

مروری بر پراکنش و فراوانی پلانکتونی در راستای امکان سنجی آبی پروری در رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها

جلیل سبک‌آرا

مسئول فنی آزمایشگاه پلانکتون، پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

چکیده

مطالعات پلانکتونی در راستای استعدادیابی آبی پروری در رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها در سال ۱۳۹۴ نشان داد، که پلانکتون این رودخانه در مجموع از فراوانی و تنوع کمی برخوردار است. برای نمونه برداری فیتوپلانکتونی از هر ایستگاه یک لیتر آب بدون عبور از تور پلانکتون و جهت نمونه برداری زوپلانکتونی نیز ۳۰ لیتر آب را توسط تور زوپلانکتون گیر دستی (آپشتین‌نت) با مش ۳۰ میکرون فیلتر کرده، در نهایت نمونه‌ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت و جهت مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. در بررسی‌های فیتوپلانکتونی در مجموع ۶ شاخه و ۳۲ جنس فیتوپلانکتونی شناسایی شده که بیشترین جنس‌های مشاهده شده مربوط به شاخه Bacillariophyta می‌باشد، مهم‌ترین جنس‌های این شاخه عبارت از *Synedra Navicula* و *Nitzschia* بودند. این شاخه حدود ۹۱ درصد فراوانی سالانه فیتوپلانکتونی این رودخانه را دارد. مطالعات نشان داد که این رودخانه از نظر زوپلانکتونی فقیر و اکثراً محدود به گونه‌های ثابت و چسبنده از پروتوزوا و روتیفر می‌باشد. در مطالعات زوپلانکتونی ۶ شاخه و ۱۴ جنس شناسایی گردید، که بیشترین تنوع و فراوانی مربوط به شاخه سیلیوفورا با جنس‌های غالب *Tintinnidium Tintinnopsis*، و مژه‌داران تغییر شکل یافته (Unknown) با حدود ۵۹ درصد فراوانی می‌باشد. بهره‌گیری از منابع آبی از جمله رودخانه‌ها و استفاده از آن‌ها در توسعه آبی پروری امروزه مورد توجه دنیا قرار گرفته است، لذا با توجه به ظرفیت‌های بالقوه موجود و مطالعات انجام شده در زمینه آبی پروری و بر اساس نتایج به دست آمده، امکان ارائه طرح‌هایی برای توسعه آبی پروری در منطقه وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه سیستان، زابل، پراکنش، فیتوپلانکتون، زوپلانکتون

۱- مقدمه

رودخانه‌ها از مظاهر پربرکت طبیعت هستند که همواره نقش عمده‌ای در فعالیتهای کشاورزی و دامپروری مناطق مشروب خود بعهده‌دارند. کیفیت و ثبات منابع آبی در سراسر جهان مورد توجه بوده، ولی این منابع در حوزه‌های آبریز سیستم آب های داخلی در معرض آلودگی قرار دارند، زیرا فعالیتهای انسانی تأثیر منفی روی کیفیت آب دریاچه پشت سدها گذاشته است (اسمیت، ۲۰۰۳؛ نیوتون و همکاران، ۲۰۰۳). هیرمند که از پرآب ترین رودهای افغانستان و آسیا به شمار می‌آید از بلندی‌های کوه بابا واقع در رشته کوه هندوکش و در ۴۰ کیلومتری غرب کابل سرچشمه می‌گیرد. رودخانه سیستان از رودخانه هیرمند در مرز ایران و افغانستان و در محل رودخانه پریان مشترک جدا شده و پس از عبور از شهر زابل و طی مسافتی حدود ۷۰ کیلومتر به دریاچه هامون هیرمند می‌ریزد. مشخص کردن وضعیت اکولوژیکی، شناسایی منابع آلوده کننده و تهیه لیستی از آبریان وامکان پرورش آن‌ها در حاشیه رودخانه‌ها از اهداف مطالعات رودخانه‌ای هستند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۴). توسعه آبی-پروری و پرورش ماهی علاوه بر استخرها در آبگیرهای داخلی منجمله مخازن آبی پشت سدها همچنین مسیر پایاب آن‌ها و رودخانه‌ها که صنعتی نوپاست بیشتر احساس می‌شود، چنانچه در سال‌های اخیر منابع آبی حاشیه رودخانه‌ها به یکی از عوامل مهم اقتصادی واجتماعی تبدیل گشته، که با سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در این زمینه و مطالعات لیمنولوژیک آن را می‌توانیم یکی از غنی‌ترین منابع آبی در زمینه تولید آبریان بدانیم (وینفیلد و نلسون، ۱۹۹۱). فیتوپلانکتون از بزرگترین تولیدکنندگان اولیه در منابع آبی بوده که منبع مهم غذایی برای موجودات آبی بشمار آمده و ترکیب جنس‌ها و تغییرات فصلی آن‌ها به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی وابسته است، قابلیت دست یابی به مواد مغذی در سطح بسیار زیاد می‌تواند تعیین کننده تنوع در تولیدکنندگان اولیه باشد (راگوکمار و آنیل، ۲۰۰۳). تغییر در ترکیب جنس‌ها و غالبیت فیتوپلانکتون می‌تواند توسط مکانیزم‌های متفاوتی مانند محدودیت دمایی، میزان نور، مواد مغذی، ته نشینی آن‌ها مصرف توسط زوپلانکتون و غیره رخ دهد (اورتگا - مایاگوایتیا و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی رودخانه‌ها در سایر کشورها سابقه طولانی داشته و تقریباً از دو دهه قبل در مراکز تحقیقاتی انجام شده است، بررسی‌های زیستی و غیر زیستی رودخانه‌های کرگانرود (ملکی شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴)، شفارود (افراز و جمالزاد، ۱۳۷۴)، حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴) و طرح پایش این رودخانه‌ها (قانع و همکاران، ۱۳۸۵)، سفیدرود (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۸)، مطالعه و امکان‌سنجی پایاب سد یامچی به منظور آبی‌پروری در استان اردبیل (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۰؛ ولی پور، ۱۴۰۰) نمونه‌ای از مطالعات رودخانه‌ای کشور بوده که هدف از انجام آن‌ها تعیین شناسنامه زیست محیطی، تنظیم کمیت و کیفیت آب رودخانه با مدیریت صحیح، شناسایی منابع آلاینده، بررسی آبریان و شناسایی و حفظ زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای می‌باشد. بهره‌گیری از منابع آبی و استفاده از آن‌ها در توسعه آبی‌پروری نیز مد نظر تمام کشورها است، تأثیرات بشر در این مخازن کیفیت آب این منابع را تهدید می‌کند. افزایش غلظت مواد مغذی، گیاهان ریشه دار، کاهش شفافیت، رشد متراکم جلبک، کاهش غلظت اکسیژن محلول در آبهای کف و افزایش غلظت مواد آلی غایت این روند هستند (گارنر و همکاران، ۲۰۱۳). تغییر کیفیت آب وافت منابع شیلاتی نمایه‌ای از پیامدهای بد برای ذخایر آب شرب، فعالیتهای تفریحی-توریسم، ورزش یا شیلات اقتصادی است که بیماری‌ها، آلودگی و پروری مزارع پرورشی ماهی را به‌آنها باید افزود. چنین آلودگی‌هایی تلفات سنگین در آبی‌پروری دنیا را سبب شده و پیشرفت پرورش اقتصادی گونه‌های آبی جدید را محدود کرده است. براین اساس باید ضمن بهره‌گیری چند جانبه از این مخازن تدابیر لازم جهت حفاظت و تقویت این منابع صورت پذیرد (خسرو شاهی، ۱۳۸۵).

۲- مواد و روشها

رودخانه سیستان یکی از دو شاخه اصلی آب هیرمند بعد از ورود به ایران بوده که رژیم آبی آن تحت تأثیر مستقیم رودخانه هیرمند است. منطقه مورد مطالعه در محدوده ۳۰° - ۱۸° الی ۳۱° - ۲۷° عرض شمالی و ۶۱° - ۷۰° الی ۶۱° طول شرقی قرار دارد. این رودخانه بدلیل موقعیت جغرافیایی و سیاسی دارای نوسانات آبدهی شدید و نامنظم بوده و از جمله منابع

اصلی تامین آب کشاورزی و آب شرب منطقه و تامین آب دریاچه هامون است. با توجه به اهمیت دریاچه هامون برای ساکنین منطقه از نظر زیست محیطی نیز منبعی عظیم و مهم بشمار می رود. این بررسی به تعیین محدودیت‌ها و ظرفیت‌های توسعه شیلاتی در حاشیه رودخانه سیستان و چاه نیمه‌ها می پردازد. جهت بررسی پلانکتونی این رودخانه ۵ ایستگاه مطالعاتی در طول مسیر رودخانه تعیین گردید، شماره و نام ایستگاه‌ها و موقعیت جغرافیایی آن‌ها در جدول ۱ مشخص شده است. نمونه‌برداری پلانکتونی در این پروژه بصورت فصلی بوده و نمونه‌برداری در مسیر رودخانه به دلیل جریان تند آب توسط سطل مدرج ۱۰ لیتری به روش پیمانهای انجام شد. جهت بررسی فیتوپلانکتون یک لیتر آب بدون عبور از تورپلانکتون و جهت نمونه‌برداری زوپلانکتونی مقدار ۳۰ لیتر را آب توسط تور زوپلانکتون گیردستی ۱ (آپشتین‌نت) با مش ۵۵ میکرون فیلتر نمودیم. نمونه‌ها را در داخل بطری‌های پلاستیکی ریخته و توسط فرمالین ۲ به نسبت ۴ درصد تثبیت و برای مطالعه به آزمایشگاه انتقال دادیم. در آزمایشگاه بعد از تعیین حجم و همگن کردن، نمونه‌ها توسط پیپت در محفظه‌های شمارش ۵ میلی لیتری ریخته شده و بعد از زمان کافی جهت رسوب کامل (حدود ۲۴ ساعت) نمونه‌ها از نظر کمی و کیفی با میکروسکوپ اینورت مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت تراکم پلانکتونی به لیتر در هر ایستگاه تعیین و در فرم‌های اطلاعاتی شاخه‌بندی شده ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل محاسبه گردید. جهت ثبت اطلاعات، محاسبات، ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2013 و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها برای آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) از نرم‌افزار SPSS16 استفاده شد. نحوه نمونه‌برداری و بررسی تراکم جمعیتی پلانکتونی با استفاده از منابع میکائیل ۳ (۱۹۹۰)، بونی ۴ (۱۹۸۹)، سورینا ۵ (۱۹۷۸) هاریس و همکاران ۶ (۲۰۰۰) و استاندارد متد (تالیف انجمن بهداشت عمومی امریکا) ۷ (۲۰۰۵) و جهت شناسایی جنس‌های پلانکتونی به این منابع استناد گردید. پرسکات ۸ (۱۹۶۲ و ۱۹۷۶)، کوتیکوا ۹ (۱۹۷۰)، تیفانی ۱۰ (۱۹۷۱)، روتنر-کولیسکو ۱۱ (۱۹۷۴)، پونتین ۱۲ (۱۹۷۹)، مالوسین ۱۳ (۱۹۸۳)، کروویچنسکی و اسمیرنوف ۱۴ (۱۹۹۴)، تراپ و همکاران ۱۵ (۲۰۰۱)، شیس و همکاران ۱۶ (۲۰۰۳) بیلینگر و سایچی ۱۷ (۲۰۱۰).

¹ Apistain net

² Formaldehyde solution

³ Michael, 1990

⁴ Boney, 1989

⁵ Sorina 1978

⁶ Harris, 2000

⁷ Standard method (American Pulic Health Association), 2005

⁸ Prescott, 1962 and 1976

⁹ Kotykova, 1970

¹⁰ Tiffany, 1971

¹¹ Ruttner-Kolisko, 1974

¹² Pontin, 1978

¹³ Maosen, 1983

¹⁴ Krovichinsky&Smirnov, 1994

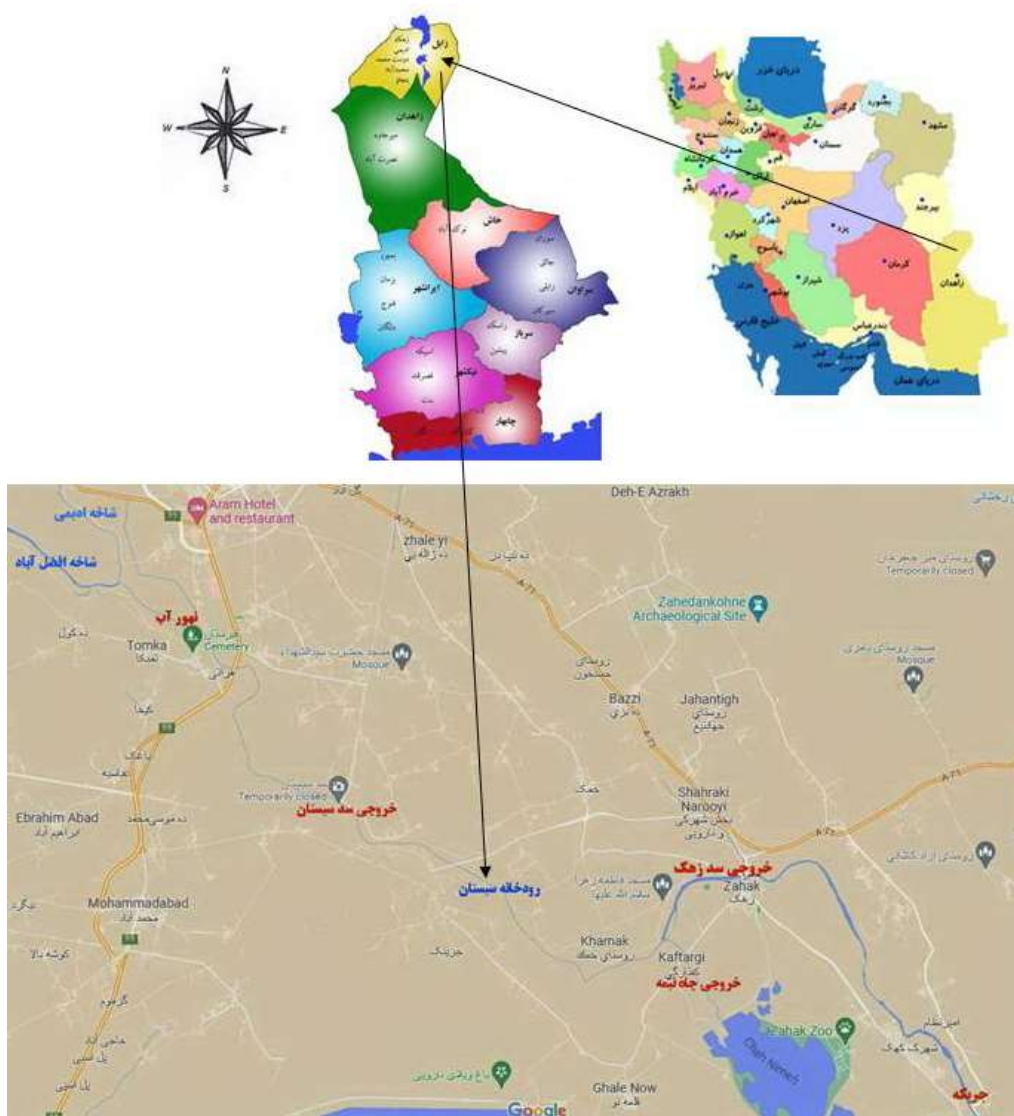
¹⁵ Thorp et al. 2001

¹⁶ Sheath et al. 2003

¹⁷ Bellinger& Sige, 2010

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعات پلانکتونی در طول رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خروجی سد زهک	"۴۶ و ۵۳' و ۳۰° شرقی	"۳۷ و ۴۰' و ۶۱° شمالی
ایستگاه جریکه	۴۱ و ۴۸' و ۳۰° شرقی	"۱۱ و ۴۶' و ۶۱° شمالی
خروجی سد سیستان	"۱۵ و ۵۵' و ۳۰° شرقی	"۵۵ و ۳۱' و ۶۱° شمالی
خروجی چاه نیمه	"۵۱ و ۵۹' و ۳۰° شرقی	"۰۰ و ۲۳' و ۶۱° شمالی
نهور آب	"۳۹ و ۵۴' و ۳۰° شرقی	"۳۹ و ۲۹' و ۶۱° شمالی



شکل شماره ۱: موقعیت ایستگاه‌های مطالعات پلانکتونی در طول رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها

<https://www.google.com/maps/>

۳- نتایج

این طرح به تعیین محدودیت ها و ظرفیت های توسعه شیلاتی در حاشیه رودخانه سیستان و چاه نیمه ها می پردازد. در مطالعات فیتوپلانکتونی رودخانه سیستان در مجموع ۶ شاخه و ۳۲ جنس فیتوپلانکتونی مشاهده گردید، که ۱۳ جنس مربوط به شاخه *Bacillariophyta* ۱ جنس مربوط به شاخه *Ochrophyta*، ۱۲ جنس مربوط به شاخه *Chlorophyta*، ۳ جنس مربوط به شاخه *Cyanobacteria* و ۲ جنس نیز مربوط به شاخه *Euglenozoa* و از شاخه *Myzozoa* نیز ۱ جنس شناسایی گردید. شاخه *Bacillariophyta* بیشترین تنوع و فراوانی را در طی انجام پروژه دارا بوده است (جدول ۱). در مجموع شاخه باسیلاریوفیتا با ۹۰/۴۴ درصد بیشترین و شاخه های کلروفیتا با ۶/۶۰ درصد، سیانوباکتیریا با ۲/۱۴ درصد و شاخه اکروفیتا با ۰/۶۷ درصد در رتبه های بعدی قرار دارند، اوگلنوزوآ با ۰/۱۲ درصد و میوزوزوآ با ۰/۰۴ درصد کمترین فراوانی را در رودخانه سیستان دارند (شکل ۴).

- در فصل تابستان شاخه باسیلاریوفیتا با جنسهای *Synedra*، *Cyclotella*، *Nitzschia* و *Navicula* با میانگین فراوانی ۹۸۳۲۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین فراوانی را دارد. کلروفیتا با جنس های *Ankisterodesmus*، *Scenedesmus* و *Oocystis* و میانگین فراوانی ۷۳۱۲۵۰ عدد در لیتر در رتبه بعدی است. سیانوباکتیریا با جنس های *Oscillatoria* و *Merismopedia* و میانگین فراوانی ۳۰۰۰۰۰ عدد در لیتر و شاخه اکروفیتا با جنس *Botryococcus* و میانگین فراوانی ۱۵۰۰۰۰ عدد در لیتر در مقام بعدی قرار دارد. اوگلنوزوآ با جنس *Euglena* و میانگین فصلی ۶۲۵۰ عدد در لیتر در مرتبه بعدی است. سایر شاخه های فیتوپلانکتونی در این فصل فاقد جمعیت هستند. در این فصل ایستگاه جریکه از بالاترین جمعیت و خروجی چاه نیمه از کمترین جمعیت فیتوپلانکتونی برخوردار بودند (اشکال ۳، ۲ و ۸).

- در فصل زمستان نیز شاخه باسیلاریوفیتا با جنس های *Synedra*، *Nitzschia*، *Cyclotella* و *Diatoma* با میانگین فراوانی ۲۱۵۲۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین فراوانی را دارد. کلروفیتا با جنس های *Ankisterodesmus*، *Scenedesmus* و *Tetraedron* و میانگین فراوانی ۱۲۴۰۰۰ عدد در لیتر در رتبه بعدی قرار دارد. سیانوباکتیریا با جنس های *Oscillatoria* و *Merismopedia* و میانگین فراوانی ۳۰۰۰۰۰ عدد در لیتر در مقام بعدی قرار دارد. شاخه های اوگلنوزوآ با جنس *Euglena* و میانگین فصلی ۸۰۰۰ عدد در لیتر و شاخه میوزوآ با جنس *Peridinium* و میانگین فصلی ۴۰۰۰ عدد در لیتر جمعیت کمی دارند. سایر شاخه های فیتوپلانکتونی در این فصل فاقد جمعیت هستند. در این فصل نیز ایستگاه جریکه از بالاترین جمعیت و خروجی چاه نیمه از کمترین جمعیت فیتوپلانکتونی برخوردار بودند (اشکال ۳، ۲ و ۸).

- در مطالعات زوپلانکتونی این رودخانه در طول بررسی ۶ شاخه و ۱۴ جنس شناسایی گردید. فراوانی و تنوع زوپلانکتونی در این رودخانه بسیار کم و اکثراً محدود به شاخه های *Rotifera* و زیرسلسله *Protozoa* (شاخه های *Amoebozoa* و *Ciliophora*) بوده است. در این بررسی ۱۰ جنس مربوط به شاخه روتیفرها، از شاخه سیلیوفورا (مژه داران) ۲ جنس، به انضمام گروهی از مژه داران که بدلیل از دست دادن شکل واقعی خود در برابر ماده تثبیت کننده در این بررسی تحت عنوان (Unknown) ثبت شده اند. از شاخه *Arthropoda* و از رده *Copepoda* ۱ جنس (*Cyclops* و ناپلی آن) مشاهده شد. سیلیوفورا بیشترین جمعیت و روتیفرها بیشترین تنوع را این رودخانه دارند (جدول ۲). در مجموع شاخه سیلیوفورا با ۵۹/۷۵ درصد بیشترین فراوانی، سپس روتیفرها با ۳۷/۸۴ درصد و آرتروپودا با ۲/۱۱ درصد قرار گرفته اند. آمیبوزوآ نیز درصد ناچیزی حدود ۰/۳۰ درصد فراوانی جمعیتی را دارا است. رودخانه سیستان از نظر زئوپلانکتونی بسیار فقیر می باشد (شکل ۷).

- در فصل تابستان شاخه های روتیفرها با میانگین فراوانی ۱۶۸ عدد در لیتر و جنس های *Proalides*، *Polyarthra* و *Brachionus* و زیرشاخه پروتوزوآ (شامل شاخه های سیلیوفورا و آمیبوزا) با میانگین فراوانی (۲+۱۶۵) عدد در لیتر و جنس های *Tintinnopsis* و *Tintinnidium* جمعیتی نزدیک بهم دارند. از شاخه آرتروپودا ورده کوپه پودا جنس *Cyclop* و ناپلی آن با میانگین فراوانی ۱۲ عدد در لیتر در رتبه بعدی است. در این فصل خروجی سد سیستان با فراوانی ۴۶۲ عدد در لیتر بیشترین ایستگاه جریکه با فراوانی ۲۱۹ عدد در لیتر کمترین فراوانی را دارند (اشکال ۵ و ۶ و ۸).

- در فصل زمستان جمعیت زوپلانکتونی بدلیل سرد بودن هوا و آب کمتر از فصل تابستان است، در این فصل شاخه سیلیوفورا با جنس *Tintinnopsis* و مژه داران تغییر شکل یافته (Unknown) با میانگین فراوانی ۷۹ عدد در لیتر بیشترین فراوانی را دارند. شاخه روتیفر با جنس های *Syncheata* و *Keratella* و میانگین فراوانی ۱۲ عدد در لیتر در رتبه بعدی هستند، از سایر گروه های زوپلانکتونی جمعیتی مشاهده نگردید. در این فصل نیز خروجی سد سیستان با فراوانی ۱۱۷ عدد در لیتر بیشترین و ایستگاه جریکه با فراوانی ۲۸ عدد در لیتر کمترین فراوانی را دارند (اشکال ۵ و ۶ و ۸). نتایج آماری آنالیز واریانس دو طرفه نشان داده که بین میانگین تراکم سالانه پلانکتون در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.05$)، همچنین نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) اختلاف معنی دار بین فراوانی گروه های فیتوپلانکتونی و زوپلانکتونی را در فصول مختلف نشان می دهد ($P < 0.05$).

۴- بحث

حیات آبریان و محیط زیست آن ها نیازمند حفظ رودخانه ها بعنوان مهمترین اکوسیستم های آبی بوده که در سال های اخیر متأسفانه تغییرات رژیم آبی در رودخانه ها در اثر ساخت سدها، آلودگی آب، تغییرات آب وهوایی، اکوسیستم های آبی و ماهیان را در معرض نابودی قرار داده است. این اثرات منفی بطور عمده مربوط به ماهیان و توقف تردد آن ها در طول رودخانه ممکن است موجب تغییر گونه و حتی از بین رفتن آن ها گردد. همچنین کمبود آب در طول سال بر حیات آبریان و اکولوژی رودخانه ها تاثیر گذار است (باقل و همکاران، ۲۰۱۹). در گذشته به خاطر وجود منابع غنی از ماهیان دریایی، توجه چندانی به آبرزی پروری نمی شد و اهمیت آن از نظر تامین ماهی (غذا) تا حدودی ناشناخته بود، اما برداشت از اقیانوس ها و دریاها در حال حاضر به حداکثر مقدار ممکن خود رسیده از این رو برای تامین نیاز بشر به ماهی و سایر آبریان، توجه به سوی آبرزی پروری جلب شده است (اف. آ. آ، ۲۰۰۲). آبرزی پروری یکی از راه های رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه است، چرا که سبب ایجاد اشتغال، تولید، ارزآوری و در نهایت ارتقای سطح زندگی مردم این کشورها می شود (پولاتسو و همکاران، ۲۰۰۴). رودخانه سیستان یکی از رودخانه های استان سیستان و بلوچستان بوده که همواره نقش مهمی در فعالیتهای کشاورزی و دامداری منطقه بعهده دارد. حرکت سریع و یک جهتی آب در این رودخانه تاثیر زیادی بر حیات گیاهان و جانوران موجود در آن داشته و از طرفی حجم جریان آب نیز در تعیین نوع بستر آن یعنی سنگی، گلی یا دیتریتی بسیار مهم است. پلانکتون در رودخانه هایی مثل سفیدرود، شفارود، کرگانرود و... که در بیشتر مناطق از عمق کم و شیب تند و آب دائمی جاری برخوردار هستند، بدلیل عدم توانایی در برابر جریان آب براحتهای جابجا شده بنابراین قادر نیستند در تولیدات شرکت کنند، زیرا امکان حیات و شکوفایی و رشد در نقطه معینی برای آن ها فراهم نیست. در این گونه محیط های آبی معمولاً تا نقطه ای که نور قادر به نفوذ باشد (در شرایط غیر سیلابی) تولیدات ناشی از فعالیت جلبک های چسبنده به سنگ ها (پریفیتون ها) و ماکروفیت های عالی اساس زنجیره غذایی را تشکیل می دهند (گولدمن و هورن، ۱۹۸۳). در اکوسیستم های رودخانه ای بر خلاف دریاچه ها، بی مهرگان کفزی بخصوص لاروهای حشرات قسمت اعظم بی مهرگان را شامل شده و اینها نقش مهمی در تغذیه ماهیان ساکن، همچنین بچه ماهیان مهاجر را دارند. هالوپلانکتون (پلانکتون واقعی) تقریباً در این نوع اکوسیستم وجود نداشته و تنها در مناطق عمیق تر و با جریان کند آب مشاهده می گردد. بی مهرگان شکارچی، ماهیان و سایر مهره داران شکارچی زنجیره غذایی محیط های آبی جریان دار را تشکیل می دهند (وین فیلد و نلسون، ۱۹۹۱).

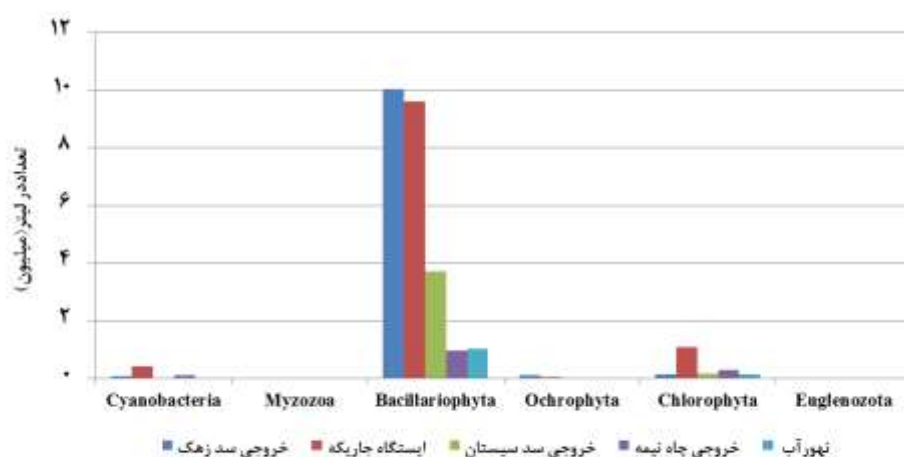
اکوسیستم های رودخانه ای به دو دسته جویبارهای سرد و کم عمق با بستر سنگی و سرعت جریان زیاد و رودخانه های گرم تر و عمیق تر با بستر گلی و شدت جریان کمتر تقسیم می شوند (گولدمن و هورن، ۱۹۸۳)، تعداد و تراکم پلانکتون نیز تحت این شرایط تابع عوامل فیزیکی از قبیل نور، درجه حرارت، شدت جریان آب و دیگر عوامل محیطی و فصلی قرار دارند (محمداف، ۱۹۹۰)؛ اما بدلیل این که در هر فصل سال شرایط متفاوتی حاکم بر رودخانه ها است، بنابراین در مجموعه زیستی رودخانه ها از جمله در اجتماعات پلانکتونی تغییراتی دیده شده و از الگوی دریاچه ها پیروی نمی کند.

جدول ۲: تغییرات فصلی فیتوپلانکتونی در رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها

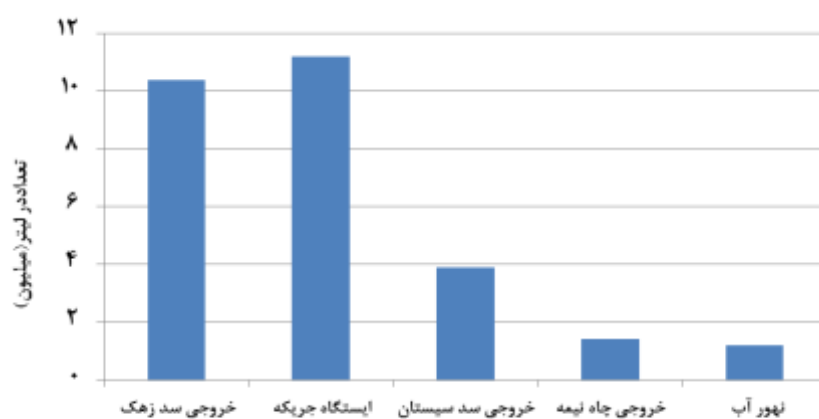
شاخه / جنس ها	تابستان	زمستان	شاخه / جنس ها	تابستان	زمستان
Phylum Bacillariophyta			Phylum Chlorophyta		
<i>Achnanthes</i>	+	+	<i>Cosmarium</i>	+	-
<i>Caloneis</i>	-	+	<i>Crusigenia</i>	-	+
<i>Cocconeis</i>	+	-	<i>Dictyosphaerium</i>	+	-
<i>Cyclotella</i>	+	+	<i>Golenkinia</i>	+	-
<i>Cymbella</i>	+	+	<i>Oocystis</i>	+	+
<i>Diatoma</i>	-	+	<i>Pediastrum</i>	-	+
<i>Diploneis</i>	-	+	<i>Scenedesmus</i>	+	+
<i>Epithemia</i>	+	-	<i>Strastrum</i>	+	+
<i>Gomphonema</i>	+	+	<i>Tetraedron</i>	-	+
<i>Navicula</i>	+	+	Phylum Cyanobacteria		
<i>Nitzschia</i>	+	+	<i>Merismopedia</i>	+	-
<i>Surirella</i>	+	-	<i>Oscillatoria</i>	+	-
<i>Synedra</i>	+	+	<i>Spirulina</i>	+	-
Phylum Ochrophyta			Phylum Euglenozoa		
Class Xanthophyceae			<i>Euglena</i>	+	+
<i>Botryococcus</i>	+	-	<i>Trachelomonas</i>	-	+
Phylum Chlorophyta			Phylum Myxozoa		
<i>Ankistrodesmus</i>	+	+	<i>Peridinium</i>	-	+
<i>Codatella</i>	-	+			
<i>Coelastrum</i>	+	-		عدم حضور -	حضور +

جدول ۳: تغییرات فصلی زئوپلانکتونی در رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها

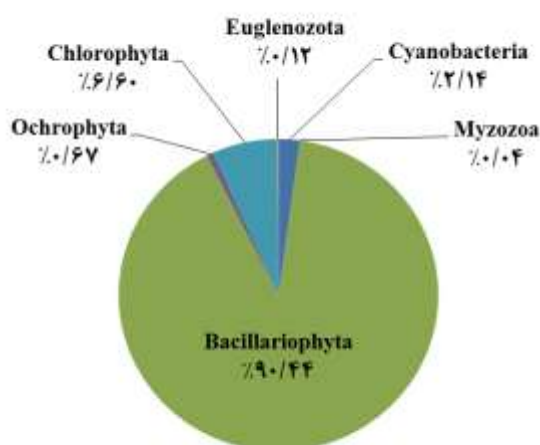
شاخه / جنس ها	بهار	تابستان	شاخه / جنس ها	بهار	تابستان
The protozoa			Phylum Rotifera		
Phylum Amoebozoa			<i>Lepadella</i>	+	-
<i>Centropyxis</i>	+	-	<i>Pedalia</i>	+	-
Phylum Ciliophora			<i>Polyarthra</i>	+	+
<i>Tintinnidium</i>	+	-	<i>Rotaria</i>	+	-
<i>Tintinnopsis</i>	+	-	<i>Syncheata</i>	+	+
Unknown	+	+	<i>Trichocerca</i>	+	-
Nematoda	+	-	Phylum Arthropoda		
Phylum Rotifera	+	+	<i>Cyclops</i>	+	-
<i>Brachionus</i>	+	-	Naupli Copepoda	+	-
<i>Cephalodella</i>	+	+			
<i>Keratella</i>	+	+		عدم حضور -	حضور +



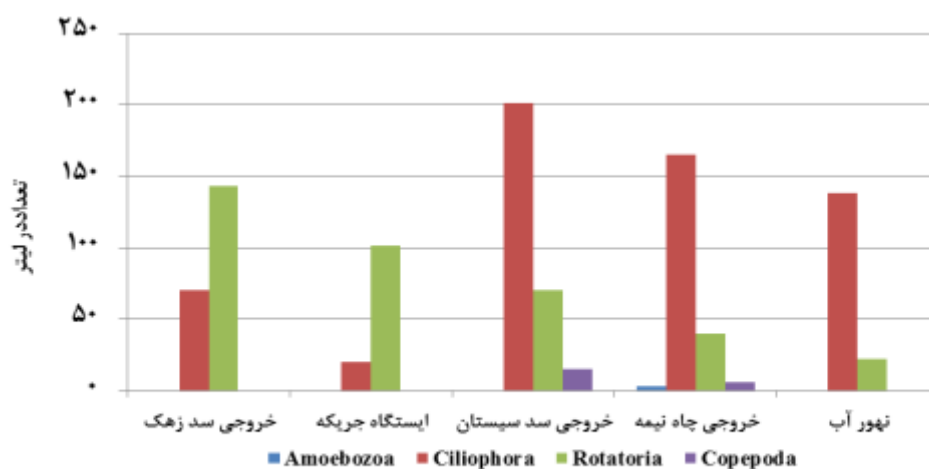
شکل ۲: میانگین فراوانی گروه های فیتوپلانکتونی در ایستگاه های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها



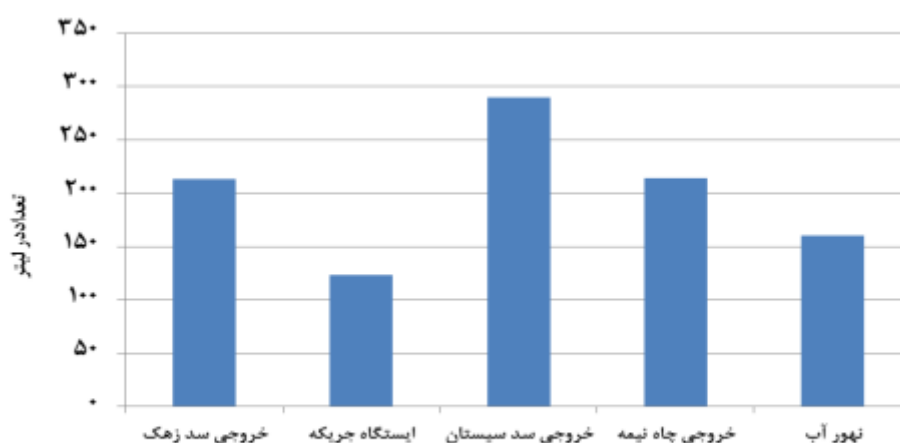
شکل ۳: میانگین فراوانی فیتوپلانکتون در ایستگاه های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها



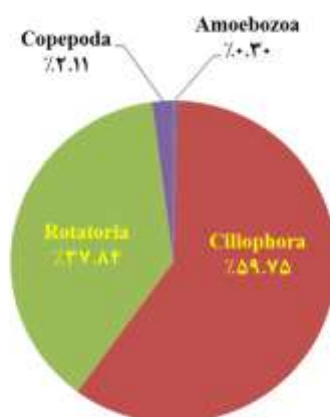
شکل ۴: درصد فراوانی گروه های فیتوپلانکتونی در ایستگاه های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها



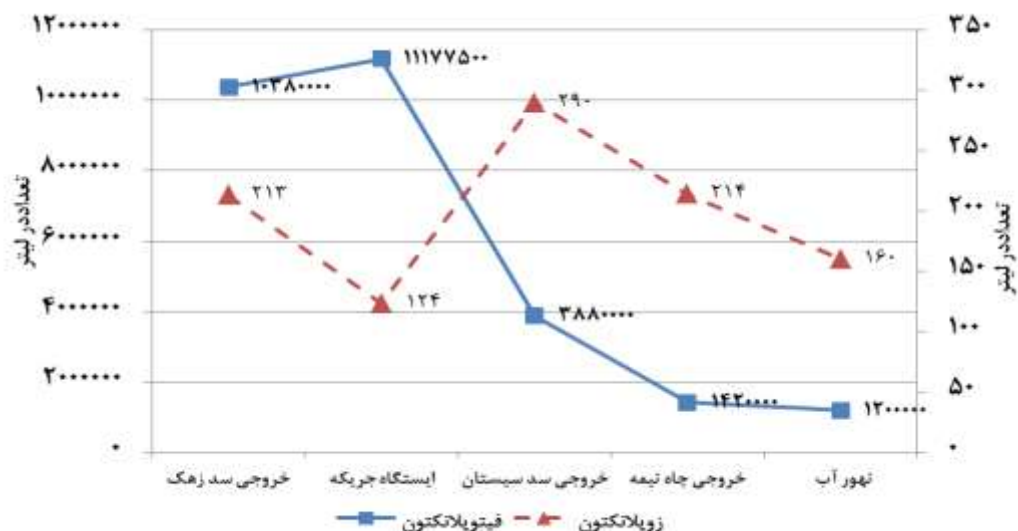
شکل ۵: میانگین فراوانی گروه‌های زوپلانکتونی در ایستگاه‌های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها



شکل ۶: میانگین فراوانی زوپلانکتون در ایستگاه‌های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها



شکل ۷: درصد فراوانی گروه‌های زوپلانکتونی در ایستگاه‌های رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها



شکل ۸: مقایسه فراوانی پلانکتونی در ایستگاه های مختلف رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه ها

سیلاب و طغیان از حوادث مهم محیط های آبی جریان دار بوده، تاجایی که نزولات جوی بهاره باعث شستشوی محیط رودخانه ها و حتی باعث نابودی بسیاری از موجودات شده و طغیان های تابستان نیز چنین رودخانه هایی را عاری از موجودات گیاهی و جانوران کفزی می کند. بنابراین در کل، مجموعه زیستی رودخانه ها از جمله پلانکتون نیز می توانند تغییراتی را در هر فصل با توجه به شرایط آب و هوایی در برداشته باشند. اصولاً قسمت اعظم پلانکتون رودخانه ای معمولاً در مکان های دیگر تولید و بطور تصادفی وارد جریان آب رودخانه ها می شوند. بدلیل عدم امکان رشد و تولید مثل بعد از وارد شدن به جریان های آبی رودخانه در طول مسیر و در اکثر فصول این گونه پلانکتون مکان ثابتی ندارند، تغییرات روزانه و فصلی در دبی، دراکولوژی جویبارها و رودخانه ها نقش اساسی دارد (گولدمن و هورن، ۱۹۸۳).

در اکوسیستم های آبی فیتوپلانکتون به عنوان اولین تولیدکننده کربن آلی، همواره نقش مهمی در زنجیره غذایی آن ها ایفا نموده و همواره تحت تاثیر عوامل غیر حیاتی محیط زندگی بوده و ظرفیت تولیدات بیولوژیکی را در محیط های آبی نشان داده همچنین برای ارزیابی کیفیت یا میزان آلودگی آب مورد استفاده قرار می گیرند (جعفری و گونال، ۲۰۰۵). مشخص شده حدود ۸۰ درصد جمعیت فیتوپلانکتونی در منابع آبی جریان دار متعلق به شاخه باسیلاریوفیتا بوده و باقی به سایر گروه ها تعلق دارد. جنس های *Cyclotella*, *Navicula*, *Diatoma*, *Synedra*, *Nitzschia* در اکثر رودخانه ها حضور گسترده دارند این گروه از فیتوپلانکتون سرمدوست بوده که معمولاً در اکثر فصول سال و در بیشتر رودخانه ها دیده می شوند (سبک آرا و همکاران، ۱۳۹۷).

وجود کارگاه های شن و ماسه برداری در طول مسیر رودخانه همچنین بارش های موسمی، سیلاب و طغیان بخصوص در فصل بهار سبب بهم خوردن و کدورت شدید آب می شود. این وضعیت تاثیر سوء شدیدی بر حیات موجودات زنده رودخانه از جمله گیاهان و جانوران آبی داشته و باعث کاهش جمعیت زوپلانکتون و کفزیان می گردد. کدورت آب از طرفی مانع عمل فتوسنتز جلبک ها (تولیدات اولیه) شده، در این شرایط جمعیت فیتوپلانکتونی کاهش یافته که بنوبه خود مانع عمل تصفیه خواری توسط زوپلانکتون مثل کلاوسرا و کوپه پودا می گردد. تحت این شرایط پروتوزوا از جمله *Arcella* و *Diffugia* از شاخه آمیبوزوا بخوبی زیست می کنند. این موجودات شاخص محیط های نامطلوب بوده اما خود آلوده کننده محیط زیست نیستند (بروک و روزسکا، ۱۹۵۴؛ لی و همکاران، ۲۰۱۷؛ زئاتول و موکتادیر، ۲۰۰۹).

روتیفرها در رتبه بعدی هستند وجود جنس های چسبنده مثل *Rotaria*, *Monastyla*, *Lecane*, *Lepadella*, *Kratella* و *Cephalodella* که دارای پاهای پنجه مانند بوده که از انتهای آنها ماده ای چسبنک جهت اتصال به سطوح

ترشح شده و بعضی از آنها نیز بحالت خزیدن بر روی سطوح جابجا می‌شوند (پونتین، ۱۹۹۸؛ کرل و همکاران، ۱۹۹۸)، این گروه حدود ۲۰ درصد جامعه زوپلانکتونی رودخانه‌ها را شامل می‌شوند. مروپلانکتون (پلانکتون غیرواقعی) مثل *Oligochaeta Nematoda, Chironomidae, Ostracoda* و جمعیت کمی از هالوپلانکتون (پلانکتون واقعی) مثل کلاوسرا و کوپه پودهای کفزی مثل هارپاکتیکوئیدها و ناپلی آن‌ها در نواحی مصبی، ترکیب زوپلانکتونی این رودخانه‌ها را در بردارند (باسو و همکاران، ۱۹۹۵). البته جمعیت‌های پلانکتونی در رودخانه‌ها تابعی از شرایط آب و هوایی بوده بنابراین الگوی ثابتی جهت ترکیب پلانکتونی در فصول مختلف نمی‌توان در نظر گرفت (سبک آرا و همکاران، ۱۳۹۰).

گرچه تعیین رابطه ای مشخص و معین بین یک عنصر از مجموعه عناصری که در امر رشد موجودات و پراکنش آن‌ها دخالت دارند بسیار مشکل است، ولی مشخص شده هریک از این عوامل بطور مستقیم یا غیر مستقیم در ساختار جوامع حیاتی نقش عمده ای دارند. در مسیر رودخانه‌ها اغلب شاخه سیلاریوفیتا غالب بوده که نمایانگر کیفیت خوب بیولوژیک آب بوده، از جمله جنس *Cyclotella* که علاوه بر دمای پایین در دمای بالا نیز به خوبی رشد کرده و طیف وسیعی از منابع آبی الیگوتروف و یوتروف را اشغال می نماید (کاراوغلو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ناز و تورکمن، ۲۰۰۵). یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود سیلیس در آب رودخانه‌های مذکور باشد. آب سیلیکات دار هیچگونه اثر زیان آوری به سلامتی و بهداشت وارد نمی آورد ولی محیط مناسبی برای تکثیر دیاتوم‌ها (باسیلاریوفیتا) می‌باشد. سیلیکات‌ها اغلب به شکل کمپلکس با آلومین - آهن و فلزات قلیایی وجود دارند که بصورت محلول هستند (بایکال و همکاران، ۲۰۰۴). بررسی و مقایسه میانگین تعداد فیتوپلانکتون و زوپلانکتون رودخانه سیستان با برخی رودخانه‌ها نشان داد که به نسبت از تراکم بیشتری برخوردار می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴: بررسی و مقایسه میانگین تعداد پلانکتون در رودخانه سیستان با برخی از رودخانه ها

نام پژوهشگر	زوپلانکتون در لیتر	فیتوپلانکتون در لیتر	رودخانه
سبک آرا و همکاران (۱۳۸۵)	۴۳	۶۶۸۰۰۰	حویق
سبک آرا، مکاری و محمد جانی (۱۳۸۵)	۱۱۰۰	۸۱۲۰۰۰	کرگانرود
سبک آرا و همکاران (۱۳۸۷)	۲۱۲	۱۹۰۰۰۰۰	سفیدرود
سبک آرا و مکاری (۱۳۸۸)	۴۰	۱۶۰۰۰۰۰	زاینده رود
مکاری و سبک آرا (۱۳۹۰)	۱۷	۶۷۰۰۰۰	شفارود
سبک آرا و مکاری (۱۳۹۰)	۳۰۹	۵۵۰۰۰۰۰	پایاب سد یامچی
سبک آرا (۱۳۹۴)	۲۰	۱۲۸۲۵۰۰	رودخانه ارس
سبک آرا (۱۳۹۴)	۲۰۰	۵۶۱۱۸۰۰	رودخانه سیستان

نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه سیستان نشان می‌دهد که هر چه زمین‌های کشاورزی به منابع آب‌های سطحی مورد مطالعه نزدیک‌تر باشند، آلودگی آب آن‌ها بیشتر است. مطالعات هیدروشمی آب بالا بودن میزان اکسیژن محلول به خاطر شدت جریان و جابجایی سریع آب بدلیل دارا بودن شیب قابل ملاحظه در منطقه ارتفاعات، همچنین تخته سنگهای کوچک و بزرگ در بستر رودخانه را نشان می دهد، بنابراین این رودخانه از شرایط تصفیه طبیعی (خودپالایی) مناسبی برخوردار بوده، که این حالت بتدریج با رسیدن به مناطق مصبی بدلیل استفاده های گوناگون از آب، کاهش دبی، افزایش دما و تبخیر آب را به همراه دارد. برداشت بی‌رویه شن و ماسه نیز سبب تغییر فیزیکی بستر رودخانه شده، این اثرات سبب افزایش نسبی بارکربن آلی بخصوص در نواحی گرم سال می‌گردد (مروت دوست انارکولی و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعه آلودگی‌های زیست محیطی نیز در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد، فاضلاب روستاهای اطراف و همچنین پساب‌های کشاورزی حامل کودها و سموم دفع آفات نباتی توسط کشاورزان منطقه به علت حضور مواد آلی، اکسیژن محلول نیز کاهش می‌یابد. (مروت دوست انارکولی

وهمکاران، ۱۳۹۴). این عوامل باعث افزایش انواع آلوده کننده های انگلی، مواد آلی و فلزات سنگین در آب و رسوبات رودخانه سیستان هستند.

رودخانه‌ها در مسیرهای گاه طولانی خود دچار تغییر و تحولات بسیاری شده و نیز تا حدی توان خودپالایی دارند که این مسئله می تواند باعث از بین رفتن بسیاری از آلاینده ها شود بنابراین باید اقداماتی صورت گیرد که این توان خودپالایی احیا شده و بلکه افزایش یابد که این مهم جز با حفظ و نگهداری این منابع ارزشمند و جلوگیری از آلودگی آن به خصوص با پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی و صنعتی امکان‌پذیر نیست (مروت دوست انارکولی و همکاران، ۱۳۹۴).

احداث کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان در کنار رودخانه‌ها در ایران و سایر کشورها امری رایج و معمول می‌باشد. یکی از دغدغه های اساسی فعالیت پرورش ماهی موضوع پساب کارگاه و ورود آن به اکوسیستم رودخانه است. در حال حاضر پساب اکثر کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی بدون تصفیه و ته نشست، مستقیماً در پائین دست وارد همان رودخانه می‌گردد. لذا احداث مراکز تکثیر و پرورش ماهیان در اراضی حاشیه رودخانه‌ها باید با دقت و نظارت خاصی انجام گیرد (درخشنده، ۱۳۸۰). در این کنترل باید میزان ترکیبات آلاینده ها در خروجی کارگاه ها و همچنین امکان تصفیه آن‌ها را در نظر آورد و از سویی دیگر با رعایت فاصله مطمئن با کارگاه بعدی، از توانایی خود پالایی رودخانه بیشترین استفاده را به عمل آورد؛ بنابراین قبل از احداث یک کارگاه تکثیر و پرورش به ویژه در ماهیان سرد آبی باید علاوه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه و دبی آن به ورود پساب کارگاه‌های پرورش ماهی به زیستگاه های طبیعی دقت کافی مبذول داشت.

با توجه به مالکیت کامل ایران بر رودخانه سیستان استفاده بهینه از آب این رودخانه و توجه به حفظ سهم بهینه آب هیرمند، در هر برنامه ریزی برای فعالیتهای آبی‌پروری در حاشیه رودخانه سیستان باید تقویم فعالیت ها با تغییرات فصلی سازگار شده و با توجه به این واقعیت که دبی رودخانه در طی مسیر ۷۰ کیلومتری در منطقه ورود به کشور در جریکه تا منتهی الیه خود در دریاچه هامون بدلیل احداث تاسیسات آبرسانی و سدهای مختلف دچار کاهش مداوم می شود، لازم است با منطقه بندی رودخانه برای هر بخش آن گزینه مناسب را انتخاب نمود.

ظرفیت تکثیر طبیعی این رودخانه از نکاتی است که باید به آن توجه ویژه کرد، وجود بچه کپور ماهیان انگشت قد بخصوص کپور چینی در منابع آبی متصل به این رودخانه دیده شده، بخصوص که رهاسازی کپور ماهیان مدتیست در منابع آبی سیستان انجام نمی شود، امکان تکثیر طبیعی کپور ماهیان را در حوزه هیرمند و سیستان را بوجود آورده است. چاه نیمه‌ها در ۲ دوره از سال توانایی پرورش ماهیان گرم آبی و سردآبی را دارد. پرورش ماهیان گرم آبی مستلزم هزینه و کار زیاد نبوده و توانایی برداشت در پایان هر دوره پرورش ۳۰۰ الی ۴۰۰ کیلوماهی از یک استخر ۲۰۰ مترمربعی را دارد. پرورش ماهی به این روش علاوه بر مزایای اقتصادی موجب غنی شدن آب استخر، بهبود کیفیت خاک، فعالیت میکروارگانیسم ها، تثبیت ازت، و در نهایت افزایش محصولات کشاورزی می‌شود.

کیفیت آب برای ماهیان سردآبی چندان مطلوب نبوده بخصوص مواد معلق و دمای آب از جمله عوامل محدود کننده هستند. بدلیل محدود بودن دوره مطالعه و نمونه‌برداری اطلاعات حاصله کافی نبوده اما با بررسی اطلاعات حاصله، پرورش ماهیان سرد آبی تنها در ناحیه خروجی چاه نیمه‌ها و بخش های متکی به آب مطمئن بطور مشروط و با احتیاط توصیه می‌گردد. توسعه و بازنگری در وضعیت این رودخانه جهت بهره برداری صحیح از این منبع آبی در آبی‌پروری با حفظ سلامت اکوسیستم رودخانه‌ای امری ضروری است. هدف مدیریت شیلاتی در منابع آبی افزایش برداشت از آبریان 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 قرار گیرد. با تمام این احوال تنها تجربه و آزمایش و مطالعات تکمیلی آینده می‌تواند جوابگوی مسائل متعددی باشد که در بالابردن سطح تولیدات در این گونه منابع آبی موثر هستند.

تشکر و قدردانی

در خاتمه لازم است از همکاری و مساعدت‌های ریاست وقت پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی دکتر فلاحی، مجری این طرح مهندس صفایی و خانم مهندس مرضیه مکاری در آزمایشگاه پلانکتون و آقایان زحمتکش و صیاد رحیم که زحمت نمونه‌برداری‌ها را تقبل کردند، سپاگزارم.

منابع

۱. افراز، ع. و قانع، ا. ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه حویق مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. بندرانزلی. ۶۴ صفحه.
۲. افراز، ع. و جمالزاد، ف. ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه سفارود مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. بندرانزلی. ۶۵ صفحه.
۳. خسروشاهی، م. ۱۳۸۵. احداث سد های خاکی راهکاری برای جلوگیری از اتلاف و بهینه سازی و ارتقای بهره وری از منابع آب سطحی برای گسترش فعالیت های کشاورزی. موسسه جنگلها و مراتع کشور. ۱۴۵ صفحه.
۴. درخشنده، ر. ۱۳۸۰. بررسی اثرات پس آب های خروجی حوضچه های پرورش ماهی قزل آلا در رودخانه زاینده رود. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان چهار محال بختیاری، شهرکرد. ۱۶۵ صفحه.
۵. سبک آرا، ج. و مکاری، م. ۱۳۸۱. گزارش نهایی پلانکتونی طرح پایش رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر در استان گیلان (حویق، کرگانرود، سفارود). ۳۳ صفحه.
۶. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۸۵. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه حویق. مجله علمی شیلات ایران. صفحات ۷۵-۸۶.
۷. سبک آرا، ج.، محمدجانی، ط.، مکاری، م. ۱۳۸۵. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه کرگانرود. مجله علمی پژوهش و سازندگی. صفحات ۷۵-۸۶.
۸. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۸۷. گزارش نهایی پلانکتون شناسی رودخانه سفیدرود طی سالهای ۷۵-۱۳۷۴. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی. ۴۵ صفحه.
۹. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۸۸. گزارش پلانکتونی مطالعات احداث مزارع تکثیر و پرورش ماهی در حاشیه رودخانه زاینده رود در استان چهارمحال و بختیاری. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی. ۲۰ صفحه.
۱۰. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۹۰. گزارش نهایی پلانکتونی مطالعه و امکان‌سنجی منابع آبی شهرستان سرعین (پایاب سد یامچی) بمنظور آبی‌پروری در شهرستان اردبیل. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی. ۴۱ صفحه.
۱۱. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۹۴. نتایج پلانکتونی بررسی استعداد آبی‌پروری رودخانه ارس در شهرستان پارس آباد مغان، استان اردبیل. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی. ۱۸ صفحه.
۱۲. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۹۴. نتایج پلانکتونی بررسی ظرفیتها و محدودیت های شیلاتی رودخانه سیستان و خروجی چاه نیمه‌ها. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی. ۲۹ صفحه.
۱۳. سبک آرا، ج.، مکاری، م.، ملکی شمالی، س. ۱۳۹۷. بررسی پراکنش و فراوانی پلانکتونی در راستای توسعه آبی‌پروری در حاشیه رودخانه زاینده رود. فصلنامه علوم آبی‌پروری پیشرفته. سال دوم، شماره ۲، تابستان ۹۷. صفحات ۶۹-۸۵.
۱۴. سبک آرا، ج.، مکاری، م. ۱۳۹۸. بررسی پراکنش و فراوانی پلانکتونی و تاثیر عوامل زیست محیطی بر زندگی آبزیان در رودخانه سفیدرود. مرکز توسعه پژوهش‌های نوین ایران. مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری. دوره ۵ شماره ۱، بهار ۹۸. صفحات ۱۸-۱.
۱۵. قانع، ا.، بابایی، ه.، افراز، ع.، صابری، ح.، دادای قندی، ع. و وطن‌دوست، م.، سبک آرا، ج.، مکاری، م.، محمدجانی، ط.، عباسی-رنجبر، ک.، خطیب حقیقی، س.، صیاد رحیم، م.، یوسف زاد، ا.، باقری، س.، ملکی شمالی، م. ۱۳۸۵. بررسی لیمنولوژیک

- رودخانه‌های مهم حاشیه جنوبی دریای کاسپین در استان گیلان (شفارود، کرگانرود و حویق) با تاکید بر عوامل آلاینده. ۱۳۹ صفحه.
۱۶. محمداف، ر.ا. ۱۹۹۰. ژئوپلانکتونهای مخزن آبی نخجوان. ترجمه یونس عادلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۳۸ صفحه.
۱۷. مروت دوست انارکولی، م. حائری پور، س. امیرنژاد، ر. ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار. فصل‌نامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال هفتم. شماره ۵۲. صفحات ۳۳-۴۲.
۱۸. مکارمی، م. سبک آرا، ج. ۱۳۹۰. بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در رودخانه شفارود. اولین همایش ملی آبی‌پروری ایران بندر انزلی. صفحه ۵۴۰.
۱۹. ملکی شمالی، م. ش. عبدالملکی. ۱۳۷۴. بررسیهای زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. بندرانزلی. ۸۱ صفحه.
۲۰. 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، زمستان. ۱۴۰۰. صفحات ۹۵-۱۱۵.
21. American public helth Association (APHA). 2005. Standard Metod for the Examination of Water and Wastewater. Washigton, DC. USA. APHA..1193 P.
22. Baghel, D. S. Gaur, A. Kartik, M. Dohars, D. 2019. Global trends in environmental flow assessment: an overview. Journal of the Institution of Engineers (India). Series A, 100(1), pp 191-197.
23. Boney, A. D. 1989. Phytoplankton. Edward annoid. British Library Cataloguing Publication data. 118 P.
24. Brook, A. J. Rzoska, J. 1954. The influence of the Zebel Awyia Dam in the development of Nile plankton, J. Anim. Ecol. 23. pp 14-101.
25. Basu, B. K. Pick, F. R. Bachmann, R. W. Jones, J. K. Peters, R. H. Soballe, D. M. 1995. Factors regulation Plankton abundance in temperate Rivers. Toronto (Canada) 15. Annal international symposium of the North American lake Manegement socity. 1095P.
26. Baykal, T. Acikgoz, I. Yildiz, K. Bekleyen, A. 2004. A study on algae in Devegeçidi dam lake. Turkish Journal of Botay, 28: pp. 457-472.
27. Bellinger, E. G. and Sige, D. D. 2010. Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons, Ltd, Publication. 285P.
28. FAO. 2002. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 150P.
29. Garner, A. B. Kwak, T. J. Manuel, K. L. Barwivk, D. H. 2013. High-density grass carp stocking effects on a reservoir invasive plant and water quality. Journal of Aquatic Plant Management. 51: 27-33.
30. Goldman, J. Horne, C. R. 1983. River Ecology and Management. McGraw & Hill Book Co. pp 33 - 68.
31. Goldman, Ch. R. and Horne, A. J. 1983. Limnology, McGraw-Hill Book Company, Toronto. 464p.
32. Harris, R. Wiebe, P. Lenz, J. Skjoldal, H. R. and Huntley, M. eds. 2000. ICES Zooplankton methodology manual. Elsevier. Academic Press. 707P.
33. 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.
34. Janse, J. H. 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Thesis Wageningen University 9: 378 p.
35. Karacaoghlu, D. Dere, S. Dalkiran, N. 2004. A taxonomic study on the phytoplankton of lake Uluabat (Bursa). Turkish Journal of Botay, 28: pp. 473-485.

36. Kotikova, L.A. 1970. EUROTATORIA. CCCP. Leningrad. 743 P.
37. Kreeel, A. Sigrid, B. Schnak, S. 2005. Phytoplankton dynamic 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
38. Krovchinsky, N. Smirnov, N. 1994. Introduction of cladocera. The Institution of Water and Environmental Management. London. 129P.
39. Li Y.D, Chen. Y, Wang. L, Yao. L, Pan. X.M, Lee. D.J. Pollution tolerant protozoa in polluted wetland. 2017. Bioresource Technology. Volume 240, pp. 115-122.
40. Maosen, H. 1978. Fresh Water Plankton Illustration. Agriculture publishing house. 85P.
41. Michael, P. 1990. Ecological Method for Field and Laboratory investigation. Department Of biology Purdue University. USA. McGraw- Hill Publishing. NEW DELHI. pp 1- 50.
42. Naz M. Turkman, M. 2005. Phytoplankton Biomass and Species Composition of lake G. İbaşı (Hatay-Turkey). Turk J Biol 29: 49-56
43. 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.
44. Ortega - Mayagoitia E. Rojo C. Rodrigo M.A. 2003. Controlling factors of phytoplankton assemblages in wetlands: an experimental approach. Hydrobiologia 502: 177-186.
45. 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.
46. Presscot, G.W. 1976. The Fresh Water Algae. W.M.C. Brown Company Publishing, Iowa. USA. 348P.
47. Presscot, G.W. 1962. Algae of the western great lakes area. vol 1, 2, 3. W.M. C. Brown Company Publishing, Iowa. USA. 933P.
48. Pulatsü, S. Akçora, A. and Köksal, T.F. 2004. Sediment and water phosphorus characteristics in a pond of spring origin, Sakaryabasi Springs Basin, Turkey. Wetlands, 23 (1): 200-204.
49. Raghukumar S. Anil A.C. 2003. "Marine biodiversity and ecosystem functioning: A: perspective". Current science, vol. 84, No. 7, 884-892.
50. Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton Rotifers, biology and taxonomy, Austrian academy of Science. 147 P.
51. Sheath, R.G. Wehr, J.D. Thorp, J.H. 2003. Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification. Academic Press. 935P.
52. Smith, V. H. 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems: a global problem. Environmental Science and Pollution Research. Int 10: pp. 126-139.
53. Sourina, A. 1978. Phytoplankton manual, United nations educational, Scientific and Culture Organization. 337P.
54. Thorp, J.H. and Covich, A.P. 2001. Ecology and Classification of North America Fresh water Invertebrates. ACADEMIC PRESS. USA. 1073P.
55. Tiffany, L. H; Britton. M. E. 1971. The Algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, New York. USA. 407 P.
56. Winfield, I. G. and Nelson J.S. 1991. Cyprinid fishes. Systematics, Biology and Exploitation. First edition Chapman and Hall. 667 P.
57. Zannatul, F and Muktedir. A.K.M. 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. American Journal of Applied Sciences 6 (10). pp. 1815-1819.

An overview of the distribution and abundance of plankton in the direction of identifying the potential of aquaculture in the Sistan River and outlet of the Chahnimeha

Jalil Sabkara

Plankton Laboratory Technical Officer. National Inland Water Aquaculture Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

Abstract

Plankton studies in the direction of finding potential for aquaculture in the Sistan River and the outlet of Chah Nemeha in 2015 showed that the plankton of this river has a low abundance and diversity. For phytoplankton sampling from each station, one liter of water without passing through the zooplankton net, and for zooplankton sampling, 30 liters of water was filtered by a manual zooplankton net (Apstein Net) with a 30 micron mesh. They were taken to the laboratory. In phytoplankton investigations, a total of 6 phytoplankton branches and 32 genera were identified, most of the observed genera belong to the Bacillariophyta, the most important genera of this Phylum were *Navicula*, *Synedra* and *Nitzschia*. This Phylum has about 91% of the annual abundance of phytoplankton in this river. The studies showed that this river is also very poor in terms of zooplankton and mostly limited to fixed and sticky species of protozoa and Rotifera. In the zooplankton studies, 6 Phyla and 13 genera were identified, and the highest diversity and abundance is related to the Phylum Ciliophora with the dominant genera of *Tintinnopsis*, *Tintinnidium* and modified ciliates (Unknown) with an abundance of about 59%. Taking advantage of water resources, including rivers, and their use in the development of aquaculture is of interest in the world today, therefore, according to the existing potential capacities and the studies conducted in the field of aquaculture and based on the results obtained, it is possible to propose plans for the development of aquaculture in the region.

Keywords: Sistan river, Zabul, Distribution, Phytoplankton, Zooplankton
