بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

ارزیابی شرایط تروفی تالاب چغاخور

پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوم شناسی آبزیان شیلاتی

علی رضا اسماعیلی افق

استاد راهنما

دکتر عیسی ابراهیمی

۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی بوم شناسی آبزیان شیلاتی آقای علی رضا اسماعیلی افق

تحت عنوان

ارزیابی شرایط تروفی تالاب چغاخور

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۳ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر عیسی ابراهیمی
۲- استاد مشاور	دکتر امیدوار فرهادیان
۳- استاد داور	دکتر نوراله میرغفاری
۴- استاد داور	دکتر حسین مرادی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد رضا وهابی

سپاس بیکران خدای مهربان را که توفیق فراگیری علم را به من هدیه نمود. اکنون که دوره کارشناسی ارشدم را به پایان رسانده‌ام بر خود لازم میدانم مراتب سپاس و قدردانی خودم را از تمامی کسانی که مرا در این راه یاری کرده‌اند ابراز نمایم.

به خانواده عزیزم که در تمام مراحل زندگی پیشتیبان من بوده‌اند صمیمانه‌ترین سپاس‌ها را تقدیم می‌کنم.

از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر ابراهیمی که همواره از راهنمایی‌های ارزنده ایشان بهرمند شده و درس‌های زیادی از ایشان آموختم کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر فرهادیان که در طول انجام این پایان نامه از راهنمایهای ایشان استفاده بردم کمال تشکر را دارم. همین طور از جناب آقای مهندس متقی و مهندس اسداله که زحمات زیادی در انجام کارهای نمونه برداری این پایان نامه کشیدند صمیمانه تشکر می‌کنم.

زیباترین آرزوها را دارم برای دوست عزیزم جناب آقای مهندس پژمان فتحی که در تمام مراحل انجام این پایان نامه همراه من بودند. همین‌طور تشکر می‌کنم از دوستان عزیزم آقایان احمد مکبر و جواد معتمدی و سرکار خانم نسترن زمانی که هر کدام در انجام بخش‌هایی از این پایان نامه مرا یاری رساندند.

در پایان از تمامی دوستان عزیزی که توفیق بودن در کنارشان در مقطع کارشناسی ارشد را داشتم صمیمانه سپاس‌گذارم.

علی رضا اسماعیلی

اسفند ۱۳۹۰

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از پژوهش موضوع این
پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان
است.

تقدیم به پدرم، سمبل

پایداری

و

تقدیم به مادرم، سرچشمه

گذشت و محبت

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

فهرست جداول ..... ده

فهرست اشکال ..... یازده

پیوست ..... دوازده

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱ کلیات ۲

۱-۲ روشهای ارزیابی شرایط تروفی ۴

۱-۲-۱ روشهای کیفی ۴

۱-۲-۲ روش های کمّی ۴

۱-۳ اهداف تحقیق ۵

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱ ارزشهای زیست محیطی تالابها ۷

۲-۲ کلیاتی بر تروفی و مفاهیم آن ۸

۲-۳ اثرات بروز یوتریفیکاسیون ۱۱

۲-۴ مکانیسم وقوع فرایند یوتریفیکاسیون ۱۲

۲-۵ ارزیابی یوتریفیکاسیون اکوسیستمهای آبی ۱۳

۲-۵-۱ متغیرهای اکولوژیکی مورد استفاده در ارزیابی یوتریفیکاسیون ۱۴

۲-۶ آنالیزهای مورد استفاده در فرایند یوتریفیکاسیون ۲۰

۲-۷ انواع روشهای مورد استفاده در آنالیز داده‌های مربوط به ارزیابی یوتریفیکاسیون ۲۱

۲-۷-۱- شاخصهای اکولوژیکی ۲۱

۲-۸ فیتوپلانکتونها به عنوان شاخص وضعیت تروفی ۲۶

۲-۹ مروری بر مطالعات انجام شده ۲۷

فصل سوم: مواد و روشها

۳-۱ معرفی تالاب چغاخور ۲۹

۳-۲ هدف و مشخصات سد احداثی در حوزه آبریز تالاب چغاخور ۲۹

۳-۲-۱ هدف ۲۹

۳-۳ انتخاب ایستگاه های نمونه برداری ۳۰

۳-۴ زمان نمونه برداری ۳۳

۳-۵ روش نمونه برداری ۳۳

۳-۵-۱ نمونه برداری آب ۳۳
۳-۶ اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ۳۳
۳-۷ اندازه گیری میزان کلروفیل a ۳۴
۳-۸ شناسایی و تعیین درصد پوشش ماکروفیتها ۳۵
۳-۹ شناسایی و تعیین تراکم فیتوپلانکتونها ۳۵
۳-۱۰ تجزیه و تحلیل آماری ۳۷
فصل چهارم: نتایج و بحث
۴-۱ شرایط لیمنولوژیک تالاب چغاخور در فصول مختلف ۳۸
۴-۱-۱ پارامترهای فیزیکوشیمیایی ۳۸
۴-۱-۲ غلظت عناصر مغذی ۴۹
۴-۱-۳ پارامترهای بیولوژیکی ۵۵
۴-۲ طبقه بندی تالاب چغاخور از نظر تروفی ۶۱
۴-۲-۱ محاسبه ی شاخص وضعیت تروفی TSI ۶۱
۴-۲-۲ محاسبه ی شاخص TRIX ۶۳
۴-۳ شناسایی و تعیین تراکم فیتوپلانکتونها ۶۵
۴-۳-۱ توالی فصلی جوامع فیتوپلانکتونی در تالاب چغاخور ۶۸
۴-۴ شاخصهای تنوع ۷۲
۴-۵ نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱ مقادیر شاخص EI و وضعیت تروفی مطابق با آن ۲۴
جدول ۳-۱ مشخصات سد چغاخور ۳۰
جدول ۳-۲ موقعیت جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری روی نقشه ۳۱
جدول ۴-۱ آنالیز واریانس اثر فصل بر پارامترهای کیفی آب در تالاب چغاخور ۳۹
جدول ۴-۲ آنالیز واریانس اثر ایستگاههای مختلف نمونه برداری بر پارامترهای کیفی آب در تالاب چغاخور. ۴۱
جدول ۴-۳ مقایسه میانگین عددی فسفر کل و ارتوفسفات در طول فصول مختلف (میانگین ± انحراف معیار) ۵۰
جدول ۴-۴ ضریب همبستگی پیرسون (r) برای فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مختلف آب در طی فصول مختلف (** در سطح ۱ درصد معنی دار میباشد.، * در سطح ۵ درصد معنی دار میباشد)..... ۵۱
جدول ۴-۵ مقایسه میانگین عددی تغییرات آمونیوم، نیتریت، نیترات و نیتروژن موجود در ترکیبات آلی (TKN)طول فصول مختلف سال ۱۳۸۹ (میانگین ± انحراف معیار) ۵۳
جدول ۴-۶ جدول ضرایب رگرسیون بین کلروفیل a با عمق روئیت سکشی دیسک و فسفر کل ۵۶
جدول ۴-۷ ضریب همبستگی پیرسون (r) برای غلظت کلروفیل a و فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب در طی فصول مختلف ۵۶
جدول ۴-۸ گیاهان شناسایی شده در حاشیه تالاب ۵۸
جدول ۴-۹ گیاهان برگ شناور و غوطه ور شناسایی شده در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۵۸
جدول ۴-۱۰ طبقه بندی تالاب چغاخور از نظر شرایط تروفی بر اساس طبقه بندی OECD در سال ۱۹۹۲..... ۶۱
جدول ۴-۱۱ همبستگی کلروفیل a با دمای آب، درصد پوشش گیاهی و فسفر در طی فصول مختلف ۶۳
جدول ۴-۱۲ رابطه ی بین مقادیر محاسبه شده شاخص وضعیت تروفی (TSI) بر اساس پارامترهای مختلف و تفسیر آنها[۱۷] ۶۳
جدول ۴-۱۳ طبقه بندی وضعیت تروفی بر اساس شاخص TRIX [۲۲]. ۶۴
جدول ۴-۱۴ مجموع تاکسونهای فیتوپلانکتونی شناسایی شده در طی فصول مختلف در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۶۶
جدول ۴-۱۶ ضریب همبستگی پیرسون بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و میزان تراکم فیتوپلانکتونی در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹..... ۷۲

فهرست اشکال ونمودارها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱ نقشه تالاب چغاخور ۳۲
شکل ۳-۲ چمبر سدویک (الف) و روش شمارش آن (ب) ۳۶

نمودار ۴-۱ تغییرات دمای آب در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۳
نمودار ۴-۲ تغییرات اکسیژن محلول در آب لایه سطحی و لایه عمقی در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۳
نمودار ۴-۳ نوسانات عمق آب در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۵
نمودار ۴-۴ تغییرات دمای آب لایه سطحی و لایه عمقی در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۶
نمودار ۴-۵ تغییرات اکسیژن محلول آب لایه سطحی و لایه عمقی در طی شبانه روز در تالاب چغاخور در اواخر تابستان ۸۹ ..... ۴۷
نمودار ۴-۶ تغییرات دمای آب لایه سطحی و لایه عمقی در طی شبانه روز در تالاب چغاخور در اواخر تابستان ۸۹ ..... ۴۷
نمودار ۴-۷ تغییرات pH آب در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۸
نمودار ۴-۸ تغییرات قلیائیت آب در تالاب چغاخور در سال ۱۳۸۹ ..... ۴۹
نمودار ۴-۹ روند تغییرات فسفر کل و ارتوفسفات در طی سال ۱۳۸۹ در تالاب چغاخور ۵۰
نمودار ۴-۱۰ تغییرات فصلی نیترات، نیتریت و آمونیوم (میلی گرم بر لیتر) در طی سال ۱۳۸۹ ..... ۵۲
نمودار ۴-۱۱ تغییرات فصلی نیتروژن آلی (TKN)، نیتروژن غیر آلی (DIN) و نیتروژن کل (TN) در مراحل نمونه برداری در طی سال ۱۳۸۹ ..... ۵۳
نمودار ۴-۱۲ نسبت TN:TP در طی فصول مختلف در تالاب چغاخور (سال ۱۳۸۹) ۵۴
نمودار ۴-۱۳ روند تغییرات کلروفیل a در طی سال ۱۳۸۹ در تالاب چغاخور ۵۵
نمودار ۴-۱۴ میزان همبستگی کلروفیل a با فسفر کل در فصل مختلف سال ۱۳۸۹ (الف: بهار؛ ب: تابستان؛ ج: پاییز؛ د:زمستان؛ ح: کل سال) ۵۷
نمودار ۴-۱۵ روند تغییرات درصد پوشش گیاهی در طی سال ۱۳۸۹ در تالاب چغاخور ۶۰
نمودار ۴-۱۶ مقادیر محاسبه شده برای شاخص TSI بر اساس پارامترهای فسفر کل، عمق روئیت سشی دیسک و کلروفیل a ۶۲
نمودار ۴-۱۷ میزان شاخص TRIX در فصول مختلف سال ۱۳۸۹ در تالاب چغاخور ۶۴
نمودار ۴-۱۸ میانگین فراوانی شاخه های مختلف فیتوپلانکتونی در طی فصول مختلف (الف: بهار، ب: تابستان، پ: پاییز، ت: زمستان، ح: کل سال). ۷۰
نمودار ۴-۱۹ تغییرات سالیانه تراکم شاخه های غالب فیتوپلانکتونی در تالاب چغاخور (الف: Chlorophyta ب: Bacillariophyta) ۷۱
نمودار ۴-۲۰ تغییرات سالیانه شاخص مارگالف در تالاب چغاخور ۷۳

پیوست

پیوست ۱ طبقه بندی کلی حالت‌های تروفی (اصلاح شده توسط OECD در سال ۱۹۹۲).

چکیده

تالاب‌ها با عنوان «کلیه‌ی زمین» شناخته شده‌اند و دارای وظایف مختلف اکولوژیکی، محیطی و تولیدی در جنبه‌های کنترل سیلاب‌ها، تنظیم وضعیت آب و هوا، کنترل آلودگی‌ها، کاهش فرسایش خاک، چشم‌انداز و حفظ تنوع ژنتیکی و تولید هستند. یوتریفیکاسیون به معنای افزایش تولید اولیه در اکوسیستم‌های آبی به دلیل افزایش بیش از حد مواد مغذی است. وقوع یوتریفیکاسیون سبب کاهش کیفیت آب و وقوع مکرر شکوفایی جلبکی می‌شود. از سوی دیگر وقوع یوتریفیکاسیون تاثیر تعیین کننده‌ای بر تنوع زیستی دارد. با توسعه کشاورزی و افزایش استفاده از کودهای شیمیایی و همچنین با افزایش ورود فاضلاب‌ها به اکوسیستم‌های آبی، بررسی وضعیت تروفی و احتمال وقوع یوتریفیکاسیون در اکوسیستم‌های آبی کشور ضروری به نظر می‌رسد. تالاب چغاخور به دلیل قرار گرفتن در منطقه مرکزی ایران و دارا بودن تنوع زیستی گیاهی و جانوری بالا از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت تروفی و همین‌طور روند تغییرات آن در طی فصول مختلف سال در تالاب چغاخور بود. نمونه برداری از اردیبهشت تا اسفند ۱۳۸۹ در ۸ مرحله به فاصله زمانی هر ۴۵ روز یکبار در ۴ فصل انجام شد. به منظور بررسی وضعیت تروفی در تالاب چغاخور پارامترهای فیزیکوشیمیایی (دما، اکسیژن محلول، **pH**، قلیائیت، عمق، عمق روئیت سشی دیسک و میزان مواد مغذی) و همچنین پارامترهای بیولوژیکی آب (میزان کلروفیل **a** و درصد پوشش گیاهی) اندازه گیری شد. از سوی دیگر شناسایی وتعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها به منظور بررسی تاثیر تغییرات تروفی بر ترکیب، تنوع و تراکم فیتوپلانکتون‌ها در طی فصول مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین پارامترهای کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف وجود ندارد **($p>0.05$)**. با توجه به میزان شاخص **Redfield** و ضریب همبستگی مثبت بالا بین فسفر کل و میزان کلروفیل **a**، فسفر به عنوان عامل محدود کننده‌ی تولید در این اکوسیستم می‌باشد. با توجه به عمق کم، این تالاب در دسته اکوسیستم‌های آبی کم عمق قرار می‌گیرد. از سوی دیگر با توجه به میزان همبستگی بین پارامترهای کیفی آب با میزان کلروفیل **a**، پارامترهای عمق آب، دما، درصد پوشش گیاهی و وقوع لایه بندی حرارتی به عنوان مهم‌ترین پارامترهای تاثیر گذار بر میزان تغییرات تروفی در این تالاب تعیین شدند. برای تعیین وضعیت تروفی از طبقه بندی ارائه شده توسط **OECD** برای دریاچه‌ها در سال ۱۹۹۲ و شاخص‌های **TSI** و **TRIX** استفاده شد. بر مبنای شاخص **TSI** و طبقه بندی **OECD**، تالاب چغاخور در کل سال در وضعیت یوتروف قرار داشت. نتایج نشان داد که شاخص **TRIX**، شاخص مناسبی برای بررسی وضعیت تروفی در این تالاب نمی‌باشد. شناسایی و تعیین تراکم جمعیت‌های فیتوپلانکتونی نشان داد که در تالاب چغاخور شاخه‌ی جلبک‌های سبز **(Chlorophta)** در تمام طول سال از نظر تراکم غالب بود ولی از نظر تنوع شاخه‌ی دیاتومه‌ها **(Bacillariophyta)** در تمام طول سال شاخه غالب بود. از سوی دیگر تغییرات شاخص مارگالف در طی فصول مختلف نشان داد که تنوع جمعیت‌های فیتوپلانکتونی در تالاب چغاخور شاخص مناسبی از تغییرات وضعیت تروفی نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: تالاب چغاخور، یوتریفیکاسیون، شاخص **TSI**، شاخص **TRIX**، شاخص **Redfield**، وضعیت تروفی

فصل اول
مقدمه

۱-۱ کلیات

تالاب‌ها از جمله اکوسیستم‌هایی هستند که نقش مهمی در حفاظت آب، تنوع زیستی و حذف مواد آلاینده از محیط بازی می‌کنند. تالاب‌ها زیست بوم‌هایی هستند که در آنها آب فاکتور اصلی تاثیرگذار بر محیط و جوامع گیاهی و جانوری است. تالاب ها در نواحی به وجود می‌آیند که سطح آب‌های زیر زمینی نزدیک به سطح زمین بوده و یا زمین با آب‌های سطحی کم عمق پوشیده شده باشد. کنوانسیون رامسر انواع تالاب‌ها را به ۴۲ گروه تقسیم کرده که در سه دسته کلی جای می‌گیرند: تالاب‌های ساحلی، تالاب‌های آب‌های داخلی و تالاب‌های بشر ساخت[۱۰۱].

تالاب‌ها در سرتاسر زمین، از اکوسیستم‌های تندرا گرفته تا اکوسیستم‌های گرمسیری وجود دارند. بر طبق گزارش مرکز مونیتورینگ و حفاظت جهانی «UNEP» مساحت تالاب‌های جهان ۵۷۰ میلیون هکتار (۵/۷ میلیون کیلومتر مربع) است که تقریبا ۶ درصد از مساحت کره زمین را می‌پوشاند[۱۲۸]. ۲ درصد از مساحت تالاب‌ها را دریاچه‌ها، ۳۰ درصد سیاه آب‌ها[1] ، ۲۶ درصد مرداب‌ها[2]، ۲۰ درصد باتلاق‌ها[3] و ۱۵ درصد ازآن را دشت های سیلابی [4]تشکیل می‌دهد[84].

[1] bogs
[2] fens
[3] Swamps
[4] Flood Plains

نیاز به حفاظت از تالاب‌ها سبب شد جامعه‌ی بین المللی کنوانسیون رامسر را در سال ۱۹۷۱ در حفاظت از تالاب‌ها تشکیل دهند. این کنوانسیون به عنوان مهم‌ترین و تنها کنوانسیون ناظر بر حفاظت از تالاب‌ها، همه‌ی کشورهای عضو از جمله ایران را ملزم به استفاده‌ی معقول از تالاب‌ها می‌نماید. طبق تعریف کنوانسیون رامسر تالاب‌ها عبارتند از « مناطقی پوشیده از مرداب، باتلاق، لجن زار یا آبگیرهای طبیعی و مصنوعی اعم از دائمی یا موقت که در آن آب‌های شور یا شیرین به صورت راکد یا جاری یافت می‌شود؛ از جمله آبگیرهای دریایی که عمق آنها در پایین‌ترین حد جذر از شش متر تجاوز نکند»[۱۰۱]. تالاب‌ها اکوسیستم‌های با ارزشی هستند که در بین اکوسیستم‌های طبیعی از کارکردهای بسیار متنوعی برخوردارند و علاوه بر حفاظت از تنوع زیستی، دارای ارزش‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی متعدد دیگری نیز می‌باشند. تالاب‌ها میزان اضافی عناصر مغذی، رسوبات و سایر انواع آلودگی‌ها را قبل از رسیدن به دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و دیگر اکوسیستم‌های آبی دریافت و حذف می‌کند، علاوه بر این، آنها سیلاب‌ها را کنترل کرده و زیستگاه هزاران گونه گیاهی و جانوری می باشند. دانستن این موضوع که ۵۰ درصد از تالاب‌های سطح جهان اکنون تخریب گردیده به این معنی است که ما یک منبع مهم کنترل آلودگی‌ها وسیلاب‌ها و بخش اعظم یک زیستگاه مناسب را از دست داده‌ایم.

تالاب‌ها با خطرات زیادی مواجه هستند. بیشتر این تهدیدات به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی است. یکی از نتایج افزایش فعالیت‌های انسانی افزایش ورود مواد مغذی به اکوسیستم‌های آبی است که سبب بروز یوتریفیکاسیون شود. یوتریفیکاسیون توسط آژانس محیطی امریکا[۵] به صورت زیر تعریف شده است: افزایش در میزان فراهم آوردن مواد آلی در یک اکوسیستم که به میزان زیادی به افزایش مواد مغذی وابسته بوده و سبب افزایش تولیدات اولیه در اکوسیستم می‌شود[34]. مطابق با یک تئوری، یوتریفیکاسیون طبیعی دریاچه‌ها، نتیجه پیر شدن اکوسیستم دریاچه بوده و در طی آن یک دریاچه عمیق الیگوتروف برای تبدیل شدن به یک دریاچه کم عمق یوتروف و در نهایت از بین رفتن دریاچه بر اثر تجمع رسوبات نیاز به صدها تا هزاران سال زمان دارد. برخلاف آن، یوتریفیکاسیون حاصل از فعالیت های انسانی [۶] تعداد زیادی از پیکره های آبی را در مدت زمان کوتاهی تحت تاثیر قرار می‌دهد.

امروزه یوتریفیکاسیون به عنوان یک مشکل جهانی شناخته شده است. به خصوص در دهه‌های اخیر که وقوع آن سبب کاهش کیفیت آب در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است. کاهش کیفیت آب منجر به بروز مشکلات جدی از قبیل تخریب پایداری اکولوژیکی و عدم استفاده صحیح از اکوسیستم‌ها شده است. بر اساس مطالعات انجام شده فعالیت های انسانی میزان نیتروژن موجود در محیط را به بیش از دو برابر افزایش داده است. بروز یوتریفیکاسیون باعث وقوع مکرر شکوفایی جلبک‌هایی می‌شود که معمولا برای مصرف کنندگان در زنجیره غذایی ناخوشایند و سمی بوده و ممکن است وقوع شکوفایی جلبکی، سبب تغییراتی در زنجیره‌ی غذایی شود. از سوی دیگر وقوع یوتریفیکاسیون تاثیر تعیین کننده‌ای بر تنوع زیستی و صنعت ماهیگیری دارد.

---

[۵] European Environmental Agency

[6] Anthropogenic eutrophiction

یوتریفیکاسیون اولین بار به عنوان یک مشکل در آب های شیرین مطرح شد و در ادامه به صورت یک مشکل جدی در آب های شیرین اروپا مطرح شد. کنترل یوتریفیکاسیون در دریاچه‌ها مسئله ساده ای نیست. اگرچه یک توافق کلی در این مورد وجود دارد که یوتریفیکاسیون حاصل افزایش ورود مواد مغذی از بخش‌های کشاورزی، صنعت و شهری شدن است. ولی نظرات مختلفی در مورد نحوه ی کنترل آن وجود دارد. از جمله این نظرات می-توان به جلوگیری از ورود مواد مغذی به اکوسیستم‌های آبی از طریق تصفیه فاضلاب‌ها اشاره کرد.

۱-۲ روش‌های ارزیابی شرایط تروفی

۱-۲-۱ روش‌های کیفی

رد پای سیستم کلاسیک طبقه بندی دریاچه‌ها از نظر تروفی را می‌توان در آثار August Thienemann دید. او دریاچه‌ها را از نظر شرایط تروفی بر اساس ترکیب رسوبات دریاچه و فون بنتیک به سه دسته الیگوتروف (تروفی پایین)، یوتروف (تروفی بالا) و دیستروف (دریاچه های با خصوصیات باطلاقی، دارای آب‌های رنگی به دلیل حضور مواد آلی حاصل از تجزیه مواد گیاهی) تقسیم بندی کرد[۵۴].

۱-۲-۲ روش های کمّی

به دلیل مشکلاتی که در استفاده از طبقه‌بندی کیفی برای بیان شرایط تروفی دریاچه از قبیل الیگوتروف، مزوتروف و یوتروف وجود داشت همچنین به علت ناتوانی طبقه بندی کیفی در توضیح تغییرات مداوم شرایط تروفی دریاچه‌ها و مطالعه کمّی فرایند یوتریفیکاسیون، در دهه ۱۹۶۰ و ۷۰ تلاش‌هایی برای بررسی کمّی شرایط تروفی دریاچه‌ها انجام شد. شاخص‌های اکولوژیکی که تاکنون برای طبقه بندی دریاچه‌ها از نظر تروفی استفاده شده است را می‌توان به چهار دسته شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و system level تقسیم بندی کرد[۵۴]. این چهار دسته شاخص به تنهایی به صورت شاخص‌های تروفی تک متغیره یا به صورت همزمان به صورت شاخص‌های چند متغیره استفاده شده‌اند.

الف) شاخص‌های کمّی تک متغیره

شاخص‌های تک متغیره را می توان به دو دسته زیستی و غیر زیستی تقسیم کرد. در بین پارامترهای غیر زیستی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی ، مواد مغذی (فسفات و نیترات)، تقاضای اکسیژنی بیولوژیکی[۷] و تقاضای اکسیژنی

[7] Biological Oxygen Demend

شیمیایی[8] و شفافیت معمولا برای ارزیابی سطح تروفی استفاده می‌شود. همچنین پارامترهای زیستی که اغلب برای ارزیابی شرایط تروفی دریاچه‌ها بکار می‌رود؛ میزان حساسیت ارگانیسم‌های آبزی، به ویژه جلبک‌ها و بی مهرگان بزرگ آبزی را نسبت به فرایند یوتریفیکاسیون نشان می‌دهند. فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های جاری و ساکن ابزار محیطی مناسبی برای تخمین سطوح مختلف تروفی هستند. بجز میزان غلظت کلروفیل a، انواع گونه‌های فیتوپلانکتونی، تعداد سلول‌های فیتوپلانکتونی و بیومس آنها، برخی شاخص‌ها از قبیل شانون[9]، منهینک[10]، مارگالف[11]، سیمپسون[12] و هارلبرت[13] نیز معمولا برای ارزیابی شرایط تروفی محیط‌های آبی استفاده می‌شوند[۵۴]. همانند فیتوپلانکتون‌ها، شاخص‌های زئوپلانکتونی نیز برای طبقه‌بندی دریاچه‌ها از نظر تروفی گسترش یافته‌اند. برای مثال، اندازه جوامع زئوپلانکتونی، ساختار، فراوانی و بیومس میکرو و ماکروزئوپلانکتون‌ها و تغییر در جوامع روتیفرها نیز برای طبقه بندی شرایط تروفی دریاچه‌ها بکار برده شده است [۵۴].

ب) شاخص‌های کمّی چند متغیره

امروزه استفاده از شاخص‌های کمی تک متغیره محدود شده است. علت این امر این است که پارامترهای شرایط تروفی تک متغیره ممکن است سبب قضاوت‌های موضوعی شده یا این که از نظر مکانی دارای محدودیت باشند. مناسب‌ترین راه برای ارزیابی شرایط تروفی پیکره‌های آبی استفاده از شاخص‌های کمّی چند متغیره است. طبیعت چند بعدی پدیده یوتریفیکاسیون بدین معنی است که استفاده از یک متغیر نمی‌تواند نشان دهنده شرایط تروفی یک محیط آبی باشد. تعداد زیادی از شاخص‌های تروفی قوی با استفاده از دیدگاه چند متغیره توسط دانشمندان مختلف پیشنهاد شده است. کارلسون[14] (۱۹۷۷) یک مقیاس ۱۰۰-۰ پیشنهاد کرد که یک طبقه بندی کمّی پیوسته برای شرایط تروفی دریاچه فراهم کرده و یک پایه مستحکم برای مطالعه کمّی فرایند یوتریفیکاسیون مهیا می‌کند [۵۴]. این معیار به طور موثری طبقه‌بندی موضوعی که با استفاده از واژه‌های الیگوتروف، مزوتروف و یوتروف به عنوان شاخص تشریح می‌شد را حذف می‌کند.

۱-۳ اهداف تحقیق

اهداف اصلی این تحقیق را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱- ارزیابی وضعیت کلی تروفی تالاب بین المللی چغاخور با استفاده از شاخص‌های مختلف

۲- انتخاب شاخص متناسب با شرایط اکوسیستم‌های آبی منطقه برای ارزیابی شرایط تروفی

---

[8] Chemical Oxygen Demend
[9] Shannon's
[10] Menhinick's
[11] Margalef's
[12] Simpson's
[13] Hurlbert's
[14] Carlson

۳- مقایسه شرایط تروفی بین فصول مختلف

۴- مشخص کردن عامل اصلی افزایش تروفی در تالاب چغاخور

فصل دوم
بررسی منابع

۲-۱ ارزش‌های زیست محیطی تالاب‌ها

عناصر زنده و غیر زنده مهمترین بخش‌های یک اکوسیستم آبی را تشکیل می‌دهند. در حقیقت ماهیت اکوسیستم براساس کنش متقابل این عناصر با یکدیگرشکل می گیرد.

عناصر زنده تشکیل دهنده یک تالاب در سطوح مختلف تروفی قرار دارند. عناصر زنده در ارتباط مستقیم و تنگاتنگ با عناصر غیر زنده می‌باشند که شرایط زیست را جهت عناصر زنده مهیا می‌سازند. عناصر غیر زنده شامل مواد مغذی و غیر مغذی مختلفی است که از حوزه آبخیز تالاب توسط رودخانه‌ها وارد آن می‌شود. بخشی از این مواد نیز در نتیجه تجزیه بیولوژیک باقیمانده‌های گیاهی و جانوری در داخل تالاب تولید می گردد. مواد غیر زنده شامل ترکیباتی نظیر فسفات‌ها، ترکیبات ازته، کلسیم، منیزیم، سدیم، سولفات‌ها، دی اکسید کربن، اکسیژن محلول و نیز ویژگی‌های فیزیکی نظیر دما، مواد معلق، نور و رسوبات می‌باشد.

تالاب‌ها، که به طور کلی شامل آب، خاک، پوشش گیاهی و میکروارگانیسم‌ها می‌باشند از نظر حفظ تنوع زیستی در میان اکوسیستم‌های آبی اهمیت زیادی دارند[74]. تالاب‌ها یکی از پرتولیدترین اکوسیستم‌های کره زمین می‌باشند. زندگی انواع زیادی از گونه‌های گیاهی و جانوری وابسته به تالاب‌ها بوده و همین طور تالاب‌ها آب و مواد غذایی اولیه را برای پرندگان، پستانداران، خزندگان، دوزیستان، ماهیان و بی‌مهره‌گان فراهم می کنند. علاوه براین تالاب‌ها به عنوان ذخیره‌گاه ژنتیکی گونه‌های گیاهی مطرح هستند. برای مثال گیاه برنج که یک گونه معمول در تالاب‌ها است غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت بشر را تشکیل می‌دهد. مطالعات جهانی بر روی تالاب‌ها بیشتر بر روی اکولوژی، تنوع زیستی و حفاظت [140]، بهبود کیفیت آب [130]، چرخش مواد (چرخش

بیوشیمیایی) و حفاظت محیط [76, 117] تمرکز دارد. یافته‌های زیادی در موضوعات ذکر شده انتشار یافته است. علاوه بر این سیر گرایش مطالعات بر روی تالاب‌ها نیز در سرتاسر جهان توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته است[15, 66, 74, 144]. این مطالعات نقش اکوسیستم‌های تالابی در زیست کره و همین‌طور اهمیت آنها برای بشر را بیش از گذشته آشکار کرده و باعث افزایش تلاش برای حفاظت از اکوسیستم‌های تالابی و همینطور بازسازی اکوسیستم‌های تالابی تخریب شده، گردیده است.

۲-۲ کلیاتی بر تروفی و مفاهیم آن

واژه تروفی از کلمه یونانی trophe~ گرفته شده که به معنی تغذیه یا وابسته به مواد مغذی یا متصل به منبع تغذیه است[۵۴]. اصطلاحات اکولوژیکی مختلفی از واژه اولیه trophy مشتق شده که می‌توان به سطوح تروفی[1]، شبکه تروفی[2]، ساختار تروفی [3]،حالت تروفی[4] و شاخص تروفی [5]اشاره کرد. از سوی دیگر کلمه‌های الیگو [6]، مزو [7]، یو [8] و هایپر [9]که اغلب به عنوان پیشوند به واژه trophy اضافه می‌شوند به ترتیب معادل با کمیاب، متوسط، فراوان و بیش از حد، هستند. بنابراین اصطلاحات الیگوتروف، مزوتروف ، یوتروف و هایپرتورف توسط بیولوژیست‌ها برای توصیف حالت‌های مختلف تولید در اکوسیستم‌های آب شیرین و شور به کار می‌رود.

واژه‌های یوتروفیک، مزوتروفیک و اولیگوتروفیک اولین بار برای توضیح افزایش رشد گیاهان ناشی از ورود مواد مغذی در باتلاق‌های [10]آلمان استفاده شد[136]. این اصطلاحات اولین بار توسط نومان[11] (۱۹۱۹) در لیمنولوژی استفاده گردید. نومان یک سیستم طبقه‌بندی براساس تولیدات گیاهی و فراهم بودن مواد مغذی ارائه کرد[47]. نومان (۱۹۲۹) سیستم طبقه بندی جدیدی برای دریاچه‌ها ارائه کرد. در این سیستم طبقه‌بندی دریاچه‌ها براساس میزان تولیدات آلی توسط فیتوپلانکتون‌ها و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی اصلی طبقه‌بندی شدند[137]. در این طبقه‌بندی دریاچه‌ها به انواع الیگوتروفیک، یوتروفیک، اسیدوتروفیک، آلکالوتروفیک، آرگیلوتروفیک، سیدوتروفیک و دیستروفیک تقسیم بندی شدند. بعدا این طبقه بندی نیز اصلاح شد و انواع دریاچه‌ها بر اساس میزان فسفر ورودی و تراکم جلبک‌ها به انواع اولترا الیگوتروفیک، الیگوتروفیک، مزوتروفیک، یوتروفیک و هایپریوتروفیک تقسیم بندی شدند [84].

---

[1] Trophic Level
[2] Trophic net
[3] Trophic structure
[4] Trophic state
[5] Trophic index
[6] Oligo
[7] Meso
[8] Eu
[9] Hyper
[10] Swamp
[11] Naumann

نومان (۱۹۱۹) برای اولین بار یوتریفیکاسیون دریاچه‌ها را به صورت افزایش مواد مغذی در دریاچه، به خصوص فسفر و نیتروژن تعریف کرد[47]. بعدها اصطلاح یوتریفیکاسیون به معنای گسترده‌تری بکار رفت و شامل «هر و یا همه مواد مغذی» شد. به هر حال همه‌ی این تعاریف به دریاچه‌ها اختصاص داده شده است و هنگامی که میزان دانسته‌ها از فرایند یوتریفیکاسیون در دریاها افزایش یافت در تعریف یوتریفیکاسیون اصلاحاتی انجام شد. استیل[12] (۱۹۷۴) یوتریفیکاسیون را چنین تعریف کرد: «افزایش نرخ رشد جلبک‌ها در نتیجه افزایش مواد مغذی، بلافاصله پس از ورود مواد مغذی»[۱۱۵]. ولن ویدر [13](۱۹۹۲) تعریف جامع‌تری برای یوتریفیکاسیون ارائه داد: «یوتریفیکاسیون- که در مفهوم جامع خود برای هر دو اکوسیستم آب شیرین و شور به‌کار برده می‌شود- فرایند غنی شدن آب‌ها توسط مواد مغذی گیاهی به ویژه نیتروژن و فسفر است که تولیدات اولیه محیط آبی را افزایش می‌دهد و بروز آن منجر به بروز شکوفایی‌های جلبکی و افزایش رشد گیاهان غوطه‌ور و شناور می‌شود»[۱۳۳].

تعریف دیگری توسط گرای[14] (۱۹۹۲) ارائه شد که اثرات ترکیبات سمی وارد شده به اکوسیستم را مستثنا می‌کند: «یوتریفیکاسیون زمانی رخ می‌دهد که مواد مغذی اضافه شده به اکوسیستم غیر سمی بوده و نور کافی برای افزایش رشد اتوتروف‌ها و همینطور افزایش رشد هتروتروف‌ها مهیا باشد»[۴۳].

یک تعریف مختصر و ساده نیز توسط نیکسون[15] (۱۹۹۵) ارائه شد که بر اساس آن «یوتریفیکاسیون عبارت است از افزایش نرخ فراهم شدن مواد آلی در یک اکوسیستم ». این تعریف کنش‌های عوامل مختلف تاثیر گذار بر یوتریفیکاسیون را ذکر نکرده و محدود به فرایند اصلی، که تولید بیومس است، می‌باشد و بیشتر بر روی یوتریفیکاسیون به عنوان یک فرایند تاکید دارد[۸۲]. افزایش ورود مواد مغذی همیشه منجر به اثر مستقیم بر تولیدات اولیه نمی‌شود زیرا که این مواد به صورت بخشی از یک موجود زنده یا مواد آلی غیرزنده از جاهای مختلف وارد اکوسیستم می‌شود. ورود مواد مغذی علاوه بر افزایش تولیدات اولیه اثرات غیر مستقیمی از قبیل تخلیه اکسیژنی، تغییر در ترکیب و روابط بین گونه‌ای را نیز سبب می‌شود. تعریف نیکسون این را لحاظ نکرده که نیتروژن و فسفر که عوامل محدود کننده تولید هستند می‌توانند چندین بار در ارتباط با تثبیت کربن چرخش داشته باشند. نکته مهم دیگر این است که پایش میزان تولیدات اولیه نسبتا گران بوده [83] و بنابراین میزان داده‌ها جمع آوری شده کاهش می‌یابد.

تعدادی از تعریف‌های ارائه شده برای یوتریفیکاسیون که توسط مجامع بین‌المللی ارائه شده است بیشتر بر جنبه‌های کاربردی تاکید دارند.

---

[12] Steele
[13] Vollenweider
[14] Gray
[15] Nixon