

پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن‌ها در پرورش ماهی در دریاچه سد ارس

جلیل سبک‌آرا^{۱*}، مرضیه مکارمی^۲

۱ و ۲ - پژوهشکده آبرزی پروری (آب‌های داخلی)، بخش اکولوژی منابع آبی، آزمایشگاه پلانکتون، بندرانزلی، ایران، صندوق پستی: ۶۶

تاریخ دریافت: ۱۸ بهمن ۱۳۹۱

تاریخ پذیرش: ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۲

چکیده

در پژوهش‌های طرح جامع هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریاچه سد ارس، بررسی‌های پلانکتونی به عنوان مطالعات پایه در جهت افزایش تولیدات ماهی در این دریاچه در نظر گرفته شد. این مطالعات از تابستان ۱۳۸۱ شروع و تا بهار ۱۳۸۲ در ۱۵ ایستگاه انجام شد. نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی به طور لایه‌ای و توسط بطری نانسن، یک لیتر آب از عمق‌های (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ متر) برداشت گردید. نمونه‌برداری زئوپلانکتونی نیز توسط تورکمرشکن (جودی نت) و به شکل کشش عمودی از عمق‌های نامبرده انجام گرفت. نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد فیکس و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. در مطالعات فیتوپلانکتونی ۴ شاخه و ۴۱ جنس شناسایی گردید که غالبیت مربوط به شاخه باسیلاریوفیتا با ۷۵/۸ درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی می‌باشد، جنس‌های مهم این شاخه عبارت از *Synedra Nitzschia*، *Cyclotella* و *Gomphonema* بوده که در فصل بهار فراوانی بیشتری دارند. شاخه‌های کلروفیتا با جنس‌های *Scenedesmus*، *Chlamydomonas* و *Schroderia* با ۱۹/۴ درصد جمعیت سالانه و سیانوفیتا با جنس *Microcystis* که در تابستان غالبیت دارند با ۴/۷ درصد جمعیت سالانه در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. از شاخه اوگلنوفیتا درصد جمعیتی ناچیزی مشاهده گردید. میانگین کل جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی در این سد مخزنی $1/1 \times 10^{11}$ عدد در متر مکعب بوده که بیشترین درصد آن مربوط به منطقه ورودی سد ارس می‌باشد. در مطالعات زئوپلانکتونی در مجموع ۴ شاخه و ۲۶ جنس شناسایی گردید که بیشترین فراوانی آن مربوط به شاخه روتاتوریا با جنس‌های *Synchaeta*، *Keratella* و *Polyarthra* با ۷۶ درصد جمعیت سالانه زئوپلانکتونی می‌باشد، بیشترین فراوانی این شاخه مربوط به فصل بهار بوده است. شاخه آرتروپودا و رده کوپه پودا با جنس‌های *Cyclops* و *Diaptomus* دارای ۱۱/۲ درصد و مرحله ناپلئوسی آن‌ها با ۳/۵ درصد جمعیت سالانه در رتبه دوم قرار دارد. سایر گروه‌های زئوپلانکتونی درصد جمعیتی ناچیزی دارند. میانگین کل جمعیت سالانه زئوپلانکتونی در دریاچه سد ارس ۸۹۵۳۲۶ عدد در متر مکعب بوده که از نظر فراوانی و پراکنش وضعیتی مشابه فیتوپلانکتون‌ها دارند. آنالیز داده‌های به دست آمده بیانگر این مطلب است که تجمع پلانکتون‌ها در لایه‌های سطحی آب بیشتر و افزایش عمق سبب کاهش فراوانی آن‌ها می‌گردد.

کلمات کلیدی: سد ارس، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، فراوانی، پراکنش.

مقدمه

سد مخزنی ارس علاوه بر اهمیتی که در توزیع آب دارد، دارای اهمیت بین المللی، اکولوژیکی و زیست-محیطی نیز هست. به دلیل غلظت بالای مواد آلی وارده از حوضه آبریز از جمله سیستم های باروری است، که علاوه بر تغذیه جمعیت های متعدد جانوری به عنوان منبعی با ارزش در تولید آبزیان نیز شمرده می شود. منطقه ای که این سد در آن واقع شده دارای زمستانی سرد، با دمای ۸-۷ درجه سانتی گراد زیر صفر و تابستانی گرم که دمای آن گاهی از ۴۰ درجه سانتی گراد نیز تجاوز می کند. صید انواع آبزیان از جمله ماهی و خرچنگ دراز آب شیرین از مهمترین تولیدات شیلاتی این سد مخزنی بوده، که دارای ارزش اقتصادی و اجتماعی برای روستاهای همجوار می باشد. از اینرو همواره سعی مدیران شیلاتی بر این بوده که با ساماندهی استفاده از این نوع زیست بومها، توانایی بالقوه تولید ماهی را در جهت توسعه ذخایر آن تقویت کنند (Balayut, 1983). کیفیت و ثبات منابع آبی در سراسر جهان مورد توجه می باشد، ولی این منابع در حوزه های آبریز سیستم های آبی داخلی در معرض آلودگی قرار دارند زیرا فعالیت های انسانی تأثیر منفی روی کیفیت آب دریاچه پشت سدها گذاشته است (Newton, et al., 2003; Smith, 2003). با توجه به زمان احداث و بهره برداری از سد ارس که به حدود ربع قرن می رسد و اگرچه اهداف اولیه از طراحی آن تامین آب کشاورزی و تولید نیروی برق آبی بوده، اما با توجه به محدودیت صید و با در نظر گرفتن عواملی مثل صید بی رویه، آلودگی آب و از بین رفتن محل های طبیعی تخم ریزی که تعادل ذخایر را برهم می زند، توسعه آبرزی پروری و پرورش ماهی در آبگیرهای داخلی

منجمله مخازن آبی پشت سدها علاوه بر استخرها که صنعتی نوپاست بیشتر احساس می شود، چنانچه در سال های اخیر منابع آبرزی دریاچه سدها به یکی از عوامل مهم اقتصادی و اجتماعی در منطقه تبدیل گشته، که با سرمایه گذاری های انجام شده در این زمینه و مطالعات لیمنولوژیک آنرا می توانیم یکی از غنی ترین منابع آبی در زمینه تولید آبزیان بویژه خانواده کپور ماهیان بدانیم (Winfield and Nelson, 1991).

همراه با توسعه احداث سدها در اواخر دهه ۱۹۳۰ مطالعات این مخازن آبی با بررسی پلانکتون ها، بتوزها و ماهیان شروع و هدف از آن افزایش تولیدات ماهی در این دریاچه ها بوده است (Wickliff and Roach, 1937) که این امر وابستگی تام به تولیدات اولیه (فیتوپلانکتون) و تولیدات ثانویه (زئوپلانکتون) دارد (Bennett, 1976). فیتوپلانکتون ها گیاهانی میکروسکوپی و فاقد قدرت شنا بوده و به عنوان تولید کنندگان اولیه در اکوسیستم های آبی از اهمیت خاصی برخوردارند. زئوپلانکتون ها بعد از آن ها قرار داشته که خود توسط گروه بعدی زنجیره غذایی مورد مصرف قرار گرفته و غذای آغازین بیشتر بچه ماهیان هستند. از این گروه، روتیفرها به خصوص گونه *Brachionus calyciflorus* غذای مناسبی برای تغذیه لارو ماهیان آب شیرین به عنوان غذای آغازین می باشد، همچنین میزان بقاء و رشد لارو بچه ماهی سوف هنگامی که از این روتیفر تغذیه می کند بسیار بالا است (Awalls, 1991; Watanabe, et al., 1993).

اهمیت روتیفرها در تغذیه لارو ماهیان از نظر میزان پروتئین و انرژی به خصوص اسیدهای چرب نوع (Omega-3) که سبب بالارفتن فرآیندهای گوارشی در آن ها می گردد، قابل توجه است (Lubzens, 1989).

شده در کلیه زمینه‌ها جمع‌آوری گشته و نکات مثبت و منفی در آن مورد بررسی قرار گیرد، زیرا تنها در کنار شناخت این ارزش‌ها می‌توانیم راه‌حل‌های مناسب بپشتوانه علمی ارائه نماییم. مسلماً همفکری و توجه همه عوامل، موثر در جهت تغییرات مفید در دریاچه سد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دریاچه سد ارس بر روی رود مرزی ارس در نتیجه احداث نیروگاه آبی بین جمهوری اسلامی ایران و جمهوری تازه استقلال یافته نخجوان در سال ۱۳۵۰ احداث شد، اراضی این سد در محدوده طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۸ دقیقه شمالی قرار دارد. شهر قره ضیال‌الدین در جنوب غربی و شهر پلدشت در ۳۵ کیلومتری شمال غربی این سد قرار گرفته است. مساحت این سد مخزنی ۱۴۵۰۰ هکتار، حجم آن ۱۳۵۰ میلیون مترمکعب آب بوده که عموماً سالانه ۱۱۵۰ میلیون مترمکعب آب را در خود جای می‌دهد. مساحت حوزه آبریز این سد ۵۴۳۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد (محمداف، ۱۹۹۰). با توجه به اینکه مهمترین بخش شیلاتی دریاچه سد ارس در محدوده آب‌های ایستای آن می‌باشد، در این بررسی ۵ ایستگاه جهت مطالعه در نظر گرفته شد (صفایی، ۱۳۷۵؛ ملکی شمالی، ۱۳۷۴) (شکل ۱) (جدول ۱).

در مطالعات سدهای مخزنی تولیدات اولیه و ثانویه شامل جلبک‌ها و زئوپلانکتون‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Freeman, 1974; Goodland, 1978; Peter, 1985).

اگرچه مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی در محیط‌های آبی در سایر کشورها سابقه نسبتاً طولانی دارد، اما در ایران جوان و تنها به مطالعه بعضی از آبگیرها خلاصه شده است. تاریخچه مطالعات سد ارس توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان به سال ۱۳۵۳ برمی‌گردد که به تناوب تا سال ۱۳۶۹ ادامه داشته و نقطه عطف این بررسی‌ها، اجرای مطالعات جامع شیلاتی سد ارس در سال ۱۳۷۴ بوده که در آن برای اولین بار با توجه به کاربردهای شیلاتی و ویژگی‌های آب‌های ایران با تکیه بر ابعاد لیمنولوژیکی مطالعه و برای ضمانت بهره‌برداری شیلاتی از دریاچه راه‌حل‌هایی ارائه شده است (سبک آرا، ۱۳۷۴؛ صفایی، ۱۳۷۵؛ ملکی شمالی، ۱۳۷۴).

مطالعات پلانکتونی دریاچه‌های پشت سدها در جمهوری‌های شوروی سابق و در زمینه تحقیقات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی از جمله بر روی سد مخزنی ارس انجام شده، اما کاملترین بررسی بر روی سد مخزنی ارس، توسط محمداف در طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۷ انجام گردید که هدف آن بررسی رشد، پراکنش و تولیدات زئوپلانکتون‌ها همچنین نقش آن‌ها در منابع غذایی ماهیان و خودپالایی آب بوده است.

مدیریت صحیح و بهره‌برداری اصولی از دریاچه سدها ایجاب می‌کند که اطلاعات و مطالعات انجام

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در دریاچه سدارس

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱- مقابل تاج سد	۳۳' ۷" ۳۹° شمالی	۹۱' ۲۲" ۴۵° شرقی
۲- روبروی مهمانسرا	۴۱' ۷" ۳۹° شمالی	۷۴' ۲۱" ۴۵° شرقی
۳- مقابل پاسگاه قزل قشلاق	۵۸' ۷" ۳۹° شمالی	۱۲' ۲۰" ۴۵° شرقی
۴- مقابل پاسگاه قنبر کندی	۵۲' ۱۰" ۳۹° شمالی	۲۷' ۱۸" ۴۵° شرقی
۵- مقابل پاسگاه شیلو	۳۰' ۱۰" ۳۹° شمالی	۲۳' ۱۷" ۴۵° شرقی

Kotykova, 1970; Tiffany, 1971; Kolisko and Ruttner, 1974; Pontin, 1978; Prescott, 1976; Maosen, 1983; Krovichinsky and Smirnov, 1994) انجام گرفت. در نهایت تراکم پلانکتونی (در مترمکعب) در هراستگاه تعیین و در فرم‌های اطلاعاتی ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل محاسبه گردید، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده گردید.

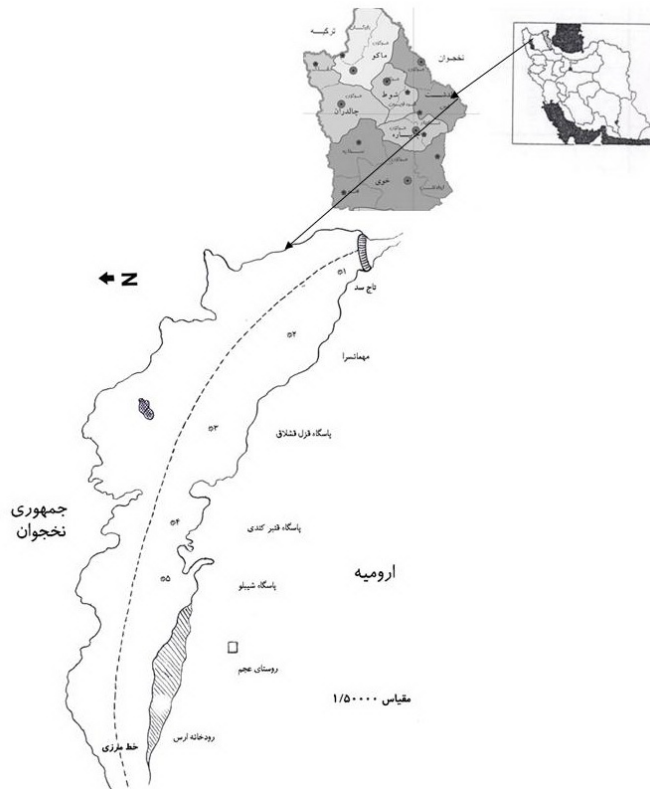
نتایج فیتوپلانکتونی

در مطالعات کیفی فیتوپلانکتونی دریاچه سدارس در مجموع ۴۰ جنس شناسایی شده، که ۱۷ جنس مربوط به شاخه Bacillariophyta، ۱۵ جنس مربوط به شاخه Chlorophyta، ۶ جنس از شاخه Cyanophyta و ۲ جنس از شاخه Euglenophyta بودند، از شاخه Pyrrophyta در این بررسی نمونه‌ای مشاهده نشد (جدول ۲). در بررسی کمی این پژوهش غالبیت با شاخه Bacillariophyta با میانگین فراوانی $10^9 \times 3/5$ عدد در متر مکعب بوده که $75/8$ درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی را شامل می‌گردد، سپس شاخه Chlorophyta قرار دارد، میانگین فراوانی این شاخه $10^8 \times 9$ عدد در متر مکعب است که $19/4$ درصد جمعیت سالانه را دربر دارد. شاخه‌های Cyanophyta

نمونه‌برداری‌ها از تابستان ۱۳۸۱ الی بهار ۱۳۸۲ به صورت فصلی انجام شد. جهت نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی در پیکره دریاچه سد به طور لایه‌ای و توسط بطری نانسن یک لیتر آب از عمق‌های موردنظر (۰ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ متر) برداشت گردید و نمونه‌برداری زئوپلانکتونی نیز با توجه به موقعیت و عمق ایستگاه‌ها صورت گرفت به طوری که در پیکره دریاچه سد توسط تور کمرشکن (Juday net) و بشکل کشش عمودی از اعماق (۰-۵، ۵-۱۰ و ۱۰-۱۵) نمونه گرفته شد، نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد فیکس، و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های فیتوپلانکتونی بعد از همگن کردن توسط پیست به محفظه‌های ۵ میلی‌لیتری شمارش منتقل و پس از گذشت زمان کافی جهت رسوب (حداقل ۲۴ ساعت)، به وسیله میکروسکوپ اینورت از نظر کمی و کیفی بررسی گردیدند. نمونه‌های زئوپلانکتونی نیز بعد از تعیین حجم (عصاره آب فیلتر شده) مطابق روش گفته شده در فیتوپلانکتون آماده و مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌برداری و بررسی تراکم جمعیتی پلانکتون‌ها با استفاده از منابع (Newell and Newell, 1977; Sorina, 1978; Boney, 1989; APHA, 2005) و شناسایی گونه‌های پلانکتونی با استفاده از منابع (Edmonson, 1959; Prescott, 1962;)

مکعب، درصد ناچیزی حدود ۰/۱٪ جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی داراهستند (شکل ۳).

با فراوانی $2/2 \times 10^8$ عدد در متر مکعب و ۴/۷ درصد و Euglenophyta با فراوانی $5/9 \times 10^6$ عدد در متر



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مطالعات پلانکتونی در دریاچه سد ارس

۱۶/۲ درصد جمعیتی را در این فصل دربر دارد. ایستگاه ۳ روبروی پاسگاه قزل قشلاق در فصل تابستان بیشترین تراکم را دارد.

در فصل پاییز نمونه غالب در اکثر ایستگاه‌ها جنس *Cyclotella* از شاخه باسیلاریوفیتا است، که در تمامی لایه‌های آب به فراوانی دیده می‌شود، میانگین فراوانی این شاخه 1×10^9 عدد در متر مکعب است که ۷۹/۹ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه را دربر می‌گیرد. شاخه کلروفیتا با حضور در اکثر ایستگاه‌ها در رده بعدی است، میانگین فراوانی این شاخه $2/3 \times 10^8$ عدد در متر مکعب و درصد فراوانی آن ۱۷/۹ می‌باشد. مهم‌ترین جنس‌های مشاهده شده آن *Schroderia* و

در فصل تابستان نمونه غالب در تمامی ایستگاه‌ها جنس *Microcystis* از شاخه سیانوفیتا می‌باشد. میانگین فراوانی سیانوفیتا در این فصل $6/8 \times 10^8$ عدد در متر مکعب بوده که ۶۵/۱ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه را شامل می‌گردد. شاخه کلروفیتا از نظر فراوانی در رده بعدی قرار دارد، جنس‌های مهم این شاخه *Schroderia*، *Chlamydomonas* و *Scenedesmus* و میانگین فراوانی این شاخه 2×10^8 عدد در متر مکعب که شامل ۱۸/۸ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی در این فصل است. شاخه باسیلاریوفیتا با جنس‌های *Nitzschia* و *Cyclotella* با فراوانی کم‌تر و میانگین $1/7 \times 10^8$ عدد در متر مکعب (شکل ۲)

جنس‌های مهم این شاخه عبارت از *Synedra*، *Nitzschia* و *Stephanodiscus* هستند. میانگین فراوانی این شاخه 1×10^{10} عدد در متر مکعب بوده که $92/4$ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی را در این فصل دربردارد. شاخه کلروفیتا از نظر فراوانی در مرتبه بعدی قرار گرفته، میانگین فراوانی این شاخه $7/3 \times 10^8$ عدد در متر مکعب بوده که $6/5$ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی در این فصل است. مهمترین جنس‌های این شاخه عبارت از *Oocystis*، *Ankistrodismus* و *Chlamydomonas* هستند. فراوانی شاخه‌های سیانوفیتا و گلوفیتا ناچیز بوده، این شاخه‌ها به ترتیب با جنس‌های *Oscillatoria* دارای میانگین فراوانی $9/8 \times 10^7$ عدد در متر مکعب و *Euglena* دارای میانگین فراوانی $2/4 \times 10^7$ عدد در متر مکعب (شکل ۲) که به ترتیب $0/9$ و $0/2$ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی را در فصل بهار در منطقه دریاچه سد دارا است. در این فصل ایستگاه ۵ مقابل پاسگاه شیلو بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی را دارد.

جمعیت فیتوپلانکتونی به ترتیب در فصول تابستان، پاییز، زمستان و بهار روند افزایشی دارد. بر اساس آنالیز واریانس (ANOVA) برای فراوانی فیتوپلانکتونی در اعماق مختلف همچنین ایستگاه‌های مختلف دریاچه سد سدارس تفاوت معنی‌دار آماری نشان می‌دهد ($P < 0/05$). مقایسه پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و اعماق مختلف نیز نشان می‌دهد که تجمع فیتوپلانکتون‌ها در لایه‌های سطحی بیشتر بوده و با افزایش عمق از جمعیت آن‌ها کاسته می‌گردد (شکل ۴). ایستگاه ۵ شیلو بیشترین فراوانی فیتوپلانکتونی در طی بررسی دارا بوده است (شکل ۸).

Chlamydomonas بوده‌اند. در این فصل جمعیت شاخه سیانوفیتا کاهش یافته، میانگین فراوانی سیانوفیتا $2/7 \times 10^7$ عدد در متر مکعب بوده (شکل ۲)، که $2/1$ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی در این فصل تشکیل می‌دهد. نمونه غالب این شاخه جنس *Oscillatoria* است. در این فصل نیز بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی مربوط به ایستگاه ۳ مقابل پاسگاه قزل قشلاق بوده است. در فصل زمستان بیشترین فراوانی در اکثر ایستگاه‌های این منطقه مربوط به جنس *Cyclotella* از شاخه باسیلاریوفیتا می‌باشد. در این فصل جمعیت جنس‌های *Oocystis*، *Chlamydomonas*، *Ankistrodismus* و *Scenedesmus* از شاخه کلروفیتا نسبت به فصل قبل افزایش یافته، به طوریکه میانگین فراوانی دو شاخه باسیلاریوفیتا و کلروفیتا تقریباً نزدیک بهم، و برابر $2/4 \times 10^9$ عدد در متر مکعب، که هر کدام حدود 49 درصد جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه را دارا هستند. از شاخه سیانوفیتا و از جنس‌های *Oscillatoria* و *Microcystis* جمعیت کمی مشاهده شد، میانگین فراوانی سیانوفیتا $5/6 \times 10^7$ عدد در متر مکعب بوده (شکل ۲) که $1/1$ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی در این فصل است. در فصل زمستان بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی مربوط به ایستگاه ۲ روبروی مهمانسرا بوده است. در فصول تابستان، پاییز و زمستان از شاخه اوگلنوفیتا جمعیتی مشاهده نگردید.

در فصل بهار به دلیل افزایش سطح آب از ایستگاه ۵ مقابل پاسگاه شیلو نیز نمونه برداری انجام گرفت که نمونه آب سطحی آن بیشترین فراوانی فیتوپلانکتونی را در این فصل نشان داده است. در این فصل جمعیت شاخه باسیلاریوفیتا افزایش یافته و جنس *Cyclotella* نمونه غالب در اکثر ایستگاه‌های این منطقه است سایر

جدول ۲: تغییرات فصلی فیتوپلانکتونی در دریاچه سد ارس

اسامی جنس‌ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Phylum Bacillariophyta				
<i>Cyclotella</i>	+	+	+	+
<i>Amphipror</i>	+	-	-	-
<i>Rhicosphenia</i>	+	-	-	-
<i>Navicula</i>	+	+	+	+
<i>Diatoma</i>	+	-	-	+
<i>Thalassiosira</i>	-	+	-	-
<i>Gomphonema</i>	+	+	+	+
<i>Surirella</i>	-	+	+	+
<i>Achnanthes</i>	-	+	+	+
<i>Stauroneis</i>	-	-	-	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+
<i>Cocconeis</i>	+	+	+	-
<i>Synedra</i>	+	+	+	+
<i>Cymbella</i>	+	+	+	+
<i>Melosira</i>	+	+	+	-
<i>Stephanodiscus</i>	+	-	-	-
<i>Cymatopleura</i>	+	-	-	-
Phylum Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus</i>	+	+	+	+
<i>Chodatella</i>	-	-	+	+
<i>Golenkinia</i>	-	+	-	+
<i>Oocystis</i>	+	+	+	+
<i>Actinastrum</i>	+	+	-	-
<i>Chlamydomonas</i>	+	+	+	+
<i>Pandorina</i>	-	+	-	-
<i>Micractinium</i>	+	-	-	-
<i>Schroderia</i>	+	+	+	-
<i>Tetrastrum</i>	+	-	+	+
<i>Cruciginia</i>	-	+	+	-
<i>Gonium</i>	-	+	-	-
<i>Scenedesmus</i>	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i>	-	+	+	-
<i>Pediastrum</i>	-	+	-	-
Phylum Cyanophyta				
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+
<i>Spirulina</i>	-	-	+	-
<i>Phormidium</i>	-	+	-	-
<i>Gleocapsa</i>	-	+	-	-
<i>Microcystis</i>	-	+	+	-
<i>Merismopedia</i>	-	+	-	-
Phylum Euglenophyta				
<i>Phacus</i>	+	-	-	-
<i>Euglena</i>	+	-	-	+

+ حضور ، - عدم حضور

نتایج زئوپلانکتونی

در مطالعات کیفی زئوپلانکتونی در مجموع ۲۵ جنس زئوپلانکتونی شناسایی شدند، از شاخه Rhizopoda ۲ جنس، شاخه Ciliophora ۶ جنس و از شاخه Rotatoria ۱۲ جنس شناسایی گردید. از شاخه Arthropoda، رده Copepoda ۲ جنس و مرحله ناپلی آن‌ها و راسته Cladocera ۲ جنس و مرحله جنینی آن‌ها و از نمونه‌های مروپلانکتونی، خانواده‌های Arachnoidae و Mysidae ۱ جنس (از شاخه آرتروپودا) و شاخه Nematoda شناسایی گردیدند (جدول ۳).

نتایج به دست آمده از بررسی کمی زئوپلانکتونی در دریاچه سدارس نشان داد که بیشترین درصد سالانه جمعیت آن مربوط به شاخه روتاتوریا با فراوانی سالانه ۱۱۵۲۳۳۱ عدد در متر مکعب بوده که ۷۶ درصد جمعیت سالانه را دربردارد. شاخه آرتروپودا، با رده کوپه پودا با فراوانی ۱۶۹۵۲۵ عدد در متر مکعب و مرحله ناپلثوسی آن‌ها با فراوانی ۵۳۰۷۲ عدد در متر مکعب که به ترتیب ۱۱/۲ درصد و ۳/۵ درصد جمعیت سالانه زئوپلانکتونی را دارا هستند. شاخه سیلیوفورا با فراوانی ۸۳۷۷۱ عدد در متر مکعب ۵/۵ درصد جمعیت سالانه و از شاخه آرتروپودا راسته کلادوسرا با فراوانی ۵۰۹۷۰ عدد در متر مکعب و ۳/۵ درصد جمعیت سالانه در مرتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند (شکل ۶). از شاخه ریزوپودا (ریشه پایان) در بررسی کمی جمعیتی مشاهده نشد.

عمیق‌ترین ناحیه روبروی تاج سد با حدود ۱۵ متر عمق در زمان پرآبی بوده، همچنین با توجه به زمان شروع نمونه برداری هادر فصل تابستان، فراوان‌ترین نمونه زئوپلانکتونی در این فصل و در عمق‌های مختلف

مربوط به شاخه آرتروپودا و رده‌های Copepoda و ناپلی آن و Cladocera و مرحله جنینی آن می‌باشد. میانگین فصلی تراکم رده کوپه پودا ۱۹۲۷۸۲ و ناپلی آن ۴۷۶۷۸ عدد در متر مکعب بوده که به ترتیب ۵۳/۴ و ۱۳/۲ درصد جمعیت زئوپلانکتونی را در این فصل دارا می‌باشند. جنس‌های این راسته شامل *Cyclops* و *Diaptomus* و ناپلی آن‌ها می‌باشند. راسته کلادوسرا نیز با جنس‌های *Daphnia* و *Diaphnosoma* و مرحله جنینی آن‌ها در مرتبه بعدی قرار دارد. میانگین تراکم فصلی این جنس ۱۰۸۶۴۲ و مرحله جنینی آن ۷۱۳۰ عدد در متر مکعب بوده (شکل ۵) که به ترتیب ۳۰/۱ و ۲ درصد جمعیت زئوپلانکتونی منطقه را در این فصل تشکیل می‌دهند. با توجه به زمان نمونه برداری (مردادماه) شاخه روتاتوریا در این منطقه از جمعیت ناچیزی برخوردار بوده است. بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی در این فصل مربوط به ایستگاه ۲ روبروی مهمانسرا می‌باشد. - در فصل پاییز نیز بیشترین فراوانی جمعیتی مربوط به رده کوپه پودا و جنس *Cyclops* بوده، جنس *Diaptomus* از همین راسته در این فصل از فراوانی کمتری برخوردار می‌باشد. میانگین فصلی تراکم این رده ۱۹۳۶۸۶ و ناپلی آن ۴۴۱۴۴ عدد در متر مکعب بوده، که به ترتیب ۴۲ و ۹/۶ درصد جمعیت زئوپلانکتونی را در این فصل دارا هستند. فراوانی راسته کلادوسرا در این فصل کاهش یافته، میانگین تراکم فصلی این راسته با جنس *Daphnia*، ۲۷۲۱۵ عدد در متر مکعب بوده که ۵/۹ درصد جمعیت زئوپلانکتونی منطقه را دربر می‌گیرد. جمعیت شاخه سیلیوفورا با جنس *Tintinnopsis* در این فصل افزوده شده که بیشترین فراوانی آن در ایستگاه مقابل پاسگاه قزل قشلاق می‌باشد. میانگین تراکم فصلی جنس فوق در این منطقه

راسته کلادوسرا و شاخه آرتروپودا از فراوانی کمتری در این فصل برخوردار است. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۴۷۶۱ عدد در متر مکعب بوده (شکل ۵) که ۸ درصد جمعیت زئوپلانکتونی منطقه را در این فصل شامل می‌شود. بیشترین فراوانی جمعیتی در این فصل مربوط به ایستگاه ۲ (مقابل مهمانسرا) می‌باشد.

- در فصل بهار جمعیت پلانکتونی افزایش چشمگیری داشته است. با بالا رفتن سطح آب دریاچه سد از ایستگاه ۵ (مقابل پاسگاه شیلو) نیز نمونه برداری انجام گرفته است. جنس‌های *Brachionus*، *Keratella*، *Polyarthra* و *Synchaeta* از مهمترین جنس‌های شاخه روتاتوریا در این فصل هستند. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۴۵۸۸۰۳۷ عدد در متر مکعب بوده که ۸۸/۵ درصد جمعیت زئوپلانکتونی را در این فصل شامل می‌گردد. بیشترین جمعیت این شاخه مربوط به ایستگاه‌های ۳، ۴ و به خصوص ۵ می‌باشد. از رده کوبه پودا جنس *Cyclops* و ناپلی آن در ایستگاه‌های نزدیک به تاج سد (۱ و ۲) فراوانی بیشتری داشته‌اند. میانگین تراکم فصلی این رده ۲۷۹۲۶۷ و ناپلی آن ۱۱۰۸۵۵ عدد در متر مکعب است که به ترتیب ۵/۴ و ۲/۱ درصد جمعیت زئوپلانکتونی دریاچه سد در فصل بهار را تشکیل می‌دهند. راسته کلادوسرا با ۶۳۲۶۲ عدد در متر مکعب در رتبه بعدی قرار گرفته (شکل ۵)، که ۲/۱ درصد فراوانی زئوپلانکتونی این منطقه را شامل می‌شود. سایر گروه‌های زئوپلانکتونی در این فصل، جمعیت قابل توجهی ندارند. ایستگاه‌های این منطقه در فصل بهار از نظر زئوپلانکتونی غنی هستند. در این فصل ایستگاه ۵ مقابل پاسگاه شیلو بیشترین جمعیت زئوپلانکتونی را دارد. بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی در طول مطالعه مربوط به فصل بهار می‌باشد.

۱۹۱۰۱۰ عدد در متر مکعب بوده (شکل ۵) که ۴۱/۴ درصد زئوپلانکتون‌ها را در این فصل شامل می‌شود. جمعیت شاخه روتاتوریا به ۲/۶ درصد رسیده که نسبت به فصل قبل کمی افزایش یافته است. سایر گروه‌های زئوپلانکتونی از فراوانی کمی برخوردار بودند. ایستگاه قزل قشلاق بیشترین فراوانی را در فصل پاییز دارد.

- در فصل زمستان بدلیل سردی هوا جمعیت زئوپلانکتونی نسبت به فصل پائیز کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. در این فصل به دلیل نزولات جوی و افزایش سطح آب در دریاچه سد، از ایستگاه ۴ مقابل پاسگاه قنبر کنده نیز نمونه برداری انجام گرفته است. در این فصل نیز رده کوبه پودا با جنس‌های *Cyclops* و *Diaptomus* و ناپلی آن‌ها از فراوانی بالاتری برخوردارند. میانگین فراوانی فصلی این رده با جنس‌های نامبرده ۱۲۱۸۲ و ناپلی آن‌ها ۹۶۱۲ عدد در متر مکعب بوده که به ترتیب ۲۰/۵ و ۱۶/۲ درصد جمعیت زئوپلانکتونی منطقه را شامل می‌شوند. شاخه سیلیوفورا در رتبه دوم قرار داشته که جنس *Vorticella* بیشترین فراوانی را دارد. اکثر جنس‌های مژه داران به دلیل نازکی غشاء سلولی و تغییر شکل در برابر ماده تثبیت کننده قابل شناسایی (Unknown) نبوده‌اند. میانگین فراوانی فصلی مژه داران ۱۶۳۷۷ عدد در متر مکعب بوده، که ۲۷/۶ درصد فراوانی فصلی جمعیت زئوپلانکتونی منطقه را شامل می‌شود. جمعیت شاخه روتاتوریا در این فصل افزایش یافته و جنس‌های *Synchaeta* و *Polyarthra* از این شاخه بیشترین فراوانی را داشته‌اند. میانگین تراکم فصلی شاخه فوق ۱۴۹۸۱ عدد در متر مکعب بوده که ۲۵/۲ درصد فراوانی فصلی زئوپلانکتونی منطقه را دربر دارد. جنس *Daphnia* از

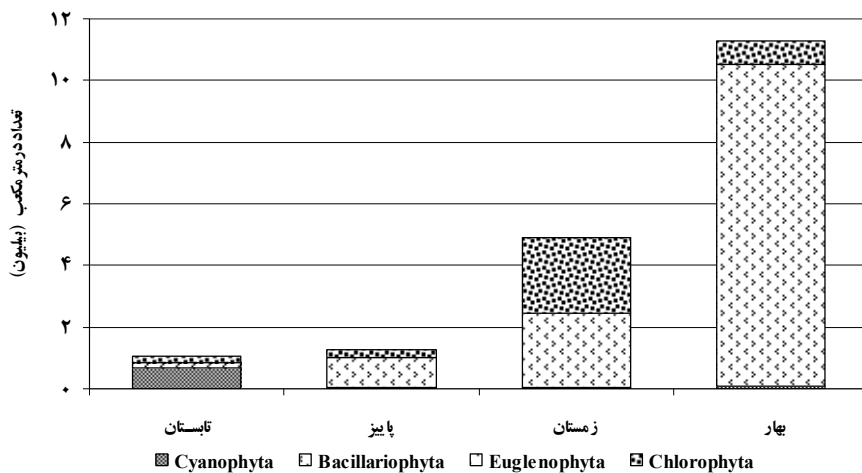
در لایه‌های سطحی آب تا عمق ۵ متر بوده و با افزایش عمق از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود (شکل ۷). ایستگاه ۵ شیپلو بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی را در طول بررسی داشته است (شکل ۸).

بر اساس آنالیز واریانس (ANOVA) برای فراوانی زئوپلانکتونی در اعماق مختلف، هم‌چنین ایستگاه‌های دریاچه سد ارس تفاوت معنی‌دار آماری نشان می‌دهد ($P < 0/05$). مقایسه فراوانی زئوپلانکتون‌ها در اعماق مختلف نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی زئوپلانکتونی

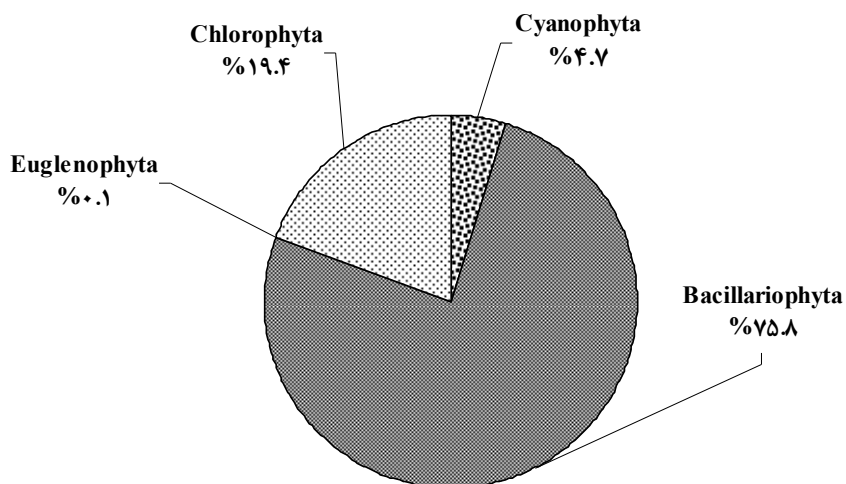
جدول ۳: تغییرات فصلی زئوپلانکتونی در دریاچه سد ارس

اسامی جنس‌ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Phylum Rhizopoda				
<i>Centropyxis</i>	-	+	-	-
<i>Diffugia</i>	+	+	-	+
Phylum Ciliophora				
<i>Didinium</i>	-	-	-	+
<i>Tintinnopsis</i>	-	+	+	-
<i>Vorticella</i>	-	+	+	+
<i>Tokophyra</i>	-	-	+	-
<i>Hastatella</i>	-	-	-	+
<i>Zoothamnium</i>	-	-	-	+
غیر قابل شناسایی (Unknown)	-	-	+	+
Nematoda	+	+	+	-
Phylum Rotatoria				
<i>Asplanchna</i>	+	-	-	-
<i>Brachionus</i>	+	-	-	+
<i>Cephalodella</i>	-	-	-	+
<i>Coulrella</i>	-	-	+	-
<i>Filinia</i>	-	-	-	+
<i>Keratella</i>	+	+	+	+
<i>Notholca</i>	-	-	+	-
<i>Philodina</i>	+	-	+	-
<i>Polyarthra</i>	+	-	+	+
<i>Synchaeta</i>	+	+	+	+
<i>Trichocerca</i>	+	-	-	+
Phylum Arthropoda				
Order Cladocera				
<i>Daphnia</i>	+	+	+	+
<i>Diaphanosoma</i>	+	+	-	-
<i>Cladocera emberyoni</i>	+	+	+	+
Class Copepoda				
<i>Cyclops</i>	+	+	+	+
<i>Diaptomus</i>	+	+	+	+
Naupli copepoda	+	+	+	+
Mysidaceae				
<i>Paramysis</i>	+	-	-	+
Arachnoidae	-	-	-	+

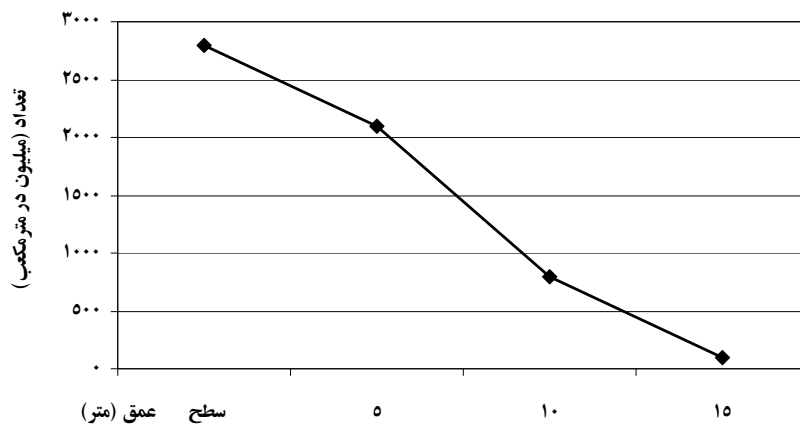
+ حضور - عدم حضور



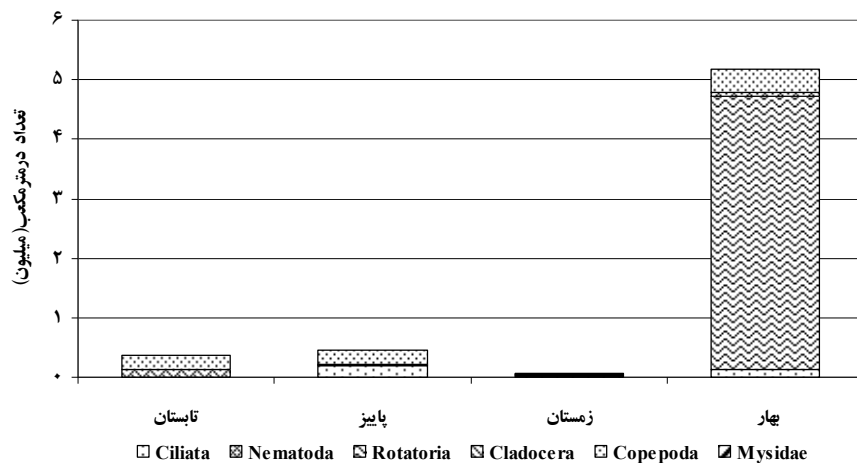
شکل ۲: فراوانی گروه‌های فیتوپلانکتونی در فصول مختلف در دریاچه سد ارس



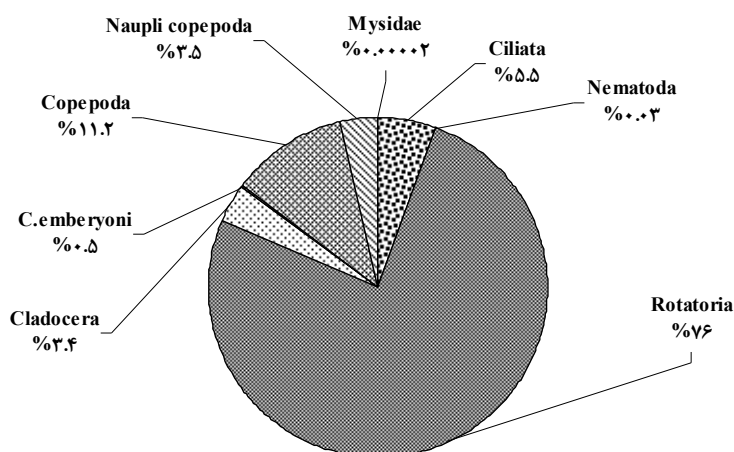
شکل ۳: درصد فراوانی سالانه گروه‌های فیتوپلانکتونی در دریاچه سد ارس



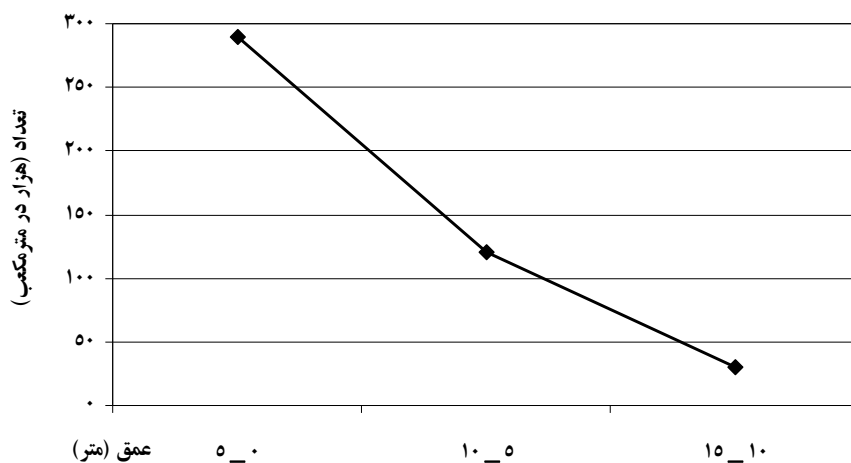
شکل ۴: رابطه عمق با جمعیت فیتوپلانکتونی در دریاچه سد ارس



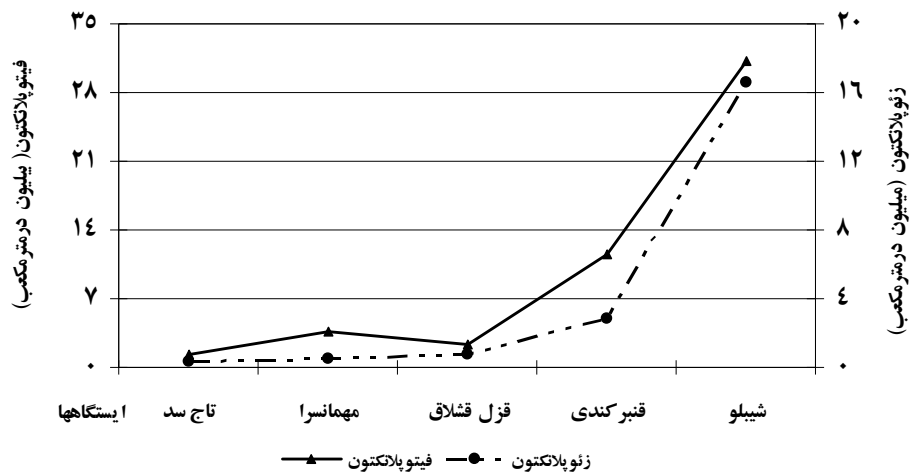
شکل ۵: فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در فصول مختلف در دریاچه سد ارس



شکل ۶: درصد فراوانی سالانه گروه‌های زئوپلانکتونی در دریاچه سد ارس



شکل ۷: رابطه عمق با جمعیت زئوپلانکتونی در دریاچه سد ارس



شکل ۸: مقایسه تغییرات سالانه پلانکتونی در ایستگاه‌های دریاچه سد ارس

بحث

جنس‌های شاخه باسیلاریوفیتا در فصل پاییز بیشتر از فصل زمستان بوده و در فصل بهار با شروع فعالیت فیتوپلانکتونی این حالت به اوج خود رسیده، سپس نسبت آن در مقایسه با سایر گروه‌ها پایین می‌آید. با گرم شدن هوا در فصل تابستان و تغییر درجه حرارت آب (ملکی شمالی، ۱۳۷۴ و ۱۳۸۱) توان تولیدات اولیه در سطح دریاچه افزوده شده و در نهایت در اثر کثرت مواد بیوژن از حداکثر تولیدات برخوردار شده که در نتیجه آن یک شکوفایی جلبکی از گروه جلبک‌های سبز-آبی (سیانوفیتا) ایجاد می‌گردد، این حالت، سالانه و در یک دوره کوتاه بهار-تابستانه باجنس *Microcystis* اتفاق می‌افتد که دلیل اصلی آن "خودآلودگی" و در نتیجه "شکوفایی آب" است که این شرایط برای بعضی از گونه‌های زئوپلانکتونی مساعد بوده و موجب افزایش مقدار آن‌ها می‌شود (سبک آرا، ۱۳۷۴؛ محمداف، ۱۹۹۰).

محمداف (۱۹۹۰) با آنالیز چندین ساله، ارتباط بین آلودگی آلی (شکوفایی فیتوپلانکتونی آب) و تعداد گونه‌های زئوپلانکتونی، موفق به شناسایی گونه‌های اندیکاتور و تعیین رشد و وضعیت میزان آلودگی آلی

فیتوپلانکتون به عنوان اولین تولیدکننده کربن آلی، همواره نقش مهمی در زنجیره غذایی در داخل اکوسیستم‌های آبی ایفا نموده و همواره تحت تاثیر عوامل غیرحیاتی محیط زندگی بوده و ظرفیت تولیدات بیولوژیکی را در محیط‌های آبی نشان داده همچنین برای ارزیابی کیفیت یا میزان آلودگی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jafari and Gunale, 2005) ترکیب و تراکم فیتوپلانکتونی نیز به عنوان یک نشانگر مکمل جهت میزان تروفی آب قابل استفاده است (Case, et al, 2008). اطلاعات موجود از بررسی فیتوپلانکتونی در سال‌های ۱۳۷۱، ۱۳۷۴ و مطالعه اخیر نشان داد دیاتوم‌ها (باسیلاریوفیتا) پرجمعیت‌ترین گروه-های فیتوپلانکتونی در این سد مخزنی بوده‌اند (ملکی شمالی، ۱۳۷۱؛ سبک آرا، ۱۳۷۴). در بین جنس‌های مختلف این شاخه، *Cyclotella* جنس غالب در تمام دوره مطالعه بوده که این وضعیت در بسیاری از دریاچه‌های مشابه دیده می‌شود (Karacaoglu, et al, 2004; Naz and Turkman, 2005). مقایسه داده‌های فیتوپلانکتونی نشان می‌دهد که ترکیب درصد فراوانی

شده است. وی نقش زئوپلانکتون‌ها را در خودپالایی آب در سد ارس بر اساس میزان تولید و مصرف آنرا بر حسب شدت تنفس دانسته است. به عبارتی باید چنین استنباط کرد که وجود زئوپلانکتون در فرایند خودپالایی یا چرخه بیولوژیک آبگیرها از چند طریق انجام می‌شود. اول از طریق مصرف باکتری‌ها که از یک طرف باعث کاهش تعداد آن‌ها و از سوی دیگر موجب افزایش تکثیر و شدت فرایند تصفیه باکتریایی می‌گردد. دوم با مصرف مقادیر قابل توجهی از فیتوپلانکتون‌ها و مصرف اکسیژن در عمل تنفس، تاثیر اساسی در رژیم اکسیژنی آبگیر به جا می‌گذارند. همچنین نقش آن‌ها در تبدیل مواد آلی به مواد معدنی در طی عمل تنفس ضروری است. در تمامی این فرایندها نقش زئوپلانکتون‌ها در چرخه مواد و انرژی در منابع آبی بسیار مهم بوده و در نهایت در شکل‌گیری کیفیت آب و باروری بیولوژیک منابع آبی در درجه اول اهمیت قرار می‌گیرد.

در این بررسی نیز شکوفایی سیانوفیته در نمونه‌های تابستانه دیده شده که در این حالت سطح آب به وسیله لایه‌ای از جنس *Microcystis* پوشیده می‌گردد که در اثر جریان باد مقدار زیادی از این جلبک‌ها به شکل توده‌های عظیم به قطر چندین سانتی‌متر در کناره سواحل مشاهده شده و مقداری نیز به شکل دیتريت در بستر رودخانه به مصرف تغذیه ماهیان و کفزیان رسیده و بخشی از آن توسط مکانیزم مواد ارگانیک موجودات آبی و فعل و انفعالات حیاتی، مواد بیوژن موجود در آن‌ها مجدداً وارد آب شده و سبب استمرار چرخه زنجیره غذایی در محیط آبی دریاچه می‌شود. Lei و همکاران (۲۰۰۵) در دریاچه Danghu چین نیز چنین شکوفایی را تحت شرایط مشابه گزارش نموده‌اند.

طبق اطلاعات موجود در بررسی جامع سال ۱۳۷۴، شکوفایی از اوایل تیرماه شروع و در طی این ماه به اوج خود می‌رسد، بیشترین تراکم *Microcystis* در مناطق پمپ آبرسانی و پاسگاه قزل قشلاق در محل پره‌تعاونی دیده می‌شود (سبک آرا، ۱۳۷۴). آزمایشات شیمیایی آب در این وضعیت کاهش ترکیبات ازت به ویژه نترات را نشان می‌دهند (ملکی شمالی، ۱۳۷۴) این وضعیت با اوج شکوفایی سیانوفیته که تثبیت‌کننده ازت هستند (Gliwicz, 1990)، مقارن بوده و بیانگر وابستگی شدید فیکسه شدن نیتروژن مولکولی است (ملکی شمالی، ۱۳۷۱). همچنین افزایش قابل توجه ترکیبات ازت در ماه‌های پاییز در ایستگاه‌های مطالعاتی، وافت درجه حرارت مجدداً چرخه نیتروژن را در دریاچه برقرار (ملکی شمالی، ۱۳۷۴) و شرایط جهت خودنمایی شاخه باسیلاریوفیته مساعد می‌گردد (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۷۷).

Goodland (۱۹۸۷) و Gliwicz (۱۹۹۰) بیان نمودند توالی فصلی فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه‌ها معمولاً از قانونی کلی پیروی می‌کند، به طوری که در اوایل بهار با وزش بادهای موسمی هنگامی که آب دریاچه‌ها متلاطم می‌شوند، عناصر بیوژنی که در طول زمستان احیاء شده‌اند به لایه‌های سطحی آب دریاچه منتقل می‌گردند، افزایش شدت نور و دما و مواد مغذی باعث رویش گونه‌های بهاری فیتوپلانکتون مثل دیاتومه‌ها شده که معمولاً کوچکترند و سرعت رشد زیادی دارند و به راحتی توسط زئوپلانکتون‌ها به مصرف می‌رسند. با شروع مجدد چرخه دریاچه‌ها در اواخر پاییز، دومین مرحله رویش دیاتومه‌ها و سایر پلانکتون‌ها آغاز می‌گردد (کریوچکوا، ۱۹۸۹). این وضعیت در دریاچه سد ارس نیز دیده می‌شود، چنانچه رویش جلبک‌ها از

مربوط به منطقه ورودی ارس و ایستگاه‌های نزدیک به آن (ایستگاه‌های ۵ و ۴) به دلیل عمق کم، دمای مناسب و تجمع بار زیاد مواد آلی وارده از رودخانه‌ها می‌باشد (ملکی شمالی، ۱۳۸۱).

بررسی زئوپلانکتونی این مخزن آبی که یکی از اجزای مهم در منابع غذایی ماهیان در مرحله لاروی و بعد از آن می‌باشد، تولیدات و اهمیت زئوپلانکتون‌ها را در خودپالایی آب این آبگیر، همچنین نقش آن‌ها را در تغذیه ماهیان مشخص می‌کند. این ارزش در بررسی‌های پلانکتونی انجام گرفته در دریاچه سد ارس (صفایی، ۱۳۷۵) و مخزن آبی مشابه آن (ماکوو مهاباد) در تغذیه لارو ماهیان در یک دوره کوتاه بهار تابستانه که مورد تغذیه تمامی بچه ماهیان قرار می‌گیرند، مشهودتر است (عبدالملکی، ۱۳۷۹). بررسی تغذیه بچه ماهیان کپور در دریاچه سد ارس که پرجمعیت‌ترین گونه ماهیان در این دریاچه هستند نشان داد که زئوپلانکتون‌ها در فصل بهار ۱۸ تا ۹۸ درصد غذای بچه کپور معمولی به طول ۵۰ - ۸ میلی‌متر را تشکیل می‌دهد (محمداف، ۱۹۹۰).

رشد و توسعه کمی زئوپلانکتون در این سد مخزنی بستگی به سطح آب دارد، در هنگام پائین بودن سطح آب، رشد و تکثیر آنها ضعیف‌تر است زیرا این قسمت تبدیل به رودخانه‌ای با جریان کند شده، که در این حالت زئوپلانکتون تاثیر پذیر از عوامل فیزیکی مثل شدت جریان آب، گل و لای و دما بوده و جمعیت آن‌ها پائین می‌آید، اما در هنگام بالابودن سطح آب، منطقه تبدیل به آبگیری کم عمق و مناسب جهت رشد و تکثیر آن‌ها می‌شود. محمداف (۱۹۹۰) و (سبک آرا ۱۳۷۴) در مطالعات خود بر روی سد مخزنی ارس و سبک آرا و مکارمی (۱۳۷۷) در بررسی سد مخزنی

فصل پاییز شروع و در بهار به حداکثر مقدار خود رسیده که سرانجام به شکوفایی تابستانه ختم می‌گردد. در بررسی سد مخزنی مهاباد نیز نتایج مشابهی به دست آمده است (حیدری و محمدجانی، ۱۳۷۷).

روش‌های علمی بازدهی طبیعی اکوسیستم‌های آبی بر مبنای بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی همچنین کیفیت تولید موجودات آبی و بررسی جمعیت ماهی قرار دارد. بررسی این عوامل استعداد تولید مواد بیوژن (نیترات و فسفات همراه با قلیائیت آب) در سد ارس را در ترکیب فیتوپلانکتونی، که در تولید طبیعی محصول این دریاچه ارزش حیاتی دارد، را مشخص می‌کند. در سد مخزنی ارس با شروع فصل بهار ذخایر مواد بیوژن موجود در دریاچه در ساختار اندام ارگانسیم‌های حیاتی موجودات آبی جذب شده که در نتیجه آن کاهش نسبی در ترکیبات نیتروژن و فسفر مشاهده می‌شود، به طوریکه حداکثر جذب عناصر توسط این موجودات در فصل تابستان انجام می‌گیرد (ملکی شمالی، ۱۳۷۱) این امر منجر به افزایش انواع دیاتوم‌ها و جلبک‌های سبز مثل *Pediastrum* شده که در این شرایط تراکم زیادی دارند (Kreel, et al., 1998; Baykal, et al., 2004; Semeneh, et al., 2005).

مقایسه پراکنش فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌ها و اعماق مختلف نشان داده که تجمع فیتوپلانکتون در لایه‌های سطحی به دلیل نفوذ انرژی نورانی خورشید بیشتر و در لایه‌های عمیق‌تر از جمعیت آن‌ها کاسته می‌گردد (شکل ۴). در مطالعات کیفی و کمی فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مطالعاتی میانگین کل سالیانه فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه سد ارس $1/1 \times 10^{10}$ عدد در متر مکعب محاسبه شده که بیشترین درصد آن

و کاهش حجم کل مخزن آبی موجب کم شدن تولید آن‌ها شده، که به مرور با تغییر فصل و پائین آمدن درجه حرارت این حالت ادامه می‌یابد.

مقایسه اطلاعات به دست آمده در ایستگاه‌ها و عمق‌های مختلف دریاچه سد نشان می‌دهد که تراکم زئوپلانکتونی از بالا به پائین، در لایه‌های سطحی به مراتب بیشتر و بازیاد شدن عمق از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود (شکل ۶)، بدین خاطر در پراکنش عمودی زئوپلانکتون‌ها در دریاچه سد ناهمگونی مشاهده می‌گردد. با توجه به پایین بودن ارتفاع آب در هنگام نمونه‌برداری و از آن‌جا که بیش از نیمی از مساحت مخزن آبی عمقی حدود ۵ متر داشته، با گرم شدن هوا فراوانی زئوپلانکتونی مربوط به لایه‌های سطحی بوده، که محل تجمع بچه ماهیان نیز می‌باشد (محمداف، ۱۹۹۰). بررسی‌های بیولوژیک ورژیم حرارتی و ترکیبات هیدروشیمیایی آب دریاچه ارس در طول دهه ۷۰ و مطالعه کنونی بیانگر پایداری غلظت املاح محلول آب، متناسب با حد مطلوب آب‌های شیرین بوده همچنین استعداد تولید مواد بیوژن همراه با قلیائیت آب شرایط مساعدی در جهت رشد تولیدات اولیه و توسعه آبریان در این دریاچه ایجاد می‌نماید. با توجه به شاخص‌های ارائه شده (OECD, 1982) و با توجه به میزان حد شفافیت و مقادیر فسفات و نیتروژن و کلروفیل a حاصله از داده‌های آشناسی (ملکی شمالی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۴ و ۱۳۸۱) دریاچه سد ارس در حد دریاچه‌های مزوتروف قرار می‌گیرد (محمداف، ۱۹۹۰).

اطلاعات به دست آمده در مورد سد مخزنی ارس و مقایسه آن با سایر سدهای مخزنی مثل ماکو و مهاباد (عبدالملکی، ۱۳۷۹) نشان می‌دهد، سد ارس از جمله غنی‌ترین دریاچه‌های داخلی می‌باشد، زیرا وجود مواد

ماکو تفاوت کمی و کیفی بین زئوپلانکتون‌های قسمت‌های علیای رودخانه‌ای و دریاچه‌ای را مشاهده کرده‌اند.

مقایسه میانگین فراوانی زئوپلانکتون بر روی دریاچه سد ارس در سال ۱۳۷۴ و بررسی کنونی نشان می‌دهد که ایستگاه‌های مقابل پاسگاه شیلو و پاسگاه قنبر کندی بیشترین فراوانی را دارند، میانگین کل جمعیت سالیانه در مناطق مورد بررسی ۸۹۵۳۲۶ عدد در متر مکعب و اوج جمعیت زئوپلانکتونی مربوط به فصل بهار و تقریباً همزمان با پرآبی سد و حداقل آن مربوط به فصل زمستان می‌باشد.

در فصل بهار به دلیل بارش‌های فصلی و بار زیاد مواد بیوژن وارده به منطقه دریاچه سد (صفایی، ۱۳۷۵) جمعیت روتاتوریاها به مرور از اردیبهشت ماه سیر صعودی نشان داده و در اوایل تیرماه به اوج خود می‌رسد (سبک آرا، ۱۳۷۴)، سپس شاهد یک نزول در جمعیت آن‌ها هستیم که تا پائیز ادامه می‌یابد.

Hutchinson (۱۹۷۰) بیان می‌دارد که نیتروژن، فسفات، آهن، کلراید و حرارت ۲۵ - ۱۸ درجه سانتی‌گراد در یک جریان آب آرام و نظام یوتروف در رشد روتیفرها موثر است. مطالعات زئوپلانکتونی انجام گرفته بر روی سد ارس (محمداف، ۱۹۹۰) (سبک آرا، ۱۳۷۴) و سد مخزنی ماکو (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۷۷) و همچنین نتایج به دست آمده از بررسی تغذیه ماهیان (صفایی، ۱۳۷۵) بیانگر این مسئله است که زئوپلانکتون از اواسط اردیبهشت و خرداد تا نیمه اول تیرماه دارای بیشترین اهمیت شیلاتی بوده و حداکثر تولیدات زئوپلانکتونی نیز همزمان با حداکثر مقدار لارو بچه ماهیان تغذیه کننده از آن‌ها می‌باشد. از نیمه دوم تیرماه مصرف زئوپلانکتون کاهش می‌یابد، اما رکود تابستانی

۳. سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، ۱۳۷۷. گزارش نهایی مطالعات پلانکتونی دریاچه سد ماکو. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۷۵ صفحه.
۴. صفایی، س.، ۱۳۷۵. گزارش نهایی بررسی جامع شیلاتی دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۴۲ صفحه.
۵. عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۹. گزارش نهایی مطالعات تفصیلی سدهای ماکو و مهاباد. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۵۶ صفحه.
۶. کریوچک‌ووا، ن. م.، ۱۹۸۹. رابطه متقابل غذایی زئوپلانکتون‌ها و فیتوپلانکتون‌ها. زیر نظر آکادمی علوم روسیه، انجمن هیدرولوژی روسیه. مترجم فرحناز حیدرپور. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۴۹ صفحه.
۷. محمدا، ر. ا.، ۱۹۹۰. زئوپلانکتون‌های مخزن آبی نخجوان. ترجمه یونس عادل. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۳۸ صفحه.
۸. ملکی شمالی، م.، ۱۳۷۱. گزارش مطالعات لیمنولوژیک و بیولوژیک دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۶ صفحه.
۹. ملکی شمالی، م.، ۱۳۷۴. گزارش هیدرولوژی دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۰ صفحه.
۱۰. ملکی شمالی، م.، ۱۳۸۱. گزارش هیدرولوژی طرح مانیتورینگ دریاچه سد ارس. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. ۹۰ صفحه.
11. American Public Health Association., 2005. Standard method for the examination of water and wastewater. Washigton, DC. USA. APHA. 1265 P.
12. Awales, A., 1991. Mass Culture and Nutritional quality of The Fresh Water Rotifre (*Brachionus calyciflorus*) For

بیوژن و توان تولیدغذای زنده در آن به حدی است که ساختار مناسبی جهت تکثیر و پرورش ماهیان اقتصادی شیلاتی را تا حد برداشت دارا بوده، که در این زمینه در گذشته نیز اقداماتی انجام گرفته است. اما می‌بایست در این موردیک موازنه منطقی بین میزان تولید و برداشت برقرار گردد. به دلیل مشترک بودن سد مخزنی ارس بین جمهوری اسلامی ایران و جمهوری نخجوان لازم است در کنار تبادل اطلاعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی با کارشناسان جمهوری های همجوار ارس از تجربیات و همکاری آن‌ها در جهت چگونگی پرورش ماهی و رهاکردن بهره‌گیری نمود و نظام مناسبی برای فعالیت‌های شیلاتی منطقه تدوین کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت‌های ریاست وقت پژوهشکده آبرزی پروری دکترخانی پور، مجری پروژه مهندس دانش و همکاران آزمایشگاه پلانکتون، خانم مددی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها و آقایان صیاد رحیم و زحمتکش که زحمت نمونه‌برداری‌ها را تقبل نمودند، سپاسگزاریم.

منابع

۱. حیدری، ع.، محمدجانی، ط.، ۱۳۷۷. گزارش نهایی مطالعات پلانکتونی دریاچه سد مهاباد. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۵ صفحه.
۲. سبک آرا، ج.، ۱۳۷۴. گزارش پلانکتونی دریاچه سد ارس و حوزه آبریز. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه.

- Gudgoen (*Gobio gobio* L.) European Aqueaculture. Society, Special Publication No 15. Gent, Belgium. pp. 43-57.
13. Balayut, E. A., 1983. Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs.in the ASEAN countries. FAO technical paper No .236.FAO, Rome.& 82P.
 14. Baykal, T., Acikgoz, I., Yildiz, K., Bekleyen, A., 2004. A study on algae in Devegeçidi dam lake. Turk. J. Bot, 28: pp. 457-472.
 15. Bennett, G. W., 1976. Management of Artificial Lakes and Ponds.Reinhold publish Corporation, New york. 283 P.
 16. Boney, A. D., 1989. Phytoplankton. Edward annoid. British Library Cataloguing Publication data. 118 P.
 17. Case, M., Leca, E. E., Leitao, S. N., Sant Anna, E. E., Schwamborn, R., Moraes Junior, A. T., 2008. anktion Community as indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. Marine Pollution Bulletin, pp. 218-231.
 18. Edmondson, W. T., 1959. Fresh Water Biology.Newyourk, London. John wiley and sons Inc.1248p.
 19. Freeman, P. H., 1974. The Environmental Impact of large Tropical Guidelines for Policy and Planning based on a case study of Volta Lake, Ghana. Washington, office of the international and environmental programme,Smithsonian Institution. 88 P.
 20. Goodland, R. J. A., 1978. Environmental Assessment of the Tucurui Hydroelectrical Project, Rio Tocantins. Amazonia. Brasilia, Electronorte, LC. NO. 77-93947: 256 p.
 21. Gliwicz, Z. M., 1990. Why do you Cladocerans fail control Algal bloom. Hydrobiologia. pp.33 - 97.
 22. Hutchinson, E. A., 1970. A Study of Planktonic Rotifer of River Ganard, Essex. Ontario - M.S.C.Thesis University of Winsdor Ontario. pp 41-64.
 23. Jafari, N. G., Gunale, V. R., 2005. Hydrobiological study of algae of an urban freshwater river. J. Apl. Scien & Envir. Manage.10(2): pp. 153-158.
 24. Karacaoghlu, D., Dere, S., Dalkiran, N., 2004. A taxonomicstudy on the phytoplankton of lake Uluabat (Bursa). Turk.J.Bot,28: pp.473-485.
 25. Kutikowa, L. A., 1970. Eurotatoria. CCCP. Leningrad. 743P.
 26. Kreeel, A., Sigrid, B., Schnak, S., 2005. Phytoplankton daynamic in relation to hydrography, nutrients and zooplankton at the onset of sea ice formationin the eastern weddell sea. (Antarctica). Polar Biol, 28: pp. 700-713.
 27. Krovchinsky, N., Smirnov, N., 1994. Introduction of cladocera.The Instituion of Water and Environmental Managment. London.129 P.
 28. Lei, A. P., Hu, Z. L., Wang, J., Shi, Z. X., Tam, F. Y., 2005. Structure of the phytoplankton community and its relationship to water quality in Donghu lake Wuhan, Chaina, J. Plant Biology, 47(1): pp. 27-37.
 29. Lubzens, E., 1989. Possible use of Rotifre Resting eggs and preserved live Rotifers (*B.plicatilis*) in aquaculture and mariculture. 218 P.
 30. Naz, M., Turkman, M., 2005. Phytoplankton biomass and speciescomposition of lake Golbasi (Hatay-Turky). Turk. J. Biol. 29: pp. 49-56.
 31. Newell, G. E., Newell, K. C., 1977. Marin Plankton, Hutchinson and co London. 242p.
 32. Newton, A., Icely, J. D., Falcao, M., Nobre, A., Nunes, J. P., Ferreira, J. G., Vale, C., 2003. Evaluation of eutrophication in the Ria Formosa coastal lagoon. Portugal. Continental Shelf Research. 23: pp.1945-1961.
 33. Maosen, H., 1983. Fresh Water Plankton Illustration. Agriculture publishinghouse. 85 p.
 34. OECD. 1982. Eutrophication of waters — monitoring, assessment and control. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development. 154p.
 35. Pontin, R.M., 1978. A Key to the Fresh Water Planktonic and Semiplanktonic Rotifera of the British Isles.Titus Wilson and Son.Ltd.178 P.
 36. Peter, T., 1985. Inland Fisheries in Multiple-Purpose River Basin Planing and

- Development in Tropical Asian Countries Case studies. FAO technical paper No - 265. FAO, Rome. 166 P.
37. Presscot, G. W., 1976. The Fresh Water Algae. WM. C. Brown company publishing, Iowa. 348 P.
 38. Presscot, G. W., 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. vol 1,2,3. WM.C.Brown Company Publishing, Iowa. 933 P.
 39. Ruttner Kolisko, A., 1974. Plankton Rotifers, Biology and Taxonomy, Austrian Academy of Science. 147 P.
 40. Semeneh, M., Deharis, F., Elskens, M., 1998. Nitrogen uptake regime and hytoplankton Community structure in the Atlantic and Indian sectors of the southern ocean. Journal of marine systems. 17: pp. 159-177.
 41. Sorina, A., 1978. Phytoplankton manual, United nations educational , scientific and Culture organization. 337 P.
 42. Smith, V. H., 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marin ecosystems: a global problem. Envirom. Sci. Pollut. Res. Int 10: pp.126-139.
 43. Tiffany, L. H., Britton, M. E., 1971. The Algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, Newyork. 407 P.
 44. Watanabe, T., Kitajima, T. C., Fujita, S., 1983. Nutritional Values of Live Organisms Used in Japan for mass Propagation of Fish. A Review Aquaculture. pp. 115 - 143.
 45. Winfield, I. G., Nelson, J. S., 1991. Cyprinid fishes. Systematics, Biology and exploitation. First edition Chapman and Hall. 667 P.
 46. Wickliff, E. L., Roach, L. S., 1937. Am. fish. soc. trans. 66: pp. 78-86.