پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال پنجم، شماره ٤، بهار ١٣٩٦
صص. ١٨-١

بررسی ویژگی‌های رسوبی و کانی‌شناسی رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی رودخانه سقز

محمدمهدی حسین زاده – دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
کاظم نصرتی – دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
خه‌بات درفشی* – دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

پذیرش مقاله: ١٣٩٥/٠٨/٢٧ تأیید نهایی: ١٣٩٥/١٢/٢٠

چکیده

رودخانه‌ها، یکی از عنا صر موجود در سرتا سر چشم‌انداز قاره‌ای و حساس به تغییرات بوده که فرم خود را در طی زمان در برابر دامنه و سیعی از نیروهای درونی و بیرونی تنظیم می‌کنند. هدف ا صلی این مطالعه، برر سی ویژگی‌های کانی شنا سی ر سوبات قدیمی و جدید د شت سیلابی رودخانه سقز، انطباق پراکنش واحدهای لیتولوژی با یافته‌های کانی‌شناسی و بررسی تأثیر شرایط زهکشی حو ضه موردبرر سی بر روی این ویژگی‌ها ا ست. بر این ا ساس، ١٤ نمونه از ر سوبات د شت سیلابی در امتداد شاخه ا صلی رودخانه سقز (شامل هشت نمونه از ر سوبات جدید و شش نمونه از ر سوبات قدیمی) در محل اتصال شاخه‌های فرعی به رودخانه ا صلی جمع‌آوری شد. در ابتدا، کربنات‌های سیمانی نمونه‌های قدیمی برای بررسی ویژگی‌های دیاژنزی و شنا سایی نوع سیمان ر سوبات قدیمی تحت آنالیز XRD قرار گرفتند. سپس از نمونه‌ها مقاطع نازک تهیه شدند تا مطالعات کانی‌شناسی، دانه‌شماری، انطباق پراکنش واحدهای لیتولوژی در سطح حو ضه با یافته‌های کانی شنا سی و در ادامه تحلیل‌های آماری بر روی داده‌های به‌د ست‌آمده صورت گیرد. به‌منظور م شخص نمودن تفاوت‌های کانی شنا سی و اجزای ر سوبی ت شکیل‌دهنده ر سوبات قدیمی و جدید د شت سیلابی از آزمون من – ویتنی و برای تعیین مؤلفه‌های اصلی تأثیرگذار بر تغییرات کانی‌شناسی و اجزای رسوبی از تحلیل عاملی استفاده شد. نتایج XRD نشان داد که سیمان بین قطعات گراولی کنگلومراها در تمام رخنمون‌های پادگانه رودخانه‌ای از نوع کلسیت می‌باشد. با توجه به نتایج تحلیل‌های آماری، تفاوت میانگین دو گروه ر سوبات قدیمی و جدید د شت سیلابی رودخانه سقز به لحاظ کوارتز پلی‌کریستالین، شیست و ولکانیک معنی‌دار می‌باشد. بر اساس نتایج تحلیل عاملی، مؤلفه اول با توجیه ٣٢/٢ درصد از واریانس به‌صورت قوی مثبت با کوارتز پلی‌کریستالین و شیت و به‌صورت قوی منفی با قطعات ولکانیکی مرتبط است. واحد سنگی شیست در بیش‌تر موارد یا در نزدیکی محل آبراهه‌های اصلی حوضه و رودخانه سقز قرارگرفته و یا در پایین‌دست حوضه و محل تشکیل پادگانه‌های رودخانه‌ای سخت شده (کنگلومرا) واقع‌شده است.

واژگان کلیدی: دشت سیلابی، کنگلومرا، کانی‌شناسی، تحلیل عاملی، رودخانه سقز.

* نویسنده مسئول: E-mail: khabat.derafshi@gmail.com

مقدمه

رودخانه‌ها، یکی از عناصر موجود در سرتاسر چشم‌انداز قاره‌ای و حساس به تغییرات بوده که فرم خود را در طی زمان در برابر دامنه وسیعی از نیروهای درونی و بیرونی تنظیم می‌کنند (شیوم[1]، ۱۹۸۱: ۲۲؛ شیوم و وینکلی[2]، ۱۹۹۴: ۱۸). رسوبات رودخانه‌ای آرشیوهای مهم و طولانی، و البته ناپیوسته، از تکامل چشم‌انداز زمین و بسیاری از توالی‌های رسوبی کواترنری می‌باشند که واکنش شبکه‌های زهکشی را نسبت به تغییرات جریان آب رودخانه و محیط‌های گذشته منعکس می‌سازند (بلوم و تورنکویست[3]، ۲۰۰۰: ۱۰؛ هوبن[4]، ۲۰۰۳: ۲۱۳۵). این امر، به‌وسیله تغییر از محیط‌های رودخانه‌ای با رسوب‌گذاری بالا در سیستم‌های رودخانه‌ای گیسویی تا الگوهای جریان پیچان‌رودی، غالباً فرسایشی، نشان داده می شود (کوک[5] و همکاران، ۲۰۰۹: ۳۶۶). سیستم‌های رودخانه‌ای به دلیل دینامیک‌هایی که در شکل‌گیری آن‌ها نقش داشته، بسیار پیچیده هستند که فازهای مختلف رسوب‌گذاری، فرسایش و خاک‌زایی‌ها را کنترل می‌کنند. فازهای رسوب‌گذاری را می‌توان از طریق مرتب‌سازی انتخابی از ذرات به دلیل انتقال‌های متفاوت شناسایی نمود (سولیس-کاستیلو[6] و همکاران، ۲۰۱۳: ۸۵). این به‌ویژه در مشخصه‌های کانی‌های سنگین، همچون غلظت، شکل و اندازه دانه مشهود است. بنابراین، مرتب‌سازی این ویژگی‌ها ممکن است نتیجه‌ای از محیط‌های رسوب‌گذاری قدیمی و منشأ رسوبات باشد (کومار[7]، ۲۰۰۷: ۱۰). همچنین، در نواحی با بالاآمدگی محلی تا منطقه‌ای، تفاوت عمودی (قائم) میان سطح امروزی رودخانه و پادگانه‌های رودخانه‌ای بالاآمده، می‌تواند به‌منظور بازسازی نرخ بالا آمدن ناحیه‌ای استفاده شوند (بونت[8] و همکاران، ۱۹۹۸: ۲۵۰؛ نیور و مارکوس[9]، ۲۰۰۰: ۵۹۰؛ هوتگاست[10] و همکاران، ۲۰۰۲: ۳۰۱). چشم‌اندازهای آبرفتی به علت وجود ناپیوستگی در توالی عمودی که توسط عامل‌های مختلف (اقلیم، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و انسانی) کنترل می‌شود، بسیار پیچیده بوده و ممکن است تفسیر توالی‌ها مشکل‌ساز باشد. رسوبات مشابه می‌توانند در زمان‌ها و مکان‌های مختلف و دور از هم تولید شوند؛ که این بازسازی دیرینه محیط را مشکل می‌سازد. درنتیجه، خاک‌های قدیمی و رسوبات سخت شده پادگانه‌ای در محیط‌های رودخانه‌ای، بایگانی‌های مهمی برای تاریخ محیطی هستند و می‌توانند به بازنگاری چینه‌شناسی آبرفتی کمک کنند (هوگز[11]، ۲۰۱۰: ۱۹۱). خاک‌ها و رسوبات آبرفتی ویژگی‌های هر دوی فرآیندهای رسوبی و تشکیل خاک را نشان می‌دهند. این رسوبات به‌وسیله ترکیب کانی‌شناسی و بافت مواد انتقال داده شده در حوضه‌های زهکش، بررسی شده و شناخته می شوند (کراوس[12]، ۲۰۰۲: ۵۰۲). بنابراین، تحلیل‌های ترکیب کانی‌شناسی برای رسوبات شکل‌گرفته بر روی سطوح زمانی مختلف به‌منظور ایجاد واحد شکل- چینه‌نگاری موردا ستفاده قرار می‌گیرد. پس، مطالعات کانی‌شناسی و پتروگرافی برای تعیین ماهیت و منشأ رسوبات و همچنین شرایط انتقال دانه‌های رسوبی در امتداد زهکش‌های حوضه آبخیز بکار برده می‌شوند و بعلاوه ابزار مفیدی برای تعیین سن نسبی هستند (مایکسل[13]، ۲۰۰۴: ۱۶۳).

---

1. Schumm
2. Schumm and Winkely
3. Blum and Tornqvist
4. Houben
5. Kock
6. Solís-Castillo
7. Komar
8. Bonnet
9. Niviere and Marquis
10. Houtgast
11. Hughes
12. Kraus
13. Mikesell

حافظی مقدس و قزی (۱۳۹۰) در پژوهشی، ضرورت بازسازی محیط‌های رسوبی رودخانه‌ای را برای مطالعات زمین‌شناسی برمی‌شمارد. وی با استفاده از روش‌های ژئوتکنیک در حاشیه رودخانه کارون در دشت سیلابی خوزستان، توانست محیط رسوبی گذشته را بازسازی کند. نتایج نشان داد که در محل ساختگاه درگذشته و در عمق ۱۸ متری، رودخانه دارای یک خم بزرگ مئاندری بوده است که بعدها قطع‌شده و رودخانه مسیر مستقیم کنونی را پیداکرده است. مقصودی و همکاران (۱۳۹۲) پژوهشی را با هدف شناخت وقایع محیطی، مانند تغییرات اقلیمی هولوسن در دشت آزادگان، بر اساس خصوصیات رسوب شناسی انجام دادند. برای این کار دو مغزه رسوبی به عمق ده متر برای بررسی‌های فیزیکی و شیمیایی برداشت کردند و به این نتیجه رسیدند که از سطح زمین تا عمق چهار متری، ذرات درشت‌دانه با بافت سیلتی لومی و از عمق چهار تا ده متری، ذرات ریزدانه با بافت سیلتی وجود دارند. مدل رفتار رسوبی نمونه‌ها در قسمت اول، بسیار شبیه به محیط رودخانه‌ای بوده و در قسمت دوم رسوب‌گذاری در محیط رسوبی کم انرژی با شرایط اقلیمی مرطوب‌تر اتفاق افتاده است. واضح است که رویکرد علمی به توصیف محیط رودخانه‌ای بر اساس رسوبات قدیمی و جدید در چارچوب زمانی مشخص، گامی مهم در جهت شناخت و بازسازی شرایط دیرینه، توسعه و تکامل سیستم‌های رودخانه‌ای است (بسون[1]، ۱۹۹۵؛ ژانگ و وانگ[2]، ۲۰۰۱؛ سینگ[3] و همکاران، ۲۰۰۴؛ گارزانتی و آندو[4]، ۲۰۰۷؛ مای[5] و همکاران، ۲۰۰۱؛ سولیرو–ریبولدو[6] و همکاران، ۲۰۱۱؛ هی[7] و همکاران، ۲۰۱۵؛ دانیل[8] و همکاران، ۲۰۱۵). حوضه آبخیز رودخانه سقز با مساحتی معادل ۸۳۵ کیلومترمربع، شرایط آب و هوایی مرطوب در ماه‌های اسفند، بهمن، دی و آذر و خشک در بقیه ماه‌ها و کاربری اراضی عمدتاً زراعی با زمین‌های مرتعی منطقه موردمطالعه در این پژوهش می‌باشد. در محیط رودخانه‌ای این حوضه، فرسایش رودخانه‌ای، فرآیندهای خاک‌زایی و پادگانه‌های رودخانه‌ای بارزترین مشخصه‌های ژئومورفولوژیکی هستند. هدف اصلی این مطالعه، بررسی ویژگی‌های کانی شناسی رسوبات قدیمی و جدید رودخانه سقز، منشاءیابی و تأثیر شرایط زهکشی حوضه موردبررسی بر روی این ویژگی‌ها با استفاده از آنالیزهای فیزیکی و آماری است. در این مطالعه، بازه‌ای از رودخانه اصلی سقز از محل روستای بله‌جر تا شهر سقز، به‌عنوان بازه موردبررسی، انتخاب و نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای در این بازه انجام گرفت.

۲. منطقه موردمطالعه

حوضه آبخیز رودخانه سقز با مساحتی معادل ۸۳۵ کیلومترمربع از ۳۶ درجه تا ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی گسترش‌یافته است (شکل ۱). از دیدگاه تقسیم‌بندی‌های زمین ساختی، در حاشیه شمال غربی نوار دگرگونی سنندج – سیرجان و در حقیقت در محل تلاقی این زون با زون‌های ساختاری خوی – مهاباد و البرز – آذربایجان واقع شده است. از دیدگاه مورفولوژی، مناطق میانی حوضه موردمطالعه که به‌طور عمده از سنگ‌های آواری و آتشفشانی کرتاسه پدید آمده‌اند، دارای توپوگرافی ملایم و به‌صورت تپه‌های کم ارتفاع با سطوح فرسایش هموار است. بخش‌های آهکی و دولومیتی کرتاسه زیرین و الیگو – میوسن فرسایش خشن دارند و مناطق مرتفع را تشکیل می‌دهند. در بخش‌هایی که سنگ‌های دگرگونی قدیمی گسترش دارند، بخش‌های شیستی

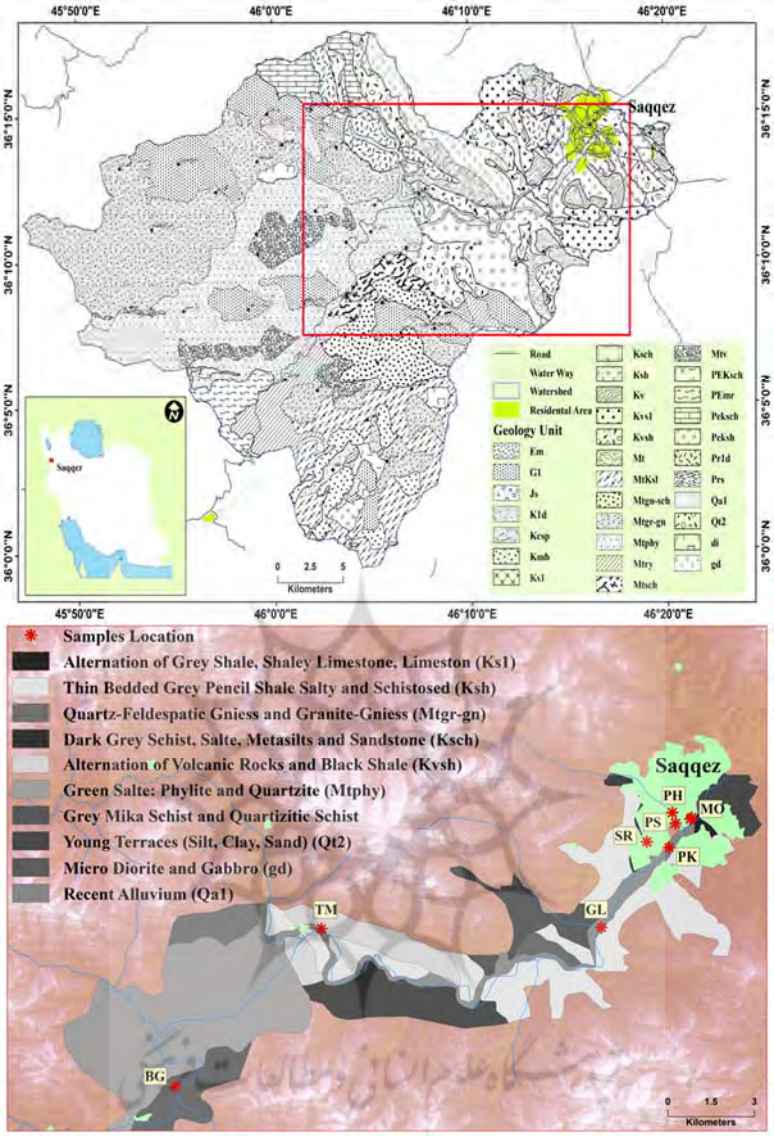
1. Besson
2. Zhang and Wang
3. Singh
4. Garzanti and Ando
5. Mah
6. Solleiro-Rebolledo
7. He
8. Daniel

توپوگرافی به نسبت خشنی دارند؛ ولی نهشته‌های شیلی سازند کهر (کاهار) توپوگرافی ملایمی را به صورت تپه‌های کم ارتفاع نشان می‌دهند. در این منطقه توده گرانیتی نیز توپوگرافی خشن‌تری را نسبت به سنگ‌های پیرامون نشان می‌دهد. دره‌هایی که درنتیجه حفر رودخانه‌ها پدید آمده‌اند، علاوه بر فرسایش ناشی از جریانات آب، تابع شرایط تکتونیکی و عملکرد گسل‌ها هستند؛ به‌طوری‌که حتی در مناطق یکنواخت ازنظر لیتولوژی، همچون فیلیت‌های کرتاسه که پهنه گسترده‌ای را اشغال کرده‌اند و در مناطق پویای تکتونیکی، که گسل‌های خطی پرشیب وجود دارد، دره‌های ژرف و خطی با پیچ‌وخم‌هایی با طول‌موج کوتاه، در مسیر رودها واقع‌شده‌اند.

۳. روش پژوهش

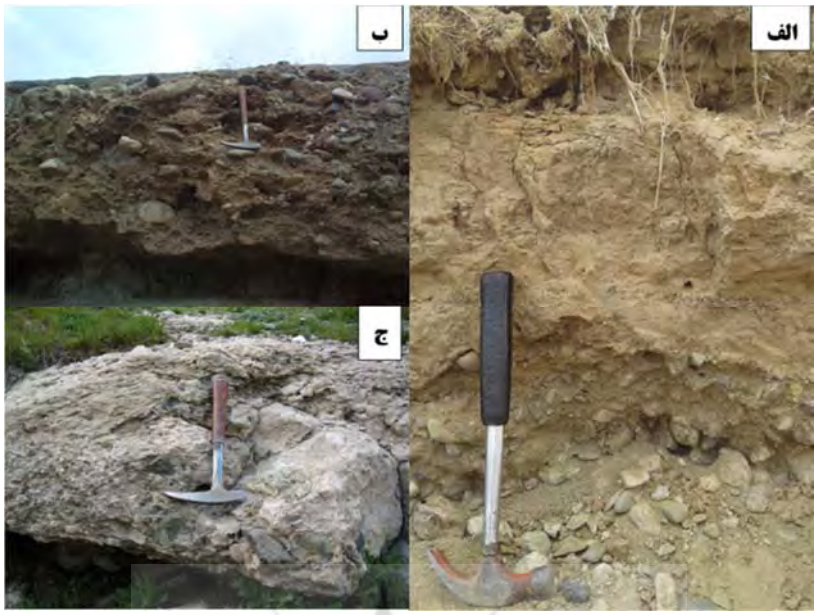
در این مطالعه، تعداد ۱۴ نمونه از بخش گراولی و ماسه‌ای رسوبات دشت سیلابی در امتداد شاخه اصلی رودخانه سقز و در محل اتصال شاخه‌های فرعی به رودخانه اصلی سقز جمع‌آوری گردید که شامل هشت نمونه از رسوبات جدید و شش نمونه از رسوبات قدیمی است. بازه موردنظر برای برداشت این نمونه‌ها از حدفاصل روستای بله‌جر تا شهر سقز به طول ۲۴ کیلومتر بوده است که نمونه‌های رسوبات جدید از نهشته‌های دشت سیلابی در سه محل و نمونه‌های رسوبات قدیمی از کنگلومراهای پادگانه‌ای در پنج محل برداشت شدند (شکل ۲). در هرکدام از محل‌های اتصال شاخه‌ها به شاخه اصلی سه نمونه رسوب از بخش گراولی و ماسه‌ای رسوبات برداشت شد. در مورد نمونه‌های رسوبی قدیمی باید گفت، چون این نوع از رسوبات تنها در قسمت‌های پایین‌دست حوضه مطالعاتی به صورت کنگلومراهای سخت شده سیمانی رخنمون دارند، برداشت نمونه‌ها در محل این رخنمون صورت گرفت. اما فاصله کم محل برداشت آن‌ها با محل برداشت نمونه‌های رسوبی جدید و همچنین عدم وجود فعالیت‌های گسلی در این حدفاصل، امکان مقایسه نمونه‌های جمع‌آوری‌شده را فراهم نمود. نمونه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی شرکت زمین‌ریز کاوان منتقل گردیدند. سپس از آن‌ها مقاطع نازک تهیه شد تا مطالعات کانی شناسی، دانه شماری، انطباق پراکنش واحدهای لیتولوژی در سطح حوضه موردمطالعه با یافته‌های کانی‌شناسی و در ادامه تحلیل‌های آماری بر روی داده‌های به‌دست‌آمده صورت گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی حوضه آبخیز رودخانه سقز، بازه موردبررسی و نمونه‌های برداشت‌شده (BG، TM و GL نمونه‌های رسوبات جدید دشت سیلابی؛ SR، PK، PS، PH و MO نمونه‌های رسوبات قدیم دشت سیلابی). در هرکدام از محل‌های اتصال شاخه‌ها به شاخه اصلی دو نمونه رسوب از بخش گراولی و ماسه‌ای رسوبات جدید دشت سیلابی برداشت گردید؛ نمونه‌های رسوبات قدیمی دشت سیلابی هم با توجه به محل رخنمون آن‌ها، در پایین‌دست حوضه (محدوده شهر سقز و اطراف آن) جمع‌آوری شدند.

نمونه‌های رسوبی قدیمی برای شناسایی نوع سیمان میان قطعات رسوبات قدیمی کنگلومرایی سخت شده تحت آنالیز XRD قرار گرفتند. این آنالیز بر مبنای پراش پرتو ایکس شکل‌گرفته است و عموماً برای مطالعه مواد با ساختار کریستالی استفاده می‌شود. هدف از انجام آنالیز XRD شناسایی کانی‌های اصلی تشکیل‌دهنده سیمان‌های کربناتی بوده تا مشخص شود که آیا سیمانی شدن اتفاق افتاده است و این رسوبات می‌توانند نسبت به رسوبات جدید بستر رودخانه سقز قدیمی‌تر باشد؛ شکل ۳ موقعیت پراکنش رسوبات کنگومرایی سخت شده را در سطح شهر سقز نشان می‌دهد. در آزمایشگاه با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان در دو حالت نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) مطالعه مقاطع نازک برای تشخیص شکل و نوع رسوبات نمونه‌ها انجام شد. دانه‌شماری نمونه‌ها هم به روش چشمی و تفسیر میکروسکوپی انجام گرفت.



شکل ۲. الف) رسوبات منفصل و جدید دشت سیلابی: نمونه GL، ب) پادگانه سخت شده رودخانه‌ای با سیمان کلسیتی: نمونه SR و ج) پادگانه سخت شده رودخانه‌ای در کنار واحد کربناته آهکی: نمونه PH. (بخش گراولی و ما سه‌ای نمونه‌های بردا شت شده موردبررسی قرار گرفتند). موقعیت نمونه‌ها در شکل ۱ آورده شده است.

پس از آماده نمودن داده‌های مربوط به مطالعات کانی شناسی و اجزای رسوبی نمونه‌ها، یکی از فرضیات اصلی برای اکثر آزمون‌های آماری، نرمال بودن توزیع مشاهدات است. برای آزمون نرمال بودن داده‌های کانی‌شناسی حاصل از دانه شماری نمونه‌های ر سوبی از آماره کلموگروف – ا سمیرنوف[1] (K-S) ا ستفاده گردید؛ این آزمون یک آزمون ناپارامتریک برای بررسی توزیع مشاهدات است. سپس از آزمون من – ویتنی[2] که با بررسی تفاوت میان گروه‌ها سروکار دارد، به‌منظور مشخص نمودن تفاوت‌های کانی‌شناسی و اجزای رسوبی تشکیل‌دهنده نمونه‌های برداشت‌شده از رسوبات قدیمی و جدید رودخانه‌ای استفاده شد. این روش به‌منظور استنتاج معنی‌داری آماری تفاوت بین گروه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در ادامه، از تحلیل عاملی[3] بر اساس مؤلفه‌های اصلی[4] برای تبدیل متغیرهای اصلی به یک متغیر ناهمبسته جدید که ترکیبی خطی از مؤلفه ا صلی می‌با شد، ا ستفاده شد؛ محورها (متغیرها)ی جدید در امتداد حداکثر واریانس قرار می‌گیرند. مؤلفه ا صلی، اطلاعاتی درباره پارامترهای با بیش‌ترین معناداری به د ست می‌دهد که کل یک مجموعه داده به‌د ست‌آمده از فرآیند تقلیل داده‌ها را با حداقل از د ست‌رفت داده‌های اولیه توصیف می‌کند (هلنا[5] و همکاران، ۲۰۰۰). تحلیل عاملی از تحلیل مؤلفه‌های اصلی پیروی می‌کند. هدف اصلی این تحلیل، کاهش سهم متغیرهای با معناداری کم جهت ساده‌سازی هر چه بیش‌تر ساختار داده به‌د ست‌آمده از تحلیل مؤلفه‌های ا صلی ا ست. این هدف می‌تواند با چرخش محور تعریف شده (چرخش واریماکس)[6] از طریق تحلیل مؤلفه‌های ا صلی عملی شده و متغیرهای جدیدی ایجاد گردد که عامل‌های تغییر[7] نامیده می شوند (هلنا و همکاران، ۲۰۰۰). در این پژوهش، تحلیل مؤلفه‌های ا صلی متغیرهای نرمال شده جهت ا ستخراج

---

1. Kolmogorov - Smirnov
2. Mann-Whitney
3. Factor Analysis
4. Principal Components
5. Helena
6. Varimax Rotation
7. Varifactor (VF)

مؤلفه‌های ا صلی معنادار و همچنین کاهش سهم متغیرهای با معنادرای کم با روش واریماکس بکار برده شد؛ متغیرهای پژوهش شامل درصد فروانی کانی‌ها و اجزای رسوبی مشاهده‌شده در بخش گراولی و ماسه‌ای نمونه‌های رسوبی رودخانه می‌باشد که آماره‌های توصیفی داده‌های آن در جدول ۱ آورده شده است.

شـــکل ۳. کنگلومراهای ســـخت شـــده رودخانه‌ای الف) پادگانه پارک کوثر: رســـوبات ســـخت شـــده با پوســـته کربناتی و جهت ر سوب‌گذاری مشخص (ایمبریکا سیون)، ب) پادگانه دبیر ستان شهید ر ضا: ر سوبات سخت شده با قطعات گراولی ریزودر شت سیمانی شده، ج) پادگانه مخابرات: کرا ست‌های کربناتی با رنگ رو شن در پس‌زمینه گراول‌های رودخانه‌ای، د) پادگانه پل هوایی: رسوبات سخت شده با قطعات گراولی تخریبی و آتشفشانی

٤. یافته‌های پژوهش

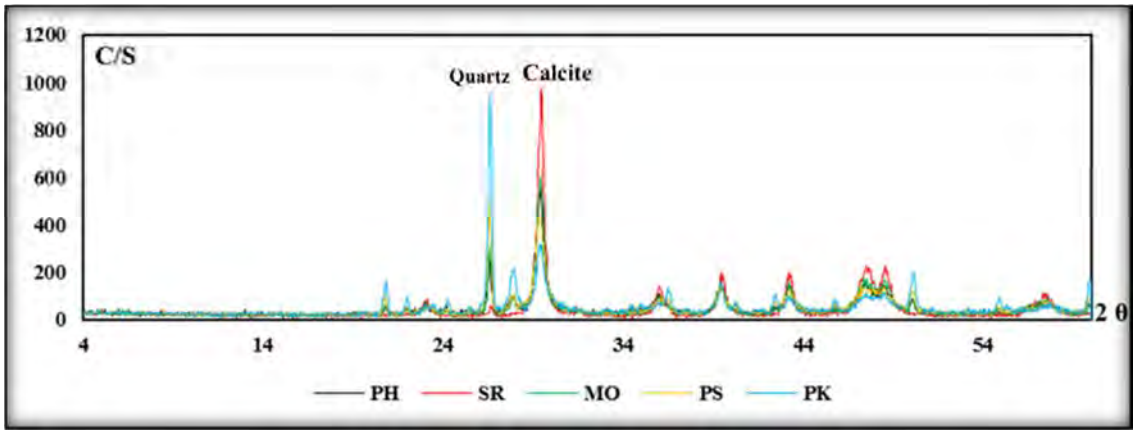
٤-١ آنالیز XRD سیمان رسوبات سخت شده کنگلومرایی

نتایج آنالیز XRD در شکل ۴ آورده شده ا ست. با توجه به شکل، نوع سیمان بین قطعات گراولی کنگلومراها در تمام رخنمون‌های پادگانه رودخانه‌ای از نوع کلسیت می‌با شد و فاز ا صلی در نتایج XRD ا ست. سیمان کلسیتی معمول‌ترین سیمان در ما سه سنگ‌ها ا ست؛ اگرچه در زمان شکل‌گیری سیمان، تمایل به پر کردن همه ف ضاها به‌طور کامل ندارد و به صورت سیمان توده‌ای اتفاق می‌افتد. کلسیت در آب‌های سطحی قابل‌حل ا ست، بنابراین در ما سه سنگ‌های سیمانی

شده کلسیتی اغلب سیمان آن‌ها تا حدی حل شده است. به‌منظور تشکیل سیمان کلسیتی، منبعی از یون‌های Ca^{+2} و یون‌های Co_3^{-2} (کربنات) لازم است. Ca^{+2} درنتیجه هوازدگی شیمیایی سنگ‌ها در آب‌های سطحی و زیرزمینی وجود دارد. یون‌های کربناته هم به‌وفور در آب‌های سطحی و زیرزمینی یافت می‌شوند که یا از انحلال یون بیکربنات (HCO_3^-) و یا از انحلال گاز CO_2 در اتمسفر توسط H_2O آمده است. آنالیز XRD نمونه‌ها همچنین بیانگر این است که علاوه بر کلسیت که در همه نمونه‌ها کانی غالب است، کوارتز و آلبیت در نمونه‌های پادگانه‌ای پل هوایی، پارک شهر و پارک کوثر هم به‌عنوان کانی‌های فاز اصلی حضور دارند؛ فاز اصلی رسوبات پادگانه‌ای پارک کوثر شامل کوارتز هم است که البته می‌تواند درنتیجه ناخالصی نمونه‌های استفاده‌شده برای آنالیز XRD باشد (جدول ۲).

جدول ۱. آماره‌های توصیفی درصد فروانی کانی‌ها و اجزای رسوبی مختلف نمونه‌های رسوب دشت سیلابی رودخانه سقز

کانی و اجزای رسوبی	رسوبات جدید دشت سیلابی				رسوبات قدیم دشت سیلابی			
	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
منو کریستالین (MQ)	۱/۶۷	۱۴/۹۱	۶/۶۶	۴/۴۶	۳/۶۴	۱۵/۹۷	۷/۹۹	۴/۳۶
پلی کریستالین (PQ)	۱۱/۳۲	۲۲/۸۶	۱۶/۷۹	۳/۷۲	۳/۶۴	۱۵/۰۸	۱۰/۷۴	۴/۴
فلدسپات آلکالن (Akf)	۲/۸۶	۱۴/۱۵	۸/۷	۳/۷۴	۳/۷	۹/۰۹	۶/۵۸	۱/۷۹
پلاژیوکلاز (Pl)	۱/۹	۱۵/۰۹	۵/۷۲	۴/۸۱	۵/۹۹	۱۰/۹۲	۸/۵۵	۲/۲۳
پلوتونیک	۰	۹/۶	۵/۲۶	۳/۴۸	۰	۷/۷۹	۲/۹۷	۳/۵۷
متاپلوتونیک	۰	۲۰/۳۹	۱۰/۰۴	۶/۵۶	۰	۱۱/۶۹	۵/۳۹	۴/۶۶
اسلیت	۱/۸۵	۸/۴۹	۴/۱	۲/۱۱	۲/۷۳	۱۰/۳۲	۶/۹۵	۳/۲۲
شیست	۲۵/۹۳	۴۵/۷۱	۳۳/۳۹	۶/۶۱	۱/۲۳	۲۸/۵۷	۲۰/۱۱	۱۰/۲۵
ماسه سنگ	۰	۱۶/۶۷	۳/۰۲	۵/۶۴	۰	۶/۱۷	۱/۰۳	۲/۵۲
شیل	۰	۱/۶۷	۰/۲۱	۰/۵۹	۰	۳/۳۶	۱/۰۹	۱/۶۹
بیوتیت	۰	۳/۷۷	۰/۴۷	۱/۳۳	۰	۲/۷۳	۰/۴۶	۱/۱۱
مسکویت	۰	۳/۷۷	۰/۴۷	۱/۳۳	۰	۱/۸۲	۰/۳	۰/۷۴
ولکانیک	۰	۵/۷۱	۱/۵۴	۲/۰۸	۷/۵۶	۵۹/۲۶	۲۲/۰۷	۱۹/۹۳
متاولکانیک	۰	۹/۷۱	۳/۶۴	۳/۳۴	۲/۵۲	۱۲/۷۳	۵/۷۸	۳/۷۷



شکل ٤. نتایج آنالیز XRD از نمونه‌های کنگلومرای سخت شده پادگانه‌های رودخانه‌ای سقز (PH: پادگانه پا هوایی، SR: پادگانه دبیرستان شهید رضا، MO: پادگانه مخابرات، PS: پادگانه پارک شهر و PK: پادگانه پارک کوثر)

جدول ۲. نتایج آنالیز XRD برای نمونه‌های رسوبات سخت شده رخنمون‌های پادگانه‌ای رودخانه سقز

نمونه	کانی غالب	
	فاز اصلی	فاز فرعی
پل هوایی (PH)	Calcite (CaCo3), Quartz (Sio2), Albite (NaAlSi3O8)	Hematite (Fe2O3)
دبیرستان شهید رضا (PH)	Calcite (CaCo3)	Quartz (Sio2)
پارک کوثر (PK)	Calcite (CaCo3), Quartz (Sio2)	Albite (NaAlSi3O8), Hematite (Fe2O3)
پارک شهر (PS)	Calcite (CaCo3), Quartz (Sio2), Albite (NaAlSi3O8)	Montmorillonite, Ca0.2(Al,Mg)2Si4O10(OH)2, xH2O
مخابرات (MO)	Calcite (CaCo3), Quartz (Sio2)	Albite (NaAlSi3O8), Hematite (Fe2O3)

٤-۲ رسوبات قدیمی دشت سیلابی

این دسته از نهشته‌های موردمطالعه نشانگر سنگ رسوبی آواری متعلق به گروه کنگلومرا هستند. اجزای اصلی سازنده سنگ‌ها را قطعات سنگی و کوارتزهای منوکریستالین و پلی‌کریستالین با خاموشی موجی تشکیل می‌دهند. خرده‌های سنگی در نمونه را خرده‌های سنگی آتشفشانی، متاپلوتونیک و خرده‌های سنگی دگرگونی شامل اسلیت و شیست تشکیل می‌دهند (شکل ۵). دانه‌های آواری آتشفشانی در یک زمینه ریزدانه عمدتاً از نوع کربنات‌ها و با فراوانی کمتر کانی‌های رسی قرارگرفته‌اند. دانه‌های آتشفشانی و دانه‌های کوارتز و فلدسپات در اندازه ماسه تا سیلت هستند. خرده‌های سنگی آتشفشانی در اندازه‌های ماسه ریز تا بزرگ‌تر از ماسه قابل‌شناسایی می‌باشند. سیمان کربناتی در حاشیه خرده‌های سنگی و نیز درون حفره‌ها و فضاهای خالی سنگ قابل‌مشاهده هستند.

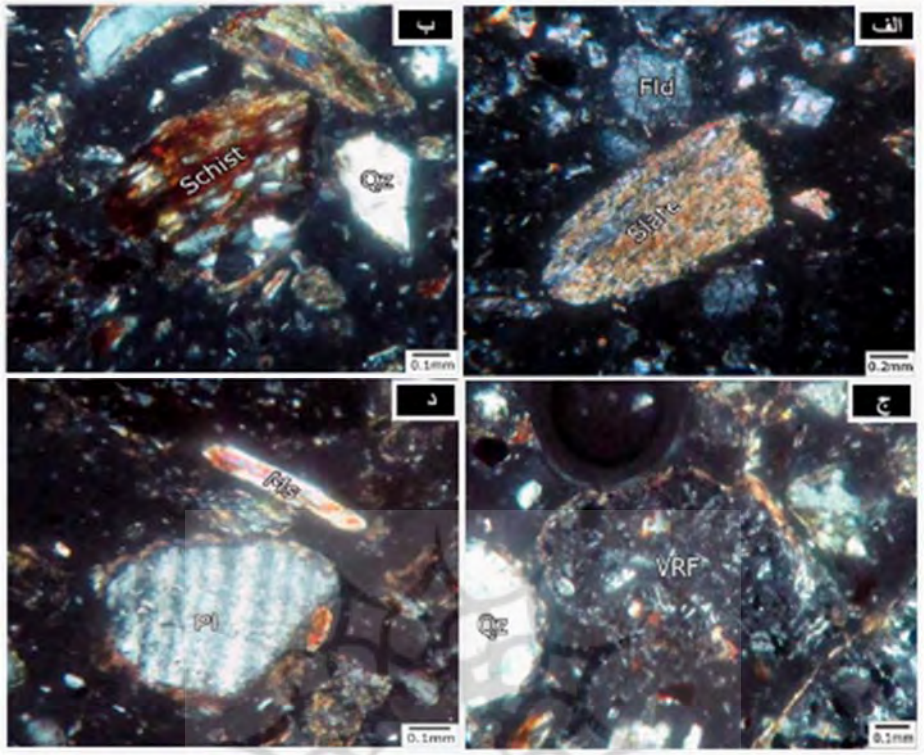
٤-۳ رسوبات جدید دشت سیلابی

دانه‌های منفصل آواری رسوبات جدید دشت سیلابی شامل دانه‌های آواری کوارتز، پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن، بیوتیت، مسکوویت، قطعات سنگی، اپیدوت و کربنات می‌باشد. بلورهای کوارتز از انواع پلی‌کریستالین و منوکریستالین با خاموشی موجی هستند. خرده‌های سنگی را عمدتاً قطعات آواری دگرگونی از نوع شیست و با فراوانی کمتر خرده‌های رسوبی از نوع ماسه سنگ تشکیل می‌دهند (شکل ۶). بلورهای کربنات به صورت جانشینی در بلورهای دیگر و همچنین توده‌ای مانند حضور دارند. اندازه ذرات در محدوده ماسه متوسط تا ریزدانه بوده و به‌طورکلی جورشدگی متوسط را نشان می‌دهند.

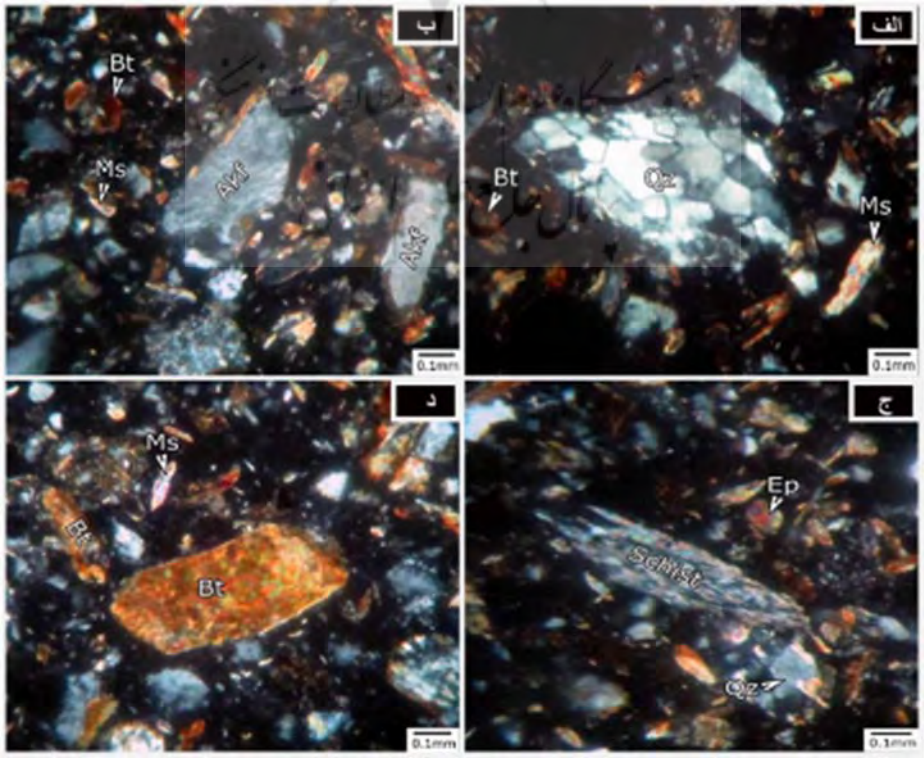
٤-٤ تحلیل آماری کانی‌شناسی نمونه‌های رسوب

میزان تقریبی معنی‌داری آزمون[8] در انتهای خروجی آزمون کلموگروف – اسمیرنوف می‌آید که با مقایسه آن با a می‌توان آزمون را در سطح معنی‌داری a و نسبت به نرمال بودن توزیع مشاهدات تصمیم‌گیری نمود. اگر a=0.0.5 در نظر گرفته شود، چنانچه P=value > 0.05، می‌توان فرض نمود که توزیع نرمال است. براساس آزمون (K-S)، داده‌های مربوط به درصد فراوانی کانی‌ها و اجزای رسوبی در دو گروه رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی رودخانه سقز برای همه آن‌ها بجز سه مورد شیل، بیوتیت و مسکویت با ضریب اطمینان بالای ۹۵ درصد از توزیع نرمال پیروی می‌کند (جدول ۳).

8. Asymptotic Significance



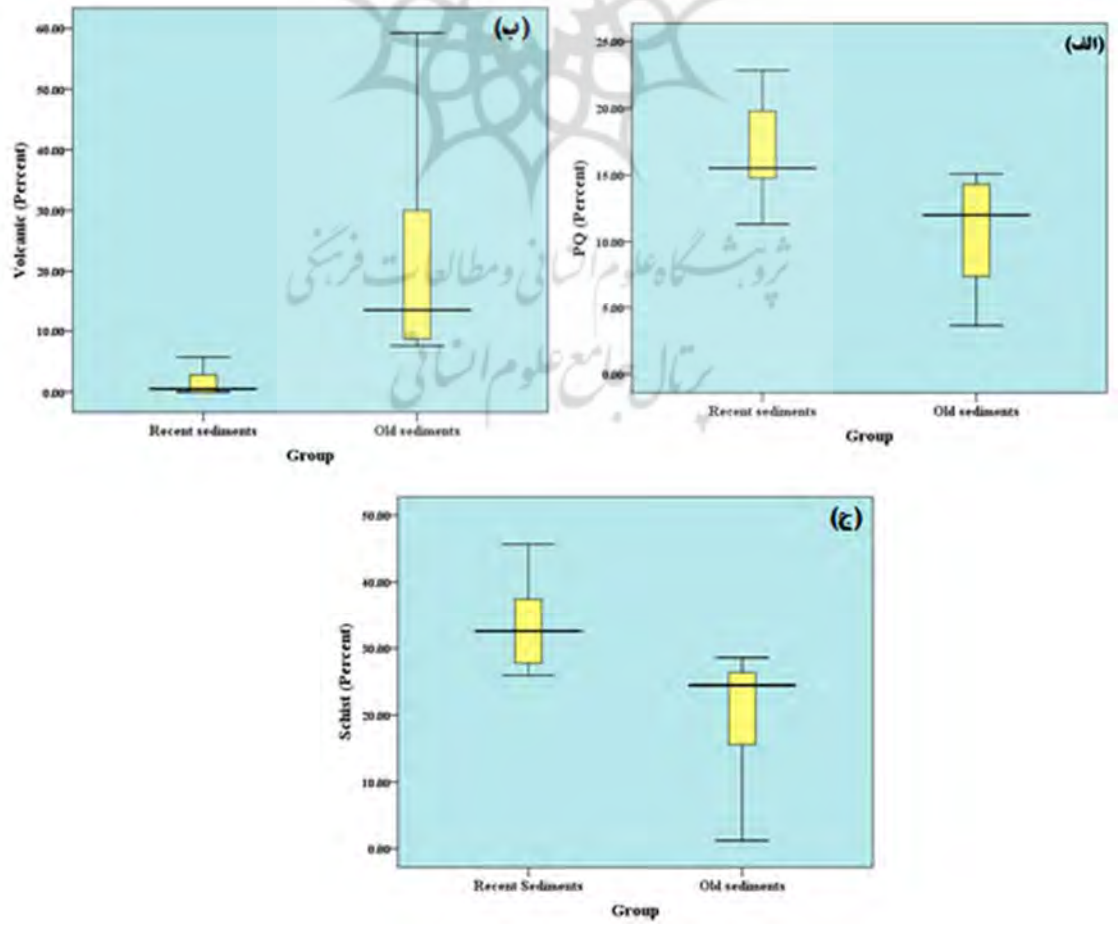
شکل ٥. الف) دانه فلدسپات در مجاورت خرده‌سنگ اسلیتی؛ ب) نمایی از یک خرده‌سنگ شیستی در کنار خرده بلوری کوارتز؛ ج) نمایی از یک خرده سنگ آتشفشانی و دانه کوارتز که هردو گرد شدگی خوبی نشان می‌دهند؛ د) بلور پلاژیوکلاز نیمه‌گرد شده در نزدیکی بلور مسکوویت و خرده‌سنگ شیستی در بین آن‌ها.



شکل ٦. الف) کوارتز پلی‌کریستالین در مجاورت بلورهای مسکوویت و بیوتیت؛ ب) نمایی از بلورهای فلدسپات آلکالن، مسکوویت و بیوتیت؛ ج) خرده‌سنگ شیستی در کنار بلورهای اپیدوت و کوارتز؛ د) خرده‌های بلوری بیوتیت و مسکوویت.

نتایج تحلیل آماری من – ویتنی در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به جدول، تفاوت میانگین دو گروه رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی رودخانه سقز به لحاظ اجزای کوارتز پلی‌کریستالین، شیست و ولکانیک معنی‌دار می‌باشد. جدول ۵ هم نتایج حاصل از تحلیل عاملی را بر اساس ۱۱ عامل به‌منظور تعیین مهم‌ترین کانی‌ها و اجزای رسوبی تشکیل‌دهنده بخش گراولی و ماسه‌ای رسوبات دشت سیلابی رودخانه سقز نشان می‌دهد؛ برای انجام تحلیل عاملی از روش واریماکس استفاده شد و اساس انتخاب عامل‌ها، مقادیر بیش از ۱ مقادیر ویژه برای تعیین مهم‌ترین کانی‌ها و اجزای رسوبی می‌باشد. با توجه به جدول، چهار مؤلفه اصلی با درصد واریانس تجمعی ۸۰، تغییرات فراوانی کانی‌ها و اجزای رسوبی را در نمونه‌های رسوب برداشت‌شده توجیه می‌کنند. مؤلفه اول با توجیه ۳۲/۲ درصد از واریانس، به‌صورت قوی مثبت با اجزای کوارتز پلی‌کریستالین و شیت و به‌صورت قوی منفی با جزء ولکانیک مرتبط است و این اجزاء را به‌عنوان مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در تغییرات کانی‌شناسی و اجزای رسوبی تشکیل‌دهنده نمونه‌های موردبررسی معرفی می‌نماید.

بر این اساس، نمودار جعبه‌ای برای سه جزء رسوبی ذکرشده در دو گروه نمونه‌های رسوب قدیمی و جدید دشت سیلابی ترسیم شد (شکل ۷). با توجه به شکل، درصد فراوانی کوارتز پلی‌کریستالین و شیست در نمونه‌های رسوبات جدید دشت سیلابی بیش‌تر از نمونه‌های قدیمی است؛ درحالی‌که درصد فراوانی اجزای ولکانیک در نمونه‌های قدیمی دشت سیلابی رودخانه سقز بیش‌تر می‌باشد. مقدار انحراف معیار هر سه جزء نام‌برده شده در نمونه‌های قدیمی رسوبات دشت سیلابی رودخانه سقز بیش از مقادیر آن در نمونه‌های جدید است.



شکل ۷. نمودار جعبه‌ای اجزای کوارتز پلی‌کریستالین (الف)، ولکانیک (ب) و شیست (ج) در رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی

جدول ٤. نتایج تحلیل آماری من – ویتنی برای بررسی تفاوت کانی‌شناسی و اجزای رسوبی میان رسوبات قدیمی و جدید

کانی/ جزء رسوبی	Z	P – مقدار
MQ	-۰/۹	۰/۳۷
PQ	-۲/۳۲	۰/۰۲
Akf	-۱/۱۶	۰/۲۵
Pl	-۱/۴۲	۰/۱۶
Plutonic	-۱/۳	۰/۲
Metaplutonic	-۱/۴۳	۰/۱۵
Slate	-۱/۵۵	۰/۱۲
Schist	-۲/۵۸	۰/۰۱
Sandstone	-۱/۳۶	۰/۱۷
Volcanic	-۳/۱۳	۰/۰۰۱
Metavolcanic	-۱/۰۳	۰/۳

جدول ۵. نتایج حاصل از تحلیل عاملی برای بررسی تغییرات کانی‌شناسی و اجزای رسوبی نمونه‌های رسوب دشت سیلابی

کانی/ جزء رسوبی	۱	۲	۳	٤
MQ	۰/۱۳	۰/۸۴	-۰/۰۹	-۰/۱۹
PQ	**۰/۸۷**	-۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۱۵
Akf	۰/۲	-۰/۱	۰/۹	۰/۰۲
Pl	-۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۷۹	-۰/۰۹
Plutonic	۰/۵۵	-۰/۳۵	-۰/۰۵۵	۰/۵
Metaplutonic	۰/۶	-۰/۲۶	-۰/۳۱	۰/۳۵
Slate	-۰/۱۴	۰/۸۶	۰/۱۸	-۰/۰۲
Schist	**۰/۸۱**	۰/۰۸	-۰/۰۳	-۰/۳۱
Sandstone	-۰/۱۵	-۰/۳۵	-۰/۱۶	۰/۸
Volcanic	**-۰/۹۲**	-۰/۱۴	-۰/۱۹	-۰/۰۷
Metavolcanic	-۰/۳۲	-۰/۴۸	-۰/۲۹	-۰/۷۱
مقادیر ویژه	۳/۵۵	۲/۵۲	۱/۵۷	۱/۱۹
درصد واریانس	۳۲/۲۵	۲۲/۹۵	۱۴/۲۶	۱۰/۸۳
درصد تجمعی واریانس	۳۲/۲۵	۵۵/۲	۶۹/۴۵	۸۰/۲۸

تفسیر شرایط یا رژیم فرسایشی/ رسوبی حوضه آبخیز رودخانه سقز بر اساس یافته‌های کانی شناسی بخش ماسه‌ای و گراولی در دو نوع رسوبات قدیمی دشت سیلابی رودخانه (کنگلومرا) و رسوبات جدید دشت سیلابی رودخانه (نهشته‌های منفصل و سیمانی نشده) می‌تواند بر منابع مختلف تأمین‌کننده رسوبات حوضه آبخیز رودخانه سقز طی دوره‌های زمانی مختلف، یا همان واحدهای سنگ‌شناسی برونزد یافته دلالت داشته باشد. توالی زمانی واحدهای سنگ‌شناختی تأمین‌کننده منابع رسوبی با نهشته‌گذاری آن‌ها، به‌صورتی است که محصولات هوازدگی حاصل از واحدهای زمین‌شناسی برونزد یافته جدیدتر (واحدهای بالایی) در سطح حوضه آبخیز، می‌توانند منبع رسوبی رسوبات آبرفتی یا رودخانه‌ای قدیمی‌تر بر جای گذاشته‌شده در طی دوره کواترنری باشند.

حال، تفسیر شرایط دیرینه رسوبی حوضه آبخیز رودخانه سقز بر اساس توالی زمانی موردبحث میان منبع رسوبی و رسوبات برجای گذاشته شده، می‌تواند به این‌گونه باشد که فرسایش فرآورده‌های هوازدگی سنگ‌های ولکانیکی توسط رژیم‌های سیلابی و همچنین فعال شدن فرسایش رودخانه‌ای (شکل‌گیری و تکوین سیستم رودخانه‌ای در سطح حوضه)، سبب رخنمون پیدا کردن واحدهای سنگ‌شناسی قدیمی‌تر زیرین شده است. به عبارتی، واحدهای پلیو – کواترنری دچار فرسایش شده و سنگ‌های ولکانیکی آندزیتی و آندزیت بازالتی با سن کرتاسه و سپس سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین (قدیمی‌ترین واحد زمین‌شناختی در منطقه)، به‌ویژه در امتداد شاخه‌های اصلی آبراهه‌ها، برونزد یافته‌اند. همین رخنمون پیدا کردن واحدهای زیرین قدیمی زمین‌شناسی سبب گردیده است تا در رسوبات کنگلومرایی رودخانه‌ای (به‌عنوان رسوبات قدیمی رودخانه‌ای) هم خرده‌های سنگی ولکانیکی با سن کرتاسه و هم اجزای دگرگونی شیست با سن پرکامبرین وجود داشته باشند. اگرچه با توجه به گسترش و ناپایداری بیش‌تر واحد شیستی، فراوانی آن نسبت به قطعات ولکانیکی در رسوبات کنگلومرایی رودخانه‌ای زیادتر است.

در تازه‌ترین مرحله از رژیم رسوبی/ فرسایشی حوضه آبخیز رودخانه سقز، برون‌زدگی قدیمی‌ترین واحدهای زمین‌شناسی حوضه آبخیز موردمطالعه (واحد دگرگونی پرکامبرین)، درنتیجه فرآیندهای فرسایشی رودخانه‌ای به بیش‌ترین حد خود رسیده است. درنتیجه این وضعیت، فراوانی قطعات دگرگونی شیست در رسوبات جدید دشت سیلابی رودخانه نسبت به سایر انواع رسوبات موردبررسی بیش‌تر بوده و مهم‌ترین اجزای رسوبی بخش گراولی و ماسه‌ای این نوع رسوب را تشکیل می‌دهند؛ به همین نسبت، از فراوانی اجزای واحدهای جدید زمین‌شناسی (قطعات ولکانیکی پلیو – کواترنری و کرتاسه) در رسوبات جدید رودخانه‌ای کاسته شده و کم‌ترین مقدار را نسبت به دیگر انواع رسوبات دارد. بنابراین، می‌توان گفت که در حال حاضر، مهم‌ترین منشأ رسوبی در سطح حوضه آبخیز رودخانه سقز را مجموعه دگرگونی پرکامبرین که به دگرگونی‌های مهاباد معروف بوده و کهن‌ترین واحد زمین‌شناختی این منطقه است، تشکیل می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با استفاده از مطالعات جزئی و آنالیزهای میدانی و آزمایشگاهی به‌سوی نتیجه‌گیری و قوانین کلی، به دنبال بررسی ویژگی رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی رودخانه سقز است. طی مطالعات میدانی، بازه‌ای از رودخانه اصلی سقز به‌عنوان بازه مطالعاتی انتخاب و نمونه‌برداری از رسوبات در این بازه در محل اتصال شاخه‌های فرعی به رودخانه اصلی صورت گرفت که هشت نمونه برای رسوبات جدید دشت سیلابی و شش نمونه برای رسوبات قدیمی دشت سیلابی (رخنمون‌های پادگانه رودخانه‌ای) جمع‌آوری شد.

توصیف ویژگی‌های کانی شناسی و اجزای رسوبی در رسوبات قدیمی نشان داد که این دسته از نهشته‌ها، کنگلومراهای سخت و سیمانی شده محیط رودخانه‌ای (سنگ رسوبی آواری متعلق به گروه کنگلومرا) بوده که خرده‌سنگ‌های دگرگونی ازجمله شیست، قطعات ولکانیکی و کوارتزهای پلی‌کریستالین و منوکریستالین مهم‌ترین اجزای سازنده آن‌ها هستند. در

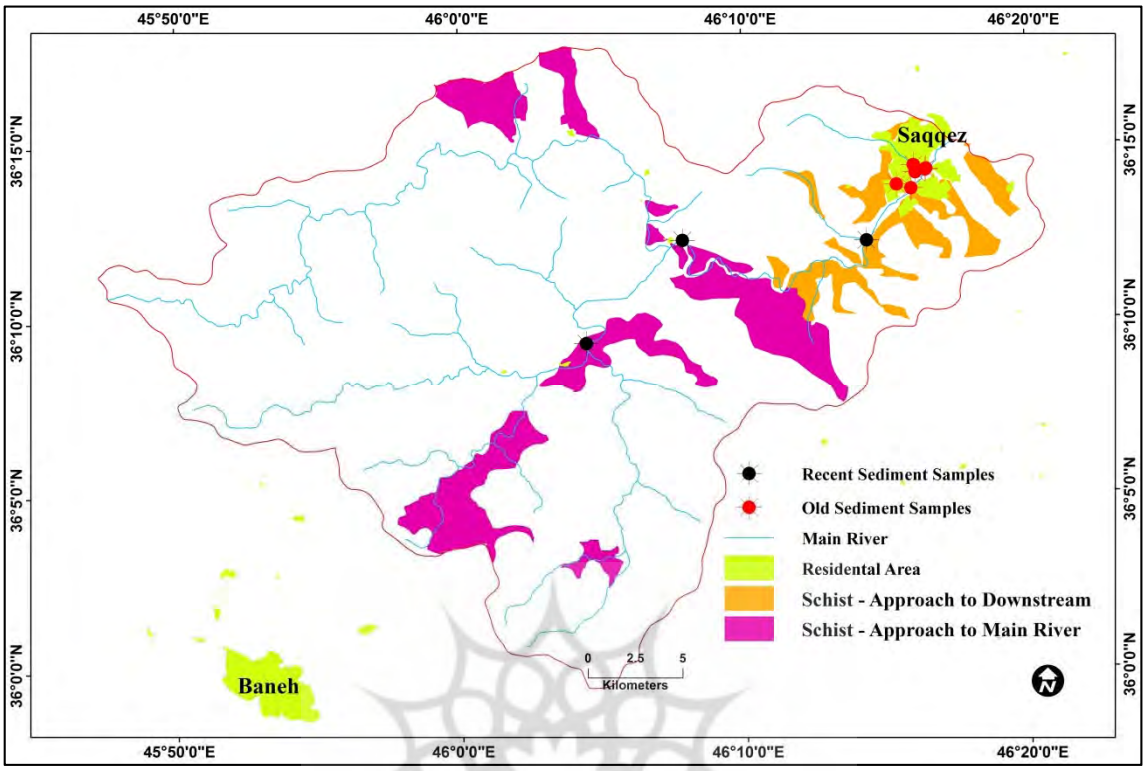
ارتباط با رسوبات جدید، این دانه‌های منفصل آواری هستند که خرده‌های دگرگونی ازجمله شیست، متاپلوتونیک و اسلیت، قطعات آذرین پلوتونیک و کوارتزهای پلی‌کریستالین و منوکریستالین به همراه دانه‌های فلدسپات مهم‌ترین اجزای رسوبی و کانی‌های تشکیل‌دهنده این دسته از نهشته‌ها می‌باشند.

تحلیل‌های آماری (آزمون من – ویتنی و تحلیل عاملی) انجام‌شده بر روی داده‌های درصد فراوانی کانی‌ها و اجزای رسوبی دو گروه رسوبات دشت سیلابی رودخانه سقز نشان داد که سه جزء کوارتز پلی‌کریستالین، شیست و ولکانیک دارای تفاوت معناداری میان دو گروه رسوب بوده و تغییرات کانی‌شناسی رسوبات قدیمی و جدید را توجیه می‌کنند. بر اساس یافته‌های تحلیل عاملی، اجزاء کوارتز پلی‌کریستالین و شیست در مؤلفه اول تحلیل عاملی، به‌صورت قوی و مثبت با تغییرات کانی‌شناسی و اجزای رسوبی سازنده در دو گروه رسوب برداشت‌شده ارتباط دارند. با توجه به جهت رابطه مثبت، مقدار این دو مؤلفه هم در رسوبات قدیمی و هم در رسوبات جدید دشت سیلابی از درصد فراوانی بالایی برخوردار است؛ مؤلفه شیست با میانگین درصد فراوانی ۲۱/۹ و ۳۳/۲ به ترتیب در رسوبات قدیمی و جدید، بیش‌ترین فراوانی اجزای تشکیل‌دهنده رسوبات را شامل می‌شود.

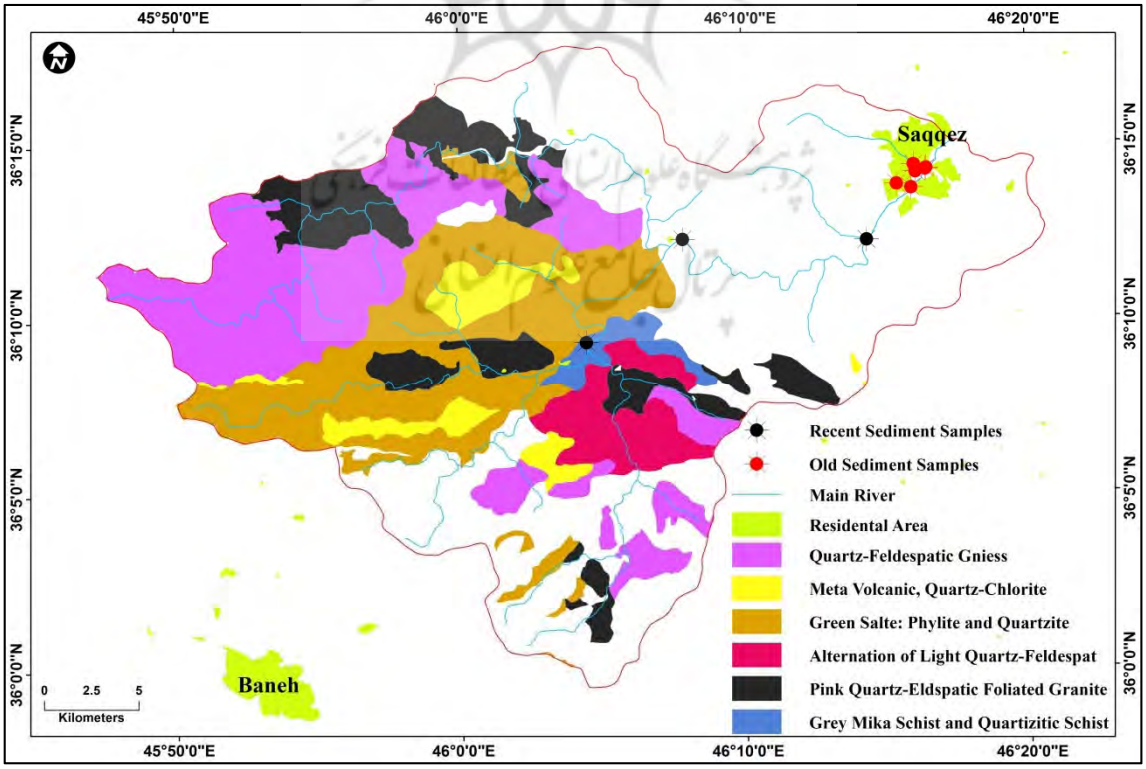
نگاهی به پراکنش واحدهای لیتولوژی در سطح حوضه آبخیز رودخانه سقز بیانگر آن است که واحد سنگی شیست در بیش‌تر موارد یا در نزدیکی محل آبراهه‌های اصلی حوضه و رودخانه سقز قرارگرفته و یا در پایین‌دست حوضه و محل تشکیل پادگانه‌های رودخانه‌ای سخت شده (کنگلومرا) واقع شده است (شکل ۸). بر این اساس، شرایط هیدرولوژیکی و توپوگرافیکی حوضه به‌گونه‌ای است که حمل خرده‌های سنگی شیست به سمت پایین‌دست و نهشته شدن آن می‌تواند از طریق آبراهه‌های اصلی صورت گرفته باشد و فراوانی خرده‌های دگرگونی در بیش‌تر نهشته‌های رسوبی رودخانه‌ای قدیمی و جدید به سمت شیست میل پیدا کند؛ همان‌طور که دانه‌شماری خرده‌های سنگی کنگلومرا و رسوبات منفصل در پژوهش حاضر این امر را تأیید می‌کند.

پس فراوانی مقدار شیست در نمونه‌های رسوب جدید می‌تواند به علت نزدیکی رخنمون‌های شیستی به محل رودخانه اصلی و فراوانی آن در نمونه‌های رسوب قدیمی می‌تواند هم به‌این‌علت و هم به علت نزدیکی رخنمون‌های شیستی به محل پادگانه‌های سخت شده رودخانه‌ای باشد؛ تفاوت میزان تأثیر دو علت ذکرشده بر فراوانی مقدار شیست در رسوبات کنگومرایی را می‌توان از طریق میزان گرد شدگی قطعات بررسی نمود. این‌که شیست به‌عنوان یکی از عامل‌های تغییرات اجزای رسوبی بر اساس تحلیل عاملی است به فراوانی بیش‌تر آن در رسوبات جدید دشت سیلابی نسبت به نمونه‌های رسوب قدیمی برمی‌گردد. در بررسی نمودار جعبه‌ای ترسیم شده برای جزء رسوبی شیست در نمونه‌های رسوب قدیمی، مقدار زیاد انحراف معیار به‌این‌علت است که فراوانی جزء ذکرشده در نمونه پادگانه‌ای پل هوایی (PH) بسیار کم می‌باشد؛ این پادگانه در محلی قرارگرفته است که شاخه آبراهه فرعی منتهی به آن از محل رخنمون‌های شیستی عبور نمی‌کند.

بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی و در مورد رابطه قوی و مثبت جزء کوارتز پلی‌کریستالین هم باید گفت که مساحت زیادی از حوضه آبخیز سقز را رخنمون‌های کوارتزی تشکیل می‌دهد (شکل ۹). میانگین درصد فراوانی این کانی در رسوبات قدیمی و جدید دشت سیلابی به ترتیب ۱۰/۹ و ۱۶/۸ است؛ بنابراین مؤلفه ذکرشده در هر دو نوع نهشته از درصد فراوانی بالایی برخوردار می‌باشد. البته بیش‌تر بودن درصد فراوانی این مؤلفه در نهشته‌های رسوبی جدید به دلیل نزدیک‌تر بودن محل نمونه‌برداری آن‌ها به رخنمون‌های کوارتزی است؛ حمل قطعات کوارتز توسط رودخانه به سمت پایین‌دست حوضه کم‌تر شده و همین امر درصد فراوانی آن را در نهشته‌های رسوبی قدیمی پایین‌تر آورده است که عامل توجیه تفاوت کانی‌شناسی و اجزای رسوبی سازنده دو گروه به لحاظ مقدار کوارتز پلی‌کریستالین می‌باشد.

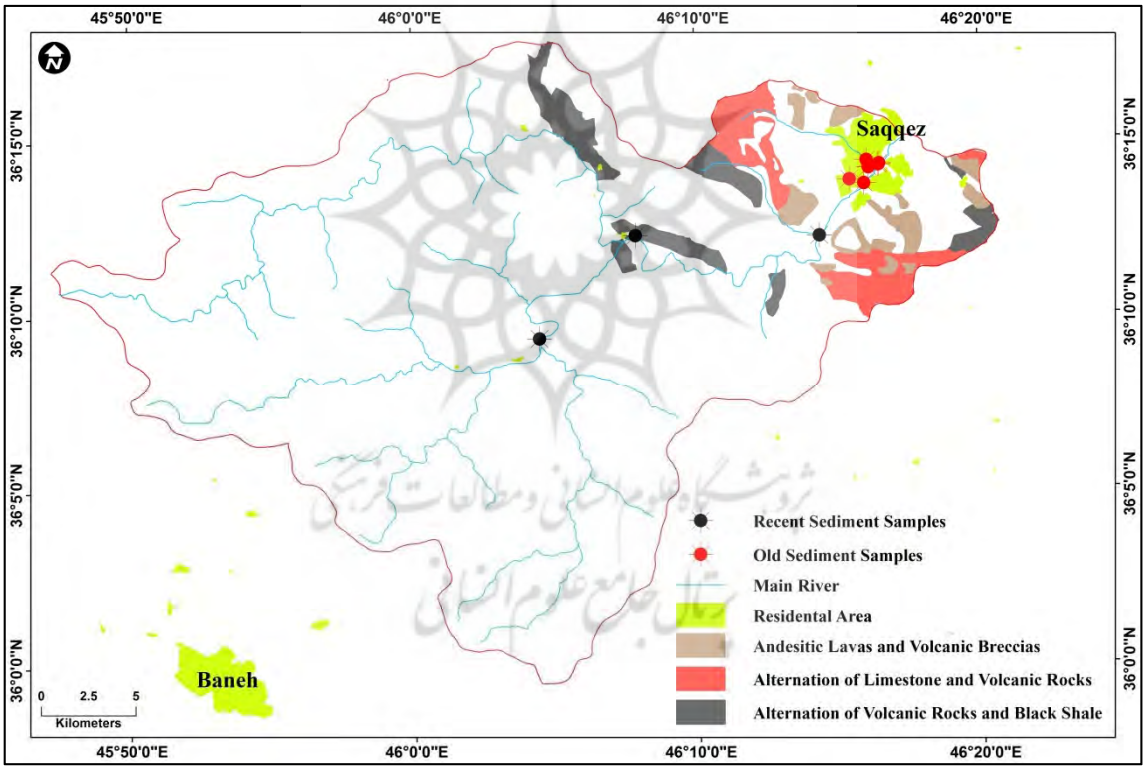


شکل ۸. موقعیت پراکنش واحدهای سنگی شیست در سطح حوضه آبخیز رودخانه سقز و نسبت به محل نمونه‌ها



شکل ۹. موقعیت پراکنش واحدهای سنگی کوارتز در سطح حوضه آبخیز رودخانه سقز و نسبت به محل نمونه‌ها

در مؤلفه اول نتایج تحلیل عاملی، برای توجیه تغییرات کانی شنا سی و اجزای ر سوبی سازنده میان نهـ شته‌های قدیمی و جدید رسوبات دشت سیلابی، رابطه مؤلفه ولکانیک به‌صورت قوی منفی به‌دست‌آمده است. بررسی میانگین درصد فراوانی این مؤلفه در نمونه‌های بردا شت شده نـ شان می‌دهد که مقدار آن ۱۹/۶ و ۱/۴۷ در صد به ترتیب در نهـ شته‌های ر سوبی قدیمی و جدید می‌با شد و همین تفاوت زیاد باعث رابطه قوی منفی شده ا ست. برای تفـ سیر این نتیجه، برر سی نقـ شه واحدهای سنگ شنا سی حو ضه آبخیز سقز نـ شان داد که برونزدهای ولکانیکی در پایین‌د ست حو ضه بوده و در مـ سیر شاخه‌های فرعی رودخانه‌های منتهی به محل پادگانه‌های رودخانه‌ای قدیمی قرار دارند (شکل ۱۰). بر این اساس، فراوانی قطعات ولکانیکی در نمونه‌های رسوب قدیمی دشت سیلابی بسیار بیش‌تر از نمونه‌های رسوبی جدید می‌باشد. البته میان درصـــد فراوانی خود نمونه‌های جمع‌آوری‌شـــده از رســـوبات قدیمی هم تفاوت وجود دارد؛ همان‌طور که انحراف معیار ترســیم‌شـــده در نمودارهای جعبه‌ای این نکته را نشـــان می‌دهد. مقدار این فراوانی در نمونه پادگانه‌ای پل هوایی (PH) بیش‌تر از سایر نمونه‌ها به‌دست‌آمده است که به علت عبور شاخه آبراهه فرعی منتهی به محل این پادگانه از رخنمون‌های ولکانیکی با گستره بیش‌تر می‌باشد.



شکل ۱۰. موقعیت پراکنش واحدهای سنگی ولکانیک در سطح حوضه آبخیز رودخانه سقز و نسبت به محل نمونه‌ها

سپاسگزاری

مشاهدات میدانی، نمونه‌برداری و آنالیزهای انجام‌شده در این پژوهش با همکاری شرکت زمین‌ریز کاوان انجام‌شده است که نگارندگان کمال سپاسگزاری و قدردانی را دارند.

منابع

- حافظی مقدس، ن.، و قزی، ا. (۱۳۹۰). ضرورت تهیه مدل محیط ر سوبی در مطالعات زمین شنا سی مهند سی. هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی . محیط زیست ایران. دانشگاه صنعتی شاهرود، شهریور ۱۳۹۰، صص. ۱-۱۰.
- مقصودی، م.، مقیمی، ا.، یمانی، م.، و چرخابی، ا. (۱۳۹۲). تحلیل وقایع محیطی هولوسن دشت آزادگان بر اساس توالی و خصوصیات رسوب‌شناسی. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۱، صص. ۴۹-۶۶.
- Besson, E.1995. A drainage sediment geochemical orientation study at Boddington Western Australia. Journal of Geochemical exploration, 54: 530-71.
- Blum, M.D. and Tornqvist, T.E. (2000). Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. Sedimentology, (47): 2–48.
- Bonnet, S., Guillocheau, F. and Brun, J.P. (1998). Relative uplift measured using river incisions: the case of the Armorican basement (France). Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II Fascicule a – Sciences de la Terre ET des Planetes, (327): 245–251.
- Daniel. M., Nikolaos, V., Paranychianakis, P., Nikolaos, P., Nikolaidis, A., Steve, A., Banwart, R., Svetla, R., Milena, K., Martin, N., Toma, S., Peter, R., Jaap, B., Blum, W.E.H., Lair, G.J., Pauline, G. and Marc, V. (2015). Sediment provenance, soil development, and carbon content in fluvial and manmade terraces at Koiliaris River Critical Zone Observatory. Journal of Soils Sediments, Springer, (15): 347-364.
- Garzanti, E., and Ando, S. 2007. Heavy mineral concentration in modern sands: implications for provenance interpretation. In: Mange, M.A. and Wright, D.T. (eds.): Heavy Minerals in Use: Developments in Sedimentology, 58: 517–545.
- He, M., Zheng, H., Clift, P., Tada, R., Wu, W., and Luo, C. (2015). Geochemistry of fine-grained sediments in the Yangtze River and the implications for provenance and chemical weathering in East Asia. Progress in Earth and Planetary Science 2 (32): 1-20, DOI 10.1186/s40645-015-0061-6.
- Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barrado, E., Ferna ´ndez, J.M., Ferna ´ndez, L. 2000. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. Journal of Water Re-search, 34: 807-816.
- Houben, P. (2003). Spatio-temporally variable response of fluvial systems to Late Pleistocene climate change: a case study from central Germany. Quaternary Science Reviews, (22): 2125–2140.
- Houtgast, R.F., Van Balen, R.T., Bouwer, L.M., Brand, G.B.M. and Brijker, J.M. (2002). Late Quaternary activity of the Feldbiss Fault Zone, Roer Valley Rift System, the Netherlands, based on displaced fluvial terrace fragments. Tectonophysics, (352): 295–315.
- Hughes, P.H. (2010). Geomorphology and Quaternary stratigraphy. The roles of morpho, litho and allostratigraphy. Geomorphology, 123: 189–199.
- Kock, S., Kramers, J.D., Preusser, F. and Wetzel, A. (2009). Dating of Late Pleistocene terrace deposits of the River Rhine using Uranium series and luminescence methods: Potential and limitations. Quaternary Geochronology (4): 363-373.
- Komar, P.D. (2007). The entrainment, transport and sorting of heavy minerals by waves and currents. In: Mange, M.A. & Wright, D.T. (eds). Heavy Minerals in use. Developments in Sedimentology, 58: 3-48.
- Kraus, M.J. (2002). Basin-scale changes in floodplain paleosols: implications for interpreting alluvial architecture. Journal of Sedimentary Research, 72: 500–509.

- MAH, B., Rahman, M.J.J., Dampare, S.B., Suzuki, S. (2011). Provenance, tectonics and source weathering of modern fluvial sediments of the Brahmaputra-Jamuna River, Bangladesh: inference from geochemistry. Journal of Geochemistry, 111: 113–137.
- Mikesell, L.R., Schaetzl, R., and Velbel, M.A. (2004). Hornblende etching and quartz/feldspar ratios as weathering and soil development indicators in some Michigan soils. Quaternary Research, 62: 162–171.
- Niviere, B. and Marquis, G. (2000). Evolution of terrace risers along the upper Rhine graben inferred from morphologic dating methods: evidence of climatic and tectonic forcing. Geophysical Journal International, (141): 577–594.
- Schumm, S.A. (1981). Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. In: Ethridge, F.G. and Flores, R.M., eds., Recent and ancient nonmarine depositional environments: models for exploration, special publication 31, Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists: 19-29.
- Schumm. S.A. and Winkely, B.R., eds. (1994). The variability of large alluvial rivers, New York: American Society of Civil Engineers.
- Singh, B.P., Pawar, J.S., and Karlupia, S.K. 2004. Dense mineral data from the northwest Himalayan foreland sedimentary rocks and recent river sediments: evaluation of the hinterland. Journal of Asian Earth Sciences, 23: 25–35.
- Solís-Castillo, B., Thiel, C., Baez, H.C., Rebolledo, E.S., Sedov, S., Terhorst, B., Damm, B., Frechen, M., and Tsukamoto, S. (2013). Holocene sequences in the Mayan Lowlands - A provenance study using heavy mineral distributions. Quaternary Science Journal, 62 (2): 84-97.
- Solleiro-Rebolledo, E., Sycheva, S., Sedov, S., McClung de Tapia, E., Rivera-Uria, Y., Salcido-Berkovich, C., Kuznetsova, A. (2011). Fluvial processes and paleopedogenesis in the Teotihuacan Valley, México: Responses to late Quaternary environmental changes. Quaternary International, 233: 40-52.
- Zhang, C.S, and Wang, L.J. (2001). Multi-element geochemistry of sediments from the Pearl River system, China. Applied Geochemistry, 16: 1251–1259.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی