Unclassified - Non-Classifié

Journal of Aquatic Ecology
University of Hormozgan
ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355
Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Investigating the self-purification power of the sea in removing nutrients (case study: Bandar Abbas beaches)

Maryam Enayati[1], Mohsen Dehghani Ghanatghestani[1]✉, Hossein Parvaresh[1], Ehsan Kamrani[2], Samad Hamzei[3]

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran
2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
3. National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:8 March 2024
Accepted: 25 August 2024
Published online:13 December 2024

✉ Corresponding Author:
dehghani933@gmail.com

Keywords:
Nitrate,
Phosphate,
Nitrite,
Bandar Abbas,
Persian Gulf,
Self-purification.

ABSTRACT

The influx of nutrients into the waters of the Persian Gulf is a significant environmental issue. The discharge of urban and industrial wastewater, as well as runoff from shrimp farming ponds, contributes to pollution in the region. However, the sea also has the capacity for self-purification. This study investigates the concentrations of nitrate, nitrite, and phosphate nutrients, and their variation from the coast to the inner sea in Bandar Abbas, while also assessing the Gulf's self-purification ability in removing these pollutants. Five stations were selected along the shores of Bandar Abbas, focusing on key sources of sewage entering the sea. A transect was placed perpendicular to the coast at each station, with samples collected from the point of sewage discharge, 1500 meters, and 5000 meters offshore. Three seawater samples were taken from each point and analyzed for nitrate, phosphate, nitrite, and physicochemical parameters. The results showed phosphate concentrations ranging from 0.0096 to 0.1450 µg/liter, nitrate from 0.01 to 0.577 µg/liter, and nitrite from 0.0002 to 0.0887 µg/liter. The nitrate and nitrite levels were found to be below the pollution standard, indicating the sea's natural ability to self-purify these pollutants. However, phosphate levels at some stations exceeded the standard, with the highest concentration found at station 4 (Goorsoozan Creek), where untreated urban sewage enters Bandar Abbas. Comparing nutrient levels across the stations revealed significant differences, which can be attributed to varying pollution sources and nutrient input in different regions.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In recent years, the expansion of human activities in coastal areas has significantly contributed to the pollution of marine and coastal waters, making it one of the most pressing environmental challenges globally (Verlecar and Desai, 2004). The Persian Gulf and the Sea of Oman are among the most important marine ecosystems in the region and the country, with their ecological value highlighted in numerous studies. The Persian Gulf serves as a habitat for diverse plant and animal species, yet its biological integrity is increasingly threatened by human activities. The region is at risk from several environmental pressures, including heavy oil and commercial vessel traffic, sewage disposal, desalination, and the proximity of industrial, refinery, and petrochemical plants to the coastline. Additionally, the presence of oil platforms, fishing, and tourism activities further compound these threats. Furthermore, the Persian Gulf is particularly vulnerable due to natural factors such as limited water circulation, high evaporation rates, and shallow depths (Khazali, 2021). The extreme salinity and temperature fluctuations characteristic of the Gulf have given rise to unique marine and coastal ecosystems. However, these ecosystems face considerable challenges from human-induced pressures, including rapid coastal development, land-based pollution, oil and gas extraction, and maritime shipping, which jeopardize their long-term survival (Bayani, 2016). Among the various pollutants, the excessive entry of nitrogen and phosphorus—key nutrients—into the Persian Gulf poses a significant threat to the ecological balance of the region.

Material and Method

To conduct the research, five areas along the coast of Bandar Abbas, identified as the primarysources of sewage entering the sea, were selected. At each site, samples were collected from three points along a transect perpendicular to the coastline and extending towards the sea. The transect points included: the location where the sewage entered the sea, 1500 meters from the coast, and 5000 meters from the coast. Three seawater samples were taken from each point. The water samples were collected using sterile lidded containers (100 ml capacity), labeled, and stored in ice chests containing ice for transport to a certified laboratory. In addition to the water samples, measurements of electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), and pH were taken using conductometers and pH meters. In the laboratory, the samples were analyzed for nitrate, nitrite, phosphate, and other physicochemical parameters. The concentrations of nitrate, nitrite, and phosphate were determined using the MOOPAM calorimetric method (1999) with a spectrophotometer, and the results were reported in milligrams per liter. To assess the self-purification capacity of the sea in removing nutrient pollutants, the nutrient concentrations were measured at five points along the wastewater flow from the estuary into the sea and compared with levels at different distances in the sea. Statistical comparisons of the obtained data were conducted using analysis of variance (ANOVA) and t-tests, utilizing SPSS20 software.

Results

The levels of nitrate (NO3) and nitrite (NO2) in all sampling stations were found to be below the standard pollution levels, indicating that the seawater is effectively free of pollution in these respects. However, regarding phosphate (PO4), elevated levels above the pollution standard were observed in sampling area 2, both at the coastline and 5000 meters from the coast. In sampling area 4, phosphate concentrations exceeded the standard pollution level across all stations. Additionally, in sampling area 5, phosphate levels at the coastline were higher than the standard level. According to previous studies, the levels of nitrate and nitrite in the wastewater entering the sea from the estuary in these five areas are above the standard

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

pollution levels (Hormozgan DOE, 2022). However, the results of this study show that the nitrate and nitrite concentrations in the various parts of the sea are lower than the pollution standard, demonstrating the sea's natural self-purification ability to remove these pollutants. The self-purification capacity of the sea is influenced by various factors, such as wave action, air and water temperature, and biological activity. The results of the ANOVA test revealed that there were no significant differences in nitrate levels between sampling stations in region 1. In contrast, in the other regions, significant differences were observed in nitrate levels between coastal stations and those further out to sea. For nitrite, no significant difference was found only in region 1; however, in other regions, nitrite levels showed significant differences between stations. Regarding phosphate, no significant difference was found in region 5, but significant differences were observed in other regions. Additionally, comparisons of nitrate, nitrite, and phosphate levels across different regions revealed significant differences, which can be attributed to variations in the sources of pollution and the quantity of pollutants entering the sea in the different study areas.

Conclusion

The results indicated that the levels of nitrate and nitrite were below the standard pollution limits, suggesting that the sea possesses a natural ability to self-purify these pollutants. However, phosphate levels exceeded the standard in certain stations, with the highest concentration found at station 4 (Khorgorsuzan), where untreated urban wastewater is discharged into the Bandar Abbas coast. A comparison of nitrate, nitrite, and phosphate levels across different regions revealed significant differences, likely due to variations in pollution sources and the quantity of nutrients entering the sea in each study area.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

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

بررسی توان خودپالایی دریا در حذف مواد مغذی (مطالعه موردی : سواحل بندرعباس)

مریم عنایتی[۱]، محسن دهقانی قناتقستانی[۱]✉، حسین پرورش[۱]، احسان کامرانی[۲]، صمد حمزه ئی[۳]

۱. گروه محیط زیست،واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
۲. گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۳. پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۹/۲۳

✉ نویسنده مسئول:
dehghani933@gmail.com

کلیدواژه‌ها:
نیترات،
فسفات،
نیتریت،
بندرعباس،
خلیج فارس،
خودپالایی

چکیده

ورود مواد مغذی به آب‌های خلیج فارس از مهمترین معضلاتی است که این دریا با آن روبرو می باشد. ورود فاضلاب شهری و صنعتی و استخرهای پرورش میگو به درون خلیج فارس میتواند موجب آلودگی گردد. اما از طرفی دریا قادر به خودپالایی آلاینده ها می باشد. در این تحقیق به بررسی میزان مواد مغذی نیترات، نیتریت و فسفات و روند تغییرات آن از ساحل به سمت درون دریا در سواحل بندرعباس پرداخته شده است و توانایی خود پالایی دریا در حذف این آلاینده ها مورد بررسی قرار گرفته است. جهت انجام تحقیق ۵ ایستگاه ازمهمترین منابع ورود فاضلاب به درون دریا در سواحل بندرعباس انتخاب گردید و در هر ایستگاه یک ترانسکت عمود بر ساحل انداخته شد و نمونه ها از محل ورود فاضلاب به دریا، فاصله ۱۵۰۰ متری و فاصله ۵۰۰۰ متر اخذ گردید . از هر نقطه سه نمونه آب دریا اخذ و از لحاظ نیترات ، فسفات ، نیتریت و پارامترهای فیزیکو شیمیایی مورد بررسی قرار گفت . غلظت فسفات از ۰/۰۰۹۶ تا ۰/۱۴۵۰ میکروگرم بر لیتر ، غلظت نیترات از ۰/۰۱ تا ۰/۵۷۷ میکروگرم بر لیتر و غلظت نیتریت از ۰/۰۰۰۲ تا ۰/۰۸۸۷ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. نتایج نشان داد که میزان نیترات و نیتریت از سطح استاندارد آلایندگی پایین تر می باشد. در مرحله بعد، با مقایسه با میزان این مواد در خورهای ورودی به دریا، توان طبیعی دریا در خودپالایی این آلاینده ها مشخص گردید. میزان فسفات در برخی ایستگاهها از سطح استاندارد بالاتر بود که بیشترین میزان آن در ایستگاه شماره ۴ (خورگورسوزان) می باشد که محل ورود بیشترین فاضلاب شهری (بدون تصفیه) به درون ساحل بندرعباس می باشد. مقایسه میزان نیتریت، فسفات و نیترات در مناطق مختلف نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در بین این مناطق می باشد که دلیل آن می تواند تفاوت در منشا ورود آلودگی و میزان مواد مغذی وارد شده به دریا در مناطق مختلف مورد بررسی باشد.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

مقدمه

در سال‌های اخیر، با توسعه فعالیتهای انسانی در نواحی ساحلی، آلودگی آبهای ساحلی و دریایی در زمره یکی از چالش برانگیزترین مسائل محیطزیستی در جهان تبدیل شده است (Verlecar and Desai, 2004). خلیج فارس و دریای عمان از مهمترین اکوسیستمهای آبی کشور و منطقه محسوب شده و اهمیت آنها از جنبه های مختلف مطرح می باشد، خلیج فارس زیستگاه گونه های گیاهی و جانوری متعددی است و به دلیل فعالیت های انسانی متعدد، ایمنی زیستی آن در خطر است. تردد شناورهای متعدد نفتی و تجاری در منطقه، فاضلاب، نمک‌زدایی، مجاورت واحدهای متعدد صنعتی، پالایشگاهی و پتروشیمی با ساحل، سکوهای نفتی، ماهیگیری و فعالیت‌های گردشگری خطرات بالقوه‌ای برای محیط زیست هستند همه اینها در حالی است که خلیج فارس به دلایل طبیعی مختلف نیز از جمله گردش کم آب به دلیل انزوا، تبخیر زیاد و عمق کم آب بسیار آسیب پذیر است (Khazali 2021). شوری شدید و نوسانات دمایی آب‌های خلیج فارس، اکوسیستم‌های دریایی و ساحلی منحصربه‌فردی را ایجاد کرده است و از طرفی فعالیت های انسانی، از جمله توسعه سریع ساحلی، آلودگی زمینی، استخراج نفت و گاز و کشتیرانی، بقای این اکوسیستم ها را تهدید می کند (Bayani, 2016). یکی از عواملی که میتواند درصورت ورود بیشتر از میزان مجاز به خلیج فارس باعث ایجاد مشکلات مختلفی گردد، مواد مغذی نیتروژن و فسفر می باشد.

مواد مغذی موادی هستند که نقش مهمی در حفظ حیات دارند زیرا توسط فیتوپلانکتون ها به عنوان منبع غذایی استفاده می شوند. فسفات و نیترات از مواد مغذی ضروری برای رشد و متابولیسم فیتوپلانکتون ها هستند که شاخص هایی برای ارزیابی کیفیت و حاصلخیزی آب ها نیز محسوب می‌شوند (Ferianita *et al.,* 2005). پایش دقیق ترکیبات محیطی به طور خاص در نمونه های آب، نقش حیاتی در بهبود کیفیت زندگی انسان از طریق پایش مواد شیمیایی بالقوه سمی، تجزیه و تحلیل آلاینده ها و سپس حذف آلاینده های خطرناک از محیط آبی ایفا می کند (Karimi maleh *et al.,* 2019 ؛ Kuddushi *et al.,* 2020). یون های مواد مغذی مانند نیترات، نیتریت، فسفات و آمونیوم بخش ضروری صنعت کشاورزی هستند و نقشی اساسی در حفظ موجودات زنده در اکوسیستم های آبی ایفا می کنند (Madhav *et al.,* 2020). هر چند که ترکیبات معدنی حاوی مواد مغذی از جمله فسفات، نیترات و سیلیکات در زنجیره غذایی مورد استفاده موجودات دریایی مانند فیتوپلانکتون و سایر موجودات زنده هستند اما با این حال، هنگامی که مواد مغذی در غلظت های بسیار بالا وارد آب می شوند و از مقدار آستانه فراتر می روند، پدیده پر غذایی رخ می دهد، یعنی شرایط آبی که در آن غنی سازی توسط مواد مغذی رخ داده و منجر به وقوع شکوفایی جلبکی می گردد و در نتیجه می تواند باعث مرگ انواع مختلف جانوران دریایی از جمله ماهی ها شود و زندگی انسان ها را تهدید کند. افزایش مواد مغذایی مثل نیتروژن و فسفر در آبهای ساحلی از طریق افزایش فعالیتهای انسانی در بخش صنعت کشاورزی و آبزی پروری باعث ایجاد پدیده کشند یا شکوفایی مضر پلانکتونی در خلیج فارس شده است (Gilbert and Burkholder, 2006). از این رو بین افزایش میزان مواد مغذی و توسعه شکوفایی پلانکتونی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Anderson *et al*., 2002).

منبع اصلی مواد مغذی از منابع مختلف موجود در خشکی و سرزمین اصلی وارد دریا می شود از جمله انواع پسابهای صنعتی و شهری حاوی ترکیبات آلی که از طریق جریان رودخانه به آبها تخلیه می شود. پسماندهای حاوی ترکیبات آلی فرآیند تجزیه به ترکیبات معدنی را طی می کنند و وارد آب می شوند (Rousseau *et al.,* 2002, Ornolfsdottir *et al.,* 2004, Andersen *et al.,* 2006) تولید اولیه نیازمند مواد مغذی است. آب دریا تقریباً دارای تمام عناصر شیمیایی می باشد و برخی از آنها مانند نیترات و فسفات به منظور سنتز مواد آلی در موجودات فیتوپلانکتونی اهمیت خاصی دارد. اما بر هم خوردن تعادل مواد مغذی منجر به تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌شود، به صورتی که افزایش نیترات و فسفات باعث افزایش رشد فیتوپلانکتون و در نتیجه افزایش pH ، تغییر اکسیژن محلول در آب، کاهش شفافیت و افزایش غلظت کلروفیلa خواهد شد (Kideys *et al.,* 2005). از طرفی دولتها به دنبال بهره برداری از منابع دریایی از جمله استفاده های شیلاتی مثل استخرهای پرورش میگو، و صنایع مختلف، گردشگری و فعالیت بنادر می باشند اما آنچه که لازم است این است که قبل از شروع فعالیتهای این صنایع، تحقیقات اولیه در مورد وضعیت کیفیت آب انجام شود. به همین دلیل، انجام تحقیقاتی در مورد شیمی مواد مغذی برای ارزیابی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

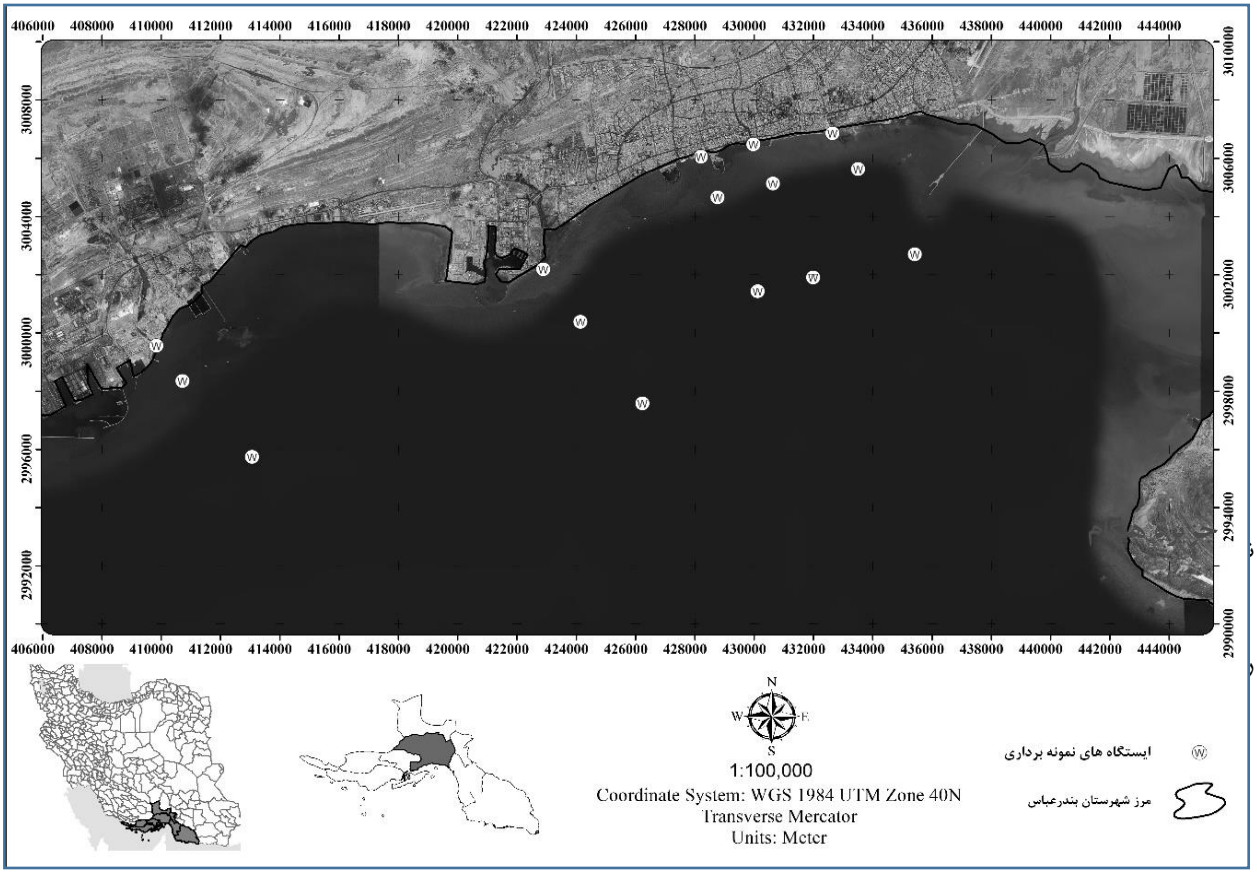
Unclassified - Non-Classifié

کیفیت آب دریا از نظر محتوای مواد مغذی که شاخصی از حاصلخیزی آب است، ضروری است. در این تحقیق به بررسی میزان مواد مغذی نیترات، نیتریت و فسفات و روند تغییرات آن از ساحل به سمت درون دریا در سواحل بندرعباس پرداخته شده است و از طرفی توانایی خود پالایی دریا در حذف این آلاینده ها مورد بررسی قرار گرفته است. به ظرفیت و توانایی طبیعی آب دریاچه ها و دریا ها برای حذف آلاینده ها خودپالایی گفته می شود .(EPA, 2023) از ظرفیت خودپالایی آب دریا برای محاسبه حداکثر مقدار مجاز آلاینده ورودی به دریا از خشکی (TMDL) استفاده می شود که منبع آبی با توجه به توانایی خودپالایی خود می تواند تحمل کند لذا محاسبه ظرفیت خودپالایی آب دریا از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در سواحل خلیج فارس در شهر بندرعباس به انجام رسید. ۵ نقطه از محلهای ورود فاضلاب شهری به آب دریا در نظر گرفته شد و نمونه برداری از خط ساحلی به سمت داخل دریا انجام پذیرفت (شکل ۱) .



شکل ۱- موقعیت محل‌های نمونه برداری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

جهت انجام تحقیق ۵ منطقه از مهمترین منابع ورود فاضلاب به درون دریا در سواحل بندرعباس انتخاب گردید و در هر ایستگاه، نمونه ها از از سه نقطه بر روی ترانسکت عمود بر ساحل و به طرف درون دریا اخذ گردید . نقاط هر ترانسکت شامل محل ورود فاضلاب به دریا، فاصله ۱۵۰۰ متری از ساحل و فاصله ۵۰۰۰ متری از ساحل گرفته شد و از هر نقطه، سه نمونه آب دریا اخذ گردید. جهت اخذ نمونه ها، با استفاده از ظروف درب دار استریل با حجم ۱۰۰ میلی لیتر، نمونه های آب برداشت گردید و پس از برچسب زنی در یخدان های حاوی یخ قرار گرفت و به آزمایشگاه معتمد، منتقل گردید وهمچنین بررسی میزان هدایت الکتریکی(EC)، مجموع املاح محلول (TDS) در آب و اسیدیته (pH) با استفاده از دستگاه های کنداکتیویمتر و PH سنج انجام گردید . نمونه ها در آزمایشگاه از لحاظ نیترات ، فسفات ، نیتریت و پارامترهای فیزیکو شیمیایی مورد بررسی قرار گفت. غلظت نیترات، نیتریت و فسفات در آزمایشگاه به روش کالریمتری MOOPAM (1999) به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر بر حسب میلی گرم در لیتر مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی توان خودپالایی دریا در حذف آلاینده ها مغذی، از بررسی میزان مواد مغذی در ۵ نقطه فاضلاب ورودی از خور به دریا و مقایسه آن با میزان آلودگی در نقاط مختلف دریا استفاده شد. به منظور مقایسه آماری داده های به دست آمده، از آزمون آنالیز واریانس و آزمون t با استفاده از نرم افزار SPSS20 انجام گردید.

نتایج

در جدول شماره ۱- نتایج بررسی پارامترهای فیزیکو شیمیایی و مواد مغذی آب دریا در ایستگاه‌های مختلف ارائه شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

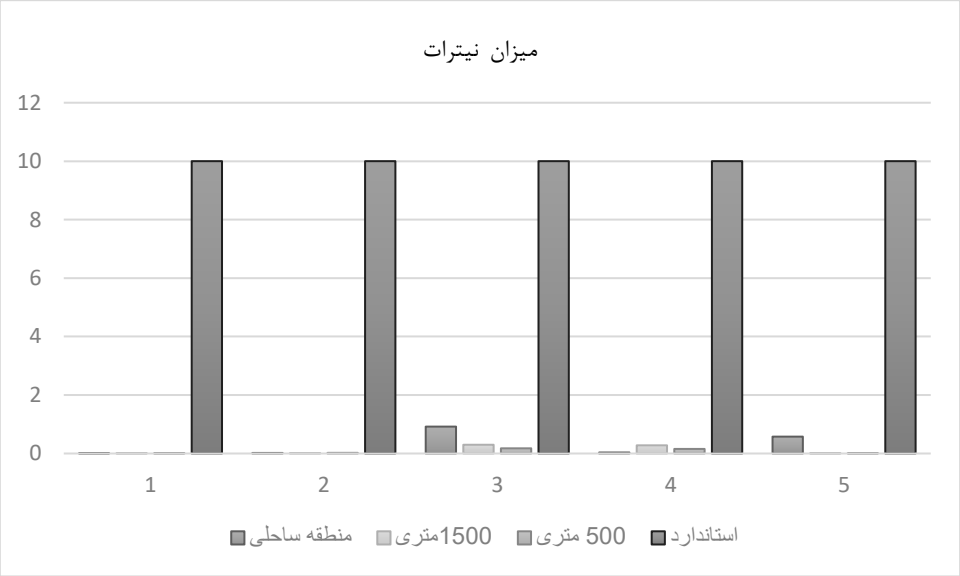
Unclassified - Non-Classifié

جدول ۱- **نتایج بررسی مواد مغذی و پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب دریا**

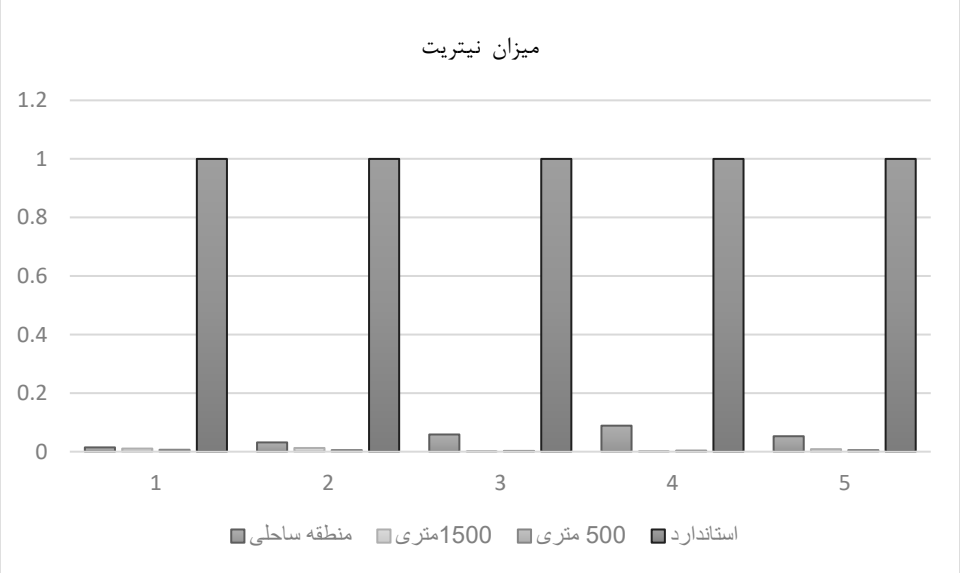
		Ec (µs/cm)	TDS (mg/l)	کدورت (NTU)	pH	شوری (g/l)	نیترات (mg/l)	نیتریت (mg/l)	فسفات (mg/l)
منطقه ۱ (ترانسکت ۱)	A1 (خط ساحلی)	۵۰/۹ ± ۲/۱	۳۲ ± ۱/۱	۲/۴۹ ± ۰/۲	۷/۹۲ ± ۰/۳	۳۴/۴ ± ۱/۱	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۱۴۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰۱
	A2(۱۵۰۰ متری از ساحل)	۵۲/۸ ± ۱/۹	۳۵/۸ ± ۱/۴	۲/۳۵ ± ۰/۲	۷/۹۴ ± ۰/۲	۳۷/۸ ± ۱/۳	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۱۰۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۱
	A3(۵۰۰۰ متر ی از ساحل)	۵۶/۸ ± ۳/۲	۳۷/۵ ± ۱/۳	۱/۷۷ ± ۰/۱	۷/۹۱ ± ۰/۳	۳۹/۶ ± ۱/۲	۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶۶ ± ۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۳۸ ± ۰/۰۰۱
منطقه ۲ (ترانسکت ۲)	B1 (خط ساحلی)	۵۴/۸	۳۶/۴ ± ۱/۴	۲۷/۸ ± ۳/۷	۷/۹۴ ± ۰/۳	۳۸/۱ ± ۱	۰/۰۱۹ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۳۱۶ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۳۶۷ ± ۰/۰۰۲
	B2(۱۵۰۰ متری از ساحل)	۵۹/۸	۳۹/۳ ± ۱/۷	۳/۱۱ ± ۰/۴	۷/۹۶ ± ۰/۵	۴۱/۵ ± ۲/۳	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۱۲۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۱۴۵ ± ۰/۰۰۱
	B3(۵۰۰۰ متر ی از ساحل)	۵۷/۸	۳۷/۴ ± ۱/۹	۲/۲۷ ± ۰/۳	۷/۹۹ ± ۰/۶	۳۹/۳ ± ۱/۸	۰/۰۲۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۰۵۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۱۵۹ ± ۰/۰۲
منطقه ۳ (ترانسکت ۳)	C1 (خط ساحلی)	۵۶/۳ ± ۲/۴	۳۵/۹ ± ۱/۴	۸/۰۸ ± ۰/۹	۷/۹۵ ± ۰/۳	۳۷/۸ ± ۱/۶	۰/۰۹۳ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۵۸۷ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۱۵۲ ± ۰/۰۰۱
	C2(۱۵۰۰ متری از ساحل)	۵۵/۵ ± ۲/۱	۳۶/۳ ± ۱/۷	۴/۸ ± ۰/۷	۸/۰۳ ± ۰/۴	۳۸/۲ ± ۱/۵	۰/۲۹۹ ± ۰/۰۳	۰/۰۰۰۸ ± ۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۵۲ ± ۰/۰۰۲
	C3(۵۰۰۰ متر ی از ساحل)	۵۵/۷ ± ۲/۵	۳۶/۳ ± ۱/۲	۳/۰۵ ± ۰/۵	۸/۰۱ ± ۰/۳	۳۷/۴ ± ۱/۳	۰/۱۷۷ ± ۰/۰۲	۰/۰۰۲۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰۲
منطقه ۴ (ترانسکت ۴)	D1 (خط ساحلی)	۴۶/۴ ± ۲/۳	۳۰/۶ ± ۱/۲	۲۲/۵ ± ۳/۲	۷/۸۹ ± ۰/۳	۳۱/۶ ± ۱/۱	۰/۰۳۴ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۸۸۸ ± ۰/۰۰۱	۰/۱۱۱ ± ۰/۰۲
	D2(۱۵۰۰ متری از ساحل)	۵۸/۲ ± ۲/۱	۳۷/۷ ± ۱/۴	۶/۳ ± ۱/۲	۷/۹۷ ± ۰/۳	۳۹/۵ ± ۲/۳	۰/۱۷۹ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۲ ± ۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۴ ± ۰/۰۱
	D3(۵۰۰۰ متر ی از ساحل)	۵۶ ± ۱/۹	۳۶/۱ ± ۱/۴	۱/۹۲ ± ۰/۳	۷/۹۳ ± ۰/۲	۳۷/۹ ± ۲/۱	۰/۱۵۶ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۰۳۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۱۴۵ ± ۰/۰۲
منطقه ۵ (ترانسکت ۵)	E1 (خط ساحلی)	۵۳/۸ ± ۲/۱	۳۴ ± ۱/۲	۴۴/۸ ± ۶/۲	۷/۸۷ ± ۰/۳	۳۵/۶ ± ۱/۳	۰/۰۵۷۷ ± ۰/۰۳	۰/۰۵۲۷ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۵۹۶ ± ۰/۰۰۱
	E2(۱۵۰۰ متری از ساحل)	۵۸/۵ ± ۲/۵	۳۶/۹ ± ۱/۷	۶۳/۱۶ ± ۸/۲	۸ ± ۰/۳	۳۹/۳ ± ۲/۶	۰/۲۵۱ ± ۰/۰۲	۰/۰۰۸۶ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۱۵۹ ± ۰/۰۰۲
	E3(۵۰۰۰ متر ی از ساحل)	۵۸/۱ ± ۲/۱	۳۷/۸ ± ۱/۹	۲/۱۵ ± ۰/۳	۷/۹۷ ± ۰/۲	۳۹/۴ ± ۲/۵	۰/۲۰۴ ± ۰/۰۳	۰/۰۰۵۶ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۱۶۶ ± ۰/۰۰۲
حد استاندارد آلایندگی (DOE, 2017)			۵۰۰۰۰-۴۰۰۰۰	۵			۱۰	۱	۰/۰۲

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié



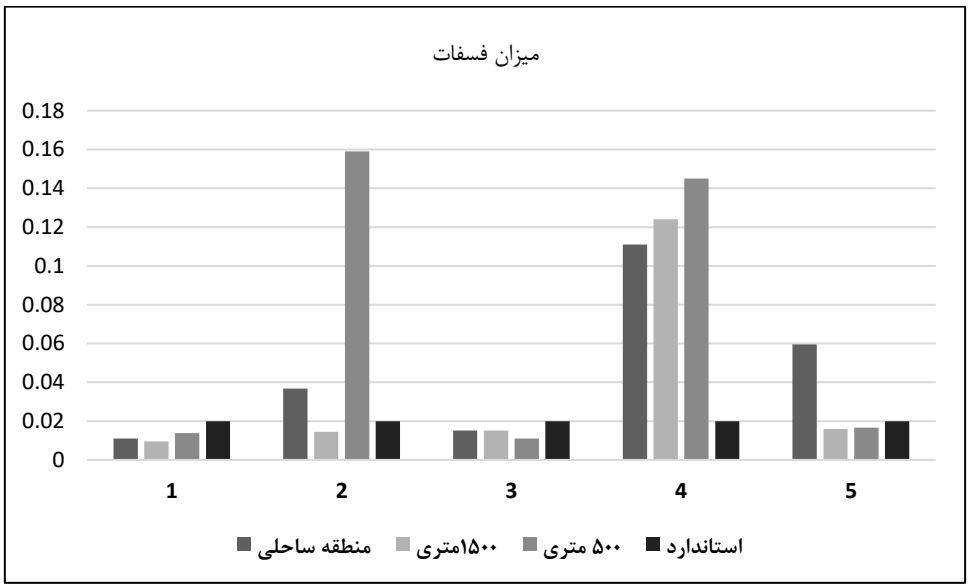
شکل ۲. میزان نیترات (میکروگرم بر لیتر) در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۳. میزان نیتریت (میکروگرم بر لیتر) در ایستگاه‌های مختلف

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié



شکل ۴. میزان فسفات (میکروگرم بر لیتر) در ایستگاه‌های مختلف

همانگونه که در جدول شماره ۱ و نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ مشاهده می شود میزان نیترات (NO3) و نیتریت (NO2) در هیچ کدام از ایستگاههای نمونه برداری، از حد استاندارد بالاتر نمی باشد لذا عملا آب دریا فاقد آلودگی می باشد. در خصوص فسفات (PO4) در آب دریا در منطقه ۲ نمونه برداری، میزان فسفات در خط ساحلی و فاصله ۵۰۰۰ متری از ساحل از میزان استاندارد آلایندگی بالاتر می باشد. همچنین در منطقه نمونه برداری شماره ۴ نیز در تمامی ایستگاهها میزان آلودگی به فسفات بالاتر از حد استاندارد می باشد. در منطقه نمونه برداری شماره پنج نیز میزان آلودگی در خط ساحلی از حد استاندارد بالاتر می باشد. طبق بررسی های انجام شده میزان نیترات و نیتریت در فاضلاب های وارد شده از خور به دریا در این ۵ منطقه از حد استاندارد بالاتر می باشد (Hormozgan DOE, 2022) و از طرفی طبق نتایج این تحقیق میزان نیترات و نیتریت در نقاط مختلف دریا از حد استاندارد آلایندگی پایین تر می باشد که نشان دهنده توان خود پالایی دریا در حذف این آلاینده ها می باشد. توان خود پالایی دریا به عوامل مختلف مثل امواج، وضعیت دمای هوا و آب، فعالتهای زیستی دریا و ... بستگی دارد.

نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان داد که میزان نیترات در منطقه ۱، بین ایستگاههای نمونه برداری تفاوت معنی داری وجود ندارد. اما در سایر مناطق میزان نیترات بین ایستگاههای خط ساحلی به سمت داخل دریا تفاوت معنی داری را نشان داد. در خصوص نیتریت نیز صرفا در منطقه اول تفاوت معنی داری مشاهده نگردید اما در سایر مناطق تفاوت نیتریت بین ایستگاهه معنی دار بود. در خصوص فسفات نیز در منطقه ۵ تفاوت معنی داری مشاهده نگردید اما در سایر مناطق تفاوت بین ایستگاهها معنی دار بود. همچنین مقایسه میزان نیتریت، فسفات و نیترات در مناطق مخلف نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در بین این مناطق می باشد که دلیل ان می تواند تفاوت در منشا ورود آلودگی و میزان آلودگی وارد شده به دریا در مناطق مختلف مورد بررسی باشد.

بحث

طبق گزارشات Hormozgan DOE (2022) ، درخصوص سطح مواد مغذی در خور های حاوی فاضلاب ورودی به دریا، سطح نیترات، نیتریت و فسفات از حد مجاز بیشتر می باشد اما با توجه به نتایج تحقیق حاضر در خصوص نیترات و نیتریت، میزان این مواد مغذی در دریا از امتداد ساحل به سمت عمق ۵۰۰۰ متری، از سطح استاندارد آلایندگی کمتر بوده است که نشان دهنده این است که دریا دارای توان خودپالایی برای رفع این آلاینده ها می باشد. در این مطالعه بیشترین میزان فسفات در منطقه شماره ۴

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

یعنی خور گورسوزان به دست امد که میزان آن ۰/۱۴۵ میکروگرم بر لیتر می باشد . این خور آلوده ترین خور ورودی به دریا می باشد که فاضلاب شهری بدون هیچ گونه تصفیه ای وارد دریا می شود (Hormozgan DOE, 2022) .

Ebrahimi و همکاران (2005)، میانگین فسفات را در آبهای خلیج فارس در استان هرمزگان را ۰/۳ میکرومول بر لیتر در تابستان گزارش نمودند. همچنین مطالعات انجام گرفته توسط ROPME (2003)، میزان فسفات در خلیج فارس را از ۰/۰۰ در سواحل بحرین تا ۱۶ میلی گرم در لیتر در دهانه اروند رود گزارش نموده است

در مطالعه Abedi و همکاران (2014)، در آبهای خلیج فارس اطراف خور بردستان میزان فسفات بین ۱۰/۱۱ تا ۱۲/۰۹ میکروگرم بر لیتر برآورد شد که بسیار بالاتر از میزان برآورد شده در تحقیق حاضر می باشد. همچنین طبق مطالعات Gholami Poor و Ghaemi (2015)، میزان فسفات در مناطق ساحلی پارس شمالی ورودی رودخانه مند، واقع در بخش شمالی خلیج فارس، ۲۵/۷ میکرو گرم بر لیتر به دست آمد. همچنین مطالعه Javadinasab و همکاران(2009)، در خصوص بررسی میزان مواد مغذی در آبهای خلیج فارس در منطقه عسلویه نشان داد که میزان فسفات ۳/۵ میلیگرم درلیتر می باشد که از سطح مطالعه حاضر بیشتر می باشد. همچنین در مطالعه دیگری که توسط Aeinjamshid و همکاران (2022)، در صیدگاه های آبزیان کفزی خلیج فارس انجام گرفت میزان فسفات ۰/۰۰۸ میلی گرم در لیتر برآورد گردید که از سطح برآورد شده مطالعه حاضر کمتر می باشد

همچنین طی بررسیهای Izadpanahi و همکاران (2011)، غلظت فسفات در لایه سطحی آبهای خلیج فارس در محدوده استان بوشهر در کمترین و بیشترین میزان، بین ۴۲/۴۴- ۰/۰۴میکرومول بر لیتر برآورد گردید. در طی مطالعات Nilsaz (2005)، در منطقه بحر کانسر در خوزستان در تابستان، میزان فسفات ۰/۳۸ میکرو مول بر لیتر گزارش گردید که از سطح برآورد شده مطالعه حاضر بیشتر می باشد.

طبق تحقیق Santoso (2007)، در آبهای خلیج لامپانگ انرونزی، میزان فسفات ۶/۳۲ میکروگرم بر لیتر به دست امد که از سطح فسفات به دست امده در این مطالعه بسیار بالاتر می باشد. همچنین در مطالعه دیگری در آبهای خلیج بانگای اندونزی توسط Simanjuntak (2007)، میزان فسفات بین ۰/۰۴ تا ۱/۷ میکروگرم A/l با میانگین ۰/۶۵ به دست آمد که باز از میزان فسفات مطالعه شده د رخلیج فارس در این مطالعه بیشتر می باشد. همچنین در خلیج جاکارتا نیز میزان فسفات ۰/۰۶ تا ۳/۷۲ به دست آمد (Simanjuntka, 2007). در آبهای جنوب چین نیز میزان فسفات بین ۰/۰۴ — ۰/۹۴ به دست امد (Simanjuntak, 2008).

مواد مغذی نیترات مورد برای زندگی دریایی مورد نیاز است و بر روند رشد و توسعه حیات فیتوپلانکتون ها و سایر میکروارگانیسم ها به عنوان منبع غذایی تأثیر می گذارد. منابع اصلی غنی سازی مواد مغذی نیترات عبارتند از رواناب، فرسایش، شسته شدن زمین های کشاورزی حاصلخیز، زباله های مسکونی که به دلیل افزایش فعالیت های انسانی در اطراف منطقه رخ می دهد. در این مطالعه میزان نیترات و نیتریت از سطح استاندارد آلایندگی (۱۰ میکروگرم بر لیتر) کمتر می باشد.

همچنین مطالعه Javadinasab و همکاران (2009)، در طی بررسی میزان مواد مغذی در آبهای خلیج فارس در منطقه عسلویه، میزان نیترات ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و میزان نیتریت ۰/۰۰۳ میلی‌گرم درلیتر گزارش نمود از سطح مطالعه حاضر بیشتر می‌باشد در مطالعه حاضر غلظت نیترات از ۰/۰۱ تا ۰/۵۷۷ میکروگرم بر لیتر و غلظت نیتریت از ۰/۰۰۰۲ تا ۰/۰۸۸۷ میکروگرم بر لیتر برآورد گردید همچنین در مطالعه دیگری که توسط آیین Aeinjamshid و همکاران (2022)، در صیدگاه های آبزیان کفزی خلیج فارس انجام گرفت میزان نیترات ۰/۰۳۴ میلی گرم در لیتر برآورد گردید. همچنین بررسیهای Izadpanahi و همکاران (2011)، نشان می دهد که غلظت نیتریت بین ۱/۰۹ -۰/۰۲میکرومول بر لیتر در لایه سطحی آبهای خلیج فارس در محدوده استان بوشهر در نوسان می باشد. همچنین در طی مطالعات Nilsaz (2005)، در منطقه بحر کانسر در خوزستان کمترین و بیشترین غلظت نیتریت به ترتیب ۰/۳ -۰/۰۰میکرومول بر لیتر در تابستان گزارش گردید.

Abedi و همکاران (2014)، میزان نیتریت و نیترات را در آبهای خلیج فارس خور بردستان را به ترتیب برای نیترات ۷۴/۹ الی ۲۰۷/۰۷ میکرو گرم بر لیتر و نیتریت را بین ۰/۰۰ تا ۹/۴۱ در ایستگاهها ی مختلف برآورد نمودند. طبق مطالعات غلامی پور و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

قائمی (۱۳۹۵)، میزان نیترات و نیتریت در مناطق ساحلی پارس شمالی ورودی رودخانه مند، واقع در بخش شمالی خلیج فارس، به ترتیب ۵۰/۱۴ و ۹۲/۴ میکرو گرم بر لیتر به دست آمد که نشان دهنده مقادیر بالای نیترات و نیتریت در ورودی رودخانه به دریا می باشد و اینکه پس از ورود نیترات و نیتریت به خلیج فارس میزان آن به شدت کاهش می یابد نشان دهنده توان یالای خودپالایی دریا می‌باشد. در مطالعه ای که توسط Soedibjo (2006) انجام گرفت، سطوح نیترات در خلیج جاکارتا بین ۰/۲۱–۱/۵۲ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. همچنین در آبهای بانگای، سولاوسی مرکزی. به طور کلی، سطوح نیترات ها از ۰/۲۸–۲۷/۲۳میکروگرم بر لیتر با میانگین ۱۱/۰۸ میکروگرم بر لیتر به دست آمد (Simanjuntak, 2009). بررسیها نشان می دهد که سطوح نیترات بیش از ۲/۸ میکروگرم بر لیتر می تواند منجر به ایجاد فرآیند پرغذایی شود و در نتیجه باعث تحریک رشد سریع فیتوپلانکتون (شکوفایی جلبکی) گردد (Effendi, 2003). در حالی که Susana و Suci (2001) اظهار داشتند که سطح نیترات مناسب برای حیات دریایی ۵/۹۰۸ میکروگرم بر لیتر است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که میزان نیترات و نیتریت از سطح استاندارد آلایندگی پایین تر می باشد که با مقایسه با میزان این مواد در خورهای ورودی به دریا، نشان دهنده توان طبیعی دریا در خودپالایی این آلاینده ها است. میزان فسفات در برخی ایستگاهها از سطح استاندارد بالاتر بود که بیشترین میزان آن در ایستگاه شماره ۴ (خورگورسوزان) می باشد که محل ورود بیشترین فاضلاب شهری (بدون تصفیه) به درون ساحل بندرعباس می باشد. مقایسه میزان نیتریت، فسفات و نیترات در مناطق مختلف نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در بین این مناطق می باشد که دلیل آن می تواند تفاوت در منشا ورود آلودگی و میزان مواد مغذی وارد شده به دریا در مناطق مختلف مورد بررسی باشد.

References:

Abedi A, Gholami Poor S, Ghaemi M, 2014, Seasonal measurement of Bardestan estuary nutrient concentration and its loading analysis on the Persian Gulf, Oceanography, 25: 33-40. (in Persian).

Aeinjamshid, K., Omidi, S., Mortazavi, M.S, Akbarzadeh, G., Mazraavi, M., 2022 , "Spatial and temporal changes of physicochemical parameters and nutrients in benthic fisheries of Iranian waters of the Persian Gulf using remote and environmental sensing data", Iranian Fisheries Scientific Journal, 31(6), pp. 27-38. doi: 10.22092/isfj.2022.127670

Anderson, D.A., Glibert, P.M., Abril, J.M. 2002. Harmful algal blooms and eutrification: nutrient sources composition, and consequences. Estuaries, 25: 562-584. https://doi.org/10.1007/BF02804901

Andersen, J.H., Schluter, L., Aertebjerg, G., 2006. Coastal eutrophication: recent develop- ments in definitions and implications for monitoring strategies. J. Plankton Research, 28(7):621–628. DOI:10.1093/plankt/fbl001

Bayani, N., 2016. Ecology and environmental challenges of the Persian Gulf. Iranian Studies, 49(6), pp.1047-1063. doi:10.1080/00210862.2016.1241569

DOE, 2017, Iranian Water Quality Standard, Publications of Iran Environmental Protection Organization (in Persian).

Ebrahimi, M., Nikoyan, A., Mortazavi, M. S., Ajjali, K., Aghajari, N., Jokar, K., Akbarzadeh, G., Saraji, F. and Aghajari, F., 2005, hydrology and hydrobiology survey of the Persian Gulf (waters of Hormozgan province), Iran Fisheries Research Institute, 130 pages. (in Persian).

Effendi, H. 2003. Assessment of water quality for management of aquatic resources and environment. Kanisius Publisher, Yogyakarta.

EPA. 2002. Water Quality Criteria. Mid- Atlantic Integrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological Research Series Washington. 595p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

EPA, 2023, Overview of Total Maximum Daily Loads (TMDLs), Available from https://www.epa.gov/tmdl/overview-total-maximum-daily-loads

Ferianita-Fachrul, M., H. Haeruman, dan L.C. Sitepu. 2005. Phytoplankton community as a bio-indicator of the quality of Jakarta Bay waters. National Seminar MIPA 2005. FMIPA- University of Indonesia, 24±26 November 2005. Jakarta.

Gilbert, P.M. and Burkholder, J.M., 2006. The complex relationships. In: E. Granéli and J.Turner (eds.), The Ecology of Harmful Algae, Spring-Verlag, New York, 341-354.

Gholami Poor S, Ghaemi M, 2015, Studying and measuring the concentration of nitrate, nitrite, phosphate and silicate nutrients and physicochemical parameters in the coasts of North Pars, the second national conference on sustainable development of the sea, Khorramshahr, 25 January. (in Persian).

Hormozgan DOE. 2022 .Report on the investigation and monitoring of sources of sewage entering the coast of Bandar Abbas (in Persian).

Izadpanahi, Gha. R., Ayin Jamshid, Kh., Omid, S., Mohsenizadeh, F., Haqshenaz, A. and Mohammadnejad, J., 2011, continuous studies of hydrology and hydrobiology of the Persian Gulf in the waters of Bushehr province, Iran Fisheries Research Institute, 171 pages. (in Persian).

Javadinasab, E., Yazdan Panah, A., Ardestani, M., Karbasi, A., 2009, investigation of chemical lines, nutrients and heavy metals in the waters of the Persian Gulf (Assalouye region), the third conference and exhibition of environmental engineering, Tehran. 3, pp. 29-3.8 (in Persian).

Karimi-Maleh, H., Sheikhshoaie, M., Sheikhshoaie, I., Ranjbar, M., Alizadeh, J., Maxakato, N.W. and Abbaspourrad, A., 2019. A novel electrochemical epinine sensor using amplified CuO nanoparticles and an-hexyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate electrode. New Journal of Chemistry, 43(5), pp.2362-2367.

Khazali, M., 2021, August. An overview of Persian Gulf environmental pollutions. In E3S web of conferences . 325, pp. 89-98

Kideys, A. E; Soydemir, N.; Eker, E.; Vladmyrov.; Soloviev, D. & Melin, F. 2005. Phytoplankton distribution in the Caspian Sea during March 2001.Hydrobiologia, 543: 159-168. https://doi.org/10.1007/s10750-004-6953-x

Kuddushi, M., Mata, J. and Malek, N., 2020. Self-Sustainable, self-healable, Load Bearable and Moldable stimuli responsive ionogel for the Selective Removal of Anionic Dyes from aqueous medium. Journal of Molecular Liquids, 298, p.112048. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.112048

Madhav, S., Ahamad, A., Singh, A.K., Kushawaha, J., Chauhan, J.S., Sharma, S. and Singh, P., 2020. Water pollutants: sources and impact on the environment and human health. Sensors in water pollutants monitoring: Role of material, pp.43-62. DOI:10.1007/978-981-15-0671-0_4.

MOOPAM., 1999. Manual of oceanographic observation and pollutant analyses methods. ROPME Publishing.

Nilsaz, M.Kh., Dehghan, S., Mazraavi, M., Ismaili, F., Sabz Alizadeh, S., Nikoyan, A. and Pourang, N., 2005, Hydrological and hydrobiological study of the Persian Gulf in the waters of Khuzestan province, Shilt Research Institute of Iran, Marine Fish Aquaculture Research Center, Ahvaz. 120 pages. (in Persian).

Ornolfsdottir, E.B., S.E. Lumsden, and J.L. Pinckey. 2004. Phytoplankton community growth-rate response of nutrient pulses in a shallow turbid estuary, Galveston Bay, Texas. Journal of Plankton Research, 26(3):325±339. DOI:10.1093/plankt/fbh035

ROPME., 2003. State of the Marin Environment Report, ROPME Oceanographic Cruise Summer 2000, Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait, 225 P.

Rousseau, V., A. Leynaert, N. Daoud, and D. Lancelot. 2002. Diatom succession, silification and silicic acid avaibility in Belgian Coastal Waters (Southern North Sea). Marine Ecology Progress Series 236:61-73. DOI:10.3354/meps236061

Santoso, A.D. 2007. Phosphate nutrient content in the West and East monsoons in Teluk Hurun, Lampung.J. Environmental Engineering., 8(3):207–210. DOI:10.29037/ajstd.747

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Unclassified - Non-Classifié

Simanjuntak, M. 2007a. Phosphate, nitrate and silicate levels in the Jakarta Bay. Journal Perikanan, 2(2):274–287 DOI: https://doi.org/10.22146/jfs.41

Simanjuntak, M. 2008. Nutrient condition of the waters of the South China Sea. Marine resources in the waters of the South China Sea and its surroundings. Center for Oceanographic Research –LIPI, Jakarta. Hlm.:205–219.

Simanjuntak, M. 2009. The relationship between chemical and physical environmental factors on the distribution of plankton in the waters of East Belitung, Bangka Belitung. Journal Perikanan, 11(1):41–59. DOI: https://doi.org/10.22146/jfs.2970

Soedibjo, B.S. 2006. Phytoplankton community structure and its relationship with several environmental parameters in the waters of Jakarta Bay. Oceanology and Limnology in Indonesia, 40:65–78. DOI:10.1088/1755-1315/1062/1/012014

Susana, T., Suci, L., 2001. Distribution of dissolved oxygen and degree of acidity (pH) in the Sunda Strait waters. In: Praseno, D.P., W.S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno, and B.S. Sudibjo (eds.). Indonesia's coasts and beaches. Research Center for Oceanography - LIPI. Hlm.:17-25.

Verlecar, X. N., & Desai, S. R. (2004). Phytoplankton identification manual.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]