مطالعه زمانی ریز جلبک‌های تالاب سولدوز در حوزه جنوبی دریاچه ارومیه

سودابه تیموری[۱]
بهروز آتشبارکنگرلویی[۲]*
احمد ایمانی[۳]
زهرا عسل پیشه[۴]
علی حقی وایقان[۵]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲. استادیار گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۴. دانشجوی دکترای زیست‌شناسی گیاهی، گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۵. استادیار گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
b.atashbar@urmia.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۱۰۸۲۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۳
این مقاله پژوهشی و برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

فیتوپلانکتون‌ها از اجزاء اصلی اکوسیستم‌های تالابی بشمار می‌روند که نقش کاربردی مهم و حیاتی را در تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای سایر جانداران، تثبیت مواد نیتروژن دار و دی‌اکسید کربن ایفا می‌کنند. در این میان، وضعیت کنونی دریاچه ارومیه ضرورت حفاظت و حراست از تالاب‌های مرتبط با این اکوسیستم‌ها و اجزای زنده و غیرزنده آن را مشخص‌تر می‌نماید. ازاین‌رو این مطالعه در راستای کمک به احیای دریاچه ارومیه از طریق پایش وضعیت هیدرو بیولوژیک تالاب سولدوز انجام گرفت. بررسی‌های میدانی و نمونه‌برداری از تالاب سولدوز از ۶ ایستگاه و در فصول تابستان و زمستان ۱۳۹۵ انجام گرفت. نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها با استفاده از روتنر عمودی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. همچنین اثر عوامل فیزیکی و شیمیایی و تغییرات زمانی بر تنوع، فراوانی و شاخص‌های زیستی فیتوپلانکتون‌های موجود در این اکوسیستم موردبررسی قرار گرفت. درمجموع ۴۹ گونه از فیتوپلانکتون‌های تالاب سولدوز مورد شناسایی قرار گرفت که ۱۷ گونه متعلق به جلبک‌های سبز، ۱۶ گونه متعلق به دیاتومه‌ها و ۹ گونه متعلق به جلبک‌های سبز-آبی و تعدادی گونه دیگر بود. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد که حضور و یا عدم حضور جلبک‌های یادشده در فصول مختلف احتمالاً وابسته به تغییرات عوامل فیزیکی و شیمیایی خصوصاً دما، نیترات، فسفات، pH و هدایت الکتریکی می‌باشد که به‌صورت طبیعی در زیستگاه رخ می‌دهد. مقدار شاخص‌های جمعیتی تراکم و شاخص‌های تنوع زیستی نظیر غنای گونه‌ای، تنوع‌گونه‌ای و غالبیت، در فصل گرم بیشتر از فصل سرد سال مشاهده گردید. نتایج این مطالعه می‌تواند در راستای طرح‌های پایش دریاچه ارومیه به مدیریت و بهره‌برداری بهتر از تالاب‌های اقماری دریاچه ارومیه به مدیران اجرایی کمک نماید.

واژگان کلیدی: جلبک سبز-آبی، تالاب سولدوز، شاخص تراکم، تنوع زیستی، دریاچه ارومیه.

مقدمه

تالاب‌ها از مهم‌ترین اکوسیستم‌هایی هستند که دارای اهمیت تفرجی، اقتصادی، اجتماعی و به‌ویژه بیولوژیک به‌عنوان زیستگاه بسیاری از آبزیان، پلانکتون‌ها و پرندگان می‌باشد. در اکوسیستم‌های آبی زیستگاه باکیفیت و مطلوب نیازهای اساسی همچون تولیدمثل، رشد و بقاء جمعیت آبزیان را فراهم می‌نماید و متأثر از میان کنش‌های عوامل زنده و غیرزنده محیطزیست آن می‌باشد (Levin and Stunz, ۲۰۰۵). تالاب‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی و زیستگاه بسیاری از آبزیان به شمار می‌روند و نقش کاربردی را در جلوگیری از گسترش کویرها، تعدیل آب‌وهوا، تأمین آب، بقاء و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، زیستگاه پرندگان و آبزیان ایفا می‌کنند (Kim *et al.*, ۲۰۱۱). به دلیل افزایش جمعیت و پیشرفت فنآوری بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی ازجمله تالاب‌ها در معرض تهدید قرار دارند. به‌طوری‌که در سطح جهانی اشاره‌شده

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

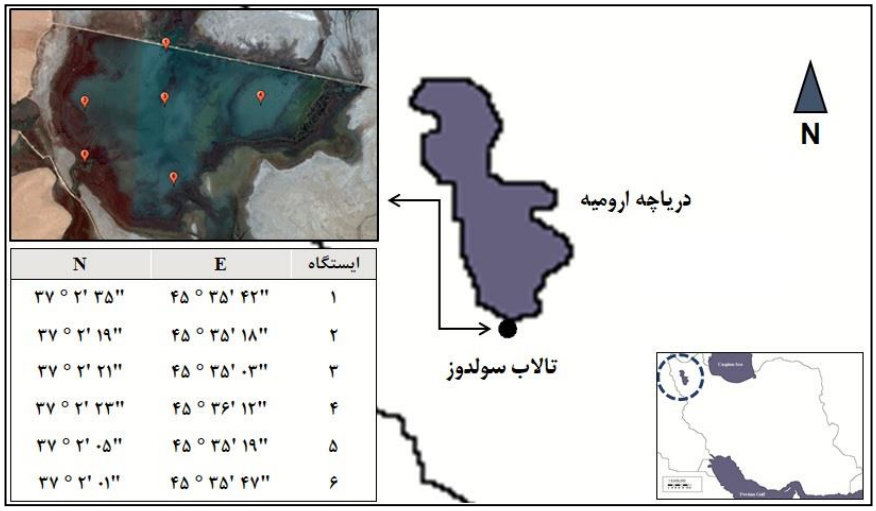
است منابع دریایی درنتیجه عدم مدیریت کافی در حال کاهش هستند و حفظ سلامت و بهره‌برداری پایدار از منابع را با خطر مواجه می‌نماید (Foley *et al.*, ۲۰۱۰). در بدنه اکوسیستم‌های آبی و به‌ویژه تالاب‌ها فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان یکی از اجزاء اولیه زیستی، در انتقال انرژی به موجودات زنده (در سطوح بالای زنجیره‌های انرژی در بوم‌سازگان‌های آبی) به‌عنوان یکی از اجزای اصلی مطرح می‌باشند (Ahmadpour *et al.*, ۲۰۱۵). از سوی دیگر جوامع فیتوپلانکتونی به دلیل زندگی کوتاه شاخص مناسبی برای ارزیابی تغییرات محیطی و اقلیمی بشمار می‌روند (Boyce *et al.*, ۲۰۱۰) و نسبت به تغییرات زیست‌محیطی به‌سرعت واکنش نشان می‌دهند و دارای تغییرات فصلی و سالانه می‌باشد و اهمیت پایش آن را دوچندان می‌نماید (Bagheri *et al.*, ۲۰۱۱؛ Bagheri *et al.*, ۲۰۱۲). مطالعات متعددی در خصوص اهمیت مطالعه فصلی فیتوپلانکتون‌ها و نقش آن‌ها در منابع شیلاتی و پایش اکوسیستم انجام‌شده است (Bagheri *et al.*, ۲۰۱۱؛ Bagheri *et al.*, ۲۰۱۲؛ Akbarzadeh *et al.*, ۲۰۱۵؛ Bagheri *et al.*, ۲۰۱۶؛ Abolhasani *et al.*, ۲۰۱۹؛ Bagjeri *et al.*, ۲۰۱۸). به‌عنوان‌مثال مطالعه جوامع فیتوپلانکتونی می‌تواند تغییرات محیطی بلندمدت و کوتاه‌مدت در اکوسیستم‌های آبی را مشخص نماید، چراکه رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها بستگی به جریان و پویایی منبع آب، مقدار و طیف نور و نیز قابلیت دسترسی مواد غذایی دارد (Smith, ۲۰۰۳). همچنین فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان شاخص زیستی به‌شدت نسبت به غلظت‌های مختلف علف‌کش‌ها واکنش نشان می‌دهد و تغییراتی را در جمعیت و نرخ رشد ایجاد می‌نماید (Azad *et al.*, ۲۰۱۸). از سوی دیگر به‌عنوان جاذب‌های اقتصادی و کارآمد در حذف فلزات سنگین از فاضلاب‌ها معرفی‌شده است (Talei Bejarbaneh *et al.*, ۲۰۱۵)؛ بنابراین بررسی فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان شاخص زیستی جهت پایش تالاب‌ها در راستای حفظ کارکردهای اکوسیستم بسیار حائز اهمیت است.

دریاچه ارومیه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تالاب‌های بین‌المللی آب‌شور جهان در دو دهه گذشته با بحران شدید خشک‌سالی مواجه گردیده است (Danesh-Yazdi and Ataie-Ashtiani, ۲۰۱۹) به‌طوری‌که ادامه این روند در مهروموم‌های اخیر منجر به کاهش شدید در بروز برخی از پدیده‌های زیستی مانند پرندگان مهاجر، تولید آرتمیا و جلبک‌های تک‌سلولی که از ارکان اصلی این اکوسیستم محسوب می‌شوند گردیده است. لذا وضعیت کنونی دریاچه ارومیه ضرورت حفاظت و حراست از تالاب‌های مرتبط با این اکوسیستم‌ها را دوچندان می‌نماید (Teymuri Nomandani, ۲۰۱۷). ازجمله تالاب‌های اقماری دریاچه ارومیه می‌توان به تالاب سولدوز، اشاره نمود. این تالاب با مساحت آب ۱۵۰ تا ۲۰۰ هکتار متغیر و ۲۳۰ کیلومترمربع مساحت حوضه‌ی آبریز که شامل حوضه آبریز زهکش حسنلو نیز می‌شود. علی‌رغم اینکه تالاب سولدوز یک تالاب ساخت بشر و جدید می‌باشد اما کارکرد بارز خود را به‌عنوان یک زیستگاه جذاب برای پرندگان آبزی موجود در حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان داده است و چون در نمکزارهای جنوبی دریاچه ارومیه احداث‌شده است و بنابراین بخشی از اکوسیستم آن به شمار می‌رود؛ و به دلیل فراهم آوردن زیستگاه برای تغذیه، زمستان گذرانی و زادآوری پرندگان از اهمیت بالایی برای پرندگان آبزی دریاچه ارومیه برخوردار می‌باشد (Environmental Organization, ۲۰۰٤؛ Pourahad Anzabi *et al.*, ۲۰۱۸). هم‌اکنون پر غذایی ناشی از مصرف کودهای کشاورزی در مجاورت تالاب و رشد بیش‌ازحد جلبک‌ها، جزء مهم‌ترین چالش‌ها در این تالاب‌ها به‌حساب می‌آید که مرگ این جلبک‌ها و فرایند طبیعی تجزیه لاشه آن‌ها باعث کاهش میزان اکسیژن محلول در آب‌شده و درنتیجه ماهیان و آبزیان تالاب‌ها با کمبود اکسیژن مواجه می‌شوند (Esavi and Rezaei, ۲۰۱٤)؛ اما متأسفانه باوجود چنین مشکلاتی هنوز اطلاعات دقیقی در مورد ترکیب جوامع جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌های موجود در تالاب سولدوز بخصوص در ۱۰ تا ۱۵ سال اخیر وجود ندارد. در راستای تضمین تنوع زیستی و تداوم کارکردهای تالاب سولدوز، پایش این اکوسیستم از طریق به‌کارگیری شاخص‌های زیستی ازجمله فیتوپلانکتون‌ها زمینه تحقیقاتی مناسبی را برای بررسی‌های هیدرو بیولوژیک این منبع آبی به وجود می‌آورد. ازاین‌رو این مطالعه در راستای کمک به بازسازی دریاچه ارومیه از وضعیت هیدرو بیولوژیک (جلبک‌های سبز و سبز-آبی) تالاب‌های آن قصد دارد اثر عوامل محیطی بر تنوع و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و تغییرات زمانی بر تنوع و فراوانی فیتوپلانکتون‌های تالاب سولدوز را بررسی نماید.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

مواد و روش‌ها

تالاب سولدوز یکی از چندین تالاب شهرستان نقده در استان آذربایجان غربی و در موقعیت جغرافیایی عرض ´۰۲ °۳۷ شمالی و طول ´۳۵/۵ °۴۵ شرقی در جنوب غرب دریاچه ارومیه واقع‌شده است. با توجه به مساحت و موقعیت تالاب ۶ ایستگاه نمونه‌برداری تعیین شد (شکل ۱). انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس شرایط و پیچیدگی تالاب صورت گرفت. برای جلوگیری از تأثیر تغییرات دمایی روزانه در کمیت و کیفیت نمونه‌ها، سعی شد تا نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها در بازه زمانی معینی از روز انجام شود. مختصات هر ایستگاه در هر نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS مدل GARMIN ثبت شد. بررسی‌های میدانی و نمونه‌برداری از تالاب سولدوز در فصول تابستان و زمستان ۱۳۹۵ انجام گرفت.



ایستگاه	E	N
۱	۴۵ ° ۳۵' ۴۲"	۳۷ ° ۲' ۳۵"
۲	۴۵ ° ۳۵' ۱۸"	۳۷ ° ۲' ۱۹"
۳	۴۵ ° ۳۵' ۰۳"	۳۷ ° ۲' ۲۱"
۴	۴۵ ° ۳۶' ۱۲"	۳۷ ° ۲' ۲۳"
۵	۴۵ ° ۳۵' ۱۹"	۳۷ ° ۲' ۰۵"
۶	۴۵ ° ۳۵' ۴۷"	۳۷ ° ۲' ۰۱"

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تالاب سولدوز (Solduz wetland) و ایستگاه‌های نمونه‌برداری (سال ۱۳۹۵).

در این مطالعه با توجه به مناطق چهارگانه تالاب سولدوز، شکل، وسعت، عمق و موقعیت ورودی آب به تالاب، تعداد ۶ ایستگاه نمونه‌برداری تعیین گردید. نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها با استفاده از روتنر عمودی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر از کل ستون آب در سه تکرار انجام گرفت (با توجه به اینکه عمق ایستگاه‌ها بین ۵۰ تا ۱۲۵ سانتی‌متر متغیر بود لذا ستون آب برای نمونه‌برداری بین ۴۰ تا ۱۱۵ سانتی‌متر تعیین گردید). نمونه‌های هر ایستگاه به‌طور جداگانه با همدیگر مخلوط و در ظروف‌های پلاستیکی ۲ لیتری به آزمایشگاه انتقال یافتند. همچنین در ظروف ۲ لیتری دیگری مقداری از نمونه‌ها به‌صورت تثبیت‌شده با فرمالین ۱ درصد یا الکل ۹۶ درصد برای ثابت ماندن نمونه‌ها به‌منظور بررسی تراکم آن‌ها به آزمایشگاه انتقال و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی زیستگاه‌ها شامل عمق متوسط با استفاده از شاخص مدرج، شفافیت آب با استفاده از سی‌شی‌دیسک (Secchi disk)، اکسیژن محلول آب (اکسیژن سنج مدل AZ۸۴۰۳)، شوری (شوری سنج مدل ATAGO ۱۰-S)، دما، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و pH (CRISON MM ۴۰)، مواد جامد معلق (TSS) با استفاده از فیلتر واتمن و دستگاه پمپ خلأ به‌صورت میدانی اندازه‌گیری شدند. همچنین، نمونه‌های آب جهت بررسی نیترات، فسفات کل، قلیائیت و کدورت تهیه و به همراه یخ به آزمایشگاه منتقل و توسط دستگاه PALINTEST ۷۵۰۰ موردسنجش قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری مقادیر نیترات و فسفات ابتدا مقدار مشخصی از آب نمونه را صاف‌کرده و در ظروف آزمایش ریخته و ۵ دقیقه بعد از افزودن معرف‌های ۱ و ۲ توسط دستگاه خوانده می‌شود.

قسمتی از نمونه‌های منتقل‌شده با ظروف پلاستیکی ۲ لیتری بلافاصله با افزودن محیط کشت در ارلن‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری کشت داده شد و مابقی در یخچال نگهداری شد. قبل از آن با استفاده از یک فیلتر مناسب (۳۰-۵۰ میکرون) زئوپلانکتون‌های درشت موجود در نمونه ازجمله

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

روتیفرها و دافنی‌ها جهت جلوگیری از تغذیه فیتوپلانکتون‌ها صاف و از محیط حذف شد. سپس جلبک‌های موجود در نمونه‌های آب مربوط به هر یک از ایستگاه‌ها به‌صورت جداگانه و با استفاده از محلول فرمالدئید ۳ درصد تثبیت گردیده و با استفاده میکروسکوپ نوری (مدل OLYMPUS BX۵) به مجهز به دوربین (مدل Moticam ۵۰۰ INT) موردبررسی و شناسایی قرار گرفتند.

همچنین برای تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها از لام Sedgewick Rafter استفاده شد (LeGresley and McDermott, ۲۰۱۰). برای محاسبه تراکم جمعیت (T) گونه‌ها از رابطه شماره ۱ استفاده می‌شود:

رابطه ۱:

$$T = ۱۰۰۰ \times \frac{C}{۱۰ \times N}$$

T: تعداد موجودات (تک‌سلولی و کلنی‌ها) در هر میلی‌لیتر از نمونه اصلی

C: بیانگر تعداد موجودات شمارش‌شده در تعداد مربع N

حداقل ۴۰۰ واحد (سلول‌ها یا کلنی‌ها) از هرگونه باید شمارش شد تا از خطای شمارش در حد ۰/۰۱> جلوگیری شود (Berger *et al.*, ۱۹۷۰). برای شناسایی جلبک‌های موجود در نمونه‌های آب تالاب سولدوز با استفاده از میکروسکوپ نوری و کلید شناسایی جلبک‌های آب شیرین استفاده شد. جلبک‌های موجود در نمونه‌ها تا حد جنس شناسایی شدند (Wehr and Sheath, ۲۰۰۳؛ John, ۲۰۰۵؛ Edward and David, ۲۰۱۰).

برای بررسی تنوع کاربردی از شاخص سیمپسون (Simpson, ۱۹٤۹) مطابق رابطه ۲ استفاده شد.

رابطه ۲:

$$1\text{-}D=\sum\left(\frac{ni[ni-1]}{N[N-1]}\right)$$

Ni: تعداد افراد گونه i

N: تعداد کل افراد تشکیل‌دهنده تمام گونه‌ها در نمونه

برای بررسی تنوع‌گونه‌ای از رابطه ۳ استفاده گردید (Shannon, ۱۹٤۸).

رابطه ۳:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi\ LnPi$$

s: تعداد گونه‌ها

p_i: نسبت یا وفور گونه i ام که برحسب نسبتی از کل افراد است.

برای بررسی غنای گونه‌ای که دارای تعداد گونه‌ها S و فراوانی کل افراد n از رابطه ۴ استفاده گردید (Margalef, ۱۹۵۱).

رابطه ۴:

$$R = \frac{S-1}{\ln N}$$

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

برای بررسی غالبیت گونه‌ای از شاخص غالبیت سیمپسون مطابق با رابطه ۵ استفاده گردید (Simpson, ۱۹٤۹).

رابطه ۵:

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

ni: تعداد افراد گونه i

n: تعداد کل افراد تشکیل‌دهنده تمام گونه‌ها در نمونه می‌باشد.

از نرم‌افزار آماری Canaco جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده گردید. آزمون آماری PCA (Principal Component Analysis)، جهت آنالیز تعیین و دسته‌بندی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی تأثیرگذار و آنالیز CCA (Canonical Correlation Analysis) جهت تعیین همبستگی و ارتباط گونه‌ها با فاکتورهای محیطی بکار برده شد.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در شش ایستگاه در فصول تابستان و زمستان نشان داد که اکثر پارامتر بشدت تحت تأثیر فرایندهای مربوط به تغییرات فصلی قرار دارند (جدول ۱). ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌های (جلبک‌های سبز و سبز- آبی) شناسایی‌شده در تالاب سولدوز در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

جدول ۱: میانگین (±SD) داده‌های اندازه‌گیری شده در تالاب سولدوز (Solduz wetland) (سال ۱۳۹۵).

پارامتر	تابستان	زمستان
دما (°C)	۲۶/۹۸±۱/۷۴	۸/۵۵±۰/۱۴
اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)	۱۱/۰۲±۴/۰۷	۸/۲۲±۰/۲۱
هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس/سانتیمتر)	۵/۹۰±۰/۷۴	۵/۹۹±۰/۴۳
مواد جامد معلق (T.S.S) (گرم/لیتر)	۰/۰۷±۰/۰۴	۰/۰۱±۰/۰۰
مواد جامد محلول (T.D.S) (گرم/لیتر)	۳/۹۴±۰/۲۷	۳/۷۸±۰/۲۸
قلیائیت ($CaCO_3$) (میلی‌گرم/لیتر)	۴۴۸/۵۰±۵۰/۱۴	۳۷۰/۰۰±۲۹/۴۴
شوری (گرم/لیتر)	۷/۵۰±۱/۲۶	۹/۱۷±۱/۸۴
کدورت (ntu)	۲۸/۱۰±۱۰/۸۱	۱/۳۶±۰/۷۳
فسفات (میلی‌گرم/لیتر)	۰/۴۳±۰/۱۷	۰/۲۸±۰/۰۸
نیترات (میلی‌گرم/لیتر)	۰/۷±۰/۲۲	۳/۹۳±۰/۶۴
pH	۸/۲±۰/۴۷	۸/۵۴±۰/۰۶
عمق (سانتی‌متر)	۶۷/۵۰±۱۳/۴۳	۸۱/۶۷±۲۰/۹۴
شفافیت (سانتی‌متر)	۴۵/۰۰±۲۱/۹۸	۶۷/۵۰±۵/۵۹

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

جدول ۲: ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون‌های (جلبک‌های سبز و سبز- آبی) شناسایی‌شده در تالاب سولدوز (Solduz wetland) (سال ۱۳۹۵).

Taxon			تابستان	زمستان
رده	خانواده	گونه		
Bacillariophyceae	Naviculaaceae	*Caloneis amphisbaena*	√	√
		Gyrosigma spenserii	√	√
		Navicula sp.۱	√	√
		Navicula sp.۲	√	۰
		Navicula cincta	√	√
		Navicula cryptocephala	۰	√
		Navicula accomoda	√	√
	Bacillariaceae	*Nitzschia acicalaris*	√	√
		Nitzschia linearis	√	√
		Nitzschia frigida	√	√
		Nitzschia sigmoidea	√	√
	Tabellariaceae	*Diatoma vulgaris*	√	۰
		Diatoma sp.	√	۰
	Surirellaceae	*Surirella* sp.	√	۰
		Campylodiscus sp.	√	۰
	Amphypleuraceae	*Amphipleura* sp.	√	۰
Chlorophyceae	Scenedesmaceae	*Scenedesmus quadriquada*	√	۰
		Scenedesmus ellipticus	√	۰
		Scenedesmus acutus	√	√
		Scenedesmus linearis	√	√
		Scenedesmus dimorphus	√	√
		Scenedesmus obliquus	√	۰
	Selenastraceae	*Crucigenia rectangularis*	۰	√
		Selenastrum sp.	√	√
		Kirchneriella contorta	√	√
		Monoraphidium contortum	√	√
		Ankistrodesmus sp.	√	√
	Oocystaceae	*Lagerheimia* sp.	√	√
		Oocystis sp.	۰	√
	Characiaceae	*Characium oviforme*	√	√
	Chlorococcaceae	*Neospongiococcum vacuolatum*	√	۰
	Haematococcaceae	*Haematococcus pluvialis*	√	۰
	Volvocaceae	*Eudorina* sp.	√	۰
Cyanophyceae	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria brevis*	√	√
		Oscillatoria limnetica	√	√
		Oscillatoria tenuis	√	√
		Oscillatoria agardhii	√	√
	Merismopediaceae	*Synechocystis* sp.	۰	√

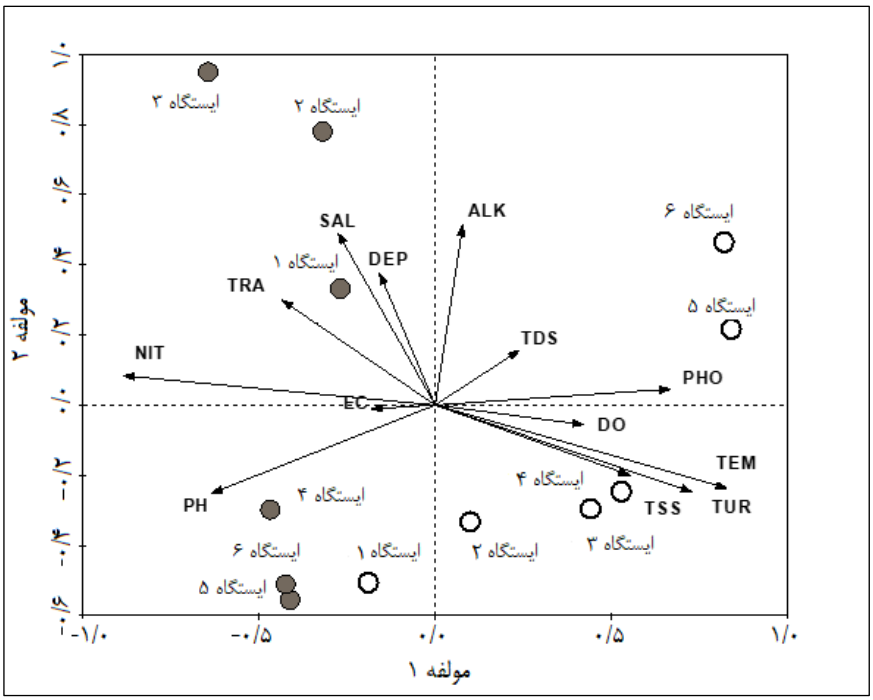
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

Taxon			تابستان	زمستان
رده	خانواده	گونه		
		Merismopedia sp.	۰	√
	Nostocaceae	*Anabaena* sp.	√	√
	Microcystaceae	*Microcystis aeruginosa*	√	√
	Spirulinaceae	*Spirulina* sp.	۰	√
Mediophyceae	Stephanodiscaceae	*Cyclotella* sp.	√	۰
		Cyclotella quillensis	√	۰
		Cyclotella meneghiniana	√	۰
Coscinodiscophyceae	Thalassiosiraceae	*Thalassiosira* sp.	۰	√
Zygnematophyceae	Zygnemataceae	*Mougeotia* sp.	√	۰
Trebouxiophyceae	Chlorellaceae	*Chlorella* sp.	√	√
Chlorodendrophyceae	Chlorodendraceae	*Tetraselmis* sp.	√	۰

نتایج حاصل از آنالیز آماری تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) پراکنش گونه‌های مختلف جلبک در فصول تابستان و زمستان در شکل ۲ نشان داده‌شده است. میزان تأثیرگذاری هر یک از مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب۴۴/۴ و ۲۷/۱ درصد می‌باشد که مجموعاً ۷۱/۵ درصد تغییرات (واریانس) را شامل می‌شود. در مؤلفه اول دما، کدورت و فسفات بیشترین تغییرات مثبت و در مؤلفه دوم شوری و قلیائیت بیشترین تغییرات مثبت را در تالاب سولدوز با توجه به تغییر فصل داشته است. همچنین با توجه به مؤلفه اول بیشترین تغییرات منفی در بین فاکتورهای بررسی‌شده در تالاب سولدوز مربوط به میزان pH و نیترات و در مؤلفه دوم مربوط به اکسیژن محلول می‌باشد که با تغییر فصل اتفاق افتاده است.

در فصل زمستان بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب‌ها TDS و هدایت الکتریکی، هدایت الکتریکی و شوری، شوری با TDS و آلکالینیتی قلیائیت با عمق دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بودند ($p>$ ۰/۰۵). همچنین فاکتورهای کدورت و هدایت الکتریکی، عمق با TDS، کدورت و شوری، فسفر با هدایت الکتریکی، فسفر با TDS و فسفر با شوری دارای همبستگی منفی معنی‌داری بودند. در فصل تابستان بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب‌ها TDS و هدایت الکتریکی، هدایت الکتریکی و شوری، شوری با TDS و آلکالنیتی با عمق دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بودند. همچنین فاکتورهای کدورت و هدایت الکتریکی، عمق با TDS، کدورت و شوری، فسفر با هدایت الکتریکی، فسفر با TDS و فسفر با شوری دارای همبستگی منفی معنی‌داری بودند ($P>$ ۰/۰۵).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

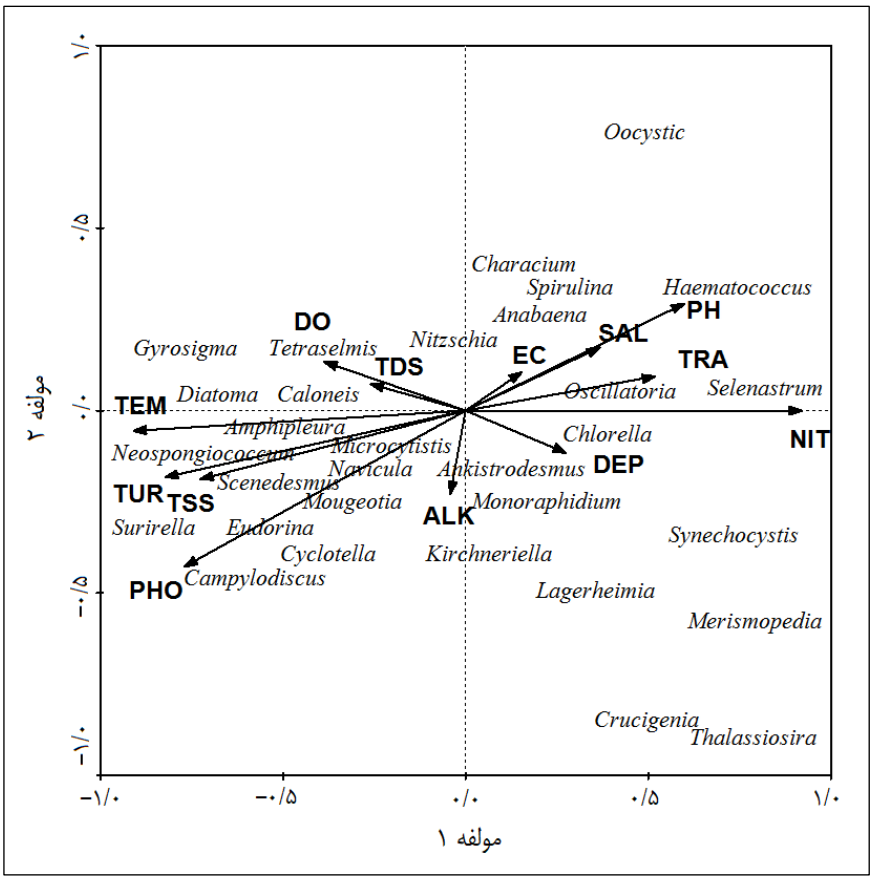


شکل ۲: تغییرات عوامل فیزیکی شیمیایی در ارتباط با تغییر فصل در تالاب سولدوز (Solduz wetland) بر اساس آنالیز آماری PCA (سال ۱۳۹۵).

دایره‌های توپر ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل زمستان و دایره‌های توخالی مربوط به همان ایستگاه‌ها در فصل تابستان می‌باشد. کدهای استفاده‌شده در این نمودار به شرح زیر می‌باشند: دما (TEM)، اکسیژن محلول (DO)، شفافیت (TRA)، هدایت الکتریکی (EC)، شوری (SAL)، pH (PH)، نیتروژن کل (TN)، فسفر کل (TP)، کلروفیل a (CHL)، مواد جامد محلول (TDS)، مواد جامد معلق (TSS) عمق (DEP) و کدورت (TUR)

نتایج حاصل از آنالیز آماری CCA نشان داد که میزان تأثیرگذاری هریک از مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب ۵۳/۰ و ۲۴/۱ درصد می‌باشد که مجموعاً ۷۷/۱ درصد تغییرات (واریانس) مربوط به فاکتورهای فیزیکوشیمیایی–گونه‌ها را شامل می‌شود (شکل ۳). بر اساس مؤلفه اول، افزایش مقدار فاکتورهای نیترات،pH و شفافیت بیشترین تأثیرگذاری مثبت را در گسترش و پراکنش گونه‌های شناسایی‌شده از تالاب سولدوز داشته است و با گونه‌هایی مانند *Oscillatoria*، *Selenastrum*، *Navicula* و*Haematococcus* همبستگی شدیدی دارد. همچنین بر اساس مؤلفه دوم، افزایش اکسیژن محلول و مواد محلول معلق در آب بیشترین تأثیرگذاری مثبت را در پراکنش گونه‌های مانند *Tetraselmis*،*Diatoma*، *Caloneis* و *Gyrosigma* در تالاب سولدوز داشته است هرچند بر اساس آزمون مونت‌کارلو (Monte Carlo test) تأثیرگذاری هیچ‌کدام از فاکتورها به‌تنهایی معنی‌دار نبود (F = ۰,۰۰۰, p = ۱,۰۰۰). هم‌زمان pH، شفافیت، اکسیژن محلول و مواد محلول معلق، هدایت الکتریکی، شوری و شفافیت نیز رابطه مثبت و محکمی را نسبت به هر دو محور ۱ و ۲ نشان می‌دهند که این نشان‌دهنده شرایط پایدار و مطلوبی فاکتورهای آب برای فیتوپلانکتون‌ها است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

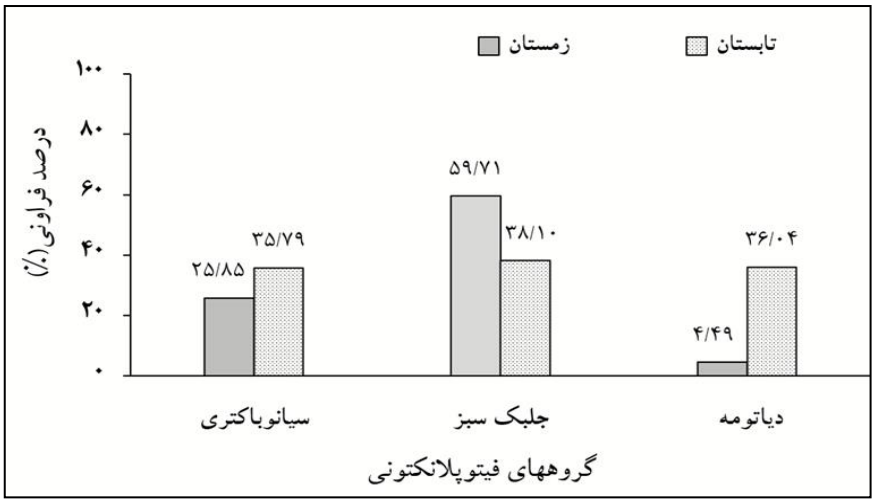


شکل ۳: ارتباط فیتوپلانکتون‌ها (در حد جنس) بین فاکتورهای فیزیکی شیمیایی در تالاب ولدوز (Solduz wetland) بر اساس آنالیز آماری CCA (سال ۱۳۹۵).

کدهای استفاده‌شده در این نمودار به شرح زیر می‌باشند: دما (TEM)، اکسیژن محلول (DO)، شفافیت (TRA)، هدایت الکتریکی (EC)، شوری (SAL)، pH (PH)، نیتروژن کل (TN)، فسفر کل (TP)، مواد جامد محلول (TDS)، مواد جامد معلق (TSS) عمق (DEP)، و کدورت (TUR).

تغییر درصد فراوانی در گروه‌های فیتوپلانکتونی مطالعه شده در این تحقیق بـه صورتی اسـت کـه در تابستان فراوانـــی سیانوباکتری‌ها و دیاتومه‌ها افزایش معنی‌داری داشته است (P <۰/۰۵). درصورتی‌که درصد فراوانی جلبک‌های سبز در فصل زمستان به‌صورت معنی‌داری (P <۰/۰۵) بیشتر از گروه‌های دیگر مشاهده گردید (۵۹/۷۱ درصد) (شکل ۴).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]



شکل ٤: درصد فراوانی گروه‌های فیتوپلانکتونی در تالاب سولدوز (Solduz wetland) (سال ۱۳۹۵).

بررسی شاخص‌های فیتوپلانکتونی نشان داد که میزان شاخص غالبیت در فصل تابستان بیشتر از مقدار این شاخص در فصل زمستان است. بر اساس نتایج حاصل از شاخص شانون تنوع‌گونه‌ای جلبک‌های شناسایی‌شده در تالاب سولدوز در فصل تابستان به‌صورت معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در فصل زمستان بود ($P < ۰/۰۵$). همچنین بیشترین مقدار غنا و تراکم گونه‌ای در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان مشاهده گردید (جدول ۳).

جدول ۳: شاخص‌های تنوع زیستی مربوط به گونه‌های جلبک در فصول مختلف (سال ۱۳۹۵).

زمان (فصل)	تنوع (شانون)	تنوع (سیمپسون)	غنای گونه‌ای (مارگالف)	تراکم (برگر-پارکر)	غالبیت
تابستان	۲/۶۹۴	۰/۲۰۱	۱/۹۰۱	۳/۴۶۵	۰/۷۹۹
زمستان	۱/۰۹۴	۰/۳۵۵	۱/۳۱۷	۰/۵۱۹	۰/۶۴۵

بحث و نتیجه‌گیری

دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور جهان است که طی سالیان گذشته قسمت اعظمی از ذخیره آبی خود را ازدست‌داده و هرروز به شرایط بحرانی نزدیک‌تر شده است (Akbari *et al.*, ۲۰۱۹؛ Danesh-Yazdi and Ataie-Ashtiani, ۲۰۱۹). این دریاچه به همراه تالاب‌های مجاور آن ازجمله مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی در شمال غرب کشور می‌باشد که نقش کاربردی مهمی را برای منطقه به همراه دارد. دراین‌بین پلانکتون‌ها از اجزای مهم اکوسیستم‌های آبی به‌ویژه تالاب‌ها می‌باشند که مطالعه تنوع و پراکنش آن‌ها در رژیم هیدرو بیولوژیک و مدیریت منابع آبی تأثیرات قابل‌توجهی رادارند (Sabkara and Makaremi, ۲۰۰۳؛ Stefanidou *et al.*, ۲۰۲۰). این اهمیت در بررسی تولیدات اولیه و ثانویه، نقش خود پالایی و کاربردهای اجتماعی- اقتصادی و پایش آلودگی‌ها در شرایط گذشته تا حال تالاب‌ها کاربردهای متنوعی را شامل می‌شود. از سوی دیگر تالاب‌ها به‌عنوان ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی محسوب می‌شوند و توجه به شناخت، حفظ و حراست و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری اصولی و پایدار از آن اهمیت زیادی دارد (Asal pishe and Manaffar, ۲۰۱۸). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه درمجموع ۴۹ گونه ریز جلبک از تالاب دائمی سولدوز مورد شناسایی قرار گرفت. بدین ترتیب که ۱۷ گونه متعلق به رده Chlorophyceae، ۱۶ گونه متعلق به رده Bacillariophyceae، ۹ گونه متعلق به رده Cyanophyceae، ۳ گونه متعلق به رده Mediophyceae، ۱ گونه متعلق به رده

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

Trebouxiophyceae، ۱ گونه متعلق به رده Zygnematophyceae، ۱ گونه متعلق به رده Coscinodiscophyceae و ۱ گونه متعلق به رده Chlorodendrophyceae بودند (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق الگوی پراکنش گروه‌های ریز جلبکی یادشده تحت تأثیر مستقیم و یا غیرمستقیم عوامل محیطی بررسی‌شده قرار دارد. نتایج نشان می‌دهد که در تالاب سولدوز همانند بسیاری از زیستگاه‌های تالابی دنیا الگوی پراکنش فیتوپلانکتون‌ها به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی هستند و این ارتباط تا حدی پیشرفته است که برخی جنس‌ها در فصل سرد سال قادر به ادامه زندگی نیستند. بر همین اساس می‌توان بیان نمود تغییرات فصلی به‌صورت غیرمستقیم بسیاری از شرایط زیست‌محیطی اکوسیستم‌های آبی را تحت تأثیر قرار داده که به‌نوبه خود می‌تواند در حضور و غالبیت جمعیت‌های فیتوپلانکتونی نقش اساسی داشته باشد (Einollahipeer *et al.*, ۲۰۱۳؛Poynton *et al.*, ۲۰۱۳). در این مطالعه همچنین غالبیت گونه‌های متعلق به جنس‌های *Chlorella*، *Selenastrum* و *Oscillatoria* در فصل زمستان و گونه‌های مربوط به جنس‌های Chlorella، *Navicula*، *Nitzschia*، *Cyclotella*، *Neospongiococcum* و *Amphipleura* در فصل تابستان در تالاب سولدوز تشخیص داده شد. این ارتباط بین تغییرات فصلی و حضور جنس‌ها به حدی است که برخی از گونه‌ها قادر به زیست در فصل سرد سال نیستند که دراین‌بین می‌توان به جنس‌های *Surirella*، *Amphipleura*، *Scenedesmu*، *Neospongiococcum*، *Neospongiococcum*، *Diatoma*، *Cyclotella*، *Campylodiscus*، *Navicula* و *Mougeotia* اشاره کرد (جدول ۲).

وجود ارتباط بین تغییرات فصلی و حضور گونه‌های مختلف نشان می‌دهد که پراکنش گونه‌های مختلف وابسته به تأثیرگذاری مثبت و منفی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی می‌باشد (Hameed *et al.*, ۲۰۱۹). همچنین بر اساس نتایج حاصله (جدول ۳) بالاتر بودن میزان شاخص غالبیت در فصل تابستان نسبت به فصل دیگر نشان می‌دهد که شرایط اکولوژیکی حاکم بر تالاب سولدوز در این فصل نسبت به فصل زمستان نامناسب‌تر می‌باشد. درواقع در فصل تابستان به علت افزایش دمای آب و کاهش سطح آب غلظت مواد آلی در آب را افزایش داده و شرایط برای رشد و تکثیر گونه‌های مقاوم نظیر سیانوباکتری‌ها و دیاتومه‌ها فراهم می‌آید که در برابر بار آلودگی حاصل از مواد آلی مقاوم‌تر می‌باشند (Ha *et al.*, ۱۹۹۸؛ Asal pishe and Manaffar, ۲۰۱۸؛ Poynton *et al.*, ۲۰۱۳). مطالعات نشان داده است جلبک‌های سبز آبی نسبت به این‌گونه از تغییرات مقاوم بوده و حتی می‌توانند در طی فصولی که قسمت‌هایی از تالاب خشک می‌شود، دوره خشکی را با تولید آکینت سپری کنند (Asal pishe and Manaffar, ۲۰۱۸). دما و pH بالا معمولاً باعث شکوفایی سیانوباکتری‌ها در آب شیرین می‌شوند (Mohebbi *et al.*, ۲۰۱۲). همچنین افزایش تراکم سیانوباکتری‌ها نظیر *Merismopedia* و *Chroococcus* در فصل تابستان هم‌زمان با افزایش دما و ورود زه آب‌ها به دریاچه سد زاینده‌رود اصفهان گزارش‌شده است (Shams *et al.*, ۲۰۱۲). در مطالعه دیگری نیز به اهمیت افزایش تراکم سیانوباکتری‌ها در محیط‌های غنی از مواد غذایی اشاره‌شده است (Nourozi and Ahmadi, ۲۰۰۷). در بررسی انجام‌گرفته بر روی پراکنش فیتوپلانکتون‌های مصب رودخانه حله (بوشهر- خلیج‌فارس) مشخص‌شده است که همبستگی معنی‌داری بین فراوانی فیتوپلانکتون‌های موجود خصوصاً دیاتومه‌ها (Bacillariophyceae) با pH و شوری آب وجود دارد (Farhadian *et al.*, ۲۰۱٤). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق تنوع و تراکم دیاتومه‌ها در فصل تابستان با اختلاف معنی‌داری بسیار بیشتر از فصل زمستان در تالاب سولدوز مشاهده گردید (شکل ۴). دیاتومه‌ها در فصل گرم و خشک با افزایش و در دوره سرد و بارانی با کاهش تنوع و تراکم روبرو می‌شوند (Yusuf, ۲۰۲۰). ثابت گردیده است که تنوع و تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌ها به مجموعه‌ای از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و شرایط فصلی بستگی دارد (Fallahi *et al.*, ۲۰۱۹، [illegible] ۲۰۱۹، [illegible] ۲۰۱۶).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۱) به نظر می‌رسد روان آب‌های زمین‌های کشاورزی مجاور تالاب باعث افزایش میزان فسفات در فصل تابستان و نیترات در فصل زمستان در تالاب سولدوز می‌شوند. چنانچه نتایج حاصل از مطالعه Yusuf (۲۰۲۰) در کشور نیجریه نشان می‌دهد که در فصل خشک روان آب‌های کشاورزی، سطحی و فعالیت‌های مربوط به شستشو باعث افزایش نیترات، فسفات و فسفر آب در سد مخزنی Nasarawa شده است. همچنین در فصل بارندگی شسته شدن کودهای کشاورزی، حیوانی و گیاهان پوسیده به آب باعث افزایش غلظت نیترات

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

و ازت می‌شود (Yusuf, ۲۰۲۰). لذا افزایش هرکدام از فاکتورهای یادشده در زمان خاص می‌تواند منجر به افزایش تنوع و تراکم برخی از گونه گردد. بر اساس نمودار حاصل از آنالیز CCA مشاهده می‌شود که افزایش غلظت نیتروژن با افزایش تعدادی از جنس‌ها نظیر *Oscillatoria*، *Selenastrum* و *Chlorella* و افزایش فسفات با افزایش تعداد دیگری از جنس‌ها مانند *Cyclotella*، *Campylodiscus* و *Surirella* همبستگی شدید دارد. مطالعات زیادی نشان داده است که تغییر در شاخص‌های تراکم جمعیتی و تنوع‌گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند به‌طور اختصاصی در ارتباط با تغییر مقادیر نیترات و فسفات محلول در آب باشد (Nassar *et al.*, ۲۰۱٤؛ Mohammadkhani *et al.*, ۲۰۱۷؛ Stefanidou *et al.*, ۲۰۲۰). هرچند در این تحقیق تغییر معنی‌داری در مقادیر مواد جامد محلول (TDS)، هدایت الکتریکی و شوری آب در بین فصل‌های تابستان و زمستان مشاهده نگردید ولی بر اساس یافته‌های موجود هرگونه تغییر در فاکتورهای یادشده می‌تواند گسترش و تنوع فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. بسته به غلظت کل TDS، به‌عنوان‌مثال، افزایش یون‌های مختلف بخصوص بی‌کربنات‌ها و کربنات‌های موجود در آب دریاچه باعث افزایش هدایت الکتریکی می‌شود (Pal *et al.*, ۲۰۱۸). همچنین گفته‌شده است که تنوع فیتوپلانکتون با TDS، هدایت الکتریکی و شوری آب ارتباط معکوس دارد (Wetzel *et al.*, ۲۰۰۱). به‌طورکلی می‌توان گفت عواملی چون غلظت مواد غذایی، نور، دما، pH، تراکم موجودات فیتوپلانکتون خوار، روابط آنتاگونیستی، تغییر در آب‌وهوا، هیدرولوژی آب، سختی، عمق آب و سایر عوامل دیگر می‌توانند در توزیع و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی دخالت داشته باشند (Bagheri *et al.*, ۲۰۱۱؛ Farhadian *et al.*, ۲۰۱٤؛ Fallahi *et al.*, ۲۰۱٦؛ Mohammadkhani *et al.*, ۲۰۱۷) ازاین‌رو، جایگزینی برخی از شاخه‌ها با شاخه‌های دیگر یا به عبارتی غالب شدن آن‌ها در فصول خاص و توالی فیتوپلانکتونی در بوم‌سازگان‌های آبی را می‌توان به عوامل یادشده نسبت داد (King *et al.*, ۲۰۰۲).

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۲) جلبک‌های سبز و دیاتومه‌ها با بیشترین غنای گونه‌ای بخصوص در فصل تابستان از غالبیت قابل‌توجهی نسبت به سایر تاکسون‌ها برخوردار هستند. جلبک‌های سبز_آبی نیز با داشتن ۹ گونه در رده سوم ازلحاظ غالبیت قرار دارند؛ که در این میان جنس *Navicula* با داشتن ۹ گونه، جنس *Scenedesmus* با ۶ گونه و جنس *Oscillatoria* با ۴ گونه به ترتیب ۱۸، ۱۲ و ۸ درصد بیشترین غنای گونه‌ای را در بین تاکسون‌های شناسایی‌شده نشان می‌دهند. وجود تنوع و غنای گونه‌ای نسبتاً بالای جلبک‌های سبز و دیاتومه‌ها نسبت به گونه‌های نامناسب مانند برخی از گونه‌های جلبک‌های سبز_آبی می‌تواند دلیلی بر وضعیت خوب و مناسب تالاب ازلحاظ کیفی قلمداد گردد.

به‌طورکلی می‌توان گفت که در تالاب سولدوز همانند بسیاری از زیستگاه‌های آبی دنیا الگوی پراکنش و تنوع فیتوپلانکتون‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی ازجمله شرایط فیزیکی و شیمیایی قرار داشته است؛ که این ارتباط را می‌توان در حضور و یا عدم حضور برخی گونه‌ها در فصول مختلف سال مشاهده کرد. بر اساس یافته‌هایی این تحقیق افزایش مقادیر نیترات، pH، شفافیت، اکسیژن محلول و مواد محلول معلق در آب منجر به افزایش تنوع و گسترش گونه‌های جلبکی شده و برعکس افزایش دما، کدورت و مواد جامد معلق در آب تنوع و گسترش گونه‌ای را محدود کرده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌های مقاوم به تغییرات محیطی قادر به زیست در مناطقی هستند که دستخوش تغییرات کم‌وزیاد محیطی می‌باشند. همچنین بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان گفت که تغییرات فصلی خصوصاً تغییرات دمایی شاخص‌های جمعیتی، نظیر غنای گونه‌ای، تنوع‌گونه‌ای، غالبیت و تراکم، تحت تأثیر قرار داده به‌طوری‌که در میزان این شاخص‌ها در فصل گرم بیشتر از فصل سرد سال بوده است. همچنین تالاب سولدوز در تمامی فصول سال از جریان آبی نسبی برخوردار بوده که منجر به تعدیل بسیاری از پارامترهای محیطی می‌گردد. درست به همین دلیل است که ورود پساب‌های کشاورزی منجر به افزایش شدید مواد مغذی در تالاب نشده و درنتیجه یوتریفیکاسیون ناشی از شکوفایی سیانوباکتری‌ها در این تالاب دیده نمی‌شود. ازاین‌رو با توجه به‌کاربرده‌ای متنوع تالاب به‌ویژه در حوزه پایش اکوسیستم (Talei *et al.*, ۲۰۱۵؛ Bejarbaneh *et al.*, ۲۰۱۸؛ Azad) و سایر جنبه‌های زیست‌محیطی و شیلاتی آن بررسی‌های لیمنولوژیک و هیدرو بیولوژیک قبل از هرگونه تصمیمات مدیریتی پیشنهاد می‌گردد تا ضمن بهره‌برداری از اکوسیستم‌های آبی حفظ پایدار آن نیز تضمین شود.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های مسئولین و همکاران محترم پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Abolhasani, M. H., Pirestani, N. and Ghasemi, S., ۲۰۱۹. Assessment of the primary production statues of the international Gavkhooni Wetland, Iran. International Journal of Aquatic Biology. ٦: ٢٤٨-٢٥٣.

Ahmadpour, M., Ahmadpour, M., Hosseini, S. H., Hoshiar, F. and Hasanzadeh Hossein Abadi, H., ۲۰۱۵. Study of the International Sorkhrud Wetland's Conservation Position, Using to the Birds Status, Compliance with the Important Bird and Biodiversity Areas Selection Criteria and Ramsar Convention. Journal of Wetland Ecobiology. ٦: ٥-٢٠.

Akbari, M., Torabi Haghighi, A., Aghayi, M. M., Javadian, M., Tajrishy, M. and Kløve, B., ۲۰۱۹. Assimilation of satellite-based data for hydrological mapping of precipitation and direct runoff coefficient for the Lake Urmia Basin in Iran .Water. ١١(٨), ١٦٢٤: https://doi.org/١٠,٣٣٩٠/w١١٠٨١٦٢٤

Akbarzadeh, G., Salarpouri, A., Behzadi, S. and Darvishi, M., ۲۰۱۵. Study of phytoplankton community in coastal waters of Hormozgan province, Qeshm and Leangeh Islands. Journal of Aquatic Ecology. ٥: ١٤٥-١٥٠.

Asal pishe, Z. and Manaffar, R., ۲۰۱۸. Study on phytoplankton community in the Mahabad, Hasanlu (Shur Gol) and Yadegarlu Lakes. Iranian Scientific Fisheries Journal. ٢٦: ١١١-١٢٠. doi:١٠,٢٢٠٩٢/isfj.٢٠١٧,١١٤٨٧٩.

Azad, M., Mirdar Harijani, J., Gharaei, A. and Sanchooli, N., ۲۰۱۸. Effect of Permethrin insecticide and Paraquat herbicide on growth and population density of freshwater Rotifer (Brachionus calyciflorus). Journal of Aquatic Ecology. ٨: ١٠-٢٠.

Bagheri, S., ۲۰۱٦. Limnological study of Kan River in the Persian Gulf lake (Chitgar-Tehran) catchment area. Iranina Fisheries Sciences Institute, Anzali, Iran ٩٤p.

Bagheri, S., Mansor, M., Turkoglu, M., Makaremi, M., Omar, W. M. W. and Negarestan, H., ۲۰۱۲. Phytoplankton species composition and abundance in the Southwestern Caspian Sea. Ekoloji. ٢١: ٣٢-٤٣.

Bagheri, S., Mashhor, M., Makaremi, M., Sabkara, J., Wan, M., Mirzajani, A., Khodaparast, S. H., Negarestan, H., Ghandi, A. and Akbar, K., ۲۰۱۱. Fluctuations of phytoplankton community in the coastal waters of Caspian Sea in ٢٠٠٦. American Journal of Applied Sciences. ٨: ١٣٢٨-١٣٣٦.

Bagheri, S., Sabkara, J., Yousefzad, E. and Zahmatkesh, Y., ۲۰۱۷. Ecological study of zooplankton communities in the Persian Gulf Martyrs Lake (Chitgar-Tehran) and the first report of the freshwater jellyfish Craspedacusta sp. (Cnidaria, Limnomedusae) in Iran. Iranian Scientific Fisheries Journal. ٢٥: ١١٣-١٢٨.

Bagheri, S., Zahmatkesh, G. and Mohsenpoor, H., ۲۰۱۸. Identification and study of biodiversity of Kan river-Tehran phytoplankton. Journal of Aquatic Ecology. ٨: ٨٥-٩٤.

Belokda, W. Khalil, K. Loudiki, M. Aziz, F. and Elkalay, K., ۲۰۱۹. First assessment of phytoplankton diversity in a marrocan shallow reservoir (sidi abderrahmane). Saudi journal of biological sciences. ٢٦: ٤٣١-٤٣٨.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

Berger, W. H., Parker, F. L. ۱۹۷۰. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea Sediments. Science. ۱٦۸ (۳۹۳۷): ۱۳٤٥-۱۳٤۷.

Boyce, D .G., Lewis, M. R. and Worm, B., ۲۰۱۰. Global phytoplankton decline over the past century. Nature. ٤٦٦: ٥۹۱-٥۹٦ .

Danesh-Yazdi, M. and Ataie-Ashtiani, B., ۲۰۱۹. Lake Urmia crisis and restoration plan: Planning without appropriate data and model is gambling. Journal of Hydrology. ٥۷٦: ٦۳۹-٦٥۱. doi:https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jhydrol.۲۰۱۹,۰٦,۰٦۸.

Edward, G. B. and David, C. S., ۲۰۱۰. Freshwater algae identification and use as bioindicators In: Freshwater Algae ed. Bellinger, E. G. and Sigee, D. C. First edition, John Wiley and Sons, pp.۱۰۱-۱۳۹

Einollahipeer, F., Okati, N., Gharai , A. and GhafariI, M., ۲۰۱۳. Survey of diversity and density of planktons from Chahnimeh Reservoirs in Sistan. Netherlands Journal of Aquatic Ecology. ٥:٤۰-٥۰.

Environmental Organization, ۲۰۰٤. Solduz Wetland Project. West Azerbaijan Province Environment Department, Urmia, ۳۷ pp.

Esavi, V., and Rezaei Chianeh, E., ۲۰۱٤. Analysis the impact of drouht and land use/cover changes on wetlands ecosystem of Sulduz region. Journal of Wetland Ecobiology. ٦: ٥-۲۰.

Fallahi, M., Makaremi, M. and Khatib, S., ۲۰۱٦. Phytoplankton population structure of the Anzali wetland (۲۰۱۰ and ۲۰۱۱). Iranian Scientific Fisheries Journal. ۲٥: ۱۰٥-۱۱۸. doi:۱۰,۲۲۰۹۲/isfj.۲۰۱۷,۱۱۰۲۲۷.

Farhadian, O., Sedaghat, R., Pouladi, M. and Sharafi, R., ۲۰۱٤. Distribution and Abundance of Phytoplankton in Helleh River Estuary (Persian Gulf-Iran). Iranian Journal of Applied Ecology. ۳: ۱٥-۲۸.

Foley, M. M., Halpern, B. S., Micheli, F., Armsby, M. H., Caldwell, M. R., Crain, C. M., *et al*, ۲۰۱۰. Guiding ecological principles for marine spatial planning. Marine Policy. ۳٤: ۹٥٥-۹٦٦. doi:http://dx.doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.marpol.۲۰۱۰,۰۲,۰۰۱.

Ha, K., Kim, H. W. and Joo, G. J., ۱۹۹۸. The phytoplankton succession in the lower part of hypertrophic Nakdong River (Mulgum), South Korea. Phytoplankton and Trophic Gradients, Springer, pp. ۲۱۷–۲۲۷.

Hameed, I., Adeniyi, I., Adesakin, T. and Aduwo, A., ۲۰۱۹. Phytoplankton diversity and abundance in relation to physico-chemical parameters of ifewara reservoir, southwestern nigeria. World News of Natural Sciences. ۲٤: ۲٥۱-۲٦۸.

John, D. M., ۲۰۰٥. The freshwater algal flora of the British Isles. university press, Cambridge, ۷۰۲ pp.

Kim, K. G., Lee, H. and Lee, D. H., ۲۰۱۱. Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas: a comparative analysis. Landscape and ecological engineering. ۷: ۲۷-۳۲.

King, L. Jones, R. I. and Barker, P., ۲۰۰۲. Seasonal variation in the epilithic algal communities from four lakes of different trophic state. Archiv für Hydrobiologie**.** ۱٥٤: ۱۷۷-۱۹۸.

LeGresley, M. and McDermott, G., ۲۰۱۰. Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis-haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. UNESCO (IOC Manuals and Guides): ۲٥-۳۰.

Levin, P. S. and Stunz, G. W., ۲۰۰٥. Habitat triage for exploited fishes: Can we identify essential "Essential Fish Habitat?". Estuarine, Coastal and Shelf Science. ٦٤: ۷۰-۷۸.

Margalef, R. ۱۹٥۱. Diversidad de especies en las comunidales naturales. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada. ۹: ٥-۲۷.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

Mohammadkhani, H., Mazaheri Kohanestani, Z. and Ghorbani, R., ۲۰۱۷. Phytoplankton composition and diversity in Gorgan Bay, Golestan province. Journal of Aquatic Ecology. ۷: ۹۸-۱۱۵.

Mohebbi, F., Mohsenpour Azari, A., Asem, A., ۲۰۱۲. Phytoplankton population and its indices in Aras dam reservoir. Iranian Journal of Biology. ۲۵: ۳۱٦-۳۲۸.

Nassar, M. Z., Mohamed, H. R., Khiray, H. M. and Rashedy, S. H., ۲۰۱٤. Seasonal fluctuations of phytoplankton community and physico-chemical parameters of the north western part of the Red Sea, Egypt. The Egyptian Journal of Aquatic Research. ٤۰: ۳۹۵-٤۰۳.

Nourozi, B. and Ahmadi, M. A., ۲۰۰۷. New records of relationship between soil macro elements and the distribution of heterocystous cyanobacteria in paddy fields, wheat fields and woodland in Golestan province. Iranian Journal of Biology. ۲۰: ۸۹-۹۸.

Pal, S., Chakraborty, S., Datta, S., Mukhopadhyay, S. K., ۲۰۱۸. Spatio-temporal variations in total carbon content in contaminated surface waters at East Kolkata Wetland Ecosystem, a Ramsar Site. Ecological engineering. ۱۱۰:۱٤٦-۱۵۷.

Pourahad Anzabi, M., Sarvi moghqanjou, K., Atashbar, B. and Mohammadyari, A., ۲۰۱۸. Effects of physicochemical parameters of water on seasonal variation, distribution and density of crustacean zooplankton communities in Sulduz Wetland (Southern parts of Urmia Lake). Iranian Scientific Fisheries Journal. ۲٦: ۸۱-۹۲.

Poynton, H. C., Lazorchak, J. M., Impellitteri, C. A., Blalock ,B., Smith, M. E., Struewing, K., Unrine, J., and Roose, D., ۲۰۱۳. Toxicity and transcriptomic analysis in Hyalella azteca suggests increased exposure and susceptibility of epibenthic organisms to zinc oxide nanoparticles. Environmental science and technology. ٤۷: ۹٤٦۰-۹٤۵۳.

Sabkara, J. and Makaremi, M., ۲۰۰۳. Consideration of plankton distribution and dendity in Mako Dam. Iranian Scientific Fisheries Journal. ۱۲: ۲۹-٤٦.

Shams, M., Afsharzadeh, S. and Atici, T., ۲۰۱۲. Seasonal variations in phytoplankton communities in Zayandeh-Rood Dam Lake (Isfahan, Iran). Turkish Journal of Botany. ۳٦: ۷۱۵-۷۲٦.

Shannon, C., ۱۹٤۸. A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal. ۲۷: **۳۷۹-٤۲۳.**

Simpson, E. H., ۱۹٤۹. Measurement of diversity. Nature. ۱٦۳: ٦۸۸-٦۸۸.

Smith, V. H., ۲۰۰۳. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. Environmental Science and Pollution Research. ۱۰: ۱۲٦-۱۳۹.

Stefanidou, N., Katsiapi, M., Tsianis, D., Demertzioglou, M., Michaloudi, E. and Moustaka-Gouni, M., ۲۰۲۰. Patterns in alpha and beta phytoplankton diversity along a conductivity gradient in coastal mediterranean lagoons. Diversity. doi:۱۰,۳۳۹۰/d۱۲۰۱۰۰۳۸

Talei Bejarbaneh, F., Amrollahi Biuki, N. and Mortazav, M. S., ۲۰۱۵. Removal of heavy metal (copper) using Microalgae (Spirulinaplatensis) by Taguchi Method. Journal of Aquatic Ecology. ۵: ۱۲٤-۱۳۴ .

Teymuri Nomandani, S., ۲۰۱۷. Seasonal variation of macrobenthic community of Soldouz wetland, West Azarbaijan. MSc thesis, Urmia University.

Wehr, J. and Sheath, R., ۲۰۰۳. Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Academic Press, San Diego, ۱۰۵۰ pp.

Wetzel, R. G., ۲۰۰۱. Limnology: lake and river ecosystems. Academic Press, San Diego, ۱۰۰٦ pp.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]

Yusuf, Z. H., ۲۰۲۰. Phytoplankton as bioindicators of water quality in nasarawa reservoir, katsina state nigeria. Acta Limnologica Brasiliensia. https://doi.org/۱۰,۱۵۹۰/S۲۱۷۹-۹۷۵X۳۳۱۹.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-07]