

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

مهدی مهدی‌نسب<sup>۱\*</sup>

\*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 تروفی در اکوسیستم‌های آبی از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا افزایش مواد مغذی در همه سطوح اکوسیستم های 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 تروفی یا به عبارتی، توان تولید در یک اکوسیستم بکار گرفت. روش‌های متداول جهت تعیین میزان تروفی 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 تروفی ۸ تالاب دائمی شهرستان پلدختر از نمونه‌برداری‌های ماهانه میزان غلظت فسفر کل (TP)، نیتروژن کل (TN) با استفاده از شاخص تروفی 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، پیش-گیری 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). Lenard و Ejankowski (۲۰۱۴) به بررسی وضعیت تروفی دو دریاچه Czarne و Glebokie پرداختند و اعلام نمودند که میزان مقادیر<sup>۱</sup> TSI روند افزایشی در این دو دریاچه دارد. Lenard و Solis (۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی وضعیت تروفی 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 تروفی دریاچه ولشت بر اساس شاخص تروفی TSI اقدام و اعلام نمودند که دریاچه ولشت بر اساس مقادیر نوترینت‌ها (ازت و فسفر) در شرایط مزویوتروفی تا یوتروفی و بر اساس سایر پارامترها در شرایط مزوتروفی 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 تروفی 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 تروفیک 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 تروفی 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) 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 تروفی کارلسون بر اساس غلظت فسفر کل (TP)، غلظت نیتروژن کل (TN) و نسبت فسفر به نیتروژن (PN) از روابط ۱ الی ۵ استفاده گردید.

<sup>2</sup> Total nitrogen

<sup>3</sup> Total phosphorus

<sup>1</sup> Trophic State Index

اکسیژن محلول می‌باشند. مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیک در آب (BOD<sub>5</sub><sup>۵</sup>) 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<sub>5</sub> 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<sup>۶</sup>) 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 هایپرتروفیک و تالاب گری جمجمه در طبقه الیگوتروفیک قرار دارند (شکل ۵).

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

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

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

$$\text{Log(pn)} = 1.25 \text{ LOG}_{(XPN)} \quad \text{رابطه ۴}$$

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

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> و همگن بودن واریانس‌ها با آزمون لون<sup>۲</sup> 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	الیگوتروفیک
۳۰-۴۰	مزوتروفیک خفیف
۴۰-۵۰	مزوتروفیک
۵۰-۶۰	مزوتروفیک حاد
۶۰-۷۰	یوتروفیک
۷۰-۸۰	هایپرتروفیک
۸۰-۱۰۰	هایپرتروفیک حاد

(فلاح و همکاران، ۱۳۹۷)

## نتایج

تالاب لفانه ۲ که حدود چهار پنجمش از پوشش گیاهی پوشیده شده است، در فصل تابستان با ۵/۹۱ NTU<sup>۳</sup> و در فصل زمستان تالاب گری جمجمه که حدود ۶۰ درصد آن دارای پوشش گیاهان آبی می‌باشد ۷/۵-NTU دارای بالاترین درجه کدورت در بین تالاب‌هاست. اندازه‌گیری (DO<sup>۴</sup>) 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

<sup>1</sup> Kolmogorov-Smirnov

<sup>2</sup> Leven test

<sup>3</sup> Nephelometric Turbidity Unit

<sup>4</sup> Dissolved oxygen

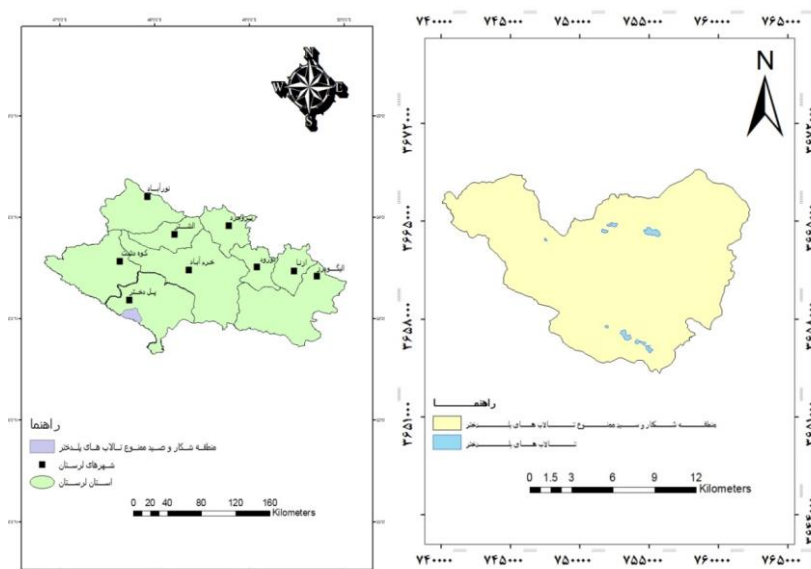
<sup>5</sup> Five-day Biochemical Oxygen Demand

<sup>6</sup> Trophic State Index

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

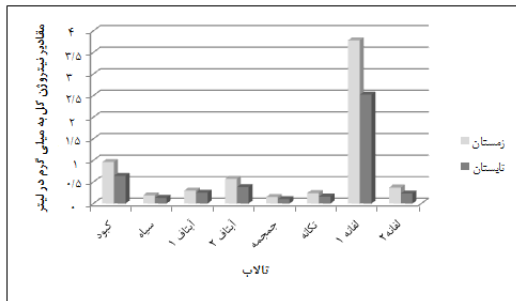
Table 2: Mean and standard deviation quality of water elements in wetlands Pol-e-dokhtar in the summer and winter seasons of 2018.

TDS	COD Mg/l	EC Us/cm	TURB NTU	BOD5 Mg/l	DO Mg/l	PH	فصول
<b>فصل تابستان</b>							
۱۸±۲۷۶	۲±۱۶	۲۷۱±۱۴۶۰	۱±۲/۵	۲±۱۱	۱/۲±۵/۹۴	۸/۱	کبود
۲۱±۳۷۵	۱±۱۵	۱۸۲±۱۰۲۶	۰/۷۵±۱	۲±۱۱	۲/۵±۵/۲۳	۷/۳۳	سیاه
۹±۳۱۸	۳±۱۸	۷۸±۹۴۳	۱±۳/۰۷	۳±۱۲	۲±۶/۲	۸/۱۷	تاف ۱
۱۳±۳۸۴	۲±۱۵	۱۸۶±۱۲۳۷	۱±۳/۲۵	۲±۱۳	۱/۲±۴/۹	۸/۰۲	تاف ۲
۵۷±۴۶۵	۲±۱۲/۱	۹۷±۱۵۶۳	۱/۳±۲/۱۲	۱±۷	۳±۴/۲	۷/۴۹	جمع‌مه
۵۱±۹۵۱	۳±۱۹	۲۲۱±۲۶۴۱	۰/۵±۳/۱۶	۲±۱۵/۵	۱±۷/۵۱	۷/۹۶	تالاب‌های پارک
۳۳±۷۰۴	۶±۲۸	۱۸۱±۲۴۸۴	۰/۲±۱	۳±۱۴/۸	۰/۸±۴/۹۲	۸	تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر
۱۳±۱۳۴۲	۴±۲۳	۱۰۱±۱۹۶۲	۲±۵/۹۱	۴±۱۸	۰/۹±۶/۱۱	۸/۲	لفانه ۱ لفانه ۲
<b>فصل زمستان</b>							
۱۱±۲۳۰	۲±۱۳	۱۸±۷۲۳	۰/۸±۲/۳	۱±۶	۲±۸/۹۹	۸/۶	کبود
۱۴±۳۱۱	۳/۵±۱۵	۳۲±۵۸۸	۰/۳±۱	۰/۷±۶	۲/۴±۸/۲۷	۷/۳۳	سیاه
۸±۳۵۷	۱/۱±۱۲	۲۸±۵۷۰	۱±۲/۹	۱±۵	۱/۶±۹/۱	۸/۱۷	تاف ۱
۲۵±۳۱۷	۲/۴±۱۰	۸۲±۶۷۴	۰/۶±۳	۲±۴	۲±۷/۹۴	۸/۰۲	تاف ۲
۲۹±۳۸۷	۳/۴±۱۹	۳۱±۸۸۴	۰/۷±۷/۵	۳/۵±۸	۱±۵/۸۳	۷/۴۹	جمع‌مه
۶۲±۷۹۲	۱±۱۴	۱۳۰±۱۳۱۹	۰/۹±۲/۹	۲±۷	۲±۸/۵۳	۷/۹۶	تالاب‌های پارک
۲۱±۵۸۷	۰/۷±۹	۱۶۵±۱۶۴۰	۰/۴±۱	۳±۶	۱±۶/۹۱	۸/۴	تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر
۹۲±۱۱۱۹	۱/۵±۶/۵	۲۸±۹۹۴	۰/۶±۴/۲	۲±۲	۲/۲±۸/۱۱	۸/۲	لفانه ۱ لفانه ۲



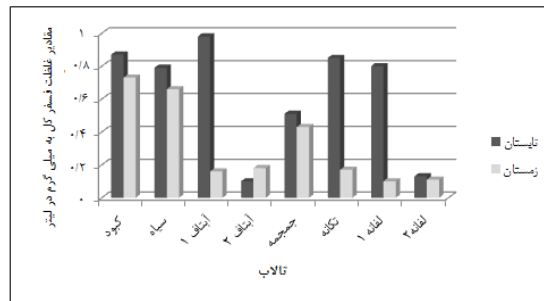
شکل ۱: پراکنش مکانی محدوده شکار و صید ممنوع و تالاب‌های پلدختر

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

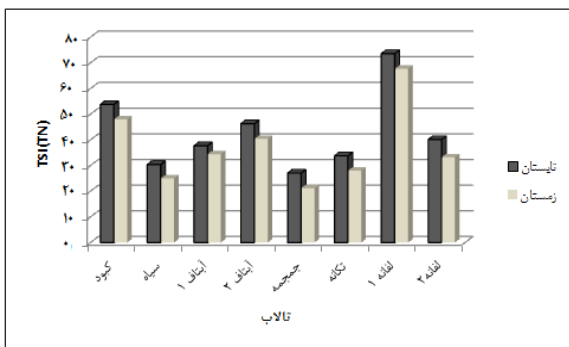


شکل ۳: غلظت نیتروژن کل در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶

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

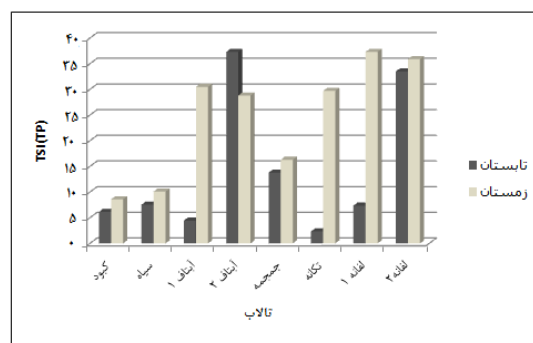


شکل ۲: غلظت فسفر کل در تالاب های دائمی پلدختر سال ۱۳۹۶  
Figure 2: Total phosphorus concentration in permanent wetlands Pol-e-dokhtar in 2018.



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

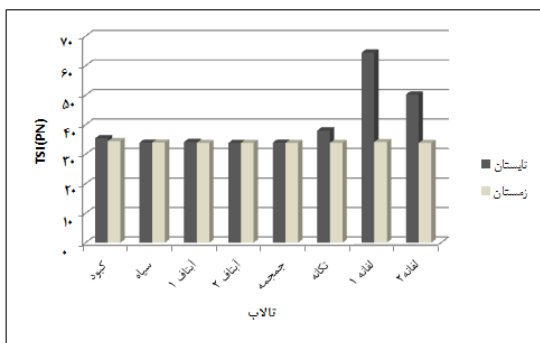
Figure 4: TSI values in terms of total phosphorus (TP) in the permanent wetlands Pol-e-dokhtar in 2018.

میزان ۸/۰۲ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن در تالاب گوری جمجمه به مقدار ۵/۰۱ میلی گرم بر لیتر می باشد. بیشترین میزان اکسیژن محلول در فصل تابستان در تالاب تکانه به مقدار ۷/۵۱ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن در تالاب گوری جمجمه به مقدار ۴/۲ میلی گرم در لیتر است. در فصل زمستان حداکثر و حداقل میزان اکسیژن محلول بترتیب در تالاب آب تاف ۲، ۹/۱ میلی گرم و در تالاب گوری جمجمه ۵/۸۳ میلی گرم بر لیتر می باشد. میانگین اکسیژن محلول تالاب های پلدختر ۱۵/۲ میلی گرم بر لیتر که آب تالاب ها را در طبقه کیفیت آبهای متوسط قرار می دهد. در فصل تابستان میانگین اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک (BOD) ۱۲/۷ میلی گرم در لیتر و در فصل زمستان ۵/۲۵ میلی گرم بر لیتر می باشد. در بین

### بحث

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 NTU ۵ است. در بین هشت تالاب دائمی شهرستان پلدختر در طول سال تنها تالاب لافانه ۲ دارای میزان کدورت بالای ۵ می باشد. بالا بودن میزان کدورت آب در دو تالاب لافانه ۲ و گری جمجمه به سبب گسترش بیش از ۵۰ درصد گیاهان آبی در این دو تالاب است. میانگین اکسیژن محلول تالاب ها در طول سال ۶/۷۸ میلی گرم بر لیتر است که بیشترین میزان اکسیژن محلول در تالاب تکانه به

ولی عصر با ۱/۲۱ میلی‌گرم بر لیتر ( $p < 0.05$  و  $F = 21.1$ ) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۳). نتایج ارزیابی میزان فسفر کل با استفاده از شاخص تروفی کارلسون نشان داد که در طول سال تالاب‌های گری کبود، گری جمجمه، گری سیاه، آبتاف ۱ و لفانه ۱ در شرایط تروفی الیگوتروفیک و تالاب‌های آبتاف ۲ و لفانه ۲ در شرایط مزوتروفیک خفیف قرار دارند (شکل ۴). بر اساس شاخص تروفی کارلسون (TSI) میزان غلظت نیتروژن کل (TN) در طول سال در تالاب‌های گری سیاه و گری جمجمه در شرایط الیگوتروفیک، تالاب‌های تکانه، لفانه ۱ و آبتاف ۱ حالت مزوتروفیک خفیف، تالاب آبتاف ۲ تروفی مزوتروفیک، گری کبود تغذیه‌گرایی مزوتروفیک حاد و تالاب لفانه ۱ هایپرتروفیک می‌باشند. در حالت کلی تالاب‌های منطقه تنگ فنی دارای شرایط مزوتروفیک خفیف و تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر در حالت تغذیه‌گرایی مزوتروفیک قرار دارند (شکل ۵). بر اساس نسبت غلظت فسفر به ازت کل شاخص کارلسون در تالاب‌های پلدختر با میانگین سالانه ۳۷/۱ در شرایط مزوتروفیک خفیف قرار دارد که در این بین تالاب‌های پارک طبیعت ولی عصر با میانگین ۴۲/۳ در شرایط مزوتروفیک و تالاب‌های منطقه تنگ فنی با میانگین ۳۴/۰۸ دارای سطح تغذیه‌گرایی مزوتروفیک خفیف می‌باشند (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 میلی‌گرم و کمترین آن در تالاب گوری جمجمه با ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر است. تالاب‌های پلدختر در فصل تابستان با میانگین ۱۸/۲ میلی‌گرم در لیتر و در فصل زمستان با مقدار ۱۲/۳ میلی‌گرم در لیتر در طبقه آب‌های متوسط قرار دارند. میانگین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در تالاب‌های پلدختر ۱۵/۲۸ میلی‌گرم که تالاب لفانه ۱ با ۱۸/۵ و تالاب گوری کبود با ۱۴/۵ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند. در فصل تابستان حداکثر COD در تالاب لفانه ۱ با ۲۸ میلی‌گرم و حداقل COD در تالاب گوری جمجمه با ۱۲/۱ میلی‌گرم می‌باشد 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 میلی‌گرم 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 ( $p < 0.05$  و  $F = 4.3$ ) به میزان ۹۱۵/۸ می‌باشد (جدول ۲). در تالاب‌های پلدختر میانگین غلظت فسفر کل در فصل تابستان ۰/۶۲ میلی‌گرم بر لیتر با دامنه رنج ۰/۹۸ - ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر، در فصل زمستان با میانگین ۰/۳۱ با دامنه ۰/۷۳ - ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است. میانگین سالانه غلظت فسفر کل در تالاب‌های پلدختر ۰/۴۷ میلی‌گرم بر لیتر، در بین تالاب‌ها، تالاب گری کبود با ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر و تالاب لفانه ۲ با ۰/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غلظت فسفر کل (TP) می‌باشند (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 می‌باشد. میانگین سالانه غلظت نیتروژن کل (TN) در تالاب‌های پلدختر ۰/۶۸ میلی‌گرم بر لیتر است که در ماه‌های مورد بررسی بین تالاب‌های منطقه تنگ فنی با میانگین ۰/۳۶ میلی‌گرم در لیتر و تالاب‌های پارک طبیعت

گل محمدی، آ.، شریعتی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی تروفی تالاب امیر کلایه 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): ۴۴۵-۴۵۳.

**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, Rogóznó 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 کلایه 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 بین‌المللی

انزلی با استفاده از شاخص کارلسون (TSI)، مجله پژوهش آب ایران، ۱۲ (۱): ۲۸-۲۹: ۲۱-۲۹.

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

Mehdinasab M.<sup>1\*</sup>

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

**Abstract**

Determining the amount of trophic 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 trophic state or production in the ecosystem. The current methods for determining the amount of trophic 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 Trophic 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