Amirkabir Journal of Civil Engineering

Amirkabir J. Civil Eng., 55(12) (2024) 527-530
DOI: 10.22060/ceej.2023.22279.7944

Investigating the trophy condition of Miankaleh wetland using TSI and TRIX index

M. Mirhashmi[1], A. Shahnazari*[1], K. Nasir Ahmadi[2]

[1] Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

[2] University of Science and Technology of Mazandaran, Behshar, Iran

ABSTRACT: The present study was conducted to investigate the water quality characteristics and nutritional status of the Miankaleh wetland using the Carlson Trophy Index (TSI) and TRIX. Measurement of parameters has been done during 6 seasons and 8 sampling periods in 6 stations of Dahane-ye-chopoghli, Bandar-e-Gaz, Gharehsu, Galogah, Ismaeilsay, and Miyan-ghaleh. Based on the results, Dahane-ye-chopoghli, and Gharehsu stations respectively have the highest amounts of phosphate (0.12 mg/l), nitrate (11.04 mg/l), the lowest DO (87 mg/l) and the highest BOD (mg/l 14/77) which indicates the unfavorable condition of the wetland in terms of quality. Calculation of TSI index based on TP shows that Miankaleh wetland is in hypertrophic condition (70-80) in four stations of, Dahane-ye-chopoghli, Gharehsu, Galogah, and Miyan-ghaleh and in eutrophic condition (60-70) in Bandar-e-Gaz and Ismaeilsay stations. On the other hand, based on TN, except for the Galogah station, which is in hypertrophic condition (70-80), the rest of the stations are in acute hypertrophic condition (80-100). Also, based on P/N, all the studied stations of the Miankaleh wetland are in mild mesotrophic conditions (30-40). In general, based on the total TSI index (29.62), the status of the wetland is in the eutrophic range (60-70). The results obtained for TRIX show that the two stations of Dahane-ye-chopoghli, and Galogah are in the mesozotrophic range (4-5) and the rest of the stations are in the oligotrophic range (2-4), which indicates the unfavorable condition of the wetland in terms of tropism. The main cause of these conditions is the discharge of sewage and drains from different units on the edge of the lagoon, which contain large amounts of nitrate and phosphate compounds.

Review History:

Received: Mar. 16, 2023
Revised: Jun. 19, 2023
Accepted: Nov. 14, 2023
Available Online: Dec. 14, 2023

Keywords:

Aquatic ecosystem
nutrients
nutritionism
pollution
water quality

1- Introduction

Eutrophication is a condition in an aquatic ecosystem where high concentrations of nutrients induce algal blooms. In fact, this phenomenon is characterized by the blooming of green or blue-green algae, often with an unpleasant smell and a severe decrease in dissolved oxygen. This phenomenon is one of the common issues in the quality management of water bodies. Rapid population growth, increased energy consumption, and diverse human activities accelerate the enrichment of aquatic ecosystems with nutrients. An increase in the concentration of nutrients can lead to the growth of aquatic plants and algal blooms and bring adverse environmental, economic, and social effects. Therefore, considering the negative effects of this phenomenon on the water body and the ecosystem of the region, it should be seriously considered by managers and planners. Determining the status and trophic trend of a wetland is the first step to describing the conditions of its non-living factors and living organisms. By determining the condition and food trend of a water body, its conditions in the future can be predicted and the need for any action can also be revealed. The most common and easiest way to determine the trophy of an aquatic ecosystem is to calculate its trophic index based on the concentration of nutrients and plant products. One of the most reliable models for investigating the trophic status of wetlands was presented by Carlson (1976) and is known as TSI[1] trophic index. In this index, the degree of nutrition is classified based on the concentration of nutrients and chlorophyll a-, water clarity, and oxygen conditions near the bed. The TRIX[2] index is also one of the widely used indices for evaluating trophy conditions, especially in coastal ecosystems. The TRIX scale index was proposed by Wellen Wieder and his colleagues in 1998 to evaluate the trophic conditions of Adriatic coastal waters.

2- Materials and Method

In order to evaluate the nutrition status of Miankaleh Lagoon using the TSI and TRIX index, it is necessary to measure the parameters of phosphate, total nitrogen,

1 Trophic State Index
2 Trophic Index

*Corresponding author's email: aliponh@yahoo.com

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to Amirkabir University Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.

Table 1. Standard classification of TSI nutritional index

Water quality class	TSI Range
Oligotrophic	0-30
Mild mesotrophic	30-40
Mesotrophic	40-50
Acute mesotrophic	50-60
Eutrophic	60-70
Hypertrophic	70-80
Acute Hypertrophic	80-100

Table 2. Classification of trophic status based on TRIX index

Trophy status	System type	TRIX Range
Good	Aligotrophic	2-4
medium	Mesotrophic	4-5
Poor	(meso-eutrophic) medium	5-6
Bad	Eutrophic	6-8

chlorophyll-a, and dissolved oxygen. The information required to calculate these indicators includes the data measured by the General Directorate of Environmental Protection of Mazandaran province. The measurement of the mentioned parameters has been done during 6 seasons and 8 sampling periods in 6 stations of Dahane-ye-chopoghli, Bandar-e-Gaz, Gharehsu, Galogah, Ismaeilsay and Miyan-ghaleh. Among the parameters required to evaluate the TSI and TRIX indices, the measurement of the chlorophyll parameter has been limited.

2- 1- TSI index calculation

To calculate this index, equation (1) to (5) is used. In "Table 1" the range of changes of this index is presented.

$$TSI\left(TP\right)=14.42\ln\left(TP\right)+4.15 \quad (1)$$

$$TSI\left(TN\right)=14.43\ln\left(TN\right)+54.45 \quad (2)$$

$$TSI\left(PN\right)=9.81\ln\left(10^{PN}\right)+30 \quad (3)$$

$$\log\left(pn\right)=1.25LOG_{XPN} \quad (4)$$

$$XPN=\left[P^{-2}\left[\frac{N-150}{12}\right]^{-2}\right]-0.05 \quad (5)$$

2- 2- TRIX index calculation

This index is based on equation (6) and parameters, the percentage of oxygen deficiency from saturated oxygen, and general nutritional parameters including nitrate and total phosphate, which is calculated based on equation (6). In "Table 2" the range of changes of this index is presented.

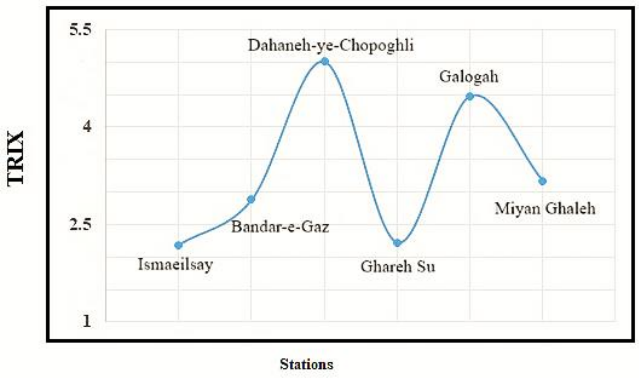


Fig. 1. Average values of the TRIX index in the sampled stations

$$TRIX=\frac{K}{n}\times\sum\frac{\left(\log M_i-\log L_i\right)}{\left(\log U_i-\log L_i\right)} \quad (6)$$

3- Results and discussion

3- 1- The results of applying the TRIX index

According to the results presented in "Figure 1" of the lagoon, the highest value (5) of the TRIX index is related to Dehnechapagli station and the lowest value (2.3) belongs to Ismaeilsay station. According to the presented results, in terms of trophic conditions, Galogah and Dehnechapagli stations are in the mesotrophic range (4-5) and Qarasu, Ismaeilsay, Mian-Qalae, and Bandar Gaz stations are in the oligotrophic range (2-4).

3- 2- The results of applying the TSI index

The results of calculating this index are presented in "Figure 2". The calculation of index (TSI) based on (TP) shows that Miankaleh wetland is in hypertrophic condition (70-80) in four stations of Dehnechapagli, Qarasu, Galogah, and Mianqala and in eutrophic condition (60-70)

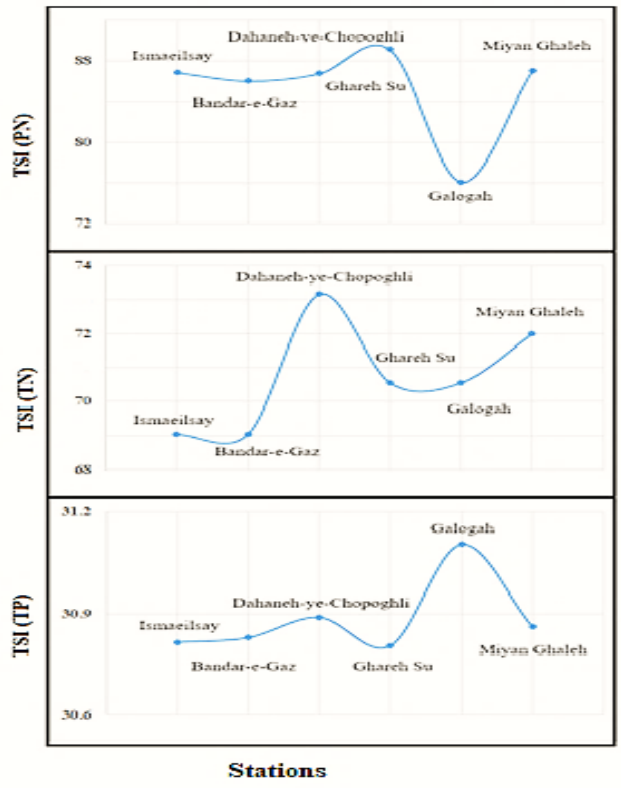


Fig. 1. Average values of the TRIX index in the sampled stations

in Bandargaz and Ismaeilsay stations. On the other hand, based on (TN), except for the Gulogah station, which is in hypertrophic condition (70-80), the rest of the stations are in acute hypertrophic condition (80-100). Also, based on the P/N ratio, all the studied stations of the Miankaleh wetland are in mild mesotrophic conditions (30-40).

4- Conclusion

The results of the evaluation of both indicators indicate the unfavorable condition of the wetland and being in the dangerous range of nutritionalism. This situation has occurred due to the expansion of agricultural and industrial activities on the edge of the wetland and the discharge of their wastewater and production drains in the wetland environment. Therefore, controlling and managing the discharge of these wastes is the most effective solution to improve the condition of the wetland and prevent the aggravation of its nutritional conditions. On the other hand, considering that the use of fertilizers containing nitrates and phosphates in agricultural lands and aquaculture centers has led to the aggravation of the trophic conditions of the wetland, therefore, replacing organic fertilizers can improve the trophic state of the wetland in addition to reducing the load of organic substances. In addition to the mentioned cases, it is possible to purify the water of the rivers feeding the wetland such as Qarasu and Gaz before entering the wetland by creating relaxation ponds or dams. This reduces the amount of nutrients entering the wetland through the washing of agricultural lands by these rivers and slows down the phenomenon of Nutritionism.

References

[1] Olsson, L.; Ye, S.; Yu, X.; Wei, M.; Krauss, K.W. and Brix, H. Factors influencing CO2 and CH4 emissions from coastal wetlands in the Liaohe Delta, Northeast China. Bio geosciences. Vol. 12 (2015) 4965-4977.

[2] Ling, D., Wu, J. Q., Pang, Y., Li, L., Gao, G., and Hu, D. W. Simulation study on algal dynamics based on ecological flume experiment in Taihu Lake,China. Ecological Engineering, 31 (2007) 200-206.

[3] Samadi, J. Spatial-temporal modeling of qualitative characteristics and trophic status of Chaghakhor wetland using pollution indicators and deterministic techniques and GIS geostatistics. Iran's water resources research. 12(1) (2016) 122-132. [In Persian]

[4] Elmaci, A., Ozengin, N., Teksoy, A., Topac, F.O. and Baskaya, H.S. Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. Journal of environmental biology, 30(5) (2009) 757-757.

[5] Kratzer, C. R. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in florida lakes. Water Resources Bulletin.17 (1980) 713-715.

[6] Carlson, R. E. A Throphic State Index for lakes. Limnology and Oceanography. 22 (1976) 363-369.

[7] Zoriasatein, N., Jalili, S., and Poor, F. Eavaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in Coastal Area of Arvand, Northeastern of Persian Gulf, Iran. World J Fish Mar Sci 5 (2013) 257-62.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

M. Mirhashmi, A. Shahnazari, K. Nasir Ahmadi, Investigating the trophy condition of Miankaleh wetland using TSI and TRIX index, Amirkabir J. Civil Eng., 55(12) (2024) 527-530.

DOI: 10.22060/ceej.2023.22279.7944

This page intentionally left blank

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۵، شماره ۱۲، سال ۱۴۰۲، صفحات ۲۵۲۷ تا ۲۵۴۰
DOI: 10.22060/ceej.2023.22279.7944

بررسی وضعیت تروفی تالاب میانکاله با استفاده از شاخص TSI و TRIX

مریم میرهاشمی[۱]، علی شاهنظری*[۱]، کامران نصیر احمدی[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- گروه مهندسی عمران، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر، ایران

خلاصه: مطالعه حاضر با هدف بررسی خصوصیات کیفی آب و وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب میانکاله با استفاده از شاخص تروفی کارلسون (TSI) و TRIX انجام گرفته است. اندازه‌گیری پارامترها طی ۶ فصل و ۸ دوره نمونه‌برداری در ۶ ایستگاه دهنه‌چپقلی، بندر گز، قره‌سو، گلوگاه، اسماعیل‌سای و میان‌قلعه انجام شده است. براساس نتایج ارائه شده ایستگاه‌های دهنه‌چپقلی، قره‌سو، به‌ترتیب بیش‌ترین مقادیر فسفات (۰/۱۲ mg/l)، نیترات (۱۱/۰۴ mg/l)، کم‌ترین DO (۸۷ mg/l) و بیش‌ترین BOD (۱۴/۷۷ mg/l) را به‌خود اختصاص داده‌اند که حاکی از وضعیت نامطلوب تالاب از نظر کیفی می‌باشد. محاسبه شاخص (TSI) براساس (TP) تشان می‌دهد که تالاب میانکاله در چهار ایستگاه دهنه‌چپقلی، قره‌سو، گلوگاه و میان‌قلعه در شرایط هایپرتروفیک (۸۰-۷۰) و در ایستگاه‌های بندرگز و اسماعیل‌سای در شرایط یوتروفیک (۷۰-۶۰) قرار دارد. از طرفی براساس (TN) به جز ایستگاه گلوگاه که در شرایط هایپرتروفیک (۸۰-۷۰) قرار دارد، بقیه ایستگاه‌ها در شرایط هایپرتروفیک حاد (۱۰۰-۸۰) می‌باشند. همچنین براساس (P/N) تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه تالاب میانکاله در شرایط مزوتروفیک خفیف (۴۰-۳۰) قرار دارند. به‌طور کلی براساس شاخص TSI کل (۶۲/۲۹)، وضعیت تالاب در محدوده یوتروفیک (۷۰-۶۰) می‌باشد. نتایج به‌دست آمده برای TRIX نشان می‌دهد که دو ایستگاه دهنه‌چپقلی و گلوگاه در محدوده مزوتزوفیک (۵-۴) و بقیه ایستگاه‌ها در محدوده الیگوتروفیک (۴-۲) قرار می‌گیرندکه حاکی از وضعیت نامطلوب تالاب از نظر تروفی می‌باشد. عامل اصلی این شرایط تخلیه فاضلاب‌ها و زه‌آب‌های خروجی از واحدهای مختلف در حاشیه تالاب که حاوی مقادیر زیادی ترکیبات نیترات و فسفات هستند، می‌باشد.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵
بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۲۹
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۳
ارائه آنلاین: ۱۴۰۲/۰۹/۲۳

کلمات کلیدی:
آلودگی
اکوسیستم آبی
تغذیه‌گرایی
کیفیت آب
مواد مغذی

۱- مقدمه

آب عنصر اصلی بوم‌سازگان‌های تالابی است و هرگونه تغییر در مقدار و کیفیت فیزیکی و شیمیایی آن به‌طور مستقیم بر ویژگی‌های بوم‌شناختی و روابط عناصر زنده و غیرزنده بوم‌سازگان تأثیر می‌گذارد. فعالیت‌های انسانی در حاشیه تالاب، از قبیل کشاورزی، ایجاد صنایع در حریم تالاب، جاده‌سازی و خطوط حمل و نقل شهری و بین شهری، مناطق مسکونی و... منجر به نفوذ مواد آلی، فلزات سنگین، گل و رسوبات به داخل تالاب، شور شدن خاک اطراف تالاب، خاک‌کوبی و... می‌شود. این امر علاوه‌بر تخریب تالاب به‌عنوان یک زیستگاه، آثار سوء زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی فراوانی به همراه دارد. یکی از پدیده‌های نامطلوبی که در آب‌های سطحی به خصوص تالاب‌ها و دریاچه‌ها به دلیل رشد بیش از حد جلبک‌ها رخ می‌دهد، پدیده تغذیه‌گرایی می‌باشد. تغذیه گرایی[1] شرایطی در یک اکوسیستم آبی است که در آن غلظت بالای مواد مغذی موجب برانگیختن شکوفایی جلبکی می‌شود. در واقع مشخصه‌ی این پدیده شکوفایی جلبک سبز یا سبز آبی غالباً با بوی ناخوشایند و کاهش شدید اکسیژن محلول می‌باشد. این پدیده یکی از مسائل متداول در مدیریت کیفی پیکره‌های آبی است [۱].

امروزه زوال کیفیت منابع آب توسط پدیده تغذیه‌گرایی به‌دلیل ورود بیش از حد مواد مغذی بزرگترین تهدید برای کیفیت آب و بهداشت سیستم‌های آبی است. رشد سریع جمعیت افزایش مصرف انرژی و فعالیت‌های متنوع بشری موجب تسریع در غنی شدن اکوسیستم‌های آبی از مواد مغذی می‌شود. افزایش غلظت مواد مغذی می‌تواند منجر به رشد گیاهان آبزی و شکوفایی جلبکی گردیده و اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی را با خود به همراه آورد.[۲]. نیتروژن و فسفر از مهمترین عوامل موثر بر غنی

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: aliponh@yahoo.com

1 Eutrification

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

شدن و آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌باشند. افزایش این عناصر باعث تشدید رشد جلبک‌ها شده، میزان اکسیژن آب را کاهش داده و تالاب را به مرحله مغذی نزدیک کرده و در نهایت از بین می‌برد. بنابراین با توجه به آثار سو این پدیده بر پیکره آبی و اکوسیستم منطقه باید به‌طور جدی مورد توجه مدیران و برنامه ریزان قرار گیرد [۳].

تعیین وضعیت و روند تروفی یک تالاب، اولین قدم برای توصیف شرایط عوامل غیرزنده و موجودات زنده آن می‌باشد. به وسیله تعیین وضعیت و روند غذایی یک پیکره آبی می‌توان شرایط آن را در آینده پیش‌بینی و نیاز به هرگونه اقدام را نیز آشکار نمود. متداول‌ترین و آسان‌ترین شیوه تعیین تروفی یک اکوسیستم آبی محاسبه شاخص تروفی آن بر اساس غلظت مواد مغذی و تولیدات گیاهی می‌باشد. یکی از معتبرترین مدل‌های بررسی وضعیت تروفی تالاب‌ها توسط Carlson (1976) ارایه شده و به شاخص تروفی TSI معروف است. در این شاخص طبقه‌بندی درجات تغذیه‌گرایی بر مبنای غلظت مواد مغذی و کلروفیل-a، شفافیت آب و شرایط اکسیژنی نزدیک بستر انجام می‌گیرد [۴]. مطالعات گسترده‌ای در ایران و سایر نقاط جهان برای ارزیابی وضعیت تروفی اکوسیستم‌های آبی با استفاده از این شاخص صورت گرفته است. که در ادامه به برخی از این مطالعات پرداخته می‌شود.

مخلوق و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی وضعیت کیفیت آب سد سنندج با استفاده از شاخص‌های کیفیت آب ایران (IRWQI) و شاخص سطح تروفیکی کارلسون (TSI) در پنج ایستگاه اندازه‌گیری پرداختند. براساس نتایج این پژوهش سطح تغذیه‌گرایی مخزن بر مبنای کلروفیل a در ایستگاه‌های مختلف مزوتروف بود در حالی که برا ساس سایر فاکتورها مانند فسفر، شفافیت و در صد اشباع اکسیژن در حالت یوتروف. یا هایپرتروف بود. میانگین شاخص کارلسون سطح تغذیه‌گرایی را در حالت مزوتروف (کیفیت خوب) و براساس شاخص کیفیت آب ایران این مخزن در طبقه بسیار خوب قرار داد [۵]. هوبین و همکاران در سال ۲۰۱۱ ، از شاخص تغذیه‌گرایی کارلسون جهت بررسی وضعیت کیفی دریاچه چوهاو استفاده کردند. نتایج نشان داد که شرق دریاچه در وضعیت مزوتروف بوده درحالیکه غرب آن به علت ورود مقادیر زیاد انواع آلاینده صنعتی و فاضلاب‌های شهری و صنعتی وضعیت یوتروف دارد [۶]. سیگنیا و همکاران در سال ۲۰۱۶ وضعیت تغذیه‌گرایی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دریاچه سد فینا در برزیل را موردمطالعه قراردادند و با استفاده از خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب دریاچه از طریق شاخص تغذیه‌گرایی کارلسون سطح تغذیه‌گرایی دریاچه را در حالت یوتروف تعیین کردند [۷].

شاخص TRIX[1] نیز یکی از شاخص‌های پرکاربرد ارزیابی شرایط تروفی به‌خصوص در اکوسیستم‌های ساحلی می‌باشد. شاخص مقیاسی تریکس TRIX توسط ولن ویدر و همکارانش در اسل ۱۹۹۸ برای ارزیابی شرایط تغذیه‌گرایی آب‌های ساحلی آدریاتیک پیشنهاد گردید [۸]. در تعداد زیادی از مطالعات خارجی و خیلی محدود در مطالعات داخلی برای بررسی شرایط تغذیه گرایی اکوسیستم‌های ساحلی از این شاخص استفاده شده است. مهمت صالیح در سال ۲۰۱۳ به بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی منطقه Cili-cian شمال غربی مدیترانه با استفاده از شاخص تریکس پرداخت. نتایج نشان داد که این منطقه در محدوده مزوتروف قرار دارد. اعمال مدیریت صحیح فاضلاب‌های ورودی به این منطقه می‌تواند مانع از تشدید شرایط تروفی آن شود [۹]. بیجوی ناندان و همکاران در سال ۲۰۱۴ وضعیت تروفی بخشی از سواحل شمال غربی هندوستان را باشاخص TRIXمورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده قرار گرفتن بخش‌هایی از این منطق۰ در وضعیت هایپر تروفی می‌باشد [۱۰]. سراجی در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی شرایط تروفی سواحل عمان در آب‌های ایرانی محدوده استان هرمزگان را مورد ارزیابی قرار دادد. نتایج نشان داد که بیشتر نواحی این منطقه در شرایط متوسط تا خوب تروفی قرار دارند [۱۱].

تالاب میانکاله یکی از تالاب‌های بین‌المللی شناخته شده در کشور به شمار می‌رود. که از نظر زیستگاه حیات وحش و تاثیراتی که بر وضعیت اجتماعی و اقتصادی مردم منطقه می‌گذارد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی منجر به کاهش سطح آب تالاب شده است. از طرف دیگر توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در محدوده تالاب و تخلیه پساب این فعالیت‌ها در محیط تالاب منجر به کاهش کیفیت آب آن شده است. زه‌آب اراضی کشاورزی و فاضلاب‌های صنعتی منبع اصلی عناصر فسفر و نیتروژن می‌باشند. تداوم روند تخلیه فاضلاب‌های کشاورزی و صنعتی در محیط تالاب میانکاله با توجه به کاهش حجم آب تالاب بر اثر تغییرات اقلیم منجر به افزایش غلظت عناصر فسفر و نیتروژن به‌عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر پدیده تغذیه‌گرایی در تالاب می‌شود. لذا ارزیابی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب، شناسایی عوامل موثر بر این پدیده و ارائه راهکارهای مدیریتی برای جلوگیری از تشدید شرایط تالاب امری ضروری به‌شمار می‌رود. به‌همین منظور هدف از پژوهش حاضر نیز ارزیابی شرایط تغذیه‌گرایی تالاب میانکاله با استفاده از شاخص TSI و TRIX می‌باشد.

1 Trophic Index

شکل ۱. موقعیت تالاب میانکاله

Fig. 1. Location of Miankaleh wetland

۲- مواد و روش

ذخیره‌گاه زیست‌کره میانکاله با مساحتی در حدود ۶۸۸ کیلومتر مربع در منتهی‌الیه جنوب شرقی دریای خزر از شهرستان نکا به‌طرف شرق پیشروی داشته و در مختصات جغرافیایی "۵۰ '۲۴ °۵۳ تا "۲۰ '۱ °۵۴ طول شرقی و "۲۴ '۴۹ °۳۶ تا "۴۵ '۵۶ °۳۶ عرض شمالی با طول ۴۰ کیلومتر واقع شده است. این منطقه با وسعت ۶۸۸۰۰ هکتار تقریبا معادل ۲/۸۵ درصد مساحت استان مازندران را تشکیل می‌دهد. که بیش از۷۳ / ۴۶ درصد آن را بوم سازگان‌های آبی خلیج میانکاله تشکیل می‌دهد. رودخانه‌های دائمی که به تالاب می‌ریزند شامل دو رودخانه قره‌سو و گز هستند. کاربری‌های اراضی حاشیه تالاب شامل: تاسیسات و ابنیه صید و صیادی و شیلات، اماکن شهری، اراضی کشاورزی، اماکن توریستی، تجاری و صنعتی می‌باشد [۱۲]. موقعیت تالاب میانکاله در «شکل ۱» ارائه شده است.

۲- ۱- جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز

به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب میانکاله با استفاده از شاخص TSI و TRIXاندازه‌گیری پارامترهای فسفات، نیتروژن کل، کلروفیل- a و اکسیژن محلول ضروری می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه این شاخص‌ها شامل داده‌های اندازه‌گیری‌شده توسط اداره‌کل حفاظت محیط زیست استان مازندران می‌باشد. اندازه‌گیری پارامترهای مذکور طی ۶ فصل و ۸ دوره نمونه‌برداری در ۶ ایستگاه دهنه‌چپقلی، بندر گز، قره‌سو، گلوگاه، اسماعیل‌سای و میان‌قلعه انجام شده است. در بین پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی شاخص‌های TSI و TRIX اندازه‌گیری پارامتر کلروفیل a با محدودیت همراه بوده است. موقعیت و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در محیط تالاب به ترتیب در «شکل ۲» و «جدول ۱» ارائه شده‌اند.

۲- ۱- ۱- محاسبه شاخص TSI

به‌منظور بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب، از شاخص تروفی کارلسون استفاده گردید. این شاخص توسط کارلسون در سال ۱۹۷۷ به‌منظور تعیین وضعیت تروفی دریاچه‌های آب شیرین ابداع شده است. مقدار این شاخص بین۰ تا۱۰۰ است و در تعیین وضعیت تروفی با استفاده از شاخص TSI، دریاچه‌ها و محیط‌های آبی به چهار طبقه الیگوتروف، مزوتروف، یوتروف و هایپرتروف طبقه‌بندی می‌شوند «جدول ۲». بنابراین مقادیر پایین TSI بیانگر یک بدنه آبی الیگوتروف و مقادیر بالای TSI بیانگر وضعیت یوتروف دریاچه است. براساس مدل کارلسون با استفاده از میزان غلظت فسفات کل، نیتروژن کل و کلروفیلa- می‌توان سطح تروفی اکوسیستم‌های

شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری

Fig. 2. Location of sampling stations

جدول ۱. مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب میانکاله

Table 1. Geographical coordinates of sampling stations in Miankaleh wetland

ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	
۱	گلوگاه	۳۶ ° ۴۷' ۴۰"	۵۳ ° ۴۷' ۴۸"
۲	بندگز	۳۶ ° ۴۷' ۴۹"	۵۳ ° ۵۷' ۰۰"
۳	قره‌سو	۳۶ ° ۵۰' ۲۰"	۵۴ ° ۰۱' ۵۴"
۴	دهنه‌چپقلی	۳۶ ° ۵۵' ۵۵"	۵۴ ° ۰۲' ۱۷"
۵	میان قلعه	۳۶ ° ۵۱' ۵۹"	۵۳ ° ۴۹' ۱۱"
۶	اسماعیل‌سای	۳۶ ° ۴۹' ۳۷"	۵۳ ° ۳۸' ۰۱"

جدول ۲. تقسیم‌بندی استاندارد شاخص تغذیه‌گرایی TSI[۱۴].

Table 2. Standard classification of TSI nutritional index [14]

کلاس کیفی آب	محدوده TSI
الیگوتروفیک	۰-۳۰
مزوتروفیک خفیف	۳۰-۴۰
مزوتروفیک	۴۰-۵۰
مزوتروفیک حاد	۵۰-۶۰
یوتروفیک	۶۰-۷۰
هایپرتروفیک	۷۰-۸۰
هایپرتروفیک حاد	۸۰-۱۰۰

تالابی را پیش‌بینی نمود[۱۳]. به‌منظور محاسبه این شاخص براساس مقادیر فسفات کل (TP)، نیترات کل (TN) و نسبت فسفات به نیترات (PN) از رابطه (۱) تا (۵) استفاده می‌شود [۱۵ و ۱۶].در این معادلات نیترات کل برحسب میلی‌گرم در لیتر و فسفات کل برحسب میکروگرم در لیتر است. در جدول«جدول ۲» محدوده تغییرات این شاخص ارائه شده است.

$$TSI\left(TP\right)=14.42\ln\left(TP\right)+4.15 \quad (۱)$$

$$TSI\left(TN\right)=14.43\ln\left(TN\right)+54.45 \quad (۲)$$

$$TSI\left(PN\right)=9.81\ln\left(10^{PN}\right)+30 \quad (۳)$$

$$\log\left(pn\right)=1.25LOG_{XPN} \quad (۴)$$

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

۲- ۱- ۲- محاسبه شاخص TRIX

شاخص TRIX یکی از شاخص‌های مهم و رایج مورد استفاده برای ارزیابی وضعیت تروفیکی اکوسیستم‌های آبی بخصوص در سواحل است. پارامترهای این شاخص عبارتند از؛ میزان کروفیل – a(میلی‌گرم بر متر مکعب)، درصد کمبود اکسیژن از اکسیژن اشباع و پارامترهای کلی تغذیه‌ای شامل نیترات و فسفات کل (میلی‌گرم بر متر مکعب)، که بر اساس رابطه (۶) محاسبه می‌شود [۱۷].

$$TRIX=\frac{K}{n}\times\sum\frac{\left(M_i-L_i\right)}{\left(U_i-L_i\right)} \quad (۶)$$

در رابطه فوق: Mi، مقدار اندازه‌گیری شده از پارامتر موردنظر، Ui، مقدار بیشینه، Li، مقدار کمینه پارامتر و n تعداد پارامترها است. مقادیر TRIX بین ۰ و K است. در این شاخص جهت نرمال‌سازی توزیع داده‌ها از تبدیل لگاریتمی استفاده می‌گردد و شکل معادله اصلی شاخص به‌صورت زیر است (رابطه ۷).

$$TRIX=\frac{K}{n}\times\sum\frac{\left(\log M_i-\log L_i\right)}{\left(\log U_i-\log L_i\right)} \quad (۷)$$

جدول ۳. طبقه بندی وضعیت تروفیکی براساس شاخص TRIX [۸].

Table 3. Classification of trophic status based on TRIX index [8]

وضعیت تروفی	نوع سیستم	محدوده شاخص TRIX
خوب	الیگوتروفیک	۴-۲
متوسط	مزوتروفیک	۵-۴
فقیر	متوسط (مزو-یوتروف)	۶-۵
بد	یوتروفیک	۸-۶

برای دریای آدریاتیک مقدار تقریبی دامنه همه پارامترها (Log Ui-LogLi) برابر ۳، مقدار K برابر۱۰و تعداد پارامترها نیز ۴ است؛ که با جایگزین کردن این مقادیر در رابطه (۷) خواهیم داشت.

$$TRIX = \frac{K}{n}\times\left(\frac{\log\left(chla\times a\%D\times N\times PO_4\right)}{1.2} - \frac{\left(chla_{\min}\times a\%D_{\min}\times N_{\min}\times PO_{4\min}\right)}{1.2}\right) \quad (۸)$$

در نهایت، شاخص به‌صورت زیر پیشنهاد شده است (رابطه ۹).

$$\log\left(chla_{\min}\times a\%D_{\min}\times N_{\min}\times PO_{4\min}\right) = -1.5 \quad (۹)$$

این شاخص به‌صورت عددی از ۰تا ۸ مقیاس‌گذاری شده و محدوده وسیعی از شرایط تروفیکی از الیگوتروف تا یوتروف را پوشش می‌دهد «جدول ۳».

۳- نتایج و بحث

پایش دائمی یک نیاز اساسی جهت برنامه‌ریزی به‌منظور مدیریت صحیح و بهره‌برداری اصولی از تالاب‌ها و دریاچه‌ها به‌شمار می‌رود. بررسی شرایط تروفی و ارزیابی میزان اثر هر یک از عوامل موثر بر آن از مهم‌ترین ابزار اعمال مدیریت و حفظ کیفیت پیکره‌های آبی محسوب می‌شود. در این بخش ابتدا مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فسفات، نیتروژن کل،DO و BOD با مقادیر مجاز این پارامترها مقایسه و تحلیل می‌شود. در بخش دوم و سوم به نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های TRIX و TSI پرداخته می‌شود.

۳- ۱- نتایج تحلیل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

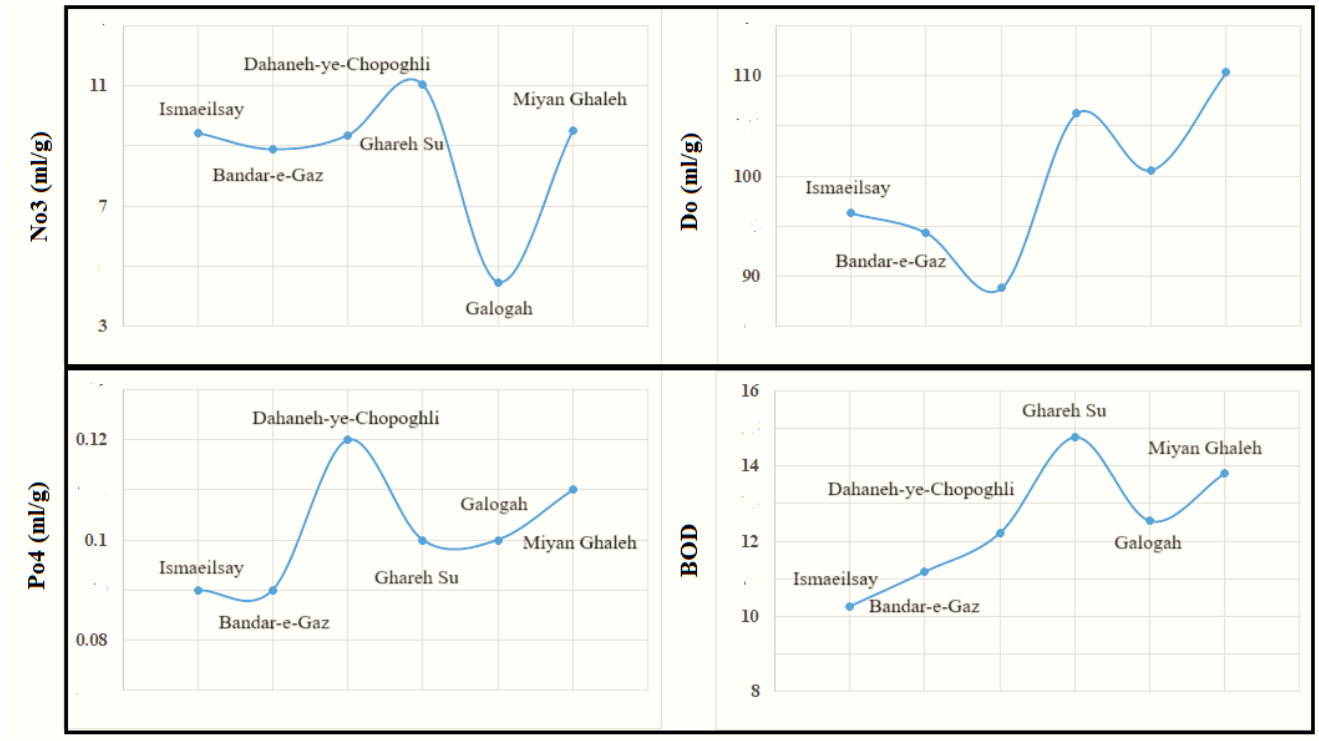
به‌منظور مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با مقادیر مجاز در تالاب از «جدول ۴» استفاده شده است. رسم کلیه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel2013 صورت گرفته است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی تالاب میانکاله براساس مقادیر میانگین پارامترها در «شکل ۴» ارائه شده است.

شکل (۳) مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده پارامترهای فسفات کل، نیتروژن کل، DO و BOD را در ۶ ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودار قابل مشاهده است، بیش‌ترین مقدار (۰/۱۲ mg/l) فسفات مربوط به ایستگاه دهنه‌چپقلی و کم‌ترین مقدار (۰/۰۹ mg/l) فسفات مربوط به ایستگاه بندرگز می‌باشد. علت بالا بودن مقدار فسفات در ایستگاه دهنه‌چپقلی می‌تواند به علت تخلیه پساب و فاضلاب مراکز تجاری و زه‌آب اراضی کشاورزی موجود در حاشیه این ایستگاه به محیط تالاب باشد. فسفات مربوط به ایستگاه بندرگز می‌باشد. میزان استاندارد فسفات در

جدول ۴. مقادیر مجاز پارامترهای پارامترهای فسفات، نیترات، DO و BOD در آب تالاب میانکاله

Table 4. Permissible values of parameters of phosphate, nitrate, DO and BOD parameters in Miankaleh wetland water

پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر
فسفات	میلی‌گرم در لیتر	۰/۰۱۶	۰/۰۷۱
نیترات	میلی‌گرم در لیتر	۱/۸۱	۳۲/۴۶
اکسیژن محلول (DO)	میلی‌گرم در لیتر	۴۹/۸۰	۱۶۵/۰
اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی (BOD)	میلی‌گرم در لیتر	۸/۷۰	۳۲/۳۰



شکل ۳. مقادیر میانگین پارامترهای فسفات کل، نیترات کل، DO و BOD درایستگاه‌های مورد مطالعه

Fig. 3. Average values of total phosphate, total nitrate, DO and BOD parameters in the studied stations

دریاچه‌ها و تالاب‌ها (کم‌تر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد، نتایج نشان می‌دهد که مقدار فسفات موجود در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالع بیش‌تر از مقادی استاندارد در تالاب میانکاله می‌باشد و روند افزایشی در سال‌های اخیر را بازگو می‌کند. فلاح و همکاران [۱۸] در ارزیابی وضعیت تروفی تالاب بین‌المللی انزلی دریافتند که مقادیر فسفات موجود در ایستگاه‌های مورد مطالعه بیش‌تر از حد مجاز استاندارد(کم‌تر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر) بوده و علت این امر را نیز وجود منابع آلودگی نقطه‌ای حاشیه تالاب بیان نمودند.

باتوجه به مقدار پارامتر نیتروژن کل محاسبه شده، ایستگاه‌های قره‌سو و گلوگاه به‌ترتیب بیش‌ترین(۱۱/۰۴ mg/l) و کم‌ترین(۴/۴۸ mg/l) مقادیر این پارامتر را به‌خود اختصاص داده‌اند. عبور رودخانه قره‌سو از نزدیکی اراضی کشاورزی و تخلیه زه‌آب خروجی این اراضی به محیط رودخانه علت زیاد بودن مقادیر نیترات موجود در این ایستگاه می‌باشد. مطالعه Lodh و همکاران [۱۹] روی دریاچه آنسینت هندوستان نشان داد که غلظت نیترات تحت تاثیر شکوفایی پلانکتون‌ها قرار دارد. این محققان مهم‌ترین منابع نیترات موجود در منابع آب و تالاب مورد بررسی را فعالیت‌های انسانی مانند تولید غذا، کشاورزی فاضلاب‌های صنعتی و خانگی بیان نمودند.

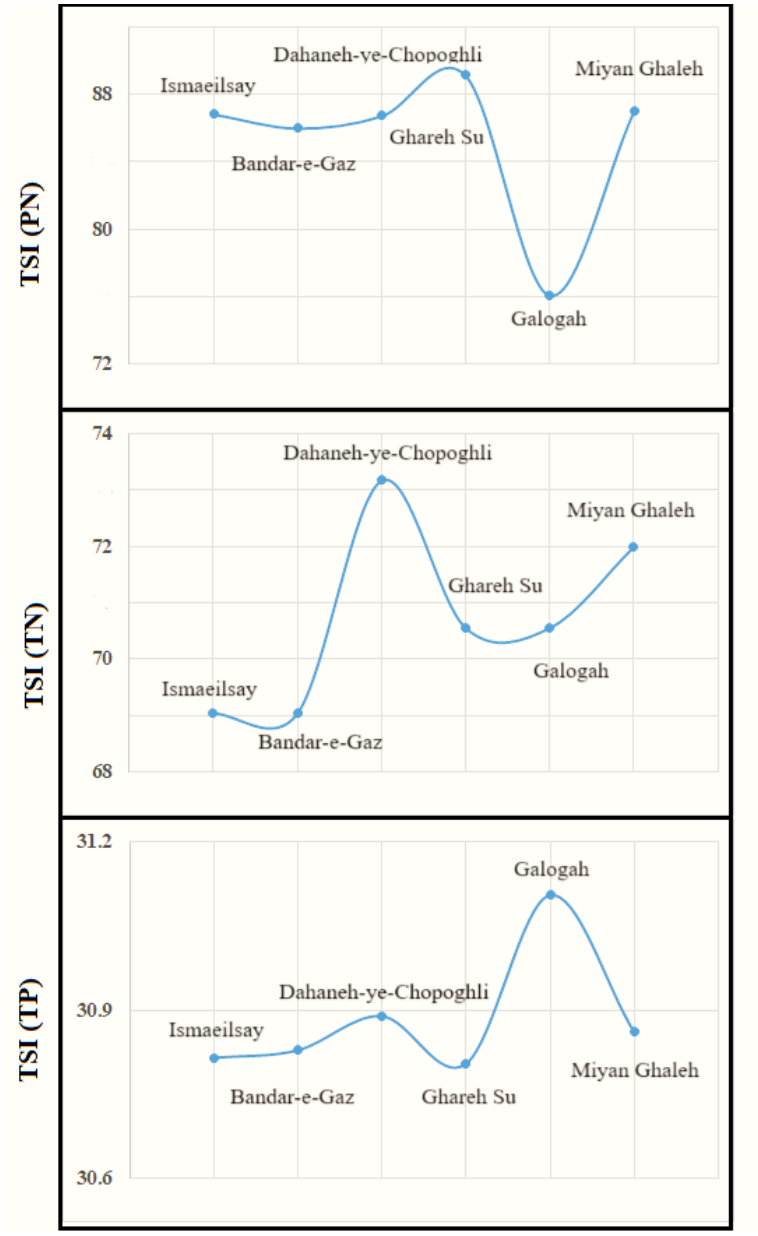
گیاهان و حیوانات از اکسیژن محلول به عنوان ابزاری برای بقا استفاده می‌کنند. در صورتی که مقدار زیادی از مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌های مختلف تجزیه شوند، ممکن است سطح اکسیژن محلول کاهش یابد. با ادامه این فرآیند، میکروارگانیسم‌های موجود در آب، اکسیژن حل شده را مصرف می‌کنند و باعث کاهش سطح آن می‌شوند. براساس نتایج ارائه شده در «شکل ۳» مقادیر اکسیژن محلول، ایستگاه میان قلعه بیش‌ترین مقدار (۱۱۰ mg/l) و ایستگاه دهنه‌چپقلی کم‌ترین مقدار (۸۷ mg/l) اکسیژن محلول را به خود اختصاص داده است. علت کاهش مقدار اکسیژن محلول در ایستگاه دهنه‌چپقلی می‌تواند به علت وجود مقادیر زیاد مواد آلی ناشی از تخلیه پساب و فاضلاب‌های صنعتی حاشیه این ایستگاه و تجزیه آن‌ها به وسیله میکروارگانیسم‌ها باشد. به‌طور کل می‌توان وضعیت تالاب را از نظر اکسیژن محلول مناسب دانست چراکه مقادیر به‌دست آمده برای هرکدام از ایستگاه‌ها در محدوده مجاز (۱۶۵/۸۰ mg/l–۴۹) برای تالاب میانکاله قرار دارند. مهدی نسب [۲۰] در ارزیابی کیفیت آب و وضعیت تروفی تالاب بیشه‌دلان بروجرد برای زیست آبزیان بیان نمودند که کاهش اکسیژن محلول در تالاب به‌علت وجود مواد آلی ناشی از تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و همچنین زه‌آب اراضی کشاورزی موجود در حاشیه تالاب می‌باشد.

BOD یا میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیک، میزان اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها برای تحزیه بیولوژیکی مواد آلی در فاضلاب را مشخص می‌کند. باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌های موجود در آب‌های طبیعی و فاضلاب‌ها از اکسیژن مواد آلی محلول در آب تغذیه کرده و انرژی لازم خود را بدست می‌آورند. وجد مقادیر زیاد این پارامتر نشان‌دهنده تجمع مواد آلی در آب و افزایش مصرف اکسیژن محلول آب و کاهش کیفیت آب می‌باشد. در بین ایستگاه‌ها مورد بررسی ایستگاه‌های قره‌سو و اسماعیل‌سای به ترتیب بیش‌ترین(۱۴/۷۷ mg/l) و کم‌ترین (۱۰/۲۸ mg/l) مقدار غلظت BOD را به‌خود اختصاص داده‌اند. در ایستگاه قره‌سو تخلیه زه‌آب اراضی کشاورزی که عمدتا حاوی مقادیر زیادی نیترات و فسفات می‌باشد، می‌تواند علت بالا بودن مقدار BOD موجود در این ایستگاه باشد. که با توجه به محدوده مجاز ارائه شده در «جدول ۳» مقادیر این پارامتر در همه ایستگاه‌ها بیش‌تر از حداقل مجاز در تالاب می‌باشد. با توجه به این نتایج وضعیت تالاب میانکاله در شرایط تغذیه‌گرایی قرار گرفته است. چرا که مقدار فسفات به‌عنوان مهم‌ترین عامل در بروز این پدیده بیش‌تر از حد مجاز در تالاب می‌باشد. از طرف دیگر مقادیر بالای پارامتر BOD نشان‌دهنده افزایش فعالیت‌های شیمیایی میکروارگانیسم‌ها و مصرف اکسیژن محلول می‌باشد، که با تداوم این روند شرایط تالاب در وضعیت نامطلوبی از نظر تغذیه‌گرایی قرار خواهد گرفت.

۳- ۲- نتایج حاصل از اعمال شاخص TSI

با توجه به محدودیت اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل-a، محاسبه شاخص کارلسون براساس فسفات کل (TP)، نیترات کل (TN) و نسبت فسفات به نیترات (PN) صورت گرفت. نتایج حاصل از محاسبه این شاخص در «شکل ۴» ارائه شده است.

«شکل ۴» نتایج حاصل از محاسبه شاخص TSI براساس TP، TN و PN در ۶ ایستگاه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده بر اساس فسفات کل، بیش‌ترین مقدار (۷۳/۱۸) شاخص تروفی در ایستگاه دهنه‌چپقلی و کم‌ترین مقدار (۶۹/۰۳) مربوط به ایستگاه‌های بندرگز و اسماعیل‌سای می‌باشد. مقادیر محاسبه شده برای شاخص تروفی براساس فسفات کل تشان می‌دهد که تالاب میانکاله در چهار ایستگاه دهنه‌چپقلی، قره‌سو، گلوگاه و میان‌قلعه در شرایط هایپرتروفیک (۸۰-۷۰) و در ایستگاه‌های بندرگز و اسماعیل‌سای در شرایط یوتروفیک (۷۰-۶۰) قرار دارد. حاکم شدن شرایط هایپرتروفیک در ایستگاه‌های مذکور به علت غلظت بالای بار آلی فسفات می‌باشد. فعالیت‌های کشاورزی، آبزی‌پروری و صنعتی



شکل ۴. نمودار تغییرات شاخص تروفی کارلسون براساس TP، TN و PN در ایستگاه‌های مورد مطالعه

Fig. 4. Carlson trophy index changes based on TP, TN and PN in the studied stations

حاشیه این ایستگاه‌ها منجر به افزایش بار فسفات و درنتیجه تشدید شرایط تروفی در این ایستگاه‌ها شده است.

نتایج محاسبه شاخص تروفی براساس مقادیر نیترات کل نشان می‌دهد که بیش‌ترین (۸۹/۱۳) و کم‌ترین (۷۶/۰۸) مقدار شاخص تروفی به‌ترتیب مربوط به ایستگاه‌های قره‌سو و گلوگاه می‌باشد. براساس رده‌بندی ارائه شده در جدول (۲) به جز ایستگاه گلوگاه که در شرایط هایپرتروفیک (۸۰-۷۰) قرار دارد، بقیه ایستگاه‌ها در شرایط هایپرتروفیک حاد (۱۰۰-۸۰) قرار دارند. نتایج مطالعه فلاح و همکاران]۱۸[حاکی ازآن است که وضعیت تروفی تالاب بین‌المللی انزلی نیز براساس مقدار فسفات کل (TP) و نیترات کل (TN) در اغلب ایستگاه‌ها در وضعیت هایپرتروفیک تا هایپرتروفیک حاد قرار دارد. این محققان انباشته شدن مقادیر زیاد بار مواد آلی بیش از ظرفیت خود پالایی تالاب را که ناشی از تخلیه‌پساب‌های صنعتی، تجاری و زه‌آب اراضی کشاورزی در محیط تالاب می‌باشد را علت این امر می‌دانند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده براساس نسبت فسفات به نیتروژن، ایستگاه گلوگاه دارای بیش‌ترین (۳۱/۱۰) مقدار و ایستگاه قره‌سو دارای کم‌ترین (۳۰/۸۰) مقدار شاخص در بین ۶ ایستگاه مورد بررسی می‌باشند. بر اساس این شاخص تالاب میانکاله در شرایط مزوتروفیک خفیف (۴۰-۳۰) قرار دارد. این شرایط در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه حاکم می‌باشد. Al -Abbawy[۲۱] به بررسی وضعیت تغذیه‌ای رودخانه‌ی شط‌العرب (اروندرود) با استفاده از شاخص وضعیت تغذیه‌ای (TSI) پرداخته و به این نتیجه رسید که رودخانه‌ی شط‌العرب (اروندرود) در شرایط مزوتروفیک قرار دارد. این محققان توانایی بالای خوپالایی رودخانه و همچنین جلوگیری از تخلیه پساب مراکز صنعتی و تجاری را عامل اصلی کنترل وضعیت تروفی رودخانه اعلام نمودند. از طرف دیگر برای بررسی وضعیت دقیق تالاب میانکاله بایستی شاخص TSI کل محاسبه شود. این شاخص براساس مقادیر هر سه شاخص محاسبه شده و با استفاده از رابطه (۶) به‌دست می‌آید. براساس مقدار شاخص تروفی کل (۶۲/۲۹) وضعیت کلی تالاب میانکاله در شرایط یوتروفیک (۷۰-۶۰) قرار دارد. Elmaci و همکاران [۲۲] به بررسی وضعیت تغذیه ای دریاچه‌ی Uluabat ترکیه پرداختند. سطح تغذیه‌ای دریاچه در شرایط شاخص تغذیه‌ای کارلسون ارزیابی شد و دریاچه در وضعیت یوتروفیک قرار داشت. قرار گیری دریاچه در وضعیت یوتروفیک نشان‌دهنده عدم کنتر مقادیر بار آلی ورودی به دریاچه می‌باشد. ازدیاد مصرف کودهای فسفاته و نیترات در اراضی کشاورزی و مراکز آبزی‌پروری و صنعتی در حاشیه دریاچه عامل اصلی بالا رفتن مقادیر فسفات و نیترات و بالتبع تشدید شرایط تروفی دریاچه می‌باشد. همین عوامل نیز تالاب یمانکاله را در وضعیت تروفی یوتروفیک قرار داده است.

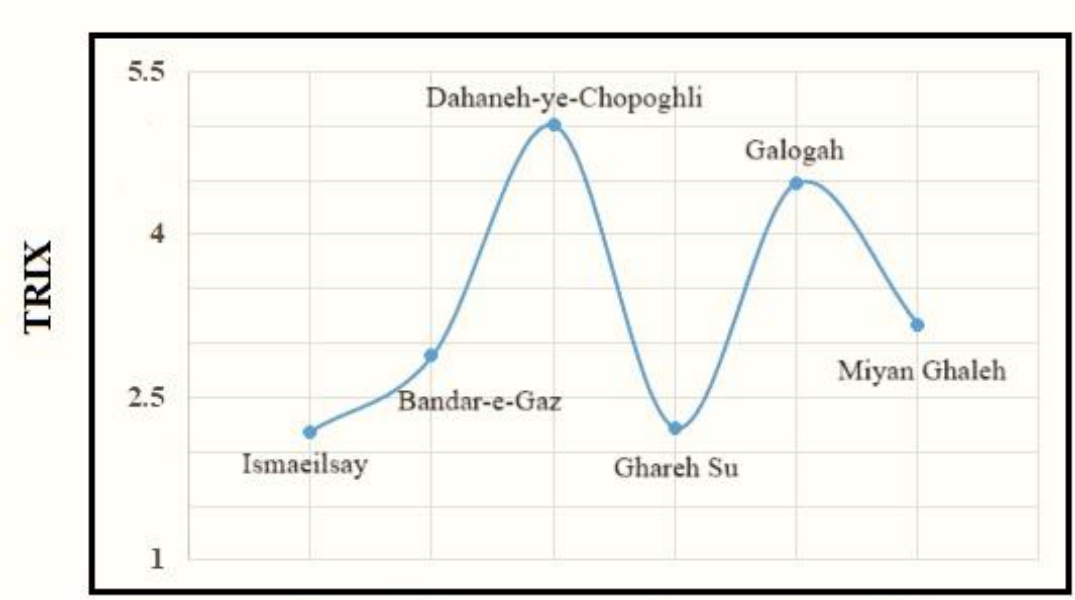
۳- ۳- نتایج حاصل از اعمال شاخص TRIX

در محاسبه این شاخص نیز کلروفیل-a حذف شده و شاخص براساس سه پارامتر نیترات، فسفات و درصد اشباع اکسیژن محلول محاسبه شده است. نتایج حاصل از اعمال این شاخص در «شکل ۵» ارائه شده است.

با توجه به نتایج ارائه شده در «شکل ۵»، بیش‌ترین مقدار (۵) شاخص TRIX مربوط به ایستگاه دهنه‌چپقلی و کم‌ترین مقدار (۲/۳) به ایستگاه اسماعیل‌سای تعلق دارد. بنابر نتایج ارائه شده ایستگاه‌های گلوگاه و دهنه‌چپقلی از نظر شرایط تروفی در محدوده مزوتروفیک (۵-۴) و ایستگاه‌های قره‌سو، اسماعیل‌سای، میان‌قلعه و بندر گز در محدوده الگیوتروف (۴-۲) قرار دارند. از عوامل موثر در قرارگیری ایستگاه‌های دهنه‌چپقلی و گلوگاه در محدوده خطرناک تغذیه‌گرایی می‌توان تخلیه فاضلاب واحدهای تجاری و صنعتی و تخلیه زه‌آب اراضی کشاورزی در حاشیه این دو ایستگاه را نام برد. شهربان شهیدی [۲۳]، وضعیت تروفی آب‌های سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از شاخص‌های OECD و TRIX در محدوده مزوتروفیک ارزیابی نمودند. این محققان علت این امر را مدیریت و کنترل پساب ورودی از مراکز صنعتی و اراضی کشاورزی به محیط آب‌های ساحلی بیان نمودند.

۳- ۴- مقایسه شاخص‌های TSI و TRIX

با توجه به نتایج به‌دست آمده از محاسبه هر دو شاخص تالاب میانکاله در محدوده خطر و تشدید شرایط تغذیه‌گرایی قرار دارد. اما به‌طور کلی دقت شاخص TRIX در بررسی شرایط تغذیه‌گرایی تالاب میانکاله بیش‌تر می‌باشد. این امر به علت نحوه محاسبه این شاخص‌ها و پارامترهای مورد ارزیابی می‌باشد. در شاخص TRIX علاوه‌بر دو عامل اصلی بروز تغذیه‌گرایی در محیط‌های آبی پارامتر اکسیژن محلول نیز در محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که مقدار درصد اشباع اکسیژن محلول در یک محیط آبی به تنهایی می‌تواند نشان‌دهنده شرایط تغذیه‌گرایی یک محیط باشد لذا شاخص TRIX با به‌کارگیری این پارامتر در محاسبات از دقت بیش‌تری برخوردار بوده است. از طرف دیگر با توجه به محدودیت اندازه‌گیری مقدار کلروفیل-a مقادیر هر دو پارامتر با خطاهای محاسباتی مواجه هستند.



شکل ۵. مقادیر میانگین شاخص TRIX در ایستگاههای نمونهبرداری شده

Fig. 5. Average values of the TRIX index in the sampled stations

۴- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی، توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در حاشیه تالاب میانکاله منجر به کاهش کیفیت آب تالاب شده است. بر همین اساس در پژوهش حاضر وضعیت کیفی و تغذیه‌گرایی تالاب میانکاله با استفاده از شاخص کارلسون و TRIX مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که مقادیر نیترات کل و BOD موجود در تالاب بیش‌تر از حداقل مجاز موجود در تالاب می‌باشند و مقادیر پارامتر DO در محدوده مجاز قرار دارد. مقادیر فسفات اندازه‌گیری شده بیش‌تر از حد مجاز در تالاب میانکاله می‌باشد. با توجه به مقادیر بالای فسفات و BOD وضعیت تالاب از نظر تغذیه‌گرایی در شرایط نامطلوبی قرار دارد. از طرف دیگر مقدار شاخص کارلسون کل (۶۲/۲۹) نشان‌دهنده قرار گرفتن تالاب در وضعیت یوتروفیک (۷۰-۶۰) می‌باشد. نتایج حاصل از ارزیابی شاخص TRIX نشان می‌دهد که ایستگاه‌های گلوگاه و دهنه‌چپقلی در محدوده مزوتروفیک (۵-۴) قرار دارند که حاکی از قرار گرفتن در محدوده خطرناک تغذیه‌گرایی می باشد. نتایج حاصل از ارزیابی هردو شاخص نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب تالاب و قرار گرفتن در محدوده خطرناک تغذیه‌گرایی می‌باشد. این وضعیت به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در حاشیه تالاب و تخلیه پساب‌ها و زه‌آب‌های تولیدی آن‌ها در محیط تالاب رخ داده است. بنابراین کنترل و مدیریت تخلیه این پساب‌ها موثرترین راهکار برای بهبود وضعیت تالاب و جلوگیری از تشدید شرایط تغذیه‌گرایی آن می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه مصرف کودهای حاوی نیترات و فسفات در اراضی کشاورزی و مراکز آبزی‌پروری منجر به تشدید شرایط تروفی تالاب شده است لذا جایگزینی کودهای ارگانیک می‌تواند علاوه‌بر کاهش با مواد آلی وضعیت تروفی تالاب را نیز بهبود بخشد. علاوه‌بر موارد ذکر شده می‌توان با ایجاد حوضچه‌های آرامش یا آبندان آب رودخانه‌های تغذیه‌کننده تالاب نظیر قره سو و گز را قبل از ورود به تالاب تصفیه نمود. این امر مقادیر مواد مغذی ورودی به تالاب از طریق شستشوی اراضی کشاورزی توسط این رودخانه‌ها را کاهش و روند پدیده تغذیه‌گرایی را کند می‌نماید.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های این پژوهش از اداره کل حفاظت محیطزیست استان مازندران اخذ شده است. که پس از اخذ مجوز قابل ارائه می‌باشند.

منابع

[1] L. Olsson, S. Ye, X. Yu, M. Wei, K.W. Krauss, H. Brix, Factors influencing CO2 and CH4 emissions from coastal wetlands in the Liaohe Delta, Northeast China. Bio geosciences. Vol. 12 (2015) 4965-4977.

[2] D. Ling, J. Q. Wu, Y. Pang, L. Li, G. Gao, D. W. Hu, Simulation study on algal dynamics based on ecological flume experiment in Taihu Lake,China. Ecological Engineering , 31 (2007) 200-206.

[3] J. Samadi, Spatial-temporal modeling of qualitative characteristics and trophic status of Chaghakhor wetland using pollution indicators and deterministic techniques and GIS geostatistics. Iran's water resources research. 12(1) (2016) 122-132. [In Persian]

[4] Elmaci, N. Ozengin , A. Teksoy, F.O. Topac, H.S. Baskaya, Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. Journal of environmental biology, 30(5) (2009) 757-757.

[5] Makhlogh, H. Nasraleh Zadeh Sarvi, F. Prafkande, H. Fazli, R. Mirzaei, H. Hosseinpour, A. R. Kihanpani, M. Dostdar, Water quality monitoring and nutritional phenomenon of Sanandaj Azad Dam lake using Iran's water quality index and Carlson's enrichment index, Iranian Fisheries Scientific Journals, 26(2) (2014) 69-78. [In Persian]

[6] H. Huibin, B. Xi, J. Jiang, M. J. Heaphy, H. Wang, D. Li, Environmental heterogeneity analysis, assessment of trophic state and source identification in Chaohu Lake, China. Environmental Science and Pollution Research, 18(8) (2011) 1333-42.

[7] Cigagna, D. M. Bonotto, A. F. C. Monteiro, J. Sturaro, RTrophic state index (TSI) and physico-chemical characteristics of a shallow reservoir in southeast Brazil. Environmental Earth Sciences, 75 (2016) 102- 113.

[8] R.A. Volleinweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi, Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters,with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Environmetrics. 9 (1998) 329-357

[9] K. Mehmet Salih, S. Tugrul, M. Kocak, Assessment of the trophic status of the mersin bay waters (North estern Mediterranean. MS. thesis. Department of chemical oceanography. Institute of Marine Sciences of Middle East Technical University. (2013) 93 p.

[10] S. Bijoy Nandan, P.R. Jayachandran, O.K. Sreedevi, Spatio-Temporal pattern of primary production in a tropical coastal wetland (Kodungallur-Azhikode Estuary), South West Coast of India. Journal of Coastal Development. 17(2) (2014) 392-402.

[11] F. Sarraji, Phytoplankton Community and water quality during pre and post monsoon in the Oman Sea (Part of Iranian waters). PhD thesis. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. (2014) 257 P.

[12] M. Yahyai, S. Gergin, D. Ashpotish, M. Safaei, S. Propheti, The effect of environmental conditions on the catch per unit of fishing effort in coastal fin nets in the Miankale area of Golestan province. Applied Fisheries Research 8(3) (2021) 92-97. [In Persian]

[13] N. Asadian ghahfarokhi, Investigating the trophy of Zayandeh Rood dam lake.in the two seasons of spring and summer in 2016. Master's thesis, Department of Environment, Environmental Pollution, Azad Aslami University,Isfahan branch (Khorasgan), Isfahan, (2017).

[14] OECD. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control, OECD, Paris. (1982).

[15] R. Kratzer, A Carlson-type trophic state index for nitrogen in florida lakes. Water Resources Bulletin.17 (1980) 713-715.

[16] R. E. Carlson, A Throphic State Index for lakes. Limnology and Oceanography. 22 (1976) 363-369.

[17] N. Zoriasatein, S. Jalili, F. Poor, Eavaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in Coastal Area of Arvand, Northeastern of Persian Gulf, Iran. World J Fish Mar Sci 5 (2013) 257-62.

[18] M. Fallah, A. Pir Ali Zafrehyi, I. Ebrahimi Darche, Assessing the status of Anzali International Wetland Trophies using the Carlson Index (TSI). Iranian Water

Research Journal, 12(1 (28)), (2017), 21-29. [In Persian].

[19] R. Lodh, R. Paul, B. Kurmakar, M.K. Das, physicochemical studies of water quality with special reference to ancient lakes of Udaipur City, Tripura, India. International Journal of Scientific and Research Publication. Vol. 42)2014(, pp: 2250-3153.

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

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

M. Mirhashmi, A. Shahnazari, K. Nasir Ahmadi, Investigating the trophy condition of Mi-ankaleh wetland using TSI and TRIX index, Amirkabir J. Civil Eng., 55(12) (2024) 2527-2540.

DOI: 10.22060/ceej.2023.22279.7944

این صفحه عمداً خالی است