



مطالعه رسوب شناسی، رخساره های رسوبی و مدل رسوبی رودخانه سرنی، جنوب ایران

مجتبی انصاری فر^۱، حمیدرضا معصومی^{۱*}، محمدصادق دهقانیان^۱، محمدرضا غریب رضا^۲، جعفر رهنما^۳

۱- گروه زمین شناسی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

mansari1169@iau.ac.ir, *h.masoumi@iauba.ac.ir, msadeghdehghanian@gmail.com

۲- گروه تحقیقات مهندسی رودخانه و سواحل، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران، gharibreza4@yahoo.com

۳- گروه زمین شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران، jrahnama2003@gmail.com

چکیده

رودخانه سرنی با طول تقریبی ۶۵ کیلومتر در شرق میناب (جنوب ایران) قرار دارد. جهت انجام مطالعات رسوب شناسی تعداد ۲۰ نمونه رسوب از کانال فعال رودخانه برداشت شده است که پس از خشک شدن به روش غربال خشک دانه بندی و پارامترهای رسوب شناسی (میان، میانگین، جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی) بررسی شد، که براساس محاسبه این پارامرها، عمدتاً جورشدگی خوب متوسط تا بسیار بد، کج شدگی به شدت به سمت دانه ریز تا به شدت به سمت دانه درشت و دامنه کشیدگی پهن تا بسیار کشیده دیده می شود. در این رودخانه ۴ ناپیوستگی و ۵ پیوستگی رسوبی شناسایی شد. در رودخانه سرنی ۱۰ رخساره رسوبی، گراول دانه پشتیبان (Gcm)، گراول با لایه بندی افقی (Gh)، گراول با طبقه بندی مورب (Gp)، گراول ماتریکس دار بدون لایه بندی (Gms)، گراول دانه پشتیبان بدون لایه بندی (Gm)، ماسه با لایه بندی افقی (Sh)، ماسه با طبقه بندی مورب (St)، ماسه با طبقه بندی توده ای، دانه درشت تا ریز فاقد لایه بندی (Sm)، گل و سیلت توده ای حاوی ریشه گیاهان (Fr)، سیلت و گل توده های (Fm) و ۵ عنصر ساختاری CH, SG, SB, GB و FF مشاهده گردید. ناپیوستگی روند ریز شونده به سمت پائین دست به علت ورود شاخه های فرعی تغذیه کننده و همچنین فرسایش تراس های قدیمی تر است. بر اساس مجموعه های رخساره ای و عناصر ساختاری، مدل رسوبی رودخانه سرنی در بریده-بریده کم عمق گراولی در بالادست؛ بریده- بریده گراولی با رسوبات ثقیلی در قسمت میانی و رودخانه متأندری در قسمت پائین دست است.

واژه های کلیدی

رخساره رسوبی، عناصر ساختاری، رسوب شناسی، رودخانه سرنی، میناب

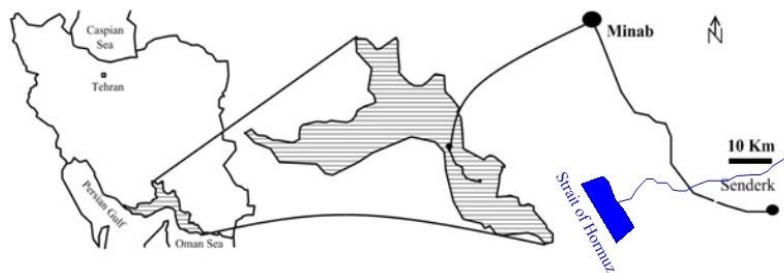


۱. مقدمه

رودخانه‌ها شریان‌های حیاتی هر کشور هستند که در جوامع بشری کاربری‌های بسیاری دارند. رودخانه‌ها تحت عنوان زهکش آب‌های یک منطقه، همزمان رسوبات را از ناحیه منشأ به حوضه‌های آبرفتی منتقل می‌کنند [1]. اندازه ذرات و ساختمان رسوبی در نهشته‌های کانالی، توسط ذرات منشأ، دبی، تغییرات اقلیمی و شیب کانال رودخانه کنترل می‌شوند [2]. بطور معمول در نتیجه فرآیندهای جورشدگی و سایش، اندازه ذرات بستر رودخانه از بالادست به سمت پائین دست کاهش می‌یابد [3]؛ ولی این روند ممکن است با پیچیدگی‌هایی همچون شیب متفاوت بستر، جنس ذرات، شکل و اندازه رسوبات، ورود سرشاخه‌های فرعی به مسیر اصلی، مورفولوژی کانال، و غیره همراه باشد [4]، که در تغییر وضعیت بافت رسوبی و شرایط حاکم بر فرآیندهای رودخانه‌ای موثر باشند [5]. یکی از فاکتورهای مهم در تعیین تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌های آبرفتی، حمل و نقل رسوبات بصورت بار بستر است [6]. حوضه‌های آبریز نقش بسیار مهمی را در تولید سیلاب‌های فصلی در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک دارند که آگاهی از وضعیت رسوب شناسی آن‌ها در حال و حتی گذشته که بصورت رخساره‌های رسوبی در دیواره کانال ثبت شده‌اند، می‌تواند در پیش‌بینی و کنترل حوادث طبیعی و مخرب ایفا کند [7]. پژوهش‌های مشابه بسیاری در ایران و سایر نقاط جهان انجام گرفته است که می‌توان به: پورسلطانی و معینی صالح [8]، رایس و چرمن [4]، شریعت راد [9]، مرتضوی مهریزی و همکاران [10]، لی و همکاران [11]، نورا [12]، ژو و همکاران [13]، ژانگ و همکاران [14] و بسیاری دیگر اشاره کرد. هدف از این پژوهش، مطالعه ویژگی‌های بافتی، تعیین پیوستگی و ناپیوستگی‌ها، رخساره‌های رسوبی، عناصر ساختاری و در نهایت تفسیر شرایط رسوبگذاری و اراده مدل رسوبی رودخانه سرنی واقع در شرق استان هرمزگان (جنوب ایران) است.

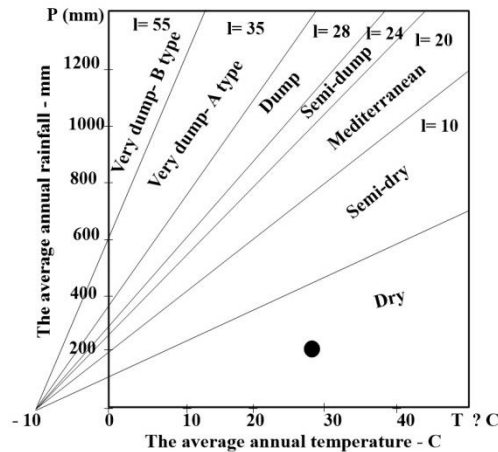
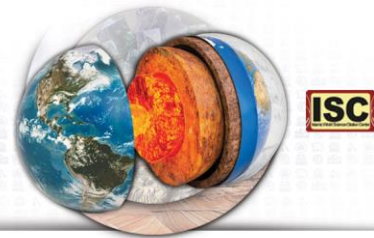
۲. موقعیت جغرافیایی، شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه سرنی در حد فاصل مختصات جغرافیایی ۱۴' ۵۷° تا ۵۱' ۵۷° طول شرقی و ۲۶' ۲۶° تا ۰۸' ۲۶° عرض شمالی واقع شده که قسمتی از حوضه آبی میناب بوده، دارای مساحتی در حدود ۷۰۶ کیلومترمربع، در قسمت خاوری استان هرمزگان واقع شده است [15]. کانال اصلی رودخانه سرنی، دارای طول تقریبی ۶۵ کیلومتر می‌باشد [16].



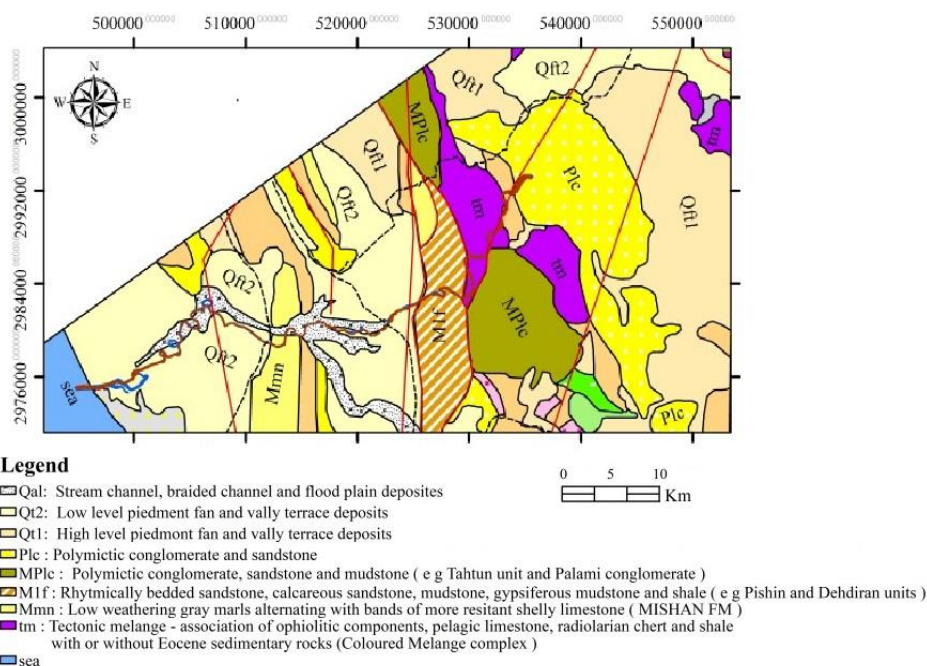
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به رودخانه سرنی

با استفاده از مقادیر نزولات جوی و درجه حرارت متوسط سالانه حوضه آبریز مورد مطالعه، مقادیر ضریب خشکی دومازن منطقه برابر با ۵/۴۴ محاسبه گردید. با توجه به اینکه میزان دما و بارندگی متوسط سالانه منطقه به ترتیب برابر با حدود ۲۷/۱ درجه سانتیگراد و ۲۰۲ میلیمتر است که منطقه مورد مطالعه بطور کلی دارای اقلیم خشک می‌باشد. در شکل (۲) وضعیت اقلیم منطقه مورد مطالعه در اقلیم‌نمای دومازن نشان داده شده است.



شکل ۲۲. نمایش وضعیت اقلیم حوضه آبریز مورد مطالعه در اقلیم‌نمای دومارتن [18]

منطقه مورد مطالعه به لحاظ تقسیمات ساختاری-رسوبی زمین‌شناسی ایران [17] در حاشیه غربی زون ساختاری مکران واقع شده است. لیتولوژی غالب موجود در منطقه مربوط به واحدهای مکران شامل واحد مارنی گوشه به سن میوسن میانی، واحد ماسه سنگی خِکو به سن میوسن میانی-بالایی، واحد ماسه سنگی تیاب به سن میوسن بالایی، واحد کنگلومرای میناب به سن پلیوسن و نهشته‌های کواترنری می باشد [17]. مهمترین گسل منطقه، گسل زندان می باشد که از نزدیکی ساختگاه می گذرد، این گسل با راستایی حدود N160 و شیبی تند به سمت شمال شرق و نزدیک به قائم، حاشیه غربی زون مکران را شکل داده است. گسل‌های بسیاری، تقریباً به موازات گسل زندان منشعب شده اند که همگی آن‌ها مکانیزم حرکتی شان همانند گسل زندان (معکوس و احتمالاً با مؤلفه راستگرد) می باشد. که از این گسل‌ها می توان به گسل پالامی، میناب، دراز، شم و سگر اشاره نمود.

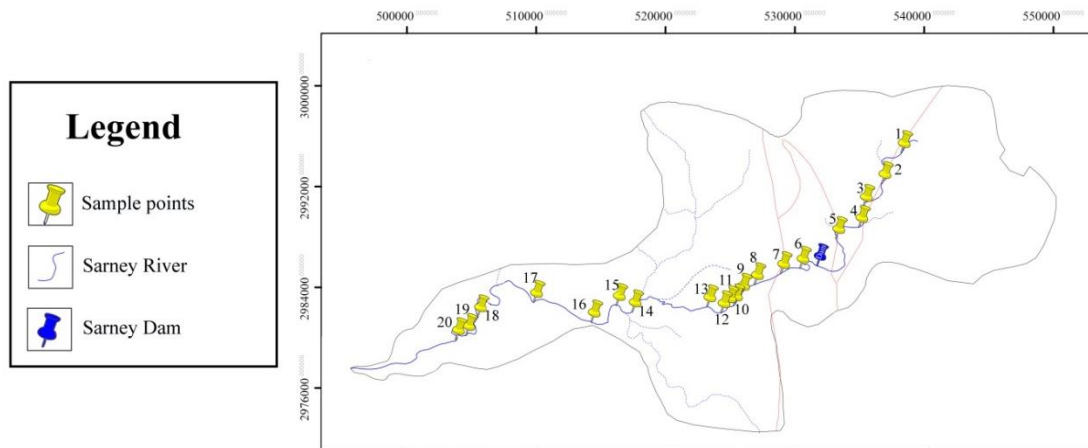


شکل ۳. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (ترسیم توسط نگارندگان، اقتباس از مک کال و همکاران [19])

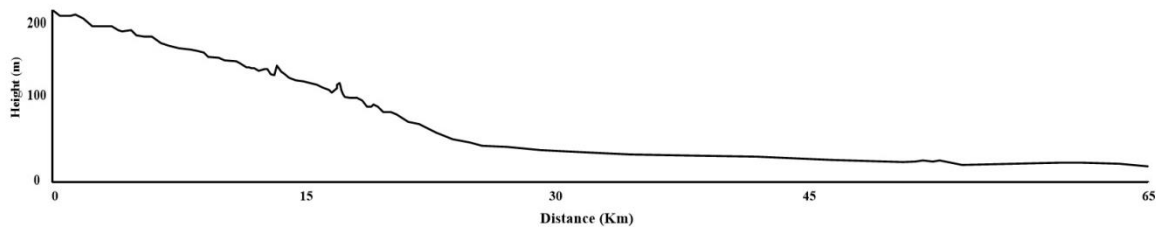


۳. مواد و روش ها

تعداد ۲۰ نمونه رسوب از بستر کانال اصلی رودخانه سرنی از بالادست تا پائین دست برداشت شده است (شکل ۴). نمونه برداری به کمک بیلچه نمونه گیر از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری برداشت و موقعیت جغرافیایی هر نمونه با GPS بصورت UTM مشخص شده است (حتی الامکان سعی شده است پیوستگی نمونه برداری به لحاظ رژیم جریان حفظ گردد). پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و حذف رطوبت اولیه، با استفاده از غربال خشک و با فواصل ۰/۵ فی تا حد سیلت (۴فی) به روش لوپس و مک کونچی [20] دانه سنجی انجام شد. پس از آن نمونه های تفکیک شده در هر رده با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین گردید. مشخصه های اندازه گیری ذرات (میان و میانگین قطر ذرات، کج شدگی، کشیدگی و جورشدگی) تعیین شد و نتایج حاصل از دانه بندی با استفاده از نرم افزار Triplot مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر اساس میزان فراوانی ذرات در اندازه های مختلف، نوع رسوبات بر اساس رده بندی فولک [21] مشخص گردیده است. از آنجائی که وزن ذرات با قطر کمتر از ۴ فی در نمونه های بازه اول و دوم رودخانه (از ابتدا تا روستای کریان) کمتر از ۵٪ کل وزن نمونه رسوب بود، از انجام آنالیز پیپت برای نمونه های ۱ تا ۱۵ صرف نظر شده است. بر اساس شواهد در بازدید صحرایی، رخساره های رسوبی موجود در دیواره های رودخانه جهت تعیین نوع رخساره ها و تعیین نوع ساختاری با کمک تقسیم بندی [22,23,24] شناسایی و طبق کدهای استفاده شده میال [25] نامگذاری گردیده است [26]، که بر اساس شکل هندسی توده های رسوبی، سطوح محصور کننده آن ها و اندازه دانه های ساختارهای رسوبی است [27]. پروفیل طولی و عرضی رودخانه در محیط Google earth ترسیم شد (شکل ۵). همان گونه که مشهود است از بالادست به سمت پائین دست، ارتفاع کاهش یافته است.



شکل ۴. موقعیت برداشت نمونه های رسوبی در طول رودخانه سرنی



شکل ۵. پروفیل طولی و عرضی رودخانه سرنی

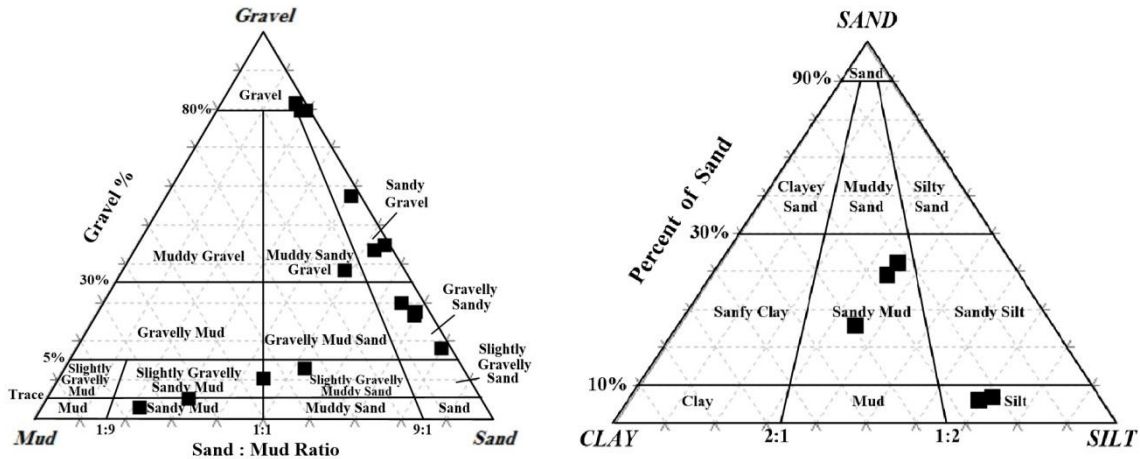
۴. بحث و نتایج

۱.۴. آنالیز اندازه ذرات

آنالیز اندازه ذرات جهت شناسایی نوع جریان و فرآیندهای رسوبی و تعیین محیط رسوبی به کار می رود [18]. توزیع اندازه ذرات به عوامل مختلفی همچون اختصاصات سنگ شناسی، فرآیندهای هوازدگی و جورشدگی به هنگام حمل و نقل بستگی دارد [12]. در

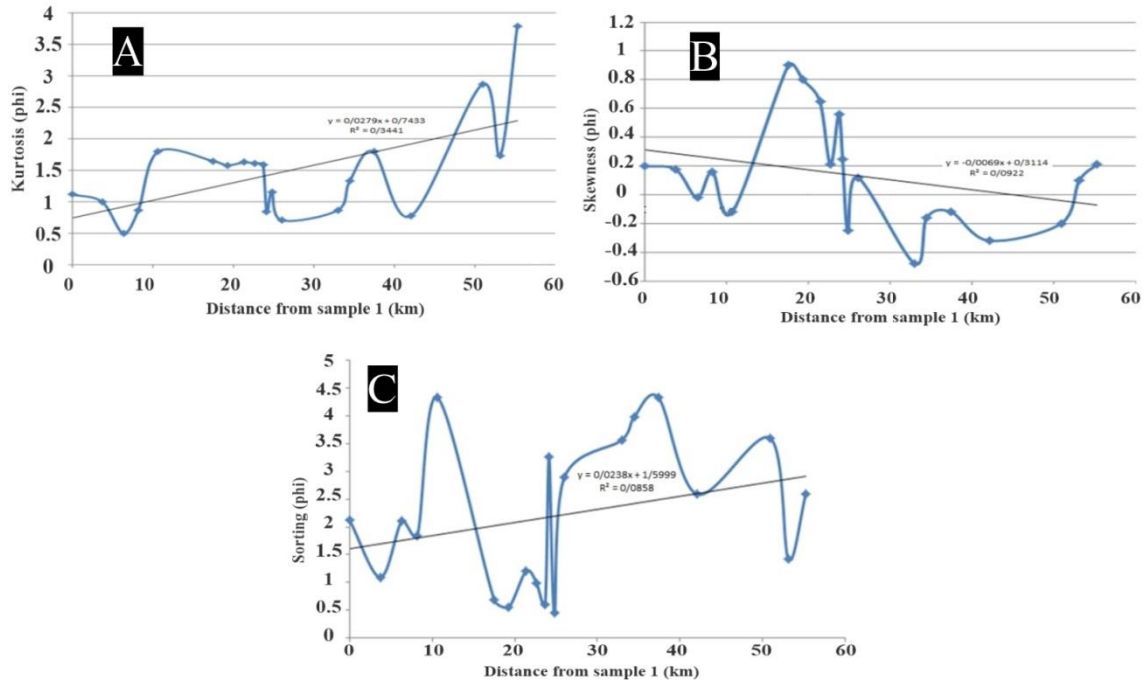
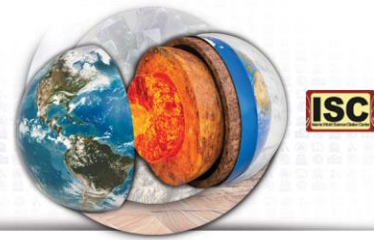


(جدول-۱)، مختصات جغرافیایی، فاصله از نقطه شروع و آنالیز اندازه ذرات در نمونه های برداشت شده از کانال اصلی رودخانه سرنی آورده شده است. در شکل ۶، رسوبات بر اساس مثلث فولک (۱۹۸۰) نامگذاری شده اند که مطابق این شکل می توان گفت به ترتیب حدود ۲۵ درصد رسوبات از نوع گراول ماسه ای، حدود ۲۰ درصد از نوع ماسه گراولی، حدود ۲۰ درصد از نوع گل ماسه ای، حدود ۱۰ درصد از نوع گل ماسه ای با کمی گراول، حدود ۱۰ درصد از نوع سیلت، حدود ۵ درصد از نوع گراول ماسه ای گلی و حدود ۵ درصد از نوع گراول هستند.

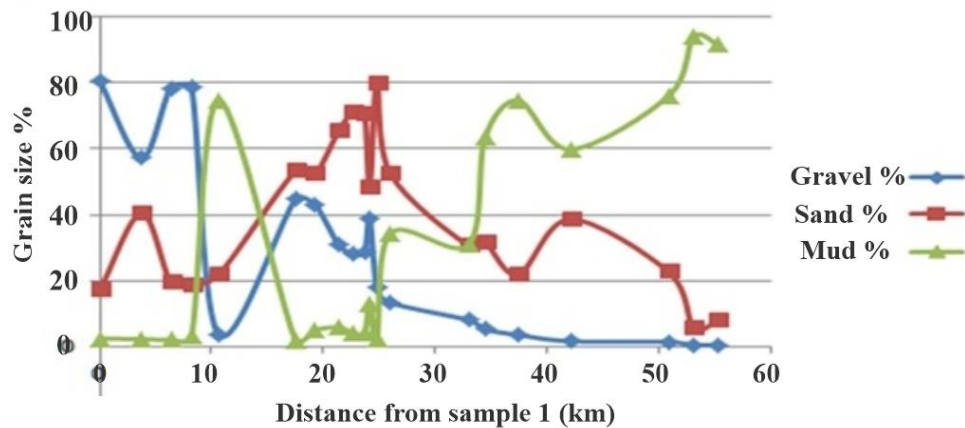


شکل ۶. رسوبات رودخانه سرنی بر اساس نامگذاری فولک [21]

دامنه جورشدگی رسوبات از ۰.۵۵ تا ۴.۳۳ فی بوده که بیشتر رسوبات دارای جورشدگی بسیار بد (۴۵ درصد) و جورشدگی بد (۲۵ درصد) قرار می گیرند (جدول ۲). افزایش ذرات ریزدانه (گل) نسبت به ذرات درشت دانه (گراول و ماسه) به سمت پائین دست رودخانه باعث جورشدگی ضعیف تری نسبت به رسوبات بالادست رودخانه گردیده است که می توان به فصلی بودن رودخانه و آشفتنگی جریان در طول مسیر رودخانه و تغییرات رژیم جریان در طی زمان نسبت داد. درشتی ذرات در بالادست را میتوان به انرژی بالای رودخانه نسبت داد بطوریکه باعث خروج ذرات دانه ریز و انتقال آن ها به سمت پائین دست شده است. مقدار کج شدگی رسوبات بین ۰.۴۸- تا ۰.۹ متغیر است که بیانگر این است که کج شدگی بیشتر رسوبات (حدود ۳۵ درصد) به سمت دانه ریز است، که افزایش میزان کج شدگی به سمت پائین دست می تواند ناشی از افزایش ذرات دانه ریز مانند گل و کاهش ذرات در اندازه گراول و ماسه و نبودن زمان کافی جهت شست و شوی دانه ریزها باشد. تغییرات کشیدگی به سمت پائین دست دلیل جورشدگی بسیار کم ذرات، نسبت به بالادست و بخش های میانی رودخانه، دارای روند کاهشی است (شکل ۷). در مجموع مطالعه رسوب شناسی این رودخانه نشان میدهد که روند تغییرات اندازه ذرات بطور کامل از الگوی پذیری واحدهای زمین شناسی و همچنین اضافه شدن رسوب از دیواره کانال و آبراهه های در طول مسیر تغییراتی داشته است (شکل ۸).



شکل ۷. تغییرات کشیدگی (A)، تغییرات کج شدگی (B) و تغییرات جورشدگی (C) از بالادست تا پائین دست رودخانه سرنی

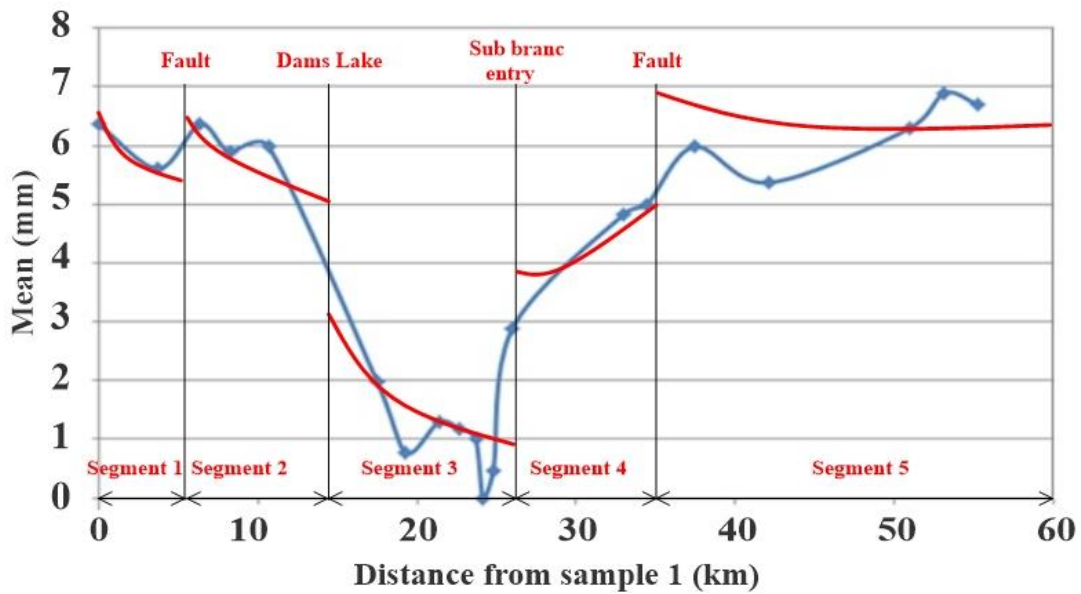


شکل ۸. درصد تغییرات اندازه ذرات از بالادست تا پائین دست رودخانه سرنی

در طول رودخانه سرنی ۴ ناپیوستگی رسوبی و در نتیجه ۵ پیوستگی رسوبی شده قابل مشاهده است (شکل ۹). پیوستگی اول نمونه های ۱ و ۲ را شامل می شود که در فاصله ۳٫۷ کیلومتری این دو نمونه روند ریزشوندگی تدریجی ذرات قابل مشاهده است و با پیدایش گسل ناپیوستگی اول دیده می شود. پیوستگی دوم از نمونه ۳ تا ۵ که با ظهور گسل و ابتدای دریاچه سد سرنی ناپیوستگی دوم تشخیص داده شده است و دارای روند ریزشوندگی تدریجی است اما با ورود به دریاچه سد و وجود رسوبات سیلابی در کانال اصلی، ریزدانه می شود. پیوستگی سوم از نمونه ۶ تا ۱۳ را دربر میگیرد و با ورود شاخه های فرعی ناپیوستگی سوم شناسایی شده و این روند قطع می شود. پیوستگی چهارم حد فاصل دو نمونه ۱۴ و ۱۵ با ظهور گسل و ایجاد ناپیوستگی، روند قطع شده است. پیوستگی پنجم از نمونه ۱۶ تا نمونه ۲۰ را در بر گرفته که کاملاً ریزدانه هستند. علاوه بر موارد فوق، عواملی همچون فعالیت های تکتونیکی، شرایط آب و هوایی، شیب



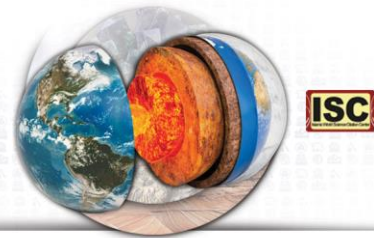
بستر، تولید رسوب و تغییرات کانال توسط انسان و همچنین انتقال رسوب از شاخه های فرعی تاثیر انکار ناپذیری بر پیوستگی رسوبی دارند.



شکل ۹. تغییرات طولی میانگین قطر ذرات و شناسایی ناپیوستگی ها

جدول ۱. نتایج حاصل از آنالیز اندازه دانه ها از بالادست تا پایین دست رودخانه سرنی

No	UTM	فاصله از نمونه ۱ (Km)	گراول %	ماسه %	گل %	نامگذاری فولک	میانگین (mm)	میانگین (mm)	جورشدهگی (σ)	کشیدگی (σ)	کج شدگی (σ)
1	534334 2992247	0	80.76	16.84	2.31	Gravel	6.36	7.21	2.129	1.12	0.2
2	532970 2989796	3.74	57.19	40.37	2.22	Sandy Gravel	5.61	6.58	1.093	1.001	0.176
3	531657 2987983	6.37	78.44	19.52	1.94	Sandy Gravel	6.36	6.38	2.116	0.5	-0.02
4	531339 2986327	8.23	78.61	18.48	2.91	Muddy Sandy Gravel	5.89	7.33	1.85	0.87	0.159
5	529701 2985437	10.68	3.46	21.81	74.73	Sandy Mud	5.98	6.30	4.33	1.8	-0.12
6	527443 2982969	17.52	44.65	53.31	1.89	Sandy Gravel	1.97	3.10	0.69	1.65	0.9
7	525786 2982654	19.28	43.1	52.3	4.99	Sandy Gravel	0.77	0.97	0.55	1.58	0.8
8	523917 2981773	21.38	30.86	65.34	5.73	Sandy Gravel	1.29	1.59	1.2	1.63	0.65
9	522943 2980932	22.67	27.97	71.1	4.1	Gravelly sand	1.18	1.83	0.99	1.61	0.21
10	522435 2980090	23.69	28.47	70.45	3.9	Gravelly sand	1.00	1.21	0.61	1.59	0.56
11	521995 2979938	24.16	38.78	48.16	13.06	Gravelly sand	-0.01	1.00	3.26	0.84	0.25
12	521546 2979542	24.80	18.11	79.73	2.16	Gravelly sand	0.47	1.02	1.7	1.16	-0.25
13	520544 2980014	26.01	13.27	52.38	34.35	Slightly Gravelly Muddy Sand	2.89	3.80	3.48	0.71	0.12
14	515226 2979604	32.99	7.96	30.43	30.87	Slightly Gravelly	4.83	5.01	3.57	0.87	-0.48



Sandy Mud											
15	514092 2980111	34.46	5.2	31.6	63.28	Slightly Gravelly Sandy Mud	5.00	5.62	3.98	1.33	-0.16
16	512313 2978799	37.42	3.46	21.81	74.73	Sandy Mud	5.98	6.20	4.33	1.80	-0.12
17	508204 2980345	42.09	1.57	38.58	59.84	Sandy Mud	5.37	7.20	2.59	0.78	-0.32
18	504219 2979207	50.92	1.34	2.46	76.2	Sandy Mud	6.29	7.00	3.60	2.87	-0.20
19	503394 2977727	53.14	0.33	5.59	94.08	Silt	6.90	7.03	1.42	1.74	0.10
20	502650 2977399	55.26	0.41	7.79	91.8	Silt	6.71	7.15	2.6	3.79	0.21

جدول ۲. تفسیر پارامترهای بافتی رسوبات

Sample No.	جورشدگی		کشیدگی		کج شدگی	
	(σ)	توصیف	(σ)	توصیف	(σ)	توصیف
1	2.129	بسیار بد	1.12	کشیده	0.20	به سمت دانه ریز
2	1.093	بد	1.001	متوسط	0.17 6	به سمت دانه ریز
3	2.116	بسیار بد	0.50	بسیار پهن	- 0.02	تقریباً متقارن
4	1.85	بد	0.87	پهن	0.15 9	به سمت دانه ریز
5	4.33	بی نهایت بد	1.80	بسیار کشیده	- 0.12	به سمت دانه درشت
6	0.69	خوب متوسط	1.65	بسیار کشیده	0.90	به شدت به سمت دانه ریز
7	0.55	خوب متوسط	1.58	بسیار کشیده	0.80	به شدت به سمت دانه ریز
8	1.20	بد	1.63	بسیار کشیده	0.65	به شدت به سمت دانه ریز
9	0.99	متوسط	1.61	بسیار کشیده	0.21	به سمت دانه ریز
10	0.61	خوب متوسط	1.59	بسیار کشیده	0.56	به شدت به سمت دانه ریز
11	3.26	بسیار بد	0.84	پهن	0.25	به سمت دانه ریز
12	1.70	بد	1.16	کشیده	- 0.25	به سمت دانه درشت
13	3.48	بسیار بد	0.71	پهن	0.12	به سمت دانه ریز
14	3.57	بسیار بد	0.87	پهن	- 0.48	به شدت به سمت دانه درشت
15	3.98	بسیار بد	1.33	کشیده	- 0.16	به سمت دانه درشت
16	4.33	بی نهایت بد	1.80	بسیار کشیده	- 0.12	به سمت دانه درشت
17	2.59	بسیار بد	0.78	پهن	- 0.32	به شدت به سمت دانه درشت
18	3.60	بسیار بد	2.87	بسیار کشیده	- 0.20	به سمت دانه درشت
19	1.42	بد	1.74	بسیار کشیده	0.10	تقریباً متقارن
20	2.60	بسیار بد	3.79	بی نهایت کشیده	0.21	به سمت دانه ریز



معمولاً در محیط های رودخانه ای از بالادست به سمت پایین دست، ضریب جورشدگی به تدریج کاهش یافته و جورشدگی بهتر می شود، اما در مورد رودخانه سرنی، جورشدگی به طور منظم به سمت پایین دست بهتر نشده و به علت همان عوامل مؤثر در ظهور ناپیوستگی ها با بی نظمی هایی همراه است.

اکثر نمونه ها دارای جورشدگی بسیار بد بوده که دلالت بر رژیم جریان در بخش های اصلی رودخانه دارد که امکان جورشدگی رسوبات وجود ندارد و یا به عبارتی چون رودخانه مورد مطالعه فصلی است، این وضعیت معرف آشفتگی جریان در طول مسیر دیده می شود. کج شدگی رسوبات عمدتاً مثبت است که این حالت در محیط های رودخانه طبیعی بوده و حکایت از عدم زمان کافی جهت شست و شوی ذرات ریزدانه توسط جریان آب دارد؛ از طرفی از جمله دلایل ظهور کج شدگی مثبت در این رسوبات، جریان های آشفته، تغذیه رودخانه از سرشاخه ها و انشعابات فرعی و همچنین ناپایداری ذرات حاصل از فرسایش واحدهای سست همچون افیولیتی، شیل و مارن که به تولید رسوب ریزدانه منجر می شوند اشاره نمود. کج شدگی منفی در برخی نقاط احتمالاً به علت شیب بسیار تند بستر و بالا بودن شدت جریان در این نقاط است؛ بطوری که سبب افزایش نسبت ذرات درشت دانه به ریز ریز دانه و شسته شدن ذرات دانه ریز و در نتیجه کج شدگی منفی رسوبات شده است.

۲.۴. رخساره های رسوبی

مطالعه رخساره های رسوبی به تعیین محیط رسوبی و شناسایی فرآیندهای رسوبگذاری و نوع جریان کمک می نماید [14]. توزیع اندازه دانه ها در رسوب به اختصاصات سنگ منشأ، سایش و جورشدگی آن ها هنگام حمل و نقل و فرآیندهای هوزدگی بستگی دارد [11]. با توجه به شواهد صحرایی که در طول مسیر حرکت از بالادست به سمت پایین دست انجام گرفت. رخساره های رسوبی بر اساس اندازه در سه گروه رخساره های گراولی، رخساره های ماسه ای و رخساره های گلی شناسایی و نامگذاری شدند.

۱.۲.۴. رخساره های گراولی (Gravelly Lithofacies):

این مجموعه شامل رخساره های Gh و Gp, Gms, Gcm, Gm می باشد.

رخساره Gcm: رخساره *Clast-Suported, massive Gravel* به رخساره دارای گراول توده ای و دانه پشتیبان گفته می شود [2]. این رخساره فراوانترین رخساره های رسوبی موجود در رودخانه سرنی است. در این رخساره متوسط اندازه ذرات ۵.۵ سانتی متر بوده و ذرات غالباً زاویه دار و کمتر گردشده اند و با جورشدگی بسیار ضعیفی در کنار هم قرار گرفته اند. این رخساره غالباً با رخساره های رسوبی Fr و Sh همراه است (شکل ۱۰ - B, E).

این رخساره ممکن است توسط جریان های خطی و آشفته [14] و همچنین جریان های خرده دار با پلاستیسیته کاذب و ویسکوزیته و بار رسوبی بالا بر جای گذاشته شده باشد [24] و اغلب در نواحی پر انرژی و پرشیب نزدیک به منشأ بر جای گذاشته می شود [11].

رخساره Gms: گراول ماتریکس دار بدون لایه بندی. در این رخساره، گراول ها در زمینه ای ماتریکسی پراکنده هستند و طبقه بندی تدریجی ندارند. ماتریکس گلی فراوان، ویژگی مهم این رخساره است و گاهی فاقد ماتریکس گلی می باشد. فراوانی ماتریکس، کاهش آب در سیالی که رسوب را منتقل می کند، ریزش دیواره های کانال و جا به جا شدن توده های رسوبی تحت تأثیر نیروی وزن را از عوامل مؤثر در تشکیل این رخساره عنوان کرده اند [11]. ذرات درشت گراول در زمین های گلی پراکنده اند و جورشدگی ضعیفی را نشان می دهند. حضور ذرات درشت در بین لایه های ریز نشان دهنده حمل و نقل توسط جریانهای سیلابی می باشد [13]. رسوبات این رخساره فاقد لایه بندی و ایمبریکاسیون هستند. این رخساره در بخش میانی رودخانه مورد مطالعه گسترش داشته و تقریباً به طور ناگهانی بر روی نهشته های گلی قرار گرفته است. وجود چنین رخساره هایی در نتیجه جریان های خرده دار با ویسکوزیته بالا می باشد [14]. این نهشته ها مربوط به بخش ابتدایی یا میانی مخروط افکنه ها می باشند و در تمام توالیهای چینه شناسی مخروط افکنه ها حضور دارند [11]. غلبه رسوبات جریانی خرده دار مؤید آب و هوای نیمه خشک می باشد [23].

رخساره Gh: رخساره گراول دانه پشتیبان با طبقه بندی افقی؛ این رخساره با عنوان *Clast Suported, Horizontally Stratified Gravel* معرفی شده است. این رخساره از ذرات دانه درشت تشکیل شده و دارای لایه بندی افقی و ماتریکس ماسه ای است. این رخساره اغلب در کف کانال به شکل رسوبات باقیمانده، مهاجرت سدهای طولی به فرم اشکال بستر طولی یا رسوبات غربالی تشکیل می شود



[25]. دانه ها اغلب فابریک ایمبریکاسیون نشان می دهند. در منطقه مورد مطالعه این رخساره به همراه رخساره های Gmm و Fr مشاهده شده است (شکل ۱۰- A).

رخساره Gm: گراول / کنگلومرای دانه پشتیبان بدون لایه بندی یا با لایه بندی ضعیف که شکل هندسی عدسی عریض، گوه ای شکل و کانالی شکل دارد. جریان با انرژی بالا، ته نشست در رودخانه های بریده بریده گراولی با شیب تند در مناطق نیمه خشک

رخساره Gp: (گراول با طبقه بندی مورب - مسطح). تغییرات جورشدگی نتیجه تغییرات هیدرودینامیک جریان و انتقال ذرات آواری در بستر رودخانه است. تشکیل طبقه بندی مورب-مسطح در رسوبات گراولی می تواند مرتبط به حرکت دون ها در سدهای گراولی نسبت داد. سرعت جریان آب و میزان حمل رسوب نیز نقش مهمی در این فرآیند دارد. شیب طبقات در رخساره گراولی با طبقه بندی مورب-مسطح به بیش از ۳۰ درجه می رسد که نشان دهنده قدرت بالای جریان آب و حمل زیاد رسوب در مسیر کانال های رودخانه ای است.

۲.۲.۴. رخساره های ماسه ای

رخساره های ماسه ای در محیط های رودخانه ای در نتیجه حمل و نقل رسوبات ماسه به وسیله جریان های کششی و به صورت نوبتی تشکیل می شوند [25].

رخساره Sh: ماسه با لامینه های افقی. ذرات ماسه در این رخساره در اندازه ریز تا خیلی درشت را شامل می شود، ذرات گراولی هم گاهاً دیده میشود. ذرات ماسه دارای جورشدگی نسبتاً خوب و گردشدگی خوب هستند که میتواند به دلیل حمل مسافت بیشتر ذرات رسوبی این رخساره باشد. لایه های ماسه در این رخساره به حالت افقی است (شکل ۱۰- B, E). که ویژگی مهم این رخساره به شمار می رود [12]. جدایش خطی هم در سطح لامیناسیون می تواند وجود داشته باشد [28]. این رخساره می تواند در بخش های بالایی پشته های کانالی یا داخل کانال رودخانه تشکیل شود [2]. علت تشکیل این رخساره در داخل کانال، رودخانه را به مرحله نهایی فروکش کردن سیلاب های فصلی مرتبط می دانند [29]. این رخساره در رژیم جریان پایینی و بالا تشکیل می شود [12].

رخساره Sm: (ماسه با طبقه بندی توده ای). ذرات ماسه در این رخساره بیشتر در اندازه متوسط تا درشت را شامل می شود که فاقد لایه بندی بوده و حالت توده ای دارند. گردشدگی و جورشدگی ذرات، نسبتاً خوب است. از دلایل توده ای بودن این رخساره می توان به سقوط دیواره کانال بر اثر نیروی گرانش [23]، رسوبگذاری سریع در نتیجه فروکش کردن جریان سیلابی [24,30]، به هم ریختگی زیستی و یا از بین رفتن سطح تماس لامیناسیون ها بر اثر فرآیندهای دیاژنزی [31] می توان نام برد. علت تشکیل این رخساره، سرعت بالای رسوبگذاری عنوان شده است [12].

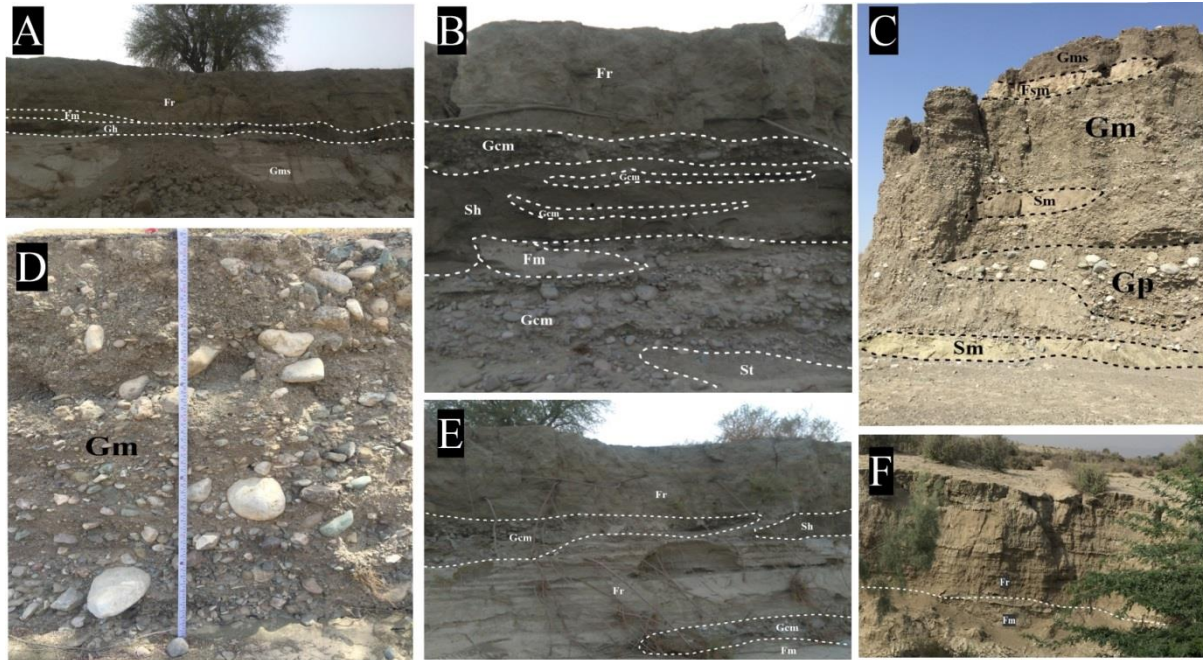
رخساره St: (ماسه با طبقه بندی مورب). این رخساره بوسیله نهشته های ماسه ای / ماسه سنگی ریز تا درشت و طبقه بندی مورب عدسی و رنگ خاکی دیده می شود. شکل هندسی آن ها عمدتاً بصورت عدسی، گوه ای و به سمت بالا مقعر بوده و غیر قرینه می باشد. این رخساره عمدتاً یک مرز بالایی و پائینی مشخص دارد. بطور جانبی به کنگلومرای توده ای تبدیل می شود. وجود این رخساره بر روی گراول باقیمانده و رخساره Gm به احتمال زیاد بیانگر توسعه آن بعنوان یک نتیجه از مهاجرت تپه های سه بعدی در کانال ها تحت شرایط رژیم جریانی بالا است (شکل ۱۰- B).

۳.۲.۴. رخساره های گلی

رخساره های گلی در رودخانه های ماندری و اغلب در محل خروجی رودخانه و در محل اتصال به دشت سیلابی، تشکیل می شوند [18]. رخساره Fm: (سیلت و گل توده ای). طبقات گلی که به حالت توده ای دیده می شوند و ساختار رسوبی اولیه رسوبات این رخساره در کانال های قدیمی و از جریان های کم انرژی ته نشین شده اند. ضخامت این طبقات به طور معمول از ۱۰ تا ۵۰ سانتیمتر تغییر می کند (شکل ۱۰- E, F). در مواردی که این رخساره با ضخامت کم دیده شود، نشان میدهد که این رسوبات مربوط به رسوبگذاری بار معلق در دشت سیلابی [30] و یا مربوط به پوشش گلی بین سدهای ماسه ای و گراولی داخل رودخانه می باشد [25]. این رخساره نشانه ته نشست سریع ذرات سیلت و رس در شرایط اکسیداسیون در زمان رسوبگذاری و یا پس از آن را نشان میدهد [14]. رسوبات گلی و توده ای نسبتاً ضخیم نشان دهنده نهشته شدن این رسوبات توسط سیلاب های صفحه ای در طی سیلاب اصلی می باشد (شکل ۱۰- C).



رخساره Fr: (سیلت و گل توده ای دارای ریشه گیاه). رخساره گلی که در دشت های سیلابی حاوی پوشش گیاهی، رایج بوده و نشان دهنده توسعه خاک در آب و هوای مرطوب می باشد [24] و به دلیل از بین رفتن ساختارهای رسوبی اولیه توسط آشفته گی های زیستی ایجاد شده توسط گیاهان، طبقات به حالت توده ای دیده می شوند (شکل ۱۰- A, B, E, F). این رخساره در خارج از کانال رسوبی تشکیل می گردد (شکل ۱۰- F).



شکل ۱۰. رخساره های رسوبی موجود در رودخانه سرنی

۳،۴. عناصر ساختاری

قسمت های اصلی محیط های رودخانه ای شامل کانال ها و سدهای رسوبی می باشند که از آن ها بعنوان عناصر ساختاری رودخانه یاد می شود [27]. عناصر ساختاری بر اساس محیط رسوبی طبقه بندی شده [32] و شامل اشکال فرسایش و رسوبگذاری هستند که موجب تفکیک عناصر ساختاری می شوند [26].

عناصر ساختاری FF: این عنصر شامل رخساره های دانه ریز Fm و Fr و رخساره ماسه ریزدانه Sh است. رسوبات این عنصر بیشتر بصورت توده ای دیده می شوند و در سطح آن ها پوشش گیاهی قابل مشاهده است. عنصر FF از رسوبگذاری ذرات دانه ریز به فرم معلق و در خارج از کانال (دشت سیلابی) و یا فرم رسوبات پوششی بر روی سدهای گراولی شکل گرفته اند [10]. این رسوبات در محیط آرام و در نتیجه کاهش انرژی ته نشین شده اند [24].

عناصر ساختاری CH: رسوباتی که در کانال رودخانه ها نهشته می شوند عمدتاً گراول و ماسه هستند که از نظر هندسی عدسی شکل می باشند [24]. رخساره های رسوبی Sh, Gcm, Sh و Sm در این ساختار شکل گرفته اند [25]. فرم هندسی این ساختار براساس عمق، پیچش و نسبت عرض به عمق تغییر می یابد [26].

عناصر ساختاری SB: اشکال لایه ای که غالباً دارای رسوبات ماسه ای هستند و شامل رخساره های Sh و Sm بوده و در رژیم های جریان متوسط تشکیل شده اند. این اشکال به فرم رسوبات پرکننده کانال یا پوششی بر روی سدهای درون کانال مشده می شوند و طیف وسیعی از شرایط جریانی را نشان می دهند [25].

عناصر ساختاری GB: این عنصر شامل سدهای گراولی و اشکال لایه ای گراولی بوده که رخساره های Gms, Gcm, Gh و Sm را شامل میشود. این عنصر بصورت رسوبات باقیمانده کف کانال و در نتیجه مهاجرت سدهای گراولی در بالادست رودخانه تشکیل شده است. این رسوبات نمایانگر رودخانه ای با پیچش کم و فرم بستر بریده بریده و بار بستر گراولی است [31].



عنصر ساختاری SG: جریان گرانشی رسوبی به ویژه در مخروط افکنه ها اهمیت محلی دارند [2]. این عنصر شامل ذرات گراول فراوان به فرم ورقه ای و ضخیم می باشد که توسط جریان های خرده دار و در مخروط افکنه های نزدیک به منشأ ته نشین شده اند و رخساره های Gcm و Gms را شامل می شود.

جدول ۳. عناصر ساختاری شناسایی شده در رودخانه سرنی

عنصر ساختاری	نماد	مجموعه رخساره های رسوبی	تفسیر	محیط رسوبی
کانال	CH	Gcm, Gh, Sh	رسوبات پرکننده کانال بصورت لنز یا ورقه ای	نزدیک به منشأ، رودخانه بریده بریده با بستر ماسه ای
جریان های گراویته ای	SG	Gcm, Gms	جریان خرده دار و نزدیک به منشأ	نزدیک به منشأ، محیط مخروط افکنه و جریان خرده دار
سدهای گراولی با بستر لایه ای	GB	Sh	سدهای گراولی عدسی شکل در کف کانال	نزدیک به منشأ تا منطقه میانی، رودخانه بریده بریده با بستر ماسه ای تا گراولی
شکل بستر ماسه ای	SB	Sh, Sm	عدسی شکل و یا لایه ای	کانال پر شده، محیط رودخانه متآندری با بار ماسه ای تا گراولی
خارج از کانال	FF	Fm, Fr, Sm	رسوبات ریز توده ای و ورقه ای شکل خارج از کانال بصورت بین لایه ای	منطقه پائین دست رودخانه، محیط رودخانه متآندری با بار معلق و محیط دشت سیلابی

۴.۴.۴. مدل رسوبی

بطور کلی رسوبات دانه درشت گراولی، ماسه ای و دانه ریز، جورشدگی بد تا خیلی بد، فقدان فسیل، رنگ روشن رسوبات، حضور آثار گیاهی نشان دهنده این است که رسوبات کواترنری منطقه مورد مطالعه در محیط رودخانه ای و زیر محیط های کانال، خارج کانال و دشت سیلابی نهشته شده اند. هر کدام از رخسارهها بر اساس ویژگیهایی که دارند در شرایط رسوبی خاصی بر جای گذاشته شده اند. رسوبات دانه ریز در رژیم جریان پایین رسوب می کنند [30]. رخساره های دانه ریز احتمالاً در مواقع سیلاب و در دشت سیلابی با مقیاس کوچک و بصورت افقی یا مورب ته نشین شده اند. همچنین نبود رسوبات درشت دانه گراولی نشان میدهد که این رسوبات اغلب در محیط رودخانه های متآندری با شیب کم و جریان آرام برجای گذاشته می شوند. رخساره Sm در نتیجه ته نشینی سریع ذرات ماسه ای معلق ریزی از دیواره کنال و در مرحله عقب نشینی سیلاب که منجر به از بین رفتن لایه بندی شده است، شکل گرفته است یا توسط جریان های توده ای یا جریان های خرده دار و یا جریان های ثقیلی ایجاد شده اند. بر این اساس ۴ مدل رودخانه ای از مدل های ارائه شده توسط میال [24] را می توان برای رودخانه سرنی در نظر گرفت:

رودخانه بریده- بریده گراولی با رسوبات جریان ثقیلی: این رسوبات بیشتر تحت تاثیر جریان گراویته ای برجای گذاشته می شوند. عنصر ساختاری اصلی این رودخانه ها، SG است که معرف انرژی بالای جریان بوده و معمولاً در بالادست رودخانه ها مشاهده می شوند.

رودخانه بریده- بریده کم عمق با بستر گراولی: این حالت در قسمت بالادست رودخانه، تا قبل از سد سرنی قابل مشاهده است. عمق کمتر از یک متر و پیچش بسیار کم کانال و رسوبات درشت دانه و در برخی قسمت ها مقدار کمی ریزدانه بر جای گذاشته شده است، که دلیل آن را می توان کاهش شدت انرژی در فصول کم باران و در نتیجه پائین رفتن سطح آب رودخانه نسبت داد [24]. از رخساره های شاخص این بخش از کانال می توان به Gcm, Sh و Fm اشاره نمود.

رودخانه متآندری با بار ماسه ای: رسوبات این قسمت از رودخانه اغلب در اندازه ماسه بوده و حاوی مقدار اندکی گراول هستند و جز رودخانه های کم انرژی محسوب می شوند [25]. رخساره Sm و Sp و عنصر ساختاری SB در این قسمت رودخانه تشکیل شده اند.

رودخانه متآندری با بار ریزدانه: در بخش انتهایی رودخانه سرنی حالت متآندری دارد، چرا که اغلب رسوبات در اندازه سیلت و ماسه ریز دانه می باشند. از رخساره های رسوبی تشکیل شده در این بخش می توان به Fr, Fm, Sh و Gcm نام برد.



جدول ۴. خلاصه ای از انواع مدل های رسوبی شناسایی شده در رودخانه سرنی بر اساس رده بندی میال [24]

عناصر ساختاری	مجموعه رخساره رسوبی	نوع رسوبات	قدرت حمل رسوبات	پیچش رودخانه	نوع رودخانه
GB, CH	Gh, Gcm, Sh	گراول با کمی ماسه	زیاد	کم	بریده بریده کم عمق با بار گراولی
SG	Gcm, Gms, Sh	گراول با مقدار کمی ماسه	زیاد	کم	بریده بریده گراولی با رسوبات جریان ثقلی
SB	Sh, Sm	ماسه با کمی ریزدانه	متوسط تا پائین	زیاد	مئآندری با بار ماسه ای
FF	Fm, Fr, Sh	ماسه ریز، گل، سیلت	پائین	زیاد	مئآندری با بار معلق

۵. نتیجه گیری

مطالعات رسوب شناسی رودخانه سرنی منجر به شناسایی ۴ ناپیوستگی و ۵ پیوستگی رسوبی شد؛ اما بطور کلی نتایج بدست آمده از اندازه ذرات نشان میدهد از بالادست به پایین دست کاهش می یابد. از تغییرات عمده این رودخانه می توان به تغییرات شیب، ظهور سنگ ستر، تغییرات عرض کانال، احداث سد بر روی رودخانه، فرسایش های آبی و بادی و دخالت های بشر نام برد. ناپیوستگی روند ریز شوندگی به سمت پائین دست به علت ورود شاخه های فرعی تغذیه کننده و همچنین فرسایش تراس های قدیمی تر است. براساس محاسبه پارامترهای اندازه ذرات رسوبی، عمدتاً جورشدگی خوب متوسط تا بسیار بد، کج شدگی به شدت به سمت دانه ریز تا به شدت به سمت دانه درشت و دامنه کشیدگی پهن تا بسیار کشیده دیده می شود. در رودخانه سرنی ۱۰ رخساره رسوبی، گراول دانه پشتیبان (Gcm)، گراول با لایه بندی افقی (Gh)، گراول با طبقه بندی مورب (Gp)، گراول ماتریکس دار بدون لایه بندی (Gms)، گراول دانه پشتیبان بدون لایه بندی (Gm)، ماسه با لایه بندی افقی (Sh)، ماسه با طبقه بندی مورب (st)، ماسه با طبقه بندی توده ای، دانه درشت تا ریز فاقد لایه بندی (Sm)، گل و سیلت توده ای حاوی ریشه گیاهان (Fr)، سیلت و گل توده های (Fm) و ۴ عنصر ساختاری مشاهده گردید. بر اساس مجموعه های رخساره ای و عناصر ساختاری، مدل رسوبی رودخانه سرنی در بریده-بریده کم عمق گراولی در بالادست؛ بریده- بریده گراولی با رسوبات ثقلی در قسمت میانی و رودخانه مئآندری در قسمت پائین دست است.

منابع

- [1] Nicols, G., 2009, *Sedimentology and Stratigraphy*, Blackwell Science Ltd, 355p.
- [2] موسوی حرمی، س.ر.، ۱۳۹۰، رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ سیزدهم، ۱۸۱ص.
- [3] Ferguson, R., 2008, Gravel-bed Rivers at the reach scale. In *Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration*: Habersack, H., Piegay, H. & Rinaldi, M. Amsterdam.: Elsevier, p. 33-53.
- [4] Rice, S.P., Church, M., 2010, Grain-size Sorting within River Basin Relation to Downstream Fining along a Wandering Channel, *Sedimentology*, Vol. 57, No. 2, pp. 232-251.
- [5] Okeyode, I., Jibiri, N., 2012, Grain Size Analysis of the Sediments from Ogun River, South Western Nigeria, *Earth Science Research*, Vol. 2, No. 1, pp. 43-51.
- [6] Haddadchi, A., Omid, M., Dehghani, A., 2012, Assessment of bed-load predictors based on sampling in a gravel bed river: *Journal of Hydrodynamics*, v. 24(1), p. 145-151
- [7] Snelder, T.H., Lamouroux, N., Pella, H., 2011, Empirical modeling of large scale patterns in river bed surface grain size: *Geomorphology*, v. 127, p. 189-197.
- [8] پورسلطانی، م.ر.، معینی صالح، م.، ۱۳۹۱. مطالعات رسوب شناسی رودخانه های مطربآباد و صلح آباد، حوضه آبریز نوبهار، ایران مرکزی. رخساره های رسوبی. سال ۵، شماره ۲، صص ۱۸۴-۱۶۹.
- [9] شریعت راد، س.، ۱۳۹۲. ژئومورفولوژی و رسوب شناسی بخش شمالی دشت مختاران، خراسان جنوبی، پایان نامه کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ های رسوبی، دانشگاه بیرجند.
- [10] Mortazavi Mehrizi, M., Fayazi Borojni, M., Khaneh Bad, M., 2018, geochemical study of sediments of the Molid River, southeast of Qain in order to determine the rate of weathering, the level of contamination of



- sediments and environmental risk assessment of metallic elements, *Journal of Applied Sedimentology*, Volume 7, Number 14, pp. 121-109.
- [11] Li, P., Chen, Sh., Xu, C., Du, J., Wu, D., 2021, Sedimentary characteristics and spatial differentiations of the sedimentary facies in the Yellow River sub-delta lobes during the different historical periods, *Regional Studies in Marine Science*, Vol. 47, 101997.
- [12] نورا، م.ر.، ۱۴۰۲. مطالعه بافت، عناصر ساختاری و مدل رسوبی رودخانه کوهستانی میانرود، میرجاوه، جنوب خاوری ایران. دوفصلنامه رسوب شناسی کاربردی، سال ۱۱، شماره ۲۱، صص ۱۴۳-۱۲۹.
- [13] Xu, H., Chen, J., Cui, Zh., Chen, R., 2020, Sedimentary facies and depositional processes of the Diexi Ancient Dammed Lake, Upper Minjiang River, China, *Sedimentary Geology*, Vol. 398.
- [14] Zhang, L., Hou, M., Chen, A., Zhong, H., Ogg, J.G., Zheng, D., 2023, Construction of a fluvial facies knowledge graph and its application in sedimentary facies identification, *Geoscience Frontiers*, Vol. 14, Issue 2, 101521.
- [15] یمانی، م.، علمی زاده، ه.، مقصودی، م.، مقیمی، ا.، نوحه گر، ا.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرهای پیچان رودی و ناپایداری بستر رودها در جلگه شمالی تنگه هرمز، مدرس علوم انسانی-برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۴، صص ۲۳۲-۲۱۵.
- [16] نوحه گر، ا.، ۱۳۹۱. تحولات ژئومورفیک اجزای شبکه رودخانه ای در تشکیل و تحول دلتاها. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. دوره ۲۷، شماره ۳، صص ۱۳۴-۱۱۱.
- [17] آقابیاتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور. ۱۸۳ص.
- [18] Martin-Vide, J. P., Plana-Casado, A., Sambola, A., Capape, S., 2015, Bedload transport in a river confluence. *Geomorphology*, 250: 15–28.
- [19] McCall, G. G. H., Morgan, K. H. and Huber, H., 1983, Geological Quadrangle Map of Minab, 1:250,000 Series, Sheet J 13, Geological Survey of Iran, Tehran.
- [20] Lewis, D.W., McConchie, D., 1994, *Analytical Sedimentology*: Champion & Hall, London, 197p.
- [21] Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Company Austin, Texas, 184p.
- [22] Miall, A.D., 1996, *The geology of Fluvial Deposite, Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum*
- [23] Miall, A.D., 2000, *Principle of Sedimentary Basin Analysis*. Springer-Verlag, 668 p.
- [24] Miall, A.D., 2006, *The Geology of Fluvial Deposits-Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum*
- [25] Miall A.D., 2013, *Fluvial depositional systems*. Spriger, Switzerland, 316p.
- [26] Leli, I.T., Stevaux, J.C., Assine, M.L., 2021, Architecture, sedimentary facies and chronology of a composite island: A model from the Upper Paraná River, Brazil, *Geomorphology*, Vol. 372, 107457.
- [27] Ford, G.L., Pyles, D.R., 2014, A hierarchical approach for evaluating fluvial systems: Architectural analysis and sequential evolution of the high net-sand content, middle Wasatch Formation, Uinta Basin, Utah, *AAPG Bull*, NO. 98, PP. 1273- 1304.
- [28] Remo, J. W. F., Heine, R. A., Ickes, B. S., 2016, Particle size distribution of mainchannel- bed sediments along the upper Mississippi River, USA. *Geomorphology*, 264: 118–131.
- [29] Khalifa M., Catuneanu Q., 2008, Sedimentary of the Bahariya Formation (Early Cenomanian), Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt, *Journal of African Earth Sciences*, NO. 7, PP. 89-103.
- [30] Tewari P., Rajkonwar C., Lalchawimawii L.P., Malsawma J., Ralte V.Z., Patel S.J., 2011, Trace fossils from Bhuban Formation, Surma Group (Lower to Middle Miocene) of Mizoram India and their palaeoenvironmental significance, *Journal of Earth System Science*, NO. 120, PP. 1127–1143.
- [31] Deynoux M., Inerb C.A., Mondoc O., Karab A., VyVkgogrud M., Manatschala G., 2005, Sevim Tuzeu Facies architecture and depositional evolution of alluvial fan to fan- delta complexes in the tectonically active Miocene, Köprüçay basin, Isparta angle, Turkey, *Sedimentary Geology*, NOo. 12, PP. 315-343.
- [32] Catuneanu O., 2006, *Principles of sequence stratigraphy*. Amsterdam, First Edition. Elsevier, 375 p.