اندیشه جغرافیایی
سال دهم، شماره نوزده، پاییز و زمستان ۱۳۹۷
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۱۳۲

Geographic Notion
Vol.۱۹. Autumn and Winter ۲۰۱۸
Zanjan University
No. ۱۳۲

مطالعه تأثیر عامل لیتولوژی بر فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز تنگه ونایی شهرستان بروجرد

لیلا منتصری*[۱]، محمدعلی زنگنه‌اسدی[۲]، ابوالقاسم امیراحمدی[۳]، علی کوشانفر[٤]

چکیده

شناخت و بررسی فرسایش در حوضه‌های آبخیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با انجام مطالعات لیتولوژی و شناسایی پتانسیل فرسایش و تولید رسوب حوضه می‌توان در زمینه حفاظت از منابع طبیعی اقدام کرد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر عامل لیتولوژی بر فرسایش آبی حوضه آبخیز تنگه ونایی شهرستان بروجرد از میان سایر عوامل مؤثر بر فرسایش می‌باشد. به این منظور پس از شناسایی لندفرم‌های ژئومورفیک حاصل از فرآیندهای آبی و سازندهای زمین‌شناسی منطقه، با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهدات میدانی و با استفاده از آزمایش گرانولومتری و روش پسیاک، اقدام به برآورد فرسایش و تولید رسوب حوضه گردید.

گرانولومتری نمونه‌های رسوب حوضه، ماهیت آن‌ها را از نوع رسوبات رودخانه‌ای و جریان‌های شدید سیلابی و حاصل فرسایش آبی با بافت درشت، ناهمگن و زاویه‌دار معرفی کرد. بررسی روش پسیاک بر روی داده‌های حوضه نیز، عامل لیتولوژی را به‌عنوان ششمین عامل تأثیرگذار (۴/۳۷) در فرسایش حوضه مشخص کرد. اولین عامل فرسایش با بیشترین وزن (۱۷/۳۳)، عامل توپوگرافی و آخرین عامل با کمترین وزن (۱/۷۸-)، پوشش گیاهی شناخته شد. پس از تعیین درجه رسوب‌دهی کل حوضه (۵۱/۳۶)، میانگین رسوب‌دهی سالانه کل حوضه ۲۳۳/۹ مترمکعب در کیلومترمربع و میانگین سالانه فرسایش ویژه ۷۴۲/۵ مترمکعب در کیلومترمربع حاصل گردید. بر اساس این نتایج و طبقه‌بندی کیفی فرسایش، حوضه آبخیز تنگه ونایی شهرستان بروجرد در کلاس ۳ فرسایشی (فرسایش متوسط و رسوبدهی کم) قرار می‌گیرد. هم‌چنین مشخص شد که واحد مارن (m^f)، بیشترین رسوبدهی (۱۵۲۸/۸ مترمکعب در کیلومترمربع) و بیشترین فرسایش

[۱] - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، خراسان رضوی.
L.montaseri@gmail.com
[۲] - دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، خراسان رضوی.
[۳] -دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، خراسان رضوی.
[٤] - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، خراسان رضوی.

(۴۸۵۳/۳ مترمکعب در کیلومترمربع) را نسبت به دیگر سازندها دارا می‌باشد که در کلاس فرسایش و رسوبدهی خیلی زیاد قرار می‌گیرد و کمترین رسوبدهی (۸۳/۷ مترمکعب در کیلومترمربع) و فرسایش (۲۶۵/۷ مترمکعب در کیلومترمربع) در واحد ولکانیکی- لاتریتی تریاس (TR^{gr-v}) رخ می‌دهد.

کلید واژه‌ها: لیتولوژی، فرسایش آبی، رسوبدهی، تنگه ونایی، مدل پسیاک.

مقدمه

امروزه کمتر منطقه‌ای را در سطح زمین می‌توان یافت که در معرض تخریب و فرسایش قرار نگرفته باشد (احمدی، ۱۳۹۱: ۱۹۵)؛ لذا یکی از مباحث مهم در حوضه‌های آبخیز، حفاظت از منابع آب و خاک و کنترل فرسایش و رسوب است (شریعت‌جعفری و همکاران، ۱۳۸۵: ۷۰۹). با توجه به مشکلات فرسایش، لازم است که فرسایش‌پذیری سازندهای مختلف و حساسیت آن‌ها به فرسایش را مشخص کرد (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸۲: ۳۴). فرسایش آبی یکی از رایج‌ترین فرسایش‌های حوضه آبخیز است که خسارات سنگینی را در منطقه وارد می‌سازد (اسدی‌نلیوان و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۰). ازجمله عوامل مؤثر در فرسایش آبی، "لیتولوژی" است؛ بدیهی است که با مشخص شدن این پارامتر می‌توان نوع کاربری اراضی و شیوه دسترسی به مدیریت مناسب را تعیین نمود (بیگلرزاده، ۱۳۸۴: ۵). در مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب رایج در کشور مانند PSIAC[۱] و EPM، عامل لیتولوژی از میان عوامل امتیازآور، از اهمیت بسیار ویژه‌ای برخوردار است (پیروان و شریعت‌جعفری، ۱۳۹۲: ۱۹۹).

با توجه به اهمیت مسئله فرسایش و وقوع آن در سراسر جهان، مطالعات زیادی در این مورد انجام گرفته است که از این میان کشورهای کانادا، آمریکا، استرالیا، انگلستان و پاکستان بیش‌ترین تحقیقات را در زمینه حفاظت خاک و فرسایش انجام داده‌اند (مقصودی و حبیبی، ۱۳۸۹: ۱۹). از مدت‌ها قبل دانشمندان علم جغرافیا و زمین‌شناسی به مطالعه رابطه لیتولوژی و فرسایش آبی و رسوبدهی متفاوت سازندهای مختلف زمین‌شناسی پرداخته‌اند. (اولدمن[۲] و همکاران، ۱۹۹۱) فرسایش آبی را به عنوان یک

۱. PSIAC : Pacific Southwest Inter-Agency Committee
۲. Oldman

فرآیند کلیدی مهم در تخریب خاک مناطق مختلف در دنیا مطرح می‌نمایند. (برایان[۱]، ۲۰۰۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان فرسایش‌پذیری خاک و فرآیندهای فرسایش آبی در تپه شیب‌دار در اراضی کانادا با تمرکز بر تحقیقات تجربی بر روی آبراهه و فرسایش بین آبراهه‌ای با مدل‌سازی تصادفی باران شبیه‌سازی شده و تکنیک‌های پیش‌بینی فرسایش خاک در مقیاس‌های زمانی و مکانی مناسب، نشان داد که بسیاری از اجزای فرسایش به شدت تحت تأثیر عوامل آب و هوایی مانند توزیع بارندگی و عمل یخبندان است. (اوانز[۲]، ۲۰۰۵) در مقاله‌ای تحت عنوان نظارت بر فرسایش آبی در دشت انگلستان و ولز، مشاهدات فرسایش آبی در مناطق پست انگلستان و ولز را از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۸ بر پایه چهار طرح بزرگ نظارتی بررسی کرد و نتایج حاکی از افزایش فرسایش در طول ۲۰ سال گذشته بوده است. (ونته[۳] و همکاران، ۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان پیش بینی فرسایش خاک و عملکرد رسوب در مقیاس‌های منطقه‌ای به ارزیابی مدل‌های اندازه‌گیری میزان فرسایش خاک و رسوبدهی پرداخته‌اند. بر این اساس برای حوضه‌های بزرگ، مدل‌های رگرسیون غیرخطی و برای حوضه‌های متوسط، مدل PSIAC، FSM وشاخص رسوب‌دهی کالیبره شد. (نیک‌رو و ثابت‌اقلیدی، ۱۳۸۳) در بررسی روند فرسایش آبی در حوضه رودبال داراب با استفاده از روش پسیاک و محاسبه شدت فرسایش حوضه در هر سازند نشان دادند که سازند زمین‌شناسی و نوع خاک مهمترین عوامل تغییر میزان فرسایش با شرایط یکسان اقلیمی و محیطی می‌باشد. (ثابت‌قدم و همکاران، ۱۳۸۴) در مطالعه رسوب‌دهی و بررسی حساسیت سازندها به فرسایش در حوضه کسیل- نسا با استفاده از عوامل نه‌گانه مدل پسیاک و محاسبه شدت رسوب‌دهی هر زیرحوضه مشخص کردند که اندیس فرسایش، از یک زیرحوضه به زیرحوضه دیگر در یک سازند به دلیل گسل‌خوردگی شدید منطقه، متفاوت است. (شریفی، ۱۳۸۴) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و تعیین میزان فرسایش‌پذیری حوضه‌های آبخیز شمال‌غرب شهرستان دامغان با استفاده از عکس‌های

---

۱. Bryan
۲. Evans
۳. Vente

هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی تعیین نمود که در مجموع بیش‌تر از ۷۰ درصد منطقه با لیتولوژی شیل و ماسه‌سنگ همراه با آهک و مارن و رسوبات آبرفتی عهد حاضر دارای فرسایش‌پذیری بالایی است. (ثروتی و مختومی، ۱۳۸۵) نیز در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی فرسایش نهشته‌های لسی در حوضه آبخیز میدان جیق استان گلستان با استفاده از مدل پسیاک نشان دادند که شرایط خاص زمین‌شناسی، از مهم‌ترین عوامل مؤثر در بیش‌ترین میزان فرسایش این حوضه است. (خاکسار و همکاران، ۱۳۸۵) در مطالعه‌ای در حوضه آبریز مهارلو با استفاده از روش مطالعات صحرایی B.L.M حساسیت سازندهای زمین‌شناسی حوضه به فرسایش را تعیین نمودند. (مقصودی و حبیبی، ۱۳۸۹) در مطالعه‌ای در حوضه آبخیز مریم‌نگار (کرمانشاه) با استفاده از مدل‌های تجربی پسیاک، EPM و فائو، پهنه‌بندی فرسایش خاک و شدت تولید رسوب را مورد ارزیابی قرار دادند و پس از مقایسه نقشه‌ها و اطلاعات مستخرج، مدل پسیاک به‌عنوان مدل بهینه از نظر پهنه‌بندی شدت فرسایش در این حوضه آبخیز انتخاب شد. (علی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵) نیز در مطالعه‌ای در منطقه علاء سمنان با استفاده از روش پسیاک، میزان فرسایش آبی حوضه را برآورد کردند. در این مطالعه،، هدف ارزیابی جایگاه و اهمیت عامل لیتولوژی در مقدار و نحوه فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز تنگه ونایی است.

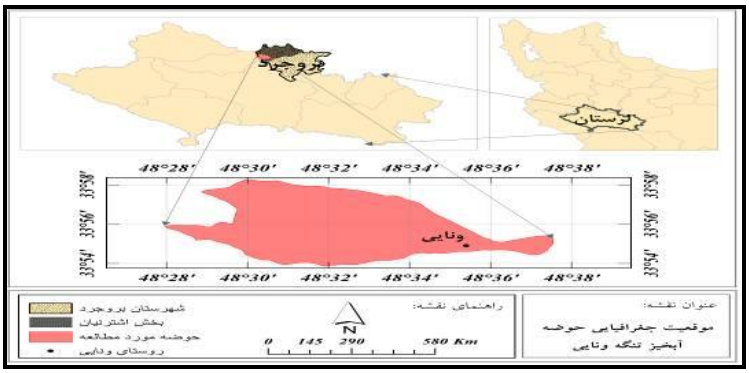
منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز تنگه ونایی دارای مساحتی معادل ۶۲/۷ کیلومتر مربع و بین ´۲۸ °۴۸ تا ´۳۸ °۴۸ طول شرقی و ´۵۳ °۳۳ تا ´۵۸ °۳۳ عرض شمالی در دامنه ارتفاعات کوه گرین از زون زاگرس مرتفع واقع گردیده است. حوضه آبخیز تنگه ونایی، شمالی‌ترین زیرحوضه آبریز رودخانه دز[۱] محسوب می‌شود و نقطه خروجی آن در فاصله ۱۰ کیلومتری از شهر بروجرد قرار دارد. حوضه مورد مطالعه از نظر موقعیت سیاسی متعلق به

---

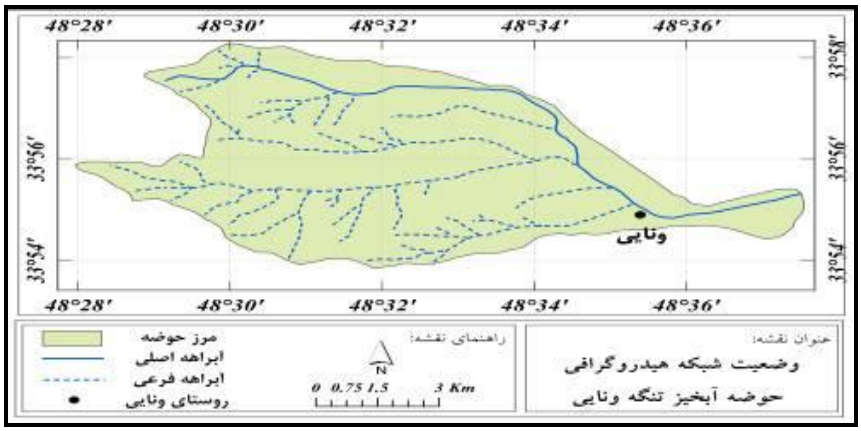
[۱]. طبق تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز ایران، حوضه آبخیز تنگه ونایی جزء محدوده‌های مطالعاتی رودخانه دز از حوضه آبریز کارون بزرگ و نهایتاً حوضه آبریز خلیج‌فارس و دریای عمان، یکی از شش حوضه آبریز اصلی ایران محسوب می‌شود (وزارت نیرو، ۱۳۹۱: ۷).

روستای ونایی از بخش اشترنیان شهرستان بروجرد در استان لرستان در غرب کشور می‌باشد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز تنگه ونایی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

منطقه مورد مطالعه، یک منطقه کوهستانی با متوسط ارتفاع ۲۷۵۰ متر و شیب بیشتر از ۳۰ درصد با جهت عمومی غربی- شرقی است. سطح حوضه بوسیله یک آبراهه اصلی (ونایی) و آبراهه‌های متعدد فرعی زهکشی شده که در مجموع طول آبراهه اصلی ۱۶/۴ کیلومتر و طول کل آبراهه‌های موجود در حوضه ۸۲/۸ کیلومتر می‌باشد (شکل ۲). اقلیم این حوضه مطابق اقلیم‌نمای آمبرژه، در محدوده اقلیم ارتفاعات و کوهستانی قرار می‌گیرد و تحت تأثیر جریان‌های اصلی غربی و مدیترانه‌ای و سامانه پرفشار جنب مداری است. رژیم بارندگی اساساً از نوع مدیترانه‌ای است و در کل این منطقه دارای تابستان‌های خنک و معتدل و زمستان‌های خیلی سرد و پر برف می‌باشد.



شکل ۲: شبکه هیدروگرافی حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

□

مواد و روش‌ها□

در حوضه آبخیز مورد مطالعه، ایستگاه ثبت داده‌های رسوب‌سنجی وجود ندارد؛ بنابراین ناگزیر از روش‌های تجربی مناسب از جمله روش پسیاک در تخمین میزان رسوب و فرسایش منطقه استفاده کردیم. در این رابطه از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی منطقه، تصاویر ماهواره‌ای لندست[۱] در نرم‌افزارGoogle Earth، نمونه‌برداری از مقاطع مختلف و آزمایش گرانولومتری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای Arc GIS و Excell بهره بردیم. در روش پسیاک، نه عامل (سنگ‌شناسی، خاک، آب و هوا، جریان‌های سطحی، پستی و بلندی (توپوگرافی)، پوشش گیاهی، بهره‌برداری از زمین، فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه‌ای) با امتیازبندی جداگانه جهت محاسبه و برآورد فرسایش در نظر گرفته شده است. به‌طوریکه هر کدام از این عوامل از نظر کیفی به سه درجه زیاد، متوسط و کم و از نظر کمی از ۱۰- تا ۲۵+ رتبه‌بندی می‌گردد. عدد به دست آمده از جمع این نه فاکتور را درجه رسوب‌دهی آن زیرحوضه می‌نامند. بر اساس طبقه‌بندی استاندارد فرسایش در روش پسیاک (احمدی،۱۳۹۱: ۵۷۸)، میزان کیفی فرسایش هر حوضه آبخیز به ۵ کلاس فرسایشی تقسیم می‌شود (جدول ۱). طبق این

[۱]. Image Landsat / Copernicus (CNES / Airbus), Imagery Dates: May ۲۸, ۲۰۱٤- Jun ۱٤, ۲۰۱۷; Imagery Dates: Jun ۲۱, ۲۰۱٦- Jun ۱٤, ۲۰۱۷ and Imagery Dates: Jun ۱, ۲۰۱۷- Jun ۱٤, ۲۰۱۷.

جدول مقدار فرسایش از کلاس فرسایشی ۱ تا کلاس فرسایشی ۵ به‌تدریج کاهش می‌یابد.

جدول ۱: طبقه‌بندی فرسایش با روش پسیاک. (احمدی،۱۳۹۱،ص۵۷۸)

کلاس فرسایش	طبقه بندی کیفی فرسایش	حاصل جمع اعداد بدست آمده از ۹ عامل مؤثر در فرسایش (درجه رسوب‌دهی)	حجم رسوب m^3/Km^2	وزن رسوب T/Km^2
۱	خیلی زیاد	۱۰۰<	۱۴۵۰<	۲۵۰۰<
۲	زیاد	۷۵-۱۰۰	۴۵۰-۱۴۵۰	۱۵۰۰-۲۵۰۰
۳	متوسط	۵۰-۷۵	۲۵۰-۴۵۰	۵۰۰-۱۵۰۰
۴	کم	۲۵-۵۰	۹۵-۲۵۰	۲۰۰-۵۰۰
۵	ناچیز	۰-۲۵	<۹۵	<۲۰۰

از این طبقه‌بندی در تعیین کلاس فرسایشی کل حوضه آبخیز و زیر حوضه‌های آن استفاده می‌گردد. هم‌چنین با استفاده از آن می‌توان میزان رسوب تولید شده را تخمین زد. با تعیین درجه رسوب‌دهی هر زیر حوضه، رسوب ویژه (Q_s) یا همان میزان تولید رسوب در واحد سطح آن زیرحوضه تعیین می‌شود. رسوب ویژه (Q_s) از رابطه زیر برآورد می‌گردد:

$$Q_S = ۳۸/۷۷e^{۰/۰۳۵R}$$

Q_S: میزان تولید رسوب به مترمکعب در کیلومترمربع

R : درجه رسوب‌دهی یا مجموع نمرات عوامل نه‌گانه

e : عدد نپری برابر با ۲/۷۱۸

سپس میانگین وزنی هر کدام از عوامل نه‌گانه پسیاک را در کل حوضه محاسبه و درجه رسوبدهی کل حوضه آبخیز را به‌دست می‌آوریم. با توجه به جدول (۱) کلاس فرسایشی حوضه را تعیین و میزان رسوب کل حوضه آبخیز را بر اساس فرمول فوق (Q_s) محاسبه می‌نماییم. نهایتاً با محاسبه نسبت میزان تحویل رسوب کل حوضه[۱] (SDR)

[۱]. Sediment Delivery Ratio

میزان فرسایش ویژه سالانه هر زیرحوضه و کل حوضه آبخیز مورد مطالعه به‌دست می‌آید. میزان فرسایش ویژه حوضه را از رابطه زیر محاسبه نمودیم:

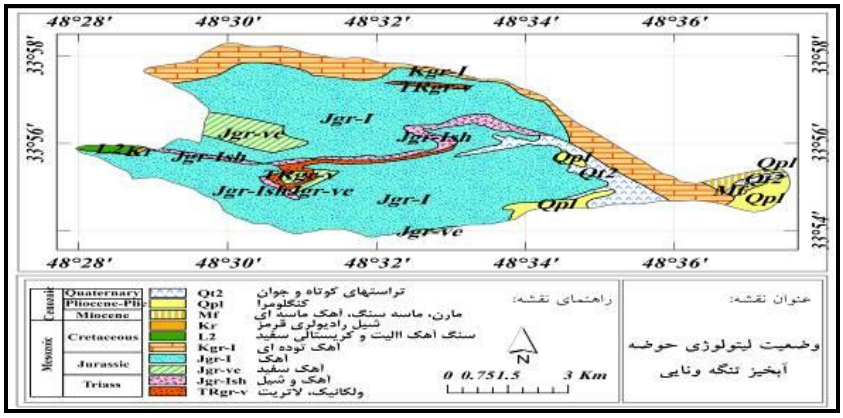
نسبت تحویل رسوب / تولید رسوب = فرسایش ویژه

که در آن مقدار فرسایش ویژه[۱] (E) و تولید رسوب (Q_S) بر حسب مترمکعب در کیلومترمربع می‌باشد.

بحث و نتایج

- ساختمان زمین‌شناسی و لیتولوژی حوضه

حوضه آبخیز مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی جزء زون زاگرس مرتفع با تکتونیک ناآرام و وجود دره‌های تکتونیکی و گسل‌های فراوان است. مطالعات کتابخانه‌ای و تفسیر نقشه‌های زمین‌شناسی و عکس‌های هوایی، وجود ترکیب سنگ‌شناسی و لیتولوژی مختلف را در منطقه نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که در میان و غرب حوضه سنگ‌های سخت و در قسمت‌های خروجی حوضه سازند سست و رسوب‌زا، تپه‌های رسوبی، پادگانه‌های آبرفتی، مارن، ماسه‌سنگ، آهک ماسه‌ای و کنگلومرا دیده می‌شود. هم‌چنین بیش‌ترین وسعت حوضه را آهک‌های دوره ژوراسیک (J^{gr-l}) تشکیل داده است. شکل (۳) نقشه لیتولوژی حوضه آبخیز تنگه ونایی را نشان می‌دهد.

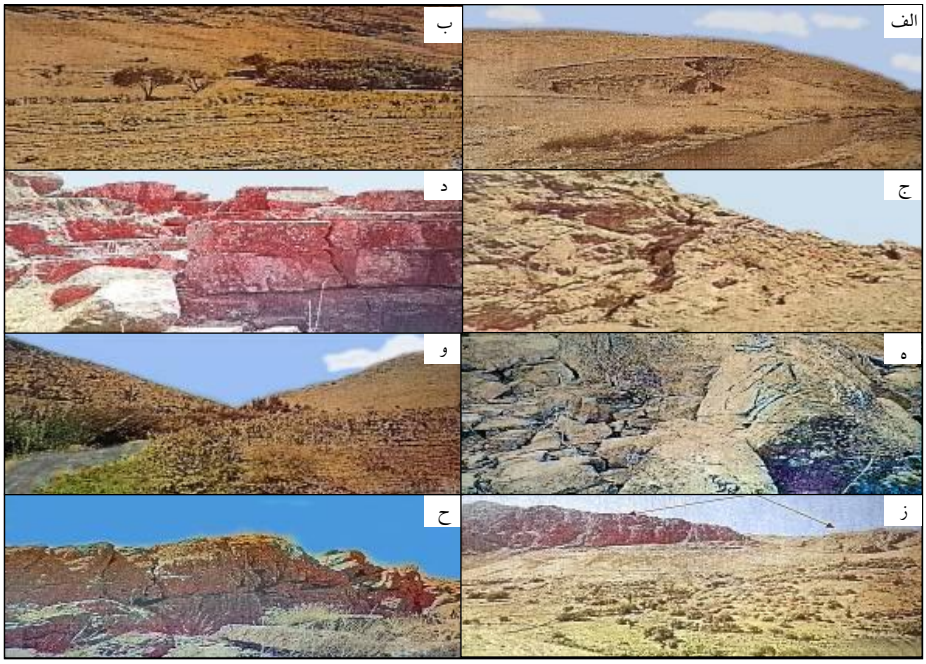


شکل ۳: نقشه لیتولوژی حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

لندفرم‌های ژئومورفیک حوضه

۱. Specific erosion

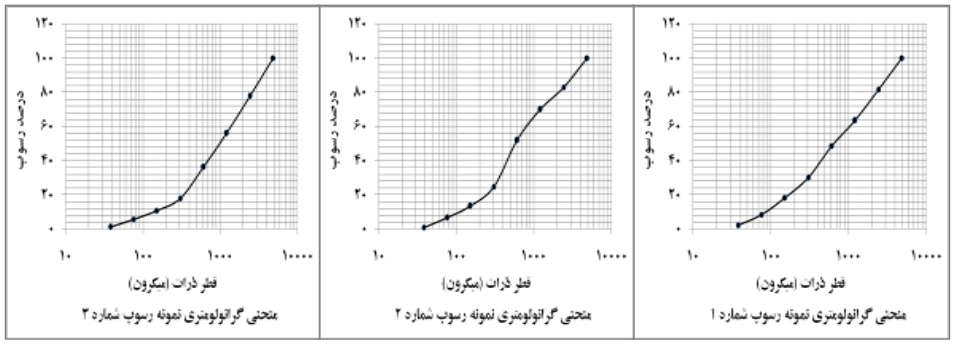
با توجه به مطالعات زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، بخشی از قسمت خروجی حوضه از سازندهای حساس به فرسایش (واحد مارن) تشکیل شده است و بیش‌ترین رسوبات حاصل از فرسایش آبی، زمین‌شکل‌ها و آثار فرسایش را در این سازند مشاهده می‌کنیم. انفصال و عدم پیوستگی در مارن‌ها باعث ایجاد حجم بالایی از رسوبات در نتیجه سولیفلکسیون، فرسایش سطحی، شیاری و آبراهه‌ای در سطح تپه‌های مارنی و رسوبات پایین‌دست شده است (شکل ۴-الف). البته در این زمینه شیب، ارتفاع، کمبود پوشش گیاهی بر سطح تپه‌ها و حرکات تکتونیکی ایجاد شده در حوضه می‌تواند مؤثر باشد. با توجه به اقلیم کوهستانی منطقه و مرتفع بودن حوضه، عامل باران و دما در میان عوامل اقلیمی بیش‌ترین تأثیر را در امر فرسایندگی منطقه دارا می‌باشد. مقدار بارش در منطقه، نسبتاً زیاد است (۷۰۰ میلیمتر) و باعث ایجاد آبرفت نهشته‌های رودخانه‌ای یا سیلابی در بستر رودخانه‌ها، مسیل‌ها، پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌های جوان می‌شود (شکل ۴-ب). فرآیندهای جریانی (از جمله بادهای غربی و مدیترانه‌ای) باعث ایجاد اشکال کاوشی در ارتفاعات مارنی و اشکال تراکمی در مناطق هموار شده است. اختلاف دما و انجماد در درز سنگ نیز در ارتفاعات بلند کوهستانی منطقه بویژه سازند آهکی (شکل ۴-ج) و ولکانیک لاتریت (شکل ۴-د) باعث متلاشی شدن سنگ‌ها و ایجاد واریزه‌ها و بلوک‌های سنگی ناشی از یخبندان می‌گردد (شکل ۴-ه). در واحد کنگلومرایی (شکل ۴-و) نیز تیپ‌های فرسایشی توده سنگی، بیرون‌زدگی سنگی و اشکال واریزه‌ای و در آهک‌های حوضه (شکل ۴- ز، ح) پدیده انحلال به صورت ناهمواری‌های کارستی (دره‌های کارستی همراه با چشمه‌های کارستی) رخنمون دارد.



شکل ۴: الف: واحد مارن، ب: واحد آبرفتی عهد حاضر، ج: درزه در واحد آهکی، د: واحد ولکانیک لاتریت، ه: واریزه‌ها و بلوک‌های سنگی ناشی از یخبندان در واحد آهکی و لاتریت، و: واحد کنگلومرای سست نئوژن در خروجی حوضه آبخیز، ز: مجموعه سنگ‌های آهکی و ح: واحد آهک سفید. (منبع: نگارندگان)

مطالعه فیزیکی رسوب‌های تخریبی و رسوب‌شناسی حوضه

به‌منظور تعیین بافت و نوع رسوبات از سه نقطه مشخص در میان حوضه و واحد آهکی (J^{gr-l})، جنوب حوضه و واحد آهک سفید (J^{gr-ve}) و از محدوده خروجی حوضه و واحد مارن (m^{f}) نمونه رسوب برداشت گردید و بر روی آن‌ها آزمایش گرانولومتری انجام شد. نتیجه گرانولومتری و محاسبه اندیس کلاسمان رسوب، ماهیت هر سه نمونه رسوب را از نوع رسوبات رودخانه‌ای و جریان‌های شدید سیلابی درشت بافت، ناهمگن و زاویه‌دار تعیین کرد و این نشان می‌دهد که قسمت اعظم رسوبات این حوضه، حاصل تأثیر فرسایش آبی بر لیتولوژی منطقه است (شکل ۵).



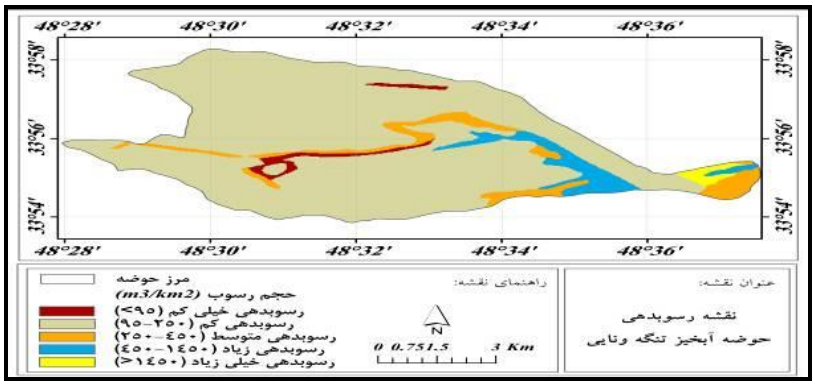
شکل ۵: منحنی گرانولومتری نمونه رسوبات حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

ارزیابی فرسایش و رسوب حوضه به روش کیفی و کمی

برای هر یک از واحدهای سنگی منطقه به تفکیک عوامل نه‌گانه پسیاک، درجه رسوب‌دهی هر واحد را محاسبه و بر اساس جدول (۱) کلاس فرسایشی هر زیر حوضه (واحد) را تعیین کردیم. سپس میزان تولید رسوب در هر یک از واحدهای سنگی حوضه آبخیز را محاسبه نمودیم (جدول ۲) و بر این اساس، نقشه رسوبدهی کل حوضه آبخیز نیز تهیه گردید (شکل ۶).

جدول ۲: طبقه‌بندی رسوب‌دهی سازندهای حوضه آبخیز تنگه ونایی با روش پسیاک. (منبع: نگارندگان)

کلاس فرسایش	طبقه‌بندی کیفی فرسایش	حاصل جمع اعداد بدست آمده از ۹ عامل مؤثردر فرسایش	حجم رسوب m۳/km۲	نوع سنگ
۱	خیلی زیاد	۱۰۵	۱۵۲۸/۸	mf
۲	زیاد	۸۵	۷۵۹/۳	$Qt^{۲}$
۳	متوسط	۶۷	۴۰۴/۴	Qpl
		۶۵	۳۷۷/۱	Jgr-Ish
		۶۱	۳۲۷/۸	Kr
۴	کم	۴۹	۲۱۵/۴	Jgr-I
		۴۷	۲۰۰/۸	Kgr-I
		۴۵	۱۸۷/۳	Jgr-ve
		۳۱	۱۱۴/۷	L۲
۵	ناچیز	۲۲	۸۳/۷	TRgr-v

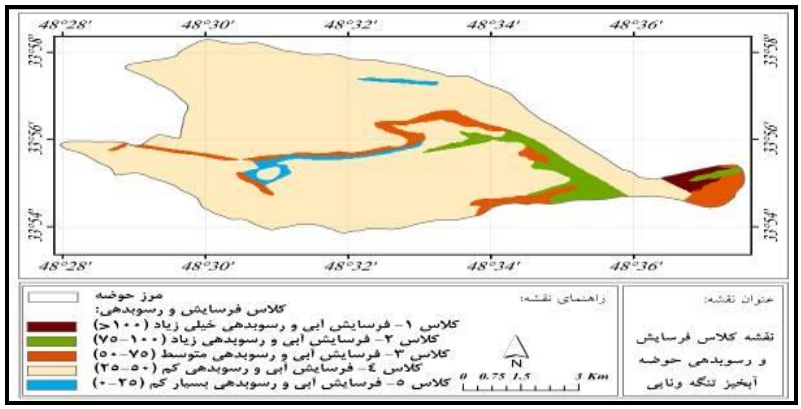


شکل ۶: نقشه رسوبدهی حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

سپس بر مبنای جدول (۱) و نتایج جدول (۲) طبقه‌بندی کیفی فرسایش و درجه رسوب‌دهی هر یک از واحدهای لیتولوژی تعیین گردید که نتایج آن در جدول (۳) و شکل (۷) ارائه شده است.

جدول ۳: طبقه‌بندی فرسایش و رسوب‌دهی واحدهای سنگی حوضه آبخیز تنگه ونایی با روش پسیاک. (منبع: نگارندگان)

ردیف	درجه حساسیت به فرسایش	رسوب دهی	کلاس	نوع سنگ
۱	بسیارشدید	خیلی زیاد	۱	واحد مارن، ماسه‌سنگ، آهک ماسه‌ای (m^f)
۲	شدید	زیاد	۲	واحد تراست‌های کوتاه و جوان (Qt^r)
۳	متوسط	متوسط	۳	واحد کنگلومرا (Q^{pl})، واحد آهک و شیل (J^{gr-Ish}) و واحد شیل رادیولری قرمز (Kr)
۴	کم	کم	۴	واحد آهکی (J^{gr-l})، واحد آهک توده‌ای (K^{gr-l})، واحد آهک سفید (J^{gr-ve}) و واحد سنگ آهک الیت و کریستالی سفید (L۲)
۵	خیلی کم	جزئی	۵	واحد ولکانیکی-لاتریتی تریاس(TR^{gr-v})



شکل ۷: نقشه طبقه‌بندی فرسایش و رسوبدهی واحدهای لیتولوژی حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

طبق نتایج جداول (۲) و (۳)، بیش‌ترین میزان حساسیت به فرسایش و رسوب‌دهی با ۱۵۲۸/۸ مترمکعب در کیلومترمربع در واحد مارن (m^f) و کمترین در واحد ولکانیکی- لاتریتی (TR^{gr-v}) با ۸۳/۷ مترمکعب در کیلومترمربع مشاهده می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد بیش‌ترین رسوب‌دهی حوضه از سازندها و واحدهایی است که مساحت کمتری را نسبت به دیگر واحدها در سطح حوضه اشغال کرده‌اند؛ به‌عبارتی تولید بخش اعظم رسوب از بخش کوچکی از حوضه که دارای سازندهای حساس‌تری به فرسایش است، صورت می‌گیرد. بیش‌ترین مساحت حوضه را واحدهای سنگی با فرسایش آبی و رسوب‌دهی کم پوشش می‌دهد که سهم آهک‌های دوره ژوراسیک (J^{gr-l}) نسبت به دیگر واحدهای آهکی حوضه بیشتر است. این واحد آهکی بسیار ضخیم به‌طور ممتد و پیوسته در یک حوضه سکوی قاره‌ای بر جای گذاشته شده و بلندترین ارتفاعات کوه گرین در این واحد واقع شده است.

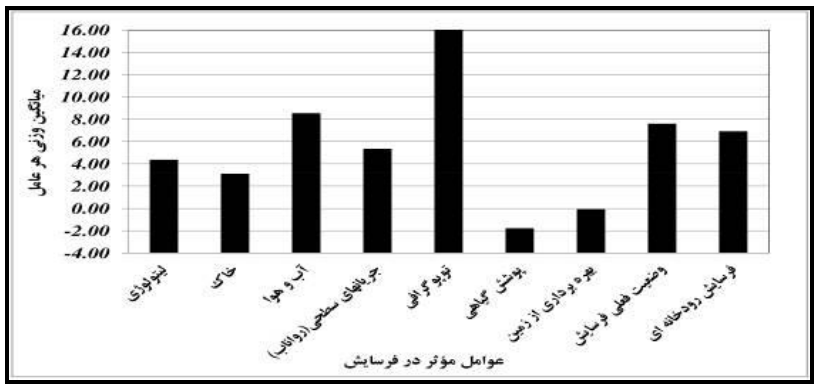
پس از بررسی عوامل پسیاک در هر یک از واحدهای سنگی، نهایتاً کل محدوده مورد مطالعه را از نظر عوامل ۹ گانه پسیاک مورد ارزیابی قرار داده و از لحاظ میزان فرسایش و تولید رسوب با میانگین وزنی عوامل مختلف رتبه‌بندی می‌نماییم. در جدول (۴) نتایج این ارزیابی ارائه شده است:

جدول ۴: ارزیابی عوامل نه‌گانه پسیاک در حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

شماره	عامل مورد بررسی	ویژگی‌های عامل مورد بررسی	میانگین وزنی هر عامل
۱	سنگ شناسی	مارن، آهک ماسه‌ای، سنگ‌های سخت و آهکی و ولکانیک لاتریت.	۴/۳۷
۲	خاک	بافت درشت و آهکی با خاک قهوه‌ای، سنگریزه درشت و در بعضی بستر سنگلاخی.	۳/۱۰
۳	آب و هوا	اقلیم ارتفاعات و کوهستانی و سرد با متوسط بارندگی سالانه ۷۰۰ میلیمتر در حوضه بصورت رگبار، باران‌های بهاره با شدت زیاد، یخبندان طولانی و برف.	۸/۵۴
۴	جریان‌های سطحی	حجم به نسبت زیاد جریان آب در واحد سطح و بالا بودن دبی حداکثر در واحد سطح.	۵/۳۵
۵	پستی و بلندی (توپوگرافی)	جهت غالب دامنه‌ها شمالی- جنوبی، تفاوت زیاد بین پستی و بلندی، ارتفاع زیاد (متوسط ارتفاع حوضه ۲۷۵۰ متر)، دامنه با شیب تند و سیل‌گیر.	۱۷/۳۳
۶	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی کمتر از ۵۰٪، برونزد سنگی، مراتع مرغوب و استپی گاه با درخت‌های	-۱/۷۸

		پراکنده.	
۷	بهره برداری از زمین	مراتع مرغوب و استپی گاه با درخت‌های پراکنده به‌صورت غالب و اراضی کشاورزی دیم و باغات، میزان چرای تقریباً محدود در مراتع (کمتر از ۴۰ درصد)، وجود جاده‌های روستایی تقریباً متوسط.	-۰/۰۷
۸	فرسایش	میزان فرسایش آبی تقریباً متوسط در کل حوضه، تخریب شیمیایی و انحلالی و وجود درزه و شکاف.	۷/۶۰
۹	فرسایش رودخانه‌ای	فرسایش رودخانه‌ای تقریباً متوسط در کل حوضه، در قسمت اعظم حوضه بستر مقاوم و شیب زیاد.	۶/۹۲
		جمع نمرات به دست آمده	۵۱/۳۶

طبق این جدول، اولین عامل فرسایش در حوضه با بیش‌ترین وزن (۱۷/۳۳)، عامل پستی و بلندی (توپوگرافی) و آخرین عامل با کمترین وزن (۱/۷۸-)، پوشش گیاهی شناخته شد. منطقه مورد مطالعه، یک منطقه کوهستانی و مرتفع است، لذا مهم‌ترین عامل در فرسایش آبی سازندهای منطقه، توپوگرافی و اختلاف پستی و بلندی‌ها شناخته شد. عامل لیتولوژی به‌عنوان ششمین عامل تأثیرگذار (۴/۳۷) در فرسایش حوضه مورد مطالعه شناسایی گردید. مقایسه ارزش وزنی عوامل پسیاک در حوضه آبخیز مورد مطالعه در شکل (۸) ارائه شده است.

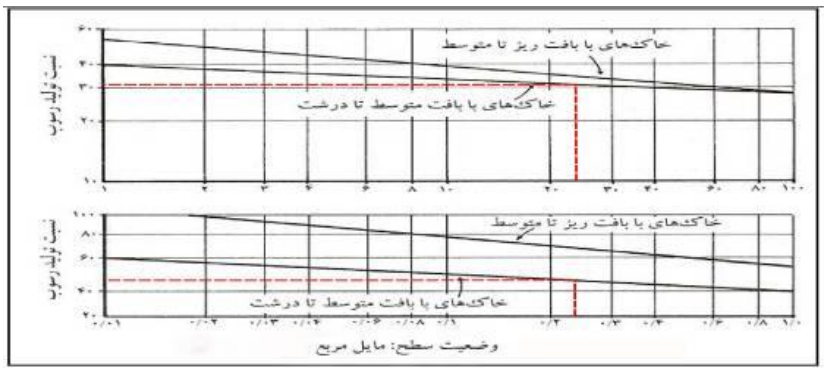


شکل ۸: نمودار مقایسه میانگین وزنی عوامل نه‌گانه پسیاک در حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

از آنجا که جمع نمرات به‌دست آمده (درجه رسوب‌دهی) عددی پایین‌تر از ۷۵ می‌باشد (R= ۵۱/۳۶)، محدوده مورد مطالعه طبق جدول (۱) در کلاس ۳ فرسایشی قرار

می‌گیرد و از لحاظ طبقه‌بندی کیفی فرسایش، فرسایش متوسط را شامل می‌شود. با تعیین درجه رسوب‌دهی حوضه، میانگین رسوب‌دهی سالانه کل حوضه آبخیز تنگه ونایی ۲۳۳/۹ مترمکعب در کیلومترمربع به دست می‌آید که طبق طبقه‌بندی پسیاک جزء رسوبدهی کم محسوب می‌گردد.

یکی از روش‌های گرافیکی محاسبه SDR براساس مساحت و بافت خاک حوضه می‌باشد (رفاهی، ۱۳۸۸: ۳۰۶). در شکل شماره (۹) نموگراف وضعیت نسبت تحویل رسوب در حوضه آبخیز تنگه ونایی نشان داده شده است.



شکل ۹: وضعیت نسبت تحویل رسوب در حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

برطبق نموگراف فوق، میزان نسبت تحویل رسوب (SDR) حوضه بر اساس نمودار ساده ۳۱/۵ به دست می‌آید (که نهایتاً برحسب درصد بیان می‌شود). بر این اساس میزان فرسایش ویژه سالانه حوضه آبخیز تنگه ونایی ۷۴۲/۵ متر مکعب بر کیلومتر مربع محاسبه می‌گردد (جدول ۵).

جدول ۵: مقادیر نسبت تحویل رسوب و فرسایش ویژه در حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	مساحت حوضه (مایل مربع)	SDR (درصد)	فرسایش ویژه (m^3/km^2)
۶۲/۷۲	۲۴/۲۲	۰/۳۱۵	۷۴۲/۵

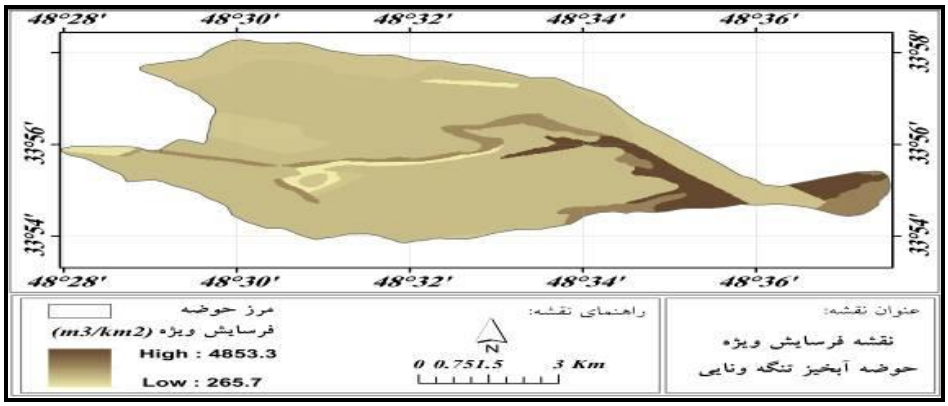
علاوه بر نموگراف، روابط و مدل‌های فراوانی جهت محاسبه SDR وجود دارد که پس از بررسی و ارزیابی آن‌ها و مقایسه با روش نموگراف، ما روش گرافیکی را مبنای کار

خود قرار دادیم، زیرا روش گرافیکی و ترسیمی بر روش‌های دیگر محاسبه SDR ارجحیت دارد. در ادامه میزان فرسایش ویژه سالانه سایر واحدهای سنگی حوضه آبخیز تنگه ونایی بر اساس SDR ۰/۳۱۵ درصد حاصل از نمو گراف محاسبه و نتایج آن در جدول (۶) مشاهده می‌شود.

جدول ۶: مقادیر فرسایش ویژه سالانه واحدهای سنگی در حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

نوع سنگ	فرسایش ویژه (m۳/km۲)	کلاس فرسایش	طبقه‌بندی کیفی فرسایش
mf	۴۸۵۳/۳	۱	خیلی زیاد
$Qt^{۲}$	۲۴۱۰/۵	۲	زیاد
Qpl	۱۲۸۳/۸	۳	متوسط
Jgr-Ish	۱۱۹۷/۱		
Kr	۱۰۴۰/۶		
Jgr-I	۶۸۳/۸	۴	کم
Kgr-I	۶۳۷/۵		
Jgr-ve	۵۹۴/۶		
L۲	۳۶۴/۱		
TRgr-v	۲۶۵/۷	۵	ناچیز

طبق نتایج جدول فوق، بیش‌ترین میزان فرسایش مربوط به واحد مارن (m^{f}) با ۴۸۵۳/۳ مترمکعب در کیلومترمربع و کمترین فرسایش در واحد ولکانیکی- لاتریتی تریاس (TR^{gr-v}) با ۲۶۵/۷ مترمکعب در کیلومترمربع است. بر این اساس نقشه فرسایش ویژه کل حوضه آبخیز تهیه و در شکل (۱۰) ارائه شده است. ناحیه غربی و بالادست حوضه، کمترین میزان فرسایش و ناحیه شرقی و پایین‌دست آن بیشترین میزان فرسایش را شامل می‌شود.



شکل ۱۰: نقشه فرسایش ویژه حوضه آبخیز تنگه ونایی. (منبع: نگارندگان)

پس از ارزیابی عوامل نه‌گانه پسیاک و نتایج ارائه شده، مشخص شد که میزان فرسایش و رسوبدهی در حوضه آبخیز تنگه ونایی شهرستان بروجرد به‌دلیل کوهستانی بودن منطقه، در حد متوسط است و مهم‌ترین عامل مؤثر در همین میزان فرسایش، عامل توپوگرافی است و عامل لیتولوژی و جنس سازندها در مرتبه ششم اهمیت از نظر رتبه‌بندی عوامل فرسایش قرار دارد. با این وجود عامل زمین‌شناسی و جنس سازندهای سنگی نیز به‌عنوان یک فاکتور مهم و مؤثر در فرسایش، نقش چشم‌گیری در عملکرد فرسایش در سطح حوضه دارد. هم‌چنین نوع و مقاومت این واحدها در نوع رسوبات ایجاد شده در منطقه مؤثر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بیشترین نقشی که مطالعات ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین می‌تواند داشته باشد، شناسایی و تعیین نقاط حساس به فرسایش است. با توجه به ارزیابی عوامل نه‌گانه پسیاک و بررسی میانگین وزنی عوامل مؤثر بر فرسایش در حوضه آبخیز تنگه ونایی، عامل توپوگرافی با بیشترین وزن (۱۷/۳۳) اولین عامل و پوشش گیاهی با کمترین وزن (۱/۷۸-) آخرین عامل مؤثر در فرسایش شناخته شد. عامل لیتولوژی نیز با وزن (۴/۳۷) به‌عنوان ششمین عامل فرسایش حوضه تعیین گردید. پس از تعیین درجه رسوب‌دهی حوضه مورد مطالعه (۵۱/۳۶)، میانگین رسوب‌دهی سالانه کل حوضه ۲۳۳/۹ مترمکعب در کیلومترمربع و میانگین سالانه فرسایش ویژه ۷۴۲/۵ مترمکعب در کیلومترمربع

حاصل گردید. بر اساس این نتایج و طبقه‌بندی کیفی فرسایش، حوضه آبخیز تنگه ونایی در کلاس ۳ فرسایشی (فرسایش متوسط و رسوبدهی کم) قرار می‌گیرد. هم‌چنین رسوبدهی هر سازند با مدل پسیاک برآورده شد و مشخص شد که واحد مارن (m^f)، بیشترین رسوبدهی (۱۵۲۸/۸ مترمکعب در کیلومترمربع) و بیشترین فرسایش (۴۸۵۳/۳ مترمکعب در کیلومترمربع) را نسبت به دیگر سازندها دارا می‌باشد که در کلاس فرسایش و رسوبدهی خیلی زیاد قرار می‌گیرد وکمترین رسوبدهی (۸۳/۷ مترمکعب در کیلومترمربع) و فرسایش (۲۶۵/۷ مترمکعب در کیلومترمربع) در واحد ولکانیکی-لاتریتی تریاس (TR^{gr-v}) رخ می‌دهد. حوضه آبخیز تنگه ونایی شهرستان بروجرد مجموعه متنوعی از لایه‌های سنگی و سازندهای زمین‌شناسی مختلف با مقاومت‌های متفاوت است و همین امر خود زمینه را برای ایجاد فرسایش دیفرانسیلی در منطقه فراهم نموده است. بنابراین اجرای طرح‌های تثبیت دامنه به شیوه بیولوژیکی و غیره در سطوح حساس و لغزشی پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱. احمدی، حسن (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ هشتم، تهران، دانشگاه تهران.

۲. اسدی‌نلیوان، امید؛ محسنی‌ساروی، محسن؛ سور، انور؛ دسترنج، علی و طائی، سیاوش (۱۳۹۱). تعیین مناسب‌ترین روش تجربی برآورد SDR با استفاده از مدل EPM و خصوصیات فیزیکی حوضه (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قورچای استان گلستان)، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره دهم، صص ۱۹-۲۸، کرمان، دانشگاه شهید باهنر.

۳. بیگلرزاده، آزیتا (۱۳۸۴). شناسایی و تعیین حساسیت ارضی فرسایش در رابطه با ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی سطحی با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی حوضه آبخیز کلاته سادات)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی به راهنمایی آقای دکتر محمدعلی زنگنه‌اسدی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ص۵.

۴. پیروان، حمیدرضا و شریعت‌جعفری، محسن (۱۳۹۲). ارائه روشی جامع برای تعیین فرسایش‌پذیری واحدهای سنگ‌شناسی با نگرشی بر زمین‌شناسی ایران، نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد پنجم ، شماره سوم، صص ۱۹۹-۲۱۳، تهران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

۵. ثابت‌قدم، سید مهدی؛ فیاضی، فرج‌الله؛ فیض‌نیا،سادات و جلالی، نادر (۱۳۸۴). مطالعه رسوب‌دهی و بررسی حساسیت سازندها به فرسایش در حوضه کسیل- نسا، نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران، دانشگاه تربیت معلم (خوارزمی).

۶. ثروتی، محمدرضا؛ مختومی، عبدالله (۱۳۸۵). ارزیابی فرسایش نهشته‌های لسی در حوضه آبخیز میدان جیق (استان گلستان)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، صص ۱۱۵-۱۲۸، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۷. خاکسار، کاوه؛ گودرزی، مسعود؛ غریب‌رضا، محمدرضا و رحمتی، مراحم (۱۳۸۵). تعیین حساسیت سازندهای زمین‌شناسی حوضه آبریز مهارلو به فرسایش، فصلنامه علوم زمین، سال شانزدهم، شماره ۶۲، صص ۱۱۶-۱۲۹، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پژوهشکده علوم زمین.

۸. رفاهی، حسینقلی (۱۳۸۸). فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ ششم، تهران، دانشگاه تهران.

۹. شریعت‌جعفری، محسن؛ غیومیان، جعفر و پیروان، حمیدرضا (۱۳۸۵). حساسیت ذاتی سازندهای زمین‌شناسی به هوازدگی و فرسایش در حوضه‌های واقع در پهنه رسوبی- ساختاری خرده قاره ایران مرکزی، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم (خوارزمی)، دوره ششم، شماره دوم، صص ۷۰۹-۷۲۲، تهران.

۱۰. شریفی، رحمان (۱۳۸۴). ارزیابی و تعیین میزان فرسایش‌پذیری حوضه‌های آبخیز شمال غرب شهرستان دامغان، چهارمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۱. علی‌پور، ناهید؛ فرزانه‌پی، فاطمه؛ ترابی، علی؛ بخشی‌نیا، سمیرا؛ مصباح‌زاده، طیبه و سلاجقه، سوسن (۱۳۹۵). برآورد میزان فرسایش آبی در منطقه علاء سمنان با استفاده از روش PSIAC، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال هفتم، شماره سوم، صص ۲۹-۳۸، مازندران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور.

۱۲. فیض‌نیا، سادات؛ شریفی، فرود و زارع، مریم (۱۳۸۲). حساسیت سازندها به فرسایش در حوضه آبخیز چنداب ورامین، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ش ۶۱، صص ۳۳-۳۸، تهران، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

۱۳. مقصودی، مهران و حبیبی، حسین (۱۳۸۹). پهنه‌بندی فرسایش خاک و برآورد رسوب در حوضه آبخیز مریم نگار با استفاده از مدل‌های تجربی، مجله پژوهش‌های دانش زمین، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۸-۳۴، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.

۱۴. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بروجرد (۱۳۷۰). سازمان زمین‌شناسی کشور.

۱۵. نیک‌رو، لیلا؛ ثابت‌اقلیدی، مریم (۱۳۸۳). بررسی روند فرسایش آبی با توجه به سازند زمین‌شناسی و خاک (مطالعه موردی حوضه رودبال داراب)، دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی.

۱۶. وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، معاونت نظارت راهبردی و امور نظام فنی (۱۳۹۱). (نشریه شماره ۳۱۰)، دستورالعمل تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی در سطح کشور، تهران، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، صص۵-۷.

۱۷. Bryan, R. B. (۲۰۰۰). Soil erodibility and processes of water erosion on hillslope. ***Geomorphology***, ۳۲. pp. ۳۸۵-٤۱٥.

۱۸. Evans, R. (۲۰۰٥). Monitoring water erosion in lowland England and Wales—A personal view of its history and outcomes. ***Catena***, ٦٤ (۲-۳). pp. ۱٤۲-۱٦۱.

۱۹. Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (۱۹۹۱). World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory Note, ۲nd. rev. ed. ***Global Assessment of Human-induced Soil Degradation*** (GLASOD), ۳٤ P.

۲۰. Vente, J., Poesen, J., Verstraeten, G., Govers, G., Vanmaercke, M., Rompaey. A. V., Arabkhedri, M., Boix- Fayos, C. (۲۰۱۳). Predicting soil erosion and sediment yield at regional scales: Where do we stand?. ***Earth-Science Reviews***. ۱۲۷. pp. ۱٦-۲۹.

The study of influence of lithology factor on erosion and sediment production in Vanaee cluse watershed of Borujerd city

Abstract

Recognition and survey of erosion has particular importance in watersheds. With lithology studies and identify of erosion potential and sediment production of basin, can be actted in the field of protection of natural resources. The aim of this study is survey influence of lithology factor on water erosion of Vanaee cluse watershed of Borujerd city among other effective factors to erosion. Therefore after identification of geomorphic landforms of product of water processes and local geology formations, using the library studies, field works and using of granulometery experiment and the PSIAC method, was estimated erosion and production of basin sediment.

Granulometry of sediment samples of the basin, introduced their nature of the kind of river sediments and intense flood flows and result of water erosion with texture coarse, heterogeneous and angular. The survey of the PSIAC method on basin data, also, determined lithology factor as the sixth effective factor (۴,۳۷) in the erosion of basin. The first factor of erosion with the most weight (۱۷,۳۳), was recognized the topography factor and the last factor with the lowest weight (-۱,۷۸), vegetation. After determining

the sedimentation degree of the total basin (۵۱,۳۶), Annual sedimentation average of total basin ۲۳۳,۹ $m^{۳}/km^{۲}$ and annual average of specific erosion ۷۴۲,۵ $m^{۳}/km^{۲}$ was obtained. Based on these results and the qualitative classification of erosion, Vanaee cluse watershed of Borujerd city is placed in class ۳ of erosion (medium erosion and low sedimentation). As well as was determined that marl unit (m^{f}) have the most of sedimentation (۱۵۲۸,۸ $m^{۳}/km^{۲}$) and the most of erosion (۴۸۵۳,۳ $m^{۳}/km^{۲}$) than other formations that is placed in the very high class of erosion and sedimentation and the lowest of edimentation (۸۳,۷ $m^{۳}/km^{۲}$) and erosion (۲۶۵,۷ $m^{۳}/km^{۲}$) happens in the unit of volcanic-lateritic Triassic (TR^{gr-v}).

Key words: lithology, water erosion , sedimentation, Vanaee cluse, model of PSIAC.