View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی

عنوان:

مطالعه هیدروشیمی دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر)

مجری:
علی عابدینی

شماره ثبت
۵۲۴۷۴

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی

عنوان طرح/ پروژه : مطالعه هیدروشیمی دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر)
کد مصوب : ۹۴۰۰۴-۹۴۵۴-۱۲-۷۳-۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : علی عابدینی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : علی عابدینی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : سیامک باقری، جواد شونددشت، جواد بیات، حجت اله محسن پور
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان گیلان
تاریخ شروع : ۹۴/۱۲/۱
مدت اجرا : ۶ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۶
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح/ پروژه : مطالعه هیدروشیمی دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر)

کد مصوب : ۹۴۰۰۴-۹۴۵۴-۱۲-۷۳-۱۴

شماره ثبت (فروست) :۵۲۴۷۴ تاریخ : ۹۶/۸/۶

با مسئولیت اجرایی جناب آقای علی عابدینی دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیمی دریا می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ تیر ۹۶ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه

با سمت در مسئول امور تحقیقات غیر زیستی و مدیر فنی آزمایشگاه هیدروشیمی پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۲- سوابق تحقیق ۵
۳- مواد و روشها ۶
۴- نتایج ۹
۵- بحث و نتیجه گیری ۱۷
منابع ۲۷
پیوست ۲۸
چکیده انگلیسی ۳۳

چکیده

احداث دریاچه مصنوعی شهدای خلیج فارس(چیتگر) درسال ۱۳۹۱ در شمال غرب تهران با هدف توسعه اقتصادی و ایجاد تفرجگاه توسط شهرداری تهران به پایان رسید و تا پایان همان سال از رود خانه کن آبگیری شد. جهت بررسی وضعیت هیدروشیمی این دریاچه ، نمونه برداری از ستون آب به وسیله روتنر انجام شد و عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در ۵ ایستگاه در سال ۹۳-۱۳۹۲ بررسی شد. جهت آنالیز آب از روش کاراستاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا استفاده شد. نتایج بررسیهای هیدروشیمی آب نشان داد میانگین سالانه دمای آب ۷/۳ ± ۱۸/۴ درجه سانتیگراد، هدایت الکتریکی ۳۰ ± ۳۷۳ میکرو زیمنس بر سانتیمتر، مقدارpH ۰/۲۸± ۸/۲۴ بود. میانگین سالانه عوامل سختی کل، اکسیژن محلول، فسفات کل، نیتروژن کل، سیلیس به ترتیب برابر با ۵±۱۱۹، ۱/۲± ۷/۸ ، ۰/۰۱۰± ۰/۰۳۵، ۰/۴۱±۲/۰۶ ، ۰/۵± ۹/۶ میلی گرم در لیتر وکلروفیل آ ۰/۸± ۱/۶ میکروگرم در لیتر محاسبه گردید. آنالیز آماری داده های حاصل نشان داد که بین ماههای مختلف در مورد عوامل سختی کل،کلروفیل آ، اکسیژن محلول، فسفات کل وسیلیس اختلاف معنی دار وجود دارد ($P<0.05$)، ولی نتایج آنالیزواریانس یکطرفه(ANOVA) نشان دادکه درسطح اطمینان ۹۵٪ دربین ایستگاههای پهنه آبی دریاچه در هر دوره نمونه برداری تفاوت معنی داری بین داده های پارامتر های فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده مشاهده نشد. نسبت نیتروژن به فسفر برابر ۵۱ بود و بنابراین در فرآیند یوتروف شدن فسفر نقش محدود کنندگی را ایفاء میکند. بر مبنای ارزیابی چندپارامتری شاخص های تروفیکی کارلسون این دریاچه در حد دریاچه های اولتراولیگوتروف بود($TSI<40$). به نظر میرسد تغییرات غلظت مواد مغذی دریاچه تحت تاثیر چرخه زیستی قرار دارد.

کلمات کلیدی: دریاچه چیتگر،کیفیت آب

۱-مقدمه

دریاچه مصنوعی چیتگر درسال ۱۳۹۱ در شمال غرب تهران با هدف توسعه اقتصادی و ایجاد تفرجگاه و... توسط شهرداری تهران احداث شد و در زمستان همان سال برای اولین بار از رود خانه کن آبگیری شد. حجم دریاچه چیتگر ۶/۵ میلیون متر مکعب برآورد شده، عمق آب بین ۲/۵ تا ۶/۵ متراست. محیط این پهنه آبی ۴۸۸۰ متر و وسعت آن ۱۳۰ هکتاراست (باقری وهمکاران،۱۳۹۵). این مطالعه جهت ارزیابی کیفیت آب در سال ۱۳۹۲به موسسه تحقیقات علوم شیلاتی پیشنهاد و با همکاری سایرمراکزعلمی و تحقیقاتی به مورد اجرا گذاشته شد.

پارامترهای فیزیکی وشیمیایی همراه باتولیدات بیولوژیکی باعث کنترل کیفیت آب می شود. در اکوسیستمهای آبی یونهائی مانند فسفات، نیترات، آمونیوم، فلزات و غیره وجود دارند که مواد مغذی آب خوانده می شوند کلیه عوامل فوق ترکیبات شیمیائی هستند که در محیط آبهای طبیعی مصرف یا تولید شده ویا تغییراتی را متحمل می شوند. هم چنین عوامل تنش زای محیطی مواد و یا ترکیبات شیمیائی هستند که غلظت آنها در اکوسیستمهای آبی، در اثر واکنش های شیمیائی و یا تبادل انرژی با محیط دستخوش تغییرات و نوسانات شدید می شوند بهمین دلیل بر رشد گونه ها و پویائی جمعیت آبزیان تاثیر بسزائی دارند. لذا بمنظور شناخت کمی و کیفی منبع آبی دریاچه چیتگرو بهره برداری مناسب و بهینه از این اکوسیستم آبی لازم بود بررسیهای زیستی و غیر زیستی انجام گرفته و تغییرات و دگرگونی هایی که در اثر گذشت زمان در محیط آبی ایجاد میگردد تعیین و مشخص شود.

از بین عناصر غذایی مختلف که بر سرعت تولید اولیه درآبهای شیرین اثر می گذارند فسفر و پس از آن ازت به عنوان عناصر غذایی محدود کننده درآبهای شیرین شناخته شده اند که به طور طبیعی غلظت این مواد در دریاچه ها بسیار پایین است اما ورود بار سنگین از این مواد توسط روان آبهای صنعتی کشاورزی و شهری موجب انفجار جمعیت جلبکها و باکتریهای فتوسنتز کننده می شود و موجب اثرات نامطلوب بر طعم و بو در آب نیز می گردد که گاهی حذف آنها از طریق تصفیه نیز مشکل می باشد. در اثر تشدید این آلودگی پدیده یوتریفیکاسیون یا مرگ تدریجی منبع آب رخ می دهد که در نهایت منجر به از بین رفتن اکوسیستم آبی شده و موجب تبدیل آن به باتلاق می گردد. علاوه بر این، آسیب دیدگی دریاچه ها سلامت انسانها را نیز به مخاطره می اندازد. نیتروژن و فسفر تنها مواد مغذی مورد نیاز برای رشد جلبک ها نیستند اما این دو ماده را به عنوان عامل موثر در ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون در دریاچه ها بر شمرده اند. دریاچه هائی با آب صاف و غنی از اکسیژن و فقیر از پلانکتون و مواد مغذی مانند ازت و فسفر را در دریاچه های جوان و دریاچه هائی که ورود مواد آلوده کننده و مغذی به داخل آنها زیاد بوده و رشد و نمو گیاهان آبزی شدید می باشد، فقیر از اکسیژن و غنی از پلانکتون و مواد مغذی بوده و آنها را دریاچه های پیرمی گویند. معمولاً در مخازنی که ورود مواد مغذی به آنها زیاد است رشد و نمو جلبک ها و آلگ ها در حد بالائی می باشد (قربانی، ۱۳۸۵).

دریاچه هایی که خروجی ندارند و فقط تبخیر در آنها انجام می شود. اغلب در اثر تجمع نمک و در دراز مدت

تبدیل به دریاچه های شور می شوند. یوتریفیکاسیون در حقیقت پروسه افزایش میزان محصولات بیولوژیکی (شامل توده گیاهان آبی که عمل فتوسنتز را انجام می دهند)در داخل آب بوده که به واسطه وجود مواد مغذی فراوان در داخل دریاچه یا مخزن حاصل می گردد. نور و حرارت اثر قابل ملاحظه ای بر یک دریاچه دارند و این دو عامل باید در تمام تجزیه و تحلیل های لیمنولوژیکی گنجانده شوند. در واکنش فتوسنتز، نور منبع انرژی است و نفوذ آن به داخل دریاچه بصورت لگاریتمی است (شدت نور در هنگام نفوذ به داخل آب به صورت لگاریتمی کاهش می یابد). رودخانه هایی که آب دریاچه را تامین می نمایند، مقداری کربن، فسفر و ازت بصورت ترکیبات کم انرژی یا مواد آلی دارای انرژی زیاد به دریاچه می ریزند. جلبک ها و پلانکتونهای گیاهی از کربن، فسفر، ازت و اکسیژن درحضور نور خورشید، ترکیبات دارای انرژی زیاد می سازند. پلانکتونهای حیوانی و موجودات آبزی بزرگتر مانند ماهیها، از آلگ ها استفاده می نمایند. تمام موجودات آبزی موادی از خود دفع می کنند که بر غلظت کربن آلی محلول آب افزوده و با مرگ آنها، این ذخیره کربن آلی محلول بیشتر می شود. میکروب ها ازکربن آلی محلول استفاده کرده و دی اکسیدکربن تولید می کنند که به مصرف الگ ها می رسد. همچنین، دی اکسید کربن از تنفس ماهیها، پلانکتونهای حیوانی و انحلال مستقیم گازدی اکسید کربن هوا در آب نیز حاصل می شود. بنابراین فرآیند یوتریفیکاسیون یک فرآیند طبیعی ادامه دار است و بطور طبیعی هزاران سال وقت لازم است تا اتفاق افتد ولی در صورتی که مواد غذایی کافی در نتیجه فعالیت انسان وارد دریاچه شود یوتریفیکاسیون بعد از ده سال ممکن است روی دهد. برای رشد الگ ها در آب معمولاً یک نسبت کربن، ازت، فسفربه صورت ۱۰۰:۱۶:۱ لازم است به عبارت دیگر۱۶ قسمت ازت و ۱۰۰ قسمت کربن برای هر یک قسمت فسفر لازم است تا الگ ها رشد نمایند چنانچه مقادیر فوق الذکر برای هر قسمت فسفر بیش از اعداد فوق باشد، در این صورت می گویند ازت و کربن به مقدار اضافی هستند، بنابراین غلظت فسفر باید عامل محدوده کننده رشد الگ ها شود. مقدار کلروفیل آ شاخصی از بیوماس جلبکی در منبع آبی می باشد. در شرایط معمول مقدار کلروفیل همبستگی بالایی با مواد مغذی دارد(Tilahun&Ahlgren, 2010). ازطرفی کمبود نور، تولید فیتوپلانکتونی را به سطوحی کمتر از آنچه که با توجه به غلظت مواد مغذی انتظار می رود محدود می کند (Phlips *et al*., 1997). کلروفیل به عنوان ماده رنگی مهم در فتوسنتز چه در جلبک و چه در سایر گیاهان مطرح می باشد وبه عنوان یکی از متغیرهای مهم در زمان تخمین ظرفیت فتوسنتز یک اکوسیستم مطرح می گردد.کلروفیل به عنوان تقریب زننده جرم جلبکی عنوان می شود. ارتباط بین کلروفیل و فسفرکل به خوبی برقرار میباشد به دلیل رابطه بین کلروفیل و فسفرکل، کلروفیل به عنوان یکی از اجزای مهم تبیین شرایط تغذیه گرایی مخزن یا دریاچه و معیارکیفیت آب مطرح می باشد. شفافیت صفحه سکشی دیسک یا عمق سکی به آسانی و با هزینه کم می تواند اطلاعات بسیار زیادی ازدریاچه در اختیار بگذارد و به همراه فسفرکل وکلروفیل به عنوان پارامترهای اصلی برای تعیین شرایط تغذیه گرایی مخزن بکارمیرود. عمق سکشی دیسک از آن جهت که در فصول مختلف و در زمانهای گوناگون به آسانی قابل اندازه گیری بوده و بر این اساس حجم قابل توجهی از داده را در اختیار می گذارد، می تواند به عنوان

یک شاخص مهم تعیین شرایط تغذیه گرایی مطرح گردد این در حالی است که تفاوت اندازه گیری سایر پارامترها کمتر و هزینه آنها نیز بسیار بالاتر می باشد. در عین حال باید دانست که عمق سکی به اندازه سایر پارامترهای مواد مغذی و به تنهایی نمی تواند شرایط تغذیه گرای مخزن را بیان دارد (قربانی، ۱۳۸۵).

جلبک های پلانکتونی درستون آب رشدونموکرده ومیزان رشدآنها به شدت به غلظت مواد مغذی به خصوص فسفر در مخازن وابسته است ومی توانند به عنوان یک شاخص کیفیت آب موردسنجش قرارگیرند. فیتوپلانکتون ها تحت تاثیر موقعیت های گوناگون طبیعی و یا اثرات انسانی واکنش نشان داده و ساختار جمعیتی آنها به نحو محسوسی در پیکره های آبی مختلف تغییر می نماید. جمعیت و زیست توده فیتوپلانکتون ها می تواند با ورود برخی از مواد سمی کاهش یابد. از طرف دیگر ممکن است که با ورود برخی از مواد مغذی مانند نیترات ها و فسفات ها ناشی از فاضلاب ها یا کودها این مقدار افزایش یابد که باعث تغییر کیفیت آب شده و در عین حال خود نیز متاثر از تغییرات کیفی آب می باشند. فیتوپلانکتون ها در نهایت از بین رفته و تجزیه آنها می تواند با مشکلات جدی و کاهش اکسیژن محلول در آب همراه باشد. تغییرات در زیست توده باید به وسیله اندازه گیری غلظت رنگ دانه فتوسنتز کننده کلروفیل در آب پایش گردد.

بهترین روش سنجش تولید هر اکوسیستم ، سنجش جریان انرژی در آن است. ولی چون خیلی مشکل است بیشتر اندازه گیری ها بطور غیر مستقیم انجام می شوند. به لحاظ این که فرایند تولید، یک فرآیند بیوشیمیایی است که واکنش های مختلف شیمیایی در آن صورت می گیرد تا عملاً تولیدات حاصل شود. به طبع در انجام یک واکنش، نسبت های مشخصی از مواد باید با هم ترکیب شوند تا نسبت های معینی سنتز شوند. به لحاظ ثابت بودن این نسبتها می توان ماده مصرف شده در یک طرف واکنش را حساب کرده ؛ میزان تولید را در طرف دیگر واکنش حساب کرد. در برآورد تولید روشهای متفاوتی وجود دارد که یکی از آنها برآورد مقدار محصول از طریق تعیین مقدار مواد وارد شده به محیط است که به روش های ذیل قابل اندازه گیری است:

۱- روش برداشت ۲- تعیین مقدار اکسیژن محلول ۳- تعیین مقدار گاز کربنیک ۴ - اندازه گیری PH ۵- اندازه گیری مواد خام ۶- اندازه گیری محصول از طریق مواد رادیواکتیو ۷- اندازه گیری کلروفیل آ ۸- روشهایی جدید مانند نصب الکترودها در اعماق مورد مطالعه برای برآورد تولید ۹- روش فرآیند معکوس

۲- سوابق تحقیق

سوابق مطالعات هیدروشیمیایی و لیمنولوژیک منابع آبی در کشور نسبتا طولانی است. اما به دلیل جوان بودن دریاچه چیتگر مطالعات لیمنولوژیکی این دریاچه محدود به چند سال اخیر است.

در سال ۱۳۹۲ مهسا امام جمعه و همکاران، اثرات کیفی- بهداشتی آب دریاچه چیتگر و ارائه راهکارهای مدیریتی را مورد ارزیابی قراردادندو با اندازه گیری پارامترهای دمای آب، کلیفرم کل و مدفوعی، کلروفیل آ، pH، BOD5 ، مواد مغذی و نورسنجی،نشان دادند که دمای آب دریاچه در فصول مختلف به صورت طبیعی تغییر کرده و لایه بندی حرارتی صورت نگرفته است و از نظر بهداشتی خطری دریاچه را تهدید نمیکند (امام جمعه و همکاران ۱۳۹۴).

در مطالعاتی که توسط نصرالله زاده ساروی و همکاران در دریاچه سد شهید رجایی انجام شد، با به بکارگیری شاخص های تروفیکی، ساپروبی و شانون، کیفیت آب این دریاچه رابررسی کرده و نشان دادند بر اساس شاخص وضعیت تغذیه گرایی(TSI)، سطح تروفیکی این دریاچه اولیگوتروف تا مزوتروف است (Nasrollahzade *et al.*, 2017). در مطالعه ای که توسط محبی و همکاران جهت ارزیابی کیفیت آب دریاچه ارس انجام شد، تعیین گردیدکه سطح تروفیکی آب این دریاچه درحد یوتروف تا هایپرتروف بوده است(Mohebbi *et al.*, 2016). در تحقیقی که در دریاچه ارسباران انجام شد وضعیت لیمنولوژیکی آن دریاچه طی یک سال بررسی شد(عابدینی و همکاران،۱۳۹۳). میرزاجانی و همکاران عنوان نمدند بواسطه ورود و تجمع انواع آلاینده ها، بخش های عمده تالاب انزلی وضعیت کیفی مطلوب و ارزش های زیستی خود را از دست داده اند (Mirzajani *et al.*, 2010). عابدینی با بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب در ۱۰ ایستگاه مطالعاتی در مناطق مختلف تالاب انزلی نشان داد که تغذیه گرایی درآن تالاب به سمت هایپرتروف شدن پیش می رود(Abedini,2017).

پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی به عنوان قدیمی ترین مرکز تحقیقات شیلات و آبزی پروری کشور در طول عمر بیش از ۹۰ ساله خود منابع آبی مختلفی را در اقصی نقاط کشور مطالعه نموده است. از جمله طرحهایی که نگارنده به اتفاق همکاران پژوهشکده به پایان رسانده و گزارش شده است میتوان به موارد ذیل اشاره کرد: وضعیت فیزیکی وشیمیایی چاههای عمیق وقنوات بردسکن (عابدینی ،۱۳۸۴)، لیمنولوژی دریاچه پشت سد ارسباران (عابدینی ،۱۳۹۳)و چندین پروژه مشابه دیگر که گزارشات آن در سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی موجود است.

در راستای تامین منابع آب دریاچه چیتگر در حوزه آبریز رودخانه کن ،چند مطالعه برنامه ریزی منابع آب انجام شده که در ذیل عناوین آنها ذکر میشود .

- طرح احداث دریاچه مصنوعی چیتگر، گزارش هواشناسی، اسفند ۱۳۸۹ ، شرکت اشتوکی پارس
- طرح احداث دریاچه مصنوعی چیتگر، گزارش هیدرولوژی، اسفند ۱۳۸۹ ، شرکت اشتوکی پارس
- طرح دریاچه چیتگر،بررسی مجدد تأمین کمی آب دریاچه کن، جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری
- طرح بررسی تأثیر میزان برداشت آب برای دریاچه چیتگر بر وضعیت منابع و مصارف رودخانه کن، شرکت جها دتحقیقات آب و انرژی

۳-مواد و روش ها

جهت نمونه برداری های فیزیکی و شیمیایی آب با توجه به شکل، وسعت، عمق، موقعیت ورودی و خروجی تعداد ۵ ایستگاه در پهنه آبی دریاچه چیتگردر نظر گرفته شد. نمونه آب به صورت ستونی و بوسیله روتنر از سطح آب تا عمق برداشته شده ودر ظروف پلی اتیلینی جمع آوری شد. در محل نمونه برداری پارامترهای درجه حرارت آب، دمای هوا ، شرایط جوی ، pH ، اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی اندازه گیری و تاریخ وساعت نمونه برداری ثبت شد. نمونه های آب درظروف پلی اتیلینی به آزمایشگاه انتقال یافته و بلا فاصله مورد سنجش و بررسی قرار گرفت. محل ایستگاهها در جدول ۱و شکل ۱ نشان داده شده است.

نمونه برداری از آب برای سنجش تولیدات اولیه (شکل۲) در ایستگاههای مذکور از سطح و عمق آب انجام گرفت. همانگونه که در مقدمه گفته شد برای برآورد تولیدات اولیه روشهای گوناگونی وجود دارد در این تحقیق جهت برآورد تولیدات اولیه در آب از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA,2005) استفاده شده است. با تعیین مقدار اکسیژن وارد شده به محیط، عملاً تولید برآورد میگردد. درفرایند تولید ، مقادیری اکسیژن آزاد می شود و به موازات آن در تنفس مصرف می شود. در عمل برای انجام این روش از بطری تاریک و روشن استفاده شد. در این روش دو بطری هم شکل از جنس شیشه را انتخاب کرده و یکی از آنها را با استفاده از رنگ سیاه بصورت تاریک درآوردیم. جمع آوری نمونه های آب با جمعیتی طبیعی فیتوپلانکتونی انتخاب شده در اعماق مختلف و سطوح مختلف صورت میگیرد. هر نمونه آبی به سه زیر نمونه تقسیم می شود. نمونه اول به منظور تعیین مقدار اکسیژن محلول در آب در شروع آزمایش فورا تیمار می شود (شاهد).

جدول شماره ۱ : مختصات جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری دریاچه چیتگر

شماره ایستگاه	محل ایستگاه	طول شرقی	عرض شمالی
ایستگاه ۱	کانال ورودی	۵۱۱۲۹۴	۳۵۴۴۸۷
ایستگاه ۲	سرریز	۵۱۱۳۱۲	۳۵۴۴۴۱
ایستگاه ۳	وسط دریاچه	۵۱۱۲۶۷	۳۵۴۴۶۷
ایستگاه ۴	جنوب جزیره شمالی	۵۱۱۲۶۹	۳۵۴۴۹۷
ایستگاه۵	شمال جزیره غربی	۵۱۱۲۴۷	۳۵۴۵۰۲

نمونه دوم دربطری تیره ریخته و سرپوش آن را محکم بسته ولاک ومهر کرده و سپس با نواری تیره یا فویل آلومنیومی پوشیده می شود بطوریکه هیچ نوری نتواند به بطری نفوذ کند(تاریک). نمونه سوم در یک بطری روشن و تمیزی ریخته و سرپوش آن را محکم بسته و لاک و مهر می کنیم(روشن). بطری های روشن وتاریک به طناب بسته شده و به اعماقی که نمونه برداری در آن عمق صورت گرفته است بازگردانده می

شودو آنها را برای چندین ساعت (معمولا یک شبانه روز) در همان وضعیت رها می کنیم و سپس آنها را به سطح آب آورده و مقدار اکسیژن هر یک از بطری ها را به سرعت ممکن تعیین می کنیم. برای تعیین مقدار اکسیژن موجود در بطری ها از روش وینکلراستفاده شد. تغییراتی که درمقدار اکسیژن محلول در واحد زمان بوجود آمده، به منظور توصیف تولیدات اولیه در نمونه برداری در اعماق مختلف و سطوح نوری مختلف بوسیله کاهش حجم اکسیژنی طبق رابطه زیر استفاده میشود:

اندازه گیری اکسیژن مصرف شده در تنفس = بطری تاریک - بطری شاهد

اندازه گیری اکسیژن تولید شده در فتوسنتز یا تولید خالص اولیه = بطری شاهد – بطری روشن

تولید ناخالص یا کل اکسیژن تولید شده = بطری تاریک – بطری روشن

شکل ۱ : عکس ماهواره ای دریاچه (اقتباس از googleearth.com)
و محل ایستگاههای نمونه برداری جهت بررسی های فیزیکی وشیمیایی آب

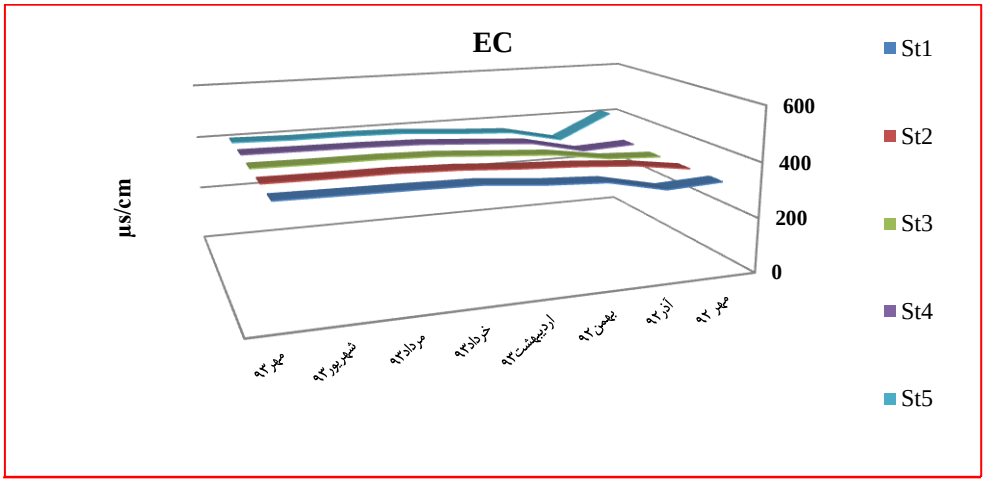
شکل شماره۲): نمونه برداری آب برای اندازه گیری تولیدات اولیه

از نسبت کربن به اکسیژن در فرآیند فتوسنتز در طی آزمایش، به منظور تبدیل تغییرات محاسبه شده در مقدار اکسیژن محلول نسبت به گرم کربن به ازای هر واحد حجمی به ازای زمان استفاده می شود. درجایی که مقدار تولید خالص اولیه در حد صفر می باشد، تولید اکسیژن توسط فتوسنتز کننده ها بطور کامل با میزان تقاضای برای اکسیژن به منظور تنفس پلانکتون ها برابر می باشد.

اندازه گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب توسط همکاران دانشگاه شهید بهشتی انجام شده که روش نمونه برداری و کنترل کیفیت و تضمین داده های آزمایشگاهی در منابع گزارش آمده است (شهبازی و بیات ۱۳۹۳،).نتایج حاصل از اندازه گیری های میدانی و آنالیز آزمایشگاهی پارامتر های فیزیکی و شیمیایی آب جمع بندی شده و بااستفاده از نرم افزارهای excel وSPSS مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

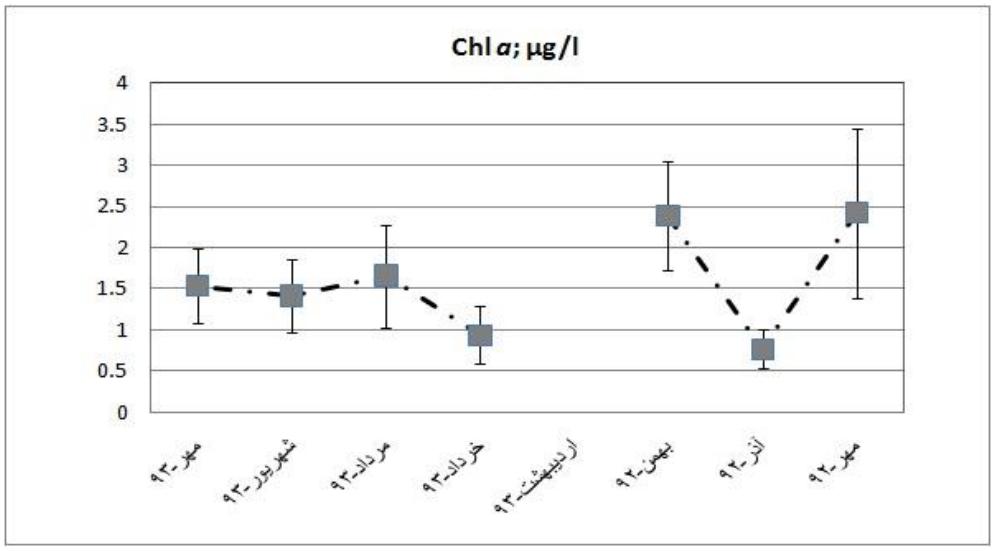
۴- نتایج

نتایج بررسیهای هیدروشیمی آب نشان میدهد میانگین سالانه دمای آب ۷/۳ ± ۱۸/۴ با حداقل ۶/۳ در آذرماه ۱۳۹۲ و حداکثر ۲۷/۱در مردادماه ۱۳۹۳ بر حسب درجه سانتیگراد بود. دامنه مقدار هدایت الکتریکی در زمان نمونه برداری در سد چیتگر بین ۳۱۵ تا ۴۱۳ با میانگین سالانه ۳۰ ± ۳۷۳ میکرو زیمنس بر سانتیمتر بود. در طول دوره نمونه برداری مقدار pH در دریاچه سد بین ۷/۷۵ تا ۸/۶۷ و میانگین ۰/۲۸ ± ۸/۲۴ اندازه گیری شد. شفافیت آب در بیشتر ایستگاهها در ماههای مرداد، شهریور و مهر ۹۳ از سطح تا کف بوده است، که نشانگر پائین بودن تولیدات اولیه دریاچه بوده است. عمق آب دریاچه در نقاط مختلف دریاچه متفاوت بود طوری که میانگین عمق آب دریاچه در ایستگاههای پنج گانه ۱/۷ ± ۳/۸ متر بوده است.

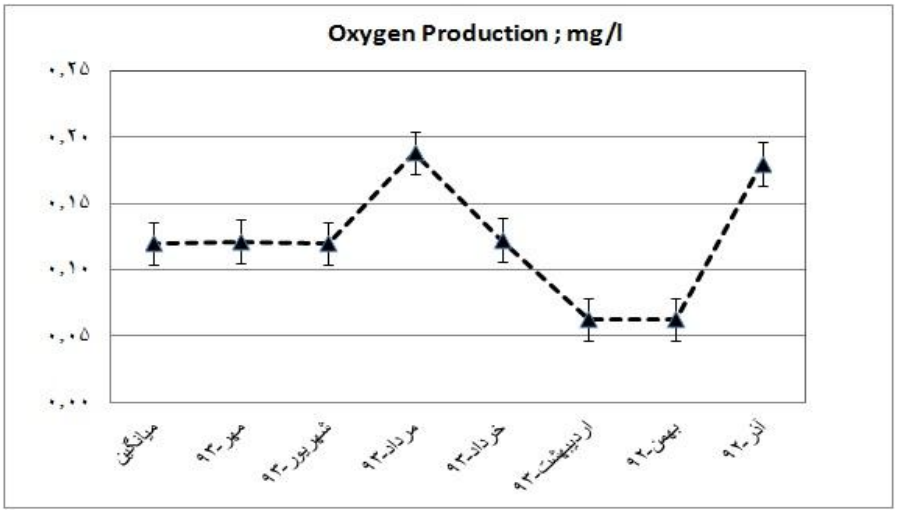


شکل۳: نمودار تغییرات هدایت الکتریکی(µs/cm) در آب دریاچه چیتگر

نتایج آنالیز واریانس یکطرفه(ANOVA) نشان دادکه در سطح اطمینان ۹۵٪ دربین ایستگاههای پهنه آبی دریاچه در هر دوره نمونه برداری تفاوت معنی داری بین داده های پارامتر های فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده مشاهده نشد. مقدار کلروفیل آ بین ۰/۷۶ و ۲/۴ میکروگرم در لیتر در ماههای مهر ۹۲ و آذر ۹۲ متغیر بوده است، میزان میانگین کلروفیل آ ۰/۳۵ ± ۱/۶ میکروگرم در لیتر محاسبه گردید (شکل۴). اختلاف معنی دار در کلروفیل آ بین ماههای مختلف مشاهده شد ($P< 0.05$).دامنه تغییرات اکسیژن محلول از مهرماه ۱۳۹۲تامهر۱۳۹۳ در دریاچه چیتگر۶/۵۶ تا ۱۱/۲۰ با میانگین ۰/۲± ۷/۸ میلی گرم در لیتربود(شکل۱۰). اکسیژن محلول بین ماههای مختلف دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P<0.05$). همچنین تغییرات اکسیژن محلول در سطح وکف آب دریاچه محسوس نبوده است. میانگین تولید خالص اکسیژن ۰/۱۲ میلیگرم در لیتر در کل دریاچه برآورد گردید (شکل۵). نتایج آماری اختلاف معنی داری بین تولیدات اکسیژن خالص در ماههای مختلف نشان داد($P < 0.05$).



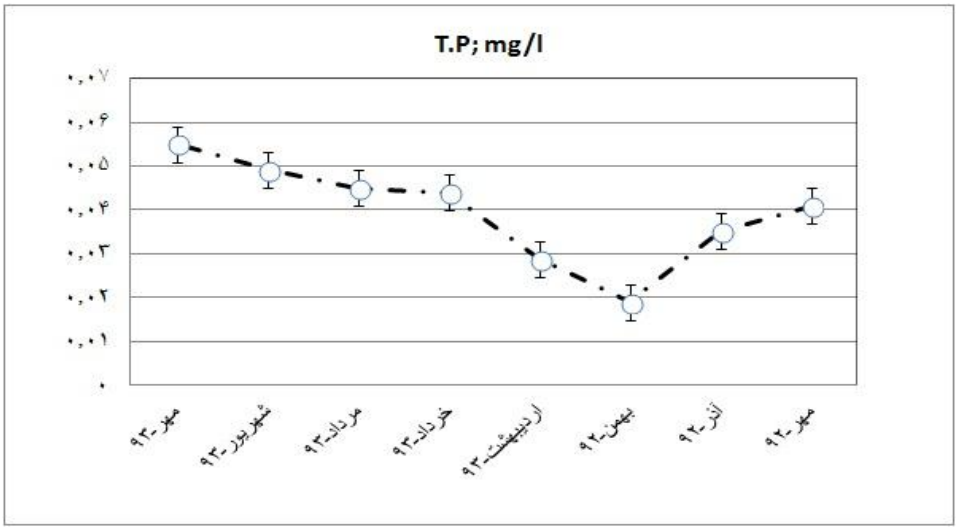
شکل۴: میانگین کلروفیل آ در ماههای مختلف نمونه برداری در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲



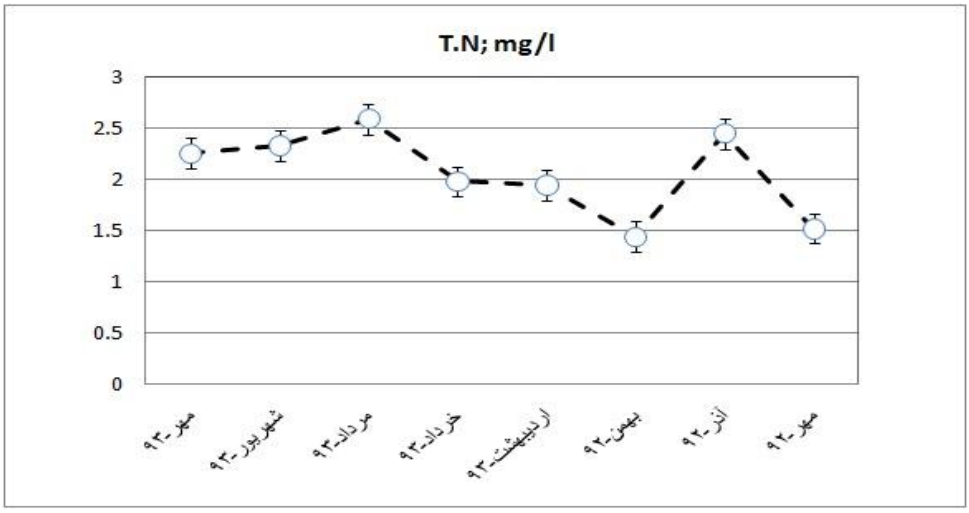
شکل ۵: میانگین تولید اکسیژن خالص در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲

مقدار سختی کل در ایستگاههای تعیین شده در دریاچه چیتگر بین ۱۰۳ تا ۱۲۷ تا ۲۵۲ میلی گرم در لیتر(بر حسب کربنات کلسیم) اندازه گیری شد و میانگین سالانه ۲/۷ ± ۹۶/۵ میلی گرم در لیتر(برحسب کربنات کلسیم)بود. آنالیز آماری اختلاف معنی دار سختی کل بین ماههای مختلف نشان نداد ($P > 0.05$).

فسفات کل نیز بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ میلیگرم در لیتر در ماههای بهمن ۹۲ و مهر ۹۳ متغییر بوده است، در حالیکه میانگین فسفات کل ۰/۰۱ ± ۰/۰۴ میلیگرم در لیتر بود (شکل۶). آنالیز آماری اختلاف معنی دار فسفات کل بین ماههای مختلف نشان داد ($P < 0.05$). مقدار نیتروژن کل از ۱/۴۰ تا ۲/۴ میلیگرم در لیتر در ماههای بهمن ۹۲ و مرداد ۹۳ در نوسان بوده است، مقدار میانگین نیتروژن کل ۰/۴۱ ±۲/۰۶ میلیگرم در لیتر طی مدت مطالعه بود (شکل۷).



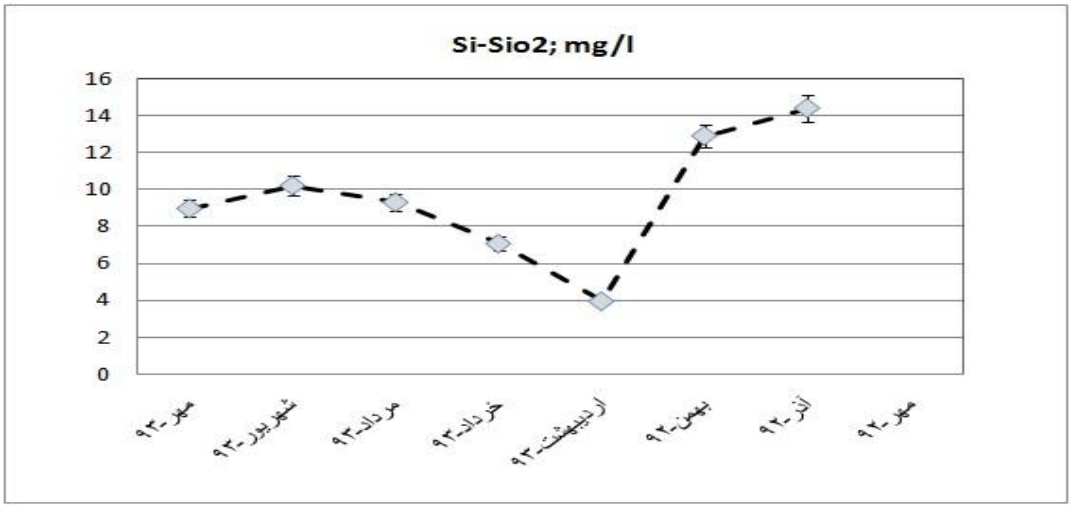
شکل ۶: میانگین فسفر کل در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲



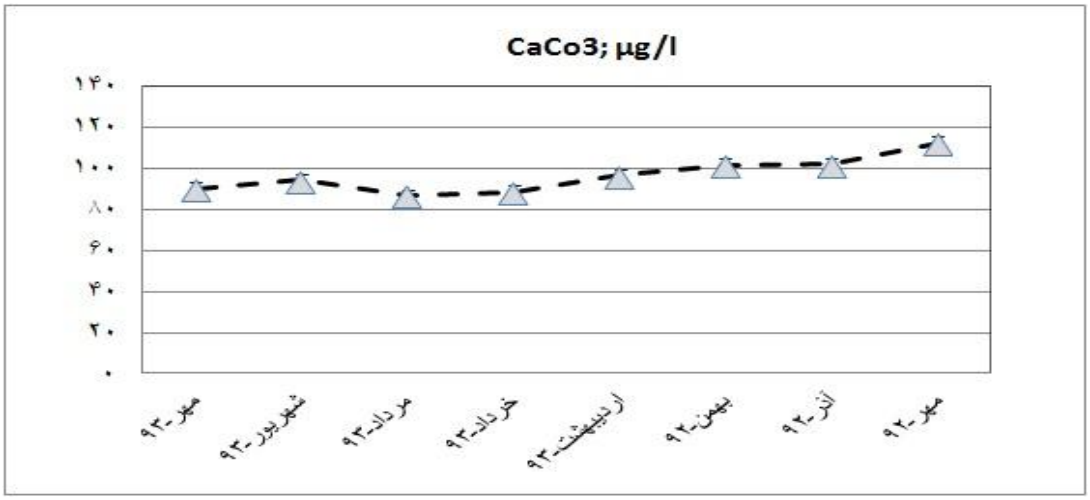
شکل ۷: میانگین نیتروژن کل در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲

میزان میانگین سیلیس (Si-SiO2) ۰/۵۲ ± ۹/۶ میلیگرم در لیتر بوده و مقدار آن از ۳/۹ تا ۱۴/۴ میلیگرم در لیتر بترتیب در ماههای اردیبهشت ۹۳ و آذر ۹۲ در نوسان بوده است، میزان سیلیس طی بهارکاهش شدیدی داشت (شکل۸). آنالیز آماری اختلاف معنی دار بین سیلیس در ماههای مختلف نشان داد ($P< 0.05$).

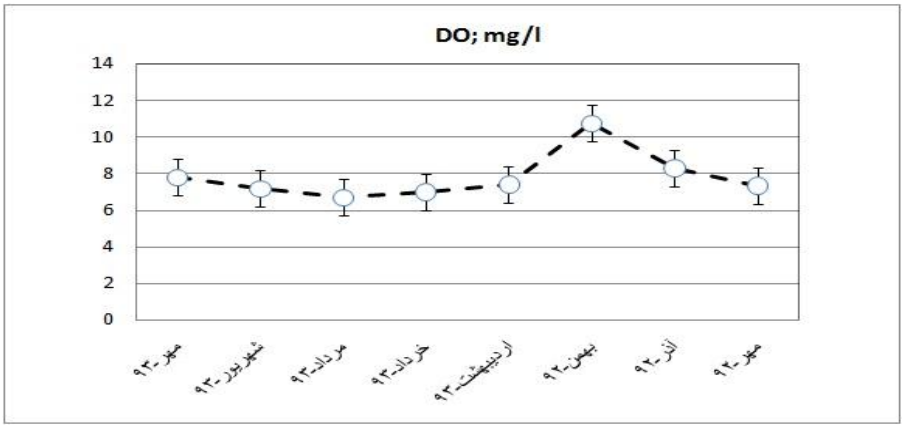
خلاصه نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه مصنوعی چیتگر در طی سال ۱۳۹۲و۱۳۹۳ درجداول شماره ۲ و۳ نشان داده شده است.



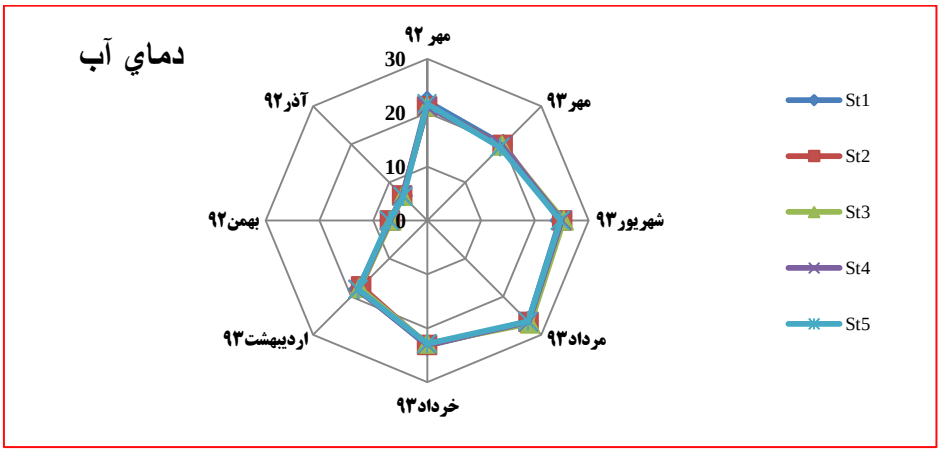
شکل ۸: میانگین غلظت سیلیس در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲



شکل ۹: میانگین سختی کل آب در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲



شکل ۱۰: میانگین اکسیژن محلول در ماههای مختلف در دریاچه چیتگر، سال ۹۳-۱۳۹۲

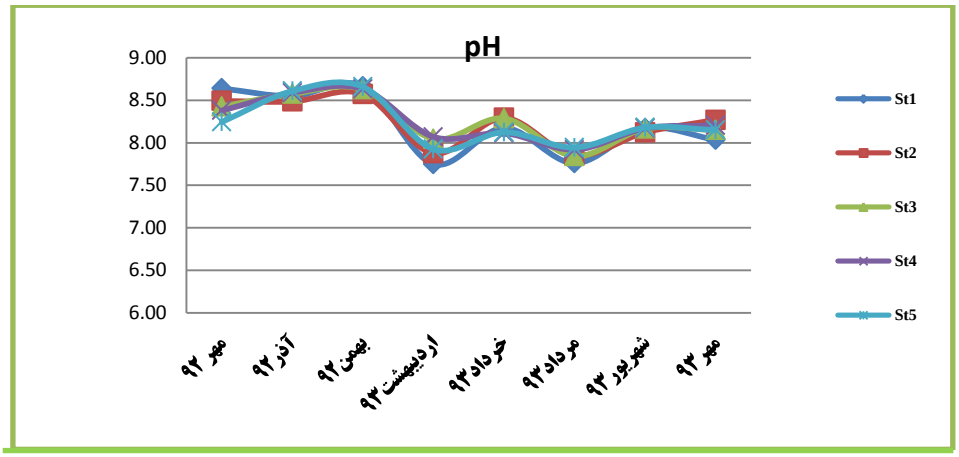


شکل ۱۱: نمودار تغییرات دمای آب (برحسب درجه سانتیگراد) در دریاچه چیتگر

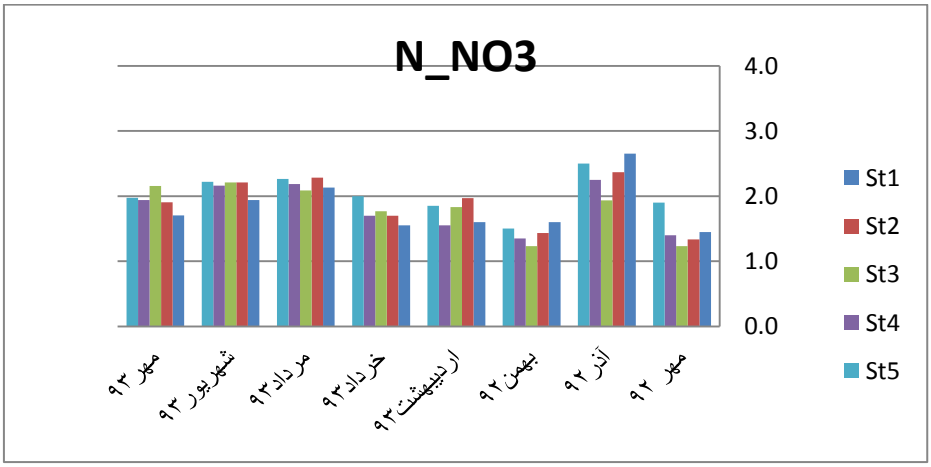
جدول شماره۲ : نتایج سالانه آنالیز پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه چیتگر

عوامل	Prameter	واحد اندازگیری	میانگین	sd	حداکثر	حداقل
درجه حرارت آب	water temp	^{o}C	۱۸/۴	۷/۳	۲۷/۱	۶/۳
اسیدیته	pH		۸/۲۴	۰/۲۸	۸/۶۷	۷/۷۵
درصد اشباع اکسیژن	%sat	%	۹۰/۲۳	۱۰/۶۶	۱۰۲/۷۵	۶۳/۸۹
هدایت الکتریکی	EC	µs/cm	۳۷۳	۳۰	۴۱۳	۳۱۵
کدورت	Turbidity	NTU	۲/۰	۱/۳	۵/۰	۰/۳
شوری	salinity	ppt	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۱۸
کلروفیل آ	Chlorophyll	µg/l	۱/۵۹	۰/۸۱	۳/۷۵	۰/۴۳
اکسیژن محلول	DO	mg/l O_2	۷/۸۰	۱/۲۴	۱۱/۲۰	۶/۵۶
نیترون نیتراتی	N_NO3	mg/l $N\text{-}NO_3$	۱/۸۷۵	۰/۳۶۰	۲/۶۵۰	۱/۲۳۳
نیتروژن نیتریتی	N_NO2	mg/l $N\text{-}NO_2$	۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱
آمونیوم	N_NH4	mg/l $N\text{-}NH_4$	۰/۱۰۵	۰/۰۳۳	۰/۱۶۵	۰/۰۵۵
نیتروژن کل	TN	mg/l N	۲/۰۶۳	۰/۴۳۳	۲/۷۵۰	۱/۲۳۳
اکسیژن موردنیاز بیولوژیکی	BOD5	mg/l O_2	۴/۸	۲/۶	۱۰/۴	۱/۰
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	COD	mg/l O_2	۱۲/۶۱	۴/۱۳	۲۱/۴۵	۴/۸۰
ارتو فسفات	P_PO4	mg/l $P_PO_4^{3-}$	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۳۰	۰/۰۰۴
فسفر کل	TP	mg/l P	۰/۰۳۵	۰/۰۱۴	۰/۰۶۵	۰/۰۱۳
کل مواد محلول	TDS	mg/l	۱۹۱/۸	۲۴/۹	۲۳۱/۰	۱۳۵/۰
کل مواد معلق جامد	TSS	mg/l	۱۲/۰	۷/۷	۲۵/۷	۱/۷

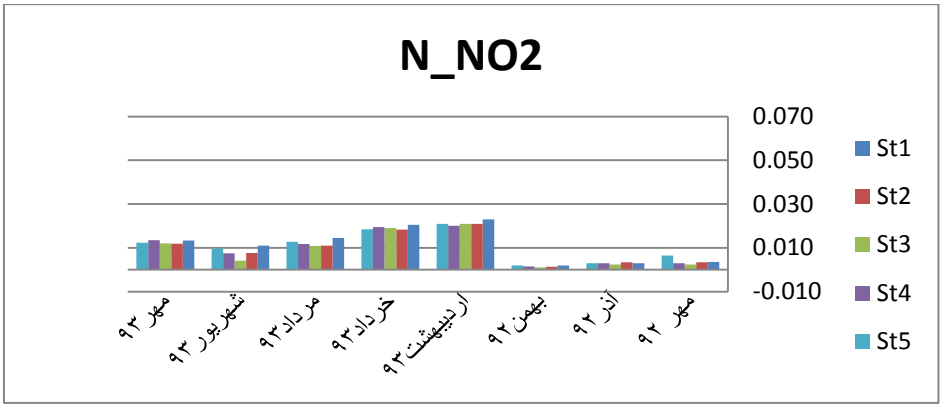
عوامل	Prameter	واحد اندازگیری	میانگین	sd	حداکثر	حداقل
قلیائیت	Alkalinity	mg/l $CaCO_3$	۹۶/۵۶	۸/۸۱	۱۲۷/۵۰	۸۵/۰۰
سولفید	Sulfid	mg/l S^{2-}	۰/۰۲۶	۰/۰۱۹	۰/۰۶۳	۰/۰۰۴
آهن	Fe	mg/l Fe	۰/۱۰۸	۰/۰۹۷	۰/۳۳۸	۰/۰۲۰
سیلیس	SiO2	mg/l SiO_2	۹/۵۵	۳/۳۷	۱۵/۰۵	۲/۴۵
کلراید	Chloride	mg/l Cl^-	۱۸/۸	۲/۸	۲۴/۶	۱۳/۳
سولفات	SO4	mg/l SO_4^{2-}	۵۵/۹۰	۱۰/۵۶	۶۹/۵۰	۳۱/۳۳
منیزیم	Mg	mg/l Mg^{2+}	۶/۴۷	۱/۵۸	۱۰/۰۳	۳/۷۹
کلسیم	Ca	mg/l Ca^{2+}	۳۷/۱۲	۴/۱۲	۴۱/۲۹	۲۶/۹۳
سختی کل	TH	mg/l $CaCO_3$	۱۱۹/۰۲	۵/۲۸	۱۲۶/۸۰	۱۰۳/۳۳



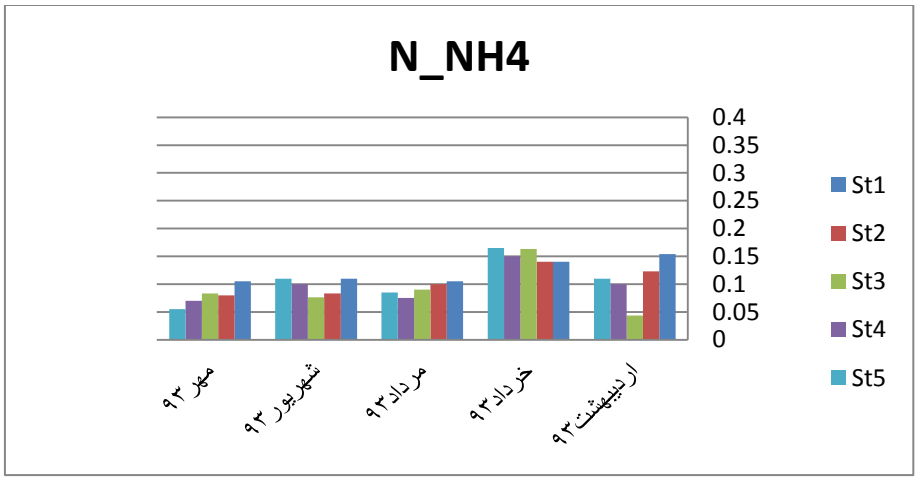
شکل ۱۲: نمودار تغییرات pH در دریاچه چیتگر



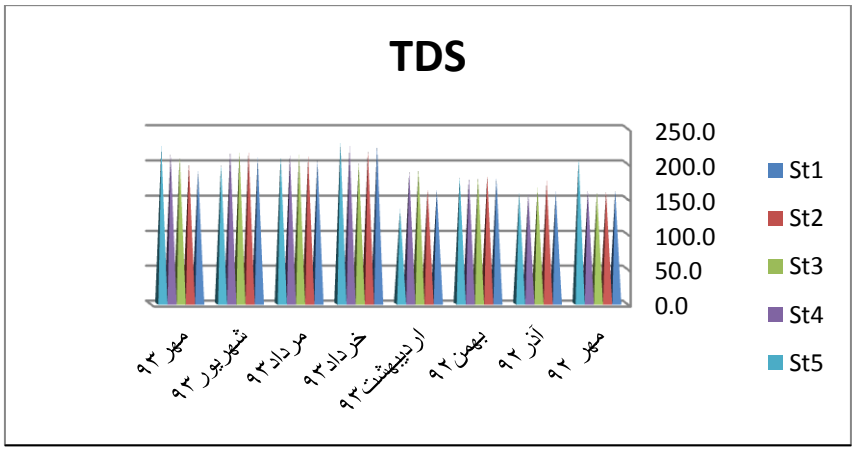
شکل ۱۳ : نمودار تغییرات نیتروژن نیتراتی (mg/l)در آب دریاچه چیتگر



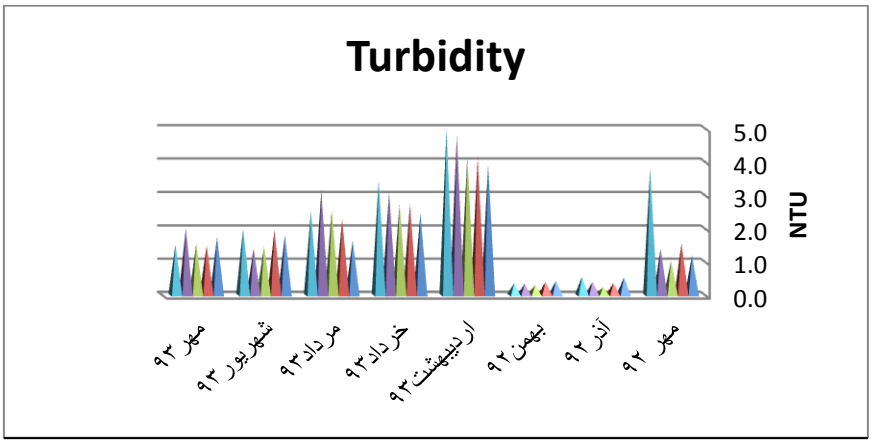
شکل ۱۴ : نمودار تغییرات نیتروژن نیتریتی (mg/l)در آب دریاچه چیتگر



شکل ۱۵ : نمودار تغییرات نیتروژن آمونیومی(mg/l) در آب دریاچه چیتگر



شکل ۱۶ : نمودار تغییرات TDS (mg/l)در آب دریاچه چیتگر



شکل ۱۷ : نمودار تغییرات کدورت در آب دریاچه چیتگر بر حسب NTU

جدول شماره۳: میانگین تولید و مصرف میکروارگانیزمی اکسیژن در دریاچه چیتگردر یک شبانه روز

	شاهد	تاریک	روشن	خالص	تنفس	ناخالص
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
میانگین	۸/۸	۸/۴	۹/۰	۰/۱	۰/۴	۰/۵
SD	۰/۸۷	۱/۰۴	۰/۸۸	۰/۱۰	۰/۲۴	۰/۲۵
حداکثر	۱۰/۰	۹/۸	۱۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۲
حداقل	۷/۵	۶/۶	۷/۵	۰/۰	۰/۱	۰/۲

۵-بحث و نتیجه گیری

هر پیکره آبی ساکن در طول زمان به سمت پرغذایی شدن حرکت میکند. این روند معمولا در مخازن آبی سریعتر است درحالی که در مورد مخازن با توجه به کارکرد و هدف احداث آنها بیشترین توجه برای جلوگیری از پرغذایی شدن باید معمول گردد. علایم توصیفی و اثرات پدیده پرغذایی به طور خلاصه در جدول۴ ارایه شده است که میتواند مورد توجه مدیریت بهر ه برداری و پایش دریاچه قرار گیرد.

جدول شماره۴ : شاخص ها و علائم مغذی شدن و پاسخ های دریاچه به این علائم(Wetzel, 1983)

فیزیکی	شیمیایی	بیولوژیکی
کاهش شفافیت سکشی	افزایش غلظت مواد مغذی	افزایش تناوب زمانی شکوفایی جلبکی
افزایش ذرات معلق	افزایش کلروفیل a	کاهش تنوع گونه ای جلبکها
	افزایش هدایت الکتریکی	افزایش پوشش گیاهی (ماکروفیت ها)
	افزایش جامدات محلول	افزایش زئوپلانکتون ها
	افزایش افت اکسیژن در(هیپولیمنیون)	افزایش جانوران کف زی
	افزایش اشباع اکسیژن در(اپیلیمنیون)	کاهش تنوع جانوران کف زی
		افزایش تولید اولیه جرم زنده
		افزایش جرم زنده فیتوپلانکتون ها

از دیدگاه عملیات پایش، شناسایی وضعیت تغذیه گرایی مخزن دارای اهمیت ویژه است. برای این منظور براساس میانگین غلظت های اندازه گیری شده فسفر و در درجه بعدی، عمق قابل مشاهده بوسیله سکشی دیسک، اکسیژن محلول وکلروفیل a در آب مخزن در هنگام لایه بندی احتمالی و اختلاط آب، طبقه بندی وضعیت تغذیه گرایی مخزن باید انجام شود. در حقیقت داده های پایش کیفیت آب باید جمع آوری شده و با تعیین روند سالانه تغییرات کیفیت، تعیین میانگین غلظت و حداقل و حداکثر پارامترهای مورد مشاهده، با توجه به جداول مبنا می توان وضعیت تغذیه گرایی مخزن را تعیین نمود. این جدول براساس اعداد حاصل از تحقیقات انجام گرفته در دریاچه ها و مخازن مختلف در سطح جهان تدوین شده است. برای تعیین وضعیت تغذیه گرایی مخزن همچنین می توان از مدل های ریاضی و یا معادلات و روش های تجربی بهره مند گردید.

برحسب میانگین پارامترهای اندازه گیری شده وبا توجه به نتایج آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) درسطح اطمینان ۹۵٪ ، در ایستگاههای پهنه آبی دریاچه در هر دوره نمونه برداری تفاوت معنی داری بین داده های اندازه گیری مشاهده نمی شودو می توان اینگونه استنباط کرد که آب دریاچه چیتگر همگن بوده و کیفیت آب در پهنه آبی یکسان است. قابل ذکر است ایستگاه ۱در منطقه کانال ورودی تحت تاثیر ورودی آب از رودخانه کن بوده و همچنین ایستگاه ۵ تحت تاثیر حضور گردشگران و رهاکردن خرده غذا، به کاربری هواده ها و اسکله قایقرانی بوده است. حجم و سطح آب دریاچه چیتگر تابعی از میزان آب ورودی ازکانال منشعب شده از

رودخانه کن ومیزان تبخیر سطحی از دریاچه میباشد. خروجی دریاچه در تمام سال بسته نگه داشته شده و سطح آب به حد سرریز نمی رسد.

دمای آب یکی ازمهمترین عوامل درافزایش و یا کاهش فعالیت بیولوژیکی آبزیان محسوب میگردد. در طی مدت این مطالعه در دریاچه چیتگر میانگین سالانه دمای آب ۱۸/۴ باحداکثر ۲۷/۱ درمردادماه سال ۱۳۹۳وحداقل ۶/۳ درجه سانتیگراد در آذرماه همان سال بوده است. در شکل شماره ۱۱ نمودار تغییرات میانگین دمای آب در دریاچه چیتگر در ماههای مختلف نشان داده شده است. با توجه به داده های حاصل در دریاچه چیتگر از سطح به عمق و در پهنه آبی دریاچه لایه بندی حرارتی مشاهده نشد .

مقدار اکسیژن محلول دریاچه فاکتور اساسی درکیفیت آب و رشد بقاء و ادامه حیات آبزیان محسوب میگردد. میانگین غلظت اکسیژن محلول۱/۲± ۷/۸ با دامنه تغییرات از ۶/۶ تا ۱۱/۲ میلیگرم در لیتر بوده است. بیشترین مقدار اکسیژن در ماه بهمن مشاهده شد و این افزایش اکسیژن محلول همانگونه که در شکل شماره۱۰ نشان داده شده به وضوح قابل مشاهده است. در ماه های گرم سال بالاخص مرداد ماه غلظت اکسیژن محلول در دریاچه در پایین ترین حدمیباشد. در وضعیت فعلی مقدار غلظت اکسیژن در دریاچه جهت مصارف معمول مناسب می باشد. اختلاف اکسیژن بین سطح و عمق چندان بارز نیست. با توجه به داده های اندازه گیری شده در پهنه آبی دریاچه چیتگرکمبود اکسیژن محلول مشاهده نشد. میزان تغییر اکسیژن محلول در نتیجه فتوسنتز و تبادل آزاد با سطح است و این تبادل با اتمسفر صورت می گیرد. بعلت ویسکوزیته و تراکم بالای آب جانوران آبزی نیازمند اکسیژن بیشتری نسبت به خشکی زیها هستند. سرعت انتشار اکسیژن درآب در مقایسه با سرعت آن در هوا بسیار کم است.

میانگین مقدار pH در دریاچه چیتگر۰/۲۸± ۸/۲۴ میباشد. نمودار تغییرات pH نشان میدهد که تغییرات این عامل در طی سال از یک واحد بیشتر نیست(شکل ۱۲). بر طبق جدول شماره۴ این محدوده از pH برای بسیاری از فعالیت ها و از جمله آبزی پروری مساعد است دریاچه چیتگر از لحاظ طبقه بندی pH در محدوده آبهای خنثی تا کمی قلیایی است. حد مطلوب pH در آب آشامیدنی از نظر سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بین ۷ تا ۸/۵ می باشد و حد مقدار مجاز pH از نظر این سازمان ۶/۵ تا۹/۲ می باشد .

جدول شماره۵: میانگین سالانه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه سد چیتگر در مقایسه با مقادیر مطلوب

عوامل مورد اندازه گیری	حد مجاز تخلیه به آبهای سطحی	آشامیدنی	ماهیان گرم آبی	ماهیان سردآبی	دریاچه چیتگر (تحقیق کنونی)
دمای آب (oC)			۳۰-۱۸	۱۷-۷	۱۸/۴
اکسیژن محلول(mg/l)	۲ <		۴<	۱۳-۷	۷/۸۰
EC (µs/cm)		۱۵۰			۳۷۳
pH	۸/۵ -۶/۵	۸/۵-۷	۹ - ۶/۵	۸/۴-۶/۸	۸/۲۴

عوامل مورد اندازه گیری	حد مجاز تخلیه به آبهای سطحی	آشامیدنی	ماهیان گرم آبی	ماهیان سردآبی	دریاچه چیتگر (تحقیق کنونی)
کلسیم(mg/l)	۷۵		۱۶۰-۱۰	۱۴۰-۴	۳۷
سختی کل(mg/l)			۴۰۰-۵۰	۴۰۰-۱۰	۱۱۹
کلراید(mg/l)	۶۰۰	۲۰۰			۱۹
نیتریت(mg/l)	۱۰	۰		< ۰/۰۵	۰/۰۱۰
نیترات(mg/l)	۵۰	۰		< ۱۰	۱/۸۷۵
کل نیتروژن(mg/l)					۲/۰۶۳
فسفرمحلول(mg/l)	۱	۰/۱		۰/۰۰۳	۰/۰۱۳
کل فسفر(mg/l)				۳-۰/۰۱	۰/۰۳۵
سولفات(mg/l)	۴۰۰	۲۰۰		< ۵۰۰	۵۶
BOD_5(mg/l)	۵۰				۴/۸
COD(mg/l)	۱۰۰				۱۲/۶۱
بی کربنات(mg/l)			۱۰۰-۶۰		۹۶/۶

یکی از عوامل عمده و مهم تغییر pH درمنابع آبی ، وجود یا عدم وجود کربنات و بی کربنات در آب آنها می باشد. کربنات کلسیم یکی از فراوانترین مواد معدنی طبیعی است که بصورت نسبتاً خالص و یا بصورت ذراتی در سنگها و خاک وجود دارد. این ماده در آب خالص نسبتاً غیر محلول است و تنها به میزان ۱۳ قسمت در میلیون در آب حل می شود. آبی که از کربنات کلسیم اشباع شده است دارای pH حدود ۹/۳ است.کربناتها و بیکربناتها می توانند با اسید ها و نیز بازها واکنش نشان داده و منجر به تغییر pH گردند. زی شناوران گیاهی با تثبیت pH در قلیائیت ۶/۵ یا بیشتر توان تولید خود را بدلیل افزایش دسترسی به مواد معدنی (مقدار فسفات محلول) بهبود می دهند. قلیائیت به مقدار ۲۰ میلی گرم در لیتر یا بیشتر CO2 را به دام می اندازد و به این ترتیب مقادیر CO2 موجود برای فتوسنتز را افزایش می دهد. در آب، گازهای محلول که اجزاء بیولوژیکی و اکولوژیکی مهمی هستند، اکسیژن و دی اکسید کربن می باشند.آنها از پروسه های زنده مختلف و یا از اتمسفر بصورت محلول بوجود می آیند. اهمیت گازهای محلول بر طبق دما، شوری و فشار جزئی تک تک آنها در سطح آب فرق می کنند (رومیانی، ۱۳۸۵).

دریاچه های با قلیائیت کل کمتر از ۲۰ میلیگرم در لیترCaCo3 ،دارای سیستم بافری ضعیف بوده و در زمان فتوسنتز شدید pH آب دارای نوسانات زیادی در محدودهٔ بین ۷ تا ۱۰ می باشد(Boyd , 1990). میانگین مقدار قلیائیت آب دریاچه چیتگر ۸/۸ ± ۹۶/۶ میلیگرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم است. با افزایش قلیائیت آب، دریاچه ازقدرت بافری بیشتری برخورداری میشود. به عبارتی با افزایش قلیائیت کل مقاومت دریاچه در مقابل تغییرات pH بیشتر میشود. بنا براین در این وضعیت کنونی دریاچه چیتگر از سیستم بافری مناسب برخوردار است.کدورت باعث کاهش توانایی نفوذ نور در آب می شود و این از طریق مواد ذره ای معلق در آب که از

سایزکلوئیدی تا درشت دانه در آب پخش هستند صورت می گیرد. درمنابع آبی ، کدورت و رنگ ممکن است در نتیجه ذرات رس بصورت کلوئیدی، مواد آلی کلوئیدی یا محلول و یا از فراوانی پلانکتونها باشد. در هر صورت نور عامل مهمی برای فتوسنتز است. نور آفتاب توسط گیاهان سبز جذب شده و طی عمل فتوسنتز مواد معدنی و ترکیبات غیر آلی را به مواد آلی تبدیل می کند. که این مواد خود منشاء تغذیه و زندگی سایر موجودات زنده هستند (Boyd, 1990).

مقدار کل مواد معلق جامد در دریاچه چیتگر در ماههای مورد بررسی بین ۱/۷تا ۲۵/۷ با میانگین ۷/۷±۱۲/۰ میلی گرم در لیتر می باشد. میانگین مقدار کدورت آب ۱/۳± ۲/۰ بر حسب NTU میباشد. باید توجه داشت که عامل کدورت و مواد معلق آب علاوه براثرات ظاهری باعث اثرات ثانویه در کیفیت آب میشود. وضع ظاهری آب و داده های اندازه گیری شده از حد شفافیت و کدورت و TSS نشان میدهد که در حال حاضر آب دریاچه بسیار شفاف است طوری که در اکثر مواقع نمونه برداری مقدار عمق دید سکشی دیسک تا کف دریاچه (بیشتر از۶ متر) قابل مشاهده بود. اگر مواد جامد محلول در آب زیاد شود دلالت بر این دارد که غلظت زیادی از مواد حل شده وجود دارد. آبی که محتوی مواد جامد معلق زیادی است با BOD بالا همراه است و این اغلب با کدورت همراه است و کدورت معمولاً با شفافیت نسبت مستقیم داردکه با سکشی دیسک اندازه گیری می شود. واضح است که، کدورت هم چنین به پارامترهای دیگری مانند مقدار پلانکتون در آب وابسته است. تعیین BOD استاندارد شامل انکوباسیون نمونه آبی با مواد غذایی فراوان در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد و این معمولاً برای ۵ روز می باشد. میزان اکسیژن محلول مصرف شده در طول انکوباسیون بخاطر مقدار اکسیژن مورد نیاز برای تجزیه مواد آلی و تنفس پلانکتون ها در نمونه مورد توجه واقع میشود. همچنین مقدارBOD برای بررسی آلودگی موجود در آب قابل استفاده است. مقدار میانگین BOD5 در دریاچه چیتگر ۲/۶±۴/۸ میلیگرم در لیتر بود. مقدار COD موجود در یک نمونه، اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون کامل مواد آلی به دی اکسید کربن و آب است. همبستگی زیادی بین COD و BOD وجود دارد. مقدار میانگین COD در دریاچه چیتگر ۴/۱± ۱۲/۶ میلیگرم در لیتر بود. با توجه به شفافیت آب در دریاچه چیتگر مقادیر COD و BOD حاکی از این واقعیت است که در دوره نمونه برداری منابع عمده ای از مواد آلی درآب دریاچه وجود نداشته است. مقدار میانگین هدایت الکتریکی این دریاچه ۳۰ ±۳۷۳ میکروزیمنس بر سانتیمتراست. از لحاظ شوری آب دریاچه چیتگر در طبقه آبهای شیرین(fresh water) قرار میگیرد.

میزان سختی آب یکی از ویژگیهای کیفی آب است که معمولاً گزارش می گردد. سختی عبارت است از مقدار کمی یونهای دو ظرفیتی وسه ظرفیتی مانند کلسیم، منیزیم و یا آهن موجود در آب می باشد. سختی ممکن است در نتیجه مخلوطی از یونهای دو ظرفیتی ایجاد گردد اما معمولی ترین منابع ایجاد سختی آب کلسیم و منیزیم می باشند. سختی یک نمونه آب بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم گزارش می شود. میانگین سختی کل دریاچه چیتگر ۵± ۱۱۹ با دامنه تغییرات ۱۰۳تا۱۲۷میلیگرم در لیتر بوده است که بر حسب طبقه بندی آبها در

ردیف آبهای نسبتا سخت قرار می گیرد. مقادیر کلسیم و منیزیم از عناصر تشکیل دهندهٔ سختی آب محسوب می گردند و بعنوان یکی از شاخصهای تعیین نوع آب شیرین و یا شور مورد استفاده قرار می گیرند. معمولا در آبهای شیرین نسبت کلسیم به منیزیم بیشتر از یک میباشد. میانگین غلظت کلسیم دریاچه چیتگر ۴/۱±۳۷/۱ میلی گرم در لیتر و میانگین غلظت منیزیم ۱/۵ ±۶ میلی گرم در لیتر بود. میزان مواد مغذی بصورت معدنی وآلی موجود دریاچه پس ازدما و اکسیژن فاکتور اصلی درمتابولیسم دریاچه محسوب میگردد. نیتروژن در محیطهای آبی به اشکال مختلف وجود دارد. وابستگی بین ترکیبات نیتروژن در آب از طریق باکتریهای هتروتروفیک و اتوتروفیک می باشد. اثر pH روی فرم غیر یونی نیتروژن بیشتر از اثر دما می باشد. معمولا اشکال نیتریت و آمونیاک از حالت های حد واسط و سمی نیتروژن هستند.

جدول شماره۶: طبقه بندی آبها بر اساس میزان سختی کل (عابدینی،۱۳۸۴)

طبقه	سختی کل(as mg/l CaCO3)
سبک (نرم)	۰ – ۷۵
نسبتا سخت	۷۵ – ۱۵۰
سخت	۱۵۰ - ۳۰۰
خیلی سخت	بیشتر از ۳۰۰

نیتریت در شرایط طبیعی تحت اثر باکتریهائی که اغلب در آب وجود دارند به نیترات غیر سمی تبدیل می شوند. نیتریت از جمله اشکال نیتروژن است که حضور آن در آب بیشتر از یک حد مشخص، ایجاد سمیت می کند. طبق استاندارد راهنمای سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر غلظت مجاز نیتریت در آب آشامیدنی ۳ میلی گرم در لیتر است. حد اکثر غلظت مجاز نیتریت در استاندارد راهنمای آب آشامیدنی ایران نیز ۳ میلیگرم در لیتر و حد مطلوب صفر میلی گرم در لیتر است. آئین نامه اجرایی سازمان حفاظت محیط زیست ایران مقدار مجاز نیتریت در آب جهت تخلیه به آبهای زیر زمینی را ۱۰ میلی گرم در لیتر اعلام نموده است. میانگین سالانه غلظت نیتروژن نیتریتی در دریاچه چیتگر ۰/۰۱۰ میلی گرم درلیتر بود. بر اساس استاندارد های ذکر شده این حد از غلظت نیتریت دارای اثرات سمی نیست. بطور کلی در دوره نمونه برداری در پهنه آبی دریاچه چیتگر، غلظت ترکیبات مضر نیتروژنی کمتر از حدی بودکه ایجاد سمیت کند.

جدول شماره۷: طبقه بندی آبها بر اساس شوری و هدایت الکتریکی (عابدینی،۱۳۸۴)

طبقه	شوری (قسمت در هزار) (ppt)	هدایت الکتریکی (µMhos)
Hypersaline	>۴۰	>۶۰۰۰۰
Eusaline	۴۰-۳۰	۶۰۰۰۰-۴۵۰۰۰
Mixosalinec	۳۰-۰/۵	۴۵۰۰۰-۸۰۰
Polysaline	۳۰-۱۸	۴۵۰۰۰-۳۰۰۰۰
Mesosaline	۱۸-۵	۳۰۰۰۰-۸۰۰۰
Oligosaline	۵-۰/۵	۸۰۰۰-۸۰۰
Fresh	<۰/۵	<۸۰۰

نیترات فرم اکسیده نیتروژن می باشد که محصول نهایی پروسه نیتریفیکاسیون محسوب میگردد و از منابع اصلی تأمین نیتروژن موردنیازتولیدکنندگان اولیه بشمارمیرود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی دریاچه چیتگر ۰/۳۶۰± ۱/۸۷۵ میلی گرم در لیتربود. نیتروژن کل شامل نیتروژن معدنی و آلی می باشد. میانگین نیتروژن کل دریاچه۰/۴۳۳ ±۲/۰۶۳ میلی گرم در لیتر بوده است. داده های حاصل از اندازه گیری ها نشان میدهد قسمت عمده نیتروژن دریاچه به شکل نیترات بود.

در آبهای طبیعی روی شکل غیر آلی فسفر یونیزاسیون صورت می گیرد و تولیدات آن بصورت اسیدارتوفسفریک در می آید. در آبهای طبیعی - H2po4 و$^{2-}$ Hpo4 غالب می باشند. اگر چه فسفرها اجزاء کوچکی به حساب می آیند اما اغلب از جمله مهم ترین ماده غذایی برای تولید دراکوسیستم های آبی بشمار می آیند. غلظت فسفرها در بستر و لجن ها قابل توجه است وتا حدودی فسفر ها در مواد زائد که در اثر متابولسیم جانوران بوجود می آید پدیدار می شود. فرمهای مختلف فسفر و ترکیبات آن بستگی به pH موجود در آب دارد.

فسفر بدلیل مقدار کم آن و نیاز زیاد در فعالیتهای بیولوژیکی بمنظور ایجاد بافتهای حیاتی بعنوان عنصر محدود کننده مطرح می باشد. میانگین غلظت فسفر ارتوفسفات دریاچه چیتگر ۰/۰۱۳ میلی گرم بر لیتر بود. میانگین فسفر کل در آب این دریاچه ۰/۰۱۰ ±۰/۰۳۵ میلی گرم بر لیتر می باشد. مقادیر مجاز فسفر در آب بستگی به نوع مصرف آب و زمینه بهره برداری از منبع آبی دارد وبه هر حال طبق استاندارد محیط زیست ایران این مقدار در منابع آبی طبیعی بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلیگرم در لیتر است. در تبیین شرایط تغذیه گرایی دریاچه، ازت کل به عنوان پارامتر مهم مطرح می باشد. در دریاچه چیتگر نسبت ازت کل به فسفر بیشتر از ۵۱ است و بنابراین در

فرایند یوتروف شدن فسفر نقش محدود کنندگی را ایفاء میکند. مقدار کلروفیل آ شاخصی از بیوماس جلبکی در دریاچه می باشد. میانگین غلظت کلروفیل آ دریاچه ۱/۵۹±۰/۸۱ میکرو گرم بر لیتر با دامنه تغییرات ۰/۴۳ تا ۳/۷۵ میکروگرم در لیتر بوده است. این حد از غلظت کلروفیل آ در دریاچه های اولیگوتروف دیده میشود. میانگین غلظت سیلیس در دریاچه چیتگر ۳/۳۷ ± ۹/۵۵ میلی گرم بر لیتر است. تغییرات افقی غلظت سیلیس در دریاچه ناچیز می باشد. سیلیس عنصر مورد نیاز برخی از پلانکتونها جهت دیواره سلولی می باشد. غلظت سیلیس کمتر از ۰/۵ میلی گرم در لیتر می تواند سبب کاهش شدید فعالیت دیاتومه گردد(Wetzel ,1983) .

بطور کلی باتوجه به داده های حاصل از این تحقیق در مقایسه با جداول مرجع وبا توجه به مقدار عددی پارامترهای شیمیایی، سطح تروفیکی دریاچه چیتگر نسبت به فسفر وکلروفیل، مزوتروف است اما بر مبنای ارزیابی چندپارامتری شاخص های تروفیکی (Lamparelli,2004) سطح تروفی این دریاچه در حد دریاچه های اولتراولیگوتروف بود. با توجه به اینکه آبهای زیر زمینی معمولا دارای مقادیر قابل توجهی از نیتروژن به صورت نیترات هستند، ممکن است غنای غلظت نیتروژن در اثر آبگیری اولیه از چشمه هاو آبهای زیر زمینی بوده باشد. از طرفی بعلت نسبت نیتروژن به فسفر، در این دریاچه در حال حاضر فسفر نقش محدود کنندگی را ایفاء کرده و علی رغم غلظت کافی نیتروژن، سطح تروفی را پایین نگه میدارد.

جدول شماره۸: طبقه بندی منابع آبی بر اساس شاخص تروفیکی کارلسون اصلاح شده توسط لامپارللی(Lamparelli,2004)

طبقه بندی	دامنه TSI	حد شفافیت (m)	کل فسفر (mg.m-3)	کلروفیل آ (µg.L-1)
اولتراولیگوتروف	۴۷TSI ≤	۲/۴SD ≥	۸TP ≤	۱/۱۷CHL ≤
اولیگوتروف	۵۲ <TSI ≤ ۴۷	۱/۷ > SD ≥ ۲/۴	۱۹ < TP ≤ ۸	۳/۲۴< CHL ≤ ۱/۱۷
مزوترف	۵۹ <TSI≤ ۵۲	۱/۱ > SD ≥ ۱/۷	۵۲ < TP ≤ ۱۹	۱۱/۰۳ < CHL ≤ ۳/۲۴
یوتروف	۶۳ <TSI≤ ۵۹	۰/۸ > SD ≥ ۱/۱	۱۲۰ < TP ≤ ۵۲	۳۰/۵۵ < CHL≤ ۱۱/۰۳
سوپر یوتروف	۶۷ <TSI≤ ۶۳	۰/۶ > SD ≥ ۰/۸	۲۳۳ < TP ≤ ۱۲۰	۶۹/۰۵ < CHL≤ ۳۰/۵۵
هایپر یوتروف	۶۷TSI>	۰/۶SD>	<TP۲۳۳	< CHL۶۹/۰۵
چیتگر	۳۴	۵/۴	۴۰	۶/۱

در طول روز فتوسنتز بوسیله گیاهان آبزی با افزایش تابش خورشید افزایش می یابدو بعد از آن کاهش می یابد. هم چنین مقدار زیاد مواد آلی موجود در آب مقدار نفوذ تابش خورشید را کاهش می دهد و این باعث می شود که سرعت فتوسنتز پایین بیاید. با استفاده از روش کلاسیک بطری های تاریک و روشن می توان مقدار تولیدات اولیه را برآورد کرد. با استفاده ازاین روش می توان محصول اکسیژن فتوسنتزی و مقدار اکسیژن تنفس شده و در نتیجه مقدار تولیدات اولیه را تخمین زد. طبق فرمول زیر در قبال یک مول اکسیژن آزاد شده به محیط آبی از

طریق فتوسنتز، یک مول کربن فیکسه می شود بنابر این با بر آورد مقدار اکسیژن تولید شده در یک شبانه روز می توان میزان تولیدات اولیه را تخمین زد :

$$6CO2 + 6H2O + light + Chlorophyll \rightarrow C6H12O6 + 6O2$$

مکانیزم اضافه کردن اکسیژن به آب بستگی به عملیات بیولوژیکی گیاهان سبز بخصوص جلبک ها دارد آنها حاوی کلروفیل آ هستند که امکان استفاده از انرژی خورشیدی را فراهم آورده و با استفاده از دی اکسیدکربن مواد سلولی را تولید می کنند که به عنوان منبع کربن و آزاد کننده اکسیژن به آب محسوب میشوند. جلبک ها نیز در تنفس، اکسیژن مصرف می کنند تولید کلی اکسیژن توسط سلولهای جلبکی در حدودیک و نیم برابراستفاده آنها در تنفس شان است. تولید اولیه خام عبارتست از میزان کل فتوسنتز که مواد آلی مصرف شده از طریق تنفس در طول دوره اندازه گیری را نیز شامل می شود. تولید اولیه خام را اصطلاحاً فتوسنتز یا جذب کل نیز می گویند. درحالی که تولید اولیه خالص عبارت از میزان ذخیره مواد آلی فراتر از مقدار مصرف شده از طریق تنفس تولیدکنندگان در طول دوره اندازه گیری می باشد. تولید اولیه خالص را فتوسنتز ظاهری یا جذب خالص نیز می گویند. در اکوسیستمهای آبی تولیدات اولیه عمدتاً مربوط به فیتوپلانکتون ها و ماکروفیتهای آبی است. بدیهی است که همواره بین مقدار اکسیژن متصاعد شده یا گاز کربنیک جذب شده و مقدار ماده آلی تولید شده فتوسنتز ارتباط مشخصی وجود دارد. اما بایستی توجه داشت که اعمال تنفسی گیاهان و یا جانوران و فعل و انفعالات فتوسنتزی در یک اکوسیستم بطور همزمان رخ می دهد، لذا بایستی روشی اتخاذ نمود که بتوان توسط آن روش این دو پدیده را از یکدیگر جدا کرد، این امر با استفاده از روش بطری های تاریک و روشن در مورد اکوسیستم های آبی به نحو قابل قبولی میسر می باشد (قربانی، ۱۳۸۵).

همانگونه که داده های حاصل از نمونه برداری در دریاچه چیتگر در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ نشان میدهد، تولید فتوسنتزی در این دریاچه بسیار ضعیف است. حد مطلوبیت تولیدات اولیه به دورنمای استفاده و کاربری های دریاچه در آینده بستگی دارد. اگر هدف نگهداری وضعیت دریاچه چیتگر در حدود وضع فعلی باشد این ضعف در تولیدات اولیه میتواند یک عامل مطلوب در حفظ کیفیت آب باشد تا از روند تغذیه گرایی و یوتروف شدن و مشکلات ناشی از آن جلوگیری شود .

علاوه بر هوادهی(که در دریاچه ها اغلب بوسیله باد انجام میشود)، فعالیت فتوسنتزی جلبک ها و انواع گیاهان عامل دیگری بر افزایش اکسیژن محلول است. بخصوص برای آبهایی که انواع فیتوپلانکتونهای بیشتری دارند. فتوسنتز به وسیله موجوداتی انجام می شود که نورگرا بوده و از خورشید انرژی می گیرند. واکنش فتوسنتز، دی اکسیدکربن و آب را تبدیل به هیدرات کربن می کند و اکسیژن را به عنوان یک محصول فرعی آزاد می نمایند. انرژی تابش مورد نیاز این واکنش از نور خورشید است که گیاه از طریق رنگدانه های کلروفیل جذب کرده است. برخلاف فتوسنتز، تنفس فرآیندی مستمراست که توسط گیاهانوجانوران انجام میشود و در این فرایند جهت اعمال حیاتی اکسیژن مصرف میشود.

وضعیت تغییرات افقی و عمودی کیفیت آب در یک مخزن بستگی به میزان و نحوه اختلاط عمودی و افقی آب مخزن و بهره برداری آن دارد که خود به عواملی از جمله باد، شکل مخزن، تعداد و نحوه ورودی ها و کیفیت آب آنها وخروجی ها و شرایط اقلیمی منطقه دارد. برای تعیین روند تغییرات عمودی و افقی آب در زمانهای لایه بندی احتمالی نمونه برداری از سطح تا عمق انجام شده و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شد. بررسی داده های حاصل نشان دهنده عدم وجود تغییرات کیفی افقی و عمودی درپیکره آبی دریاچه چیتگر میباشد. با توجه به داده های حاصل در ۸ دوره نمونه برداری در دریاچه چیتگراز سطح به عمق ودر پهنه دریاچه لایه بندی حرارتی مشهود نبود. در دریاچه چیتگر نسبت ازت کل به فسفر بیشتر از ۵۱ بود و بنابراین در فرایند یوتروف شدن، فسفر نقش محدود کنندگی را ایفاء میکند. نکته ای که باید به آن توجه داشت مقدار غلظت نسبی نیتروژن است که با سایر عوامل واندکس های تروفیک دریاچه همخوانی کامل ندارد. با توجه به اینکه آبهای زیر زمینی معمولا دارای مقادیر قابل توجهی از نیتروژن به صورت نیترات هستند، ممکن است غنای غلظت نیتروژن در اثر آبگیری اولیه از چشمه هاو آبهای زیر زمینی بوده باشد.از طرفی بعلت نسبت نیتروژن به فسفر، در این دریاچه فسفر نقش محدود کنندگی را ایفاء کرده و علی رغم غلظت کافی نیتروژن، سطح تروفی را پایین نگه میدارد.

بطور کلی باتوجه به داده های حاصل از این تحقیق در مقایسه با جداول مرجع وبا توجه به مقدار عددی پارامترهای شیمیایی، سطح تروفیکی دریاچه چیتگر نسبت به فسفر وکلروفیل، مزوتروف است اما بر مبنای ارزیابی چندپارامتری شاخص های تروفیکی (Lamparelli,2004) سطح تروفی این دریاچه در حد دریاچه های اولتراولیگوتروف بود(TSI<40). هر پیکره آبی ساکن به سمت پرغذایی شدن در طول زمان حرکت میکند. این روند معمولا در دریاچه پشت سد سریعتر است درحالی که در مورد دریاچه های مصنوعی باتوجه به کارکرد و هدف احداث آنها بیشترین توجه برای جلوگیری از پرغذایی شدن باید معمول گردد. درمورد دریاچه مصنوعی چیتگر باتوجه به کارکرد و هدف احداث آن، کیفیت شیمیایی آب در حد مطلوب بود و اگر چه سطح تروفیکی این دریاچه دردوره نمونه برداری در پایین ترین سطح تغذیه گرایی بود اما لازم است برای پاک نگه داشتن آب وجلوگیری از رشد تغذیه گرایی در این منبع آبی اقدامات و تمهیدات لازم صورت گیرد. لذا علاوه بر تعبیه سیستم پالایش آب از طریق تصفیه خانه، ضروری است تعادل ارگانیزم های زنده دریاچه به صورت بیولوژیک کنترل گردد.

تشکر و قدردانی

از بذل عنایت و همکاری مدیریت،کارشناسان وپرسنل پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور (در بندر انزلی) که موجب رفع مشکلات وتنگناهای اجرایی و علمی طرح بوده کمال تشکر میشود. همکاری و تلاش بی وقفه همکارانم در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران صمیمانه تشکر می شود. مساعدت و حسن همیاری مدیریت و کارشناسان وکارکنان سازمان مهندسی وعمران شهر تهران، شرکت آرماتور پردیس، پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی موجب تسریع و اجرای بهتر پروژه شده و از ایشان متشکریم. از بهره برداران محترم دریاچه چیتگر که به نحو مطلوب در کاهش موانع و تسهیل مطالعات ما را یاری نمودند صمیمانه سپاسگزاری می نمایم. از کلیه عزیزانی که به نحوی در مراحل اجرا یی، مشاوره علمی و تدوین گزارش نهایی پروژه سهیم هستند تشکروقدردانی میشود. نگارنده مشتاقانه منتظر دریافت نظرات انتقادی و پیشنهادات سازنده همه کسانی است که با مطالعه این نوشتار زحمت همکاران طرح تحقیقاتی را ارج نهاده اند.

منابع

- امام جمعه، مهسا.کمالی، میثم. تجریشی،مسعود. ۱۳۹۴. ارزیابی اثرات کیفی- بهداشتی آب دریاچه چیتگر و ارائه راهکارهای مدیریتی، دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، تبریز.
- باقری، سیامک.، عباسی،کیوان.، مرادی، مهدی.، میرزاجانی،علیرضا.، رامین، محمود.، ۱۳۹۵. مطالعه تنوع گونه ای وفراوانی ماهیان دریاچه شهدای خلیج فارس(چیتگر تهران). مجله علمی شیلات ایران، ۲۵(۳)، صفحات ۱۵- ۲۴.
- رومیانی،لاله . ۱۳۸۵ . فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی در پرورش ماهیان. وب سایت سازمان شیلات ایران.
- شهبازی،افسانه.بیات،جواد.۱۳۹۳. پایش کیفی آب دریاچه مصنوعی چیتگر . با همکاری سازمان مهندسی و عمران شهر تهران ،شرکت آرماتور پردیس ،پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی .
- عابدینی ،علی. ۱۳۸۴ . بررسی وضعیت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی قنوات و چاههای عمیق استان خراسان (شهرستان بردسکن) با هدف پرورش ماهیان سرد آبی گزارش نهایی طرح. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات شیلات ایران . ۶۱ ص .
- عابدینی ،علی. ۱۳۹۳. بررسی لیمنولوژیکی مقدماتی دریاچه پشت سد ارسباران در آذربایجان شرقی با هدف توسعه آبزی پروری گزارش نهایی. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. شماره فروست. ۶۳ ص .
- قربانی ، مژگان . ۱۳۸۵ . گزارش نهایی پروژه: بررسی روند تغییرات کیفی آب مخزن سد مارون و شناسایی عوامل مؤثر احتمالی در افزایش اتریفیکاسیون مخزن . وزارت نیرو ،شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان . آموزشکده فنی صنعت آب و برق خوزستان .۱۹۸ ص.
- Abedini, A., 2015. The study of trophic index in Anzali lagoon, . Agricultural Research and Education Organization, Iranian Fisheries Science Research Institute. Inland water aquaculture research center, Tehran, 57 (In Persian) p.
- APHA.,2005. American Public Health Association. Lenore S. Clescerl, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton, Editors., American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington, DC.
- Boyd, C.E., (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Company, Birmingham, Alabama.
- Lamparelli, M.C., 2004. Graus de trofia em corpos d\'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento, Universidade de São Paulo, Pages, p.
- Mirzajani, A.R., Khodaparast, H., Babaei, H., Abedini, A., Dadai Ghandi, A., 0210. Eutrophication Trend of Anzali Wetland Based on 1992-2002 Data. Journal of Environmental Studies 35: 65-74.
- Mohebbi, F., Riahi, H., Sheidaei, M., Shariatmadari, Z., 2016. Phytoplankton of Aras dam reservoir (Iran): an attempt to assess water quality. Iranian Journal of Fisheries Sciences 15 (4): 1318-1336.
- NarollahzadehSaravi, H., Makhlough, A., Yaghoobzadeh, Z., Ghiyasi, M., 2017. Comparative study of water quality indices in Shahid Rajaee Dam Reservoir (Sari, Mazandarn province). Journal of Water and Wastewater/Ab va Fazilab 28 (2): 78-88 (In Persian).
- Phlips, E.J., Cichra, M., Havens, K., Hanlon, C., Badylak, S., Rueter, B., Randall, M., Hansen, P. 1997. Relationships between phytoplankton dynamics and the availability of light and nutrients in a shallow sub-tropical lake. Journal of Plankton Research. 19: 319-342.
- Tilahun, G., Ahlgren, G. 2010. Seasonal variations in phytoplankton biomass and primary production in the Ethiopian Rift Valley lakes Ziway, Awassa and Chamo, the basis for fish production.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2007.Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen, Water Clarity and Chlorophyll a for the Chesapeake Bay and Its Tidal Tributaries Chlorophyll Criteria Addendum .P 97
- Wetzel، R. G." Limnology".1983, 2nd ed. Philadelphia: saunders coll, publ

پیوست

یکی از ایستگاه های نمونه برداری در دریاچه چیتگر

تیم تحقیقاتی در حال نمونه برداری

نمونه برداری هیدروشیمی از اعماق مختلف

آنالیز شیمیایی نمونه جهت برآورد تولیدات اولیه

جدول پیوست: نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه میانگین پارامترهای فیزیکی وشمیایی در ایستگاههای مطالعاتی دریاچه چیتگر در سال۱۳۹۳-۱۳۹۲

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
Water Temp	Between Groups	.553	4	.138	.002	1.000
	Within Groups	2146.790	35	61.337		
	Total	2147.343	39			
pH	Between Groups	.016	4	.004	.047	.996
	Within Groups	2.966	35	.085		
	Total	2.982	39			
DO	Between Groups	.642	4	.160	.095	.984
	Within Groups	59.341	35	1.695		
	Total	59.983	39			
%Satu	Between Groups	60.755	4	15.189	.122	.974
	Within Groups	4373.448	35	124.956		
	Total	4434.203	39			
EC	Between Groups	1441.777	4	360.444	.381	.820
	Within Groups	33087.956	35	945.370		
	Total	34529.733	39			
N-NO3	Between Groups	.279	4	.070	.512	.728
	Within Groups	4.768	35	.136		
	Total	5.046	39			
N-NO2	Between Groups	.000	4	.000	.146	.964
	Within Groups	.002	35	.000		
	Total	.002	39			

ادامه جدول پیوست: نتایج آزمون آنالیز واریانس یکطرفه میانگین پارامترهای فیزیکی وشمیایی در ایستگاههای مطالعاتی دریاچه چیتگر در سال۱۳۹۳-۱۳۹۲

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
TN	Between Groups	.284	4	.071	.353	.840
	Within Groups	7.025	35	.201		
	Total	7.308	39			
BOD5	Between Groups	18.172	4	4.543	.666	.620
	Within Groups	238.618	35	6.818		
	Total	256.790	39			
COD	Between Groups	20.807	4	5.202	.283	.887
	Within Groups	642.955	35	18.370		
	Total	663.762	39			
PO43-	Between Groups	.000	4	.000	.325	.859
	Within Groups	.001	35	.000		
	Total	.001	39			
TP	Between Groups	.000	4	.000	.285	.885
	Within Groups	.003	25	.000		
	Total	.003	29			
Alkalinity	Between Groups	23.062	4	5.766	.067	.991
	Within Groups	3001.191	35	85.748		
	Total	3024.253	39			
TDS	Between Groups	336.579	4	84.145	.124	.973
	Within Groups	23846.297	35	681.323		
	Total	24182.876	39			
Turbidity	Between Groups	2.393	4	.598	.313	.868
	Within Groups	66.997	35	1.914		
	Total	69.390	39			

ادامه جدول پیوست: نتایج آزمون آنالیز واریانس یکطرفه میانگین پارامترهای فیزیکوشمیایی در ایستگاههای مطالعاتی دریاچه چیتگر در سال۱۳۹۳-۱۳۹۲

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
TSS	Between Groups	47.542	4	11.886	.178	.947
	Within Groups	1666.376	25	66.655		
	Total	1713.918	29			
SiO2	Between Groups	3.331	4	.833	.065	.992
	Within Groups	383.825	30	12.794		
	Total	387.156	34			
Chloride	Between Groups	9.753	4	2.438	.283	.887
	Within Groups	258.370	30	8.612		
	Total	268.122	34			
SO42-	Between Groups	64.986	4	16.247	.131	.970
	Within Groups	3727.339	30	124.245		
	Total	3792.325	34			
Mg2+	Between Groups	2.740	4	.685	.154	.960
	Within Groups	133.069	30	4.436		
	Total	135.808	34			
Ca2+	Between Groups	7.075	4	1.769	.059	.993
	Within Groups	898.700	30	29.957		
	Total	905.776	34			
TH	Between Groups	55.730	4	13.932	.382	.820
	Within Groups	1095.475	30	36.516		
	Total	1151.204	34			
Chlorophyll	Between Groups	4.524	4	1.131	1.924	.132
	Within Groups	17.629	30	.588		
	Total	22.153	34			

Abstract
The man-made Lake of the Martyrs of the Persian Gulf (also known as the Chitgar Lake) is located in the north-western of Tehran and was established in 2012 and field with Kan River water at the same year. The water quality was investigated on 5 sampling site during 2013-2014. Standard methods (APHA, 2005) were used for Analysis of water parameters. The results indicated that the mean monthly temperature of water was 18.4±7.3 °C. The mean monthly EC level was 373±30 µs/cm. The mean monthly total hardness, dissolved oxygen, total phosphorous, total nitrogen, silicate, respectively were 119±5, 7.8±1.2, 0.04±0.01, 2.06±0.41, 9.6±0.5, all as mg/l,. The mean chlorophyll-a was 1.6 ± 0.81 µg/l. All parameters showed no significant differences between stations (P>0.05), while total hardness, chlorophyll-a, Do, total phosphorus and silicate showed monthly significant differences with 95% confidence level. The ratio of total nitrogen to total phosphorus was 51 which indicated phosphorus is limiting factor in eutrophication process. According to Carlson trophic index determined to be oltraoligotroph (TSI<40). The result indicated that changes in nutrient concentration is under biological activity influence.

Keywords: Chitgar Lake, water quality

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Inland Waters Aquaculture Research Center

---

Project Title: The Hydrochemical Study of Chitgar Lake
Approved Number: 14-73-12-9454-94004
Author: Ali Abedini
Project Researcher: Ali Abedini
Collaborator(s)*:* S. Bagheri, J. Shonddasht, J. Bayat, H. Mohsenpoor
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution : Guilan Province
Date of Beginning: 2016
Period of execution: 6 Months
Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2018

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute - Inland Waters Aquaculture Research Center

Project Title :

The Hydrochemical Study of Chitgar Lake

Project Researcher:

Ali Abedini

Register NO.
52474