تنوع زیستی روتیفر های پلانکتونیک در امتداد گرادیان افقی شوری در مصب رودخانه ی بهمنشیر

کوثر خفایی زاده [1]، نسرین سخایی[2*]، بابک دوستشناس[3]، کمال غانمی [4]، حسین ذوالقرنین[5]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی دریا گرایش جانوران دریا
2، 3، استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

4- استادیار گروه شیمی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

5- **دانشیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر**

*** نویسنده مسئول: نسرین سخایی**

nsakhaee@yahoo.com

Biodiversity of Planktonic Rotifers along a horizontal salinity gradient in the Bahmanshir River estuary (Northern Persian Gulf)

Khafaeizadeh K.[1], Sakhaei N.[2*], Doustshenas B.[3], Ghanemi K.[4], Zolgharnein H.[5]

[1]- Student Department of marine biology, Faculty of marine science, Khorramshahr Marine Science and Technology University, Khorramshahr.

[2,3,4,5]- Department of marine biology,Faculty of marine science,Khorramshahr Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran.P.O.Box: 669

* Corresponding author: nsakhaee@yahoo.com

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی تنوع زیستی روتیفرهای پلانکتونیک در فصول تابستان و زمستان 1393 در مصب رودخانه ی بهمنشیر بر حسب گرادیان شوری افقی بود. نمونه برداری از 6 ایستگاه با استفاده از تور پلانکتون گیری با اندازه چشمه 100 میکرون انجام گردید. در این بررسی 14 گونه روتیفر زئوپلانکتونی متعلق به یک راسته و 3 خانواده و 6 جنس شناسایی شد. گونه های *Brachionus rotundiformis* و *B. plicatilis* در تمامی ایستگاه‌ها غالب بودند. بیشترین همبستگی معنی دار منفی بین همبستگی روتیفرها با هدایت الکتریکی(0/94-) و شوری(0/93-) بود ($p<0/05$). به طوریکه در مسیر ایستگاه‌های رودخانه ای به سمت ایستگاه‌های مصبی با افزایش شوری، ترکیب و تنوع گونه ای به شدت دچار تغییر شد. بیشترین میانگین فراوانی در فصل تابستان و در ایستگاه 1 به میزان 1362/1فرد در متر مکعب بدست آمد و در ایستگاه 6 زمستان نیز تقریبا هیچ گونه روتیفری مشاهده نشد. بیشترین میزان شاخص تنوع زیستی شانون- وینر در فصل تابستان به میزان 1/52و بیشترین شاخص غالبیت سیمپسون در فصل زمستان به مقدار 0/4 محاسبه شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که شوری موثرترین فاکتور بر تنوع و تراکم رودخانه ی بهمنشیر است.

کلمات کلیدی: روتیفر، زئوپلانکتون ، تنوع زیستی ، شوری ، مصب رودخانه بهمنشیر

Biodiversity of Planktonic Rotifers along a horizontal salinity gradient in the Bahmanshir River estuary (Northern Persian Gulf)

Abstract
The present study aimed at evaluating the biodiversity of planktonic rotifers in a horizontal salinity gradient in both summer and winter 2014 at the Bahmanshir river estuary. Planktonic rotifers were sampled using 100 µm mesh size plankton net from six stations with three replications. In this study, 14 species of rotifers belong to 6 genera and 3 families were identified. The species *Brachionus rotundiformis* and *B. plicatilis* were dominant at all stations. Environmental factors such as temperature, salinity and dissolved oxygen were also measured. The results of Spearman correlation test showed that the highest negative relationship between electrical conductivity and salinity with -0.94 and -0.93 correlation coefficient respectively with abundance of rotifers (P<0/05). So along the salinity gradient toward the stuary mouth species structure was changed and speceies richness decreased. Results indicate that differences in salinity between stations of the river account for differences in the species composition and diversity. The highest abundance of rotifers was found in summer and in station 1 (1362.1 per cubic meter) and In the winter there were no rotifers observed in station 6. Maximum amounts of Shannon- Weaner index of diversity in summer and dominance index of Simpson were estimated in summer and winter with amount of 1.52 and 0.4 respectively. The results of this study showed that salinity is the most influential factor on the diversity and density of rotifers in the Bahmanshir river.

Keywords:
Rotifera, Zooplankton, Salinity, Biodiversity, Bahmanshir river estuary

مقدمه

شوری مهمترین عامل زیست محیطی است که نقش تعیین کننده ای در و ویژگی های ساختاری و عملکردی زندگی جانوران و گیاهان را خصوصاً در مصب ها دارد. زئوپلانکتون ها بخش مهمی از اکوسیستم مصبی بوده و جهت مطالعه و بررسی فرآیندهای زیستی با گرادیان شوری مناسب می باشند. ترکیب و تنوع گونه های زئوپلانکتون، فراوانی، ساختار جمعیت جوامع سطح زی(پلاژیک) تحت تاثیر شرایط محیطی تغییر می یابد و در نتیجه، اطلاعاتی در مورد انتقال شبکه غذایی سطح زی ، حجم تبادل مواد آلی و تغییرات انرژی از طریق اکوسیستم، آلودگی آب و فرآیندهای اتروفیکاسیون آب ارائه می دهد(Telesh,a,b 2006).

روتیفرها گروه مهمی از زئوپلانکتونهای آب شیرین می باشند که از حدود 1800 گونه روتیفر، تنها چند گونه قادر به تحمل آب های شور و لب شور می باشند(Zakaria وهمکاران، 2007؛ Fontaneto و همکاران، 2006؛ Onwudinjo وEgborge ، 1994؛ Miracle و Serra، 1989). روتیفرها در مقایسه با محیط های آب شور و لب شور، محیط آب شیرین را بهتر تحمل می نمایند(Fontaneto و همکاران، 2006؛ Remane و همکاران 1971). با توجه به محدودیت های آشکار فیزیولوژیکی آب شور بر روی اکثر روتیفرها، این گروه برای پاسخ به مشکلات زیست محیطی با توجه به تغییرات شوری هم در مقیاس فاصله و هم درمقیاس فصلی در مصب ها مورد توجه ویژه ای قرار گرفتند. از اهداف اصلی کارشناسان محیط زیست در جهان، وابستگی بین زئوپلانکتون و شوری آب بوده است (Zakaria وهمکاران، 2007؛ Fontaneto و همکاران، 2006؛ Hammer ، 1993). بسیاری از مطالعات انجام شده بر روی پراکنش زئوپلانکتون مصب نشان داده اند که غنا و فراوانی زئوپلانکتون در مناطق بالادست افزایش پیدا می کند (Neumann-Leitão، 1995؛ Silva و همکاران، 2009).

در تحقیق آرا و همکاران (1393) که بر روی میکروزئوپلانکتون‌ها ی رودخانه بهمنشیر داشتند، روتیفر ها را گروه غالب زئوپلانکتون ها در شوری های پایین در دهانه رودخانه، معرفی نمودند. این نویسندگان این یافته ها را به دلیل ارتباط معکوس بین شوری و پراکنش زئوپلانکتون نسبت داده ند، رودخانه بهمنشیر یکی از شاخه های کارون می باشد که طول آن در حدود 78 کیلومتر می باشد که از محل اتصال کارون به حفار و بهمنشیر شروع می شود و تا دهانه خلیج فارس ادامه می یابد. این منطقه از نظر توپوگرافی سرزمینی بسیار هموار محسوب می شود. از ویژگی های این رودخانه میتوان به عمق کم، ورودی آب شیرین از کارون و کدورت زیاد اشاره نمود. از قسمت بالا دست رودخانه آب شرب منطقه تامین می شود و از قسمت پایین دست نیز تحت تاثیرجزر و مد رودخانه بهمنشیر تحت تاثیر الگوي جزر و مد خلیج فارس قرار دارد (ورناصری و کتابداری ،1387) . بندر چوئبده ، از پرترددترین بنادر کشور بوده که در این منطقه قرار گرفته است. تردد زیاد لنج ها، شناورهای کوچک و قایق ها، ورود فاضلاب های شهری و فعالیت های کشاورزی زیاد در این منطقه سبب شده که این منطقه در معرض خطر قرار گیرد. مطالعه اکوسیستم های دریایی به دلیل تغییرات ناشی از فعالیتهای انسانی در آنها، اهمیت زیادی دارد. هدف از این مطالعه، بررسی تنوع روتیفر ها در امتداد گرادیان افقی شوری در فصول تابستان و زمستان در مصب رودخانه بهمنشیر است.

مواد و روشها

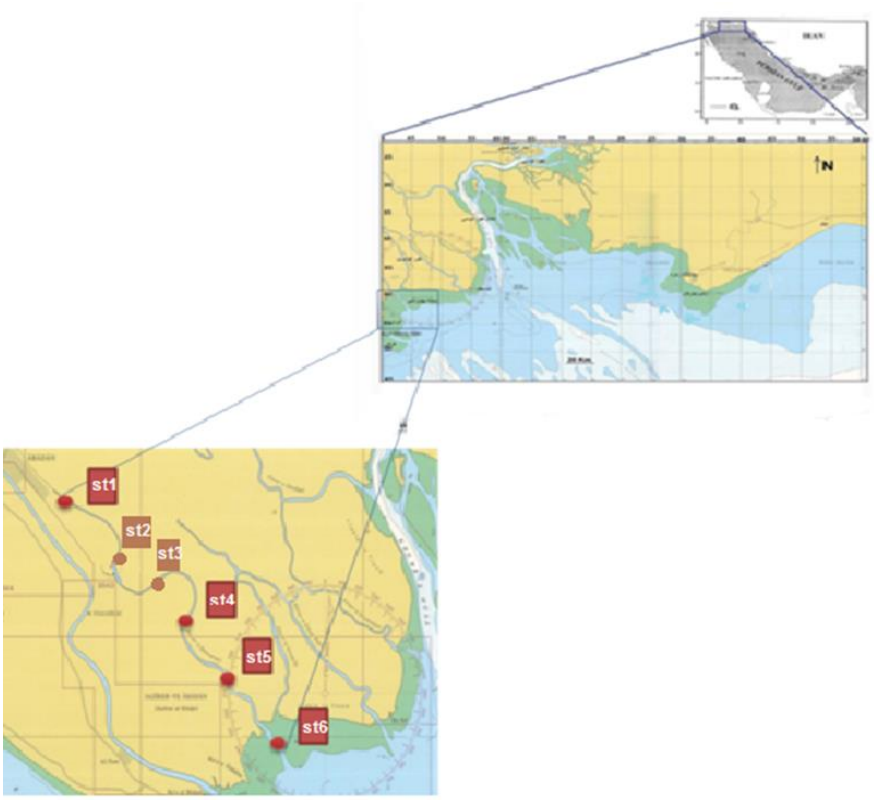
نمونه برداری از روتیفر های آبهای بهمنشیر در فصول تابستان و زمستان از ابتدای بهمنشیر و تا دهانه آن انجام گردید. نمونه ها از 6 ایستگاه برداشت شدند که 2 ایستگاه در موقعیت رودخانه ای و 4 ایستگاه در موقعیت مصبی قرار داشتند(جدول 1و شکل 1). جهت نمونه برداری از تور پلانکتون گیری چشمه 100 میکرون به صورت سطحی استفاده گردید. در آزمایشگاه بیولوژی دریا دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر مشاهده و شمارش زئوپلانکتون ها با استفاده از میکروسکوپ اینورت(مدل Olympus TL-2) و شناسایی نمونه ها تا پایین ترین سطح ممکن با توجه به کلیدها و مقالات معتبر صورت گرفت (Stemberger، 1979؛ Sharma و همکاران، 1980؛

Shiel ، 1995؛ Muxagata و همکاران، 2004؛ Hamaidi و همکاران، 2011؛ Al-Yamani و همکاران، 2011).

در این مطالعه فاکتور های محیطی ، شوری ، هدایت الکتریکی ، اکسیژن محلول به وسیله دستگاه دیجیتالی پرتابل Hach مدل Sension5 اندازه گیری شدند. شاخص های تنوع زیستی مورد بررسی شامل شاخص شانون ، شاخص مارگالف ، شاخص ترازی زیستی هیل و شاخص غالبیت سیمپسون بودند(Jorgenson و همکاران، 2005). به منظور بررسی اختلاف معنی دار میان مقدار عددی این شاخص ها با توجه به ماههای مختلف نمونه برداری، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ($p<0/05$) و پس آزمون Tukey و برای بررسی رابطه از Correlation استفاده گردید. کلیه داده ها با نرم افزار SPPS 5/11 مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول1: مختصات جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه

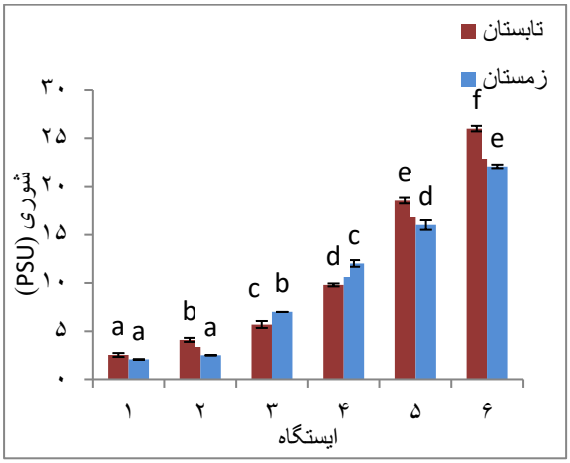
ایستگاه	شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
پل خرمشهر	1	° 13' 1" E 48	° 26' 25" N 30
ایستگاه 12	2	° 15' 5" E 48	° 22' 2" N 30
پل ذوالفقاری	3	48° 20 ' 5" E	° 18 ' 54" N 30
روستای تنگه	4	48° 20' 40" E	° 01 ' 12" N 30
چوئبده	5	º48 ´ 57 ' 24″E	º30 00´ 4″ N
دهانه بهمنشیر	6	48° 57' 8" E	° 52' 20" N 29



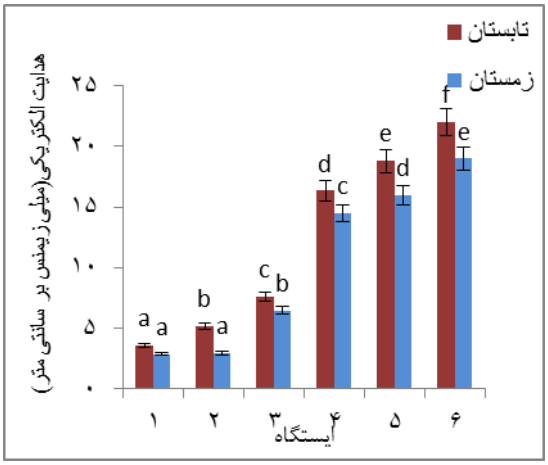
شکل 1: موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در آبهای بهمنشیر1393

نتایج

میانگین شوری در فصل زمستان و تابستان به ترتیب 9/28±11/15، 7/92±10/28 قسمت در هزار بود. نتایج حاصل از آنالیز یک طرفه در دوره نمونه‌برداری نشان داد که بین ایستگاه‌های مختلف در این دو فصل اختلاف معنی دار وجود دارد ($p<0/05$). اما بین دو فصل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت(شکل2). میانگین هدایت الکتریکی در دو فصل تابستان و زمستان به ترتیب 33/32±12/7و 6/76±10/38 میلی زیمنس بر سانتی متر بود(شکل3).

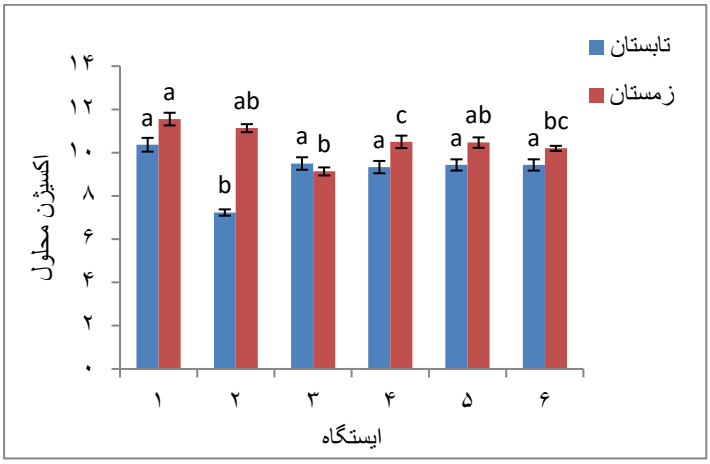


شکل 2: تغییرات شوری در دو فصل زمستان و تابستان در ایستگاه‌های مصب بهمنشیر سال 1393



شکل3: تغییرات هدایت الکتریکی در دو فصل زمستان و تابستان در ایستگاه‌های مصب بهمنشیر سال 1393

نتایج حاصل از اندازه‌گیری اکسیژن محلول در بهمنشیر نشان داد که میانگین این فاکتور در تابستان و زمستان، 1/05±9/21 و 10/0±49/85 میلی گرم بر لیتر بود. نتایج حاصل از آنالیز یک‌طرفه حاکی از آن بود که بین ایستگاه‌های مختلف در دو فصل اختلاف معنی دار وجود دارد و نیز ثابت شد که بین دو فصل اختلاف معنی دار وجود ندارد($p<0/05$) (شکل4).



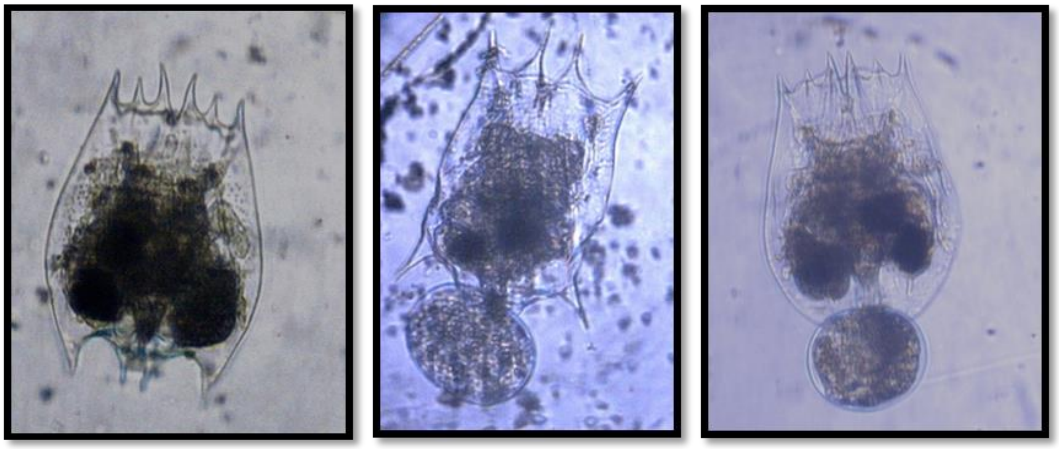
شکل 4: تغییرات اکسیژن محلول در دو فصل زمستان و تابستان در ایستگاه‌های مورد بررسی در مصب بهمنشیر سال 1393

به طور کلی در این بررسی 14 گونه روتیفر متعلق به یک راسته و 3 خانواده و 6 جنس شناسایی شد. نام گونه های شناسایی شده در جدول 2 قید شده است. و در شکل 5 برخی از تصاویر روتیفرها به نمایش گذاشته شده است.

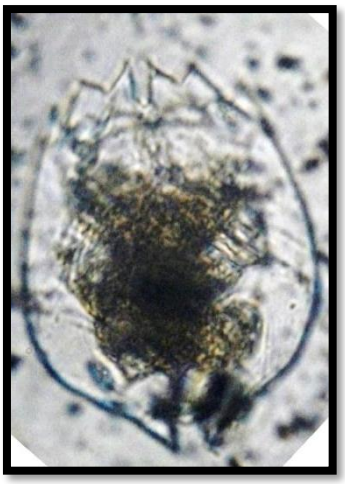
جدول 2 : گونه های مختلف روتیفرهای شناسایی شده در مصب بهمنشیر

رده	راسته	خانواده	جنس	گونه
Monogononta	Ploimina	Brachionidae	Brachionus	***Brachionus plicatilis(muller, 1786)***

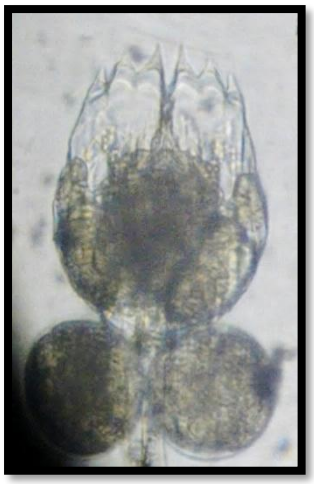
		Brachionus calyciflours(pallas, 1766)
		Brachionus quadridentatus (Ehrenberg, 1832)
		Brachionus urceolaris(muller, 1773)
		Brachionus angularis(gosse, 1851)
		Brachionus leydigi(john,1856)
		Brachionus rotundiformis (Tschugunoff,1921)
		Brachionus sericus(Rousselet, 1911)
	Keratella	***Keratella valga(ahlstrom, 1943)***
		Keratella sp.
	Anuraeopsis	***Unknown sp.***
Lecanidae	Lecane	***Lenca ungulate (Gosse, 1887)***
	Monostyle	***Monostyle closterocerca(schmarda, 1895)***
Colurellidae	Lepadella	***Unknown sp.***



تصویر1- *Brachionus quadridentatus* تصویر 2 - *B. calyciflorus* تصویر3- *B. urceolaris*



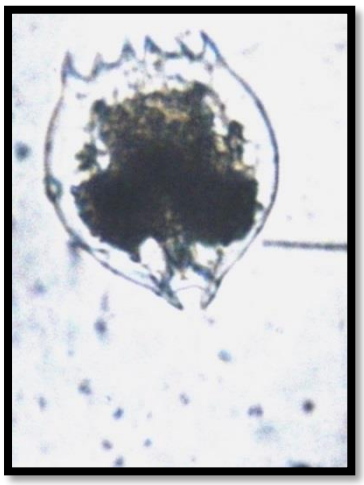
تصوير 4 - *B. angularis*



تصوير5- *B. rotundiformis*

تصوير6- *B .plicatilis*

تصوير 9- *B. leydigi Chon*



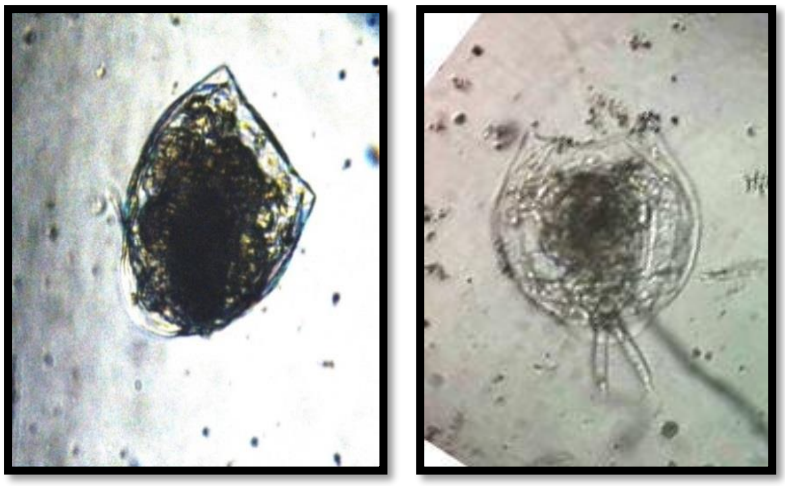
تصوير8- *B. rubens*

تصوير7-*Keratella valga*

تصوير 12- *Keratella sp.*

تصوير 11- *Anuraeopsis sp.*

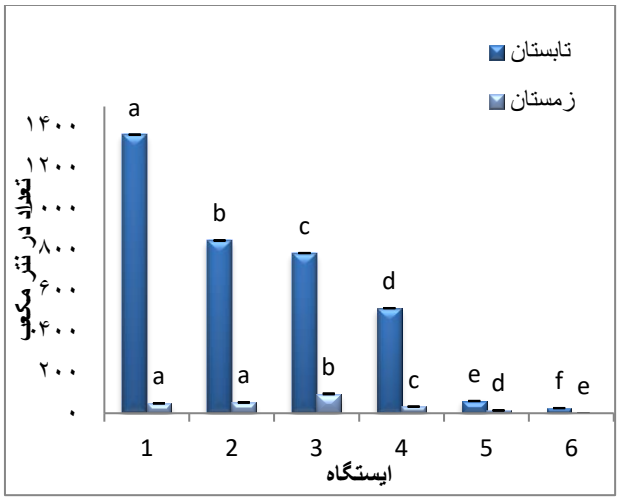
تصوير10- *Lepadella sp.*



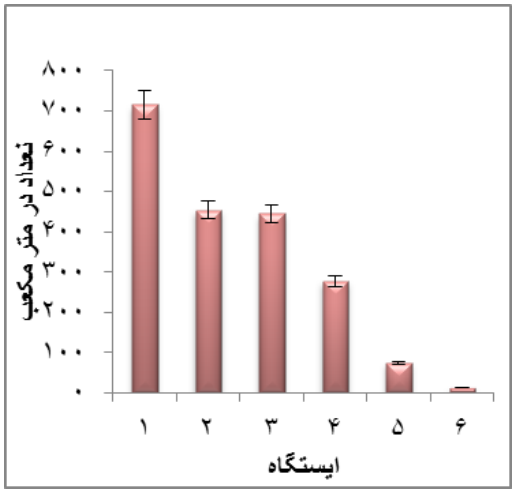
تصویر13- *Lecane ungulata* تصویر 14- *Monostyla closterocerca*

شکل 5 : تصاویر گونه های مختلف شناسایی شده در رودخانه بهمنشیر

بررسی تراکم روتیفرها در طی دوره‌ی مطالعاتی نشان داد که میانگین تراکم روتیفر ها در دو فصل تابستان و زمستان به ترتیب 598/1 و 40/2 فرد در متر مکعب می‌باشد. بیشترین میانگین فراوانی در فصل تابستان و در ایستگاه 1 به میزان 1362/1فرد در متر مکعب بدست آمد و در فصل زمستان و در ایستگاه6 نیز تقریبا هیچ گونه روتیفری مشاهده نشد **(**شکل 6**).** نتایج حاصل از واریانس یک طرفه نشان داد که بین ایستگاه‌ها در فصول مورد بررسی اختلاف معنی دار وجود دارد ($p<0/05$) (شکل7).



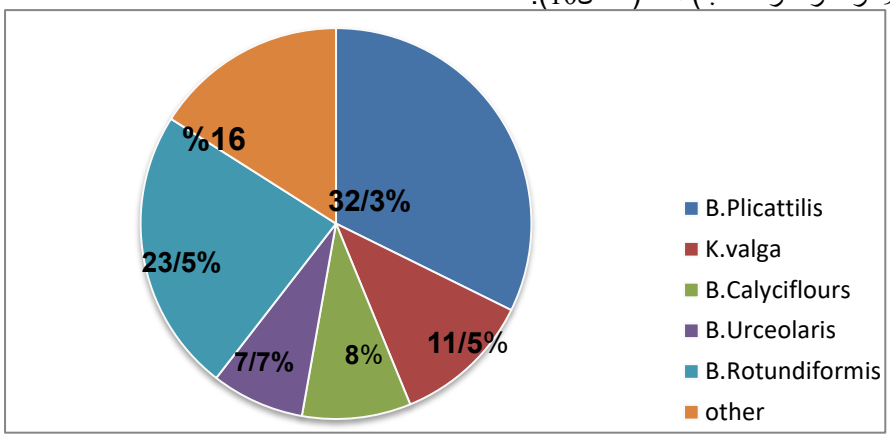
شکل6: میانگین تراکم روتیفردر فصل تابستان و زمستان در مصب بهمنشیر در سال 1393



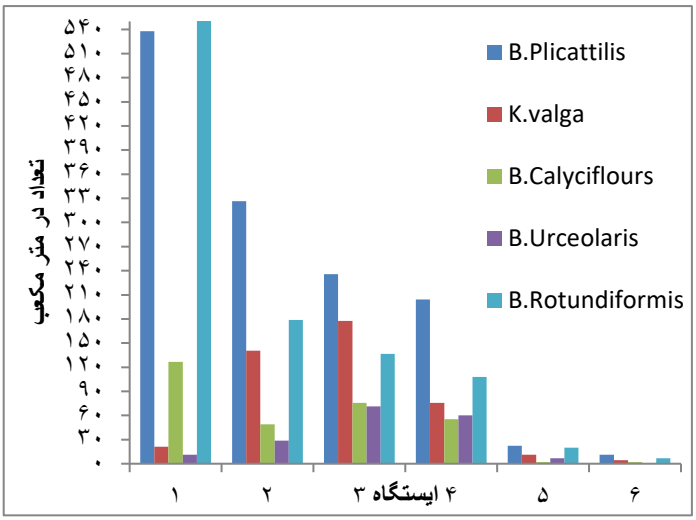
شکل7: مقایسه تغییرات میانگین روتیفرها در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو فصل در مصب بهمنشیر 1393

میانگین فراوانی گونه‌های روتیفر در فصل گرم و سرد در تمام ایستگاه‌ها نشان داد که به طور کلی 5 گونه دارای بیشترین فراوانی نسبی بودند که در مجموع تقریبا 80% از کل روتیفرها را شامل می‌شوند. گونه‌های *Brachionus plicatilis*, *B.* , *B. Calyciflours rotundiformis*, *Keratella valga* و *B. urceolaris* به ترتیب با 32/3، 23/5، 11/5، 8 و 7/7% فراوانی گونه‌های غالب روتیفرها مشاهده شدند(شکل8).

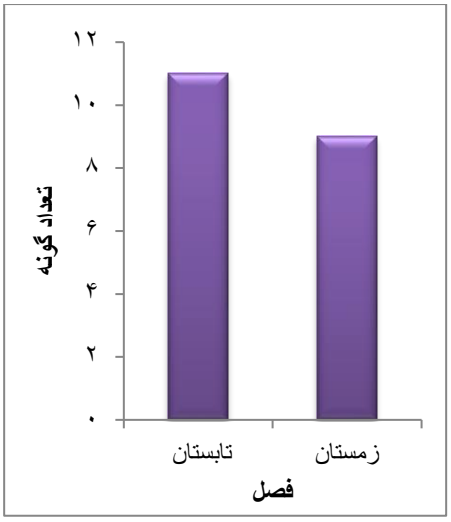
در ایستگاههای رودخانه ای 1 و 2 با محدوده ی شوری 2/53-4/10 (PSU) گونه‌های غالب روتیفر ها در این ایستگاه ها شامل *B. plicattilis*، *B. rotundiformis*، *B. calyciflouris* و *K. valga* بودند(شکل 9). در ایستگاه 3،4و5 گونه های *B .plicattilis*، *B.rotundiformis*، *K. valga* ، *B. urceolaris* و *B. calyciflouris* غالب بودند. با حرکت از رودخانه (ایستگاه 1و2) به سمت دهانه ی مصب تنوع و تراکم روتیفر ها کم شد. به طوری که در ایستگاه 6 در نزدیکی دهانه مصب هیچ گونه روتیفری مشاهده نشد. مقایسه تعداد گونه‌های روتیفر ها نشان داد که تعداد گونه‌ها در فصل تابستان(11 فرد در متر مکعب) بیشتر فصل زمستان(9 فرد در متر مکعب) است(شکل10).



شکل 8: درصد فراوانی نسبی گونه های غالب روتیفر ها در مصب بهمنشیر در سال 1393



شکل 9 : مقایسه تنوع گونه‌های مختلف روتیفرها در ایستگاه های مختلف



شکل 10: مقایسه تعداد گونه‌های روتیفرها در فصول مختلف

نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین فراوانی روتیفر ها با فاکتور های محیطی هدایت الکتریکی و شوری بیشترین همبستگی منفی و معنی داری وجود داشت ($p<0/05$). همچنین ما بین دما و فراوانی روتیفر ها همبستگی منفی مشاهده گردید اما از نظر آماری این همبستگی معنی دار نبود (جدول3).

جدول3: نتایج همبستگی بین فراوانی روتیفر ها و فاکتور های محیطی

فراوانی روتیفرها وفاکتورهای محیطی	اکسیژن محلول	دما	شوری	هدایت الکتریکی
فراوانی روتیفر	0/073 p>0/05	-0/54 p>0/05	-0/93 p<0/05	-0/94 p<0/05
هدایت الکتریکی	0/186 p>0/05	0/44 p>0/05	0/96 p<0/05	1
شوری	0/14 p>0/05	0/62 p>0/05	1	0/96 p<0/05
دما	0/21 p>0/05	1	0/62 p>0/05	0/44 p>0/05
اکسیژن محلول	1	0/21 p>0/05	0/14 p>0/05	0/18 p>0/05

مطابق نتایج حاصل از مقایسه میزان شاخص ها در دو فصل به ترتیب بیشترین مقدار میانگین تنوع شانون (1/52±0/16) در فصل تابستان، شاخص ترازی زیستی هیل بین 1/8- 0/73 در فصل تابستان، شاخص مارگالف (1/17±0/15) در فصل تابستان، شاخص غالبیت سیمپسون با مقدار (0/40±0/095) در فصل زمستان بدست آمد. مقدار میانگین شاخص های زیستی مورد مطالعه در دوره مطالعاتی در جدول شماره 4 قید شده است. مقایسه میانگین میزان شاخص های اکولوژیکی در برخی ایستگاههای مورد مطالعه در طول سال، اختلاف معنی داری را نشان داد ($p<0/05$).

جدول 4: مقدار میانگین شاخص های اکولوژیک در فصول مختلف در آبهای بهمنشیر 1392

شاخص	زمستان	تابستان
تنوع شانون	$1/0±12/28^a$	$1/0±52/16^a$
غنای مارگالف	$0/0±73/42^b$	$1/0±17/15^a$
ترازی هیل	$0/0±75/16^b$	$0/0±80/14^a$
غالبیت سیمپسون	$0/0±40/095^b$	$0/0±26/038^a$

بحث

مصب یک محیط انتقالی بین آب شور و شیرین است و وقتی آب رودخانه و دریا مخلوط می‌شوند آب‌های لب شور به وجود می آیند(Nybakken، 1993). در این بررسی 2 ایستگاه موقعیت رودخانه‌ای (شوری های 5-0/5 قسمت در هزار (PSU))و 4 ایستگاه موقعیت مصبی(شوری های 30-5 PSU) را داشتند. از ایستگاه‌های رودخانه‌ای(1و2) به سمت ایستگاه‌های مصبی(3، 4 ، 5 و 6)، با افزایش شوری، ترکیب و تنوع گونه‌ای روتیفرها به شدت دچار تغییر شد. به طوری که در ایستگاه 6 تقریباً هیچ روتیفری مشاهده نشد. به طور کلی در این تحقیق 14 گونه روتیفر شناسایی شدکه بیشترین تراکم و تنوع روتیفرها در ایستگاه-های 1، 2 و 3 با بازه‌ی شوری PSU 2/5-5/7 مشاهده شد. نتایج مشابهی نیز توسط Soetaert و Van Rijswijk (1993) به دست آمده است. آنها گروه غالب زئوپلانکتون‌ها در شوری های پایین در دهانه رودخانه را روتیفرها معرفی کرد. همچنین این محققان گزارش نمودند که پراکنش زئوپلانکتون‌ها در مصب بر اثر تغییرات شوری، دما، کدورت و مواد غذایی است. Godhantaraman در سال 2003 تنوع میکروزئوپلانکتون‌ها را در سیستم مصبی در ژاپن بررسی و بیشترین فراوانی روتیفرها را در شوری PSU 1/5-7/5 گزارش نمودند. وی علت تراکم زیاد روتیفرها را سازگاری بالای آنها در شوری های کم و مهیا بودن شرایط تغذیه‌ای و تولید مثل آنها بیان کرده و روتیفرها را شاخص آب‌های شیرین معرفی نمود. در پژوهش حاضر نیز روتیفرها تقریبا در همین محدوده شوری کم دارای بیشترین تنوع و تراکم بودند. در این بررسی گونه‌های *B. plicatilis* و *B. rotundiformis* در همه ایستگاه‌ها وجود داشتند و این نشان دهنده‌ی سازگاری بالای این موجودات در شوری‌های مختلف می‌باشد. Fielder و همکاران در سال 2000 در بررسی تاثیر شوری و دما بر روی *B. plicatilis* و *B. rotundiformis* گزارش نمودند که این دو گونه آستانه تحمل شوری و دمای گسترده ای دارند. در مطالعه حاضر نیز این دو گونه تقریبا در همه ایستگاه‌ها مشاهده شدند(شکل8). روتیفر های *B. rotundiformis* و *B. pilcatilis* از نظر مورفولوژیکی بسیار شبیه به هم ولی از نظر اندازه با هم متفاوت هستند. به طوری که در ابتدا، بر اساس نمونه‌هایی که از دریای خزر صید شد، *B. rotundiformis* را گونه ایی از *B. pilcatilis* معرفی نمودند (Tschugnuoff، 1921). وی همچنین گونه ی *B. pilcatilis* را نوع L-type و گونه ی *B. rotundiformis* را نوع S-type نامید. اما اخیرا این دو گونه را در دو گروه متفاوت طبقه بندی می‌کنند(Castilho و Arcifa، 2000) نتایج بررسی حاضر نیز نشان داد که این دو گونه کاملاً مجزا می باشند. روتیفر های *B. rotundiformis* و *B. pilcatilis* از جمله روتیفرهای یوری هالین هستند که به عنوان منبع مهم غذای زنده لارو ماهیان دریایی در آبزی پروری محسوب می شوند(Lubzens و همکاران ، 1989). نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون در مطالعه حاضر نشان داد که بین شوری و تراکم روتیفر ها رابطه منفی و معنی دار وجود دارد(جدول3). در مطالعه ی Paturej و Gutkowska در سال 2015 که بر روی اثرات شوری روی اجتماعات زئوپلانکتون‌ها گزارش نمودند که بین شوری و تراکم روتیفر ها همبستگی منفی و معنی دار وجود دارد. اما Perumal و همکارانش در سال 2009 در مطالعه تغییرات فصلی زئوپلانکتون‌ها در مصب واقع در جنوب هند، همبستگی مثبت بین شوری و تراکم روتیفرها را گزارش دادند. شوری یکی از مهمترین عوامل زیست محیطی است که به طور قابل توجهی اجتماعات مصبی را تحت تاثیر قرار می دهد و به عنوان یک عامل محدود کننده در پراکنش موجودات زنده عمل می‌کند(Sridhar و همکاران ، 2006). تغییرات هدایت الکتریکی در این مطالعه کاملا مطابق با تغییرات شوری بود و با حرکت از رودخانه به سمت دریا مقدار هر دو فاکتور به طور همزمان افزایش یافت(شکل 2 و 3). همچنین همبستگی مثبت بین تراکم روتیفرها و اکسیژن محلول مشاهده شد. Clarke و همکاران در سال 2013 در مطالعاتی که بر روی دینامیک جمعیت روتیفر در تالاب نیجریه داشتند، نتایج مشابهی را گزارش نمودند به این ترتیب که افزایش اکسیژن محلول تاثیر مثبتی بر روی تراکم روتیفرها دارد. افزایش در میزان اکسیژن محلول را می توان به جریان آب بالا و فعالیت‌های بیولوژیکی فیتوپلانکتون (فتوسنتز) نسبت داد(Mola و Parveen، 2014) . همان‌گونه که در نتایج جدول 3 این بررسی مشخص است، این همبستگی مثبت ممکن است ناشی از جریانات جزر ومدی رودخانه بهمنشیر و همچنین فعالیت بیولوژیک فیتوپلانکتون‌های آن باشد، البته برای یافتن نتیجه‌ی قطعی بررسی همه جانبه فاکتورهای محیطی و فعالیت فیتوپلانکتون‌ها نیاز است.در مطالعه حاضر، بیشترین تراکم روتیفرها در فصل تابستان به میزان 598/13 فرد در متر مکعب و کمترین آن در فصل زمستان به میزان 40/29 فرد در متر مکعب مشاهده شد(شکل5). مطالعات متعدد در آب های سواحل خوزستان نشان داده است که بیشترین میزان مواد غذایی و تراکم فیتوپلانکتون در اوایل تابستان و کمترین مقدار در فصل زمستان مشاهده شده است(Sabz و همکاران، 2010؛ Nilsaz و همکاران، 2005) و از آنجایی که اکثر زئوپلانکتون‌ها مستقیما و یا با یک واسطه از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می کنند، بنابراین این امر می تواند علت اصلی بالا رفتن تراکم و تنوع زئوپلانکتون‌ها در فصل تابستان و کاهش آنها در فصول سرد باشد(Mudha و همکاران ، 2007؛ Yahiaو همکاران، 2004). به طور کلی در فصول سرد نیز با کاهش درجه حرارت آب و تغییرات میزان شوری(بر اثر دلایل مختلفی چون بارندگی، وزش باد، تبخیر سطحی و ورودی آب شیرین) میزان استرس در محیط افزایش می‌یابد که در نهایت منجر به کاهش تولیدات فیتوپلانکتون‌ها و به دنبال آن زئوپلانکتون‌ها می گردد (نیل ساز و همکاران، 1384). Sulehria و همکاران (2009) بیشترین تراکم روتیفرها در تابستان و کمترین آن را در زمستان ثبت کرد. میانگین سالانه‌ی فراوانی گونه-های روتیفر در تمام ایستگاه ها نشان داد که 5 گونه دارای بیشترین فراوانی نسبی بودند که در مجموع تقریبا 80% از کل روتیفرها را شامل می شوند. گونه‌های *B.plicatilis*، *B. rotundiformis*، *K. valga*، *B. Calyciflours* و *B. urceolaris* به ترتیب با 32/3، 23/5، 11/5، 8 و 7/7% فراوانترین گونه‌های غالب روتیفر ها بودند(شکل7). Mola و Ahmed در سال 2015 در مطالعه‌ی ساختار و تنوع زئوپلانکتون‌ها و ارتباط آنها با تغییرات زیست محیطی در رودخانه نیل در مصر *B. plicatilis*، *B. calyciflours*، *Keratella sp.* و *B. urceolaris* را گونه‌های غالب روتیفرها گزارش داد.Sherbiny و همکاران در سال 2011 در مطالعه زئوپلانکتون‌ها در کانال سوئز مصر و همچنین Devi و Ramanibai در سال2012 در آب‌های چین گونه ی *B. plicatilis* را از گونه‌های غالب روتیفرها معرفی کردند. تنوع زیستی یکی از مهمترین مولفه‌ها برای تعیین سلامت اکوسیستم‌ها و یکی از معیارهای مهم برای نشان دادن اهمیت زیستگاه‌های مورد حفاظت می‌باشد(Price، 2002).

بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای در فصل تابستان(1/17) بدست آمد. Sulehria و همکاران در سال 2009 در بررسی کیفیت آب و تنوع روتیفر در آب‌های پاکستان ، بیشترین شاخص تنوع را در فصل تابستان(3) و کمترین آن را در فصل زمستان(1/77) گزارش نمودند. علت افزایش تعداد گونه‌ها در فصل گرم، افزایش دما است که همبستگی مستقیم و معنی داری با تراکم روتیفرها دارد. از طرف دیگر، میزان بالای غنای گونه‌ای در فصل تابستان می‌تواند به دلیل وجود زنجیر غذایی بزرگتر باشد. شاخص شانون بیشترین حساسیت را به تغییرات گونه‌های نادر در جامعه دارند(Krebes, 1999). نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار شاخص شانون جمعیت روتیفرهای مصب رودخانه ی بهمنشیر در فصل تابستان به میزان 1/52 بود که به علت حداکثر بودن تعداد گونه‌ها در این فصل می باشد. کمترین میزان شاخص شانون نیز در فصل زمستان به مقدار 1/12 محاسبه گردید. پاپهن و همکاران (1390) در بررسی تالاب هوالعظیم بیشترین تنوع جمعیتی زئوپلانکتون ها که ناشی از فراوانی تنوع گونه های خانواده Brachionidae از گروه روتیفرها بودند را در فصل تابستان گزارش نمودند که تا حدی با نتایج این بررسی همخوانی دارد. Saygi و همکاران در سال 2010 نیز در بررسی جوامع زئوپلانکتونی در مصب Kizilirmak Delta در ترکیه، محدوده شاخص شانون را بین 1/67- 0/61 گزارش دادند. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین بیشترین میزان شاخص غالبیت سیمپسون روتیفرهای بهمنشیر در فصل زمستان(0/40) و کمترین آن در فصل تابستان(0/26) به دست آمد. با توجه به کمتر بودن تنوع در فصل زمستان این نتیجه منطقی است. Sulehria در سال2013 در مطالعه شاخص‌های تنوع روتیفرها در پاکستان ، محدوده این شاخص را بین 0/48-0/31 به دست آوردند که تقریبا مشابه با محدود این شاخص در مطالعه حاضر است. بیشترین میزان میانگین این شاخص ترازی زیستی در فصل تابستان(0/80) و کمترین میزان میانگین این شاخص در فصل زمستان(0/75) گزارش شد که در مجموع بین این دو فصل اختلاف معنی داری مشاهده نشد. حضور گونه‌های غالب در نمونه باعث کاهش این شاخص می‌شود. کمتر بودن این شاخص در فصل زمستان به علت غالب بودن گونه‌های از روتیفرها است. Saba و همکاران (2015) در مطالعه تنوع زئوپلانکتون‌ها در هند، محدوده این شاخص را بین 0/87-0/81 به دست آوردند که تا حدودی با نتایج این بررسی مطابقت دارد. فراوان ترین خانواده Brachionidae از گروه روتیفرها بود .مطالعات نشان می دهد که با توجه به زمان بیشترین تنوع جمعیت زئوپلانکتونی مربوط به اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ و کمترین تنوع مربوط به دی ماه ۱۳۹۰ بود. به طور کلی میانگین سالانه ی فراوانی گونه های روتیفر در تمام ایستگاه ها نشان داد که گونه های غالب شامل *B. rotundiformis* و *B. plicatilis* می باشدکه در مجموع تقریبا 60% از کل روتیفر ها را شامل می شود. قابل ذکر است که نتایج تحقیقات خفایی و همکاران (1395) نشان داده است که پپتیدهای گونه ی *B. plicatilis* دارای فعالیت آنتی اکسیدانی چشمگیری بوده و امکان استفاده از آن را به عنوان مکمل در مواد غذایی وجود دارد. لذا با توجه به وفور این گونه در آبهای بهمنشیر و دارا بودن خواص آنتی اکسیدانی می توان تحقیقات جدیدی در خصوص خالص سازی، تکثیر و پرورش و تجاری سازی این گونه در منطقه آبادان و خرمشهر را آغاز نمود.

منابع

1. **پاپهن، ف. ؛ دهقان مدیسه، س.** و **باقری، ر.، 1390.** بررسی ترکیب و فراوانی زئوپلانکتون های تالاب هورالعظیم. مجله اکوبیولوژی تالاب (تالاب). سال5، شماره 3، صفحات 22 تا 17.
2. **ورناصری، ش. و کتابداری، م. ج.، 1387.** شبیه سازي اثر آورد رودخانه بهمنشیر بر رژیم رسوبي مصب. هفتمین کنفرانس هیدرولیك ایران. تهران، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعت آب و برق. 8صفحه.
3. **خفایی، ک.؛ سخایی، ن.؛ دوست شناس، ب.، غانمی، ک. و ذوالقرنین، ح.، 1395.** ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی پپتید های تخلیص شدهاز هیدرولیز روتیفر *Brachionus plicatilis*. مجله علمی شیلات ایران. سال 25 ، شماره 2، صفحات 69 تا 79.
4. **Al-Yamani, F. Y.; Skryabin, V., Gubanova; A., Khvorov, S., and Prusova, I., 2011. Marine zooplankton practical guide for the Northwestern Persian Gulf.** Kuwait Institute for Scientific Research, Safat Kuwait. Vol. 2, 197p.
5. **Castilho, M.S. and Arcifa, M.S., 2000**. Production of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Ploimida: Brachionidae) in a Brazilian coastal lagoon. Rev. biol. Trop. Vol. 48:4, pp: 193-204.
6. **Clarke, E.O.; Aderinola, O.J. and Adeboyejo, O.A., 2013.** Dynamics of rotifer populations in a lagoon bordered by heavy industry in Lagos, Nigeria. American Journal of Research Communication. Vol. 1:4, pp: 172-192.
7. **Fielder, D.S.; Purser, G.J., and Battaglene, S.C., 2000.** Effect of rapid changes in temperature and salinity on availability of the rotifers Brachionus rotundiformis and Brachionus plicatilis. Aquaculture. Vol. 189:4, pp: 85-99.
8. **Fontaneto, D.; De Smet, W.H., and Ricci, C., 2006.** Rotifers in saltwater environments, re-evaluation of an inconspicuous taxon. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 86: 4, pp: 623-656.

9. **Hamaidi, F.; Hamaidi M. S.; Benouaklil, F. and Saidi, F., 2011.** The Rotifera fauna from Algeria, bioresearch bulletin.Vol. 1:4, pp: 232-240.
10. **Hammer, U.T., 1993.** Zooplankton distribution and abundance in saline lakes of Alberta and Saskatchewan, Canada. International Journal of Salt Lake Research . Vol. 2:2, pp: 111-132.
11. **Godhantaraman, N. and Uye, S., 2003.** Geographical and seasonal variations in taxonomic composition, abundance and biomass of microzooplankton across a brackish-water lagoonal system of Japan. Journal of Plankton Research. Vol. 25:5, pp: 465-482.
12. **Jorgensen S.E.; Costanza R.; Xu F.L., 2005.** Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health . CRP Press, 439 pp.
13. **Lubzens, E.; Tandler, A. and Minkoff, G., 1989.** Rotifers as food in aquaculture. Hydrobiologia. Vol. 186:1, pp: 387-400.
14. **Mola, H.R.A. and Parveen, S., 2014.** Effect of monsoon on zooplankton variations and environmental characteristics in a tropical fish pond at Aligarh, India. Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish., Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish. Vol. 18:3, pp: 105-114.
15. **Mola, H.R., and Ahmed, N.A., 2015.** Zooplankton Community Structure and Diversity Relative to Environmental Variables in the River Nile from Helwan to El-Qanater El-Khayria, Egypt.
16. **Miracle, M.R., and Serra, M., 1989.** Salinity and temperature influence in rotifer life history characteristics. Hydrobiologia. Vol. 186:1, pp: 81-102.
17. **Mudha, N.V.; Jyothibabu, R.; Balachandran, K.K.; Honey, U.K.; Martin, G.D.; Vijay, J.G. and Achuthankutty, C.T., 2007.** Monsoonal impact on planktonic standing stock and abundance in a tropical estuary (Cochin backwaters–India). Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 73:1, pp: 54-64.
18. **Muxagata, E. and Williams, J.A., 2004.** The Mesozooplankton of the Solent-Southampton water system: A photographic guide. Bolsista de doutorado do CNP – Brazil. 107p.
19. **Nilsaz, M.K.; Dehghan Madiseh, S.; Mazreavy, M.; Esmaily, F. and Sabzalizadeh, S., 2005.** Hydrological and hydrobiological study in Persian Gulf (Khuzestan coastal waters). Iran Fisheries Research Organization.145p.
20. **Neumann-Leitão, S., 1995.** Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil. Trabalhos de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco 23: 25-53. Vol. 23, pp: 25-53.
21. **Nybakken, J.W., 1993.** Marine biology: an ecological approach.6th ed. 579p.
22. **Onwudinjo, C.C., and Egborge, A.B.M., 1994.** Rotifers of Benin River, Nigeria. Hydrobiologia.. Vol. 272.1:3, pp: 87-94.
23. **Paturej, E. and Gutkowska, A., 2015.** The effect of salinity levels on the structure of zooplankton communities. Archives of Biological Sciences. Vol. 67:2, pp: 483-492.
24. **Perumal, N.V.; Rajkumar, M.; Perumal, P. and Thillai Rajasekar, K., 2009.** Seasonal variations of plankton diversity in the Kaduviyar estuary,Nagapattinam, southeast coast of India. Journal of Environmental Biology. Vol. 30:6, pp: 1035-1046.
25. **Price, A.R., 2002.** Simultaneous' Hotspots' and 'Coldspots' of marine biodiversity and implications for global conservation. Marine ecology. Progress series. Vol. 241, pp: 23-27.
26. **Remane, A. and Schlieper, C., 1971.** The biology of brackish waters. New York: Wiley Interscience.372p.
27. **Saba, F. and Sadhu, D.N., 2015.** Zooplankton Diversity Garga Reservoir of Bokaro, Jharkhand, India. International Journal of Bioassays. Vol. 4:04, pp: 3792-3795.
28. **Sabz, A. S.; Khalfeh, N. M. and Moghainami, S., 2010.** Study On The Quality Of Shadegan Wetlan Water Based On The Physical And Chemical Parameters. 20-36.
29. **Saygi, Y.; Gündüz, E.; Demirkalp, F.Y. and Çağlar, S.S., 2010.** Seasonal Patterns Of The Zooplankton Community In The Shallow, Brackish Liman Lake In Kızılırmak Delta, Turkey. Turk J Zool. Vol. 35:6, pp: 783-792.
30. **Sharma, B.K., and Michael, R.G., 1980.** Synopsis of taxonomic studies on Indian Rotatoria. Hydrobiologia, 73(1-3): 229-236. . Vol. 73♋1-3), pp: 229-236.

31. **Sherbiny, M.M.; Al-Aidaroos, A. M., and Gab-Alla, A., 2011.** Seasonal composition and population density of zooplankton in Lake Timsah, Suez Canal, Egypt. Oceanologia. Vol. 53:3, pp: 837-859.
32. **Shiel, R.J., 1995.** A guide to identification of Rotifers, Cladocerans and Copepods from Australian inland waters (No. 3). Canberra: Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology.113p.
33. **Silva, A.M.A.; Barbosa, J.E.; Medeiros, P.R.; ROCHA, R.M.; Lucena Filho, M.A. and Silva, D.F., 2009.** Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). Pan-American Journal of Aquatic Sciences. Vol. 4:2, pp: 226-238.
34. **Soetaert, K.E.R. and Van Rijswijk, P., 1993.** Spatial and temporal patterns of the zooplankton in the Westerschelde estuary. Marine Ecology Progress Series, 97p.
35. **Sridhar, R.; Thangaradjou, T.; Senthil Kumar, S. and Kannan, L., 2006.** Water quality and phytoplankton characteristics in the Palk Bay, Southeast coast of India. J. Environ.Biol., 27: 561 566.
36. **Stemberger, R.S., 1979.** A guide to rotifers of the Laurentian Great Lakes .186p.
37. **Sulehria, A.Q.K. and Malik, M.A., 2013.** Diversity indices of pelagic rotifers in Camp Balloki Water Park, Lahore, Pakistan. Turkish Journal of Zoology. Vol. 37:6, pp: 699-705.
38. **Sulehria, A.Q.K.; Qamar, M.F.; Haider, S. and Hussain, M.E.A., 2009.** Water Quality And Rotifer Diversity In Thefish Pond At District Mianwali, Pakistan. Biologia. Vol. 55: (1&2), pp: 79-85.
39. **Telesh, I.V., 2006a.** Impact of biological invasions on the diversity and functioning of zooplankton communities in the Baltic estuarine ecosystems (a review). Izvestiya Samarskiy Scientific Center RAS. Vol. 8, pp: 220-232.
40. **Telesh, I.V., 2006b.** Species Diversity and Functioning of Zooplankton Communities in Lakes, Rivers and Estuaries. Abstract of the Doctoral Dissertation. St. Petersburg: 45p.
41. **Tschugnuoff, F., 1921.** Uber das plankton des nordlichen teils des kaspises. Raboy volzhskoj boil. Stantsii. Vol. 6, pp: 120-121.
42. **Yahia, M.D.; Souissi, S., and Yahia-Kéfi, O.D., 2004.** Spatial and temporal structure of planktonic copepods in the Bay of Tunis (southwestern Mediterranean Sea). Zoological Studies. Vol. 43:2, pp: 366-375.
43. **Zakari, H.Y.; Said, M.A. and Radwan, A.A., 2007.** Influence of salinity variations on zooplankton community in El-Mex Bay, Alexandria, Egypt.101p.