University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Evaluating the Role of Sedimentation Rates in the Site Selection of Artificial Reefs in the Gulf of Oman (Cape of Jask)

Siamak Behzadi[1]✉, Ali Salarpouri[1], Hadi Kouhkan[1], Mohammad-Sedigh Mortazavi[1], GholamAli Akbarzadeh[1]

1. Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran, P.O. 79145-1597.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 4 October 2024
Accepted: 30 October 2024
ePublished: 25 January 2025

✉**Corresponding Author:**
behzadi@pgoseri.ac.ir

Keywords:
Artificial reefs,
Site selection,
sedimentation rate,
Total suspended solids,
Jask,
Oman Sea.

ABSTRACT

A promising approach for restoring fish stocks is the creation of artificial reefs (A.Rs). An important factor in site selection for these reefs is the study of Total Suspended Solids (TSS) and sedimentation rates, which offers valuable insights for the future of fish populations in the area. This study focused on three stations, with three repetitions at each, located in the eastern and western basins of the Cape of Jask, areas designated for artificial reef construction. Data was collected during the summer and winter seasons of 2023. The minimum and maximum sedimentation rates were observed at the fourth station in the eastern basin (winter 2023), with a mean of 10.98 (±0.8) g/m²/day, and at the third station in the western basin (summer 2023), with a mean of 17.34 (±0.92) g/m²/day. The average sedimentation rate in the eastern basin was 12.44 (±1.02) g/m²/day, while the western basin had a higher average of 15.77 (±0.81) g/m²/day, indicating greater sedimentation in the western basin. The highest sedimentation rate in the eastern basin was measured at station 5 during the summer of 2023 (76.4%), and the highest rate in the western basin occurred at station 4 in the winter of 2023 (86.5%). These sedimentation rates and TSS levels are crucial for both the future of settled and mobile aquatic communities (biotic future) and the longevity of the artificial reefs themselves (abiotic future). In later stages, these factors will play a key role in determining the success of the A.Rs.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The Cape of Jask, located on a peninsula along the coast of the Gulf of Oman, is bordered by the Gulf of Oman to the south, west, and north. Various methods are used worldwide to rehabilitate fish stocks, with one of the primary strategies being the creation of artificial reefs (A.Rs). These man-made structures develop into natural ecosystems through succession, and once settled on the sea bed, they trigger a cascade of physical, chemical, hydrological, and biological changes. The nature and shape of these structures influence these changes both qualitatively and quantitatively. The construction of A.Rs in areas with heavy sedimentation should be avoided, as the effects of sedimentation are more pronounced at shallow depths near the coast. Conversely, low sedimentation rates are crucial for the stability of artificial reefs. Given the significant role that sedimentation rate and Total Suspended Solids (TSS) play in identifying suitable sites for A.Rs, this study was conducted to evaluate these factors. The establishment of A.Rs in the Cape of Jask could provide ideal conditions for restoring fish stocks, offering substantial economic benefits that would enhance the livelihoods of local communities and serve as a strong incentive to support this project.

Materials and Methods

The sedimentation rate and TSS were measured in the summer and winter seasons of 2023 at the eastern and western Cape of Jask. Sediment traps were randomly deployed at each station at approximate intervals to cover the entire proposed area. To collect dissolved solids from water samples, dry residues were weighed on filter paper with a 0.45 µm diameter. A specific volume of the water sample was evaporated at a controlled temperature inside a furnace, and the residual solutes were weighed in the evaporation containers. The amount of solutes was calculated in mL/g. We followed the standard methods outlined by the American Public Health Association (APHA, 2005). The final result was the average of three replicates from each station. Data normalization was conducted using the normal distribution equation and the Kolmogorov-Smirnov test. Statistical analysis was performed using SPSS version 22 to compare spatial and temporal variations of the studied parameters, employing one-way analysis of variance and Tukey’s post hoc test for pairwise comparisons.

Results

The results of the sedimentation rate study at six stations in the Cape of Jask are presented in Figure 2. Temporal and spatial analysis revealed that the lowest sedimentation rate, with an average of 10.98 (±0.8) g/m²/day, occurred at the fourth station in the eastern basin during winter 2023, while the highest sedimentation rate, with an average of 17.34 (±0.92) g/m²/day, was recorded at the third station in the western basin during summer 2023. In general, the eastern basin had an average sedimentation rate of 12.44 (±1.02) g/m²/day, compared to 15.77 (±0.81) g/m²/day in the western basin, indicating a higher sedimentation rate in the western basin. The lowest TSS value, with an average of 25.9 (±0.46) mg/L, was recorded at the fourth station in the eastern basin during winter 2023, while the highest TSS value, with an average of 36.39 (±0.62) mg/L, was recorded at the third station in the western basin during summer 2023. The average TSS in the western basin was 34.02 (±0.82) mg/L, while in the eastern basin, it was 27.54 (±1.02) mg/L. Statistical analysis using one-way ANOVA and Tukey's post hoc test

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

showed significant differences in TSS levels both within the stations of each basin and between the two basins ($p < 0.05$).

Conclusion

Accurate site selection, proper design, and the use of appropriate materials are critical for maximizing the effectiveness and long-term stability of artificial reefs (A.Rs). While various parameters are considered in selecting optimal locations for reef structures, the study of sedimentation rates, TSS, and water column sediments is crucial. These factors, along with the potential impact of artificial reefs on sedimentation and TSS in the surrounding environment, are essential for both biological and economic considerations in site selection. In the Cape of Jask, areas in the eastern basin are more susceptible to sedimentation than those in the western basin. However, there is no fixed threshold for sedimentation rate or TSS to determine the ideal placement of artificial reefs in the waters of the Persian Gulf, Gulf of Oman, or other regions globally. The stations identified in this study are recommended for artificial reef establishment based on the variables analyzed in this research.

.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir
دانشگاه هرمزگان

ارزیابی نقش نرخ رسوب‌گذاری در به‌گزینی مکانی زیستگاه‌های مصنوعی خلیج عمان (دماغه جاسک)

سیامک بهزادی[۱]✉، علی سالارپوری[۱]، هادی کوهکن[۱]، محمدصدیق مرتضوی[۱]، غلامعلی اکبرزاده چماچائی[۱]

۱. پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران صندوق پستی ۷۹۱۴۵-۱۵۹۷.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

✉ **نویسنده مسئول:**
behzadi@pgoseri.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
زیستگاه‌های مصنوعی،
به‌گزینی مکانی،
نرخ رسوب‌گذاری،
مواد جامد معلق کل،
جاسک،
دریای عمان.

چکیده

استفاده از زیستگاه مصنوعی یکی از راه‌های بازسازی ذخایر آبزیان است، اطلاع از وضعیت مواد جامد معلق کل و نرخ رسوب‌گذاری از متغیرهای مهم در به‌گزینی مکانی این زیستگاه‌ها است. در این مطالعه با هدف تعیین نواحی مناسب، در شش نقطه با پوشش دو سمت دماغه جاسک در دو فصل تابستان و زمستان (سال ۱۴۰۲) نمونه‌برداری انجام شد. نتایج نشان می‌دهد ایستگاه نزدیک شهر جاسک در بخش شرقی در زمستان با مقدار (±۰/۸) ۱۰/۹۸ (گرم/مترمربع/ روز)، کمینه مقادیر اندازه‌گیری بوده است. در حالی که وضعیت بیشینه در بخش میانی غرب دماغه جاسک در تابستان با مقدار (±۰/۹۲) ۱۷/۳۴ گرم در هر مترمربع در روز، برآورد شد. به‌شکل کلی بخش شرق منطقه مورد مطالعه دارای نرخ رسوب‌گذاری کمتری نسبت به بخش غربی بود؛ مقدار نرخ رسوب‌گذاری کل برای این دو بخش به ترتیب (±۱/۰۲) ۱۲/۴۴ و (±۰/۸۱) ۱۵/۷۷ (گرم/مترمربع/ روز)، محاسبه شد. با این که هیچ عدد ثابتی، از مطالعه نرخ رسوب‌گذاری و مواد جامد معلق کل برای شناسایی بهترین ناحیه جهت استقرار سازه‌ها در منطقه مورد مطالعه جاسک حاصل نشد، اما با تکیه بر دامنه بهینه متغیرهای اندازه‌گیری می‌توان برخی از ایستگاه‌ها را پیشنهاد داد. ایستگاه دوم (ناحیه میانی بخش غربی)، ایستگاه چهارم (ناحیه مجاور شهر بندرجاسک در بخش شرق) و ایستگاه ششم (شرقی‌ترین ناحیه دماغه جاسک) را می‌توان به‌عنوان نواحی بهینه استقرار سازه‌ها معرفی نمود. چنین مطالعاتی می‌تواند نقش موثری در ابعاد مختلف مدیریت نواحی ساحلی ارگان‌های دریایی داشته باشد، به‌نحوی که توسعه احتمالی منطقه در کنار توجه به مسائل بازسازی ذخایر آبزیان را امتداد می‌دهد.

ناشر: دانشگاه هرمزگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

مقدمه

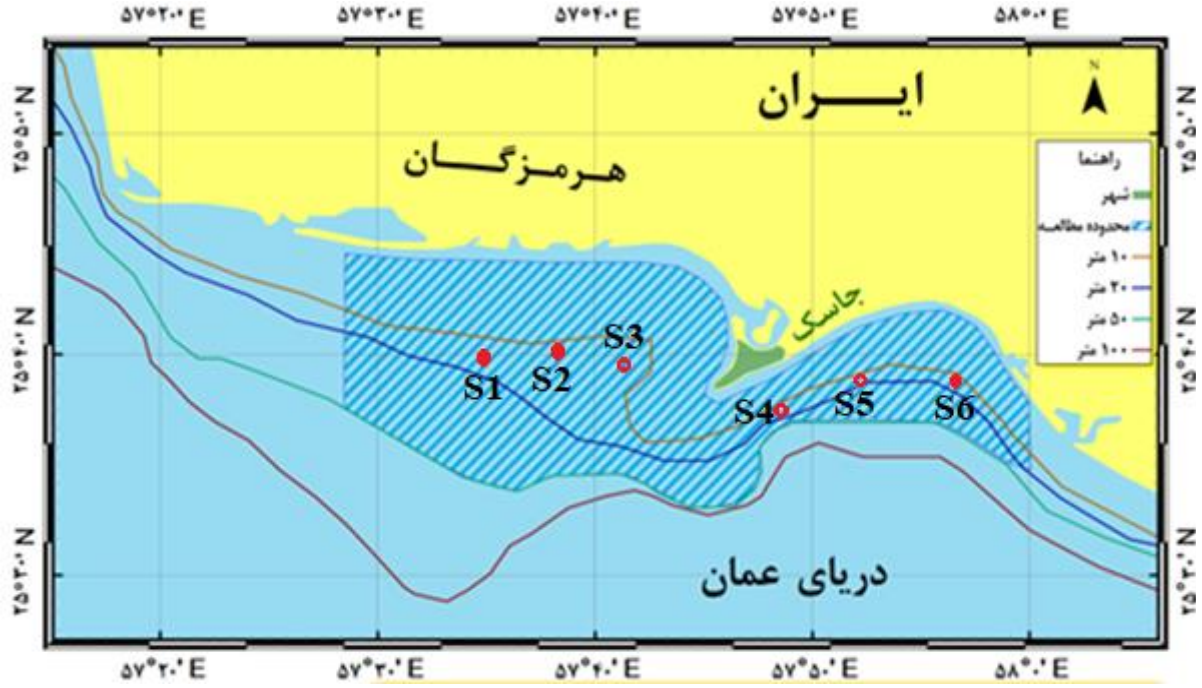
استان هرمزگان با قرار گرفتن در تنگه هرمز و همسایگی با خلیج عمان و خلیج فارس نقش حساس خود را در رابطه با موقعیت استراتژیک ، موقعیت ویژه در منطقه و توسعه سواحل جنوب ایران نمایان ساخته است. منطقه جاسک در موقعیت جغرافیای ۲۵/۵۷۲ تا ۲۵/۷۸۲ درجه شمالی و ۵۷/۵۶۵ تا ۵۸/۰۵۶ درجه شرقی قرار داشته و سابقه تاریخی قبال توجهی دارد. این منطقه ساحلی به‌صورت شبه‌جزیره‌ای بر روی جلگه ساحلی غرب مکران واقع شده است و از طرف جنوب، غرب و شمال توسط دریا احاطه شده است (Heidarinejad., 2022). زیست‌بوم‌های دریایی به دلایل مختلف ازجمله برداشت بیش از حد منابع زنده، دستکاری مستقیم مناطق ساحلی، هجوم و معرفی گونه‌های مهاجم از سایر زیست‌بوم‌ها، آلودگی‌ها، تغییرات آب و هوایی، در معرض خطر قرارگرفته‌اند. این عوامل گاه باعث انقراض برخی گونه‌ها نیز شده است، دراین‌بین فعالیت‌های صیادی به‌عنوان اولین و مهم‌ترین عامل ایجاد اختلال در زیست‌بوم‌های ساحلی معرفی شده است (Schile *et al.*, 2017). این تغییرات نه‌تنها برای تنوع زیستی دریایی، بلکه برای آسیب به ثروت اقتصادی و رفاه اجتماعی نیز پیامدهایی منفی به دنبال دارد (Campbell *et al.*, 2011). با توجه به روند تخریبی منابع دریای انتظار می‌رود مدیریت بهتر و علمی بتواند روند تخریب زیست‌بوم‌های دریایی را در آینده متوقف کند. در حال حاضر نیاز به مداخله فعال‌تر در جهت بازسازی و بهبود زیستگاه در پاسخ به تخریب گذشته وجود دارد (Alghunaim *et al.*, 2020). روش‌های متفاوتی برای بازسازی ذخایر ماهیان وجود دارد که در این بین استفاده از زیستگاه‌های مصنوعی (Artificial reefs)، یکی از آن‌ها است. این روش هزینه‌های پرسنلی پس از استقرار نداشته و به دلیل تبدیل‌شدن به زیست‌بوم‌های طبیعی در اثر سیر توالی، در طرح‌های اولویت‌دار قرار گرفته است (Behzadi *et al.*, 2016). آن‌ها سازه‌های ساخته شده دست بشر تعریف شده که پس از استقرار در بستر دریا، بستر و شعاع پیرامون خود را تحت تاثیر فیزیکی، شیمیایی، هیدرولوژیکی و زیستی قرار می‌دهند، که کلیه عوامل ذکرشده از منظر کمی و کیفی به جنس و نوع سازه، چیده‌مان، استقرار، فون، فلورطبیعی هر زیست‌بوم بستگی دارد (Abelson., 2006). برنامه‌های زیستگاه مصنوعی در سال‌های اخیر به‌طور گسترده در سراسر دنیا و علی‌الخصوص خلیج‌فارس پذیرفته شده‌اند، که از این بین می‌توان به پروژه‌های کشورکویت (Nithyanandan *et al.*, 2018)، شرق عربستان سعودی (Loughland *et al.*, 2016)، کشور امارات متحده عربی(Burt *et al.*, 2012)، ایران (Azhdari *et al.*, 2012) و امارات متحده عربی (Mateos-Molina *et al.*, 2020)، اشاره نمود. استقرار زیستگاه‌های مصنوعی در سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری در دنیا افزایش‌یافته است. اما همواره باید توجه داشت که مکان زیستگاه مصنوعی باید با دقت انتخاب شود، چراکهموفقیت یا شکست این برنامه‌ها تا حد زیادی به انتخاب دقیق مکان بستگی دارد (Barber *et al.*, 2009). شناسایی مناطق مستعد استقرار سازه‌ها و مؤلفه‌های موثر تاثیرگذار بر آن‌ها از عوامل مهم در به گزینی است (Behzadi *et al.*, 2016). احداث زیستگاه مصنوعی در مناطقی که رسوب‌گذاری شدید دارند (مانند مناطق نزدیک به دهانه رودخانه و مناطق ساحلی با جریان آب محدود) باید اجتناب شود، که این اثرات در عمق کم‌تر، نزدیک به ساحل شدیدتر خواهد بود و نرخ رسوب‌گذاری کم در دریاها نقش مهمی در ایجاد پایداری مصنوعی دارد (Behzadi *et al.*, 2019). چنین اطلاعات زیست‌محیطی در تعیین اینکه آیا زیستگاه احتمالاً به اهداف خود می‌رسد کمک می‌کند، زیرا در مرحله نخست شرایط محلی بر پایداری زیستگاه تأثیر می‌گذارد،. در مراحل بعدی باید محیط مناسبی را برای گونه هدف فراهم کند. از سوی دیگر جمع‌آوری این داده‌ها می‌تواند بخشی از اطلاعات و همچنین یک الگوی پایه برای اندازه‌گیری اثرات بالقوه ناشی از زیستگاه بر روی محیط‌زیست و/یا سایر موارد مفید ارائه دهد (Fabi *et al.* 2015). مطالعات انجام‌شده در رابطه با اثرات صخره‌های مصنوعی بر رژیم هیدرودینامیک در جنوب پرتغال توسط گروهی از محققین (Whitmarsh *et al.*, 2008)، نشان داد که انتقال مواد مغذی از رسوب به ستون آب و کمیت/کیفیت ذرات معلق/ته‌نشین شده به‌شدت به وجود ساختارهای صخره‌ای و رژیم هیدرودینامیک منطقه بستگی دارد. با توجه به اهمیت نقش نرخ رسوب‌گذاری و مواد جامد معلق کل در تعیین بهترین مکان استقرار زیستگاه‌های مصنوعی، در مناطق پیشنهادی استقرار سازه‌ها در حوضهشرقی و غربی دماغه جاسک، این مطالعه صورت پذیرفت. استقرار زیستگاه‌های مصنوعی در منطقه جاسک می‌تواند مکان‌های بهینه برای بازسازی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

ذخایر آبزیان را به وجود آورده و منافع اقتصادی حاصل از این بازسازی نیزدر بهبود زندگی و معیشت جامعه محلی تأثیرگذار خواهد بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه نرخ رسوبگذاری و اندازه‌گیری مواد جامد معلق کل، در فصل‌های تابستان و زمستان ۱۴۰۲ در دو حوضه شرقی و غربی دماغه جاسک مورد بررسی قرار گرفت. مبنای انتخاب ایستگاه‌ها در این پژوهش پهنه‌های تعیین‌شده جهت مطالعه استقرار زیستگاه‌های مصنوعی در منطقه جاسک بود. بدین منظور سه ایستگاه در حوضه شرقی و سه ایستگاه در حوضه غربی انتخاب و مطالعه شدند (شکل۱ و جدول۱).



شکل۱. ایستگاه‌های اندازه‌گیری در مطالعه نرخ رسوب‌گذاری و مواد جامد معلق کل در دماغه جاسک ۱۴۰۲.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های اندازه‌گیری نرخ رسوب‌گذاری و مواد جامد معلق کا در دماغه جاسک ۱۴۰۲.

ایستگاه	حدود ساحلی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عمق(متر)
St_1		۵۷°۳۷'۵۷.۱۵"E	۲۵°۴۰'۵۳.۰۰"N	۱۵
St_2	حوضه غربی خلیج جاسک	۵۷°۴۰'۲۶.۴۰"E	۲۵°۴۰'۵۱.۶۰"N	۱۷
St_3		۵۷°۴۲'۵۴.۰۰"E	۲۵°۴۰'۵۱.۶۰"N	۱۶.۵
St_4		۵۷°۴۸'۳۶.۰۰"E	۲۵°۳۸'۰۲.۴۰"N	۱۶
St_5	حوضه شرقی خلیج جاسک	۵۷° ۵۱.۵۱۲ "E	۲۵° ۳۸.۹۰۵'N	۱۵
St_6		۵۷° ۵۳.۹۳۱ "E	۲۵° ۳۹.۹۳۱'N	۱۶.۵

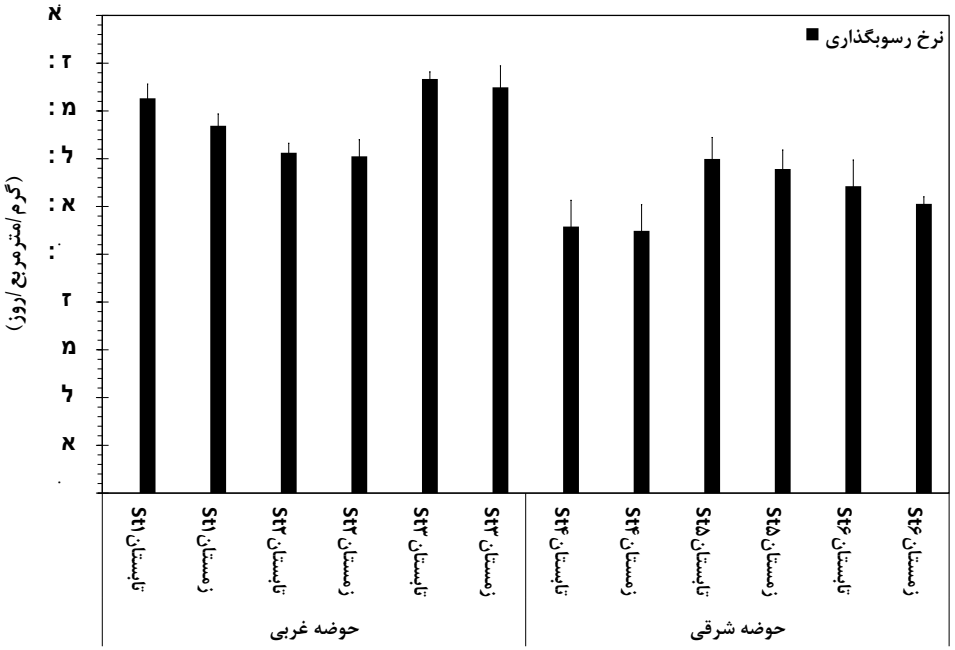
به‌منظور مطالعه نرخ رسوب‌گذاری در پهنه‌های پیشنهادی استقرار زیستگاه‌های مصنوعی از میانگین سه تکرار تله‌های رسوب‌گیر طراحی‌شده در هر ایستگاه استفاده شد. تله‌های رسوب‌گیر در هر ایستگاه توسط تیم غواصی به‌صورت تصادفی و با فواصل تقریبی به نحویکه کل منطقه پیشنهادی و مناطق فراساحلی را پوشش دهد مستقر گردید. پس از استقرار در ایستگاه‌ها، حجم رسوب

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

تجمع یافته بر اساس سطح مقطع تله رسوب‌گیر محاسبه و برحسب رسوب روزانه در واحد سطح، برآورد شد. تله‌های رسوب‌گیر به نحوی طراحی و تعبیه شدند که رسوبات معلق در ستون آب پس از ورود به مخزن، امکان برگشت به ستون آب وجود نداشته باشد. به‌منظور مطالعه رسوبات ستون آب، نمونه‌ها از تله‌های رسوب‌گیر توسط تیم تحقیقاتی با احتیاط جداشده و به روی عرشه شناور انتقال و سپس در آزمایشگاه بخش بوم‌شناسی پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان مورد آنالیز قرار گرفت. همچنین، به روش توزین، باقیمانده خشک بر روی کاغذ صافی با قطر ۰/۴۵میکرون (پس از فیلترکردن حجم معینی از نمونه آب با استفاده از پمپ خلاء)، مواد جامد محلول به روش تبخیر حجم معینی از نمونه آب در دمای معین در داخل اون قرار داده شد و توزین باقیمانده املاح در ظروف تبخیر بر اساس روش استاندارد انجمن بهداشت عمومی امریکا محاسبه شد (APHA., 2005). در ادامه، در هر ایستگاه میانگین سه تکرار قرائت‌شده به‌عنوان عدد نهائی در نظر گرفته شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگراف–اسمیرنوف استفاده شد. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS، و جهت مقایسه تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای مورد مطالعه از روش‌های آماری تک متغیره (آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون توکل) استفاده شد.

نتایج

نتایج مطالعه نرخ رسوب‌گذاری در شش ایستگاه (سه حوضه غربی و سه حوضه شرقی)، دماغه جاسک در شکل۲، ارائه‌شده است. بررسی زمانی و مکانی نرخ رسوب‌گذاری نشان داد کمینه این مقادیر با میانگین و انحراف معیار ۱۰/۹۸(گرم/مترمربع/ روز)(۰/۸ ±) و بیشینه این مقادیر با میانگین و انحراف معیار ۱۷/۳۴ (گرم/مترمربع/ روز)(۰/۹۲ ±)، به ترتیب در ایستگاه چهارم در حوضه شرقی دماغه جاسک (زمستان ۱۴۰۲)، و در ایستگاه سوم در حوضه غربی دماغه جاسک (تابستان ۱۴۰۲)، برآورد گردید.

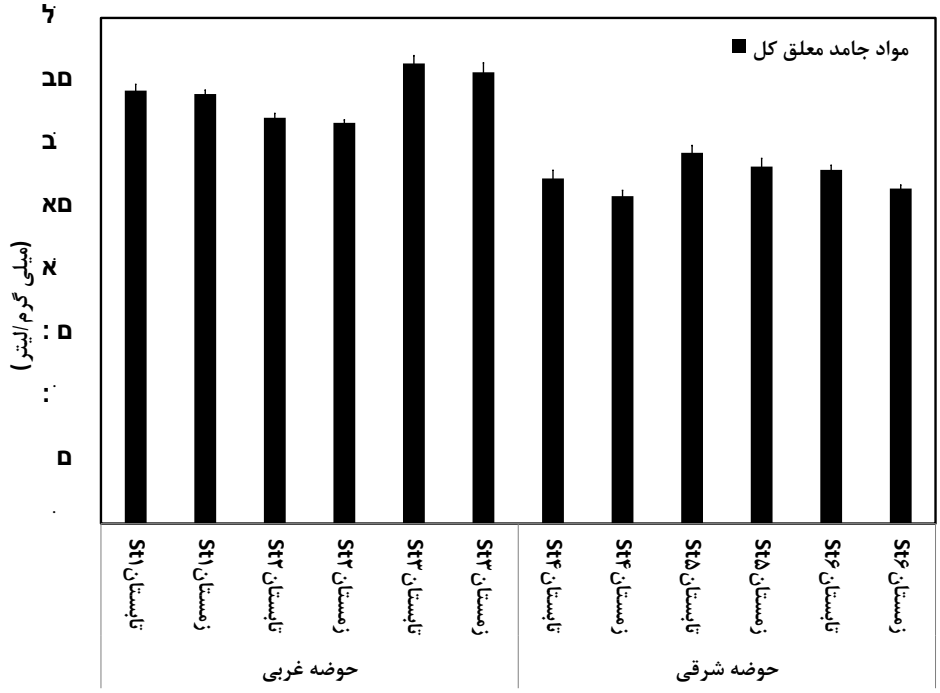


شکل۲. نرخ رسوب‌گذاری در حوضه غربی و شرقی دماغه جاسک، ۱۴۰۲.

همچنین در بررسی کلی؛ نرخ رسوب‌گذاری در هر یک از دو حوضه نتیجه‌گیری گردید حوضه شرقی با میانگین نرخ رسوب‌گذاری ۱۲/۴۴ (گرم/مترمربع/روز)(۱/۰۲±)، نسبت به حوضه غربی با میانگین نرخ رسوب‌گذاری ۱۵/۷۷(گرم/مترمربع/ روز)(۰/۸۱ ±)، دارای نرخ رسوب‌گذاری کمتری بوده است. نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین نرخ رسوب‌گذاری در بین ایستگاه‌ها در هر یک از حوضه‌ها و بین ایستگاه‌های حوضه‌های غربی و شرقی بوده است ($p<0/05$). مواد جامد معلق کل در ایستگاه‌های حوضه شرقی و غربی دماغه جاسک در شکل۳، نشان داده‌شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

نکته قابل‌توجه در مطالعه مواد جامد معلق کل در ایستگاه‌های حوضه غربی و حوضه شرقی دماغه جاسک نتایج بررسی زمانی و مکانی این متغیر نشان‌دهنده نتیجه‌ای مشابه با نرخ رسوب‌گذاری بوده است، به‌گونه‌ای که کمینه این مقادیر با میانگین و انحراف معیار ۲۵/۹(±۰/۴۶)میلیگرم/ لیتر ،(ایستگاه چهارم، حوضه شرقی، زمستان ۱۴۰۲)، و بیشینه این مقادیر با میانگین و انحراف معیار۳۶/۳۹ (۰/۶۲ ±) میلیگرم/ لیتر، (ایستگاه سوم، حوضه غربی، تابستان ۱۴۰۲) به ترتیب برآورد گردید.



شکل۳. میزان مواد معلق و رسوبات ستون آب در هر ایستگاه ۱۴۰۲.

میانگین مواد جامد معلق کل در حوضه غربی ۳۴/۰۲(±۰/۸۲)(گرم/مترمربع/ روز) و در حوضه شرقی این مقدار برابر با ۲۷/۵۴(± ۱/۰۲)(گرم/مترمربع/ روز)، تخمین زده شد. بررسی آزمونه آماری نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکل نیز نشان دهنده تفاوت بین مواد جامد معلق کل در بین ایستگاه‌ها در هر یک از حوضه‌ها و بین ایستگاه‌های حوضه‌های غربی و شرقی بوده است ($p<۰/۰۵$).

بحث

انتخاب دقیق محل، طراحی سازه‌ها، استفاده از مواد مناسب برای افزایش راندمان و تضمین پایداری طولانی مدت سازه‌ها در پروژه‌های توسعه زیستگاه‌های مصنوعی ضروری است. هرچند متغیرهای متعددی در انتخاب مکان بهینه جهت استقرار سازه‌ها مطالعه می‌شود، بی‌شک مطالعه نرخ رسوب‌گذاری، مواد جامد معلق کل،رسوبات ستون آب و نقش آن‌ها در استقرار سازه‌ها و همچنین تأثیری که استقرار سازه‌ها بر این دو مؤلفه در منطقه استقرار و محیط‌های پیرامون می‌گذارد اهمیت دارد. این مسئله از منظر زیستی، آینده‌پژوهی و همچنین اقتصادی یکی از عوامل مهم در به گزینی ، مطالعه می‌شود (Behzadi *et al*., 2016). مطالعه دو متغیر نرخ رسوب‌گذاری، مواد جامد معلق کل در پروژه تعیین نرخ رسوبگذاری و خصوصیات فیزیکی رسوبات حوضه شرقی و غربی دماغه جاسک، در کنار سایر پروژه های دیگر در قالب یک طرح نشان‌دهنده اهمیت این مطالعه در انتخاب به گزینی محل استقرار سازه‌ها می‌باشد. کمترین مقدار رسوب‌گذاری در حوضه شرقی دماغه جاسک، ایستگاه دوم (زمستان ۱۴۰۲)، و بیشترین مقدار در ایستگاه سوم در حوضه غربی دماغه جاسک (تابستان ۱۴۰۲) و در میانگین کلی ، حوضه شرقی نسبت به حوضه غربی دارای نرخ رسوب‌گذاری کمتری بوده است،. از این منظر منطقه شرقی خلیج جاسک دارای مناطق مساعدی برای استقرار سازه‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

است. نتایج بررسی زمانی و مکانی مواد جامد معلق کل در ایستگاه‌های حوضه شرقی و غربی دماغه جاسک نشان داد که؛کمینه مقادیر در ایستگاه چهارم، (زمستان ۱۴۰۲) و بیشینه در ایستگاه سوم، (تابستان ۱۴۰۲)، تخمین زده شد (شکل۳). همانگونه که در تعریف مواد جامد معلق کل عنوان‌شده، آن‌ها به مواد رسوبی اطلاق می‌شود که بدون تماس با بستر دریا در ستون آب شناور هستند و منشأ آن‌ها را می‌توان تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند ورودی از ساحل، جریان‌های دریای و شرایط اقیانوس‌شناسی عنوان نمود. بیان شده است سطوح بالای آن‌ها می‌تواند برای زیست‌بوم‌های آبی، به‌ویژه صخره‌های مرجانی مضر باشد (Zweifler *et al.*, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که افزایش رسوب‌گذاری می‌تواند منجر به گونه‌های نشست یافته کمتر و نرخ جذب کمتر نشست یافته‌ها توسط سازه‌ها شود و بر تنوع زیستی و انعطاف‌پذیری اکوسیستم‌های صخره‌ای تأثیر بگذارد. علاوه بر این افزایش مواد جامد معلق کل می‌تواند منجر به ته‌نشست شود که ممکن است فیلترفیدرها، تخم‌های ماهیان مرکب نشست یافته، و سایر بی‌مهرگان را از بین ببرد(Zweifler *et al.*, 2021). با توجه به مواردی که در خصوص نرخ بالای مواد جامد معلق کل در یک منطقه عنوان گردید و علی‌رغم این چالش‌ها، برخی مطالعات نشان می‌دهد که گونه‌های نشست یافته خاصی می‌توانند در محیط‌های کدر رشد کنند، که نشان‌دهنده درجه‌ای از انعطاف‌پذیری آن‌ها است. مرجان‌های اسپیرال و گورگونیم در زیستگاه‌های مصنوعی در آب‌های گل‌آلود مانند بندر صلخ و بندربستانه نشست یافته و رشد موفقی را نشان داده‌اند (Behzadi *et al.*, 2019). این انعطاف‌پذیری ممکن است در بین گونه‌ها در مواجه با رسوب متفاوت باشد بنابراین نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه است. درحالی‌که مواد جامد معلق کل چالش‌های قابل‌توجهی را برای رشد نشست یافته‌ها در زیستگاه‌های مصنوعی ایجاد می‌کند، درجه تاثیر می‌تواند بر اساس شرایط محیطی و گونه‌های نشست یافته خاص متفاوت باشد. مدیریت ورودی‌های مواد جامد معلق کل و درک آستانه تحمل موجودات نشست یافته برای استقرار و نگهداری موفق سازه در محیط‌های پر از رسوب حیاتی است (Blakeway *et al.*, 2013). با این حال آنچه قابل‌توجه است؛ سازه‌ها از طریق چندین مکانیسم می‌توانند در کاهش مواد جامد معلق کل نقش داشته باشد، که می‌توان به ویژگی بیوفیلتراسیون توسط ارگانیسم‌های نشست یافته اشاره نمود. سازه‌ها بستر سختی را برای نشست موجودات فیلتر کننده مانند اسفنج‌ها، آبفشان‌های دریایی و دوکفه‌ای‌ها فراهم می‌کنند. این فیلتر فیدرها می‌توانند ذرات معلق را از ستون آب حذف کنند و به‌طور موثر به‌عنوان شفاف کننده آب طبیعی عمل کنند. دیگر عملکردی که که می‌توان به سازه‌ها نسبت داد به دام انداختن مواد جامد معلق می‌باشد، سازه‌ها می‌توانند الگوهای جریان آب را تغییر دهند و باعث شوند رسوبات معلق در مناطق دیگر ته‌نشین شوند(Blakeway *et al.*, 2013). ساختار پیچیده یک صخره مصنوعی تلاطم و گرداب‌های ایجاد می‌کند که سرعت جریان را کاهش می‌دهد و به ذرات اجازه می‌دهد از حالت تعلیق خارج شوند، که باگذشت زمان، می‌توانند به تجمع رسوب در اطراف پایه ساختار سازه‌ها منجر شود و سطح مواد جامد معلق کل را در آب کاهش دهد. اما آنچه از آینده زیستی سازه‌ها متصور می‌گردد، مرتبط با ساختار پیچیده موجودات نشست یافته بر روی سازه‌ها بوده که جامعه متنوعی از موجودات دریایی را شامل می‌شوند و در این بین موجودات فیلتر کننده در بازچرخ مواد نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. این افزایش تنوع زیستی می‌تواند به چرخه مواد مغذی کارآمدتر و انتقال انرژی در اکوسیستم صخره‌ها منجر شود و سیستم سالم‌تر و متعادل‌تر را ارتقا دهد. یک سازه متنوع و تثبیت‌شده می‌تواند ظرفیت بیشتری برای تنظیم طبیعی سطوح مواد جامد معلق کل در مقایسه با یک صخره کمتر توسعه‌یافته داشته باشد. خود طراحی سازه‌ها اغلب ویژگی‌های رسوب‌گذاری محلی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به‌عنوان‌مثال، استفاده از مواد و سازه‌های خاص می‌تواند به کاهش مسائل مربوط به حرکت رسوب و فرسایش کمک کند و اطمینان حاصل کند که سازه‌ها زیستگاه‌های موثری برای حیات دریایی باقی می‌مانند (Yun and Kim., 2018).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان عنوان نمود درحالیکه هیچ عدد استانداردی، از دو متغیر (نرخ رسوب‌گذاری، مواد جامد معلق کل و رسوبات ستون آب)، برای معرفی جهت استقرار سازه در آب‌های خلیج‌فارس و خلیج عمان و همچنین سایر مناطق دنیا وجود ندارد. در خصوص دامنه بهینه این دو متغیر، در انتخاب مناطق بهینه جهت استقرار سازه‌ها می‌توان بیان نمود؛ دو مؤلفه ، در انتخاب محل استقرار سازه‌ها دارای همبستگی به یکدیگر بوده به‌گونه‌ای که نمی‌توان اهمیت هر یک را جداگانه در نظر گرفت، اما در موفقیت

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

اکولوژیکی اجتماعات نشست یافته و آبزیان متحرک این زیست‌بوم‌ها (آینده زیستی) و همچنین بر آینده خود استقرارسازه‌ها (غیر زیستی)، اثرات نرخ رسوب‌گذاری و مواد جامد معلق کل موضوعی است که بایستی مد نظر قرار گرفت و جدا کردن آنها از یکدیگر دشوار می‌باشد. همبستگی پارامترها به این معنی است که متغیرهای مستقل نمی‌توانند به‌طورجداگانه تعیین شوند و اغلب به‌یکدیگروابسته‌اند. هنگامیکه ادعا می‌شود متغیرهای مستقل دارای همبستگی هستند، فهمیدن اینکه کدام متغیرمستقل رابطه نزدیکتری با تغییرات متغیر وابسته دارد غیرممکن می‌شود. هرچند اثرات متغیرهای مستقل دارای همبستگی است، اما گفته می‌شود که تداخل ایجاد می‌شود (Haddon, 2011). لذا، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد هرچند در بین ایستگاه‌های مطالعه شده در حوضه غربی نیز مناطق مستعد قرار دادن سازه از منظر دو مؤلفه مطالعه شده در این پژوهش موجود می‌باشد، مناطق مستعد در حوضه شرقی بیشتر از حوضه غربی در دماغه جاسک می‌باشد. بدیهی است این ایستگاه‌ها جهت استقرار سازه‌ها، تنها از منظر مؤلفه‌های این پژوهش می باشد.

حدود ساحلی	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
حوضه غربی خلیج جاسک	دوم	۵۷°۴۰'۲۶.۴۰"E	۲۵°۴۰'۵۱.۶۰"N
حوضه شرقی خلیج جاسک	چهارم	۵۷°۴۸'۳۶.۰۰"E	۲۵°۳۸'۰۲.۴۰"N
	ششم	۵۷° ۵۳.۹۳۱"E	۲۵° ۳۹.۹۳۱"N

سپاسگزاری

تیم تحقیقاتی بر خود لازم می‌بیند از مساعدت‌ها و حمایت‌های ریاست محترم سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان هرمزگان جناب آقای مهندس شاکری به دلیل حمایت از جامعه صیادی استان و توجه به بازسازی ذخایر آبزیان، جناب آقای مهندس جوکار ریاست محترم واحد طرح و برنامه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان به واسطه پیگیری‌های تخصیص اعتبار پژوهش، ریاست محترم شیلات استان هرمزگان و شیلات شهرستان جاسک آقایان مهندس مسعود بارانی و علی اصغر زارعی، به دلیل فراهم آوردن بستر پژوهش در منطقه و یگان محترم ترابری پژوهشکده آقایان جهانگیر رئیسی و کامران سالاری و همچنین آقای سامانی مسئول محترم رفاه شیلات شهرستان جاسک که با روحیه جهادی خود پذیرای تیم تحقیقاتی بوده‌اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

Abelson, A., 2006. Artificial reefs vs coral transplantation as restoration tools for mitigating coral reef deterioration: benefits, concerns, and proposed guidelines. *Bulletin of Marine Science*, 78(1), pp .151-159.

Alghunaim, A., Yamamoto, T., Madhusoodhanan, R., Polikarpov, I., Chen, W., Al-Said and T. Al-Yamani, F., 2020. Evaluating the potential area and environmental key factors for Sargassum bed restoration in highly turbid waters of the northwestern Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, pp.153. https://doi. org/10.1016/j.marpolbul.2020.110949.

APHA (American Public Health Association)., 2005. A standard method for examination of water and wastewater. *Washington. USA: American Public Health Association Publisher, 18th edition*, 1113 pp.

Azhdari, H., Ibrahim, M., Arshad, A., Shohaimi, S., Ajdari, Z., and Ibrahim, Z. Z., 2012. The effect of artificial reefs on fish assemblage versus natural sites in the Bandar Lengeh-Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(1), pp.1-12.

Barber, J.S., Chosid, D.M., Glenn, R.P. and Whitmore, K.A., 2009. A systematic model for artificial reef site selection. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.* 43, 283e297.

Behzadi S., Darvishi M., Salarpouri A., Akbarzadeh G., A., Vahab Nezhad A. and Seid Morady Sh., 2016. Assessment of fish biodiversity in artificial reefs of the Persian Gulf (Hormozgan province, Salakh and Bostaneh ports). *JAIR 2019*; 7 (3) :45-58URL: http://jair.gonbad.ac.ir/article-pp.1-648-fa.html. (In Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

Behzadi S., Akbarzadeh G.A., Darvishi M., Salarpuri A., Momeni M., Daqhoggi B., Kamali A., Ajjali K., Saraji F., Shojai M., Dehghani R., Aghajari S. , Ebrahimi M. and Aalizadeh A., 2019. Investigating the effects of the establishment of artificial reefs on marine organisms in the coastal waters of Bandar Abbas city, Agricultural Education and Promotion Research Organization, Persian Gulf and Sea of Oman Ecology Research Institute, 126 p. (In Persian)

Blakeway, D., Byers, M., Stoddart, J. and Rossendell, J., 2013. Coral colonization of an artificial reef in a turbid nearshore environment, Dampier Harbour, *Western Australia. PLoS One,* 8(9), p.e75281, doi: 10.1371

Burt, J., Bartholomew, A., and Feary, D., 2012. Man-made structures as artificial reefs in the Gulf. In B. Rig and S. Purkis (Eds.), Coral reefs of the Gulf: adaptation to climatic extremes (Vol. Coral Reefs of the World 3, pp. 171-186): *Springer Science Business Media B. V.*, DOI 10.1007/978-94-007-3008-3_10.

Campbell, M. D., Rose, K., Boswell, K., and Cowan, J., 2011. Individual-based modeling of an artificial reef fish community: effects of habitat quantity and degree of refuge. *Ecological Modelling,* 222(23-24), 3895-3909. doi:10.1016/j.ecolmodel.2011.10.009

Fabi, G., Scarcella, G., Spagnolo, A., Bortone, S. A., Charbonnel, E., Goutayer, J. J., and Trommelen, M., 2015. Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean. *Studies and Reviews*, (96), I.

Haddon, M., 2011, Modelling and Quantitative Methods in Fisheries.' 2nd edn, *Chapman and Hall.* P.449.

Heidarinejad H., 2022. Jask in the passage of History Makran, *Iranian publication* 384 .pp. 24-23. (In Persian)

Loughland, R., Lozano-Cortés, D., Bass, W., Qasem, A., and Elyas, A., 2016. Artificial reefs: enhancing biodiversity in the Persian Gulf. *In Enviro News: Environmental Protection Department Newsletter,* 24 pp. 31-33. Dharhan, KSA: Saudi ARAMCO.

Mateos-Molina, D., Antonopoulou, M., Baldwin, R., Bejarano, I., Burt, J. A., García-Charton, J. A., Al-Ghais, S. M., Walgamage, J. and Taylor, O. J., 2020. Applying an integrated approach to coastal marine habitat mapping in the north-western United Arab Emirates. *Marine Environmental Research,* 161. https:// doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.pp.105095.

Nithyanandan, M., Le Vay, L., Raja, D. K., Kesavan, R., and Pereira, D., 2018. Coral nursery and transplantation of the staghorn coral, Acropora downingi in Sabah Al-Ahmad Sea City, Kuwait, Persian Gulf. *Cogent Environmental Science,* 4(1). https://doi.org/10.1080/23311843.2018.1480334.

Schile, L. M., Kauffman, J. B., Crooks, S., Fourqurean, J. W., Glavan, J., and Megonigal, J. P., 2017. Limits on carbon sequestration in arid blue carbon ecosystems. *Ecological Applications,* 27(3), pp. 859-874. https://doi.org/10.1002/eap.1489.

Whitmarsh, D., Santos, M. N., Ramos, J., and Monteiro, C. C., 2008. Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): An economic analysis of the fisheries and the prospects for management. *Ocean & Coastal Management,* 51(6), 463-468. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.04.004.

Yun, D.H. and Kim, Y.T., 2018. Experimental study on settlement and scour characteristics of artificial reef with different reinforcement type and soil type. *Geotextiles and Geomembranes,* 46(4), pp.448-454. doi.org/10.1016/j.geotexmem.2018.04.005.

Zweifler, A., O'Leary, M., Morgan, K. and Browne, N.K., 2021. Turbid coral reefs: past, present and future—a review. *Diversity,* 13(6), p.251. doi.org/10.3390/d13060251.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]