ارزیابی رسوب‌زایی و تولید رواناب سازندهای آسماری و گچساران در حوضهٔ قلعه گل خرم‌آباد لرستان

بهرام میردریکوند: *دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان*
علیرضا سپه‌وند*: *استادیار، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان*
حسین زینی‌وند: *دانشیار، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۷/۲۲)

چکیده

فرسایش، عامل اصلی هدررفت منابع آب و خاک و بروز خسارت‌های طبیعی است. با توجه به تأثیر ویژگی‌های زمین‌شناسی در فرسایش و تولید رسوب، بررسی فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی حوضه آبخیز برای تعیین اثر سازندها بر رسوب و رواناب خروجی اهمیت زیادی دارد. عوامل زیادی بر فرسایش خاک تأثیر می‌گذارد که درجهٔ فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی یکی از مهم‌ترین عوامل است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی رسوب‌زایی و تولید رواناب سازندهای آسماری و گچساران در حوضهٔ قلعه گل خرم آباد انجام شد. در این تحقیق برای اندازه‌گیری رسوب معلق و جریان سطحی خروجی در طول بارندگی‌های دهم، دوازدهم و بیست و ششم آذرماه و بیست و دوم اسفند ماه ۱۳۹۹، از پلات‌های دو متر مربعی استفاده شد. برای جمع‌آوری رسوب و جریان سطحی، در خروجی پلات نیز مخزنی تعبیه و بعد از اتمام بارندگی، حجم آب و رسوب جمع شده در مخزن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در طول بارندگی‌های مذکور، میانگین حجم آب خروجی از سازندهای آسماری و گچساران به ترتیب ۱/۸۰۲ و ۱/۳۴۵ لیتر و میانگین رسوب خروجی برای این دو سازند به‌ترتیب ۱/۱۳۳ و ۱/۰۴۸ گرم بر لیتر بود. مطابق این نتایج، سازند آسماری در بخش سیل‌خیزی و رسوب‌زایی نسبت به سازند گچساران در منطقهٔ مورد مطالعه حساسیت بیشتری داشت که می‌توان از این نتایج برای اولویت‌بندی سازندهای زمین‌شناسی برای اجرای اقدامات حفاظت آب و خاک در مدیریت حوضه‌های آبخیز استفاده کرد.

واژگان کلیدی: حوضهٔ قلعه‌گل، فرسایش‌پذیری، سازند زمین‌شناسی، سیل‌خیزی، لرستان.

۱ـ مقدمه

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور محسوب می‌شود که تحت‌تأثیر فرسایش، زمینه‌ساز کاهش منابع ارضی و خسارت‌های جانی و مالی فراوان است. با وجود اینکه بیش از پنجاه سال از عمر اجرای پروژه‌های آبخیزداری در کشور می‌گذرد و روز به روز بودجه‌های اختصاص‌یافته به این طرح‌ها افزایش می‌یابد، همچنان روند افزایشی فرسایش خاک، نابودی منابع طبیعی و خسارت‌های سرسام‌آور و بسیار دردناک ناشی از آن ادامه دارد که ضعف در عملکرد و شکست

* نویسندهٔ مسئول: Sepahvand.a@lu.ac.ir

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

طرح‌های حفاظت از منابع طبیعی را نشان می‌دهد (Ghaffari et al, 2017). فرسایش خاک به کاهش عمق خاک، محتوای مواد آلی آن، خارج شدن عناصر معدنی مورد نیاز گیاهان و کاهش ظرفیت ذخیرهٔ آب در خاک منجر می‌شود که مهم‌ترین نتیجهٔ آنها، کاهش تولیدات کشاورزی است. تلفات آب و عناصر غذایی در زمین‌هایی رخ می‌دهد که عمق خاک در اثر فرسایش کاهش می‌یابد، ولی نتایج این تخریب در کوتاه مدت از دید کاربران پنهان می‌ماند (Warren et al, 2005). مسئله فرسایش و رسوب در مناطق خشک و نیمه خشک، مانع بزرگی در راه پیشرفت جوامع انسانی است؛ بنابراین، به نگرانی شدید در مقامات این گونه کشورها منجر می‌شود.

با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور ما در منطقهٔ خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد، میزان فرسایش و تولید رسوب در آن بالاست. عوامل جغرافیایی و عوامل ژئومورفولوژیک در ایجاد رواناب سطحی، فرسایش و تولید رسوب دخالت دارند (Ziaie, 2001). عوامل ژئومورفولوژیک عمدتاً جزء پارامترهای ثابت یک حوضه در نظر گرفته می‌شود. تغییر عوامل محیطی مانند اقلیم، لرزه‌خیزی و پوشش گیاهی، در مقیاس حوضه‌های آبخیز کوچک عموماً کم و ثابت است و این در صورتی است که ویژگی‌های سنگ‌شناسی می‌تواند حتی در حوضه‌های کوچک نیز متغیر باشد (Feiznia and Ahzan, 2009). توان فرسایش یک حوضه آبخیز نتیجهٔ تأثیر فرسایندگی، فرسایش‌پذیری مواد زمین‌شناسی، شیب و کاربری اراضی است. بر این اساس، رواناب یکی از عوامل مهم در بحث فرسایش آبی است (Abdinejad et al, 2012 & Rezaee Banafshe and Abedi, 2017). مواد مادری خاک بر ویژگی‌های مؤثر بر فرسایش آن نظیر بافت، کانی‌های رسی، ساختمان، ظرفیت تبادل کاتیونی و تخلخل خاک به ویژه در خاک‌های مناطق خشک و خاک‌های جوان تأثیر زیادی دارد. خاک‌های متفاوت به دلیل اختلاف کانی‌های موجود در ساختار سنگ‌ها و اختلاف مقاومت آنها، مشخصات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی، رده‌بندی و حساسیت متفاوتی نسبت به فرسایش دارد. علاوه بر این، خصوصیات ذاتی کانی‌های تشکیل‌دهندهٔ سنگ‌ها از عوامل تعیین‌کننده در فرایندهای هوازدگی و فرسایش آنها است و عوامل ثانویهٔ محیطی مانند اقلیم نیز در تعیین نوع ویژگی‌های رسوبات ناشی از هوازدگی و فرسایش مؤثر می‌باشد (Feiznia, 1995 & Boul et al, 2003 & Ghane fard Jahromi et al, 2012). انواع سازندهای زمین‌شناسی براساس تفاوت بافت، ترکیب و مقاومت، در برابر فرسایش و توانایی تولید رسوب حساسیت متفاوتی دارد. یکی از عوامل مؤثر بر رسوب‌زایی حوضه آبخیز، جنس سازندهای موجود در منطقه است؛ به گونه‌ای که سازندهای حساس به فرسایش در مقایسه با سازندهای سخت و مقاوم، توان رسوب‌دهی بیشتری دارد (Jahan Bakhshi, 2014 & Habibi and Peyrovan, 2019). به طور کلی در بررسی‌های مربوط به فرسایش خاک و حفاظت آن، ویژگی‌های زمین‌شناسی و لیتولوژیکی با توجه به تأثیرات آنها در فرسایش و تولید رسوب اهمیت خاصی دارد. فرسایش و تولید رسوب به عوامل بی‌شماری بستگی دارد که فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی از مهم‌ترین این عوامل است (Fathizad et al, 2016). یکی از مشکلات موجود در اجرای طرح‌های حفاظت خاک و کنترل فرسایش، رسوب خروجی بخشی از حوضه است که سازندهای حساس به فرسایش دارد؛ از این رو، شناخت حساسیت سازندها و نهشته‌ها در امر حفاظت خاک و کنترل فرسایش ضروری است (Makki et al, 2016 & Asgari et al, 2018). در نتیجه، بررسی مقاومت واحدهای سنگی نسبت به فرسایش در مطالعات فرسایش و رسوب اهمیت زیادی دارد.

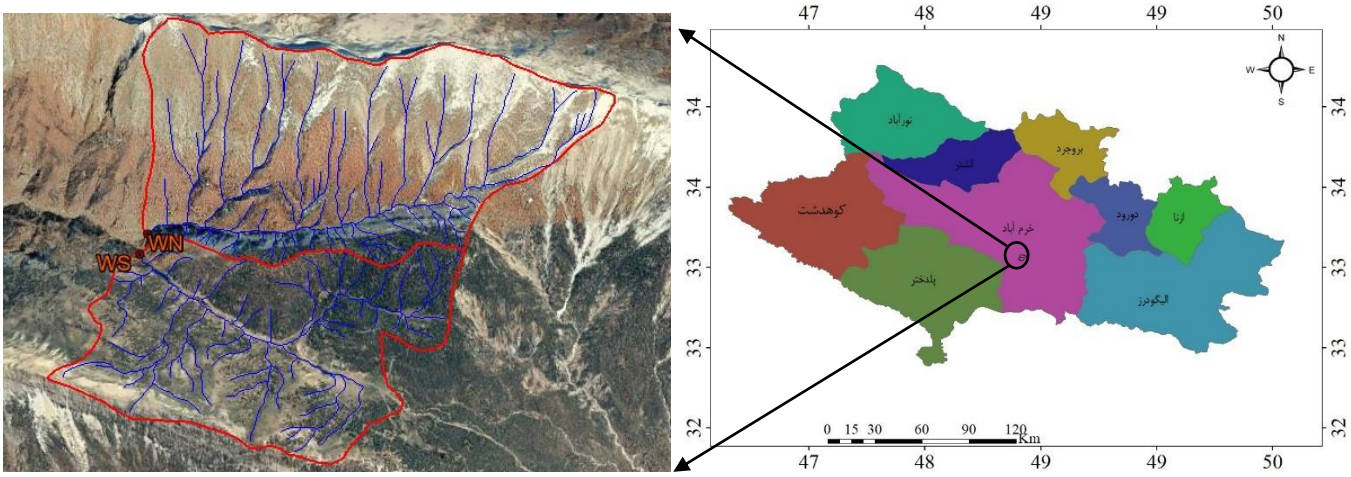
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

در این زمینه تحقیقاتی در داخل و خارج کشور انجام شده که در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره می‌شود. Nohehgar و همکاران (2017) با هدف تعیین سهم سازندهای مختلف در فرسایش و رسوب، تحقیقی را با استفاده از مدل ترکیبی هوگس در حوضه آبریز تنگ‌بستانک شیراز انجام دادند. یافته‌های آنان نشان داد که بیشترین سهم منابع تولید رسوب به ترتیب مربوط به سازندهای آسماری و کواترنر معادل ۸۴/۵۱ و ۵/۳۷ درصد بود و سازندهای پابده‌گورپی و بختیاری کمترین اهمیت نسبی را داشت. Asgari و همکاران (2018) نیز با استفاده از شبیه‌ساز باران، به بررسی تأثیر سازندهای مختلف زمین‌شناسی حوضه آبریز قره‌شیران اردبیل بر تولید رواناب و رسوب پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که رابطهٔ بین متغیرهای رواناب و رسوب در سازندهای مختلف از نوع معکوس و کاهشی، و رابطهٔ بین آستانهٔ شروع رواناب با مقدار رواناب معکوس بود و بین آستانهٔ شروع رواناب با غلظت رسوب نیز رابطهٔ مستقیم و افزایشی وجود داشت. Aksoy و همکاران (2017) با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران و فلوم فرسایش، به بررسی بارش، رواناب و رسوب پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که شیب عامل مهمی در انتقال رسوب از فلوم است. Lmeida و همکاران (2021)، به بررسی تأثیر شدت و مدت بارندگی بر میزان رواناب و رسوب در سروپدیکا شهر ریودوژانیرو پرداختند. در این تحقیق برای ارزیابی عملکرد رسوب و میزان رواناب تحت‌تأثیر الگوهای مختلف بارندگی از نظر شدت و مدت، ۲۵ رویداد بارندگی در کرت‌های رواناب در مقیاس میکرو در خاک پوشیده شده با کاه ذرت بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین رسوب تولیدی در بیشترین شدت بارندگی ایجاد شد و زمان شروع رواناب بین ۱۴ تا ۱۹/۲ دقیقه متغیر بود؛ با این حال، شدت و مدت بارندگی با همان فرسایش، میزان و زمان رواناب را تغییر داد و در بارندگی با شدت ثابت و زمان ثابت، میزان فرسایش به مدت بارندگی اعمال شده بستگی داشت. Chen و همکاران (2022) به بررسی و مدل‌سازی اثرات شیب و توپوگرافی بر تولید رسوب و رواناب خاک‌های شنی پرداختند. در این تحقیق، شدت بارندگی به صورت ثابت و برابر ۱/۵ میلی‌متر بر دقیقه در مدت شصت دقیقه ایجاد شد. در این تحقیق اثر چهار کلاس شیب ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ و اثر توپوگرافی بر تولید رواناب و رسوب بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر شیب بر تولید رواناب و رسوب نسبت به توپوگرافی معنی‌دار بود، ولی در کل اثر توپوگرافی بر تولید رواناب و رسوب بیش از شیب بود. با بررسی تحقیقات گذشته مشخص شد که اکثر تحقیقات، در شرایط آزمایشگاهی و روی یک نوع سازند انجام شد؛ بنابراین، ضروری است تحقیقاتی در شرایط واقعی خاک سطحی سازندهای حوضه آبخیز انجام شود. بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده و در جهت تکمیل نتایج تحقیقات گذشته، هدف از این تحقیق بررسی فرسایش‌پذیری سازندهای آسماری و گچساران در حوضهٔ قلعه‌گل استان لرستان است.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

زیر حوضه‌های مورد مطالعه بخشی از حوضهٔ قلعه گل در استان لرستان است. حوضهٔ قلعه گل با مختصات جغرافیایی "۲ ´۲۱ °۴۸ تا "۱ ´۳۳ °۴۸ طول شرقی و "۴۳ ´۱۵ °۳۳ تا "۱۵ ´۲۱ °۳۳ عرض شمالی در بخش مرکزی استان لرستان واقع شده‌است (شکل ۱). زیر حوضه‌های مورد مطالعه به نام‌های شمالی و جنوبی به‌ترتیب با مساحت ۵۷۴ و ۵۰۲ هکتار در سر شاخه‌های حوضهٔ قلعه‌گل مطابق شکل ۱ مشخص شد.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

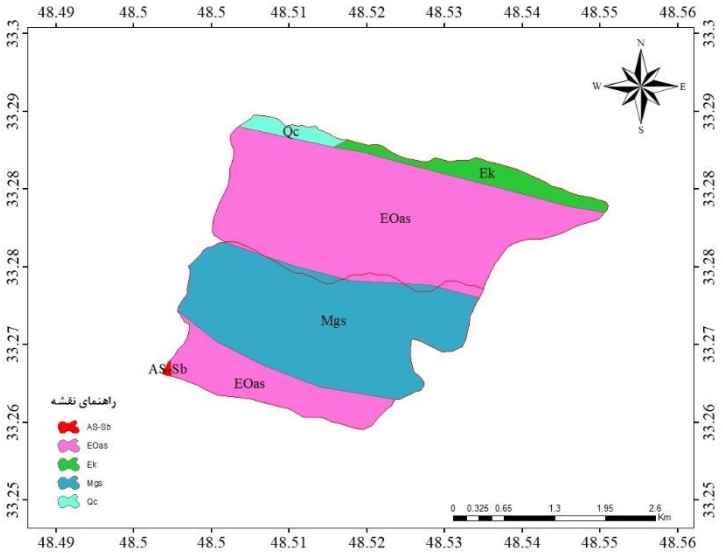


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه در نقشهٔ استان و ایران

۳ـ مواد و روش

در این تحقیق، سازندهای زمین‌شناسی منطقه با استفاده از نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده به وسیلهٔ شرکت ملی نفت ایران تعیین شد (شکل ۲). همچنین در این تحقیق، دو سازند آسماری و گچساران برای بررسی میزان رسوب‌زایی مطالعه شد. خصوصیات سنگ‌شناسی این سازندها در جدول ۱ ذکر شده‌است. در ادامه بعد از تعیین محل استقرار پلات‌ها در هر سازند زمین‌شناسی، برای اندازه‌گیری رسوب و جریان خروجی هر سازند از پلات‌هایی با ابعاد دو در یک متر استفاده شد که با توجه به تیمار مورد نظر، امکان جمع‌آوری رواناب، رسوب و ایجاد تکرارهای مناسب و متناسب با شیب غالب سازند و با سه تکرار نصب شد. نصب پلات‌ها با استفاده از ورقه‌های پلاستیکی به عرض سی سانتی‌متر (بیست سانتی‌متر در روی زمین و ده سانتی‌متر در داخل زمین) و از طریق ایجاد شکاف و جای‌گذاری بخشی از آنها در عمق زمین، سپس محکم‌سازی آنها در سطح زمین به‌وسیلهٔ میله صورت گرفت. در انتهای پلات‌ها نیز مخازن جمع‌آوری کننده با ظرفیت مناسب نصب شد (شکل ۳). بعد از هر رگبار با میزان بارش ۵۵، ۴۱/۵، ۴۵ و ۴۹ میلی‌متر به‌ترتیب در روزهای ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، ۱۳۹۹/۰۹/۱۲، ۱۳۹۹/۰۹/۲۶ و ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ با مراجعه به منطقهٔ مورد مطالعه و محل استقرار پلات‌ها در هر سازند انجام شد، سپس عدد تراز آب درون مخزن جمع‌آوری‌کنندهٔ میزان رواناب سطح در هر پلات ــ که معادل حجم رواناب بر حسب لیتر است ــ قرائت و مشخص شد. از هر مخزن جمع‌آوری کنندهٔ رواناب نصب شده در انتهای پلات‌ها، ظرفی یک لیتری پس از مخلوط آب و رسوب برای آنالیز رسوبات گرفته شد.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]



شکل ۲: نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه

جدول ۱: خصوصیات سازندهای زمین‌شناسی مورد بررسی

سازند زمین‌شناسی	علامت روی نقشه	مساحت به هکتار	درصد مساحت هر سازند در هر زیرحوضه		خصوصیات سنگ‌شناسی
			WN	WS	
آسماری شهبازان	AS-SB	۱/۱۵	۰	۰/۲۳	
آسماری	EOas	۶۱۹/۸۸	۸۸/۹	۲۵/۲۲	آهک توده‌ای سفید رنگ
کشکان	EK	۵۴/۵۵	۹/۵	۰	کنگلومرا، ماسه سنگ مارن قرمز
گچساران	Mgs	۳۸۲/۴۹	۱/۳۷	۷۴/۵۵	مارن قرمز گچ‌دار
کواترنر	Qc	۱۸/۶۵	۳/۲۵	۰	کنگلومرا با برون‌زدگی همان محل



شکل ۳: پلات نصب شده در منطقهٔ مورد مطالعه

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

برای اندازه‌گیری غلظت رسوب، از روش تخلیّه[1] آب استفاده شد (Walling et al, 2001 & Noor and Sadeghi, 2012). در این روش، ظرف یک لیتری مخلوط آب و رسوب به مدت ۴۸ ساعت به حالت سکون نگه داشته و آب بالای رسوبات به آرامی تخلیّه شد. بعد از خالی کردن آب اضافی، رسوبات موجود در کف ظرف شسته و از کاغذ صافی عبور داده شد تا رطوبت رسوب به حداقل برسد، سپس در آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدّت ۲۴ ساعت خشک شد (Putjaroon and Pongewn, 1987 & Girmay et al, 2009 & Noor and Sadeghi, 2012 & Mahdavi, 2013 & Ebrahimi et al, 2019 & Yan et al, 2015) (شکل ۴a). با وزن کردن نمونه‌های کاغذ صافی همراه رسوب (شکل ۴b) و کسر وزن آن، وزن رسوب نمونه برحسب گرم در لیتر محاسبه شد (Mahdavi, 2013)، سپس غلظت کل رسوبات در هر رگبار و در مقیاس پلات به دست آمد (Girmay et al, 2009). سپس مقدار کل رسوب، از طریق ضرب حجم کل رواناب در غلظت رسوب برآورد شد (Yan et al, 2015).



شکل ۴a: خشک کردن نمونه‌های کاغذ صافی همراه رسوب توسط دستگاه آون و ۴b: وزن کردن نمونه‌های کاغذ صافی همراه رسوب

در ادامه بر اساس اندازه‌گیری میزان رسوب و رواناب سطح پلات نصب شده در هر سازند زمین‌شناسی و درصد فراوانی سازند مورد نظر در سطح زیرحوضه، سهم هر سازند زمین‌شناسی در تولید میزان رسوب و رواناب خروجی زیرحوضه تعیین شد. علاوه بر این، برای تعیین سهم هر سازند در میزان رسوب و رواناب خروجی هر زیرحوضه، از رسوب خروجی هر زیر حوضه در طول رگبارها نمونه‌برداری شد؛ به این روش که پیش از وقوع بارندگی در منطقه حاضر شدند و با ایجاد کمپ صحرایی از زمان شروع بارندگی تا پایان آن، نمونه‌برداری از بار رسوبی در هر دو زیرحوضه انجام شد. بازهٔ زمانی برای نمونه‌گیری از مواد بار معلق با توجه به تغییر ارتفاع رواناب و تغییر غلظت انتخاب شد. برداشت اطلاعات دبی و رسوب، تا تمام شدن رگبار و رسیدن ارتفاع جریان رودخانه به دبی پایه ادامه یافت. یادآوری این امر لازم است که میزان بارندگی منطقه با نصب یک باران‌سنج اندازه‌گیری شد. در این تحقیق در هر رگبار به فواصل زمانی مشخص و همزمان با اندازه‌گیری دبی جریان، نمونه‌گیری رسوب توسط ظروف دو لیتری و به روش انتگراسیون عمقی (Noor and Sadeghi, 2012 & Mahdavi, 2013 & Ebrahimi et al, 2019 & Edwards and Glysson, 1999) انجام شد و بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، میزان رسوب هر یک از آنها مطابق روش بیان شده برای تعیین رسوبات خروجی از سطح پلات‌ها تعیین شد. ذکر این امر لازم است که در بارش ۱۳۹۹/۰۹/۱۲ در خروجی زیرحوضه‌ها، نمونه‌برداری انجام نشد.

[1] Decantation

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

۴ـ یافته‌ها (نتایج)

جدول ۲، خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک سطحی پلات‌های نصب شده در منطقه را نشان می‌دهد. مطابق نتایج این جدول، خاک پلات‌های نصب شده در سازند آسماری یعنی پلات شماره یک، بافت رسی و پلات‌های شمارهٔ ۲ و ۴ دارای بافت رسی لومی است و بافت خاک پلات‌های نصب شده در سازند گچساران یعنی پلات شمارهٔ ۳، ۵ و۶ به‌ترتیب بافت سیلت لومی، رسی و رسی لومی دارد.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک سطحی پلات‌های نصب شده در منطقه

شمارهٔ پلات	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	B.D gr/cm^3	%رس	%شن	%سیلت	بافت خاک
۱	۳۰-۳۰-۴۸/۵	۵۵-۱۶-۳۳/۸	۱/۳۸	۲۰/۴	۳۷/۶	۴۲	لومی
۲	۳۳-۳۰-۴۸/۸	۴۰-۱۶-۳۳/۸	۱/۷۴	۳۱/۴	۲۶/۶	۴۲	رسی لومی
۳	۲۰-۳۰-۴۸/۲۴	۲۸-۱۶-۳۳/۷	۱/۵۹	۱۹/۴	۲۵/۶	۵۵	سیلتی لومی
۴	۲۷-۳۱-۴۸/۷۹	۳۲-۱۵-۳۳/۷۵	۲/۰۹	۳۰/۴	۳۳/۶	۳۶	رسی لومی
۵	۲۵-۳۰-۴۸/۱	۳۴-۱۵-۳۳/۲	۱/۶۷	۴۴/۴	۴۲/۶	۱۳	رسی
۶	۹-۳۱-۴۸/۲۵	۷-۱۶-۳۳/۸	۲/۷۷	۳۵/۴	۳۱/۶	۳۳	رسی لومی

در جدول ۳، برخی از خصوصیات آماری محاسبه شده برای پارامترهای مورد اندازه‌گیری در سازندهای زمین‌شناسی آسماری و گچساران نشان داده شده‌است. مطابق نتایج این جدول، میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل حجم جریان در سازند آسماری به‌ترتیب برابر با ۱/۸۰۲، ۱/۱۰۴، ۳/۳۹۳ و ۰/۸۳۶ لیتر بر ثانیه و در سازند گچساران به‌ترتیب برابر با ۱/۳۴۵، ۰/۸۴۲، ۲/۵۹ و ۰/۸۲۸ لیتر بر ثانیه است. از طرفی میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل غلظت رسوب معلق در سازند آسماری به‌ترتیب برابر با ۱/۱۳۳، ۰/۹۳۴، ۲/۵۳ و ۰/۵۹۳ گرم بر لیتر و در سازند گچساران به ترتیب برابر با ۱/۰۴۸، ۱/۲۷۹، ۲/۹۴۹ و ۰/۱۷ گرم بر لیتر است. همچنین میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل رسوب معلق کل در سازند آسماری به‌ترتیب برابر با ۳/۰۸۳، ۴/۱۲۹، ۹/۲۶۱ و ۰/۷۰۹ گرم و در سازند گچساران به‌ترتیب برابر با ۲/۲۲۷، ۳/۷۶۳، ۷/۸۶۷ و ۰/۱۴۲ گرم است.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

جدول ۳: خصوصیات آماری متغییرهای اندازه‌گیری شدهٔ هر سازند زمین‌شناسی

پارامتر	سازند زمین شناسی	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
حجم جریان	آسماری	۱/۸۰۲	۱/۱۰۴	۳/۳۹۳	۰/۸۳۶
	گچساران	۱/۳۴۵	۰/۸۴۲	۲/۵۹	۰/۸۲۸
	مجموع	۱/۵۷۳	۰/۹۴۱	۳/۳۹۳	۰/۸۲۸
رسوب بر حسب گرم بر لیتر	آسماری	۱/۱۳۳	۰/۹۳۴	۲/۵۳	۰/۵۹۳
	گچساران	۱/۰۴۸	۱/۲۷۹	۲/۹۴۹	۰/۱۷
	مجموع	۱/۰۹۱	۱/۰۳۸	۲/۹۴۹	۰/۱۷
رسوب کل بر حسب گرم	آسماری	۳/۰۸۳	۴/۱۲۹	۹/۲۶۱	۰/۷۰۹
	گچساران	۲/۲۲۷	۳/۷۶۳	۷/۸۶۷	۰/۱۴۲
	مجموع	۲/۶۵۵	۳/۶۸۶	۹/۲۶۱	۰/۱۴۲

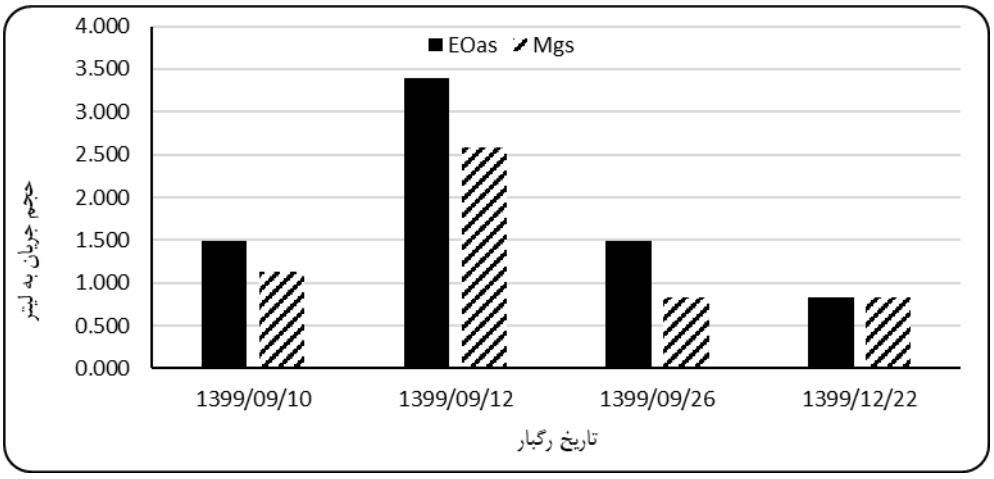
نتایج جدول ۴، ضریب همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه در سازندهای زمین‌شناسی آسماری و گچساران را نشان می‌دهد. مطابق نتایج این جدول مشخص شد که ضریب همبستگی در سازند آسماری بین متغیرهای حجم جریان و رسوب برابر با ۰/۹۲۸ و حجم جریان و رسوب کل برابر با ۰/۹۴۶ است. همچنین ضریب همبستگی در سازند گچساران بین متغیرهای حجم جریان و رسوب برابر با ۰/۹۷۶ و حجم جریان و رسوب کل برابر با ۰/۹۷۹ است.

جدول ۴: ضریب همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه در سازندهای زمین‌شناسی

سازند آسماری				سازند گچساران			
متغیر مورد بررسی	حجم جریان	رسوب بر حسب گرم بر لیتر	رسوب کل بر حسب گرم	متغیر مورد بررسی	حجم جریان	رسوب بر حسب گرم بر لیتر	رسوب کل بر حسب گرم
حجم جریان	۱	۰/۹۲۸	۰/۹۴۵۹	حجم جریان	۱	۰/۹۷۵۷	۰/۹۷۹
رسوب بر حسب گرم بر لیتر	۰/۹۲۸	۱	۰/۹۹۸	رسوب بر حسب گرم بر لیتر	۰/۹۷۵۷	۱	۰/۹۹۰۵
رسوب کل بر حسب گرم	۰/۹۴۵۹	۰/۹۹۸	۱	رسوب کل بر حسب گرم	۰/۹۷۹	۰/۹۹۰۵	۱

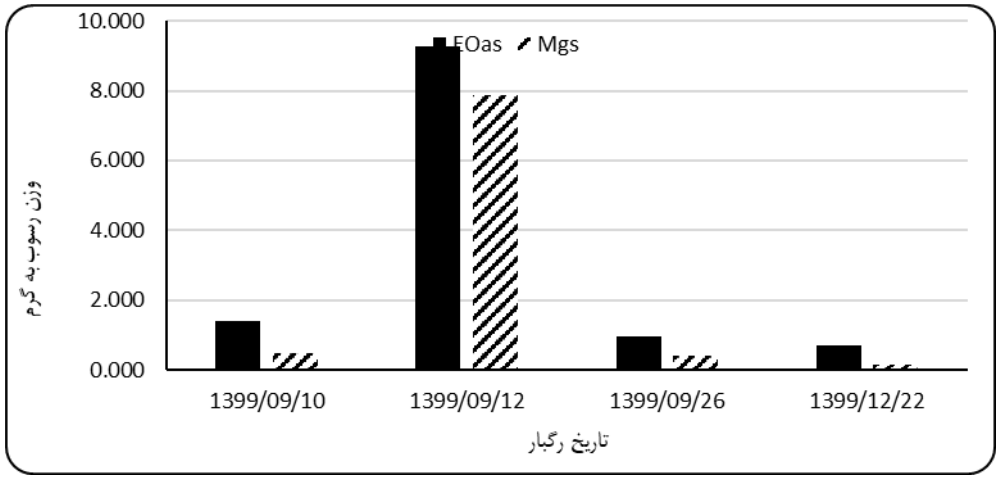
شکل ۵، تغییرات حجم آب خروجی از پلات‌های نصب شده در سازنده‌های آسماری و گچساران را نشان می‌دهد. مطابق نتایج این شکل مشخص شد که در رگبارهای دهم، دوازدهم و بیست و ششم آذرماه ۱۳۹۹، حجم جریان خروجی از سطح پلات‌های نصب شده در سازند آسماری بیش از سازند گچساران است. اما حجم جریان خروجی در رگبار ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ برای هر دو سازند آسماری و گچساران برابر است. همچنین تحلیل آزمون آماری ANOVA نشان داد که اختلاف حجم جریان خروجی از سطح پلات‌های هر دو سازند فاقد معنی‌داری است (جدول ۵).

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]



شکل ۵: تغییرات حجم رواناب خروجی (بر حسب لیتر) در سازندهای مورد بررسی در هر رگبار

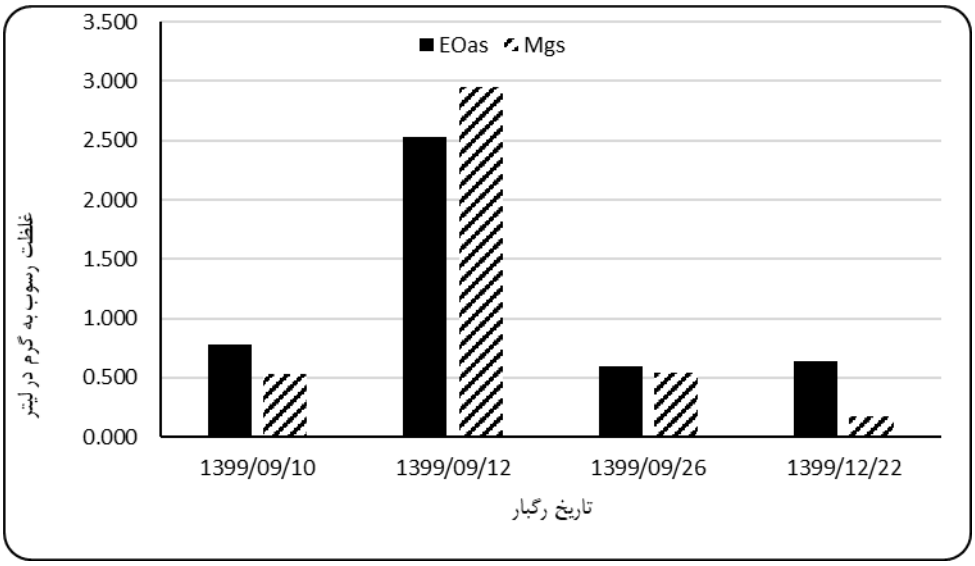
شکل ۶، تغییرات وزن کل رسوب خروجی از پلات‌های نصب شده در سازندهای آسماری و گچساران را در هر رگبار نشان می‌دهد. مطابق نتایج این شکل مشخص شد که در تمام رگبارها، وزن کل رسوب خروجی از سطح پلات-های نصب شده در سازند آسماری بیش از سازند گچساران است. همچنین تحلیل آزمون آماری ANOVA نشان داد که اختلاف وزن کل رسوب خروجی از سطح پلات‌های هر دو سازند فاقد معنی‌داری است (جدول ۵).



شکل ۶: تغییرات وزن کل رسوب خروجی (بر حسب گرم) در سازندهای مورد بررسی در هر رگبار

شکل ۷، تغییرات وزن رسوب خروجی از پلات‌های نصب شده در سازنده‌های آسماری و گچساران را در هر رگبار نشان می‌دهد. مطابق نتایج این شکل مشخص شد که در رگبارهای دهم و بیست و ششم آذرماه و بیست و دوم اسفند ماه ۱۳۹۹، وزن رسوب خروجی از سطح پلات‌های نصب شده در سازند آسماری بیش از سازند گچساران است. اما وزن رسوب خروجی از سطح پلات‌های نصب شده در رگبار ۱۳۹۹/۹/۲۶، در سازند آسماری از سازند گچساران کمتر است. همچنین تحلیل آزمون آماری ANOVA نشان داد که اختلاف غلظت رسوب خروجی بر حسب گرم بر لیتر از سطح پلات‌های هر دو سازند فاقد معنی‌داری است (جدول ۵).

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]



شکل ۷: تغییرات وزن رسوب خروجی هر پلات در سازندهای مورد بررسی در هر رگبار بر حسب گرم بر لیتر

جدول ۵: نتایج آزمون ANOVA بر روی جریان و رسوب خروجی پلات‌های سطح سازندها

ویژگی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Sig.
جریان خروجی	بین گروه‌ها	۱	۰/۴۱۹	۰/۵۳۴ns
	خطا	۶	۰/۹۶۴	
کل رسوب خروجی بر حسب گرم	بین گروه‌ها	۱	۱/۴۶۷	۰/۷۶۹ns
	خطا	۶	۱۵/۶۰۶	
رسوب خروجی بر حسب گرم بر لیتر	بین گروه‌ها	۱	۰/۰۱۵	۰/۹۱۸ns
	خطا	۶	۱/۲۵۴	

نتایج جدول ۶ نشان داد که در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، غلظت رسوب معلق ویژه در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۵۹۲ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۸۱۹ است. همچنین در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۲۶ در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۴۶۹ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۴۲۴ و در بارندگی ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۵۹۲ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۵۷۰ گرم بر لیتر بر کیلومترمربع است. همچنین دبی ویژه در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۰۴۳ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۰۴۸ است. در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۲۶، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۰۳۱ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۰۵۲ و در بارندگی ۱۳۹۹/۱۲/۲۲، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۰/۰۸۹ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۰/۱۲۸ متر مکعب بر ثانیه بر کیلومتر مربع است. علاوه بر این در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، رسوب کل در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۱۰/۲۷ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۱۱/۶۵ است. در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۲۶، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۶/۳۴ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۱۰/۰۵ و در بارندگی ۱۳۹۹/۱۲/۲۲، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۱۵/۰۸ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۱۵/۱۵ تن است. از طرفی حجم کل رواناب در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۴۴۸۷/۵ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۴۳۳۱/۸ است. در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۲۶، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

۴۴۷۴/۷ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۶۲۶۰/۲ و در بارندگی ۱۳۹۹/۱۲/۲۲، در زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۵۸۹۲/۵ و در زیرحوضهٔ جنوبی برابر با ۶۴۳۵/۴ متر مکعب است.

جدول ۶: رواناب و رسوب خروجی زیرحوضه‌ها به تفکیک روزهای بارندگی

زیرحوضه	WN			
تاریخ	غلظت رسوب معلق ویژه ($gr/ Lit/Km^2$)	دبی ویژه ($m^3/s/km^2$)	رسوب کل (تن)	حجم کل رواناب (m^3)
۱۳۹۹/۰۹/۱۰	۰/۵۹۲	۰/۰۴۳	۱۰/۲۷	۴۴۸۷/۵
۱۳۹۹/۰۹/۲۶	۰/۴۶۹	۰/۰۳۱	۶/۳۴	۴۴۷۴/۷
۱۳۹۹/۱۲/۲۲	۰/۵۹۲	۰/۰۸۹	۱۵/۰۸	۵۸۹۲/۵
زیرحوضه	**WS**			
تاریخ	**غلظت رسوب معلق ویژه ($gr/ Lit/Km^2$)**	**دبی ویژه ($m^3/s/km^2$)**	**رسوب کل (تن)**	**حجم کل رواناب (m^3)**
۱۳۹۹/۰۹/۱۰	۰/۸۱۹	۰/۰۴۸	۱۱/۶۵	۴۳۳۱/۸
۱۳۹۹/۰۹/۲۶	۰/۴۲۴	۰/۰۵۲	۱۰/۰۵	۶۲۶۰/۲
۱۳۹۹/۱۲/۲۲	۰/۵۷۰	۰/۱۲۸	۱۵/۱۵	۶۴۳۵/۴

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۱۰، سهم سازند آسماری و گچساران در تولید رسوب به‌ترتیب در خروجی زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۶/۹۹۱ و ۰/۰۳۷ تن و در خروجی زیرحوضهٔ جنوبی به‌ترتیب برابر با ۱/۷۹۶ و ۱/۷۷۰ تن است. در بارندگی ۱۳۹۹/۰۹/۲۶، سهم سازند آسماری و گچساران به‌ترتیب در خروجی زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۴/۶۶ و ۰/۰۳۳ تن و در خروجی زیرحوضهٔ جنوبی به‌ترتیب برابر با ۱/۱۹۷ و ۱/۵۹۳ تن و در بارندگی ۱۳۹۹/۱۲/۲۲، به‌ترتیب در خروجی زیرحوضهٔ شمالی برابر با ۳/۴۹۵ و ۰/۰۱۱ تن و در خروجی زیرحوضهٔ جنوبی به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹۸ و ۰/۵۳۱ تن است.

جدول ۷: سهم هر سازند در تولید رسوب در خروجی زیرحوضه‌ها بر حسب تن

روز نمونه‌برداری	WN		WS	
	سازند آسماری	سازند گچساران	سازند آسماری	سازند گچساران
۱۳۹۹/۰۹/۱۰	۶/۹۹۱	۰/۰۳۷	۱/۷۹۶	۱/۷۷۰
۱۳۹۹/۰۹/۲۶	۴/۶۶	۰/۰۳۳	۱/۱۹۷	۱/۵۹۳
۱۳۹۹/۱۲/۲۲	۳/۴۹۵	۰/۰۱۱	۰/۸۹۸	۰/۵۳۱

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

در تحلیل جریان سطحی و رسوب‌دهی سازندهای منطقه مشخص شد که در رگبارهای دهم، دوازدهم و بیست و ششم آذرماه ۱۳۹۹، حجم جریان خروجی از سطح پلات‌های نصب شده در سازند آسماری بیش از سازند گچساران است

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

که با توجه به خصوصیات فیزیکی خاک این پلات‌ها، با وجود اینکه بافت خاک عموماً در هر دو سازند رسی لومی است، ولی یکی از دلایل بیشتر بودن حجم جریان خروجی را می‌توان به بیشتر بودن رطوبت پیشین سازند آسماری نسبت داد که مطابق آن، رطوبت پیشین سازند آسماری در مقایسه با سازند گچساران حدود شش درصد بیشتر است. علاوه بر این، هر چند بر اساس نتایج آزمایش نمونه‌های خاک، درصد رس در بافت خاک سازند آسماری کمتر است، اما حجم جریان خروجی در رگبار ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ برای هر دو سازند آسماری و گچساران برابر می‌باشد که با توجه به بارندگی چند میلی‌متری روز قبل نمونه‌برداری، رطوبت پیشین این دو سازند نیز تقریباً برابر است.

علاوه بر این، مشخص شد که وزن کل رسوب خروجی از سطح پلات‌های نصب شده در سازند آسماری بیش از سازند گچساران است که این نتیجه با تقسیم‌بندی حساسیت به فرسایش Feiznia (1995) همخوانی ندارد؛ زیرا مطابق تقسیم‌بندی Feiznia (1995) سازند آسماری و گچساران به‌ترتیب در کلاس متوسط و حساس به فرسایش قرار دارد که با نتایج تحقیق مغایر است و دلیل آن را می‌توان به حجم جریان سطحی بیشتر سازند آسماری نسبت داد. علاوه بر این، تحلیل آزمون آماری ANOVA نشان داد که اختلاف حجم جریان خروجی، وزن کل رسوب خروجی و وزن رسوب خروجی از سطح پلات‌های هر دو سازند فاقد معنی‌داری است. در این زمینه Asgari و همکاران (2018) به نتیجه‌ای مشابه رسیدند که در بین سازندهای مختلف زمین‌شناسی از نظر تولید رواناب و رسوب اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در نتیجه، سازندهای مختلف زمین‌شناسی یک حوضه آبخیز تحت‌تأثیر ضریب مقاومت سازندها، سنگ‌ها و خاک سطحی تشکیل دهندهٔ آنها، از نظر تولید رواناب و رسوب رفتارهای متفاوتی از خود بروز می‌دهند. ذکر این امر لازم است که سازندهای آسماری و گچساران، از نوع سازندهای مربوط به دوران سوم یعنی دورهٔ الیگوسن ـ میوسن می‌باشد و رفتار تقریباً مشابهی را از خود نشان می‌دهد؛ در حالی که اختلاف خصوصیات فیزیکی خاک سطحی سازندهای آسماری و گچساران به صورتی است که نمی‌تواند رواناب و رسوب با تغییرات بالا را تولید کند. علاوه بر این، رابطهٔ بین حجم جریان سطحی و رسوب خروجی از پلات‌های نصب شده در سازندهای آسماری و گچساران از نوع مستقیم است؛ به این دلیل که با توجه به شیب سطح پلات‌ها، با افزایش جریان، سرعت آن بیشتر می‌شود و انتقال رسوبات هم به‌طبع افزایش می‌یابد. در این راستا، Nohehga و همکاران (2017) بیان کردند که بیشترین سهم منابع تولید رسوب در حوضه به ترتیب مربوط به سازندهای آسماری است. Sheikh Rabiee و همکاران (2011) اشاره کردند که سازندهای زمین‌شناسی مختلف در حوضه بسته به نوع ترکیب سنگی، نوع فرسایش و شیب می‌توانند رواناب و رسوب مختلفی را تولید کنند. همچنین بایستی تأثیر عواملی مانند شیب، پوشش گیاهی، دما و رطوبت را نیز در این امر مؤثر دانست. در این تحقیق تلاش شد شیب و پوشش گیاهی یکسان باشد. در این زمینه، Habibi و Peyrovan (2019) به این نتیجه رسیدند که عامل شیب از عوامل مهم هدر رفت خاک در واحدهای کاری است. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت در منطقهٔ مورد مطالعه، سازند آسماری برای اجرای عملیات آبخیزداری و کاهش فرسایش و سیل‌خیزی در اولویت قرار دارد. با بررسی نتایج جدول‌های ۶ و ۷ مشخص می‌شود که میزان رسوب از فرسایش سازندهای سطح حوضه‌ها بیشتر و این اختلاف در زیرحوضهٔ جنوبی نسبت به زیرحوضهٔ شمالی بیشتر است. این نتیجه به عواملی نظیر شیب متوسط حوضه، شیب بستر، وجود فرسایش کناری و زمین‌لغزش‌های کوچک کنار آبراهه‌ها اصلی است که شیب متوسط حوضه و شیب بستر حوضه WS از WN بیشتر می‌باشد. با بررسی‌های میدانی مشخص شد که در بیشتر بخش-

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

های آبراهه‌های اصلی، درجهٔ فرسایش کناری شدید است و لغزش‌های بی‌شماری در کنار بستر آبراهه وجود دارد. علاوه بر این به دلیل خشکسالی‌های چند سال اخیر، پوشش گیاهی کناره‌های بستر آبراهه از بین رفته که این مورد هم در تخریب بیشتر بستر و تخریب کناره‌های آبراهه‌ها تأثیرگذار است. Talebi و همکاران (2013) به بررسی توان تولید رسوب‌زایی واحدهای آهک رسی حبله‌رود پرداختند و نتیجه گرفتند که در همهٔ واحدهای سنگ‌شناختی آهک رسی، رسوب‌دهی با افزایش شیب بیشتر می‌شود. Knighton (1980) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که مقدار رسوب در طول رودخانه افزایش می‌یابد و تغییرات مکانی در مقدار رسوب مشاهده می‌شود. علت این افزایش را می‌توان به این صورت بیان کرد که عامل محدودکنندهٔ انتقال رسوب در ابتدای مسیر، فقدان ذرات کافی است؛ اما در طول مسیر، مقدار ذرات وارد شده به رودخانه افزایش می‌یابد و مساحت بیشتری تحت‌تأثیر حرکت آب قرار می‌گیرد. در نتیجه، مقدار رسوب بیشتری نسبت به فرسایش از حوضه خارج می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بررسی رسوب‌زایی سازندها به تنهایی نمی‌تواند بیانگر میزان رسوب خروجی از حوضه‌ها باشد و برای مدیریت حوضه‌ها و کاهش رسوب خروجی از آن، بایستی پوشش گیاهی مرتعی سطح حوضه و کناره‌های آبراهه احیا و از چرای شدید دام جلوگیری شود. همچنین بستر آبراهه با احداث اصولی و درست سازه‌های آبخیزداری مد نظر قرار گیرد.

منابع

1. Abdinejad, P.; Feiznia, S.; Peyrowan, H. R.; Fayazi, F. O. & A. A. TabakhShabani, 2012. Evaluation of runoff production in Marl units of geological formations of Zanjan province using rainfall simulator, *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 5(17), 33-46. (In Persian).
2. Aksoy, H.; Eris, E.; & G. Tayfur, 2017. Empirical sediment transport models based on indoor rainfall simulator and erosion flume experimental data: Empirical sediment transport models, *Land Degradation and Development*, 28(4), 1320-1328.
3. Alizadeh, Z.; Mahmoodzadeh, A.; & H. Nazarnejad, 2020. Evaluation of Erodibility of Formations in the Khangah-Sorkh Watershed (Urmia) Using a Rain Simulator, 33(1(126)), 26-38.
4. Almeida, W. S. D.; Seitz, S.; Oliveira, L. F. C.; & D. F. Carvalho, 2021. Duration and intensity of rainfall events with the same erosivity change sediment yield and runoff rates, *International Soil and Water Conservation Research*, 9(1), 69-75.
5. Asgari, E.; EsmaliOuri, A.; Mostafazadeh, R.; & Gh. Ahmadzadeh, 2018. Spatial variations of runoff, sediment and runoff threshold of Gharehshiran watershed in Ardabil Province, *Journal of the Earth and Space Physics*, 44(3), 697-714. (In Persian).
6. Boul, S. W.; Southard, R. J.; Graham, R. C.; & P. A. McDaniel, 2003. Soil Genesis and Classification, 5nd ed., Iowa State Press., 360 p.
7. Chen, T.; Shu, J.; Han, L.; Tian, G.; Yang, G.; & J. Lv, 2022. Modeling the effects of topography and slope gradient of an artificially formed slope on runoff, sediment yield, water and soil loss of sandy soil, *CATENA*, 212. https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106060.
8. Ebrahimi, M.; Asadi, H.; Sharifi, A.; & E. Ebrahimi, 2019. The Study of Temporal and Spatial Changes of Suspended Sediment Particles' Size Distribution in Pasikhan River in Guilan Province, *Water and soil*, 33(2), 229-243.
9. Edwards, T. K., & G. D. Glysson., (1999). Field Methods for Measurement of fluvial Sediment, USGS Open-file Report 1-97 p.
10. Fathizad, H.; Karimi, H.; & M. Tavakoli, 2016. Role of sensitivity of erosion the geological formations at erosion rate and sediment yield (case study: Sub-basins of Doviraj river, Ilam province), *Journal of Watershed Management Research*, 7(13), 193-208. (In Persian).

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

11. Feiznia, S., 1995. Resistance of stones to erosion in different climates of Iran, *Iranian Journal of natural resources*, 47, 95-116. (In Persian).
12. Feiznia, S.; & K. Ahzan., (2009). Assessing the erosion vulnerability of unconsolidated deposits by the universal equation of water erosion (USLE method) in Damavand Drainage Basin. *Journal of Sediment and Sedimentary Rock*. 2(4), 13-29. (In Persian).
13. Ghaffari, G.; Ahmadi, H.; Bahmani, O.; & A. A. Nazari Samani, 2017. Technical assessment of watershed operating steps in sologan aquifers basin, *Journal of Range and Watershed Management*, 70(1), 169-180.
14. Ghane fard Jahromi, A.; Peyrowan, H. R.; & A. H. Charkhabi, 2012. The rate of runoff and sediment production of erosion-sensitive geological formations in homogeneous work units in Jahrom watershed; observations and measurements in rainfall simulator scale, 16th Symposium of Geological Society of Iran, 4-6 September 2012.
15. Girmay, G.; Sing, B. R.; Nyssenand, j.; & T. Borrosen, 2009. Runoff and sedimentassociated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia, *Journal of Hydrology*, (376), 70-80.
16. Habibi, A.; & H. Peyrovan., (2019). The role of geomorphic parameters on sediment yield semi-arid. *Journal of Geographic Space*. 66(19), 63-75. (In Persian).
17. Jahan Bakhshi, F., 2016. Investigation of sediment production and runoff generation thresholds on different rock formations and rainfall intensities by using rainfall simulator (case study: Shirkooh slopes of Yazd), M.Sc.Thesis in Watershed Management Engineering, Yazd University, 63p, (In Persian).
18. Knighton, D. A., 1980. Longitudinal change in size and sorting of stream bed material in our English river, *Geological Society of America Bulletin*, 91(1), 55-62.
19. Mahdavi, M., 2013. Applied hydrology, University of Tehran Prees, 8 Edition, 441 pp. (In Persian).
20. Makki, S.; Rezaee, P.; & H. R. Peyrowan, 2016. Study of effective factors on water erosion in Marl deposits of Mishan and Aghajary formations in the west of Bandar Abbas, *Quarterly Journal of Environmental Erosion Research*, 6(1), 30-51. (In Persian).
21. Nohegar, A.; Kazemi, M.; Ahmadi, J.; Gholami, H.; & R. Mahdavi, 2017. Using mixed models to determine the contribution of land use and geology formation in erosion and sediment yield: A case study of Tange Bostanak watershed in Fars province, Iran. *Environmental Erosion Researches*, 6(4), 81-103. (In Persian).
22. Nohehgar, A.; Kazemi, M.; Ahamdi, S. J.; Gholami, H.; & R. Mahdavi, 2017. The evaluation of the sediment yield using homogeneous units on land uses and the geological formations (case study: Tange Bostanak watershed), *Hydrogeomorphology*, 3(10), 99-119. (In Persian).
23. Noor, H., & S. H. R. Sadeghi., (2012). Instantaneous Unit Sediment Graph Modeling. *Iran-Water Resources Research*. 7(4), 62-70. (In Persian).
24. Putjaroon, W., & K. Pongewn., (1987). Amount of Runoff and Soil Losess from Various Landuse Sampling Plots in Province, Thailland, in: Proceeding of Forest Hydrology and watershed mamagement August 1987. IAHS-AISH, Publication. 22, 167-198.
25. Rezaee Banafshe, M., & R. Abedi., (2017). Analyzing the relationship between precipitation and sedimentation and sedimentation discharge in Ligvan Chay drainage basin. *Hydrogeomorphology*. 1(4), 57-77. (In Persian).
26. Sheikh Rabiee, M. R.; Feiznia, S.; & H. R. Peirovan, 2011. Investigation of runoff and soil loss in unit works of Hiv watershed basin, comparison on scale of rainfall simulator, *Journal of Geo Science*, 20, 57-62. (In Persian).
27. Talebi, A.; Charkhabi, A. H,; Peyrowan, HR.; Hashemi, AA.; & H. Mosaddegh, 2013. Evaluating Effective Factors in Erosion and Sediment Yield in Marl Lithology by Rain

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

Simulator: (Case study, Hablehroud Basin in Semnan Province), *Journal of Water and Soil Science*, 62(2), 13-23. (In Persian).
28. Walling, D. E.; Collins, A. L.; Sichingabula, H. A.; & G. J. L. Leeks, 2001. Integrated Assessment of Catchment Suspended Sediment Budgets: A Zambian Example, *Land Degradation and Development*, 12, 367-415.
29. Warren, S. D.; Milasova, H.; Hohmann, M. O.; Landsberger, S.; Iskandar, F. Y.; Ruzycki, T.S.; & G. M. Senseman, 2005. Validation of a 3-d Enhancement of the Universal Soil Loss Equation, 12, 387-415.
30. Yan, Q.; Lei, T.; Yuan, C.; Lei, Q.; Yang, X.; Zhang, M.; Su, G., & A. Leping, 2015. Effects of watershed management practices on the relationships among rainfall, runoff, and sediment delivery in the hilly-gully region of the Loess Plateau in China, *Geomorphology*, 228, 735-745.
31. Ziaie, H. A., 2001. Principles of Watershed Management Engineering, University of Imam Reza (AS), 542.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

Evaluation of Sediment and Runoff Yields of Asmari and Gachsaran Formations in Ghaleh Gol Watershed, Khorramabad, Lorestan

Bahram Mir Derikvand: *Ph.D Student in Watershed Science and Engineering, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Lorestan Province, Iran*
Alireza Sepahvand[1]: *Assistant professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Lorestan Province, Iran*
Hossein Zeinivand: *Associate professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Lorestan Province, Iran*

Article History (Received: 2022/04/28 Accepted: 2022/10/14)

Extended abstract

1- Introduction

Erosion is the main cause of wasting water and soil resources and causing natural damage. According to geological characteristics of erosion and sedimentation, it is very important to study the erodibility of the geological formations of the watershed to determine their constructive effects on sediment and runoff. Many factors affect soil erosion and one of the important factors is the erodibility of geological formations. Sediment that moves with water is called suspended sediment load, and the amount of suspended sediment material that passes through a river section in a certain period of time is called suspended load. The suspended sediment load (SSL) of a watershed, which passes through a certain section of the river, depends mainly on the climatic characteristics, the characteristics of the watershed and the capacity of carrying sedimentary materials. The input suspended load is one of the important and influencing factors on the amount of sediment input to reservoirs of dams and lakes. Determining the amount of sediment carried by rivers is important in many aspects. The calculation of suspended load is very important because of various reasons, one of the most important of which is the role of suspended sediment load in the quantitative and qualitative management of surface water resources. Therefore, the distribution and transportation of suspended sediment load (SSL) in rivers have a significant effect on the water resource management, design of hydraulic structures, river morphology, water quality, and aquatic ecosystems.

2- Methodology

The present study was carried out to evaluate sedimentation and runoff production of Asmari and Gachsaran Formations in Ghaleh Gol watershed around Khorramabad city, from Lorestan province, Iran, located between 48° 21 '2" and 48° 33 '1", and between 33° 15 '43" and 33° 21 '15" N with an area of 10.76 km^2. The studied area has a semi-arid climate with a mean annual rainfall of less than 500 mm. This study aimed to measure suspended sediment load (SSL) and surface runoff during the November 30th, December 2th and 16th 2020 and also on the 12th of March 2021; for this purpose two square meter plots were used. A tank was installed at the plot outlet to collect sediment and surface runoff. After the rainfall finished, the volume of water and sediment collected in the tank installed at the end of the plot was measured.

3- Results

The results showed that during the mentioned rainfalls, the average volume of water output from Asmari and Gachsaran Formations were 1.802 and 1.345 liters, respectively; the average output sediment for these two formations were 1.133 and 1.048 g /l, respectively, ant the total output of suspended sediment load (SSL) was 3.083 and 2.227 gr, respectively from Asmari and Gachsaran Formations. Finally, the obtained results suggest that the

[1] Corresponding author, Email: Sepahvand.a@lu.ac.ir

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]

Asmari formation has the highest erodibility. Also, according to the results, the Asmari formation has the highest flooding level in the study area.

4- Discussion & Conclusions

According to the results, considering erodibility and flooding features, Asmari Formation has higher sensitivity compared to Gachsaran Formation in the study area. In fact, the obtained results showed that Asmari formation based on the prioritization of erodibility and flooding has the first rank, which must be prioritized for conducting management operations in the Ghaleh Gol watershed.

Key Words: Ghaleh Gol watershed, Erodibility, Geology formation, Flooding, Lorestan province.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.2.5.9]