

## ارزیابی کیفیت آب و وضعیت تروفي تالاب بیشه‌دالان بروجرد برای زیست آبریان

• مهدی مهدی‌نسب\*: باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

### چکیده

تعیین شرایط کیفیت آب و وضعیت تروفي یکی از روش‌های ارزیابی و بررسی تعادل اکولوژیک اکوسیستم‌های تالابی می‌باشد، زیرا پایداری و تداوم بهره‌وری بر پایه این اکوسیستم‌های منحصر به فرد، نیازمند مدیریت صحیح پایش و کنترل شرایط محیطی آن‌ها دارد. بنابراین انجام مطالعات زیستی و اکولوژیکی، قبل از هرگونه استقرار فعالیت ضروری می‌باشد. تالاب بیشه‌دالان به مساحت ۹۱۳/۵ هکتار یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های استان لرستان که در جنوب شهرستان بروجرد و حاشیه دشت سیلاخور قرار دارد. در این پژوهش برای تعیین کیفیت آب برای زیست آبریان از شاخص کیفیت آب (WQI) براساس محاسبه ۵ پارامتر: نیتريت (NO<sub>2</sub>)، نترات (NO<sub>3</sub>)، کدورت (TURB)، اکسیژن محلول (DO)، اسیدیته (PH) و برای ارزیابی وضعیت تروفي کارلسون (TSI) براساس فسفات کل (TP)، ازت کل (TN) و نسبت فسفر به ازت (PN) از آمار ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی چهار ایستگاه نمونه‌برداری آب تالاب بیشه‌دالان در تابستان ۱۳۹۶ استفاده گردید. نتایج پژوهش نشان داد که بر اساس شاخص کیفیت آب (WQI) این تالاب برای زیست آبریان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری کانال سیمانی پایین دست روستای کپر جودکی و زهکش منطقه گنجینه دارای کیفیت فقیر، در ایستگاه زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کپر جودکی دارای کیفیت خوب و در ایستگاه تالاب بیشه‌دالان رودخانه گله رود کیفیت آب در رده خیلی فقیر قرار دارد و براساس شاخص تروفي کارلسون (TSI) سطح تروفي تالاب بیشه‌دالان از شرایط تروفي مزوتروفیک خفیف و ورود به شرایط مزوتروفیک می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** کیفیت آب، وضعیت تروفي، شاخص WQI، شاخص کارلسون (TSI)، تالاب بیشه‌دالان، شهرستان بروجرد



## مقدمه

کاربری اراضی یر آلودگی تالاب چغاخور با استفاده از شاخص IRWQI روش‌های آماری اقدام و میانگین سالانه شاخص تالاب در وضعیت نسبتاً خوب قرار دارد. میرزاجانی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی لیمولوژی دریاچه تهم در استان زنجان پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که این دریاچه به نسبت دریاچه‌های شمال کشور دارای کیفیت آب مطلوب‌تر ولی از نظر تنوع گونه‌ای کم‌تر از آن دریاچه‌ها می‌باشد. و این دریاچه در مراحل اولیه مزوتروفي قرار دارد و مقادیر مدل تروفي فسفات به ازت بسیار کم‌تر از سایر دریاچه‌ها می‌باشد. از آنجایی که ارزیابی خصوصیات کیفی آب از مولفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامتی تالاب‌ها و بالطبع حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی کاملاً احساس شده می‌باشد، بنابراین بررسی وضعیت سطح تروفي و خصوصیات (اعم از زیستی و غیرزیستی) اکوسیستم تالاب بیشه‌دالان به منظور مدیریت، برنامه‌ریزی مناسب برای حفظ کیفیت آب، سلامت مردم منطقه و ضمن فراهم آوردن اطلاعات اولیه برای پایش مستمر تالاب‌ها ضروری است.

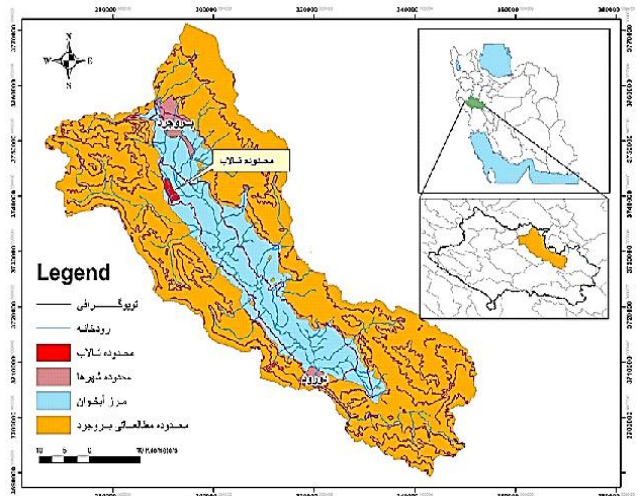
## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** تالاب بیشه‌دالان تقریباً به صورت مثلثی فرو افتاده، در جنوب شهرستان بروجرد و در حاشیه 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، بوریا باف، کپر جودکی، کیدان، کاروانه، گنجینه و پاپولک قرار گرفته است (شکل ۱). وسعت کل تالاب بیشه‌دالان ۹۱۳/۵ هکتار با ارتفاع متوسط ۱۴۸۳ متر از سطح دریا می‌باشد که از این مساحت در سال ۱۳۸۱ میزان ۷۹/۵ هکتار از آن طی صورتجلسه‌ای به اداره حفاظت محیط‌زیست بروجرد، ۱۱۶/۶ هکتار در قالب ۳۴ قطعه از طرف اداره منابع طبیعی به کشاورزان واگذار گردیده و مابقی وسعت منطقه منابع ملی است که در تصرف کشاورزان قرار دارد. سطح تالاب در بالاترین تراز آب در حدود ۹/۳ کیلومتر مربع و عمق آن بین ۰/۱ تا ۱ متر متغیر است. این تالاب در حوضه آبریز کارون بزرگ و در محدوده مطالعاتی دورود-بروجرد با کد ۲۳۳۹ قرار گرفته است. براساس آمارهای منتشره از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی بروجرد: میانگین باران سالیانه شهرستان بروجرد بین ۴۵۶/۲ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد، حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۱/۴ درجه و حداقل مطلق درجه حرارت ۲۱/۴- درجه سانتی‌گراد، نوع اقلیم این شهرستان نیمه‌مرطوب با تابستان‌های گرم و زمستان نسبتاً سرد می‌باشد.

آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آن‌ها است. هدف اصلی برنامه‌های پایش و نظارت کیفیت آب‌های سطحی، در حالت کلی جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از کیفیت موجود منابع آب سطحی به منظور کاربرد در برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب برای مصارف گوناگون و همچنین تدوین برنامه‌های کلان مدیریت حوضه‌های آبریز و نیز برنامه‌های مدیریت زیست‌محیطی و کنترل آلودگی‌ها است (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷). تالاب‌ها به دلیل حجم کم آب و شرایط هیدرولوژیکی ناپایداری که دارند تحت تاثیر فشارهای انسانی، اسیدی شدن، تغییرات اقلیمی و افزایش سفر 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 یوتروفیکاسیون مواجه هستند (Nyenje و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش تنوع و غنای گونه‌ای، افزایش تراکم فیتوپلانکتون‌ها و کاهش جمعیت زئوپلانکتون‌ها، نوسانات شبانه‌روزی pH و اکسیژن محلول، بلوم سیانوباکترها، غلبه ماکروفیت‌ها، غالب شدن ماهیان پلانکتون‌خوار، کاهش جمعیت ماهیان شکارگر، تجمع سریع رسوبات، کدورت و به تبع آن کاهش عمق رویت شفافیت از اثرات مضر این پدیده بر اکوسیستم‌های آبی است (Bronmark و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به این که در فصل تابستان، تالاب نه تحت تاثیر پساب‌های کاربری اراضی و نه تحت تاثیر فعالیت‌های زیستی و شیمیایی شدیدی قرار دارند، این موقع سال، بهترین زمان جهت تعیین متوسط وضعیت کیفی سالانه کل تالاب می‌باشد (Zhang و همکاران، ۲۰۱۴). فلاح و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به ارزیابی کیفیت آب تالاب انزلی براساس TOPSIS مبادرت و نتیجه آن‌ها نشان داد تالاب انزلی دارای کیفیت آب متوسط است. عابدینی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی وضعیت فیزیکی‌وشیمیایی آب و سطح تغذیه‌گرایی تالاب انزلی مبادرت و اعلام نمودند که نسبت نیتروژن به فسفر در کلیه مناطق تالاب انزلی به غیر از منطقه غربی کم‌تر از ۱۰ بود، بنابراین فسفر عامل محدودکننده در روند یوتروفیکاسیون می‌باشد. هم‌چنین منطقه غربی تالاب انزلی در سطح یوتروف، منطقه سیاکشیم سوپر یوتروف و بقیه مناطق تالاب در مرحله نهایی تغذیه‌گرایی یا هایپر یوتروف قرار دارند. فتحی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI) به بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که کیفیت آب تالاب در طبقه خیلی فقیر و نامناسب قرار دارد. صمدی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر مکانی- زمانی کمی و کیفی پساب‌های



**جمع آوری داده‌ها:** در این پژوهش از داده‌های کیفی فیزیکی و شیمیایی ۴ ایستگاه نمونه‌برداری آب تالاب بیشه‌دالان (جدول ۱). در تابستان ۱۳۹۶ استفاده گردید (اداره کل محیط‌زیست لرستان، ۱۳۹۷).  
**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** روش شاخص کیفی آب (WQI) مکانیسمی است که در آن برای سطح مشخص کیفیت آب از یک بیان عددی استفاده می‌کند. امروزه این روش با توجه به قابلیت بالای آن در بیان و توصیف کامل اطلاعات کیفی آب و همچنین به کارگیری پارامترهای مهم و تاثیرگذار در ارزیابی و مدیریت کیفیت آب در بسیاری از نقاط جهان مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرد (Simoes و همکاران، ۲۰۰۸). بر مبنای شاخص WQI ابتدا با توجه به دیدگاه‌های کارشناسان در مطالعات پیشین به هریک از پارامترها یک وزن (AW) از ۱ تا ۴ اختصاص داده می‌شود. در این وزن‌دهی، نسبت وزنی ۱ به‌عنوان کم‌ترین هم‌بستگی و ۴ به معنی بیش‌ترین هم‌بستگی می‌باشد (جدول ۲).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تالاب بیشه‌دالان در استان لرستان و شهرستان بروجرد

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری شده تالاب بیشه‌دالان

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض شمالی
شماره ۱: کانال سیمانی پایین دست روستای کبر جودکی	۴۸ درجه ۴۶ دقیقه ۴ ثانیه	۳۳ درجه ۴۸ دقیقه ۲۹ ثانیه
شماره ۲: زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کبر جودکی	۴۸ درجه ۴۵ دقیقه ۵۰ ثانیه	۳۳ درجه ۴۶ دقیقه ۲۸ ثانیه
شماره ۳: تالاب بیشه‌دالان رودخانه گله‌رود	۴۸ درجه ۴۵ دقیقه ۱۱ ثانیه	۳۳ درجه ۴۶ دقیقه ۵۴ ثانیه
شماره ۴: زهکش منطقه گنجینه	۴۸ درجه ۴۵ دقیقه ۱۴ ثانیه	۳۳ درجه ۴۶ دقیقه ۳۶ ثانیه

جدول ۲: وزن و میانگین اختصاص داده شده به هر پارامتر فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب

منبع	نیترات میلی‌گرم/لیتر	نیتریت میلی‌گرم/لیتر	کدورت NTU	DO میلی‌گرم/لیتر	PH
Chougule و همکاران، ۲۰۰۹	-	-	-	۴	۴
Kannel و همکاران، ۲۰۰۷	۲	۲	-	۴	۱
Abrahao و همکاران، ۲۰۰۷	۲	۲	۴	۴	۱
Boyacioglu، ۲۰۰۷	۳	-	-	۴	۱
Karakaye و Evrendilek، ۲۰۰۹	۲	۲	۲	۴	۲
میانگین	۲/۲۵	۱/۵	۱/۵	۴	۲/۲۵

نسبت وزنی (RW) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود (فتحی و همکاران، ۱۳۹۴): رابطه (۱)  

$$RW = \frac{AW}{\sum AW}$$
 در این رابطه RW نسبت وزنی، AW وزن اختصاص داده شده به هر پارامتر است.  
 در روابط ۲ و ۳،  $Q_i$  میزان کیفی،  $C_i$  میزان به دست آمده از هر پارامتر،  $S_i$  میزان گزارش شده در استاندارد جهانی،  $V_i$  میزان مطلوب که برای PH برابر با ۷ و برای DO برابر با ۱۴/۶ پیشنهاد شده است (Alobaidy و همکاران، ۲۰۱۰): رابطه (۲)  

$$Q_i = \left(\frac{C_i}{S_i}\right) \times 100$$
 رابطه (۳)  

$$Q_i = \left(\frac{C_i - V_i}{S_i - V_i}\right) \times 100$$
 برای محاسبه WQI ابتدا زیر شاخص  $SI_i$  برای هر پارامتر محاسبه شد (رابطه ۴) و از مجموع  $SI_i$ ها مقدار عددی WQI برآورد گردید (رابطه ۵) (فتحی و همکاران، ۱۳۹۴):



جدول ۳: نسبت وزنی پارامترهای کیفیت آب (Lumb و همکاران، ۲۰۰۲)

پارامتر	استاندارد آبیان	وزن اختصاص داده شده AW	نسبت وزنی RW
نیترات (میلی گرم/لیتر)	۱۳	۲/۲۵	۰/۱۹۵۶۵۲۱۷
نیتريت (میلی گرم/لیتر)	۰/۰۶	۱/۵	۰/۱۳۰۴۳۴۷۸
کدورت (NTU)	۵	۱/۵	۰/۱۳۰۴۳۴۷۸
اکسیژن محلول (میلی گرم/لیتر)	۵/۵	۴	۰/۳۴۷۸۲۶۰۹
اسیدیته	۶/۵ - ۹	۲/۲۵	۰/۱۹۵۶۵۲۱۷
مجموع		۱۱/۵	۱

جدول ۴: طبقه‌بندی کیفیت آب براساس امتیاز کلی شاخص WQI

ردیف	طبقه کیفی آب	مقدار شاخص به دست آمده
۱	عالی	کمتر از ۵۰
۲	خوب	۵۰ - ۱۰۰
۳	فقیر	۱۰۰ - ۲۰۰
۴	خیلی فقیر	۲۰۰ - ۳۰۰
۵	نامناسب	بیشتر از ۳۰۰

مدل تروفي براساس نیتروژن کل (رابطه (۷) (Kratzer, ۱۹۸۰):

$$TSI(TN) = 14.43 \ln(TN) + 54.45 \quad \text{رابطه (۷)}$$

مدل تروفي بر اساس نسبت فسفات به نیتروژن رابطه‌های ۸ تا ۱۰ (Carlson و همکار، ۱۹۹۶):

$$TSI(PN) = 9.81 \ln(10^{PN}) + 30.6 \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$\text{Log}(pn) = 1.25 \text{LOG}(XPN) \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$XPN = [P^{-2} + \frac{N-150}{12}]^{-2} - 0.05 \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

در طبقه‌بندی آب عبارات: هایپریوتروف، یوتروف، مزوتروف و الیگوتروف معمولاً به ترتیب به عنوان آب‌های با کیفیت بسیار بد، متوسط، خوب و عالی تعبیر می‌شوند (City و همکار، ۲۰۰۳).

جدول ۵: تقسیم‌بندی استاندارد شاخص تغذیه‌گرایی TSI (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷)

مقدار TSI بر حسب 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

جدول ۶: سطوح تغذیه‌گرایی فسفات کل و ازت کل (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷)

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

## نتایج

اسیدیته (pH) یکی از پارامترهای مهم کیفی آب از دیدگاه بهره‌برداری می‌باشد و غالباً مقادیر بهینه آن در محدوده ۶/۵ تا ۹/۵ قرار دارد. میزان اسیدیته تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر میزان مواد معلق، مواد کلوئیدی، وجود آنیون‌های هالوژنه و ... در آب می‌باشد. کدورت آب

برای تعیین وضعیت تروفیک یا میزان تولید بیوماس در یک تالاب معمولاً از سه عامل به تنهایی یا به صورت ترکیبی بهره می‌برند. یکی از عوامل مهم در مشخص کردن وضعیت تروفیک بررسی ترکیبات شیمیایی فسفر کل و نیترات کل (نسبت TN/TP) است که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brönmark و همکاران، ۲۰۰۵). در این پژوهش از شاخص کارلسون جهت ارزیابی میزان تروفي تالاب بیشه‌دالان استفاده گردید. Carlson (۱۹۸۰) شاخص وضعیت تروفي (TSI) را برای ارزیابی وضعیت تروفي و اندازه‌گیری کمیت تغذیه‌گرایی تالاب‌ها ابداع کرد. این مقیاس بر پایه فسفات کل (TP)، نیتروژن کل (TN) برآورد می‌شود. مقیاس شاخص کارلسون به ۱۰۰ واحد تقسیم می‌شود و دامنه آن بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است هر ده واحد افزایش در مقادیر این شاخص، دو برابر شدن میزان فسفر و نیتروژن را نشان می‌دهد (Carlson, ۱۹۸۰) (جدول ۵). نظرهای مختلفی در ارتباط مواد مغذی در اکوسیستم‌های آبی وجود دارد، برخی مطالعات فسفر را به‌عنوان مهم‌ترین عامل بازدارنده این پدیده در اکوسیستم‌های آبی آب شیرین می‌دانند و برخی این نقش را به ازت قائل هستند (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷). در این مطالعه با توجه به محدودیت در اندازه‌گیری کلروفیل آ، فقط به مقادیر فسفات و ازت کل برای محاسبه شاخص TSI اکتفا شده است. به‌منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفي کارلسون براساس غلظت فسفات کل (TP)، غلظت ازت کل (TN) و نسبت فسفات به ازت (PN) از معادلات ۱۰ تا ۶ استفاده شد. مدل تروفي بر اساس فسفات کل (رابطه (۶) (Carlson, ۱۹۸۰):

$$TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15 \quad \text{رابطه (۶)}$$



(oxygen) در تالاب‌ها به شرایط فیزیکی، شیمیایی و فعالیت‌های بیولوژیکی وابسته است. اندازه‌گیری DO شاخص مناسبی برای کیفیت آب و تغییرات لیمنولوژی آن می‌باشد. براساس نتایج نمونه‌برداری ایستگاه شماره ۱ با ۵/۶ میلی‌گرم بر لیتر کم‌ترین میزان اکسیژن محلول را در بین ایستگاه‌های نمونه دارا است در تالاب بیشه‌دالان مقدار اکسیژن محلول بیش‌تر از میزان (DO) استاندارد زیست آبریان می‌باشد (جدول ۷).

(TURB) عبارت است از مخالفت آب در برابر نفوذ نور، کدورت آب در اثر وجود ذرات معلق و کلوئیدی (ذرات خاک رس، شن، ذرات موادمعدنی، ذرات مواد آلی)، پلانکتون‌ها و سایر ارگانسیم‌های ذره‌بینی که به‌صورت معلق در آب وجود دارند و درصد تراکم پوشش گیاهی مانع عبور نور از آب می‌شوند، به‌وجود می‌آید. در تالاب بیشه‌دالان ایستگاه نمونه‌برداری شماره ۱ با ۱۰/۴۱ NTU کم‌ترین و ایستگاه شماره ۴ با ۳۴/۳ NTU بالاترین درجه کدورت را در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری تالاب دارا می‌باشند. اکسیژن محلول (Dissolved=DO)

جدول ۷: مقادیر پارامترهای محاسبه شده کیفیت آب برای زیست آبریان بر اساس شاخص WQI

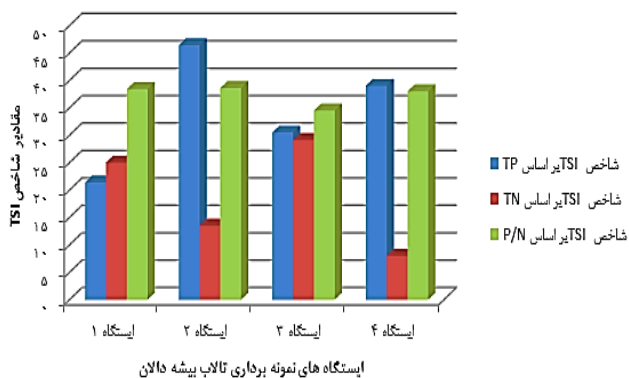
ایستگاه	اسیدیته	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)	نیتريت (میلی‌گرم/لیتر)	نترات (میلی‌گرم/لیتر)	کدورت (NTU)
شماره ۱: کانال سیمانی پایین دست روستای کپر جودکی	۷/۶	۵/۶	۰/۴۲۷	۰/۵۱	۱۰/۴۱
شماره ۲: زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کپر جودکی	۷/۵۲	۶/۲۸	۰/۰۳	۰/۱۵	۱۲/۸۷
شماره ۳: تالاب بیشه‌دالان رودخانه گله رود	۷/۶۹	۶/۴۵	۰/۵۶۱	۳/۲۰	۱۹/۷۸
شماره ۴: زهکش منطقه گنجینه	۷/۷۹	۶/۴۴	۰/۰۱۹	۰/۱۸	۳۴/۳

بیش‌ترین غلظت نیتروژن کل (TN) با ۰/۱۷ میلی‌گرم در لیتر و از نظر نسبت فسفر به نیتروژن (PN) ایستگاه شماره ۱ با ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر بیش‌ترین مقدار را داشته‌اند. در بین ایستگاه‌ها، ایستگاه شماره ۲ با میانگین ۱/۱ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین و ایستگاه شماره ۳ با ۰/۲۳ میلی‌گرم کم‌ترین میزان عناصر فسفر کل، نیتروژن کل و نسبت فسفر به نیتروژن را شامل می‌باشند (شکل ۲).

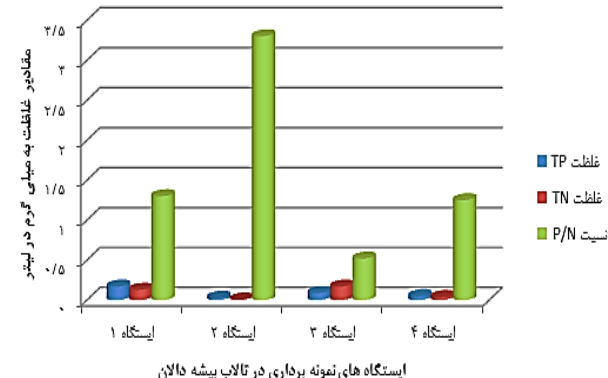
نتایج ارزیابی کیفیت آب زیست آبریان در تالاب بیشه‌دالان بر اساس شاخص کیفیت آب (WQI) نشان می‌دهد که کم‌ترین میزان شاخص WQI به ایستگاه نمونه‌برداری شماره ۲ (زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کپر جودکی) تعلق دارد و تنها در این نقطه تالاب بیشه‌دالان، کیفیت آب برای زیست آبریان در رده آب خوب قرار دارد (جدول ۸). براساس غلظت فسفر کل (TP) در تالاب بیشه‌دالان، ایستگاه شماره ۱، ۰/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین غلظت را دارد. ایستگاه شماره ۳،

جدول ۸: کیفیت آب تالاب بیشه‌دالان جهت زیست آبریان بر اساس شاخص WQI

ایستگاه	مقدار شاخص WQI	کیفیت آب برای زیست آبریان
شماره ۱: کانال سیمانی پایین دست روستای کپر جودکی	۱۷۰/۶	فقر
شماره ۲: زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کپر جودکی	۸۵/۴	خوب
شماره ۳: تالاب بیشه‌دالان رودخانه گله رود	۲۲۳/۳	خیلی فقر
شماره ۴: زهکش منطقه گنجینه	۱۴۵/۴	فقر



شکل ۳: مقادیر شاخص TSI بر حسب غلظت فسفر کل (TP)، غلظت نیتروژن کل (TN) و نسبت فسفر به ازت (PN) در تالاب بیشه‌دالان



شکل ۲: مقادیر غلظت نیتروژن کل (TP)، غلظت نیتروژن کل (TN) و نسبت فسفر به نیتروژن (PN) در تالاب بیشه‌دالان



بر اساس شاخص کارلسون (TSI=Trophic State Index) بر مبنای غلظت فسفر کل (TP)، در تالاب بیشه‌دالان ایستگاه شماره ۲ با ۴۶/۴ در شرایط مزوتروفیک، براساس غلظت ازت کل (TN) ایستگاه شماره ۳ در حال عبور از شرایط الیگوتروفیک و ورود به شرایط مزوتروفیک خفیف و میزان نسبت غلظت فسفر کل به غلظت ازت کل (PN) کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رده مزوتروفیک خفیف قرار دارد (شکل ۳).

## بحث

با توجه به این‌که کنترل و کیفیت آب‌های سطحی یکی از موارد کلیدی در برنامه‌های حفظ محیط زیست در بسیاری از کشورهاست و از سوی دیگر امروزه بسیاری از رودخانه‌ها و تالاب‌ها به بستری جهت انتقال پساب‌ها و پسماندها تبدیل شده‌اند که منابع آلوده‌کننده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای برافت کیفیت آن‌ها تاثیر می‌گذراند (سعادت‌ی و همکاران، ۱۳۸۵). تالاب‌ها ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی و زیستگاه انواع موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی می‌باشند و نیاز به شناخت تنوع زیستی در آن‌ها جهت حفظ و حراست و بهره‌برداری اصولی از آن‌ها امری ضروری است. فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پیکره‌های آبی اثر گذاشته و موجب بروز مشکلاتی در کیفیت آب تالاب‌ها می‌شوند (Lu و همکاران، ۲۰۱۰). pH یکی از فاکتورهای بسیار مهم در تعیین کیفیت آب است (Ahipathy و همکار، ۲۰۰۶). در تالاب بیشه‌دالان مقدار اسیدیته تطابق کامل با استانداردهای جهانی برای آبریان (Lumb و همکاران، ۲۰۰۲) می‌باشد. میانگین کدورت آب در تالاب بیشه‌دالان حدود ۴ برابر میانگین استاندارد به میزان NTU ۱۹/۳ قرار دارد. میانگین اکسیژن محلول و سختی کل در تالاب بیشه‌دالان به ترتیب ۶/۱۹ و ۳۷۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. میزان اکسیژن محلول (DO) در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بالا بود که یکی از دلایل بالابودن این فاکتور در آب تالاب، وجود گیاهان آبی و عمل فتوسنتز (Li و همکاران، ۲۰۰۹) و کشت برنج در پیرامون محدوده فعلی تالاب می‌باشد (جدول ۷). موثرترین فاکتورهایی که باعث وخیم شدن شرایط زیست آبریان در تالاب بیشه‌دالان شده‌اند، کدورت و اکسیژن محلول می‌باشند که این نتیجه با پژوهش فتحی و همکاران (۱۳۹۴) که دو فاکتور کدورت و BOD را عامل محدودیت و کاهش کیفیت آب تالاب چغاخور عنوان کردند، مغایرت دارد. اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیکی در آب (BOD5) بیانگر مواد زیستی قابل تجزیه موجود در آب بوده و جزو اولین پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت هر سیستم آبی به‌شمار می‌رود. مقدار BOD5 با اکسیژن محلول در آب (DO) رابطه عکس دارد. مقادیر بالای مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیکی بیانگر شرایط فقدان

اکسیژن محلول در آب و مقادیر کم آن نشانگر آب پاک و فاقد ارگانسیم یا ارگانیزم‌های داخل آب مرده و نیازی به مصرف اکسیژن ندارند. مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیکی در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ برابر با صفر و در ایستگاه شماره ۱ با ۷ میلی‌گرم در لیتر بالاتر از میانگین استاندارد جهانی است. در مجموع میانگین مقدار اکسیژن لازم برای ثبات بیولوژیکی در آب تالاب بیشه‌دالان با ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر کم‌تر از میانگین جهانی می‌باشد. مطالعه Lodh و همکاران (۲۰۱۴) روی دریاچه آنسینت هندوستان نشان داد که نیتراژ به‌عنوان ماده مغذی اصلی برای رشد جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها محسوب می‌شود و غلظت آن تحت تاثیر شکوفایی پلانکتون‌ها قرار دارد. ثابت شده است که مهم‌ترین منابع نیتراژ در داخل آب‌ها، فعالیت‌های انسانی مانند تولید غذا، کشاورزی فاضلاب‌های صنعتی و خانگی می‌باشد. افزایش و بالا بودن نیتراژ در ایستگاه شماره ۳ (رودخانه گله‌رود) تالاب بیشه‌دالان نشان‌دهنده همین واقعیت است. براساس شاخص کیفیت آب (WQI)، کیفیت آب تالاب بیشه‌دالان با میانگین ۱۵۶/۱ در رده آب فقیر و نامناسب برای زیست آبریان قرار دارد. دامنه تغییرات مقادیر شاخص WQI در بین ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه از حداقل ۸۵/۴ تا حداکثر ۲۲۳/۳ می‌باشد، که اختلاف ۱۳۷/۹ نشان‌دهنده تغییرات بسیار زیاد کیفیت آب در سطح تالاب دارد. به‌نحوی که ایستگاه شماره ۲ (زهکش عمود بر کانال سیمانی روستای کپرچودکی) دارای کیفیت خوب و ایستگاه شماره ۳ (رودخانه گله‌رود) آلوده‌ترین منبع ورودی به تالاب می‌باشد (جدول ۸). یوتریفیکاسیون ناشی از افزایش نوترینت‌ها به‌ویژه ازت و فسفر در اکوسیستم آبی است. ازت و فسفر، رایج‌ترین نوترینت‌های محدود کننده تولید اولیه در آب می‌باشند. بنابراین غلظت و نسبت آن‌ها میزان تولید اتوتروف‌ها را در اکوسیستم‌های آبی تعیین می‌کند (Nixon و همکاران، ۲۰۰۳). از نظر اکولوژیکی فسفر یک عامل مهم در چرخه بیوژنوشیمیایی است و هر چقدر میزان فسفر در یک توده آبی بیش‌تر باشد، تمایل بیش‌تری برای افزایش بار تروفیکی و یوتریفیکاسیون وجود دارد. میانگین غلظت فسفر کل (TP)، غلظت نیتروژن کل (TN) و نسبت فسفر به نیتروژن (PN) در تالاب بیشه‌دالان به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۸ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (شکل ۲). که براساس جدول ۶ سطح فسفر کل این تالاب در شرایط یوتروف و نیتروژن کل در طبقه الیگوتروف قرار دارد. براساس شاخص کارلسون (TSI) بر مبنای غلظت فسفر کل (TP)، تالاب بیشه‌دالان در شرایط مزوتروفیک خفیف، براساس میزان غلظت ازت کل (TN) در سطح الیگوتروفیک و میزان نسبت غلظت فسفر کل به غلظت ازت کل (PN) در رده مزوتروفیک خفیف قرار دارد (شکل ۳). نتایج این پژوهش با نتایج مهدی‌نسب و میرزایی (۱۳۹۷) که در مطالعه‌ای به بررسی کیفیت و کمیت

۷. فلاح، م.؛ پیرعلی زفره‌ئی، ا.ر. و هدایتی، س.ع.ا.، ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت آب با استفاده از روش TOPSIS در تالاب بین‌المللی انزلی. مجله سلامت و محیط زیست. دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۲۲۵ تا ۲۳۶.
۸. فلاح، م.؛ پیرعلی زفره‌ئی، ا.ر. و ابراهیمی درچه، ع.، ۱۳۹۷. ارزیابی وضعیت تروپی تالاب بین‌المللی انزلی با استفاده از شاخص کارلسون (TSI). مجله پژوهش آب ایران. جلد ۱۲، شماره ۱، شماره پیاپی ۲۸، صفحات ۲۱ تا ۲۹.
۹. مهدی‌نسب، م. و میرزایی، ر.، ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت و برآورد حجم تغییرات پهنه آب تالاب‌های شهرستان پلدختر. مجله اکوبیولوژیکی تالاب. دوره ۱۰، شماره ۴، صفحات ۵۵ تا ۶۸.
۱۰. میرزاجانی، ع.ر.؛ عباسی، ک.؛ سبک‌آرا، ج.؛ مکارمی، م.؛ عابدینی، ع. و صیادبورانی، م.، ۱۳۹۱. لیمنولوژی دریاچه الیگو مزوتروف تهیم در استان زنجان. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۵، شماره ۱، صفحات ۷۴ تا ۸۹.
۱۱. **Abrahão, R.; Carvalho, M.W.; da Silva Júnior, R.; Machado, T.T.V.; Gadelha, C.L.M. and Hernandez, M.I.M., 2007.** Use of Index Analysis to Evaluate the Water Quality of a Stream Receiving Industrial Effluents. *Water Science and Technology*. Vol. 33, No. 4, pp: 459-465.
۱۲. **Ahipathy, M.V. and Puttaiah, E.T., 2006.** Ecological characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore (India). *Environmental Geology*. Vol. 49, No. 8, pp: 1217- 1۲۲۲.
۱۳. **Al-Abbawy, D., 2012.** Assessment of trophic status for Shatt Al-Arab River using trophic state index (TSI). *Journal of Basrah Reserches (Sciences)*. Vol. 38, No. 3, pp: 36-44.
۱۴. **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*. Vol. 2, pp: 792-798.
۱۵. **Boyacioglu, H., 2007a.** Surface water quality assessment by environ metric methods. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 131, No. 1-3, pp: 371-376.
۱۶. **Brönmark, C. and Hansson, L.A., 2005.** Translated by Hoseyni N. *The biology of lakes and ponds*. Second edition. 300 p.
۱۷. **Bronmark, C. and Hansson, L., 2005.** *The biology of lakes and ponds*, Oxford university press. Oxford.
۱۸. **Carlson, R.E., 1980.** More complication in the chlorophyll secchi disk relationship, limnology and oceanography. Vol. 25, pp: 361- 369.
۱۹. **Carlson, R.E. and Simpson, J., 1996.** A Coordinators guide to volunteer lake monitoring methods. North American lake management society, Usa.
۲۰. **Chougule, M.B.; Wasif, A.L. and Naik, V.R., 2009.** Assessment of Water Quality (wqi) for Monitoring Pollution of River Panchganga at ichalkarnji. *Proceedings of International Conference Energy and Environment, Chandigarh*. pp: 122- 127.
۲۱. **City of Lakeland, 2001.** Water Quality Report, Florida 1988-2000. USA. [Accessed 20 February 2005]. Available from World Wide Web: [http://www.polkwateratlas.usf.edu/upload/documents/lakeland\\_lakereport.pdf](http://www.polkwateratlas.usf.edu/upload/documents/lakeland_lakereport.pdf). 37 p
۲۲. **Kannel, P.R.; Lee, S.; Lee, Y.; Kanel, S.R. and Khan, S.P., 2007.** Application of water quality indices and dissolved oxygen as indicators for river water classification and urban
- آب تالاب‌های شهرستان پلدختر براساس شاخص WQI مبادرت و بیان نمودند که کیفیت آب تالاب‌های پلدختر از نظر زیست آبریان در رده عالی می‌باشد و با مطالعه Al-Abbawy (۲۰۱۲) که به ارزیابی شرایط تروپی رودخانه شط‌العرب (اروند رود) براساس شاخص TSI پرداخت و به این نتیجه رسید که این رودخانه در شرایط مزوتروفیک قرار دارد. متفاوت است. تالاب بیشه‌دالان به لحاظ موقعیت قرارگیری، شرایط طبیعی و هیدرولوژی منطقه عمدتاً از ارتفاعات دشت سیلاخور آبرگیری می‌شود، لذا هرگونه بارگذاری در بالادست اعم از توسعه باغات، برداشت‌های متنوع تفریحی در بروجرده، افزایش سطح آلودگی آب رودخانه ناشی از فاضلاب شهری، صنعتی، پسماندهای مراکز تفریحی شهر و روستایی توانسته است از حد تالاب عبور کند و بر پیکره ناپایدار کنونی زخم عمیق تری وارد آورد لذا در شرایط فعلی تامین کمی و کیفی حق آبه زیست‌محیطی تالاب از الزامات و واضع‌ترین مسائل مدیریتی این تالاب می‌باشد.

## منابع

۱. اداره کل محیط زیست استان لرستان. ۱۳۹۷. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب تالاب بیشه‌دالان. معاونت نظارت و پایش، واحد آزمایشگاه.
۲. ایزدخواستی، ز.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ فلاحی‌کیورچالی، م.؛ امیری، م.ج. و کریمی، ش.، ۱۳۹۳. بررسی وضعیت تروپی با مقایسه شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی (مطالعه موردی: ساحل شهرستان بندر انزلی). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۶، شماره ۳، صفحات ۱۸۷ تا ۱۹۶.
۳. سعادت، ح.؛ شعبانعلی، غ.، شریفی، ف. و ایوب‌زاده، س.ع.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی در رواناب سطحی مدل شبیه‌سازی. مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۵۹، شماره ۲، صفحات ۳۰۱ تا ۳۱۳.
۴. صمدی، ج.، ۱۳۹۴. بررسی تاثیر 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. سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۱.
۵. عابدینی، علی؛ میرزاجانی، ع.ر. و فلاحی، م.، ۱۳۹۶. وضعیت فیزیکوشیمیایی آب و سطح تغذیه‌گرایی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۶، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۳.
۶. فتحی، پ.؛ ابراهیمی، ع.؛ میرغفاری، ن. و اسماعیلی، ع.، ۱۳۹۴. بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI). مجله بوم‌شناسی آبریان. سال ۵، شماره ۳، صفحات ۴۱ تا ۵۰.



- impact assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 132, No. 1-3, pp: 93-110.
۲۳. **Karakaya, N. and Evrendilek, F., 2009.** Water Quality time series for Big Melen Stream (Turkey): Its decomposition analysis and comparison to upstream. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 165, No. 1-4, pp: 125-136.
۲۴. **Kratzer, C.R., 1980.** A Carlson type trophic state index for nitrogen in florida lakes. *Water, res. Bull.* Vol. 17, pp: 713-715.
۲۵. **Li, X.; Manman, C. and Anderson, B.C., 2009.** Design and performance of a water quality treatment wetland in a public park in shanghai, china. *Engineering*. Vol. 35, pp: 18- 24.
۲۶. **Lodh, R.; Paul, R.; Kurmakar, B. and Das, M.K., 2014.** 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, pp: 2250-3153.
۲۷. **Lu, X.; Li, L.Y.; Lei, K.; Wang, L.; Zhai, Y. and Zhai, M., 2010.** Water quality assessment of Wei River, China using fuzzy synthetic evaluation. *Environ Earth Sci*. Vol. 60, No. 8, pp: 1693-1699.
۲۸. **Lumb, A.; Halliwell, D. and Sharma, T., 2002.** Canadian Water Quality Index (CWQI) to monitor the changes in water quality in the Mackenzie River-Great Bear. In: *Proceedings of the 29th Annual Aquatic Toxicity Workshop*. (Oct. 21-23). Whistler, B.C. Canada.
۲۹. **Nixon, S. and Trent, Z., 2003.** Europe's water: An indicator-based assessment, European environment agency.
۳۰. **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*. Vol. 408, pp: 447-450.
۳۱. **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 summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiologia*. Vol. 502, pp: 157-168.
۳۲. **Ramakrishnaiah, C.R.; Sadashivaiah, C. and Ranganna, G., 2009.** Assessment of water quality index for the ground water in Tumkur Taluk. *E-Journal of Chemistry*. Vol. 6, No. 2, pp: 523-530.
۳۳. **Simoes, F.; Moreira, A.; Bisinoti, M.C.; Gimenez, S. and Santos, M., 2008.** Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators*. Vol. 38, pp: 476-480.
۳۴. **Zhang, T.; Zeng, W.H.; Wang, S.R. and Ni, Z.K., 2014.** Temporal and spatial changes of water quality and management strategies of Dianchi lake in southwest China. *Hydrology and Earth System Sciences*. Vol. 18, No. 4, pp: 1493-1502.

