

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

بررسی شرایط محیطی منحصر بفرد خلیج فارس و نقش آن بر روی رسوب شناسی بستر

محمدعلی حمزه^{۱*}، محمد آفرین^۲، صمد حمزه ئی^۱

^۱عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، ایستگاه پژوهش و فناوری خلیج فارس، بندرعباس

^۲دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه هرمزگان

*ایمیل نویسنده مسئول: Hamzeh@inio.ac.ir

چکیده: خلیج فارس دریایی حاشیه‌ای با خصوصیات منحصر به فرد از دیدگاه مورفولوژی و جریان‌های اقیانوسی است. در این تحقیق بررسی رسوب شناسی خلیج فارس در ۳۴ ایستگاه نمونه برداری طی دو گشت تحقیقاتی در شهریور-مهر و دی-بهمن سال ۱۴۰۰ توسط کاوشگر تحقیقاتی خلیج فارس در بخش ایرانی خلیج فارس انجام شد. نتایج نشان داد بخش‌های میانی خلیج فارس توسط رسوبات ماسه‌ای و ماسه سیلتی پوشیده شده است که دارای روند درشت شدگی به سمت بخش‌های عمیق‌تر است. در دلتای اروند و تنگه هرمز رسوبات دانه درشت ماسه سیلتی و در برخی نقاط ماسه گراولی حضور دارد. جریان بستر خلیج فارس مسئول جدا کردن رسوبات دانه ریز از بخش‌های عمیق‌تر و در نتیجه تجمع ذرات دانه درشت (با میزان زیاد خرده‌های اسکلتی و ذرات به جامانده از قبل) در بخش‌های عمیق می‌گردد. این بستر سخت ایجاد شده محیط مناسبی برای برخی جوامع سطح زی مانند مرجان‌ها و فرامینیفرهای بزرگ ایجاد نموده است. از سوی دیگر سواحل ایرانی خلیج فارس توسط رسوبات سیلتی تا ماسه ریز خشکی‌زاد پوشیده شده است. روی هم رفته، رژیم رسوب گذاری حوضه خلیج فارس تحت تأثیر شرایط هیدرودینامیکی پیچیده، مواد بستری متنوع، میزان ورود رسوبات خشکی‌زاد، توپوگرافی پیچیده بستر و اقلیم است.

واژگان کلیدی: تنگه هرمز، توزیع اندازه ذرات، رسوبات بستر، توپوگرافی بستر.

۱- مقدمه

مدل غالب توزیع رسوبات در امتداد بستر دریاها و اقیانوس‌ها به این صورت است که اندازه ذرات رسوبی به تدریج از سمت خشکی (نواحی کم عمق) به سوی دریای عمیق کاهش پیدا می‌کند که دلیل آن کاهش انرژی جریان آب و امواج از نواحی کم عمق به سمت بخش‌های عمیق است. اما به دلیل خصوصیات بارز و منحصر به فرد محیطی خلیج فارس، این پهنه آبی تفاوت چشمگیری با دیگر حوضه‌های آبی متداول جهان از جمله خلیج

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

عمان دارد (Purser and Seibold 1973). خلیج فارس یک حوضه پیچیده زمین ریخت شناسی است که دربردارنده توزیع بسیار پیچیده و گهگاه غیرمعمول اندازه ذرات رسوبی با منشأ دریایی و خشکی است. اقلیم خشک و فراخشک سرزمین های اطراف آن و بادهای فراوان حاوی گردوغبار فراوان که همچنین رودخانه های فراوان عمدتاً فصلی که از سرزمین های نسبتاً خشک با پوشش گیاهی کم عبور کرده و وارد حوضه می گردند، حجم زیادی رسوبات خشکی زاد را وارد منطقه می کنند. گشت های تحقیقاتی مدون پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی که توسط تنها شناور تحقیقاتی کشور (کاوشگر خلیج فارس) از حدود چهار سال قبل آغاز گردید اطلاعات ارزشمندی از ماهیت رسوبات بستر خلیج فارس در اختیار محققین قرار داده است در سال گذشته این گشت تحقیقاتی با همکاری صندوق ملی محیط زیست با گسترش جغرافیایی گسترده تر و تعداد بیشتر ایستگاه های نمونه برداری در قابل دو گشت تحقیقاتی PGE2102 و PGE2201 ادامه پیدا کرد که در این مطالعه نتایج آن مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱ محدوده مورد مطالعه

خلیج فارس یک دریای حاشیه ای با مساحتی حدود ۲۲۶ هزار کیلومتر مربع است. سن تشکیل بستر خلیج فارس اواخر پلیوسن تا پلیستوسن و ریخت شناسی آن متأثر از تکتونیک است. محور طولی خلیج فارس دو بخش کاملاً متفاوت ریخت شناسی دارای دو شکل تکتونیکی را از هم جدا می سازد. بخش عربی حوضه با شیب بسیار کم (۰/۰۳٪) متعلق به سپر عربی پرکامبرین است درحالی که بخش پرشیب (۰/۰۱۸٪) شمالی آن (بخش ایرانی) متعلق به کمربند کوهزایی چین خورده و تراستی زاگرس با سن ترشیری است (Lees and Falcon 1952). حوضه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک قاره ای است و بادهای غالب شمال غربی که در محل به عنوان "باد شمال" شناخته می شوند گردوغبار را به خصوص در فصل تابستان افزایش می دهد (Al-Senafi and Anis 2015). میانگین بارش سالانه درون حوضه کمتر از ۵ سانتیمتر بر سال است، درحالی که زاگرس ساحلی سالانه بین ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر بارش دریافت می کند که منجر به ایجاد آبراهه های با رژیم طغیان فصلی و محدود می گردد. ترکیب نرخ بالای تبخیر و میزان کم آب شیرین ورودی موجب افزایش شوری آب دریا به خصوص در بخش های غربی و جنوبی خلیج فارس می گردد که این امر به نوبه خود منجر به ایجاد یک جریان پادساعت گرد جریان آب سطحی حاصل از اختلاف چگالی در امتداد سواحل ایرانی خلیج فارس و یک جریان بستر در امتداد محور اصلی خلیج فارس و سواحل جنوبی می گردد (Reynolds 1993).

۲-۲ روش مطالعه

نمونه برداری جهت این مطالعه از ۳۴ ایستگاه طی دو گشت تحقیقاتی PGE2102 و PGE2201 به ترتیب در شهریور-مهر و دی-بهمن سال ۱۴۰۰ توسط کاوشگر تحقیقاتی خلیج فارس^۱ متعلق به پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی ایستگاه انجام شد (شکل ۱). نمونه ها توسط دستگاه رسوب گیر جعبه ای^۲ با سطح مقطع ۳۰ در ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۵۰ سانتیمتر انجام پذیرفت. دستگاه مغزه گیر جعبه ای یک ابزار

¹ -Persian Gulf Explorer

² -Box Corer

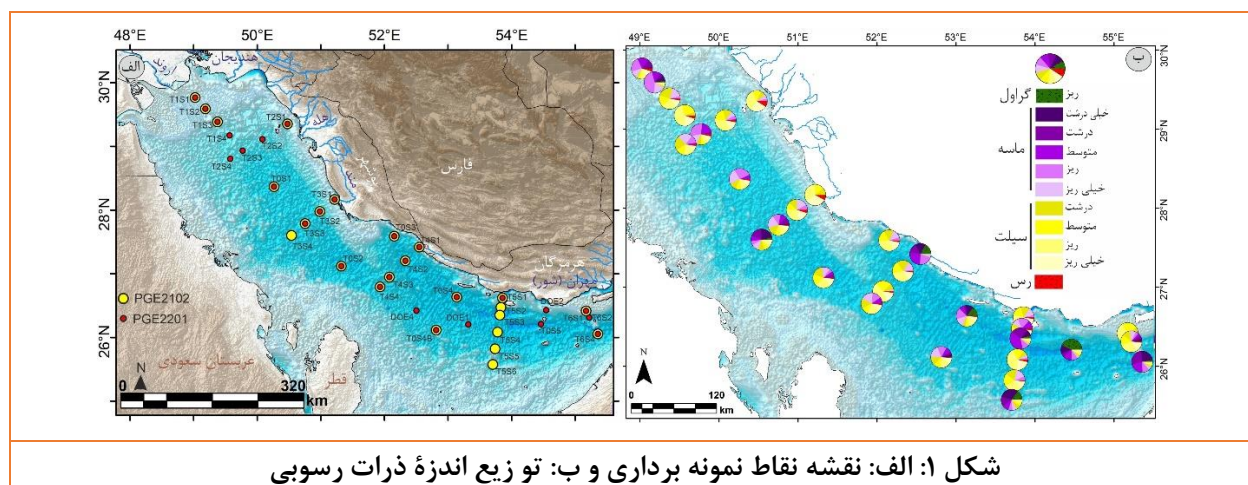
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

استاندارد نمونه برداری رسوب بستر است که رسوب بستر را بدون به هم ریختگی و تغییر در شرایط فیزیکی رسوب در اختیار محققین قرار می دهد. بر روی کشتی نمونه های رسوب سطحی از تمام ایستگاه ها از ۲ سانتیمتر سطح برداشته شد و بلافاصله پس برداشت نمونه رنگ نمونه ها توسط چارت استاندارد منسل تعیین گردید. آنالیز دانه بندی به روش دستگاه دانه بندی لیزری، اندازه گیری چگالی رسوب، اندازه گیری میزان کربنات کلسیم به روش کلسی متری برنارد (Mudroch et al. 1997) و مواد آلی به روش احتراق در کوره (Heiri et al. 2001) روی نمونه ها انجام شد.



شکل ۱: الف: نقشه نقاط نمونه برداری و ب: توزیع اندازه ذرات رسوبی

۳- نتایج

به عنوان یک روند کلی در خلیج فارس، رسوبات نزدیک به سواحل ایرانی دانه ریز تر از رسوبات بخش های میانی است. در کل بخش اعظم خلیج فارس از ماسه و ماسه سیلتی تشکیل شده است. در داخل خلیج فارس رسوبات سطحی دلتای اروند متشکل از سیلت دانه متوسط تا ماسه ریز تا متوسط است. میانگین سیلت و ماسه در رسوبات سیلت ماسه ای و ماسه سیلتی این منطقه تقریباً برابر است. هرچه به سمت دهانه اروند نزدیک شویم بر میزان ماسه و هرچه از آن دور شویم بر میزان سیلت افزوده می گردد. رسوبات بخش ایرانی خلیج فارس بین این ناحیه و تنگه هرمز از ماسه سیلتی به سمت ماسه تغییر پیدا می کند. با حرکت به سمت تنگه هرمز به تدریج بر میزان قله سنگ افزوده می شود (شکل ۲). بخش ماسه و گراول رسوبات سطحی خلیج فارس اغلب شامل اوئید و پلت، ذرات خشکی زاد (رسوبات آواری رودخانه ای، بادی و فرسایش ساحلی و خرده های اسکلتی جانداران) خرده های صدف و پوسته سخت پوستان است.

رنگ بخش اعظم رسوبات خلیج فارس خاکستری زیتونی روشن (5Y6/2) است که مبین نهشته شدن رسوبات خشکی زاد در محیط دریایی کم عمق است. این رنگ رسوبات در بخش های نسبتاً عمیق تر و نواحی کمی دور از منبع رسوبات آبرفتی و بادی دیده می شوند. حضور خرده های اسکلتی و رسوبات آبرفتی و بادی موجب روشن تر شدن رنگ رسوبات می گردد. به طور مثال در دهانه اروند رنگ رسوبات زرد روشن (2.5Y 8/2) است که با حرکت به سمت بخش های عمیق تر به صورت خاکستری روشن دیده می شوند. این روند (رسوبات روشن تر در نزدیک ساحل و تیره تر به سمت دور از ساحل) در نواحی دیگر که نزدیک رودخانه های دائمی یا فصلی هستند دیده می شود (شکل ۲).

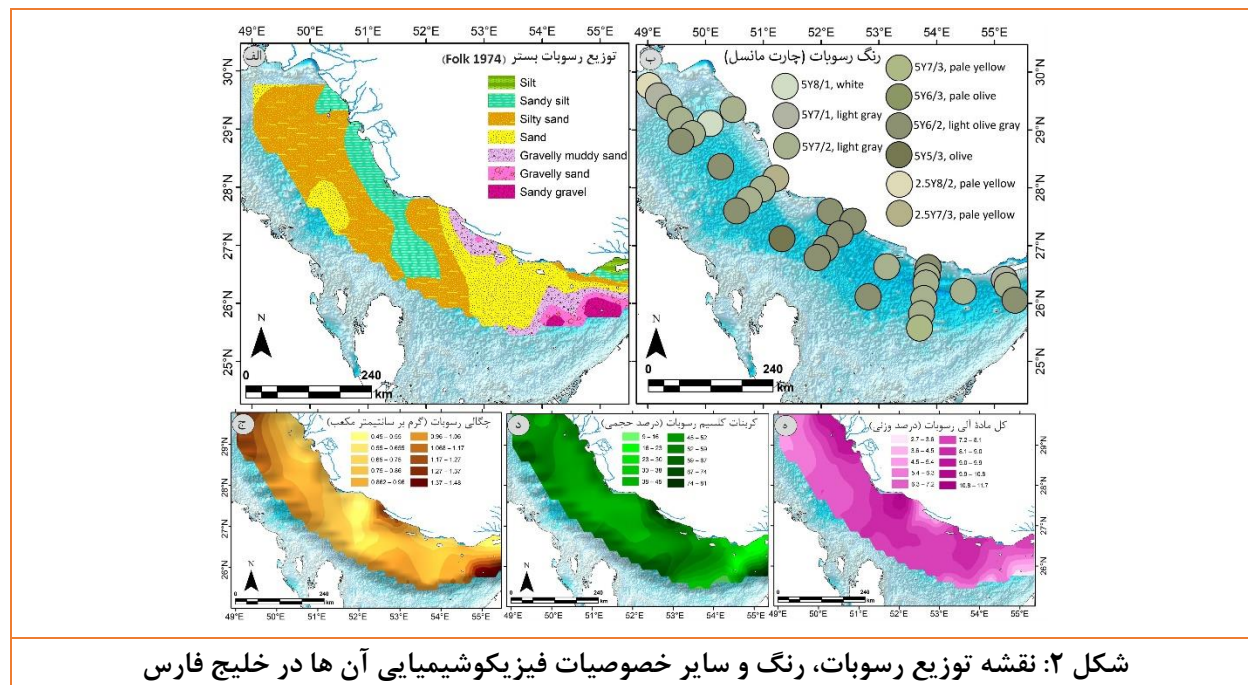
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
 دانشگاه هرمزگان

میزان کربنات کلسیم رسوبات نسبتاً بالاست به طوری که متوسط در رسوبات منطقه بیش از ۴۴٪ است (۸۰-۱۰٪) و با افزایش عمق حوضه در خلیج فارس افزایش پیدا می کند. این میزان در نواحی با رسوبات دانه درشت (بخش های میانی خلیج فارس) بین ۶۰ تا ۸۰٪ در نوسان است در حالی که در نواحی نزدیک ساحل به خصوص نواحی ای که این میزان توسط حضور رسوبات سیلیسی خشکی زاد رقیق می گردد به ۲۰ تا ۳۵٪ تنزل پیدا می کند.



شکل ۲: نقشه توزیع رسوبات، رنگ و سایر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن ها در خلیج فارس

روند کلی کاهش ماده آلی از سمت نواحی کم عمق خلیج فارس به سمت بخش های عمیق مشهود است. بالاترین میزان ماده آلی رسوبات در رسوبات حاوی درصد بالای سیلت ریز و خیلی ریز دیده می شود. در خلیج فارس بیشترین میزان ماده آلی در نزدیکی رودخانه های فصلی و دائمی است که به دلیل دانه بندی ریز و همچنین تأمین بخشی از مواد غذایی توسط خشکی است.

۴- بحث و نتیجه گیری

به عنوان یک روند معمول در دریاها و حاشیه ای کم عمقی مانند خلیج فارس، رسوبات بستر شامل ترکیب پیچیده ای از رسوبات جدید و قدیمی هستند که دچار فرسایش، ته نشین و انتقال مجدد در اثر عوامل محیطی گوناگون شده اند. روی هم رفته، بستر خلیج فارس دربرگیرنده طیف وسیعی از رسوبات شامل رسوبات بر جازاد از جمله خرده های کربناتی اسکلتی و خرده سنگ های حاصل از سنگ های ساحلی و پهنه های مرجانی و همچنین رسوبات دگر جازاد شامل ذرات خشکی زاد هستند که از طریق رودخانه های دائمی و فصلی، توفان های گرد و خاک در بخش های شمال شرقی و شمال غربی حوضه حضور دارند (Al-Ghadban et al. 1996). روند اصلی در توزیع اندازه ذرات رسوبی در خلیج فارس به صورت افزایش

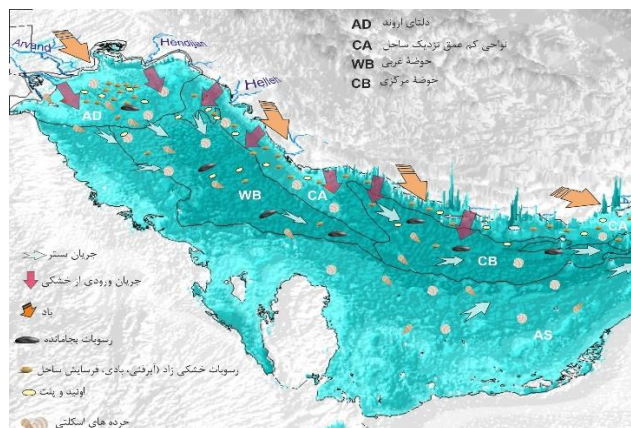
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مشارکت ذرات دانه درشت تر با افزایش عمق (فاصله از خشکی) است. هرچند این روند کلی در بخش های نزدیک به ساحل چندان مصداق ندارد. نتایج این بررسی نشان می دهد که میزان رس موجود در رسوبات خلیج فارس اغلب کمتر از ۱۰٪ است که بیانگر انرژی زیاد محیط بستر آن است. بخش های زیادی از سواحل ایرانی خلیج فارس پوشیده از سیلت با نرخ رسوب گذاری بالا است (حداکثر ۵ میلی متر در سال) که موجب محدودیت حضور جانداران بسترزی می گردد (Hamzeh et al. 2021). بخش سیلتی رسوبات اغلب ذرات غیر کربناتی است. رویدادهای سیلابی متعدد که از کوه های زاگرس سرچشمه می گیرند به علاوه توفان های گرد و خاک متعدد که از بین النهرین، شبه جزیره عربستان و بخش های کم ارتفاع زاگرس سرچشمه می گیرند، مقادیر عظیمی رسوبات خشکی زاد در اندازه سیلت تا ماسه دانه ریز وارد محیط خلیج فارس و دریای عمان می کنند که بخش زیادی از آن طی چند ده هزار سال تا قبل از هولوسن دچار خشکیدگی بوده است. محققین بر این عقیده اند سهم فراوانی از رسوبات خشکی زاد ورودی به سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان مربوط به رسوبات بادی است (Al-Senafi and Anis 2015; Kukal and Saadallah 1973). میزان بالای ذرات کوارتز مات در بخش ماسه دانه ریز رسوبات خشکی زاد منطقه به خصوص در خلیج فارس با روند افزایشی به سمت شمال غربی (تا حداکثر ۵۰٪ ذرات کوارتز آواری) نشان می دهد گردوغبار تأمین کننده بخش قابل توجهی از ذرات رسوبی منطقه است (Hamzeh 2021). اما به هر حال میزان ذرات آواری خشکی زاد در بخش های میانی سواحل ایرانی خلیج فارس (بین مصب رودخانه مند و مهران، غرب استان هرمزگان و شرق استان بوشهر) کاهش چشمگیری نشان می دهد که حاکی از کاهش ورود آب های جاری به منطقه است (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه سه بعدی عوامل مختلف تأمین کننده و توزیع رسوبات بستر خلیج فارس

از سوی دیگر، بسترهای سنگی پوشیده شده از خرده های اسکلتی جانداران و/یا رسوبات دانه درشت به جامانده از قبل در امتداد محور خلیج فارس که دارای نرخ رسوب گذاری بسیار پایین تر است (کمتر از یک میلی متر در سال) محیط مساعدی جهت رشد و توسعه جوامع بسترزی مانند دوکفه ای ها، مرجان های منزوی و فرامینیفرهای بزرگ جثه (مانند جنس های *Hanzawaia*, *Cibicides* و *Marsipella*) فراهم آورده است (Hamzeh et al. 2021; Maghsudlou et al. 2021). رسوبات برجای مانده از قبل متعلق به اواخر پلیستوسن هستند که در محیطی نیمه آبیگری شده ایجاد شده اند و معرف رسوبات تا حدی بر جازاد هستند (Seibold et al. 1973). در بخش های شرقی خلیج فارس به خصوص

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

در اطراف جزایری مانند قشم، هرمز و لارک رسوبات همچنین می‌توانند حاصل فرسایش گنبد‌های نمکی (ماسه، دانه متوسط تا گراول) در نواحی محدود باشند. رسوبات به‌جامانده اسکلته و غیر اسکلته در بخش‌های وسیعی از خلیج فارس که در آن اثر انرژی زیاد جریان بستر تا توپوگرافی خاص محل، رسوب‌گذاری ناچیزی طی چند هزار سال قبل روی داده دیده می‌شوند. منتهی‌الیه بخش شرقی تنگه هرمز یعنی محل اتصال تنگه هرمز با آب‌های عمیق خلیج عمان آخرین نقطه ایست که این رسوبات حضور دارند. مانند رسوبات به‌جامانده از قبل، میزان فراوانی خرده‌های اسکلته نیز با افزایش نرخ رسوب‌گذاری کاهش پیدا می‌کنند (Diester Haas 1973). درکل مهم‌ترین عوامل مؤثر در چگونگی توزیع رسوبات در بستر خلیج فارس و دریای عمان ریخت‌شناسی بستر، جریان‌های جزرومدی، امواج و جریان بستر خلیج فارس و تنگه هرمز است (Al-Said et al. 2018; Hamzeh et al. 2021).

مراجع

- Al-Ghadban AN, Massoud MS., Abdali F. 1996. Bottom sediments of the Persian Gulf: I. Sedimentological characteristics. Kuwait J Sci Engrg 23:71–88.
- Al Said T, Yamamoto T, Madhusoodhanan R, Al-Yamani F, Pokavanich T. 2018. Summer hydrographic characteristics in the northern ROPME Sea Area: role of ocean circulation and water masses. Estuar Coast Shelf Sci 213:18–27.
- Al-Senafi F, Anis A. 2015. Shamals and climate variability in the northern Persian Gulf from 1973 to 2012. Int J Climatol 35(15):4509–4528.
- Diester-Haass L. 1973. Holocene climate in the Persian Gulf as deduced from grain size and petropod distribution. Mar Geol 14:207–223.
- Hamzeh, M.A. 2021. Environmental implications of the distribution and physical characteristics of surface sediments in the northern Persian Gulf. Geo-Marine Letters 41:45.
- Heiri O, Lotter AF, Lemcke G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. J Paleolimnol 25:101–110.
- Kukal Z Saadallah A. 1973. Aeolian admixtures in the sediments of the northern Persian Gulf. In: Purser BH (eds) The Persian Gulf. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 115–121.
- Lees GM, Falcon NL. 1952. The geographical history of the Mesopotamian plains. Geogr J 118(1):24–39.
- Maghsoudlou A, Salimi PA, Owfi F. 2021. First record and range extension of the transversely-dividing azooxanthellate coral *Truncatoflabellum mortenseni* Cairns and Zibrowius. 1997. (Scleractinia, Flabellidae) in the Persian Gulf. Western Indo-Pacific Ocean Marine Biodiversity Records 14(1):1–4.
- Mudroch A, Azcue JM, Mudroch P. 1997. Manual of physico-chemical analysis of aquatic sediments. Lewis Publishers, CRC Press, USA, p 287.
- Purser BH, Seibold E. 1973. The principal environmental factors influencing Holocene sedimentation and diagenesis in the Persian Gulf. In: Purser BH (eds) The Persian Gulf. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1–9.
- Reynolds RM (1993) Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—results from the Mt Mitchell expedition. Mar Pollut Bull 27:35–59.
- Seibold EL, Diester D Fütterer, H Lange, P Müller, F Werner (1973) “Holocene sediments and sedimentary processes in the Iranian part of the Persian Gulf.” In: Purser BH (eds.) The Persian Gulf. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 57–80.