پژوهش و فناوری محیط‌زیست، ۱۴۰۳،(۱۶)۹، ۱۹-۳۱

زیست پژوهش و فناوری محیط

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

وضعیت پلانکتون گیاهی در آبهای خلیج فارس محدوده بندرعباس تاجریزه لارک

فرشته سراجی[1]✉، غلامعلی اکبرزاده[2]، رضا دهقانی[3]، سیامک بهزادی[4]

۱- دکتری علوم دریایی-سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور-پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان- هرمزگان – بندرعباس- ایران

۲- کارشناس ارشد شیلات- سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور-پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان- هرمزگان – بندرعباس- ایران

۳- کارشناس ارشد بیو لوژی ماهیان دریا - سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور-پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان- هرمزگان – بندرعباس- ایران

۴- دکتری صید و بهره برداری -استادیار پژوهشی - سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور-پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان- هرمزگان – بندرعباس- ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۷/۲۵

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۱/۱۷

دسترسی آنلاین:
۱۴۰۳/۱۲/۲۵

کلید واژه‌ها:
پلانکتون گیاهی،
خلیج فارس،
بندرعباس،
لارک

چکیده

این تحقیق در آب‌های خلیج فارس محدوده بندرعباس- جزیره لارک ازتابستان۱۴۰۱ لغایت بهار ۱۴۰۲، طی چهار دوره نمونه‌برداری از ۱۵ ایستگاه منتخب در این پهنه آبی صورت گرفت. نمونه‌برداری با بطری روتنر از نیم متری زیر سطح آب انجام شد. در طی مدت بررسی ۶۴ گونه پلانکتون گیاهی شامل۴۳ گونه باسیلاریو فیسه، ۱۸ گونه دینوفیسه، دو گونه سیانوفیسه و یک گونه اوگلنافیسه مشاهده و شناسایی شد. با توجه به نتایج بدست آمده منطقه مورد مطالعه از تشابه گونه ای و همگنی ساختاری برخوردار است. شاخص زیستی مارگالف در دامنه ۶/۴۱-۷/۳۱ شانن- وینر ۱/۳۰-۱/۶۶و یکنواختی پیلو ۰/۳۹-۰/۵۹ بدست آمد. منطقه مورد مطالعه از نظر آلودگی و استرس از رتبه متوسط برخوردار است. این بررسی اطلاعات جامع از ساختار پلانکتون گیاهی منطقه را به‌دنبال داشت. با توجه به تغییرات آب و هوایی، افزایش رو به رشد صنایع و آلودگی در خلیج فارس و تغییر تنوع گونه‌های پلانکتونی و به خصوص پلانکتون گیاهی که در این مناطق وجود دارد با داشتن بانک اطلاعاتی فیتوپلانکتونی منطقه، به راحتی هرگونه تغییر ساختاری و گونه‌ای را می‌توان مشخص نمود. ترکیب گونه‌ها و سهم آن‌ها در جمعیت برای تجزیه و تحلیل عملکرد شبکه غذایی و کیفیت آب مهم می‌باشد.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: seraji.fereshteh@gmail.com

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 3060-2676

The Status of Phytoplankton in the Persian Gulf Waters of Bandar Abbas to Lark Island

Fereshteh Saraji[1]✉, Gholam- Ali Akbarzadeh[2], Reza Dehghani[3], Siamak Behzadi[2]

1. PhD in Marine Science, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2. MSc in Fisheries, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
3. MSc in Marine Fish Biology, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
4. PhD in Fisheries exploitation and Management, Assistant Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
2024/10/16
Accepted:
2025/02/05
Available online:
2025/03/15

Keywords:
Phytoplankton,
Persian Gulf,
Bandar Abbas,
Lark Island

Abstract

This study was conducted in the Persian Gulf waters near Bandar Abbas and Lark Island from the summer of 2022 to the spring of 2023. Sampling was carried out during four periods from 15 selected stations in this aquatic region using a Ruttner bottle, collecting water samples from 0.5 meters below the surface. A total of 64 phytoplankton species were identified, including 43 species of Bacillariophyceae, 18 species of Dinophyceae, two species of Cyanophyceae, and one species of Euglenophyceae. The findings indicate a high degree of species similarity and structural homogeneity within the study area. The Margalef diversity index ranged from 6.41 to 7.31, the Shannon-Wiener diversity index varied between 1.30 and 1.66, and Pielou's evenness index was recorded between 0.39 and 0.59. Based on these indices, the study area is classified as having a moderate level of pollution and environmental stress. This research provides comprehensive insights into the phytoplankton structure of the region. Given the ongoing climate change, industrial expansion, and increasing pollution in the Persian Gulf, the diversity and composition of planktonic communities—especially phytoplankton—are subject to change. Establishing a phytoplankton database for the region allows for the detection of structural and compositional shifts over time. The species composition and their relative abundance play a crucial role in analyzing food web dynamics and water quality.

* Corresponding author E-mail address: seraji.fereshteh@gmail.com

مقدمه

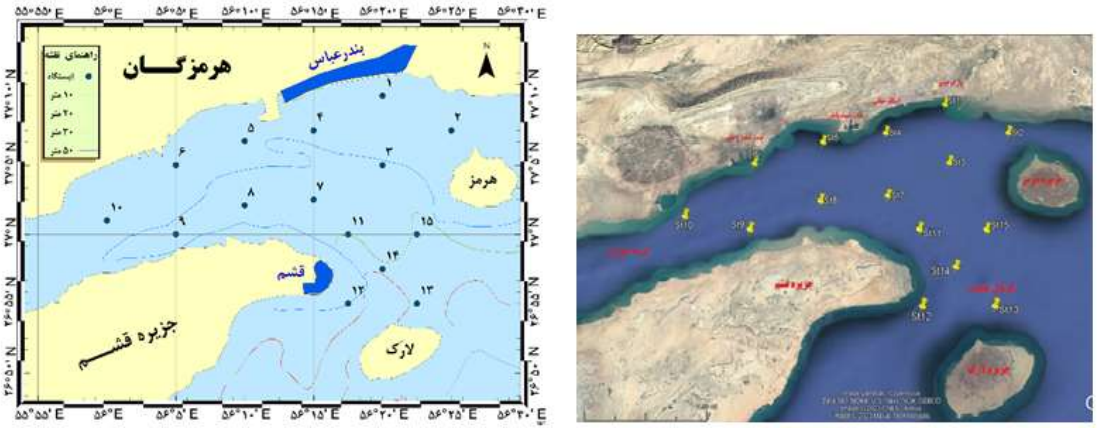
پلانکتون گیاهی تولید کننده اولیه در اکوسیستم آبی هستند و همچنین منبع غذایی برای موجودات دیگر به‌شمار می‌روند. ترکیب و تغییرات آن‌ها به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی وابسته است (Naz and Turkman, 2005). پلانکتون گیاهی به‌عنوان یکی از اجزا اولیه در انتقال انرژی به ارگانیسم‌های واقع در سطوح بالای زنجیره‌های انرژی در اکوسیستم آبی مطرح هستند. موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به پلانکتون گیاهی وابسته‌اند هر گونه تغییر آن‌ها بر روی کل زنجیره غذایی تأثیرگذار خواهد بود. بررسی ساختار آن‌ها در ارزیابی کیفیت و تعیین درجه تولید و آلودگی آب‌ها مود استفاده قرار می‌گیرد (Shekhar *et al*. 2008). پلانکتون‌ها به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم بر سلامت شیلات و ماهیگیری تأثیر می‌گذارند زیرا به‌عنوان غذای مستقیم برای برخی از ماهیان که پلانکتون خوار هستند، می‌باشند .جوامع پلانکتون گیاهی و روند تغییرات آن‌ها و شرایط کیفی اکوسیستم‌های آبی همواره در معرض نوسانات قرار دارد. پلانکتون‌های گیاهی از شاخص‌های بیولوژیک با ارزش می‌باشند و با بررسی آن می‌توان کیفیت آب را مشخص نمود (پورافراسیابی و رمضانپور، ۱۳۹۰). از آنجایی که پلانکتون گیاهی نقش عمده و اساسی در ساختار زیست شناختی و غذایی هر بوم سامانه آبی دارد. شناخت فرآیندهای بوم شناختی آن‌ها به‌منظور حفظ و نگهداری مناسب از بوم سامانه آبی ضروری است.

مطالعات متعددی در زمینه پراکنش جامعه پلانکتون گیاهی در آب‌های خلیج‌فارس و به‌خصوص استان هرمزگان در طی سال‌های ۱۳۷۴ تاکنون به‌صورت پروژه‌های تحقیقاتی و دانشجویی صورت گرفته است. از تحقیقات اخیر می‌توان به مطالعات اکبرزاده و همکاران در سال ۱۳۹۴ که به بررسی ساختار فیتوپلانکتونها در آب‌های استان هرمزگان پرداخته و پنج رده فی تو پلانکتونی با ۴۷ جنس، محمدی کیا و همکاران در سال ۱۴۰۱ بررسی در آب‌های جزیره قشم، چهار رده فی تو پلانکتونی با ۵۲ جنس همراه با تنوع بالا دیاتومه ها و سراجی و همکاران در سال ۱۴۰۲ در آب‌های ساحلی استان هرمزگان که ۳ رده با ۵۲ جنس که باسیلاریو فیسه‌ها از تنوع بالاتری برخودار بودند می‌توان اشاره کرد. مطالعه حاضر با هدف بررسی ساختار پلانکتون گیاهی در آب‌های محدوده بندرعباس تا جزیره لارک صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد بررسی

این پژوهش در آبهای دریایی بین ساحل بندرعباس و جزایر قشم، لارَک و هرمز اجرا شد. در محدوده مورد بررسی ۱۵ ایستگاه انتخاب شد. در تعیین موقعیت ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای عمل شد که ایستگاه‌ها با فواصل تقریباً برابر در کل محدوده توزیع شده و همچنین جانمایی آن‌ها به‌صورت شبکه‌ای انجام شد. به‌طوری که درصد عمده منطقه موردنظر تحت پوشش قرار گرفت (شکل ۱). نمونه‌برداری ازتابستان ۱۴۰۱ لغایت بهار ۱۴۰۲، طی چهار دوره نمونه‌برداری از ۱۵ ایستگاه منتخب در این پهنه آبی صورت گرفت.



شکل (۱) ایستگاه‌های مورد بررسی

جدول(۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی (۱۴۰۲-۱۴۰۱)

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی		
	درجه	دقیقه	هزارم دقیقه	درجه	دقیقه	هزارم دقیقه
۱	۵۶	۲۰		۲۷	۱۰	
۲	۵۶	۲۵		۲۷	۷	۵۰۰
۳	۵۶	۲۰		۲۷	۵	
۴	۵۶	۱۵		۲۷	۷	۵۰۰
۵	۵۶	۱۰		۲۷	۶	۷۳۰
۶	۵۶	۵		۲۷	۵	
۷	۵۶	۱۵		۲۷	۲	۶۰۰
۸	۵۶	۱۰		۲۷	۲	۱۰۰
۹	۵۶	۵		۲۷	۰	
۱۰	۵۶	۰		۲۷	۱	
۱۱	۵۶	۱۷	۵۰۰	۲۷	۰	
۱۲	۵۶	۱۷	۵۰۰	۲۶	۵۵	
۱۳	۵۶	۲۲	۵۰۰	۲۶	۵۵	
۱۴	۵۶	۲۰		۲۶	۵۷	۵۰۰
۱۵	۵۶	۲۲	۵۰۰	۲۷	۰	

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری پلانکتون گیاهی با برداشت ۲ لیتر آب با بطری از نیم متری زیر سطح آب صورت گرفت (Michael,1990). نمونه‌ها در شرایط تثبیت با لوگل با درج کامل مشخصات به آزمایشگاه پلانکتون به‌منظور آنالیز منتقل شد (Parson, 1984). نمونه‌برداری به‌طور فصلی صورت گرفت. برای شناسایی و شمارش پلانکتون گیاهی پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، پس از ۱۰-۷ روز ماندگاری و ته‌نشست، آب رویی سیفون گردید و سپس از نمونه تغلیظ شده یک میلی‌لیتر برداشت (سه برداشت) و در لام سد ویک رافتر قرار داده و سپس با استفاده از میکروسکوپ این ورت و کلیدهای شناسایی معتبر، در حد امکان رده بندی شناسایی و شمارش صورت گرفت (Horner, 1996; Tomas *et al*., 2006; Al kandari, 2009; Al-Yamani and Subrova, 2010 and Hasle et al., 1996)تراکم برحسب سلول بر لیتر برآورد تعیین شد(Mitra *et al*., 2004) .

- تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از بررسی در نرم‌افزار اکسل وارد و محاسبات لازم بر روی آن‌ها انجام و نمودارها با استفاده از همین نرم‌افزار ترسیم شد. شاخص‌های زیستی با نسخه ۶ نرم‌افزار پرایمر محاسبه گردید Krebs, 1994 and Ludwig and Reynolds, (1988)

شاخصشانون-وینر از متداول‌ترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، ساده‌ترین و قابل درک‌ترین شاخص است که به تعداد گونه‌های حاضر در اکوسیستم مورد مطالعه اشاره می‌کند. هرچقدر مقدار آن بیشتر باشد حاکی از آن است که بدنه آبی به‌لحاظ زیستی از سلامت بالاتری برخوردار است، که از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

فراوانی نسبی گونه =Pi و شاخص شانن وینر='H $H'= -\sum pilnpi$

شاخص مارگالف (d) تعداد گونه‌ها را مشخص می‌نمایید که طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$d= (s-1) /LogN$

s=تعدادگونه مورد نظر در نمونه

N=تعداد کل گونه‌ها در نمونه

شاخص یکنواختی پیلو (j)که چگونگی توزیع گونه‌ها را نشان‌می‌دهد، از فرمول زیر محاسبه گردید:

$J'= H'/ \log(S)$

H'=شاخص شانن وS= تعداد گونه

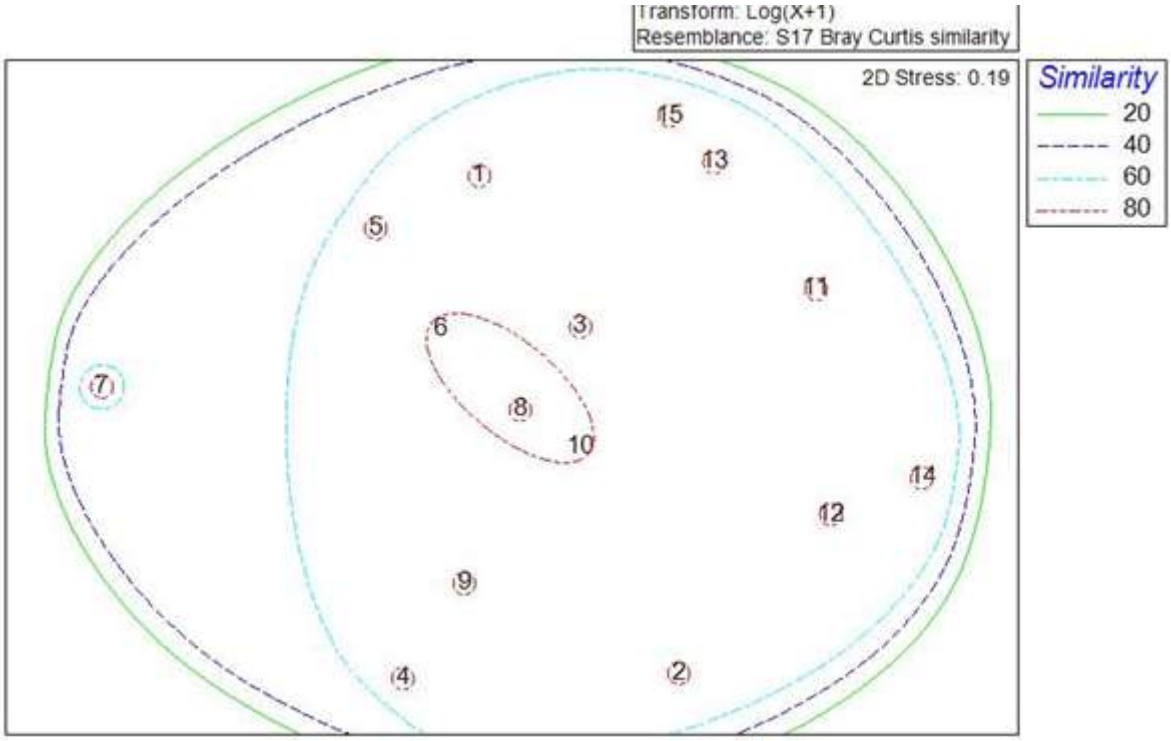
یافته‌های پژوهش

در طی این بررسی پلانکتون‌های گیاهی با چهار رده باسیلاریو فیسه (Bacillariophyceae)، دینوفیسه(Dinophyceae)، سیانوفیسه (Cyanophyceae) و اوگلنا فیسه (Euglenophyceae) شامل ۴۳ گونه متعلق به باسیلاریو فیسه ها،۱۸ گونه متعلق به دینوفیسه‌ها، دو گونه متعلق به سیانوفیسه و یک گونه متعلق به اوگلنافیسه مشاهده و شناسایی شدند .جنس‌های *Rhizosolenia*، *Chaetoceros*، *Nitzchia*، *Coscinodiscus* از دیاتومه ها هر کدام به‌ترتیب با ۷،۵ و ۳ گونه نسبت با سایر جنس‌های دیاتومه از تنوع بالاتری برخوردار بودند و در رده دینوفیسه جنس‌های *Ceratium* و *Prorocentrum* نسبت به سایر جنس‌های این رده تنوع بالاتری دارا بودند (جدول ۲).

جدول(۲) فهرست جنس‌ها وگونه های مشاهده و شناسایی‌شده در محدوده بندرعباس- لارک (۱۴۰۲-۱۴۰۱)

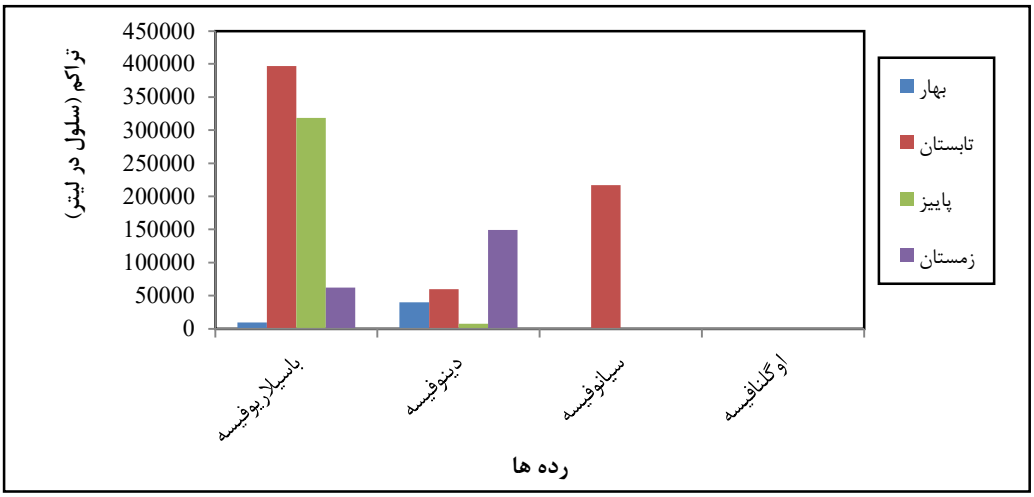
با سیلاریوفیسه (Bacillariophyceae)	
۱	*Amphora ostrearia*
۲	*Bacteriastrum delicatulum*
۳	*Bellerochea malleus*
۴	*Chaetoceros affinis*
۵	*Chaetoceros didymus*
۶	*Chaetoceros directa*
۷	*Chaetoceros lorenzianus*
۸	*Chaetoceros perurian*
۹	*Coscinodiscus granii*
۱۰	*Coscinodiscus radiatus*
۱۱	*Coscinodiscus wailies*
۱۲	*Cymbella minuta*
۱۳	*Diploneis splendida*
۱۴	*Eucampia zoodiaus*
۱۵	*Guinardia flaccida*
۱۶	*Gyrosima acuminatum*
۱۷	*Hemiaulus indicus*
۱۸	*Lauderia annulata*
۱۹	*Leptocylindrus danicus*
۲۰	*Meuniera membrance*
۲۱	*Navicula actum*
۲۲	*Navicula membrance*
۲۳	*Nitzschia alata*
۲۴	*Nitzschia paradox*
۲۵	*Nitzschia seriata*
۲۶	*Nitzschia sigma*
۲۷	*Nitzschia* sp.
۲۸	*Odentella mobinesis*
۲۹	*Odontella favus*
۳۰	*Plagiotropis* sp.
۳۱	*Pleurosigma elongatum*
۳۲	*Rhizosolenia alata*
۳۳	*Rhizosolenia clevi*
۳۴	*Rhizosolenia setigera*
۳۵	*Rhizosolenia styliforthii*
۳۶	*Skeletonema costatum*
۳۷	*Streptotheca tamensis*
۳۸	*Rhizosolenia cochlea*
۳۹	*Rhizosolenia hebetata*
۴۰	*Rhizosolenia imbricata*
۴۱	*Suriella fastuda*
۴۲	*Thalassinonema nitschiodes*
۴۳	*Thalassiosira weissflogii*
دینوفیسه (Dinophyceae)	
۱	*Alexandrium sp.*
۲	*Ceratium tripos*
۳	*Ceratium furca*
۴	*Ceratium fusus*
۵	*Ceratium kofodii*
۶	*Ceratium macroceros*
۷	*Dinophysis caudata*
۸	*Diplopsalis lenticula*
۹	*Gymnodinium sp.*
۱۰	*Gyrodinium sp.*
۱۱	*Noctiluca scintillans*
۱۲	*Oxytoxum so.*
۱۳	*Peridinium sp.*
۱۴	*Prorocentrum gracile*
۱۵	*Prorocentrum micans*
۱۶	*Prorocentrum minimum*
۱۷	*Protoperidinium quinquorne*
۱۸	*Pyrocystis fusiformis*
سیانوفیسه (Cyanophyceae)	
۱	*Oscillatoria theibautii*
۲	*Phormidium*
اوگلنافیسه(Euglenophyceae)	
۱: -Euglena sp	

ساختار جوامع پلانکتون گیاهی در ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و مقیاس‌بندی چندبُعدی ناپارامتری مقایسه شدند که نتایج آن در شکل ۲ آمده است. همان طور که نتیجه آزمون نمایه تشابه در نمودار خوشه‌ای مربوطه نشان‌می‌دهد تفاوت‌ها بین ایستگاه‌ها قابل چشم‌پوشی است و اکثر ایستگاهها تشابه بالای ۶۰ درصد را دارا هستند (شکل ۲).



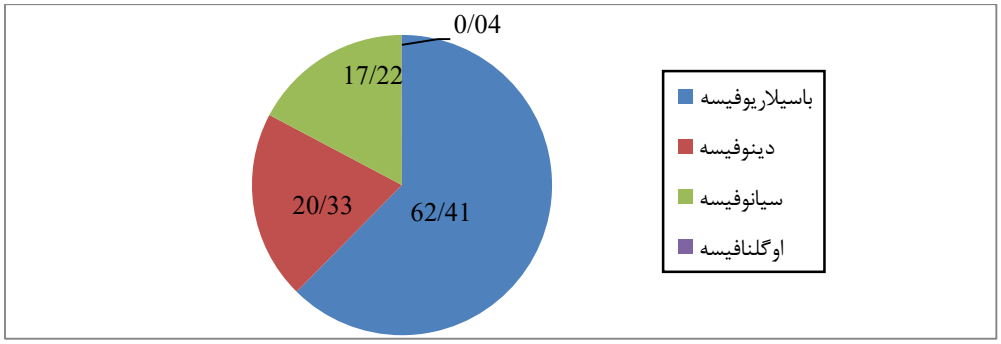
شکل(۲) مقایسه ساختار جوامع پلانکتون‌های گیاهی در ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و مقیاس‌بندی چندبُعدی ناپارامتری در دوره بررسی

رده باسیلاریوفیسه ها در تمامی فصول مشاهده شدند. در فصول تابستان و پاییز بالاترین تراکم را دارا بودند. دینوفیسه ها نیز در هر چهار فصل دیده شدند. در فصل زمستان از تراکم بالاتری برخوردار بودند. سیانوفیسه ها فقط در فصل تابستان با تراکم بالا حضور داشتند و رده اوگلنا فیسه ها با میزان اندک در فصل پاییز و زمستان دیده شدند (شکل ۳).



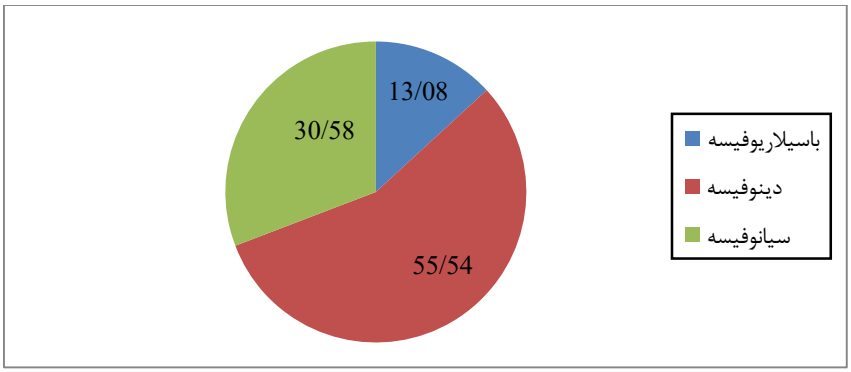
شکل (۳) تراکم رده‌های مختلف پلانکتون گیاهی مشاهده شده در فصول مختلف در منطقه مورد بررسی

در دوره بررسی رده باسیلاریوفسه با ۶۲/۴۱ درصد، دینوفیسه با ۲۰/۳۳ ، سیانوفیسه با ۱۷/۲۲ و اوگلنافیسه با ۰/۰۴ درصد حضور داشتند (شکل ۴).



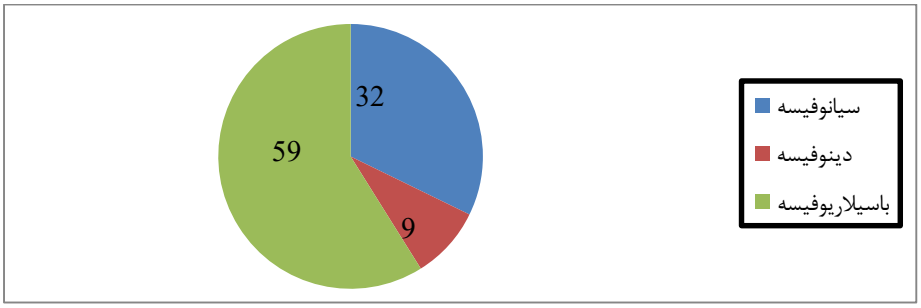
شکل (۴) درصد فراوانی رده‌های مختلف در منطقه مورد بررسی (۱۴۰۲-۱۴۰۱)

در فصل بهار ۲۸ گونه پلانکتون گیاهی مشتمل بر ۱۶ گونه باسیلاریوفیسه، ۱۱ گونه دینوفیسه و یک گونه سیانوفیسه ثبت شد. *Oscillatoria thiebautii* و *Noctiluca scintillans* به‌ترتیب با فراوانی ۳۰/۵۸ و ۴۶/۸۵ از گونه‌های غالب این فصل بودند. رده‌های باسیلاریو فیسه، دینوفیسه و سیانوفیسه هر کدام به‌ترتیب با درصد فراوانی ۱۳/۰۸ ،۵۴/ ۵۵ و۵۸ / ۳۰ حضور داشتند (شکل ۵).



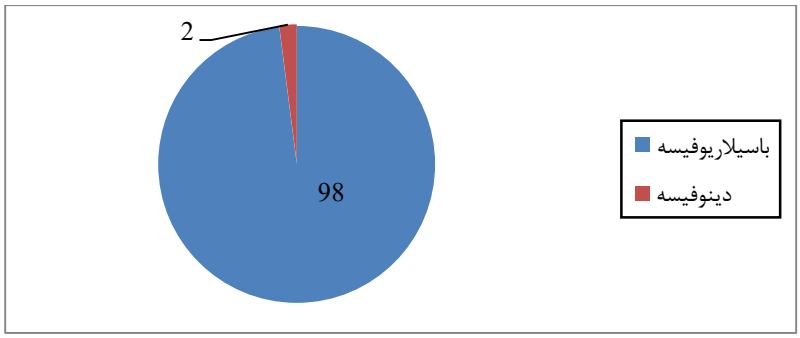
شکل (۵) درصد فراوانی رده‌های مختلف پلانکتون گیاهی در محدوده بندرعباس - لارک در فصل بهار

در فصل تابستان، ۴۶ گونه پلانکتون گیاهی شامل ۳۲ گونه باسیلاریو فیسه، ۱۲ گونه دینوفیسه و دو گونه سیانو فیسه ثبت شد. *Lauderia annulata*از باسیلاریو فیسه ها و *Oscillatoria thiebautii* از سیانوفیسه ها گونه‌های غالب بودند. از بین سه رده مختلف مشاهده شده کمترین درصد حضور متعلق به دینوفیسه ها با ۹ درصد بود (شکل ۶).



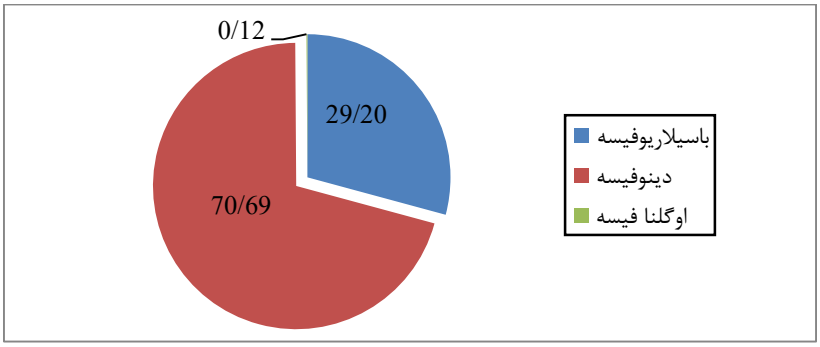
شکل (۶) درصد فراوانی رده‌های مختلف پلانکتون گیاهی در محدوده بندرعباس -لارک در فصل تابستان

در فصل پاییز ۴۳ گونه پلانکتون گیاهی که ۳۲ گونه متعلق به باسیلاریوفیسه‌ها، ۱۰ گونه متعلق به دینوفیسه‌ها و یک گونه متعلق به اوگلنافیسه‌ها مشاهده و شناسایی شد. از باسیلاریو فیسه ها *Lauderia annulata* و *Rhizosolenia styliforthii* از گونه‌های غالب در این فصل بودند. در این فصل دو رده باسیلاریو فیسه و دینوفیسه با غالبیت رده باسیلاریو فیسه‌ها ثبت گردید (شکل ۷).



شکل (۷) درصد فراوانی رده‌های مختلف پلانکتون گیاهی در محدوده بندرعباس -لارک در فصل پاییز

در فصل زمستان ،۲۷ گونه پلانکتون گیاهی در منطقه مورد بررسی مشاهده و شناسایی گردید. شامل ۱۸ گونه باسیلاریو فیسه، ۷ گونه دینوفیسه و یک گونه اوگلنا فیسه بود. از بین باسیلاریو فیسه ها *Laueria annulata, Rhizosolenia alata* فراوانی بالاتری نسبت به سایر جنس و گونه‌ها دارا بودند. ازدینوفیسه ها *Scrippsiella trochoidea* و *Noctiluca scintillans* از گونه‌های غالب بودند. در شکل ۸ درصد فراوانی رده‌های مختلف داده‌شده است. دینوفیسه رده غالب که با درصد فراوانی ۷۰/۶۹ ثبت شد.



شکل(۸) درصد فراوانی رده‌های مختلف پلانکتون گیاهی در محدوده بندرعباس -لارک در فصل زمستان

شاخص‌های زیستی

دامنه تغییرات شاخص مارگالف ۷/۳۱-۶/۴۱ ، شاخص شانن-وینر ۱/۶۶-۱/۳۰ و شاخص یکنواختی پی لو ۰/۵۹ -۰/۳۹ به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳: شاخص‌های زیستی در دوره بررسی در منطقه مورد مطالعه(۱۴۰۲-۱۴۰۱)

ردیف	فصل	تعداد گونه شناسایی‌شده	مارگالف (d)	شانون- وینر (H')	یکنواختی پیلو(J')
۱	بهار	۲۸	۶/۷۵	۱/۳۲	۰/۴۳
۲	تابستان	۴۶	۷/۳۱	۱/۶۶	۰/۴۰
۳	پاییز	۴۳	۷/۱۵	۱/۴۳	۰/۵۹
۴	زمستان	۲۷	۶/۴۱	۱/۳۰	۰/۳۹

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی چهار رده از پلانکتون گیاهی شامل باسیلاریو فیسه، دینوفیسه، سیانوفیسه و اوگلنا فیسه شناسایی و تعیین تراکم شد که با نتایج سایر محققین در آب‌های ساحلی بندرعباس و بندرلنگه همخوانی دارد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴ سراجی و همکاران، ۱۳۸۹ و مطلبی و همکاران،۱۳۹۲).

در دوره بررسی رده باسیلاریوفسه با ۶۲/۴۱ درصد، دینوفیسه با ۲۰/۳۳ ، سیانوفیسه با ۱۷/۲۲ و اوگلنافیسه با ۰/۰۴ درصد حضور داشتند. در مطالعه و بررسی وضعیت فیتوپلانکتون‌ها در آبهای ساحلی استان بوشهر توسط محسنی زاده و همکاران (۱۳۹۳) از آذر ۱۳۹۱ تا خرداد ۱۳۹۲، به‌ترتیب رده باسیلاریوفیسه با ۸۹/۵ درصد، دینوفیسه با ۹/۰۳ درصد، سیانوفیسه با ۱/۲۵ درصد و اوگلنافیسه با ۰/۲۲ درصد در آبهای منطقه وجود داشتند که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

بر طبق جدول ۲ باسیلاریوفیسه ها (دیاتومه ها) در رتبه اول و بالاترین تنوع و بعد از ان دینوفیسه ها قرار دارند که این با نتایج محققین در آبهای کویت مطابقت دارد (Polikarpov *et al*., 2009 and Al-Yamani *et al*., 2004). نتایج تحقیق انجام شده در آب‌های خلیج‌فارس (استان هرمزگان) در طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰، باسیلاریوفیسه ها با ۳۳ جنس و دینوفیسه ها با ۱۸ جنس از تنوع بالاتری نسبت به سایر رده‌های فیتوپلانکتونی برخوردار بودند که این با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (سراجی و همکاران،۱۴۰۲). باسیلاریوفیسه به‌عنوان گروه غالب و گروه‌های دینوفیسه ها و سیانوفیسه ها به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی معرفی شدند (ROPME, 2004). در مطالعات انجام شده توسط زرشناس و همکاران طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در آب‌های خلیج‌فارس نیز رده باسیلاریوفیسه و دینو فیسه بالاترین فراوانی را نسبت به سایر رده‌ها دارا بودند که با تحقیق حاضر همخوانی دارد (زرشناس و همکاران، ۱۳۹۳).

بررسی پلانکتون‌های گیاهی و جانوری آب‌های ساحلی بندرعباس که از مهر ۱۳۹۲ به‌مدت یکسال صورت گرفته‌بود. در این بررسی تعداد ۴ رده و ۴۵ جنس از پلانکتون‌های گیاهی (شامل ۲۹ جنس از رده باسیلاریوفیسه، ۱۳ جنس از رده دینوفیسه) شناسایی شدند که در این تحقیق نیز تنوع بالا به رده باسیلاریوفیسه‌ها تعلق داشت (صادقی و همکاران،۱۳۹۶) که همسو با نتایج از تحقیق حاضر است. مطالعات انجام شده در مناطق جنوبی خلیج‌فارس نشان داده که در این مناطق اجتماعات فی تو پلانکتونی متنوع بوده و به‌طور عمده تنوع گونه‌ای باسیلاریوفیسه بالاتر از سایر گروه‌ها می‌باشد (Dorgham and Moftah, 1986). همچنین، مطالعات انجام شده در بخش جنوبی خلیج‌فارس، منجر به شناسایی ۶۵ گونه پلانکتون گیاهی مربوط به سه رده باسیلاریوفیسه (دیاتومه)، دینو فیسه و سیانوفیسه شد که دیاتومه‌ها با ۴۷ گونه غالب بودند (Habashi, 1992) که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۸ در رابطه با ساختار جمعیت پلانکتون گیاهی در تنگه هرمز به عمل آمد، باسیلاریوفیسه‌ها با ۹۵ درصد فراوانی گروه اول و به‌دنبال آن رده‌های دینوفیسه با ۳ درصد فراوانی و سیانوفیسه با ۲ درصد فراوانی به‌عنوان رتبه‌های دوم و سوم به‌ترتیب معرفی شدند (مهوری و دودی،۱۳۸۹) که با تحقیق حاضر هم سوء می‌باشد.

با توجه به حضور باسیلاریو فیسه‌ها در تمامی فصول حال به نظر می‌رسد باسیلاریوفیسه ها نسبت به تغییرات محیطی از دامنه تحمل بالایی برخوردارند از این رو در بیشتر فصول با تنوع و پراکنش بالایی نسبت به سایر رده‌های فی تو پلانکتونی دیده می‌شوند (Mann, 2009). نوسانات فصلی در ساختار، تنوع و فراوانی جامعه پلانکتونی در اکوسیستم‌های دریایی و ساحلی امری اجتناب‌ناپذیر است. تغییرات پلانکتون گیاهی تحت‌تأثیر نوسانات فصلی است. (Sin *et al*., 1999 and Schluter *et al*., 2000). بنا به اظهار برخی از محققین یکی از عوامل عمده غالبیت و فراوانی باسیلاریوفیسه ها غنای اکوسیستم‌های ساحلی از منابع سیلیکاتی می‌باشد (Polikarpor *et al*,2009).

از طرفی پلانکتون‌های گیاهی علاوه بر تغییرات مشخصی که در طول سال دارند، تغییرات عمده‌ای در ترکیب گونه‌ای آن‌ها نیز مشاهده می‌شود. این تغییرات گونه‌ای از فصلی به به فصل دیگر که توالی فصلی نامیده می‌شود تحت شرایط مشخصی یک یا تعداد بیشتری از گونه‌های دیاتومه، دینوفلاژله و سیانوفیسه به‌صورت غالب برای مدت کوتاه در آمده و سپس گونه دیگری

جایگزین می‌شود و این حالت تکرار می‌شود اما تغییرات محیطی قادر به جایگزینی گونه دیگری است (Newell and Newell, 2006 and Behrenfeld *et al*., 2021).

رده دینوفیسه ها در منطقه مورد بررسی با بالاترین درصد فراوانی (۷۰/۶۹) در فصل زمستان مشاهده شد. این افزایش ناشی از تراکم بالا و شکوفایی نوکتی لوکا *Noctiluca scintillans* بود. در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی این گونه با تراکم متفاوت مشاهده شد. تغییر رنگ آب (کشند سبز) در منطقه مورد بررسی به‌خصوص درایستگاههای ساحلی بندرعباس، بین قشم و هرمز و لارک رؤیت شد. رنگ سبز ناشی از شکوفایی، نوکتی لوکا همزیست با جنس *Pedinomonas noctilucae* از Prasinophyceae بود. شکوفایی نوکتی لوکا از داینوفلاژله ها در اکثر مواقع در ماه‌های سرد سال در آبهای خلیج‌فارس و دری یا عمان رخ می‌دهد نکته قابل توجه اینکه در سال‌های پیشین شکوفایی نوکتی لوکا با تغییر رنگ آب به‌صورت قرمز و نارنجی و همچنین نورزایی آن در شب نیز گزارش گردیده است. ولی در چند سال اخیر شکوفایی این داینوفلاژله سبب ایجاد رنگ سبز در سطح دریا و ایجاد کشند سبز شده است. شکوفایی این گونه در ماههای سرد و خنک سال (دی تا اسفند) در آبهای ساحلی بندرعباس، آبهای اطراف جزایر قشم، هرمز، لارک، جاسک و بندر لنگه از سال ۱۳۹۲ به‌بعد با تغییر رنگ آب به‌صورت سبز رنگ مشاهده شده‌است(سراجی و همکارن، ۱۳۹۷). قابل‌ذکر است این گونه در حالت شکوفایی مقطعی، فاقد هر گونه اثرات مضر و منفی بر اکوسیستم دریایی است ولی در صورت طولانی بودن به‌علت ایجاد کمبود اکسیژن و همچنین لاشه ژلاتینی و ترشح آمونیاک می‌تواند سبب مرگ و میر آبزیان شود. نوکتی لوکا از گروه دینوفلاژله های غیر سمی است اما اگر شکوفایی طولانی و ماندگار باشد می‌تواند کاهش شدید اکسیژن را سبب شده و دارای اثرات منفی بر اکوسیستم باشد. شکوفایی آن در سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان در فصول سرد سال است (Asefi and Attarn, 2023).

در این پژوهش سیانوفیسه ها با تراکم بالا(۵۹ درصد) در فصل تابستان مشاهده شدند که این ناشی از تراکم بالای جنس Oscillatoria بود. در مطالعه‌ای که ربانی‌ها و همکاران (۱۳۹۱) طی یک سال بررسی فصلی در سال ۱۳۸۱-۱۳۸۰ در آبهای دور از ساحل استان بوشهر انجام دادند به نتیجه مشابه تحقیق حاضر دست یافتند. نتایج بررسی‌های سایر محققین در خوریات استان هرمزگان و آبهای ساحلی بندرعباس نیز حاکی از تراکم بالای رده سیانوفیسه‌ها و اسیلاتوریا Oscillatoria و گاهاً فور میدیومPhormidium در فصل تابستان بود (طاهری زاده و همکاران، ۱۳۸۶ و صادقی و همکاران، ۱۳۹۰). دمای آب عامل مهمی در نوسانات ساختاری فیتوپلانکتون‌ها است. غالبیت سیانوفیسه ها در فصل گرم ثبت شده است. اسیلاتوریا ریز جلبک سبز-آبی رشته‌ای گرما دوست بوده و در دمای بالا رشد بهینه دارد (Resende et al., 2007).

بر طبق جدول ۳ شاخص شانون-وینر در دامنه ۱/۳۰ تا ۱/۶۶ است. مقدار این شاخص اگر بزرگ‌تر از ۳ باشد محیط تمیز و در رتبه عالی قرار می‌گیرد و مقادیر کمتر از ۳ نشان دهنده استرس و محیط در حد آلودگی متوسط است که بر این اساس منطقه مورد مطالعه در زمره منطقه با آلودگی متوسط قرار می‌گیرد (James and Adejare, 2010 and Brraich and Kaur, 2015). اکبر زاده و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه ساختار فیتوپلانکتونی آبهای ساحلی بندرعباس (قشم و بندر لنگه) میزان شاخص شانن را نزدیک به ۳ به‌دست آوردند.

در این بررسی دامنه تغییرات شاخص مارگالف ۷/۳۱-۶/۴۱ و شاخص یکنواختی پی لو ۰/۵۹-۰/۳۹ به‌دست آمد. تنوع زیستی شامل ترکیب، تعداد و غنای موجودات است. تنوع زیستی نقش مهمی در حفظ ثبات و پایداری اکوسیستم دارد. حضورگونه های بیشتر سبب پیچیده‌تر شدن اکوسیستم شده و در نتیجه اکوسیستم‌ها در پاسخ به تغییرات محیطی توانایی بیشتری دارند و با ثبات‌تر هستند. شاخص غنای مارگالف بیانگر تعداد کل گونه‌های موجود در اکوسیستم می‌باشد. افزایش مقدار این شاخص نشان دهنده افزایش تنوع و کاهش آن نشان دهنده کاهش تنوع در محیط می‌باشد. بر اساس تعریف ارائه شده برای شاخص همترازی و یکنواختی پی لو محدوده تغییرات بین ۱-۰ برای این شاخص است هر چه تعداد گونه‌های تشکیل دهنده در یک جامعه بیشتر و توزیع فراوانی افراد در بین گونه‌ها یکسان‌تر باشد میزان تنوع در نمونه بیشتر و محیط از ثبات و پایداری بیشتری برخوردار خواهد بود (James and Adejare., 2010). در فصل تابستان بالاترین تنوع ۴۶(گونه) و در فصل زمستان کمترین تنوع (۲۷ گونه) دیده شد. برطبق جدول ۳ بالاترین میزان شاخص مارگالف ۷/۳۱ در تابستان و کمترین میزان ۶/۴۱ در فصل زمستان

به‌دست آمد که با تنوع گونه‌های مشاهده شد هم‌راستا است. کم بودن میزان شاخص پیلو (۰/۳۹) در زمستان ناشی از شکوفایی نوکتی لوکا و در فصل تابستان (۰/۴۰) ناشی از شکوفایی اسیلاتوریا بوده است.

منابع

ابراهیمی، محمود. زرشناس، غلامعباس. اسلامی، فرشته. اکبرزاده، غلامعلی. جوکار، کاظم. ایاغ، رقیه و مخیر، زهره .۳۹۴.. پایش شکوفایی جلبکی در آبهای ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان (محدوده آبهای استان هرمزگان)، تهران، ایران، ۷۴ صفحه.

اکبرزاده، غلامعلی. سالار پور، علی. بهزادی، سیامک و درویشی، محمد. ۱۳۹۴. بررسی ساختار جامعه فیتوپلانکتونی در آبهای ساحلی استان هرمزگان (مناطق قشم و بندر لنگه). مجله بوم شناسی آبزیان. ۵، شماره ۲. ص ۱۵۴-۱۵۰.

پورافراسیابی، معصومه و رمضانپور، زهره.۱۳۹۰. بررسی فیتوپلانکتون ها به‌عنوان شاخص آلودگی در اکوسیستم‌های آبی، پنجمین همایش ملی مهندسی محیط‌زیست، تهران، https://civilica.com/doc/122226.

ربانی‌ها، مهناز. ایزد پناهی، غلامرضا. محسنی زاده، فاطمه. و عوفی، فریدون.۱۳۹۱. تغییرات اجتماع پلانکتون‌ها در آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر. مجله اقیانوس‌شناسی، پاییز ۱۳۹۱، دوره ۳، شماره ۱۱، ص ۲۱-۳۱.

زرشناس، غلامعباس. سراجی، فرشته. محسنی زاده، فاطمه و روحانی، کیومرث. ۱۳۹۳. بررسی شکوفایی در آبهای خلیج‌فارس. مجله علمی شیلات ایران، جلد ۲۳،شماره ۴. ص ۶۰-۴۹.

سراجی، فرشته. اکبرزاده، غلامعلی. کریم‌زاده، رامین. منصوری، زهرا. رامشی، حسین. پور مظفر، سجاد. بهزادی، سیامک. اسلامی، فرشته و موسیوند، یوسف. ۱۴۰۲. بررسی شکوفایی ریز جلبکی در خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۷۳ ص.

سراجی، فرشته. کمالی، عیسی. اسلامی، فرشته. روحانی، کیومرث و عوفی، فریدون.۱۳۸۹. مطالعه برخی از فاکتورهای زیستی درزیستگاههای مصنوعی دریایی هرمزگان (بندرلنگه). مؤسسه تحقیقات شیلات ایران.۶۳ ص.

صادقی، محمد رضا. سراجی، فرشته. اکبرزاده، غلامعلی. مرتضوی، محمد صدیق. سالار پور، علی. ایاغ، رقیه و ابراهیمی، محمود. ۱۳۹۶. بررسی جوامع پلانکتون‌های آبهای ساحلی شهر بندرعباس. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی. ۱۰۸ ص.

طاهری، محمد رضا. ابراهیمی، محمود. محبی نوذر، سیده لیلی. جوکار، کاظم. سراجی، فرشته. آقاجری خزایی، شیوا و سالارپور، علی. بررسی هیدروبیولوژیکی بعضی از خورهای مهم شرق استان هرمزگان با هدف کاربردی در استخرهای پرورش میگو. ۱۳۸۶. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی. ۱۴۰ ص.

فرشته سراجی، محمدرضا صادقی، غلامعلی اکبرزاده، محمدصدیق مرتضوی. ۱۳۹۷. شکوفایی نوکتی لوکا (Noctiluca sciantilans)از کشند قرمز تا کشند سبز در آب‌های خلیج‌فارس (استان هرمزگان.) همایش ملی تغییر اقلیم و اکوسیستم‌های آبی.

محسنی زاده، فاطمه. نگارستان، حسین و سواری، احمد .۱۳۹۳. عوامل مؤثر بر نوسانات فیتوپلانکتونهای خلیج‌فارس سواحل استان بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲،ص ۱۰۱-۹۱.

محمدی کیا، داریوش. سواری، احمد. دوست شناس، بابک و عسگری، محمد. ۱۴۰۱. بررسی ساختار جوامع فیتوپلانکتونی درآب های جنوبی سواحل جزیره قشم در استان هرمزگان. مجله علوم و فنون دریایی, ۲۱(۱), ۲۶-۱۶.

مطلبی، عباسعلی. پهپوری، عبدالواحد. سراجی، فرشته. جوکار، کاظم. اکبرزاده، غلامعلی. رادخواده، کورس. زرشناس، غلامعباس. آذینی، محمد رضا و. سبز علیزاده، سارا. ۱۳۹۲. پایش کشند قرمزد ر آبهای خلیج‌فارس و دریای عمان. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۲۳۴ ص.

مهوری، علیرضا و دودی، سکینه.۱۳۸۹. بررسی تغییرات هفتگی در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتونهای تنگه هرمز. مجله اقیانوس‌شناسی، سال اول، شماره ۲،ص ۱۰-۱.

Al-Kandari, M., Al-Yamani, F., & Al-Rifaie, K. (2009). Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters. *Kuwait Institute for Scientific Research*, *351*.

Al-Yamani, F., & Saburova, M. A. (2010). Illustrated Guide on the Flagellate. *Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research*, *197*.

Al-Yamani, F.., Bishop, J., Ramadhan, E., Al-Husaini, M., & Al-Ghadban, A. N. (2004). Oceanographic atlas of Kuwait's waters.

Asefi, M. A., & Attaran-Fariman, G. (2023). Harmful blooming of Noctiluca scintillans in the southeast coastal waters of Iran, Oman Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 22(2), 261-277.

Behrenfeld, M. J., Boss, E. S., & Halsey, K. H. (2021). Phytoplankton community structuring and succession in a competition-neutral resource landscape. *ISME communications*, *1*(1), 12.

Brraich, O. S., & Kaur, R. (2015). Phytoplankton community structure and species diversity of Nangal Wetland, Punjab, India. Int Res J Biological Sci, 4(3), 76-83.

Dorgham, M. M., & Moftah, A. (1989). Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Arabian Gulf and Gulf of Oman, September 1986. *Journal of the Marine Biological Association of India. Cochin*, *31*(1), 36-53.

Habashi, B. B., Nageeb, F., & Faraj, M. (1992). Distribution of phytoplankton cell abundance and chlorophyll with certain environmental factor in the ROPME Sea Area. Ropme/loc. Unesco)/UNEP/NOAA Scientific workshop on results of R/V Mt. Ropme Sea Area Cruise Kuwait.

Hasle, G. R., Syvertsen, E. E., Steidinger, K. A., Tangen, K., & Tomas, C. R. (1996). *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Elsevier.

Horner, R. A. (1996). A taxonomic guide to some common marine phytoplankton. UK: Bio press Ltd.

James, B. K., & Adejare, L. I. (2010). Nutrients and phytoplankton production dynamics of a tropical harbor in relation to water quality indices. *Journal of American Science*, *6*(9), 261-275.

Kerebs, C., J.(1994) Ecology Methodology, UK: Wesely Longm.

Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology: a primer in methods and computing* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Mann, K.H. (2009). Ecology of coastal water with implication for m anagem ent. Blackwell Science.

Michael, P. (1990). Ecological Methods for Field and Laboratory Investigation, Tata McGrew Hill Publishing Co. *Ltd., New Delhi, India*.

Mitra, A.M., Banerjee, K and Ganngopadhyay, A. (2004). Introuction to Marine Phytoplankton. New Delhi, India: Daya Publishing House.

Naz, M., & Türkmen, M. (2005). Phytoplankton biomass and species composition of Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). Turkish Journal of Biology, 29(1), 49-56.

Newell. G.E and Newell. R.R. (2006). Apractical Guide. Pisese converation publisher.

Parsons, T. R., & Maita, Y. (1984). Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. *Pergamon Press*, 109-115.

Polikarpov, I., Al-Yamani, F., & Saburova, M. (2009). Space-time variability of phytoplankton structure and diversity in the north-western part of the Arabian Gulf (Kuwait). *BioRisk*, *3*, 86-96.

Resende, P., Azeiteiro, U. M., Gonçalves, F., & Pereira, M. J. (2007). Distribution and ecological preferences of diatoms and dinoflagellates in the west Iberian Coastal zone (North Portugal). *Acta Oecologica*, *32*(2), 224-235.

ROPME, (2004). Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.Regional report of the state of the m arinenvironment. Kuwait.

Schlüter, L., Møhlenberg, F., Havskum, H., & Larsen, S. (2000). The use of phytoplankton pigments for identifying and quantifying phytoplankton groups in coastal areas: testing the influence of light and nutrients on pigment/chlorophyll a ratios. *Marine Ecology progress series*, *192*, 49-63.

Shekhar, T. S., Kiran, B. R., Puttaiah, E. T., Shivaraj, Y., & Mahadevan, K. M. (2008). Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution. Journal of Environmental Biology, 29(2), 233.

Sin, Y., Wetzel, R. L., & Anderson, I. C. (1999). Spatial and temporal characteristics of nutrient and phytoplankton dynamics in the York River estuary, Virginia: analyses of long-term data. *Estuaries*, *22*, 260-275.

Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water research*, *18*(6), 653-694.