نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۶، شماره ۳، ۱۳۹۳، صفحات ۲۴۷-۲۵۷

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 6, Issue 3, 2014, Pages 247-257

بررسی سهم واحدهای سنگی در تولید رسوب با استفاده از ویژگی‌های کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی، مطالعه موردی: حوزه آبخیز حسن ابدال زنجان

حجت‌اله صمدی ارقینی*[۱]، سادات فیض‌نیا[۲] و علی‌اکبر نظری‌سامانی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، [۲] استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران و [۳] استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۲

چکیده

هدف از این پژوهش، تعیین جنس اجزاء تشکیل‌دهنده رسوبات و نسبت دادن ذرات رسوبی به واحدهای سنگ‌شناسی حوضه و در نتیجه تعیین سهم هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی در رسوب‌زایی حوزه آبخیز می‌باشد. در این پژوهش ابتدا از رسوبات پشت سازه‌های حفاظت خاک و آب و همچنین، از رسوبات بستر آبراهه‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. برای کلیه نمونه‌ها دانه‌بندی به‌روش الک تر انجام شد. سپس الک‌های ۶۰۰ میکرون و چهار میلی‌متر به‌عنوان الک شاخص انتخاب شدند و با انتخاب ۱۰۰ دانه رسوبی از هر نمونه، بررسی‌های کانی‌شناسی با استفاده از بینوکلر با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر و با توجه به واقعیت رسوبی منطقه، صورت پذیرفت و جنس کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها تعیین و با شمارش تعداد آن‌ها و تعیین سهم هر کدام از کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها، نتایج را با واحدهای سنگ‌شناسی مقایسه و تطبیق داده، سنگ و واحد تولیدکننده هرکانی و خرده‌سنگ و درصد سهم هر واحد سنگی در تولید رسوب مشخص شد. مطابق نتایج به‌دست آمده، واحد سنگ‌شناسی C_z با ۴۴/۶۲ درصد بیش‌ترین سهم را در فرسایش و تولید رسوب بر عهده دارد. این واحد سنگ‌شناسی شامل شیل میکایی صورتی تا قرمز سازند زاگون می‌باشد. واحد سنگ‌شناسی PMl که شامل آهک است با ۲۲/۸۸ درصد در رتبه دوم قرار دارد. سومین واحد سنگ‌شناسی که بیش‌ترین سهم را در تولید رسوب دارد، واحد E^v است که شامل آندزیت و آندزیت برشی شده همراه با میان لایه‌های توف و توفیت سازند کرج می‌باشد. واحدهای $Pl\text{-}Q^c$ و Cl (سازند لالون)، Q^t و J_s (سازند شمشک)، E^t (سازند کرج)، Ek_1 (سازند کرج)، Pd (سازند دورود)، C_{bt} (سازند باروت) و E_f (سازند فجن) به‌ترتیب با ۴/۲۵، ۳/۲۲، ۲/۰۹، ۲/۰۵، ۲/۰۱، ۱/۸۳، ۱/۳۳، ۱/۳۲ و ۱/۲۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند و به‌ترتیب بیش‌ترین سهم را در فرسایش و تولید رسوب حوضه دارند.

واژه‌های کلیدی: فرسایش، سهم اشتراک، بینوکلر، دانه‌بندی، خرده‌سنگ

مقدمه

خاک به‌عنوان بستر تولید و یکی از دو عنصر تشکیل‌دهنده اکوسیستم خشکی‌ها یعنی آب و خاک، از عوامل مهم در استمرار حیات در کره زمین است (Feiznia، ۲۰۰۸). فرسایش به فرایندی گفته می‌شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به‌کمک یک عامل انتقال‌دهنده به مکانی دیگر حمل می‌شود (Refahi، ۱۹۹۸). رسوب شامل موادی است

* مسئول مکاتبات: samadi.hojjat@ut.ac.ir

که در نتیجه فرسایش ایجاد شده، مقداری حمل شده، ممکن است مقداری از آن در تله‌های رسوب‌گیر موجود در سطح حوزه آبخیز مثل مخروط افکنه‌ها، پادگانه‌ها و دشت‌های سیلابی نهشته شده و سرانجام به یک ایستگاه اندازه‌گیری رسوب برسد (Feiznia، ۲۰۰۸).

فرسایش خاک یک مشکل عمده محیطی در سرتاسر جهان است. حدود ۸۵ درصد از تخریب زمین در جهان به فرسایش خاک مرتبط است (Oldeman و همکاران، ۱۹۹۰). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که تداوم فرسایش، منابع جهانی خاک را به مخاطره می‌اندازد (Montogomery، ۲۰۰۷). لازمه اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل رسوب، کسب اطلاعات از اهمیت نسبی منابع رسوب و سهم آن‌ها در تولید رسوب و در نتیجه شناسایی مناطق بحرانی در داخل حوزه آبخیز است (Hakimkhani و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طور کلی روش‌های کسب داده‌ها از اهمیت نسبی منابع رسوب و تعیین سهم آن‌ها در تولید رسوب را می‌توان به دو گروه یعنی روش‌های سنتی و منشأیابی تقسیم کرد.

از روش‌های سنتی می‌توان به میخ‌ها و کرت‌های فرسایشی، بررسی‌های چشمی منابع رسوب از راه عکس‌ها و مشاهدات صحرایی (Collins و Walling، ۲۰۰۲)، اندازه‌گیری بار رسوبی در انتهای زیرحوزه‌های آبخیز اصلی برای تعیین اهمیت نسبی آن‌ها در تولید رسوب (Walling و Woodward، ۱۹۹۵) اشاره کرد. اما کاربرد این روش‌ها به‌طور معمول با دشواری‌های نمونه‌گیری و نیز تنگناهای اجرایی مواجه بوده و بعضی از آن‌ها به زمان و هزینه‌های زیادی نیاز دارند (Collins و Walling، ۲۰۰۴؛ Loughran و همکاران، ۱۹۹۲)، از سویی این روش‌ها به‌طور عمده برای اندازه‌گیری فرسایش عنوان شده‌اند و نمی‌توانند تولید رسوب را برآورد کنند و اگر هم بتوانند این کار را انجام دهند، نمی‌توانند رسوبات حمل شده به انتهای حوضه را به مناطق اصلی تولیدکننده ربط دهند. لذا روش‌های سنتی امکان مرتبط کردن منابع رسوب به منابع رودخانه و تولید رسوب انتهای حوزه آبخیز را فراهم نمی‌کنند (Collins و Walling، ۲۰۰۲). به‌دلیل دشواری‌های یاد شده در کاربرد روش‌های سنتی، روش انگشت‌نگاری، ردیابی یا به‌عبارتی منشأیابی رسوب به‌عنوان روشی جایگزین و مناسب مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است. در این روش، ویژگی‌های فیزیکی، ژئوشیمیایی و آلی رسوب و منابع رسوب برای تعیین منابع اصلی رسوب و اهمیت نسبی آن‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (Peart و Walling، ۱۹۸۸؛ Collins و Walling، ۲۰۰۴؛ Walling، ۲۰۰۵).

در طول بیش از دو دهه گذشته کارایی روش منشأیابی به‌عنوان روشی موفق و موثر برای تعیین منابع رسوب به اثبات رسیده است. این روش بر این فرض استوار است که منابع مختلف رسوب با بهره‌گیری از شماری از ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و آلی قابل شناسایی بوده و با مقایسه آن‌ها با همان ویژگی‌ها در نمونه‌های رسوب می‌توان سهم و اهمیت نسبی منابع رسوب در تولید رسوب را به‌دست آورد.

پژوهش‌های مختلفی در رابطه با فرسایش‌پذیری و توان رسوب‌زایی سازندهای زمین‌شناسی با استفاده از خصوصیات رسوب‌شناسی و ترکیب کانی‌شناسی رسوبات صورت گرفته است. Khajeh (۱۹۹۶)، اقدام به منشأیابی رسوبات مخروط افکنه گرماب‌دشت نمود که از نظر رسوب‌شناسی بر پایه فراوانی خرده‌سنگ‌ها و کانی‌های مختلف و حساسیت سازندها به فرسایش بود. Taheri (۲۰۰۳)، با بررسی کانی‌شناسی رسوبات و تهیه مقاطع نازک از سنگ‌ها، پتانسیل رسوب‌زایی حوزه آبخیز طالقان را تعیین نمود.

Yamani و Ebrahimkhani (۲۰۱۰)، با بررسی ترکیب کانی‌شناسی در حوزه آبخیز حاجی عرب استان قزوین مشخص نمودند که سنگ‌های آذرین و دگرگونی به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تولید رسوب را داشته‌اند. Hesami (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای که در حوزه آبخیز زریوار مریوان انجام داد، به این نتیجه رسید که واحد سنگ‌شناسی دگرگونی با ۴۹/۸۱ درصد بیش‌ترین اهمیت نسبی را در تولید فرسایش و رسوب داشته که این واحد شامل اسکارن و کمی هورنفلس است. Sharifi (۲۰۱۲)، با بررسی کانی‌شناسی حوزه آبخیز سد قشلاق سنندج به این نتیجه رسید که واحد سنگ‌شناسی آندزیت با میان لایه‌هایی از شیل با ۳۴/۱۲ درصد بیش‌ترین سهم را در فرسایش و تولید

رسوب بر عهده دارد. Padiab و Feiznia (۲۰۱۲) اقدام به تعیین نقش سازندهای مختلف زمین‌شناسی حوزه آبخیز بالادست عرصه پخش سیلاب گچساران در تولید رسوب نمودند.

نتایج آن‌ها نشان داد که سازندهای پابده-گورپی با سهم ۵۵/۳ درصد، بیش‌ترین نقش را در تولید رسوب داشته است. Klages و Hsieh (۱۹۷۵)، در یک حوزه آبخیز به تعیین سهم سرشاخه‌ها با استفاده از خصوصیات کانی‌شناسی در تولید رسوب پرداختند و یکی از سرشاخه‌ها را مهم‌ترین منبع تولید رسوب تشخیص دادند. این محققین اظهار داشته‌اند که وجود تفاوت‌های جدی در ترکیب کانی‌شناسی رسوبات سبب شایستگی این روش به‌ویژه در آبخیزهای کوچک برای تفکیک منابع اصلی رسوب می‌باشد.

Wood (۱۹۷۸)، با بررسی کانی‌هایی چون مونت‌موریونیت، کوارتز، کائولونیت، ایلیت، کلسیت و آپاتیت به نوعی به‌صورت کیفی به تعیین منشأ رسوبات در آبخیزی با مساحت ۱۸۴ کیلومترمربع واقع در انگلیس مبادرت کرد و در نتیجه‌گیری‌های توام با احتمال و تردید خود منشأ اصلی کانی مونت‌موریونیت و کلسیت را به‌ترتیب سنگ بستر و آب‌های زیرزمینی قلمداد کرد. Shaw و همکاران (۲۰۰۲)، در تحقیقی تحت عنوان کانی‌شناسی رسوبات ناشی از خاک‌های التی سولز در آلاباما مرکزی نشان دادند که تفاوتی بین کانی‌شناسی رسوبات کمتر از دو میکرون در مناطق کشاورزی وجود ندارد، ولی رسوبات کمتر از دو میکرون دارای مقادیر بسیار زیادی کوارتز و تقریباً عاری از کائولینیت در مقایسه با خاک منطقه بود. Brown و McEnroe (۲۰۱۲)، در تحقیقی در عرض ناحیه کوهستانی آدیروناک در شمال نیویورک، نمونه‌هایی از مقطع شرقی- غربی گرفتند و پس از دانه‌بندی نمونه‌ها، کانی‌شناسی آن‌ها را انجام دادند، با انجام کانی‌شناسی بر روی رسوبات سنگ‌های آذرین و دگرگونی به راحتی از یکدیگر تفکیک شدند.

شمارش و سنگ‌شناسی سنگ‌ریزه‌ها یکی از روش‌های مطالعه منشأ رسوبات درشت و مجزا می‌باشد، زیرا این روش اطلاعات ویژه‌ای راجع به منابع رسوب در اختیار می‌گذارد. البته این اطلاعات تحت تأثیر فرایندها و شرایط فراوان محیطی است که از آن جمله می‌توان به سنگ‌شناسی و شیب سنگ‌های منشأ، نوع و توزیع فرایندهای هوازدگی، خصوصیات هیدرولیکی زهکش‌ها شامل اندازه ذرات، گرادیان، دبی، نرخ انتقال، مسافت، درجه بازیافت، هوازدگی در حین حمل، حد تحمل سازندهای مختلف به انواع فرسایش و در نهایت میزان رسوب تزریقی شاخه‌های فرعی ورودی به آبراهه اصلی اشاره کرد (Lindsey و همکاران، ۲۰۰۷).

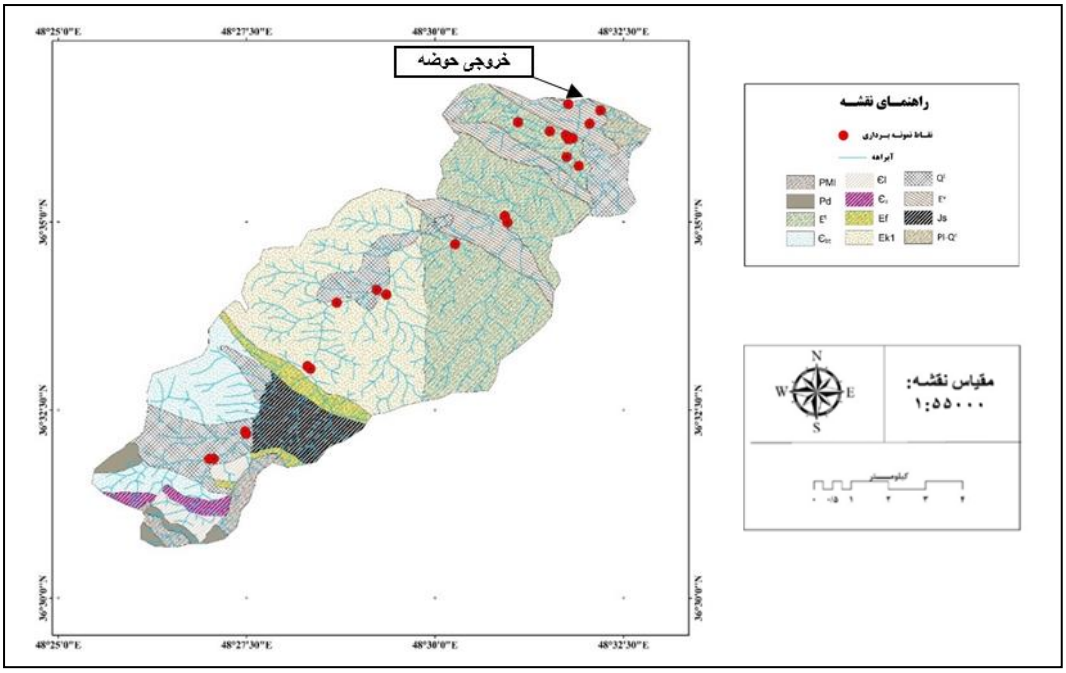
هدف اصلی از مطالعات کانی‌شناسی در حوزه‌های آبخیز، تعیین جنس اجزاء تشکیل‌دهنده رسوبات و نسبت دادن ذرات رسوبی به سازندهای منطقه و در نتیجه تعیین سهم هر یک از سازندها در رسوب تولیدی حوزه آبخیز می‌باشد. هدف اصلی از پژوهش حاضر در حوزه آبخیز حسن ابدال، تعیین جنس اجزاء تشکیل‌دهنده رسوبات و نسبت دادن ذرات رسوبی به واحدهای سنگ‌شناسی منطقه و در نتیجه تعیین سهم هر یک از واحدها در رسوب تولیدی حوزه آبخیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز حسن ابدال با مساحت ۶۹۱۹ هکتار و با مختصات جغرافیایی به‌طول °۴۸ ′۲۵ تا °۴۸ ′۲۸ شرقی و عرض °۳۶ ′۲۷ تا °۳۶ ′۳۸ شمالی در جنوب شرقی شهر زنجان واقع شده است. از مناطق مسکونی موجود در حوضه مطالعاتی می‌توان به روستاهای حسن ابدال، قره‌تپه، سهله و قاضی‌آباد اشاره کرد. راه دسترسی به حوضه از طریق جاده اصلی زنجان-تهران بوده که در کیلومتر شش جاده مزبور، از طریق جاده فرعی، به روستای حسن ابدال منتهی می‌شود. حداقل، متوسط و حداکثر بارش سالانه حوضه به‌ترتیب ۱۵۷، ۳۵۷/۵ و ۴۱۵/۳ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه مورد مطالعه در سیستم طبقه‌بندی دومارتن، نیمه‌خشک سرد می‌باشد.

روش پژوهش: در این مطالعه برای تهیه نقشه زمین-شناسی حوضه از نقشه‌های زمین‌شناسی ورقه زنجان و ورقه طارم با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی ایران، استفاده شد. علاوه بر این، با استفاده از عکس-های هوایی منطقه و بازدیدهای صحرایی متعدد فرایند تهیه نقشه زمین‌شناسی تکمیل شد. شکل ۱ نقشه

زمین شناسی حوضه و جدول ۱ خصوصیات واحدهای مختلف سنگ‌شناسی را نشان می‌دهند.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی و نقاط نمونه‌برداری

جدول ۱- خصوصیات زمین‌شناسی و گسترش واحدهای مختلف سنگی

دوران	سن: دوره	سن: دور	خصوصیات سنگ‌شناسی	علامت	سازند	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
سنوزوئیک	کواترنر	پلئیستوسن	پادگانه‌های آبرفتی	Qt	-	۶۶۷/۷۱	۱۱/۹۱
		پلیوسن- پلئیستوسن	کنگلومرای سست با گرد شدگی متوسط و جورشدگی ضعیف	Pl-Qc	-	۶۴/۳۹	۱/۲۴
	ترشیری	ائوسن	ماسه‌سنگ وگل‌سنگ با میان لایه‌هایی از آندزیت پورفیری	Ek1	کرج	۱۳۱۹/۰۹	۲۳/۴۷
			توف بلورین همراه با ماسه‌سنگ توفی، سیلت سنگ و شیل	Et	کرج	۱۴۲۹/۵۵	۲۵/۶۱
			آندزیت همراه با توف و توفیت	Ev	کرج	۴۵۷/۵۳	۷/۳۸
			کنگلومرا، ماسه‌سنگ توفی و توف	Ef	فجن	۷۲۴/۲۷	۱۱/۹۹
مزوزوئیک	ژوراسیک	-	شیل و ماسه‌سنگ دارای زغال	Js	شمشک	۲۵۶/۵۲	۳/۹۵
	پرمین	-	آهک	PMl	-	۱۱۲/۹۸	۲/۱۸
		-	ماسه‌سنگ کوارتزی، شیل ودولومیت	Pd	دورود	۸۸/۶۹	۱/۷۱
پالئوزوئیک	کامبرین	-	ماسه‌سنگ	Єl	لالون	۱۰۰/۲۴	۱/۸۰
		-	شیل میکایی صورتی تا قرمز	Єz	زاگون	۷۳/۷۳	۱/۳۲
		-	دولومیت چرت دار همراه با ماسه‌سنگ، شیل و سنگ آهک	Єbt	باروت	۴۶۲/۷۶	۷/۴۴

نمونه‌برداری جهت بررسی ترکیب کانی‌شناسی: برای کانی‌شناسی و تهیه نقشه حساسیت به فرسایش تعیین نقاط نمونه‌برداری اهمیت زیادی دارد. در حوضه مورد مطالعه بر روی آبراهه اصلی به‌طول حدود ۱۸ کیلومتر که جهت جنوبی-شمالی دارد و همچنین، روی آبراهه‌های فرعی، ۶۰ بند سنگی ملاتی احداث شده است که تمرکز این بندها در نیمه شمالی حوضه می‌باشد.

در این پژوهش چند اولویت جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. بدین صورت که در خروجی ۱۹ زیرحوضه اقدام به نمونه‌برداری شد. تعداد نمونه‌های برداشتی ۲۲ نمونه بود که در نیمه شمالی یا اطراف خروجی حوضه نمونه‌برداری از رسوبات پشت سازه‌های آبخیزداری انجام شد و در نیمه جنوبی یا قسمت‌های بالادست به‌دلیل عدم وجود سازه آبخیزداری نمونه-برداری از بستر آبراهه‌ها صورت گرفت. در شکل ۱ نقاط نمونه‌برداری که در واقع خروجی هر یک زیرحوضه‌ها می‌باشند، بر روی نقشه زمین‌شناسی مشخص شده است.

دانه‌بندی نمونه‌های رسوب: به‌طور کلی دو روش دانه‌بندی تر و خشک وجود دارد. در دانه‌بندی روش تر به این صورت عمل می‌شود که ابتدا نمونه را وزن کرده و سپس مواد اضافی را شسته و پس از وزن کردن مجدد نمونه آن را در کوره با حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنند. سپس مقداری از رسوبات را وزن کرده و روی بالاترین الک قرار می‌دهند. الک‌ها را طوری روی یکدیگر قرار می‌دهند که منافذ کوچک‌تر در پایین باشد. الک‌ها را به‌مدت ۱۵ دقیقه به‌وسیله لرزاننده[1]، تکان می‌دهند، سپس مقدار رسوب باقی‌مانده در هر الک را به دقت وزن می‌کنند. در این روش هر الک دارای قطر معینی است و دانه‌های باقی‌مانده در سطح هر الک قطر بیشتری از آن دارد، ولی کوچک‌تر از قطر الک بالایی می‌باشد و بدین طریق قطر دانه‌ها محاسبه می‌شود. در این مطالعه ابتدا ۱۰ درصد از نمونه‌ها هم به‌روش الک خشک و هم به‌روش الک تر دانه‌بندی شدند و مورد مقایسه قرار گرفتند. چون اختلاف آن‌ها بسیار زیاد بود (بیش‌تر از ۱۰ درصد) برای سایر نمونه‌ها از روش الک تر استفاده شد. لازم به‌ذکر است که در دانه‌بندی تمام نمونه‌ها از الک‌های استاندارد عبور داده شدند (الک‌های چهار میلی‌متر، ۱/۸ میلی‌متر، ۱/۱۷میلی‌متر، ۶۰۰ میکرون، ۳۰۰ میکرون، ۱۵۰ میکرون، ۷۵ میکرون، ۶۲ میکرون). با توجه به این که درصد رسوبات زیر ۶۲ میکرون بیش از ۳۰ درصد بود، برای ذرات زیر ۶۲ میکرون در تمام نمونه‌ها هیدرومتری نیز انجام شد و درصد سیلت و رس تعیین شد. اعداد به‌دست آمده از الک‌ها و نتایج هیدرومتری به‌کمک نرم‌افزار Gradistat مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و تمامی اطلاعات لازم به‌دست آمد.

بررسی ترکیب کانی‌شناسی رسوبات: ابتدا برای نمونه‌ها دانه‌بندی انجام شد. سپس الک‌های ۶۰۰ میکرون و چهار میلی‌متر به‌عنوان الک شاخص انتخاب شدند. دلیل این انتخاب این است که الک‌های ۶۰۰ میکرون و چهار میلی‌متر در بیش‌تر نمونه‌ها دارای بیش‌ترین میزان رسوب می‌باشند. پس از دانه‌بندی نمونه‌های رسوبی الک ۶۰۰ میکرون و چهار میلی‌متر به آزمایشگاه رسوب‌شناسی انتقال و با انتخاب ۱۰۰ دانه رسوبی از هر نمونه، بررسی‌های کانی‌شناسی با استفاده از بینوکلر[2] و با توجه به واقعیت رسوبی منطقه، توجه به حضور واحدهای مختلف سنگ-شناسی، جنس رسوب ارائه‌شده به‌وسیله سازندها و بررسی راهنمای نقشه زمین‌شناسی، صورت پذیرفت و سپس جنس و لیتولوژی آن‌ها مشخص شد.

پس از تعیین جنس کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها و شمارش تعداد آن‌ها و تعیین سهم هر کدام از کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها، نتایج را با واحدهای سنگ‌شناسی مقایسه و تطبیق داده، سنگ و سازند تولیدکننده هر کانی و خرده‌سنگ و درصد سهم هر واحد سنگی در تولید رسوب مشخص می‌شود. بهتر است با در نظر گرفتن مساحت واحد سنگی به‌صورت وزنی و به شکل زیر تعیین شود (Feiznia، ۲۰۰۸).

$$\text{پتانسیل رسوب زایی هر واحد سنگی} = \frac{\text{فراوانی رسوب حاصل از واحد سنگ‌شناسی همگن}}{\text{فراوانی کل رسوب}} \times \frac{\text{مساحت واحد همگن (کیلومترمربع)}}{\text{مساحت کل زیر حوزه آبخیز (کیلومترمربع)}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

[1] Shaker

[2] Binocular

در رابطه فوق، واحد همگن، همان سازندها و واحدهای سنگ‌شناسی است. بنابراین، برای هر یک از واحدهای همگن یک عدد بدون بعد که بیانگر حساسیت نسبی واحدها در برابر فرسایش است، به‌دست می‌آید که هر چه این نسبت بالاتر باشد، رسوب‌زایی نیز بالاتر است.

جدول ۲- نتایج حاصل از شمارش کانی‌ها و خرده‌سنگ‌های مربوط به رسوبات روی الک ۶۰۰ میکرون

شماره نمونه	خرده‌سنگ‌ها																	کانی‌ها		
	شیل قرمز	شیل سیاه	شیل سبز- خاکستری	آندزیت	توف	توفی	ماسه‌سنگ	گرانودیوریت	دولومیت	آهک	سیلت سنگ	گل سنگ	شیستی	خرده‌سنگ	فلدسپات دار	ماسه‌سنگ کوارتز دار	ماسه‌سنگ	کوارتز	هالیت	ژیپس
۱	۱۱	۸	-	-	۱۳	-	-	-	۱	۲۵	-	-	-	-	۱۲	۱۶	۱۰	-	-	۲
۲	۲۳	-	-	-	۷	-	-	۱	۱	۳۴	-	-	-	-	۱۱	۸	۱۲	-	-	-
۳	۲۶	-	-	-	۷	-	-	-	۲	۱۹	-	۲	۲	-	۱۷	۱۸	۵	۱	۱	۱
۴	۱۲	۱۲	-	۱	۱	-	-	-	-	۵	-	-	-	-	۳۷	۲۶	۱۱	-	-	-
۵	۷	۱۴	-	-	۵	۱۰	-	-	-	۱۴	-	-	-	-	۱۲	۸	۱۴	-	-	-
۶	۱	۱	-	-	-	-	-	-	-	۴۲	-	-	-	-	۵	۱۰	۹	-	-	۴
۷	۶	۸	-	-	۵	۱۲	-	-	-	۱۷	-	-	-	-	۸	۱۲	۱۰	-	-	۱
۸	-	-	-	-	-	۵	-	-	-	۸	-	-	-	-	۴	۸	۱۲	-	-	۵
۹	-	-	-	۷	۱۴	-	-	-	-	۱۱	-	۳	-	-	۱۴	۳۳	۱۳	-	-	۵
۱۰	۳	-	-	۴	۱۲	۱۱	-	-	-	۵	-	۷	-	-	۷	۳۶	۱۲	-	-	۳
۱۱	۱۰	-	-		۱۰	۱۸	-	-	-	-	-	-	-	-	۴	۴۰	۱۷	-	-	-
۱۲	-	-	-	۴	۲۰	۱۶	-	-	-	۸	۱	-	-	-	۱۱	۴۱	-	-	-	-
۱۳	-	-	-	۵	۸	۳۸	-	-	-	-	-	-	-	-	۵	۴۲	-	-	-	۲
۱۴	۶	۱	۵	۲	۷	۲۲	-	-	-	۴	-	-	-	-	-	۲۵	۱۸	-	-	-
۱۵	۴	-	-	۹	۲۳	۶۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۶	۱	۱	۳	۷	۱۲	۵۲	-	-	-	۶	-	-	-	-	-	۱۰	۷	-	-	۱
۱۷	۴	-	-	۹	۱۴	۷۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۸	۴	-	-	۷۹	۹	۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۹	۶	-	-	۱۴	۱۱	۶۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۰	۴	-	-	۵	۱۴	۷۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۱	-	-	-	۸۳	۶	۱۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۲	-	-	-	۹۱	۲	۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نتایج و بحث

نتایج حاصل از شمارش کانی‌ها و خرده‌سنگ‌های مربوط به رسوبات روی الک ۶۰۰ میکرون در جدول ۲ و همچنین، نتایج حاصل از شمارش کانی‌ها و خرده-سنگ‌های مربوط به الک چهار میلی‌متر نیز در جدول ۳ نشان داده شده است. شکل‌های ۲ تا ۵ تصاویری از خرده‌سنگ‌ها و کانی‌های شناسایی شده در زیر بینوکلر را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از شمارش کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها در زیر بینوکلر و با استفاده از رابطه (۱) پتانسیل رسوب‌زایی هر واحد سنگ‌شناسی و همچنین سهم اشتراک هر کدام از واحدها در تولید رسوب به‌دست آمد. برای مشخص کردن حساسیت هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش و تولید رسوب پارامتری تحت عنوان اهمیت نسبی محاسبه شد. اهمیت نسبی که حساسیت به فرسایش هر کدام از واحدهای سنگ‌شناسی را به‌طور نسبی نشان می‌دهد، با دخالت دادن عامل مساحت از روی سهم اشتراک و پتانسیل رسوب‌زایی به‌دست

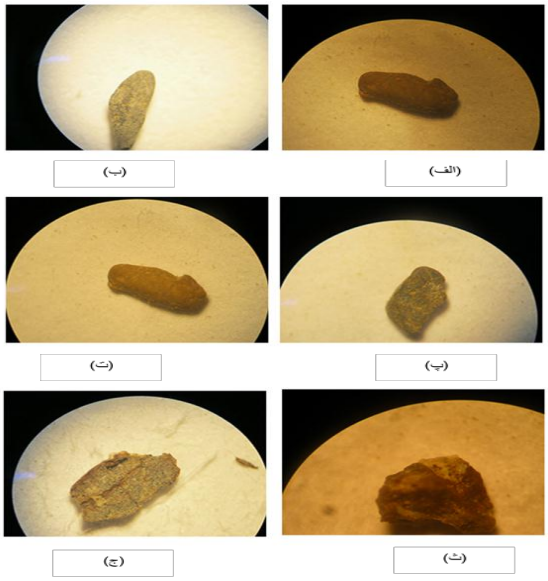
می‌آید. بنابراین، سهم اشتراک و اهمیت نسبی برای هر ۱۹ زیرحوضه تعیین شد. در واقع با توجه به این‌که نمونه‌برداری از خروجی زیرحوضه‌ها انجام گرفته بود، ابتدا اقدام به برآورد سهم و اهمیت نسبی به تفکیک هر یک از زیر حوضه شد و سپس متوسط و میانگین سهم و اهمیت نسبی زیرحوضه‌ها به‌عنوان سهم اشتراک و اهمیت نسبی کل حوضه محاسبه شد. با توجه به درصد اهمیت نسبی، واحدهای سنگ‌شناسی در سه طبقه فرسایشی حساس، متوسط و مقاوم طبقه‌بندی شدند.

جدول ۴ سهم اشتراک، درصد اهمیت نسبی واحدهای سنگ‌شناسی و طبقات فرسایشی در تولید رسوب را نشان می‌دهد.

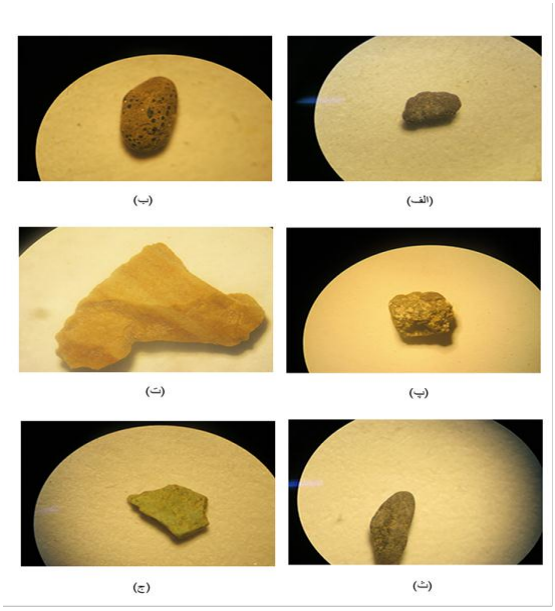
نقشه حساسیت به فرسایش واحدهای سنگ-شناسی به‌منظور نمایش تصویری نقاط حساس به فرسایش با استفاده از نتایج مربوط به پتانسیل رسوب‌زایی واحدهای سنگ‌شناسی و با کمک نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. شکل ۶، نقشه حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش با روش کانی‌شناسی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج حاصل از شمارش خرده‌سنگ‌های مربوط به رسوبات روی الک چهار میلی‌متر

شماره نمونه	خرده‌سنگ‌ها												
	شیل قرمز	شیل سیاه	شیل سبز- خاکستری	آندزیت	توف	ماسه‌سنگ توفی	آهک	گل سنگ	دولومیت	ماسه‌سنگ فلدسپات دار	ماسه‌سنگ کوارتزدار	خرده‌سنگ گرانودیوریتی
۱	۳	-	-	-	۲	-	۱	-	۱	۱	۲	-
۲	۳	-	-	-	-	-	۱	-	۱	۳	۲	-
۳	۲	-	-	-	۲	-	۲	-	۱	۱	۲	-
۴	۳	۱	-	-	-	-	۳	-	-	۱	۲	-
۵	۱	۱	-	-	-	-	-	-	-	۲	۶	-
۶	۱	۱	۱	-	-	-	۱	-	-	۱	۲	۳
۷	-	۱	-	-	۲	-	۱	-	۱	۲	۲	۱
۸	-	-	-	۲	۱	-	-	۲	-	-	۲	۳
۹	-	-	-	۳	۲	-	-	-	-	۲	۳	-
۱۰	۱	-	-	۱	۲	۲	۱	-	-	-	۳	-
۱۱	-	-	۱	-	۶	۱	۱	-	-	۱	-	-
۱۲	-	-	۲	-	۴	-	-	-	-	۱	۳	-
۱۳	-	-	-	۳	۲	۵	-	-	-	-	-	-
۱۴	-	-	۲	۱	۱	۲	-	-	-	۱	۳	-
۱۵	-	-	۲	۲	۵	۱	-	-	-	-	-	-
۱۶	۱	-	۱	۲	۳	۱	-	-	-	-	۲	-
۱۷	-	-	۲	۲	۲	۴	-	-	-	-	-	-
۱۸	-	-	۱	۷	۱	۱	-	-	-	-	-	-
۱۹	-	-	۲	۳	۳	۲	-	-	-	-	-	-
۲۰	-	-	-	۲	۱	۷	-	-	-	-	-	-
۲۱	-	-	-	۸	۱	۱	-	-	-	-	-	-
۲۲	-	-	-	۹	۱	-	-	-	-	-	-	-



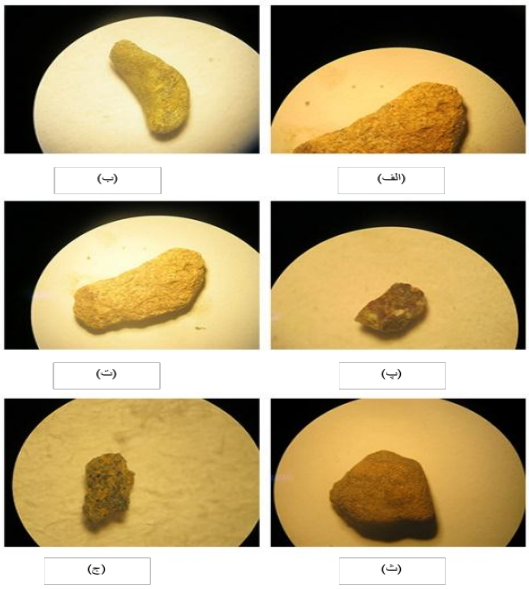
شکل ۲- تصویر خرده‌سنگ‌ها در زیر بینوکلر با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر، الف) سیلت سنگ، ب) خرده‌سنگ شیستی، پ) سیلت سنگ، ت) سیلت سنگ، ث) کنگلومرا و ج) شیل



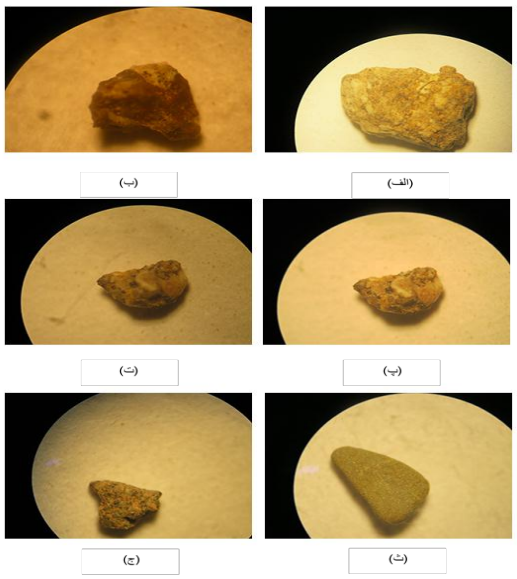
شکل ۳- تصویر خرده‌سنگ‌ها در زیر بینوکلر با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر، الف) آندزیت پورفیری، ب) آندزیت بادامکی، پ) توف کمی خرده‌سنگ‌دار، ت) توف، ث) خرده‌سنگ شیستی و ج) توف

در این پژوهش با توجه به ترکیب کانی‌شناسی رسوبات و مقایسه آن با واحدهای سنگ‌شناسی حوزه آبخیز حسن ابدال، منشأ تولید رسوبات تعیین و پتانسیل رسوب‌زایی هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی مشخص شد. مطابق نتایج به‌دست آمده واحد سنگ-شناسی C_z با ۴۴/۶۲ درصد بیش‌ترین سهم را در فرسایش و تولید رسوب داشته است. این واحد سنگ-شناسی شامل شیل میکایی صورتی تا قرمز می‌باشد.

واحد سنگ‌شناسی PMl که شامل آهک می‌باشد، با ۲۲/۸۸ درصد در رتبه دوم قرار دارد که این موضوع با نتایج Sharifi (۲۰۱۲) مطابقت دارد، ولی با نتایج Mousavi harami (۲۰۰۷) که وجود آهک در واحد سنگی را دلیلی بر مقاوم بودن واحدسنگی می‌داند، مطابقت ندارد.



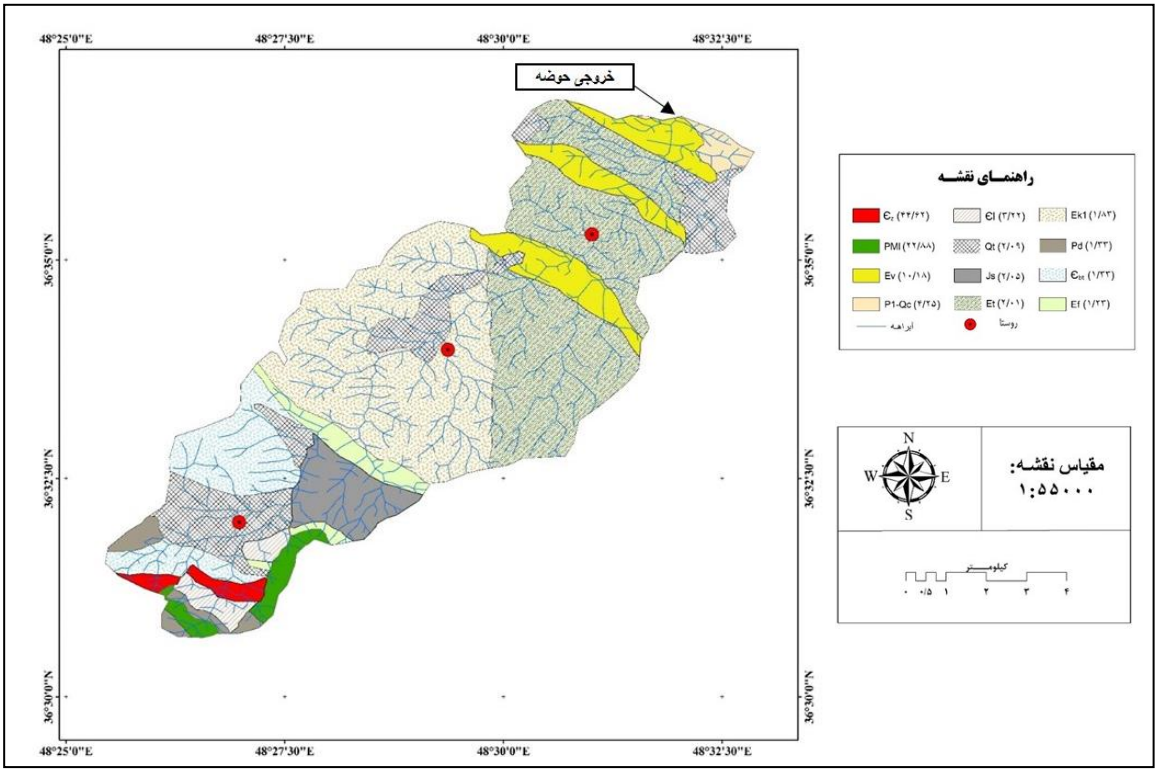
شکل ۴- تصویر خرده‌سنگ‌ها در زیر بینوکلر با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر، الف) گرانودیوریت، ب) کنگلومرا، پ) گرانودیوریت، ت) گرانودیوریت، ث) گلسنگ و ج) گرانودیوریت



شکل ۵- تصویر خرده‌سنگ‌ها در زیر بینوکلر با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر، الف) ماسه‌سنگ با خمیره نارنجی، ب) گلسنگ، پ) ماسه‌سنگ فلدسپات‌دار، ت) ماسه‌سنگ، ث) ماسه‌سنگ ج) ماسه‌سنگ ورقه‌ای (پسامیت)

جدول ۴- درصد اهمیت نسبی واحدهای سنگ‌شناسی در تولید رسوب

واحد سنگ‌شناسی	سهم کل (درصد)	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	اهمیت نسبی	درصد اهمیت نسبی	طبقات فرسایشی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
$Є_z$	۱۶/۰۹	۷۳/۷۳	۱/۳۲	۱۲/۱۹	۴۴/۶۲	حساس	۶۴۴/۲۴	۱۰/۸۸
PMl	۱۳/۶۳	۱۱۲/۹۸	۲/۱۸	۶/۲۵	۲۲/۸۸			
E^v	۲۰/۵۶	۴۵۷/۵۳	۷/۳۸	۲/۷۸	۱۰/۱۸			
P_l-Q^c	۱/۴۴	۶۴/۳۹	۱/۲۴	۱/۱۶	۴/۲۵	متوسط	۲۵۱۸/۴۱	۴۴/۵۱
Єl	۱/۵۸	۱۰۰/۲۴	۱/۸۰	۰/۸۸	۳/۲۲			
Q^t	۶/۸۰	۶۶۷/۷۱	۱۱/۹۱	۰/۵۷	۲/۰۹			
Js	۲/۲۱	۲۵۶/۵۲	۳/۹۵	۰/۵۶	۲/۰۵			
E^t	۱۴/۱۶	۱۴۲۹/۵۵	۲۵/۶۱	۰/۵۵	۲/۰۱			
Ek_1	۱۱/۸۳	۱۳۱۹/۰۹	۲۳/۴۷	۰/۵۰	۱/۸۳	مقاوم	۲۵۹۴/۸۱	۴۴/۶۱
Pd	۱/۵۶	۸۸/۶۹	۱/۷۱	۰/۹۱	۱/۳۳			
$Є_{bt}$	۲/۶۶	۴۶۲/۷۶	۷/۴۴	۰/۳۶	۱/۳۲			
E_f	۷/۳۱	۷۲۴/۲۷	۱۱/۹۹	۰/۶۱	۱/۲۳			



شکل ۶- نقشه حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش

سومین واحد سنگ‌شناسی که بیش‌ترین سهم را در تولید رسوب دارد، واحد E^v است که شامل آندزیت و آندزیت برشی شده همراه با میان لایه‌های توف و توفیت می‌باشد. واحدهای دیگر شامل: واحد Pl-Q^c (متشکل از کنگلومرای سست با گردشدگی متوسط و جورشدگی ضعیف به رنگ خاکستری روشن)، واحد Єl (متشکل از ماسه‌سنگ)، واحد Q^t (متشکل از پادگانه‌های آبرفتی)، واحد J_s (متشکل از شیل و ماسه‌سنگ دارای زغال و بقایای گیاهی)، واحد E^t (متشکل از توف بلورین و لیتیک‌دار، توف شیشه‌ای، توف خاکستردار همراه با ماسه‌سنگ توفی، سیلت سنگ و شیل به رنگ سبز تا خاکستری)، واحد Ek_1 (متشکل از تناوبی از ماسه‌سنگ و گل‌سنگ با میان لایه‌هایی از آندزیت پورفیری)، واحد Pd (متشکل از

ماسه‌سنگ کوارتزی، شیل و ماسه‌سنگ صورتی تا سفید و دولومیت توده‌ای با گرهک‌های چرت)، واحد ϵ_{bt} (متشکل از دولومیت چرت‌دار همراه با ماسه‌سنگ، شیل میکادار تیره و سنگ آهک) و در نهایت واحد E_f (متشکل از کنگلومرا، ماسه‌سنگ توفی و توف) به‌ترتیب ۴/۲۵، ۳/۲۲، ۲/۰۹، با ۲/۰۵، ۲/۰۱، ۱/۸۳، ۱/۳۳، ۱/۳۲ و ۱/۲۳ درصد سهم در تولید رسوب حوزه آبخیز مورد مطالعه داشته‌اند.

مقایسه نتایج حاصل از روش کانی‌شناسی با روش پسیاک: طی طرحی که تحت عنوان ارزیابی اقدامات آبخیزداری در سال ۱۳۸۰، در حوضه مورد مطالعه صورت گرفته است، وضعیت فرسایش حوضه با استفاده از روش پسیاک مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این‌که جمع امتیازات عوامل نه‌گانه در روش پسیاک برابر ۵۵/۹۷ می‌باشد، میزان فرسایش حوضه برابر ۲۷۱/۳ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال برآورد شده است.

این بررسی نشان می‌دهد، حوضه از نظر شدت فرسایش در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. با توجه به‌روش کانی‌شناسی که در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است، واحدهای سنگ‌شناسی با توجه به درصد اهمیت نسبی در سه طبقه حساس به فرسایش، حساسیت متوسط و مقاوم به فرسایش طبقه‌بندی شدند. با توجه به جدول ۴، ۱۰/۸۸ درصد از سطح حوضه دارای فرسایش شدید می‌باشد. این محدوده شامل واحدهای سنگ‌شناسی ϵ_z، PMl و E^v می‌باشد. همچنین، ۴۴/۵۱ درصد از حوضه در طبقه فرسایشی متوسط و ۴۴/۶۱ درصد در طبقه دارای فرسایش کم قرار گرفته‌اند. با مقایسه نتایج حاصل از روش پسیاک و نتایج حاصل از روش کانی‌شناسی (Sabetghadam و همکاران، ۲۰۰۵) ملاحظه می‌شود که در روش پسیاک، حوضه مورد مطالعه دارای فرسایش متوسط و در روش کانی‌شناسی که حوضه به سه طبقه فرسایشی تقسیم‌بندی شد، ۴۴/۵۱ درصد از حوضه دارای فرسایش متوسط می‌باشد.

این مقایسه تا حدودی می‌تواند کارایی روش کانی‌شناسی را در بررسی فرسایش حوزه آبخیز نشان دهد. البته چنان‌چه آمار رسوب در حوزه آبخیز در دست باشد، می‌توان کار مقایسه را به‌صورت دقیق‌تر انجام داد، ولی از آن‌جا که در حوضه مورد مطالعه آمار رسوب موجود نبود، از روش پسیاک برای مقایسه استفاده شد.

بنابراین، پیشنهاد می‌شود تا در مطالعات آتی جهت ارزیابی روش کانی‌شناسی از آمار رسوب استفاده شود تا بتواند کارایی روش کانی‌شناسی را به‌خوبی نشان داد. همچنین، روش کانی‌شناسی روشی بسیار ارزان می‌باشد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات فرسایش و رسوب از این روش استفاده شود.

منابع مورد استفاده

1. Brown, L.L. and S.A. McEnroe. 2012. Paleomagnetism and magnetic mineralogy of Grenville metamorphic and igneous rocks, Adirondack Highlands, USA. Journal of Precambrian Research, 212-213: 57-74.
2. Collins, A.L. and D.E. Walling. 2004. Documenting catchment suspended sediment sources: problems, approaches and prospects. Progress in Physical Geography, 28:159-196.
3. Collins, A.L. and D.E. Walling. 2002. Selecting fingerprinting properties for discriminating potential suspended sediment sources in river basins. Journal of Hydrology, 261: 218-244.
4. Consulting Engineers NTPA, 2009. Evaluation of watershed management practices implemented, Hasan Abdal watershed, Zanjan, Iran.
5. Feiznia, S. 2008. Applied sedimentology (with emphasize on soil erosion and sediment production), University of Gorgan Press, pages ?.
6. Hakimkhani, Sh., H. Ahmadi, J. Ghayoumian, S. Feiznia, and M.R. Bihamta. 2007. Determining a suitable subset of geochemical elements for separation of lithological types of Poldasht Water Spreading Station. Iranian Natural Resources, 60(3): 693-711 (in Persian).
7. Hesami, D. 2011. Sourse studies of sediments in Zarivar Lake, Kurdestan for determining erodibility and sediment yield of formation. MSc Thesis, University of Tehran, 138 pages (in Persian).
8. Khajeh, M. 1996. Investigating sedimentology and geomorphology of alluvial fan of Garmabdasht Gorgan River. MSc Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 157 pages (in Persian).
9. Klages, M.G. and Y.P. Hsieh. 1975. Suspended solid carried by the Gallatin River of south-western

Montana: II. using mineralogy for inferring sources. Journal of Environmental Quality, 4: 68-73.
10. Lindsey, D.A., W.H. Langer and B.S. Van Gosen. 2007. Using pebble lithology and roundness to interpret gravel provenance in piedmont fluvial system of the Rocky Mountains, USA. Sediment Geology, 199: 223-232.
11. Loughran, R.J., B.L. Campbell, D.J. Shelly and G.L. Elliott. 1992. Developing a sediment budget for a small drainage basin in Australia. Hydrological Processes, 6: 145-158.
12. Montogomery, D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 104: 13268-13272.
13. Mousavi Harami, R. 2007. Sedimentology. Astan Ghods Razavi Press, 100 pages (in Persian).
14. Oldeman, L., R. Hakkeling and W. Sombroek. 1990. World map of the status of soil degradation, an explanatory note. International Soil Reference and Information Center, Wageningen, the Netherlands and United Nations Environmental Program, Nairobi, Kenya.
15. Padiab, M. and S. Feiznia. 2012. Determining the role of different geological formations in the Gachsaran watershed area spreading in sediment production. Journal of Range and Watershed Management, 65(4): 473-482 (in Persian).
16. Peart. M.R. and D.E. Walling. 1988. Techniques for establishing suspended sediment sources in two drainage basin in Devon, UK: a comparative assessment. The International Association of Hydrological Sciences (IAHS) Publication, 174: 269–279.
17. Refahi, H. 1998. Water erosion and its control. University of Tehran Press, pages ?.
18. Sabetghadam, S.M., F. Fayyazi, N. Jalali, and S. Feiznia. 2005. Investigation of deposition and Susceptibility of formations to erosion in Ksyl–Nesa basin. 9th Conference of Geological Society of Iran, Tarbiat Moallem University of Tehran, Iran.
19. Sharifi, P. 2012. Investigating sediments in small dams to determine erosion and sediment of watershed, case study: Gheshlagh Dam Catchment, Sanandaj. Msc Thesis, University of Tehran, 156 pages.
20. Shaw, J.N., C.C. Truman and D.W. Reeves. 2002. Mineralogy of eroded sediments derived from highly weatherland Ultisol of central Alabama. Soil Ana Tillage Research, 68: 59-69.
21. Taheri, A. 2003. Sedimentology of Taleghan watershed and formations sediment yield. MSc Thesis, University of Tarbiat Moallem, 186 pages (in Persian).
22. Walling, D.E. 2005. Tracing suspended sediment sources in catchments and river systems. Science of the Total Environment, 344: 159–184.
23. Walling, D.E. and J.C. Woodward. 1995. Tracing sources of suspended sediment in river basins, a case study: the River Culm, Devon, UK. Marine and Freshwater Research, 46: 327-336.
24. Yamani, M. and N. Ebrahimkhani. 2010. Assessment of formation erodibility through the use of alluvial deposits. Iranian Geographic, 24: 69-84 (in Persian).
25. Wood, P.A. 1978. Fine-sediment mineralogy of source rocks and suspended sediment, Rother Catchment, West Sussex. Earth Surface Processes, 3: 255-263.

Investigation of lithological units portion in sediment yield using mineralogical and lithological method, case study: Hassan Abdal watershed basin, Zanjan

Hojatolah Samadi Arghini[*1], Sadat Feiznia[2] and Aliakbar Nazari Samani[3]
[1] MSc Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran, [2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran and [3] Assistant Professor Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran

Received: 26 January 2014 Accepted: 02 June 2014

Abstract

The purpose of this study is to determine the contribution of each lithological units in sediment generation of watershed. In this study, samples were collected primarily from sediments of small dams and sediments of waterways. Grading was performed for all samples by wet sieving. Then, 600 micron and 4 mm sieves were selected as indicators and by choosing 100 grains of sediment from each sample, mineralogical analysis was performed using a binocular and considering mineral and rock fragments the results were compared and adapted with the lithological units and the share percentage of each stone, each mineral deposits were determined by counting the number of minerals and rock fragments. According to the results, Ꞓz lithological unit has the highest share in erosion and sediment yield with a 44.62 percent. This unit consists of pink to red Micaceous shale. PMl lithological unit with 22.88 percent is in the second place consisting limestone. The third lithological unit that has the largest share in sediment yield is Ev unit, which consists of andesite and andesitic breccia with layers of tuff and tuffite. Pl-Qc, Ꞓl, Qt, Js, Et, Ek1, Pd, Ꞓbt and E_f units with 4.25, 3.22, 2.09, 2.05, 2.01, 1.83, 1.33, 1.32 and 1.23 percent are in the next order and have the highest share in the erosion and sediment yield of watershed.

Key words: Binocular, Erosion, Grading, Rock fragment, Sediment yield sharing.

[*] Corresponding author: samadi.hojjat@ut.ac.ir