

## بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب بین‌المللی امیرکلايه به‌منظور مدیریت و حفاظت از آن

- سمانه امینی‌هرندی: گروه محیط زیست، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- مژگان احمدی‌ندوشن\*: گروه محیط زیست، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

### چکیده

تالاب‌ها از مهم‌ترین منابع حیات‌بخش در اکوسیستم‌ها هستند و با تأمین آب‌شیرین و سایر خدمات مستقیم و غیرمستقیم، به پایداری جوامع زیستی کمک می‌کنند. تالاب‌ها اکوسیستم‌های حساس و آسیب‌پذیری هستند، از این‌رو مدیریت و حفاظت آن‌ها دارای اهمیت است. این مطالعه با استفاده از شاخص تروفي TSI کارلسون به‌منظور ارزیابی وضعیت تروفي تالاب بین‌المللی امیرکلايه واقع در استان گیلان انجام گرفت. نمونه‌برداری آب از ۵ ایستگاه به‌صورت ماهانه از فروردین تا شهریور ۱۳۹۷ طی دو فصل انجام شد و پارامترهای مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت آب و وضعیت تروفي شامل فسفات کل (TP)، نیتروژن کل (TN) و کلروفیل آ (chl-a) بود. نتایج نشان‌دهنده وضعیت مزوتروفیک تالاب، با مقدار ۴۱ شاخص کارلسون، در طی مدت پژوهش بود که دلیل آن را می‌توان ورود مواد آلی و معدنی حاصل از رواناب‌های کشاورزی و مسکونی اطراف، به تالاب دانست. بنابراین می‌توان به نقش کاهش سطح دسترسی و حفظ کاربری‌های اراضی طبیعی و مدیریت و کاهش استفاده از کودهای کشاورزی به‌منظور مدیریت و احیای تالاب، اشاره کرد.

**کلمات کلیدی:** وضعیت تروفي، شاخص TSI، کیفیت آب، تالاب امیرکلايه



## مقدمه

تالابی به غنی شدن حساس هستند زیرا آبی که از طریق رودخانه‌ها به این مناطق وارد می‌شود به دلیل ورود پساب شهری، کشاورزی و صنعتی آلوده است (Nouri و همکاران، ۲۰۱۰). علی‌رغم اهمیت اکولوژیکی و طبیعی و اقتصادی تالاب‌ها، آن‌ها تحت تاثیر فشارهای انسانی هستند که منجر به تخریب کیفیت اکوسیستم و گاهی پدیده یوتریفیکاسیون می‌شود (Acquavita و همکاران، ۲۰۱۵). تروفی از نظر لغوی به معنی گذارسانی و رشد و نمو در اثر تغذیه است و از نظر علمی توان تولید ماد آلی یعنی تبدیل مواد ساده معدنی به مواد آلی طی عمل فتوسنتز توسط فیتوپلانکتون‌ها را شامل می‌شود (بزدخواستی و همکاران، ۱۳۹۳). ارزیابی وضعیت تروفی محیط‌های آبی یکی از مهم‌ترین معیارها برای طبقه‌بندی، مدیریت و حفاظت محیط‌های آبی است (Sharma و Shardenđu، ۲۰۱۲). به دلیل پیچیده بودن فرآیند یوتریفیکاسیون تالاب‌ها، بررسی آن به عوامل مختلفی از جمله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی وابسته است. در همین راستا، بررسی وضعیت تروفی تالاب با استفاده از شاخص کارلسون (TSI) یکی از این روش‌ها می‌باشد (گل محمدی و شریعتی، ۱۳۹۵). تالاب بین‌المللی امیرکلاهی در استان گیلان، یکی از مناطق حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست ایران، با مساحت حدود ۱۲۳۰ هکتار، با جاذبه‌های زیست محیطی فراوان است (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱)، که در سال‌های اخیر دچار آسیب‌ها و خسارات ناشی از فعالیت‌های عمده انسانی در زمینه‌های کشاورزی و... گردیده و نیازمند مدیریت و حفاظت است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش، وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب امیرکلاهی، در بازه زمانی شش ماهه اول از فروردین تا شهریور سال ۱۳۹۷، به‌منظور حفاظت و احیای آن مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** تالاب امیرکلاهی: تالاب امیرکلاهی در شمال شرقی استان گیلان حدود ۲۰ کیلومتری شمال شهر لنگرود، حدود ۲۶ کیلومتری شمال شرقی شهر لاهیجان و حدود ۲۴ کیلومتری بخش کیشهر واقع شده و از نظر جغرافیایی در مختصات  $20^{\circ}57'$   $37^{\circ}$  عرض شمالی و  $30^{\circ}11'50''$  طول شرقی قرار دارد (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱). حداکثر طول تالاب ۵ کیلومتر و عریض‌ترین بخش آن  $1/8$  کیلومتر است، هم‌چنین میانگین عمق این تالاب  $1/8$  متر است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

تالاب‌ها اکوسیستم‌های ارزشمندی هستند که از کارکردهای متنوعی به‌منظور حفاظت از تنوع زیستی، ارزش‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی، برخوردارند (فلاح و فاخران، ۱۳۹۶). تالاب‌ها، از مهم‌ترین زیستگاه‌های طبیعی در جهان هستند. جانوران و گیاهان در این محیط آبی به یکدیگر وابسته‌اند و نقش‌های اکولوژیک هریک از آن‌ها ادامه حیات را در این اکوسیستم تنظیم می‌کند (آخسته، ۱۳۹۳). تالاب‌ها با وجود اهمیت‌شان، همواره مورد بی‌توجهی انسان قرار گرفته‌اند. رشد جمعیت شهری در نزدیکی تالاب‌ها بر اکوسیستم تالاب اثر سوء داشته و باعث ورود انواع فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی به این بوم سازگان ارزشمند شده است (آخسته، ۱۳۹۳). تالاب‌ها از طرق گوناگون می‌توانند اثرات تغییر اقلیم را کاهش دهند، از این‌رو زوال و نابودی تالاب‌ها اثرات تغییر اقلیم را تشدید می‌کند (فلاح و فاخران، ۱۳۹۶). مهم‌ترین دلایل تخریب تالاب‌ها تبدیل اراضی و تجاوز به حریم تالاب‌ها و کاهش کیفیت تالاب‌های موجود به علل گوناگون از جمله ورود انواع آلودگی‌ها است (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). فعالیت‌های انسانی در محدوده اطراف 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، خاک کوبی و... می‌شود. این امر علاوه بر تخریب تالاب به‌عنوان یک زیستگاه، آثار سوء زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی فراوانی به‌همراه دارد (Olsson و همکاران، ۲۰۱۵). امروزه زوال کیفیت منابع آب توسط پدیده تغذیه‌گرایی به دلیل ورود بیش از حد مواد مغذی بزرگ‌ترین تهدید برای کیفیت آب و بهداشت سیستم‌های آبی است. تغذیه‌گرایی به‌صورت یک فرایند طبیعی ممکن است هزاران سال به طول انجامد تا تغییرات محسوس از وقوع آن مشاهده گردد اما این فرایند با دخالت انسان و ازدیاد ورود مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر (تغذیه‌گرایی انسان‌ساخت) به منابع آب، طی سال‌های اخیر از رشد فزاینده‌ای برخوردار شده است (اکبرزاده و اربابی، ۱۳۸۹) و به چالشی جدی برای اکوسیستم‌های آبی تبدیل گشته است (سکوتی‌اسکویی و رعناقد، ۱۳۹۷). هم‌چنین، از مهم‌ترین عواملی که تالاب‌ها را در معرض خطر جدی قرار داده و اثر مخربی بر فون و فلور آن‌ها دارد غنی شدن و آلودگی آن‌ها است (صمدی، ۱۳۹۴). نیتروژن و فسفر از مهم‌ترین عوامل موثر بر غنی شدن و آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی و کاربری اراضی است. 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 ارزیابی آلودگی تالاب‌ها جهت بررسی، کنترل و کاهش منابع آلودگی، حفاظت و بقای آن‌ها ضروری است (صمدی، ۱۳۹۵). اکوسیستم‌های



به منظور تعیین وضعیت تروفي دریاچه‌های آب شیرین ابداع شده است. مقدار این شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ است و در تعیین وضعیت تروفي با استفاده از شاخص TSI، دریاچه‌ها و محیط‌های آبی به چهار طبقه الیگوتروف، مزوتروف، یوتروف و هایپرتروف طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین مقادیر پایین TSI بیانگر یک بدنه آبی اولیگوتروف و مقادیر بالای TSI بیانگر وضعیت یوتروف دریاچه است. براساس مدل کارلسون با استفاده از میزان غلظت فسفات کل، نیتروژن کل و کلروفیل آ می‌توان سطح تروفي مخزن سد را پیش‌بینی نمود (اسدیان قهفرخی، ۱۳۹۶).

به منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفي TSI براساس پارامترهای فسفات کل، نیتروژن کل و کلروفیل آ از روابط ۱ و ۲ و ۳ استفاده می‌شود (اسدیان قهفرخی، ۱۳۹۶).

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

$$(TN) = 14.42 \ln(TN) + 54.45 \text{ TSI} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$(Chl.a) = 9.81 \ln(Chl.a) + 30.6 \text{ TSI} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن: TP = غلظت فسفات کل به میکروگرم بر مترمکعب، TN = غلظت نیتروژن کل به میکروگرم بر مترمکعب، Chl.a = غلظت کلروفیل آ به میکروگرم بر مترمکعب

مقادیر شاخص تروفي کل با استفاده از میانگین پارامترهای تروفي فسفات کل، تروفي نیتروژن کل و تروفي کلروفیل آ از رابطه ۵ محاسبه می‌شود و با استفاده از جدول ۱، وضعیت تروفي تالاب تعیین می‌گردد (گل محمدی و شریعتی، ۱۳۹۵).

$$\text{TSI} = [\text{TSI}(P) + \text{TSI}(Chl-a) + \text{TSI}(SD)] / 3 \text{ Average} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

$$\text{TSI کل} = \frac{\text{Average TSI}}{6}$$

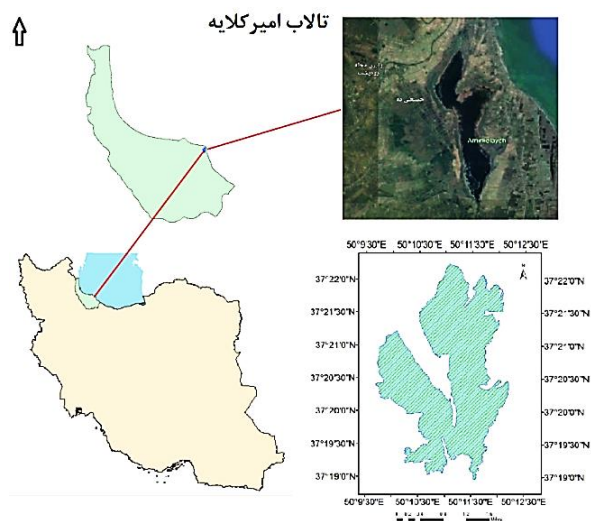
جدول ۱: محدوده‌های شاخص تروفي به روش کارلسون (Carlson, ۱۹۷۷)

مقادیر شاخص TSI	وضعیت تروفي
۰-۳۰	الیگوتروف
۳۰-۴۰	مزوتروفیک خفیف
۴۰-۵۰	مزوتروفیک
۵۰-۶۰	مزوتروفیک حاد
۶۰-۷۰	یوتروفیک
۷۰-۱۰۰	هایپریوتروفیک

جهت بررسی و تهیه نمودار برای داده‌های نیتروژن کل، فسفات کل، کلروفیل آ و شاخص تروفي کارلسون از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.

## نتیجه

مقدار میانگین pH تالاب در محدوده ۷/۵ بود. نتایج آنالیز مقادیر نیتروژن کل نشان داد میزان نیتروژن در اردیبهشت ماه بیشترین مقدار

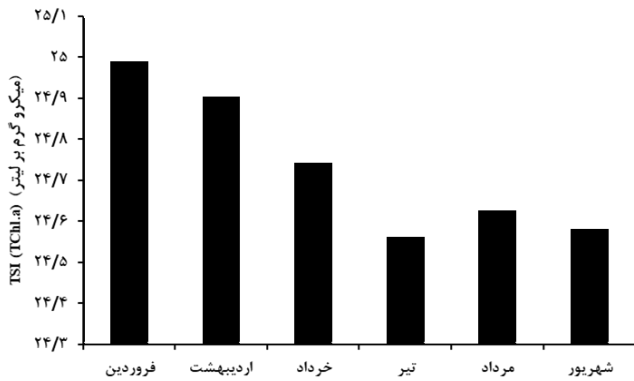


شکل ۱: موقعیت و محدوده تالاب امیر کلايه

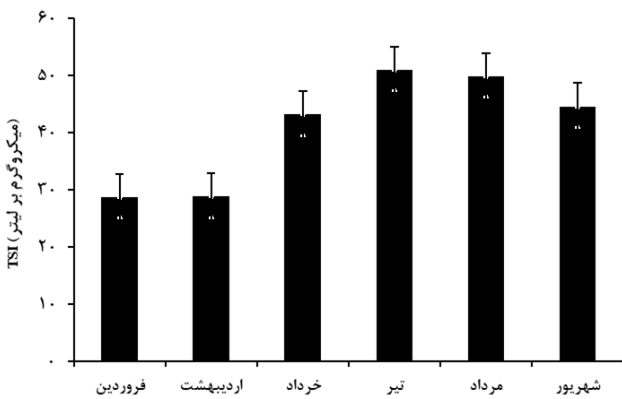
## روش تحقیق: جهت نمونه‌برداری و سنجش پارامترهای فیزیکی

شیمیایی آب، ابتدا تعداد ۵ ایستگاه نمونه‌برداری در شمال، جنوب، شرق و غرب و مرکز تالاب به صورت غیر تصادفی و سیستماتیک انتخاب گردید. مکان‌ها به طور دقیق با استفاده از نقشه توپوگرافی و به روش شبکه‌بندی بر روی نقشه مشخص و به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد. سپس با مراجعه به منطقه، موقعیت ایستگاه‌های مورد نظر به طور دقیق با استفاده از دستگاه GPS دستی شرکت گارمین جهت مراجعات بعدی ثبت گردید. نمونه‌برداری از آب ایستگاه‌ها در فصول بهار و تابستان سال ۱۳۹۷ با سه تکرار در نیمه هر ماه از عمق ۵۰ سانتی‌متری نزدیک به سطح آب انجام شد. از آب موجود در هر ایستگاه به وسیله بطری‌های ۱ لیتری کاملاً تمیز، نمونه‌ها جمع‌آوری و در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه جهت بررسی پارامترهای نیترات، فسفات، پی‌اچ و کلروفیل آ، منتقل گردید. دما، به وسیله دماسنج جیوه‌ای با دقت ۰/۱ درجه سانتی‌گراد، pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال، نیتروژن کل با استفاده از روش هضم توسط پرسولفات با واکنش‌گرهای آماده دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. به منظور سنجش فسفات کل نیز به روش رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری کلروفیل آ، در آزمایشگاه، حجم مشخصی از آب با استفاده از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون واتمن و به وسیله پمپ خلأ صاف می‌شود و نمونه صاف شده به وسیله الکل در بن ماری (حمام آب گرم) گذاشته شده تا درجه حرارت آن به ۷۵ درجه سانتی‌گراد برسد، سپس نمونه را استخراج و بعد از سانتریفیوژ، جذب آن در دو طول موج ۶۶۵ و ۷۵۰ نانومتر قرائت و مقدار کل کلروفیل آ اندازه‌گیری شد (گل محمدی و شریعتی، ۱۳۹۵).

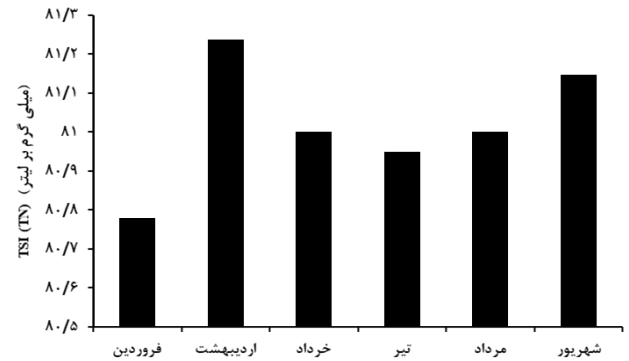
به منظور بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب، از شاخص تروفي کارلسون استفاده گردید. این شاخص توسط کارلسون در سال ۱۹۷۷



شکل ۴: نمودار تغییرات شاخص تروفي کارلسون کلروفیل آ کل در شش ماه برای پنج ایستگاه

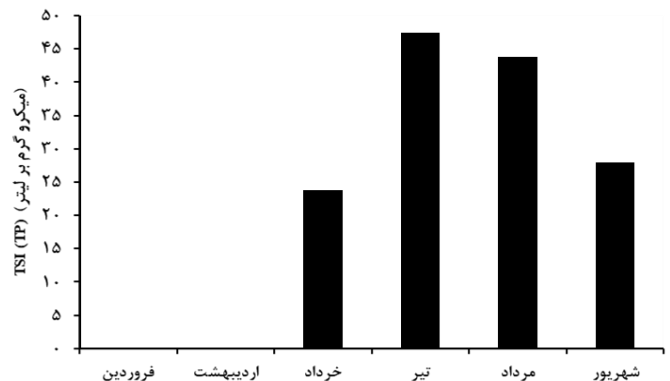


را دارد (شکل ۲). این غلظت ناشی از رواناب کشاورزی در زمان بارندگی است.



شکل ۲: نمودار تغییرات شاخص تروفي کارلسون نیترژن کل در شش ماه برای پنج ایستگاه

شکل ۳ میزان فسفات کل در شش ماه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودار قابل مشاهده است میزان فسفات کل در دو ماه فروردین و اردیبهشت بسیار ناچیز بود ولی این پارامتر از خرداد تا شهریور در محدوده ۲۳/۷ الی ۴۴/۷ قرار دارد و حداکثر آن در ماه تیر مشاهده شد.



شکل ۳: نمودار تغییرات شاخص تروفي کارلسون فسفات کل در شش ماه برای پنج ایستگاه

تغییرات میزان کلروفیل آ در شکل ۴ نشان داده شده است. پارامتر کلروفیل آ، به‌طور کلی در فصل بهار، بیش‌تر از تابستان بود و حداکثر مقدار آن در فروردین ماه مشاهده گردید. به‌منظور بررسی شاخص تروفي کل، میانگین ماهانه TSI محاسبه گردید (شکل ۵). همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است، میزان تروفي تالاب در تیرماه به بیش‌ترین مقدار خود رسیده و به‌طور کلی در فصل تابستان، تغذیه‌گرایی در تالاب بیش‌تر است که می‌توان دلیل آن را دمای بالای آب و انتقال مواد ریز مغذی آلی و معدنی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها از بستر و رسوبات کف تالاب دانست.

شکل ۵: نمودار تغییرات شاخص تروفي کل ماهانه تالاب امیر کلاهی برای محاسبه وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب در نیمه نخست سال ۱۳۹۷، شاخص TSI کل به مقدار ۴۱ محاسبه شد که طبق جدول کارلسون T تالاب در وضعیت تروفي مزوتروفیک قرار می‌گیرد.

$$\text{کل TSI} = \frac{28.66 + 28.87 + 43.17 + 50.97 + 49.82 + 44.58}{6} = 41$$

### بحث

بسیاری از تالاب‌ها و محیط‌های آبی به‌شدت یوتروف هستند زیرا بار مواد مغذی زیادی از فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب به آن‌ها وارد می‌شود. رابطه بین میزان مواد مغذی بیرون از تالاب و میزان غلظت مواد مغذی در تالاب بستگی به فرایندهایی دارد که در تالاب رخ می‌دهد و نیز پارامترهای زیستی و فیزیکوشیمیایی دارد. محققان شاخص‌های متعددی برای طبقه‌بندی سطح تروفي محیط‌های آبی بر اساس میزان نیترژن، فسفر و کلروفیل آ ایجاد کرده‌اند که در این مطالعه از شاخص تروفي کارلسون برای بررسی وضعیت تروفي تالاب امیرکلاهی استفاده شد (Rahmati و همکاران، ۲۰۱۱). تعیین وضعیت کیفیت

دلیل آن‌رامی توان ورود مواد آلی و معدنی حاصل از زه‌کش کاربری‌های زراعی به‌طور عمده و فاضلاب و رواناب‌های مسکونی اطراف، به تالاب دانست. بنابراین نقش مدیریت و حفاظت تالاب، با استفاده بهینه از کودهای کشاورزی و حفظ کاربری‌های اراضی طبیعی، به‌منظور حفظ سرمایه‌های تالاب و احیای آن ثابت می‌شود. داشتن برنامه پیش‌منظم و تهیه پایگاه داده از وضعیت تالاب مهم و ضروری است و می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان جهت تصمیم‌گیری‌های بهتر کمک نماید.

## تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر سیدمجد ابطحی، به‌دلیل مساعدت‌های علمی و کمک در جمع‌آوری اطلاعات میدانی و هم‌چنین، از پرسنل و مسئولین اداره محیط زیست لاهیجان و پاسگاه محیط‌بانی امیرکلاهی، سپاسگزاری و قدردانی به‌عمل می‌آید.

## منابع

۱. آخسته، م.، ۱۳۹۳. بررسی نقش بافرزون در حفاظت از تالاب استیل آستارا با استفاده از GIS و RS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته محیط زیست، زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، گیلان.
۲. اسدیان قهفرخی، ن.، ۱۳۹۶. بررسی تروفی دریاچه سد زاینده رود در دو فصل بهار و تابستان در سال ۱۳۹۶. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته محیط زیست، آلودگی‌های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان.
۳. اکبرزاده، ع. و اربابی، م.، ۱۳۹۰. مطالعات میدانی جهت بررسی پدیده تغذیه‌گرایی در تالاب انزلی. مجله تحقیقات نظام سلامت. سال ۶، شماره ۴، صفحات ۶۹۸ تا ۷۰۷.
۴. ایزدخواستی، ز.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ فلاحی‌کیورچالی، م.؛ امیری، م.ج. و کرمی، ش.، ۱۳۹۳. بررسی وضعیت تروفی با مقایسه شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی (مطالعه موردی: ساحل شهرستان بندر انزلی). فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۶، شماره ۳، صفحات ۱۸۷ تا ۱۹۵.
۵. زبردست، ل. و جعفری، ح.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائه راه حل مدیریتی. محیط شناسی. سال ۳۷، شماره ۵۷، صفحات ۵۷ تا ۶۴.
۶. سکوتی‌اسکویی، ر. و رعناقد، ح.، ۱۳۹۷. عوامل موثر بر پدیده تغذیه‌گرایی در تالاب کانی برازان، آذربایجان غربی. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب. سال ۱۰، شماره ۳۶، صفحات ۵ تا ۱۴.
۷. صمدی، ج.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر مکانی-زمانی کمی و کیفی پساب‌های کاربری اراضی بر آلودگی تالاب چغاخور با استفاده از

منابع آبی برای مشخص کردن نوع بهره‌برداری و استفاده از راهکارهای مناسب به‌منظور جلوگیری از کاهش کیفیت آب و بهبود آن ضروری است (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۶). مقدار میانگین pH تالاب در محدوده ۷/۵ بود که در محدوده اسیدیته آب‌های طبیعی است و می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مناطق گوناگون تالاب امیرکلاهی از نظر میزان اسیدیته مشکلی ندارد. نتایج حاصل از این پژوهش براساس غلظت مواد مغذی و کلروفیل آ، وضعیت مزوتروفیک در تالاب، نشان داد که تالاب در وضعیت نامناسب از لحاظ تروفی قرار دارد، به‌طوری‌که، شاخص TSI تالاب با مقدار کلی ۴۱، در طبقه مزوتروف واقع شد. هم‌چنین، نتایج نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌گرایی بالاتر در تابستان نسبت به فصل بهار بود که می‌توان دلیل آن را ورودهای کودهای کشاورزی و انتقال مواد آلی و معدنی بستر تالاب به سطح و اختلاط آن، به‌دلیل دمای بالای آب در روز و کاهش دما به هنگام شب دانست. مقدار نیترژن، در تمام ماه‌های نمونه‌گیری، با اختلاف کمی تغییر نمود و در اردیبهشت ماه به‌مقدار بیشینه خود رسید که دلیل آن را می‌توان کوددهی زمین‌های زراعی مجاور تالاب و میزان بارش بالا در این ماه دانست. مقدار فسفات در تالاب از خرداد ماه روند رو به رشد و افزایشی داشت که یکی از دلایل آن را می‌توان آب‌شویی و زه‌کشی حاصل از کاربری‌های اطراف تالاب که عمدتاً کشاورزی است دانست. فسفر در غنی شدن دریاچه‌ها نقش مهمی دارد. فسفر بیش از حد در محیط‌های آبی باعث شکوفایی جلبکی می‌شود و با ایجاد شرایط کمبود اکسیژن منجر به مرگ موجودات آبری می‌شود (سکوتی‌اسکویی و رعناقد، ۱۳۹۷). میزاجانی و همکاران (۱۳۹۱)، نیز در پژوهشی که بر روی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب تهم در زنجان انجام دادند، وضعیت تالاب را مزوتروفیک تشخیص داده که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. نتایج مطالعه زبردست و جعفری (۱۳۹۰) نشان داد که تالاب انزلی طی دوره ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱، دچار کاهش مساحت و افزایش تغذیه‌گرایی شده است که ناشی از تغییرات پوشش گیاهی حاشیه تالاب بوده است. Kagalou و همکاران (۲۰۰۶) نیز ارزیابی وضعیت تالاب کایودیکی در یونان را با استفاده از غلظت مواد مغذی و کلروفیل آ، مورد بررسی قرار دادند و وضعیت تالاب را به‌دلیل ورود رواناب‌های کشاورزی، مزوتروفیک اعلام کردند. هم‌چنین، در پژوهشی که گل محمدی و شریعتی (۱۳۹۵)، در سال ۱۳۹۳ بر روی وضعیت تروفی تالاب امیرکلاهی، در یک دوره یک‌ساله داشتند وضعیت تالاب، مزوتروفیک حاد تشخیص داده شد. درحالی‌که در تحقیق حاضر تالاب در وضعیت مزوتروفیک می‌باشد. این پژوهش با هدف مدیریت تالاب امیرکلاهی، به بررسی میزان تغذیه‌گرایی و وضعیت تروفی تالاب، با استفاده از شاخص TSI کالرسون پرداخت. نتایج نشان‌دهنده وضعیت مزوتروفیک تالاب، با مقدار ۴۱ شاخص کالرسون، در طی مدت پژوهش بود که

- from coastal wetlands in the Liaohe Delta, Northeast China. *Bio geosciences*. Vol. 12, pp: 4965-4977.
۲۱. **Rahmati, R.; Pourgholam, R.; Najafpour, S.H. and Doustdar, M., 2011.** Trophic Status of a Shallow Lake (North of Iran) Based on the Water Quality and the Phytoplankton Community. *World Applied Sciences Journal*. Vol. 14, pp: 112-120.
۲۲. **Sharma, D. and Shardendu, A., 2012.** Determination of Carlson's Trophic State Index of Kabar wetland of Bihar. *Proc Indian Sci Acad*. Vol. 78, pp: 189-196.
- شاخص IRWQI و روش‌های آماری. مجله تحقیقات منابع آب ایران. دوره ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۱.
۸. **صمدی، ج.، ۱۳۹۵.** مدل‌سازی مکانی-زمانی خصوصیات کیفی و وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب چغاخور با استفاده از شاخص‌های آلودگی و تکنیک‌های قطعی و زمین آماری GIS. تحقیقات منابع آب ایران. سال ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۲۲ تا ۱۳۲.
۹. **عاشوری، ع. و عبیدوس، ا.، ۱۳۹۱.** زیستگاه‌های تالابی مهم پرندگان آبری گیلان. اداره کل محیط زیست استان گیلان. ۲۳۳ صفحه.
۱۰. **فلاح، م. و فاخران، س.، ۱۳۹۶.** ارزیابی کیفیت آب تالاب بین‌المللی انزلی با استفاده از شاخص‌های کیفی. نشریه آب و توسعه پایدار. سال ۴، شماره ۲، صفحات ۲۳ تا ۳۰.
۱۱. **کاظمی، گ. و امیر نژاد، ر.، ۱۳۹۱.** بررسی پر غذایی دریاچه زریبار استان کردستان، با استفاده از شاخص تروفی. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه منابع طبیعی تهران.
۱۲. **گل‌محمدی، آ. و شریعتی، ف.، ۱۳۹۵.** بررسی تروفی تالاب امیرکلاهی در استان گیلان با استفاده از شاخص TSI. فصلنامه علمی پژوهشی اکولوژی تالاب. سال ۸، شماره ۳۰، صفحات ۶۳ تا ۷۲.
۱۳. **مخلوق، آ.؛ نصراله‌زاده‌ساروی، ح.؛ پرافکنده، ف.؛ فضلی، ح.؛ میرزایی، ر.؛ حسین‌پور، ح.؛ کیهان‌ثانی، ع. و دوستدار، م.، ۱۳۹۶.** پایش کیفیت آب و پدیده تغذیه‌گرایی دریاچه سد مخزنی آزاد سنندج با استفاده از شاخص کیفیت آب ایران و شاخص غنی‌شدگی کارلسون به‌منظور فعالیت‌های آبی‌پروری. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۲، صفحات ۶۹ تا ۷۸.
۱۴. **موسوی‌ندوشن، ر.؛ فاطمی، م.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و وثوقی، ع.، ۱۳۸۷.** تعیین تروفی و پتانسیل تولید ماهی در دریاچه چغاخور. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲، شماره ۲، صفحات ۷۱ تا ۷۵.
۱۵. **میرزاجانی، ع.؛ 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.
۱۶. **Acquavita, A.; Aleffi, I.F.; Benci, C.; Bettoso, N.; Crevatin, E.; Milani, L.; Tamberlich, F.; Toniatti, L.; Barbieri, P.; Licen, S. and Mattassi, G., 2015.** Annual characterization of the nutrients and trophic state in a Mediterranean coastal lagoon: The Marano and Grado Lagoon (northern Adriatic Sea). *Regional Studies in Marine Science*. Vol. 2, pp: 132-144.
۱۷. **Carlson, R.E., 1977.** A trophic state index of lakes. *Limnol Oceanogr*. Vol. 22, No. 2, pp: 361-369.
۱۸. **Kagalou, I.; Papastergiadou, E.; Beza, P. and Giannouris, E., 2006.** Assessment of the trophic state of Kalodiki wetland, western Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*. Vol. 15, No. 2, pp: 136-140.
۱۹. **Nouri, J.; Mirbagheri, S.A.; Farrokhan, F.; Jaafarzadeh, N. and Alesheikh, A.A., 2010.** Water quality variability and eutrophic state in wet and dry years in wetlands of the semiarid and arid regions. *Environ Earth Sci*. No. 59, pp: 1397-1400.
۲۰. **Olsson, L.; Ye, S.; Yu, X.; Wei, M.; Krauss, K.W. and Brix, H., 2015.** Factors influencing CO2 and CH4 emissions

