

## بررسی ویژگی‌های جدید میکرواکولوژیک تالاب درگاه‌سنگی استان آذربایجان غربی

رامین مناف‌فر<sup>۱\*</sup>، سکینه مرادخانی<sup>۲</sup>، هدیه یزدانی<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۳</sup> کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی و شماره تماس: [r.manaffar@urmia.ac.ir](mailto:r.manaffar@urmia.ac.ir) – ۰۹۰۲۷۸۶۴۰۶۸

### 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 ارزش مطالعه زیادی دارد. در این تحقیق ابتدا تنوع ریزجلبکهای تالاب درگاه 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 اکسیژن‌خواهی زیستی (Biochemical Oxygen Demand) و میزان اکسیژن‌خواهی شیمیایی (Chemical Oxygen Demand) بررسی شد. بیشترین مقدار BOD<sub>5</sub> آب تالاب درگاه‌سنگی 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 بلوم ریزجلبکها تاثیر گذاشته است که از دیدگاه اکولوژیک نگران‌کننده است. بار باکتریایی این تالاب آنرا در وضعیت نامناسبی قرار میدهد که می‌تواند بر موجودات بومی و مهاجر خطرناک باشد.

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

### 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 آبی 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 گرفته‌اند (۱۶، ۲۰ و ۳۰). تاکنون، مطالعات مختلفی بر جوامع فیتوپلانکتونی در تالاب‌های مختلف ایران انجام شده است. مطالعات رمضان‌زاده (۲۷) در تالاب امیرکلیه در جنوب خزر، قریب‌خانی و همکاران (۱۱) در تالاب استیل‌آستارا، چراغ‌پور و همکاران (۵) در تالاب گندمان در استان چهارمحال و بختیاری، نجات‌خواه، مهدوی و فروزاد (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 پربابی دریاچه توانست ۶ جنس جلبک از رده سیانوفیتا، ۴ جنس جلبک از رده کلروفیتا و ۲ 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 *D. tertiolecta*، *D. bardawil*، *D. salina*، *Dunaliella. Parva* 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

## نشریه بوم شناسی کاربردی

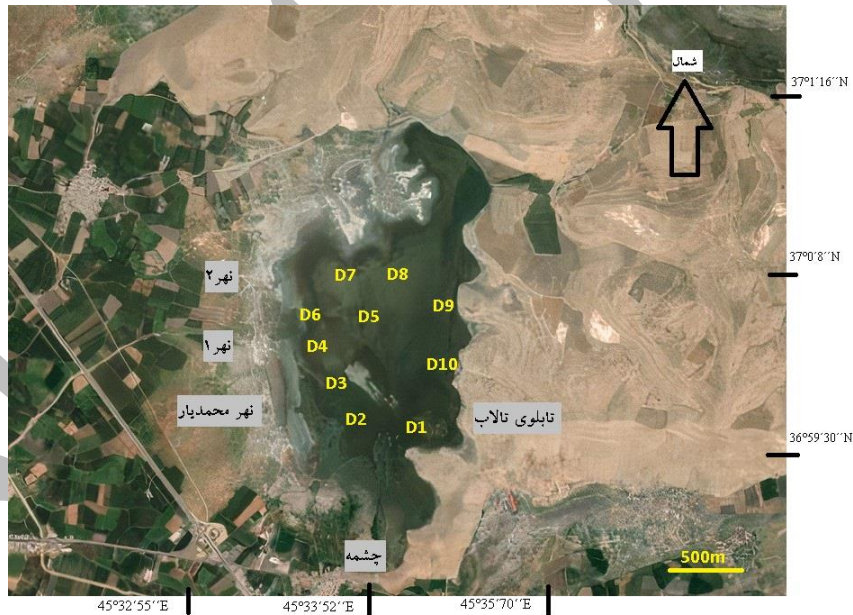
می‌گیرد. در همین مطالعات آب دریاچه سد ماکو در سال ۱۳۷۷ از نظر تراکم و پراکنش پلانکتونی مورد مطالعه قرار گرفت و ۴۸ جنس و ۵۵ گونه فیتوپلانکتون شناسایی گردید به طوری که ۲۱ جنس و ۲۲ گونه به شاخه کریزوفیتا، ۱۲ جنس و ۱۶ گونه به شاخه کلروفیتا و ۷ جنس و ۹ گونه به شاخه سیانوفیتا ۴ جنس و ۴ گونه به شاخه اوگنونوفیتا 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، این تحقیق نیز در تالاب درگاه‌سنگی انجام گرفت. بدین منظور، در این تحقیق به بررسی میکروفلور جلبک و باکتری در تالاب درگاه‌سنگی استان آذربایجان غربی پرداخته شد. تالاب درگاه‌سنگی (تصویر 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 درگاه‌سنگی یک تالاب دائمی با مساحت حوضه آبریز ۲۱۰۰ هکتار در ارتفاع ۱۲۸۰ متری از سطح 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. دو چشمه 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 درگاه‌سنگی را پر می‌کند و از

## نشریه بوم شناسی کاربردی

لحاظ شناسایی میکروفلور و شناخت موجودات مورد مطالعه در یک اکوسیستم دارای آب شیرین به 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.



شکل ۱: نقشه شماتیکی از منطقه مورد مطالعه

در انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری عمق تالاب، عوارض ژئومورفولوژیک، پوشش گیاهی و ورودی آب به تالاب مد نظر قرار گرفت. به منظور سنجش میزان اکسیژن‌خواهی زیستی (BOD) نمونه آب بعد از تهیه، فیلتر شد و برای مدت ۵ روز در یک بطری درب‌دار و کاملاً 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

## نشریه بوم شناسی کاربردی

محاسبه شد. در این تحقیق سنجش  $BOD_5$  با استفاده از دستگاه  $BOD\ Track\ ^{TM}$  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 biochemical oxygen demand) اعمال شد. سنجش میزان اکسیژن خواهی 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 pillow)، هیدروکسید لیتیم یا هیدروکسید 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 ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند (۲۱). به منظور سنجش میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) نمونه آب در ظرف مخصوص حاوی ۸۶ درصد اسید سولفوریک، سولفات جیوه در دمای ثابت هضم شد و میزان COD بر حسب میلی گرم در لیتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Hach DR 2800) اندازه گیری 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 میلی گرم در لیتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سنجش COD با استفاده از دستورالعمل استاندارد پروتکل EPA (U.S. Environmental protection agency) the determination of chemical oxygen demand by semi-automated colorimetry 410.4 اجرا 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، از یک جفت آغازگر طراحی شده توسط وایت و همکاران (۳۴) مناسب برای تکثیر ناحیه ITS استفاده شد. استخراج DNA از جلبک‌ها با استفاده از روش Cetyl (CTAB) 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 (3-gga-agt-aaa-agt-cgt-aac-agg-5) در این تحقیق مورد استفاده

## نشریه بوم شناسی کاربردی

قرار گرفت. برنامه ترموسایکلر برای تکثیر ناحیه مورد نظر شامل دمای ۹۷ درجه سلسیوس برای واسرشت اولیه به مدت ۳ دقیقه، ۹۷ درجه سلسیوس برای واسرشت نهایی به مدت ۱ دقیقه، ۴۹ درجه سلسیوس برای اتصال آغازگر به مدت ۱ دقیقه، ۷۲ درجه سلسیوس برای گسترش اولیه به مدت ۳۸ ثانیه و دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۷ دقیقه برای گسترش نهایی رشته جدید در ۳۶ چرخه تنظیم شد. محصول واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز بر روی ژل آگارز ۲ 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 به ثبت رسید. 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  $D_2$ ،  $D_4$  و  $D_9$  کمترین مقدار از  $BOD_5$  را برای فصل بهار و ایستگاه‌های  $D_1$ ،  $D_7$  و  $D_8$  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

## نشریه بوم شناسی کاربردی

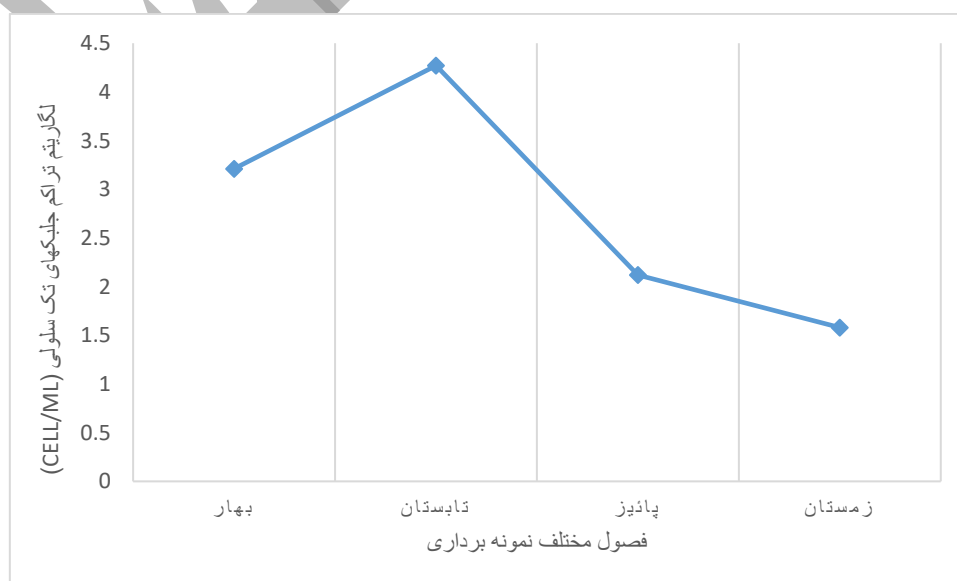
کلروفیل a در فصول مختلف سال از فصل بهار تا فصل تابستان به ترتیب برابر با ۴۵، ۵۲، ۳۸ و ۲۹ میکروگرم بر لیتر برآورد شد. طبق نتایج به دست آمده میزان کلروفیل a در فصل پاییز و زمستان نسبت به فصل بهار و تابستان محدودتر بود.

جدول ۱: بررسی وضعیت BOD<sub>5</sub> و COD در تالاب درگه سنگی در سالهای ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

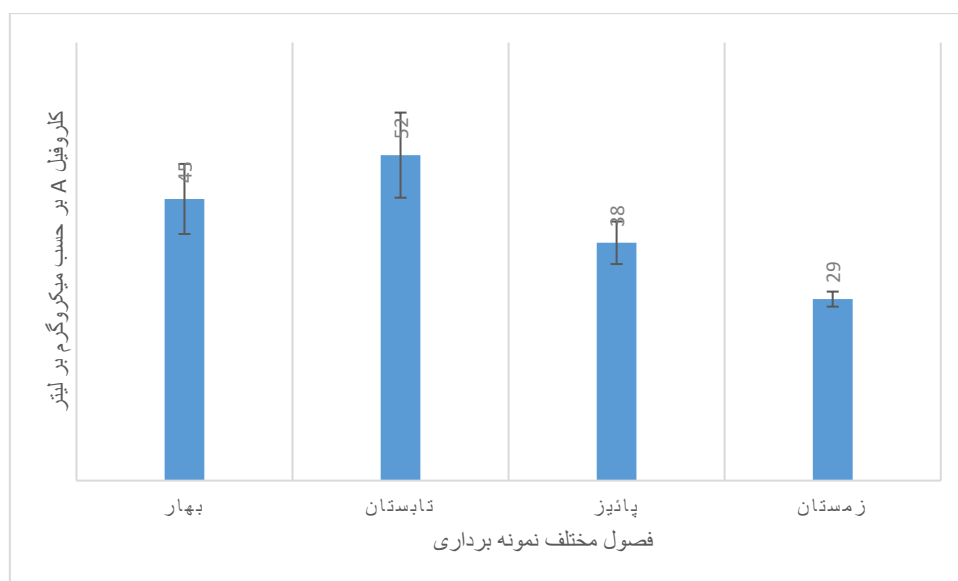
سال ۱۳۹۴								نام ایستگاه
COD (mg/l)				BOD <sub>5</sub> (mg/l)				
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	
۱۲۱	۱۶۴	۱۸۷	۱۲۴	۲۲	۶۶	۹۸	۵۶	D5
۱۰۲	۱۸۵	۱۹۸	۱۳۴	۳۲	۴۲	۷۸	۶۵	D9B
۹۸	۱۹۸	۱۸۸	۱۴۶	۴۱	۵۵	۷۸	۷۸	D9K
۷۴	۱۹۵	۱۷۵	۱۶۷	۳۲	۴۹	۸۵	۵۶	D11
۷۹	۱۷۶	۱۵۹	۱۸۹	۲۹	۳۷	۹۲	۶۷	D12
۸۹	۱۸۲	۱۹۴	۱۷۲	۳۰	۵۷	۸۴	۷۶	D13

سال ۱۳۹۵								نام ایستگاه
COD (mg/l)				BOD <sub>5</sub> (mg/l)				
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	
-	۱۷۴	۱۴۵	۱۶۴	-	۴۴	۵۶	۴۳	D1
-	۱۹۷	۱۶۵	۱۴۳	-	۵۶	۶۵	۷۴	D2
-	۱۸۳	۱۴۵	۱۱۵	-	۶۲	۵۵	۴۶	D7
-	۱۸۳	۱۹۵	۱۰۵	-	۷۴	۵۴	۷۳	D8
-	۱۷۵	۱۳۴	۱۱۱	-	۲۱	۶۷	۵۶	D4
-	۱۹۱	۱۴۴	۱۷۵	-	۳۵	۸۷	۷۲	D9



شکل ۱: تراکم جلبک‌های تک سلولی در تالاب درگه سنگی در سال ۱۳۹۴



شکل ۲: تغییرات کلروفیل a در تالاب درگه سنگی در سال ۱۳۹۴

ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌های جدا شده از منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ بیان شده است. در این تحقیق گونه‌های مختلفی از جنس *Microcystis* توسط روش‌های ریخت‌شناسی در تالاب درگه سنگی 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 نشان داد که تنها ۲ نمونه جلبک را می‌توان در جنس *Microcystis* قرار داد. نمونه‌های ریزجلبک جدا شده از تالاب درگه سنگی در جدول ۲ خلاصه شده است و تصاویر میکروسکوپی از جلبک‌های جدا شده در شکل ۴ قابل ملاحظه است.

جدول ۲: ریزجلبک‌های جدا شده از تالاب درگه سنگی

گونه	جنس	خانواده	راسته	رده	شاخه
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>acicularis</i>	<i>Ankistrodesmus</i>	Selenastraceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	<i>Pseudokirchneriella</i>				
<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Monoraphidium</i>				
<i>Monoraphidium</i> sp.					
<i>Raphidocelis</i> sp.	<i>Raphidocelis</i>				
<i>Selenastrum</i> sp.	<i>Selenastrum</i>				
<i>Coelastrum asterioideum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Coelastrum reticulatum</i>	<i>Coelastrum</i>	Scenedesmaceae			
<i>Scenedesmus arcuatus</i> <i>Scenedesmus armatus</i> <i>Scenedesmus obliquus</i>	<i>Scenedesmus</i>				
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>westii</i>					
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>maximus</i>					



نشریه بوم شناسی کاربردی

<i>Scenedesmus ellipticus</i>					
<i>Scenedesmus</i> sp.					
<i>Desmodesmus cuneatus</i>	Desmodesmus				
<i>Crucigenia rectangularis</i>	Crucigenia				
<i>Crucigenia tetrapedia</i>					
<i>Schroederia sigma</i>	Schroederia	Schroederiaceae			
<i>Tetraedron minimum</i>	Tetraedron	Sphaeropleaceae			
<i>Pediastrum boryanum</i>	Pediastrum	Hydrodictyceae			
<i>Golenkinia radiate</i>	Golenkinia	Golenkiniaceae	Chlamydomona		
<i>Carteria</i> sp.	Carteria	Chlamidomonada	dales		
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Chlamydomonas	ceae			
<i>Oedogonium</i> sp.	Oedogonium	Oedogoniaceae	Oedogoniales		
<i>Tetrastrum glabrum</i>	Tetrastrum	Oocystaceae	Chlorellales	Trebouxiophyceae	
<i>Tetrastrum komarekii</i>					
<i>Tetradismus</i> sp.					
<i>Chodatella</i> sp.	Chodatella				
<i>Oocystis</i> sp.	Oocystis				
<i>Planktonema</i> sp.1	Planktonema				
<i>Chlorella vulgaris</i>	Chlorella	Chlorellaceae			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Dictyosphaerium				
<i>Coelosphaerium</i> sp.	Coelosphaerium	Coelosphaeriaceae	Synechococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria
<i>Merismopedia</i> sp.	Merismopedia	Merismopediaceae	s		ota
<i>Synechocystis</i> sp.	Synechocystis				
<i>Oscillatoria</i> sp.	Oscillatoria	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales		
<i>Closterium leibleinii</i>	Closterium	Closteriaceae	Desmidiiales	Zygnemophyceae	Streptophyta
<i>Spinoclosterium</i> sp.	Spinoclosterium		Closteriaceae		
<i>Nanochloropsis</i> sp.	Nanochloropsis	Monodopsidaceae	Eustigmatales	Eustigmatophyceae	Ochrophyta
<i>Uroglena</i> sp.	Uroglena	Chromulinaceae	Chromulinales	Chrysophyceae	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Nitzschia	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta
<i>Nitzschia breviristris</i>					
<i>Nitzschia palea</i>					
<i>Tryblionella hungarica</i>					
<i>Tryblionella</i> sp.	Tryblionella				
<i>Encyonema</i> sp.	Encyonema	Cymbellaceae	Cymbellales		
<i>Diatoma</i> sp.	Diatoma	Fragilariaceae	Fragilariales	Fragilariophyceae	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Fragilaria				
<i>Fragilaria</i> sp.1					
<i>Fragilaria</i> sp.2					
<i>Synedra</i> sp.	Synedra				
<i>Navicula</i> sp.1	Navicula	Naviculaceae	Naviculales		
<i>Navicula pelliculosa</i>					
<i>Cyclotella</i> sp.	Cyclotella	Stephanodiscaceae	Stephanodiscals	Coscinodiscophyceae	
<i>Cyclotephanos</i> sp.	Cyclotephanos				
<i>Aulacoseira</i> sp.	Aulacoseira	Aulacoseriaceae	-		
<i>Cerasteris irregularis</i>	-	-	-	-	-



شکل ۳: تصویر میکروسکوپی تعدادی از میکرو جلبک‌های جدا شده از تالاب درگه سنگی. (A) کلستریم (B) سندموس (C) نایکولا (D) اسپروژیر (E) سندموس (F) کلامیدوموناس (G) سلنتریوم (H) فراجیلاریا (K) دیاتوما.

جدول ۲: مشخصات شیمیایی و زیستی منطقه مورد مطالعه به تفکیک ایستگاه‌های نمونه برداری

ایستگاه	pH	Salinity (ppt)	Total coliform (MPN/100ml)	Fecal coliform (MPN/100ml)	Standard count (CFU/ml)	Total hardness(mg/l)
بهار ۱۳۹۴						
چشمه	۶/۵۴	۰	۱۱۰۰	۲۴۰	$۶/۹ \times 10^6$	۱۲۴/۶
نهر ۱	۸/۴۸	۰	۲۳	۰	$۴/۱ \times 10^2$	۱۹۵/۸
نهر ۲	۸/۶۶	۰	۲۳	۰	$۷/۲ \times 10^2$	۱۹۵/۸
نهر محمد یار	۸/۶۹	۰	۲۰	۹	$۲/۶ \times 10^2$	۱۶۰/۲
زیر تابلو	۱۰/۴۱	۰	۲۴۰	۷	$۵/۱ \times 10^3$	۶۴۲/۸
D2	۸/۳۶	۰	۲۴۰	۱۵۰	$۲/۷ \times 10^3$	۴۴۵
تابستان ۱۳۹۴						

## نشریه بوم شناسی کاربردی

۴۶۲/۸	$۲/۷ \times ۱۰^۳$	۱۱	۱۱	۰	۱۰/۳۱	D1
۳۹۱/۶	$۲/۲ \times ۱۰^۳$	۷	۱۵	۰	۱۰/۲۰	D2
۲۸۴/۸	$۲/۲ \times ۱۰^۳$	۰	۳	۰	۹/۴۴	D3
۲۱۳/۶	$۳/۹ \times ۱۰^۳$	۰	۳	۰	۱۰/۳۹	D4
۱۹۵/۸	$۵/۱ \times ۱۰^۳$	۱۵	۲۰	۰	۱۰/۵۸	D5
۱۷۸	$۵/۵ \times ۱۰^۳$	۲۰	۲۱	۰	۱۰/۳۱	D6
۲۸۴/۸	$۵/۹ \times ۱۰^۳$	۴	۹	۰	۱۰/۵۱	D7
۴۴۵	$۴/۴ \times ۱۰^۳$	۴	۷	۰	۱۰/۶۴	D8
۴۰۹/۴	$۷/۲ \times ۱۰^۳$	۷	۷	۰	۱۰/۶۷	D9
۴۴۵	$۷/۹ \times ۱۰^۳$	۲۰	۲۸	۰	۱۰/۵۷	D10

### پاییز ۱۳۹۴

۱۳۵/۳	$۲/۳ \times ۱۰^۳$	۱	۱۲	۰	۷/۸۴	D1
۱۵۶/۱	$۱/۶ \times ۱۰^۳$	۰	۱۳	۰	۸/۰۲	D2
۱۶۸	$۸/۷ \times ۱۰^۳$	۰	۸	۰	۷/۹۸	D3
۱۳۳/۴	$۶/۲ \times ۱۰^۳$	۴	۵	۰	۸/۱۸	D4
۲۴۶/۵	$۶/۸ \times ۱۰^۳$	۲	۸	۰	۷/۸۳	D5

### زمستان ۱۳۹۴

۱۴۲/۴	$۲/۴ \times ۱۰^۳$	۰	۱۱	۰	۸/۱۱	D1
۱۶۰/۲	$۱/۸ \times ۱۰^۳$	۰	۱۱	۰	۷/۷۹	D2
۱۷۸	$۷/۷ \times ۱۰^۳$	۰	۷	۰	۸/۱۳	D3
۱۲۴/۶	$۱/۵ \times ۱۰^۳$	۳	۷	۰	۸/۱۱	D4
۲۱۳/۶	$۵/۵ \times ۱۰^۳$	۳	۹	۰	۷/۷۹	D5

### بهار ۱۳۹۵

۱۲۶۵	$۸/۳ \times ۱۰^۳$	۲۳۶	۱۲۰۹	۰	۷/۸۸	D1
۱۷۵	$۸/۲ \times ۱۰^۳$	۵	۴۵	۰	۸/۷۶	نهر ۱
۱۲۸	$۸ \times ۱۰^۳$	۸	۳۴	۰	۸/۴۳	D9
-	-	-	-	-	-	نهر محمد یار
۵۵۴	$۵/۲ \times ۱۰^۳$	۱۲	۲۶۷	۰	۹/۸۷	زیر تابلو

### تابستان ۱۳۹۵

۴۷۵	$۳/۷ \times ۱۰^۳$	۱۶	۱۳	۰	۹/۲۳	D1
۳۷۵	$۴/۴ \times ۱۰^۳$	۸	۱۷	۰	۸/۳۳	D2
۲۳۷	$۶/۳ \times ۱۰^۳$	۵	۱۱	۰	۹/۳۷	D7
۳۴۶	$۵/۵ \times ۱۰^۳$	۸	۸	۰	۱۰/۱۱	D8
۴۳۵	$۲/۶ \times ۱۰^۳$	۹	۱۷	۰	۱۰/۲۲	D9

## نشریه بوم شناسی کاربردی

۳۴۶	$2/7 \times 10^4$	۱۷	۳۴	۰	۹/۹۰	D10
پاییز ۱۳۹۵						
۱۲۳/۵	$3/3 \times 10^3$	۵	۳۴	۰	۸/۵۶	D1
۱۴۴/۹	$5/5 \times 10^4$	۱	۲۳	۰	۶/۹۹	D2
۱۶۴	$5/3 \times 10^3$	۴	۱۰	۰	۷/۸	D4
۲۲۳	$3/2 \times 10^3$	۸	۲۸	۰	۷/۵۵	D9

تنوع بالای میکروفلور (جلبک‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی) موجود در تالاب درگه سنگی بیانگر این موضوع است که تالاب درگه سنگی زیستگاه مناسبی برای رشد و شکوفایی جلبک‌های تک‌سلولی است. این جلبک‌ها از لحاظ غذایی و اقتصادی مورد توجه روزافزون پژوهشگران واقع شده‌اند. 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 با ماهیت آلی ناشی از کود حیوانی و انسانی به تالاب وارد شده است. طبق تحقیقات میدانی و مشاهدات انجام شده هنگام نمونه‌برداری، ورود فاضلاب روستایی به شکل مستقیم به این تالاب قابل تأیید 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<sub>5</sub> و COD نشان‌داد که با افزایش دما در فصل تابستان میزان BOD<sub>5</sub> و COD افزایش پیدا می‌کند و در این فصل حتی به ۱۰ برابر میزان استاندارد خود نیز می‌رسد.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق تعداد ۴۰ جنس متعلق به ۹ رده و ۵ شاخه کلروفیتا، سیانوباکتیریا، استرپتوفیتا، آکروفیتا و باسیلاریوفیتا طی این تحقیق شناسایی شدند. این میزان تنوع گونه‌ای ریزجلبک‌های جدا شده از تالاب درگه سنگی در این مطالعه قابل توجه است. از دیدگاه اکولوژیک تنوع بالا و بلوم مقطعی برخی از این جلبک‌ها در نواحی خاصی از تالاب می‌تواند بسیار خطرناک باشد. این اتفاق حتی در مورد گونه‌های غیر سمی می‌تواند بر میزان

اکسیژن آب تالاب تاثیر بگذارد که عواقب سختی برای تالاب دارد. چه بسا این بلوم اگر توسط گونه‌های سمی اتفاق بیافتد می‌تواند باعث مرگ و میر پرندگان مهاجر فصلی، همانند اتفاق رخ داده در اطراف کوه زنبیل دریاچه ارومیه در سال ۱۳۹۴، شود. بطور همزمان وجود سطح بالایی از اکسیژن مورد نیاز فعالیتهای بیولوژیک و شیمیایی تأیید کننده این نظر بود. سخایی، دوست‌شناس و موبد (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 منشأ فاضلاب عامل اصلی این تنوع می‌باشد. مواد آلی مورد نیاز برای رشد بیش از حد ریز جلبک‌ها و در نتیجه شکوفایی جلبکی، از طریق ورود همین فاضلاب به تالاب در اختیار ریزجلبک‌ها قرار می‌گیرد 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 فاضلاب‌ها به راحتی باعث به هم خوردن تعادل طبیعی بوم‌سازگان‌های آبی می‌شود. غلامی، مرتضوی و کرباسی (۱۲) در مطالعه خود بسیاری از ریزجلبک‌ها 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 فیلتر 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 ۳ 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 تولیدکننده‌های زنجیره نقش 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 نقش زیادی 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 زیادی از BODs 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 ۷ 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 ۷ (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 در

دست محققین قرار 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 لایه‌هایی 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، 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.

#### منابع

1. Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. A., 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., Berthelie, J., 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 Sige, D. C. 2010. Fresh water algae: identification and use as bioindicators. John Wiley and Sons Ltd, 271.
5. Cheraghpour, J., Afsharzadeh, S., 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. 187
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. Molecular diversity Studing in *Dunaliella* Genus in some site of Urmia Lake. *Journal of Plant Biology* 77: 89-98. (In Persian)
9. Gaonkar, C. C and Campbell, L. 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 Chauhan, M. 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. Tatina, M., 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., Mortazavi, M. S 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., Murthy, K. N., 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. 129
15. Khalili Morcheh Khorti, F., Soltani, M. 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., Brewton, R. A. 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., Bini, L. M., A. 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 Ghorbani, S. 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 Gosselink J. G. 2000. Wetlands. Third Edition. John Wiley and Sons, New York, 2000.
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 of Tehran. (In Persian)
22. Polle, J. E. W., Tran, D. 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., Hahn D. R and G. Schuurman. 2000. Producer–decomposer co-dependency influences biodiversity effects. *Nature* 403: 762-764.



24. Nejat khah M. P. Mahdavi, M 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., Hancock, P., 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. (In Persian)
28. Reynolds, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 396
29. Sakhaei, N., Doostshenas, B 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., Balycheva, D 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., Gulati, A., 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 Britton, M. E. G. 1971. The algae of Illinois. Hanfer publishing company, New York, USA, 407.
33. Verdelho Vieira, V., Cadoret, J. P., F. G. Acien and J. Benemann. 2022. Clarification of most relevant concepts related to the microalgae production sector. *Processes* 10:175.
34. White, T. J., Bruns, T., 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., Iwanaga, T., 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**

Ramin Manaffar<sup>1\*</sup>, Sakineh Moradkhani<sup>2</sup>, Hediye Yazdani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University.

<sup>2</sup> Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

**\*Correspondence address: West Azarbaijan, Urmia, 11km SERO Road, Urmia University, Faculty of  
Natural Resources, Fischeires Department, Postal code 5756151818**

[R.manaffar@urmia.ac.ir](mailto:R.manaffar@urmia.ac.ir)

**Abstract**

Wetlands as fragile water sources are constantly affected by climate changes and human activities. Recently, human intervention and reduction of surface water in the catchment area of Lake Urmia has changed the microflora and physicochemical parameters of the wetlands, which is worth a lot of study. In this research phytoplankton population include Chlorophyta (2 classes, 10 families and 22 genera), Cyanobacteriata (1 class, 3 families and 4 genera), Streptophyta (1 class, 2 families and 2 genera), Ochrophyta (2 classes, 2 families and 2 genera) and Bacillariophyta (4 orders, 6 families and 10 genera) were reported in this research. Also, pH value, Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand were investigated. The highest amount of BOD<sub>5</sub> in the water of Dargha-Sangi lagoon was estimated between 78 and 98 mg/l and the highest amount of COD was estimated between 159 and 198 mg/l in the summer season. The results showed that the entering of a high amount of organic and mineral substances into the wetland has affected the enrichment of the wetland and the bloom of microalgae, which is worrying from an ecological point of view. The bacterial load of this wetland puts it in an unfavorable condition, which can be dangerous for native and migrant organisms.

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

پیشین انتشار