



مجله ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی

دوره ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱

ISSN- 2821-1111

مروری بر مطالعات جوامع پلانکتونی پایاب سد شهید شاهچراغی و رودخانه چشمه‌علی دامغان به منظور امکان‌سنجی آبی‌پروری

جلیل سبک‌آرا^{۱*}، علیرضا ولی‌پور^۱

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

نویسنده مسئول: jsabkara@yahoo.com

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۵

چکیده

در مطالعات پلانکتونی در مناطق پایاب سد شهید شاهچراغی و حاشیه رودخانه چشمه‌علی دامغان در سال ۱۳۸۶، بررسی‌های پلانکتونی به‌عنوان مطالعات پایه در جهت امکان‌سنجی آبی‌پروری در نظر گرفته شد. برای نمونه‌برداری فیتوپلانکتون از هر ایستگاه یک لیتر آب بدون عبور از تور پلانکتون و جهت نمونه‌برداری زئوپلانکتون ۳۰ لیتر آب توسط تور زئوپلانکتون‌گیر با چشمه ۵۵ میکرون فیلتر شد، در نهایت نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. در بررسی‌های فیتوپلانکتونی در مجموع ۵ شاخه و ۳۶ جنس فیتوپلانکتونی شناسایی شده که بیشترین جنس‌های مشاهده‌شده مربوط به شاخه Ochrophyta است. مهم‌ترین جنس‌های این شاخه عبارت از *Diatoma* sp. *Synedra*, sp. و *Nitzschia* sp. بودند. این شاخه ۹۱ درصد فراوانی سالانه فیتوپلانکتونی را دارا بود. مطالعات نشان داد که این رودخانه از نظر زئوپلانکتونی محدود به گروه‌های ثابت و چسبنده از پروتوزوا و روتیفر است. در مطالعات زئوپلانکتونی ۸ شاخه و ۳۴ جنس شناسایی گردید که بیشترین تنوع و فراوانی مربوط به پروتوزوا با شاخه‌های *Cercozoa*, *Amoebazoa* و *Ciliophora*، سپس شاخه روتیفر با جنس‌های *Synchaeta* sp. *Polyarthra* sp. و *Cephalodella* sp. غالب بود که میانگین فراوانی سالانه نزدیک به هم داشتند. بر طبق نتایج به‌دست‌آمده شرایط آب‌وهوایی در رودخانه چشمه‌علی و پایاب سد شاهچراغی برای پرورش ماهیان گرمابی مناسب نبوده اما شرایط موجود در منطقه برای ماهیان سردآبی به‌خصوص قزل‌آلا مساعد است.

واژه‌های کلیدی: سد شهید شاهچراغی، فراوانی، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، آبی‌پروری

مقدمه

سدهای مخزنی علاوه بر اهمیتی که در توزیع آب دارند به‌عنوان منبعی بارزش در تولید آبزیان نیز بشمار می‌روند. بنابراین همواره سعی مدیران شیلاتی بر این بوده که با ساماندهی استفاده از این نوع زیست‌بوم‌ها، توانایی بالقوه تولید ماهی را در جهت توسعه ذخایر آن تقویت کنند (Balayut, 1983). احداث سدهای خاکی یکی از روش‌ها و سازه‌های مناسب برای مهار و ذخیره‌سازی منابع آب سطحی و بهینه‌سازی بهره‌برداری از آن‌ها برای تأمین نیازها آبی برای توسعه و گسترش فعالیت‌های کشاورزی در جهت تأمین نیازهای غذایی جامعه در حال رشد انسانی است. کیفیت اثبات منابع آبی در سراسر جهان موردتوجه بوده، ولی این منابع در حوزه‌های آبریز سیستم‌های آبی داخلی در معرض آلودگی قراردادند زیرا فعالیت‌های انسانی همواره تأثیر منفی روی کیفیت منابع آبی گذاشته است (Smith, 2003; Newton et al., 2003). توسعه آبی‌پروری و پرورش ماهی علاوه بر استخرها در آبگیرهای داخلی ازجمله مخازن آبی پشت سدها همچنین مسیر پایاب آن‌ها که صنعتی نوپاست بیشتر احساس می‌شود، چنانچه در سال‌های اخیر منابع آبی دریاچه سدها به یکی از عوامل مهم اقتصادی و اجتماعی تبدیل گشته، که با سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در این زمینه و مطالعات لیمنولوژیک آن را می‌توانیم یکی از غنی‌ترین منابع آبی در زمینه تولید آبزیان به‌ویژه خانواده کپورماهیان بدانیم (Winfield and Nelson, 1991). فیتوپلانکتون از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان اولیه در منابع آبی بوده که منبع مهم غذایی برای موجودات آبی بشمار می‌آیند. ترکیب جنس‌ها و تغییرات فصلی آن‌ها به عوامل فیزیکی و شیمیایی وابسته است (Naz and Turckmen, 2005). قابلیت دستیابی به مواد مغذی در سطح بسیار زیاد می‌تواند تعیین‌کننده تنوع در تولیدکنندگان اولیه باشد (Raghukumar and Anil, 2003). تغییر در ترکیب جنس‌ها و غالبیت فیتوپلانکتون می‌تواند توسط مکانیسم‌های متفاوتی مانند محدودیت دمایی، میزان نور، مواد مغذی، تنه‌نشینی آن‌ها و مصرف توسط زئوپلانکتون و غیره رخ دهد (Ortega-Mayagoitia et al., 2003). زئوپلانکتون یکی دیگر از عوامل زیستی بوده که نقش مهمی را در اکوسیستم منابع آبی و زنجیره غذایی ایفا می‌کند. برخلاف جلبک‌ها، زئوپلانکتون موجوداتی میکروسکوپی بوده که قادر به تولید در زنجیره غذایی خود نبوده بلکه آن‌ها مصرف‌کننده میلیون‌ها جلبک و کنترل‌کننده وضعیت شکوفایی جلبکی هستند. زئوپلانکتون منبع غذایی بارزشی برای ماهیان پلانکتون-خوار و سایر آبزیان بوده و سلامتی رده‌های پائینی هرم غذایی همچون زئوپلانکتون تضمینی برای حفاظت و بقا موجودات رده‌های بالاتر هرم غذایی مثل ماهیان حتی نهنگ‌ها هستند. آن‌ها همانند یک پمپ بیولوژیک عمل کرده و مسیر انتقال انرژی از تولیدکنندگان اولیه به مصرف‌کنندگان سطوح بالاتر هستند (Richardson, 2008). همچنین فراوانی پلانکتونی در زمان و مکان با شرایط محیطی نیز ارتباط دارد؛ درواقع پلانکتون محیطی عامل مهمی برای شناسایی چگونگی سلامت منطقه است (Carneiro Pereira et al., 2005). ساختار جمعیت پلانکتونی وابسته به میزان غلظت مواد مغذی بوده و عوامل دیگر نظیر عوامل فیزیکی (دما، شوری، کدورت، هدایت الکتریکی و سایر)، عوامل شیمیایی (ویتامین، آنتی‌بیوتیک) و عوامل بیولوژیک همچون رشد و تغییرات جمعیت ریزجلبک‌ها، شکارچیان و رقابت نیز نقش مهمی دارند (Heinonen, 2004). به‌طورکلی جوامع پلانکتون در مکان و زمان‌های متفاوت ثابت نبوده و تغییرات فصلی و سالانه فراوانی را باعث می‌شوند (Lepisto, 1999).

بررسی رودخانه‌ها در سایر کشورها سابقه طولانی داشته و تقریباً از دو دهه قبل در مراکز تحقیقاتی کشور انجام شده است. بررسی‌های زیستی و غیر زیستی رودخانه‌های کرگان‌رود (ملکی‌شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴)، شفارود (افراز و جمالزاد، ۱۳۷۴)، حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴) و طرح پایش این رودخانه‌ها (قانع و همکاران، ۱۳۸۵)، مطالعه و امکان‌سنجی پایاب سد یامچی به‌منظور آبی‌پروری در استان اردبیل (ولی‌پور، ۱۴۰۰)، نمونه‌ای از مطالعات رودخانه‌ای کشور بوده که هدف از انجام

آن‌ها تعیین شناسنامه زیست‌محیطی، تنظیم کمیت و کیفیت آب رودخانه با مدیریت صحیح، شناسایی منابع آلاینده، بررسی آبیان و شناسایی و حفظ زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای است.

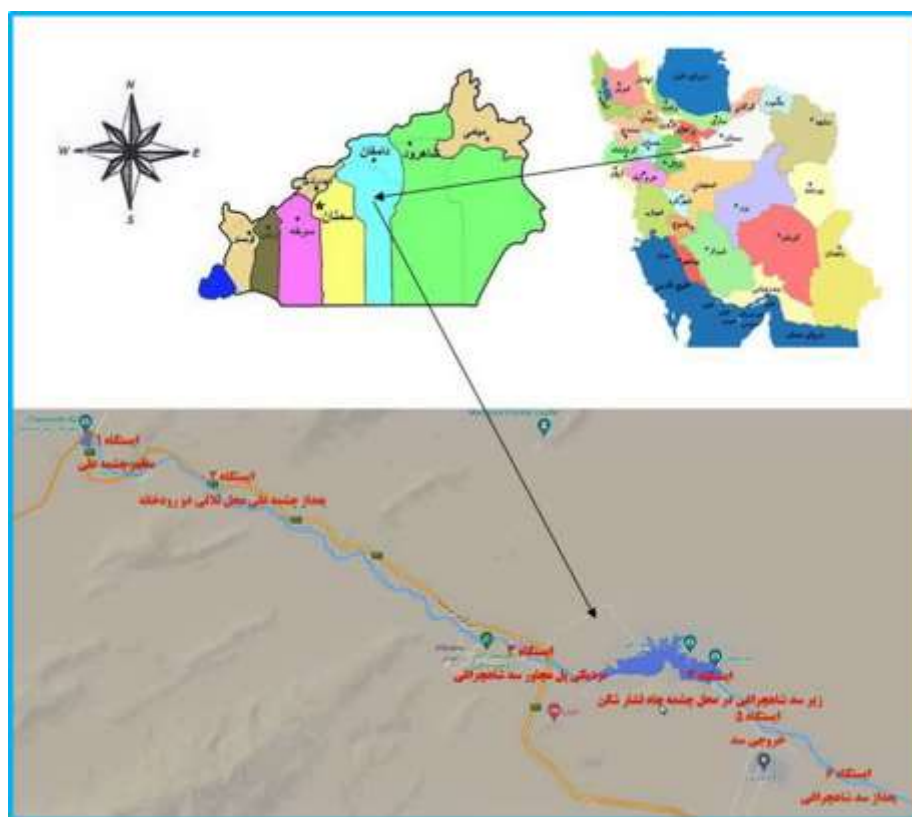
بهره‌گیری از منابع آبی و استفاده از آن‌ها در توسعه آبی‌پروری نیز مدنظر تمام کشورها است، تأثیرات بشر در این مخازن کیفیت آب این منابع را تهدید می‌کند. افزایش غلظت مواد مغذی، گیاهان ریشه‌دار، کاهش شفافیت، رشد متراکم جلبک، کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب‌های کف و افزایش غلظت مواد آلی غایت این روند هستند (Garner *et al.*, 2013). بنابراین با توجه به ظرفیت‌های بالقوه موجود و مطالعات انجام‌شده در زمینه ظرفیت‌های آبی‌پروری رودخانه چشمه‌علی و پایاب سد شاهچراغی، با استناد به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان طرح‌هایی برای توسعه آبی‌پروری در منطقه پیشنهاد داد.

مواد و روش‌ها

شهر دامغان با ارتفاع ۱۱۷۰ متر از سطح دریا وسعت ۱۲۱۱۰ کیلومتر مربع از طرف شمال به خط الرأس و به کوه‌های البرز، از شرق به شهرستان شاهرود، از جنوب به دشت کویر مرکزی ایران و از غرب به شهرستان سمنان منتهی می‌شود. این شهر در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ۸ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۹ دقیقه و ۴۸ ثانیه قرار دارد. دریاچه سد شهید شاهچراغی در ۱۴ کیلومتری شمال شرق دامغان بر روی رودخانه چشمه‌علی دامغان بسته شده که از نوع سد خاکی سنگریزه‌ای با هسته رسی است. ارتفاع آن از کف رودخانه ۵۷ متر و ظرفیت آبیگری آن ۴۰ میلیون مترمکعب است. هدف از ساخت سد شهید شاهچراغی، انتقال آب رودخانه چشمه‌علی دامغان، برای آبیاری، جلوگیری از سیلاب‌های شمالی و تأمین کمبود آب آشامیدنی شهر دامغان است. در این راستا برای بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی، پلانکتون و موجودات کفزی، ۶ ایستگاه (۳ ایستگاه در مسیر رودخانه چشمه‌علی و ۳ ایستگاه در مسیر پایاب سد شاهچراغی) تعیین شد (جدول ۱) نام ایستگاه‌ها و (شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی را نشان می‌دهد. نمونه‌برداری از عوامل زیستی و غیر زیستی دریاچه به‌صورت فصلی از تابستان ۱۳۸۶ شروع و به مدت یک سال ادامه یافت. در رودخانه‌ها به دلیل جریان آب، نمونه‌برداری پلانکتون توسط سطل مدرج ۱۰ لیتری (روشن‌بیان) انجام گرفته است. جهت بررسی فیتوپلانکتون یک لیتر آب از ایستگاه موردنظر بدون عبور از تور پلانکتون و جهت نمونه‌برداری زئوپلانکتون با استفاده از روش پیمانه‌ای و توسط سطل مدرج، ۳۰ لیتر آب را توسط تور زئوپلانکتون گیر دستی (آپشتین نت) با چشمه ۵۵ میکرون فیلتر کرده (اگر کدورت آب زیاد باشد فیلترکردن ۱۰ لیتر آب نیز کفایت می‌کند) و عصاره جمع‌شده در محفظه تور را در داخل ظروف نمونه‌برداری ریخته سپس نمونه‌های برداشته‌شده توسط فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت و برای مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر دور نمونه‌برداری هم‌زمان عوامل فیزیکی و شیمیایی، آب، دما، اکسیژن محلول و pH نیز در هر ایستگاه تعیین و ثبت گردید. در آزمایشگاه بعد از تعیین حجم و همگن کردن، نمونه‌های پلانکتونی توسط پیپت در محفظه‌های شمارش ۵ میلی‌لیتری ریخته شده و بعد از گذشت زمان کافی جهت رسوب کامل (حدود ۲۴ ساعت) نمونه‌ها از نظر کمی و کیفی با میکروسکوپ اینورت و با استفاده از منابع نام‌برده مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. نمونه‌برداری و بررسی تراکم جمعیتی پلانکتونی با استفاده از منابع (Michael, 1990; Boney, 1989; Sourina, 1978; American public helth Association, 2005) و شناسایی جنس‌های پلانکتونی نیز با استفاده از منابع (Edmondson, 1959; Presscot, 1962 and 1970; Kotikova, 1970; Tiffany and Britton, 1971; Pontin, 1978; Maosen, 1983; Krovchinsky and Smirnov, 1994; Throp and Covich, 2001; Sheath *et al.*, 2003; Bellinger and siggee, 2010) انجام شد. در نهایت تراکم زئوپلانکتون در لیتر در هر ایستگاه تعیین و در برگه‌های اطلاعاتی شاخه‌بندی‌شده ثبت و تراکم شاخه‌ها و سرانجام تراکم کل محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) جهت وجود تفاوت معنی‌دار در گروه‌های پلانکتونی برحسب فصول و ایستگاه‌ها، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و برای انجام محاسبات و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌های مطالعاتی تعیین شده در مناطق بالادست و پائین‌دست سد شهید شاهچراغی

شماره	نام ایستگاه	شماره	نام ایستگاه
ایستگاه ۱	مظهر چشمه علی دامغان	ایستگاه ۴	زیر سد شاهچراغی در محل چشمه چاه فشار شکن
ایستگاه ۲	دریاچه سد	ایستگاه ۵	سه کیلومتر بعد از آب چشمه علی به سمت خروجی سد با فاصله ۵۰ متر از ایستگاه ۴
ایستگاه ۳	نزدیک پل مجاور سد شاهچراغی	ایستگاه ۶	بعد از سد شاهچراغی با فاصله ۵۰ متر از ایستگاه‌های ۴ و ۵



شکل ۱. نقشه ایستگاه‌های مطالعاتی تعیین شده در مناطق بالادست و پائین‌دست سد شهید شاهچراغی

یافته‌ها

در مطالعات کیفی فیتوپلانکتونی پایاب سد شهید شاهچراغی و رودخانه چشمه‌علی دامغان در مجموع ۵ شاخه فیتوپلانکتونی و ۳۶ جنس شناسایی شده که ۲۰ جنس از شاخه Ochrophyta، ۸ جنس از شاخه Chlorophyta، ۵ جنس از شاخه Cyanobacteria، ۱ جنس از شاخه Euglenozoa و ۲ جنس از شاخه Myzozoa بودند. نتایج بررسی کیفی فیتوپلانکتونی در پایاب سد شهید شاهچراغی و رودخانه چشمه‌علی دامغان در (جدول ۲) آورده شده است.

بررسی کمی این پژوهش نشان داد، غالبیت با شاخه اکروفتا با میانگین فراوانی ۴۹۲۱۱۱ سلول در لیتر بوده که ۹۲ درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی را شامل شده است. مهم‌ترین جنس‌های این شاخه عبارت از *Synedra* sp.، *Diatoma* sp. و *Nitzschia* sp. هستند. شاخه کلروفیتا با میانگین فراوانی ۲۸۸۸۹ سلول در لیتر که حدود ۶ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی سالانه را دربردارد، شاخه‌های سیانوباکتريا با فراوانی ۹۷۲۲ سلول در لیتر و شاخه‌های اوگلنوزا و میوزا با فراوانی ۱۶۶۷ سلول در لیتر، درصد ناچیزی حدود ۰/۰۳ درصد جمعیت سالانه فیتوپلانکتونی را در این منطقه دارا هستند (اشکال ۲، ۳ و ۵). ایستگاه ۶ بعد از سد شاهچراغی از بیشترین و ایستگاه ۱ مظهر چشمه‌علی دامغان از کمترین جمعیت فیتوپلانکتونی برخوردار بوده‌اند (شکل ۴).

در مطالعات کیفی زئوپلانکتونی در مجموع ۸ شاخه و ۳۴ جنس زئوپلانکتونی شناسایی شدند. از زیرسلسله Protozoa و از شاخه‌های Cercozoa ۲ جنس، Amoebozoa ۴ جنس و Ciliophora ۳ جنس به انضمام مژه‌دارانی که بر اثر تثبیت شکل واقعی خود را از دست می‌دهند این گروه بنام (Unknown) معرفی شدند. از شاخه Rotifera ۱۶ جنس، از شاخه Arthropda، رده Copepoda ۲ جنس به همراه مرحله ناپلی، از زیرراسته Cladocera ۲ جنس به همراه مرحله جنینی و از نمونه‌های مروپلانکتونی (پلانکتون غیرواقعی) رده Ostracoda و خانواده Chironomidae (از شاخه آرتروپودا) و شاخه‌های Nematoda و Annelida (رده Oligochaeta) ۱ جنس و از شاخه Cnidaria نیز ۱ جنس شناسایی گردید. نتایج بررسی کیفی زئوپلانکتونی در (جدول ۴) آورده شده است.

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی کمی زئوپلانکتونی در منطقه پایاب سد شاهچراغی نشان داد که این گروه از جمعیت تقریباً کمی برخوردار هستند. بیشترین درصد سالانه جمعیت مربوط به زیرسلسله پروتوزوا با شاخه‌های سرکوزوا، با جنس *Cyphoderia* و *Diffugia* sp. و آمیبوزوا با جنس *Unkown* با فراوانی سالانه ۷ سلول در لیتر که ۳۱ درصد و شاخه روتاتورها با جنس‌های غالب *Synchaeta* sp.، *Polyarthra* sp. و *Cephalodella* sp. با فراوانی سالانه ۶ سلول در لیتر که ۳۰ درصد جمعیت سالانه را شامل شده است. شاخه آرتروپودا، با رده کوبه‌پودا و مرحله ناپلئوسی آن‌ها با فراوانی ۵ سلول در لیتر و ۲۳ درصد جمعیت سالانه، کلادوسرا از شاخه آرتروپودا و شاخه تاریدیگرا با ۲ درصد جمعیت سالانه و از مروپلانکتون شاخه‌های (Cindaria، Annelida، Nematoda، Chironomidae، Ostracoda) نیز در مجموع ۱۲ درصد جمعیت سالانه زئوپلانکتونی را دارا هستند (اشکال ۶، ۷ و ۹). ایستگاه ۵ خروجی سد شاهچراغی بیشترین و ایستگاه ۱ مظهر چشمه‌علی دامغان کمترین جمعیت زئوپلانکتونی را داشتند (شکل ۸). نتایج آماری آنالیز واریانس دوطرفه نشان داده که بین میانگین تراکم سالانه فیتو و زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.05$)، همچنین نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) اختلاف معنی‌دار بین فراوانی گروه‌های فیتوپلانکتونی و زئوپلانکتونی را در فصول مختلف نشان می‌دهد ($P < 0.05$). مقایسه میانگین تغییرات سالانه جمعیت فیتو و زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که این تغییرات در طول سال در ایستگاه‌ها با هم هماهنگی دارند (شکل ۱۰). به عبارتی تغییرات تراکم زئوپلانکتون موازی با افزایش تراکم فیتوپلانکتون و با تأخیر زمانی کوتاهی رخ داده که رابطه متعارف بین شکار و شکارچی را نشان می‌دهد (Watanabe et al., 1983).

پلانکتون نقش بسیار مؤثری را در محیط‌های آبی به عهده دارد. از طرفی رودخانه‌ها به علت شستشوی رسوبات و پیشروی دلتای رسوبی مناطق مصبی فاقد کشش لازم در عبور جریان‌ها بوده، به همین دلیل جهت زیست پلانکتون نامناسب است. به

این خاطر بررسی پلانکتونی در رودخانه‌ها از اهمیت چندانی برخوردار نیست. در رودخانه‌هایی که از عمق بسیار کم و شیب تند و آب دائمی جاری برخوردارند به دلیل عدم توانایی در برابر جریان آب، پلانکتون به راحتی جابجا شده بنابراین نمی‌تواند نقشی در تولیدات ایفاء کند، از این رو امکان حیات و شکوفایی و رشد در نقطه معینی برای آن‌ها فراهم نیست. پلانکتون واقعی (Holoplankton) تقریباً در این اکوسیستم وجود نداشته و تنها در مناطق عمیق‌تر با جریان کند آب مشاهده می‌گردد. تعداد و تراکم پلانکتون نیز در این شرایط معمولاً تحت تأثیر عوامل فیزیکی از قبیل نور، درجه حرارت، شدت جریان آب و دیگر عوامل محیطی و فصلی قرار دارد، اما به خاطر اینکه در هر فصل سال شرایط متفاوتی می‌تواند حاکم بر رودخانه‌ها باشد، بنابراین در کل مجموعه زیستی رودخانه‌ها، از جمله اجتماعات پلانکتونی نیز می‌تواند تغییراتی را در برداشته و از الگوی خاصی مانند دریاچه‌ها پیروی نمی‌کند (Goldman and Horne, 1983). قسمت اعظم پلانکتون رودخانه‌ای معمولاً در مکان‌های دیگر تولید شده و به طور اتفاقی وارد جریان آب رودخانه‌ها می‌شود، همچنین به دلیل عدم امکان رشد و تولید مثل و اینکه در اکثر فصول آن‌ها مکانی ثابت نداشته و توسط جریانات شدید آب جابجا می‌شوند، بنابراین نمی‌توان در رودخانه‌ها ارزیابی درستی برای تولیدات اولیه و ثانویه در دست داشت.

با توجه به نتایج پلانکتونی به دست آمده از بررسی کنونی و مطالعات رودخانه‌ای، مثل رودخانه شفارود (افراز و جمالزاد، ۱۳۷۴)، کرگان‌رود (ملکی شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴)، حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴)، سفیدرود (سبک‌آرا و همکاران، ۱۳۸۷) و بررسی پلانکتونی در طرح پایش رودخانه‌های غرب گیلان (قانع و همکاران، ۱۳۸۵)، (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۵)، (سبک‌آرا و همکاران، ۱۳۸۵) و (مکارمی و سبک‌آرا، ۱۳۹۰) مشخص شده که حدود ۹۰ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی متعلق به شاخه اکروفتا بوده و ۱۰ درصد بقیه به سایر گروه‌ها تعلق دارد. جنس‌های *Navicula*, *Cocconoeis*, *Diatoma*, *Nitzschia* و *Cyclotella* در بیشتر رودخانه‌ها حضور گسترده دارند. این گروه از فیتوپلانکتون سرمدوست بوده که معمولاً در تمامی فصول سال در این گونه اکوسیستم‌ها مشاهده و مهمانان دائمی رودخانه‌ها هستند (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۵)، (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۸) و (سبک‌آرا و همکاران، ۱۳۹۰).

بیشتر زئوپلانکتون رودخانه‌ای متعلق به زیر سلسله پروتوزوا و شاخه‌های آمیبوزوا و سیلیوفورا هستند. آمیبوزوا به دلیل داشتن پاهای کاذب و بعضی از جنس‌های سیلیوفورا مثل *Vorticella* و *Epistylis* نیز دارای پایه‌ای بوده که می‌تواند به حالت ثابت بر روی سنگ‌ها و اشیاء موجود در آب بچسبند. این گروه حدود ۶۰ درصد جمعیت زئوپلانکتونی این رودخانه‌ها را شامل می‌شوند. روتیفرها در رتبه بعدی هستند؛ وجود جنس‌های چسبنده‌ای مثل *Lepadella*, *Keratella*, *Chlorella* و *Rotaria*, *Monastyla*, *Lecane* و *Cephalodella* دارای پاهای پنجه‌مانند بوده که از انتهای آن‌ها ماده‌ای چسبناک جهت اتصال ترشح می‌شود. بعضی از آن‌ها نیز به حالت خزیدن بر روی سطوح جابجا می‌گردند (Pontin, 1978؛ Kree et al., 1998). این گروه حدود ۲۰ درصد جامعه زئوپلانکتونی رودخانه را شامل می‌شوند. پلانکتون موقت (Meroplankton) مثل *Oligochaeta* و *Ostracoda*, *Nematoda*, *Chironomidae*

و جمعیت کمی از کلاوسرا و کوپه‌پودهای کفزی مثل *Harpacticoida* در نواحی مصبی ترکیب زئوپلانکتونی این رودخانه‌ها را در بردارد (Basu et al., 1995). البته جمعیت‌های پلانکتون در رودخانه‌ها تابعی از شرایط آب‌وهوایی بوده بنابراین الگوی ثابتی جهت ترکیب پلانکتونی در فصول مختلف نمی‌توان در نظر گرفت (سبک‌آرا و همکاران، ۱۳۹۰).

در مسیر پایاب سد شاهچراغی در طول بررسی شاخه اکروفتا غالب بوده که نمایانگر کیفیت خوب بیولوژیک آب است. از جمله جنس *Cyclotella sp.* که علاوه بر دمای پایین در دمای بالا نیز به خوبی رشد کرده و طیف وسیعی از دریاچه‌های الیگوتروف و یوتروف را اشغال می‌نماید (Karacaoglu et al., 2004؛ Naz and Turkman, 2005). یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود سیلیس در آب دریاچه سد مذکور باشد. آب سیلیکات‌دار هیچ‌گونه اثر زیان‌آوری به سلامتی و بهداشت وارد نمی‌آورد ولی محیط مناسبی برای تکثیر دیاتوم‌ها (باسیلاریوفیسه‌ها) است. سیلیکات‌ها اغلب به شکل ترکیب با آلومین-آهن

و فلزات قلیایی وجود دارند که به صورت محلول هستند (Baykal et al., 2004). بررسی و مقایسه میانگین تعداد پلانکتون بالادست و پایین دست سد شهید شاهچراغی با برخی رودخانه‌ها نشان داد که از جمعیت کمتری برخوردار است (جدول ۳). در اکوسیستم‌های آبی فیتوپلانکتون به عنوان اولین تولیدکننده کربن آلی، همواره نقش مهمی در زنجیره غذایی در داخل اکوسیستم‌های آبی ایفا نموده و همواره تحت تأثیر عوامل غیر حیاتی 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 Gunal, 2005). ترکیب و تراکم فیتوپلانکتونی نیز به عنوان یک نشانگر مکمل جهت میزان تروفي آب، قابل استفاده است (Case et al., 2008). فیتوپلانکتون نقش اصلی و کلیدی را در زنجیره غذایی و شبکه غذایی ایفا کرده و با رشد خود غذای لازم برای دومین حلقه این زنجیره یعنی زئوپلانکتون را فراهم می‌کند (استکی، ۱۳۸۹). در نهایت زئوپلانکتون، اولین سطح غذایی و انتقال دهنده انرژی از فیتوپلانکتون به مصرف‌کنندگان ثانویه است. در پرورش ماهیان گرم آبی پلانکتون در تولید فیتوپلاک ۱۰۰ درصد، ماهی سرگنده ۷۰ تا ۱۰۰ درصد و کپور ۵ درصد نقش ایفا می‌نمایند (واینراوپیچ، ۱۳۷۲). جمعیت غالب زئوپلانکتونی در بالادست و پائین دست پایاب سد شهید شاهچراغی را زیرسلسله پروتوزوا تشکیل داده و سپس روتیفرها قرار گرفته‌اند. همان طور که ذکر شد در شاخه سیلیوفورا به دلیل تأثیر ماده تثبیت کننده بسیاری از جنس‌ها شکل اصلی خود را از دست داده (Unkown) که این گروه بیشترین جمعیت زئوپلانکتونی را دارند. شدت جریان آب در رودخانه‌ها یکی از عوامل افزایش کدورت آب شده و موجب افزایش جمعیت و غالبیت پروتوزوا (سیلیوفورا و آمیبوزوا) می‌شود. معمولاً سیلیوفورا در منابع آبی غالب می‌شوند اما در بسیاری موارد همچون دریاچه سد ارس و شیر جمعیت فراوان آن‌ها را *Tintinnopsis* sp. تشکیل می‌دهد (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۸)، آن‌ها دارای پوسته سخت شبیه به صدف بوده و از نانوپلانکتون و پیکوپلانکتون تغذیه کرده و متعلق به آب‌های اتوتروف و هتروتروف هستند، کوپه‌پودا از مصرف‌کنندگان اصلی *Tintinnopsis* sp بوده (Elser et al., 1990) و شاید یکی از دلایل کم بودن جمعیت این جنس در پایاب سد شاهچراغی بالا بودن جمعیت کوپه‌پودا باشد.

مطالعات هیدروشیمی انجام شده در راستای بررسی پلانکتونی نشان می‌دهد که مسیر پایاب سد شاهچراغی برای آبی‌پروری مناسب بوده و اکثر عوامل فیزیکی و شیمیایی در محدوده غلظت‌های مجاز هستند (خداپرست شریفی، ۱۳۹۱). میانگین دمای هوا ۱۶/۸ با حداقل ۶/۵ و حداکثر ۲۳/۲ درجه سانتی‌گراد در تیرماه بوده است. لازم به ذکر اینکه در فصول نامساعد سال دمای هوا در منطقه مورد مطالعه به چند درجه زیر صفر نیز می‌رسد. آب رودخانه، متمایل به قلیایی و از نوع آب‌های سخت با ظرفیت بافری بالا بوده که در برابر تغییرات pH مقاوم است. درجه حرارت آب که یکی از عوامل مهم در آبی‌پروری است در دامنه دمایی بین ۶/۵ تا ۲۲/۵ سانتی‌گراد قرار داشته و میانگین آن ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است (خداپرست شریفی، ۱۳۹۱). چنانچه منبع اصلی پرورش آبزیان آب رودخانه باشد فصول بهار، تابستان و پاییز برای پرورش و فصل زمستان برای تکثیر مناسب است (Yamazaki, 1991).

غلظت اکسیژن محلول، شاخص کیفیت آب و از عوامل مهم شیمیایی است که دارای نقش حیاتی در پرورش ماهی بوده و مقدار آن در تمامی مناطق مطالعاتی مطلوب است. غلظت اکسیژن محلول رودخانه از ۷/۵ تا ۱۲/۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر است (خداپرست شریفی، ۱۳۹۱). معمولاً غلظت اکسیژن محلول بیشتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر برای رشد ماهی مناسب و پایین‌تر از ۵ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش رشد ماهی و در غلظت کمتر از یک میلی‌گرم در لیتر موجب مرگومیر ماهیان می‌گردد (Boyd, 1990). به‌طور کلی عوامل فیزیکی و شیمیایی از عوامل مؤثر در رشد و تراکم پلانکتونی رودخانه‌ها هستند (استکی، ۱۳۷۸). در اکوسیستم‌های آبی غلظت‌های مطلوب از یون‌های فسفات، نترات، آمونیوم، فلزات و غیره به عنوان مواد مغذی آب در رشد موجودات آبی از قبیل باکتری‌ها، فیتوپلانکتون‌ها، زئوپلانکتون‌ها، ماهی‌ها و سایر آبزیان و همچنین سلامت اکوسیستم‌های آبی فوق‌العاده مهم و ضروری می‌باشند (Semeneh et al., 2005). مکان مناسب نیز یکی از عوامل مهم و محوری تکثیر و پرورش ماهیان بوده که اگر در این امر دقت نشود نه تنها پرورش ماهی موفق نخواهد بود بلکه

جدول ۲. نتایج بررسی کیفی و تغییرات فصلی فیتوپلانکتون در پایاب سد شهید شاهچراغی

اسامی جنس ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	اسامی جنس ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Phylum Ochrophyta					Phylum Chlorophyta				
Class Bacillariophyceae					<i>Ankistrodesmus</i>	-	-	+	+
<i>Achanthes</i>	+	+	+	+	<i>Binuclearia</i>	-	-	+	+
<i>Actinocyclus</i>	-	-	+	-	<i>Closterium</i>	+	+	-	+
<i>Amphora</i>	-	-	+	-	<i>Dictyosphaerium</i>	-	-	+	-
<i>Caloneis</i>	-	-	-	+	<i>Kirchneriella</i>	-	-	+	-
<i>Cocconeis</i>	+	+	+	+	<i>Oocystis</i>	-	+	+	+
<i>Cyclotella</i>	+	+	+	+	<i>Scenedesmus</i>	-	+	+	
<i>Cymbella</i>	+	+	+	+	<i>Spirogyra</i>	-	-	+	+
<i>Cymatupleura</i>	-	-	-	+	Phylum Cyanobacteria				
<i>Diatoma</i>	+	+	+	+	<i>Anabaena</i>	-	+	+	-
<i>Diploneis</i>	-	+	-	-	<i>Lyngbya</i>	-	+	-	+
<i>Epithemia</i>	+	-	-	+	<i>Oscillatoria</i>	-	+	+	+

<i>Gomphonema</i>	+	+	+	-	<i>Merismopedia</i>	-	-	+
<i>Gyrosigma</i>	+	+	-	-	<i>Microcystis</i>	-	-	+
<i>Melosira</i>	+	+	-	-	Phylum Euglenozoa			
<i>Navicula</i>	+	-	-	+	<i>Trachelomonas</i>	-	-	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	Phylum Myzozoa			
<i>Surirella</i>	-	+	+	+	<i>Ceratium</i>	+	-	-
<i>Synedra</i>	+	+	+	+	Phylum Cryptophyta			
Class Chrysophyceae					<i>Cryptomonas</i>	+	-	-
<i>Dinobryon</i>	+	-	+	+				
Class Synorophyceae								
<i>Mallomonas</i>	-	-	+	+		+		
					حضور	-عدم حضور		

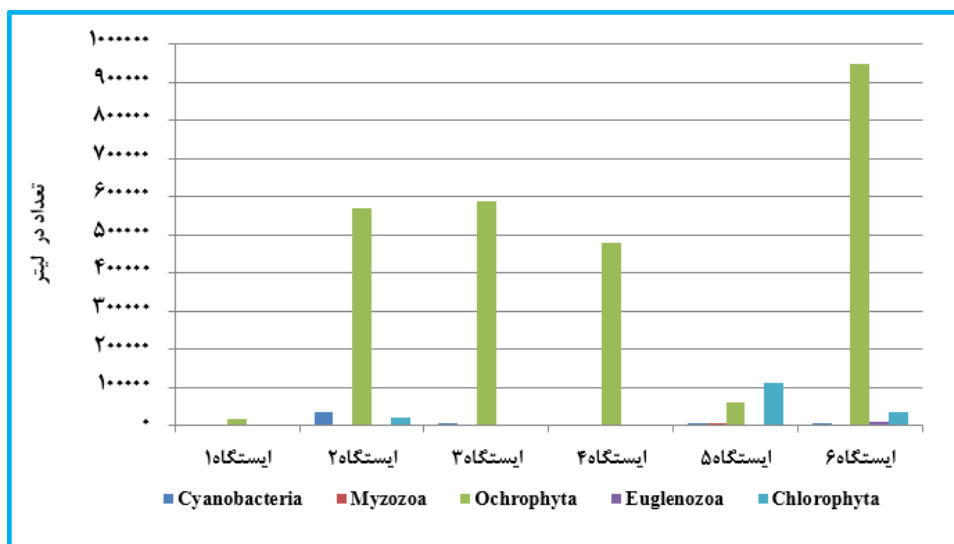
جدول ۳. بررسی و مقایسه میانگین سالانه پلانکتون در بالادست و پایین دست سد شاهچراغی با برخی رودخانه ها

رودخانه	فیتوپلانکتون در لیتر	ژئوپلانکتون در لیتر	نام پژوهشگر
حویق	۶۶۸۰۰۰	۴۳	سبک آرا و همکاران (۱۳۸۵)
کرگانرود	۸۱۲۰۰۰	۱۱۰۰	سبک آرا، مکارمی و محمد جانی (۱۳۸۵)
سفیدرود	۱۹۰۰۰۰۰	۲۱۲	سبک آرا و همکاران (۱۳۸۷)
زاینده رود	۱۶۰۰۰۰۰	۴۰	سبک آرا و مکارمی (۱۳۸۸) سبک آرا و همکاران (۱۳۹۰)
شفارود	۶۷۰۰۰۰	۱۷	مکارمی و سبک آرا (۱۳۹۰)
پایاب سد یامچی	۵۵۰۰۰۰۰	۳۰۹	سبک آرا و مکارمی (۱۳۹۰)
پایاب سد شاهچراغی	۵۳۳۵۰۰	۲۰	سبک آرا و مکارمی (۱۳۸۶)

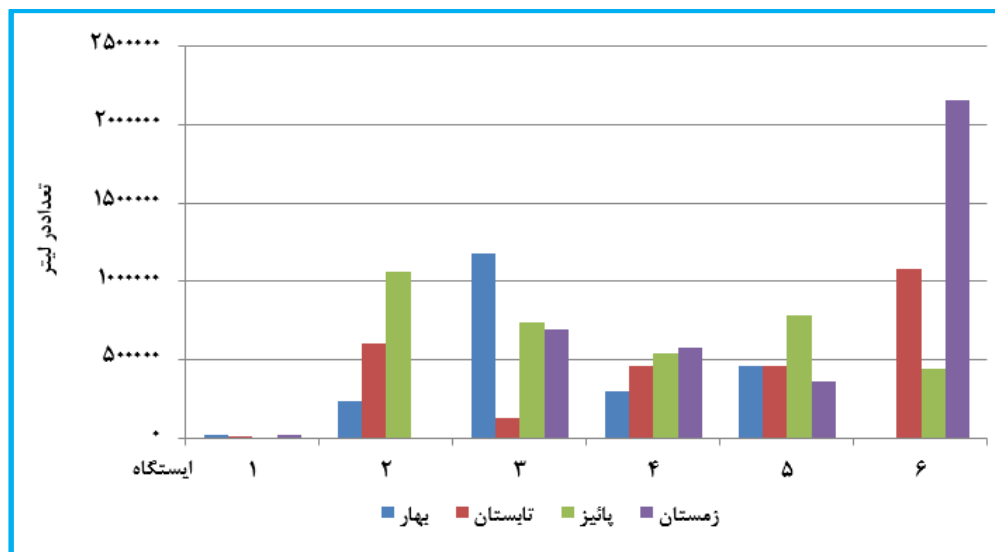
جدول ۴. نتایج بررسی کیفی و تغییرات فصلی زئوپلانکتون در پایاب سد شهید شاهچراغی

اسامی جنس ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	اسامی جنس ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
The protozoa					Phylum Rotatoria				
Phylum Cercozoa					<i>Lecane</i>	-	+	-	+
<i>Euglypha</i>	-	-	+	-	<i>Lepadella</i>	+	+	-	-
<i>Trinema</i>			+		<i>Monostyla</i>	-	+	-	-
Phylum Amoebozoa					<i>Notholca</i>	-	-	-	+
<i>Arcella</i>	+	+	-	+	<i>Philodina</i>	-	-	+	-
<i>Centopyxis</i>	+	+	-		<i>Polyarthra</i>	+	+	+	-
<i>Cyphoderia</i>	+	+	-	+	<i>Rotaria</i>	+	+		+
<i>Diffugia</i>	+	+	+	+	<i>Syncheata</i>	-	+	+	+
Phylum Ciliophora					<i>Trichocerca</i>	-	-	+	-
<i>Tintinnidium</i>	-	+	-	-	<i>Trichotria</i>	-	-	-	+
<i>Tintinnopsis</i>	+	-	-	-	Phylum Tardigrada				
<i>Vorticella</i>	-	-	+	-	<i>Hypsibius</i>	-	-	-	+
Unkown	+	+	+	+	Phylum Arthropoda				
Phylum Annelida					Suborder Cladocera				
<i>Aelosoma</i>	-	-	-	+	<i>Ceriodaphnia</i>	+	-	-	-
Phylum Cnidaria					<i>Daphnia</i>	+	-	-	-
<i>Hydra</i>				+	<i>Cladocera emberlyoni</i>	+	-	-	-
Phylum	+	+	+	+	Subclass				

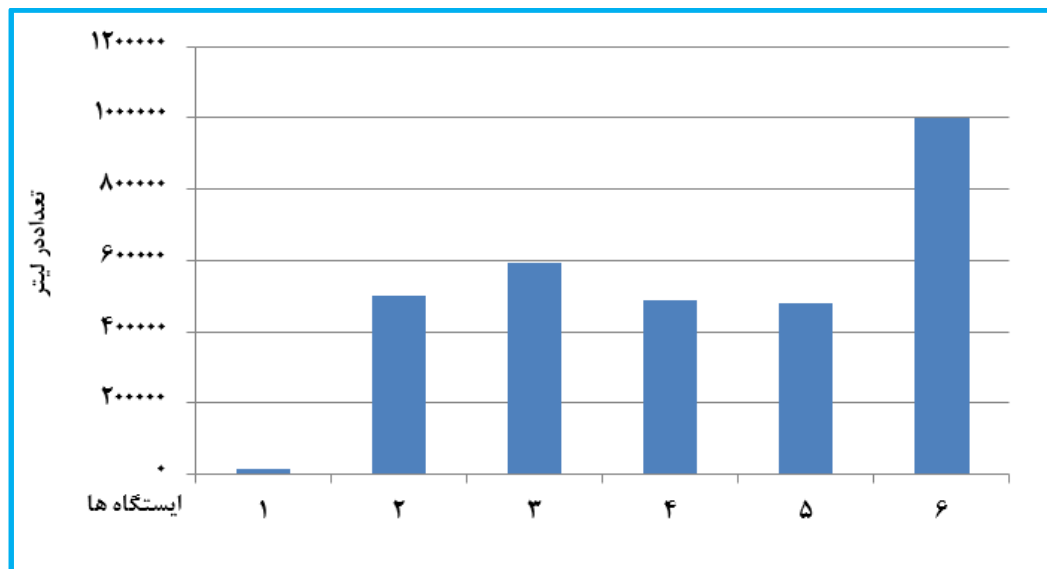
Nematoda					Copepoda				
Phylum Rotifera					Cyclopoida(<i>Cyclops</i>)	+	+	+	-
<i>Brachionus</i>	-	+	-	+	Harpacticoida(<i>Nitocra</i>)	-	-	-	+
<i>Cephalodella</i>	+	-	+	+	Naupli Copepoda	+	+	+	+
<i>Coluerlla</i>	-	+	+	+	Family Chironomidae				
<i>Euchalanis</i>	+	-	-	-	<i>Chironomus</i>	+	-	-	-
<i>Filinia</i>	-	+	+	-	Ostracoda(<i>Cyclocypis</i>)	+	+	+	-
<i>Keratella</i>	-	+	-	-	-عدم حضور	+حضور			



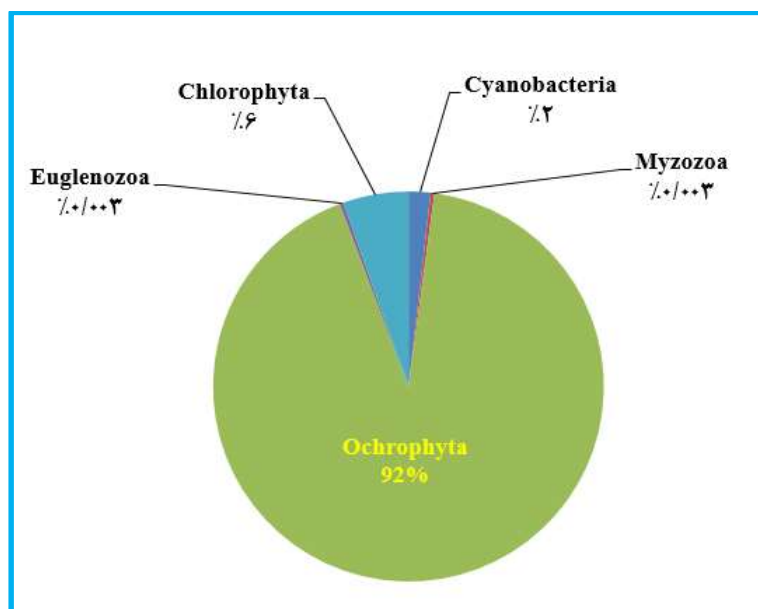
شکل ۲. میانگین فراوانی گروه های فیتوپلانکتونی در ایستگاه های مناطق بالادست و پائین دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



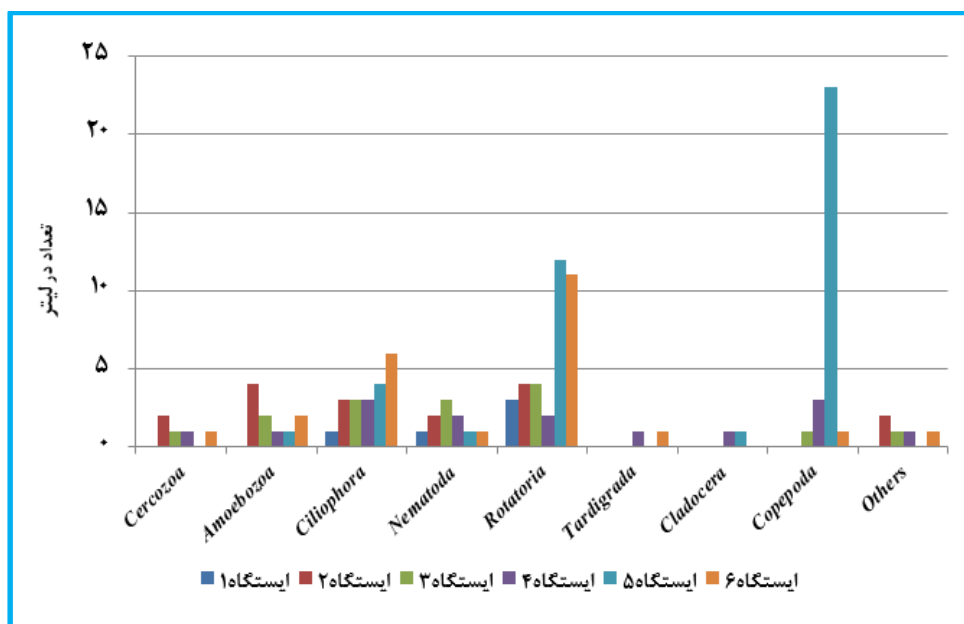
شکل ۳. میانگین فراوانی فیتوپلانکتونی در فصول مختلف در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین‌دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



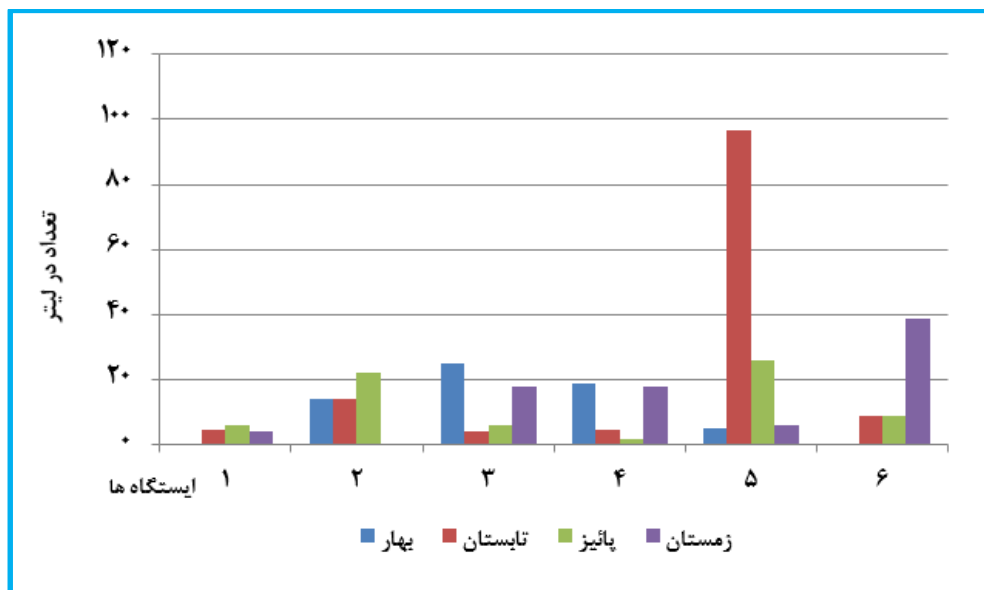
شکل ۴. میانگین سالانه فراوانی فیتوپلانکتونی در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین‌دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



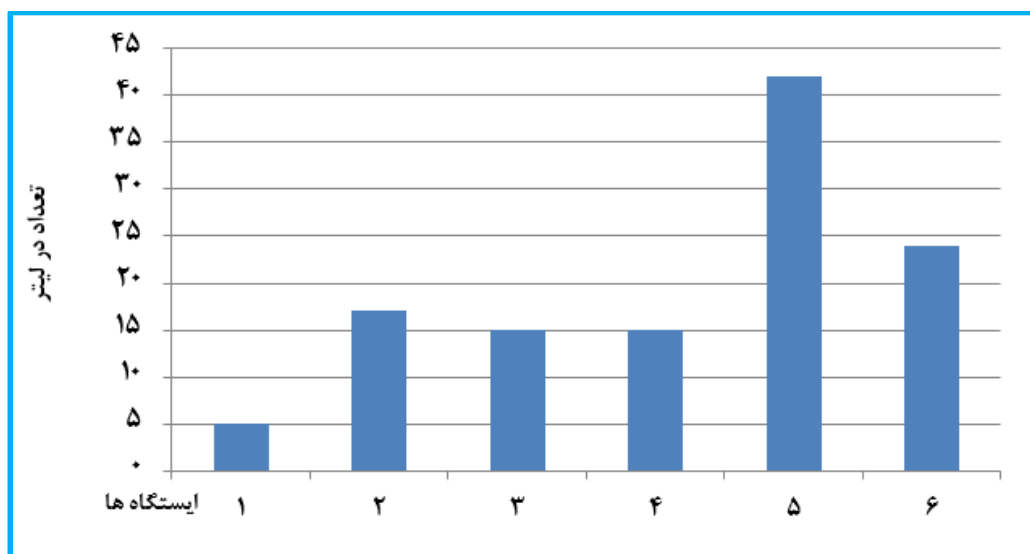
شکل ۵. درصد فراوانی فیتوپلانکتون در مناطق بالادست و پائین دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



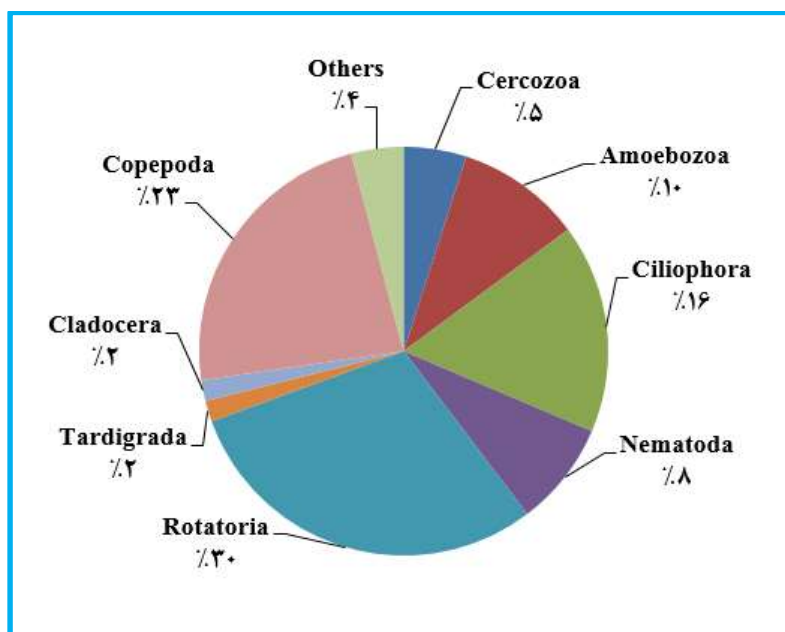
شکل ۶. میانگین فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



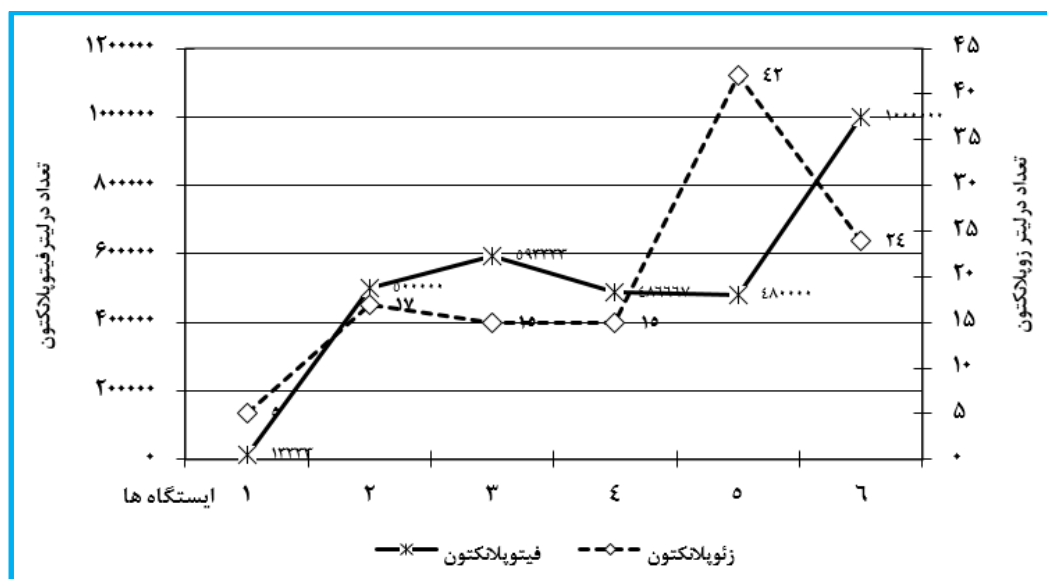
شکل ۷. میانگین فراوانی زئوپلانکتونی در فصول مختلف در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین‌دست سد شاهچراغی- سال ۱۳۸۶



شکل ۸. میانگین سالانه فراوانی زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین‌دست سد شاهچراغی- سال ۱۳۸۶



شکل ۹. درصد فراوانی زئوپلانکتون در مناطق بالادست و پائین دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶



شکل ۱۰. مقایسه فراوانی پلانکتونی در ایستگاه‌های مناطق بالادست و پائین دست سد شاهچراغی - سال ۱۳۸۶

در یک نتیجه‌گیری کلی باید گفت شرایط آب و هوایی در رودخانه چشمه‌علی و پایاب سد شاهچراغی برای پرورش ماهیان گرمابی مناسب نبوده و با توجه به اینکه دامغان از جمله مناطق خشک و کم آب است، این امر مشکلاتی را از نظر تأمین آب

مورد نیاز منطقه فراهم می‌کند. کوتاه بودن طول دوره نوری روزانه و میزان تبخیر ناشی از دمای بالای محیط در فصول گرم سال و شدت و تداوم وزش باد در منطقه، همچنین در ماه‌های سرد سال در زمستان روزهای یخبندان حتی به ۲۲ روز در ماه هم می‌رسد. علاوه بر آن نوع خاک منطقه نیز ماسه‌ای و نفوذپذیر بوده که جهت احداث استخرهای ماهیان گرمابی مشکلاتی را به وجود می‌آورد؛ اما شرایط موجود در منطقه برای ماهیان سردآبی بخصوص قزل‌آلا بسیار مناسب بوده که وجود موجودات آبزی ویژه آب‌های سرد در این اکوسیستم گواه این موضوع است. آنچه تعیین‌کننده میزان تولیدات است، میزان دبی آب، توپوگرافی و وسعت زمین در منطقه جهت احداث کارگاه پرورشی است. در منطقه پایاب سد تا محل انشعاب کانال آبیاری به دلیل کوهستانی بودن منطقه امکان ساخت چنین کارگاهی وجود ندارد. در منطقه بالادست یعنی رودخانه چشمه‌علی امکانات بیشتری جهت احداث کارگاه ماهیان سردآبی وجود دارد، البته محدودیت‌هایی نیز جهت احداث و توسعه کارگاه‌ها در این منطقه دیده‌شده، از جمله نفوذپذیری خاک و سیلاب‌های ناشی از بارندگی و ذوب برف که موجب کدورت بالای آب در این منطقه می‌شوند. هدف مدیریت شیلاتی در منابع آبی افزایش برداشت از آبیان در حد بهینه و تولید پایدار بوده که برای رسیدن به این هدف می‌بایست الگوی تغییرات جمعیت آن‌ها مانند چگونگی، پویایی، فراوانی، زیتوده و حداکثر محصول قابل برداشت پایدار مورد بررسی قرارگیرد. با تمام این احوال تنها تجربه و آزمایش و مطالعات تکمیلی آینده می‌تواند جوابگوی مسائل متعددی باشد که در بالا بردن سطح تولیدات در این گونه منابع آبی مؤثر هستند.

توصیه ترویجی

رشد روزافزون جمعیت و نیاز جامعه به تأمین پروتئین ایجاب می‌کند که توسعه آبزی‌پروری پایدار با بهره‌برداری از منابع آبی مستعد صورت گیرد و مخازن آبی پشت سدها همچنین بالادست و پائین‌دست آن‌ها نیز از منابع بالقوه توسعه آبزی‌پروری در سطح کشور به حساب می‌آیند. مطالعات شیلاتی پس از احداث سد و آگیری آن معنا یافته و سپس برنامه مدیریتی از نظر ماهی‌دار کردن آن طراحی می‌گردد. تداوم ورود مواد آلی از حوزه آبخیز، ورود و خروج آب، مواد مغذی، منابع غذایی زنده در مجموع بر توان تولید ماهیان در یک منبع آبی اثرگذار است. تولید ماهی در یک مخزن سد با آبی که سیستم آبی دریافت می‌کند و نیز اکوسیستم خشکی (حوزه آبخیز) در ارتباط بوده و بررسی شاخص‌های مختلفی چون مواد مغذی، شکل مخزن، زیتوده پلانکتونی و مجموع تولیدات بیولوژیک ضروری است. از این‌رو توانایی تولید ماهی بازتابی از سایر تولیدات است که در نهایت به ماهی قابل بهره‌برداری تبدیل می‌شود. تولید ماهی در بوم‌سازگان‌های آبی تحت تأثیر منابع غذایی است و اساس منابع غذایی را تولیدات اولیه تشکیل می‌دهد و تولیدات اولیه نیز به میزان زیادی وابسته به رژیم هیدروشمیایی منابع آبی است؛ این توانایی بستگی به تولید موفقیت‌آمیز تمامی منابع غذایی زنده و نیز مواد آلی منبع آبی داشته که وابسته به مواد غیرزنده، موجودات و فعالیت‌های انسانی است. بر طبق نتایج به‌دست‌آمده شرایط آب و هوایی در رودخانه چشمه‌علی و پایاب سد شاهچراغی برای پرورش ماهیان گرمابی مناسب نبوده اما شرایط موجود در منطقه برای ماهیان سردآبی بخصوص قزل‌آلا بسیار مساعد است. سیستم‌های پرورشی پیشنهادی با توجه به محدودیت‌های آب در منطقه روش‌های مدار بسته ونیم مدار بسته ترجیح داده می‌شوند. به‌منظور بهره‌برداری چندمنظوره از آب بهتر است قبل از آبیاری مزارع کشاورزی و باغات از آب رودخانه برای مزارع پرورش ماهی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

با سپاس از خداوند بزرگ و منان که توفیق انجام این بررسی را به ما عطا فرمودند، لازم است از همکاری و مساعدت‌های ریاست وقت پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی دکتر فلاحی و سایر همکاران آزمایشگاه پلانکتون و آقایان زحمتکش و صیاد رحیم که زحمت نمونه‌برداری‌ها را تقبل کردند، سپاس‌گزاری نماییم.

منابع

۱. استکی، ع.، ۱۳۸۹. اهمیت زی‌شناوران آبی در زنجیره غذایی رودخانه‌ها.
۲. استکی، ع.، ۱۳۷۸. بررسی میزان مواد مغذی، تولیدات اولیه COD و BOD در استخرهای کشت توأم کپورماهیان چینی. مجله علمی شیلات ایران. صفحات ۲۲-۱.
۳. افراز، ع.، قانع، ا.، ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیر زیستی رودخانه حویق. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۴ صفحه.
۴. افراز، ع.، جمالزاد، ف.، ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیر زیستی رودخانه سفارود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۵ صفحه.
۵. خداپرست شریفی، س. ح.، ۱۳۹۱. بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی در رودخانه پایاب سد یامچی استان اردبیل. موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۲۵ صفحه.
۶. سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، ۱۳۸۵. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه حویق. مجله علمی شیلات ایران، صفحات ۸۶-۷۵.
۷. سبک‌آرا، ج.، محمدجانی، ط.، مکارمی، م.، ۱۳۸۵. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه کرگان‌رود. مجله علمی پژوهش و سازندگی، صفحات ۸۶-۷۵.
۸. سبک‌آرا، ج.، نظامی، ش.، مکارمی، م.، محمدجانی، ط.، ۱۳۸۷. وضعیت پلانکتونی رودخانه سفیدرود طی سال‌های ۷۹-۱۳۷۳ و تأثیر عوامل انسانی بر زندگی آبزیان در آن. نخستین کنفرانس ملی شیلات و آبزیان ایران، دانشگاه آزاد لاهیجان.
۹. سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، ۱۳۸۸. گزارش پلانکتونی مطالعات احداث مزارع تکثیر و پرورش ماهی در حاشیه رودخانه زاینده‌رود در استان چهارمحال و بختیاری. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۲۰ صفحه.
۱۰. سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، ۱۳۹۰. گزارش نهایی پلانکتونی مطالعه و امکان‌سنجی منابع آبی شهرستان سرعین (پایاب سد یامچی) به‌منظور آبی‌پروری در شهرستان اردبیل. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۴۱ صفحه.
۱۱. سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، دانش، ع.، مددی، ف.، ۱۳۹۰. پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن‌ها در تکثیر و پرورش ماهی در مزارع پرورشی حاشیه رودخانه زاینده‌رود. اولین همایش ملی آبی‌پروری ایران- بندر انزلی، ۵۴۰ صفحه.
۱۲. قانع، ا.، بابایی، ه.، افراز، ع.، صابری، ح.، دادای قندی، ع.، وطن‌دوست، م.، محمدجانی، ط.، سبک‌آرا، ج.، مکارمی، م.، عباسی، رنجبر، ک.، خطیب، س.، زحمتکش، ی.، صیادرحیم، م.، یوسف‌زاد، ا.، باقری، س.، ملکی شمالی، م.، ۱۳۸۵. طرح پایش رودخانه‌های غرب گیلان (حویق، کرگان‌رود و سفارود). پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۱۳۹ صفحه.
۱۳. مکارمی، م.، سبک‌آرا، ج.، ۱۳۹۰. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه سفارود. اولین همایش ملی آبی‌پروری ایران، بندر انزلی. ۵۴۰ صفحه.
۱۴. ملکی شمالی، م.، عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیر زیستی رودخانه کرگان‌رود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۸۱ صفحه.
۱۵. گیلان، ۸۱ صفحه.
۱۶. واینارآویچ، ۱۳۷۲. پرورش ماهیان گرمابی (کپورماهیان). دوره آموزشی فائو کارگاه شهید انصاری، انتشارات جهاد سازندگی استان گیلان، ۱۰۳ صفحه.

۱۷. ۱۹- ولی پور، ع.، میرزاجانی، ع.، بابایی، ه.، سبک آرا، ج.، عباسی، ک.، صابری، ح.، زحمتکش، ع.، ۱۴۰۰. بررسی ظرفیت‌های آبی‌پروری رودخانه پایاب سد یامچی اردبیل. نشریه توسعه آبی‌پروری، سال پانزدهم، شماره چهارم، صفحات ۹۵-۱۱۵.

18. American public helth Association (APHA)., 2005. Standard Metod for the Examination of Water and Wastewater. *Washington , DC. USA . APHA.* 1193 P.
19. Balayut, E.A., 1983. Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs in the ASEAN countries. *FAO technical paper, No .236*, 82 P.
20. Basu, B.K., Pick, F.R., Bachmann, R.W., Jones, J.K., Peters, R.H. and Soballe, D.M., 1995. Factors regulation Plankton abundance in temperate Rivers. Toronto (Canada) 15, *Annal international symposium of the North American lake Manegement socity*, 1095 P.
21. Baykal, T., Acikgoz, I., Yildiz, K. and Bekleyen, A., 2004. A study on algae in Devegeçidi dam lake. *Turkish Journal of Botay*, 28: pp. 457-472.
22. Bellinger, E.G. and Sigee, D.D., 2010. Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. *John Wiley and Sons, Ltd, Publication.* 285 P.
23. Boney, A.D., 1989. Phytoplankton Edward annoid. *British Library Cataloguing Publication Data*, 118 P.
24. Boyd, C.E., 1990. water quality in ponds for aquaculture. *Department of fisheries and applied Aquacultures*, x. 114 P.
25. Boyd, C.E., 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at farm-level. *Aquaculture* 226, pp. 101-112.
26. Pereira, L.C.C., Jiménez, J.A., Koenig, M.L., Porto Neto, F.F., Medeiros, C. and Costa, R.M.D., 2005. Effect of coastline properties and wastewater on plankton composition and distribution in a stressed environment on the north coast of Olinda-PE (Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, pp. 1013-1026.
27. Case, M., Leca, E.E., Leitao, S.N., Sant Anna, E.E., Schwamborn, R. and Moraes Junior, A.T., 2008. plankton Community as indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds.
28. *Marine Pollution Bulletin*, 56 (7), pp. 1343-1352.
29. Edmondson, W.T., 1959. Fresh Water Biology. New Yourk, London, *John Wiley and Sons Inc.* 1248 P.
30. Elser, J.J., Carney, H.J. and Goldman, C.R., 1990. The zooplankton-phytoplankton interface in lakes of contrasting trophic status: an experimental comparison. *Hydrobiologia*, 200 (1), pp. 69-82.
31. Garner, A.B., Kwak, T.J., Manuel, K.L. and Barwivk, D.H., 2013. High-density grass carp stocking
32. Effects on a reservoir invasive plant and water quality. *Journal of Aquatic Plant Management.* 51: 27-33
33. Goldman, Ch.R. and Horne, A.J., 1983. Limnology, *McGraw-Hill Book Company*, Toronto. 464 P.
34. Heinonen, P., 2004. Monitoring and Assessment of the Ecological Status of Lakes. 108 P.
35. Jafari, N.G., Gunale, V.R., 2005. Hydrobiological study of algae of an urban freshwater river. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management.* 10 (2): pp. 153-158.
36. Karacaoglu, D., Dere, S. and Dalkiran, N., 2004. A taxonomic study on the phytoplankton of lake Uluabat (Bursa). *Turkish Journal of Botay*, 28: pp. 473-485.
37. Kotikova, L.A., 1970. EUROTATORIA. CCCP. Leningrad. 743 P.
38. Kreel, A., Sigrid, B. and Schnak, S., 2005. Phytoplankton daynamic in relation to hydrography, nutrients and zooplankton at the onset of sea ice formation in the eastern weddell sea. (Antarctica), *Polar Biol*, 28: pp. 700-713.

39. Krovchinsky, N. and Smirnov, N., 1994. Introduction of cladocera. *The Instituion of Water and Environmental Management*, London, 129 P.
40. Lepisto, L., 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. *Monographs of the Boreal Environment Research*, pp.16-43.
41. Maosen , H.,1983. Fresh Water Plankton Illustration. *Agriculture publishing house*. 85 P.
42. Miller, D. and Semmens, K., 2002. Waste Management in Aquaculture. *West Virginia University Extension Service Publication*, No. AQ02-1 8-10.
43. Michael, P.,1990. Echological Metod for Field and Laboratory investigation. Department Of biology Purdue Uviversity, USA. *McGraw- Hill Publishing*. NEW DELHI. pp 1-50.
44. Naz, M. and Turkman, M., 2005. Phytoplankton biomass and speciescomposition of lake Golbasi (Hatay-Turky). *Turkish Journal of Biology*, 29: pp. 49-56.
45. 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: pp.1945-1961.
46. Ortega - Mayagoitia, E., Rojo, C. and Rodrigo, M.A., 2003. Controlling factors of phytoplankton assemblages in wetlands: an experimental approach. *Hydrobiologia*, 502: 177–186.
47. Pontin, R.M., 1978. Freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. Ambleside: Fresh. Bio. Assoc. Scientific Publ., 178 p.
48. Presscot, G.W., 1970. The Fresh Water Algae. W.M.C. *Brown company publishing*, Iowa. USA. 348 P.
49. Presscot, G.W.,1962. Algae of the western great lakes area. vol 1, 2, 3.WM. C. *Brown Company Publishing*, Iowa. USA. 933 P.
50. Raghukumar, S. and Anil, A.C., 2003. "Marine biodiversity and ecosystem functioning: A: perspective".
51. *Current science*, vol. 84 , No. 7, 884-892.
52. Richardson, A.J. 2008. In hot water: zooplankton and climate change ICES J. *Marine Science*, 65: pp. 279-295.
53. Sheath, R.G., Wehr, J.D. and Thorp, J.H., 2003. Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification. *Academic Press*. 935 P.
54. Semeneh, M., Deharis, F. and Elskens, M., 2005. 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.
55. Smith, V.H., 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marin ecosytems: a global problem. *Environmental Science and Pollution Research, Int* 10: pp.126-139.
56. Sourina. A.,1978. Phytoplankton manual, United nations educational, scientific and Cultre organization. *Unesco*. 337 P.
57. Throp, j.h and Covich, A.P., 2001. Ecology and Classification of North America Fresh water Invertebrates. *ACADEMIC PRESS*, USA. 1073 P.
58. Tiffany, L.H and Britton, M.E., 1971. The Algae of Illinois. *Hanfer publishing Company*, NewYork. 407 P.
59. Watanabe, T., Kitajima, T.C. and Fujita, S., 1983. Nutritional Values of Live Organisms Used in Japan for mass Propagation of Fish. *A Review Aquaculture*, pp. 115-143.
60. Winfield, I.G. and Nelson, J.S., 1991. Cyprinid fishes. Systematics, Biology and exploitation. *Firstedition Chapman and Hall*. 667 P.
61. Yamazaki, T., 1991. Culture of Foreign Origin Fishes Farming, Japan, 25th Anniversary, Vol. 25-1. pp 41.