

## رخساره‌های رسوبی و روند ریز شوندگی رسوبات در رودخانه عشق آباد - سوله (جنوب غرب قوچان)

سمیرا تقدیسی نیکبخت<sup>۱</sup>، اسداله محبوبی<sup>۲\*</sup>، محمد حسین محمودی قرایی<sup>۳</sup>، محمد خانہ باد<sup>۴</sup>، عفت پاسبان<sup>۱</sup>

۱- کارشناس ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\*پست الکترونیک: amahboobi2001@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۳

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۵

### چکیده

حوضه آبریز عشق آباد - سوله با مساحت ۸۱/۳۶۵ کیلومتر مربع در جنوب غرب قوچان قرار دارد. رودخانه عشق آباد - سوله رودخانه‌ای با بار بستر گراولی است. در اکثر رودخانه‌های با بار بستر گراولی، اندازه ذرات به سمت پایین دست به صورت نمایی کاهش می‌یابند. این روند اساساً در ارتباط با حمل و نقل انتخابی ذرات در بستر رودخانه و سایش در طول حمل و نقل است. به منظور بررسی تغییرات اندازه ذرات و عوامل مؤثر در ریزشوندگی در این رودخانه تعداد ۳۴ نمونه رسوب از کانال اصلی رودخانه برداشت، آنالیز و بر اساس آن ۳ ناپیوستگی و ۴ پیوستگی رسوبی تشخیص داده شده است. در این حوضه در مقایسه با سایش، جورشدگی هیدرولیکی نقش مؤثرتری در ریزشوندگی اندازه ذرات در هر یک از پیوستگی‌های رودخانه دارد. محاسبه پارامترهای اندازه ذرات نشان می‌دهد که رسوبات رودخانه مورد مطالعه عمدتاً دارای جورشدگی بد و بسیار بد، کج شدگی مثبت و کشیدگی پهن تا کشیده می‌باشند. عناصر ساختاری موجود در این رودخانه از گراول ماتریکس پشْتیبان (Gmm)، گراول دانه پشْتیبان (Gcm)، گراول با لایه بندی افقی (Gh)، ماسه با لایه بندی افقی (Sh)، گل لامیناسیون دار (Fl) و گل توده‌ای (Fm) تشکیل شده است. 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 عشق آباد - سوله بریده بریده با بار بستر گراولی است.

**واژه‌های کلیدی:** پیوستگی رسوبی، جورشدگی هیدرولیکی، سایش، پارامترهای بافتی، رخساره‌های رسوبی، عناصر ساختاری.

### مقدمه

که تغییر اندازه ذرات نقش مهمی در تعیین قدرت جریان، انتقال رسوب (Reid *et al.*, 1997) و اکولوژی رودخانه دارد (Petts *et al.*, 2000). مطالعات زیادی در این

اندازه ذرات کف بستر یکی از عامل‌های اصلی کنترل کننده ریخت شناسی و هیدرولیک کانال رودخانه است، به طوری

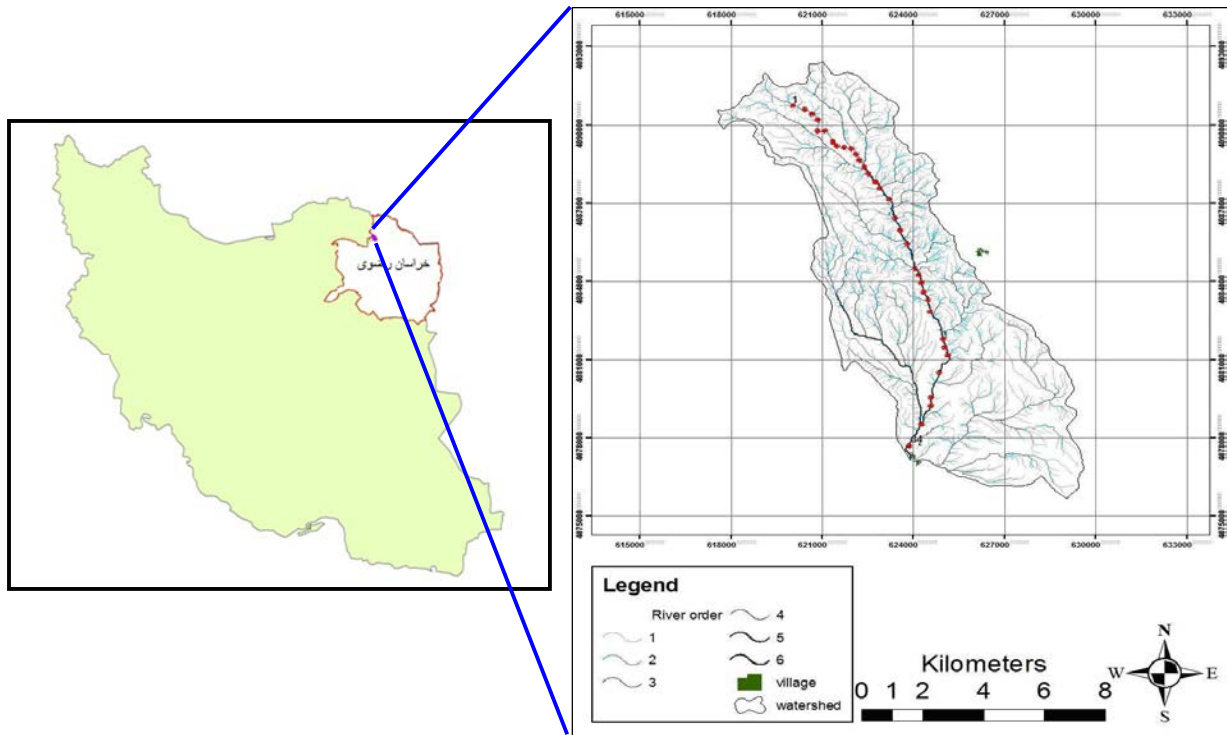
طول ۶° ۱۹' ۵۸" تا ۱۴° ۲۷' ۵۸" شرقی و عرض ۵° ۴۹' ۳۶" تا ۲۱° ۵۸' ۳۶" شمالی قرار دارد (شکل ۱). شبکه هیدروگرافی حوضه با شکل شاخه درختی از سمت شمال به طرف جنوب جریان داشته و خروجی حوضه در جنوب غربی آن قرار دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه ۱۶۴۰ و ۲۵۲۵ متر است. متوسط بارندگی حوضه ۳۵۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه منطقه ۸/۵ درجه سانتی‌گراد است (دلنا سازه سناباد، ۱۳۸۹). وسعت این حوضه ۸۱/۳۶۵ کیلومتر مربع و به شکل کشیده است (تقدیسی نیکبخت و همکاران، ۱۳۸۹ الف، ب و پ) (شکل ۱). رودخانه عشق آباد - سوله یکی از سرشاخه های رودخانه مشکان و به طول ۱۸/۴ کیلومتر در محدوده حوضه آبریز قرار دارد (Mahboubi et al., 2011). این رودخانه از نوع بریده بریده با بار بستر گراولی است که در یک منطقه سردسیر کوهستانی و با شیب زیاد جریان دارد. شیب متوسط این رودخانه ۳/۹۳ درصد بوده و به همین خاطر از نوع رودخانه‌های با شیب زیاد محسوب می‌گردد (شکل‌های ۲ و ۳ و جدول ۱). از عوامل تغییرات شیب می‌توان به تغییرات سنگ شناسی و تغییرات زمین ریختاری که حاصل تأثیر عوامل تکتونیکی در مقیاس محلی از جمله ایجاد درز و شکاف در بعضی از واحدهای سنگ شناسی و در نتیجه فرسایش بیشتر آنها و تأثیر گسل خوردگی واحدهای سنگی در مسیر رودخانه است، اشاره کرد. محدوده مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران در زون بینالود قرار گرفته که به دلیل موقعیت ویژه ساختاری دارای توالی نسبتاً ضخیمی از سنگهای رسوبی و آتشفشانی است (امینی و خان ناظر، ۱۳۷۷). واحدهای سنگی آن عمدتاً شامل جریانهای گدازه‌ای کوارتز تراکی آندزیتی، آندزیتی - داسیتی، توف و برش پامیسی و آگلومرا با ترکیب اسیدی، سنگ آهکهای تیره رنگ اوریتولین دار سازند تیزکوه به سن کرتاسه و میکروگرانودیوریت است (شکل ۴) (امینی و خان ناظر، ۱۳۷۷).

خصوص انجام شده و همه آنها به این نکته اشاره دارند که اندازه ذرات به طرف پایین دست کاهش می‌یابد که خود حاصل فرآیندهای جورشدگی و سایش ذرات است (Parker, 1991a,b; Ferguson et al., 1996; Lewin & Brewer, 2002)، اما ممکن است عواملی سبب پیچیدگی این الگو شوند (Rice & Church, 2010). از جمله این عوامل می‌توان به تولید کم رسوب (Singer, 2008)، منابع جانبی رسوب (Heller et al., 2001; Davey & Lapoine, 2007) و عوامل محلی تغییر کانال (Rice & Church, 1996) از نظر تغییرات کانال توسط انسان (Surian, 2002) و یا تأثیر سنگ شناسی در ریخت شناسی کانال (Constantine et al., 2003; Heitmuller & Hudson, 2009) اشاره کرد. علاوه بر این، تولید رسوب نیز می‌تواند میزان ریزشوندگی در رسوبات رودخانه را کنترل کرده (به عنوان مثال: Ferguson et al., 1996) و حتی الگوی جورشدگی محلی را نیز تحت تأثیر قرار دهد (به عنوان مثال: Lisle et al., 1993; Nelson et al., 2009). رخساره‌های رسوبی که در کانال و خارج کانال رودخانه نهشته می‌شوند (Kjemperud et al., 2008) می‌توانند در بازسازی محیط تشکیل کاربرد داشته باشند (Kwon et al., 2002). این رخساره‌ها که در شرایط مختلف رسوبی برجای گذاشته می‌شوند ناشی از تغییرات رژیم جریان و یا در مقیاس بزرگتر تغییرات در محیط رسوبی هستند (Kumar et al., 2007; Miall, 2006).

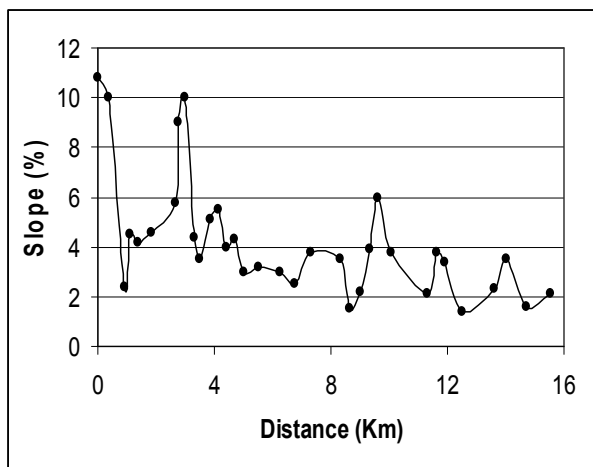
هدف از این مطالعه بررسی پارامترهایی نظیر اندازه ذرات، تعیین پیوستگیها و ناپیوستگیهای رسوبی، شناسایی رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری و تفسیر شرایط رسوب گذاری در رودخانه عشق آباد - سوله است.

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

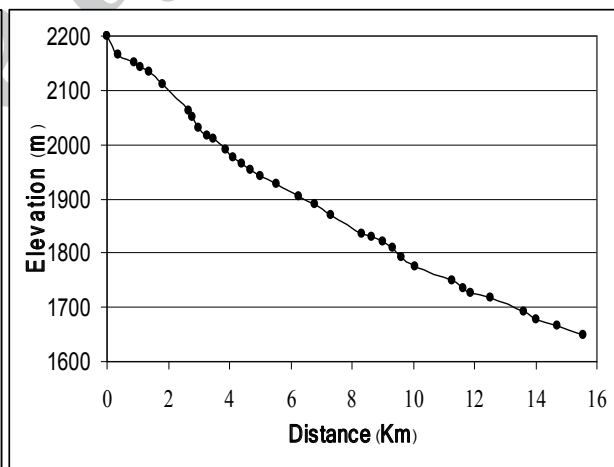
حوضه آبریز عشق آباد - سوله در جنوب غرب قوچان در



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و محل‌های نمونه برداری در حوضه آبریز عشق آباد - سوله واقع در جنوب غرب قوچان



شکل ۳: تغییرات شیب در مسیر رودخانه عشق آباد - سوله



شکل ۲: پروفیل طولی رودخانه عشق آباد - سوله

رودخانه، نمونه برداری از قسمت فعال کانال رودخانه و با فواصل نسبتاً منظم صورت گرفته است. در نمونه‌گیری سعی شد درشت‌ترین ذرات کانال فعال (صرف نظر از ذرات بسیار درشت سیلابی) که رابطه نزدیکی با رژیم جریان حال حاضر رودخانه دارند، برداشت شوند. رسوبات پس از آماده

### روش مطالعه

تعداد ۳۴ نمونه رسوب در فاصله‌ای به طول ۱۵/۶ کیلومتر از مسیر رودخانه از بالادست تا پایین دست از کف کانال اصلی برداشت و موقعیت هریک از آنها با GPS مشخص گردید. به منظور حفظ پیوستگی نمونه‌های برداشت شده در طول

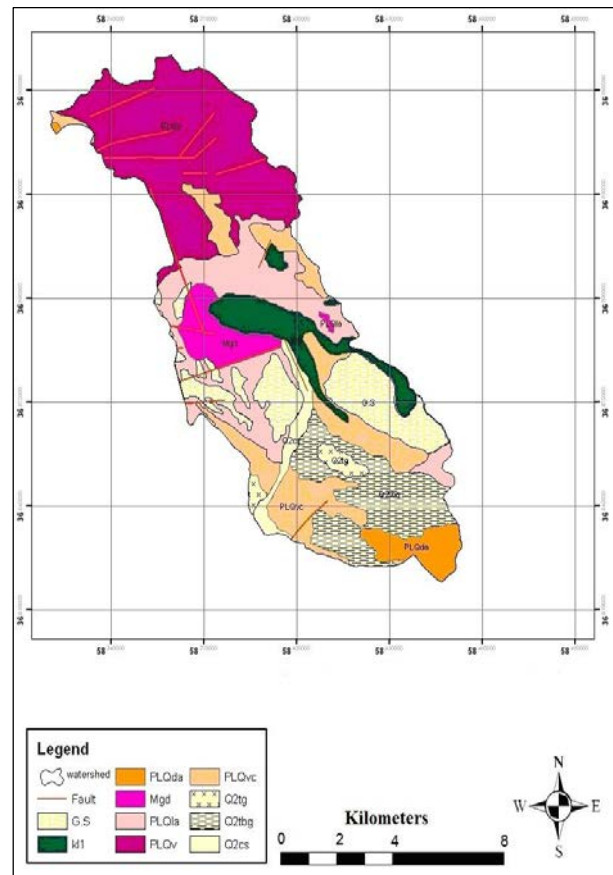
(در روش A) ۱/۲۵۰ کیلوگرم است، تنها دو ترکیب آندزیت و تراکی آندزیت برای این تست آماده شدند و از ذرات آهکی موجود در رودخانه به دلیل وزن اندک صرف نظر شد. در نهایت دو نمونه ۵ کیلوگرمی از این دو سنگ برای انجام تست سایش به آزمایشگاه ژئوتکنیک جهد آزمایش فرستاده شد و درصد سایش تراکی آندزیت و آندزیت به دست آمد. همچنین براساس شواهد و مطالعات صحرایی که در طول مسیر حرکت از بالادست تا پایین دست رودخانه عشق آباد - سوله انجام گرفت، رخساره‌های رسوبی موجود در دیواره رودخانه بررسی و براساس رده‌بندی Miall (1996) نام‌گذاری شدند.

### آنالیز ذرات

رودخانه عشق آباد - سوله رودخانه‌ای با بار بستر گراولی است. در بیشتر رودخانه‌های با بار بستر گراولی، تغییرات اندازه ذرات به سمت پایین دست افت نمایی را نشان می‌دهد.

رسم تغییرات میانگین (شکل ۵) و میانه (شکل ۶) اندازه ذرات برحسب فاصله از بالادست به سمت پایین دست در رودخانه عشق آباد - سوله نشان می‌دهد که میانگین بین ۱/۴۸ تا ۱۳/۰۸ میلی‌متر و میانه بین ۲/۳۲ تا ۱۵/۱۳۶ میلی‌متر در تغییر است (جدول ۱). همان‌طور که در شکل‌های ۵ و ۶ مشهود است، ریزشوندگی میانگین و میانه به سمت پایین دست با پیچیدگی‌هایی رو به روست ( $R^2 = 0.29$  و  $0.22$ ) و ضریب ریزشوندگی  $0.051 \text{ Km}^{-1}$  و  $0.0587 \text{ Km}^{-1}$  است. یکی از روش‌های مناسب برای بررسی روند ریزشوندگی در چنین رودخانه‌هایی (رودخانه‌های دارای ناپیوستگی رسوبی)، تقسیم رودخانه به پیوستگی‌های رسوبی مجزا براساس ناپیوستگی‌های شناسایی شده است (Rice & Church, 2010).

سازی با استفاده از روش غربال خشک با فواصل ۰/۵ میلی آنالیز شدند. نتایج آنالیز نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار آماری Excel رسم و نام‌گذاری رسوبات و محاسبه پارامترهای بافتی (میانگین، میانه، جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی) به روش ترسیمی Folk (1980) انجام گرفته است.

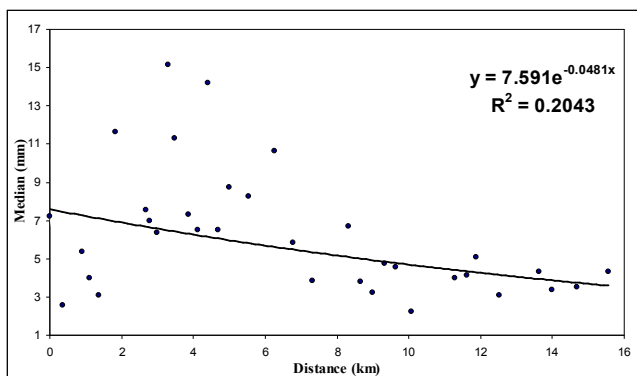


شکل ۴: نقشه زمین شناسی حوضه آبریز عشق آباد - سوله (برگرفته از امینی و خان ناظر، ۱۳۷۷)

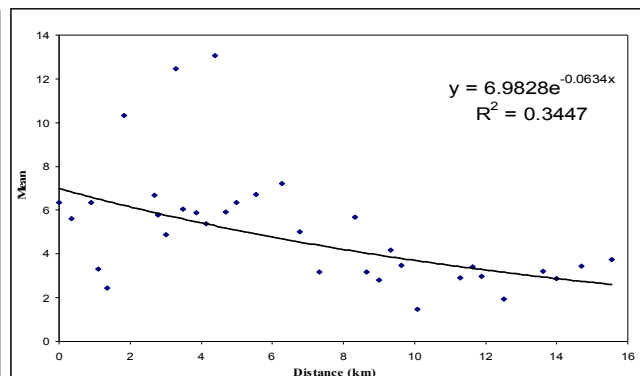
به منظور تعیین درصد سایش ذرات در رودخانه، نمونه‌ها برای انجام تست سایش لوس آنجلس (روش A) آماده سازی شدند. لذا ذرات با اندازه بزرگتر از ۳- فی در هر نمونه به طور مجزا از غربالهای در محدوده اندازه ۴/۷۵- تا ۳/۲۵- فی عبور داده شده و با توجه به جنس ذرات باقی‌مانده روی هر غربال (غربالهای ۴/۷۵-، ۳/۷۵- و ۳/۲۵-) اقدام به جداسازی جنس ذرات شد. با توجه به این که وزن استاندارد هر ترکیب رسوب روی هر یک از غربالها

جدول ۱: مشخصات ارتفاع، شیب و پارامترهای اندازه ذرات در رسوبات رودخانه عشق آباد - سوله

شماره نمونه	فاصله تا نمونه ۱ (km)	ارتفاع (m)	شیب %	میانگین (mm)	میانه (mm)	درصد گراول	درصد ماسه	درصد گل	نام‌گذاری رسوبات
۱	۰	۲۲۰۰	۰	۶/۳۶	۷/۲۱	۸۰/۷۶	۱۶/۸۴	۲/۳۱	گراول
۲	۰/۳۵	۲۱۶۵	۱۰	۵/۶۱	۲/۵۸	۵۷/۱۹	۴۰/۳۷	۲/۲۲	گراول ماسه‌ای
۳	۰/۹	۲۱۵۲	۲/۳۶	۶/۳۶	۵/۳۸	۷۸/۴۴	۱۹/۵۲	۱/۹۴	گراول ماسه‌ای
۴	۱/۱	۲۱۴۳	۴/۵	۳/۳	۴	۶۲/۰۷	۳۲/۸۶	۴/۹۸	گراول ماسه‌ای
۵	۱/۳۶	۲۱۳۳	۴/۲	۲/۴۴	۳/۰۹	۶۳/۲۶	۳۵/۲۳	۱/۴۹	گراول ماسه‌ای
۶	۱/۸۳	۲۱۱۱	۴/۶	۱۰/۳۳	۱۱/۶۳	۸۸/۴۸	۸/۴۵	۲/۹۸	گراول
۷	۲/۶۸	۲۰۶۱	۵/۸	۶/۶۸	۷/۵۶	۸۶/۳۱	۱۲/۸۷	۰/۷۳	گراول
۸	۲/۷۸	۲۰۵۲	۹	۵/۷۷	۶/۹۶	۷۵/۰۲	۲۲/۵۳	۲/۳۶	گراول ماسه‌ای
۹	۳	۲۰۳۰	۱۰	۴/۸۹	۶/۳۶	۸۱/۲	۱۵/۳۴	۳/۳۷	گراول
۱۰	۳/۲۹	۲۰۱۷	۴/۴	۱۲/۴۶	۱۵/۱۳۶	۹۳/۵۹	۵/۵۲	۰/۸۹	گراول
۱۱	۳/۴۹	۲۰۱۰	۳/۵	۶/۰۶	۱۱/۳۱	۸۶/۳۱	۱۱/۸	۱/۸۹	گراول ماسه‌ای
۱۲	۳/۸۶	۱۹۹۱	۵/۱	۵/۸۹	۷/۳۳۶	۷۸/۶۱	۱۸/۴۸	۲/۹۱	گراول ماسه‌ای گلی
۱۳	۴/۱۳	۱۹۷۶	۵/۵	۵/۳۸	۶/۴۹	۹۰/۵۳	۸/۴	۱/۰۷	گراول
۱۴	۴/۴	۱۹۶۵	۴	۱۳/۰۸	۱۴/۲۲	۹۶/۸	۲/۷۱	۰/۴۹	گراول
۱۵	۴/۷	۱۹۵۲	۴/۳	۵/۹۳	۶/۴۹	۸۶/۲	۱۲/۹۳	۰/۸۷	گراول ماسه‌ای
۱۶	۵	۱۹۴۳	۳	۶/۳۶	۸/۷۲	۸۳/۲۹	۱۴/۸۸	۱/۸۳	گراول ماسه‌ای
۱۷	۵/۵۳	۱۹۲۶	۳/۲	۶/۷۲	۸/۲۸	۸۲/۸۳	۱۴/۸۱	۲/۳۶	گراول ماسه‌ای
۱۸	۶/۲۶	۱۹۰۴	۳	۷/۲۱	۱۰/۶۲	۸۲/۹۵	۱۶/۳۶	۰/۶۹	گراول ماسه‌ای
۱۹	۶/۷۷	۱۸۹۱	۲/۵	۵/۰۲	۵/۸۵	۸۰/۳۶	۱۷/۷۴	۱/۹	گراول ماسه‌ای
۲۰	۷/۳۲	۱۸۷۰	۳/۸	۳/۱۸	۳/۸۶	۶۱/۹۹	۳۵/۴۵	۲/۵۶	گراول ماسه‌ای
۲۱	۸/۳۲	۱۸۳۵	۳/۵	۵/۶۹	۶/۷۲	۸۱/۹۷	۱۷/۶	۰/۴۳	گراول ماسه‌ای
۲۲	۸/۶۵	۱۸۳۰	۱/۵	۳/۱۸	۳/۸۱	۶۳/۰۶۸	۳۳/۰۴	۳/۸۹۲	گراول ماسه‌ای
۲۳	۹	۱۸۲۲	۲/۲	۲/۸۲	۳/۲۴	۶۱/۰۲	۳۶/۰۵	۲/۹۳	گراول ماسه‌ای
۲۴	۹/۳۳	۱۸۰۹	۳/۹	۴/۱۹	۴/۷۵	۷۳/۷۹	۲۳/۷۳	۲/۴۸	گراول ماسه ای
۲۵	۹/۶۳	۱۷۹۱	۶	۳/۴۸	۴/۵۶	۶۹/۴۴	۲۸/۹۳	۱/۶۳	گراول ماسه ای
۲۶	۱۰/۰۷	۱۷۷۴	۳/۸	۱/۴۸	۲/۲۳	۵۲/۹	۳۹/۱۱	۷/۹۹	گراول ماسه‌ای گلی
۲۷	۱۱/۲۹	۱۷۴۸	۲/۱	۲/۹۲	۴	۶۲/۲۲	۳۴/۱۶	۳/۶۲	گراول ماسه‌ای
۲۸	۱۱/۶۳	۱۷۳۵	۳/۸	۳/۴۱	۴/۱۱	۶۸/۴۹	۳۱/۰۱	۰/۵	گراول ماسه‌ای
۲۹	۱۱/۸۹	۱۷۲۶	۳/۴	۲/۹۸	۵/۰۹	۶۷/۹۴	۲۴/۴۶	۷/۶	گراول ماسه‌ای گلی
۳۰	۱۲/۵۱	۱۷۱۷	۱/۴	۱/۹۴	۳/۰۸	۵۶/۶۲	۳۵/۶۵	۷/۷۳	گراول ماسه‌ای گلی
۳۱	۱۳/۶۳	۱۶۹۱	۲/۳	۳/۲۲	۴/۳۱	۶۹/۵۲	۲۵/۷۵	۴/۷۳	گراول ماسه‌ای گلی
۳۲	۱۴	۱۶۷۸	۳/۵	۲/۸۸	۳/۳۶	۶۴/۷۸	۳۴/۳۷	۰/۸۵	گراول ماسه‌ای
۳۳	۱۴/۶۹	۱۶۶۷	۱/۶	۳/۴۵	۳/۵	۶۶	۳۱/۴۹	۲/۵۱	گراول ماسه‌ای
۳۴	۱۵/۵۶	۱۶۴۸	۲/۱	۳/۷۵	۴/۳۱	۶۹/۷۴	۲۶/۲۸	۳/۹۸	گراول ماسه‌ای



شکل ۶: تغییرات میانه اندازه ذرات از بالا دست به سمت پایین دست در رودخانه عشق آباد - سوله



شکل ۵: تغییرات میانگین اندازه ذرات از بالادست به سمت پایین دست در رودخانه عشق آباد - سوله

به منشأ رسوب و مسافت کوتاه حمل و نقل نیز اشاره کرد (Hoey & Bluck, 1999). ناپیوستگی سوم در محل نمونه شماره ۱۴ دیده می‌شود که علت آن نیز اتصال شاخه فرعی با رسوب دانه درشت تر به کانال اصلی رودخانه است.

اولین ناپیوستگی رسوبی در محل نمونه ۶ به دلیل نمایان شدن سنگ بستر در اثر فعالیتهای تکتونیکی به صورت محلی (از جمله وجود درز و شکاف در سنگهای اطراف رخنمون که باعث فرسایش بیشتر واحدهای سنگی اطراف و در نتیجه رخنمون واحد سنگی مورد می‌شود) و یا فعالیت گسلهای کوچک در محل رخنمون و افزایش شیب است (شکلهای ۷ و ۸ الف). علت ظهور ناپیوستگی دوم در محل نمونه شماره ۱۰ اتصال یک شاخه فرعی به کانال اصلی است. این شاخه رسوب دانه درشت تری نسبت به اندازه رسوبات کانال اصلی وارد می‌کند که علت آن ریزش دیواره کانال فرعی و وارد کردن مقدار زیادی رسوب دانه درشت در آن است (شکل ۸ ب). علاوه بر آن می‌توان به نزدیکی شاخه فرعی به منشأ رسوب و مسافت کوتاه حمل و نقل نیز اشاره کرد (Hoey & Bluck, 1999). ناپیوستگی سوم در محل نمونه شماره ۱۴ دیده می‌شود که علت آن نیز اتصال شاخه فرعی با رسوب دانه درشت تر به کانال اصلی رودخانه است.

در ارتباط با ناپیوستگیهای رسوبی عوامل متعددی از قبیل بار رسوبی و نوع رودخانه و همچنین تغییرات سنگ شناسی، شرایط آب و هوایی، پدیده‌های زمین ریخت شناختی (ساختارهای زمین شناسی) و فعالیتهای تکتونیکی تأثیری انکار ناپذیر دارند (Sear & Newson, 2003). به علاوه شیب بستر در طول رودخانه، اندازه و شکل رسوبات، وضعیت و شکل کانال، اتصال کانالهای فرعی به کانال اصلی و فعالیتهای انسانی از دیگر عوامل مؤثر در ایجاد ناپیوستگیهای رسوبی به شمار می‌روند (Benda et al., 2004; Gregory, 2006).

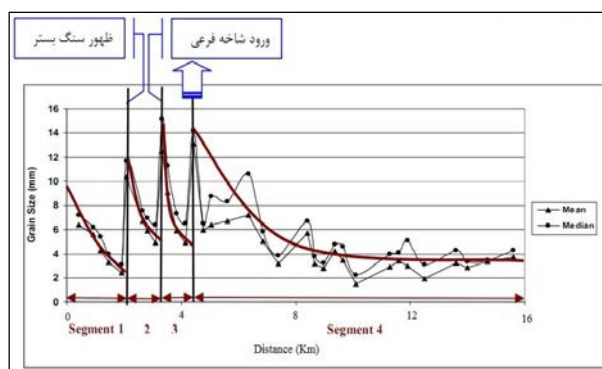
اولین ناپیوستگی رسوبی در محل نمونه ۶ به دلیل نمایان شدن سنگ بستر در اثر فعالیتهای تکتونیکی به صورت محلی (از جمله وجود درز و شکاف در سنگهای اطراف رخنمون که باعث فرسایش بیشتر واحدهای سنگی اطراف و در نتیجه رخنمون واحد سنگی مورد می‌شود) و یا فعالیت گسلهای کوچک در محل رخنمون و افزایش شیب است (شکلهای ۷ و ۸ الف). علت ظهور ناپیوستگی دوم در محل نمونه شماره ۱۰ اتصال یک شاخه فرعی به کانال اصلی است. این شاخه رسوب دانه درشت تری نسبت به اندازه رسوبات کانال اصلی وارد می‌کند که علت آن ریزش دیواره کانال فرعی و وارد کردن مقدار زیادی رسوب دانه درشت در آن است (شکل ۸ ب). علاوه بر آن می‌توان به نزدیکی شاخه فرعی

هیدرولیکی است، به طوری که با کاهش شیب رودخانه، قدرت حمل رسوبات کم شده و باعث ته نشست انتخابی ذرات درشت و حمل ذرات ریز حمل می گردد ( Rengers & Wohl, 2007). جورشدگی هیدرولیکی به شکل، اندازه و چگالی ذرات وابسته است (Parker, 1991a,b).

در این حوضه اکثر ذرات موجود در بستر رودخانه از فرسایش سنگهای آذرین بیرونی آندزیت و تراکی آندزیت حاصل شده و مقدار کمی هم ترکیب سنگ آهک دیده می شوند که فقط در محل رخنمون واحد سنگ آهکی و در نتیجه ریزش وارد رودخانه شده اند (شکل ۹).

شکل این ذرات اغلب تیغه‌ای و چگالی رسوبات آندزیتی و تراکی آندزیتی در حدود  $2/5 \text{ gr/cm}^3$  است. بنابراین در این رودخانه از بین عوامل مؤثر بر جورشدگی هیدرولیکی، دو عامل شکل و چگالی ذرات نقش یکسانی داشته و از این رو در حمل و نقل انتخابی رسوبات نقش چندانی ندارد. از آن جا که ذرات ریزتر سریع تر به سمت پایین دست حوضه حمل شده اند، اندازه ذرات را می توان به عنوان مهمترین عامل در فرآیند جورشدگی هیدرولیکی در نظر گرفت. در واقع ذرات ریزتر به دلیل تحرک بیشتر از ذرات درشت جدا می شوند و ذرات درشت تر به تنش برشی بیشتری نیاز دارند تا مسافتی مشابه ذرات ریز را طی کنند (Lewin & Brewer, 2002).

اندازه ذرات علاوه بر جورشدگی هیدرولیکی به فرآیند سایش نیز بستگی دارد. سایش فرآیندی ترکیبی است که شامل ورقه‌ای شدن، ساییده شدن، شکستگی و برخورد ماسه‌ها به همدیگر (sand blasting) است (Lewin & Brewer, 2002). مقاومت دانه‌ها در مقابل سایش، سازوکار مهمی در ریزشوندگی به سمت پایین دست است. دانه‌های سست تر تحت تأثیر سایش شکسته شده و در نتیجه این ذرات در پایین دست رودخانه نسبت به بالادست فراوانی کمتری دارند. بنابراین حضور دانه‌های



شکل ۷: تغییرات طولی میانگین و میانه قطر ذرات به طرف پایین دست در رودخانه عشق آباد - سوله



شکل ۸: الف) نمایان شدن سنگ بستر در محل نمونه شماره ۶ و ظهور اولین ناپیوستگی؛ ب) شاخه فرعی وارد کننده رسوب دانه درشت به کانال اصلی در محل نمونه شماره ۱۰ و ظهور دومین ناپیوستگی رسوبی

غالباً در ریزشوندگی ذرات به سمت پایین دست رودخانه جورشدگی هیدرولیکی و سایش دو عامل اصلی هستند. عوامل زمین ریخت شناختی مانند کاهش شیب بستر رودخانه یکی از عوامل کنترل کننده جورشدگی

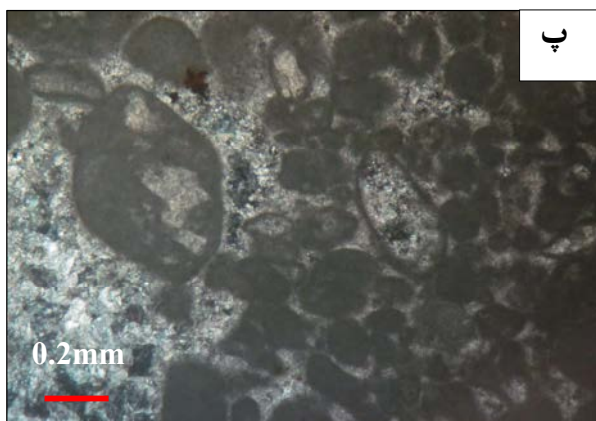
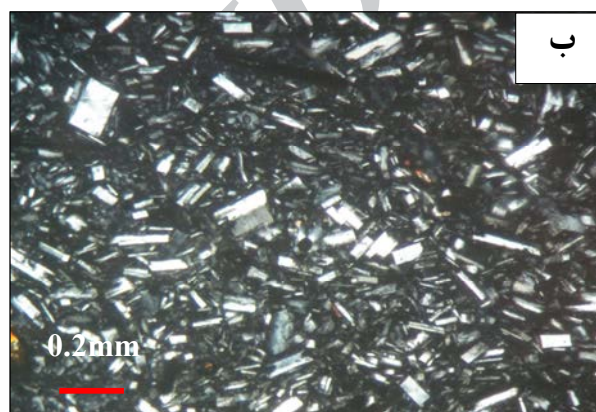
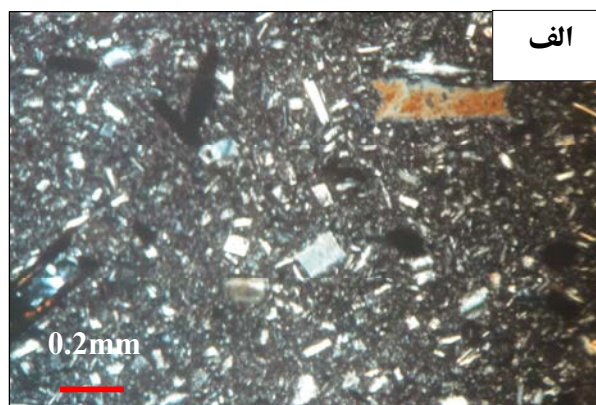
مقاوم تر در برابر سایش، در پایین دست رودخانه چشمگیر خواهد بود (Rengers & Wohl, 2007).

سرعت بیشتری ریز می‌شوند (تقدیسی نیکبخت و همکاران، ۱۳۸۹ الف). در بالا دست رودخانه اندازه ذرات تراکی آندزیتی (میانگین قطر ۵/۳۵ سانتی متر) نسبت به دانه‌های آندزیتی (میانگین قطر ۴/۹۴ سانتی متر) درشت‌تر است، در صورتی که در پایین دست رودخانه ذرات آندزیتی (میانگین قطر ۳/۶۳ سانتی متر و میانگین قطر ذرات تراکی آندزیتی ۳/۴ سانتی متر است) درشت‌تر می‌شوند که این موضوع نیز سایش سریعتر ذرات تراکی آندزیتی را تأیید می‌کند.

علاوه بر میانه و میانگین توزیع اندازه ذرات، سایر پارامترهای بافتی (جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی) نیز در رودخانه عشق آباد - سوله محاسبه بررسی شده است که در ادامه مورد بحث قرار خواهند گرفت.

جورشدگی (Sorting) ذرات رودخانه عشق آباد - سوله از بد (۱/۰۹۳ فی) تا بسیار بد (۳/۶۴ فی) متغیر بوده، ولی اکثر نمونه‌ها در محدوده جورشدگی ۲ تا ۲/۵ فی (جورشدگی بسیار بد) قرار می‌گیرند (جدول ۲). همان طوری که در نمودار تغییرات جورشدگی مشخص است، با حرکت به سمت پایین دست رودخانه جورشدگی کاهش می‌یابد. این امر به دلیل وجود ناپیوستگیهای رسوبی موجود در رودخانه، تغییر انرژی آب، تغییرات شیب کانال و تغییرات سنگ شناسی است که همگی موجب تغییر اندازه ذرات گردیده و باعث می‌شود جورشدگی به سمت پایین دست کاهش یابد (شایان ذکر است که تغییرات جورشدگی در این رودخانه ممکن است تا حدی تحت تأثیر تخریب بافت ذرات توسط فعالیت انسان به ویژه در پایین دست رودخانه قرار گرفته باشد) (شکل ۱۰).

کج شدگی (Skewness) ذرات رودخانه عشق آباد - سوله از تقریباً متقارن (۰/۰۲-) تا مثبت (strongly fine skewed) (۰/۵۶) در تغییر بوده، ولی اکثر نمونه‌ها در محدوده کج شدگی ۰/۲ تا ۰/۳ (مثبت) قرار می‌گیرند (شکل ۱۱ و جدول ۲). این امر به دلیل ورود ذرات دانه ریز در بین



شکل ۹: تصاویر میکروسکوپی پیل‌های موجود در کانال رودخانه: الف) آندزیت، ب) تراکی آندزیت، پ) سنگ آهک (اینترا اسپاریت)

درصد سایش حاصل از تست لوس آنجلس برای تراکی آندزیت ۳۲/۷٪ و برای آندزیت ۲۸/۲٪ به دست آمده است. سایش بیشتر تراکی آندزیت می‌تواند به دلیل وجود بافت جریانی آن باشد که منجر به سایش سریعتر کانیهای سنگ در امتداد این بافت شده و در نتیجه این ذرات با

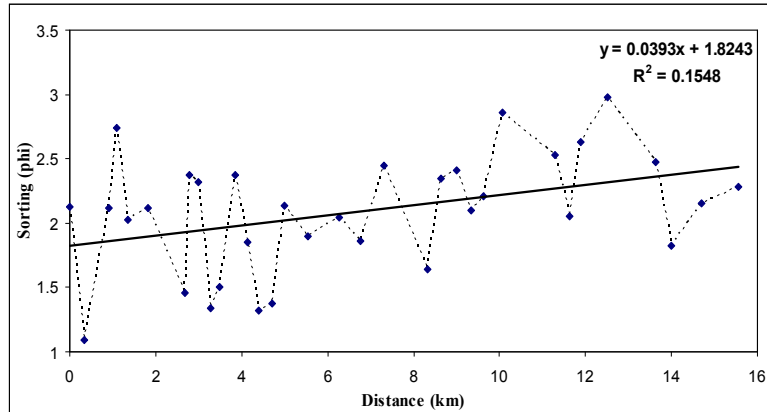


ذرات درشت تر بوده که باعث می‌شود دنباله منحنی ذرات به سمت ذرات دانه ریز کشیده شده و در نتیجه نمونه‌های این رودخانه کج شدگی مثبت دارند (شکل ۱۱). لازم به ذکر است که تغییر کج شدگی در نمودار به دلیل وجود ناپیوستگیهای رسوبی، تغییرات شیب و تأثیر انسان بر رودخانه است.

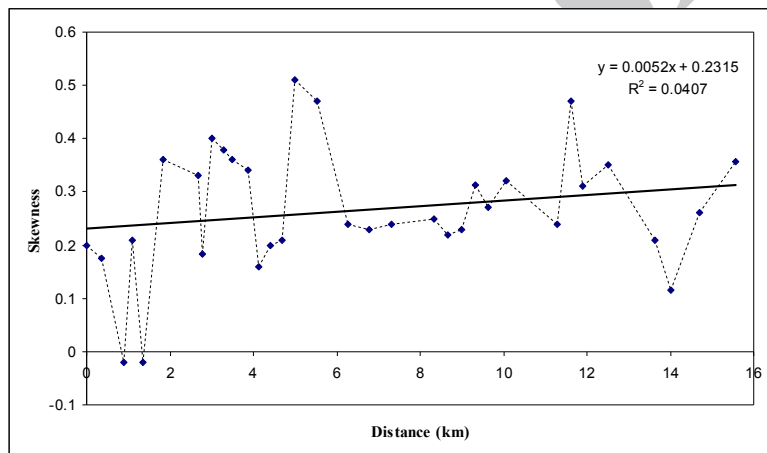
جدول ۲: مقدار پارامترهای جور شدگی، کج شدگی و کشیدگی در نمونه‌های برداشت شده از رودخانه عشق آباد - سوله

شماره نمونه	جورشدگی (فی)	توصیف جورشدگی	کج شدگی	توصیف کج شدگی	کشیدگی	توصیف کشیدگی
۱	۲/۱۲۹	بسیار بد	۰/۲	مثبت	۱/۱۲	کشیده
۲	۱/۰۹۳	بد	۰/۱۷۶	مثبت	۱/۰۰۱	متوسط
۳	۲/۱۱۶	بسیار بد	-۰/۰۲	تقریباً متقارن	۰/۵	بسیار پهن
۴	۲/۷۴	بسیار بد	۰/۲۱	مثبت	۰/۹۹	متوسط
۵	۲/۰۳	بسیار بد	-۰/۰۲	تقریباً متقارن	۱/۱۸	کشیده
۶	۲/۱۲	بسیار بد	۰/۳۶	بسیار مثبت	۱/۷۹	بسیار کشیده
۷	۱/۴۶	بد	۰/۳۳	بسیار مثبت	۱/۰۷	متوسط
۸	۲/۳۷۵	بسیار بد	۰/۱۸۳	مثبت	۰/۹۸۵	متوسط
۹	۲/۳۲	بسیار بد	۰/۴	بسیار مثبت	۱/۲۶	کشیده
۱۰	۱/۳۴	بد	۰/۳۷۸	بسیار مثبت	۱/۱۶	کشیده
۱۱	۱/۵	بد	۰/۳۶	بسیار مثبت	۱/۱۲	کشیده
۱۲	۲/۳۷	بسیار بد	۰/۳۴	بسیار مثبت	۱/۲۹	کشیده
۱۳	۱/۸۵	بد	۰/۱۵۹	مثبت	۰/۸۷	پهن
۱۴	۱/۳۲	بد	۰/۲	مثبت	۰/۶۵	بسیار پهن
۱۵	۱/۳۸	بد	۰/۲۱	مثبت	۰/۹۸	متوسط
۱۶	۲/۱۴	بسیار بد	۰/۴۷	بسیار مثبت	۱/۳۶	کشیده
۱۷	۱/۹	بد	۰/۳۱۴	بسیار مثبت	۰/۴۷	بسیار پهن
۱۸	۲/۰۴	بسیار بد	۰/۵۶	بسیار مثبت	۱/۵	کشیده
۱۹	۱/۸۶	بد	۰/۲۴	مثبت	۱/۱۷	کشیده
۲۰	۲/۴۵	بسیار بد	۰/۲۳	مثبت	۰/۷۹	پهن
۲۱	۱/۶۴	بد	۰/۲۴	مثبت	۰/۹۹	متوسط
۲۲	۲/۳۵	بسیار بد	۰/۲۵	مثبت	۰/۹۵	متوسط
۲۳	۲/۴۱	بسیار بد	۰/۲۲	مثبت	۰/۹۱	متوسط
۲۴	۲/۱	بسیار بد	۰/۲۳	مثبت	۱/۰۷	متوسط
۲۵	۲/۲۱	بسیار بد	۰/۳۱۲	بسیار مثبت	۰/۹۲	متوسط
۲۶	۲/۸۶	بسیار بد	۰/۲۷	مثبت	۰/۸۵	پهن
۲۷	۲/۵۳	بسیار بد	۰/۳۲	بسیار مثبت	۰/۸۸	پهن
۲۸	۲/۰۵	بسیار بد	۰/۲۴	مثبت	۰/۹۳	متوسط
۲۹	۲/۶۳	بسیار بد	۰/۴۷	بسیار مثبت	۰/۹۵	متوسط
۳۰	۲/۹۸	بسیار بد	۰/۳۱	بسیار مثبت	۱/۶۹	بسیار کشیده
۳۱	۲/۴۷	بسیار بد	۰/۳۵	بسیار مثبت	۱/۰۶	متوسط
۳۲	۱/۸۲	بد	۰/۲۱	مثبت	۰/۹۸	متوسط
	۲/۱۵	بسیار بد	۰/۱۱۵	مثبت	۱/۱۹	کشیده
	۲/۲۸	بسیار بد	۰/۲۶	مثبت	۱/۲۱	کشیده

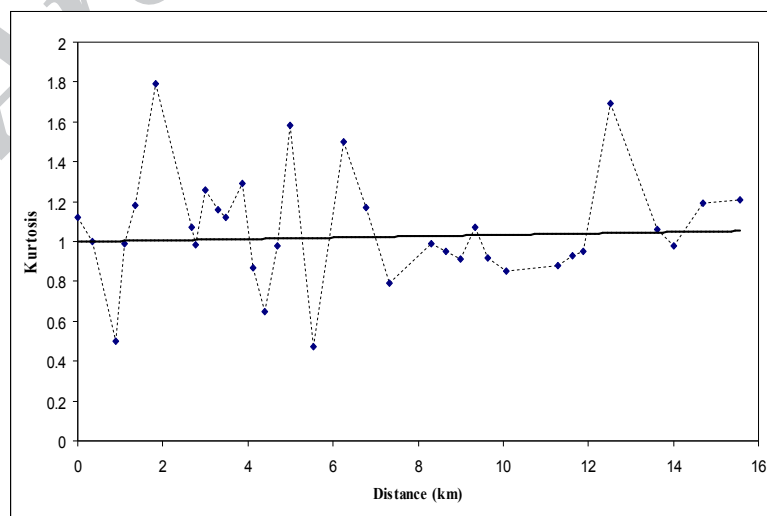
کشیدگی ذرات رودخانه عشق آباد - سوله از بسیار پهن (۰/۴۷) تا بسیار کشیده (۱/۷۹) متغیر بوده، ولی اکثر نمونه‌ها در محدوده کشیدگی ۰/۸ تا ۱/۳ (پهن تا کشیده) قرار می‌گیرند (شکل ۱۲).



شکل ۱۰: تغییرات جورشدگی اندازه ذرات از بالا دست به سمت پایین دست رودخانه عشق آباد - سوله



شکل ۱۱: تغییرات کج شدگی اندازه ذرات از بالا دست به سمت پایین دست رودخانه عشق آباد - سوله



شکل ۱۲: تغییرات کشیدگی اندازه ذرات از بالا دست به سمت پایین دست رودخانه عشق آباد - سوله

### رخساره‌ها

براساس شواهد و مطالعات صحرایی که در طول مسیر حرکت از بالا دست تا پایین دست رودخانه عشق آباد - سوله انجام گرفت، رخساره‌های رسوبی بر اساس اندازه در سه گروه گراول، ماسه و گل شناسایی شد (تقدیسی نیکبخت و همکاران، ۱۳۸۹ پ).

### رخساره‌های گراولی (Gravelly Lithofacies):

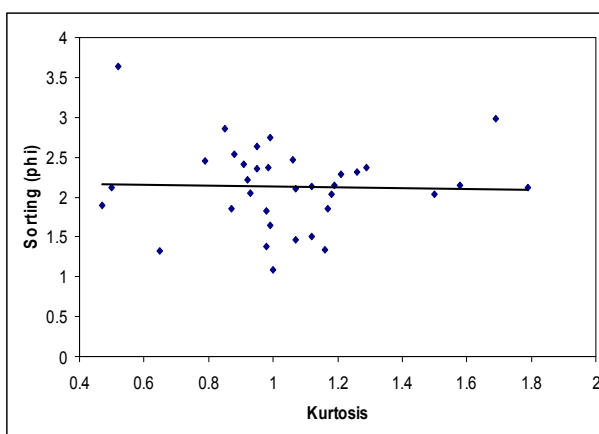
این مجموعه شامل رخساره‌های Gcm, Gmm و Gh است.

**رخساره Gmm:** این رخساره شامل گراول توده‌ای حاوی مقادیر زیادی ماتریکس است. در رودخانه مورد مطالعه متوسط ذرات گراولی موجود در این رخساره غالباً ۲ سانتی متر بوده و ذرات زاویه دار تا نیمه گرد شده هستند. این رخساره به فراوانی در بالادست حوضه مورد مطالعه به چشم می‌خورد که به طور متناوب با رخساره‌های رسوبی Gcm قرار گرفته است و به سمت قسمت میانی حوضه گاهی در زیر رخساره رسوبی Fm نیز دیده می‌شود (شکل ۱۴ الف و ب). جریان واریزه‌ای پلاستیک و غلیظ با انرژی بالا احتمالاً سبب ته‌نشست این رخساره می‌گردد (Gomez et al., 2009).

### رخساره رسوبی Gcm: رخساره Clast-Supported,

massive Gravel به رخساره دارای گراول توده‌ای و دانه پشتیبان گفته می‌شود (Aboumaria et al., 2009). این رخساره فراوانترین رخساره‌های رسوبی موجود در رودخانه مورد مطالعه است. در این رخساره متوسط اندازه ذرات ۵/۵ سانتی متر بوده و ذرات غالباً زاویه دار و کمتر گرد شده‌اند و با جورشدگی بسیار ضعیفی در کنار هم قرار گرفته‌اند. این رخساره اغلب با رخساره‌های رسوبی Gmm و به مقدار کمتر با رخساره‌های Gh, Fm و Fl همراه است (شکل ۱۴ ات). این رخساره فاقد لایه‌بندی و ایمبریکاسیون و

معمولاً بین جورشدگی و کشیدگی رابطه مستقیم وجود دارد، اما این پارامترها در نمونه‌های مورد مطالعه این ارتباط را نشان نمی‌دهند، به طوری که منحنی توزیع ذرات در اکثر نمونه‌ها به شکل پهن و جورشدگی بد و بسیار بد است، ولی در محاسبه کشیدگی به روش ترسیمی عدد حاصل از کشیدگی، کشیده به دست می‌آید. دلیل این امر را می‌توان به فراوانی دانه‌های درشت گراولی در مقایسه با ذرات ریزتر ماسه و گل نسبت داد. براساس روش ترسیمی محاسبه کشیدگی (Folk, 1980)  $KG = \frac{(\Phi 95 - \Phi 5)}{2.44(\Phi 75 - \Phi 25)}$ ، از آن جایی که به علت فراوانی دانه‌های درشت گراولی،  $\Phi 5$  در مقایسه با  $\Phi 95$  (ذرات دانه ریز گلی) عدد بزرگی است، صورت کسر در این فرمول نسبت به مخرج (که به علت جورشدگی نسبتاً خوب ذرات در میانه منحنی توزیع، عدد کوچکی است) بیشتر و در نتیجه حاصل این فرمول عددی بزرگ و مؤید کشیدگی ذرات نمونه است. شکل ۱۳ تغییرات کشیدگی برحسب جورشدگی را در رودخانه عشق آباد - سوله نشان می‌دهد. همان طور که از نمودار مشخص است با تغییر کشیدگی ذرات از پهن تا خیلی کشیده، جورشدگی ذرات رودخانه تغییر چندانی نکرده و در محدوده جورشدگی بسیار بد باقی می‌ماند.



شکل ۱۳: تغییرات جورشدگی اندازه ذرات در برابر کشیدگی در رودخانه عشق آباد - سوله

### رخساره‌های رسوبی دانه ریز:

رخساره‌های Fm, Fl رخساره‌های شناسایی شده از رخساره‌های دانه ریز در رودخانه مورد مطالعه هستند.

**رخساره رسوبی Fm:** این رخساره حاوی ریشه گیاهان و ترکهای گلی بوده و در اثر فعالیت ریشه گیاه ساختهای رسوبی آن از بین رفته و طبقات حالت توده‌ای به خود گرفته‌اند. ضخامت این رخساره در منطقه مورد مطالعه بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است. در مواردی که این رخساره رسوبی با ضخامت کم دیده می‌شود، می‌توان آن را مربوط به رسوب گذاری بار معلق در دشت سیلابی و یا به صورت پوشش گلی روی سدها در داخل رودخانه در نظر گرفت (Miall, 2006).

**رخساره رسوبی Fl:** لامیناسیونهای مسطح، مورب، ریپل مارکها و ترکهای گلی از مهمترین ساختهای رسوبی این رخساره به شمار می‌آیند که اغلب در رسوبات گلی در اندازه سیلت مشاهده می‌شوند. این رخساره در بالا دست و قسمت میانی رودخانه مورد مطالعه و با ضخامت متغیر (۳ تا ۲۰ سانتی متر) به چشم می‌خورد و با رخساره‌های Gcm و Gh به صورت متناوب قرار دارد (شکل ۱۴ پ). این رخساره در دشتهای سیلابی در سرعتهای بسیار پایین جریان آب و در اثر رسوب گذاری ذرات معلق به وجود می‌آید (Miall, 2006).

با توجه به رخساره‌های رسوبی شناسایی شده، عناصر ساختاری به شرح زیر است:

**عنصر ساختاری کانال (CH):** این عنصر از رسوبات گراولی و ماسه‌ای تشکیل شده و از لحاظ شکل هندسی به فرم عدسی و صفحه‌ای کشیده می‌باشد (Miall, 2009; Kim et al., 2006). در رودخانه عشق آباد - سوله این عنصر ساختاری رخساره‌های رسوبی گراولی و ماسه‌ای Gcm, Gmm, Gh و Sh را دربر گرفته است. سطح تماس زیرین این عنصر ساختاری معمولاً فرسایشی است و به دلیل قطع شدگی

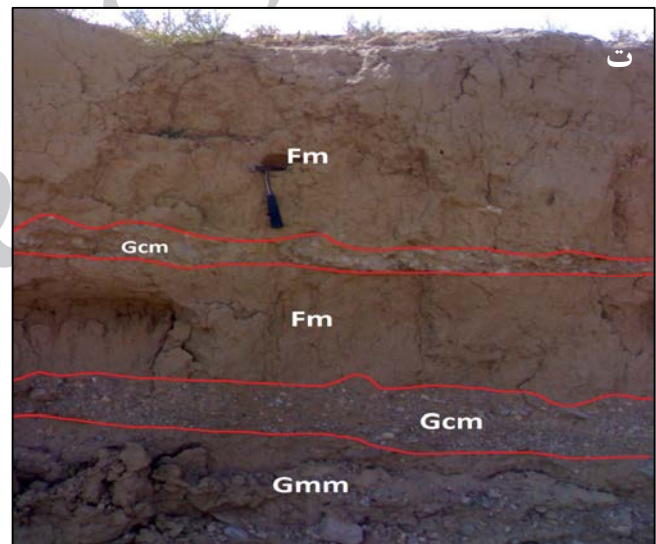
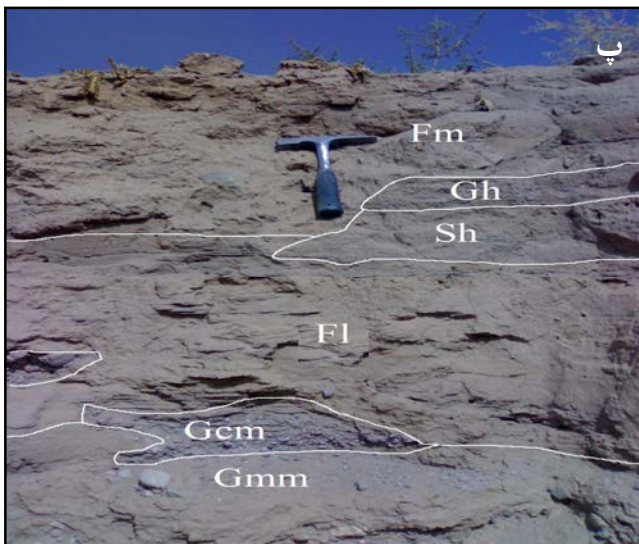
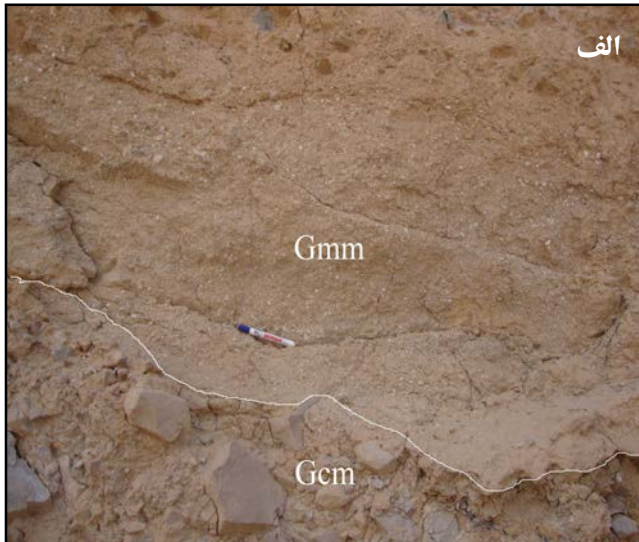
دارای مقدار کمی ماتریکس است. تغییر در اندازه دانه‌های یک رخساره نشان از تغییر انرژی برشی جریان می‌باشد (Miall, 2006). این رخساره ممکن است توسط جریانهای خطی و آشفته (Kosun et al., 2009) و همچنین جریانهای خرده‌دار با پلاستیسیته کاذب و ویسکوزیته و بار رسوبی بالا بر جای گذاشته شده باشد (Miall, 2006) و اغلب در نواحی پر انرژی و پرشیب نزدیک به منشأ بر جای گذاشته می‌شود (Kosun et al., 2009).

**رخساره رسوبی Gh:** این رخساره با عنوان Clast Supported, Horizontally Stratified Gravel معرفی شده است و به کنگلومراهای دارای لایه‌بندی افقی گفته می‌شود (Aboumaria et al., 2009). این رخساره در بالا دست رودخانه مورد مطالعه و با فراوانی اندک و به طور عمده به صورت دانه پشتیبان از گراولهای ریزدانه با متوسط اندازه ۲ میلی‌متر (گرانول) همراه با مقادیری ماتریکس و با لایه بندی مشخص بوده که همراه با رخساره‌های رسوبی Sh و Fm دیده می‌شود (شکل ۱۴ پ). این رخساره رسوبی بر اثر مهاجرت سدهای طولی و یا به شکل رسوبات باقی مانده در کف کانال تشکیل می‌گردد (Kim et al., 2009; Miall, 2006).

**رخساره ماسه‌ای:** تنها رخساره ماسه‌ای شناسایی شده در رودخانه عشق آباد - سوله رخساره Sh است. این رخساره با ضخامت بسیار کمی در قسمت میانی طول رودخانه مورد مطالعه و به صورت لایه‌ای مسطح دیده می‌شود که ذرات آن در محدوده ماسه متوسط تا درشت قرار می‌گیرند و رخساره‌های Fm و Gh در پایین و بالای آن قرار گرفته‌اند (شکل ۱۴ پ). رخساره Sh در داخل کانالها معمولاً نشان دهنده مرحله عقب نشینی نهایی سیلابی شدن فصلی است (Khalifa & Katuneanu, 2008).

دارای سطوح حفر شده و مقعر به طرف بالاست.

تدریجی و طغیانهای رودخانه به طرف دشت سیلابی دارای توالی رو به بالا ریزشونده است. همچنین قاعده این عنصر



شکل ۱۴: رخساره‌های رسوبی موجود در رودخانه عشق آباد - سوله؛ الف) رخساره Gcm و Gmm، ب) رخساره Gcm، Fm و Gmm، پ) رخساره Gcm، Gmm، Gh، Sh و Fm، ت) رخساره Gcm، Fm و Gmm.

مخروط افکنه‌ها و سیستمهای رودخانه‌ای بریده بریده دیده شده و بر اثر جریانهای خرده‌دار و جریانهای رسوبی حاصل از جاذبه با میزان رسوب‌گذاری بالا در نواحی نزدیک به منشأ در سیستمهای رودخانه‌ای بریده بریده تشکیل می‌گردد (Miall, 2006).

جریان گراویتی (SG): این عنصر ساختاری معمولاً به شکل گسترده و صفحه‌ای است و قاعده نامنظم و عمدتاً غیرفرسایشی دارد. این عنصر ساختاری در رودخانه مورد مطالعه از رخساره‌های رسوبی Gmm و Gcm تشکیل شده است و به مقدار کم و به طور متناوب با عناصر ساختاری CH و GB دیده می‌شود. این عنصر ساختاری اغلب در

مشخص می‌شوند. رخساره‌های سنگی Gcm و Gmm به عنوان شاخص این نوع رودخانه هستند (Miall, 2006). در این رودخانه ضخامت ناچیز رسوبات دانه ریز و ماسه نشانه پایین افتادن سطح آب هستند (Miall, 2006). رسوبات این نوع رودخانه حاصل جریانهای واریزه‌ای همراه با فرآیندهای انتقال دوباره هستند (Blair & Mc Pherson, 1994). جریانهای خرده‌دار و سایر انواع جریانهای ثقلی رسوب به ویژه در نواحی ولکانیکی رایجند (Miall, 2006) (شکل ۱۵ الف و جدول ۳).

#### ب) رودخانه بریده بریده کم عمق با بار بستر گراولی

این حالت در قسمت میانی و پایین دست رودخانه تشکیل شده است. عمق رودخانه در این قسمت کمتر از یک متر بوده و پیچش کانال کم است. رسوبات عمدتاً درشت هستند و به فرم بار بستر حرکت می‌کنند. در بعضی قسمتها مقدار کمی رسوبات ماسه‌ای بر جای گذاشته شده‌اند و دلیل آن را می‌توان به پایین رفتن سطح آب رودخانه در اثر کاهش شدت انرژی در فصول کم باران نسبت داد. رسوبات جریان گراولته‌ای در این مدل یا وجود ندارد یا به ندرت دیده می‌شود. 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. به طور تیبیک عنصر SB نیز حدود ۵ درصد غالب توالیهای این رودخانه را تشکیل می‌دهد (Miall, 2006). از رخساره‌های رسوبی که در این بخش از کانال تشکیل شده‌اند می‌توان به رخساره‌های Gcm, Gmm, Gh, Sh, Fm و Fl اشاره کرد (شکل ۱۵ ب و جدول ۳).

بار گراولی و اشکال لایه‌ای (GB): این عنصر ساختاری شامل اشکال لایه‌ای و سدهای گراولی است که به صورت عدسی شکل و گسترده هستند و به طور متداول با عناصر ساختاری SB و SG همراه است و در سیستمهای رودخانه‌ای بریده بریده با بار بستر گراولی متداول است. همچنین این عنصر نشان دهنده رودخانه بریده بریده با پیچش کم است (Gao et al., 2007). این عنصر ساختاری در رودخانه مورد مطالعه از رخساره رسوبی Gh تشکیل شده و به طور گسترده در کف کانال و به سبب مهاجرت سدهای طولی در بالا دست رودخانه تشکیل می‌شود (Gao et al., 2007; Miall, 2006).

رسوبات ریز خارج از کانال (FF): این عنصر ساختاری از رسوبات ریز خارج از کانال تشکیل شده است. عنصر ساختاری مذکور در رودخانه‌های بریده بریده و مخروط افکنه ته نشین شده و بر اثر کاهش انرژی سیال و در محیطهای رسوبی آرام‌تر ته‌نشست می‌کند (Miall, 2006). این عنصر ساختاری در رودخانه مورد مطالعه از رخساره رسوبی Fm و Fl تشکیل شده است.

#### مدل رسوبی

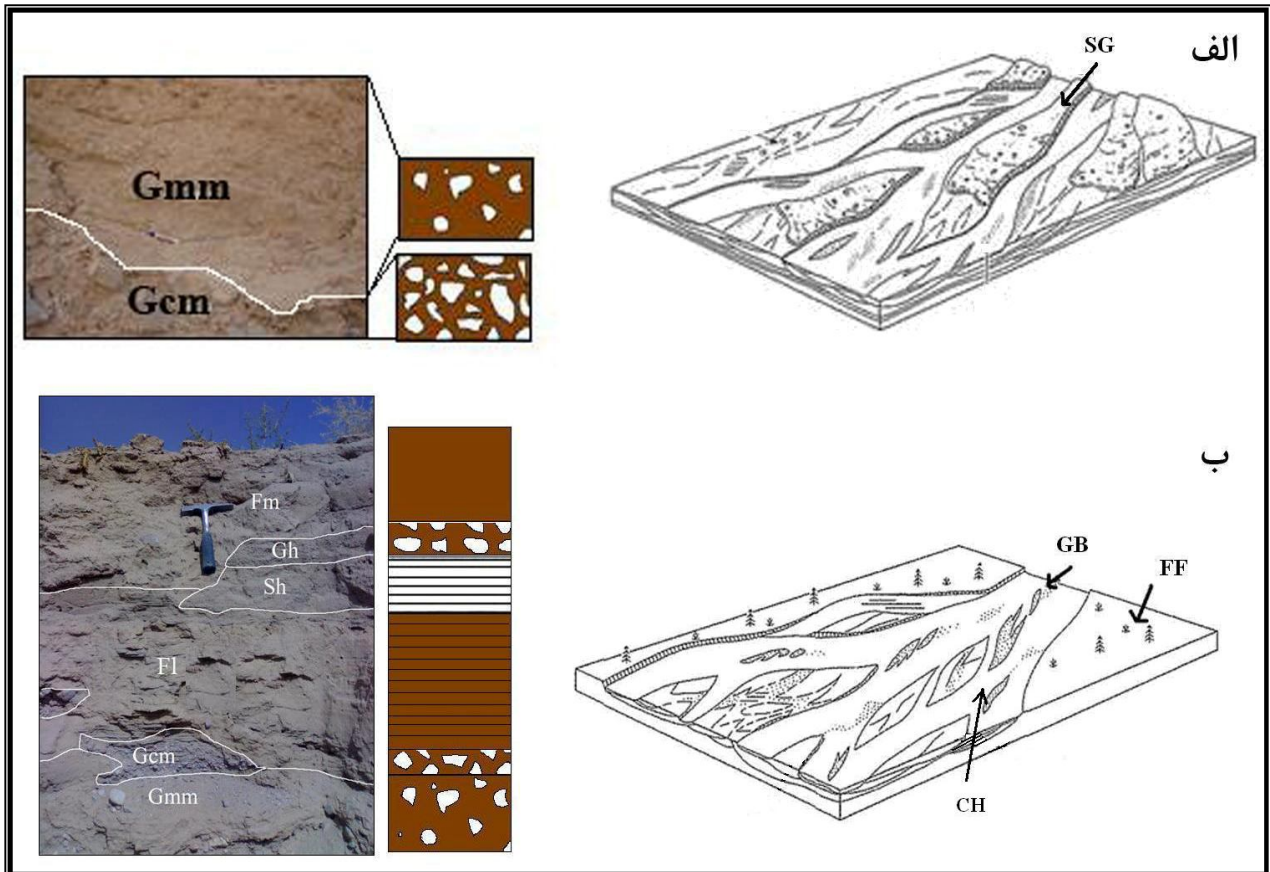
بر مبنای رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری شناسایی شده در کانال اصلی رودخانه عشق آباد - سوله مدل رسوبی با در نظر گرفتن مدلهای ارائه شده (Miall, 2006) ترسیم شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### الف) رودخانه بریده بریده گراولی با رسوبات جریان ثقلی

این نوع رودخانه در بالا دست رودخانه عشق آباد - سوله تشکیل شده است. در این جا حواشی کانال با نهشته‌های گراولی جریان گراولته‌ای رسوبی و عنصر ساختاری SG

جدول ۳: رخساره‌های سنگی، عناصر ساختاری و مدل‌های رودخانه‌ای شناسایی شده در رودخانه عشق آباد - سوله (بر اساس طبقه بندی Miall, 2006)

عناصر ساختاری	نوع رخساره	نوع رسوبات	میزان پیش	میزان انرژی حمل رسوبات	نوع رودخانه
SG	Gmm, Gcm	گراول با مقدار کمی رسوبات ریزدانه	کم	زیاد	رودخانه بریده بریده گراولی با رسوبات جریان ثقیلی
GB	Gmm, Gmg, Gh	گراول با مقدار کمی ماسه	کم	زیاد	رودخانه بریده بریده کم عمق با بار گراولی



شکل ۱۵: مدل رسوبی رودخانه عشق آباد - سوله (با تغییراتی از Miall, 2006). (علائم اختصاری روی مدل‌های رسوبی، عناصر ساختاری را نشان می‌دهند)

### نتیجه گیری

هیدرولوژی حوضه زه کش کنترل می‌شود و در روند ریزشوندگی اندازه ذرات به سمت پایین دست نیز تأثیر زیادی دارد. جورشدگی هیدرولیکی در ارتباط با ویژگی‌های ذرات (شکل، چگالی و اندازه) است. با توجه به شکل تیغ‌های و چگالی یکسان آندزیت و تراکی آندزیت، در رسوبات رودخانه مورد مطالعه اندازه ذرات در روند ریزشوندگی به

مطالعات رسوب شناسی در رودخانه عشق آباد - سوله به شناسایی سه ناپیوستگی رسوبی و چهار پیوستگی رسوبی منجر شده است. ریزشوندگی به سمت پایین دست در هریک از پیوستگی‌های رسوبی در این رودخانه به دلیل تأثیر دو عامل جورشدگی هیدرولیکی و سایش است. به دلیل شیب بالای حوضه، جورشدگی هیدرولیکی توسط

گراول با لایه‌بندی افقی (Gh)، ماسه با لایه بندی افقی (Sh)، گل لامیناسیون دار (Fl) و گل توده‌ای (Fm) و ۴ عنصر ساختاری کانال (CH)، جریان گراویته‌ای (SG)، بار گراولی و اشکال لایه‌ای (GB) و رسوبات ریز خارج از کانال (FF) مشاهده گردید. بر اساس مجموعه‌های رخساره‌ای و عناصر ساختاری، مدل رسوبی رودخانه عشق آباد - سوله بریده بریده گراولی با رسوبات جریان ثقلی در بالا دست و بریده بریده کم عمق گراولی در قسمتهای میانی و پایین دست است.

سمت پایین دست نقش مهمتری ایفا می‌کند. با توجه به درصد سایش تقریباً نزدیک آندزیت و تراکی، جورشدگی هیدرولیکی اهمیت خیلی بیشتری نسبت به سایش در روند ریز شونده‌گی اندازه ذرات به سمت پایین دست دارد. براساس محاسبه پارامترهای اندازه ذرات، در رودخانه عشق آباد - سوله عمدتاً جورشدگی بد و بسیار بد، کج شدگی مثبت (fine skewed) و دامنه کشیدگی پهن تا کشیده دیده می‌شود. در رودخانه عشق آباد - سوله ۶ رخساره رسوبی گراول ماتریکس پشتیبان (Gmm)، گراول دانه پشتیبان (Gcm)،

## منابع

امینی، ب.، خان ناظر، ن.، ۱۳۷۷. نقشه زمین شناسی چهار گوش ۱:۱۰۰۰۰۰ مشکان. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

تقدیسی نیکبخت، س.، محبوبی، ا.، محمودی قرایی، م.ح.، خانه باد، م.، پاسبان، ع.، ۱۳۸۹ الف. بررسی پیوستگیهای رسوبی در طول رودخانه عشق آباد - سوله (جنوب غرب قوچان). چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین.

تقدیسی نیکبخت، س.، محبوبی، ا.، محمودی قرایی، م.ح.، خانه باد، م.، پاسبان، ع.، ۱۳۸۹ ب. ارزیابی نقش زمین شناسی در مدل اصلاح شده پسیاک در تولید رسوب در حوضه آبریز عشق آباد - سوله (جنوب غرب قوچان) با استفاده از GIS. چهارمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور، صص ۱۱۶۸-۱۱۹۱.

تقدیسی نیکبخت، س.، محمودی قرایی، م.ح.، محبوبی، ا.، خانه باد، م.، پاسبان، ع.، ۱۳۸۹ پ. رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری حوضه آبریز عشق آباد - سوله (جنوب غرب قوچان). بیست و نهمین گردهمایی علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۶۰.

دلنا سازه سناباد، ۱۳۸۹. گزارش هواشناسی حوضه آبریز عشق آباد- سوله. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی.

Aboumaria, KH., Zaghoul, M.N., Battaglia, M., Loiacono, F., Puglisi, D., & Aberkan, M., 2009. Sedimentary processes and provenance of Quaternary marine formations from the Tangier Peninsula (Northern Rif, Morocco). *Journal of African Earth Sciences*, 55: 10-35.

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*, 64: 451-490.

Benda, L., Andras, K., Miller, D., & Bigelow, P., 2004. Confluence effects in rivers: interactions of basin scale, network geometry and disturbance regimes. *Water Resources Research* 40: doi:10.1029/2003WR002583.



- Constantine, C.R., Mount, M.F., & Florsheim, J.L., 2003. The effects of longitudinal differences in gravel mobility on the downstream fining pattern in the Cosumnes River, California. *J. Geol.*, 111: 233-241.
- Davey, C., & Lapointe, M., 2007. Sedimentary links and the spatial organization of Atlantic salmon (*Salmosalar*) Spawning habitat in a Canadian Shield River. *Geomorphology*, 83: 82-96.
- Ferguson, R.I., Hoey, T., Wathen, S., & Werrity, A., 1996. Field evidence for rapid downstream fining of river gravels through selective transport. *Geology*, 24: 179-182.
- Folk, R.L., 1980. Petrology of sedimentary rocks. *Hemphill Publishing Company Austin, Texas*, 184p.
- Gao, C., Boreham, S., Preece, R.C., Gibbard, P.L., & Briant, R.M., 2007. Fluvial response to rapid climate change during the Devensian (Weichselian) Late glacial in the River Great Ouse, southern England, UK. *Sedimentary Geology*, 202: 193-210.
- Gomez, J.L., Chivelet, J.M., & Palma, R.M., 2009. Architecture and development of the alluvial sediments of the Upper Jurassic Tordillo Formation in the Canada Ancha Valley, northern Neuquen Basin, Argentina. *Sedimentary Geology*, 219: 180-195.
- Gregory, K.J., 2006. The human role in changing river channels. *Geomorphology*; 79: 172-191.
- Heitmuller, F.T., & Hudson, P.F., 2009. Downstream trends in sediment size and composition of channel - bed, bar and bank deposits related to hydrologic and lithologic controls in the Liano River Watershed, central Texas, USA. *Geomorphology*, 112: 46-260.
- Heller, P.L., Beland, P.E., Humphrey, N.F., Konrad, S.K., Lynds, R.M., McMillan, M.E., Valentine, K.E., Widman, Y.A., & Furbish, D.J., 2001. Paradox of downstream fining and weathering-rind formation in the lower Hoh River, Olympic Peninsula, Washington. *Geology*, 29: 971-974.
- Hoey, T.B., & Bluck, B.J., 1999. Identifying the controls on downstream fining gravels. *J. Sediment. Res.* 69A: 40-50.
- Khalifa, M., & Catuneanu, Q., 2008. Sedimentary of the bahariya Formation (Early Cenomanian), Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 51: 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*, 30: 100-126.
- Kjemperud, V.A.K., Schomacher, E., & Cross, T., 2008. Architecture and stratigraphy of alluvial deposits, Morinson Formation (Upper Jurassic), Utah. *AAPG Bulletin*, 92 (8): 155-176.
- Kosun, E., Poisson, A., Ciner, A., Wernli, R., & Monod, O., 2009. Syn-tectonic sedimentary evolution of the Miocene atallar Basin, southwestern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34: 466-479.
- 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. *Quaternary International*, 159: 6-20.
- Kwon, Y.K., Chough, S.K., Choi, D.K., & Lee, D.J., 2002. Origin of limestone conglomerates in the Choson Super group (Cambro-Ordovician), Mid east Korea. *Sedimentary Geology*, 146: 265-283.
- Lewin, J., & Brewer, P.A., 2002. Laboratory simulation of clast abrasion. *Earth Surf. Proc. Land.*, 27: 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 flume experiment. *Water Resources Research*, 29: 3623-3629.
- Mahboubi, A., Taghdisi Nikbakht, S., Mahmudi Gharaee, M.H., Khanehbad, M., & Paseban, E., 2011. Erosion and sedimentation modeling by MPSIAC method and GIS, A case study of Iran. *23<sup>rd</sup> Colloquium of African Geology, University of Johannesburg, Republic of South Africa*, p. 253.
- Miall, A.D., 2006. The Geology of Fluvial Deposits-Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology. *Springer-Verlag*, Berlin, 582p.
- Nelson, P.A., Venditti, J.G., Dietrich, W.E., Kirchner, J.W., Ikeda, H., Iseya, F., & Sklar, L.S., 2009. Response of bed surface patchiness or educations in sediment supply. *J. Geophys. Res.*, 114: doi:10.1029/2008JF001144, 18p.
- Parker, G., 1991a. Selective sorting and abrasion of river gravel: Theory (Part I). *J. Hydraul. Eng.* 117 (2): 131-149.
- Parker, G., 1991b. Selective sorting and abrasion of river gravel: Applications (Part II). *J. Hydraul. Eng.* 117 (2): 150-171.

- Petts, G.E., Gurnell, A.M., Gerrard, A.J., Hannah, D.M., Hansford, B., Morrisey, I., Edwards, P.J., Kollmann, J., Ward, J.V., Tockner, K., & Smith, B.P.G., 2000. Longitudinal variations in exposed river sediments: a context forth ecology of the Fiume Tagliamento, Italy. *Aquat. Conserv: Mar. Freshwater ecosystem*, 10: 249–266.
- Reid, I., Bathurst, J.C., Carling, P.A., Walling, D.E., & Webb, B.W., 1997. Sediment erosion, transport and deposition. *In: Thorne, C.R., Hey, R.D., & Newson, M.D., (Eds.), Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. John Wiley, Chichester, pp.95–135.*
- Rengers, F., & Wohl, E., 2007. Trend of grain sizes on gravel bars in the Rio Chagres, Panama. *Geomorphology*, 83: 282 – 293.
- Rice, S.P., & Church, M., 1996. Bed material texture in low order streams on the Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Earth Surf. Proc. Land.*, 21: 1–18.
- Rice, S.P., & Church, M., 2010. Grain-size sorting within river basin relation to downstream fining along a wandering channel. *Sedimentology*, 57: 232-251.
- Sear, D.A., & Newson, M.D., 2003. Environmental change in river channels: a neglected element. Towards geomorphological typologies, standard and monitoring. *The Science of the Total Environmental*, 310: 17 -23.
- Singer, M.B., 2008. Downstream patterns of bed material grain size in a large, low land alluvial river subject to low sediment supply. *Water Resources Research*, 44: doi:10.102. 2008WR007183.
- Surian, N., 2002. Downstream variation in grain size along an Alpine River, analysis of controls and processes. *Geomorphology*, 43: 137–149.

Archive of SID

## Sedimentary facies and downstream fining trend in Eshghabad-Suleh River sediments (SW Quchan)

Taghdisi Nikbakht, S.<sup>1</sup>, Mahboubi, A.<sup>2\*</sup>, Mahmoudi Gharaiie, M.H.<sup>3</sup>, Khanehbad, M.<sup>3</sup>, Paseban, E.<sup>1</sup>

1- M.Sc. in Sedimentology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

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

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

\*E-mail: amahboobi2001@yahoo.com

### Abstract

The Eshghabad-Sule drainage basin with about 81.365 Km<sup>2</sup> is located in southwest of Quchan. The Eshghabad-Sule River is a gravel bar-bed river which its grain size decreased exponentially downstream. This may be related to selective transport of clasts on the streambed and abrasion during transport. To understand the grain size variations and effective factors in downstream fining, 34 samples have been analyzed. As results, 3 discontinuities and 4 sedimentary links were identified. In this basin, the role of hydraulic sorting in comparative with abrasion is more effective in downstream fining of grain size in each sedimentary link. Calculation of grain size parameters show that in this type of river, sediments are mostly poorly to very poorly sorted, positive skewed and platykurtic to leptokurtic. The identified lithofacies in this river are consist of matrix supported gravel (Gmm), grain supported gravel (Gcm), grain supported gravel with horizontal bedding (Gh), sand with horizontal bedding (Sh), laminated mud (Fl) and massive mud (Fm). Existing facies have formed in 4 architectural elements such as Channel (CH), Gravity flow deposits (SG), Gravel bars and Bed forms (GB) and Fine grain clastic deposits (FF). Based on identified facies associations and architectural elements, the sedimentary model of Eshghabad-Sule is gravelly braided river system.

**Keywords:** Sedimentary link, hydraulic sorting, abrasion, median, textural parameters, sediment facies, architectural elements