مجله بوم شناسی آبزیان

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

بررسی ترکیب و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان- محدوده استان گلستان

حسن محمدخانی[1*]، زهره مظاهری کوهانستانی[2]، رسول قربانی[2]

[1] مرکز تحقیقات آبزیان آب‌های داخلی گرگان، گلستان

[2] دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۹/۱۷
اصلاح: ۹۵/۰۱/۳۰
پذیرش: ۹۵/۰۵/۰۱

کلمات کلیدی:
ترکیب
تنوع
خلیج گرگان
فیتوپلانکتون

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی ترکیب و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان با نمونه‌برداری ماهانه از ۱۱ ایستگاه انتخابی در فروردین تا اسفند ماه ۱۳۸۹ انجام گرفت. پس از شناسایی، فراوانی و بایومس پلانکتونی محاسبه شد. در میان ۳۵ جنس فیتوپلانکتون، باسیلاریوفیتا (۱۷ جنس) غالب‌ترین گروه و اوگلنوفیتا کمترین تعداد جنس را داشت. فراوانی و زی‌توده پلانکتون‌ها تغییرات زمانی و مکانی نشان دادند. پس از باسیلاریوفیتا، سیانوفیتا بیشترین فراوانی را در بهار، تابستان و پاییز و پیروفیتا در زمستان غالب‌ترین گروه بودند. فراوان‌ترین جنس در بهار *Nitzschia* و *Gyrosigma*، در تابستان *Gyrosigma*، *Euglena* و *Anabaenopsis*، در پاییز *Anabaenopsis* و *Prorcentrum* و در زمستان *Cheatoceros* و *Cyclotella* بودند. بیشترین فراوانی و زی‌توده به ترتیب در ایستگاه ۸ (نزدیکی کانال خوزینی) و کمترین آن در ایستگاه‌های ۱و ۳ (بخش مرکزی خلیج) محاسبه شد. متوسط شاخص مارگالف، سیمپسون و شانون به ترتیب ۰/۲۷±۰/۰۳، ۰/۲۵±۰/۳۷ و ۰/۷۵±۱/۲۲ محاسبه شد که نشان دهنده تنوع پایین در خلیج گرگان می‌باشد. بیشترین میزان شاخص مارگالف (۰/۹۹) و شانون (۲/۷۷) و کمترین میزان شاخص سیمپسون (۰/۰۷) در اسفند ماه محاسبه شد. آنالیز RDA نشان داد پارامترهای دمای آب، عمق آب، شفافیت، فسفات، نیترات، pH، قلیائیت کل و اکسیژن محلول همبستگی قوی و معنی‌داری با فراوانی جنس‌های مختلف پلانکتونی دارد.

مقدمــه

فیتوپلانکتون‌ها بزرگ‌ترین تولیدکنندگان اولیه هستند (حدود نیمی از تولید اولیه جهانی) که بر اساس اطلاعات سازمان NASA، عامل تولید ۹۰- ۵۰ درصدی (وابسته به فصل) اکسیژن می‌باشند. فیتوپلانکتون‌ها نقش پررنگی در فرآیند تثبیت کربن از طریق فتوسنتز دارند (Falkowski *et al*., 1998). آن‌ها علاوه بر اثرگذاری بر روی تولیدات اولیه، به عنوان غذا در پایه شبکه غذایی، انرژی مورد نیاز پلانکتون‌خواران را تأمین می‌کند (Thangaradjou *et al*., 2012). بنابراین تغییر در بایومس، ترکیب گونه‌ای و الگوی تولیدات اولیه بر روی کل جوامع زیستی اثرگذار است (Ahlagren *et al*., 2005; Brett *et al*., 1997). ترکیب جنس و تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌ها به مجموعه‌ای از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی وابسته است (Naz and Turkmen, 2005) و قابلیت دست‌یابی به مواد مغذی می‌تواند تعیین کننده تنوع در تولیدکنندگان اولیه باشد (Raghukumar and Anil,

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

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

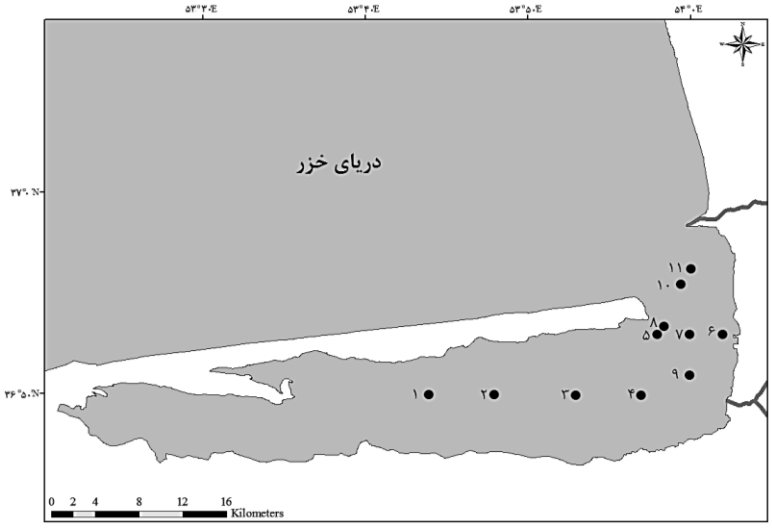
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

2003). همچنین تغییر در ترکیب جنس‌ها و غالبیت فیتوپلانکتون‌ها توسط فرآیندهای متفاوتی مانند محدودیت‌های دمایی، میزان نور، مواد مغذی، ته‌نشینی آن‌ها و مصرف توسط زئوپلانکتون‌ها و غیره کنترل می شود (Ortega Mayagoitia *et al*., 2003). به عنوان یک نتیجه کلی، تغییر در گرادیان عوامل فیزیکی، شیمیایی و فرآیندهای زیستی منجر به توزیع و پویایی غیریکنواخت (لکه‌ای) پلانکتون‌ها در مقیاس زمانی و مکانی می‌شود (Elliot *et al*., 2002؛ Grant and Gross, 1996).

لاگون‌های ساحلی، بوم‌سامانه‌های آبی لب‌شور یا شور کم‌عمقی هستند که از طریق یک یا چندین دهانه جزرومدی و یا کانال با دریا در ارتباط می‌باشند. این اکوسیستم‌ها از جمله پرتولیدترین اکوسیستم‌ها می‌باشند (Gonenc and Wolflin, 2004) که باتوجه با ساختار ویژه خود، به خوبی توانایی انعکاس تغییرات محیطی را دارند (Lloret *et al*., 2008) و از این‌رو ارزش بالایی برای مطالعات هیدروبیولوژی دارند (Viaroli *et al*., 2004). خلیج گرگان با طول تقریبی ۶۰ کیلومتر، عرض ۱۲ کیلومتر، عمق ۲ الی ۴ متر و مساحتی بالغ بر ۴۰۰ کیلومترمربع در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده است (Bagheri *et al*., 2012a). این خلیج دارای ماهیان ارزشمندی نظیر ماهیان غضروفی، ماهی سفید، کفال و غیره می‌باشد که سهم قابل توجهی از خاویار مورد نیاز اروپا و مواد پروتئینی کشور را تأمین می‌کند (Krdavani, 1994). اگرچه گزارشاتی از نوسانات مکانی و زمانی، تغییرات ساختاری، جمعیتی و زی‌توده گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌ها در شرایط مختلف محیطی (Nasrollahzadeh *et al*., 2008a؛ Nasrollahzadeh *et al*., 2011؛ Roohi *et al*., 2010؛ Fazli *et al*., 2010; Farabi *et al*., 2011)، برآورد کیفیت آب با محاسبه شاخص ساپروفی و سطح تروفیک (Khosravi, 1999; Makhlogh *et al*., 2010; Nasrollahzadeh *et al*., 2008b) در قلمرو ایرانی آب‌های دریای خزر در دسترس می‌باشد، اما مطالعات محدودی در ارتباط با جمعیت فیتوپلانکتونی خلیج گرگان علی‌رغم اهمیت بوم‌شناختی این بوم‌سامانه آبی صورت گرفته است (Roohi, 1995; 1997; Mohammadkhani, 2010). با توجه به این که فیتوپلانکتون‌ها نقش عمده و اساسی در ساختار زیست‌شناسی و غذایی هر بوم‌سامانه آبی دارند (Nasrolahzadeh *et al*., 2011)، ضرورت مطالعات پایه در این خصوص جهت شناخت فرآیندهای بوم‌شناختی مؤثر، حفاظت و نگهداری مناسب از بوم‌سامانه‌های آبی همواره از اولویت بالایی برخوردار است (Farhadian *et al*., 2013). لذا هدف از این مطالعه بررسی ترکیب و شاخص‌های تنوع جمعیت فیتوپلانکتونی موجود در خلیج گرگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پس از بررسی میانگین عمق، ورودی آب و وسعت خلیج گرگان، تعداد ۱۱ ایستگاه در خلیج گرگان (محدوده استان گلستان) انتخاب شد که موقعیت جغرافیایی آن در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. نمونه‌برداری به صورت ماهانه با سه تکرار برای هر ایستگاه از فروردین ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۸۹ به مدت یک سال انجام گرفت.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی خلیج گرگان و ایستگاه‌های نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	۳۶ ° ۵۰ '	۵۳ ° ۴۸ '	۷	۳۶ ° ۵۳ '	۵۴ ° ۰۰ '
۲	۳۶ ° ۵۰ '	۵۳ ° ۵۳ '	۸	۳۶ ° ۵۰ '	۵۳ ° ۵۸ ' ۴۰ ˝
۳	۳۶ ° ۵۰ '	۵۳ ° ۵۷ '	۹	۳۶ ° ۵۳ ' ۴۰ ˝	۵۴ ° ۰۰ '
۴	۳۶ ° ۵۳ '	۵۳ ° ۵۸ '	۱۰	۳۶ ° ۵۱ '	۵۴ ° ۵۸ '
۵	۳۶ ° ۵۳ '	۵۴ ° ۰۲ '	۱۱	۳۶ ° ۵۱ '	۵۴ ° ۰۰ '
۶	۳۶ ° ۵۳ '	۵۴ ° ۰۲ '			

نمونه‌برداری از آب جهت تعیین مهم‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از ساعت ۹ تا ۱۲ صبح با استفاده از نمونه‌بردار Van Dorn به صورت تهیه مخلوط همگن از ستون آب انجام گرفت. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، pH، اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)، قلیائیت کل (میلی‌گرم در لیتر)، نیترات (میلی‌گرم در لیتر)، فسفات (میلی‌گرم در لیتر)، عمق رؤیت (سانتی‌متر) و عمق (متر) آب به ترتیب با استفاده از دماسج جیوه‌ای، pH متر، اکسیژن‌متر، الکترود انتخاب‌گر یونی، اسپکتوفتومتر، سکشی‌دیسک و محاسبه طول طناب رها شده اندازه‌گیری شد (Clesceri *et al.*, 1998).

جهت شناسایی ترکیب گونه‌های فیتوپلانکتون به طور همزمان با آزمایش‌های کیفی آب، از هر ایستگاه یک لیتر آب توسط نمونه‌بردار Van Dorn از عمق‌های سطحی، میانی و عمیق تهیه و پس از مخلوط نمودن و همگن کردن، یک نمونه یک لیتری جدا و در ظروف شیشه‌ای تیره با استفاده از فرمالین بافری ۲/۵ درصد تثبیت و در محل خنک به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس در آزمایشگاه، جمعیت فیتوپلانکتونی هر ایستگاه به صورت سه تکرار از نمونه آب همگن شده جدا و بر روی لام حفره‌دار در زیر میکروسکوپ اینورت (Nikon TS100) بررسی شد (Wetzel and Likens, 2000). در هر نمونه حداقل ۵۰ میدان دید و یا ۱۰۰ عدد از فراوان‌ترین فیتوپلانکتون مورد شناسایی قرار گرفت (Venrick, 1978). شناسایی نمونه‌ها در حد جنس و بر اساس کلیدهای شناسایی و مطالعات پیشین انجام گرفت (Zablina, *et al.*, 1951; Morosova- Vodanidskaya, 1954; Kiselev, 1956; Prescott, 1962; Habit and Pankow, 1976; Eker *et al.*, 1999; Kasimov, 2000). وزن موجودات به وسیله اندازه‌گیری طول و با استفاده از شکل‌های هندسی آن محاسبه می‌شود. تعداد پلانکتون‌ها در هر لیتر طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Clesceri *et al.*, 1989).

$$NO./L = \frac{N * v}{V}$$

N: تعداد ارگانیسم شمارش شده در نمونه میکروسکوپی؛ v: حجم آب تغلیظ شده از یک لیتر نمونه؛ V: حجم نمونه مورد مشاهده در نمونه میکروسکوپی.

در این مطالعه تنوع گونه‌ای در سه دسته اصلی شاخص غنای گونه‌ای (species richness) بر اساس شاخص مارگالف (Margalef index)، غالبیت/یکنواختی گونه‌ای (species evenness/dominance) بر اساس شاخص سیمپسون (Simpson index) و ترکیب غنای، غالبیت گونه‌ای بر اساس شاخص شانون- وینر (Shannon-Wiener index) مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت.

$$Dma = \frac{s - 1}{Ln\ N}$$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

$$Dsh = \sum_{i=1}\left[\frac{ni(ni-1)}{n(n-1)}\right] \qquad H = -\sum_{i=1}^{s}\left(\left(\frac{ni}{n}\times \mathrm{Ln}\left(\frac{ni}{n}\right)\right)\right)$$

S: تعداد کل گروه‌های فیتوپلانکتون شناسایی شده؛ Ni: تعداد افراد متعلق به گروه i ام؛ N: تعداد کل افراد شمارش شده؛ Ln: لگاریتم پایه نپرین.

در پایان داده‌های کیفی آب، شاخص‌های تنوع با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One – way ANOVA) مورد تجزیه آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت. تمام آنالیزها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS; version 17 انجام شد. همچنین روابط اماری میان پارامترهای محیطی (کیفی آب) با فراوانی جنس‌های مختلف فیتوپلانکتونی با استفاده از آزمون‌های رگرسیون و نرم‌افزار Canoco مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از این روش‌ها به نقش مؤثر هر یک از پارامترهای کیفی آب در فراوانی پلانکتون‌ها پرداخته می‌شود.

نتایـج

فاکتورهای کیفی آب

تغییرات پارامترهای دمای آب، pH، اکسیژن محلول، قلیائیت کل (آلکالینیتی)، نیترات، فسفات، عمق رؤیت سکشی ریسک و عمق آب در ایستگاه‌های مختلف در جدول ۲ نمایش داده شده است. به جز در میزان قلیائیت کل و عمق آب ($P<0/05$) تفاوت معنی‌داری در پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه‌های مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$). بیشترین میانگین مقدار قلیائیت در ایستگاه ۹ (۱۹۵/۸ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین آن در ایستگاه شماره ۱ (۱۸۲ میلی‌گرم در لیتر) اندازه‌گیری شد. عمق آب در ایستگاه‌های مختلف از ۱/۲ متر تا ۳/۴ متر متغیر بود. متوسط نیترات و فسفات در اکثر ایستگاه‌ها به ترتیب ۰/۳ و ۰/۲۳ میلی‌گرم در لیتر ثبت و میزان عمق رؤیت صفحه سکشی بین ۸۲/۳ تا ۱۰۶/۴ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

روند تغییرات ماهانه پارامترهای کیفی آب در جدول ۳ نمایش داده شده است. دامنه تغییرات دما، pH، اکسیژن، قلیائیت، نیترات، فسفات، و شفافیت به ترتیب ۲۸/۳۰-۱۱ درجه سانتی‌گراد، ۸/۵-۸/۱، ۱۱/۷-۷ میلی‌گرم در لیتر، ۲۰۳/۷-۱۷۹/۳ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۵-۰/۲ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۷-۰/۱ میلی‌گرم در لیتر و ۲۳۴/۵-۲۵ سانتی‌متر بود. میانگین پارامترهای

جدول ۲. پارامترهای کیفی آب ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در خلیج گرگان

پارامتر ایستگاه	دما (°C)	pH	اکسیژن محلول (mg/L)	قلیائیت کل (mg/L)	نیترات (mg/L)	فسفات (mg/L)	عمق رؤیت (cm)	عمق (m)
۱	۱۸/۴±۷/۴*	۸/۲±۰/۳	۸/۵±۱/۷	۱۸۲±۱۷ a	۰/۲۹±۰/۲	۰/۲۳ ±۰/۳	۸۹/۲±۳۳/۱	۱/۵ b
۲	۱۸/۵±۷/۴	۸/۱±۰/۶	۸/۳±۱/۴	۱۸۴/۷±۱۵/۳ a	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳ ±۰/۳	۸۶/۸±۵۲	۲/۱ d
۳	۱۸/۵±۷/۴	۸/۲±۰/۵	۸/۷±۱/۴	۱۸۷/۹±۱۳/۸ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳ ±۰/۳	۱۰۱/۹±۷۰	۳/۱ i
۴	۱۸/۵±۷/۴	۸/۲±۰/۵	۸/۶±۱/۳	۱۸۵/۸±۱۱/۷ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۴±۰/۳	۹۳/۳±۵۵/۵	۲/۵ f
۵	۱۸/۶±۷/۴	۸/۲±۰/۵	۸/۷±۱/۲	۱۸۶/۸±۱۴ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۸۷/۳±۶۱/۷	۲/۵ f
۶	۱۸/۵±۷	۸/۲±۰/۵	۸/۷±۱/۶	۱۸۷/۷±۱۵/۸ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۹۰/۵±۵۳/۶	۲/۴ e
۷	۱۸/۶±۷	۸/۲±۰/۵	۸/۵±۱/۴	۱۹۳/۸±۱۵/۹ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۹۹/۸±۷۹/۲	۳/۴ k
۸	۱۸/۶±۷	۸/۲±۰/۵	۸/۵±۱/۵	۱۹۵/۳±۱۱/۸ b	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۸۸/۵±۶۳/۸	۲/۶ g
۹	۱۸/۷±۷/۲	۸/۲±۰/۵	۸/۶±۱/۴	۱۹۵/۸±۸/۳ b	۰/۳±۰/۲	۰/۲۶±۰/۳	۸۴/۵±۳۸/۳	۱/۸ c
۱۰	۱۸/۱±۷	۸/۲±۰/۵	۸/۷±۱/۳	۱۹۳/۶±۸/۲ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۱۰۶/۴±۶۸/۸	۲/۷ h
۱۱	۱۸/۲±۷	۸/۲±۰/۵	۸/۸±۱/۴	۱۹۲/۵±۸/۶ ab	۰/۳±۰/۲	۰/۲۳±۰/۳	۸۲/۳±۲۸/۳	۱/۲ a

* اعداد بر اساس میانگین ± انحاف معیار گزارش شده است. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

کیفی آب در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نشان داد (P≤۰/۰۵). بیشترین میزان نیترات (۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) و فسفات (۰/۷ میلی‌گرم در لیتر) به ترتیب در ماه‌های آذر و اردیبهشت اندازه‌گیری شد. همچنین کمینه مقدار شفافیت بر اساس عمق رؤیت سکشی دیسک متعلق به تیرماه بود. میزان اکسیژن محلول با شیب ملایمی در طول ماه‌های نمونه‌برداری افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار اکسیژن محلول در بهمن ماه اندازه‌گیری شد. الگوی تغییرات دما نشان دهنده افزایش دما از فروردین تا شهریور و کاهش آن در طول ماه‌های پاییز و زمستان بود. مقادیر ثبت شده قلیائیت کل نوسانات زیادی در طول ماه‌های نمونه‌برداری نشان داد. بیشترین و کمترین میانگین قلیائیت کل به ترتیب مربوط به ماه‌های مهر و بهمن بود.

جدول ۳. پارامترهای کیفی آب ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در خلیج گرگان

پارامتر / ماه	دما (°C)	pH	اکسیژن محلول (mg/L)	قلیائیت کل (mg/L)	نیترات (mg/L)	فسفات (mg/L)	عمق رؤیت (cm)
فروردین	*۱۸/۳±۰/۲۵^{d}	۸/۵±۰/۱^{b}	۷/۲±۰/۲^{a}	۱۹۵/۵±۸/۹۵^{bc}	۰/۰۳±۰/۰۱^{ab}	۰/۶ ±۰/۰۱^{d}	۶۹/۲±۴۷/۵^{c}
اردیبهشت	۲۲/۳±۰/۴^{e}	۸/۳±۰/۲^{ab}	۷/۸±۰/۵^{b}	۱۸۷/۸±۲۰/۹^{ab}	۰/۰۴±۰/۰۱^{b}	۰/۷ ±۰/۰۱^{e}	۶۹/۷±۳۵/۳^{c}
خرداد	۲۴±۰/۵^{e}	۸/۳±۰/۰۵^{ab}	۸±۰/۵^{bc}	۱۸۸/۴±۱۰/۳^{ab}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۰/۰۳ ±/۰۱^{b}	۵۸/۸±۶/۵^{b}
تیر	۲۷±۰/۳^{f}	۸/۳±۰/۵^{ab}	۷/۶±۰/۱^{b}	۱۸۵/۳±۳/۱۳^{ab}	۰/۰۴±۰/۰۱^{b}	۰/۵۳±۰/۰۵	۲۵±۵/۵^{a}
مرداد	۲۸/۳±۰/۹^{f}	۸/۳±۰/۳^{ab}	۷±۰/۷^{a}	۱۹۰/۹±۱۰/۴^{ab}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۹۵/۸±۱۱/۹^{d}
شهریور	۲۸±۰/۸^{f}	۸/۱±۰/۱^{a}	۸/۱±۰/۴^{bc}	۱۹۰±۱۰/۸^{ab}	۰/۳۳±۰/۱^{d}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۱۰۰±۵/۵^{de}
مهر	۲۳/۶±۰/۵^{e}	۸/۳±۰/۰۵^{ab}	۸/۱±۰/۱^{bc}	۲۰۳/۶±۵/۱^{c}	۰/۳±۰/۰۳^{cd}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۸۴/۷±۵/۷^{cd}
آبان	۱۸/۲±۰/۵^{d}	۸/۴±۰/۰۲^{ab}	۱۰/۱±۰/۴^{d}	۱۸۶/۵±۱۴/۸^{ab}	۰/۳۸±۰/۰۳^{e}	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۹۴/۱±۳/۸^{d}
آذر	۱۳/۶±۰/۴^{c}	۸/۳±۰/۰۳^{ab}	۸/۶±۰/۲^{c}	۱۸۹/۵±۱۹/۵^{ab}	۰/۴۹±۰/۰۳^{f}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۸۰/۵±۵/۲^{cd}
دی	۱۱±۰/۵^{a}	۸/۴±۰/۰۲^{ab}	۱۰/۱±۰/۵^{d}	۱۸۶/۵±۱۴/۸^{ab}	۰/۳۲±۰/۰۳^{d}	۰/۰۱±۰^{a}	۸۷/۳±۳/۱^{cd}
بهمن	۱۱/۵±۰/۳^{a}	۸/۳±۰/۰۵^{ab}	۱۱/۷±۰/۲^{e}	۱۷۹/۲±۱۵/۴^{a}	۰/۲۹±۰/۰۲^{c}	۰/۰۵±۰/۰۲^{c}	۲۳۴/۵±۶۵/۶^{f}
اسفند	۱۲/۵±۰/۵^{b}	۸/۳±۰/۵^{ab}	۸/۷±۰/۶^{c}	۱۹۲/۲±۱۰/۵^{b}	۰/۲۴±۰/۰۲^{c}	۰/۰۱±۰^{a}	۱۲۰±۸/۷^{e}

*اعداد بر اساس میانگین ± انحاف معیار گزارش شده است. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

ترکیب گونه‌ای و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

در این مطالعه ۳۵ جنس فیتوپلانکتونی متعلق به شاخه‌های سیانوفیتا، کلروفیتا، باسیلاریوفیتا، پیروفیتا و اوگلنوفیتا شناسایی گردید. جدول ۴ ترکیب گونه‌ای، فراوانی و بایومس این فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف را نشان می‌دهد. عمده جنس‌های فیتوپلانکتونی از شاخه باسیلاریوفیتا شناسایی شد (۱۷ جنس) و اوگلنوفیتا سهم اندکی در تنوع فیتوپلانکتونی داشت (۲ جنس). فراوان‌ترین جنس‌ها در بهار به ترتیب *Nitzschia* (اردیبهشت)، *Gyrosigma* (خرداد)، *Lyngbya*، *Prorocentrum* (فروردین) و *Synedra* بود. بیشترین وزن زی‌توده مربوط به *Gyrosigma*، *Prorocentrum*، *Peridinium*، *Anabaena*، *Stephanodiscus* و *Nitzschia* بود. جنس *Trachelomonas* تنها در جمعیت فصل بهار مشاهده شد (جدول ۴).

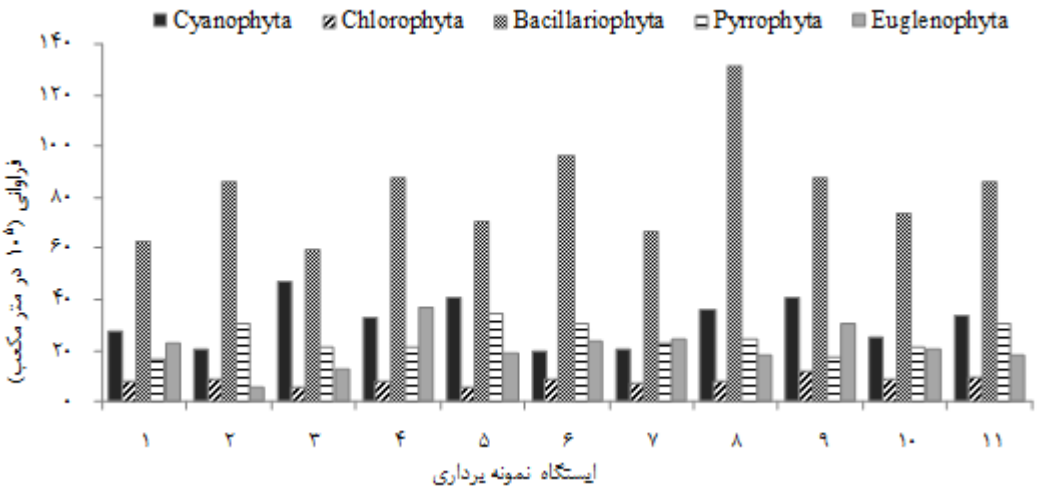
فراوانی و بایومس گونه‌های فیتوپلانکتونی مربوط به شاخه سیانوفیتا در تابستان در مقایسه با بهار افزایش یافت. به طوری که فراوانی آن از ۱۰۷ ×۱۰^{5} به ۶۷۹/۳۳ ×۱۰^{5} و میزان زی‌توده از ۲۸/۷۸ میلی‌گرم به ۷۱۳/۸ میلی‌گرم در هر مترمکعب افزایش نشان داد. در مقایسه با شاخه سیانوفیتا، عمده گونه‌های پلانکتونی شاخه کلروفیتا در جمعیت تابستانه حضور نداشتند و به طور کلی فراوانی و بایومس آن کاهش چشمگیری در تابستان داشت و تنها جنس حاضر جنس *Tetraederon* بود. نتایج شناسایی و شمارش گونه‌های جمعیت تابستانه نشان داد که *Gyrosigma* (مرداد) جنس غالب این فصل و پس از آن به ترتیب جنس‌های *Euglena* (شهریور)، *Anabaenopsis* (تیر) و *Nitzschia* بالاترین میزان فراوانی و بایومس را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

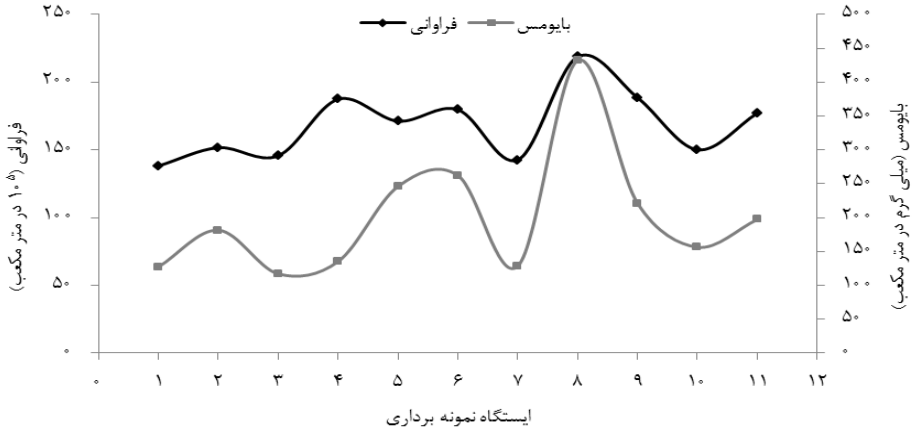
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

مشابه فصل تابستان، فراوانی و بایومس شاخه کلروفیتا در پاییز همچنان در کمترین میزان خود قرار داشت و تنها جنس شناسایی شده این شاخه جنس *Closterium* بود. اگرچه در این فصل *Anabaenopsis* (در مهر ماه) از شاخه سیانوفیتا از نظر فراوانی، غالب‌ترین جنس بود، بیشترین وزن توده زنده برای جنس *Gyrosigma* محاسبه شد. نتایج نشان داد که پس از *Anabaenopsis*، جنس *Prorocentrum* (آبان و آذر) و *Euglena* فراوانی بیشتری در مقایسه با دیگر جنس‌های شناسایی شده داشتند (جدول ۴).

بر اساس نتایج، کمترین میزان فراوانی و بایومس شاخه اوگلنافیتا و جنس *Euglena* در فصل زمستان مشاهده شد. همچنین فراوان‌ترین جنس‌ها برای شاخه‌های سیانوفیتا، کلروفیتا، باسیلاریوفیتا و پیروفیتا در فصل زمستان به ترتیب *Exuviaella*، *Cyclotella*، *Chaetoceros* (اسفند) و *Prorocentrum* (دی و بهمن) بودند. برخی از جنس‌ها نظیر *Oocystis* و *Chaetoceros* تنها در فصل زمستان مشاهده شد (جدول ۴). تغییرات میانگین سالانه فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف نشان داد بالاترین فراوانی در مترمکعب و توده زنده (میلی‌گرم در مترمکعب) سیانوفیتا ($۴۶/۷۵\times۱۰^{۵}$ و ۱۷/۰۸) کلروفیتا (۱۲×۱۰^{۵} و ۰/۱۹)، باسیلاریوفیتا ($۱۳۱/۶۷\times۱۰^{۵}$ و ۳۶۷/۶۸) پیروفیتا ($۳۴/۴۲\times۱۰^{۵}$ و ۶۱/۸۷) و اوگلنافیتا ($۳۶/۹۲\times۱۰^{۵}$ و ۱۴/۷۷) به ترتیب در ایستگاه‌های ۳، ۹، ۸، ۵ و ۴ شمارش و محاسبه شد (شکل ۲). در مجموع حداقل و حداکثر میانگین سالانه فراوانی فیتوپلانکتون در ایستگاه ۱ و ۸ به ترتیب $۱۳۸/۱۷\times۱۰^{۵}$ و $۲۱۸/۷۵\times۱۰^{۵}$ تعداد در مترمکعب و حداقل و حداکثر میانگین سالانه توده زنده در ایستگاه ۳ و ۸ به ترتیب ۱۱۷/۱۷ و ۴۳۱/۹۹ میلی‌گرم بر متر مکعب محاسبه شد (شکل ۳).



شکل ۲. میانگین سالانه فراوانی شاخه‌های پلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری- خلیج گرگان



شکل ۳. میانگین سالانه فراوانی و توده زنده در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری- خلیج گرگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

جدول ۴. ترکیب گونه‌ای، میانگین فراوانی و بایومس فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان در فصول بهار

شاخه	جنس	فروردین		اردیبهشت		خرداد		بهار	
		فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3
Cyanophyta	*Anabaena*	۰	۰	۰	۰	۹۳	۵۵/۸	۳۱±۵۳/۷	۱۸/۶±۳۲/۲
	Anabaenopsis	۰	۰	۶	۱/۰۲	۱۸	۱/۶۹	۸±۹/۲	۰/۹±۰/۸۵
	Chroccoccus	۰	۰	۰	۰	۳	۰/۰۳	۱±۱/۷	۰/۰۲±۰/۰۲
	Cylindrospermopsis	۰	۰	۰	۰	۴۲	۰/۹۷	۱۴±۲۴/۲	۰/۳۲±۰/۵۶
	Lyngbya	۰	۰	۰	۰	۱۴۷	۶/۹۶	۴۹±۸۴/۹	۲/۳۲±۴/۰۲
	Microcystis	۰	۰	۰	۰	۹	۱۹/۸	۳±۵/۲	۶/۶±۱۱/۴
	Oscillatoria	۰	۰	۰	۰	۳	۰/۰۷	۱±۱/۷	۰/۰۲±۰/۰۴
	کل	۰	۰	۶	۱/۰۲	۳۱۵	۸۵/۳۱	۱۰۷±۱۸۰/۱	۲۸/۸±۴۸/۴
Chlorophyta	*Actinastrum*	۶	۷/۲	۰	۰	۰	۰	۲±۳/۴۵	۲/۴±۴/۱۶
	Ankistrodesmus	۰	۰	۳	۰/۱۶	۱۲	۵/۰۲	۵±۶/۲	۱/۷۳±۲/۸۵
	Closterium	۰	۰	۰	۰	۳	۰/۱۸	۱±۱/۷	۰/۰۶±۰/۱
	Tetraederon	۰	۰	۳	۰/۰۱	۳	۰/۰۱۲	۲±۱/۷	۰/۰۱±۰/۰۱
	Oocystis	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کل	۶	۷/۲	۳	۰/۱۷	۱۸	۵/۲۱	۱۰±۶/۹	۴/۲±۳/۶
Bacillariophyta	*Chaetoceros*	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰
	Cocconies	۱۲	۱/۳۲	۰	۰	۰		۴±۶/۹	۰/۴۴±۰/۷۶
	Coscinodiscus	۹	۱۸	۰	۰	۰		۳±۵/۲	۶±۱۰/۴
	Cyclotella	۱۲	۱/۳۲	۳	۳/۳	۰		۵±۶/۲	۱/۵۴±۱/۶۶
	Cymbella	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Diatoma	۰	۰	۰	۰	۳	۱/۴۴	۱	۰/۴۸±۰/۸۳
	Gyrosigma	۳	۱۴/۴	۴۵	۱۴۵/۲	۱۹۲	۲۲۸/۹۶	۸۰±۹۹/۲	۱۲۹/۵±۱۰۸/۴
	Melosira	۳	۰/۳	۳	۰/۲۴	۰	۰	۲±۱/۷	۰/۱۸±۰/۱۶
	Navicula	۱۲	۱/۸۳	۶	۰/۶	۲۴	۲/۴	۱۴±۹/۱۷	۱/۶۱±۰/۹۲
	Nitzschia	۹	۱/۵۳	۸۴	۱۴/۲۸	۱۵۳	۲۶/۰۱	۸۲±۷۲/۰۲	۱۳/۹۴±۱۲/۲۴
	Rhizosolenia	۰	۰	۲۴	۱۸/۴۸	۰	۰	۸±۱۳/۸	۶/۱۶±۱۰/۷
	Sceletonema	۳	۱۲	۰	۰	۰	۰	۱±۱/۷	۴±۶/۹
	Stephanodiscus	۶	۱۲/۳۴	۰	۰	۹	۳۶	۵±۴/۶	۱۶/۱۱±۱۸/۳
	Surirella	۶	۰/۶۷	۳	۰/۳۳	۰	۰	۳±۳	۰/۳۴±۰/۳۴
	Synedra	۰	۰	۰	۰	۱۲	۷۲	۴۰±۶۹/۳	۲۴±۴۱/۵۷
	Tabellaria	۳	۰/۳۶	۰	۰	۰	۰	۱±۱/۷	۰/۱۲±۰/۲۱
	Thalasiosira	۳	۰/۳۶	۰	۰	۰	۰	۱±۱/۷	۰/۱۲±۰/۲۱
	کل	۸۱	۶۴/۴۳	۱۶۸	۱۸۲/۴	۵۰۱	۳۶۶/۸	۲۵۰±۲۲۱/۷	۲۰۴/۶±۱۵۴/۱
Pyrrophyta	*Exuviaella*	۲۷	۵/۴	۲۷	۲۳/۷	۰	۰	۱۸±۱۵/۶	۹/۷±۱۲/۴
	Gymnodinium	۶	۱۲	۰	۰	۰	۰	۲±۳/۵	۴±۶/۹
	Peridinium	۹۰	۶۲/۶۴	۲۱	۲۵/۲		۰	۳۷±۴۷/۱	۲۹/۲۸±۳۱/۵
	Prorocentrum	۹۰	۱۸۴/۸	۴۲	۳۸/۷۴	۰	۰	۴۴±۴۵/۰۳	۷۴/۵۱±۹۷/۴۶
	کل	۲۱۳	۲۶۴/۸۴	۹۰	۸۷/۶۴	۰	۰	۱۰۱±۱۰۶/۷	۱۱۷/۴۹±۱۳۴/۹
Euglenophyta	*Trachelomonas*	۲۷	۸/۶۴	۰	۰	۰	۰	۹±۱۵/۶	۲/۸۸±۴/۹۹
	Euglena	۲۷	۹/۷۲	۰	۰	۰	۰	۹±۱۵/۶	۳/۲۴±۵/۶۱
	کل	۵۴	۱۸/۳۶	۰	۰	۰	۰	۱۸±۳۱/۱۸	۶/۱۲±۱۰/۶

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

ادامه جدول ۴. ترکیب گونه‌ای، میانگین فراوانی و بایومس فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان در فصل تابستان

شاخه	جنس	تیر		مرداد		شهریور		تابستان	
		فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3
Cyanophyta	*Anabaena*	۲۱۲	۱۲۷/۲	۰	۰	۰	۰	۷۰/۶±۱۲۲/۴	۴۲/۴±۷۳/۴
	Anabaenopsis	۱۲۳۲	۲۹۴/۷۲	۰	۰	۴	۰/۹۶	۴۱۲±۷۱۰/۱۴	۹۸/۵۶±۱۶۹/۸۸
	Chroccoccus	۴۰	۲/۹۲	۰	۰	۰	۰	۱۳/۳±۲۳/۱	۰/۹۷±۱/۶۹
	Cylindrospermopsis	۱۰۰	۲/۳	۶	۰/۱۴	۸	۰/۱۸	۳۸±۵۳/۷	۰/۸۷±۱/۲۴
	Lyngbya	۱۲۴	۴/۹۶	۰	۰	۰	۰	۴۱/۳±۷۱/۶	۱/۶۵±۲/۸۶
	Microcystis	۱۶۸	۱۴۷۸/۴	۱۰۸	۲۲۸	۰	۰	۹۲±۸۵/۱	۵۶۸/۸±۷۹۵/۹۴
	Oscillatoria	۳۲	۰/۷۲	۰	۰	۴	۰/۹	۱۲±۱۷/۴۴	۰/۵۴±۰/۴۸
	کل	۱۹۹۰۸	۱۹۰۸/۹۲	۱۱۴	۲۲۸/۱۴	۱۶	۲/۰۵	۶۹۷/۳±۱۰۶۵/۲	۷۱۳/۸±۱۰۴۱/۴۸
Chlorophyta	*Actinastrum*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Ankistrodesmus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Closterium	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Tetraederon	۸	۰/۰۳۲	۰	۰	۰	۰	۲/۶±۴/۶	۰/۰۱±۰/۰۲
	Oocystis	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کل	۸	۰/۰۳۲	۰	۰	۰	۰	۲/۶±۴/۶	۰/۰۱±۰/۰۲
Bacillariophyta	*Chaetoceros*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cocconies	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Coscinodiscus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cyclotella	۵۲	۵۷/۲	۱۸۰	۱۹۸/۱	۱۳۶	۱۱۰	۱۲۲/۶±۶۵/۰۳	۱۲۱/۷۷±۷۱/۱۸
	Cymbella	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Diatoma	۱۲	۴/۸	۰	۰	۰	۰	۴±۶/۹۳	۱/۶±۲/۷۷
	Gyrosigma	۶۹۶	۳۳۴۰/۸	۱۳۷۴	۴۰۱۶/۲	۱۰۶۴	۵۱۰۷/۲	۱۰۴۴/۶±۳۳۹/۴	۴۱۵۴/۷۲±۸۹۱/۳
	Melosira	۳۲	۲/۵۶	۹	۷/۰۸	۳۲	۲/۵۶	۲۴/۳±۱۳/۲۸	۴/۰۷±۲/۶۱
	Navicula	۳۰۴	۳۰/۴	۲۴	۲/۴	۶۸	۱/۱۱۲	۱۳۲±۱۵۰/۵	۱۱/۶۴±۱۶/۲۵
	Nitzschia	۶۲۸	۱۰۶/۷۶	۱۹۵	۳۳/۱۵	۵۶	۹/۳۸	۲۹۳±۲۹۸/۳۳	۴۹/۷۶±۵۰/۷۷
	Rhizosolenia	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Sceletonema	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Stephanodiscus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Surirella	۱۰۴	۱۱/۶۵	۰	۰	۰	۰	۳۴/۶±۶۰/۰۴	۳/۸۸±۶/۷۲
	Synedra	۶۸	۴۰/۸	۶	۳/۶	۲۸	۱۶/۸	۳۴±۵۴	۲۰/۴±۳۲/۴
	Tabellaria	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Thalasiosira	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کل	۱۸۹۶	۳۵۹۴/۹۷	۱۷۸۸	۴۲۶۰/۵	۱۳۸۴	۵۲۴۸/۰۶	۱۶۸۹/۳±۲۶۹/۹	۴۳۶۷/۸۴±۸۳۱/۷
Pyrrophyta	*Exuviaella*	۰	۰	۰	۰	۲۰	۴	۶/۶۶±۱۱/۵۴	۱/۳۳±۲/۳۱
	Gymnodinium	۰	۰	۰	۰	۲۰	۴۰	۶/۶۶±۱۱/۵۴	۱۳/۳۳±۲۳/۰۹
	Peridinium	۰	۰	۲۱	۲۵/۲	۳۶	۴۳/۲	۱۹±۱۸/۰۸	۲۲/۸±۲۱/۷
	Prorocentrum	۰	۰	۹	۱۹/۸	۱۲۴	۲۵۳	۴۴/۳±۶۹/۱۴	۹۰/۹۳±۱۴۰/۷
	کل	۰	۰	۳۰	۴۵	۲۰۰	۳۴۰/۲	۷۶/۶۷±۱۰۷/۸۵	۱۲۸/۴±۱۸۴/۸
Euglenophyta	*Trachelomonas*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Euglena	۱۵۶	۶۲/۴	۱۱۴	۴۲	۲۰۰۴	۱۱۶۱/۶	۷۵۸±۱۰۷/۹۲	۴۲۲±۶۴۰/۵۹
	کل	۱۵۶	۶۲/۴	۱۱۴	۴۲	۲۰۰۴	۱۱۶۱/۶	۷۵۸±۱۰۷/۹۲	۴۲۲±۶۴۰/۵۹

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

ادامه جدول ۴. ترکیب گونه‌ای، میانگین فراوانی و بایومس فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان در فصل پاییز

شاخه	جنس	مهر		آبان		آذر		پاییز	
		فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3
Cyanophyta	*Anabaena*	۱۳۶	۸۱/۶	۰	۰	۶	۳/۶	۴۷/۳۳±۷۶/۸۴	۲۸/۴±۴۶/۱۱
	Anabaenopsis	۸۱۴	۱۹۵/۳۶	۱۶	۳/۸۴	۳	۰/۷۲	۲۷۷/۶۷±۴۶۴/۵	۶۶/۶۴±۱۱۱/۴۹
	Chroccoccus	۸۴	۰/۸۴	۰	۰	۰	۰	۲۸±۴۸/۵	۰/۲۸±۰/۴۹
	Cylindrospermopsis	۳۲۰	۷/۳۶	۰	۰	۰	۰	۱۰۶/۶۷±۱۸۴/۶	۲/۴۵±۴/۲۵
	Lyngbya	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Microcystis	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Oscillatoria	۰	۰	۰	۰	۳	۰/۶۸	۱±۱/۷	۰/۲۳±۰/۳۹
	کل	۱۳۵۴	۲۸۵/۱۶	۱۶	۳/۸۴	۱۲	۵	۴۶۰/۶±۷۷۳/۶۵	۲۹۴±۱۶۲/۰۹
Chlorophyta	*Actinastrum*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Ankistrodesmus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Closterium	۰	۰	۸	۰/۴۸	۰	۰	۲/۶۶±۴/۶۲	۰/۱۶±۰/۲۷
	Tetraederon	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Oocystis	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کل	۰	۰	۸	۰/۴۸	۰	۰	۲/۶۶±۴/۶۲	۰/۱۶±۰/۲۷
Bacillariophyta	*Chaetoceros*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cocconies	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Coscinodiscus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cyclotella	۱۶۴	۱۷۱/۴	۱۱۲	۱۲۴/۲	۶	۶/۶	۹۴±۸۰/۵۲	۱۰۰/۷۳±۸۴/۸۷
	Cymbella	۲۰	۸	۰	۰	۰	۰	۶/۶۷±۱۱/۵۴	۲/۶۶±۴/۶۲
	Diatoma	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Gyrosigma	۲۸۸	۱۲۰۹/۶	۶۸	۳۲۶/۶	۱۲	۵۷/۶	۱۲۲/۶۷±۱۴۵/۹	۵۳۱/۳±۶۰۲/۶۶
	Melosira	۰	۰	۰	۰	۱۲	۵/۲۸	۴±۶/۹	۱/۷۶±۳/۰۵
	Navicula	۱۵۶	۱۵/۶	۸	۰/۸	۱۲	۰/۱۲	۵۸/۶۷±۸۴/۳۲	۵/۵±۸/۷۵
	Nitzschia	۱۶۸	۲۴/۸۶	۱۶	۲/۷۲	۶	۱/۰۲	۶۳/۳۳±۹۰/۷۸	۹/۵۳±۱۳/۳
	Rhizosolenia	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Sceletonema	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Stephanodiscus	۱۶	۶۴	۰	۰	۳	۱۲	۶/۳۳±۸/۵	۲۵/۳۳±۳۴/۰۲
	Surirella	۱۱۲	۱۲/۵۴	۱۲	۱/۳۴	۰	۰	۴۱/۳۳±۴۱/۵	۴/۶۳±۶/۸۹
	Synedra	۸۸	۵۲/۸	۴	۲/۴	۱۲	۷/۲	۳۴/۶۷±۴۶/۳۶	۲۰/۸±۲۷/۸۲
	Tabellaria	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Thalasiosira	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۰	۰
	کل	۱۰۱۲	۱۵۵۸/۸	۲۲۰	۴۵۸/۰۴	۶۳	۸۹/۸۲	۴۳۱/۷±۵۰۸۶/۷	۷۰۲/۲۳±۷۶۴/۳
Pyrrophyta	*Exuviaella*	۲۴	۴/۸	۰	۰	۰	۰	۸±۱۳/۸۵	۱/۶±۲/۷۸
	Gymnodinium	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Peridinium	۸	۹/۶	۴۴	۰/۱۸	۱۸	۲۱/۶	۲۳/۳±۱۸/۵۸	۱۰/۴۶±۱۰/۷۳
	Prorocentrum	۲۴	۵۲/۸	۲۶۸	۵۸۹/۶	۲۵۲	۵۵۴/۶	۱۸۱/۳±۱۳۶/۴۹	۳۹۹±۳۰۰/۳۳
	کل	۵۶	۶۷/۲	۳۱۲	۵۸۹/۸	۲۷۰	۵۷۶/۲	۲۱۲/۶۶±۱۳۷/۳	۴۱۱/۰۶±۲۹۷/۹
Euglenophyta	*Trachelomonas*	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰
	Euglena	۴۲۴	۱۶۹/۶	۰	۰	۶	۲/۴	۱۴۳/۳۳±۲۴۳/۱	۵۷/۳۳±۹۷/۲۳
	کل	۴۲۴	۱۶۹/۶	۰	۰	۶	۲/۴	۱۴۳/۳۳±۲۴۳/۱	۵۷/۳۳±۹۷/۲

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

ادامه جدول ۴. ترکیب گونه‌ای، میانگین فراوانی و بایومس فیتوپلانکتون‌های خلیج گرگان در فصل زمستان

شاخه	جنس	دی		بهمن		اسفند		زمستان	
		فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3	فراوانی $10^5/m^3$	بایومس mg/m^3
Cyanophyta	*Anabaena*	۶	۳/۶	۶	۳/۶	۹۹	۴۹/۵	۳۷±۵۳/۶۹	۱۸/۹±۲۶/۵
	Anabaenopsis	۳	۰/۷۲	۰	۰	۰	۰	۱±۱/۷	۰/۲۴±۰/۴۲
	Chiroccoccus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cylindrospermopsis	۰	۰	۰	۰	۲۷	۰/۶۲	۹±۱۵/۵۸	۰/۲۱±۰/۳۶
	Lyngbya	۰	۰	۰	۰	۱۳۲	۴/۴۹	۴۴±۷۶/۲۱	۱/۵±۲/۶
	Microcystis	۰	۰	۰	۰	۱۱۱	۹۸/۸	۳۷±۶۴/۰۸	۳۲/۹۳±۵۷/۰۴
	Oscillatoria	۳	۰/۶۸	۰	۰	۶۳	۱/۳۹	۲۲±۳۵/۵۴	۰/۶۹±۰/۶۹
	کل	۱۲	۵	۶	۳/۶	۴۳۲	۱۵۴/۷۹	۱۵۰±۲۴۴/۲۳	۵۴/۴۶±۸۶/۸۹
Chlorophyta	*Actinastrum*	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰
	Ankistrodesmus	۰	۰	۰	۰	۲۹۱	۰/۵۲	۹۷±۱۶۸	۰/۱۷±۰/۳
	Closterium	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۶۶±۴/۶۲	۰/۱۶±۰/۲۷
	Tetraederon	۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۰/۹۶	۸۰±۱۳۸/۵۶	۰/۳۲±۰/۵۵
	Oocystis	۰	۰	۰	۰	۵۱۳	۱۲/۸۲	۱۷۱±۲۹۶/۲	۴/۲۸±۷/۴
	کل	۰	۰	۰	۰	۱۰۴۴	۱۴/۳۱	۳۴۸±۶۰۲/۷۵	۴/۷۷±۸/۲۶
Bacillariophyta	*Chaetoceros*	۰	۰	۰	۰	۹۱۸	۱۲۸/۵۲	۳۰۶±۵۳۰	۴۲/۸۴±۷۴/۲
	Cocconies	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Coscinodiscus	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Cyclotella	۰	۰	۰	۰	۸۱۳	۸۹۴/۳	۲۷۳±۴۶۷/۶۶	۳۰۰/۳±۵۱۴/۴۳
	Cymbella	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Diatoma	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰
	Gyrosigma	۱۲	۵۷/۶	۴	۱۹/۲	۲۱۶	۸۴۲/۴	۷۳/۳±۱۲۰۱/۵	۳۰۶/۴±۴۶۴/۶
	Melosira	۱۲	۵/۲۸	۴	۳/۲	۴۲۳	۲۵/۳۸	۱۴۶/۳±۲۳۹/۶	۱۱/۲۸±۱۲/۲۵
	Navicula	۱۲	۰/۱۲	۲	۰/۲	۲۹۴	۱۳۲/۳	۱۰۲/۶۷±۱۶۵/۷	۴۴/۲۱±۷۶/۳
	Nitzschia	۶	۱/۰۲	۰	۰	۵۴۰	۱۰۸	۱۸۲±۳۱۰	۳۳/۳۴±۶۲/۰۶
	Rhizosolenia	۰	۰	۲	۱/۵۴	۱۲۹	۹۹/۳۳	۴۳/۶±۷۳/۹۱	۳۳/۶۲±۵۶/۹۱
	Sceletonema	۰	۰	۰	۰	۱۵۹	۶/۳۶	۵۳±۹۱/۸	۲/۱۲±۳/۶۷
	Stephanodiscus	۳	۱۲	۰	۰	۰	۰	۱±۱/۷	۴±۶/۹۲
	Surirella	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Synedra	۱۲	۷/۲	۸	۴/۸	۲۰۷	۱۱۵/۹۲	۷۵/۶۷±۱۱۳/۷۵	۴۲/۶±۶۳/۴۷
	Tabellaria	۰	۰	۰	۰	۲۱۶	۴/۵۴	۷۲±۱۲۴/۷۱	۱/۵±۲/۶۲
	Thalasiosira	۰	۰	۰	۰	۱۸۰	۱۸۰	۶۰±۱۰۳/۹۲	۶۰±۱۰۳/۹۲
	کل	۶۳	۸۹/۸۲	۲۰	۲۸/۹۴	۴۰۹۵	۲۵۳۷/۰۵	۱۳۹۹/۶±۲۳۴۰	۸۸۵/۳±۱۴۳۰/۸
Pyrrophyta	*Exuviaella*	۰	۰	۰	۰	۶۵۱	۱۸۲۲/۸	۲۱۷±۳۷۵/۸۵	۶۰۷/۶±۱۰۵۲/۴
	Gymnodinium	۰	۰	۰	۰	۳۳۰	۶۶	۱۱۰±۱۹۰/۵۲	۲۲±۳۸/۱۱
	Peridinium	۱۸	۲۱/۶	۲۸	۳۳/۶	۳۲۱	۳۸۵/۲	۱۲۲/۳±۱۷۲/۱	۱۴۶/۸±۲۰۶/۵۵
	Prorocentrum	۲۵۲	۵۵۴/۶	۷۱	۱۷۶	۴۴۱	۱۲۳۴/۸	۲۵۴/۶±۱۸۵/۰۱	۶۵۵/۱۳±۵۳۶/۵
	کل	۲۷۰	۵۷۶/۲	۹۹	۲۰۹/۶	۱۷۴۳	۳۵۰۸/۶	۷۰۴±۹۰۳/۸۵	۱۴۳۱/۵±۱۸۰۸/۳
Euglenophyta	*Trachelomonas*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	Euglena	۶	۲/۴	۰	۰	۰	۰	۲±۳/۴۶	۰/۸±۱/۳۸
	کل	۶	۲/۴	۰	۰	۰	۰	۲±۳/۴۶	۰/۸±۱/۳۸

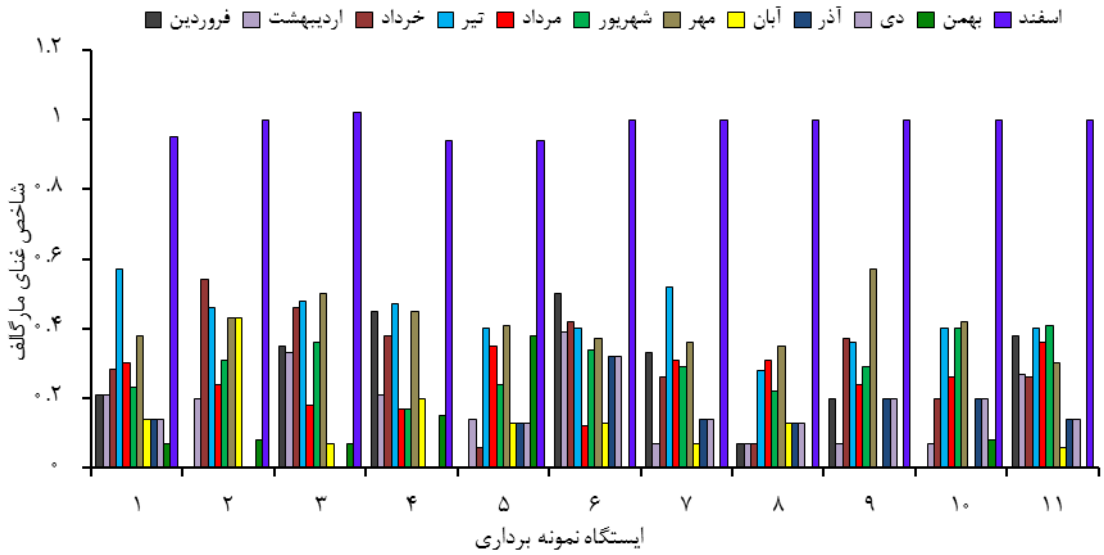
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

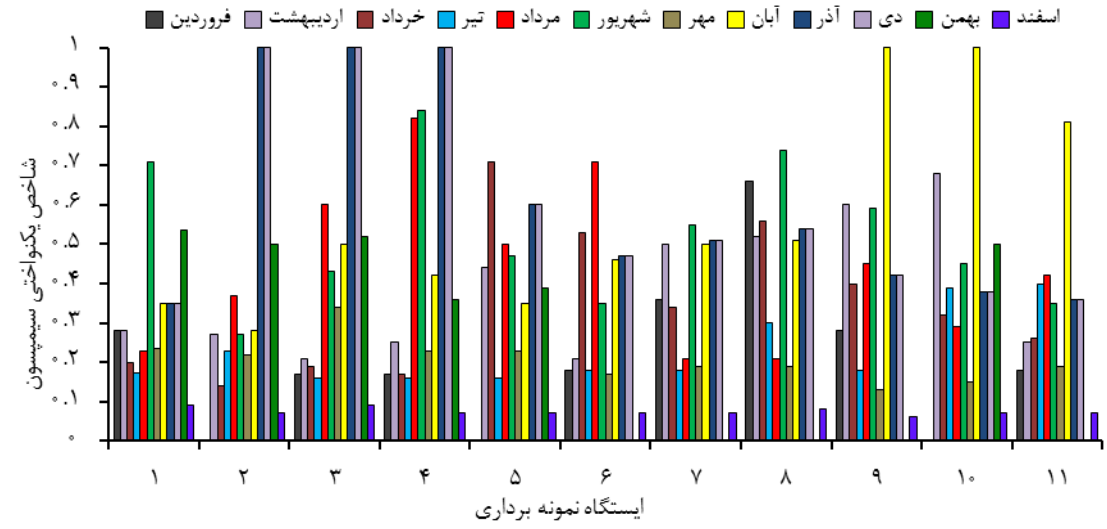
شاخص‌های تنوع

متوسط میزان شاخص غنای مارگالف برای منطقه مورد مطالعه ۰/۲۷±۰/۳ برآورد شد. دامنه تغییرات این شاخص در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده خلیج گرگان بین ۱- ۰ متغیر بود. بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین شاخص غنای مارگالف برای ایستگاه‌های مختلف در طول دوره نمونه‌برداری به ترتیب برابر با ۰/۳، ۰/۳۱، ۰/۳۲، ۰/۳، ۰/۲۸، ۰/۳۶، ۰/۲۹، ۰/۲۳، ۰/۲۹، ۰/۲۷ و ۰/۳۱ و برای ماه‌های مختلف به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۱۸، ۰/۳، ۰/۴۳، ۰/۲۶، ۰/۳، ۰/۴۱، ۰/۱۲، ۰/۱۳، ۰/۱۳، ۰/۸ و ۰/۹۹ محاسبه شد (شکل ۴).

تغییرات میزان شاخص یکنواختی سیمپسون در ماه‌های مختلف و ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در خلیج گرگان در شکل ۵ ارائه شده است. دامنه تغییرات شاخص سیمپسون در منطقه مورد مطالعه بین ۱- ۰ (میانگین ۰/۲۵±۰/۳۷) بود. مطابق نتایج، میانگین شاخص در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۳۸، ۰/۳۵، ۰/۲۳، ۰/۴۴، ۰/۵۲، ۰/۲۱، ۰/۵۶، ۰/۶، ۰/۶، ۰/۲۶ و ۰/۰۷ محاسبه شد. میانگین شاخص برای ایستگاه‌های مختلف بین ۰/۴۶-۰/۳ متغیر بود.



شکل ۴. شاخص غنای مارگالف برای ایستگاه و فصول مختلف نمونه‌برداری- خلیج گرگان

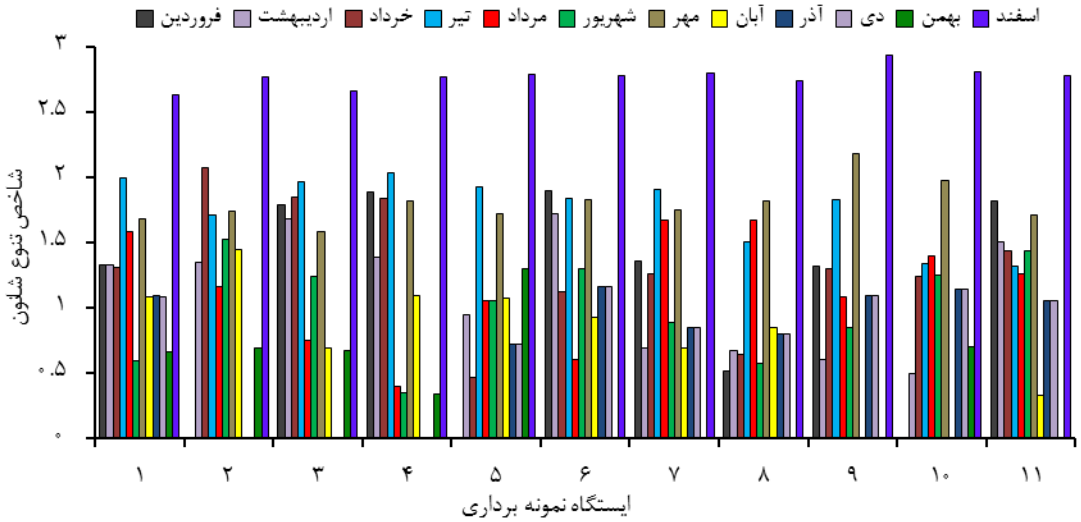


شکل ۵. شاخص یکنواختی سیمپسون در ایستگاه و فصول مختلف نمونه‌برداری- خلیج گرگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

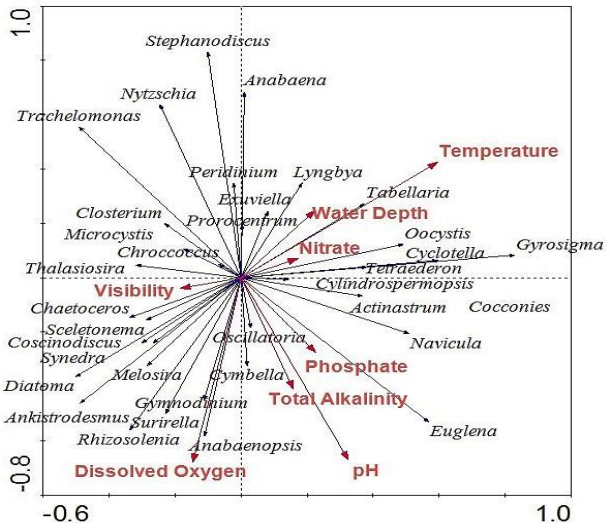
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

مقدار شاخص شانون در خلیج گرگان بین ۲/۹۳-۰ متغیر بود. کمترین میانگین شاخص در ایستگاه ۸ (۰/۷۵±۱/۰۵) و بیشترین میانگین در ایستگاه‌های ۱ (۰/۵۶±۱/۳۶) و ۶ (۰/۷۲±۱/۳۶) محاسبه شد. بر اساس نتایج به دست آمده کمترین میانگین شاخص شانون در ماه بهمن (۰/۴۴±۰/۴) و بیشترین مقدار آن در اسفند ماه (۰/۸±۲/۷۷) محاسبه شده است. متوسط شاخص شانون برای منطقه مورد مطالعه ۰/۷۵±۱/۲۲ برآورد گردید. شکل ۶ تغییرات میزان شاخص تنوع شانون را در ماه‌های مختلف و ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در خلیج گرگان نشان می‌دهد.



شکل ۶. شاخص تنوع شانون برای ایستگاه و فصول مختلف نمونه‌برداری- خلیج گرگان

نتایج بررسی وجود همبستگی بین عوامل محیطی و جنس‌های پلانکتونی با استفاده از نرم‌افزار Canono و تحلیل RDA نشان داد که بین دمای، عمق و میزان نیترات در آب با فراوانی جنس‌های *Lyngbya*، *Gyrosigma*، *Tabellaria*، *Oocystis*، *Cyclotella*، *Prorocentrum*، *Exuviella*، *Peridinium* و *Anabaena* همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. همچنین فراوانی جنس‌های *Navicula*، *Euglena*، *Cocconies*، *Oscillatoria*، *Actinastrum* و *Cymbella* با غلظت فسفات، میزان قلیائیت و pH نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد در حالیکه این پارامترها با فراوانی جنس‌های *Stephanodiscus*، *Nitzschia*، *Trachelomonas*، *Microcystis*، *Closterium*، *Chroccoccus* و *Thalasiosira* دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بودند. الگوی ارتباط میان پارامترهای عمق رویت و غلظت اکسیژن آب با فراوانی جنس‌های *Chaetoceros*، *Sceletonema*، *Synedra*، *Melosira*، *Diatoma*، *Gymnodinium*، *Rhizosolenia*، *Anabaenopsis*، *Ankistrodesmus*، *Coscinodiscus* و *Surirella* نیز از نوع همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۵. همبستگی بین عوامل محیطی و جنس‌های فیتوپلانکتون بر اساس آنالیز RDA- خلیج گرگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

بحث

تغییرات دمای آب سطحی در جنوب شرقی دریای خزر بین ۷ درجه سانتی‌گراد در زمستان و ۲۹ درجه سانتی‌گراد در تابستان بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ گزارش شده است (Kideyes and Moghim, 2003; Dumont, 1998; Hosseini, 1988; Roohi *et al*., 2008; Nasrollahzadeh *et al*., 2008). به طور مشابه در مطالعه حاضر دمای آب در خلیج گرگان در محدوده ۱۱ تا ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد قرار داشت. بر اساس نتایج پارامترهای کیفی آب، متوسط میزان اکسیژن در تمامی ایستگاه‌ها و در همه ماه‌های سال بین ۱۱/۷- ۷ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد که نشان می‌دهد آب در شرایط مطلوب اکسیژنی قرار دارد و افزایش معنی‌دار غلظت اکسیژن محلول در زمستان به خصوص در دی ماه و بهمن‌ماه ناشی از کاهش دمای آب می‌باشد. همچنین تفاوت در دمای آب و میزان اکسیژن محلول می‌تواند ناشی از تغییرات سطح و حجم آب در خلیج، جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و میزان تجزیه‌های باکتریایی باشد (Farhadian *et al*., 2013). مطابق نتایج به دست آمده، نوسانات مقدار pH آب در خلیج اندک و همواره بالاتر از ۸ بود که نشان می‌دهد شرایط قلیایی حاکم می‌باشد. میزان یون‌های قلیائیت نیز در اغلب ماه‌های سال و در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری بالاتر از میزان ۱۸۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. میزان pH در دریای خزر و متأثر از آن در خلیج گرگان، مرتبط با ذخایر بالای مواد قلیایی ورودی از رودخانه‌ها، ترکیبات آب دریا تحت تأثیر عوامل فیزیکوشیمیایی (یون‌های عامل قلیائیت، وضعیت سیستم کربناته و بی‌کربناته، دمای آب)، زیستی (تولید و تجزیه) و هیدرولوژیک (آب رودخانه و دینامیک آب) می‌باشد که نقش بسزایی در تولید اولیه فیتوپلانکتونی و ارزیابی آن دارد (Day *et al*., 1989). در مطالعات پیشین نیز Hajizadeh و Eghtesadi (۲۰۰۹)، میانگین pH در محدوده آب‌های ساحلی خزر را بین ۸/۴-۸/۳۵ گزارش کردند و تغییرات فصلی آن را در مناطق ساحلی مربوط به تغییرات فصلی درجه حرارت و ساختار آن، خصوصیات ترموکلاین فصلی و تغییرات فصلی روند تولید و یا روند تجزیه و این که کدام یک از آن‌ها غالب باشند مرتبط دانستند. بخشی از این تغییرات را نیز به تغییرات فصلی رودخانه‌های محلی و خصوصیات آب این رودخانه‌ها وابسته دانستند. میانگین دامنه عمق رؤیت صفحه سکشی ۲۳۴/۵-۲۵ سانتی‌متر بود. کاهش عمق نفوذ نور و شفافیت آب در فروردین تا تیر ماه مربوط به آغاز فرآیند تولید (منشأ زیستی) همراه با افزایش دمای آب است. میزان دما و نور از جمله فاکتورهای بسیار مهم در تولیدات اولیه فیتوپلانکتونی می‌باشد (BCL, 1971؛ Odum, 1971). نتایج آنالیز نوترینت‌ها در خلیج گرگان نشان داد که غلظت فسفر در ماه‌های مختلف در دامنه بین ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر در اسفندماه تا ۰/۷ میلی‌گرم در لیتر در اردیبهشت ماه متغیر می‌باشد. به طور کلی میزان فسفر محلول در آب‌های طبیعی به طور فصلی متغیر و در محدوده ۵ تا ۳۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد (Boyd, 1979). کاهش مقدار فسفر به کمتر از ۸۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در لیتر منجر به کاهش تولید فیتوپلانکتون‌ها می‌شود (Gibson, 1997). بنابراین به جز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و تیر ماه در عمده ماه‌های سال با محدودیت فسفر روبرو هستیم. در مطالعه دیگری، متوسط دامنه تغییرات غلظت فسفر معدنی برای آب‌های ساحلی حوضه جنوبی خزر (منطقه استان مازندران) برابر با ۱/۸-۰/۲۳ میکرومولار گزارش شده و بر اساس نسبت مولی N/P ماه‌های اردیبهشت و تیر همراه با محدودیت فسفر اشاره شده است (Nasrolahzadeh *et al*., 2012). نتایج غلظت فسفات مطالعه حاضر در محدوده نتایج Javani و همکاران (۲۰۱۴) می باشد که متوسط غلظت فسفات را در خلیج گرگان بین ۰/۸-۰/۰۱۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش نمودند.

از بین شاخه‌های پلانکتونی شناسایی شده به طور کلی سیانوفیتا، کلروفیتا، باسیلاریوفیتا، پیروفیتا و اوگلنوفیتا در خلیج گرگان حضور داشتند که شاخه باسیلاریوفیتا از نظر تعداد گونه‌ها متنوع‌ترین بود. Nasrolahzadeh و همکاران (۲۰۱۱ و ۲۰۱۲) گونه‌های فیتوپلانکتونی در حوضه‌ی جنوبی خزر (آستارا تا بندرترکمن) را متعلق به ۸ شاخه باسیلاریوفیتا، پیروفیتا، سیانوفیتا، کلروفیتا، اوگلنوفیتا، کرایزوفیتا، گزانتوفیتا و هپتوفیتا معرفی نمودند و در این بین بیشترین تعداد گونه از شاخه باسیلاریوفیتا (۸۱ گونه) و کمترین آن را در شاخه گزانتوفیتا و هپتوفیتا (۱ گونه) شناسایی نمودند. همچنین فیتوپلانکتون‌های آب‌های خزر جنوبی محدوده انزلی، نوشهر و امیرآباد متعلق به شاخه‌های باسیلاریوفیتا، پیروفیتا، سیانوفیتا، کلروفیتا و اوگلنوفیتا تعلق دارند که بیشترین گونه شناسایی شده مربوط به شاخه باسیلاریوفیتا (۷۰ گونه) و کمترین تعداد از شاخه اوگلنوفیتا (۱۳ گونه) می‌باشد (Ganjian *et al*., 2010). در مطالعه انجام گرفته در منطقه جنوب‌غربی دریای خزر (لیسار، انزلی و سفیدرود)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

فیتوپلانکتون‌های شناسایی شده را متعلق به شاخه‌های باسیلاریوفیتا، کرایزوفیتا، کلروفیتا، سیانوفیتا و اوگلنوفیتا دانسته‌اند که بر اساس گزارش مذکور بیشترین تعداد گونه از شاخه باسیلاریوفیتا (۲۵ گونه) و کمترین تعداد از شاخه اوگلنوفیتا (۱ گونه) بودند (Bagheri *et al*., 2012b). با توجه به این که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خلیج گرگان متأثر از دریای خزر می‌باشد. علی‌رغم وجود تفاوت‌های در ترکیب پلانکتونی، اغلب شاخه‌های شناسایی شده در مطالعه حاضر با مطالعات موجود بر روی سواحل خزر مشابه هستند.

بررسی فیتوپلانکتون‌های لایه نوری در حوضه جنوبی دریای خزر نشان داده است که قبل از ورود شانه‌دار، باسیلاریوفیتا و پیروفیتا به ترتیب دو رتبه نخست جمعیتی را دارا بودند در حالی که پس از ورود شانه‌دار، با آن که گونه باسیلاریوفیتا همچنان گروه غالب را تشکیل داده ولی گونه‌های سیانوفیتا به خصوص در فصول تابستان و پاییز به شدت افزایش یافته اند (Nasrollahzadeh *et al*., 2008a). در مطالعه حاضر، بررسی تغییرات فصلی ترکیب پلانکتون‌ها نشان داد که شاخه باسیلاریوفیتا در اکثر فصول شاخه غالب از نظر فراوانی بود. بعد از باسیلاریوفیتا، شاخه سیانوفیتا در فصل بهار، تابستان و زمستان و شاخه پیروفیتا در زمستان رتبه‌های بعدی فراوانی را به خود اختصاص دادند که با مطالعات پیشین مطابقت دارد. به طور کلی گونه‌های متعلق به سیانوفیتا دارای اپتیمم درجه حرارت بالاتری برای رشد سلولی در مقایسه با دیگر گونه‌های جوامع پلانکتونی هستند و معمولاً دماهای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد غالب می‌شوند (McQueen and Lean, 1987; Mur *et al*.,1999; Peperzak, 2003; Paerl and Huisman, 2009). علاوه بر این، افزایش دما باعث می‌شود تا بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی محیط آب که برای گونه‌های سیانوباکترها مناسب هست نظیر کاهش وزیسکوزیته آب (Wanger and Adrian, 2009؛ Paerl and Huisman, 2009)، افزایش پراکنش نوترینت‌ها (Peperzak, 2003 ؛Vogel, 1996) و شدت یافتن لایه بندی عمودی آب ایجاد شود. بر اساس نتایج Ren و همکاران (۲۰۱۴)، افزایش دمای آب، کاهش نسبت N/P و نیترات و افزایش COD (کاهش DO) رابطه قوی با افزایش فراوانی سیانوباکترها دارد و بلوم سیانوباکترها در مکان‌هایی با این شرایط محیطی و میزان تعویض کم آب و راکد بودن آب به علت عدم وزش باد اتفاق می‌افتد. با توجه به محیط نیمه بسته خلیج و کاهش میزان آب ورودی در طول تابستان مناسب بودن دما و کاهش غلظت نیترات در نیمه نخست سال، شرایط محیطی مناسبی برای حضور سیانوفیتا فراهم شده و فراوانی آن‌ها افزایش یافته است. بررسی میزان بایومس فیتوپلانکتونی نیز نشان داد در بهار باسیلاریوفیتا و پیروفیتا، در تابستان باسیلاریوفیتا و سیانوفیتا، در پاییز باسیلاریوفیتا و پیروفیتا و در زمستان پیروفیتا و باسیلاریوفیتا سهم زیادی در ترکیب وزنی جامعه پلانکتونی خلیج داشتند (جدول ۲). Ganjian و همکاران (۲۰۱۰) بیشترین فراوانی را متعلق به پیروفیتا (بهار)، سیانوفیتا (تابستان) و باسیلاریوفیتا (پاییز و زمستان) و بیشترین میزان توده را برای پیروفیتا (بهار، پاییز و زمستان) و باسیلاریوفیتا (تابستان) محاسبه نمودند.

مقایسه و مطالعه در الگوی ساختاری فیتوپلانکتون در سطح شاخه برای شناخت بوم‌سامانه کافی نیست و مطالعات عمیق و همه جانبه در سطح گونه‌ای جهت درک نوع تغییرات محیطی و زیست‌شناختی ضروری می‌نماید (Alves-de-Souza *et al*., 2008). در این مطالعات جایگزینی فصلی گونه‌ها و غالبیت آن‌ها با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی و بوم‌شناختی در هر سال از ابزارهای مهم برای رسیدن به این هدف می‌باشد. سال ۱۳۷۵ گونه‌های غالب حوضه جنوبی خزر در بهار *Cyclotella meneghiniana*، *Sceletonema costatum* در تابستان *Exuviaella cordata* و *Pseudosolenia calcaravis* و در پاییز و زمستان *Thalassionema nitzschioides* و در سال ۱۳۸۸ در بهار *Exuviaella cordata*، *Oscillatoria* sp. و *Chrysochromulina* sp. در تابستان *Oscillatoria* sp. در پاییز *Thalassionema nitzschioides* و *Oscillatoria* sp. و در زمستان *Pseudonitzchia seriata*، *Dactyliosolen fragilissima* و *Cerataulina pelagica* بودند که عمده آن‌ها پتانسیل تهاجمی داشتند (Nasrolahzadeh *et al*., 2011). مطالعه حاضر نشان داد در بهار *Nytzschia* sp. و *Gyrosigma* sp. در تابستان *Gyrosigma* sp.، *Euglena* sp. و *Anabaenopsis* sp. در پاییز *Anabaenopsis* sp. و *Prorocentrum* sp. و در زمستان *Chaetoceros* sp.، *Cyclotella* sp. بودند (جدول ۳). مطابق مطالعات پیشین (Nasrolahzadeh *et al*., 2011; Makaremi *et al*., 2011; Makhlogh *et al*., 2011) برخی از جنس‌های یاد شده پتانسیل تهاجمی و سمی دارند. از آنجایی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

که گونه‌های جدید و مهاجم به دلیل توانایی شکوفا شدن، تولید سم و نیز مواد شیمیایی، دارای خاصیت آلوپاتی بر روی اکولوژی و اقتصاد منطقه می باشند و نیز بر سلامت انسان اثرات منفی می‌گذارند. بنابراین شناسایی و برآورد جمعیت و گستردگی مکانی این گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه ضروری می‌باشد و بایستی در مطالعات آتی مورد توجه قرار بگیرد.

بررسی تغییرات شاخص غنا نشان داد که برای تمام ایستگاه‌ها مقدار شاخص در اسفند ماه بیشترین و در بهمن ماه کمترین مقدار را داشته است و با توجه به میانگین شاخص در همه ایستگاه‌ها در محدوده ۰/۳ (کمتر از ۰/۵) قرار دارد. بنابراین، می‌توان گفت خلیج گرگان از تنوع گونه‌ای کمی برخوردار می‌باشد. شاخص یکنواختی سیمپسون نیز نشان داد کمترین میزان شاخص مربوط به اسفندماه که نشان دهنده غالبیت کمتر و تنوع بیشتر در این ماه می‌باشد. بیشترین غالبیت گونه‌ای (بیشترین میزان شاخص سیمپسون) در ماه‌های آذر و دی مشاهده شد. نتایج شاخص شانون نیز تآیید کننده شاخص غنا و سمیپسون بود به طوریکه کمترین مقدار شاخص شانون در بهمن و بیشترین آن برای اسفندماه محاسبه شد. به نظر می‌رسد شرایط محیطی مساعد برای تکثیر فیتوپلانکتون‌ها در اواخر اسفند ماه (زمان نمونه‌برداری) با افزایش ساعات روز، گرم‌شدن تدریجی دما و افرایش غلظت نوترینت‌ها مهیا شده است (Nasrollahzadeh *et al*., 2014).

اگرچه توصیف ارتباط بین بایومس فیتوپلانکتون‌ها و عوامل محیطی مرتبط در اغلب موارد به علت وابستگی زیاد آن به مقیاس زمانی و مکانی کار آسانی نیست، با این وجود درک فرآیند تغییر الگوی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها به منظور مدیریت منابع آبی ضروری به نظر می‌رسد (Xiao long *et al*., 2007). استفاده از روش‌های پیشرفته آماری نظیر تحلیل چندمتغیره، تحلیل خوشه‌ای و تشخیصی (Momen *et al*., 1996)، تحلیل عاملی (Lau and Lane, 2002)، تحلیل مولفه‌های اصلی و سری زمانی (George and Arhonditsis, 2004) کمک شایانی به درک ارتباط بین عوامل اکولوژیک با جوامع فیتوپلانکتونی به عنوان اولین گام در تحلیل پویایی پلانکتون‌ها می‌کند. مطالعات پیشین نشان داده است که دمای آب، فسفر کل، نیترات، COD، BOD، تراکم زئوپلانکتون، میزان pH و شفافیت آب عوامل کلیدی در تعیین پویایی بایومس پلانکتون‌ها در فصول مختلف دریاچه کم‌عمق یوتروف بودند (Xiao long *et al*., 2007). همچنین میزان فسفر کل، شفافیت آب، مورفولوژی دریاچه شامل عمق آب، مساحت دریاچه و دمای اپی‌لیمنیک، دمای آب، pH و تراکم زئوپلانکتون‌ها پارامترهای پیش‌بینی کننده مدل‌های دینامیک بایومس و تولیدات پلانکتونی در دریاچه‌ها گزارش شده است (Hakanson and Boulion, 2003). در مطالعه حاضر نیز پارامترهای دمای آب، عمق آب، شفافیت، فسفات، نیترات، pH ، قلیائیت کل و اکسیژن محلول همبستگی قوی با فراوانی جنس‌های مختلف پلانکتونی نشان داد.

با توجه به جایگاه خلیج گرگان به عنوان یک اکوسیستم آبی که متأثر از دریای خزر، رودخانه‌های منتهی به آن و همچنین ورود فاضلاب‌ها و سموم کشاورزی و ... می باشد، انجام مطالعات مستمر جهت پایش مداوم تولیدات اولیه آن برای بررسی هر نوع تغییر کیفی و کمی ضروری می‌باشد. همچنین با توجه به پراکنش مکانی فیتوپلانکتون‌ها در ارتباط با گرادیان تغییرات محیطی (شکل ۲، ۳ و ۷)، تا حد امکان وضعیت ارتباطی خلیج گرگان با دریا بهبود یابد و به حالت گذشته که از طرق ۴ کانال ارتباطی انجام می شده است، برگردد.

منابـع

Ahlgren, G., Van Nieuwerburgh, L., Wanstrand, I., Pedersen, M., Snoeijs, P. 2005. Imbalance of fatty acids in the base of the Baltic Sea food web–amesocosm study. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 62: 2240-2253.

Alves-de-Souza, C., Gonzalez, M.T., Iriarte, J. 2008. Functional groups in marine phytoplankton assemblages dominated by diatoms in fjords of southern Chile. Journal of Plankton Research. 30(11): 1233-1243.

Bagheri, H., Darvish Bastani, K., Sharmad, T., Bagheri, Z. 2012a. Assessment of Heavy Metal Distribution in the Gorgan Bay**.** Journal of Oceanography. 3(11): 65-72. (in Persian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

Bagheri, S., Mansor, M., Turkoglu, M., Makaremi, M., Wan Maznah, W.O., Negarestan, H. 2012b. Phytoplankton species composition and aboundance in the southwestern Caspian Sea. Ekoloji. 21(83): 32-43.

Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University, Craftmaster Printers, Opelika, Alabama. 359 p.

Brett, M.T., Muller-Navarra, D.C. 1997. The role of highly unsaturated fattyacids in aquatic foodwebs processes. Freshwater Biology. 38: 483-499.

Clesceri, I., Greenberg, A.E., Franson, M.A. 1998. Standard Methods for the Examination Water and Wastewater, American Public Health Association, Maryland, USA. 1368 p.

Day, J.W., Hall, C.A.S., Kemp, W.M., Yanez-Arancibia, A. 1989. Estuarine Ecology. A. Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons Ltd., New York. 558 p.

Dumont, H.J. 1998. The Caspian Lake: History, biota, structure and function. Limnology and Oceanography. 43: 44-52.

Eker, E., Georgieva, L., Senichkina, L., Kideys, A.E. 1999. Phytoplankton distribution in the western and eastern Black Sea in spring and autumn 1995. Journal of Marine Science. 56: 15-22

Elliott, J.A., Irish, A.E., Reynolds, C.S. 2002. Predicting the spatial dominance of phytoplankton in a light limited and incompletely mixed eutrophic water column using the PROTECH model. Freshwater Biology. 47(3): 433-440.

Falkowski, P.G., Barber, R.T., Smetacek, V. 1998. Biogeochemical controls a feedbacks on ocean primary production. Science. 281(5374): 200-206.

Farabi, M.V., Fazli, H., Varedi, S.A., Vahedi, F., Roshan Tabari, M., Hashemian, A., Gol Aghaei, M., Rostamian, M.T. 2011. Annual report on hydrology, hydrobiology and environmental pollution in south of Caspian Sea. Caspian Sea Ecological Research Center. Sari, Iran. 120 p. (in Persian).

Farhadian, O., Heidari, S., Sedaghat, R., Mahboobi Soofiani, N., Ebrahimi, E., Asdollah, S., Motaghi, E. 2013. Distribution, abundance and biodiversity of phytoplankton from Hanna Dam Lake, Isfahan, Iran. Iranian Journal of Applied Ecology. 2(3): 65-79 (in Persian).

Fazli, H., Farabi, M.V., Darya Nabard, G.R., Ganjian, A., Vahedi, F., Varedi, S.A., Hashemian, A., Roshan Tabari, M., Roohi, A. 2010. Analaysis of hydrological and hydrobiological data of Caspian Sea. Caspian Sea Ecological Research Center. Sari, Iran. 95 p. (in Persian).

Ganjan, A., Wan Maznah, W.O., Yahya, K., Fazli, H., Vahidi, M., Roohi, A., Farabi, S.M.V. 2010. Seasonal and regional distribution of phytoplankton in the southern part of the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 9(3): 382-401.

George, B., Arhonditsis, M.W. 2004. Patterns and mechanisms of phytoplankton variability in Lake Washington (USA). Water Research. 38: 4013-4027.

Gibson, C.E. 1997. The dynamics of phosphorus in freshwater and marine environments. PP. 119-135. In: Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C., Johnston, A.E. (Eds.). Phosphorus Loss from Soil to Water. Cab Intl., Harpenden UK. 467 p.

Gonenc, I.E., Wolflin, J.P. 2004. Coastal Lagoons: Ecosystem Processes and Modeling for Sustainable Use and Development. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Grant, G.M., Gross, E. 1996. Oceanography-a view of the Earth Prentice-Hall, USA. p. 472.

Habit, R.N., Pankow, H. 1976. Algeno Floraderostsee Vebgusta Fischers Verlagjena. 493p.

Hajizadeh Zaker, N., Eghtesadi Araghi, P. 2009. Characteristics and seasonal variations of pH in the southern shelf of the Caspian Sea. 35(50): 19-26. (in Persian).

Hakanson, L., Boulion, V.V. 2003. A general dynamic model to predict biomass and production of phytoplankton in lakes. Ecological Modelling. 165: 285-301.

Hosseini, A., Roohi, A., Ganjian, K.A., Roshan Tabari, M., Hashemian, A., Soleiman Roodi, A., Nasrolahzadeh, H., Najafpour, S., Varedi, A., Vahidi, F. 1998. Annual report of hydrobiology and hydrobiology of south Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran. 110 p. (in Persian).

Javani, A., Taheri, H., Mohammadkhani, H., Mansouri, B., Hami Tabari, A. 2014. Spatial and temporal variations of nitrate and phosphate in Gorgan Bay. Journal of Environment Science and Engineering. 1(3): 1-13. (in Persian).

Kasimov, A. 2000. Methods of monitoring in Caspian Sea. QAPPPOLIQRAF. 57 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

Khosravi, M. 1999. Determination of water pollution in Gorgan Bay using by phytoplankton assemblage. The 8th National Conference on Biology. Kermanshah. 2-73 p. (in Persian).

Kideys, A.E., Moghim, M. 2003. Distribution of the alien *ctenophore Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in August 2001. Marine Biology. 142: 163-171.

Kiselev, J.A. 1956. Methods of plankton studies. Life of fresh waters of USSR. 4(1): 1983-265.

Krdavani, P. 1994. Aquatic ecosystem in Iran (Caspian Sea). Ghamz Pres. 7 p. (in Persian).

Lau, S.S.S., Lane, S.N. 2002. Biological and chemical factors influencing shallow lake eutrophication: a long-term study. Science of the Total Environment. 228: 167-181.

Lloret, J., Marın, A., Marın-Guirao, L. 2008. Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change? Estuarine, Coastal and Shelfish Science. 78: 403-412.

Makaremi, M., Mirzajani, A.R. 2011. Investigation on Nodularia algal blooming in south west of Caspian Sea (2005-2006). Journal of Biological Science. 5(1): 79-94. (in Persian).

Makhlogh, A., Nasrolahzadeh Saravi, H., Farabi, M.V., Vahedi, F. 2010. Seasonal variation of water quality in Caspian Sea using by phytoplankton. The 4th National Conference on Chemisty and Environmental Science, Bandar Abas. 356-357 p. (in Persian).

Makhlogh, A., Nasrolahzadeh Saravi, H., pourgholam, R., Rahmati, R. 2011. The introduction of toxic and harmful new species of phytoplankton in coastal water in south of Caspian Sea. Journal of Biological Science. 5(2): 77-93. (in Persian).

McQueen, D.J., Lean, D.R.S. 1987. Influence of water temperature and nitrogen to phosphorus ratios on the dominance of blue-green algae in Lake St. George, Ontario. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 44: 598-604.

Mohammadkhani, H. 2010. Comperhensive ecological studo on wetlands and rivers in south of Caspian Sea-Gorgan Bay. Iranian Fisheries Research Organization, Gorgan, Iran. 101 p. (in Persian).

Momen, B., Eichler, L.W., Boylen, C.W., Zehr, J.P. 1996. Application of multivariate statistics in detecting temporal and spatial patterns of water chemistry in Lake George, New York. Ecological Modelling. 91: 183-192.

Morosova-Vodanidskaya, N.V. 1954. Phytoplankton of Black Sea. Works of Sevastopol, Biology Station of AS USSR. 8: 11-99.

Mur, L.R., Skulberg, O.M., Utkilen, H. 1999. Cyanobacteria in the environment. In: Chorus, I., Bartram, J. (eds.). Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. World Health Organization. 15-40

Nasrolahzadeh Saravi, H., Makhlogh, A., Pourgholam, R. 2012. Strategy of dominant phytoplankton species based on size classification in Iranian coastal water of the Caspian Sea. Journal of Oceanography. 3(10): 45-57. (in Persian).

Nasrolahzadeh Saravi, H., Makhlogh, A., Roshan Tabari, M., Eslami, F. 2013. Study of feeding behavior of zooplankton- phytoplankton in different seasons in the Southern Caspian Sea using multivariate analysis. Journal of Oceanography. 4(15): 29-38 (in Persian).

Nasrolahzadeh Saravi, H., Makhlogh, A., Vahedi, F., Nasrolah Tabar, A., Olumi, Y. 2013. Study on stoichiometric of macronutrients molar ratios to determine growth limiting factors of phytoplankton in the southern of Caspian Sea- Mazandaran Province (2012-2013). 5(1): 71-86 (in Persian).

Nasrollahzadeh Saravi, H., Makhlough, A., Eslami, F., Leroy.Suzanne, A. 2014. Features of phytoplankton community in the southern Caspian Sea, a decade after the invasion of *Mnemiopsis leidyi*. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 13(1): 145-165.

Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B., Foong, S.Y., Makhlough, A. 2008a. Spatial and temporal distribution of macronutrients and phytoplankton before and after the invasion of the ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, in the Southern Caspian Sea. Chemistry and Ecology. 24(4): 233-246.

Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B., Makhlough. A. 2008b. Variations in nutrient concentration and phytoplankton composition at the euphotic and aphotic layers in the Iranian coastal waters of the Southern Caspian Sea. Pakistan Journal of Biological Science. 11: 1179-1193.

Nasrollahzadeh, H.S., Makhlough, A., Pourgholam, R., Zubir, B.D., Swee Yeok, F. 2011. Multivariate analysis of water quality parameters and phytoplankton composition in the southern of Caspian Sea. International Aquatic Research. 3: 205-216.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]

Nasrollahzadeh, H.S., Zubir, B.D., Foong S.Y., Makhlough, A. 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Continental Shelf Research. 28: 1153-1165.

Naz, M., Turkman, M. 2005. Phytoplankton biomass and species composition of Lake Glbaby (Hatay, Turkey). Turkish Journal of Biology. 29: 49-56.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd edition. W.P. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto. 574 p.

Ortega-Mayagoitial, E., Rojo, C., Rodrigo, M.A. 2003. Controlling factors of phytoplankton assemblages in wetlands: an experimental approach. Hydrobiology. 502: 177-186.

Paerl, H.W., Huisman, J. 2009. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. Environmental Microbiology Report. 1: 27-37.

Peperzak, L. 2003. Climate change and harmful algal blooms in the North Sea. Acta Oecologica. 24: 139-144.

Prescott, G.W. 1962. Algae of the western Great Lakes area. Michigan, U.S.A. 333 p.

Proshkina Lavrenko, A.I. 1968. The Plankton Algae of the Caspian Sea. L. Science. 291 p.

Raghukumar, S., Anil, A.C. 2003. Marine biodiversity and ecosystem functioning: a perspective. Current Science. 84(7): 884-892.

Ren, Y., Haiyan, P., Wenrong, H., Chang T., Daping, H., Jielin, W., Yawei, F. 2014. Spatiotemporal distribution pattern of cyanobacteria community and its relationship with the environmental factors in Hongze Lake, China. Environmental Monitoring and Assessment. 186: 6919-6933.

Roohi, A. 1995. Study on phytoplankton of Gorgan Bay and its primary and secondary production. Iranian Fisheries Research Organization, Mazandaran, Iran. 85 p. (in Persian).

Roohi, A. 1997. Study on zooplankton assemblage of Gorgan Bay with emphasize on Copepoda. Iranian Scientific Fisheries Bultine. 74 p. (in Persian).

Roohi, A., Kideys, A.E., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A., Develi, E.E. 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biology Invasions. 12: 2343-2361.

Roohi, A., Yasin, Z., Kideys, A.E., Hwai, A.T., Khanari, A.G., Eker, D.E. 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. Marine Ecology. 29: 421-434.

Thangaradjou, T., Vijayabaskara Sethubathi, G., Raja, S., Poornima, D., Shanthi, R., Balasubramanian, T., Babu, K.N., Shukla, A.K. 2012. Influence of environmental variables on phytoplankton floristic pattern along the shallow coasts of southwest Bay of Bengal. Algal Research.1: 1143-1154.

Venrick, E.L.1978. How many cells to count? In: Sournia, A. (ed.) Phytoplankton Manual: Monographs on oceanographic Methodology. UNESCO, UK. 167-180 pp.

Viaroli, P., Bartoli, M., Giordani, G., Austoni, M., Zal dıvar, J.M. 2004. Biogeochemical processes in coastal lagoons: from chemical relations to ecosystem functions and properties. IOC Workshop Report. 195: 27-28.

Vogel, S. 1996. Life in moving fluids: the physical biology of flow (p. 84). Princeton: Princeton University Press.

Wagner, C., Adrian, R. 2009. Cyanobacteria dominance: quantifying the effects of climate change. Limnology and Oceanography. 54: 2460-2468.

Wetzel, R.G., Likens, G.E. 2000. Limnological Analyses. New York: Springer-Verlag. Workshop Clean Black Sea Working Group, 2nd – 5th June, Varna, Bulgaria. 46-146 pp.

Xiao long, W., Yong long, L., Guizhen, H., Jing yi, H., Tie yu, W. 2007. Exploration of relationships between phytoplankton biomass and related environmental variables using multivariate statistic analysis in a eutrophic shallow lake: A 5-year study. Journal of Environmental Sciences. 19: 920-927.

Zablina, M., Kilef, I.A., Piroskina, A.I., Laverinko ShiShikoma, S. 1951. Ditoma Algae. Moscow. governmental publication in UUSR. 650 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.10.5]