وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

نشریه فنی

تحلیل واقعه بارش فرساینده فروردین ۱۳۹۵ در ۲۸ حوضه تحقیقاتی سنگانه

شماره ثبت: ۶۰۴۷۰
زمستان ۱۴۰۰

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

نشریه فنی:

تحلیل واقعه بارش فرساینده ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ در حوضه تحقیقاتی سنگانه

نویسندگان:

حمزه نور، محمود عرب‌خدری

شماره ثبت: ۶۰۴۷۰

وزارت جهادکشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

عنوان اثر: تحلیل واقعه بارش فرساینده ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ درحوضه تحقیقاتی سنگانه

نام و نام‌خانوادگی نویسندگان: حمزه نور، محمود عرب‌خدری

نام ویراستار: سعید نبی‌پی لشکریان

طراحی جلد و صفحه آرایی: اکبر حسینی رشید

ناشر: پژوهشکده حفاظت خاک وآبخیزداری

شمارگان: ۱۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰

این اثر در مورخه ۱۴۰۰/۸/۵ با شماره ۶۰۴۷۰ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است. **حق چاپ محفوظ است. نقل مطلب، تصاویر، جداول، منحی‌ها و نمودارها با ذکر ماخذ بلامانع است.**

فهرست عنوان‌ها

عنوان صفحه

۱- منطقه مورد مطالعه..... ۴

۲- تحلیل رسوبدهی حوضه تحقیقاتی سنگانه..... ۸

۳- سهم وقایع بیشینه در تولید رسوب..... ۹

۴- واقعه فرساینده ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵..... ۱۲

۱-۴- مشخصات بارش ۲۷ و ۲۸ فروردین..... ۱۴

۵- جمع‌بندی..... ۱۷

۶- منابع..... ۲۱

چکیده:

در مناطق خشک و نیمه خشک برخلاف مناطق مرطوب، وقایع بارش بیشینه نقش مهمی در فرسایش خاک و تولید رسوب دارند. در تاریخ ۲۸ فروردین ماه ۱۳۹۵ یک واقعه شدید فرساینده در حوضه تحقیقاتی سنگانه کلات به‌وقوع پیوست. شدت واقعه به حدی بوده است که تمامی مخازن اندازه‌گیری رواناب و رسوب در انتهای کرت‌ها و شش حوضه کوچک (کمینه ۱۲۰۰ متر مربع و بیشینه ۱۷۰۰۰ مترمربع) سرریز شدند. بررسی داده‌های باران‌نگار نصب شده در منطقه نشان داد که، همراه شدن شدت بالای بارش (تا ۱۰۰ میلی‌متر در ساعت) با مقدار ۲۴/۴ میلی‌متر طی ۳/۵ ساعت، فرسایندگی ۸۳/۶ ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$)، بارش تگرگ به همراه باران، بارش ۷/۲ میلی‌متری روز قبل و ۱۴/۲ میلی‌متری ۵ روز قبل، موجب وقوع فرسایش شدید در منطقه شد. این واقعه فرساینده در شش حوضه کوچک مقادیر متفاوت رسوب تولید کرد به گونه‌ای که کمینه ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار (حوضه E5) و بیشینه آن بیش از ۱۲ تن در هکتار (حوضه E2) اندازه‌گیری شد. علی‌رغم تفاوت رسوبدهی آبخیزهای کوچک،این واقعه در تمامی حوضه‌ها دارای بالاترین تولید رسوب می‌باشد و در مجموع مسئول ۵۶ درصد کل رسوب تولیدی منطقه است. بنابراین می‌توان جمع‌بندی کرد که در آبخیزهای مناطق خشک و نیمه خشک، فارغ از مساحت، شرایط محیطی و نوع بهره‌برداری از مراتع، بخش عمده‌ای از رسوب تولیدی متعلق به چند واقعه محدود می‌باشد. به‌گونه‌ای که بیش از ۵۶ و ۸۰ درصد رسوب تولیدی شش حوضه طی دوره مورد مطالعه به‌ترتیب ناشی از یک و چهار رگبار می‌باشد. این نتایج تأکیدی بر اهمیت مقیاس رگبار در مطالعات فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک به‌دلیل خصوصیات بارشی آن‌ها می‌باشد. سهم بالای وقایع فرساینده در فرسایش خاک و انتقال رسوب و تفاوت میزان فرسایش واقعه فرساینده از ۱۷۰ کیلوگرم (در حوضه با پوشش گیاهی مناسب) تا بیش از ۱۲ تن در هکتار (در حوضه‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف)، نشان دهنده لزوم کنترل فرسایش خاک در سطح دامنه‌ها می‌باشد. اجرای اقدامات آبخیزداری در آبراهه‌ها به‌تنهایی کارساز نسیت و ممکن است یک واقعه فرساینده منجر به پرشدن مخزن سازه شود.

کلمات کلیدی: آبخیز کوچک، باران فرساینده، رسوبدهی، رگبار شدید

مقدمه

فرسایش خاک به‌وسیله آب، در مقیاس جهانی به‌دلیل وسعت جغرافیایی و اثرات محیط زیستی از مهم‌ترین انواع تخریب خاک می‌باشد (Blanco و Lal، ۲۰۰۸؛ Duan و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا Pimental و همکاران (۱۹۹۵) متوسط سالانه فرسایش خاک جهان را ۷۵ میلیارد تن تخمین زده‌اند. هم‌چنین بنابر پژوهش‌های انجام شده متوسط میزان رسوب‌گذاری در سدهای جهان در حدود یک درصد حجم مخازن در سال می‌باشد (Jacobsen، ۲۰۰۹). فرسایش آبی در بیش از۱۲۰میلیون هکتار از اراضی کشور پدیده غالب فرسایشی است. برآوردهای مختلفی از مقدار فرسایش در ایران وجود دارد و هنوز اجماع کاملی در این خصوص حاصل نشده است. حال آن‌که فزونی مقدار فرسایش در ایران از حد مجاز مورد توافق همگان می‌باشد (عرب‌خدری، ۱۳۹۳).

فرسایش خاک مشکلات زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی به‌همراه دارد. اثر اولیه درون منطقه‌ای فرسایش خاک، کاهش ضخامت لایه سطحی خاک بوده که خود منجر به کاهش تولید محصول خواهد شد (نور و همکاران، ۱۳۹۹). از سوی دیگر اثرات برون منطقه‌ای فرسایش مربوط به انتقال رسوبات و آلاینده‌های همراه آن‌ها و رسوب‌گذاری در منابع آبی می‌باشد (Li و همکاران، ۲۰۲۰). اثرات فرسایش خاک در کاهش تولید محصول، پرشدن مخازن سدها و آلاینده‌های غیر نقطه‌ای به‌خوبی شناخته شده است، با این حال اثر آن بر نوسانات کربن و مشارکت در انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌صورت جامع مطالعه نشده است. هم‌چنین فرسایش خاک دارای هزینه‌های اقتصادی درون و برون منطقه‌ای نیز می‌باشد. هزینه‌های درون منطقه‌ای فرسایش به‌صورت مستقیم با تولید محصول در ارتباط است در حالی‌که هزینه‌های برون منطقه‌ای فرسایش مربوط به ایجاد مشکلات اجتماعی – اقتصادی و زیست محیطی می‌باشد (شهریور و همکاران، ۱۳۹۶).

وابستگی به مقیاس و تغییرپذیری زمانی از خصوصیات بارز فرآیندهای حاکم بر فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. اصولاً فرسایش پدیده‌ای ثابت و پیوسته نیست و اغلب در آن نوسانات

فصلی دیده می‌شود. به‌علاوه، این پدیده از رویدادهای استثنایی که بسیار مخرب هستند، تاثیر می‌پذیرد (نور و همکاران، ۱۳۹۷). دلیل عمده نقش رویدادهای استثنایی در تلفات خاک و تولید رسوب مربوط به ضریب رواناب بالاتر آن‌ها است. چه، بدون رواناب، خاک پاشمان یافته از محل خارج نخواهد شد (عرب‌خدری، ۱۳۹۴).

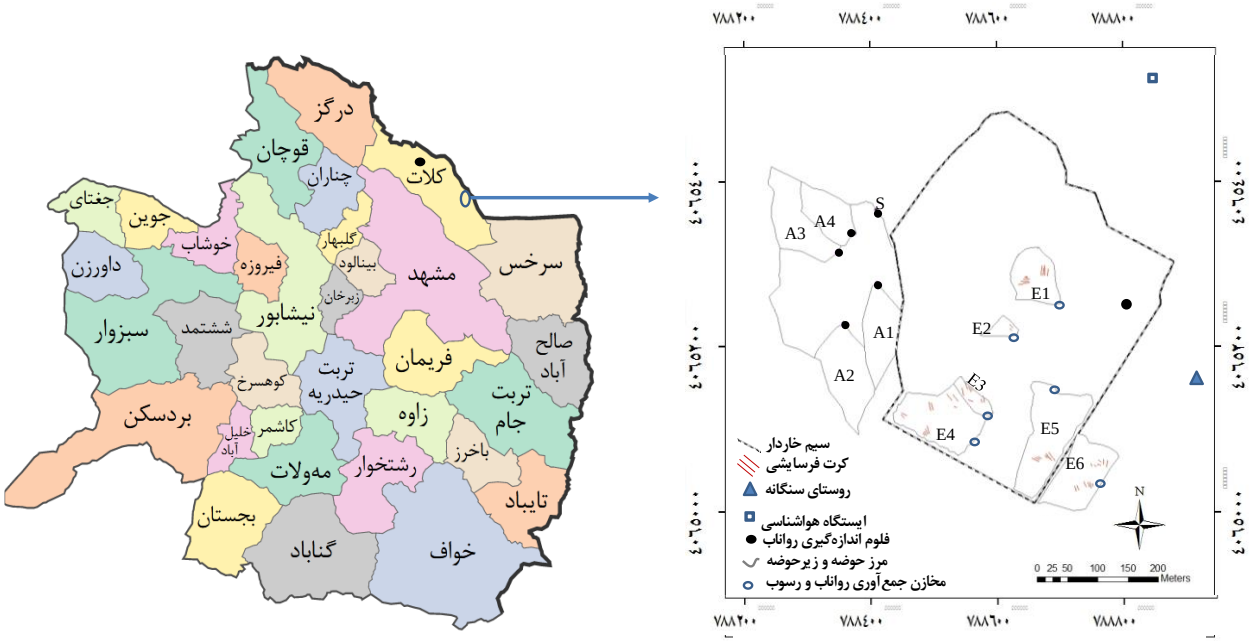
همانند فرسایش، مقدار رسوب اندازه‌گیری شده نیز چه به‌صورت رویدادی و چه به‌صورت سال به سال، از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند و چولگی زیادی به سمت مقادیر کم دارد. Markus و Demissie (۲۰۰۶)نقش چهار سیلاب بزرگ سالانه را در حمل رسوب ۲۷ رودخانه کوچک و متوسط در ایلینویز آمریکا بررسی کردند. ملاحظه شد که به‌طور متوسط ۳۲، ۴۹، ۶۱ و ۶۸ درصد از کل رسوب سالانه به‌ترتیب به‌وسیله بزرگ‌ترین سیل، دو سیل بزرگ‌تر، سه سیل بزرگ‌تر و چهار سیل بزرگ‌تر انتقال می‌یابد. Arabkhedri (۲۰۰۹) با تحلیل منحنی تداوم رسوب گرگان‌رود در قزاقلی و حوضه Sg. Pangsun مالزی مشاهده کرد که در یک درصد کل زمان، ۴۵ درصد از رسوب معلق حمل شده است. Gonzalez-Hidalgo و همکاران (۲۰۱۲) با تحلیل بالغ بر ۲/۵ میلیون داده روزانه رسوب ۱۴۸۳ ایستگاه به تفکیک مناطق هیدرولوژیک آمریکا مشاهده کردند که به‌طور متوسط مجموع رسوب ۲۵ روز بیشینه در کل دوره اندازه‌گیری، سهمی بیش از ۵۰ درصد در حمل رسوب دارد. عرب‌خدری و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی سهم دهک‌های احتمال وقوع جریان در حمل رسوب هفت رودخانه در ایران، ملاحظه کردند که بالاترین دهک به تنهایی مسئول انتقال حدود ۸۵-۶۲ درصد از انتقال رسوب است. در نگاهی کلی، عامل انتقال عمده رسوب در هر هفت ایستگاه به دو یا سه دهک بالای جریان مربوط است. به این ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که با تمرکز روی رسوب دبی‌های بالا و به‌طور خاص بالاترین دهک احتمال وقوع جریان، تحلیل روند رسوب با کیفیت بهتری قابل انجام است.

در مجموع می‌توان بیان کرد که فرسایش خاک و تولید رسوب از رویدادهای استثنایی تاثیر می‌پذیرد، بنابراین مقدار متوسط فرسایش خاک یک منطقه تحت تاثیر بارش‌های شدید می‌باشد، با این حال مطالعه این وقایع

در کشور بندرت صورت گرفته است.در این راستا، تحلیل وقایع با فرسایندگی بالا اطلاعات مفیدی در زمینه وضعیت واقعی فرسایش خاک و تولید رسوب منطقه در اختیار قرار می‌دهد. به‌گونه‌ای که برنامه‌ریزی مدیریت حوضه‌های آبخیز بدون شناخت این وقایع دارای کارایی بیشینهی نمی‌باشد. بنابراین در این گزارش فنی به تحلیل واقعه فرساینده ۲۷ و ۲۸ فروردین و مقایسه آن با داده‌های ثبت شده طی ۱۵ سال در پایگاه تحقیقات فرسایش خاک سنگانه کلات پرداخته می‌شود.

۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سنگانه با مساحت حدود ۳۰ هکتار ازنظر مختصات جغرافیایی در محدوده طول‌های "۴۰/۰۷ ´۱۳°۶۰ الی"۵۰/۷۹ ´۱۳°۶۰شرقی و عرض‌های "۸/۸۴ ´۴۱ °۳۶ الی "۳۰/۱۸ ´۴۱ °۳۶ شمالی واقع‌شده است. این حوضه در بخش زاوین و در جنوب غربی شهرستان کلات واقع‌شده و فاصله آن از شهرهای مشهد و کلات به ترتیب ۱۰۰ و ۵۲ کیلومتر است (نور و عرب‌خدری، ۱۴۰۰). روستای سنگانه در جنوب حوضه موردمطالعه قرار دارد. شکل ۱ موقعیت پایگاه تحقیقاتی سنگانه کلات و اجزاء و بخش‌های اصلی تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱ موقعیت پایگاه تحقیقاتی سنگانه در شهرستان کلات، خراسان رضوی و اجزاء اصلی آن

تیپ پوشش‌گیاهی غالب منطقه درمنه - پوا (*Artemisia sieberi – Poabulbosa*) بوده و علاوه بر آن تیپ‌های پوآ- درمنه- کارکس (*Poabulbosa - Artemisia sieberi - Carexstenophylla*) و پوآ- درمنه- سالسولا *Poa) bulbosa –Artemisia sieberi – Salsolaaucheri*) و در بعضی از قسمت‌ها گونه‌های یک‌ساله از قبیل (*Poabulbosa – Carexstenophylla*) تیپ اصلی را تشکیل می‌دهند. درصد پوشش‌گیاهی در قسمت‌های مختلف منطقه بین صفر تا ۸۰ درصد متغیر می‌باشد (رنگ آور، ۱۳۸۲).

با توجه به بررسی‌های صحرایی و نتایج آزمایشگاهی و نیز رژیم رطوبتی و حرارتی، به روش Soil Taxonomy دو رده خاک انتی‌سول و اریدی‌سول در محل شناسایی و تفکیک شدند. تحت گروه‌های تشخیص داده شده از این رده‌ها Lithicxerorthents، Haplicxerorthents و Haplicalciorthids می‌باشند. تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های موجود در این عرصه بدین صورت است که عمق خاک بین ۵ تا بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر متغیر بوده و ساختمان افق سطحی خاک عمدتا گرانولار ریز و خیلی ریز، ضعیف تا

متوسط می‌باشد که گاهاً ساختمان ورقه‌ای نیز مشاهده می‌شود. پایداری خاک در حالت خشک سست و در حالت مرطوب شکننده و در وضعیت خیس چسبنده و شکل‌پذیر می‌باشد. بافت خاک سطحی لوم شنی بوده و دامنه تغییرات آن از لوم شنی تا لوم رسی شنی است (نور، ۱۳۹۹). سنگ‌ریزه خاک سطحی بین صفر تا ۴۰ درصد متغیر می‌باشد. تغییرات اسیدیته بین ۷/۲ تا ۸/۳، هدایت الکتریکی ۱ تا ۸ میلی موس بر سانتیمتر، میزان آهک ۰/۳ تا ۱۰/۴ درصد، مواد آلی ۰/۸ تا ۳/۳ درصد و گچ این اراضی صفر تا ۱۹ درصد می‌باشد (عباسی، ۱۳۹۴).

در این پایگاه تحقیقاتی، شش حوزه آبخیز کوچک به مخازن جمع‌آوری رواناب و رسوب مجهز شدند. حوضه-های مذکور از مساحت‌های کم و متفاوتی برخوردارند. کوچکترین حوزه E2 با ۱۱۹۰ مترمربع و بزرگ‌ترین آن‌ها حوزه E5 با ۱۶۹۱۷ مترمربع می‌باشد. شیب حوضه‌ها متفاوت بوده و مقدار متوسط آن بین ۲۷ درصد (E6) تا ۶۳/۵ درصد (E2) متغیر می‌باشد جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی این حوضه‌ها نشان می‌دهد. لازم به توضیح است حوضه E6 تحت چرای آزاد دام‌ها قرار دارد و پنج حوضه دیگر قرق می‌باشند (نور، ۱۳۹۹). پس از انتخاب نوع سامانه جمع‌آوری رواناب و رسوب (جمع‌آوری کل رواناب و رسوب یک واقعه) و انتخاب ابعاد مخازن و آماده‌سازی محل مخازن بااستفاده از مصالح بنایی نسبت به ساخت آن‌ها اقدام شد. برای جلوگیری از ترک خوردن بستر مخازن با بتن مسلح و دیواره‌ها با آجر و ملات ساخته شد. برای تخلیه رواناب و رسوب مخازن نیز در بستر آن‌ها از لوله‌های گالوانیزه به قطر سه اینچ استفاده شد. هر مخزن خروجی مستقل به خود داشته و در صورت نیاز می‌توان آن‌ها را سریعاً تخلیه کرده و مجدداً مورد استفاده قرار داد. شکل ۲ نمایی از مخازن انتهای یکی از حوضه‌ها را نشان می‌دهد. ابعاد و حجم مخازن احداث شده در انتهای حوضه‌های آبخیز کوچک در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌های شش‌گانه پایگاه تحقیقاتی سنگانه کلات

کد حوضه	مساحت متر مربع	محیط متر	طول آبراهه متر	شیب متوسط حوضه درصد
E1	۴۳۰۸	۲۸۷	۷۹	۴۰
E2	۱۱۹۰	۱۶۲	۴۲	۶۳
E3	۱۴۶۸	۱۹۰	۶۷	۴۷
E4	۱۱۹۹۶	۴۸۲	۱۴۵	۳۱
E5	۱۶۹۱۷	۵۹۲	۱۷۹	۲۹
E6	۱۰۳۹۷	۴۱۲	۷۹	۲۷

شکل ۲ نمایی از حوضه E1 در پایگاه تحقیقات سنگانه کلات

جدول ۲ مشخصات مخازن جمع‌آوری رواناب و رسوب حوزه‌های آبخیز پایگاه سنگانه

کد حوزه آبخیز		E1	E2	E3	E4	E5	E6
تعداد مخازن		۳	۲	۲	۳	۳	۳
ابعاد مخزن (متر)	عمق	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
	عرض	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
	طول	۱/۵	۱/۰	۱/۰	۱/۵	۱/۵	۱/۵
حجم کل مخازن (متر مکعب)		۲/۵۴	۱/۴	۱/۴	۳/۱۵	۳/۱۵	۳/۱۵

۲- تحلیل رسوبدهی حوضه تحقیقاتی سنگانه

میزان رسوبدهی در حوضه‌های آبخیز کوچک واقع در پایگاه تحقیقات سنگانه در جدول ۳ ارائه شده است. هم‌چنین با توجه به تعیین نسبت تحویل رسوب منطقه به‌وسیله نور (۱۳۹۹)، مقدار فرسایش خاک در سطح آبخیزهای مورد مطالعه با استفاده از داده‌های رسوبدهی امکان‌پذیر است (جدول ۳).

جدول ۳ مقایسه فرسایش آبخیزهای شش‌گانه پایگاه تحقیقات سنگانه با مقدار قابل تحمل فرسایش خاک برای اراضی مرتعی

حوضه	رسوب (تن بر هکتار)	متوسط نسبت تحویل رسوب (درصد)	فرسایش (تن در هکتار)	متوسط فرسایش قابل تحمل (تن در هکتار)
E1	۰/۲۰	۵۶/۳۳	۰/۳۵	۰/۵
E2	۱/۷۰		۲/۸۷	۰/۷۵
E3	۰/۶۸		۱/۱۵	۰/۵
E4	۰/۱۶		۰/۲۷	۰/۵
E5	۰/۰۰		۰/۰۰	۱/۰۰
E6	۱/۴۳		۲/۴۲	۰/۵

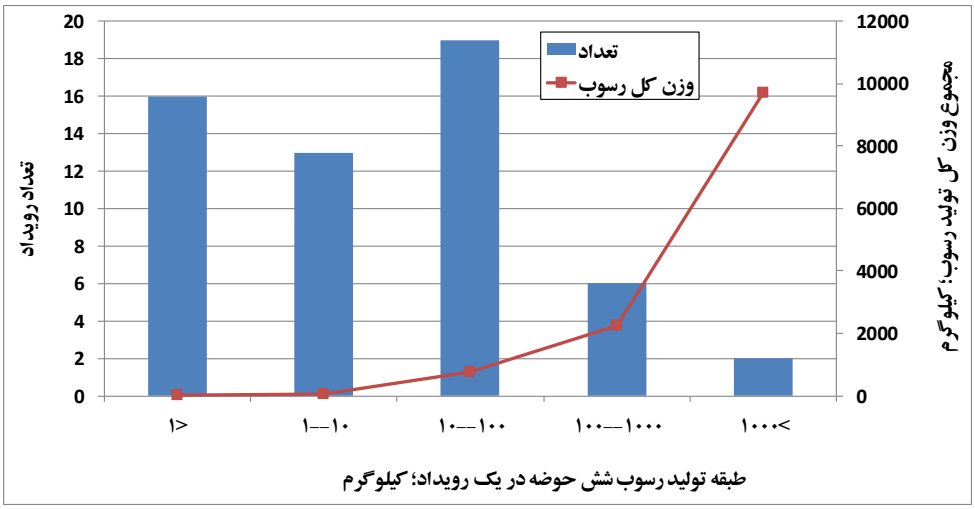
ارزیابی داده‌های ثبت شده در حوضه‌های E1 الی E6 و مقایسه آن‌ها با مقدار قابل تحمل فرسایش خاک برای اراضی مرتعی مناطق خشک پیشنهاد شده به‌وسیله عرب‌خدری (۱۳۹۵) در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس در منطقه قرق شده میزان فرسایش در حوضه‌های E1، E4 و E5 کم‌تر از فرسایش قابل تحمل می‌باشد. با این حال حوضه‌های E2 و E3 دارای فرسایش بالاتر از محدوده قابل تحمل می‌باشد. بررسی وضعیت پوشش گیاهی پایگاه سنگانه نشان می‌دهد علی‌رغم قرق ۲۵ ساله منطقه، برخی از دامنه‌های پرشیب متشکل از شیل‌ها دارای پوشش گیاهی بسیار کمی می‌باشند. به‌عبارتی، قرق منطقه توانسته است که پوشش گیاهی در مناطقی که سابقا دارای پوشش گیاهی بوده‌اند را بهبود دهد. با این حال برخی از دامنه‌ها که عموما دارای فرسایش بالایی نیز هستند طی دوره قرق و به صورت طبیعی افزایش پوشش گیاهی نداشته‌اند. شکل

۳ نشان دهنده یک نمونه از این دامنه‌های بدون پوشش گیاهی در منطقه قرق شده (حوضه E2) می‌باشد. در این مناطق لازم است اقدامات مدیریتی به منظور استقرار اولیه پوشش گیاهی مد نظر داشت. نتایج ارائه شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که مطابق انتظار در منطقه چرای آزاد میزان فرسایش خاک بالاتر از حد قابل تحمل می‌باشد.

شکل ۳ دامنه فاقد پوشش گیاهی در حوضه E2

۳- سهم وقایع بیشینه در تولید رسوب

شکل ۴ سهم تولید رسوب رویدادهای ثبت شده در شش حوضه کوچک تحقیقاتی واقع در پایگاه سنگانه را نشان می‌دهد. داده‌های موجود در پنج طبقه با مقیاس لگاریتمی گروه‌بندی شده‌اند. همان‌گونه که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود به‌طور کلی در طبقات کوچک‌تر، تعداد رویدادها بیش‌تر و در مقابل مقدار کل رسوبدهی کم‌تر است به‌طوری که مجموع رسوب دو رویداد در طبقه بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم بسیار بالاتر از بقیه رویدادهای دیگر است.



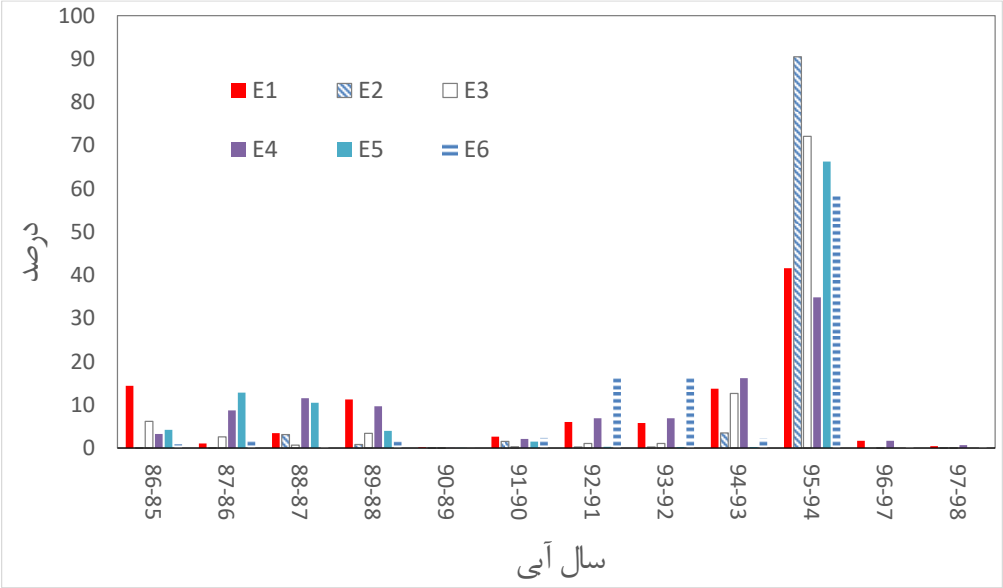
شکل ۴تعداد رویداد و مجموع رسوب به تفکیک طبقات تولید رسوب در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه

جدول ۴ تعداد رویداد ثبت شده در این پایگاه تحقیقاتی را به تفکیک سال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که تعداد رویدادهای رخ داده در آبخیزهای مجاور بسیار کوچک با مساحت کوچک‌تر از ۲ هکتار یکسان نیست. مثلاً در سال آبی ۸۸-۸۷ در حوضه E1، ۱۱ رویداد منجر به تولید رسوب ثبت شده است. در حالی‌که، در حوضه E3، تعداد رویداد کم‌تر از نصف آن است.

جدول ۴تعداد رویداد و مجموع رسوب ثبت شده به تفکیک سال آبی در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه

سال آبی	تعداد رویداد منجر به تولید رسوب						
	شش حوضه	E1	E2	E3	E4	E5	E6
۸۶-۸۵	۱۱	۱۰	۵	۵	۸	۷	۸
۸۷-۸۶	۴	۴	۲	۳	۴	۳	۴
۸۸-۸۷	۱۱	۱۱	۴	۵	۱۱	۸	۹
۸۹-۸۸	۹	۹	۸	۸	۰	۶	۹
۹۰-۸۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۹۱-۹۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰
۹۲-۹۱	۵	۵	۴	۳	۴	۴	۵
۹۳-۹۲	۳	۱	۱	۱	۲	۱	۳
۹۴-۹۳	۷	۷	۳	۳	۶	۴	۷
۹۵-۹۴	۴	۴	۲	۳	۴	۱	۴
۹۷-۹۶	۵	۵	۰	۳	۵	۰	۵
۹۸-۹۷	۴	۴	۲	۱	۴	۰	۴

شکل ۵ سهم مجموع رسوب در این ایستگاه تحقیقاتی را به تفکیک سال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که رسوب سال آبی ۹۵-۱۳۹۴ در حوضه‌های E2، E3، E5 و E6 به‌تنهایی بیش از مجموع بقیه سال‌ها است. در حالی‌که، در E1 و E4، به‌رغم حمل رسوب قابل توجه، مقدار آن از مجموع سال‌های دیگر کم‌تر است. این موضوع نشانه تغییرات عوامل زمینی در تغییرات زمانی رسوب می‌باشد.



شکل ۵سهم سال های اندازه‌گیری از کل رسوب در حوضه‌های تحقیقاتی سنگانه

جدول ۵ نقش رویدادهای مهم را از زوایای مختلف در حوضه سنگانه نشان می‌دهد. در ردیف اول ملاحظه می‌شود، که سهم رسوب یک رویداد به تنهایی ۳۱ تا ۹۱ درصد از ۵۶ رویداد ثبت شده در ۱۰ سال است. در هر ۶ حوضه، یک تا دو رویداد باعث انتقال بیش از ۵۰ درصد و یک تا شش رویداد باعث انتقال بیش از ۸۰ درصد رسوب بوده‌اند. اگر رویدادهای با سهم بیش از ۵ درصد از انتقال رسوب، رویداد موثر نامیده شود، ملاحظه می‌شود که از ۵۶ رویداد ثبت شده در کل منطقه، ۴ رویداد موثر هستند. در جدول ۶ نیز مشخصات بارش ۴ واقعه بیشینه در پایگاه تحقیقات سنگانه را نشان می‌دهد.

جدول ۵اهمیت رویدادهای مهم در انتقال رسوب حوضه‌های کوچک در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه

ویژگی	۶ حوضه	جمع ۶ حوضه
سهم بزرگ‌ترین رویداد	درصد ۳۱-۹۱	۵۷
تعداد رویدادها با مجموع سهم بیش از ۵۰ درصد	یک تا دو رویداد	۱
تعداد رویدادها با مجموع سهم بیش از ۸۰ درصد	یک تا شش رویداد	۴
تعداد رویدادها با سهم بیش از ۵ درصد	یک تا پنج رویداد	۴

جدول ۶مشخصات بارندگی واقعه‌های موثر در پایگاه سنگانه

تاریخ	مقدار بارش (میلی‌متر)	تداوم	شدت متوسط (میلی‌متر در ساعت)	مجموع بارش ۵ روز قبل (میلی‌متر)	سهم در تولید رسوب کل (درصد)	توضیحات
۱۳۸۷/۰۲/۱۷	۶	۱۲ دقیقه	۳۰	نداشته است	۶/۲	-
۱۳۹۳/۰۲/۲۴	۱۰	۱۳ ساعت	حدود ۱		۱۲/۱	طی ۱۱ دقیقه ۷/۸ میلی‌متر بارش باریده است (شدت ۴۲/۵ میلی‌متر در ساعت)
۱۳۹۴/۲/۱۷	۱۷/۲	۱۲ ساعت	حدود ۱/۵	۷	۶/۸	طی ۱۹ دقیقه ۱۳/۲ میلی‌متر بارش باریده است (شدت ۴۲ میلی‌متر در ساعت)
۱۳۹۵/۰۱/۲۸	۲۴/۴	۳/۵ ساعت	۷	۱۴/۲	۵۵/۶	-

۴- واقعه فرساینده ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵

در صبح روز ۲۸ فروردین ماه، قرقبان پایگاه تحقیقات فرسایش خاک سنگانه کلات، وقوع یک فرسایش شدید در منطقه را گزارش می‌دهد. شدت فرسایش بقدری بود که تمام مخازن کرت‌های فرسایشی و هم‌چنین مخازن انتهای حوضه‌های کوچک سرریز کرده و در برخی موارد مانند حوضه E2 و E6 پر از رسوب شدند.

شکل ۶ آثار فرسایشی و حجم رسوب جمع شده در انتهای مخازن کرت‌ها و آبخیزهای کوچک را نشان می‌دهد. جدول ۷ نیز مقدار رسوب باقی مانده در مخازن پس از واقعه مذکور را نشان می‌دهد.

شکل ۶ مخازن پر از رسوب (شکل بالا) و رواناب (شکل پایین) در واقعه مورد بررسی

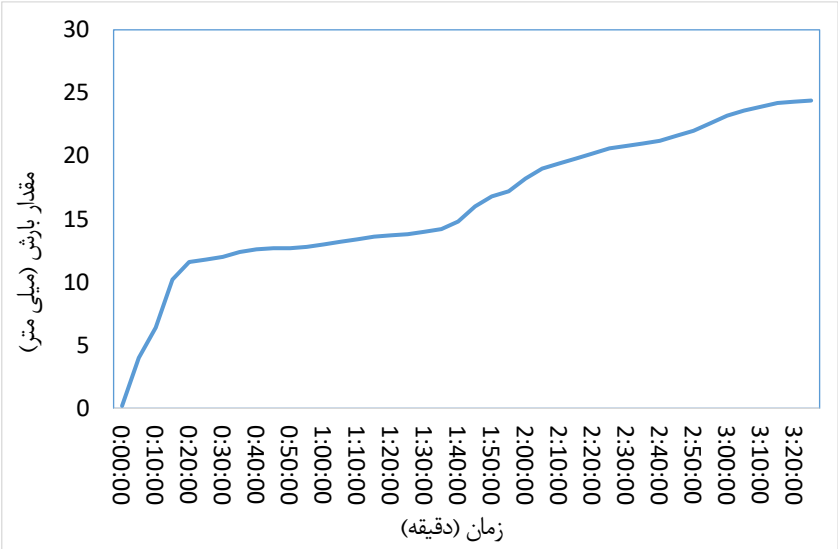
۱-۴- مشخصات بارش ۲۷ و ۲۸ فروردین

بررسی داده‌های باران ثبت شده در این روز نشان می دهد که از ساعت ۱۷ روز ۲۷ فروردین بارش باران در منطقه ثبت شده است. در مدت ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه، ۷/۲ میلی‌متر بارش در منطقه ثبت شد. از این زمان به بعد تا نیمه شب، بارش متوقف شده است. در ادامه از ۴ دقیقه بامداد روز ۲۸ فروردین ماه به مدت ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه، ۲۴/۴ میلی‌متر باران در منطقه ثبت شد که دارای شدت متوسط حدود ۷ میلی‌متر در ساعت است (شکل ۷) . مشخصات این دو بارش در جدول ۸ ارائه شده است. شکل ۸ نیز تغییرات تجمعی بارش در برابر زمان بارندگی ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ را نشان می دهد.

جدول ۷ مقدار رسوب اندازه‌گیری شده در روزهای ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ در حوضه‌های کوچک پایگاه سنگانه

شماره حوضه	کل رسوب (تن)	رسوب ویژه (تن در هکتار)
E1	۰/۳۱	۰/۷۲
E2	۱/۴۷	۱۲/۳۸
E3	۰/۶۷	۴/۵۷
E4	۰/۴۵	۰/۳۸
E5	۰/۰۲	ناچیز
E6	۴/۳۷	۴/۲۱

شکل ۷ تغییرات زمانی بارش ثبت شده در روزهای ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ در پایگاه سنگانه



شکل ۸ نمودار باران‌نگار واقعه ۲۸ فروردین ۱۳۹۵

اگرچه مطابق با جدول ۸ بیشینه شدت ۵ دقیقه‌ای تا بالغ بر ۵۰ میلی‌متر بر ساعت ثبت شده، مقادیر شدت بارش در زمان‌های کوتاه‌تر تا چند برابر بیشتر است. به طوری‌که در برخی موارد شدت‌های بالاتر تا حدود ۱۰۰ میلی‌متر بر ساعت نیز در زمان‌های خیلی کوتاه نظیر یک‌دقیقه مشاهده می‌شود که احتمال بارش تگرگ در نیمه‌شب را تقویت می‌کند. نکته دیگر، وقوع بخش بسیار شدید بارش در ابتدای رگبار است. با وقوع

چنین شدتی، ذرات خاک در اثر قدرت باران کنده شده و به اطراف پاشیده می‌شوند. بخشی از ذرات جدا شده ریز، با مسدود کردن خلل و فرج، ضریب رواناب را بیشتر می‌کند که خود مسئولیت حمل ذرات جدا شده در اثر پاشمان و همچنین ایجاد فرسایش شیاری (شکل ۳) در دامنه‌های لخت را بر عهده دارد.

جدول ۸ مشخصات بارش‌های ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ در پایگاه سنگانه کلات

بیشینه شدت	۲۷ فروردین	۲۸ فروردین
۵ دقیقه	۲۴/۰	۵۰/۴
۱۰ دقیقه	۱۹/۲	۳۴/۸
۲۰ دقیقه	۷/۲	۳۴/۲
۳۰ دقیقه	۵/۲	۲۴/۰

شدت بر حسب میلی متر بر ساعت می باشد.

هم‌چنین بررسی آمار بارش ایستگاه سنگانه در پنجروز قبل نشان می‌دهد که میزان بارش تا روز ۲۷ و ۲۸ فروردین به‌ترتیب ۷ و ۱۴/۲ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس جدول ۹ و با توجه به فصل رشد گیاهان منطقه، در طبقه رطوبتی I قرار می‌گیرد. البته دامنه‌های فاقد پوشش گیاهی به‌دلیل عدم تاثیر فصل رشد در آن‌ها و با توجه به مقدار تجمعی بارش ۱۴/۲ میلی‌متر پیش از ۲۸ فروردین ۱۳۹۵، در طبقه رطوبتی II قرار می‌گیرند. باید توجه داشت که این دامنه‌ها نقش مهمی در فرسایش خاک و رسوبدهی منطقه دارند. همان‌گونه که در بند ۱ اشاره شده در حوضه E2 وE3 به دلیل وجود دامنه‌های فاقد پوشش گیاهی، علی‌رغم قرق ۲۵ ساله، میزان فرسایش خاک از حد مجاز بالاتر است.

جدول ۹ طبقات شرایط رطوبتی خاک در روش SCS (مهدوی، ۱۳۹۵)

طبقه شرایط رطوبتی	فصل رشد (میلی‌متر)	فصل خواب گیاه (میلی‌متر)
I	کم‌تر از ۳۵	کم‌تر از ۱۲/۵
II	۵۲-۳۵/۵	۱۲/۲۷-۵/۵

III	بیش از ۵۲/۵	بیش از ۲۷/۵

با توجه به شرایط بارش‌های به‌وقوع پیوسته در منطقه می‌توان بیان کرد که بارش‌ها تا قبل از تاریخ ۲۷ فروردین ماه بر این واقعه فرساینده اثرزیادی نداشتند. با این حال، بارش عصرگاهی روز ۲۷ فروردین ماه ۱۳۹۵، موجب افزایش رطوبت خاک منطقه، بهم خوردگی و آماده کردن ذرات رسوب برای حمل طی واقعه بعدی شده است.

۵- جمع‌بندی

- مقایسه داده‌های ثبت شده رسوب‌دهی در حوضه‌های E1 الی E6 و مقایسه آن‌ها با مقدار قابل تحمل فرسایش خاک برای اراضی مرتعی مناطق خشک (عرب‌خدری، ۱۳۹۵) نشان داد که در برخی حوضه‌های منطقه قرق شده (حوضه‌های E2 و E3)، نیز فرسایش بالاتر از محدوده قابل تحمل می‌باشد. در دو حوضه کوچک E2 و E3برخی از دامنه‌ها که عموماً دارای فرسایش بالایی نیز هستند طی دوره قرق و به‌صورت طبیعی افزایش پوشش گیاهی نداشته‌اند. در این زمینه Bartley و همکاران (۲۰۱۰) بیان می‌دارد که در دامنه‌هایی با پوشش گیاهی کم‌تر از ده درصد، قرق مرتع اثر کمی بر کاهش فرسایش خاک داشته است. از سوی دیگر مطابق انتظار در منطقه چرای آزاد میزان فرسایش خاک بالاتر از حد قابل تحمل می‌باشد.در این رابطه می‌توان تأثیر چرای دام در افزایش رسوب را به کاهش تراکم پوشش گیاهی در اثر چرای دام و کاهش نفوذپذیری خاک به‌دلیل لگدکوبی خاک به‌وسیله دام‌ها نسبت داد (نور و همکاران، ۱۳۹۹).
- وجود بارش پیشین به میزان ۱۴/۴ میلی‌متر که حدود ۷/۲ میلی‌متر آن در چندساعت قبل از بارش ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ به وقوع پیوسته منجر به مرطوب شدن خاک شده‌است. باید توجه داشت که بارش پیشین نیز یک بارش تقریبا فرساینده در منطقه می باشد. از سوی دیگر شدت بالای بارش در این واقعه همراه با مقدار قابل توجه بارندگی بوده است (۲۴/۴ میلی‌متر). هم‌چنین قرقبان، بارش

همزمان باران و تگرگ را گزارش کرده است. در این حالت از یک سو به دلیل قدرت فرسایندگی باران میزان فرسایش خاک بالا بوده است و از سوی دیگر به‌دلیل فزونی شدت باران نسبت به نفوذ، رواناب بالایی ایجاد شده و مواد فرسایش یافته به خروجی حوضه منتقل شدند. مقدار عامل فرسایندگی این واقعه بارش ۸۳/۶ (MJ mm ha-1 h^{-1}) به‌دست آمد. نور (۱۳۹۹) ۲۴ واقعه بارش در منطقه را تحلیل نمود. در این راستا متوسط عامل فرسایندگی باران ۱۰/۳ (MJ mm ha^{-1} h^{-1}) به‌دست آمد. این نتایج دلالت بر قدرت فرسایندگی بالای این واقعه باران دارد. در این زمینه غلامی و همکاران (۱۳۸۹) و فضلی و همکاران (۱۳۸۹) به نقش مهم فرسایندگی باران در هدررفت خاک از کرت‌های فرسایشی اشاره داشته‌اند.

- میزان فرسایش خاک برای دو واقعه ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ با استفاده از مدل RUSLE برآورد شد (جدول ۱۰). متاسفانه به دلیل عدم اندازه‌گیری فرسایش خاک از کرت‌های فرسایشی مستقر در حوضه‌ها، امکان ارزیابی دقت مدل وجود ندارد. با این حال مقدار فرسایش برآوردی در تمامی حوضه‌ها بیش از یک تن در هکتار و در حوضه E2 و E6 بیش از ۲۰ تن در هکتار می‌باشد.

جدول ۱۰ میزان فرسایش خاک برای دو واقعه ۲۷ و ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ با استفاده از مدل RUSLE

آبخیز کوچک	فرسایش خاک واقعه ۲۷ فروردین (تن در هکتار)	فرسایش خاک واقعه ۲۸ فروردین (تن در هکتار)
E1	۰/۳	۶/۴
E2	۱/۱	۲۹/۷
E3	۰/۴	۱۳/۹
E4	۰/۳	۶/۸
E5	۰/۱	۱/۶
E6	۰/۸	۲۳/۸

- مقدار رسوب ویژه (رسوب واحد سطح) در حوضه‌های مختلف بسیار متفاوت بوده است. به گونه‌ای که کمینه و بیشینه میزان رسوب به‌ترتیب ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار (در حوضه E5) و بیش از ۱۲ تن

در هکتار (درحوضه E2) ثبت شده است. حوضه E5 دارای عمق خاک بین ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر می باشد و هم‌چنین پوشش گیاهی مناسبی دارد. این حوضه بزرگ‌ترین مساحت بین شش حوضه را دارد. مجموع عوامل مذکور باعث شده است که میزان تولید رسوب در این حوضه بسیار کم و ناچیز باشد. لازم به توضیح است که به طور کلی وقایع منجر به تولید رواناب در حوضه E5 بسیار کم می‌باشد. از سوی دیگر حوضه E2 به دلیل وجود دامنه فاقد پوشش گیاهی و مساحت بسیار کم (کوچک‌ترین حوضه) دارای بالاترین مقدار رسوب ویژه طی واقعه مورد بررسی می‌باشد. در این زمینه می‌توان بیان کرد که خصوصیات حوضه شامل عمق خاک (Blanco و Lal، ۲۰۰۸)، وضعیت پوشش گیاهی (فضلی و نور، ۱۳۹۶) و شیب و مساحت حوضه (نور و همکاران، ۱۳۹۷) بر میزان رسوب‌دهی حوضه‌های مختلف در واقعه فرساینده مورد مطالعه اثرگذار بوده‌اند.

- نتایج پژوهش نور (۱۳۹۹) در زمینه نسبت تحویل رسوب منطقه، دلالت بر آن دارد که حدود نیمی از مواد فرسایش یافته در سطح حوضه، خود را به خروجی حوضه آبخیز می‌رسانند و از حوضه خارج می‌شوند. این نتایج در کنار سهم بالای وقایع فرساینده در فرسایش خاک و انتقال رسوب و تفاوت میزان فرسایش واقعه فرساینده از ۱۷۰ کیلوگرم (در حوضه با پوشش گیاهی مناسب) تا بیش از ۱۲ تن در هکتار (در حوضه‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف)، نشان دهنده لزوم کنترل فرسایش خاک در سطح دامنه‌ها می‌باشد. اجرای اقدامات آبخیزداری در آبراهه‌ها به‌تنهایی کارساز نسیت و ممکن است یک واقعه فرساینده منجر به پرشدن مخزن سازه شود.
- همان‌گونه که در ابتدا توضیح داده شده مقادیر ارائه شده در جدول ۶ نسبی می‌باشند. به عبارتی به دلیل پرشدن برخی از مخازن و سرریز آن‌ها امکان برآورد مقدار دقیق تولید رسوب وجود ندارد. بنابراین مطمئنا میزان رسوبدهی به‌وِیژه در دو حوضه E2 و E6 که مخازن پر از رسوب بودند بیش‌تر است. حجم مخازن در این دو حوضه به‌ترتیب ۱/۴ و ۳/۱۵ مترمکعب است. بنابراین طی این واقعه،

تمام ظرفیت مخزن‌ها از رسوب پر شده است (بیشینه مقدار رسوب قابل اندازه‌گیری) و بقیه مواد فرسایش یافته از دسترس خارج شدند. بنابراین با توجه به مساحت ۱۱۹۰ مترمربعی حوضه E2 که تقریبا ۱۲ درصد یک هکتار می باشد، میزان رسوب جمع شده در مخزن برای تبدیل شدن به واحد هکتار در عدد ۸/۴ ضرب شده است. بنابراین مقدار کل رسوب باقی مانده در مخزن برابر ۱/۴۷ تن می‌باشد درحالی که رسوب ویژه حوضه ۱۲/۳۸ تن درهکتار محاسبه شده است. با این حال در حوضه E6 که مساحتی تقریبا برابر یک هکتار دارد (۱۰۴۰۰ مترمربع) همان مقدار رسوب باقی مانده در مخزن به عنوان رسوب ویژه مورد محاسبه قرار گرفت. با توجه به اینکه بدون لحاظ این واقعه بارشی، همواره میزان تولید رسوب در حوضه E6 بالاتر از E2 بوده است. بنابراین بنظر میزان رسوب حوضه E6 بسیار بیشتر از مقدار فعلی بوده و کمینه نزدیک مقدار ثبت شده در حوضه E2 می‌باشد.

- بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق به‌خوبی مشخص می‌شود که در آبخیزهای مناطق خشک و نیمه خشک، فارغ از مساحت، شرایط محیطی و نوع بهره‌برداری از مراتع، بخش عمده‌ای از رسوب تولیدی متعلق به چند واقعه محدود می‌باشد. به‌گونه‌ای که بیش از ۸۰ درصد رسوب تولیدی طی دوره مورد مطالعه ناشی از ۴ رگبار می‌باشد. این نتایج تأکیدی بر اهمیت مقیاس رگبار در مطالعات فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک به‌دلیل خصوصیات بارشی آن‌ها می‌باشد. در این زمینه پژوهش‌های پیشین نیز بر اهمیت مقیاس رگبار در مطالعه فرسایش خاک و سهم بالای وقایع بارش محدود از کل فرسایش خاک و تولید رسوب تأکید داشته‌اند. در این رابطه همسو با یافته‌های تحقیق حاضر، Regues و همکاران (۲۰۰۰) در شمال شرق اسپانیا طی ۳۵۰ رخداد بارندگی نشان دادند که بارش‌ها با شدت زیاد عامل اصلی فرسایش خاک منطقه است به‌طوری‌که حدود ۹۰ درصد از میزان فرسایش خاک به وسیله ۲ درصد از بارش‌ها ایجاد شده است. هم‌چنین Gallart و همکاران (۲۰۰۲) در منطقه نیمه خشک در اسپانیا ملاحظه کردند که ۹۰ درصد رسوب

تولیدی در حوزه آبخیز از طریق ۱۰ درصد وقایع ایجاد شده است. Mathys و همکاران (۲۰۰۵) نیز اعلام کردند که طی دوره مورد مطالعه سه رگبار مسئول بخش عمده‌ای از فرسایش خاک در مارن‌های مورد بررسی در فرانسه بوده است. هم‌چنینLi و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی ۴۰ آبخیز مشاهده کردند که طی پنج واقعه بارش ۵۶ درصد رسوب سالانه منتقل شده است. همچنین Duan و همکاران (۲۰۲۰) سهم شدیدترین واقعه ثبت شد در پلات‌های کوچک (۳ در ۲/۵ متری) در منطقه پرباران Jiangxiبرابر ۴۴ درصد کل هدررفت خاک اندازه گیری شده طی ۲ سال تحقیق، گزارش کردند. در این زمینه عرب‌خدری (۱۳۹۴) بیان می‌دارد که در مناطق معتدل به‌دلیل غلبه رویدادهای معمولی، فرسایش و تولید رسوب بیش‌تر متاثر از رویدادهای متوسط است. حال‌آن‌که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌دلیل اهمیت رویدادهای شدید، فرسایش و تولید رسوب بیش‌تر از رویدادهای بیشینه تاثیر می‌پذیرد.

۶- منابع

- رنگ آور ع. ۱۳۸۲. تحقیق و بررسی در زمینه عوامل فرسایش خاک مراتع استان خراسان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی.
- شهریور، ع.، ح. نور و م. خزایی. ۱۳۹۶. مسائل زیست محیطی فرسایش خاک، انتشارات ارشدان، ۱۶۵ صفحه.
- عباسی، ع.ا. ۱۳۹۴. واسنجی مدل تجربی EPM از طریق بررسی رسوب مخازن بندهای کوچک در شمال شرق ایران، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- عرب‌خدری، م. ۱۳۹۳. مروری بر عوامل موثر بر فرسایش آبی خاک در ایران. مدیریت اراضی، شماره ۱۷، جلد ۱، صفحه ۱۷-۲۶.
- عرب‌خدری، م. ۱۳۹۴. امکان برآورد فرسایش متوسط سالانه درازمدت مبتنی بر اندازه‌گیری فرسایش حاصل از چند رخداد. نشریه ترویج و توسعه آبخیزدار، ، شماره ۱۱، جلد ۳، صفحه ۷-۱۵.

- عرب‌خدری، م. ۱۳۹۵. تدقیق ارقام فرسایش آبی و تعیین مقدار مجاز آن در کشور. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- عرب‌خدری،م.، ک. صدارتی و ا. اسمعلی. ا. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات رسوب معلق در ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. شماره ثبت سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی ۴۴۳۱۰، ۱۰۸ صفحه.
- غلامی، ل.، س.ح.ر. صادقی، ع. خالدی درویشان و ع. تلوری. ۱۳۸۷. مدل‌سازی رسوب ناسی از رگبارها با استفاده از متغیرهای باران و رواناب، مجله علوم و صنایع کشاورزی، ، شماره ۲۲، صفحه ۲۶۳-۲۷۱.
- فضلی، س.، س.ح.ر. صادقی و ع. خالدی درویشان. ۱۳۸۹. مدل‌سازی بارش، روان‌آب و رسوب. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۱۱، جلد ۴، صفحه ۴۱-۴۴.
- فضلی، س.، ح. نور. ۱۳۹۶. شبیه‌سازی و ارزیابی اثرسناریوهای مختلف درصد پوشش گیاهی بر فرسایش خاک. آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۱۱، جلد ۴، صفحه ۵۶۲-۵۷۱.
- مهدوی، م. ۱۳۹۵. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۲ صفحه.
- نور، ح. ۱۳۹۹. ارزیابی تغییرات نسبت تحویل رسوب بر پایه داده‌ها در مقیاس کرت و حوضه کوچک در آبخیز سنگانه، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- نور، ح.، ع. باقریان کلات و ع.ا. عباسی. ۱۳۹۹. ارزیابی تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز کوچک تحت چرای آزاد و قرق، مطالعه موردی: منطقه سنگانه کلات، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، شماره ۱۲، جلد ۲، صفحه ۵۰۳-۵۱۳.
- نور، ح.، س.ح. رجائی، ع. باقریان کلات و ر. صدیق. ۱۳۹۷.ارزیابی تاثیر مقیاس زمانی و مکانی بر رسوبدهی حوضه های کوچک در منطقه سنگانه، مجله ترویج و توسعه آبخیزداری، شماره ۱۶، جلد ۳، صفحه ۳۷-۴۲.
- نور، ح و م. عرب‌خدری. ۱۴۰۰. تاثیرپذیری رواناب و هدررفت خاک اندازه گیری شده از تغییر طول و جهت دامنه تحت بارش های طبیعی در یک منطقه خشک، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، شماره ۱۱، جلد ۲۲، صفحه ۲۵۴-۲۶۲.

- Bartley, R., S.N. Wilkinson, A.A. Hawdon, B.N. Abbott and D.A. Post. 2010. Impacts of improved grazing land management on sediment yields. Part 2: Catchment response. Journal of Hydrology. 389(3): 249-259.
- Arabkhedri, M. 2009. Sampling designs and estimation methods for sediment load prediction in two rivers in Iran and Malaysia. PhD Thesis, University Putra Malaysia. 236
- Blanco, H and R. Lal. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Scienc.
- Duan, J., L. Yao-Jun, Y. Jie, T. Chong-Jun, S. Zhi-Hua. 2020. Role of groundcover management in controlling soil erosion under extreme rainfall in citrus orchards of southern China. Journal of Hydrology, 582: 124290.
- Gallart, F., P. Llorens, J. Latron and D. Regüés. 2002. Hydrological processes and their seasonal controls in a small Mediterranean mountain catchment in the Pyrenees. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. 6(3): 527-537.
- Gonzalez-Hidalgo, J.C. Batalla, R.J. Cerda A. and de Luis, M. 2012. A regional analysis of the effects of largest events on soil erosion. Catena, 95: 85-90.
- Jacobsen, T. 1995. Some aspects of reservoir sedimentation, Workshop on Reservoir Sedimentation Control", Regional Centre on Urban Flood Management, Karaj, Iran.
- Li, H., Z. Ningyuan, W. Sichu, G. Mengning, X. Lizhong, K. Philip and W. Yonghong. 2020. Dual benefits of long-term ecological agricultural engineering: Mitigation of nutrient losses and improvement of soil quality. Science of The Total Environment, 721: 137848.
- Li, Zh., X. Xianli, Z. Jingxuan, X. Chaohao and W. Kelin. 2020. The contributions of the largest erosive events to sediment yields in karst catchments. Water Resources Research, doi.org/10.1029/2019WR025839
- Markus, M. and M. Demissie. 2006. Predictability of annual sediment loads based on flood events. Journal of Hydrologic Engineering, 11(4): 354–361.
- Mathys, N., S, Klotz. M. Esteves, L. Descroix and J.M. Lapetite. 2005. Runoff and erosion in the Black Marls of the French Alps: observations and measurements at the plot scale. Catena. 63(2): 261-281.
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo and K. Sinclair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science. 267(5201): 1117.
- Regues, D., J.C. Balasch, X. Castelltort, M. Soler and F. Gallart. 2000. Relaciones entre lastendencias temporalis de producción y transporte de sedimentos y lascondicionesclimáticas, enunapequeñacuenca de montañaMediterránea (Vallcebre, Pirineosorientales). Cuad. Investig. Geogr. 2000; 26: 41–65. [Abstract in English].

Abstract

In arid and semi-arid regions, extremrainfall events play an important role in soil erosion and sediment yield. A severe erosive event took place in the SanganehKalat research watershed, on April 17, 2016. The severity of the rainfall event was such that all runoff tanks at the end of the plots and six small watershed (1200 m2 -17000 m2) were overflowed. Analysis of rainfall data showed that, accompanying high rainfall intensity (up to 100 mm/hour) with rainfall depth of 24.4 mm in 3.5 hours, erosivity factor of 83.6 (MJ mm ha-1 h-1), hail with rain, antecedent rainfall of 7.4 mm the day before and 14.4 mm during 5 days ago, caused severe erosion in the region. This erosive event produced different amounts of sediment yield in six small watersheds, at least 170 kg/ha (watershed E5) and a maximum of more than 12 ton/ha (watershed E2).This behavioral difference in small watersheds indicates the need to control soil erosion at the hill slope. Implementation of watershed management measures in waterways alone is not effective and an erosive event may lead to sediment overflowof small damreservoir. Despite the difference in sediment yield of small watersheds, this event has the highest events in all watersheds and in total, it is responsible for 56% of the total sediment yield in the study area. Therefore, it can be concluded that in the watersheds of arid and semi-arid regions, regardless of the basin size, environmental conditions and rangeland management, most of the sediment yield stems from a few limited events.Such a way that in the six basins, more than 56% and 80% of the sediment yield during the study period is due to one and four events, respectively. These findingsemphasize the importance of event based study in soil erosion studies, especially in arid and semi-arid regions due to their rainfall characteristics. The high participation of extrem events in soil erosion and sediment transport and the difference in the rate of extremevent from 170 kg to more than 12 ton/ha, indicates the need to control soil erosion in is the slope.Implementation of watershed management measures in waterways alone is not effective and an extrem event may lead to the filling of the structural reservoir.

Key Words: Erosive rainfall, Extrem events, Smallwatershed, Sediment yield

Ministry of AgricultureJahad

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

---

Title: Analysis of Erosive Rainfall on April 19, 2016 in Sanganeh Research Watershed

Authors: Hamzeh Noor, Mahmood Arabkhedri

Editor: Saeed Nabipay-Lashkarian

Document Formatting: Akbar Hosseini-Rashid

Publisher: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Circulation: 10 Copies

Date of publication: 2022

This scientific work has been registered with the series number of **60470** at the date of **2021-10-30** in the Agriculture Information and Scientific Documents Center. All rights reserved. No part of this publication may reproduced or translated without the original reference.

Ministry of Agriculture-Jahad

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI)

Technical report:
Analysis of Erosive Rainfall on April 19, 2016 in Sanganeh Research Watershed

Authors:

Hamzeh Noor, Mahmood Arabkhedri

Series Number: 60470

Minstry of Agriculture - Jahad
Agriculture Research, Education and Extention Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Technical Report

Analysis of Erosive Rainfall on April 19, 2016 in Sanganeh Research Watershed

Series Number: 60470
Winter 2021