# رسوب‌شناسی سواحل غرب خلیج نایبند و رسوبگذاری رسوبات کربناته در بندر صیادی عسلویه

**سعیده سامی[۱] ، محسن سلطانپور[۲*] ، راضیه لک[۳]**

۱- دانشجوی دکترا، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- استادیار، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- دکترای رسوب‌شناسی، زمین‌شناسی دریایی، سازمان زمین‌شناسی کشور

**چکیده**

بندر صیادی عسلویه در جنوب شرقی استان بوشهر از جمله بنادر صیادی قدیمی کشور بشمار می‌رود. پیشروی سریع خط ساحلی مخزن بالادست موج شکن اصلی در چند سال اخیر و رسوبگذاری در دهانه ورودی بندر به مشکلاتی جدی در بهره‌برداری از بندر منجر گردیده است. در مقاله حاضر با استفاده از مشاهدات بازدیدهای میدانی، تحلیل رسوب‌شناسی نمونه‌های رسوبی اخذ شده و مقایسه نقشه‌های آبنگاری جهت تعیین نرخ و روند رسوبگذاری در بالادست بندر، علت رسوبگذاری سریع و منشأ این رسوبات مورد بررسی قرار گرفته است. پارامترهای آماری نمونه‌های رسوبی استخراج شده و بررسی‌های کانی‌شناسی، مورفوسکوپی و مورفومتری توسط میکروسکوپ انکساری بر روی آنها انجام گردیده است. نتایج نشان می‌دهد درحالیکه اثر چندانی از منبع مرجانی در بین رسوبات سواحل غربی منطقه‌ی نمونه‌گیری شده دیده نمی‌شود، با نزدیک شدن به بندر صیادی عسلویه قطعات مرجانی قابل ملاحظه‌ای در رسوبات مشاهده می‌گردند. بررسی نمونه‌ها موید بیشتر بودن رسوبات آواری در گذشته و همچنین افزایش رسوبات کربناته در سال‌های اخیر می‌باشد. مشاهدات محلی و تحلیل نمونه‌ها افزایش تنش رسوبی، به عنوان یکی از عوامل کاملاً مخرب بر روی مرجانها، را مشخص می‌کند که به کاهش قابل ملاحظه صخره‌های مرجانی توده‌ای و جانداران دریایی مرتبط منجر شده است. واضح است که عملیات احیاء زمین و ساخت و سازهای وسیع انجام شده به بالا رفتن بار رسوبی منجر شده است. این مسئله عامل افزایش قابل ملاحظه رسوبات کربناته و رسوبگذاری شدید در بندر می‌باشد. بررسی‌ها احداث رانه‌گیر رسوبی و لایروبی لنگرگاه را به عنوان بهترین گزینه مرتفع نمودن مشکل رسوبگذاری در بلندمدت ارائه می‌کند.

**کلمات کلیدی:** رسوب‌گذاری، رسوب‌شناسی، رسوبات کربناته، عسلویه، صخره‌های زیرآبی، مرجان

# SEDIMENTOLOGY OF THE WEST COASTLINES OF NAYBAND BAY AND THE IMPACT OF CARBONATE SEDIMENTS ON THE SEDIMENTATION IN ASALUYEH FISHERY PORT

**Saeideh Sami [1], Mohsen Soltanpour [2], Raziyeh Lak [3]**

1- PhD Student, Dept. Civil Eng., K.N.T University of Technology
2- Assistant Professor, Dept. Civil Eng., K.N.T University of Technology
3- Sedimentologist (PhD), Dept. Marine Geology, Geological Survey of Iran

**Abstract**

Asaluyeh Fishery Port is an old fishery port located in the south-east of the Bushehr Province. The rapid shoreline advancement of the updrift fillet of the main breakwater during

* نویسنده مسوول مقاله soltanpour@kntu.ac.ir



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

past few years and the sedimentation at the port entrance has resulted to substantial difficulties in using the port. The relatively large amount of sedimentation finally affected the navigation at the entrance of the port. Using field observations, sedimentology analyses of the obtained sediment samples and comparisons of hydrographic maps in order to get the rate and direction of the updrift sedimentation, the cause of rapid sedimentation and the source of this sediment have been studied in current paper. Statistical parameters of sediment samples have been calculated and minerology, morphoscopy and morphometery investigations were conducted using a binocular microscope. The results show that while there is not a clear clue of coral source among the sediment samples of the west coast of the sampled site, a large portion of coral segments are observed in the vicinity of the port. The investigation of sediment samples confirms the larger percentage of terrigenous sediments in the past as well as the increase of carbonate sediments in recent years. The field observations and analyses of sediment samples reveal the increase of sediment stress, as one of the most profoundly deleterious impacts on corals, which has resulted to the considerable decrease of patch reefs and the related marine organisms. It is apparent that the reclamations and large construction works have caused the excess of sediment load. This is the cause of considerable increase of carbonate sediment and huge sedimentation at the port. The investigations suggest that construction of a groin and dredging of the harbor is the most suitable option for solving the sedimentation problem in long-term.

**Keywords:** sedimentation, sedimentology, carbonate sediments, Assaluyeh, coral reefs

**۱- مقدمه**

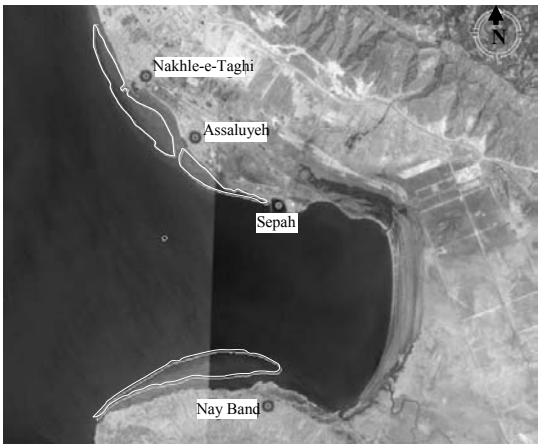
بجز رسوبات آواری[1] که منشأ رسوبگذاری در بسیاری از بنادر هستند، رسوبات درون حوضه‌ای یا بیوشیمیایی منبع مهم دیگری از رسوب را بویژه در مناطقی که ذرات آواری کم می‌باشند، تشکیل می‌دهند. این رسوبات از جنس کربنات کلسیم بوده و عمدتاً در اثر فعالیت‌های متابولیکی موجودات زنده تشکیل می‌شوند. صخره‌های زیرآبی مرجانی[2] یکی از محیط‌های اصلی تولید این نوع رسوبات می‌باشد [۱]. رسوبات کربناته[3] با تخریب صخره‌های زیرآبی و ارگانیسم‌های صخره‌ها توسط فرآیندهای فرسایش فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی ایجاد می‌شوند. فرسایش فیزیکی از اثر امواج، سونامی و همچنین سوراخهای ایجاد شده توسط سایر موجودات ناشی می‌شود [۲]. همچنین آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی از قبیل تخلیه روانآب‌ها و فاضلاب‌های شهری، آلودگی‌های نفتی، فعالیت‌های سازه‌ای همراه با تخلیه نخاله‌ها در دریا، تجهیزات نمک‌زدایی، تخلیه آب با دما و شوری بالا، آلودگی گرمایی ناشی از تجهیزات انرژی، جمع‌آوری مرجانها توسط مردم و توریست‌ها، دریانوردی و بهره‌برداری غیر منطقی از منابع دریایی منجر به مرگ مرجانها و دیگر موجودات صخره‌های زیرآبی می‌شود [۳]. اگر چه تمام فرآیندهای فیزیکی موجب مستعدتر شدن فرسایش زیستی ارگانیسم‌ها می‌شوند، فرسایش زیستی مانند تخریب فیزیکی چشمگیر نبوده و به آسانی قابل مشاهده نیست. این نوع فرسایش نافذ، پایدار و بلندمدت می‌باشد و ممکن است اثرات بیشتری نسبت به فرسایش فیزیکی ایجاد کند [۲].

مجموعه‌های مرجانی بخش شمالی خلیج فارس در اطراف ۱۷ جزیره و طول محدودی از مناطق ساحلی کشور از شمال غرب تا جنوب شرق قرار دارند. در مقایسه با دیگر نقاط جهان شرایط زندگی مرجانها در خلیج فارس حدی بوده و بنابراین اندک تغییری در شرایط محیطی به تهدیدی جدی برای زندگی این موجودات منجر می‌شود [۳]. منطقه عسلویه از جمله مناطق مستعدی است که بعلت دوری از ورودی رودخانه‌ها و کمبود رسوبات آواری محیط مناسبی را برای رشد مرجان‌ها و دیگر موجودات کفزی فراهم ساخته است. اگرچه گفته شده است که در سال ۷۵ در حد فاصل بندر طاهری تا نخیلو اجتماعات پراکنده مرجانی در عمق تقریبی ۶-۲ متر مشاهده می‌شده است اما این مناطق مرجانی در سالهای اخیر بدلیل

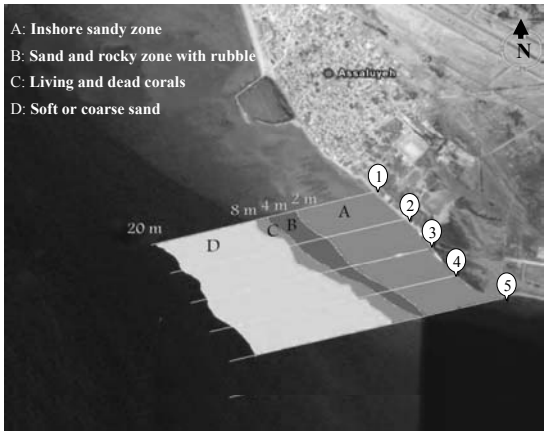


[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

فعالیت‌های سازه‌ای و استحصال زمین از بین رفته و در حال حاضر بستر لازم برای تجدید حیات آنها وجود ندارد. با این همه علی‌رغم تاثیر افزایش بار رسوبی و دیگر آلودگیهای محیطی بالادست بر روی صخره‌های زیرآبی اطراف نخل تقی و اسکله‌ی عسلویه، خوشبختانه این صخره‌های زیرآبی هنوز کاملاً از بین نرفته‌اند.




**شکل ۱- محدوده مرجانی زنده در نایبند و عسلویه [۵]**




**شکل ۲- محل ترانسکت‌های عمودی و عوارض بستر دریا [۶]**

در نوار شمالی خلیج فارس مناطق اصلی صخره‌های مرجانی توده‌ای[۴] که بعنوان "اجتماعات مرجانی" شناخته می‌شوند در خلیج نایبند و خارج از سواحل صخره‌ای بندر طاهری قرار دارند. با این وجود رشد مرجانها در این مناطق تا آن اندازه نبوده که چهارچوب کربناته تشکیل دهند [۴]. دو اجتماع مرجانی متمایز سازنده صخره‌های زیرآبی در محدوده نایبند، یکی در خلیج نایبند و دیگری بین خور عسلویه تا روستای شیرینو، شناسایی شده‌اند. در شکل ۱ محدوده‌های مرجانی زنده بطور تقریبی نشان داده شده است [۵]. وجود کلونی‌های مرجانی مرده نشان دهنده‌ی غنی بودن این مناطق از لحاظ تنوع و تراکم پوشش مرجانی در زمان‌های گذشته است. نظر مردم محلی مبنی بر افول رونق ماهیگیری در سالهای اخیر نیز تائید کننده همین مطلب است [۳].

در مطالعات بیولوژیکی مرتبط با ساخت خط لوله گاز منطقه عسلویه در سال ۸۵، وضعیت مرجانها در محدوده‌ای موازی با ساحل به طول حدود ۱ کیلومتر مورد بررسی قرار گرفت که نشان دهنده وجود اجتماعات اصلی مرجانها در بین اعماق ۵-۳ متر بود (شکل ۲). رشد مرجانها عموماً به طور تقریبی از عمق ۲ متر شروع شده و تا عمق ۸ متر ادامه دارد. در این مطالعه ۴ منطقه مشخص در محدوده اعماق ۲۰-۰ متر مطابق شکل ۲ شناسایی شدند:

۱- منطقه ماسه‌ای نزدیک به ساحل (۲-۰ متر)
۲- منطقه صخره‌ای و ماسه‌ای که بیشتر شامل قطعات آکروپرا بوده و از لای پوشیده می‌شود (۴-۲ متر).
۳- تکه‌هایی از کلونی‌های زنده و مرده مرجانی که بیشتر شامل مرجانهای پوریتس می‌شود (۸-۴ متر).
۴- ماسه‌های درشت و ریز که با خرده‌های آواری در منطقه دور از ساحل پوشانده شده‌اند (۲۰-۸ متر) [۶].

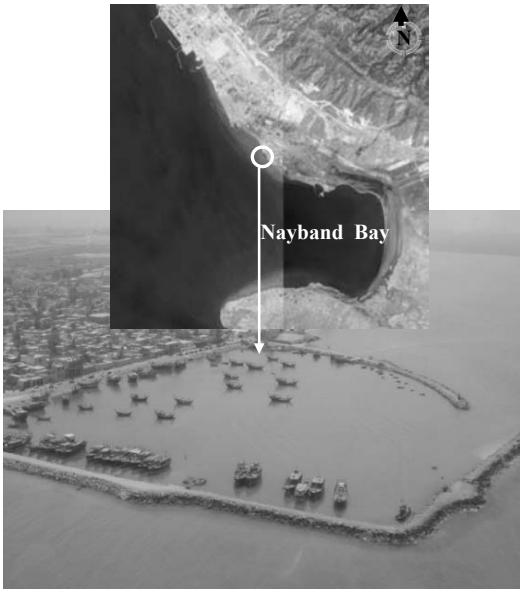
## ۲- رسوبگذاری در بندر صیادی عسلویه

بندر صیادی عسلویه در کرانه شمالی خلیج فارس در ۱.۶ کیلومتری شمال‌غرب خلیج نایبند واقع شده و فاصله‌ی آن از مرکز استان بوشهر حدود ۳۱۰ کیلومتر می‌باشد (شکل ۳). در چند سال اخیر رسوبگذاری در دهانه ورودی بندر و نفوذ رسوبات به داخل حوضچه آن استفاده از این بندر را با مشکل جدی روبرو کرده و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اقتصاد منطقه داشته است. بررسی‌ها و مشاهدات انجام شده نشان از پیش‌روی سریع ساحل بالادست بندر دارد که نهایتاً با پر شدن انباره رسوبی بالادست، رسوبات تحت اثر توام تفرق امواج[۵] و جریانات جزرومدی به داخل حوضچه بندر

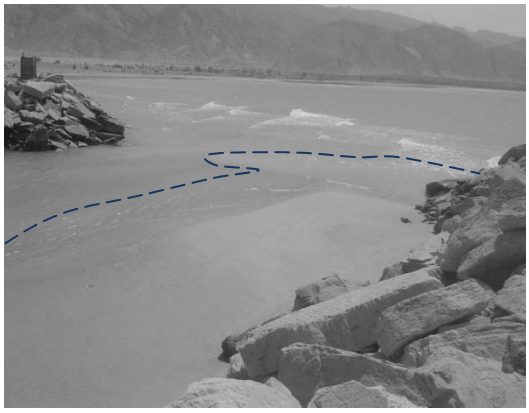


[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

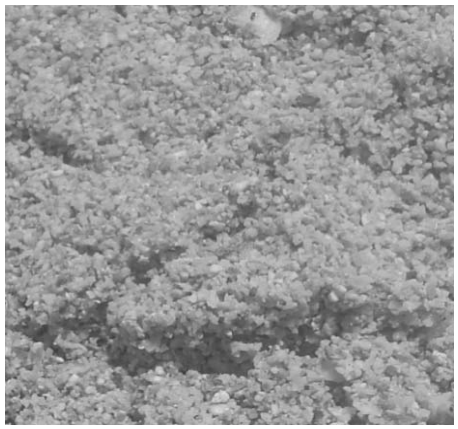
نفوذ کرده‌اند. بخش عمده‌ای از این رسوبات ورودی بدلیل درشت دانه بودن در ابتدای حوضچه و ناحیه



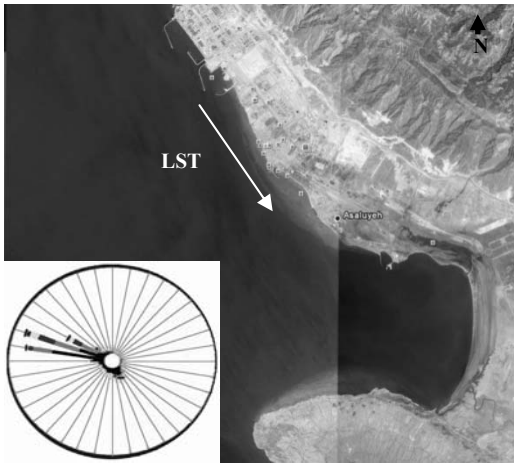

**شکل ۳- موقعیت بندر صیادی عسلویه در غرب خلیج نایبند**



**شکل ۴- وضعیت انباشت رسوب در دهانه بندر (۱۳۸۵)**



**شکل ۵- نمایی از رسوبات دهانه بندر (۱۳۸۵)**




**شکل ۶- جهت جریان موازی ساحل در منطقه عسلویه**

سایه پشت موج‌شکن اصلی انباشته شده است. شکل ۴ رسوبگذاری شدید در دهانه بندر را نشان می‌دهد. از نکات قابل توجه رنگ روشن رسوبات انباشته شده بدلیل درصد بالای خرده مرجانها و سایر رسوبات کربناته می‌باشد. شکل ۵ نمایی نزدیک از رسوبات انباشته شده در دهانه بندر را نشان می‌دهد.

با حاد شدن مشکل رسوبگذاری در بندر، رانه‌گیری بر روی موج‌شکن اصلی بندر در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید که در توقف انتقال رسوبات به سمت دهانه بندر و همچنین شسته شدن بخشی از رسوبات انباشته شده در دهانه موثر بوده است.

با توجه به گل موج سالانه منطقه، جهت جریان موازی ساحل[۶] و انتقال رسوب ناشی از آن مشابه سواحل شمالی خلیج فارس از شمال غرب به جنوب شرق می‌باشد (شکل۶). متاسفانه امکان تعیین نرخ واقعی رانه ساحلی[۷] در بندر صیادی عسلویه بدلیل نبود حداقل دو دوره نقشه‌های هیدروگرافی وجود ندارد. در اینجا جهت ارائه تخمینی از نرخ انتقال رسوب موازی ساحل[۸] در منطقه از دو دوره هیدروگرافیهای سالهای ۶۸ و ۷۷ بندر صیادی نخل‌تقی استفاده شده و حجم رسوب تجمع یافته در پشت دستک رسوبگیر آن در مدت ۶ سال محاسبه گردیده است. با توجه به محدودیت مکانی عملیات هیدروگرافی، خطوط تراز بستر در نقشه‌های هیدروگرافی امتداد یافته و نرخ کل رسوبگذاری بصورت نسبتی از نرخ واقعی مناطق دارای هیدروگرافی بدست



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

آمده است. بر طبق محاسبات صورت گرفته کل آورد ۶ ساله نرخ سالانه انتقال رسوب حدود $۲۱۰۰۰\ m^3$ ($۱۲۰۰۰۰\ m^3$ در مدت ۶ سال) بدست می‌آید. لازم به ذکر است که نرخ $۲۱۰۰۰\ m^3/yr$ کمتر از مقادیر معمول نرخ معمول انتقال رسوب در سواحل جنوبی کشور است که ناشی از کم بودن منابع رسوبی[۹] در ساحل و وجود سازه‌های بالادست (از قبیل بندر شیرینو و...) می‌باشد که باعث عدم فعلیت پتانسیل انتقال رسوب در این منطقه شده است. همچنین این نرخ انتقال رسوب عمدتاً به زمان قبل از آغاز ساخت و سازهای وسیع در منطقه عسلویه مربوط می‌شود. در مطالعه دیگری که با مقایسه عکسهای هوایی انجام گردیده است کل رسوبگذاری در ساحل غربی بندر نخل تقی تا سال ۱۳۸۳ حدود $۲۰۴۰۰۰\ m^3$ برآورد شده است [۷]. این روش با توجه به دقت عکسها و نیاز به تخمین عمق انسداد پروفیل[۱۰] دقت به مراتب کمتری نسبت به استفاده از داده‌های هیدروگرافی دارد.

ساخت موج شکن‌های طویل بنادر خدماتی و پتروشیمی در بالادست بترتیب از سال ۷۹ و ۸۱ آغاز شده و تا ۸۴ ادامه داشته است. بنابراین در وضعیت فعلی و در شرایط عادی اصولاً باید شاهد فرسایش در منطقه مورد بررسی (مناطق پایین دست) باشیم. لذا رخداد عکس روی داده نشان دهنده‌ی وجود منبع رسوبی جدیدی در پایین دست این اسکله‌ها می‌باشد.

## ۳- بازدیدهای میدانی

بررسی رسوبات موجود در یک منطقه اطلاعات مفیدی در رابطه با شرایط محیطی در آن منطقه از قبیل انرژی محیط رسوبگذاری و منشأ و مسیر حمل رسوبات در اختیار قرار می‌دهد. در صورت تهیه نمونه‌گیری‌های مغزه‌ای از رسوبات، تغییر در ساختار و جنس رسوبات منطقه در طول زمان نیز قابل تحلیل و بررسی می‌باشد.

ویژگی‌های هیدرولیکی دانه‌های آهکی نسبت به ذرات کوارتزی که بخش عمده‌ای از رسوبات آواری را تشکیل می‌دهند متفاوت می‌باشد. بعنوان مثال چگالی و سرعت سقوط این دانه‌ها بعلت شکل خاص تیغه‌ای، میله‌ای و صفحه‌ای آنها نسبت به دانه‌های کوارتز کمتر است

**شکل ۷- لایه‌بندی رسوبات در ترانشه حفر شده در بالادست بندر (۱۳۸۷)**

[۸، ۹]. بدلیل نزدیکی به منابع زیستی درون حوضه‌ای و دوری از منابع آواری بیشتر رسوبات منطقه عسلویه بیوشیمیایی می‌باشند. این مورد در تحقیق معینی و خیرخواه نیز گزارش شده است [۱۰، ۱۱].

در تحقیق حاضر در چند نوبت بازدید محلی با هدف بررسی علت رسوبگذاری سریع بندر صیادی عسلویه انجام گرفت. شکل ۷ وضعیت رسوبات بالادست بندر در یکی از ترانشه‌های حفر شده را نشان می‌دهد. آنچه به وضوح در عکس دیده می‌شود درصد بالای تکه مرجانهای درشت (تا حدود $۱۰\ cm$) در گمانه می‌باشد. وجود این قطعات درشت نشان می‌دهد که مرجانها در زمان کوتاهی در حدود چند ماه از بین رفته‌اند به گونه‌ای که فرصت خرد شدن بیشتر قطعات وجود نداشته است. بررسی رسوبات در زیر ذره‌بینهای دستی نیز نشان دهنده درصد بسیار بالای قطعات مرجانی (در حدود ۳۰٪) است که به مراتب بالاتر از درصد معمول قطعات مرجانی در نمونه‌های رسوبات کربناته صخره‌های زیر آبی سالم (حدود ۵٪) می‌باشد.

بررسی ظاهری میزان سایش روی قطعات مرجانی توسط ذره‌بینهای دستی نشان دهنده فاصله کم حمل قطعات (حدود ۱۰۰ متر) می‌باشد. ضمناً درصد بالایی از تیغ جوجه تیغی (حدود ۵٪) نیز در لایه‌ی بالایی مشاهده می‌گردد که تمیزی و دست نخورده بودن آنها نشان دهنده آنست که از فواصل طولانی منتقل

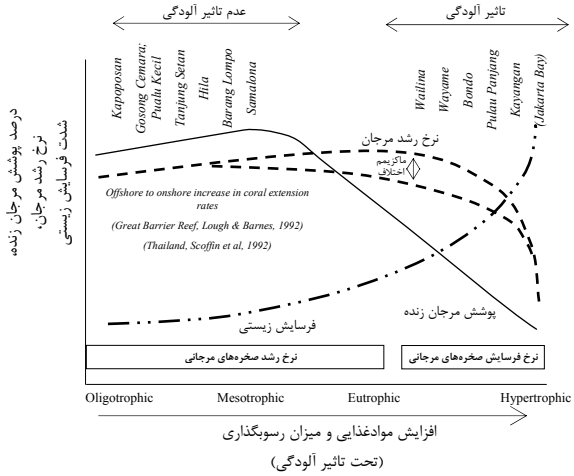


[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

نشده‌اند و زمان طولانی از مرگ آنها نگذشته است [۱۲]. مجموعه شواهد فوق الذکر موید وقوع رویداد فوق‌العاده‌ای در منطقه است که به مرگ سریع مرجانها منجر شده است. نمونه‌های مشابه این مرگ و میر سریع در سواحل دریای کارائیب پس از گردبادهای شدید استوایی مشاهده شده است.

در حالت کلی فشار ناشی از رسوبات از جمله مخربترین عوامل موثر بر روی مرجانها می‌باشد. بدلیل حساسیت مرجانها نسبت به بار آواری، این موجودات میزانی از انرژی خود را صرف زدودن این رسوبات می‌کنند. افزایش بار رسوبی به کاهش نرخ رشد مرجانها، کاهش فعالیت متابولیکی و افزایش آسیب پذیری در برابر آلودگی‌ها منجر می‌شود [۱۲]. Cortes و Risk در کاستاریکا نشان دادند که نرخ رشد مرجانها در نواحی با بار رسوبی بالا کاهش می‌یابد و هیچ مرجانی در غلظت رسوبی بالاتر از $10\ mg/l$ نمی‌تواند زنده بماند [۱۳]. مطالعات دیگری در فلوریدا نیز نشان داده است که در بارهای رسوبی بالاتر از این مقدار آسیب جدی به مرجانها وارد می‌شود. مطالعات Edinger و همکاران بر روی صخره‌های زیرآبی اندونزی نقصان قابل ملاحظه صخره‌های زیرآبی در حالات بالا بودن مقادیر SPM[11] را نشان داده است [۱۴]. بنظر می‌رسد بهبود مرجانها پس از ورود ناگهانی حجم قابل ملاحظه‌ای از رسوبات نسبت به حالت فشار دراز مدت بار رسوبی بهتر است. شکل ۸ خلاصه‌ای از تاثیرات عوامل مختلف وارده بر صخره‌های زیرآبی را ارائه می‌دهد [۱۴]. همانگونه که مشاهده می‌شود در اثر فشار ناشی از منابع آلوده کننده، نرخ رشد مرجانها کاهش یافته، پوشش مرجانها کم شده و فرسایش بیولوژیکی (ناشی از خورده شدن صخره‌های زیرآبی توسط ارگانیسم‌ها) افزایش می‌یابد. واضح است که در منطقه عسلویه رسوبات ورودی به منطقه عامل اصلی تنش اعمال شده به مرجانها می‌باشد.

همانگونه که در بالا بیان گردید مرجانها در بار رسوبی بالا مقاوم نبوده و دچار مرگ تدریجی می‌شوند. این مدت بسته به نوع مرجان و شرایط محیطی حدود ۳ سال طول می‌کشد. با مرگ مرجان فرسایش در سطح آن با نرخ بیشتری نسبت به زمان زنده بودن آنها صورت می‌گیرد. بدین صورت که موجودات حفار مختلف بترتیب سطح مرجانها را مورد حمله قرار می‌دهند.




**شکل ۸- خلاصه‌ای از عوامل موثر بر مرجانها [۱۴]**

ممکن است تقریباً ۵ سال طول بکشد تا یک مرجان کاملاً تحت تأثیر کلونی‌های موجودات حفار فرسایش یابد [۱۵].

خوشبختانه طبق گزارشات سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۸۳ و غواصان منطقه در سال ۸۵، مرجانها و بالتبع دیگر موجودات درون حوضه‌ای منطقه کاملاً از بین نرفته‌اند و همچنان در نخل تقی و بندر صیادی عسلویه مناطق محدودی با صخره‌های مرجانی توده‌ای وجود دارد که حفاظت از آنها ضروری است.

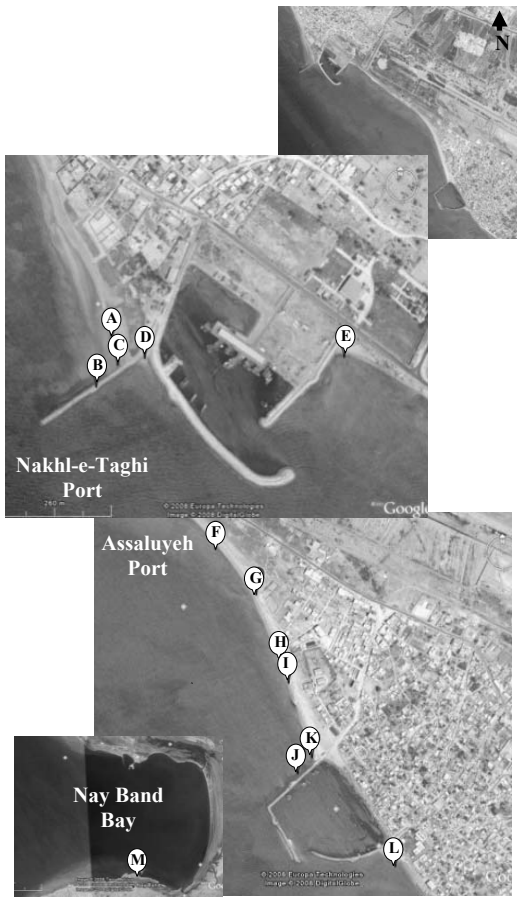
## ۴- نمونه‌گیری و آزمایشات آزمایشگاهی

جهت بررسی‌های کانی‌شناسی[12]، مورفوسکوپی[13] و مورفومتری[14] رسوبات منطقه، ۱۳ نمونه رسوب سطحی و زیر سطحی در محدوده بنادر صیادی عسلویه و نخل-تقی، شامل ۲ نمونه‌ی زیرسطحی در عمق ۰.۵ متر (نمونه‌های $A,I$) و ۱۱ نمونه‌ی سطحی از بخشهای مختلف جمع آوری شدند. نمونه‌ی سطحی $M$ نیز از دهانه‌ی خلیج‌نایبند برداشت شده است. موقعیت این مناطق در شکل ۹ نشان داده شده است. نمونه‌ها تحت آنالیز دانه‌بندی قرار گرفته و پارامترهای آماری مربوطه محاسبه شدند. همچنین با استفاده از بینوکولار درصد رسوبات آواری و درون حوضه‌ای در هر یک از نمونه‌ها تعیین گردید. در ابتدا برای تعیین اندازه‌ی ذرات،



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

نمونه‌ها بوسیله دستگاه شیکر الک مرطوب دانه‌بندی شدند. در این روش همزمان با الک شدن، جریان آب در دستگاه برقرار می‌باشد و از آنجاییکه درصد زیادی از نمونه‌ها شامل خرده‌های پوسته هستند، این جریان مانع از خرد شدن دانه‌ها و نتایج غلط می‌شود. متوسط زمان الک برای هر نمونه ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. دانه‌بندی بخش کوچکتر از ۶۳ میکرون توسط دستگاه دانه‌بندی لیزری "آنالیست ۲۲" صورت پذیرفت. این دستگاه از اصول فیزیکی پراکنش نور لیزر در تعیین توزیع اندازه‌ی ذرات استفاده می‌کند. توزیع اندازه‌ی ذرات بر اساس تئوری فرانهوفر (یا مای) و با کمک مدلهای پیچیده‌ی ریاضی محاسبه می‌شود. بر طبق تئوری فرانهوفر وقتی نوری تک فام[۱۵] به مرز دو جسم با ضریب شکست‌های مختلف برخورد نماید شکسته[۱۶] می‌شود. توزیع زاویه‌ای نور پخش شده به اندازه‌ی ذرات، طول موج نور و ضریب شکست بستگی دارد.




**شکل ۹- موقعیت نقاط نمونه گیری رسوبات (۱۳۸۶)**

پس از تعیین اندازه‌ی ذرات، منحنی‌های دانه‌بندی نمونه‌ها بر اساس درصد تجمعی مانده بر روی الکها رسم شده و با یکدیگر مقایسه گردید. برای بررسی دقیق‌تر میزان جورشدگی و درصد فراوانی ذرات دانه‌ریز یا دانه‌درشت، پارامترهای آماری نیز محاسبه شدند. در تعیین پارامترهای آماری از منحنی‌های درصد تجمعی مانده بر حسب اندازه‌ی ذرات در مقیاس $\varphi$ استفاده شده است. مقیاس $\varphi$ عبارت از لگاریتم منفی قطر ذره در پایه‌ی ۲ است:

$$\varphi = -\log_2 D \qquad (۱)$$

مقیاس $\varphi$ به صورت معکوس عمل می‌کند، یعنی با افزایش $\varphi$ اندازه‌ی ذرات کاهش یافته و با کاهش آن اندازه‌ی ذرات افزایش می‌یابد [۱]. پارامترهای آماری محاسبه شده عبارتند از:

۱- اندازه‌گیری متوسط اندازه‌ی ذرات

برای مقایسه‌ی اندازه‌ی ذرات در نمونه‌های مختلف از سه پارامتر میانه، مد و میانگین استفاده می‌شود. میانگین نسبت به دو پارامتر دیگر برای تفسیر متوسط اندازه‌ی ذرات مناسب‌تر می‌باشد.

میانگین[۱۷] ($M_\varphi$): میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه‌ی ذرات در رسوب که توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد [۱]:

$$M_\varphi = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3} \qquad (۲)$$

۲- اندازه‌گیری یکنواختی اندازه‌ی ذرات

از میان روش‌های مختلف، جهت بررسی اندازه‌گیری جورشدگی ذرات رسوب از انحراف معیار ترسیمی جامع[۱۸] ($\sigma_\varphi$) که توسط فولک ارائه شده استفاده گردید:

$$\sigma_\varphi = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} - \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6} \qquad (۳)$$

۳- اندازه‌گیری کج‌شدگی[۱۹] (چولگی) منحنی‌ها

کج‌شدگی عبارت از نامتقارن بودن منحنی توزیع ذرات است که با دنباله‌ی منحنی توزیع مشخص



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

می‌گردد. در منحنی‌های متقارن کج‌شدگی صفر است ولی در منحنی‌هایی که دنباله‌ی آنها به طرف راست (رسوبات دانه‌ریزتر) متمایل باشد مثبت و اگر دنباله‌ی منحنی به طرف چپ (یا رسوبات درشت‌دانه‌تر) متمایل باشد منفی است. از کج‌شدگی برای تعبیر و تفسیر محیط رسوبی و فرآیندهایی که باعث حمل و نقل شده است، استفاده می‌شود. برای مثال، اگر ذرات تشکیل دهنده‌ی رسوب از نوع دانه‌ریزها- از قبیل سیلت و رس- باشد، دنباله‌ی منحنی به طرف راست رفته و نمایش دهنده‌ی رسوبگذاری در یک محیط آرام است و اگر دنباله‌ی منحنی به طرف چپ متمایل باشد، نمایش دهنده‌ی فراوانی ذرات دانه درشت در محیط‌های پرانرژی می‌باشد.

مقدار کج‌شدگی توسط روش‌های مختلفی محاسبه می‌شود که در اینجا کج‌شدگی ترسیمی جامع[20] ($\alpha_\varphi$) که توسط فولک ارائه شده انتخاب گردیده است [۱]:

$$\alpha_\varphi = \frac{\varphi_{16}+\varphi_{84}-2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84}-\varphi_{16})} + \frac{\varphi_5+\varphi_{95}-2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95}-\varphi_5)} \quad (۴)$$

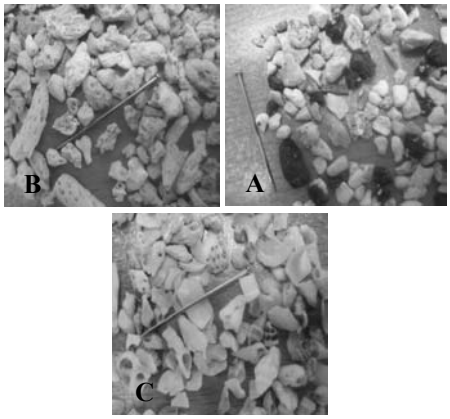
مهمترین مبحث در تعبیر و تفسیر رسوبات و تعیین منشأ آنها، شناسایی جنس رسوبات می‌باشد. کلسیت و آراگونیت دو کانی کربناته با فرمول شیمیایی $CaCo_3$ می‌باشند که جنس ذرات رسوبی درون حوضه‌ای بویژه رسوبات بیوشیمیایی یا همان خرده صدف‌ها و مرجان‌ها را تشکیل می‌دهند. اما مشکل اساسی در شناسایی این رسوبات و تعیین نقش آنها از مجموع کل رسوبات، وجود رخنمون‌هایی در اطراف حوضه با مقادیر قابل توجهی کلسیت است که بصورت تخریبی به محیط رسوبی وارد می‌شود. این دو کانی با اسید کلریدریک سرد و رقیق می‌جوشد و از این طریق می‌توان آنها را از ذرات کوارتز براحتی تشخیص داد. مطالعات کانی‌شناسی توسط اشعه‌ی X یا XRD و آنالیز شیمیایی رسوبات در تعیین منشأ آنها مفید نیست زیرا تنها در تعیین جنس رسوبات و درصد عناصر تشکیل دهنده‌ی آنها می‌تواند بکار رود و منشأ آنها یعنی درون حوضه‌ای (بیوشیمیایی) و یا تخریبی (سیلیسی کلاسیک) را مشخص نمی‌نماید. تنها روش موجود استفاده از میکروسکوپ انکساری یا بینوکولار می‌باشد که بتوان ذرات رسوبی را به تفکیک مطالعه کرده و بر اساس ویژگی‌هایی از قبیل انحلال سطح دانه، سیمانی‌شدن و گردشدگی دانه‌های با منشأ درون حوضه‌ای را از تخریبی تفکیک و با روش‌های مختلف آزمایشگاهی جنس آنها را تشخیص داد.

از هر نمونه اخذ شده حدود ۳۰۰ دانه، بر روی الکهای ۲ میلیمتر، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵ و ۶۳ میکرون انتخاب شد. ابتدا قطعات پوسته[21] (که شامل قطعات مرجانی نیز می‌شوند)، خرده سنگ[22] و ذرات آواری[23] مانند مسکوویت و بیوتیت بر اساس ساختار خاصی که دارند جدا شده و بر روی باقی ذرات اسید کلریدریک ریخته شد تا درصد ذرات کربنات تخریبی[24] که در اسید حل می‌شوند بدست آید. کربنات تخریبی، که بدلیل فرسایش زیاد نمی‌توان آنها را از روی ساختار تفکیک نمود، ممکن است درون حوضه‌ای بوده و از نقاط دوردست آمده باشد و یا اینکه برون حوضه‌ای باشد. ذرات حل نشده‌ی باقیمانده از جنس کوارتز هستند. تشخیص خرده‌های مرجانی در فراکسیون‌های کوچک بعلت فرسایش بیشتر آنها وجود ندارد. در شکل ۱۰ نمونه‌ای از دانه‌های مانده بر روی الک ۲ میلیمتر که به ۳ گروه ذرات تخریبی، قطعات مرجانی و خرده صدف تفکیک شده‌اند، نشان داده شده است. میزان درصد جنس رسوبات تفکیک شده در تعدادی از نمونه‌های اخذ شده در شکل ۱۱ ارائه شده است. نتایج سایر نمونه‌ها که به منظور وضوح بیشتر در شکل نمایش داده نشده‌اند نیز مشابه می‌باشد. شکل ۱۲ متوسط درصد جنس رسوبات تفکیک شده نمونه‌ها را در قطرهای مختلف نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود درصد قطعات پوسته خصوصاً در ذرات بزرگ به مراتب بیشتر از سایر انواع رسوبات می‌باشد. درصد وجود قطعات مرجانی نمونه‌ها نیز در شکل ۱۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که بدلیل عدم امکان شناسایی قطعات مرجانی با فرسایش بالا در کربنات‌های تخریبی، مقادیر ارائه شده در شکل ۱۳ تقریبی هستند.

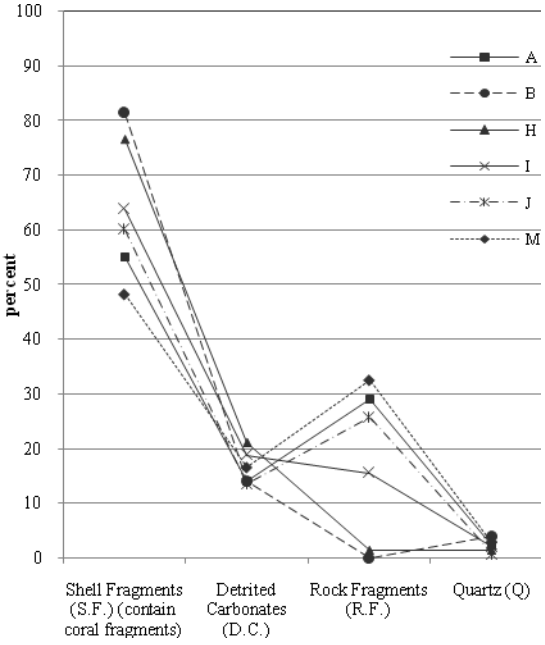
نتایج آماری تغییرات شاخص‌های آماری میانگین، جورشدگی و کج‌شدگی نمونه‌ها نیز در شکل ۱۴ ارائه شده است. همچنین یکسری نمونه‌گیری رسوب در



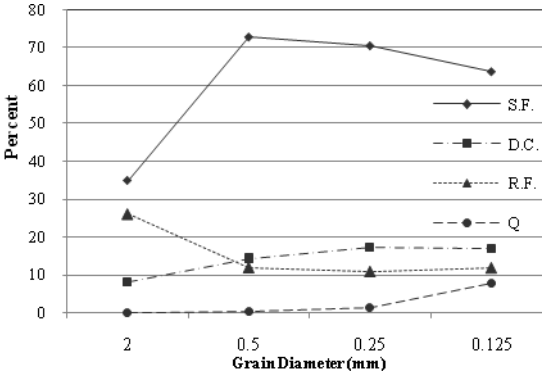
[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]



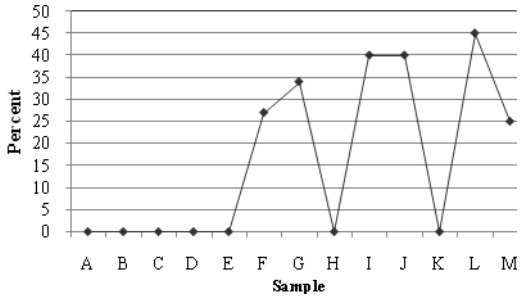

**شکل ۱۰- تفکیک دانه‌های رسوبی به سه گروه، A: ذرات تخریبی، B: قطعات مرجانی، C: خرده صدف**



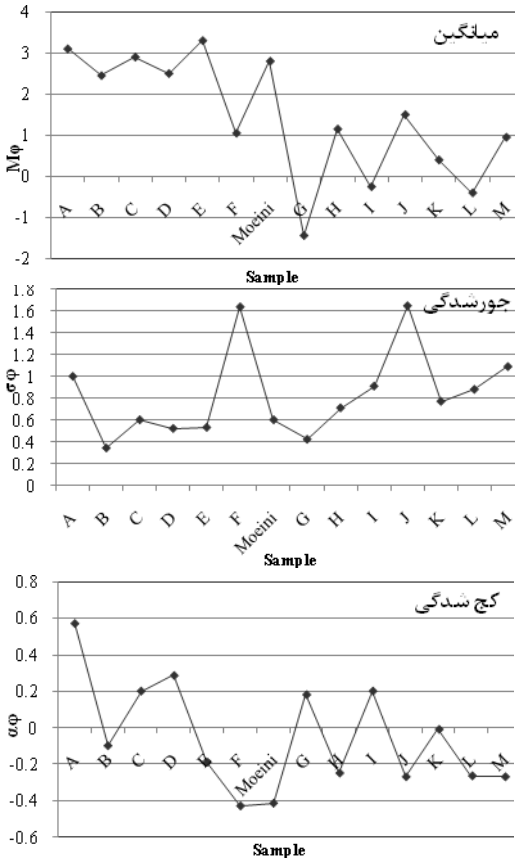

**شکل ۱۱- درصد وزنی جنس ذرات رسوبی نمونه‌های A، B، H، I، J و M**




**شکل ۱۲- متوسط درصد وزنی جنس ذرات رسوبی کلیه نمونه‌ها به تفکیک قطر ذرات باقیمانده بر روی الک‌ها**




**شکل ۱۳- درصد وزنی قطعات مرجان در هر یک از نمونه‌ها**




**شکل ۱۴- نمودار تغییرات میانگین، جورشدگی و کج شدگی در نمونه‌های رسوب.**

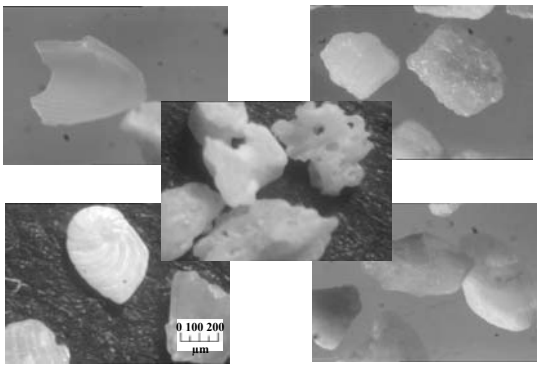
منطقه توسط معینی [۱۱] صورت گرفته است که یکی از نمونه‌ها در محلی متناظر با نقطه $F$ نمونه‌گیری‌های این تحقیق می‌باشد. پارامترهای آماری این نمونه نیز برای مقایسه با نمونه‌های فعلی با نام "Moeini" در نمودارها ارائه شده است.

همانگونه که دیده می‌شود رسوبات در اطراف بندر عسلویه (نقاط $F,G,H,I,J,K,L$) نسبت به منطقه‌ی بالادست در نخل تقی (نقاط $A,B,C,D,E$) درشت‌تر



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

بوده و جورشدگی بدتری دارند. همچنین پارامتر کج-شدگی نیز نشان از درشت‌تر شدن اندازه‌ی دانه‌ها در اطراف بندر عسلویه دارد. در شکل ۱۵ قطعات مرجانی مانده بر روی الک ۱۲۵ میکرون نمایش داده شده‌اند. از مقایسه قطعات مرجانی این شکل با شکل ۱۰، تغییر شکل در اثر حمل به وضوح قابل مشاهده است.




**شکل ۱۵– دانه‌های رسوبی مانده بر روی الک ۱۲۵ میکرون دو تصویر سمت راست رسوبات تخریبی، دو تصویر سمت چپ خرده صدف و تصویر وسط قطعات مرجانی را نشان می‌دهد**

نتایج کانی شناسی نشان دهنده‌ی وجود کانی‌های کلسیت و آراگونیت، دولومیت، کوارتز، بیوتیت و مسکوویت در نمونه‌های رسوب می‌باشد. البته سه کانی آخر در فراکسیون‌های ۱۲۵ میکرون به پایین وجود دارند و درصد آنها بسیار ناچیز (متوسط ۱۰٪) است. غالباً رسوبات ساحلی دارای کج شدگی منفی و جورشدگی خوب می‌باشند به این علت که در اثر حرکت امواج ذرات دانه‌ریز شسته شده و از محیط دور می‌شوند و ذرات دانه‌درشت بجای مانده و کج‌شدگی منفی را تشکیل می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی‌های رسوب شناسی و تحلیل پارامترهای آماری رسوبی بخش‌های ساحلی بندر نخل تقی تا عسلویه را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد:

۱- با بررسی اشکال ۱۰ و ۱۱ معلوم می‌شود که رسوبات منطقه مورد مطالعه دارای دو منشأ متفاوت می‌باشند. دسته‌ی اول ذرات آواری است که از رخنمونهای اطراف توسط رودخانه و یا باد به داخل حوضه حمل شده‌اند و دسته‌ی دوم رسوبات بیوشیمیایی یا درون حوضه‌ای هستند.

۲- همانگونه که در اشکال ۱۱ و ۱۳ مشاهده می‌شود بخش اعظم رسوبات شامل رسوبات بیوشیمیایی و خصوصاً قطعات مرجانی می‌باشند. علت بالا بودن درصد این نوع رسوبات مناسب بودن دما و شوری آب خلیج فارس برای رشد مرجانها و دوری این منطقه از رودخانه‌ها است به گونه‌ای که میزان ورودی ذرات آواری بداخل حوضه بسیار ناچیز بوده و محیط آرامی را برای رشد مرجانها و سایر موجودات فراهم ساخته است.

۳- با توجه به درشت‌دانه بودن ذرات بیولوژیکی، میزان درصد ذرات کربناته با افزایش اندازه‌ی دانه‌ها افزایش می‌یابد یعنی بین اندازه‌ی ذرات و درصد رسوبات کربناته همبستگی مثبت وجود دارد (شکل ۱۲).

۴- رسوبات منطقه ۵ تیپ رسوبی شامل ماسه‌ی گلی با کمی گراول، ماسه، ماسه با کمی گراول، ماسه‌ی گراولی و گراول را شامل می‌گردد.

۵- منطقه مورد مطالعه بدلیل گرما و شوری بالا غالباً دارای صدف‌های آهکی هیالین می‌باشد و اشکال پورسلانوز بسیار محدود است. این مسئله پیش از این در تحقیق خیرخواه نیز گزارش شده است [۱۰].

۶- بررسی منحنی‌های دانه‌بندی رسوبات نشان می‌دهد که نمونه‌های واقع در پشت دستک رسوبگیر اسکله‌ی نخل‌تقی ( $A,C,D$ ) که در محیط رسوبی آرامی قرار داشته و کمتر تحت تاثیر جریانات دریایی بوده‌اند، به مرور زمان در پشت موج شکن انباشته شده‌اند.

۷- جورشدگی نمونه $B$ نسبت به سه نمونه نقاط $A,C,D$ بهتر می‌باشد. علت این مسئله را می‌توان با فاصله‌ی بیشتر این نمونه از ساحل و متلاطم بودن این منطقه مرتبط دانست که نشست رسوبات ریز را غیر ممکن می‌سازد.

۸- با توجه به شکل ۱۳ و عدم وجود مرجان در نمونه-های نقاط $A,B,C,D,E$ ، در منطقه‌ی اطراف اسکله‌ی نخل‌تقی اثر چندانی از نزدیکی به منبع مرجانی دیده نمی‌شود اما با حرکت بسمت شرق و نقاط $G,F,H,I$ بنظر می‌رسد به منبع مرجانی نزدیکتر می‌شویم، زیرا



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

ذرات درشت‌تر و جورشدگی بدتر شده و کج‌شدگی منحنی نیز منفی می‌شود.

۹- تغییرات در میزان درصد مرجانهای نمونه‌ها در شکل ۱۳ نشان دهنده‌ی حضور صخره‌های مرجانی توده‌ای در منطقه است.

۱۰- وجود مقدار اندک سیمان دریایی بر روی تعدادی از قطعات مرجانی در یکی از نمونه‌ها بیانگر این مطلب است که از زمان از بین رفتن این دسته از مرجانها و رسوب‌گذاری آنها چندین سال می گذرد. تعیین دقیق این زمان ممکن نیست اما برای ایجاد سیمان دریایی حداقل ۱۰۰ سال زمان لازم است. بنابراین در این منطقه مرجانهایی در چندین سال قبل وجود داشته‌اند که به مرور زمان از بین رفته و رسوب کرده‌اند.

۱۱- همانگونه که در شکل ۱۵ دیده می‌شود، اثر حمل و نقل بر روی قطعات مرجانی به خوبی قابل مشاهده است، به طوریکه سبب شده ساختمان و حفرات مرجانی شکل واقعی خود را نداشته و تنها اثراتی از حفرات به صورت نامنظم بر روی خرده‌ها دیده شود. این امر حاکی از حمل و نقل مکرر توسط جریان‌های دریایی است.

۱۲- در محدوده بندر صیادی عسلویه (نقاط $J,K,L$) نمونه‌ها دارای ذرات درشت حتی در نزدیکی ساحل می‌باشند و جورشدگی بد است. بنظر می آید پس از اینکه محیط مرجانی نزدیک این بندر تا حد زیادی از بین رفته، مرجانها در اثر برخورد امواج خورد شده و در کنار دیگر آبزیان، به منشأ اصلی رسوبات این ناحیه تبدیل شده‌اند.

۱۳- ذرات ریز (سیلت و رس) در نمونه‌ها بسیار ناچیز بوده و این نشان دهنده‌ی انرژی بالای حوضه می‌باشد. با این وجود بعلت شکسته شدن مداوم مرجان‌ها و ورود آنها به منطقه، جورشدگی رسوبات کم است.

۱۴- مقایسه نتایج کانی‌شناسی و مورفوسکوپی دو نمونه رسوبات سطحی و نیم‌متری زیر سطح بیانگر آن است که در گذشته ذرات ریزتر، درصد ذرات آواری بیشتر و میزان کربنات تخریبی و قطعات پوسته در منطقه کمتر بوده است. این مسئله موید تاثیر ساخت و سازها و فعالیت‌های انسانی در تغییر شرایط زیست محیطی مرجانها است که باعث از بین رفتن بخش عمده‌ای از مرجانها و دیگر موجودات و حمل خرده‌های آنها به منطقه شده است.

۱۵- مقایسه‌ی نمونه‌های اطراف بندر عسلویه با نمونه-گیری انجام شده توسط معینی [۱۱]، نشان‌دهنده ریزتر بودن رسوبات و جورشدگی بهتر آنها در گذشته است. این امر دلیل دیگری بر افزایش رسوبات درون حوضه‌ای در وضعیت کنونی ارائه می‌کند.

## ۵- نتیجه گیری

رشد و حیات مرجانها با هرگونه تغییر در میزان ذرات معلق و یا آلودگی‌های زیست محیطی دچار اختلال می‌گردد. بررسی و تحلیل نمونه رسوبات محدوده بندر صیادی عسلویه نشان می‌دهد که اگر چه در گذشته نیز اغلب رسوبات منطقه درون حوضه‌ای بوده است اما اندازه‌ی آنها کوچکتر بوده و لذا آسانتر حمل می‌شده‌اند [۱۰، ۱۱]. همچنین در گذشته میزان خرده سنگ در رسوبات بیشتر از وضعیت فعلی بوده ولی هم اکنون درصد خرده سنگها کاهش یافته و رسوبات درون حوضه‌ای افزایش یافته‌اند.
بدیهی است تغییر در جورشدگی و اندازه دانه‌ها نشان از تغییر شرایط محیطی دارد. از سال ۱۳۷۴ با آغاز عملیات استحصال زمین حجم زیادی از مصالح به تدریج در دریا رها شده‌اند. رسوبات جدیدی که بدین صورت به محیط وارد شدند توسط امواج و جریانها انتقال یافته و در منطقه پراکنده شدند. این رسوبات بنا به اظهارات غواصان منطقه تا عمق ۲۰ متری نیز دیده می‌شوند. رها شدن ذرات معلق ناشی از استحصال زمین و همچنین احداث سازه‌های ساحلی در محیط دریا باعث پوشانیده شدن منافذ موجود در سطح مرجانهای مناطق پایین‌دست و بتدریج مرگ بخش عمده‌ای از مرجانها گردیده است. می‌توان چنین نتیجه گرفت که رهاسازی مقادیر بالایی از رسوب از سال ۷۴ به بعد به تدریج به از بین رفتن بخش عمده‌ای از مرجانهای منطقه و دیگر موجودات آبزی همزیست با آنها منجر



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

شده است. این امر نهایتاً اثر خود را بصورت افزایش رسوبگذاری درون حوضه‌ای در منطقه و خصوصاً بندر صیادی عسلویه نشان داده است.

لازم به ذکر است که بندر نخل تقی در بالادست بندر عسلویه مانعی در مقابل رانه‌ی رسوبی ناشی از بالادست می‌باشد. برطبق گزارشات سازمان شیلات، این بندر در سال ۷۲-۷۰ مورد بازسازی قرار گرفته و دستک رسوبگیری در بالادست آن احداث شده است. نقشه‌های هیدروگرافی سال ۱۳۷۷ نشان از پر نشدن کامل مخزن بالادست این دستک دارد. با اتمام ساخت بنادر پتروشیمی در سال ۱۳۸۴ می‌توان اطمینان داشت که منبع رسوبی بالادست بندر صیادی عسلویه و نخل‌تقی بطور کامل قطع گردیده است. لذا آورد رسوبات از بالادست محدود بوده و قسمت عمده‌ی رسوبات انباشته شده در بندرصیادی عسلویه ناشی از رسوبات کربناته تولید شده در حد فاصل دو بندر صیادی نخل تقی و عسلویه می‌باشد.

در وضعیت فعلی با توجه به ساخت دستک رسوبگیر جدید بر روی موج‌شکن بندر صیادی عسلویه، لایروبی لنگرگاه و دهانه بندر می‌تواند به بهبود قابل ملاحظه وضعیت بهره‌برداری منجر شود. با این وجود با توجه به ادامه عملیات سازه‌ای بالادست که همچنان موجب آورد حجم بالایی از رسوبات آواری به منطقه می‌شود و وجود مرجانهای زنده، منبع رسوبی در محل همچنان وجود دارد. برای جلوگیری از پر شدن انباره بالادست دستک رسوبگیر و حل دراز مدت مشکل رسوبگذاری، کاهش و کنترل ورود رسوبات آواری پس از انجام عملیات لایروبی بندر ضروری است. در این خصوص لازم است با مدیریت صحیح، نظارت اصولی بر ساخت و سازهای بالادست اعمال گردیده و توجه کافی به کاهش ورود رسوبات و ریزدانه‌ها منظور گردد. تجدید حیات مرجانی در منطقه و یا حداقل حفظ حیات مرجانهای فعلی به منظور ادامه بهره‌برداری از بندر صیادی عسلویه ضرورت دارد. بدیهی است که این امر از اولویتهای اصلی در جهت حفظ محیط زیست متزلزل منطقه نیز محسوب می‌گردد.

## ۶- قدردانی

مساعدت‌های اداره کل طرح و احداث بنادر صیادی شیلات ایران و شیلات استان بوشهر در بازدیدهای انجام شده از محل و نیز آزمایشگاه رسوب شناسی مدیریت زمین شناسی دریایی سازمان زمین شناسی کشور جهت انجام آزمایشات این تحقیق موجب امتنان است. نویسندگان مقاله همچنین مراتب تشکر خویش را راهنمایی‌های بسیار ارزنده دکتر Mike Risk استاد بازنشسته دانشگاه MacMaster ابراز می‌نمایند.

## کلید واژگان

1-Terrigenous sediments
2-Coral reefs
3-Carbonate sediments
4-Patch reef
5-Wave diffraction
6-Longshore current
7-Littoral drift
8-Longshore sediment transport
9-Sediment source
10-Closure depth
11-Suspended particulate matter
12-Minerology
13-Morphoscopy
14-Morphometery
15-Monochromatic light
16-Diffracted
17-Mean grain size
18-Inclusive graphic standard deviation
19-Skewness
20-Inclusive graphic skewness
21-Sell Fragments
22-Rock Fragments
23-Quartz
24-Detrited Carbonates

## ۷- مراجع

1-Mousavi harami, R., (1998), Sedimentology, Astane Ghodse Razavi Publishers, 480p. (In Persian).
2-Dudley, W. C., (2003), Coral reef sedimentology, 23p.
3-Shokri, M. R., Sheikholeslami, M. R. and Eghtesadi Araghi, P., (1999), Overall impact assessment of the Iranian coral reef



[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]

resources in the Persian Gulf area, Proceeding of the ICES Young Scientists Conference on Marine Ecosystem Perspective, Gilleleje, Denmark, p.20-24.
4-Fatemi, S.M.R. and Shokri, M.R., (2001), Iranian coral reefs status with particular references to Kish Island, Persian Gulf, The Proceeding of International Coral Reef Initiative (ICRI) Regional Workshop for the Indian Ocean, Maputo, Mozambique, in press.
5-Department of the Environment, Marne Environment Bureau., (2007), Coral reef studies in Iranian waters, I.R. Iran.
6-Fichtner (2006), Marine Baseline Survey, South Pars Gas Field Development, Phases 9 & 10, p.56.
7-Jahad Water and Energy Research Company, (2008), Study reports of Shoreline Management Plan (SMP) of Integrated Coastal Zone Management of Iran. (In Persian)
8-Smith, D. A. and Cheung, K. F., (2003), Settling characteristics of calcareous sand, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, p.479-483.
9-Zingg, T., (1935), Beitrag zur schotteranalyse, die schotteranalyse und ihre anwendung auf die glattalschotter, Bull. Suisse Mineral. Petrogr. 15, p.39–140.
10-Khairkhah, B., (1998), Sedimentology, ecology and microfaunastic of Persian Gulf coastal zone (from Bandar-e-nakhleTaghi to Bandar-e-Dayer), M.S. Thesis, Shahid Beheshti University, Iran, 248p. (In Persian)
11-Moeini, R., (1998), Sedimentology, ecology and microfaunastic of Persian Gulf coastal zone (from Bandar-e-Mogham to Bandar-e-NakhleTaghi), M.S. Thesis, Shahid Beheshti University, Iran, 219p. (In Persian)
12-W.F. Baird & Associates Coastal Engineers Ltd. and Jahad Water and Energy Research Co., (2009), Site visit and preliminary geomorphic assessment of study area, Monitoring and modeling study of some coastal parts of Sistan and Baluchestan and Bushehr Provinces (Phase II), 80 p.
13-Cortes, J. and Risk, M. J., (1985), A coral reef under siltation stress Cone Cahuita, Costa Rica. Bulletin of Marine Science 36 Cone, p.339-356.
14-Edinger, E. N., Limmon G. V., Jompa J., Widjatmoko W., Hiekoop, J.M. and Risk, M. J., (2000), Normal coral growth rates on dying reefs: are coral growth rates good indicators of reef health?, Mar. Poll. Bull. 40, p.404-425.
15-Risk, M. J., Sammarco, P. W. and Edinger, E. N., (1995), Bioerosion in Acropora across the continental shelf of the Great Barrier Reef, Coral Reefs, Vol. 14, p.79-86.

[ Downloaded from marine-eng.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.17357608.1389.6.11.5.4 ]