University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Investigating the change of planktonic communities (phytoplankton, zooplankton) in the water of Karun-4 lake in Chaharmahal and Bakhtiari province

Ruhollah Rahimi[1]✉, Mehrdad Fatollahi[1], Fardin Shaluei[1], Shafigh Shafiei[2], Hossein Rahimi Pordanjani[3]

1. Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resourses and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Department of Food hygiene and quality control, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3 Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 12 April 2024
Accepted: 10 July 2024
Published online:10 August 2024

✉Corresponding Author:
rrahimi@sku.ac.ir

Keywords:

Crustaceans,

essential oils,

toxicity test,

Zataria multiflora.

ABSTRACT

Lakes play a vital role in water conservation, biodiversity, tourism and job creation. However, seasonal changes, inflow of sewage and erosion increase the amount of nutrients discharged into the lakes and affect the structure of the ecosystem and the diversity of its planktons through the reduction of water quality. The purpose of this study was to identify the species composition and abundance of phytoplankton and zooplankton communities in Karon-4 lake to investigate the trophic indicators and water quality of this lake. For this purpose, after identifying 4 stations, sampling was done in 4 stages during 2017. Based on the results, 30 species of phytoplankton (belonging to 7 groups) and 58 species of zooplankton (belonging to 7 groups) were identified. The highest density of phytoplankton was observed in late summer and autumn, indicated the high values of soluble oxygen of the lake in these seasons beacause of increased photosynthetic activities. Most of the observed zooplankton species were also in the spring season and related to Copepoda, Rotifer and Cladocer. The average Shannon-Wiener and Margalf indices for phyto and zooplanktons indicated the improvement of living conditions and the possibility of the presence of more diverse species of zooplanktons due to the development of phytoplanktons in this lake. Therefore, in order to prevent algal bloom, in addition to controlling external factors (entry of various pollutants), attention should also be paid to internal conditions governing this dam. Finally, based on the abundance and diversity of species observed, this lake was classified as oligo-mesotrophic.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Reservoirs such as Karun-4 Dam lake in Chaharmahal and Bakhtiari province are constructed as a result of societal demand for industrial water supplies, irrigation, hydroelectric power generation, fish production and recreation. However, the global climate change and fluctuations in Reservoirs water quality are revealed in the biotic community structure, with the most vulnerable dying, while the most sensitive species act as indicators of pollution (Ibrahim and Thliza, 2023). Planktons are used in various ways as indicators of water quality. The plankton (zooplankton and phytoplankton) abundance and diversity can be used to measure water quality. Changes in abundance and diversity of these organisms represent direct and profound responses to nutrients accumulating from freshwater runoff due to heavy rainfall and high influx of nutrient from the surrounding farmland which enters into reservoir (Usman *et al*., 2016).Thus better knowledge of several ecological aspects (especially regarding species distribution patterns and biogeography, diversity and functional interaction among the different components of the food web) is needed for better understanding of their relationships with environmental variables. (Suleiman *et al*., 2021). The Zooplankton and phytoplankton community fluctuates according to physico-chemical parameter of the environment, and their density in any water is governed by various water quality parameters such as light penetration, temperature, nutrient enrichment, herbivores and heterotrophic microorganisms (Sharma and Sharma, 2019; Abdulkarim and Ibrahim, 2018). The aim of this research is to determine the effect of environmental parameters on plankton assemblage in Karun-4 reservoir using planktonic communities.

Materials and methods

Karun-4 reservoir is located in Chaharmahal and Bakhtiari province of Iran. Four sampling stations were used based on stratified method of sampling in the reservoir. Sampling of water and plankton was conducted from period of twelve (12) months. The physico-chemical parameters and phytoplankton species were determined using standard methods, procedures and instruments. Counting was done by shaking the preserved sample and pipetting 1ml of it into a Sedgwick Rafter Counting Cell under a microscope. Identification was done to the lowest possible taxa.

Results

The phytoplankton found at the 4 sites is classified into four groups: Chlorophyta, Cyanophyta and Bacillariophyta. The phytoplankton was dominated by Chlorophyta. The composition of planktons in the reservoir were affected by seasonal variations including light and heat as well as fluctuation of physicochemical parameters. Each Phytoplankton taxa showed significant numerical differences between the wet and dry season. The favourable period for the plankton (zooplankton and phytoplankton) abundance and diversity in Karun-4 reservoir is in September when nutrients accumulate from freshwater runoff due to heavy rainfall and high influx of nutrient from the surrounding farm land.

Conclusion

The present study identified bioindicator phytoplankton species which clearly indicate organic pollution in the Karon-4 Dam. The most sensitive species such as higher chlorophyta and rotifer

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

composition in the reservoir indicated that the water quality is good. Climatic influence, and anthropogenic activities such irrigation, construction and other domestic activities close to the Dam influenced seasonal variations in the phytoplankton composition and physicochemical characteristics of the dam. It is therefore necessary to detect major pattern in plankton species composition and the ecological factors that influence them over time. As a result, an effective anthropogenic inputs control strategy in the reservoir is required to diminish the fluctuation of the physicochemical parameters and education on wise use of the water is recommended.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

بوم شناسی آبزیان ۱۴ (۲)۱۴۰۳:۵۲-۶۵

بوم‌شناسی آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۷۵۱ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰

https://jae.hormozgan.ac.ir

دانشگاه هرمزگان

بررسی تغییر جوامع پلانکتونی (فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون) در آب دریاچه کارون چهار استان چهارمحال و بختیاری

روح‌اله رحیمی[1]✉، مهرداد فتح‌الهی[1]، فردین شالوئی[1]، شفیق شفیعی[2]، حسین رحیمی پردنجانی[3]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲. گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذائی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۱۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۵/۲۰

✉نویسنده مسئول:
rrahimi@sku.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
فیتوپلانکتون،
زئوپلانکتون،
تنوع زیستی،
تغییرات فصلی،
سد کارون چهار

چکیده

دریاچه‌ها نقش حیاتی در حفظ آب، تنوع زیستی، گردشگری و ایجاد اشتغال دارند. با این حال، تغییرات فصلی، ورود پساب‌ها و فرسایش باعث افزایش حجم مواد مغذی تخلیه شده به دریاچه‌ها شده و از طریق کاهش کیفیت آب بر ساختار اکوسیستم و تنوع پلانکتون‌های آن تاثیر می‌گذارد. هدف از مطالعه حاضر شناسایی ترکیب گونه‌ای و تعیین فراوانی جوامع فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در دریاچه کارون ۴ به منظور بررسی شاخص‌های تروفی و کیفیت آب این دریاچه بود. بدین منظور پس از مشخص نمودن ۴ ایستگاه، نمونه‌برداری طی ۴ مرحله در طی سال ۱۳۹۷ انجام شد. براساس نتایج بدست آمده ۳۰ جنس فیتوپلانکتون (متعلق به ۷ شاخه) و ۵۸ جنس زئوپلانکتون (متعلق به ۴ شاخه) شناسایی شد. بیشترین میانگین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در اواخر تابستان و پاییز و مربوط به گروه‌های کلروفیتا (جلبکهای سبز)، سیانوباکتری‌ها (جلبکهای سبز-آبی) و دیاتومه‌ها بود که بیانگر بالا بودن میزان اکسیژن محلول آب دریاچه به دلیل افزایش فعالیت‌های فتوسنتز در این فصول بود. اکثر جنس‌های زئوپلانکتونی مشاهده شده نیز در فصل بهار و مربوط به گروه‌های کوپه‌پودا، روتیفرا و کلادوسرا بود. میانگین شاخص‌های شانون- وینر و مارگالف برای فیتو و زئوپلانکتون‌ها نشان‌دهنده بهبود شرایط زیستی و فراهم شدن امکان حضور گونه-های متنوع‌تری از زئوپلانکتون‌ها به دلیل توسعه فیتوپلانکتون‌ها در این دریاچه بود. لذا جهت جلوگیری از شکوفایی جلبکی علاوه بر کنترل عوامل خارجی (ورود انواع آلاینده‌ها)، به شرایط داخلی حاکم بر این سد نیز باید توجه کرد. نهایتا براساس فراوانی و تنوع جنس‌های مشاهده‌شده، آب این دریاچه در رده الیگو- مزوتروف قرار گرفت.

ناشر: دانشگاه هرمزگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

مقدمه

نقش دریاچه‌های طبیعی و سدها، در افزایش بهره‌وری کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی و توسعه اقتصادی برای رفع نیازهای بشر بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Muñoz-Colmenares *et al*., 2021). سدها نقش مهمی در تولید برق، تامین آب خانگی و صنعتی، کنترل سیل، پرورش ماهی (پرورش در قفس) و درنتیجه ایجاد اشتغال و امنیت غذایی دارند (Ibrahim and Thliza, 2023; Islam *et al*., 2021). با این حال، نوسانات فصلی و روزانه (چه بلندمدت و چه کوتاه مدت) در تامین و مصارف آب، طبقه‌بندی حرارتی، ورود مواد مغذی و پساب‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی شدن و سایر فعالیت‌های انسانی (Adhikari *et al*., 2017) بر کیفیت آب سدها تاثیر گذاشته و به طور غیرمستقیم باعث ایجاد مشکلاتی مانند یوتریفیکاسیون در چنین اکوسیستم‌هایی می‌شود (Ismail and Adnan, 2016). به طور کلی، اکوسیستم‌های آب شیرین مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌های داخلی از جمله اکوسیستم‌های در معرض خطر بوده و از دست دادن تنوع زیستی در آنها بسیار سریع‌تر از اکوسیستم‌های خشکی اتفاق می‌افتد. از این رو پایش تنوع زیستی اولین و مهمترین گام جهت تشخیص اثرات آلودگی بر اکوسیستم‌ها و تهیه برنامه‌های حفاظتی است (Xiong *et al*., 2020). از جمله گونه‌های شاخص زیستی در اکوسیستم‌های آبی فیتوپلانکتون‌ها هستند که اساس زنجیره غذایی را تشکیل می‌دهند و به عنوان تولیدکنندگان اولیه نقش مهمی در اکوسیستم‌های آبی ایفا می‌کنند. مجموعه فیتوپلانکتون‌ها و اکوسیستم‌های آبی همیشه تحت تأثیر عوامل محیطی هستند، بنابراین این تغییرات و تهدیدات محیطی باید در هر اکوسیستمی سنجیده شوند. تراکم جلبک‌های پلانکتونی تابعی از شرایط محیطی، وضعیت تروفی و کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی می‌باشد که معمولا با تغییر فصل و شرایط محیطی، فراوانی و غالبیت گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دچار تغییر می‌گردد (Zunino *et al*., 2022). در این میان، تغییر عوامل فیزیکوشیمیایی آب از جمله طول دوره نوری و دما تاثیر بسزایی دارند. یکی دیگر از مزیت‌های استفاده از فیتوپلانکتون‌ها در ارزیابی کیفیت و وضعیت تروفی آب، داشتن طول عمر کوتاه و واکنش سریع نسبت به تغییرات محیطی و افت کیفیت آب است (Islam *et al*., 2021; Chapman *et al*., 2004). زئوپلانکتون‌ها نیز یک حلقه مهم در زنجیره غذایی هستند و به عنوان موجودات هتروتروف نقش مهمی در چرخه مواد آلی در اکوسیستم‌های آبی دارند (Bhat *et al*., 2015). زئوپلانکتون‌ها نه تنها نقش کلیدی در انتقال انرژی از تولیدکنندگان اولیه به سطوح تغذیه‌ای بالاتر دارند، بلکه از طریق فیلتر کردن و چرای جلبک‌ها در کنترل تکثیر ریزجلبک‌ها و اثرات مضر یوتریفیکاسیون آب نقش دارند و مانع ایجاد شکوفایی جلبکی در آب می‌شوند (Wu *et al*., 2023). زئوپلانکتون‌ها در طول چرخه زندگی خود ارتباط نزدیکی با محیط اطراف دارند و هنگامی که اختلالی مانند یوتریفیکاسیون و تغییر شفافیت آب رخ می‌دهد، به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Ismail and Adnan, 2016). از دیگر ویژگی‌های خاص زئوپلانکتون‌ها داشتن چرخه زندگی کوتاه، دامنه توزیع گسترده و توانایی شنای ضعیف را می‌توان نام برد. از این رو، با توجه به ترکیب و فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی، می‌توانند به عنوان یک شاخص زیستی مفید در ارزیابی کیفیت آب و سلامت اکوسیستم مفید باشند (Xiong *et al*., 2022).

در تحقیقات داخلی صورت گرفته وضعیت تروفی خلیج گرگان (Mohammadkhani and Gholampour, 2017) و تالاب چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری (Fathi *et al*., 2015) با استفاده از زئوپلانکتون‌ها بررسی شد. همچنین پراکنش و فراوانی پلانکتون‌ها در دریاچه سد زاینده‌رود استان اصفهان (Dorche *et al*., 2018) و رودخانه سفیدرود استان گیلان (Pourafrasyabi and Ramezanpour, 2014) بررسی شد. در مطالعات دیگر روی سد آب پانر، ترال کشمیر بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی به ترتیب شامل دیاتومه‌ها (باسیلاریوفیاسه)، کلروفیتا و سیانوفیتا و بیشترین جمعیت زئوپلانکتونی مربوط به گروه‌های کلادوسرا، روتیفرا و کوپه‌پودا بود. تنوع و تراکم این نوع پلانکتون‌ها که شاخص دریاچه های الیگوتروف هستند همبستگی مثبتی با pH، دما، محتوای نیترات و کلسیم داشت (Islam *et al*., 2021). در سد ناساراوای نیجریه نیز تراکم کلی این نوع فیتوپلانکتون‌ها در فصل خشک بیشتر از فصل بارانی بود (Yusuf, 2020). بالابودن تراکم دیاتوم‌ها در دریاچه هلان بنین در غرب قاره آفریقا نیز نشان دهنده وجود تلاطم و کیفیت مطلوب آب بود (Houssou *et al*., 2016). در حالی‌که در مطالعه دریاچه آرکیت کشور اتیوپی در

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

آفریقا، وجود گونه‌هایی از فیتوپلانکتون‌های سمی (سیانوباکتری‌ها) باعث شکوفایی جلبکی و درنتیجه ایجاد وضعیت یوتروفی در دریاچه مذکور شد (Enawgaw *et al*., 2023). این نشان می‌دهد که سیانوباکتری‌ها در محیط‌های غنی از مواد مغذی رشد می‌کنند و فراوانی آنها در مکان‌های یوتروفی و با تلاطم کم مانند رودخانه ساس‌گرند آرژانتین بیشتر است (Zunino *et al*., 2022). به طور مشابه جنس‌های Nitzschia، Microcystis و Aphanizomenon نیز در آب‌های آلوده تالاب بوج هند گزارش شده است (Bhat *et al*., 2015).

دریاچه پشت سد کارون ۴ از جمله بزرگترین منابع آب شیرین کشور با حجم آبی برابر با ۲۱۹۰ میلیون متر مکعب است که علاوه بر داشتن جاذبه گردش‌گری، از توان و پتانسیل بالایی برای پرورش برخی گونه‌های باارزش اقتصادی مانند ماهی قزل‌آلا و ماهیان خاویاری برخوردار است. از این رو پایش کیفیت این منابع ارزشمند با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی یکی از وظایف مهم در حیطه محیط زیست می‌باشد. با توجه به اهمیت و مزایای بالقوه این دریاچه و به منظور مدیریت بهتر آن در این مطالعه سعی شد تا دینامیک پلانکتون‌های گیاهی و جانوری این دریاچه که جز شاخص‌های زیستی ارزشمند در تعیین وضعیت تروفی آب به شمار می‌روند، در فصول مختلف سال مورد ارزیابی قرار گیرند. به طور کلی هدف از این مطالعه ارزیابی وضعیت اکولوژیکی دریاچه با استفاده از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و تراکم و تنوع پلانکتون‌های دریاچه بود. همچنین به منظور مدیریت بهتر تالاب، عوامل تاثیرگذار بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سد مخزنی کارون ۴ در جنوب غرب ایران، در بالادست تقاطع رودخانه‌های منج و کارون و در فاصله ۶۷۰ کیلومتری از مصب رودخانه واقع شده‌است. مساحت دریاچه آن ۳۲ کیلومتر مربع و حجم آب این دریاچه ۲.۲ میلیارد متر مکعب می‌باشد. حوضه آبریز رودخانه کارون در محدوده بین عرض شمالی ۲۰–۳۱ تا ۳۲–۴۰ و طول شرقی ۳۳–۴۹ تا ۴۵–۵۱ در منطقه سلسله جبال زاگرس واقع گردیده است. ارتفاع متوسط آن ۲۳۵۴ متر و ارتفاع بلندترین نقطه آن ۴۲۰۰ متر می‌باشد. مساحت حوضه آبریز رودخانه کارون در محدوده مورد مطالعه ۱۲۸۱۳ کیلومتر مربع بوده و رشته‌کوه‌های مرتفع زاگرس شرایط مناسبی را برای بارش در این حوضه آبریز به وجود آورده است. در این مطالعه تعداد چهار ایستگاه انتخاب گردید (Mousavi, 2018). انتخاب ایستگاه‌ها بر مبنای بیشترین ورودی پساب‌های طبیعی به داخل تالاب و همچنین براساس حداکثر تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی روی آب صورت گرفت. بدین منظور ویژگی‌های مورفومتریک و رشد پوشش گیاهی نیز در انتخاب محل‌های نمونه‌برداری در نظر گرفته شد (Kapoor, 2015). برای اندازه‌گیری موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری از GPS قابل حمل استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱. طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	″۲۸′ ۳۸° ۵۰	″۲۱′ ۳٦° ۳۱	**نزدیکی تاج سد**
۲	″۱۸′ ۲۸° ۵۰	″۱۲′ ۳۷° ۳۱	**میان قفس‌های پرورشی**
۳	″٤۸′ ۳۰° ۵۰	″۱۱۹′ ۳۱° ۳۱	**سرشاخه رود ارمند**
٤	"۳۹′ ۲۹° ۵۰	″۳۱′ ٤۰° ۳۳	**سرشاخه رود بازفت**

اندازه‌گیری دمای آب، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، pH و کل جامدات محلول (TDS) با استفاده از مولتی‌پارامتر پرتابل (Hach HQ2200) ساخت کشور آلمان در محل انجام شد (Farooq et al., 2019).

این مطالعه به مدت یک سال در فصول مختلف سال ۱۳۹۷ انجام شد. فاصله زمانی بین نمونه‌برداری‌ها هر ۳ ماه یک‌بار بود که در اواخر هر فصل انجام شد (طی ۴ مرحله). به منظور نمونه‌گیری از فیتوپلانکتون‌ها، از هر ایستگاه نمونه آب با حجم ۱ لیتر و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

با ۳ تکرار (سطح، عمق ۵ متر و عمق ۱۰ متر) توسط بطری نمونه‌برداری نانسن برداشت شد. نمونه‌های زئوپلانکتون نیز از هر ایستگاه با قایق بین ساعت ۸ صبح تا ۱۲ بعدازظهر به وسیله تور پلانکتون‌گیری با چشمه ۵۵ میکرون و دهانه ۳۲ سانتی‌متر با ۵ متر تورکشی عمودی از سطح، عمق ۵ متر و عمق ۱۰ متر جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری از عمق ۱۰ متر شروع و به سطح آب خاتمه می‌یافت. با خروج تور از آب سریعا سطح خارجی تور با استفاده از آب محل شستشو داده‌شد تا کل نمونه‌ها در قسمت انتهایی آن جمع گردد؛ نمونه‌ها پس از جمع‌آوری به ظروف مناسب منتقل گردید. برای تثبیت نمونه‌های فیتو و زئوپلانکتون از محلول ۴٪ فرمالین استفاده شد (Fathi et al., 2015). نمونه‌برداری، نگهداری و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه هیدروبیولوژی دانشگاه شهرکرد طبق روش‌های استاندارد انجام شد. در آزمایشگاه برای تغلیظ کردن نمونه‌ها، از روش ته‌نشین‌سازی با استفاده از استوانه‌های مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتری استفاده شد. بدین منظور پس از همگن‌سازی نمونه‌ها، نمونه‌های فیتوپلانکتونی به مدت ۲ هفته برای ته‌نشین–سازی در حالت سکون قرار داده‌شدند و سپس با سیفون کردن آب رویی، نمونه‌ها به حجم ۳۰ میلی‌لیتر تغلیظ شدند. به منظور تغلیظ کردن نمونه‌های زئوپلانکتونی نیز پس از ته‌نشینی به مدت ۲ هفته، نمونه‌ها بسته به تراکم زئوپلانکتونی تا حجم‌های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌لیتر تغلیظ شدند (Wu et al., 2023).

تخمین میزان تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی به عنوان اندازه‌گیری میزان زی‌توده پایا به وسیله لام سدویک رافتر انجام شد. به منظور شمارش و شناسایی فیتوپلانکتون‌ها هر نمونه با ۳ تکرار انجام شد. برای شمارش تعداد فیتوپلانکتون‌ها ابتدا ۱ میلی‌لیتر نمونه به داخل محفظه لام ریخته شد و سپس از هر لام ۵۰ سل در زیر میکروسکوپ مورد شمارش قرار گرفت. نتایج شمارش با ثبت تعداد موجودات در هر میلی‌لیتر به دست آمد. تعداد کل فیتوپلانکتون‌های موجود در ۱ لیتر نمونه با استفاده از رابطه شماره ۱ محاسبه گردید:

رابطه (۱):

$$x = n \times v3 \div v2 \times v1$$

که در آن x تعداد سلول‌های فیتوپلانکتونی در یک لیتر، n تعداد سلول‌های شمارش شده در یک میلی‌لیتر نمونه مشاهده شده در زیر میکروسکوپ، v3 حجم آب استفاده شده برای محاسبه (۳۰ میلی‌لیتر)، v2 حجم آب تغلیظ شده (۲۵۰ میلی‌لیتر) و v1 مقدار آب فیلترشده در حین نمونه‌برداری بود (Pourafrasyabi and Ramezanpour, 2014).

به منظور شناسایی فیتوپلانکتون‌ها، نمونه‌های تغلیظ شده در زیر میکروسکوپ اینورت و به کمک کلیدهای شناسایی در حد جنس شناسایی شدند (Shams El-Din et al., 2022).

برای تعیین کمیت زئوپلانکتونها نیز از لام شمارش باگاروف استفاده شد. پس از ریختن ۳ میلی‌لیتر از نمونه غلیظ شده در محفظه لام، کل محتویات آن شمارش شد. تراکم در واحد حجم با شمارش تعداد زئوپلانکتون‌ها و ضرب آنها در ضریب حجمی (نسبت به حجم آب بررسی شده) و میزان آب فیلترشده توسط تور نمونه‌گیری طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Sharma and Sharma, 2019). به منظور شناسایی نمونه‌های زئوپلانکتونی نمونه‌های تغلیظ شده پس از همگن‌سازی در حجم‌های ۹ سی‌سی توسط پی‌پت در سطح لام پخش شد و سپس به کمک میکروسکوپ اینورت آزمایشگاهی با بزرگ‌نمایی ۱۰ و ۲۰ و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Sabkara and Bagheri, 2022) مورد بررسی قرار گرفتند. به دلیل تراکم بالای زئوپلانکتون‌ها در دریاچه مورد نظر، از هر نمونه سه تکرار به حجم ۹ سی‌سی (به طور کلی از هر نمونه ۲۷ سی‌سی) مورد شمارش قرار گرفت و زئوپلانکتون‌های موجود در حد جنس شناسایی شدند (Bhat et al., 2015). تعداد کل زئوپلانکتون‌های موجود در ۱ لیتر نمونه با استفاده از رابطه شماره ۲ محاسبه گردید:

رابطه (۲):

$$x = \left[\frac{N}{V1 \times V2}\right] / v$$

که در آن x تعداد سلول‌های زئوپلانکتونی در یک لیتر، N تعداد زئوپلانکتون‌ها در زیرنمونه، V1 حجم زیرنمونه اولیه (استفاده شده)، V2 حجم دقیق نمونه اصلی و v حجم آب فیلترشده است.

شاخص تنوع گونه ای طبق رابطه شانون–وینر (H) و شاخص سیمپسون (D) از طریق رابطه‌های ۳ و ۴ محاسبه شد:

رابطه (۳):

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

$$H = -\Sigma[(ni \div N) \times (\ln ni \div N)]$$
$$D = \Sigma(ni \div N)^2$$

رابطه (۴):

که در آن H شاخص تنوع شانون، D شاخص غالبیت، ni فراوانی نسبی i مین آرایه در جامعه و N تعداد کل افراد است. همچنین شاخص غنای مارگالف (R) از رابطه ۵ محاسبه شد که در آن S تعداد کل آرایه در جامعه و N تعداد کل افراد است (Amin, 2007).

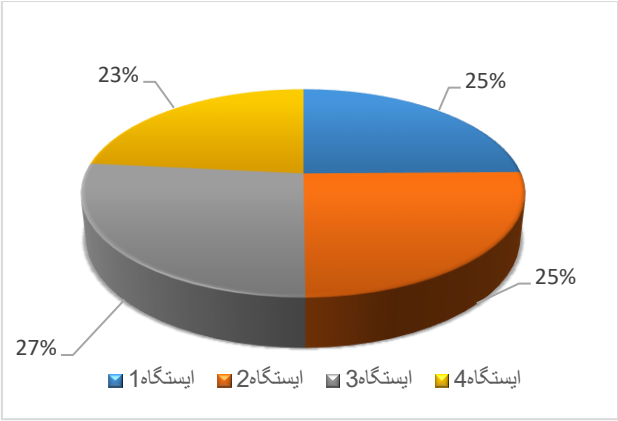
رابطه (۵):

$$R = S - 1 \div Ln\ N$$

به منظور بررسی اختلاف بین ایستگاه‌ها و مراحل مختلف نمونه‌برداری از نرم‌افزار spss نسخه ۲۳ استفاده شد. ابتدا با آزمون گلموگروف – اسمیرنف، نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و یکنواختی واریانس ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (one- way ANOVA)، Multiple و در ادامه برای بررسی مقایسه‌ای میانگین‌ها از آزمون Tukey استفاده شد. همچنین ضریب هم بستگی پیرسون بین پارامتر ها مورد محاسبه و سپس مورد آزمون آماری قرار گرفت. رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام شد. جهت بررسی تنوع گونه‌ای از شاخص‌های سیمپسون و شانون و جهت تعیین غنای گونه‌ای از شاخص‌های مارگالف و غالبیت استفاده شد. بدین منظور بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای، از فرمول‌های مربوطه و با استفاده از نرم افزار past مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

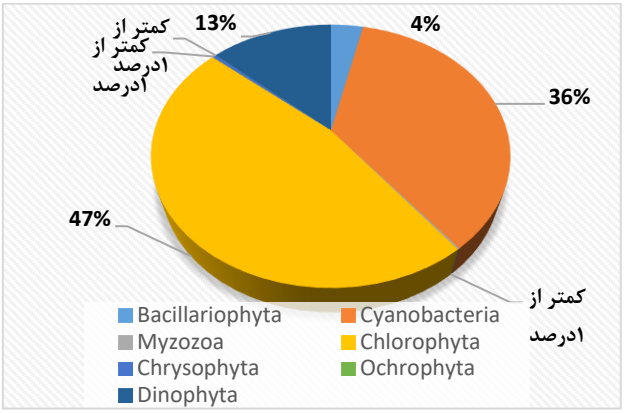
میانگین درصد فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ آمده است. به طور کلی میانگین درصد فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در چهار ایستگاه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده میانگین تراکم فیتوپلانکتونی در طی فصول مختلف سال دارای تفاوت معنی‌دار بود و بیشترین و کمترین تراکم به ترتیب در تابستان (۳۸/۷۵± ۱۰۵/۲۷ سلول در لیتر) و اسفند (۲۱/۹۶± ۶۷/۸۸ سلول در لیتر) مشاهده شد. همچنین از نظر عمقی حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی به ترتیب در سطح و عمق متوسط و حداقل تراکم در عمق ۱۰ متر برآورد شد.



شکل۱. میانگین درصد فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های مورد مطالعه دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری

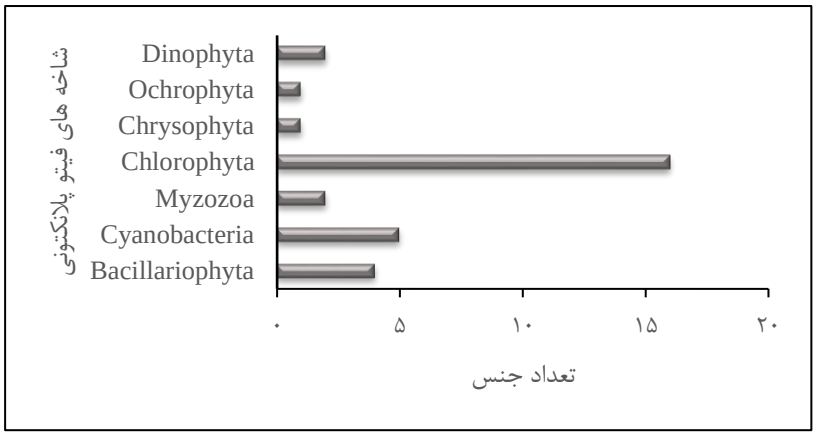
با توجه به فراوانی (تراکم) نسبی گروه‌های فیتوپلانکتونی که در شکل ۲ آمده است، بیشترین تراکم مربوط به کلروفیتا (۴۷ درصد)، سیانوباکترها (۳۶ درصد)، داینوفلاژله‌ها (۱۳ درصد) و کمترین تراکم مربوط به دیاتومه‌ها (۴درصد)، کریسوفیتا یا جلبک‌های قهوه‌ای–طلایی (۱ درصد) و شاخه‌های Ochrophyta و Myzozoa با تراکم کمتر از ۱ درصد بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]



شکل ۲. میانگین درصد فراوانی شاخه‌های مختلف جوامع فیتوپلانکتونی دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری

در مجموع طی بررسی‌های فیتوپلانکتونی، ۳۰ جنس متعلق به ۷ گروه شناسایی شد. گروه کلروفیتا با داشتن ۱۵ جنس بیشترین تعداد و غنای تاکسونومی را دارا بود و پس از آن سیانوباکتری‌ها با داشتن ۵ جنس، دیاتومه‌ها با ۴ جنس، Myzozoa و Dinophyta با داشتن ۲ جنس و کریسوفیتا و Ochrophyta با داشتن تنها ۱ جنس شناسایی شدند (شکل ۳).



شکل ۳. تعداد جنس‌های شناسایی شده در هر یک از شاخه‌های فیتوپلانکتونی دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری

تمامی جنس‌های فیتوپلانکتونی در مراحل مختلف نمونه‌برداری در دریاچه کارون ۴ در جدول ۲ آمده است. طبق نتایج بیشترین جنس‌های مشاهده شده مربوط به سیانوباکترها مربوط به شهریورماه تا اواخر فصل پاییز بود و مهم‌ترین جنس شناسایی شده از آنها، Microcoleus بود که در تمام مراحل نمونه‌برداری و در تمام ایستگاه‌ها مشاهده شد در حالی که تراکم جنس Chroococcales با شروع تابستان افزایش یافت و جنس Homoeothrix تنها در شهریور ماه و به تعداد ۰/۱۷ سلول در لیتر در ایستگاه ۳ مشاهده شد. در فصل زمستان، تعداد بسیار محدودی از شاخه کریسوفیتا (جلبک‌های قهوه‌ای طلایی) مشاهده گردید. در فصل بهار تعداد دیاتومه‌ها و هم چنین تعداد پلانکتون‌های مربوط به شاخه کریسوفیتا افزایش یافت. بیشترین تراکم دیاتومه‌ها مربوط به فصول گرم و غالب آن در شهریورماه بود (جدول ۲). در این فصل تعدادی از جنس‌های مربوط به شاخه Myzozoa نیز شناسایی شد. طبق نتایج در فصل تابستان تعداد داینوفلاژله‌ها، کلروفیتا و سیانوباکترها به طور کلی افزایش یافت. در شکل ۴ تصاویری از جنس‌های فیتوپلانکتونی شاخص شناسایی شده در در مراحل مختلف نمونه‌برداری در دریاچه کارون ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲. فهرست حضور و عدم حضور جنس‌های فیتوپلانکتونی دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

فیتوپلانکتون	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
Bacillariophyta				
Cocconeis	+	+	+	+
Ellerbekia	+	-	–	+
Surirella	+	-	+	+
Coscinodiscus	+	-	–	+
Cyanophyta				
Microcoleus	+	+	+	+
Chroococaus	+	+	+	+
Aphanothecace	+	+	+	+
Cyanothece	+	+	–	+
Homoeothrix	+	+	–	+
Myzozoa				
Dinophysis	+	-	–	+
Prorocentrum	+	+	+	+
Chlorophyta				
Closterium	+	-	–	+
Cosmarium	+	+	+	+
Ankistrodesmus	+	-	–	+
Tetraedron	+	+	+	+
Golenkinia	+	-	–	+
Pamellaceae	-	-	–	–
Pediastrum	+	+	+	+
Heamatococcus	+	-	+	+
Chodotella	+	+	–	+
Oocystis	+	+	+	+
Desmodesmus	+	-	+	+
Euastrum	+	+	–	–
Eudorina	+	+	+	+
Closteriopsis	+	-	–	+
Schizochlamys	+	+	+	+
Chrysophyta				
Dinobryon	+	+	+	+
Ochrophyta				
Naviculaceae	-	+	–	–
Dinophyta				
Peridinium	+	+	+	+
Ceratium	+	+	+	+

شکل ٤. برخی از جنس‌های فیتوپلانکتونی شاخص شناسایی شده در دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

Closterium

Microcoleus

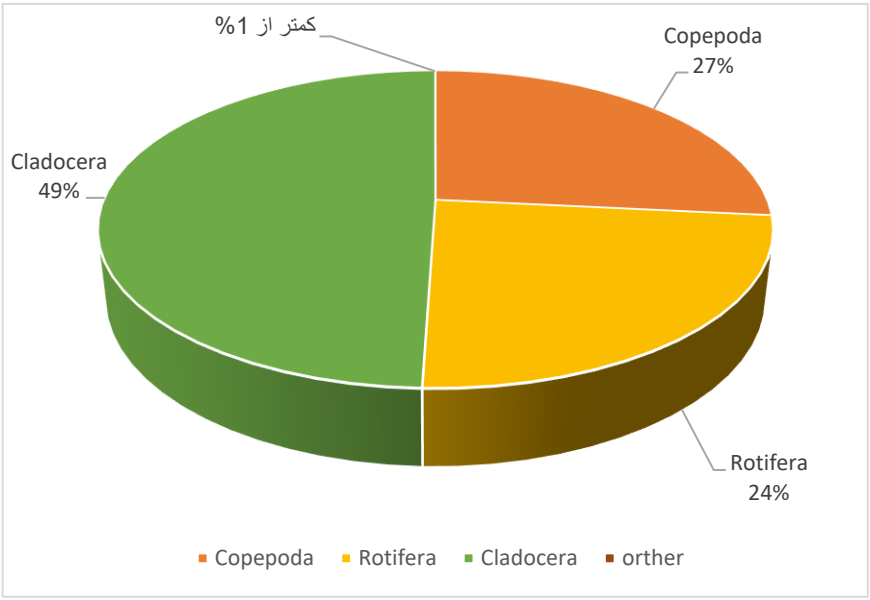
Homoeothrix

Chroococcales

Myzozoa

میانگین درصد فراوانی جوامع زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۵ آمده است. به طور کلی بیشترین میانگین جمعیت کل زئوپلانکتونی مشاهده شده در دریاچه در فصل بهار بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود زئوپلانکتون‌های مشاهده شده در کل دوره نمونه‌برداری شامل کلادوسرها، روتیفرها و کوپه‌پودا بود که درصد فراوانی متفاوتی در طی فصول مختلف سال نشان دادند. درصد فراوانی زئوپلانکتون‌ها در کل دوره نمونه‌برداری غالبا مربوط به زیرراسته کلادوسرا بود که حدود نیمی از جمعیت کل را تشکیل داد (۴۹ درصد). کوپه‌پودا نیز حدود ۲۷ درصد از کل جمعیت را تشکیل می‌داد (شکل ۵). در این مطالعه تعداد جنس‌های زئوپلانکتونی در بین ایستگاه‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشت ($p> ۰/۰۵$).

شکل ۵. درصد فراوانی شاخه‌های مختلف جوامع زئوپلانکتونی دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری



طبق نتایج مربوط به طبقه‌بندی زئوپلانکتونی نیز در مجموع ۵۸ جنس شناسایی گردید که ۱۸ جنس مربوط به کوپه‌پودا، ۱۹ جنس از شاخه روتیفرا و ۲۰ جنس متعلق به راسته کلادوسرا بود (جدول ۳). جنس‌های غالب شناسایی شده بیشتر شامل Bosmina، Eubosmina، Bosminopsis، Daphnia، Diaphanosoma، Cerodaphnia و Moina بود که این جنس‌ها تقریبا در تمامی طول سال و همه ایستگاه‌ها مشاهده گردید.

جدول ۳. میانگین تعداد جنس‌های زئوپلانکتونی مشاهده شده در دریاچه کارون ٤ در مراحل مختلف نمونه‌برداری (تعداد در مترمکعب).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

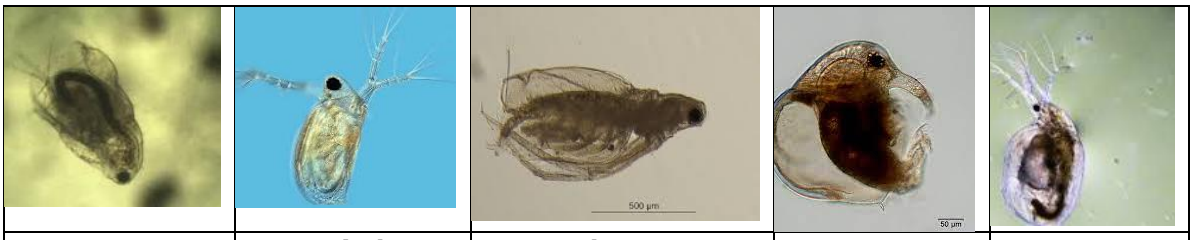
طبقه	جنس	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
	Diacyclops sp.	۸۵/۲۲۴۳	۰۸/۴۵۴۹	۸۵/۴۹۷	۲۳/۱۸۸۴
	Microcyclops sp.	۶۸/۱۸۲	۰	۴۲/۳۷	۵۹/۳۴۴
	Tropocyclops sp	۶۸/۲۱۵	۰	۷۷/۵	۴/۲۲۶
	Mesocyclops sp.	۶۶/۲۷۲	۲۱/۲۹	۵۸/۱۱۷	۵۰/۲۵۲
	Eucyclops sp.	۶۰/۵۲	۷۷/۲۵۱	۹/۵۲	۴۳/۸۵
	Macrocyclops sp.	۶۹/۴۶	۱۶/۳۹۶	۸۳/۳۴	۲۳/۶۲
	Acanthocyclops sp.	۵۱/۴۴	۰	۹۱/۰	۲۹/۵۵
	Cyclops sp.	۵۱/۷	۱۶/۲۳	۴۵/۳۶	۳۴/۴
Copepoda	Epischura sp.	۴۵/۱۷۰	۵۹/۱۵۲	۳۷/۲۲	۴۱/۱۱۱
	Liptodiaptomus sp.	۶۵/۱	۸۸/۱۷۷	۲۹/۳	۷۸/۰
	Heterocope sp.	۹۸/۳	۰	۱۳/۱۰	۹۹/۱
	Skistodiaptomus sp.	۴۸/۱	۰	۰	۰
	Limnocalanus sp.	۷۸/۰	۰۱/۱۶	۱۴/۲۱	۳۲/۷
	Aglaodiaptomus sp.	۰	۲۷/۱	۰	۶۶/۰
	Eurytemora sp.	۰	۰	۸۳/۱	۰
	Osphranticum sp.	۰	۰	۰	۰
	Ectocyclops sp.	۰	۰	۰	۰
	Orthocyclops sp.	۰	۰	۰	۰
	Asplanchna sp.	۴۶/۲۹۵۹	۷۲/۲۳۲۱	۲۱/۵۹۶	۵۵/۱۴۶۱
	Ascomorpha sp.	۳۷/۸۲۴	۳۵/۴۸۸	۰	۱۸/۴۱۲
	Keratella sp.	۸۱/۱۹۰	۰	۰	۴/۹۵
	Notholca sp.	۲۶/۵۶۹	۰	۰	۶۳/۲۸۴
	Polyarthra sp.	۷۱/۳۰۱۰	۳۵/۴	۰	۳۴/۱۵۱
	Synchaeta sp.	۸۸/۳۴۷	۹۶/۱۳۵۷	۶۳/۱	۴۵/۱۷۲
	Pompholyx sp.	۹۷/۲۵	۰	۰	۹۹/۱۲
	Anuraeopsis sp.	۱۴/۱۲۲	۰	۰	۶۰/۶۰
Rotifera	Filinia sp.	۴۹/۰	۰	۰	۰
	Collotheca sp.	۰۵/۸	۰	۰	۰۱/۲
	Trichocerca sp.	۴۵/۳۹	۰	۰	۷۲/۱۹
	Lecane sp.	۳۹/۵۹	۵۳/۱	۰	۶۸/۲۹
	Gastropus sp.	۸۵/۳	۲۷/۱	۰	۴۸/۴
	Monostyla sp.	۴۶/۱۴	۷۹/۱۵	۰	۲۸/۷
	Brachionus sp.	۶۸/۴۵	۰	۰	۲۸/۱۰۷
	Ploesoma sp.	۱۲/۲	۰	۰	۰
	Euchlanis sp.	۸۲/۲	۰	۰	۰
	Lepadella sp.	۳۱/۱	۰	۰	۶۵/۰
	Kellicottia sp.	۰۹/۲	۰	۰	
	Bosmina sp.	۱۸/۱۳۵	۲۷/۴۶۳	۶۲/۲۶۲۳	۶۰/۷۳
	Eubosmina sp.	۹۲/۴۳	۴۲/۷۹۱	۰۴/۶۶۱	۵۱/۲۲
	Bosminopsis sp.	۱۵/۴۱	۷۷/۲۹۶	۶۷/۳۸۶	۹۶/۲۰
	Simocephalus sp.	۵۳/۰	۰	۰	۰
	Daphnia sp.	۹۹/۸	۷۷/۱۲۸۳	۸۷/۵۰۳۲	۴۱/۳۶۵
	Diaphanosoma sp.	۷۴/۶۰	۹۲/۶۷۵	۱۵/۱۰۶۳	۳۰/۸۷۴
	Cerodaphnia sp.	۶۲/۶	۱۱/۱۰۶۸	۹۷/۸۸۱	۲۶/۲۰
	Latona sp.	۷۴/۰	۷۲/۲۰	۵۶/۶۳	۳۷/۰
Cladocera	Alonella sp.	۷۴/۰	۰	۴۴/۰	۳۷/۰
	Alona sp.	۰	۰	۹۲/۱	۰
	Moina sp.	۰۴/۸	۳۱/۲۴۳۳	۸۱/۲۷۹۶	۰۲/۱۹۸
	Acroperus sp.	۹۶/۱	۰	۰	۰
	Pleuroxus sp.	۰	۵۳/۱۷	۰	۰
	Holopedium sp.	۰	۵۲/۲۴	۱۹/۳	۰

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

	Lathonura sp.	۰	۶۳/۰	۰	۰
	Cercopagis sp.	۰	۷۲/۱	۰۶/۲	۰
	Rhynchotalona sp.	۰	۰	۵۹/۱	۰
	Macrothrix sp.	۰	۰	۰۴/۳	۰
	Leptodora sp.	۰	۰	۰	۱۴/۲۷
	Bythotrephes sp.	۰	۰	۰	۲
Other	Chaoborus	۰	۰	۰	۱۹/۱
	تعداد کل جنس مشاهده شده	۴۳	۲۸	۲۹	۴۲

در شکل ۶ تصاویری از جنس‌های زئوپلانکتونی شاخص شناسایی شده در در مراحل مختلف نمونه‌برداری در دریاچه کارون ۴ نشان داده شده است.

شکل ٦. برخی از جنس‌های زئوپلانکتونی شاخص شناسایی شده در دریاچه کارون ٤ در طول مراحل نمونه‌برداری.



Moina	Cerodaphnia	Diaphanosoma	Bosminopsis	Bosmina

تغییرات شاخص‌های تنوع و تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در طی مراحل مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین تعداد جنس مشاهده شده (۲۶ جنس) مربوط به شهریورماه و در ایستگاه شماره ۲ با تعداد ۲۶ جنس بود. شاخص سیمپسون برای فیتوپلانکتون‌ها اختلاف معناداری را در بین مراحل مختلف نمونه‌برداری نشان داد ($p< ۰/۰۵$) به طوری که کمترین تنوع در تیرماه (به میزان ۰/۲۵۷) و بیشترین تنوع مربوط به شهریورماه (به میزان ۰/۷۸۵) بود. بیشترین میزان شاخص تنوع سیمپسون (۰/۸۱۰۶) در ایستگاه شماره ۲ بود. در رابطه با شاخص شانون- وینر بیشترین میزان (۱/۹۱۴) در فصل زمستان و در ایستگاه شماره ۳ مشاهده شد. هم‌چنین بالاترین میزان شاخص مارگالف (۴/۸۳۷) مربوط به شهریور ماه و در ایستگاه شماره ۲ بود.

شاخص‌های تنوع زئوپلانکتونی و تعداد جنس‌های مشاهده شده در مراحل مختلف نمونه‌برداری و ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز نشان داده که بیشترین تعداد جنس با تعداد ۳۴ تاکسون مربوط به شهریورماه و در ایستگاه شماره ۱ (نزدیک تاج سد) می‌باشد. شاخص سیمپسون در رابطه به بررسی تغییرات زئوپلانکتون‌ها، به طور کلی اختلاف معناداری را نشان نداد ($p> ۰/۰۵$) و میزان این شاخص برای کل دوره نمونه‌برداری برابر با ۰/۸۲۷۴ ±۰/۰۴۸۷ بدست آمد. بالاترین شاخص تنوع سیمپسون (۰/۸۹۶۹) مربوط به فصل بهار و ایستگاه شماره ۲ بود. هم‌چنین در رابطه با شاخص شانون- وینر بیشترین مقدار در شهریور ماه (۲/۵۰۵) و در فصل پاییز (۲/۵۰۹) و مربوط به ایستگاه ۲ مشاهده شد. شاخص مارگالف نشان داد که این شاخص در شهریور ماه بیشترین میزان (۳/۹۹۸) را داشته که مربوط به ایستگاه ۱ بود.

بحث

بر اساس نتایج این تحقیق، تراکم جمعیت فیتوپلانکتونی در سطح دریاچه به دلیل میزان دریافت نور شدیدتر، بیشتر از اعماق پایین‌تر بود. همچنین در مراحل مختلف نمونه‌برداری، از نظر تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی مشاهده‌شده در دریاچه، بین فصول گرم و سرد اختلاف معناداری وجود داشت ($p< ۰/۰۵$). فراوانی بیشتر فیتوپلانکتون‌ها در طول فصل بارانی می‌تواند به دلیل وجود مواد مغذی بیشتر و بالا بودن سطح آب دریاچه در آن زمان باشد. تعداد بیشتر فیتوپلانکتون‌ها در طول فصل بارانی نشان داد که

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

مخزن در طول فصل بارندگی بهره‌وری بیشتری دارد، زیرا فیتوپلانکتون‌ها به عنوان تولیدکنندگان اصلی در آب شیرین، ارتباط چرخه غذایی را در اکوسیستم آبی برقرار می‌کنند. از طرفی فیتوپلانکتون‌ها رابطه مثبتی با اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، نیتروژن و فسفات دارند (Mukherjee, 2020). در شهریورماه احتمالا وجود شرایط محیطی مناسب‌تر از جمله افزایش احتمالی مواد مغذی نیترات و فسفات (Amin, 2007; Dorche et al., 2018)، نور و دما باعث کاهش گونه‌های حساس و افزایش تعداد گونه‌های مقاوم فیتوپلانکتون‌ها شده است (Shams El-Din et al., 2022) و سپس با کاهش دما و میزان نفوذ نور، از تعداد جنس‌های فیتوپلانکتونی موجود در دریاچه کاسته شده است. لذا در این مورد پیشنهاد می‌گردد که جهت کاهش تراکم فیتوپلانکتونی و شکوفایی جلبکی در این دریاچه، از ورود پساب‌های غنی از موادمغذی به خصوص در فصول گرم سال اجتناب گردد و از به هم زدن رسوبات بستر در این دریاچه جدا خودداری شود. در این مطالعه گروه‌های غالب فیتوپلانکتونی در فصول گرم سال به ترتیب شامل کلروفیتا، سیانوباکترها (Cyanophyta) و دینوفلاژله‌ها بود که مشابه نتایج به دست آمده روی سد آجیوا در نیجریه بود و علت آن افزایش میزان اکسیژن محلول در آب به دلیل بالا بودن میزان فعالیت‌های فتوسنتز ذکر شد (Suleiman et al., 2021; Ibrahim and Thliza, 2023). احتمالا افزایش دما تا حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شدت نور بالا بر میزان توسعه کلروفیتا نقش داشته است. با توجه به تراکم بالای جنس‌های مربوط به شاخه کلروفیتا در تمامی طول دوره نمونه‌برداری می‌توان اذعان داشت که وضعیت این دریاچه از لحاظ تروفیک در محدوده الیگوتروفی قرار دارد. از سوی دیگر سیانوباکتری‌ها به پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، از جمله فسفر و نیتروژن وابسته هستند (Goher et al., 2021) و در محیط های غنی از مواد مغذی رشد می‌کنند (Zunino et al., 2022). به دلیل تحمل اکولوژیکی بالای سیانوباکترها (Rikkinen, 2013)، دمای بالا و نور شدید خورشید، باعث رشد و شکوفایی عمده آنها می‌شود (Yusuf, 2020) و در تابستان، درون دریاچه‌های غنی از مواد غذایی به میزان انبوه قابل مشاهده می‌شوند (Zhang et al., 2022). بنابراین تنوع شاخه سیانوباکترها در این دریاچه می‌تواند به دلیل دمای مطلوب آب در این منطقه برای رشد این نوع جلبک‌ها باشد. اگرچه تراکم نسبتا بالای سیانوباکترها به شکل کلنی در محیط‌های آبی نشان‌دهنده وضعیت یوتروفی (پرغذایی) دریاچه می‌باشد، اما غالبیت آنها به شکل تک‌سلولی که در این مطالعه مشاهده شدند، مولد بلوم‌های متراکم تابستانه بوده و مشخصه آب‌های الیگوتروف و مزوتروف به حساب می‌آیند (Sheath and Wehr, 2015). چنین تغییرات فصلی در ساختار جمعیت پلانکتونی در دریاچه سد زاینده‌رود اصفهان (Ebrahimi Dorche et al., 2018) گزارش شده است. احتمالا ماهی‌دار کردن این دریاچه با ماهیان ریزه‌خوار و گیاه‌خوار مانند کپورماهیان نقش مهمی در کاهش تراکم آنها خواهد داشت. بیشترین تراکم دیاتومه‌ها در این مطالعه نیز مربوط به فصول گرم و غالب آن در شهریورماه بود. درجه‌حرارت ۲۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد، نور و و نوترینت‌ها می‌تواند عامل ازدیاد جمعیت دیاتومه‌ها باشد. حضور دیاتومه‌ها در دریاچه‌های آب شیرین شاخص دریاچه‌های الیگوتروف بوده و بیانگر کیفیت مطلوب آب و سلامت زیستی اکوسیستم می‌باشد (Reynolds, 2003). زیرا دیاتوم‌ها به تغییرات محیطی حساس هستند، از این رو به عنوان شاخص‌های زیستی برای تعیین شرایط محیطی در نظر گرفته می‌شوند (Dorche et al., 2018). به هر حال کدورت زیاد آب دریاچه رشد جلبک‌های بنتیک مانند دیاتوم‌ها را محدود می‌کند حتی اگر آب دارای مواد مغذی بالایی باشد (Houssou et al., 2016). تنها جنس شناسایی شده از رده کریسوفیتا (جلبک‌های قهوه‌ای طلایی)، Dinobryon بود که بیشترین تراکم را به صورت کلنی و منفرد در فصل پاییز و بهار داشت. وجود این جنس نیز فرض یوتروفی بودن دریاچه را رد می‌کند زیرا گونه‌های مربوط به این جنس تنها در مناطق دارای شرایط مناسب یعنی در دریاچه‌های جوان و در مناطقی که میزان غلظت نوترینت‌ها کم بوده و کمتر تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته‌اند، قادر به رشد خواهند بود (Winder et al., 2008). از سویی دیگر جنس‌های مربوط به Cocconeisce نیز در آب‌های فقیر از نظر مواد مغذی رشد می‌کنند که این امر مشخص کننده شرایط الیگوتوفی دریاچه مورد مطالعه است. کم بودن گونه‌های متعلق به جنس Microcystis، Nitzchia از دیاتوم‌ها (Reynolds, 2003; Bhat et al., 2015) و همچنین تراکم بسیار کم جنس‌های Peridinium و Ceratium از دینوفلاژله‌ها (Rosenström and Lepistö, 1996) که شاخص آب‌های یوتروف و آلوده هستند، نشان‌دهنده وضعیت الیگوتروفی و عدم یوتروفی بودن دریاچه است. در مطالعه حاضر، همچنین تراکم پایین جنس‌هایی مانند کلامیدوموناس و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

سندسموس که شاخص آبهای یوتروفیک هستند را می‌توان به عنوان شاهدی بر تولید کم در این دریاچه در نظر گرفت (Dorche et al., 2018).

در این مطالعه بیشترین درصد فراوانی زئوپلانکتون‌ها مربوط به کلادوسراها (۴۰ درصد فراوانی)، کوپه‌پودا (۳۷ درصد) و روتیفرا (۲۳ درصد) بود که به ترتیب در فصول بهار، پاییز و تابستان مشاهده شد. همچنین جنس‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده شامل کلادوسرا (۲۰ جنس)، روتیفرا (۱۹ جنس)، کوپه‌پودا (۱۸ جنس) و از شاخه‌ی Arthropoda (۱ جنس) بود که مشابه نتایج به دست آمده روی آب سد بنگال غربی در هند (Mukherjee, 2020)، آب برکه جامو در هند (Sharma and Sharma, 2019) و سد آجیوا در نیجریه بود و علت آن کاهش روند تجزیه فیتوپلانکتون‌ها به علت یالا بودن میزان اکسیژن و درنتیجه فراوانی تغذیه زئوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها ذکر شد (Ibrahim and Thliza, 2023). کمترین میانگین تراکم زئوپلانکتونی در فصول سردتر مانند زمستان مشاهده شد و دلیل این امر می‌تواند به دلیل تاخیر رشد زئوپلانکتون‌ها به علت تغییر کیفیت آب (Chapman et al., 2004) و کاهش اشکال معدنی نیتروژن و فسفر در آب باشد (Adhikari et al., 2017). به طور کلی وجود کلادوسرها (جنس Daphnia) و کوپه‌پودا (جنس Cyclops) در منابع آبی، شاخص آب‌های آلوده هستند و از آنجا که کوپه‌پودا غالبا در ماه‌های گرم ظاهر می‌شدند حضور متراکم آن‌ها در دریاچه می‌تواند دلیلی بر بالابودن وضعیت تروفی و حاصلخیز بودن این منبع آبی در فصول گرم سال باشد و در فصل زمستان، به علت بار آلودگی کمتر و هم چنین کاهش دما تراکم آنها کاهش می‌یابد که با مطالعات دیگر نیز همخوانی دارد (GÜHER, 2019). بیشتر جنس‌های مربوط به شاخه کوپه‌پودا از خانواده سیکلوپیده بودند که تقریبا در تمامی طول سال و با تراکم بالا مشاهده شدند. حضور و تعداد بیشتر کوپه‌پودا در فصول سال حاکی از حاصلخیز بودن محیط آبی می باشد (Revankar et al., 2021). تنوع روتیفرها به در دسترس بودن مواد مغذی، دما و اکسیژن کافی بستگی دارد. جمعیت فیتوپلانکتون‌ها که غذای اصلی روتیفرا را تشکیل می‌دهند، با دمای بالاتر آب در تابستان افزایش می‌یابند که بر تنوع گونه‌ای در تالاب تأثیر می‌گذارد (Bhat et al., 2015). گونه روتیفر شاخص وضعیت الیگوتروفی و کیفیت خوب آب است (Muñoz-Colmenares et al., 2021). در این مطالعه از طبقه روتیفرا ۱۹ جنس شناسایی شد که بیشترین تراکم مربوط به جنس‌های Asplanchna، Ascomorpha و synchaeta بود. جنس‌های Keratella، Filinia و Brachionus که شاخص آب های پرتولید و آلوده می‌باشند (Ismail and Adnan, 2016) با تراکم کم در دریاچه مشاهده شد. اکسیژن، دما، شوری، pH، قلیائیت، سختی و هدایت الکتریکی بالا (۱۳۰ میلی‌متر بر متر)، غلظت نیترات و فسفات در آب دریاچه از جمله عوامل محدودکننده توسعه زئوپلانکتون‌ها هستند (Bhat et al., 2015، Parmar et al., 2016). بنابراین تراکم کمتر زئوپلانکتون‌ها در پاییز و زمستان می‌تواند ناشی از کاهش شدید دمای آب نیز باشد. علاوه بر این تراکم زئوپلانکتون‌ها تا حد زیادی به ترکیب و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف بستگی دارد (Dorche et al., 2018; Wu et al., 2023). احتمالا افزایش دتریوس و غلظت نوترینت‌ها در فصول گرم منبع مهمی برای رشد کوپه‌پودا، روتیفرها و کلادوسرها بوده است. فراوانی زئوپلانکتون‌ها علاوه بر سطوح بالای مواد مغذی معدنی محیط، احتمالا با کدورت دریاچه نیز مرتبط است زیرا آنها را از شکار شدن توسط ماهیان و سایر زئوپلانکتون‌های بزرگتر محافظت می‌کند. لذا جهت کاهش تراکم زئوپلانکتون‌های این دریاچه استفاده از ماهیان زئوپلانکتون‌خوار مانند ماهی سرگنده یا تیلاپیا تاثیر زیادی خواهد داشت. در یک تحقیق مشابه روی آب دریاچه آرکیت (Enawgaw et al., 2023) و سد پانر، ترال کشمیر نیز تراکم جامعه زئوپلانکتونی مشابه جنس‌های شاخص در این دریاچه بود و برهمکنش های زیستی و میزان بار غذایی سد از علل تفاوت در تناوب و تراکم جمعیت گونه‌های مختلف زئوپلانکتونی ذکر شد (Islam et al., 2021). نتایجی مشابه با این مطالعه، در رودخانه سفیدرود در جنوب دریاچه خزر (Pourafrasyabi and Ramezanpour, 2014) و درمصب رودخانه حله در خلیج فارس (Farhadian et al., 2014) گزارش شده است.

کاهش کیفیت آب بر ساختار اکوسیستم تأثیر می‌گذارد و به نوبه خود تنوع فیتوپلانکتون‌ها را کاهش می‌دهد. معمولاً یک دریاچه آلوده در مقایسه با دریاچه طبیعی از شاخص تنوع پایینی برخوردار است (Soeprobowati et al., 2021). در این مطالعه بیشترین تنوع زیستی در فصول تابستان و پائیز دیده شد که می‌تواند ناشی از شکوفایی فیتوپلانکتونها باشد (Ridwan et al., 2022). ما از شاخص غالبیت و شاخص شانون برای محاسبه تنوع خاص استفاده کردیم (Zunino et al., 2022). شاخص سیمپسون برای

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

فیتوپلانکتون‌ها اختلاف معناداری را در بین مراحل مختلف نمونه‌برداری نشان داد (p< ۰/۰۵) به طوری که کمترین تنوع در تیر ماه و بیشترین تنوع مربوط به شهریور ماه بود. شاخص غنای گونه‌ای برای زئوپلانکتون‌ها برابر با ۰/۸۰۰± ۲/۳۵۱ و بالاترین تنوع مربوط به شهریورماه بود. شاخص سیمپسون در رابطه به بررسی تغییرات زئوپلانکتون‌ها، به طور کلی اختلاف معناداری را نشان نداد (p> ۰/۰۵). شاخص شانون- وینر نشان‌دهنده تنوع جامعه پلانکتونی می‌باشد و هرچه شاخص تنوع بالاتر باشد نشان‌دهنده آب با آلودگی کمتر است. به عبارت دیگر اگر مقدار شاخص شانون وینر کمتر از ۱ باشد، بدنه آبی آلوده است. اگر بین ۳-۱ باشد نسبتاً آلوده و اگر بیش از ۳ باشد آب تمیز است (Getso et al., 2021). طبق نتایج روند تغییرات شاخص شانون- وینر در مراحل مختلف نمونه‌برداری برای فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها دارای اختلاف معنادار بود (p< ۰/۰۵) که به ترتیب برابر با ۰/۲۰۵± ۱/۶۴۵ و ۰/۲۷۵±۲/۱۳۱ بود. بالاترین مقدار شاخص شانون- وینر برای جمعیت‌های زئوپلانکتونی مربوط به شهریور ماه و کمترین میزان مربوط به تیرماه بود. از آنجا که در آب‌های الیگوتروف معمولا در تابستان شاخص شانون- وینر کم می‌باشد می‌توان گفت که آب دریاچه کارون ۴ در رده آب‌های دارای آلودگی قرار دارد (Bellinger and Sigee, 2010). در مطالعه سد کوله‌خانی نیز مقادیر شاخص تنوع شانون-وینر اندازه‌گیری شده برای زئوپلانکتون‌ها (۲/۰۹ - ۱/۰۳) و برای فیتوپلانکتون‌ها (۲/۰۱ — ۱/۴۰) بود و نشان داد که آب مخزن کوله‌خانی به‌عنوان توده آبی نسبتاً آلوده است (Adhikari et al., 2017). اختلاف معنی‌دار شاخص های تنوع شانون -وینر و سیمپسون بین فصل تابستان با سایر فصول سال نشان دهنده بهبود شرایط زیستی و فراهم شدن امکان حضور گونه‌های متنوع تری از زئوپلانکتون ها به دلیل توسعه فیتوپلانکتون‌ها در این فصل است. شاخص مارگالف در طی مدت زمان نمونه‌برداری برای فیتو و زئوپلانکتون‌ها دارای تفاوت معنادار بود (p< ۰/۰۵) که برای فیتوپلانکتون‌ها برابر با ۰/۶۸۶ ± ۳/۵۸ بود و بالاترین میزان شاخص برای شهریور ماه و فصل پاییز و کمترین میزان شاخص مربوط به مردادماه بود. به طور کلی عدم وجود تفاوت در شاخص‌های تنوع در ایستگاه‌های مختلف را می‌توان به یک‌پارچه بودن محیط دریاچه و شرایط کم و بیش یکسان حاکم بر تمام ایستگاه ها نسبت داد. به طور کلی، جلوگیری از چرخش آب در این دریاچه می‌تواند از طریق کاهش تجمع مواد زائد یا مواد آلی، بر وضعیت تروفی و درنتیجه تراکم و تنوع پلانکتونی این منبع آبی مفید باشد.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی ساختار جمعیت پلانکتون‌ها می‌تواند یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی کیفی آب باشد. اکثر گونه‌های پلانکتونی ثبت شده در این مطالعه به عنوان گونه‌های شاخص آلودگی ثبت شده اند و می‌توانند اطلاعات دقیقی را در مورد وضعیت کلی اکولوژیکی دریاچه ارائه می‌دهند. طبق نتایج تراکم و تنوع پلانکتون‌ها در سد مورد مطالعه، تحت تأثیر تغییرات فصلی از جمله دما و نور و همچنین نوسانات پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که شاخص‌های کیفیتی دریاچه کارون ۴ کمی بالاتر از شرایط الیگوتروفی قرار داشته و بنابراین می‌توان این دریاچه را در رده منابع آبی با کیفیت الیگو- مزوتروفی قرار داد. با این وجود توصیه می‌شود که تخلیه کنترل نشده مواد شیمیایی کشاورزی در اطراف سد از طریق آبیاری و سایر فعالیت های انسانی کنترل شود تا از آلودگی بیشتر آن جلوگیری شود و این نیاز به تدوین و اجرای یک برنامه مدیریت پایدار برای حفظ اکوسیستم سدها دارد.

:References

Adhikari, P.L., Shrestha, S., Bam, W., Xie, L. and Perschbacher, P., 2017. Evaluation of spatial-temporal variations of water quality and plankton assemblages and its relationship to water use in Kulekhani Multipurpose Reservoir, Nepal. *Journal of Environmental Protection*, 8(11): p.1270. doi.org/10.4236/jep.2017.811079

Amin, A.S., 2007. Using of phytoplankton and physicochemical parameters as indicator of pollution in El-Timsah Lake, Ismailia, Egypt. *Arts and Humanities*, 17(3). doi.org/10.4314/nejmi.v17i1.40333

Bellinger, E.G. and Sigee, D.C., 2010. A key to the more frequently occurring freshwater algae. Freshwater algae, pp.137-244. doi.org/10.1002/9781118917152.ch4

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

Bhat, N.A., Rainaand, R. and Wanganeo, A., 2015. Ecological investigation of zooplankton abundance in the Bhoj wetland, Bhopal of central India: Impact of environmental variables. *International journal of Fisheries and Aquaculture*, 7(6), pp.81-93. doi.org/10.5897/IJFA14.0431

Chapman, D. C., Ehrhardt, E. A., Fairchild, J. F., Jacobson, R. B., Poulton, B. C., Sappington, L. C., . . . Mabee, W. R. 2004. Ecological Dynamics of Wetlands at Lisbon Bottom, Big Muddy National Fish and Wildlife Refuge, Missouri. *US Geological Survey, Open File Report*, 1036. doi.org/10.3133/ofr20041036

Dorche, E.E., Shahraki, M.Z., Farhadian, O. and Keivany, Y., 2018. Seasonal variations of plankton structure as bioindicators in Zayandehrud Dam Lake, Iran. *Limnological Review*, *18*(4): 157-165. doi.org/10.2478/limre-2018-0017.

Ebrahimi Dorche, E., Zare Shahraki, M., Farhadian, O. and Keivany, Y. 2018. Seasonal variations of plankton structure as bioindicators in Zayandehrud Dam Lake, Iran. *Limnol. Rev*. 18, 4: 157–165. DOI 10.2478/limre-2018-0017

Enawgaw, Y., Wagaw, S., Wosnie, A. and Tessema, K., 2023. Zooplankton as ecosystem indicators and their effects on eutrophication in Lake Arekit (Ethiopia)–implication for freshwater habitat management. *Journal of freshwater ecology*, 38(1): p.2287433. doi.org/10.1080/02705060.2023.2287433

Farhadian O, Sedaghat R, Pouladi M, Sharafi R. 2014. Distribution and Abundance of Phytoplankton in Helleh River Estuary (Persian Gulf-Iran). Iranian Journal of Applied Ecology. 3(9):15-28. (in Persian)

Farooq, H., Farooq, J., Bhat, S.U., Sofi, M.S., Qayoom, U. and Islam, S.T., 2019. Hydrobiological Study of the Panner Water Reservoir, Tral Kashmir. *J. Himalayan Ecol*. Sustain. Dev. Vol 14: 1-17.

Fathi P., Ebrahimi E., Omidvar Farhadian, Jvad motamedi, Alireza Esmaeili. 2015. Seasonal Trophy Assessment in Choghakhor Wetland Based on Zooplankton Communities. *Journal of Animan Researches*, 28(3): 371-382. (in Persian)

Getso, B.U., Tijjani, A.M., Lawan, M. and Mustapha, A., 2021. Phytoplankton as Water Quality Indicators In Kano River, Kano State Nigeria. *Journal Of Pharmacy And Biological Sciences*, 16(4): 29-36. doi.org/10.9790/3008-1604032936

Goher, M.E., Napiórkowska-Krzebietke, A., Aly, W., El-Sayed, S.M., Tahoun, U.M., Fetouh, M.A., Hegab, M.H., Haroon, A.M., Sabae, S.A., Abdel-Aal, E.I. and Nassif, M.G., 2021. Comprehensive insight into lake Nasser environment: water quality and biotic communities—a case study before operating the Renaissance Dam. *Water*, 13(16), p.2195. doi.org/10.3390/w13162195

GÜHER, H., 2019. Seasonal variation in planktonic microcrustacea (Copepoda, Cladocera) diversity in Kadiköy Reservoir (Edirne/Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), pp.188-196. doi.org/10.22392/actaquatr.484963

Houssou, A.M., Agadjihouédé, H., Bonou, C.A. and Montchowui, E., 2016. Composition and seasonal variation of phytoplankton community in Lake Hlan, Republic of Bénin. *International Journal of Aquatic Biology*, 4(6), pp.378-386. doi.org/10.22034/ijab.v4i6.229

Ibrahim, A. and Thliza, I.A., 2023. Assessment of Physico-Chemical Properties and Plankton Composition of Ajiwa Reservior in Katsina State, Nigeria. *UMYU Journal of Microbiology Research (UJMR)*, 8(1), pp.84-89. doi.org/10.47430/ujmr.2381.011

Islam, S.T., Dar, S.A., Sofi, M.S., Bhat, S.U., Sabha, I., Hamid, A., Jehangir, A. and Bhat, A.A., 2021. Limnochemistry and plankton diversity in some high altitude lakes of Kashmir Himalaya. *Frontiers in Environmental Science*, 9, p.681965. doi.org/10.3389/fenvs.2021.681965

Ismail, A.H. and Adnan, A.A.M., 2016. Zooplankton composition and abundance as indicators of eutrophication in two small man-made lakes. *Tropical life sciences research*, *27*(1): p.31. doi.org/10.21315/tlsr2016.27.3.5

Kapoor, P.A., 2015. Study on ecology of zooplankton profusion in Bhoj Wetland, India. *Advances in Aquaculture and Fisheries Management*, *3*(6): 249-260.

Mohammadkhani, H. and Enayat Gholampour, T., 2017. Zooplankton of the southern Caspian Sea. *New Technologies in Aquaculture Development*, 11(3): 39-46. (in Persian)

Mousavi, S.A. 2018. Physicochemical parameters and their relation to phytoplankton community and chlorophyll a concentration in Karoun 4 reservoir (Chahar Mahal and Bakhtiari province). *Journal of Renewable Natural Resources Research*, 9(1): 59-78. (in Persian)

Mukherjee, A., 2020. Seasonal variations of zooplankton diversity in fresh water reservoir of West Bengal, India. *IJST*, 13, p.556. doi.org/10.17485/IJST/v13i20.556

Muñoz-Colmenares, M.E., Sendra, M.D., Sòria-Perpinyà, X., Soria, J.M. and Vicente, E., 2021. The use of zooplankton metrics to determine the trophic status and ecological potential: An approach in a large Mediterranean watershed. *Water*, 13(17): p.2382. doi.org/10.3390/w13172382

Parmar, T.K., Rawtani, D. and Agrawal, Y.K., 2016. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in life science*, 9(2): 110-118. doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753

Pourafrasyabi, M. and Ramezanpour, Z., 2014. Phytoplankton as bio-indicator of water quality in Sefid Rud River, Iran (South of Caspian Sea). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 12(1), pp.31-40.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

Revankar, N., Kadadevaru, G.G. and Basavaraj, S.K., 2021. Zooplankton diversity and Physico-Chemical conditions in Bommanahalli Reservoir Of Uttara Kannada District Karnataka India. *Int J Eco & Env. Sci*, 3(3), pp.65-71. doi.org/10.13140/RG.2.2.32022.11843

Reynolds, C.S., 2003. Lakes, limnology and limnetic ecology: towards a new synthesis. The lakes handbook: Limnology and limnetic ecology, pp.1-7. doi.org/10.1002/9780470999271

Ridwan, M., Setiawati, S. and Meutia, A.A. 2022. Structure Community of Phytoplankton as a Bioindicator of Water Quality in Situ Rawa Dongkal, East Jakarta, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 26(5): 1273-1288. doi.org/10.21608/EJABF.2022.268461

Rikkinen, J., 2013. Molecular studies on cyanobacterial diversity in lichen symbioses. *MycoKeys*, 6, pp.3-32. doi.org/10.3897/mycokeys.6.3869

Rosenström, U. and Lepistö, L., 1996. Phytoplankton indicator species of different types of boreal lakes. Archiv für Hydrobiologie. Supplementband, *Algological studies*, 116, pp.131-140. doi.org/10.1127/algol_stud/82/1996/131

Sabkara, J.; Bagheri, S. 2022. Plankton Identification Guide for Iranian Waters of the Caspian Sea. Iranian Fisheries *Science Research Institute*, Iran. 290 p.

Shams El-Din, N.G., El-Sheekh, M.M., El-Kassas, H.Y., Essa, D.I. and El-Sherbiny, B.A., 2022. Biological indicators as tools for monitoring water quality of a hot spot area on the Egyptian Mediterranean Coast. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(18): p.1485. doi.org/10.1007/s12517-022-10701-6

Sharma, A. and Sharma, M., 2019. Zooplankton diversity in relation to physico-chemical parameters in subtropical pond of Jammu, Jammu and Kashmir, India. *Biosciences biotechnology research asia*, 16(2), pp.425-439. doi.org/10.13005/bbra/2758

Sheath, R.G. and Wehr, J.D., 2015. Introduction to the freshwater algae. In Freshwater Algae of North America (pp. 1-11). Academic Press. doi.org/10.1016/B978-0-12-385876-4.00001-3

Soeprobowati, T.R., Addadiyah, N.L., Hariyati, R. and Jumari, J., 2021. Physico-chemical and biological water quality of Warna and Pengilon Lakes, Dieng, Central Java. *Journal of Water and Land Development*. doi.org/10.24425/jwld.2021.139013

Suleiman, U.F., Ibrahim, S., Isyaku, H.I., Nabila, T.I., Amir, A., Nadede, A.S. and Bello, L., 2021. Effects of Environmental Parameters on Plankton Assemblage in Ajiwa Reservoir, Katsina State, Nigeria. *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, 5(1), pp.118-125. doi.org/10.33003/fis-2021-0501-684

Winder, M., Reuter, J. E., & Schladow, S. G. 2008. Lake warming favours small-sized planktonic diatom species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1656): 427-435. doi.org/10.1098/rspb.2008.1200

Wu, F.X., Gu, Y.G., Liu, Q.X., Zhang, S.F., Rao, Y.Y., Liu, H.X., Dai, M., Wang, Y.G. and Huang, H.H., 2023. Research on the seasonal variation of zooplankton community in Daya Bay, South China Sea. *Frontiers in Marine Science*, 10: p.1110160. doi.org/10.3389/fmars.2023.1110160

Xiong, W., Huang, X., Chen, Y., Fu, R., Du, X., Chen, X. and Zhan, A., 2020. Zooplankton biodiversity monitoring in polluted freshwater ecosystems: A technical review. *Environmental Science and Ecotechnology*, 1: p.100008. doi.org/10.1016/j.ese.2019.100008

Xiong, M., Li, R., Zhang, T., Liao, C., Yu, G., Yuan, J., Liu, J. and Ye, S., 2022. Zooplankton Compositions in the Danjiangkou Reservoir, a Water Source for the South-to-North Water Diversion Project of China. *Water*, 14(20): p.3253. doi.org/10.3390/w14203253

Yusuf, Z.H., 2020. Phytoplankton as bioindicators of water quality in Nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32, p.e4. doi.org/10.1590/s2179-975x3319

Zhang, W., Liu, J., Xiao, Y., Zhang, Y., Yu, Y., Zheng, Z., Liu, Y. and Li, Q., 2022. The impact of cyanobacteria blooms on the aquatic environment and human health. *Toxins*, 14(10), p.658. doi.org/10.3390/toxins14100658

Zunino, J., La Colla, N.S., Brendel, A.S., Alfonso, M.B., Botté, S.E., Perillo, G.M. and Piccolo, M.C., 2022. Water quality analysis based on phytoplankton and metal indices: a case study in the Sauce Grande River Basin (Argentina). *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(52): 79053-79066. doi.org/10.1007/s11356-022-21349-w

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]