

رسوب‌شناسی سدهای طولی در رودخانه الیاتو (جنوب باختر فریمان)

حمیده قادری فیجانی^۱، محمد خانه‌باد^۲، رضا موسوی حرمی^۳ و اسداله محبوبی^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳آستاذ، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶

چکیده

حوضه آبریز الیاتو با شکلی کشیده و مساحتی در حدود ۵۲/۸۹ کیلومتر مربع، در جنوب باختر فریمان جای دارد. به منظور بررسی تغییرات اندازه ذرات و عوامل مؤثر بر ریزشوندگی، ۳۵ نمونه رسوب از محور مرکزی سدهای طولی رودخانه مورد مطالعه برداشت شده و مشخص شد که روند تغییرات اندازه ذرات از الگوی نمایی کاهش به سوی پایین‌دست پیروی کرده است. تغییرات سنگ‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی و گسل خوردگی از عوامل مؤثر در تغییرات درصد شیب رودخانه به سوی پایین‌دست هستند. بر پایه مطالعات سنگ‌نگاری، رسوبات بستر رودخانه بیشتر خرده‌های آذرین همچون سرپانتین و گابرو هستند. همچنین بر پایه مطالعات رسوب‌شناسی، رسوبات سدهای طولی رودخانه مورد مطالعه بیشتر دارای جورشدگی بد و بسیاربد، کج‌شدگیتقریباً متقارن تا بسیارمثبت و کشیدگی متوسط و پهن هستند. در این رودخانه ۶ رخساره رسوبی شامل گراول دانه‌پشتیبان (Gcm)، گراول زمینه‌پشتیبان (Gmm)، گراول لایه‌بندی افقی (Gh)، ماسه توده‌ای (Sm)، گل لامیناسیون‌دار (Fl) و گل توده‌ای (Fm) شناسایی شده است. رخساره‌های موجود در سه عنصر ساختاری کانال (CH)، سدها و اشکال لایه‌ای (GB) و رسوبات ریز خارج از کانال (FF) تشکیل شده‌اند. با توجه به مجموعه‌های رخساره‌ای و عناصر ساختاری، مدل رسوبی رودخانه مورد مطالعه، بریده بریده با بار بستر گراولی است.

کلیدواژه‌ها: سدهای طولی، عناصر ساختاری، مدل رسوبی، رودخانه الیاتو، فریمان.

***نویسنده مسئول:** محمد خانه‌باد

E-mail: mkhanehbad@Ferdowsi.um.ac.ir

۱- پیش‌نویس

رودخانه‌ها نقش بسیار مهمی در حمل‌ونقل ذرات رسوبی، فرسایش رسوبات قدیمی‌تر و رسوب‌گذاری دوباره دارند و بر این اساس از عوامل بسیار مؤثر در تغییر شکل پوسته زمین هستند (موسوی حرمی، ۱۳۸۲). حمل‌ونقل رسوب جزو اصلی رفتار دینامیکی رودخانه‌ها و مسئول فرسایش و تشکیل شکل‌های سطح بستر، تغییرات جانبی-عمودی کانال و پیچیدگی سامانه‌های آبرفتی است (Joeckle and Henebry, 2008; Mao and Surian, 2010). مطالعات زیادی در زمینه تغییرات اندازه ذرات به سوی پایین‌دست صورت گرفته است که همگی کاهش اندازه ذرات به سوی پایین‌دست را تأیید کرده‌اند که خود حاصل فرایندهای جورشدگی هیدرولیکی و سایش ذرات است (Lewin and Brewer, 2002). همچنین ریزشوندگی ذرات متأثر از تغییر سطح اساس، زمین‌ساخت حوضه، هیدرولیک رودخانه و نوع بار رسوبی است (Hoey and Bluck, 1999). کانال‌های آبرفتی دارای انواع مختلف سدهای رسوبی هستند که تکامل آنها تعیین‌کننده الگوی کانال است (Goudie, 2006). تشکیل سدها یکی از فرایندهای پاسخگو به آشفستگی شرایط دینامیکی رودخانه است که دوره طبیعی رودخانه را تغییر می‌دهد و در فرایندهای حمل‌ونقل و رسوب‌گذاری ذرات و حتی گونه‌های زیستی رودخانه تأثیر می‌گذارد (Musselman, 2011). سدها در رودخانه‌های بریده‌بریده و بر پایه تقسیم‌بندی Smith (1973) به ۴ دسته سدهای طولی، قطری، عرضی و حاشیه‌ای تقسیم می‌شوند. جریان به‌وجود آورنده سدهای طولی به صورت یک سویه است و معمولاً در مناطق کم‌ژرفا و آرام تشکیل می‌شود. از آنجایی که سدهای طولی در ایران و حتی خاورمیانه کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، در این پژوهش مطالعه و نمونه‌برداری از سدهای طولی رودخانه صورت گرفته است، تا با بررسی تغییرات اندازه دانه‌ها، تغییرات متغیرهای بافتی مانند میانه، میانگین، جورشدگی، کج‌شدگی، کشیدگی و تجزیه و تحلیل نقش فرایندهای مختلف در روند تغییرات اندازه ذرات به سوی پایین‌دست حوضه آبریز بررسی شود. از دیگر مطالعاتی که روی نهشته‌های رسوبی

رودخانه‌ای انجام می‌شود، تشخیص رخساره‌های رسوبی، عناصر ساختاری و ارائه مدل رسوبی برای رودخانه است. رخساره‌های رسوبی که در کانال و خارج از کانال رودخانه نهشته می‌شوند (Kjemperud et al., 2008) می‌توانند در بازسازی محیط تشکیل کاربرد داشته باشند (Kwon et al., 2002).

۲- ناحیه مورد بررسی

حوضه مورد مطالعه در این پژوهش، با گسترشی حدود ۵۲/۸۹ کیلومتر مربع در جنوب باختری شهر فریمان جای دارد. موقعیت جغرافیایی این حوضه عرض ۳۵° ۲۷' ۴۴" تا ۳۵° ۳۴' ۴۵" شمالی و طول ۴۰° ۳۹' ۳۹" تا ۴۰° ۲۲' ۴۶" شرقی است. متوسط بارندگی سالانه حوضه ۳۵۸ میلی‌متر و دارای آب‌وهوای سرد و نیمه‌خشک است (مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان، ۱۳۸۱). دسترسی به حوضه از دو راه امکان‌پذیر است: (۱) از راه جاده کارخانه قند فریمان به سوی جاده ناری، کیلومتر ۲۰ جاده خاکی باغ عباس به سوی الیاتو؛ (۲) از راه رباط سنگ به سوی روستای ناری و جاده خاکی الیاتو (شکل ۱). حوضه آبریز الیاتو به شکلی کشیده است و شبکه آبراه‌های حوضه با شکل شاخه‌ای از سوی جنوب به شمال جریان و خروجی حوضه در شمال آن جای دارد که به رودخانه فریمان می‌پیوندد. رده‌بندی‌های مختلفی برای آبراه‌ها انجام شده که روش استرالر (Strahler) متداول‌ترین آن‌هاست. در این مطالعه نیز از روش استرالر در رتبه‌بندی آبراه‌ها استفاده شده است.

در این روش آبراه‌های اولیه بدون انشعاب با شماره یک مشخص شد، از به هم پیوستن دو آبراه شماره یک، آبراه شماره دو به وجود می‌آید و دو آبراه درجه دو نیز، آبراه درجه ۳ را تشکیل می‌دهند و الی آخر (ضیایی، ۱۳۸۶). مسیر آبراه‌ها معمولاً نامنظم است و آبراه‌های فرعی می‌توانند تحت هر زاویه‌ای به جریان اصلی وارد شوند (احمدی، ۱۳۸۵؛ شکل ۲). سدهای غالب در رودخانه الیاتو از نوع سدهای طولی هستند و به تعداد زیاد دیده می‌شوند (شکل‌های ۳ و ۴).

۳- زمین‌شناسی منطقه

حوضه آبریز الیاتو از دید زمین‌شناسی روی پی‌سنگ شمال خراسان و روی واحد زمین‌ساختی ایران مرکزی و حلقه افیولیت ملانژ شمال خاوری ایران جای دارد. افیولیت‌های جنوب فریمان که حوضه الیاتو تنها روی بخش کوچکی از آنها قرار دارد با گسترش شمال باختری- جنوب خاوری مهم‌ترین واحد زمین‌شناسی منطقه است؛ این واحد از مجموعه سنگ‌های موسوم به افیولیت شامل سنگ‌های الترابازیک، بازیک و رسوبات پلاژیک تشکیل شده است که در اثر آمیختگی و تداخل آنها با یکدیگر مجموعه‌های آمیزه رنگین سرپانتینی (KPEsm)، (coloured mellange mainly serpantinite) به وجود آمده است (مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان، ۱۳۸۱). واحدهای سنگی موجود در این حوضه بیشتر شامل هارزبورژیت و پریدوتیت (uh)، گابرو و دیاباز (gb)، گدازه‌های اسپیلیتی (sp)، سنگ‌آهک گلوبوترونکانادار و رادیولاریت (k^{tr}) و سنگ‌آهک‌های پلاژیک (pe^l) هستند. واحدهای افیولیتی موجود در منطقه متعلق به کرتاسه پسین- ائوسن هستند. همچنین واحد ماسه‌سنگی سرخ (Es) به سن ائوسن و نهشته‌های نوژن که شامل سیلتستون، ماسه‌سنگ و کنگلومرا و مارن‌های گچ‌دار (Ng^{cl}) و کنگلومرا و ماسه‌سنگ (Ng^{cs}) به سن میوسن- پلیوسن و واحد کنگلومرا با سیمان ضعیف (PIQ^c) به سن پلیوسن- کواترنری است این توالی را تشکیل می‌دهند. واحدهای کواترنری که شامل پادگانه‌های قدیمی (Q¹) و آبرفت‌های عهد حاضر (Q^{pl}) هستند، از واحدهای سنگی دیگری هستند که در حوضه دیده می‌شوند (شکل ۵) (واعظی‌پور و همکاران، ۱۳۷۰).

۴- مواد و روش‌ها

۳۵ نمونه رسوب از محور مرکزی سدهای طولی رودخانه الیاتو برداشت شد و پس از نمونه‌برداری، مراحل آماده‌سازی شامل حذف رطوبت اولیه و مواد آلی صورت گرفت؛ سپس نمونه‌ها با استفاده از ترازوی Mettler p162 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و با استفاده از روش غربال خشک و با فواصل ۰/۵ فی (از ۶- فی تا ۴ فی) نمونه‌ها الک شد. درصد وزنی ذرات در اندازه‌های گراول، ماسه و گل به دست آمد. همچنین نمودار تغییرات طولی متغیرهای اندازه ذرات در هر یک از رده‌ها و گروه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد و نام‌گذاری بافت رسوبات با استفاده از روش Folk (1980) انجام گردید. مشخصه‌های اندازه ذرات (میانگین و میانه قطر ذرات، جورشدگی، کج‌شدگی و کشیدگی) به روش ترسیمی جامع Folk (1980) به دست آمد. برای بررسی ترکیب رسوبات بستر رودخانه و ارتباط آن با منشأ، ۸ مقطع نازک میکروسکوپی از رسوبات در اندازه پیل از نمونه‌های برداشت شده از سدهای گراولی رودخانه انتخاب و اختصاصات مقاطع نازک میکروسکوپی بررسی شد. از آنجا که درصد ذرات در اندازه گل در همه نمونه‌های این رودخانه کمتر از ۵ درصد است، از آزمایش بیبت برای نمونه‌ها چشم‌پوشی شد. با توجه به شواهد و مطالعات صحرائی که در طول مسیر حرکت از بالادست تا پایین‌دست رودخانه انجام شد، رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری موجود در رودخانه بر پایه رده‌بندی Miall (2006)، تفکیک و شناسایی شدند که در پایان به ارائه مدل رسوبی برای این رودخانه انجامید.

۵- یافته‌های پژوهش و بحث

بر پایه مطالعات سنگ‌نگاری بیشتر ذرات موجود در بستر این رودخانه، خرده‌های آذرین الترابافیک (سرپانتین) و مافیک (گابرو) هستند؛ به‌طوری که کانی‌هایی مانند پلاژیوکلاز، پیروکسن و سرپانتین در مقاطع دیده می‌شود (شکل ۶). یافته‌های بررسی رسوبات در جدول ۱ نشان داده شده است؛ تغییرات درصد شیب و نیمرخ طولی این رودخانه به سوی پایین‌دست در شکل‌های ۷ و ۸ آمده است. شکل ۷ نشان می‌دهد

$$D = D_0 e^{-\alpha X} \quad (1)$$

در جایی که D نشان‌دهنده اندازه خطی در فاصله X است، D₀ مشخصه اندازه در فاصله X=0 و α ضریب کاهش اندازه است، که بیانگر میزان کاهش اندازه ذرات به سوی پایین‌دست است. با توجه به معادله Krumbein (1937)، ضریب همبستگی به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۶۱ است و می‌توان گفت این رودخانه به سوی پایین‌دست، ریزشوندگی نشان می‌دهد. ۰/۵ عدد رگرسیون نمودار است. اگر ضریب همبستگی از ۰/۵ بالاتر باشد رودخانه مورد نظر روند ریزشوندگی نشان می‌دهد. از عوامل مؤثر در این تغییرات می‌توان به کاهش شدت انرژی جریان، تغییر جنس واحدهای سنگی، کاهش شیب توپوگرافی کانال اصلی به سوی پایین‌دست حوضه، حمل‌ونقل انتخابی ذرات رودخانه، منابع جانبی رسوب و نوع بار رسوبی اشاره کرد. با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل اندازه دانه‌ها، جورشدگی نمونه‌ها از ۱/۵۳۰ تا ۲/۴۶۹ فی در تغییر است. جورشدگی به سوی پایین‌دست روی این مدل نمایی دارای تغییرات زیادی است (شکل ۱۱- الف) و به‌طور کلی جورشدگی بد و بسیار بد است؛ این وضعیت معرف آشفته‌گی جریان در طول مسیر رودخانه الیاتو به علت تغییر شیب، ویژگی‌های سنگ‌شناسی، تغییرات شدید رژیم جریان در طول زمان، ورود ذرات رسوبی به شکل واریزه‌ای به درون رودخانه و ورود آبراه‌های جدید است. همان‌طور که در نمودار تغییرات جورشدگی مشخص است، جورشدگی به‌طور کلی به سوی پایین‌دست بهتر شده است. با توجه به داده‌های به دست آمده دامنه کج‌شدگی نمونه‌ها از ۰/۰۶۱ تا ۰/۵۱۹ (شکل ۱۱- ب) و از تقریباً متقارن تا بسیار مثبت در تغییر است؛ ولی بیشتر نمونه‌ها در محدوده کج‌شدگی مثبت قرار می‌گیرند. این امر به دلیل وجود ذرات دانه‌ریزتر در میان ذرات درشت‌تر است که سبب می‌شود دنباله منحنی ذرات به سوی ذرات دانه ریزتر کشیده شود، در نتیجه نمونه‌های این رودخانه کج‌شدگی مثبت دارند. سایش و خوردشدگی ذرات درشت‌تر و همچنین دانه‌های ناپایدار و بی‌ثبات (ذرات حاصل از فرسایش واحدهای افیولیت) به تولید رسوبات دانه‌ریزتر می‌انجامد و از جمله دلایل ظهور کج‌شدگی مثبت در این رسوبات است. دامنه کشیدگی نمونه‌ها از ۰/۷۱۳ تا ۱/۰۸۶ (شکل ۱۱- ج) و منحنی رسوبات از پهن تا متوسط متغیر است. معمولاً میان کشیدگی و جورشدگی ارتباط مستقیمی وجود دارد؛ به‌طوری که هر چه جورشدگی رسوبات به سوی بد و بسیار بد پیش می‌رود، از دید کشیدگی، منحنی رسوبات نیز به حالت پهن و بسیار پهن می‌رسد. شکل ۱۱- د، تغییرات کشیدگی بر حسب جورشدگی را نشان می‌دهد، رابطه میان این دو مؤلفه بافتی معرف آن است که با بهترشدن جورشدگی، کشیدگی رسوبات بیشتر می‌شود. در این رودخانه ۶ رخساره رسوبی شامل گراول دانه‌پشتیبان (Gem)، گراول زمینه‌پشتیبان (Gmm)، گراول با لابه‌بندی افقی (Gh)، ماسه توده‌ای (Sm)، گل

ممکن است در اثر نرخ رسوب گذاری بالا و تحت تأثیر جریان های گراویته ای نهشته شده باشد (Wolela, 2008; Khalifa and Catuneanu, 2008; Nalpas et al., 2008).

• **رخساره های گلی:** از رخساره های گلی موجود، می توان به FI و Fm اشاره کرد.
 • **رخساره FI:** در این رخساره، لامیناسیون های مسطح دیده می شود که از مهم ترین ساخت های رسوبی موجود در رسوبات گلی در اندازه سیلت هستند. این رخساره در بالادست و بخش میانی رودخانه مورد مطالعه با ستبراهای متغیر (۳۰ تا ۷۰ سانتی متر) و به همراه رخساره های Gmm و Gcm دیده می شود (شکل های ۱۲- ب و ه). این رخساره در دشت های سیلابی در سرعت های بسیار پایین جریان آب و در اثر رسوب گذاری ذرات معلق به وجود می آید (Miall, 2006).

• **رخساره Fm:** این رخساره با عنوان سیلت و گل توده ای معرفی شده و دارای ریشه گیاهان و ترک های گلی است؛ در اثر فعالیت ریشه گیاه ساخت های رسوبی آن از بین رفته است و چینه ها حالت توده ای به خود گرفته اند؛ ستبرای این رخساره میان ۲۰ تا ۵۰ سانتی متر متغیر است (شکل ۱۲- ی) که می توان آن را مربوط به رسوب گذاری بار معلق در دشت سیلابی دانست (Ito et al., 2006).

۵-۲. عناصر ساختاری

تحلیل عناصر ساختاری لایه های رودخانه ای روشی منطقی برای تشخیص هندسه سه بعدی سامانه های رودخانه ای دیرینه به شمار می رود (Lang et al., 2001). با توجه به رخساره های شناسایی شده، عناصر ساختاری به شرح زیر است:

• **عناصر ساختاری (CH):** این عنصر ساختاری، شامل رخساره های پرکننده کانال است. این عنصر از رسوبات گراولی و ماسه ای تشکیل شده و از دید شکل هندسی به فرم عدسی و صفحه ای کشیده است (Kim et al., 2009) (شکل ۱۳- الف). در رودخانه یاتو این عنصر ساختاری رخساره های رسوبی گراولی و ماسه ای (Gmm و Sm, Gh, Gcm) را دربر گرفته است. شکل هندسی کانال بر پایه ژرفا، نسبت عرض به ژرفا و پیچش تغییر می کند (Allen and Fielding, 2007).

• **عناصر ساختاری (GB):** این عنصر ساختاری، شامل اشکال لایه ای و سدهای گراولی به صورت عدسی شکل و گسترده است که در رودخانه های با بار بستر گراولی متداول هستند (Caltorti et al., 2007). این رخساره رسوبی در رودخانه مورد مطالعه از رخساره های رسوبی Gmm و Sm تشکیل شده است و به طور گسترده در کف کانال و به سبب مهاجرت سدهای طولی در بالادست رودخانه تشکیل می شود (Miall, 2006) (شکل ۱۳- ب). همچنین نشان دهنده رودخانه بریده بریده با پیچش کم است (Gao et al., 2007).

• **عناصر ساختاری (FF):** این عنصر ساختاری رسوبات ریز خارج از کانال را شامل می شود، در رودخانه های بریده بریده دیده می شود و بر اثر کاهش انرژی سیال و در محیط های رسوبی آرام تر ته نشست می کند (Miall, 2006) (شکل ۱۳- الف). این عنصر ساختاری در رودخانه مورد مطالعه از رخساره های رسوبی FI و Fm تشکیل شده است.

۵-۳. مدل رسوبی

بر پایه رخساره های رسوبی و عناصر ساختاری شناسایی شده در کانال اصلی رودخانه یاتو، مدل رسوبی این رودخانه با در نظر گرفتن مدل های ارائه شده توسط Miall (2006) رسم و بررسی می شود (شکل ۱۴ و جدول ۲). مدل رودخانه یاتو بریده بریده با بار بستر گراولی است. در این مدل حواشی کانال با نهشته های گراولی مشخص می شوند. در این رودخانه ستبرای ناچیز رسوبات دانه ریز و ماسه نشانه پایین افتادن سطح آب هستند (Miall, 2006). عنصر ساختاری GB شامل توده های رسوبی مسطح همراه با سطوح بسیار فرسایش داخلی است و مجموعه های گوناگونی از نهشته های گراولی جریان های کثیفی در آن حضور دارند. عنصر ساختاری FF رسوبات ریز خارج از کانال مانند FI و Fm را شامل می شود. عنصر ساختاری CH نیز رخساره های رسوبی گراولی و ماسه ای (Gmm و Sm, Gh, Gcm) را در بر گرفته است.

لامیناسیون دار (FI) و گل توده ای (Fm) شناسایی شده است. رخساره های موجود در ۳ عنصر ساختاری کانال (CH)، سدها و شکل های لایه ای (GB) و رسوبات ریز خارج از کانال (FF) تشکیل شده اند. مطالعه رخساره های رسوبی می تواند نشان دهنده شرایط مختلف رسوب گذاری در محیط رسوبی باشد که کمک بزرگی به تفسیر محیط رسوبی می کند (Kumar et al., 2007). تشکیل رخساره های مختلف تحت تأثیر عوامل گوناگون از جمله اندازه دانه، ژرفا، سرعت و گرانروی جریان و دماست (Tucker, 2001). شکل و نوع کانال های رودخانه ای از نواحی نزدیک به منشأ تا نواحی دور از منشأ و رسوب گذاری در آنها بسیار گوناگون است (Raj, 2007; Kumar et al., 2007).

۵-۱. رخساره ها

• **رخساره های گراولی:** این مجموعه شامل رخساره های Gcm, Gmm و Gh است.
 • **رخساره Gcm:** به رخساره دارای گراول توده ای و دانه پشتیبان گفته می شود (Aboumaria et al., 2009). این رخساره بدون لایه بندی و ایمبر کاسیون و دارای مقدار کمی ماتریکس است (Kim et al., 2009). در این رخساره جورشدگی در بیشتر موارد ضعیف است. این رخساره یکی از فراوان ترین رخساره های رسوبی موجود در رودخانه است که بیشتر با رخساره Gmm، و به مقدار کمتر با رخساره های Sm و FI، همراه است. اندازه قطعات آن از ۰/۵ میلی متر تا ۵۰ سانتی متر در تغییر است و ذرات بیشتر زاویه دار و کمتر گرد شده هستند و با جورشدگی ضعیفی در کنار هم قرار گرفته اند (شکل های ۱۲- الف، ب و ج). این رخساره احتمالاً توسط جریان های خرده دار با پلاستیسیته دورغین و گرانروی و بار رسوبی بالا (Petit et al., 2005; Ito et al., 2006; Roberts, 2007; Miall, 2006) و بیشتر در نواحی پرانرژی و پرشیب نزدیک منشأ بر جای گذاشته می شود (Wolela, 2008; Nalpas et al., 2008; Kosun et al., 2009). این رخساره بیشتر در بالادست کانال رودخانه دیده می شود.

• **رخساره Gmm:** به رخساره گراولی توده ای دارای مقادیر زیادی ماتریکس گفته می شود (Gomez et al., 2009). این رخساره نیز فراوان ترین رخساره دیده شده است که به طور متناوب با رخساره Gcm دیده می شود (شکل های ۱۲- الف و ب). کرویت این قطعات ضعیف تا متوسط است و شکل آنها از هم بعد تا دیسکی تغییر می کند (شکل های ۱۰- الف تا ی). جریان واریزه ای پلاستیک و غلیظ با انرژی بالا سبب ته نشست این رخساره می شود (Gomez et al., 2009). این رخساره در بالادست و بخش میانی و پایین دست کانال رودخانه مورد مطالعه به چشم می خورد.

• **رخساره Gh:** این رخساره به گراول های دارای لایه بندی افقی گفته می شود (Aboumaria et al., 2009). این رخساره به طور چیره به صورت دانه پشتیبان همراه با مقادیری ماتریکس و با فراوانی کم دیده می شود. قطعات این رخساره بیشتر گرد شده هستند و جورشدگی آنها متوسط تا ضعیف است. بیشتر آنها کرویت پایینی دارند و شکل آنها دیسکی تا مکعبی است که از جریان رودخانه ناشی می شود (شکل های ۱۲- ج و د). این رخساره بیشتر در بخش میانی کانال رودخانه دیده شده است.

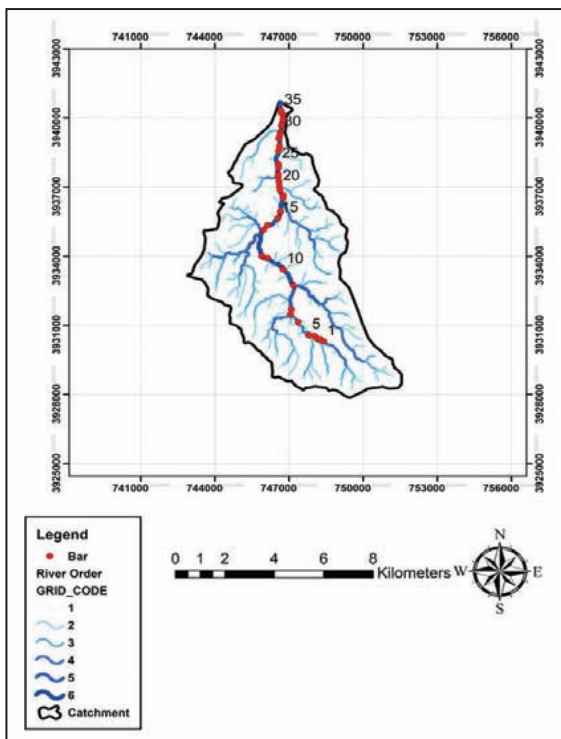
• **رخساره های ماسه ای:** تنها رخساره ماسه ای دیده شده Sm است.

• **رخساره Sm:** به رخساره ای گفته می شود که در آن ماسه ها به صورت توده ای دیده می شوند (Wolela, 2008; Gomez et al., 2009). علت ایجاد حالت توده ای می تواند آشفستگی زیستی موجودات باشد (Khalifa and Catuneanu, 2008). البته ریزش دیواره کانال و یا رسوب گذاری سریع نیز می تواند از عوامل دیگر باشد. ذرات این رخساره دارای جورشدگی متوسط تا خوب و کرویت خوب و از نیمه گرد شده هستند. اندازه ذرات در این رخساره از ۰/۵ تا ۱/۶ میلی متر، از متوسط تا بسیار درشت متغیر است و در بخش میانی کانال رودخانه وجود دارد (شکل ۱۲- ج). این رخساره

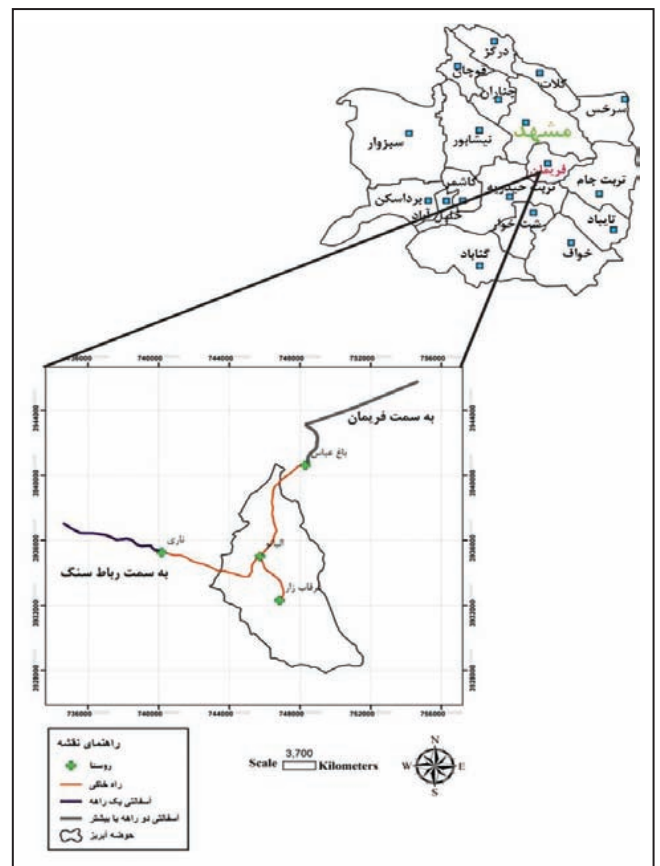
۶- نتیجه‌گیری

می‌روند که می‌توانسته‌اند دلایل ایجاد و کنترل کننده بر روند ریزشوندگی اندازه ذرات به پایین دست رودخانه باشند. همچنین در رودخانه الیاتو ۶ رخساره رسوبی شامل گراول دانه‌پشتیبان (Gcm)، گراول زمینه‌پشتیبان (Gmm)، گراول با ندی افقی (Gh)، ماسه توده‌ای (Sm)، گل لامیناسیون‌دار (FI) و گل توده‌ای (Gmm) و ۳ عنصر ساختاری کانال (CH)، سدها و شکل‌های لایه‌ای (GB) و رسوبات ریز خارج از کانال (FF) دیده شد. بر پایه مجموعه‌های رخساره‌های و عناصر ساختاری، مدل رسوبی رودخانه مورد مطالعه، بریده‌بریده با بار بستر گراولی است.

رسوبات تشکیل‌دهنده سدهای طولی رودخانه الیاتو از دید ترکیب بیشتر از خرده‌های مافیکی و اولترامافیکی تشکیل شده‌اند. رسوبات سدهای طولی رودخانه بیشتر دارای جورشدگی بد و بسیار بد، کج‌شدگی تقریباً متقارن تا بسیار مثبت و کشیدگی متوسط و پهن هستند و ریزشوندگی به سوی پایین دست را تأیید می‌کنند. عوامل مختلفی از جمله انرژی جریان، جنس واحدهای سنگی، حمل و نقل انتخابی ذرات رودخانه، نوع بار رسوبی رودخانه و مقاومت آنها در برابر سایش و خوردشدگی، میزان شیب بستر و ورود رسوبات از شاخه‌های فرعی به کانال اصلی و غیره از جمله عواملی به شمار



شکل ۲- شبکه آبراه‌ها و نقاط نمونه‌برداری از سدهای طولی به سوی پایین دست حوضه آبریز الیاتو.



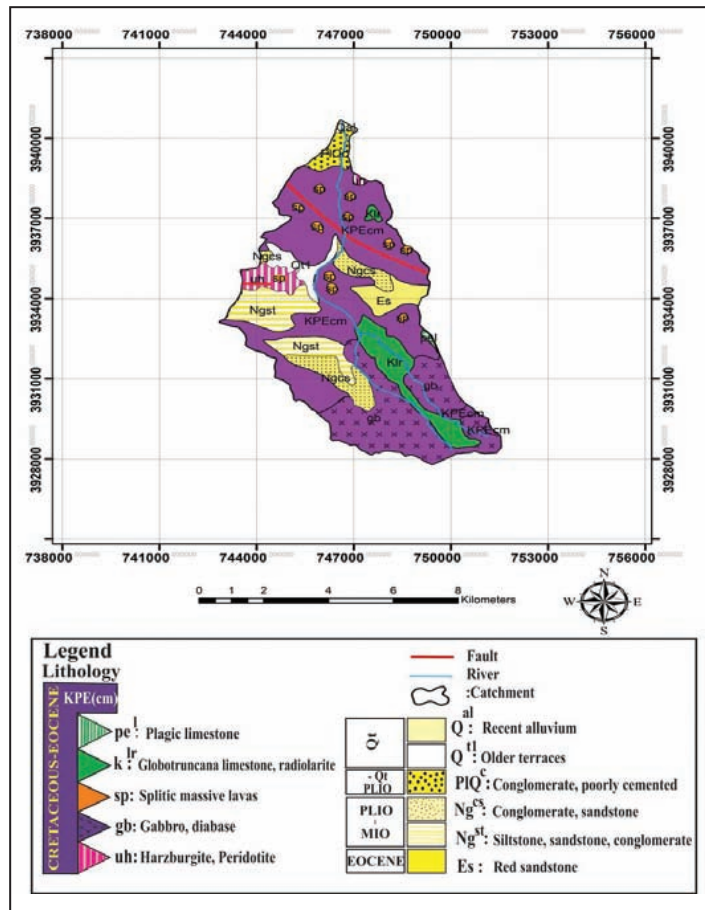
شکل ۱- موقعیت و راه‌های دسترسی به منطقه.



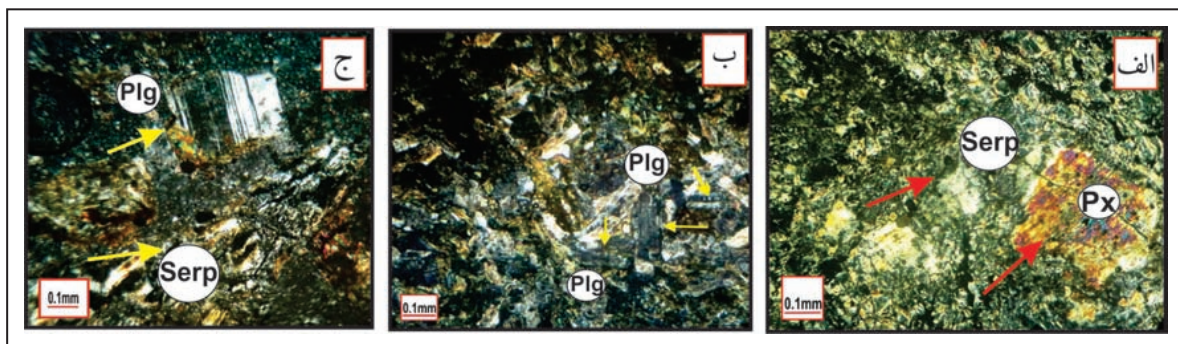
شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای از سدهای طولی حوضه آبریز الیاتو.



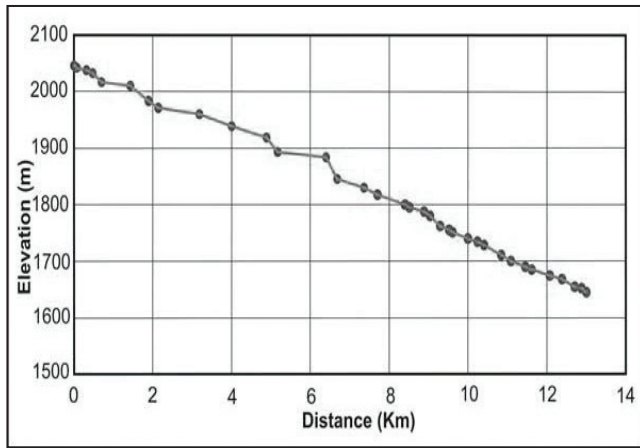
شکل ۴- تعدادی از سدهای طولی در مسیر رودخانه الیاو. الف) سد طولی شماره ۷؛ ب) سد طولی شماره ۱۲؛ ج) سد طولی شماره ۱۷.



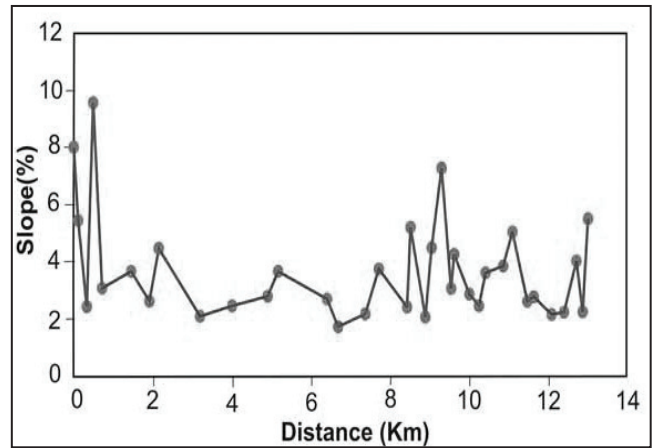
شکل ۵- نقشه زمین شناسی حوضه آبریز الیاو (برگرفته از واعظی پور و همکاران (۱۳۷۰)).



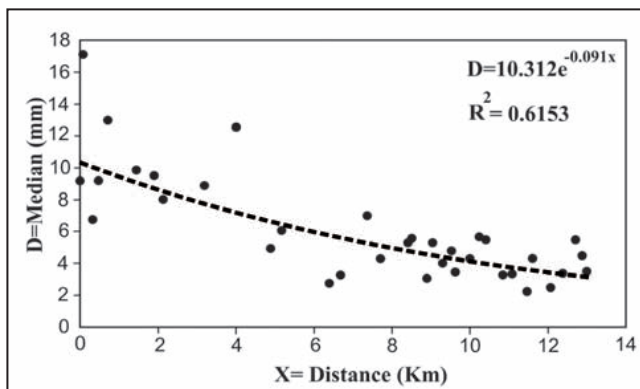
شکل ۶- تصاویر میکروسکوپی پیل های موجود در کانال رودخانه؛ الف) سرپانتینیت و پیروکسن؛ ب) گابرو با پلاژیوکلاز فراوان؛ ج) سرپانتینیت به همراه پلاژیوکلاز.



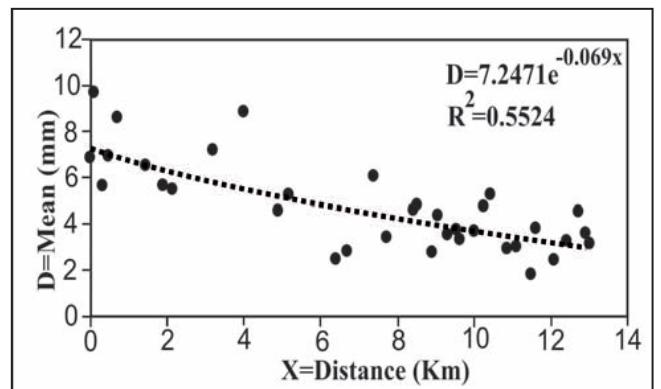
شکل ۸- نیمرخ طولی رودخانه الیاتو.



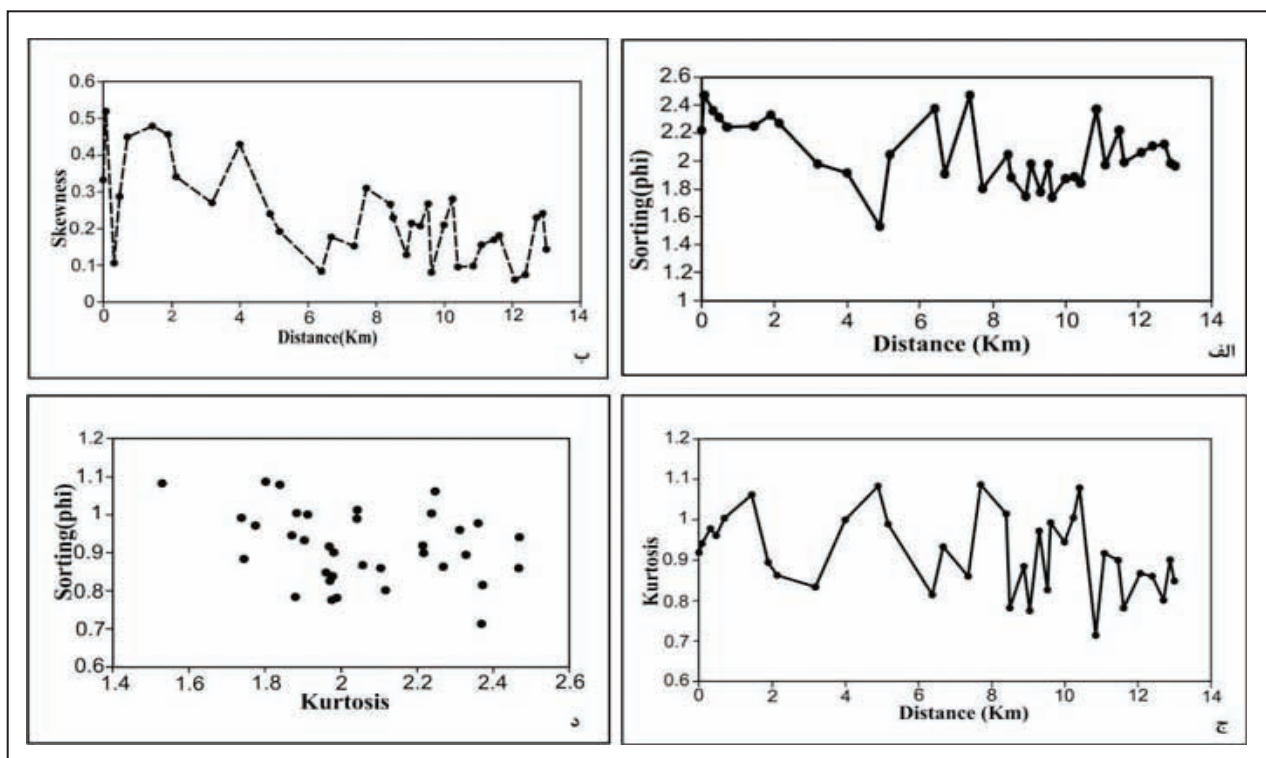
شکل ۷- تغییرات شیب در مسیر رودخانه الیاتو.



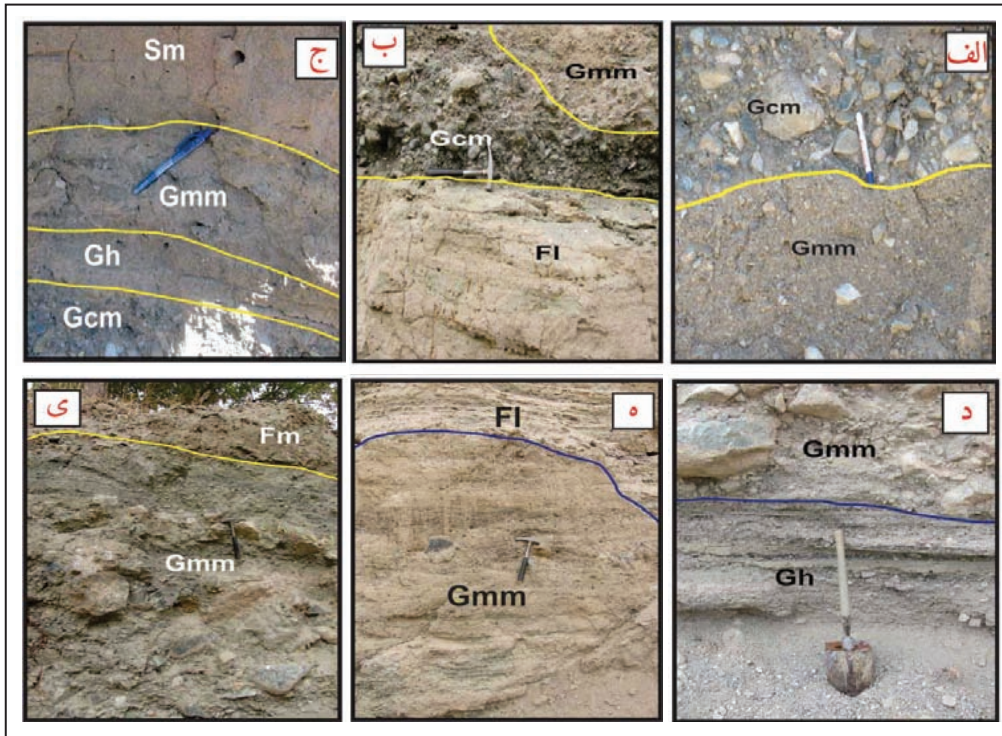
شکل ۱۰- تغییرات میانه ذرات رسوبی به سوی پایین دست رودخانه الیاتو.



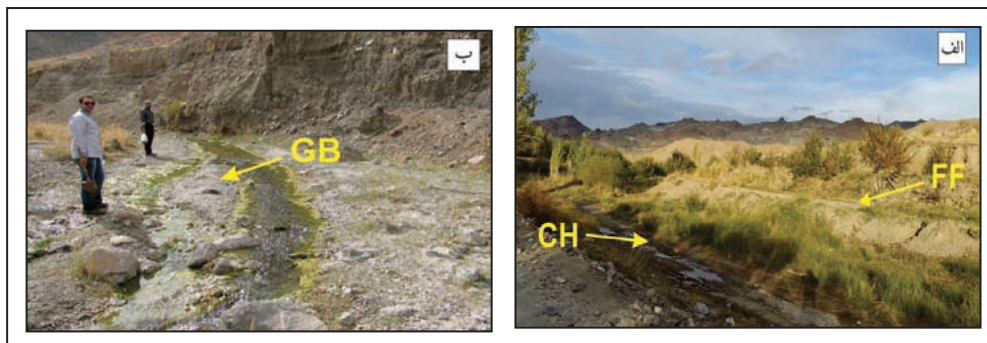
شکل ۹- تغییرات میانگین ذرات رسوبی به سوی پایین دست رودخانه الیاتو.



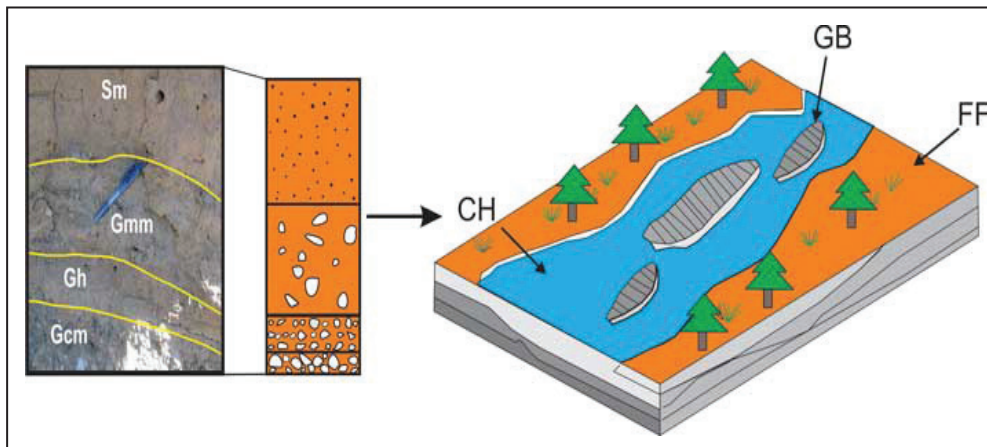
شکل ۱۱- (الف) تغییرات جورشدگی به سوی پایین دست رودخانه الیاتو؛ (ب) تغییرات کج شدگی به سوی پایین دست رودخانه الیاتو؛ (ج) تغییرات کشیدگی به سوی پایین دست رودخانه الیاتو؛ (د) رابطه میان جورشدگی و کشیدگی ذرات به سوی پایین دست رودخانه الیاتو.



شکل ۱۲- رخساره‌های موجود در رودخانه الیاتو؛ الف) رخساره‌های Gmm و Gcm؛ ب) رخساره‌های Gmm و FI؛ ج) رخساره‌های Gcm، Gmm، Gh و Sm؛ د) رخساره‌های Gmm و Gh؛ ه) رخساره‌های Gmm و FI؛ ی) رخساره‌های Gmm و Fm.



شکل ۱۳- عناصر ساختاری موجود در رودخانه الیاتو.



شکل ۱۴- مدل رسوبی رودخانه الیاتو بر پایه مدل‌های ارائه شده توسط Miall (2006) و عناصر ساختاری آن.

جدول ۱- متغیرهای رسوبی سدهای طولی اندازه گیری شده در رودخانه ایاتو.

شماره نمونه	میانہ (Mdm)	میانگین (MZ) (mm)	جورشدگی (فی) ($I\sigma$)	کج‌شدگی (SKI)	ضریب کشیدگی (KG)	شیب (%)	ارتفاع (m)	فاصله (Km)	درصد گراول	درصد ماسه	درصد کل	نام‌گذاری رسوبات
۱	۹/۱۸۹	۶/۷۲۷	۲/۲۱۵	۰/۳۳۰	۰/۹۱۸	۸	۲۰۴۲	۰	۷۸/۷۶۳	۲۰/۹۰۹	۰/۳۲۸	گراول ماسه‌ای
۲	۱۷/۱۴	۹/۷۱۳	۲/۴۶۹	۰/۵۱۹	۰/۹۴۰	۵/۴۴	۲۰۳۸	۰/۰۷۳	۸۱/۲۶۲	۱۷/۸۱۶	۰/۹۲۲	گراول
۳	۶/۷۲۷	۵/۶۵۶	۲/۳۶۱	۰/۱۰۶	۰/۹۷۷	۲/۴۵	۲۰۳۲	۰/۳۱۷	۷۶/۰۵۹	۲۳/۰۴۵	۰/۸۹۶	گراول ماسه‌ای
۴	۹/۱۸۹	۶/۹۶۴	۲/۳۱۱	۰/۲۸۷	۰/۹۶۰	۹/۵۵	۲۰۱۷	۰/۴۷۴	۷۸/۶۶۱	۲۰/۶۹۱	۰/۶۴۸	گراول ماسه‌ای
۵	۱۲/۹۹	۸/۸۷۶	۲/۲۳۸	۰/۴۴۸	۱/۰۰۳	۳/۰۹	۲۰۱۰	۰/۷۰۰	۸۰/۵۴۱	۱۸/۶۳۹	۰/۸۲	گراول
۶	۹/۸۴۹	۶/۵۴۳	۲/۲۴۶	۰/۴۷۸	۱/۰۶۲	۳/۶۶	۱۹۸۳	۱/۴۳۷	۷۹/۴۵۱	۱۸/۹۵۵	۱/۵۹۴	گراول ماسه‌ای
۷	۹/۵۱۳	۵/۶۵۶	۲/۳۲۸	۰/۴۵۶	۰/۸۹۴	۲/۶۱	۱۹۷۱	۱/۸۹۶	۷۸/۱۴۴	۲۱/۴۶۲	۰/۳۹۴	گراول ماسه‌ای
۸	۸	۵/۵۰۲	۲/۲۶۸	۰/۳۴۰	۰/۸۶۲	۴/۶۴	۱۹۶۰	۲/۱۳۳	۷۳/۰۸۸	۲۶/۴۸۱	۰/۴۳۱	گراول ماسه‌ای
۹	۸/۸۷۶	۷/۲۱۰	۱/۹۷۴	۰/۲۷۱	۰/۸۳۳	۲/۰۹	۱۹۳۸	۳/۱۸۴	۷۸/۹۹۶	۲۰/۹۰۱	۰/۱۰۳	گراول ماسه‌ای
۱۰	۱۲/۵۵۳	۸/۸۷۶	۱/۹۱۲	۰/۴۲۹	۱/۰۰۰	۲/۴۵	۱۹۱۸	۴/۰۰۰	۸۳/۶۸۱	۱۵/۷۷۲	۰/۵۴۷	گراول
۱۱	۴/۹۲۴	۴/۵۹۴	۱/۵۳۰	۰/۲۳۹	۱/۰۸۲	۲/۷۹	۱۸۹۳	۴/۸۹۳	۷۹/۱۸۶	۲۰/۴۹۲	۰/۳۲۲	گراول ماسه‌ای
۱۲	۶/۰۶۲	۵/۲۷۸	۲/۰۴۲	۰/۱۹۲	۰/۹۸۹	۳/۶۶	۱۸۸۳	۵/۱۶۶	۷۷/۱۰۷	۲۲/۵۴۱	۰/۳۵۲	گراول ماسه‌ای
۱۳	۲/۳۳۲	۲/۴۷۹	۲/۳۷۳	۰/۰۸۴	۰/۸۱۴	۲/۶۹	۱۸۵۰	۶/۳۹۲	۵۷/۰۴۶	۴۲/۶۸۷	۰/۲۶۷	گراول ماسه‌ای
۱۴	۳/۲۴۹	۲/۸۲۸	۱/۹۰۳	۰/۱۷۶	۰/۹۳۲	۱/۷۴	۱۸۴۵	۶/۶۷۸	۶۳/۲۳۳	۳۶/۵۵۵	۰/۲۱۲	گراول ماسه‌ای
۱۵	۶/۹۶۴	۶/۰۶۲	۲/۴۶۸	۰/۱۵۲	۰/۸۵۹	۲/۱۸	۱۸۳۰	۷/۳۶۶	۷۳/۸۸۱	۲۵/۸۲۲	۰/۲۹۷	گراول ماسه‌ای
۱۶	۴/۲۸۷	۳/۴۳۴	۱/۸۰۱	۰/۳۱۰	۱/۰۸۶	۳/۷۳	۱۸۱۷	۷/۷۰۹	۶۹/۴۳۲	۲۹/۸۵۷	۰/۷۱۱	گراول ماسه‌ای
۱۷	۵/۲۷۸	۴/۶۲۶	۲/۰۴۲	۰/۲۶۶	۱/۰۱۳	۲/۴۲	۱۸۰۰	۸/۴۱۰	۷۵/۱۷۴	۲۴/۱۸۱	۰/۶۴۵	گراول ماسه‌ای
۱۸	۵/۵۴۰	۴/۸۲۳	۱/۸۸۰	۰/۲۳۰	۰/۷۸۲	۵/۲۱	۱۷۹۵	۸/۵۰۶	۷۴/۵۲۵	۲۵/۲۸۶	۰/۱۸۹	گراول ماسه‌ای
۱۹	۳/۰۳۱	۲/۷۸۹	۱/۷۴۵	۰/۱۲۹	۰/۸۸۳	۲/۰۷	۱۷۸۷	۸/۸۹۲	۶۱/۳۷۱	۳۸/۳۹۹	۰/۲۳	گراول ماسه‌ای
۲۰	۵/۲۷۸	۴/۳۷۷	۱/۹۷۶	۰/۲۱۴	۰/۷۷۴	۴/۴۸	۱۷۸۰	۹/۰۴۰	۶۹/۵۹۸	۳۰/۲۴۶	۰/۱۵۶	گراول ماسه‌ای
۲۱	۴	۳/۵۵۵	۱/۷۷۵	۰/۲۰۷	۰/۹۷۱	۷/۲۸	۱۷۶۲	۹/۲۹۵	۷۰/۵۵۲	۲۹/۲۰۱	۰/۲۴۷	گراول ماسه‌ای
۲۲	۴/۷۵۶	۳/۷۵۸	۱/۹۷۱	۰/۲۶۹	۰/۸۲۶	۳/۰۹۷	۱۷۵۵	۹/۵۲۱	۷۰/۳۳۶	۲۹/۵۷۷	۰/۰۸۷	گراول ماسه‌ای
۲۳	۳/۴۳۴	۳/۳۴۰	۱/۷۳۸	۰/۰۸۰	۰/۹۹۲	۴/۲۷	۱۷۵۱	۹/۶۱۴	۶۷/۶۱۳	۳۲/۱۶۸	۰/۲۱۹	گراول ماسه‌ای
۲۴	۴/۲۸۷	۳/۶۸۰	۱/۸۷۱	۰/۲۰۹	۰/۹۴۵	۲/۸۸	۱۷۴۰	۹/۹۹۵	۷۰/۸۹۹	۲۸/۹۲	۰/۱۸۱	گراول ماسه‌ای
۲۵	۵/۶۵۶	۴/۷۵۶	۱/۸۸۴	۰/۲۸	۱/۰۰۴	۲/۴۶	۱۷۳۴	۱۰/۲۳۸	۷۰/۴۷۰	۲۲/۷۷	۰/۷۶	گراول ماسه‌ای
۲۶	۵/۴۶۴	۵/۲۷۸	۱/۸۳۹	۰/۰۹۵	۱/۰۷۸	۳/۶۳	۱۷۲۸	۱۰/۴۰۳	۸۰/۴۲۰	۱۹/۲۵	۰/۳۳	گراول
۲۷	۳/۲۴۹	۲/۹۴۸	۲/۳۶۸	۰/۰۹۸	۰/۷۱۳	۳/۸۶	۱۷۱۱	۱۰/۸۴۳	۵۸/۲۲۰	۴۱/۶۳۳	۰/۱۴۷	گراول ماسه‌ای
۲۸	۳/۳۱۷	۳/۰۱۰	۱/۹۵۹	۰/۱۵۵	۰/۹۱۶	۵/۰۴۲	۱۶۹۹	۱۱/۰۸۱	۶۳/۰۲۳	۳۶/۷۷۵	۰/۲۰۲	گراول ماسه‌ای
۲۹	۲/۲۱۹	۱/۸۱۵	۲/۲۱۷	۰/۱۷۰	۰/۸۹۹	۲/۶۱	۱۶۸۹	۱۱/۴۶۴	۵۱/۸۱۲	۴۷/۸۴۵	۰/۳۴۳	گراول ماسه‌ای
۳۰	۴/۲۸۷	۳/۸۱۰	۱/۹۸۹	۰/۱۸۰	۰/۷۸۱	۲/۷۷	۱۶۸۵	۱۱/۶۰۸	۶۷/۰۵۸	۳۲/۲۵۷	۰/۶۸۵	گراول ماسه‌ای
۳۱	۲/۴۶۲	۲/۴۴۵	۲/۰۵۷	۰/۰۶۱	۰/۸۶۷	۲/۱۷	۱۶۷۵	۱۲/۰۶۸	۵۵/۵۳۵	۴۳/۹۵۷	۰/۵۰۸	گراول ماسه‌ای
۳۲	۳/۳۶۳	۳/۲۷۱	۲/۱۰۴	۰/۰۷۴	۰/۸۶۰	۲/۲۳	۱۶۶۸	۱۲/۳۸۱	۶۵/۱۴۲	۳۴/۶۳۵	۰/۲۲۳	گراول ماسه‌ای
۳۳	۵/۴۶۴	۴/۵۳۱	۲/۱۱۷	۰/۲۳۰	۰/۸۰۱	۴	۱۶۵۵	۱۲/۷۰۶	۷۳/۰۳۶	۲۶/۴۵۴	۰/۵۱	گراول ماسه‌ای
۳۴	۴/۴۳۸	۳/۶۰۵	۱/۹۸۱	۰/۲۴۱	۰/۹۰۰	۲/۲۴	۱۶۵۱	۱۲/۸۸۴	۷۰/۶۷۸	۲۹/۱۲۸	۰/۱۹۴	گراول ماسه‌ای
۳۵	۳/۴۸۲	۳/۱۳۸	۱/۹۶۱	۰/۱۴۴	۰/۸۴۷	۵/۵۰	۱۶۴۵	۱۲/۹۹۳	۶۵/۷۸۲	۳۳/۹۷	۰/۲۴۸	گراول ماسه‌ای

جدول ۲- رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری مدل رودخانه ای شناسایی شده در حوضه آبریز الیاتو بر پایه رده‌بندی (Miall, 2006).

عناصر ساختاری	نوع رخساره	نوع رسوبات	میزان پیچش	میزان انرژی حمل رسوبات	نوع رودخانه
CH	Sm, Gh, Gcm, Gmm				
GB	Sm Gmm ,	گراول با مقدار کمی رسوبات ریزدانه	کم	زیاد	رودخانه بریده‌بریده با بار بستر گراولی
FF	Fm, Fl				

کتابنگاری

- احمدی، ح.، ۱۳۸۵- ژئومورفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ ص.
- ضیایی، ح.ا.، ۱۳۸۶- اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ دوم، ۵۴۸ ص.
- مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی خراسان، ۱۳۸۱- مطالعات آبخیزداری حوضه آبریز الیاتو شهرستان فریمان، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی.
- موسوی حرمی، س. ر.، ۱۳۸۲- مطالعات رسوب شناسی و نرخ ریزشوندگی به طرف پایین دست حوضه آبریز بندگلستان جنوب شرقی مشهد، مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۱، صص. ۸۷ تا ۱۱۷.
- واعظی‌پور، م. ج.، علوی تهرانی، ن.، بهروزی، ا. و علوی نائینی، م.، ۱۳۷۰- نقشه زمین شناسی تربت حیدریه: مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- Aboumaria, Kh., Zaghoul, M. N., Battaglia, M., Loiacono, F., Puglisi, D. and Aberkan, M., 2009- Sedimentay processes and provenance of Quaternary marine formations from the Tangier Peninsula (Northern Rif, Morocco). *Journal of African Earth Sciences* 55: 10-35.
- Allen, P. J. and R. Fielding, C., 2007- Sedimentology and stratigraphic architecture of the Late Permian Betts Greek Beds, Queensland, Australia. *Sedimentary Geology* 202: 5-34.
- Caltorti, M., Pieruccini, P. and Rustioni, M., 2007- The Barga Basin (Tuscany): A record of Plio -Pleistocene mountain building of the North Apennines, Italy. *Quaternary International* 10, 45 p.
- Folk, R.L., 1980- Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, 182p.
- Gao, C., Boreham, S., Preece, R. C., Gibbard, P. L. and Briant, R. M., 2007- Fluvial response to rapid climate change during the Devensian (Weichselian) Lateglacial in the River Great Ouse, southern England, UK. *Sedimentary Geology* 202: 193-210.
- Gomez, J. L., Chivelet, J. M. and Palma, R. M., 2009- Architecture and development of the alluvial sediments of the Upper Jurrassic Tordillo Formation in the Canada Ancha Valley, northern Neuquen Basin, Argentina. *Sedimentary Geology* 219: 180-195.
- Goudie, A. S., 2006- Global warming and fluvial geomorphology. *Geomorphology* 79: 384-394.
- Hoey, T. B. and Bluck, B. J., 1999- Identifying the controls on downstream fining gravels. *Journal of Sedimentary Research* 69: 40-50.
- Ito, M., Matsukawa, M., Saito, T. and Nichols, D. J., 2006- Facies architecture and paleohydrology of a synrift Succession in the Early Cretaceous Choyr Basin, southern Mogolia. *Cretaceous Research* 27: 226-240.
- Joekle, R. M. and Henebry, G. M., 2008- Channel and island change in the lower Platte River, eastern Nebraska, USA: 1855-2005. *Geomorphology* 102: 410-418.
- Khalifa, M. A. and Catuneanu, O., 2008- Sedimentology of the fluvial and fluvio-marine facies of the bahariya Formation (Early Cenomanian), Bahariya Oasis, Weteren Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences* 51: 89-103.
- Kim, S. B., Kim, Y. G., Jo, H. R., Jeong, K. S. and Chough, S. K., 2009- Depositional facies, architecture and envirnments of the Sihwa Formation (Lower Cretaceous), mid-west Korea with special reference to dinosaur eggs. *Cretaceous Research* 30: 100-126.
- Kjemperud, V. A., Sckomacher, E. R. and Cross, T. A., 2008- Architecture and stratigraphy of alluvial deposits, Morinson Formation(Upper Jurassic), Utah The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 92 (8):1055-1076.

- Kosun, E., Possion, A., Ciner, A., Wernli, R. and Monod, O., 2009- Syn-tectonic sedimentary evolution of the Miocene Catallar Basin, southwestern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 34: 466-476.
- Krumbein, W.G., 1937- Sediments and exponential curves. *Journal of Geology* 45: 577-601.
- Krumbein, W. C., 1937- Sediments and exponential curves. *The Journal of Geology* 45(6): 577-601.
- Kumar, R., Suresh, N., Sangode, S. J. and Kumaravel, V., 2007- Evolution of the Quaternary alluvial fan system in the Himalayan foreland basin: Implications for tectonic and climatic decoupling. *Quaternary International* 159: 6-20.
- Kwon, Y. K., Chough, S. K., Choi, D. K. and Lee, D. J., 2002- Origine of limestone conglomerates in the Choson Souper group (Cambro-Ordovician), mideastrkorea. *Sedimentary Geology* 146: 265-283.
- Lang, S. C., Grech, P., Root, R., Hill, A. and Harrison, D., 2001- The application of sequence stratigraphy to exploration and reservoir development in the Cooper Eromanga-Bowen-Surat basin system. *APPEAJ* 41, P. 233-250.
- Larue, J. P., 2008- Effects of tectonics and lithology on long profiles of 16 rivers of the southern Central Massif border between the Aude and the Orb (France). *Geomorphology* 93:343-367.
- Lewin, J. and Brewer, P. A., 2002- Predicting channel patterns. *Geomorphology* 40: 329-339.
- Mao, L. and Surian, N., 2010- Observations on sediment mobility in a large gravel-bed river. *Geomorphology* 14: 326-337.
- Miall, A. D., 2006- *The Geology of Fluvial Deposits Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*, Springer- Verlag, Berlin, 582p.
- Musselman, Z. A., 2011- The localized role of base level lowering on channel adjustment of tributary streams in the Trinity River basin downstearm of Livingston Dam, Texas, USA. *Geomorphology* 128: 42-56.
- Nalpas, T., Dabared, M. P., Ruffet, G., Vernon, A., Mpodozis, C., Loi, A. and Herail, G., 2008- Sedimentation and preservation of the Miocene Atacama Gravels in the pedernales - Chararal Area, Northern Chile: Climatic or tectonic control. *Tectonophysics* 459: 161-173.
- Petit, F., Gob, F., Houbrechts, G. and Assani, A. A., 2005- Critical specific stream power in gravel-bed rivers. *Geomorphology* 69: 92-101.
- Raj, R., 2007- Late Pleistocene fluvial sedimentary facies, the Dhadhar River basin, Western India. *Quaternary International* 159: 93-101.
- Roberts, E. M., 2007- Facies architecture and depositional environments of the Upper Cretaceous Kaiparowits Formation, Southern Utah. *Sedimentary Geology* 197: 207-233.
- Smith, D. G., 1973- Aggradation of the Alexandra- North Saskatchewan River, Banff Park, Alberta. *Fluvial Geomorphology*. p. 201-219.
- Tucker, M. E., 2001- *Sedimentary Petrology*. Third Edition, Black well, oxford, 260p.
- Wolela, A., 2008- Sedimentation of the Triassic- Jurassic Adigrat Sandstone Formation, Blue Nile (Abay) Basin, Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences* 52: 30-42.

Sedimentology of longitudinal bars in the Elyato river (South Western Fariman)

H. Ghaderi Fijani¹, M. Khanehbad^{2*}, R. Moussavi Harami³ and A. Mahboubi³

¹M.Sc. Student, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 2015 October 18

Accepted: 2016 January 26

Abstract

The elongated Elyato River catchment, covering about 52.89 Km² areas, is located in southwestern Fariman. To understand the grain size variation and effective factors in downstream fining, 35 samples from central axis of Longitudinal Bars have been collected and analyzed. The results indicate that the grain size decreases downstream as exponential. The lithological and geomorphological changes and faulting are effective in the slope percentage changes downstream. Based on petrographic studies, sediments on the river's substrate are igneous rock fragments such as gabbro and serpentine group. However, based on sedimentological studies, we show that the sediments of Longitudinal Bars are mostly poorly and very poorly sorted, near symmetrical to very positive skewness and mesokurtic and platykurtic kurtosis. Six sedimentary facies including grain supported gravel (Gcm), matrix supported gravel (Gmm), grain supported gravel with horizontal bedding (Gh), massive sand (Sm), laminated mud (Fl) and massive mud (Fm) are recognized along the wall of the studied river. These sedimentary facies have formed in 3 architectural elements including channel (CH), Gravel bars and bed form (GB) and fine grain clastic deposits (FF). Based on sedimentary facies and architectural elements, sedimentary model for this river is proposed as gravelly braided river system.

Keywords: Longitudinal Bars, Architectural Elements, Sedimentary Model, Elyato River, Fariman.

For Persian Version see pages 69 to 78

*Corresponding author: M. Khanehbad; E-mail: mkhanehbad@Ferdowsi.um.ac.ir