

مطالعه فونستیکی روتیفرهای ایران (تهران) و گزارش چند رکورد جدید روتیفر از تهران

- مهناز محمدی*: گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر
- راحله ریحان‌رشته: گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

تاریخ پذیرش: شهریور 1394

تاریخ دریافت: خرداد 1394

چکیده

چرخ‌دهانیان (Rotifers) از جانوران پیشنازی هستند که در هر زیستگاه آبی تازه ایجاد شده، یافت می‌شوند. روتیفرها نسبت به زئوپلانکتون‌های دیگر سریع‌تر به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند و در نتیجه نرخ تولیدمثلی بالا، به سرعت در بخش بسیار مهمی از اکوسیستم شرکت می‌کنند. در این مطالعه به منظور ارتقای چک لیست روتیفرهای ایران و تخمین تراکم و غنای گونه‌ای این جانوران در زیستگاه‌های مورد نمونه‌برداری، به صورت فصلی از سه ایستگاه واقع در شهر تهران و اطراف آن نمونه‌برداری صورت گرفت که در مجموع 23 گونه متعلق به 11 خانواده و 12 جنس از زیر رده Monogononta شناسایی شدند. روتیفرها در زیستگاه دریاچه و همچنین در فصل بهار بیش‌ترین فراوانی و تنوع را نشان دادند. طبق نتایج آماری و استفاده از آنالیز واریانس یک-طرفه (One-Way Anova) میانگین تراکم بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان داد که این اختلاف بین دو ایستگاه دریاچه چیتگر و رودخانه پلور بیش‌تر بود. 8 گونه از 23 نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند که عبارتند از *Dicranophorus dolerus*، *Cephalodella anebodica*، *Lophocharis naias*، *Lecane venusta*، *Lecane arcuata*، *Hexarthra fennica*، *Encentrum orthodactylum* و *Notholca psammarina*.

کلمات کلیدی: روتیفر، فصلی، غنای گونه‌ای، تراکم، رکورد جدید، ایران

شوند و به این ترتیب تولید اولیه را به فرم قابل استفاده برای مصرف‌کنندگان ثانوی تبدیل کنند (Nogrady و همکاران، 1993).

روتیفرها به همراه تک سلولی‌ها و سخت‌پوستان از مهم‌ترین و فراوان‌ترین اعضای فون آب شیرین هستند (Raut و Pejaver، 2005). از آنجایی‌که برخی از موجودات زنده نسبت به شرایط محیطی متغیر تحمل بالایی نشان می‌دهند، از آن‌ها به عنوان نشانگرهای زیستی یا بیواندیکاتورها استفاده می‌شود (Saksena، 1987) و طبق گفته Shadeczek (1983) جمعیت‌های

مقدمه

روتیفرها جانوران کوچکی هستند که در گستره وسیعی از زیستگاه‌های آبی زندگی می‌کنند. تحمل بالایی نسبت به تغییرات محیطی داشته و تراکم جمعیتی و تنوع بالا، روتیفرها را جزء متنوع‌ترین گروه‌ها در طبیعت قرا می‌دهد (Hamaidi-Chergui، 2013؛ Wallace و همکاران، 2006؛ Sladeczek، 1983). روتیفرها می‌توانند با سرعت تولیدمثلی بالا نیچ‌های خالی را اشغال کرده و در آن‌ها ساکن



جانوران یکی از گروه‌های اصلی متازوهای ابتدایی آب شیرین‌اند که در دامنه وسیعی از زیستگاه‌ها یافت می‌شوند (Wallace و همکاران، 2006).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری:

دریاچه مصنوعی چیتگر در شمال‌غرب شهر تهران قرار دارد. آب دریاچه چیتگر از بارش‌های فصلی، حدود 80 درصد از آب رودخانه کن و مابقی از روان آب‌های حوزه میانی و سطحی منطقه تامین می‌شود. این دریاچه با مساحت حدود 355 هکتار و گنجایش 35 میلیون مترمکعب در منطقه 22 شهر تهران گنجانده شده است. نمونه‌برداری از قسمت شمالی دریاچه به صورت سطحی از قسمت لیتورال دریاچه صورت گرفت.

رود درکه: رودخانه درکه یکی از رشته آب‌های دامنه جنوبی البرز بوده که پس از مشروب کردن درکه و اوین به منطقه امیرآباد می‌رسد. آبرده آن در مواقع بارنگی زیاد و در فصول دیگر سال تابع مقدار آب حاصل ذوب برف‌های البرز می‌باشد. نمونه‌برداری از رودخانه درکه نیز از آب‌های سطحی صورت گرفت.

رودخانه هراز: رودخانه هراز از دامنه البرز واقع در منطقه لاریجان سرچشمه می‌گیرد، پس از طی کناره‌های جاده و دره هراز در مسیری به طول تقریبی یکصد کیلومتر از وسط شهر آمل عبور می‌کند و به دریای خزر سرازیر می‌شود. مهم‌ترین سرچشمه رود هراز، از قله ۴۳۷۵ متری پالان گردن در ۶۶ کیلومتری جنوب‌شرقی چالوس، با نام لار جاری می‌شود و پس از دریافت آب‌های مهم دیگری (مثل: آسفید، الرم، آبچهل بره، آبسیاه پلاس، آبامام پهنک، سه‌سنگ، دیوآسیاب، ورارود، دلی‌چای و چشمه‌ملک) و عبور از ده پلور با نام هراز، به سمت دریای مازندران جاری می‌گردد. ایستگاه نمونه‌برداری در این مطالعه از رودخانه هراز واقع در ده پلور بود (شکل

روتیفرها نیز در تشخیص کیفیت آب به خصوص در مطالعات آلودگی آب بسیار مفید هستند. روتیفرها به علت نرخ بالای تولیدمثلی و حساسیت به هر تغییر اکولوژیکی در محیط‌های آبی، به عنوان شاخص برای تعیین آلودگی و میزان تولید اولیه آب استفاده می‌شوند (Lucinda و همکاران، 2004). مطالعات بیوسیستماتیکی و شناسایی گونه‌های مختلف روتیفرها در ایران محدود به مقالات اندکی است که در سال‌های اخیر منتشر شده است (Malekzadeh Viayeh و Špoljar، 2012؛ Sgayestehfar و Abdovis، 2011؛ Hakimzade Khoei و همکاران، 2011؛ Khaleqsefat، 2011؛ Kordbacheh، 2012؛ Malekzadeh Viayeh، 2010).

در این مطالعات تا کنون 177 نمونه از روتیفرها شناسایی شده‌اند (Reihan Reshteh و Rahimian، 2014) که با توجه به گستردگی آن‌ها این تعداد بسیار کم بوده و نشان می‌دهد که فون روتیفرهای حوضه‌های آبریز ایران هنوز به خوبی شناسایی نشده است. در این مطالعه، تراکم و تنوع روتیفرها در فصول مختلف بررسی شده است. هدف اصلی از این مطالعه شناسایی گونه‌های مختلف روتیفرهای استان تهران و ارتقای چکلیست آن‌ها و همچنین بررسی تنوع گونه‌ای آن‌ها در فصول مختلف بوده است. با توجه به استفاده از روتیفرها در زمینه‌های مختلف، استفاده از آن‌ها به عنوان نشانگرهای زیستی و یا پرورش روتیفرها، تکمیل چکلیست روتیفرهای ایران در وهله اول ضروری به نظر می‌رسد. مطالعات فصلی روی تراکم زئوپلانکتون‌ها نشان‌دهنده فاکتورهایی‌اند که مسئول حضور یا غیبت یک گونه خاص هستند، این مطالعات برای تفسیر تغییرات در الگوی گونه‌ای نیز مفید هستند (Nandini و همکاران، 2012). در این مطالعه تنوع گونه‌ای روتیفرها در فصول مختلف مورد توجه قرار گرفته است. همه گونه‌های روتیفر شناسایی شده در این مطالعه متعلق به زیررده مونوگونونت Monogonont می‌باشند. این



1). پلاستیکی انتقال یافتند. نمونه‌های تثبیت شده در این ظروف برای شناسایی، شمارش و بررسی‌های بیشتر به آزمایشگاه پژوهشی واقع در مجموعه آزمایشگاهی دکتر حسابی دانشگاه آزاد اسلامشهر انتقال می‌یافتند. جهت شناسایی، روتیفرها از آب محلول تثبیت شده با استفاده از استریومیکروسکوپ جداسازی شده و به محلول گلیسرول انتقال یافتند. مشاهده و مطالعه نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ Hund با بزرگنمایی 400 و 1000 انجام گرفت. شناسایی روتیفرها براساس ریخت‌شناسی خارجی و همچنین در صورت نیاز براساس ساختار تروفی صورت گرفت (Segers, 1995; Shiel و Koste, 1993; Shiel و Koste, 1989; Koste و Shiel, 1987; Koste, 1978). برای استخراج تروفی لوریکای روتیفرها با هیپوکلیت سدیم حل شده و تروفی نمونه پس از استخراج با لوله موین جداسازی شده و در مراحل مختلف با آب مقطر شستشو شد. نهایتاً اسلاید از تروفی‌های استخراج شده تهیه شد. در طول نمونه‌برداری، دمای آب در محل‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف اندازه‌گیری شد (De Smet, 1998).

نمونه‌برداری از رودخانه-های هراز و درکه و دریاچه مصنوعی چیتگر (خلیج‌فارس) صورت گرفت (جدول 1). جمع‌آوری نمونه‌های پلانکتون با استفاده از تور پلانکتون‌گیری با چشمه‌های 40 میکرونی انجام شد.



شکل 1: نقشه ایستگاه نمونه‌برداری رودخانه هراز

(شکل مربع محل نمونه‌برداری واقع در پلور را نشان می‌دهد)

نمونه‌برداری از آب‌های سطحی لیتورال در محل رودخانه‌ها و هم-چنین دریاچه در فصول مختلف از بهمن ماه 92 تا آذر ماه 93 صورت می‌گرفت. سپس نمونه‌ها در محل با فرمالین 4% تثبیت شده و به‌ظروف

جدول 1: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

توضیحات	زمان نمونه‌برداری (ماه/سال)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ایستگاه N	مختصات E	نام ایستگاه	شماره ایستگاه
نمونه‌برداری از لیتورال	3,5 و 92/11، 93/8	1276	35 44 97	51 59 20	دریاچه چیتگر	1
نمونه‌برداری از لیتورال	5,3 و 92/11، 93/8	2124	35 50 96	52 23 57	رودخانه درکه	2
نمونه‌برداری از لیتورال	3,5 و 92/11، 93/8	1266	35 44 89	51 12 117	رودخانه هراز	3

عدم حضور گونه‌ای برای تخمین تنوع و ترکیب گونه‌ای به‌کار می‌رود. نتایج در این نرم‌افزار در قالب شاخص‌های تنوع زیستی chao و Shanon در اختیار قرار می‌گیرند که براساس این شاخص‌ها می‌توان در مورد تنوع و ترکیب گونه‌ای در فصل‌ها یا ایستگاه‌های مورد نمونه‌برداری به

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 22 و 9.1 estimates انجام شد. برای بررسی تنوع گونه‌ای در فصول و ایستگاه‌ها براساس ترکیب و فراوانی گونه‌ای از نرم‌افزار 9.1 Estimates استفاده شد. نرم‌افزار Estimate براساس حضور و



برداری از نرم افزار SPSS و به علت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. هم‌چنین به علت معنی‌دار بودن آزمون آنالیز واریانس از آزمون Post Hoc نیز استفاده شد تا مشخص شود اختلاف معنی‌دار بین کدام دو گروه از گروه‌های مورد مطالعه (ایستگاه‌ها) بیشتر است.

Encentrum، *Trichocerca*، *Hexarthra*، *Colurella* هر کدام با داشتن 2 گونه در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. با این-حال فراوان‌ترین جنس در این مطالعه جنس *Polyarthra* بود که نمونه‌های آن به علت شفاف بودن بیش از حد تروفی و کمبود امکانات برای شناسایی، در حد جنس شناسایی شدند. دو سوم نمونه‌های جنس *Polyarthra* از ایستگاه دریاچه چیتگر جمع‌آوری شدند. 8 گونه از 23 نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند که عبارتند از *Cephalodella*، *Encentrum*، *Dicranophorus dolerus*، *anebodica*، *Lecane arcuata*، *Hexarthra fennica*، *orthodactylum*، *Notholca* و *Lophocharis naias*، *Lecane venusta*، *psammarina*.

بحث پرداخت. در این مطالعه نتایج براساس شاخص تنوع زیستی Shannon در نرم افزار SPSS وارد شدند تا به-صورت نمودار مورد بررسی قرار گیرند. شاخص Shannon متداول‌ترین شاخص تنوع گونه‌ای براساس تعداد و فراوانی نسبی گونه‌هاست. جهت آزمون فرضیه برابری یا عدم برابری میانگین تراکم نمونه‌های شناسایی شده در سه ایستگاه نمونه-

نتایج

در این مطالعه در مجموع 23 گونه شناسایی شد. این 23 گونه متعلق به 11 خانواده و 12 جنس بودند (جدول 2). از بین خانواده‌های روتیفرهای شناسایی شده، خانواده‌های Lecanidae با 7 گونه، خانواده Brachionidae با 3 گونه و خانواده‌های Dicranophoroides، Trichocercidae و Lepdellidae هر کدام با داشتن دو گونه، به‌ترتیب متنوع‌ترین خانواده‌ها هستند. براساس نتایج به‌دست آمده، جنس‌های غالب در طی چهار فصل از نظر تراکم به‌ترتیب جنس *Lecane* با 7 گونه و جنس‌های

جدول 2: لیست گونه‌های شناسایی شده در این مطالعه

Phylum: Rotifera
Class: Eurotatoria
Subclass: Monogononta
Order: Flosculariacea
Family: Hexarthridae
Hexarthra fennica (Levander, 1892) *
Hexarthra oxyuris (Sernov, 1903)
Order: Ploima
Family Brachionidae
Keratella quadrata (Müller, 1786)
Notholca psammarina Buchholz & Ruhm*
Notholca squamula Gosse, 1886
Family dicranophoridae
Dicranophorus dolerus Harring & Myers, 1928*
Family Dicranophoroides
Encentrum lutra Wulfert, 1936
Encentrum orthodactylum Wulfert, 1936*
Family Lecanidae
Lecane arcuata (Bryce, 891)*
Lecane bulla (Gosse, 1851)
Lecane closterocerca (Schmarda, 1859)
Lecane luna (O.F. Müller, 1776)
Lecane nana (Murray, 1913)
Lecane quadridentata (Ehrenberg, 1832)
Lecane venusta Harring & Myers, 1926*
Family Lepdellidae
Colurella adriatica Ehrenberg, 1831
Colurella colurus (Ehrenberg, 1830)

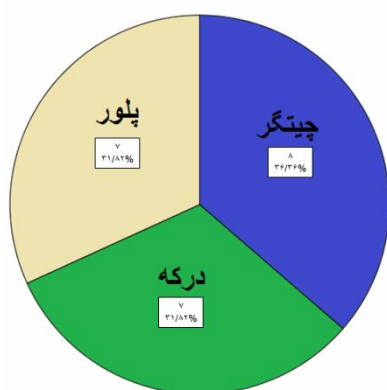


Family Mytilinidae
Lophocharis naias Wulfert, *1942
 Family: Notommatidae
Cephalodella anebodica (Ehrenberg, 1830)*
 Family Proalidae
Proales theodora (Gosse, 1887)
 Family Trichocercidae
Trichocerca porcellus (Gosse, 1851)
Trichocerca pusilla (Jennings, 1903)
 Family Trichotriidae
Trichotria tetractis similis (Stenroos, 1898)

*رکورد جدید از ایران

روتیفرها در طول یکسال و چهار فصل بررسی شد که طبق نتایج به دست آمده از SPSS فصل بهار با 36 درصد تراکم ترین فصل شناخته شد (شکل 2) و ایستگاه دریاچه چیتگر نیز با 36/36 درصد به عنوان تراکم ترین ایستگاه از نظر فراوانی جنسهای مختلف شناخته شد (شکل 3). ANOVA بین همه ایستگاهها اختلاف معنی داری بین میانگین تراکم ایستگاههای مورد مطالعه نشان داد که طبق آزمون Post Hoc این اختلاف بین دو ایستگاه دریاچه چیتگر و رودخانه پلور بیشتر بود (جدول 4) که نشان میدهد اختلاف معنی داری بین تراکم گونه ای در این دو ایستگاه وجود دارد.

طبق نتایج به دست آمده در ایستگاه دریاچه چیتگر جنسهای *Polyarthra*، *Lecane* و *Trichocerca* به ترتیب بیشترین فراوانی را داشتند. فراوانی جنسهای *Lecane* و *Polyarthra* در ایستگاه رودخانه درکه از باقی جنسها بیشتر بود. در ایستگاه رودخانه هراز نیز جنسهای *Notholca* و *Encentrum* دارای فراوانی بیشتری بودند. تراکم جنسها در فصول مختلف نیز متفاوت بود. در فصل بهار به ترتیب جنسهای *Lecane* و *Polyarthra*، در فصل تابستان جنسهای *Polyarthra* و *Trichocerca*، در فصل پاییز جنسهای *Lecane* و *Notholca* و در فصل زمستان جنس *Polyarthra* دارای بیشترین فراوانی در فصول مختلف سال بودند. تراکم جنسهای مختلف



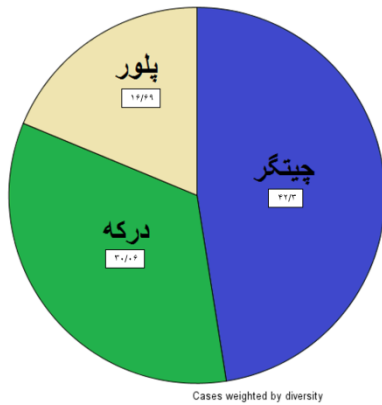
شکل 3: نمودار دایره ای نشان دهنده فراوانی کل روتیفرها در ایستگاههای مختلف

ایستگاه دریاچه چیتگر بیشترین فراوانی روتیفرها را به خود اختصاص داد

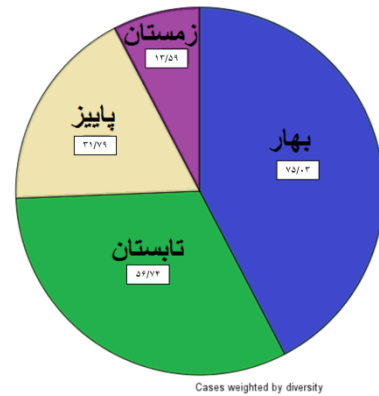


شکل 2: نمودار دایره ای نشان دهنده فراوانی کل روتیفرها در فصول مختلف طبق نتایج فصل بهار بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد





شکل 5: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده تنوع زیستی روتیفرها براساس شاخص تنوع زیستی Sahnon در ایستگاه‌های مختلف ایستگاه چیتگر به‌عنوان متنوع‌ترین ایستگاه از نظر تنوع گونه‌ای نشان داده شده است



شکل 4: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده تنوع زیستی روتیفرها براساس شاخص تنوع زیستی Shanon در فصول مختلف فصل بهار به‌عنوان متنوع‌ترین فصل از نظر تنوع گونه‌ای نشان داده شده است

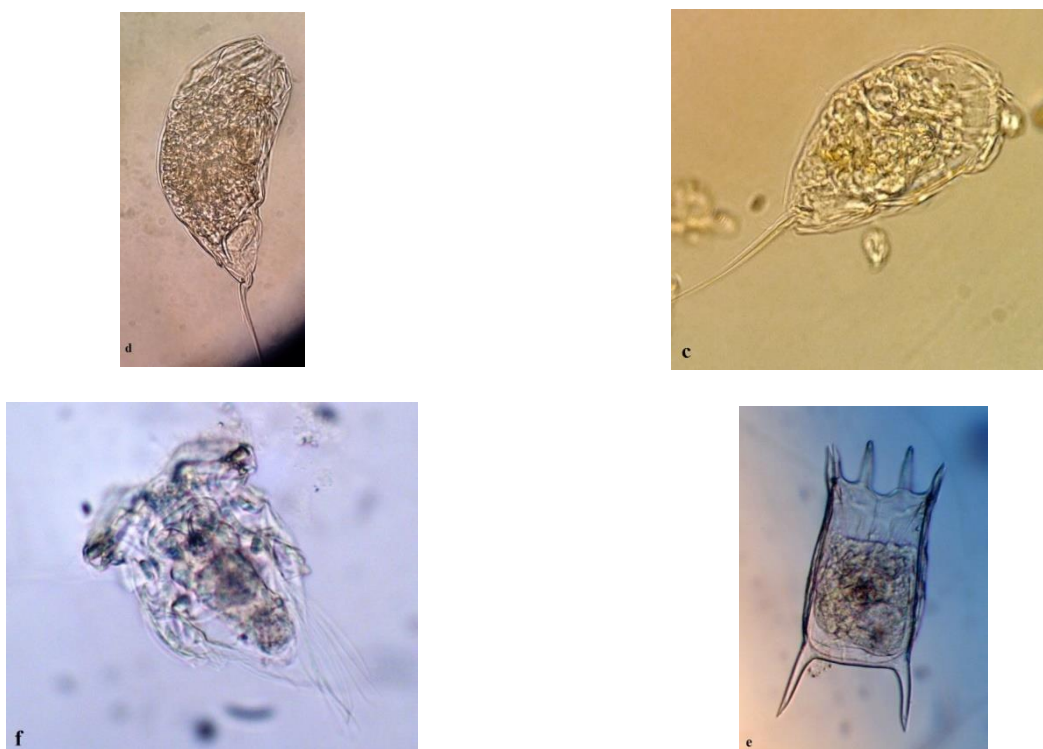
جدول 3: حضور گونه‌های شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصول مختلف

گونه‌ها	ایستگاه‌ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
<i>Cephalodella anebodica</i>	درکه		*		
<i>Colurella adriatica</i>	درکه		*		
<i>Colurella colurus</i>	هراز		*		
<i>Dicranophorus dolerus</i>	هراز				*
<i>Encentrum lutra</i>	درکه				*
<i>Encentrum orthodactylum</i>	هراز				*
<i>Hexarthra fennica</i>	چیتگر- درکه	*	*		
<i>Hexarthra oxyuris</i>	چیتگر	*	*		
<i>Keratella quadrata</i>	چیتگر	*			
<i>Lecane arcuate</i>	چیتگر		*		
<i>Lecane bulla</i>	چیتگر- درکه	*	*	*	
<i>Lecane closterocerca</i>	چیتگر- درکه	*	*		
<i>Lecane luna</i>	چیتگر			*	
<i>Lecane nana</i>	چیتگر			*	
<i>Lecane quadridentata</i>	هراز	*			
<i>Lecane venusta</i>	چیتگر			*	
<i>Lophocharis naias</i>	چیتگر	*			
<i>Notholca psammarina</i>	هراز			*	
<i>Notholca squamula</i>	چیتگر	*			
<i>Proales theodora</i>	هراز				*
<i>Trichocerca porcellus</i>	درکه- هر از		*		
<i>Trichocerca pusilla</i>	چیتگر	*	*		
<i>Trichotria tetractis similis</i>	چیتگر	*		*	

جدول 4: نتیجه آزمون ANOVA و Post Hoc برای ایستگاه‌های ثابت

آزمون‌ها	ایستگاه‌ها	عدد P
ANOVA	همه ایستگاه‌ها	0/04*
Post Hoc (Tukey HSD/Scheffe)	چیتگر و پلور	0/04*





شکل 6: (a) *Lecane venusta*، (b) *Dicanophorus dolerus*، (c) *Trichocerca porcells*، (d) *Trichocerca*، (e) *Keratella quadrata*، (f) *Hexarthra fennica*

Lecanidae با 7 گونه تراکم بالایی را از خود نشان داد و خانواده Brachionidae گرچه از نظر تراکم در رتبه دوم قرار دارد اما جنس شایعی مانند *Brachionus* در میان گونه‌های این خانواده در این مطالعه دیده نشد. تنوع گونه‌ای در خانواده Lecanidae با دارا بودن 7 گونه نسبت به خانواده‌های دیگر در این مطالعه بیشتر بود. روتیفرهای خانواده Lecanidae اساساً در زیستگاه‌های لیتورال زندگی می‌کنند (Pejler و BerziQs، 1994). روتیفرها در این گروه بالاترین تنوعشان را در آب-های لیتورال راکد و ساکن و یا با جریان کم در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری خواهند داشت (Segers، 1995). در این مطالعه نیز جنس *Lecane* در ایستگاه‌های دریاچه چیتگر که دارای آبی ساکن است و رودخانه درکه که نمونه‌برداری از قسمت با جریان آرام آن صورت گرفت دارای بیشترین فراوانی بود و با توجه به موقعیت نیمه‌گرمسیری تا معتدل منطقه حضور این جنس و گونه‌های آن

بحث

در مطالعه حاضر خانواده-های Lecanidae و Brachionidae دارای بیش-ترین فراوانی بودند، این درحالی است که در مطالعات مشابه که در شهر تهران و اطراف آن صورت گرفته است خانواده نتایج متفاوتی به دست آمده است. در مطالعه Kordbacheh (2012) خانواده‌های Lecanidae، Brachionidae و Notommatidae به‌ترتیب دارای بیشترین فراوانی بوده‌اند و در مطالعه Hakimzade Khoei و همکاران (2011) به‌ترتیب خانواده-های Lecanidae، Brachionidae و Lepadellidae فراوانی بیشتری داشته‌اند خانواده‌های Lecanidae، Brachionidae و Lepadellidae در ناحیه افروتروپیکال دارای بیشترین تنوع هستند. در واقع این مناطق با قرار گرفتن در عرض جغرافیایی تقریباً یکسان و با داشتن شرایط آب و هوایی مشابه که گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است، شرایط را برای زیست گونه‌های روتیفر ساکن مناطق گرمسیری یا حاره (Tropicopolitan) مساعد کرده‌اند. در این مطالعه خانواده

زمنستان جمع آوری شدند (جدول 3). *Encentrum* به عنوان گروهی سرما دوست (Cold Stenotherm) و حساس به تغییرات دما توصیف شده که در آبهای راکد و جاری به صورت پرفیت زندگی می کند (De Smet, 1997). جنس *Colurella* در فصل تابستان ثبت شد. این جنس پراکنش جهانی داشته و قدرت تحمل بالایی نسبت به شرایط محیطی دارد (Koste و Shiel, 1989)، اما در مطالعه حاضر این جنس فقط در فصل تابستان از رودخانه های درکه و هراز جمع آوری شد. تعداد دفعات نمونه برداری در داشتن نمونه ای خاص در فصولی معین تاثیرگذار است که در مورد حضور جنسها و گونه های مختلف می توان به این نکته اشاره کرد. از بین سه ایستگاه نمونه برداری، دریاچه چیتگر به عنوان مترکم ترین ایستگاه شناخته شد. تراکم بالای روتیفرها می تواند نشان دهنده در دسترس بودن محدوده وسیعی از ذرات غذایی که مورد استفاده روتیفرها قرار می گیرد باشد (Gulati, 1990؛ Dumont, 1977). تنوع یا غنا بالا و همچنین فراوانی بالای گونه ای در دریاچه ها اتفاق می افتد (Segers و همکاران, 1993). در هر مطالعه تعداد گونه های روتیفر متاثر از فاکتورهای مکان (تنوع زیستگاهها)، زمان (فصل) و همچنین کوتاهی چرخه زندگی برخی از گونه ها است (Kuczynsk-Kippen, 2005)، البته باید توجه داشت که تعداد و تنوع ایستگاه های نمونه برداری نیز مهم است. همان طور که Chengalath و Koste (1983) بیان نمودند، تعداد گونه های شناسایی شده به تکرار نمونه برداری و همچنین فصلی بودن گونه های خاص بستگی دارد. Finlay (2002) نیز نسبت تعداد گونه های معرفی شده از یک منطقه را در واقع تا حدی مربوط به تلاش انجام شده در مرحله نمونه برداری می داند. همان طور که گفته شد نمونه برداری به صورت فصلی انجام شد. طبق نتایج هر دو فراوانی و تنوع و غنای گونه ای در فصل بهار بالاترین میزان خود را داشت و فصل زمستان دارای کمترین تنوع زیستی و به

انتظار می رفت. جنس های *Notholca* و *Keratella* از خانواده *Brachionidae* از ایستگاه های رودخانه هراز و دریاچه چیتگر جمع آوری شدند (جدول 3). اکثر گونه های این خانواده ترموفیلیک هستند و پراکنش جهانی آنها نشان داده است که این روتیفرها در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیری پراکنش بیشتری دارند (Koste و Shiel, 1987)، البته جنسی همانند *Notholca* به عنوان نمونه ای سرما دوست (Cold Stenothermous) توصیف شده است (Koste و Shiel, 1987).

جنس های پلانکتونیک و شناگر آزاد قسمت های سطحی دریاچه شامل جنس های *Synchaeta* و *Polyarthra* و قسمت های پلاژیک رودخانه ها همانند *Brachionus* و *Keratella* از معمول ترین روتیفرهای پلاژیک هستند (Segers, 2008b). از نواحی ساحلی مناطق مورد نمونه برداری نیز نمونه های ساحلی و پرفیت که شایع ترین آنها *Lecane*، *Cephalodella* و *Lepadella* هستند یافت شدند، البته به طور دقیق تر این نمونه ها اکثراً کفزی-ساحلی بوده و تنوع گونه ای بالایی از خود نشان می دهند (Segers, 2008a). تقسیم بندی گونه ها براساس محل زندگی روتیفرها در جدول 3 آمده است. 8 گونه از 23 نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می شوند که عبارتند از *Dicranophorus dolerus*، *Cephalodella anebodica*، *Hexarthra femica*، *Encentrum orthodactylum*، *Lophocharis*، *Lecane venusta*، *Lecane arcuata*، *naias* و *Notholca psammarina*. (جدول 2)، (شکل 6- a, b, f) تاکنون 177 گونه روتیفر از آب های ایران گزارش شده است که با احتساب این هشت نمونه تعداد گونه های شناسایی شده از ایران به 185 گونه ارتقا می یابد. در مطالعه حاضر نمونه برداری در فصول مختلف انجام شد. براساس داده های آماری فصل بهار بیشترین تراکم نمونه ها را نشان داد. تعدادی از جنسها در تمام طول سال مشاهده شدند و تعدادی فقط در یک فصل خاص دیده شدند (جدول 3). به عنوان مثال جنس های *Proales* و *Encentrum* فقط در فصل



چیتگر ثبت شده است. بنابراین شواهد برای این‌که دریاچه چیتگر را یک سیستم یوتروفیک دانست، با حضور گونه‌های *Trichocerca pusilla* و *Keratella quadrata* و همچنین گونه‌های مختلف جنس *Polyarthra* افزایش می‌یابد. از سوی دیگر طبق مشاهدات Pejler (1957) در دریاچه‌های سوئد بیان کرده است که گونه‌هایی مانند *Keratella quadrata*، *Trichocerca pusilla* و *Trichocerca porcellus* ساکنین آب‌های مزوتروفیک تا یوتروفیک هستند و حضور آن‌ها نشان‌دهنده وضعیت مزوتروفیک تا یوتروفیک دریاچه است (شکل 6-c، d، e). این مشاهدات در کنار گفته‌های محققینی که در بالا ذکر شد، نشان می‌دهد که دریاچه چیتگر وضعیت مزوتروفیک تا یوتروفیک دارد. از طرف دیگر این ایستگاه بیشترین فراوانی روتیفرها را بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که می‌توان به یوتروفیک بودن سیستم دریاچه چیتگر اشاره کرد که بستر خوبی را برای رشد ارگانسیم‌های مختلف فراهم آورده است.

در این مطالعه در مجموع 23 گونه از زیررده Monogononta شناسایی شدند. این 23 گونه متعلق به 11 خانواده و 12 جنس بودند (جدول 4). از بین خانواده‌های روتیفرهای شناسایی شده، خانواده‌های *Lecanidae* با 7 گونه، خانواده *Brachionidae* با 3 گونه و خانواده‌های *Dicranophoroides*، *Trichocercidae* و *Lepdellidae* هرکدام با داشتن دو گونه، به‌ترتیب متنوع‌ترین خانواده‌ها هستند. از میان فصول و ایستگاه‌های مختلف در این مطالعه، فصل بهار و ایستگاه دریاچه چیتگر به‌عنوان متنوع‌ترین و متراکم‌ترین فصل و ایستگاه به‌ترتیب از نظر تنوع و بیشترین فراوانی

گونه‌ای شناسایی شدند. در این مطالعه جنس‌ها و گونه‌هایی حضور داشتند که حضور و یا عدم حضور آن‌ها در یک زیستگاه آبی نشان‌دهنده کیفیت آب و سطح تروفیک آن اکوسیستم است. از میان این روتیفرها می‌توان به جنس *Polyarthra* و گونه‌های *Keratella quadrata*، *Trichocerca*

همراه فصل پاییز دارای کمترین فراوانی بوده‌اند. در مطالعات مشابه نیز نتایج مشابه به‌دست آمده است. در مطالعه Arora و Mehra (2003) روتیفرها در اوایل بهار و تابستان بیشترین فراوانی و در زمستان کمترین فراوانی را داشته‌اند. تراکم پایین روتیفرها در زمستان می‌تواند بر اثر کاهش دما باشد که این کاهش برای تولیدمثل و رشد آن‌ها مساعد نیستند (Michaloudi و همکاران، 1997). در فصل بهار هم‌چنین دمای مناسب و غذای در دسترس شرایط مناسبی را برای رشد و تولیدمثل گونه‌های مختلف روتیفرها فراهم می‌آورد.

برخی گونه‌ها و جنس‌های روتیفرها به‌عنوان نشانگر زیستی آب کاربرد دارند که حضور و تراکم آن‌ها در محیط آبی که در آن زندگی می‌کنند، نشان‌دهنده کیفیت آب است. Nogrady (1980) با مطالعه‌ای که در دریاچه‌های کوه Tremblant در کانادا انجام داد، دریافت که حضور گونه‌های مشخصی از روتیفرها نشان‌دهنده سطح تروفیک آن اکوسیستم است، به بیان دیگر موجوداتی مانند روتیفرها می‌توانند نشان دهند که اکوسیستم آبی یوتروفی (Eutrophy)، مزوتروفی (Mesotrophy) و یا الیگوتروفی (Oligotrophy) است. به‌عنوان مثال جنس‌های *Brachionus* و *Keratella* در آب‌های مزوتروفیک پراکنش دارند (Saksena، 1987). حضور برخی از گونه‌های روتیفرها از جمله *Trichocerca cylindrica*، *Brachionus angularis*، *T. pusilla* و *Polyarthra euryptera* نشان‌دهنده یوتروفیک بودن اکوسیستم است (Thunmark، 1945). در مطالعه حاضر گونه *Trichocerca pusilla* و جنس *Polyarthra* در دریاچه چیتگر تراکم بالا و قابل ملاحظه‌ای داشتند (Saksena، 1987). Berzins (1949) نیز اشاره می‌کند که *Trichocerca pusilla*، *Brachionus angularis*، *Keratella quadrata* و *Brachionus quadridentatus* جنس *Polyarthra* در آب‌های یوتروفیک دیده می‌شوند. در مطالعه Berzins (1949) به نمونه *Keratella quadrata* و *Polyarthra* مجدداً اشاره شده است که در این مطالعه گونه *Keratella quadrata* نیز از دریاچه



- 35, pp: 115-138
7. **Finlay, B.J., 2002.** Global Dispersal of Free-Living Microbial Eukaryote Species. *Science* Vol. 296, pp: 10-61.
 8. **Gulati, R.D., 1990.** Zooplankton structure in the Loosdrecht lakes in relation to trophic status and recent restoration measures. *Hydrobiologia* Vol. 191, pp: 173-188.
 9. **HakimzadehKhoei, M.; Kaya, M. and Altindag, A., 2011.** New records of Rotifers from Iran with biogeographic considerations. *Turk. J. Zool.* Vol. 35, pp: 395-402.
 10. **Khaleqsefat, E.; Pashaei Rad, S. and Malekzadeh Viayeh, R., 2011.** Lecanid rotifers (Rotifera: Monogononta: Lecanidae) from Iran. *Turk. J. Zool.* Vol. 35, pp: 49-55.
 11. **Kippen, N., 2005.** The Species Diversity of Rotifers (Rotifera) of Differentiated macrophyte Habitats of Lake Budzynskie. *Roczniki Akademii Rolniczej w Pozna CCCLXXIII, Bot.-Stec.* Vol. 9, pp: 171-176.
 12. **Kordbacheh, A. and Rahimian, H., 2012.** Annotated Checklist of Rotifers of Tehran Province Iran, with Notes on New Records. *Progress in Biological Sciences.* Vol. 1, pp: 59-67.
 13. **Koste, W., 1978.** Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart. 213 p.
 14. **Koste, W. and Shiel, J., 1987.** Rotifera from Australian Inland Waters. II*. Epiphaniidae and Brachionidae (Rotifera : Monogononta). *Invertebrate Taxon.* Vol. 7, pp: 949-1021.
 15. **Koste W. and Shiel, R.J., 1989a.** Rotifera from Australian Inland Waters. III. Euchlanidae, Mytilinidae, and Trichotriidae (Rotifera: Monogononta). *T Roy Soc South Aust.* Vol. 113, pp: 85-114.
 16. **Koste, W. and Shiel, R.J., 1989b.** Rotifera from Australian inland Waters IV. Colurellidae (Rotifera: Monogononta). *T Roy Soc South Aust.* Vol. 113, pp: 119-143.
 17. **Lucinda, I.; Moreno, I.H.; Melao, M. G.G. and Matsumura-Tundisi, T., 2004.** Rotifers in freshwater habitats in the upper Tietê river basin, São Paulo State, Brazil. *Acta Limnol. Bras.* Vol. 16, No. 3, pp: 203-224.
 18. **Malekzadeh Viayeh, R., 2010.** An overview of the rotifers of the family Notommatidae (Rotifera: Monogononta: Ploima) from Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences.* Vol. 8, pp: 127-139.
 19. **Malekzadeh Viayeh, R. and Špoljar M., 2012.** Structure of rotifer assemblages in shallow waterbodies of semi-arid northwest Iran differing in salinity and vegetation cover. *Hydrobiologia.* Vol. 686, pp: 73-89.
 20. **Michaloudi, E.; Zarfdjian, M. and Economidis P.S., 1997.** The Zooplankton of Lake Mikri Prespa. *Hydrobiologia.* Vol. 351, pp: 77-94.
 21. **Nayana, S.R. and Madhuri, P., 2005.** New Records of Rotifers From Thane Lakes (Maharashtra). *J. Aqua. Biol.* Vol. 20, No. 1, pp: 9-14.
 22. **Nogrady, T., 1980.** Canadian Rotifers II. Parc Mont Tremblant, Quebec. *Hydrobiologia.* Vol. 71, pp: 35-46.
 23. **Nogardy, T.; Wallace, R.L. and Snell, T.W., (Eds) 1993.** Rotifera guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the world. 4 SPB Academic Publishing the Hague. 142 p.
 24. **Pejler, B., 1957.** Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from from central northern Swedish

Trichocerca pusilla و *porcellus* اشاره کرد که حضور آن‌ها در زیستگاه و تراکم قابل ملاحظه‌ای که در زیستگاه آبی دریاچه چیتگر داشتند نشان‌دهنده وضعیت خوب دریاچه از نظر تولید اولیه و سطح مزوتروفیک تا یوتروفیک دریاچه چیتگر است. انتظار می‌رود با نمونه‌برداری‌ها و مطالعات کامل‌تر بیشتری از جمله اندازه‌گیری تمام خصوصیات فیزیکوشیمیایی زیستگاه مورد بررسی بتوان به یافته‌های بیشتری در مورد اکولوژی و شرایط مناسب تاثیرگذار بر روی تنوع و فراوانی روتیفرها پی برد، همچنین ارتقای چکلیست روتیفرهای ایران به‌عنوان اولین گام در مطالعه روتیفرها از اهداف اولیه در زمینه روتیفرشناسی است.

تشکر و قدردانی

با سپاس و تشکر فراوان از دانشگاه آزاد واحد اسلامشهر که هزینه این پژوهش را در اختیار این پژوهش قرار دادند تا این تحقیق میسر شد. همچنین از جناب آقای دکتر حسن رحیمیان، دانشیار بخش جانورشناسی دانشگاه تهران، به‌علت همکاری صمیمانه‌شان در فراهم آوردن وسایل لازم برای نمونه‌برداری کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

1. **Arora, J. and Mehra N.K., 2003.** Species Diversity of Planktonic and epiphytic Rotifers in the Backwaters of the Delhi Segment of the Yamuna River, with Remarks on New Records from India. *Zoological studies.* Vol. 42, No. 2, pp: 239-247.
2. **Berzins, B., 1949.** Zur Limnologie der Seen Siiclostlettlands. *SAiweiz. Z. Hydrol.* Vol. 11, pp: 583-607.
3. **Chengalath, R. and Koste, W., 1983.** Rotifera from northern Quebec, Newfoundland and Labrador, Canada. *Hydrobiologia.* Vol. 104, pp: 49-56.
4. **De Smet, W.H., 1998.** Preparation of rotifer trophi for light and scanning electron microscopy. *Hydrobiologia.* Vol. 387/388, pp: 117-121.
5. **Dumont, H.J., 1977.** Biotic factors in the population dynamics of rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih.* Vol.8, pp: 98-122.
6. **Hamaidi-Chergui, F.; Hamaidi, S.; Errahmani, M.B. and Benouaklil, F., 2013.** Studies on Biodiversity of Rotifera in Five Artificial Lakes in Algeria: Systematical and Zoogeographical Remarks. *Kragujevac J. Sci.* Vol.



- Lapland. K. Svenska. Vetensk Akad. Handl. Ser.4. Vol. 6, pp: 52-120.
25. **Pejler, B. and Berzins, B., 1994.** On the ecology of Lecane (Rotifera). *Hydrobiologia*. Vol. 273, pp: 77-80.
 26. **Reihan Reshteh, R. and Rahimian, H., 2014.** Rotifers of southwest Iran: a faunistic and biogeographical study. *Turk J Zool*. Vol. 38, pp: 525-537.
 27. **Saksena, D.N., 1987.** Rotifers as Indicators of Water Quality. *Dcta hydrochim. Hydrobiol*. Vol. 156, pp: 481-485.
 28. **Segers, H.; Nwandiario, S.C. and Dumont H.J., 1993.** Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). *Hydrobiologia*. Vol. 250, pp: 63-71.
 29. **Segers, H., 1995.** Rotifera. Volume2: The Lecanidae (Monogononta). In *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the continental Waters of the World*, (Nogrady, T. Ed.). Backhuys Publishers, Leiden.The Netherlands. 116 p.
 30. **Segers, H., 2008a.** Global Diversity of Rotifers (Rotifera) in Freshwaters. *Hydrobiologia*. Vol. 595, pp: 49-59.
 31. **Segers, H. and De Smet, W.H., 2008b.** Diversity and Endemism in Rotifera: a review, and *Keratella Bory de St Vincent*. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 17, pp: 303-316.
 32. **Shayestehfar, A. and Abdovis, S., 2011.** Diurnal fluctuations in population density of rotifera in relation to some physical and chemical parameters from Karun River, Khuzestan Province, Iran. *Agric Sci Res J*. Vol. 1, pp: 272-276.
 33. **Shayestehfar, A.; Soleimani, M.; Mousavi, S.N. and Shirazi, F., 2008.** Ecological study of rotifers from Kor River, Fars, Iran. *J Environ Biol*. Vol. 29, pp: 715-720.
 34. **Shiel, R.J. and Koste, W., 1993.** Rotifera from Australian Inland Waters. IX. *Gastropodidae, Synchaetidae, Asplanchidae (Rotifera: Monogononta)*. *T Roy Soc South Aust*. Vol. 117, pp: 111-139.
 35. **SLÁDEČEK, V., 1983.** Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*. Vol. 100, pp: 169- 171.
 36. **Thunmark, S., 1945.** Die Abu-asserfrage der Vaxjo Seen in hydrobiologischer Beleucht ung. *Grundziige in der regionalen Planktologie voii Sudachueden*. *Medd. Lunds. Unir. Limnol. Lnst*. Vol. 4, 239 p.
 37. **Wallace, R.L.; Snell, T.W.; Ricci, C. and Nogrady, T., 2006.** Rotifera: Biology, Ecology and Systematics. In: *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* (Eds. SEGERS, H., and DUMONT, H. J.). Kenobi Productions, Ghent, Backhuys Publishers, Leiden. Vol. 23, 299 p.

