

رخساره‌های رسوبی و منشأ نهشته‌های آهکی خور ریگ (شمال خلیج فارس)

محمد رضا غریب‌رضا*

استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*پست الکترونیک: gharibreza@scwmri.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۰

چکیده

خور ریگ در سواحل غربی استان بوشهر، از محیط‌های رسوبی ساحلی مهم شمال خلیج فارس به‌شمار می‌رود. این خور مشخصاً از خورهای به وجود آمده در پناه سدهای ماسه‌ای است که از رخساره‌های رسوبی سد ماسه‌ای، رودخانه‌ای، مرداب و دریایی تشکیل شده است. خور ریگ در واقع بخشی از یک توالی رسوبی پس‌رونده است که با فروکش شدن نسبی تراز دریا در کواترنر پسین به وجود آمده است. در این پژوهش فرض شد که خور ریگ جایگاه رسوب‌گذاری رسوبات گل‌کربناته در مرداب و ماسه کربناته اوولیتی در بخش دریایی به‌ویژه در طول سد ماسه‌ای است. هدف این مطالعه، شناخت دقیق ابعاد رخساره‌های رسوبی خور ریگ و تعیین منشأ نهشته‌های رسوبی به‌ویژه رسوبات آهکی اوولیتی و گل‌کربناته در این خور بوده است. به‌منظور آزمون مفروضات تحقیق در مطالعات میدانی نمونه‌برداری فراگیری از مناطق منشأ و رخساره‌های رسوبی خور ریگ و در مطالعات آزمایشگاهی توزیع اندازه رسوبات و شاخصهای آماری و مقاطع نازک از ۲۰ نمونه از رسوبات درشت دانه مناطق منشأ و خور ریگ تهیه شد. نتایج نشان داد که درصد آهک در رسوبات ریز دانه بخش مرداب خور ریگ به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد. میانگین فراوانی ذرات درشت دانه خور ریگ به ترتیب 11 ± 77 درصد خرده‌سنگ، 8 ± 14 درصد فلدسپات و 6 ± 9 درصد کوارتز به دست آمد که خرده‌سنگ‌های آهکی، دارای بیشترین فراوانی هستند. ماسه‌های آهکی اوولیتی با جور شدگی عالی تا ۹۰ درصد رسوبات رخساره‌های دریایی خور ریگ را تشکیل داده‌اند. ترکیب غالب رسوبات درشت دانه مناطق برخاستگاه و رخساره‌های خور ریگ، کالک لیتایت به دست آمد. سازندهای بختیاری و آجاجاری و افقهای درشت دانه پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات بادرفتی مهم‌ترین منابع رسوبات درشت دانه ماسه‌های نهشته شده در سدهای جزرومدی و زبانه‌های ماسه‌ای هستند. این تحقیق بار دیگر قابلیت محیط‌های رسوبی ساحلی شمال خلیج فارس برای رسوب‌گذاری نهشته‌های کربناته را اثبات کرده است.

واژه‌های کلیدی: خور ریگ؛ رخساره‌های رسوبی؛ گل‌کربناته؛ ماسه اوولیتی؛ خرده‌سنگ آهکی؛ کالک لیتایت.

مقدمه

کم عمق دریایی به آنها شناخته شده‌اند. وجود محیط‌های رسوبی ساحلی کربناته در جنوب خلیج فارس و برخی شباهتها با برخی محیط‌های رسوبی شمال خلیج فارس از جمله خورهایی که با رودخانه‌های فصلی یا کم آب در ارتباط هستند و در منطقه گرم و خشک واقعند، مهم‌ترین

محیط‌های رسوبی ساحلی شمال خلیج فارس عمدتاً شامل دلتاها، خلیجها، خورها، پهنه‌های جزرومدی، ساحلهای ماسه‌ای و مخروط افکنه‌های ساحلی هستند. عموماً این محیطها به عنوان جایگاه نهشت رسوبات آواری زه کش شده از رودخانه‌ای دائمی و فصلی و تبادل رسوب محیط

اوولیتی به سمت ساحل افزایش می‌یابد. همچنین آنها، افزایش تراز دریا در هولوسن میانی را در ایجاد شرایط لازم برای تشکیل رسوبات اوولیتی پراهمیت دانسته‌اند.

از طرفی نتایج به دست آمده توسط محققین داخلی از جمله دهقان و لک (۱۳۹۰)، غریب‌رضا و همکاران (۱۳۸۱)، Lak et al. (2010)، سامی و همکاران (۱۳۸۹)، Taghizade et al. (2012) نشان می‌دهد چه در سطح منطقه‌ای و چه به طور موضعی، محیط‌های رسوبی شمال خلیج فارس شرایط نهشته‌شدن رسوبات کربناته را دارند. در این تحقیقات، مشخصاً به وجود رسوبات کربناته ریزدانه، خرده‌سنگهای آهکی و ماسه‌های اوولیتی از هولوسن تا عهد حاضر تأکید شده است. به طور مثال، Taghizade et al. (2012) گزارش کرده‌اند که رسوبات بخش کم عمق خلیج فارس در مغزه رسوبی مطالعه شده، حاوی بیش از ۵۰ درصد آهک بوده که در آنها فراوانی کلسیت بین ۲۱ تا ۷۷ درصد در تغییر بوده است.

بررسی فرآیند انتقال رسوب و رسوب‌گذاری از جمله مباحث مهندسی ساحل به شمار رفته که با توسعه بنادر صیادی از دهه ۷۰ شمسی، توسط مهندسین مشاور مورد بررسی قرار گرفته است (مراغه‌ای، ۱۳۷۵؛ جعفرزاده و عربشاهی، ۱۳۷۵؛ ایزدپناه و ابریشمی، ۱۳۷۵). در این مطالعات، از رابطه تجربی CERC (مرکز تحقیقات مهندسی سواحل ارتش آمریکا)، به منظور برآورد نرخ انتقال رسوب کرانه‌ای استفاده شده است. برآوردهای انجام شده نشان از قابلیت ۲۳۷۰۰۰ متر مکعب در سال رانه ساحلی^۱ است که از شمال غرب به سمت جنوب شرق هدایت می‌شود. این رابطه که بر اساس مشخصه‌های موج بنا شده، در موج‌شکنهای مصنوعی مرکز و شرق استان بوشهر آزموده شده، حال آن که این مشخصه‌ها برای ساحلهای

انگیزه برای انجام این تحقیق شد و در آن خور ریگ به عنوان یکی از محیط‌های رسوبی ساحلی شمال خلیج فارس، از نظر قابلیت رسوب‌گذاری رسوبات گِل کربناته در مرداب و ماسه کربناته اوولیتی در بخش دریایی آن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. رخساره‌های رسوبی و نهشته‌های کربناته خلیج فارس، از دیرباز مورد توجه محققین بسیاری بوده که از آن جمله می‌توان به Wells (1962)، Purser (1973)، Silar (1980)، Patterson & Kinsman (1982) و Wright & Tucker (1990) اشاره کرد. در مطالعات یاد شده، خلیج فارس را در مقیاس منطقه‌ای، جایگاه رسوب‌گذاری رسوبات کربناته شامل گِل کربناته، اوولیتی و رسوبات تبخیری همراه آنها می‌دانند.

از مطالعات اولیه می‌توان به Wells (1962) و Purser (1973) اشاره کرده که به خوبی رخساره‌های رسوبات کربناته خلیج فارس را تشریح کرده‌اند، اما تأکید آنها بیشتر بر ساحل جنوبی آن در کشورهای عربستان و امارات بوده است. بر این اساس، سکوه‌های کم شیب جنوب خلیج فارس، عمدتاً جایگاه نهشته‌های تبخیری و رسوبات کربناته گزارش شده‌اند. در مطالعات جدیدتر که توسط Teller et al. (2000) و Lokier (2008) انجام شده است نیز بر این مهم تأکید شده است. بر اساس یافته‌های Lokier (2008)، نرخ رسوب‌گذاری نهشته‌های ریزدانه کربناته در سکوه‌های جنوب خلیج فارس از ۱۴۰۰ سال پیش تاکنون حدود ۳ میلی‌متر در سال ثابت باقی مانده است. توسعه تپه‌های ماسه‌ای متشکل از رسوبات اوولیتی نیز از دیگر مشخصه‌های ساحلهای خلیج فارس است که مشخصاً در مطالعات Purser (1973)، Picha (1978) و Teller et al. (2000) برای نقاط مختلف از جمله ساحل کویت و امارات گزارش شده است. Teller et al. (2000) گزارش کرده‌اند که تپه‌های وسیع ماسه‌ای امارات بین ۱۰ تا ۷۰ درصد از رسوبات کربناته اوولیتی تشکیل شده و فراوانی ذرات

1- Littoral drift

شرقی $۳۴^{\circ} ۵۰'$ و $۴۰^{\circ} ۵۰'$ واقع شده است (شکل ۱). بندرهای گناوه و خور جزیره تا بندر ریگ به ترتیب ۱۸ و ۲/۳۲ کیلومتر فاصله دریایی دارند. بندرگاه طبیعی خور ریگ دارای پیشینه ژئوپلیتیکی تاریخی است، به طوری که در قرن ۱۹ میلادی یکی از بندرگاه‌های مهم پهلوگیری شناورهای کشورهای بیگانه اروپایی بوده است (کنین، ۱۳۸۷).

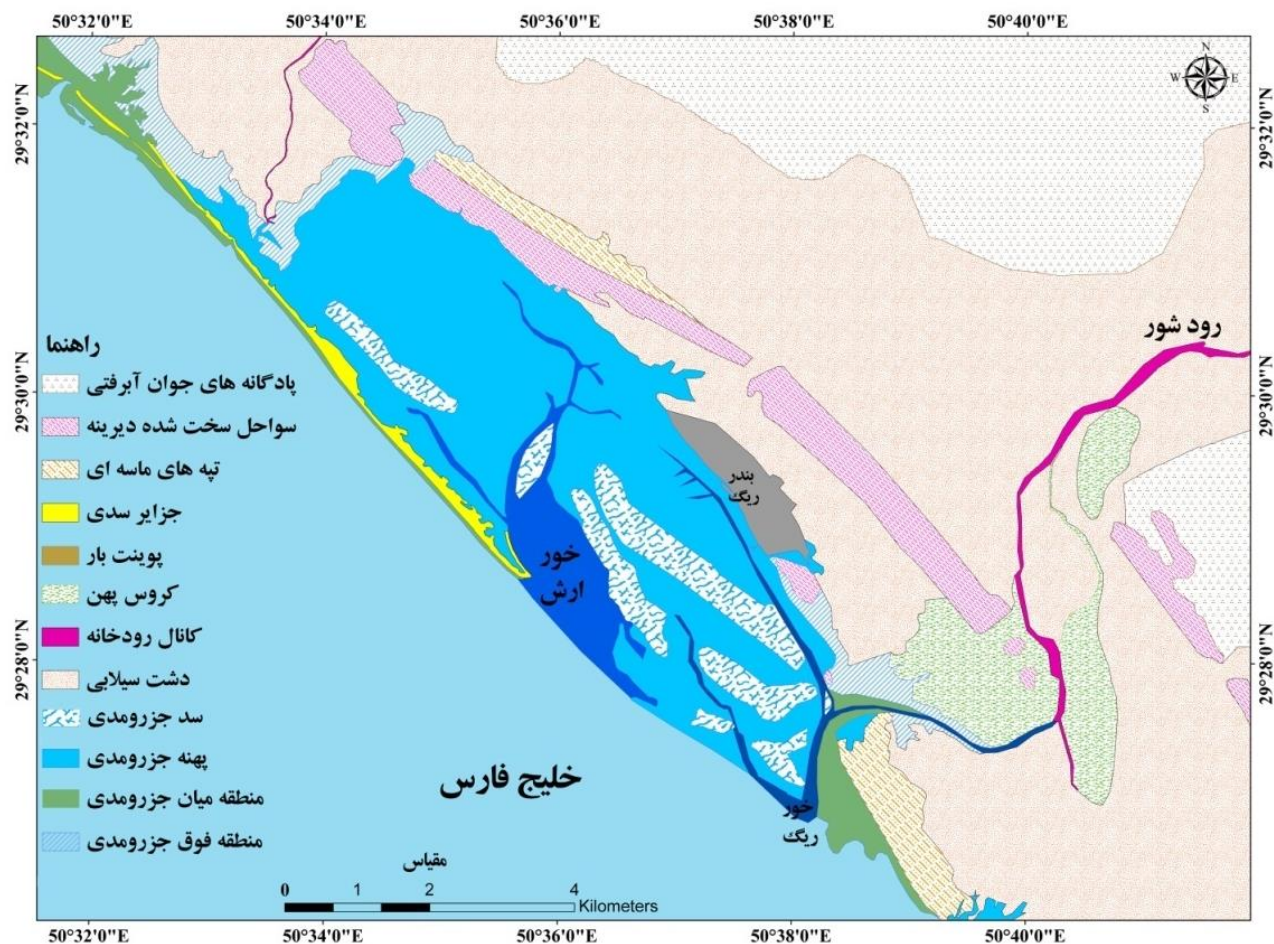
خصوصیات ریخت‌شناسی و آب‌شناختی این خور توسط غریب‌رضا (۱۳۸۴) گزارش شده است. بر این اساس، این خور از سه بخش رودخانه‌ای، مرداب و دریایی تشکیل شده است. بخش دریایی آن دارای یک سد ماسه‌ای است که ارتباط مرداب و دریا را قطع کرده است (شکل ۱). سد ماسه‌ای و مرداب خور ریگ به ترتیب ۴۱۰۰ و ۴۶۱۶ متر طول دارند که هر دو در راستای شمال غرب - جنوب شرق به موازات ساحل کشیده شده‌اند. مرداب خور از شمال غرب به خور آرش و از جنوب شرق به بخشهای رودخانه‌ای و دریایی محدود شده است. بخش دریایی خور به طول ۱۳۰۰ متر به دریا متصل می‌گردد. بخش رودخانه‌ای آن به رودخانه شور متصل است که حدود ۵۶۴۰ متر از طول آن، تحت تأثیر جزر و مد قرار دارد. دبی پایه این رودخانه کمتر از ۶ مترمکعب بر ثانیه و حداکثر دبی آن بر اساس مدل HEC-HMS2000 و اندازه‌گیریهای میدانی برای دوره بازگشت ۵۰ ساله به ترتیب $۷۶۷/۳$ و $۷۷۷/۵$ مترمکعب بر ثانیه بوده و رسوب ویژه سالانه حوضه آبریز رودخانه شور، ۶۱ تن (بر اساس روش فورنیه) در هر کیلومتر مربع است (غریب‌رضا، ۱۳۸۴). با توجه به مساحت حوضه آبریز رود شور ($۱۵۱۸/۴$ کیلومتر مربع)، انتظار می‌رود مقدار کل رسوب و بار بستر به ترتیب برابر ۹۲۶۲۲ و ۱۱۲۴ تن در سال باشد. حجم نسبی این رسوبات، با لحاظ وزن مخصوص ظاهری ۱۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، حدود ۶۲۰۰۰ متر مکعب خواهد بود.

غرب استان بوشهر که بندرهای آن در پناه خورها ایجاد شده‌اند، کارایی کمتری داشته و قابلیت آنها به سواحل بخش کاملاً دریایی خورها که در معرض امواج هستند، محدود می‌گردد. این فرآیند نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری زبانه‌های ماسه‌ای خورهای آرش و ریگ داشته است. از مهم‌ترین مطالعات انجام شده در خور ریگ، می‌توان به مطالعات ژئوتکنیک شرکت پارس پیاب (۱۳۸۲) اشاره کرد، که نتایج آن نقش به‌سزایی در شناخت خصوصیات تحت‌الارضی خور ریگ و توالی رسوبی آن داشته است. آن چه وجه تمایز این تحقیق با تحقیقات قبلی به شمار می‌رود، توجه جدی به محیطهای رسوبی ساحلی محدود شده در پشت سدهای ماسه‌ای یا به تعبیری خورها بوده که با رودخانه‌ای کم‌آب و بسیار شور در ارتباط هستند. خورهای ریگ، آرش، جزیره شمالی و گناوه در کنار هم، همگی از این جمله خورها هستند که متأثر از رودخانه شور بوده و شرایط برای نهشته شدن رسوبات کربناته در آنها فراهم است.

در این پژوهش فرض شد که خور ریگ جایگاه رسوب‌گذاری رسوبات گِل کربناته در مرداب و ماسه کربناته اوولیتی در بخش دریایی به‌ویژه در طول سد ماسه‌ای است. لذا اهداف از این مطالعه، بررسی دقیق ابعاد رخساره‌های رسوبی خور ریگ و تعیین منشأ و برخاستگاه نهشته‌های رسوبی به‌ویژه رسوبات آهکی اوولیتی و گل کربناته در این خور بوده‌اند. همچنین، این تحقیق به دنبال اثبات قابلیت محیطهای رسوبی ساحلی شمال خلیج فارس برای رسوب‌گذاری نهشته‌های کربناته بوده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

خور و بندرگاه ریگ در شمال غرب استان بوشهر و در فاصله ۱۳۲ کیلومتری مرکز آن و در بین عرضهای جغرافیایی شمالی $۲۵^{\circ} ۲۹'$ و $۲۹^{\circ} ۳۵'$ و طولهای جغرافیایی



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و رخساره‌های رسوبی خور بندر ریگ

از این رو، مهم‌ترین جنبه کاربردی این تحقیق شناسایی منابع رسوبی است که هم اکنون مشکل جدی را برای حمل و نقل دریایی، فعالیت‌های شیلاتی و بازرگانی ایجاد کرده است. شناخت منابع رسوب خور ریگ، گامی مهم در اتخاذ اقدامات آبخیزداری حوضه بالادست و اجرای اقدامات کنترل آورد رسوب به ویژه از محل انحراف رودخانه شور به سمت خور ریگ و تثبیت تپه‌های ماسه‌ای روان پیرامون آن و در نهایت اقدامات تثبیت ورودی خور و جلوگیری از انسداد آن به‌شمار می‌رود. از این رو، نتایج این تحقیق در حضور معاونت عمرانی استانداری استان بوشهر، شیلات و شورای شهر بندر ریگ ارائه شد و بر آن اساس تصمیمات اجرایی مربوطه در تقویم سالانه استان بوشهر قرار گرفت.

رودخانه شور که یکی از مهم‌ترین عوامل تحولات رسوبی سالهای اخیر خور ریگ به‌شمار می‌رود، به‌طور فصلی از رژیم بارانی منطقه آبخیزی کرده و در ۱۳/۸ کیلومتری مصب کنونی خود به دریا متصل می‌شده است، اما در کمتر از ۴۰ سال گذشته در جنوب بخش چهار روستایی به دلیل تعرضات محلی برای آبخیزی مزارع، تغییر مسیر داده و با ۴ متر حفر بستر و طی مسافت کوتاهی میلیون‌ها تن رسوب را به درون خور ریگ تخلیه کرده است (غریب‌رضا و همکاران، ۱۳۸۱).

امروزه مشکل رسوب‌گذاری، مسأله اساسی منطقه ساحلی بندر ریگ به‌شمار می‌رود، به‌طوری که ظرفیت به‌دام‌اندازی رسوبات در آن به حداقل رسیده و محدود به مرحله بلوغ تا پیری خور یا پرشدگی مرداب شده است.

روش مطالعه

روش تحقیق در این مطالعه مطابق اهداف متصور، شامل گردآوری اطلاعات و گزارشهای موجود، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی بوده است. در مرحله گردآوری اطلاعات و مواد مورد نیاز، عکسهای هوایی دو دوره سالهای ۱۳۴۶ (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰) و ۱۳۷۲ (مقیاس ۱:۴۰۰۰۰)، گزارشها و مقالات مرتبط، گردآوری شدند.

اطلاعات گردآوری شده به منظور استفاده از ابزار سامانه اطلاعات جغرافیایی^۲ (GIS) زمین مرجع سازی^۳ شده و به نرم افزار ArcGIS 9.2 انتقال داده شدند. سپس در محیط GIS، نقشه محیطهای رسوبی ساحلی منطقه به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، به منظور شناسایی رخسارههای رسوبی و نقاط هدف برای نمونه برداری تهیه شد. مرور بر منابع پیشین نشان داد که محققین دیگر از جمله Boyd *et al.* (1992)، Nichol (1991)، Dalrymple & Heap *et al.* (2004)، Choi (2007) و Dalrymple *et al.* (1992) از روش مشابه در پهنه بندی رخسارههای رسوبی ساحلی استفاده کرده اند. به طور مثال Heap *et al.* (2004) با استفاده از ابزار GIS و تفسیر تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی، رخسارههای رسوبی و زمین ریختارهای خورهای استرالیا را پهنه بندی نموده اند.

در این تحقیق الگوی نمونه برداری جامعی به منظور شناسایی مناطق برخاستگاه رسوب و کلیه رخسارههای رسوبی شناسایی شده به اجرا درآمد. از این رو، تعداد ۴۶ نمونه رسوب توسط نمونه بردارهای سطحی و چنگ زن^۴ از رخسارهها و بخشهای مختلف خور ریگ برداشته شد. نمونه برداری از نوع اتفاقی^۵ و بر مبنای تغییرات محسوس نوع، دانه بندی و همچنین تنوع رخسارههای رسوبی منطقه

به عمل آمد؛ اگرچه برخی از رخسارههای رسوبی که از آنها نمونه برداری شده عموماً جایگاه نهشته شدن رسوبات آواری هستند، اما به منظور اثبات مفروضات تحقیق و نشان دادن درصد رسوبات کربناته در مواد متشکله آنها مورد بررسی قرار گرفته اند. به طور مثال، در رسوبات سدهای ماسه ای که در نگاه نخست جایگاه رسوبات آواری ماسه ای با منشأ بادی و ساحلی کم عمق به شمار می روند، شرایط فیزیکوشیمیایی محیطی اقتضا می کند که ماسه های آهکی اوولیتی نیز آنها تشکیل شوند. از این رو، رسوبات برخاستگاههای مختلف و رسوبات خور ریگ به ترتیب زیر دسته بندی شده اند:

الف) رسوبات خور ریگ (درون حوضه ای) یا به تعبیری رسوبات مقصد که تعیین منشأ آنها هدف اصلی این تحقیق به شمار می رود شامل:

۱- نمونه های ۱ تا ۵ که متعلق به بخش جزرومدی و بخش سیلابی خور ریگ^۶ هستند.

۲- نمونه های ۶ تا ۸، ۱۷ و ۱۸ که از مرداب و کانال اصلی خور برداشت شده اند.

۳- نمونه ۹ که از بخش دریایی خور ریگ می باشد.

ب) رسوبات منشأهای متصور که مورد مطالعه قرار گرفته اند:

۱- نمونه های ۱۰ تا ۱۲ که به ترتیب مربوط به بخشهای مختلف دلتای رودخانه شور هستند.

۲- نمونه های ۱۳، ۲۰ و ۲۳ که از محیط کم عمق دریایی غرب دهانه خور ریگ برداشته شده اند.

۳- نمونه های ۲۱ و ۲۴ از تپه های ماسه ای و یا به تعبیری محیط رسوبی بادی می باشند.

۴- نمونه های ۱۹ و ۲۲ از محیط خور آرش در شمال غرب مصب خور ریگ برداشت شده اند.

2- Geographic Information system

3- Georeferencing

4- Grabber

5- Stochastic

میانگین، متوسط و بالاخره مُد مجموعه اندازه ذرات رسوبی نمونه‌ها بوده است.

تعداد ۲۴ نمونه از رسوبات درشت‌دانه ماسه‌ای با استفاده از چسب اپوکسی شفاف قالب بندی شده، ضمن آن که با گرما و تکان ملایم حبابهای هوای آن خارج گردید. قالبهای رسوب، به منظور تهیه مقاطع نازک به آزمایشگاه مربوطه در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال شد. سپس مقاطع نازک با استفاده از میکروسکپ بیناکولار مورد بررسی قرار گرفتند. در مطالعه این مقاطع کلیه اجزای تشکیل دهنده شامل کانیهای اصلی کوارتز، فلدسپار و انواع خرده‌های سنگی، کانیهای فرعی چون گچ، میکا، کلریت، کانیهای سنگین و تیره و خرده‌های اسکلتی، بررسی و فراوانی آنها تعیین شد.

ترکیب اصلی رسوبات مورد بررسی، با استفاده از رده‌بندی Folk (1954) تعیین شد. در این رده‌بندی جهت تعیین ترکیب اصلی رسوب، فراوانی کانیهای فرعی از فراوانی کلی حذف شده است. از نتایج بررسی کانیهای فرعی به ویژه کانیهای سنگین، به منظور ارتباط هر چه بیشتر برخاستگاه‌های رسوب با رسوبات مقصد استفاده شد. همچنین برای ارائه بهتر نتایج از مقاطع میکروسکوپی مستندات تصویری تهیه شد.

نتایج و بحث

از آن جا که خور ریگ دارای هر سه قسمت هیدروگرافیکی رودخانه‌ای، مرداب و دریایی است، رسوبات با بافت متفاوت در آن نهشته شده است. این رسوبات به طور هیدرولیکی جور شده و می‌توانند دارای برخاستگاه‌های مختلفی باشند. بدیهی است این بخشها به تدریج به یکدیگر تغییر کرده و بلوغ بافتی رسوبات نیز از آن روند پیروی می‌کنند (جدول ۱). رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور، به تدریج به سمت خور ریگ ریز

۵- نمونه‌های ۲۵ تا ۲۷ و ۳۰ که به ترتیب مربوط به بخشهای بین جزرومدی دریایی، خوری، رودخانه‌ای خور ریگ هستند.

۶- نمونه‌های ۲۸ و ۲۹ از دشت سیلابی محیط رودخانه‌ای منطقه برداشت شده‌اند.

۷- نمونه‌های ۳۱ تا ۳۳ و ۳۸ تا ۴۱ که از مصالح بستر محیط رسوبی رودخانه‌ای منطقه برداشت شده‌اند.

۸- نمونه‌های ۳۴ تا ۳۶ که از تراس آبرفتی رودخانه شور برداشته شده‌اند.

۹- نمونه‌های ۴۲ تا ۴۶ که به ترتیب از سازندهای آجاجاری، کواترنری، بخش لهری آجاجاری و بختیاری برداشته شده‌اند.

نمونه‌ها در ظروف مناسب، به آزمایشگاه آب و خاک پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، جهت آزمایش دانه‌بندی انتقال داده شدند. نمونه‌های ریزدانه چسبنده خور ریگ ابتدا به مدت ۲۴ ساعت با محلول جداکننده کالگون نگه‌داری و با استفاده از الک شماره ۲۳۰ (۰/۰۶۲۵ میلی‌متر) مجهز به مخروط نگه‌دارنده ذرات ریزدانه، الک تر شدند. مجموعه نمونه‌ها پس از آماده‌سازی به مقیاس Wentworth (1992) دانه‌بندی شدند. بر اساس مطالعه *Milliman et al.* (1993)، برای تشکیل گل کربناته در خلیج فارس منشأ زیستی کفایت نکرده و منشأ غیرزیستی در تشکیل آنها نقش دارد. از این رو بررسی ژئوشیمی رسوبات را بهترین روش جهت شناخت ماهیت گل کربناته دانسته‌اند. لذا در این تحقیق، جهت بررسی ماهیت گل کربناته نهشته شده در بخشهای مرداب و پهنه‌های جزرومدی، آزمایش کلسی متری بر روی نمونه‌های منتخب انجام شد. روند مطالعه خصوصیات بافتی مشتمل بر تهیه نمودارهای دانه‌بندی، تهیه نمودار هیستوگرام توزیع اندازه ذرات، محاسبه کلیه مشخصه‌های آماری نظیر جورشدگی، کشیدگی، کج‌شدگی منحنی دانه‌بندی ذرات،

بخش رو به دریای سد جزرومدی، رسوبات بخش قدامی دلتای رودخانه شور، رسوبات منطقه کم‌عمق دریایی از یک سو و در بین مناطق برخاستگاه نظیر بخش عمده رسوبات بستر رودخانه شور، رودخانه دره گپ، افقهای درشت دانه پادگانه‌های آبرفتی کهن و جدید کواترنری و سازند آجاجاری (به‌ویژه لایه‌های ماسه‌سنگی آن) و رسوبات بادی، به دست آمد. در ادامه مبحث چگونگی توزیع ذرات رسوبی و سازوکار تأثیرگذار ارائه شده است.

سازوکار حمل و نقل و رسوب‌گذاری

خور ریگ از آن دسته خورهایی است که فرآیندهای مختلف رودخانه‌ای، جزرومدی و امواج در توزیع رسوبات، بلوغ بافتی، حمل مجدد و در نهایت رسوب‌گذاری آن نقش جدی دارند (غریب‌رضا و همکاران، ۱۳۸۱). از طرفی اثرگذاری این فرآیندها در بخشهای رودخانه‌ای، مردابی و دریایی خور ریگ متفاوت است. رودخانه شور که مستقیماً به بخش رودخانه‌ای متصل بوده و دشت سیلابی آن خور ریگ را در بر گرفته، دارای رژیم سیلابی می‌باشد. به گزارش شرکت آب منطقه‌ای استان بوشهر (۱۳۹۲)، در ۱۶ سال اخیر ۱۰ رویداد سیل به وقوع پیوسته که نتیجه آنها تخریب پیوسته سکونتگاه‌ها در حاشیه مسیر رودشور بوده است. این رودخانه سهم به سزایی در انتقال رسوب به بخشهای مختلف خور ریگ داشته است. چنانچه در مقدمه نیز عنوان شد، قابلیت آورد رسوب سالانه رودخانه شور ۹۳ هزارتن است. در گذشته این رودخانه به طول ۲۱۶ کیلومتر از حوضه‌ای معادل ۲۲۴۳/۷ کیلومتر مربع سرچشمه می‌گرفته و در شرق خور بندر ریگ به دریا زه کش می‌شده است، اما در حدود ۳۵ سال پیش از محل یکی از کانالهای آبرفتی تغییر جهت داده و با طی مسیر کوتاه‌تر ۱۸ کیلومتری و پس از حفر ۴ متر از بستر خود و حمل میلیونها تن رسوب به بخش

دانه شده و درصد ذرات ماسه‌ای، از ۹۹ به ۱۲ درصد تقلیل یافته است. در مقابل درصد رسوبات رسی تا ۶۰ درصد افزایش داشته است. رسوبات کانال اصلی مرداب خور ریگ، دارای ۳۱ تا ۳۶ درصد رس و بین ۵۲ تا ۵۸ درصد سیلت و بافت گلی تا گِل ماسه‌ای هستند. نتایج نشان داد که درصد آهک رسوبات ریز دانه گلی به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد. این رسوبات دارای دو منشأ درون و برون حوضه‌ای هستند. شکل‌گیری درون حوضه‌ای آنها به گونه‌ای است که در فصول خشک سال و افزایش تبخیر و با هرچه شورتر شدن آب رودخانه شور، املاح آب به قدری افزایش می‌یابد که کربنات کلسیم و دیگر نمکهای معدنی فرصت رسوب‌گذاری می‌یابند. شرایط رسوب‌گذاری گلهای کربناته در بخشهای کم انرژی خور ریگ با مدل سکوی هم‌شیب^۷ که توسط AHR (2008) توصیف شده مطابقت دارد. این شرایط، تا اندازه‌ای همچون شرایط محیطی است که در منطقه ساحلی جنوب خلیج فارس باعث نهشته شدن رسوبات گل کربناته و تبخیرها می‌شود (Lokier, 2008; Picha, 1978; Purser, 1973; Teller et al., 2008).

نتایج حاصل نشان می‌دهد منشأ برون حوضه‌ای رسوبات ریزدانه با بافت گلی عمدتاً حاصل آورد رسوب رودخانه شور در فصول پرآبی و از رسوبات حاصل از فرسایش سازندهای زمین‌شناسی بالادست از قبیل رسوبات بخش لهری سازند آجاجاری، افقهای ریزدانه پادگانه‌های آبرفتی کهن و جدید کواترنری و رسوبات پیرامون خور ریگ به ویژه دشت‌های سیلابی هستند.

در مقابل، بافت ماسه‌ای و ماسه سیلتی با فراوانی ذرات ماسه بین ۴۰ تا ۹۸ درصد، در بین رخساره‌های خور ریگ همچون رسوبات ساحلی، منطقه بین جزرومدی، رسوبات

جدول ۱: توزیع اندازه رسوبات رخساره‌های رسوبی مناطق برخاستگاه و خور ریگ

%Pebble	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	Classification	Sub-environments	No.
0	0	99	0.5	0	Sand	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	1
0	1	95.5	1.5	2	Sand	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	2
0	0.5	33.5	48.5	17.5	Sandy Silt	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	3
0	0	29	43	28	Sandy Mud	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	4
0	0	12	28	60	Sandy Clay	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	5
0	0.25	9.75	58.5	31.5	Mud	رسوبات مرداب و کانال اصلی خور ریگ	6
0	0.5	94.5	5	0	Sand	رسوبات مرداب و کانال اصلی خور ریگ	7
0	2	10	52	36	Sandy Mud	رسوبات مرداب و کانال اصلی خور ریگ	8
0	0.5	62	25.5	12	Silty Sand	رسوبات بخش نزدیک به دریای خور ریگ	9
0	0.5	98	1.5	0	Sand	رسوبات بخش قدامی دلتای رودخانه شور	10
0	0	17.5	40	42.5	Sandy Mud	رسوبات بخش میانی دلتای رودخانه شور	11
0	0	31.5	42	31.5	Sandy Mud	رسوبات بخش انتهایی دلتای رودخانه شور	12
0	0	98.5	1.5	0	Sand	رسوبات ساحلی زبانه ماسه‌ای غرب دهانه خور ریگ	13
0	1.5	76	15	7.5	Muddy Sand	رسوبات بخش رو به دریای سد جزرومدی خور	14
0	0	96.5	3.5	0	Sand	رسوبات بلندترین نقطه سد جزرومدی خور ریگ	15
0	0	2.5	47.5	50	Mud	رسوبات بخش رو به مرداب سد جزرومدی	16
0	0	50	36.5	12.5	Silty Sand	رسوبات ساحلی بخش رو به مرداب سد جزرومدی	17
0	0	16	59	25	Sandy Silt	رسوبات مرداب و کانال اصلی خور ریگ	18
0	0	61.5	24.5	14	Muddy Sand	رسوبات بستر خور آرش	19
0	1.75	98	0.25	0	Sand	رسوبات ساحلی زبانه ماسه ای غرب خور آرش	20
0	0	99.75	0.25	0	Sand	زبانه ماسه غرب خور آرش	21
0	2	80.5	15	2.5	Silty Sand	رسوبات بستر دهانه خور آرش	22
0	0	99.75	0.25	0	Sand	رسوبات محیط دریائی غرب خور آرش	23
0	0	99.75	0.25	0	Sand	رسوبات تپه های ماسه ای شرق خور ریگ	24
0	0.5	99	0.5	0	Sand	رسوبات منطقه میان جزرومدی شرق خور ریگ	25
0	0	25	57.5	17.5	Sandy Silt	رسوبات منطقه میان جزرومدی حاشیه شرقی خور	26
0	0	0.5	76.5	22.5	Silt	رسوبات منطقه میان جزرومدی رودخانه شور	27
0	0	25	48.5	26.5	Sandy Mud	رسوبات دشت سیلابی رودخانه شور	28
0	0	7.5	62.5	30	Silt	رسوبات دشت سیلابی رودخانه شور	29
0	0	15	42.5	42.5	Sandy Mud	رسوبات بستر کانال جزرومدی در شمال خور ریگ	30
0	2	64	4	0	Silty Sand	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	31
0	9	90.75	0.25	0	Gravelly Sand	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	32
0	0	60	36	4	Silty Sand	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	33
0	0.5	99	0.5	0	Sand	رسوبات تراس بالادست رودخانه شور	34
0	0	48.5	43.5	8	Sandy Silt	رسوبات تراس بالادست رودخانه شور	35
0	1.5	58.5	28	12	Silty Sand	رسوبات تراس بالادست رودخانه شور	36
4	18.5	77.5	0	0	Gravelly Sand	رسوبات تراس بالادست رودخانه شور	37

15.5	30.5	51	3	0	Sandy Gravel	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	38
0	0	5	74	21	Silt	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	39
0	0.5	55.5	28	16	Muddy Sand	رسوبات سدهای ماسه در بالادست رودخانه شور	40
0	1	41.5	49.5	8	Sandy Silt	رسوبات بستر بالادست رودخانه شور	41
0	1	52.5	41.5	5	Silty Sand	رسوبات به جا مانده از سازند آجاجاری	42
49	10	36.5	3.5	1.5	Sandy Pebble	رسوبات کواترنری تراس‌های دیرینه و مخروط افکنه	43
0	0.5	15.5	65	19	Sandy Silt	رسوبات به جا مانده از سازند لهبری	44
0	3.5	6.5	56.5	33.5	Mud	رسوبات به جا مانده از سازند لهبری	45
0	0.25	7.25	72.5	20	Sandy Silt	رسوبات به جا مانده از سازند بختیاری	46

مرداب، رو به مرداب سد، بخش میان جزرومدی، بخش جزرومدی رودخانه، دشت سیلابی حاشیه خور، بخش میانی دلتای رود شور، کانال جزرومدی و از بین نمونه‌های منشأ نمونه مارنی بخش لهبری سازند آجاجاری با یکدیگر خوشه‌بندی شده و نشان‌دهنده محیط رسوبی کم انرژی است. مهم‌ترین عامل انتقال آنها جزرومد و دبی پایه رود شور می‌باشد.

خوشه بعدی شامل بخش بین جزرومدی روبه دریای سد، زبانه ماسه‌ای غرب دهانه خور، تپه‌های ماسه‌ای، تپه‌های ماسه‌ای شرق دهانه خور، بخش قدیمی دلتای رود شور و از بین نمونه‌های منشأ نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای غرب خور آرش، محیط کم عمق دریایی غرب خور و نمونه‌های سد ماسه‌ای رودخانه شور، تراس رودخانه و رسوبات حاصل از فرسایش سازند آجاجاری است که وجه مشترک آنها جورشدگی خوب تا خیلی خوب و میانگین ۲/۵ تا ۳ فی و تمایل دنباله منحنی اندازه ذرات به رسوبات ریزدانه است. این رسوبات در محیطی پرانرژی و توسط باد و امواج و در شرایط سیلابی به محیط خور ریگ انتقال داده شده‌اند.

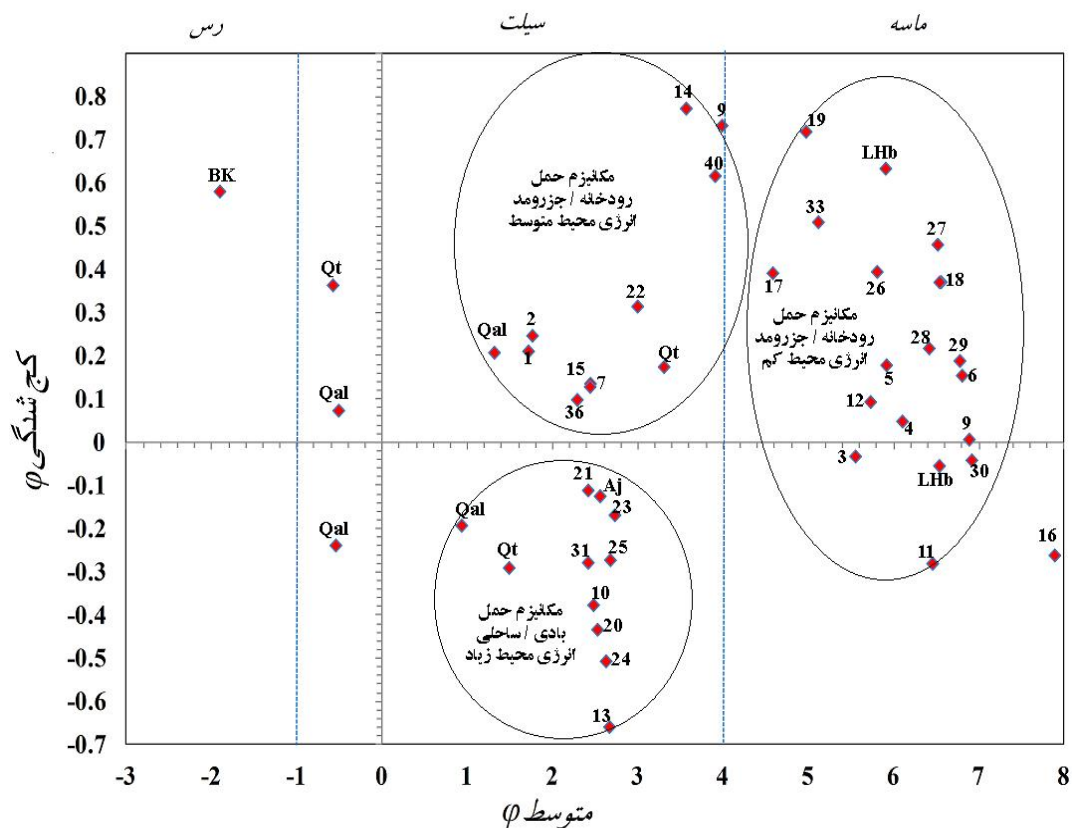
مجموعه رسوبات بخش جزرومدی رود شور، بستر رود شور، بخش رودخانه‌ای خور ریگ، سد جزرومدی، نمونه تراس رود شور، بخش روبه دریای سد جزرومدی، بخش دریایی خور ریگ و سد ماسه‌ای بالادست رود شور همگی

رودخانه‌ای خور بندر ریگ متصل و به دریا زه کش می‌گردد (غریب رضا و همکاران، ۱۳۸۱).

مشاهدات میدانی و آنالیز اندازه ذرات نشان از جورشدگی هیدرولیکی رسوبات انتقال داده شده در بخشهای مختلف خور ریگ دارد. Folk & Ward (1957) عقیده دارند عوامل مؤثر در توزیع اندازه رسوبات، دارای کارکرد آشکارسازی انرژی محیط رسوب گذاری و سازوکار حمل و نقل هستند. از این رو در این تحقیق، علاوه بر محاسبه شاخصهای آماری توزیع اندازه ذرات، از برآزش مقادیر کج شدگی منحنی اندازه رسوبات با مقادیر جورشدگی و میانگین اندازه رسوبات به منظور بررسی سازوکار حامل رسوب استفاده شد.

نتایج نشان داد که برآزش مقادیر جورشدگی و کج شدگی منحنی اندازه رسوبات که توسط Lewis & McConchie (1993) توصیه شده است، در محیط رسوبی خور ریگ که اختلاط زیر محیطهای رسوبی زیاد است، قابلیت نسبی داشته و خوشه‌بندی به دست آمده چندان قابل اعتماد نیست. این در حالی است که برآزش مقادیر میانگین در برابر کج شدگی منحنی اندازه رسوبات به خوبی (شکل ۲) توانسته است بر خاستگاه و انرژی عامل انتقال و رسوب گذاری را آشکار سازد.

همان گونه که در شکل ۲ مشهود است، نمونه‌های بستر



شکل ۲: سازوکار انتقال رسوب و انرژی محیط رسوب‌گذاری، حاصل برازش مقادیر کج شدگی با میانگین اندازه رسوبات

شده و در پشت آن خور جدیدی توسعه یافته است. بنابراین خورهای ریگ و آزش از کواترنر پسین که ریخت شناسی نواحی ساحلی شمال خلیج فارس شکل گرفته (Lambeck, 1996) تاکنون دارای شرایط مورفودینامیکی فعالی بوده‌اند. Silar (1990) توالی مشابهی از سدهای ماسه‌های اوولیتی را در جنوب کویت شناسایی کرده است که همچون خور ریگ بین سد ماسه‌ای قدیمی و جدید آن خور الخیران^۹ توسعه یافته است. وی سن جدیدترین و قدیمترین آنها را به ترتیب 160 ± 890 و 170 ± 1840 سال (بر اساس روش کربن ۱۴) گزارش کرده است. بر اساس گزارش ژئوتکنیک پارس پیاب (۱۳۸۲)، حدود ۳ تا ۶ متر رسوبات ریزدانه گلی تا سیلتی بر روی ده‌ها متر رسوبات ماسه‌ای متراکم قرار دارند. مفهوم این توالی رسوبی، نهشته شدن رسوبات

در خوشه‌ای دسته‌بندی شده‌اند که نشان‌دهنده محیط رسوبی با انرژی متوسط و عامل انتقال رودخانه‌ای تا اندازه‌ای جزرومد بوده‌اند. میانگین اندازه این رسوبات بین ۱ تا ۴ فی و تمایل دنباله منحنی اندازه ذرات به رسوبات درشت دانه است.

خور ریگ به درستی از جمله خورهای تشکیل شده در پناه^۸ سدهای ماسه‌ای شناخته شد. مطالعات GIS و رخساره‌های رسوبی منطقه مورد مطالعه نشان از وجود حداقل ۳ مرحله عقب نشینی دریا دارد که هر بار محیط رسوبی نسبتاً آرام همچون تالاب و خور در پشت آن تشکیل شده و با رسیدن به بلوغ زمین ریخت شناسی، تبدیل به پهنه جزرومدی و سپس خشک شده است. این درحالی است که سد ماسه‌ای جدیدی به موازات ساحل تشکیل

9- Al-Khiran

8- Bar built estuary

که با استفاده از روش Folk & Ward (1957) نام گذاری شده‌اند و فراوانی کانیهای فرعی در آن حذف شده است. از اطلاعات به دست آمده کانیهای فرعی به ویژه کانیهای سنگین در جهت ارتباط هرچه بیشتر برخاستگاه رسوب با رسوبات مقصد استفاده شده است. در جدول ۲ اجزای اصلی تشکیل دهنده، نام ترکیب رسوب، حداکثر، حداقل و فراوان ترین مجموعه اندازه ذرات، ریخت شناسی دانه‌ها، جورشدگی آنها و بالاخره نوع کانیهای سنگین و وضعیت دگرسانی ارائه شد است.

وجود مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ذرات خرده سنگی، وجه مشترک مناطق برخاستگاه به ویژه رسوبات حاصل از فرسایش واحدهای سنگی بختیاری و آغا جاری (بخش لهبری) و واحدهای سنگی کواترنری و نیز رسوبات خور آرش و رسوبات بخشهای مختلف خور ریگ به عنوان رسوبات مقصد است (شکل‌های ۴ تا ۶). از مجموع انواع خرده‌های سنگی آذرین، دگرگونی و رسوبی، خرده سنگهای رسوبی (آهکی) بیشترین فراوانی را دارند. متوسط ۷۱ درصد ترکیب رسوبات مناطق برخاستگاه و ۸۰ درصد ترکیب رسوبات بخشهای دریایی و رودخانه‌ای و مصب خور ریگ ترکیبی آهکی دارند. بدین ترتیب نام ترکیب رسوب در تمام نمونه‌های مورد مطالعه کالک لیتایت بوده و فقط نمونه رسوبات ناشی از فرسایش بخش لهبری ترکیب فلدسپاتیک کالک لیتایت داشته است. سازند بختیاری با ۹۶ درصد فراوانی خرده سنگی به ویژه خرده سنگهای آهکی یکی از منابع مهم ترکیب رسوبات بخشهای یاد شده خور ریگ به شمار می‌رود. نتیجه منطقی حاصله این است که کلیه رسوبات بخشهای دریایی و رودخانه‌ای و بخش قدامی دلتای رودشور منشأ برون حوضه‌ای دارند. بدین ترتیب سازندهای بختیاری، آغا جاری و پادگانه‌های آبرفتی منطقه می‌توانند مهم ترین مناطق برخاستگاه‌های آنها به شمار آیند.

مردابی بر روی رسوبات درشت دانه ماسه‌ای منطقه کم عمق دریایی طی مراحل عقب نشینی دریا است. این فرآیند در حالی شکل گرفته که از یک سو بالغ بر ۲۳۰۰۰۰ متر مکعب در سال پتانسیل انتقال رسوب کرانه‌ای از شمال غرب به سوی جنوب شرق وجود دارد و از بالادست نیز سالانه حدود ۱۰۰ هزار تن رسوب در منطقه ساحلی زه کش می‌شود.

منابع رسوب خور ریگ

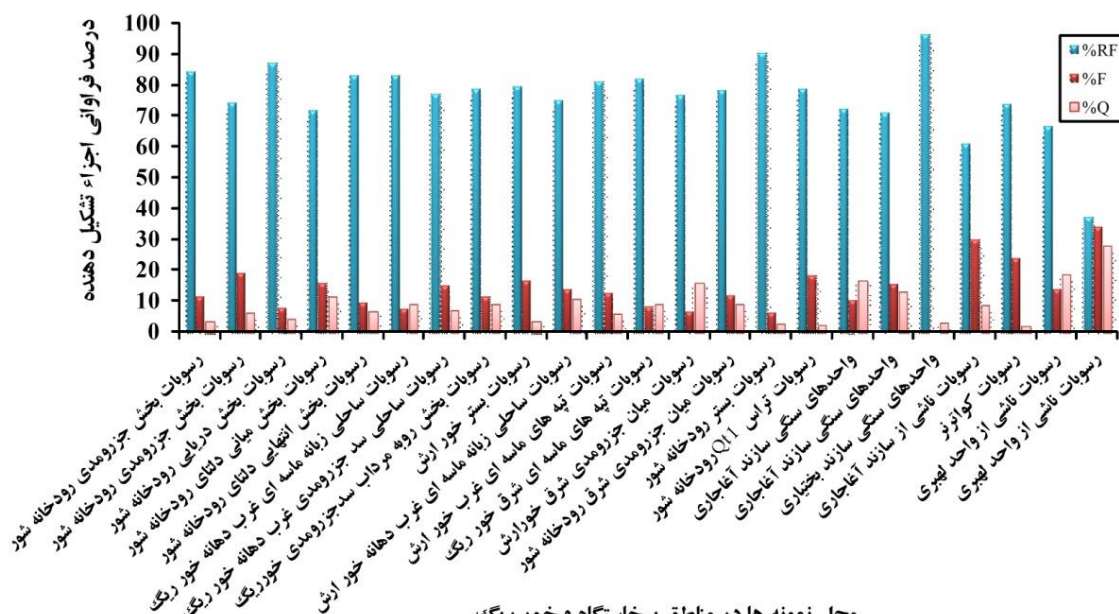
معرفی منابع رسوب خور ریگ (رسوبات کربناته ریز دانه و اوولیتی) که یکی از اهداف این تحقیق بوده است، در این قسمت ارائه و پیرامون آن بحث شده و نتایج ارائه شده به دقت مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این مهم بر اساس مطالعه تشابهات ترکیبی رسوبات مناطق برخاستگاه و رسوبات محیطهای رسوبی و ردیابی برخی کانیهای شاخص در سنگهای مادر و رسوبات حاصل از فرسایش آنها با رسوباتی که در محیطهای رسوب گذاری بوده انجام شده است. لذا با فرض این که ترکیب رسوبات خور ریگ با ترکیب رسوبات مناطق برخاستگاه تشابهات ترکیبی دارند، می‌توان بین آنها ارتباط منطقی ایجاد نمود و به محتمل ترین منشأ رسوبات پی برد. قبلاً با استفاده از نتایج آنالیزهای بافتی و آماری آنها، محتمل ترین منابع رسوبات ریزدانه گلی و برخاستگاه رسوبی برای بخش مرداب تعیین و معرفی شدند. لذا در این قسمت نقش مناطق برخاستگاه در تأمین رسوبات ماسه‌ای و درشت دانه تر بخشهای مختلف خور ریگ ارائه شده است. بر این اساس، نتایج مطالعه ۲۰ مقطع نازک از رسوبات سخت نشده و ۳ نمونه از واحدهای سنگی غالب بالادست حوزه خور ریگ به صورت تعیین فراوانی کانیهای اصلی کوارتز، فلدسپار و انواع خرده‌های سنگی، کانیهای فرعی چون گچ، میکا، کلریت، کانیهای سنگین، خرده‌های اسکلتی و کانیهای تیره بوده (شکل ۳)

جدول ۲: خصوصیات بافتی و ترکیبی رسوبات درشت دانه خور ریگ

Code	Sample location	Q%	F%	RF%	Name	Mode (mm)	Max (mm)	Roundness	Sorting	Descriptions
۱	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	3.98	11.47	84.55	کالک لیتایت			کاملاً گرد شده تا کاملاً زاویه‌دار	تا اندازه‌های جور شده	خرده‌های سنگی غالباً قطعات آهکی می‌باشند. ذرات فلدسپار از کاملاً دگرسان تا کاملاً تازه در تغییرند. بیشتر خرده‌های اسکلتی میکرایتی شده‌اند.
۲	رسوبات بخش جزرومدی رودخانه شور	6.5	19	74.4	کالک لیتایت	1.6		عمدتاً گرد گوشه	بد تا بسیار بد	دگرسانی ذرات فلدسپار پیشرفته بوده و بعضاً به طور کامل به کلسیت و سرسیت تبدیل شده‌اند. دگرسانی از درون رشد کرده است. کانیهای سنگین از نوع آپاتیت و زیرکان هستند که قطر آپاتیتها ۰/۰۱۹ میلی‌متر است.
۹	رسوبات بخش دریایی رودخانه شور	4.78	8	87.3	کالک لیتایت			خوب، ذرات اینتراکلتی زاویه‌دار	خوب	دگرسانی ذرات فلدسپار و میکا پیشرفته است. درصد ناچیزی از ذرات اووئیدی هستند و این بیانگر تبادل کم رسوب از دریا به خور است. کانی سنگین آپاتیت به عنوان اینکلوزن در کوارتز است و همچنین زیرکن که به طور مجزا دیده می‌شود.
۱۱	رسوبات بخش میانی دلتای رودخانه شور	12	16	72.1	کالک لیتایت	0.08		ذرات آهکی گرد گوشه و ذرات کوارتز عمدتاً زاویه‌دار	خوب	ذرات اووئیدی حدود ۱۰ درصد مجموعه ذرات هستند. دگرسانی ذرات فلدسپار و میکا پیشرفته است به طوری که ذرات فلدسپار به سرسیت و میکا به کلریت و اکسیدهای آن به حمایت تبدیل شده‌اند. کانی سنگین مشاهده شده آپاتیت است.
۱۲	رسوبات بخش انتهایی دلتای رودخانه شور	6.99	9.6	83.41	کالک لیتایت	0.077 & 0.096	0.308	ذرات آهکی گرد گوشه و ذرات کوارتز عمدتاً زاویه‌دار	خوب تا خیلی خوب	دگرسانی ذرات فلدسپار و میکا پیشرفته است به طوری که ذرات فلدسپار به سرسیت و میکا به کلریت تبدیل شده‌اند. کانی سنگین آپاتیت است که به عنوان اینکلوزن در کوارتز دیده می‌شود. درصد ناچیزی از ذرات اووئیدی شده‌اند.
۱۳	رسوبات ساحلی زبانه ماسه‌ای غرب دهانه خور ریگ	9.32	7.5	83.19	کالک لیتایت			کاملاً گرد گوشه تا کروی	بسیار خوب	بیش از ۹۰ درصد رسوبات اووئیدی شده‌اند. دگرسانی ذرات فلدسپار و میکا پیشرفته است به طوری که دارای حاشیه واکنشی و پوشش کانیهای ثانویه بوده و ذرات اکسید آهن در متن آن پراکنده‌اند. روزن‌داران میلیولیدی فراوان دیده می‌شوند.
۱۴	رسوبات ساحلی سد جزرومدی غرب دهانه خور ریگ	7.48	15.2	77.28	کالک لیتایت	0.096 & 0.2	0.35	ذرات آهکی گرد گوشه و ذرات کوارتز عمدتاً زاویه‌دار	خوب	بیش از ۵۰ درصد رسوبات اوولیتی شده‌اند. کانی سنگین آپاتیت است. دگرسانی ذرات فلدسپاراز پیشرفته تا جزئی در تغییر است.
۱۵	رسوبات بخش رو به مرداب سد جزرومدی خور ریگ	9.37	11.58	79.04	کالک لیتایت	0.19 & 0.254		ذرات آهکی گرد گوشه	خوب	کانی سنگین شامل آپاتیت و زیرکان است. دگرسانی ذرات فلدسپار پیشرفته تا تازه است.
۱۶	رسوبات بستر خور آرژ	3.97	16.55	79.48	کالک لیتایت	0.19 & 0.25	1.1	خوب گرد شده	خوب تا متوسط	کانی سنگین شامل آپاتیت به اندازه ۰/۰۲۸ میلی‌متر و زیرکان است. سرشار از کوارتز میکروکریستالین بوده و خرده‌ها به کانیهای تیره دگرسان شده‌اند. اکثر دانه‌ها اوولیتی شده‌اند.
۲۰	رسوبات ساحلی زبانه ماسه‌ای غرب دهانه خور آرژ	3.98	11.47	84.55	کالک لیتایت			خوب گرد شده تا کروی	نسبتاً بد	حدود ۵۰ درصد رسوبات اوولیتی شده‌اند. دگرسانی ذرات فلدسپار و میکا پیشرفته است به طوری که ذرات فلدسپار به سرسیت و میکا به کلریت و اکسیدهای آن به حمایت تبدیل شده‌اند. کانی سنگین شامل آپاتیت و زیرکان است.

۲۱	رسوبات تیه‌های ماسه ای غرب خور آرش	6.54	19.1	74.36	کالک لیتایت	1.6	بسیار خوب گردشده	خوب تا بسیار خوب	سرشار از کانی سنگین بیشتر از نوع آپاتیت با قطر ۰/۰۱۹ میلی متر است. غالب ذرات اووئید هستند.
۲۲	رسوبات تیه‌های ماسه‌ای شرق خور ریگ	4.72	7.98	87.3	کالک لیتایت		بسیار خوب گردشده	خوب	غالب دانه ها اووئید هستند. کانیهای مانند مگنتیت، میکا، کوارتز، گچ و فلدسپاتها هسته اووئیدها هستند.
۲۳	رسوبات میان جزرومدی شرق خور آرش	11.9	16.0	72.09	کالک لیتایت	0.077	بسیار خوب گردشده	خوب تا بسیار خوب	دگرسانی ذرات فلدسپارپ پیشرفته تا تازه است. کانی سنگین بیشتر از نوع زیرکان است. منافذ خرده‌های اسکلتی توسط اکسیدهای آهن پر شده‌اند.
۲۴	رسوبات میان جزرومدی شرق رودخانه شور	6.99	9.6	83.41	کالک لیتایت	0.077 & 0.096	خوب گردشده	متوسط تا بد	کانی سنگین از نوع آپاتیت با قطر ۰/۰۳۸ میلی متر است. لکه‌های نفتی همچون سیمان رسوبات را اگرگانه کرده‌اند. ذرات فلدسپار به سرسیت و میکا به کلریت و اکسیدهای آن به حمایت دگرسان شده‌اند.
۲۵	رسوبات بستر رودخانه شور	9.32	7.5	83.19	کالک لیتایت		بسیار خوب گردشده	نسبتاً خوب تا خوب	دانه‌های فلدسپاتی کمی هوازده تا کاملاً هوازده هستند. دارای خرده سنگهای رسوبی و مقدار زیادی خرده سنگ آهکی است. ذرات ژپیس در بین دانه ها دیده می‌شود.
۲۶	رسوبات تراس Qt رودخانه شور	7.48	15.2	77.28	کالک لیتایت	0.096 & 0.2	نیمه زاویه‌دار	خوب	گسترش دگرسانی فلدسپاتها از ناچیز تا پیشرفته است. خرده‌های اسکلتی روزن‌داران، صدف و مرجان دیده می‌شوند. دارای قطعات درشت خرده سنگهای رسوبی آهکی و ولکانیکی در زمینه سیمانی آهکی می‌باشد.
۲۷	واحدهای سنگی سازند آغاجاری	9.37	11.58	79.04	کالک لیتایت	0.19 & 0.254	نیمه گردشده، ذرات ژپیس کاملاً زاویه‌دار	خوب تا بسیار خوب	فلدسپارها از کاملاً تازه تا کمی دگرسان شده هستند. دانه‌های کوارتز و فلدسپات دارای آنکلوژن می‌باشند که در فلدسپاتها آنکلوژن میکروکلین و پلاژیوکلاز است. دارای مقدار زیادی خرده‌های آهکی است.
۲۸	واحدهای سنگی سازند آغاجاری	3.97	16.55	79.48	کالک لیتایت	0.19 & 0.25	نیمه گردشده، ذرات ژپیس کاملاً زاویه‌دار	خوب تا بسیار خوب	دارای مقدار زیادی خرده‌های آهکی است.
۲۹	واحدهای سنگی سازند بختیاری	3.98	11.47	84.55	کالک لیتایت		بسیار خوب گردشده	متوسط تا بد	خرده‌های اسکلتی قطعات مرجانها بوده که حفرات آنها توسط میکریت هماتیتی پر شده است. سیمان اولیه سیلیسی است که مگنتیت حفرات آن را پر کرده است.
۳۰	رسوبات ناشی از سازند آغاجاری	6.54	19.1	74.36	فلدسپاتیک لیتارنیت	1.6	ذرات از گردگوشه تا زاویه‌دار	بسیار بد	ذرات فلدسپار از کمی تا کاملاً هوازده می‌باشند. خرده سنگها همگی رسوبی و عمدتاً خرده‌های آهکی هستند. پلاژیوکلازها در اثر دگرسانی عمدتاً سرسیتی شده‌اند.
۳۱	رسوبات کواترنر	4.72	7.98	87.3	کالک لیتایت		خوب گردشده تا نیمه گردشده	متوسط	ذرات فلدسپار از کاملاً تازه تا کاملاً هوازده دیده می‌شوند. ذرات میکا به کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل شده است. خرده‌سنگها عمدتاً آهکی هستند.
۳۲	رسوبات ناشی از واحد لهبری	11.9	16.0	72.09	کالک لیتایت	0.077	نیمه گردشده تا کمی زاویه‌دار	متوسط	دارای آپاتیت و فلدسپارهای نسبتاً تازه تا کاملاً دگرسان هستند. ذرات مگنتیت در اندازه کوچکتر تبدیل به هماتیت در ابعاد بزرگتر شده‌اند.
۳۳	رسوبات ناشی از واحد لهبری	28.56	34.27	37.17	فلدسپاتیک لیتارنیت کوارتزار	7	نیمه گردشده تا کمی زاویه‌دار	بسیار بد	بخش ریزدانه عمدتاً ذرات میکریتی و کلسیتی و بخش درشت دانه از دانه‌های فلدسپاری، خرده سنگهای ولکانیکی و رسوبی تشکیل شده است. ذرات فلدسپار از تازه تا بسیار هوازده دیده می‌شوند.

ترکیب اجزاء تشکیل دهنده رسوبات خور ریگ



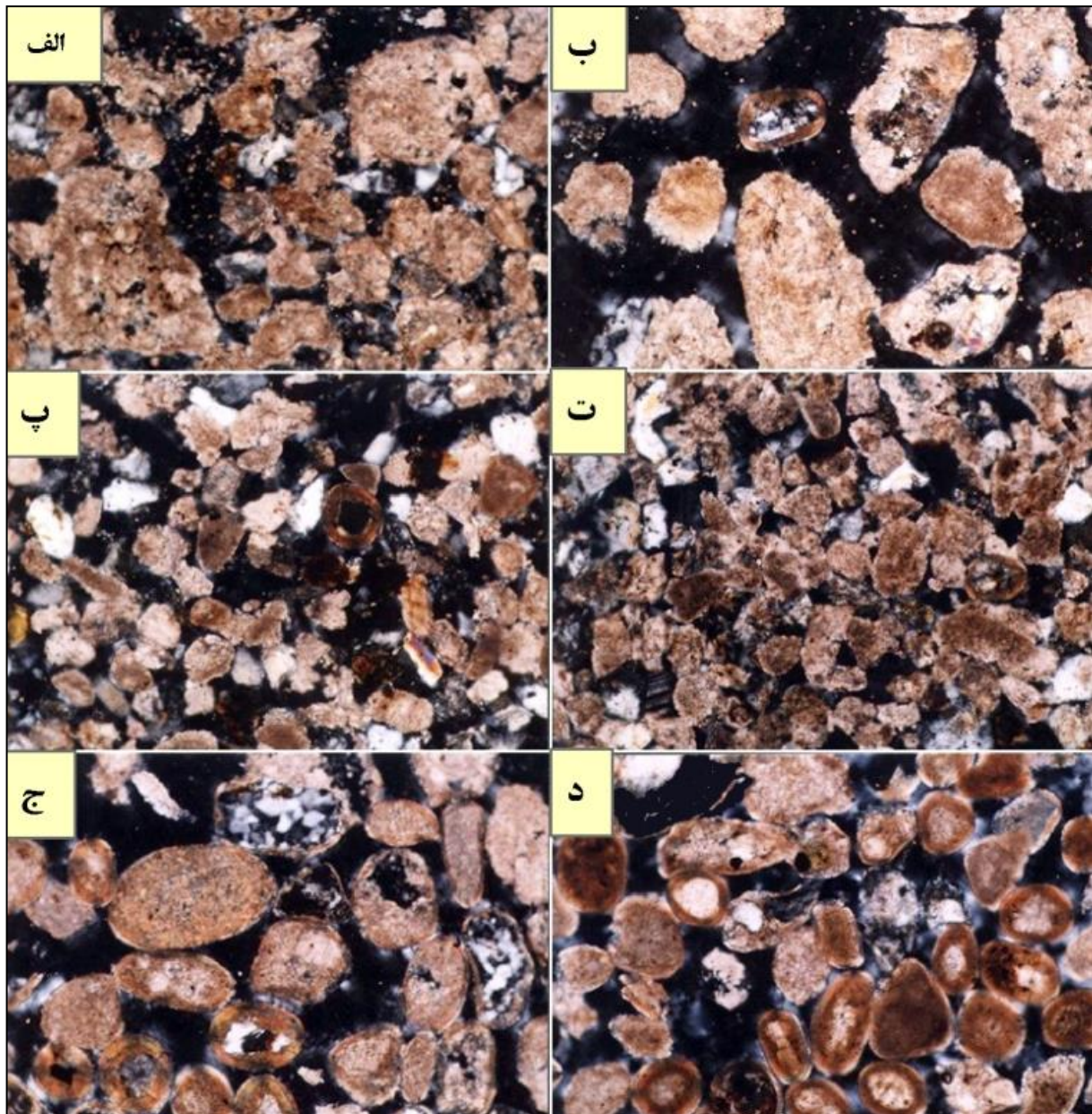
شکل ۳: فراوانی و نوع مواد متشکله رسوبات درشت دانه مناطق برخاستگاه و رخساره های رسوبی خور ریگ

ریخت‌سنجی^{۱۰} رسوبات

در این تحقیق از بین چهار مشخصه شکل، کرویت، گردش‌دگی و بافت سطح دانه که بیانگر ریخت‌سنجی ذرات رسوب هستند، از گردش‌دگی و بافت سطح دانه‌ها در بررسی منشأ رسوبات استفاده شده است. از این خصوصیات مشخصاً جهت بررسی نقش منابع رسوب دریایی در تأمین رسوبات درون خور و نیز رسوبات مسدود کننده دهانه آن بهره برده شده است. در بررسی مقاطع نازک رسوبات مشخص شد که سطح نمونه‌های ۱۳، ۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۴ و ۲۶ به ترتیب از رسوبات ساحل غرب دهانه خور، رسوبات سد جزرومدی غرب دهانه خور، رسوبات خور آرش، رسوبات تپه‌های ماسه‌ای غرب خور آرش، رسوبات تپه‌های ماسه‌ای شرق دهانه خور ریگ و بالاخره رسوبات منطقه بین جزرومدی مصب خور ریگ بین ۱۰ تا ۹۰ درصد ریخت‌شناسی اوولیتی^{۱۱} پیدا کرده‌اند (شکل‌های ۴ تا ۶). از طرفی وجود ریخت‌شناسی اوولیتی در رسوبات تپه‌های

ماسه‌ای نشان دهنده تبادل رسوبی شدید بین منطقه بین جزرومدی و خشکی است و از طرفی توانایی آنها را در ذخیره رسوبی و برخاستگاه رسوبات خور ریگ آشکار می‌سازد. خروج مقادیر متنابهی مواد قلیایی محلول از رودخانه شور به ویژه کربنات و سولفات کلسیم و نیز عملکرد امواج و جریانهای جزرومدی باعث شده که رسوبات در حرکت رفت و برگشت خود املاح کربنات کلسیم را در سطح خود جذب کرده و ماسه‌های اوولیتی را تشکیل داده‌اند. از طرفی اقلیم گرم و خشک منطقه این اجازه را می‌دهد که منطقه کم عمق ساحلی خور ریگ از کربنات کلسیم اشباع شود و در تلاطم آبهای ساحلی دی‌اکسید کربن آزاد شده و شرایط هرچه بهتر برای ایجاد ماسه‌های اوولیتی فراهم آید. این ماسه‌ها در شرایط جزر که از آب خارج می‌شوند و در معرض اقلیم گرم و خشک منطقه به سرعت خشک می‌گردند، این فرصت را می‌یابند که تحت تأثیر فرآیند بادرفنگی از محل خود جدا شده و به تپه‌های ماسه‌ای منطقه پیوندند. برعکس تحت تأثیر وزش

10- Morphometry
11- Oolitic sand

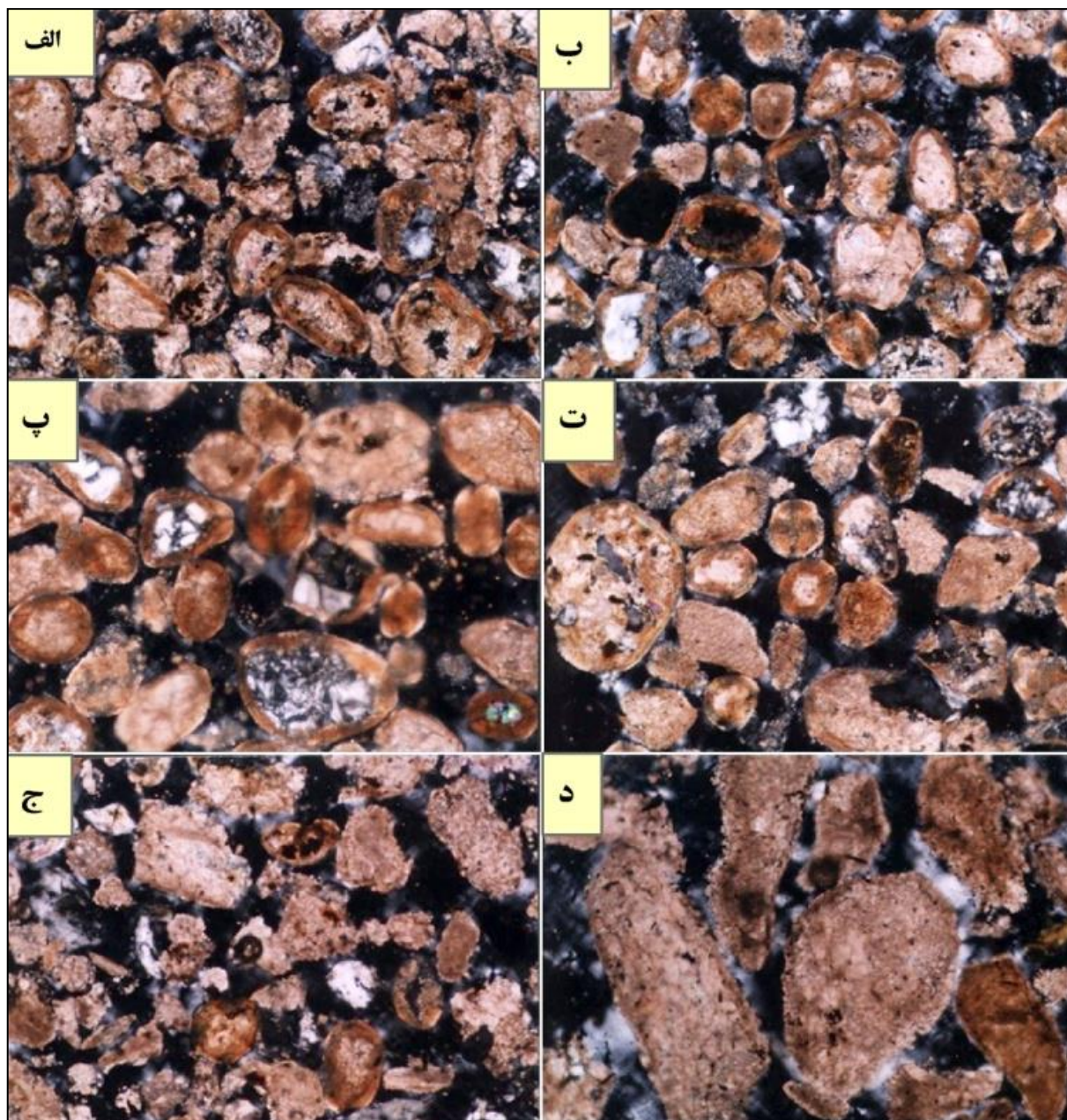


شکل ۴: الف) خصوصیات بافتی و ترکیبی رسوبات بخش رودخانه‌ای خور ریگ (چشمی 10x)؛ ب) بخش دریایی خور ریگ (چشمی 10x)؛ پ) بخش میانی دلتای خور ریگ (چشمی 10x)؛ ت) انتهای دلتای خور ریگ (چشمی 10x)؛ ج) رسوبات دریایی و ساحلی غرب دهانه خور ریگ (چشمی 16x)؛ د) رسوبات بخش دریایی سد جزرومدی غرب دهانه خور ریگ (چشمی 16x).

(2005) گزارش شده که در آن جا رسوبات با بافت گرینستون آهکی (اوولیتی) رسوبات غالب ساحلی شناخته شده‌اند.

مطالعه مقاطع نازک رسوبات نشان داده است رسوبات دریایی که عمدتاً ریخت شناسی اوولیتی دارند، در سواحل غربی دهانه خور وجود داشته و بیشتر تحت تأثیر طوفانهای دریایی و تا اندازه‌ای توسط جریان‌های جزرومدی حداکثر تا

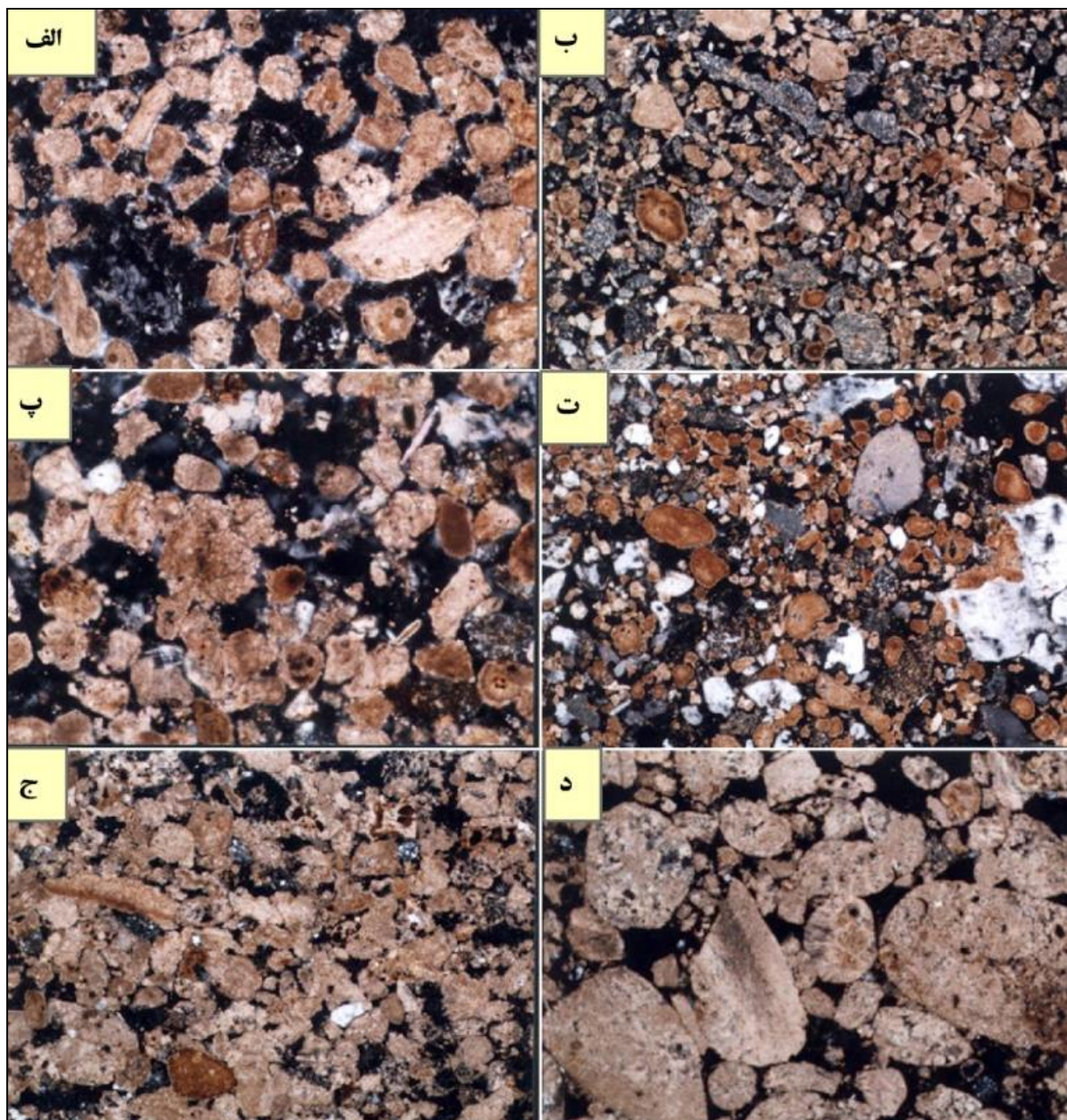
باد به ویژه باد غالب منطقه، باد شمال به سمت خور ریگ یورش برده و مستقیماً به درون قسمت‌های مختلف آن وارد می‌شوند. در شرایط عادی رسوبات دریایی توسط جریانهای جزرومدی و از طریق بخش دریایی و نیز از سطح سد جزرومدی خور در شرایط مد به درون خور راه می‌یابند. شرایط مشابه در تشکیل ماسه‌های آهکی اوولیتی در سواحل کشور کویت توسط Gischler & Lomando



شکل ۵: الف) خصوصیات بافتی و ترکیبی رسوبات بخش رو به مرداب سد جزرومدی خور ریگ (چشمی 16x)؛ ب) رسوبات تپه‌های ماسه‌ای غرب خور آرژش به‌عنوان یکی از منابع رسوب (چشمی 10x)؛ پ) رسوبات تپه‌های ماسه‌ای شرق خور ریگ به‌عنوان یکی از منابع رسوب (چشمی 10x)؛ ت) رسوبات منطقه میان جزرومدی شرق رودشور به‌عنوان میزبان رسوبات (چشمی 10x)؛ ج) رسوبات منطقه بین جزرومدی شرق خور ریگ به‌عنوان میزبان رسوبات (چشمی 10x)؛ د) رسوبات بستر رود شور به‌عنوان یکی از منابع رسوب (چشمی 10x)

رسوبات دریایی با مورفولوژی اوولیتی به محل دهانه خور منتقل گشته و هماهنگی منطقی از نظر ریخت شناسی بین رسوبات دریایی با رسوبات مسدود کننده مصب خور ریگ وجود دارد. فراوانی ذرات با ریخت شناسی اوولیتی در نمونه بخش دریایی خور (۹) و نمونه‌های بخش میانی و

مدخل خور منتقل شده‌اند. رسوبات با ریخت شناسی اوولیتی در نمونه ۱۳ با فراوانی ۹۰ درصد در رسوبات ساحل غربی خور به ۳۰ درصد در نمونه ۱۴ (بخش روبه دریای سد جزرومدی) کاهش یافته‌اند. از طرفی نتایج نشان دادند که تحت تأثیر جریانهای کرانه‌ای، بخش عمده‌ای از



شکل ۶: الف) خصوصیات بافتی و ترکیبی رسوبات دریایی - ساحلی غرب دهانه خور ریگ از منابع رسوب (چشمی 2.5x؛ ب) رسوبات برجای مانده سازند آغاچاری از منابع رسوب (چشمی 2.5x؛ پ) رسوبات برجای مانده از واحد سنگ از منابع رسوب (چشمی 10x؛ ت) رسوبات برجای مانده از واحد سنگی بخش لهبری آغاچاری از منابع رسوب (چشمی 10x؛ ج) رسوبات واحدهای سنگی سازند آغاچاری از منابع رسوب (چشمی 2.5x؛ د) رسوبات واحدهای سنگی سازند بختیاری از منابع رسوب (چشمی 2.5x)

جزرومدی مصب خور و تا ۲۰ درصد از دلتای رود شور دارای برخاستگاه دریایی هستند و عمدتاً تأثیر آنها به مصب خور معطوف شده است (شکلهای ۴ تا ۶). گردشگری تابعی از درجه سایش در هنگام حمل و نقل، اندازه دانه و مسافت حمل شده و بالاخره کانی شناسی دانه است. بررسی

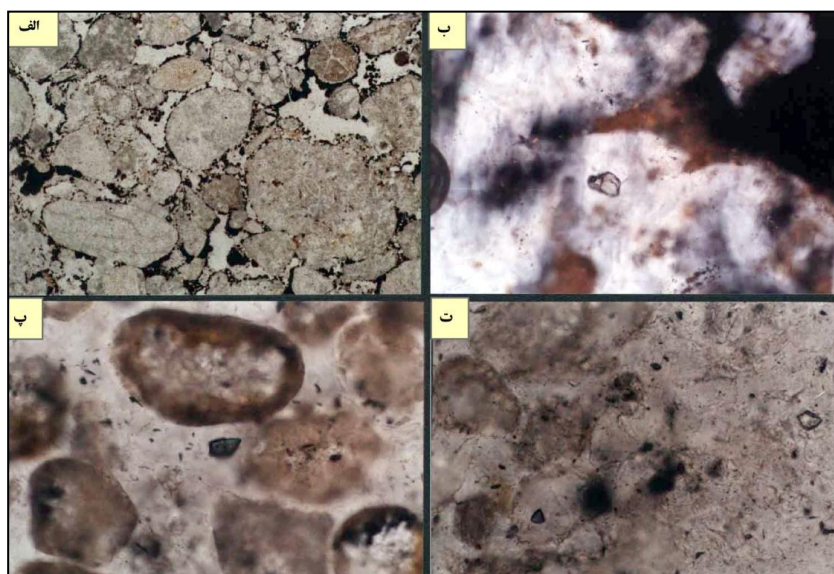
انتهایی دلتای مصب رودشور (۱۱ و ۱۲) و بالاخره نمونه بخش میان جزرومدی مصب خور ریگ (۲۶) با فاصله‌ای نزدیک از رسوبات ساحلی خور به سرعت کاهش یافته است. این مهم نشان داد که حداکثر تا ۱۰ درصد از رسوبات بخش دریایی خور، ۳۰ درصد از بخش میان

به وضوح مشاهده کرد. از بین مناطق برخاستگاه، سازند بختیاری و تپه‌های ماسه‌ای شرق خور ریگ به ترتیب ۳/۴۱ و ۳/۲۲ درصد کانیهای تیره دارند. شکل ۷ الف که در نور معمولی از نمونه سنگ سازند بختیاری تهیه شده است به خوبی فراوانی کانیهای تیره اکسید آهن را به عنوان سیمان در متن سنگ نشان می‌دهد. این نتایج تأکید بر نتایج بررسی تشابهات ترکیبی بین رسوبات مناطق برخاستگاه و خور ریگ دارد. از طرفی از بین کانیهای سنگین شفاف که در متن رسوبات خور ریگ و مناطق برخاستگاه مشاهده شده در وهله اول زیرکان و سپس آپاتیت تشخیص داده شد. کانی زیرکان مشخصاً نشان دهنده سنگهای منشأ رسوبی است که برای سازندها به ویژه سازند آغاچاری صدق می‌کند. شکل ۷ ب-ت، کانی زیرکان را در نمونه سنگ سازند آغاچاری و رسوبات نهشته شده در بخشهای مرداب و رودخانه‌ای خور ریگ نشان می‌دهند.

گردش‌دگی در رسوبات مطالعه شده نتایج بررسی سطح دانه‌ها را تأیید کرده است به طوری که رسوبات دریایی خور ریگ کاملاً گرد گوشه هستند. ابعاد تا اندازه‌ای مساوی قطر دانه‌های اوولیتی شده نشان می‌دهند که این دانه‌ها به کرویت هم نزدیک شده‌اند.

کانیهای سنگین

در مطالعه مقاطع نازک رسوبات، بیشترین کانیهای سنگین مشاهده شده به دو دسته کانیهای تیره و زیرکان تعلق داشتند. میانگین ۱/۵ درصد برای کانیهای سنگین تیره برای رسوبات مناطق مختلف خور ریگ به عنوان رسوبات میزبان و میانگین ۲/۱۶ درصد فراوانی این کانیها در مناطق برخاستگاه به دست آمده است. درصد ناچیزی از این کانیها در طی حمل و نیز در خور ریگ به هماتیت دگرسا شده‌اند که آثار آن را می‌توان در تصویرهای مقاطع نازک



شکل ۷: الف) کانیهای سنگین تیره در رسوبات واحدهای سنگی سازند بختیاری (نور معمولی، چشمی 2.5x؛ ب) کانیهای سنگین در واحدهای سنگی سازند آغاچاری از منابع رسوب (چشمی 25x؛ پ) کانیهای سنگین در رسوبات مرداب خور ریگ به عنوان میزبان رسوب (چشمی 25x؛ ت) کانیهای سنگین در رسوبات بخش رودخانه‌ای خور ریگ به عنوان میزبان رسوب (چشمی 25x).

رسوبات ریزدانه از جنس گل آهکی و ماسه‌های کربناته اوولیتی می‌باشد. مهم‌ترین مناطق برخاستگاه برای رسوبات ریزدانه بخش لهبری سازند آغاچاری، دشتهای سیلابی پیرامون خور و افقهای ریزدانه پادگانه‌های آبرفتی رودشور بوده که عمدتاً در بخشهای مرداب، رودخانه‌ای و بخشهای میانی و

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد روشهای اتخاذ شده جهت تعیین منشأ رسوبات خور ریگ، به خوبی مفروضات تحقیق را آزموده است. بر این اساس، خور ریگ به عنوان یکی از محیطهای رسوبی ساحلی شمال خلیج فارس جایگاه نهشت

انتهایی دلتای رود شور نهشته شده‌اند. انتقال رسوبات ریزدانه به رخساره‌های خور ریگ، عمدتاً تابع سیلابهای فصلی و جریانهای پرغلظت گلی است که در پی آن توسط جریانهای جزرومدی بازپخش شده‌اند. تحقیق حاضر نشان داد رسوبات با منشأ دریایی توسط جریانهای جزرومدی و از طریق بخش دریایی خور و در شرایط مد از سطح سد جزرومدی خور به درون خور راه می‌یابند. از مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق معرفی سدهای ماسه‌ای خورهای ریگ و آرش به عنوان محیط رسوبی مناسب برای نهشت ماسه‌های کربناته اوولیتی است، به طوری که فراوانی رسوبات آهکی اوولیتی در رسوبات ساحل غربی خور و بخش رو به دریای سد جزرومدی به ترتیب ۹۰ و ۳۰ درصد است. انتقال رسوب کرانه‌ای عمدتاً تحت تأثیر طوفانهای دریایی و تا اندازه‌ای توسط جریانهای جزرومدی، ماسه‌های کربناته اوولیتی را به درون خور ریگ می‌رانند. مسدود شدن مدخل خور ریگ در فصول خشک سال توسط این ماسه‌ها، ظرفیت به دام اندازی رسوبات را در بخشهای

داخلی خور به شدت افزایش داده است. منشأ برون حوضه‌ای رسوبات ماسه‌ای خور ریگ به ترتیب فراوانی، سازندهای بختیاری، آغاچاری و پادگانه‌های آبرفتی کواترنر و تپه‌های ماسه‌ای می‌باشند. این رسوبات عمدتاً در طی جریانهای پرانرژی سیلابی و وزش تندبادها به محیط وارد شده و توسط جریانهای جزرومدی و امواج بازپخش شده‌اند. این نتایج همخوانی خوبی با ترکیب رسوبات مناطق برخاستگاه و رخساره‌های رسوبی خور ریگ که عمدتاً کالک لیتایت هستند دارد. تحقیق حاضر به خوبی روند رسوب‌گذاری نهشته‌های گل آهکی و ماسه‌های آهکی اوولیتی و ضخامت و گسترش آنها را در منطقه شمال خلیج فارس نمایان ساخته است. همچنین نتایج این تحقیق راهنمای مناسبی برای تصمیم‌سازان به منظور کنترل فرسایش از منابع رسوب معرفی شده و تقلیل آورد رسوب از مناطق برخاستگاه و حفظ ریخت‌شناسی خور ریگ به ویژه ورودی آن برای جلوگیری از انباشت رسوب در آن به‌شمار می‌رود.

منابع

- ایزدپناه، ه.، ابریشمی، ج.، ۱۳۷۵. بررسی پدیده رسوب‌گذاری در محدوده بنادر صیادی استان بوشهر. دومین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، دانشگاه علم و صنعت تهران، صص ۱۳-۲۸.
- جعفرزاده، م.، عربشاهی، آ.، ۱۳۷۵. رژیم رسوب‌گذاری در سواحل بوشهر. دومین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، دانشگاه علم و صنعت تهران، صص ۸۸-۱۰۰.
- دهقان، ا.، لک، ر.، ۱۳۹۰. مطالعات رسوب‌شناختی نهشته‌های عهد حاضر بستر خلیج فارس. سی‌امین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۱۵۰-۱۵۸.
- سامی، س.، سلطانی‌پور، م.، لک، ر.، ۱۳۸۹. رسوب‌شناسی سواحل غرب خلیج نایبند و رسوب‌گذاری رسوبات کربناته در بندر عسلویه. نشریه انجمن مهندسی دریایی ایران، ۱۱: ۲۴-۳۲.
- غریب‌رضا، م.، ۱۳۸۴. فرسایش و رسوب‌گذاری در خور بندر ریگ. مجله علوم پایه دانشگاه بوعلی همدان، ۲: ۲۳-۳۰.
- غریب‌رضا، م.، جعفری، م.، انارکی، ح.، ۱۳۸۱. بررسی منابع رسوب و رسوب‌گذاری در خور ریگ (استان بوشهر) در سواحل. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران، گزارش شماره ۸۱/۳۰۹: ۲۰۶ص.
- کنین، عبدالحسین.، ۱۳۸۷. جغرافیای طبیعی و انسانی استان بوشهر. طلوع دانش، تهران، ۲۵۰ص.

مراغه‌ای، ع.، ۱۳۷۵. رژیم رسوب گذاری در سواحل بوشهر. دومین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، دانشگاه علم و صنعت تهران، صص ۱۴۵-۱۶۰.

مهندسین مشاور پارس پیاب، ۱۳۸۲. مطالعات ژئوتکنیک خور ریگ. اداره کل شیلات استان بوشهر، ۱۸۴ص.

- Ahr, W.M., 2008. Geology of carbonate reservoirs. *John Wiley & Sons*, Hoboken, New Jersey, 296 p.
- Boyd, R., Dalrymple, R.W., & Zaitlin, B.Z., 1992. Classification of clastic coastal depositional environments. *Sedimentary Geology*, 80: 139-150.
- Dalrymple, R.W., & Choi, K., 2007. Morphologic and facies trends through the fluvial-marine transition in tide-dominated depositional systems: a schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. *Earth-Science Review*, 81: 135-174.
- Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A., & Boyd, R., 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications: perspective. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62: 1130-1146.
- Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62: 344-3
- Folk, R.L., & Ward, W., 1957. Brazos River bar. A study in the significance of grain size parameters. *Journal of sedimentary petrology*, 27 (1): 3-26.
- Gischler, E., & Lomando, A., 2005. Offshore sedimentary facies of a modern carbonate ramp, Kuwait, northwestern Persian Gulf. *Facies*, 50 (3-4): 443-462.
- Heap, A.D., Bryce, S., & Ryan, D.A., 2004. Facies evolution of Holocene estuaries and deltas: A large-sample statistical study from Australia. *Sedimentary Geology*, 168: 1-17.
- Lak, R., Mohammadi, A., Behbahani, R., & Moeini, M., 2010. Verification of the Persian Gulf Sea level changes in Holocene through sedimentary core obtained from sea floor of Bushehr neighboring area. *The 1st International Applied Geological Congress, Islamic Azad University of Mashad Branch*, pp.977-1003
- Lambeck, K., 1996. Shoreline Reconstructions for the Persian Gulf since the Last Glacial Maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, 142: 43-57.
- Lewis, D.W., & McConchie, M., 1993. Analytical sedimentology. *Chapman & Hall*. London, 197p.
- Lokier, S., & Steuber, T., 2008. Quantification of carbonate-ramp sedimentation and progradation rates for the late Holocene Abu Dhabi shoreline. *Journal of Sedimentary Research*, 78: 423-431.
- Milliman, J.D., Freile, D., Steinen, R.P., & Wilber, R.J., 1993. Great Bahama Bank argonitic muds: mostly inorganically precipitated, mostly exported. *Journal of Sedimentary Petrology*, 63: 589-595.
- Nichol, S.L., 1991. Zonation and sedimentology of estuarine facies in an incised valley, wave-dominated, microtidal setting, New South Wales, Australia. In: Smith, D.G., Reinson, G.E., & Zaitlin, B.A., (eds.), *Clastic Tidal Sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir*, 16: 41-57.
- Patterson, R.J., & Kinsman, D.J.J., 1982. Formation of diagenetic dolomite in a coastal sabkha along the Persian Gulf. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 66: 28-43.
- Picha, F., 1978. Depositional and diagenetic history of Pleistocene and Holocene oolitic sediments and sabkhas in Kuwait, Persian Gulf. *Sedimentology*, 25: 427-429.
- Purser, B.H., 1973. The Persian Gulf, Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea. *Springer-Verlag*, Berlin. 471p.
- Silar, J., 1980. Radiocarbon activity measurements of oolitic sediments from the Persian Gulf. *Radiocarbon*, 22: 655-661.
- Taghizade, M., Khosrotehrani, K., Lak, L., Aghanabati, S.A., & Peyrowan, H., 2010. Geochemistry, Paleoclimatology and paleogeography of the Northeast Region of the Persian Gulf (Case Study from Southern Hormuzgan, Iran). *Iranian Journal of Earth Sciences*, 4: 110-119.
- Teller, J.T., Glennie, K.W., Laneaster, N., & Singhvi, A.K., 2000. Calcareous dunes of the United Arab Emirates and Noah's floods: the postglacial reflooding of the Persian Gulf. *Quaternary International*, 66: 297-308.
- Tucker, M.E., & Wright, V.P., 1990. Carbonate sedimentology, *Blackwell Science*, London. 481p.
- Wells, A.J., 1962. Recent dolomite in the Persian Gulf. *Nature*, 194: 272-275.
- tworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

Sedimentary facies and origin of carbonate deposits of the Reeg estuary (northern of the Persian Gulf)

Gharibreza, M.R.,*

Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research,
Education & Extension Organization, Tehran, Iran

*Email: gharibreza@scwmri.ac.ir

Introduction

The Reeg estuary is an important coastal sedimentary environment in the north of the Persian Gulf that is located at the west of the Boushehr Province (Gharibreza, 2005). This basin shows morphology of the bar built estuary and includes three main sections of riverine, lagoon, and marine which is separated from land by the fossil beach. The Reeg estuary is an example of a retrogressive coast that is emerged by sea level fall since Late Quaternary (Gharibreza *et al.*, 2002; Lak *et al.*, 2010). This estuary might be a suitable coastal environment to collect carbonate mud and calcareous oolitic sands assuming similarities between south and north of the Persian Gulf. Determining of Reeg Estuary sediment sources especially carbonate mud and oolitic sands and identification its sedimentary facies were the aims of present research.

Materials and Methods

A comprehensive sediment sampling plan and laboratory analysis were implemented to test the research assumption. Forty-eight sediment samples were taken from different sedimentary facies of the sink and source areas. Thin section of 24 sandy texture samples of the sink and source areas were studied by binocular microscope to identify source of coarse-grained sediments. Composition of sediment was studied using Folk and Ward (1957) method. Distribution of sedimentary facies was studied using geographical information system tools which is widely used around the world (Heap, 2004).

Results and Discussion

Calcimetry tests showed that carbonate content of fine-grained sediments in lagoon section is more than 50%, which was emphasized to suitable chemical conditions for accumulation of carbonate mud. The mean content of the rock fragments, feldspar, and quartz particles were obtained $77\pm 11\%$, $14\pm 8\%$, and $9\pm 6\%$, respectively. Resultant data showed significant profusion of calcareous rock fragments in sediments in both sink and source areas, which represents the Calclithite class of composition. Results also revealed that oolitic sands are the main constituents of marine facies ($\approx 90\%$) particularly along the recent barrier island. In addition, Bakhtiary and Aghajari formations and coarse-grained strata of old and young terraces are the origin of coarse sediments which have been deposited in the Reeg Estuary. Once again, capability of the northern Persian Gulf's coastal sedimentary environments for deposition of carbonate sediments like as what has reported from the southern coasts was proved by present research.

Acknowledgement

The research was supported by Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Tehran, Iran. The author gratefully acknowledges all academic staffs of coastal protection department for their helps on the implementation of this research.

Keywords: Reeg Estuary; sedimentary facies; carbonate mud; oolitic sand; calcareous rock fragment; Calclithite.

Reference

Folk, R. L., Ward, W., 1957. Brazos River bar. A study in the significance of grain size parameters. *Journal of sedimentary petrology*, 27(1): 3-26.

- Gharibreza, M., 2005. Erosion and Sedimentation in Reeg Estuary. *Journal of Basic Science, Bu-Ali Sina University*, 2 (1): 23-30.
- Gharibreza, M., Jafari, M., Rahimpour, H., 2002. Investigation of Sediment Source and Sedimentation in Reeg Estuary. *Soil Conservation and Watershed Management research Institute*, No. 81/309.
- Heap, A.D., Bryce, S., Ryan, D.A., 2004. Facies evolution of Holocene estuaries and deltas: A large-sample statistical study from Australia. *Sedimentary Geology*, 168: 1-17.
- Lak, R., Mohammadi, A., Behbahani, R., Moeini, M., 2010. Verification of the Persian Gulf Sea level changes in Holocene through sedimentary core obtained from sea floor of Bushehr neighboring area. *1st International Applied Geological Congress, Islamic Azad University of Mashad Branch*, pp.977-1003.