Archive of SID

بررسی شرایط تروفی تالاب کانی برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست‌فراهم رسوبات و شاخص کارلسون (TSI)

حجت جباری[1*]، مجید منتصری[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴)

چکیده

تالاب کانی‌برازان مهاباد از جمله تالاب‌های مهم جنوب دریاچه ارومیه می‌باشد و به‌دلیل تنوع زیستی به‌عنوان پناهگاه حیات وحش و سایت رامسر ارتقا یافته است. در این تحقیق ۱۵ ایستگاه در تالاب کانی برازان مهاباد برای نمونه‌برداری پارامترهای کیفی آب در فصول چهارگانه سال ۱۳۹۴ انتخاب و با یک زمان‌بندی منظم، عملیات نمونه‌برداری انجام گرفت. همچنین از ۶ ایستگاه داخل تالاب در طول فصل تابستان نمونه‌برداری رسوب برای تعیین فسفر زیست‌فراهم انجام شد. پارامترهای کیفی آب در این مطالعه شامل: نیتروژن، فسفر، شفافیت، کلروفیل a، (اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی) BOD، (اکسیژن‌خواهی شیمیایی) COD و بار باکتریایی در تالاب بوده که براساس روش‌های آزمایشگاهی استاندارد تعیین شدند. نتایج حاصل برای BOD و COD نشان داد که در تمام فصول سال مقدار این پارامترها بیشتر از استانداردهای تعیین شده بود. همچنین نتایج بیانگر بالا بودن TSI (TN) در فصول اول و دوم سال و افزایش مقادیر TSI (TP) و TSI (SD) در فصول پاییز و زمستان نسبت به فصول قبلی سال بود. میانگین فسفر زیست‌فراهم در نمونه‌های رسوب برابر با ۲۹/۴ $mgkg^{-1}$ بود که نشان دهنده‌ی خطر آزاد شدن فسفر از رسوبات بستر و تشدید فرایند غنی‌شدن در طول فصل تابستان است. به علاوه ارتباط معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$، $r=۰/۷۹$) بین مقدار فسفر کاول و تراکم جلبک تک‌سلولی به روشنی موید این واقعیت بود که روش کاول می‌تواند به عنوان شاخص جلبک زیست‌فراهم در این تالاب مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت براساس شاخص تروفی مشاهده شد که شرایط تالاب در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب در وضعیت مزوتروفیک خفیف، الیگوتروف، مزوتروفیک و مزوتروفیک حاد قرار دارد و می‌توان بیان کرد وضعیت تالاب در حال گذر به مرحله پرغذایی است که این امر به‌دلیل عدم تامین آب با کمیت و کیفیت مناسب بخصوص در فصل تابستان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شکوفایی جلبکی، پرغذایی، تالاب کانی برازان، شاخص وضعیت تروفی

جباری ح.، منتصری م. ۱۳۹۹. بررسی شرایط تروفی تالاب کانب برازان مهاباد با استفاده از فسفر زیست فراهم رسوبات و شاخص کارلسون. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۸، شماره ۱. صفحه: ۱۳۶-۱۴۸.

۱-دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)
۲-استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
* پست الکترونیک: hojat_jabbari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تالاب‌ها مناطقی هستند که نقش مهمی در حفظ آب، تنوع زیستی و حذف مواد آلاینده از محیط زیست ایفا می‌کنند (Secretariat, 2006) و با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر و توسعه مناطق شهری و روستایی، ثبت اطلاعات و حفظ یا ارتقاء کیفیت آب آن‌ها، از موضوعات اساسی زیست‌محیطی است (Enriqu *et a*l., 2007). خصوصیات اکولوژیکی تالاب‌ها به دلایل مختلفی تغییر پیدا می‌کند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به زهکشی، آلودگی، پدیده پرغذایی، صید بی‌رویه و شکار، ساخت سدها، برداشت بی‌رویه آب، ایجاد شبکه کانال‌های آبرسانی و پیدایش گونه‌های جدید آبزیان (گیاهی و جانوری) اشاره نمود. روند غنی شدن یک محیط آبی از مواد مغذی (معدنی و آلی) و افزایش تولید گیاهی در آن، یوتریفیکاسیون یا غنی‌شدن نامیده می‌شود (Golmohammadi & Shariati, 2016; Darvishsefat *et al*., 1999). غنی‌شدن یک مشکل اساسی در بوم‌نظام‌های آبی است (Wetzel, 2001) که به‌طور معمول بر اثر تخلیه بیش از حد مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر به محیط‌های آبی بر اثر ورود فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به وجود می‌آید (Abedini *et al*., 2016). شکوفایی جلبکی به معنی رشد غیرطبیعی و انباشت در تعداد جلبک‌ها در یک سیستم زیست‌آبی است. فسفر، با توجه به اینکه براساس شاخص ردفیلد (Redfield, 1958) در مقایسه با نیتروژن و کربن، نیاز قیاس‌سنجی کمتری (۱۰۶: C، ۱۶: N، ۱: P) دارد، به عنوان عنصری مهم در کنترل پدیده شکوفایی جلبکی محسوب شده و اضافه شدن مقادیر اندکی از آن به بوم‌نظام‌های آبی از طریق رسوبات می‌تواند پدیده غنی‌شدن را به دنبال داشته باشد (Elser *et al*., 2007). فسفر به طور عمده بر اثر فرایندهای فرسایش خاک و از طریق رسوبات وارد تالاب‌ها شده و از طریق تعادل پایدار بین فاز جامد رسوبات با آب منفذی و آب سطحی می‌تواند در اختیار موجودات زنده این محیط‌ها قرار گیرد (Arfania *et al*., 2017). در این زمینه مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که بخشی از فسفر کل رسوبات به صورت زیست‌فراهم بوده و طی فرایند آزاد شدن از رسوبات در اختیار موجودات زنده قرار می‌گیرد. پژوهش‌های فراوانی مورد تعیین میزان فسفر زیست‌فراهم در رسوبات با استفاده از آزمون جلبکی انجام شده است که در این زمینه پژوهش‌های ارفع‌نیا و همکاران (Arfania *et al*., 2017) در رودخانه‌های غرب دریاچه ارومیه نشان می‌دهد که فسفر عصاره‌گیری شده به روش کاول (Cowell, 1963) به خوبی رشد جلبک در محیط‌های آبی را تبیین کرده و مقدار کمّی آن می‌تواند شاخصی از فسفر زیست‌فراهم باشد. بدیهی است که به دلیل پیچیده بودن غنی‌شدن تالاب‌ها، یک پارامتر به تنهایی نمی‌تواند شرایط واقعی آن را نشان دهد و باید مجموعه‌ای از این پارامترها بررسی شود تا بتوان در مورد غنی‌شدن واقعی پهنه‌های آبی نتیجه‌گیری نمود (Golmohammadi & Shariati, 2016). بروز پدیده پرغذایی طبیعی در تالاب‌ها بسیار کند صورت می‌گیرد و می‌تواند در یک محیط حتی قرن‌ها به طول بیانجامد، درحالی‌که با دخالت انسان این روند شدت یافته و می‌تواند در طول چند دهه یک تالاب را تخریب نماید (Darvishsefat *et al*., 1999). تعیین وضعیت تروفی یکی از روش‌های ارزیابی و بررسی تعادل اکولوژیکی تالاب‌هاست (Fallah *et al*., 2018). بررسی وضعیت تروفی تالاب با استفاده از شاخص کارلسون (TSI) و پارامترهای نیتروژن کل (TN)، فسفات کل (TP)، عمق سی‌شی دیسک (SD)، کلروفیل a (Ch1) یکی از این تکنیک‌ها می‌باشد (Vahidi *et al*., 2016) که در سال ۱۹۷۷ توسط کارلسون (Carlson, 1977) ابداع شد. افزایش ۱۰ واحدی در مقادیر این شاخص، موجب کاهش ۵۰ درصدی در عمق سی‌شی دیسک، ۲ برابر شدن میزان فسفر و افزایش یک سومی در غلظت کلروفیل می‌شود (Carlson, 1977). این شاخص یکی از رایج‌ترین شاخص‌های مورد استفاده آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده است (Nouri *et al*., 2010) که برای بررسی وضعیت تروفی در بسیاری از مطالعات استفاده شده است. فلاح و همکاران (Fallah *et al*., 2018) وضعیت تروفی تالاب انزلی را با استفاده از شاخص کارلسون مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی این شاخص بر اساس فسفات کل (TP) و ازت کل (TN)، وضعیت تالاب را در اغلب ایستگاه‌ها در وضعیت هایپرتروف تا هایپرتروف حاد نشان داد. رحمتی و همکاران (Rahmati *et al*., 2011) وضعیت تروفی آب بندان طبیعی مرزن آباد بابل را با استفاده از شاخص کارلسون بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این آب بندان در وضعیت یوتروفی و در معرض ورود به شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

هیپوتروفی قرار دارد. الماجی و همکاران (Elmaci *et al.*, 2009) به بررسی وضعیت تغذیه‌ای دریاچه‌ی Uluabate در ترکیه با استفاده از شاخص کارلسون پرداخته و بیان داشتند که دریاچه در وضعیت یوتروفیک قرار داشت. الاباوی (Al-Abbawy, 2012) به بررسی وضعیت تغذیه‌ای رودخانه اروندرود با استفاده از شاخص وضعیت تغذیه‌ای (TSI) پرداخته و به این نتیجه رسید که رودخانه‌ی فوق در شرایط مزوتروفیک قرار دارد. به علاوه لی و همکاران (Li *et al.*, 2011) آغاز مرحله یوتروفی در پارک تالاب ملی Xixi در چین را اظهار کردند.

در این مطالعه پارامترهای کیفی و وضعیت تروفی تالاب کانی‌برازان به‌عنوان یکی از تالاب‌های مهم استان آذربایجان‌غربی و بیست و چهارمین تالاب بین المللی کشور در کنوانسیون رامسر که از اهمیت بوم‌نظامی بالایی به لحاظ زیستگاه مهم پرندگان بومی و مهاجر، آبزی و کنارآبزی برخوردار می‌باشد، مورد مطالعه قرار گرفته است. این تالاب همچون تالاب بزرگ دریاچه ارومیه به‌دلیل همجواری جوامع انسانی با طبیعت با مخاطرات مختلفی روبرو بوده به طوری که روند چرای بی‌رویه زمین‌های اطراف، فعالیت‌های گسترده کشاورزی در ارتفاعات مشرف به تالاب، استفاده بی‌رویه از کود و سموم کشاورزی در اراضی بالا دست، تخلیه پساب‌های شهری، روستائی و صنعتی در بالا دست رودخانه مهاباد از جمله تهدیدهای جدی این تالاب بین‌المللی می‌باشد (Behrouzirad, 2008). براین اساس، ارزیابی و مطالعه وضع موجود تالاب کانی‌برازان از نظر کیفیت آب و وضعیت تروفی و همچنین وضعیت فسفر در رسوبات آن حائز اهمیت بالایی است و لزوم ارائه راهکارهای لازم در جهت مدیریت و بهره‌برداری مناسب از آن را فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

تالاب کانی برازان در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی مهاباد در موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه، ۵۹ دقیقه و ۲۳ ثانیه شمالی و ۴۵ درجه، ۴۵ دقیقه و ۵۸ ثانیه شرقی قرار دارد. این تالاب در قسمت شمالی حوزه آبریز رودخانه‌های مهاباد چای و سیمینه‌رود واقع است که در شمال و شرق روستای قره‌داغ گسترده شده و تا تالاب گروس امتداد می‌یابد (شکل ۱). مساحت این تالاب در حدود ۹۲۷ هکتار است. حداکثر عمق آب تالاب در سال ۱۳۹۴، ۱۱۰ و حداقل آن ۰/۳ سانتیمتر است ولی حداکثر عمق آب در فصول پرآب تا ۱۲۰ سانتیمتر و حداقل آن در فصول کم‌آب تا صفر نیز می‌رسد. در وضعیت کنونی و با توجه به پسروی شدید آب دریاچه، در فصل بهار که میزان جریان ورودی به تالاب قابل ملاحظه می‌باشد، جریان از تالاب به سمت دریاچه بوده و خروجی تالاب به سمت دریاچه، از یک نقطه مشخص می‌باشد. در فصول خشکی و کم آب، این جریان خروجی به سمت دریاچه ناچیز می‌باشد. همچنین بخاطر وجود زهکش در ضلع شمالی تالاب، هیچ جریانی از دریاچه به سمت تالاب مقدور نبوده و تالاب تحت تاثیر شوری دریاچه نیست. پهنه آبی تالاب در حدود ۴۶۳ هکتار بوده و بخشی از تالاب در فصول نمونه‌برداری، خشک بوده است. پهنه آبی و خشک تالاب در شکل ۱ مشخص گردیده است. حد فاصل پهنه آبی و خشک تالاب، زهکش شبکه آبیاری و زهکشی مهاباد بوده و این دو بخش توسط این زهکش، از هم مجزا شده‌اند.

نمونه‌برداری

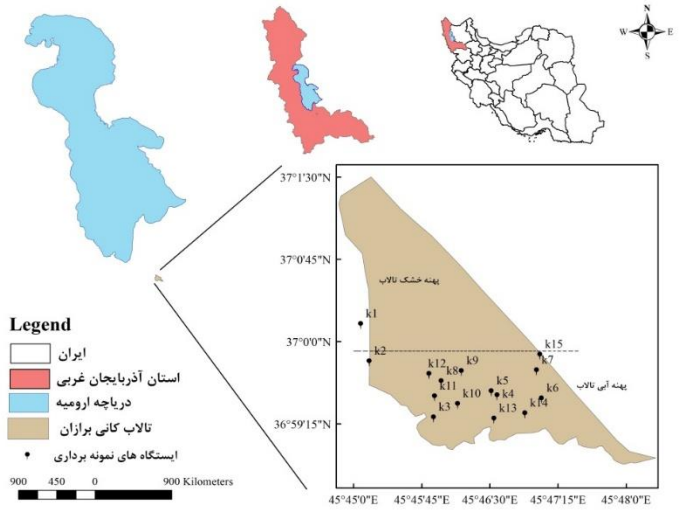
تالاب کانی برازان از دو منبع آبگیری می‌شود: شاخه فرعی رودخانه مهاباد و کانال زهکش (کانال RD-16) که آب زهکشی شده از اراضی کشاورزی دشت مهاباد و همچنین پساب‌های صنعتی و روستایی وارده به این کانال را از غرب تالاب به بوم‌نظام آن وارد می‌نماید. در مقابل، تالاب به غیر از تبخیر تنها دارای یک خروجی است که آب مازاد تالاب به یک کانال زهکش (RMD-9) تخلیه می‌شود که هر کدام از آن‌ها (دو مجرای آب ورودی به تالاب و یک مجرای خروج آب از تالاب) بعنوان ایستگاه‌های تعیین کننده کیفیت آب ورودی و خروجی تالاب انتخاب شدند. در انتخاب تعداد نمونه‌ها با توجه به اینکه تالاب دارای دو نقطه ورودی و یک نقطه خروجی می‌باشد، نقاط ورودی و خروجی نیز جهت نمونه‌برداری مدنظر قرار گرفت. همچنین ۱۲ ایستگاه مربوط به داخل محدوده تالاب، به نحوی انتخاب گردید که کل سطح تالاب را بطور یکنواخت و همگن تحت پوشش قرار دهد. استاندارد نمونه‌برداری پایش کیفی آب تالاب‌ها، به ازای صد هکتار، یک نمونه می‌باشد.

با توجه به اینکه از کل ۹۲۷ هکتار مساحت تالاب، تقریباً نصف تالاب خشک بوده و پهنه آبی آن در حدود ۴۶۳

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار می‌باشد، لذا تراکم نمونه در داخل تالاب تقریباً ۲/۶ نمونه بر صد هکتار بوده و از استاندارد نمونه‌برداری که یک نمونه در صد هکتار است، بیشتر می‌باشد. بدین منظور در مجموع از ۱۵ نقطه از تالاب نمونه‌برداری انجام گردید که موقعیت مکانی آن‌ها با حرف k و شماره ایستگاه در اندیس آن ارائه گردیده است (شکل ۱).



شکل ۱- محدوده مطالعاتی و موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری از سطح تالاب کانی برازان

Figure 1. Study area and location of sampling stations from the Kanibrazan wetland

تجزیه و مشخصات آب تالاب

با توجه به شکل ۱، K1 ایستگاه ورودی آب از رودخانه مهاباد به تالاب و K2 ایستگاه ورودی آب به تالاب از زهکش، K15 محل خروج آب از تالاب و از K3 تا K14 ایستگاه‌های نمونه برداری داخل تالاب انتخاب شده‌اند. همچنین ۶ نمونه رسوبات نیز از ایستگاه‌های K3، K7، K8، K9، K11 و K13 برای بررسی وضعیت فسفر زیست-فراهم جلبکی برداشته شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات شامل توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، pH و هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، مواد آلی به روش اکسیداسیون مرطوب، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (Rowell, 1994) و فسفر زیست‌فراهم به روش کاول از طریق عصاره‌گیری با بی-کربنات سدیم ۰/۵ مولار در pH، ۸/۵ و زمان تعادل ۹۶۰ تعیین شد (Cowell, 2001). لازم به ذکر است که نمونه-برداری از رسوبات فقط در تابستان و پس از قطع جریان آب ورودی به تالاب و از حد واسط عمق مربوطه در هر ایستگاه انجام شد تا شرایط تالاب با قطع آب ورودی به حالت تعادل رسیده باشد. یکی از کارکردهای تالاب، ته-نشینی رسوبات معلق می‌باشد. با توجه به اینکه جریان ورودی همراه با رسوبات معلق می‌باشد، لازم می‌باشد که در زمان نمونه‌برداری، جریان ورودی قطع و عمل ترسیب به اتمام رسیده باشد. منظور از تعادل این شرایط می‌باشد. نمونه‌های مختلف آب برداشته شده از هر ایستگاه به حجم‌های مساوی با هم ترکیب شده و یک نمونه با سه تکرار برای آنالیزهای متعدد مورد استفاده قرارگرفت. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه شامل: نیتروژن (فرم‌های آمونیاک، نیتریت و نیترات)، فسفر، شفافیت، کلروفیل a، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) و شیمیایی (COD)، اسیدیته و بار باکتریایی بوده و براساس آن‌ها شاخص‌های وضعیت تروفی ارزیابی و تحلیل شد. اندازه‌گیری میزان BOD و COD بر اساس پروتکل استاندارد اندازه‌گیری کیفیت آب انجام شد (Standard methods for the examination of water and wastewater, 2007). عمق رویت سی‌شی دیسک با استفاده از دیسک سی‌شی به قطر ۳۰ cm تعیین و ثبت شد. نیتروژن کل (TN) و فسفر کل (TP) در آزمایشگاه تعیین گردید. برای اندازه‌گیری کلروفیل a، از کاغذ صافی *Whatman* ۰/۴۵ µm استفاده شده و حجم مشخصی از آب (۵۰ mL الی ۱۰۰۰) بوسیله آن فیلتر شد. نمونه صاف شده روی کاغذ صافی با استفاده از الکل در بن‌ماری استخراج شده و بعد از سانتریفوژ، مقدار جذب آن در طول موج‌های ۷۵۰ nm -۶۶۵ قرائت و مقدار کلروفیل a اندازه‌گیری شد (Golmohammadi & Shariati, 2016).

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت از رویدادهای حاصله شاخص TSI محاسبه گردید که بر مبنای آن وضعیت تروفی تالاب تعیین شد. برای ارزیابی تالاب کانی برازان از نظر سطح تغذیه گرایی و وضعیت پرغذایی از شاخص تغذیه‌ای کارلسون استفاده شد (Carlson, 1977). بر این اساس مقیاس TSI به صفر تا ۱۰۰ تقسیم می‌شود و بر پایه فسفر کل برحسب میکروگرم بر لیتر، نیتروژن کل برحسب mgL^{-1}، عمق دیسک سی‌شی (SD) برحسب m و کلروفیل a، بر حسب μgL^{-1} محاسبه شد. دامنه شاخص‌های تروفی بر اساس مدل کارلسون و همچنین روابط مختلف محاسبه شاخص‌های تروفی آب تالاب‌ها (۶ رابطه) به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- دامنه شاخص‌های تروفی بر اساس مدل کارلسون (Carlson, 1977)

Table 1. Trophy indices range based on Carlson model

TSI values	Trophic state
0-30	Oligotrophic
30-40	Mild Mesotrophic
40-50	Mesotrophic
50-60	Acute Mesotrophic
60-70	Eutrophic
70-80	Hypertrophic
80-100	Acute Hypertrophic

جدول ۲- روابط محاسبه شاخص‌های تروفی در تالاب‌ها

Table 2. Equations of Trophic indices in Wetlands

Models	Equations
Model 1: Trophic model for total phosphorous	$TSI-P=14.42\times Ln[TP]+4.15\left(\frac{\mu g}{t}\right)$
Model 2: Trophic model for chlorophyll-a	$TSI-C=30.6+9.81\,Ln[Chl-a]\left(\frac{\mu g}{t}\right)$
Model 3: Trophic model for secchi depth	$TSI-S=60-14.41\times Ln\,[SD](meters)$
Model 4: Trophic model for Total Nitrogen	$TSI-N=10\left[6-\frac{\ln\frac{1.47}{TN}}{\ln 2}\right]\left(\frac{\mu g}{t}\right)$
Model 5: model for calculate trophic index	$TSI=\frac{[TSI(P)+TSI(Chl-a)+TSI(SD)]}{3}$
Model 6: model for calculate total trophic index	$Total\,TSI=\frac{Average\ TSI}{6}$

در این روابط TSI-P معرف شاخص تروفی برای فسفات کل، TSI-C معرف شاخص تروفی برای کلروفیل a، Ln معرف لگاریتم نپرین، TSI-S معرف شاخص تروفی عمق دیسک سی‌شی و Total TSI معرف محاسبه شاخص تروفی کل برای تالاب می‌باشد.

تجزیه رسوب و شمارش بار جلبکی

در این مطالعه شمارش جلبک با روش شمارش مستقیم با لام نئوبار و میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد. در رابطه با نمونه‌های رسوب، اندازه‌گیری EC (با استفاده از EC متر)، pH (با استفاده از pH متر) و فسفر زیست‌فراهم (به روش کاول) صورت گرفت.

نتایج و بحث

در این مطالعه بر اساس منابع آب ورودی به تالاب، دو ایستگاه نمونه‌برداری و در محل خروجی آب از تالاب یک ایستگاه و ۱۲ ایستگاه نیز در داخل تالاب بر اساس عوامل مختلف انتخاب شدند. در نمونه‌برداری‌های اواسط تابستان

www.SID.ir

Archive of SID

بخش‌های عمده‌ای از این تالاب خشک شده و عمق آب به شدت کاهش یافته بود به‌طوری که عمق متوسط این تالاب از ۷۰ cm به حدود ۲۰ cm کاهش یافته و عمیق-ترین نواحی آن نیز کمتر از ۵۰ cm عمق داشت. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بخش‌های کم‌عمق تالاب در تابستان کاملاً خشک شدند و لایه‌ای از جلبک‌های تولید شده بواسطه پرغذایی تالاب در بستر خشک تالاب نمایان است.

سنجش میزان BOD و COD

اکسیژن خواهی بیولوژیکی و شیمیایی از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش آلودگی موجود در پهنه‌های آبی هستند. نتایج سنجش میزان BOD5 و COD در ۳ فصل بهار، تابستان و پاییز و به دلیل نزدیکی مکانی ایستگاه‌ها به یکدیگر فقط برای ۷ ایستگاه ارائه شده است. به‌دلیل یخ زدگی آب تالاب در فصل زمستان سنجش در این فصل صورت نگرفت. بر اساس نتایج، بالاترین میزان BOD5 و COD در فصل تابستان همزمان با افزایش دمای آب مشاهده شد. نتایج سنجش میزان BOD5 و COD آب ورودی از رودخانه به تالاب و همچنین آب داخل تالاب حاکی از این است که میزان این دو پارامتر در آب داخل تالاب در مقایسه با آب ورودی، بسیار بیشتر می‌باشد. به‌نظر می‌رسد دلیل عمده آن مربوط به مواد آلی تولید شده ناشی از پرغذایی تالاب باشد. موجودات زنده (گیاهی و جانوری) دارای مقادیر زیادی از عناصر غذایی در بدن خود بوده و به‌همین دلیل، مدفوع این موجودات به‌همراه لاشه‌ی آنها با سقوط به کف بستر باعث غنی شدن سطح رسوبات از عناصر غذایی می‌شوند (Bronmark & Hansson, 2005). میزان مواد آلی و تجمع در کف بستر به‌طور معمول در ارتباط با شدت فتوسنتز بوده و بنابراین میزان BOD5 و COD بالا، بیانگر میزان حاصلخیزی تالاب (پرغذایی) می‌باشد. بر اساس استاندارد کیفیت عمومی آب‌های ایران برای مصارف حیات وحش و آبزیان حداکثر مجاز BOD5 برابر با mgL^{-1} ۵ می‌باشد که نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در تمامی ایستگاه‌ها این مقدار بیشتر از حد استاندارد بوده است. همچنین حداکثر BOD5 مجاز برای مصارف کشاورزی بر اساس استاندارد خروجی فاضلاب‌های ایران برابر با ۱۰۰ mL می‌باشد که غلظت BOD5 آب تالاب کمتر از این مقدار بوده است. تالاب کانی‌برازان زیستگاه آب شیرین است که یکی از گونه‌های شاخص جانوری آن در داخل آب انواع گونه‌های کپورماهیان می‌باشد. بر اساس استانداردهای کیفیت آب سازمان حفاظت محیط زیست برای حفاظت محیط‌زیست (بوم‌نظام‌های آبی) میزان مناسب BOD5 برای ماهیان گرم آبی مانند کپورماهیان کمتر از mgL^{-1} ۶ تعیین شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد بطور کلی میزان BOD5 بیش از مقدار استاندارد بوده و در بعضی مواقع به‌خصوص در طول تابستان این مقدار حتی به بیش از ده برابر استاندارد رسیده است (شکل ۳-a). COD، اکسیژن لازم برای اکسید کردن کامل مواد آلی آب می‌باشد که معیاری برای تمام مواد آلی آب (قابل تجزیه توسط باکتریها و غیر قابل تجزیه توسط باکتریها) است. نتایج COD اندازه-گیری شده (شکل ۳-b) بیش از حد استاندارد WHO (mgL^{-1}۱۰) برای آب آشامیدنی است. استاندارد COD بر اساس راهنمای کیفیت آب برای حمایت از آبزیان برابر با mgL^{-1} ۴۰ می‌باشد که این حد استاندارد به‌طور معمول در تالاب وجود ندارد. همچنین مقدار COD مجاز برای مصارف کشاورزی بر اساس استاندارد ایران برابر با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر است که بر اساس نتایج بدست آمده آب تالاب قابلیت استفاده برای کشاورزی را دارد و در حد استاندارد مصارف کشاورزی می‌باشد.

شاخص وضعیت تروفی

میزان تروفی بر اساس معادله کارلسون بر پایه اندازه ازت، فسفر و شفافیت آب محاسبه شد که نتایج بدست آمده در شکل‌های ۴ تا ۷ ارائه شده است. شکل ۷-b نیز تراکم جلبک‌های تک سلولی برای فصول مختلف در سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد. نتایج شاخص تغییرات TSI (TN) در تالاب کانی برازان در طی دوره مطالعاتی، mgL^{-1} ۲۸ تا ۶۳ متغیر بوده است. کمترین مقدار نیتروژن در فصل زمستان و بیشترین مقدار آن در فصل تابستان می‌باشد. با توجه به نتایج، مقادیر شاخص تغییرات TSI (TN) این تالاب از لحاظ تروفی در طی فصول سال، وضعیت‌های متفاوتی به خود می‌گیرد.

در فصل بهار مزوتروفیک حاد، در فصل تابستان یوتروفیک، در فصل پاییز مزوتروفیک و در فصل زمستان الیگوتروف را نشان می‌دهد. دلیل اصلی این شرایط به مصرف بیش از حد کودها در بالادست (شبکه آبیاری مهاباد) برمی‌گردد.

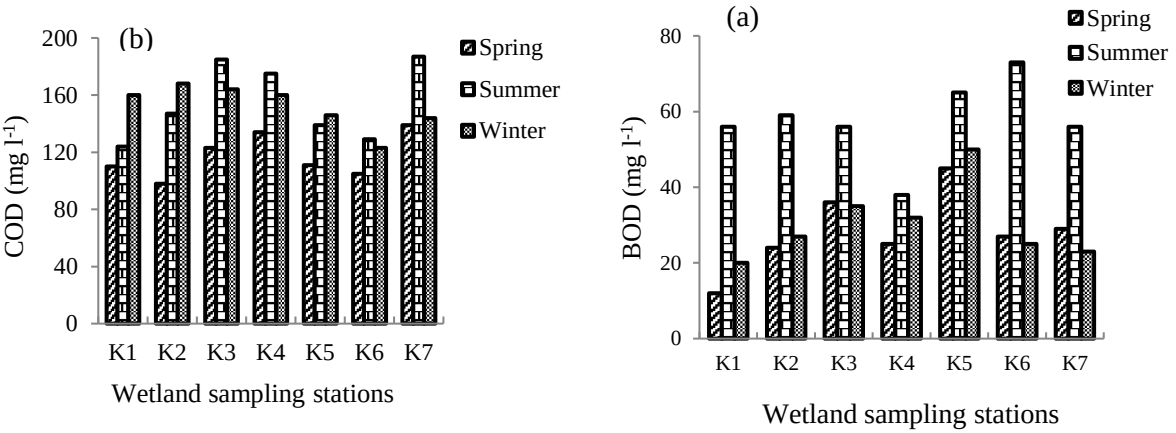
www.SID.ir

Archive of SID

کودهای نیتروژنی که در کشاورزی استفاده می‌شوند شامل ترکیبی از نیترات (NO_3) و آمونیوم (NH_4) می‌باشند. زمانیکه این کودها در خاک استفاده می‌شوند، به فرم نیترات فعال تبدیل می‌گردند. به علت مصرف بیش از حد این کودها، نیترات باقی‌مانده در خاک شسته شده و به‌تدریج به لایه‌های پایین نفوذ می‌کند و سرانجام به سفره آب زیرزمینی شسته می‌شود. در شبکه مهاباد سطح ایستابی بالاست، از اینرو کودها به‌راحتی وارد زهکش‌ها و رودخانه مهاباد شده و در نهایت وارد تالاب می‌گردد.

شکل ۲- مقایسه وضعیت آبی تالاب در بهار و تابستان (عکس سمت راست خشک شدن بخش‌های کم‌عمق تالاب در تابستان را نشان می‌دهد)

Figure 2. Comparison of wetland condition in spring and summer (the right image shows the drying of shallow pond in summer)



شکل۳- روند تغییرات BOD_5 (راست) و COD (چپ) در تالاب کانی برازان در فصول و ایستگاه‌های مختلف

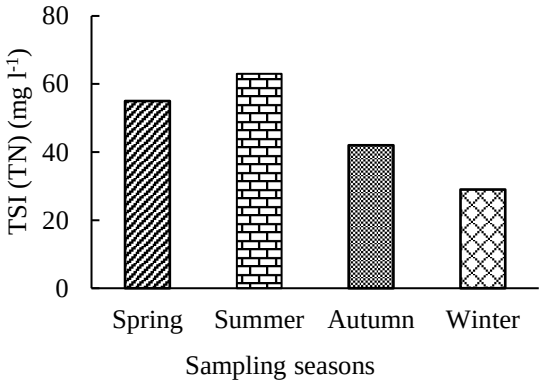
Figure 3. Trend of BOD5 (Right) and COD (Left) in Kanibarazan wetland in different seasons and stations

نتایج مقادیر شاخص TSI (TP) در طول سال حاکی است که در طی تابستان و پاییز وضعیت تروفی مزوتروفیک حاد و در طی بهار و زمستان یوتروفیک می‌باشد. البته محدوده تغییرات مقادیر شاخص TSI (TP) بین ۵۳gL^{-1} µ تا ۶۵ متغیر بوده که نشان می‌دهد تغییرات قابل توجهی در میزان فسفر در طول سال در تالاب اتفاق نمی‌افتد. با توجه به اینکه کودهای فسفاته مصرفی در کشاورزی، دارای انحلال کمتری نسبت به کودهای نیتروژن هستند، لذا در فصول آبیاری در وضعیت تثبیت قرار دارند. اما در زمستان به علت بارش برف و باران در اثر فرسایش خاک شسته می‌گردد و از این طریق وارد تالاب می‌شود. لذا در این فصول مقدار آن بالاتر از سایر فصول بود. همچنین به‌دلیل تشکیل بلوم بالای جلبک‌ها مصرف شده و با کاهش فعالیت جلبک‌ها میزان فسفات با افزوده شدن مدفوع پرندگان مهاجر افزایش می‌یابد. مطابق شکل ۶، مقادیر شاخص TSI (SD) برای شفافیت نشان می‌دهد که شرایط تالاب در طی فصل بهار وضعیت مزوتروفیک خفیف و در فصل تابستان وضعیت الیگوتروف، در فصل پاییز وضعیت مزوتروفیک و نهایتاً در فصل زمستان مزوتروفیک حاد در تالاب حکم فرماست. بطور کلی محدوده تغییرات TSI

www.SID.ir

Archive of SID

(SD) این تالاب بین ۲۸ cm تا ۵۳ متغیر می‌باشد. بررسی نتایج شاخص تروفی کلروفیل a در فصول مختلف سال حکایت از آن دارد که تولید کلروفیل غیر از مواد مغذی موجود در تالاب، تابع وضعیت دما و نور است، به‌طوری که مقدار شاخص TSI (Chl. a) در فصل بهار همزمان با گرم شدن هوا به وضعیت یوتروفیک و بعد از آن در فصل تابستان به اوج خود (وضعیت هایپروتروفیک) افزایش می‌یابد. این وضعیت حکایت از تولید بالای کلروفیل در تالاب در فصل تابستان می‌باشد. اما با سرد شدن هوا در پاییز، مقدار کلروفیل وضعیت مزوتروفیک و در فصل زمستان که وضعیت دمای هوا معمولاً در منطقه سرد می‌باشد، میزان کلروفیل a در وضعیت مزوتروفیک خفیف مشاهده می‌شود. بطوریکه محدوده تغییرات TSI (Chl. a) بین gL^{-} μ ۳۲[1] در فصل زمستان تا ۷۳ میکروگرم در لیتر برای فصل تابستان متغیر بوده است. نتایج اندازه‌گیری تراکم جلبک‌های تک سلولی در فصول مختلف نشان داد که با شروع فصل بهار میزان فیتوپلانکتون‌ها افزایش می‌یابد و مقدار آن‌ها با گرم شدن هوا در تابستان به اوج خود می‌رسد. اما به‌ترتیب و با سرد شدن هوا در پاییز و زمستان مقدار جمعیت جلبک‌های تک سلولی کاهش می‌یابد. با مقایسه روند تغییرات کلروفیلآ (شکل ۷-a) و روند تغییرات تراکم جلبک‌های تک‌سلولی در فصول مختلف (شکل ۷-b) نشان می‌دهد که میزان کلروفیلa تولید شده در تالاب کاملاً با میزان جلبک‌های تک سلولی تولید شده در تالاب در طول سال مطابقت دارد. بر اساس شکل ۹، مقدار شاخص تروفی کل نیز برای تالاب ۴۹/۹ بدست آمده است که حاکی از آن است که شاخص تروفی کل در وضعیت مزوتروفیک حاد قرار دارد و وضعیت تالاب در حال گذر به مرحله پرغذایی می‌باشد و با توجه به بررسی‌های میدانی و نتایج آزمایشات انجام یافته علت آن می‌تواند مربوط به عدم تامین آب با کمیت و کیفیت مناسب بخصوص در فصل تابستان باشداین تالاب در طول سال از دو منبع بسیار مشخص آبگیری می‌شود که از اواسط پائیز تا اواسط بهار بیشتر حجم آب ورودی به تالاب از طریق شاخه فرعی رودخانه مهاباد می‌باشد که نسبتاً از کیفیت بهتری در این مدت برخوردار است و آب وارده از زهکش اگر چه کیفیت پایین‌تری دارد اما با توجه به رقیق شدن با آب رودخانه و سرریز شدن آب، تالاب از وضعیت بهتری برخوردار می‌باشد. اما بعد از آن یعنی از اواسط بهار تا اواسط پاییز که هوا گرم‌تر می‌شود آب رودخانه به‌دلیل برداشت‌های صورت گرفته برای کشاورزی بسیار کاهش یافته و در بیشتر مواقع به تالاب نمی‌رسد و اگر هم برسد به دلیل ورود فاضلاب‌های روستایی و صنعتی در طول مسیر، از کیفیت مناسب برای تالاب برخوردار نمی‌باشد.

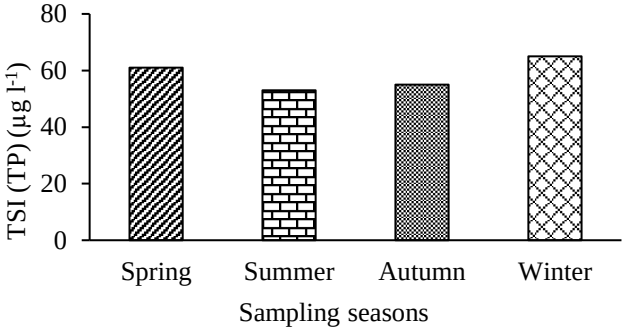


شکل۴- روند تغییرات TSI (TN) در تالاب کانی برازان در فصول مختلف

Figure 4. Changes trend in TSI (TN) in Kanibarazan wetland in different seasons

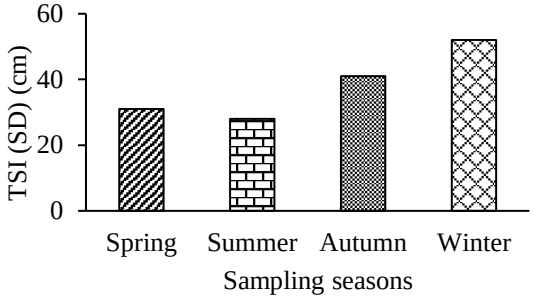
www.SID.ir

Archive of SID



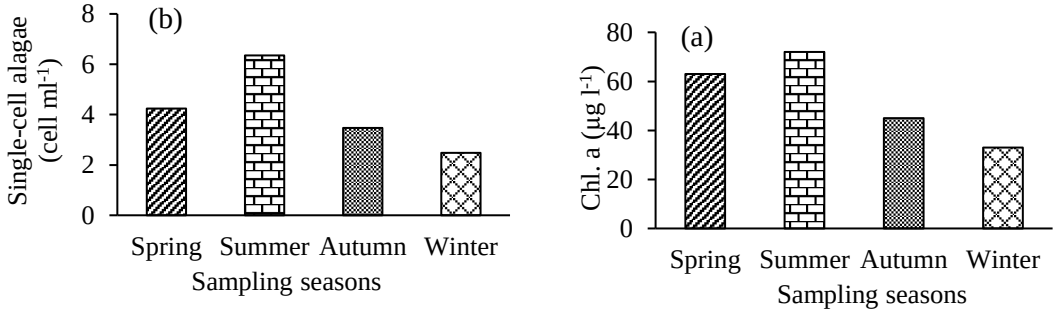
شکل ۵- روند تغییرات TSI (TP) در تالاب کانی برازان در فصول مختلف

Figure 5. Changes trend in TSI (TP) in Kanibarazan wetland in different seasons



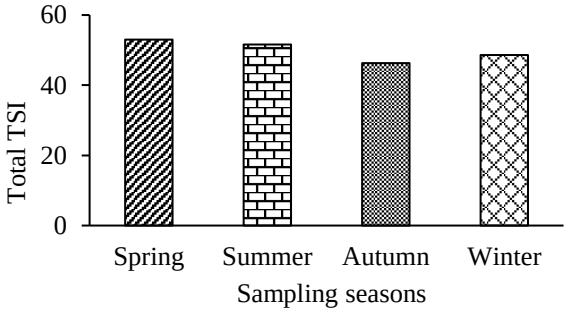
شکل ۶- روند تغییرات TSI (SD) در تالاب کانی برازان در فصول مختلف

Figure 6. Changes trend in TSI (SD) in Kanibarazan wetland in different seasons



شکل ۷- مقایسه روند تغییرات TSI (Chl. a) و تراکم جلبک‌های تک سلولی در تالاب کانی برازان در فصول مختلف

Figure 7. Comparison of changes trend in TSI (Chl. a) and single-cell algae in Kanibarazan wetland in different seasons



شکل ۸- تغییرات TSI کل تالاب کانی برازان در فصول مختلف

Figure 8. Changes trend in Total (TSI) in Kanibarazan wetland in different seasons

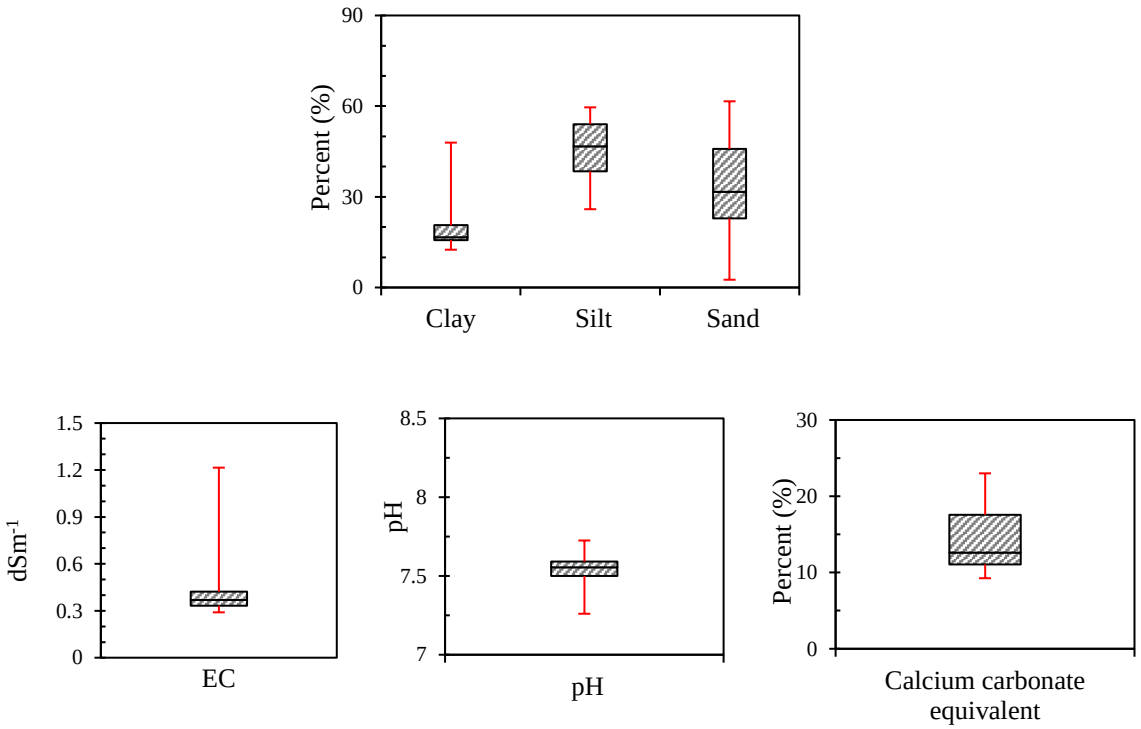
www.SID.ir

Archive of SID

در فصل تابستان بیش‌تر آب از کانال زهکش وارد تالاب می‌شود که به دلیل مصارف کود در اراضی کشاورزی از فسفات و نیترات بیشتری برخوردار می‌باشد.

وضعیت فسفر زیست‌فراهم در رسوبات

فسفر یک عنصر غذایی ضروری برای تمامی جانداران است و در بوم‌نظام‌های آبی از سویی می‌تواند عامل محدود کننده رشد جانداران و در شرایط دیگر موجب آلودگی و ایجاد پدیده غنی‌شدن شود (Arfania *et al.*, 2017). هرگونه تغییر در غلظت فسفر در بوم‌نظام‌های آب شیرین، می‌تواند به تغییر در وضعیت تروفی آن منجر شود (Fallah *et al.*, 2018). در این مطالعه نیز وضعیت فسفر زیست‌فراهم در رسوبات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات نمونه‌برداری شده از تالاب در شکل ۹ ارائه شده است. از نظر کلاس بافتی رسوبات دارای بافت بسیار متنوع بوده و در محدوده کلاس‌های بافتی شن‌لومی تا رس‌سیلتی قرار دارند. دامنه تغییرات مقدار شن در مقایسه با سیلت و رس در نمونه‌های رسوب بیشتر است. رسوبات دارای واکنش قلیایی بوده و دامنه تغییرات pH در تمامی نمونه‌ها اندک و در محدوده ۷/۲۶ تا ۷/۷۲ و با میانگین ۷/۵۳ بود. بالابودن pH و کربنات کلسیم (با میانگین ۱۴/۷ درصد) در نمونه‌های رسوب می‌تواند مربوط به منشاء رسوبات که خاک‌های اراضی بالادست هستند باشد. خاک‌های منطقه دارای pH بازی بوده و علاوه بر آن آهکی نیز می‌باشند. میانگین هدایت الکتریکی برابر ۰/۵۲ dsm^{-1} بود که نشان‌دهنده شیرین بودن منابع آب سطحی ورودی به تالاب است. با این حال در یک ایستگاه (K11) مقدار هدایت الکتریکی نمونه‌های رسوب بیش از ۱ dSm^{-1} بود. مقدار ماده آلی در نمونه‌های رسوب در دامنه ۰/۵۶ تا ۳/۴۱ و با میانگین ۲/۱۳ درصد بود. این مقادیر ماده آلی در مقایسه با محتوای ماده آلی گزارش شده برای خاک‌های منطقه بیش‌تر است. به نظر می‌رسد فرآیندهای زیستی درون تالاب به همراه فعالیت‌های انسانی مانند دفع پساب‌ها از عوامل افزایش ماده آلی در رسوبات تالاب باشد. براساس نتایج به دست آمده برای فسفر کاول، دامنه تغییرات فسفر کاول در نمونه‌های رسوب در محدوده‌ی ۲۱/۹۲ تا ۴۱/۳۴ با میانگین ۲۹/۴ $mgkg^{-1}$ رسوبات متغیر بود.



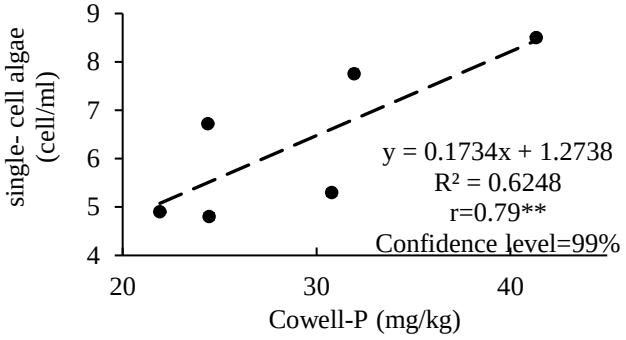
شکل ۹- نمودار جعبه‌ای تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات تالاب (تعداد = ۶)

Figure 9. Box plots of the physicochemical properties of wetland sediments (n=6)

www.SID.ir

Archive of SID

ارفع‌نیا و همکاران (Arfania *et al*, 2017) با استفاده از نتایج آزمون جلبکی در رودخانه‌های منطقه نشان دادند که مقدار فسفر کاول به عنوان یک شاخص اصلی در تعیین فسفر زیست‌فراهم در رسوبات بوده و به خوبی می‌تواند فرآیند شکوفایی جلبکی و یوتریفیکاسیون را در محیط آبی پیش‌بینی نماید که مقادیر بیش از ۲۵ $mgkg^{-1}$ تا ۳۰ فسفر کاول باعث افزایش خطر شکوفایی جلبکی در محیط است. بنابراین با توجه به محتوای فسفر کاول در رسوبات تالاب، شرایط خطر شکوفایی جلبکی در فصل تابستان سال ۱۳۹۴ در اکوسیستم قابل پیش‌بینی است. از سوی دیگر همبستگی معنی‌داری بین مقدار فسفر کاول اندازه‌گیری شده و همچنین تراکم جلبک‌های تک سلولی (شکل ۱۰) در فصل تابستان بیانگر این حقیقت است که از یک سو فسفر یکی از عوامل کنترل کننده تراکم جلبکی و در نتیجه شرایط یوتروفی تالاب بوده و از سوی دیگر روش کاول روش مناسبی برای سنجش فسفر زیست‌فراهم در نمونه‌های رسوب است.



شکل ۱۰- ارتباط بین تراکم جلبک تک سلولی با مقدار فسفر کاول در نمونه‌های رسوب

Figure 10. Relationship between single-cell algae and Cowell-P in sediment samples

نتیجه‌گیری کلی

بازدید و بررسی‌های مداوم سال‌های اخیر از تالاب کانی‌برازان، حاکی از این است که پدیده پرغذایی در این تالاب هر سال در حال افزایش می‌باشد که ادامه این روند خطرات جدی برای تنوع زیستی تالاب می‌باشد. این تالاب یک ذخیره‌گاه ارزشمند اکولوژیک در منطقه به‌شمار می‌رود که به‌دلیل ماندگاری بالای آب آن و عدم وجود خروجی در فصول گرم سال (به دلیل کاهش ورودی در مقایسه با میزان تبخیر) به شدت آسیب‌پذیر می‌باشد. از طرفی به‌دلیل بالا بودن سطح فسفر و نیتروژن ناشی از ورود فاضلاب‌های کشاورزی و روستائی، کودهای دامی و عمق متوسط پایین آن مستعد روند یوتروفی بوده و این موضوع می‌تواند باعث از بین رفتن زیست بوم جانوری آن شود. بر این اساس لازم است شیوه‌های مدیریتی که تضمین‌کننده پایداری بوم‌نظام تالاب باشد تدوین گردد. مقدار شاخص تروفی با فسفر کل نشان‌دهنده شرایط نزدیک به یوتروفی در برخی از فصول می‌باشد. بر اساس شاخص کارلسون انحراف مقدار این شاخص بر مبنای فسفر کل از مقادیر شاخص بر مبنای دو پارامتر دیگر می‌تواند ناشی از محدودیت رشد فیتوپلانکتون‌ها توسط عاملی غیر از فسفر از جمله ازت باشد. به علاوه ارتباط معنی‌داری بین تراکم جلبک تک سلولی در آب تالاب با مقدار فسفر کاول در نمونه‌های رسوب موید مناسب بودن روش کاول برای تعیین فسفر زیست‌فراهم در این تالاب است. در هر حال ورود انبوهی از فضولات احشام، زه‌آب‌های کشاورزی و همچنین تخلیه فاضلاب روستایی به تالاب می‌تواند بیانگر دلایل افزایش سطح ازت در تالاب باشد. نتایج بدست آمده در این مطالعه برای دوره یکساله بوده که به نظر می‌رسد به دلیل عدم تغییرات عمده در وضعیت آبگیری تالاب، روند تغییرات کیفی در سال‌های آتی خیلی متفاوت نباشد؛ اما جهت اطلاع دقیق از تغییرات کیفیت آب تالاب در سال‌های آینده و تدوین برنامه مدیریتی، پیشنهاد می‌گردد برنامه پایش مداوم تالاب تدوین و اجرایی گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abedini A., Mirzajani A.R., and Fallahi M. 2016. Physicochemical conditions and trophic levels of the Anzali Wetland. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 26(6): 113-123. (In Persian)

Al-Abbawy D. 2012. Assessment of trophic status for Shatt Al-Arab River using trophic state index (TSI). *Journal of Basrah Researches (Sciences)*, 38(3): 36-44.

Arfania H., Samadi A., Asadzadeh F., and Sepehr E. 2017. Estimating bioavailable phosphorus by some chemical extraction methods for algae (*Senedesmus obliquus*) in western river sediments of the Lake Urmia basin. *Journal of Water and Soil*, 31(4): 1200-1214. (In Persian)

Brönmark C., and Hansson L.A. 2017. The biology of lakes and ponds. Oxford University Press.

Behrouzirad B. 2008. Iran wetlands. 1nd Ed. Geographic Organization of the Armed Forces, Iran, 798 p.

Carlson R.E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnological research center, University of Minnesota. Limnology and Oceanography, 22(2): 361-369.

Colwell J.D. 1963. The estimation of the phosphorus fertilizer requirements of wheat in southern New South Wales by soil analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 3(10): 190-197.

Darvishseft A., Jamalzadeh Fallah F., and Nezami B. 1999. Investigation of trophic state of Anzali wetland using GIS. *Environmental Study*, 23(25): 1-11. (In Persian)

Elmaci A., Ozengin N., Teksoy A., OlcayTopac A., and Savas Baskaya H. 2009. Evaluation of Trophic state of lake Uluabat, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5): 757-760.

Elser J.J., Bracken M.E., Cleland E.E., Gruner D.S., Harpole W.S., Hillebrand H., Ngai J.T., Seabloom E.W., Shurin J.B. and Smith J.E. 2007. Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 10(12): 1135-1142.

Enriqu S., Manuel F., Colmenarejo J., Angel R., Garel L., and Borja R. 2007. Use of water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Ecological Indicators*, 7(2): 315-328.

Fallah M., Piali Zofreiy A.R., and Ebrahimi Darche E. 2018. Evaluation of the trophy status of Anzali International Wetland using the Carlson Index (TSI). *Iranian Water Research Journal*, 12(1): 29-21. (In Persian)

Golmohammadi A., and Shariati F. 2016. Investigatio of the trophic of the Amirkelayeh wetland in Gillan province using the TSI index. Journal of Wetlands Ecobiology, Ahvaz Islamic Azad University, 8(4): 63-72. (In Persian)

Li Y., Liu H., Hao J., Cao X., and Zheng N. 2011. Trophic states of creeks in Xixi national wetland park. *International Symposium on Water Resource and Environmental Protection*, 1: 532-534.

Nouri J., Mirbagheri S.A., Farrokhian F., Jaafarzadeh N., and Alesheikh A.A. 2010. Water quality variability and eutrophic state in wet and dry years in wetlands of the semiarid and arid regions. Environ. *Environmental Earth Sciences*, 59: 1397-1407.

Rahmati R., Pourgholam R., and Doustdar M. 2011. Trophy status based on Carlson index in the natural pond of Marzan Abad in Babylon. Journal of Shilat, Islamic Azad University, Azad Shahr, 6(3): 13-22. (In Persian)

Redfield A.C. 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist*, 46(3): 230A-221.

Secretariat R.C. 2006. The Ramsar convention manual: a guide to the convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971). In Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

Standard methods for the examination of water and wastewater. 2007. 3nd Ed. Washington, DC, APHA, ANWA. WPCE.

Vahidi F., Mousavi Nadoushan R., Fatemi M., Jamili Sh., and Khom Khaji N. 2016. Determination of trophic status of the Valasht Lake based on the TSI trophic Index. *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(2): 445-453. (In Persian)

Wetzel R.G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems, 3nd Ed. Academic Press, San Diego. 1006p.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of Trophic Status of Kanibarazan Wetland of Mahabad Using Sediment Bioavailable Phosphorous and Carlson Index (TSI)

Hojjat Jabbari[1*], Majid Montaseri[2]

(Received: December 2018 Accepted: February 2019)

Abstract

Kanibarazan wetland is one of the most important satellite wetlands in the South of Lake Urmia, which due to biodiversity; it has been promoted as a wildlife refuge and Ramsar site**.** In this research, 15 stations were selected in the Kanibrazan wetland of Mahabad for sampling of water quality parameters in 4 seasons of 2015 and a systematic sampling was carried out. Additionally, 6 bed sediment samples were collected to determine the bioavailable phosphorous content of the wetland during the summer season. Water quality parameters in this study included: nitrogen, phosphorus, transparency, chlorophyll a, biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and bacterial load in the wetland determined by standard laboratory methods. The results for BOD and COD showed that in all seasons the values of these parameters were much higher than the standards. The results also showed that TSI (TNs) was high in the first and second seasons and the increase in TSI (TP) and TSI (SD) values in the autumn and winter seasons were compared to the previous seasons. The average bioavailable phosphorous content in sediment samples was 29.4 $mgkg^{-1}$ which indicates high risk of the phosphorous release from the bottom sediments to the overlying water and accelerating of the eutrophication process. In addition, the significant (r = 79, P < 0.01) correlation between Colwell-P of sediments and single-cell algae indicated Colwell-P can be used as a bioavailable phosphorous indicator in Kanibrazan wetland. Finally, based on the trophy indices, it was observed that the conditions of the wetland in the spring, summer, autumn and winter seasons are located in the state of Mild Mesotrophic, Oligotrophic, Mesotrophic and Acute Mesotrophic, respectively, and it can be stated that the status of the wetland is passing to the nutritional stage, due to lack of water supply with quantity and quality, especially in summer.

Keywords: Algal Bloom, Eutrophication, Kanibarazan Wetland, Trophic State Index (TSI)

Jabbari H., Montaseri M. 2020. Investigation of trophic status of Kanibarazan wetland of Mehabad using sediment bioavailable phosphorus and Carlson index. *Applied Soil Research*, 8(1): 136-148.

1. Ph.D Student, Department of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
2. Professor, Department of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
* Corresponding Author Email: hojat_jabbari@yahoo.com

www.SID.ir