شناسایی و بررسی تراکم و پراکنش فیتوپلانکتونی سد مخزنی کارده در خراسان رضوی

- **محمد صلواتیان***: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **اکبر پورغلامی‌مقدم** : پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **مرضیه مکارمی**: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
- **سپیده خطیب‌حقیقی**: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

به‌منظور شناسایی و بررسی تراکم و پراکنش فیتوپلانکتونی، نمونه‌برداری طی ٦ مرحله از فروردین لغایت اسفندماه ۱۳۹٤ در دریاچه مخزنی سد کارده مشهد انجام پذیرفت. نمونه‌برداری فیتوپلانکتونی به‌صورت افقی و عمودی از اعماق مختلف (لایه‌های ۰ ، ٥ ، ۱۰ ، ۲۰ متری) توسط برداشت آب با دستگاه روتتر و رساندن به حجم ۱۰ لیتر، همگن کردن و در نهایت برداشت یک لیتر از آن صورت گرفت. نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ٤ درصد تثبیت و در آزمایشگاه با استفاده از محفظه‌های ٥ میلی‌لیتر و میکروسکوپ معکوس مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. در این بررسی در مجموع ۳٥ جنس در ٦ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی گردید. از بین جنس‌های شناسایی شده ۸ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های دیاتوم (Bacillariophyta)، ۱ جنس مربوط به شاخه اگلنافیتا(Euglenophyta)، ۱۳ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های سبز (Chlorophyta)، ۳ جنس مربوط به شاخه پیروفیتا (Pyrrophyta)، ۲ جنس مربوط به شاخه کریزوفیتا (Chrysophyta) و ٥ جنس مربوط به شاخه سیانوباکترها (Cyanophyta) تعلق داشتند. غالبیت فیتوپلانکتونی در این سد مخزنی با شاخه باسیلاریوفیتا که ۷۳/۸ درصد جمعیت سالانه را دارا بودند و نمونه‌های غالب آن جنس‌های *Cyclotella*، *Navicula* و *Synedra* می‌باشند. شاخه کریزوفیتا با فراوانی ۱۲/۲ درصد که جنس‌های غالب آن به‌ترتیب فراوانی *Dinobryon* و *Synura* و شاخه جلبک‌های سبز با فراوانی ۸/۲ درصد که جنس‌های غالب آن *Scenedesmus*، *Cosmarium* و *Tetraedron* به‌ترتیب رتبه‌های فراوانی را در طی سال ۹٤ نشان دادند. میانگین بیش‌ترین تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی در تمامی ماه‌های نمونه‌برداری به شاخه جلبک‌های دیاتوم بود. میانگین فراوانی سالانه کل شاخه‌های فیتوپلانکتونی ٦۹٥۰۰٤٤۹±۱۱٤٥٦ عدد در لیتر بوده که در فصل بهار با فراوانی ۲٥۰٤٤۰٦٤±٤٦۷۸۹۲ عدد در لیتر بالاترین تراکم را نشان داد. فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی در فصول تابستان، پائیز و زمستان به‌ترتیب با تراکم فراوانی ۱۷۳۲۳۸۳۰، ۱۰۷۸٦۰۸۸ و ۱٦۳٤٦٤٦۷ عدد در لیتر برآورد گردید. حداکثر فراوانی فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های یک (تاج سد) با فراوانی ۷٥۸۹۹۳۲، ایستگاه سه (انتهای دریاچه) با فراوانی ٦٦۳۷۸۰۰ و ایستگاه دو (بخش میانی دریاچه) با فراوانی ٥٤۹٥۷۳۲ عدد در لیتر مشاهده شد. با توجه به شاخص‌های تروفی و با توجه به‌میزان حد شفافیت، مقادیر فسفات، نیتروژن و کلروفیل a حاصله از داده‌های فیزیکی و شیمیایی، سد مخزنی کارده در حد دریاچه‌های مزوتروف کم قرار می‌گیرد. طبق آزمون‌های غیرپارامتریک کروسکال – والیس و من – ویتنی بین فراوانی فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($p>0/05$). در بررسی فصول نیز فصل بهار با سه فصل دیگر این اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($p>0/05$).

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، تراکم، پراکنش، سد مخزنی کارده، خراسان رضوی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: salavatian_2002@yahoo.com

مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها گروهی از جلبک‌های فتوسنتزکننده شناور در آب هستند که نقش مهمی در تامین موادغذایی و اکسیژن برای سایر جانداران، تثبیت مواد زائد نیتروژن‌دار و تثبیت دی اکسید کربن دارند. این موجودات تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم‌های آبی محسوب شده و در تعیین میزان آلودگی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها در زیستگاه‌های آبی مختلف در تمام جهان یافت می‌شوند و تحت تاثیر عوامل محیطی نظیر اسیدیته، نور و دما قرار می‌گیرند. این جلبک‌ها پایه اولیه تمام شبکه‌های غذایی در اکوسیستم‌های آبی و جزء عناصر مهم چرخه بیوژئوشیمیایی محسوب می‌شوند (محبی و همکاران، ۱۳۹۱). منابع آبی ساکن نظیر سدهای مخزنی علاوه بر اهمیت اقتصادی و اجتماعی از نظر اکولوژیک نیز به‌عنوان منابعی با ارزش در تولید آبزیان به‌شمار می‌آیند. این مخازن به‌دلیل حجم بالای موادغذایی محلول و بار مواد آلی وارده از حوضه آبریز جزء سیستم‌های باروری هستند که موادغذایی جمعیت‌های متعدد گیاهی را تامین می‌کنند. اجزاء اصلی این اکوسیستم‌ها شامل عوامل غیرزنده (عوامل فیزیکی و شیمیایی) و عوامل زنده (تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان) بوده که ارتباط اکولوژیک پیچیده‌ای بین آن‌ها وجود دارد (Balayut، ۱۹۸۳). بررسی زنجیره‌های غذایی در اکوسیستم‌های آبی از نظر آگاهی از رژیم غذایی ماهیان اهمیت بسیار دارد. واضح است که تکثیر و پرورش موجودات غذایی زنده اعم از جانوری و گیاهی برای تغذیه آبزیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۰). ترکیب و تراکم فیتوپلانکتونی به‌عنوان یک نشانگر مکمل میزان تروفی آب قابل استفاده است (Case و همکاران ۲۰۰۸). جوامع فیتوپلانکتونی نشان دهنده تغییرات محیطی بلندمدت و کوتاه مدت در اکوسیستم‌های آبی می‌باشند (غلامی و همکاران، ۱۳۸۴). رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها بستگی به دینامیک آب، مقدار و طیف نور و نیز قابلیت دسترسی به موادغذایی دارد. کیفیت و ثبات منابع آبی در سراسر جهان مورد توجه می‌باشد، ولی این منابع در حوضه‌های آبریز سیستم‌های آبی داخلی در معرض آلودگی قرار دارند، زیرا فعالیت‌های انسانی تاثیر منفی روی کیفیت آب دریاچه پشت سدها گذاشته است. این اثرات منفی اکثراً ناشی از ورود فاضلاب تصفیه نشده و روان‌آب‌های کشاورزی به سدهاست، به‌عبارت دیگر فعالیت‌های انسانی باعث تخلیه مقادیر زیادی از مواد غذایی داخل آب پشت سدها می‌گردد که رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها را تحت تاثیر قرار داده و کیفیت و کمیت جمعیت‌های آن‌ها را دچار تغییر می‌نماید (Smith، ۲۰۰۳؛ Newton و همکاران، ۲۰۰۳). فیتوپلانکتون‌ها به‌علت قابلیت شناسایی خود در آب‌ها، انتشار یکنواختی ندارند و معمولاً به‌دنبال شرایط بهتری از قبیل مواد مغذی، درجه حرارت و غیره هستند. در همین راستا مهاجرت‌های درون آبی در ستون عمودی آب دارند به‌طوری‌که در طول روز به لایه‌های فوقانی آب با موادمغذی بیش‌تر (به‌واسطه وجود نور، فیتوپلانکتون‌ها در این لایه‌ها زیادند) رفته و در شب‌ها به لایه‌های زیرین آب مهاجرت می‌کنند. فیتوپلانکتون‌ها از نظر وجود در آب شیرین از تنوع بیش‌تری نسبت به زئوپلانکتون‌ها برخوردارند (چودار رضایی، ۱۳۸۷). مطالعات بیولوژیکی شامل اطلاعات کمی و کیفی است. مطالعه کمی شامل تخمین تراکم موجودات در یک مسیر مشخص است، این عمل توسط نمونه‌برداری در هر ایستگاه از قبل با روش‌های آماری مشخص شده و سپس شناسایی نمونه‌ها صورت می‌گیرد. علاوه بر اهمیت موجودات پلانکتونی در مشخص کردن میزان آلودگی آب‌ها، این موجودات در تغذیه ماهیان و برآورد استعداد آبزی‌پروری اهمیت دارند (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۶).

رودخانه سد کارده با آب دائمی و مناظر زیبای کوهستانی و مجموعه تفریحی دنیای آبی در ساحل سد، یکی از بهترین تفرج‌گاه‌های خوش آب و هوای مشهد می‌باشد. سد کارده از رودخانه‌های رشته کوه هزار مسجد تغذیه شده و علت انتخاب این نام برای سد، هم‌جوار بودن آن با روستای راهبردی کارده می‌باشد. سد کارده هم‌چنین به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین سدهای استان خراسان رضوی به‌حساب می‌آید که در شمال مشهد واقع شده و به‌واسطه آب و هوای منطقه و نیز میزان آب کافی موجود در خود توانسته مناظر شگفت‌انگیز و بسیار زیبایی را خلق کند. گنجایش آب دریاچه پشت سد کارده ۳۱/۵ میلیون مترمکعب می‌باشد که بخشی از آب منطقه را فراهم می‌آورد. این سد در ۴۸ کیلومتری جاده مشهد به کلات قرار داشته و جنس آن از نوع بتونی دوقوسی متقارن با ارتفاع ۶۷ متر و طول تاج ۱۴۴ متر می‌باشد. در استان خراسان رضوی به‌منظور بهره‌گیری بهینه از منابع آبی استان، سدهایی احداث شده است که علاوه بر سد کارده می‌توان به سد طرق در شهرستان مشهد، سد شهید یعقوبی در شهرستان تربیت حیدریه و سد دوستی در مرز ایران و ترکمنستان اشاره نمود. سد کارده قسمتی از دره نسبتاً عریض حد فاصل روستای اندرخ و کارده واقع شده است.

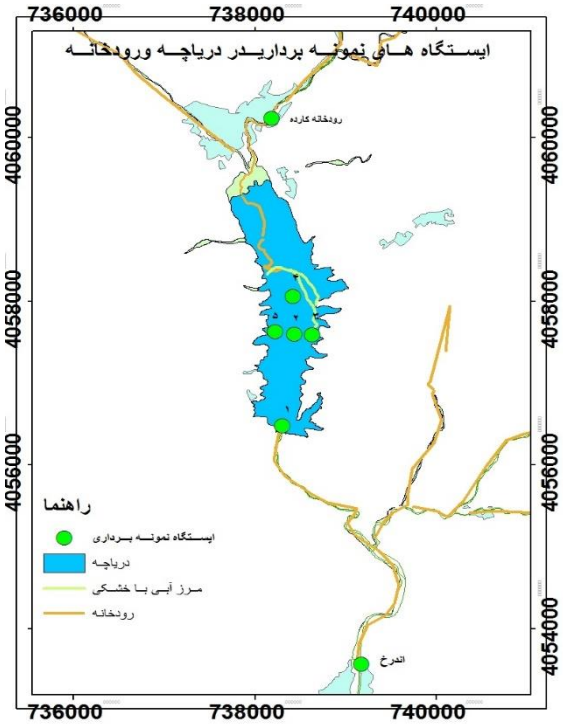
تاکنون مطالعه جامع بیولوژیکی در زمینه شناسایی فیتوپلانکتون‌ها در سد مخزنی کارده انجام نشده، به‌همین دلیل لازم است که تحقیقات مستمر و همه‌جانبه‌ای در زمینه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی آن صورت گیرد. هدف از این بررسی تعیین تراکم و پراکنش فیتوپلانکتونی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بررسی حاضر زمینه‌سازی لازم را جهت تعیین توان تولید اولیه در دریاچه پشت سد کارده که در نهایت به اندازه‌گیری میزان زئوپلانکتون‌ها و برآورد ظرفیت قابل صید ماهیان خواهد انجامید.

مواد و روش‌ها

پس از مطالعات اولیه، پنج ایستگاه نمونه‌برداری (تاج سد، بخش میانی دریاچه، بخش انتهایی دریاچه، ضلع غربی دریاچه و ضلع شرقی دریاچه) در دریاچه سد مخزنی کارده خراسان رضوی- مشهد از تاریخ فروردین‌لغایت‌اسفندماه ۱۳۹۴ درنظر گرفته شد. موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در جدول و شکل ۱ آورده شده است. نمونه‌برداری در فواصل زمانی ماهیانه طی شش ماه و در فصول مختلف از فروردین الی اسفند ماه ۱۳۹۴ انجام گرفت.نمونه‌برداری فیتوپلانکتون‌ها از مناطق سطحی، اعماق ۵ متر، ۱۰ متر و ۲۰ متر توسط برداشت آب با روتنر و لوله پولیکا به‌مقدار ۱۰ لیتر که پس از همگن‌سازی یک لیتر برداشت می‌شد، انجام می‌گرفت. سپس نمونه‌ها در فرمالین ۴ درصد تثبیت گردیدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها بعد از همگن کردن توسط پی‌پت به محفظه‌های ۵ میلی‌لیتری منتقل و بعد از گذشت زمان کافی جهت رسوب گذاری (معمولاً ۲۴ ساعت)، به‌وسیله میکروسکوپ اینورت(نیکون)با سه تکرار و شمارش ۸۰خانه‌ای مورد شناسایی و بررسی قرار گرفتند. اندازه‌گیری فاکتورهای‌فیزیکی‌وشیمیایی(فاکتورهای غیرزیستی)نظیراندازه‌گیری درجه حرارت آب و هوا، اکسیژن محلول آب، هدایت الکتریکی و اسیدیته توسط دستگاه مولتی‌متر شرکت WTW مدل ۳۴Oi انجام شد. اندازه‌گیری سایر فاکتورهای غیرزیستی نظیر اندازه‌گیری فسفات، نیترات، کلسیم، سیلیس، منیزیم، سولفات و کلروفیل a که نیاز به زمان بیش‌تری داشت، با برداشت آب از ایستگاه‌های مختلف و انتقال به آزمایشگاه و براساس روش استاندارد متد صورت گرفت (Standard method، ۱۹۸۹). ازطرفی با توجه به مقادیر فسفر، نیتروژن و کلروفیل A، شاخص میزان یوتروفی آب دریاچه مشخص و با استاندارد ارزیابی تروفی (OECD، ۱۹۸۲) مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریاچه کارده خراسان رضوی

نام ایستگاه	شماره ایستگاه	مختصات جغرافیایی (UTM)
تاج سد	۱	۵۶´۵۷۰ً ۴۰° طول شرقی و ۳۸´۳۲۳ً ۰۷° عرض شمالی
بخش میانی دریاچه	۲	۵۷´۰۵۳ً ۴۰° طول شرقی و ۳۸´۳۴۷ً ۰۷۰ عرض شمالی
بخش انتهایی دریاچه	۳	۵۷´۹۲۸ً ۴۰۰ طول شرقی و ۳۸´۴۱۰ً ۰۷۰ عرض شمالی
ضلع غربی دریاچه	۴	۵۷´۷۸۷ً ۴۰۰ طول شرقی و ۳۸´۶۱۵ً ۰۷۰ عرض شمالی
ضلع شرقی دریاچه	۵	۵۷´۲۶۶ً ۴۰۰ طول شرقی و ۳۸´۲۱۷ً ۰۷۰ عرض شمالی



شکل۱ : ترسیمی از دریاچه سد کارده و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

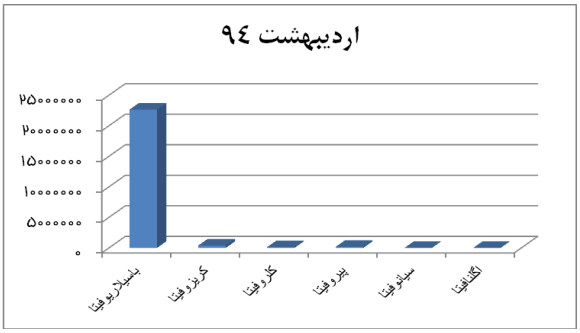
جهت نمونه‌برداری و تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها از روش‌های Newell (۱۹۷۷) و Standard Method (۱۹۸۹) استفاده گردید و جهت شناسایی نمونه‌ها از روش‌های Edmonson (۱۹۵۹)؛ Pontin (۱۹۷۸) و Ruttner-Kolisko (۱۹۷۴) به‌کار گرفته شد.

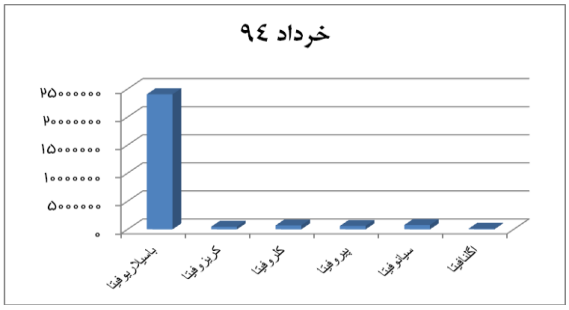
درنهایت تراکم‌فیتوپلانکتونی‌به‌صورت‌عدد در لیتر در هر ایستگاه تعیین و در فرم‌های اطلاعاتی شاخه‌بندی شده ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور آنالیز فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در اعماق، ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف‌باتوجه‌به‌نرمال‌نبودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتریک کروسکال-والیس و من-ویتنی در برنامه‌های آماری SPSS و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای Excel، نگارش ۱۳ استفاده گردید.

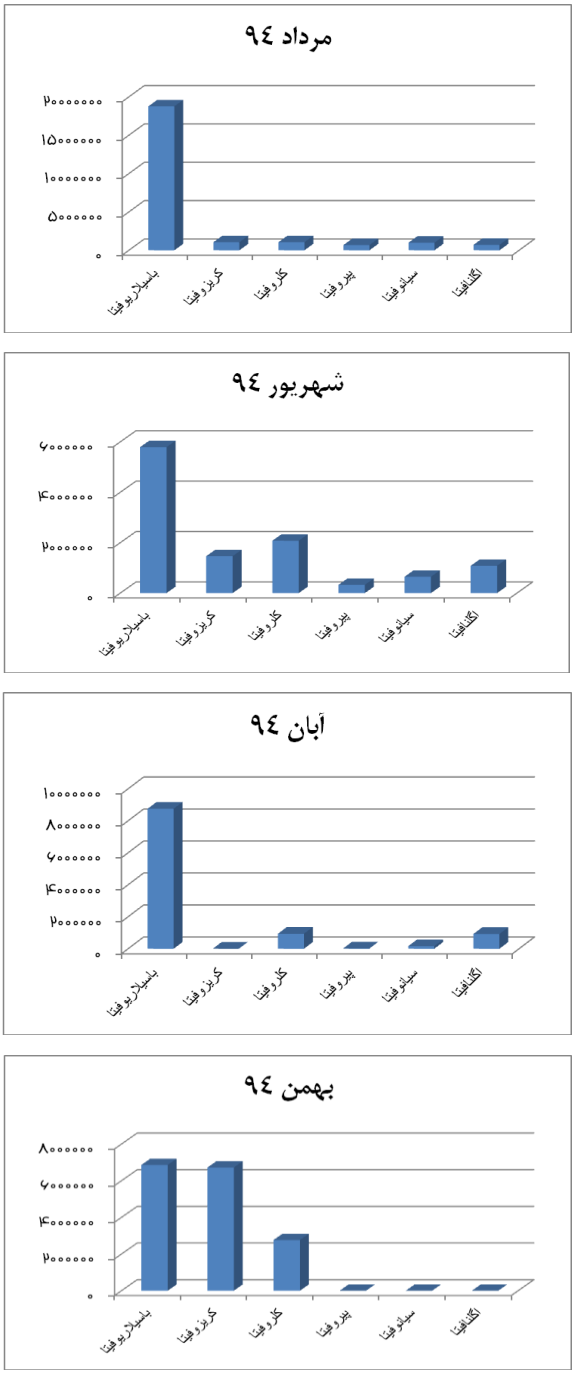
نتایج

طی‌مطالعات‌فیتوپلانکتونی‌در دریاچه سد مخزنی کارده مجموعاً ۶ شاخه جلبکی در ۳۵ جنس شناسایی شده است که از این میان ۸ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های دیاتوم، ۱۳ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های سبز، ۳ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های پیروفیتا، ۴ جنس‌مربوط به شاخه جلبک‌های یوگلنوفیتا، ۲ جنس متعلق به شاخه

جلبک‌های کریزوفیسه و ۵ جنس مربوط به شاخه جلبک‌های سبز آبی می‌باشند(جدول ۲).بیش‌ترین جنس‌های مشاهده‌شده مربوط به شاخه جلبک‌های دیاتوم بود و غالب‌ترین جنس از این شاخه که در تمام فصول سال به تعداد زیاد مشاهده شد، جنس *Cyclotella* است. سایر جنس‌های مهم این شاخه عبارت از *Navicula*، *Nitzschia* و *Synedrs* می‌باشند. شاخه بعدی جلبک کریزوفیتا بود. این شاخه از نظر جمعیت و تنوع در رده‌دوم اهمیت قرار داشت. جنس‌های غالب آن *Dinobryon* و *Synura* بودند. شاخه دیاتوم‌ها ۷۳/۸۱ درصد جمعیت سالانه و شاخه جلبک‌های کریزوفیتا ۱۲/۲ درصد این جمعیت را شامل می‌گردد. سایر شاخه‌ها درصدجمعیتی کم‌تری داشتند، به‌طوری‌که شاخه جلبک‌های سبز ۸/۲ درصد،شاخه جلبک‌های اگلنافیتا ۲/۷ درصد، شاخه جلبک‌های سبز-آبی ۱/۹۷ و در نهایت شاخه جلبک‌های پیروفیتا ۱/۳۱ درصدجمعیت سالانه فیتوپلانکتونی را در این منطقه داشتند. میانگین به‌دست آمده از پراکنش شاخه‌های فیتوپلانکتونی در اعماق مختلف نشان می‌دهد که جمعیت فیتوپلانکتونی از بهار و تابستان روند صعودی داشته و در پائیز و زمستان با افت دما کلیه شاخه‌های جلبکی روند رشد نزولی را نشان‌داد. باتوجه به آزمون آنالیز واریانس دوطرفه انجام گرفته مشخص گردید که بین ایستگاه‌های مختلف و ماه‌های مورد بررسی اثر متقابلی دیده نمی‌شود ($p>0/05$). هم‌چنین بین ماه‌های مختلف ازنظر فراوانی فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($p>0/05$). اما آزمون چنددامنه توکی نشان‌می‌دهد که بین ماه‌های شهریور و آبان اختلاف وجود دارد. از طرفی بین ایستگاه‌های مختلف از نظر فراوانی فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($p>0/05$). با توجه به آزمون آنالیز واریانس دوطرفه انجام گرفته مشخص گردید که بین ایستگاه‌های مختلف و اعماق مورد بررسی اثر متقابلی دیده نمی‌شود ($p>0/05$). هم‌چنین بین اعماق مختلف از نظر فراوانی فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($p>0/05$). بین ایستگاه‌های مختلف ازنظر فراوانی فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌دار آماری نیز مشاهده نمی‌گردد ($p>0/05$). در فصل بهار نمونه غالب فیتوپلانکتونی مربوط به شاخه دیاتوم‌ها و جنس *Cyclotella* است. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۶۹۵۰۰۴۴۹ عدد در لیتر بود. جمعیت فیتوپلانکتونی به‌خصوص شاخه دیاتوم‌ها در شهریور ماه به حداکثر خودرسید(۵۷۹۱۷۳۳عدددرلیتر).شاخه‌دیاتوم‌هاباجنس *Cyclotella* بیش‌ترین فراوانی را داشته است. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۱۳۵۴۲۰۰±۱۲۲۷۹۰۶۶عدددرلیتربوده‌است.جمعیت‌شاخه‌جلبک‌های سبز نیز در ماه فوق افزایش داشته و درصد فراوانی آن ۳۷۴۲۰۰±۲۰۷۶۹۳۱ عدد در لیتر شده که در رده دوم قرار دارند. شاخه‌های جلبک‌های کریزوفیتا، پیروفیتا، اگلنافیتا و سیانوفیتا در ماه شهریور دارای جمعیت کمی بوده‌اند (شکل ۲). در فصل پائیز جمعیت فیتوپلانکتونی نسبت به فصول بهار و تابستان کم‌تر و میزان آن با کاهش دما به‌تدریج کم می‌شود. در این فصل نیز جنس *Cyclotella* از شاخه دیاتوم‌ها غالب بود. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۸۷۵۲۶۲۹±۱۵۴۲۰۰ عدد در لیتر است. شاخه جلبک‌های سبز میانگین تراکم فصلی ۹۳۸۷۶۲±۵۷۴۵۰ عدد در لیتر داشت ، شاخه اگلنافیتا از لحاظ عددی با اختلاف کمی از شاخه جلبک‌های سبز قرار داشته و میانگین تراکم فصلی شاخه ذکر شده ۹۲۱۱۳۱±۳۱۲۲۰ عدد در لیتر، شاخه سیانوباکترها با میانگین تراکم فصلی ۱۵۹۹۰۰±۴۷۶۵ عدد در لیتر و در نهایت شاخه جلبک‌های پیروفیتا با میانگین فصلی ۱۳۶۶۶±۲۴۷۵ عدد در لیتر بود (شکل۲). در فصل زمستان جمعیت فیتوپلانکتونی نسبت به سایر فصول کم‌تر و میزان آن با کاهش دما به‌تدریج کم می‌شود. در این فصل نیز جنس *Cyclotella* از شاخه دیاتوم‌ها غالب بود. میانگین تراکم فصلی این شاخه ۶۸۵۹۶۶۱۱±۱۳۷۵۰۰۰ عدد در لیتر است (رتبه اول).شاخه جلبک‌های کریزوفیتا میانگین تراکم فصلی ۶۷۲۱۶۶۷±۱۳۱۵۰۰۰ عدد در لیتر (رتبه دوم) داشت و در نهایت شاخه جلبک‌های سبز میانگین فصلی ۲۷۶۵۱۳۳±۷۵۴۰۰۰ عدد در لیتر بود (شکل۲). نتایج به‌دست آمده از آنالیز داده‌های فیتوپلانکتونی در لایه‌های مختلف بیانگر این مسئله است که بیش‌ترین تجمع آن‌ها در لایه‌های سطحی و کم‌تر از ۵ متر می‌باشد.لایه‌های عمیق‌تر(بیش‌از ۵متر) دارای جمعیت فیتوپلانکتونی کم‌تری بودند. بیش‌ترین میزان تراکم نمونه‌های فیتوپلانکتونی در ماه خرداد در لایه های سطحی آب مشاهده گردید، اعماق بیش از ۵ متر ازلحاظ جمعیت فیتوپلانکتونی در رتبه‌های بعدی قرار دارند (شکل۳).

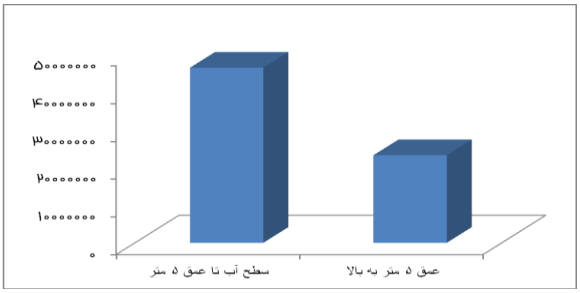






شکل۲: نمودار میانگین تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی (عدد در لیتر) دریاچه سد مخزنی کارده در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری

نتایج بررسی های اولیه هیدروشیمی آب نشان می‌دهد دامنه تغییرات اکسیژن محلول در ایستگاه‌های پنج گانه به‌طور میانگین از ۵/۳ تا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر متغیر بود. دامنه مقدار هدایت الکتریکی در زمان نمونه برداری در سد کارده در ایستگاه‌های پنج گانه بین ۵۷۵ تا ۵۹۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مشخص گردید.



شکل ۳: نمودار رابطه عمق با جمعیت فیتوپلانکتونی دریاچه سد مخزنی کارده

جدول ۲ : شناسایی جنس‌های مختلف شاخه‌های فیتوپلانکتونی در دریاچه سد مخزنی کارده

شاخه‌های فیتوپلانکتونی	جنس‌های فیتوپلانکتونی
Bacillariophyta	*Cyclotella, Synedra, Navicula, Nitzschia , Pinnularia, Cymbella, Caloneis, Cymatupleura*
Euglenophyta	*Euglena , Lepocincilis, Peranema, Phacus*
Chlorophyta	*Tetraedron, Scenedesmus , Carteria, Cosmarium, Staurastrum, Gonium, Closterium, Zygnema, Micrastrias, Quadrigula, Oocystis, Pediastrum, Ankistrodesmus*
Pyrrophyta	*Ceratium , Peridinium , Glenodinium*
Chrysophyta	*Dinobryon, Synura*
Cyanophyta	*Spirulina, Oscillatoria , Anabeana ,Merismopedia, Microcystis*

درهنگام‌نمونه‌برداری‌میانگین‌دمای آب سدکارده درایستگاه‌های مختلف از ۲۵/۶ تا ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. میانگین pH دریاچه ۸/۲۵ تا ۸/۴۹ اندازه‌گیری شد. سایر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نظیر اندازه‌گیری فسفات، نیترات، سیلیس، کلسیم و ... نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۳) که اعداد حاصله با اعداد استاندارد متد مورد مطابقت قرار گرفت (Standard method، ۱۹۸۹). براساس میانگین میزان فسفر کل، ازت کل و کلروفیل a برای دریاچه سد مخزنی کارده به‌ترتیب اعداد ۰/۰۱۷۴ ، ۰/۴۰۹ و ۳/۵۶ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد که وضعیت تروفی براساس جدول استاندارد OECD، از لحاظ فسفر در سطح مزوتروف کم، ازت کل در سطح بین الیگوتروف تا مزوتروف کل و از لحاظ کلروفیل a در سطح مزوتروف کم محاسبه گردید (جدول ۴).

جدول ۳ :میانگین برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی در دریاچه سد مخزنی کارده درسال ۱۳۹۴

ایستگاه‌های نمونه‌برداری / فاکتورهای اندازه‌گیری	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
درجه حرارت هوا (درجه سانتی‌گراد)	۲۵/۶	۲۵/۷	۲۶/۲	۲۶/۶	۲۶
درجه حرارت آب در سطح (درجه سانتی‌گراد)	۱۹/۵	۲۰/۷	۲۱/۷	۲۲/۱	۲۱/۲
شفافیت آب (سانتی‌متر)	۱۷۳	۱۶۶	۱۵۷	۱۶۴	۱۵۰
pH آب	۸/۲۵	۸/۴۲	۸/۴۹	۸/۴۶	۸/۳۲
هدایت الکتریکی در سطح (µs/cm)	۵۹۳	۵۸۱	۵۷۵	۵۷۶	۵۸۶
اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)	۸/۷-۵/۳	۹/۱-۵/۶	۱۰-۶/۲	۹/۳-۶/۲	۶/۳-۵/۵
حداکثر عمق نمونه‌برداری (متر)	۲۰	۱۵	۷	۷	۲
فسفات محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱۶	۰/۰۱۹	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۲۹
ازت نیتراته (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۴۹۵	۰/۴۸۷	۰/۴۴۵	۰/۴۸۹	۰/۱۲۷
سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر)	۲۶۷	۲۶۱	۲۶۰	۲۵۷	۲۵۴
کلسیم (میلی‌گرم بر لیتر)	۳۹/۲	۳۳/۶	۳۶/۵	۳۹/۹	۳۶/۴
بیکربنات (میلی‌گرم بر لیتر)	۲۴۲/۳	۲۳۱	۲۱۵	۲۱۰/۴	۲۲۵/۷
سیلیس (میلی‌گرم بر لیتر)	۲/۶۷	۱/۶۴	۱/۲۵	۰/۹۳	۰/۹۱
ازت آمونیومی (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۲۰۱	۰/۱۳۹	۰/۱۲۹	۰/۰۹۴	۰/۱۶۳
منیزیم (میلی‌گرم بر لیتر)	۴۰/۶۲	۴۲/۳۹	۴۰/۶۸	۳۷/۹۲	۳۹/۲۵
سولفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۶۲/۸	۶۰/۶	۶۶/۱	۶۵/۵	۶۶/۵
کلروفیل a (میلی‌گرم بر مترمکعب)	۴/۰۹	۴/۱۶	۳/۵۱	۲/۴۹	-

جدول ۴: استاندارد ارزیابی تروفی برای دریاچه‌ها براساس OECD (۱۹۸۲)

وضعیت تروفی	فسفر کل (میلی‌گرم بر لیتر)	ازت کل (میلی‌گرم بر لیتر)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر مترمکعب)
الیگوتروف	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۰	۰
مزوتروف کم	۰/۰۱۰۰	۰/۶۰۰	۱/۶۰
مزوتروف	۰/۰۲۳۰	۱/۰۰۰	۴/۱۰
مزوتروف بالا	۰/۰۵۰۰	۱/۵۰۰	۱۰
یوتروف	۰/۱۱۰۰	۲/۰۰۰	۲۰
یوتروف بالا	۰/۲۵۰۰	۳/۰۰۰	۴۰
فوق یوتروف	۰/۵۵۰۰	۴/۶۰۰	۱۰۰
بررسی حاضر	۰/۰۱۷۴	۰/۴۰۹	۳/۵۶

بحث

برمبنای مطالعاتی که بر روی پراکنش و انتشار فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف دریاچه سد مخزنی کارده انجام گرفته معلوم گردید که رشد فیتوپلانکتون‌ها از فصل بهار (ترجیحاً اردیبهشت ماه) با شاخه غالب دیاتومه‌ها که تنوع زیادی هم دارند آغاز شده که این امر مانع تشکیل شاخه‌های دیگر فیتوپلانکتونی می‌شود.در فصل تابستان (خصوصاً شهریورماه)، علاوه بر تراکم شاخه دیاتومه‌ها، دیگر شاخه‌های جلبکی مثل کلروفیتا و کریزوفیتا افزایش جمعیت می‌یابند.سیکل رشدی فیتوپلانکتون‌ها در پائیز کاهش یافته ولی در زمستان هرچند که کاهش درجه حرارت مشاهده می‌گردد ولی رشد شاخه‌های فیتوپلانکتونی باسیلاریوفیتا، کریزوفیتا و کلروفیتا احساس می‌گردد که می‌تواند به‌دلیل مصرف نشدن آن‌ها توسط ماهیان نیز باشد. مطالعات نشان دادند شاخه‌های کلروفیتا و دیاتومه‌ها متنوع‌ترین شاخه‌ها، هم‌چنین شاخه‌های دیاتومه‌ای پرتراکم‌ترین نمونه‌های فیتوپلانکتونی در سد مخزنی کارده بودند. درفصل زمستان به مرور با سردشدن هوا جنس‌های دیاتومه‌ای نظیر سیکلوتلا، سیندرا و ناویکولا هم‌چنین جنس‌هایی از شاخه کریزوفیتا مثل دینوبریون و سینورا بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص‌داده که‌جزء فیتوپلانکتون‌های سرمادوست محسوب می‌شوند و چون فعالیت مصرف‌کنندگان فیتوپلانکتونی نیز در این فصل کاهش یافته از این‌رو افزایش تراکم این شاخه‌ها را داریم.

سیکلوتلا که به‌عنوان جنس غالب از شاخه باسیلاریوفیتا بوده به‌صورت‌قرصی‌شکل و نمونه‌ای حاشیه‌نشین (لیتورال) و دمای مناسب برای رشد آن ۹ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد اما در دمای بالا نیز به‌خوبی رشد کرده و طیف وسیعی از دریاچه‌های الیگوتروف و یوتروف

را اشغال می‌نمایند که این موضوع نمایانگر کیفیت خوب زیستی آب می‌باشد(مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷)،ازاین‌رو غالبیت جنس سیکلوتلا در شاخه دیاتوم‌ها را می‌توان با پدیده وضعیت خوب کیفی آب در اغلب ایستگاه‌های مورد مطالعاتی بیان نمود (صلواتیان و همکاران، ۱۳۸۹). به‌طورکلی دیاتومه‌های سنتریک مثل سیکلوتلا نشان‌دهنده یوتروفی و دیاتومه‌های پینت مثل سیمبلا و ناویکولا نشان‌دهنده الیگوتروف بودن دریاچه‌هامی‌باشند(Lei، ۲۰۰۵).جنس نیتجتاً بیش‌تر در سطح آب که از نظر هدایت الکتریکی و نیترات و فسفات بالاتر بودند مشاهده شدند که این تراکم بالا در رودخانه زاینده رود توسط شمس و افشارزاده (۱۳۸۷) نیز گزارش شده است. شاخه‌های جلبکی پیروفیتا، اگلنافیتا و سیانوفیتا غیر از ماه شهریور که تا حدی رشد داشته‌اند ولی در سایر ماه‌های سال رشد چندانی نداشته، پائین بودن درصدجمعیتی اگلنافیتا و سیانوفیتا که نشان‌دهنده آلودگی آب هستند می‌تواند بیانگر این مسئله باشد که در سد کارده عوامل لازم برای رشد و تکثیر این شاخه وجود نداشته و یا بسیار ناچیز است. مکارمی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه پلانکتونی تالاب انزلی بیان نمودند که بیش‌ترین فراوانی اگلنافیتا در فصل تابستان می‌تواند به‌دلیل دمای مناسب و بار زیاد موادآلی وارده به این مناطق باشد.خداپرست (۱۳۷۸) در بررسی‌های خود در تالاب انزلی عنوان نمودند که پائین بودن درصد اگلنافیتا نشان‌دهنده آلودگی ناچیز بوده و می‌توان گفت در تالاب انزلی عوامل لازم برای رشد این شاخه وجود ندارد که در بررسی حاضر نیز تراکم جمعیتی شاخه مذکور ناچیز بود (با فراوانی سالانه ۲/۷ درصد). از دیدگاه Lehman و همکاران (۲۰۰۴)، جلبک‌های سبز آبی تمایل دارند در دمایی بالاتر از دمای مورد نیاز دیاتومه‌ها و دیگر شاخه‌ها رشد کنند(دره‌شوری، ۱۳۷۷)، از این‌رودر تحقیق حاصل هم جلبک‌های سبز- آبی را فقط در فصل تابستان (شهریور ماه) مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده از مطالعات فیزیکی و شیمیایی آب حاکی از آن است که در سد کارده حرارت در فصول مختلف برای رشد و نمو موجودات آبزی مناسب می‌باشد. حداکثر دمای آب حدود ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.شفافیت آب نیز مطلوب‌بوده به‌طوری‌که در بعضی از ایستگاه‌ها نور تابستر آن نفوذمی‌کند، این‌امر یکی از عوامل فراوانی فیتوپلانکتون‌ها درمنطقه است. Kadri (۱۹۹۸) درشناسایی گونه‌های مختلف دیاتوم‌ها در دریاچه Keban ترکیه بیان نمود که افزایش درجه حرارت و نور عامل مثبت در ازدیاد دیاتوم‌ها می‌باشدکه با نتایج حاصل از این بررسی نیز هم‌خوانی دارد.نوریکی دیگر از فاکتورهای مهم در پراکنش دیاتومه‌ها و مطالعه روابط تغذیه‌ای است، به‌طوری‌که بهترین رشد دیاتوم‌ها در منبع آبی Keban ترکیه در ماه‌های بهار و تابستان می‌باشد، درحالی‌که در تحقیقات حاصل بیش‌ترین تراکم دیاتوم‌ها را در فصل بهار داشتیم. شفافیت عامل مهم دیگر در افزایش تراکم فیتوپلانکتونی و افزایش میزان کلروفیل a دارد.برآورد میزان شفافیت آب توسط دستگاه سیکسی دیسک در دریاچه (جدول ۳) نیز گویای این مطلب است. مکارمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی‌های فیتوپلانکتونی تالاب انزلی نیز به این موضوع اشاره نمودند که شفافیت آب در تالاب انزلی به‌خصوص در منطقه آبکنار بسیار مطلوب بوده به‌طوری‌که نور تا بستر آن نیز نفوذ می‌کند. پایین بودن میزان ازت و فسفر (جدول ۳) که دو فاکتور اصلی برای افزایش مواد بیوژن در آب می‌باشند بیانگر کاهش تولیدات اولیه و الیگوتروف بودن (حاصل‌خیزی کم) دریاچه می‌باشد. این موضوع را علیزاده و همکاران (۱۳۸۷) نیز بیان نمودند که هر گونه کمبود ازت و فسفر در محیط‌های آبی منجر به کاهش شدید تولید اولیه می‌گردد و به‌همین دلیل در اغلب آب‌های طبیعی غیرآلوده کمبود ازت و فسفر اصلی‌ترین عامل محدودیت توسعه پلانکتونی به‌شمار می‌رود. از طرفی پائین بودن اعداد فسفات و ازت نیتریت در اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه (جدول ۳) می‌تواند حاکی از مصرف شدن مواد فوق و تولید مواد فیتوپلانکتونی باشد که این موضوع را بانی (۱۳۷۵) نیز در بررسی ترکیب فیتوپلانکتونی حاصل از کوددهی در استخرها نیز بیان نمود و به این نتیجه رسید که تنوع و تراکم جوامع فیتوپلانکتونی با رژیم هیدروشیمیایی آب رابطه مستقیم دارد و هرگونه تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مستقیماً روی این جوامع تاثیر می‌گذارد. در زمان اوج فراوانی فیتوپلانکتون‌ها مقادیر مواد بیوژن کاهش می‌یابد. این ارتباطات می‌تواند بیانگر مصرف شدن این مواد توسط فیتوپلانکتون‌ها باشد. بررسی‌های بیولوژیک و رژیم حرارتی و ترکیبات هیدروشیمیایی آب دریاچه کارده در 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 ثانویه و توسعه آبزیان در این دریاچه را ایجاد می‌نماید. با توجه به شاخص‌های ارائه شده (OECD، ۱۹۸۲) و با توجه به‌میزان حد شفافیت، مقادیر فسفات، نیتروژن و کلروفیل a حاصله از داده‌های فیزیکوشیمیایی (جدول ۳)،دریاچه سد کارده در حد دریاچه‌های مزوتروف کم قرار می‌گیرد (جدول ۴). لذا از لحاظ مدیریتی دریاچه فوق باید طوری برنامه‌ریزی گردد که سطوح تروفی در همین حد یا پایین‌تر حفظ گردد تا احیاناً در اثر بلوم‌های آبی و افزایش سطوح تروفی مشکل ساز نباشد.

تشکر و قدردانی

به رسم معمول در نهایت تواضع و ادب بر خویش فرض دانسته تا از همکاری و مساعدت‌های سازمان آب و فاضلاب خراسان رضوی، مجری محترم طرح جناب آقای مهندس خداپرست، راهنمایی‌های

ریاست محترم پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی- بندرانزلی آقای دکتر خانی‌پور و معاونین محترم ایشان آقایان دکتر ولی‌پور و مهندس سعید صفایی، کلیه همکاران آزمایشگاه پلانکتون‌شناسی پژوهشکده بالاخص خانم مددی و آقای مهندس سبک‌آرا که در آماده‌سازی و بررسی نمونه‌ها همکاری داشتند تا این تحقیق به سرانجام برسد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **بانی، ع ،. ۱۳۷۵.** بررسی ترکیب فیتوپلانکتونی حاصل از انواع کودها در استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. صفحات ۸۵ تا ۸۷.

۲. **چودارزضایی، س.؛ محسن‌پور، ع.؛ محبی، ف. و شیری، 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.

۳. **خداپرست، س.ح.، ۱۳۷۸.** گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۵۶ صفحه.

۴. **دره‌شوری، ف.، ۱۳۷۷.** مطالعه اکولوژیک و فلور جلبکی دریاچه سدطرق. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۹ صفحه.

۵. **شمس،م.وافشارزاده،س.،۱۳۸۷.** مطالعه تغییرات فیتوپلانکتون‌های دریاچه زاینده‌رود. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۱، شماره ۵، صفحات ۷۸۴ تا ۷۹۴.

۶. **صلواتیان، س.م.؛ عبدالله‌پوربی‌ریا ، ح.؛ نظامی‌بلوچی، ش.ع.؛ مکارمی، م. و پورغلامی‌مقدم، ا.،۱۳۸۹.** ترکیب گونه‌ای و تعیین تراکم فیتوپلانکتونی در دریاچه پشت سد لار. مجله تالاب. سال ۲، شماره ۳، صفحات ۲۶ تا ۳۸.

۷. **صلواتیان، س.م.؛ سبک‌آرا، ج.؛ آذری‌تاکامی، ق.؛ رجبی‌نژاد، ر.؛ علمی، ا.م. و علی‌اف، ع.ر.، ۱۳۹۰.** شناسایی و بررسی تراکم و پراکنش زئوپلانکتونی در دریاچه سدلار استان تهران. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد آزادشهر. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۶.

۸. **صلواتیان، س.م.؛ عابدینی، ع. و میرزاخانی، ع.ر.، ۱۳۹۶.** شناسایی و تعیین زی‌توده درشت بی‌مهرگان کفزی جهت آبزی‌پروری در دریاچه مخزنی سد ارسباران. نشریه توسعه آبزی‌پروری. جلد ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۱.

۹. **علیزاده، ژ.؛ محسن‌پورآذری، ع.؛ صیدگر، م. و علیزاده، م.، ۱۳۸۷.** بررسی تغییرات نیترات و فسفات دریاچه ارس. مجموعه مقالات همایش آبزی‌پروری نوین و توسعه پایدار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل. صفحات ۸۵۸ تا ۸۶۷.

۱۰. **غلامی، ع.؛ اجتهادی، ح. و قاسم‌زاده، ف.، ۱۳۸۴.** بررسی تنوع گونه‌ای و اکولوژیک فیتوپلانکتون‌های دریاچه بزنگان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۴، شماره ۲، صفحات ۷۳ تا ۹۰.

۱۱. **فلاحی،م.، ۱۳۷۸.** بررسی پلانکتون‌های بخش جنوبی دریای مازندران. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱، شماره ۴، صفحات ۱۹ تا ۳۸.

۱۲. **محبی،ف.؛ محسن‌پورآذری،ع. و عاصم، ع.، ۱۳۹۱.** بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی و شاخص‌های جمعیتی در دریاچه سد ارس. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۵. شماره ۲، صفحات ۳۱۶ تا ۳۲۸.

۱۳. **مکارمی، م.؛ سبک‌آرا، ج. و کفاش‌محمدجانی، ط.، ۱۳۸۵.** شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتونی در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۲۹تا ۱۴۹.

۱۴. **مهندسین مشاور یکم. ۱۳۶۷.** مطالعات گام اول طرح جامع احیاء تالاب انزلی. جلد ۷. لیمنولوژی جهاد سازندگی، کمیته امور آب.

۱۵. **Balayut, E.A., 1983.** Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs in the ASEAN countries. FAO technical paper No. 236. FAO, Rome. 82 p.

۱۶. **Case, M.; Leca, E.E.; Leitao, S.N.; Sant Anna, E.E.; Schwanborn, R. and Moraes Junior, A.T., 2008.** Plankton Community as indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. Marine pollution Bulletin.

۱۷. **Edmonson, W.T., 1959.** Fresh water biology. New York, London.John Wiley and Sons Inc. 1248 p.

۱۸. **Kadri, A., 1998.** Diatoms (Bacillariophyta) in the Phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations.Tr. J. Bot. Turkey. Vol. 22, pp: 25-33.

۱۹. **Lei, A.P.; HU, Z.L.; Wang, J.; SHI, Z.X. and TAM, F.Y., 2005.** Structure of the phytoplankton community and its relationship to water quality in Donghu lake. Wuhan, China, J. Plant Biology. Vol. 47, No. 1, pp: 27-37.

۲۰. **Lehman, J.T.; Abella, S.E.B.; Litt, A.H. and Edmondson, W.T., 2004.** Fingerprints of biocomplexity: Taxon-Specific growth of Phytoplankton in relation to environmental factors. Limnology and Oceanography. USA. Vol. 49, No. 4, pp:1446-1456.

۲۱. **Newell, G.E. and Newell, K.C., 1977.** Marin plankton, Hutchinson and Co., London. U.K. 242 p.

۲۲. **OECD. 1982.** Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control, OECD, Paris.Organisation for Economic Cooperation and Development.154 p.

۲۳. **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. Vol. 23, pp: 1945-1961.

۲۴. **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.

۲۵. **Ruttner-Kolisko, A., 1974.** Plankton rotifers, biology and taxonomy, Austrian Academy of Science. 147 p.

۲۶. **Smith, V.A., 2003.** Eutrophication of fresh water and coastal marine ecosystems: a global problem. Envirom. Sci. Pollut. Res. Int. Vol. 10, pp: 126-139.

۲۷. **Standard Method for examination of water and wastewater. 1989.** American Public Health Association. U.S.A. 1194 p.