

بررسی بافت، رخساره‌های رسوبی و روند ریزشوندگی رسوبات در رودخانه‌ی فاروب رومان (شمال شرق نیشابور)

محمدخانه باد^{۱*}

نیلوفر حاجیان^۲

رضا موسوی حرمی^۳

اسدالله محبوبی^۴

چکیده

رودخانه‌ی فاروب رومان با طولی نزدیک به ۱۹ کیلومتر در شمال شرق نیشابور قرار دارد و جزو رودخانه‌های دائمی است. این پژوهش با هدف بررسی رسوبات این رودخانه از جهت بافت، رخساره و روند ریزشوندگی آنها انجام یافته است. ابتدا به منظور بررسی پارامترهای رسوبی، تعداد ۵۵ نمونه رسوب از کانال اصلی برداشت شد. سپس با آنالیز و محاسبه‌ی جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی آنها، جورشدگی بین بد تا بسیار بد، کج شدگی مثبت و کشیدگی پهن تا متوسط به دست آمد. این رودخانه دارای بار بستر گراولی است و چهار ناپیوستگی رسوبی و پنج پیوستگی رسوبی در آن تشخیص داده شده است. فرم بیشتر دانه‌های این رودخانه در محدوده‌ی بسیار تیغه‌ای قرار دارد و بیشتر رسوبات آن در محدوده‌ی گراول هستند. بررسی رخساره‌های این رودخانه نشان می‌دهد که در رودخانه‌ی مذکور سه دسته رخساره، شامل رخساره‌های گراولی (Gci, Gmm, Gmg, Gh) و ماسه‌ای (Sh) و گلی (Fm) وجود دارد. رخساره‌های موجود در چهار عنصر ساختاری کانال (CH)، جریان گراویته‌ای (SG)، بار گراولی و اشکال لایه‌ای (GB) و رسوبات ریز خارج از کانال (FF) شکل گرفته‌اند. بر اساس نتایج حاصل، مدل رسوبی رودخانه فاروب رومان، رودخانه‌ای بریده بریده با بار بستر گراولی است.

واژه‌های کلیدی: جورشدگی؛ کج شدگی؛ کشیدگی؛ رخساره‌های رسوبی؛ رودخانه‌ی فاروب رومان.

مقدمه

رسوبات رودخانه‌ای از فرسایش سطحی سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی به دست می‌آیند (اوکید و جیبیری^۱، ۲۰۱۲: ۴۳). اندازه‌ی ذرات و ساختمان رسوبی در نهشته‌های کانالی، به وسیله‌ی ذرات آواری منشأ، شیب رودخانه، دبی و تغییرات فصلی جریان کنترل می‌شوند (نیکولس^۲، ۲۰۰۹: ۵۷). میزان شیب، حجم آب، سرعت آب و طبیعت رودخانه، عوامل تغییر شکل و اندازه‌ی رودخانه‌ها هستند (سایناد و همکاران^۳، ۲۰۱۲: ۱). اندازه‌ی ذرات رودخانه در نتیجه‌ی فرآیندهای جور شدگی و سایش ذرات به طرف پایین دست کاهش می‌یابد (پارکر^۴، ۱۹۹۱: ۱۳۱، فرگوسن و همکاران^۵، ۱۹۹۶: ۱۸۱، لوین و برور^۶، ۲۰۰۲: ۱۴۵). اما این روند ریزشوندگی ممکن است همراه با پیچیدگی‌هایی باشد (رایس و چارچ^۷، ۲۰۱۰: ۲۳۵). شیب متفاوت بستر در طول رودخانه، جنس، اندازه و شکل رسوبات، مورفولوژی کانال، ورود سرشاخه‌های جدید به مسیر اصلی (موسوی حرمی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴) و دخالت انسان در سیستم طبیعی رودخانه‌ها از عوامل مؤثر در تغییر وضعیت بافت رسوبی و شرایط حاکم بر فرآیندهای رودخانه‌ای هستند (لندور و روادس^۸، ۲۰۰۳: ۹۵، گومز و همکاران^۹، ۲۰۰۱: ۱۸۱۵، لپرا و سوریو-والوو^{۱۰}، ۲۰۰۰: ۲۸۳). به علاوه تولید رسوب می‌تواند میزان ریزشوندگی در رسوبات رودخانه را کنترل کرده و حتی الگوی جورشدگی محلی را نیز تحت تأثیر قرار دهد (لایس و همکاران^{۱۱}، ۱۹۹۳: ۳۶۲۵، نلسون و همکاران^{۱۲}، ۲۰۰۹: ۳).

رخساره‌های سنگی بر اساس ساختارها و بافت‌های مختلف رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند. این رخساره‌ها در کانال و خارج کانال و در شرایط مختلف رسوبی بر جای گذاشته می‌شوند (جمپرود و همکاران^{۱۳}، ۲۰۰۸: ۱۶۳). به طور کلی، طرح‌های چین‌بندی و ویژگی‌های رخساره‌های سنگی، منعکس‌کننده‌ی تغییرات در طرح آشفستگی یا شرایط حاکم بر جریان (سرعت و ژرفا)، نرخ حمل و نقل یا میزان تراکم و نوع رسوب هستند.

1- Okeyode& Jibiri

2- Nicols

3- Sainath et al.,

4- Parker

5- Ferguson et al.,

6- Lewin & Brewer

7- Rice& Church

8- Landwehr & Rhoads

9- Gomez et al.,

10- Le Pera & Sorriso-Valvo

11- Lisle et al.,

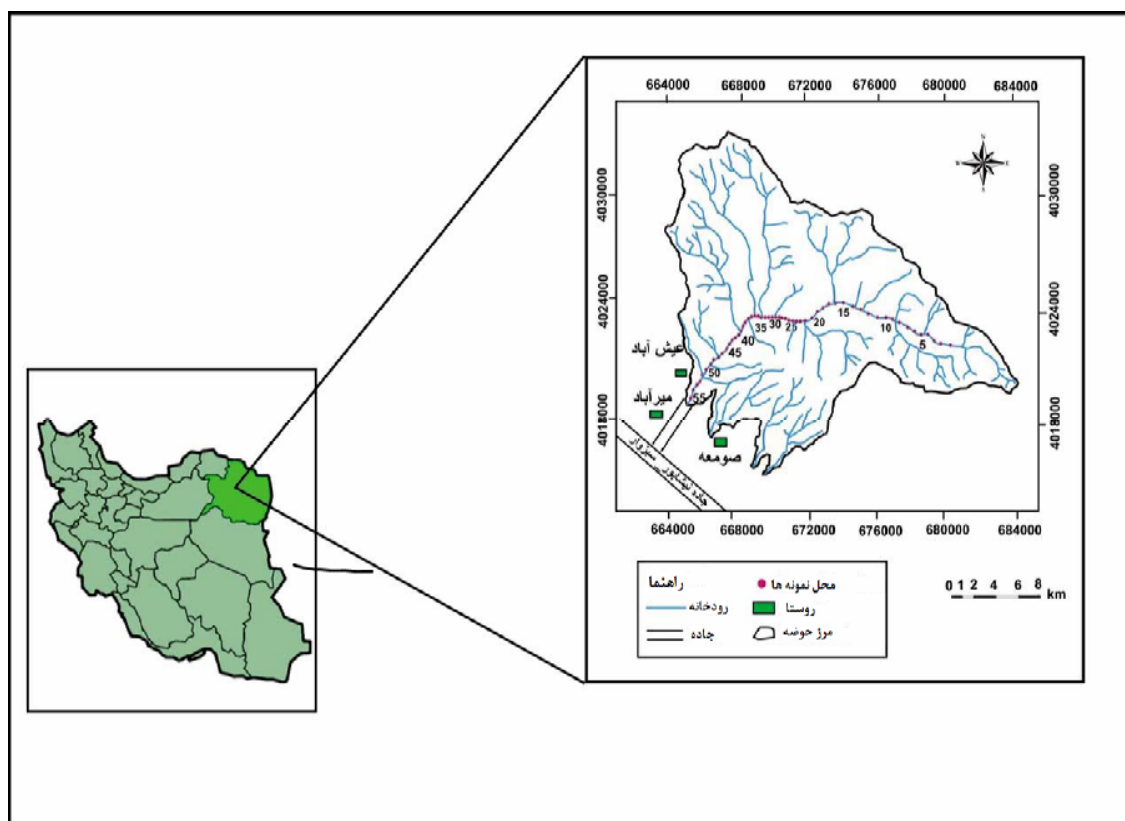
12- Nelson et al.,

13- Kjemperud et al.,

هدف از این مطالعه بررسی ویژگی‌های بافتی (اندازه، شکل، نحوه‌ی قرارگیری)، تعیین پیوستگی‌ها و ناپیوستگی‌ها، رخساره‌های رسوبی، عناصر ساختاری و تفسیر شرایط رسوب‌گذاری رودخانه‌ی فاروب رومان واقع در شمال شرق نیشابور است.

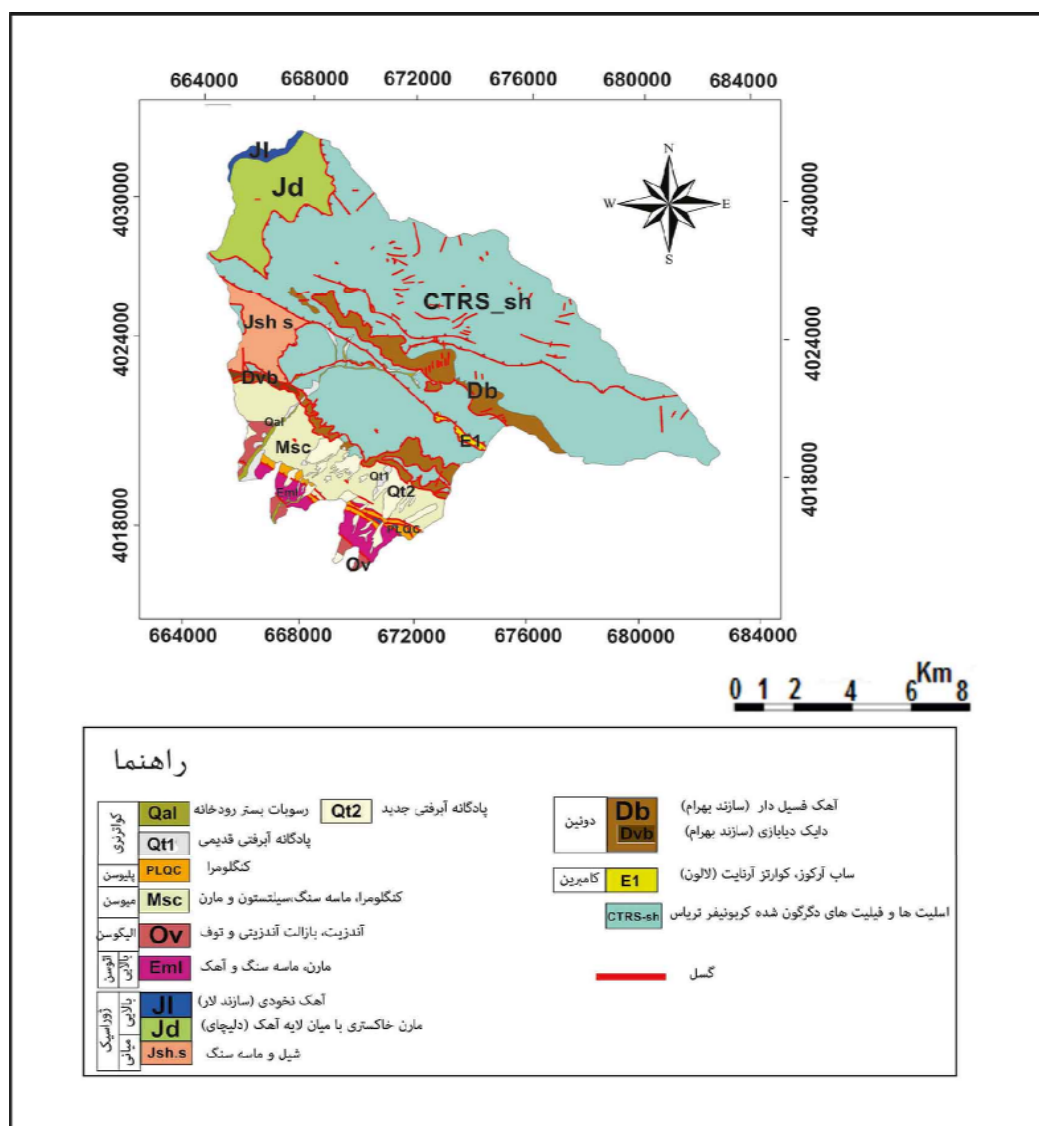
موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز فاروب رومان با مساحتی در حدود ۱۸۶/۳۷۳ کیلومتر مربع در شهرستان نیشابور و بخش مرکزی (دهستان مازول و فضل) واقع شده است. از نظر توپوگرافی، حوضه بیشتر کوهستانی بوده و فقط در قسمت‌های جنوبی و خروجی حوضه تپه ماهوری وجود دارد. بلندترین نقطه‌ی حوضه ۳۲۷۶ متر و پست‌ترین نقطه آن در محل خروجی حوضه و دارای ارتفاع ۱۳۹۱ متر از سطح دریا است. ارتفاع متوسط حوضه ۲۳۲۷ متر و شیب متوسط آن ۵/۳۰۷ درصد بوده و از نوع رودخانه‌های با شیب زیاد است. بارندگی متوسط سالیانه حوضه در طی دوره‌ی آماری شاخص ۳۰ ساله‌ی منطقه، ۴۴۶ میلی‌متر، دمای میانگین سالانه‌ی آن ۸/۷ درجه سانتی‌گراد و اقلیم آن به صورت اقلیم ارتفاعات می‌باشد (حجازی و برومند، ۱۳۹۳: ۱۳۰).



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی و محل‌های نمونه‌برداری در حوضه‌ی آبریز فاروب رومان

راه دسترسی به منطقه از طریق جاده‌ی میرآباد- نیشابور است که از شمال شهر نیشابور و روستای میرآباد به سمت حوضه‌ی رودخانه‌ی فاروب و رومان ادامه می‌یابد. رودخانه‌ی فاروب و رومان از کنار روستای عیش‌آباد می‌گذرد و روستاهای میرآباد و صومعه در فاصله‌های کم از خروجی‌های حوضه‌ی آن واقع شده‌اند (شکل ۱). این رودخانه در نهایت در جنوب باختری نیشابور وارد کال شور می‌شود. محدوده‌ی مطالعاتی بخشی از زون بینالود است و در آن واحدهای متا گری وک، فیلیت، کنگلومرا با میان لایه‌های ماسه‌سنگی و سیلتستونی و سنگ آهک وجود دارد (قائم‌ی و همکاران، ۱۳۷۸)، که اغلب این رسوبات فرسایش‌پذیری متفاوتی از خود نشان می‌دهند. مرز بین واحدهای زمین‌شناسی عموماً از نوع گسل‌های تراستی است (شکل ۲).



شکل (۲) زمین‌شناسی حوضه‌ی آبریز فاروب رومان

منبع: از قائمی و همکاران (۱۳۷۸)

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۵ نمونه رسوب در فاصله‌ی نزدیک به ۱۹ کیلومتر از رسوبات بستر رودخانه به طرف پایین دست برداشت شد. نمونه‌برداری از بخش فعال بستر رودخانه که کمتر تحت تأثیر فعالیت‌های زیستی قرار گرفته و از طرفی رابطه‌ی نزدیکی با رژیم جریان‌ی حال حاضر رودخانه دارند، انجام شده است. پس از تعیین موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌ها توسط GPS رطوبت اولیه و مواد آلی در آزمایشگاه حذف گردیده و با استفاده از روش غربال خشک و با فواصل ۰/۵ فی (از ۶- فی تا ۴ فی) نمونه‌ها الک شده و وزن باقی مانده بر روی هر الک توسط ترازوی دیجیتالی مدل GF-۶۰۰ اندازه‌گیری شد. سپس نمودار تغییرات طولی پارامترهای اندازه‌ی ذرات در هر یک از رده‌ها و گروه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم و نام‌گذاری رسوبات با استفاده از روش فولک (۱۹۸۰)، انجام گرفت. مشخصه‌های اندازه‌گیری ذرات (میانگین و میانه‌ی قطر ذرات، جورشدگی، کج شدگی، و کشیدگی) به روش ترسیمی جامع فولک^۱ (۱۹۸۰)، محاسبه شده است.

برای تعیین شکل ذرات رسوبی، قطر بزرگ، متوسط و کوچک ذرات با اندازه‌ی ۱۶ میلی‌متر با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شده و روی دیاگرام اسنیک و فولک^۲ (۱۹۵۸)، پلات گردید. با استفاده از تست سایش لس آنجلس درصد سایش در نمونه‌های سنگی موجود در منطقه محاسبه شد، که بر مبنای روش A این تست، برای هر نمونه سنگی، وزنی حدود ۵۰۰۰ گرم همراه با ۱۲ گوی فلزی در دستگاه ریخته شد و دستگاه طوری تنظیم گردید که با سرعت ۳۰ تا ۳۳ دور در دقیقه ۵۰۰ دور بچرخد. سپس نمونه از دستگاه خارج شده و از روی الک‌های ۳/۸، ۱/۲ و ۱/۷۵ اینچ عبور داده شد و وزن از دست رفته‌ی نمونه‌ها را (تفاوت بین وزن ابتدایی و وزن نهایی نمونه‌ی مورد آزمایش) به صورت درصدی از وزن اولیه‌ی نمونه محاسبه گردید. این مقدار به عنوان درصد سایش حساب می‌شود. همچنین با پیمایش مسیر رودخانه از بالا دست به سمت پایین دست ویژگی‌های مختلف رسوبات مانند اختصاصات بافتی، کانی‌شناسی و رخساره‌های رسوبی مورد بررسی قرار گرفت و نوع رخساره‌ها با کمک تقسیم‌بندی میال^۳ (۲۰۰۰)، شناسایی و نام‌گذاری گردیده است.

بحث و نتایج

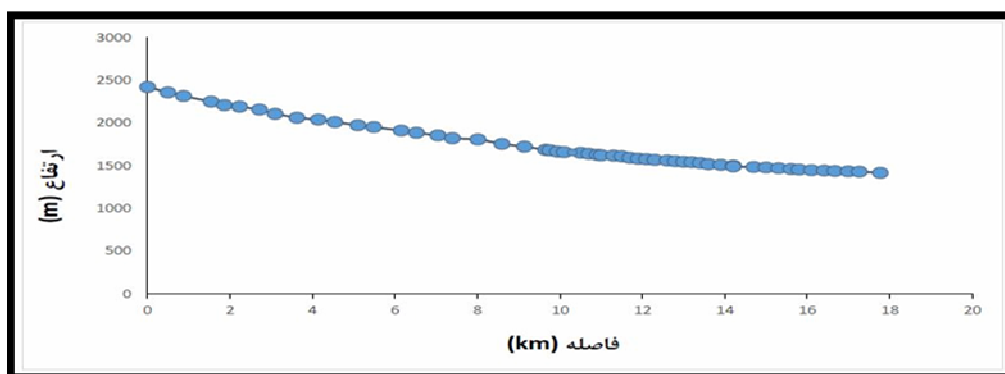
اندازه‌گیری متوسط اندازه‌ی ذرات ثابت می‌کند که بیشتر رسوبات این رودخانه از نوع گراول است. مطالعات رسوب‌شناسی در طول کانال اصلی این حوضه نشان می‌دهد که روند تغییر اندازه‌ی ذرات از الگوی نمایی کاهش به سمت پایین دست به‌طور کامل پیروی نمی‌کند. شکل ۳، به پروفیل طولی رودخانه و شکل ۴، تغییرات

1- Folk

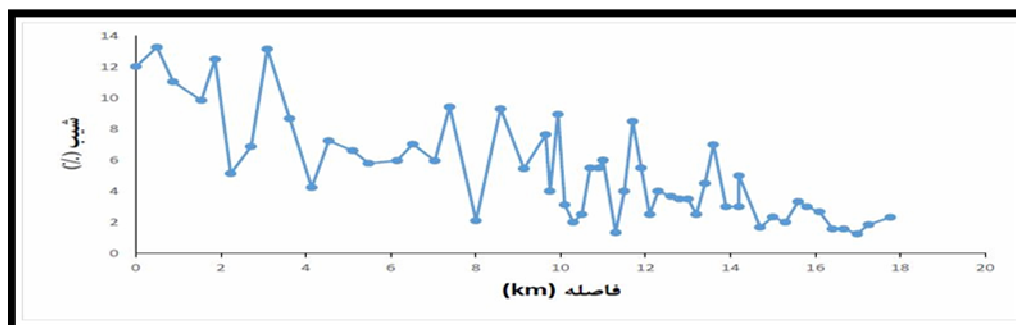
2- Sneed & Folk

3- Miall

شیب در طول رودخانه، نشان‌دهنده‌ی کاهش تدریجی شیب در طول رودخانه است. رسم تغییرات میانگین و میانه (شکل ۵)، اندازه‌ی ذرات بر حسب میلی‌متر از بالا دست به سمت پایین دست در رودخانه‌ی فاروب رومان نشان می‌دهد که میانه بین ۴۵/۸۸۶ تا ۴/۵۹۴ میلی‌متر و میانگین بین ۳۵/۷۵۳ تا ۳/۷۷ میلی‌متر در تغییر است (جدول ۱). کاهش میانگین و میانه از بالا دست به طرف پایین رودخانه ($R^2=0/۶۹۵$ و $0/۵۷۶$)، نشان دهنده‌ی کاهش میزان ذرات دانه درشت در حد گراول و از طرفی افزایش ذرات دانه ریزتر در حد ماسه است. از عوامل مؤثر در این تغییرات، می‌توان به کاهش شدت انرژی جریان، افزایش عرض بستر و کاهش توپوگرافی کانال اصلی به طرف پایین دست حوضه اشاره کرد (وهل و مریت^۱، ۲۰۰۸: ۱۷۵). با این که روند کلی رودخانه از بالا دست به سمت پایین دست ریزشوندگی ذرات را به سمت پایین دست نشان می‌دهد، اما با مطالعات دقیق‌تر در قسمت‌هایی از رودخانه این روند ریزشوندگی تغییر می‌کند و رودخانه دارای ناپیوستگی رسوبی می‌شود. یکی از روش‌های مناسب برای بررسی روند ریزشوندگی در رودخانه‌های دارای ناپیوستگی رسوبی، تقسیم رودخانه به پیوستگی‌های رسوبی مجزا بر اساس ناپیوستگی‌های شناسایی شده است (رایس و چارچ، ۲۰۱۰: ۲۳۷).

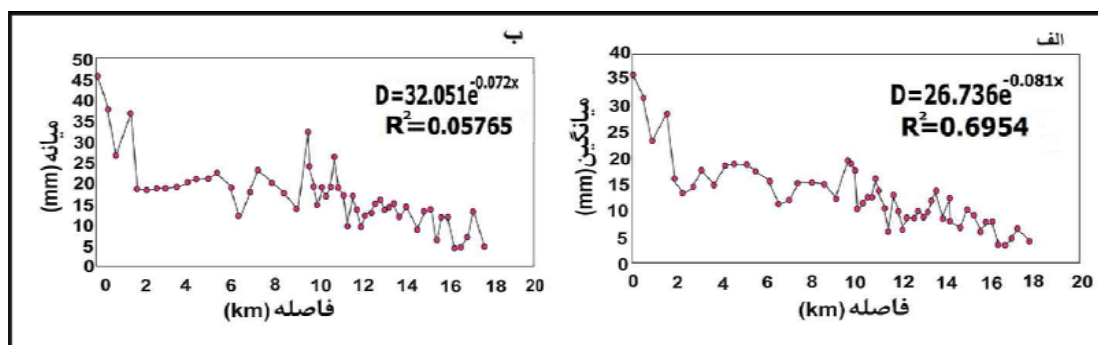


شکل (۳) پروفیل طولی رودخانه‌ی فاروب رومان با توجه به محل نمونه‌برداری رسوبات از بالا دست به سمت پایین دست

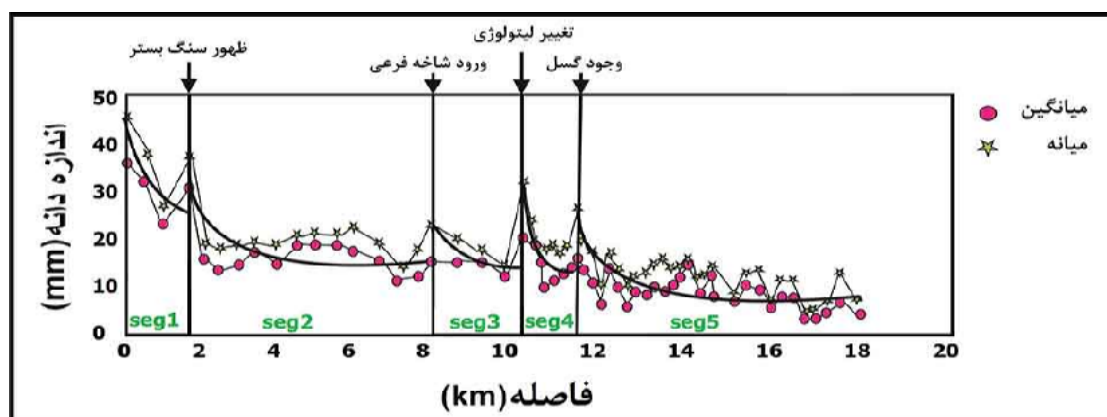


شکل (۴) تغییرات شیب رودخانه‌ی فاروب رومان با توجه به محل نمونه‌برداری رسوبات از بالا دست به سمت پایین دست

از عوامل مختلف دخیل در تغییر الگوی روند ریزشوندگی می‌توان ورود رسوبات درشت از شاخه‌های فرعی و دامنه‌ی کوه‌ها و تغییر در شیب بستر و ظهور سنگ بستر در اثر تغییر در اختصاصات سنگ‌شناسی، تغییر در لیتولوژی اطراف حوضه و یا فعالیت‌های تکتونیکی از جمله ایجاد گسل در مسیر رودخانه را نام برد (سر و نوسون^۱، ۲۰۰۳: ۲۰) (شکل ۶).



شکل (۵) الف) تغییر میانگین ذرات رسوبی از بالا دست تا پایین دست، ب) تغییرات میانگین ذرات رسوبی از بالا دست تا پایین دست رودخانه‌ی فاروب رومان

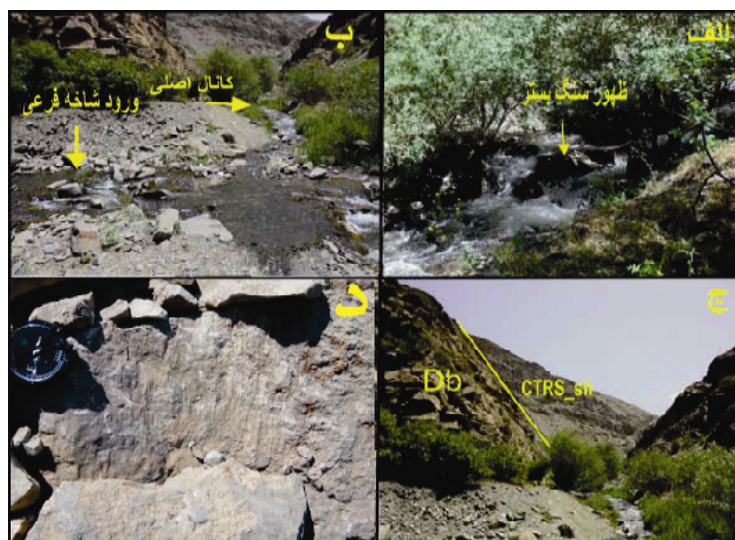


شکل (۶) تغییرات طولی میانگین و میانه‌ی قطر ذرات به طرف پایین دست در رودخانه‌ی فاروب رومان

بررسی دقیق نمودارها نشان می‌دهد که ناپیوستگی اول در محل نمونه‌ی ۴ است، که به دلیل افزایش ناگهانی شیب و ظهور سنگ بستر اتفاق افتاده است (شکل ۷ الف)، ناپیوستگی دوم در نمونه‌ی ۱۷ و به دلیل ورود شاخه‌ی فرعی به کانال اصلی است (شکل ۷ ب). این شاخه باعث ورود رسوبات دانه درشت به کانال اصلی می‌شود که علت آن ریزش دیواره‌ی کانال فرعی یا نزدیکی کانال فرعی به منشأ رسوب و مسافت کوتاه حمل و نقل می‌تواند باشد.

ناپیوستگی سوم در نمونه‌ی ۲۱ و به دلیل تغییر لیتولوژی از فیلیت به آهک اتفاق افتاده است (شکل ۷ ج). در این حوضه سنگ‌های آهکی نسبت به فیلیت‌های دگرگونی از مقاومت فیزیکی و ثبات شیمیایی بالاتری برخوردارند. در نتیجه تأثیر فرآیند سایش ضمن حمل و نقل رسوبات بر روی ذرات حاصل از هوازدگی این سنگ‌ها نسبت به سنگ‌های دگرگونی کمتر است. ناپیوستگی چهارم در نمونه‌ی ۲۸ به دلیل فعالیت‌های تکتونیکی و وجود گسل رخ داده است که گسل از نوع امتداد لغز راست بر است (شکل ۷ د) که در منطقه شواهد وجود گسل را با وجود سطح گسلی و خش لغزها و جابجایی سنگ‌ها مشاهده می‌کنیم.

لازم به ذکر است که دو فرآیند سایش و جورشدگی هیدرولیکی عوامل اصلی روند ریزشوندگی اندازه‌ی ذرات به سمت پایین دست در هر یک از پیوستگی‌های رسوبی است. سایش فرآیندی ترکیبی از ورقه‌ای شدن، ساییده شدن، شکستگی و برخورد ماسه‌ها به همدیگر است (لوین و برور، ۲۰۰۲: ۱۴۸). همچنین سایش به پاسخ سنگ‌ها نسبت به عوامل مخرب فیزیکی گفته می‌شود که در واقع مقدار فرسایش سنگ در برابر عوامل فرساینده را نشان می‌دهد. این فرسایش ممکن است در اثر عوامل طبیعی مثل آب، باد و غیره و یا در اثر تماس سنگ‌ها با هم و یا با سایر مواد رخ دهد. دانه‌های سست‌تر تحت تأثیر سایش شکسته شده و در نتیجه این ذرات در پایین دست رودخانه نسبت به بالا دست فراوانی کمتری دارند. بنابراین، حضور دانه‌های مقاوم‌تر در برابر سایش، در پایین دست رودخانه چشمگیر خواهد بود (رنجر و هول^۱، ۲۰۰۷: ۲۸۶).



شکل (۷) الف) نمایان شدن سنگ بستر در محل نمونه‌ی ۴ و به وجود آمدن اولین ناپیوستگی، ب) ورود شاخه‌ی فرعی به کانال فرعی در محل نمونه‌ی ۱۷ و ظهور دومین ناپیوستگی، ج) تغییر لیتولوژی از فیلیت به آهک و به وجود آمدن سومین ناپیوستگی، د) سطح گسلی و خش لغزهای موجود در آن

با آزمایش‌های تعیین قابلیت سایش می‌توان مقدار ساییده شدن و خرد شدن دانه‌ها در طی مسیر را حساب کرد. یکی از این آزمایش‌ها، تست لس آنجلس است که دقت بالایی در تشخیص کیفیت نسبی و قابلیت سایش مصالح سنگی دارای ترکیبات معدنی مشابه و تهیه شده از منابع مختلف دارد (معرفوند و عزیزی، ۱۳۹۳: ۱).

با انجام تست سایش لس آنجلس بر روی سه نمونه‌ی غالب سنگی موجود در منطقه که شیب‌های دگرگون شده کربونیفر و تریاس (سازند CTRS-sh)، کنگلومرا (سازند M^{SC}) و سنگ آهک (سازند Db) است (شکل ۸)، درصد سایش به ترتیب برای هر نمونه ۳۸/۷، ۲۱/۹ و ۱۸/۴۲ به دست آمد. شیبست به علت وجود سطوح ضعف دارای قابلیت فرسایش‌پذیری و سایش بیشتری نسبت به سنگ آهک و کنگلومرا است. در کنگلومرا وجود سیمان ضعیف در بین سنگ‌ها باعث سایش و هوازدگی بیشتر آن نسبت به سنگ آهک می‌شود. به همین دلیل وجود سنگ آهک در قسمت‌های پایین دست رودخانه محتمل‌تر است.



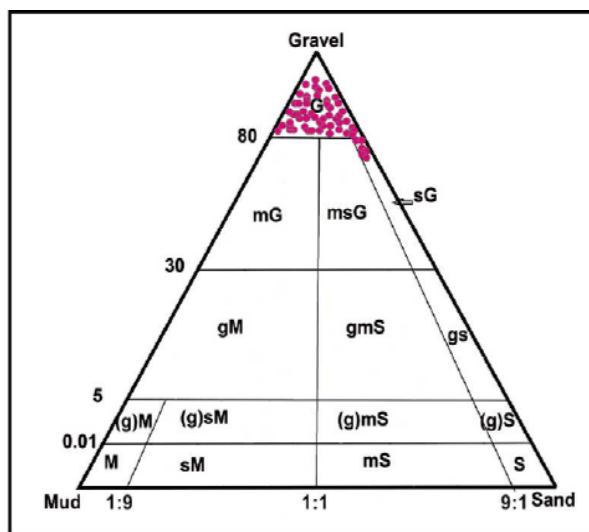
شکل (۸) الف) کنگلومرای موجود در منطقه (سازند M^{SC}) دید به سمت جنوب غربی، ب) شیبست دید به سمت شمال شرق، ج) آهک‌های موجود در منطقه‌ی دید به سمت شمال، د) مرز گسلی که باعث قرار گرفتن رسوبات قدیمی‌تر آهک (دونین) (Db) بر روی رسوبات جدیدتر شیبست (کربونیفر تریاس) (CTRS-sh) شده است. دید به سمت شمال شرق

علاوه بر میانگین و میانه که نشان‌گر روند ریزشوندگی هستند، سایر پارامترهای بافتی از قبیل جورشدگی، کج شدگی، کشیدگی، اندازه‌ی دانه‌ها و شکل دانه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه به آن پرداخته شده است.

اندازه‌ی ذرات و توزیع تیپ رسوبات بسیار مهم است؛ زیرا منعکس‌کننده‌ی انرژی محیط رسوبی است. فولک (۱۹۵۴) بر اساس درصد گراول، آنها را ماسه و گل مثلی نام‌گذاری کرد. در هر نقطه از سیستم

رودخانه اندازه‌ی دانه‌های بستر تابعی از اندازه‌ی اولیه دانه‌ها و سرگذشت آنها در طی حمل و نقل است (کویکا^۱، ۲۰۱۱: ۲۴۴، نایتون^۲، ۱۹۹۹: ۲۹۵). کاهش قطر ذرات در رسوبات آبرفتی فرآیند متداولی است که در مسیر طولی رودخانه با بار بستر گراولی مشاهده می‌شود (دوی و لاپوینت^۳، ۲۰۰۷: ۸۴).

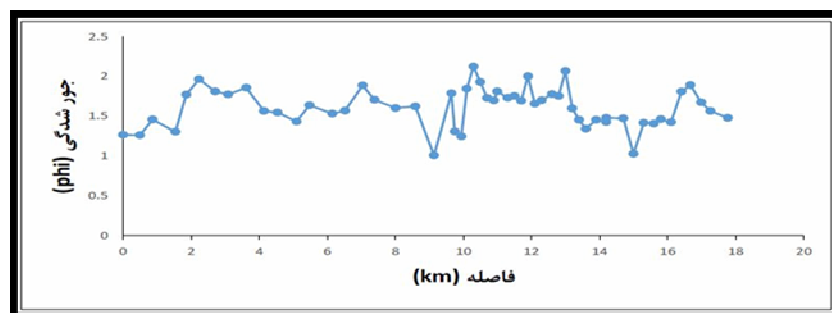
همانطور که در شکل (۹) مشخص است، ۸۸ درصد از رسوبات رودخانه‌ی فاروب رومان از نوع گراول و ۱۲ درصد آن در محدوده‌ی گراول ماسه‌ای قرار می‌گیرند. فراوانی گراول احتمالاً به خاطر شیب هیدرولیکی زیاد کانال و ورود رسوبات از منشأهای جانبی با حمل و نقل کم است؛ همچنین می‌تواند نشانه‌ی انرژی بالای رودخانه باشد که توانایی حمل گراول‌ها را تا فاصله‌های دور از منشأ دارد. گراول‌های ماسه‌ای بیشتر در پایین دست رودخانه مشاهده می‌شود (جدول ۱).



شکل (۹) محل نمونه‌های برداشت شده بر روی مثلث نام‌گذاری فولک (۱۹۸۰)

میانگین جورشدگی رسوبات رودخانه فاروب رومان $1/609$ فی است. تغییرات جور شدگی در رسوبات بین $2/122$ (جورشدگی بسیار بد) تا $1/007$ (جور شدگی بد) به دست آمده است. همانطور که در شکل (۱۰)، مشاهده می‌شود دامنه‌ی تغییرات جور شدگی از بالا دست تا پایین دست به صورت یکنواخت است و در محدوده‌ی جور شدگی بد قرار می‌گیرد، که علت آن کوتاه بودن زمان حمل و همچنین کاهش انرژی در هنگام حمل و نقل دانه‌هاست؛ یعنی با کاهش ناگهانی انرژی جریان، رسوب‌گذاری صورت گرفته است (رایس و چارچ^۴، ۲۰۱۰: ۱۳).

1- Koykka
2- Knighton
3- Davey & Lapointe
4- Rice & Church



شکل (۱۰) تغییرات جورشدگی اندازه‌ی ذرات از بالا دست تا پایین دست رودخانه‌ی فاروب رومان

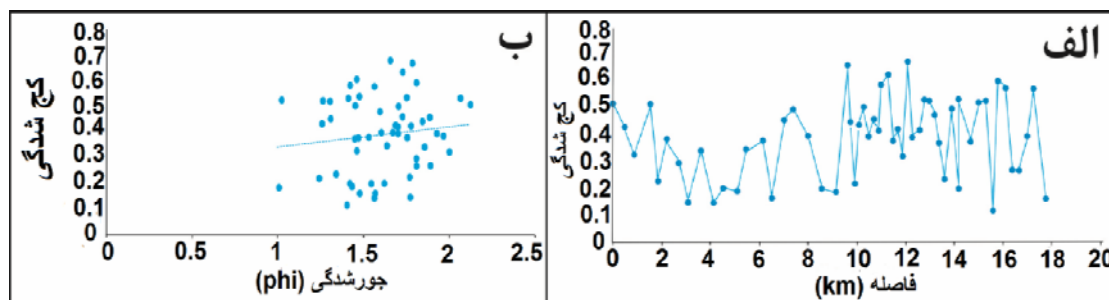
جدول (۱) مشخصات پارامترهای رسوبی نمونه‌ها، شیب، جورشدگی، کج شدگی، کشیدگی و نام رسوبات

شماره نمونه	فاصله تا نمونه (KM)	ارتفاع (m)	شیب %	میانگین (mm)	میان (mm)	جورشدگی (phi)	کج شدگی	کشیدگی	نام رسوبات
۱	۰	۲۴۲۴	۱۲/۹۹۴	۳۵/۷۵۳	۴۵/۸۸۶	۱/۲۶۶	۰/۵۲۲	۱/۰۳۷	گراول
۲	۰/۴۹	۲۳۵۹	۱۳/۲۶۵	۳۱/۴۷۲	۳۷/۵۳	۱/۲۶۱	۰/۴۳۳	۱/۰۹۲	گراول
۳	۰/۸۷	۲۳۱۷	۱۱/۰۵۲	۲۳/۵۲۲	۲۶/۹۰۸	۱/۴۵۷	۰/۳۲۹	۱/۰۸۷	گراول
۴	۱/۵۴	۲۲۵۱	۹/۸۵۰	۲۸/۶۴	۳۶/۷۵۸	۱/۳۰۴	۰/۵۲۰	۱/۱۰۰	گراول
۵	۱/۸۶	۲۲۱۱	۱۲/۵	۱۶/۴۸۴	۱۸/۷۶۵	۱/۷۷۱	۰/۲۲۶	۰/۹۸۱	گراول
۶	۲/۲۳	۲۱۹۲	۵/۱۳۵	۱۳/۶۴۲	۱۸/۳۷۹	۱/۹۶۴	۰/۳۸۶	۱/۰۸۷	گراول
۷	۲/۷۱	۲۱۵۹	۶/۸۷۵	۱۸/۸۵۶	۱۸/۷۶۵	۱/۸۱۰	۰/۲۹۷	۱/۰۹۸	گراول
۸	۳/۰۹	۲۱۰۹	۱۳/۱۵۷	۱۷/۷۹	۱۹/۱۵۹	۱/۶۴۸	۰/۲۲۱	۱/۰۹۲	گراول
۹	۳/۶۲	۲۰۶۳	۶/۶۷۹	۱۵/۱۳۶	۱۹/۰۲۷	۱/۸۵۷	۰/۳۴۴	۱/۰۲۷	گراول
۱۰	۴/۱۴	۲۰۴۱	۴/۲۳	۱۸/۸۰۴	۲۰/۳۹۲	۱/۵۶۴	۰/۱۴۵	۰/۹۷۳	گراول
۱۱	۴/۵۴	۲۰۱۲	۷/۲۵	۱۹/۰۲۷	۲۱/۱۱۲	۱/۵۴۵	۰/۲۰۱	۱/۰۲۴	گراول
۱۲	۵/۱۰	۱۹۷۵	۶/۶۰۷	۱۸/۹۷۴	۲۰/۹۶۶	۱/۴۳۴	۰/۱۸۹	۱/۰۳	گراول
۱۳	۵/۴۸	۱۹۵۳	۵/۷۸۹	۱۷/۷۵۳	۲۲/۱۶۱	۱/۶۳۵	۰/۳۴۸	۱/۰۷۲	گراول
۱۴	۶/۱۵	۱۹۱۳	۵/۹۷۰	۱۵/۸۱۲	۱۹/۰۲۷	۱/۵۶۲	۰/۳۸۱	۰/۹۵۵	گراول
۱۵	۶/۵۲	۱۸۸۷	۷/۰۲۷	۱۱/۵۵۱	۱۲/۱۲۵	۱/۵۶۸	۰/۱۶۲	۱/۱۰۶	گراول
۱۶	۷/۰۴	۱۸۵۶	۵/۹۶۱	۱۲/۲۳۵	۱۷/۷۵۳	۱/۸۸۶	۰/۴۵۹	۱/۰۹۱	گراول
۱۷	۷/۳۹	۱۸۲۳	۹/۴۲۸	۱۵/۵۱۹	۲۲/۹۴۳	۱/۷۰۵	۰/۵	۰/۸۷۸	گراول
۱۸	۸/۰۱	۱۸۱۰	۲/۰۹۶	۱۵/۶۲۷	۲۰/۱۱۲	۱/۶۰۲	۰/۳۹۸	۰/۸۸۱	گراول
۱۹	۸/۵۹	۱۷۵۶	۹/۳۱	۱۵/۲۷۳	۱۷/۷۵۳	۱/۶۲۲	۰/۲	۱/۰۴۵	گراول
۲۰	۹/۱۴	۱۷۲۶	۵/۴۵۴	۱۲/۵۵۳	۱۳/۹۲۸	۱/۰۰۷	۰/۱۸۵	۰/۹۷۷	گراول
۲۱	۹/۶۵	۱۶۸۷	۷/۶۴۷	۱۹/۶۹۸	۳۲	۱/۷۵۳	۰/۶۴۴	۰/۹۷	گراول
۲۲	۹/۷۵	۱۶۸۳	۴	۱۹/۲۳۹	۲۴/۲۵	۱/۳۰۹	۰/۴۵۲	۱/۰۶۴	گراول
۲۳	۹/۹۴	۱۶۶۶	۸/۹۴۷	۱۷/۹۵۱	۱۹/۰۲۷	۱/۲۴۴	۰/۲۲۲	۱/۰۸۴	گراول
۲۴	۱۰/۱	۱۶۶۱	۳/۱۲۵	۱۰/۶۲۹	۱۴/۹۲۸	۱/۸۴۵	۰/۴۴۲	۰/۸۹۶	گراول
۲۵	۱۰/۳	۱۶۵۷	۲	۱۱/۶۳۱	۱۸/۷۶۵	۲/۱۲۲	۰/۵۰۸	۰/۸۲۵	گراول
۲۶	۱۰/۵	۱۶۵۲	۲/۵	۱۲/۶۹۳	۱۷/۱۴۸	۱/۹۲۹	۰/۳۹۶	۰/۸۷۵	گراول
۲۷	۱۰/۷	۱۶۴۱	۵/۵	۱۲/۹۹۶	۱۹/۰۲۷	۱/۷۲۸	۰/۴۶۲	۰/۸۴۲	گراول
۲۸	۱۰/۹	۱۶۳۰	۵/۵	۱۶/۲۲۳	۲۶/۱۷۲	۱/۶۹۷	۰/۴۲۱	۰/۹۴۷	گراول

ادامه جدول (۱) مشخصات پارامترهای رسوبی نمونه‌ها، شیب، جورشدگی، کج شدگی، کشیدگی و نام رسوبات

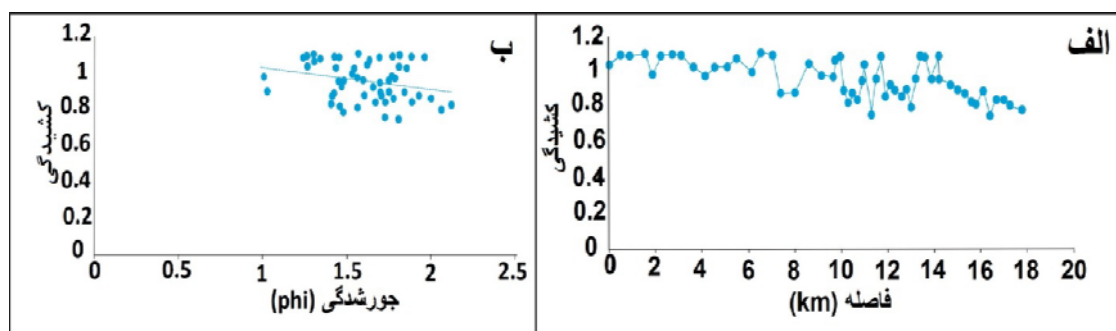
شماره نمونه	فاصله تا نمونه (KM)	ارتفاع (m)	شیب %	میانگین (mm)	میان (mm)	جورشدگی (phi)	کج شدگی	کشیدگی	نام رسوبات
۲۹	۱۱	۱۶۲۴	۶	۱۳/۹۸۶	۱۹/۰۲۷	۱/۸۱۱	۰/۵۹۴	۱/۰۳۷	گراول
۳۰	۱۱/۳	۱۶۲۰	۱/۳۳۳	۱۰/۸۵۲	۱۷/۱۴۸	۱/۷۳	۰/۶۳۳	۰/۷۵۵	گراول ماسه‌ای
۳۱	۱۱/۵	۱۶۱۲	۴	۶/۴۵۳	۹/۸۴۹	۱/۷۵۳	۰/۳۸	۰/۹۵۹	گراول
۳۲	۱۱/۷	۱۵۹۵	۸/۵	۱۳/۲۰۴	۱۷/۱۴۸	۱/۶۹۳	۰/۴۲۵	۱/۰۸۶	گراول
۳۳	۱۱/۹	۱۵۸۴	۵/۵	۱۰/۰۷۷	۱۳/۴۵۴	۲/۰۰۱	۰/۳۲۴	۰/۸۶۱	گراول
۳۴	۱۲/۱	۱۵۷۹	۲/۵	۶/۷۲۷	۹/۷۱۳	۱/۶۵۷	۰/۶۷۹	۰/۹۲۲	گراول
۳۵	۱۲/۳	۱۵۷۱	۴	۹	۱۲/۲۱	۱/۷	۰/۳۹۶	۰/۸۹۳	گراول
۳۶	۱۲/۶	۱۵۶۲	۳/۶۶۶	۸/۹۷۵	۱۲/۹۹۶	۱/۷۷۸	۰/۴۲۳	۰/۸۶۲	گراول
۳۷	۱۲/۸	۱۵۵۵	۳/۵	۱۰/۰۰۷	۱۴/۹۲۸	۱/۷۵۳	۰/۵۳۶	۰/۸۹۸	گراول
۳۸	۱۳	۱۵۴۸	۳/۵	۹/۳۱۷	۱۶	۲/۰۶۶	۰/۵۳۲	۰/۷۹۹	گراول
۳۹	۱۳/۲	۱۵۴۳	۲/۵	۹/۷۵	۱۴/۰۲۵	۱/۵۹۸	۰/۴۸	۰/۹۶۱	گراول
۴۰	۱۳/۴	۱۵۳۴	۴/۵	۱۲/۰۰۸	۱۴/۱۲۳	۱/۴۵۳	۰/۳۷۴	۱/۰۸۶	گراول
۴۱	۱۳/۶	۱۵۲۰	۷	۱۳/۹۲۸	۱۴/۹۲۸	۱/۳۴۱	۰/۲۳۷	۱/۰۷۹	گراول
۴۲	۱۳/۹	۱۵۱۱	۳	۸/۸۷۶	۱۲/۱۲۵	۱/۴۵۴	۰/۵۰۲	۰/۹۵۶	گراول
۴۳	۱۴/۲	۱۵۰۲	۳	۱۲/۶۰۵	۱۴/۱۲۳	۱/۴۲۷	۰/۲	۱/۰۸۹	گراول
۴۴	۱۲/۱	۱۵۷۹	۲/۵	۶/۷۲۷	۹/۷۱۳	۱/۶۵۷	۰/۶۷۹	۰/۹۲۲	گراول
۴۵	۱۲/۳	۱۵۷۱	۴	۹	۱۲/۲۱	۱/۷	۰/۳۹۶	۰/۸۹۳	گراول
۴۶	۱۲/۶	۱۵۶۲	۳/۶۶۶	۸/۹۷۵	۱۲/۹۹۶	۱/۷۷۸	۰/۴۲۳	۰/۸۶۲	گراول
۴۷	۱۲/۸	۱۵۵۵	۳/۵	۱۰/۰۰۷	۱۴/۹۲۸	۱/۷۵۳	۰/۵۳۶	۰/۸۹۸	گراول
۴۸	۱۳	۱۵۴۸	۳/۵	۹/۳۱۷	۱۶	۲/۰۶۶	۰/۵۳۲	۰/۷۹۹	گراول
۴۹	۱۳/۲	۱۵۴۳	۲/۵	۹/۷۵	۱۴/۰۲۵	۱/۵۹۸	۰/۴۸	۰/۹۶۱	گراول
۵۰	۱۳/۴	۱۵۳۴	۴/۵	۱۲/۰۰۸	۱۴/۱۲۳	۱/۴۵۳	۰/۳۷۴	۱/۰۸۶	گراول
۵۱	۱۳/۶	۱۵۲۰	۷	۱۳/۹۲۸	۱۴/۹۲۸	۱/۳۴۱	۰/۲۳۷	۱/۰۷۹	گراول
۵۲	۱۳/۹	۱۵۱۱	۳	۸/۸۷۶	۱۲/۱۲۵	۱/۴۵۴	۰/۵۰۲	۰/۹۵۶	گراول
۵۳	۱۴/۲	۱۵۰۲	۳	۱۲/۶۰۵	۱۴/۱۲۳	۱/۴۲۷	۰/۲	۱/۰۸۹	گراول
۵۴	۱۴/۴	۱۴۹۲	۵	۸/۴۱۵	۱۳/۴۵۴	۱/۴۷۹	۰/۵۳۸	۰/۹۵۶	گراول
۵۵	۱۴/۷	۱۴۸۷	۱/۶۶۶	۷/۱۲۵	۸/۸۷۶	۱/۴۷۲	۰/۳۷۸	۰/۹۲۴	گراول
۵۶	۱۵/۰	۱۴۸۰	۲/۳۳۳	۱۰/۴۳۲	۱۲/۹۹۶	۱/۰۲۷	۰/۵۲۵	۰/۸۹۸	گراول
۵۷	۱۵/۳	۱۴۷۴	۲	۹/۴۰۲	۱۳/۴۵۴	۱/۴۱۶	۰/۵۳۲	۰/۸۷۴	گراول
۵۸	۱۵/۶	۱۴۶۴	۳/۳۳۳	۶/۳۴۶	۶/۴۹۸	۱/۴۰۶	۰/۱۱۷	۰/۸۳۰	گراول
۵۹	۱۵/۸	۱۴۵۸	۳	۸	۱۱/۷۱۲	۱/۴۶۱	۰/۶۰۶	۰/۸۱۶	گراول
۶۰	۱۶/۱	۱۴۵۰	۲/۶۶۶	۸/۰۵۵	۱۱/۷۱۲	۱/۴۲۶	۰/۵۸۲	۰/۸۹۰	گراول ماسه‌ای
۶۱	۱۶/۴۱	۱۴۴۵	۱/۵۶۷	۳/۹۰۶	۴/۵۹۴	۱/۸۰۸	۰/۲۷۱	۰/۷۵۱	گراول ماسه‌ای
۶۲	۱۶/۶۷	۱۴۴۰	۱/۵۶۲	۳/۷۷	۴/۵۹۴	۱/۸۸۹	۰/۲۷۱	۰/۸۴۰	گراول ماسه‌ای
۶۳	۱۶/۹۹	۱۴۳۶	۱/۲۵	۵/۰۳۸	۶/۹۶۴	۱/۶۷۲	۰/۴۰۰	۰/۸۳۹	گراول ماسه‌ای
۶۴	۱۷/۲۶	۱۴۳۱	۱/۸۳۸	۶/۸۸۲	۱۲/۹۹۶	۱/۵۶۴	۰/۵۷۸	۰/۸۱۲	گراول
۶۵	۱۷/۷۷	۱۴۱۹	۲/۳۱۲	۴/۴۸۷	۴/۷۵۶	۱/۴۷۹	۰/۱۶۳	۰/۷۸۴	گراول ماسه‌ای

کج شدگی تمام رسوبات رودخانه‌ی فاروب و رومان مثبت است (شکل ۱۱ الف). دامنه‌ی تغییرات این پارامتر بین ۰/۱۱۷ (به سمت ذرات ریز کج شده) تا ۰/۶۷۹ (خیلی به سمت ذرات ریز کج شده) است. میانگین کج شدگی ۰/۳۹۳ به دست آمده است.



شکل (۱۱) الف) تغییرات کج شدگی اندازه ذرات از بالا دست تا پایین دست رودخانه، ب) تغییرات کج شدگی در برابر جورشدگی با افزایش عدد کج شدگی میزان جورشدگی بدتر می‌شود که این امر به دلیل افزایش رسوبات دانه ریز در بین رسوبات دانه درشت‌تر است و غالباً در قسمت‌های پایین دست رودخانه اتفاق می‌افتد (شکل ۱۱ ب).

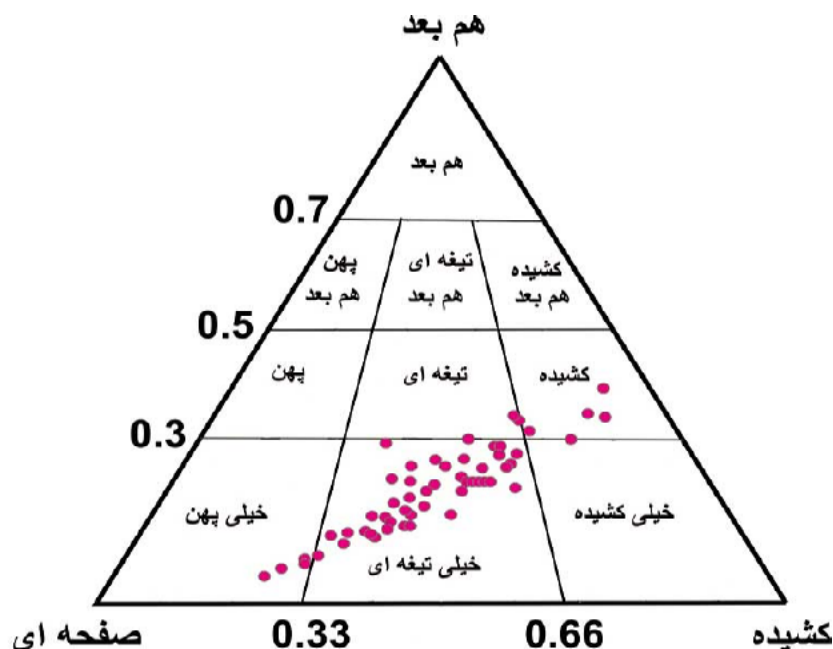
کشیدگی منحنی رسوبات رودخانه‌ی فاروب رومان از ۱/۱۰۶ (کشیدگی متوسط) تا ۰/۷۵۱ (پهن) در تغییر است. اکثر نمونه‌ها دارای کشیدگی متوسط هستند و میانگین کشیدگی آنها ۰/۹۶۵ است (شکل ۱۲ الف). جور شدگی و کشیدگی رابطه‌ی مستقیم با هم دارند. هر چقدر جورشدگی بدتر باشد، میزان کشیدگی منحنی کاهش یافته و به سمت پهن می‌رود. با افزایش میزان کشیدگی جورشدگی نمونه‌ها بهتر خواهد شد (شکل ۱۲ ب).



شکل (۱۲) الف) تغییرات کشیدگی اندازه ذرات از بالا دست تا پایین دست رودخانه‌ی فاروب رومان ب) تغییرات جورشدگی در برابر کشیدگی از بالا دست تا پایین دست رودخانه‌ی فاروب رومان

شکل دانه با ترکیب آن و نوع حرکت و مسافت حمل شده ارتباط مستقیم دارد. با اندازه‌گیری قطر ذرات رسوبی ۴- فی (معادل با ۱۶ میلی‌متر، که در تمام رسوبات رودخانه وجود دارند) و پلات کردن آنها روی دیگرام مثلی اسنید و فولک (۱۹۵۸) متوجه می‌شویم که بیشتر ذرات این رودخانه در محدوده‌ی خیلی

تیغه‌ای قرار دارد (شکل ۱۳) و علت آن ترکیب رسوبات و شکل اولیه آن‌هاست به طوری که با توجه به فراوانی خرده‌های دگرگونی، تیغه‌ای شکل بودن آنها (Bladed) تا پایین دست حوضه نیز مشاهده می‌گردد.



شکل (۱۳) محل نمونه‌های برداشت شده بر روی مثلث فرم ذرات اسنید و فولک (۱۹۵۸)

رخساره

مطالعه‌ی رخساره‌های رسوبی و آنالیز اندازه‌ی دانه‌ها به تعیین محیط رسوبی و شناسایی فرآیندهای رسوب‌گذاری و نوع جریان کمک می‌نماید. توزیع اندازه‌ی ذرات در رسوب به اختصاصات سنگ منشأ، فرآیندهای هوازدگی، سایش و جورشدگی انتخابی آنها در هنگام حمل و نقل بستگی داشته و بر روی انواع رخساره‌های رسوبی تاثیرگذار است (سنلدر و همکاران^۱، ۲۰۱۱: ۱۹۶).

در حوضه‌ی آبریز فاروب و رومان سه دسته رخساره‌ی گراولی (Gmm, Gci, Gmg, Gh)، ماسه‌ای (Sh) و گلی (Fm) شناسایی شده و بر اساس تقسیم‌بندی میال (۲۰۰۰) نام‌گذاری شده‌اند که در زیر به توصیف و تفسیر هر یک پرداخته شده است.

رخساره‌ی Gcm (گراول با لایه‌بندی توده‌ای، با قطعات فراوان)

این رخساره معرف طبقاتی است که بخش اصلی آن را گراول‌ها تشکیل داده و بیشتر فضای بین آنها از ذرات ریزتر تشکیل شده است. این رخساره دارای ذرات نیمه زاویه‌دار بوده و جورشدگی ضعیفی از خود نشان

1- Snelder et al.,

می‌دهد. مطالعات (کاستیک و همکاران^۱، ۲۰۱۰: ۱۵۶)، در جنوب غرب آلمان نشان داد که این رخساره نشان‌دهنده‌ی انرژی بالای محیط در هنگام رسوب‌گذاری است و از ته نشست ذرات ریز جلوگیری می‌نماید. لذا طبقات به علت تشکیل در انرژی بالا و شرایط جریان آشفته حالت توده‌ای دارند. این رخساره مربوط به کف کانال یا پایین‌ترین بخش سدهای رسوبی است و معمولاً در رودخانه‌های بریده بریده با بستر گراولی تشکیل می‌شود (دینوکس و همکاران^۲، ۲۰۰۵: ۳۳۶، سایدیکو و روبرت^۳، ۲۰۱۰: ۳۰۶). این رخساره در طول کانال‌های حوضه‌ی آبریز فاروب رومان که دارای شرایط مناسب بوده‌اند، ته نشست کرده و نشانگر انرژی نسبتاً بالای حاصل از تأثیرات وضعیت فیزیوگرافی حوضه همانند شیب بالا و افزایش شدت جریان است (شکل ۱۴ الف و ب و د).

رخساره‌ی Gci (گراول با طبقه‌بندی معکوس، با قطعات فراوان)

این رخساره معرف طبقاتی است که بخش اصلی آن را گراول‌ها همراه با قطعات فراوان تشکیل داده و دارای طبقه‌بندی معکوس‌اند (کاستیک و همکاران، ۲۰۰۵: ۱۴۹، دینوکس و همکاران، ۲۰۰۵: ۳۳۸). این طبقات حاصل جریان‌های خرده‌ای غنی از ذرات، با شدت جریان بالا هستند. این رخساره در بخش‌های بالای کانال‌های اصلی دارای انرژی بالا، شناسایی شده است (شکل ۱۴ ب).

رخساره‌ی Gmm (گراول با لایه‌بندی توده‌ای، با ماتریکس فراوان)

این رخساره نشان‌دهنده‌ی طبقات ضخیمی است که حالت توده‌ای داشته و به دلیل نزدیکی به منشأ کاملاً زاویه‌دار بوده و گراول‌هایی در اندازه‌های بسیار درشت تا ریز را شامل می‌شود و به طور عمده از ماتریکس تشکیل شده است. در این رخساره، رسوبات دانه ریز ماسه‌ای و گلی فضای بین دانه‌های گراولی را پر کرده‌اند. این رسوبات فاقد لایه‌بندی بوده و طبقه‌بندی تدریجی نیز در آنها دیده نمی‌شود. دارای جورشدگی بسیار ضعیف و ساختمان به هم ریخته‌اند که نشان‌دهنده‌ی حمل و نقل کوتاه و نزدیکی به منشأ رسوبی می‌باشد (کاستیک و همکاران، ۲۰۰۵: ۱۶۰، برتولدی و همکاران^۴، ۲۰۰۸: ۴۹، بلری و مکفرسون^۵، ۱۹۹۴: ۴۷۵)، در این کانال رسوبات به دلیل ته نشست ناگهانی و نزدیکی به منشأ کاملاً زاویه‌دار بوده و گراول‌هایی از اندازه‌های بسیار درشت تا ریز رسوب می‌کنند. این رخساره در بخش‌های اولیه‌ی کانال فاروب رومان که نزدیک به منشأ است، شناسایی شده است (شکل ۱۴ ج).

1- Kostic et al.,

2- Deynoux et al.,

3- Siddiqui & Robert

4- Bertolodi et al.,

5- Blair & McPherson

رخساره‌ی Gmg (گراول با طبقه‌بندی تدریجی، با ماتریکس فراوان)

این رخساره نسبت به رخساره‌ی Gmm دارای اختلافاتی است. به طور مثال وجود درصد گراول بیشتر و گردش‌دگی بهتر، این رخساره در شرایطی مشابه با رخساره‌ی Gmm تحت تأثیر جریان‌های با قدرت بالا تشکیل شده و معمولاً دارای فرم پهن و گسترده است. در رودخانه‌ی فاروب رومان این رخساره با رخساره‌های Gmm و Gcm دیده می‌شود (شکل ۱۴ الف و ج).

رخساره‌ی Gh (گراول با قطعات فراوان، با لایه‌بندی افقی)

این رخساره دارای قطعات فراوان است و بر اثر مهاجرت سدهای طولی و یا به شکل رسوبات باقی مانده در کف کانال تشکیل می‌گردد (میال، ۲۰۰۶: ۵۳، کیم و همکاران^۱، ۲۰۰۹: ۱۱۲). در این رخساره مرز زیرین نامشخص و در بعضی مواقع اصلاً وجود ندارد. این رخساره در بالا دست رودخانه‌ی مورد مطالعه با فراوانی اندک و به صورت دانه‌ی پشتیبان از گراول‌های ریزدانه با متوسط اندازه‌ی ۵ میلی‌متر (گرانول) همراه با مقادیری ماتریکس و با لایه‌بندی مشخص بوده که همراه با رخساره‌های Sh، Gmm، Gmg دیده می‌شود (شکل ۱۴ ج).

رخساره‌ی ماسه‌ای (Sh) (ماسه با لایه‌بندی افقی)

تنها رخساره‌ی ماسه‌ای شناسایی شده در رودخانه‌ی فاروب رومان رخساره‌ی Sh است. این رخساره با ضخامت بسیار کمی در قسمت میانی طول رودخانه‌ی مورد مطالعه و به صورت لایه‌ای مسطح دیده می‌شود که ذرات آن در محدوده‌ی ماسه‌ی متوسط تا درشت قرار می‌گیرند و رخساره‌های Gh و Gmm در پایین و بالای آن قرار گرفته‌اند (شکل ۱۴ ج). رخساره‌ی Sh در داخل کانال‌ها معمولاً نشان‌دهنده‌ی مرحله‌ی عقب‌نشینی نهایی سیلابی شدن فصلی است (خالیفه و کاتنون^۲، ۲۰۰۸: ۹۵).

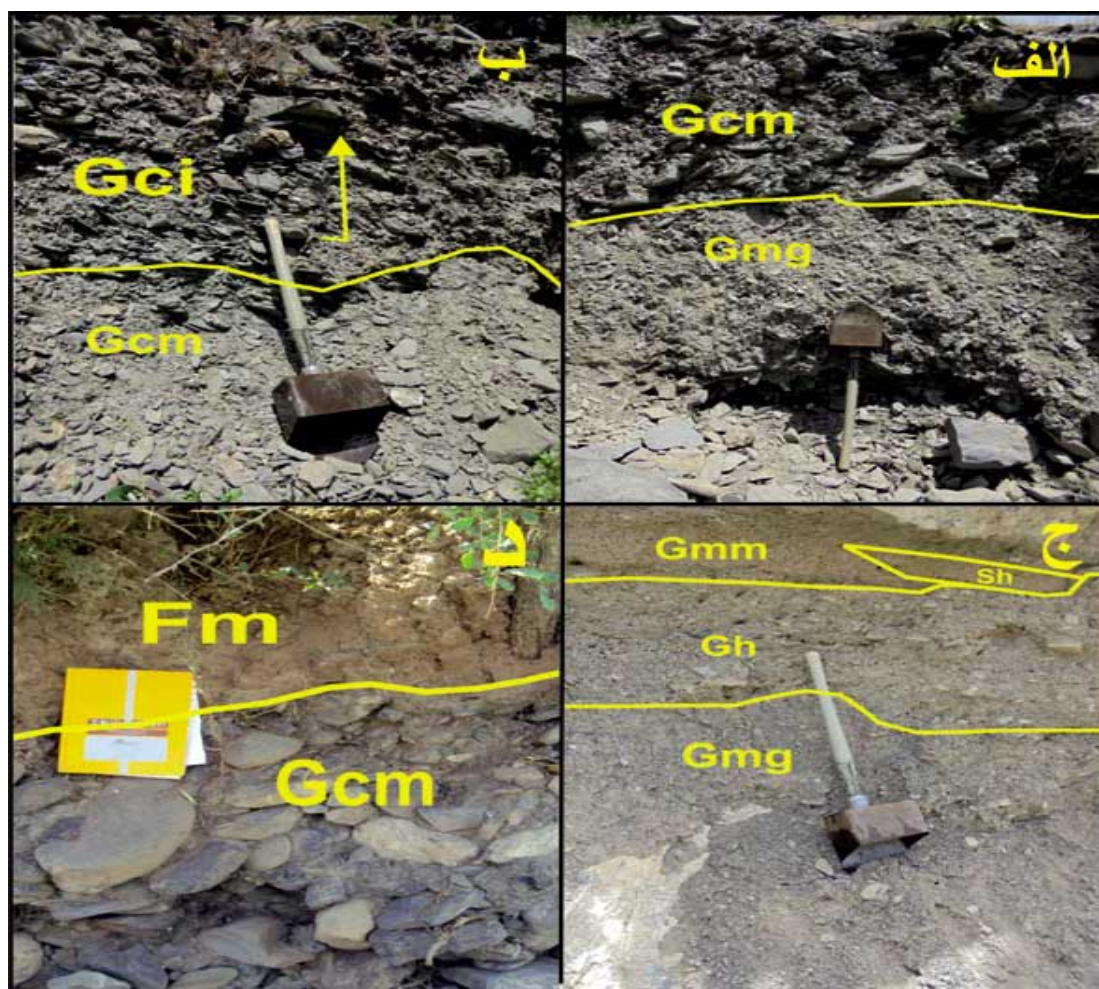
رخساره‌ی گلی (Fm) (گل با لایه‌بندی توده‌ای)

این رخساره حاوی ریشه گیاهان و ترک‌های گلی بوده و در اثر فعالیت ریشه‌ی گیاه ساخت‌های رسوبی آن از بین رفته و طبقات حالت توده‌ای به خود گرفته‌اند (شکل ۱۴ د). ضخامت این رخساره در منطقه‌ی مورد مطالعه بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است. در مواردی که این رخساره‌ی رسوبی با ضخامت کم دیده می‌شود، می‌توان آن را مربوط به رسوب‌گذاری بار معلق در دشت سیلابی و یا به صورت پوشش گلی روی سدها در داخل رودخانه در نظر گرفت (میال، ۲۰۰۶: ۵۲).

1- Kim et al.,

2- Khalifa & Catuneanu

با توجه به رخساره‌های رسوبی شناخته شده، عناصر ساختاری شناخته شده (جدول ۲)، مدل رسوبی رودخانه‌ی فاروب رومان با در نظر گرفتن مدل‌های ارائه شده (میال، ۲۰۰۶: ۶۱) ترسیم شده و مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل (۱۴) رخساره‌های رسوبی موجود در رودخانه‌ی فاروب رومان، (الف) رخساره‌ی Gcm و Gmg، (ب) رخساره‌ی Gci و Gcm، (ج) رخساره‌ی Gmm, Gh, Sh, Gmg، (د) رخساره‌ی Fm, Gcm

جدول (۲) عناصر ساختاری و مجموعه رخساره‌های رسوبی موجود در رودخانه‌ی فاروب رومان

عناصر ساختاری	مجموعه رخساره‌های رسوبی	تفسیر
CH	Sh, Gh, Gcm, Gmm, Gmg	معرف رسوبات پرکننده‌ی کانال، مرز پایین فرسایشی، دارای شکل هندسی به صورت عدسی شکل و گسترده
SG	Gci, Gcm, Gmg, Gmm	جریان خرده‌دار در نواحی نزدیک به منشأ، وجود ساختارهای ورقه‌ای شکل ضخیم، مرزهای فرسایشی، ذرات درشت گراولی فراوان، جورشدگی ضعیف و عدم وجود چین‌بندی
GB	Sh, Gmm	حاصل مهاجرت سدهای گراولی و یا به صورت رسوبات باقی مانده در کف کانال، معمولاً دارای شکل هندسی عدسی شکل و گسترده
FF	Fm	حاوی رسوبات ریز خارج از کانال، فرم توده‌ای و ورقه‌ای

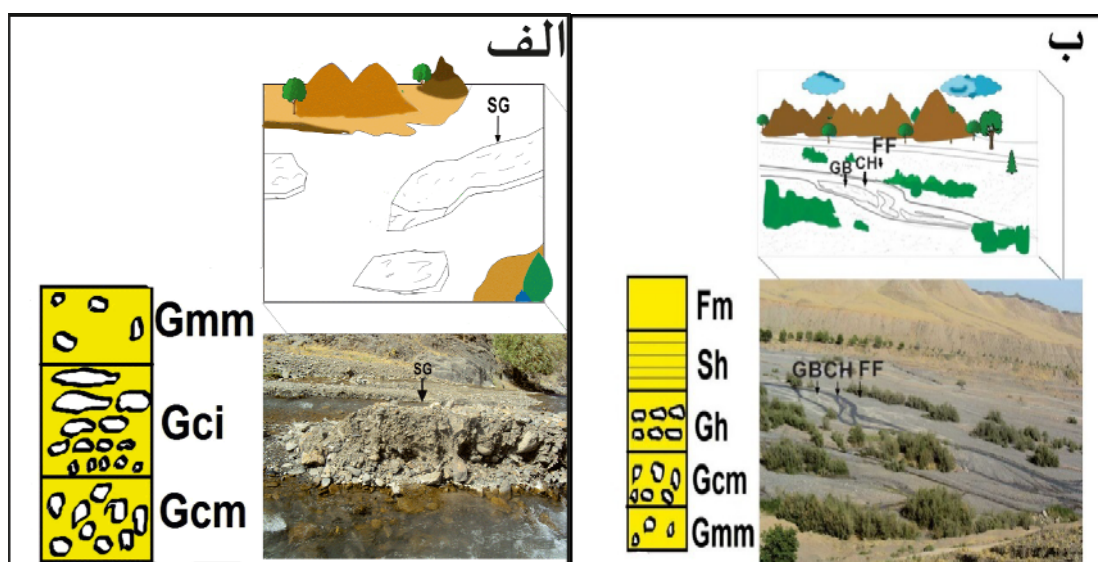
مدل رسوبی

الف) رودخانه‌ی بریده بریده‌ی گراولی با رسوبات جریان ثقلی

این نوع رودخانه در بالادست حوضه‌ی آبریز فاروب رومان وجود دارد و بیشتر رسوبات آن گراولی و دارای جریان‌های گراویته‌ای رسوبی است. رسوبات این رودخانه حاصل جریان‌های واریزه‌ای همراه با فرآیندهای انتقال دوباره هستند (بلری و مکفرسون^۱، ۱۹۹۴: ۴۸۴). رخساره‌های سنگی Gmm، Gcm و Gci شاخص این نوع رودخانه هستند (میال، ۲۰۰۶: ۶۳). عنصر ساختاری آن SG است، که به فرم کشیده و باریک در داخل کانال مشاهده شده است و ضخامت آن حدوداً یک متر است (شکل ۱۵).

ب) رودخانه‌ی بریده بریده‌ی کم‌عمق با بار بستر گراولی

این حالت در قسمت میانی و پایین دست رودخانه تشکیل شده است. عمق رودخانه در این قسمت نسبت به بالا دست کمتر می‌شود. رسوبات عمدتاً درشت هستند و به فرم بار بستر حرکت می‌کنند. عنصر ساختاری GB در این مدل غالب است و شامل توده‌های رسوبی مسطح همراه با سطوح متعدد فرسایش داخلی است و مجموعه‌های متنوعی از نهشته‌های گراولی جریان کششی در آن حضور دارند. عنصر ساختاری CH رسوبات داخل خود کانال را شامل می‌شود که غالباً دانه درشت هستند. عنصر ساختاری خارج کانال FF شامل رسوبات دانه‌ریز بوده و بر اثر طغیان رودخانه به وجود آمده است. از رخساره‌های رسوبی که در این بخش از کانال تشکیل شده‌اند، می‌توان به رخساره‌های Gmm، Gcm، Gmg، Gh، Sh و Fm اشاره نمود.



شکل (۱۵) مدل‌های رسوبی رودخانه فاروب رومان همراه با شکل شماتیکی از رخساره‌های رسوبی موجود در هر مدل

نتیجه گیری

مطالعات رسوب شناسی رودخانه‌ی فاروب رومان نشان می‌دهد که این رودخانه از نوع بریده بریده با بار بستر گراولی است. میانگین اندازه‌ی ذرات رسوبی $35/753$ تا $3/77$ میلی‌متر و میانه بین $48/886$ تا $4/594$ میلی‌متر در تغییر است. در کل رودخانه چهار ناپیوستگی و پنج پیوستگی رسوبی شناسایی شده که این ناپیوستگی‌ها بر اثر عوامل مختلفی همچون ظهور سنگ بستر، ورود کانال‌های فرعی، فعالیت‌های تکتونیکی و تغییر لیتولوژی به وجود آمده است. جورشده‌گی رسوبات در این رودخانه بد تا بسیار بد، کج‌شدگی در تمام نمونه‌ها مثبت (به سمت ذرات ریز) و کشیدگی از پهن تا متوسط است. فرم بیشتر ذرات رسوبی در این رودخانه تیغه‌ای است که ممکن است در ارتباط با ترکیب و شکل اولیه ذرات باشد. طبق نتایج تست لس آنجلس درباره‌ی درصد سایش سنگ‌های فراوان موجود در این حوضه، بیشترین میزان سایش متعلق به شسپت‌ها بوده و بعد از آن به ترتیب کنگلومرا و آهک قرار دارند. شسپت به علت وجود سطوح ضعف قابلیت فرسایش‌پذیری و سایش بیشتری نسبت به سنگ آهک و کنگلومرا دارد. در کنگلومرا وجود سیمان ضعیف در بین سنگ‌ها، باعث سایش و هوازدگی بیشتر آنها نسبت به سنگ آهک می‌شود. به همین دلیل است که وجود سنگ آهک در قسمت‌های پایین دست رودخانه محتمل‌تر است. در حوضه‌ی آبریز فاروب و رومان سه دسته رخساره گراولی (Gci, Gh, Gmg, Gmm) و ماسه‌ای (Sh) و گلی (Fm) شناسایی شده است. بر اساس مجموعه رخساره‌ها و عناصر ساختاری، مدل رسوبی این رودخانه بریده بریده‌ی گراولی با رسوبات جریان ثقلی در بالا دست و بریده بریده‌ی کم عمق گراولی در قسمت‌های میانی و پایین دست رودخانه است.

منابع

- حجازی، اسدالله و برومند، ریحانه (۱۳۹۳)، «تحلیلی بر علل فرسایش و برآورد میزان رسوب در حوضه‌های کوهستانی مناطق خشک (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبریز فاروب رومان نیشابور)»، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال سوم، شماره‌ی ۱، تابستان ۱۳۹۳، صص ۱۲۸-۱۴۶.
- فهیمی، احمد و سروش، حامد (۱۳۸۰)، آزمایش‌های مکانیک سنگ، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.
- قائمی، فرخ؛ قائمی، فرزین و حسینی، کیوان (۱۳۷۸)، نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ نیشابور، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- معرف‌وند، پرویز و عزیزی، فاطمه (۱۳۹۳)، «اندازه‌گیری میزان سایش سنگ‌ها با استفاده از دستگاه لس آنجلس و لاوال ماشین و مقایسه‌ی آنها»، پنجمین کنفرانس مکانیک سنگ، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
- موسوی‌حرمی، رضا؛ محبوبی، اسدالله؛ خانه‌باد، محمد و اخلاقی، مریم‌سادات (۱۳۸۳)، «رابطه‌ی بین پیوستگی رسوبی و پارامترهای بافتی به طرف پایین دست در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی رادکان، شمال غرب چناران»، مقالات هفتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، اصفهان، انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه اصفهان.
- Bertoldi, W.; Ashmore, P.; & Tubino, M. (2008), "A Method for Estimating the Mean Bed Load Flux in Braided Rivers". *Geomorphology*, Vol. 93, No. 15, pp. 45-57.
- Blair, T.C. & McPherson, J.G. (1994), "Alluvial Fans and Their Natural Distinction from Rivers Based on Morphology, Hydraulic Processes, Sedimentary Processes, and Facies", *Journal of Sedimentary Research*, Vol. 64, No. 9, pp. 451-490.
- Davey, C. & Lapointe, M. (2007), "Sedimentary Links and the Spatial Irganization of Atlantic Salmon (*Salmosalar*) Spawning Habitat in a Canadian Shield River", *Geomorphology*, Vol. 83, No. 27, pp. 82-96.
- Deynoux, M.; Inerb, C.A.; Mondoc, O.; Karab, A.; VyVkoglu, M. & Manatschala, G. (2005), "Sevim Tuzeu Facies Architecture and Depositional Evolution of Alluvial Fan to Fan-delta Complexes in the Tectonically Active Miocene, ay Basin, Isparta Angle, Turkey", *Sedimentary Geology*, Vol. 173, No. 12, pp. 315- 343.
- Ferguson, R.I.; Hoey, T.; Wathen, S. & Werrity, A. (1996), "Field Evidence for rapid Downstream Fning of River Gravels Through Selective Transport", *Geology*, Vol. 24, No. 9, pp. 179-182.
- Folk, R.L. (1954), "The Distinction between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary Rock Nomenclature", *Journal of Geology*, Vol. 62, No. 12, pp. 344-359.
- Folk, R.L. (1980), "Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing Company Austin, Texas, 184p.

- Gomez B.; Rosser B.J.; Peacock D.H. & Hick D.M. (2001), "**Downstream Fining in a Rapidly Aggrading Gravel Bed River**". Water Resources Research, Vol. 37, No. 8, pp. 1813-1823.
- Khalifa, M. & Catuneanu, Q. (2008), "**Sedimentary of the Bahariya Formation (Early Cenomanian), Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt**", Journal of African Earth Sciences, Vol. 51, No. 7, pp. 89-103.
- Kim, S.B.; Kim, Y.G.; Jo, H.R.; Jeang, K.S. & Cjough, S.K. (2009), "**Depositional Facies, Architecture and Environments of the Sihwa Formation (Lower Cretaceous), Mid-west Korea with Special Reference to Dinosaur Eggs**", Cretaceous Research, Vol. 30, No. 5, pp. 100-126.
- Kjemperud, V.A.K.; Schomacher, E. & Cross, T. (2008), "**Architecture and Stratigraphy of Alluvial Deposits, Morinson Formation (Upper Jurassic), Utah**", AAPG Bulletin, Vol. 92, No. 8, pp. 155-176.
- Knighton, A.D., (1999), "**Downstream Vartiation in Stream Power**", Geomorphology, Vol. 29, No. 9, pp. 293-306.
- Kostic, B.; Becht, A. & Aigner, T. (2005), "**3D Sedimentary Architecture of a Quaternary Gravel Delta (SW Germany), Implications for Hydrostratigraphy**", Sedimentary Geology, Vol. 181, No. 29, pp. 143-171.
- Koykka, J. (2011), "**The Sedimentation and Paleohydrology of the Mesoprotozoic Stream Deposits in a Strike-slip Basin (Svinsaga Formation), Telemark, Southern Norway**", Sedimentary Geology, Vol. 236, No. 36, pp. 239-255.
- Landwehr, K. & Rhoads B.I. (2003), "**Depositional Response of a Headwater Stream to Channelization, East Central Illinois, USA**". River Research and Application, Vol. 19, No. 2, pp. 77-100.
- Le Pera, E. & Sorriso-Valvo, M. (2000), "**Weathering, Erosion and Sediment Composition in a High Gradient River, Calabria**", Italy Earth Surface Processes and Landform, Vol. 25, No. 8, pp. 277-292.
- Lewin, J. & Brewer, P.A. (2002), "**Laboratory Simulation of Clast Abrasion**", Earth Surface Processes and Landform, Vol. 27, No. 6, pp. 145-164.
- Lisle, T.E.; Iseya, F. & Ikeda, H. (1993), "**Response of Channel with Alternate Bars to a Decrease in Supply of Mixed-size Bed Load: A Fume Experiment**", Water Resources Research, Vol. 29, No. 4, pp. 3623-3629.
- Miall, A.D. (2006), "**The Geology of Fluvial Deposits-Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology**", Springer-Verlag, Berlin, 582 p.
- Miall, A.D. (2000), "**Principle of Sedimentary Basin Analysis**", Springer-Verlag, 668 p.

- Nelson, P.A.; Venditti, J.G.; Dietrich, W.E.; Kirchner, J.W.; Ikeda, H.; Iseya, F. and Sklar, L.S. (2009). “**Response of Bed Surface Patchiness or Educations in Sediment Supply**”, Journal of Geophysics Research, 114, F02005, DOI: 10.102/2008JF001144, 18P.
- Nicols, G. (2009), “**Sedimentology and Stratigraphy**”, Blackwell Science Ltd, 355p.
- Okeyode, I. & Jibiri, N. (2012), “**Grain Size Analysis of the Sediments from Ogun River, South Western Nigeria**”, Earth Science Research, Vol. 2, No. 1, pp. 43-51.
- Parker, G. (1991), “**Selective Sorting and Abrasion of River Gravel: Theory (Part I)**”, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 117, No. 2, pp. 131-149.
- Rengers, F. and Wohl, E. (2007), “**Trend of Grain Sizes on Gravel Bars in the Rio Chagres, Panama**”, Geomorphology, Vol. 83, No. 6, pp. 282-293.
- Rice, S.P. & Church, M. (2010), “**Grain-size Sorting within River Basin Relation to Downstream Fining along a Wandering Channel**”, *Sedimentology*, Vol. 57, No. 2, pp. 232-251.
- Sainath P.A.; Shashikant I.B.; Pragati P.D. & Ravindra D.G. (2012), “**River Change Detection and Bank Erosion Identification Using Topographical and Remote Sensing Data. International**”, Journal of Applied Information Systems, Vol. 3, No. 1, pp. 1-7.
- Sear, D.A. & Newson, M.D. (2003). “**Environmental Change in River Channels: A Neglected Element, Towards Geomorphological Typologies, Standard and Monitoring**”, Science of the Total Environmental, Vol. 310, No. 36, pp. 17 -23.
- Siddiqui, A. & Robert, A. (2010), “**Thresholds of Erosion and Sediment Movement in Bedrock Channels**”, Geomorphology, Vol. 118, No. 14, pp. 301-313.
- Sneed, E.d. & Folk, R.L. (1958). “**Pebbles in the Lower Colorado River, Texas, a Study in Particle Morphogenesis**”, Journal of Geology, Vol. 66, No.8, pp. 114-150.
- Snelder, T.H.; Lamouroux, N. & Pella, H. (2011), “**Empirical Modeling of Large Scale Patterns in River Bed Surface Grain**”, Geomorphology, Vol. 127, No. 15, pp. 189-197.
- Wohl, E. & Merritt, D.M. (2008), “**Reach-scale Channel Geometry of Mountain Streams**”, Geomorphology, Vol. 93, No. 8, pp. 168-185.