ارزیابی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب عینک رشت با استفاده از شاخص کارلسون

محمد دهدار درگاهی[1*]، محمدرضا رحیمی‌بشر[2]، رضا زمانی[3] و پویا رهبری[4]

۱) استادیار گروه محیط زیست، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: dehdardargahi@gmail.com

۲) استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۳) دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران.

٤) کارشناس اداره کل حفاظت محیط زیست گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۱/۲٦

چکیده

تغذیه‌گرایی یا غنی شدن، یک مساله مهم در تمامی بوم‌سازگان‌های آبی جهان بوده و تالاب‌ها یکی از حساس‌ترین زیستگاه‌ها نسبت به این معضل هستند و ارزیابی وضعیت تروفی یک تالاب، اولین گام در ارزیابی کیفیت آن است. مطالعه حاضر با هدف بررسی خصوصیات کیفی آب و وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب عینک رشت با استفاده از شاخص تروفی کارلسون انجام گرفته است. مساحت این پهنه آبی ۳۶/۵ هکتار و منبع تامین آب آن نزولات جوی و هرزآب‌های شهری و رودخانه سفیدرود می‌باشد. این تالاب در غرب کلان شهر رشت واقع و از چهار بخش مختلف تشکیل گردیده است. جهت تعیین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در هر بخش یک ایستگاه انتخاب و نمونه‌برداری‌ها از پاییز ۱۳۹۶ تا تابستان ۱۳۹۷ به‌صورت فصلی در طول یک‌سال در آنها انجام و میانگین سالانه فاکتورها نشان داد دمای آب برابر ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد، pH معادل ۷/۲۱، اکسیژن محلول آب ۲/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر، BOD5 ۱۰/۹ میلی‌گرم بر لیتر، COD ۲۴/۴۲ میلی‌گرم بر لیتر، TDS ۷۳۳/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر، نیتروژن کل ۲۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر، کلروفیلآ ۰/۰۶۲ میلی‌گرم بر لیتر، فسفات کل ۰/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر و عمق دیدسشی دیسک ۰/۳۵ متر بوده است. میانگین سالانه شاخص تروفی‌کارلسون این تالاب بر اساس عمق دیدسشی دیسک ۷۶/۷۸، فسفات کل ۹۹/۸۰ و کلروفیلآ ۷۴/۶۹ تعیین شد. بر اساس شاخص TSI تالاب عینک رشت در محدوده پرغذایی شدید قرار داشته و از دیدگاه مدیریتی نیاز به اقدام اساسی به جهت بهبود شرایط تغذیه‌گرایی دارد.

واژه‌های کلیدی: پرغذایی، تالاب عینک، رشت، شاخص کارلسون TSI.

مقدمه

در بین بوم‌سازگان‌های آبی درون خشکی‌ها، تالاب‌ها اکوسیستم‌های خاص و حساس هستند که در حفظ آب، تنوع زیستی و حذف آلاینده‌ها نقش مهمی را بازی می‌کنند (Ramsar, 2006). البته در چند دهه اخیر افزایش فعالیت‌های انسانی و خصوصا ورود بی‌رویه فاضلاب‌ها این زیستگاه‌ها را به شدت تحت تاثیر قرار داده و تخریب کرده‌اند (Benndorf, 1995). ورود مواد مغذی سبب تغذیه‌گرایی یا غنی شدن آنها گردیده و این مساله تبدیل به یک مشکل جهانی برای تمام تالاب‌ها گردیده است (Wetzel, 2001). تحقیقات گذشته نشان داده‌اند که عامل اصلی غنی شدن مخازن آب شیرین، ورود مقادیر بالایی از فسفر بوده و کمبود آن نیز مهمترین عامل محدودکننده رشد تولیدکنندگان اولیه این اکوسیستم‌ها بوده است (Vollenweider & Kereks, 1982). ورود ازت و فسفر از حوضه آبریز و قابلیت دسترسی به نور مناسب سرعت تولیدات اولیه در اکوسیستم‌های کم عمق را افزایش می‌دهد (Carvalho & Kirka, 2003). فاضلاب‌های شهری، خانگی و

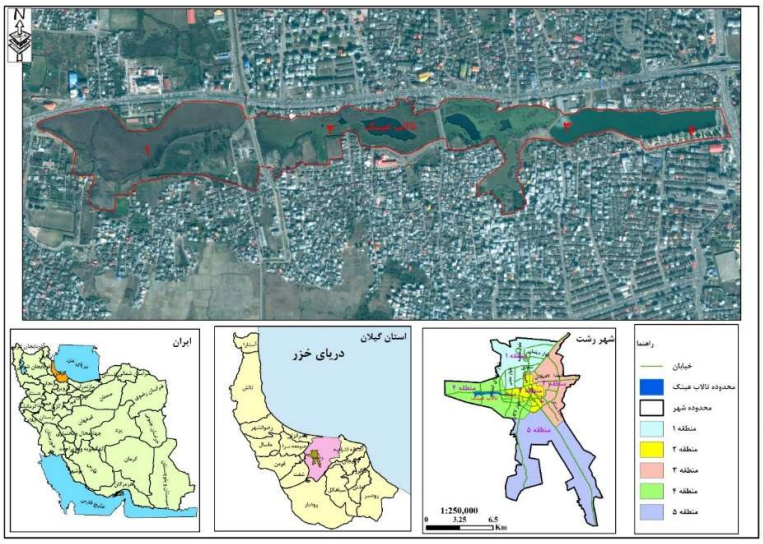
کشاورزی مهمترین منابع تامین‌کننده این مواد مغذی بوده و ورود بی‌رویه آنها در درازمدت موجب کیفیت نامساعد آب آنها شده (منوری، ۱۳۶۹) و پرغذایی را باید عامل اصلی از بین‌برنده کیفیت آب‌ها دانست (Elmaci *et al*., 2009). این پدیده موجب کاهش غنای گونه‌ای، شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها به خصوص جلبک‌های سبز آبی، گسترش سریع ماکروفیت‌ها، کاهش جمعیت زئوپلانکتون‌ها و ماهیان شکارگر، کاهش عمق نفوذ نور، تغییرات شبانه‌روزی pH و اکسیژن محلول آب، تجمع رسوبات آلی در بستر و مرگ آبزیان می‌شود (Smith *et al*., 1999; Bronmark & Hansson, 2005). عوامل غیرزنده مانند مواد مغذی، شفافیت، نیترات، فسفات، اکسیژن‌خواهی و پارامترهای زیستی از جمله جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها و کلروفیل‌آ جهت تعیین سطح تروفی به‌کار برده می‌شوند (Danilov & Ekelund, 2000). تعیین وضعیت و روند تروفی یک تالاب، اولین قدم برای توصیف شرایط عوامل غیرزنده و موجودات زنده آن و روابط آنها با خصوصیات زیست محیطی می‌باشد (Matthews *et al*., 2002). وضعیت موجود و روند تروفی در یک اکوسیستم آبی به عواملی مانند غلظت مواد مغذی، اکسیژن محلول آب، دمای محیط و میزان تولیدات اولیه وابسته می‌باشد (Jarosiewicz *et al*., 2011). به وسیله تعیین وضعیت و روند پرغذایی یک مخزن آبی می‌توان شرایط آن را در آینده پیش‌بینی و نیاز به هر گونه اقدام را نیز آشکار نمود (Grzetic & Camprag, 2010). اطلاعات وخصوصیات مرتبط به پرغذایی اکوسیستم‌های آبی از سوی OECD و U.S.EPAبه‌صورت پاسخ ناشی از ورود مواد مغذی به شکل کمی دسته‌بندی شده است (OECD, 1982). متداول‌ترین و آسان‌ترین شیوه تعیین تروفی یک اکوسیستم آبی محاسبه شاخص تروفی آن بر اساس غلظت مواد مغذی و تولیدات گیاهی می‌باشد (Elmaci *et al*., 2009). یکی از معتبرترین مدل‌های بررسی وضعیت تروفی تالاب‌ها توسط Carlson (۱۹۷۶) ارایه شده و به شاخص تروفی TSI معروف است. در این شاخص طبقه‌بندی درجات پرغذایی بر مبنای غلظت مواد مغذی و کلروفیل‌آ، شفافیت آب و شرایط اکسیژنی نزدیک بستر انجام می‌گیرد (Carlson & Simpson, 1996). در این شاخص هر افزایش ۱۰ واحدی مقادیر، کاهش ۵۰ درصدی عمق دید سشی، دو برابر شدن میزان فسفر و یک سوم افزایش میزان کلروفیل‌آ را مشخص می‌کند (Carlson, 1976).

در ایران و دیگر نقاط جهان جهت ارزیابی شرایط و روند پرغذایی تالاب‌ها از این شاخص به‌صورت وسیعی استفاده گردیده است، که از آن جمله می‌توان به ارزیابی تروفی تالاب انزلی (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷)، تعیین شرایط مزوتروفی دریاچه چغاخور (موسوی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۸۷)، شرایط مزوتروفی تالاب انزلی (Mirzajani *et al*., 2010)، تعیین مراحل تروفی تالاب شادگان (خلفه‌نیلساز، ۱۳۸۸)، وضعیت تروفی آب‌بندان مرزن آباد بابل (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۱)، وضعیت تغذیه‌گرایی دریاچه سد اکباتان (طاهری‌تیزرو و قشقایی، ۱۳۹۵)، ارزیابی وضعیت کیفی دریاچه سد دز (جاوید و همکاران، ۱۳۹۳)، تعیین وضعیت تروفی دریاچه ولشت (موسوی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۵)، بررسی شرایط تروفی تالاب کانی برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست فراهم رسوبات و شاخص کارلسون TSI (جباری و منتصری، ۱۳۹۹)، ارزیابی وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب تندور شهرستان دورود (مهدی‌نسب و عزیزی، ۱۳۹۹) و در دیگر نقاط جهان می‌توان به مطالعه وضعیت تغذیه‌گرایی دریاچه مانسی گانگا در هند (Sharma *et al*., 2010)، وضعیت الیگوتروفی در دریاچه ساپانکا ترکیه (Morkoc *et al*., 1998)، شرایط الیگوتروف در دریاچه واتکوم امریکا (Matthews *et al*., 2002)، تروفی دریاچه کم‌عمق کویتزو در مکزیک (Tsagil, 2006)، مراحل پرغذایی تعدادی از دریاچه‌های غرب هیمالیا (Singh *et al*., 2008)، بررسی روند یوتروفی تالاب ملی ژی ژی در چین (Li *et al*., 2011) و پرغذایی دریاچه کم‌عمق پالیک در صربستان (Grzetic & Camprag, 2010) و الگوی وضعیت یوتروفیکاسیون در تالاب‌های دشت سیلابی شرق هند در زمینه تغییرات آب و هوایی و ارزیابی مقایسه‌ای ۲۷ تالاب (Das Sarkar *et al*., 2020) اشاره کرد.

استان گیلان به‌دلیل قرار گرفتن در منطقه پرباران جنوب دریای خزر، دارای تالاب‌های متعددی می‌باشد که از آب آنها برای مصارف متعددی مانند کشاورزی، صیادی و گردشگری استفاده می‌شود. پهنه آبی تالاب عینک به مساحت ۳۶/۵ هکتار در شهر رشت (منطقه چهار شهری) واقع شده است (شکل ۱).

تالاب مذکور از شمال به جاده رشت- فومن، از جنوب به پارک دانشجو و منازل مسکونی محدود شده و دارای ٤ پهنه مشخص می‌باشد (از شرق به غرب): تالاب یک (ولکس) (٦/١ هکتار)، تالاب دو (٩/٧ هکتار) تالاب سه (٩/٥ هکتار) تالاب ٤ (دانشجو) (١١/٢ هکتار) که می‌توان در جنوب تالاب شماره ٢ بخش دیگری را نیز به مساحت حدود ١ هکتار منفک نمود. منبع تامین آب تالاب عینک نزولات جوی و هرزآب‌های سطحی و همچنین آب رودخانه سفید رود (انتقال از طریق کانال) می‌باشد. به جز تالاب شماره ٤، سایر تالاب‌ها به هم مرتبط هستند و فاضلاب شهری نیز به میزان اندک وارد آن می‌شود. تالاب دانشجو به‌دلیل استفاده برای فعالیت‌های قایقرانی از ثبات کمی و کیفی بیشتری برخوردار است و در عوض تالاب ٤ به دلیل استفاده مفرط برای کشاورزی تغییرات عمقی از ٢٠ تا ٢٧٠ سانتی‌متر داشته است. بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک رشت دارای میانگین سالانه دمای هوا ١٦/٥ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ١٢٩٣ میلی‌متر است. به دلیل وجود شرایط رویشگاهی مناسب، غنا و فراوانی گیاهان آبزی در تالاب زیاد بوده، به‌طوری که تا کنون ١٢٢ گونه گیاهی در تالاب عینک شناسایی شده است و همچنین حضور ٤٣ گونه پرنده در تالاب عینک به ثبت رسیده است (شهرداری رشت، ١٣٩٨).

با توجه به اهمیت زیست محیطی این تالاب برای شهرستان رشت از نظر منظر و گردشگری، حفظ آب آن جهت مصارف کشاورزی و فعالیت‌های تفرجی و همچنین جایگاه زیست محیطی آن برای منطقه و با توجه به تغییرات کیفیت آب در چند سال گذشته، این مطالعه با اهدف بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و زیستی آب و همچنین تعیین وضعیت تروفی آن بر اساس شاخص کارلسون در طول یک سال انجام گرفته است.



شکل ١. موقعیت جغرافیایی و تصویر ماهواره‌ای تالاب عینک رشت

مواد و روش‌ها

با توجه به شکل تالاب و چهار بخشی بودن آن (شکل١)، در هر بخش یک ایستگاه با توجه به عمق آب تعیین و نمونه‌برداری‌ها از پاییز ١٣٩٦ تا تابستان ١٣٩٧ به صورت فصلی و توسط لوله PVC از عمق یک متری سطح برداشت شدند. در محل ایستگاه‌ها فاکتورهای دمای آب توسط دماسنج جیوه‌ای برحسب درجه سانتی‌گراد، pH توسط pH مترپرتابل، عمق شفافیت توسط سشی دیسک اندازه‌گیری و نمونه آب به منظور تعیین اکسیژن محلول به روش وینکلر، تعیین فاکتورهای شیمیایی و کلروفیل‌آ اخذ شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال و فاکتورهای DO اکسیژن محلول آب، BOD_5، COD، کل جامدات محلول TDS، کل جامدات معلق TSS، نیتروژن کل TN و فسفات کل TP همگی بر حسب میلی‌گرم بر لیتر، کلروفیل‌آ بر حسب میکروگرم بر لیتر و تعداد کل کلیفرم در ١٠٠میلی‌لیتر آب به روش‌های استاندارد سنجش و اندازه‌گیری شدند (APHA, 2005). در مرحله بعد به‌منظور محاسبه مقادیر

شاخص تروفی‌کارلسون بر اساس پارامترهای عمق رویت سشی، کلروفیل‌آ وفسفات کل از روابط زیر استفاده گردید (Carlson, 1976):

$$TSI (SD) = 41/14-60Ln (SD)$$

$$TSI (CHL) =81/9Ln (Chl.a) +6/30$$

$$TSI (TP) = 42/14Ln (21/6) + 15/4$$

پس از محاسبه شاخص‌ها با استفاده از روابط استاندارد و تعیین مقادیر هر شاخص از طبقه‌بندی استاندارد (جدول ۱) به منظور مشخص نمودن مرحله تروفی استفاده گردید.

جدول ۱. طبقه‌بندی استاندارد شاخص تغذیه‌گرایی

کلاس کیفی آب	مقادیر TSI
الیگوتروفیک	0-30
مزوتروفیک خفیف	۳۰-٤۰
مزوتروفیک	٤۰-۵۰
مزوتروفیک حاد	۵۰-٦۰
یوتروفیک	٦۰-۷۰
هایپرتروفیک	۷۰-۸۰
هایپرتروفیک حاد	۸۰-۱۰۰

(OECD, 1982; Carlson & Simpson, 1996)

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی آب تالاب عینک که شامل pH، اکسیژن محلول آب، BOD_5، COD، TDS، TSS، نیتروژن کل، کلروفیل‌آ، فسفات کل، تعداد کل کلیفرم، عمق دید سشی و دمای آب بوده برای هر ایستگاه جداگانه محاسبه شد و میانگین کل آنها برای یک سال و برای کل تالاب نیز محاسبه گردید. تغذیه‌گرایی تالاب بر اساس سه شاخص تروفی‌کارلسون یعنی عمق دید سشی دیسک، فسفات کل و کلروفیل‌آ به‌صورت مجزا برای هر ایستگاه محاسبه گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده، اعداد حاصله با جدول ۱ مقایسه و درجه تغذیه‌گرایی برای هر ایستگاه مجزا و برای کل تالاب در یک سال اعلام گردید. همچنین برای هر یک شاخص‌های تغذیه‌گرایی نتایج به‌صورت ایستگاهی و کل تالاب به شکل نمودار آورده شد.

نتایج

نتایج آنالیز فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نشان دادند میانگین دمای آب تالاب عینک ۱۷ درجه سانتی‌گراد بوده که بسیار نزدیک به دمای متوسط هوای منطقه می‌باشد و تفاوت‌های آشکاری نیز بین ایستگاه‌ها وجود ندارد. متوسط pH تالاب نیز ۷/۲۱ تعیین گردید و نشان از کمی قلیایی بودن آب تالاب داشت. ولی تنها ایستگاه ٤ دارای pH کمتر از ۷ و کمی اسیدی بود. میزان اکسیژن محلول آب عدد پایین ۲/۷۵ را نشان داد که بیانگر شرایط نامناسب اکسیژنی کل تالاب بود ولی در تالاب ٤ شرایط تقریبا در تمام طول سال بسیار نامناسب بوده و در برخی از فصول حتی به صفر رسیده و شاخص شرایط شدیدا پرغذایی اکوسیستم می‌باشد. با توجه به میزان نیازمندی‌های بیولوژیک اکسیژن در ۵ روز (BOD_5) که عدد بالای ۱۰/۹را نشان داد و مقدار آن در تالاب ٤ دارای میانگین ۱۷/۸میلی‌گرم بر لیتر بود، تاییدی بر شرایط بی‌هوازی و نیازمندی‌های اکسیژن بالا به‌دلیل بار مواد آلی است که با اکسیژن محلول همخوانی دارد. میزان نیازمندی‌های اکسیژنی شیمیایی (COD) نیز میانگین ۲۲/٤۲ را نشان داد که در این فاکتور نیز بالاترین میزان مربوط به ایستگاه ٤ بوده و باز هم تاکیدی بر شرایط نامناسب‌تر این بخش تالاب دارد. متوسط میزان کل جامدات محلول TDS و کل جامدات معلق TSS به‌ترتیب ۷۳۳/۲۵ و ۳٤/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر بودند و نشان از بار مواد جامد محلول و معلق این تالاب دارند که تالاب ۲ بالاترین TDS و تالاب ٤ بالاترین میزان TSS را دارا بودند. نیتروژن کل TN، ۲۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین آن در تالاب ۲ و فسفات کل TP ۹۵۰ میکروگرم بر لیتر با حداکثر میزان باز هم در تالاب ۲ تعیین شد. مهمترین فاکتور زیستی اندازه‌گیری شده در تالاب عینک رشت کلروفیل‌آ بوده که میانگین کل ٦۲ در چهار فصل با حداقل ۱۷ و حداکثر ۱۱۰ میکروگرم بر لیتر تعیین شد. در کنار فاکتورهای اندازه‌گیری فوق به جهت وجود منازل مسکونی در اطراف تالاب و عدم وجود سیستم دفع فاضلاب مناسب در منطقه به جهت بررسی احتمال ارتباط فاضلاب‌های خانگی با آب تالاب تعداد کلی فرم کل نیز شمارش گردید که متاسفانه

به خصوص در تالاب ۳ و ٤ میزان آن از ۱۱۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌متر آب بیشتر بود و فرضیه ارتباط فاضلاب‌های خانگی با تالاب را تایید نمود (جدول ۲).

جدول ۲. متوسط سالانه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی چهار بخش و کل تالاب عینک رشت در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۶و بهار و تابستان ۱۳۹۷

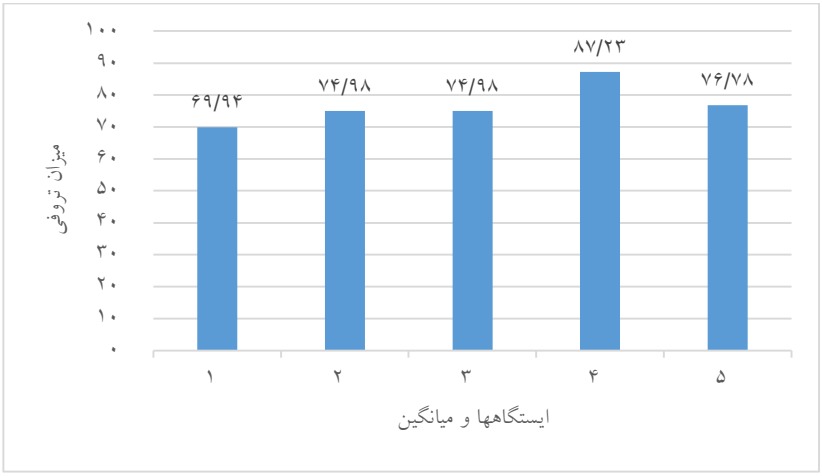
فاکتورها	واحدهای اندازه‌گیری	تالاب شماره ۱	تالاب شماره ۲	تالاب شماره ۳	تالاب شماره ٤	میانگین کل تالاب عینک
pH	–	۷/۷۵	۷/٤۳	۷/۳٦	٦/۳۱	۷/۲۱
DO	میلی گرم در لیتر	٤	۳	۳	۱	۲/۷۵
BOD_5	میلی گرم در لیتر	۱۱/۵	٤/۱	۱۰/۲	۱۷/۸	۱۰/۹
COD	میلی گرم در لیتر	۲٤/۷	۷	۲۱	۳۷	۲۲/٤۲
TDS	میلی گرم در لیتر	۱۸۸	۱۰۸۷	۱۰۸۳	۵۷۵	۷۳۳/۲۵
TSS	میلی گرم در لیتر	۳۵	۲۸	۲۵	۵۱	۳٤/۷۵
TN	میکروگرم در لیتر	۱۸	۳۱	۱۷	۲۰	۲۱/۵
Chl.a	میکروگرم در لیتر	۵۸	۱۱۰	٦۳	۱۷	٦۲
TP	میکروگرم در لیتر	۵۰	۱۹۰	۵۳	۸۰	۹۳/۲۵
تعداد کل کلیفرم	عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر	٤٦۰	۲۸۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	۷۲۵
عمق دید سشی	متر	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۵	۰/۱۵	۰/۳۳
دمای آب	درجه سانتی‌گراد	۱۷/۵	۱۷	۱۷	۱٦/۵	۱۷

نتایج میزان تروفی هر بخش تالاب به صورت مجزا برای هر شاخص در جدول ۳ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان دادند طبقه تروفی کل تالاب و میانگین هر ٤ تالاب شاخص طبقه‌های پرتروفی شدید بوده‌اند. البته میانگین شاخص کارلسون با توجه به عمق دید سشی دیسک و کلروفیلآ مقادیر پایین‌تری را نشان داده و طبقه تالاب را هایپرتروف ارزیابی کرده‌اند. البته میزان بالای فسفات کل بر روی میانگین تروفی تالاب اثر گذاشته و طبقه تغذیه‌گرایی آن را در بالاترین حد پرغذایی یعنی در مرحله هایپرتروفی شدید قرار داده است.

جدول ۳. میانگین سالانه و چهار ایستگاه و کل تالاب عینک رشت در طول یک سال از نظر شاخص تروفی‌کارلسون

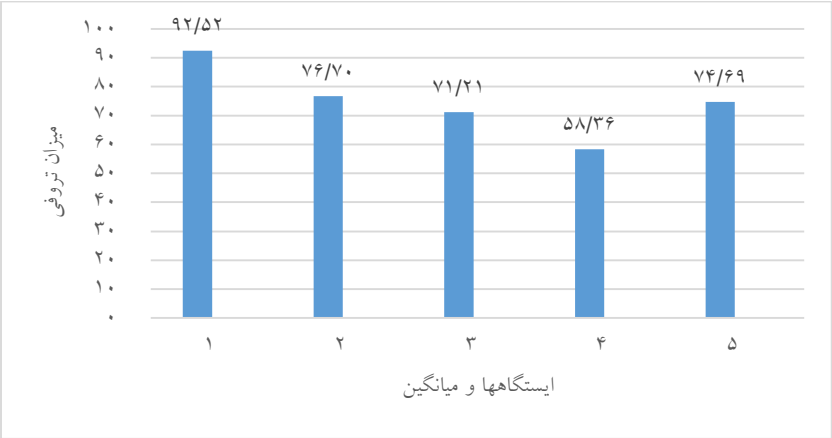
شاخص TSI	تالاب ۱	تالاب ۲	تالاب ۳	تالاب ٤	کل تالاب	وضعیت تروفی
عمق دید سشی	٦۹/۹٤	۷٤/۹۸	۷٤/۹۸	۸۷/۲۳	۷٦/۷۸	هایپرتروف
کلروفیلآ	۹۲/۵۲	۷٦/۷۰	۷۱/۲۱	۵۸/۳٦	۷٤/٦۹	هایپرتروف
فسفات کل	۹۳/٦۹	۱۱٦/٤	۹٤/۵٦	۹٤/۵٦	۹۹/۸۰	هایپرتروف شدید
میانگین	۸۵/۳۸	۸۹/۳٦	۸۰/۲۵	۸۰/۰۵	۸۳/۷۵	هایپرتروف شدید
وضعیت تروفی	هایپرتروف شدید	هایپرتروف شدید	هایپرتروف شدید	هایپرتروف شدید	هایپرتروف شدید	

در شکل ۲ میزان تروفی بر اساس عمق دیدسشی دیسک، در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان دادند کمترین میزان تروفی بر اساس عمق دید سشی دیسک مربوط به ایستگاه یک و بیشترین میزان مربوط به ایستگاه ٤ بوده و میانگین تغذیه‌گرایی تالاب بر اساس این شاخص مقدار ۷٦/۷۸ را نشان می‌دهد که مشخصه مرحله هایپرتروفی می‌باشد.



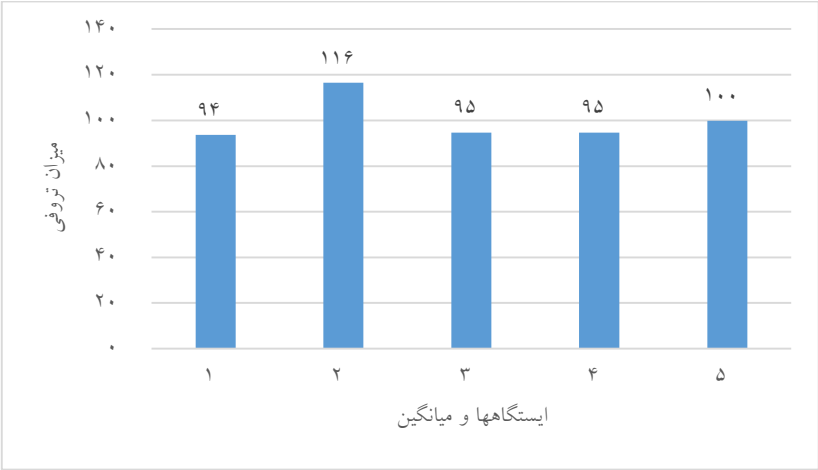
شکل ۲. میزان تروفی بر اساس عمق دیدسشی دیسک در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت

در شکل۳ میزان تروفی بر اساس کلروفیلآ، در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان دادند کمترین میزان تروفی بر اساس کلروفیلآ مربوط به ایستگاه ٤ و بیشترین میزان مربوط به ایستگاه ۱ بوده و میانگین تغذیه‌گرایی تالاب بر اساس این شاخص مقدار ٧٤/٦٩ را نشان می‌دهد که تاییدی بر مشخصه مرحله هایپرتروفی می‌باشد. البته شاخص کلروفیل در دو ایستگاه ۱ و٤ در دو شاخص عمق دید سشی و کلروفیلآ نتایج متناقضی را نشان دادند که می‌تواند به کدورت تالاب ٤ به‌دلایل غیرتروفی باشد ولی در میانگین هر دو شاخص هایپرتروفی تالاب را تایید کردند.



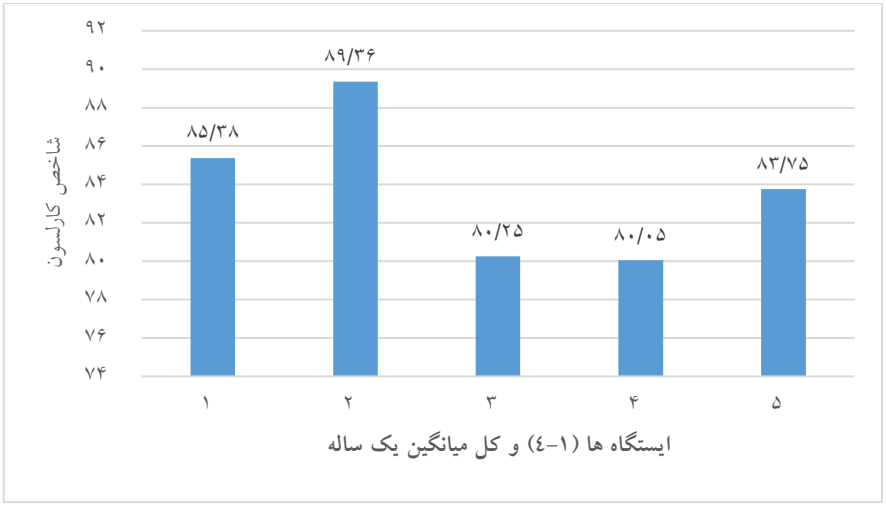
شکل ۳. میزان تروفی بر اساس کلروفیلآ در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت

در شکل٤ میزان تروفی بر حسب فسفات کل، در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان دادند کمترین میزان تروفی بر اساس فسفات کل مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین میزان مربوط به ایستگاه ۲ بوده و میانگین تغذیه‌گرایی تالاب بر اساس این شاخص مقدار ۹۹/۸ را نشان می‌دهد که تاییدی بر مشخصه مرحله هایپرتروفی حاد می‌باشد. شاخص فسفات کل نشان از یک رتبه بالاتر تروفی نسب به دو شاخص قبلی دارد که می‌تواند تاییدی بر ورود ماده مغذی فسفر به این تالاب باشد.



شکل ۴. میزان تروفی بر اساس فسفات کل در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت

شکل۵ میانگین تروفی بر اساس شاخص‌های سه‌گانه کارلسون در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت را اعلام می‌دارد. همان‌طور که این نمودار نشان می‌دهد ایستگاه‌های ۳ و ٤ در مقادیر پایین‌تر و ایستگاه ۲ دارای مقادیر بالاتری بوده و متوسط سالانه سه شاخص و برای چهار ایستگاه ۸۳/۷۵ بوده که در محدوده هایپرتروفی کارلسون قرار دارد.



شکل ۵. میانگین تروفی بر اساس شاخص کارلسون در چهار ایستگاه و میانگین سالانه در تالاب عینک رشت

بحث و نتیجه‌گیری

شاخص تغذیه‌گرایی کارلسون بر اساس عمق دید سشی دیسک، فسفات کل و کلروفیلآ استوار است و هر یک از این عوامل تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی قرار داشته و می‌توانند با توجه به تغییرات فصلی و کاربردهای انسانی تغییر نمایند. البته سنجش فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب می‌تواند تحلیل این تفاوت‌ها را آسان کرده و مهمترین عوامل موثر را بهتر آشکار نمایند. در بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب، اکسیژن محلول آب و میزان نیازمندی‌های اکسیژنی زیستی (BOD_5) نشانه‌های خوبی برای شرایط تروفی آب‌ها می‌توانند باشند.

در تالاب عینک رشت به‌طور میانگین اکسیژن محلول آب در یک متر اول سطح آب بین یک تا چهار میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده که در تالاب یک بیشترین و در تالاب چهار کمترین میزان را نشان داده است. البته احتمالا میزان اکسیژن در بستر کاهش زیادی خواهد داشت که روند تجزیه‌های هوازی را بسیار کند می‌نماید، بنابراین بهبود وضعیت اکسیژنی این تالاب با تعویض آب، هوادهی، فواره کردن و حتی قایقرانی می‌تواند بهبود یافته و به دیگرعوامل نیز کمک کند.

مواد جامد معلق TSS، در کنار سایه‌افکنی ماکروفیت‌ها عامل مهمی در کاهش عمق نفوذ نور در تالاب‌ها است. افزایش

عمق شفافیت تحت تاثیر رسوب مواد معلق می‌تواند یکی از شاخص‌های بهبود کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی باشد (USEPA, 2000). میزان مواد جامد معلق به‌طور متوسط ۳٤/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شده که نشان از مقادیر بالای آن در این تالاب و در نتیجه کاهش عمق نفوذ نور در آن دارد. البته میزان عمق دید سشی دیسک تاییدی بر این مساله دارد و عمق دید سشی از ۰/۵ متر فراتر نرفته که خود نشانی از شرایط یوتروفی تالاب عینک دارد.

یکی از مهمترین مواد مغذی در مخازن آب شیرین فسفر می‌باشد. غلظت فسفات کل در اکوسیستم‌های آبی طبیعی از ۱۰ تا ۸۰ میکروگرم در لیتر متغیر است و مقادیر آن بیشتر به خصوصیات و نحوه کاربرد حوضه آبریز اطراف مخزن مرتبط می‌باشد (Wetzel, 2001). در آب‌های شدیدا الیگوتروف میزان آن کمتر از یک و در آب‌های هایپرتروف (نظیر آب‌هایی که به فاضلاب‌های کشاورزی و شهری مرتبط هستند) به بالای ۲۰۰ میکروگرم در لیتر می‌رسد (Dodson, 2004). یافته‌های گذشته بیان می‌کنند که هر گونه تغییر در غلظت فسفر در مخازن آب شیرین، می‌تواند به تغییر در وضعیت تروفی منجر شده (Carvalho & Kirka, 2003) و فسفر نقش مستقیمی در فرآیند پرغذایی دارد (Kleeberg & Dude, 1997). در بررسی خصوصیات تالاب عینک رشت میزان فسفات کل از ۵۰ تا ۱۹۰ متغیر بوده و متوسط سالانه ۹۳/۲۵ میکروگرم در لیتر را نشان داده که غلظت بالای از این ماده مغذی در این اکوسیستم می‌باشد و نشان از ورود بسیار بالای فسفر از حوضه آبریز آن به داخل تالاب است. در دریاچه سد مخزنی اکباتان نیز میزان غلظت فسفر در فصل بهار ۷۰ میکروگرم بر لیتر در فصل تابستان و مرداد ماه به ۱۱۰ میکروگرم بر لیتر و در بهمن ماه با ۵۳ میکروگرم در لیتر کمترین مقادیر خود و در فصل بهار غلظت فسفر دوباره روند افزایشی داشته است که نشان از تغییرات فصلی این عامل می‌دهد (ویسی و نورمرادی، ۱۳۹۳). در آب‌بندان طبیعی مرزن‌آباد بابل میانگین غلظت فسفات کل در طول دوره ۳۹٤/۹ میکروگرم در لیتر، با حداکثر میزان ۵۰۰ و حداقل ۳۰۸ میکروگرم در لیتر و میانگین غلظت کلروفیل‌آ در طول دوره یک‌ساله ٤۲/۵ میکروگرم در لیتر و عمق شفافیت ۵۳/۵ سانتی‌متر بوده است که نشان از پرغذایی این تالاب و در معرض ورود به شرایط هایپرتروفی بوده است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۱).

غلظت کلروفیل، به عنوان مهمترین شاخص زیستی وضعیت تروفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولیدات بیولوژیک بر خصوصیات فیزیکی آب اثر گذاشته و اندازه‌گیری کدورت با استفاده از صفحه سشی به عنوان نشانگر فیزیکی و در نهایت غلظت فسفات کل به عنوان نشانگر شیمیایی وضعیت تروفی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sass *et al*., 2007). میانگین شاخص تروفی، فسفات کل، کلروفیل‌آ و عمق شفافیت در مدت تحقیق نشان داد آب تالاب عینک بر اساس جداول وضعیت تروفی OECD و همچنین بر اساس شاخص تروفی کارلسون، در وضعیت یوتروفی و هایپرتروفی قرار دارد (Vollenweider & Kerkes,1982; Vollenveider, 1985). این شرایط تروفی در بوم‌سازگان‌هایی چون دریاچه پشت سد مالتانسکی (Goldyn *et al*., 2003) و دریاچه کم‌عمق کویتزو در مکزیک (Tsagil, 2006) و نیز دریاچه کم‌عمق اولوبات در ترکیه (Elmaci *et al*., 2009) مشابه می‌باشد. البته وضعیت تروفی در مواردی مانند تالاب‌های اوربتلو و وارانو در ایتالیا در شرایط مزوتروف قرار داشتند (Specchiulli *et al*., 2008). همچنین روند تروفی در ۳ دریاچه کم‌عمق در شرق لهستان نشان‌دهنده شرایط یوتروفی و در یکی از دریاچه‌های کم‌عمق دیگر شرایط هایپرتروفی حاکم بوده است.

مقایسه تغذیه‌گرایی تالاب عینک با دیگر تالاب‌های ایران و دیگر نقاط دنیا نشان داده است که این زیست‌بوم با اهمیت شهری به دلایل مختلف دستخوش مشکلات شده و روند مناسبی را از جهت سلامت طی نکرده و نمی‌کند. نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر نشان از مرحله هایپرتروفی برای این اکوسیستم است که پرغذایی شدید را بیان داشته و این شرایط نشان از آن است که عمر تالاب به سرعت رو به اتمام بوده و همچنین زیست‌مندان آن نیز در شرایط مناسبی قرار نداشته و با انواعی از استرس‌های زیست‌محیطی مانند پالس اکسیژن و pH روبه‌رو هستند که در صورت ادامه این روند احتمال از بین رفتن و جایگزینی آنها با گونه‌های نامناسب هر روزه بیشتر می‌گردد.

با توجه به فاکتورهای اندازه‌گیری شده و طبقه‌بندی تروفی تالاب عینک، آن را باید تالابی نیازمند توجه دانست و از ورود فاضلاب‌های کشاورزی و خانگی به آن جلوگیری و امکان ورود آب باران سالم به منظور تعویض آب را برای آن فراهم کرد. همچنین در صورت امکان با هوادهی و فواره کردن آب و حتی ایجاد امکانات قایقرانی تفریحی و ورزشی به هر چه بیشتر کردن جابه‌جای آب در آن و افزایش اکسیژن محلول آب کمک نمود. همچنین با توجه به بار بالای مواد آلی رسوبی در بستر در صورت امکان لایروبی بستر به خوپالایی این اکوسیستم کمک شایانی می‌نماید. گیاهان عالی فراوان آن میزان بالایی از مواد آلی را به بستر می‌افزایند و دارای تبخیر بالایی بوده و از حجم آب تالاب کاسته و در نهایت به شدت در کاهش عمق نفوذ نور موثر هستند. بنابراین کاستن از ماکرفیت‌ها به ویژه در مرکز تالاب‌های چهارگانه راه‌حلی به منظور بهبود کیفیت آب تالاب می‌باشد. با توجه به شرایط حاکم حال حاضر تالاب، امکان کاربردهای شیلاتی از آن بسیار محدود بوده و تنها به پرورش ماهی کاراس در آن می‌توان اشاره کرد که این گونه شرایط سخت اکسیژنی و تغذیه‌ای را به خوبی تحمل کرده و می‌تواند به‌عنوان صید ورزشی و تفریحی در منطقه مورد بررسی مطرح باشد.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح برون دانشگاهی، پژوهش، مطالعات و راه‌اندازی مرکز آموزش محیط زیست تالاب عینک منعقده بین شهرداری رشت و دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان استخراج شده است. بدین وسیله از مسئولین محترم شهرداری رشت بابت کمک‌های متعدد به منظور به انجام رسیدن این تحقیق تشکر و قدردانی می شود. همچنین از هیات قایقرانی استان گیلان به منظور نمونه‌برداری آب و از کارکنان آزمایشگاه علوم حیاتی دکتر میر اعلمی رشت به منظور سنجش فاکتورهای شیمیایی بسیار سپاسگزاریم.

منابع

جاوید، ا.، میرباقری، ح.س.ا. و کریمیان، آ. (۱۳۹۳) ارزیابی وضعیت کیفی دریاچه سد دز با استفاده از شاخص WQI و TSI. نشریه سلامت و محیط زیست، ۷(۲): ۱۳۳-۱۴۲.

جباری، ح. و منتصری، م. (۱۳۹۹) بررسی شرایط تروفی تالاب کانی برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست‌فراهم رسوبات و شاخص کارلسون (TSI). تحقیقات کاربردی خاک، ۸(۱): ۱۳۶-۱۴۸.

خلفه‌نیلساز، م. (۱۳۸۸) بررسی فراوانی و تنوع زیستی پلانکتونی تالاب شادگان به‌منظور تعیین وضعیت تروفیکی. مجله بیولوژی دریا، ۱(۱): ۱-۱۳ .

رحمتی، ر.، پورغلام، ر. و دوستدار، م. (۱۳۹۱) وضعیت تروفی بر اساس شاخص کارلسون در آب‌بندان طبیعی مرزن آباد بابل. مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۶(۳، پیاپی ۲۳): ۱۳-۲۲ .

شهرداری رشت. (۱۳۹۸) پژوهش، مطالعات و راه اندازی مرکز آموزش محیط زیست تالاب عینک. غیر قابل انتشار.

طاهری‌تیزرو، ع. و قشقایی، م. (۱۳۹۵) تعیین وضعیت تغذیه-گرایی دریاچه سد اکباتان با استفاده از شاخص کارلسون. فصلنامه مهندسی آبیاری، ۶(۲۳): ۹۲-۱۰۲.

فلاح، م.، پیرعلی‌زفره‌ئی، ا.ر. و ابراهیمی‌درچه، ع. (۱۳۹۷) ارزیابی وضعیت تروفی تالاب بین‌المللی انزلی با استفاده از شاخص کارلسون (TSI). پژوهش آب ایران، ۱۲(۲۸): ۲۱-۲۹.

منوری، س.م. (۱۳۶۹) بررسی اکولوژیک تالاب انزلی. رشت: انتشارات گیلکان، ۲۲۷ صفحه.

مهدی‌نسب، م. و عزیزی، خ. (۱۳۹۹) ارزیابی وضعیت تغذیه-گرایی تالاب تنودر شهرستان دورود. مجله علمی شیلات ایران، ۲۹(۴): ۱۶۱-۱۷۱.

موسوی‌ندوشن، ر.، فاطمی، س.م.ر.، اسماعیلی‌ساری ع. و وثوقی، غ.ح. (۱۳۸۷) تعیین وضعیت تروفی و پتانسیل تولید ماهی در دریاچه چغاخور. مجله شیلات، ۲(۲): ۷۱-۷۵.

موسوی‌ندوشن، ر.، فاطمی، س.م.ر.، جمیلی، ش. و خم‌خاجی، ن. (۱۳۹۵) تعیین وضعیت تروفی دریاچه ولشت با تکیه بر شاخص تروفی TSI. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۸(۲): ۴۴۵-۴۵۳.

ویسی، س. و نورمرادی، ح.ا. (۱۳۹۳) پایش پدیده تغذیه‌گرایی در دریاچه سد مخزنی اکباتان با بهره‌گیری از شاخص

غنی‌شدگی کارلسون. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۲(٤): ٤۲-۵۰.

APHA. (2005) Standard method for the examination of water and waste water.18th Edition, Washington, 424p.

Benndorf, J. (1995) Possibilities and limits for controlling eutrophication. International e Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 80(4): 519–534.

Brönmark, C. and Hansson, L.A. (2005) The biology of lakes and ponds, Oxford University Press.

Carlson, R.E. (1976) A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, 22(2): 363-369.

Carlson, R.E. and Simpson, J. (1996) A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods. North American Lake Management Society, 96: 305-305.

Carvalho, L. and Kirika, A. (2003) Changes in shallow lake functioning: Response to climate change and nutrient reduction. Hydrobiologia, 506(1-3): 789-796.

Danilov, R.A. and Ekelund, N.G.A. (2000) The use of epiphyton and epilithon data as a base for calculating ecological indices in monitoring of eutrophication in lakes in central Sweden. Science of the Total Environment, 248(1): 63-70.

Das Sarkar, S., Sarkar, U.K., Lianthuamluaia, L., Ghosh, B.D., Roy, K., Mishal, P. and Das, B.K. (2020) Pattern of the state of eutrophication in the floodplain wetlands of eastern India in context of climate change: A comparative evaluation of 27 wetlands. Environmental Monitoring and Assessment, 192(3): 1-12.

Dodson, S.I. (2004) Introduction to limnology, Mc Graw Hill press, 400p.

Elmaci, A., Ozengin, N., Teksoy, A., Topac, F.O. and Baskaya, H.S. (2009) Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. Journal of environmental biology, 30(5): 757-757.

Goldyn, R., Joniak, T., Madura, K. and Kozak, A. (2003) Trophic state of a lowland reservoir during 10 years after restoration. Hydrobiologia, 506-509: 759-765.

Gržetić, I. and Čamprag-Sabo, N. (2010) The evolution of the trophic state of the Palic Lake (Serbia). Journal of the Serbian Chemical Society, 75(5): 715-730.

Jarosiewicz, A., Ficek, D. and Zapadka, T. (2011) Eutrophication parameters and Carlson-type trophic state indices in selected Pomeranian lakes. Limnological Review, 11(1): 15-23.

Kleeberg, A. and Dudel, G.E. (1997) Changes in extent of phosphorus release in a shallow lake (Lake Groβer Müggelsee; Germany, Berlin) due to climatic factors and load. Marine Geology, 139(1-4): 61-75.

Li, Y., Liu, H., Hao, J., Cao, X. and Zheng, N. (2011) Trophic states of creeks in Xixi National Wetland Park, China. IEEE, International Symposium on Water Resource and Environmental Protection, 1: 532-534.

Matthews, R., Hilles, M. and Pelletier, G. (2002) Determining trophic state in Lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. Hydrobiologia, 468(1-3): 107-121.

Mirzajani, A.R., Babaei, H., Abedini, A. and Dadi, G.A. (2010) Eutrophication trend of Anzali wetland based on 1992-2002 data. Journal of Environmental Studies, 35(52): 65-74.

Morkoç, E., Tugfrul, S., Öztürk, M., Tufekçi, H., Egesel, L., Tüfekçi, V., Okey. O.S. and Legović, T. (1998) Trophic characteristics of the Sapanca Lake (Turkey). Croatica chemica acta, 71(2): 303-322.

OECD. (1982) Eutrophication of waters. Monitoring, Assessment and Control, OECD, Paris, 154p.

Ramsar, C.M. (2006) The Ramsar convention manual: A guide to the convention on wetlands. In T. editor, Ramsar convention secretariat, pp. 6-8.

Sass, G.Z., Creed, I.F., Bayley, S.E. and Devito, K.J. (2007) Understanding variation in trophic status of lakes on the Boreal plain: A 20-year retrospective using landsat TM imagery. Remote Sensing of Environment, 109: 127-141.

Sharma, M.P., Kumar, A. and Rajvanshi, S. (2010) Assessment of trophic state of lakes: a case of Mansi Ganga Lake in India. Hydro Nepal. Journal of Water, Energy and Environment, 6: 65-72.

Singh, O., Rai, S.P., Kumar, V., Sharma, M.K. and Choubey, V.K. (2008) Water quality and Eutrophication status of some lakes of the western Himalayan region (India). The 12th world lake conference, 286: 291-291.

Smith, V.H., Tilman, G.D. and Nekola, J.C. (1999) Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental pollution, 100(1-3): 179-196.

Specchiulli, A., Focardi, S., Renzi, M., Scirocco, T., Cilenti, L., Breber, P. and Bastianoni, S. (2008) Environmental heterogeneity patterns and assessment of trophic levels in two Mediterranean wetlands: Orbetello and Varano, Italy. Science of the total environment, 402(2-3): 285-298.

Tsagil, J.A. (2006) Spatial distribution of water quality and Eutrophication levels of wetlands. International Institute for Geo-information science and earth observation, The Netherlands, 101p.

USEPA. (2000) Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, EPA/625/R-99/010.

Vollenweider, R.A. (1985) Elemental and biochemical composition of plankton biomass; some comments and explorations. Archiv für Hydrobiologie, 105(1): 11-29.

Vollenweider, R.A. and Kerekes, J. (1982) Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris, 156p.

Wetzel, R.G. (2001) Limnology: Lake and river ecosystems. Gulf professional publishing.

Evaluation of trophy status of Aynak wetland in Rasht using Carlson index

Mohammad Dehdar Dargahi[1*], Mohammad Reza Rahimibashar[2], Reza Zamani[3], Pouya Rahbari[4]

1) Assistant Professor, Department of Environment, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran. *Corresponding Author Email Address: dehdardargahi@gmail.com
2) Assistant Professor, Department of Marine Biology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
3) Ph.D. student, Department of Environment, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
4) Expert of Gilan Provincial Office, Department of Environment, Rasht, Iran.

Date of Submission: 2022/01/29 Date of Acceptance: 2022/04/15

Abstract

Eutrophication or enrichment is an important issue in all aquatic ecosystems of the world and wetlands are one of the most sensitive habitats to this problem and assessing the trophic status of a wetland is the first step in the evaluation of its quality. The aim of this study was to investigate the water quality characteristics and trophy status of Aynak wetland in Rasht using the Carlson trophy index. The area of this water zone is 36.5 hectares and its water supply resources are rainfall, urban wastewater and Sefidrud river. This wetland is located in the west of Rasht city and consists of four different parts. To determine the physicochemical factors of water in each section, a station was selected and sampling was performed from autumn 1396 to summer 1397 seasonally for one year and the annual average of the factors showed 18.3 °C water temperature, 7.21 pH, 2.75 mg/L water soluble oxygen, 10.9 mg/L BOD_5, 24.42 mg/L COD, 733.25 mg/L TDS25, 21.5 mg/L total nitrogen, 0.062 mg/L chlorophyll-a, 0.95 mg/L total phosphates and the depth of Secchi Disk visibility was 0.35 meters. The average annual Carlson trophy index of this wetland was determined based on the visual depth of Secchi disk 76.78, total phosphates 99.80 and chlorophyll-a 69.74. According to the TSI index, Aynak wetland is in the area of severe eutrophication and from a managerial point of view, it needs to take fundamental action to improve the trophy conditions.

Keywords: Aynak wetland, Carlson TSI index, Eutrophication, Rasht.