شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

تأثیر شیب سطح بر فرسایش پاشمانی در خاک‌های مختلف

مجید فرومدی[۱*]، علی‌رضا واعظی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

فرسایش پاشمانی نخستین نوع فرسایش آبی است که توسط ضربه قطرات باران بر سطح خاک ایجاد می‌شود. قطرات باران می‌توانند ذرات خاک را از جا کنده و جابه‌جا کنند. انتقال ذرات در اثر پاشمان قطرات به عوامل متعددی از جمله نوع خاک و شرایط شیب بستگی دارد. این پژوهش به منظور بررسی تغییرات فرسایش پاشمانی در خاک‌های مختلف تحت تأثیر شیب سطح انجام گرفت. برای این منظور آزمایش در سه خاک با بافت مختلف (لوم، لوم‌رسی و لوم‌رس‌شنی) در چهار شیب (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) تحت باران با شدت ثابت ۳۰ میلی‌متر بر ساعت در سه تکرار در مجموع با ۳۶ واحد آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بر اساس نتایج بیش‌ترین مقدار فرسایش پاشمانی در خاک لوم‌رسی (۱۰۵/۰۷ گرم بر متر مربع در دقیقه) و کم‌ترین مقدار در خاک لوم‌رس‌شنی (۸۰/۲۸ گرم بر متر مربع در دقیقه) بود. با افزایش شیب، شدت فرسایش پاشمانی افزایش یافت.

کلمات کلیدی: تخریب خاکدانه، توزیع اندازه ذرات، شبیه‌ساز باران، ضربه قطرات باران

مقدمه

یکی از مهم‌ترین اثرات برخورد قطرات باران بر سطح خاک، تخریب خاکدانه‌ها می‌باشد. پایداری خاکدانه که مقاومت ذرات خاک را در برابر جدا شدن نشان می‌دهد، در شدت تخریب خاکدانه در اثر ضربه قطرات باران نقش مهمی دارد (رفاهی، ۱۳۸۵). پایداری اندک خاکدانه‌ها منجر به تخریب آسان آن‌ها، تراکم خاک، ایجاد سله، کاهش نفوذپذیری آب به خاک، افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (Steiner و Williams، ۱۹۹۶). پاشمان ذرات (Particles splash) به عنوان پیامد دیگر برخورد قطرات باران بر سطح خاک است. هنگامی که قطره باران به سطح خاک برخورد می‌کند، اولین مرحله فرسایش یعنی جداسازی ذرات خاک شروع می‌شود. در ادامه به دلیل خیس شدن ذرات و کاهش چسبندگی آن‌ها، جدا شدن ذرات به وسیله قطرات باران آسان می‌شود (بافکار و مجردی، ۱۳۸۵). فرآیند پرتاب ذرات خاک به پیرامون، بر اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک، پاشمان ذرات خاک نامیده می‌شود که منجر به تراکم و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود.

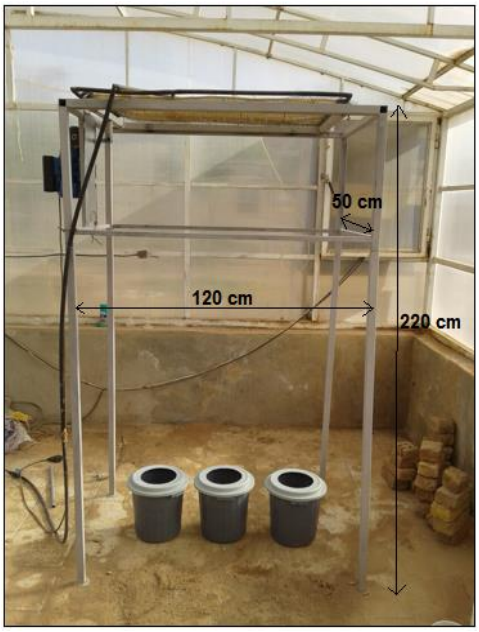
فرسایش پاشمانی و تخریب ناشی از آن تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل فرسایندگی باران، شیب سطح، شرایط سطح خاک و خصوصیات ذاتی خاک (توزیع اندازه ذرات، پایداری خاکدانه‌ها و مواد آلی) می‌باشد (Kinnel، ۲۰۰۵). بلیانی و واعظی (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی فرسایش پاشمانی در ارتباط با شدت باران و محتوای رطوبت پیشین خاک در بافت‌های مختلف خاک با استفاده از باران شبیه‌سازی شده پرداختند. نتایج نشان داد تفاوت‌های معنی‌دار بین بافت‌های خاک، سطوح محتوای رطوبت پیشین و شدت باران ($P<۰/۰۰۱$) وجود دارد. قزل سفلو و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی اثر پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی در زمان‌های مختلف بارش پرداختند. نتایج نشان داد که بین مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در زمان‌های مختلف بارندگی از لحاظ کاهش میزان پاشمان اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. هنربخش و حیاوی (۱۳۹۶) در پژوهشی به مطالعه آزمایشگاهی فرسایش پاشمانی در بافت‌های مختلف خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران پرداختند. نتایج نشان داد که بین شدت پاشمان در کلاس‌های بافتی در شدت‌های ۶۵ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت تفاوت معنی‌دار وجود داشت. غلامی و کریمی (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی اثر مدت بارندگی و رطوبت خاک بر تغییرات پاشمان خاک پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای مدت بارندگی و رطوبت پیشین خاک بر مقادیر پاشمان کل و خالص معنی‌دار بود ($P<0.01$).

* ایمیل نویسنده مسئول: majid.foroumadi@znu.ac.ir

فرسایش ناشی از قطرات باران از شکل‌های مهم فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. از این رو در این پژوهش نقش شیب سطح بر میزان فرسایش پاشمانی در سه بافت منطقه نیمه‌خشک در شمال غرب کشور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سه خاک با بافت مختلف (لوم، لوم‌رسی و لوم‌رس‌شنی) در چهار سطح شیب (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) تحت باران با شدت ثابت ۳۰ میلی‌متر بر ساعت در سه تکرار در مجموع با ۳۶ واحد آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (شکل ۱). نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت و با الک ۸ میلی‌متری غربال شدند (فرومدی و واعظی، ۱۳۹۶). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل توزیع اندازه ذرات (PSD) به روش هیدرومتری تعیین شد (Bouyoucos، ۱۹۶۲). فراوانی ذرات بر اساس روش دانه‌بندی آمریکایی تعیین شد. چگالی ظاهری در نمونه خاک برداشت شده به وسیله سیلندر فلزی با قطر داخلی ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴/۹ سانتی‌متر تعیین شد (Blake و Hartge، ۱۹۸۶). داده‌ها قبل از انجام آنالیزهای مربوط به آزمایش، از نظر نرمال بودن با استفاده از تحلیل هیستوگرام و بررسی چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار پاشمان در خاک‌های مختلف و در سطوح مختلف شیب با کمک آزمون دانکن انجام گرفت. در تمام این بررسی‌ها، برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۳) استفاده شد.



شکل ۱. نمایی از دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده در پژوهش

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. پایداری خاکدانه‌ها در آب برای مدت ۱ دقیقه بسیار پایین (۰/۵۲ تا ۰/۹۷ میلی‌متر) است و نشان از حساسیت بالای خاک به تخریب ساختمان در اثر بارندگی دارد (Mamedov و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

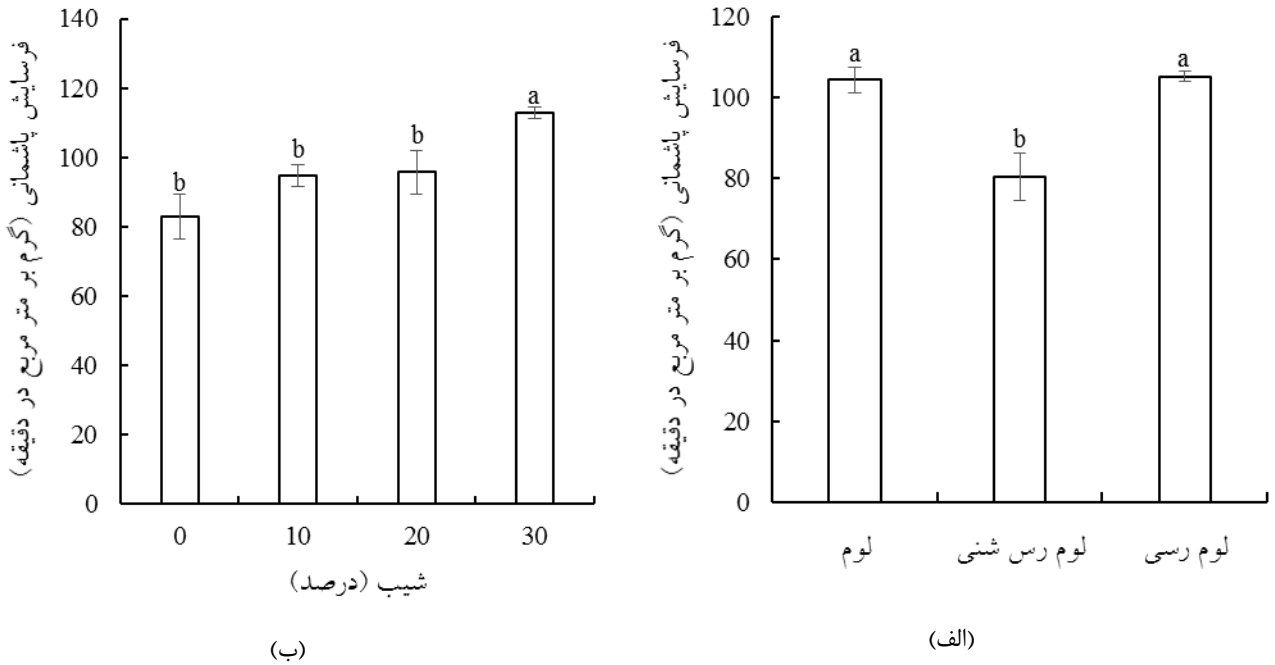
ویژگی‌های خاک	بافت خاک		
	لوم	لوم‌رسی	لوم‌رس‌شنی
شن (درصد)	۴۵/۸۰	۲۶/۴۲	۵۵/۵۰
سیلت (درصد)	۳۶/۶۵	۳۶/۰۶	۲۲/۲۵
رس (درصد)	۱۷/۵۵	۳۷/۵۲	۲۲/۲۵
سنگریزه (درصد)	۱۵/۶۰	۸/۷۰	۱۸/۲۰
چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۲۹
پایداری خاکدانه (میلی‌متر)	۰/۹۷	۰/۵۲	۰/۹۶

فرسایش پاشمانی در خاک‌ها در شیب‌های مختلف

نتایج تجزیه واریانس اثر بافت خاک و شیب سطح بر مقدار فرسایش پاشمانی نشان داد که فرسایش پاشمانی تحت تأثیر بافت خاک ($P<0.000$)، شیب سطح ($P<0.001$) و برهم‌کنش آن دو ($P<0.05$) قرار دارد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر بافت خاک در شکل ۲ الف نشان داده شده است. میانگین فرسایش پاشمانی در بافت‌های مختلف نشان داد که مقدار پاشمان در خاک لوم‌رسی، لوم و لوم‌رس‌شنی به ترتیب برابر با ۱۰۵/۰۷، ۱۰۴/۳۱ و ۸۰/۲۸ گرم بر متر مربع در دقیقه بود. پژوهش‌های پیشین نیز نشان می‌دهد که مقاومت ذرات سیلت در برابر فرسایش پاشمانی به دلیل جرم مخصوص نسبتاً پایین، فقدان قابلیت چسبندگی و تشکیل واحدهای ساختمانی ضعیف، پایین است و ذرات درشت‌تر و ریزتر از آن در برابر فرسایش پاشمانی مقاوم‌تر هستند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۴) و همین امر موجب بالاتر بودن مقدار فرسایش پاشمانی در خاک لوم‌رسی شد. هم‌چنین میانگین فرسایش پاشمانی در سطوح مختلف شیب نشان داد که با افزایش درصد شیب مقدار فرسایش پاشمانی افزایش یافت اما این افزایش در سه سطح شیب صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد معنی‌دار نبود (شکل ۴ ب). این نتایج با یافته‌های Kamalu (۱۹۹۴) و Vilayvong و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش دادند که با افزایش شیب سطح علاوه بر تأثیر قطرات باران بر جداسازی ذرات خاک جریان‌های ناشی از قطرات باران نیز بر جداسازی ذرات اثر می‌گذارند.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر بافت خاک، شیب سطح و بر هم‌کنش آن دو بر فرسایش پاشمانی

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	سطح معنی‌داری
بافت خاک	۲	۱۷۹/۸۹	۰/۰۰۰
شیب سطح	۳	۱۰۲/۹۹	۰/۰۰۱
بافت × شیب سطح	۶	۵۶/۸۴	۰/۰۵



شکل ۲. مقایسه میانگین فرسایش پاشمانی در بافت‌های مختلف (الف) و سطوح مختلف شیب (ب)

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که فرسایش پاشمانی به شدت تحت تأثیر بافت خاک، شیب سطح و برهم‌کنش بین آن دو قرار دارد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فرسایش پاشمانی به ترتیب در خاک لوم‌رسی و لوم‌رس‌شنی مشاهده شد. به طور کلی مقدار فرسایش پاشمانی در سطح بدون شیب به دلیل اصابت تعداد کم‌تر بر سطح خاک کم‌ترین مقدار بود. در شیب ۳۰ درصد به دلیل افزایش زاویه شیب و به دنبال آن کاهش ضریب اصطکاک ذرات از پیش جدا شده با سطح خاک، فرسایش پاشمانی بیش‌ترین مقدار بود. به طور کلی این پژوهش نشان می‌دهد که خاک‌هایی که دارای مقادیر بیش‌تری از ذرات سیلت و رس می‌باشند حساسیت بیش‌تری نسبت به فرسایش پاشمانی و ضربه قطرات باران در آغاز بارندگی داشته و زمینه را برای وقوع سیلاب‌های ویرانگر در مناطق خشک و نیمه‌خشک فراهم می‌کنند.

منابع:

بافکار، ع. و مجردی، ح. ۱۳۸۵. حفاظت آب و خاک. انتشارات دانشگاه رازی. صفحه ۳۵-۱۱.

بلیانی، ع. و واعظی، ع.ر. ۱۳۹۶. حساسیت خاک‌ها با بافت متفاوت به فرسایش پاشمانی تحت تأثیر شدت باران و محتوای رطوبتی پیشین. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۴(۲)، ۸۴-۶۷.

رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۱۳۲-۲۷.

غلامی، ل. و کریمی، ن. ۱۳۹۷. اثر مدت بارندگی و رطوبت خاک بر تغییرات پاشمان خاک. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱۲(۴۲): ۱۰۱-۹۱.

فرومدی، م. و واعظی، ع.ر. ۱۳۹۶. تخریب فیزیکی و ظرفیت جدا شدن ذره از شیار تحت تأثیر شدت و ضربه قطرات باران در خاک مارنی. نشریه علوم آب و خاک، ۲۱(۲)، ۲۷۷-۲۶۳.

قزل سفلو، ن.، بروغنی، م. و سلطانی گرد فرامرزی، س. ۱۳۹۶. اثر پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی در زمان‌های مختلف بارش. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱(۵)، ۷۷۱-۷۶۳.

هنربخش، الف. و حیاوی، ف. ۱۳۹۶. مطالعه آزمایشگاهی فرسایش پاشمانی در بافت‌های مختلف خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، ۶(۳)، ۱۶۲-۱۵۱.

Blake, G.R. and Hartge. K.H. 1986. Bulk Density 1. Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods. (methodsofsoilan1), 363-375.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. Agronomy journal, 54(5), 464-465.

Kamalu, C. 1994. The effect of slope length and inclination on the separate and combined actions of rainsplash and runoff. In Conserving soil resources: European perspectives. Selected papers from the First International Congress of the European Society for Soil Conservation. CAB INTERNATIONAL, 143-149.

Kinnell, P.I.A. 2005. Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: a review. Hydrological Processes: An International Journal, 19(14), 2815-2844.

Mamedov, A.I., Levy, G.I., Shainberg, I. and Letey, J. 2001. Wetting rate, sodicity, and soil texture effects on infiltration rate and runoff. Soil Research, 39(6), 1293-1305.

Steiner, K.G. and Williams, R. 1996. Causes of soil degradation and development approaches to sustainable soil management. Weikersheim, Germany: Margraf Verlag, 93

Vilayvong, K., Yasufuku, N. and Ishikura, R. 2016. Rainfall-induced soil erosion and sediment sizes of a residual soil under 1D and 2D rainfall experiments. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 218, 171-180.

Zhao, L., Liang, X. and Wu, F. 2014. Soil surface roughness change and its effect on runoff and erosion on the Loess Plateau of China. Journal of Arid Land, 6(4), 400-409.

Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Effect of surface slope on splash erosion in different soils

Foroumadi*[1], M., Vaezi[2], A.R

[1] Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

Splash erosion is the first type of water erosion caused by the impact of rain drops on the soil surface. Rain drops can disperse and move soil particles. Particles which transfer is effected by raindrop splash depends on several factors, including soil type and slope conditions. This study was conducted to investigate the effects of splash erosion in different soils under the influence of slope. For this purpose, experiments were carried out in three different soils (Loam, Clay loam, Sandy clay loam) on four slopes (0, 10, 20 and 30%) under a constant intensity of 30 $mm.h^{-1}$ in three replications, with a total of 36 units in the form of a completely randomized design was done. According to the results, the highest and lowest amount of splash erosion in the soil were Clay loam (105.07 $g.m^{-2}.min^{-1}$) and Sandy clay loam (80.28 $g.m^{-2}.min^{-1}$), respectively. With increasing gradients, the intensity of splash erosion increased.

Keywords: Aggregate breakdown, Particle soil distribution, Rainfall simulator, Impact of raindrop

* Corresponding author, Email: majid.foroumadi@znu.ac.ir