

بررسی تروفی تالاب امیرکلایه در استان گیلان با استفاده از شاخص TSI

چکیده

تالاب بین‌المللی امیرکلایه با مساحت ۹۳۵ هکتار در استان گیلان قرار دارد. ورود رواناب‌های کشاورزی، برداشت آب به‌منظور کشاورزی و رویش گیاهان به‌ویژه گیاهان غوطه‌ور و حاشیه‌ای از عوامل تهدیدکننده اصلی این تالاب بوده که باعث کاهش سطح آن شده است و به همین دلیل تعیین وضعیت آن ضرورت دارد تا در صورت تأیید شرایط نامطلوب اقدامات احیاء برای آن صورت گیرد. این تحقیق از پاییز ۱۳۹۲ تا تابستان ۱۳۹۳ به‌منظور بررسی وضعیت تروفی تالاب امیرکلایه صورت گرفت. نمونه‌برداری از ۶ ایستگاه در نظر گرفته‌شده، طی چهار فصل انجام گردید و در آن شاخص تغذیه‌گرایی (TSI) با استفاده از ۴ پارامتر: فسفات کل (TP)، نیتروژن کل (TN)، عمق سی‌سی دیسک (SD) و کلروفیل آ (chl-a) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس شاخص TSI تالاب امیرکلایه از نظر SD در بحرانی‌ترین حالت از لحاظ پارامترهای TP, TN, chl-a بوده و از نظر chl-a بهتر از پارامترهای TP, TN و SD می‌باشد. بر اساس آزمون آماری میانگین مقدار نیتروژن کل در فصل زمستان کمترین و در فصل تابستان بیشترین میزان رویت گردید. میانگین مقدار فسفات کل در فصل زمستان بیشترین و در فصل پاییز کمترین مقدار رویت شد. میانگین مقدار کلروفیل آ در فصل تابستان بیشترین میزان بود، اما سه فصل دیگر با یکدیگر از لحاظ مقدار کلروفیل آ اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). میانگین عمق سی‌سی دیسک در تابستان کمترین و در زمستان بیشترین عمق سی‌سی دیسک مشاهده شد. با استفاده از آزمون آماری دانکن، هیچ‌یک از متغیرهای کلروفیل آ، نیتروژن کل، فسفات کل و عمق سی‌سی دیسک در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). نتایج نشان داد که تالاب امیرکلایه در فصل‌های پاییز و زمستان در وضعیت مزوتروفیک و در فصل بهار به دلیل ورود رواناب‌های کشاورزی در وضعیت مزوتروفیک حاد قرار داشت. در فصل تابستان نیز به علت افزایش ورود رواناب‌های کشاورزی و گرمای هوا در وضعیت یوتروفیک قرار گرفت.

واژگان کلیدی: تالاب امیرکلایه، تروفی، TSI، فسفات کل، نیتروژن کل، کلروفیل آ.

مقدمه

تالاب‌ها زیستگاه‌های ارزشمندی برای گونه‌های بسیار زیادی از پرندگان، آبزیان و پستانداران می‌باشند و با امکانات تجاری، حمل‌ونقل و تفرج بالقوه‌ای که دارند، باعث باروری اراضی اطراف و افزایش تولیدات کشاورزی می‌شوند و فرصت‌های بسیار زیاد علمی، آموزشی و تفریحی را ایجاد می‌کنند.

روند غنی شدن یک محیط آبی از مواد مغذی (معدنی و آلی) و افزایش تولید گیاهی در آن، یوتریفیکاسیون نامیده می‌شود (دریوش صفت و همکاران، ۱۳۷۸). فراغنی شدن با مواد مغذی پدیده و مشکلی است که در آن رشد سریع تعدادی از گونه‌ها خودنمایی می‌کند و پیامدهای بدی برای ذخایر آب شرب، فعالیت‌های تفریحی، توریسم، ورزش یا شیلات اقتصادی محسوب می‌شود. به‌طور کلی تأثیرات بشر در منابع آبی، کیفیت

آزاده گل‌محمدی^۱

فاطمه شریعتی^{۲*}

۱، ۲. گروه محیط‌زیست، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

*مسئول مکاتبات

shariati@liau.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۵-۰۴-۰۲۵۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.



آب را از نظر غلظت مواد مغذی تغییر داده که نتیجه‌ی آن کاهش شفافیت، کاهش غلظت اکسیژن، تغییر جوامع زیستی و کاهش غنای گونه‌ای و افزایش گونه‌ای خاصی از جلبک‌ها می‌باشد (میرزاجانی، ۱۳۹۱). با توجه به پیچیده بودن یوتروفیکاسیون تالاب‌ها یک پارامتر نمی‌تواند شرایط واقعی آن را نشان دهد و چون یوتروفیکاسیون به عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی بستگی دارد، باید مجموعه‌ای از این پارامترها بررسی شود تا بتوان در مورد یوتروفیکاسیون واقعی پهنه‌های آبی نتیجه‌گیری نمود. بررسی وضعیت تروفی تالاب با استفاده از شاخص کارلسون (TSI) (Trophic State Index) و پارامترهای نیتروژن کل (TN)، فسفات کل (TP)، عمق سی‌سی دیسک (SD)، کلروفیل آ (Chl) یکی از این تکنیک‌ها می‌باشد (ابراهیم پور و همکاران، ۱۳۷۴).

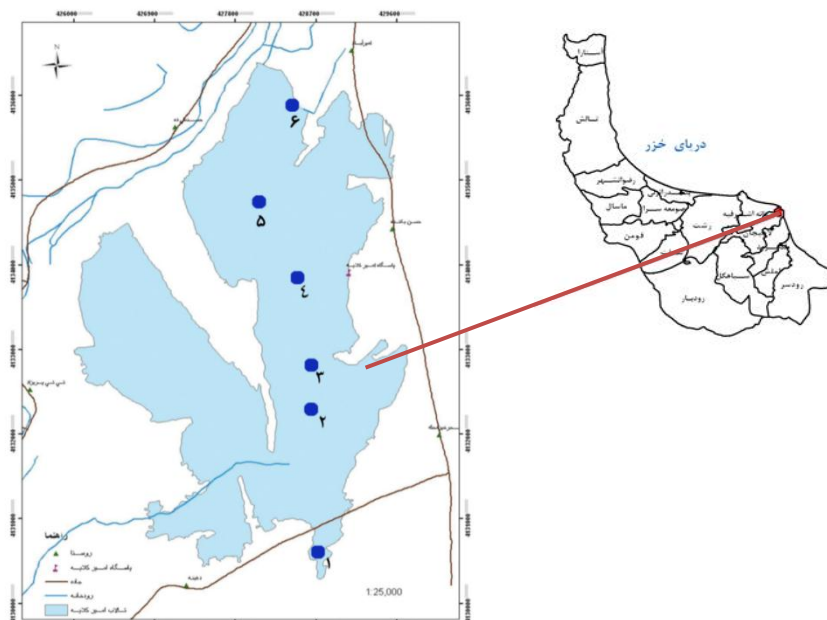
میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی روند فراغنی شدن تالاب انزلی با استفاده از اطلاعات ده‌ساله ۱۳۷۱-۱۳۸۱ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بر اساس آستانه وضعیت‌های تروفی ۸۷ تا ۱۰۰ درصد تالاب انزلی یوتروف شده است (سختی و دوست شناس، ۱۳۹۰) کیفیت آب تالاب حله با استفاده از نظام شاخص کیفیت آب طبقه‌بندی شد و بر اساس نتایج این تالاب در طبقه‌بندی سوم قرار می‌گیرد. Elmaci و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی وضعیت تغذیه‌ای دریاچه‌ی Uluabat ترکیه پرداختند. سطح تغذیه‌ای دریاچه در شرایط شاخص تغذیه‌ای کارلسون ارزیابی شد و دریاچه در وضعیت یوتروفیک قرار داشت (Barki and Singa, 2014). Al-Abbawy (۲۰۱۲) به بررسی وضعیت تغذیه‌ای رودخانه‌ی شط‌العرب (اروندرو) با استفاده از شاخص وضعیت تغذیه‌ای (TSI) پرداخته و به این نتیجه رسید که رودخانه‌ی شط‌العرب (اروندرو) در شرایط مزوتروفیک قرار دارد.

تالاب امیرکلايه در تاریخ ۱۳۴۹/۶/۱۷ به‌عنوان «منطقه حفاظت‌شده» تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گرفت و در سال ۱۳۵۴ این تالاب به شماره 21R012 با مساحت ۱۲۳۰ هکتار به‌عنوان تالاب بین‌المللی به ثبت رسید و با همین مساحت به‌عنوان پناهگاه حیات‌وحش تحت نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گرفت (منصوری، ۱۳۸۶؛ عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱).

این تالاب زیستگاه مناسبی برای حیوانات به‌خصوص پرندگان نادر و منحصربه‌فرد است، به همین دلیل باید وضعیت آن از لحاظ مرحله توالی مشخص شده و وضعیت احتمالی یوتروفیکاسیون بررسی شود تا در صورت تأیید شرایط نامطلوب احیاء شده و از ورود احتمالی آن به فهرست مونترو جلوگیری گردد.

مواد و روش‌ها

تالاب امیرکلايه در حدود ۲۰ کیلومتری شمال شهر لنگرود، حدود ۲۶ کیلومتری شمال شرقی شهر لاهیجان و حدود ۲۴ کیلومتری بخش کیشهر واقع شده و از نظر جغرافیایی در مختصات $37^{\circ}20'57''$ عرض شمالی و $50^{\circ}11'30''$ طول شرقی قرار دارد. تالاب امیرکلايه از شمال به مزارع امیرآباد و جیرباغ، از جنوب به مزارع روستای دهبنه و ناصر کیاده از شرق به روستای سحرخیز محله و حسن بکنده و از غرب به روستاهای تی تی پریراد، ناصر کیاده و بالامحله حسنعلی ده محدود می‌شود. این تالاب توسط چشمه‌های زیرزمینی و تعدادی زهکش که آب مزارع کشاورزی را وارد تالاب می‌نماید، تغذیه می‌شود. کهنه سفیدرود (حشمت رود) در شمال تالاب جریان دارد و در شمال شرقی آن به دریای خزر می‌ریزد (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱). ۶ ایستگاه برای این تحقیق در نظر گرفته شد. ایستگاه ۱ که ورودی رواناب‌های کشاورزی به تالاب امیرکلايه و در منطقه دهبنه واقع شده است. ایستگاه‌های ۲ و ۴ از پوشش گیاهی کمی برخوردار بودند. ایستگاه‌های ۳ و ۵ درجایی قرار دارند که پوشش گیاهی زیادی داشتند و ایستگاه ۶ خروجی آب تالاب به دریا می‌باشد که در منطقه امیرآباد واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در تالاب امیرکلایه (۱۳۹۳-۱۳۹۲).

نمونه‌برداری از آب تالاب امیرکلایه در پاییز و زمستان ۱۳۹۲، بهار و تابستان ۱۳۹۳ از ۶ ایستگاه و از هر ایستگاه یک نمونه مشخص شده در شکل ۳-۳ صورت گرفت. برای نمونه‌برداری از نمونه‌بردار روتنر، ظرف‌های نمونه‌برداری، دستگاه سی‌شی دیسک (برای برآورد عمق شفافیت در ایستگاه‌های مختلف) و قایق استفاده شد. برای برداشت نمونه (کلروفیل آ)، از ظرف‌های نمونه ۱ لیتری استفاده گردید، نمونه‌های کلروفیل در شرایط تاریکی به آزمایشگاه منتقل گردید.

pH و هدایت الکتریکی با دستگاه pH متر و هدایت سنج (Eutech، تایوان) و کدورت توسط دستگاه کدورت سنج (HANNA، رومانی) اندازه‌گیری شد. نیتروژن کل با استفاده از روش هضم توسط پر سولفات با واکنشگرهای آماده دستگاه Spectroll (مدل PD303، شرکت اپل، ژاپن) اندازه‌گیری گردید. سنجش فسفات کل با روش آمونیوم‌مولیدات با استفاده از معرف‌های آماده و قرائت جذب در طول موج ۶۹۰ نانومتر در دستگاه Spectroll PC صورت گرفت. در آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری کلروفیل آ حجم مشخصی از آب (۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر) به‌وسیله کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون GFC/Whatman و با استفاده از پمپ خلأ صاف گردید. نمونه صاف‌شده روی کاغذ صافی توسط الکل در بن ماری استخراج و بعد از سانتریفوژ جذب آن در طول موج‌های ۶۶۵-۷۵۰ نانومتر قرائت شد و مقدار کلروفیل آ اندازه‌گیری گردید. در نهایت از روی داده‌های حاصله شاخص TSI مشخص گردید که بر مبنای آن وضعیت تروفی تالاب تعیین شد.

برای ارزیابی تالاب امیرکلایه از نظر سطح تغذیه گرایی و وضعیت یوتروفیکاسیون از شاخص تغذیه‌ای کارلسون استفاده شده است (Carlson, 1977). مقیاس TSI به ۰ تا ۱۰۰ تقسیم می‌شود و بر پایه‌ی فسفات کل (TP) برحسب میکروگرم بر لیتر، نیتروژن کل (TN)، برحسب میلی‌گرم بر لیتر، عمق دیسک سی‌شی (SD) برحسب متر و کلروفیل آ (Chl-a) برحسب میکروگرم بر لیتر قرار دارد (جدول ۱).

جدول ۱: محدوده‌های شاخص وضعیت تروفی (Carlson, 1977)

مقادیر شاخص TSI	وضعیت تروفی
۰ - ۳۰	الیگوتروف
۳۰ - ۴۰	مزوتروفیک خفیف
۴۰ - ۵۰	مزوتروفیک
۵۰ - ۶۰	مزوتروفیک حاد
۶۰ - ۷۰	یوتروفیک
۷۰ - ۸۰	هایپروتروفیک
۸۰ - ۱۰۰	هایپروتروفیک حاد

برای محاسبه شاخص TSI، از روابط زیر استفاده گردید:

مدل تروفی برای فسفات کل از رابطه ۱ استفاده گردید (Carlson, 1977):

$$\text{TSI-P} = 14.42 \times \ln[\text{TP}] + 4.15 \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{l}}\right) \quad \text{رابطه ۱:}$$

مدل تروفی برای کلروفیل A از رابطه ۲ استفاده گردید (Carlson, 1977):

$$\text{TSI-C} = 30.6 + 9.81 \ln[\text{Chl-a}] \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{l}}\right) \quad \text{رابطه ۲:}$$

مدل تروفی برای عمق سی‌سی‌دی SD رابطه ۳ استفاده شد (Carlson, 1977):

$$\text{TSI-S} = 60 - 14.41 \times \ln[\text{SD}] \text{ (meters)} \quad \text{رابطه ۳:}$$

(Krotzer, 1980) مدل تروفی برای ازت کل از رابطه ۴ استفاده شد:

$$\text{TSI-N} = 10 \left[6 - \frac{\ln \frac{1.47}{\text{TN}}}{\ln 2} \right] \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \quad \text{رابطه ۴:}$$

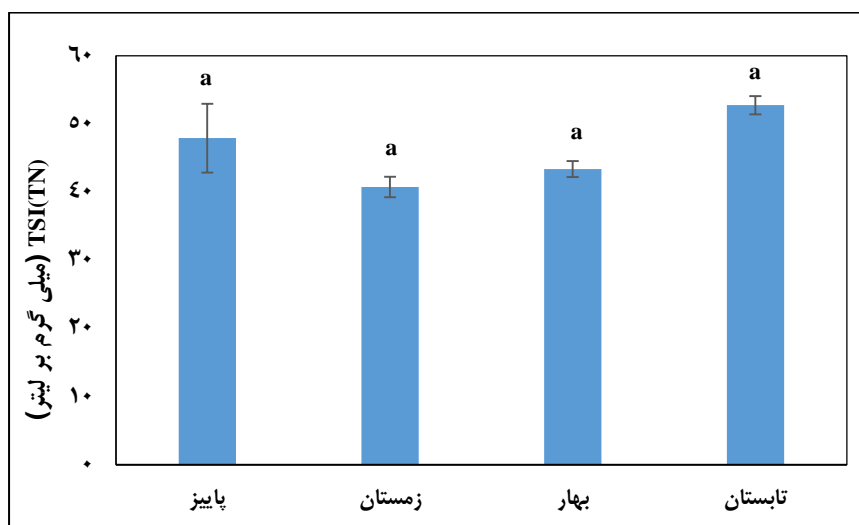
$$\text{TSI} = [\text{TSI (P)} + \text{TSI (Chl-a)} + \text{TSI (SD)}] / 3 \text{ Average} \quad \text{رابطه ۵:}$$

$$\text{Total TSI} = \frac{\text{Average TSI}}{6} \quad \text{رابطه ۶:}$$

بر اساس تست Shapiro-Wilks نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش هفدهم و مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از روش دانکن به انجام رسید. سطح معنی‌داری تفاوت‌ها ۰/۰۵ (پنج درصد) در نظر گرفته شد. آزمون آنالیز واریانس دوطرفه جهت بررسی توأم تأثیر عوامل بر نیتروژن کل، فسفات کل، کلروفیل آ و عمق سی‌سی‌دی با توجه به ماهیت داده‌ها و تعداد آن‌ها پاسخگو نبود.

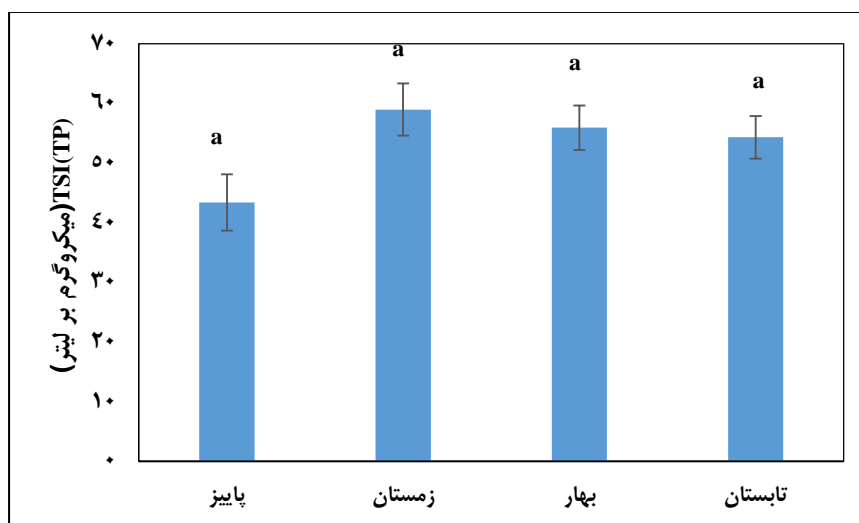
نتایج

میزان نیتروژن در تابستان بیشتر از سایر فصول بوده، کمترین مقدار نیتروژن در زمستان مشاهده شد. با توجه به TSI(TN) تالاب از لحاظ وضعیت تروفی در تمام فصل‌ها در محدوده‌ی مزوتروفیک قرار دارد و محدوده‌ی تغییرات TSI(TN) تالاب بین ۴۵/۰۷ تا ۴۸/۳۰ میلی گرم بر لیتر، می‌باشد (شکل ۲).



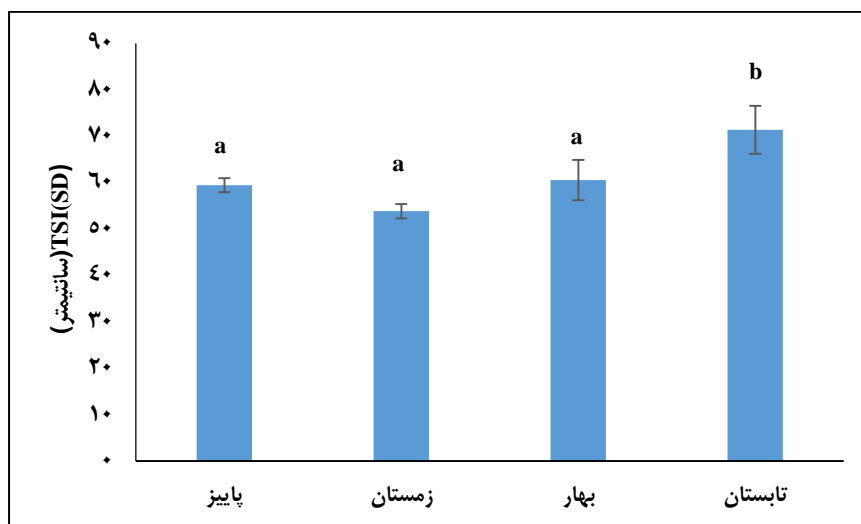
شکل ۲: تغییرات TSI(TN) در تالاب امیرکلاویه در فصل‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۳).

میزان فسفات در زمستان بالاتر از سایر فصول بود، غلظت فسفر کل در بهار و تابستان کاهش می‌یابد. با توجه به مقدار میانگین فسفات کل بررسی شده در طول ۴ فصل در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در ۶ ایستگاه، تالاب از لحاظ وضعیت تروفی در محدوده‌ی مزوتروفیک حد قرار داشت و مقدار تغییرات TSI(TP) آن بین ۵۱/۳۰ تا ۵۵/۵۸ میکروگرم بر لیتر بود. تالاب در پاییز در محدوده‌ی مزوتروفیک و در زمستان، بهار و تابستان در محدوده‌ی مزوتروفیک حد قرار دارد (شکل ۳).



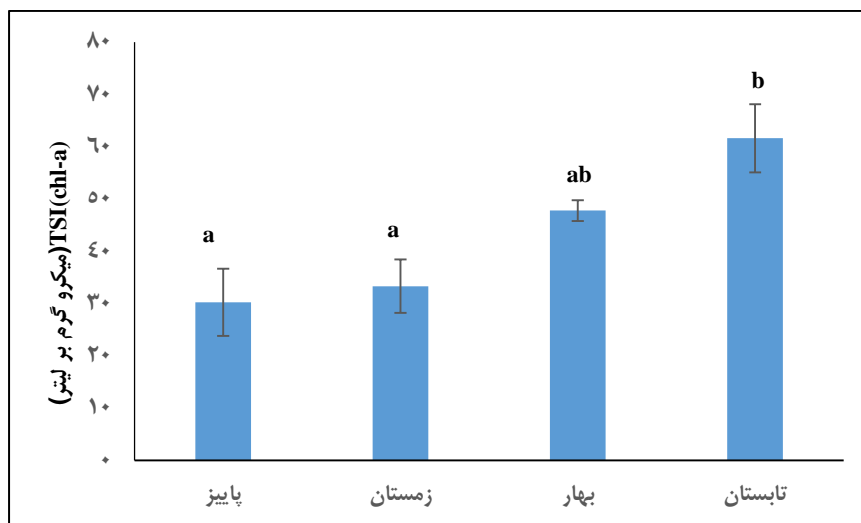
شکل ۳: تغییرات TSI(TP) در تالاب امیرکلايه فصل‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۳).

TSI (SD) در تابستان کم‌تر و در زمستان بالاتر از سایر فصول بود. از نظر TSI (SD) تالاب در ایستگاه‌های ۲ و ۴ در حالت مزوتروفیک حاد و در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۵ و ۶ در محدوده‌ی یوتروفیک قرار دارد و محدوده‌ی تغییرات TSI(SD) تالاب بین ۵۷/۷۷ تا ۶۵/۱۲ سانتی‌متر قرار گرفت. TSI (SD) در پاییز و زمستان در محدوده‌ی مزوتروفیک حاد، در بهار در محدوده‌ی یوتروفیک و در تابستان در محدوده‌ی هایپریوتروفیک قرار دارد (شکل ۴).



شکل ۴: تغییرات TSI(SD) در تالاب امیرکلايه فصل‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۳).

در تابستان میزان کلروفیل آ نسبت به سایر فصول بیشتر و در زمستان کم‌تر بود. مقدار تغییرات TSI (chl-a) بین ۳۹/۲۳ تا ۴۵/۳۳ میکروگرم بر لیتر بود. TSI (chl-a) تالاب در تابستان در محدوده‌ی یوتروفیک و در پاییز و زمستان در محدوده‌ی مزوتروفیک خفیف و در بهار در محدوده‌ی مزوتروفیک قرار دارد (شکل ۵).



شکل ۵- تغییرات TSI (chl-a) در تالاب امیرکلاهی فصل‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۳).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از TSI کل در چهار فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۲ و بهار و تابستان ۱۳۹۳، وضعیت تروفی تالاب امیرکلاهی بر اساس محدوده‌های شاخص وضعیت تروفی (کارلسون، ۱۹۷۷) ذکر شده در جدول ۱ می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصله نشان داد که میزان نیتروژن در تابستان بیشتر از سایر فصول بود (شکل ۲) که این امر به علت ورود رواناب‌های کشاورزی حاوی کودهای مورد مصرف در فعالیت‌های کشاورزی به تالاب است. با توجه به TSI(TN) تالاب از لحاظ وضعیت تروفی در محدوده‌ی مزوتروفیک قرار دارد. ابراهیم پور و همکاران (۱۳۷۴) در بررسی که در تالاب زریبار به مدت ۸ ماه آذر و بهمن ۱۳۸۴ و فروردین تا شهریور ۱۳۸۵ انجام دادند مشخص شد که تغییرات TSI (TN) تالاب بین ۴۲/۵ تا ۵۷/۸ بود و تالاب در محدوده‌ی مزوتروف تا مزوتروف حاد قرار داشت که نسبت به تالاب امیرکلاهی بالاتر است. میزان نیتروژن کل در تالاب امیرکلاهی بین ۰/۳۳۱ تا ۱/۰۷۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. میزان نیتروژن کل در دریاچه‌ی Shallow بین ۰/۰۲ تا ۲۳/۴۹ میلی‌گرم بر لیتر بود (Akdeniz et al., 2011) و نسبت به تالاب امیرکلاهی بالاتر بود. بر اساس نتایج ایستگاه‌های ۱، ۳ و ۶ میزان نیتروژن بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارند، به علت این که ایستگاه ۱ ورودی رواناب‌های کشاورزی به تالاب است، ایستگاه ۶ خروجی آب تالاب به دریا می‌باشد و ایستگاه ۳ دارای پوشش گیاهی زیادی بود و بعد از آن‌ها ایستگاه ۵ که دارای پوشش گیاهی بالایی بود قرار دارد. ایستگاه‌های ۲ و ۴ که پوشش گیاهی کمی داشتند، از وضعیت بهتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار بودند.

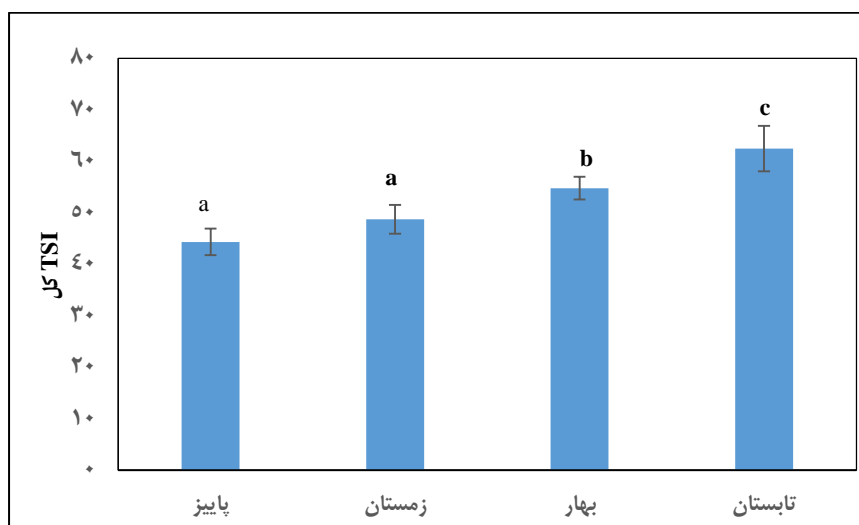
میزان فسفات در زمستان به علت بارش برف و باران که باعث فرسایش خاک و حمل بقایای کشاورزی به تالاب امیرکلاهی شده است، بالاتر از سایر فصول بود و در زمستان مدفوع پرندگان مهاجر حاضر در تالاب باعث افزایش غلظت فسفات شد. غلظت فسفر کل در بهار و تابستان به علت وجود فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها و مصرف فسفر به‌وسیله آن‌ها کاهش یافت. با توجه به میانگین فسفات کل بررسی شده در طول ۴ فصل در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در ۶ ایستگاه، تالاب از لحاظ وضعیت تروفی در محدوده‌ی مزوتروفیک حاد قرار داشت و مقدار تغییرات TSI(TP) آن بین ۵۱/۳۰ تا ۵۵/۵۸ بود. در تالاب انزلی، درویش صفت و همکاران (۱۳۷۸) به این نتیجه رسیدند که تالاب به لحاظ فسفات کل و شاخص آن در وضعیت یوتروف قرار دارد. در دریاچه تهم در زنجان میرزاجانی و همکاران (۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که مدل تروفی فسفات کل در گروه دریاچه‌های مزوتروف قرار دارد.

عمق سی‌سی دیسک در تابستان به علت افزایش دما و تبخیر، برداشت آب برای کشاورزی و کم شدن سطح آب، افزایش پوشش گیاهی کم‌تر از سایر فصول بود و در زمستان به علت بالا بودن سطح آب و کم بودن پوشش گیاهی بیشتر از سایر فصول بود. از نظر TSI (SD) تالاب در ایستگاه‌های ۲ و ۴ مزوتروفیک حاد و در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۵ و ۶ در محدوده‌ی یوتروفیک قرار دارد و محدوده‌ی تغییرات TSI(SD) تالاب بین ۵۷/۷۷ تا ۶۵/۱۲ قرار گرفت. Barki و Singa (۲۰۱۴) در ارزیابی‌ای که در چند دریاچه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که محدوده‌ی تغییرات TSI(SD) دریاچه‌ها بین ۶۸/۴۳ تا ۹۳/۱۸ بود. TSI(SD) تالاب امیرکلاهی کمتر بود.

Siddaraju و Devi Prasad (۲۰۱۲) در دریاچه‌ی Arakere در هند به این نتیجه رسیدند که دامنه‌ی تغییرات TSI(SD) دریاچه بین ۵۳/۹۶ تا ۹۳/۱۸ بود و دریاچه در محدوده‌ی مزوتروفیک حاد تا هایپرتروفیک حاد قرار گرفت، اما در تالاب امیرکلاهی TSI(SD) بیشتر بود. عمق سی‌سی دیسک تالاب امیرکلاهی بین ۰/۲۷ تا ۱/۸ متر است. عمق سی‌سی دیسک در دریاچه‌ی چغاخور در چهارمحال و بختیاری بین

۰/۹ تا ۳/۲ متر بود (موسوی ندوشن و همکاران، ۱۳۸۷). عمق سی‌سی دیسک تالاب امیرکلايه کمتر از عمق سی‌سی دیسک دریاچه‌ی چغاخور بود.

میزان کلروفیل آ در تابستان نسبت به سایر فصول به علت گرمای هوا و افزایش پوشش گیاهی و افزایش فیتوپلانکتون‌ها بیشتر از سایر فصول بود و میزان کلروفیل آ در پاییز و زمستان به علت کم بودن پوشش گیاهی و سرمای هوا کمتر بود. تالاب از نظر TSI(chl-a) در ایستگاه ۲ در محدوده‌ی مزوتروفیک خفیف و در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶ در محدوده‌ی مزوتروفیک قرار دارد و مقدار تغییرات TSI(chl-a) بین ۳۹/۲۳ تا ۴۵/۳۳ بود. میزان کلروفیل آ در تالاب امیرکلايه بین ۰/۳۹ تا ۶۲/۹۰ میکروگرم بر لیتر بود. موسوی ندوشن و همکاران (۱۳۸۷) در دریاچه‌ی چغاخور در چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که میزان کلروفیل آ بین ۲ تا ۷/۳ میکروگرم بر لیتر بود. در دریاچه‌ی Uluabat ترکیه، Elmaci و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که میزان کلروفیل آ بین ۱/۹۹ تا ۱۵۶/۹ میکروگرم بر لیتر بود. میزان کلروفیل آ در تالاب امیرکلايه بین ۰/۳۹۵ تا ۶۲/۹۰ میکروگرم بر لیتر بود. تالاب در پاییز و زمستان ۱۳۹۲ در محدوده‌ی مزوتروفیک و در بهار ۱۳۹۳ در محدوده‌ی مزوتروفیک حاد و در تابستان ۱۳۹۳ در محدوده‌ی یوتروفیک قرار گرفت (شکل ۶).



شکل ۶: تغییرات TSI کل در تالاب امیرکلايه فصل‌های مختلف (۱۳۹۲-۱۳۹۳).

بر اساس شکل ۶ TSI(Average) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده که از مجموع TSI پارامترهای مختلف (chl-a, SD, TP) به‌دست آمده است، نشان می‌دهد شاخص TSI تالاب در محدوده‌ی ۴۷/۷۹ تا ۵۴/۵۳ بوده، تالاب در وضعیت مزوتروفیک حاد قرار دارد. بر اساس شاخص TSI، ایستگاه ۱ که ورودی رواناب‌های کشاورزی به تالاب است از وضعیت بدتری نسبت به ایستگاه‌های دیگر برخوردار است و بعدازآن ایستگاه‌های ۳، ۵ و ۶ وضعیت خوبی نداشتند. ایستگاه‌های ۲ و ۴ که پوشش گیاهی کمی داشتند، از وضعیت بهتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار بودند.

در فصل تابستان میزان pH و هدایت الکتریکی به علت گرمای هوا بالاتر از سایر فصول بود و در زمستان به علت سرمای هوا پایین‌تر بود. کدورت در تابستان به علت گرمای هوا و افزایش پوشش گیاهی بالاتر از سایر فصول است و در پاییز با کاهش پوشش گیاهی پایین‌تر از سایر فصول بود.

وضعیت تروفی تالاب امیرکلايه در زمستان ۱۳۹۲ در حالت مزوتروف قرار داشت که تا تابستان ۱۳۹۳ به سمت یوتروف پیش رفت و به‌طور میانگین، تالاب در محدوده‌ی مزوتروف حاد قرار گرفت. ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۷۴) در بررسی‌ای که در دریاچه‌ی تالابی زریبار انجام دادند به

این نتیجه رسیدند که از ۲۲۰۰ هکتار محدوده‌ی دریاچه ۱۰۳۵ هکتار در وضعیت یوتروف و ۱۱۶۵ هکتار آن در حالت هایپرتروف قرار دارد. درحالی که درویش‌صفت و همکاران (۱۳۷۸) در تالاب انزلی به این نتیجه رسیدند که تالاب انزلی از حالت مزوتروف به سمت حالت یوتروف پیش می‌رود. در دریاچه‌ی تالابی زربار در کردستان کاظمی و امیرنژاد (۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که وضعیت تروپی دریاچه از حالت یوتروف به سمت حالت هایپرتروف پیش رفت. میرزاجانی و همکاران (۱۳۹۱) در دریاچه‌ی تهم در زنجان به این نتیجه رسیدند که دریاچه‌ی تهم در مراحل اولیه مزوتروف قرار دارد.

طبق نتایج وضعیت تروپی تالاب امیرکلاهی، مزوتروف حاد می‌باشد. در دریاچه‌ی Broken Bow اوکلاهما وضعیت تروپی دریاچه از حالت الیگوتروف به مزوتروف متغیر می‌باشد (Carroll et al., 1996). دریاچه‌ی Uluabat ترکیه نیز در وضعیت یوتروفیک قرار دارد (Elmaci et al., 2009). حالت تغذیه‌ای دریاچه‌ی Mansi Ganga در هند از حالت الیگوتروف به سمت مزوتروف و سپس یوتروف می‌باشد (Sharma et al., 2009). رودخانه شط‌العرب در شرایط مزوتروفی قرار دارد (Al-Abbawy, 2012). دو دریاچه در Mondya در محدوده‌ی مزوتروفیک می‌باشد (Devi Prasad and Siddaraju, 2012). دریاچه‌ی Dantaramakki در شهر Chikmagalur هند در شرایط نسبتاً یوتروف قرار دارد (Mahesh et al., 2014).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، منابع آلوده‌کننده‌ی تالاب امیرکلاهی از نوع غیرنقطه‌ای و از طریق ورود رواناب‌های کشاورزی به تالاب است. به علت این که مقدار زیادی مواد آلوده‌کننده (کودهای نیتراته و فسفات) وارد تالاب می‌شود، وضعیت تروپی آن وخیم‌تر شده و باعث کاهش عمق شفافیت سی‌شی دیسک می‌گردد. بر اساس شاخص TSI تالاب امیرکلاهی از نظر عمق سی‌شی دیسک در بحرانی‌ترین حالت نسبت به پارامترهای TP, TN و chl-a می‌باشد و از نظر chl-a بهتر از سایر پارامترها است. بر اساس TSI کل محاسبه‌شده در ۴ فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۲ و بهار و تابستان ۱۳۹۳، تالاب در فصل‌های پاییز و زمستان در وضعیت مزوتروف، در فصل بهار به دلیل ورود رواناب‌های کشاورزی در وضعیت مزوتروف حاد و در فصل تابستان به علت افزایش ورود رواناب‌های کشاورزی در وضعیت یوتروف قرار گرفت. عدد تروپی در فصل تابستان بیشترین مقدار را نشان داد. با توجه به این که وضعیت تروپی تالاب از زمستان تا تابستان نامساعدتر شد و با توجه به گرمای هوا و ورود کودهای کشاورزی به تالاب این وضعیت نگران‌کننده است و می‌توان با استفاده بهینه از کودهای کشاورزی از ادامه این روند جلوگیری کرد.

منابع

- ابراهیم پور، ص.، محمد زاده، ح.، نادری، ا. و آذر پیکان، آ.، ۱۳۷۴. ارزیابی یوتروفیکاسیون و تغذیه‌گرایی دریاچه‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی دریاچه تالابی زربار). شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز.
- درویش‌صفت، ع.، جمال‌زاده فلاح، ف. و نظامی بلوچی، ش.، ۱۳۷۸. بررسی وضعیت تروپی تالاب انزلی با استفاده از GIS. مجله محیط‌شناسی، ۲۵(۲۳): صفحات ۱-۱۱.
- سخایی، ن. و دوست‌شناس، ب.، ۱۳۸۹. طبقه‌بندی کیفیت آب تالاب حله با استفاده از نظام شاخص کیفیت آب Water Quality Index. دومین همایش ملی تالاب‌های ایران، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. http://www.civilica.com/Paper-WETLAND02-WETLAND02_067.html
- عاشوری، ع. و عبدوس، ا.، ۱۳۹۱. زیستگاه‌های تالاب مهم پرندگان آبی. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، صفحات ۹۷-۹۶.
- کاظمی، ک. و امیر نژاد، ر.، ۱۳۹۱. بررسی پر غذایی دریاچه‌ی زربار در استان کردستان با استفاده از شاخص تروپی. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه منابع طبیعی تهران.
- منصوری، ج.، ۱۳۸۶. مدیریت تالاب‌ها و پرندگان آبی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، صفحه ۱۵.
- موسوی ندوشن، ر.، فاطمی، م.، اسماعیلی ساری، ع. و وثوقی، ع.، ۱۳۸۷. تعیین وضعیت تروپی و پتانسیل تولید ماهی در دریاچه‌ی چغاخور. مجله شیلات، ۲(۲): صفحات ۷۵-۷۱.

میرزاجانی، ع.، عباسی، ک.، سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، عابدینی، ع. و صیاد بورانی، م.، ۱۳۹۱. لیمنولوژی دریاچه الیگو- مزوتروف تهم در استان زنجان. مجله‌ی زیست‌شناسی ایران، ۲۵ (۱): صفحات ۸۹-۷۴.

Akdeniz, S., Karaer, F., Katip, A. and Aksoy, E., 2011. A GIS-based method for shallow lake eutrophication assessment. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 5(15): 195-202.

Al-Abbawy, D., 2012. Assessment of trophic status for Shatt Al-Arab River using trophic state index (TSI). *Journal of Basrah Researches ((Sciences))*, 38(3): 36-44.

Barki, D. and Singa, P., 2014. Assessment of trophic state of lakes in terms of Carlson's trophic state index. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(7): 14297- 14302.

Carlson, R. E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2): 361-369.

Carroll, J., Nolen, S. and Peterson, L., 1996. Water quality changes, from 1987 to 1991, in Broken Bow Lake, Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 76: 35-38.

Devi Prasad, A. and Siddaraju, G., 2012. Carlson's trophic state index for the assessment of trophic status of two lakes in Mandya district. *Advances in Applied Science Research*, 3 (5): 2992-2996.

Elmaci, A., Ozengin, N., Teksoy, A., OlcayTopac, A. and SavasBaskaya, H., 2009. Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5): 757-760.

Kratzer, C. R., 1980. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes. *Water Resources Bulletin*, 17: 713-715.

Mahesh, S., Srikantha, H., Mohan Kumar, S. and Vathsala, S., 2014. Eutrophication assessment for the Dantaramakki Lake of Chikmagalur City using GIS technique. *International Journal of ChemTech Research*, 6(1): 440-449.

Sharma, M. P., Kumar, A. and Rajvanshi, S., 2010. Assessment of trophic state of lakes: A case of Mansi Ganga Lake in India. *Hydro Nepal: Journal of Water, Energy and Environment*, 6: 65-72.