مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی تغییرات فصلی جمعیت فیتوپلانکتون ها در ارتباط با فاکتورهای محیطی در آب‌های ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

زهره غلامی[۱]، محمد صدیق مرتضوی[۲*]، عبدالرضا کرباسی[۳]

[۱] گروه آلودگی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

[۳] گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۸/۰۲
اصلاح: ۹۷/۰۸/۲۵
پذیرش: ۹۸/۰۳/۳۰

کلمات کلیدی:
جوامع فیتوپلانکتونی
فاکتورهای محیطی
Bacillariophyta
Dinophyta

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی رابطه بین عوامل محیطی، ساختار و فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی است. نمونه‌های آب در زمستان ۱۳۹۴ و تابستان ۱۳۹۵ از ۱۱ ایستگاه در آب‌های ساحلی استان هرمزگان در خلیج‌فارس و دریای عمان جمع‌آوری شد. فاکتورهای محیطی متعددی شامل دمای آب، شوری، اکسیژن محلول، فسفات، نیتریت، نیترات، سیلیکات و همچنین پارامترهای زیستی نظیر کلروفیل a و جوامع پلانکتونی در نمونه‌برداری مورد توجه قرار گرفت. نتایج نشان داد حداکثر تراکم فیتوپلانکتون در فصل تابستان با $۱,۲۵\times ۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر و حداقل آن با تراکم $۲,۰۱\times ۱۰^{۵}$ سلول بر لیتر مربوط به فصل زمستان بود. بر اساس نتایج ۴۶ جنس متعلق به ۵ شاخه فیتوپلانکتونی ثبت گردید. از مجموع فیتوپلانکتون‌های شناسایی‌شده شاخه‌های باسیلوروفیسه و دینوفیسه بیشترین فراوانی را داشتند. نتایج مطالعه حاضر آشکار ساخت دمای آب، شوری، نیترات، فسفات و کلروفیل a مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر توزیع فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان است.

مقدمــه

در هر اکوسیستم آبی، فیتوپلانکتون‌ها به لحاظ تولید مواد آلی از مواد اولیه و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی از ذخایر مهم و با ارزش به شمار می‌روند و به همین دلیل شناخت آن‌ها در منابع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Davis, 1955). فیتوپلانکتون‌ها ۹۵ درصد تولید اولیه دریاها را در مناطق ساحلی به خود اختصاص می‌دهند (Nybakken, 1993). همچنین این موجودات کوچک به عنوان یک شبکه غذایی ارزشمند به موجودات آبزی خدمت می‌کنند (Waniek and Holliday, 2006). قابل توجه است که تولید فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های دریایی باعث بهبود شیلات در مناطق مختلف می‌گردد. همچنین

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mseddiq1@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

فیتوپلانکتون‌ها به دلیل دسترس‌پذیر بودن در مکان و زمان‌های مختلف و همچنین حساسیت به تغییرات جزئی محیط می‌توانند اطلاعات مفیدی را در رابطه با کیفیت آب، قبل از رسیدن به شرایط نامساعد یوتریفیکاسیون یا غنی شدن آب‌های ساحلی فراهم کنند (Brettum and Andersen, 2005). پدیده یوتریفیکاسیون می‌تواند توسط عوامل متعددی مانند بازسازی مجدد مواد معدنی بستر، افزایش جریان آب رودخانه‌ها و احیاء مجدد ذرات معلق ایجاد گردد (Guinder *et al.*, 2015). همچنین ممکن است بسته به وضعیت یک اکوسیستم، تأثیر مثبت و منفی بر تنوع فیتوپلانکتون‌ها ایجاد نماید (Su *et al.*, 2015). از این رو، تنوع گونه‌ای و ترکیب جوامع فیتوپلانکتون‌ها به میزان قابل‌توجهی به پارامترهای محیطی و یوتریفیکاسیون وابسته است. فیتوپلانکتون‌ها به دلیل یوتریفکاسیون، زی‌توده آن‌ها افزایش می‌یابد؛ در نتیجه باعث توزیع یکنواخت در ترکیب گونه‌های خود می‌گردند و هم‌زمان جمعیت گونه‌های فرصت‌طلب نیز افزایش می‌یابد (McQuatters-Gollop *et al.*, 2009). با پایش تغییرات فصلی، تنوع و ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها به عنوان مهم‌ترین عناصر بیولوژیکی، می‌توان درک درستی از وضعیت آب‌های ساحلی و اکولوژیکی دریا به دست آورد (Legović *et al.*, 1994). جوامع فیتوپلانکتونی دریا، عمدتاً وابسته به مواد مغذی و پارامترهای فیزیکی محیط‌های ساحلی هستند، به‌طوری‌که در دسترس بودن مواد مغذی اغلب به عنوان یک عامل کلیدی تنظیم‌کننده در فراوانی، رشد و متابولیسم آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (Sahu *et al.*, 2012). پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ستون آب می‌توانند در توزیع فیتوپلانکتون ها مؤثر باشند، اما گاهی اوقات تفسیر داده‌های فیتوپلانکتون به علت غیریکنواختی و تغییرات فصلی بسیار پیچیده است (Rajkumar *et al.*, 2012). بنابراین ارزیابی ساختار داده‌های پیچیده محیط‌زیست مستلزم تکنیک‌های آماری مناسب برای تفسیر بهتر است (Haque *et al.*, 2016). ارتباط بین جامعه فیتوپلانکتون‌ها و متغیرهای زیست‌محیطی کار آسانی نیست، اگرچه، استفاده از روش‌های آنالیز آماری از قبیل همبستگی پیرسون می‌تواند مفید باشد (Naz *et al.*, 2013). روش‌های تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Component Analysis, PCA) و تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis,CA) به عنوان روش‌های آنالیز آماری چند متغیره، به دلیل آن‌که می‌توانند منجر به کاهش قابل‌توجهی از داده‌ها در اندازه‌های قابل کنترل شوند، بنابراین به طور گسترده در مطالعات اکولوژیکی و در تصمیم‌گیری‌های مربوط به محیط‌های دریایی ساحلی به کار گرفته می‌شوند (Bengraine and Marhaba, 2003). تاکنون مطالعات مختلفی در مورد شناسایی فیتوپلانکتون‌ها و بررسی تنوع، فراوانی و پراکنش آن‌ها در جهان و ایران انجام شده است. به طوری که Vajravelu و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای را بر روی تأثیر فصلی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بر تنوع، فراوانی و پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی Parangipettai، خلیج بنگال، ساحل جنوب شرقی هند انجام دادند. Nassar و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات فیتوپلانکتون ها را در ارتباط با عوامل محیطی در ساحل شرقی خلیج Suez در مصر مورد بررسی قرار دادند. Sahu و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات ساختار جامعه فیتوپلانکتون‌ها را در ارتباط با خواص فیزیکوشیمیایی آب‌های ساحلی، ساحل جنوب شرقی هند مورد مطالعه قرار دادند. Mirzaei و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی ساختار جامعه فیتوپلانکتونی را در ارتباط با پارامترهای هیدروگرافی و تغییرات فصلی قبل و بعد از مانسون در آب‌های ساحلی چابهار مورد بررسی قرار دادند. Akbarzadeh و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات مکانی و زمانی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها را در آب‌های ساحلی هرمزگان در بندرلنگه و قشم مورد مطالعه قرار دادند. Zarshenas و همکاران (۲۰۱۵) پایش شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها را به عنوان یک پدیده مضر در آب‌های خلیج‌فارس مورد بررسی قرار دادند. Lababpour (۲۰۱۵) فیتوپلانکتون‌ها و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب دریا را در آب‌های ساحلی بندرعباس مورد مطالعه قرار دادند. Maghsoudlou و همکاران (۲۰۱۵) نیز الگوی مکانی جوامع فیتوپلانکتونی را در آب‌های ایران در خلیج عمان در دوره قبل از مانسون مورد مطالعه قرار دادند. با وجود مطالعات فوق، تبین ارتباط عوامل محیطی و جوامع فیتوپلانکتونی کمتر مورد توجه قرار گرفته است . هدف از تحقیق حاضر، تعیین ارتباط بین تنوع و تراکم فیتوپلانکتون‌های آب‌های ساحلی استان هرمزگان و فاکتورهای محیطی است.بدیهی است برای نیل به اهداف روش‌های آماری چندمتغیره نظیر آنالیز خوشه‌ای (CA) و آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) به کار گرفته خواهد شد.

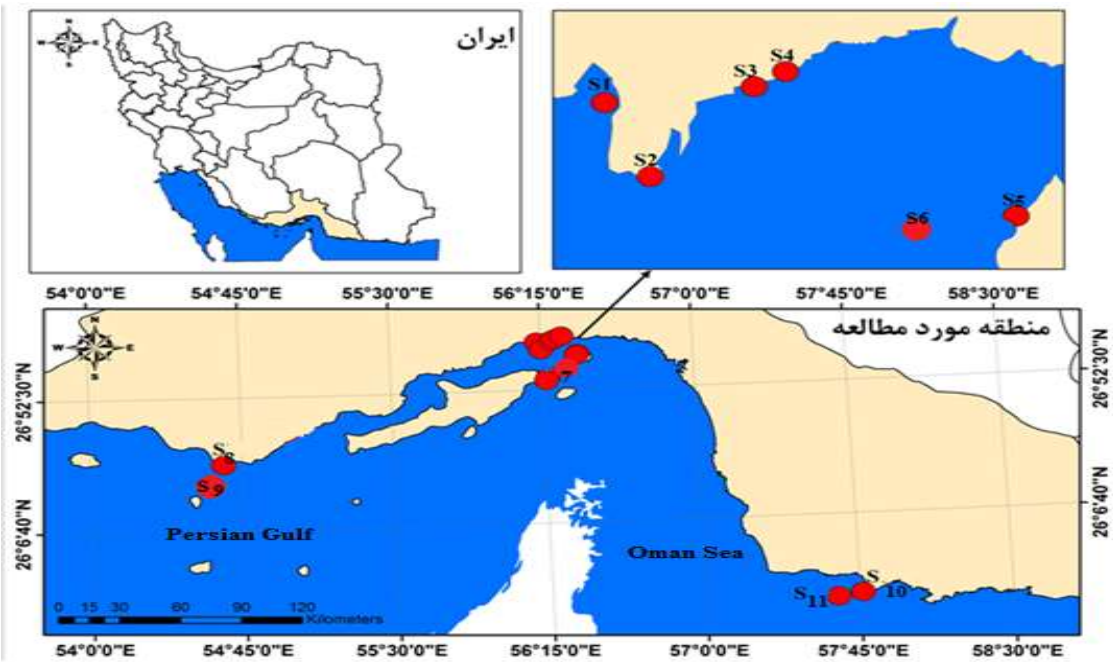
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری

خلیج‌فارس و دریای عمان از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی جنوب کشور هستند که از جنبه‌های مختلف اکولوژیکی به عنوان دو اکوسیستم متفاوت محسوب می‌گردند (Dorgham and Moftah, 1989). مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ و موقعیت مکانی آن‌ها در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در آب‌های استان هرمزگان

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در آب‌های استان هرمزگان

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی (شمالی)			طول جغرافیایی (شرقی)		
		ثانیه	دقیقه	درجه	ثانیه	دقیقه	درجه
۱	سورو	۵۰	۰۹	۲۷	۵۹	۱۴	۵۶
۲	اسکله پشت شهر	۴۰	۱۰	۲۷	۵۲	۱۶	۵۶
۳	گورسوزان	۳۹	۱۰	۲۷	۵۴	۱۷	۵۶
۴	اسکله شیلات	۳۵	۱۰	۲۷	۷	۱۹	۵۶
۵	هرمز	۴۸	۰۴	۲۷	۵۶	۲۳	۵۶
۶	بین قشم و هرمز	۶۰	۰۱	۲۷	۵۹	۲۱	۵۶
۷	اسکله بهمن قشم	۲۴	۵۷	۲۶	۴۰	۱۷	۵۶
۸	لنگه ساحلی	۳۹	۳۱	۲۶	۳۰	۵۱	۵۴
۹	لنگه میانی	۱۹	۳۱	۲۶	۵۳	۵۱	۵۴
۱۰	جاسک ساحلی	۲۱	۳۹	۲۵	۵۳	۴۵	۵۷
۱۱	جاسک میانی	۳۶	۳۹	۲۵	۳۷	۴۴	۵۷

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

در راستای دستیابی به اهداف، یازده ایستگاه در آب‌های ساحلی استان انتخاب و نمونه‌برداری از آب دریا طی فصول زمستان ۱۳۹۴و تابستان ۱۳۹۵ انجام گردید. در این بررسی، چهار ایستگاه در آب‌های ساحلی بندرعباس، (ایستگاه‌های ۱ تا ۴)، سه ایستگاه در محدوده قشم و بندرعباس (ایستگاه‌های ۵ تا ۷)، دو ایستگاه در آب‌های ساحلی جاسک (ایستگاه‌های ۸ و ۹) و دو ایستگاه در آب‌های غرب بندرلنگه (ایستگاه‌های ۱۰و ۱۱) در نظر گرفته شد.

پارامترهای محیطی

در این تحقیق، پارامترهای محیطی شامل دما، شوری، کلروفیل a، نیترات، نیتریت، فسفات و سیلیکات مورد سنجش قرار گرفتند. دمای آب در هر ایستگاه با استفاده از مولتی پارامتر پرتابل مدل 340i کمپانی WTW اندازه‌گیری شد. به منظور سنجش شوری نمونه‌ها از رفراکتومتر مدل (Atago, S/Mill-E) استفاده شد (Strickland and Parsons, 1972). در رابطه با سنجش مواد مغذی، نمونه‌ها پس از جمع‌آوری در دمای ^{0}C ۴، به آزمایشگاه انتقال و با استفاده از پمپ خلأ و کاغذ صافی فیلتر و تا زمان آنالیز در دمای ^{0}C ۲۰- نگهداری شدند (Strickland and Parsons, 1972). قبل از اندازه‌گیری جذب، نمونه‌ها براساس روش‌های استاندارد آماده‌سازی گردید. نیترات (NO_3^--N) به روش احیاء کادمیم، نیتریت (NO_2^--N) بر اساس واکنش با یک سولفانیل آمید، فسفات (PO_4^{3-}-P) و سیلیکات نیز بر اساس تشکیل کمپلکس آمونیوم فسفومولیبدات آماده‌سازی و جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Strickland and Parsons, 1972). اندازه‌گیری کلروفیل a به روش Parsons و همکاران (۱۹۸۴) انجام شد. برای آنالیز کلروفیل a، یک لیتر از نمونه آب دریا را صاف کرده و سپس صافی حاوی ذرات ترسیبی را به لوله‌های حاوی ۱۰ml استون ۹۰ درصد انتقال به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای (^{0}C ۴) نگهداری شد. جذب نمونه‌ها پس از سانتریفوژ، توسط دستگاه اسپکتروفتومترنانومتر اندازه‌گیری شد.

فیتوپلانکتون‌ها

برای بررسی فیتوپلانکتون‌ها، نمونه‌برداری از هر ایستگاه توسط بطری روتنر از عمق ۰/۵ متری انجام شد. طی سه مرحله برداشت یک لیتری و انتقال آن به ظروف شیشه‌ای تیره، نمونه‌های برداشت شده با ۵ سی‌سی محلول لوگل تثبیت شدند (Sourina, 1978; APHA, 2005). نمونه‌ها در دمای ^{0}C ۴ نگهداری و برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های تثبیت شده در آزمایشگاه به مدت ۷ الی ۱۰ روز در دمای اتاق در محل تاریک و دور از نور به حالت سکون نگهداری شدند تا به طور کامل رسوب نمایند (Newell and Newell, 1977; Horner, 2002). پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، به کمک میکروسکوپ Nikon Eclipse-E600 با بزرگنمایی‌های ۲۰ و۴۰ برابر شناسایی انجام و تعداد کل فیتوپلانکتون ها محاسبه گردید (Hötzel and Croome, 1999).

آنالیز آماری

آنالیز آماری نمونه‌ها برای انجام خوشه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار MVSP v 3.22 انجام شد. آنالیز خوشه‌ای روشی آماری است که به وسیلهٔ آن می‌توان گروهی از پارامترهایی که رفتاری مشابه یا خوشه‌هایی را که ارتباط زیادی با هم دارند مشخص کرد. نتایج آنالیز خوشه‌ای به شکل دندروگرام نمایش داده می‌شود (Davis, 1973). در این مطالعه از آزمون همبستگی (Pearson Correlation) به عنوان آنالیز واریانس دو متغیره (*Bivariate*) و از آنالیز مؤلفه اصلی (APC) برای تقلیل داده‌ها به عنوان آنالیز چند متغیره (Multivariate) نیز استفاده شده است (Simeonov *et al*., 2003). فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده از قبیل دما، شوری، کلروفیل a، مواد مغذی نیترات، نیتریت، فسفات و سیلیکات به عنوان ماتریس متغیرهای محیطی مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از آنالیز، تبدیل لگاریتمی $\log_{10}(x+1)$ بر روی متغیرهای محیطی و فراوانی هر جنس فیتوپلانکتون‌ها صورت گرفت. بدین

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

صورت که داده‌ها ابتدا بر اساس یکی از فرآیندهای لگاریتم طبیعی/ پایه ۱۰، ریشه دوم و چهارم انتقال و سپس با آزمون شاپیرو-ویلک و رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آن تأیید گردید (Siapatis *et al*., 2008). بر روی داده‌های انتقال یافته و نرمال، آزمون‌های پارامتریک انجام شد. در ضمن آزمون‌های آماری در سطح ۵ و ۱ درصد صورت گرفت (Bluman, 1998). جهت مقایسه اختلاف فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در شرایط فصلی متفاوت از آزمون T–Test استفاده گردید. همچنین از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) جهت مقایسه میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف تحت نرم‌افزار SPSS v.20 استفاده شد. همچنین برای تعیین ارتباط فراوانی فیتوپلانکتون‌ها با فاکتورهای محیطی، آزمون همبستگی Pearson، آنالیز خوشه‌ای و آنالیز مؤلفه اصلی (PCA) به ترتیب با نرم‌افزارهای $SPSS\ v._{20}$، Primer 7، MVSP v.3.22 به کار گرفته شد.

نتایــج

پارامترهای محیطی

میانگین تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای محیطی ایستگاه‌های مورد بررسی، در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین فصلی دمای آب در زمستان و تابستان به ترتیب ۲۱/۱۶ و ۳۵/۳۲ درجه سانتی‌گراد بود. بین ایستگاه‌ها از نظر دما تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار بود. میانگین فصلی شوری در زمستان و تابستان به ترتیب ۳۷/۱۴ و ۳۷/۷۰ ppt محاسبه گردید. در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری و بین ایستگاه‌های مختلف از نظر شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در طول مدت مورد مطالعه، غلظت کلروفیل a از ۱/۰۷ تا ۲/۳۹ میکروگرم بر لیتر متغیر بود، همچنین تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و در بین ایستگاه‌ها مشاهده گردید. غلظت نیتریت در زمستان (میانگین ۷/۷۴±۱۰/۵۶ میکرومول بر لیتر) بالاتر از تابستان (میانگین ۱/۷۵±۴/۳۵ میکرومول بر لیتر) بود. میانگین فصلی نیترات به ترتیب ۱۳۱/۵۴±۱۶۲/۷۸ میکرومول بر لیتر در زمستان و ۱۷±۳۵/۴۸ میکرومول بر لیتر در تابستان به دست آمد. بیشترین میانگین غلظت سیلیکات در فصل زمستان (۴۰/۹۹ ±۱۲۰/۲۹ میکرومول بر لیتر) و کمترین آن در فصل تابستان (۲۷/۴۵±۶۷/۲۴ میکرومول بر لیتر) مشاهده گردید. بین ایستگاه‌های مختلف و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر نیتریت، نیترات و سیلیکات تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین میانگین غلظت فسفات در فصل زمستان (۲۱/۹۷±۵۶/۳۶ میکرومول بر لیتر) و کمترین میانگین غلظت آن در تابستان (۵/۲۸±۲۲/۱۵ میکرومول بر لیتر) مشاهده گردید. بین ایستگاه‌ها از نظر فسفات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار بود.

ترکیب جامعه فیتوپلانکتونی

در این مطالعه ۴۶ جنس از فیتوپلانکنون‌ها متعلق به پنج شاخه *Bacillariophyta* (۲۷ جنس)، *Dinophyta* (۱۶جنس) و *Cyanophyta* (۱جنس) و *Eugenophyta* (۱جنس) و *Ochrophyta* (۱ جنس) شناسایی گردید (جدول ۳). تعداد جنس‌های شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در طی دوره مطالعه تابستان و زمستان به ترتیب ۲۲ و ۳۷ جنس بود (جدول ۳). بیشترین تعداد جنس‌ها در فصل تابستان با تعداد جنس ۱۳، ۹و۱ به ترتیب متعلق به شاخه‌های *Bacillariophyta* ، *Dinophyta* و *Cyanophyta* بودند. بیشترین تعداد جنس‌ها در فصل زمستان با تعداد جنس۲۲، ۱۳، ۱و۱ به ترتیب متعلق به شاخه‌های *Bacillariophyta*، *Dinophyta*، *Ochrophyta* ، *Eugenophyta* مشاهده شد (جدول ۳). نسبت ترکیب جامعه فیتوپلانکتون‌ها درکل دوره مطالعه بر اساس تعداد جنس‌های هر شاخه، ۵۸ درصد *Bacillariophyta*، ۳۶ درصد *Dinophyta*، ۲درصد *Cyanophyta* و ۲ درصد *Ochrophyta* و ۲ درصد *Eugenophyta* بود (شکل۲). بر اساس نتایج این مطالعه، *Bacillariophyta* و *Dinophyta* اجزاء اصلی غالب جامعه فیتوپلانکتونی در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان بودند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

جدول ۲. میانگین پارامترهای محیطی در ایستگاه‌های مورد بررسی در فصول زمستان ۱۳۹۴ و تابستان ۱۳۹۵

پارامترها	میانگین		ایستگاه‌های مورد مطالعه										
	زمستان ۱۳۹۴	تابستان ۱۳۹۵	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
دما (°C)	۲۱/۱۶ ±۰/۸	۳۵/۳۲ ±۰/۶۷	۲۶/۹۸ ±۱۲/۳۶	۲۸/۰۲ ±۱۰/۰۶	۲۷/۸۶ ±۱۱/۵۶	۲۷/۸۷ ±۱۱/۶۸	۲۷/۴۵ ±۱۲/۳۸	۲۹/۰۵ ±۸/۵۳	۲۸/۹ ±۹/۲۷	۲۸/۵۸ ±۹/۱۹	۲۸/۷۱ ±۹/۱۹	۲۸/۵۸ ±۸/۰۶	۲۸/۶۹ ±۷/۸۰
شوری (ppt)	۳۷/۱۴ ±۰/۳۵	۳۷/۷۰ ±۰/۵۳	۳۷/۹۲ ±۰/۸۶	۳۷/۸۵ ±۰/۷۹	۳۷/۷۳ ±۰/۵۳	۳۷/۵۰ ±۰/۳۷	۳۷/۶ ±۰/۵۹	۳۶/۹۴ ±۰/۶۱	۳۷/۵۸ ±۰/۱۴	۳۷/۲۷ ±۰/۱۴	۳۷/۵۷ ±۰/۰۵	۳۶/۷۵ ±۰/۲۶	۳۶/۹۳ ±۰/۰۵
Chl-a ($\mu g\ L^{-1}$)	۱/۰۷ ±۰/۷	۲/۳۹ ±۱/۱۷	۲/۹۴ ±۱/۱۱	۲/۸۵ ±۱/۰۳	۲/۵۱ ±۱/۲۵	۲/۸۶ ±۱/۰۱	۲/۱۸ ±۱/۸۰	۱/۱۰ ±۰/۷۵	۱/۴۳ ±۱/۴۷	۰/۶۹ ±۰/۵۸	۰/۹ ±۰/۷۹	۰/۸۷ ±۰/۲۴	۰/۷۴ ±۰/۲۱
NO_2^--N ($\mu mol\ L^{-1}$)	۱۰/۵۶ ±۷/۷۴	۴/۳۵ ±۱/۷۵	۱۱/۷۸ ±۷/۰۲	۱۲/۸۹ ±۸/۷۵	۴/۹۲ ±۰/۲۸	۱۳/۵۷ ±۱۵/۵۸	۹/۸۲ ±۱۰/۴۶	۴/۵۸ ±۱/۰۵	۷/۶۵ ±۶/۹۲	۲/۳ ±۰/۸۶	۴/۴۲ ±۰/۰۸	۵/۶۹ ±۱/۷	۴/۴۶ ±۰/۷۴
NO_3^--N ($\mu mol\ L^{-1}$)	۱۶۲/۸۷ ±۱۳۱/۵۴	۳۵/۴۸ ±۱۷	۲۰۹/۸۹ ±۲۳۶/۸۸	۱۶۳/۱۲ ±۱۷۱/۲۵	۲۰۱/۳۳ ±۲۲۰/۳۷	۱۳۴/۸۶ ±۹۲/۴۰	۶۴/۶۴ ±۳۴/۷۹	۷۶/۳۶ ±۴۶/۲۳	۲۲/۹۸ ±۱۴/۸۷	۱۶/۳۱ ±۶/۸۷	۱۹/۱۸ ±۵/۹۸	۱۱۳/۹۷ ±۱۱۴/۶۴	۶۸/۳۱ ±۷۶/۲۸
PO_4^{3-}-P ($\mu mol\ L^{-1}$)	۵۶/۳۶ ±۲۱/۹۷	۲۲/۱۵ ±۵/۲۸	۵۶/۱۱ ±۴۹/۵۰	۵۱/۲۴ ±۴۴/۳۵	۵۲/۴۴ ±۴۴/۴۹	۳۹/۱۹ ±۶/۲۶	۳۵/۳۳ ±۱۰/۹۱	۲۷/۶۶ ±۶/۹۱	۳۳/۱۵ ±۱۳/۷۱	۳۱/۲۸ ±۱۶/۵۳	۳۷/۴۵ ±۲۲/۹۸	۴۴/۶۶ ±۳۹/۴۲	۲۳/۳۵ ±۱۰/۹۶
سیلیکات ($\mu mol\ L^{-1}$)	۱۲۰/۲۹ ±۴۰/۹۹	۶۷/۲۴ ±۲۷/۴۵	۹۷/۵۱ ±۷/۱۴	۹۲/۸ ±۱۱/۰۱	۸۷/۷۲ ±۱۷/۷۷	۶۵/۲۱ ±۴۹/۱۸	۶۵/۷۵ ±۴۶/۲۶	۸۱/۷۴ ±۱۲/۲۶	۵۷/۹۴ ±۲۴/۵۶	۳۸۴/۸۶ ±۵۶/۴۰	۱۳۰/۰۲ ±۴۸/۶۹	۱۲۱/۷۵ ±۱۰۵/۳۱	۹۶/۲۵ ±۶۸/۰۷

*.داده‌های مندرج در ستون میانگین مربوط به میانگین هر پارامتر در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

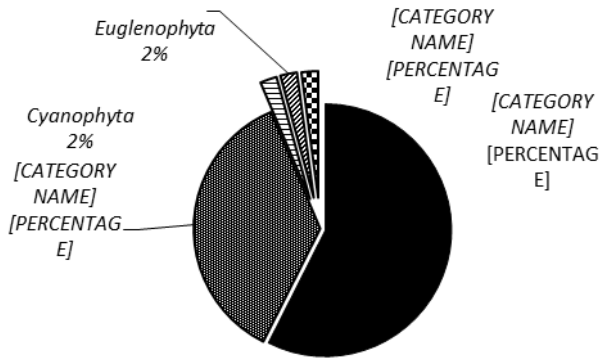
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

جدول ۳. حضور(+) و عدم حضور (-)جوامع فیتوپلانکتونی طی فصول زمستان و تابستان در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

شاخه (رده)	جنس‌ها	زمستان	تابستان
Bacillariophyta(Bacillariophycea)	*Amphiprora*	-	+
	Amphora	+	-
	Asteromphalus	+	-
	Bellerochea	-	+
	Chaetoceros	+	-
	Cocconeis	+	-
	Coscinodiscus	+	+
	Cyclotella	+	-
	Cylindrotheca	+	-
	Cymatopleura	-	+
	Cymbella	-	+
	Diploneis	+	-
	Guinardia	+	-
	Hemiaulus	+	-
	Lauderia	+	-
	Leptocylindrus	+	-
	Lithodesmium	-	+
	Meridion	+	-
	Navicula	+	+
	Nitzschia	+	+
	Odontella	+	+
	Planktoniella	+	-
	Pleurosigma	+	+
	Rhizosolenia	+	+
	Surirella	+	+
	Skeletonema	+	-
	Thalassiothrix	+	+
Dinophyta (Dinophyceae)	*Akashiwo*	-	+
	Alexandrium	-	+
	Ceratium	+	+
	Cochlodinium	+	-
	Karenia	-	+
	Dinophysis	+	-
	Gonyaulax	+	-
	Gymnodinium	+	-
	Gyrodinium	+	-
	Ornithocercus	+	-
	Pronoctiluca	+	-
	Prorocentrum	+	+
	Protoperidinium	+	+
	Pyrodinium	+	+
	Pyrophacus	+	+
	Scrippsiella	+	+
Eugenophyta (Euglenophyceae)	*Euglena*	+	-
Ochrophyta (Dictyochophyceae)	*Dictyocha*	+	-
Cyanophyta (Cyanophycea)	*Trichodesmium*	-	+

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]



شکل ۲. درصد فراوانی شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در تابستان (با میانگین $۱,۲۱\times۱۰^{۶}$سلول بر لیتر) بالاتر از زمستان (با میانگین $۲,۰۱\times۱۰^{۵}$ سلول بر لیتر) بود. آزمون t نشان داد تفاوت تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل‌های زمستان و تابستان از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف در هریک از فصول زمستان و تابستان متغیر بود، همچنین آزمون یک‌طرفه (ANOVA) نشان داد که فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار آماری بوده است ($p<۰/۰۵$) (شکل ۳). بیشترین فراوانی در ایستگاه ۴ در فصل تابستان مشاهده گردید، درحالی‌که کمترین فراوانی مربوط به ایستگاه ۱۱ در فصل زمستان بود. بیشترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان مربوط به *Bacillariophyta* و در فصل تابستان مربوط به *Dinophyta* بود. شایان ذکر است که *Euglenophyta Ochrophyta*، فقط در فصل زمستان و *Cyanophyta* نیز فقط در فصل تابستان مشاهده گردید (شکل ۴). متوسط تراکم *Bacillariophyta*، *Dinophyta*، *Euglenophyta*، *Cyanophyta Ochrophyta*، به ترتیب ۱۲۴۴۹۲، ۷۰۹۱۷، ۴۷۹۰ ، ۸۲۰ و ۰ سلول بر لیتر در فصل زمستان بود. متوسط فراوانی *Bacillariophyta*، *Dinophyta*، *Euglenophyta*، *Ochrophyta*، *Cyanophyta* در فصل تابستان به ترتیب ۲۵۳۲۰۷، ۹۰۵۴۶۴، ۰ ، ۰ و ۱۱۴۴۶۶ سلول بر لیتر بود.

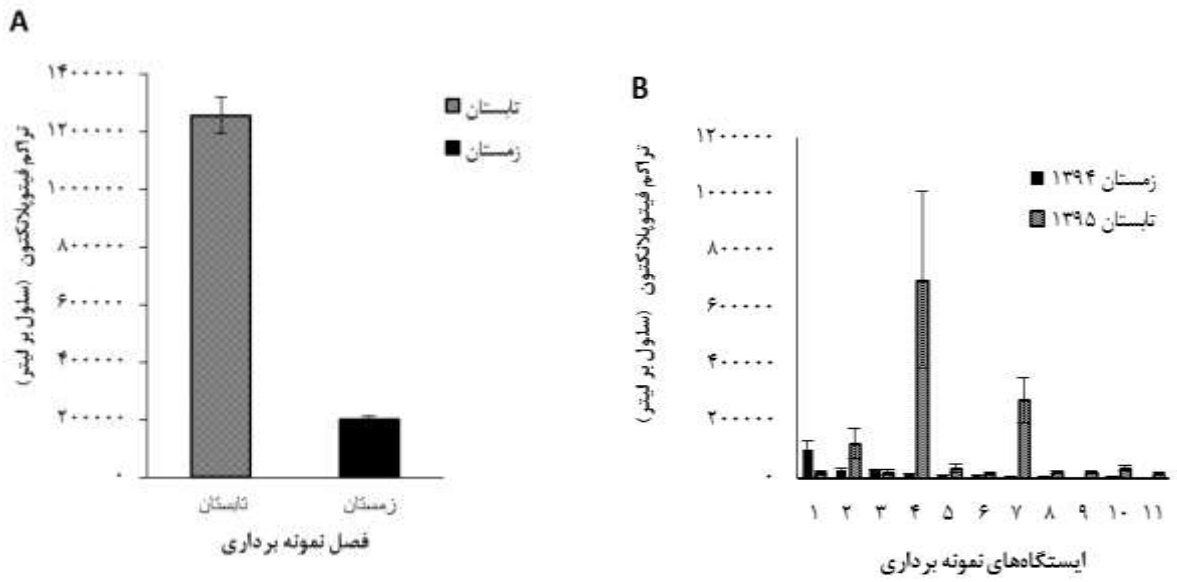
فاکتورهای مؤثر بر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

ماتریس همبستگی پیرسون (Pearson)

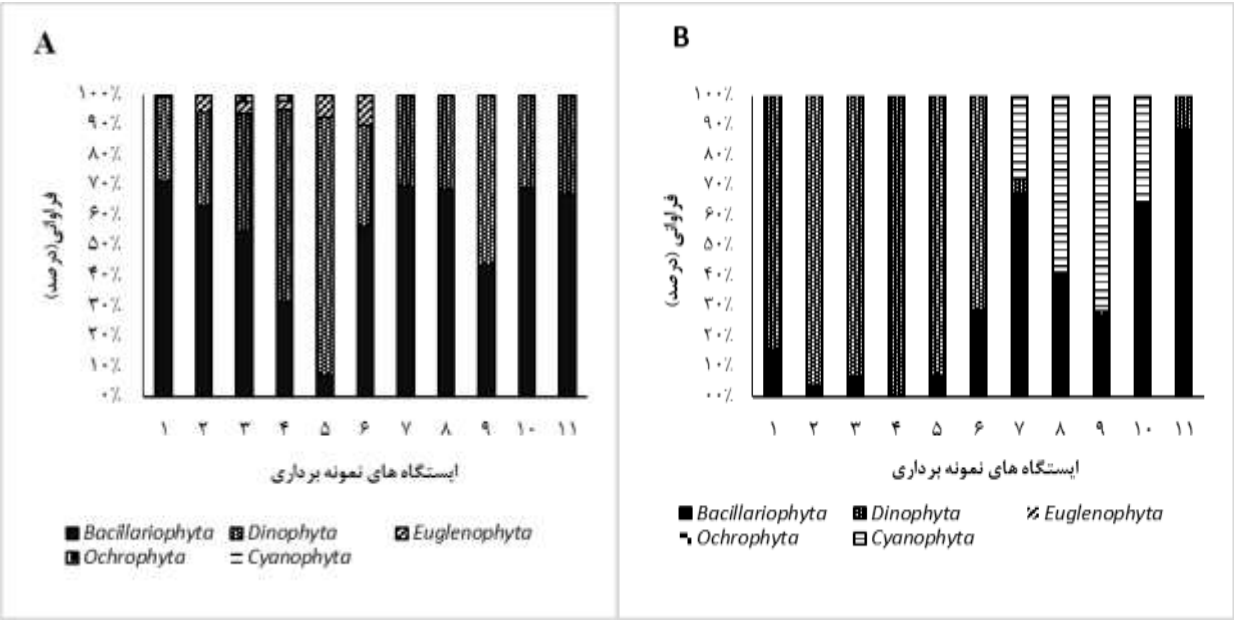
ضرایب همبستگی بین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و فاکتورهای محیطی در جدول ۴ ارائه شده است. همچنین دندوگرام‌های خوشه‌ای در شکل ۵ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر، نتایج حاصل از همبستگی پیرسون نشان داد که دمای آب به طور معنی‌داری با فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها ($p<۰/۰۵$ ، $r=۰/۴۰۰$) رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین نتایج حاضر نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار بین شوری و فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها ($p<۰/۰۵$ ، $r=۰/۴۰۴$) بود. در این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین فراوانی کل فیتوپلاکتون‌ها و کلروفیل ($p<۰/۰۵$ $r=۰/۴۶۴$) مشاهده شد. در مطالعه حاضر، فراوانی شاخه *Dinophyta* ها با کلروفیل a ارتباط معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$ ، $r=۰/۴۳۹$)، درحالی‌که فراوانی سایر شاخه‌های فیتوپلانکتون‌ها با دمای آب، شوری و کلروفیل a ارتباط معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتون *Bacillariophyta* ، *Dinophyta* و *Cyanophyta* با مواد مغذی نیتریت، نیترات، فسفات و سیلیکات همبستگی معنی‌داری ندارند و فقط شاخه *Euglenophyta* ، با مواد مغذی نیترات ($P<۰/۰۱$، $r=۰/۶۸۲$)، نیتریت ($p<۰/۰۱$، $r=۰/۵۴۳$) و فسفات ($P<۰/۰۱$ $r=۰/۶۱۶$) ارتباط معنی‌داری برقرار نمود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]



شکل ۳. میانگین تراکم فیتوپلانکتون در زمان‌های مختلف (A) و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری (B) در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)



شکل ۴. فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتون در ایستگاه‌های مورد بررسی ، A: زمستان B : تابستان

آنالیز خوشه‌ای (CA)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

نتایج آنالیز خوشه‌ای برای بررسی ارتباط بین فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها، شاخه‌های فیتوپلانکتونی و متغیرهای محیطی در شکل ۵ ارائه شده است در شاخه A کلروفیل a، دمای آب و شوری تحت ضریب تشابه بالایی به یکدیگر اتصال یافته‌اند و با ضریب تشابه متوسطی به فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها متصل شده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت کلروفیل a، دمای آب و شوری در فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها سهیم هستند. در شاخه B پارامترهای نیترات، فسفات، نیتریت و سیلیکات قرار دارند که نیترات و فسفات تحت ضرایب تشابه بسیار بالا و معنی‌دار به یکدیگر متصل شده‌اند، به این معنی که عوامل کنترل‌کننده آن‌ها یکسان است. این دو پارامتر در درجه بعدی با نیتریت و سیلیکات همبستگی نشان دادند بنابراین منشأ عناصر نیترات و فسفات یکسان و متفاوت با نیتریت و سیلیکات بوده است. با توجه به این‌که مواد مغذی نیترات، فسفات، نیتریت و سیلیکات در شاخه B با ضریب تشابه غیرمعناداری با شاخه A متصل می‌شود؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که مواد مغذی نیترات، فسفات، نیتریت و سیلیکات در شاخه B نقش مهمی در فراوانی کل فیتوپلانکتون‌های شاخه A ایفا نمی‌کنند. همچنین در شکل (۵.b) شاخه A شامل دما، شوری، کلروفیل a و *Dinophyta* ها می‌باشد که از میان آن‌ها شوری و کلروفیل a رابطه نزدیک‌تری دارند. شاخه B نیز در شکل (۵.b) شامل *Bacillariophyta* و *Cyanophyta* است که میان آن‌ها رابطه متقابل و تشابه بالایی وجود ندارد. عدم وجود ارتباط میان شاخه A و B در شکل (۵.b) بیانگر عدم منشأ یکسان برای آن‌ها است. نیترات، فسفات، نیتریت، *Euglenophyta* و *Ochrophyta* ، شاخه C شکل (۵.b) را تشکیل داده‌اند و می‌توان دریافت که حضور شاخه‌ی فیتوپلانکتونی *Euglenophyta* توسط مواد مغذی نیترات و نیتریت و فسفات کنترل می‌شوند. خوشه D شکل (۵.b) به تنهایی پارامتر سیلیکات را تشکیل داد که با توجه به این‌که شاخه D، تحت ضرایب تشابه منفی و بسیار پایین (غیرمعنی‌دار) به شاخه C متصل شده است می‌توان گفت که سیلیکات در فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی *Eugenophyta* و *Ochrophyta* مؤثر نبوده است. در شکل تلفیقی(۵.ab)، دمای آب، شوری، کلروفیل a، فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها و *Dinophyta* ها در شاخه A قرار دارند و بین شوری و کلروفیل a، ضریب همبستگی معنی‌داری وجود دارد و همچنین ارتباط نزدیکی نیز بین *Dinophyta* ها و فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها وجود دارد. اتصال دمای آب، شوری و کلروفیل a به *Dinophyta* ها و فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها در دامنه بی‌معنی (۰/۴۵ + تا ۰/۴۵-) قرار دارند، یعنی تأثیر فاکتورهای محیطی در این شاخه در *Dinophyta* و فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها نامشخص هستند. با توجه به اینکه *Cyanophyta* و *Bacillariophyta* در شاخه B شکل تلفیقی (۵.ab) با یکدیگر ارتباط ضعیفی دارند و با ضریب تشابه غیرمعناداری به شاخه A متصل شده‌اند، پس می‌توان گفت که فاکتورهای محیطی دمای آب، شوری وکلروفیل a نقش بسیاری در فراوانی شاخه‌های *Cyanophyta* و *Bacillariophyta* ایفا نمی‌کنند. شاخه C در شکل تلفیقی (۵.ab) شامل نیترات، فسفات، نیتریت و *Euglenophyta* می‌باشد که ضریب تشابه معنی‌داری بین نیترات، فسفات وجود دارد و در ادامه شاخه با ضریب تشابه ضعیف‌تری به نیتریت و *Euglenophyta* متصل شده‌اند. با توجه به این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر مواد مغذی نیترات و فسفات نسبت به نیتریت در فراوانی شاخه *Euglenophyta* کمتر است و نیتریت در فراوانی *Euglenophyta* بیشترین نقش را اعمال نموده است. همچنین *Ochrophyta* شاخه D را تشکیل می‌دهد که با ضریب تشابه ضعیفی به شاخه C متصل شده است و می‌توان نتیجه گرفت که مواد مغذی نیترات، فسفات و نیتریت در فراوانی *Ochrophyta* نقشی ندارند. در شاخه E پارامتر سیلیکات به تنهایی قرار گرفته است، که با ضریب تشابه غیرمعناداری به شاخه‌های D و C متصل شده است. می‌توان نتیجه گرفت که منشأ سیلیکات متفاوت از

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

دیگر مواد مغذی نیترات، نیتریت و فسفات بوده است و در فراوانی شاخه‌های *Ochrophyta* و *Euglenophyta* نقشی ایفا نکرده است.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)

جهت تعیین و تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از ضریب KMO استفاده شده است که مقدار این ضریب همواره بین صفر و یک در نوسان است و هرچه ضریب KMO به یک نزدیک‌تر، تحلیل عاملی معتبرتر است. در این مطالعه ضریب KMO داده‌ها ۰/۶۹ به دست آمد. بنابراین تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای داده‌ها معتبر است. تعداد عامل‌های انتخاب شده بر حسب مقدار ویژه (Eigenvalue) است که در این مطالعه با مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک به عنوان عامل‌های معنی‌دار انتخاب و مابقی فاکتورها که رابطه معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت، حذف گردید (جدول ۵). نمودار اسکری گراف (Scree Plot) برای تعیین تعداد بهینه مؤلفه‌ها به کار می‌رود. با توجه به این نمودار مشاهده می‌شود که از عامل چهارم به بعد، تغییرات مقدار ویژه کم می‌شود، پس می‌توان چهار عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین داده‌ها دارند، استخراج نمود (شکل ۶). در نمودار سه بعدی دوران یافته پراکنش متغیرهای مورد بررسی نسبت به عامل‌های اول، دوم، سوم و چهارم مشاهده می‌گردد (شکل ۷). همان‌طور که مشاهده می‌گردد، چهار مؤلفه با مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک به دست آمده که ۷۷/۹۱ درصد از کل واریانس را در برگرفته است. فاکتورهای فسفات (r=۰/۸۰۵)، نیترات (r=۰/۷۷۴)، نیتریت (r=۰/۷۷۰)، *Euglenophyta* (r=۰/۷۶۶) با محور اول فیتوپلانکتون-پارامترهای محیطی دارای همبستگی مثبت و قوی هستند. دما (r =-۰/۹۲۴) ، شوری (r = -۰/۷۶۴)، Chlorophyll-a (r =-۰/۷۵۷) با این محور همبستگی قوی و منفی دارند. فراوانی کل فیتوپلانکتون (r= -۰/۷۵۷) با محور دوم فیتوپلانکتون- محیطی همبستگی منفی و متوسط نشان داد. *Cyanophyta* (r= -۰/۷۵۲) و *Bacillariophyta* (r= -۰/۷۲۴) با محور سوم فیتوپلانکتون-محیطی همبستگی منفی و متوسط نشان داد، Dinophyta (r= -۰/۵۴۷) با محور چهارم فیتوپلانکتون-محیطی همبستگی منفی و ضعیفی نشان داد (جدول۷). شکل (۷) توزیع فاکتورهای محیطی و فیتوپلانکتون کل و شاخه‌های فیتوپلانکتون‌های آب‌های استان هرمزگان را بر روی نمودار سه‌بعدی دوران یافته نشان می‌دهد. نمودار سه‌بعدی دوران یافته PCA به وضوح نشان‌دهنده تغییرات سریع و قابل توجه جامعه فیتوپلانکتونی می‌باشد، این تغییرات از نظر آماری با بسیاری از متغیرهای محیطی مانند دما، شوری، کلروفیلa، نیترات، نیتریت و فسفات ارتباط دارد. شاخه‌ی فیتوپلانکتونی *Euglenophyta* با غلظت‌های بالای فسفات، نیترات، نیتریت و غلظت‌های پایین دما، شوری و کلروفیلa ارتباط دارند (شکل (۷). فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها با غلظت بالای دما، شوری، کلروفیل a و غلظت پایین فسفات، نیترات و نیتریت ارتباط دارند. با در نظر گرفتن پیچیدگی اکوسیستم و تعاملات بین مواد مغذی و جامعه فیتوپلانکتون ها، مشخص گردید که دما، شوری، کلروفیلa، فسفات، نیترات و نیتریت عوامل مؤثر در فراوانی فیتوپلانکتون‌های آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان استان هرمزگان در مدت زمان مطالعه می‌باشند (شکل ۷). به طوری که در مدت زمان مطالعه، فراوانی کل فیتوپلانکتون ها با دما و شوری و کلروفیل a همبستگی مثبت و قوی‌تری نشان داد (جدول ۴). فراوانی *Dinophyta* با کلروفیلa همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. فراوانی *Euglenophyta* با فسفات، نیترات و نیتریت همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ۴).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

جدول ۴. ضریب همبستگی پیرسون بین فاکتورهای محیطی و فراوانی فیتوپلانکتون ها در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

	Temp	Sal	Chla	NO_2^--N	NO_3^--N	PO_4^{3-}-P	Silicate	BACA	DINA	EUGLA	OCHA	CYAA	Tphyto
Temp	۱												
Sal	*۰/۴۸۸	۱											
Chla	*۰/۵۳۴	**۰/۷۲۱	۱										
NO_2^--N	-۰/۵۸۲	-۰/۱۰۴	-۰/۰۰۲	۱									
NO_3^--N	-۰/۶۵۰**	-۰/۲۵۵	-۰/۰۳۲	**۰/۵۱۴	۱								
PO_4^{3-}-P	-۰/۷۷۹**	-۰/۲۶۱	-۰/۱۷۹	*۰/۴۳۷	**۰/۸۶۵	۱							
Silicate	-۰/۲۳۶	-۰/۰۲۰	-۰/۲۶۱	-۰/۰۴۰	۰/۰۴۶	۰/۱۴۱	۱						
BACA	۰/۰۴۹	-۰/۰۱۴	۰/۱۲۰	۰/۰۰۶	۰/۱۵۵	۰/۱۰۱	-۰/۱۰۵	۱					
DINA	۰/۲۵۶	۰/۲۲۵	*۰/۴۳۹	-۰/۱۶۲	-۰/۰۵۵	-۰/۰۶۱	-۰/۱۱۷	-۰/۰۸۶	۱				
EUGLA	-۰/۲۰۰	-۰/۲۴۳	-۰/۰۵۳	**۰/۵۴۳	**۰/۶۸۲	**۰/۶۱۶	-۰/۰۶۹	-۰/۰۳۱	-۰/۱۲۲	۱			
OCHA	-۰/۲۹۱	-۰/۰۴۶	۰/۰۰۷	*۰/۳۹۴	**۰/۵۱۹	*۰/۴۲۳	-۰/۰۱۷	-۰/۰۲۰	-۰/۰۶۵	۰/۲۲۱	۱		
CYAA	۰/۲۸۲	۰/۰۷۵	۰/۰۹۱	-۰/۲۰۷	-۰/۲۰۵	-۰/۲۳۹	-۰/۱۰۷	۰/۲۷۰	-۰/۰۸۰	-۰/۱۶۲	-۰/۰۸۵	۱	
Tphyto	*۰/۴۰۰	*۰/۴۰۴	**۰/۴۶۴	-۰/۱۷۹	-۰/۰۳۴	-۰/۰۵۶	-۰/۱۴۰	۰/۲۸۰	**۰/۹۳۱	-۰/۱۲۰	-۰/۰۷۵	۰/۲۶۵	۱

معنی‌داری در سطح ۵ درصد* ؛ معنی‌داری در سطح یک درصد **

Temp، دمای آب C^0 ؛ Sal، شوری آب ppt ؛ Chl a (Chlorophyll-a) ، کلروفیل a µg/L ؛ NO_3^--N، نیتریت $\mu mol\ L^{-1}$ ؛ NO_3^--N ، نیترات $\mu mol\ L^{-1}$ ؛ PO_4^{3-}-P، فسفات BACA $\mu mol\ L^{-1}$ ،

فراوانی Bacillariophyta DINA، فراوانی *Dinophyta* ؛ EUGLA، فراوانی *Euglenophyta* ها ؛ OCHA

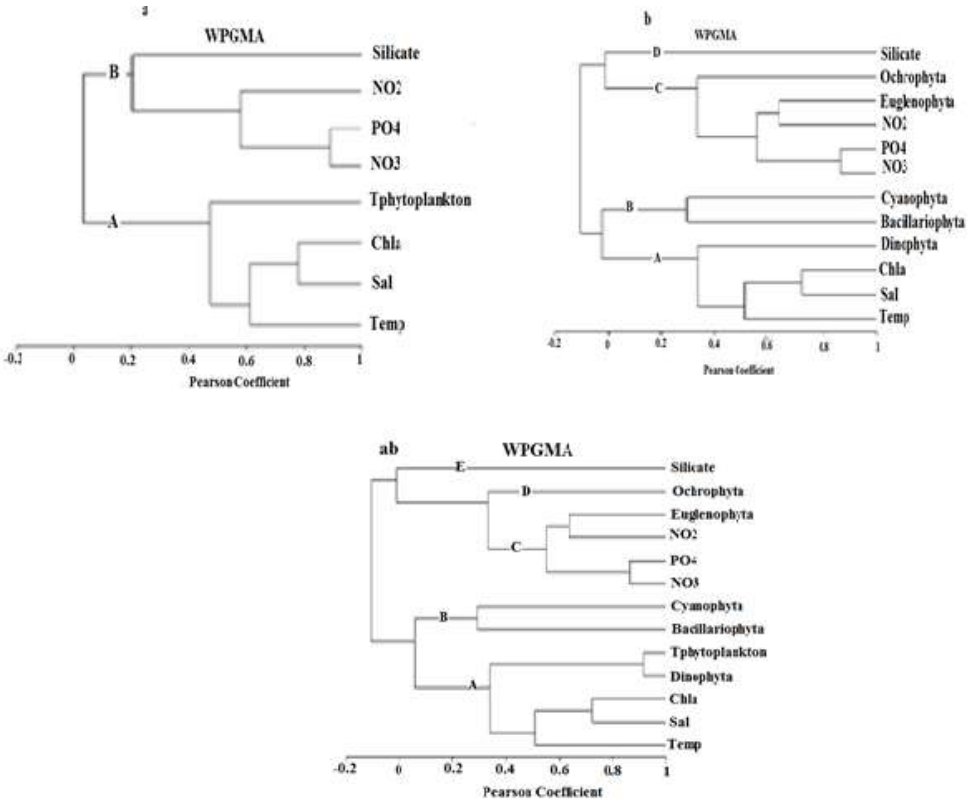
فراوانی *Ochrophyta* ؛ CYAA، فراوانی *Cyanophyta*؛ Tphyto، فراوانی کل فیتوپلانکتون ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

جدول ۵. نتایج تحلیل مؤلفه اصلی پارامترهای هیدروبیولوژیکی و فیتوپلانکتون‌های آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

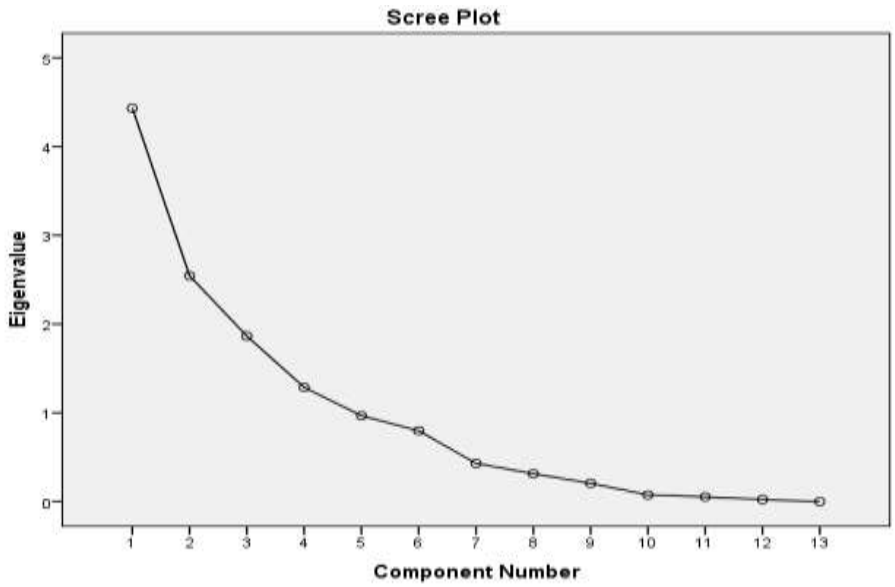
عوامل محیطی	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴
دما	-۰/۹۲۴	-۰/۰۴۶	-۰/۰۳۰	۰/۱۶۰
شوری	-۰/۷۶۴	۰/۲۸۶	-۰/۲۵۲	۰/۴۹۸
Chlorophyll-a	-۰/۷۵۷	۰/۶۴۱	-۰/۲۵۳	۰/۳۸۹
نیترات (NO_3)	۰/۷۷۴	۰/۵۶۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹
نیتریت (NO_2)	۰/۷۷۰	۰/۳۲۶	-۰/۰۴۵	۰/۳۴۳
فسفات (PO_4)	۰/۸۰۵	۰/۴۱۲	-۰/۰۰۶	-۰/۱۶۰
سیلیکات	۰/۵۲۷	-۰/۴۶۵	۰/۰۶۵	۰/۲۸۳
Bacillariophyta	-۰/۱۳۸	۰/۴۱۲	۰/۷۲۴	-۰/۰۴۰
Dinophyta	-۰/۴۳۳	۰/۵۵۰	-۰/۴۴۱	-۰/۵۴۷
Euglenophyta	۰/۷۶۶	۰/۴۴۵	۰/۰۰۸	۰/۱۷۳
Ochrophyta	۰/۶۱۰	۰/۳۳۸	-۰/۰۴۴	۰/۱۲۰
Cyanophyta	-۰/۳۹۱	۰/۱۹۳	۰/۷۵۲	-۰/۰۳۴
کل فیتوپلانکتون (Tphytoplankton)	-۰/۶۲۴	۰/۷۵۷	-۰/۰۹۷	-۰/۵۴۱
مقدار ویژه	۴/۴۳	۲/۵۴	۱/۸۶	۱/۲۸
درصد واریانس	۳۴/۰۹	۱۹/۵۷	۱۴/۳۴	۹/۹۰
درصد تجمع	۳۴/۰۹	۵۳/۶۶	۶۸/۰۰	۷۷/۹۱



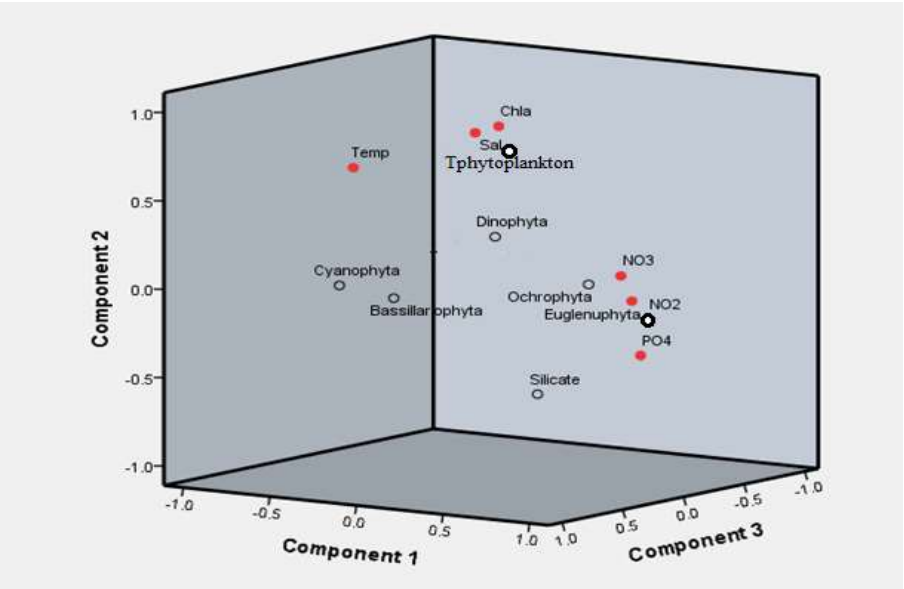
شکل ۵. نمودار خوشه‌ای پارامترهای هیدروبیولوژیکی و فیتوپلانکتون‌های آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]



شکل ۶. اسکری گراف برای تعیین تعداد عامل‌ها



شکل ۷. نمودار سه‌بعدی دوران یافته (PCA) پارامترهای هیدروبیولوژیکی و فیتوپلانکتون‌های آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب مانند دما، اکسیژن محلول، شوری و مواد مغذی در آب نقش مهمی را در مشخص کردن ترکیب و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی ایفا می‌کنند (Touliabah *et al.*, 2016). در طول مدت مطالعه، پارامترهای محیطی تغییرات فصلی و مکانی قابل‌توجهی را نشان دادند، که با نتایج مطالعه Manikannan و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد. در مطالعه حاضر میانگین درجه حرارت آب در زمستان (^{0}C) ۲۱/۱۶ نسبت به تابستان (^{0}C) ۳۵/۳۲ پایین‌تر بود. بنابراین نوسانات گسترده‌ای در دمای بین زمستان و تابستان مشاهده شد. تغییرات فصلی گسترده در دما در آب‌های ساحلی (Basson *et al.*, 1977)، به‌ویژه در خلیج، به دلیل آب و هوای خشک و شرایط نامساعد حاکم در آنکه منطقه‌ای کم‌عمق و محصور در

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

خشکی است، قابل توجیه است (Price, 1979). همچنین به نظر می‌رسد مقادیر دمای ثبت شده در تابستان برای رشد فیتوپلانکتون‌ها مناسب بوده است؛ چراکه در تابستان میانگین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها به حداکثر مقدار خود رسید. این مسئله با نتایج مطالعات El- Gammal و همکاران (۲۰۱۷) که حداکثر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها را در فصل تابستان گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد. همچنین از عوامل مهمی که در حداکثر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها نقش مهمی دارند می‌توان به افزایش شوری، pH، مواد مغذی بالا و شدت بالای نفوذ نور اشاره نمود (Badsi *et al.*, 2012).

در تحقیق حاضر در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان ۴۶ جنس فیتوپلانکتون از ۵ شاخه *Bacillariophyta*، *Dinophyta*، *Cyanophyta*، *Euglenophyta* و *Ochrophyta* شناسایی گردید. ارزیابی فیتوپلانکتونی در این آب‌ها غالبیت *Bacillariophyta* (۵۸ درصد کل تعداد جنس‌های شناسایی شده) و taDinophy (۳۶ درصد) را از نظر تعداد جنس نشان داد. اما بیشترین فراوانی و تراکم در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان در طول مدت مطالعه مربوط به *Bacillariophyta* و Dinophyta می‌باشد. در مطالعه‌ای که بر روی دریای عمان در آب‌های ایران توسط Maghsoudlou و همکاران در سال ۲۰۱۵ انجام گرفت، *Bacillariophyta* با ۷۹ درصد بیشترین تعداد گونه را در بین جامعه فیتوپلانکتونی به خود اختصاص دادند و *Dinophyta* با ۲۰ درصد در جایگاه بعدی قرار گرفتند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. Lababpour (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای در آب‌های ساحلی بندرعباس، ۵ شاخه و ۳۴ جنس را شناسایی کرد که شاخه‌های *Bacillariophyta* و *Dinophyta* به ترتیب با ۲۱ و ۷ درصد دارای بیشترین فراوانی بودند. نتایج حاصل از مطالعه‌ای که بر روی پراکنش و فراوانی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در آب‌های دریایی استان هرمزگان در تنگه هرمز و خلیج‌فارس توسط Saraji و همکاران در سال ۲۰۰۹ صورت گرفت، نشان داد که فراوانی گروه دیاتومه ها و تنوع جنس‌های شناسایی شده متعلق به این گروه نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بوده و با نتایج حاصل از این تحقیق در طول مدت مطالعه همخوانی دارد. در مطالعه حاضر بیشترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان مربوط به *Bacillariophyta* و در فصل تابستان مربوط به *Dinophyta* بود. در مطالعه Al-Hashmi و همکاران (۲۰۱۲) در بندر خیران در دریای عمان، دیاتومه ها (باسیلاروفیسه) در فصل زمستان و در فصل تابستان داینافلاژله ها به صورت غالب در آمدند. علت بالا بودن تراکم شاخه *Bacillariophyta* در فصل زمستان کاهش درجه حرارت آب به زیر(^{0}C ۲۶) و بالا بودن تراکم شاخه *Dinophyta* در فصل تابستان افزایش درجه حرارت آب به بالای (^{0}C ۲۸) دانستند. همچنین در مطالعه Rabbaniha و همکاران (a۲۰۱۲)؛ در بررسی تغییرات اجتماع پلانکتون‌ها در آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر نشان داده شد که *Bacillariophyta* ها در دوره‌ی سرد سال با تغییر شرایط محیطی، به حداکثر تعداد خود می‌رسند. همچنین Eslami و Saraji (۲۰۰۴) در بررسی خوریات بندر خمیر و لافت بیشترین تراکم پلانکتون‌های گیاهی را به دیاتومه ها نسبت دادند و بیان داشتند که بیشترین حضور را در فصل زمستان داشته‌اند که در توافق با مطالعه حاضر می‌باشد. بر اساس گزارشDrake و همکاران (۲۰۱۰)، در فصل زمستان و دماهای پایین فراوانی گونه‌های دیاتومه بیشتر از فصل تابستان است، چرا که پوسته سیلیسی دیاتومه ها نسبت به غشاء سلولزی دیگر فیتوپلانکتون‌ها به انرژی کمتری جهت تقسیم شدن نیاز دارد. این بررسی با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین در این مطالعه شاخه‌های Cyanophyta و Dinophyta بیشترین حضور را در ماه‌های گرم سال داشته‌اند به‌طوری‌که در فصل سرما فراوانی از Cyanophyta مشاهده نگردید. حضور سیانوباکترها در فصل تابستان در مطالعه حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که شرایط هیدروبیولوژیکی گرم، باعث افزایش رشد و تراکم گونه‌های گرمادوست شاخه Cyanophyta ها می‌گردد، که این مطلب توسط Rabbaniha و همکاران (۲۰۱۲) نیز عنوان شده است. مطالعه Davis در سال ۱۹۵۵ نشان داد که تراکم شاخه Cyanophyta در تابستان به دلیل دمای بالا افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در تابستان (با میانگین ۱۲۵۷۴۷۹ سلول بر لیتر) بالاتر از زمستان (با میانگین ۲۰۱۰۱۹ سلول بر لیتر) بود. نتایج حاصل از مطالعه Pouladi و همکاران (۲۰۱۷) در آب‌های بوشهر نشان داد فصل تابستان با تراکم ۱۰۱۷۳/۳ سلول در لیتر و فصل زمستان با تراکم ۷۰۰۰ سلول در لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی را دارا هستند. همچنین نتایج مطالعه Rabbaniha و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر نشان داد که تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل تابستان (با میانگین ۲۵۲۱۲۸۹ سلول بر لیتر) بالاتر از فصل زمستان (با میانگین ۶۸۹۰۷۶/۶ سلول بر لیتر) بود و بر اساس آزمون t.test تراکم فیتوپلانکتون‌ها در بین دو شرایط گرم و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

سرد اختلاف معنی‌داری (p-value <۰/۰۵) را نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین در گزارش‌های قبلی نیز اشاره شده است که در آب‌های خلیج‌فارس تراکم فیتوپلانکتونی به دست آمده در فصل تابستان در مقایسه با فصل زمستان بالاتر است (Pouladi *et al.*, 2017). همچنین نتایج مطالعه Lababpour در سال۲۰۱۵ در آب‌های ساحلی خلیج‌فارس در بندرعباس نشان داد تراکم فیتوپلانکتونی در فصل تابستان در مقایسه با فصل زمستان بسیار بالاتر است که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. Eco-Zist در سال۱۹۸۰در گزارش‌های خود اعلام کردند که اوج تراکم فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های خلیج‌فارس در استان بوشهر در تابستان و زمستان مشاهده می‌شود (Al-Awadi, 2000)، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. بنابراین توزیع و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های گرمسیری به طور چشم‌گیری به دلیل تغییرات فصلی متفاوت است (Muraleedharan and Abhilash Ramasubbu, 2010). عوامل فیزیکوشیمیایی (به عنوان مثال جریان‌های اقیانوسی، موسم فصلی، لایه‌بندی حرارتی و غلظت نیترات) بر پویایی فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های دریایی تأثیر می‌گذارند (Al-Hashmi *et al.*, 2012). یکی از عوامل وابسته به حضور فیتوپلانکتون‌ها، تنوع و میزان تراکم مواد مغذی است (Drake *et al.*, 2010). به ویژه در اکوسیستم‌های آبی نواحی گرمسیری، نیمه گرمسیری و قطبی به‌وسیله نور و مواد مغذی کنترل (Khatami *et al.*, 2012) و تحت تأثیر نوسانات زمانی و مکانی قرار می‌گیرند (Ebrahimi e*t al.*, 2005). همچنین عوامل دیگری نیز در نوسانات فصلی فیتوپلانکتون‌ها بر حسب شرایط منطقه دخیل می‌باشند که می‌توان به عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، بالا آمدن مواد مغذی از لایه‌های عمقی به لایه‌های سطحی (Upwelling)، جریانات حاکم در منطقه، وضعیت جابه‌جایی توده‌های آبی، میزان مصرف توسط زئوپلانکتون‌ها و میزان اثرپذیری توسط آلاینده‌های مختلف شهری و صنعتی اشاره نمود (James *et al.*, 2010). همچنین نتایج مطالعه Mohammad-Noor و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی آب‌های ساحلی نشان داد که تنوع گونه‌های فیتوپلانکتونی به عوامل مختلف مانند میزان غلظت مواد مغذی، خواص فیزیکی و شیمیایی آب دریا و شرایط هیدرودینامیکی آب‌های دریایی یک منطقه خاص بستگی دارد. همچنین گزارش شده است که کود، فاضلاب، زائدات حیوانی، ورودی‌های جوی و آبزی‌پروری ساحلی به افزایش غلظت مواد مغذی در آب‌های ساحلی کمک می‌کند و شواهد محکمی برای افزایش زی‌توده و تولید اولیه در برخی مناطق می‌گردد (Gowen *et al.*, 2012). اخیر ورودی مواد مغذی به آب‌های ساحلی نیز از طریق فعالیت‌های انسانی از قبیل روان آب‌های شهری و حومه شهری، کشاورزی، فاضلاب‌ها و آلودگی هوا بسیار افزایش یافته است (Howarth *et al.*, 2002). فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها در طول مدت مطالعه، مشابه روند فصلی کلروفیل a بود به‌طوری‌که هریک از آن‌ها، حداکثر میزان خود را در تابستان (تولیدی‌ترین فصل) نشان دادند. تغییر در پارامترهای فیزیکوشیمیایی ستون آب وابسته به عوامل مختلفی است که به طور قابل‌توجهی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر قرارمی دهد (Choudhury and Pal, 2010). در همین ارتباط با توجه به نتایج پروژه حاضر مشخص می‌شود بالاتر بودن فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل تابستان در آب‌های استان هرمزگان، می‌تواند به دلیل افزایش رشد فیتوپلانکتون ها با مصرف مواد مغذی موجود در آب‌های ساحلی قابل توجیه باشد. همان‌طور که در تحقیق حاضر در جدول۲ ارائه شده است، بیشترین میانگین مواد مغذی (نیترات، نیتریت، فسفات، سیلیکات) در فصل زمستان مشاهده شد، درحالی‌که پایین‌ترین میزان در تابستان مشاهده شد که این موضوع می‌تواند به افزایش میزان مصرف فیتوپلانکتون‌ها در تابستان نسبت به زمستان مربوط باشد (Touliabah *et al.*, 2016). هنگامی که در یک منطقه ساحلی، تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب و جوامع بیولوژیکی آن توسط مجموعه‌ای از عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسانی کنترل می‌شود، استفاده از روش‌های سنتی محیط‌زیست، نمی‌تواند تنها راه تشخیص عوامل کلیدی باشد. در مقابل، تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره با استفاده از خوشه‌بندی و رتبه‌بندی بر اساس داده‌های گونه و محیط می‌تواند با موفقیت عوامل کلیدی را از متغیرهای محیطی در محیط‌های دریایی و سایر مطالعات اکولوژیک آبی شناسایی سازد (Wu and Wang, 2007; Wang *et al.*, 2006 ; Claquin *et al.*, 2010). نتایج حاصل از تحلیل مؤلفه اصلی، تحلیل خوشه‌ای و همبستگی پیرسون نشان داد که درجه حرارت، شوری و کلروفیل a، فراوانی کل فیتوپلانکتون ها را کنترل می‌کنند و مواد مغذی فسفات، نیترات و نیتریت مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر تغییرات شاخه‌ی فیتوپلانکتونی *Euglenophyta* در طول مدت مطالعه در آب‌های استان هرمزگان بودند. دمای آب دریا مهم‌ترین فاکتور

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

محیطی مؤثر بر رشد و بقای فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد (Davison, 1991). در بسیاری از اکوسیستم‌های دریایی‌درجه حرارت فاکتور تعیین‌کننده‌ای در ساختار جوامع فیتوپلانکتون‌ها بوده است (Li *et al*., 2011). در مطالعه حاضر، همبستگی مثبت فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها با دما و افزایش فراوانی آن‌ها در فصل تابستان مشاهده گردید که با نتایج مطالعه El- Gammal و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی دارد. همچنین در مطالعه Saraji و Naderi (۱۹۹۵) شاخه *Dinoflagellata* بیشترین حضور را در ماه‌های گرم سال داشته است. همچنین در مطالعات ROPME (۲۰۰۴) شاخه *Dinophyta* ها در تابستان به صورت غالب در آمدند. مطالعات نشان می‌دهد گونه‌های مختلف فیتوپلانکتون می‌توانند محدوده‌های مختلفی از درجه حرارت و همچنین محدودیت‌های نوری و مواد مغذی را تحمل کنند. بنابراین این سطوح تحمل، گونه‌های غالب را در فصول و زمان‌های مختلف تعیین می‌کنند (Mustapha, 2009). غلظت کلروفیل a در تابستان (با میانگین ۲/۳۹ میکروگرم بر لیتر) بالاتر از فصل زمستان (با میانگین ۱/۰۷ میگروگرم بر لیتر) بود.که با نتایج Khomayis در سال ۲۰۰۲ همخوانی دارد. نتایج حاصل از همبستگی پیرسون در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان، نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین فراوانی شاخه *Dinophyta* و کلروفیل a بود که با نتایج مطالعه Munir و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی دارد. همچنین همبستگی معنی‌دار فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها و کلروفیل a در این مطالعه نشان داد که رشد فیتوپلانکتون‌ها مشابه روند کلروفیل a می‌باشد، که با نتایج El- Gammal و همکاران در سال ۲۰۱۷ همخوانی دارد. نتایج مطالعه Turkoglu (۲۰۱۰) مشخص نمود که کلروفیل a به‌وسیله تراکم سلولی فیتوپلانکتون‌ها کنترل می‌گردد.. شوری از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در توزیع و تنوع جامعه فیتوپلانکتونی به شمار می‌رود. اهمیت شوری از آن جهت است که نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان تقسیم سلولی فیتوپلانکتون‌ها، همچنین وقوع، توزیع و تولید آن‌ها دارد (Lionard *et al*., 2005). در مطالعه Palleyi و همکاران (۲۰۱۱) همبستگی معنی‌داری بین فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها و شوری به دست آمده است که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مناطق مورد بررسی *Euglenophyta* به عنوان یک گروه نادر، ۲٪ از کل فیتوپلانکتون ها را تشکیل دادند که با نتایج Abdul-Aziz و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. در این مطالعه ترکیب جامعه فیتوپلانکتونی نشان می‌دهد که اگر فراوانی برخی از گونه‌ها بسیار بالا و در برخی دیگر بسیار پایین است، ممکن است به دلیل وجود تعدادی از عوامل استرس‌زا در محیط مربوط شود که تنوع گونه‌ها را فقط به گونه‌های بردبار به این شرایط محیطی محدود نموده است (Parnel, 2003). از این رو، در مطالعه حاضر *Euglenophyta* ها همبستگی مثبت و قوی با غلظت‌های مواد مغذی نیترات، نیتریت و فسفات نشان داده است، درحالی‌که سایر شاخه‌های شناسایی‌شده همبستگی با این سه فاکتور نشان نداده‌اند. این یک پدیده‌ی رایجی است که دسترسی به مواد مغذی تا حد زیادی تنوع فیتوپلانکتون ها را تعیین می‌سازد و از طرفی نوسانات تولید اولیه و مواد مغذی نیز پویایی فیتوپلانکتون ها را کنترل می‌کند (Selvin Pitchaikani and Lipton, 2016).

نتایج مطالعه حاضر از دیدگاه‌های آماری نشان داد که مواد مغذی نیترات، نیتریت و فسفات در حضور *Euglenophyta* های منطقه و پارامترهای دمای آب، شوری و کلروفیل a نیز نقش مهمی را به عنوان عوامل مؤثر در تغییرات فیتوپلانکتون‌ها بازی می‌کنند. تغییر در گروه‌های فیتوپلانکتونی نشان‌دهنده پویایی فصلی و تأثیر کیفیت آب است. نتایج حاصل از سه روش (ماتریس همبستگی، نمودار خوشه‌ای و تحلیل مؤلفه اصلی) به کار رفته در این مطالعه، نشان از اثرات کمتر مواد مغذی در تراکم کلی فیتوپلانکتون‌ها در این اکوسیستم آبی داشت و از طرفی برقراری ارتباط آن‌ها با برخی از شاخه‌های فیتوپلانکتونی از قبیل Eugenophyta نشان می‌دهد که تراکم برخی از فیتوپلانکتون‌ها تحت تأثیر مواد مغذی قرار دارد. با توجه به تغییرات روزانه جمعیت فیتوپلانکتون ها، توصیه می‌شود پایش جوامع فیتوپلانکتونی و وضعیت کیفی آب‌های ساحلی به طور مداوم صورت گرفته تا تغییرات فصلی جمعیت فیتوپلانکتون ها و روابط آن‌ها با فاکتورهای محیطی دقیق‌تر تعیین شود..

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از خانم دکتر محبی - معاون پژوهشی- خانم دکتر سراجی - رئیس بخش اکولوژی- و مهندس اکبرزاده - کارشناس بخش اکولوژی- پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان به جهت مساعدت در انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی نهایت تشکر و تقدیر به عمل می‌آید.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

منابــع

Abdul-Aziz, P., Al-Tisan, I., Al-Daili, M., Green, T., Ghani, A., Javeed, M. 2000. Effects of environment on source water for desalination plants on the eastern coast of Saudi Arabia. Desalination. 132: 29-4.

Akbarzadeh, G.H., Salarpoori, A., Darvishi, M., Behzadi, S. 2016. Spatial and temporal variations of phytoplankton population in coastal waters of Hormozgan province (Qeshm and leangeh). Iranian Scientific Fisheries Journal. 25: 11-22. (in Persian)

Al-Awadi, A.R. 2000. Regional Report of the State of the Marine Environment, ROPME, Kuwait.

Al-Hashmi, K., Sarma, Y.V.B., Claereboudt, M., Al-Azri, A.R., Piontkovski, S.A., Al-Habsi. H. 2012. Phytoplankton community structure in the Bay of Bandar Khyran, Sea of Oman with special reference to harmful algae. International Journal of Marine Science. 2: 31-42.

APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. 22nd edition. Section10-4B,568 p.

Badsi, H., Oulad, Ali, H., Loudiki, M., Aamiri, A. 2012. Phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Massa estuary. American Journal of Human Ecology. 1: 58-64.

Basson, P.W., Burchard, J.E., Hardy, J.T., Price, A.R.T. 1977. Biotopes of the western Persian Gulf. Marine life environments of Saudi Arabia Aramco Ltd., Dhahran. 284 p.

Bengraine, K., Marhaba, T.F. 2003. Using principal- component analysis to monitor spatial and temporal changes in water quality. Journal of Hazardous Materials. 100: 179-195.

Bluman, A.G. 1998. Elementary statistics: a step by step approach. Tom Casson publisher. 3rd edition. USA: 749 p.

Brettum, P., Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA report SNO, 4818-2004: 197 p.

Chattopadhyay, J., Sarkar, R.R., Pal, S. 2003. Dynamics of nutrient–phytoplankton interaction in the presence of viral infection. BioSystems. 68: 5-17.

Claquin, P., Longphuirt, S.N., Fouillaron, P., Huonnic, P., Ragueneau, O., Klein, C., Leynaert, A. 2010. Effects of simulated benthic fluxes on phytoplankton dynamic and photosynthetic parameters in a mesocosm experiment (Bay of Brest, France). Estuarine Coastal Shelf Science. 86: 93-101.

Choudhury, A.K., Pal, R. 2010. Phytoplankton and nutrients dynamics of shallow coastal stations at Bay of Bengal, Eastern Indian coast. Aquatic Ecology. 44: 55-71.

Davis, C.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan State University Press, East Lansing. 562 p.

Davis, J.C. 1973. Wie Statistics and Data Analysis in Geology. Wiley and Sones. New York, N.Y., 550 p.

Davison, I.R. 1991.Environmental effects on algal photosynthesis: Temperature. Journal of Phycology. 27: 2-8.

Drake, J.L., Carpenter, E.J., Cousins, M., Nelson, K.L. 2010. Effects of light and nutrients on seasonal phytoplankton succession in a temperate. Hydrobiologia. 654: 177-192.

Dorgham, M.M., Moftah, A. 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian Gulf and Gulf of Oman. Journal of the the Marine Biological Association of India. 31: 36-53.

Ebrahimi, M., Mohebi, L., Saraji, F., Eslami F., Ejlali, K., Salimizade, M., Aghajari, N. 2005. Hydrology and hydrobiology of the Persian Gulf and Hormuz Strait-Final Scientific Report. IFRO, Bandar Abbas. 133 p. (in Persian)

Eco-Zist Consulting Engineers. 1980. Iran 1 and 2 Environmental Report. Atomic Energy Organization of Iran.

El- Gammal, M.A.M., Nageeb, M., Al-Sabeb, S. 2017. Phytoplankton abundance in relation to the quality of the coastal water – Arabian Gulf, Saudi Arabia. Egyptian Journal of Aquatic Research. 43: 275-282.

Eslami, F., Saraji, F. 2004. Abundance of phytoplankton in Khoran Creeks of Laft and Khamir in Hormuzgan Province. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 13: 11-22.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

Gowen, R.J., Mckinney, A., Tett, P., Bresnan, E., Davidson, E., Harrison, P.J., Milligan, S, Mills, D.K., Silke, J., Crooks, A.M. 2012. Anthropogenic Nutrient Enrichment and Blooms of Harmful.Micro-algae. Oceanography and Marine Biology. 50: 65-126.

Guinder, V.A., López Abbate, M.C., Berasategui, A.A., Negrin, V.L., Zapperi, G., Pratolongo, P.D., Fernandez–Severini, M.D., Popovich, C.A. 2015. Influence of the winter phytoplankton bloom on the settled material in a temperate shallow estuary. Oceanologia. 57: 50-60.

Haque, M.Z., Rahim, S.A., Abdullah, M.P., Embi, A.F., Elfithri, R., Lihan, T., Mohd Khalik, W.M., Khan, M.F., Mokhtar, M. 2016. Multivariate chemometric approach on the surface water quality in Langat upstream tributaries, Peninsular Malaysia. Journal of Environmental Science and Technology. 9: 277-284.

Horner, R.A. 2002. A Taxonomic guide to some common Marin phytoplankton. Biopress, Bristol, England, UK. pp. 1-195.

Hötzel, G., R. croome. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwater, Land and Water Resources Research and Development Corporation. pp. 22-27.

Howarth, R., Sharpley, A., Walker, D. 2002. Sources of nutrient pollution to coastal waters in the United States: Implications for achieving coastal water quality goals. Estuaries Coasts. 25: 656-676.

James, B.K., Adejare, L., Ismail, A. 2010. Nutrients and phytoplankton production dynamics of a tropical harbor in relation to water quality indices. Journal of American Science. 6.9: 261-275.

Khatami, Sh., Valinassab, T., Seraji, F. 2012. Seasonal changes of phytoplanktons in the littoral waters of Larak Island (Persian Gulf). Iranian Journal of Biology. 25: 1-6.

Khomayis, H.S. 2002. The annual cycle of nutrient salts and chlorophyll-a in the coastal waters of Jeddah. Red Sea Marine Science. 13: 131-145.

Lababpour, A. 2015. Phytoplankton Community and Physical-Chemical Characteristics of Seawater in the Bandar Abbas Coastal Water, Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf. 6(21): 39-50.

Legović, T., Žutić, V., Gržetić, Z., Cauwet, G., Precali, R., Viličić, D. 1994. Eutrophication in the Krka Estuary. Marine Chemistry. 46: 203-215.

Li, T., Liu, S., Huang, L., Huang, H., Lian, J., Yan, Y., Lin, S. 2011. Diatom to dinoflagellate shift in the summer phytoplankton community in a bay impacted by nuclear power plant thermal effluent. Marine Ecology Progress Series. 424: 75-85.

Lionard, M., Muylaert, K., Gansbeke, D.V., Vyverman, W. 2005. Influence of changes in salinity and light intensity on growth of phytoplankton communities from the Schelde River and estuary (Belgium/The Netherlands). Hydrobiologia. 540: 105-115.

Maghsoudlou, A.V., Momtazi, F., Aghajanpour, F. 2015. Spatial pattern of phytoplankton communities from Iranian waters of the Gulf of Oman in Pre-Monsoon Period. Journal of the Persian Gulf. 6: 65-77.

Manikannan, R., Subramanian, A., Samsoor Ali, A.H.M. 2011. Seasonal variations of physico-chemical properties of the Great Vedaranyam Swamp, Point Calimere Wildlife Sanctuary, South-east coast of India. African Journal of Environmental Science and Technology. 5: 673-681.

McQuatters-Gollop, A., Gilbert, A.J. Mee, L.D., Vermaat, J.E., Artioli, Y., Humborg, C., Wulff, F. 2009. How well do ecosystem indicators communicate the effects of anthropogenic eutrophication? Estuarine, Coastal and Shelf Science. 82: 583-596.

Mirzaei, M.R., Seraji, F., Erfani, E., Rad, T.A., Aminikhoei, Z., Azhang, B. 2017. Assessing phytoplankton Community structure in relation to hydrographic parameters and seasonal variation (Pre & Post Monsoon). Journal of Biological Diversity. 18: 507-513.

Mohammad-Noor, N., Rahaida Harun, S.N., Lazim, Z.M., Mukai, Y., Tasnim Mohamad, N., Saad, Sh. 2013. Diversity of phytoplankton in coastal water of Kuantan, Pahan. Malaysian Journal of Science. 32: 29-37.

Munir, S., Naz, T., Burhan, Z, Siddiqui, P.J.A, Morton, S.L. 2016. Species composition and abundance of dinoflagellates from the coastal waters of Pakistan. Journal of Coastal Life Medicine. 4: 448-457.

Muraleedharan, H., Abhilash Ramasubbu, R. 2010. Physicochemical parameters and plankton analysis of seawater of Thondi of Palk Bay, Tamil Nadu. Journal of Biosciences Resources. 1: 20-24.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

Mustapha, M.K. 2009. Phytoplankton assemblage of a small, shallow, tropical African reservoir. Revista de Biología Tropical. 57: 1009-1025.

Nassar, M.Z., Mohammad, H.R., Khiray, H.M., Rashedy, S.H. 2014. Seasonal fluctuations of phytoplankton community and physico-chemical parameters of the north western part of the Red Sea, Egypt. The Egyptian Journal of Aquatic Research. 40: 395-403.

Naz, T., Burhan, Z.U.N., Munir, S. 2013. Seasonal abundance of diatoms in correlation with the in correlation with the physicochemical parameters from coastal waters of Pakistan. Pakistan Journal of Botany. 45: 1477-1486.

Newell, G.E., Newell, R.C. 1977. Marine Plankton. Hutchinson. 244 p.

Nybakken, J.W. 1993. Marine Biology*:* An ecological approach. 3rd edition. New York. Harper Collins College Publishers. 462 p.

Palleyi, S., Kar, R.N., Panda, C.R. 2011. Influence of water quality on the biodiversity of phytoplankton in Dhamra river estuary of Odisha Coast, Bay of Bengal. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 15: 69-74.

Parnel, P.E. 2003. The effects of sewage discharge on water quality and phytoplankton of Hawai'ian coastal waters. Marine Environmental Research. 55: 293-311.

Parsons, T.R., Maita, Y., Lalli, C.M. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, New York. 173 p.

Pouladi, M., Qadermarzi, A., Baharvand, F., Vazirizadeh, A., Hedayati, A. 2017. Effects of physicochemical factors on seasonal variations of phytoplankton in the Mond River Estuary of Bushehr Province, Persian Gulf, Iran, Biodiversitas. Journal of Biological Diversity. 18: 229-237.

Price, A.R.G.1979. Temporal variations in abundance of penaeid shrimp larvae and oceanographic conditions off Ras Tanura, Western Arabian Gulf. Western RSA. Estuarin and Coastal Maine Science. 9: 451-465.

Rabbaniha, M., Izadpanahi, G., Mohsenizadeh, F., Owfi, F. 2012a. Plankton assemblage changed in southern offshore Bushehr Waters. Journal of Oceanography. 3: 21-31. (in Persian)

Rabbaniha, M., Izadpanahi, G., Mohsenizadeh, F., Owfi, F. 2012b. Comparing of phytoplankton assemblage in inshore and offshore waters of the Persian Gulf (Bushehr province waters). International conference on land-sea interactions in the coastal zone, Lebanon.

Rajkumar, M., Thillai Rajasekar, K, Sun, J., Jenkinson, I.R, Ashok Prabu, V, Perumal, P. 2012. Phytoplankton diversity in the Parangipettai coastal waters, southeast coast of India. Journal of Environmental Biology. 33: 1115-1125.

ROPME (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment), 2004. State of the marine environment report 2004, Kuwait.

Sahu, G., Satpathy, K.K, Mohanty, A.K., Sarkat, S.K. 2012. Variation in community structure of *phytoplankton* in relation to physicochemical properties of coastal waters, southeast coast of India. Indian Journal of Marine Sciences. 41: 223-241.

Saraji, F., Naderi, H. 1995. Review of plankton in coastal waters of Bandar Abbas - Oman Sea Fisheries Research Center. 10 p. (in Persian)

Saraji, F., Islami, F., Ebrahimi, M. 2009. Distribution and frequency of different phytoplankton groups in Sea waters of Hormozgan province. Strait of Hormuz and the Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Science. 1: 45-57. (in Persian)

Selvin Pitchaikani, J., Lipton, A.P. 2016. Nutrients and phytoplankton dynamics in the fishing grounds off Tiruchendur coastal waters, Gulf of Mannar, India. Springer Plus. 5: 1405.

Siapatis, A., Giannoulaki, V.D., Valavanis, Palialexis, A., Schismenou, E., Machias, A., Somarakis, S. 2008. Modeling potential habitat of the invasive ctenophore Mnemiopsis Leidy in Aegean Sea. Hydrobiology. 612: 281-295.

Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M., Kouimtzis, T. 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Water Research. 37: 4119-4124.

Sin, Y., Wetzel, L.R., Anderson, C.I. 1999. Spatial and temporal characteristic of nutrient and phytoplankton dynamics In the York. River Estuary, Virginia. Analysis of long-term data. Estuaries. 22: 260-275.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]

Sourina, A. 1978. Phytoplankton manual united national educational scientific and culture organization. 377 p.

Strickland, J.D.H., Parson, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Information Canada, Ottava (ICD), 310 p.

Su, J., Tian, T., Krasemann, H., Schartau, M., Wirtz, K. 2015. Response patterns of phytoplankton growth to variations in re-suspension in the German Bight revealed by daily MERIS data in 2003 and 2004. Oceanologia. 57: 328-341.

Touliabah, H.E., Elbassat, R.A., Tourk, A.J., Affan, M.A., Hariri, M.S., Hassanine, R.M.E., Abdulwassi, N.I.H., Almutairi, A.W. 2016. Plankton and some environmental variables as a water quality indicator for saline pools at the western Red Sea (Saudi Arabia). Journal of Coastal Zone Management. 19: 1-7.

Turkoglu, M. 2010. Temporal variations of surface phytoplankton, nutrients and chlorophyll a in the Dardanelles (Turkish Straits System): a coastal station sample in weekly time intervals. Turkish Journal of Biology. 34: 319-333.

Vajravelu, M., Martin, Y., Ayyappan, S., Mayakrishnan, M. 2017. Seasonal influence of physico-chemical parameters on phytoplankton diversity, community structure and abundance at Parangipettai coastal waters, Bay of Bengal, South East Coast of India. Oceanologia. 60: 114-127.

Wang, Y.S, Lou, Z.P, Sun, C.S, Wu, M.L, Han, S.H. 2006. Multivariate statistical analysis of water quality and phytoplankton characteristics in Daya Bay, China, from 1999 to 2002. Oceanologia. 48: 193-211.

Waniek, J.J., Holliday, N.P. 2006. Large-scale physical control on phytoplankton growth in the Irminger Sea, Part II: Model study of the physical and meteorological preconditioning. Journal of Marine Systems. pp. 219-237.

Wu, M.L., Wang, Y.S. 2007. Using chemometrics to evaluate anthropogenic effects in Daya Bay, China. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 72: 732-742.

Zarshenas, G., Motalebi, A., Mohsenizadeh, F., Dehghan, S., Serraji, F., Rohani, K. 2015. Monitoring of *Cochlodinium polykrikoides* blooms as a harmful phenomenon in the Persian Gulf (2010-2011). Iranian Scientific Fisheries Journal. 23: 49-60. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.3.4.7]