بررسی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و رواناب سطحی در منطقه نیمه‌خشک

مروارید احمدی [۱] و علی‌رضا واعظی [۲]
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان،۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده
با توجه به اهمیت پیش‌بینی میزان فرسایش و هدررفت خاک برای مدیریت منابع خاکی در مناطق نیمه‌خشک، بررسی دقیق نوع و میزان تأثیر عوامل فرساینده بر خاک امری ضروری است. از این رو آزمایشی با ۴۲ کرت فرسایشی به ابعاد ۱ متر در ۴/۱ متر تحت هفت شدت مختلف بارندگی (از ۱۰ تا ۷۰ میلی‌متر بر ساعت) برای تعیین میزان هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب در یک زمین با شیب ۹ درصد طراحی شد. نتایج نشان داد که در شدت‌های پایین بارندگی تفاوت فاحشی بین هدررفت خاک ناشی از قطره باران با هدررفت خاک ناشی از رواناب وجود نداشت و این تفاوت در شدت‌های بالای بارندگی بارز می‌شود. به طور کلی بیش از ۵۰ درصد هدررفت خاک وابسته به رواناب سطحی می‌باشد. این موضوع اهمیت هدررفت خاک ناشی از رواناب سطحی را در محاسبه فرسایندگی باران در مناطق نیمه‌خشک نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شدت بارندگی، فرسایندگی باران، کرت فرسایشی، باران شبیه‌سازی شده

مقدمه
فرسایندگی باران به عنوان یک معیار عددی از توان باران برای فرسایش خاک، مهم‌ترین عامل در بین شش عامل موجود در معادله جهانی فرسایش خاک می‌باشد (Oliveira et al., ۲۰۱۳). در مطالعات فرسایش و حفاظت خاک، باران به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر در فرسایش محسوب می‌شود (Van Dijk et al., ۲۰۰۲). تأثیر منفی بارندگی به این صورت است که باران به همراه نیروی برشی رواناب جاری بر سطح خاک در جهت جداسازی ذرات خاک از بستر خود عمل نموده و در همین حال رواناب ذرات خاک را از زمین‌های شیب‌دار و فاقد پوشش می‌شوید (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۹). در اثر برخورد ضربه‌ی قطرات باران، قابلیت جدا شدن و حمل ذرات خاک افزایش می‌یابد، خاکدانه‌ها متلاشی شده، و در سطح خاک‌ها اندوده و در نهایت سله تشکیل می‌شود که به دلیل تراکم بالا و تخلل کم‌تر نسبت به خاک زیرین منجر به کاهش نفوذپذیری خاک و بنابراین جریان رواناب و انتقال رسوبات می‌شود (Abu Hamed et al., ۲۰۰۶).

عامل فرسایندگی باران در مدل‌های مختلف فرسایش خاک بر اساس شدت و انرژی جنبشی باران (Wischmeier and Smith, ۱۹۷۸)، رواناب (Williams, ۱۹۷۵) و یا تأثیر توأم این دو (Kinnell and Risse, ۱۹۹۸) به دست آمده است همچنین برخی محققان مدل‌های رگرسیونی برای تعیین میزان فرسایندگی کل باران ارائه کرده‌اند (Mannaerts and Gabriels, ۲۰۰۰; Lee and Heo, ۲۰۱۱). در مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته میزان فرسایندگی بر اساس هدررفت خاک ایجاد شده در اثر بارش باران و رواناب ناشی از آن مورد بررسی قرار گرفته است و عوامل فرساینده قطره باران و رواناب به صورت جداگانه مطالعه نشده‌اند. به دلیل اهمیت هدررفت خاک و همچنین الگوی خاص بارش و کمبود پوشش گیاهی مناسب در مناطق نیمه‌خشک لزوم بررسی دقیق عوامل فرساینده باران و رواناب در این مناطق دو چندان می‌شود و هدف این مطالعه نیز تعیین کمی میزان هدررفت خاک ناشی از قطرات باران بدون در نظر گرفتن تأثیر رواناب و هدررفت خاک ناشی از رواناب بدون در نظر گرفتن تأثیر ضربه قطرات باران و تعیین سهم هر یک از این در فرسایندگی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
برای بررسی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب آزمایش در دامنه‌ای با شیب ۹ درصد به ابعاد ۳۰ متر در ۳۰ متر در دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. نمونه‌برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد و بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه به روش وزنی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب با روش الک تر، pH با استفاده از pH سنج در گل اشباع، ماده‌آلی به روش والکی-بلک و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید اندازه‌گیری شدند. علاوه بر این نمونه‌های دست نخورده چگالی ظاهری نیز با استفاده از سیلندر فلزی تعیین شد.

در سطح دامنه تعداد ۴۲ کرت فرسایشی (۱×۴/۱ متر) احداث گردید. آزمایش با یک دستگاه شبیه‌ساز باران به ارتفاع ۲۵/۲ متر و هفت شدت بارندگی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. در پایین دست هر کرت مخزن جمع‌آوری رواناب و رسوب قرار داده شد. در هر یک از شدت‌های بارندگی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب جداگانه در در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند.

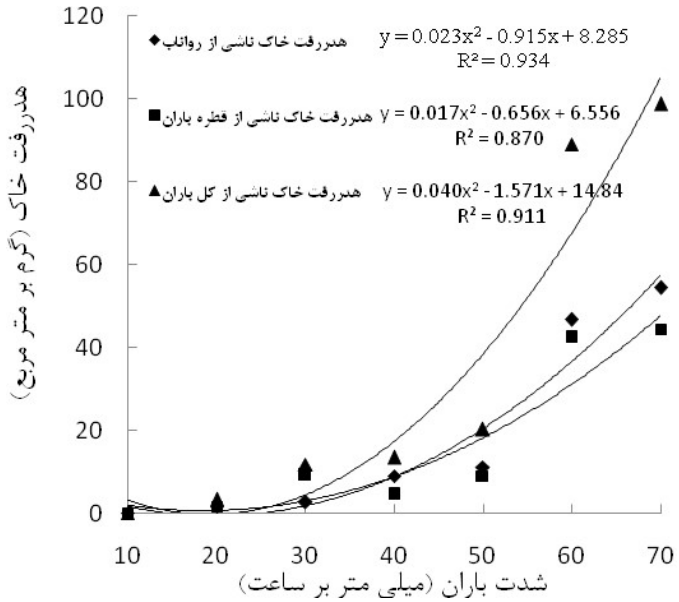
نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک دامنه در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، خاک مورد بررسی دارای بافت لوم شنی و واکنش خنثی تا کمی قلیایی و از نوع خاک‌های سنگریزه‌ای بود. به دلیل درصد تقریباً بالای آهک (۱/۱۴ درصد) در گروه خاک‌های آهکی و با ماده آلی کم (۱۱/۱ درصد) قرار داشت. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در برابر آب نیز به دلیل کم بودن ماده آلی و حضور آهک در این خاک بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

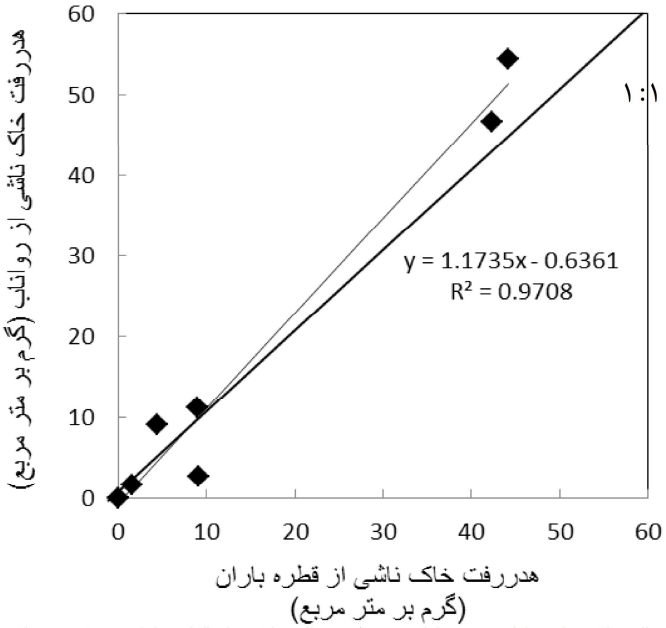
ویژگی خاک	
شن (%)	۵۶
سیلت (%)	۲۷
رس (%)	۱۷
سنگریزه (%)	۹/۱۷
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۴۵/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)	۹/۲
واکنش	۴۵/۷
ماده‌آلی (%)	۱۱/۱
کربنات کلسیم معادل (%)	۱/۱۴

بررسی تأثیر شدت بارندگی بر میزان هدررفت خاک نشان داد که شدت بارندگی اثر معنی‌داری بر هدررفت خاک داشت ($p< ۰.۰۰۱$) و میزان هدررفت خاک ناشی از کل باران بیش‌تر از هدررفت ناشی از رواناب بود زیرا به گفته کاینل (۲۰۱۰) فرسایش و حمل خاک توسط دو عامل پاشمان ذرات به وسیله قطرات باران و جریان‌های سطحی رخ می‌دهد. بر اساس نتایج افزایش شدت باران در حالت کل باران منجر به هدررفت خاک بیش‌تری شد که می‌تواند به دلیل اثر قطرات باران بر تخریب خاکدانه‌ها باشد که مقدار خاک در دسترس برای حمل توسط رواناب را افزایش داده است. افزایش شدت باران و انرژی جنبشی، تخریب خاکدانه‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین ذرات خاک حساس به حمل می‌شوند (Jin et al., ۲۰۰۸). شکل ۱ میزان هدررفت خاک ناشی از کل باران، هدررفت خاک ناشی از رواناب و هدررفت خاک ناشی از قطره باران را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - رابطه بین هدررفت خاک ناشی از قطره باران، ناشی از رواناب و هدررفت خاک ناشی از کل باران

با توجه به شکل ۱، در حالت کلی بیش از ۵۰ درصد هدررفت خاک تحت‌تأثیر رواناب و بخش باقی مانده هدررفت خاک تحت‌تأثیر قطرات باران است. به عبارت دیگر در شدت‌های بارندگی مورد بررسی، تأثیر رواناب در هدررفت خاک اندکی بیش‌تر از تأثیر قطرات باران بود که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است. همچنین به گفته نیو و ریبورگ (۲۰۰۷) هدررفت خاک اغلب ناشی از جریان رواناب سطحی می‌باشد. با این وجود در شدت‌های کم بارندگی (کمتر از ۳۰ میلی‌متر بر ساعت) تاثیر قطرات باران کمی بیشتر و هدررفت خاک ناشی از قطره بیشتر از رواناب می‌باشد در حالی که در شدت‌های بالا (بیشتر از ۳۰ میلی‌متر بر ساعت) هدررفت خاک ناشی از رواناب بیش‌تر از هدررفت خاک ناشی از قطرات باران است (۵۷ درصد) و رواناب عامل غالب فرسایندگی است.



شکل ۲- هدررفت خاک ناشی از رواناب در مقابل هدررفت خاک ناشی از قطره باران در شدت‌های باران مورد بررسی

در شدت‌های کم بارندگی پایین بودن میزان و سرعت رواناب موجب شد تا تنش برشی رواناب کم‌تر از مقاومت برشی خاک باشد و از این رو نقش رواناب در هدررفت خاک مشابه با نقش قطره باران در هدررفت خاک بود. در شدت‌های بالای بارندگی قدرت رواناب بر مقاومت برشی خاک غلبه کرده و موجب حمل بیش‌تر خاک گردید (Misra and Rose, ۱۹۹۵). با این حال در شدت‌های بسیار بالا انتظار می‌رود با افزایش عمق آب روی سطح خاک به دلیل از بین رفتن انرژی قطرات باران و کاهش پاشمان ذرات خاک تأثیر قطرات باران کاهش بیش‌تری پیدا کند (Kinnell, ۲۰۱۰). به هر حال این نتایج برخلاف تصور عمومی است که در آن نقش قطره باران به مراتب بیش‌تر از نقش رواناب سطحی است.

منابع

زنگی‌آبادی، م.، رنگ‌آور، ع.، رفاهی، ح.، شرفا، م. و بی‌همتا، م. ر. ۱۳۸۹. بررسی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرآیند فرسایش خاک در مراتع نیمه‌خشک کلات. نشریه آب و خاک، جلد بیست و چهارم، شماره ۲، صفحه‌های ۷۳۷ تا ۷۴۴.

Abu Hamed A., Borresen T. and Haugen L. ۲۰۰۶. Effects of rain characteristics and terassing on runoff and erosion under the Mediterrenean. Soil and Tillage Reasearch, ۸۷: ۳۹-۴۷.

Jin K., Cornelis W.M., Gabriels D., Schiettecatte W., De Neve S., Lu J., Buysse T., Wu H., Cai D., Jin J. and Harmann R. ۲۰۰۸. Soil management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. Catena, ۷۵(۲): ۱۹۱-۱۹۹.

Kinnell P.I.A. ۲۰۱۰. Comment on "a new splash and sheet erosion equation for range-lands". Soil Science Society of America Journal, ۷۴(۱): ۳۴۰-۳۴۱.

Kinnell P.I.A. and Risse L.M. ۱۹۹۸. USLE-M: empirical modeling rainfall erosion through runoff and sediment concentration. Soil Science Society of America Journal, ۶۲(۶): ۱۶۶۷-۱۶۷۲.

Lal R. and Elliot W. ۱۹۹۴. Erodibility and erosivity. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society. Lucie Press, Madison..

Lee J.H. and Heo J.H. ۲۰۱۱. Evaluation of estimation methods for rainfall erosivity based on annual precipitation in Korea. Journal of Hydrology, ۴۰۹(۱): ۳۰-۴۸.

Mannaerts C.M. and Gabriels D. ۲۰۰۰. Rainfall erosivity in Cape Verde. Soil and Tillage Research, ۵۵(۳): ۲۰۷-۲۱۲.

Misra R.K. and Rose C.W. ۱۹۹۵. An examination of the relationship between erodibility parameters and soil strength. Australian Journal of Soil Research, ۳۳: ۷۱۵-۷۳۲.

Morgan, R. P. C. ۱۹۹۵. Soil Erosion and Conservation. Addison-Wesley, London.

Neave M. and Rayburg S. ۲۰۰۷. A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates: The impact of surface cover. Geomorphology, ۸۷(۴): ۳۷۸-۳۹۰.

Oliveira P.T.S., Wendland E. and Nearing M.A. ۲۰۱۳. Rainfall erosivity in Brazil: A review. Catena, ۱۰۰: ۱۳۹-۱۴۷.

Van Dijk A.I.J.M., Bruijnzeel L.A. and Rosewell C.J. ۲۰۰۲. Rainfall intensity-kinetic energy relationships. Journal of Hydrology, ۲۶۱(۱): ۱-۲۳.

Williams J.R. ۱۹۷۵. Sediment-yield prediction with Universal Equation using runoff energy factor. Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources, ARS-S-۴۰, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ۲۴۴-۲۵۲.

Wischmeier W.H and Smith D.D. ۱۹۷۸. Predicting rainfall erosion losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook ۵۳۷. USDA, Hyatsville, Maryland.

Abstract

Predicting soil loss has an important role in soil resources management particularly in semi-arid regions. Thus, it is essential to determine erosivity factor and its magnitude in soil loss. Thus, this study was conducted to determine soil loss by both raindrop and surface runoff using forty two erosion plots (۱ m ≅ ۱.۴ m) under seven rainfall intensities (from ۱۰ to ۷۰ mm h-۱) on a land with ۹% slope. No significant differences were found between soil loss by the

raindrops and soil loss by the surface runoff in lower rainfall intensities. In high rainfall intensities, significant differences were observed between soil loss by the raindrops and soil loss by the surface runoff. In general, soil loss by surface runoff. This result explains the importance of the surface runoff to obtain total rainfall erosivity in the semi-arid regions. Keywords : Rainfall intensity, Rainfall erosivity, Erosion plot, simulated rainfall