جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال هشتم، شماره ۲۴، بهار ۱۳۸۹

ارزیابی فرسایش‌پذیری سازندها از طریق رسوب‌شناسی آبرفت‌های معرّف (مطالعه موردی: حوضه حاجی عرب در استان قزوین)

مجتبی یمانی[۱] و نرگس ابراهیم خانی[۲]

چکیده

آبرفتها و خصوصیات آنها اعم از جنس،سن، بافت و درجه گرد شدگی تا حد زیادی می‌تواند منعکس کننده ویژگی‌های سنگ‌شناسی، مورفومتری و دینامیک رودخانه جاری در آن حوضه باشد. در این میان جنس سنگ‌ها، مقاومت آنها و مساحتی که هر نوع سنگ در حوضه تغذیه کننده رود به خود اختصاص می‌دهد، دارای حجم و ترکیب مختلفی از آبرفتهای آن رود خانه را تشکیل می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی رسوبات آبرفتی رودخانه حاجی عرب در استان قزوین و تفکیک این رسوبات بر حسب سن، جنس و سر انجام ارزیابی میزان فرسایش پذیری سنگ‌های حوضه با تطبیق خصوصیات سنگ شناسی و مساحت در معرض هوازدگی بودن آنها است. برای دست یابی به این هدف، با استفاده از نقشه‌های رقومی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و همچنین تصاویر ماهواره ای لندست وتعیین حدود حوضه روی آنها، پهنه‌های تحت پوشش انواع سنگ‌ها، توسط نرم افزار Arc GIS دیجیتایز و پهنه بندی و مساحت هر کدام از این پهنه‌ها به دست آمده است. سپس از سطح آبراهه اصلی و در محل خروجی حوضه ۲۰ نمونه رسوب با فواصل ۳۰۰ متر بوسیله GPS مارک و برداشت شده است. این نمونه‌ها در آزمایشگاه گرانولومتری شده و سپس توسط میکروسکوپ بینوکالر و استفاده از اسید و سایر روش‌های آزمایشگاهی نمونه‌ها در ۷ گروه سنگ شناسی به عنوان گروه‌های معرف طبقه‌بندی کلی شده و در مرحله بعد، مقاومت قطعات بزرگتر هر گروه سنجیده شده است. در نهایت با تلفیق نتایج حاصل از اندازه گیری‌های آزمایشگاهی و تطبیق آنها با مساحت پهنه‌های همگن، قابلیت فرسایش پذیری سنگ‌های هر گروه به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که فرسایش‌پذیری در گروه سنگهای آذرین درونی بالاترین کمیت‌ها و سنگهای آذرین بیرونی، رسوبی و دگرگونی به ترتیب در درجات بعدی قرار دارند.

کلیدواژگان: ژئومورفولوژی، فرسایش پذیری، رسوب‌شناسی، حوضه حاجی عرب.

---

۱. دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومرفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

مقدمه

فرسایش‌پذیری سازندهای هر حوضه و شناخت مقاومت سنگ‌ها در برابر فرسایش موضوعی است که کمتر به آن پر داخته شده است. مطالعات انجام شده عمدتاً با استفاده از مدل‌های ریاضی نسبت به برآورد دبی رسوب حوضه‌های آبخیز اقدام نموده‌اند. تعیین فرسایش پذیری سنگ‌ها، دبی رسوب و نوع آن بیشتر در اهداف پروژه‌های عمرانی همچون سدسازی و طرحهای کاربردی نظیر آبخیزداری و کاربری زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حوضه مورد مطالعه این پژوهش، تاکنون در مورد بحث فرسایش‌پذیری سنگ‌ها مطالعه‌ای صورت نگرفته و تنها داده‌هایی که وجود دارد، شامل دبی و رسوب ایستگاه رسوب‌سنجی این حوضه است. این تحقیق در پی بررسی این مسئله از طریق روشی است که مبتنی بر داده‌های رسوب شناسی است. فرضیه تحقیق از اینجا شکل گرفت که با توجه به مشاهدات مقدماتی به نظر می‌رسید سنگ‌های رسوبی دوران سوم، فرسایش‌پذیرتر از سایر سنگ‌ها بوده و حجم بسیار بالاتری از رسوبات حوضه را به خود اختصاص داده است. در خصوص فرسایش و رسوب کارهای فراوانی در سطح ایران و سایر کشورها صورت گرفته و روابط و معادلات کمی و تجربی زیادی هم در این ارتباط ارائه شده است. از جمله آنها مدل EPM [1] می‌باشد که در سال ۱۹۸۸ برای بررسی سیستماتیک شدت فرسایش خاک در کشور یوگسلاوی سابق توسط گاوریلوویچ [2] مورد استفاده قرار گرفت.این مدل هنوز هم به طور گسترده در تحقیقات مرتبط با فر سایش مورد استفاده قرار می‌گیرد (رفاهی، ۱۳۸۲). همچنین مدل‌هایی نظیر مدلSLEMSA [3] مدل فورنیه [4] (۱۹۶۰)، مدل مسگریو [5] (۱۹۴۷)، مدل داگلاس (۱۹۶۸) مدل ویشمایر(۱۹۷۶)، مدلهای اسکالوگرام، مورگان و همکاران [6] (صوفی ۱۳۷۷) و در نهایت مدل PSIAC [7] و MPSIAC [8] که برای اولین بار توسط شرکت توسعه منابع آب آمریکا به کار گرفته شد و در سال ۱۹۸۲ کامل‌تر گردید. مدل پسیاک از جمله مدلهای بسیار متداول برای ارزیابی فرسایش و رسوب در کشور محسوب می‌شود و افراد زیادی در قالب این مدل، پروژه‌ها و تحقیقات متعددی انجام داده‌اند. (صوفی،۱۳۷۷). اما نکته مهم آن است که تقریباً بیشتر این مدل‌ها و روابط برای برآورد میزان فرسایش خاک و تولید رسوب به کار می‌رود و

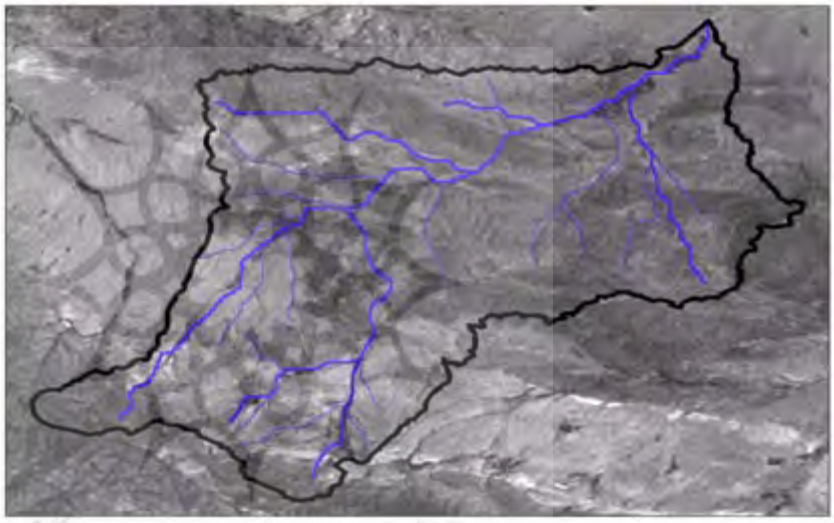
1 Erosion Potential Method
2 Gavrilovic (1988)
3 Soil Loss Equation Model for Southern Africa
4 Fournier
5 Musgrave (1947)
6 Morgan, R. & et al (1998)
7 Pacific Southwest Inter – agency Committee
8 Modified PSIAC

تحقیقات کمتری حداقل در ایران، نظیر کار شریعت جعفری و همکاران (۱۳۸۵) که در رابطه با حساسیت ذاتی سازندهای زمین شناسی به هوازدگی و فرسایش در حوضه‌های واقع در پهنه رسوبی- ساختاری خرده قاره ایران مرکزی می‌باشد و یا تحقیقات فیض نیا و همکاران با عنوان‌های بررسی حساسیت سازندهای زمین شناسی نسبت به تولید و فرسایش رسوب در حوضه سد لتیان(۱۳۸۲) و بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی و حساسیت سازندها به فرسایش در رسوبدهی در حوضه‌های آبخیز: نمونه موردی، حوضه آبخیز دریاچه نمک (۱۳۸۶) پرداخته است. تجربه نشان داده است که این بررسی‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی و شرایط متفاوت اقلیمی نتایج یکسانی به دست نمی‌دهند و در پاره ای موارد دامنه خطای آنها به قدری بالا است که عملا کارایی خود را از دست می‌دهند. از طرفی روابط ریاضی و مدل‌های مذکور همگی تلاش نموده‌اند صرف نظر از جنس رسوب‌ها، حجم دبی رسوب حوضه را تعیین نمایند. پژوهش حاضر کاری است متفاوت با سایر روش‌های ریاضی و به طور کامل بر روش‌های تجربی استوار است. به طور خاص این تحقیق در پی آن است تا بر اساس ویژگی‌های جنس، سن و حجم رسوبات آبرفتی بستر رود خانه و تطبیق آن با مساحت سازندهای در معرض هوازدگی در آن حوضه و سپس بررسی مقاومت آنها، میزان فرسایش پذیری هر سازند را در آن حوضه تعیین نماید.

محدوده مورد مطالعه، حوضه آبریز رودخانه حاجی عرب می‌باشد. بخش عمده این حوضه در محدوده شهرستان بویین زهرا از توابع استان قزوین قرار گرفته است. وسعت آن حدود ۹۷۰ کیلومتر مربع و از نظر اندازه یک حوضه متوسط به شمار می‌رود. بالاترین ارتفاع آن حدود ۳۰۰۰ متر و کمترین ارتفاع آن نیز حدود ۱۴۰۰ متر می‌باشد. از نظر آب و هوایی نیز این منطقه جزو نواحی نیمه خشک محسوب شده و میزان متوسط بارندگی آن حدود ۳۵۰ میلی متر در سال است (شکل ۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل (۱): موقعیت جغرافیایی حوضه حاجی عرب در استان قزوین



شکل (۲): تصویر ماهواره‌ای لندست از حوضه تحت بررسی (تصویر ETM سال ۱۹۸۸)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

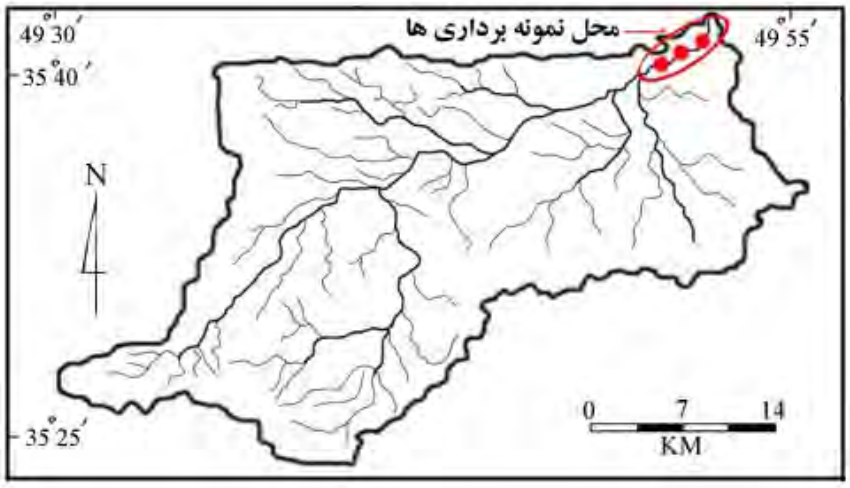
مواد، داده‌ها و روشها

هدف اصلی این پژوهش، تعیین فرسایش پذیری سازندهای حوضه تحت بررسی بر اساس داده‌های رسوب شناسی است. بنابر این تجزیه و تحلیل بر پایه یک روش تجربی استوار بوده است و طی آن بیش از ۲۰ نمونه رسوب از مسیر آبراهه اصلی رود خانه و در محل خروجی حوضه

برداشت شده است (شکل ۳). برای اینکه نمونه‌ها شاخص رسوبات کل حوضه باشند، محل نمونه برداری‌ها تماماً قبل از اتصال سرشاخه‌های اصلی تعیین شده است. برای تطبیق نمونه‌ها با سازندهای زمین‌شناسی حوضه از نقشه زمین شناسی رقومی مقیاس ۱: ۲۵۰ ۰۰۰ بلوک ساوه و نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱: ۵۰ ۰۰۰ و تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM)سال ۱۹۸۸ با قدرت تفکیک ۱۵ متر استفاده شده است. از دستگاه GPS برای ثبت موقعیت نمونه برداری‌ها و از دستگاه شیکر[1] برای تفکیک نمونه‌های برداشت شده کمک گرفته شده است. همچنین از میکروسکوپ بینوکالر[2] برای مورفوسکوپی نمونه‌ها و از دستگاه پرس برای شکستن نمونه‌های بزرگ تر و به دست آوردن سطوح رخ مناسب استفاده شده است. برای ترسیم و تلفیق داده‌ها و تجزیه و تحلیل پهنه‌های لیتو لوژیک حوضه در قالب نمونه‌های شاخص نیز از نرم افزارهای ARC GIS و Excel بهره‌گیری شده است. اطلاعات مورد نیاز نیز از طریق کارهای میدانی و منابع کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. پس از گردآوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل طی سه مرحله صورت گرفته است. ابتدا سازندهای حوضه مورد مطالعه با توجه به ویژگی‌های سنگ‌نگاری اعم از سن، جنس و مقاومت آنها به ۷ گروه کلی به عنوان نمونه‌های معرّف سنگ‌شناسی تفکیک شده‌اند. سپس رسوبات نمونه‌برداری شده پس از تفکیک و به دست آوردن درصد و وزن هر گروه معرّف از طریق روش‌های نرم‌افزاری با نقشه زمین شناسی ژئورفرنس[3] شده حوضه مورد بررسی تطبیق داده شده است. در این مرحله درصد وزن هر نمونه رسوب با وسعت سازندهای معرّف حوضه مقایسه شده است. در نهایت هر سازندی که درصد بیشتری از رسوبات آزمایش شده را نسبت به مساحت همان سازند در حوضه دارا بوده است به عنوان فرسایش‌پذیرترین سازند حوضه شناسایی و تعیین شده است. برای کنترل و اطمینان از صحت نتایج، داده‌ها نیز با ویژگی‌های سنگ شناسی و مقاومت آنها از طریق کارهای آزمایشگاهی کنترل شده است. سایر سنگ‌ها نیز به همین ترتیب ارزش‌گذاری شده‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 Shakier
2 Binocular
3 Geo Reference



شکل (۳) : موقعیت نقاط نمونه‌برداری در محل خروجی حوضه مورد بررسی

زمین شناسی حوضه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه از لحاظ زمین شناسی، متعلق به زون ایران مرکزی و قسمتی از کمربند آتشفشانی شمال غرب ایران است که بیشتر تحت عنوان ارومیه – دختر نامیده می‌شود. این واحد ساختانی به موازات واحد مورفوتکتونیکی زاگرس از شمال غرب تا جنوب شرق امتداد دارد و از شمال به چین خوردگی البرز محدود می‌گردد. این واحد ساختمانی عموماً از سنگهای آتشفشانی و پیروکلاستیک‌های وابسته به آن تشکیل شده است و در امتداد طویلی از سهند تا بزمان با پهنای تقریبی ۱۵۰ کیلومتر و طول حدود ۱۸۰۰ کیلومتر به موازات زون دگرگونی شده سنندج – سیرجان امتداد یافته است.

چینه شناسی و تاثیرات تکتونیکی

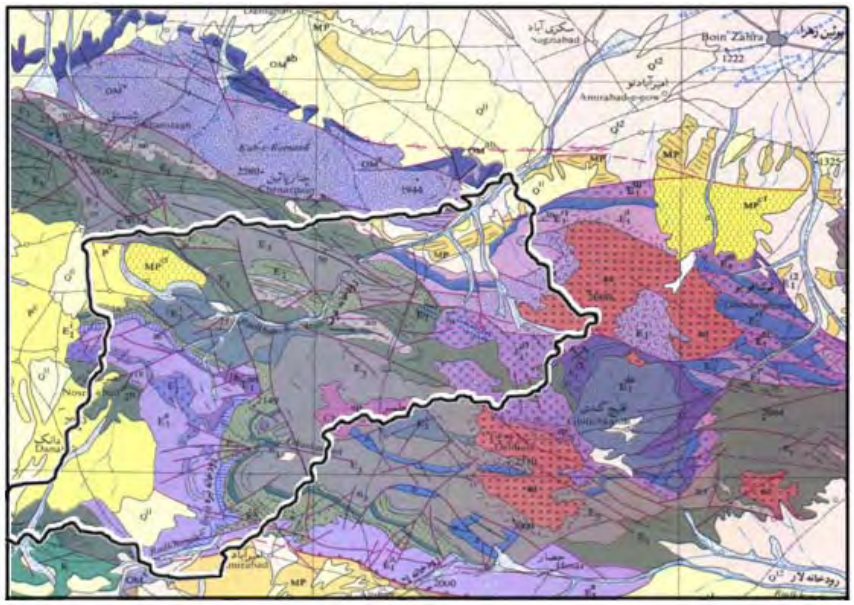
بررسیها نشان می‌دهد که در حوضه مورد مطالعه به جز سازندهای آهکی دوره کرتاسه سنگ‌های قدیمی‌تر از ائوسن وجود ندارد. سنگ‌های آذرین غالب سنگ‌های حوضه را تشکیل داده‌اند. شکل‌گیری این سنگ‌ها در طی چند مرحله به شرح زیر صورت گرفته است (طباخ جعفری،۱۳۶۹).

- ابتدا در ائوسن زیرین یک فعالیت ماگمایی در سطحی وسیع رخ داده که در پی آن سنگ‌های متنوع ائوسن زیرین تشکیل شده‌اند. در این دوره دریای کم عمقی بر منطقه

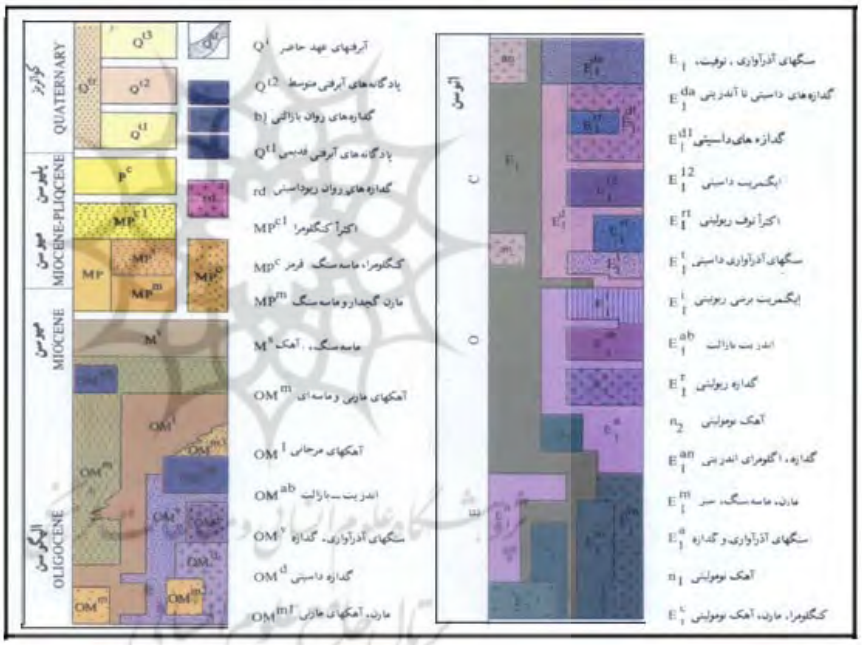
حکم فرما بوده است و در موارد زیادی ابتدا سنگهای آذرین بصورت توفیت‌ها در دریا تشکیل شده‌اند (شکل‌های ۴و ۵).

- در ائوسن میانی، فعالیّت ماگمایی متوقف شده و رخساره‌های رسوبی ائوسن میانی تشکیل شده‌اند. در این دوره، دریا تمام منطقه را می‌پوشاند و ولکانیسم آن نیز از نوع زیر دریایی بوده است.
- در ائوسن فوقانی بار دیگر در سطحی گسترده، فعالیّت‌های آتشفشانی آغاز می‌شود. این فعالیت‌ها شامل فوران گدازه به همراه تشکیل حجم کمتری از سنگهای آذراواریست. در این دوره نیز بار دیگر دریای کم عمق بر منطقه حاکم می‌شود ولی فعالیت ماگما شدت می‌گیرد، از این رو هر دو نوع سنگ‌های آذرین تشکیل شده در خشکی و دریا، دیده می‌شود.
- در الیگوسن بار دیگر فعالیّت‌های ماگمایی، سنگهای خروجی را به وجود می‌آورند. در این دوره اکثر سنگها توفها و گدازه‌های خشکی هستند. در میوپلیوسن فعالیّت‌های ماگمایی متوقف شده و سنگهای رسوبی بوجود آمده‌اند. - در نهایت رسوبات آبرفتی دوران چهارم با چهار رخساره، پادگانه‌ای و آبرفتهای عهد حاضر که در امتداد مسیل رودخانه‌ها از جمله رودخانه حاجی عرب قابل مشاهده است (شکل‌های۴ و ۵). از نظر زمین ساختی، منطقه مورد مطالعه در محل تغییر شکستگی‌های بزرگ کمربند آتشفشانی ایران قرار دارد و جهت‌ها از N100 تا N130 درجه تغییر می‌کند. بررسی توف‌های ائوسن زیرین، سنگهای رسوبی ائوسن میانی و میوپلیوسن نشان‌دهنده آن است که این سنگ‌ها تحت تاثیر نیروی زمین ساختی از حالت افقی خارج شده و چین خورده‌اند. همچنین منطقه مورد مطالعه، تحت تاثیر نیروهای فشاری و کششی، شدیداً تکتونیزه شده است و سیستم گسلها و سیستم درزهای فراوان نشان از این امر دارد. چندین گسل اصلی و تعداد زیادی گسل فرعی در منطقه وجود دارد که شواهد نشان دهنده فعّال بودن آنها است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۴) : بخشی از نقشه زمین شناسی چهار گوش ساوه که موقعیت حوضه مورد در آن نشان داده شده است.



شکل (۵): راهنمای شکل ۴ (ماخذ: سازمان زمین شناسی، نقشه ساوه در مقیاس ۱: ۲۵۰ ۰۰۰).

ژئومورفولوژی

اگر حوضه مورد مطالعه را به سه بخش تقسیم کنیم، بخشی که در شمال گسل حسن آباد واقع شده، بخش شمالی را تشکیل می‌دهد و بلندترین نقطه محدوده یعنی کوه رامند در این بخش قرار می‌گیرد. این ارتفاعات توپوگرافی نسبتاً خشنی دارند و دره‌های ژرف و عریضی در میان این واحد دیده می‌شود. بخش میانی که به علّت دارا بودن ساخت ناودیسی، واحدهای سنگی ائوسن با داشتن خواص سنگ شناسی، رنگ و نوع فرسایش متفاوت و مورفولوژی برجسته،چهره شاخصی در منطقه دارد و عامل آن چین خوردگی و داشتن لیتولوژی مقاوم است. در بخش جنوبی و شرقی بخش میانی نیز سنگهای آذرین درونی به سبب فرسایش، مورفولوژی نسبتاً پهنی را به وجود آورده است. از دیگر اشکال ژئومورفولوژی منطقه، گنبدهای نیمه آتشفشانی است که با توپوگرافی برجسته خود این واحد را از دیگر واحدها متمایز می‌سازد.

بحث و یافته‌های پژوهش

همانگونه که ذکر گردید، تعداد ۲۰ نمونه رسوب با وزن حدود ۵۰۰ گرم از محل خروجی حوضه برداشت گردیده است. این نمونه‌ها در فواصل تقریبی ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر از یکدیگر و با توجه به شرایط محیطی نمونه به صورت انتخابی برداشت شده‌اند. موقعیت این نمونه برداری‌ها برای تطبیق با نقشه توپوگرافی و زمین شناسی با دستگاه GPS مارک شده است. محل نمونه برداری‌ها عمدتاً از بستر فعّال و در زیر جدیدترین داغ آب رود خانه برداشت شده است. سر انجام نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و برای حصول به نتیجه طی سه مرحله کلی به شرح زیر آنالیز روی آنها انجام پذیرفته است.

در مرحله اول کار آزمایشگاهی، نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از شیکر قطعات بالای ۱ میلیمتر تا حد اکثر ۲۰ میلیمتری آنها الک و تفکیک شده است. نمونه‌های الک شده برای شفاف شدن سطوح رخ آنها شستشو داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در اتوکلاو خشک شده‌اند. سپس با انتخاب و حذف قطعات درشت، وزن هر نمونه به ۳۰۰ گرم کاهش داده شده تا وزن تمامی نمونه‌ها یکسان باشد. در نهایت در زیر میکروسکوپ بینوکالر، دانه‌ها بر حسب جنس در قالب ۷ گروه کلی به عنوان نمونه‌های معرّف از سازندهای حوضه از یکدیگر تفکیک شده و وزن شده و سپس درصد هر گروه به دست آمده است. از آنجا که بیش از ۳۵ نوع سازند مختلف در حوضه وجود داشته است بنابر این با توجه به ویژگی‌های سنگ نگاری شامل، سن و جنس هر سازند دسته بندی شده و در نهایت در قالب ۷ گروه معّرف تفکیک و طبق بندی شده‌اند. گروه نمونه معرّف از طریق بررسی شکل، اندازه و میزان تبلور بلورها و مقاومت رسوبات در برابر خراش،

توسط میکروسکوپ، مورفوسکوپی شده و با استفاده از اسید سولفوریک رقیق واکنش رسوبات در برابر آن آزمایش شده است. هفت گروه سازندهای معرف در جدول شماره ۱ آمده است. پس از تعیین وزن هر گروه از هر نمونه رسوب آماده شده، درصد وزن آن نسبت به وزن کل نمونه به دست آمده است (جدول ۱). در بعضی از نمونه‌ها که قطعات درشت تری وجود داشته است برای بررسی دقیق تر با پرس سنگ شکن برش داده شده و به عنوان نمونه‌های شاخص و برای کنترل و صحت سایر نمونه‌ها مورد بررسی دقیق تری قرار گرفته‌اند.

در مرحله دوم، مرز حوضه مورد مطالعه را با توجه به نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱: ۵۰ ۰۰۰ و نقشه زمین شناسی رقومی مقیاس ۱: ۲۵۰ ۰۰۰ و نیز تصویر ماهواره ای لندست، مشخص و تعیین حدود شده و پس از ژئورفرنس شدن نقشه‌ها حدود سازندهای معرّف بر روی آنها کنترل و تطبیق داده شده است. این کار عمدتاً در نرم افزارArcGIS انجام شده و مساحت هر پهنه سنگ شناسی در قالب ۷ گروه معرف تعیین و نسبت مساحت هر یک از آنها نسبت به کل حوضه به دست آمده است. لازم به یاد آوری است که در گروه بندی پهنه‌ها، علاوه بر گروه‌هایی که در مرحله او مشخص شده بود، گروه سنگ‌های آذر آواری به خاطر وسعت زیاد رخنمون آن در حوضه به عنوان یک سازند مشخص از سازندهای رسوبی به عنوان یکی از سازندهای معرف تفکیک گردید.

در مر حله سوم، برای بررسی میزان فرسایش پذیری سازندهای معرف حوضه، هر یک از گروه‌های طبقه بندی شده با پهنه‌های مربوط به هر گروه معرف در مقایسه با درصد وزن رسوبات همان گروه مقایسه شده است و بر اساس بررسی و تحلیل بین سه عامل مساحت، مقاومت و درصد هر رسوب، قابلیت فرسایش پذیری هر سنگی که در هر یک از گروه‌های معرف جای گرفته به دست آمده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱ :دسته بندی هفت گروه رسوبات معرّف و میانگین وزن هریک از مجموع ۲۰ نمونه برداشت شده

ردیف	گروه سنگ معرف	وزن نمونه به گرم
۱	آذرین بیرونی	۱۷۴/۲
۲	آذرین درونی	۵۹/۵
۳	رسوبی(ماسه سنگ،مارن)	۴۲/۵
۴	آهکی	۹/۷
۵	دگرگونی	۱/۹
۶	آذر آواری	۱۰/۵
۷	سایر سنگ‌ها	۱/۷
	جمع	**۳۰۰**

در مرحله نخست نتایج زیر به دست آمد.

- از کل نمونه‌های ۳۰۰ گرمی برداشت شده و میانگین گیری شده، گروه سنگ‌های آذرین(درونی و بیرونی) با ۲۳۳/۷ گرم بالاترین حجم نمونه رسوبات برداشت شده را به خود اختصاص داده است.
- سنگ‌های رسوبی به همراه سنگ‌های آهکی و آذر آواری با میانگین ۶۲/۷ گرم در رتبه دوم.
- بالاخره سنگ‌های دگرگونی با ۱/۷ گرم کمترین سازندهای تحت پوشش حوضه را به خود اختصاص داده‌اند. لازم به توضیح است که سنگ‌های آهکی از لحاظ کرونولوژیک مربوط به دوره کرتاسه می‌باشند در حالی که سایر سنگ‌ها مربوط به دوران ترشیاری هستند. از این رو سنگ‌های آهکی به عنوان یک گروه معرف خاص تفکیک شده‌اند. گروه سایر سنگ‌ها نیز با ۱/۷ گرم کمترین مقدار رسوب را شامل شده‌اند. گروه سایر سنگ‌ها نیز عمدتاً از کانی‌ها و رسوبات دانه ریز بسیار متنوع تشکیل شده‌اند و عملاً تفکیک آنها امکان پذیر نبوده است. از آنجا که بخشی از رسوبات را تشکیل می‌داده‌اند بنابر این در یک گروه کلی آورده شده‌اند. شکل ۶ یک نمونه از گروه سنگ‌های معرّف حوضه را که پس از مورفوسکوپی بر اساس جنس تفکیک شده است را نشان می‌دهد.

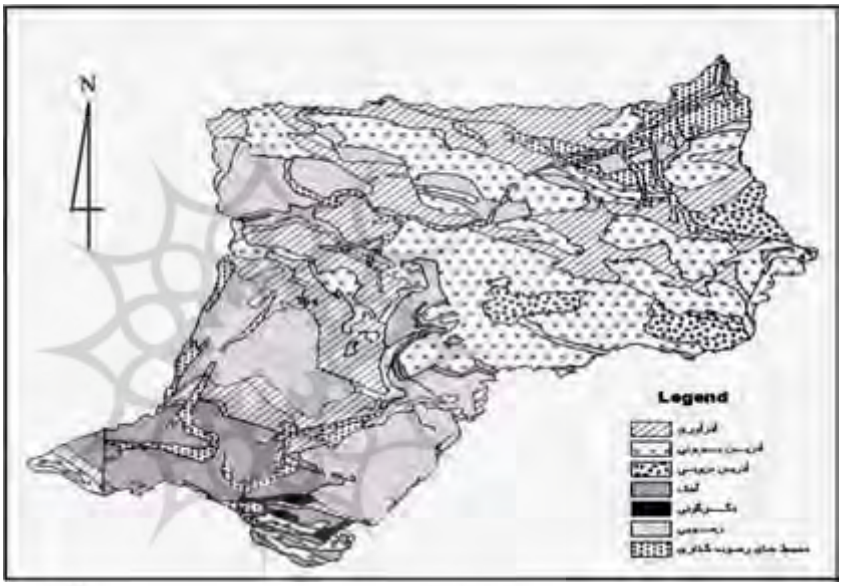
شکل(۶): نمونه ۳۰۰ گرمی از رسوب حوضه که از طریق مورفوسکوپی به گروه‌های معرّف تفکیک شده است.

یافته‌های مرحله دوم شامل اندازه گیری مساحت پهنه‌های سنگ شناسی در قالب ۷ گروه آذرین درونی، آذرین بیرونی، رسوبی، آهکی، دگرگونی، آذر آواری و سایر سنگ‌ها می‌باشد که نتایج آن در جدول شماره ۲ آمده است. از آنجا که بخش عمده ای از رخنمون سنگ‌های حوضه را سنگ‌های آذر آوری تشکیل داده‌اند از این رو این نوع سنگ‌ها از سنگ‌های رسوبی جدا شده و در قالب یک گروه مستقل آورده شده‌اند.

چنانچه از یک نگاه کلی بخواهیم حوضه را از نظر ژنتیک به دو بخش تفکیک کنیم، بخش اول که وسعت بسیار بیشتری دارد شامل سطوح کاوشی است. این سطوح تماماً از سازندهای اصلی تشکیل شده است که در معرض تخریب و هوازدگی قرار دارند. بخش دوم نیز شامل سطوح تراکمی است. این سطوح از آبرفتهایی تشکیل شده است که سطح بستر رود خانه‌های محدوده تحت بررسی را پوشانیده‌اند. شکل شماره ۷ نقشه لیتولوژیکی حوضه را در قالب گروه‌های هفت‌گانه سازندهای معرف نشان می‌دهد.

جدول ۲: مساحت پهنه‌های سنگ شناسی حوضه مورد مطالعه در قالب ۷ گروه معرف ا صلی

ردیف	نام گروه سازند معرف	مساحت به کیلومتر مربع
۱	آذرین بیرونی	۲۹۵
۲	آذرین درونی	۴۱/۳
۳	رسوبی(ماسه سنگ،مارن)	۱۷۴/۲۹
۴	آهکی	۶۳/۴۵
۵	دگرگونی	۰/۳۱۹
۶	آذر آواری	۲۹۳/۸۳
۷	سایر سنگ‌ها	نامشخص
۸	سطوح تراکمی حوضه(آبرفتی)	۱۰۱/۸
جمع		**۹۷۰**



شکل (۷): پهنه‌های لیتولوژیکی تفکیک شده که بر اساس نمونه‌های معرف طبقه بندی شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که:

۱) در محیط‌های کاوشی و در معرض تخریب، مساحت پهنه سنگ‌ها ی آذرین، اعم از بیرونی و درونی با اختصاص ۳۳۶/۳ کیلومتر مربع از مساحت حوضه،بیشترین مساحت را در بین سایر سازندها دارند.

۲) پس از آن پهنه سنگ‌های آذر آواری با ۲۳۹/۸۳ کیلومتر مربع پوشش در رتبه دوم قرار گرفته‌اند.

۳) سپس سنگ‌های رسوبی و آهکی مجموعا با ۲۳۷/۷۴ کیلومتر مربع در مرتبه بعدی

۴) سرانجام سنگ‌های دگرگونی با ۰/۳۲ کیلومتر مربع پوشش سطحی خود در حوضه، کم مساحت ترین سازندهای حوضه را شامل می‌شوند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه گیری

مطالعه و بررسی داده‌های رسوب شناسی و مقایسه آن با وسعت پهنه‌های سنگ شناسی در معرض هوازدگی حوضه مورد مطالعه علیرغم فرضیه مطرح شده، نشان‌دهنده آن است که سازندهای آذرین نسبت به سازندهای رسوبی و آذر آواری فرسایش پذیرتر بوده و حجم بیشتری از مواد تخریبی حمل شده توسط رواناب‌ها و شبکه زهکشی حوضه به این سازند اختصاص دارد.
بررسی داده‌های جداول ۱و ۲ و محاسبه درصد هر یک در جدول ۳ مشخص می‌کند که غیر از سنگ‌های آذرین درونی، همبستگی مستقیمی بین مقدار وزن رسوبات و مساحت تحت پوشش این رسوبات در حوضه وجود دارد. زیرا سنگ‌های آذرین درونی با توجه به اینکه از نظر مساحت پوشش کمتری داشته و در مقایسه با سایر سازندها از نظر پوشش سطحی با ۴/۲۷ درصد، رتبه چهارم را دارد، اما با اختصاص ۱۹/۸ درصد از مواد آبرفتی رود خانه از نظر فرسایش‌پذیری در بین سایر سازندها رتبه اول را داشته و فرسایش پذیر ترین سازند حوضه به حساب می‌آید. اما به کمتر بودن پوشش در معرض هوازدگی این سازند در حوضه، نسبت کمتری از بار رسوبی رودخانه را شامل می‌شود. ناگفته نماند که متغیرهای دیگری نظیر، تاثیرات تکتونیکی، میزان شیب دامنه، جهت دامنه و نظایر آن نیز می‌تواند در میزان فرسایش‌پذیری سازندها تاثیرگذار باشند که نیازمند مطالعات گسترده‌تری است.

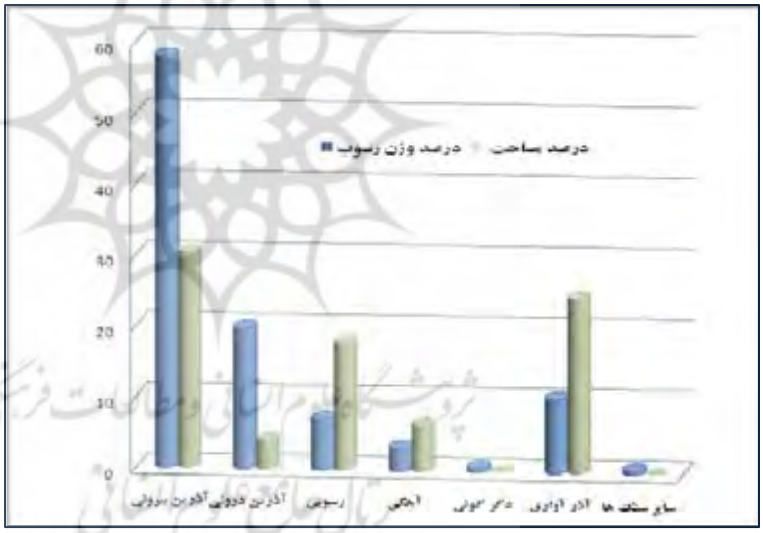
جدول ۳: درصد داده‌های تطبیق داده شده ی وزن و وسعت سازندهای معرّف حوضه مورد مطالعه درصد مساحت تحت پوشش سطوح تراکمی و بستر رود خانه‌ها در جدول نیامده است).

ردیف	سازند معرّف	درصد وزن رسوب آبرفتی	درصد مساحت تحت پوشش سازند معرّف	رتبه از نظر درجه فرسایش پذیری
۱	آذرین بیرونی	۵۸/۱	۳۰/۵۶	۲
۲	آذرین درونی	۱۹/۸	۴/۲۷	۱
۳	رسوبی(اکثراً ماسه سنگ ومارن)	۷/۱۷	۱۸/۰۶	۳
۴	آهکی	۳/۲۳	۶/۵۷	۵
۵	دگرگونی	۰/۶۳	۰/۰۳	۶
۶	آذر آواری	۱۰/۵۰	۲۴/۸۵	۴
۷	سایر سنگ ها	۰/۵۷	-	۷

سنگهای آذرین بیرونی نیز با اختصاص ۵۸/۱ درصد بار رسوبی رود خانه، همبستگی مستقیمی را بین وزن رسوب و مساحت پهنه تحت پوشش این سازند درحوضه (۳۰/۵۶ درصد) را نشان

می‌دهند. بنابر این هر چند حجم بیشتری از بار رسوبی آبرفتی حوضه را شامل می‌شوند، اما نسبت به سنگ‌های آذرین درونی فرسایش‌پذیری کمتری دارند. مقایسه این دو نوع سنگ در شکل شماره ۸ نسبت رسوب و فرسایش پذیری هر یک را به خوبی نشان می‌دهد. ناگفته نماند که اگر پهنه تحت پوشش سنگهای آذرآواری را که رسوبی بوده ولی منشا آذرین دارند در گروه سنگ‌های آذرین به حساب آوریم در مجموع سنگ‌های آذرین بیش از نیمی از مساحت حوضه را تحت قلمرو خود دارند. این ویژگی به دلیل قرار گرفتن این حوضه در واحد مورفوتکتونیکی و آتشفشانی ارومیه – دختر می‌باشد. بنابر این هر چند سنگ‌ها از نظر ماهیت یکنواختی زیادی دارند ولی به نظر نمی‌رسد در نتایج چندان تاثیری داشته باشند. با این وجود پیشنهاد می‌شود این روش برای حوضه‌های دیگری که از تنوع سنگ شناسی بیشتری برخوردار هستند مورد بررسی و آزمون قرار گیرد.

همچنین بررسی نقشه زمین شناسی حوضه نشان می‌دهد که وسعت تحت پوشش سنگ‌های دگرگونی بسیار کم بوده (۰/۰۳ درصد) و تنها وسعت کمی را در بالادست حوضه را در برمی‌گیرد. اما بیش از ۰/۶۳ درصد نسبت حجم دبی رسوب حوضه را شامل می‌شوند. این رقم هر چند نشانگر فرسایش پذیری بالای این سنگ نسبت به سایر سنگها به حساب می‌آید، لیکن نیازمند بررسی دقیقتری در حوضه‌های مجاور می‌باشد که از وسعت بیشتری برخوردارند.



شکل (۸): مقایسه درصد مساحت پهنه‌های تحت پوشش سنگ‌ها در حوضه نسبت به درصد وزن رسوبات آبرفتی هر کدام

منابع

۱. خاکسار، کاوه و همکاران، (۱۳۸۵)، تعیین حساسیت سازندهای زمین شناسی حوضه آبریز مهارلو به فرسایش، مجله علوم زمین، شماره ۱۶(۶۲)، ص ۱۲۹-۱۱۶.

۲. رفاهی، حسینقلی، (۱۳۸۲)، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.

۳. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، (۱۳۶۹)، نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۰۰۰ ۲۵۰: ۱ و ۰۰۰ ۵۰: ۱ برگ ساوه.

۴. سازمان زمین شناسی کشور، (۱۹۸۴)، نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش ساوه.

۵. سازمان زمین‌شناسی کشور، (۱۹۸۴)، شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش ساوه.

۶. سازمان زمین‌شناسی کشور، (۱۹۸۴)، نقشه زمین شناسی مقیاس۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش کبودرآهنگ.

۷. سازمان زمین‌شناسی کشور، (۱۹۸۴)، نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش دانسفهان (خیارج).

۸. سازمان نقشه برداری کشور، (۱۹۹۸)، تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM).

۹. شریعت جعفری، محسن و همکاران (۱۳۸۵)؛ حساسیت ذاتی سازندهای زمین‌شناسی به هوازدگی و فرسایش در حوضه‌های واقع در پهنه رسوبی – ساختاری خرده قاره ایران مرکزی تهران، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، شماره ۶(۱-۲)، ص ۷۲۲-۷۰۲.

۱۰. شعاعی، ضیاالدین (۱۳۸۰)، ارزیابی هوازدگی، خصوصیات ژئوتکنیکی و بر آورد حساسیت فرسایش‌پذیری خاکها و سنگها با استفاده از تعیین نسبت کانی‌های معرف، پژوهش و سازندگی، شماره ۱۴.

۱۱. صوفی، علی اکبر (۱۳۷۷)، بررسی پتانسیل فرسایش و رسوب در حوضه رودخانه زارم رود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۱۲. طباخ جعفری، امیر علی (۱۳۶۹)، پتروگرافی و پترولوژی توده‌های آذرین نفوذی بوئین زهرا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، دانشکده علوم.

۱۳. فیض‌نیا، سادات و مریم خوش اقبال (۱۳۸۲)، بررسی سازندهای زمین‌شناسی نسبت به فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز لتیان، تهران، منابع طبیعی ایران، ۵۶(۴)، ص ۳۸۳-۳۶۵.

۱۴. فیض‌نیا، سادات و همکاران (۱۳۸۶)، بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی و حساسیت سازندها به فرسایش و رسوبدهی حوضه‌های آبخیز (نمونه موردی در حوضه آبخیز دریاچه نمک)، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۰، ص ۸۲۸-۸۱۱.

۱۵. مسعودی، فریبرز (۱۳۶۹)، پتروگرافی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی جنوب بوئین زهرا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

۱۶. نادری، تقی و همکاران (۱۳۷۸)، سیمای بوئین زهرا، چاپ اول، قزوین، انتشارات بحرالعلوم.

17. Gavrilovic, Z., 1988, The use of an empirical method (Erosion potential method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams, International Conference on River Regime. 18-20 may, John Wiley & sons.
18. Morgan, R. P.C. J., & et al, 1998, The European soil erosion model: A dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchment, Earth Surface Process Landforms 23.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی