13 (1) 483-488, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

## Original Research Paper

# Evaluation of lake water based on Iran Water Quality Index of Surface Water ($IRWQI_{SC}$) for sustainable development (Ardabil's Neor Lake)

***Monireh Faeed**, Hadi Babaei, Hojjat Khodaparast***

*Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extention Organization, Bandar Anzali, Iran*

**Key Words**

Iran surface water quality index
Neor Lake
Agricultural&recreational activities

## Abstract

**Introduction:** This study was designed and conducted with the aim of evaluating the water quality of Neor Lake using water quality indicators and considering the existence of agricultural, recreational and fish farming activities around this lake and determining the water status.

**Materials & Methods:** According to agricultural and livestock activities around Neor Lake, 5 sampling stations were identified and sampling was done in the spring and summer of 2016 in Neor Lake and the required parameters to calculate water quality indicators were measured according to the standard method. According to the Iran Water Quality Index for Surface Water ($IRWQI_{SC}$), which has been prepared with the aim of using the appropriate method with natural conditions, issues and problems of Iranian water resources, the calculation and parameters of fecal coliform, BOD, COD, nitrate, soluble oxygen, Electrical conductivity, chemical required oxygen, phosphate, turbidity, total hardness, pH and ammonium were analyzed.

**Result:** The results showed that the index of all stations was between 50 and 69 and according to the $IRWQI_{SC}$ index, it was in two classes; medium (45-55) and relatively good (55-70).

**Conclusion:** Due to the passage of livestock in the area and some tourist activities and agricultural activities in the warm seasons around the lake, it is not suitable for fish, especially cold-water fish, but it is suitable for agricultural and recreational purposes.

* Corresponding Author's email: m_faeed@yahoo.com
Received: 22 January 2020; Reviewed: 9 April 2020; Revised: 29 April 2020; Accepted: 23 May 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.134992

**مقاله پژوهشی**

# بررسی آب دریاچه براساس شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران (IRWQISC) به‌منظور توسعه پایدار (دریاچه نئور اردبیل)

*منیره فئید*، هادی بابایی، حجت خداپرست*

*پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران*

**کلمات کلیدی**

شاخص کیفی آب‌های سطحی ایران
دریاچه نئور
فعالیت‌های کشاورزی و تفریحی

**چکیده**

**مقدمه:** این مطالعه با هدف ارزیابی کیفیت آب دریاچه نئور با استفاده از شاخص‌های کیفی آب و با توجه به وجود فعالیت‌های کشاورزی، تفریحی و پرورش ماهی در اطراف این دریاچه و تعیین وضعیت آب، طراحی و اجرا گردید.

**مواد و روش‌ها:** با توجه به فعالیت‌های کشاورزی و دامداری اطراف دریاچه نئور، ۵ ایستگاه نمونه‌برداری مشخص شده و نمونه‌برداری در فصول بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ در دریاچه نئور انجام شد و پارامترهای مورد نیاز جهت محاسبه شاخص‌های کیفی آب طبق روش استاندارد اندازه‌گیری شد. با توجه به شاخص کیفی آب‌های سطحی ایران IRWQISC که با هدف استفاده از روش مناسب با شرایط طبیعی و مسائل و مشکلات منابع آب ایران تهیه شده است (IRWQISC) محاسبه و پارامترهای کلی‌فرم گرماپای، BOD، COD، نیترات، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، فسفات، کدورت، سختی کل، pH و آمونیوم تجزیه و تحلیل گردیدند.

**نتایج:** نتایج نشان داد که این شاخص برای تمام ایستگاه‌ها بین ۵۰ تا۶۹ بوده و براساس شاخص $IRWQI_{SC}$ در دو طبقه متوسط (۵۵-۴۵) و نسبتاً خوب (۷۰-۵۵) قرار گرفت.

**نتیجه‌گیری و بحث:** به‌دلیل عبور دام در منطقه و برخی فعالیت‌های توریستی و کشاورزی در فصول گرم سال در اطراف دریاچه برای زیست ماهیان خصوصاً ماهیان سردآبی مطلوب نمی‌باشد ولی برای مصارف کشاورزی و تفریحی مناسب است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_faeed@yahoo.com

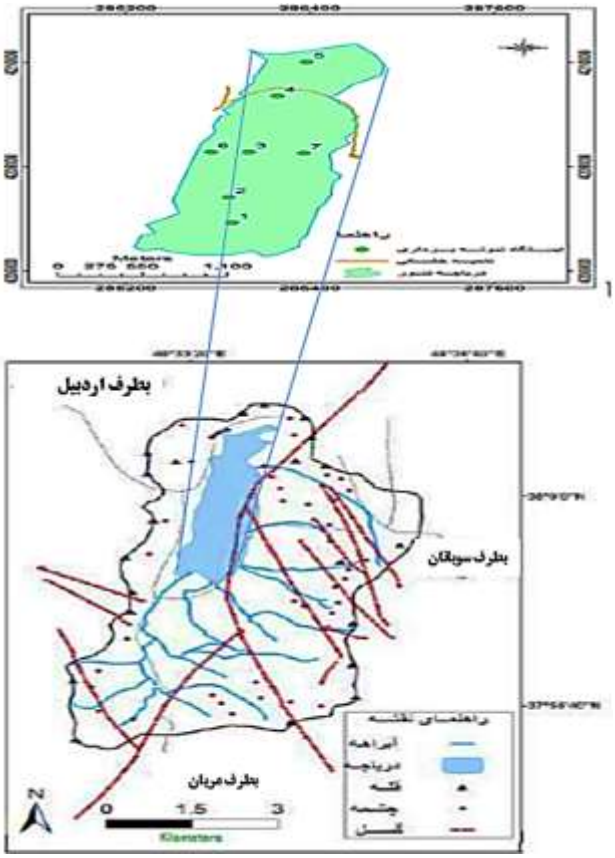
تاریخ دریافت: ۲ بهمن ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۲۱ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۰ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۳ خرداد ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.134992

## مقدمه

شناسایی‌ویژگی‌های هر اکوسیستم، موجودات زنده و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آن، در ارزیابی کیفیت منابع آبی بسیار موثر است. بخش کوچکی از منابع آبی (حدود ۱٪) شامل آب‌های جاری، سطحی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها است که به‌منظور بهره‌برداری از این آب‌ها برای فعالیت‌های مختلف، شرایط پایش تغییرات کیفی آب در دریاچه‌ها و مخازن آبی سدها به‌عنوان عامل تامین‌کننده برای کشاورزی و آبزی پروری حائز اهمیت هستند. کیفیت آب در هر منطقه منعکس‌کننده اثر عوامل مختلف مانند زمین شناسی، شرایط اقلیمی و منابع آلاینده انسانی می‌باشد پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده‌های پیچیده‌ای می‌شود که حاوی اطلاعات غنی درباره موقعیت منابع آبی هستند و نیاز به روش‌های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. تعیین وضعیت کیفی، منابع آب برای اتخاذ راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت و یا بهبود آن ضروری است (Abbasi و Abbasi، ۲۰۱۲). استفاده از شاخص کیفی آب، به‌عنوان روش‌های بسیار ساده و فاقد پیچیدگی‌های ریاضی و آماری برای بیان کیفیت و مدیریت کیفی آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان بررسی می‌نماید و مناطقی را که از نظر آلودگی بیش‌تر مورد تهدید هستند را مشخص می‌نماید. کیفیت آب‌های سطحی از لحاظ مقدار مواد محلول و معلق به‌دلیل سیلاب و طوفانی شدن و تغییر دما در طی فصول مختلف سال متغیر است تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن، ممکن است اثرات زیان باری بر زندگی انسان و آبزیان بگذارد (خلجی و همکاران، ۱۳۹۵). شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران (IRWQISC= Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters)، یکی از روش‌های تعیین کننده کیفیت آب می‌باشد. این شاخص چشم‌انداز و فهم و درک مناسبی از وضعیت کیفی منابع آب دریاچه نئور ارائه می‌دهد. این شاخص‌ها ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب هستند و هدف آن استفاده از روش مناسب با شرایط طبیعی و مسائل و مشکلات منابع آب ایران است که کیفیت آب را از بسیار بد تا عالی دسته‌بندی می‌کنند. ابراهیم‌پور و محمدزاده (۱۳۹۲) با استفاده از شاخص‌های کیفی مختلف کیفیت آب دریاچه تالابی زریوار را بررسی نمودند براساس این شاخص‌ها در محدوده کیفی در رده خوب برای آشامیدن و برای آبزیان بد و از نظر آبیاری و استفاده احشام در رده عالی قرار گرفت. Parham و همکاران (۲۰۰۷) کیفیت آب دریاچه سد کرخه را مورد بررسی قرار دادند و کیفیت آب دریاچه را برای آبیاری، آبزیان و شرب مناسب دانستند. خلجی و همکاران (۱۳۹۵)، کیفیت آب دریاچه سد زاینده رود را علی‌رغم تغییرات کاهشی در طی فصول بهار و تابستان خوب ارزیابی کردند. از آن‌جایی‌که تاکنون هیچ گونه مطالعه و بررسی روی کیفیت آب دریاچه نئور صورت نگرفته است، در نتیجه پایش و کنترل کیفی آب این دریاچه امری لازم و ضروری هست. در این مطالعه هدف ارزیابی آب دریاچه نئور از نظر کیفی با استفاده از شاخص کیفی آب‌های سطحی ایران (IRWQISC) در دو فصل بهار و تابستان، مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مشخص شده در طی فصول بهار و تابستان ۱۳۹۵ از دریاچه نئور انجام پذیرفت (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده دریاچه نئور، در جدول ۱ آورده شده است.




**شکل ۱: شمای کلی از دریاچه نئور سال ۱۳۹۵**
**الف) ایستگاه‌های مشخص شده برای نمونه‌برداری، ب) نقشه مکان‌یابی دریاچه نئور اردبیل**

نمونه‌برداری از دریاچه، در فصول بهار و تابستان و در فواصل مختلف‌مکانی نمونه‌برداری، انجام شد. نمونه‌ها طبق استاندارد APHA و شرایط استریل به آزمایشگاه باکتری‌شناسی و شیمی پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی استان گیلان- انزلی انتقال داده شد.

**جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی برحسب شماره ایستگاه**

| شماره ایستگاه | X | Y | ایستگاه |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۸۵۸۹۶ | ۴۲۰۶۹۲۸ | دره خرسی |
| ۲ | ۲۸۵۸۷۴ | ۴۲۰۷۴۱۸ | سیف خان |
| ۳ | ۲۸۶۱۹۳ | ۴۲۰۹۳۵۹ | مملی داش |
| ۴ | ۲۸۶۰۰۳ | ۴۲۰۸۲۸۵ | دره اذن |
| ۵ | ۲۲۸۶۳۸۲ | ۴۲۱۰۰۱۰ | روبرو موییش |

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و درصد اشباعیت اکسیژن در محل ایستگاه با استفاده از دستگاه‌های پرتابل اندازه‌گیری شد اکسیژن محلول، با دستگاه Multi 340 i مدل (wtw) ساخت آلمان EC، با دستگاه EC مترمدل CM-20S ساخت ژاپن و میزان pH با pH متر مدل BECKMAN ساخت کشور کانادا و اندازه‌گیری کدورت با طیف‌سنجی نوری، با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل HACH ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد. اکسیژن مورد نیاز اعمال بیولوژیکی با BOD متر، مدل BSB Controller model 606T ساخت آلمان، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، نیز با COD متر ساخت ایران و یون نیترات و آمونیوم به‌روش کالری‌متری اندازه‌گیری شد (APHA، ۲۰۰۵).اندازه‌گیری کلی‌فرم‌های مدفوعی، با استفاده از روش استاندارد (شماره ۴۳۷ موسسه استاندارد و تحقیقات‌صنعتی ایران)برای سنجش کلی‌فرم استفاده شده است. شمارش بیش‌ترین تعداد احتمالی در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه آب به‌روش ۵ لوله‌ای MPN،در محیط‌های کشت مایع در مراحل احتمالی، تاییدی و تکمیلی انجام پذیرفت (Eaton و Franson، ۲۰۰۵؛ استاندارد شماره ۴۳۷، ۱۳۷۶).

**روش تعیین شاخص IRWQIsc**: برای محاسبه شاخص کیفی IRWQIsc، با استفاده از فرمول زیر استفاده شد (Samadi، ۲۰۱۶):

$IRWQI_{SC} = [\prod_{i=1}^{n} Ii^{Wi}]^{1/Y}$ ، $Y=\sum Wi$ =وزن پارامتر iام، n= تعداد پارامترها، Ii= مقدار شاخص برای پارامتر iام از منحنی رتبه‌بندی

در جدول ۲، فاکتور وزنی نهایی در IRWQIsc، آورده شده است. در نهایت برای تعیین معادل توصیفی شاخص کیفی محاسبه شده از جدول ۳ استفاده گردید که وضعیت عالی یا بسیار خوب کیفیت آب با رنگ آبی، وضعیت خوب با رنگ سبز، وضعیت متوسط با رنگ زرد، وضعیت بد با رنگ نارنجی و وضعیت خیلی بد کیفیت آب، با رنگ قرمزنشان‌داده‌شده است(Samadi، ۲۰۱۶).طبق‌آزمون‌آماری واریانس یک‌طرفه ایستگاه‌های مربوطه و فصول مختلف با هم مقایسه شدند.

**جدول۲: فاکتور وزنی نهایی در IRWQISC**

| پارامتر | واحد | وزن |
|---|---|---|
| نیترات | میلی‌گرم در لیتر | ۰/۱۰۸ |
| کلی‌فرم مدفوعی | MPN/100ml | ۰/۱۴ |
| (Biochemical Oxygen Demand) BOD5 | میلی‌گرم در لیتر | ۰/۱۱۷ |
| (Chemical Oxygen Demand)COD | میلی‌گرم در لیتر | ۰/۰۹۳ |
| pH | - | ۰/۰۵۱ |
| DO | میلی‌گرم در لیتر | ۰/۰۹۷ |
| فسفات | میلی‌گرم در لیتر | ۰/۰۸۷ |
| هدایت الکتریکی | میکروزیمنس در سانتی‌متر | ۰/۰۹۶ |
| سختی کل | میلی‌گرم در لیترکربنات کلسیم | ۰/۰۵۹ |
| آمونیوم | مجموع آمونیوم | ۰/۰۹۰ |
| کدورت | NTU | ۰/۰۶۲ |

**جدول ۳: تفسیر آلودگی بر اساس مقدار عددی شاخص IRWQISC**

| رنگ | مقدار عدد شاخص | تعریف |
|---|---|---|
| قرمز | ۱۵-۲۹/۹ | بد |
| نارنجی | ۳۰-۴۴/۹ | نسبتاً بد |
| زرد | ۴۵-۵۵ | متوسط |
| سبز | ۵۵/۱-۷۰ | نسبتاً خوب |
| آبی کم‌رنگ | ۷۰/۱-۸۵ | خوب |
| آبی پر رنگ | بیش‌تر از ۸۵ | بسیارخوب |

## نتایج

محدوده تغییرات عوامل تغییرات عوامل فیزیکوشیمیایی تعیین‌کننده در دریاچه نئور ۱۳۹۵ برحسب استاندارد EPA در جدول ۴ آورده شد.

**جدول ۴: محدوده تغییرات عوامل فیزیکوشیمیایی تعیین کننده در دریاچه نئور ۱۳۹۵ بر حسب استاندارد EPA**

| پارامترهای کیفی آب | حدود استاندارد | محدوده تغییرات |
|---|---|---|
| NO3 (میلی‌گرم در لیتر) | حداکثر ۱ | ۰/۰۲۳-۰/۰۸۴ |
| NH4 (مجموع آمونیوم) | حداکثر ۱ | ۰/۰۹-۰/۸ |
| PO4 (میلی‌گرم در لیتر) | حداکثر ۰/۱ | ۰/۰۰۳ -۰/۰۴ |
| BOD (میلی‌گرم در لیتر) | ۲-۰ تمییز ، ۵-۳ نسبتاً آلوده، ۵< به‌شدت آلوده | ۳/۷۵-۶/۵۵ |
| COD (میلی‌گرم در لیتر) | < ۶۰ | ۴۲/۴۸-۱۱۰/۱۹ |
| DO (میلی‌گرم در لیتر) | > ۶ | ۴/۸۸-۸/۷۸ |
| pH (-) | ۶/۵ تا ۹ | ۷/۸۸-۹/۸۳ |
| کدورت (NTU) | (۵ برای آب آشامیدنی- برای آب‌های سطحی و کشاورزی تا ۵۰) | ۱۴- ۵۹ |
| هدایت الکتریکی (میکروزیمنس در سانتی‌متر) | ۲۵۰ | ۲۴۰-۳۵۲ |

**جدول۵ : میزان شاخص IRWQISC برای پارامترهای مختلف در ایستگاه‌های مورد مطالعه دریاچه نئور در فصل بهار و تابستان**

| ایستگاه نمونه برداری | ۱ | | ۲ | | ۳ | | ۴ | | ۵ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پارامترها | بهار | تابستان | بهار | تابستان | بهار | تابستان | بهار | تابستان | بهار | تابستان |
| نیترات ( میلی‌گرم در لیتر) | ۹۵ | ۹۵ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵ | ۹۵ | ۱۰۰ | ۹۵ | ۹۷ | ۹۵ |
| کلی فرم مدفوعی MPN/100ml | ۱۰۰ | ۷۵ | ۸۰ | ۷۰ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۹۲ | ۸۰ | ۹۲ | ۸۰ |
| BOD5 ( میلی‌گرم در لیتر) | ۷۰ | ۶۵ | ۴۶ | ۴۰ | ۷۰ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۰ | ۶۵ | ۶۰ |
| COD ( میلی‌گرم در لیتر) | ۱۸ | ۱۵ | ۸۸ | ۸۰ | ۲۰ | ۱۸ | ۲۱ | ۱۸ | ۲۱ | ۱۸ |
| pH | ۸۷ | ۷۰ | ۴۴ | ۴۰ | ۸۷ | ۸۲ | ۷۵ | ۷۰ | ۷۵ | ۷۰ |
| اکسیژن محلول ( میلی‌گرم در لیتر) | ۸۰/۹ | ۶۸/۱ | ۸۸/۵ | ۷۲ | ۸۶/۵ | ۷۱ | ۸۲/۲ | ۷۵ | ۸۵/۸ | ۷۴ |
| فسفات ( میلی‌گرم در لیتر) | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵ | ۹۵ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۸ | ۹۸ | ۹۸ | ۹۸ |
| هدایت الکتریکی (میکروزیمنس در سانتی‌متر) | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ |
| سختی کل (میلی‌گرم در لیترکربنات کلسیم) | ۹۶ | ۹۶ | ۹۶ | ۹۶ | ۹۴ | ۹۴ | ۹۴ | ۹۴ | ۹۴ | ۹۴ |
| آمونیم (مجموع آمونیوم) | ۱۰۰ | ۹۰ | ۹۵ | ۹۴ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۲ | ۹۵ | ۹۲ | ۹۵ |
| کدورت (NTU) | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ | ۵۸ |

با توجه به داده‌های به‌دست آمده (جداول ۵ و ۶) مشخص گردید که ایستگاه ۱ نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه آلودگی بیش‌تری در فصل بهار داشته است و سایر ایستگاه‌ها در فصل بهار کیفیت نسبتاً خوبی داشتند اما تمامی ایستگاه‌ها در فصل تابستان کیفیت چندان مطلوبی نداشتند در جدول ۶ تفسیر آلودگی براساس مقدار عددی شاخص IRWQIsc آورده شده است که تمامی ایستگاه‌ها در فصل تابستان کیفیت متوسطی داشتند.

**جدول ۶ : تفسیر آلودگی بر اساس مقدار عددی شاخص IRWQISC**

| ایستگاه‌های دریاچه نئور | بهار | تابستان |
|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | متوسط | متوسط |
| ایستگاه ۲ | نسبتاً خوب | متوسط |
| ایستگاه ۳ | نسبتاً خوب | متوسط |
| ایستگاه ۴ | نسبتاً خوب | متوسط |
| ایستگاه ۵ | نسبتا خوب | متوسط |

## بحث

در این مطالعه، کیفیت آب دریاچه نئور طبق شاخص کیفی IRWQIsc در دو فصل بهار و تابستان ۱۳۹۵ ارزیابی گردید. از ۱۱ پارامتر کیفی مورد مطالعه، در دریاچه نئور، ۵ پارامتر تاثیرگذار در کاهش کیفیت آب، BOD5، COD، pH، درصد اشباع اکسیژن محلول، کدورت در فصول بهار و تابستان و پارامتر کلی‌فرم مدفوعی در فصل تابستان جزو غلظت‌هایی بیش از حداکثر مجاز بودند (جدول ۴). یکی از پارامترهای تاثیرگذار در کاهش کیفیت آب BOD است، میزان اکسیژنی، که توسط میکروارگانیسم‌ها در اکسیداسیون هوازی مورد نیاز می‌باشد. هرچقدر میزان مواد آلی رودخانه بیش‌تر باشد اکسیژن بیش‌تری برای تجزیه هوازی نیاز است با توجه به استاندارد اروپایی حداکثر ۳ و در نهایت ۶ میلی‌گرم در لیتر به‌منظور سلامت زیست آبی و ماهی‌ها در رودخانه تعیین شده است. میزان BOD در دریاچه نئور با مقادیر استاندارد مغایرت داشته است (براساس استاندارد EPA، مقادیر BOD در آب‌های سطحی در محدوده‌های ۲-۰ (تمییز)، ۵-۳ (نسبتاً آلوده)، ۵< به‌شدت آلوده ارزیابی می‌گردد (فئید و همکاران، ۱۳۹۴). مقادیر زیاد لجن ورسوبات در دریاچه باعث افزایش اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) شده کاهش اکسیژن در لایه‌های پایین آب سبب مرگ و میر ماهی‌ها می‌گردد برخی از دلایل دیگر افزایش BOD، ورود یا وجود مواد آلی نظیر گیاهان و جانوران آبزی و ورود فاضلاب‌های انسانی به آب جاری می‌باشد (فئید و همکاران، ۱۳۹۸). کم‌ترین میزان میانگین BOD، در فصل بهار با ۳/۷۵ و در فصل تابستان با میزان ۶/۵۵ میلی‌گرم در لیتر بود. آب دریاچه در محدوده نسبتاً آلوده تا به‌شدت آلوده ارزیابی می‌شود با توجه به استاندارد زیست محیطی ایران در زمینه پرورش آبزیان، میزان حداکثر COD موجود در آب‌های سطحی ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (FAO/WHO، ۲۰۰۶؛ نصرالله‌زاده‌ساروی، ۱۳۹۵). میزان COD در تابستان بیش‌تر از حد استاندارد کیفی برای آب‌های سطحی بوده است. به‌نظر می‌رسد میزان COD هم در بیش‌تر ایستگاه‌ها در محدوده استاندارد برای پرورش و زیست ماهیان گرمابی و سردآبی نیست و یکی از دلایل وجود ماهی کاراس به‌عنوان تنها ماهی موجود در آب دریاچه نئور به‌همین علت است زیرا ماهی کاراس حتی در شرایط بسیار بد محیطی سازگاری بالایی دارد (فئید و همکاران، ۱۳۹۸). میزان pH آب در نقاط مختلف بستگی به خصوصیات زمین‌شناسی و هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز، ورود مواد اسیدی و میزان حاصلخیزی دریاچه‌ها دارد از سوی دیگر pH، یک پارامتر بسیار مهم در ارزیابی کیفیت آب برای کاربری‌های مختلف است (Blocksom و همکاران، ۲۰۰۲؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۶). محدوده استاندارد pH (۶/۵ تا ۹) است اما در آب دریاچه به بالاتر از ۹ هم رسید و بیش‌تر از استاندارد ملی آب‌های سطحی است وجود pH بالا، سبب کاهش رشد باکتری‌های مختلف در آب دریاچه شده است (فئید و همکاران، ۱۳۹۸). مقدار کدورت در فصل بهار و تابستان بالا بوده است افزایش کدورت آب به‌دلیل کاهش شفافیت آب با توجه به حضور موادریز، گل و لای، مواد آلی، پلانکتون‌ها، گیاهان آبی و بارندگی زیاد و آبشویی زمین‌های اطراف و افزایش میزان هرز آب‌های

سطحی است. محدوده تغییرات DO دریاچه نئور (۸۸/۷۸-۴/۸) میلی‌گرم/لیتر بود که در برخی ایستگاه‌ها در فصل بهار و تابستان مغایر با محدوده استاندارد EPA (بیش‌تر از ۶ میلی‌گرم/لیتر) بود دلیل آن، پایین بودن میزان تجزیه بیولوژیکی و به‌دلیل پایین بودن درجه حرارت و وجود پوشش گیاهی اطراف دریاچه می‌باشد. ملوندی و همکاران (۱۳۹۷) در ارزیابی کیفیت آب رودخانه دهبار گزارش دادند پوشش گیاهی اطراف رودخانه از دلایلی است که باعث محدودیت تابش خورشید به آب شده و در نتیجه باعث ایجاد حداقل نوسانات درجه حرارت آب و کاهش دمای آب می‌گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. هدایت الکتریکی، سختی کل، میزان نیترات، آمونیوم و فسفات در فصول بهار و تابستان در محدوده استاندارد قرار داشت (WHO، ۲۰۰۴).فئید و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند از نظر ارزیابی پارامتر میکروبی، دریاچه نئور منشا تقریباً ۴۰ درصد آلودگی‌های باکتریایی با دخالت انسانی و در بقیه موارد نیز، مرتبط با ورود فضولات دام و احشام است هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که شرایط مذکور برای زیست ماهیان خصوصاً ماهیان سردآبی نامطلوب است. نتایج حاصل از این تحقیق براساس IRWQIsc در فصل بهار به‌جز در ایستگاه ۱، در بقیه ایستگاه‌ها نسبتاً خوب (۷۰/۵۵-۱) بود اما در تابستان (۵۵-۴۵) همه ایستگاه‌ها متوسط بود.صادقی و همکاران(۱۳۹۴) کیفیت آب رودخانه زرین گل را بررسی کردند و مشخص گردید که شاخص‌های کیفی آب سطحی ایران براساس IRWQIsc نشان داد که تمامی ایستگاه به دو طبقه متوسط (۵۵-۴۵) و نسبتا خوب (۷۰/۵۵-۱) تعلق داشته است که پارامترهای تاثیرگذار شامل کل جامدات، کدورت، نیترات، درجه خرارت و کلی‌فرم مدفوعی بوده است که با توجه به شاخص به‌دست آمده کیفیت آب رودخانه برای کشاورزی مناسب بود. ولی برای مصارف شرب باید تصفیه شود. مطالعه پورشیانی و همکاران (۱۳۹۵) در آب رودخانه گاز رودبار برای کیفیت آب براساس IRWQIsc نشان داد آب رودخانه در رده کیفی متوسط (۷۰-۵۰) قرار داشت. براساس تحقیقاتی که علی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) بررسی روند مکانی شاخص‌های کیفی آب در حوضه رودخانه‌های کن و کرج نشان داد که شاخص IRWQIsc به‌ترتیب در محدوده آب‌های باکیفیت بسیار بد و نسبتاً خوب قرار داشت و برای شرب و کشاورزی مناسب بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. براساس این شاخص‌ها کیفیت آب دریاچه در فصل تابستان در حد متوسط است به‌طوری‌که در فصل بهار در تمامی ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه ۱ کیفیت آب در طبقه نسبتاً خوب قرار داشت و ایستگاه ۱ به‌دلیل نزدیکی با ساحل و به‌دلیل رفت و آمد احشام و محل تفرج کیفیت خوبی ندارد. بهتر بودن وضعیت کیفی آب در سایر ایستگاه‌ها به‌دلیل کاهش دمای هوا، بارش و رقیق شدن آلاینده‌ها در این فصل است. در فصل تابستان با توجه به فعالیت‌های کشاورزی و تفرج در اطراف دریاچه، بالا بودن میزان میانگین اکسیژن خواهی و پایین بودن میزان میانگین اکسیژن محلول در این فصل نسبت به سایر فصول است. مقادیر زیاد لجن و رسوبات در دریاچه باعث افزایش اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) شده کاهش اکسیژن در لایه‌های پایین آب سبب مرگ و میر ماهی‌ها می‌گردد هم‌چنین ورود یا وجود مواد آلی نظیر گیاهان و جانوران آبزی و ورود فاضلاب‌های انسانی و فضولات حیوانی به دریاچه خصوصاً در فصل تابستان از دلایل کاهش کیفیت آب دریاچه نئور می‌باشد(فئید و همکاران، ۱۳۹۴). شکوهی و همکاران (۱۳۹۰) کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را براساس پارامترهای کیفی بررسی کردند که نتایج نشان داد فضولات دامی بر کیفیت آب رودخانه اثر گذاشته اما می‌توان از آب رودخانه برای مصارف کشاورزی استفاده نمود. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط به‌دلیل فعالیت‌های تفریحی اطراف رودخانه، دامداری بر روی کیفیت آب رودخانه تاثیرگذار است. سمرقندی و همکاران (۱۳۹۲)، میرمشتاقی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که تغییرات فصلی بر شاخص‌های کیفی آب IRWQIsc تاثیر گذاشته به‌طوری‌که در ماه‌های گرم سال دارای کم‌ترین مقادیر و در ماه‌های سرد سال مقادیر عددی این شاخص‌ها افزایش یافته است که با نتایج این تحقیق، مطابقت نداشته است. در ماه‌های فصل تابستان نسبت به ماه‌های فصل بهار دارای کیفیت پایین‌تری بوده و در حد آلودگی متوسط تا شدید قرار داشته است تغییرات فعالیت بیولوژیکی و تنوع زیستی دریاچه نئور در فصل بهار بر فعالیت زیستی دریاچه پس از یخبندان فصول سرد سال اشاره دارد. آب دریاچه از بی‌رنگی به رنگ سبز گرایش داشته است و حاکی از تکثیر و رشد آبزیان و شرایط خوب آب دارد. اما در فصل تابستان تفسیر آلودگی براساس مقدار عددی شاخص IRWQIsc، در ایستگاه‌های مختلف دریاچه نئور متوسط بوده است که حاکی از افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تولیدکنندگان اولیه به‌ویژه فیتوپلانکتون‌ها در آب دریاچه و افزایش برخی فاکتورهای فیزیکوشیمی آب نظیر COD، BOD، pH و کدورت بوده است که سبب کاهش شاخص IRWQIsc شده است که در فصل بهار این مقادیر عددی کم‌تر بوده و در نتیجه مقادیر عددی شاخص IRWQIsc افزایش یافته است و کیفیت آب بهتر از ماه‌های فصل تابستان بوده است. Alobaidy و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای مشابه دریافتند که آب دریاچه دوکان کردستان عراق در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، از نظر کیفی روند نزولی داشته و ضعیف ارزیابی شد. امین‌پورشیانی و همکاران (۱۳۹۵) در اظهار نظری متفاوت از این پژوهش، کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در تمام ماه‌های سال در وضعیت کیفی متوسط ارزیابی کردند. پارامترهای تاثیرگذار شامل COD، BOD، pH، درجه حرارت، کدورت و کلی‌فرم مدفوعی بوده است. با توجه به شاخص به‌دست آمده مشخص شد که کیفیت

آب دریاچه برای کشاورزی مناسب است ولی برای مصارف شرب و پرورش ماهی قزل‌آلا مناسب نیست. با توجه به فعالیت‌های کشاورزی استفاده از کودهای گوناگون و رفت و آمد احشام و دام در اطراف دریاچه مقدار زیادی مواد آلوده‌کننده وارد دریاچه می‌شود. پیشنهاد تهیه الگوی ترویج فرهنگ با اطلاع‌رسانی، لایه روبی سالیانه، از عوامل حیاتی در بهبود کیفیت آب دریاچه نئور و رسیدن به اهداف توسعه پایدار منابع آبی است که باید در راس برنامه‌های توسعه قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

از ریاست محترم پژوهشکده آبزی‌پروری انزلی، جناب آقای دکتر خانی‌پور و همکاران محترم بخش بهداشت و بیماری‌ها و بخش شیمی پژوهشکده آبزی‌پروری برای همکاری در اجرای این پژوهش، قدردانی و تشکر می‌گردد.

## منابع

۱. **ابراهیم‌پور، ص. و محمدزاده، ح.، ۱۳۹۲.** ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت آب دریاچه زریوار با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI، OWQI ، CWQI. مجله پژوهش‌های محیط زیست. دوره ۴، شماره ۷، صفحات ۱۳۷ تا ۱۴۶.

۲. **استاندارد ملی ایران ۴۳۷. ۱۳۷۶.** اندازه‌گیری کلی فرم‌های مدفوعی آیین کار. موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. صفحات ۱ تا ۲۲.

۳. **امین‌پورشیانی، س.؛ محمدی، م.؛ خالدیان، م. و روشندل، ا.، ۱۳۹۵.** ارزیابی کیفیت آب رودخانه گاز رودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی LIOU. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره ۸، شماره ۲۷، صفحات ۶۳ تا ۷۴.

۴. **باقری، م.؛ فرزان، م.؛ کرمی، م. و منصوری، پ.، ۱۳۹۶.** مقایسه پارامترهای کیفی آب رودخانه‌های صمصامی و دینارن با استانداردهای کیفی آب برای پرورش ماهی. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۴، شماره ۲۶، صفحات ۲۵ تا ۳۵.

۵. **خلجی، م.؛ ابراهیمی، ع.؛ هاشمی‌نژاد، ه.؛ متقی، ا. و اسداله، س.، ۱۳۹۵.** ارزیابی کیفیت آب دریاچه زاینده رود با استفاده از شاخص WQI. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۵، شماره ۲۵، صفحات ۵۱ تا ۶۴.

۶. **سمرقندی،م.؛ ویسی، گ.؛ ابویی‌مهریزی، ا.؛ کاسب، پ. و دانایی، ع.، ۱۳۹۲.** بررسی کیفیت آب دریاچه سدمخزنی (اکباتان شهرستان همدان) با بهره‌گیری از شاخص کیفی NSFWQI. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی. دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۶۳ تا ۶۹.

۷. **شکوهی، ر.؛ حسین‌زاده، ا.؛ روشنایی، ق.؛ علیپور، م. و حسین زاده، س.، ۱۳۹۰.** بررسی کیفیت آب دریاچه سد آیدغموش با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و بیلان مواد مغذی. مجله سلامت و محیط. دوره ۴، شماره ۴، صفحات ۴۲۹ تا ۴۵۰.

۸. **علیزاده‌اوصالو،ژ.؛محسن‌پورآذری،ع.؛نکوئی‌فرد، ع.؛ صیدگر، م.؛ یحیی‌زاده، م. و علیزاده‌کلشانی، م.، ۱۳۹۴.** بررسی مقطعی روند تغییرات کیفی آب دریاچه پشت سد ارس. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره۶، شماره ۲۳، صفحات ۵ تا ۱۴.

۹. **فئید، م.؛ بابایی، ه. و عابدینی، ع.، ۱۳۹۴.** بررسی فاکتورهای میکروبیولوژی و فیزیکوشیمیایی در تالاب انزلی. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره ۷، شماره ۲۵، صفحات ۴۵ تا ۵۴.

۱۰. **فئید، م.؛ خداپرست، ح.؛ مهرابی، م. و میرهاشمی‌نسب، س.ف.، ۱۳۹۸.** ارزیابی کیفیت آب دریاچه نئور (پارامترهای میکروبی و فیزیکوشیمیایی) به‌منظور آبزی‌پروری. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۲، صفحات ۳۵۳ تا ۳۶۰.

۱۱. **ملوندی، ح.؛ مغنی‌زاده،ر. و عبدلی، ا.، ۱۳۹۷.** ارزیابی کیفیت آب رودخانه دهبار با استفاده از شاخص‌های زیستی. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۱، صفحات ۳۸۱ تا ۳۹۰.

۱۲. **میرمشتاقی، س.؛ امیرنژاد، ر. و خالدین، م.، ۱۳۹۰.** بررسی کیفیت رودخانه سفیدرود با استفاده از شاخص NSFWQI و QWQI. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره ۳، شماره ۹، صفحات ۲۳ تا ۳۴.

۱۳. **نصراله‌زاده‌ساروی،ح.، پرافکنده، ف.؛ فضلی، ح.؛ میرزایی، ر.؛ حسین‌پور، ح.؛ افرایی، م.ع.؛ نصراله‌تبار، ع.؛ مخلوق، آ. و واحدی، ن.، ۱۳۹۵.** مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در دریاچه پشت سد آزاد سنندج به‌منظور فعالیت‌های شیلاتی. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۵، شماره ۴، صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۷.

14. **Abbasi, T. and Abbasi, S.A., 2012.** Water Quality Indices. Elsevier, Oxford, UK. APHA, AWWA, WEF, 2005.Standard Methods for the Examination of Water andWastewater, 21st ed. American Public Health Association, Washington, DC.

15. **Ahip, M.V. and Puttaiah, E.T., 2006.** Ecological characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore(India). Environmental geology. Vol. 49, No. 8, pp: 1217-1222.

16. **Alobaidy, A.H.M.J.; Abid, H.S. and Maulood, B.K., 2010.** Application of water quality index for assessment of Dokan Lake Ecosystem. Kurdistan Region, Iraq, Water Resource and Protection. pp: 290-293.

17. **APHA (American Public Health Association). 2005.** American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater. pp: 1-22.

18. **Blocksom, K.A.; Kurtenbach, J.P. and Klemm, D.J., 2002.** Development and evaluation of the lake macroinvertebrate integrity index (LMII) for New Jersey lakes and reservoirs. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 77, pp: 311-333.

19. **Eaton, A.D. and Franson, M.A., 2005.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, DC: American Public Health Association. pp: 1-18.

20. **Kazi, T.G.; Arain, M.B.; Jamali, M.K.; Jalbani, N.; Afridi, I.; Sarfraz, R.A.; Baig, J.A. and Shah, A.Q., 2009.** Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. Ecotoxicology and Environmental Safety Journal. Vol. 72, pp: 301-309.

21. **Li, X.; Manman, C. and Anderson, B.C., 2009.** Design and performance of a water quality treatment wetland in a public park. Vol. 36, No. 1, pp: 291-297.

22. **Parham, H.; Jafarzadeh, N.; Dehghan, S. and Kian Ersi, F., 2007.** Cjanging in nitrogen and phosphorous concentration and some physicochemical parameters to budget determination of Karkheh reservoir. Shahid Chamran University Journal of Science, new series (17section B). pp: 25-117.

23. **Ramirez, N.F. and Solano, F., 2004.**Physicochemical water quality indices-A Comparative Review. Revista Bifua Journal. Vol. 27, pp: 437-441.

24. **Samadi J., 2016.** Survey of Spatial-Temporal Impact of Quantitative and Qualitative of Land Use Wastewaters on Choghakhor Wetland Pollution Using IRWQI Index and Statistical Methods. Iranian Water Resour Res (IR-WRR). Vol. 11, No. 3, pp: 159-171.

25. **Tank, S.K. and Chippa, R.C., 2013.**Analysis of water quality of Halena Block in Bharatpur Area. International Journal of Scientific and Research Publications.Vol. 3, No. 3, pp: 124-210.

26. **WHO (World Health Organization). 2004.** Guidelines for drinking water quality, 3rd Edition, World Health Organization (WHO) Geneva.10.