

بررسی فراوانی و تنوع زیستی جوامع فیتوپلانکتون دریاچه سد مارون در استان خوزستان

چکیده

دریاچه سد مارون با وسعتی معادل با گنجایش ۱۲۰۰ میلیون مترمکعب آب و طولی معادل ۳۰ کیلومتر در دره‌های رشته‌کوه زاگرس و به فاصله ۱۹ کیلومتری شمال شرقی بهبهان واقع شده است. در این پژوهش تغییرات کمی و کیفی فیتوپلانکتون‌های این منطقه به مدت یک سال (بهار تا زمستان ۱۳۹۵) مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب نظیر دما، اکسیژن محلول، pH، EC و TDS نیز در هر بار نمونه‌برداری در ۵ ایستگاه اندازه‌گیری شد. در این مطالعه ۴۲ جنس از فیتوپلانکتون‌ها متعلق به ۵ شاخه دیاتومه‌ها (Bacillariophyta)، جلبک‌های سبز (Chlorophyta)، جلبک‌های سبز-آبی (Cyanophyta)، دینوفلاژله (Pyrophyta) و اوگلنوفیتا (Euglenophyta) شناسایی شدند. فراوانی سالانه فیتوپلانکتونی 34765 ± 6261 سلول در لیتر بود. شاخه Bacillariophyta با میانگین تراکم 15465 ± 765 عدد در لیتر و فراوانی ۴۴/۴۸ درصد و شاخه Pyrophyta با میانگین تراکم 550 ± 478 عدد در لیتر و فراوانی ۱/۵۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم و فراوانی سالیانه فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص دادند که در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$). از نظر شاخص تنوع زیستی شانون، سیمپسون و یکنواختی بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$) ولی بین فصول مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). بیشترین میزان شاخص تنوع شانون و سیمپسون در فصل پائیز و کمترین میزان آن در فصل تابستان مشاهده شد (پائیز ۲/۸ و ۰/۹۲، تابستان ۱/۱ و ۰/۴۶) که احتمالاً به دلیل دمای بالا، کاهش سطح آب و تبخیر زیاد در این فصل از تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها کاسته شده است. نتایج نشان داد که بین تراکم فیتوپلانکتون‌ها و فاکتورهای مورد بررسی همبستگی منفی وجود دارد ولی ارتباط معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد. بیشترین همبستگی منفی به ترتیب بین pH و TDS با فراوانی فیتوپلانکتون‌ها مشاهده شد. دریاچه سد مارون از لحاظ تراکم فیتوپلانکتونی غنی نبوده که احتمالاً به دلیل خالی شدن مقدار زیادی از آب سد در هر سال به‌منظور کشاورزی و وجود چندگونه ماهی در آب دریاچه می‌باشد.

واژگان کلیدی: فیتوپلانکتون، تنوع زیستی، فراوانی، دریاچه سد مارون.

فربیا نودوست*

پروانه شوکت^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

*مسئول مکاتبات:

noedoost@bkatu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۰

کد مقاله: ۱۳۹۷۰۴۰۶۲۸

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها گروهی از جلبک‌های فتوسنتز کننده شناور در آب هستند که نقش مهمی در تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای سایر جانداران دارند. در هر اکوسیستم آبی، فیتوپلانکتون‌ها از لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی، از جمله ذخایر مهم و بارزش به شمار می‌روند و سایر موجودات صرف‌نظر از وابستگی به یکدیگر، در زنجیره غذایی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم به فیتوپلانکتون‌ها وابسته‌اند؛ بنابراین شناخت آن‌ها در هر منبع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (قریب خانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Tiwari and Millman *et al.*, 2005; Chauhan, 2006; Saravanakumar *et al.*, 2008). این جلبک‌ها در زیستگاه‌های آبی مختلف در تمام جهان یافت می‌شوند و نشان‌دهنده تغییر و تحولات محیطی بوده و به علت نوسانات گوناگون و واکنش‌های شدید به تغییرات محیط، از اهمیت زیادی برخوردارند (Jafari and

شناسایی فیتوپلانکتون‌ها و بررسی ساختار جوامع فیتوپلانکتونی به‌خصوص پراکنش و فراوانی آن‌ها نقش بسیار مهمی در ارزیابی کیفیت و تعیین درجه تولید و آلودگی آب‌ها، تصفیه فاضلاب‌ها و آلودگی‌های صنعتی و همچنین کنترل و مدیریت آب‌هایی که جهت آبی‌پروری و شنا مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارند (چودار رضایی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Chaturvedi et al., 1999; Jafari and Gunale, 2005; Ponmanickam et al., 2007; Shekhar et al., 2008). به عبارت دیگر فیتوپلانکتون‌ها برای نظارت بر جنبه‌های معینی از محیط‌زیست از جمله وقایع هیدرو گرافیکی، یوتروفیکاسیون، آلودگی، آمار و ارقام گرم شدن و مشکلات زیست‌محیطی به لحاظ تغییرات درازمدت بسیار مفید هستند (Omori and Ikeda, 1984)؛ بنابراین ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها از طریق توالی فصلی، تنوع زیستی، گونه‌های بیواندیکاتور و شاخص‌های زیستی با تروفی آب مرتبط می‌شود (Bellinger and Sige, 2010).

رابطه بین تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها و عملکرد اکوسیستم‌ها یکی از پرسش‌های اساسی اکولوژیکی است که نیاز به شناختن اثر بالقوه عناصر مختلف زیستی و غیرزیستی دارد (Zhang et al., 2018). فیتوپلانکتون‌ها به‌طور مؤثری فرایندهای آب و هوایی و چرخه‌های زیست-زمین-شیمیایی، به‌ویژه چرخه کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Boyce et al., 2010). شناسایی و مطالعه فیتوپلانکتون‌ها برای کنترل شرایط زیستی، فیزیکی و شیمیایی آب‌ها در هر پروژه آبیاری مفید می‌باشند. به‌طوری‌که گروه‌های مشخصی از این موجودات به‌ویژه جلبک‌های سبز-آبی می‌توانند در غلظت‌های بالا باعث کاهش مقدار اکسیژن محیط گردیده و منجر به مرگ ماهی‌ها شوند. در بعضی مواقع شکوفایی پلانکتونی مضر، که حاصل افزایش ناگهانی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها است به دلیل تغییرات فصلی ناشی از شرایط محیطی مانند دما، شوری و ترکیبات مغذی اتفاق می‌افتد (Reyes Bárbara et al., 2007). ترکیب و تغییرات فصلی آن‌ها به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی محیط بستگی دارد؛ تغییر در ترکیب و گونه‌های غالب فیتوپلانکتون‌ها، در محیط‌های آبی مختلف مانند آب‌های شیرین و آب‌های شور و غیره متفاوت هستند (Sohani, 2016). غالبیت فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند توسط فرایندهای مختلفی مانند ترکیب فیزیکی و شیمیایی آب، میزان نور در زیر آب، مواد غذایی موجود، مواد سمی در محیط، محدودیت دمایی، رسوب آن‌ها و مصرفشان به‌وسیله میکروارگانیسم‌های هتروتروف، عوامل بیماری‌زا، پارازیت‌ها و گیاه‌خواران رخ دهد (خلفه نیل‌ساز، ۱۳۸۸). تغییرات زمانی در ساختار و عملکرد جامعه فیتوپلانکتونی اهمیت اساسی برای متابولیسم در سیستم‌های آبی دارد. رشد جمعیت و توسعه اقتصادی عامل تغییرات عمده آب‌ها می‌باشند و چرخه‌های آبی اغلب با حضور بیش از حد عناصر غذایی تحریک می‌شوند (Flandroy et al., 2018). افزایش غلظت مواد غذایی در دریاچه‌ها، پیامدهای به‌خوبی شناخته‌شده افزایش در تولید زیستی فیتوپلانکتون‌ها، تغییر در ترکیب و ساختار آن‌ها، تشکیل شکوفایی جلبکی، کاهش شفافیت آب، مصرف اکسیژن و تشکیل ترکیبات شیمیایی احیاشده را شامل می‌شود (Alam et al., 2001).

کیفیت و ثبات منابع آبی در سراسر جهان موردتوجه می‌باشد (Newton et al., 2003; Smith, 2003) ولی این منابع در حوزه‌های آبریز سیستم‌های آبی داخلی در معرض آلودگی قرار دارند، زیرا فعالیت‌های انسانی تأثیر منفی روی کیفیت آب دریاچه پشت سدها گذاشته است. این اثرات منفی اکثراً ناشی از ورود فاضلاب تصفیه نشده و روان آب‌های کشاورزی به سدهاست. به عبارت دیگر فعالیت انسانی باعث تخلیه مقادیر زیادی از مواد غذایی به داخل آب پشت سدها می‌گردد که رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر قرار داده و کیفیت و کمیت جمعیت‌های آن‌ها را دچار تغییر می‌نماید. با توجه به پیچیدگی حضور فیتوپلانکتون‌ها در هر محیط و روابط متفاوت این موجودات با گروه‌های زیستی دیگر، شناخت گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی اهمیت زیادی دارد. این موجودات در تمامی لایه‌های آب از سطح تا عمیق‌ترین طبقات آن زیست می‌کنند (Vinogradov, 1976). مطالعات هیدرولوژیکی و هیدروبیولوژیکی در محیط‌های آبی سدها در ایران و جهان سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد که بررسی پلانکتونی بخشی از این مطالعات محسوب می‌شود (صفایی، ۱۳۷۵). در چند سال اخیر با فیتوپلانکتون‌ها مطالعات قابل توجهی انجام شده است: غلامی و همکاران (۱۳۸۴) تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون دریاچه بزنگان را موردبررسی قرار دادند. قریب‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتونی تالاب استیل آستارا را موردبررسی قرار دادند. صلواتیان و همکاران (۱۳۸۹) ترکیب گونه‌ای و تراکم

فیتوپلانکتون‌های موجود در دریاچه پشت سد لار را بررسی نمودند. فرهادیان و همکاران (۱۳۹۲) پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد حنا را مورد بررسی قرار دادند. Walter و همکاران (۱۹۷۴) وضعیت فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و تولیدات اولیه در دو دریاچه Ontario و Erie را مورد بررسی قرار دادند. Baykal و همکاران (۲۰۰۴) جلبک‌های پست سد Devegecidi در ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. Stanca و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه‌ای را در خصوص ریخت‌شناسی و شیوه تأثیر آن بر توزیع فیتوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آبی انجام دادند. Bovo- Scomparin و همکاران (۲۰۱۳) اثرات مخازن پشت سد را بر پراکندگی و شاخص‌های زیستی فیتوپلانکتون‌ها بررسی کردند. Nasrollahzadeh و همکاران (۲۰۰۸) شرایط غذایی بخش ایرانی خلیج فارس را با توجه به پارامترهای کیفی آب و تنوع فیتوپلانکتون‌ها بررسی کردند. از طرف دیگر علاقه به آنالیز بیومس فیتوپلانکتون و عوامل تأثیرگذار بر تنوع، فراوانی، پراکنش، توالی و غالبیت گونه‌ای آن‌ها در چند سال اخیر رشد چشمگیری داشته که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: Jun و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه‌ای را در مورد اندازه‌گیری بیوماس فیتوپلانکتون‌ها انجام دادند. Beamud و همکاران (۲۰۱۰) الگوی عمودی و موقتی توزیع فیتوپلانکتون‌های دریاچه Caviahue آرژانتین را با استفاده از آنالیزهای چندمتغیره بررسی نمودند. Joo و همکاران (۲۰۱۰) ساختار جوامع فیتوپلانکتونی را با استفاده از آنالیز پلی‌مورفیسم قطعه حفاظت‌شده انتهایی (T-RFLP) زیر واحد کوچک ژن RNA ریبوزومی مورد بررسی قرار دادند. Spatharis و همکاران (۲۰۱۱) انحرافات شاخص شانون را در مطالعات یوتریفیکاسیون فیتوپلانکتون‌ها بررسی نمودند. همچنین Tilahun و Ahlgren (۲۰۱۰) تغییرات فصلی بیومس و تولید اولیه فیتوپلانکتون‌های دریاچه Ethiopian Rift را در اتیوپی بررسی نمودند.

از آنجائی که فیتوپلانکتون‌ها نقش مهمی در تعیین کیفیت و سلامت اکوسیستم‌های آبی به عهده‌دارند، لذا در این تحقیق به بررسی تراکم و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد مارون پرداخته خواهد شد. این سد مشابه سایر تالاب‌ها و دریاچه‌ها زنجیره غذایی متعددی دارد که حلقه اول آن‌ها مربوط به فیتوپلانکتون‌ها است (Reynolds, 2006). دریاچه سد مارون در استان خوزستان از اهمیت فرهنگی، اقتصادی و اکولوژیکی بالایی برخوردار بوده و تنوع زیستی جانوری و گیاهی بالایی را در خود جای‌داده است. سد مارون علاوه بر تأثیر گذاشتن بر منطقه کوهستانی تنگ تکاب با تنوع فون و فلور بالا و آثار باستانی، تالاب شادگان را که تالابی بین‌المللی و یکی از شاخص‌های زیست‌محیطی ایران است را نیز تحت تأثیر مستقیم خود قرار داده است (سعادت و همکاران، ۱۳۸۸). تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر روی جامعه فیتوپلانکتونی این دریاچه صورت نگرفته است و لیست معتبری از جوامع مزبور ارائه نشده است؛ بنابراین مطالعه حاضر می‌تواند این امکان را در اختیار سایر محققین قرار داده و مطالعات فیتوپلانکتونی آتی را تسهیل سازد و در مدیریت دریاچه مورد استفاده قرار گیرد. هدف اصلی اجرای این طرح، بررسی ساختار اجتماعات فیتوپلانکتون‌ها در ارتباط با فاکتورهای زیست‌محیطی و نهایتاً مطالعه کیفیت آب دریاچه سد مارون از نظر شکوفایی احتمالی فیتوپلانکتون‌ها و اثر آن بر اکوسیستم دریاچه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دریاچه سد مارون با وسعتی معادل با گنجایش ۱۲۰۰ میلیون مترمکعب آب، طولی معادل ۳۰ کیلومتر دارد. این دریاچه در دره‌های رشته‌کوه زاگرس به فاصله ۱۹ کیلومتری شمال شرقی بهبهان و در حدود ۲۳۰ کیلومتری شهر اهواز، بر روی رودخانه مارون واقع شده است. این رودخانه از ارتفاعات لوداب واقع در رشته‌کوه زاگرس سرچشمه گرفته و پس از طی مسافت ۱۲۰ کیلومتر از سرچشمه به محل دریاچه سد مارون (تنگ تکاب) می‌رسد و از طریق تنگ تکاب وارد دشت بهبهان می‌شود. آب رود مارون که در بالادست از کیفیت بسیار خوبی برخوردار است، در قسمت‌های پایین‌دست، به‌خصوص از نزدیکی روستای لنده (عیدنک) به بعد و تا قبل از ورود به دشت بهبهان، به‌واسطه عبور از لایه‌های گچی و نمکی، دریافت شاخه‌های شور و پس‌از آن، به علت گرما و تبخیر زیاد، کیفیت نامطلوبی پیدا می‌کند. البته علیرغم متفاوت بودن کیفیت آب، رود مارون نقشی اساسی در

پیدایش حیات جوامع در حاشیه خود دارد به طوری که منطقه مزبور به لحاظ زیست محیطی، منطقه ای با ارزش زیست محیطی بالا و گونه های گیاهی و جانوری متنوع، آثار باستانی، چشم اندازهای بصری و ... منحصربه فرد می باشد (مومن زاده و همکاران، ۱۳۹۰). عملیات نمونه برداری به مدت یک سال (بهار تا زمستان ۱۳۹۵) از ۵ ایستگاه به صورت فصلی در دریاچه سد مارون انجام شد. موقعیت ایستگاه های نمونه برداری با استفاده از دستگاه موقعیت یاب ماهواره ای (GPS) ثبت گردید و در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری دریاچه مارون.

شماره ایستگاه	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)
۱	۳۰° ۴۲' ۴۲/۷"	۵۰° ۲۱' ۵۰/۱۶"
۲	۳۰° ۴۲' ۳۳"	۵۰° ۲۲' ۱۱"
۳	۳۰° ۴۲' ۵۵/۹"	۵۰° ۲۲' ۶/۸۵"
۴	۳۰° ۴۳' ۴۱/۳"	۵۰° ۲۳' ۲۵/۸۲"
۵	۳۰° ۴۳' ۳۸/۳۳"	۵۰° ۲۳' ۳۰/۸۷"



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه های نمونه برداری در ایران و خوزستان (۱۳۹۵).

در مطالعه حاضر نمونه برداری از ایستگاه ها به صورت فصلی با استفاده از قایق و توسط بطری از لایه سطحی آب تا عمق ۰/۵ متر با ۳ بار تکرار انجام شد. نمونه های برداشت شده در ظروف پلی اتیلن یک لیتری جمع آوری شد و با ۵ میلی لیتر لوگول به ازای هر لیتر آب فیکس گردید. فاکتورهای

فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل pH، دما، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول و TDS با استفاده از دستگاه مولتی‌متر پرتابل مدل YSI85 تعیین و یادداشت گردید. سپس نمونه‌ها جهت شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای شناسایی جوامع فیتوپلانکتونی ابتدا نمونه‌ها به مدت ۱۰ روز در تاریکی نگهداری شدند تا کاملاً رسوب نمایند و سپس با استفاده از سیفون‌های مخصوص آب رویی نمونه‌ها را تخلیه و باقیمانده را طی چند مرحله به مدت ۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد تا حجم نمونه‌ها به ۲۰ تا ۳۰ میلی‌لیتر تعدیل شود (صادقی مزیدی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت مشاهده و شناسایی فیتوپلانکتون‌ها ابتدا نمونه را همگن کرده و سپس یک میلی‌لیتر از هر کدام بر روی لام مدرج سدویک را فتر (Sedgwick-Rafter counting chamber) قرار داده و با استفاده از یک قطره‌آئوزین و میکروسکوپ اینورت و با استفاده از کلیدهای معتبر (Edmondson, 1959; Prescott, 1962; Tiffany and Britton, 1971; Maosen, 1983; Bellinger, 1992) شناسایی و شمارش شدند. عمل برداشت از هر نمونه سه بار تکرار و از نتایج حاصل از ۳ بار شمارش میانگین گرفته شد. جهت محاسبه سلول در لیتر از رابطه زیر استفاده گردید (صادقی مزیدی و همکاران، ۱۳۹۰):

$$\text{رابطه ۱:} \quad \text{میانگین ۳ بار شمارش} \times \text{حجم تغلیظ شده جهت شمارش} = \frac{\text{حجم آب فیلتر شده}}{\text{سلول در لیتر}}$$

و در نهایت برای محاسبه تنوع زیستگاهی ایستگاه‌ها از لحاظ زمانی و مکانی، شاخص‌های مختلف تنوع محاسبه شد. داده‌های به‌دست‌آمده ابتدا با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف بررسی گردید و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، اختلاف معنی‌دار بین پارامترها در فصول و ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه توکی استفاده شد. برای محاسبه‌های آماری از برنامه Excel 2010، SPSS ویرایش 19 و PAST ver.2.17 استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به میانگین و دامنه تغییرات شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی موردسجش آب در جدول ۲ نشان داده‌شده است. نتایج حاکی از این است که بیشترین و کمترین میانگین فصلی دما به ترتیب ۲۴/۵۲ و ۱۲/۹۳ درجه سانتی‌گراد در تابستان و زمستان می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان TDS، ۱/۱ و ۰/۹ میلی‌گرم بر لیتر و به ترتیب در زمستان و تابستان مشاهده‌شده است. بیشترین و کمترین مقدار pH، ۸/۲۴ و ۷/۵۶ در بهار و پاییز می‌باشد. بیشترین اکسیژن محلول ۸/۶۸ میلی‌گرم بر لیتر در بهار و کمترین مقدار آن ۷/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر در پاییز می‌باشد. بیشترین هدایت الکتریکی در زمستان ۲۱۶۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و کمترین مقدار آن ۱۴۹۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و در بهار بود.

جدول ۲: برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه سد مارون در سال ۱۳۹۵.

فصل	دما (C)	TDS(ppt)	pH	اکسیژن محلول DO(mg/l)	هدایت الکتریکی (μs/cm)
بهار	۲۱/۸۸ ± ۰/۳۳ ^b	۱ ± ۰/۰ ^b	۸/۲۴ ± ۰/۰۸ ^b	۸/۶۸ ± ۰/۲۱ ^a	۱۴۹۹/۲ ± ۲۹/۴ ^d
تابستان	۲۴/۵۲ ± ۰/۸۶ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^c	۸/۱۸ ± ۰/۱۴ ^a	۷/۷۱ ± ۰/۱۷ ^b	۱۷۰۳/۴ ± ۴۵/۷ ^c
پاییز	۱۷/۴۶ ± ۰/۲۵ ^c	۱ ± ۰/۰ ^b	۷/۵۶ ± ۰/۰۳ ^a	۷/۴۳ ± ۰/۰۷ ^b	۲۰۲۱/۲ ± ۲۹/۵ ^b
زمستان	۱۲/۹۳ ± ۰/۰۵ ^d	۱/۱ ± ۰/۰ ^a	۸/۰۶ ± ۰/۰۳ ^a	۷/۶۹ ± ۰/۰۹ ^b	۲۱۶۳/۷ ± ۳۳/۸ ^a

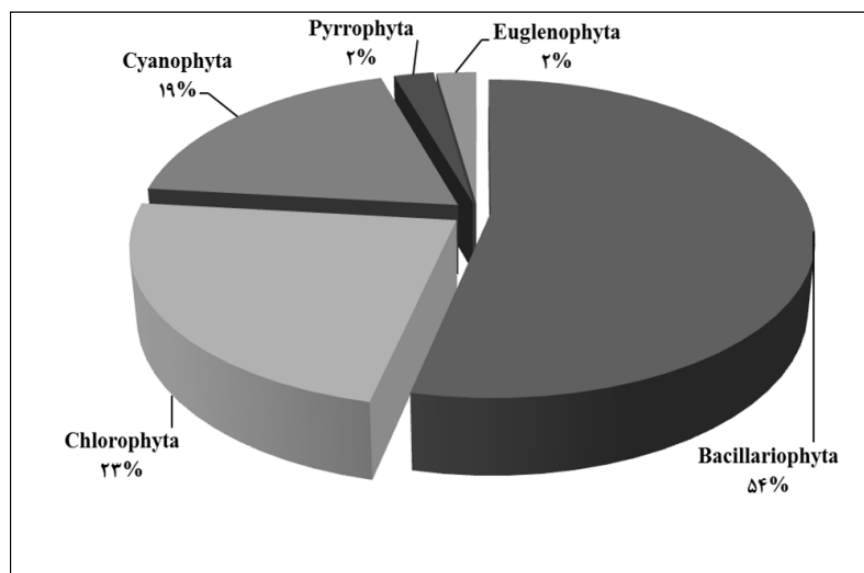
حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است (P>۰/۰۵)

ترکیب و فراوانی گروه‌های فیتوپلانکتونی: در این بررسی در مجموع ۵ شاخه و ۴۲ جنس فیتوپلانکتون از ۶ رده شناسایی شدند که از این میان ۲۲ جنس متعلق به شاخه دیاتومه‌ها (Bacillariophyta)، ۱۰ جنس متعلق به شاخه جلبک‌های سبز (Chlorophyta)، ۸ جنس متعلق به شاخه جلبک‌های سبز-آبی (Cyanophyta)، یک جنس متعلق به شاخه Euglenophyta و یک جنس متعلق به شاخه دینوفلاژله (Pyrrophyta) می‌باشند؛ بنابراین بیشترین جنس‌های مشاهده شده مربوط به شاخه دیاتومه‌ها می‌باشند. در این بررسی میانگین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی 34765 ± 6261 عدد در لیتر به دست آمد. در مجموع شاخه Bacillariophyta با میانگین تراکم 15465 ± 765 عدد در لیتر و فراوانی ۴۴/۴۸ درصد و شاخه Pyrrophyta با میانگین تراکم 550 ± 478 عدد در لیتر و فراوانی ۱/۵۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم و فراوانی سالیانه فیتوپلانکتونی را در فصول نمونه‌برداری در دریاچه مارون نشان داد (جدول ۳ و شکل ۲).

جدول ۳: حضور (+) و عدم حضور (-) جوامع فیتوپلانکتونی در طی فصول مختلف دریاچه سد مارون (۱۳۹۵).

ردیف	شاخه	رده	جنس	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	درصد فراوانی
۱			<i>Campylodiscus</i>	-	+	-	-	۰/۵۷۵۲۹
۲			<i>Cymbella</i>	+	+	-	-	۲/۷۳۲۶۳
۳			<i>Diatoma</i>	+	-	-	+	۰/۸۶۳
۴			<i>Diploneis</i>	+	+	-	-	۶/۳۴۲
۵			<i>Fragilaria</i>	+	+	+	-	۱/۱۵۰
۶			<i>Gomphonema</i>	+	+	-	+	۵/۸۹۶
۷			<i>Gyrosigma</i>	-	+	-	+	۲/۴۵۱
۸			<i>Meridion</i>	+	+	-	+	۱/۱۵۰
۹		Bacillariophyceae	<i>Navicula</i>	+	+	+	+	۱/۴۶۶
۱۰			<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	۳/۴۵۱
۱۱			<i>Synedra</i>	-	+	-	+	۱/۵۸۲
۱۲	Bacillariophyta		<i>Tabellaria</i>	-	+	+	+	۲/۴۴۵
۱۳			<i>Thalassionema</i>	+	+	+	+	۱/۸۶۹
۱۴			<i>Amphora</i>	+	-	+	-	۱/۱۵۰
۱۵			<i>Bacillaria</i>	-	-	-	+	۰/۲۸۷
۱۶			<i>Cocconeis</i>	-	+	-	+	۰/۱۴۳
۱۷			<i>Pleurosigma</i>	+	+	+	+	۲/۳۰۱
۱۸			<i>Chaetoceros</i>	+	+	+	+	۰/۱۴۳
۱۹			<i>Eucampia</i>	+	+	-	-	۲/۳۰۱
۲۰		Mediophyceae	<i>Leptocylindrus</i>	+	+	+	+	۲/۷۳۲
۲۱			<i>Odontella</i>	+	+	+	+	۰/۱۴۴
۲۲			<i>Thalassiosira</i>	-	+	-	-	۲/۳۰۱
۲۳			<i>Chlorella</i>	-	+	-	-	۳/۸۸۳
۲۴			<i>Closterium</i>	-	+	-	+	۱/۰۰۶
۲۵			<i>Coelastrum</i>	-	+	+	-	۲/۴۴۵
۲۶	Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Cosmarium</i>	-	-	-	+	۳/۰۲
۲۷			<i>Monoraphidium</i>	-	+	-	+	۲/۴۴۵
۲۸			<i>Pediastrum</i>	-	+	+	+	۴/۴۵۸
۲۹			<i>Scenedesmus</i>	-	+	+	-	۰/۱۴۳

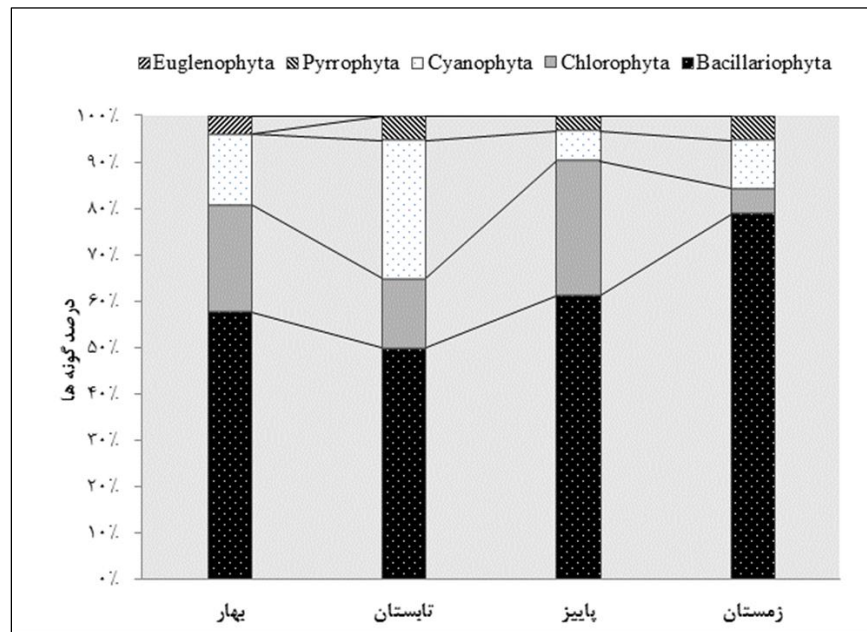
ردیف	شاخه	رده	جنس	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	درصد فراوانی
۳۰	Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Tetradron</i>	-	+	-	+	۳/۰۲
۳۱			<i>Ulothrix</i>	+	-	+	+	۰/۴۳۱
۳۲			<i>Ankistrodesmus</i>	-	+	-	-	۱/۵۸۲
۳۳			<i>Gloeocapsa</i>	-	-	+	+	۲/۴۴۵
۳۴			<i>Merismopedia</i>	-	-	+	+	۲/۴۴۵
۳۵			<i>Microcystis</i>	-	-	+	+	۱/۸۶۹
۳۶			<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+	۹/۲۰
۳۷			<i>Phormidium</i>	-	-	+	-	۱۰/۴۹
۳۸			<i>Spirulina</i>	+	-	-	-	۰/۵۷۵
۳۹			<i>Aphanocapsa</i>	-	+	-	-	۰/۱۴۴
۴۰	Pyrrophyta	Dinophyceae	<i>Chroococcus</i>	-	-	+	-	۱/۱۵
۴۱			<i>Peridinium</i>	+	+	+	-	۱/۵۸۲
۴۲	Euglenophyta	Euglenophyceae	<i>Euglena</i>	-	-	-	+	۳/۱۶۴



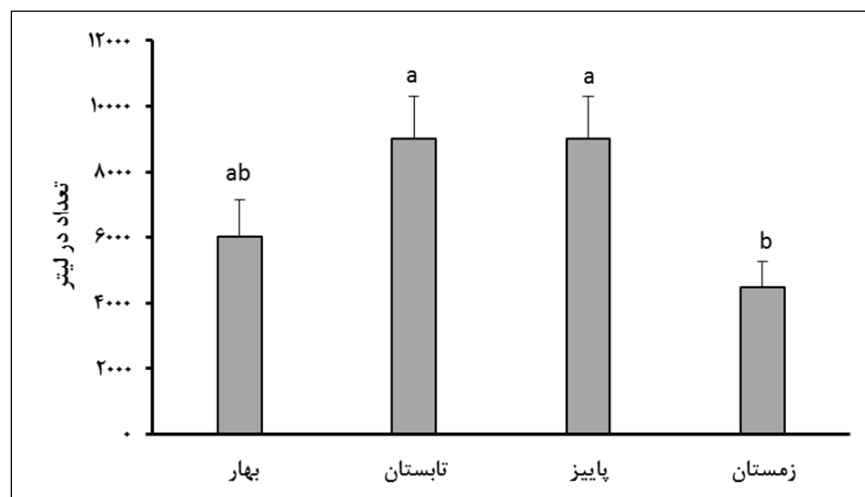
شکل ۲: فراوانی جنس‌های متعلق به شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون در سال ۱۳۹۵.

ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی: شاخه Bacillariophyta بیشترین حضور و شاخه‌های Euglenophyta (۳/۱ درصد جمعیت سالانه) و Pyrrophyta (۱/۵۸ درصد جمعیت) کمترین حضور را در فصول نمونه‌برداری در دریاچه سد مارون نشان دادند (شکل ۲ و جدول ۳). از جنس‌های غالب که در طول سال تقریباً در تمام فصول و تقریباً در تمام ایستگاه‌ها وجود داشتند می‌توان به جنس‌های *Navicula*, *Fragilaria*, *Peridinium* و *Oscillatoria* اشاره کرد. پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. غالب‌ترین جنس از شاخه دیاتومه‌ها که به تعداد زیاد مشاهده شد، جنس‌های *Diploneis* و *Gomphonema* به ترتیب با ۱۴/۳ و ۱۳/۳ درصد جمعیت سالانه است. شاخه بعدی جلبک‌های سبز بود این

شاخه از نظر جمعیت و تنوع در رده دوم اهمیت قرار داشت و جنس‌های *Pediastrum* و *Chlorella* با ۱۹/۹ و ۱۷/۳ درصد بیشترین فراوانی را داشتند. از شاخه جلبک‌های سبز-آبی جنس *Phormidium* و *Oscillatoria* به ترتیب با ۳۷/۱ و ۳۲/۵ درصد بیشترین فراوانی را داشته‌اند. بیشترین تعداد تاکسون در فصل پاییز مشاهده شد (۳۱) که در فصل زمستان به ۱۹ تاکسون کاهش و پس از آن در فصل بهار به ۲۶ تاکسون افزایش یافته است. در میان ۴۲ تاکسون جلبکی شناسایی شده دیاتومه‌ها در همه فصول بیشترین تعداد را دارند. درصد حضور دیاتومه‌ها در فصول مختلف به ترتیب ۵۷/۷ درصد، ۵۰ درصد، ۶۱/۳ درصد و ۷۹ درصد بود. تعداد گونه‌های اوگلنوفایتا بسیار کم و فقط در فصل بهار مشاهده شدند و در سایر فصول حضور نداشتند (شکل ۳). با توجه به آزمون آنالیز واریانس انجام گرفته، بین فصول مختلف از نظر فراوانی فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P > 0.05$) و آزمون چند دامنه توکی نشان داد که بین فصل‌های پاییز و تابستان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی بین این دو فصل و فصل زمستان اختلاف وجود دارد (شکل ۴).



شکل ۳: فراوانی تعداد گونه‌های شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون در فصول مختلف (۱۳۹۵).



شکل ۴: میانگین تغییرات فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف (۱۳۹۵).

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است ($P > 0.05$).

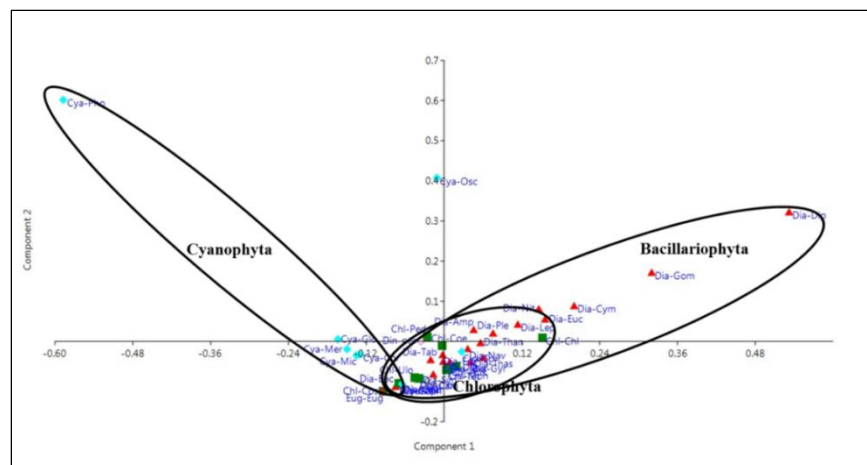
نتایج حاکی از این است که در فصل بهار دیاتومه‌ها و جلبک‌های سبز به ترتیب با ۳۳/۸ و ۳۳/۴ درصد، بیشترین درصد فراوانی را در مقایسه با سایر گروه‌های فیتوپلانکتونی داشتند. همچنین جلبک‌های سبز-آبی با ۸۱/۶ درصد بیشترین فراوانی را در تابستان دارا می‌باشد. در فصل پاییز بیشترین درصد فراوانی متعلق به دیاتومه‌ها (۶۱/۵ درصد) و جلبک‌های سبز (۳۱/۵ درصد) می‌باشد و در فصل زمستان دیاتومه‌ها با ۸۳/۱ درصد بیشترین فراوانی را داشتند (جدول ۴).

جدول ۴: درصد فراوانی شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون در فصول مختلف (۱۳۹۵).

شاخه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Bacillariophyta	۳۳/۸	۸/۱	۶۱/۵	۸۳/۱
Chlorophyta	۳۳/۴	۷	۳۲/۵	۰/۸
Cyanophyta	۱۸/۷	۸۱/۶	۴/۸	۱۳/۸
Pyrrophyta	.	۳/۳	۱/۲	۲/۳
Euglenophyta	۱۴/۱	.	.	.

آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۴۲ تاکسون جلبکی در فصول مختلف انجام گردید. در این آزمون سه گروه مجزا از فیتوپلانکتون‌های موردبررسی تشکیل گردید (شکل ۵). تاکسون‌های فیتوپلانکتونی متعلق به جلبک‌های سبز-آبی (Cyanophyta) و دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) دو گروه کاملاً مجزا را تشکیل دادند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در جدول ۵ ارائه شده است که نشان می‌دهد دو مؤلفه اول ۶۵/۵ درصد از واریانس ترکیبات گروه‌های فیتوپلانکتونی را تشکیل می‌دهند. هر چه میزان واریانس یک مؤلفه بیشتر باشد، ضریب شرکت آن مؤلفه در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود. نتایج نشان داد که در مؤلفه اول با اختصاص دادن حدود ۳۵/۶۸ درصد از واریانس به خود، جنس‌های *Diploneis*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Eucampia*, *Nitzschia* و *Leptocylindrus* از دیاتومه‌ها و *Chlorella* از جلبک‌های سبز غالب جمعیت فیتوپلانکتون‌ها را در محور اول دارا بودند (> 0.6). در مؤلفه دوم با حدود ۲۹/۸۴ درصد از واریانس جنس‌های

Phormidium و *Oscillatoria* از جلبک‌های سبز-آبی و *Diploneis* و *Gomphonema* از دیاتومه‌ها غالب جمعیت و بیشترین میزان همبستگی مثبت را نشان می‌دهند (بیشتر از ۰/۶).



شکل ۵: آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی اجتماعات فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون.

جدول ۵: مقادیر PCA حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دریاچه سد مارون بر روی اجتماعات فیتوپلانکتونی.

تجمعی	% واریانس	مقدر ویژه	مؤلفه
۳۵/۶۸۱	۳۵/۶۸۱	۰/۰۲۴۵	۱
۶۵/۵۲۳	۲۹/۸۴۲	۰/۰۲۰	۲
۸۹/۳۵۳	۲۳/۸۳	۰/۰۱۶	۳
۱۰۰	۱۰/۶۴۷	۰/۰۰۷	۴

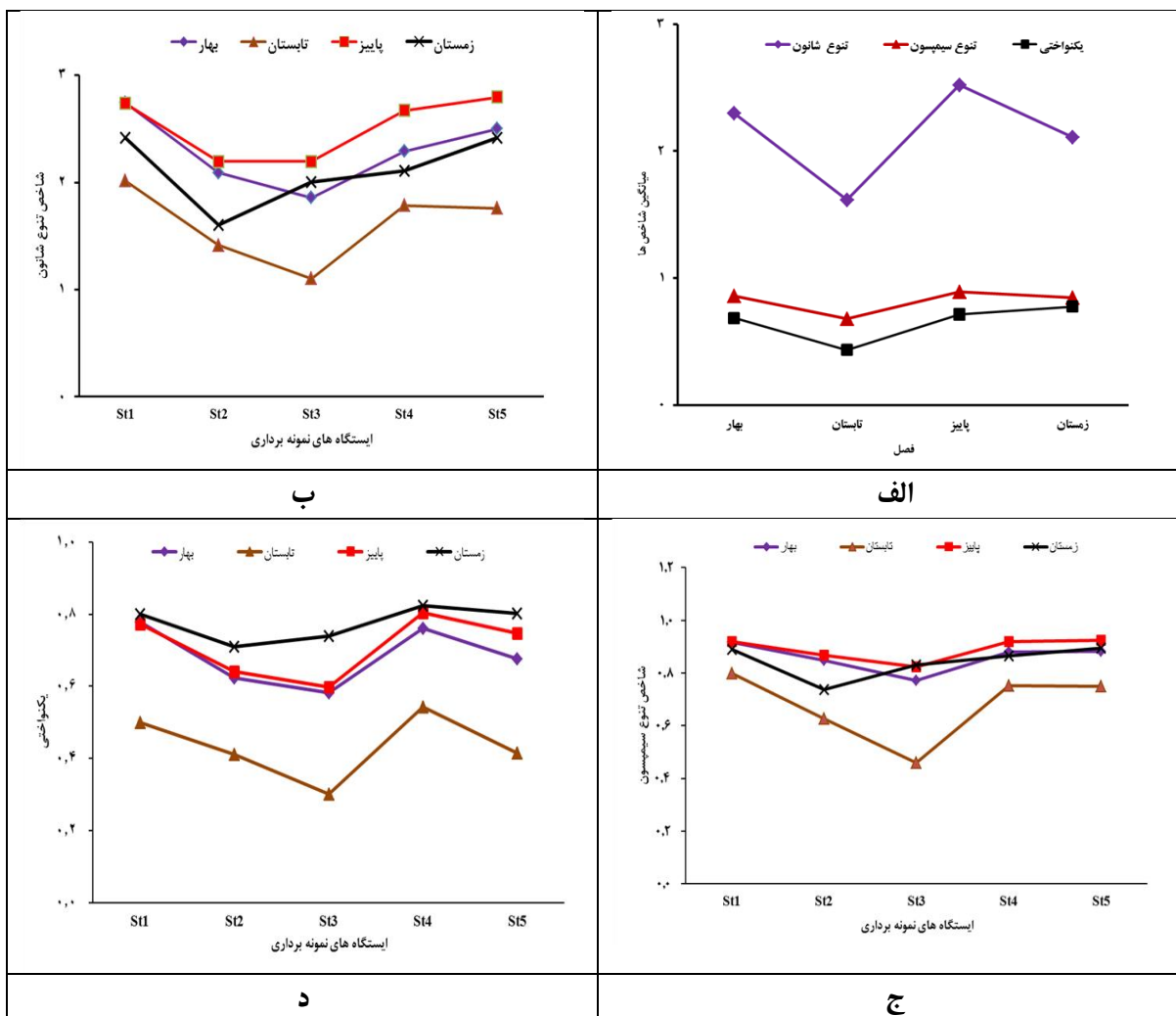
تغییرات شاخص شانون، سیمپسون و یکنواختی در فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف در جدول ۶ و شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. به طور کلی مقایسه شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و یکنواختی بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$)، ولی بین فصل‌های نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P < 0.05$).

شاخص‌های تنوع زیستی در ماه‌های مختلف دارای نوسانات محسوسی بود. شاخص تنوع شانون بین ۱/۱ و ۲/۸ به ترتیب در فصل تابستان و پاییز متغیر بوده است (جدول ۶). بررسی شاخص‌های تنوع و غالبیت فیتوپلانکتون‌ها در پنج ایستگاه مورد مطالعه، بیشترین میزان شاخص تنوع شانون و سیمپسون را در فصل پاییز و کمترین میزان را در فصل تابستان نشان داد (شکل ۶ - الف). بیشترین میزان شاخص شانون را ایستگاه‌های ۱ و ۵ در فصل پاییز و ایستگاه ۱ در فصل بهار و کمترین مقدار آن را ایستگاه‌های ۲ و ۳ در فصل تابستان داشته‌اند (شکل ۶ - ب). بیشترین میزان شاخص سیمپسون در ایستگاه ۱ فصل بهار و ایستگاه‌های ۱، ۴ و ۵ در فصل پاییز و کمترین میزان شاخص تنوع گونه‌ای در ایستگاه‌های ۲ و ۳ در فصل تابستان مشاهده شد (شکل ۶ - ج). تغییرات شاخص یکنواختی در ایستگاه‌های مورد مطالعه و در فصول مختلف در شکل ۶ - د آورده شده است. میزان شاخص یکنواختی گونه‌ای در ایستگاه ۴ در فصل زمستان دارای بالاترین مقدار و در ایستگاه ۳ در فصل تابستان پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. شاخص تنوع شانون برای شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون محاسبه شد و مشاهده گردید در فصل بهار و پاییز شاخه Bacillariophyta و Chlorophyta بیشترین تنوع جمعیتی و در فصل تابستان شاخه Cyanophyta بیشترین

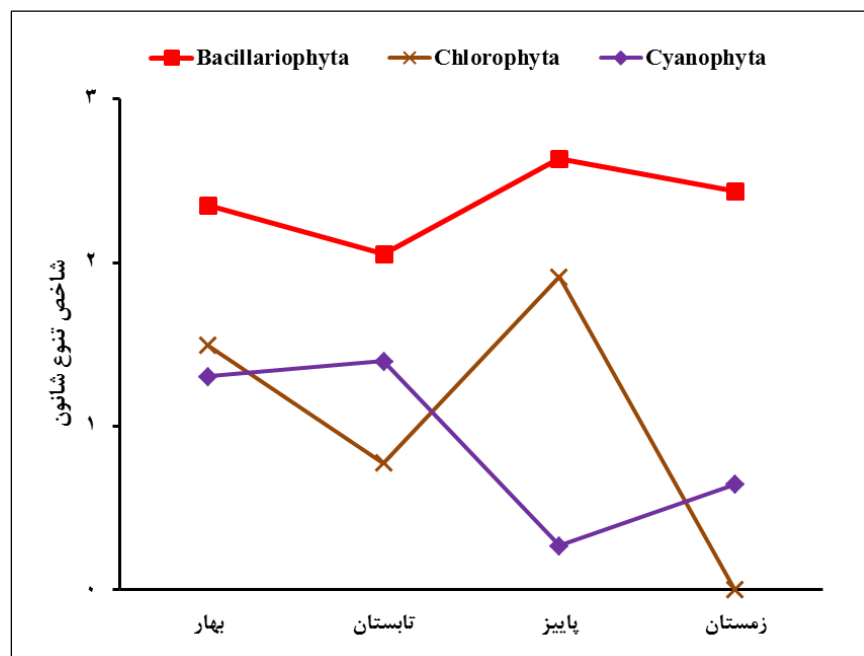
تنوع جمعیتی را دارا بودند. الگوی تغییر تنوع فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف سال به این شکل است که در کلیه فصول شاخه Bacillariophyta در مقایسه با سایر شاخه‌ها بیشترین تنوع را دارا بود. شاخه Chlorophyta بیشترین تنوع را در فصل پاییز و پس‌از آن در فصل بهار داشت و در فصل زمستان تنوع این شاخه در دریاچه نزدیک به صفر بود. شاخه Cyanophyta بیشترین تنوع را در فصل تابستان و پس‌از آن در فصل بهار و کمترین تنوع را به ترتیب در فصل پاییز و زمستان دارا بود (شکل ۷).

جدول ۶: تغییرات شاخص‌های شانون، سیمپسون و یکنواختی در ایستگاه‌ها و فصول موردبررسی (۱۳۹۵).

فصل	ایستگاه‌ها	شاخص شانون	شاخص سیمپسون	یکنواختی
بهار	۱	۲/۷۵	۰/۹۲	۰/۷۸
	۲	۲/۰۹	۰/۸۵	۰/۶۲
	۳	۱/۸۶	۰/۷۷	۰/۵۸
	۴	۲/۲۹	۰/۸۸	۰/۷۶
	۵	۲/۵	۰/۸۸	۰/۶۸
تابستان	۱	۲/۰۲	۰/۸۰	۰/۵۰
	۲	۱/۴۱	۰/۶۳	۰/۴۱
	۳	۱/۱۰	۰/۴۶	۰/۳۰
	۴	۱/۷۹	۰/۷۵	۰/۵۴
	۵	۱/۷۶	۰/۷۵	۰/۴۲
پاییز	۱	۲/۷۴	۰/۹۲	۰/۷۷
	۲	۲/۲۰	۰/۸۷	۰/۶۴
	۳	۲/۲۰	۰/۸۲	۰/۶۰
	۴	۲/۶۷	۰/۹۲	۰/۸۰
	۵	۲/۸۰	۰/۹۲	۰/۷۵
زمستان	۱	۲/۴۲	۰/۸۹	۰/۸۰
	۲	۱/۶۰	۰/۷۴	۰/۷۱
	۳	۲	۰/۸۳	۰/۷۴
	۴	۲/۱۱	۰/۸۶	۰/۸۲



شکل ۶: تغییرات شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و یکنواختی در فصول مختلف (الف)، تغییرات شاخص تنوع شانون (ب)، سیمپسون (ج) و یکنواختی (د) در ایستگاه‌های مورد مطالعه و در فصول مختلف (۱۳۹۵).



شکل ۷: شاخص تنوع شانون شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی دریاچه سد مارون در فصول مورد مطالعه (۱۳۹۵).

نتایج آزمون همبستگی میان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها نشان داد که بین تراکم فیتوپلانکتون‌ها و فاکتورهای مورد بررسی همبستگی منفی وجود دارد ولی ارتباط معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد. بیشترین همبستگی منفی به ترتیب بین pH و TDS با فراوانی فیتوپلانکتون‌ها مشاهده شد. در جدول ۷ نتایج آزمون همبستگی میان پارامترهای مورد بررسی و فیتوپلانکتون‌ها نشان داده شده است.

جدول ۷: ماتریس همبستگی پارامترهای مورد مطالعه با تراکم فیتوپلانکتون‌ها در طول دوره مورد مطالعه (۱۳۹۵).

دما	اکسیژن محلول	pH	هدایت الکتریکی	TDS	فراوانی فیتوپلانکتون‌ها
دما	۱				
اکسیژن محلول	۰/۳۷	۱			
pH	۰/۳۷۶	۰/۶۱۸	۱		
هدایت الکتریکی	- ۰/۸۶۶	- ۰/۷۷۹	- ۰/۵۲۵	۱	
شوری	- ۰/۹۲۹	۰	- ۰/۱۴۲	۰/۶۲۴	۱
فراوانی فیتوپلانکتون‌ها	- ۰/۲۷۶	- ۰/۳۵۹	- ۰/۷۸۶	- ۰/۰۵۳	- ۰/۴۵۷

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد اکثریت فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد مارون از دیاتومه‌ها (Bacillariophyta)، جلبک‌های سبز (Chlorophyta) و جلبک‌های سبز-آبی (Cyanophyta) تشکیل شده که نقش عمده‌ای در تولیدات اولیه در اکوسیستم دریاچه سد مارون داشته و متأثر از شرایط محیطی است. در سال ۱۳۹۵ بیشترین تعداد جنس در فصل پاییز (۳۱) مشاهده گردید و پس از آن در فصل بهار (۲۶) و کمترین تعداد جنس فیتوپلانکتون به ترتیب در فصل تابستان (۲۰) و زمستان (۱۹) مشاهده شد، که در کلیه این فصول شاخه Bacillariophyta بیشترین تعداد را

به خود اختصاص داد. در فصول پاییز و بهار شاخه Chlorophyta از نظر تعداد جنس بعد از Bacillariophyta قرار داشت. کمترین تعداد Bacillariophyta در فصل تابستان (۱۰) و بیشترین تعداد جنس آن در فصل پاییز (۱۹) مشاهده شد. تعداد جنس‌های Cyanophyta در فصل تابستان به ماکزیمم خود (۶) رسید. تغییرات گونه‌ای در شاخه Chlorophyta معنی‌دار بوده و از ماکزیمم مقدار خود در فصل پاییز (۹) به مینیمم مقدار خود در فصل زمستان (۱) کاهش نشان داده است. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با سایر مطالعات پیشین نیز در خور موسی (مروتی و همکاران، ۱۳۷۵)، رودخانه چالوس (روشن طبری، ۱۳۷۹)، رودخانه تجن (روشن طبری، ۱۳۷۵)، رودخانه سیاهرود (روشن طبری، ۱۳۷۶) و سد دز (ویسی، ۱۳۷۸)، آب‌های ساحلی قشم و بندر لنگه (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۵) نشان داد که در اکثر مناطق حداکثر تنوع و تراکم مربوط به شاخه Bacillariophyta بوده است که با نتایج حاصل از این تحقیق نیز همخوانی دارد. با توجه به اظهارات محققین نامبرده، به نظر می‌رسد که در دسترس بودن مداوم سیلیکات به‌عنوان ماده مغذی رشد دیاتومه‌ها باعث می‌شود که این گروه نسبت به سایر گروه‌ها از تنوع و تراکم بیشتری برخوردار گردند. دیاتومه‌ها به‌ویژه در دریاچه‌های با مواد مغذی بالا به غالبیت می‌رسند (Reynold, 2006). علاوه بر غلظت مواد مغذی پارامترهای دیگری نیز به شرح زیر بر ساختار جامعه دیاتومه‌ها تاثیرگذار است. Allende و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه چندین دریاچه کم‌عمق بیان کردند که وجود دیاتومه‌ها بستگی به میزان تلاطم و اختلاط آب داشته و حضور دائم آن‌ها نشانه تلاطم بالای آب است زیرا دیاتومه‌ها به علت دارا بودن پوسته سیلیسی چگالی بیشتر از آب داشته و برای باقی ماندن در لایه یوفوتیک نیازمند آب‌های پرتلاطم هستند. دریاچه سد مارون دریاچه‌ای کم تلاطم است و دیاتومه‌ها معمولاً ترجیح می‌دهند تا در مناطق کم‌عمق و آشفته واقع در منطقه ساحلی به‌عنوان جامعه غالب فیتوپلانکتون زندگی کنند ولی لازم به ذکر است که ایستگاه‌های ۱، ۳ و ۵ در ناحیه کم‌عمق می‌باشد (سه ایستگاه از پنج ایستگاه مورد مطالعه)؛ بنابراین قرار داشتن بیشتر ایستگاه‌ها در مناطق پرتلاطم می‌تواند علت بالا بودن نوع و تراکم مربوط به شاخه Bacillariophyta در این مطالعه باشد. با توجه به اینکه دیاتومه‌ها به آلودگی محیط حساس هستند فراوان بودن دیاتومه‌ها در کلیه فصول نشان دهنده سلامت اکوسیستم است (Houssou et al., 2016).

بررسی تنوع فیتوپلانکتون‌ها در تحقیق حاضر نشان داد که دیاتومه‌ها در فصل زمستان و پاییز بیشترین فراوانی را داشتند. الگوی تغییر تنوع فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف سال به این شکل است که در کلیه فصول شاخه Bacillariophyta در مقایسه با سایر شاخه‌ها بیشترین تنوع را دارا بود. شاخه Chlorophyta بیشترین تنوع را در فصل پاییز و پس‌از آن در فصل بهار داشت و در فصل زمستان تنوع این شاخه در دریاچه نزدیک به صفر بود. طبق نتایج به‌دست‌آمده جلبک‌های سبز-آبی در دریاچه سد مارون بیشترین تنوع را در فصل تابستان و پس‌از آن در فصل بهار و کمترین تنوع را به ترتیب در فصل پاییز و زمستان دارا بودند. فعال (۱۳۹۱) نیز طی مطالعات خود بر روی فیتوپلانکتون‌های رودخانه بهمنشیر بالاترین درصد فراوانی را متعلق به رده دیاتومه‌ها بیان نمود. همچنین در این مطالعه نیز پیک بهاره وجود داشت که میزان آن از پیک پاییزه بیشتر تعیین گردید. Kadri (۱۹۹۸) در مطالعه بر روی دیاتومه‌های دریاچه Keban ترکیه نتیجه گرفت که افزایش درجه حرارت و نور عامل مثبت در ازدیاد دیاتومه‌ها می‌باشد به‌طوری‌که بهترین رشد دیاتومه‌ها در این منبع ماه‌های بهار و تابستان بوده است که با نتایج حاصل از این مطالعه در فصل بهار همخوانی دارد و علت عدم هماهنگی آن با تابستان در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند افزایش دمای زیاد در خوزستان و کاهش سطح دریاچه باشد. بالاتر بودن تراکم شاخه دیاتومه‌ها در فصل زمستان در مقایسه با سایر فصول، با سرمادوست بودن گونه‌های این شاخه مطابقت دارد. در بررسی تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد مارون مشخص شد که در تمام فصل‌ها جنس‌هایی از شاخه Bacillariophyta، Chlorophyta و Cyanophyta وجود دارند. در فصل بهار و پاییز شاخه Bacillariophyta و Chlorophyta بیشترین تنوع جمعیتی و در فصل تابستان شاخه Cyanophyta بیشترین تنوع جمعیتی را دارا بودند. طبق نتایج به‌دست‌آمده جلبک‌های سبز-آبی در دریاچه سد مارون بیشترین درصد فراوانی را در تابستان داشتند. Sze (۱۹۸۶) در بررسی‌های خود اظهار نمود که عامل اصلی بالا رفتن جمعیت فیتوپلانکتونی در شاخه جلبک‌های دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز و جلبک‌های سبز-آبی افزایش درجه حرارت محیط و آب می‌باشد که با نتایج به‌دست‌آمده در این

مطالعه مطابقت دارد؛ بنابراین عامل اصلی بالا رفتن جمعیت فیتوپلانکتونی را در شاخه جلبک‌های سبز-آبی دریاچه سد مارون در تابستان را می‌توان دمای بالای آب (۲۴/۵۲ درجه سانتی گراد) بیان نمود. در مطالعات انجام‌شده بر روی دریاچه سد ماکو (سبک آرا و مکاری، ۱۳۸۲)، تالاب انزلی (سبک آرا و مکاری، ۱۳۸۳) و دریاچه بزنگان (غلامی و همکاران، ۱۳۸۴) مشخص شد که در تمامی فصول سال شاخه *Chrysophyta* بیشترین تنوع جمعیتی را دارا بوده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت ندارد ولی مطالعه انجام‌شده بر روی تالاب استیل آستارا (قریب خانی و همکاران، ۱۳۸۸) و دریاچه Hlan (Houssou *et al.*, 2016) نشان داد که در فصل پاییز شاخه *Bacillariophyta* بیشترین تنوع و پس‌از آن به ترتیب شاخه‌های *Chlorophyta* و *Cyanophyta* بیشترین تنوع جمعیتی را دارا بوده‌اند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد ولی در فصل تابستان بیشترین تنوع را به ترتیب شاخه‌های *Chlorophyta*، *Cyanophyta* و *Bacillariophyta* داشتند و در دریاچه Hlan در فصل تابستان بیشترین تنوع را به ترتیب شاخه‌های *Bacillariophyta*، *Chlorophyta* و *Cyanophyta* داشتند که با نتایج مشاهده‌شده در دریاچه سد مارون که به ترتیب شاخه‌های *Bacillariophyta*، *Cyanophyta* و *Chlorophyta* بیشترین تنوع جمعیتی را دارا بودند، مطابقت ندارد که علت آن می‌تواند دمای بالای آب در منطقه و نامساعد بودن شرایط برای *Chlorophyta* در فصل تابستان باشد. شاخه فیتوپلانکتونی *Euglenophyta* و *Pyrrophyta* کمترین حضور را در فصول نمونه‌برداری در دریاچه مارون نشان داد (به ترتیب با درصد فراوانی ۳/۱۶ و ۱/۵۸). پایین بودن درصد اوگلنوفایتا نشان‌دهنده میزان آلودگی کم در دریاچه می‌تواند باشد. خدایرست (۱۳۷۸) در بررسی خود بر روی تالاب انزلی نیز عنوان نمود که پایین بودن درصد شاخه اوگلنوفایتا نشان‌دهنده مواد آلی ناچیز بوده و می‌تواند بیانگر این مسئله باشد که در تالاب انزلی عوامل لازم برای رشد و تکثیر این شاخه وجود نداشته یا بسیار ناچیز است و بیشترین فراوانی این شاخه با افزایش دمای آب و بار زیاد مواد آلی واردشده به این مناطق می‌باشد. صلواتیان و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی خود بر روی دریاچه سد لار نیز کم بودن درصد فراوانی این دوشاخه را به علت آلودگی کم دریاچه گزارش کردند.

مقایسه فراوانی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد مارون در فصول مختلف نشان داد که فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل پاییز و تابستان بیشتر از سایر فصول و کمترین میزان فراوانی آن‌ها مربوط به فصل زمستان می‌باشد (شکل ۴). فیتوپلانکتون‌ها در اکثر دریاچه‌های جهان به میزان زیادی تحت تأثیر تغییرات فصلی هستند. نتایج قریب خانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان داد که فصل تابستان با تراکم ۴۶۸۰۱ سلول در میلی‌لیتر و فصل زمستان با تراکم ۱۴ سلول در میلی‌لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی را دارا هستند که در مقایسه با سایر فصول دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند. درواقع در فصل تابستان به علت افزایش دما و کاهش سطح آب غلظت مواد آلی در آب به شدت افزایش‌یافته و شرایط برای رشد و تکثیر گونه‌هایی که در برابر بار آلودگی حاصل از مواد آلی مقاوم‌تر هستند فراهم آید (مجبی و همکاران، ۱۳۹۱). سایر مطالعات نیز از جمله مطالعات جامع هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی (خدایرست، ۱۳۷۸)، بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در دریاچه سد ماکو (سبک آرا و مکاری، ۱۳۸۲)، پراکنش و فراوانی پلانکتونی در دریاچه سد ارس (سبک آرا و مکاری، ۱۳۹۲)، مطالعه سد مهاباد (حیدری و محمدجانی، ۱۳۷۷) و مطالعه سد گلبلاغ (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵) نشان داده‌اند که بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی در دو زمان اتفاق می‌افتد، یکی در تابستان که درجه حرارت مناسب است و دومین قله مطابق روند طبیعی تالاب‌ها و دریاچه‌ها در اوایل مهر و آبان مشاهده می‌شود (عبدلملکی، ۱۳۸۰). نتایج **Muciño-Márquez** (۲۰۱۸) نشان داد که تغییرات دمای سالانه به صورت دوره‌های سرما و گرما، با فراوانی جوامع فیتوپلانکتونی ارتباط دارد به طوری‌که بیشترین فراوانی در فصول گرم و کمترین فراوانی در فصول سرد مشاهده می‌شود. از عوامل مهمی که ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی را در فصول مختلف سال تغییر می‌دهد می‌توان به فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و مواد غذایی ضروری و بیولوژیک (نرخ رشد و فشار چرندگان) اشاره نمود که سبب کنترل جمعیت فیتوپلانکتون از طریق تغییر ترکیب گونه‌ای، بیومس و الگوهای تولید می‌گردند (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قریب خانی و همکاران، ۱۳۸۸). از این‌رو جایگزینی برخی از شاخه‌ها با شاخه‌های دیگر، غالب شدن آن‌ها در فصول خاص و توالی فیتوپلانکتونی در اکوسیستم‌های فوق و از جمله دریاچه سد مارون را می‌توان به این عوامل نسبت داد. در دریاچه سد مارون

بیشترین فراوانی و تراکم فیتوپلانکتون در فصل پاییز و پس از آن فصل تابستان مشاهده شد ولی بین دو فصل تفاوت معنی داری مشاهده نشد که این جابجایی دو فصل که برخلاف حالت معمول در دریاچه‌های مناطق معتدله می‌باشد، می‌تواند به دلیل کاهش شدید آب دریاچه و خشک‌سالی حاکم بر منطقه طی چند سال اخیر باشد. فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصول مختلف سال تغییر می‌نماید، همچنین فراوانی و تراکم در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و قطبی متفاوت می‌باشد که این نوسانات به وسیله فاکتورهای متعددی از قبیل میزان نور و مواد مغذی کنترل می‌شود (خاتمی و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از علل کاهش فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در زمستان می‌تواند به نور کم و کم‌دورت بالای موجود در این فصل مرتبط باشد که زمینه کاهش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها را فراهم می‌آورد که با نتایج مطالعه انجام شده در برزیل نیز مطابقت دارد (Gianesella et al., 2000). فیتوپلانکتون‌ها در طول سال دارای دو ماکزیمم (شکوفایی) در بهار و پاییز هستند. در مطالعه‌ای که در حوضه جنوبی دریای خزر صورت گرفت نتایج نشان داد که حداکثر تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار مشاهده شده است (گنجیان، ۱۳۷۷).

میزان شاخص غنای گونه‌ای دریاچه سد مارون به ترتیب در فصل‌های پاییز، بهار، زمستان و تابستان سیر نزولی نشان می‌دهد. شاخص تنوع گونه‌ای با افزایش میزان تروفی آب کاهش می‌یابد که پایین بودن میزان این شاخص در فصل تابستان در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه نسبت به فصول دیگر نشان می‌دهد که آب دریاچه سد مارون در این فصل دارای تروفی بالاتری نسبت به فصول دیگر است که علت آن کاهش سطح آب و افزایش دمای آن در این فصل هست (محبی و همکاران، ۱۳۹۱). روند تغییرات فصلی شاخص تنوع گونه‌ای تقریباً مشابه تغییرات فصلی شاخص غنای گونه‌ای است. به طور کلی در مجموع مقدار یکنواختی در فصل زمستان بالاترین مقدار و در فصل تابستان کمترین مقدار را دارا بود که نشان می‌دهد در این فصل به علت دمای بالا، کاهش سطح آب و تبخیر زیاد از تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها کاسته شده است. شاخص یکنواختی معیاری از یکنواختی گونه‌های مختلف در یک جمعیت فیتوپلانکتونی بوده و تقریباً با شاخص تنوع گونه‌ای هماهنگ می‌باشد کاهش میزان این شاخص در فصل تابستان نشان دهنده شرایط نامساعد محیطی در دریاچه سد مارون است و با نتایج به دست آمده توسط محبی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی دریاچه سد ارس مطابقت دارد. تمام فاکتورهای زیستی و غیر زیستی (فیزیکی شیمیایی) هر محیط آبی بر ترکیب گونه‌ای و زی توده فیتوپلانکتون تأثیرگذار است و فراوانی و تنوع آن‌ها را تغییر می‌دهد (Naz and Turkman, 2005). از عوامل محیطی مهم تغییردهنده ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی در فصول مختلف سال می‌توان به عوامل فیزیکی (نور، شوری، اکسیژن، pH و دما)، جریان‌ات شیمیایی، مواد غذایی ضروری و عوامل زیستی اشاره کرد (King et al., 2002). همچنین تراکم موجودات فیتوپلانکتون خوار، تغییر در آب‌وهوا و هیدرولوژی آب، سختی کل، عمق آب و سایر موارد از جمله عواملی هستند که می‌توانند در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت داشته باشند (قریب خانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Hoffman, 1998; Hillebrand and Sommer, 2000; King et al., 2002; Raghukumar and Anil, 2003). از این رو جایگزینی برخی از شاخه‌ها با شاخه‌های دیگر، غالب شدن آن‌ها در فصول خاص و توالی فیتوپلانکتونی در اکوسیستم‌های فوق و از جمله دریاچه سد مارون را می‌توان به این عوامل نسبت داد. در مناطق معتدله فیتوپلانکتون‌ها توالی مشخصی نشان می‌دهند به عنوان مثال در بهار شکوفایی دیاتومه‌ها، در تابستان تاژک‌داران گوناگون و در پاییز شکوفایی‌های بزرگی از دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز آبی و دینوفلاژله‌ها مشاهده می‌شوند (Wood and Talling, 1988; King et al., 2000). تقریباً گونه‌هایی که گاهی اوقات جمعیتشان در سال افزایش می‌یابد در بقیه اوقات سال به عنوان جمعیت باقیمانده کوچکی در آب حضور داشته ولی ممکن است مشاهده آن‌ها مشکل باشد. در نتیجه در میان انواع زیاد فیتوپلانکتون‌ها هر کدام ممکن است در یک سری شرایط مطلوب خاص خود، افزایش جمعیت نشان دهند و آن‌هایی که نمی‌توانند در شرایط موجود با این گونه رقابت کنند، کاهش جمعیت خواهند داشت. دلیل این که چند گونه باهم افزایش جمعیت نشان می‌دهند، این است که اکثر فیتوپلانکتون‌ها نیازهای مشابه دارند (King et al., 2000).

در فصل زمستان تراکم و فراوانی فیتوپلانکتونی در دریاچه سد مارون از سایر فصول کمتر است. در این فصل شاخه Bacillariophyta بیشترین تراکم و فراوانی را به خود اختصاص می‌دهد. کاهش تراکم فیتوپلانکتونی را می‌توان به کاهش دمای آب، کم شدن نور و تغذیه توسط ژئوپلانکتون‌ها

(Ortega-Mayagoitia *et al.*, 2003) نسبت داد. ناکافی بودن نور خورشید و کوتاه شدن طول روز در زمستان در عرض‌های جغرافیایی متوسط و بالا جزو عوامل اصلی بازدارنده رشد جلبکی و تولید خالص آن‌هاست. پایین آمدن جمعیت پس از پاییز به دلیل تغذیه، مخلوط شدن بیشتر آب، کم شدن نور و طول روز و کاهش دما است (رحیمی بشر، ۱۳۷۹). در بررسی حاضر در فصل زمستان تراکم فیتوپلانکتونی از تمام فصول سال کمتر است و شاخه Bacillariophyta بیشترین تراکم و فراوانی را به خود اختصاص می‌دهد. عوامل ذکر شده می‌توانند این کاهش جمعیت را توجیه کنند. در فصل زمستان چون جمعیت‌های فیتوپلانکتونی کاهش شدید دارند، میزان مواد غذایی موجود در آب طی این فصل افزایش می‌یابد. افزایش مواد غذایی به همراه افزایش دمای آب، افزایش طول روز و تابش نور خورشید کمک بزرگی به افزایش سریع جمعیت فیتوپلانکتونی و موجب افزایش نسبی تراکم فیتوپلانکتونی در فصل بهار می‌شود.

تفاوت در میزان تراکم جمعیت کل فیتوپلانکتون‌ها به عوامل مختلفی بستگی دارد (عوامل فیزیکی مانند نور، شوری، اکسیژن، pH و دما؛ جریان‌های شیمیایی، مواد غذایی ضروری و عوامل زیستی) ولی معرفی دقیق عامل ایجادکننده این اختلافات نیازمند مطالعات گسترده و استفاده از روش‌های آنالیز دقیق‌تر است. البته یافتن علت همه این اختلافات کار بسیار دشواری است، زیرا برهم‌کنش بین عوامل زنده و غیرزنده در یک اکوسیستم بسیار پیچیده است؛ بنابراین با توجه به این‌که سد مارون باهدف کشاورزی ساخته شده و اهداف شیلاتی و توریستی در کنار آن به‌عنوان اهداف ثانویه می‌باشد، یکی از مهم‌ترین عواملی که در پایین بودن تراکم فیتوپلانکتون تأثیرگذار است خالی شدن مقدار زیادی از آب سد در هر سال برای آبیاری زمین‌های کشاورزی می‌باشد. این خالی شدن آب، مقدار زیادی مواد مغذی مثل فسفر و ازت و همچنین جمعیت‌های مختلفی از فیتوپلانکتون‌ها را از دسترس خارج می‌کند و از افزایش و انباشت مواد مغذی در دریاچه جلوگیری می‌کند که در نهایت باعث کاهش تراکم فیتوپلانکتون می‌شود. عامل مهم بعدی که در کاهش جمعیت فیتوپلانکتون مؤثر است فشار تغذیه ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) و ماهی سرخه (*Barbus grypus*) است، به‌طوری‌که ماهی فیتوفاگ تا ۲ سال قبل از مطالعه سالانه توسط شیلات استان به‌عنوان گونه اصلی برای رهاسازی به منطقه وارد شده است و ماهی سرخه نیز به‌طور طبیعی در منطقه حضور دارد. با توجه به سیستم تغذیه‌ای ماهی فیتوفاگ که فیتوپلانکتون خوار می‌باشد، می‌تواند در کاهش جمعیت فیتوپلانکتون مؤثر باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب قدردانی خود را از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان که حمایت مالی این طرح را بر عهده داشتند و همچنین از ریاست و کارکنان سد و نیروگاه مارون که در انجام این بررسی و نمونه‌برداری همکاری نموده‌اند، اعلام می‌دارند.

منابع

- اکبرزاده، غ.، سالارپوری، ع.، درویشی، م. و بهزادی، س.، ۱۳۹۵. تغییرات مکانی و زمانی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی قشم و بندرلنگه در استان هرمزگان. مجله علمی شیلات ایران، جلد ۲۵، شماره ۵، صفحات ۱۱-۲۱.
- چودار رضایی، س.، محسن پور، ع.، محبی، ف. و شیر، ص.، ۱۳۸۷. شناسایی و بررسی فراوانی زئوپلانکتون‌های دریاچه پشت سد ارس. مجموعه مقالات نخستین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- حیدری، ع. و محمدجانی، ط.، ۱۳۷۷. گزارش نهایی مطالعات پلانکتونی دریاچه سد مهاباد. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۶۵ ص.
- خاتمی، ش.، ولی‌نصب، ت. و سراجی، ف.، ۱۳۸۹. بررسی نوسانات فصلی فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی جزیره لارک در خلیج فارس. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۶، شماره ۱، صفحات ۲۵-۱.

- خداپرست، س. ح.، ۱۳۷۸. گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۲۱۸ ص.
- خلفه نیل ساز، م.، ۱۳۸۸. پایش تالاب شادگان. اداره کل شیلات استان خوزستان، ۱۵۹ ص.
- رحیمی‌بشر، م.، ۱۳۷۹. فیتوپلانکتون. انتشارات سبز رشت، ۲۱۸ ص.
- روشن طبری، م.، ۱۳۷۵. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، صفحات ۴۳-۶۳.
- روشن طبری، م.، ۱۳۷۶. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، صفحات ۳۷-۲۷.
- روشن طبری، م.، ۱۳۷۹. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه چالوس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۱-۶.
- سبک آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۸۱. گزارش پلانکتون طرح جامع شیلاتی دریاچه سد حسنلو. پژوهشکده آبی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحات ۲۵-۲۲.
- سبک آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۸۲. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در دریاچه سد ماکو. مجله علمی شیلات ایران، سال دوازدهم، شماره ۲ صفحات ۲۶-۲۹.
- سبک آرا، 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 سیزدهم، شماره ۳، صفحات ۸۷-۱۱۴.
- سبک آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۹۲. پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن‌ها در پرورش ماهی در دریاچه سد ارس. مجله توسعه آبی‌پروری، سال ۷، شماره ۲، صفحات ۵۹-۴۱.
- سعادت‌ن، ن.، مددی‌نیا، م. و پورویس، ش.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات زیست‌محیطی سد مارون بهبهان. دومین کنفرانس سراسری آب، بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان.
- صادقی‌مزیدی، س.، احمدی، م. و طاهری‌زاده، م.، ۱۳۹۰. بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی بندرعباس. مجله آبیان و شیلات، سال دوم، شماره ۷، صفحات ۸۰-۶۱.
- صفایی، س.، ۱۳۷۵. گزارش نهایی بررسی جامع شیلاتی دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۲۰۱ ص.
- صلواتیان، س. م.، عبدالله پور بی‌ریا، ح. و نظامی بلوچی، ش.، ۱۳۸۹. ترکیب گونه‌ای و تعیین تراکم فیتوپلانی در دریاچه پشت سد لار. مجله علمی تخصصی تالاب، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۳۸-۲۶.
- عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۰. بررسی جامع شیلاتی دریاچه‌های ماکو و مهاباد. پژوهشکده آبی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۰۹ ص.
- غلامی، ع.، اجتهادی، ح. و قاسم‌زاده، ف.، ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون‌های دریاچه بزنگان. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۲، صفحات ۹۰-۷۳.
- فرهادیان، ا.، حیدری، ص.، صداقت، ر.، محبوبی صوفیانی، ن.، ابراهیمی، ع.، اسدا...، س. و متقی، ا.، ۱۳۹۰. پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌های دریاچه سد خنا، ایران. اکولوژی کاربردی، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۷۸-۶۵.
- فعال، ز.، ۱۳۹۱. بررسی پراکنش فصلی فیتوپلانکتون‌ها در زمان جزر و مد در رودخانه بهمنشیر. مجله علمی شیلات، سال بیست و یکم، شماره ۲، صفحات ۱۶۴-۱۵۹.
- لاحی، م.، جمیلی، ش. و حسینی، م.، ۱۳۹۳. بررسی میزان مواد مغذی بر روی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون در مصب بابلرود استان مازندران. دومین همایش سراسری محیط‌زیست، انرژی و پدافند زیستی.
- قریب خانی، م.، تاتینا، م.، رمضان پور، ز. و چوبیان، ف.، ۱۳۸۸. بررسی تنوع، تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون‌های تالاب استیل استارا. مجله شیلات، سال سوم، شماره ۴، صفحات ۱۲-۱.
- گنجیان، ع.، ۱۳۷۷. بررسی تراکم و پراکنش گروه‌های عمده فیتوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال ششم، شماره ۲، صفحات ۹۵-۱۰۰.
- محبی، ف.، محسن پور آذری، ع. و عاصم، ع.، ۱۳۹۱. بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی و شاخص‌های جمعیتی در دریاچه سد ارس. مجله زیست‌شناسی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۲، صفحات ۳۲۸-۳۱۶.

- محمدی، ح.، پیغمبری، ی.، عبدالملکی، ش.، فلاحی، م.، قربانی، ر. و حسینی، ع.، ۱۳۹۵. بررسی ساختار جمعیتی و تنوع زیستی فیتوپلانکتون دریاچه سد گلبلاغ استان کردستان. مجله بوم‌شناسی آبزیان، سال ششم، شماره ۳، صفحات ۴۵-۵۴.
- مروتی، ک.، موبد، پ.، دوست‌شناس، ب.، مولا، ع. و سخائی، ن.، ۱۳۷۵. مطالعه لیمنولوژیک و حفظ تعادل اکولوژی آبهای داخلی، خور موسی. انتشارات اداره کل حفاظت محیط‌زیست خوزستان، ۵۲ ص.
- مومن‌زاده، ا.، نبوی، س. م.، فرخیان، ف. و رجب‌زاده قطرمی، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه دریاچه سد مارون برای کاربری اکوتوریسم و ارائه راهکارهایی به‌منظور توسعه این صنعت. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره ۸، صفحات ۱۹-۳.
- ویسی، ن.، ۱۳۷۸. بررسی ساختار اجتماعات فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد دز با تأکید بر فاکتورهای زیست‌محیطی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

- Alam, M. G. M., Jahan, N., Thalib, L., Wei, B. and Maekawa, T., 2001. Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton populations in a closed freshwater pond. *Environment International*, 27: 71-393.
- Allende, L., Tell, G., Zagarese, H., Torremorell, A., Perez, G., Bustingorry, J., Escaray, R. and Izaguirre, I., 2009. Phytoplankton and primary production in clear-vegetated, inorganic-turbid, and algal-turbid shallow lakes from the pampa plain (Argentina). *Hydrobiologia*, 624: 45-60.
- Baykal, T., Acikgoz, I., Yildiz, K. and Bekleyen, A., 2004. A study on algae in devegeçidi dam lake. *Turkey Journal of Botanical*, 28: 457-472.
- Beamud, S. G., Diaz, M. M., Bacallá, N. B. and Pedrozo, F. L., 2010. Analysis of patterns of vertical and temporal distribution of phytoplankton using multifactorial analysis: Acidic Lake Caviahue, Patagonia, Argentina. *Limnologia. Ecology and Management of Inland Waters*, 40: 140-147.
- Bellinger, E. D., 1992. A key to common algae. The Institution of water and Environmental Management, London, 138 pp.
- Bellinger, E. G. and Sigee, D. C., 2010. *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons Ltd., 271 pp.
- Bovo-Scomparin, V. M., Train, S. and Rodrigues, L. C., 2013. Influence of reservoirs on phytoplankton dispersion and functional traits: a case study in the Upper Paraná River, Brazil. *Hydrobiologia*, 702(1): 115-127.
- Boyce, D., Lewis, M. and Worm, B., 2010. Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, 466: 591-596. doi:10.1038/nature09268.
- Chaturvedi, R. K., Sharma, K. P., Kamayani, S., Bhardwaj, S. M. and Sharma, S., 1999. Plankton community of polluted water around Sanganer, Jaipur. *Journal of Environmental Pollution*, 61:77-84.
- Edmondson, W. T., 1959. *Fresh Water Biology*. Newyourk, London. John wiley and sons Inc, 1248p.
- Flandroy, L., Poutahidis, T., Berg, G., Clarke, G., Dao, M. C., Decaestecker, E., Furman, E., Haahtela, T., Massart, S., Plovier, H. and Sanz, Y., 2018. The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems. *Science of the total environment* 627: 1018-1038.
- Gianesella, S. M. F., Owen, T. L. and Hardy, J. T., 2000. Tidal effects on nutrients and phytoplankton distribution in Bertioiga Chennel, Sao Paulo, Brazil. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 4 :23-35.
- Hillebrand, H. and Sommer, U., 2000. Diversity of benthic microalgae in response to colonization time and eutrophication. *Aquatic Botany*, 67: 221-236.
- Hoffman, J., 1998. Assessing the effects of environmental changes in a landscape by means of ecological characteristics of plant species. *Landscape and Urban Planning*, 4: 239-248.
- 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): 378-386.
- Jafari, N. G. and Gunale, V. R., 2005. Hydrobiological study of algae of an urban freshwater river. *Journal of Applied Science and Environment Management*, 10 (2): 153-158.

- Joo, S., Lee, S. R. and Park, S., 2010.** Monitoring of phytoplankton community structure using terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP). *Journal of microbiological Methods*, 81: 61-68.
- Jun, S., Dongyan, L. and Shuben, Q., 2006.** Study on phytoplankton biomass. *Phytoplankton measurement biomass from cell volume or plasma volume. Acta Oceanologica Sinica*, 1999 pp.
- Kadri, A., 1998.** Diatoms (Bacillariophyta) in the Phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations. *Turkish Journal of Botany*, 22: 25-33.
- King, L., Barker, P. and Jones, R. I., 2000.** Epilithic algal communities and their relationship to environment variables in lakes of the English Lake District. *Freshwater biology*, 45: 425-442.
- King, L., Jones, R. I. and Barker, P., 2002.** Seasonal variation in the epilithic algal communities from four lakes of different trophic state. *Archiv fur Hydrobiologie* 154(2): 177-198.
- Maosen, H., 1983.** *Fresh Water Plankton Illustration*. Agriculture publishinghouse, 85pp.
- Millman, M., Cherrier, C. and Ramstack, J., 2005.** The seasonal succession of the phytoplankton community in Ada Hayden Lake, North Basin, Ames, Iowa. *Limnology Laboratory, Iowa State University, Ames, Iowa*.
- Muciño-Márquez, R. E., Gárate-Lizárraga, I., López-Cortés, D. J., Bustillos-Guzmán, J. J. and Hernández-Sandoval, F. E., 2018.** Seasonal variation of the phytoplankton community in tuna farms in Bahía de La Paz, southern Gulf of California, Mexico. *Latin american journal of aquatic research* 46(5): 1011-1024.
- Nasrollahzadeh, H. S., Din, Z. B., Foong, S. Y. and Makhloogh, A., 2008.** Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Research*, 28: 1153-1165.
- Naz, M. and Turkman, M., 2005.** Phytoplankton biomass and species composition of Lake G. İbaşı (Hatay-Turkey). *Turkey Journal of Biology*, 29: 49-56.
- Newton, A., Icely, J. D., Falcao, M., Nobre, A., Nunes, J.P., Ferreira, J. G. and Vale, C., 2003.** Evaluation of eutrophication in the Ria Formosa coastal lagoon. Portugal. *Continental Shelf Research*, 23: 1945-1961.
- Omori, M. and Ikeda T., 1984.** *Methods in Zooplankton Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 332 pp.
- Ortega-Mayagoitia, E., Rojo, C. and Rodrigo, M.A., 2003.** Controlling factors of phytoplankton assemblages in wetlands: an experimental approach. *Hydrobiology*, 502: 177-186.
- Ponmanickam, P., Rajagopal, T., Rajan, M. K., Achiraman, S. and Palanivelu, K., 2007.** Assessment of drinking water quality of vembakottai reservoir, virudhunagar district, Tamil nadu. *Journal of Experimental Zoology*, 10(2): 485-488.
- Prescott, G. W., 1962.** *Algae of western great lakes area*. W.M.C. Brown Company Publishing, Iowa, USA. 933 pp.
- Raghukumar, S. and Anil, A. C., 2003.** Marine biodiversity and ecosystem functioning: A perspective. *Current science*, 84(7): 884-892.
- Reyes Bárbara, I., Martín Farfán, G., Reina Vázquez, M. M., Arechederra, A., Serrano Martín, L., Casco, M. A. and Toja, J., 2007.** Phytoplankton from NE Doñana marshland ("El Cangrejo Grande", Doñana Natural Park, Spain). *Limnetica*, 26(2): 307-318.
- Reynolds, C. S., 2006.** *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, New York, 535 pp.
- Salman, J. M., Hadi, S. H. and Mutaer, A. A., 2013.** spatial and temporal distribution of phytoplankton and some related physical and chemical properties in al-abasia river (euphrates), iraq. *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences*, 3(3): 155-169.
- Saravanakumar, A., SeshSerebiah, J., Thivakaran, G. A. and Rajkumar, M., 2008.** Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of Gulf of Kutch- Gujarat. *Journal of Ocean University of China*, 6(3): 33-39.
- Shekhar, R. T., Kiran, B. R., Puttaiah, E.T., Shivaraj, Y. and Mahadevan, K. M., 2008.** Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution. *Journal of Environmental Biology*, 29(2):233-236.
- Smith, V. H., 2003.** Eutrophication of freshwater and coastal marin ecosystems: a global problem. *Environmental Science of Pollution Research international*, 10: 126-139.
- Sohani, S., 2016.** A Review of Phytoplankton Ecology in Freshwater Rivers and Lakes of India. *International Journal of Science Technology and Engineering*, 3(6): 19-21.

- Spatharis, S., Roelke, D. L., Dimitrakopoulos, P. G. and Kokkoris, G. D., 2011.** Analyzing the (mis) behavior of Shannon index in eutrophication studies using field and simulated phytoplankton assemblages. *Ecological Indicators*, 11: 697-703.
- Stanca, E., Cellamare, M. and Basset, A., 2013.** Geometric shape as a trait to study phytoplankton distributions in aquatic ecosystems. *Hydrobiologia*, 701(1): 99-116.
- Sze, P., 1986.** A biology of the algae. W.M.C. Brown publishers, 251 pp.
- Tiffany, L. H. and Britton, M. E., 1971.** The algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, New York, USA, 407 pp.
- Tilahun, G. and Ahlgren, G., 2010.** Seasonal variations in phytoplankton biomass and primary production in the Ethiopian Rift Valley lakes Ziway, Awassa and Chamo – The basis for fish production. *Limnological - Ecology and Management of Inland Waters*, 40: 330-342.
- Tiwari, A. and Chauhan, S. V. S., 2006.** Seasonal phytoplanktonic diversity of Kitham Lake. *Journal of Environmental Biology*, 27(1): 35-38.
- Vinogradov, M.E., 1976.** Biological oceanography of the northern Pacific Ocean. Idemitsu shoten, Tokyo, Japan, 333-340 pp.
- Walter, A., Glooschenko, J. E., Moore, M. M. and Vollenweider, R. A., 1974.** Primary Production in Lakes Ontario and Erie: A Comparative Study. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, 31: 253-263.
- Wood, R. B. and Talling, J. F., 1988.** Chemical and algal relationships in a salinity series of Ethiopian inland waters. *Hydrobiologia*, 158: 29-67.
- Zhang, Y., Cioffi, W., Cope, R., Daleo, P., Heywood, E., Hoyt, C., Smith, C. and Silliman, B., 2018.** A global synthesis reveals gaps in coastal habitat restoration research. *Sustainability* 10(4):1040.

