بوم‌شناسی کاربردی/ سال دوازدهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۲/ صفحات ۵۳ تا ۶۶

بررسی ویژگی‌های جدید میکرواکولوژیک تالاب درگه‌سنگی در استان آذربایجان غربی

رامین مناف‌فر[۱*]، سکینه مرادخانی[۲] و هدیه یزدانی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۹)

چکیده

تالاب‌ها به عنوان منابع آبی شکننده دائماً تحت تاثیر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی می‌باشند. اخیراً دخالت‌های انسانی و کاهش آب‌های سطحی در حوزه آبریز دریاچه ارومیه موجب تغییر میکروفلور و پارامترهای فیزیکوشیمیایی تالاب‌ها شده است که نیازمند مطالعه است. در این تحقیق ابتدا تنوع ریزجلبک‌های تالاب درگه سنگی بررسی شد. تحقیق نشان داد جمعیت فیتوپلانکتون‌ها شامل Chlorophyta (۲ رده، ۱۰ خانواده و ۲۲ جنس)، Cyanobacteriota (۱ رده، ۳ خانواده و ۴ جنس)، Streptophyta (۱ رده، ۲ خانواده و ۲ جنس)، Ochrophyta (۲ رده، ۲ خانواده و ۲ جنس) و Bacillariophyta (۴ رده، ۶ خانواده و ۱۰ جنس) می‌باشند. همچنین، مقدار pH، میزان اکسیژن مورد نیاز زیستی (Biochemical Oxygen Demand) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical Oxygen Demand) بررسی شد. بیشترین مقدار BOD5 آب تالاب درگه‌سنگی مربوط به فصل تابستان بین ۷۸ تا ۹۸ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین مقدار COD مربوط به فصل تابستان و بین ۱۵۹ تا ۱۹۸ میلی‌گرم در لیتر برآورد شد. نتایج نشان داد که ورود میزان بالایی از مواد آلی و معدنی به تالاب بر غنی‌شدن تالاب و شکوفایی ریزجلبک‌ها تاثیرگذاشته است که از دیدگاه اکولوژیک نگران کننده است. بار باکتریایی این تالاب آن را در وضعیت نامناسبی قرار می‌دهد که می‌تواند برای گونه‌هایبومی و مهاجر خطرناک باشد.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، ریزجلبک، تنوع ژنتیکی، غنی‌شدن، آلودگی آب

۱. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲. استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳. کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: r.manaffar@urmia.ac.ir

مقدمه

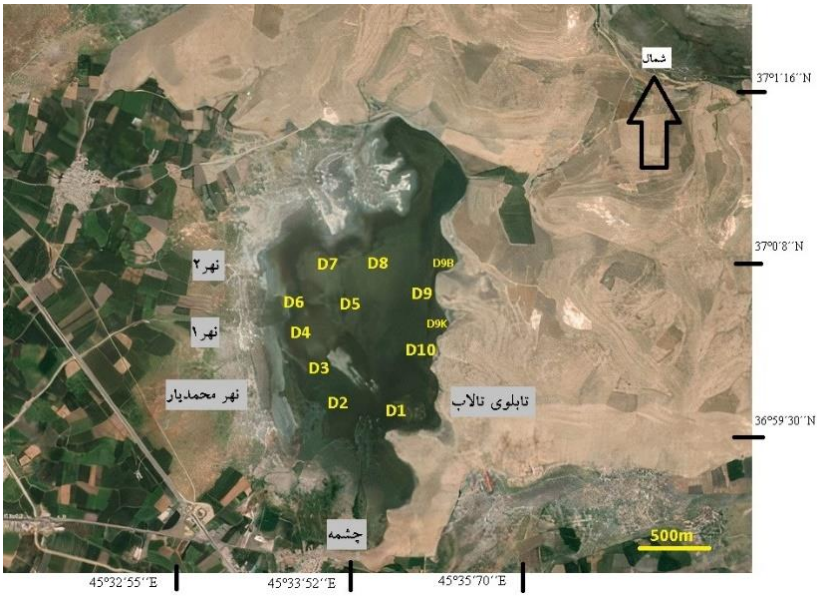
تالاب‌ها عبارت‌اند از مرداب‌ها، باتلاق‌ها، لجن‌زارها یا آب‌های طبیعی یا مصنوعی اعم از دائمی یا موقت که آب‌های شیرین، لب‌شور یا شور در آنها به صورت راکد یا جاری وجود دارد و یا آب‌های ساحلی که عمق آنها در پایین‌ترین نقطه جزر از شش متر تجاوز نکند (۱۴). این نوع از مناطق آبی همواره میزبان طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌هایی می‌باشند که در جریان انرژی و چرخه مواد غذایی نقش دارند. جلبک‌ها و باکتری‌ها از مهم‌ترین عوامل میکروبی موجود در تالاب‌ها هستند زیرا شبکه‌های غذایی در این اکوسیستم‌ها به آنها وابسته است. جلبک‌ها تولیدکنندگان اولیه‌ای هستند که در زیستگاه‌هایی با خصوصیات بیوشیمیایی متنوع از لحاظ دما، شوری، نور و pH، قادر به ادامه حیات خود و انجام فتوسنتز هستند (۲ و ۲۲). فیتوپلانکتون‌ها نیز گروهی از جلبک‌ها هستند که به عنوان تامین‌کننده‌های اولیه در زیستگاه‌های آبی ایفای نقش می‌کنند. باکتری‌ها آن دسته از موجوداتی هستند که با حضور خود در سیستم‌های آبی، منجر به مصرف و به عبارتی تجزیه مواد آلی تولیدشده توسط جلبک‌ها و گیاهان آبزی می‌شوند. این وابستگی مشترک بین عوامل میکروبی، در سلامت اکوسیستم دارای اهمیت بسیار زیادی است (۲۳). به این معنی که هنگامی که جمعیت قابل توجهی از یک گونه از این موجودات، به هر دلیلی از بین برود و یا آن جمعیت در منطقه به حد اشباع برسد، منجر به بروز اختلال در عملکرد آن اکوسیستم می‌شود (۲۵). واقع شدن تالاب‌ها در پست‌ترین نقاط حوضه‌های آبخیز، از طرفی باعث شده است که هر گونه عملکرد مثبت یا منفی در این حوضه‌ها اثرات بسیار شدیدی بر این مناطق داشته باشد (۶). بنابراین، اثرات منفی تغییرات شدید جمعیت میکروبی در یک اکوسیستم بر سلامت آن سیستم نیز اثرگذار است. کیفیت و پایداری منابع آبی همواره در سراسر جهان مورد تحقیق و پژوهش قرار گرفته است، که در بین این منابع، حوضه‌های آبخیز، تالاب‌ها و دریاچه‌ها به علت دخالت‌های انسانی مورد توجه بیشتری قرار گرفته اند (۱۶، ۲۰ و ۳۰). تاکنون، مطالعات مختلفی بر جوامع فیتوپلانکتونی در تالاب‌های مختلف ایران انجام شده است. مطالعات رمضان‌زاده (۲۷) درتالاب امیرکلایه در جنوب خزر، قریب‌خانی و همکاران (۱۱) در تالاب استیل آستارا ، چراغ پور و همکاران (۵) در تالاب گندمان در استان چهارمحال و بختیاری، نجات‌خواه و همکاران (۲۴) در تالاب بندعلی‌خان در منطقه حفاظت‌شده کویر مرکزی از جمله تحقیقاتی هستند که در این حوزه انجام گرفته است. پیش از این مطالعه فلور جلبکی دریاچه ارومیه توسط ایمانی‌فر و محبی (۷) در سال‌های پرآبی دریاچه توانست شش جنس جلبک از رده سیانوفیتا، چهار جنس جلبک از رده کلروفیتا و دو جنس جلبک از رده باسیلاریوفیتا را معرفی نماید. با گذشت چندین سال و تغییر در میزان بارندگی‌ها و آب ورودی به دریاچه‌ها از مجاری تغذیه‌کننده و پایین آمدن سطح آب و بالا رفتن شدید شوری به تبع آن خلا بررسی‌های بیشتر وجود داشت. در همین راستا مطالعه قربانی و همکاران (۸) تنوع گونه‌ای جنس *Dunaliella* در این دریاچه را در سال ۱۳۹۱ بررسی و ۴ گونه *Dunaliella. Parva* ،*D. salina* ،*D. bardawil* و *D. tertiolecta* به روش ملکولی طی این تحقیق شناسایی گردید. آب رودخانه و سد ارس در شمال استان نیز به دلیل موقعیت مرزی به صورت دائم مورد مطالعه و پایش زیستی و شیمیایی قرار می‌گیرد. در همین مطالعات آب دریاچه سد ماکو در سال ۱۳۷۷ از نظر تراکم و پراکنش پلانکتونی مورد مطالعه قرار گرفت و ۴۸ جنس و ۵۵ گونه فیتوپلانکتون شناسایی گردید به طوری که ۲۱ جنس و ۲۲ گونه به شاخه کریزوفیتا، ۱۲ جنس و ۱۶ گونه به شاخه کلروفیتا و هفت جنس و ۹ گونه به شاخه سیانوفیتا ۴ جنس و ۴ گونه به شاخه اوگلنوفیتا و ۴ جنس و ۴ گونه به شاخه پیروفیتا متعلق بود. همسو با مطالعاتی که تاکنون در تالاب‌ها و بررسی جوامع میکروبی تشکیل‌دهنده آنها و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دیگر تالاب‌ها و یا منابع آبی موجود در دنیا انجام شده است، در این تحقیق به بررسی میکروفلور جلبک و باکتری در تالاب درگه‌سنگی استان آذربایجان غربی پرداخته شد. تالاب درگه‌سنگی (شکل ۱) در

استان آذربایجان غربی و در محور جاده ارومیه به مهاباد قرار دارد. این تالاب از شمال به رشته کوه‌های سنگی و از مغرب و جنوب غربی به اراضی چمن‌زار پست و شور با شیب ۰ تا ۰/۵ درصد منتهی می‌شود که این اراضی با افزایش میزان آب به زیر آب فرو می‌روند و از شرق و جنوب به ارتفاعات نیمه‌سنگی تا سنگی با خاک کم منتهی می‌شود. تالاب درگه سنگی یک تالاب دائمی با مساحت حوضه آبریز ۲۱۰۰ هکتار در ارتفاع ۱۲۸۰ متری ازسطح آب‌های آزاد واقع شده است. مساحت این تالاب حدود ۳۸۰ هکتار است، عمق حداکثر این تالاب حدودا یک متر است. آب این تالاب از بارش مستقیم باران، آب‌های جاری سطح که از ارتفاعات اطراف به پایین سرازیر می‌شود و از دو چشمه که در ضلع جنوبی تالاب قرار دارند، تامین می‌شود. هنگام افزایش آب، چمن‌زارهای سمت غرب و جنوب غربی تالاب به زیر آب فرو رفته و مساحت تالاب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دوچشمه ذکر شده آب لب شور دارند و آب آنها از زیر صخره‌ها و کف زمین می‌جوشد و برای شرب انسان به علت شوری مناسب نیستند. دبی تقریبی آب چشمه بزرگ ۸ لیتر در ثانیه و چشمه کوچک ۴ لیتر در ثانیه است. نمونه‌های آب تالاب جمع‌آوری و در ابتدا با استفاده از روش‌های ریخت‌شناسی تنوع جلبک‌های موجود در تالاب مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که امروزه ثابت شده است، استفاده از نشانگرهای مولکولی، اطلاعات دقیقی را در مورد تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های نمونه ارائه می‌دهد و این روش در سال‌های اخیر جهت تعیین تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های مختلف و جانداران کاربرد گسترده‌ای یافته است (۳، ۱۰ و ۱۵). از آنجایی که یکی از روش‌های متداول مطالعه موجودات، استفاده از روش‌های مولکولی است، در این مطالعه، علاوه بر شناسایی جلبک‌ها به کمک کلیدهای شناسایی، اقدام به شناسایی آنها با استفاده از روش‌های مولکولی شد. نتایج این تحقیق می‌تواند به بهبود شناخت و مدیریت منابع آبی در منطقه کمک نماید. همچنین، نتایج مطالعه حاضر، شکاف مهم در دانش موجود نسبت به میکروارگانیسم‌های تالاب درگه‌سنگی را پر می‌کند و از لحاظ شناسایی میکروفلور و شناخت موجودات مورد مطالعه در یک اکوسیستم دارای آب شیرین، به شناخت اکولوژی یک تالاب با اهمیت جهانی کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از تالاب درگه‌سنگی استان آذربایجان غربی در بازه زمانی بهار ۱۳۹۴ تا زمستان ۱۳۹۵ به منظور بررسی فلور جلبکی و باکتریایی با منشاء کلی فرمی این تالاب انجام گرفت. در این مطالعه ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری از حوضه آبخیز این تالاب انتخاب و مورد نمونه‌برداری واقع شدند. ایستگاه‌های مطالعاتی در اکوسیستم تالاب درگه‌سنگی به بخش‌های مطالعاتی مجزا تقسیم شده و نمونه‌برداری در ماه میانی هر فصل انجام شد. شکل ۱ نقشه شماتیکی از منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری عمق تالاب، عوارض ژئومورفولوژیک، پوشش گیاهی و ورودی آب به تالاب مد نظر قرار گرفت. به منظور سنجش میزان اکسیژن مورد نیاز زیستی (Biological Oxygen Demand, BOD) نمونه آب بعد از تهیه، فیلتر شد و برای مدت پنج روز در یک بطری درب‌دار و کاملا پر شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، در فضای تاریک و در انکوباتور نگه‌داری شد (۱). غلظت اکسیژن محلول، قبل و بعد از انکوباتور نمونه آب مورد سنجش واقع شد و میزان اکسیژن مصرف شده برای هر لیتر از نمونه محاسبه شد. در این تحقیق سنجش BOD_5 با استفاده از دستگاه BOD Track ™ ساخت شرکت HACH استفاده شد. تمام مراحل سنجش BOD_5 با راهنمایی پروتکل ارائه شده توسط شرکت سازنده (Standard methods for the examination of water and wastewater 5210 Biological oxygen demand) اعمال شد. سنجش میزان اکسیژن‌خواهی زیستی در واقع به معنی تعیین اکسیژن محلول مصرفی در شرایط معین، به وسیله اکسایش بیوشیمیایی مواد آلی و یا غیر آلی در آب است. آب بدون یون (دیونیزه)، پودر مواد مغذی (Nutrient buffer pillows)، هیدروکسید لیتیم یا هیدروکسید



شکل ۱. نقشه شماتیکی از منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه برداری در تالاب درگه سنگی

پتاسیم و محلول استاندارد گلوکز-گلوتامیک اسید (به عنوان محلول شاهد) از جمله مواد مصرفی مورد نیاز برای سنجش میزان BOD_5 در این تحقیق بودند. بعد از افزودن این مواد به نمونه‌ها، تا زمان آنالیز نمونه‌ها در دمای چهار درجه سلسیوس نگه‌داری شدند (۲۱). به منظور سنجش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical oxygen demand, COD) نمونه آب در ظرف مخصوص حاوی ۸۶ درصد اسید سولفوریک، سولفات جیوه در دمای ثابت هضم شد و میزان COD بر حسب میلی‌گرم در لیتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Hach DR 2800) اندازه‌گیری شد. آنالیز COD با استفاده از دستگاه Hach reactor DRB 200 در دامنه‌های ۰/۷ تا ۴۰، ۰ تا ۱۵۰، ۲۰ تا ۱۵۰۰ و ۲۰۰ تا ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سنجش COD با استفاده از دستورالعمل استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا (U.S. Environmental protection agency, EPA) انجام شد. بعد از برداشت نمونه‌های جلبک و انتقال آنها به آزمایشگاه، با استفاده از فیلتر ۱۵۰ میکرونی اجرام ماکروسکوپی از نمونه‌های آب جدا شد. حجمی از جلبک‌های نمونه، سانتریفوژ شد و بعد از تغلیظ با استفاده از میکروسکوپ نوری (Olympus) مجهز به دوربین Canon SX 50 اقدام به شناسایی آنها با بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی شد. اندازه سلول‌ها، تعداد و نوع کلروپلاست‌ها، استیگما و پیرنوئیدها از جمله شناساگرهای ظاهری هستند که در شناسایی گونه‌های مختلف جلبک بسیار کاربرد دارند. به منظور شناسایی جلبک‌ها از کلید شناسایی استفاده شد (۴، ۱۹، ۲۶ و ۳۳). به منظور بررسی گونه‌های شاخص جلبک با استفاده از تکنیک مولکولی PCR (Polymerase Chain Reaction)، از یک جفت آغازگر طراحی شده توسط وایت و همکاران (۳۴) مناسب برای تکثیر ناحیه ITS اسفاده شد. استخراج DNA از جلبک‌ها با استفاده از روش CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) انجام شد. ترکیبات موجود در دیواره سلولی این گروه از جانداران باعث اختلال در استخراج DNA و جلوگیری از فعالیت آنزیم Taq polymerase می‌شود، به همین دلیل، انتخاب روش CTAB برای شروع پژوهش مولکولی باعث استخراج DNA با کمترین میزان آلودگی به عوامل بازدارنده PCR می‌شود. آغازگر رفت با توالی (5 – tcc-tcc-gct-tat-tga-tat-gc-3) و آغازگر برگشت با توالی (5- gga-agt-aaa-agt-cgt-aac-agg-3) در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. برنامه ترموسایکلر برای تکثیر

ناحیه مورد نظر شامل دمای ۹۷ درجه سلسیوس برای واسرشت اولیه به مدت سه دقیقه، ۹۷ درجه سلسیوس برای واسرشت نهایی به مدت یک دقیقه، ۴۹ درجه سلسیوس برای اتصال آغازگر به مدت یک دقیقه، ۷۲ درجه سلسیوس برای گسترش اولیه به مدت ۳۸ ثانیه و دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت هفت دقیقه برای گسترش نهایی رشته جدید در ۳۶ چرخه تنظیم شد. محصول واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز بر روی ژل آگارز دو درصد آشکارسازی و مورد بررسی قرار گرفت. قطعات ۶۸۰ جفت بازی، به منظور تعیین توالی به شرکت ماکروژن کره ارسال گردید.

نتایج

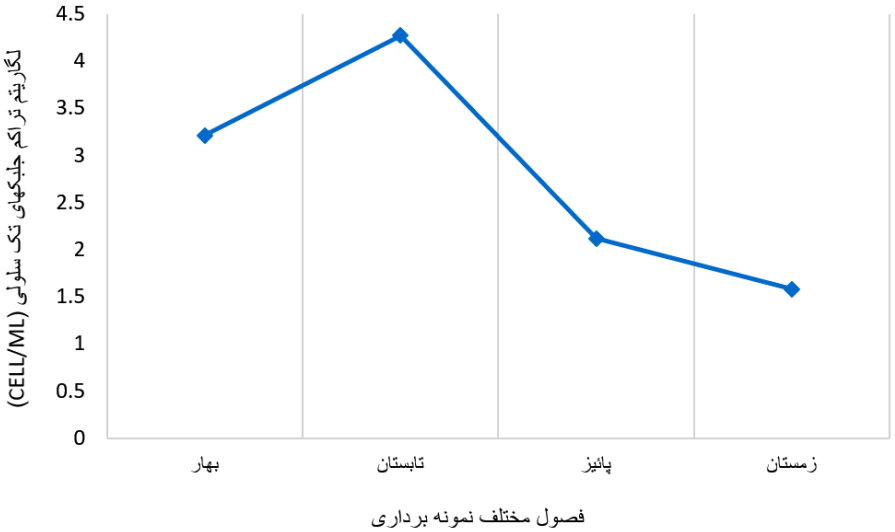
مشخصات فیزیکوشیمیایی آب شامل مقدار BOD_5 و COD برآورد شده در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل BOD_5 آب نشان داد که بیشترین مقدار BOD_5 در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در فصل تابستان و به ترتیب بین ۷۸ تا ۹۸ و ۵۴ تا ۸۷ میلی‌گرم در لیتر است. بیشترین مقدار COD ثبت شده در سال ۱۳۹۴ و سال ۱۳۹۵ به ترتیب، ۱۵۹ تا ۱۹۸ و ۱۷۴ تا ۱۹۷ میلی‌گرم در لیتر مربوط به فصل‌های تابستان و پاییز است. کمترین مقدار از شاخص BOD_5 در سال ۱۳۹۴ مربوط به فصل زمستان و در حدود ۲۲ تا ۴۱ میلی‌گرم در لیتر برآورد شد. این در حالی بود که در سال ۱۳۹۵ ایستگاه‌های D2، D4 و D9 کمترین مقدار از BOD_5 را برای فصل بهار و ایستگاه‌های D1، D7 و D8 کمترین مقدار از این شاخص را در فصل پاییز نشان دادند. کمترین مقدار از شاخص COD در سال ۱۳۹۴ بین ۷۴ تا ۱۳۱ میلی‌گرم در لیتر برای فصل زمستان به ثبت رسید و در سال ۱۳۹۵ بین ۱۰۵ تا ۱۷۵ میلی‌گرم در لیتر برای فصل بهار در نظر گرفته شد. میانگین فصلی pH آب تالاب درگه‌سنگی در سال ۱۳۹۴ به ترتیب ۸/۸۲ در فصل بهار، ۱۰/۳۸ در فصل تابستان، ۷/۷۹ در فصل پاییز و ۷/۹۵ در فصل زمستان بود. همچنین، میانگین فصلی pH در سال ۱۳۹۵ در فصول بهار، تابستان و پاییز به ترتیب ۸/۷۳، ۹/۵۲ و ۷/۷۲ برآورد شد. اطلاعات مربوط به شاخص pH و بار باکتریایی تالاب درگه‌سنگی در جدول ۳ بیان شده است. میزان تراکم جلبک‌های تک‌سلولی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در فصل‌های مختلف سال ۱۳۹۴ در شکل ۲ و میزان کلروفیل a در شکل شماره ۳ ارائه شده است. مقدار لگاریتم واحد تشکیل کلنی برای جلبک‌های تک‌سلولی در هر میلی‌لیتر آب تالاب درگه‌سنگی در فصل بهار ۳/۲۱، تابستان ۴/۲۷، پاییز ۲/۱۲ و زمستان ۱/۵۸ به ثبت رسید. بنابراین، بیشترین فراوانی مربوط به جلبک‌های تک‌سلولی تالاب درگه‌سنگی در فصل تابستان مشاهده شد و کمترین میزان تراکم مربوط به فصل زمستان بود. بررسی تغییرات کلروفیل a در فصول مختلف سال از فصل بهار تا فصل تابستان به ترتیب برابر با ۴۵، ۵۲، ۳۸ و ۲۹ میکروگرم بر لیتر برآورد شد. طبق نتایج به دست آمده میزان کلروفیل a در فصل پاییز و زمستان نسبت به فصل بهار و تابستان محدودتر بود.

ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌های جداشده از منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ بیان شده است. در این تحقیق گونه‌های مختلفی از جنس *Microcystis* توسط روش‌های ریخت‌شناسی در تالاب درگه‌سنگی مورد شناسایی قرار گرفت. به علت شباهت بسیار نزدیک گونه‌های این نوع از جلبک به یکدیگر، از روش مولکولی مبتنی بر PCR برای تایید گونه استفاده شد. بعد از آشکار سازی محصولات PCR، مشخص شد که تعدادی از نمونه‌ها که انتظار می‌رفت از جنس *Microcystis* باشند، از این جنس نبودند. انجام توالی‌یابی نمونه‌ها نشان‌داد که تنها ۲ نمونه جلبک را می‌توان در جنس *Microcystis* قرار دارد. نمونه‌های ریزجلبک جداشده از تالاب درگه‌سنگی در جدول ۲ خلاصه شده است و تصاویرمیکروسکوپی از جلبک‌های جداشده در شکل ۴ قابل ملاحظه است.

تنوع بالای میکروفلور (جلبک‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی) موجود در تالاب درگه سنگی بیانگر این موضوع است که تالاب درگه‌سنگی زیستگاه مناسبی برای رشد و شکوفایی جلبک‌های تک‌سلولی است. این جلبک‌ها از لحاظ غذایی و اقتصادی مورد توجه روزافزون پژوهشگران واقع شده اند.

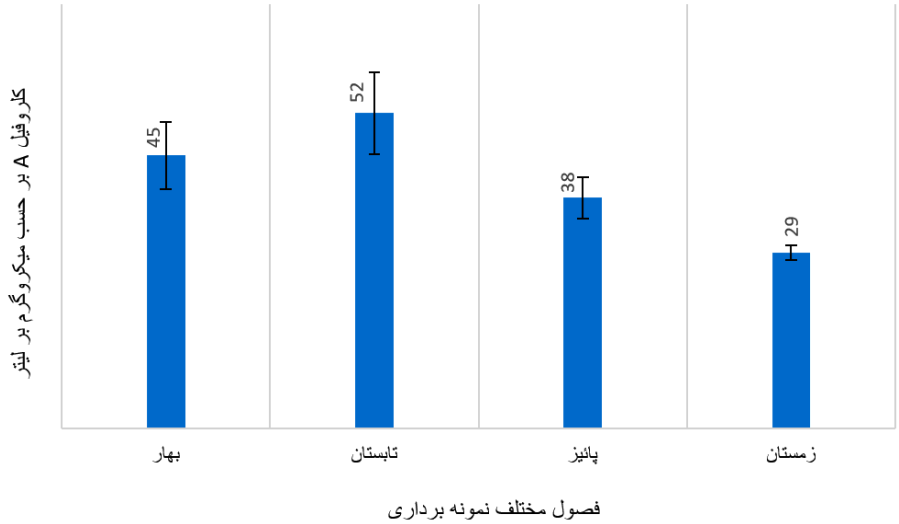
جدول ۱. بررسی وضعیت BOD_5 و COD در تالاب درگه‌سنگی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

نام ایستگاه	BOD_5 (mg/l)				COD (mg/l)			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سال ۱۳۹۴								
D5	۵۶	۹۸	۶۶	۲۲	۱۲۴	۱۸۷	۱۶۴	۱۲۱
D9B	۶۵	۷۸	۴۲	۳۲	۱۳۴	۱۹۸	۱۸۵	۱۰۲
D9K	۷۸	۷۸	۵۵	۴۱	۱۴۶	۱۸۸	۱۹۸	۹۸
D11	۵۶	۸۵	۴۹	۳۲	۱۶۷	۱۷۵	۱۹۵	۷۴
D12	۶۷	۹۲	۳۷	۲۹	۱۸۹	۱۵۹	۱۷۶	۷۹
D13	۷۶	۸۴	۵۷	۳۰	۱۷۲	۱۹۴	۱۸۲	۸۹
سال ۱۳۹۵								
D1	۴۳	۵۶	۴۴	–	۱۶۴	۱۴۵	۱۷۴	–
D2	۷۴	۶۵	۵۶	–	۱۴۳	۱۶۵	۱۹۷	–
D7	۴۶	۵۵	۶۲	–	۱۱۵	۱۴۵	۱۸۳	–
D8	۷۳	۵۴	۷۴	–	۱۰۵	۱۹۵	۱۸۳	–
D4	۵۶	۶۷	۲۱	–	۱۱۱	۱۳۴	۱۷۵	–
D9	۷۲	۸۷	۳۵	–	۱۷۵	۱۴۴	۱۹۱	–



شکل ۲. تراکم جلبک‌های تک‌سلولی در تالاب درگه‌سنگی در سال ۱۳۹۴

مشاهده شکوفایی جلبکی شدید در برخی از مناطق نمونه‌برداری نشان از ورود فاضلاب‌های انسانی از روستاهای اطراف و فضولات دامی و مساعد بودن شرایط برای رشد این میکروارگانیسم‌ها و کدر شدن آب دارد. شکوفایی جلبکی به این شکل، یکی از فاکتورهای منفی و مخرب یک اکوسیستم محسوب می‌شود، از طرفی آب را برای مصارف خانگی و کشاورزی از دسترس خارج می‌کند (۲۸). نتایج بررسی بار باکتریایی این تالاب نشان می‌دهد حجم عظیمی از مواد آلاینده



شکل ۳. تغییرات کلروفیل a در تالاب درگه‌سنگی در سال ۱۳۹۴

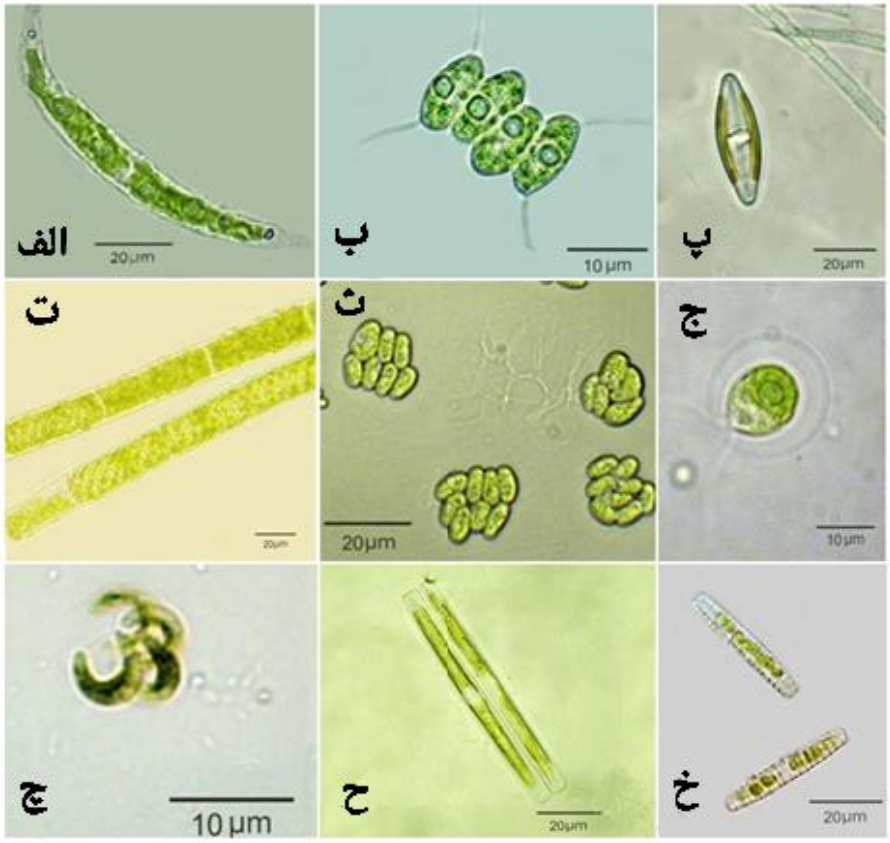
با ماهیت آلی ناشی از کود حیوانی و انسانی به تالاب وارد شده است. طبق تحقیقات میدانی و مشاهدات انجام‌شده هنگام نمونه‌برداری، ورود فاضلاب روستایی به شکل مستقیم به این تالاب قابل تایید است. زیاد بودن میزان pH آب تالاب نشان‌دهنده تخلیه فاضلاب صنعتی در این اکوسیستم آبی می‌باشد. این مقدار از pH در نمونه‌برداری اولیه موجب شده بود هیچگونه زئوپلانکتونی در بررسی آب منطقه مورد مطالعه یافت نشود. بررسی میزان BOD_5 و COD نشان‌داد که با افزایش دما در فصل تابستان میزان BOD_5 و COD افزایش پیدا می‌کند و در این فصل حتی به ۱۰ برابر میزان استاندارد خود نیز می‌رسد.

بحث و نتیجه‌گیری

دراین تحقیق تعداد ۴۰ جنس متعلق به ۹ رده و ۵ شاخه کلروفیتا، سیانوباکتریا، استرپتوفیتا، آکروفیتا و باسیلاریوفیتا طی این تحقیق شناسایی شدند. این میزان تنوع گونه‌ای ریزجلبک‌های جدا شده از تالاب درگه‌سنگی در این مطالعه قابل توجه است. از دیدگاه اکولوژیک تنوع بالا و شکوفایی مقطعی برخی از این جلبکها در نواحی خاصی از تالاب می‌تواند بسیار خطرناک باشد. این اتفاق حتی در موردگونه های غیر سمی می‌تواند بر میزان اکسیژن آب تالاب تاثیر بگذارد که عواقب ناگواری برای تالاب دارد. چه بسا این شکوفایی اگر توسط گونه‌های سمی اتفاق بیافتد می‌تواند باعث مرگ و میر پرندگان مهاجر فصلی، همانند اتفاق رخداده دراطراف کوه زنبیل دریاچه ارومیه در سال ۱۳۹۴، شود. بطور همزمان وجود سطح بالایی از اکسیژن مورد نیاز فعالیت‌های بیولوژیک و شیمیایی تائید کننده این نظر بود. سخایی و همکاران (۲۹) در تحقیق خود گونه‌های متعلق به رده باسیلاریوفیتا را در رودخانه بهمن‌شیر به عنوان گونه غالب، معرفی کردند. آنها همچنین، افزایش دمای هوا و ورود آلودگی ناشی از فاضلاب شهری و روستایی را از جمله عوامل موثر در افزایش تراکم فیتوپلانکتون‌ها در رودخانه مورد مطالعه به ویژه در فصل تابستان برشمردند. بررسی دیگر پارامترهای مورد مطالعه در این تحقیق نشان داد که وجود مواد غذایی با منشاء فاضلاب عامل اصلی این تنوع می‌باشد. مواد آلی مورد نیاز برای رشد بیش از حد ریزجلبک‌ها و در نتیجه شکوفایی جلبکی، از طریق ورود همین فاضلاب به تالاب در اختیار ریزجلبک‌ها قرار می گیرد و باعث تشدید این اتفاق می‌شود. شکوفایی جلبکی علاوه بر کدر کردن آب تالاب می‌تواند نشان‌دهنده یک پدیده مخرب زیست‌محیطی نیز باشد، چرا که تالاب‌ها به خودی خود و به علت عدم جابه‌جایی آب در مدت زمان طولانی پتانسیل بیشتری برای آلودگی دارند و ورود آلودگی‌های مختلف از راه

جدول ۲. ریزجلبک‌های جدا شده از تالاب درگه‌سنگی

گونه	جنس	خانواده	راسته	رده	شاخه
Ankistrodesmus falcatus var. acicularis	*Ankistrodesmus*	Selenastraceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta
Ankistrodesmus falcatus					
Pseudokirchneriella subcapitata	*Pseudokirchneriella*				
Monoraphidium contortum	*Monoraphidium*				
Monoraphidium sp.					
Raphidocelis sp.	*Raphidocelis*				
Selenastrum sp.	*Selenastrum*				
Coelastrum asteroideum	*Coelastrum*	Scenedesmaceae			
Coelastrum microporum					
Coelastrum reticulatum					
Scenedesmus arcuatus	*Scenedesmus*				
Scenedesmus armatus					
Scenedesmus obliquus					
Scenedesmus quadricauda var. westii					
Scenedesmus quadricauda var. maximus					
Scenedesmus ellipticus					
Scenedesmus sp.					
Desmodesmus cuneatus	*Desmodesmus*				
Crucigenia rectangularis	*Crucigenia*				
Crucigenia tetrapedia					
Schroederia sigma	*Schroederia*	Schroederiaceae			
Tetraedron minimum	*Tetraedron*	Sphaeropleaceae			
Pediastrum boryanum	*Pediastrum*	Hydrodictyaceae			
Golenkinia radiate	*Golenkinia*	Golenkiniaceae	Chlamydomonadales		
Carteria sp.	*Carteria*	Chlamidomonadaceae			
Chlamydomonas sp.	*Chlamydomonas*				
Oedogonium sp.	*Oedogonium*	Oedogoniaceae	Oedogoniales		
Tetrastrum glabrum	*Tetrastrum*	Oocystaceae	Chlorellales	Trebouxiophyceae	
Tetrastrum komarekii					
Tetradesmus sp.					
Chodatella sp.	*Chodatella*				
Oocystis sp.	*Oocystis*				
Planktonema sp.*1*	*Planktonema*				
Chlorella vulgaris	*Chlorella*	Chlorellaceae			
Dictyosphaerium pulchellum	*Dictyosphaerium*				
Coelosphaerium sp.	*Coelosphaerium*	Coelosphaeriaceae	Synechococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteriota
Merismopedia sp.	*Merismopedia*	Merismopediacea			
Synechocystis sp.	*Synechocystis*				
Oscillatoria sp.	*Oscillatoria*	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales		
Closterium leibleinii	*Closterium*	Closteriaceae	Desmidiales	Zygnemophyceae	Streptophyta
Spinoclosterium sp.	*Spinoclosterium*		Closteriaceae		
Nanochloropsis sp.	*Nanochloropsis*	Monodopsidaceae	Eustigmatales	Eustigmatophyceae	Ochrophyta
Uroglena sp.	*Uroglena*	Chromulinaceae	Chromulinales	Chrysophyceae	
Nitzschia acicularis	*Nitzschia*	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta
Nitzschia brevirostris					
Nitzschia palea					
Tryblionella hungarica					
Trybionella sp.	*Trybionella*				
Encyonema sp.	*Encyonema*	Cymbellaceae	Cymbellales		
Diatoma sp.	*Diatoma*	Fragilariaceae	Fragilariales	Fragilariophyceae	
Fragilaria crotonensis	*Fragilaria*				
Fragilaria sp.*1*					
Fragilaria sp.*2*					
Synedra sp.	*Synedra*				
Navicula sp.*1*	*Navicula*	Naviculaceae	Naviculales		
Navicula pelliculosa					
Cyclotella sp.	*Cyclotella*	Stephanodiscaceae	Stephanodiscales	Coscinodiscophyceae	
Cyclotephanos sp.	*Cyclotephanos*				
Aulacoseira sp.	*Aulacoseira*	Aulacoseriaceae	-		
Cerasteris irregularis	-	-	-	-	-



شکل ۴. تصویر میکروسکوپی تعدادی از میکروجلبک‌های جداشده از تالاب درگه‌سنگی. الف) کلوستریوم ب) سندسموس پ) ناویکولا ت) اسپیروژیر ث) سندسموس، ج) کلامیدوموناس چ) سلنستریوم ح) فراجیلاریا خ) دیاتوما.

فاضلاب ها به راحتی باعث به هم خوردن تعادل طبیعی بوم‌سازگان‌های آبی می‌شود. غلامی و همکاران (۱۲) در مطالعه خود بسیاری ازریزجلبک‌ها را از لحاظ میزان خطرات زیست‌محیطی طبقه‌بندی کردند و به این نکته اشاره کردند که شکوفایی جلبکی مضر می‌تواند اثرات نامطلوبی بر انسان و محیط زیست تحمیل کند.

از دیدگاه میکرواکولوژیک وجود گونه‌هایی از جنس‌های مختلف دیاتومه‌ها و جلبک‌های کلروفیسه در یک تالاب ارزش اکولوژیک بالایی دارد چرا که اغلب موجودات صافی خوار وابستگی زیادی به این جنس‌ها دارند. در بین گونه‌های گزارش شده از تالاب‌های اطراف دریاچه ارومیه رده باسیلاریوفیسه بیشترین تنوع را نشان میدادند. علاوه بر آن، بیشترین تراکم جلبک‌های تک‌سلولی مربوط به جنس *Dunaliella* از رده کلروفیسه گزارش شد (۸ و ۱۸) در مطالعه حاضر از رده باسیلاریوفیسه تنها سه جنس و از رده کلروفیسه ۱۶ جنس از تالاب درگه‌سنگی جدا شد که در این تالاب در مقایسه با دریاچه ارومیه بیشترین تنوع در جنس به رده کلروفیسه تعلق می‌گیرد. دیاتوم‌ها از مهم‌ترین فیتوپلانکتون‌های موجود در اکوسیستم‌های آبی هستند که وجود آنها در زنجیره غذایی میکروبی به عنوان یکی از تولید کننده‌های زنجیره تأثیر اساسی دارد (۱۷) و اغلب آبزیان سطوح پائین‌تر به این رده وابستگی کامل دارند. در تالاب درگه‌سنگی دیاتومه‌ها حضور زیادی داشتند و این امر وجود شرایط فیزیکوشیمیایی لازم برای پذیرا شده این تالاب برای مهاجرت و سکنی گزیدن پرندگان را نشان میداد.

وجود گونه‌های جانوری بی‌مهره مانند زئوپلانکتون‌ها بر جمعیت میکروارگانیسم‌هایی مانند فیتوپلانکتون‌ها تاثیر زیادی

جدول ۳. مشخصات شیمیایی و زیستی منطقه مورد مطالعه به تفکیک ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	pH	شوری (ppt)	کلی فرم کل (MPN/100ml)	کلی فرم مدفوعی (MPN/100ml)	شمارش استاندارد (CFU/ml)	سختی کل (mg/l)
بهار ۱۳۹۴						
چشمه	۶/۵۴	۰	۱۱۰۰	۲۴۰	$۶/۹\times۱۰^{۶}$	۱۲۴/۶
نهر ۱	۸/۴۸	۰	۲۳	۰	$۴/۱\times۱۰^{۲}$	۱۹۵/۸
نهر ۲	۸/۶۶	۰	۲۳	۰	$۷/۲\times۱۰^{۲}$	۱۹۵/۸
نهر محمد یار	۸/۶۹	۰	۲۰	۹	$۲/۶\times۱۰^{۴}$	۱۶۰/۲
زیر تابلو	۱۰/۴۱	۰	۲۴۰	۷	$۵/۱\times۱۰^{۳}$	۶۴۲/۸
D2	۸/۳۶	۰	۲۴۰	۱۵۰	$۲/۷\times۱۰^{۳}$	۴۴۵
تابستان ۱۳۹۴						
D1	۱۰/۳۱	۰	۱۱	۱۱	$۲/۷\times۱۰^{۳}$	۴۶۲/۸
D2	۱۰/۲۰	۰	۱۵	۷	$۲/۲\times۱۰^{۴}$	۳۹۱/۶
D3	۹/۴۴	۰	۳	۰	$۲/۲\times۱۰^{۴}$	۲۸۴/۸
D4	۱۰/۳۹	۰	۳	۰	$۳/۹\times۱۰^{۲}$	۲۱۳/۶
D5	۱۰/۵۸	۰	۲۰	۱۵	$۵/۱\times۱۰^{۴}$	۱۹۵/۸
D6	۱۰/۳۱	۰	۲۱	۲۰	$۵/۵\times۱۰^{۴}$	۱۷۸
D7	۱۰/۵۱	۰	۹	۴	$۵/۹\times۱۰^{۳}$	۲۸۴/۸
D8	۱۰/۶۴	۰	۷	۴	$۴/۴\times۱۰^{۲}$	۴۴۵
D9	۱۰/۶۷	۰	۷	۷	$۷/۲\times۱۰^{۳}$	۴۰۹/۴
D10	۱۰/۵۷	۰	۲۸	۲۰	$۷/۹\times۱۰^{۴}$	۴۴۵
پاییز ۱۳۹۴						
D1	۷/۸۴	۰	۱۲	۱	$۲/۳\times۱۰^{۳}$	۱۳۵/۳
D2	۸/۰۲	۰	۱۳	۰	$۱/۶\times۱۰^{۳}$	۱۵۶/۱
D3	۷/۹۸	۰	۸	۰	$۸/۷\times۱۰^{۳}$	۱۶۸
D4	۸/۱۸	۰	۵	۴	$۶/۲\times۱۰^{۳}$	۱۳۳/۴
D5	۷/۸۳	۰	۸	۲	$۶/۸\times۱۰^{۳}$	۲۴۶/۵
زمستان ۱۳۹۴						
D1	۸/۱۱	۰	۱۱	۰	$۲/۴\times۱۰^{۳}$	۱۴۲/۴
D2	۷/۷۹	۰	۱۱	۰	$۱/۸\times۱۰^{۳}$	۱۶۰/۲
D3	۸/۱۳	۰	۷	۰	$۷/۷\times۱۰^{۳}$	۱۷۸
D4	۸/۱۱	۰	۷	۳	$۱/۵\times۱۰^{۳}$	۱۲۴/۶
D5	۷/۷۹	۰	۹	۳	$۵/۵\times۱۰^{۳}$	۲۱۳/۶
بهار ۱۳۹۵						
D1	۷/۸۸	۰	۱۲۰۹	۲۳۶	$۸/۳\times۱۰^{۴}$	۱۲۶۵
نهر ۱	۸/۷۶	۰	۴۵	۵	$۸/۲\times۱۰^{۳}$	۱۷۵
D9	۸/۴۳	۰	۳۴	۸	۸×۱۰^{۳}	۱۲۸
نهر محمد یار	–	–	–	–	–	–
زیر تابلو	۹/۸۷	۰	۲۶۷	۱۲	$۵/۲\times۱۰^{۳}$	۵۵۴
تابستان ۱۳۹۵						
D1	۹/۲۳	۰	۱۳	۱۶	$۳/۷\times۱۰^{۳}$	۴۷۵
D2	۸/۳۳	۰	۱۷	۸	$۴/۴\times۱۰^{۳}$	۳۷۵
D7	۹/۳۷	۰	۱۱	۵	$۶/۳\times۱۰^{۴}$	۲۳۷
D8	۱۰/۱۱	۰	۸	۸	$۵/۵\times۱۰^{۳}$	۳۴۶
D9	۱۰/۲۲	۰	۱۷	۹	$۲/۶\times۱۰^{۴}$	۴۳۵
D10	۹/۹۰	۰	۳۴	۱۷	$۲/۷\times۱۰^{۴}$	۳۴۶
پاییز ۱۳۹۵						
D1	۸/۵۶	۰	۳۴	۵	$۳/۳\times۱۰^{۳}$	۱۲۳/۵
D2	۶/۹۹	۰	۲۳	۱	$۵/۵\times۱۰^{۴}$	۱۴۴/۹
D4	۷/۸	۰	۱۰	۴	$۵/۳\times۱۰^{۳}$	۱۶۴
D9	۷/۵۵	۰	۲۸	۸	$۳/۲\times۱۰^{۳}$	۲۲۳

دارد. زئوپلانکتون‌ها با شکار ریزجلبک‌ها از جمله فیتوپلانکتون‌ها از رشد بیش از حد جمعیت آنها جلوگیری می‌کند. از آنجایی که زئوپلانکتون‌ها نقش کنترلی بر جمعیت میکروارگانیسم‌ها دارند، عدم مشاهده زئوپلانکتون‌ها در نمونه‌برداری‌های اولیه و یا حضور تعداد کمی از آنها در تالاب ارتباط نزدیکی با مشاهده شکوفایی جلبکی در تالاب داشت.

اما از دیدگاه آلودگی باکتریایی این تحقیق نشان داد که وجود مقادیر زیاد BOD_5 و کلیفرم‌های مدفوعی در آب تالاب آن را برای هر گونه مصارف خانگی و یا کشاورزی غیر ممکن ساخته است. طبق نتایج حاصل از مطالعه حاضر، pH آب تالاب درگه‌سنگی در طول زمان تحقیق بالاتر از هفت بود و تغییرات pH ملاحظه شده در فصول مختلف سال را می‌توان به ورودی آب به تالاب و تغییراتی که در میزان سطح و حجم آب تالاب در طول سال اتفاق می‌افتد نسبت داد. منبع تامین آب این تالاب رواناب‌های ناشی از بارندگی و مازاد جریان آب منشعب از رودخانه نقده، جریان چشمه‌ها و نشت آب‌های زیرزمینی اطراف این تالاب می‌باشد. انتظار می‌رود که ورود فلزات قلیایی نظیر بی‌کربنات‌های کلسیم و فسفر از طریق منابع تامین‌کننده آب به این حوضه آبخیز منجر به بروز تغییراتی هر چه قدر اندک در pH آب شود. از طرف دیگر، ورود فاضلاب روستایی به صورت مستقیم از طریق کانال‌هایی به تالاب درگه‌سنگی به عنوان یکی دیگر از عوامل موثر در تغییرات pH آب در منطقه مورد مطالعه نقش دارد. محدوده pH بالاتر از هفت (۳۵) به علاوه مواد آلی موجود در آب و میزان نفوذ نور به تالاب شرایط را برای رشد و تکثیر ریزجلبک‌ها از جمله فیتوپلانکتون‌ها فراهم کرده است (۲). در فاصله زمانی بهار تا تابستان، در هنگام نمونه‌برداری، خشک شدن بخش‌های عمده‌ای از این تالاب مورد توجه قرار گرفت. در راستای شناسایی برخی از میکروارگانیسم‌های موجود در تالاب درگه‌سنگی در این مطالعه از روش مولکولی استفاده شد (۹ و ۳۱). در مطالعات پیشین به جهت شناسایی ریزجلبک‌های مختلف، استفاده از نشانگر ITS نتایج قابل اعتمادی را به‌دست داده بود (۱۳ و ۳۲). در تحقیق حاضر نیز تکثیر ناحیه ITS با استفاده از روش‌های مولکولی، مطالعات پیشین را مورد تایید قرار گرفت.

در نهایت می‌توان گفت به عنوان اولین تحقیق در خصوص این تالاب، روش‌های بکار رفته و نتایج حاصل لایه هایی از وضعیت اکولوژیک این تالاب مهم استان را مشخص کرد. با توجه به عمق کم تالاب و دبی آب ورودی به آن و از طرفی نزدیک بودن آن به روستا، و ورود احشام به تالاب و فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی- روستایی همجوار نیاز به رصد این تالاب با دقت بیشتری است چرا که شرایط آن بسیار شکننده و تغییر پذیر مشاهده شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله مولفان نهایت تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه و اداره کل محیط زیست استان آذربایجان غربی بابت فراهم کردن امکانات مورد نیاز جهت انجام این تحقیق، اعلام می‌دارند.

منابع مورد استفاده

1. Abdel-Raouf, N., A. A., Al-Homaidan and I. Ibraheem. 2012. Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences* 19: 257-275.
2. Becker, E. W. 1994. Microalgae: biotechnology and microbiology. Cambridge University Press. Landen.
3. Carrier, G., J. Berthelier, A. Maupetit, E. Nicolau, M. Marbouty, N. Schreiber, A. Charrier, C. Carcopino, L. Leroi and B. Saint-Jean. 2023. Genetic and phenotypic intra-species diversity of alga *Tisochrysis lutea* reveals original genetic structure and domestication potential. *European Journal of Phycology* 59: 1-18.
4. Bellinger, E. G. and D. C., Sigee. 2010. Fresh water algae: identification and use as bioindicators. John wiley and Sons Ltd, 271.
5. Cheraghpoor, J., S. Afsharzadeh, M. Sharifi, R. Ramezannejad Ghadi and M. Masoudi. 2013. Phytoplankton

diversity assessment of Gandoman wetland, west of Iran. *The Iranian Journal of Botany* 19: 61-153.
6. Dugan, P. 1993. *Wetlands in danger: a world conservation atlas*. Oxford University Press. New York.
7. Eimanifar, A and Mohebbi, F. 2007. Urmia Lake (northwest Iran): A brief review. *Aquatic Biosystems* 3: 30-38.
8. Gorbani, S. Manaffar, R., A. Taei and R. Malek Zade. 2013. Molcular diversity studing in *Dunaliella g*enus in some site of Urmia Lake. *Journal of Plant Biology* 77: 89-98. (In Persian)
9. Gaonkar, C. C. and L. Campbell. 2023. Metabarcoding reveals high genetic diversity of harmful algae in the coastal waters of Texas, Gulf of Mexico. *Harmful Algae* 121: 102368.
10. Gopal, B. and M. Chauhan. 2001. South Asian wetlands and their biodiversity: the role of monsoons. *Biodiversity in Wetlands: International Journal of Ecology and Environmental Sciences 23*: 305–313.
11. Gharibkhany, M., M., Tatina, Z. Ramezanpur and F. Chobian. 2015. Studying the diversity, density and abundance of phytoplanktons of Esteel lagoon in Astara. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 3: 41-54. (In Persian)
12. Gholami, Z., M. S. Mortazavi and A. Karbassi. 2019. Environmental risk assessment of harmful algal blooms case study: Persian Gulf and Oman Sea located at Hormozgan province, Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 25: 271-296.
13. Karthick, P., K. N., Murthy, C. Ramesh, S. Narayana and R. Mohanraju. 2022. Molecular authentication of green algae *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) based on ITS and tuf A genes from Andaman Islands, India. *Indian Journal of Experimental Biology* 58:109-114.
14. Keddy, P. A. 2010. Wetland ecology: principles and conservation. Cambridge University Press. Cambridge.
15. Khalili Morcheh Khorti, F., M. Soltani, H.Rajabi Islami and S. A. Mousavi. 2015. Impact of fish cage rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* on the bacterial flora of Karon dam, *Journal of Animal Environment* 7:175-182. (In Persian)
16. Lapointe, B. E., R. A. Brewton, L. E. Wilking, and L. W. Herren. 2023. Fertilizer restrictions are not sufficient to mitigate nutrient pollution and harmful algal blooms in the Indian River Lagoon, Florida. *Marine Pollution Bulletin* 193: 115041.
17. Machado, K. B., , L. M., BiniA. S. Melo, A. T. Andrade, M. F. Almeida, P. Carvalho, F. B. Teresa, F. D. Roque, J. C. Bortolini, A. A. Padial and L. C. Vieira. 2023. Functional and taxonomic diversities are better early indicators of eutrophication than composition of freshwater phytoplankton. *Hydrobiology* 850: 1393-1411.
18. Manaffar, R and S. Ghorbani. 2015. Algae bloom in northwest Urmia Lake (Bari station). *Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology)* 28: 115-123. (In Persian)
19. Mitchell, S. A. 2013. The status of wetlands, threats and the predicted effect of global climate change: the situation in Sub-Saharan Africa. *Aquatic Sciences* 75: 95-112.
20. Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. Third Edition. John Wiley and Sons, New York, USA.
21. Musavi, M. S. 2010. Study of the effects of salmon farms production on water quality of the Dohezar Tonekabon river based on coarse fauna of basti invertebrates. MSc. Thesis. Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. (In Persian)
22. Polle, J. E. W., D.Tran and A. Ben-Amotz. 2009. History, distribution, and habitats of algae of the genus *Dunaliella Teodoresco* (Chlorophyceae). In Ben-Amotz, A., Polle, J. E. W. and Subba Rao, D. V. (Eds.) The Alga *Dunaliella*: Biodiversity, Physiology, Genomics and Biotechnology. Science Publishers, Enfield. 1-14.
23. Naeem, S., D. R. Hahn and G. Schuurman. 2000. Producer–decomposer co-dependency influences biodiversity effects. Nature 403: 762-764.
24. Nejat khah M. P., M. Mahdavi and M. Frozad. 2009. Plankton sutding and water quality monitoring of BandAli Khan lagoon. *Journal of Environmental Science and Technology* 1: 149-162. (In Persian)
25. Prescott, G. W. 1962. Algae of western great lakes area. W. M. C. Brown compony publishing, Iowa, USA. 933.
26. Ramberg, L., P., Hancock, M. Lindholm, T. Meyer, S. Ringrose, J. Silva, J. Van As and C. Vanderpost. 2006. Species diversity of the Okavango Delta, Botswana. *Aquatic Sciences 68*: 310–337.
27. Ramezan Zade, H. 2003. Studying on epiphytic algae of Amir Kelayeh pond and Comparing of algal communities on different substrates. MSc. Thesis, Faculty of science, The University of Tehran, Iran. (In Persian)
28. Reynolds, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. UK.
29. Sakhaei, N., B. Doostshenas and P. Mobed. 2017. Determining the Bahmanshir river health and biodiversity using Nygaard-Palmer and Saprobic indices. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 26: 163-176. (In Persian)
30. Shadrin, N., D. Balycheva and E. Anufriieva. 2021. Microphytobenthos in the hypersaline water bodies, the case of Bay Sivash (Crimea): Is salinity the main determinant of species composition?. *Water* 13: 1542.
31. Singh, Y., A., Gulati, D. P. Singh and J. I. S. Khattar. 2018. Cyanobacterial community structure in hot water springs of Indian north-western Himalayas: a morphological, molecular and ecological approach. *Algal Research* 29:179-192.
32. Tiffany, L. H. and M. E. G. Britton. 1971. The algae of Illinois. Hanfer publishing company, New York, USA, 407.
33. Verdelho Vieira, V., J. P., Cadoret, F. G. Acien and J. Benemann. 2022. Clarification of most relevant concepts related to the microalgae production sector. *Processes* 10: 1-11.

34. White, T. J., T., Bruns, S. Lee and J. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of eukaryotic ribosomal RNA genes for phylogenetic analyses. PP. 315-322. In: Innis, M. A, Gelfand, D. H., Sninsky, J. J. and White, T. J. (eds.), PCR Protocols, Academic Press, Waltham.
35. Yoshida, K. O. H., T., Iwanaga, A. Yoshitake, T. Mine, M. Omura and K. Kimura. 2023. Species-specific monitoring of skeletonema blooms in the coastal waters of Ariake sound, Japan. *Marine Ecology Progress Series* 12: 31-46.

Investigating the New Micro-Ecological Characteristics of Darga-Sangi Wetland in West Azarbaijan Province

R. Manaffar[1*], S. Moradkhani[2] and H. Yazdani[1]

(Received: November 06-2023; Accepted: January 29-2024)

Abstract

Wetlands, as fragile water sources, are constantly affected by climate change and human activities. Recently, human intervention and the reduction of surface water in the catchment area of Lake Urmia have altered the microflora and physicochemical parameters of the wetlands, which need to be investigated. Results showed that phytoplankton populations of Darga-Sangi wetland consisted of Chlorophyta (2 classes, 10 families, and 22 genera), Cyanobacteriata (1 classes, 3 families, and 4 genera), Streptophyta (1 classes, 2 families, and 2 genera), Ochrophyta (2 classes, 2 families, and 2 genera), and Basillariophyta (4 orders, 6 families, and 10 genera). In addition, pH value, Biological Oxygen Demand (BOD), and Chemical Oxygen Demand (COD) were investigated. The highest amount of BOD_5 of Darga-Sangi wetland was estimated to be between 78 and 98 mg/l, while the highest amount of COD was 159 and 198 mg/l during the summer season. The results indicate that the high influx of organic and mineral substances into the wetland has affected its enrichment which resulted in blooming of microalgae and hence, rising ecological concerns. The bacterial load in this wetland puts it in an unfavorable condition, which can be dangerous for native and migratory organisms.

Keywords: Phytoplankton, Micro-algae, Genetic diversity, Enrichment, Water pollution.

1. Department of Fisheris, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran
2. Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran.
*: Corresponding Author, Email: R.manaffar@urmia.ac.ir