Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

Study of phytoplankton structure of Alagol, Almagol and Ajigol international wetlands, Golestan Province

Vahid Kheirabadi[1], Rasoul Ghorbani[2], Hosein Rahmani[*3], Abbas Ali Aghayimoghadam[4], Habib Mohamadi[5]

1. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: khierabadi@yahoo.com
2. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rasulghorbani@gau.ac.ir
3. Corresponding Author, Sari University of Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: shemaya1975@yahoo.com
4. Golestan Province Fisheries Research Center, Iran. E-mail: aghaeifishery@gmail.com
5. Kordestan University, Iran. E-mail: habibm64@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 05.30.2022
Revised: 12.04.2022
Accepted: 01.04.2023

Keywords:
Ajigol,
Alagol,
Almagol,
Phytoplankton,
Wetland

ABSTRACT

Wetlands are a critical part of our natural environment and they can reduce the impacts of floods, absorb pollutants and improve water quality. This survey was conducted at 7 stations in three international wetlands Alagol, Almagol and Ajigol wetlands between February 2017 and November 2018. Results showed that water quality characteristics are somewhat in good conditions but amount of phosphates, was more than standard in summer at Alagol and in autumn and winter at Ajigol. In this study, 57 different species (25 Bacillariophta, 12 Chlorophta, 9 Cyanobacteria, 5 Pyrophyta, 3 Euglenophyta and 2 Xanthophyta and Carophyta) were identified. Bacillariophyta was dominant in all seasons, however Cyanophyta in Alagol and Ajigol wetlands and Pyrophyta in Ajigol were dominant in summer. In the study of water quality index (WQI), it was observed that except in summer and autumn in Ajigol wetland in other seasons of the studied wetlands were in good quality. It seems that the Atrak river as the main source of water supply for these wetlands, is the place where high amounts of agricultural and rural effluents are received, which practically enter these wetlands, appropriate management and corrective measures should be taken.

Cite this article: Kheirabadi, Vahid, Ghorbani, Rasoul, Rahmani, Hosein, Aghayimoghadam, Abbas Ali, Mohamadi, Habib. 2024. Study of phytoplankton structure of Alagol, Almagol and Ajigol international wetlands, Golestan Province. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (1), 1-17.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2023.20270.1668
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

تعیین ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی مجموعه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل، استان گلستان

وحید خیرآبادی[۱]، رسول قربانی[۲]، حسین رحمانی*[۳]، عباسعلی آقایی مقدم[٤]، حبیب محمدی[٥]

۱. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: khierabadi@yahoo.com
۲. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rasulghorbani@gau.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، دانشگاه منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: shemaya1975@yahoo.com
٤. مرکز تحقیقات شیلات استان گلستان، ایران. رایانامه: aghaeifishery@gmail.com
٥. دانشگاه کردستان، ایران. رایانامه: habibm64@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۳/۰۹
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۰۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۰/۱٤

واژه‌های کلیدی:
آجی‌گل،
آلاگل،
آلماگل،
تالاب،
فیتوپلانکتون

چکیده

در این بررسی فون فیتوپلانکتونی و اثر عوامل محیطی بر روی پویایی آن‌ها در سه تالاب بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در ۷ ایستگاه طی مدت زمستان ۱۳۹۵ تا پائیز ۱۳۹٦ به‌صورت فصلی انجام گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشان داد بیش‌تر خصوصیات کیفی این سه تالاب تا حدودی در وضعیت مناسب نسبت به استاندارد قرار داشته، ولی مقادیر فسفات در فصل تابستان در آلاگل و در پاییز و زمستان در آجی‌گل از حد مجاز بیش‌تر بود. در این پژوهش، تعداد ۵۷ گونه فیتوپلانکتون (۲۵ گونه از Bacillariophyta، ۱۲ گونه Chlorophyta، ۹ گونه Cyanophyta، ۵ گونه از Pyrrophyta، ۳ گونه Euglenophyta، ۲ گونه Carophyta و Xanthophyta) شناسایی گردید. بیش‌ترین فراوانی مربوط به دیاتومه‌ها بوده ولی در تابستان، سیانوفیتا در تالاب‌های آلاگل و آجی‌گل و پیروفیتا در آجی‌گل غالب می‌شوند. بر اساس شاخص کیفی آب (WQI)، تالاب‌های سه‌گانه در تمام فصول به جز تالاب آجی‌گل در فصل تابستان از وضعیت کیفی خوبی برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد رودخانه اترک به‌عنوان اصلی‌ترین منبع آبی تامین‌کننده این تالاب‌ها، محل دریافت مقادیر بالای پساب کشاورزی و روستایی است که عملاً وارد این تالاب‌ها می‌گردند که باید اقدامات اصلاحی و مدیریتی صورت گیرد.

استناد: خیرآبادی، وحید، قربانی، رسول، رحمانی، حسین، آقایی مقدم، عباسعلی، محمدی، حبیب (۱۴۰۳). تعیین ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی مجموعه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل، استان گلستان. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۳ (۱)، ۱۷-۱.

DOI: 10.22069/japu.2023.20270.1668

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

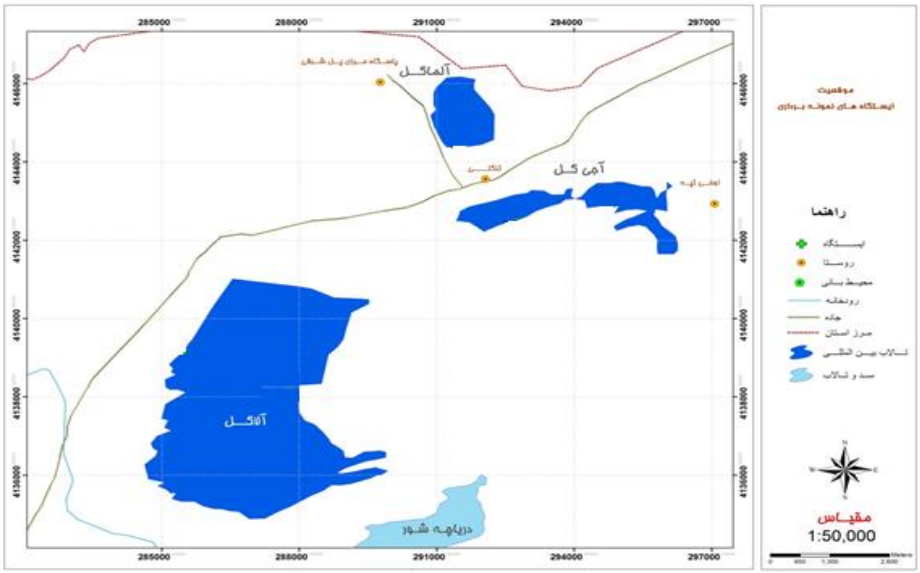
تالاب‌ها از اکوسیستم‌های پرتولید و متنوعی هستند که از نظر اکولوژیکی و اقتصادی اهمیت زیادی در جهان دارند. ثبات ساختار و عملکرد یک اکوسیستم تا حدود زیادی در ارتباط با میزان تنوع زیستی آن است (۱). کاهش تنوع زیستی، میزان تولید اولیه و راندمان استفاده از مواد مغذی معمولاً به طور هم‌زمان اتفاق می‌افتد (۲) و می‌تواند در نهایت عملکرد اکوسیستم‌ها را تغییر دهد. به‌طورکلی تالاب‌ها به‌عنوان حافظان تنوع زیستی و میراث‌های طبیعی جهانی در نظر گرفته می‌شوند که از ویژگی‌هایی مانند کنترل سیلاب، دوباره پرآب‌کردن آب‌های زیرزمینی، جلوگیری از نفوذ آب‌های شور، نگهداشت رسوبات، تثبیت خطوط ساحلی و حفاظت در مقابل طوفان‌ها، تصفیه و پالایش آب، ذخایر تنوع زیستی، اجتماعی و فرهنگی، ترابری آبی، تولیدات و محصولات غذایی، تفریح، سرگرمی و توریسم و غیره از فواید آن‌ها به‌شمار می‌روند.

حاصلخیزی آب‌ها را می‌توان از وجود پلانکتون‌ها دریافت (۳) که از مهم‌ترین فاکتورهای کیفیت آب، قبل از مشاهده سطوح تروفیک بالاتر محسوب شده و در برابر تغییرات محیطی واکنشی بسیار سریع نشان می‌دهند (٤). جوامع فیتوپلانکتونی عناصر کلیدی اکوسیستم‌ها هستند که چرخه‌های بیوژئوشیمیایی را تنظیم کرده و به عنوان مهم‌ترین تولیدکننده اولیه فتواتوتروفیک مطرح می‌باشند (۵). میزان تراکم فیتوپلانکتون‌ها یکی از شاخص‌های باروری محیط آبی است که دارای تغییرات فصلی و سالانه فراوانی می‌باشند و افزایش زیست‌توده آن‌ها به در دسترس بودن و غلظت مواد مغذی، شرایط نور، سرعت جریان (زمان اقامت) و اثر "چرای" زئوپلانکتون‌ها و موجودات کفزی که از طریق فیلترکردن تغذیه می‌کنند، بستگی دارد (٦). غنی شدن آب با مواد مغذی، در درجه اول مربوط به ازت و فسفر (۷) است که تولید اولیه را تحریک می‌کند، و می‌تواند منشا طبیعی و یا انسانی داشته باشد (۸). در بعضی موارد، یوتریفیکاسیون منجر به شکوفایی قابل‌توجه و تجمع مواد آلی شناور در آب می‌شود (۹) که عوامل متعددی مانند ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی، فعالیت‌های آبزی‌پروری، ژئولوژی و ساختار موفولوژی منطقه، فضولات دامی، کودهای کشاورزی، فرآیندهای جوی (باران‌های اسیدی) و گرم شدن هوای زمین از مهم‌ترین این عوامل می‌باشند (۱۰). روند یوتروفیکاسیون همیشه به‌عنوان یک اثر منفی بر اکوسیستم‌های آبزی نیست و گاهی به عنوان یک پدیده مثبت برای صنایعی مانند صنعت شیلات شناخته می‌شود (۱۱). بررسی بر روی پلانکتون‌های آب شیرین نشان‌دهنده ترکیب گونه‌ها و تنوع طبقه‌بندی جوامع آن‌ها در یک اکوسیستم بوده که بیانگر تغییرات فصلی و فرآیندهای تکاملی و پایداری اکوسیستم آبی است (۱۲). مجموعه سه‌گانه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در دشت ترکمن در بخش داشلی برون گنبد (استان گلستان) قرار گرفته و فاصله آن‌ها از یکدیگر بسیار کم است. این سه تالاب با مساحت ۳۰۲۷ هکتار به علت این‌که یکی از کانون‌های زادآوری پرندگان مهاجر آبزی و کنارآبزی هستند، در سال ۱۳٥٤ به عنوان یک سایت بین‌المللی در لیست کنوانسیون حفاظت از تالاب‌ها (رامسر) به ثبت رسیده‌اند. این تالاب‌ها به ترتیب از نوع (مرداب‌های شور، لب شور، آهکی، فصلی/ ادواری)؛ (مرداب‌ها و حوضچه‌های آب شیرین فصلی/ ادواری)؛ (دریاچه‌های شور، لب‌شور و آهکی فصلی/ تناوبی) بوده و همگی در تالاب‌های با پوشش درختچه‌ای طبقه‌بندی شده‌اند. با توجه به اهمیت تالاب‌های مذکور و لزوم حفظ اکوسیستم آن‌ها، انجام مطالعات زیست‌محیطی در اولویت می‌باشد. این مطالعه با هدف شناسایی فون فیتوپلانکتونی

تالاب‌های آلاگل، آجی‌گل و آلماگل و اثر عوامل محیطی روی پویایی آن‌ها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تالاب آلماگل در مختصات جغرافیایی '۲۵ °۳۷ عرض شمالی و '۳۸ °۵۴ طول شرقی قرار گرفته است. بیش‌ترین حجم این تالاب حدود ۹/۵ میلیون مترمکعب می‌باشد و حداکثر عمق آن در زمان پر آبی به ٤ متر می‌رسد. تالاب آجی‌گل در مختصات جغرافیایی '۲٤ °۳۷ عرض شمالی '٤۱ °۵٤ طول شرقی قرار گرفته و بخش غربی آن به دلیل عمق بیش‌تر به‌عنوان زهکشی اراضی بالادست نیز عمل نموده و آب جمع‌آوری شده در آن نیز بسیار شور است. آب تالاب آجی گل نیز از طریق رودخانه اترک تامین می‌شود و حداکثر عمق در زمان پرآبی در تالاب آجی‌گل ۳ متر است. تالاب آلاگل در مختصات جغرافیایی '۲۷ °۳۷ عرض شمالی و '۳۵ °۵٤ طول شرقی بزرگ‌ترین تالاب از بین سه تالاب است. این تالاب در غرب تالاب آجی‌گل و جنوب شرقی مجتمع آبگشت قرار دارد. آب این تالاب همانند سایر تالاب‌های منطقه از رودخانه اترک و زهکش‌های طبیعی و نهرهای شور به نام‌های سامان و شورجه تامین می‌شود حداکثر عمق در زمان پر آبی در تالاب آلاگل ٤/۵ متر است (۱۳).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی تالاب‌های آلاگل، آلماگل و آجی‌گل- استان گلستان.

در این بررسی خصوصیات کیفی آب و فون فیتوپلانکتون سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در ۷ ایستگاه به مدت یک سال از زمستان ۱۳۹۵ تا پائیز ۱۳۹٦ به‌صورت فصلی نمونه‌برداری شد. نمونه‌برداری با استفاده از نمونه‌بردار نسکین از ستون آب به‌دلیل عمق کم آب (زیر ۳ متر) و اختلاط و همگنی (لایه‌بندی حرارتی وجود ندارد) جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی در ۳ ایستگاه در تالاب آلاگل، ۲ ایستگاه در آجی‌گل و ۲ ایستگاه در آلماگل انجام گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده شامل pH، دما، شوری، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، شفافیت در محل نمونه‌برداری

به‌وسیله دستگاه مولتی‌پارامتر پرتابل مدل DKK ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد. بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی (مانند مصرف شیمیایی اکسیژن (COD)، مصرف زیستی اکسیژن (BOD)، مواد جامد محلول (TDS)، مواد جامد معلق (TSS)، آمونیاک، نیترات، نیتریت، فسفات) بعد از تثبیت نمونه‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری کلروفیل آ و سیانوفیت‌ها از هر ایستگاه از دستگاه جلبک‌یاب پرتابل Algatorch، مدل BBE استفاده شد. اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده طبق کتاب استاندارد متد (١٤) انجام گرفت.

نمونه‌برداری از فون فیتوپلانکتون، با توجه به عمق متوسط تالاب‌ها درایستگاه‌های مختلف، توسط لوله پلیکا (P.V.C) (به طول حدود ١٥٠ و قطر ٦/٥ سانتی‌متر) سه نمونه یک لیتری جمع‌آوری و نمونه‌ها با فرمالین بافر ٤ درصد تثبیت و جهت مطالعه به آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های فیتوپلانکتونی پس از همگن‌سازی به مدت ١٠ روز به دور از نور خورشید در دمای اتاق جهت ترسیب بی‌حرکت نگهداری شدند. به‌دلیل تراکم بالای فیتوپلانکتون، رقیق‌سازی با آب مقطر و به نسبت ١:١٠ انجام و پس از طی مدت زمان رسوب‌دهی مقدار ٧٥٠ سی‌سی از نمونه تثبیت شده از قسمت بالای آن برداشته و حذف گردید. ٢٥٠ سی‌سی باقی‌مانده در داخل لوله‌های پلی‌اتیلنی به مدت ٥ دقیقه در ٣٠٠٠ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده تا حجم نهایی به ٣٠ سی‌سی برسد. پس از تغلیظ نمونه، شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی مرجع توسط میکروسکوپ معکوس انجام گرفت. تعیین تراکم نمونه‌ها فیتوپلانکتونی نیز پس از شناسایی آن با استفاده از لام سدویک-رفتر انجام گرفت. اطلاعات سیستماتیک و مورفولوژیک گونه‌ها از روی کلیدهای شناسایی، مشاهدات و مختصات ظاهری نمونه‌ها نیز تهیه گردید.

$$\frac{N*١٠٠٠}{\text{١ یا ٢ یا ٥ میلی‌لیتری}} = \frac{\text{حجم کل نمونه برداشتی} * \text{تعداد نمونه‌های شمارش‌شده}}{\text{حجم محفظه شمارش}} = \text{جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در یک لیتر}$$

شاخص TSI[1] یا مدل تروفیکی (١٥) جهت بیان ساده‌تر کیفیت (تروفی) آب از لحاظ درجه یوتریفیکاسیون ارائه گردید که مقادیر مربوط به شاخص تروفی کارلسون مبتنی بر میزان کلروفیل a (جدول ١) به شرح زیر می‌باشد:

TSI برای کلروفیل آ (CA) بر حسب (µg/l)

$$TSI = 9.81 \text{ Ln Chlorophyll a (CA)} + 30.6$$

1- Trophic State Index

جدول ۱- شاخص تروفی کارلسون برای تشخیص وضعیت تروفی تالاب‌ها.

صفات	وضعیت تروفی	Chl-a (µg/L)	TSI
آب شفاف، اکسیژن در سرتاسر سال تا بستر، خیلی عمیق با آب سرد	الیگوتروف	۰/۰۹۵	< ۳۰
بستر تالاب‌های کم عمق ممکن است فاقد اکسیژن باشد		۰/۰۹۵ – ۲/٦	۳۰ – ٤۰
آب در اغلب تابستان تا حدی شفاف، در اواخر تابستان ممکن است سبزتر باشد	مزوتروف	۲/٦ – ۷/۳	٤۰ – ۵۰
مشکلات گیاهان آبزی و جلبک‌ها، آب به رنگ سبز در اغلب اوقات سال	یوتروف	۷/۳ – ۲۰	۵۰ – ٦۰
جلبک‌های سبز- آبی غالب بوده، مشکل کفاب جلبکی و گیاهان آبزی		۲۰ – ۵٦	٦۰ – ۷۰
محدودیت حاصلخیزی ناشی از نور، تراکم بالای جلبکی و گیاهان آبزی در تابستان	هایپریوتروف	۵٦ – ۱۵۵	۷۰ – ۸۰
کفاب جلبکی و مقدار بسیار اندک گیاهان آبزی		> ۱۵۵	> ۸۰

به‌منظور ارزیابی آلاینده‌های تالاب، کمیت کلیفروم مدفوعی به صورت فصلی اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از فون باکتری، از ستون آب انجام پذیرفت. ابتدا ظروف شیشه‌ای مخصوص در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو استریل شده، در محل نمونه‌برداری در زیر آب، درب آن را به آهستگی باز کرده و تا نیمه با آب پر گردید، بدون آن‌که هوای بیرون داخل ظرف شود، نمونه‌ها در یخدان قرار داده شده و در کم‌تر از ٢٤ ساعت به آزمایشگاه منتقل و در محیط‌های مخصوص، کشت شدند. جهت تعیین میزان کلیفروم، از روش MPN ۹ لوله‌ای استفاده شد. این روش بیش‌ترین تعداد احتمالی باکتری، در ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب است. یکی از اصلی‌ترین محیط‌های کشت مورد نیاز برای آزمایش، محیط کشت لاکتوز براس است.

برای تعیین شاخص WQI، از ۸ پارامتر درصد اشباعیت اکسیژن محلول، pH، دما، کدورت، فسفات کل، نیترات، BOD، *E. coli* با توجه به جدول زیر استفاده می‌شود که در آن I، شاخص نهایی و W_i، فاکتور وزنی آن شاخص‌ها می‌باشد:

$$WQI= \Sigma WiQi$$

جدول ۲- تعیین شاخص WQI.

Water Quality Rating	Water Quality Index Range
عالی	۱۰۰–۹۰
خوب	۸۹–۷۰
متوسط	٦۹–۵۰
بد	٤۹–۲۵
خیلی بد	۲٤–۰

پس از ترسیب نمونه‌های فیتوپلانکتون، ۳ تکرار به مقدار ۱ سی‌سی به طور تصادفی از نمونه گرفته و زیر میکروسکوپ اینورت بررسی و تعداد و تنوع گونه‌ها ثبت گردید. جهت آنالیز داده‌های فراوانی بین سه تالاب و نیز در بین فصول مختلف سال از آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS17 محاسبه و نیز برای بررسی ارتباط بین هر یک از پارامترهای محیطی با میزان فراوانی هر یک از فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف از آزمون همبستگی با استفاده از آنالیز افزونگی (RDA) در نرم‌افزار Canoco انجام گردید.

نتایج

تالاب آلاگل نسبت به دو تالاب دیگر از وسعت و عمق بیش‌تری برخوردار است. بیش‌ترین وسعت هر سه تالاب در فصل بهار به دلیل افزایش میزان بارندگی و کم‌ترین وسعت در فصل پاییز مشاهده گردید که حتی نسبت به تابستان نیز کم‌تر بود. در مقایسه دمای آب، متوسط دما در طول سال در تالاب آلاگل نسبت به دو تالاب دیگر پایین‌تر است. بالاترین دمای آب تابستانه در آجی‌گل و پایین‌ترین دما در آلاگل ثبت گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب، متوسط میزان اکسیژن محلول در آب در طول سال در هر سه تالاب در شرایط مطلوب قرار داشته و مقادیر نیترات نیز کم‌تر از حد مجاز ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است. مقادیر فسفات در فصل تابستان در آلاگل و در فصل پاییز و زمستان در آجی‌گل از حد مجاز ۰/۰۳ گرم در لیتر بیش‌تر بود. اسیدیته تالاب‌های مورد مطالعه قلیایی بوده و مقدار این پارامتر در تالاب آلاگل حتی به بالای ۹ نیز می‌رسد. شوری آب در بیش‌تر مواقع زیر ۱۰ گرم در لیتر است ولی در تالاب آجی‌گل در فصل پاییز به حدود ۲۳/٤ گرم در لیتر می‌رسد. کم‌ترین میزان شوری در هر سه تالاب مربوط به بهار و زمستان بوده ولی در فصول تابستان و پاییز، میزان شوری به مراتب مقدار بالاتری را نشان دادند. با افزایش شوری، مقادیر هدایت الکتریکی نیز افزایش یافت. کل جامدات محلول، در مقایسه میانگین مقادیر این پارامتر در سه تالاب، در طی تمام فصول اختلاف معنی‌دار دیده شد (جدول ۳).

شاخص وضعیت (TSI) که جهت ارزیابی وضعیت تروفی و اندازه‌گیری کمیت تغذیه‌گرایی توسط کارلسون در سال ۱۹۷۷ ابداع شد، به صورتی است که هر ده واحد افزایش در مقادیر این شاخص کاهش ۵۰ درصدی عمق سشی‌دیسک، دو برابر شدن میزان فسفر و یک سوم افزایش در غلظت کلروفیل را نشان می‌دهد. در بررسی حاضر مقادیر این شاخص بر حسب کلروفیلآ نشان داد که تالاب آجی‌گل در وضعیت پرخطر هایپرتروف و تالاب آلماگل در وضعیت خطرناک یوتروف قرار دارند (جدول ٤).

جدول ۳- خصوصیات کیفی آب تالاب‌های آلاگل، آجی‌گل و آلماگل.

تالاب	آلاگل			آجی گل			آلماگل		
پارامتر / فصل	بهار (اردیبهشت)	تابستان (مرداد)	پاییز (آبان)	زمستان (بهمن)	بهار (اردیبهشت)	تابستان (مرداد)	پاییز (آبان)	زمستان (بهمن)	بهار (اردیبهشت)	تابستان (مرداد)	پاییز (آبان)	زمستان (بهمن)
وسعت (هکتار)	۱۴۰۵	۱۱۶۵	۱۰۰۸	۱۴۲۰	۲۲۱	۴۷	۴۲	۱۸۳	۱۷۰	۱۰۹	۷۵	۱۶۵
عمق (متر)	۱/۷۷	۱/۳۷	۱/۵	۲/۱۵	۱	۱	۰/۲	۱/۳	۱	۰/۴	۰/۳۳	۰/۸
دما (°C)	۲۳/۴	۳۱/۱	۱۷/۲	۸/۴	۲۴/۵	۳۷	۲۱	۱۰/۷	۲۹/۱۵	۳۴/۳	۲۰/۳	۱۰/۲۵
pH	۸/۷۸	۸/۸۷	۹/۲۳	۸/۸۵	۸/۶۷	۸/۳۴	۹/۰۸	۸/۰۱	۸/۷۹	۸/۴۶	۹/۱۱	۹/۲
شوری (گرم درلیتر)	۴/۸	۸/۰۵	۹/۴۳	۳/۹۵	۵/۵	۷/۱	۲۳/۴	۴/۲	۲/۹۵	۵/۴	۱۰/۹۵	۲/۴۵
EC (میکروموس برسانتی‌متر)	۱/۰۰۹	۱/۵۸	۱۴/۰۵	۰/۷۵	۰/۶۲	۱/۴۱	۳۷/۲	۰/۵۳	۰/۶۲	۱/۰۹	۲۰/۱۳	۰/۶۷
DO (میلی‌گرم بر لیتر)	۷/۴۹	۷/۴	۹/۴	۷/۴۵	۶/۸	۸/۴۵	۸/۲	۷/۱	۶/۷۷	۷/۵	۹/۰۴	۶/۹
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴
فسفر (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۰۵	۰/۰۶۵	۰/۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۰۳
P_2O_5 (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۱۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۰	۰/۰۳
نیتریت (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱۳	۰/۰۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳
آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۶	۰/۲۵	۱/۲۵	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۴	۳/۴۱	۰/۱۵	۰/۱	۰/۴	۱/۱۲	۰/۰۹
آمونیوم (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۳۸	۳/۹	۶/۰۲	۰/۳۶	۰/۷۱	۵/۵	۱۵/۵	۰/۶	۰/۴	۶/۳	۵/۱۸	۰/۴
سولفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۵۷۵	۲۷۲۵	۳۱۵۰	۱۴۶۰	۱۳۷۵	۳۶۰۰	۶۲۵۰	۱۲۵۰	۱۵۲۵	۳۰۵۰	۴۳۰۰	۱۴۵۰
کدورت (FTU)	۳/۱۷	۳/۱	۲/۵۷	۳/۶	۳/۴	۴/۱	۱۴/۹	۴/۴۵	۰/۷	۳/۸۵	۱۶/۸۲	۵/۲۵
TDS (گرم در لیتر)	۵/۰۶	۵/۱۲	۱۰/۲۲	۴/۴	۲/۷۵	۲/۷۵	۲۵	۲/۸	۲/۹	۲/۹	۱۲/۵۸	۲/۱
TSS (گرم در لیتر)	۰/۰۶۵	۰/۵۳	۰/۳	۰/۰۵۵	۰/۰۲	۰/۶۲	۰/۹۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۳	۰/۰۳
COD (میلی‌گرم بر لیتر)	۴۳/۵	–	۱۰۸/۵	۳۲	۳۵	–	–	۲۵	۲۷	–	۸۶	۲۱
BOD (میلی‌گرم بر لیتر)	۰	۵/۴	۲/۶۵	۰/۶	۲/۲	۵/۵	۲۲	۱/۵	۲/۲	۷/۵	۱/۷	۱/۳
کلروفیل a (میکروگرم بر لیتر)	۱۰/۹	۸/۶۳	۴/۶	۰/۵	۴۶/۶	۷۱/۴	۸۰/۹	۱۵/۰۵	۵/۳	۱۶/۴	۱۱/۴	۹/۸
سیانوباکتر	۳/۴	۱/۴	۰/۹۷	۰/۴	۹/۱۵	۲۰/۸	۳/۴	۲/۱۵	۳	۱/۴	۰/۳	۲/۲۵
توتال کلیفرم	۸/۸	۸/۷۵	۴/۶	۰/۴	۴۶/۶	۷۱/۴	۸۰/۹	۱۵/۰۵	۱۰/۸۵	۱۶/۴	۱۲/۱۵	۹/۸

جدول ٤- مقادیر شاخص کارلسون (TSI) بر حسب میزان کلروفیل a در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل.

فصل/تالاب	آلاگل	وضعیت تروفی	آجی گل	وضعیت تروفی	آلماگل	وضعیت تروفی
بهار	٤٩/١	مزوتروف	٦٧/٤	یوتروف	٥٢/٥	یوتروف
تابستان	٥١/٧	یوتروف	٧٢/٥	هیپرتروف	٥٨	یوتروف
پاییز	٤٥/٣	مزوتروف	٧٣/٧	هیپرتروف	٥٤/٣	یوتروف
زمستان	٢١/٣	الیگوتروف	٥٥/٩	یوتروف	٤٧/٦	مزوتروف

در بررسی شاخص کیفی آب (WQI)، مشاهده گردید که به‌جز در فصول تابستان و پاییز در تالاب آجی‌گل در بقیه فصول، تالاب‌های مورد مطالعه از وضعیت کیفی خوبی برخوردار بودند (جدول ٥).

جدول ٥- شاخص کیفی آب (WQI) در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل.

فصل/تالاب	آلاگل	شاخص کیفی	آجی‌گل	وضعیت تروفی	آلماگل	وضعیت تروفی
بهار	٨٠/١	خوب	٧٥/٥	خوب	٧٥/٢	خوب
تابستان	٧٢/٤	خوب	٦٩/٨	متوسط	٧٠/١	خوب
پاییز	٨١	خوب	٦١/٨	متوسط	٧٦/٨	خوب
زمستان	٨٠/٢	خوب	٧٧/٥	خوب	٧٤	خوب

بررسی تراکم و تنوع فون فیتوپلانکتونی تالاب‌های مورد مطالعه نشان داد (جدول ٦) در مجموع در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در فصل بهار راسته‌های Cyanophyta و Bacillariophyta، در تابستان Cyanophyta و Pyrrophyta، در پائیز Bacillariophyta و در زمستان Cyanophyta و Euglenophyta غالب بودند. بیش‌ترین تراکم فیتوپلانکتونی در سه تالاب در فصل تابستان و کم‌ترین میزان تراکم در پائیز ثبت شد. راسته Pyrrophyta در فصل زمستان و دو راسته Carophyta و Xanthophyta در دو فصل تابستان و پائیز مشاهده نگردید. مقایسه میانگین فراوانی راسته‌های مختلف در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل نشان داد راسته Bacillariophyta در فصول بهار و بعد از آن پاییز در تالاب آجی‌گل دارای بیش‌ترین تراکم بوده که به‌طور معنی‌داری نسبت به دو تالاب دیگر بالاتر است و کم‌ترین مقدار آن نیز در فصل تابستان در تالاب آلماگل ثبت گردیده است. بیش‌ترین میزان تراکم راسته Pyrrophyta در فصل تابستان در تالاب آجی‌گل مشاهده شد به‌طوری که مقادیر آن با یک جهش بسیار زیاد و معنی‌دار همراه بود، ولی این راسته در فصل زمستان در هر سه تالاب و در فصل بهار در تالاب آلماگل مشاهده نگردید. بیش‌ترین تراکم راسته Chlorophyta در فصل بهار در هر سه تالاب نسبت به سایر فصول و در تالاب آلاگل نسبت به سایر تالاب‌ها ثبت گردید. در تابستان شاخه Chlorophyta در تالاب آلماگل مشاهده نگردید و به‌طورکلی تراکم آن در همه فصول در تالاب آلاگل بالاتر از سایر تالاب‌ها بود. نتایج این بررسی نشان داد Cyanophyta در تابستان در آلاگل و پس از آن در بهار و زمستان در آجی‌گل دارای بیش‌ترین مقدار تراکم بود، که این اختلاف معنی‌دار

بود. در پاییز و بهار مقادیر این راسته نزدیک بهم بودند ولی در زمستان در تالاب‌های آلاگل و آلماگل مشاهده نگردید. راسته Euglenophyta در بهار در آلاگل و آلماگل و در زمستان در آجی‌گل به‌طور معنی‌دار نسبت به بقیه فصول دارای فراوانی بسیار بیش‌تری بود، در حالی‌که در فصل زمستان در تالاب آلماگل مشاهده نگردید. راسته Xanthophyta به تعداد کم در فصل بهار در تالاب آلاگل و در فصل زمستان در تالاب آلماگل ثبت گردید ولی در سایر فصول مشاهده نشد. در نهایت، راسته Charophyta یک بلوم را در فصل بهار در تالاب آلاگل نشان داد در دو فصل تابستان و پاییز در همه تالاب‌ها و در تالاب آجی‌گل اصلاً مشاهده نگردید (جدول ٦).

جدول ٦- میانگین تعداد فیتوپلانکتون ($cell \times 10^6 /m^3$) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در سال ۱۳۹۵-۱۳۹٦.

شاخه	تالاب	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Bacillariophyta	آلاگل	۲۹۰۰ ± ۱۲٤۲/۳^{bB}	۹۰۸۸۳/۳ ± ۸۸۹۳/۷^{aA}	۲۱۸٦/۷ ± ۱۱۸/٤^{bB}	۳۵۳۳/۳ ± ۵۱۷/۲^{aB}
	آجی‌گل	۷۳٦۱۲۵ ± ٤۵۸۲۵^{aA}	۸٦٦۵۰ ± ۱۵۰^{aC}	۳۱۰۲۷۵ ± ۵۳۳۷۵^{aB}	۲٦۸۰ ± ۵۷۰^{aC}
	آلماگل	۲۳۹۵۰ ± ۳٤۵۰^{bA}	۹۲۰ ± ۱۲۰^{bB}	۳٤۰۰ ± ۹۰۰^{bAB}	٤۲٤۳۰ ± ۳۸۱۰۰^{aA}
Pyrrophyta	آلاگل	۲۵۰۰ ± ۱٤٤۳/٤^{aA}	۲٦۲۲/۳ ± ٦۸۸/۸^{cA}	۸۰۰۰ ± ۱۲۵۸/۳^{aA}	۰^{B}
	آجی‌گل	۲۰۰ ± ۲۰۰^{aBC}	۳٤٤۵۰۰۰ ± ٤۵۵۰۰۰^{aA}	۹۵۰ ± ۱۵۰^{cB}	۰^{C}
	آلماگل	۰^{aC}	۱۳۹۵۰ ± ۱۲۵۰^{bA}	۲۱۵۰ ± ۳۵۰^{bB}	۰^{C}
Chlorophyta	آلاگل	۱۳۳٤۱٦/۷ ± ۲٤۷۷۰/۷^{aA}	۸۸۲٦/۷ ± ۱٤۷٤/٤^{aB}	۳۰۰۰ ± ٦٦۵/۸^{aB}	۷۹۳/۳ ± ۱۷۳/۳^{aB}
	آجی‌گل	۲٦٦۳۷۵ ± ۳۵۳۷۵^{aA}	۱٦۰۰ ± ۱۰۰^{bB}	۱۲۵۰ ± ۵۵۰^{aB}	۱۹۵۰ ± ۵۵۰^{aB}
	آلماگل	۳۸۸۵۰ ± ٤۱۵۰^{bA}	۰^{cC}	۱۳۹۰ ± ۳۹۰^{aB}	۱۸۹۰ ± ۱۵۰^{aB}
Cyanophyta	آلاگل	۱۵٦٦/۷ ± ۷۵۱/۳^{cB}	۱۳۷٤٤٤٦۷ ± ٦۳٦۳۱۰/۵^{aA}	۱۲٦۳/۳ ± ٦۸۲/۲^{aB}	۰^{bC}
	آجی‌گل	۲٤۳۷۵ ± ۳٦۲۵^{aB}	۵۳۵۰۰۰ ± ٦۵۰۰۰^{bA}	۲۲۵۰ ± ۷۵۰^{aC}	۱۰۹۰۰۰۰ ± ۱۱۰۰۰۰^{aA}
	آلماگل	۱۱٦۰۰ ± ۱۹۰۰^{bA}	۲۸۰۰ ± ٦۰۰^{cB}	۳٤۰۰ ± ٦۰۰^{aB}	۰^{bC}
Euglenophyta	آلاگل	۵۱۷۳۳۳/۳ ± ۷۲۱۱٤/۱^{aA}	۳۰٦۰ ± ۷۸٤/٦^{abB}	٦٤۰۰ ± ۹٤۵/۱^{aB}	٦٤۳۳/۳ ± ۱۰۲٦/۹^{bB}
	آجی‌گل	۵۵۰ ± ۵۰^{cB}	٤۷۰۰ ± ۱۳۰۰^{aAB}	٤۰۰ ± ٤۰۰^{bB}	۵۹۵۰۰۰ ± ۸۵۰۰۰^{aA}
	آلماگل	۱۷۰۰۰۰ ± ۳۰۰۰۰^{bA}	۹۰۵ ± ۳۰۵^{bB}	۱۰۰۰ ± ۲۰۰^{bB}	۰^{cC}
Xanthophyta	آلاگل	۲۳۳/۳ ± ۱٤۵/۳^{aA}	۰^{A}	۰^{A}	۰^{bA}
	آجی‌گل	۰^{a}	۰	۰	۰^{b}
	آلماگل	۰^{aB}	۰^{B}	۰^{B}	۲۰۰ ± ۵^{aA}
Charophyta	آلاگل	٤۷۸۳۳۳/۳ ± ۲۱٤۲٤۹/۳^{aA}	۰^{C}	۰^{C}	۱۵۰ ± ۷٦/٤^{abB}
	آجی‌گل	۰^{b}	۰	۰	۰^{b}
	آلماگل	۳۵۰ ± ۳۵۰^{bA}	۰^{A}	۰^{A}	٤۰۰ ± ۱۰۰^{aA}

تذکر: حروف کوچک: ستونی؛ حروف بزرگ: ردیفی- خطای معیار ± میانگین

به‌طورکلی، در بررسی فیتوپلانکتون‌ها در ۷ ایستگاه نمونه‌برداری در سه تالاب بین‌المللی آلاگل و آلماگل و آجی‌گل تعداد ۵۷ گونه فیتوپلانکتون متعلق به ۷ شاخه شامل ۲۵ گونه از Bacillariophyta (۴۳/۳۵ درصد)، ۱۲ گونه از Chlorophyta (۲۱/۰۵ درصد)، ۹ گونه از Cyanophyta (۱۵/۷ درصد)، ۵ گونه از Pyrrophyta (۸/۷ درصد)، ۳ گونه از Euglenophyta (۵/۲ درصد)، ۲ گونه از Carophyta (۳/۵ درصد) و Xanthophyta (۱/۷ درصد) از کل شاخه‌ها شناسایی و شمارش شدند (جدول‌های ۷ و ۸). در بررسی فون جنس‌های فیتوپلانکتونی، بیش‌ترین تنوع گونه‌ای به‌ترتیب در باسیلاروفیتا، کلروفیتا، سیانوفیتا و اوگلنافیتا مشاهده گردید.

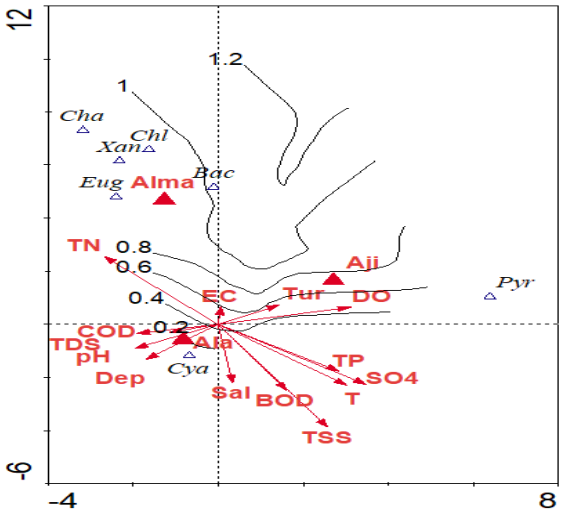
جدول ۷- حضور و عدم حضور راسته Bacillariophyta در ایستگاه‌های نمونه‌برداری سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل (بهار/تابستان/پاییز/زمستان).

تالاب	آلاگل			آجی‌گل		آلماگل	
گونه/جنس/شماره ایستگاه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
Thalassiosira parva	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/–
Navicula sp.	+/+/+/+	+/+/+/–	+/–/+/+	+/+/+/+	–/+/+/+	–/–/+/+	+/+/+/–
Navicula pelacentula	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/+	+/–/–/–	+/–/–/–
Navicula rhynochocephala	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/+
Nitzschia sp.	–/–/+/–	+/–/+/–	–/–/–/–	–/–/+/–	+/–/+/+	+/–/–/+	–/–/–/+
Nitzschia sigmoides	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Nitzschia closterium	–/–/–/–	–/–/–/–	–/+/–/–	–/+/–/–	–/+/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Nitzschia reversa	–/+/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/+/–/–	–/+/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Nitzschia filiformis	–/–/–/–	–/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Coconeis deminuta	+/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/+	+/–/–/+	+/–/–/–	+/–/–/–
Coconeis pelacentulla	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Cyclotella meneghiniana	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/+	+/–/–/–	+/–/–/–
Cyclotella striata	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Skletonema costatum	+/+/+/–	–/+/+/+	+/+/+/+	–/–/–/–	–/–/–/–	+/–/–/–	+/–/+/–
Synedra ulna	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	+/–/–/+	+/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/–
Synedra sp.	+/+/–/–	+/+/–/–	+/+/–/–	+/–/–/+	–/+/–/+	+/+–/+	+/+/–/+
Tabellaria fenestrata	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/+	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Cosinodiscus gigas	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Cosinodiscus perforatus	–/–/–/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Fragilaria capucina	+/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–	–/–/+/+	–/–/+/+	+/–/+/–	–/–/+/–
Amphipleura pellucida	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Stauroneis anceps	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Pinnularia divergens	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Epithemia zebra	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Oscillatoria sp.	–/–/–/–	–/–/+/–	–/–/+/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–
Asterionella formosa	–/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–
Gyrosigma attenuatum	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–	+/–/–/–

جدول ۸- مقادیر دیگر راسته‌های فیتوپلانکتون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل (بهار/تابستان/پاییز/زمستان).

فیتوپلانکتون	تالاب	آلاگل			آجی‌گل		آلماگل	
شاخه	گونه- جنس/شماره ایستگاه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
Pyrrophyta	*Pridinium sp.*	−/+/+/+	−/+/+/−	−/+/+/+	−/+/+/+	−/+/+/−	−/+/+/−	−/+/+/−
	Gymnodinium sp.	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/+/−
Chlorophyta	*Chlorella sp.*	−/+/+/−	−/+/+/+	−/+/+/+	+/+/−/+	−/+/−/+	+/+/−/+	+/+/−/+
	Clamydomonas ovalis	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/+
	Crucigenia quadrata	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/+/+	−/−/−/+	+/−/−/−	+/−/−/−
	Dictyospharium sp.	−/+/−/+	−/+/+/+	−/+/+/+	−/−/+/+	−/−/+/−	−/−/−/+	−/−/−/+
	Ankistrodesmus sp.	+/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/+	+/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Merismopedia elegance	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Merismopedia punctata	−/−/+/−	−/−/+/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Scenedesmus perforatus	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Scenedesmus sp.	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/+
	Scenedesmus aramatus	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	+/+/−/−	−/+/−/−
	Spirulina sp.	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Ankistrodesmus sp.	+/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/+	+/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
Cyanophyta	*Anabaena sp.*	−/−/+/−	−/+/+/−	−/−/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+	−/+/+/+	−/+/+/+
	Anabaena offinis	−/+/+/+	−/+/+/−	−/+/+/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Anabaena spiroides	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Microcystis sp.	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/+/−
	Merismopedia elegance	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Spirulina princepes	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Dactylococcopsis irregularis	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Gloeocapsa turgida	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
Euglenophyta	*Euglena sp.*	+/−/+/+	+/+/−/−	+/−/−/−	+/+/+/+	+/+/+/+	−/+/+/+	−/+/+/+
	Euglena caudata	−/−/+/+	−/−/+/+	−/−/+/+	−/−/+/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Euglena praxima	−/−/−/−	−/−/+/−	−/−/+/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
Xanthophycea	*Tribonema vulgare*	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/−
Charophyta	*Closterium parvulum*	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/+	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−
	Cosmarium circulare	+/−/−/−	−/−/−/−	+/−/−/−	−/−/−/−	−/−/−/−	+/−/−/−	+/−/−/−

در بررسی ارتباط پارامترهای محیطی با فراوانی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون (با استفاده از CCA) و نیز شاخص تنوع شانون مشاهده گردید که بیش‌ترین شاخص تنوع در تالاب آلماگل و کم‌ترین در تالاب آلاگل مشاهده گردید. فراوانی اوگلنوفیتا، کاریوفیتا، کلروفیتا، گزانتوفیلا و باسیلاریوفیتا در آلماگل نسبت به دیگر تالاب‌ها بیش‌تر بوده و تا حدی با افزایش نیتروژن کل و کاهش مواد جامد معلق، BOD و شوری، افزایش می‌یابد. فراوانی شاخه پیروفیتا بیش‌تر در آجی‌گل بوده با افزایش اکسیژن محلول، و کدورت آب و کاهش مقادیر COD، کل مواد جامد محلول، اسیدیته و عمق، افزایش می‌یابد. در تالاب آلاگل سیانوفیتا فراوان‌تر بوده برعکس پیروفیتا می‌باشد. در بررسی فراوانی نسبی شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در تالاب آلاگل، مشاهده شد که در فصل بهار، شاخه‌های اوگلنافیتا، کاریوفیتا و کلروفیتا در تالاب غالب بودند. در تابستان شاخه سیانوفیتا تقریباً غالب تالاب شده و فراوانی نسبی دیگر شاخه به‌شدت کاهش می‌یابد. در پاییز، پیروفیتا و اوگلنافیتا در تالاب غالب بودند. در فصل زمستان شاخه‌های اوگلنافیتا و باسیلاریوفیتا و نیز تا حدی کلروفیتا بالاترین درصد فراوانی را داشتند.



شکل ۲- ارتباط فراوانی فیتوپلانکتون‌ها با پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در تالاب‌های آلاگل، آجی‌گل و آلماگل.

بحث و نتیجه‌گیری

تالاب‌های آلاگل، آجی‌گل و آلماگل بخاطر مصارف آب آن‌ها در بخش کاربری‌های کشاورزی در منطقه دچار تغییرات سالانه در حجم، مساحت و عمق و نیز افزایش مواد مغذی می‌شوند. پساب‌های مناطق مسکونی حاشیه تالاب نیز از طریق جریانات ورودی به هر سه تالاب وارد شده، به‌طوری‌که یکی از اصلی‌ترین دلایل آلودگی نیتراته به‌خصوص در تالاب آجی‌گل در فصول بهار و پاییز می‌باشند (۱۶). Jianping و همکاران (۲۰۱٤)، بیان کردند باران شدید یا طولانی‌مدت غلظت نیترات را در ۲٤ ساعت، ٤ تا ۳۰ برابر افزایش داده و سپس با رشد فیتوپلانکتون در ۱۰ تا ٤۸ ساعت به سرعت تخلیه می‌گردد از آن‌جایی‌که آب تالاب‌ها دارای مقادیر pH بالایی می‌باشند، از این‌رو کودهای فسفردار به مقدار زیاد در آب دریا قابل‌حل نمی‌باشند (۱۷). بنابراین می‌توان گفت فسفر حاصل از رواناب‌های کشاورزی به میزان اندکی در آن‌ها حل شده و احتمالاً وارد

رسوبات می‌شوند (۱۸). شوری آب در تالاب آجی‌گل در فصل پاییز به حدود ۲۳/٤ گرم در لیتر می‌رسد که احتمالاً به‌دلیل ورود زهکش‌های زمین‌های شور به داخل تالاب است ولی کاهش شوری در هر سه تالاب در بهار و زمستان می‌تواند به دلیل وجود بارندگی مناسب، کاهش تبخیر و تامین آب از رودخانه‌ی آب شیرین اترک باشد. Nezlin (۲۰۰۵) بیان داشت درجه حرارت کم‌تر دلالت بر تشدید اختلاط آب‌های زیرین بر اثر وزش باد دارد که سبب افزایش ورود مواد مغذی به لایه‌های فوقانی شده و سبب افزایش نرخ رشد فیتوپلانکتون و زیتوده فیتوپلانکتون می‌شود (۱۹). تالاب آلاگل نسبت به تالاب‌های دیگر از وضعیت تروفی مناسب‌تری برخوردار است و حتی در زمستان الیگوتروف بوده و تنها در تابستان به حالت یوتروف است که نیاز به مدیریت صحیح دارد. وضعیت تالاب آجی‌گل از همه بغرنج‌تر است و در تمام سال بحالت یوتروف و حتی در تابستان و پاییز به‌صورت هایپرتروف است.

در بررسی شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی، باسیلاریوفیت‌ها اغلب سطح مواد مغذی متوسط تا زیاد را ترجیح می‌دهند (۲۰) و بیانگر شرایط یوتروفیک می‌باشند. نتایج نشان داد که برخی از جنس‌های این شاخه مانند *Nitzschia*، *Navicula* و *Cocconies* در تمام فصول جوامع غالب فیتوپلانکتونی در تالاب‌ها می‌باشند. دیاتومه‌ها در شرایط یوتروفیک از سرعت رشد بالایی برخوردارند و در آب‌های نسبتاً متلاطم و غنی از مواد مغذی رشد می‌کنند (۲۱). به‌نظر می‌رسد غلظت نیترات (۲۲) و فسفات (۲۳) تأثیر مثبتی بر فراوانی دیاتومه‌ها دارد. در مطالعه حاضر، دینوفلاژلاها در فصول گرم و در شرایط یوتروف و در مناطق با بیش‌ترین تأثیر انسانی دیده می‌شوند اما عامل مهم تأثیرگذار در رشد آن‌ها، دینامیک آب (۲٤) بوده و بیش‌تر در نواحی پناهگاهی با تأثیر امواج ضعیف رشد می‌کنند (۲۵). اوگلنافیت‌ها می‌تواند مقادیر کم اکسیژن محلول را تحمل کند (۲٦) و افزایش آن‌ها در محیط‌های آبی نشانه افزایش مواد آلی، آلودگی در آب‌ها و یوتروف بودن است (۲۷). حضور این جنس‌ها به‌خصوص در تابستان را می‌توان ناشی از افزایش مواد آلی در اثر ورود فاضلاب (۲۸) کشاورزی و روستایی از حوضه اترک باشد. راسته Charophyta که عده‌ای از پژوهش‌گران این جنس را در گروه کلروفیت‌ها دسته‌بندی می‌کنند بیش‌تر آب‌های شیرین را می‌پسندند و معمولاً در فصل بهار و اوایل تابستان فراوان‌تر است و در زمستان، در شرایط نامساعد به سیست یا زیگوت‌هایی در رسوبات تبدیل می‌شوند، می‌توان نتیجه گرفت حضور این جنس در این فصل، می‌تواند به دلیل رواناب‌های حاصل از بارندگی باشد که از محیط‌های اطراف شسته شده و به تالاب وارد شده است و از آن‌جایی‌که در فصول بعدی هیچ موردی از این جنس مشاهده نشد بنابراین نمی‌تواند جزو جنس‌های تأثیرگذار در محیط باشد. در تابستان، بیش‌ترین فراوانی و تعداد مربوط به سیانوفیت‌ها بود و این گروه‌ها اغلب در دماهای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد غالب هستند (۲۹). علت فراوانی این گروه در تابستان به دلیل احتیاجات غذایی متفاوت و توانایی جلبک‌های سبزآبی در رقابت با سایر جلبک‌ها، رشد مطلوب در دمای بالا، تحمل شرایط اکسیژنی و نور کم، تحمل اسیدیته بالا (شرایط قلیایی) و شوری و رشد مداوم در زمانی محدودیت نیتروژن است (۳۰). از طرفی، عمق کم تالاب‌های آجی‌گل و آلماگل و چرخش سریع‌تر مواد مغذی و آرامش طولانی‌مدت آب، می‌تواند فرصتی جهت شکوفایی برای گروه‌ها مختلف باشد. البته غالبیت جلبک‌های سبز-آبی عمدتاً جزء کلیدی یوتروفیکاسیون هستند (۳۱). بروز یوتروفیکاسیون باعث افزایش زیست‌توده فیتوپلانکتون می‌شود، اما ترکیب گونه‌ای یکنواخت‌تر شده و گونه‌های خاص

ناپدید می‌شوند، در حالی‌که در همان زمان، گونه‌های فرصت‌طلب فیتوپلانکتونی تسلط می‌یابند و تنوع گونه‌ها به دلیل رقابت بین گونه‌ها و افزایش استرس کاهش می‌یابد. با افزایش متوسط مقدار یوتروفیکاسیون، رقابت کم شده و باعث افزایش تنوع می‌شود. (۳۲). Uusitalo و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که یوتروفیکاسیون سبب رشد ارگانیسم‌های کوچک و سریع‌الرشد شده و گونه‌های غالب اکوسیستم را تشکیل می‌دهند که در مطالعه حاضر نیز این موضوع به وضوح قابل مشاهده بود (۳۳).

در مجموع، به‌نظر می‌رسد کیفیت آب تالاب آجی‌گل به یک سطح آستانه رسیده و برای حفظ آن نیاز به اقدامات اصلاحی بوده و در قدم نخست باید بر کنترل ورود مواد مغذی بیرونی به درون تالاب تأکید شود. حوضه‌های زهکشی نقطه شروعی منطقی برای برنامه‌ریزی و اقدامات مدیریتی است. هم‌چنین تعیین معیارها و استانداردهایی جهت تخلیه مواد مغذی، نقش اساسی در تنظیم بار موادمغذی موجود در آن‌ها خواهد داشت.

منابع

1. Ptacnik, R., Solimini, A. G., Andersen, T., Tamminsen, T., Brettum, P., Lepisto, L., Willen, E., & Rekolainen, S. (2008). Diversity predicts stability and resource use efficiency in natural phytoplankton communities. *Proceeding Nat Acadamy*. 105, 5134-5138.
2. Reich, P. B., Tilman, D., Isbell, F., Mueller, K., Hobbie, S. E., Flynn, D. F. B., & Eisenhauer, N. (2012). Impacts of biodiversity loss escalate through time as redundancy fades, *Science*. 336, 589-592.
3. Sari, L. A., Satyantini, W. H., Manan, A., Pursetyo, K. T., & Dewi, N. N. (2018). April. The identification of plankton tropical status in the Wonokromo, Dadapan and Juanda extreme water estuary. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 137, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
4. Heinonen, P. (2004). Monitoring and assessment of Ecological Atatus of Lakes. www.environment.Publication Helsinki, 108p.
5. Laplace-Treyture, C., Derot, J., Prévost, E., Le Mat, A., & Jamoneau, A. (2021). Phytoplankton morpho-functional trait dataset from French water-bodies. *Scientific Data*, 8 (1), 1-9.
6. Poulton, A. J., Stinchcombe, M. C., & Quartly, G. D. (2009). High numbers of Trichodesmium and diazotrophic diatoms in the southwest Indian Ocean. *Geophysical Research Letters*. 36, 15.
7. Hecky, R. E., & Kilham, P. (1988). Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnology and Oceanography*. 33, 796-822.
8. Guinder, V. A., López-Abbate, M. C., Berasategui, A. A., Negrin, V. L., Zapperi, G., Pratolongo, P. D., Fernández Severini, M. D., & Popovich, C. A. (2015). Influence of the winter phytoplankton bloomon the settled material in a temperate shallow estuary. *Oceanologia*. 57 (1), 50-60.
9. Vollenweider, R. A., Giovanardi, F., Montanari, G., & Rinaldi, A. (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity, and generalized water quality. *Environmetrics*. 9, 329-357.
10. Kosarev, A. N., & Yablonskaya, E. A. (2002). The Caspian Sea. SPB. *The Haque*. 259p.
11. Josefson, A. B., & Rasmussen, B. (2000). Nutrient retention by benthic macrofaunal biomass of Danish estuaries: the importance of nutrient load and residence timeEstuarine, *Coastal and Shelf Science*. 50, 205-216.
12. Komulaynen, S. (2009). Diatoms of periphyton assemblages in small rivers in Northwestern Russia. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 84, 153-160.

13. Salmanmahiny, A., & Sefidian, S. (2012). Hydrological classification of Iran's international wetlands and their vulnerability classification. *Environmental Research*. 3 (6), 45-56.
14. APHA. (2005). Standard Methods for The Examination of water and wastewater, 21th ed. American Public Health Association, Washington, DC. USA. 1193p.
15. Carlson, R. E. (1977). Atrophic state index for lakes Limnology and Oceanography. 22, 361-369.
16. Daneshandish Natural Hazard Engineering and Food Security Research Institute. (2015). Determining the environmental status of Alagol, Almagol and Ajigol international wetlands (Based on quick methods of calculating water requirement).
17. Jianping, Y., Li, L., Youshao, W., & Jianwei, D. (2014). Temporal variability of temperature-nitrate relationship in a coastal region. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 32 (4), 879-885.
18. 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. 558p.
19. Nezlin, P. (2005). Patterns of seasonal and interannual variability of remotely sensed chlorophyll. Springer, Berlin, Heidelberg. 157p.
20. Elshobary, M. E., Essa, D. I., Attiah, A. M., Salem, Z. E., & Qi, X. (2020). Algal community and pollution indicators for the assessment of water quality of Ismailia canal, *Stochastic Environmental Research, and Risk Assessment*. 34, 1089-1103.
21. Harris, J. M., & Vinobaba, P. (2012). Impact of water quality on species composition and seasonal fluctuation of planktons of Batticaloa lagoon, Sri Lanka. *Journal of Ecosystem and Ecography*. 2 (4), 2-7.
22. Gligora, M., Moraj, A. P., Kralj, K., Grigorszky, I., & Peroš-Pucar, D. (2007). The relationship between phytoplankton species dominance and environmental variables in a shallow lake (Lake Vrana, Croatia). *Hydrobiologia*. 584, 337-46.
23. Swan, C. M., & Palmer, M. A. (2000). What drives small-scale spatial patterns in lotic meiofauna communities? *Freshwater Biology*. 44, 109-21.
24. Pistocchi, R., Pezzolesi, L., Guerrini, F., Vanucci, S., & Dell'Aversano, C. (2011). A review on the effects of environmental conditions on growth and toxin production of Ostreopsis ovata. *Toxicon*. 57, 421-428.
25. Anderson, D. M., Burkholder, J. M., Cochlan, Glibert, W. P., & Gobler, P. M. (2008). Harmful algal blooms and eutrophication: Examining linkages from selected coastal regions of the United States. *Harmful Algae*. 8, 39-53.
26. Adl, S. M., Simpson, A. G., Lane, C. E., Lukeš, L., Bass, D., & Bowser, S. S. (2012). The revised classification of eukaryotes. *Journal of Eukaryot. Microbiology*. 59, 429-514.
27. Stonik, I. V., & Selina, M. S. 2001. Species composition and seasonal dynamics of density and biomass of euglenoids in Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Marine Biology*. 27 (3), 174-176.
28. Azizullah, A., Jamil, M., Richter, P., & Häder, D. P. (2013). Fast bioassessment of waste- and surface-water quality using freshwater flagellate Euglena gracilis- a case study from Pakistan. *Journal of applied phycology*. 26 (1), 421-431.
29. Paerl, H. W., & Huisman, J. (2009). Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms Environmental Microbiology Reports. 1 (1), 27-37.
30. Césari, S. (2013). The biology and evolution of fossil plants. Thomas, N. Taylor, y. Edith Taylor, L. Prentice Hall, Inc. Pp. I-XXII, 1-982. 1993. *Ameghiniana*. 30 (2), 149-158.
31. Bellinger, E. G., & Sigee, D. C. (2010). Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley and Sons publication. 136p.

32.Mc Quatters Gollop, A., Gilbert, A. J., Mee, L. D., Vermaat, J. E., Artioli, Y., Humborg, C., & WulffHow, F. (2009). well, do ecosystem indicators communicate the effects of anthropogenic eutrophication? *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 82 (4), 583-596.

33.Uusitalo, L., Fleming-Lehtinen, V., Hällfors, H., Jaanus, A., Hällfors, S., & London, L. (2013). A novel approach for estimating phytoplankton biodiversity. *ICES Journal of Marine Science*. 70 (2), 408-417.