مجله بوم شناسی آبزیان

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

شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر فراوانی و پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل

مهسا کتانی[۱]، محمد صدیق مرتضوی[۲*]، لعبت تقوی[۱]

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

[۲] پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۷/۱۴
اصلاح: ۹۶/۰۸/۱۹
پذیرش: ۹۶/۰۹/۳۰

کلمات کلیدی:
پیرسون
تحلیل کاهشی
سد شمیل
فیتوپلانکتون

چکیده

جلبک‌های شناور میکروسکوپی یا فیتوپلانکتون‌ها، منبع اصلی تأمین‌کننده مواد آلی زنجیره‌های غذایی در اکوسیستم‌های آب شیرین به شمار می‌روند. بررسی پراکنش جمعیت آن‌ها و آگاهی از روابط بین عوامل محیطی و جامعه فیتوپلانکتونی می‌تواند در بهبود کیفیت آب و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مؤثر واقع شود. هدف از تحقیق حاضر، استفاده از روش تحلیل کاهشی، همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون به‌عنوان یک رویکرد یکپارچه جهت شناسایی عوامل محیطی تاثیرگذار بر جامعه فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل است. در طول مدت مطالعه چهار شاخه از جوامع فیتوپلانکتونی شامل Bacillariophyta، Chlorophyta، Cyanophyta و Pyrrophyta شناسایی گردید. Bacillariophyta غالب‌ترین جامعه فیتوپلانکتونی در طول مدت مطالعه بود. فراوانی فیتوپلانکتون‌ها به طور متوسط $۱/۲\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر، با دامنه $۱/۸\times۱۰^{۳}$ تا $۲/۹\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر بود. میانگین شاخص تنوع و یکنواختی، به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۵۱ بود که بیانگر تنوع پایین فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل است. نتایج حاصل از تحلیل کاهشی و همبستگی پیرسون نشان داد که دمای آب، کل مواد جامد محلول، pH و نوترینت‌ها (نیترات، آمونیوم و فسفات) مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر تغییرات فیتوپلانکتون‌ها در طول مطالعه در دریاچه سد شمیل بودند.

مقدمــه

فیتوپلانکتون‌ها به عنوان یکی از اجزای اولیه بیولوژیکی، در انتقال انرژی به ارگانیزم‌های واقع در سطوح بالای زنجیره‌های انرژی در اکوسیستم‌های آبی، مطرح می‌باشند (Saravanakumar *et al*., 2008; Tiwari and Chauhan, 2006). مطالعه پویایی فیتوپلانکتون‌ها با در نظر گرفتن توزیع مکانی و زمانی آن‌ها در دریاچه‌ها و مخازن از جهت تشخیص وضعیت ساختار و عملکرد اکوسیستم اهمیت زیادی دارد (Ahmed and Wanganeo, 2015). مطالعه جامعه

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

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های آبی، به علت عوامل مختلف تأثیرگذار از پیچیدگی زیادی برخوردار است (Huszar, 1996؛ Dellamano-Oliveira *et al*., 2003)؛ در دریاچه‌ها و مخازن، تنها دما و نور تنظیم‌کننده الگوی فصلی فیتوپلانکتون‌ها نیستند، بلکه سایر متغیرهای زیست‌محیطی نیز از اهمیت زیادی برخوردارند (Espindola *et al*., 1996). الگوی توزیع و تنوع فیتوپلانکتون‌ها در سیستم‌های آب شیرین، بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این سیستم‌ها دارد (Cetin and Sen, 2004). برای شناخت عوامل مؤثر در تغییر الگوی توزیع فیتوپلانکتون‌ها در سیستم‌های مختلف آبی، تعیین ارتباط بین جامعه فیتوپلانکتونی و متغیرهای زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارد (Ahmed and Wanganeo, 2015). البته تعیین این ارتباط کار آسانی نیست، اگرچه استفاده از روش‌های آنالیز آماری شامل آزمون‌های آماری چند متغیره و همبستگی پیرسون می‌تواند مفید باشد (Tian *et al*., 2012). روش تحلیل کاهشی (Redundancy Analysis, RDA)، به عنوان یک روش آنالیز آماری چند متغیره، به طور گسترده در مطالعات اکولوژیکی و در آنالیز دریاچه‌های کم‌عمق، هم برای فیتوپلانکتون‌ها (Romo and Tongeren, 1995؛ Lv *et al*., 2011) و هم برای زئوپلانکتون‌ها (Wen *et al*., 2011؛ Davidson *et al*., 2007) مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین ثابت شده است که RDA برای آنالیز کیفی اثرات متقابل بین فاکتورهای اکولوژیکی و اجتماع پلانکتونی در سیستم‌های بسیار پیچیده، قابل استفاده است (Tian *et al*., 2012). همچنین در بسیاری از مطالعات، از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین ارتباط بین متغیرهای زیست‌محیطی و فیتوپلانکتون‌ها استفاده شده است (Xu *et al*., 2011؛ Zhou *et al*., 2011؛ Wang *et al*., 2009؛ Figueredo and Giani, 2009). تاکنون مطالعات مختلفی در مورد شناسایی فیتوپلانکتون‌ها و بررسی تنوع، فراوانی و پراکنش آن‌ها در جهان و ایران انجام شده است. به طوری که Ahmed و Wanganeo (۲۰۱۵) تغییرات زمانی و مکانی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه Bhoj Wetland در هند را مورد بررسی قرار دادند. Tian و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را بر روی پویایی فصلی فیتوپلانکتون‌ها و ارتباط با فاکتورهای زیست‌محیطی در دریاچه Dongping چین انجام دادند. Cetin و Sen (۲۰۰۴) توزیع فصلی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد Orduzu در ترکیه را مورد مطالعه قرار دادند. Mohammadi و همکاران (۲۰۱۵) ساختار جمعیتی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون دریاچه سد گلبلاغ در استان کردستان را به مدت یک سال مورد بررسی قرار دادند. Mohebbi و همکاران (۲۰۱۲) جمعیت فیتوپلانکتونی و شاخص‌های جمعیتی را در دریاچه سد ارس مورد بررسی قرار دادند. Shams و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات فصلی جامعه فیتوپلانکتونی را در دریاچه سد زاینده‌رود مورد مطالعه قرار دادند. Gharibkhany و همکاران (۲۰۱۰) تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون‌های تالاب استیل آستارا را مورد بررسی قرار دادند. Gholami و همکاران (۲۰۰۶) تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون‌های دریاچه بزنگان در استان خراسان رضوی را به طور فصلی مورد مطالعه قرار دادند. Makaremi و همکاران (۲۰۰۶) نیز پژوهشی در زمینه شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتونی در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر را به انجام رساندند. با وجود مطالعات پیش گفته، تاکنون پژوهشی در زمینه جوامع فیتوپلانکتونی در دریاچه سد شمیل به انجام نرسیده است می‌توان گفت اهداف مطالعه حاضر، تعیین ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل؛ کشف روابط بین توزیع و تراکم فیتوپلانکتون‌ها و متغیرهای زیست‌محیطی و پیشنهاد مکانیسم احتمالی تعیین‌کننده الگوی توزیع فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل هستند.

مواد و روش‌ها

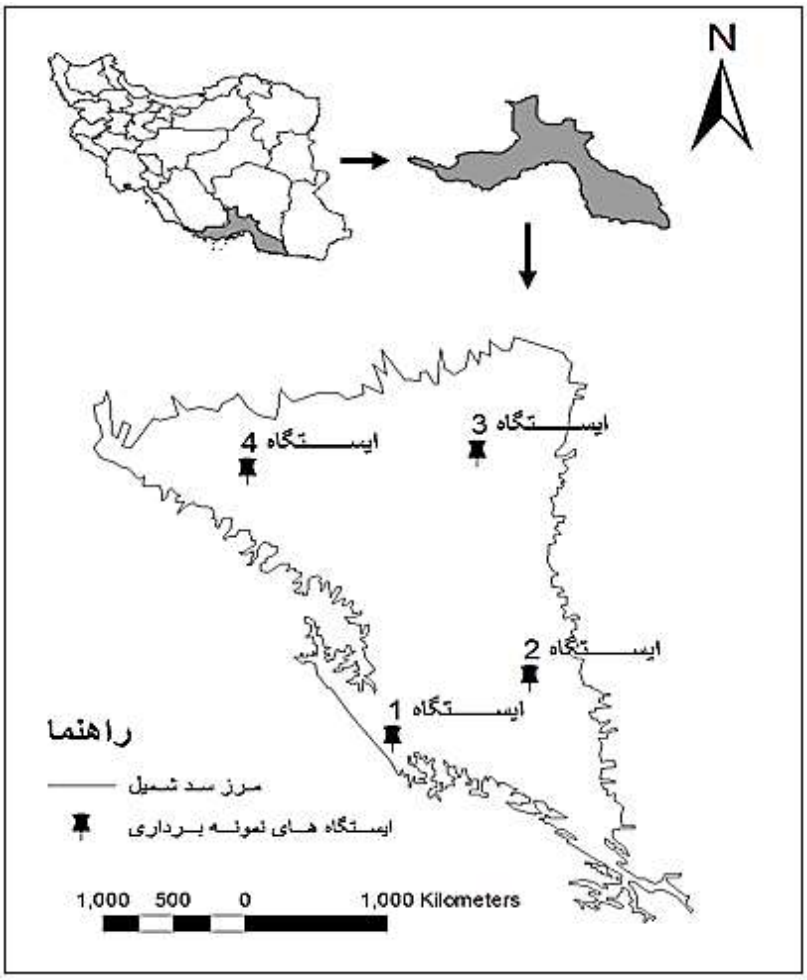
منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری

سد شمیل در ۷۰ کیلومتری شمال شرقی بندرعباس در استان هرمزگان قرار دارد. سد شمیل از نوع سدهای خاکی سنگریزه‌ای و با هسته رسی است، که ارتفاع آن تقریباً برابر با ۳۲ متر و حجم آب قابل بهره‌برداری از آن ۱۶۰ میلیون

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

مترمکعب در سال (دارای مخزن مشترک با سد نیان) می‌باشد. سد شمیل با هدف تأمین بخشی از آب آشامیدنی شهر بندرعباس، تأمین حقابه‌های جریان پایه رودخانه شمیل برای حفظ محیط‌زیست و کنترل سیلاب احداث شده است. با توجه به شکل و وسعت دریاچه، چهار ایستگاه در طول دریاچه سد شمیل به گونه‌ای انتخاب شدند که داده‌های به دست آمده گویای شرایط کلی دریاچه باشند. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریاچه سد شمیل

نمونه‌های آب برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، آنالیز مواد مغذی، شناسایی و شمارش فیتوپلانکتون‌ها، در فصل زمستان ۱۳۹۴ (ماه‌های دی و بهمن) و تابستان ۱۳۹۵ (ماه‌های تیر و مرداد) جمع آوردی گردید (با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه، از آنجایی که حداقل متوسط دمای سالانه در منطقه ۱۷/۴۴ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و حداکثر متوسط دمای سالانه در تیر ماه با ۳۴ درجه سانتی‌گراد ثبت گردیده است (Petrosians *et al.*, 2013)، لذا نمونه‌برداری در این ماه‌ها صورت گرفت). نمونه‌برداری با توجه به عمق متوسط پایین دریاچه، از لایه سطحی (۰/۵ متر پایین‌تر از سطح آب) انجام شد (Mohammadi *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2012). همچنین برای شناسایی کیفی فیتوپلانکتون‌ها، نمونه‌هایی از سطح آب با استفاده از تور پلانکتون با اندازه مش ۲۰ میکرون جمع‌آوری گردید. نمونه‌های آب برای سنجش فیتوپلانکتون‌ها بلافاصله با محلول لوگول ۱٪ (Ahmed and Wanganeo, 2015) تثبیت شدند. نمونه‌ها در دمای ^{0}C ۴ نگهداری و برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

در این تحقیق، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی شامل اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC)، کل مواد جامد محلول (TDS)، شوری، کدورت، دما، pH، BOD، COD و نوترینت‌ها (نیترات، نیتریت، آمونیوم و فسفات) مورد سنجش قرار گرفتند. دمای آب، DO، pH، TDS، شوری و هدایت الکتریکی در محل هر ایستگاه با استفاده از مولتی پارامتر پرتابل مدل 340i کمپانی WTW اندازه‌گیری شدند. کدورت با استفاده از کدورت سنج WAGTECH اندازه‌گیری شد. سنجش نوترینت‌ها، BOD و COD بر اساس روش‌های استاندارد متد (APHA, 2005) صورت گرفت. فسفات با استفاده از روش آسکوربیک اسید اندازه‌گیری شد. غلظت‌های آمونیوم و نیتریت به ترتیب با متدهای Phenate و رنگ سنجی اندازه‌گیری شدند. غلظت نیترات مستقیماً با استفاده از دستگاه NanoColor مورد سنجش قرار گرفت.

برای آنالیز کلروفیل a، ۵۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب با استفاده از پمپ خلا فیلتر و قبل از استخراج در دمای ^0C ۲۴- نگهداری شدند. سپس استخراج فیلترها با ۱۰ ml استون ۹۰٪ در تاریکی و در دمای ^0C ۴ برای مدت ۲۴ ساعت انجام شد. نمونه‌ها به مدت ده دقیقه با دور g× ۴۰۰۰-۵۰۰۰ سانتریفوژ شدند. بعد از سانتریفوژ، جذب عصاره رنگ‌دانه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۷۵۰، ۶۳۰، ۶۴۵ و ۶۶۵ خوانده شد؛ در هر طول موج، استون ۹۰٪ به عنوان محلول بلانک استفاده شد. و در نهایت غلظت کلروفیل-a با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (Gurbuz *et al.*, 2009):

$$chlorophyll\ a\ (\mu g/L) = \frac{v(۲۶/۷۱۱\times D_{665} - ۱۴/۰\times D_{630} - ۳۱/۱\times D_{645})}{I\times V}$$ معادله (۱)

در این معادله، v حجم استون مورد استفاده برای استخراج (ml)؛ I طول کُوِت (cuvette) (cm) و V حجم نمونه آب (l) است.

سنجش فیتوپلانکتون‌ها

از روش ته‌نشینی برای شمارش و شناسایی فیتوپلانکتون‌ها استفاده گردید. در آزمایشگاه نمونه‌های فیتوپلانکتون به مدت ۱۰ روز در دمای اتاق در محل تاریک نگهداری شدند تا کاملاً ته‌نشین شوند. بعد از ته‌نشینی و سیفون، حجم نمونه‌های آب به ۵۰-۱۰۰ میلی‌لیتر رسید، و یک میلی‌لیتر از نمونه به لام سدویک رافتر منتقل و برای شناسایی و شمارش فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از میکروسکوپ معکوس (AXIOM XDS-1, Germany) با دو بار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی پلانکتون‌ها در هر میلی‌لیتر با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Monnavary *et al.*, 2013):

$$D = (N \times 1000)/A \times d \times F$$ معادله (۲)

در این رابطه، D فراوانی فیتوپلانکتون بر حسب سلول در میلی‌لیتر؛ N تعداد سلول‌های شمارش شده؛ A سطح یک فیلد (میلی‌متر مربع)؛ d، عمق هر فیلد (میلی‌متر) و F تعداد فیلدهای شمارش شده است. سپس با داشتن حجم اولیه، تعداد فیتوپلانکتون بر اساس سلول در لیتر محاسبه گردید.

شناسایی فیتوپلانکتون‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی، با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (John *et al.*, 2011؛ Wehr and Sheath, 2003؛ Prescott, 1984) صورت گرفت.

تنوع گونه‌ای (H، محدوده صفر تا بی‌نهایت) و یکنواختی (J) بر اساس Shannon و Wiener (۱۹۴۹) و Tian و همکاران (۲۰۱۲) محاسبه گردید. شاخص‌های غالبیت نیز مطابق Berger و Parker (۱۹۷۰) محاسبه گردید:

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N}$$ معادله (۳)

$$J = H' / \log_2 S$$ معادله (۴)

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$ معادله (۵)

N_i، N_{max}، N و S، تعداد افراد گونه i، تعداد افراد گونه‌های غالب، تعداد کل افراد و تعداد کل گونه‌ها می‌باشند.

آنالیز آماری

نرم‌افزار CANOCO برای انجام آنالیزهای چند متغیره و رسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا طول گرادیان با استفاده از آنالیز تطبیقی قوسگیری شده (Detrended correspondence analysis, DCA) برای انتخاب مدل مناسب رسته‌بندی به کار گرفته شد. اگر طول گرادیان در آنالیز DCA نسبتاً کم باشد (۳>)، آنالیز کاهشی (Redundancy Analysis, RDA) مدل مناسبی است؛ در غیر این صورت آنالیز تطبیقی متعارفی (canonical correspondence analysis, CCA) روشی مناسب‌تر خواهد بود (Tian *et al.*, 2012). آنالیز RDA برای ارزیابی اثر متغیرهای زیست‌محیطی بر روی جوامع فیتوپلانکتون‌ها مورد استفاده قرار گرفت. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده از قبیل دما، pH، DO، TDS، کدورت، NH_4^+ ، PO_4^{3-} ، NO_3^- ، NO_2^- و COD به عنوان ماتریس متغیرهای محیطی مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از آنالیز، تبدیل لگاریتمی $\log_{10}(x+1)$ بر روی متغیرهای محیطی انجام شد. در ماتریس داده‌های مربوط به بیوماس گونه‌ها، تنها آن‌هایی که بیشتر از سه بار رخ داده‌اند و بیشتر از ۱٪ کل بیوماس حداقل در یک نمونه را به خود اختصاص داده‌اند، در آنالیز مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین قبل از آنالیز، تبدیل $\log_{10}(x+1)$ بر روی داده‌های مربوط به فراوانی هر جنس انجام گردید. بنابراین دو سری ماتریس از نتایج به دست آمد؛ که یکی فراوانی گونه‌ها و دیگری فاکتورهای محیطی است. نتایج RDA به صورت دیاگرام‌های رسته‌بندی با استفاده از برنامه CanoDraw و رتبه گونه‌ها با استفاده از نمادهایی مانند دایره، مربع و غیره نشان داده شد. متغیرهای محیطی با پیکان‌هایی نشان داده شده‌اند که اشاره به جهت حداکثر تغییر دارند. متغیرهایی که با خطوط نزدیک به هم و در یک جهت قرارگرفته‌اند، دارای همبستگی مثبت بالایی هستند و آن‌هایی که در جهات مخالف قرار گرفته‌اند دارای همبستگی منفی بالایی هستند. دو خط با زاویه ۹۰ درجه نشان‌دهنده عدم همبستگی بین متغیرهای متناظر هستند.

برای بررسی ارتباط بین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و متغیرهای محیطی، از همبستگی پیرسون استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد و در صورت توزیع غیرنرمال داده‌ها، جهت آنالیز بهتر نتایج، تبدیل داده‌ها با گرفتن لگاریتم (Log) انجام شد. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 انجام گردید.

نتایــج

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

میانگین تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی دریاچه سد شمیل در جدول (۱) ارائه شده است. میانگین فصلی دمای آب به ترتیب۱۶/۹۳ و ۳۶/۴۳ درجه سانتی‌گراد در زمستان و تابستان بود. بین ایستگاه‌ها از نظر دما تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار بود. میزان pH بین ۷/۹۳ در زمستان تا ۹/۱۵ در تابستان متغیر بود. بین ایستگاه‌ها در ارتباط با این فاکتور تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. غلظت اکسیژن محلول از ۵/۵۵ تا ۹/۳۷ میلی‌گرم بر لیتر متغیر بود. بین ایستگاه‌ها از نظر اکسیژن محلول تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. غلظت اکسیژن محلول در تابستان کاهش و در زمستان افزایش داشت که با نتایج مطالعه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

Mohebbi و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. میانگین فصلی هدایت الکتریکی به ترتیب ۱۸۸۲ و ۹۵۱ میکروزیمنس بر سانتیمتر در زمستان و تابستان محاسبه گردید. بین ایستگاه‌ها در ارتباط با این فاکتور تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. میانگین فصلی شوری در فصل زمستان و تابستان به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۴۷ ppt بود. بین ایستگاه‌ها در ارتباط با شوری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. میانگین فصلی کدورت به ترتیب ۲۹/۱۵ NTU در زمستان و ۱۱/۷۲ NTU در تابستان به دست آمد. بین ایستگاه‌ها در ارتباط با این فاکتور تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. میانگین غلظت BOD و COD به ترتیب ۱/۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان و ۱/۰۷ و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان محاسبه شد در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری و بین ایستگاه‌های مختلف از نظر BOD و COD تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین میانگین غلظت کل مواد جامد محلول در فصل زمستان (۸۵/۴۸ ±۹۲۱/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین آن در فصل تابستان (۵۳/۸۸±۴۶۸/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده گردید. بین ایستگاه‌ها از نظرTDS تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار بود. میانگین فصلی نیترات به ترتیب ۰/۶۳±۰/۳۹ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان و ۰/۱۱±۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر در تابستان به دست آمد. غلظت آمونیوم در زمستان (میانگین ۴/۰۸±۱۳/۱۵ میکروگرم بر لیتر) بالاتر از تابستان (میانگین ۲/۹۳±۲/۴۱ میکروگرم بر لیتر) بود. بین ایستگاه‌های مختلف از نظر نیترات و آمونیوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، تفاوت معنی‌دار بود. بیشترین میانگین غلظت فسفات در فصل زمستان (۳/۶۶±۳۰/۸۶ میکروگرم بر لیتر) و کمترین میانگین غلظت آن در تابستان (۰/۱۲±۳/۸۳ میکروگرم بر لیتر) مشاهده گردید. بین ایستگاه‌ها از نظر فسفات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار بود. در طول مدت مورد مطالعه غلظت کلروفیل-a از ۱۸/۱۵ تا ۲۷/۳۳ میکروگرم بر لیتر متغیر بود، اما تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و در بین ایستگاه‌ها مشاهده نگردید.

ترکیب جامعه فیتوپلانکتونی

در دریاچه سد شمیل چهار شاخه از جوامع فیتوپلانکتونی شامل Bacillariophyta (۱۰جنس)، Chlorophyta (۷ جنس)، Cyanophyta (۶ جنس) و Pyrrophyta (۲ جنس) شناسایی گردید (جدول ۲). نسبت ترکیب جامعه فیتوپلانکتون بر اساس تعداد جنس‌ها ۴۰٪ Bacillariophyta، ۲۸٪ Chlorophyta، ۲۴٪ Cyanophyta و ۸٪ Pyrrophyta بود (شکل۲). تعداد ترکیبی جنس‌های شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در طی دوره مطالعه بین ۱۹تا ۲۲ جنس بود. مشاهده شد که تعداد جنس‌های شاخه Bacillariophyta، بیشترین سهم را در تعداد کل جنس‌ها به خود اختصاص داده است. بیشترین تعداد جنس‌ها در فصل تابستان با تعداد جنس ۸، ۶، ۳ و ۲ به ترتیب متعلق به شاخه Bacillariophyta، Chlorophyta، Cyanophyta و Pyrrophyta مشاهده گردید. نسبت متوسط تعداد جنس‌های Bacillariophyta، Chlorophyta، Cyanophyta و Pyrrophyta به تعداد کل جنس‌های فیتوپلانکتون مشاهده شده در طی دوره مطالعه، به ترتیب ۳۹٪، ۳۲٪، ۱۹٪ و ۱۰٪ بود. بر اساس نتایج فوق، Bacillariophyta و Chlorophyta اجزاء اصلی غالب جامعه فیتوپلانکتونی در دریاچه سد شمیل بودند. حدود ۱۱ جنس غالب با شاخص‌های غالبیت بین ۰/۰۳ تا ۰/۵۸ شناسایی شد (جدول ۳)؛ که شامل جنس‌های Bacillariophyta (*Nitzschia*، *Gyrosigma*، *Pinnularia*)، Cyanophyta (*Oscillatoria*، *Synechocystis* ، *Gloeocapsa*، *Merismopedia*.، *Limnothrix*)، Chlorophyta (*Cosmarium*) و Pyrrophyta (*Gymnodinium* و *Peridinium*) بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

جدول ۱. میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی به تفکیک زمان و مکان نمونه‌برداری در دریاچه سد شمیل

پارامترها	زمان نمونه‌برداری		ایستگاه‌های مورد مطالعه			
	زمستان ۱۳۹۴	تابستان ۱۳۹۵	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴
دما (°C)	۱۶/۹۳±۰/۳۲	۳۶/۴۳±۰/۲۴	/۶±۱۳/۸۶	۲۶/۴±۱۳/۷۲	۲۶/۷±۱۴	۲۷±۱۳/۵۸
pH	۸/۱۹±۰/۱۸	۸/۸۳±۰/۲۶	۸/۴۳±۰/۱۶	۸/۵۱±۰/۲۷	۸/۵۷±۰/۴۹	۸/۵۴±۰/۸۶
DO ($mg\ L^{-1}$)	۸/۹۲±۰/۶	۶/۰۴±۰/۳۷	۷/۰۸±۱/۳۵	۷/۶۲±۲/۱۸	۷/۷۸±۱/۹	۷/۴۶±۲/۷
EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	/۵±۱۸۹/۸۴	۹۵۱±۱۰۳/۳۹	±۷۵۲/۳۶	/۵±۷۰۳/۵۷	±۸۱۷/۴۲	/۵±۳۶۱/۳۳
شوری (ppt)	۰/۷۸±۰/۱۳	۰/۴۶±۰/۰۶	۰/۶۲±۰/۲۶	۰/۶۲±۰/۲۶	۰/۶۷±۰/۳۳	۰/۵۸±۰/۰۴
کدورت (NTU)	۲۹/۱۵±۱۲/۲۱	۱۱/۷۲±۶/۴۵	/۳۱±۹/۷۵	۱۵/۹۹±۱۲/۰۳	۱۶/۰۹±۹/۰۷	۳۴/۳۵±۱۸/۴۶
BOD ($mg\ L^{-1}$)	۱/۲۰±۰/۲۵	۱/۰۷±۰/۳۵	۱/۱۴±۰/۱۳	۱/۱۵±۰/۵۲	۰/۹۱±۰/۰۳	۱/۳۴±۰/۳۳
COD ($mg\ L^{-1}$)	۵۰±۱۳/۶۶	۴۰±۱۴/۶۱	۵۲±۵/۶۶	۵۲±۵/۶۶	۴۴±۲۸/۲۸	۳۲±۰/۰۰
TDS ($mg\ L^{-1}$)	۹۲۱/۷۵±۸۵/۴۸	۴۶۸/۲۵±۵۳/۸۸	±۳۵۹/۲۱	۶۸۹±۳۵۴/۹۷	۷۲۰±۳۹۱/۷۴	۶۷۴±۱۷۶/۷۸
فسفات ($\mu g\ L^{-1}$)	۳۰/۸۶±۳/۶۶	۳/۸۳±۰/۱۲	/۶۲±۱۹/۴۱	۱۸/۴۶±۲۰/۹۶	۱۴/۷۱±۱۵/۳۱	۱۸/۵۸±۲۰/۷۸
نیترات ($mg\ L^{-1}$)	۰/۶۳±۰/۳۹	۰/۱۱±۰/۰۳	۰/۲۴±۰/۱۶	۰/۳۰±۰/۳	۰/۲۹±۰/۸	۰/۶۵±۰/۸
آمونیوم ($\mu g\ L^{-1}$)	۱۳/۱۵±۴/۰۸	۲/۹۳±۲/۴۱	۷/۰۹±۰/۷۸	۷/۹۴±۸/۵۷	۷/۵۳±۸/۴۲	۹/۶۱±۱۱/۱۴
Chlorophyll -a ($\mu g\ L^{-1}$)	۲۱/۴۴±۴/۰۵	۲۳/۶۶±۲/۳۶	/۱۶±۳/۴۱	۲۰/۸۲±۳/۷۷	۲۳/۹۱±۴/۸۴	۲۳/۳۱±۳/۹۲

*داده‌ها به صورت انحراف معیار ± میانگین نشان داده شده است.

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

در دریاچه سد شمیل فراوانی فیتوپلانکتون‌ها به طور متوسط $۱/۲\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر، با دامنه $۱/۸\times۱۰^{۳}$ تا $۲/۹\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر بود. فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در زمستان (با میانگین $۱/۸\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر) بالاتر از تابستان (با میانگین $۰/۶\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر) بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۳). فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف

جدول ۲. لیست شاخه‌ها، خانواده‌ها و جنس‌های شناسایی شده در دریاچه سد شمیل

شاخه	جنس	شاخه	جنس
Bacillariophyta	*Amphora*		*Pediastrum*
	Cyclotella		*Scenedesmus*
	Gyrosigma		*Staurastrum*
	Muelleria		*Tetraëdron*
	Navicula	**Cyanophyta**	*Gloeocapsa*
	Nitzschia		*Limnothrix*
	Pinnularia		*Merismopedia*
	Placoneis		*Nostochopsis*
	Surirella		*Oscillatoria*
	Ulnaria		*Synechocystis*
Chlorophyta	*Actinastrum*	**Pyrrophyta**	*Gymnodinium*
	Ankistrodesmus		*Peridinium*
	Cosmarium		

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

جدول ۳. جنس‌های غالب فیتوپلانکتون در دریاچه سد شمیل (شاخص‌های غالبیت)

زمستان ۱۳۹۵	تابستان ۱۳۹۶
Nitzschia (۰/۵۸)	*Gymnodinium* (۰/۲۲)
Oscillatoria (۰/۰۹)	*Limnothrix* (۰/۲۱)
Synechocystis. (۰/۰۷)	*Oscillatoria* (۰/۱۵)
Gloeocapsa (۰/۰۶)	*Merismopedia* (۰/۱۵)
Merismopedia (۰/۰۳)	*Pinnularia* (۰/۰۶)
Gyrosigma (۰/۰۳)	*Cosmarium* (۰/۰۳)
	Peridinium (۰/۰۳)

متغیر بود. متوسط فراوانی در ایستگاه‌های St1، St2، St3 وSt4 به ترتیب $۰/۷۱\times۱۰^{۶}$ و $۱/۳\times۱۰^{۶}$، $۰/۷۶\times۱۰^{۶}$، ۲×۱۰^{۶} سلول بر لیتر محاسبه گردید، اما این اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۳). بیشترین فراوانی در ایستگاه St1 در ماه دی مشاهده گردید، درحالی‌که کمترین فراوانی مربوط به ایستگاه St4 در ماه مرداد بود. بیشترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان مربوط به Bacillariophyta و در فصل تابستان مربوط به Cyanobacteria بود (شکل ۴).

نسبت متوسط فراوانی Bacillariophyta، Cyanophyta، Pyrrophyta و Chlorophyta در کل به ترتیب ۵۲/۲٪، ۳۲/۲٪، ۸/۳٪ و ۷/۳٪ بود. متوسط فراوانی Bacillariophyta، Cyanophyta، Chlorophyta و Pyrrophyta به ترتیب $۱/۲\times۱۰^{۶}$، $۴/۶\times۱۰^{۵}$، $۱/۲\times۱۰^{۵}$ و ۵×۱۰^{۴} سلول بر لیتر در فصل زمستان بود. متوسط فراوانی Cyanophyta، Pyrrophyta، Bacillariophyta و Chlorophyta در فصل تابستان به ترتیب ۳×۱۰^{۵}، $۱/۵\times۱۰^{۵}$، ۸×۱۰^{۴} و $۵/۹\times۱۰^{۴}$ سلول بر لیتر بود. شایان ذکر است که Bacillariophyta شکل غالب فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل در طول مدت مطالعه بود. فراوان‌ترین جنس‌ها Bacillariophyta، *Nitzschia*، *Gyrosigma*، *Pinnularia* و *Navicula* بودند.

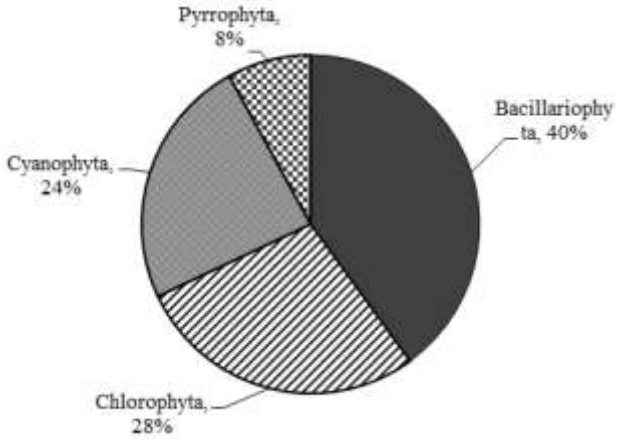
$۱/۲\times۱۰^{۶}$، $۴/۶\times۱۰^{۵}$، $۱/۲\times۱۰^{۵}$ و ۵×۱۰^{۴} سلول بر لیتر در فصل زمستان بود. متوسط فراوانی Cyanophyta، Pyrrophyta، Bacillariophyta و Chlorophyta در فصل تابستان به ترتیب ۳×۱۰^{۵}، $۱/۵\times۱۰^{۵}$، ۸×۱۰^{۴} و $۵/۹\times۱۰^{۴}$ سلول بر لیتر بود. شایان ذکر است که Bacillariophyta شکل غالب فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل در طول مدت مطالعه بود. فراوان‌ترین جنس‌ها Bacillariophyta، *Nitzschia*، *Gyrosigma*، *Pinnularia* و *Navicula* بودند.

شاخص‌های تنوع و یکنواختی جوامع فیتوپلانکتونی

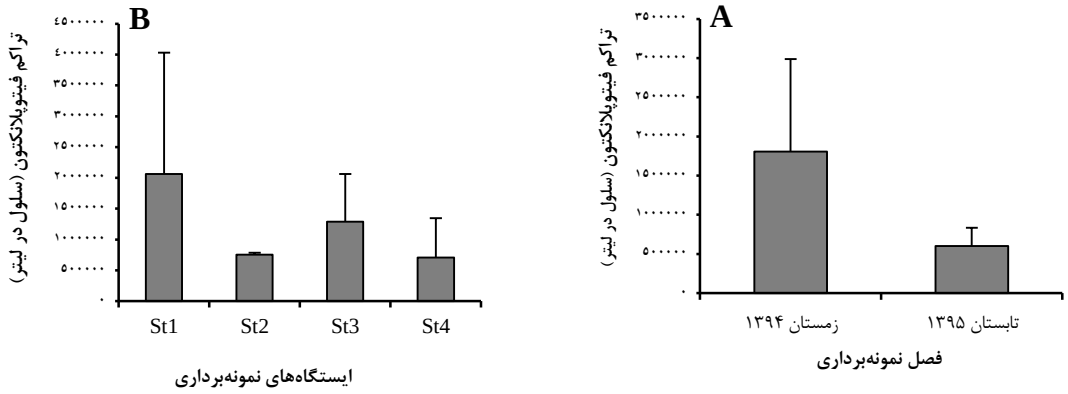
تنوع (یا تنوع زیستی) به طور معمول توسط تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای) و گاهی با استفاده از شاخص یکنواختی اندازه‌گیری می‌شود؛ همچنین می‌توان با استفاده از آمارهای نسبی که هر دو شاخص را ترکیب می‌کند (از قبیل شاخص شانون وینر) آن را محاسبه نمود (Stirling and Wilsey, 2001). محاسبه شاخص‌های تنوع در دریاچه سد شمیل بر اساس تعداد سلول‌های فیتوپلانکتون صورت گرفت. تنوع بین ۰/۶۵ تا ۰/۹ و یکنواختی بین ۰/۴۳ تا ۰/۶ متغیر بود. نتایج نشان داد که میانگین شاخص تنوع و یکنواختی به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۵۱ بود. بالاترین مقدار تنوع و یکنواختی در ماه مرداد در ایستگاه ۲ مشاهده گردید؛ درحالی‌که پایین‌ترین مقدار تنوع و یکنواختی در ایستگاه ۱ در دی ماه ثبت گردید. میانگین شاخص تنوع فیتوپلانکتون‌ها برای ایستگاه‌های نمونه‌برداری St1، St2، St3 و St4 به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۹، ۰/۷۵ و ۰/۸۱ بود. شاخص شانون-وینر بین زمان‌های نمونه‌برداری و ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

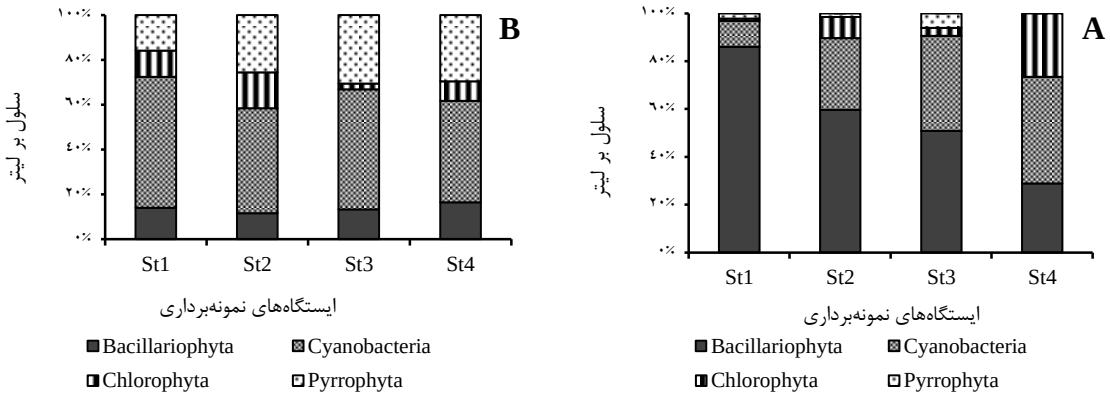
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]



شکل ۲. فراوانی تعداد گونه‌های شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل



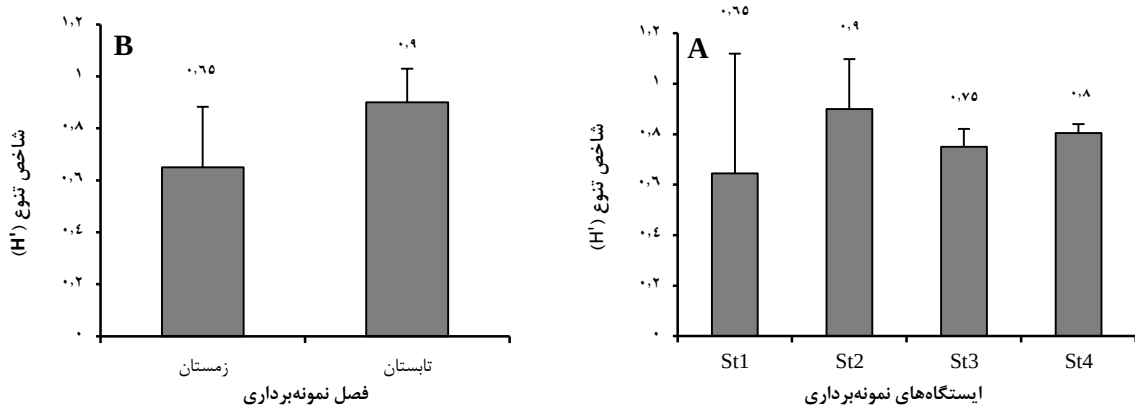
شکل ۳. میانگین تراکم فیتوپلانکتون در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (A) و ایستگاه‌های مختلف (B) در دریاچه سد شمیل



شکل ۴. فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتون در دریاچه سد شمیل. A: در زمستان، B: در تابستان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]



شکل ۵. میانگین شاخص شانون- وینر در ایستگاه‌های مختلف (A) و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (B) در دریاچه سد شمیل

فاکتورهای مؤثر بر فراوانی فیتولانکتون‌ها

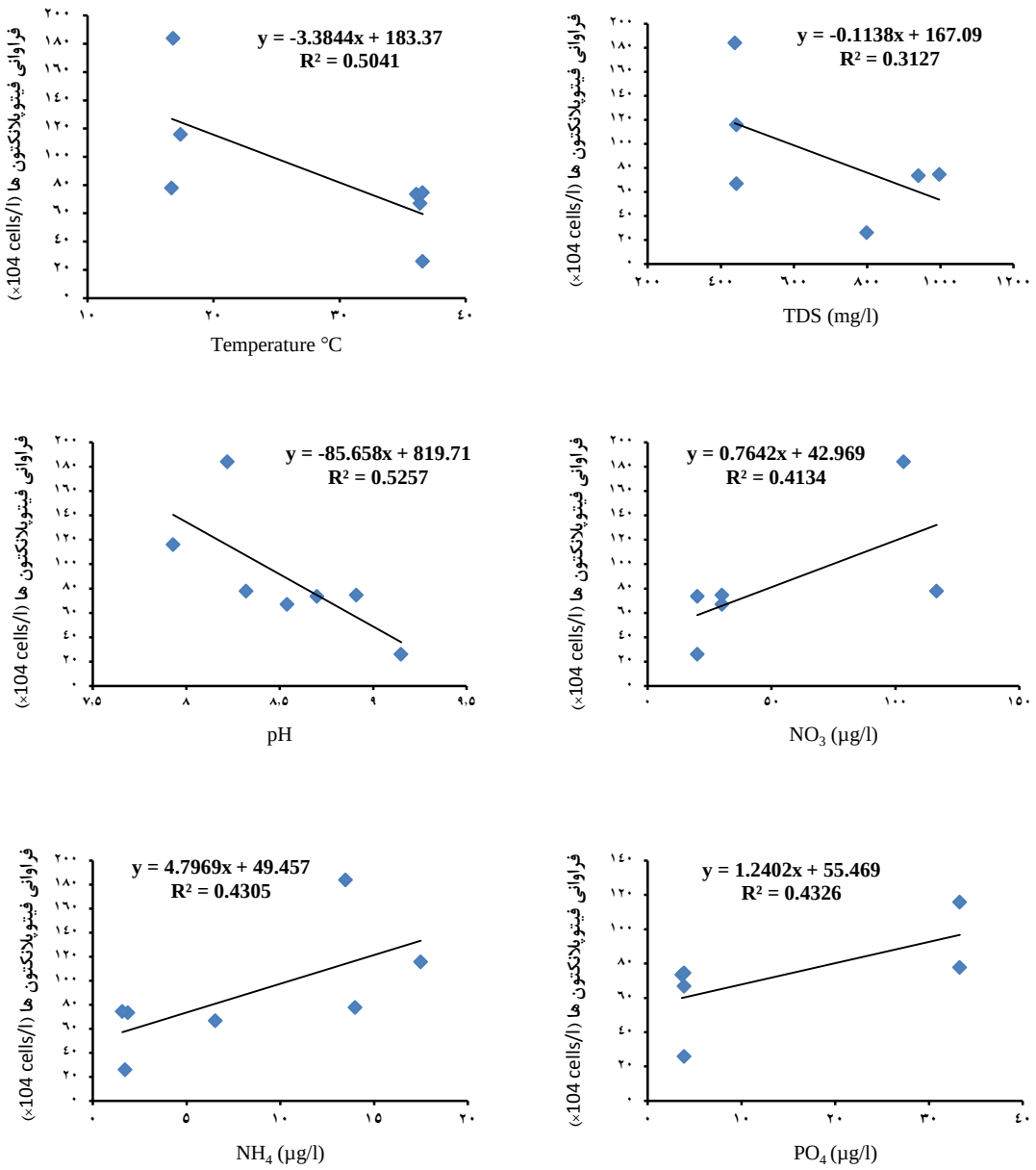
ضرایب همبستگی بین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در جدول ۴ و نمودارهای رگرسیون در شکل ۶ ارائه شده‌اند. در مطالعه حاضر، نتایج حاصل از همبستگی پیرسون نشان داد که دمای آب به طور معنی‌داری با فراوانی Pyrrophytaها ($p<۰/۰۵$، $r=۰/۶۷۴$) ارتباط داشت، در حالی که با فراوانی سایر شاخه‌های فیتوپلانکتون ارتباط معنی‌داری برقرار نکرد. همچنین نتایج حاضر نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار بین درجه حرارت و فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها ($p<۰/۰۵$، $r=-۰/۶۳۷$) با معادله رگرسیون $y = -3.3844x + 183.37, R^2 = 0.5041$ بود که در این معادله y نشان‌دهنده فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها (10^4 cells/L) و x نشان‌دهنده دمای آب (^0C) است . نتایج حاصل نشان‌دهنده همبستگی منفی بین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و کل جامدات محلول ($p<۰/۰۵$، $r=-۰/۶۵۲$) با معادله رگرسیون $y = -0.1138x + 167.09, R^2 = 0.3127$؛ بود که در این معادله y نشان‌دهنده فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها (10^4 cells/L) و x نشان‌دهنده کل جامدات محلول (mg/L) است. در این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین فراوانی کل فیتوپلاکتون‌ها با نوترینت‌ها مشاهده نشد.

ارتباط بین جنس‌های فیتوپلانکتون و فاکتورهای زیست‌محیطی

آنالیز RDA برای بررسی ارتباط بین تغییرات فیتوپلانکتون‌ها و متغیرهای زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفت. ارتباط نزدیک و معنی‌داری بین جنس‌های فیتوپلانکتون‌ها و عوامل محیطی در آنالیز RDA مشاهده گردید (جدول۵). با توجه به اعداد مقادیر ویژه جدول ۵ نتیجه می‌شود که محور اول ۰/۵۳۵ درصد، محور دوم ۰/۱۴۸ درصد، محور سوم ۰/۱۱۷ درصد و محور چهارم ۰/۱۰۳ درصد در تبیین داده‌ها سهیم هستند که به ترتیب ۵۳/۵، ۱۴/۹، ۱۱/۶و ۱۰/۳ درصد کل واریانس را در بر دارند. جدول ۵ نشان می‌دهد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم، ۶۸/۴ درصد تغییرات را در بر می‌گیرد (جدول۵). فاکتورهای دما ($r=۰/۹۷۷$) و pH ($r=۰/۸۹۹$) با محور اول گونه- محیط دارای همبستگی مثبت و قوی هستند. فسفات ($r= -۰/۹۷۴$)، اکسیژن محلول ($r= -۰/۹۵۴$)، نیترات ($r= -۰/۹۳۷$)، هدایت الکتریکی ($r= -۰/۹۳۱$)، کل مواد جامد محلول($r= -۰/۹۳۰$)، آمونیوم ($r= -۰/۹۱۹$)، شوری ($r= -۰/۸۳۹$) و کدورت ($r= -۰/۷۷۶$) با این محور، همبستگی قوی و منفی دارند. COD با محور دوم گونه- محیط همبستگی منفی و متوسط ($r=-۰/۷۲۹$) را نشان داد. کدورت با محور سوم گونه- محیط همبستگی منفی و متوسط ($r= -۰/۵۴۳$) دارد (جدول ۶).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]



شکل ۶. ارتباط بین فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی مهم و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

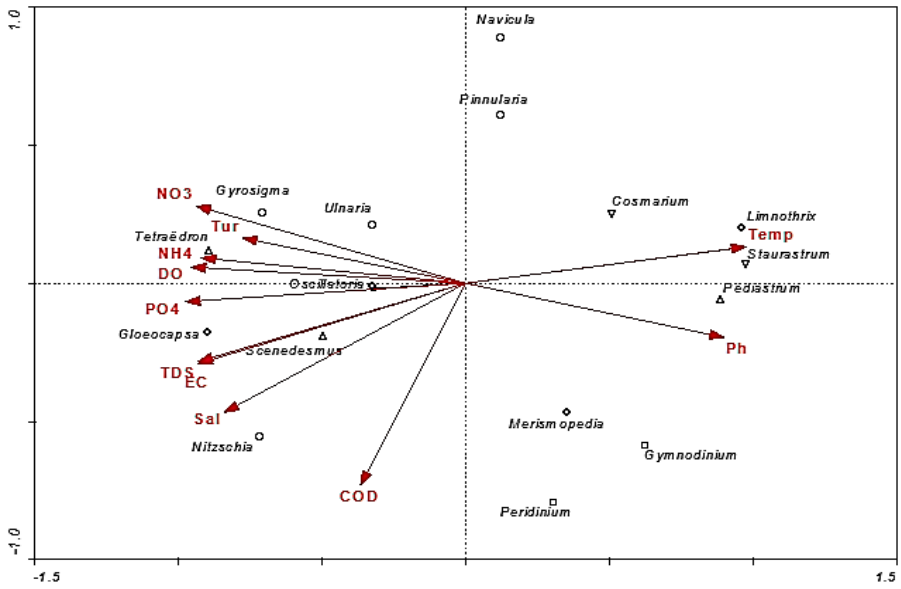
شکل (۷) توزیع فاکتورهای محیطی و جنس‌های غالب از فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد شمیل را بر روی نمودار رج‌بندی نشان می‌دهد. نمودار رج‌بندی RDA به وضوح نشان‌دهنده تغییرات سریع و قابل توجه جامعه فیتوپلانکتونی می‌باشد، این تغییرات از نظر آماری با بسیاری از متغیرهای زیست‌محیطی از قبیل دما، TDS، DO، pH، شوری، آمونیوم، نیترات، فسفات، COD و کدورت ارتباط دارد. جنس‌های غالب *Gyrosigma*، *Ulnria*، *Tetraëdron*، *Oscillatoria*، *Gloeocapsa*، *Scenedesmus* و *Nitzschia* با غلظت‌های بالای نیترات، آمونیوم، فسفات، TDS، اکسیژن محلول و شوری بالا و دما و pH پایین ارتباط دارند (شکل ۷). جنس‌های *Cosmarium*، *Limnothrix*، *Staurastrum*، *Pediastrum*، *Merismopedia*، *Gymnodinium* و *Peridinium* با دما و pH بالا و غلظت پایین نیترات، آمونیوم و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

فسفات ارتباط دارند. با در نظر گرفتن پیچیدگی اکوسیستم و تعاملات بین مواد مغذی و جامعه فیتوپلانکتون‌ها، مشخص گردید که دما، TDS، pH، نیترات، آمونیوم و فسفات عوامل مؤثر در فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل در مدت زمان مطالعه می‌باشند (شکل ۷).

در مدت زمان مطالعه، فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها با دما و کل جامدات محلول همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). فراوانی Cyanophytaها با pH همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. فراوانی Chlorophyta ها با نیترات و آمونیوم همبستگی مثبت و معنی‌دار و با pH همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. فراوانی Pyrrophyta ها با دما همبستگی مثبت و معنی‌دار و با فاکتورهای اکسیژن محلول، نیترات، آمونیوم، فسفات و TDS همبستگی منفی و معنی‌داری برقرار کرد (جدول ۴).



شکل ۷. نمودار فاکتورهای زیست‌محیطی مرتبط با تنوع فیتوپلانکتون‌ها حاصل از تحلیل کاهشی (RDA). نماد دایره Bacillariophyta ، مربع Pyrrophyta، لوزی Cyanophyta و مثلث Chlorophytaها را نشان می‌دهد.

جدول ۵. آمار مقادیر ارزش ویژه‌ی محورهای چهارگانه در رج‌بندی فیتوپلانکتون‌ها با عوامل محیطی مورد مطالعه به روش تحلیل کاهشی

محورها	اول	دوم	سوم	چهارم
مقدار ویژه	۰/۵۳۵	۰/۱۴۸	۰/۱۱۷	۰/۱۰۳
درصد واریانس	۵۳/۵	۱۴/۹	۱۱/۶	۱۰/۳
درصد تجمعی واریانس	۵۳/۵	۶۸/۴	۸۰/۰	۹۰/۳

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

جدول ۴ . ضرایب همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد شمیل در طول مدت مطالعه

	Temp	pH	DO	COD	NO_3^--N	NH_4^+-N	PO_4^{3-}-P	TDS	TA	BACA	CYAA	CHLA	PYRA
Temp	1	**.846****	**-.956****	-.397	**-.721***	**-.864****	**-.985****	**-.967****	**-.637***	-.596	-.440	-.429	**.674***
pH		1	**-.889****	-.389	**-.827****	**-.914****	**-.846****	**-.711***	-.502	-.385	**-.627***	**-.692***	.594
DO			1	.285	**.813****	**.938****	**.946****	**.883****	.452	.370	.539	.553	**-.628***
COD				1	-.115	.225	.287	.464	.509	.468	.391	-.208	-.055
NO_3^--N					1	**.879****	**.775***	.563	.202	.107	.411	**.919****	**-.698***
NH_4^+-N						1	**.871****	**.769***	.273	.189	.506	**.694***	**-.763***
PO_4^{3-}-P							1	**.927****	.591	.566	.334	.490	**-.737***
TDS								1	**.652*-**	**.638***	.383	.236	**-.636***
TA									1	**.973****	.397	.009	-.152
BACA										1	.186	-.112	-.207
CYAA											1	.390	.085
CHLA												1	-.537
PYRA													1

۰/۰۱; **p<۰/۰۵*p<

Temp، دمای آب ^0C؛ DO، اکسیژن محلول mg/L؛ COD، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی mg/L؛ NO_3^--N، نیترات mg/L؛ NH_4^+-N، آمونیوم µg/L؛ PO_4^{3-}-P، فسفات µg/L؛ TDS، کل جامدات محلول mg/L؛ TA،فراوانی کل cells/L ؛ BACA، فراوانی Bacillariophyta ها cells/L؛ CYAA، فراوانیCyanophyta ها cells/L؛ CHLA، فراوانیChlorophyta ها cells/L وPYRA ، فراوانی Pyrrophyta ها cells/L.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

جدول ۶. ضرایب همبستگی محورها با عوامل محیطی

عوامل محیطی	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴
دما (Temp)	۰/۹۷۷	۰/۱۳۳	۰/۰۷۱	۰/۰۰۵
pH	۰/۸۹۹	-۰/۱۹۵	-۰/۱۴۰	۰/۰۰۷
اکسیژن محلول (DO)	-۰/۹۵۴	۰/۰۵۹	۰/۰۰۹	۰/۰۳۴
EC	-۰/۹۳۱	-۰/۲۹۱	-۰/۱۴۸	-۰/۰۳۸
شوری (Sal)	-۰/۸۳۹	-۰/۴۶۷	-۰/۰۸۴	-۰/۰۱۸
کدورت (Tur)	-۰/۷۷۶	۰/۱۶۴	-۰/۵۴۳	-۰/۲۴۴
COD	-۰/۳۶۴	-۰/۷۲۹	۰/۳۳۵	۰/۰۱۲
آمونیوم (NH_4)	-۰/۹۱۹	۰/۰۹۲	۰/۱۶۰	-۰/۲۸۱
نیترات (NO_3)	-۰/۹۳۷	۰/۲۸۰	-۰/۰۹۲	-۰/۰۶۹
فسفات (PO_4)	-۰/۹۷۴	-۰/۰۶۷	-۰/۰۹۶	-۰/۰۴۵
کل جامدات محلول (TDS)	-۰/۹۳۰	-۰/۲۸۳	-۰/۱۵۴	-۰/۰۶۱

بحث

توزیع مکانی و زمانی فیتوپلانکتون‌ها به واسطه اثرات متقابل اکسیژن، نور، دما و بالاخص مواد مغذی و به طور کلی توسط سایر شرایط فیزیک وشیمیایی کنترل می‌گردد (Sommer and Gliwicz, 1986). در طول مدت مطالعه بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نظر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که می‌تواند به علت کوچک و کم‌عمق بودن دریاچه سد شمیل و فواصل نزدیک بین ایستگاه‌های مورد بررسی باشد. این در حالی است که اختلاف بین بسیاری از این پارامترها بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار بود که نشان‌دهنده اثر معنی‌دار فصل بر این پارامترهاست، که با نتایج مطالعه Gharaei و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی دارد.

در این مطالعه، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها به طور متوسط $۱/۲\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر، با دامنه $۱/۸\times۱۰^{۳}$ تا $۲/۹\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر بود، که با نتایج به دست آمده در مطالعات انجام شده در منابع آبی مختلف در ایران از قبیل دریاچه سد ماکو با میانگین تراکم ۱×۱۰^{۶} سلول در لیتر (Sabkara and Makaremi, 2004 a)، دریاچه سد گلبلاغ با میانگین تراکم سالانه $۱/۶\times۱۰^{۶}$ سلول در لیتر (Mohammadi *et al*., 2015)، دریاچه سد تهم زنجان با میانگین تراکم سالانه ۲×۱۰^{۶} سلول در لیتر (Mirzajani *et al.*, 2013) و دریاچه چیتگر با میانگین فراوانی سالانه فیتوپلانکتون $۲/۵\times۱۰^{۶}$ سلول در لیتر (Bagheri and Makaremi, 2017) همخوانی دارد. اما در مقایسه با نتایج مطالعات Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰) در تالاب استیل آستارا با میانگین تراکم $۱۲/۳۸\times۱۰^{۶}$ سلول در لیتر، Sabkara و Makaremi (۲۰۰۴b) در تالاب انزلی با میانگین تراکم ۶۶×۱۰^{۶} سلول در لیتر و Abdolmaleki و همکاران (۲۰۱۴) در دریاچه سد خندق‌لو با متوسط تراکم سالانه ۸۴×۱۰^{۶} سلول در لیتر، میانگین تراکم در دریاچه سد شمیل بسیار کم بوده که نشان‌دهنده تولید کم در این دریاچه می‌باشد.

در تحقیق حاضر در دریاچه سد شمیل ۲۵ جنس فیتوپلانکتون از ۴ شاخه Bacillariophyta، Chlorophyta، Cyanophyta و Pyrrophyta شناسایی گردید. ارزیابی فیتوپلانکتونی در این دریاچه غالبیت Bacillariophyta (۴۰٪ کل تعداد جنس‌های شناسایی شده) و Chlorophytaها (با ۲۸٪) را از نظر تعداد جنس نشان داد. اما بیشترین فراوانی و تراکم در دریاچه سد شمیل در طول مدت مطالعه مربوط به Bacillariophyta و در جایگاه بعدی Cyanophyta می‌باشد. در مطالعه‌ای که بر روی دریاچه سد زاینده‌رود توسط Shams و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام گرفت، Bacillariophyta با ۴۷٪ بیشترین تعداد گونه را در بین جامعه فیتوپلانکتونی به خود اختصاص دادند و Chlorophyta با ۲۳٪ در جایگاه بعدی قرار می‌گرفتند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. Sabkara و Makaremi (a. ۲۰۰۴) در مطالعه‌ای در دریاچه سد ماکو، ۵ شاخه و ۴۸ جنس را شناسایی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

کردند که در مطالعه آن‌ها شاخه‌های Crysophyta و Chlorophyta به ترتیب با ۲۱ و ۱۲ جنس دارای بیشترین فراوانی بودند. در مطالعه Abdolmaleki و همکاران (۲۰۱۴) در دریاچه سد خندق‌لو شاخه Chlorophyta با ۱۸ جنس بیشترین تعداد را به خود اختصاص داد. همچنین در مطالعه Gharibkhani و همکاران (۲۰۱۰) در تالاب استیل آستارا ۱۰ شاخه و ۴۲ جنس شناسایی گردید که بیشترین تعداد جنس مربوط به شاخه Chlorophyta (۱۷ جنس) و بعد از آن cyanophyta (۶ جنس) بود و همچنین این دو شاخه با فراوانی حدود ۹۳/۳۴ درصد کل فیتوپلانکتون‌ها در سال دارای بیشترین تراکم و فراوانی بودند. در مطالعه‌ای که بر روی ارزیابی اکولوژیک جوامع فیتوپلانکتونی در دریاچه شهدای خلیج‌فارس تهران توسط باقری و مکارمی در سال ۲۰۱۷ صورت گرفت، ۳۵ جنس و ۵ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی شد که Bacillariophyta (با ۸۴٪ فراوانی) فیتوپلانکتون‌های غالب بودند. Sabkara و Makaremi (۲۰۱۳) ۴ شاخه و ۴۱ جنس در دریاچه سد ارس شناسایی کردند که غالبیت مربوط به شاخه Bacillariophyta با ۷۵/۸ درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی بود. همچنین در مطالعه‌ای که توسط Mohammadi و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی ساختار جمعیتی و تنوع زیستی فیتوپلانکتونی دریاچه سد گلبلاغ استان کردستان صورت گرفت، ۲۳ جنس مربوط به ۶ شاخه شناسایی گردید که بیشترین تراکم و فراوانی میانگین سالانه فیتوپلانکتون‌ها مربوط به دو شاخه Chlorophyta و Cyanophyta بود. این نتایج می‌تواند با نتایج مطالعه حاضر تا حد زیادی مطابقت داشته باشد.

در مطالعه حاضر بیشترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان مربوط به Bacillariophyta و در فصل تابستان مربوط به Cyanobacteria بود. در مطالعه Mohebbi و همکاران (۲۰۱۲) در دریاچه سد ارس سیانوباکترها در تابستان و در فصل سرد دیاتومه‌ها به صورت غالب در آمدند که در این مطالعه علت بالا بودن تراکم شاخه Bacillariophyta در فصل زمستان را سرما دوست بودن گونه‌های این شاخه و بالا بودن تراکم شاخه cyanophyta در فصل تابستان را نشان‌دهنده بالا بودن بار آلودگی دانستند. همچنین در مطالعه Ganjian و همکاران (۲۰۰۴) نشان داده شد که Bacillariophyta‌ها در لایه سطحی آب پخش می‌شوند و در دوره سرد سال به حداکثر تعداد خود می‌رسند. Bagheri و Makaremi (۲۰۱۷) افزایش دیاتومه‌ها در دریاچه چیتگر در فصل زمستان را به علت فراهم بودن فاکتورهای غیرزیستی نظیر دما و نوترینت‌ها دانسته‌اند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین در این مطالعه شاخه‌های Cyanophyta، Chrysophyta و Dinoflagellata بیشترین حضور را در ماه‌های گرم سال داشته‌اند، به‌طوری‌که که در فصل سرما فراوانی آن‌ها به حداقل می‌رسید. غلبه سیانوباکترها در فصل تابستان و فراوانی کم آن‌ها در ماه‌های زمستان در مطالعه حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که نرخ رشد سیانوباکترها وابسته به دما است و افزایش خشکی و افزایش دمای آب می‌تواند باعث افزایش رشد و تراکم آن‌ها در فصل گرما گردد، که این مطلب توسط Robarts و Zohary (۱۹۸۷) و Dai و همکاران (۲۰۰۸) نیز عنوان شده است.

در پژوهش حاضر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در زمستان (با میانگین $۱/۸\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر) بالاتر از تابستان (با میانگین $۰/۶\times۱۰^{۶}$ سلول بر لیتر) بود. نتایج حاصل از مطالعه Gharibkhani وهمکاران (۲۰۱۰) در دریاچه سد ارس نشان داد فصل تابستان با تراکم ۴۶۸۰۱ سلول در میلی‌لیتر و فصل زمستان با تراکم ۱۴ سلول در میلی‌لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی را دارا هستند که در مقایسه با سایر فصول دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند. Khodaparast (۲۰۰۰) در مطالعات جامع تالاب انزلی، Sabkara و Makaremi (۲۰۰۰) در مطالعه سد ماکو، Sabkara و Makaremi (۲۰۰۲) در مطالعه سد ارس، Mohammadjani و Haidari (۲۰۰۰) در مطالعه سد مهاباد نشان داده‌اند که بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی در دو زمان اتفاق می‌افتد، یکی در تابستان که درجه حرارت مناسب است و دومین قله مطابق روند طبیعی تالاب‌ها و دریاچه‌ها در اوایل مهر و آبان مشاهده می‌شود (Mohammadi *et al*., 2015) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. از عوامل مهمی که ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی را در فصول مختلف سال تغییر می‌دهد می‌توان به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و مواد مغذی ضروری و بیولوژیک (نرخ رشد و فشار چرندگان) اشاره نمود که سبب کنترل جمعیت فیتوپلانکتون از طریق تغییر ترکیب گونه‌ای، زی‌توده و الگوهای تولید می‌گردند (Mohammadi *et al*., 2015). ارتباط نزدیک بین رشد فیتوپلانکتون‌ها و میزان مواد مغذی در بسیاری از پژوهش‌ها ثابت شده است. غنی بودن آب از نظر مواد مغذی تاثیر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

مثبتی بر روی میانگین نرخ رشد فیتوپلانکتون‌ها داشته است (Sedwick *et al*., 2002). همچنین گزارش شده است که بارش باران به طور بالقوه بر رشد فیتوپلانکتون‌ها در مخازن، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد (Robson and Hamilton, 2003؛ Hong *et al*., 2002). بارش باران بر روی دریاچه‌ها می‌تواند یک منبع مهم تأمین مواد مغذی به ویژه نیتروژن در مناطق خشک باشد (Lund, 1965). بالاتر بودن فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان در دریاچه سد شمیل می‌تواند به علت بارندگی‌های سنگین در ابتدای فصل زمستان قبل از زمان نمونه‌برداری باشد، که منجر به افزایش میزان مواد مغذی از قبیل نیترات و فسفات در آب مخزن سد گردید، که در نهایت منجر به افزایش رشد و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها شد.

شاخص تنوع زیستی شانون- وینر در تابستان (۰/۹) بالاتر از زمستان (۰/۶۵) بود. در مطالعه انجام شده در دریاچه بزنگاه بیشترین مقدار مربوط به تابستان و کمترین مقدار مربوط به زمستان بود (Gholami et al., 2006)،که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۱۵) بیشترین مقدار شاخص تنوع در فصل پاییز و بهار و کمترین تنوع فیتوپلانکتونی در اسفند ماه گزارش گردید. در دریاچه ارس بیشترین مقدار مربوط به پاییز و زمستان و کمترین مقدار مربوط به تابستان می‌باشد که افزایش دمای آب، کاهش سطح آب و تبخیر زیاد در فصل تابستان از دلایل کاهش تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها در این مطالعه عنوان شده است (Mohebi *et al*., 2013). تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها به عنوان شاخصی برای کیفیت آب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Stirling and Wilsey, 2001). تنها فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب تعیین کننده فراوانی و تنوع فیتوپلانکتون‌ها نیستند، بلکه تراکم موجودات فیتوپلانکتون‌خوار، تغییر در آب و هوا و هیدرولوژی آب، سختی کل، عمق آب و سایر موارد نیز عواملی هستند که می‌توانند در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت داشته باشند (Gharibkhani *et al*., 2010).

هنگامی که یک پروسه در طبیعت توسط مجموعه‌ای از عوامل مرتبط کنترل می‌شود، استفاده از رویکرد آماری متمرکز می‌تواند تنها راه تشخیص اهمیت نسبی عوامل در سیستم‌های طبیعی باشد (Luoma and Bryan, 1982). برای نشان دادن تعاملات فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی مرتبط با فیتوپلانکتون‌ها، آنالیز گرادیان مستقیم، همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون به عنوان یک رویکرد یکپارچه برای بررسی نسبیت می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. نتایج حاصل از تحلیل کاهشی و همبستگی پیرسون نشان داد که دمای آب،کل مواد جامد محلول، pH و نوترینت‌ها (نیترات، آمونیوم و فسفات) مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر تغییرات فیتوپلانکتون‌ها در طول مدت مطالعه در دریاچه سد شمیل بودند. دمای آب مهم‌ترین فاکتور محیطی مؤثر بر رشد فیتوپلانکتون‌ها است (Cetin and Sen, 2004؛ Paerl, 1996). در بسیاری از سیستم‌های آب شیرین، درجه حرارت فاکتور مؤثر بر تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌ها بوده است (Richardson *et al*., 2000؛ Ahmed and Wanganeo, 2015). در مطالعه حاضر، همبستگی مثبت فراوانی Pyrrophytaها با دما و افزایش فراوانی آن‌ها در فصل تابستان نشان داد که با نتایج مطالعه Gharaei و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی دارد. همچنین در مطالعه Bagheri و Makaremi (۲۰۱۷) شاخه Dinoflagellata بیشترین حضور را در ماه‌های گرم سال داشته به طوری که در فصل سرما فراوانی آن به حداقل می‌رسید. مطالعات نشان می‌دهد که دمای بالا و شدت نور زیاد برای دوتاژکداران شرایط مطلوبی هستند (Havens *et al*., 2003)؛ که افزایش فراوانی این شاخه را در فصل تابستان توجیه می‌کند. نتایج حاصل از همبستگی پیرسون در دریاچه سد شمیل، نشان‌دهنده همبستگی منفی بین فراوانی کل فیتوپلانکتون‌ها و کل مواد جامد محلول بود، که با نتایج مطالعه Ahmed و Wanganeo (۲۰۱۵) همخوانی دارد. جامدات محلول در آب نقش اساسی در شفافیت آب ایفا می‌کنند و از آن جهت در رشد فیتوپلانکتون‌ها اهمیت دارند که بر روی میزان عبور نور تأثیر می‌گذارند؛ نور یک منبع عمده و یک فاکتور مؤثر بر رشد فیتوپلانکتون‌ها به حساب می‌آید (Litchman, 2000). در این مطالعه، دو شاخه از فیتوپلانکتون‌ها (سیانوفیت‌ها و کلروفیت‌ها) با pH همبستگی معنی‌داری نشان دادند. pH از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر جامعه فیتوپلانکتونی به شمار می‌رود. اهمیت pH از آن جهت است که نقش تعیین کننده‌ای در حلالیت و میزان در دسترس بودن CO_2 و مواد مغذی ضروری و فرآیند جذب مواد مغذی دارد (Juneja *et al*., 2013). در مطالعه Mohebbi و همکاران (۲۰۱۲) دما و pH بالا از علل شکوفایی سیانوباکترها در فصل تابستان در دریاچه سد ارس ذکر شده است که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعه حاضر کلروفیت‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

همبستگی مثبت و قوی با نیترات و آمونیوم نشان داده است، در حالی که شاخه دوتاژکداران همبستگی منفی با این دو فاکتور و فسفات نشان داده است. نشان دادن روابط متفاوت شاخه‌های فیتوپلانکتون‌ها با سطوح مختلف مواد مغذی بیانگر این امر است که هر یک از گروه‌های فیتوپلانکتونی آشیان‌های (نیچ های) اکولوژیک مواد مغذی مستقلی دارند که نتیجه آن می‌تواند تغییر در فراوانی و غالبیت گروه‌های فیتوپلانکتونی باشد و با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Gharaei *et al.*, 2016).

از آنجا که جوامع فیتوپلانکتونی به عنوان شاخصی برای ارزیابی تولید و آلودگی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین توصیه می‌گردد که جهت مدیریت پایدار و سلامت اکوسیستم‌های آب، به طور سالانه پراکنش و فراوانی این موجودات و ارتباط آن با سایر پارامترهای محیطی و مواد مغذی به همراه ارتباط آن‌ها با سایر موجودات زنجیره‌های غذایی مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله از مسئولین مرکز سنجش آلودگی و امور آزمایشگاه‌ها اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان هرمزگان و پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان به لحاظ همکاری‌های ارزنده جهت انجام این پروژه سپاسگزاری می‌نمایند.

منابـع

Abdolmaleki, Sh., Mirzajani, A., Khodaparast, S.H., Saberi, H., Babaii, H., Sabkara, F.J., Makaremi, M., Khatibhaghighi, S., Ghaninejhad, D., Yosefzad, A., Naorozi, H., Nahrevar, M.R., Khedmati, K., Nikpor, M., Rastin, R., Mohsenpor, H. 2014. Limnological study of Khandaghlo Reservoir of Zanjan Province. Iranian Fisheries Research Organization. 207 p. (in Persian)

Ahmed, A., Wanganeo, A. 2015. Phytoplankton succession in a tropical freshwater lake, Bhoj Wetland (Bhopal, India): spatial and temporal perspective. Environmental Monitoring and Assessment. 187(4): 1-12.

APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st edition. American Public Health Association, Washington, DC. 1200 p.

Bagheri, S., Makaremi, M. 2017. Ecological assessment of phytoplankton communities in the Persian Gulf Martyrs Lake (Chitgar-Tehran) during 2013-2104. Iranian Scientific Fisheries Journal. 26(1): 191-202. (in persian)

Berger, W.H., Parker, F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. Science, 168: 1345– 1347.

Cetin, A.K., Sen, B. 2004. Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). Turkish Journal of Botany. 28: 279–285.

Dai, R., Liu, H., Qu, J., Ru, J., Hou, Y. 2008. Cyanobacteria and their toxins in Guanting Reservoir of Beijing, China. Journal of Hazardous Materials. 153: 470–477.

Davidson, T.A., Sayer, C.D., Perrow, M.R., Bramm, M.R., Jeppesen, E. 2007. Are the controls of species composition similar for contemporary and sub-fossil cladoceran assemblages? A study of 39 shallow lakes of contrasting trophic status. Journal of Paleolimnology. 38: 117–134.

Dellamano-Oliveira, M.J., Senna, P.A.C. Taniguchi, G.M. 2003. Limnological characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caco pond, Maranhao State, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology. 46(4): 641–651.

Espindola, E.G., Matsumura, T.T. Moreno, I.D. 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctonica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Limnology Brasileira. 8: 13–27.

Figueredo, C.C., Giani, A. 2009. Phytoplankton community in the tropical lake of Lagoa Santa (Brazil): Conditions favoring a persistent bloom of Cylindrospermopsis raciborskii. Limnologica. 39: 264–272.

Ganjian, A., fazli, H., Mokhlogh, A., Kiyhansani, A. 2004. The distribution survey of phytoplankton in the southern part of Caspian Sea. Environmental Sciences. 1: 65-72.

Gharaei, A., Mirdar, J., Rahdari, A., Keikha, M., Khandan Barani, H., Karami, R. 2016. Temporal and Spatial Variation of the Phytoplankton Community in the Chahnime Reservoirs-Sistan. Journal of Aquatic Ecology. 5(4):40-50. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

Gharibkhany, M., Tatina, M., Ramezanpoor, Z., Chobian, F. 2010. Studying the diversity, density and abundance of phytoplanktons of Esteel lagoon in Astara. Fisheries. 3: 41-54. (in Persian)

Gholami, A., Ejtehadi, H., Ghasemzadeh, F. 2006. Study of phytoplankton diversity and ecologic of Bezangah Lake. Journal of Iranian Fisheries. 14(2): 73-91. (in Persian)

Gurbuz, F., Metcalf, J.S., Karahan, A.G. Codd, G.A. 2009. Analysis of dissolved microcystins in surface water samples from Kovada Lake, Turkey. Science of the Total Environment. 407(13): 4038-4046.

Havens, K.E., James, R.T., East, T.L., Smith, V.H. 2003. N:P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. Environmental Pollution. 122: 379-390.

Hong, S.S., Bang, S.W., Kim, Y.O. Han, M.S. 2002. Effects of rainfall on the hydrological conditions and phytoplankton community structure in the riverine zone of the Pal'tang reservoir, Korea. Journal of Freshwater Ecology. 17: 507–520.

Huszar, V.L.M. 1996. Planktonic algae, other than desmids of three Amazonian systems (Lake Batata, Lake Mussara and Trombetas River), Para, Brazil. Amazoniana. 14: 37–73.

John, D.M., Whitton, B.A., Brooks, A.J. 2011. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. 2nd Edition. Cambridge University Press. 702 p.

Juneja, A., Ceballos, R.M. Murthy, G.S. 2013. Effects of Environmental Factors and Nutrient Availability on the Biochemical Composition of Algae for Biofuels Production: A Review. Energies, 6(9): 4607-4638.

Litchman, E. 2000. Growth rates of phytoplankton under fluctuating light. Freshwater Biology, 44: 223–235.

Lund, J.W.G. 1965. The ecology of the freshwater phytoplankton. Biological Reviews, 40: 231–290.

Luoma, S.N., Bryan, B.W. 1982. A statistical study of environmental factors controlling concentrations of heavy metals in the burrowing bivalve Scrobicularia plana and the polychaete Nereis diversicolor. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 15: 95–108.

Lv, J., Wu, H.J., Chen, M.Q. 2011. Effects of nitrogen and phosphorus on phytoplankton composition and biomass in 15 subtropical, urban shallow lakes in Wuhan, China. Limnologica. 41: 48–56.

Makaremi, M., Sabkara, J., Kafashmohammadjani, T. 2006. Phytoplankton identification and distribution in different parts of Anzali wetland and Caspian Lake shore. Iranian Scientific Fisheries Journal. 1: 129-149. (in Persian)

Mirzajani, A., Abbasi, K., Sabkara, J., Abdini, A., Saiadorani, M. 2013. Limnological study of oligomesotrophic Lake of Tahm in Zanjan Province. Journal of Iran Biology. 25(1): 74-90. (in Persian)

Mohammadi H., Paighambari S.Y., Abdolmaleki S., Fallahi M., Ghorbani R., Hosaini S.A. 2015. Phytoplankton community structure and biodiversity assessment of Golbolagh Reservoir, Kurdistan Province. Journal of Aquatic Ecology. 6(3):45-54. (in Persian)

Mohebbi F., Mohsenpour Azari A., Asem A. 2012. Phytoplankton Population and Its Indices in Aras Dam Reservoir. Iranian Journal of Biology. 25: 316-328. (in Persian)

Monnavary, S.M., Noori, J., Sohrabnia, N. 2013. Phytoplankton Assembly Effect in Karaj Reservoir Water Quality. Water and Wastewater. 24:19-30. (in Persian)

Paerl, H.W. 1996. Microscale physiological and ecological studies of aquatic cyanobacteria: macroscale implications. Microscopy Research and Technique. 33: 47–72.

Petrosians, H., Danehkar, A., Ashrafi, S., Feghhi, J. 2013. Study of effective climatology indices on attending Avicennia marina forest in coastline of Hormozgan provinc. Wetland Ecobiology. 5 (3) :5-16. (in Persian)

Prescott, G.W. 1984. How to Know the Fresh Water Algae. W.M.C. Brown Company Publishing, Iowa, U.S.A. 211 p.

Richardson, T.L., Gibson, C.E., Heaney, S.I. 2000. Temperature, growth and seasonal succession of phytoplankton in Lake Baikal, Siberia. Freshwater Biology. 44: 431–440.

Robarts, R.D., Zohary, T. 1987. Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming Cyanobacteria. New Zealand journal Marine an frechwater Research. 21: 391–399.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]

Robson, B.J. Hamilton, D.P. 2003. Summer flow event induces a cyanobacterial bloom in a seasonal Western Australian estuary. Marine and Freshwater Research. 54: 139–151.

Romo, S., Tongeren, O. 1995. Multivariate analysis of phytoplankton and related environmental factors, in a shallow hypertrophic lake. Hydrobiologia. 299: 93–101.

Sabkara, J., Makaremi, M. 2013. The density and distribution of the plankton, and their role in fish culture in Aras reservoir dam. Journal of aquaculture development. 7(2): 41-59. (in Persian)

a .Sabkara, J., Makaremi, M. 2004. Plankton distribution and density of Maku reservoir. Journal of Iranian Fisheries Sciences. 12(2): 29-46. (in Persian)

b. Sabkara, j., Makaremi, M. 2004. Distribution and abundance of phytoplankton and their role in Anzali wetland in the years 1997 to 1999. Fisheries. 13: 87-114. (in Persian)

Saravanakumar, A., SeshSerebiah, J., Thivakaran, G.A., Rajkumar, M. 2008. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of Gulf of Kuchch- Gujarat. Journal of Ocean University of China. 6(3): 33-39.

Sedwick, P.N., Blain, S., Quéguiner, B., Griffiths, F.B., Fialaet, M. Bucciarelli, E. 2002. Resource limitation of phytoplankton growth in the Crozet Basin, Subantarctic Southern Ocean. Deep Sea Research. 49: 3327-3349.

Shams. M., Afsharzadeh, S., Atici, T. 2012. Seasonal variations in phytoplankton communities in Zayandeh-Rood Dam Lake (Isfahan, Iran). Turkish Journal of Botany. 36(6): 715-726.

Shannon, C.E., Wiener, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: University of Illinois Press. 125p.

Sommer, U. Gliwicz, Z.M. 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh lake. Hydrobiologia. 106: 433-471.

Stirling, G. Wilsey, B. 2001. Empirical relationships between species richness, evenness, and proportional diversity. The American Naturalist. 158: 286-299.

Tian, C., Lu, X., Pei, H., Hu, W., Xie, J. 2012. Seasonal dynamics of phytoplankton and its relationship with the environmental factors in Dongping Lake, China. Environmental Monitoring and Assessment. 185(3): 2627-45.

Tiwari, A., Chauhan, S.V.S. 2006. Seasonal phytoplanktonic diversity of Kitham Lake. Journal of Environmental Biology. 27(1):35-38.

Wang, C., Huang, Y.Y., He, S.B., Lin, Y., Wang, X.Z., Kong, H.N. 2009. Variation of phytoplankton community before an induced cyanobacterial (*Arthrospira platensis*) bloom. Journal of Environmental Science. 21: 1632-1638.

Wehr, J.D. Sheath, P.G. 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. 1st edition. Academic Press, USA. 917 p.

Wen, X.L., Xi, Y.L., Qian, F.P., Zhang, G., Xiang, X.L. 2011. Comparative analysis of rotifer community structure in five subtropical shallow lakes in East China: role of physical and chemical conditions. Hydrobiologia. 661: 303-316.

Xu, Y.Y., Cai, Q.H., Ye, L., Shao, M.L. 2011. Asynchrony of spring phytoplankton response to temperature driver within a spatial heterogeneity bay of Three-Gorges Reservoir, China. Limnologica. 41: 174-180.

Zhou, G.J., Zhao, X.M., Bi, Y.H., Liang, Y.B., Hu, J.L., Min, Y., Yu, M., Zhu, K.X., Zhang, L., Hu, Z.Y. 2011. Phytoplankton variation and its relationship with the environment in Xiangxi Bay in spring after damming of the Three-Gorges, China. Environmental Monitoring and Assessment. 176: 125-141.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.9.1.7.6]