نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دهم- شماره ۳۲- بهار ۱۳۹۵

Vol. 10, No. 32, Spring 2016

اثر قطر خاکدانه بر پاشمان خاک در شرایط آزمایشگاهی

عبدالواحد خالدی درویشان[1] و احسان شریفی مقدم[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش :۱۳۹٤/۱۰/۲۷

چکیده:

پاشمان به عنوان مرحل‌های مهم از فرآیند فرسایش خاک، باعث جدایش ذرات خاک و آماده شدن آنها برای انتقال توسط روان‌آب می‌گردد. مقدار پاشمان به ویژگی‌های متعددی از عامل فرساینده (باران) و محیط فرسایش‌پذیر (خاک) بستگی دارد. ویژگی‌های مختلف خاکدانه از جمله مهمترین عوامل مؤثر خاک بر پاشمان و متعاقباً بر فرسایش هستند که در پژوهش‌های مرتبط با فرسایش خاک مورد توجه قرار گرفته‌اند. لذا پژوهش حاضر نیز به منظور ارزیابی تغییرات پاشمان خاک در قطرهای مختلف خاک‌دانه (۱/۷۵، ۳/۵۵ و ۵/۱۸ میلیمتر) در یک خاک لومی- رسی- شنی از منطقه مادری حوزه آبخیز کجور انجام گردید. داده‌ها با قرار دادن فنجان‌های پاشمان با شیب ۱۸ درصد تحت شبیه‌سازی باران با شدت و مدت ثابت به‌ترتیب ۸۰ میلی‌متر در ساعت و ۱۸/۲۸ دقیقه و در سه تکرار برای هر تیمار از قطر خاک‌دانه برداشت شد. نتایج نشان داد که اگرچه با افزایش قطر خاکدانه، متغیرهای مقدار پاشمان خاک در جهت‌های بالادست و پایین‌دست شیب و پاشمان خالص و ناخالص کاهش پیدا کرد، اما این کاهش در هیچ یک از متغیرها، معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین مقادیر کاهش در متغیرهای پاشمان به ترتیب مربوط به پاشمان خالص (۸۳/۷۵ درصد) و پاشمان بالادست (۷۲/۵۵ درصد) بود. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش متوسط قطر خاکدانه از ۱/۷۵ به ۳/۵۵ میلیمتر (۲ برابر)، مقدار پاشمان ذرات خاک ۵۷ درصد و با افزایش متوسط قطر خاکدانه از ۱/۷۵ به ۵/۱۸ میلیمتر (۳ برابر)، ۸٤ درصد کاهش یافت.

کلید واژه‌ها: باران‌ساز، جدایش، کجور، فرسایش خاک، فنجان پاشمان

۱- نویسنده مسئول و استادیار، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس پست الکترونیک: a.khaledi@modares.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

فرسایش عامل تخریب اراضی در سطوح گسترده است که در مقیاس جهانی موجب از دست‌رفتن حاصلخیزی خاک و کیفیت آب می‌گردد [۱۲]. یکی از گسترده‌ترین انواع فرسایش، فرسایش آبی است [۲۵]. فرسایش آبی موجب کاهش ظرفیت نگه‌داشت، کاهش پایداری خاکدانه و تخریب خاک می‌گردد [۷]. فرسایش ناشی از باران و جریان روان‌آب، یک مشکل زیست‌محیطی جدی است و شامل فرآیندهای مختلف پیچیده‌ای است. فاکتورهای مؤثر بر حمل رسوب شامل شدت بارندگی، ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، پوشش سطح زمین، شرایط پیشین و مقیاس می‌باشند ([٦] و [۲۰]). گزارش‌ها نشان می‌دهند که عامل اصلی شروع فرسایش آبی، برخورد قطرات باران با سطح خاک است. اثر قطرات باران به عنوان یک عامل فرساینده بزرگ شناخته شده است [۵]. اثر قطرات باران بر سطح خاک منجر به تغییر ساختار سطح خاک (شکسته شدن خاکدانه‌ها و تشکیل سله) می‌گردد ([۱۳]، [۱۵]، [۱۷] و [۲۲]). قطرات باران همچنین می‌توانند ذرات خاک را از هم جدا و آنها را جابجا نمایند ([۵] و [۱۷]). از مهم‌ترین خصوصیات خاک که در میزان پاشمان مؤثر است، بافت خاک می‌باشد. متلاشی شدن خاکدانه‌ها در خاک‌های رسی نسبت به خاک‌های شنی دشوارتر است، با این حال جابجایی ذرات رس آسانتر از ذرات شن می‌باشد. زیرا هرچه ذرات تشکیل‌دهنده خاک ریزتر باشند، نیروی چسبندگی بین ذرات بیشتر و مقاومت در برابر تخریب بیشتر است [۲۳]. مکانیزم تخریب خاکدانه‌های خاک مهمترین فرآیند در پاشمان است و تخریب خاکدانه‌ها برای فرآیند جداسازی ضروری است، زیرا شرایط را برای ذرات مورد نیاز برای پاشمان توسط برخورد قطرات باران تأمین می‌کند [٤]. جداسازی ذرات خاک توسط فرآیند پاشمان به چسبندگی ذرات خاک، ویژگی‌های خاکدانه‌های خاک مانند مواد آلی، مقدار رس و فرسایندگی باران بستگی دارد. بنابراین تخریب خاکدانه تابعی از نیروهای تخریب و جداسازی خاکدانه است [۲٤]. قطرات باران معمولاً ذرات با قطر کمتر از ۲ میلیمتر را جدا می‌سازد و قادر به جداکردن ذرات بزرگ نمی‌باشد بلکه آنها را سست کرده و مستعد حمل ناشی از برخورد دیگر قطرات یا جریان روان‌آب می‌سازد [۹]. از نظر الیسون قطرات باران قادر به انتقال ریگ‌هایی با قطر ۱۰ میلیمتر در صورت غوطه‌ور شدن این ریگ‌ها در داخل یک جریان سطحی می‌باشند. رفاهی به نقل از فارمر نشان داد که در اثر پاشمان فقط ذرات متوسط (به اندازه سیلت) و درشت (ماسه) خاک

جدا می‌شوند و ذرات کوچک رس در مقابل جدا شدن مقاومت نشان می‌دهند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ذرات با قطر بین ۰/۰۶۳ تا ۰/۲۵ میلیمتر نسبت به سایر قطرها بیشتر جدا شده و ذرات خاکدانه با قطر ۰/۱۲ میلیمتر، کمترین انرژی را برای جدا شدن نیاز دارند [۱۹]. پژوهش‌های فرسایش خاک در دو حالت کلی صحرایی و آزمایشگاهی و با استفاده از باران‌های طبیعی و شبیه‌سازی شده انجام می‌شوند. کاربرد شبیه‌ساز باران به عنوان یک ابزار مفید برای مطالعه اثر ویژگی‌های مختلف عوامل فرساینده و محیط فرسایش‌پذیر بر فرآیند فرسایش خاک و انتقال رسوب در مقیاس‌های مختلف تأیید شده است [۹].

پوزن و ساوات در بررسی پاشمان ذرات منفصل نشان دادند که ذرات ریزتر مسافت پاشمان طولانی‌تری نسبت به ذرات درشت‌تر دارند [۱۸]. لگویدویز و همکاران (۲۰۰۵) و وَن دیک و همکاران (۲۰۰۲) پخش اندازه ذرات مختلف خاک ناشی از پاشمان برای خاکدانه‌های خاک را مطالعه کرده و دریافتند که میانگین فاصله پاشمان بین ٤ تا ۲۳ سانتیمتر می‌باشد و مستقل از نوع خاک است ([١٤] و [۲۳]. به علاوه آنها دریافتند که بیشترین اندازه ذرات خاک ناشی از پاشمان، ذرات با اندازه متوسط (۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرومتر) می‌باشند. جینگی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر بارندگی بر پایداری خاکدانه و پاشمان تحت شبیه‌ساز باران با شدت ۲۲۸/٦ میلیمتر بر ساعت و تداوم ۵ دقیقه روی دو نوع خاک کشاورزی با بافت رسی و رسی- شنی و قطر متوسط خاکدانه ۲/۳٦، ۳/۳۵ و ٦/۳۰ میلیمتر در نیجریه به این نتیجه رسیدند که برای خاک رسی با افزایش قطر متوسط خاکدانه از ۲/۳٦ به ٦/۳۰ میلیمتر، میزان پاشمان به‌طور متوسط از ۳/۷٦ به ٦/۷۳ گرم بر سانتیمتر مربع و برای خاک رسی- شنی با افزایش قطر متوسط خاکدانه از ۲/۳٦ به ٦/۳۰ میلیمتر، میزان پاشمان به‌طور متوسط از ۳/۳۷ به ۵/۸٤ گرم بر سانتیمتر مربع می‌رسد [۸]. دیوایرن‌سایگن و ارپول (۲۰۱۲) با ارزیابی میزان پاشمان و مکانیزم تخریب خاکدانه‌های خاک اراضی نیمه خشک آنکارا در ترکیه در کاربری‌های مختلف (کشاورزی، مرتع، جنگل) تحت شبیه‌ساز باران با دو شدت ۸۰ و ۱۲۰ میلیمتر بر ساعت، دریافتند که خاکدانه‌های درشت‌تر خاک جنگلی تحت شدت بارندگی بالاتر بیشتر تخریب‌شده و همچنین میزان پاشمان تولیدی در خاک با کاربری جنگل و خاکدانه درشت‌تر بیشتر از خاک‌های مرتعی و کشاورزی با خاکدانه‌های کوچک‌تر می‌باشد [۳].

در جمع‌بندی می‌توان گفت که سابقه پژوهش مربوط به پاشمان و بررسی اثر عوامل مختلف به‌ویژه ویژگی‌های بارندگی و خاک بر آن به بیش از چندین دهه می‌رسد. اگرچه در این مدت خاک‌های با توزیع اندازه و پایداری یا قطرهای مختلف خاکدانه نیز بسیار مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما برای بررسی دقیق اثر قطر خاکدانه بر پاشمان لازم است خاکدانه‌های با قطرهای مختلف همگی از یک خاک با دیگر ویژگی‌های ثابت از قبیل بافت، ساختمان و محتوای ماده آلی، تفکیک شوند. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای مختلف پاشمان با قطرهای مختلف خاکدانه در خاک لومی- رسی- شنی با استفاده از فنجان پاشمان تحت شبیه‌ساز باران با شدت ۸۰ میلیمتر در ساعت انجام گردید ([۱۱] و[١٦]).

مواد و روش‌ها

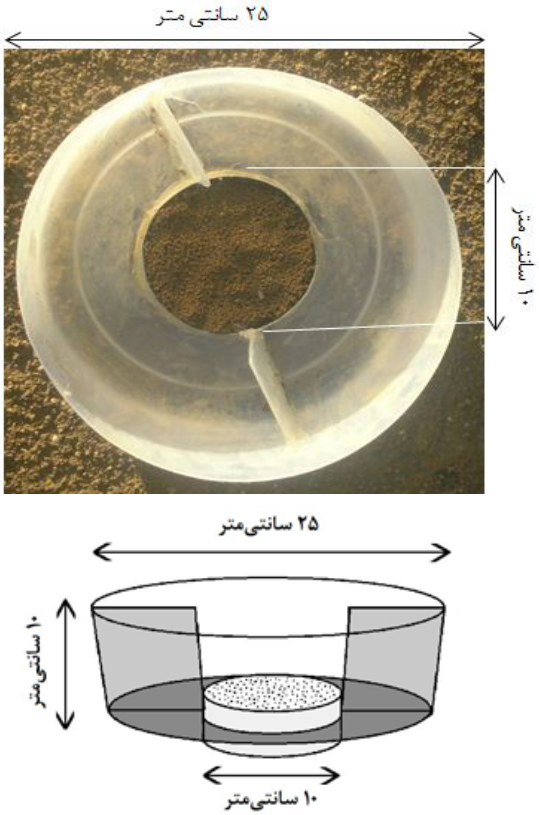
خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی- رسی- شنی (۲۳ درصد رس، ۲۷ درصد لای و ۵۰ درصد ماسه) از لایه ۲۰ سانتیمتر سطحی، با شیب ۱۸ درصد در حاشیه روستای کدیر در مرز شرقی حوزه آبخیز کجور استان مازندران با طول و عرض جغرافیایی "۲۷ '٤٦ °۵۱ و "۱۵ '۲۷ °۳٦ به ترتیب شمالی و شرقی جمع‌آوری شد. مقدار ماده آلی، pH، هدایت الکتریکی خاک، به ترتیب ۲/۱٦۷ درصد و ۷/۹ و ۱۵۷/٦ دسی زیمنس بر میلیمتر بود. پس از نمونه‌برداری از خاک در شرایط رطوبت پیشین ۳۰ درصد حجمی، ابتدا سنگ و سنگریزه و بقایای گیاهی خاک پس از عبور از الک ۸ میلیمتر از خاک جدا گردید ([۱]، [۲] و [۱۰]). سپس خاک از الکهای با شماره مش ۳/۵، ٤، ۸ و ۱٦ به‌ترتیب با قطر منافذ ۵/٦، ٤/۷۵، ۲/۳٦ و ۱/۱۸ میلیمتر عبور داده شد. بنابراین قطرهای متوسط خاکدانه در شرایط رطوبتی ۳۰ درصد حجمی به‌ترتیب ۵/۱۸، ۳/۵۵ و ۱/۷۵ میلیمتر تفکیک گردیدند (شکل ۱).

در پژوهش حاضر از شبیه‌ساز باران دارای دو نازل تحت فشار BEX: 3/8 S24W با ارتفاع ریزش ۳ متر برای شبیه‌سازی باران با شدت ۸۰ میلیمتر در ساعت و تداوم ۱۸/۲۸ دقیقه استفاده گردید.

از آنجایی‌که در سطح خاک یکی از تکرارهای تیمار حداقل قطر خاک‌دانه (۱/۷۵ میلی‌متر) پس از طی مدت زمان ۱۸/۲۸ دقیقه از آغاز بارندگی رواناب رؤیت شد، لذا برای اجتناب از اثر متقابل باران و رواناب بر پاشمان، در این زمان آزمایشات برای تمامی تکرارها و تیمارها متوقف گردید. در شبیه‌ساز باران مورد استفاده میانه قطر قطرات یک میلیمتر، سرعت متوسط قطرات چهار متر در ثانیه، انرژی

شکل ۱- تفکیک خاکدانه با قطرهای مختلف

Fig 1. Differentiation of aggregates with different diameters



شکل۲- فنجان پاشمان مورد استفاده برای اندازه‌گیری پاشمان خاک [۱۱]

Fig 2. Splash cup used to measure of splash erosion [11]

جنبشی هشت ژول بر مترمربع در هر میلیمتر از باران و ضریب یکنواختی حدود ۹۰ درصد اندازه‌گیری شده است. در مطالعه حاضر از فنجان پاشمان طرح مورگان [۱٦] با اندکی تغییر در ابعاد (خالدی و همکاران [۱۰] و [۱۱]) به منظور اندازه‌گیری پاشمان خاک استفاده شد (شکل ۲).

سپس به منظور بررسی اثر قطرهای مختلف خاکدانه بر پاشمان خاک، فنجان‌های پاشمان حاوی خاکدانه با قطرهای ۱/۷۵، ۳/۵۵، ۵/۱۸ میلیمتر تا عمق ۵ سانتی‌متر با سه تکرار برای هر قطر، تحت شبیه‌ساز باران قرار گرفتند. برای جلوگیری از شکست خاک‌دانه‌ها، از کوبیدن سطح خاک برای افزایش وزن مخصوص خودداری شد. پس از شبیه‌سازی باران ذرات خاک پاشمان‌یافته در قسمتهای بالادست و پایین‌دست فنجان پاشمان جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌ها برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شده و به‌مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد گذاشته شده و پس از خشک شدن رسوبات با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شدند [۱۱].

اطلاعات حاصله از پاشمان خاک در سه تکرار از تیمار خاکدانه با قطرهای مختلف به صورت بانک اطلاعاتی ذخیره شد. سپس نرمال بودن داده‌ها به دلیل تعداد کمتر از ۳۰ داده، با استفاده از آزمون شپیروویلک در نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS کنترل شد. پس از آن آزمون آنالیز واریانس یکطرفه به‌منظور بررسی اختلاف متغیرهای پاشمان خاک در قطرهای مختلف خاکدانه مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج پاشمان خاک برای هر سه قطر خاکدانه (۱/۷۵، ۳/۵۵، ۵/۱۸ میلی‌متر) در جدول ۱ نشان داده‌شده است. برای امکان درک متغیرهای پاشمان ذرات خاک در واحد سطح، واحد داده‌های حاصل از فنجان‌های پاشمان از گرم در سطح فنجان به گرم در متر مربع تبدیل و بیان شده‌اند. جدول ۲ نیز تغییرات میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده پاشمان (درصد) در قطرهای مختلف خاکدانه را نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد میانگین میزان پاشمان خالص برای قطرهای مختلف خاکدانه ۱/۷۵، ۳/۵۵ و ۵/۱۸ بهترتیب برابر با ۳/۵۷، ۱/۵۲ و ۰/۵۸ گرم در مترمربع بوده است که نشان‌دهنده کاهش میانگین میزان پاشمان خالص با افزایش قطر خاکدانه می‌باشد. این نتایج با پژوهشهای لگویدویز و همکاران (۲۰۰۵) و وَن دیک و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی دارد ([۱٤] و [۲۳]). قطرات باران معمولاً ذرات با قطر کمتر از ۲ میلیمتر را جدا ساخته و قادر به جدا کردن ذرات درشتتر نبوده و تنها آنها را سست و مستعد فرسایش سطحی می‌کنند [۱۹]. در حالیکه بررسیهای دیوایرنسایگن و ارپول (۲۰۱۲) و جینگی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که با افزایش قطر خاکدانه میزان پاشمان افزایش می‌یابد و این موضوع مغایر با نتایج بهدست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد ([۳] و [۸]). دلیل این امر شاید متفاوت‌بودن بافت خاک، شدت بارندگی و همچنین اندازه فنجان پاشمان در دو پژوهش باشد. با توجه به تفکیک خاکدانه‌ها از یک خاک با ویژگی‌های ثابت در پژوهش حاضر، تطابق و یا مغایرت نتایج آن با بسیاری از پژوهش‌های قبلی از دقت کافی برخوردار نیست چراکه در آن‌ها دو خاک متفاوت با قطر خاکدانه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند و حداقل درصدی از اختلاف پاشمان می‌تواند ناشی از تفاوت در دیگر ویژگی‌های خاک بوده باشد.

میانگین میزان پاشمان در جهت‌های بالادست و پایین‌دست فنجان در قطرهای مختلف خاکدانه (جدول ۱) نشان می‌دهد که از طرفی در تمام قطرهای خاکدانه مورد بررسی میانگین میزان پاشمان در جهت پایین‌دست بیشتر از جهت بالادست بوده که مطابق با نتایج پژوهشهای قبلی و شرایط علمی حاکم بر پدیده است و از طرف دیگر با افزایش قطر خاکدانه، میانگین پاشمان در هر دو جهت بالا و پایین‌دست، کمتر شده است.

افزایش میانگین نسبت پاشمان بالادست به پایین‌دست با افزایش قطر خاکدانه بیانگر این است که افزایش قطر خاکدانه اثر کاهنده قوی‌تری بر پاشمان در جهت پایین‌دست داشته است (جدول ۲). همچنین بر طبق نتایج جدول ۲ نیز کاهش متغیرهای پاشمان بالا و پایین‌دست، خالص و ناخالص با افزایش قطر خاکدانه دیده می‌شود. دلیل این امر به میزان مقاومت برشی در مقابل برخورد قطرات باران

جدول۱- نتایج اندازه‌گیری متغیرهای پاشمان خاک (گرم در مترمربع) در قطرهای مختلف خاکدانه

Table 1.The results of measuring splash erosion variables (g m-2) in different aggregate diameters

قطر خاکدانه (میلی‌متر)	تکرار	پاشمان در جهت بالادست	پاشمان در جهت پایین‌دست	پاشمان ناخالص	پاشمان خالص	نسبت پاشمان بالادست به پایین‌دست
Aggregate (Diameter (mm	Replication	Upslope Splash	Downslope Splash	Gross Splash	Net Splash	Up/Down Splash Ratio
	1	0.25	1.21	1.45	0.96	0.21
1.75	2	1.19	4.68	5.88	3.49	0.25
	3	1.61	7.86	9.47	6.25	0.21
میانگین Mean		1.02	4.58	5.60	3.57	0.22
ضریب تغییرات (درصد) (CV (percent		68.59	72.64	71.71	74.25	12.81
	1	0.25	0.59	0.84	0.34	0.42
3.55	2	0.46	1.47	1.94	1.01	0.32
	3	1.19	4.40	5.59	3.21	0.27
میانگین Mean		0.64	2.15	2.79	1.52	0.34
ضریب تغییرات (درصد) CV (percent)		77.60	92.56	89.15	98.82	23.37
	1	0.17	0.38	0.55	0.21	0.44
5.18	2	0.28	0.77	1.05	0.49	0.36
	3	0.39	1.44	1.82	1.05	0.27
میانگین Mean		0.28	0.86	1.14	0.58	0.36
ضریب تغییرات (درصد) CV (percent)		39.99	61.90	56.45	72.65	23.35

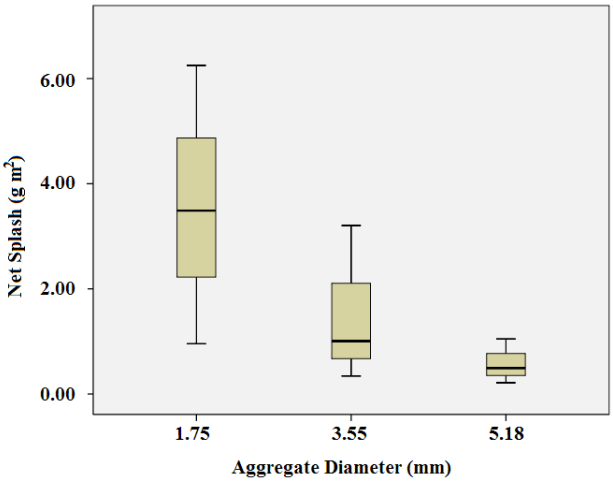
جدول ۲- تغییرات میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده پاشمان خاک (درصد) در قطرهای مختلف خاکدانه

Table 2. Variation of the average measured soil splash variables (percent) in different aggregate diameters

تغییر قطر خاکدانه (میلی‌متر)	پاشمان در جهت بالادست	پاشمان در جهت پایین‌دست	پاشمان ناخالص	پاشمان خالص	نسبت پاشمان بالادست به پایین‌دست
Variation in Aggregate Diameters	Upslope Splash	Downslope Splash	Gross Splash	Net Splash	Up/Down Splash Ratio
1.75 – 3.55	- 37.25	- 53.06	-50.18	- 57.42	+ 54.55
3.55 – 5.18	- 56.25	- 60.00	- 59.14	- 61.84	+ 5.88
1.75 – 5.18	- 72.55	- 81.22	- 79.64	- 83.75	+ 63.64

برمی‌گردد که در خاکدانه‌های درشت بیشتر از خاک‌دانه‌های ریز بوده و در نتیجه جدا شدن ذرات و میزان متغیرهای پاشمان خاک با افزایش قطر خاکدانه، کاهش یافته است [۱۹]. به عبارت دیگر در خاکدانه‌های درشتتر، انرژی قطره باران پس از برخورد با خاک بیشتر صرف متلاشی کردن خاکدانه‌های سطحی و یا جداشدن ذرات خاک از سطح می‌گردد [۱۹و ۲۱]. نمودار جعبه‌ای مربوط به ارتباط بین قطر خاکدانه و میزان پاشمان خالص در شکل ۳ نشان داده شده است.

نتایج شکل ۳ نیز نشان داد که متغیرهای مختلف مقدار پاشمان با افزایش قطر خاکدانه، کاهش پیدا کرد [۱٤ و ۲۳]. از طرف دیگر



شکل ۳- نمودار جعبه‌ای ارتباط بین قطر خاکدانه و میزان پاشمان خالص

Fig 3. Box plot of the relationship between aggregate diameter and net splash

با افزایش قطر خاکدانه از ۱/۷۵ به ۳/۵۵ میلیمتر ضریب تغییرات بین تکرارهای اندازه‌گیری متغیرهای پاشمان افزایش و پس از آن با افزایش قطر خاکدانه، کاهش یافت. به عبارت دیگر واریانس بین تکرارهای اندازه‌گیری پاشمان در خاکدانه با قطر ۳/۵۵ میلی‌متر بیشتر از خاکدانه با قطرهای ۱/۷۵ و ۵/۱۸ میلیمتر بوده است (جدول ۲ و شکل ۳). دلیل این نتیجه به چگونگی رخداد فرآیند پاشمان بر می‌گردد که در خاکدانه‌های با قطر متوسط (۳/۵۵ میلی‌متر)، دامنه قطر خاکدانه از ۲/۳۶ تا ٤/۷۵ میلیمتر (با توجه به الکهای مورد استفاده) موجود بوده و بنابراین وسعت دامنه قطری خاکدانه می‌تواند یکی از دلایل افزایش اختلاف بین نتایج تکرارهای اندازه‌گیری پاشمان در این قطر از خاکدانه باشد. در حالیکه در خاکدانه درشتتر (۵/۱۸ میلیمتر) کل خاکدانه‌ها بزرگتر از ٤/۷۵ میلیمتر و در خاکدانه ریزتر (۱/۷۵ میلیمتر) نیز کل خاکدانه‌ها کوچکتر از ۲/۳٦ میلیمتر می‌باشند. بنابر توضیحات داده شده، انتظار کاهش اختلاف در نتایج اندازه‌گیری در تکرارهای مختلف در دو قطر خاکدانه ریز و درشت، انتظاری منطقی و علمی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی ارتباط بین میزان تغییرات پاشمان خاک با قطرهای مختلف خاکدانه (۱/۷۵، ۳/۵۵ و ۵/۱۸ میلیمتر) در خاک لومی- رسی- شنی در شرق حوزه آبخیز کجور تحت شرایط شبیه‌سازی باران با شدت ۸۰ میلیمتر در ساعت و تداوم بارندگی ۱۸/۲۸ دقیقه با استفاده از فنجان پاشمان طرح مورگان با اندکی تغییر در ابعاد انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش قطر خاکدانه، متغیرهای مقدار پاشمان خاک در جهت‌های بالادست، پایین‌دست و پاشمان خالص و ناخالص کاهش پیدا می‌کنند. بیشترین و کمترین مقادیر کاهش در متغیرهای پاشمان به‌ترتیب مربوط به پاشمان خالص (۸۳/۷۵ درصد) و پاشمان در جهت بالادست (۷۲/۵۵ درصد) بود. به عبارت دیگر با افزایش متوسط قطر خاکدانه از ۱/۷۵ به ۳/۵۵ میلیمتر (تقریباً ۲ برابر)، مقدار پاشمان خاک ۵۷ درصد و با افزایش متوسط قطر خاک‌دانه از ۱/۷۵ به ۵/۱۸ میلیمتر (تقریباً ۳ برابر)، مقدار پاشمان خاک ۸٤ درصد کاهش یافت. این نتیجه می‌تواند توسط برنامه‌ریزان حوزه‌های آبخیز به منظور پیشبینی مقدار اثر اقدامات اصلاحی ساختمان خاک مورد استفاده قرار گیرد. توصیه می‌شود به‌منظور بررسی اثر متقابل بین قطر خاکدانه (عامل فرسایش‌پذیر) و شدت بارندگی (عامل فرساینده) بر پاشمان خاک، پژوهش حاضر در دامنه‌ای از شدت‌های بارندگی مختلف نیز انجام شود.

منابع

1. Agassi, M. and Bradford, J.M. 1999. Methodologies for interrill soil erosion studies. Soil Tillage Research. 49(4): 277–287.
2. Defersha, M.B. Quraishi, S. and Mellese, A.M. 2011. The effect of slope steepness and antecedent moisture content on interrill erosion, runoff and sediment size distribution in the highlands of ethiopia. Hydrology Earth System Science. 15(7): 2367–2375.
3. Deviren Saygin, S. and Erpul, G. 2012. Interactive assessment of the splash erosion and aggregate breakdown mechanism for the soils of different semi-arid land uses. EGU General Assembly. 14(1): 2012-7865.
4. Ekwue, E.I. and Ohu, J.O. 1990. A model equation to describe soil detachment by rainfall. Soil Tillage Research. 16(3): 299-306.
5. Ellison, W.D. 1947. Soil erosion. Soil Science Society of America. 12: 479-484.
۶. Gomez, J.A. Darboux, F. Nearing, M.A. 2003. Development and evolution of rill networks under simulated rainfall. Water Resources Research. 39(6): 1148.
7. Jin, K. Cornelis, W.M. and Gabriels, D. 2008. Soil Management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. Catena. 75(2): 191-199.
8. Jingi, B.B. Danladi, U.D. Ahmed, A.S. and Abubakar, Y., 2011. The effect of rainfall on aggregate stability and splash erosion on some agricultural soils of Borno state, Nigeria. AU Journal of Technology. 15(1): 45-48.
9. Jomaa, S. Barry, D.A. Brovelli, A. Sander, G.C.

Parlange, J.Y. and Heng, B.C.P. 2010. Effect of raindrop splash and transversal width on soil erosion: laboratory flume experiments and analysis with the Hairsine–Rose model. Journal of Hydrology. 395.(1-2): 117-132.

10.Khaledi Darvishan, A. Sadeghi, S.H.R. Homaee, M. and Arabkhedri, M. 2012. Potential use of synthetic color-contrast aggregates and a digital image processing technique in soil splash measurements. IAHS Publication. 356: 364-368. (in Persian)

11.Khaledi Darvishan, A. Sadeghi, S.H.R. Homaee, M. and Arabkhedri, M. 2014. Measuring sheet erosion using synthetic color-contrast aggregate. Hydrological Processes. 28(15): 4463–4471. (in Persian)

12. Lal, R. 2005. Soil erosion and carbon dynamics. Soil and Tillage Research. 81(2): 137-142.

13. Le Bissonnais, Y. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. Eropean Journal of Soil Sience. 47: 425-437.

14. Leguedois, S. Planchon, O. Legout, C. and Le Bissonnais, Y. 2005. Splash projection distance for aggregated soils: theory and experiment. Soil Science Society of America Journal. 69(1): 30-37.

15. McIntyre, D.S. 1958. Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact. Soil Science. 85(5): 261-266.

16. Morgan, R. P. C. 1978. Field studies of rain splash erosion. Earth Surface Processes and Landforms. 3(3): 295-299.

17.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. Austr. J. Soil Research. 21(3): 257-269.

18.Poesen, J. and Savat, J. 1981. Detachment and transportation of loose sediments by raindrop splash. part II: detachability and transport ability measurements. Catena. 8(1): 19-41.

19.Refahi, H. GH. 2007. Water erosion and conservation. Tehran, Tehran University Press. 671 p. (In Persian)

20.Römkens, M.J.M. Heling, K. and Prasad, S.N. 2002. Soil erosion under different rainfall intensities, surface roughness, and soil water regimes. Catena. 46(2-3): 103-123.

21.Sutherland, R.A. Wan, Y. Ziegler A.D. Lee, C.T. and El-Swaifv, S.A. 1996. Splash and wash dynamics: an experimental investigation using an Oxisol. Geoderma. 69(1-2): 85-103.

22.Valettea, G. Prevosta, S. Lucas, L. and Leonard, J. 2006. SoDA project: A simulation of soil surface degradation by rainfall. Computers & Graphics. 30(4): 494-506.

23. Van Dijk, A.I.J. Meesters, A.G.C. and Bruijnzeel, L.A. 2002. Exponential distribution theory and the interpretation of splash detachment and transport experiments. Soil Science Society of America Journal. 66(5): 1466-1474.

24.Wuddivira, M.N. Stone,R.J. and Ekwue, E.I. 2009. Clay, organic matter, and wetting effects on splash detachment and aggregate breakdown under intense rainfall. Soil Science Society of America Journal. 73(1): 226-232.

25.Zheng, F.L. 2005. Effects of accelerated soil erosion on soil nutrient loss after deforestation on the loess plateau. Pedosphere. 15(5): 707-715.

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 10, No. 32, Spring 2016

سال دهم- شماره ۳۲- بهار ۱۳۹۵

Abstract

Effects of Aggregate Diameter on Soil Splash under Laboratorial Conditions

A. Khaledi Darvishan[1*] and E. Sharifi Moghadam[2]

Received:2014.01.20 Accepted:2016.01.18

Splash, as an important step in the erosion process of the soil, detaches and prepares soil particles to be transported by runoff. The amount of splash depends on various characteristics of erosive factor (rainfall) and erodible surface (soil). Aggregate characteristics, which have been considered in soil erosion researches, are among the main effective soil factors on splash and erosion. Therefore, the present study was conducted to assess the variation of soil splash in various aggregate diameters (1.75, 3.55 and 5.18 mm) for a sandy-clay-loam soil from the Kojour watershed. All the data was collected using splash cups with the slope gradient of 18 percent under the rainfall simulation with the intensity of 80 mm h-1 and duration of 18.28 min in three replications for each aggregate diameter treatment. Although the results indicate that the upslope, downslope, net and gross splash parameters decrease with increase of aggregate diameter, none of these changes were significant. The maximum and minimum decreasing ratios in the splash parameters belongs to the net (83.75 percent) and upslope splash (72.55 percent), respectively. The results also show that when the aggregate diameter increases 2 and 3 times, the amount of the net splash decreases 57 and 84 percent, respectively.

Keywords: Detachment, Kojour, Rainfall simulator, Soil erosion, Splash cup

1- Assistant Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources, Tarbiat Modares University. Corresponding Author Email: a.khaledi@modares.ac.ir

2- Former MSc Student, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources, Tarbiat Modares University.