13 (2) 395-404, Summer 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Abundance and structure of phytoplankton in Lake Chitgar during 2017-19 and comparison with previous studies

Siamak Bagheri* *, Marzieh Makaremi, Sepideh Khatib, Fariba Madadi, Mohammad Reza Talakesh

Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Key Words

Phytoplankton
Cyanophyta
Abundance
Silver carp
Chitgar Lake

Abstract

Introduction: This study focused on phytoplankton structure and compared with previously study between 2017 and 2019 in the Chitgar Lake.

Materials & Methods: Based on the characteristics of the lake, samples were collected from 5 stations in the water.

Result: This study identified 37 phytoplankton taxa comprised of Diatoms (12 genus), Chlorophyta (10 genus), Cyanophyta (8 genus), dinoflagellates (3 genus), Chrysophytes (1 genus) and Euglenophyta (3 genus) in the lake. The finding showed, the Diatom abundance dominate (average of 8700000±7900000 cells. l^{-1}) in the lake. The annual average phytoplankton abundance was calculated as 13400000, with the maximum value recorded in March 2018 (23000000±8500000 cell. l^{-1}). The results showed that the abundance of phytoplankton increased (more than 5-fold). Chlorophyll a, 0.5 µg / L was recorded in this study, which was 5 times more than in 2013-14. *Phacus*, *Trachelomonas* and *Euglena* genera from Euglenophyta phylum were first observed in lake, the presence of Euglenophyta indicating increased lake contamination trend. The abundance and species diversity of green-blue algae decreased after release of silver carp in the lake in June 2019. The abundance of *Oscillatoria* increased from 800,000 cell. l^{-1} in September 2018 to 200,000 cell. l^{-1} in June 2019.

Conclusion: The decrease in Cyanophyta abundance has prevented the unpleasant odor and prevented the increase of insects in the environment around the lake, preventing aquatic mortality and increasing trend of tourists.

* Corresponding Author's email: siamakbp@gmail.com

Received: 4 May 2020; Reviewed: 15 June 2020; Revised: 11 August 2020; Accepted: 16 September 2020
(DOI): 10.22034/aej.2021.139001

مقاله پژوهشی

بررسی فراوانی و ساختار فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ و مقایسه آن با مطالعات پیشین

*سیامک باقری**، *مرضیه مکارمی*، *سپیده خطیب*، *فریبا مددی*، *سیدمحمدرضا طلاکش*

پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

کلمات کلیدی

فیتوپلانکتون
فراوانی
سیانوفیتا
کپور نقره‌ای
دریاچه چیتگر

چکیده

مقدمه: این مطالعه برای تغییرات جامعه فیتوپلانکتون بین سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ و مقایسه آن با بررسی‌های پیشین در دریاچه چیتگر انجام گردید.

مواد و روش‌ها: براساس مشخصات دریاچه، نمونه‌ها از ۵ ایستگاه در پیکره آبی جمع‌آوری گردیدند.

نتایج: در این مطالعه ۳۷ جنس فیتوپلانکتونی شامل دیاتوم‌ها Bacillariophyta (۱۲ جنس)، جلبک‌های‌سبز Chlorophyta (۱۰ جنس)، جلبک سبز- آبی Cyanophyta (۸ جنس)، جلبک دو تاژکدار Dinoflagellata (۳ جنس)، جلبک طلایی- قهوه‌ای Chrysophyta (۱ جنس) و جلبک سبز- طلایی Euglenophyta (۳ جنس) شناسائی گردیدند. یافته‌ها نشان داد، دیاتوم‌ها با میانگین فراوانی ۷۹۰۰۰۰۰ ± ۸۷۰۰۰۰۰ سلول در لیتر غالب فیتوپلانکتون (٦٤ درصد فراوانی) دریاچه چیتگر بوده است. فراوانی سالانه فیتوپلانکتون ۱۳٤۰۰۰۰۰ سلول در لیتر با بیش‌ترین میزان در اسفند ۹٦ (۸۵۰۰۰۰۰±۲۳۰۰۰۰۰۰ سلول در لیتر) بود، یافته‌ها نشان داد، فراوانی فیتوپلانکتون دریاچه روند افزایشی را داشته به‌طوری‌که میزان کلروفیل a، ۰/۵ میکروگرم در لیتر در این مطالعه ثبت شد که در مقایسه با سال ۹۳-۹۲ به میزان ۵ برابر افزایش تراکم فیتوپلانکتون داشته است. جنس‌های *Phacus*، *Trachelomonas* و *Euglena* از شاخه اگلنافیتا برای اولین بار در دریاچه مشاهده شدند، حضور شاخه اگلنافیتا بیانگر افزایش روند آلودگی دریاچه است. بعد از رهاسازی کپور نقره‌ای در دریاچه کاهش فراوانی و تنوع گونه‌ای جلبک سبز- آبی در سال ۹۸ مشاهده شد. به‌طوری‌که فراوانی *Oscillatoria* آن از ۸۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در شهریور ۹۷ به ۲۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در خرداد ۹۸ رسید.

نتیجه‌گیری و بحث: کاهش در فراوانی سیانوفیتا باعث جلوگیری از بوی نامطبوع و ممانعت افزایش حشرات در محیط اطراف دریاچه، جلوگیری از مرگ و میر آبزیان و افزایش گردشگران را در پی داشت.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: siamakbp@gmail.com

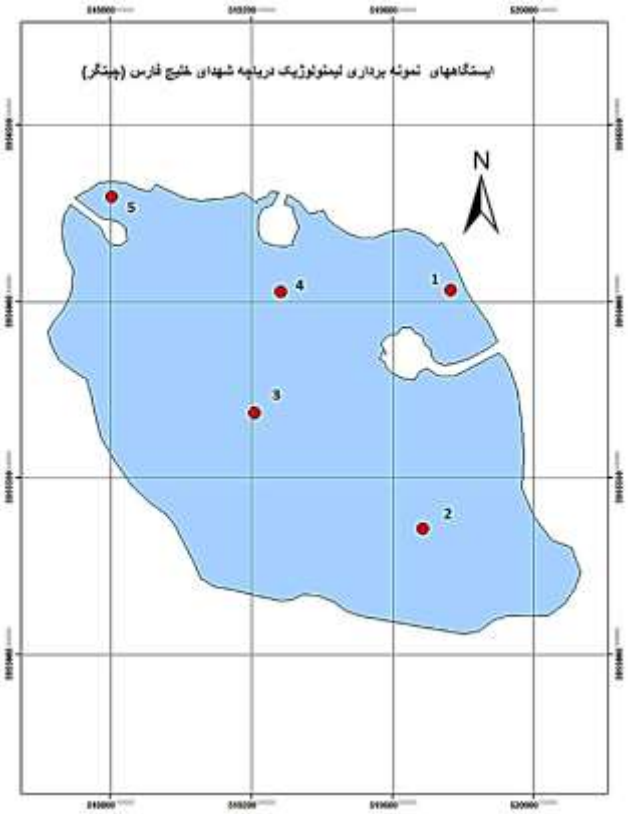
تاریخ دریافت: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲٦ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۱ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲٦ شهریور ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.139001

مقدمه

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفیت آب را می‌توان فیتوپلانکتون نام برد، آن‌ها موجودات زنده فتوسنتز کننده هستند که به‌صورت آزاد و غوطه‌ور در آب زندگی کرده و توسط جریان آب جابجا می‌شوند، تقریباً همه این موجودات میکروسکوپی هستند و دارای رنگدانه‌های مختلف فتوسنتزی می‌باشند، فیتوپلانکتون موجود در آب به‌عنوان تولیدکنندگان اولیه در زنجیره غذائی محسوب می‌شوند آن‌ها با استفاده از نورخورشید و انجام فتوسنتز، مواد آلی را برای مصرف‌کنندگان مهیا کرده، به‌علاوه اکسیژنی که جهت متابولیسم دیگر آبزیان لازم است توسط آن‌ها تولید می‌گردند (ریاحی، ۱۳۸۱). فیتوپلانکتون مهم‌ترین منبع غذائی برای پرورش آبزیان در آب‌شیرین و ماهیان دریائی می‌باشد، هم‌چنین برای کشت روتیفر از انواع فیتوپلانکتون جهت تغذیه بچه ماهیان استفاده می‌گردد (Boyd، ۲۰۰۷). جوامع فیتوپلانکتون در برابر تغییرات محیطی واکنش بسیار سریع نشان می‌دهند. ساختار جمعیت پلانکتون به‌شدت به‌میزان مواد مغذی وابسته است (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۰؛ باقری و همکاران، الف۱۳۹۵). به‌طور کلی جوامع فیتوپلانکتون در مکان و زمان‌های متفاوت ثابت نبوده و تغییرات فصلی و سالانه فراوانی را باعث می‌شوند (Bagheri و همکاران، a,b ۲۰۱۲؛ Bertoni، ۲۰۱۱). به‌خاطر دوره زندگی کوتاه شاخص مهم برای آلودگی‌های زیست محیطی و تغییرات اقلیمی به‌شمار می‌رود (Richardson، ۲۰۰۸). لذا هر گونه آلودگی‌ها و اثرات مخرب زیستی به جوامع پلانکتونی تاثیر مستقیم بر ذخایر آبزیان خواهد گذاشت (Bagheri، ۲۰۱۲). نوترینت‌ها شامل فسفات، نیتروژن، سیلیس از عوامل بسیار مهم در رشد و ازدیاد فیتوپلانکتون محسوب می‌گردند، بعضی از نوترینت‌ها مانند فسفر از فاکتورهای محدودکننده بوده و افزایش آن در محیط شکوفائی جلبکی را درپی خواهد داشت (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین مطالعه جوامع پلانکتونی اکوسیستم‌های آبی به‌دلیل اهمیت آن‌ها در هرم غذائی (تولیدکنندگان اولیه و ثانویه) دارای ضرورت ویژه است. مطالعات جوامع پلانکتونی بر روی دریاچه‌های طبیعی، مصنوعی و دریاچه‌های پشت سد در قالب مطالعات جامع شیلاتی از دهه ۵۰ توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان آغاز گردید. از مهم‌ترین آن‌ها در سال‌های اخیر می‌توان مطالعات جامع شیلاتی دریاچه سد ارس (صفائی، ۱۳۷۶)، مطالعات جامع شیلاتی دریاچه‌های مهاباد و ماکو (عبدالملکی، ۱۳۸۰)، مطالعات جامع شیلاتی دریاچه دشت مغان (باقری، ۱۳۸۵)، مطالعات دریاچه شورابیل به‌منظور آبزی‌پروری (خداپرست، ۱۳۸۶)، مطالعات دریاچه تهم به‌منظور آبزی‌پروری (میرزاجانی، ۱۳۸۸)، مطالعات دریاچه‌های الخلج و اردلان (روحی، ۱۳۸۹)، مطالعات دریاچه‌های میزراخانلو و شویر (میرزاجانی، ۱۳۸۹)، مطالعات دریاچه قلعه‌چای (یوسف‌زاد، ۱۳۹۱) را نام برد. دریاچه شهدای خلیج‌فارس (چیتگر) دریاچه‌ای مصنوعی است که در سال ۱۳۹۲ تاسیس و شمال‌غرب تهران واقع گردیده است. این دریاچه به مساحت ۱۳۰ هکتار و با ۱۲۰ هکتار مجموعه تفریحی در مجاور آن در شمال‌غربی تهران در محدوده منطقه ۲۲ شهرداری تهران واقع و بین سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲ ساخته شده است. منبع اصلی تامین آب این دریاچه توسط یک سد انحرافی بر روی رودخانه کن (واقع در شمال بزرگراه همت در محدوده دهکده المپیک) می‌باشد (باقری و همکاران، ب۱۳۹۵). مطالعات اولیه دریاچه شهدای خلیج فارس به‌درخواست سازمان مهندسی و عمران شهر تهران توسط پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور) بین سال‌های ۹۲ و ۹۳ انجام گردید. در این مطالعه ۳۵ گروه فیتوپلانکتونی شناسائی گردیدند. شاخه دیاتوم‌ها غالب فیتوپلانکتون بوده و بیش‌ترین میانگین فراوانی را با میزان ۲ میلیون سلول در لیتر به‌خود اختصاص داده است. هم‌چنین میانگین فراوانی سالانه فیتوپلانکتون ۲/۵ میلیون سلول در لیتر در مدت مطالعه بود. نیتروژن کل و دمای آب از مهم‌ترین پارامترهای غیرزیستی در افزایش تراکم فیتوپلانکتون به‌خصوص شاخه سیانوفیتا بودند. مطالعه حاضر دریاچه به‌منظور پایش وضعیت جوامع فیتوپلانکتون و مقایسه آن بعد از رهاسازی ماهیان کپورنقره‌ای جهت کنترل تراکم سیانوفیتا و توسعه پایدار دریاچه برای جلوگیری از بو نامطبوع دریاچه و شکوفایی جلبکی بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: دریاچه چیتگر به مساحت ۱۳۰ هکتار بوده و منبع اصلی تامین آب از رودخانه کن به‌میزان سالانه ۲ میلیون متر مکعب می‌باشد. حجم دریاچه پشت سد در حدود ۶/۵ میلیون متر مکعب برآورد گردید. طول تاج سد دریاچه ۷۳۰ متر و عرض آن ۱۲ متر، طول پهنه ساحلی پیرامون دریاچه ۴۸۸۰ متر و طول دریاچه ۱۶۵۰ متر و عمق آن بین ۲ تا ۶ متر می‌باشد (باقری، ۱۳۹۴). بر اساس مشخصات دریاچه ۵ ایستگاه در پیکره محیط آبی انتخاب گردید، ایستگاه ۱ در سرریز، ایستگاه شماره ۲ در منطقه ورودی شمال‌شرقی بود، ایستگاه شماره ۳ در عمیق‌ترین نقطه دریاچه در واقع قسمت میانی، ایستگاه ۴ در قسمت جنوب جزیره تنب بزرگ و علاوه برآن آخرین ایستگاه ۵ در ناحیه کم‌عمق در قسمت شمال جزیره تنب کوچک بوده است، تمامی نقاط ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از GPS مدل Garmin (60 CSx) ثبت گردیدند (شکل ۱، جدول ۱). نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون، در ۶ مرحله طی تیر ۹۶ تا خرداد ۹۸، بین ساعت ۱۰ الی ۱۲/۳۰ با استفاده از شناور با قدرت ۵۰ اسب صورت پذیرفت.



شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری از فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر سال ۹۸-۱۳۹۶

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریاچه چیتگر سال ۹۸-۱۳۹۶

ایستگاه	منطقه	طول شرقی	عرض شمالی
۱	ورودی شمال شرقی	۵۱° ۱۲ ' ۹۴ "	۳۵ ° ۴۴ ' ۸۷ "
۲	سر ریز	۵۱ ° ۱۳ ' ۱۲ "	۳۵ ° ۴۴ ' ۴۱"
۳	ناحیه مرکزی	۵۱° ۱۲ ' ۶۷ "	۳۵ ° ۴۴' ۶۷"
۴	جنوب جزیره شمالی	۵۱° ۱۲ ' ۶۹ "	۳۵ ° ۴۴ ' ۹۷ "
۵	شمال جزیره غربی	۵۱° ۱۲ ' ۴۷ "	۳۵ ° ۴۵ ' ۰۲ "

روش نمونه‌برداری و شمارش فیتوپلانکتون: نمونه‌برداری فیتوپلانکتون با استفاده از روتنر یک لیتری در لایه‌های سطح و عمق در ایستگاه‌ها انجام گردید. به‌دلیل عدم وجود لایه‌بندی حرارتی نمونه‌های سطح و کف را بعد از انتقال به سطل ۱۰ لیتری همگن نموده و به‌میزان یک لیتر آب را وارد ظروف کرده و با فرمالین ۴٪ تثبیت گردیدند(APHA، ۲۰۰۵). پس از همگن‌سازی در محفظه‌های ۵ میلی‌لیتری رسوب داده شده و با استفاده از منابع (Thorp و Covich، ۲۰۰۱؛ Sourina، ۱۹۸۹؛ Boney، ۱۹۷۸؛ Newell و Newell، ۱۹۷۷) شناسایی شده و سپس شمارش گردیدند. تعداد آن‌ها در واحد حجم (یک لیتر) با استفاده از فرمول محاسبه گردید. فاکتور کلروفیل a به‌کار گرفته‌شده در این مطالعه، از سازمان مهندسی عمران تهران و مدیریت طرح دریاچه چیتگر (شرکت آرماتور پردیس) اخذ گردیده است. جهت آنالیز آماری از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس برای مقایسه نوسانات فراوانی فیتو پلانکتون در ماه‌های نمونه برداری استفاده شد. نرم‌افزار استفاده شده SPSS نسخه ۱۹ بود.

نتایج

ترکیب و فراوانی گروه‌های فیتوپلانکتون: چک لیست گروه‌های فیتوپلانکتون دریاچه چیتگر طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ در جدول ۲ آمده است. در این بررسی تعداد ۳۷ جنس از ۶ شاخه فیتوپلانکتونی در دریاچه شناسایی گردید، بیش‌ترین جنس متعلق به شاخه‌های دیاتوم‌ها با تعداد ۱۲ جنس و کم‌ترین جنس را شاخه کریزوفیتا با تعداد ۱ جنس دارا بودند. بیش‌ترین تعداد گروه‌های فیتوپلانکتونی در تیر ۹۶ و شهریور ۹۷ با تعداد ۲۳ جنس و کم‌ترین در ماه خرداد ۹۸ با تعداد ۱۱ جنس مشاهده شدند (جدول ۳).

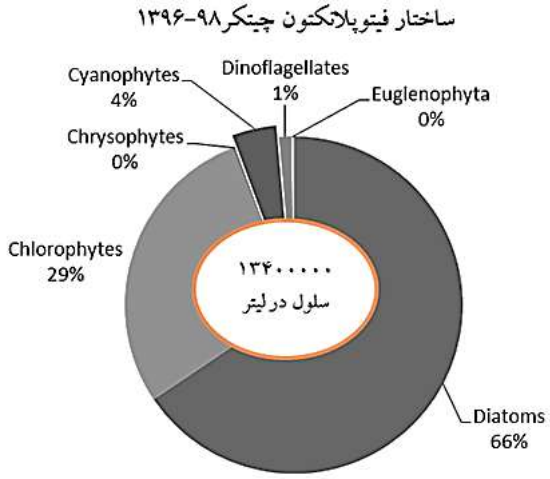
جدول ۲: گروه‌های فیتوپلانکتون شناسائی شده در دریاچه چیتگر طی سال۹۸-۱۳۹۶

Taxa	تیر-۹۶	اسفند-۹۶	خرداد-۹۷	شهریور-۹۷	اسفند-۹۷	خرداد-۹۸	مجموع
Diatoms	۸	۸	۴	۹	۹	۷	۱۲
Chrysophytes	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
Chlorophytes	۶	۱	۶	۲	۲	۰	۱۰
Cyanophytes	۵	۲	۵	۷	۳	۰	۸
Dinoflagellates	۲	۲	۳	۲	۱	۲	۳
Englenophyta	۱	۱	۲	۳	۱	۲	۳
مجموع	۲۳	۱۴	۲۰	۲۳	۱۶	۱۱	۳۷

ساختار جمعیت فیتوپلانکتون: بررسی‌ها نشان داد، غالب فراوانی فیتوپلانکتون از شاخه دیاتوم‌ها (Diatoms) با میزان ۶۶ درصد (با میزان فراوانی ۸۷۰۰۰۰۰ سلول در لیتر) بوده است.شاخه کلروفیتا (Chlorophyta) از نظر فراوانی در مقام دوم با میزان ۲۹ درصد (با میزان فراوانی ۳۸۰۰۰۰۰ سلول در لیتر) و شاخه سیانوفیتا (Cyanophyta) در رتبه سوم با ۴ درصد(با فراوانی ۵۷۰۰۰۰ سلول در لیتر) قرار گرفته‌اند، میانگین فراوانی فیتوپلانکتون ۱۳۴۰۰۰۰۰ سلول در لیتر طی مدت مطالعه بوده است (شکل ۲).

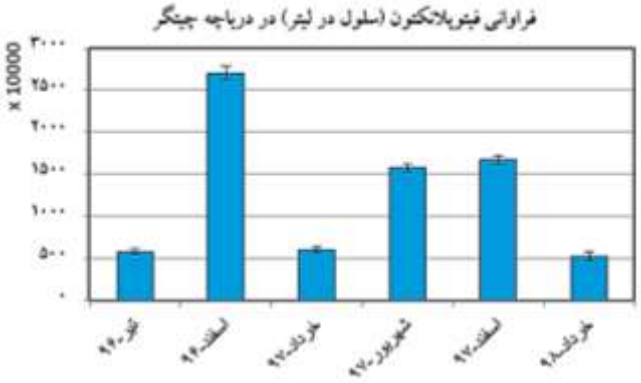
جدول ۳ : لیست گروه‌های فیتوپلانکتون شناسائی شده و فراوانی (سلول در لیتر) آن‌ها در دریاچه چیتگر طی سال ۹۸-۱۳۹۶

ردیف	شاخه فیتوپلانکتون	جنس فیتوپلانکتون	میانگین					
			تیر-۹۶	اسفند-۹۶	خرداد-۹۷	شهریور-۹۷	اسفند-۹۷	خرداد-۹۸
۱	**Bacillariophyta**	*Achnanthes*	۶۰۰۰۰	۲۸۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	۶۴۰۰۰	۹۶۰۰۰	۱۹۰۰۰۰
۲		*Caloneis*	۰	۰	۰	۰	۱۳۰۰۰	۰
۳		*Cocconeis*	۰	۰	۱۴۰۰۰	۰	۰	۱۴۰۰۰
۴		*Cyclotella*	۳۹۱۶۰۰۰	۵۴۶۰۰۰۰	۴۱۸۰۰۰	۱۷۲۰۰۰	۳۵۵۰۰۰	۴۱۸۰۰۰
۵		*Cymbella*	۰	۲۰۰۰۰	۰	۰	۲۶۰۰۰	
۶		*Diatoma*	۳۲۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۳۸۰۰۰	۴۴۰۰۰	۱۰۹۰۰۰	۱۳۸۰۰۰
۷		*Fragilaria*	۴۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸		*Gomphonema*	۰	۰	۰	۰	۸۰۰۰	۰
۹		*Melosira*	۱۶۰۰۰	۲۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۰		*Navicula*	۳۲۰۰۰	۱۱۰۰۰۰	۰	۲۳۷۲۰۰۰	۵۱۹۰۰۰	۱۵۲۸۰۰۰
۱۱		*Nitzschia*	۱۶۰۰۰	۹۰۰۰۰	۰	۲۴۰۰۰	۳۴۰۰۰	۲۴۶۰۰۰
۱۲		*Synedra*	۴۸۰۰۰	۱۷۱۵۰۰۰۰۰	۰	۸۸۰۰۰	۲۰۰۱۰۰۰	۴۲۰۰۰۰
۱۳	**Chrysophyta**	*Dinobryon*	۴۸۰۰۰	۰	۱۵۳۰۰۰	۰	۰	۰
۱۴	**Chlorophyta**	*Ankistrodesmus*	۰	۳۲۷۰۰۰۰	۴۸۲۰۰۰	۶۰۰۰۰	۱۳۰۳۰۰۰	۰
۱۵		*Carteria*	۴۰۰۰	۰	۰		۰	۰
۱۶		*Cosmarium*	۰	۰	۰	۲۴۰۰۰	۰	۰
۱۷		*Mougeotia*	۱۶۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۸		*Oocystis*	۵۶۰۰۰	۰	۱۲۰۰۰	۰	۰	۰
۱۹		*Pediastrum*	۰	۰	۳۰۰۰۰	۰	۰	۰
۲۰		*Quadrigula*	۴۸۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۱		*Scenedesmus*	۲۴۰۰۰	۰	۴۴۰۰۰	۰	۰	۰
۲۲		*Struastrum*	۰	۰	۱۰۴۰۰۰	۰	۱۱۹۵۵۰۰۰	۰
۲۳		*Tetraedron*	۱۲۰۰۰	۰	۲۴۰۰۰	۰	۰	۰
۲۴	**Cyanophyta**	*Anabaena*	۰	۰	۸۸۸۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۰
۲۵		*Anabaenopsis*	۰	۰	۴۰۰۰۰	۰	۰	۰
۲۶		*Chroococcus*	۲۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۳۲۰۰۰	۳۲۰۰۰	۸۰۰۰	۰
۲۷		*Gomphoshaeria*	۱۲۰۰۰	۰	۰	۲۰۰۰۰	۰	۰
۲۸		*Lyngbia*	۰	۰	۰	۴۰۰۰	۰	۰
۲۹		*Microcystis*	۲۳۶۰۰۰	۲۰۰۰۰	۰	۴۵۲۰۰۰	۴۵۰۰۰	۰
۳۰		*Oscillatoria*	۸۰۰۰	۰	۲۳۶۰۰۰	۷۸۸۰۰۰	۱۰۲۰۰۰	۰
۳۱		*Phormidium*	۱۲۰۰۰	۰	۴۰۰۰۰	۹۶۰۰۰	۰	۰
۳۲	**Dinoflagellata**	*Glenodinium*	۰	۰	۴۰۰۰۰	۰	۰	۰
۳۳		*Gymnodinium*	۳۲۰۰۰	۴۰۰۰۰	۶۴۰۰۰	۱۰۴۰۰۰	۰	۶۴۰۰۰
۳۴		*Peridinium*	۵۶۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۷۸۰۰۰	۲۳۶۰۰۰	۷۴۰۰۰	۷۸۰۰۰
۳۵	**Euglenophyta**	*Euglena*	۰	۰	۱۲۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۱۲۰۰۰
۳۶		*Phacus*	۰	۰	۰	۸۰۰۰	۰	۰
۳۷		*Trachelomonas*	۸۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۷۵۰۰	۷۶۰۰۰	۲۱۰۰۰	۱۷۵۰۰



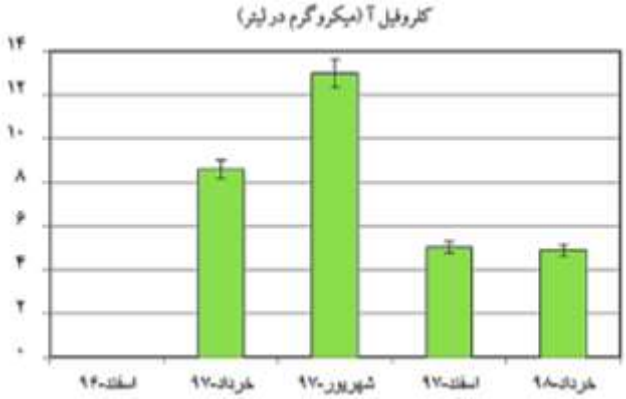
شکل ۲: ترکیبات فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر طی سال ۱۳۹۶-۹۸

نتایج نشان داد، حداکثر میانگین فراوانی فیتوپلانکتون با میزان ۲۷۱۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در ماه اسفند ۹۶ و حداقل میانگین فراوانی فیتوپلانکتون با میزان ۵۲۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در خرداد ۹۸ بوده است (شکل ۳). بررسی آماری، اختلاف معنی‌دار بین فراوانی فیتوپلانکتون در ماه‌های مختلف نشان داد ($P<0/05$).



شکل ۳: فراوانی فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر در ماه‌های مختلف طی سال ۱۳۹۶-۹۸

بیش‌ترین مقدار کلروفیل آ با میزان ۱۳ میکروگرم در لیتر در شهریور ۹۷ مشاهده شد و کم‌ترین در ماه‌های اسفند ۹۷ و خرداد ۹۸ با میزان میانگین ۵ میکروگرم در لیتر ثبت شد. میانگین کلروفیل *a* ۳/۸±۷/۹ میکروگرم در لیتر طی مدت مطالعه محاسبه گردید (شکل ۴). براساس میانگین کلروفیل *a* در دریاچه، یافته‌ها نشان داد که میانگین زی‌توده جلبکی ۰/۲۵±۰/۵۲ میلی‌گرم در لیتر در دریاچه گردید. هم‌چنین اختلاف معنی‌دار در کلروفیل آ بین ماه‌های مختلف مشاهده شد ($P<0/05$).

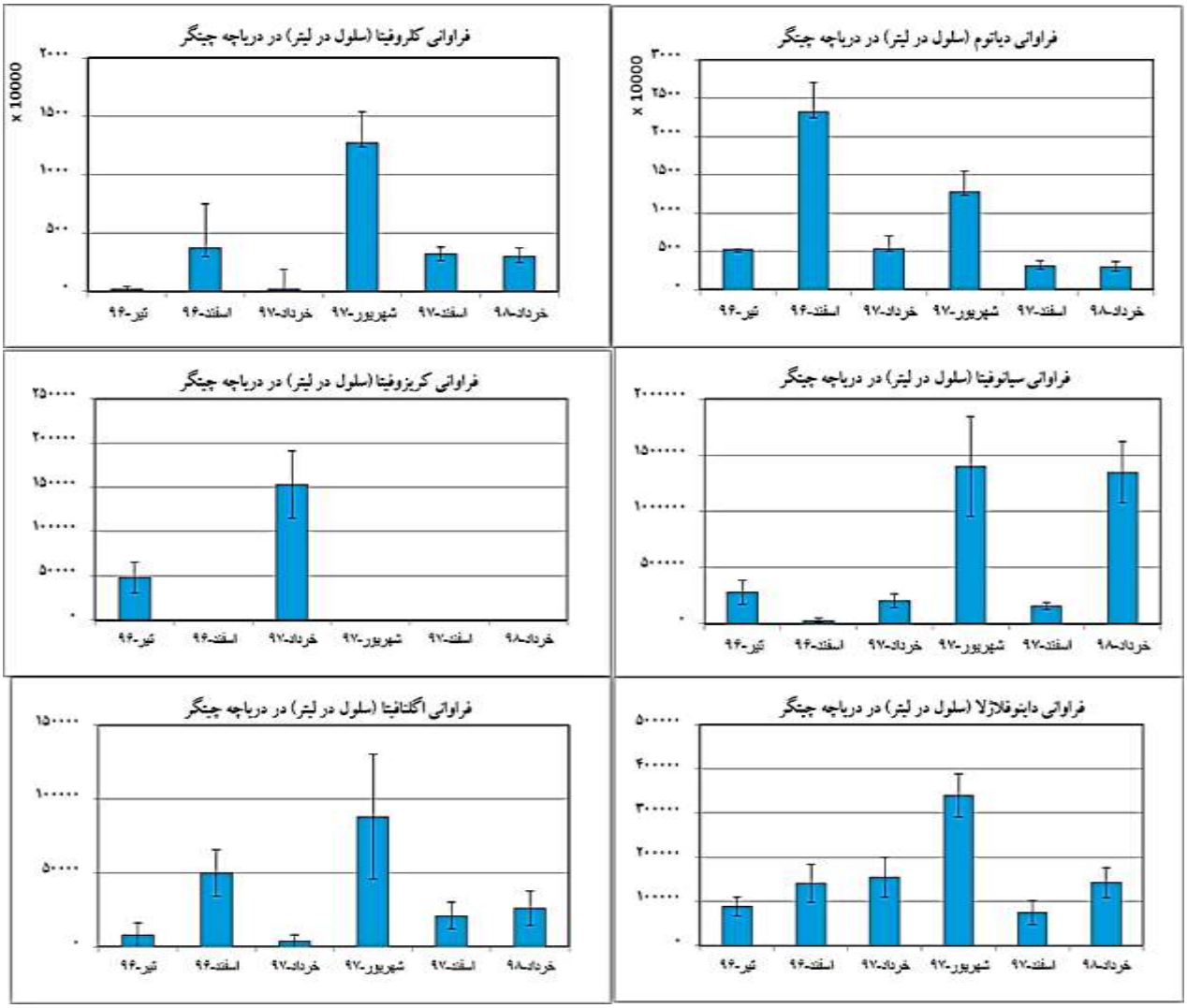


شکل ۴: میانگین کلروفیل a در دریاچه چیتگر در ماه‌های مختلف طی سال ۹۸-۱۳۹۶

میانگین فراوانی دیاتوم‌ها در ماه‌های مختلف دارای نوسانات محسوسی بوده است. بیش‌ترین فراوانی Diatoms با میزان ۲۳۰۰۰۰۰۰±۸۵۰۰۰۰۰ لیتر در سلول در ماه اسفند ۹۶ و حداقل فراوانی آن در تیر ۹۶ با میزان ۱۹۹۰۰۰±۴۴۰۰۰۰ لیتر در سلول مشاهده شد (شکل ۴). جنس‌های *Achnanthes*، *Cyclotella*، *Navicula*، *Synedra* بیش‌ترین فراوانی را بین شاخه دیاتوم به‌خود اختصاص داده بود (جدول ۳). بیش‌ترین میانگین فراوانی Chlorophyta با میزان میانگین ۱۲۸۰۰۰۰۰±۵۹۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در ماه شهریور ۹۷ مشاهده شد (شکل ۵). میانگین فراوانی Chlorophyta در ماه خرداد ۹۷ با میزان میانگین ۶۴۰۰۰±۲۸۰۰۰ سلول در لیتر به کم‌ترین میزان رسید. جنس غالب کلروفیتا، *Ankistrodesmus* بوده است (جدول ۳). نتایج نشان داد، بیش‌ترین میانگین فراوانی Cyanophyta با میزان میانگین ۱۴۰۰۰۰۰±۹۹۰۰۰۰ سلول در لیتر در ماه شهریور ۹۷ مشاهده شد (شکل ۵). میانگین فراوانی Cyanophyta در ماه اسفند ۹۶ با میزان میانگین ۳۰۰۰۰±۴۴۰۰۰ سلول در لیتر به کم‌ترین حد رسید. جنس‌های غالب سیانوفیتا در این مطالعه *Microcystis* و *Oscillatoria* بوده‌اند (جدول ۳). میانگین فراوانی شاخه Chrysophyta نشان داد که در ماه‌های اسفند ۹۶، شهریور ۹۷، اسفند ۹۷ و خرداد ۹۸ مشاهده نگردید. بیش‌ترین میانگین فراوانی Chrysophyta با میزان ۱۵۳۰۰۰±۸۴۰۰۰ سلول در لیتر در خرداد ۹۷ مشاهده (شکل ۵) و تنها جنس مشاهده شده *Dinobryon* بود (جدول ۳).

یافته‌ها نشان داد، بیش‌ترین میانگین فراوانی Dinoflagellata با میزان ۳۴۰۰۰۰±۱۰۹۰۰۰ سلول در لیتر در شهریور ۹۷ بود، کم‌ترین فراوانی این شاخه با میزان ۷۴۰۰۰±۶۲۰۰۰ سلول در لیتر در اسفند ۹۷ بود (شکل ۵) و جنس غالب را *Peridinium* تشکیل داده است (جدول ۳). میانگین فراوانی Euglenophyta بین ۴۰۰۰±۸۹۰۰ و ۸۸۰۰۰±۹۴۰۰۰ سلول در لیتر به‌ترتیب در خرداد و شهریور ۹۷ در

نوسان بوده است. جنس‌های *Phacus*، *Trachelomonas* و *Euglena* مشاهده شدند و بیش‌ترین فراوانی را جنس *Trachelomonas* دارا بود (جدول ۳). آنالیز آماری اختلاف معنی‌دار بین ماه‌های مختلف در همه شاخه‌های فیتوپلانکتونی نشان داد (P<۰/۰۵).



شکل ۵: میانگین فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر در ماه‌های مختلف، سال ۹۸-۱۳۹۶

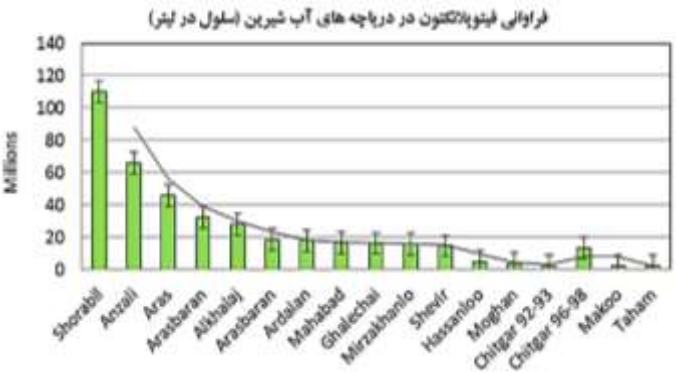
بحث

میانگین فراوانی سالانه فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر در ۱۳/۴ میلیون سلول در لیتر بوده است و فراوانی بین ۲۷/۱ و ۵/۲ میلیون سلول در لیتر متغییر بود (شکل ۴). حال اگر مقایسه‌ای با مطالعه سال‌های ۹۳-۹۲ شود، نوسانات فراوانی فیتوپلانکتون بین ۰/۳۲ تا ۴/۴ میلیون سلول در لیتر و با میانگین ۲/۵ میلیون سلول در لیتر بود که افزایش بیش از ۵ برابر تراکم فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر مشاهده شد (باقری و همکاران، ۱۳۹۶). البته کاهش فراوانی فیتوپلانکتون در خرداد ۹۸ که به‌میزان فراوانی ۵ میلیون سلول در لیتر رسید (شکل ۶)، ارتباط به تغذیه فعال ماهیان کپور نقره‌ای رهاسازی شده در دریاچه در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ داشته است که با تغذیه فعال باعث کاهش تراکم فیتوپلانکتون دریاچه شده است (باقری و همکاران، ۱۳۹۸). هم‌چنین فعالیت تصفیه‌خانه و کاهش فسفر آب دریاچه طی ماه‌های فروردین تا خرداد عامل دیگر در کاهش فراوانی فیتوپلانکتون دریاچه در ماه خرداد ۹۸ بوده است.

براساس مطالعات پیشین بیش‌ترین میانگین فراوانی فیتوپلانکتون در دریاچه‌های ارس ۴۶ میلیون سلول در لیتر (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۹۲)، دریاچه الخلج ۲۸ میلیون سلول در لیتر (روحی، ۱۳۸۹)، دریاچه ارسباران ۱۸ میلیون سلول در لیتر (عابدینی، ۱۳۹۲)، دریاچه مهاباد ۱۷ میلیون سلول در لیتر (عبدالملکی، ۱۳۸۰)، دریاچه میرزاخانلو

۱۶ میلیون سلول در لیتر (میرزاجانی، ۱۳۸۹)، دریاچه شویر ۱۴/۷ میلیون سلول در لیتر (میرزاجانی، ۱۳۸۹)، دریاچه قلعه چای ۱۶/۳ میلیون سلول در لیتر (یوسف‌زاد، ۱۳۹۱)، تالاب انزلی ۶۶ میلیون لیتر در سلول (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۱) بوده است (شکل ۷). فراوانی فیتوپلانکتون در دریاچه چیتگر در مطالعه حاضر (۱۳/۴ میلیون سلول در لیتر، شکل ۴) اگرچه در مقایسه با سایر دریاچه‌ها و منابع آبی ذکر شده میزان فراوانی بسیار کم بوده (شکل ۷)، اما از فراوانی سالانه فیتوپلانکتون در دریاچه دشت مغان (۴ میلیون سلول در لیتر؛ باقری، ۱۳۸۵)، دریاچه‌های تهم (۲/۲ میلیون سلول در لیتر؛ میرزاجانی، ۱۳۸۸)، لار و ماکو (۲/۴ میلیون سلول در لیتر؛ سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۲) که مصرف آب شرب داشته‌اند، بیش‌تر بوده و میزان فراوانی فیتوپلانکتون آن بیش از ۵ برابر بوده است (شکل ۷).

شکل ۶: میانگین فراوانی فیتوپلانکتون دریاچه چیتگر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۲ (داده‌های ۹۲ و ۹۳؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۶)

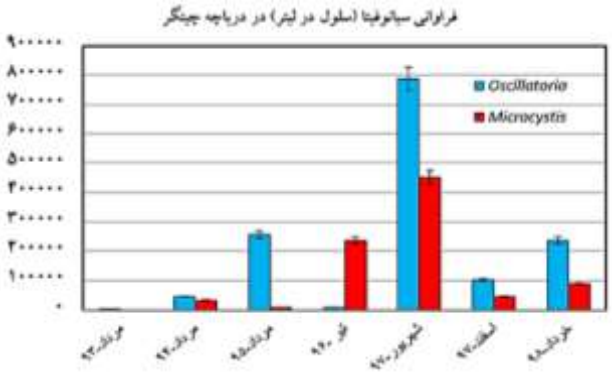


شکل ۷: میانگین فراوانی سالانه فیتوپلانکتون در اکوسیستم‌های آبی ایران (داده‌ها از: سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۹۲؛ عبدالملکی، ۱۳۸۰؛ سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۲، ۱۳۸۱؛ باقری، ۱۳۸۵؛ میرزاجانی، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹؛ عابدینی، ۱۳۹۲؛ روحی، ۱۳۸۹؛ یوسف‌زاد، ۱۳۹۱).

در غالب دریاچه‌ها و اکوسیستم‌های آبی هم‌چون دریاچه ارس (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۹۲) دریاچه‌های مهاباد و ماکو (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۲)، دریاچه‌های شویر و میرزاخانلو (میرزاجانی، ۱۳۸۹)، دریاچه‌دشت‌مغان(باقری،۱۳۸۵)،دریاچه ارسباران(عابدینی، ۱۳۹۲)، دریاچه‌های الخلج و اردلان (روحی، ۱۳۸۹) و تالاب انزلی (میرزاجانی، ۱۳۸۹) جنس‌های *Phacus*، *Trachelomonas* و *Euglena* از شاخه Euglenophyta؛ جنس‌های *Oscillatotra* و *Microcyctis* از شاخه Cyanophyta و جنس‌های *Ankistrodesmus* و *Scenedesmus* از شاخه Chlorophyta حضور داشتند، که از فیتوپلانکتون‌های شاخص آب‌های آلوده می‌باشند (Palmer، ۱۹۹۶؛ Li و Mathias، ۱۹۹۴).

غالب گروه‌های فیتوپلانکتونی در دریاچه چیتگر در مطالعه حاضر در مقایسه با سال ۹۳-۹۲ دارای تغییراتی بوده است. بیش‌ترین تغییرات در شاخه اگلنافیتا بوده است، جنس‌های *Phacus*، *Trachelomonas* و *Euglena* در مطالعه حاضر مشاهده شدند، این در حالی است که در سال‌های ۹۲ و ۹۳ در دریاچه شاخه اگلنافیتا حضور نداشته است (باقری و مکارمی، ۱۳۹۶). همان‌طورکه در بالا ذکر شد این گروه از فیتوپلانکتون‌ها از شاخص‌های آب‌های آلوده‌اند (Palmer، ۱۹۹۶) و بیانگر افزایش روند آلودگی دریاچه می‌باشد. از شاخه سیانوفیتا جنس‌های *Oscillatoria* و *Microcystis* در مقایسه با سال‌های پیشین تفاوت‌هایی را نشان داده است. روند فراوانی سیانوفیتا در دریاچه افزایشی بوده است (شکل ۸) و در تابستان و سال‌های بعد فراوانی سیانوفیتا افزایش بیش‌تر خواهد داشت. جهت جلوگیری از افزایش تراکم فیتوپلانکتون رهاسازی کپور نقره‌ای به تعداد ۴۰ هزار قطعه در سال‌های ۹۶ و ۹۷ انجام گردید. بعد از رهاسازی کپور نقره‌ای در دریاچه کاهش فراوانی و تنوع سیانوفیتا در سال ۹۸ مشاهده شد. به‌طوری که فراوانی *Oscillatoria* از ۸۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در شهریور ۹۷ به ۲۰۰۰۰۰ سلول در لیتر در خرداد ۹۸ رسید (شکل ۸). مطالعات رژیم غذایی ماهیان دریاچه چیتگر توسط رامین و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد، بیش از ۶۰ درصد تغذیه این ماهیان از جنس‌های *Oscillatoria* و *Microcystis* است. علاوه بر این مطالعات بر روی ماهیان پلانکتون‌خوار نیز توسط Torres و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد، کپور نقره‌ای به‌دلیل تغذیه فعال به‌طور محسوسی باعث کاهش فراوانی ۶۰ درصدی زی‌توده فیتوپلانکتون به‌خصوص سیانوفیتا می‌گردد، به‌طورکلی این ماهیان کیفیت آب را اصلاح کرده و نقش مهمی در بهبود و مدیریت دریاچه‌ها دارا می‌باشند (Menezes و همکاران، ۲۰۱۰).

برآورد میانگین زی‌توده سالانه فیتوپلانکتون بر مبنا کلروفیل *a* نشان داد که میزان آن ۰/۵۲ میلی‌گرم در لیتر در سال ۹۸-۹۶ بوده است (شکل ۷)، میزان زی‌توده فیتوپلانکتون در مطالعه پیشین دریاچه چیتگر ۰/۱۱ میلی‌گرم در لیتر بود که افزایش تقریباً ۵ برابر یافته است.



شکل ۸: فراوانی سیانوفیتا در دریاچه چیتگر، سال‌های ۹۳ تا ۹۸ (داده‌های ۹۳ تا ۹۵: باقری و همکاران، ۱۳۹۶)

بیش‌ترین فراوانی فیتوپلانکتون در ماه اسفند ۹۶ مشاهده شد، و کم‌ترین آن مربوط به ماه خرداد ۹۸ بوده است (شکل ۳). علت افزایش شکوفائی دیاتوم‌ها از جنس *Synedra* در ماه اسفند ۹۶ به‌دلیل آبگیری دریاچه در اسفند ماه بدون عبور از تصفیه‌خانه و انتقال بار مواد مغذی زیاد بوده است. کاهش فراوانی دیاتوم‌ها علت اصلی کاهش فراوانی فیتوپلانکتونی در ماه‌های خرداد ۹۸ و تیر ۹۶ بوده است (شکل ۶). دیاتوم‌ها در شرایطی که نوترینت‌ها به‌میزان کافی در منابع آبی یافت می‌گردند به‌میزان وفور مشاهده می‌گردند (Turkoglu، ۲۰۰۸). هم‌چنین دمای آب به‌عنوان یکی از فاکتورهای اساسی در پراکنش دیاتوم نقش دارد (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعه پیشین نشان داد، تغییرات فراوانی دیاتوم‌ها با افزایش دمای آب همبستگی منفی و با نوترینت‌ها (فسفات، سیلیس) ارتباط مثبت داشته است (باقری و مکارمی، ۱۳۹۶). شاخه‌های سیانوفیتا، داینوفلاژلا، کلروفیتا بیش‌ترین حضور را در ماه‌های گرم سال داشته، به‌طوری‌که عموماً در فصل سرما فراوانی آن به حداقل رسید (جدول۳). مطالعات Resende و همکاران (۲۰۰۷) و Kideys و همکاران (۲۰۰۵) با یافته‌های حاضر مطابقت داشته است. براساس مطالعات Winder و همکاران (۲۰۰۹) جنس *Dinobryon* در دریاچه‌های جوان و در مناطقی که میزان غلظت نوترینت کم بوده و کم‌تر تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی بوده به‌طور فراوان مشاهده می‌شوند. در مطالعه حاضر از خرداد ۹۷ به بعد در دریاچه مشاهده نشد (شکل۲۶) که بیانگر افزایش سطح آلودگی دریاچه در مقایسه با سال‌های ۹۳-۹۲ دریاچه بوده است. به‌طورکلی یافته‌ها بیانگر افزایش روند یوتریفیکاسیون در دریاچه بوده است، افزایش فراوانی فیتوپلانکتون بیش از ۵ برابر و پدیدار شدن شاخه اگلنافیتا به‌عنوان شاخص آلودگی در اکوسیستم‌های آبی برای اولین بار در تیر ۹۶ در دریاچه مشاهده شد. از طرفی بررسی‌ها نشان داد، کپورنقره‌ای معرفی‌شده درسال‌های اخیر با تغذیه ازفیتوپلانکتون‌های رشته‌ای و کلنی از جنس‌های *Oscillatoria* و *Microcystis* باعث جلوگیری از شکوفایی فیتوپلانکتون در دریاچه گردید، کاهش در فراوانی سیانوفیتا باعث جلوگیری از بوی نامطبوع و ممانعت افزایش حشرات در محیط اطراف دریاچه، جلوگیری از مرگ و میر آبزیان و روند افزایشی گردشگران را در پی داشته است.

تشکر و قدردانی

این مطالعه‌در قالب طرح‌خاص به‌سفارش وحمایت مالی سازمان مهندسی عمران شهر تهران به‌شماره قرار داد ۹۵- ۳۹۲۵-۷۸ س ع، در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های‌داخلی انجام‌گردید. جهت‌همکاری‌های‌بی‌دریغ‌آقایان مهندس ذوالفقاریان، مهندس عفت‌منش، مهندس محمودی، مهندس بیات، مهندس حجازی و مشاور محترم طرح جناب آقای دکتر عبدلی از دانشگاه شهید بهشتی و سایر عزیزان که از قلم افتاده‌اند، در اجرای این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد. از همکاران محترم بخش اکولوژی خانم فریبا مددی، آقایان یعقوبعلی زحمتکش و محسن‌پور و سایر همکاران به‌دلیل کمک‌هایشان در نمونه‌برداری و عملیات آزمایشگاهی قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از ریاست محترم و معاونین پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی به‌دلیل مساعدت‌هایشان در روند اجرائی این مطالعه تشکر می‌شود.

منابع

۱. **باقری، س.، ۱۳۸۵.** مطالعه لیمنولوژیک دریاچه دشت مغان. اداره کل شیلات استان اردبیل، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. موسسه علوم شیلاتی کشور. ۶۷ صفحه.

۲. **باقری، س.، ۱۳۹۴.** بررسی اکولوژیک دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر). پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. موسسه علوم شیلاتی کشور. ۱۵۶ صفحه.

۳. **باقری، س.؛ سبک‌آرا، ج.؛ یوسف‌زاد، ا. و زحمتکش، ی.، ۱۳۹۵ الف.** مطالعه اکولوژیک جوامع زئوپلانکتون دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر-تهران) و اولین گزارش از ژله ماهی آب شیرین (*Craspedacusta* sp.) در ایران. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۵، شماره ۵، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۸.

۴. **باقری، س.؛ عباسی، ک.؛ مرادی، م.؛ میرزاجانی، ع. و رامین، م.، ب ۱۳۹۵.** مطالعه تنوع گونه‌ای و فراوانی ماهیان دریاچه شهدای خلیج فارس، چیتگر-تهران. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۵، شماره ۳، صفحات ۱۵ تا ۲۵.

۵. **باقری، س. و مکارمی، م.، ۱۳۹۶.** ارزیابی اکولوژیک جوامع فیتوپلانکتون در دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر-تهران) طی

سال‌های ۹۳-۹۲. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۱، صفحات ۱۹۱ تا ۲۰۲.

۶. **باقری، س.؛ عباسی، ک.؛ مرادی، م. و میرزاجانی، ع.، ۱۳۹۸.** ارزیابی اثرات ماهیان شکارچی رهاسازی شده در دریاچه چیتگر بر ماهیان تیزکولی و کاراس. پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۵ صفحه.

۷. **خداپرست، ح.، ۱۳۸۶.** طرح جامع شیلاتی و پتانسیل ماهی دار کردن دریاچه شورابیل. اداره کل شیلات استان اردبیل، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی. ۱۳۳ صفحه.

۸. **روحی، ج.د.، ۱۳۸۹.** مطالعه دریاچه‌های سد خاکی اردلان و الخلج استان آذربایجان‌شرقی به‌منظور آبزی‌پروری. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۰ صفحه.

۹. **ریاحی، ح.، ۱۳۸۱.** جلبک‌شناسی. چاپ دانشگاه الزهرا. ۲۵۴ صفحه.

۱۰. **سبک‌آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۹۲** . پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن‌ها در پرورش ماهی در دریاچه سد ارس. مجله توسعه آبزی پروری. سال ۷، شماره ۲، صفحات ۴۱ تا ۵۹.

۱۱. **سبک‌آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۸۱.** گزارش پلانکتون طرح جامع شیلاتی دریاچه سد حسنلو. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. صفحات ۲۲ تا ۲۵.

۱۲. **سبک‌آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۸۲.** بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در دریاچه سد ماکو. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۲، شماره ۲، صفحات ۲۹ تا ۴۶.

۱۳. **سبک‌آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۸۳.** پراکنش و فراوانی پلانکتون‌ها و نقش آن‌ها در تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۳، شماره ۳، صفحات ۸۷ تا ۱۱۸.

۱۴. **صفائی، س.، ۱۳۷۶.** گزارش نهایی مطالعات جامع ارس. شرکت سهامی شیلات ایران . معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر . ۱۴۰ صفحه.

۱۵. **عابدینی، ع.،۱۳۹۲.** بررسی لیمنولوژیکی مقدماتی دریاچه پشت سد ارسباران در آذربایجان‌شرقی با هدف توسعه آبزی‌پروری. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۳ صفحه.

۱۶. **عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۰.** بررسی جامع شیلاتی دریاچه‌های ماکو و مهاباد. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۹ صفحه.

۱۷. **میرزاجانی، ع.، ۱۳۸۸.** بررسی لیمنولوژی دریاچه سد تهم استان زنجان. سازمان جهادکشاورزی استان زنجان. مدیریت شیلات استان زنجان. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۹ صفحه.

۱۸. **میرزاجانی،ع.،۱۳۸۹.**بررسی‌لیمنولوژی دریاچه شویر و میرزاخانلو استان زنجان. سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان. مدیریت شیلات استان زنجان. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی،موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۰ صفحه.

۱۹. **یوسف‌زاد، ا.، ۱۳۹۱.** مطالعات منابع آبی قلعه‌چای در استان آذربایجان‌شرقی. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۴ صفحه.

20. **APHA. 2005.** Standard method for the examination of water and wastewater. Washigton, DC, USA. 1265 p.

21. **Bagheri, S.; Mashhor, M.; Makaremi, M.; Mirzajani, A.; Babaei, H.; Negarestan, H. and Wan-Maznah, W.O., 2010.** Distribution and composition of phytoplankton in the south-western Caspian Sea during 2001-2002, a comparison with previous surveys. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 2, pp: 416-426.

22. **Bagheri, S.; Mansor, M.; Makaremi, M.; Sabkara, J.; Wan-Maznah, W.O.; Mirzajani, A.; Khodaparast, S.H.; Ghandi, A. and Khalilpour, A., 2011.** Fluctuations of phytoplankton community in the coastal waters of Caspian Sea in 2006. American Journal of Applied Sciences. Vol. 8, pp: 1328-1336. doi:10.3844/ajassp.

23. **Bagheri, S., 2012.** Ecological assessment of plankton and effect of alien species in the south-western Caspian Sea. PhD thesis. Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.

24. **Bagheri, S.; Mansor, M.; Turkoglu, M.; Makaremi, M.; Wan Omar, W.O. and Negarestan, H., 2012a.** Phytoplankton species composition and abundance in the southwestern Caspian Sea. Ekoloji. Vol. 21, pp: 32-43. doi: 10.5053/ekoloji.2012.834

25. **Bagheri, S.; Niermann, U.; Sabkara, J.; Mirzajani, A. and Babaei, H., 2012b.** State of *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) and mesozooplankton in Iranian waters of the Caspian Sea during 2008 in comparison with previous surveys. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 11, pp: 732-754.

26. **Bagheri, S.; Mansor, M.; Turkoglu, M.; Wan Maznah, W.O. and Babaei, H., 2013.** Temporal distribution of phytoplankton in the southwestern Caspian Sea during 2009-2010: A comparison with previous surveys. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 92, pp: 1243-1255.

27. **Bertoni, R., 2011.** Limnology of rivers and lakes. Institute of Ecosystem Study, ISE-CNR, Verbania, Italy, UNESCO-EOLSS. 68 p.

28. **Boney, A.D., 1989.** Phytoplankton. Edward annoid. British Library Cataloguing Publication data. 118 p.

29. **Boyd, P.W., 2007.** Mesoscale iron enrichment experiments 1993-2005: Synthesis and future directions. Science. Vol. 315, pp: 612-617. doi: 10.1126/science.1131669

30. **Kideys, A.E.; Soydemir, N.; Eker, E.; Vladymyrov, V.; Soloviev, D. and Melin, F., 2005.** Phytoplankton distribution in the Caspian Sea during March 2001. Hydrobiologia. Vol. 543, pp: 159-168. doi: 10.1007/s10750-004-6953-x

31. **Li, S. and Mathias, J., 1994.** Freshwater Fish Culture in China: Principles and Practice, Volume 28, 1st Edition, U.S, Elsevier Science. 445 p. ISBN: 9780444888822.

32. **Menezes, R.F.; Attayde, J.L. and Vasconcelos, F.R., 2010.** Effects of omnivorous filter-feeding fish and nutrient enrichment on the plankton community and water transparency of a tropical reservoir. Freshwater Biology. Vol. 55, pp: 767-779.

33. **Newell, G.E. and Newell, R.C., 1977.** Marine plankton a practical guide. 5th Edn., Hutchinson, London. 244 p.

34. **Palmer, C.M., 1977.** Algae and Water Pollution. Municipal Environmental Research Laboratory Office of Research and Development, USEPA EPA/600/9-77-036.

35. **Resende, P.; Azeiteiro, U.M.; Goncalves, F. and Pereira, M.J., 2007.** Distribution and ecological preferences of diatoms and dinoflagellata in the west Iberian coastal zone (North Portugal). Acta Oecologica. Vol. 32, pp: 224-235. doi.org/10.1016/j.actao.2007.05.004

36. **Richardson, A.J., 2008.** In hot water: zooplankton and climate change ICES J. Marine Science. Vol. 65, pp: 279-295. doi: org/10.1093/icesjms/fsn028.

37. **Sourina, A., 1978.** Phytoplankton manual, United nations educational, Scientific and Culture Organization. Paris. 337 p.

38. **Thorp, J.H. and Covich, A.P., 2001.** Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates, Second Edition-Academic Press. 1056 p.

39. **Torres, S.G.; Silva, S.H.; Rangel, M.L. and Attayde, L.J., 2015.** Cyanobacteria are controlled by omnivorous filter-feeding fish (Nile tilapia) in a tropical eutrophic reservoir. Hydrobiologia. Vol. 16, pp: 1-15.

40. **Turkoglu, M., 2008.** Synchronous blooms of the coccolithophore Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay & Mohler and three dinoflagellata in the Dardanelles (Turkish Straits System). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 88, pp: 433-441.

41. **Winder, M.; Reuter, J.E. and Schladow, S.G., 2009.** Lake warming favours small-sized planktonic diatom species. Proceedings of the Royal Society. Vol. 276, pp: 427-435. doi: 10.1098/rspb.2008.1200.