بررسی رواناب و تلفات خاک در واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو، مقایسه در مقیاس شبیه‌ساز باران

محمدرضا شیخ ربیعی[1*]، سادات فیض نیا[2] و حمیدرضا پیروان[3]

[1] گروه آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
[2] دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[3] پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۶/ ۱۰/ ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: ۲۵/ ۰۲/ ۱۳۸۹

چکیده

فرسایش خاک یکی از پدیده‌هایی است که از آن به‌عنوان یک پدیده نامناسب نام برده می‌شود. فرسایش خاک، باعث فقیر شدن خاک و غیرقابل کشت شدن زمین‌ها و کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شود. برای بررسی و برآورد میزان فرسایش، روش‌های مختلفی وجود دارد که استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران، یکی از این روش‌ها است. در این پژوهش، ابتدا نقشه واحدهای کاری حوضه از تلفیق نقشه‌های سنگ‌شناسی، فرسایش و شیب، تهیه، سپس در ۱۷ واحد کاری و سه تکرارآزمایش شبیه‌ساز باران در هر واحد، ۵۱ آزمایش در عرصه انجام شد. هرز آب و رسوب حاصله از آزمایش شبیه ساز باران جهت تعیین میزان حجم رواناب و تلفات خاک تولید شده، به آزمایشگاه ارسال شد. در ۱۷ نقطه بیان شده، از دو دستگاه باران‌ساز قابل حمل و صحرایی با سطح بارش ۸۴ cm × ۱۲۰ cm و در مناطق دشوارگذار از باران‌ساز قابل حمل و صحرایی با سطح بارش ۲۵ cm ×۲۵ cm، با قابلیت تنظیم در شیب‌های مختلف که قطرات باران بدون سرعت اولیه فرود می‌آید، استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در حوزه آبخیز هیو، بیشترین میزان تولید رواناب، مربوط به آهک و دولومیت، با فرسایش سطحی و شیاری، با شیب عمومی بیش از ۴۰ درصد و بیشترین میزان تولید تلفات خاک مربوط به ماسه‌سنگ، با فرسایش سطحی و شیاری، با شیب عمومی بیش از ۴۰ درصد است. با توجه به نتایج شبیه‌ساز باران و تعمیم آن به سطح حوضه، میزان تولید تلفات خاک در کل حوضه هیو در نتیجه یک بار بارش با شدت ۱۹ میلی‌متر در ساعت و به‌مدت ۳۰ دقیقه، برای کل حوضه هیو برابر با ۱۰۵۷/۷۴ تن است.

کلیدواژه‌ها: رواناب، تلفات خاک، فرسایش، نقشه واحدکاری، حوزه آبخیز هیو، شبیه‌ساز باران

***نویسنده مسئول:** محمدرضا شیخ ربیعی
E-mail: Rabiee1352@yahoo.com

۱- مقدمه

براساس نظر Benet (به نقل از رفاهی، ۱۳۷۹)، معمولاً در یک خاک در شرایط دست نخورده حدود ۳۰۰ سال طول می کشد تا ۲۵ میلی‌متر خاک سطحی تشکیل شود. این مقدار خاک تشکیل شده به‌مراتب کمتر از مقدار خاک فرسایش یافته است. در یک زمین زیر کشت و بدون رعایت همه جانبه اصول حفاظت خاک برای تشکیل همین ۲۵ میلی‌متر خاک، حدود ۱۰۰ سال وقت لازم است. یکی از عوامل تعیین‌کننده در فرایندهای هوازدگی و فرسایش سنگ‌ها، ویژگی‌های ذاتی کانی‌های تشکیل‌دهنده آنهاست. عوامل محیطی و ثانویه مانند اقلیم، پیش از آن که نقش کلیدی در تولید تلفات خاک داشته باشند، در تعیین نوع ویژگی‌های تلفات خاک ناشی از هوازدگی و فرسایش مؤثرند. تغییر عوامل محیطی مانند اقلیم، لرزه‌خیزی و پوشش گیاهی در مقیاس حوزه‌های آبخیز کوچک به‌طور چیره، کم و ثابت است و این در صورتی است که ویژگی‌های سنگ‌شناسی ذاتی مواد، می‌تواند حتی در حوضه‌های کوچک نیز متغیر باشد (فیض نیا، ۱۳۷۴) و از این نظر، کارآیی طبقه‌بندی مبتنی بر ویژگی‌های ذاتی را افزایش می‌دهد. واحدهای زمین‌ریخت‌شناختی مختلف در حوضه هیو، بسته به نوع ترکیب سنگی، نوع فرسایش و شیب، توان تولید تلفات خاک متفاوتی دارند که منشأ تلفات خاک در حوضه به شمار می‌آید. نوع ترکیب سنگی و نوع فرسایش می‌تواند در میزان تلفات خاک‌دهی واحدهای کاری نقش مهمی ایفا کند. از آخرین دهه‌های قرن نوزدهم میلادی، مطالعات و پژوهش‌های گسترده‌ای توسط دانشمندان و پژوهشگران در مورد ویژگی‌های باران طبیعی انجام گرفته است. از اوایل قرن بیستم شبیه‌سازی بارش و ساخت شبیه‌ساز باران‌های اولیه شروع و در مورد کاربرد آنها در علوم طبیعی بویژه در مطالعه فرایند فرسایش و رواناب پژوهش‌های زیادی انجام شده است. محمودآبادی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی خود با عنوان تأثیر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر تولید رواناب و تلفات خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران در منطقه گل آباد اردستان نتیجه گرفتند که با افزایش میزان رس، تولید تلفات خاک و همچنین غلظت تلفات خاک افزایش می‌یابد در حالی که بخش شن، تولید رواناب و تلفات خاک را کاهش می‌دهد. با افزایش سنگریزه سطحی و سنگریزه درون خاک ، رواناب به‌ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. سنگریزه سطحی نقش مهم‌تری نسبت به سنگریزه درون خاک نشان داد به گونه‌ای که افزایش آن باعث افزایش تولید تلفات خاک شد. حسن زاده نفوتی (۱۳۸۵)، ویژگی‌های مؤثر بر فرسایش‌پذیری مارن‌ها در منطقه ایوانکی را بررسی کرد، برای مقایسه واحدهای مارنی از نظر فرسایش‌پذیری، از یک شبیه‌ساز باران قابل حمل در صحرا استفاده و پس از اندازه‌گیری میزان رواناب و تلفات خاک و همچنین تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌های منطقه این نتیجه حاصل شد که ویژگی‌هایی همچون SAR، EC،K عامل تغییر میزان تلفات خاک در واحدهای مختلف مارنی است و از سویی این ویژگی‌ها در هر سه نوع فرسایش سطحی، شیاری، و آبراهه‌ای اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ دارند. حسینی (۱۳۸۷)، طی پژوهشی بر روی مارن های مختلف حوضه طالقان به‌عنوان اقلیم مرطوب، میزان رواناب و تلفات خاک زمین‌های مارنی را به همراه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زمین‌های مارنی مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که متغیرهای شیمیایی شامل SAR و pH در میزان تولید تلفات خاک از عوامل مؤثر هستند.

Jordan & Martinez (2008)، در پژوهشی برای اندازه‌گیری هدررفت خاک و میزان رواناب در جاده‌های جنگلی بدون پوشش(لخت) در شمال کشور اسپانیا، از شبیه‌ساز باران استفاده کردند. با توجه به شبیه‌سازی بارندگی با شدت ۷۲ mm/h و انجام ۳۰ آزمایش بر روی جاده‌های جنگلی در شمال کشور اسپانیا، مشاهده شد که ۵۸ درصد رواناب تولید شده پس از ۵۰ تا ۹۰ ثانیه در کنار جاده، ۲۷ درصد رواناب تولید شده پس از ۵ تا ۱۰۸ ثانیه در نقاط دارای گودی (چاله) در جاده و ۵۱ درصد رواناب تولید شده در کف جاده پس از ۲۵ تا ۸۹ ثانیه ایجاد شد که بیشترین مقدار هدررفت خاک در بخش کناره جاده به میزان ۱۰۶ گرم بر مترمربع بود. مشاهده شد که کاهش شیب کناره جاده در حدود ۴۰ درصد و افزایش پوشش گیاهی اطراف جاده در حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد، میزان فرسایش را کاهش می‌دهد و تولید تلفات خاک را تا کمتر از ۱۸ گرم بر مترمربع ثابت نگه می‌دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

اضافه می‌شود در منطقه مورد مطالعه، ۴ نوع شکل فرسایشی شامل : ۱ـ مکانیکی، ۲ـ سطحی و شیاری، ۳ـ شیاری و آبراهه‌ای و ۴ـ ناشی از شخم، تشخیص داده شد. به‌تازگی پژوهشگران در مورد شکل جدیدی از فرسایش به نام فرسایش ناشی از شخم پژوهش‌هایی انجام داده‌اند. اثر شخم می‌تواند یکی از انواع شکل‌های فرسایش را ایجاد کند. در حقیقت فرسایش ناشی از شخم در زمین‌های کم شیب که تکرار عمل شخم بر روی آنها صورت گرفته است بیشتر دیده می‌شود. فرسایش ناشی از شخم در زمین‌های شیب‌دار که سوی شخم در سوی شیب باشد، بیشتر است. چنانچه شخم عمود بر سوی شیب باشد فرسایش ناشی از شخم معمولاً کاهش می‌یابد (Tiessen et al., 2007).

۲– مواد و روش‌ها

۲– ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز هیو در محدوده ′۵۵ ،°۳۵ تا ′۱۰،°۳۶ عرض شمالی و ′۳۶،°۵۰ تا ′۴۳،°۵۰ طول خاوری واقع شده و در فاصله حدود ۷۰ کیلومتری شمال باختر تهران در شمال شهرستان هشتگرد قرار گرفته است. مساحت حوزه آبخیز هیو ۵۲/۸۱ کیلومتر مربع و محیط آن برابر ۳۵/۵۰ کیلومتر است (شکل ۱).

۲– ۲. تهیه نقشه واحدهای کاری

برای تهیه نقشه واحدهای کاری نیاز به نقشه سنگ‌شناسی، نقشه فرسایش و نقشه شیب بود که در زیر به جزئیات آن اشاره می‌شود؛ برای تهیه نقشه سنگ‌شناسی از نقشه زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰ : ۱ استفاده و با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه سنگ‌شناسی ادغام شده حوضه تهیه شد (شکل ۲). تلفیق سازندهای زمین‌شناسی به‌صورت زیر و بر اساس ترکیب سنگی چیره انجام پذیرفت:

- واحد سنگی آهک و دولومیت از تلفیق سازندهای زمین‌شناسی میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه حاصل شد.
- واحد سنگی ماسه‌سنگ از تلفیق سازندهای زمین‌شناسی لالون و درود و واحدسنگ‌شناسی Ds حاصل شد.
- واحد سنگی بازالت از تلفیق سازندهای زمین‌شناسی کرج و واحد سنگ‌شناسی Dv حاصل شد.
- واحد سنگی شیل از تلفیق سازندهای زمین‌شناسی زاگون، کهر و شمشک حاصل شد.
- واحد سنگی آبرفت از تلفیق سازندهای زمین‌شناسی کواترنر (Q_2 ، Q_1) حاصل شد.

نقشه فرسایش، با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به‌دست آمده از سازمان نقشه‌برداری کشور و نیز طی بازدید صحرایی انجام شده از حوزه آبخیز هیو، تهیه شد (شکل ۳). از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ با خطوط منحنی میزان ۲۰ متری، نقشه هیپسومتریک در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و رسم و سپس نقشه شیب حوزه آبخیز هیو در کلاس‌های ۵-۰ ،۱۰-۵ ، ۲۰-۱۰، ۴۰-۲۰ ، ۵۵-۴۰ و بیش از ۵۵ درصد با توجه به روش رده‌بندی شیب به روش پیشنهادی فائو و به‌وسیله نرم افزار Arc Map تهیه شد (شکل ۴). پس از تهیه نقشه سنگ‌شناسی، شکل‌های فرسایشی و شیب، این نقشه‌ها با استفاده از نرم افزار Arc Map با یکدیگر تلفیق شدند. سپس نقشه واحدکاری تهیه شدکه در جدول ۱، ویژگی‌های واحدهای کاری و در شکل ۵، نقشه واحدهای کاری حوضه آمده است. تعداد واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو ۲۶ واحد کاری تعیین شد.

۲– ۳. به کارگیری شبیه‌ساز باران برای تعیین میزان فرسایش و تلفات خاک در هر واحد کاری و در کل حوضه

برای اندازه‌گیری رواناب و تلفات خاک از دو دستگاه شبیه‌ساز باران قابل حمل صحرایی استفاده شده‌است.

در حوزه آبخیز هیو از یک دستگاه شبیه‌ساز باران قابل حمل صحرایی که توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری ساخته شده‌است، استفاده شد. بخش‌های مختلف شبیه‌ساز باران ۸۴×۱۲۰ سانتی‌متری شامل الف) مخزن باران‌ساز و بخش پاشنده باران، ب) پایه فلزی بخش پاشنده باران (که قابل تنظیم است و برای حمل راحت‌تر از ۶ تکه مجزا ساخته شده‌است) و ج) قاب فلزی (پلات) و آب‌رو (که برای حمل آسان از سه تکه مجزا ساخته شده است) است (شکل ۷). همچنین به دلیل دشوارگذار بودن برخی از واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو، از یک دستگاه شبیه‌ساز باران قابل حمل صحرایی ساخته شده در دانشگاه کشاورزی wagingen هلند استفاده شد (شکل ۶). این شبیه‌ساز باران در هر دو شرایط آزمایشگاهی و صحرایی برای مطالعات فرسایش خاک قابل استفاده است. بخش‌های مختلف شبیه‌ساز باران ۲۵×۲۵ سانتی‌متری شامل الف) مخزن باران‌ساز و بخش پاشنده باران، ب) پایه فلزی بخش پاشنده باران (که قابل تنظیم است) و ج) قاب استیل (پلات) و آب‌رو یک تکه (که در درون خاک یا تلفات خاک کوبیده می‌شود و از حرکت جانبی در کرت آزمایشی به خاک پیرامون جلوگیری می‌کند و باعث هدایت رواناب و تلفات خاک به درون بطری نمونه‌گیری می‌شود) است.

آن دسته از تداوم‌هایی که از نظر تولید رواناب و ایجاد فرسایش و رسوب مهم هستند و معمولاً کاربرد بیشتری دارند، مورد توجه قرار گرفته است. بارش‌های P_2^{30} و P_{10}^{30} (P : مقدار بارش به میلی‌متر، ضریب بالا مدت بارش به دقیقه و ضریب پایین دوره بازگشت) به‌دلیل فراوانی وقوع بیشتر و آستانه تولید رواناب و رسوب بویژه در حوضه‌های کوچک اهمیت بیشتری دارند (رئیسیان، ۱۳۸۴). با توجه به این که در محدوده حوزه آبخیز هیو، ایستگاه‌های اندازه‌گیری شدت بارندگی وجود نداشت، از ایستگاه هواشناسی کرج که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه و دارای آمار شدت بارندگی در زمان‌های مختلف است، استفاده شد (جدول ۲). بر این اساس، شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای در دوره بازگشت ده سال، برابر ۱۹ میلی‌متر در ساعت تعیین و در نظر گرفته شد. از میان ۲۶ واحدکاری، در ۱۷ واحدکاری آزمایش شبیه‌ساز باران و با سه تکرار در هر واحد در عرصه انجام گرفت. در واحدهای کاری با فرسایش مکانیکی، آزمایش شبیه‌ساز باران انجام نشد (۹ واحدکاری)؛ زیرا تولید رواناب و در نتیجه تولید تلفات خاک اهمیت کمتری دارد.

به دلیل دشوارگذار بودن ۴ واحد کاری به شماره‌های ۵، ۱۲، ۱۳ و۱۷ در حوزه آبخیز هیو، امکان استفاده از شبیه‌ساز باران با سطح بارش ۸۴×۱۲۰ سانتی‌متری فراهم نبود. در واحدهای کاری یادشده از شبیه‌ساز باران با سطح بارش ۲۵×۲۵ سانتی‌متری استفاده شد. نتایج بالا با نتایج به‌کارگیری شبیه‌ساز باران با سطح بارش ۸۴×۱۲۰ سانتی‌متری و شبیه ساز باران با سطح بارش ۲۵×۲۵ سانتی‌متری در واحدهای کاری مشابه در حوزه آبخیز فشند (حوضه آبخیز همسایه و مشابه) با هم مقایسه شد (شیخ ربیعی، ۱۳۸۸). در پایان، نتایج حاصل از آزمایش شبیه‌ساز باران دستگاه بزرگ در حوزه آبخیز فشند به واحدهای کاری دشوارگذار در حوزه آبخیز هیو تعمیم داده شد. سپس در شدت مورد نظر، میزان رواناب خروجی از پلات توسط بطری‌های ویژه‌ای جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری حجم رواناب و همچنین تلفات خاک معلق به آزمایشگاه منتقل شد. برای مشخص شدن میزان حجم رواناب و میزان تلفات خاک به‌دست آمده در هر بار آزمایش، هرز آب حاصل (شامل : تلفات خاک و آب)، پس از انتقال به آزمایشگاه، توسط پمپ خلاء و کاغذ صافی از یکدیگر جدا شدند سپس با اندازه‌گیری میزان آب به‌دست آمده، میزان حجم رواناب بدون تلفات خاک حاصل شد. وزن تلفات خاک جدا شده با کاغذ صافی و پس از آن خشک‌شده در آون، به‌دست آمد.

۳– نتایج

جدول شماره ۳ میزان ضریب رواناب و تلفات خاک تولید شده با استفاده از شبیه‌ساز باران در واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳، در حوضه هیو بیشترین میزان ضریب رواناب در واحدکاری ۱-۱-۲-۴، به میزان ۴۱/۰۵ درصد، با جنس سنگ‌آهک و دولومیت و با فرسایش سطحی و

Archive of SID
www.SID.ir

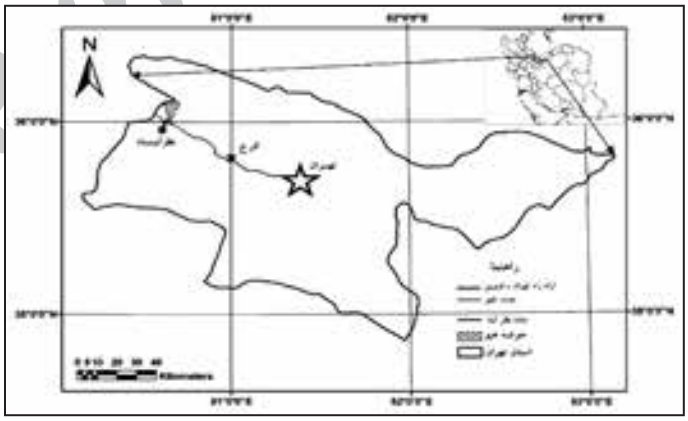
شیاری و با شیب بیش از ۴۰ درصد و کمترین میزان ضریب رواناب در واحدکاری ۱-۱-۳-۳، به میزان ۴/۵۵ درصد با جنس سنگ‌آهک و دولومیت و با فرسایش سطحی و شیاری و شیب ۴۰-۲۰ درصد است. در حوضه هیو بیشترین میزان تولید تلفات خاک در واحدکاری ۱-۲-۲-۴، به میزان۱۸/۸۴ گرم، با ماسه‌سنگ و با فرسایش سطحی و شیاری و با شیب بیش از ۴۰ درصد و کمترین میزان تولید تلفات خاک در واحدکاری ۲-۵-۴-۲، به میزان ۰/۰۶ گرم با جنس سنگ آبرفت و با فرسایش ناشی از شخم و شیب ۲۰-۱۰ درصد است. با توجه به میزان سطح هر واحدکاری و وزن تلفات خاک به‌دست آمده در واحد سطح (متر مربع)، در حوضه هیو میزان تولید تلفات خاک در نتیجه یک بار بارش با شدت ۱۹ میلی‌متر در ساعت برای کل حوضه هیو، ۱۰۵۷/۷۴ تن است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

حسینی (۱۳۸۷) بر روی مارن‌های مختلف حوضه طالقان به‌عنوان اقلیم مرطوب و حسن زاده نفوتی (۱۳۸۵) بر روی همین زمین‌ها در حوضه ایوانکی به‌عنوان اقلیم خشک و نیمه‌خشک به‌کمک شبیه‌ساز باران، میزان رواناب و تلفات خاک زمین‌های مارنی را مطالعه کرده‌اند. در هر دو پژوهش، متغیرهای شیمیایی شامل SAR و pH را در میزان تولید تلفات خاک از عوامل مؤثر دانسته‌اند. هرچند در ایران مطالعات زیادی به‌وسیله شبیه‌ساز باران انجام شده است اما در هیچ یک از این مطالعات به جدایش واحدکاری براساس ترکیب سنگی توجه نشده است. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش محمودآبادی (۱۳۸۵) و شیخ ربیعی (۱۳۸۸) همخوانی دارد. با توجه به شکل ۸، در حوضه هیو ضریب رواناب و میزان تولید تلفات خاک، در جنس‌سنگ‌های ماسه‌سنگ، آهک و دولومیت، شیل و آبرفت به‌ترتیب بیشترین تا کمترین میزان را دارند. در حوضه هیو از نظر ضریب رواناب و میزان تولید تلفات خاک در فرسایش‌های سطحی و شیاری، شیاری و آبراهه‌ای و ناشی از شخم به‌ترتیب بیشترین تا کمترین میزان را دارند. در حوضه هیو از نظر ضریب رواناب و میزان تولید تلفات خاک در کلاس طبقات شیب، کلاس طبقات شیب چهارم، سوم، دوم و اول به‌ترتیب بیشترین تا کمترین میزان را دارند. از مقایسه میزان تولید رواناب و تلفات خاک توسط شبیه‌ساز باران در واحد کاری ۱-۲-۲-۴ و ۲-۵-۴-۲ در حوضه هیو می‌توان بیان کرد که براثر چرای بیش از حد، وجود دام بیش از ظرفیت مرتع و تختانک فراوان بر اثر عبور بیش از حد دام و نیز شیب عمومی تند، واحد کاری ۱-۲-۲-۴ بیشترین میزان تولید تلفات خاک را نسبت به دیگر واحدهای کاری نشان می‌دهد و واحد کاری ۲-۵-۴-۲ به‌دلیل قرار گرفتن در واحد آبرفت (نفوذپذیری متوسط) و افزایش نفوذ ناشی از شخم و ترکیب اثر این دو عامل، کمترین میزان تولید رواناب و در نتیجه تولید تلفات خاک را نسبت به دیگر واحدهای کاری دارد.

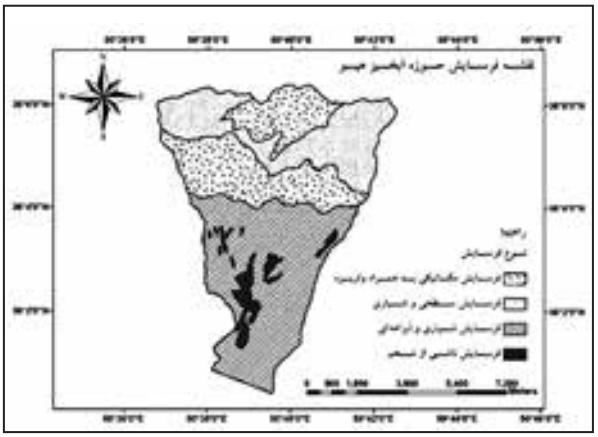
سپاسگزاری

از کلیه کارشناسان پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری ایران که در انجام هر چه بهتر این پژوهش کمک‌های شایانی کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

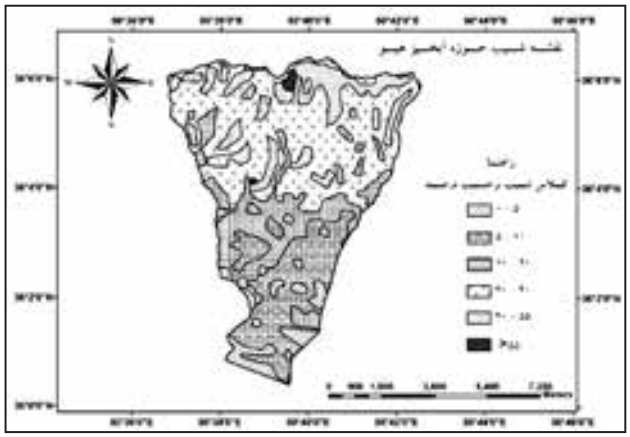


شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز هیو در استان تهران.

شکل ۲ ـ نقشه سنگ‌شناسی حوزه آبخیز هیو.

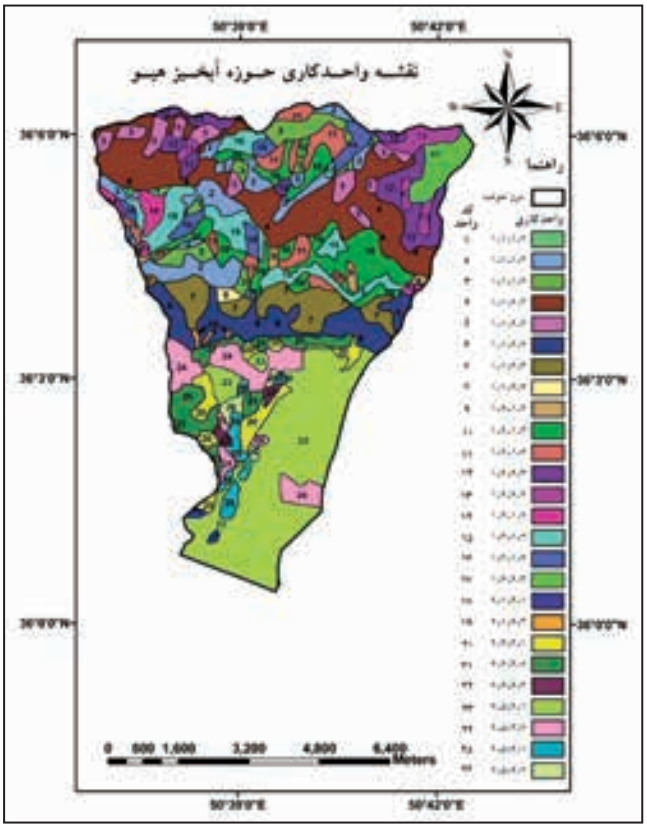


شکل ۳- نقشه انواع فرسایش حوزه آبخیز هیو.

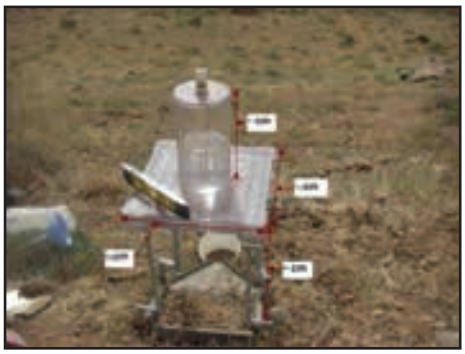


شکل ۴- نقشه دسته‌بندی شیب حوزه آبخیز هیو.

Archive of SID
www.SID.ir



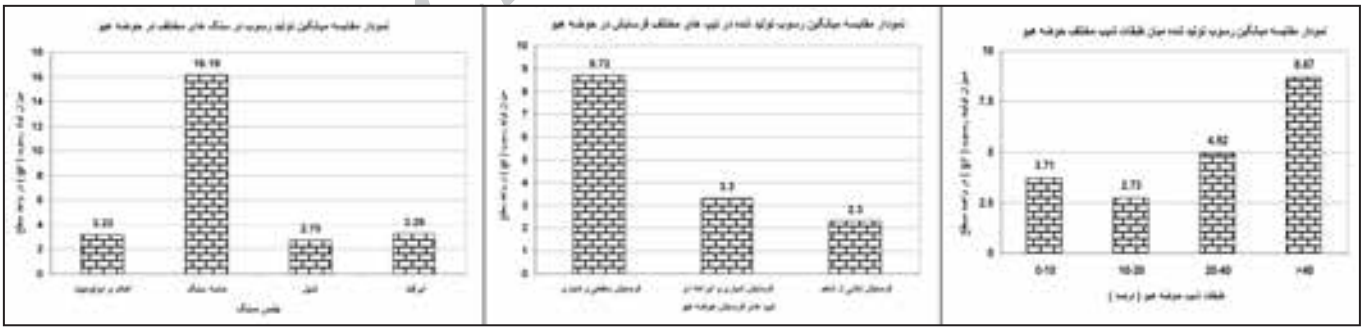
شکل ۵- نقشه واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو.



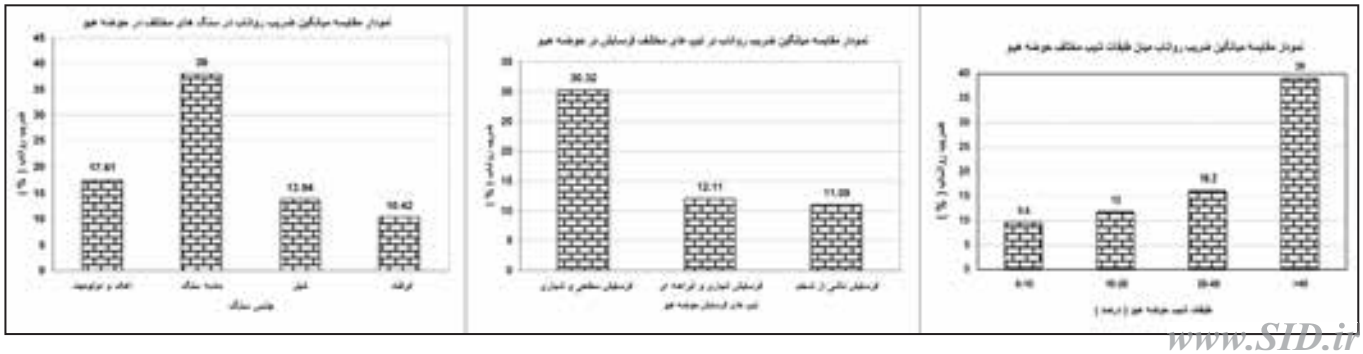
شکل ۶- شبیه ساز باران قابل حمل (۲۵×۲۵ سانتی‌متری) در واحد کاری ۱-۴-۲-۳ حوضه هیو.

شکل۷- شبیه ساز باران قابل حمل (۸۴×۱۲۰ سانتی‌متری) در واحدکاری ۱-۱-۳-۳ حوضه هیو.

الف



ب



www.SID.ir

شکل ۸- نمودار مقایسه میانگین، الف) تلفات خاک و ب) ضریب رواناب : در طبقات شیب، نوع فرسایش و نوع جنس سنگ مختلف در حوضه هیو.

جدول ۱- مشخصات واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو.

ردیف	کد-نوع	نوع سنگ و سازند	نام نوع (فرسایش)	شیب ٪	واحد کاری	شماره واحد	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
کوهستان (۱)	۱-۱	آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش مکانیکی همراه با واریزه	۱۰-۲۰	۱-۱-۱-۲	۱	۱۳/۴۳	۰/۲۵
				۲۰-۴۰	۱-۱-۱-۳	۲	۳۰۶/۶۷	۵/۸۱
				>۴۰	۱-۱-۱-۴	۳	۲۶۶/۷۰	۵/۰۵
			فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۱-۲-۱-۳	۴	۷۰۴/۲۲	۱۳/۳۳
				>۴۰	۱-۲-۱-۴	۵	۱۶۶/۴۰	۳/۱۵
			فرسایش شیاری و آبراهه‌ای	۱۰-۲۰	۱-۳-۱-۲	۶	۳۲۸/۷۱	۶/۲۲
				۲۰-۴۰	۱-۳-۱-۳	۷	۲۶۱	۴/۹۴
				>۴۰	۱-۳-۱-۴	۸	۱۸/۰۹	۰/۳۴
	۲-۱	ماسه سنگ (سازند:لالون، Ds، Pd)	فرسایش مکانیکی همراه با واریزه	۱۰-۲۰	۱-۲-۱-۲	۹	۵۳/۸۱	۱/۰۲
				۲۰-۴۰	۱-۲-۱-۳	۱۰	۳۹۳/۳۶	۷/۴۵
				>۴۰	۱-۲-۱-۴	۱۱	۱۷۶/۷۵	۳/۳۵
			فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۱-۲-۲-۳	۱۲	۲۲۰/۵۷	۴/۱۸
				>۴۰	۱-۲-۲-۴	۱۳	۱۰۵/۲۲	۱/۹۹
	۳-۱	بازالت (سازند: Dv ,Ekv)	فرسایش مکانیکی همراه با واریزه	۱۰-۲۰	۱-۱-۳-۲	۱۴	۷۵/۹۷	۱/۴۴
				۲۰-۴۰	۱-۱-۳-۳	۱۵	۲۶۸/۴۶	۵/۰۸
				>۴۰	۱-۱-۳-۴	۱۶	۱۱۵/۹۹	۲/۲۰
			فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۱-۲-۴-۳	۱۷	۱۰۷/۱۳	۲/۰۳
دشت سر (۲)	۱-۲	آهک و دولومیت (سازند: میلا،روته،لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش شیاری و آبراهه‌ای	۰-۱۰	۲-۱-۳-۱	۱۸	۱۳/۴۷	۰/۲۵
			فرسایش ناشی از شخم	۲۰-۴۰	۲-۱-۴-۳	۱۹	۱۰/۲۹	۰/۱۹
	۴-۲	شیل (سازند: زاگون، کهر، Js)	فرسایش شیاری و آبراهه‌ای	۰-۱۰	۲-۴-۳-۱	۲۰	۱۴۶/۹۹	۲/۷۸
				۱۰-۲۰	۲-۴-۳-۲	۲۱	۱۹۸/۵۹	۳/۷۶
			فرسایش ناشی از شخم	۱۰-۲۰	۲-۴-۴-۲	۲۲	۴۰/۹۴	۰/۷۸
	۵-۲	آبرفت (Q_2 ، Q_1)	فرسایش شیاری و آبراهه‌ای	۰-۱۰	۲-۵-۳-۱	۲۳	۹۲۸/۵۳	۱۷/۵۸
				۱۰-۲۰	۲-۵-۳-۲	۲۴	۲۲۷/۲۸	۴/۳۰
			فرسایش ناشی از شخم	۰-۱۰	۲-۵-۴-۱	۲۵	۹۳/۲۹	۱/۷۷
				۱۰-۲۰	۲-۵-۴-۲	۲۶	۳۹/۲۱	۰/۷۴
جمع کل							۵۲۸۱/۰۷	۱۰۰

جدول ۲- شدت بارندگی (mm/h) برای دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه هواشناسی کرج.

زمان تداوم بارش (دقیقه)	شدت بارندگی (mm/hr) و دوره بازگشت (سال)					
	i2	i5	i10	i20	i50	i100
۱۰	۲۱/۷۸	۳۶/۴۷	۴۴/۶۳	۵۲/۲۲	۶۱/۷۳	۶۸/۵۸
۲۰	۱۴/۸۸	۲۱/۶۱	۲۵/۷۸	۲۹/۵۸	۳۴/۲۹	۳۷/۶۳
۳۰	۱۱/۶۱	۱۵/۹۱	۱۸/۷	۲۱/۲۱	۲۴/۳۱	۲۶/۴۹
۴۰	۹/۶۵	۱۲/۸۱	۱۴/۸۹	۱۶/۷۵	۱۹/۰۵	۲۰/۶۴
۵۰	۸/۳۳	۱۰/۸۲	۱۲/۴۸	۱۳/۹۵	۱۵/۷۷	۱۷/۰۲
۶۰	۷/۳۷	۹/۴۳	۱۰/۸	۱۲/۰۱	۱۳/۵۱	۱۴/۵۳
۹۰	۵/۵۹	۶/۹۴	۷/۸۳	۸/۶۲	۹/۵۸	۱۰/۲۳

جدول ۳- مقایسه ضریب رواناب و تلفات خاک تولید شده در واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو با استفاده از شبیه‌ساز باران.

نوع سنگ و سازند	نام نوع (فرسایش)	شیب (٪)	واحد کاری	شماره واحد	مساحت کیلومترمربع	ضریب رواناب (٪)	رسوب (گرم) در واحد سطح پلات	وزن رسوب (تن)
ماسه سنگ (سازند: لالون، Ds، Pd)	فرسایش سطحی و شیاری	>۴۰	۱-۲-۲-۴	۱۳	۱/۰۵	۳۷/۸۹	۱۸/۸۴	۳۱۷/۱۷
ماسه سنگ (سازند: لالون، Ds، Pd)	فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۱-۲-۲-۳	۱۲	۲/۲۱	۳۸/۱۶	۱۳/۵۵	۴۷۸/۱۹
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۰-۱۰	۲-۱-۳-۱	۱۸	۰/۱۳	۱۵/۳۱	۵/۳۶	۰/۷۲
آبرفت (Q_1 ، Q_2)	فرسایش ناشی از شخم	۰-۱۰	۲-۵-۴-۱	۲۵	۰/۹۳	۱۰/۳۴	۵/۰۷	۴/۶۹

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳

نوع سنگ و سازند	نام نوع(فرسایش)	شیب (٪)	واحد کاری	شماره واحد	مساحت کیلومترمربع	ضریب رواناب (٪)	رسوب (گرم) در واحد سطح پلات	وزن رسوب (تن)
ماسه سنگ (سازند: لالون، Ds، Pd)	فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۳-۲-۴-۱	۱۷	۱/۰۷	۲۴/۲۱	۴/۷۹	۸۲/۱۱
آبرفت (Q_2 ، Q_1)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۱۰-۲۰	۲-۳-۵-۲	۲۴	۲/۲۷	۶/۷۶	۴/۷۳	۱۰/۶۶
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	>۴۰	۴-۳-۱-۱	۸	۰/۱۸	۳۸/۱۶	۳/۹۲	۰/۷۰
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۱۰-۲۰	۲-۳-۱-۱	۶	۳/۲۹	۱۰/۲۰	۳/۸۰	۱۲/۳۹
آبرفت (Q_2 ، Q_1)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۰-۱۰	۱-۳-۵-۲	۲۳	۹/۲۹	۷/۳۱	۳/۳۲	۳۰/۵۸
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش سطحی و شیاری	>۴۰	۴-۲-۱-۱	۵	۱/۶۶	۴۱/۰۵	۳/۲۶	۸۶/۷۹
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش سطحی و شیاری	۲۰-۴۰	۳-۲-۱-۱	۴	۷/۰۴	۱۰/۳۴	۳/۱۶	۲۲/۰۹
شیل (سازند: زاگون، کهر، Js)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۱۰-۲۰	۲-۳-۴-۲	۲۱	۱/۹۹	۱۲/۸۲	۲/۸۱	۵/۵۴
شیل (سازند: زاگون، کهر، Js)	فرسایش ناشی از شخم	۱۰-۲۰	۲-۴-۴-۲	۲۲	۰/۴۱	۱۲/۹۶	۲/۲۹	۰/۹۳
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش ناشی از شخم	۲۰-۴۰	۳-۴-۱-۲	۱۹	۰/۱۰	۳/۷۲	۱/۸۳	۰/۱۹
آهک و دولومیت (سازند: میلا، روته، لار، دلیچای و سلطانیه)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۲۰-۴۰	۳-۳-۱-۱	۷	۲/۶۱	۴/۵۵	۱/۲۹	۳/۳۴
شیل (سازند: زاگون، کهر، Js)	فرسایش شیاری و آبراهه ای	۰-۱۰	۱-۳-۴-۲	۲۰	۱/۴۷	۵/۷۹	۱/۱۲	۱/۶۳
آبرفت (Q_2 ، Q_1)	فرسایش ناشی از شخم	۱۰-۲۰	۲-۴-۵-۲	۲۶	۰/۳۹	۱۷/۳۷	۰/۰۶	۰/۰۲
جمع کل وزن تلفات خاک تولید شده در حوضه (تن)								۱۰۵۷/۷۴

Archive of SID

کتابنگاری

حسن زاده نفوتی، م.، ۱۳۸۵- بررسی ویژگی‌های مؤثر بر فرسایش‌پذیری مارن‌ها. پایان‌نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری.

حسینی، س.، ۱۳۸۷- بررسی میزان فرسایش و رسوب در مارن‌های منطقه طالقان با کمک باران‌ساز. پایان‌نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری.

رفاهی، ح.، ۱۳۷۹- فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

رئیسیان، ر، چرخابی، ا، نوروزی، ی و نکویی مهر، م.، ۱۳۸۴- بررسی فرسایش‌پذیری خاک در حوضه گرگک چهارمحال و بختیاری با استفاده از باران‌ساز مصنوعی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. شماره ثبت ۸۴/۱۴۵.

شیخ ربیعی، م.، ۱۳۸۸- بررسی میزان فرسایش و رسوب در حوزه‌های آبخیز هیو و فشند با استفاده از شبیه‌ساز باران و مدل EPM. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری.

فیض نیا، س.، ۱۳۷۴- مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷، ص. ۱۱۶-۹۵.

محمودآبادی، م.، ۱۳۸۵- بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تولید رواناب و رسوب با استفاده از شبیه‌ساز باران مطالعه موردی منطقه گل آباد اردستان. پایان‌نامه دکتری آبخیزداری. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

References

Jordan, A. & Martinez, Z., 2008- Soil Loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. Forest Ecology and Management vol. 255 no. 3 Contents pp: 913- 919.

Tiessen, K. H. D., Lobb, D. A., Mehuys, G. R. & Rees, H. W., 2007- Tillage erosion within potato production in Atlantic Canada: /. Erosivity of primary and secondary tillage operations. Journal of Soil and Tillage Research 95: 320- 331.

www.SID.ir