

مطالعه بافت، عناصر ساختاری و مدل رسوبی رودخانه کوهستانی میانرود، میرجاوه، جنوب خاوری ایران

محمد رضا نورا

استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، زاهدان، ایران

نویسنده مسئول: Noura706@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۹

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

گستره مورد مطالعه رودخانه میانرود به طول ۵۱ کیلومتر، در جنوب خاور شهر میرجاوه و شمال کوه آتشفشان تفتان از نواحی بسیار کم بارش و دارای اقلیمی خشک است. این حوضه از نظر زمین‌شناسی در زون ساختاری فلیشی خاور ایران واقع شده است. بیش از ۷۰ درصد سطح حوضه، کوهستانی با ناهمواری شدید است. جهت مطالعه رسوب‌شناسی رودخانه تعداد ۱۷ نمونه از کف کانال برداشت شد. روند تغییرات درصد وزنی گراول از بالادست به پایین دست روندی کاهشی و روند تغییرات درصد وزنی ماسه و گل روندی افزایشی است. نمونه‌های گراولی از نظر شکل دانه میله‌ای، تیغه‌ای، دیسکی و کروی هستند. رخساره‌های گراولی بر اساس گسترش و درجه اهمیت آن‌ها عبارتند از: رخساره گراولی Gmm و Gmg در مناطق بالادست (شدت جریان بالا)، رخساره گراولی Gcm و رخساره گراولی Gh به همراه رخساره‌های Gp و Gt در مناطق میانی و مرکزی، رخساره آواری دانه ریز به صورت رخساره FI و Fm در مناطق پایین دست رودخانه دیده می‌شود. با توجه به نوع و گسترش رخساره‌های سنگی عناصر ساختاری کانال (عنصر CH)، بستر و سدهای گراولی (عنصر GB)، ماکروفرم‌های افزایشی جانبی (عنصر LA) و رسوبات دانه ریز دشت سیلابی (عنصر FF) شناسایی شد. نزدیکی به منشأ، شیب زیاد توپوگرافی حوضه و بستر کانال اصلی رودخانه، کم عمق بودن کانال اصلی رودخانه، پیچش کم، عدم جابجایی و مهاجرت کانال به طرفین، وجود انواع سدهای گراولی در کانال رودخانه و گسترش عنصر ساختاری GB، گسترش گراول‌های درشت دانه با طبقه‌بندی توده‌ای و افقی شکل در بستر و دیواره رودخانه، وجود رخساره‌های Gm، Gh، Gp و Gt، از جمله شواهدی هستند که مدل رودخانه میانرود را به عنوان رودخانه بریده بریده کم عمق با بستر گراولی معرفی می‌کند.

واژگان کلیدی: رخساره آواری، عناصر ساختاری، رودخانه بریده بریده، میرجاوه

۱- پیشگفتار

رسوب و پایداری کانال) فراهم می‌کند. اکثر این داده‌ها پس از مطالعه دقیق شکل بستر، بافت و تحلیل رخساره‌ای همراه با عناصر ساختاری گردآوری می‌شوند (هی و همکاران، ۲۰۱۵). امروزه ویژگی‌های بافتی همچون اندازه ذرات، جورشدگی، کج‌شدگی، کشیدگی، گردشدگی و کرویت به طور گسترده‌ای در رسوب‌شناسی محیطی (نظری و کاربردی) و برای بازسازی شرایط ته‌نشینی مورد استفاده قرار می‌گیرند (متولی‌زاهد و همکاران، ۱۳۹۹). بخش قابل توجهی از این رسوبات، در سیستم رودخانه‌ای براساس موقعیت چینه‌شناسی آن‌ها در توالی‌های عمودی رسوبات داخل رودخانه، رسوبات خارج رودخانه (دشت سیلابی) و رسوبات حدواسط (رسوبات پرکننده کانال‌های قطع شده) نهشته می‌گردند (موسوی‌حرمی، ۱۳۸۶).

رودخانه‌ها از بهترین مناظر طبیعی سطح زمین هستند که در آن ارتباط بین سیستم نیروها و اشکال ناهمواری به روشنی قابل درک است. عامل ایجاد این نیروها جریان آب است (بریرلی و فریزر، ۲۰۰۶). حرکت جریان آب بر روی سطوح شیبدار زمین و به هنگام عبور از آبراهه مواد مختلف را با خود حمل می‌کند. واحدهای زمین‌شناسی در میزان فرسایش و تولید رسوب زیرحوضه‌ها نقش موثری دارند (نصیری، ۱۴۰۰). بار رسوبی کل آبراهه، ترکیبی از مواد شیمیایی، بار معلق و بار بستر است که به علت نیروی آبی که در آبراهه جریان دارد حرکت می‌کند (گاورز و همکاران، ۲۰۰۷). رسوب‌شناسی رودخانه داده‌های اساسی قابل توجهی را برای پروژه‌های مهندسی رودخانه (انتقال

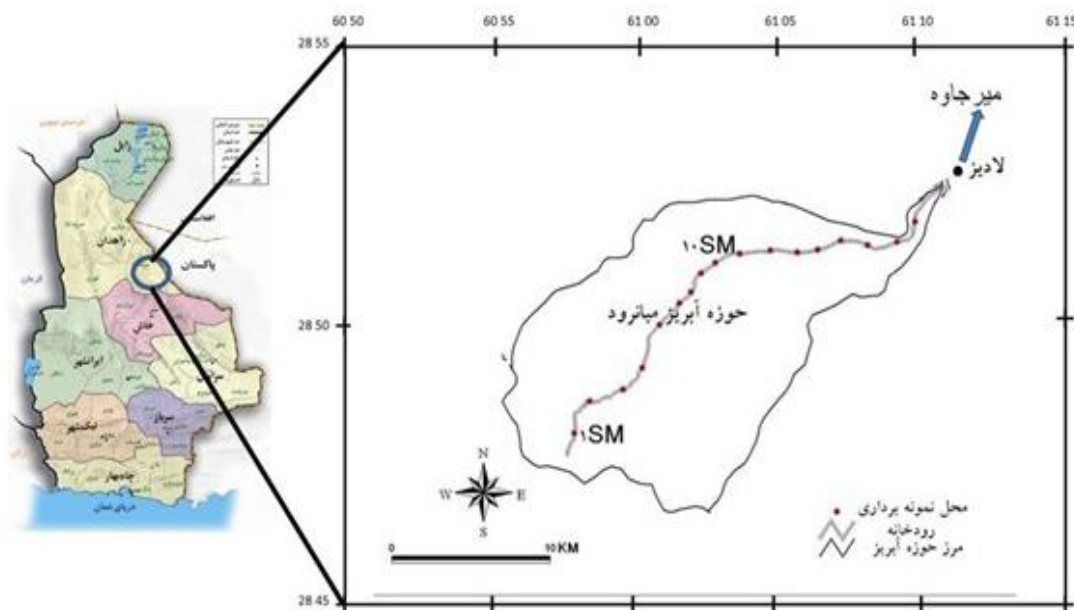
گسل‌های مختلف، عوامل موثر ریختی (روند رودخانه، شیب حوضه و ...)، هیدرولیک (تخلیه آب)، و رسوب‌شناسی (تولید رسوب، انتقال و رسوب‌گذاری مجدد) مشخصه‌های اصلی رودخانه را کنترل می‌کنند (سین‌سیانا و پاسترناک، ۲۰۱۷). این پژوهش تغییرات بافتی رسوبات، رخساره‌های سنگی و عناصر ساختاری و مدل رسوبی را در یک رودخانه کوهستانی ناهموار ارایه می‌دهد.

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی

رودخانه میانرود در استان سیستان و بلوچستان (جنوب خاور ایران) واقع شده است. حوضه آبریز این رودخانه با وسعت $731/24$ کیلومتر مربع در مختصات طول جغرافیائی $60^{\circ} 53' 9''$ الی $61^{\circ} 11' 14''$ خاوری و عرض جغرافیائی $28^{\circ} 47' 57''$ الی $28^{\circ} 52' 38''$ شمالی قرار دارد (شکل ۱). رودخانه میانرود از به هم پیوستن پنج ابراهه فرعی تشکیل می‌شود. رودخانه اصلی میانرود از کوه سیاه‌بندان در غرب حوضه آبریز سرچشمه می‌گیرد و مهم‌ترین رودخانه‌های فرعی از کوه چهل تن در شمال باختر و کوه گنج در جنوب باختر حوضه میانرود سرچشمه می‌گیرد. دسترسی به نقاط مختلف حوضه آبریز از طریق جاده آسفالته که دهستان لادیز را به شهر میرجاوه در خاور استان سیستان و بلوچستان مرتبط می‌سازد امکان‌پذیر است.

تغییرات اندازه دانه‌های رسوب به سمت پایین‌دست در یک رودخانه با بستر گراولی پیچیده است و اغلب از یک مدل پیوند رسوبی ساده پیروی نمی‌کند. فرآیندهای مؤثر بر روند ریزشوندگی رسوبات در رودخانه‌ها عبارتند از: جورشدگی انتخابی، سایش و میزان رسوب‌دهی واحدهای سنگی حوضه آبریز است (راست، ۱۹۷۸). جورشدگی انتخابی نتیجه حمل انتخابی دانه‌های ریز است و نهشته‌های انتخابی دانه‌های درشت است که نقش مهم‌تری در سایش دارد. جورشدگی انتخابی به رژیم‌های جریان نیز بستگی دارد (بوراس و همکاران، ۲۰۱۴؛ ریمو و همکاران، ۲۰۱۶). عوامل دیگری مانند تخلیه آب از سرشاخه‌های رودخانه (چرچ، ۲۰۰۸)، ورود رسوب از منابع جانبی محلی رودخانه (برای نمونه، مخروط‌افکنه‌ها، خزش خاک و گالی) و فعالیت‌های انسانی (به عنوان مثال، کشاورزی، معدن، ساخت سد، کانال‌سازی، حفاری و گابیون بندی) بر روند ریزشوندگی رسوبات به سمت پایین‌دست رودخانه تاثیر می‌گذارد (تنا و همکاران، ۲۰۱۱؛ مارتین‌ویده و همکاران، ۲۰۱۵؛ ریمو و همکاران، ۲۰۱۶).

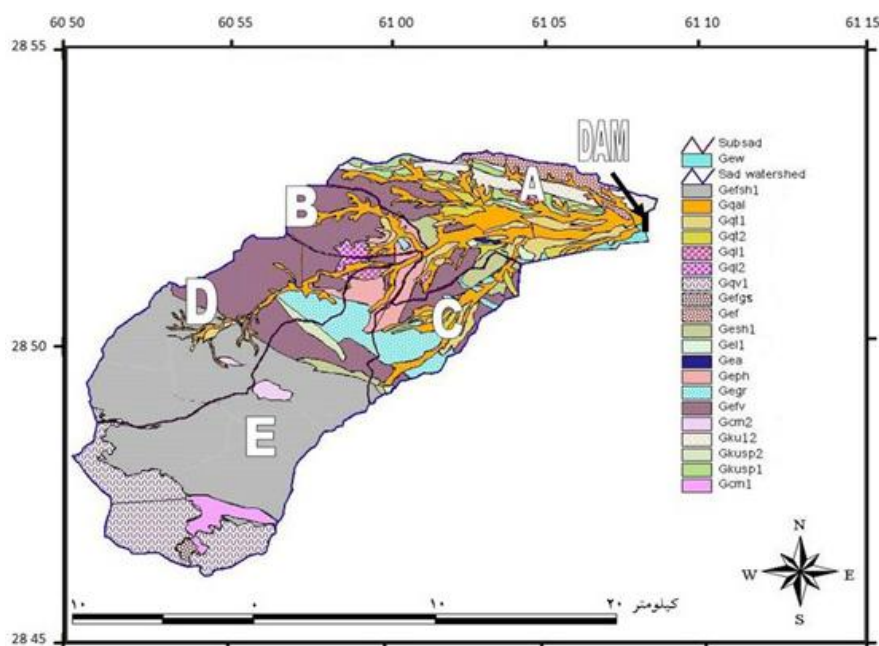
رودخانه میانرود در جنوب خاور ایران قرار دارد که از نواحی بسیار کم بارش با میانگین بارندگی سالیانه $63/6$ میلی‌متر و دارای اقلیم خشک است. رگبارهای شدید و کوتاه‌مدت در وقوع سیلاب‌های بزرگ در حوضه آبریز میانرود نقش بسیار مهمی دارد. در این منطقه عواملی همچون تنوع



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی و محل نمونه‌برداری از رودخانه میانرود برگرفته از نقشه توپوگرافی

عنوان نئوبلوچ^۱، اشتوکلین (۱۹۷۷) افیولیت محوری^۲، نیوی (۱۳۵۵) و افتخارنژاد (۱۳۷۲) پهنه نهبندان - خاش، سامانی و اشتری (۱۳۷۱) پهنه گسلی برشی ایران‌شهر - بیرجند، بربریان و همکاران (۱۹۸۲) زون زابل - بلوچ، تیروول و همکاران (۱۹۸۳) زون درزه سیستان و علوی (۱۹۹۱) کوه‌های خاور ایران نامیده‌اند (آقنابتی، ۱۳۸۳). در بررسی‌های زمین‌شناسی حوضه آبریز رودخانه میانرود، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تفتان (مهرپرتو، ۱۹۹۴) و نوک‌آباد (افتخارنژاد، ۱۹۸۴) و مکمل آن عملیات میدانی مبنای کار قرار گرفته است (شکل ۲ و جدول ۱).

زون زمین‌شناسی خاور ایران قسمت عمده‌ای از استان سیستان و بلوچستان را در برمی‌گیرد. بررسی مطالعات زمین‌شناسی خاور ایران نشان می‌دهد که حوادث و رخداد‌های آن ویژگی‌های خاص خود را داشته و تکوین زمین‌شناسی آن متفاوت از نواحی اطراف بوده است. بطوریکه در خاور و باختر شرق آن پلیت‌های قاره‌ای با ویژگی‌های گندوانا و اوراسیا به هم رسیده و موجب بسته شدن دریای نئوتتیس در این زون گردیده است. به همین دلیل زمین‌شناسی ناحیه جنوب خاور ایران با سایر بخش‌های سرزمین ایران تفاوت دارد (سامانی و اشتری، ۱۳۷۱). پهنه شرق ایران را ریر و محافظ (۱۹۷۲) تحت



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی حوضه بالادست رودخانه اصلی میانرود و آبراهه‌های فرعی رودخانه با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی نوک آباد (مهرپرتو، ۱۹۸۴) و تفتان (افتخارنژاد، ۱۹۹۴) با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

۳- روش مطالعه

مختلف و شبکه آبراهه‌های موجود، محل نمونه‌برداری طبق الگویی که نشان‌دهنده تاثیر عواملی نظیر وضعیت زمین‌شناسی، پیچش رودخانه، ورود آبراهه‌های فرعی و مورفولوژی بستر باشد مشخص گردید. با توجه به رعایت نکات استاندارد نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای و روش‌های متداول رسوب‌شناسی فیزیکی بهره گرفته شد (پیزوتو و همکاران، ۲۰۰۸). موقعیت جغرافیایی محل هر نمونه توسط دستگاه GPS (گارمین 76CSx) مشخص گردید. به منظور تعیین مشخصه‌های اصلی رسوب‌شناسی و پارامترهای بافتی اندازه دانه در نهشته‌های رودخانه

داده‌های مورد نیاز این پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای، میدانی و آزمایشگاهی بدست آمده است. در مطالعات میدانی عمدتاً به بررسی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و بویژه عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و تطابق آن‌ها با مشاهدات میدانی متکی بوده است. شناسایی انواع پدیده‌های رسوب‌گذاری (رسوبات کانال و تراس‌های رودخانه‌ای) و شناسایی رخساره‌های سنگی بر مبنای بافت ساخت رسوبی در این مرحله صورت پذیرفت که ضمن آن تصاویر مورد نیاز تهیه گردید پس از شناسایی سازندهای

² Axial Ophiolitic

¹ Neobaluch

روش مستقیم با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. بررسی شکل، کرویت، گردشگی و جنس دانه‌ها با استفاده از میکروسکپ بیناکولار در آزمایشگاه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان بهره گرفته شد. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و تلفیق آن با اطلاعات به دست آمده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های شبکه آبراهه و هیپسومتریک تهیه شده است. داده‌های بدست آمده از آنالیز اندازه ذرات توسط نرم‌افزار Excell و SPSS به صورت گرافیکی ترسیم و محاسبه شده‌اند.

میانرود و شناخت عوامل موثر در تغییر اندازه ذرات و پراکندگی آن‌ها در بخش‌های مختلف رودخانه در مسیر رودخانه اصلی تقریباً در هر ۲/۵ کیلومتر نمونه‌برداری انجام گرفته است. برای این منظور تعداد ۱۷ نمونه از مسیر اصلی رودخانه میانرود برداشت شد (شکل ۱). در هنگام نمونه‌برداری، رخساره‌های سنگی مختلف در مسیر رودخانه (کف کانال - دیواره کانال) شناسایی و نام‌گذاری آن‌ها براساس طبقه‌بندی میال (۲۰۰۰) انجام شده است. جهت شناخت رسوبات رودخانه آنالیز اندازه ذرات به روش غربال خشک و تر انجام پذیرفت. قطر دانه‌های گراول درشت به

جدول ۱. توصیف سنگ‌شناسی واحدهای سنگی و رسوبی تشکیل‌دهنده حوضه آبریز رودخانه میانرود

Qal	Recent alluvium and River bed
Qt2	Younger alluvium plains
Qt1	Alluvial plain
Ql2	Younger terraces
Ql1	Older terraces
Qv1	Lower andesitic and dacitic flow of Taftan volcano
Efsg	Grey to greenish grey graywacke to subgraywacke sandstone, numulitic calcareous
Efsh	Light grey to greenish grey meta pelitic shale with lava flow of basalt and red shale
Ef	Dominantly sandstone and shale partly calcareous and phyllite (flysh type)
Esh1	Olive mudstone and shale
El1	Light grey to fossiliferous limestone
Ea	Amygdaloidal basin volcanic (Basalt and Andesite)
Eph	Red-purple phylithic with intercalations of red argillaceous sandstone
Egr	Greywacke- subgraywacke and meta greywacke
Efv	Pale grey to pale greenish grey meta pelitic shale in association with abundant lava flow of basalt
Ew	Wild flysh
Cm2	Coloured mélange
Kul2	Grey and dark grey globtruncana limestone
Kusp2	Spilitic volcanic rocks with / locally pillow structure
Kusp1	Spilitic volcanic rocks with pillow structure
Cm1	Coloured melange (Ultrabasic)

توزیع واحدهای شیلی به صورت کوهپایه و تپه ماهورهای متعدد با شیب ملایم‌تر دیده می‌شود (نمودار ۱).

۴- بحث

۴-۱- توزیع ناهمواری

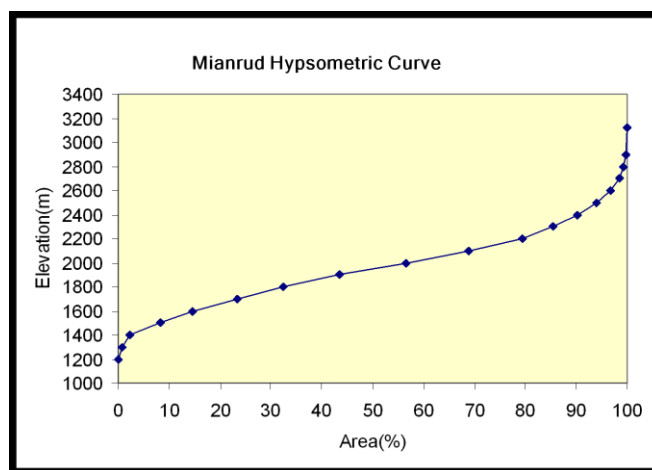
نمودار توزیع ناهمواری (هیپسومتری) نشان‌دهنده وضعیت ناهمواری در سطح حوضه است، حوضه آبریز رودخانه میانرود یک حوضه کوهستانی و ناهمواری زیادی در آن مشاهده می‌شود که ۵۰ درصد سطح آن، ارتفاعی بین ۱۹۰۴/۱۶ تا ۳۱۲۶ متر را داراست. مناطق کوهستانی با شیب زیاد در نواحی باختر و شمال باختری حوضه و در منشا رودخانه قرار دارد. در طول مسیر رودخانه به سمت بالادست که با افزایش ارتفاع همراه است گسترش قله‌های مرتفع نیز بیش‌تر مشاهده می‌شود. مناطق میانی و شمال خاوری تا جنوب خاور حوضه و به سمت پایین‌دست رودخانه به دلیل وضعیت خاص زمین‌شناسی به ویژه

۴-۲- اندازه ذرات رسوبی

روند تغییرات درصد وزنی گراول در رودخانه میانرود از ۹۷/۰۷ درصد به ۴۹/۹۲ درصد است (جدول ۲). در رودخانه میانرود به دلیل شیب زیاد، سنگ منشا ولکانوکلاستیک‌های آذرین به ویژه داسیت و آندزیت که مقاومت بیش‌تری در مقابل ریزشوندگی نشان می‌دهند و همچنین ورود شاخه‌های فرعی روند کاهش درصد وزنی گراول کمتر است. روند تغییرات درصد وزنی ماسه و گل در رودخانه میانرود، روند تغییرات افزایشی است. در رودخانه میانرود از ۲/۸۳ درصد به ۴۴/۳۷ درصد افزایش

حوضه آبریز میانرود چون شیب و شدت جریان در آن‌ها بیش‌تر است قادر به حمل رسوبات دانه درشت‌تر هستند. این رسوبات وقتی وارد کانال اصلی می‌شوند بر نحوه تغییر مشخصه‌های اندازه دانه تاثیر می‌گذارند. تغییرات بافتی نمونه‌ها در بالادست از گراول به سمت گراول ماسه‌ای در پایین‌دست رودخانه است. در بعضی نقاط به صورت محدود نمونه‌های گراول ماسه‌ای گلی دیده می‌شود. در طول مسیر رودخانه‌ها از بالادست تا پایین‌دست رودخانه میانرود فراوان‌ترین عنصر بافتی ذرات گراول می‌باشند که نشان دهنده شدت جریان بالا در طول مسیر اصلی رودخانه میانرود است (نمودار ۲).

می‌یابد. روند تغییرات درصد وزنی گل در رودخانه روندی افزایشی است و از ۰/۱ درصد به حداکثر ۵/۷۱ درصد افزایش می‌یابد. در امتداد مسیر رودخانه، ناهنجاری‌هایی در نمودارها دیده می‌شود که در ارتباط با ناپیوستگی رسوبی در طول مسیر رودخانه است و در واقع پیوستگی رسوبی در طول مسیر رودخانه‌ها از بین می‌رود (جوانبخت و همکاران، ۱۳۸۷)، که به دلیل ورود شاخه‌های فرعی به درون کانال اصلی است. مطالعات اشلانگر و همکاران (۲۰۰۹) بر این نکته تاکید دارد که حمل رسوب از سیستم آبراهه‌های فرعی می‌تواند پپیچیدگی‌های زیادی بر روی روند رسوبات رودخانه‌های بزرگ ایجاد کند، هر چند که دبی آب نیز قابل توجه است. اکثر آبراهه‌های فرعی در



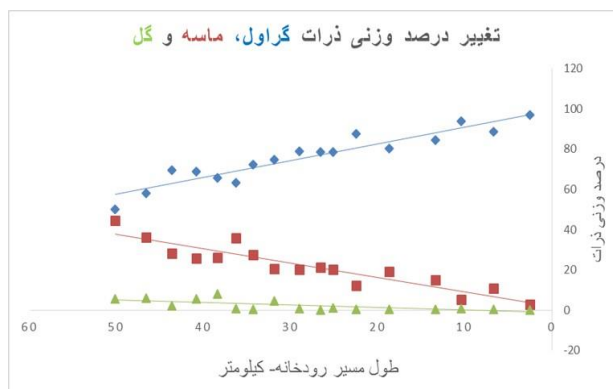
نمودار ۱. منحنی هیپسومتریک زیرحوضه میانرود

جدول ۲. مشخصات مکانی، آنالیز اندازه دانه و نام رسوب در نمونه‌های برداشت شده از کانال اصلی میانرود

شماره نمونه	(km) فاصله از سر منشا	گراول %	ماسه %	گل %	نام رسوب
1SM	2.52	97.07	2.83	0.1	G
2SM	6.76	88.76	10.68	0.56	G
3SM	10.45	93.8	5.31	0.89	G
4SM	13.38	84.52	15.14	0.34	G
5SM	18.75	80.34	19.19	0.47	G
6SM	22.51	87.52	12.24	0.24	G
7SM	25.17	78.61	20.17	1.22	sG
8SM	26.63	78.6	21.4	0	sG
9SM	29.06	79.08	20.29	0.63	sG
10SM	31.91	74.9	20.64	4.46	msG
11SM	34.35	72.15	27.37	0.48	sG
12SM	36.34	63.23	35.89	0.88	sG
13SM	38.45	65.71	26.24	8.05	msG
14SM	40.9	68.72	25.66	5.62	msG
15SM	43.69	69.58	28.36	2.06	sG
16SM	46.64	58.01	36.12	5.87	msG
17SM	50.21	49.92	44.37	5.71	msG

میانۀ نیز از روند کلی میانگین تبعیت می‌کند (نمودار ۳). در رودخانه میانرود اندازه رسوبات کف کانال گراولی است که این موضوع مرتبط با منشا رسوبات (سنگ‌های آذرآواری به ویژه آگلومرا، آندزیت و داسیت) و شیب کانال اصلی رودخانه می‌باشد. کاهش اندازه دانه‌ها در طول مسیر رودخانه می‌تواند بر اثر ساییش و برخورد آن‌ها با یکدیگر باشد که باعث ریزش‌دگی آن‌ها می‌شود و همچنین کاهش شدت جریان رودخانه که تحت عنوان جورشدگی هیدرولیکی و یا حمل انتخابی ذرات در کانال رودخانه مطرح می‌شود باعث کاهش اندازه دانه‌ها در پایین دست رودخانه می‌شود (فرینگر، ۲۰۰۸).

با توجه به متوسط ضریب ترسک که برای رودخانه میانرود ۲/۵۸ برآورد شده است (جدول ۳)، نوع جریان رودخانه سیلابی است. به همین دلیل حتی در مناطق پایین دست رودخانه افزایش چشمگیر درصد گل در رسوبات مشاهده نمی‌شود، با آنکه شیب کانال اصلی رودخانه‌ها کاهش چشمگیری می‌یابد. علت آن می‌تواند به دلیل قدرت بالای جریان آب باشد به نحوی که ذرات ریزدانه را با خود حمل می‌کند، اما تغییراتی در اندازه و درصد وزنی گراول و ماسه دیده می‌شود. تغییرات میانۀ و میانگین در امتداد مسیر رودخانه نشان‌دهنده روند کلی کاهش آن‌هاست. روند کاهش میانگین برای رودخانه میانرود از ۲۰/۹۶ میلی‌متر به ۱/۵۱ میلی‌متر کاهش نشان می‌دهند. روند تغییرات



نمودار ۲. نمودار تغییرات درصد وزنی گراول، ماسه و گل در طول مسیر رودخانه میانرود

جدول ۳. مشخصه‌های بافتی نمونه‌های برداشت شده از کانال اصلی رودخانه میانرود

شماره نمونه	ضریب ترسک	میانۀ (فی)	میانگین (فی)	جورشدگی		کشیدگی		کج‌شدگی	
				توصیفی	عددی (فی)	توصیفی	عددی	توصیفی	عددی
1SM	1.47	-4.55	-4.39	متوسط	0.9	کشیده	1.16	خیلی مثبت	0.35
2SM	1.89	-3.77	-3.34	بد	1.51	کشیده	1.14	خیلی مثبت	0.48
3SM	2.01	-3.11	-3.13	بد	1.39	متوسط	0.91	متقارن	-0.01
4SM	2.32	-3.09	-2.88	بد	1.76	متوسط	0.99	مثبت	0.22
5SM	2.51	-3.18	-2.78	بد	1.85	متوسط	0.94	خیلی مثبت	0.37
6SM	1.99	-2.91	-2.77	بد	1.54	متوسط	1.1	مثبت	0.2
7SM	2.17	-2.31	-2.32	بد	1.64	متوسط	1.03	مثبت	0.1
8SM	2.09	-2.36	-2.22	بد	1.56	متوسط	1.01	مثبت	0.21
9SM	1.7	-2.05	-2.01	بد	1.25	کشیده	1.14	مثبت	0.13
10SM	2.47	-2.58	-1.86	بسیار بد	2.52	کشیده	1.31	خیلی مثبت	0.46
11SM	2.05	-1.95	-1.95	بد	1.6	متوسط	1.02	متقارن	0.04
12SM	3.5	-1.97	-1.57	بسیار بد	2.15	پهن	0.74	مثبت	0.29
13SM	5.16	-2.5	-1.49	بسیار بد	3.01	پهن	0.75	خیلی مثبت	0.45
14SM	2.26	-1.9	-1.41	بسیار بد	2.37	کشیده	1.39	خیلی مثبت	0.37
15SM	3.37	-2.05	-1.43	بسیار بد	2.56	پهن	0.85	خیلی مثبت	0.3
16SM	3.45	-1.51	-1.2	بسیار بد	2.51	کشیده	0.91	مثبت	0.26
17SM	6.87	-0.74	-0.59	بسیار بد	3.18	پهن	0.68	متقارن	0.02

۳-۴- جورشدگی

بررسی نمودار تغییرات جورشدگی نمونه‌ها (نمودار ۴ الف) در مسیر رودخانه میانرود نشان‌دهنده بهبود نسبی جورشدگی از بالادست به سمت پایین‌دست رودخانه است. میانگین جورشدگی در طول مسیر اصلی رودخانه میانرود ۱/۸۸ فی را نشان می‌دهد و از نظر توصیفی جورشدگی بد دارند که این جورشدگی در رابطه با نوع جریان سیلابی رودخانه است (موسوی‌حرمی، ۱۳۸۶).

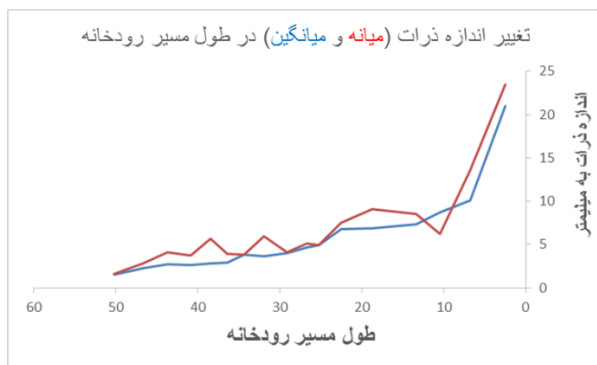
۴-۴- کج‌شدگی

کج‌شدگی اکثر نمونه‌ها در رودخانه‌های میانرود مثبت است. بستر کانال در بیشتر مناطق از ذرات گراولی پوشیده شده است که این مسئله باعث افزایش خشونت بستر شده و ذرات دانه ریز بین قطعات گراولی به تله افتاده و سبب ایجاد کج‌شدگی مثبت در رسوبات گردیده است. کج‌شدگی

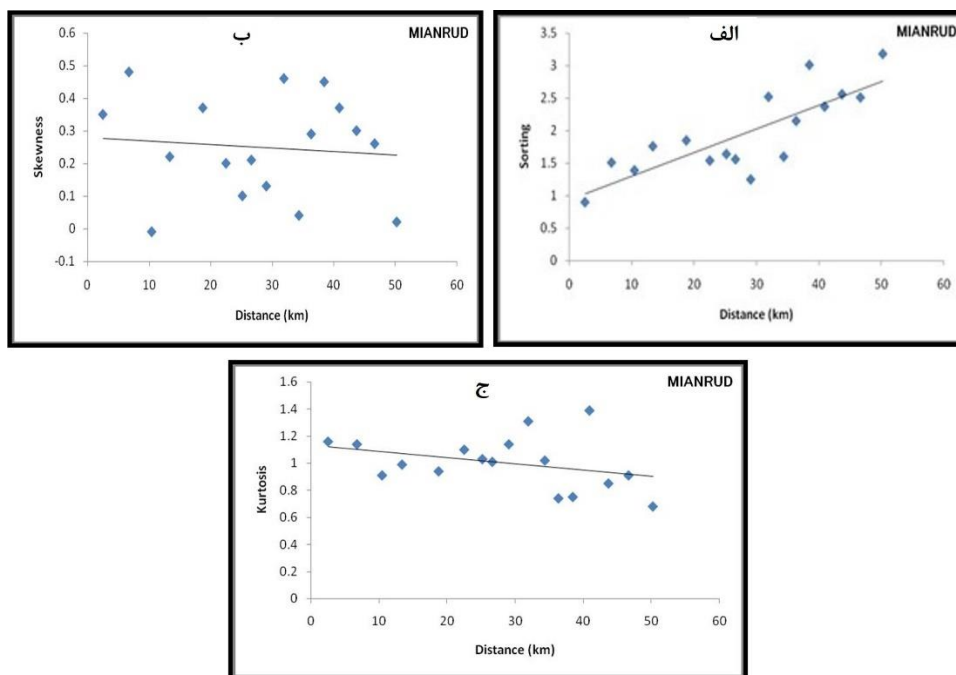
مثبت در مواردی نیز معلول مخلوط شدن رسوبات دانه درشت کانال‌های فرعی با رسوبات دانه ریزتر کانال اصلی است. کج‌شدگی متوسط برای نمونه‌های رودخانه میانرود ۰/۲۳ است (نمودار ۴ ب) که از نظر توصیفی کج‌شدگی منحنی به سمت دانه‌های ریز را نشان می‌دهد.

۴-۵- کشیدگی

مطالعه منحنی‌های ترسیمی نمونه‌ها از نظر کشیدگی بیش‌تر متوسط را نشان می‌دهند. کشیدگی منحنی‌ها در رابطه با جورشدگی اندازه دانه‌ها در اطراف میانگین اندازه ذرات در روی منحنی است. میانگین عددی کشیدگی در رودخانه میانرود ۱/۰۷ برآورد شد (نمودار ۴ ج) که طبق مقیاس طبقه‌بندی فولک (۱۹۸۰) از نظر توصیفی منحنی، حالت متوسط دارد.



نمودار ۳: تغییر اندازه میانه و میانگین ذرات رسوب کف کانال در طول مسیر رودخانه



نمودار ۴. الف) تغییرات جورشدگی، ب) تغییرات کج‌شدگی و ج) تغییرات کشیدگی در طول مسیر رودخانه را نشان می‌دهد.

۴-۶- ایمبرکاسیون

یک فابریک اولیه است که به وسیله اثر متقابل عامل جریان رسوب‌گذاری (آب) و رسوب ایجاد شده‌اند (تاگر، ۲۰۰۱). این بافت در رسوبات کف کانال‌های فعلی و در رسوبات پبلی که به موازات جهت جریان آب جهت‌یافتگی یافته‌اند و همچنین در کناره‌های رودخانه و در رسوبات جریان‌های قبلی که بر روی هم نهشته شده‌اند در رودخانه میانرود مشاهده می‌شوند (شکل ۳).

بافت فلسی^۱ نوعی فابریک متداول در پیل‌های پهن در رسوبات آبی است. این فابریک در جایی که پیل‌ها بر روی یکدیگر قرار گرفته و شیب آن‌ها به طرف بالادست جریان^۲ است تشکیل می‌شود (نیچولز، ۲۰۰۹). در بسیاری از کنگلومراهای پبلی، دانه‌های پیل در امتداد محور بلند خود و در یک جهت قرار می‌گیرند و این جهت‌یابی ترجیحی



شکل ۳. بافت فلسی (i) در ذرات پبلی رسوبات رودخانه میانرود که شیبی در خلاف جهت جریان نشان می‌دهند.

مدنظر قرار گیرد. برای تعیین پارامترهای شکل دانه مجموعاً ۷ نمونه از آبراهه اصلی رودخانه میانرود برداشت و انتخاب گردید (جدول ۴). در مسیر اصلی رودخانه فراوانی ذرات کروی از بالادست تا پایین‌دست به عنوان فراوان‌ترین شکل ذرات دیده می‌شود و در طول مسیر رودخانه علاوه بر بالا رفتن میزان گردش‌دگی، کروییت نیز افزایش می‌یابد. بالا بودن کروییت و گردش‌دگی دانه‌های گراول در مسیر رودخانه میانرود تنها به عامل حمل و نقل (موسوی‌حرمی و همکاران، ۲۰۰۴) و سایش دانه‌ها در اثر برخورد با یکدیگر در طی حمل در مسیر رودخانه (فرینگر، ۲۰۰۸) مرتبط نمی‌باشد بلکه به دلیل حمل مجدد این پیل‌ها نیز مرتبط می‌باشد. نمونه‌های گراول در بالادست رودخانه میانرود با خاستگاه سنگ‌های آذرآواری که بیش‌تر از آگلومرا، آندزیت و داسیت تشکیل شده‌اند و در جنوب حوضه و مرتبط با فوران‌های آتشفشان تفتان (Ea) با سن ائوسن است از گردش‌دگی و کروییت خوبی در منشا بر خوردار می‌باشند.

۴-۷- بررسی شکل دانه‌های رسوب رودخانه

اسنید و فولک (۱۹۵۸) اصطلاح شکل را برای توصیف ویژگی‌های سه‌بعدی از یک دانه که از نسبت سه اندازه خطی شامل طول-پهنا (عرض) و ضخامت دانه به دست می‌آید به کار بردند (بلوت و پیه، ۲۰۰۸). شکل دانه عبارت از توصیف فرم هندسی دانه‌ها در رسوب است و می‌تواند در قالب فرم^۱، کروییت^۲ و گردش‌دگی^۳ و بافت سطح دانه مورد بررسی قرار گیرند. شکل دانه در هنگام حمل و نقل تغییر حاصل می‌کنند و این تغییرات به ترکیب کانی‌شناسی، اندازه، شکل اولیه، مسافت حمل شده، میزان سایش، خوردگی و یا انحلال دانه‌ها بستگی دارد (موسوی‌حرمی، ۱۳۸۶). روابط شکل و میزان کروییت و گردش‌دگی آن‌ها بر اساس طبقه‌بندی بلوت و پیه (۲۰۰۸) محاسبه و نام‌گذاری شده است. در انتخاب نمونه‌ها تلاش شد که تأثیر مسافت طی شده، جنس و شکل اولیه آن‌ها در مطالعه مورفولوژی مشخص شود و تأثیر ورود گراول‌های دیگر حاصل از پیوستن آبراهه‌های فرعی بر روی مسیر اصلی رودخانه

² sphericity
³ Roundness

¹ imbercation
² upstream
³ form

جدول ۴. محاسبه و توصیف شکل دانه‌ها بر اساس طبقه‌بندی بلوت و پیه (۲۰۰۸) (L= قطر بزرگ، I= قطر متوسط، S= قطر کوچک)

شماره نمونه	L (cm)	I (cm)	S (cm)	I/L	طول‌شدگی	S/I	پهن‌شدگی	کد	توصیف
۱	7.9	7.1	6.4	0.89	بدون	0.90	بدون	۱،۱	هم بعد
۲	10.5	7.1	5.5	0.67	کم	0.77	کم	۲،۲	تقریباً هم بعد
۳	14.1	9.9	7.8	0.70	کم	0.78	کم	۲،۲	تقریباً هم بعد
۳	4.1	3.2	2.3	0.78	کم	0.71	کم	۲،۲	تقریباً هم بعد
۴	6.8	5.9	5.2	0.86	بدون	0.88	بدون	۱،۱	هم بعد
۵	9.7	8.1	6.3	0.83	بدون	0.77	کم	۱،۲	هم بعد
۶	11.3	10.1	9.4	0.89	بدون	0.93	بدون	۱،۱	هم بعد
۷	4.5	2.8	1.9	0.62	کم	0.67	کم	۲،۲	تقریباً هم بعد

۴-۸- رخساره‌های سنگی

رخساره‌های رسوبی رودخانه‌ای نشان‌دهنده فرآیندهای انتقال و رسوب‌گذاری در یک سیستم رودخانه را نشان می‌دهد. همچنین نوع و شدت این فرآیندها به عوامل کنترل کننده این سیستم بستگی دارد (میال، ۲۰۰۶). رخساره‌های رسوبی که توسط مجموعه‌ای از لایه‌ها به صورت همزمان تشکیل می‌شوند (کومار و همکاران، ۲۰۰۷)، بر اساس بافت و ساختمان رسوبات تعریف می‌شوند (صحرایان، ۲۰۱۳) و ابزار مفیدی برای تفسیر محیط رسوبی محسوب می‌شوند (میال، ۲۰۰۶). شاخص‌های فیزیکی جریان، عمق و نرخ انتقال نقش قابل‌توجهی در رسوب‌گذاری رخساره‌های رسوبی بازی می‌کنند. رخساره‌های رودخانه‌ای اطلاعات مهمی در مورد محیط و نرخ رسوب‌گذاری، وسعت و توسعه کانال رودخانه و دشت سیلابی آن ارائه می‌دهند (جاویدان و همکاران، ۲۰۱۵). رخساره‌های سنگی محیط‌های رودخانه‌ای توسط افراد مختلفی همچون اسمیت (۱۹۷۰)، راست (۱۹۷۲)، راست و جونز (۱۹۷۸) و میال (۱۹۹۶، ۲۰۰۰) مورد مطالعه قرار گرفته و برای آن‌ها طبقه‌بندی‌های متفاوتی ارائه شده است (میال، ۲۰۰۶). میال (۱۹۹۶، ۲۰۰۶) رخساره‌های رودخانه‌ای را به گروه‌های رخساره گراول^۱، رخساره ماسه‌ای^۲، رخساره دانه‌ریز^۳، رخساره غیرآواری^۴ و رخساره‌های همراه^۵ طبقه‌بندی و تشریح نموده است.

بر اساس طبقه‌بندی رخساره‌های میال (۲۰۰۶)، دو گروه رخساره در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند (جدول ۵). رخساره‌های گراولی (Gp, Gmg Gmm, Gcm) عمدتاً توسط جریان‌های خرده‌دار یا در هنگام تخلیه بار بستر بالا

تشکیل می‌شوند. این رخساره‌ها در قسمت‌های بالادست جریان و در مناطق نزدیک منشا که رودخانه دارای شیب زیاد و حوضه ناهمواری زیادی را نشان می‌دهد دیده می‌شود. رخساره‌های ریزدانه (گلی Fm, Fl) در بالای توالی‌های ریزشونده به سمت بالا یافت می‌شوند که نشان دهنده جریان‌های سیلابی در پایین‌دست رودخانه است. رخساره‌های ریزدانه ۵ درصد از پروفیل‌ها را تشکیل می‌دهند. تجزیه و تحلیل رخساره‌های ابزار مفیدی برای تأیید رژیم جریان و یا نرخ نسبی رسوب‌گذاری است. برخی از مدل‌های جریان‌های آتشفشانی، کمیت نرخ ته‌نشست رسوب را با معکوس کردن داده‌های مشاهدات میدانی نشان می‌دهند که رخساره‌های لامیناسیونی (ماسه/گل) با نرخ رسوب‌گذاری پایین با رخساره‌های توده‌ای با نرخ رسوب‌گذاری نسبتاً بالا می‌توانند مطابقت داشته باشند (دیلینو، ۲۰۱۰، دورونزو، ۲۰۱۳). در رسوبات رودخانه میانرود، رخساره‌های ورقه‌ای و بزرگ گراولی مشاهده می‌شود. سه رخساره (Gmg Gmm, Gcm) نشان‌دهنده دوره‌های سیلابی با بار بستر بالای رودخانه هستند. با این حال، فرآیندهای مختلف (یعنی جریان‌های خرده‌دار، جریان‌های کانال رود، جریان‌های متمرکز بالا) عامل موثر در رسوب‌گذاری رودخانه میانرود به دلیل ناهمواری حوضه و شیب زیاد کانال اصلی رودخانه می‌باشند (شکل ۴).

۴-۹- عناصر ساختاری

آلن (۱۹۸۳) اولین بار واژه عناصر ساختاری را برای تحلیل سه‌بعدی واحدهایی که به وسیله مجموعه‌ای از خصوصیات شامل: رخساره سنگی، هندسه درونی و بیرونی و جهت‌یابی

^۴ nonclastic facies

^۵ associated facies

^۱ gravel facies

^۲ sand facies

^۳ fine graind facies

تمتایز (مانند سدها، کانال‌ها، خاکریزهای طبیعی، دشت‌های سیلابی) استفاده می‌شوند. تحلیل عناصر ساختاری رودخانه‌ها، هندسه سه‌بعدی و مدل رسوبی سیستم‌های رودخانه‌ای را ارائه می‌دهد.

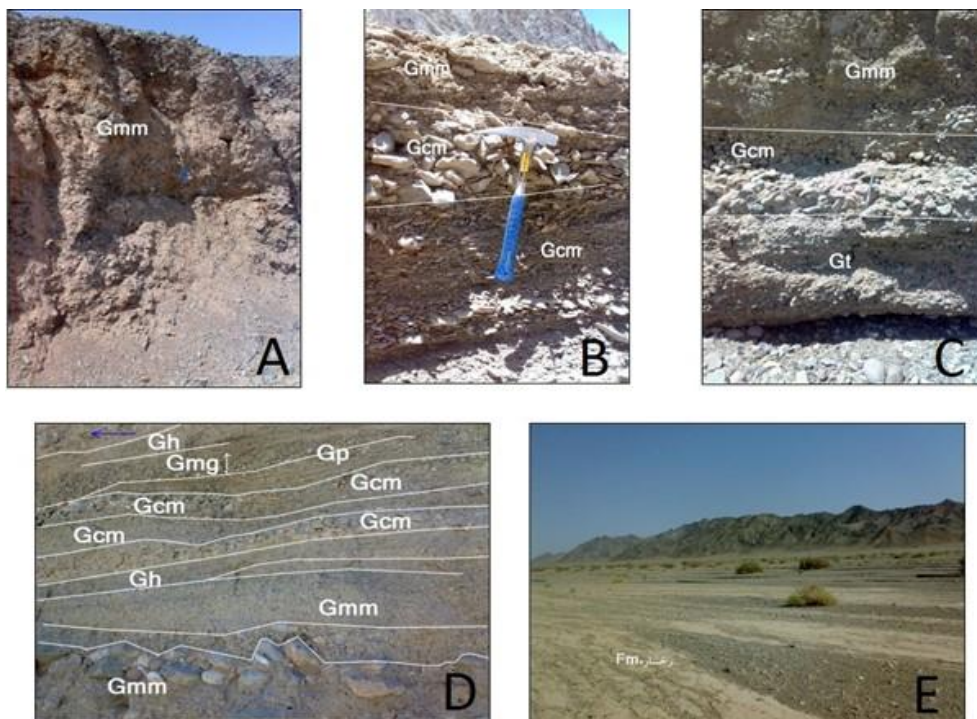
آن‌ها قابل تفکیک است را بکار برد (آلن، ۲۰۰۷). میال (۱۹۸۶) بررسی رخساره‌های رسوبی در مقیاس بزرگ منجر به شناسایی عناصر ساختاری می‌شود که برای شناسایی انواع رودخانه‌ها و ویژگی‌های مورفولوژیکی

جدول ۵. سازوکار رسوب‌گذاری، ویژگی شاخص و رخساره‌های سنگی شناسایی شده در نهشته‌های رودخانه میانرود

مکانیسم رسوب‌گذاری	ویژگی شاخص	رخساره سنگی
نشان‌دهنده فرآیندهای رسوب‌گذاری توسط جریان‌های خرده‌دار با قدرت بالا و نزدیک به منشأ است. شرایط شدت جریان بالا، حمل زیاد رسوب و رسوب‌گذاری سریع آن‌ها مانع تشکیل ساختمان‌های رسوبی در این رخساره شده است.	رخساره گراولی غنی از ماتریکس دانه ریز (ماسه دانه ریز، سیلت و رس)، ضخیم لایه، جورشدگی خیلی ضعیف، گردشدگی و کرویت ذرات کم و معمولاً زاویه‌دار، فاقد لایه‌بندی، ایمبرکاسیون و طبقه‌بندی، دارای مرز پایین غیرفرسایشی و مرزهای جانبی مشخص	Gmm (گراول با طبقه‌بندی توده‌ای و ماتریکس فراوان)
نشان‌دهنده جریان کانالی است. شرایط جریان برای تشکیل این رخساره، شدت بالای جریان و طبقه‌بندی تدریجی عادی نشان‌دهنده کاهش تدریجی قدرت و سرعت جریان است تشکیل این رخساره مربوط به مناطق پایین‌دست رخساره Gmm است که از قدرت و شدت جریان کاسته شده است و به عنوان رخساره پرکننده کانال رودخانه محسوب می‌شود.	رخساره گراول‌های غنی از ماتریکس دانه ریز، طبقه‌بندی تدریجی، ذرات در حد نیمه گرد شده، جورشدگی ضعیف و در پیل‌ها ایمبریکاسیون مشاهده می‌شود، جریان کانال	Gmg (گراول با طبقه‌بندی تدریجی - ماتریکس فراوان)
شرایط تشکیل این رخساره شدت جریان بالا را نشان می‌دهد به طوری که از تنه‌شین شدن ذرات ریز جلوگیری نموده ولی از طرفی جریان حالت آشفته داشته است که طبقات گراول توده‌ای بدون ساختمان داخلی تشکیل گردیده است. شرایط جریان برای رسوب‌گذاری این رخساره می‌تواند جریان‌های ویسکوز-لامینار یا آشفته بیان شود و مربوط به قاعده کانال و یا پایین‌ترین بخش سدهای رسوبی در رودخانه‌های بریده-بریده با بستر گراولی است.	رخساره گراولی توده‌ای و فاقد طبقه‌بندی، فضای بین دانه‌های گراولی از ماسه‌های درشت تا خیلی‌درشت پر شده و فاقد ماتریکس دانه ریز، دانه‌های گراول هم‌بعد و گردشده، جورشدگی ضعیف، ذرات گراول ایمبریکاسیون دیده می‌شود، جریان درون کانال	Gcm (گراول با طبقه‌بندی توده‌ای - دانه فراوان)
تغییرات جورشدگی نتیجه تغییرات هیدرودینامیک جریان و انتقال ذرات آواری در بستر رودخانه است. تشکیل طبقه‌بندی مورب-مسطح در رسوبات گراولی می‌تواند مرتبط به حرکت دونه‌ها در سدهای گراولی نسبت داد. سرعت جریان آب و میزان حمل رسوب نیز نقش مهمی در این فرآیند دارد. شیب طبقات در رخساره گراولی با طبقه‌بندی مورب-مسطح به بیش از ۳۰ درجه می‌رسد که نشان‌دهنده قدرت بالای جریان آب و حمل زیاد رسوب در مسیر کانال‌های رودخانه‌ای است.	رخساره گراولی با طبقه بندی مورب - مسطح، طبقه‌بندی دیده می‌شود، جورشدگی ضعیف، ذرات گراول گردشده، ایمبریکاسیون دیده می‌شود.	Gp (گراول با طبقه‌بندی مورب - مسطح)
این رخساره نشان‌دهنده حمل رسوبات در مسافت‌های طولانی‌تر نسبت به رخساره‌های قبلی است. کاهش متوسط اندازه دانه در این رخساره نشان می‌دهد که شدت جریان نسبت به رخساره‌های گراولی قبلی کمتر بوده که اجازه تشکیل طبقه‌بندی مورب-تراف را در این رخساره داده است.	ارخساره گراولی با ساختمان طبقه‌بندی مورب عدسی، این رخساره به صورت جانبی و عمودی قطع‌شدگی نشان می‌دهد. شیب طبقه‌بندی مورب در تراف‌های کوچک کمتر از ۳۰ درجه است، جورشدگی ضعیف، گردشدگی ذرات گراولی نیمه‌گرد شده تا گردشده	Gt (گراول با طبقه‌بندی مورب- تراف)
ایمبریکاسیون نشان‌دهنده تشکیل این رخساره در حالت جریان کانال است. سرعت و قدرت بالای جریان اجازه تشکیل سایر ساختمان‌های رسوبی را نداده است و جورشدگی ضعیفی نیز دارد. چارچوب اصلی این رخساره رانه‌های گراول فراوان که ماتریکس ماسه‌ای فضای خالی آن‌ها را پر کرده است تشکیل داده است.	رخساره گراولی با طبقه‌بندی افقی، ایمبریکاسیون در گراول‌ها می‌شود. دانه‌های گراول فراوان با ماتریکس ماسه‌ای، جورشدگی ضعیف	Gh (گراول با طبقه‌بندی موازی، دانه فراوان)
این رخساره از رسوب‌گذاری ذرات معلق با جریان‌های ضعیف حاصل شده‌اند. لامیناسیون داخلی در رسوبات گلی و ماسه خیلی دانه ریز در مناطق دشت سیلابی دیده می‌شود. ریپل‌های با مقیاس خیلی کوچک در لایه‌های سیلتی و ماسه دانه‌ریز و آثار ترک‌های انقباضی و ریشه گیاهان در این رخساره دیده می‌شود.	رخساره ذرات دانه ریز لامیناسیون داخلی در رسوبات گلی و ماسه خیلی دانه‌ریز، ریپل‌های با مقیاس خیلی کوچک، آثار ترک‌های انقباضی و ریشه گیاهان، در این رخساره دیده می‌شود.	Fl (گل و سیلت و ماسه با لامیناسیون)
این رخساره به صورت یک پوشش گلی بر روی رسوبات گراولی کف کانال رودخانه‌های بریده-بریده دیده می‌شوند. شرایط تشکیل این رخساره در مناطق پایین‌دست و فروکش کردن سیلاب در کانال‌ها است.	رخساره ذرات دانه‌ریز فاقد لامیناسیون داخلی، به صورت پوشش گلی بر روی رسوبات گراولی کف کانال رودخانه، داری مرز پایین مشخص که از شکل بستر کانال تبعیت می‌کند.	Fm (سیلت، گل توده‌ای)

کانال و (۳) رسوبات روی دشت (لووی، ۲۰۰۷؛ کانه‌پایا و سینگ، ۲۰۱۴). چهار عنصر ساختاری (LA, GB, CH) و FF) در منطقه شناسایی شده است. این عناصر ساختاری بعنوان داده اساسی برای شناسایی مدل رسوب‌گذاری رودخانه بکار می‌رود. عناصر LA, GB, CH عمدتاً با فرآیندهای درون کانال و FF به حاشیه کانال (به عنوان مثال، مهاجرت سدها) یا فرآیندهای دشت سیلابی مرتبط هستند (جدول ۶).

عناصر ساختاری را بر اساس مجموعه‌ای از ویژگی‌ها شامل: ۱- وضعیت مرز سطوح بالا و پایین (فرسایشی یا تدریجی)، ۲- فرم هندسی خارجی (مسطح- عدسی)، ۳- مقیاس (ضخامت)، ۴- مجموعه رخساره‌های سنگی، ۵- فرم هندسی داخلی (حالت سطوح مرزی داخلی) و ۶- شناخت جهت جریان طبقه‌بندی نمود. با توجه به بافت رسوبات و محیط‌های رسوبی، عناصر ساختاری از سه گروه اصلی تشکیل شده‌اند: (۱) رسوبات کانال، (۲) سدهای میانی



شکل ۴. عناصر سنگی شناسایی شده در طول مسیر رودخانه میانرود که در بالادست رودخانه رخساره Gmm جریان‌های خرده‌دار گلی (A) که به سمت پایین‌دست جریان با کاهش شدت جریان رخساره‌های Gh, Gp, Gt, Gcm, Gmg, Gcm و در پایین‌دست جریان رخساره‌های گلی Fm (D) نهشته شده است.

۴-۱۰-۱ مدل رسوبی

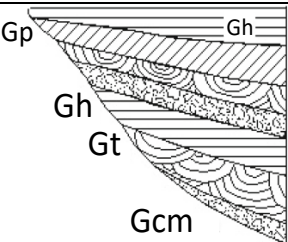

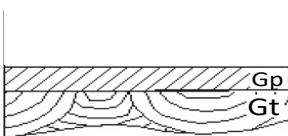
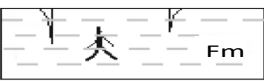
دیگر شود (میال، ۲۰۰۶). رودخانه میانرود بر اساس ویژگی‌های کانال اصلی، سدها، رخساره‌های سنگی موجود در کف و دیواره کانال و عناصر ساختاری آن مدل رودخانه‌هایی بریده- بریده کم عمق با بستر گراولی را بر اساس طبقه‌بندی میال (۱۹۹۶) پیشنهاد می‌کند. سدها در طی شرایط جریان کم ثابت هستند اما در طی مراحل سیلابی تغییرات سریعی در موقعیت و شکل آن‌ها به وجود می‌آید بطوریکه در طی جریان‌های سیلابی ناگهانی، بار رسوبی رودخانه افزایش یافته و باعث گسترش سدها می‌شود. یکی از ویژگی‌های اصلی رودخانه میانرود بالا بودن بار بستر رودخانه (گراول) نسبت به بار معلق آن (گل) است که آنالیز دانه‌سنجی در طول مسیر رودخانه اصلی تایید

چهار ویژگی اصلی پیچش رودخانه، مشخصه سدهای کانال، رخساره‌های سنگی و عناصر ساختاری را میال (۲۰۰۶) جهت حالت‌های مختلف رودخانه و طبقه‌بندی آن‌ها استفاده نمود، بطوریکه هر کدام از این حالت‌ها، عناصر ویژه‌ای را نشان داده و محیط رسوبی منحصر به فردی را مشخص می‌کند. هر کدام از این مدل‌ها با مدل رخساره‌ای که واکر (۱۹۸۴) و ریدینگ (۱۹۸۶) ارائه نمودند معادل است. تکتونیک، اقلیم، تغییر سطح اساس رودخانه، زمین‌شناسی ناحیه منشاء، پوشش گیاهی و تاثیر عوامل انسانی نقش زیادی بر روی سیستم رودخانه‌ای داشته و می‌تواند باعث تبدیل یک سبک رودخانه به سبک

رخساره‌های Gmm, Gcm, Gh, Gp و Gt که بر اثر کاهش جریان آب رسوب‌گذاری کرده‌اند و بیش‌ترین درصد مجموعه عناصر تشکیل دهنده در این رودخانه را شامل می‌شود. در بعضی از مکان‌ها در داخل کانال و یا بر روی سدها به دلیل کاهش جریان آب، رسوبات گلی به ویژه عنصر ساختاری FF به شکل لایه‌ای نازک رسوب کرده‌اند. این شاخص‌ها از جمله دلایل مهمی است که رودخانه میانرود را به عنوان رودخانه بریده - بریده کم عمق با بستر گراولی معرفی می‌کند (شکل ۵).

کننده این موضوع است. نزدیکی به منشأ، توپوگرافی، ناهمواری حوضه و شیب زیاد بستر کانال اصلی رودخانه، کم عمق بودن کانال اصلی رودخانه، پیچش کم، تشکیل کانال اصلی از چند کانال کوچک‌تر که در بین کانال‌ها سدها قرار گرفته‌اند، عدم جابجایی و مهاجرت کانال به طرفین، وجود انواع سدهای گراولی در کانال‌های رودخانه و گسترش عنصر ساختاری GB، گسترش گراول‌های درشت‌دانه با طبقه‌بندی توده‌ای و افقی شکل در بستر و دیواره رودخانه، وجود رخساره‌های جریانی گراولی به ویژه

جدول ۶. عناصر ساختاری شناسایی شده در رسوبات رودخانه میانرود با استفاده از طبقه‌بندی میال (۲۰۰۶)

عناصر	شکل	مجموعه رخساره‌های اصلی	تفسیر
کانال CH		Fm, Gh, Gt, Gcm, Gmg, Gmm	شکل هندسی صفحهای و عدسی، کنتاکت تحتانی فرسایشی
بسترها و سدهای گراولی GB		Gh, Gp, Gt	شکل هندسی عدسی و تخت که در اثر حرکت سدهای طولی ایجاد شده است.
ماکروفرم‌های افزایشی-جانبی LA		Gp, Gt	به شکل گوه‌ای و صفحهای، در اثر مهاجرت سدهای گراولی در کانال‌ها ایجاد شده است.
رسوبات ریزدانه طغیانی FF		Fm, Fl	شکل هندسی صفحهای و جریان‌هایی با شدت پایین و جریان‌های سیلابی را نشان می‌دهد.

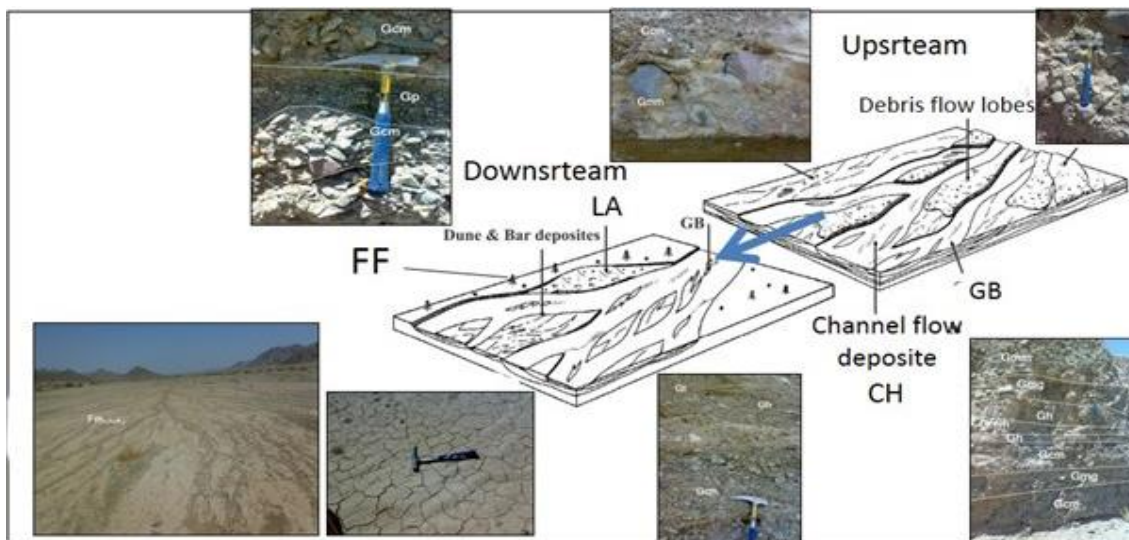
۵- نتیجه‌گیری

بارندگی‌های شدید اقلیم مناطق گرم و خشک است و رسوبات معلق به صورت دشت سیلابی پس از کاهش شدت جریان بر روی رسوبات بستر کانال اصلی رودخانه و سدها ته‌نشست می‌شوند. رسوبات بستر کانال عمدتاً گراولی است. ناپیوستگی روند ریزشوندگی و کاهش اندازه ذرات به سمت پایین‌دست رودخانه عمدتاً با ورود رسوب از کانال‌های جانبی به کانال اصلی و فرسایش کناری تراس‌های قدیم رودخانه‌ای مشاهده می‌شود. رخساره‌های رسوبی بویژه

هدف از انجام این پژوهش، بررسی مدل رسوبی یک رودخانه کوهستانی در منطقه‌ای گرم و خشک در جنوب خاور ایران بر اساس داده‌های رسوب‌شناسی است. نتایج نشان داد که مهم‌ترین فرآیند رودخانه مورد مطالعه، انتقال رسوبات گراولی به صورت بار بستر بدلیل نزدیکی به منشأ، خاستگاه رسوبات (سنگ‌های آذرآوری به ویژه آگلومرا، آندزیت و داسیت)، ناهمواری و شیب زیاد رودخانه و

یک رودخانه بریده - بریده کم عمق با بستر گراولی معرفی می‌کند.

رخساره‌های Gt و Gp، عناصر ساختاری (CH)، GB، LA و FF و بررسی مدل رسوبی، رودخانه میانرود را



شکل ۵. مدل رسوب‌گذاری پیشنهادی رودخانه میانرود بر اساس طبقه‌بندی میال (میال، ۲۰۰۶) به عنوان یک رودخانه بریده - بریده کم عمق با بستر گراولی

متولی‌زاهد، ط.، رضایی، پ.، زارع‌زاده، ر (۱۳۹۹) نگرشی بر ویژگی‌های بافتی و کانی‌شناسی رسوبات دریاچه دشت ارزن، استان فارس، مجله رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۸، شماره ۱۶، ص ۸-۱۸.

موسوی‌حرمی، ر (۱۳۸۶) رسوب‌شناسی. انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴ ص.

موسوی‌حرمی، ر.، محبوبی، ا (۱۳۸۲) رسوب‌شناسی کاربردی. مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۲۶۶ ص.

موسوی‌حرمی، ر.، محبوبی، ا (۱۳۸۵) سنگ‌شناسی رسوبی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۲۰ ص.

مهرپر تو، م (۱۹۹۴) نقشه زمین‌شناسی تفتان (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰). سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نصیری، ی.، تقدیسی، س.، محمودی‌قرایی، م. ح.، محبوبی، ا.، خانه‌باد، م.، صداقت‌نیا، م.، عفت پاسبان، ع (۱۴۰۰) ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب با به کارگیری مدل پسیاک اصلاحی و GIS در حوضه آبریز عشق‌آباد- سوله (جنوب باختر قوچان). مجله رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۹، شماره ۱۷، ص ۶۵-۸۲.

Allen, J. R. L (2012) Principles of Physical Sedimentology, Springer Science & Business Media, 272pp.

Blott, S. J., Pye, K (2008) Particle shape: A review and new methods of characterization and classification, Sedimentology, 55: 31-63.

سپاسگزاری

این تحقیق با همکاری مرکز تحقیقات علوم‌زمین دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان انجام شده است که بر خود لازم می‌دانم تشکر و قدردانی نمایم. از حسن نظر سردبیر محترم، داوران معزز که با ارایه نظرات و پیشنهادات خویش به ارتقای سطح علمی و کیفی مقاله افزودند و همچنین خانم مهندس صحارو نهایت قدردانی ابراز می‌گردد.

منابع

آقاباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، جلد اول، ۵۸۶ ص.

افتخارنژاد، ج (۱۹۸۴) نقشه زمین‌شناسی نوک‌آباد (۱:۱۰۰۰۰۰) سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

جوانبخت، م.، موسوی‌حرمی، ر.، ترشیزیان، ح.، شریفی، ا.، سوختانلو، ح (۱۳۸۷) برآورد رسوب و بررسی روند ریزش‌دگی در حوضه‌ی آبریز سد طرق با تاکید بر زیرحوضه مغان-کرتیان. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۴، شماره ۲، ص ۹۷-۱۰۷.

سامانی، ب.، اشتیری، ش (۱۳۷۱) تکوین زمین‌شناسی ناحیه سیستان و بلوچستان. فصلنامه علوم زمین، سال اول، شماره ۴، ص ۱۴-۲۶.

- Cauode: the depositional architecture of a mud/sand rich turbidite system. *Sediment Geol*, 198: 273–291.
- Martin-Vide, J. P., Plana-Casado, A., Sambola, A., Capape, S (2015) Bedload transport in a river confluence. *Geomorphology*, 250: 15–28.
- Miall, A. D (1996) *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, Berlin, 582 pp.
- Miall, A. D (2006) *Principle of Sedimentary Basin analysis*. Springer-Verlag, New York, 668 pp.
- Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A., Khanehbad, M (2004) Analysis of controls downstream fining along three gravel-bed rivers in the Band-e-Golestan drainage basin NE Iran. *Geomorphology*, 61: 143-153.
- Nichols, G (2009) *Sedimentary and Stratigraphy*. John Wiley & Sons, Ltd, Publication, 398pp.
- Pizzuto, J. E., Moody, J. A., Meade, R. H (2008) Anatomy and Dynamics of a Floodplain, Powder River, Montana, USA. *J. of Sed. Research*, 78: 16-28.
- Remo, J. W. F., Heine, R. A., Ickes, B. S (2016) Particle size distribution of mainchannel- bed sediments along the upper Mississippi River, USA. *Geomorphology*, 264: 118–131.
- Sahraeyan, M (2013) Sedimentology and palaeogeography of conglomerates from the Aghajari formation in Zagros Basin, SW Iran. *Int J Adv Geosci*, 1: 13–22.
- Schlunegger, F., Badoux, A., Mc Ardell, B. W., Gwerder, C., Schnydrig, D., Riek-zapp, D., Molnar, P (2009) Limits of sedimentation transfer in an alpine debris-flow catchment, Illgraben, Switzerland. *Quaternary Science Reviews*, 20: 1097-1105.
- Rust, B. R (1978) A classification of alluvial channel systems. In: Miall, A. D. (Ed.), *Fluvial Sedimentology*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Calagary. *Memoir*, 5: 187-198.
- Tena, A., Batalla, R. J., Vericat, D., Lopez-Tarazon, J. A (2011) Suspended sediment dynamics in a large regulated river over a 10-year period (the lower Ebro, NE Iberian Peninsula). *Geomorphology*, 125: 73–84.
- Tucker, M. E (2001) *Sedimentary Petrology: An introduction to the origin of Sedimentary Rocks*. Blackweii, 262pp.
- Walker, H. J., Hudson, P. F (2003) Hydrologic and geomorphic processes in the Colville River delta, Alaska. *Geomorphology*, 56: 291-303.
- Brierley, G. I., Fryirs, K. I (2006) *Geomorphology and River Management*, Blackwell Publication, 387pp.
- Buraas, E. M., Renshaw, C. E., Magilligan, F. J., Dade, W. B (2014) Impact of reach geometry on stream channel sensitivity to extreme floods. *Earth Surface Process Landform*, 39: 1778–1798.
- Church, M (2008) Multiple scales in rivers. In: H. Habersack, H. Piegay, M. Rinaldi, (Eds.), *Gravel-Bed Rivers, Earth Surface Processes Landform*, 6: 3–28.
- Cienciana, P., Pasternack, G. B (2017) Floodplain inundation response to climate, valley form, and flow regulation on a gravel-bed river in a Mediterranean-climate region. *Geomorphology*, 282: 1–17.
- Doronzo, D. M., Dellino, P (2010) A fluid dynamic model of volcanoclastic turbidity currents based on the similarity with the lower part of dilute pyroclastic density currents: evaluation of the ash dispersal from ash turbidites. *J Volcanol Geotherm Res*, 191: 193–204.
- Doronzo, D. M., Dellino, P (2013) Hydraulics of subaqueous ash flows as deduced from their deposits: 2. Water entrainment, sedimentation, and deposition, with implications on pyroclastic density current deposit emplacement. *J Volcanol Geotherm Res*, 258: 176–186.
- He, H., Tian, Y. Q., Mu, X (2015) Confluent flow impacts of flood extremes in the middle Yellow River. *Quat Int*, 380: 382–390.
- Folk, R. L (1980) *Petrology of Sedimentary Rocks*; Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, 182pp.
- Frings, R. M (2008) Downstream fining in large sand-bed rivers; *Earth- Science Reviews*, 87: 158-193.
- Gavers, G., Gimenez, R., Van Oosst, K (2007) Rill erosion: Exploring the relationship between experiments, modeling and field observation; *Earth Science Reviews*, 84: 87-102.
- Javidan, M., Mokhtarpour, H., Sahraeyan, M., Kheyrandish, H (2015) Lithofacies, architectural elements and tectonic provenance of the siliciclastic rocks of the lower Permian Dorud formation in the Alborz Mountain range, Northern Iran. *J Afr Earth Sci*, 109: 211–223.
- Kanhaiya, S., Singh, B. P (2014) Spatial variation of textural parameters in a small river: an example from Khurar River, Khajuraho, Chhaterpur District, Madhya Pradesh, India, *Global. Journal of Earth Science and Engineering*, 1: 34–42.
- Kumar, R., Suresh, N., Satish, J., Sangode, Kumaravel, V (2007) Evolution of the quaternary alluvial fan system in the Himalayan foreland basin, implications for tectonic and climatic decoupling. *Quat Int*, 159: 6–20.
- Lowey, G. W (2007) Lithofacies analysis of the Dezadeash formation (Jura-cretaceous), Yucon,

Study of texture, architectural elements and sedimentary model of Mianroud mountain river, Mirjaveh, Southeast of Iran

M. R. Noura

Assist. Prof., Dept., of Geology, Faculty of Science, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran

* Noura706@yahoo.com

Received: 2022/2/2 Accepted: 2022/8/20

Abstract

River sedimentology provides significant basic data for river engineering projects (sediment transport and channel stability). (Most of these data are collected after careful study of bedform, texture and facies analysis along with architectural elements (Hey et al., 2015). Downstream grain size changes are complex in a gravelly bed river and often do not follow a simple sediment transport model. The processes affecting the sediment degradation process in rivers are selective sorting, wear and sedimentation rate of lithological units of the catchment (Ruset, 1978). Mianroud river is located in the southeast of Iran, which is one of the very low rainfall areas with an average annual rainfall of 63.6 mm and has a dry climate. Severe and short-term showers play a very important role in the occurrence of large floods in the Mianrud catchment area. In this area, factors such as diversity of different faults, geomorphic controls (river flow, basin slope, ...), hydraulics (water discharge), and sedimentology (sediment production, transfer and re-sedimentation) control the main parameters of the river (Sin Ciana and Pasternak, 2017). (This paper presents the textural changes of sediments, rock facies and architectural elements and sediment model in a rugged mountain river.

Keywords: Clastic facies, Architectural element, Braided river, Mirjaveh