توانایی مدل‌های فرآیندی در تبیین فرآیندهای فرسایش خاک

حسین اسدی[*1] و حسن روحی‌پور[2]

[1]استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، [2]عضوء هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع،

مقدمه

در دهه‌های اخیر به منظور شبیه‌سازی و تخمین فرسایش آبی خاک مدل‌های فرآیندی مختلفی ارائه شده‌اند که ادعا می‌شود بر اساس فرآیندهای مؤثر بر فرسایش خاک استوار هستند. از جمله مهمترین این مدل‌ها، WEPP [۱] و GUEST [۳] می‌باشند که بر اساس دو تئوری متفاوت توسعه و تکامل یافته‌اند. این مدل‌ها علاوه بر میزان کل فرسایش، توزیع اندازه ذرات رسوب را نیز تخمین می‌زنند. در تحقیق حاضر توانایی این دو مدل در برآورد فرسایش خاک و تبیین فرآیندهای فرسایشی در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روشها

در این مطالعه از نتایج دو سری آزمایش استفاده شده است. در سری نخست که در آزمایشگاه فرسایش خاک مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع انجام شد، سه نوع خاک با خصوصیات کاملاً متفاوت به کار رفت. شبیه‌سازی باران با استفاده از شبیه‌ساز تک نازله با میانگین قطر قطرات ۱/۵ میلیمتر انجام شد. خاکهای مورد بررسی با استفاده از یک سینی پاشمان زهکش‌دار به ابعاد ۱۰×۳۰×۳۵ سانتی‌متر و یک فلوم زهکش‌دار به ابعاد ۱×۱×۰/۱ متر در شیب‌های مختلف تحت اثر بارندگی با شدتهای مختلف قرار گرفت. در سری دوم، فرآیندهای ناشی از بارندگی و فرآیندهای ناشی از جریان و برهمکنش بین آنها و نیز اثر عمق آب بر فرآیندهای ناشی از بارندگی با استفاده از شبیه‌ساز دانشگاه گریفیت استرالیا مورد مطالعه قرار گرفت. در این مورد نیز سه خاک متفاوت مورد استفاده قرار گرفته و آزمایش‌های مختلفی با استفاده از فلوم شیب پذیر با طول شش و عرض یک متر تحت اثر بارندگی و رواناب و نیز با یک سینی پاشمان مخصوص ۱۰×۳۰×۳۵ سانتی‌متری انجام پذیرفت. شبیه ساز مزبور دارای شش نازل افشانه‌ای دهانه گشاد با میانگین قطر قطرات ۲/۲۴ میلی‌متر است. در تمام آزمایش‌ها تغییرات شدت رواناب، غلظت و توزیع اندازه ذرات رسوب اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که مدل GUEST با معرفی ضرایب جدایش‌پذیری (a)، جدایش‌پذیری مجدد (a_d) و ترسیب‌پذیری (Φ)، تا حدودی می‌تواند حساسیت خاک‌های مختلف به فرسایش ناشی از اثر بارندگی را توصیف نماید. هرچند که این مدل قادر نیست روند شکسته‌شدن خاکدانه‌ها در حین فرسایش را توصیف نماید. همچنین نتایج نشان داد که مدل مورد بررسی تمایل به بیش‌برآوردی مقادیر کوچک و کم‌برآوردی مقادیر بزرگ فرسایش خاک ناشی از اثر بارندگی دارد. میزان خطای برآورد نیز قابل توجه بود. این امر احتمالاً ناشی از حساسیت زیاد ضرایب α و α_d به مقدار پارامتر H (بخشی از سطح خاک که با لایه ترسیب‌یافته پوشیده می‌شود) است. بنابراین عدم وجود روشی عملی برای تعیین این پارامتر از جمله اشکالات مدل مذکور است.

ارزیابی روابط پیشنهادی مدل WEPP برای فرسایش بین شیاری نشان داد که این روابط در شیب‌های کم، شدت فرسایش بین‌شیاری را در حد قابل قبولی برآورد می‌نمایند، اما در شیب‌های بالاتر، شدت فرسایش را کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده تخمین می‌زنند. علت این امر آن است که در این مدل فرض شده که در نواحی بین شیاری تنها

فرآیندهای ناشی از بارندگی فعال هستند در صورتی که در شیب‌های بالاتر از ۱۰ درصد به ویژه در شدت‌های بارندگی زیاد به احتمال قوی فرآیندهای ناشی از جریان نیز فعال هستند.

نتایج نشان داد که همه فرآیندها و مکانیسم‌های مؤثر بر جداشدن و انتقال ذرات خاک هنوز به طور کامل شناخته نشده یا حداقل در مدل‌های فرآیندی در نظر گرفته نشده‌اند. از جمله مهم‌ترین این فرآیندها، سائیده‌شدن خاکدانه‌ها و خزش ذرات در اثر برخورد قطرات و نیز چرخش ذرات در اثر نیروی جلوبر جریان است. سائیده‌شدن خاکدانه‌ها که برای اولین بار توسط قدیری و رز [۲] مطرح شده است در این تحقیق به خوبی نشان داده شد. انتقال ذرات به صورت بار بستر در اثر برخورد قطرات باران (خزش) توسط محققین دیگری [۴] نیز مشاهده شده اما به طور مشخص نقش آن در انتقال ترجیحی ذرات درشت‌تر تا کنون توضیح داده نشده بود. مکانیسم دیگر که در این تحقیق به خوبی نشان داده شد، چرخش ترجیحی ذرات متوسط تا درشت (۰/۵ تا دو میلی‌متر) توسط رواناب بود.

یکی از ضعف‌های بزرگ مدل WEPP این است که در آن برای برآورد توزیع اندازه ذرات رسوب از روشی با مبنای تجربی استفاده شده که بر اساس آن نمی‌توان تغییرات زمانی توزیع اندازه ذرات رسوب و نقطه اوج اولیه غلظت رسوب را پیش بینی کرد. در مقابل یکی از پیامدهای تئوری دینامیک مدل GUEST این است که امکان پیش بینی توزیع اندازه ذرات رسوب و نقطه اوج اولیه غلظت رسوب را بر مبنای فرآیندهای فرسایش خاک فراهم می‌کند. هرچند که تناقض‌هایی بین نتایج آزمایشگاهی با فرضیات این مدل نیز وجود داشته و همان‌طور که گفته شد برخی فرآیندها نظیر خزش و چرخش ذرات در آن در نظر گرفته نشده‌اند. ضعف بزرگ دیگر WEPP، عدم وجود توضیحی در مورد مکانیسم‌های جداشدن ذرات خاک و انتقال آنها در فرسایش بین‌شیاری است. بنابراین در این نوع از فرسایش از نظر توصیف فرآیندهای فرسایش، اطلاق واژه فرآیندی به این مدل چندان درست نیست.

در هیچ یک از مدلهای فرآیندی، برهمکنش بین فرآیندهای ناشی از بارندگی و جریان به طور مستقیم درنظر گرفته نشده است. اغلب محققین اعتقاد دارند که برهمکنش مثبت بین بارندگی و جریان باعث افزایش تلفات خاک می‌شود. اما برخی از محققین [۵] نیز برهمکنش منفی بین این دو نوع فرآیند را گزارش نموده‌اند. نتایج نشان داد که در نواحی بین شیاری برهمکنش مثبت بین این دو نوع فرآیند تأثیر زیادی بر فرسایش و انتقال رسوب دارد. هرچند که مکانیسم و شدت این برهمکنش شدیداً وابسته به خصوصیات خاک است. تجزیه و تحلیل نتایج بر اساس توزیع اندازه ذرات رسوب نشان داد که عامل ایجاد چنین برهمکنش مثبتی، تشدید یا فعال شدن برخی از مکانیسم‌های فرسایشی در شرایطی است که بارندگی و جریان به طور همزمان باعث فرسودن خاک می‌شوند.

در بررسی اثر عمق آب بر فرآیندهای ناشی از بارندگی مشاهده شد که میزان فرسایش با افزایش عمق آب در عمقهای کمتر از یک عمق بحرانی، افزایش یافته و بعد از عمق بحرانی به شدت کاهش می‌یابد. در مدل WEPP اثر عمق آب بر فرسایش بین شیاری در نظر گرفته نشده است. در مقابل در مدل GUEST این اثر لحاظ شده اما فرض شده که در عمق‌های کمتر از عمق بحرانی ضرایب α و α_d دارای مقادیری ثابت هستند.

نتیجه‌گیری

فرسایش خاک پدیده‌ای بسیار پیچیده است که در طی آن فرآیندها و مکانیسم‌های مختلف که در اثر انرژی جنبشی قطرات باران و نیروی رواناب موجب جداشدن و انتقال ذرات می‌شوند رخ می‌دهد. این فرآیندها دارای برهمکنش پیچیده‌ای نیز می‌باشند. مدل‌های فرآیندی، هرچند تلاش زیادی جهت بازنمایی و توصیف فرسایش خاک و انتقال رسوب نموده‌اند، اما تا تبیین کامل فرآیندهای فرسایش خاک و بسط یک مدل جامع راه درازی در پیش است.

منابع

[1] Flanagan, D.C., and M.A. Nearing (eds.), 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project. Technical Documentation. NSERL. Report No. 10, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana.

[2] Ghadiri, H., and C.W. Rose. 1991. Sorbed chemical transport in overland flow: I. A nutrient and pesticide enrichment mechanism. J. of Environmental Quality, 20(3): 628-633.

[3] Misra, R.K., and C.W. Rose. 1996. Application and sensitivity analysis of process-based erosion model GUEST. Euro. J. of Soil Sci. 47:593-604.

[4] Moss, A. J., and T. W. Green. 1987. Erosive effects of large water drops (gravity drops) that fall from plants. Aust. J. of Soil Res. 25: 9-20.

[5] Rouhipour, H.; H. Ghadiri, and C.W. Calvin. 2006. Relative contribution of flow-driven and rainfall-driven erosion processes to sediment concentration with their interaction. Aus. J. Soil Res. 44: 503-514.