Archive of SID

فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان
سال ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷

الگوی ساختاری روتیفر (Rotifera Cuvier, 1798) مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر در تالاب انزلی و ارتباط آن با شاخص‌های محیطی

میرقاسم ناصرعلوی[۱]، علی بانی[۲،۳]، سیامک باقری[۴]*

تاریخ دریافت: آذر ۹۶ تاریخ پذیرش: فروردین ۹۷

چکیده

روتیفرها به عنوان غذای زنده برای تغذیه لارو ماهیان و همچنین به عنوان گونه‌هایی که در اکوسیستم‌های تالابی می‌توانند شاخص مناسبی در راستای تعیین کیفیت آب و تشخیص میزان یوتریفیکاسیون (پرغذایی) محسوب شوند، حائز اهمیت هستند. بررسی روتیفرها در سه منطقه پیربازار، شیجان و بهمبر طی سال ۹۶-۱۳۹۵ به صورت ماهانه انجام شد. تعداد ۲۹ جنس از ۱۷ خانواده متعلق به دو زیر راسته Monogononta و Bdelloidea در مناطق نمونه‌برداری شناسایی شد. بیشترین فراوانی روتیفرها در فصل تابستان در منطقه پیربازار و کمترین آن‌ها در فصل زمستان در بهمبر بود. نتایج تحلیل تطبیق متعارف (CCA) نشان داد در منطقه پیربازار به دلیل آلودگی زیاد، روتیفرها با عوامل محیطی دما، pH، فسفر کل و نیتروژن کل همبستگی مثبت و با اکسیژن محلول همبستگی منفی وجود داشت. تراکم جنس‌های *Filinia*، *Brachionus* و *Polyarthra* از روتیفرها با دمای آب همبستگی مثبت و قوی و جنس *Keratella* با اکسیژن محلول همبستگی منفی داشت. همچنین منطقه پیربازار بر اساس شاخص تروفی تریکس نسبت به منطقه شیجان و بهمبر غنی‌تر بود.

واژگان کلیدی: *روتیفر، زئوپلانکتون، تروفی، تالاب انزلی.*

۱- دکتری زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۴- استادیار پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.
* نویسنده مسئول: siamakbp@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زئوپلانکتون‌ها به عنوان رابط بین باکتری‌ها، فیتو پلانکتون‌ها و سایر بی‌مهرگان و همچنین ماهی‌ها، نقش مهمی در انتقال انرژی ایفا می‌کنند (Souza et al., 2011). این موجودات ریز پلانکتونی در زنجیره غذایی تالاب‌ها و شبکه غذایی اقیانوس‌ها دارای اهمیت فراوانی هستند و با مصرف ریزجلبک‌ها مسیر انتقال انرژی از تولیدکنندگان پایین هرم انرژی با مصرف‌کنندگان سطوح بالای هرم انرژی مثل ماهی‌ها فراهم می‌کنند (Richardson, 2008). زئوپلانکتون‌ها همچنین به واسطه پاسخ سریع به عوامل شیمیایی مثل pH، رنگ، بو، شاخص‌های زیستی خوبی در بررسی تغییرات کیفیت آب محسوب می‌شوند (Vima et al., 2013). مطالعات زئوپلانکتون دریاچه‌های الیگوتروف و مزوتروف حاکی از غنای گونه‌ای زیاد و تراکم کم زئوپلانکتون در مقایسه با دریاچه‌های یوتروف است، به طوری که تراکم زئوپلانکتون تحت تاثیر شدید میزان غلظت مواد مغذی است (Bonecker et al., 2007; Bagheri et al., 2012). از میان انواع گوناگون زئوپلانکتون‌ها، روتیفرها از دیدگاه علوم شیلاتی به عنوان غذای زنده از اهمیت بالایی برخوردار هستند، به طوری که پرورش لارو ماهیان دریایی بدون کشت انبوه روتیفر غیرممکن است (Watanabe et al., 1983). همچنین حضور گونه‌هایی از روتیفرها در اکوسیستم‌های آبی مانند تالاب‌ها می‌تواند شاخص زیستی مناسبی در راستای تعیین کیفیت آب و تشخیص میزان پرغذایی (یوتریفیکاسیون) در اکوسیستم آبی باشد (Frutos et al., 2009).

تالاب انزلی یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی شمال کشور است که از دیدگاه شیلاتی نقش مهمی در تخم‌ریزی و پرورش لارو ماهیان گیاه‌دوست در حوضه جنوبی دریای خزر دارد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). این تالاب همچنین به عنوان منبع اصلی بازسازی ذخایر ماهیان مهاجر به آب شیرین مانند تاسماهیان، آزادماهیان، ماهیان دهان‌گرد، سوف‌ماهیان و کپورماهیانی است که رودخانه‌ها و تالاب‌ها، زادگاه و پرورشگاه دوران اولیه زندگی آن‌ها به حساب می‌آید (شریعتی، ۱۳۷۱). این تالاب که در سال ۱۹۷۵ در فهرست کنوانسیون رامسر قرار گرفت (Olah, 1990; Holcik, 1993) از چهار بخش تالاب مرکزی، تالاب غرب (آبکنار)، تالاب شرق (شیجان) و منطقه حفاظت شده

www.SID.ir

Archive of SID

سیاه‌کشیم که قسمتی از تالاب انزلی است تشکیل شده و ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیکوشیمیایی آن‌ها متفاوت است (Ayati, 2003). ورود پساب‌های مختلف حاصل از کاربری‌های کشاورزی، صنایع، خانگی و دامداری به واسطه رودخانه‌های حوضه آبریز از عمده مشکلات این اکوسیستم است که می‌تواند تهدیدی جدی برای جوامع زیستی این اکوسیستم تالابی محسوب شود. البته نوع و مقدار مواد آلی و معدنی وارد شده به بخش‌های مختلف تالاب یکسان نیست، بنابراین شدت آلودگی در بخش‌هایی از تالاب زیاد و در قسمت‌هایی کم است (زرکامی، ۱۳۸۱).

مساحت حوضه آبریز تالاب انزلی ۳۷۴۰۰۰ هکتار و میانگین دبی سالانه رودخانه‌های ورودی بیش از ۳۰ متر مکعب در ثانیه، اهمیت این رودخانه‌ها را در تامین آب تالاب بارزتر می‌کند (نظامی بلوچی و همکاران، ۱۳۸۵). این تالاب با مساحت حدود ۱۹۰ کیلومتر مربع، ۲۶ کیلومتر طول و ۳/۵-۲ کیلومتر عرض به عنوان یک Lagoon با دریای خزر در ارتباط است (Ayati, 2003). آب‌های ۱۹ رودخانه (پیربازار، رمضان بکنده، قنادی، الله کا، بیجرود، نوخاله، هندخاله، سیاه‌درویشان، گازرودبار، نرگستان، چومثقال، کلسر، شیجان، اسپند، چکوور، مرغک خالکایی، بهمبر، شیله‌سر و کانال مادر) وارد تالاب شده، سپس از طریق دو آبراه انزلی و غازیان وارد دریای خزر می‌شود.

روتیفرها زئوپلانکتون غالب در تالاب‌ها هستند (Olah and Holcik, 1992). مطالعات انجام شده بر روی زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی نشان داد که از ۱۱ شاخه و ۹۶ جنس شناخته شده، ۴۲ جنس متعلق به روتیفرها است (فلاحی، ۱۳۷۲). بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ در تالاب انزلی ۵۰ جنس زئوپلانکتون شناسایی شد که ۲۶ جنس به روتیفرها تعلق داشت (سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۳). در سال ۱۳۸۸ میرزاجانی و همکارانش گزارش کردند که روتیفرها و بندپایان زئوپلانکتون‌های غالب تالاب انزلی بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰ بودند. در تالاب بین المللی امیرکلایه نیز جمعیت زئوپلانکتون‌ها در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ بررسی شد و نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که جمعیت زئوپلانکتونی این تالاب شامل ۵ شاخه Arthropoda، Protozoa، Nematoda، Rotatoria و Platyhelminthes بود و از شاخه Rotatoria ۱۱ جنس گزارش شد (محمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸). در سال‌های

www.SID.ir

Archive of SID

اخیر بیشتر مطالعات انجام شده در تالاب انزلی و همچنین سایر تالاب‌ها بر روی کل زئوپلانکتون‌های تالاب متمرکز بوده است و کمتر بر روی روتیفرها به عنوان شاخص زیستی مناسب تمرکز شده است. مطالعه حاضر با تمرکز بر فراوانی و مقایسه ترکیب روتیفرها در بخش‌های مختلف تالاب به عنوان شاخص زیستی آب‌های یوتروفیک اجرا شد.

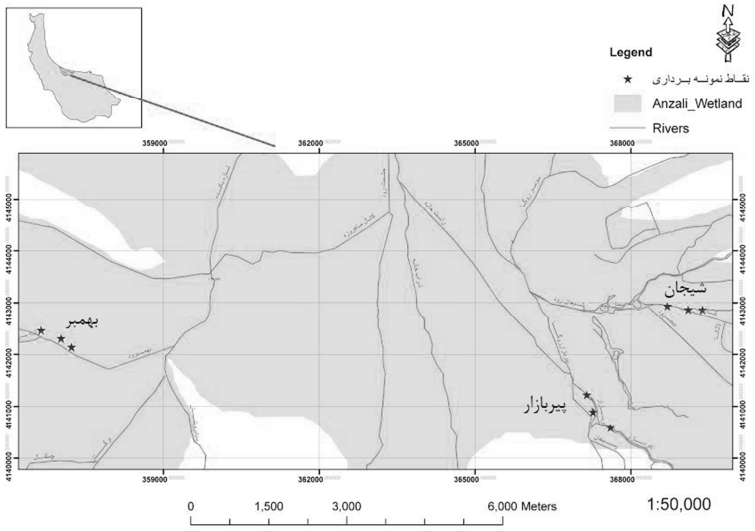
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

برای انجام این پژوهش از سه ناحیه که آب‌های سه رودخانه پیربازار، شیجان و بهمبر به تالاب وارد می‌شود، ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب شد. برای هر ناحیه سه ایستگاه به صورت خطی در انتهای رودخانه‌ها، دهانه رودخانه‌ها و کمی دورتر از دهانه رودخانه‌ها انتخاب شد و به وسیله GPS موقعیت جغرافیایی ایستگاه ثبت شد (شکل ۱؛ جدول ۱).

جمع‌آوری نمونه

برای جمع‌آوری نمونه‌های زئوپلانکتونی روتیفر به دلیل عمق کم تالاب (حداکثر عمق ۳/۵ متر و متوسط عمق بیش از یک متر) نمونه‌برداری از ستون آب با استفاده از لوله



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی نقشه تالاب انزلی. ★: محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب انزلی

ایستگاه		عرض جغرافیایی شمالی	طول جغرافیایی شرقی
پیربازار	پیربازار ۱	۳۷° ۲۴′ ۰۹″	۴۹° ۳۰′ ۱۵″
	پیربازار ۲	۳۷° ۲۴′ ۱۹″	۴۹° ۳۰′ ۰۱″
	پیربازار ۳	۳۷° ۲۴′ ۲۹″	۴۹° ۲۹′ ۵۶″
شیجان	شیجان ۱	۳۷° ۲۵′ ۲۴″	۴۹° ۳۱′ ۲۵″
	شیجان ۲	۳۷° ۲۵′ ۲۴″	۴۹° ۳۱′ ۱۴″
	شیجان ۳	۳۷° ۲۵′ ۲۶″	۴۹° ۳۰′ ۵۸″
بهمبر	بهمبر ۱	۳۷° ۲۵′ ۰۴″	۴۹° ۲۲′ ۴۸″
	بهمبر ۲	۳۷° ۲۴′ ۵۹″	۴۹° ۲۳′ ۰۳″
	بهمبر ۳	۳۷° ۲۴′ ۵۴″	۴۹° ۲۳′ ۱۲″

پلیکا به طول ۱/۵ متر همراه با تور پلانکتون با اندازه چشمه ۵۵ میکرون (Hydro-Bios، آلمان) به صورت ماهیانه برای مدت یک سال (۱۳۹۶-۱۳۹۵) انجام شد. نمونه‌ها با فرمالین ۴ درصد تثبیت و برای شناسایی و شمارش به آزمایشگاه زیست‌شناسی دریا در دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان منتقل شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه پس از رقیق‌سازی تا حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر و همگن‌سازی به وسیله پیپت ۵ میلی‌لیتری به محفظه مخصوص شمارش پلانکتون به حجم ۵ میلی‌لیتر (435021، Hydro-Bios، آلمان) منتقل شد. پس از ته‌نشینی نمونه‌ها، شناسایی و شمارش آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ اینورت انجام شد (Omori and Ikea, 1984; Boney, 1989). شناسایی نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی Pontin (۱۹۷۸) و Thorp و Covich (۲۰۰۱) انجام شد. برای محاسبه تعداد روتیفرها در واحد لیتر از فرمول زیر استفاده شد.

رابطه ۱:

$$Sp_N = (Sp_c \times W_f) / (W_i \times V_c)$$

Sp_N: تعداد گونه در لیتر؛ Sp_c: تعداد کل گونه شمارش شده؛ W_f: حجم آب پس از عبور از تور پلانکتون (میلی‌لیتر)؛ W_i: حجم آب اولیه (لیتر)؛ V_c: حجم محفظه شمارش (میلی‌لیتر).

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب

در مطالعه حاضر، شاخص‌های فیزیکی مانند اکسیژن محلول، دمای آب، هدایت الکتریکی و pH در محل نمونه‌برداری به وسیله دستگاه مولتی‌متر سیار (AZ-8603، WTW، آمریکا) اندازه‌گیری شد. برای سنجش میزان شفافیت آب تالاب از صفحه شفافیت (Secchi Disc) استفاده شد.

شاخص‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در این مطالعه شامل نیتروژن معدنی (نیترات، نیتریت و آمونیوم)، فسفر معدنی و فسفر کل بودند که با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری (DR/2800، Hach، آمریکا) بر مبنای روش‌های استاندارد انجام شد (Watson, 1994)، به طوری که برای اندازه‌گیری یون نیترات بر اساس روش اسپکتوفتومتری فرابنفش (Method No.: W45)، نیتریت از روش رنگ‌سنجی و معرف‌های آلی اسید سولفانیلیک و آلفا نفتیل آمین (Method No.: W46)، آمونیوم با استفاده از معرف نسلر (Method No.: BS.6068) و یون فسفر معدنی با معرف آمونیوم مولیبدات (Method No.: W55) انجام گرفت (Watson, 1994).

کلروفیل a نیز بر اساس روش استاندارد اندازه‌گیری شد (Clesceri et al., 2005)، بدین صورت که نمونه آب تالاب بر روی کاغذ صافی (GF/C، Sartorious، آمریکا) با منافذ ۰/۴۵ میکرون جمع‌آوری شد. سپس کلروفیل *a* استخراج شده با اتانول در دو طول موج ۶۶۵ و ۷۵۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (M501، Camspec، بریتانیا) خوانده شد (Clesceri et al., 2005).

برای سنجش میزان تروفی در مناطق نمونه‌برداری، شاخص TRIX با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Vollenweider et al., 1998) و کیفیت آب بر اساس این شاخص طبقه‌بندی شد (جدول ۲).

رابطه ۲:

$$TRIX=[Log_{10}(P\times N\times Chl.a\times DO)+1.5]/1.2$$

N: نیتروژن معدنی (نیتریت، نیترات و آمونیوم) (میکروگرم بر لیتر)؛ P: فسفر معدنی (میکروگرم بر لیتر)؛ D: درصد اکسیژن؛ Chl. *a*: کلروفیل *a* (میکروگرم بر لیتر).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: درجه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص تریکس

شاخص تریکس	میزان کیفیت آب	درجه یوتریفیکاسیون
۴ -۰	بالا	کم
۴ -۵	خوب	متوسط
۵ -۶	بد	بالا
۶ -۱۰	فقیر	عالی

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه شاخص‌های شیمیایی سه ناحیه پیربازار، شیجان و بهمبر از آزمون‌های پارامتریک آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی دانکن استفاده شد. به علاوه، به دلیل تعدد متغیرهای غیرزیستی مستقل و به منظور بررسی ارتباط آن‌ها با ترکیب و تنوع روتیفرها، آزمون تحلیل تطبیقی متعارفی (Canonical Correspondence Analysis، CCA) با استفاده از نرم افزار MVSP اجرا شد. ثبت داده‌ها، رسم نمودارها و محاسبه ریاضی فرمول‌ها در نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

نتایج

در بررسی روتیفرها در سه منطقه پیربازار، شیجان و بهمبر تالاب انزلی ۲۹ جنس از ۱۷ خانواده متعلق به دو زیر راسته Monogononta و Bdelloidea شناسایی شد. جدول ۳ فهرستی از روتیفرهای ثبت شده را در سه منطقه مورد بررسی تالاب انزلی نشان می‌دهد.

فراوانی روتیفرها در فصول مختلف متفاوت بود ($P<۰/۰۵$؛ $\chi^2 =۱۳۶۷/۰۲$، $df=۶$)، به طوری که بیشتر فراوانی روتیفرها در فصل تابستان در منطقه پیربازار و کمترین فراوانی آن‌ها در فصل زمستان در بهمبر مشاهده شد (شکل ۲).

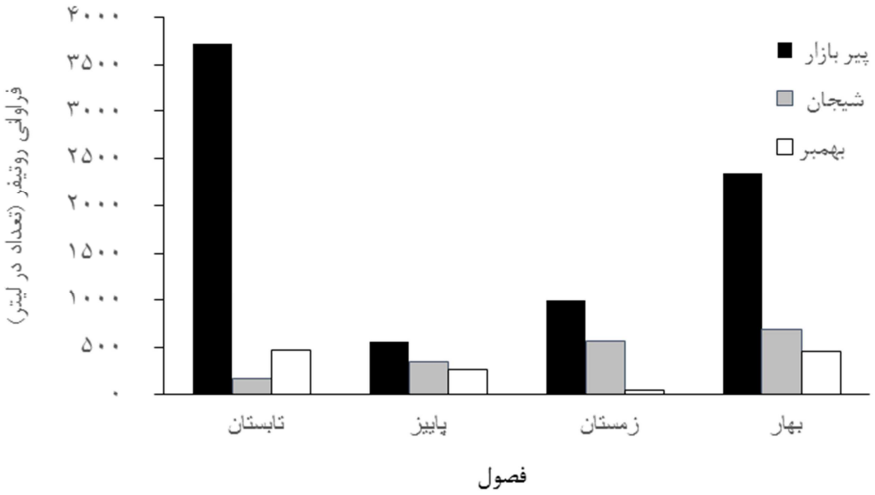
مقادیر شاخص‌های فیزیکی شامل دمای آب، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، pH، میزان شفافیت آب و همچنین شاخص‌های شیمیایی مانند نیتروژن معدنی و فسفر معدنی آب در سه منطقه تالاب انزلی به صورت میانگین ماهیانه در جدول ۴ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: روتیفرهای شناسایی شده در مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵

جنس‌های شناسایی شده روتیفر					
Brachionus	*Ascomorpha*	*Squatinella*	*Synchaeta*	*Monostyla*	*Pompholyx*
Platyias	*Proalides*	*Mytilina*	*Trichotria*	*Euchlanis*	*Philodina*
Keratella	*Rhinoglena*	*Asplanchna*	*Trichocerca*	*Dicranophorus*	*Notommata*
Notholca	*Lepadella*	*Cephalodella*	*Filinia*	*Encentrum*	*Monommata*
Anuraeopsis	*Colurella*	*Polyarthra*	*Lecane*	*Scaridium*	



شکل ۲: فراوانی روتیفرها در فصول مختلف در مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵ (میانگین ± خطای استاندارد)

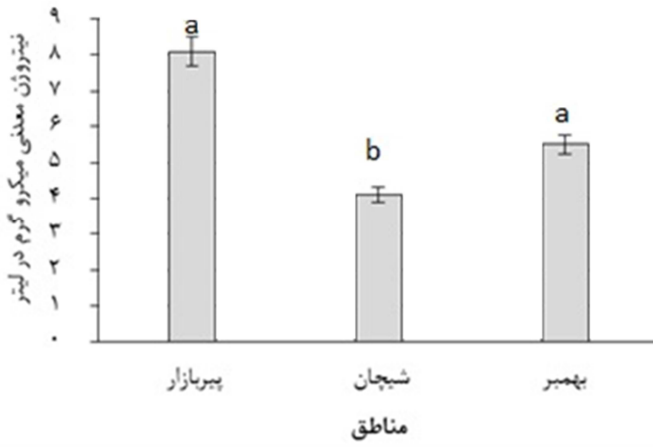
شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب	ایستگاه‌های نمونه‌برداری		
	بهمبر	شیجان	پیربازار
دما (°C)	۱۹/۰۱±۱/۲۳	۱۸/۲۰±۱/۰۹	۱۹/۳۰±۱/۲۷
pH	۷/۸±۰/۵۹	۷/۵±۰/۶۶	۷/۷±۰/۶۶
هدایت الکتریکی (µs)	۶۵۵±۷۰	۱۰۲۴±۵۶	۷۵۸±۵۰
اکسیژن محلول ($mg.L^{-1}$)	۵/۷±۰/۴۳	۳/۴±۰/۴۱	۴/۴±۰/۴۶
شفافیت (cm)	۱۰۴±۱۱	۱۳۰±۹	۳۴±۳
آمونیوم ($\mu g.L^{-1}$)	۰/۲۰±۰/۰۲	۰/۳۱±۰/۰۳	۳/۲۰±۰/۶۰
نیترات ($\mu g.L^{-1}$)	۴/۸±۰/۴	۳/۹±۰/۲	۴/۲±۰/۲
نیتریت ($\mu g.L^{-1}$)	۰/۵±۰/۱۰	۰/۲±۰/۰۶	۰/۶±۰/۱۰
فسفات ($\mu g.L^{-1}$)	۷/۶±۰/۵	۹/۸±۰/۸	۹/۴±۰/۵
فسفر کل ($\mu g.L^{-1}$)	۸/۵۰±۰/۶۰	۱۱/۳۰±۱/۰۴	۱۱/۰۴±۰/۷۰

سه منطقه پیربازار، شیجان و بهمبر اختلاف معنی‌داری را به لحاظ نیتروژن معدنی (P<۰/۰۵؛ F=۱۶/۹۰۴، df=۱۰۷) و همچنین فسفر معدنی (P<۰/۰۵؛ F=۳/۳۰۴، df=۱۰۴) با یکدیگر نشان دادند. میزان نیتروژن معدنی در منطقه پیربازار (۸/۱±۰/۶ میکروگرم در لیتر) بیشتر از شیجان (۴/۵±۰/۲ میکروگرم در لیتر) و بهمبر (۵/۵±۰/۴ میکروگرم در لیتر) بود. در صورتی که اختلاف معنی‌داری بین مناطق شیجان و بهمبر مشاهده نشد (شکل ۳).

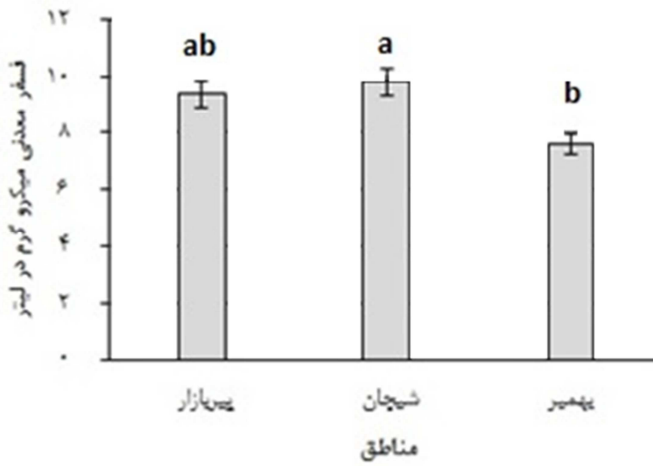
میزان فسفر معدنی در شیجان و پیربازار (بیش از ۹ میکروگرم در لیتر) بیشتر از بهمبر (۷/۶±۰/۳ میکروگرم در لیتر) بود. آزمون آماری نشان داد منطقه شیجان با منطقه بهمبر اختلاف معنی‌دار داشت و پیربازار با دو منطقه دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵؛ شکل ۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: غلظت نیتروژن معدنی در مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر در تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵ (میانگین ± خطای استاندارد). حروف a، b و c روی ستون‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).



شکل ۴: غلظت فسفر معدنی در مناطق پیربازار، شیجان و بهمبر در تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵ (میانگین ± خطای استاندارد). حروف a، b و c روی ستون‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

برای استفاده از تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) برای جنس‌های روتیفر و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در منطقه پیربازار، محورهای اول (۰/۲۲۱) و دوم (۰/۰۹۹) به دلیل داشتن بیشترین مقدار ویژه، مورد استفاده قرار گرفتند و در مجموع، دو محور ۹۳/۸۳ درصد تغییرات را نشان دادند. میزان همبستگی بین جنس‌های روتیفر و عوامل محیطی برای محور اول ۰/۹۲ و برای محور دوم ۰/۸۹ بود.

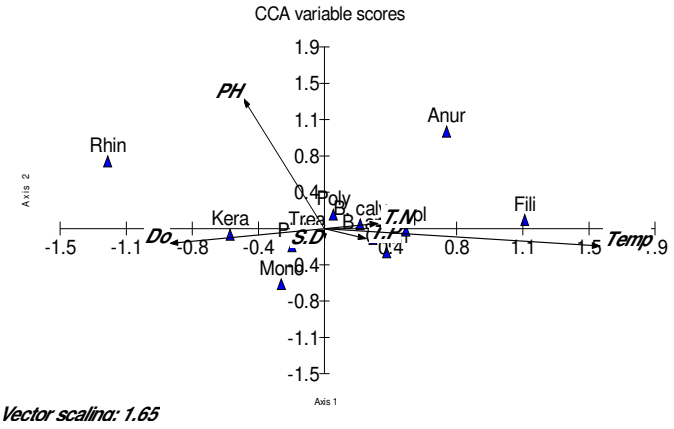
نتایج به دست آمده از CCA در منطقه پیربازار نشان داد که عوامل محیطی شامل دما، pH، فسفر کل و نیتروژن کل با فراوانی روتیفر همبستگی مثبت و اکسیژن محلول با فراوانی روتیفر همبستگی منفی داشت. فراوانی جنس‌های *Filinia*، *Brachionus* و *Polyarthra* با دمای آب همبستگی مثبت و قوی را نشان داد. فراوانی جنس *Keratella* با اکسیژن محلول همبستگی منفی داشت و فراوانی جنس *Monostyla* با pH همبستگی ضعیف منفی را نشان داد. فراوانی سایر جنس‌ها نیز همبستگی ضعیفی را با عوامل ذکر شده نشان داد (شکل ۵).

در تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) فراوانی جنس‌های روتیفر و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب برای منطقه شیجان نیز محورهای اول (۰/۳۰۶) و دوم (۰/۱۳۵) به دلیل داشتن بیشترین مقدار ویژه مورد استفاده قرار گرفتند و در مجموع، محورها ۹۵/۷۵ درصد تغییرات را نشان دادند. همبستگی بین فراوانی جنس‌های روتیفر و عوامل محیطی برای محور اول ۰/۹۵ و برای محور دوم ۰/۷۷ به دست آمد.

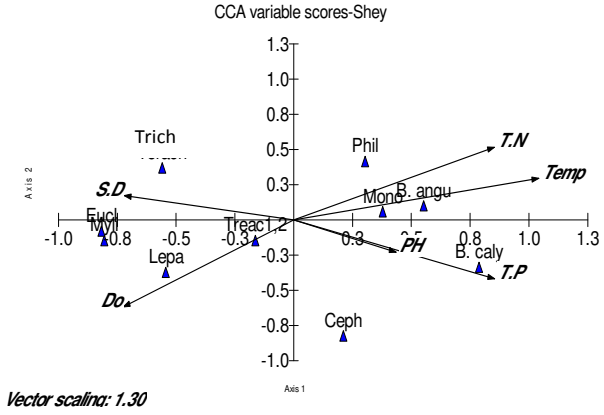
برای منطقه شیجان، نتایج به دست آمده از CCA نشان داد که جنس‌های *Philodina*، *Brachionus* و *Monostyla* در سمت راست نمودار Biplot (شکل ۶) قرار داشتند و فراوانی آن‌ها با عوامل محیطی شامل دما، pH، فسفر کل و نیتروژن کل همبستگی مثبت داشت. در مقابل جنس‌های *Trichotria*، *Euchlanis*، *Lepadella*، *Trichocerca* و *Mytilina* در سمت چپ نمودار (شکل ۶) قرار داشتند و فراوانی آن‌ها با اکسیژن محلول و شفافیت آب دارای همبستگی منفی بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: دسته‌بندی CCA فراوانی روتیفرها و عوامل محیطی در منطقه پیربازار تالاب انزلی، سال ۱۳۹۵-۹۶. Rhin: *Rhinoglena*؛ Anur: *Anuraeopsis*؛ B.cal: *Brachionus calyciflorus*؛ B.ang: *Brachionus angularis*؛ Mono: *Monostyla*؛ Kera: *Keratella*؛ Fili: *Filinia*؛ Trea: *Trichocerca*؛ DO: اکسیژن محلول؛ T.N: نیتروژن کل؛ T.P: فسفر کل؛ SD: شفافیت؛ Temp: دمای آب.



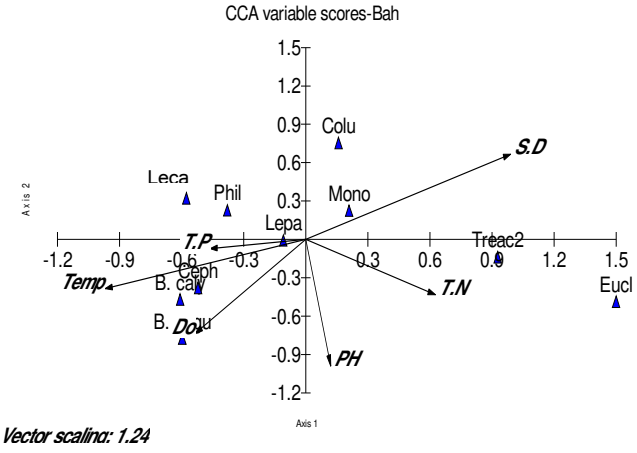
شکل ۶: دسته‌بندی CCA فراوانی روتیفرها و عوامل محیطی در منطقه شیجان تالاب انزلی، سال ۱۳۹۵-۹۶. Trich: *Trichotria*؛ Eucl: *Euchlanis*؛ Ceph: *Cephalodella*؛ B.caly: *Brachionus calyciflorus*؛ Phil: *Philodina*؛ Lepa: *Lepadella*؛ Treac: *Trichocerca*؛ B.ang: *Brachionus angularis*؛ Myti: *Mytilina*؛ DO: اکسیژن محلول؛ T.N: نیتروژن کل؛ T.P: فسفر کل؛ SD: شفافیت؛ Temp: دمای آب.

www.SID.ir

Archive of SID

در تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) برای منطقه بهمبر نیز از محورهای اول (۰/۳۶۶) و دوم (۰/۱۶۲) به دلیل داشتن بیشترین مقدار ویژه، استفاده شد و در مجموع، محورها ۹۳/۵۱ درصد تغییرات را نشان دادند. همبستگی بین فراوانی جنس‌های روتیفر و عوامل محیطی برای محور اول ۰/۹۴ و برای محور دوم ۰/۸۸ به دست آمد. نتایج حاصل از CCA مشخص کرد که عوامل محیطی شامل شفافیت آب، نیتروژن کل و pH در سمت راست نمودار (شکل ۷) با فراوانی جنس‌های *Trichocerca*، *Euchlanis* و *Monostyla* دارای همبستگی مثبت و اکسیژن محلول، دما و فسفر کل در سمت چپ نمودار (شکل ۷) با فراوانی جنس‌های *Lecane*، *Brachionus*، *Cephalodella*، *Lepadella* و *Philodina* همبستگی منفی داشت.

مقادیر به دست آمده از محاسبه شاخص TRIX برای تعیین کیفیت آب و سطح تروفی در سه منطقه پیربازار، شیجان و بهمبر تالاب انزلی نشان داد که از لحاظ درجه یوتریفیکاسیون (پرغذایی) با توجه به جدول ۱، این سه منطقه در درجه متوسط بودند و از میان آن‌ها منطقه پیربازار به لحاظ تروفی غنی‌تر بود (شکل ۸).

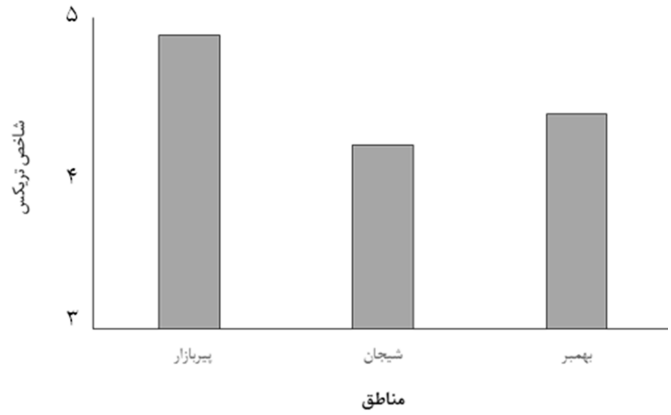


شکل ۷: دسته‌بندی CCA فراوانی روتیفرها و عوامل محیطی در منطقه بهمبر تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵. Colu: *Colurella*؛ Eucl: *Euchlanis*؛ Ceph: *Cephalodella*؛ B.caly: *Brachionus calyciflorus*؛ B.angu: *Brachionus angularis*؛ Phil: *Philodina*؛ Leca: *Lecane*؛ Treac: *Trichocerca*؛ Mono: *Monostyla*؛ Lepa: *Lepadella*؛ Dolu: *Dolichotrocha*؛ Temp: دما؛ T.P: فسفر کل؛ T.N: نیتروژن کل؛ S.D: شفافیت؛ PH: اسیدیته

www.SID.ir

Archive of SID

Trichocerca؛ **Mono**: ***Monostyla***؛ **Lepa**: ***Lepadella***؛ **اکسیژن محلول؛ T.N**: نیتروژن کل؛ **T.P**: فسفر کل؛ **SD**: شفافیت؛ **Temp**: دمای آب.



شکل ۸: شاخص تریکس (TRIX) در مناطق مختلف تالاب انزلی، سال ۹۶-۱۳۹۵

بحث

در بررسی یک‌ساله محدوده سه رودخانه پیربازار، شیجان و بهمبر از تالاب انزلی ۲۹ جنس روتیفر شناسایی شد. لازم به یادآوری است که اکثر مطالعات انجام گرفته در تالاب انزلی بر روی زئوپلانکتون‌های تالاب بود که روتیفرها به عنوان جانوران زئوپلانکتونی غالب تالاب نیز مورد مطالعه قرار گرفتند، به طوری که فلاحی (۱۳۷۲) در بررسی زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی، تعداد جنس‌های روتیفر را ۴۲ جنس گزارش کرد. سبک‌آرا و مکارمی (۱۳۸۳) تعداد جنس‌های روتیفر را بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹مطالعه و ۲۶ جنس شناسایی کردند. فلاحی و سبک‌آرا (۱۳۹۴) و Golmarvi (۲۰۱۷) در بررسی‌های زئوپلانکتونی تالاب انزلی برای روتیفر به ترتیب ۳۱ و ۱۸ جنس ثبت کردند که بیانگر نوسان در تنوع روتیفرها است. فلاحی و سبک‌آرا (۱۳۹۴) علت کاهش تنوع زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی را وضعیت نامناسب آب تالاب از نظر آلودگی و بار مواد مغذی وارده به تالاب بیان کردند. این عوامل به همراه کاهش آب تالاب در فصل تابستان که باعث خشک شدن بخش‌هایی از تالاب می‌شود و شرایط را بحرانی‌تر می‌کند، می‌تواند در توجیه کاهش تنوع روتیفرها قابل قبول باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بررسی‌ها نشان داد که در ماه‌های گرم سال روتیفرها بیشترین فراوانی و تنوع را داشتند. فلاحی و سبک‌آرا (۱۳۹۴) هم بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها را که با رشد فزاینده روتیفرها همراه بود در ماه‌های تیر تا شهریور گزارش کردند و علت رشد صعودی روتیفرها را افزایش احتمالی مواد مغذی در تالاب انزلی بیان کردند. Golmarvi و همکاران (۲۰۱۷) نیز در بررسی زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی بیشترین فراوانی روتیفر را در مرداد گزارش کرد و افزایش دما را دلیل این شکوفایی زئوپلانکتونی دانست. در مطالعه دیگری که توسط فلاحی و همکاران (۱۳۹۴) انجام شد، فراوانی روتیفرها در فروردین افزایش یافت و دلایل این افزایش را میزان بارندگی بالا و ورود مقادیر زیادی مواد مغذی به تالاب مطرح کردند.

دمای آب برای حضور گونه‌های روتیفر و توالی زمانی آن‌ها نقش کلیدی را ایفا می‌کند (Herzig, 1987). در مطالعه حاضر، می‌توان علت فراوانی بالای روتیفرها در ماه‌های گرم سال را دمای مناسب تالاب دانست. به علاوه روتیفر غالب در ماه‌های تابستان جنس *Brachionus* و گونه *Brachionus angularis* بود. این گونه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر رشد و نمو خود می‌رسد (Walz, 1987). فلاحی و همکاران (۱۳۹۴) نیز بیشترین فراوانی جنس *Brachionus* را در مرداد ماه گزارش کرد. در تالاب Bhoj هندوستان نیز بیشترین فراوانی جنس *Brachionus* در ماه مرداد گزارش شد (Ahmad Bhat et al., 2013).

نتایج به دست آمده از بررسی مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) در مطالعه حاضر مشخص کرد که بخش‌های مختلف تالاب انزلی دارای شرایط یکسان نبود، بدین صورت که منطقه پیربازار در مقایسه با دو منطقه دیگر مورد مطالعه از نیتروژن و فسفر بیشتری برخوردار بود که با نتیجه مطالعات زرکامی (۱۳۸۱) مطابقت داشت. میرروشندل و خاوندکار (۱۳۹۳) نیز در بررسی میزان نیتروژن و فسفر تالاب انزلی، فسفات و نیترات بخش پیربازار را بیشتر از بهمبر گزارش کرد.

نتایج شاخص تریکس نیز برای این سه منطقه، نشان داد که پیربازار نسبت به دو منطقه دیگر از لحاظ غلظت نیتروژن و فسفر غنی‌تر بود و شاخص تریکس ارتباط مستقیم با مواد مغذی داشت.

Mageed (۲۰۰۸) و Uzma (۲۰۰۹) حضور بیش از ۵ گونه روتیفر را در یک

www.SID.ir

Archive of SID

اکوسیستم آبی نشان دهنده یوتروف بودن آن اکوسیستم بیان کردند. با توجه به فراوانی زیاد روتیفرها در مقایسه با سایر گروه‌های زئوپلانکتون در فصل تابستان مشخص شد که بخش‌های مختلف تالاب انزلی از بُعد زمانی و مکانی شرایط تروفی متفاوتی داشت.

تغییر شاخص‌های محیطی و عوامل غیرمحیطی می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم بر جوامع روتیفر تاثیرگذار باشد. تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) نشان داد که جنس‌های مختلف روتیفر نسبت به عوامل محیطی مختلف رفتار یکسانی نداشتند و شدت همبستگی عوامل فیزیکوشیمیایی با فراوانی روتیفر متفاوت بود، به طوری که دمای آب از جمله عوامل محیطی بود که بر فراوانی روتیفر تاثیر مستقیم داشته، سهم زیادی در تغییرات جوامع روتیفر داشت. در حالی که عناصر غذایی نیتروژن و فسفر باعث افزایش کمی جوامع باکتریایی و فیتوپلانکتونی آب‌های تالابی شد و به صورت غیرمستقیم از طریق غنی‌سازی آب بر جوامع زئوپلانکتون‌های تالاب تاثیرگذار بود (Gaohua et al., 2013). در مطالعه حاضر، دو عامل تاثیرگذار دما و عناصر غذایی بر فراوانی روتیفرها در نمودار CCA بیانگر همبستگی مثبت این عوامل با فراوانی روتیفرها بود که با گزارش‌های پژوهشگران دیگر (Scholl and Kiss, 2008; Sulehria and Malik, 2012; Shah et al., 2017) مطابقت داشت.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثر دما و همچنین وفور مواد غذایی از عوامل موثر بر فراوانی روتیفرها محسوب می‌شوند. همچنین حضور فراوان جنس‌هایی از روتیفر در آب‌های یوتروفیک می‌تواند این موجودات را به عنوان شاخص زیستی در اکوسیستم‌های آب شیرین معرفی کند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای مهندس جلیل سبک‌آرا کارشناس آزمایشگاه پلانکتون جهت کمک در شناسایی نمونه‌های روتیفر در پژوهشکده آبزی‌پروی آب‌های داخلی، از آقای دکتر علی‌اکبر جهت کمک برای آنالیز شیمیایی نمونه‌ها و همچنین از پرسنل محترم پاسگاه‌های قلم‌گوده و سیاه‌درویشان در اداره کل محیط زیست استان گیلان که در اجرای این پروژه ما را صمیمانه یاری نمودند تشکر می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

زرکامی ر. ۱۳۸۱. بررسی وضعیت بار غذایی در رودخانه‌های حوزه آبریز تالاب انزلی بر اساس مدل نرمال‌سازی اقلیدسی. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۵(۴-۳): ۴۳-۳۸.

سبک‌آرا ج. و مکارمی م. ۱۳۸۳. پراکنش و فراوانی پلانکتون‌ها و نقش آن‌ها در تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹. مجله علمی شیلات ایران، ۳(۴): ۴۵-۴۱.

شریعتی ا. ۱۳۷۱. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن (ترجمه). انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران. ۱۷۱ص.

عباسی ک.، سرپناه ع.، مرادی م. و نوروزی م. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات جمعیتی ماهیان در مناطق چهارگانه تالاب انزلی. همایش ملی علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان. ۳۲۶ص.

فلاحی م. ۱۳۷۲. بررسی پراکنش و بیوماس زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی (آبکنار). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران. ۴۱۱ص.

فلاحی م. و سبک‌آرا ج. ۱۳۹۴. مطالعه ساختار جمعیت زئوپلانکتون در تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۲): ۴۲-۲۹.

فلاحی م.، شاپوری م. و منصوری س. ۱۳۹۴. شناسایی و بررسی تراکم گردانتنان در تالاب انزلی و مقایسه آن با منطقه مصبی و دریای خزر. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، ۷(۲۵): ۳۲-۲۱.

محمدزاده م.، نظامی بلوچی ش.، کیوان ا. و خارا ح. ۱۳۸۸. بررسی تنوع و تراکم مکانی و زمانی گروه‌های زئوپلانکتونی تالاب امیرکلایه لاهیجان. مجله علوم زیستی، ۳(۲): ۶۹-۶۱.

میرروشندل ا. و خاوندکار ا. ۱۳۹۳. بررسی میزان ازت و فسفر تالاب انزلی در ایجاد پدیده شکوفایی جلبکی. مجله علوم و مهندسی محیط زیست، ۲(۵): ۱۸-۱۱.

میرزاجانی ع.، خداپرست ح.، بابایی ه.، عابدینی ع. و دادی قندی ع. ۱۳۸۸. روند فراغنی شدن تالاب انزلی با استفاده از اطلاعات ده‌ساله ۱۳۷۱-۱۳۸۱. مجله محیط‌شناسی، ۳۵(۵۲): ۷۴-۶۵.

نظامی بلوچی ش.، خارا ح. و جمالزاده فلاح ف. ۱۳۸۵. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی و رودخانه‌های ورودی و خروجی آن. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۹(۳): ۸۳-۷۷.

Ahmad Bhat N., Raina R. and Wanganeo A. 2013. Occurrence and spatial distribution of *Brachionus* species: A bioindicator of eutrophication in Bhoj Wetland, Bhopal. Ecologia Balkanica, 1(3): 21–28.

Ayati B. 2003. Investigation of sanitary and industrial wastewater

www.SID.ir

Archive of SID

effects on Anzali wetland (final report). Report Presented to MAB-UNESCO by Environmental Engineering Division, Tarbiat Modarres University (TMU), Iran. 52P.

Bagheri S., Niermann U., Sabkara J., Mirzajani A. and Babaei H. 2012. State of *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) and mesozooplankton in Iranian waters of the Caspian Sea during 2008 in comparison with previous surveys. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11: 732–754.

Bonecker C.C., Nagae M.Y., Betller M.C.M., Velho L.F.M. and LansacToha F.A. 2007. Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil. Hydrobiologia, 579: 115–123.

Boney A.D. 1989. Phytoplankton. Edward Annoid. British Library Cataloguing Publication Data. UK. 118P.

Clesceri L.S., Greenberg A.E. and Eaton A.D. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (APHA) Publication, USA. 1193P.

Frutos S.M., Neiff P.D. and Neiff J.J. 2009. Zooplankton abundance and species diversity in two lakes with different trophic states (Corrientes, Argentina). Acta Limnologica Brasiliensia, 21(3): 367–375.

Gaohua J.I., Wang X.I. and Wang L. 2013. Planktonic rotifers in a subtropical shallow lake: Succession, relationship to environmental factors, and use as bioindicators. The Scientific World Journal, 2013(1): 1–14.

Golmarvi D., Fallahi Kapourchali M., Mashinchian Moradi A., Fatemi M. and Mousavi Nadoshan R. 2017. Influence of physico-chemical factors, zooplankton species biodiversity and seasonal abundance in Anzali International Wetland, Iran. Open Journal of Marine Science, 7: 91–99.

Herzig A. 1987. The analysis of planktonic rotifer populations: Plea for long-term investigations. Hydrobiologia, 14: 163–180.

Holcik J. 1993. Anzali Lagoon Productivity and Fish Stocks Investigations. UNDP, Rome. 29P.

Mageed A. 2008. Distribution and long-term historical changes of zooplankton assemblages in Lake Manzala (south Mediterranean Sea, Egypt). Egyptian Journal of Aquatic Research, 33(1): 183–192.

Olah J. 1990. Anzali Lagoon Productivity and Fish Stocks Investigation. UNDP, Rome. 23P.

Olah Y. and Holcik J. 1992. Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. Retrieved December, 1992, from

www.SID.ir

Archive of SID

http://www.fao.org/3/AD192E/AD192E00.htm.

Omori M. and Ikea T. 1984. Methode in Marine Zooplankton Ecology. John Wilay and Sons, New York. 332P.

Pontin R.M. 1978. A key to fresh water planktonic and semi planktonic rotifera of the British Isles. Titus Wilson and Son Publication, UK. 178P.

Richardson A.J. 2008. In hot water: Zooplankton and climate change. ICES Journal of Marine Science 65: 279–295.

Scholl K. and Kiss A. 2008. Spatial and temporal distribution patterns of zooplankton assemblages (Rotifera, Cladocera, Copepoda) in the water bodies of the Gemenc floodplain (Duna-Drava National Park, Hungary). Opuscula Zoologica Budapest, 39: 65–76.

Shah J.A., Pandit A.K. and Shah M.G. 2017. Rotifer community in relation to limnological characteristics of Wular lake in Kashmir Himalaya. Ceylon Journal of Science, 46(2): 49–57.

Souza L.C., Branco C.W.C., Domingos P. and Bonecker S.L.C. 2011. Zooplankton of an urban coastal lagoon: Composition and association with environmental factors and summer fish kill. Zoologia, 28: 357–364.

Sulehria A.Q.K. and Malik M.A. 2012. Population Dynamics of Planktonic Rotifer in Balloki Headworks, Pakistan journal of zoology 44(3): 663-669.

Thorp J.H. and Covich A.P. 2001. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press, USA. 1056P.

Uzma A. 2009. Studies on plankton communities of some eutrophic water bodies of Aligarh. M.Sc. Thesis, Aligarh Muslim University (AMU), India. 145P.

Vima P., Shukla S.N.P. and Kumar V. 2013. Studies on the diversity of zooplankton and their seasonal variations in Govindgarh Lake at Rewa, (M.P.), India. Indian Journal of Applied Research, 3(11): 544–546.

Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G. and Rinaldi A. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Environmetrics, 9: 329–357.

Walz N. 1987. Comparative population dynamics of the rotifers *Brachionus angularis* and *Keratella cochlearis*. Hydrobiologia, 147: 209–213.

www.SID.ir

Archive of SID

Watanabe T., Arakawa T., Fukusho K. and Fujita S. 1983. Living feeds used in seed production of fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 47: 79–87.

Watson C.A. 1994. Official and Standardized Methods of Analysis. Royal Society of Chemistry, UK. 802P.

www.SID.ir

Archive of SID

Aquatic Physiology and Biotechnology
Vol. 6, No. 4, Winter 2019

Structure pattern of Rotifer (Cuvier, 1798) in Pirbazar, Sheyjan, Bahmbar regions in Anzali Wetland and its relationship with environmental Indexes

Mir Ghasem Naser Alavi[1], Ali Bani[2,3], Siamak Bagheri[4]*

Received: December 2017 Accepted: April 2018

Abstract

Rotifers are important as being alive food for fish larvae aquaculture and as bio-indicator for evaluating the water quality of wetland ecosystems. In the present study, the sampling of rotifers carried out in three regions of the Anzali wetland including Pirbazar, Sheyjan and Bahambar, during 2016-2017. In this investigation, 29 genera of rotifer from 17 families belonging to the two subclasses of Monogononta and Bdelloidea were identified in the sampled region. The highest and lowest abundance of rotifers observed in Pirbazar during summer and in Bahmbar during winter, respectively. Results of CCA revealed a positive correlation between rotifers' density and temperature, pH, total phosphorus and total nitrogen and also a negative correlation with dissolved oxygen in Pirbazar region. The abundance of some rotifer genera such as *Filinia*, *Brachionus* and *Polyarthra* showed a positive correlation with temperature and *Keratella* abundance had a negative correlation with dissolved oxygen. Based on the TRIX index, the water of Pirbazar region was richer than Sheyjan and Bahmber regions.

Key words: *Rotifer, Zooplankton, Trophy, Anzali Wetland.*

1- Ph.D. in Marine Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Associate Professor in Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
3- Associate Professor in Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.
4- Assistant Professor in Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran.
*Corresponding Author: siamakbp@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir