پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

ارزیابی وضعیت تروفی تالاب‌های استان لرستان براساس شاخص کارلسون TSI (مطالعه موردی: تالاب‌های پلدختر، بیشه دالان بروجرد و تنودر دورود)

مهدی مهدی نسب*[۱]

۱ - دانشکده جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۱۱/۰۸

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۱/۲۵

دسترسی آنلاین:
۱۴۰۱/۰۶/۲۵

کلید واژه‌ها:
تروفی، تالاب، شاخص کارلسون، TSI، استان لرستان.

چکیده

تعیین وضعیت تروفی یکی از روش‌های ارزیابی و بررسی تعادل اکولوژیکی اکوسیستم‌های تالابی است، زیرا پایداری و تداوم بهره‌وری این اکوسیستم‌های منحصر بفرد، نیازمند مدیریت صحیح پایش و کنترل شرایط محیطی آنها است. افزایش مواد مغذی در همه سطوح اکوسیستم‌های آبی از جمله تغییر در فراوانی گونه-ها، مهاجرت، کاهش تنوع زیستی و تغییر در ساختار و ترکیب جوامع اثرگذار است. بنابراین؛ تعیین وضعیت تروفی یا به عبارت دیگری توان تولید در یک اکوسیستم نیازمند استفاده از روشی مناسب است. روش‌های متداول برای تعیین میزان تروفی بر اساس سه پارامتر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی استوار است. استان لرستان به سبب زمین ساخت منحصربفرد دارای تالاب‌های متعدد، شامل تالاب‌های ۱۱ گانه پلدختر با مساحت عرصه آبی ۱۴۲/۷ هکتار، بیشه دالان با ۹۱۳/۵ هکتار و ت تنودر با ۱۰۰۰ هکتار مساحت است. در این پژوهش برای ارزیابی وضعیت تروفی تالاب‌های پلدختر، بیشه دالان و تنودر از نمونه-برداری میزان غلظت فسفرکل(TP)، نیتروژن کل(TN) با استفاده از شاخص تروفی کارلسون(TSI) در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۸ استفاده شده است. بر اساس میانگین سالیانه شاخص کارلسون تالاب‌های پلدختر و بیشه دلان در شرایط تروفی مزوتروفیک خفیف و تالاب تنودر در رده یوتروفیک است. در تالاب‌های استان لرستان بار رسوبی مواد معلق و کدورت آب به دلیل ورود سالیانه مقادیر زیادی رسوب از حوضه آبریز، توسعه باغات، برداشت‌های متنوع تفریحی در بروجرد و دورود، افزایش سطح آلودگی آب رودخانه تیره ناشی از فاضلاب شهری، صنعتی، پسماندهای مراکز تفریحی شهر و روستایی و پسماندهای منابع نقطه ای آلودگی همچون استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی، از حد این تالاب‌ها عبور کرده و بر پیکره ناپایدار کنونی تاثیرات مخربی را به بار آورده است.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mehdi_4531@yahoo.com

Journal of Environmental Research and Technology, 7(11)2022. 131-139

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 3060-2676

Assessment of the trophy status of wetlands in Lorestan province based on the TSI Carlson index (Case study: Poldokhter, Borujerd Bisheh Dalan and Doroud Tanodar Wetlands)

Mehdi Mehdinasab[*1]

1- Faculty of Geography, University of Sistan and Baluchistan, Sistan and Baluchistan, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Received:
28/01/2022
Accepted:
14/04/2022
Available online:
16/09/2022

Keywords:
Trophy,
Lorestan province,
Wetland,
TSI Carlson index

Abstract

Determining the trophy status is one of the assessment and analysis methods of the ecological balance of wetland ecosystems, because the sustainability and continuity of productivity based on these unique ecosystems requires proper monitoring management and control their environmental conditions because increasing nutrients affect all levels of aquatic ecosystems, including changes in species abundance, migration, reduction of biodiversity, and changes in the structure and composition of communities. Therefore, a suitable method should be used to determine the trophy status, or in other words, the production capacity of an ecosystem. Conventional methods for determining the amount of trophy are based on three physical, chemical and biological parameters. Lorestan province due to its unique construction has unique wetlands, including 11 Poldokhtar wetlands with an area of 142.7 hectares, Bishe Dalan wetland with 913.5 hectares and Tanodar wetland with an area of 1000 hectares. In this study, to evaluate the trophy status, sampling of phosphorus (TP), total nitrogen (TN) concentration or Carlson trophy index (TSI) was used in Poldokhtar, Bishe Dalan and Tanodar for summer and winter of 2019. Based on the annual average of Carlson index, Poldakhtar and Bishe Delan wetlands are in mild mesotrophic trophy conditions and Tanodar wetland is in the eutrophic category. In the wetlands of Lorestan province, the sediment load of suspended solids and water turbidity have been exceeded these wetlands limits and has had destructive effects on the unstable wetlands` body due to the annual entry of large amounts of sediment from the catchment, development of gardens, various recreational withdrawals in Boroujerd and Doroud, increasing the level of river water pollution caused by municipal and industrial wastewater, also, wastes from city and rural recreation centers and wastes from point sources of pollution such as warm water fish breeding ponds.

* Corresponding author E-mail address: Mehdi_4531@yahoo.com

مقدمه

تالاب‌ها به دلیل حجم کم آب و شرایط هیدرولوژیکی ناپایداری که دارند تحت تاثیر فشارهای انسانی، اسیدی شدن، تغییرات اقلیمی و افزایش فسفر و نیتروژن قرار می‌گیرند (Padisak و همکاران، ۲۰۰۳). طبق گزارشات موجود منتشر شده ۵۴ درصد از دریاچه‌های آسیا، ۵۳ درصد دریاچه‌های اروپا، ۴۸ درصد دریاچه‌های آمریکای شمالی، ۴۱ درصد دریاچه‌های آمریکای جنوبی و ۲۸ درصد دریاچه‌های آفریقا با مشکل یوترفیکاسیون مواجه هستند (Nyenje و همکاران، ۲۰۱۰). 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). Kumar و همکاران (۲۰۱۹) وضعیت تغذیه گرایی دریاچه Renuka در کشور هند را مورد بررسی قرار دادند و طبق نتایج به دست آمده دریاچه در وضعیت هایپرتروفی قرار دارد. همچنین، میزان فسفر کل و فسفات از جمله مهم ترین عوامل محدود کننده رشد جوامع فیتوپلانکتونی و تغذیه‌گرایی شناخته شدند.

Ejankowski و Lenard (۲۰۱۴) به بررسی وضعیت تروفی دو دریاچه Glebokie و Czarne پرداختند و اعلام کردند که میزان مقادیر TSI[1] روند افزایشی در این دو دریاچه دارد. Elmaci et al (۲۰۰۹) در تحقیقی به ارزیابی وضعیت تروفی دریاچه Uluabate با استفاده از شاخص کارلسون در کشور ترکیه مبادرت و بیان نمودند که این دریاچه در وضعیت یوتروفیک قرار دارد. Lenard و solis (۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی وضعیت تروفی سه دریاچه Krasne, Rogozno , Piaseczno در لهستان اقدام و نتایج آنها نشان دهنده تغییر در مقادیر مدل‌های مختلف شاخص کارلسون به دلیل افزایش مقادیر ازت و فسفات بود.

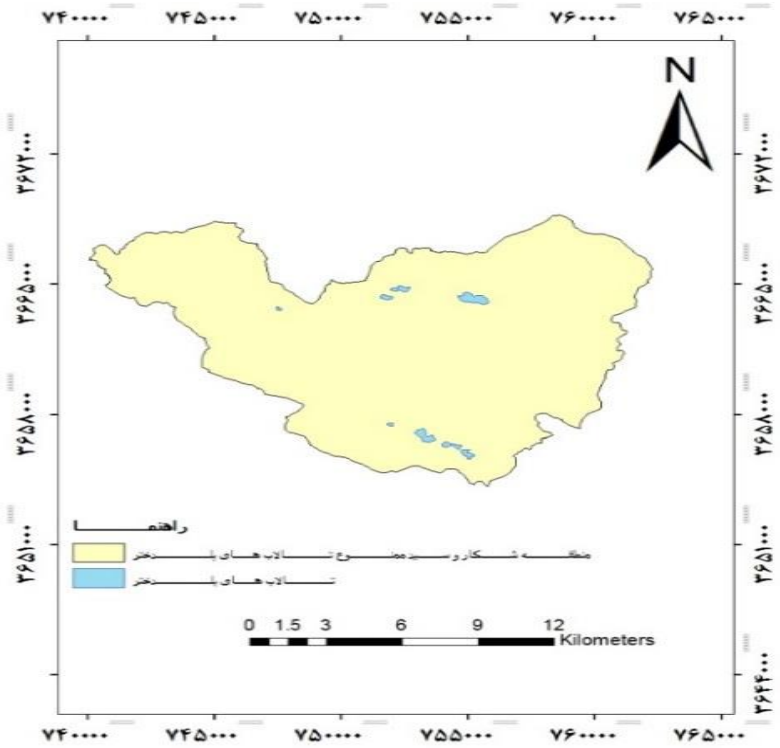
دهقان نژاد و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از شاخص TSI، به بررسی تغذیه گرایی تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری اقدام و بیان نمودند که این تالاب در شرایط مزوتروفیک قرار دارد. مهدی نسب(۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی تروفی تالاب‌های دائمی شهرستان پلدختر بر اساس شاخص کارلسون (TSI) اقدام و نتایج وی نشان داد که در فصل تابستان تالاب لفانه ۱ در شرایط یوتروفیک، تالاب لفانه ۲ در حالت مزوتروفیک حاد و سایر تالاب‌ها در تغذیه‌گرایی 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 هستند. جباری و منتصری(۱۳۹۹) به بررسی شرایط تروفی تالاب کانی برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست فراهم رسوبات و شاخص کارلسون مبادرت نمودند و بر اساس شاخص تروفی تالاب در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب در وضعیت مزوتروفیک خفیف، الیگواتروف، مزوتروفیک و مزوتروفیک حاد قرار دارد که می‌توان بیان کرد که وضعیت تالاب در حال گذر به مرحله پر غذایی است و این امر به دلیل عدم تامین آب با کیفیت و کمیت مناسب بخصوص در فصل تابستان است.

از آنجایی که ارزیابی خصوصیات کیفی آب از مولفه‌هایی است که لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامتی تالاب‌ها و بالطبع حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی ضروری است، بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی وضعیت سطح تروفی و خصوصیات (اعم از زیستی و غیرزیستی) اکوسیستم تالاب‌های پلدختر، تالاب بیشه‌دالان، و تالاب تنودر به منظور مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب برای حفظ کیفیت آب و فراهم آوردن اطلاعات اولیه برای پایش مستمر این اکوسیستم‌هاست. در این پژوهش از شاخص کارلسون به منظور سنجش سلامت این تالاب‌ها استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

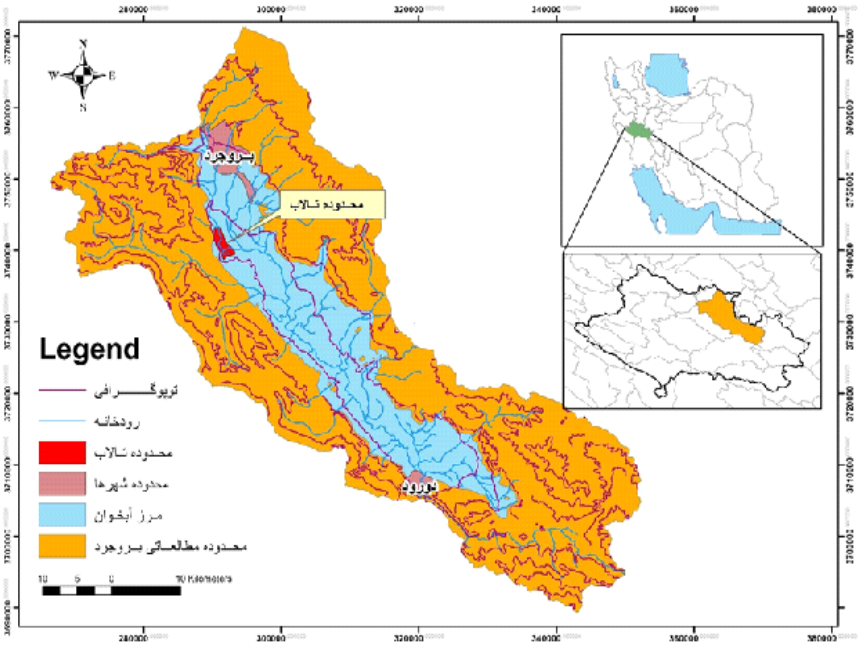
منطقه شکار و صید ممنوع تالاب‌های پلدختر با مساحت ۱۸۱۴۴ هکتار، تعداد یازده تالاب با مساحت عرصه آبی ۱۴۲/۷ هکتار را در خود جای‌داده است. بررسی موقعیت تالاب‌های ۱۱ گانه نشان می‌دهد که این تالاب‌ها در جنوب شهر پل‌دختر با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه ۵۹ دقیقه الی ۳۳ درجه ۷ دقیقه عرض شمالی و طول شرقی ۴۷ درجه ۳۴ دقیقه تا ۴۷ درجه ۴۸ دقیقه طول شرقی و در اراضی با شیب کمتر از ۱۲ درصد قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

[1]. Trophic State Index



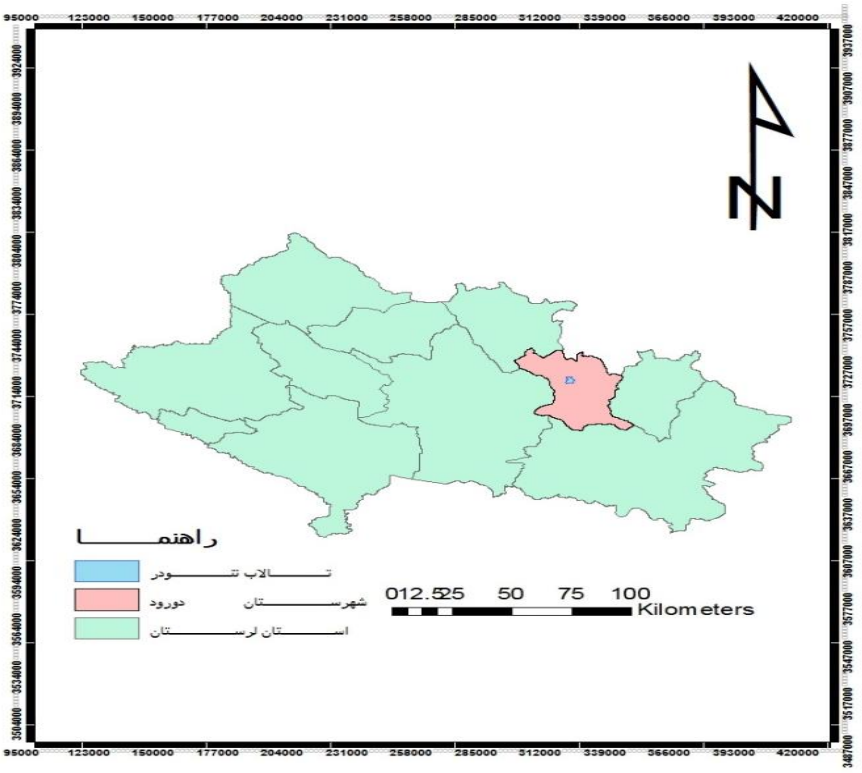
شکل (۱) موقعیت جغرافیایی تالاب‌های پلدختر(ماخذ نگارنده).

تالاب بیشهٔ دالان تقریباً به صورت مثلثی فرو افتاده، در جنوب شهرستان بروجرد و در حاشیهٔ دشت سیلاخور با مختصات جغرافیایی آن ۴۸ درجه، ۴۴ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۴۸ درجه، ۴۶ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه، ۴۶ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۳۳ درجه، ۴۸ دقیقه و ۴۸ ثانیه عرض شمال حد فاصل روستاهای چگنی کش- بوریاباف- کپر جودکی- کیدان- کاروانه- گنجینه و پاپولک قرار گرفته است. وسعت کل تالاب بیشهٔدالان ۹۱۳/۵ هکتار با ارتفاع متوسط ۱۴۸۳ متر از سطح دریا است (شکل ۲).



شکل (۲) موقعیت جغرافیایی تالاب بیشه دالان (ماخذ نگارنده).

تالاب تنودر در فاصله ۱۰ کیلومتری شمال غربی شهر دورود در بخش مرکزی با مرکزیت دهستان ژان با مختصات جغرافیایی آن ۴۹ درجه، ۳ دقیقه و ۱۱ ثانیه تا ۴۹ درجه، ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه، ۴۱ دقیقه و ۱۱ ثانیه تا ۳۳ درجه، ۳۲ دقیقه و ۵۳ ثانیه عرض شمال قرار گرفته است. مساحت اراضی تالاب ۱۰۰۰ هکتار بوده که ۸۷۴ هکتار به دلیل احداث زهکش‌های واقع در حریم تالاب، تصرف شده است. تغییر کاربری اراضی تالاب به استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی، اراضی کشاورزی و واگذاری اراضی تالاب توسط منابع طبیعی جهت اجرای طرح‌های طوبی، پرورش اسب، مهمترین دلایل کاهش مساحت تالاب و عوامل تهدید کننده آب هستند. در شرایط فعلی حداکثر مساحت تالاب در شرایط پربارشی ۱۲۶ هکتار با ارتفاع متوسط ۱۴۵۰ متر از سطح دریا این تالاب که در حوضه آبریز کارون بزرگ و در محدوده مطالعاتی دورود- بروجرد با کد ۲۳۳۹ قرار گرفته است (شکل ۳).



شکل (۳) نقشه موقعیت جغرافیایی تالاب تنودر(ماخذ نگارنده).

یکی از عوامل مهم در مشخص کردن وضعیت تروفیک بررسی ترکیبات شیمیایی فسفر کل(TP) و نیتروژن کل(TN) است که به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brönmark & Hansson, 2005). در این مطالعه با توجه به محدودیت در اندازه گیری فقط به مقادیر فسفر و نیتروژن کل برای محاسبه شاخص(index Trophic Carlson) اکتفا شده است.

برداشت نمونه آب به صورت ستونی از سطح تا عمق و به وسیله روتنر انجام شد تعداد نمونه آب در فصل تابستان و زمستان برای تالاب‌های ۱۱ گانه پلدختر ۳۹۶ نمونه و تالاب بیشه‌دالان و تنودر به تعداد ۳۶ نمونه بود. به منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفی کارلسون بر اساس غلظت فسفر کل، غلظت نیتروژن کل و نسبت فسفر به نیتروژن از روابط ۱ تا ۵ استفاده شد.

رابطه ۱ $TSI(TP)= 14.42Ln(TP)+ 4.15$

رابطه ۲ $TSI(TN)= 14.43Ln(TN) + 54.45$

رابطه ۳ $TSI(PN)= 9.81Ln(10^{PN}) + 30.6$

رابطه ۴ $Log(pn) = 1.25\ LOG_{(XPN)}$

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

جدول (۱) تقسیم بندی استاندارد شاخص تغذیه گرایی TSI.

کلاس کیفی آب	مقدار TSI (میلی گرم در لیتر)
الیگوتروفیک	۰ -۳۰
مزوتروفیک خفیف	۳۰ -۴۰
مزوتروفیک	۴۰ -۵۰
مزوتروفیک حاد	۵۰ -۶۰
یوتروفیک	۶۰ -۷۰
هایپرتروفیک	۷۰ -۸۰
هایپرتروفیک حاد	۸۰ -۱۰۰

(فلاح و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول (۲) سطوح تغذیه گرایی فسفات کل و ازت کل

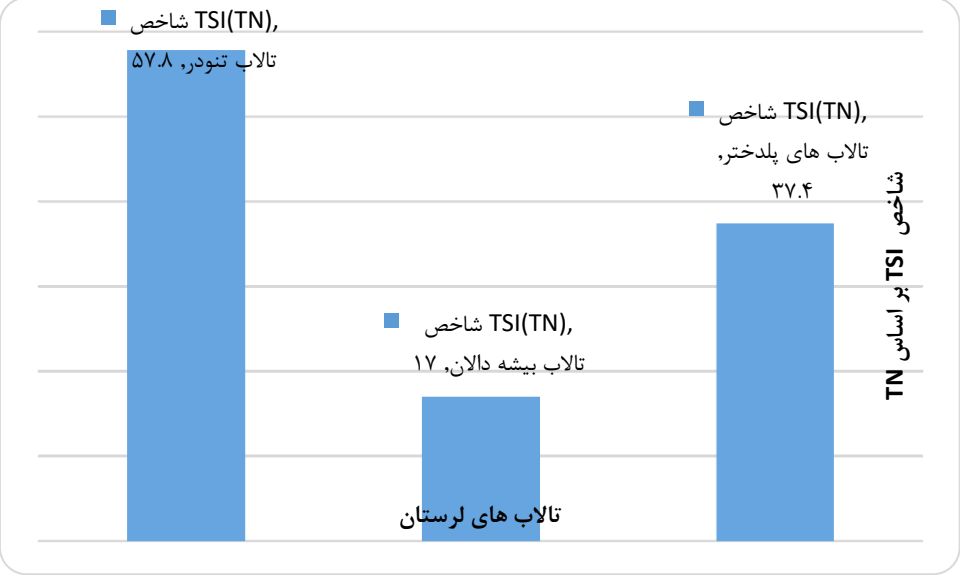
پارامتر	الیگوتروف	مزوتروف	یوتروف
فسفات کل(mg/l)	۰/۰۱۰ -۰/۰۰۵	۰/۰۳۰ -۰/۰۱۰	۰/۰۳۰ -۰/۱۰۰
ازت کل(mg/l)	۰/۲ -۰/۰۲۰	۰/۷ -۰/۱	۰/۵ -۱/۳

(فلاح و همکاران، ۱۳۹۷).

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کم لموگروف- اسمیرنوف[1] و همگن بودن واریانس‌ها با آزمون لون[2] بررسی شد. آنالیز آماری داده‌ها در محیط نرم افزار SPSS 24 و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excell 2016 انجام شد.

نتایج

میزان شاخص کارلسون برمبنای غلظت نیتروژن کل، در تالاب تنودر با ۵۷/۸ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین و تالاب بیشه دالان با ۱۷ میلی‌گرم بر لیتر کمترین میزان غلظت نیتروژن کل را دارا بودند. تالاب‌های پلدختر در رده مزوتروفیک خفیف، تالاب بیشه دلان الیگوتروفیک و تالاب تنودر در طبقه مزوتروفیک حاد قرار دارند (شکل ۴).



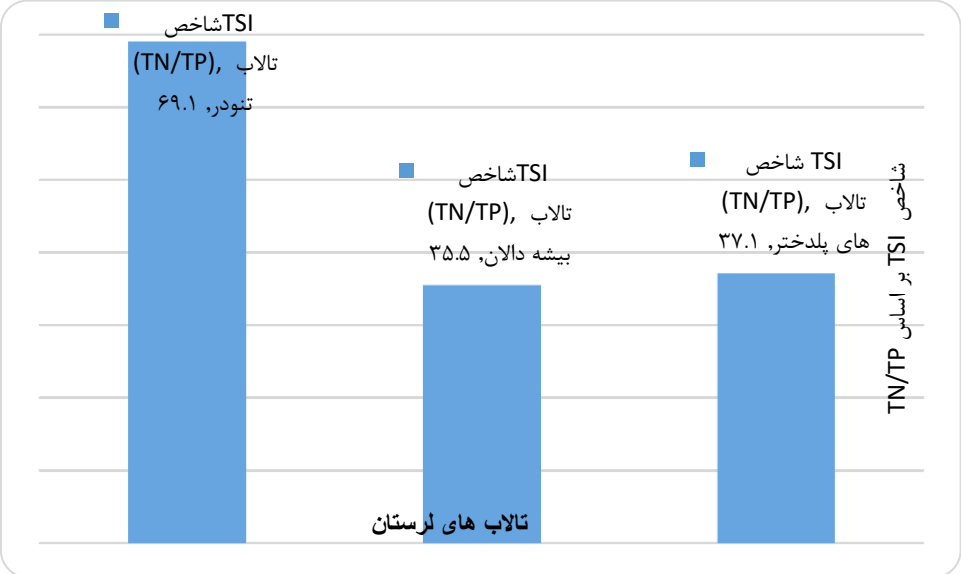
شکل (۴) مقادیر شاخص کارلسون بر حسب غلظت نیتروژن کل در تالاب‌های استان لرستان

[1] Kolmogorov-Smirnov
[2] Leven test

نتایج ارزیابی غلظت فسفر کل در شاخص کارلسون در تالاب‌های لرستان نشان داد که تالاب تنودر با ۳۴/۰۲ میلی گرم در لیتر و تالاب‌های پلدختر ۱۸/۱ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و کمترین غلظت فسفر را دارا بودند. از لحاظ شرایط تروفی بر اساس میزان غلظت فسفر کل، با استفاده از شاخص کارلسون : تالاب‌های پلدختر در رده الیگوتروفیک و تالاب‌های تنودر و بیشه دالان در طبقه مزوتروفیک خفیف قرار دارند (شکل ۵).

شکل(۵) مقادیر شاخص کارلسون بر حسب غلظت فسفر کل(TP) در تالاب‌های استان لرستان

در بین تالاب‌های استان لرستان تالاب‌های پلدختر و بیشه دلان دارای شرایط تروفی مزوتروفیک خفیف و تالاب تنودر در رده یوتروفیک است (شکل ۶).



شکل (۶) مقادیر شاخص کارلسون بر حسب حسب نسبت فسفر کل به نیتروژن کل در تالاب‌های استان لرستان

بحث

یوتریفیکاسیون ناشی از افزایش نوترینت‌ها بویژه ازت و فسفر در اکوسیستم آبی است. ازت و فسفر، رایج ترین نوترینت‌ها محدود کننده تولید اولیه در آب هستند. بنابراین غلظت و نسبت آنها میزان تولید اتوتروف‌ها را در اکوسیستم‌های آبی تعیین می‌کند (Nixon و

همکار،۲۰۰۳). از نظر اکولوژیکی فسفر یک عامل مهم در چرخه‌ی بیوژئوشیمیایی است و هر چقدر میزان فسفر در یک توده آبی بیشتر باشد، تمایل بیشتری برای افزایش بار تروفیکی و یوتریفیکاسیون وجود دارد. علت پایین بودن غلظت فسفر کل در تالاب‌های پلدختر به علت وجود فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها و مصرف فسفر به وسیله آن‌ها و بالابودن میزان فسفر در تالاب‌های تنودر و بیشه دلان به سبب تعدد وجود منابع نقطه‌ای فسفر ناشی از پرورش ماهیان گرم آبی و تراکم بالای پرندگان آبزی و کنار آبزی در این تالاب‌ها است. بر اساس شاخص تروفی کارلسون میزان غلظت نیتروژن کل در طول سال تالاب‌های پلدختر در رده مزوتروفیک خفیف، تالاب بیشه دلان الیگوتروفیک و تالاب تنودر در طبقه مزوتروفیک حاد قرار دارند. بر اساس نسبت غلظت فسفر به ازت کل شاخص کارلسون در بین تالاب‌های استان لرستان تالاب‌های پلدختر و بیشه دلان دارای شرایط مزوتروفیک خفیف و تالاب تنودر در رده یوتروفیک است(شکل ۶). که این نتایج با پژوهش Kumar و همکاران(۲۰۱۹) که وضعیت تغذیه گرایی دریاچه Renuka در کشور هند را مورد بررسی قرار دادند و طبق نتایج به دست آمده اعلام کردند که دریاچه Renuka در وضعیت هایپرتروفی قرار دارد. همچنین میزان فسفر کل و فسفات از جمله مهم ترین عوامل محدود کننده رشد جوامع فیتوپلانکتونی و تغذیه گرایی شناخته شدند. و مطالعه Alobaidy (۲۰۱۲) که به ارزیابی شرایط تروفی رودخانه شط العرب(اروند رود) بر اساس شاخص کارلسون پرداخت و به این نتیجه رسید که این رودخانه در شرایط مزوتروفیک قرار دارد، یکسان است.

در تالاب‌های پلدختر بار رسوبی مواد معلق و کدورت آب به دلیل ورود سالیانه مقادیر زیادی رسوب از حوضه آبریز زیاد گردیده است که در نهایت منجر به پیشروی و گسترش گیاهان آبزی در سطح آب و تسریع یوتریفیکاسیون تالاب‌ها می‌شود. از آنجای‌که 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. تالاب‌های بیشه دالان و تنودر به لحاظ موقعیت قرار گیری، شرایط طبیعی و هیدرولوژی منطقه عمدتاً از ارتفاعات دشت سیلاخور و رودخانه تیره آبگیری می‌شوند، لذا هرگونه بارگذاری در بالادست اعم از توسعه باغات، برداشت‌های متنوع تفریحی در بروجرد و دورود، افزایش سطح آلودگی آب رودخانه تیره ناشی از فاضلاب شهری، صنعتی، پسماندهای مراکز تفریحی شهر و روستایی و پسماندهای منابع نقطه ای آلودگی همچون استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی توانسته است از حد این دو تالاب عبور کند. که این نتایج با مطالعه امینی هرندی و احمدی ندوشن(۱۳۹۸) که به بررسی وضعیت تغذیه گرایی تالاب بین المللی امیر کلایه مبادرت و اعلام نمودند که تروفی این تالاب در وضعیت مزوتروفیک قرار دارد که دلیل آن را می‌توان به ورود مواد آلی و معدنی حاصل از رواناب‌های کشاورزی و مسکونی اطراف تالاب است، یکسان است. بنابراین، در شرایط فعلی تامین کمی و کیفی حق آبه زیست محیطی تالاب‌ها از الزامات و واضع‌ترین مسائل مدیریتی تالاب‌های لرستان است.

منابع

امینی هرندی، سمانه؛ و احمدی ندوشن، مژگان(۱۳۹۸) بررسی وضعیت تغذیه گرایی تالاب بین المللی امیر کلایه به منظور مدیریت و حفاظت از آن، فصلنامه محیط زیست جانوری، سال یازدهم، شماره ۴، زمستان، ۳۵۰- ۳۴۵.

جباری، حجت؛ و منتصری، مجید(۱۳۹۹) بررسی شرایط تروفی تالاب کانی برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست فراهم رسوبات و شاخص کارلسون(TSI)، تحقیقات کاربردی خاک، جلد ۸، شماره ۱، بهار، ۱۴۸- ۱۳۶.

درویش صفت، علی اصغر؛ جمال‌زاده فلاح، فریبرز؛ و نظامی بلوچی، شعبان علی.(۱۳۷۸) بررسی وضعیت تروفی تالاب انزلی با استفاده از GIS و شاخص تروفی TSI، مجله محیط شناسی، ۲۵(۲۳): ۱۰- ۱.

صمدی، جواد (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، مریم؛ پیرعلی زفره یی، احمد رضا؛ و ابراهیمی درچه، عیسی(۱۳۹۷) ارزیابی وضعیت تروفی تالاب بین المللی انزلی با استفاده از شاخص کارلسون(TSI)، مجله پژوهش آب ایران، ۱۲(۱) ۲۸: ۲۹- ۲۱.

مهدی نسب، مهدی.(۱۳۹۸) ارزیابی تروفی بر اساس شاخص کارلسون(TSI) مطالعه موردی: تالاب‌های دائمی شهرستان پل دختر، مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۸، شماره ۲، ۱۸۵- ۱۷۹. DOI: 10.22092/ISFJ. 2019.119110

Alobaidy, A.H., Abid, M.J., and Maulood, H.S. 2010. Application of water quality index for assessment of Dokan Lake ecosystem, Kurdistan Region, Iraq. Water Resource and Protection. 2: 792-798.

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.
Elmaci A., Ozengin N., Teksoy A., OlcayTopac A., and Savas Baskaya H. 2009. Evaluation of Trophic state of lake Uluabat, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5): 757-760.
Kumar, P., Mahajan, A. K. and Meena, N. K., 2019. Evaluation of trophic status and its limiting factors in the Renuka Lake of Lesser Himalaya, India. Environmental Monitoring and Assessment, 191: 3-11.
Lenard, T., and Solis, M., 2009. Trophic diversity of three deep lakes– Piaseczno, Rogóźno and Krasne – in the years 2006–2007. Teka Komisji Ochrony I Kształtowania Środowiska Przyrodniczego.
200(6): 162-169.
Nixon, S and Trent, Z., 2003. Europe's water: An indicator-based assessment, European environment agency
Nyenje, P.M., Foppen, J.W., Uhlenbrook, S., Kulabako, R., and Muwanga, A. 2010. Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa - A review. Science of the Total Environment.408: 447-455.
Padisak, J., Borics, G.A., Feh´er, G., Grigorszky, I.A., Oldal, I., Schmidt, A., and Zambone-Doma, Z. 2003.Dominant species, functional assemblages and frequency of equilibrium phases in late summerphytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. Hydrobiologia. 502: 157-168.