بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

ارزیابی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص‌های کیفی و زیستی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی

پژمان فتحی چقاسیاهی

استاد راهنما

دکتر عیسی ابراهیمی

۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی آقای پژمان فتحی چقاسیاهی

تحت عنوان

ارزیابی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص‌های کیفی و زیستی

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

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر عیسی ابراهیمی
۲- استاد مشاور	دکتر نوراله میرغفاری
۳- استاد داور	دکتر یزدان کیوانی
۴- استاد داور	دکتر حسین مرادی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد رضا وهابی

تشکر و سپاس

حمد و سپاس خدایی که انسان را آفرید و به او قدرت تفکر، تعقل و شوق آموختن عطا نمود، خدایا، اکنون از تو مسئلت دارم که علمم را سبب تعالی روحم قرار دهی و مرا مددی دهی تا در راه تو موجب تعالی جامعه خود باشم. تو را شکر گذارم که تجلی وجودت در دو گوهر گرانمایه زندگی ام، پدرم که اسطوره ایثار بود و مادرم که اسوه عشق است و فداکاری، برایم بزرگترین نعمت بود. ایشان در راه زندگی و علم، همواره راه گشا و مشوق من بوده اند، و من در برابر دریای محبت شان سر تعظیم فرود می‌آورم و هزاران بار دستان پر مهرشان را می‌بوسم و صمیمانه سپاسگزارشان هستم.

خدایا کمکم کن و توفیقم ده که بتوانم شکر گذار کسانی باشم که مشقت سالیان تحصیل من بر دوش آن‌ها بود، برادران عزیزم که همواره یار من و دلگرمی شان در برابر ناملایمات زندگی همراه من بوده و پله های نردبان موفقیتم بودند، از ایشان کمال تشکر را دارم.

از همسر عزیزم که با صبر و بردباری در طول انجام این پایان نامه، علاوه بر تحمل شرایط دشوار، همواره باعث دلگرمی اینجانب بوده و همچنین از خانواده محترم ایشان قدردانی می‌نمایم.

از تمام کسانی که در این راه یاریم کردند و آنان که علم خود را در اختیار من گذاشتند، از استاد راهنمای بزرگوار و اجمندم جناب آقای دکتر ابراهیمی، به خاطر رهنمودهای ارزنده، تلاش های پیگیر، پشتیبانی ها و حمایت های همه جانبه شان در طول انجام این پژوهش که شایسته قدر دانی بوده و شاگردی ایشان فرصتی بی نظیر و ارزشمند برای آموختن بود و درس اخلاق و زندگی نیز به من دادند، بی نهایت سپاسگذارم. از جناب آقای دکتر میر غفاری استاد مشاور عزیزم به خاطر مشاوره‌های ارزنده، زحمات و مساعدت هایشان در انجام این پژوهش سپاسگذارم. از آقایان دکتر کیوانی و دکتر مرادی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را پذیرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از همکاری صمیمانه کارشناسان محترم گروه شیلات، آقایان مهندس ابراهیم متقی و مهندس سعید اسداله و سرکار خانم مهندس رجایی و همچنین کارشناس محترم گروه محیط زیست، آقای مهندس رضوانی به خاطر زحمات زیادشان کمال تشکر را دارم. از همکاری مدیریت و پرسنل محترم محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری بخصوص شهرستان بروجن و محیط بانان محترم تالاب چغاخور تشکر و قدر دانی می نمایم.

از تمام دوستان و همکلاسی‌های عزیزم که لحظات پربار و ارزشمندی در کنارشان سپری شد، آنان که بودنشان در صفحات زندگی‌ام ثبت گشته و فراموش نشدنی خواهند بود، بی‌نهایت سپاسگزارم، علی‌الخصوص دوست خوبم جناب آقای مهندس علیرضا اسماعیلی که در لحظه به لحظه انجام این پروژه در کنار من بوده و در تمامی مراحل انجام این کار حضور داشتند.

پژمان فتحی

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم

تقدیم به روح پاک پدرم، که چشمانش صلابتی داشت بی‌همتا، آنکه عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم. نمی دانم از بزرگی‌اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت، مهربانی و استواریش که مانند کوه بود. ای پدر از تو هر چه می گویم باز هم کم می‌آورم. خورشیدی شدی و از روشنایی‌ات جان گرفتم و در نا امیدی‌ها نازم راکشیدی و لبریزم کردی از شوق، اکنون حاصل دستان خسته‌ات رمز موفقیتم شد و به خودم تبریک می‌گویم که تو را داشتم و دنیا با همه بزرگیش مثل تو را نداشت.

تقدیم به مادرم به زلالی چشمه، روح مهربان هستی‌ام، آنکه دریای بی کران فداکاری و عشق است و وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر. فرشته‌ای که از خواسته هایش گذشت، سختی ها را به جان خرید و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کرد تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم. کسی که که از نگاهش عشق، از رفتارش محبت و از صبرش ایستادگی را آموختم. تو همان فرشته‌ای هستی از جنس خاک که گل های پاک گلشن هستی را با مناعت طبع خود می پرورانی.

تقدیم به برادرانم به لطافت شعر، که همواره در طول تحصیلم متحمل زحمات بسیاری شده و تکیه‌گاه من در مواجهه با مشکلات بودند، وجودشان مایه دلگرمیم و صفایشان شادی بخش و مایه آرامش من است. خستگی ها را به جان خریدید تا اکنون توانستید طعم خوش پیروزی را بر من بچشانید، درود و هزاران آفرین بر شما باد که دست-های پرمهرتان بوی بهار را دارد، قلب پر از عاطفه‌تان بوی عشق و صفا و رفتار مهرگونه‌تان بوی صداقت و سخاوت را می دهد .

تقدیم به همسرم به صمیمیت باران، به پاس قدر دانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت، امنیت، آرامش و آسایش را برای من فراهم آورده است. اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم، همدلی که با واژه‌ی نجیب و مغرور تلاش، آشنایی دارد و تلاش راستین را می شناسد و عطر رویایی آن را استشمام می کند و مرا در راه رسیدن به اهداف عالی یاری می رساند، همان که حس تعهد و مسئولیت را در زندگی‌مان تلألویی خدایی داده است.

تقدیم به برادر زاده‌های عزیزم، آرتین و پریا، امیدوارم که در آینده، با حضوری بس بزرگ و شگفت و تلاشی بی-وقفه در این عرصه، بتوانید راه گشایی برای خود و جامعه خود باشید و جهانی را متحول سازید.

پژمان فتحی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم: کلیات و بررسی منابع

۲-۱ کلیات ۵

۲-۱-۱ پارامترهای کیفی آب ۵

۲-۱-۲ اکسیژن محلول ۵

۲-۱-۳ pH ۶

۲-۱-۴ هدایت الکتریکی ۶

۲-۱-۵ قلیائیت ۶

۲-۱-۶ آمونیوم ۷

۲-۱-۷ نیترات ۷

۲-۱-۸ نیتریت ۸

۲-۱-۹ فسفات ۸

۲-۱-۱۰ کولیفرم کل ۸

۲-۱-۱۱ کولیفرم مدفوعی ۹

۲-۱-۱۲ اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5) ۹

۲-۱-۱۳ اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) ۱۰

۲-۱-۱۴ کدورت ۱۰

۲-۱-۱۵ سختی (کلسیم و منیزیم) ۱۰

۲-۱-۱۶ مجموع ذرات جامد معلق ۱۱

۲-۱-۱۷ مجموع ذرات جامد محلول ۱۱

۲-۲ تعریف بنتیک و بنتوز ۱۱

۲-۳ تقسیم بندی موجودات کفزی ۱۲

۲-۳-۱ بر اساس جانور یا گیاه بودن ۱۲

۲-۳-۲ بر اساس نحوه زندگی ۱۲

۲-۳-۳ بر اساس اندازه ۱۲

۲-۳-۴ بر اساس استراتژی‌های استقرار ۱۳

۲-۴ استاندارد های آب‌های سطحی و مصارف مختلف ۱۳

۲-۴-۱ استاندارد های کیفیت آب آشامیدنی ۱۳

۲-۵ شاخص‌های کیفی آب ۱۶

۲-۵-۱ شاخص NSF WQI ۱۷

۲-۵-۲ شاخص WQI (ارزیابی کیفیت آب برای مصارف مختلف) ۱۸
۲-۶ استفاده از درشت بی مهرگان کفزی جهت بررسی وضعیت کیفی آب ۲۰
۲-۷ کاربرد شاخص‌های زیستی ۲۰
۲-۸ استفاده‌های بالقوه شاخص‌های زیستی [۳] ۲۱
۲-۹ ویژگی‌های شاخص‌های زیستی [۳] ۲۱
۲-۱۰ مزایای روش‌های زیستی ۲۲
۲-۱۱ سیستم ساپروبی ۲۴
۲-۱۲ ارگانیسم های شاخص ۲۵
۲-۱۳ پایش ساختار جامعه ۲۵
۲-۱۴ ضریب شباهت ۲۶
۲-۱۴-۱ ماتریکس همبستگی ۲۶
۲-۱۴-۲ شاخص‌های شباهت ۲۷
۲-۱۴-۳ استفاده از شاخص‌های شباهت برای تاکسونومی عددی ۲۸
۲-۱۴-۴ آنالیز خوشه‌ای ۲۸
۲-۱۴-۵ آنالیز فاکتور و اجزاء اصلی ۲۸
۲-۱۵ شاخص‌های تنوع ۲۹
۲-۱۵-۱ شاخص تنوع شانون-وینر ۳۰
۲-۱۵-۲ شاخص تنوع سیمپسون ۳۱
۲-۱۵-۳ شاخص تنوع مارگالف ۳۱
۲-۱۵-۴ غنای آرایه‌ها ۳۱
۲-۱۶ ساختار تروفی ۳۲
۲-۱۷ شاخص‌های زیستی در ارزیابی کیفیت آب ۳۲
۲-۱۷-۱ شاخص زیستی BMWP ۳۳
۲-۱۷-۲ شاخص ASPT ۳۳
۲-۱۷-۳ شاخص زیستی خانواده (FBI) ۳۷
۲-۱۷-۴ شاخص زیستی هلسینهوف (HBI) ۳۸
۲-۱۷-۵ شاخص ETSD: ۳۸
۲-۱۷-۶ فراوانی Mayflies ۴۰
۲-۱۸ سابقه تحقیق ۴۰

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ معرفی تالاب و سد چغاخور ۴۵
۳-۲ انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری ۴۶
۳-۳ زمان و روش نمونه برداری ۴۸
۳-۳-۱ نمونه برداری از آب ۴۸
۳-۳-۲ نمونه برداری از کفزیان تالاب ۴۸

۳-۴ اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ۴۸
۳-۵ اندازه گیری میزان کلروفیل a ۴۹
۳-۶ شناسایی نمونه‌های درشت بی مهرگان کفزی ۵۰
۳-۷ تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵۰
۳-۷-۱ محاسبه شاخص WQI ۵۰
۳-۷-۲ محاسبه شاخص زیستی BMWP و ASPT ۵۰
۳-۷-۳ محاسبه شاخص زیستی HBI ۵۰
۳-۷-۴ محاسبه شاخص‌های غنا و تنوع درشت بی مهرگان کفزی ۵۱
۳-۷-۵ بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی داده‌ها ۵۱
۳-۷-۶ بررسی همبستگی بین داده‌ها ۵۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب تالاب چغاخور ۵۳
۴-۱-۱ دمای آب ۵۳
۴-۱-۲ عمق آب ۵۵
۴-۱-۳ اکسیژن محلول ۵۶
۴-۱-۴ درصد اشباعیت اکسیژن ۵۷
۴-۱-۵ نیترات ۵۸
۴-۱-۶ نیتریت ۶۰
۴-۱-۷ آمونیوم ۶۱
۴-۱-۸ فسفات ۶۲
۴-۱-۹ قلیائیت ۶۳
۴-۱-۱۰ سختی ۶۵
۴-۱-۱۱ pH ۶۶
۴-۱-۱۲ هدایت الکتریکی ۶۷
۴-۱-۱۳ سشی دیسک (شفافیت) ۶۸
۴-۱-۱۴ کدورت ۷۰
۴-۱-۱۵ مجموع ذرات جامد محلول ۷۱
۴-۱-۱۶ مجموع ذرات جامد معلق ۷۲
۴-۱-۱۷ مجموع ذرات جامد محلول و معلق در آب ۷۳
۴-۱-۱۸ اکسیژن موردنیاز شیمیایی ۷۴
۴-۱-۱۹ اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی ۷۵
۴-۱-۲۰ کلروفیل a ۷۷
۴-۱-۲۱ کولیفرم مدفوعی ۷۸
۴-۲ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی شاخص WQI ۷۸
۴-۳ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی شاخص BMWP ۸۰
۴-۴ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی شاخص ASPT ۸۲

۴-۵ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی شاخص HBI ۸۳
۴-۶ بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی شاخص‌های غنا و تنوع درشت بی مهرگان کفزی ۸۵
۴-۶-۱ تعداد خانواده ۸۵
۴-۶-۲ شاخص تنوع شانون ۸۷
۴-۶-۳ شاخص تنوع مارگالف ۸۸
۴-۶-۴ شاخص تنوع سیمپسون ۸۹
۴-۷ همبستگی بین داده‌ها ۹۱
۴-۷-۱ همبستگی بین پارامترهای کیفی آب تالاب ۹۱
۴-۷-۲ همبستگی بین WQI، شاخص‌های زیستی، غنا و تنوع درشت بی مهرگان کفزی ۹۴
۴-۷-۳ همبستگی بین شاخص‌های محاسبه شده و پارامترهای کیفی آب تالاب ۹۵
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها
۵-۱ نتیجه گیری ۹۸
۵-۲ پیشنهادها ۹۹
مراجع ۱۰۰

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱: منطقه مورد مطالعه ۴۷
شکل ۳-۲: نمونه ای از نمودارهای باکس - ویسکر پلات ۵۲
شکل ۴-۱: تغییرات درجه حرارت در ایستگاه های مورد مطالعه ۵۴
شکل ۴-۲: تغییرات درجه حرارت در مراحل مختلف نمونه برداری ۵۴
شکل ۴-۳: تغییرات عمق آب در ایستگاه های مورد مطالعه ۵۵
شکل ۴-۴: تغییرات عمق آب در مراحل مختلف نمونه برداری ۵۵
شکل ۴-۵: تغییرات اکسیژن در ایستگاه های مورد مطالعه ۵۶
شکل ۴-۶: تغییرات اکسیژن در مراحل مختلف نمونه برداری ۵۷
شکل ۴-۷: تغییرات درصد اشباعیت اکسیژن در ایستگاه های مورد مطالعه ۵۷
شکل ۴-۸: تغییرات درصد اشباعیت اکسیژن در مراحل مختلف نمونه برداری ۵۸
شکل ۴-۹: تغییرات نیترات در ایستگاه های مورد مطالعه ۵۸
شکل ۴-۱۰: تغییرات نیترات در مراحل مختلف نمونه برداری ۵۹
شکل ۴-۱۱: تغییرات نیتریت در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۰
شکل ۴-۱۲: تغییرات نیتریت در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۰
شکل ۴-۱۳: تغییرات آمونیوم در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۱
شکل ۴-۱۴: تغییرات آمونیوم در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۱
شکل ۴-۱۵: تغییرات فسفات در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۲
شکل ۴-۱۶: تغییرات فسفات در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۳
شکل ۴-۱۷: تغییرات قلیائیت در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۴
شکل ۴-۱۸: تغییرات قلیائیت در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۴
شکل ۴-۱۹: تغییرات سختی در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۵
شکل ۴-۲۰: تغییرات سختی در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۵
شکل ۴-۲۱: تغییرات pH در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۶
شکل ۴-۲۲: تغییرات pH در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۷
شکل ۴-۲۳: تغییرات EC در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۷
شکل ۴-۲۴: تغییرات EC در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۸
شکل ۴-۲۵: تغییرات عمق رؤیت سشی دیسک در ایستگاه های مورد مطالعه ۶۹
شکل ۴-۲۶: تغییرات عمق رؤیت سشی دیسک در مراحل مختلف نمونه برداری ۶۹
شکل ۴-۲۷: تغییرات کدورت در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۰
شکل ۴-۲۸: تغییرات کدورت در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۱
شکل ۴-۲۹: تغییرات TDS در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۱
شکل ۴-۳۰: تغییرات TDS در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۲
شکل ۴-۳۱: تغییرات TSS در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۲
شکل ۴-۳۲: تغییرات TSS در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۳

شکل ۴-۳۳: تغییرات TS در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۳
شکل ۴-۳۴: تغییرات TS در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۴
شکل ۴-۳۵: تغییرات COD در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۴
شکل ۴-۳۶: تغییرات COD در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۵
شکل ۴-۳۷: تغییرات BOD_5 در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۶
شکل ۴-۳۸: تغییرات BOD_5 در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۶
شکل ۴-۳۹: تغییرات کلروفیل a در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۷
شکل ۴-۴۰: تغییرات کلروفیل a در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۸
شکل ۴-۴۱: تغییرات WQI در ایستگاه های مورد مطالعه ۷۹
شکل ۴-۴۲: تغییرات WQI در مراحل مختلف نمونه برداری ۷۹
شکل ۴-۴۳: تغییرات شاخص زیستی BMWP در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۰
شکل ۴-۴۴: تغییرات شاخص زیستی BMWP در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۱
شکل ۴-۴۵: تغییرات شاخص زیستی ASPT در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۲
شکل ۴-۴۶: تغییرات شاخص زیستی ASPT در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۳
شکل ۴-۴۷: تغییرات شاخص زیستی HBI در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۴
شکل ۴-۴۸: تغییرات شاخص زیستی HBI در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۵
شکل ۴-۴۹: تغییرات تعداد خانواده درشت بی مهرگان کفزی در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۶
شکل ۴-۵۰: تغییرات تعداد خانواده درشت بی مهرگان کفزی در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۶
شکل ۴-۵۱: تغییرات شاخص تنوع شانون در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۷
شکل ۴-۵۲: تغییرات شاخص تنوع شانون در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۸
شکل ۴-۵۳: تغییرات شاخص تنوع مارگالف در ایستگاه های مورد مطالعه ۸۹
شکل ۴-۵۴: تغییرات شاخص تنوع مارگالف در مراحل مختلف نمونه برداری ۸۹
شکل ۴-۵۵: تغییرات شاخص تنوع سیمپسون در ایستگاه های مورد مطالعه ۹۰
شکل ۴-۵۶: تغییرات شاخص تنوع سیمپسون در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۰

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ استاندارد های آب‌های سطحی و مصارف مختلف [۵۵]..... ۱۴
جدول ۲-۲ استاندارد های سازمان بهداشت جهانی در ارتباط با آب آشامیدنی [۱۱۸]..... ۱۴
جدول ۲-۳ استاندارد کیفیت آب بر پایه CCME 1999 and 2006 برای استفاده‌های مختلف [۴۰, ۷۷]..... ۱۵
جدول ۲-۴ استاندارد های کیفی آب آشامیدنی اتحادیه اروپا [۵۲]..... ۱۵
جدول ۲-۵ استاندارد های ارائه شده توسط مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران در ارتباط با آب آشامیدنی ۱۶
جدول ۲-۶ فاکتورهای وزنی شاخص NSF WQI [۴] ۱۷
جدول ۲-۷ گروه بندی بر اساس امتیاز کلی شاخص NSFWQI [۴] ۱۸
جدول ۲-۸ گروه بندی بر اساس امتیاز کلی شاخص WQI [۹۴]..... ۱۹
جدول ۲-۹ مقایسه اختصاصات بیواندیکاتورها و بیومارکرها [۳] ۲۱
جدول ۲-۱۰ روش‌های اصلی مورد استفاده در پایش زیستی [۳] ۲۳
جدول ۲-۱۱ طبقه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص تنوع شانون-وینر [۱۲۰] ۳۰
جدول ۲-۱۲ امتیازهای هر خانواده در سیستم BMWP [۱۱۲, ۱۱۳]..... ۳۴
جدول ۲-۱۳ گروه بندی بر اساس امتیاز کلی شاخص BMWP [۷۸]..... ۳۷
جدول ۲-۱۴ گروه بندی بر اساس ASPT [۷۸]..... ۳۷
جدول ۲-۱۵ ارزیابی کیفیت آب با استفاده از شاخص زیستی خانواده (هلسینهوف) [۵۹]..... ۳۸
جدول ۲-۱۶ امتیازهای درشت بی مهرگان موجود در تالاب برای کاربرد در شاخص هلسینهوف [۳۳, ۶۰, ۹۲]..... ۳۹
جدول ۳-۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری روی نقشه ۴۶
جدول ۴-۱ضرایب همبستگی پیرسون بین پارامترهای کیفی آب..... ۹۳
جدول ۴-۲ ضرایب همبستگی پیرسون بین WQI، شاخص‌های زیستی، غنا و تنوع درشت بی مهرگان کفزی..... ۹۵
جدول ۴-۳ ضرایب همبستگی شاخص‌های محاسبه شده و پارامترهای کیفی آب تالاب..... ۹۷

پیوست ۱

عنوان **صفحه**

شکل۲- ۱: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص درصد اشباعیت اکسیژن.....۱۰۸
شکل۲- ۲: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص کولیفرم مدفوعی.....۱۰۸
شکل۲- ۳منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص pH.....۱۰۹
شکل۲- ۴منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص BOD_5.....۱۰۹
شکل۲- ۵: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص نیترات ۱۱۰
شکل۲- ۶: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص فسفات ۱۱۰
شکل۲- ۷: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص درجه حرارت ۱۱۱
شکل۲- ۸: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص کدورت ۱۱۱
شکل۲- ۹: منحنی معیار شاخص NSFWQI، جهت استخراج مقدار زیر شاخص TDS ۱۱۲

پیوست ۲

عنوان **صفحه**

جدول ۴- ۱: لیست درشت بی مهرگان کفزی شناسایی شده در ایستگاه های مورد مطالعه ۱۱۳
جدول ۴- ۲: لیست درشت بی مهرگان کفزی شناسایی شده در مراحل مختلف نمونه برداری.....۱۱۴

چکیده

مطالعات بیولوژیک و اکولوژیک منابع آب از موضوعات مهم در تحقیقات و بررسی‌های علمی محسوب می‌شود. در این راستا شناسایی هر اکوسیستم، موجودات زنده و فاکتورهای زیست محیطی حاکم بر آن، گام نخست این تحقیقات علمی است. ارزیابی وضعیت کیفی آب‌ها از طریق پایش‌های دائم، پایه و اساس برنامه ریزی جهت کنترل و کاهش آلودگی محسوب می‌شود. از آنجایی که جوامع زیستی نسبت به کیفیت آب حساس بوده و تحت تأثیر عوامل آلاینده قرار می‌گیرند، می‌توانند منعکس کننده کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی باشند. استفاده از بی‌مهرگان کفزی به عنوان شاخص زیستی از پر کاربردترین روش‌های ارزیابی کیفیت آب است. تالاب چغاخور در موقعیت اقلیمی خاص (فلات مرکزی ایران) در استان چهار محال و بختیاری واقع شده و با توجه به قرار گرفتن در لیست تالاب‌های بین‌المللی در کنوانسیون رامسر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با وجود اهمیت اقتصادی- اجتماعی این تالاب برای ساکنان منطقه و اهمیت اکولوژیک آن به خصوص برای زمستان گذرانی پرندگان مهاجر، تا کنون هیچ برنامه جامعی برای بررسی کیفیت آب و شاخص‌های زیستی آن در جهت ارزیابی سلامت و اعمال مدیریت مناسب صورت نگرفته است. بر این اساس در تحقیق حاضر تلاش گردید تا کیفیت آب تالاب چغاخور به کمک تعدادی از شاخص‌های زیستی مورد ارزیابی قرار گیرد. به منظور محاسبه شاخص‌های کیفی (WQI، BMWP، ASPT، HBI) و شاخص‌های غنا و تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی، در سطح تالاب تعداد ۱۰ ایستگاه، به طوریکه تمام سطح تالاب را تحت پوشش قرار دهد، انتخاب و نمونه برداری از آب (جهت آنالیز فاکتورهای فیزیکوشیمیایی) و رسوبات بستر تالاب (جهت شناسایی موجودات کفزی) از اردیبهشت تا اسفند ماه سال ۱۳۸۹ با تناوب ۴۵ روز یک‌بار صورت گرفت. شاخص WQI با استفاده از یازده پارامتر کیفی آب، شامل نیترات، نیتریت، قلیائیت، سختی، کدورت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، آمونیوم، TDS، pH و BOD_5 اندازه گیری شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص WQI نشان داد که این تالاب از نظر وضعیت کیفی آب، شرایط مناسبی نداشته و کیفیت آب تالاب در طی دوره مطالعه در دو طبقه کیفی خیلی فقیر و نامناسب قرار داشت که برای مصارف انسانی از جمله شرب مناسب نبود. به همین ترتیب شاخص BMWP کیفیت آب تالاب را در دو طبقه متوسط و بد و شاخص ASPT آب تالاب را در دوطبقه کیفی آلودگی متوسط و شدید ارزیابی کرد. همچنین شاخص HBI کیفیت آب تالاب را در دو طبقه نسبتاً فقیر (آلودگی قابل توجه) و فقیر (آلودگی اساسی) و شاخص تنوع شانون، آب تالاب را در طبقه کیفی با آلودگی متوسط قرار داد. بدین ترتیب تمامی شاخص‌های محاسبه شده برای ارزیابی کیفیت آب تالاب چغاخور ضمن تأیید یکدیگر، کیفیت آب تالاب را متوسط تا بد ارزیابی کردند. هرچند که به نظر می‌رسد پایش زیستی و کیفی تالاب حداقل در یک دوره دو ساله می‌تواند نتایج بسیار دقیق‌تری در رابطه با تغییرات کیفی آب تالاب به دست دهد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت که این شاخص‌ها برای ارزیابی کیفیت آب تالاب چغاخور مناسب بوده و می‌توانند به عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت آب تالاب به کار گرفته شوند. بعلاوه، این شاخص‌ها و به خصوص شاخص WQI می‌توانند پس از سازگاری با شرایط آب و هوایی کشور، در خصوص سایر تالاب‌ها مورد استفاده واقع شوند.

کلمات کلیدی: شاخص‌های زیستی، شاخص‌های تنوع، WQI، بزرگ بی‌مهرگان کفزی، تالاب چغاخور

فصل اول
مقدمه

۱-۱ مقدمه

مطالعات بیولوژیک و اکولوژیک منابع آب از اساسی‌ترین مباحث در تحقیقات و بررسی‌های علمی محسوب می‌شود. در این راستا شناسایی هر اکوسیستم، موجودات زنده و فاکتورهای زیست محیطی حاکم بر آن، گام نخست این تحقیقات علمی است. همچنین بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی منابع آب از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح در زمینه‌های مختلف محیط زیست، شیلات، کشاورزی و غیره است. همان‌طور که میدانیم یکی از پیامدهای توسعه صنعت، کشاورزی و شهر نشینی افزایش آلودگی آب است و مطمئناً این تغییرات بر خصوصیات کیفی آب‌ها و جوامع گیاهی و جانوری آن تأثیر گذار خواهد بود. لذا اطلاع از وضعیت کیفی آب‌ها این امکان را فراهم می‌سازد تا ضمن استفاده از آن در موارد مختلف، شیوه‌هایی اتخاذ شود تا کم‌ترین آسیب به این منابع وارد شود. از آنجا که هر گونه آلودگی در منابع آبی به طور مستقیم روی موجودات آبزی تأثیرگذار است. با در نظر گرفتن موجودات آبزی در هر زیستگاه، می‌توان کیفیت آب را بر اساس آلودگی‌های آلی مورد ارزیابی قرار داد. یکی از روش‌های ارزیابی کیفیت آب، استفاده از بی‌مهرگان کفزی به عنوان شاخص زیستی می‌باشد. همگام با توسعه روز افزون تمدن بشری توجه به منابع طبیعی از جمله تالاب‌ها، جایگاه ویژه‌ای را دست کم نزد پژوهشگران علوم طبیعی به خود اختصاص داده است. اما به رغم تلاش‌های گسترده دانشمندان، این‌گونه منابع حیاتی همچنان در معرض تهدید و نابودی قرار دارند [۱۸]. امروزه این نظر که زیان‌های وارده بر تالاب‌ها حاصل عوامل طبیعی و انسانی است مورد قبول همگان قرار گرفته است [۱۸].

تالاب‌ها ذاتاً پالاینده بوده و در چرخه و حفظ مواد مغذی نقش داشته و آلوده کننده‌ها و رسوبات را پالایش کرده و به طور ذاتی با مکانیزم‌هایی شامل واکنش‌های بیوژئوشیمیایی (کاهش یا تغییر شکل اکسیژن)، ترمیم گیاهی (جذب آلوده کننده‌ها توسط گیاه)، ترمیم زیستی (کاهش بار میکروبی) و رسوب گذاری سازگار هستند [۴۷]. تالاب‌ها زیستگاه‌هایی بی نظیر و دارای تنوع زیستی قابل توجه هستند. آن‌ها طیف وسیعی از زیستگاه‌ها را در بر می‌گیرند که دامنه آن‌ها از آبگیرها و مرداب‌ها گرفته تا جنگل‌های مانگرو و شالیزارها گسترده بوده و از جمله چشم اندازهای بسیار در معرض تهدید در جهان محسوب می‌شوند [۱۸]. تالاب‌ها زیستگاه مناسبی برای تعداد بی‌شماری از پرندگان و پستانداران بوده و محیط‌هایی را برای زیست گونه‌های میکروبی، تخم ریزی ماهی‌ها، دوزیستان و رشد تخم و لارو آن‌ها فراهم می‌کنند [۸۱]. تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی و جانوری فقط در تالاب‌ها وجود داشته و بقای آن‌ها به طور کلی وابسته به موجودیت این زیستگاه‌ها می‌باشد. حیات جوامع زیستی این موجودات به کیفیت آب تالاب‌ها وابسته است. از جمله این موجودات می‌توان به بی‌مهرگان آبزی اشاره کرد. این موجودات می‌توانند به عنوان شاخص پتانسیل کیفیت آب محسوب گردند. شناسایی تنوع و ترکیب جوامع بی-مهرگان آبزی در یک تالاب به تعیین غنای گونه‌ای و فراوانی بی مهرگان در محدوده تالاب کمک خواهد کرد. در واقع تنوع و فراوانی بی‌مهرگان، امکان ارزیابی سلامت تالاب‌ها را فراهم می‌کند [۹۶].

درشت بی‌مهرگان کفزی مهم‌ترین گروه‌های زیستی در اکوسیستم‌های آبی هستند که به علت حساسیت بالا به تنش‌های محیطی مختلف (مثل اثرات تجمع سموم در محیط، سطح تغییرات فاکتورهای فیزیکو شیمیایی، غنای گونه‌ای ساختار جوامع، دامنه تحمل نسبت به تغییرات برخی پارامترهای محیطی و عدم تحمل برخی دیگر و همچنین خصوصیات گروه‌های مختلف غذایی) شاخص‌های مفیدی برای ارزیابی سلامت اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند. کفزیان فراوان‌ترین گروه ارگانیسم‌ها در تالاب‌های آب شیرین بوده و نقش مهمی را در این اکوسیستم‌های بی نظیر بازی می‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت که درشت بی‌مهرگان کفزی نقش برجسته‌ای در واکنش به شرایط محیطی دارند، بنابراین می‌توانند به عنوان شاخص زیستی برای کیفیت آب استفاده شوند [۲۷, ۳۸]. این موجودات جانورانی هستند که فاقد ستون فقرات بوده و با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند [۹۸]. عوامل مختلفی در فراوانی و تنوع ماکروبنتوزها دخیل هستند، به طوری که می‌توان به مقدار غذا، نوع بستر [۶۶]، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه [۲۳]، مقدار مواد آلی [۶۸]، آلودگی محیط زیست [۸۴]، میزان اکسیژن محلول و اندازه ذرات رسوب [۵۳] و همچنین تغییرات فصول و نوع و تعداد ماهیان کفزی خوار اشاره کرد.

خصوصیات مشترک بی مهرگان کفزی [۴۱, ۴۸] به شرح زیر می‌باشد :

۱- برای همه یا بیشتر دوره زندگی در آب به سر می‌برند (اغلب برای مدت بیشتر از یک سال)، مانند لارو حشرات.

۲- دامنه تحملشان بسته به مقدار و نوع آلودگی‌ها متفاوت است.

۳- به آسانی در آزمایشگاه شناسایی می‌شوند.

۴- محدودیت حرکتی دارند.

۵- این موجودات گونه‌های غالب در آب‌ها را تشکیل می‌دهند.

در واقع واکنش درشت بی‌مهرگان کفزی به شرایط محیطی در ارزیابی اثرات آلودگی شهری، صنعتی، کشاورزی و غیره مفید بوده و به عنوان شاخص آلودگی بسیار مشهورند. این موجودات بخش قابل ملاحظه‌ای از غذای ماهی بوده و تولیدات آن‌ها نقش مهمی در زنجیره غذایی دارد و قادر هستند کیفیت و انرژی پایین دتریت[1] را به غذایی با انرژی بهتر تبدیل کنند که به مصرف ارگانیسم های سطوح بالاتر می‌رسد. بنابراین تولیدات بنتوزها با منابع ماهی همبستگی دارد. به طور خلاصه روش‌های مستقیم اندازه گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، مانند تهیه عکس و بررسی‌های زیستی، مانند تهیه فیلم از تغییرات ایجاد شده در یک اکوسیستم می‌باشد [۴۵, ۹۷]. استفاده از بی‌مهرگان کفزی به منظور ارزیابی اکوسیستم‌های آبی بر این فرض استوار است که اکوسیستم‌های آبی که تحت تأثیر عوامل آلاینده قرار ندارند، تاکسون‌های کفزیان بیشتری داشته و گونه‌های غیر مقاوم در آن‌جا غالبیت دارند، برعکس آن‌هایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند، از تنوع کمتری برخوردار بوده و گونه‌های مقاوم غالب هستند. به طور کلی می‌توان گفت، با استفاده از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و تنوع و تراکم موجودات بنتیک می‌توان یک ارزیابی مناسبی از سلامت تالاب‌ها انجام داده و در مدیریت مناسب این اکوسیستم‌های بی نظیر تلاش بیشتری کرد.

متغیرهای فیزیکوشیمیایی به تنهایی برای ارزیابی و مدیریت کیفیت آب‌ها مناسب نیستند. جوامع درشت بی مهرگان کفزی به طور وسیع شرایط محیطی را منعکس کرده و به عنوان شاخص تنزل و یا ترمیم محیطی استفاده می‌شوند [۳۹, ۹۶]. بدیهی است که پایش دائم منابع آب یکی از مهم‌ترین نیازها برای برنامه ریزی، کنترل و کاهش آلودگی محسوب می‌شود، به طوری که در تمام جهان این عمل به طور منظم و دقیق انجام می‌گیرد. تأمین آب برای مصارف مختلف در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به این که ایران یکی از کشورهای خشک محسوب می‌شود، توسعه منابع آبی قابل استفاده و حفظ و بهبود کیفیت آن امری حیاتی می‌باشد. در این راستا شاخص‌های کیفیت آب می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های تعیین درجه آلودگی آب، با توجه به سهولت استفاده از آن و بیان نتایج به زبان ساده و قابل فهم حتی برای افراد غیر متخصص و عموم، نقش بسیار مهمی را ایفا کند [۳]. تالاب چغاخور در موقعیت اقلیمی خاص (فلات مرکزی ایران) در استان چهار محال و بختیاری قرار گرفته و با توجه به قرار گرفتن آن در لیست تالاب‌های کنوانسیون رامسر، همچنین اهمیت اقتصادی- اجتماعی آن برای ساکنان منطقه و اهمیت اکولوژیک آن به خصوص برای زمستان گذرانی پرندگان مهاجر از یکسو و اینکه تا کنون هیچ برنامه جامعی برای بررسی کیفیت آب و شاخص‌های بیولوژیک آن در جهت ارزیابی سلامت و اعمال مدیریت مناسب صورت نگرفته است، به عنوان یک زیستگاه تالابی مناسب جهت این تحقیق در نظر گرفته شد. بنابراین اهداف اصلی این تحقیق شامل: بررسی امکان استفاده از شاخص‌های زیستی برای ارزیابی سلامت آب تالاب چغاخور، بررسی شاخص‌های کیفی آب و همبستگی بین آن‌ها و شاخص‌های تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی در این تالاب، ارائه یک دید کلی از ساختار جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی در تالاب چغاخور و در نهایت ارزیابی کیفیت آب این تالاب، جهت اعمال مدیریت مناسب می‌باشد.

[1] - Detrit

فصل دوم
کلیات و بررسی منابع

۲-۱ کلیات

۲-۱-۱ پارامترهای کیفی آب

به طور کلی پارامتر های مختلفی در رابطه با کیفیت آب دریاچه‌ها و تالاب‌ها اندازه گیری می‌شوند که بسته به اهداف مورد نظر متفاوت خواهند بود. در ادامه به پاره‌ای از پارامتر های کیفی آب و نکاتی در مورد اهمیت آن‌ها اشاره شده است.

۲-۱-۲ اکسیژن محلول

وجود اکسیژن محلول برای بقاء اکثر جانوران آبزی حیاتی است. این امر در مورد مسیرهای متابولیکی باکتری‌های هوازی و سایر میکرو ارگانیسم‌هایی که آلاینده‌های موجود در آب را تخریب می‌کنند نیز صدق می‌کند. بدین منظور از اکسیژن به عنوان پذیرنده الکترون استفاده می‌شود. اکسیژن از طریق نفوذ سطحی و همچنین از راه‌های انجام فرآیند فتوسنتز در جلبک‌ها و گیاهان غوطه‌ور در آب، وارد آب می‌شود. همچنین در نقاطی که تولید گیاهان زیاد باشد، ممکن است ابر سیرشدگی اکسیژن ایجاد شود [۱۱]. اکسیژن به طور وسیعی به عنوان یک پارامتر مهم در ارزیابی کیفیت آب‌ها کاربرد دارد. همچنین تعیین تأثیر آلودگی روی میزان اکسیژن محلول آب یک فاکتور مهم در توسعه طرح مدیریت کیفیت آب می‌باشد. اهمیت اکسیژن محلول زمانی مشخص می‌شود که به