



بررسی رابطه همبستگی فاکتور فرسایش پذیری خاک اندازه‌گیری شده با استفاده از روش‌های شبیه‌ساز باران، بیسال و نمودار ویشمایر

• کورش کمالی

کارشناس ارشد پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

• علی جعفری اردکانی

عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

• محمود اسلامی

دانشگاه فنی و حرفه‌ای (نویسنده مسئول)

• تاریخ دریافت: آبان‌ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۹۳

Email: eslami.mahmod@yahoo.com

چکیده

بی شک اجرای برنامه‌های حفاظت خاک از طریق اعمال مدیریت جامع بر حوزه‌های آبخیز، نقش موثری در جلوگیری از فرسایش و حفظ این منبع ارزشمند خواهد داشت. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری فاکتور فرسایش پذیری خاک وجود دارد. یکی از ساده‌ترین و آسان‌ترین روش‌ها استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران است. در این مقاله با نمونه‌برداری تصادفی از افق سطحی مربوط به ۳۰ نمونه (سری) خاک مربوط به مناطق جنوب و جنوب غربی تهران جهت تعیین فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) با استفاده از روش شبیه‌ساز باران در شرایط استاندارد مربوطه مهیا گردید. همچنین بافت خاک، حد رطوبت ظرفیت مزرعه، درصد کربن آلی و میزان شن خیلی ریز هریک از نمونه‌ها تعیین شد.

بررسی نتایج حاصله نشان داد که بین K شبیه‌ساز باران و K ویشمایر همبستگی کمی وجود دارد. در حالی که K بیسال و K شبیه‌ساز باران از همبستگی بالایی برخوردار است. این امر ناشی از توجه فرمول بیسال برای برآورد پاشمان و K شبیه‌ساز باران با فرسایش بارانی است. دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده نیز برای اندازه‌گیری فرسایش پاشمانی کاربرد داشته و فقط مرحله برخورد قطرات باران با خاک و فرسایش پاشمانی ناشی از آن را اندازه‌گیری می‌کند. در صورتی که در فرمول جهانی فرسایش، تلفات خاک اندازه‌گیری می‌شود.

کلمات کلیدی: فرسایش پذیری خاک، شبیه‌ساز باران، فرسایش پاشمانی، حفاظت خاک

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 107 pp: 66-72

The relationship determine between measured soil erodibility using simulator and wischmeier nomograph and bisal method

By: K. Kamali, M.Sc. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Iran. A. Jafari Ardakani, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Iran. M. Eslami, Technical and Vocational University. (Corresponding Author).

Undoubtedly, soil conservation programs through the integrated management of watersheds, preventing erosion and maintaining an effective will be a valuable resource. In the Soil Universal Soil Loss Equation (USLE), soil erodibility is estimated by nomograph. The soil texture, field capacity moisture, organic carbon content and very fine sand content of each sample was determined. Soil erodibility is measured in different methods. Simulator is the simplest and easiest methods.

The results showed that there is a little correlation between K wischmeier and k simulator While the K simulator has a high correlation with k bisal. This methods measure the erosion rate in the first stage. Rain simulation system used for the application splash erosion. Splash erosion is recognized as the first stage in the process of soil erosion. Basic processes in erosion disperse soil particles by rain drops and changes caused to the soil structure which are moved by runoff.

Keywords: soil erodibility, simulator, splash erosion, soil conservation

مقدمه

آمده، آنها استفاده از باران ساز روی سطوح کوچک را برای اهداف مقایسه‌ای در سراسر جهان توصیه نمودند.

Duiker و همکارانش (۱۱)، به منظور ارزیابی مشخصات نفوذ و فرسایش پذیری برخی خاک‌های غالب، از یک دستگاه باران ساز در جنوب اسپانیا استفاده نمودند. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها که در شدت بارندگی ۶۰ میلی متر در ساعت بر روی کرتی ۰/۷۵ متر مربعی با شیب ۳۰ درصد انجام شده بودند، نشان داد که از بین خاک‌های پادگانه‌ای، آبرفتی، دامنه‌ای کم عمق و رسی، خاک آبرفتی بیشترین مقدار فرسایش (۹۸۵ گرم بر مترمربع در ساعت) را در شرایط خشک آزمایشگاهی داشته و میزان نفوذپذیری خاک‌های رودخانه‌ای بیشترین مقدار بوده است. همچنین میزان فرسایش با سیلت و ماسه خیلی ریز همبستگی زیادی (۶۹٪) نشان داده است.

Barthes و Roose (۹)، در کرت‌های کوچک یک مترمربعی با استفاده از یک دستگاه باران ساز، میزان رواناب و فرسایش را اندازه‌گیری نمودند. آنها بعد از بررسی نتایج حاصل از آزمایش‌ها اعلام نمودند که نتایج حاصل از این آزمایش‌ها می‌تواند نتایجی نزدیک به نتایج روابط منبج از بررسی‌های عرصه ارائه دهد. در این تحقیق عمق رواناب و مقدار فرسایش خاک در طی ۳۰ دقیقه بارش ارتباط معنی داری با کربن آلی نشان نداد. اما با ادامه بارندگی، شدت رواناب و غلظت رسوب با کربن آلی همبستگی معنی داری پیدا کرد.

تعدادی از محققین با مقایسه نتایج حاصل از به کارگیری دستگاه شبیه ساز باران و اندازه‌گیری رسوبات انباشته شده در خروجی یک حوزه در یک منطقه نیمه خشک حساس به فرسایش، طی یک دوره ۷ ساله به این نتیجه رسیدند که با استفاده از نتایج آزمایش‌های انجام شده با دستگاه باران ساز در مقیاس کرت، می‌توان هدر رفت

برای شبیه سازی رفتار خاک‌های مختلف با ویژگی‌های متفاوت از نظر بافت، پوشش گیاهی، شیب در مقابل بارش‌هایی با شدت و زمان‌های تداوم مورد نظر، استفاده از شبیه‌سازهای باران در عرصه حوزه‌های آبخیز و آزمایشگاه‌ها، با عنایت به عدم وجود اطلاعات، ضروری می‌باشد. دلیل این امر این است که امکان دستیابی به نتایج مورد نظر در شرایط طبیعی به ویژه از دیدگاه رخداد بارش‌های جوی هر چند غیرممکن نمی‌باشد، اما دشوار، وقت بر و پر هزینه است. شبیه‌سازی باران از نظر زمان و مکان کنترل شده و اجازه تکرار هزاران سال باران را در یک دوره زمانی بسیار کوتاه می‌دهد. با شبیه‌سازی باران می‌توان برای یک آزمایش تکرارهای زیادی کرد که این در مورد مشاهده فرآیندهای فرسایش خاک و رواناب مهم است.

استفاده از انواع دستگاه‌های باران ساز در مطالعات فرسایش‌پذیری خاک (K) اجتناب ناپذیر می‌باشد، به طوری که استفاده از باران سازها افزون بر کاهش قابل ملاحظه زمان لازم برای انجام تحقیقات، دستیابی به حالات مورد نیاز و نظر را نیز میسر و ممکن می‌سازد. جعفری اردکانی (۱۲) با استفاده از یک بارانساز کوچک صحرایی تاثیر گچ بر روی کیفیت رواناب و رسوب را در مارن‌های منطقه جنوب تهران بررسی نموده و به این نتیجه رسیده است که باران ساز دارای کاربرد مناسبی در انجام تحقیقات در زمینه‌های مختلف رواناب و رسوب از جمله کیفیت آب می‌باشد. Lasanta و همکاران (۱۵)، طی تحقیقی به منظور برآورد رواناب و تولید رسوب با استفاده از یک دستگاه شبیه ساز باران در یک منطقه نیمه خشک، میزان تولید رسوب در کاربری اراضی متروک را ۴۰ گرم بر مترمربع و غلظت رسوب را ۱۲ گرم در لیتر اندازه‌گیری کردند. با توجه به نتایج به دست

میزان سیلت رابطه مثبت وجود دارد. Kamphorst (۱۴) باران ساز کوچکی را برای تعیین فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) در معادله جهانی فرسایش به کار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری میزان رواناب و غلظت رسوب با روش استاندارد برای خاک‌های مختلف نشان داد که مقدار رواناب و غلظت‌های رسوب برای خاک‌های مختلف به شدت تغییر می‌یابد.

با توجه به وضعیت حاد و بحرانی فرسایش خاک در ایران، انجام فعالیت‌های گسترده از دیدگاه تحقیقات و اجرا ضروری است. از آنجا که اندازه‌گیری شاخص فرسایش پذیری خاک در مناطق مختلف و در شرایط طبیعی همیشه با مشکلاتی مواجه است، لذا استفاده از شبیه ساز باران در شرایط آزمایشگاهی به عنوان وسیله‌ای برای اندازه‌گیری این شاخص مطرح شده است. شبیه ساز باران مصنوعی وسیله‌ای است که با آن می‌توان رابطه بین مقدار، شدت و انرژی جنبشی باران را با فرسایش مورد مطالعه قرار داده، همچنین مقاومت خاک را به فرسایش ارزیابی نمود. مهم‌ترین مزایای استفاده از شبیه‌سازهای باران سرعت عمل، کارایی، قابلیت کنترل و انعطاف‌پذیری بیشتر آن نسبت به باران‌های طبیعی است (۳). در این پژوهش نیز از دستگاه شبیه ساز باران برای تعیین فاکتور فرسایش پذیری در خاک‌های مناطق جنوب تهران استفاده شده و نتایج حاصله با نمودار ویشمایر و روش بیسال مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

محل برداشت نمونه با توجه به مطالعات موسسه تحقیقات خاک و آب و گزارشات موجود که در آن پروفیل شاهد حفر گردیده بود انتخاب شد. ضمناً در انتخاب محل برداشت نمونه سعی گردید نقاطی انتخاب شوند که از نظر عوامل موثر در آزمایش مانند بافت، مواد آلی و ساختمان خاک شبیه هم باشند. ثانیاً از نظر مورفولوژی، رده‌بندی و سایر خصوصیات حتی المقدور جزء خاک‌های تیپ منطقه باشند. در این تحقیق به منظور اندازه‌گیری شاخص فرسایش پذیری خاک از یک دستگاه شبیه‌ساز باران کوچک استفاده شد. با توجه به قابلیت حمل و نقل آسان، سبک بودن و تولید باران به میزان دلخواه توسط این دستگاه، می‌توان در هر محل مورد نظر برای ارزیابی اثرات تناوب زراعی، نفوذپذیری داخلی و ارتباط آن با هرزآب و فرسایش پذیری خاک استفاده نمود. بیشتر شبیه‌سازهای باران که به علت قابلیت تغییر شکل و تنظیم آن برای باران‌هایی با شدت، مدت معین، توزیع انرژی جنبشی و قطر قطرات نسبتاً بزرگ بوده و به سختی قابل حمل بوده و بیشتر آنها برای پلات‌های نیم متر مربع یا بیشتر طراحی می‌شوند (۱۴).

شبیه ساز باران مورد استفاده در این تحقیق بسیار سبک و قابل حمل بوده و از سه قسمت کلی پاشنده باران، بدنه که جهت جلوگیری از اثرات خارجی مثل باد بر قطرات باران تعبیه شده و قالب فلزی که نمونه خاک مورد آزمایش در داخل آن قرار می‌گیرد، تشکیل شده است (شکل ۱). در قسمت پاشنده باران، مخزن دستگاه با ظرفیت ۱۲۰۰ میلی‌متر، ۴۹ منفذ در قسمت مسطح و گسترش یافته مخزن و تیوپ پلاستیکی که در زیر قسمت پاشنده به منظور جلوگیری از

خاک در مقیاس حوزه آبخیز را با دقت خوب تخمین زد (Hamed) و همکاران (۱۳).

بررسی فاکتور فرسایش‌پذیری خاک از زمانی که مطالعه برای تعیین فرسایش خاک انجام گرفته، آغاز شده است. با این حال مطالعات مربوط به این مقوله به سال‌های نه چندان دور بر می‌گردد. اسلامی به نقل از میدلتون (۱۹۳۰)، برای محاسبه نسبت پراکندگی خاک از رابطه (درصد سیلت + درصد رس در خاک پس از پراکندگی / درصد سیلت + درصد رس در خاک قبل از پراکندگی) استفاده نمود. بایکاس (۱) با ارائه رابطه (درصد سیلت + درصد رس / درصد رس) به این نتیجه رسید که هرچه این نسبت کمتر از یک باشد میزان فرسایش کمتر خواهد بود. به دنبال مطالعات مداوم ویشمایر و همکاران (۲) شاخص فرسایش‌پذیری خاک در تعدادی از خاک‌های آمریکا اندازه‌گیری شد و به صورت یک فاکتور در فرمول جهانی فرسایش بکار رفت. آنها معتقد بودند عوامل زیادی در فاکتور فرسایش‌پذیری خاک موثرند اما به دلیل غیر عملی بودن تعیین برخی از آنها، پنج عامل مهم در نظر گرفته شد و به صورت نمودار ارائه گردید. درصد شن خیلی ریز + سیلت، درصد شن، درصد مواد آلی، ساختمان خاک و نفوذپذیری از جمله این عوامل بودند.

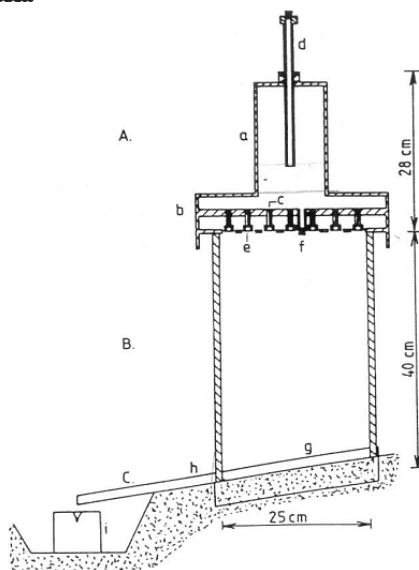
تحقیقات Barnet و همکاران (۸) بر روی فرسایش‌پذیری خاک در منطقه تروپیکال نشان داد که با افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک و کاهش مقدار رس حتی در شیب کم، فرسایش خاک افزایش می‌یابد. دلیل تاثیر شدید بافت و وزن مخصوص ظاهری بر روی مقدار فرسایش‌پذیری، اثر مستقیم دانه‌بندی ذرات در سرعت نفوذ آب به خاک، کاهش میزان رواناب و در نتیجه کاهش فرسایش ذکر شده است.

در کشورهای در حال توسعه برآورد فرسایش‌پذیری خاک اغلب به دلیل کامل نبودن اطلاعات اقلیمی و سایر عوامل میسر نبوده است. به همین جهت مانریکو (۱۶) روشی را ارائه نمود که با استفاده از اطلاعات خاکشناسی (بافت و مینرالوژی لایه سطحی) می‌توان مقدار فرسایش‌پذیری خاک را تخمین زد. این روش دارای همبستگی بالایی با اعداد بدست آمده از معادله جهانی فرسایش خاک است. در سال‌های اخیر شبیه ساز باران به طور وسیعی در شناخت فرسایش خاک و فرایندهای مربوط به آن به عنوان ابزاری در تحقیقات فرسایش خاک مورد استفاده قرار گرفته است. دلی و هیز (۱۰) از جمله اولین محققانی بودند که شبیه سازی باران را برای اندازه‌گیری هدرفت خاک بکار بردند. تورمن و بردفورد (۱۸) فاکتور فرسایش‌پذیری خاک در فرسایش بین شیاری را با استفاده از پلات‌های آزمایشی و دستگاه شبیه ساز باران تعیین نمودند. آنها خاک تلف شده در فرسایش بین شیاری و اطلاعات فرسایش‌پذیری از دو پلات با شرایط مزرعه (خاک‌های پایدار) را با یکدیگر مقایسه نمودند، که از همبستگی مناسبی برخوردار بودند.

Meyer و Harmon (۱۷) با استفاده از نتایج آزمایش‌های صحرایی که به وسیله یک دستگاه شبیه ساز باران انجام دادند، با بررسی روابط همبستگی بین مقادیر فرسایش‌پذیری و خصوصیات خاک نتیجه گرفتند که بین مقدار فرسایش‌پذیری با میزان رس رابطه منفی و با

درصد می‌شود. قسمت فلزی که در داخل خاک قرار می‌گیرد دارای ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر بوده و ارتفاع خاکی که در آن جای می‌گیرد ۵ سانتی‌متر است. قسمت جلوی قطعه فلزی نیز طوری طراحی شده که اولاً رواناب از دستگاه خارج نشود و ثانیاً رواناب را به طرف ظرف نمونه‌گیری هدایت می‌کند. شکل‌های ۲ و ۳ نمایی از دستگاه شسه‌ساز باران را حین آزمایش نشان می‌دهند.

خروج آب از دستگاه قرار داشته تشکیل شده است. در قسمت قاب فلزی نیز هدایت‌کننده رواناب به طرف ظرف نمونه‌گیری و ظرف نمونه‌گیری وجود دارد. بدنه دستگاه و قسمت پاشنده از جنس پلاستیک سخت بوده و قسمت پایین بدنه طوری برش خورده که اگر در قسمت صافی قرار داده شود، شیب دستگاه شبیه ساز باران ۲۰



- A: مخزن آب دستگاه
 a: پاشنده شبیه ساز باران
 B: قسمت مسطح و گسترش یافته مخزن
 b: بدنه شبیه ساز باران
 C: قالب فلزی
 c: منفذ
 d: لوله متحرک بالایی به منظور افزایش شدت بارش توسط نازلها

شکل ۱- نمایی از مقطع عمودی شبیه‌ساز باران مورد استفاده در این تحقیق



شکل ۳- نمایی از جمع‌آوری رواناب و رسوب توسط شبیه‌ساز باران



شکل ۲- نمایی از شبیه‌ساز باران کوچک مورد استفاده در این تحقیق

(۵,۶,۷). برای این منظور نشانی ۳۰ سری خاک که بطور تصادفی انتخاب شده بودند ثبت گردید. از افق سطحی هر سری خاک حدود ۵۰ کیلوگرم نمونه جهت استفاده در این تحقیق جمع آوری و پس از ثبت مشخصات و انتقال به آزمایشگاه، آزمایش‌های تعیین بافت خاک، حد رطوبت ظرفیت مزرعه، درصد کربن آلی و میزان شن خیلی ریز بر روی آنها انجام شد. در انتخاب نقاط سعی شد نمونه‌ها از ویژگی‌های مشابه و همگن فیزیکی، مورفولوژیکی و رده بندی خاک برخوردار باشند.

به منظور مقایسه نتایج حاصله از روش شبیه ساز باران، مقدار K به روش نمودارگراف ویشمایر اندازه گیری شد. بدین منظور درصد شن و سیلت و شن خیلی ریز برای ۳۰ نمونه از خاک به روش الک تر، دانه بندی و هیدرومتری شدند. درصد مواد آلی نمونه‌ها نیز در آزمایشگاه تعیین شد. ساختمان خاک به هنگام نمونه برداری و میزان نفوذپذیری هر نمونه از خاک از تفاضل کل آب باران (۱۱۲۵) میلی لیتر و آب خروجی از پلات به صورت رواناب برآورد شد. بعد از تعیین این پارامترها، مقدار K ویشمایر با استفاده از نمودار مربوطه محاسبه گردید.

در بخشی دیگر از این تحقیق مقدار فاکتور K از طریق فرمول بیسال نیز تعیین شد. بدین منظور قطر قطره باران ۵/۹ میلیمتر در نظر گرفته شد و سرعت برخورد قطره باران با سطح خاک با استفاده از نمودار سرعت نهایی به قطر قطره باران، ۹/۱ برآورد گردید. با در دست داشتن میزان رسوب در ظرف نمونه گیری، مقدار K بیسال برای ۳۰ سری نمونه خاک بدست آمد.

این شبیه ساز باران ۱۸ میلی‌متر آب را به مدت ۳ دقیقه بر روی پلات آزمایش می‌ریزد. شدت بارش توسط این دستگاه ۶ میلی‌متر در دقیقه می‌باشد. مسافتی که قطرات باران تا رسیدن به سطح خاک طی می‌کند در قسمت بالای شیب ۳۷۵ میلیمتر و در قسمت پایین شیب ۴۲۵ میلی‌متر است که بطور متوسط ۴۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. قطر قطرات باران ۵/۹ میلی‌متر و جرم قطرات نیز در حدود ۰/۱۰۶ گرم، انرژی جنبشی دستگاه ۳۵/۴ ژول و همچنین سطح پلات مورد آزمایش حدود ۰/۰۶۲۵ مترمربع می‌باشد. در این تحقیق ابتدا مقرر بود که شاخص فرسایش پذیری خاک توسط شبیه ساز باران در صحرا اندازه گیری شود، ولی از آنجا که حصول شرایط استاندارد و ویژه‌ای همچون رساندن خاک به حد رطوبت ظرفیت مزرعه و شیب ۲۰ درصد در صحرا میسر نبود، لذا با برداشت و انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و ایجاد شرایط استاندارد لازم، آزمایش بر روی هر سری خاک انجام گرفت. با ریزش ۱۱۲۵۰ میلی‌لیتر باران در مدت ۳ دقیقه از شبیه ساز باران و برخورد تصادفی قطرات آن با خاک، مقادیر رواناب و رسوب حاصل از هر بارندگی برای هر نمونه در چهار تکرار جمع آوری و اندازه گیری شد. نمونه‌هایی که تفاوت‌های زیادی با سایر نمونه‌ها داشتند حذف شدند. به همین دلیل برخی از نمونه‌ها دارای ۳ تکرار بوده که با محاسبه میانگین برای هر سری از آنها، فاکتور K اندازه گیری شد.

نمونه خاک‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز پس از بررسی نشریات فنی شماره ۵۳۱، ۶۱۶ و ۷۲۸ موسسه تحقیقات خاک و آب، از خاک‌های مناطق جنوب و جنوب غربی تهران تهیه شدند

جدول ۱- مقادیر K بدست آمده با استفاده از روش‌های دستگاه شبیه ساز باران، نمودارگراف ویشمایر و فرمول بیسال

ردیف	سری خاک	K بیسال	K ویشمایر	K شبیه ساز	ردیف	سری خاک	K بیسال	K ویشمایر	K شبیه ساز
۱	شمس آباد	۰/۲۵۶	۰/۱۸۵۰	۰/۱۳۴	۱۶	نظرآباد	۰/۱۷۷	۰/۳۳۵	۰/۰۹۳
۲	رباط کریم	۰/۱۰۸	۰/۴۵۴	۰/۰۵۵	۱۷	مقیم آباد	۰/۱۰۸	۰/۳۱۱	۰/۳۵۶
۳	پرندک	۰/۱۹۶	۰/۲۳۹	۰/۰۹۹	۱۸	یافت آباد	۰/۱۴۷	۰/۳۴۵	۰/۰۷۴
۴	محمودآباد	۰/۲۴۵	۰/۵۳۸	۰/۱۲۶	۱۹	حصار مهتر	۰/۲۴۹	۰/۰۰۴	۰/۱۵۱
۵	قاسم آباد	۰/۰۷۸	۰/۴۳۹	۰/۰۳۹	۲۰	مهدی آباد	۰/۴۷۱	۰/۳۰۴	۰/۳۲۸
۶	پارک	۰/۱۳۷	۰/۳۸۵	۰/۰۶۹	۲۱	سعید آباد	۰/۳۲۷	۰/۴۱۵	۰/۰۶۷
۷	کهریزک	۰/۱۱۷	۰/۵۰۰	۰/۰۵۹	۲۲	نظام آباد	۰/۲۵۵	۰/۳۸۶	۰/۱۲۸
۸	آراد	۰/۱۴۷	۰/۳۳۶	۰/۰۷۵	۲۳	احمد آباد	۰/۴۴۱	۰/۴۰۳	۰/۲۲۴
۹	شهریار	۰/۳۵۳	۰/۴۳۳	۰/۱۸۱	۲۴	سیمون	۰/۲۳۵	۰/۴۷۵	۰/۱۱۹
۱۰	شهر قدس	۰/۴۰۲	۰/۴۶۴	۰/۲۰۳	۲۵	باباسلمان	۰/۲۸۴	۰/۳۵۹	۰/۱۴۵
۱۱	فیروزآباد	۰/۳۴۳	۰/۴۱۷	۰/۱۷۲	۲۶	کرج	۰/۵۱۰	۰/۳۶۵	۰/۲۶۱
۱۲	شهری	۰/۰۸۸	۰/۳۸۹	۰/۰۴۳	۲۷	گل تپه	۰/۰۷۸	۰/۴۵۷	۰/۰۴۳
۱۳	ورد آورد	۰/۱۷۷	۰/۳۸۳	۰/۰۸۶	۲۸	آدران	۰/۳۶۳	۰/۳۶۳	۰/۱۸۶
۱۴	فرون آباد	۰/۱۸۶	۰/۴۲۲	۰/۰۹۷	۲۹	جوقین	۰/۳۲۴	۰/۳۷۸	۰/۱۶۳
۱۵	قلعه نو	۰/۱۰۷	۰/۳۲۹	۰/۰۵۴	۳۰	عشق آباد	۰/۰۹۶	۰/۳۹۱	۰/۱۰۲

مقدار رواناب و غلظت‌های رسوب با روش استاندارد برای خاک‌های مختلف در مقایسه با باران‌ساز کوچک به شدت تغییر می‌یابد. هرچند شبیه‌سازهای بارانی وجود دارند که در پلات‌های استاندارد بکار می‌روند و نتایج خوبی نیز دربر داشته‌اند ولی چون این شبیه‌ساز باران در مقیاس کوچک بکار می‌رود با وجود توانایی انجام تکرار زیاد، نتایج رضایت بخش بدست نمی‌دهد. به رغم انجام آزمایش‌های متعدد در خاک‌های کشور هلند توسط این شبیه‌ساز باران، بازنگری در نتایج حاصل از این دستگاه مورد درخواست طراح آن بوده است. از این دستگاه کمتر می‌توان در شرایط صحرایی استفاده نمود، زیرا کمتر جایی را می‌توان یافت که میزان شیب آن در حدود ۲۰ درصد باشد، و یا در صورت وجود این شیب، عمق خاک خیلی کم خواهد بود. در نتیجه از این دستگاه بیشتر در شرایط آزمایشگاهی استفاده می‌شود. در این حالت و با انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، بالطبع خصوصیات فیزیکی خاک دستخوش تغییرات شده و خاک از حالت آرمانی خود دور خواهد شد. در مجموع می‌توان گفت به رغم محدودیت‌های ذکر شده برای این شبیه‌ساز، به دلایلی همچون کوچک و قابل حمل بودن آن و ایجاد بارندگی با شدت و مدت معین، کاربرد آن در تحقیقات مرتبط با فرسایش آبی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

منابع مورد استفاده

- ۱- اسلامی، م. ۱۳۷۵؛ تعیین فاکتور فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از باران‌ساز و مقایسه آن‌ها با روش‌های نمودار ویشمایر و بیسال در خاک‌های مختلف جنوب تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۱۰ ص.
- ۲- رفاهی، ح. ۱۳۷۵؛ فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- محمودآبادی، م.، روحی پور، ح.، عرب‌خدری، م. و رفاهی، ح.، ۱۳۸۶؛ واسنجی، توزیع مکانی و خصوصیات بارش‌های شبیه‌سازی شده، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره اول.
- ۴- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۶۷؛ روش‌های تحقیق فرسایش آبی خاک، نشریه شماره ۷۳۶.
- ۵- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۶۶؛ گزارش مطالعات نیمه‌تفصیلی منطقه جنوب غرب تهران، نشریه شماره ۷۲۸.
- ۶- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۶۱؛ گزارش مطالعات نیمه‌تفصیلی منطقه جنوب تهران، نشریه شماره ۶۱۶.
- ۷- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۵۶؛ گزارش مطالعات اجمالی منطقه فشافویه، نشریه شماره ۵۳۱.
8. Barnet, A., Carreker, F. Abruna, A. J. R. and Dooley, A. E. 1971, Erodibility of selected tropical soils, Translated of ASAE
9. Barthes, B. and Roose, E. 2002, Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; Validation at several levels, Journal of Catena, No 47, pp.149-133.
10. Duley, F.L. and O.E. Hays. 1932, The effect of

نتایج

جدول (۱) مقادیر K بدست آمده را با استفاده از روش‌های دستگاه شبیه‌ساز باران، نمودار ویشمایر و فرمول بیسال نشان می‌دهد. برقراری رابطه همبستگی بین K شبیه‌ساز باران و K ویشمایر نشان داد که رابطه همبستگی کمی بین این دو وجود دارد. یکی از دلایل مهم این اختلاف آن است که شبیه‌ساز باران مقدار فرسایش پاشمانی را اندازه‌گیری نموده در صورتی که فرمول جهانی فرسایش خاک، تلفات خاک را بصورت کلی اندازه‌گیری می‌کند. به عبارت دیگر شبیه‌ساز باران فقط مرحله برخورد قطرات باران با خاک و فرسایش پاشمانی ناشی از آن را اندازه‌گیری می‌کند. ولی فرمول جهانی فرسایش خاک، تلفات خاک را در دو مرحله برخورد قطرات و تولید رواناب اندازه‌گیری می‌کند. انتخاب شیب ۲۰ درصد برای شبیه‌ساز باران نیز بدین دلیل است که هیچگونه روانابی بر روی خاک باقی نماند. به عبارت دیگر اگر این شیب در نظر گرفته نمی‌شد و یا شیب کمتر برای آن اتخاذ می‌گردید آب در سطح خاک به صورت لای‌های جمع شده و از عمل پاشمان توسط قطرات باران جلوگیری می‌نمود. بررسی روابط همبستگی بین K شبیه‌ساز باران با K بیسال نشان از همبستگی بالا بین این دو داشت. همبستگی زیاد این دو روش صحت گفته‌ها در مورد K بدست آمده بوسیله شبیه‌ساز باران را نشان داد، که دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده در این تحقیق برای تعیین فرسایش پاشمانی است. این در حالی است که رابطه بیسال برای محاسبه فرسایش پاشمانی کاربرد داشته و K آن نیز همبستگی کمی با K ویشمایر دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

فاکتور فرسایش‌پذیری خاک که بوسیله نمودار ویشمایر برآورد می‌شود شاخص خوبی در تشخیص قابلیت فرسایش خاک می‌باشد. در عین حال استفاده از روش‌های نوین برای دستیابی آسان‌تر به این شاخص مورد توجه محققین مختلف بوده است. در این تحقیق نیز سعی شده است از دستگاه کوچک شبیه‌ساز باران برای تعیین مقدار K استفاده شود.

با توجه به همبستگی بالایی که بین K بیسال و K شبیه‌ساز باران با وجود دارد و با توجه به این که فرمول بیسال برای برآورد K پاشمان و فرسایش بارانی کاربرد دارد، لذا از دستگاه شبیه‌ساز باران مورد نظر در این تحقیق نیز می‌توان برای اندازه‌گیری فرسایش بارانی استفاده نمود. نتایج تحقیقات Truman & Baradford (۱۹) نیز همبستگی مناسبی را بین پلات‌های آزمایشی و دستگاه شبیه‌ساز باران نشان داد. عدم وجود همبستگی بالا بین K بدست آمده به کمک شبیه‌ساز باران و K محاسبه شده از طریق نمودار ویشمایر نشان می‌دهد که نمی‌توان از این دستگاه برای تعیین K فرسایش‌پذیری مورد استفاده در فرمول جهانی خاک استفاده نمود. نتایج حاصل از تحقیق Kamphorst (۱۴) برای تعیین فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (K) در معادله جهانی فرسایش نشان داد که

15. Lasanta, T., Garcia-Ruiz, J.M., Perez-Rontome, C. and Sancho-Marcen, C. 2000. Runoff and sediment yield in a semi-arid environment: the effect of land management after farmland abandonment, *Journal of Catena*, 38,PP. 278-265.
16. Manrique, L. A. 1988, *Land erodibility Assessment Methodology, LEAM, using soil survey data based on soil taxonomy first edition*, Honolulu, Hawaii, USA,PP. 16-1.
17. Meyer, L.D. and Harmon, W.C. 1979, Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row side slopes. *Trans. ASAE*. 1)22):PP. 103 - 100.
18. Nagasawa, T., Y. Umeda. 1988, Bahaviors of soil less in slope lysimeter, rainfall and erosion in bareslop, *Memoris of the faculty of agriculture Hokkaido university Japan*. 17:PP. 17-11.
19. Truman, C., C. Bradford, 1995, Laboratory determination of interrill soil erodibility soil science. 59:PP. 526-519.
- the degree of slope on runoff and soilerosion. *J.Agr. Res.*45,pp. 360-349.
11. Duiker, S.W., Flangman, D.C. and Lal, R. 2001, Eroibility and infiltration characteristics of five major soils of southwest Spain, *Journal of Catena*, NO 2)45),PP. 121-103.
12. Jafari Ardakani, A. 1997. Effect of gysum on the quality and quantity of runoff and sedimentation in sodic marls. *Proceeding of the 8th international conference on rainwater catchment systems April -25 1997 29 Tehran, I.R.Iran*.PP. 1224-1223.
13. Hamed,Y., Albergel, J., Asseline, J., Nasri, S., Zante, P., Berndtsson, R., Niyazi, M., and Balah, M. 2002, Comparision between rainfall simulator erosion and observed reservoir sedimentation in an erosion-sensitive semi-arid catchment. *Journal of Catena*, 50:PP. 16-1.
14. Kamphorst, A.1987, A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, *Netherlands Journal of Agricultural Science*,NO 35.

