

ارزیابی تروفي بر اساس شاخص کارلسون (TSI) مطالعه موردی: تالاب‌های دائمی شهرستان پل دختر

مهدی مهدی‌نسب^{۱*}

*Mehdi_4531@yahoo.com

۱- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم آباد، ایران

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷

چکیده

تعیین میزان تروفي در اکوسیستم‌های آبی از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا افزایش مواد مغذی در همه سطوح اکوسیستم‌های آبی از جمله تغییر در فراوانی گونه‌ها، مهاجرت، کاهش تنوع زیستی و تغییر در ساختار و ترکیب جوامع اثرگذار است. بنابراین، باید روش مناسبی برای تعیین وضعیت تروفي یا به عبارتی، توان تولید در یک اکوسیستم بکار گرفت. روش‌های متداول جهت تعیین میزان تروفي بر اساس سه پارامتر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک استوار است. شهرستان پلدختر با ۱۱ تالاب به عنوان شهر تالابی ایران مشهور است و از این تعداد ۸ تالاب دائمی و ۳ تالاب فصلی می‌باشند. در این پژوهش برای ارزیابی وضعیت تروفي ۸ تالاب دائمی شهرستان پلدختر از نمونه‌برداری‌های ماهانه میزان غلظت فسفر کل (TP)، نیتروژن کل (TN) با استفاده از شاخص تروفي کارلسون (TSI) مربوط به دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۶ محاسبه گردید. نتایج نشان داد که در فصل تابستان تالاب لفانه ۱ در شرایط یوتروفیک، تالاب لفانه ۲ در حالت مزوتروفیک حاد و سایر تالاب‌ها در تغذیه گرایی مزوتروفیک خفیف قرار دارند و در فصل زمستان با توجه به کاهش دمای هوا و به تبع آن کاهش تبخیر و افزایش ورودی آب‌های سطحی و زیر زمینی به تالاب‌ها، تمام آنها در شرایط مزوتروفیک خفیف می‌باشند. بر اساس میانگین سالانه شاخص کارلسون تالاب‌های لفانه ۱ و لفانه ۲ در شرایط مزوتروفیک و ۶ تالاب دیگر در حالت مزوتروفیک خفیف قرار دارند. تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر با میانگین سالانه ۴۲/۳ دارای شرایط مزوتروفیک و تالاب‌های منطقه تنگ فنی با میانگین سالانه ۳۴/۰۸ در رده تالاب‌های مزوتروفیک خفیف می‌باشند. در تالاب‌های پلدختر بار رسوبی مواد معلق و کدورت آب به دلیل ورود سالانه مقادیر زیادی رسوب از حوضه آبریز زیاد گردیده است که در نهایت منجر به پیشروی و گسترش گیاهان آبی در سطح آب و تسریع یوتریفیکاسیون تالاب‌ها می‌شود.

لغات کلیدی: تغذیه گرایی، شاخص کارلسون (TSI)، تالاب، شهرستان پل دختر

*نویسنده مسئول

مقدمه

ارزیابی آلودگی تالاب‌ها و دریاچه‌ها برای توسعه و تخصیص کاربری اراضی، مدیریت، پایش کیفیت، پیش‌گیری از آلودگی و حفاظت از تنوع زیستی آنها ضروری است (صمدی، ۱۳۹۴). روند غنی شدن یک محیط آبی از مواد مغذی (معدنی و آلی) و افزایش تولید گیاهی در آن "یوتریفیکاسیون" نامیده می‌شود (درویش صفت و همکاران، ۱۳۷۸). Ejanowski و Lenard (۲۰۱۴) به بررسی وضعیت تروفي دو دریاچه Czarne و Glebokie پرداختند و اعلام نمودند که میزان مقادیر^۱ TSI روند افزایشی در این دو دریاچه دارد. Lenard و Solis (۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی وضعیت تروفي سه دریاچه Krasne, Rogozno و Piaseczno در لهستان مبادرت و نتایج آنها نشان‌دهنده تغییر در مقادیر مدل‌های مختلف شاخص کارلسون به دلیل افزایش مقادیر ازت و فسفات بود. Abraham و Parker (۲۰۰۸) فاکتورهای غنی شدن و آلودگی فلزهای سنگین را در رسوب‌های دریایی خلیج تاماکی نیوزیلند را بوسیله شاخص geoaccumulation مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج آنها نشان داد که بالاترین میزان غنی شدگی در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متری و دامنه آلودگی رسوب‌های دانه ریز در محدوده غیر آلوده تا آلودگی متوسط می‌باشد. وحیدی و همکاران (۱۳۹۵) به تعیین وضعیت تروفي دریاچه ولشت بر اساس شاخص تروفي TSI اقدام و اعلام نمودند که دریاچه ولشت بر اساس مقادیر نوترینت‌ها (ازت و فسفر) در شرایط مزویوتروفي تا یوتروفي و بر اساس سایر پارامترها در شرایط مزوتروفي قرار می‌گیرد. صمدی (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر مکانی-زمانی، کمی و کیفی پساب‌های کاربری اراضی بر آلودگی تالاب چغاخور بر اساس روش‌های آماری و شاخص IRWQI مبادرت و اعلام نمود که تأثیر مکانی و زمانی پساب‌های کاربری اراضی در فصول بهار و اوایل پاییز بیشترین تأثیر و فصل تابستان کمترین تأثیر را بر کیفیت آب تالاب چغاخور دارند. از آنجایی که ارزیابی خصوصیات کیفی آب از مولفه

هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامتی تالاب‌ها و بالطبع حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی کاملاً احساس شده می‌باشد، بنابراین بررسی وضعیت سطح تروفي و خصوصیات (اعم از زیستی و غیرزیستی) اکوسیستم تالاب‌های شهرستان پلدختر به منظور مدیریت، برنامه‌ریزی مناسب برای حفظ کیفیت آب، سلامت مردم منطقه و ضمن فراهم آوردن اطلاعات اولیه برای پایش مستمر تالاب‌ها ضروری است.

مواد و روش کار

یکی از عوامل مهم در مشخص کردن وضعیت تروفيک بررسی ترکیبات شیمیایی فسفر کل و نیتروژن کل (نسبت TN/TP) است که به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brönmark and Hansson, 2005). در این مطالعه با توجه به محدودیت در اندازه‌گیری کلروفیل آ، فقط به مقادیر فسفر و نیتروژن کل برای محاسبه شاخص TSI اکتفا شده است. جهت ارزیابی میزان تروفي ۸ تالاب دائمی شهرستان پلدختر به صورت ماهانه در دو فصل تابستان و زمستان سال ۱۳۹۶ غلظت فسفر و نیتروژن کل در ۵ ایستگاه نمونه‌برداری هر تالاب و مجموعاً در تمام تالاب‌های دائمی ۲۴۰ نمونه اندازه‌گیری شد. برداشت نمونه آب به صورت ستونی از سطح تا عمق و بوسیله روتنر انجام شد و نمونه‌های آب در ظروف پلی اتیلنی بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید و عوامل نیتروژن کل (TN) و فسفر کل (TP)^۲ مورد سنجش قرار گرفت. مقایسه شاخص کارلسون به ۱۰۰ واحد تقسیم می‌شود و دامنه آن در محدوده ۱۰۰-۰ متغیر است (جدول ۱). این مقیاس بر پایه فسفر کل (TP)، نیتروژن کل (TN) برآورد می‌شود. به منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفي کارلسون بر اساس غلظت فسفر کل (TP)، غلظت نیتروژن کل (TN) و نسبت فسفر به نیتروژن (PN) از روابط ۱ الی ۵ استفاده گردید.

^۲ Total nitrogen^۳ Total phosphorus^۱ Trophic State Index

اکسیژن محلول می‌باشند. مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیک در آب (BOD_5^5) بیانگر مواد زیستی قابل تجزیه موجود در آب می‌باشد و جزء اولین پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت هر سیستم آبی بشمار می‌رود. مقدار BOD_5 با اکسیژن محلول در آب (DO) رابطه عکس دارد. در فصل زمستان تالاب گوری جمجمه با ۸ میلی‌گرم در لیتر و تالاب لفانه ۲ با ۲ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب بیشترین و کمترین میزان و در فصل تابستان لفانه ۲ با ۱۸ میلی‌گرم و تالاب گوری جمجمه با ۷ میلی‌گرم دارای حداکثر و حداقل میزان اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک بودند. در مجموع، میانگین مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیک در آب تالاب‌های پلدختر با ۸/۹ میلی‌گرم در لیتر بالاتر از میانگین جهانی می‌باشد. بیشترین ذرات معلق (TSS) در تالاب ۲ به میزان ۱۲۳۰/۵ و کمترین میزان در گری کبود ۲۵۳ بوده است (جدول ۲).

بر اساس غلظت فسفر کل (TP) در فصل تابستان، تالاب آبتاف ۱ با ۰/۹۸ میلی‌گرم بر لیتر و تالاب آبتاف ۲ با ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر و در فصل زمستان تالاب گری کبود با ۰/۷۳ میلی‌گرم در لیتر و تالاب لفانه ۱ با ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غلظت فسفر کل را در بین تالاب‌های شهرستان پلدختر می‌باشند (شکل ۲).

در بین تالاب‌های شهرستان پلدختر، در تمام طول سال تالاب لفانه ۱ و تالاب گری جمجمه بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غلظت نیترژن کل می‌باشند (شکل ۳).

بر اساس شاخص کارلسون (TSI) بر مبنای غلظت فسفر، میزان تروپی تالاب آبتاف ۲ در فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان است و در سایر تالاب‌ها مقدار شاخص کارلسون در فصل زمستان تروپی بر اساس فسفر بیشتر از فصل تابستان می‌باشد (شکل ۴).

از لحاظ شرایط تروپی بر اساس میزان غلظت نیترژن کل، با استفاده از شاخص کارلسون در فصل تابستان، تالاب لفانه ۱ در رده هایپرتروپیک و تالاب گری جمجمه در طبقه الیگوتروپیک قرار دارند (شکل ۵).

$$\text{رابطه ۱} \quad TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15$$

$$\text{رابطه ۲} \quad TSI(TN) = 14.43 \ln(TN) + 54.45$$

$$\text{رابطه ۳} \quad TSI(PN) = 9.81 \ln(10^{PN}) + 30.$$

$$\text{رابطه ۴} \quad \log(pn) = 1.25 \log_{(XPN)}$$

$$\text{رابطه ۵} \quad XPN = [P^{-2} + \left[\frac{N-150}{12}\right]^{-2}]^{-0.05}$$

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۱ و همگن بودن واریانس‌ها با آزمون لون^۲ بررسی شد. آنالیز آماری داده‌ها در محیط نرم افزار SPSS 22 و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excell 2010 انجام شد.

جدول ۱: تقسیم بندی استاندارد شاخص تغذیه گرای TSI

Table 1: Standardization of the TSI's Nutrition Index.

مقدار TSI (میلی گرم در لیتر)	کلاس کیفی آب
۰ - ۳۰	الیگوتروپیک
۳۰ - ۴۰	مزوتروپیک خفیف
۴۰ - ۵۰	مزوتروپیک
۵۰ - ۶۰	مزوتروپیک حاد
۶۰ - ۷۰	یوتروپیک
۷۰ - ۸۰	هایپرتروپیک
۸۰ - ۱۰۰	هایپرتروپیک حاد

(فلاح و همکاران، ۱۳۹۷)

نتایج

تالاب لفانه ۲ که حدود چهار پنجمش از پوشش گیاهی پوشیده شده است، در فصل تابستان با $5/91 NTU$ و در فصل زمستان تالاب گری جمجمه که حدود ۶۰ درصد آن دارای پوشش گیاهان آبی می‌باشد $7/5 NTU$ دارای بالاترین درجه کدورت در بین تالاب‌هاست. اندازه‌گیری (DO) شاخص مناسبی برای کیفیت آب و تغییرات لیمنولوژی آن می‌باشد. در حالت کلی، تمام تالاب‌های دائمی پلدختر در رده آب‌های متوسط هستند که در این بین تالاب لفانه ۱ با ۱۸/۵ میلی‌گرم در لیتر حداکثر و تالاب آب تاف ۲ با ۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر دارای حداقل

¹ Kolmogorov-Smirnov

² Leven test

³ Nephelometric Turbidity Unit

⁴ Dissolved oxygen

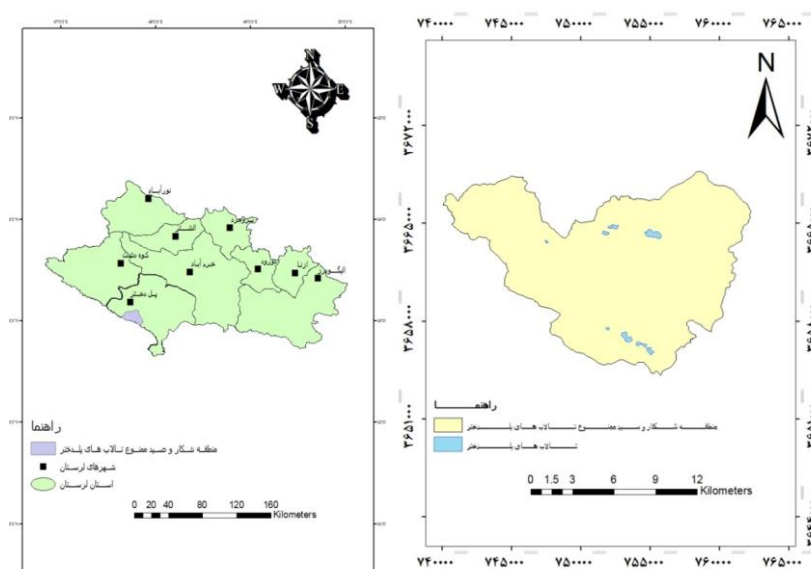
⁵ Five-day Biochemical Oxygen Demand

⁶ Trophic State Index

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار کیفیت عناصر آب تالاب های دائمی پلدختر در فصول تابستان و زمستان سال ۱۳۹۶.

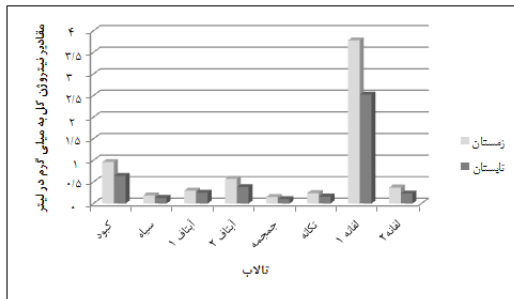
Table 2: Mean and standard deviation quality of water elements in wetlands Pol-e-dokhtar in the summer and winter seasons of 2018.

فصول	PH	DO Mg/l	BOD5 Mg/l	TURB NTU	EC Us/cm	COD Mg/l	TDS
فصل تابستان							
کبود	۸/۱	۱/۲±۵/۹۴	۲±۱۱	۱±۲/۵	۲۷۱±۱۴۶۰	۲±۱۶	۱۸±۲۷۶
سیاه	۷/۳۳	۲/۵±۵/۲۳	۲±۱۱	۰/۷۵±۱	۱۸۲±۱۰۲۶	۱±۱۵	۲۱±۳۷۵
تاف ۱	۸/۱۷	۲±۶/۲	۳±۱۲	۱±۳/۰۷	۷۸±۹۴۳	۳±۱۸	۹±۳۱۸
تاف ۲	۸/۰۲	۱/۲±۴/۹	۲±۱۳	۱±۳/۲۵	۱۸۶±۱۲۳۷	۲±۱۵	۱۳±۳۸۴
جمعیه	۷/۴۹	۳±۴/۲	۱±۷	۱/۳±۲/۱۲	۹۷±۱۵۶۳	۲±۱۲/۱	۵۷±۴۶۵
تالاب های پارک	۷/۹۶	۱±۷/۵۱	۲±۱۵/۵	۰/۵±۳/۱۶	۲۲۱±۲۶۴۱	۳±۱۹	۵۱±۹۵۱
طبیعت ولی عصر	۸	۰/۸±۴/۹۲	۳±۱۴/۸	۰/۲±۱	۱۸۱±۲۴۸۴	۶±۲۸	۳۳±۷۰۴
لفانه ۲	۸/۲	۰/۹±۶/۱۱	۴±۱۸	۲±۵/۹۱	۱۰۱±۱۹۶۲	۴±۲۳	۱۳±۱۳۴۲
فصل زمستان							
کبود	۸/۶	۲±۸/۹۹	۱±۶	۰/۸±۲/۳	۱۸±۷۲۳	۲±۱۳	۱۱±۲۳۰
سیاه	۷/۳۳	۲/۴±۸/۲۷	۰/۷±۶	۰/۳±۱	۳۲±۵۸۸	۳/۵±۱۵	۱۴±۳۱۱
تاف ۱	۸/۱۷	۱/۶±۹/۱	۱±۵	۱±۲/۹	۲۸±۵۷۰	۱/۱±۱۲	۸±۲۵۷
تاف ۲	۸/۰۲	۲±۷/۹۴	۲±۴	۰/۶±۳	۸۲±۶۷۴	۲/۴±۱۰	۲۵±۳۱۷
جمعیه	۷/۴۹	۱±۵/۸۳	۳/۵±۸	۰/۷±۷/۵	۳۱±۸۸۴	۳/۴±۱۹	۲۹±۳۸۷
تالاب های پارک	۷/۹۶	۲±۸/۵۳	۲±۷	۰/۹±۲/۹	۱۳۰±۱۳۱۹	۱±۱۴	۶۲±۷۹۲
طبیعت ولی عصر	۸/۴	۱±۶/۹۱	۳±۶	۰/۴±۱	۱۶۵±۱۶۴۰	۰/۷±۹	۲۱±۵۸۷
لفانه ۲	۸/۲	۲/۲±۸/۱۱	۲±۲	۰/۶±۴/۲	۲۸±۹۹۴	۱/۵±۶/۵	۹۲±۱۱۱۹



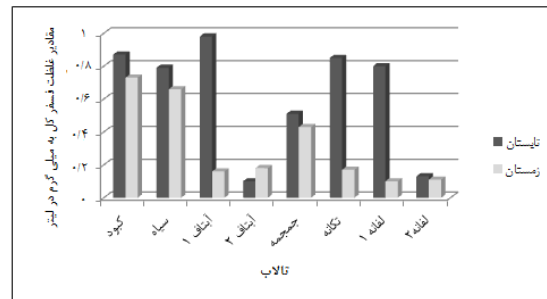
شکل ۱: پراکنش مکانی محدوده شکار و صید ممنوع و تالاب های پلدختر

Figure 1: Spatial Distribution of Hunting Area and catches and Dogs wetlands Pol-e-dokhtar.

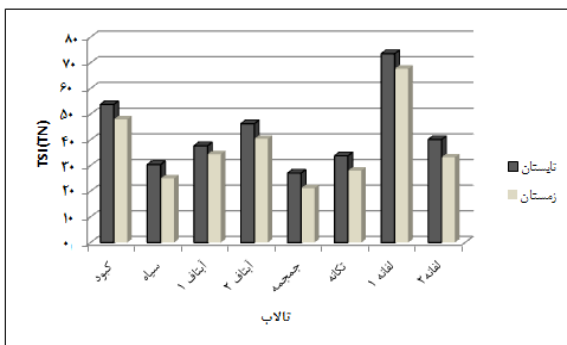


شکل ۳: غلظت نیتروژن کل در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶

Figure 3: Total nitrogen concentration in the permanent wetlands Pol-e-dokhtar in 2018.

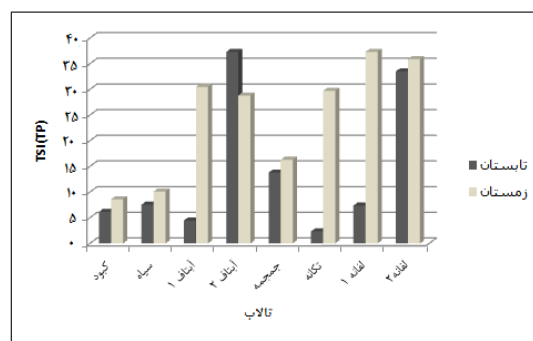


شکل ۲: غلظت فسفر کل در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶
Figure 2: Total phosphorus concentration in permanent wetlands Pol-e-dokhtar in 2018.



شکل ۵: مقادیر شاخص TSI بر حسب نیتروژن کل (TN) در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶

Figure 5: TSI values in terms of total nitrogen (TN) in Permanent wetlands Pol-e-dokhtar 2018.



شکل ۴: مقادیر شاخص TSI بر حسب فسفر کل (TP) در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶

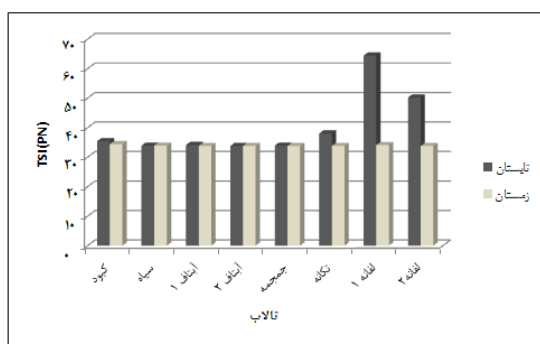
Figure 4: TSI values in terms of total phosphorus (TP) in the permanent wetlands Pol-e-dokhtar in 2018.

بحث

میزان $8/02$ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن در تالاب گوری مجموعه به مقدار $5/01$ میلی گرم بر لیتر می باشد. بیشترین میزان اکسیژن محلول در فصل تابستان در تالاب تکانه به مقدار $7/51$ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن در تالاب گوری مجموعه به مقدار $4/2$ میلی گرم بر لیتر است. در فصل زمستان حداکثر و حداقل میزان اکسیژن محلول بترتیب در تالاب آب تاف ۲، $9/1$ میلی گرم و در تالاب گوری مجموعه $5/83$ میلی گرم بر لیتر می باشد. میانگین اکسیژن محلول تالاب های پلدختر $15/2$ میلی گرم بر لیتر که آب تالاب ها را در طبقه کیفیت آب های متوسط قرار می دهد. در فصل تابستان میانگین اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک (BOD) $12/7$ میلی گرم در لیتر و در فصل زمستان $5/25$ میلی گرم بر لیتر می باشد. در بین

فرا غنی شدن با مواد مغذی پدیده و مشکلی است که در آن رشد سریع تعدادی از گونه ها خود نمایی می کند و پیامدهای بدی برای ذخایر آب شرب، فعالیت های تفریحی، توریسم، ورزش یا اقتصاد شیلاتی محسوب می شود. کدورت قابل قبول برای محیط های آبی 5 NTU است. در بین هشت تالاب دائمی شهرستان پلدختر در طول سال تنها تالاب لفانه ۲ دارای میزان کدورت بالای 5 می باشد. بالا بودن میزان کدورت آب در دو تالاب لفانه ۲ و گری مجموعه به سبب گسترش بیش از 50 درصد گیاهان آبی در این دو تالاب است. میانگین اکسیژن محلول تالاب ها در طول سال $6/78$ میلی گرم بر لیتر است که بیشترین میزان اکسیژن محلول در تالاب تکانه به

ولی عصر با ۱/۲۱ میلی گرم بر لیتر ($p < 0.05$ و $F = 21.1$) اختلاف معنی داری مشاهده شد (شکل ۳). نتایج ارزیابی میزان فسفر کل با استفاده از شاخص تروفي کارلسون نشان داد که در طول سال تالاب‌های گری کبود، گری جمجمه، گری سیاه، آبتاف ۱ و لفانه ۱ در شرایط تروفي الیگوتروفيک و تالاب‌های آبتاف ۲ و لفانه ۲ در شرایط مزوتروفيک خفیف قرار دارند (شکل ۴). بر اساس شاخص تروفي کارلسون (TSI) میزان غلظت نیتروژن کل (TN) در طول سال در تالاب‌های گری سیاه و گری جمجمه در شرایط الیگوتروفيک، تالاب‌های تکانه، لفانه ۱ و آبتاف ۱ حالت مزوتروفيک خفیف، تالاب آبتاف ۲ تروفي مزوتروفيک، گری کبود تغذیه گرای مزوتروفيک حاد و تالاب لفانه ۱ هایپرتروفيک می باشند. در حالت کلی تالاب‌های منطقه تنگ فنی دارای شرایط مزوتروفيک خفیف و تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر در حالت تغذیه گرای مزوتروفيک قرار دارند (شکل ۵). بر اساس نسبت غلظت فسفر به ازت کل شاخص کارلسون در تالاب‌های پلدختر با میانگین سالانه ۳۷/۱ در شرایط مزوتروفيک خفیف قرار دارد که در این بین تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر با میانگین ۴۲/۳ در شرایط مزوتروفيک و تالاب‌های منطقه تنگ فنی با میانگین ۳۴/۰۸ دارای سطح تغذیه گرای مزوتروفيک خفیف می باشند (شکل ۶).



شکل ۶: مقادیر شاخص TSI بر حسب نسبت فسفر به نیتروژن (PN) در تالاب‌های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶.

Figure 6: TSI index values based on the ratio of phosphorus to nitrogen (PN) in 2018 Pol-e-dokhtar permanent wetlands.

تالاب‌ها بیشترین میزان اکسیژن خواهی بیولوژیک در تالاب تکانه با ۱۱/۲۵ میلی گرم و کمترین آن در تالاب گوری جمجمه با ۷/۵ میلی گرم در لیتر است. تالاب‌های پلدختر در فصل تابستان با میانگین ۱۸/۲ میلی گرم در لیتر و در فصل زمستان با مقدار ۱۲/۳ میلی گرم در لیتر در طبقه آب‌های متوسط قرار دارند. میانگین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در تالاب‌های پلدختر ۱۵/۲۸ میلی گرم که تالاب لفانه ۱ با ۱۸/۵ و تالاب گوری کبود با ۱۴/۵ میلی گرم بر لیتر بترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند. در فصل تابستان حداکثر COD در تالاب لفانه ۱ با ۲۸ میلی گرم و حداقل COD در تالاب گوری جمجمه با ۱۲/۱ میلی گرم می باشد حداکثر اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در فصل زمستان در تالاب گوری جمجمه و حداقل آن در تالاب لفانه ۲ بترتیب به میزان ۱۹ و ۶/۵ میلی گرم بر لیتر است. از لحاظ میانگین ذرات معلق (TDS) در تالاب‌های منطقه تنگ فنی با ۳۳۲ و تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر با اختلاف ۳ برابری ($F = 4.3$ و $p < 0.05$) به میزان ۹۱۵/۸ می باشد (جدول ۲). در تالاب‌های پلدختر میانگین غلظت فسفر کل در فصل تابستان ۰/۶۲ میلی گرم بر لیتر با دامنه رنج ۰/۹۸ - ۰/۱ میلی گرم بر لیتر، در فصل زمستان با میانگین ۰/۳۱ با دامنه ۰/۷۳ - ۰/۱ میلی گرم بر لیتر متغیر است. میانگین سالانه غلظت فسفر کل در تالاب‌های پلدختر ۰/۴۷ میلی گرم بر لیتر، در بین تالاب‌ها، تالاب گری کبود با ۰/۸ میلی گرم بر لیتر و تالاب لفانه ۲ با ۰/۱۲ میلی گرم بر لیتر بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غلظت فسفر کل (TP) می باشند (شکل ۲). علت پایین بودن غلظت فسفر کل در تالاب لفانه ۲ به علت وجود فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها و مصرف فسفر بوسیله آنها و بالابودن میزان فسفر در تالاب گری کبود به سبب تعدد وجود منابع نقطه‌ای فسفر ناشی از وجود عشایر، دامداران در حریم تالاب و زیست بیشتر پرندگان آبچر و کنار آبچر در این تالاب می باشد. میانگین سالانه غلظت نیتروژن کل (TN) در تالاب‌های پلدختر ۰/۶۸ میلی گرم بر لیتر است که در ماه‌های مورد بررسی بین تالاب‌های منطقه تنگ فنی با میانگین ۰/۳۶ میلی گرم در لیتر و تالاب‌های پارک طبیعت

گل محمدی، آ.، شریعتی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی تروفی تالاب امیر کلاهی در استان گلستان با استفاده از شاخص TSI، فصلنامه اکوبیولوژیک تالاب، ۸ (۳۰): ۶۳-۷۲.

وحیدی، ف.، موسوی ندوشن، ر.، فاطمی، س. م. ر.، جمیلی، ش.، خم خاجی، ن.، ۱۳۹۵. تعیین وضعیت تروفی دریاچه ولشت با تکیه بر شاخص تروفی TSI، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۸ (۲): ۴۵۳-۴۴۵.

Abraham, G.M.S. and Parker, R.J., 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136(1-3), 227-238.

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.

Brönmark, C. and Hansson, L.A., 2005. Translated by Hoseyni N. The biology of lakes and ponds. Second edition. 300P.

Ejankowski, W. and Lenard, T., 2014. Trophic state of a shallow lake with reduced in flow of surface water. *Archives of Environmental Protection*, 14: 29-37.

Lenard, T. and Solis, M., 2009. Trophic diversity of three deep lakes- Piaseczno, Rogóznio and Krasne – in the years 2006 – 2007. *Teka Komisji Ochrony I Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*. 200(6): 162-169.

همسو نتایج این پژوهش، Al-Abbawy (۲۰۱۲) که به ارزیابی شرایط تروفی رودخانه شط العرب (اروند رود) بر اساس شاخص TSI پرداخته بود، دریافت که این رودخانه در شرایط مزوتروفیک قرار دارد و همچنین گل محمدی و شریعتی (۱۳۹۵)، به بررسی وضعیت تروفی تالاب امیر کلاهی با استفاده از روش TSI مبادرت و اعلام نمودند که این تالاب در فصل‌های پاییز و زمستان در وضعیت مزوتروفیک و در فصل بهار به دلیل ورود رواناب‌های کشاورزی در وضعیت مزوتروفیک حاد و در فصل تابستان نیز به علت افزایش ورود رواناب‌های کشاورزی و گرمای هوا در وضعیت یوتروفیک قرار دارد. از آنجایی که تنها خروجی آب در تالاب‌های دائمی پلدختر تبخیر می‌باشد، بنابراین زمان ماندگاری آلودگی و افزایش غلظت در آب آنها بسیار طولانی است. در نتیجه، رفع آلودگی‌ها و بازسازی میزان تروفی آنها بسیار مشکل می‌باشد. بر این اساس لازم است پایش ماهانه کیفیت آب و میزان سطح تروفی این تالاب‌ها توسط اداره کل محیط زیست استان لرستان صورت گیرد.

منابع

درویش صفت، ع. ا.، جمال زاده فلاح، ف.، نظامی بلوچی، ش. ع.، ۱۳۷۸. بررسی وضعیت تروفی تالاب انزلی با استفاده از GIS و شاخص تروفی TSI، مجله محیط شناسی، ۲۵ (۲۳): ۱۰-۱.

صمدی، ج.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر مکانی- زمانی کمی و کیفی پساب‌های کاربری اراضی بر آلودگی تالاب چغاخور با استفاده از شاخص IRWQI و روش‌های آماری، فصلنامه تحقیقات منابع آب ایران، ۱۱ (۳): ۱۷۱-۱۵۹.

فلاح، م.، پیرعلی زفره ئی، ا. ر.، ابراهیمی درچه، ع.، ۱۳۹۷. ارزیابی وضعیت تروفی تالاب بین المللی انزلی با استفاده از شاخص کارلسون (TSI)، مجله پژوهش آب ایران، ۱۲ (۱): ۲۸-۲۹-۲۱.

Evaluation Trophy Based on Carlsson Index (TSI) Case study: Permanent wetlands in Pol-e-dokhtar County

Mehdinasab M.^{1*}

1-Islamic Azad University, Khoramabad branch, Club Researchers and Elite Young,
Khoramabad, Iran.

Abstract

Determining the amount of trophy in aquatic ecosystems is important because increasing the availability of nutrients is affecting all levels of aquatic ecosystems as well as changes in species abundance, migration, reduce in biodiversity and changes in the structure and composition of communities. Therefore, there should be a proper method for determining the trophy state or production in the ecosystem. The current methods for determining the amount of trophy are based on three physical, chemical and biological parameters. Pole-dokhtar County has 11 wetlands with 8 permanent and 3 seasonal wetlands and is known as the wetland city of Iran. In this research to assess the trophic status of 8 permanent Pole-dokhtar wetlands, monthly sampling were conducted in summer and winter of 2017 and the Carlsson Trophy Index (TSI) was used for calculation of total phosphoric (TP) concentration and total nitrogen (TN). The results showed the Lfanhe wetland 1 was in yotrophic conditions, the Lfanhe wetland 2 was in acute mesotrophy and other wetlands were located in mild mesotrophic nutrition in the summer. In the winter, due to the reduction of air temperature and consequently the decrease of evaporation and the increase in the input of surface and underground waters to wetlands, all of wetlands were in the mild mesotrophic conditions. Based on the average annual Carlson index, the Lfanhe 1 and Lfanhe 2 wetlands were in mesotrophic conditions and 6 wetlands were in mild mesotrophic conditions. Valiasr Natural Park wetlands with annual mean 42.3 characterized by mesotrophic conditions and Tang Fani wetlands with annual mean 34.08 was in the low mosotrothic conditions. In the Pole-Dokhtar wetlands, the annual suspended sediment load and water turbidity have increased due to the large amounts of sediment accumulation in the area, which eventually leads to the development of aquatic plants in the water surface and accelerates utrification of wetlands.

Keywords: Nutritionism, Carlsson Indicator (TSI), Wetland, Pol-e- Dokhtar County

*Corresponding author