وضعیت تروفی آب‌بندان طبیعی مرزن‌آباد بابل بر اساس شاخص کارلسون

*رحیمه رحمتی[۱]، رضا پورغلام[۲] و مسطوره دوستدار[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران،

[۲]پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، ساری، ایران، [۳]مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۱۰

چکیده

آب‌بندان طبیعی مرزن‌آباد، با وسعتی بالغ بر ۱۸۳ هکتار در استان مازندران و جنوب‌غربی شهرستان بابل واقع شده است، عمق متوسط این آب‌بندان ۲/۵ متر است، از لحاظ گیاهان آبزی غنی بوده و زیستگاهی مناسب برای پرندگان مهاجر به‌شمار می‌رود. ورود پساب مزارع کشاورزی وآلاینده‌ها، مرزن‌آباد را در معرض افزایش بار مواد مغذی به‌ویژه ازت و فسفر قرار داده است. این مطالعه با هدف تعیین وضعیت تروفی در این اکوسیستم طی یک سال به‌مدت ۱۱ ماه از شهریور ۸۵ تا مرداد ۸۶ برای نخستین بار انجام شده است. در این پژوهش پارامترهای فیزیکی شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH و پارامترهای شاخص تروفی شامل کلروفیل a، فسفات کل، عمق شفافیت براساس شاخص تروفی کارلسون و نیز غلظت نیترات محلول به‌مدت یک‌سال و به‌صورت ماهانه در سه ایستگاه با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. بر این اساس آب‌بندان مرزن‌آباد در وضعیت یوتروفی و در معرض ورود به شرایط هیپرتروفی قراردارد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تروفی، کارلسون، مرزن‌آباد، بابل

مقدمه

تاکنون در اغلب مطالعات لیمنولوژیک، توجه و تمرکز بر روی دریاچه‌های به‌نسبت بزرگ، که در تابستان لایه‌بندی می‌شوند، بوده است. اگرچه دریاچه‌های بزرگ درصد بالایی از منابع آب شیرین را در خود جای داده‌اند، اما تعداد محدودی از دریاچه‌های دنیا را در بر می‌گیرند و این در حالی است که بسیاری از فعالیت‌های انسانی وابسته به آب‌های کم‌عمق و تالاب‌هاست. علاوه‌بر این بیش‌ترین تنوع زیستی در اکوسیستم‌های بزرگ و عمیق آب شیرین، در محل تلاقی زیستگاه‌های ناهمگن تالابی و لیتورال (Littoral) با نواحی پلاژیک مشاهده می‌شوند. دریاچه‌های کم‌عمق محلی برای تجمع مواد آلی و انتقال مواد مغذی از خشکی هستند و گاهی ممکن است به‌دلیل کوچکی نسبی حجم پیکره، میزان مواد مغذی وارد شده به‌ازای واحد حجم بالا باشد. در برخی از دریاچه‌های کم‌عمق با غلبه گیاهان آبزی که نسبت به فیتوپلانکتون‌ها در واحد سطح، مقادیر بیش‌تری مواد آلی تولید می‌کنند، اغلب میزان تولید مواد آلی بر نرخ تجزیه و مصرف غلبه دارد. با ورود مواد مغذی به‌ویژه ازت و فسفر از حوضه آبریز و نیز قابلیت دست‌یابی به نور، میزان تولید دریاچه‌های کم‌عمق افزایش می‌یابد (Wetzel، ۲۰۰۱). منابع آلاینده از جمله فاضلاب‌های شهری و خانگی و مواد زاید جامد شهری و روستایی و پساب‌های کشاورزی شامل کودها و سموم، جریان آب‌های ورودی را آلوده ساخته و در بسیاری نقاط علاوه‌بر از بین بردن موجودات آبزی سبب مهاجرت ماهیان و ازدیاد رشد گیاهان آبزی شده و در نتیجه

* مسئول مکاتبه: rahimehrahmati@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

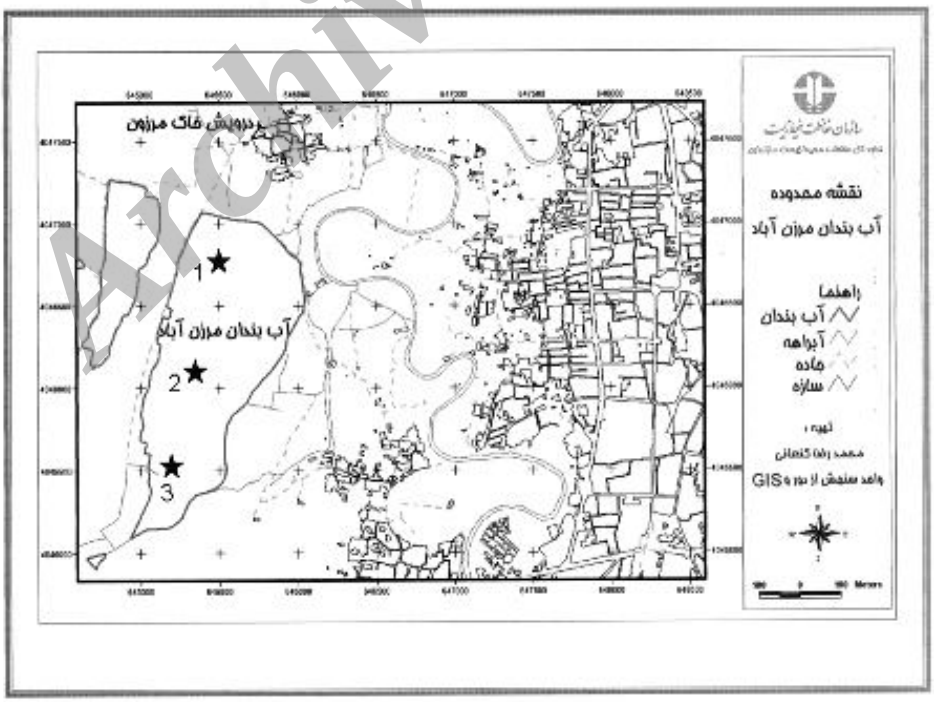
موجبات نامساعدتر شدن کیفیت آب را فراهم می‌آورند (منوری، ۱۳۶۹). یوتروفیکاسیون (پرغذایی) در حال حاضر به یکی از مسایل عمده در از بین رفتن کیفیت آب‌ها تبدیل شده است (Elmaci و همکاران، ۲۰۰۹)، خروجی فاضلاب‌ها در حوضه آبی اکوسیستم‌ها و کاربرد در حال رشد کودهای شیمیایی در کشاورزی بار مواد مغذی به دریاچه‌ها را در دهه‌های اخیر افزایش داده است. دینامیک یوتروفیکاسیون می‌تواند برای پیش‌بینی شرایط دریاچه در آینده نزدیک و برای اطمینان از این‌که عملیات فوری مورد نیاز است یا نه مورد توجه قرار گیرد (Grzetic و Camprag، ۲۰۱۰). این فرایند می‌تواند با تکیه بر تعیین مواد مغذی محدودکننده و نیز با محاسبه شاخص وضعیت تروفی ارزیابی شود (Elmaci و همکاران، ۲۰۰۹). ارزیابی حالات و شرایط تروفی یک دریاچه ارزش و اهمیت عملی بسیار بالایی دارد، به‌طوری‌که باید قبل از هر گونه اقدامات اصلاحی، از طریق ارزیابی مبتنی بر بهره‌برداری مورد نظر و مطلوب برای هر دریاچه، روند پرغذایی در آن مشخص گردد. بر این اساس OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) در برنامه‌های تحقیقات بین‌المللی اطلاعات متعددی را در زمینه پرغذایی در دریاچه‌ها و مخازن پشت سد، بررسی و به‌صورت کمی بیان و تدوین نموده است (Vollenveider و Kerkes، ۱۹۸۲). در حال حاضر طبقه‌بندی درجات تروفی نه فقط بر مبنای غلظت مواد مغذی، که براساس توده زنده فیتوپلانکتونی، غلظت کلروفیل a، شفافیت آب و برای دریاچه‌های عمیق شرایط اکسیژنی هیپولیمنیون صورت می‌گیرد. در واقع ترکیبی از متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک، روابط و میزان تولید اولیه و در نهایت درجه تروفی را مشخص می‌کنند (Carlson، ۱۹۷۶). یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی سریع تعادل اکولوژیک، شاخص تروفی کارلسون (TSI) می‌باشد. این شاخص یکی از رایج‌ترین شاخص‌های مورد استفاده آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده است (Nouri و همکاران، ۲۰۱۰). در این شاخص میزان تولیدات فیتوپلانکتونی به‌عنوان پایه‌ای برای بیان وضعیت و شرایط تروفی دریاچه‌ها و مخازن پشت سد به‌صورت ممتد و پیوسته، تحت هر دو شرایط محدودیت مواد مغذی و نبود محدودیت آن‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Carlson و Simpson، ۱۹۹۶). از این شاخص برای تعیین وضعیت تروفی در تعدادی از مطالعات داخلی و خارجی استفاده شده است که نمونه‌هایی از آن‌ها شامل تعیین شرایط مزو- یوتروف در دریاچه چغاخور ایران (موسوی و همکاران، ۱۳۸۷)، وضعیت الیگوتروف در دریاچه Sapanca ترکیه (Morkoc و همکاران، ۱۹۹۸)، شرایط الیگوتروف در دریاچه Whatcom آمریکا (Mattheus و همکاران، ۲۰۰۲)، وضعیت یو- هایپرتروف در دریاچه پشت سد Maltanski و همکاران (۲۰۰۳) و دریاچه کم‌عمق Cuitzeo در مکزیک (Tsagil، ۲۰۰۶)، شرایط مزو- هایپرتروف در ۵ دریاچه کم‌عمق در هند (Singh و همکاران، ۲۰۰۸)، وضعیت یو- هایپرتروف در دریاچه کم‌عمق Uluabat در ترکیه (Elmaci و همکاران، ۲۰۰۹)، شرایط مزو- یوتروف در تالاب انزلی (Mirzajani و همکاران، ۲۰۱۰) و تالاب شادگان (Nouri و همکاران، ۲۰۱۰)، شرایط هایپرتروف در دریاچه کم‌عمق پالیک در صربستان (Grzetic و Camprag، ۲۰۱۰) و آغاز مرحله یوتروفی در پارک تالاب ملی Xixi در چین (Li و همکاران، ۲۰۱۱) می‌باشند. آب‌بندان مرزن‌آباد به‌دلیل ساختار طبیعی، تنوع گیاهان

Archive of SID
www.SID.ir

آبزی و وجود ناحیه حاشیه‌ای وسیع و پوشیده از نی، یکی از تالاب‌های مهم برای پرندگان مهاجر و زیستگاه زمستان‌گذرانی جمعیت قابل‌توجهی از انواع گونه‌های پرندگان آبزی و کنار آبزی می‌باشد. این اکوسیستم در زمره تالاب‌های برگزیده برای سرشماری پرندگان در استان مازندران به‌شمار می‌رود (اطلاعات کارشناسان سازمان محیط زیست مازندران، چاپ نشده). ورود پساب مزارع کشاورزی و هرز آب‌ها به داخل آب‌بندان و معرفی ماهیان غیربومی احتمالاً موجب بر هم خوردن تعادل اکولوژیک، تسریع روند پر غذایی و کاهش تنوع زیستی و زیستگاهی در اینجا گردیده است. بنابراین با توجه به این‌که تاکنون هیچ‌گونه مطالعات لیمنولوژیک در آب‌بندان مرزن‌آباد صورت نگرفته است. بنابراین این آب‌بندان برای تعیین درجه تروفی با تکیه بر سیستم شاخص تروفی کارلسون به‌منظور آغاز مطالعات جامع و اجرای هر گونه فعالیت پایش زیستی، برگزیده شده است.

مواد و روش‌ها

آب‌بندان مرزن‌آباد با وسعتی حدود ۱۸۳ هکتار در شمال ایران و ۲ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان بابل قرار دارد (۴۰ درجه و ٤٦ دقیقه شرقی و ٦٤ درجه و ۷۱ دقیقه شمالی) و عمق متوسط آن ۲/۵ متر می‌باشد (شکل ۱). در این پژوهش نمونه‌برداری در ۳ ایستگاه با ۳ تکرار به‌صورت ماهانه از شهریور ۸۵ تا مرداد ۸٦ انجام شد (به‌دلیل مشکلات جوی در دی‌ماه ۸۵ نمونه‌برداری انجام نشد). پارامترهای درجه حرارت آب و هوا به کمک دماسنج جیوه‌ای، غلظت اکسیژن محلول به‌وسیله دستگاه اکسیژن‌سنج پرتابل (۵۷ YSI) و pH به‌وسیله دستگاه pH متر (WTW) اندازه‌گیری شد. با توجه به عمق متوسط پایین، نمونه‌های آب با استفاده از یک لوله پلیکا ۱ متری از ستون آب برداشته شد. غلظت نیترات محلول، فسفات کل و کلروفیل a به روش رنگ‌سنجی و براساس (APHA، ۱۹۹۲) اندازه‌گیری گردید.



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب مرزن‌آباد (٨٦-٨٥) (ماخذ: سازمان حفاظت محیط زیست مازندران، چاپ نشده)

Archive of SID
www.SID.ir

به‌منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفی کارلسون براساس پارامترهای فسفات کل، کلروفیل a و عمق رویت سشی، از روابط زیر استفاده گردید:

$$\begin{cases} TSI\ (SD) = ٦٠ - ١٤/٤١\ Ln\ (SD) \\ TSI\ (CHL) = ٩/٨١\ Ln\ (Chl.a) + ٣٠/٦ \\ TSI\ (TP) = ١٤/٤٢\ Ln\ (TP) + ٤/١٥ \end{cases}$$

مقادیر کم‌تر از ۳۰ مربوط به دریاچه‌های الیگوتروف، ۷۰-۵۰ مربوط به شرایط یوتروفی و بزرگ‌تر از ۷۰ مربوط به دریاچه‌های هیپرتروف است (Carlson و Simpson، ۱۹۹٦). همچنین از ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از SPSS11.5 برای یافتن ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی استفاده شد. برای ترسیم نمودارها نیز از Excel 2003 استفاده شد.

نتایج

طبق داده‌های به‌دست آمده از نمونه‌برداری‌های ماهانه میانگین عمق این آب‌بندان در طول سال ۱۱۹/۱۱±۲۱٤/۳ سانتی‌متر بود. میانگین درجه حرارت آب طی دوره پژوهش، ۷/۱۸±۲۰ درجه سانتی‌گراد، حداکثر آن در شهریور و حداقل آن در بهمن‌ماه مشاهده گردید. نوسانات درجه حرارت طی دوره بررسی نشان‌دهنده دو فصل مشخص خنک (آبان تا اردیبهشت) و گرم (خرداد تا آبان) در مناطق شمالی ایران و آب‌بندان مرزن‌آباد می‌باشد (P <۰/۰۵) (شکل ۲).

غلظت اکسیژن محلول با میانگین ۸/٤±۵ در مدت بررسی بین حداقل ۱/۸ میلی‌گرم در لیتر در ماه‌های گرم سال و حداکثر ۱٤ میلی‌گرم در لیتر در اردیبهشت‌ماه نوسان داشت. در بررسی روند تغییرات اکسیژن محلول با عمق آب‌بندان و عمق شفافیت یک همبستگی مثبت میان غلظت اکسیژن محلول و عمق آب‌بندان و یک همبستگی مثبت میان غلظت اکسیژن و عمق رویت سشی (P<۰/۰۱) مشاهده گردید. بیش‌ترین غلظت اکسیژن محلول در ماه‌های پرآبی، مقارن با ماه‌های خنک سال و با عمق شفافیت بالا مشاهده شد. بررسی عمق شفافیت نشان می‌دهد که میانگین آن در طول سال ۵۳/۵±۳۱/٤ سانتی‌متر بود. مقایسه نمودار روند تغییرات عمق و عمق شفافیت نشان می‌دهد تغییرات دو پارامتر یادشده از الگوی مشابهی در طول سال پیروی می‌کند، به‌طوری‌که یک رابطه مثبت میان عمق آب‌بندان و عمق رویت سشی (P<۰/۰۱) و یک همبستگی منفی میان دما و عمق شفافیت (P<۰/۰۱) در مدت بررسی مشاهده گردید. بررسی روند تغییرات pH طی مدت پژوهش دامنه نوسانی حدود ۸/۳-۷/۳ را نشان داد.

در مدت بررسی میانگین غلظت نیترات ۱۰٤۲/٤±۵۰۸/۲٤ میکروگرم در لیتر بوده، حداکثر آن در شهریور (۱۷۹٤ میکروگرم در لیتر) و حداقل آن در آذرماه (٦۲۰ میکروگرم در لیتر) مشاهده شد و افزایشی در ماه‌های تابستان و پاییز نسبت به بهار و زمستان ملاحظه گردید. همچنین طی دوره بررسی میان تغییرات غلظت نیترات و درجه حرارت آب یک همبستگی مثبت (P<۰/۰۱)، با اکسیژن محلول همبستگی منفی (P<۰/۰۱) و با عمق آب‌بندان و عمق شفافیت نیز یک رابطه منفی (P<۰/۰۱) مشاهده شد. میانگین غلظت فسفات کل در طول دوره بررسی ۳۹٤/۹±۷۳/۳٤ میکروگرم در لیتر، حداکثر غلظت آن مربوط به آبان‌ماه (۵۰۰ میکروگرم در لیتر) و حداقل آن مربوط به ماه خرداد (۳۰۸ میکروگرم در لیتر) بوده است. میانگین غلظت کلروفیل a در مدت تحقیق ٤۲/۵±۳٤/۸ میکروگرم در لیتر، حداکثر غلظت آن در طول سال ۱۳۰/٦ در شهریور و حداقل آن ٦ میکروگرم در لیتر در اردیبهشت‌ماه محاسبه شد.

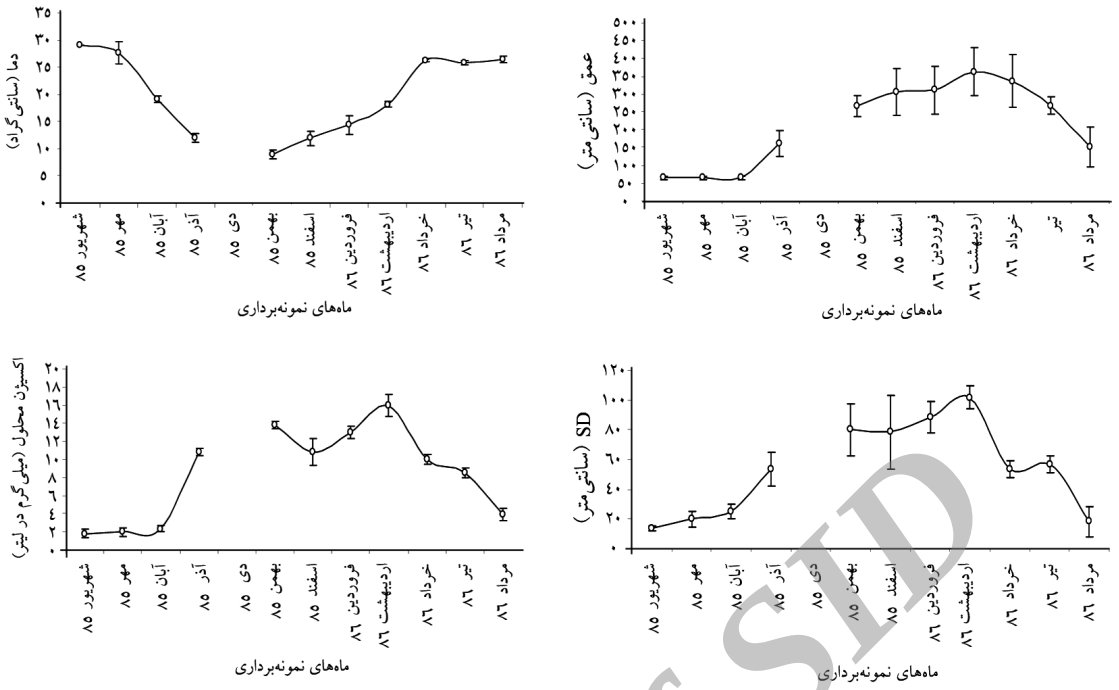
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب‌بندان مرزن‌آباد (۸۶-۱۳۸۵)

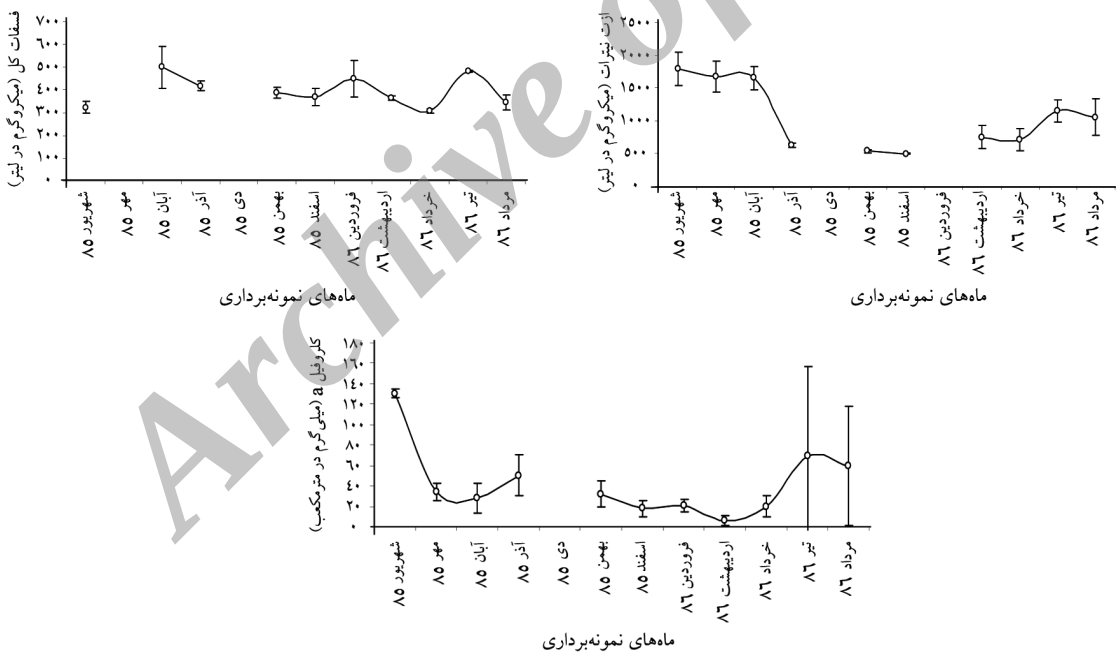
ماه	شهریور	مهر	آبان	آذر	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	میانگین	انحراف معیار
	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶		
درجه حرارت هوا (سانتی گراد)	۲۲/۰	۲۱/۰	۱۹/۰	۸/۰	۶/۰	۱۰/۰	۱۲/۰	۱۸/۰	۲۷/۰	۲۳/۰	۲۷/۰	۱۷/۵۵	۷/۴۴
درجه حرارت آب (سانتی گراد)	۲۹/۰	۲۷/۷	۱۹/۱	۱۲/۰	۸/۹	۱۱/۹	۱۴/۴	۱۸/۲	۲۶/۳	۲۵/۹	۲۶/۴	۲۰/۰	۷/۱۸
اکسیژن (میلی گرم بر لیتر)	۱/۸	۲/۰	۲/۳	۱۰/۸	۱۳/۸	۱۰/۸	۱۲/۹	۱۶/۰	۱۰/۰	۸/۵	۳/۹	۸/۴	۵/۰
درصد اشباعیت اکسیژن	۱۵/۲	۱۶/۳	۲۱/۰	۱۰۴/۲	۱۳۶/۰	۱۰۴/۲	۱۲۵/۰	۱۵۸/۰	۹۶/۰	۸۱/۰	۳۵/۵	۸۱/۱۳	۵۱/۴
عمق شفافیت (متر)	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵۳۳	۰/۸	۰/۷۸۳	۰/۸۸۳	۱/۰۱۷	۰/۵۳۳	۰/۵۶۷	۰/۱۸۳	۰/۵۳۵	۰/۳۱۴
pH	۸/۳	۸/۳	۷/۹	۸/۲	۷/۹	۸/۱	۷/۸	۷/۹	۷/۹	۷/۳	۷/۳	۷/۹	۰/۳۷
فسفات کل (میکروگرم بر لیتر)	۳۲۳/۰	–	۵۰۰/۰	۴۱۷/۳	۳۸۹	۳۷۰/۳	۴۴۹/۳	۳۶۳/۷	۳۰۸/۰	۴۸۲/۷	۳۴۵/۳	۳۹۴/۹	۷۳/۳۴
نیترات (میکروگرم بر لیتر)	۱۷۹۴/۳	۱۶۷۳/۳	۱۶۵۰/۰	۶۲۰/۰	۵۳۳/۳	۴۹۳/۳	–	۷۴۹/۳	۷۰۳/۰	۱۱۵۴/۳	۱۰۵۲/۳	۱۰۴۲/۴	۵۰۸/۲۴
آمونیوم (میکروگرم بر لیتر)	۱۵۰۷/۰	۱۴۲۱/۰	۱۳۴۰/۰	۳۵۰/۰	۲۶۵/۰	۳۹۰/۰	–	۵۸۰/۰	۵۶۴/۰	۸۷۹/۰	۸۴۰/۰	۸۱۳/۶	۴۶۴/۷

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- روند تغییرات دما، اکسیژن محلول، عمق و عمق شفافیت در آب‌بندان مرزن‌آباد (۸۶-۱۳۸۵)



شکل ۳- تغییرات غلظت نیترات، فسفات کل و کلروفیل آ در آب‌بندان مرزن‌آباد (۸۶-۱۳۸۵)

در این مطالعه مقادیر شاخص تروفی کارلسون بر حسب عمق شفافیت، کلروفیل a و فسفات کل در هر ماه محاسبه و در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین این شاخص در طول سال بر حسب عمق شفافیت ۶۹/۰۱، بر حسب فسفات کل ۹۰/۳۶ و بر حسب کلروفیل a، ۶۷/۳۸ می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- مقادیر شاخص تروفی کارلسون در آب‌بندان مرزن‌آباد (۸۶-۱۳۸۵)

	TSI (TP)	TSI (Chi)	TSI (SD)
شهریور ۸۵	۸۷/٤٦	۷۸/۳۵	۸۸/۳۳
مهر ۸۵	-	٦۵/۱۹	۸۳/۱۹
آبان ۸۵	۹۳/۷٦	٦۳/۱۸	۷۹/۹۷
آذر ۸۵	۹۱/۱۵	٦۸/۹۷	٦۹/۰٦
بهمن ۸۵	۹۰/۱٤	٦٤/۵۹	٦۳/۲۱
اسفند ۸۵	۸۹/٤۳	۵۸/۹۵	٦۳/۵۲
فروردین ۸٦	۹۲/۲۲	٦۰/٦٤	٦۱/۷۹
اردیبهشت ۸٦	۸۹/۱۷	٤۸/۱۷	۵۹/۷٦
خرداد ۸٦	۸٦/۷۷	۵۹/۸۳	٦۹/۰٦
تیر ۸٦	۹۳/۲۵	۷۲/۲۳	٦۸/۱۷
مرداد ۸٦	۸۸/٤۲	۷۰/۷۱	۸٤/٤۷
میانگین شاخص	۹۰/۳٦	٦۷/۳۸	٦۹/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

یوتروفیکاسیون یا غنی شدن از مواد مغذی یکی از مشکلات عمده تالاب‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در همه جای دنیا می‌باشد (Mirzajani و همکاران، ۲۰۱۰). دریاچه‌های کم‌عمق و تالاب‌ها، در مقایسه با دریاچه‌های عمیق نسبت به بار ورودی مواد مغذی از حوضه‌های آبریز اطراف سریع‌تر در معرض تغییر شرایط اکولوژیک قرار گرفته و بسیار آسیب‌پذیر می‌باشند (Scheffer، ۱۹۹۷؛ Nouri و همکاران، ۲۰۱۰). وضعیت تروفی از طریق نشانگرهای بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری می‌شود. غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل a، اغلب به‌عنوان نشانگر زیستی وضعیت تروفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولیدات بیولوژیک بر خصوصیات فیزیکی ستون آب اثر گذاشته و اندازه‌گیری کدورت با استفاده از صفحه سشی به‌عنوان نشانگر فیزیکی وضعیت تروفی و در نهایت غلظت فسفات کل به‌عنوان نشانگر شیمیایی وضعیت تروفی مورد استفاده قرار می‌گیرند، چرا که پتانسیل رشد جلبکی را تعیین می‌کنند (Sass و همکاران، ۲۰۰۷). میانگین مقادیر پارامترهای شاخص تروفی، فسفات کل، کلروفیل آ و عمق شفافیت در مدت پژوهش نشان می‌دهد که آب‌بندان مرزن‌آباد چه براساس جدول‌های وضعیت تروفی OECD در مورد دریاچه‌ها و مخازن پشت سد و چه براساس شاخص تروفی کارلسون، در وضعیت یوتروفی و متمایل به شرایط هایپرتروفی قرار دارد (Vollenveider و Kerkes، ۱۹۸۲؛ Vollenveider، ۱۹۸۵). این شرایط تروفی در اکوسیستم‌هایی چون دریاچه پشت سد Maltanski (Goldyn و همکاران، ۲۰۰۳) و دریاچه کم‌عمق Cuitzeo در مکزیک (Tsagil، ۲۰۰٦) و نیز دریاچه کم‌عمق Uluabat در ترکیه (Elmaci و همکاران، ۲۰۰۹) نیز مشاهده شد. شاخص وضعیت تروفی کارلسون در سال‌های ۲۰۰٤ تا ۲۰۰۵ در اوربتلو در شمال‌غربی و وارانو در جنوب‌شرقی ایتالیا نیز به‌کار گرفته شد که وضعیت تروفی را در اوربتلو در شرایط مزو- یوتروفی و در وارانو متمایل به شرایط الیگو- مزوتروفی نشان داد (Specchiulli و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین خصوصیات تروفی با استفاده از این شاخص با در نظر گرفتن همه عناصر تروفی نظیر عمق شفافیت، غلظت

Archive of SID
www.SID.ir

کلروفیل a و فسفات کل در ٤ دریاچه کم‌عمق در شرق لهستان نیز اندازه‌گیری شد، مقادیر این شاخص در ۳ دریاچه نشان‌دهنده شرایط یوتروفی و در یکی از دریاچه‌های کم‌عمق که بالاترین مقادیر پارامترهای شیمیایی در میان منابع آبی مورد مطالعه را داشت، نمایانگر شرایط هایپرتروفی (پرغذایی بالا) بوده است (Pasztaleniec و همکاران، ۲۰۰۹). وضعیت تروفی در تالاب انزلی با تکیه بر این شاخص براساس اطلاعات سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ در شرایط مزو-یوتروفی قرار داشت. نتایج این مطالعه نشان دادکه تالاب انزلی ظرفیت کافی برای کاهش فاضلاب‌ها و مواد جامد زاید از ورودی‌های اطراف را ندارد (Mirzajani و همکاران، ۲۰۱۰). غلظت فسفات کل در آب‌بندان مرزن‌آباد با میانگین ۳۹٤/٤ میکروگرم در لیتر نسبت به تالاب انزلی در ایران با میانگین غلظت ۲٤۲ میکروگرم در لیتر (Nezami، ۱۹۹۳)، دریاچه کم‌عمق Alte Donau در اتریش با میانگین غلظت ۸٦ میکروگرم در لیتر (Mayer و همکاران، ۱۹۹۷) و نیز دریاچه کم‌عمق Barton Broad در انگلستان با میانگین غلظت ۱٤۰ میکروگرم در لیتر (Lau و همکاران، ۲۰۰۱) بالا بوده است. شاخص وضعیت تروفی براساس فسفات کل می‌تواند دریاچه‌های کم‌عمق را نسبت به سایر شاخص‌های تروفی مانند کلروفیل a و عمق شفافیت در رده تروفی بالاتری قرار دهد (Pasztaleniec و همکاران، ۲۰۰۹). غلظت‌های رو به افزایش فسفر یک نگرانی عمده برای کیفیت آب‌های سطحی به‌ویژه از نظر یوتروفیکاسیون است (Nouri و همکاران، ۲۰۱۰). براساس مقدار شاخص فسفات کل (۹۰/۳٦) آب‌بندان مرزن‌آباد نیز در شرایط هایپرتروفی ارزیابی گردید. مقادیر بالاتر TSI (TP) نسبت به TSI (Chla) و TSI (SD) به‌خصوص در فصل رشد نشان‌دهنده وجود عوامل محدودکننده رشد جلبکی است. تعیین نسبت ازت محلول به فسفات (٤/۷)، که این نسبت ۱٦ > و کوچک‌تر از نسبت Redfield محاسبه گردید، می‌تواند نشان‌دهنده محدودیت ازت در مرزن‌آباد باشد (Reynolds، ۱۹۸٤). نیتروژن مهم‌ترین ماده مغذی محدودکننده رشد برای دریاچه‌های یوتروف است، در حالی‌که این سهم برای نیتروژن و فسفر در دریاچه‌های مزوتروف برابر است (Nezami، ۱۹۹۳). در دریاچه‌های کم‌عمق، به‌دلیل عمق کم نفوذ نور تا بستر و افزایش تدریجی مواد مغذی به‌ویژه فسفر، گیاهان آبزی غوطه‌ور به‌تدریج تمام دریاچه را اشغال می‌کنند (Wetzel، ۲۰۰۱). در مرزن‌آباد بر خلاف محدودیت ازت، غلظت نیترات آب ناشی از ورود پساب مزارع کشاورزی به‌ویژه در ماه‌های بهار و آغاز فعالیت‌های کشاورزی بالا است. همچنین کاهش دما در اواخر پاییز و مرگ بسیاری از گیاهان ماکروفیت، ادامه فعالیت‌های تجزیه باکتریایی هوازی در زمستان با شرایط غلظت بالای اکسیژن، بالا آمدن سطح آب و گردش ستون آب در بهار، ناشی از وزش بادهای فصلی نیز می‌تواند علت ورود مقادیر قابل‌توجهی نیترات از طریق بار داخلی و خارجی به ستون آب تالاب باشد (Wetzel، ۲۰۰۰؛ Grzetic و Camprag، ۲۰۱۰). با توجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص تروفی کارلسون، مبتنی بر کلروفیل a و عمق سشی، که مقادیر آن‌ها بسیار نزدیک به یکدیگر و کوچک‌تر از عدد شاخص بر مبنای فسفر است، آب‌بندان مرزن‌آباد در شرایط یوتروفی قرار می‌گیرد، اما مقدار شاخص براساس فسفات کل، نشان‌دهنده شرایط هیپریوتروفی می‌باشد. طبق نظرات کارلسون (۱۹۹٦) انحراف مقدار این شاخص براساس فسفر از مقادیر شاخص براساس دو پارامتر دیگر می‌تواند ناشی از محدودیت رشد فیتوپلانکتون‌ها توسط عاملی غیر از فسفر از جمله محدودیت ازت باشد. علاوه‌بر این کم‌ترین مقادیر این شاخص مبتنی بر کلروفیل a و عمق شفافیت، در ماه‌های بهار مشاهده

Archive of SID
www.SID.ir

گردید، که احتمالاً به‌دلیل چرای شدید زئوپلانکتون‌های درشت وپلاژیک و کاهش توده فیتوپلانکتونی می‌باشد. همچنین تراکم بالای سیانوباکترهای رشته‌ای در سطح آب می‌تواند عمق نفوذ نور و طبعاً عمق شفافیت را کاهش دهد (Carlson و Simpson، ۱۹۹۶). تغییر عمق آب در آب‌بندان مرزن‌آباد ناشی از شرایط جوی از یک‌سو و ورود جریانات آبی از طریق کانال‌ها در فصل بهار و شروع فعالیت‌های کشاورزی از سوی دیگر نیز از عوامل مهم در بر هم خوردن تعادل اکولوژیک به‌شمار می‌روند. پوشش وسیع گیاهان آبزی و غلظت بالای کلروفیل a و نیز میانگین غلظت بالای پارامترهای شیمیایی، در تمام طول سال وضعیت یوتروفی را در مرزن‌آباد نشان می‌دهد. در صورت کنترل نکردن ورودی پساب‌های خانگی، کشاورزی، رواناب‌ها و تداوم روند بر هم خوردن تعادل اکولوژیک، افزایش روند تروفی و کاهش تنوع زیستی و زیستگاهی در این اکوسیستم ارزشمند تسریع خواهد شد.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از راهنمایی‌های ارزشمند سرکار خانم دکتر رضوان موسوی‌ندوشن و از همکاری‌های جناب آقای مهندس دریانبرد و کارشناسان محترم آزمایشگاه پلانکتون و آزمایشگاه شیمی آب در پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر و نیز جناب آقای مهندس مقدسی و جناب آقای مهندس ربیعی کارشناسان محترم بخش حفاظت طبیعی سازمان حفاظت محیط زیست مازندران سپاسگزاری نمائیم.

منابع

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

۲- موسوی‌ندوشن، ر.، فاطمی، م.ر.، اسماعیلی‌ساری، ع.، وثوقی، غ.ح.، ۱۳۸۷. تعیین وضعیت تروفی و پتانسیل تولید ماهی در دریاچه چغاخور، مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال دوم، شماره دوم، صفحات ۷۱ تا ۷٤.

3.APHA, 1992. Standard Method for the examination of water and waste water. 18th Edition, Washington, 424p.

4.Carlson, R.E., 1976. A Throphic State Index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22, 363-369.

5.Carlson, R.E., Simpson, J., 1996. Trophic state in a Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society.

6.Elmaci, A., Ozengin, N., Teksoy, A., Topac, F., Baskaya, H., 2009. Evaluation of Trophic State of lake Uluabat, Turkey. *Journal of Environmental Biology* 30 (5), 757-760.

7.Goldyn, R., Joniak, T., Madura, K., Kozak, A., 2003. Trophic state of a lowland reservoir dyring 10 years after restoration. *Hydrobiologia* 506-509, 759-765.

8.Grzetic, I., Camprag, N., 2010. The evolution of the trophic state of the Palic lake (Serbia), *Journal of the Serbian Chemical Society* 75 (5), 717-732.

9.Lau, S.S.S., Lane, S.N., 2001. Biological and Chemical Factors influencing shallow lake eutrophication, The Science of the total Environment U.K. 288, 167-181.

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

11.Matthews, R., Hilles, M., Pelletier, G., 2002. Determinig trophic state in lake Whatcom, Washington, USA. *Hydrobiologia* 468, 107-121.

12.Mayer, J., et al., 1997. Seasonal Successions and trophic relations between phytoplankton, zooplankton, ciliate and bacteria in a hypertrophic shallow lake in Vienna, Austria. *Hydrobiologia* 342-343, 165-174.

Archive of SID
www.SID.ir

13.Mirzajani, A.R., Khodaparast Sharifi, H., Babaei, H., Abedini, A., Dadai Ghandi, A., 2010. Eutrophication trend of Anzali wetland based on 1992-2002 data. *Journal of Environmental Studies* 35 (52), 19-21.
14.Morkoc, E.S., Turul, M., Ozturk, H., Tufekci, L., Egesel, V., Tufekci, O., Legovic, T., 1998. Trophic characteristics of the Sapanca lake (Turkey). *Croat. Chem. Acta*. 71, 303-322.
15.Nezami Balouchi, 1993. Nutrient Load Community Structure and Metabolism in the eutrophying Anzali Lagoon, Iran (Thesis), 8-11, 40-42.
16.Nouri, J., Mirbagheri, S.A., Farrokhian, F., Jaafarzadeh, N., Alesheikh, A.A., 2010. Water quality variability and eutrophic state in wet and dry years in wetlands of the semiarid and arid regions. *Environ. Earth. Sci*. 59, 1397-1407.
17.Pasztaleniec, A., Poniewozik, M., 2009. Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (Eastern Poland) according to water framework Directive-a comparison of approaches. *Limnologica*, pp. 1-8.
18.Reynolds, C.S., 1984. Phytoplankton periodicity-interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biol.* 14, 111-142.
19.Sass, G.Z., Creed, I.F., S.E., Bayley, K.J., Devito, 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.
20.Scheffer, M., 1997. Ecology of Shallow Lakes, Chapman and Hall, London.
21.Singh, O., Rai, S.P., Kumar, V., Sharma, M.K., Choubey, V.K., 2008. Water quality and Eutrophication status of some lakes of the western Himalayan region (India), The 12th World Lake Conference, pp. 286-291.
22.Specchiulli, A., Focardi, S., Renzi, M., Scirocco, T., Cilenti, L., Breber, P., Bastianoni, S., 2008. Enviromental heterogeneity patterns and assessment of trophic levels in two Mediterranean lagoons: Orbetello and Varano, Italy. *Science of the Total Environment* 402, 285-298.
23.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.
24.Vollenweider, R.A., Kereks, J., 1982. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and control, OECD, Paris.
25.Vollenweider, R.A., 1985. Elemental and Biochemical Composition of Plankton Biomass, some comments and explorations. *Arch. Hydrobiol*. 105, 11-29.
26.Wetzel, R.G., Likens, G.E., 2000 Limnological Analysis. Third Edition. Springer-Verlag, New York, 429p.
27.Wetzel, R.G., 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems, 3rd Edition. Academic Press, San Diego.

Archive of SID

www.SID.ir