

بررسی اثر منابع جانبی بر روند ریزشوندگی رسوبات به سوی پایین دست حوضه رودخانه حرم‌آباد (دشت باختری ملایر)

سعید خدابخش^{۱*}، مریم کریمی^۲، بهروز رفیعی^۱، حامد رشنو^۳ و ناهید صحرارو^۲

۱- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی‌سینا

۲- کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشگاه بوعلی‌سینا

۳- کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد، خرم‌آباد

نویسنده مسئول: *skhodabakhsh@yahoo.com

دریافت: ۹۳/۱۰/۲۲ پذیرش: ۹۴/۳/۱۶

چکیده

حوضه آبریز حرم‌آباد با شکلی نسبتاً کشیده و مساحت ۲۹۶۵ کیلومتر مربع در جنوب استان همدان در زون ساختاری سنندج-سیرجان قرار دارد. ۱۳۹۲ کیلومتر مربع از این وسعت را دشت باختری ملایر شامل می‌شود؛ رودخانه‌ی اصلی این حوضه رودخانه حرم‌آباد (آب ملایر) است. در این رودخانه پنج رخساره رسوبی شامل Gm, Gms, Sh, SI, Fm شناسایی شده است. رسوبات رودخانه مورد مطالعه عمدتاً دارای جورشدگی بسیار بد، کج‌شدگی مثبت و کشیدگی پهن هستند. شاخص‌ترین تغییر در بافت رسوبات بستر به سمت پایین دست رودخانه در فراوانی دانه‌های گراول (با چهار گسستگی) است. این گسستگی‌ها ناشی از ورود رسوبات از منابع جانبی (مخروط‌افکنه، شاخه‌های فرعی و واریزه) به کانال رودخانه ایجاد شده‌اند. افزایش گراول در ناپیوستگی‌ها در شاخه‌های کم شیب‌تر و با لیتولوژی شیست و اسلیت ۳-۸٪ و در شاخه‌های پرشیب‌تر و با لیتولوژی گرانیت و سنگ آهک ۲۵-۳۲٪ است. بنابراین لیتولوژی سنگ منشا نیز در روند ریزشوندگی اندازه دانه‌های بستر رودخانه به سوی پایین دست موثر است.

واژه‌های کلیدی: رخساره، ریزشوندگی، رودخانه حرم‌آباد، ملایر

مقدمه

هیدرولیکی به شکل، اندازه و چگالی ذرات بستگی دارد و در نتیجه حمل تدریجی ذرات دانه‌ریز و ته‌نشست ترجیحی ذرات درشت است که به‌وسیله نیروهای هیدرولیکی و خواص زمین ریخت‌شناسی مانند کاهش شیب بستر رودخانه کنترل می‌شود [۱۹]. سایش فرآیندی ترکیبی است که شامل برخی از فرآیندها از جمله ورقه‌ای شدن، ساییده شدن شکستگی و برخورد ماسه‌ها به هم‌دیگر است. به‌طور کلی در مقایسه با جورشدگی انتخابی، اثر سایش بر روند ریزشوندگی در رودخانه‌های آبرفتی کم‌تر است. مهم‌ترین منابع جانبی را می‌توان در مخروط افکنه‌ها و شاخه‌های فرعی در مسیر رودخانه جستجو کرد. یکی دیگر از عوامل موثر بر روند ریزشوندگی، جنس دانه است که خود متاثر از لیتولوژی سنگ منشا است. در این پژوهش اثر دو عامل (منابع جانبی و جنس دانه‌ها) در روند ریزشوندگی رسوبات بستر رودخانه حرم‌آباد بررسی شده است. این رودخانه در

شناخت سیستم رودخانه و پیش‌بینی نحوه تغییرات و جابجایی آن در مسایل عمرانی بسیار مهم است و این امر نیز بدون داشتن آمار و اطلاعات صحیح از این سیستم امکان‌پذیر نمی‌باشد. رودخانه یک سیستم دینامیکی است و متغیرهایی مانند شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی، فعالیت‌های تکتونیکی و زمین‌شناسی بر روی سرعت و نوع جریان، عمق، میزان حمل و نقل رسوب و در نتیجه بر تشکیل رخساره‌های رسوبی نقشی به‌سزا ایفا می‌کند [۴، ۶، ۱۸، ۲۱].

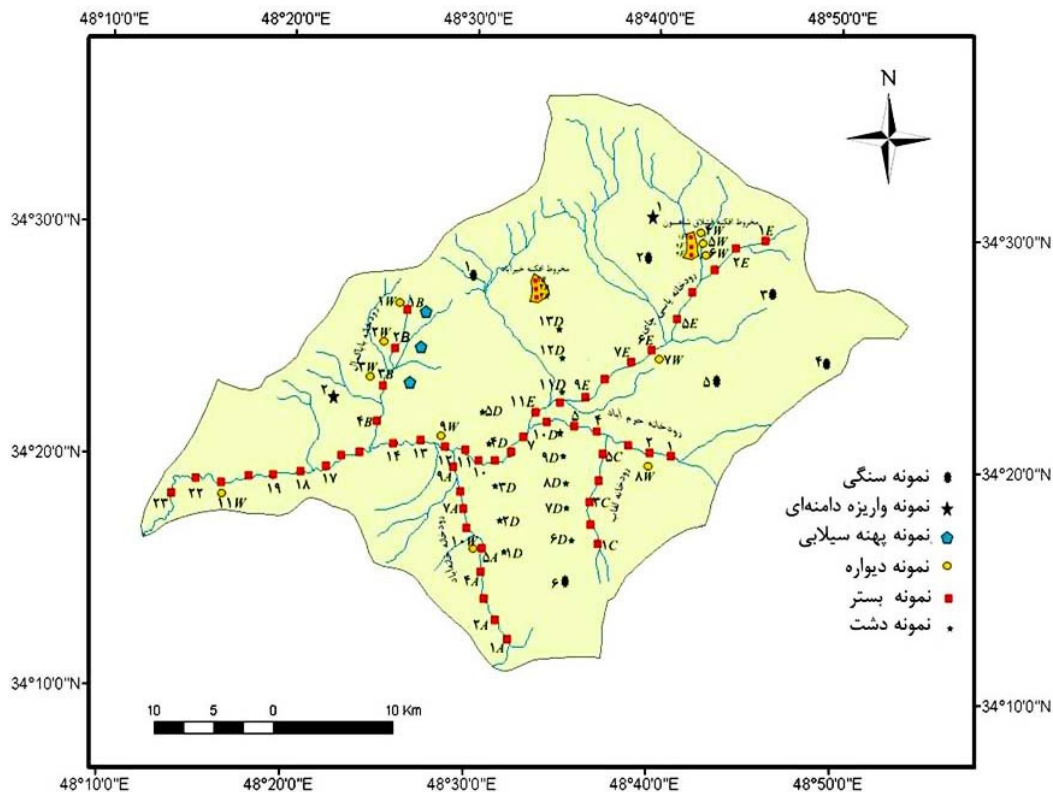
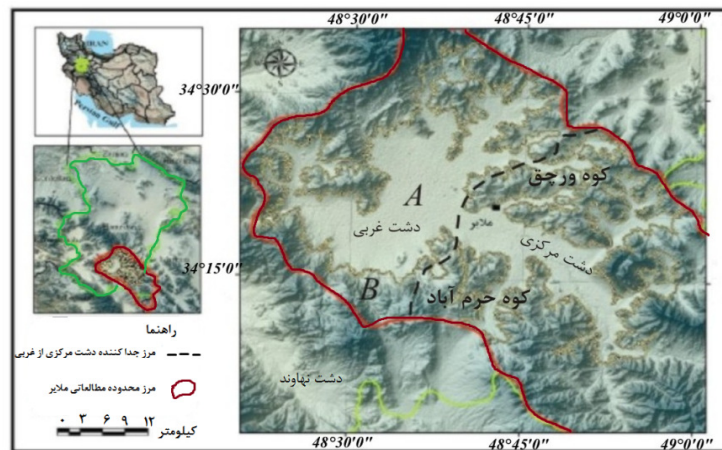
بررسی بر روی رسوبات رودخانه‌ها، در سطوح و با اهداف مختلفی انجام می‌گردد؛ یکی از این موارد تغییر اندازه دانه‌ها به سمت پایین‌دست رودخانه است. فرآیندهای تأثیرگذار بر ریزشوندگی به سمت پایین‌دست را می‌توان در سه گروه جورشدگی هیدرولیکی (حمل و نقل انتخابی) دانه‌ها در بستر رودخانه، سایش در طول حمل و نقل، و منابع رسوب جانبی قرار داد [۷ و ۸]. جورشدگی

و در جنوب استان همدان (دشت باختری ملایر) قرار گرفته است (شکل ۱). رودخانه حرم‌آباد از ارتفاعات سرپند اراک سرچشمه گرفته و بعد از خروج از حوضه به رودخانه گاماسیاب نهند متصل می‌شود. محیط حوضه‌ی آبریز ۱۸۱ کیلومتر و طول رودخانه حرم‌آباد در محدوده دشت باختری ملایر، ۵۹ کیلومتر و شیب آن ۰/۴ درصد می‌باشد [۳]. بیشینه و کمینه ارتفاع حوضه از ۳۲۸۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

دشت باختری ملایر قرار دارد؛ حوضه آبریز ملایر از دیدگاه مدیریت منابع آب یکی از محدوده‌های مطالعاتی حوضه بالادست رودخانه کرخه محسوب می‌گردد [۱].

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی

موقعیت جغرافیایی منطقه، بین $48^{\circ}51'$ تا $48^{\circ}55'$ طول خاوری و $34^{\circ}10'$ تا $34^{\circ}35'$ عرض شمالی واقع شده است. این حوضه با شکلی نسبتاً کشیده و مساحت ۱۳۹۲ کیلومتر مربع در زون ساختاری سنج-سیرجان



شکل ۱. بالا) نقشه موقعیت دشت غربی ملایر، پایین) محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری

اهداف و روش‌ها

هدف از انجام این مطالعه، بررسی رخساره‌های رسوبی و تغییرات اندازه ذرات، عوامل مؤثر و کنترل کننده ریزشوندگی به طرف پایین دست رودخانه و تعیین عوامل مؤثر در ایجاد ناپیوستگی‌های رسوبی می‌باشد. مطالعات رسوب‌شناسی انجام شده در این حوضه آبریز نشان می‌دهد که این حوضه توسط رودخانه اصلی حرم‌آباد و چند آبراهه فرعی تغذیه می‌شود. با توجه به تغییر نوع رسوبات مخروط‌افکنه، دشت، رودخانه و آبراهه‌های فرعی نمونه‌برداری شد. ۵۲ نمونه (میانگین فاصله نمونه‌برداری ۲ کیلومتر) از بستر رودخانه و آبراهه‌ها به روش نقطه‌ای برداشت شد که تعداد ۲۶ نمونه مربوط به رودخانه حرم‌آباد می‌باشد. برای شناخت اثر منابع جانبی پس از اتصال آبراهه‌های فرعی به بستر اصلی، نمونه برداشت شد. در موقع نمونه‌برداری سعی گردید که ترکیب بار بستر تحت تأثیر واحد مجاور (اختلاط) قرار نگیرد و نمونه‌ها، حتی الامکان نماینده بافت رسوب آن نقطه باشند. انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری به گونه‌ای بود که تأثیر عوامل زمین‌شناسی (مانند تغییر لیتولوژی)، پیچش رودخانه، ورود آبراهه‌های فرعی و مورفولوژی بستر رودخانه، در آن مشخص باشد. آماده‌سازی نمونه‌ها شامل خشک کردن و حذف مواد آلی انجام شد. دانه‌سنجی با کولیس، الک و دستگاه لیزری (Analyset particle size analyser)، با توجه به اندازه دانه‌های تشکیل‌دهنده انجام گرفت. سپس محاسبه مشخصه‌های آماری (میانگین، میانه، انحراف معیار، کج‌شدگی) به روش ترسیمی [۵] و تفسیر مشخصه‌های آماری انجام گردید. ترسیم نقشه‌ها در محیط GIS انجام گرفته است.

واحدهای سنگی و رخساره‌های رسوبی

واحدهای سنگی منطقه شامل سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای (اسلیت، فیلیت و شپست)، دگرگونی مجاورتی (هورنفلس)، آذرین (گرانیت) و رسوبی (سنگ آهک و ماسه‌سنگ) می‌باشد (شکل ۲). از بین آن‌ها سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای گسترش بیش‌تری دارند و ویژگی‌های بافتی آن‌ها (فشردگی سطوح شیبستوزیته و پیوستگی ضعیف دانه‌ها، شکل ۳) موجب فرسایش‌پذیری بیش‌تر آن‌ها نسبت به سایر سنگ‌ها شده است. گسترش مخروط افکنه‌های منطقه (شکل ۴) نمایان‌گر زودفرسایبی و

رسوب‌زایی این گروه است. از طرف دیگر تجمع واریزه‌های سنگی در مجاورت واحدهای سنگ‌آهکی (شکل ۴) نقش آن‌ها در تولید رسوبات منطقه را نشان می‌دهد.

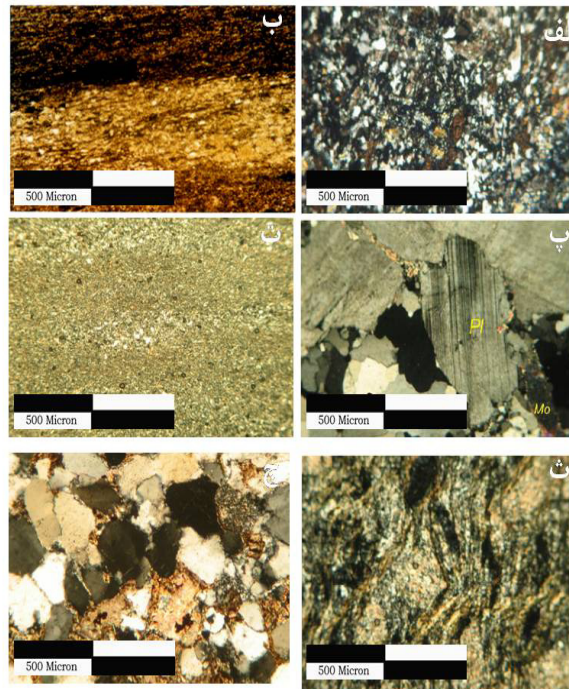
رسوبات دامنه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها عمدتاً توسط شبکه آبراهه‌ها به رودخانه‌های منطقه وارد و به صورت رخساره‌های داخل کانال یا حاشیه آن انباشته شده‌اند. بررسی رخساره‌های رسوبی و آنالیز اندازه دانه‌ها به تعیین محیط رسوبی و شناسایی فرآیندهای رسوب‌گذاری و نوع جریان کمک می‌نماید. توزیع اندازه ذرات در رسوب به اختصاصات سنگ منشأ، فرآیندهای هوازدگی، ساییش و جورشدگی انتخابی آن‌ها در هنگام حمل‌ونقل بستگی داشته و بر روی انواع رخساره‌های رسوبی تأثیرگذار است [۲۲]. در منطقه مطالعه سه گروه رخساره‌ای گراولی (Gm, Gms)، ماسه‌ای (Si, Sh) و گلی (Fm) شناسایی شدند (شکل ۵، جدول ۱). از بین آن‌ها، گروه رخساره‌ای گراولی فراوان‌تر هستند و در رسوبات کانال و مخروط افکنه وجود دارند. رخساره Gms معمولاً در رسوبات مخروط‌افکنه‌ای دیده می‌شود؛ اندازه قطعات آن از پیل‌های درشت تا ماسه ریز متغیر است و مقدار زمینه نسبتاً کم و لایه‌بندی مشاهده نمی‌شود. دانه‌های رخساره‌های گراولی غالباً نیمه‌زایه‌دار تا نیمه‌گردشده، با کرویت پایین تا متوسط و جورشدگی ضعیف هستند. در قطعات موجود هیچ نوع جهت‌یافتگی دیده نمی‌شود که معرف جریان خرده‌دار کانالی است [۱۱]. چنین رخساره‌هایی معمولاً ناشی از جریان‌های خرده‌دار با گرانروی زیاد هستند [۱۷]. رخساره Gms بیش‌تر در کانال رودخانه فعال بخش بالای مخروط‌افکنه‌ها دیده می‌شود و به تدریج در بخش میانی مخروط تبدیل به رخساره Gm می‌گردد. وجود بین لایه‌های گلی (رخساره-های Fm و Fr) در توالی رسوبات بخش‌های پایین مخروط، نمایان‌گر سرریز از دیواره کانال است. رخساره‌های Gm به همراه رخساره‌های ماسه‌ای (SI) و Sh) مهم‌ترین بخش توالی رسوبی در رسوبات کانال را تشکیل می‌دهند. تشکیل رخساره Gm بیان‌گر انرژی بالای محیط در هنگام رسوب‌گذاری بوده است که از ته‌نشست ذرات ریز پیش‌گیری نموده و به علت تشکیل در شرایط جریان آشفته، حالت توده‌ای می‌یابد [۱۳]. رخساره SI به‌طور متناوب با رخساره Sh و رخساره‌های

به فروکش کردن سیلاب در دشت سیلابی مشاهده می‌شود. این رخساره در بعضی نقاط به صورت بین لایه‌ای با رخساره‌های گراولی قرار گرفته است.

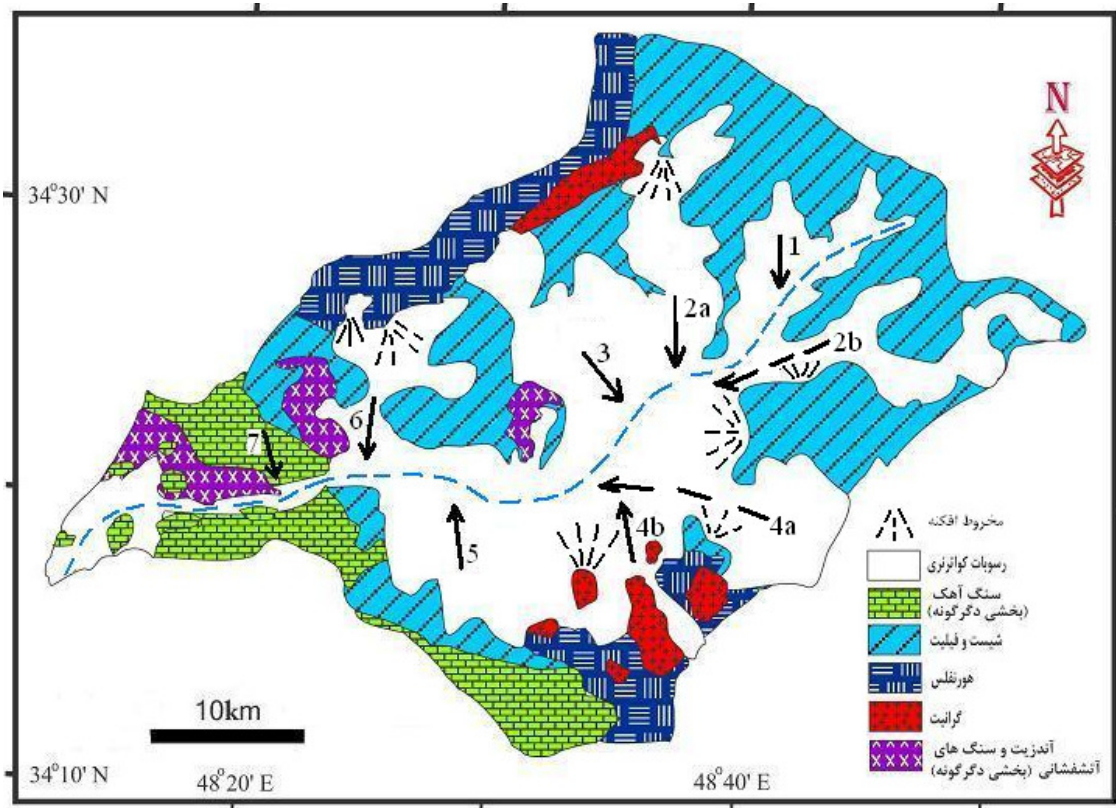
گلی مشاهده می‌شود. از بین رخساره‌های دانه‌ریز، رخساره Fm از فراوانی بالایی در منطقه مطالعه برخوردار است و عمدتاً در رسوبات خارج کانال یا رسوبات مربوط



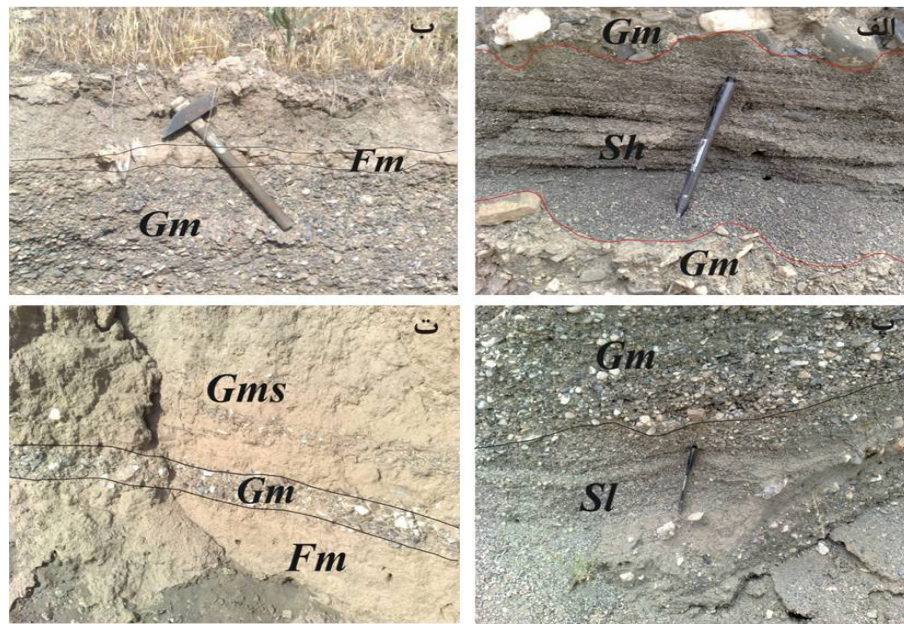
شکل ۲. برخی از واحدهای سنگی منطقه؛ g=گرانیت؛ سامن، شاخه لfab، Jph=فیلیت؛ قشلاق کسب، sch=شیسست؛ قشلاق شاهسون، JK=سنگ آهک؛ وسج، Qal=آبرفت با واریزه آهکی؛ سنگ سفید، Q12=پادگانه آبرفتی، سنگ سفید.



شکل ۳. تصویر میکروسکوپی برخی از واحدهای سنگی منطقه: (الف) هورنفلس دانه ریز و بافت گرانوبلاستیک، سنگ سفید، (ب) فیلیت با بافت شیستوزیته، قشلاق کسب، (پ) گرانیت با بافت گرانولار، سراب سامن، (ت) اسلیت دانه ریز با جهت یافتگی، قشلاق کسب، (ث) شیست لکه‌دار با بافت شیستوزیته، قشلاق شاهسون، (ج) ماسه‌سنگ دگرگونه، میرزابره.



شکل ۴. نقشه گستره واحدهای سنگی در منطقه مطالعه (پیکان‌ها و شماره‌ها پیوستن شاخه‌های فرعی و ورود منابع جانبی به رودخانه را نشان می‌دهند).



شکل ۵. رخساره‌های رسوبی در رودخانه مورد مطالعه، الف) رخساره گراولی دانه پستیپان (Gm) و رخساره ماسه‌ای با لامینه‌های افقی (Sh) - ب) رخساره گل توده‌ای (Fm) و رخساره گراولی دانه پستیپان (Gm) - پ) رخساره گراولی دانه پستیپان (Gm) و رخساره ماسه‌ای با لایه‌های مورب (Sl) - ت) رخساره گل توده‌ای (Fm)، رخساره گراولی دانه پستیپان (Gm) و رخساره گراولی ماتریکس پستیپان (Gm).

جدول ۱. خلاصه‌ای از ویژگی‌های رخساره‌های سنگی شناسایی شده در حوضه آبریز حرم آباد بر مبنای رده‌بندی مایل (۱۹۹۶)

نام رخساره	کد رخساره	ساختار رسوبی	کد بافتی	Mz (فی)	Ski	σI (فی)	رنگ کد (مانسل)	سازوکار تشکیل
گراول زمینه پستیپان	Gms	شن‌ها شناور در زمینه	gS	-۲/۵۳	-۰/۳۴	۲/۸۹	۵Y-۷/۳	تاثیر نیروی گرانش و ریزش در کانال
گراول دانه پستیپان	Gm	جهت‌یافتگی فلسی	sG	-۰/۰۴	-۰/۵۴	۳/۷۴	5Y-۷/۱	بار بستر با انرژی بالای محیط
ماسه با لامیناسیون موازی	Sh	لامیناسیون موازی	mS	۲/۸۳	۰/۳	۱/۸۶	۵/۱ 7.5YR-	جریان حدواسط (مرحله بحرانی جریان از پایین به بالا)
ماسه با لامیناسیون مورب	Sl	لایه‌بندی مورب کم‌زاویه (کمتر از ۱۰ درجه)	mS	۲/۴۰	۰/۳۷	۱/۷۴	YR-6/2 7.5	سرعت بالای جریان آب و زمانی که مقدار بار رسوبی نسبتاً کم می‌باشد
گل توده‌ای	Fm	توده‌ای	sM	۰/۷۳	-۰/۰۳	۳	2.5Y-۷/۲	سرریز جریان در بهنه طغیانی و کانال متروکه

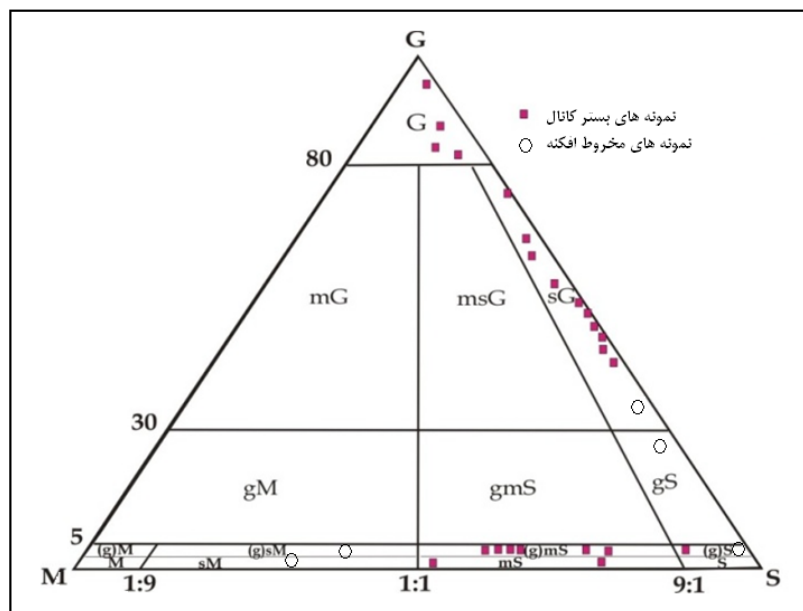
بحث و نتیجه‌گیری

بافت رسوبات در نمونه‌های مطالعه شده به ترتیب گراول، گراول ماسه‌ای، ماسه گلی گراولی و گل ماسه‌ای با کمی گراول می‌باشند (شکل‌های ۶ و ۷). منحنی تجمعی مربوط به این ایستگاه‌ها اکثراً هایپربولیک بوده و کج‌شدگی مثبت دارند (جدول ۱). شکل هایپربولیک منحنی تجمعی آن‌ها نمایانگر افزون بودن دانه‌های درشت است که در دوره‌های پراثری کوتاه مدت ته‌نشین شده‌اند (شکل ۷).

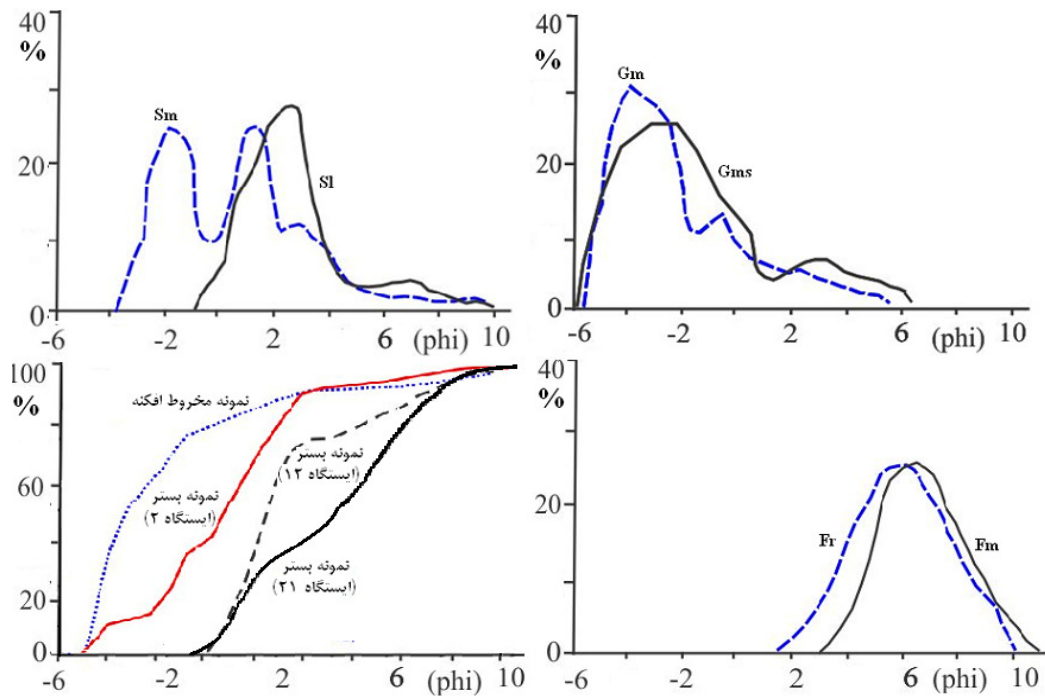
معمولاً اندازه دانه در رودخانه‌ها از بالادست به سمت پایین‌دست کاهش می‌یابد؛ دو عاملی که این روند ریزشوندگی اندازه ذرات را توجیه می‌کنند سایس دانه‌ها و جورشدگی هیدرولیکی می‌باشد [۲]. گسستگی در این روند اکثراً به دلیل ورود رسوبات دانه درشت از شاخه‌های فرعی می‌باشد. این شرایط را می‌توان به نزدیکی کانال‌های فرعی به منشأ و مسافت کوتاه حمل و نقل نسبت داد [۱۰]. شیب بستر در طول رودخانه، اندازه و شکل رسوبات، وضعیت و شکل کانال، اتصال کانال‌های فرعی به کانال اصلی و فعالیت‌های انسانی از عوامل مؤثر در ایجاد ناپیوستگی‌های رسوبی هستند [۹].

روند ریزشوندگی به سوی پایین‌دست رودخانه در منحنی تغییرات میانگین و یا میانه اندازه دانه‌ها قابل نمایش است؛ علاوه بر آن تغییرات در رده‌های رسوبی (گراول، ماسه، سیلت و رس) به سوی پایین‌دست به خوبی اثر

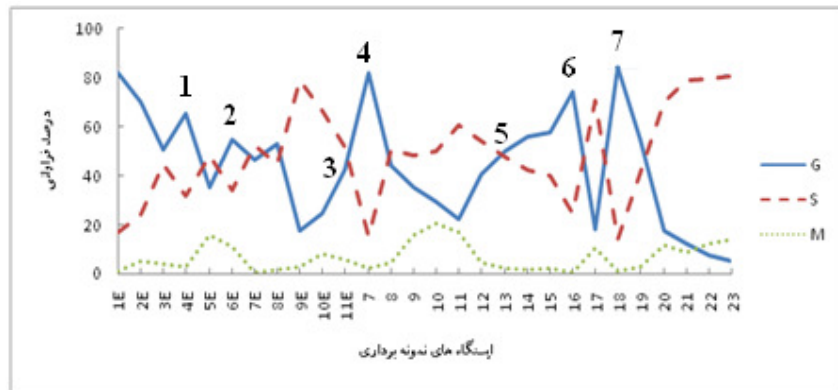
ورود رسوبات از منابع جانبی رودخانه را نشان می‌دهد. منابع جانبی رسوبات به کانال رودخانه مطالعه عبارتند از: ۱- مخروط افکنه‌ها، ۲- شاخه‌های فرعی رودخانه و ۳- واریزه‌ها و رسوبات کوهرفتی. قابل اشاره است که مخروط افکنه‌ها در منطقه مطالعه بیش‌تر در مناطق با لیتولوژی زودفرسای (شیست، فیلیت و اسلیت) گسترش دارند (شکل ۴) و انتقال رسوبات آن‌ها نیز توسط یک شاخه رودخانه فرعی رودخانه به شاخه اصلی انجام می‌شود. تغییرات گراول شاخص مناسبی برای نمایش ورود منابع جانبی به کانال رودخانه است. شدت افزایش درصد گراول در شاخه‌های تغذیه شده از مخروط افکنه‌ها و یا واریزه‌ها در شکل ۸ کاملاً قابل مشاهده است. به نظر می‌رسد دانه‌بندی رسوبات حاصل از واحدهای سنگی با لیتولوژی و فرسایش‌پذیری متفاوت کاملاً متمایز است؛ به عنوان مثال در منطقه مطالعه درصد گراول در شاخه لهاب با سنگ منشا گرانیتی بیش از مناطق با سنگ منشا زودفرسای (مانند شیست) بوده است (شکل ۹). افزایش گراول در ناپیوستگی‌ها در شاخه‌های کم شیب‌تر و با لیتولوژی شیست و اسلیت ۳-۸٪ و در شاخه‌های پرشیب‌تر و با لیتولوژی گرانیت و سنگ آهک ۲۵-۳۲٪ است. بنابراین شدت نوسانات در روند ریزشوندگی اندازه دانه‌های بستر رودخانه به سوی پایین‌دست علاوه بر ورود منابع جانبی، به لیتولوژی سنگ منشا آن‌ها نیز وابسته است.



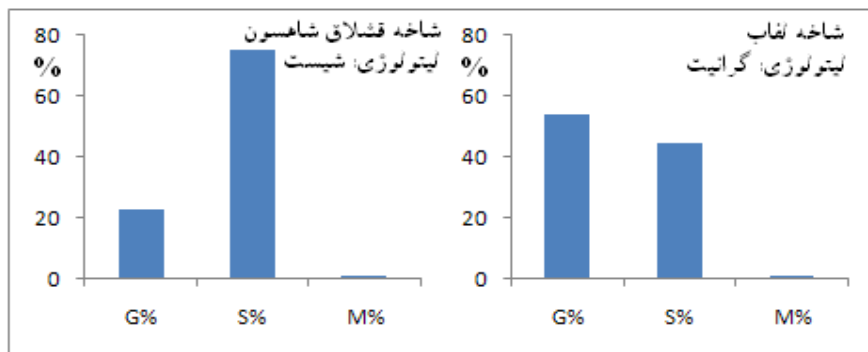
شکل ۶. نمودار مثلث بافتی (فولک، ۱۹۷۴) رسوبات رودخانه و مخروط افکنه منطقه مطالعه



شکل ۷. مقایسه منحنی تراکمی رخساره‌های رسوبی و منحنی تجمعی رسوبات مخروط افکنه قشلاق شاهسون و بستر کانال رودخانه حرم آباد در سه ایستگاه (۲، ۱۲ و ۲۱ به ترتیب به سوی پایین دست).



شکل ۸. تغییرات فراوانی گراول، ماسه و گل در طول بستر رودخانه های یاسی چای و حرم آباد (محل نمونه‌ها در شکل ۱، شماره‌های روی نمودار محل پیوستن شاخه‌های فرعی از منابع جانبی است، به شکل ۴ مراجعه شود).



شکل ۹. مقایسه بافت رسوبات بستر کانال رودخانه با دو لیتولوژی شیست و گرانیت در منطقه مطالعه

- Taebak Group (Cambrian-Ordovician), Mideast Korea: Sedimentary Geology.
- [15] Mannai-Tayech, B., & Otero, O (2005) Un nouveau gisement miocene a ichthyofaune au Sud de la chaine des C. hotts (Tunisie meridionale), paleoenvironnement et paleogeographie. *Comptes Rendus Paleovol*, 4: 405-412.
- [16] Miall, A.D (1996) *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, New York.
- [17] Miall, A.D (2000) *Principle of Sedimentary Basin Analysis (3rd edition)*, Springer Verlag New York.
- [18] Peterson, C.D., Minor, R., Peterson, G.L., & Gates, E.B (2011) Pre-and post-Missoula flood geomorphology of the Pre-Holocene ancestral Columbia River Valley in the Portland forearc basin, Oregon and Washington, USA. *Geomorphology*, doi:10.1016/J. Geomorph.02.022
- [19] Rengers, F., & Wohl, E (2007) Trend of grain sizes on gravel bars in the Rio Chagres, Panama. *Geomorphology*, 83: 282-293.
- [20] Rice, S (1999) The nature and controls on downstream fining within sedimentary link. *J. Sediment. Res.* 69A: 32-39.
- [21] Sear, D.A., & Newson, M. D (2003) Enviromental change in river channels: a neglected element. Towards geomorphologic typologies, standard and monitoring. *The Science of the Total Enviroment*, 310: 17-23
- [22] Snelder, T.H., Lamouroux, N., & Pella, H (2011) Empirical modelling of large scale patterns in river bed surface grain size. *Geomorphology*, 127: 189-197.
- [23] Steidman, J.R (1982) Size-density sorting of sand-size sphere during deposition from bedload transport and implication concerning hydraulic equivalence. *Sedimentology*, 29: 877-883.
- منابع**
- [۱] دفتر مطالعات پایه منابع آب (۱۳۸۵) گزارش بیلان دشت ملایر، سازمان آب منطقه‌ای همدان.
- [۲] موسوی حریمی، ر (۱۳۸۳) رسوب‌شناسی، چاپ نهم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴ صفحه.
- [۳] کریمی، م (۱۳۹۰) بررسی الگوی پراکندگی رخساره‌ها و تعیین منشأ رسوبات در مخروط‌افکنه و دشت غربی ملایر، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- [4] Demoulin, A (2011) Basin and river profile morphometry: A new index with a high potential for relative dating of tectonic uplift. *Geomorphology*, 126: 97-107
- [5] Folk, R.L (1974) *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Co., Austin, Texas.
- [6] Friend, P.F., & Dade, W.B (2005) Transport modes and grain size patterns in fluvial basins. In: Blum, M.D., Marriott, S.B., & Leclair, S.F., (Eds.), *Fluvial sedimentology VII. Special Publication of International Association of Sedimentologists*, Blackwell Publishing Ltd., No. 35: 399-407
- [7] Frings, R.M (2008) Downstream fining in large sand-bed rivers. *Earth Science Reviews*, 87: 39-60.
- [8] Ghoshal, K., Mazumder, B.S., & Purkait, B (2010) Grain-size distributions of bed load: Inferences from flume experiments using heterogeneous sediment beds. *Sedimentary Geology*, 223: 1-14.
- [9] Gregory, K.J (2006) The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79: 172-191.
- [10] Hoey, T.B., & Bluck, B.J (1999) Identifying the controls on downstream fining gravels. *J. Sediment. Res.* 69A: 40-50.
- [11] 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 refrence to dinosaur eggs. *Cretaceous Research*, 30: 100-126.
- [12] Kjemperud, V.A., Schomacher, E.K., & Cross, T.A (2008) Architecture and stratigraphy of alluvial deposits, Morinson Formation (Upper Jurassic), Utah. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 92 (8): 1055-1076.
- [13] Kostic, B.A., Bech, & Aigner, T (2005) 3-D Sedimentary architecture of a Quaternary gravel delta (SW-Germany): Implication for hydrostratigraphy: *Sedimentary Geology*.
- [14] Kwon, Y.K., S.K. Chough, D.K. Choi, & D.J. Lee (2006) Sequence stratigraphy of the