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:

بررسی شاخص‌های تروفیک تالاب انزلی

مجری:
علی عابدینی

شماره ثبت
۵۲۳۹۶

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

عنوان طرح/پروژه: بررسی شاخص های تروفیک تالاب انزلی
کد مصوب: ۹۳۰۰۲-۹۳۵۱-۱۲-۷۳-۱٤
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): مریم فلاحی، حجت خداپرست، علیرضا میرزاجانی، اسماعیل صادقی‌نژاد، فریبرز جمالزاد، تورج سهرابی، جواد خوشحال، حجت‌اله محسن پور
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان گیلان
تاریخ شروع : ۹۳/۲/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۳ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹٦
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 : بررسی شاخص های تروفیک تالاب انزلی

کد مصوب : ۹۳۰۰۲-۹۳۵۱-۱۲-۷۳-۱٤

شماره ثبت (فروست): ٥۲۳۹٦ تاریخ : ۹٦/۷/۱۸

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 ۹۶/۵/۱۴ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

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

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۱-۱-کلیات ۲
۱-۲- بخش های چهارگانه تالاب انزلی ۴
۲- سوابق تحقیق ۶
۳- مواد و روشها ۸
۳-۱- روش نمونه برداری ۹
۳-۲- عوامل مورد بررسی ۹
۴- نتایج ۱۱
۵- بحث و نتیجه گیری ۱۸
پیشنهادها ۲۵
منابع ۲۶
پیوست ۲۹
چکیده انگلیسی ۳۴

چکیده

تالاب بین المللی انزلی در حاشیه جنوب غربی دریای خزر یکی از مهمترین تالاب های ایران است که با ویژگیهای منحصربه فرد خود در برقراری توازن اکولوژیکی جانوران و پرندگان دارای جایگاه استراتژیک است. این تالاب تحت تاثیر آب شیرین رودخانه های ورودی و آب لب شور دریای خزر، بعنوان بوم سازگانی ویژه نقش ایفا می کند. در این مطالعه عوامل فیزیکی و شیمیایی و مواد مغذی آب تالاب انزلی از اردیبهشت ۱۳۹۳ به مدت یکسال و بصورت ماهانه بررسی گردید. شاخص وضعیت تروفیکی TSI به روش ارزیابی پارامتری های کلروفیل آ، فسفرکل، ازت کل و حد شفافیت محاسبه شد. نتایج بررسی نشان داد که میانگین سالانه نیتروژن کل، فسفر کل و اکسیژن محلول به ترتیب در حد ۰/۵۲۳± ۱/۰۲۳ ، ۰/۱۰۵ ± ۰/۱۱۳ و ۲/۶۳± ۸/۷۱ میلی گرم بر لیتر بوده است. مقدار نیتروژن کل در ایستگاههای مورد بررسی تفاوت معنی دار نداشته ($P>0.05$) در حالیکه غلظت فسفر کل این تفاوت را نشان داده است ($P<0.05$). کلروفیل آ از حداقل ۰/۶ تا حداکثر ۳۲۹/۱ (بامیانگین ۶۵/۰ ± ۴۷/۴) میکروگرم در لیتر متغیر بوده است. دامنه هدایت الکتریکی از۲۵۴ تا ۱۴۲۵۰ میکرو موس متغییر بوده و تفاوت معنی دار در ایستگاههای مختلف مشاهده گردید ($P<0.05$). نسبت نیتروژن به فسفردرکلیه مناطق تالاب انزلی به غیراز منطقه غربی، کمتر از ۱۰ بود و این نشان می دهدکه فسفر در این مناطق به عنوان عامل محدود کننده در روند یوتریفیکاسیون است. در این تحقیق، منطقه غربی تالاب انزلی در سطح یوتروف، منطقه سیاکشیم سوپریوتروف و بقیه مناطق تالاب انزلی در مرحله نهایی تغذیه گرایی یا هایپریوتروف قرار داشتند. کنترل وکاهش میزان مواد معلق و مغذی که از طریق رودخانه های حاشیه به تالاب انزلی وارد می شود، همچنین کنترل گیاهان آبزی داخل تالاب نقش مستقیم و موثری در بهبود کیفیت آب وکنترل پدیده یوتریفیکاسیون خواهد داشت.

واژگان کلیدی: تالاب انزلی، عوامل شیمیایی، تغذیه گرایی

۱-مقدمه

۱-۱-کلیات

تالابها و اکوسیستمهای آبی کشور به مثابه سرمایه های گرانقدرند که در تنظیم سطح آبهای زیرزمینی در محیط اطراف، تعدیل اقلیم، بهره مندیهای چندگانه اهالی اعم از شکار و صید پرندگان آبزی و ماهیان، استفاده از گیاهان آبزی و به عنوان راههای آبی تنها بخشی از ویژگیهای آنها است. ایران دارای حدود ۴۰ تالاب باارزش است که در گردهمایی سال ۱۳۴۹ کنوانسیون رامسر تالاب انزلی به عنوان یک تالاب بین المللی معرفی شد. این تالاب از طریق کانالی با عرض ۴۲۹ متر به دریا متصل میشود .طول متوسط این تالاب ۳۰ کیلومتر، عرض متوسط ۳ کیلومتر و عمق تالاب انزلی متغیر میباشد و عمق متوسط آن حدود ۳ متر میباشد. تالاب انزلی در شمال ایران و در جنوب شرقی ساحل دریای خزر نزدیک به شهر انزلی واقع شده است، مساحت این تالاب در فصول و منابع مختلف بین ۱۵۰تا ۲۰۰ کیلومترمربع گزارش شده است که بین '۲۲ °۳۷ و " ۳۰ ' ۲۱ ° ۳۷ عرض شمالی و '۳۸ ° ۴۹ و "۱۵ '۱۴ °۴۹ طول شرقی قرارگرفته است (برامکی یزدی و همکاران ،۱۳۹۴). این تالاب از تنوع بالایی از فون و فلور تالابی برخوردار است. این سیستم آبی از حوضه آب شیرین، آبگیرهای کم عمق، باتلاقها و علفزارهای غوطه ور فصلی تشکیل شده است(Ramezanpour, 2004). این تالاب را می توان به عنوان پرورشگاه نوزادان گروههای مختلف جانوری و گیاهی نام برد. علاوه بر همگونی دمای آب تالاب ورود مواد غذایی فراوان، سکون و آرامش نسبی محیط، شرایط ویژه جهت لانه سازی و غیره نیز در جذب جانداران موثرند. تالاب انزلی در برقراری توازن اکولوژیکی جانوران و پرندگان یکی از تالابهای مهم کشور و یکی از بزرگترین زیستگاههای تخمریزی ماهیان مهم تجارتی درگذشته بود که ماهیان سوف و سیم در آن بسیار صید میگردید اما امروزه به دلیل وجود آلاینده ها تا حد زیادی توان زیستی این تالاب و رودخانه های مربوطه برای تخمریزی این ماهیان نامساعد گردیده و درصورتیکه تخمریزی صورت گیرد تخمها در اثر کمبود اکسیژن و پوشیده شدن در گل ولای و یا به دلیل فقر غذایی و آلودگی نسبی تلف میگردند (فئید و همکاران ۱۳۹۴).

امروزه درصد زیادی از صید در تالاب متعلق به ماهی کاراس است که یک ماهی مقاوم به شرایط کمبود اکسیژن است و در رقابت غذایی، رشد بیش ازحد این ماهی، مانع گسترش سایر آبزیان گردیده است. یوتروف شدن آب تالاب روی جمعیت پرندگان نیز تأثیرگذار بوده است و باعث مهاجرت این پرندگان گردیده است. مسئله تغذیه گرایی (یوتریفیکاسیون)یک مشکل اساسی در تالاب انزلی است که اولین بار در سال 1973 به آن اشاره شد در سال 1993 در کنوانسیون رامسر،تالاب انزلی در فهرست تالابهایی که نیاز به احیای فوری و ضروری دارد قرارگرفت.

واژه یوتروفیکاسیون دلالت بر غنی شدن پیکره آبی به وسیله مواد آلی ورودی و یا رواناب سطحی حاوی نیترات و فسفات داردکه به طور مستقیم رشد جلبکها و دیگر گیاهان آبزی را کنترل میکند. به بیان دیگر یوتریفیکاسیون یک عکس العمل بیولوژیکی است که در پاسخ به ازدیاد ورود مواد مغذی به منابع آبی صورت میگیرد.

یوتریفیکاسیون مشکل مداوم و شایعی است که از جدید ترین تهدیدهای زیست محیطی محسوب میشود و بار اضافه مواد مغذی در سیستمهای آبی است که منجر به افزایش تولید شده و هر چند وقت یک بار باعث ایجاد شکوفایی سمی بسیار زیاد جلبک و سبب کمبود اکسیژن در مناطق وسیع میگردد که این مسئله میتواند اشکال دیگر حیات دریایی که به اکسیژن محلول در آب وابسته هستند را از بین ببرد.

درتعریف دیگر از یوتریفیکاسیون، غنی سازی آب توسط مواد مغذی مخصوصا ترکیبات نیتروژن و فسفر، که رشد سریع جلبک و بسیاری از گیاهان آبزی را تقویت کرده و متعاقبا یک اختلال نامطلوب در تعادل ارگانیزم ها و کیفیت آب به وجود می آورند. مواد مغذی شامل نیتروژن، فسفر و سیلیس در منابع آبی شرط لازم برای حیات است و در غلظت های متعادل یک مشکل زیست محیطی محسوب نمیشود، تنها زمانی مشکل ساز میشوند که ورودی های بسیار زیادی از آنها بر مشخصه اصلی، خواص یا عملکردهای اکوسیستم تاثیر بگذارد که در این صورت به آنها یوتریفیکاسیون گویند(میر روشندل ،۱۳۹۳).

اکوسیستمهای آبی بر اساس یک روند طبیعی قادر به پالایش و بازیابی خود هستند. خودپالایی، توانایی یک توده آبی در زدودن آلاینده ها از خود است. به بیان دیگر، حذف یا کاهش مواد آلی، مواد مغذی و سایر آلاینده ها از منابع آبی به واسطه فعالیت جوامع زیستی ساکن در آن، خودپالایی نامیده می شود. طی این فرایند مواد قابل تجزیه که وارد آب شده اند به تدریج توسط میکرو ارگانیسمها مصرف شده و آلودگی آب کاهش می یابد. در صورتی که آلاینده ها و مواد مغذی بیش از حد وارد اکوسیستم شود، منبع آبی قدرت خود پالایی خود را از دست میدهد (حسینی،۱۳۹۱).

در حال حاضر 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, 2009; Mirzajani et al., 2010). معمولا تخلیه بیش از حد مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر به محیط های آبی در اثر ورود فاضلاب های شهری ، صنعتی و کشاورزی منجر کاهش کیفیت آب شده وموجب بروز پدیده یوتریفیکاسیون (تغذیه گرایی) می شود. در بررسی های یوتروفی اکوسیستم آبی، فسفر، نیتروژن و کلروفیل آ جزو عناصر مهم هستند. از این رو استفاده ازمقدار مطلق برخی متغیرها مانند فسفر کل و بیوماس فیتوپلانکتون(کلروفیل آ) و محاسبه شاخص های وضعیت تروفیک روش های مناسبی برای بررسی وضعیت تروفیک منابع آبی می باشند(Dodds, 2002). بطورکلی تئوری شرایط تغذیه گرایی بر این اصل استوار است که تغییر در متغیرهایی همچون غلظت مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) سبب تغییر در بیومس جلبکی (کلروفیل) شده که این خود سبب تغییر شفافیت آب میشود. یکی از روشهای توصیف کمی تغذیه گرایی استفاده از این متغیر ها به عنوان شاخص برای کمی کردن روابط این متغیر هاست که توسط (Carlson, 1977) ارایه و توصیف شده است.

۲-۱- بخش های چهارگانه تالاب انزلی

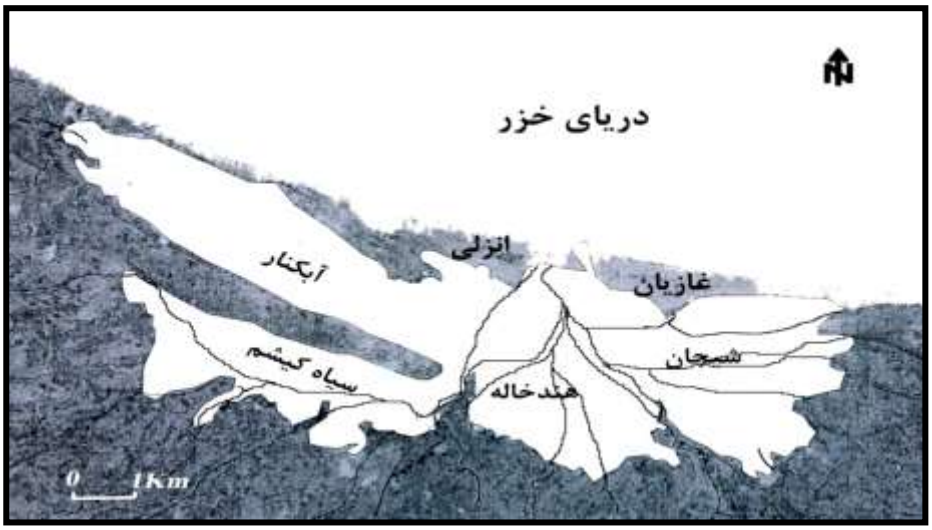
ازنظرموقعیت جغرافیایی،چهاربخش نسبتا " متمایزازیکدیگردرتالاب انزلی تشخیص داده میشود(منوری . ۱۳۶۹):

- **بخش‌شرقی** که حوضچه شرقی تالاب را تشکیل می‌دهد و به زبان محلی شیجان نامیده می‌شود، کم‌عمق‌ترین بخش تالاب بوده و به علت آلودگی و افزایش مواد مغذی در آب، رشد گیاهان آبزی در آن بسیار زیاد است. این بخش از تالاب با اینکه مساحت کمی از تالاب را شامل می‌گردد اما پذیرای آب بسیاری از رودخانه‌های کوچک و بزرگ بخش شرقی دشت گیلان از جمله رودخانه‌های خمام، چوکام، پیربازار، نوخاله وحسن‌رود است.

- **بخش مرکزی** که شامل حوضچه مرکزی بوده و هندخاله نیز نامیده می‌شود، در قسمت‌هایی به دلیل افزایش گیاهان‌شناور به ویژه گیاهان برآمده از آب همانند نی و لوئی، خشک شده است. دو زهکش اصلی تراب خاله و هندخاله آب اطراف تالاب را وارد این بخش از تالاب می‌کنند.

- **بخش غربی** که به نام آبکنار معروف است، حوضچه غربی را شامل می‌گردد که بیش از یک سوم مساحت تالاب را به خود اختصاص داده و عمیق‌ترین و پرآب‌ترین حوضچه تالاب به شمار می‌رود. گیاهان درون آبی در آن کمتر دیده می‌شود و به دلیل متلاطم بودن آب و افزایش اکسیژن محلول در آب، شرایط زیست‌محیطی مناسبی برحوضچه حاکم است. در این بخش از تالاب، در اثر رشد گیاهان برآمده از آب، جزایر کوچکی پوشیده از نی به وجود آمده که لانه بسیاری از پرندگان مهاجر است. رودخانه‌ای که آب خود را به این حوضچه تخلیه می‌کند، شیله‌رود است.

- **بخش سیاه‌کیشم** که در جنوب آبکنار واقع شده و تنها راه ارتباطی آن با تالاب از طریق تنگه باریکی واقع در شمال شرقی آن است، مخزن آب رودها و نهرهای کوچک بسیاری است که از آن جمله می‌توان رودمرغک، اسفند، کلسر و نرگستان را نام برد اما اصلی‌ترین مسیرآبی در این بخش، بهمبر روگا است که از به هم پیوستن رودخانه‌های کوچک و تعدادی نهر و یا زهکش ایجاد شده و در تنگه ورودی سیاه‌کیشم، به بخش غربی تالاب می‌پیوندد .



شکل ۱- تصویری از بخش های چهارگانه تالاب انزلی

چهار بخش مذکور همانطور که اشاره شد از نظر مورفولوژیکی، جغرافیایی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی با یکدیگر تفاوت کلی داشته و محیط‌های متفاوتی را تشکیل می‌دهند(شکل ۱).

تالاب بین المللی انزلی با ویژگی‌های منحصر به‌فرد یکی از اکوسیستم‌های وابسته به دریای خزر است که طی سالیان اخیر دچار مشکلات متعددی همچون کاهش سطح آب دریای خزر، عوامل انسانی متعدد مخرب و ورود گونه‌های بیگانه بوده که یوتریفیکاسیون و متعاقب آن پیری زودرس تالاب را در موجب میشود. در این مطالعه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری و سطح تروفیکی آب تالاب با استفاده از برخی نمایه‌های اصلی تعیین سطح تروفیکی محاسبه شد و عوامل مذکور با استفاده از داده های آزمایشگاهی و میدانی در مقایسه با سالهای قبل مورد بررسی قرارگرفت.

۲-سوابق تحقیق

تاکنون پژوهش ها و تحقیقات گوناگونی در تالاب انزلی انجام شده است ،اما اولین بررسی ها که اختصاص به مطالعات لیمنولوژی و اکولوژی داشته با مشارکت کارشناسان روسی (Hydropriject, 1965)، سازمان خوار و بار جهانی (Holčík and Oláh, 1992) و آمریکایی (Kimbal and Kimbal, 1974) انجام گرفته است. درسال ۱۳۷۰ قسمت اعظم تالاب انزلی در وضعیت های مزوتروف ویوتروف بوده ومقایسه وضعیت یوتروفی تالاب به لحاظ فسفر کل با منحنی استاندارد OECD[1] گرایش تالاب را به سوی هایپرتروفی نشان داده است (Darvishsefat et al, 1999). بر اساس اطلاعات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی تالاب انزلی در یک دوره ده ساله از ۱۳۷۰تا ۱۳۸۰ بخشهای عمده تالاب در مرحله نهایی مزوتروف و اولیه یوتروف قرار داشته و واکنش اکوسیستم در مصرف ازت و فسفات، در رشد و گسترش گیاهان نمودار گشته است. غالبیت گونه های سبز آبی نسبت به سایر گونه های فیتوپلانکتونی مشهود بوده و میزان کلروفیل آ نیز افزایش فیتوپلانکتون ها و پدیده پیری زودرس تالاب را نشان داده است(Mirzajani, 2009; Mirzajani et al., 2010). در سال ۱۳۸۳ گروه JICA[2] با همکاری اداره کل حفاظت محیط زیست و سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان (Jica et al., 2005) طرح مطالعاتی حفاظت تالاب انزلی را اجرا نمود که به بررسی کیفیت آب و رسوبات کف تالاب پرداخت. نتایج بررسی ها، شدت آلودگی ها را در بخش های مختلف تالاب انزلی نشان داده بود.

مطالعات مشابهی در سایر تالاب ها و منابع آبی ایران و سایر کشورها انجام شده است. در تحقیقی که در تالاب چغاخور انجام شد(samadi, 2016) نشان داده شده است که وجود منابع و پسابهای ورودی به تالاب ناشی از کاربری های کشاورزی و مسکونی همراه با سیلابها و بارندگی های فصلی باعث افزایش ۲ تا ۴ برابری درغلظت فسفر و افزایش ۱۶ درصدی وضعیت تغذیه گرایی شده است. 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)[3]، 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 گردید که سطح تروفیکی آب این دریاچه در حد یوتروف تا هایپرتروف بوده است(Mohebbi et al., 2016). در سالهای اخیر بکارگیری روشهای مبتنی بر داده های ماهواره ای وسنجش از دور جهت ارزیابی های کمی وکیفی منابع آبی افزایش یافته است. محققین مکزیکی با استفاده از سنجش از دور وضعیت تروفیکی دریاچه چاپالا را تخمین زده ونشان دادند که استفاده از مواد شیمیایی در بهبود تغذیه گرایی در این دریاچه تاثیر نداشته است(Membrillo-abad et al., 2016). ساقی و

[1] Organization for Economic Co-operation and Development
[2] Japan International Cooperation Agency
[3] Trophic State Index

همکاران با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی (ANN)[۴] به مطالعه شاخص های تروفیکی در سد دز پرداخته اند(Saghi et al., 2015). روش تجزیه مولفه های اصلی (Primpas et al., 2010) نیز برای بررسی شاخص های یوتروفی برخی مناطق بکار گرفته شده است.

می توان گفت که در دهه ۱۳۸۰-۱۳۹۰ مطالعات جامعی در تالاب انزلی انجام نگرفته و آنچه انجام یافته در قالب مطالعات دانشجویی و یا در واحدهای نمونه برداری کوچک انجام شده است. بطور مثال اکبر زاده و اربابی (۱۳۸۹) با اندازه گیری نیتروژن و فسفر کل و با استفاده از سامانه GIS به مطالعه وضعیت تغذیه گرایی تالاب انزلی پرداخته وبیان کردند بر مبنای نیتروژن و فسفرکل ،بخش های وسیعی ازتالاب انزلی در وضعیت فوق مغذی قرار داشته است ضمن اینکه بالاترین مقادیر TN,TP در بخش شرقی اندازه گیری شده است (Akbarzade & Arbabi, 2011).

در فقدان مطالعات جامع و نبود اطلاعات قابل اتکا، شواهد و مشاهدات میدانی حکایت از تداوم روند غنی شدن تالاب انزلی و افزایش سطح تروفی نسبت به سالهای قبل داشته است. در این بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و ارزیابی سطح یوتروفی مناطق مختلف تالاب انزلی مورد سنجش قرار گرفت تا ضمن پوشش خلاء اطلاعاتی ذکر شده، وضعیت جدید تغذیه گرایی تالاب انزلی مشخص گردد.

[4] Artifitial Neural Network

۳- مواد و روش ها

در این مطالعه در مناطق چهار گانه تالاب انزلی (شرقی،مرکزی،غربی و سیاکشیم) تعداد ۱۰ ایستگاه تعیین گردید. بر این اساس ایستگاههای ۲ و۳ در منطقه مرکزی، ایستگاههای ۴و۵ در منطقه شرقی، ایستگاههای ۶ و ۷ و ۸ درمنطقه غربی ، ایستگاههای ۹و۱۰ در منطقه سیاه کشیم وایستگاه ۱ در انتهای کانال کشتیرانی (منطقه موج شکن)،انتخاب گردیدند (شکل۲). نمونه برداری ها بصورت ماهانه از اردیبهشت ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۴ انجام گرفت. در محل نمونه برداری پارامترهای درجه حرارت آب ، دمای هوا ، pH ، اکسیژن محلول (DO)و هدایت الکتریکی (EC)،حدشفافیت سشی دیسک(SD) اندازه گیری و ثبت شد. نمونه های آب درظروف پلی اتیلینی بلافاصله به آزمایشگاه منتقل وعوامل نیتروزن کل(TN)، فسفرکل (TP)،کلروفیل آ (CHL) مورد سنجش و بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق برای تعیین وضعیت تغذیه گرایی در مناطق مختلف تالاب انزلی از روش ارزیابی چند پارامتری شاخص های تروفیکی (TSI) استفاده شد. این روش اساسا توسط کارلسون (Carlson, 1977) ارایه شده است و اصلاحاتی (Lamparelli, 2004) در آن اعمال شده است.

دراین روش در معادلات مربوط به هریک از متغییر های TN,TP,CHL,SD در مقیاس عددی ۰ تا ۱۰۰ وضعیت تغذیه گرایی سنجیده می شود. معادله های (۱) تا (۳) نحوه محاسبه TSI را نشان می دهد. اولین گام در تعیین TSI ارزیابی وضعیت جاری نسبت غلظت مواد مغذی (TN/TP) است که ممکن است سه حالت اتفاق بیفتد و در هر حالت معادلات جداگانه ای به صورت ذیل استفاده میشود :

الف – محدودیت فسفر کل (TN/TP > 30:1) ، معادله (۱)

$$TSI\ (AVG) = 1/3\ [TSI\ (CHL) + TSI\ (SD) + TSI\ (TP)]$$

که در آن :

$$TSI\ (CHL) = 16.8 + 14.4 * \ln (CHL),\ (mg\ m^{-3})$$
$$TSI\ (SD) = 60.0 - 30.0 * \ln (SD),\ (m)$$
$$TSI\ (TP) = -23.8 + 23.6 * \ln (TP),\ (ug\ L^{-1})$$

ب – محدودیت نیتروژن کل (TN/TP < 10:1) ، معادله (۲)

$$TSI\ (AVG) = 1/3\ [TSI\ (CHL) + TSI\ (SD) + TSI\ (TN)]$$

که در آن :

$$TSI\ (CHL) = 16.8 + 14.4 * \ln (CHL),\ (mg\ m^{-3})$$
$$TSI\ (SD) = 60.0 - 30.0 * \ln (SD),\ (m)$$
$$TSI\ (TN) = 59.6 + 21.5 * \ln (TN),\ (mg\ L^{-1})$$

پ- حالت تعادل (10:1≤TN/TP≤30:1)، معادله (۳)

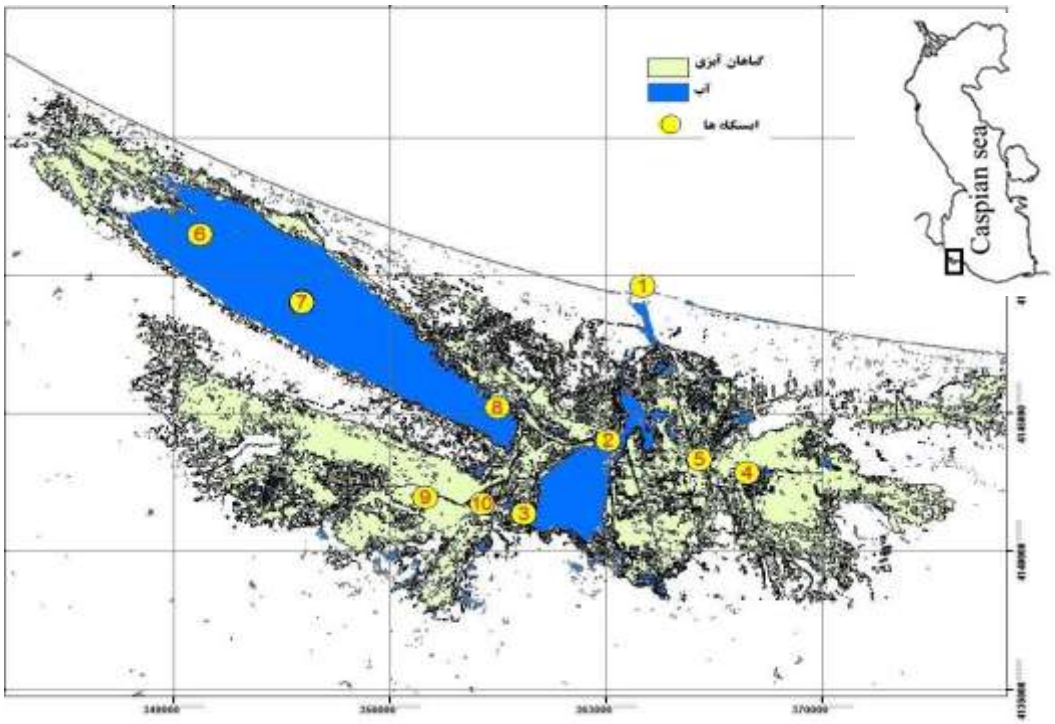
$$TSI\ (AVG) = 1/3\ [TSI\ (CHL) + TSI\ (SD) + 0.5\ (TSI\ (TP) + TSI\ (TN))]$$

که در آن :

$$TSI\ (CHL) = 16.8 + 14.4 * \ln (CHL),\ (mg\ m^{-3})$$
$$TSI\ (TN) = 56 + 19.8 * \ln (TN),\ (mg\ L^{-1})$$
$$TSI\ (TP) = -18.4 + 18.6 * \ln (TP),\ (ug\ L^{-1})$$
$$TSI\ (SD) = 60.0 - 30.0 * \ln (SD),\ (m)$$

۱-۳ – روش نمونه برداری

جهت نمونه برداری های فیزیکی و شیمیایی آب با توجه به شکل ، وسعت، عمق، موقعیت ورودی و خروجی تعداد ۱۰ ایستگاه در پهنه آبی تالاب انزلی در نظر گرفته شد. نمونه آب به صورت ستونی و بوسیله روتنر از سطح آب تا عمق حد شفافیت برداشته شده و در 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 شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل۲: محل ایستگاههای نمونه برداری جهت بررسی های فیزیکی وشیمیایی آب در تالاب انزلی سال ۱۳۹۳
(۱-موج شکن ۲- سرخانکل ۳-هنده خاله ٤- شیجان ٥- پیربازارپسیخان ٦- انتهای تالاب غرب ۷- مرکز تالاب غرب ۸- ورودی تالاب غرب ۹- سیاه کشیم ۱۰- سیاه درویشان)

۲-۳- عوامل مورد بررسی

جهت نمونه برداری های آب با توجه به وسعت و عمق مناطق مختلف و موقعیت رود خانه های ورودی به تالاب انزلی و خروجی، تعداد ۱۰ ایستگاه در پهنه آبی در نظر گرفته شد. در این تحقیق جهت آنالیز آب ، روش کار استاندارد ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA, 2005) به کار گرفته شد. نمونه آب بوسیله روتنر از ستون آب برداشت و 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.

سپس نمونه های آب درظروف پلی اتیلینی به آزمایشگاه انتقال یافته وبراساس روش کار ذکرشده دربالا وبه شرح زیر انجام شد :

درجه حرارت آب و هوا بوسیله ترمومتر جیوه ای اندازه گیری شد .اکسیژن محلول به روش وینکلر (تیتراسیون یدومتری) انجام شد. pH آب و میزان هدایت الکتریکی (EC) آب بوسیله دستگاه مولتی پارامتر (moulti 340i) تعیین شد. یکی از عوامل تاثیر گزار در شناخت کیفیت آب هدایت الکتریکی هست که آن را با علامت EC نشان داده و واحد اندازه گیری آن در سیستم SI بر حسب µS/cm (میکرو زیمنس بر سانتیمتر) میباشد. نیترات با استفاده از ستون کاهشی کادمیم به نیتریت تبدیل و اندازه گبری شد. برای اندازه گیری نیتریت بروش اصلاحی سوگوارا از محلولهای سولفانیل آمید و آلفا نفتیل آمین استفاده و بوسیله اسپکتروفتومتر (HACH DR 2800) در طول موج nm ۵۴۳ اندازه گیری شد. فسفات محلول بوسیله معرف اسید اسکوربیک در طول موج ۸۸۵ نانومتر بوسیله دستگاه U-2000 هیتاچی اندازه گیری گردید. جهت اندازه گیری ازت کل و فسفر کل ابتدا از طریقه هضم نمونه در دستگاه اتوکلاو در فشار ۱/۵ اتمسفر و دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد نیتروژن به نیترات و فسفر به فسفات محلول تبدیل شد سپس نیترات و فسفات حاصل بروش ذکر شده در بالا اندازه گیری شد. حد شفافیت آب بوسیله دیسک سک چی مشخص گردید. برای تعیین کلروفیل حجم مشخصی از آب بوسیله کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون GF/C صاف گردیده و سپس کلروفیل a روی کاغذ در اتانول استخراج و جذب در طول موجهای ۷۵۰ ـ ۶۶۵ نانومتر در محیط اسیدی و غیر اسیدی قرائت گردید. 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 و SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. پس از آزمون نرمال بودن داده ها، تفاوت میانگین مقادیر پارامترهای مورد بررسی بر حسب ماهها و ایستگاهها انجام گرفت. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA وآزمون تفاوت زوج میانگین های دانکن در سطح اطمینان ۹۵ ٪ مورد استفاده قرارگرفت.

٤-نتایج

نتایج بررسیهای هیدروشیمی آب نشان دادکه میانگین سالانه دمای آب بر حسب درجه سانتیگراد ۷/۴ ± ۱۹/۲ با حداقل ۹/۵ در بهمن ماه ۱۳۹۳ در ایستگاه ۱ و حداکثر ۳۲در مردادماه ۱۳۹۳ در ایستگاه ۱۰ متغیر بوده است(شکل۳).

میانگین اکسیژن محلول از اردیبهشت ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۴ برابر ۲/۶ ± ۸/۷ میلی گرم برلیتر بوده است. مقدار میانگین اکسیژن محلول در منطقه مرکزی، شرقی، غربی و سیاکشیم به ترتیب برابر ۸/۴، ۶/۵، ۱۰/۱ و ۹/۰ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد. دامنه تغییرات سالانه مقدار هدایت الکتریکی در ایستگاههای مختلف بین حداقل ۲۵۴ تاحد اکثر ۱۴۲۵۰ میکرو موس بود. مقدار pH در تالاب انزلی حداقل ۶/۸۷ و حداکثر۱۰/۰۳ با میانگین ۰/۶۰ ± ۸/۱۲ اندازه گیری شد. مقدار هدایت الکتریکی در ایستگاههای مورد بررسی تفاوت معنی دار داشته ($F=4.05, P<0.05$) که با استفاده از آزمون دانکن سه گروه دربین ایستگاهها قابل تشخیص بوده است (شکل۶). مقدار کدورت آب (شکل۶) در ایستگاههای مورد بررسی عدم تفاوت معنی دار را نشان داد ($F=1.4, P>0.05$).

میانگین مقدار نیتروژن کل برحسب میلی گرم در لیتر در ایستگاه های ده گانه پهنه آبی تالاب انزلی در طی سال برابر ۰/۵۲۳ ± ۱/۰۲۳ که از حداقل۰/۲۷۹ تا حداکثر ۳/۱۸۷ متغیر بوده است. مقدار میانگین نیتروژن کل در مناطق مرکزی، شرقی، غربی و سیاکشیم به ترتیب برابر ۱/۰۵۰ ،۱/۱۷۸ ، ۰/۹۳۹ ، ۰/۹۴۴ میلی گرم در لیتر بود. حداقل نیتروژن به مقدار ۰/۲۷۹ میلی گرم در لیتر در منطقه غرب (ایستگاه ۷) در ماه اردیبهشت و حداکثر نیتروژن به مقدار ۳/۱۸۹ میلی گرم در لیتر در منطقه شرق (ایستگاه ۵) اندازه گیری شد. مقدار میانگین فسفر کل برحسب میلی گرم در لیتر برابربا ۰/۱۰۵ ± ۰/۱۱۲ بوده که از حداقل ۰/۰۱۱ تا حداکثر ۰/۶۶۹ متغیر بوده است. طبق آزمون مقایسه زوج میانگین های دانکن تفاوت معنی دار نیتروژن کل ($F=21.3, P<0.05$) و فسفر کل ($F=4.9, P<0.05$) در ماههای مورد بررسی مشاهده شد. میانگین مقدار کل فسفر درمناطق مرکزی، شرقی ،غربی و سیاکشیم به ترتیب برابر ۰/۱۲۴ ،۰/۱۸۷، ۰/۰۶۲، و۰/۰۹۲ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد. مقدار نیتروژن کل در ایستگاههای مورد بررسی تفاوت معنی دار نداشته ($F=0.69, P>0.05$) در حالیکه مقدار نیتروژن کل در ماههای مورد بررسی تفاوت معنی دار داشته ($F=7.5, P<0.05$) و آزمون زوج میانگین های دانکن دو گروه کاملا مجزا را در ماههای مختلف نشان داده است (شکل۵ الف). غلظت فسفر کل در ایستگاههای مختلف دارای تفاوت معنی دار بوده است ($F=5.8, P<0.05$). آزمون مقایسه زوج میانگین های دانکن تفاوت غلظت فسفر را در ایستگاههای مختلف نشان داده که در گروههای مختلف قرار گرفته اند ولی نیتروژن کل در ایستگاههای مختلف تماما در یک گروه همگن قرار گرفته اند (شکل ۵ ب).

مقدار میانگین غلظت کلروفیل آ در کل تالاب انزلی برابر ۶۵/۰۴ ±۴۷/۳۵ با حداقل۰/۶ و حداکثر ۳۲۹/۱ میکروگرم در لیتر اندازه گیری گردید که مقدار میانگین کلروفیل آ درمناطق مرکزی، شرقی ،غربی و سیاکشیم

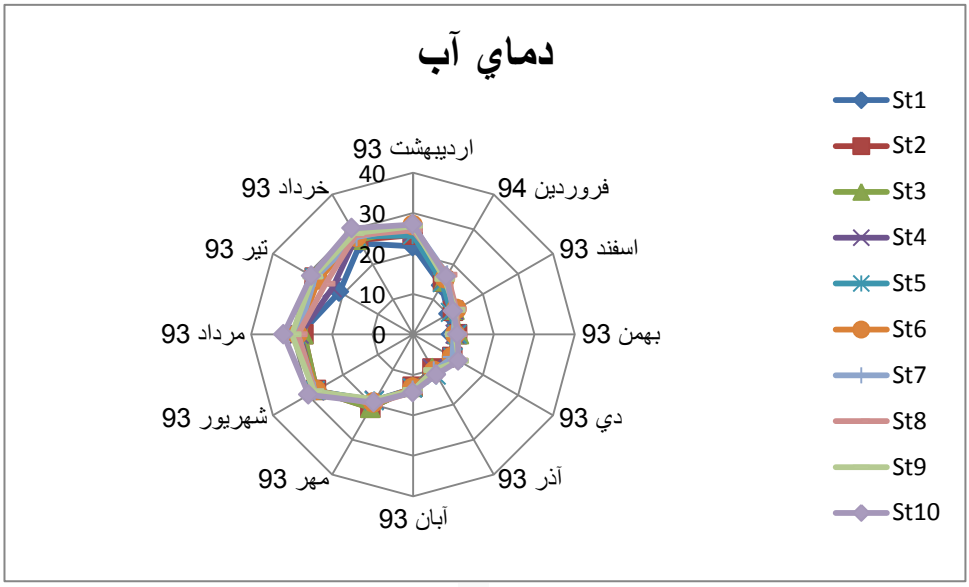
به ترتیب برابر۷۲/۲۶ ، ۵۸/۸۹، ۳۰/۰۹ و ۳۱/۷۳ میکروگرم در لیتر بوده است (شکل ۷). مقدار کلروفیل آ همزمان با تغییر دمای آب نوسان داشته بطوریکه میزان آن در ماههای گرم که فرایند فتوسنتز توسط فیتو پلانکتون ها بیشتر صورت می گیرد در حد بیشینه قرار گرفته و در ماههای سرد در حداقل مقدار خود قرارگرفته است(شکل۷). مقادیر و تغییرات پارامتر های فیزیکی و شیمیایی آب در جدول۲ وشکل های ۳ تا ۷ نشان داده شده است .

جدول ۱: مقادیرسالانه عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در تالاب انزلی در سال ۱۳۹۳

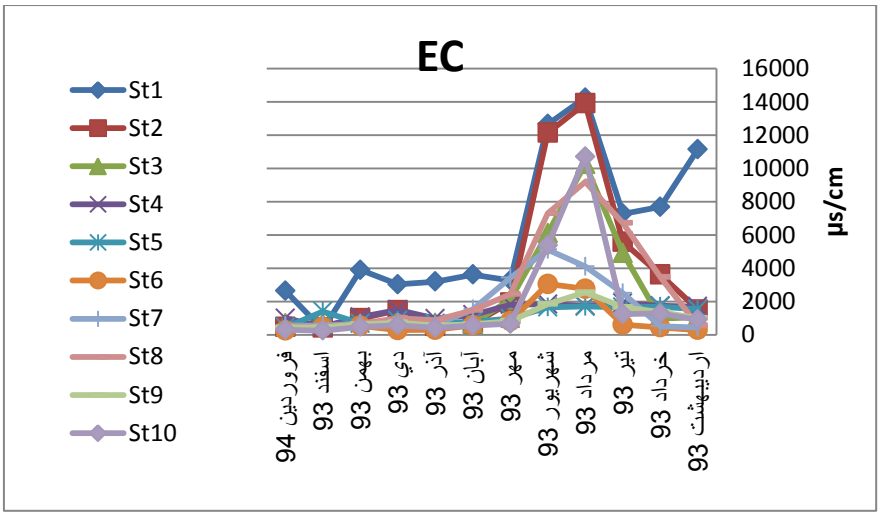
ایستگاه		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
دمای آب(oC)	میانگین	۱۷/۹	۱۸/۹	۱۹/۱	۱۸/۶	۱۹/۱	۱۹/۳	۱۹/۴	۱۹/۵	۱۹/۷	۲۰/۵
	حداکثر	۲۸/۰	۲۸/۰	۲۸/۰	۲۸/۰	۲۹/۰	۲۸/۵	۲۸/۵	۲۸/۵	۳۰/۰	۳۲/۰
	حداقل	۹/۵	۹/۸	۹/۷	۹/۸	۱۰/۸	۱۰/۵	۱۰	۱۰/۹	۱۰/۲	۱۱
	انحراف معیار	۷/۰	۷/۶	۷/۷	۷/۵	۷/۷	۷/۷	۷/۹	۷/۳	۸/۱	۸/۵
EC (us/cm)	میانگین	۶۰۸۵	۳۶۰۵	۲۶۵۵	۱۴۱۶	۱۱۷۵	۸۶۷	۱۷۳۱	۲۸۹۴	۱۰۵۸	۱۹۰۰
	حداکثر	۱۴۲۵۰	۱۳۹۱۰	۱۰۲۷۰	۱۹۰۸	۱۷۰۸	۳۰۵۰	۵۱۲۰	۹۲۰۰	۲۵۵۰	۱۰۷۰۰
	حداقل	۳۳۳	۴۳۱	۶۶۶	۵۰۳	۴۴۲	۲۵۴	۴۴۸	۴۴۰	۴۳۵	۲۵۸
	انحراف معیار	۴۴۸۱	۴۶۶۶	۳۱۴۴	۴۵۳	۴۷۸	۹۶۸	۱۶۵۰	۳۱۰۳	۶۶۶	۳۱۰۲
pH	میانگین	۷/۸۳	۸/۰۱	۸/۱۵	۷/۷۸	۷/۶۳	۸/۸۰	۸/۶۸	۸/۳۷	۷/۹۲	۷/۹۹
	حداکثر	۸/۶۹	۸/۷۹	۹/۰۶	۸/۸۰	۸/۱۸	۱۰/۰۳	۹/۲۳	۸/۷۷	۸/۶۲	۸/۶۰
	حداقل	۶/۸۷	۶/۹۸	۷/۰۶	۷/۰۵	۷/۱۱	۷/۹۵	۸/۱۹	۷/۷۵	۷/۳۵	۷/۳۷
	انحراف معیار	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۰	۰/۲۹	۰/۶۹	۰/۳۵	۰/۳۰	۰/۴۲	۰/۴۵
HCO3 (mg/l)	میانگین	۲۲۴/۴	۱۹۶/۷	۱۸۷/۴	۲۵۴/۷	۲۴۲/۲	۹۴/۶	۱۰۸/۵	۱۶۲/۴	۲۱۷/۶	۱۸۳/۰
	حداکثر	۲۶۲/۳	۲۶۸/۴	۲۴۴/۰	۳۶۶/۰	۳۴۱/۶	۱۷۶/۹	۱۵۲/۵	۲۱۳/۵	۳۱۷/۲	۲۸۰/۶
	حداقل	۱۲۵/۱	۱۲۸/۱	۱۲۲/۰	۹۷/۶	۱۷۰/۸	۱۵/۳	۷۳/۲	۱۲۲/۰	۱۴۶/۴	۱۴۰/۳
	انحراف معیار	۴۳/۹	۳۹/۷	۴۰/۱	۷۱/۷	۶۳/۸	۵۰/۷	۲۰/۹	۳۰/۵	۳۸/۸	۴۰/۳

ادامه جدول ۱:

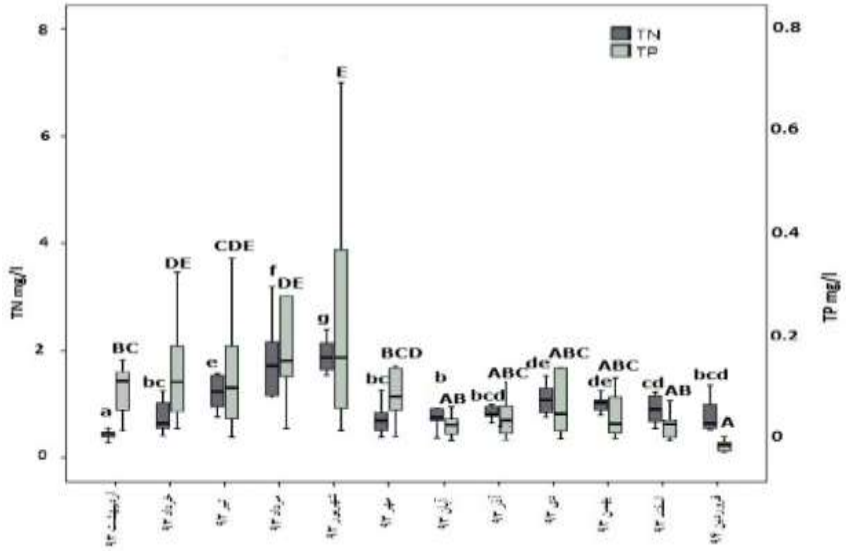
ایستگاه		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
TP (mg/l)	میانگین	۰/۱۸۴	۰/۱۱۶	۰/۱۳۰	۰/۱۸۹	۰/۳۲۳	۰/۰۷۳	۰/۰۴۹	۰/۰۶۶	۰/۱۵۸	۰/۰۸۲
	حداکثر	۰/۳۸۹	۰/۲۰۹	۰/۲۶۰	۰/۶۹۹	۰/۷۵۲	۰/۱۶۷	۰/۰۹۶	۰/۱۴۶	۰/۴۶۸	۰/۱۵۲
	حداقل	۰/۰۲۶	۰/۰۲۲	۰/۰۴۰	۰/۰۲۴	۰/۰۷۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۸
	انحراف معیار	۰/۱۱۶	۰/۰۶۰	۰/۰۷۰	۰/۲۳۳	۰/۲۰۷	۰/۰۵۲	۰/۰۲۰	۰/۰۳۶	۰/۱۴۲	۰/۰۳۴
کلروفیل (µg/l)	میانگین	۵۷/۵	۵۱/۷	۹۲/۸	۶۶/۴	۵۱/۴	۲۷/۰	۲۸/۴	۳۴/۹	۳۷/۸	۲۵/۷
	حداکثر	۲۳۳/۲	۱۴۸/۰	۲۶۷/۰	۳۲۹/۱	۲۶۰/۵	۱۰۹/۵	۷۵/۵	۱۰۷/۷	۱۳۶/۲	۱۰۲/۳
	حداقل	۱/۵	۱/۲	۱۸/۳	۱/۸	۰/۶	۳/۳	۲/۴	۱/۹	۰/۷	۰/۶
	انحراف معیار	۷۸/۶	۵۴/۰	۸۲/۷	۱۱۸/۲	۷۷/۲	۳۱/۵	۲۴/۱	۳۰/۹	۴۳/۸	۳۱/۹
DO(mg/l)	میانگین	۸/۹	۸/۲	۸/۶	۷/۲	۵/۸	۱۱/۲	۱۰/۴	۸/۶	۷/۷	۱۰/۴
	حداکثر	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۸	۱۱/۲	۹/۵	۱۲/۵	۱۲/۰	۱۲/۰	۱۰/۴	۱۱/۹
	حداقل	۷/۰	۴/۹	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۹/۰	۷/۲	۴/۱	۳/۵	۷/۹
	انحراف معیار	۱/۳	۲/۰	۳/۱	۳/۳	۱/۹	۱/۰	۱/۵	۳/۱	۲/۰	۱/۳
شفافیت (Cm)	میانگین	۷۶	۳۸	۳۷	۶۵	۶۰	۱۰۴	۷۲	۵۸	۷۴	۵۶
	حداکثر	۱۵۰	۵۰	۶۰	۱۵۰	۱۰۰	۱۷۵	۱۲۰	۱۱۰	۲۰۰	۷۵
	حداقل	۴۰	۲۵	۱۰	۱۰	۱۵	۳۰	۳۰	۱۰	۲۰	۵۰
	انحراف معیار	۳۰	۱۰	۱۵	۴۸	۲۸	۵۶	۲۸	۲۴	۵۵	۹
TN(mg/l)	میانگین	۱/۱۷۹	۱/۰۲۱	۱/۰۳۰	۰/۸۸۰	۱/۴۳۲	۱/۰۴۰	۰/۹۱۱	۰/۸۶۶	۰/۹۶۹	۰/۹۲۰
	حداکثر	۲/۰۲۴	۱/۷۷۲	۱/۵۶۸	۲/۱۵۵	۳/۱۸۷	۲/۵۵۰	۱/۶۷۵	۲/۱۳۸	۲/۰۰۷	۲/۱۰۸
	حداقل	۰/۴۶۲	۰/۴۵۳	۰/۴۹۵	۰/۳۷۷	۰/۵۴۸	۰/۲۹۴	۰/۲۷۹	۰/۴۷۴	۰/۴۷۸	۰/۳۹۵
	انحراف معیار	۰/۴۳۰	۰/۳۸۱	۰/۳۵۴	۰/۵۵۴	۰/۷۰۸	۰/۷۱۸	۰/۴۶۴	۰/۴۸۱	۰/۴۳۶	۰/۴۵۴



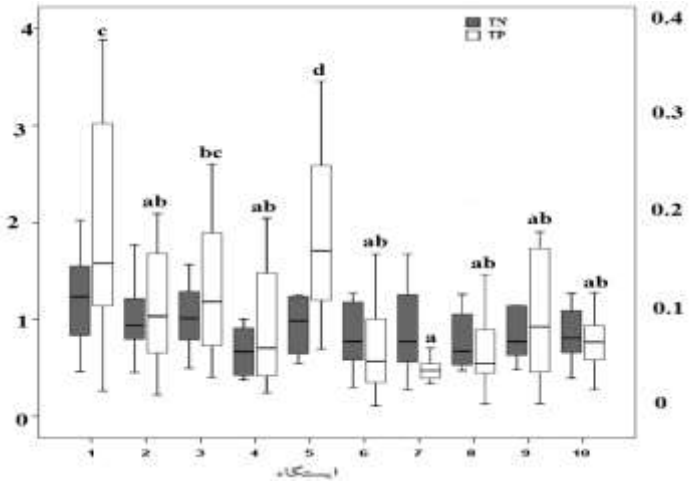
شکل ۳ : نمودار تغییرات سالانه دمای آب (°C) در تالاب انزلی در ۱۰ ایستگاه مطالعاتی



شکل ٤ : نمودار تغییرات سالانه EC در تالاب انزلی در ۱۰ ایستگاه مطالعاتی

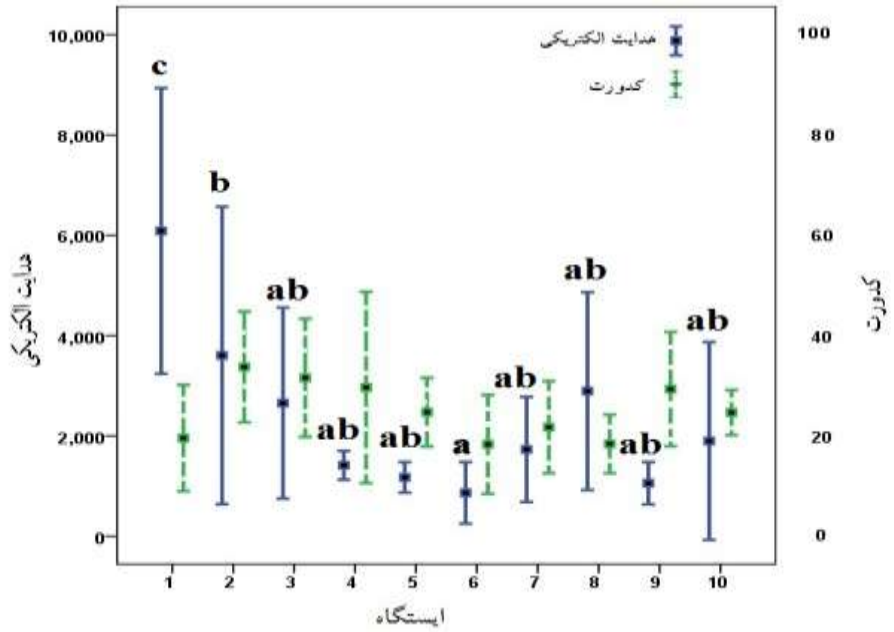


(الف)

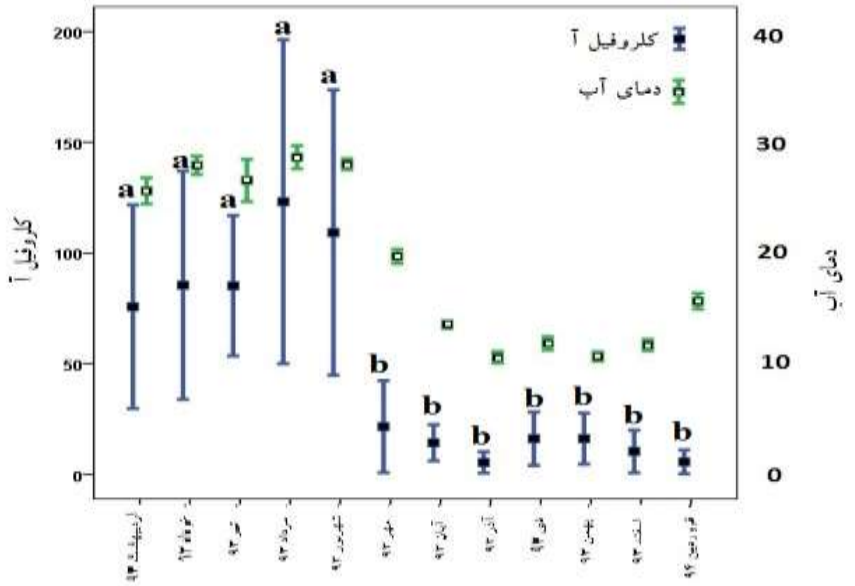


(ب)

شکل ۵: نمودار تغییرات ماهانه(الف) و ایستگاهی(ب) نیتروژن کل و فسفرکل برحسب mg/l در تالاب انزلی



شکل ٦: نمودار تغییرات هدایت الکتریکی (µs/cm) و کدورت (FTU) در ایستگاه های تالاب انزلی



شکل ۷: نمودار تغییرات ماهانه دمای آب(C.) و کلروفیل آ(µg/l) در تالاب انزلی

همانگونه که در جدول ۳ آمده است نسبت نیتروژن کل به فسفر کل درکلیه مناطق تالاب انزلی به غیر از منطقه غربی کمتر از ۱۰ می باشد(TN/TP < 10:1). بنابراین جهت محاسبه شاخص تغذیه گرایی از معادله ۲ استفاده شده است. در منطقه غربی نسبت (TN/TP) برابر ۱۵ است(10:1≤TN/TP≤30:1) که حالت تعادل را نشان می دهد و جهت محاسبه شاخص تغذیه گرایی از معادله ۳ استفاده شده است.

جدول۲: میانگین غلظت سالانه مقادیر اندازه گیری شده در تالاب انزلی در این تحقیق

		انحراف معیار ± میانگین				
منطقه نمونه برداری	**تعداد نمونه**	**فسفر کل µg/l**	**کلروفیل mg/m3**	**شفافیت (m)**	**نیتروژن کل (µg/l)**	**دامنه نیتروژن کل(µg/l)**
منطقه سیاکشیم	۲۴	۱۰۸ ± ۱۲۰	۳۸ ± ۳۲	۰/۴۰ ± ۰/۶۵	۴۳۶ ±۹۴۴	۳۹۵-۲۱۰۸
منطقه غربی	۳۶	۳۸ ± ۶۲	۲۸ ± ۳۰	۰/۴۲ ± ۰/۷۸	۵۵۵ ±۹۳۹	۲۹۷-۲۵۵۰
منطقه شرقی	۲۴	۲۵۶ ± ۲۵۶	۹۸ ± ۵۹	۰/۳۸ ± ۰/۶۳	۶۸۳±۱۱۵۶	۳۷۷-۳۱۸۹
منطقه مرکزی	۲۴	۶۴ ± ۱۲۳	۷۱ ± ۷۲	۰/۱۲ ± ۰/۳۸	۳۶۰ ±۱۰۲۵	۴۵۳-۱۱۷۲
کانال کشتیرانی	۱۲	۱۱۶ ± ۱۸۴	۷۸ ± ۵۷	۰/۳۰ ± ۰/۷۶	۴۳۰ ±۱۱۷۹	۴۶۲-۲۰۲۴
کل تالاب انزلی	۱۲۰	۱۰۵ ± ۱۱۲	۶۵ ± ۴۷	۰/۳۸ ± ۰/۶۴	۵۲۳ ± ۱۰۲۵	۲۷۹-۳۱۸۹

جدول شماره۳ : طبقه بندی مناطق مختلف تالاب انزلی بر اساس شاخص های تغذیه گرایی

منطقه مورد بررسی	**سطح تغذیه گرایی**	**TSI**	**TSI(TN)**	**TSI(SD)**	**TSI(CHL)**	**TN/TP**	**TSI(TP)**
منطقه سیاکشیم	سوپر یوتروف	٦٦	۵۸	۷۳	٦٧	۸	
منطقه غربی	یوتروف	٦٣	۵۵	٦٧	٦٦	۱۵	۵۸
منطقه شرقی	هایپر یوتروف	۷۱	٦٣	۷٤	۷٦	۵	
منطقه مرکزی	هایپر یوتروف	۷٦	٦۰	۸۹	۷۸	۸	
کانال کشتیرانی	هایپر یوتروف	٦۹	٦٣	٦۸	۷۵	٦	
کل تالاب انزلی	هایپر یوتروف	٦۹	٦۰	۷۳	۷۲	۷	

۵- بحث و نتیجه گیری

تالاب بین المللی انزلی اکوسیستم آبی منحصر به فردی است که ارزشهای آن بر کسی پوشیده نیست. این تالاب یک اکوسیستم پیچیده و حساس است که در سالهای اخیر مورد هجوم عوامل گوناگون استرس زای اکولوژیکی قرارگرفته است. این تالاب از یک سو از طریق رودخانه های حاشیه به حوضه آبریزی به وسعت حدود چهارصد هکتار متصل است که آب شیرین آن را تامین میکند و از سوی دیگر از طریق کانال کشتیرانی انزلی به آب لب شور دریای خزر متصل است. فاکتورهای محیطی مانند نور، دما و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در اکوسیستم های آبی ، نقش تعیین کننده ای در ترکیب گونه ای موجودات زنده آبی دارند. رودخانه های حاشیه تالاب انزلی بار مواد مغذی و رسوبی و آلاینده ها را از حوزه آبریز و شهرهای مسیر به این تالاب حمل میکنند (Mirzajani and Ghane, 2008) و از طرفی آب لب شور دریای خزر از شمال به این اکوسیستم نفوذ میکند وهمچنین حضور جوامع گیاهی و جانوری و فعالیت های بشری در آن موثر هستند. این عوامل باعث تغییرات در کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی می شود (Mirzajani, 2009; Abedini, 2015). سالانه حدود ۱۶ هزار تن مواد معلق توسط تنها یکی از رودخانه های وارده به تالاب انزلی (رودخانه پیربازار) حمل میشود که در اثر اختلاط آب دریا با آب رودخانه ها باعث فرایند لخته سازی و ته نشینی قسمتی از فلزات سنگین و مواد معلق در بستر رودخانه ها و تالاب میشود(عابدینی ،۱۳۸۲) .

تغییرات EC آب تالاب در ایستگاههای نمونه برداری در سال ۱۳۹۳ (شکل۳) نشان میدهد که درماههای مهرتا خرداد دربعضی ایستگاهها هدایت الکتریکی نوسان شدید دارد. توجه به موقعیت ایستگاههای مطالعاتی نشان می دهد که این نوسانات در ارتباط با نفوذ آب دریا می باشد. محل ایستگاه ۱ (موج شکن) انتهای کانال کشتیرانی می باشد میانگین مقدار هدایت الکتریکی در این ایستگاه مقدار۴۴۸۱ ±۶۰۸۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر است. حداقل وحداکثر EC در این ایستگاه به ترتیب ۳۳۳ و ۱۴۲۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر اندازه گیری شده است. در این ایستگاه بیشترین نوسانات EC در طی سال دیده میشود چرا که بیشترین نفوذ و تاثیر آب دریای خزر در آن رخ میدهد. بعد از ایستگاه ۱ ایستگاههای ۲و ۳ (در بخش مرکزی)، ایستگاه ۱۰ (سیاکشیم)و ایستگاههای۷ و۸ (در بخش غربی) و در مرتبه بعدی به لحاظ تاثیر پذیری از میزان نفوذ آب دریا هستند. بدین سان نفوذ آب دریا بر سایر عوامل شیمیایی آب نیز تاثیرگذار است. بطور کلی می توان گفت تغییرات هدایت الکتریکی در تالاب انزلی تحت تاثیر سه عامل دما، مقدار دبی ورودی رودخانه های حاشیه تالاب و میزان نفوذ آب دریا در مناطق مختلف تالاب انزلی است. در تابستان به دلیل وزش باد های محلی و طوفانی شدن دریا از یک سو و کاهش ورودی آب از رودخانه های حوزه آبی تالاب از سوی دیگر، نفوذ آب دریا در تالاب بیشتر می شود. نفوذ آب لب شور دریا در تالاب باعث افزایش هدایت الکتریکی حتی در مناطق مرکزی و غربی تالاب نیز می گردد (Mirzajani, 2009).

میانگین دمای آب در کل تالاب انزلی ۷/۴ ± ۱۹/۲ با حداقل ۹/۵ و حداکثر ۳۲ درجه سانتیگراد اندازه گیری

شد.همانگونه که در جدول شماره۱ و۲ و شکل های ۳ و۷ آمده است میانگین دمای آب درهر یک از مناطق چهار گانه تالاب به میانگین تالاب نزدیک می باشد و در حدود یک درجه اختلاف نشان میدهد. دمای آب تاثیر به سزایی برروی زیستگاه موجودات زنده داشته و تقریباً تمامی عوامل زنده و غیرزنده را تحت الشعاع قرار می دهد. انتخاب تالاب توسط موجودات تنها به صرف همگونی دمای آب آن نمی باشد بلکه وجود مواد غذایی فراوان، سکون و آرامش نسبی محیط، شرایط ویژه جهت لانه سازی و غیره نیز در جذب جانداران موثرند. آنچه مسلم است این است که عوامل دیگر به نحوی با این مسئله مرتبط هستند. به عبارت دیگر دمای یکنواخت آب شرط لازم برای مهاجرت، زادآوری، مانده گاری و بالاخره استقرار جمعیتها است ولی کافی نیست (نظامی بلوچی و همکاران، ۱۳۸۵). میانگین سالانه مقدار pH درکل تالاب انزلی ۰/۶۰± ۸/۱۲ میباشد. طبق جدول ۲-۴ ، مقادیرمیانگین سالانه pH در مناطق مختلف تالاب نشان میدهد که میانگین تغییرات این عامل در طی سال از یک واحد بیشتر نیست. هرچند که به لحاظ ثبت نقطه ای حد اقلpH در ایستگاه ۱ و به مقدار ۶/۸۷ و حداکثر pH در ایستگاه ۶ به مقدار ۱۰/۰۳ اندازه گیری شده است. بیشترین نوسانات pH در طی سال در ایستگاه ۶ (آبکنار) مشاهده میشود. یکی از عوامل عمده و مهم تغییر pH درمنابع آبی ، وجود یا عدم وجود کربنات و بی کربنات در آب آنها می باشد. 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. میانگین مقدار سالانه قلیائیت آب در مجموع مناطق تالاب انزلی ۶۷/۴ ± ۱۸۷/۲ میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم است. در ایستگاه ۶ (منطقه آبکنار) بیشترین نوسانات pH درطی سال و مخصوصا فصول بهار و تابستان، مشاهده می شود. درمحیط طبیعی آب، سیستم کربناتی (کربنات، بیکربنات، گازکربنیک) نقش اصلی در افزایش ظرفیت بافری دارد. ظرفیت بافری که در مقادیر کمی تحت عنوان قلیائیت سنجیده میشود در واقع قابلیت خنثی سازی pH و یا ظرفیت مقاومت دربرابر تغییرات جزیی pH است (Ibanez et al., 2008). بنابراین در منطقه آبکنار و مخصوصا ایستگاه های ۶ و۷ با کاهش بی کربنات ، افزایش pH مشاهده می شود. غلظت اکسیژن محلول در بین مناطق چهار گانه تالاب درمنطقه غربی تالاب (آبکنار) نسبت به سایر مناطق بالاتر است که احتمالا عواملی همچون امکان تولیدات اولیه فتوسنتزی وتلاطم آب در این پهنه آبی موثر است. درآب، گازهای محلول که اجزاء بیولوژیکی واکولوژیکی مهمی هستند، اکسیژن ودی اکسیدکربن 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(عابدینی ،۱۳۹۳). منابع آبی با قلیائیت کل کمتر از ۲۰ میلیگرم در لیتر CaCo3 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).

گاز کربنیک ممکن است از هوا به داخل آب جذب گردد و یا ممکن است از تجزیه مواد آلی توسط میکروبها

در آب بوجود آید و وقتی که به صورت محلول در آمد با آب تشکیل اسید کربنیک می دهد که واکنش آن بسته به مقدار PH آب چنین است. اگر pH آب بزرگتر از ۴/۵ باشد و اسید کربنیک یونیزه می شود تا بیکربنات تشکیل گردد و اگر pH بزرگتر از ۸/۳ باشد به کربنات تبدیل می شود. در صورت هرگونه تغییر درpH و EC در اکوسیستم تالاب انزلی احتمال آلودگی بیش از حد آن وتأثیرگذاری بر زنجیره غذایی بسیار زیاد است (مکوندی و همکاران ،۱۳۹۲). بنابراین در منطقه آبکنار و مخصوصا ایستگا ه های ۶ و ۷ با کاهش بی کربنات، شاهد افزایش pH هستیم. افزایش قلیائیت آب ازقدرت بافری بیشتری برخورداری میشود. به عبارتی با افزایش قلیائیت کل مقاومت آب در مقابل تغییرات pH بیشتر میشود.

میانگین مقدار سالانه اکسیژن محلول آب در سال ۱۳۹۳در مجموع مناطق چهارگانه تالاب انزلی۲/۶ ± ۸/۷ میلیگرم در لیتر بود. داده های حاصل نشان میدهد که در بین مناطق چهار گانه تالاب، منطقه غربی تالاب (ابکنار) نسبت به سایر مناطق اکسیژن محلول بالاتر است. میانگین سالانه در منطقه آبکنار ۲/۳ ±۱۰/۱ میلیگرم در لیتر با حداکثر ۱۲/۵ میلیگرم در لیتر وکمترین مقدار اکسیژن محلول در تالاب مرکزی و سیاکشیم انداه گیری شده است طوری میانگین سالانه در منطقه شرقی تالاب مقدار۲/۷ ± ۶/۵ میلیگرم در لیتر با حد اقل ۲/۷ میلیگرم در لیتر اندازه گیری شد. کاهش اکسیژن ممکن است بدلیل افزایش دما و همچنین تنفس و تجزیه باکتریایی مواد آلی در آب باشد .

یوتروفیکاسیون یا فراغنی شدن با مواد مغذی پدیده و مشکلی است که در سرتاسر دنیا گریبانگیر تالابها، رودخانه ها، نهرها و دریاچه ها شده است. در حال حاضر منابع آلوده کننده متعددی در بخشهای صنعتی، کشاورزی و فاضلاب شهری وجود دارند که تالاب انزلی را تحت تأثیر خود قرار میدهند. آنچه مسلم است تالاب انزلی گنجایش جذب و هضم ضایعات انسانی جمعیت کنونی حوزه آبریز خود که افزایش دهنده مواد مغذی آن است را ندارد و متوقف کردن روند رو به رشد آن حداقل اقدامی است که باید در برنامه احیای تالاب قرار گیرد.

میزان مواد مغذی بصورت معدنی و آلی موجود در دریاچه پس از دما و اکسیژن فاکتور اصلی در متابولیسم اکوسیستم آبی محسوب می گردد. 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. نیتروژن کل شامل نیتروژن معدنی و آلی است. میانگین سالانه نیتروژن کل در مناطق چهارگانه تالاب انزلی در سال ۱۳۹۳ مقدار ۰/۵۱۹ ± ۱/۰۲۵ میلی گرم در لیتر بود. در بین مناطق چهارگانه تالاب انزلی، کمترین مقدار نیتروژن کل در منطقه تالاب غرب (آبکنار) و به مقدار میانگین سالانه ۰/۵۵۵ ± ۰/۹۳۹ میلیگرم در لیتر با حد اقل ۰/۲۷۹ میلیگرم در لیتر و بیشترین مقدار در منطقه شرقی به مقدار ۰/۶۸۳ ± ۱/۱۵۶ میلیگرم در لیتر با حد اکثر ۳/۱۸۷ میلیگرم در لیتر اندازه گیری شد.

فسفر در مخازن آبی مانند تالاب از منابع خارجی ناشی شده و جذب جلبک میگردد و به شکل معدنی فسفات وارد ساختار ترکیبات آلی میشود. وقتی جلبکها میمیرند در طول عمل تجزیه شدن آنها، فسفر به صورت معدنی

آزاد میگردد.آزاد شدن فسفر از سلولهای جلبک مرده بسیار سریع صورت میگیرد با این حال به مرور فسفر از طریق تجزیه مواد آلی، رسوب شیمیایی به وسیله آهن، آلومینیوم، کلسیم و مجاورت با ذرات رس ته نشین میشود. در بین همه نوترینتها، تنها فسفر است که از طریق اتمسفر یا منبع طبیعی در دسترس نیست. به همین دلیل فسفر به عنوان نوترینت محدودکننده در منابع آبی در نظر گرفته میشود. معمولا فسفر به مقدار ۰/۰۱ تا ۰/۱ میلیگرم در لیتر برای تسریع یوتریفیکاسیون کافی است(میرروشندل ،۱۳۹۳). فسفر بدلیل مقدار کم آن و نیاز زیاد در فعالیتهای بیولوژیکی بمنظور ایجاد بافتهای حیاتی بعنوان عنصر محدود کننده مطرح می باشد.

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. فسفر ها در کودهای مورد استفاده در کشاورزی و پرورش ماهیان گرم آبی زیاد کاربرد دارند و تا حدودی فسفر ها در مواد زائد که در اثر متابوسیم جانوران بوجود می آید پدیدار می شود. ترکیبات نیتروژن و فسفر بعنوان مواد غذایی در سیستم های غیر متراکم و متراکم مهم هستند بخصوص در پرورش آبزیانی که رشد آنها توسط فیتوپلانکتوها و جلبکهای سبز – آبی تامین می شود. فرمهای مختلف فسفر و ترکیبات آن بستگی به pH موجود در آبها دارد. فسفر بدلیل مقدار کم آن و نیاز زیاد در فعالیتهای بیولوژیکی بمنظور ایجاد بافتهای حیاتی بعنوان عنصر محدود کننده مطرح می باشد.

مقدار کلروفیل a شاخصی از بیوماس جلبکی در منبع آبی می باشد. در شرایط معمول مقدار کلروفیل همبستگی بالایی با مواد مغذی دارد(Tilahun and Ahlgren, 2010; Lv et al., 2011). 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) . منشأ این کمبود نور احتمالاً ناشی از عمق منبع آبی ، گردش بسیار و دوباره معلق شدن رسوبات و از طرفی کدورت ناشی از بقایای گیاهان آبزی اکوسیستم آبی است (رحمانی، ۱۳۹۴).

در بررسی های یوتروفی اکوسیستم یک دریاچه، فسفر، نیتروژن و کلروفیل a جزو عناصر مهم هستند. از این رو استفاده ازمقدار مطلق برخی متغیرها مانند فسفر کل و بیوماس فیتوپلانکتون(کلروفیل آ) محاسبه شاخص های وضعیت تروفیک روش های مناسبی برای بررسی وضعیت تروفیک منابع آبی می باشند (Dodds, 2002). با توجه به نقش کلروفیل a در بررسی های اکولوژیکی منابع آبی، عمده مدل ها بر برآورد میزان کلروفیلa با استفاده از مقادیر مواد مغذی(فسفرونیتروژن کل)تمرکز دارند. از طرفی به منظور مدیریت یوتروفیکاسیون، مطالعه روابط بین نیتروژن و فسفر با کلروفیل a بسیار با اهمیت بوده و اطلاعات مفیدی از شرایط اکولوژیک منبع آبی دراختیار می گذارد(Suthers and Rissik, 2008; Wang et al., 2007).

بر اساس نتایج طرح تحقیقات میرزاجانی و همکاران مقادیر کلروفیل a از ۸/۸ در سال ۱۳۷۲ تا ۵۰/۲ میکرو گرم در لیتر در سال ۱۳۷۹ متغیر بوده و تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ بین سالها مشاهده گردید (مقدار آزمون کروسکال والیس ۴۹۷/۹ ، ۹ = df). سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۵ در یک گروه، سال ۱۳۷۹ در یک گروه مجزا و سایر سالها در گروه دیگر قرار داشته که با یکدیگر تفاوت معنی دار نشان داده اند (میرزاجانی و همکاران

،۱۳۷۸).

در سال ۱۳۷۸ درویش صفت وهمکاران نشان دادند که قسمت اعظم تالاب انزلی در وضعیت های مزوتروف و یوتروف بوده و از نظر فسفات کل و شاخص آن تماما یوتروف میباشد و مقایسه وضعیت یوتروفی تالاب به لحاظ فسفر کل با منحنی استاندارد OECD گرایش تالاب را به سوی هایپرتروفی نشان میدهد(درویش صفت و همکاران ،۱۳۷۸).

میرزاجانی و همکاران در سال ۱۳۸۷ بر اساس مطالعات ده ساله نشان دادند که بخشهای عمده تالاب در مرحله نهایی مزوتروف و اولیه یوتروف قرار دارندکه آن نیز بواسطه واکنش اکوسیستم در مصرف ازت و فسفات بوده که در رشد و گسترش گیاهان نمودار گشته است و علاوه بر شاخص یوتروفی بکار گرفته شده در این بررسی منابع فیزیکوشیمیائی و بیولوژیکی متعددی نمایانگر یوتروف بودن تالاب انزلی میباشند، غالبیت گونه های سبز– آبی نسبت به سایر گونه های فیتوپلانکتونی از شواهد یوتروف شدن اکوسیستم تالاب است و بر اساس استاندارد OECD نیز میزان کلروفیل a در تالاب بیان کننده افزایش فیتوپلانکتونها و پدیده پیری زود رس میباشند(میرزاجانی و همکاران ،۱۳۸۷). این نتایج با مطالعات جمالزاد (۱۳۷۷) که تالاب غرب را مزوتروف و بخشهای دیگر تالاب را یوتروف معرفی کرده بود تقریبا همخوانی داشته است.

در این تحقیق حداکثر نیتروژن کل به مقدار ۳/۱۸۹ میلی گرم در لیتر در منطقه شرق (ایستگاه ۵) اندازه گیری شد. کیفیت آب در ایستگاه ۵ متاثر از رودخانه های پیربازار وپسیخان است و این مقدار حداکثری نیتروژن به صورت موردی و احتمالا ناشی از بار مواد آلی و معدنی حمل شده توسط این رودخانه ها بوده که در مقایسه با سایر رودخانه ها بیشتر می باشند (Mirzajani and Ghane, 2008). مقدار نیتروژن کل در ماههای مورد بررسی تفاوت معنی دار داشته و آزمون زوج میانگین های دانکن دو گروه کاملا مجزا را در ماههای مختلف نشان داده است (شکل۵ الف) به طوری که درماههای تابستان مقدار نیتروژن در آب با افزایش همراه بوده است. ردیابی دلایل تغییرات زمانی و مکانی نیتروژن در تالاب انزلی مستلزم شناخت کامل چرخه نیتروژن در این پهنه آبی است. فرایندهایی همچون تثبیت، رسوب گذاری، واپاشیدن، معدنی شدن، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، جذب وآزادشدن نیتروژن در چرخه نیتروژن موثر است (De Klein, 2008). در این بررسی نسبت نیتروژن کل به فسفر کل در کلیه مناطق تالاب انزلی به غیر از منطقه غربی کمتر از ۱۰ بود (جدول ۳). بنابراین در این مناطق نیتروژن کل به عنوان عامل محدود کننده در روند تغذیه گرایی است.

مقدار کلروفیل آ تحت تاثیر فرایند فتوسنتز توسط فیتو پلانکتون ها قرار دارد. جلبک ها دارای کلروفیل هستند بنابراین با اندازه گیری کلروفیل میتوان بیومس کل جلبک را برآورد کرد(Bellinger and Sigee, 2015). همانطور که اشاره گردیدحداکثر مقدار کلروفیل آ به میزان ۳۳۰ میکروگرم در لیتر در ماههای مرداد و شهریور و حداقل مقدار آن در ماههای سرد به میزان ۰/۶ میکرو گرم در لیتر بودکه این نشان میدهد در تابستان بیومس فیتوپلانکتون ها به شدت افزایش پیدا میکند. تغییرات کدورت آب در تالاب انزلی تحت تاثیر دو عامل بیومس

پلانکتونی و گل آلودگی هست. تاثیر عامل پلانکتونی بیشتر در مناطقی مانند منطقه غربی تالاب است که سکون آب بیشتر است. درحالی که تاثیر گل آلودگی در افزایش کدورت در مناطق مرکزی و شرقی که تحت تاثیر مواد معلق وارده از رودخانه هایی مانند شیجان، پیر بازار و پسیخان هست، مشاهده می شود. براساس شاخص های کیفی آب، رودخانه پیربازار به عنوان آلوده ترین رودخانه وارده به تالاب محسوب شده که مقدار نیتروژن کل آن نیز در حد بالایی ثبت شده است (Mirzajani and Ghane, 2008). نقش رودخانه پیربازار در میزان بار ورودی نیترات و آمونیوم به تالاب در سالیان گذشته نیز به شکل بارزی مشهود بوده است به طوری که در سال ۱۳۶۶، ۹۵ تن نیترات توسط رودخانه پیربازار به تالاب حمل گردید، البته از میزان خروج این مواد در تالاب اطلاعی دردست نبوده، ولی به علت مصرف آنها توسط گیاهان میزان خروج آنها کمتر از میزان ورودی بوده است (Yekom consulting Engineers Corporation, 1989).

جدول شماره ٤: طبقه بندی منابع آبی بر اساس شاخص تروفیکی کارلسون (Carlson,1977) 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
تالاب انزلی	۶۹	۷۳	محدودیت نیتروژن	۷۲

مطابق داده های بدست آمده از این تحقیق (جدول ۱و۲) ودرمقایسه با طبق بندی تغذیه گرایی منابع آبی (جدول ۴) چنین استنباط میشود که سطح تروفیکی تالاب انزلی در سال ۱۳۹۳ در منطقه غربی یوتروف ودر منطقه سیاکشیم سوپر یوتروف است وسایر مناطق تالاب انزلی سطح تروفیکی درمحدوده هایپر تروفیک قرار گرفته است. نتایج این تحقیق بیانگر تشدید پدیده فرا غنی شدن تالاب دارد چرا که بر اساس مطالعه دهه پنجاه (Kimbal and Kimbal, 1974)، تالاب انزلی در مرحله یوتروف و بر اساس اطلاعات دهه هفتاد (Mirzajani et al., 2010) به سمت یوتروفی شدید در تغییر بوده است.

همانطور که اشاره گردید علاوه بر ورود مواد مغذی از رودخانه ها (Mirzajani and Ghane, 2008)، حضور وگسترش گیاه آبزی آزولا به علت ظرفیت بالای تثبیت نیتروژنی (Wagner, 1997)، نقش بسزایی در افزایش مواد مغذی در این تالاب داشته است. افزایش پوشش گیاهی و کاهش مساحت آبگیر تالاب انزلی با تصاویر ماهواره

ای مربوط به سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ نیز نشان از افزایش پدیده تغذیه گرایی داشته است (Zebardast and Jafari, 2011).

مشاهدات میدانی بیانگر آن است که روند افزایش پوشش گیاهان آبزی درتالاب انزلی همچنان ادامه دارد که با حضور وگسترش بسیاری از گونه های بیگانه و مهاجم تشدید شده است. عوامل متعدد زیستی و غیر زیستی در پدیدآمدن وضعیت نامناسب کنونی در تالاب انزلی نقش داشته و ضروری است تا اقدامات عملی در راستای کاهش ورود مواد مغذی از رودخانه ها و کاهش حجم توده زنده پوشش های گیاهی مختلف در پیکره آبی تالاب انزلی صورت گیرد.

پیشنهادها

تاکنون تحقیقات متعددی پیرامون اکوسیستم ارزشمند تالاب انزلی انجام شده و در گزارشهای حاصل از این تحقیقات پیشنهادات کاربردی و ارزشمندی ارایه شده است که قسمتی از آنها در سابقه و منابع این تحقیق آمده است وذکر آنها تکرار مکررات است. آنچه که میتوان از آن به عنوان حلقه مفقوده موثر نام برد، فقدان سازمان متولی مدیریت جامع در تالاب انزلی است. باید توجه داشت علیرغم اینکه تالاب انزلی اکوسیستمی طبیعی با ویژگی های خاص و مشکلات اساسی است، اما ارزشها و پتانسیل اقتصادی، اجتماعی و بین اللملی آن میتواند این مشکلات اساسی را حل کند. پیشنهاد میشود پیکره تالاب انزلی با همه ابعاد زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی مرتبط، به عنوان یک مجموعه مستقل با مرزهای معین وتحت مدیریت واحدی مستقل و با اختیارات فراگیر زیر نظر استانداری گیلان اداره شود. اگرچه نام این مجموعه را نمی توان شهرداری نامید اما خصوصیات اداره یک شهرآبی سالم را میتوان برای آن تصورکرد.

از نخستین اقدامات جدی در کنترل فراغنی شدن تالاب، کنترل و محدود ساختن ریزش پساب‌های کشاورزی و فاضلاب های خانگی و شهری به درون تالاب است که کنترل فسفات را در بر خواهد داشت. طرح هایی همچون نی‌بری، برداشت بعضی از گونه‌های گیاهی همچون آزولا، سه کوله خیس، رهاسازی بچه ماهی علفخوار، لایروبی بخش های مختلف بویژه بخش شرقی تالاب، ایجاد کانال در بخش شمال غربی تالاب، احداث سد در کوهپایه رودخانه ها برای کاهش بار رسوبی وارده، احداث ایستگاههای تصفیه فاضلاب در شهرهای حاشیهٔ تالاب را می‌توان نام برد.

منابع

- جمالزاده فلاح ،فریبرز.، ۱۳۷۷ . تعیین میزان حساسیت مناطق مختلف تالاب انزلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست،۵۲ صفحه .
- حسینی، سیدحامد.۱۳۹۱. تاثیر آلودگی های ناشی از مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر کیفیت فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه ریجاب. پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع طبیعی شیلات (تکثیر و پرورش آبزیان). دانشگاه هرمزگان ،دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ،گروه شیلات.
- درویش صفت ع.ا. ، ف. جمالزاد فلاح ، ش. نظامی بلوچی ، ۱۳۷۸. بررسی وضعیت تروفی تالاب انزلی با استفاده از GIS. محیط شناسی . سال ۲۵، شماره ۲۳ . صفحات ۱۰-۱.
- رحمانی ، تحسین.عباسی ، مرضیه .۱۳۹۴ . بررسی رابطه بین مواد مغذی و زیتوده فیتوپلانکتونی با تکیه بر مدل های برآوردکلروفیل(مطالعه موردی، دریاچه زریبار کردستان).مجله بوم شناسی آبزیان. دوره ۴(شماره۴) بهار ۱۳۹۴ .صفحه ۱۸-۲۴ .
- عابدینی علی. ۱۳۸۲. فرآیند لخته سازی در رودخانه پیربازار . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران ،دانشکده علوم و فنون دریایی . ۱۱۰ صفحه.
- عابدینی ،علی. ۱۳۹۳ . گزارش نهایی طرح تحقیقاتی: لیمنولوژی مقدماتی دریاچه پشت سد ارسباران در آذربایجان شرقی با هدف توسعه آبزی پروری. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران . شماره فروست ۴۳۶۶۴ . ۶۵ صفحه .
- فئید ،منیره ، بابایی هادی ، عابدینی علی ، ۱۳۹۴ . بررسی پارامترهای میکروبی و فیزیکوشیمیایی در تالاب انزلی فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب -دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز . شماره ۲۵ ،ص ۴۵-۵۴ .
- مکوندی ،رقیه . سجاد آستانی ،مهرداد چراغی ،۱۳۹۲. ارزیابی ریسک محیط زیستی تالابها با استفاده از روشهایSAW, EFMEA (مطالعه موردی تالاب بین المللی انزلی). فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب . دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز سال پنجم، شماره ۱۷ پاییز۱۳۹۲.ص ۶۱-۷۴.
- منوری م . ۱۳۶۹ . تالاب انزلی . نشر گیلکان – ۲۲۷ صفحه .
- میر روشندل،اعظم السادات . خاوندکار،ام البنین. زمستان۱۳۹۳. بررسی میزان ازت و فسفر تالاب انزلی در ایجاد پدیده شکوفایی جلبکی . فصل نامه علوم و مهندسی محیط زیست. دوره ۲ ،شماره ۵،صفحه ۱۱-۱۸ .
- میرزاجانی،علیرضا.کیابی،بهرام.جمالزاده،فریبرز.فلاحی،مریم.کمالی،ابوالقاسم.عبدالله‌پور،حمید.پورغلامی‌مقدم،اکبر.مکارمی،مرضیه.وطن‌دوست،محمود.بابائی،هادی.عباسی،کیوان.سبک‌آرا،جلیل.قندی،دادای.حسینجانی،عادل.حسینی،احمد..۱۳۸۷. گزارش پایانی طرح تحقیقاتی بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر مبنای

مطالعات ده ساله (۱۳۸۰-۱۳۷۰) با استفاده از سامانه جغرافیایی GIS. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران.شماره فروست ۳۱۱۱۰. ۹۸صفحه

- میرزاجانی، ع.، خداپرست، ح.، بابایی،ه.،عابدینی، ع .و دادای قندی، ع.،۱۳۸۸ . روند فراغنی شدن تالاب انزلی با استفاده از اطلاعات ده ساله ۱۳۷۱-۱۳۸۱ . مجله محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۲، صفحه ۶۵ تا ۷۴ .

- 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.
- Akbarzadeh, A., Arabani, M., 2011. Field studies to investigate the eutrophication problem in the Anzali wetland. Journal of Health System 4 698- 707 (In Persian).
- APHA, 2005. Standard Methods for Examining of Water and Waste Water. Washington D.C.,531 p.
- Bellinger, E.G., Sigee, D.C., 2015. Freshwater algae: identification and use as bioindicators. John Wiley & Sons,p.
- Boyd, C.E., (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Company, Birmingham, Alabama
- Carlson, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and oceanography 22 (2): 361-369.
- De Klein, J., 2008. From ditch to delta: nutrient retention in running waters.p.
- Dodds, W.K., 2002. Freshwater ecology: concepts and environmental applications. Academic press,p.
- Holčík, J., Oláh, J., 1992. Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. Report prepared for the project - Anzali Lagoon productivity and fish stock investigation. Food and Agriculture Organization, Rome, 109 p.
- Hydropriject, 1965. Fish-culture reclamation of the pahlevi (Mordab) bay. State industrial Fishers committee. USSR, state design Institute on Hydrotechnical, Fish-cultural Reclamation and land construction, Moscow, 60 p.
- Ibanez, J.G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., Singh, M.M., 2008. Alkalinity and Buffering Capacity of Water. Environmental Chemistry: 28-56.
- Jica, Doe, Moja, 2005. The Study on Integrated Management for Ecosystem Conservation of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran. Draft final report Nippon Koei Co., Ltd., 161 p.
- Kimbal, K., Kimbal, S., 1974. Limnology studies of Anzali wetland. Fishery organization and DOE, 114 p.
- 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.
- Membrillo-Abad, A.-S., Torres-Vera, M.-A., Alcocer, J., Prol-Ledesma, R.M., Oseguera, L.A., Ruiz-Armenta, J.R., 2016. Trophic State Index estimation from remote sensing of lake Chapala, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 33: 183-191.
- Mirzajani, A., 2009. Limnological survey of Anzali wetland based on ten years data 1990-2003 by use of GIS system. Agricultural Research and Education Organization, Inland water aquaculture research center, Iran, 103 p.
- Mirzajani, A.R., Ghane, A., 2008. Qualifying the Inlet Rivers of The Anzali Lagoon Based on Macro Invertebrates Communities. Journal of Environmental studies 34 (45): 31-38.
- Mirzajani, A.R., Khodaparast, H., Babaei, H., Abedini, A., Dadai Ghandi, A., 2010. 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.
- Primpas, I., Tsirtsis, G., Karydis, M., Kokkoris, G.D., 2010. Principal component analysis: development of a multivariate index for assessing eutrophication according to the European water framework directive. Ecological Indicators 10 (2): 178-183.

- Ramezanpoor, Z., 2004. Ecological study of phytoplankton of the Anzali lagoon (N Iran) and its outflow into the Caspian Sea. Czech Phycology, Olomouc. 4: 145-154.
- Saghi, H., Karimi, L., Javid, A., 2015. Investigation on trophic state index by artificial neural networks (case study: Dez Dam of Iran). Applied Water Science 5: 127-136.
- Samadi, J., 2016. Spatial-Temporal Modeling of Qualitative Parameters and Trophic Status in Choghakhor Wetland Using Pollution Indices and GIS-based Deterministic and Geostatistical Techniques. Journal of Iran-Water Resources Research 12(1): 84-94.
- 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.
- Wang, X.l., Lu, Y.l., He, G.Z., Han, J.Y., Wang, T.Y. 2007. Exploration of relationships between phytoplankton biomass and related environmental variables using multivariate statistic analysis in a eutrophic shallow lake: A 5-year study. Journal of Environmental Sciences. 19: 920-927.
- Wagner, G.M., 1997. Azolla: a review of its biology and utilization. The Botanical Review 63: 1-26.
- Yekom consulting Engineers Corporation, 1989. The project of the first step of comprehensive plan of rehabilitation of Anzali wetland. Jihad-e-Sazandegi, Bandar Anzali, 166 p.
- Zebardast, L., Jafari, H.R., 2011. Use of Remote Sensing in Monitoring the Trend of Changes of Anzali Wetland in Iran and Proposing Environmental Management Solution. Cancer Research and Oncology 1 (37): 57-64.

پيوست

تصاویر محل ایستگاههای نمونه برداری در فصول مختلف

تالاب غرب(بهار)

شیجان(بهار)

سیاه درویشان (بهار)

ماهروزه (بهار)

شيجان (تابستان)

سرخانكل (بهار)

نمونه برداری آب

آنالیز آب در آزمایشگاه هیدروشیمی پژوهشکده آبزی پروری (انزلی):

Abstract

Anzali wetland is one of the most important ecosystem in the southern Caspian Sea, acts as a special ecotone between different ecosystems; terrestrial, the Caspian Sea, brackish and fresh water environments. The hydro chemical and nutrients parameters were monthly studied in 10 locations of Anzali wetland for one year from May 2014. Trophic status index was calculated by different parameters including chlorophyll a, total phosphorus (TP), total nitrogen (TN) and transparency. Results showed that the annual average of total nitrogen, total phosphorus and dissolved oxygen were 1.023±0.523, 0.113± 0.105 and 8.71 ± 2.63 mgL^{-1} respectively. While no significant difference was observed in total nitrogen ($P>0.05$), total phosphorus showed a significant difference ($P<0.05$) among locations. Chlorophyll a varied between 0.6 to 330 (average 47.4 ± 65.0) μgL^{-1}. EC varied between 254 and 14250 µm and had a significant difference among locations ($p<0.05$).

The TN/TP was lower than 10 in Anzali wetland (except in western area) that show the limitation role of TP in eutrophication process. According to results while the western area and SiahKeshim are observed in eutrophic and super eutrophic status, the rest of regions are classified as hyper eutrophic status. Decrease of nutrient components from inlet rivers and to remove the aquatic plants in Anzali water bodies are recommended to control of eutrophication process in Anzali wetland.

Keywords: Anzali wetland, chemical parameter, Trophic status index

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

---

Project Title: The study of some trophic index in Anzali lagoon
Approved Number: 14-73-12-9351-93002
Author: Ali Abedini
Project Researcher: Ali Abedini
Collaborator(s): M. Fallahi, S.H. Khodaparast, A. Mirzajani, E. Sadegeinejad, F. Jamalzad, T. Sohrabi, J. Khoshhal, H. Mohsenpour
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution: Guilan province
Date of Beginning : 2014
Period of execution : 2 Years & 3 Months
Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2017

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 study of some trophic index in Anzali lagoon

Project Researcher:

Ali Abedini

Register NO.
52396