جداشدن ذرات خاک توسط قطرات باران مورد بررسی قرار گرفته که البته بیشتر آنها در عمق‌های بیش از عمق بحرانی انجام شده است. Moss و Green (۱۹۸۳) دریافتند که حداکثر شدت انتقال درون جریانی در عمق ۲ تا ۳ برابر قطر قطره اتفاق می‌افتد و بعد از آن، شدت انتقال، به سرعت با افزایش عمق کاهش می‌یابد. Proffitt و همکاران (۱۹۹۱) با شبیه‌سازی باران نشان دادند که پارامترهای جدایش‌پذیری (α و αd) با افزایش عمق آب (در سه عمق آب ۲، ۵ و ۱۰ میلی‌متر) کاهش می‌یابند. نتایج تحقیق حاضر همچنین حاکی از آن است که پارامتر جدایش‌پذیری نسبت به جدایش‌پذیری مجدد، تأثیرپذیری بیشتری از عمق آب در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی داشته است که می‌توان آن را به شدت بیشتر خُرد و یا سائیده شدن (و نه جدا شدن) خاکدانه‌های اولیه نسبت به ذرات لایه رسوب، عدم یکسان بودن عمق بحرانی این دو پارامتر و نحوه پاشمان ذرات (دسته‌جمعی یا منفرد) ارتباط داد. نتایج این تحقیق لزوم بررسی بیشتر در زمینه نقش عمق آب در حالت‌های مختلف جریان ناشی از باران بویژه در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی را در راستای اصلاح مدل‌های فرآیندی نشان می‌دهد.

منابع

1. Hairsine, P. B. and Rose, C. W., 1991. Rainfall detachment and deposition: Sediment transport in the absence of flow-driven processes. Soil Sci. Soc. Am. J., 55, pp. 320-324.
2. Kinnell, P. I. A., 1991. The effect of flow depth on sediment transport induced by raindrops impacting shallow flows. Trans. ASAE., Vol. 34, No. 1, pp. 161-168.

3. Kinnell, P. I. A., 2005. Raindrop- impact- induced erosion processes and prediction: A review. Hydro. Process., Vol. 19, pp. 2815-2844.
4. Moss, A. J. and Green. P., 1983. Movement of solids in air and water by raindrop impact. Effects of drop-size and water-depth variations. Aust. J. Soil Res. Vol. 21, pp. 257-269.
5. Planchon, O. Esteves, M., Silvera, N. and Lapetite, J. M., 2000. Rain- drop erosion of tillage induced microrelief: Possible use of the diffusion equation. Soil Tillage Res., Vol. 56, pp. 131-144.
6. Poesen, J. and Savat, J., 1981. Detachment and transportation of loose sediments by raindrop splash. II. Detachability and transportability measurements. Catena, Vol. 8, pp. 19-41.
7. Proffitt, A. P. B., Rose, C. W. and Hairsine, P. B., 1991. Rainfall detachment and deposition: Experiments with low slopes and significant water depths. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 55, pp. 325-332.
8. Riezebos, H. T. and Epema, G. F., 1985. Drop shape and erosivity. Part II: Splash detachment, transport and erosivity indices. Earth Surf. Process. Landforms, Vol. 10, pp. 69-74.
9. Sharma, P. P., Gupta, S. C. and Rawls, W. J., 1991. Soil detachment by single raindrops of varying kinetic energy. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 55, pp. 301-307.
10. Van Dijk, A. I. J. M., Meesters, A. G. C. A. and Bruijnzeel, L. A., 2002. Exponential distribution theory and the interpretation of splash detachment and transport experiments. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 66, pp. 1466-1474.
11. Wan, Y., El-Swaify, S. A., 1999. Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch in a Hawaiian pineapple field. Soil Tillage Res., Vol. 52, pp. 29-35.