

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 دریافت: خرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

چکیده

چرخ‌دهانیان (Rotifers) از جانوران پیشتازی 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 ۲۳ گونه متعلق به ۱۱ خانواده و ۱۲ 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 یک‌طرفه (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. ۸ گونه از ۲۳ نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند که عبارتند از *Lecane*، *Hexarthra fennica*، *Encentrum orthodactylum*، *Dicranophorus dolerus*، *Cephalodella anebodica*، *Notholca psammarina* و *Lophocharis naias*، *Lecane venusta*، *arcuata*.

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



مقدمه

فاکتورهایی‌اند که مسئول حضور یا غیبت یک گونه خاص هستند، این مطالعات برای تفسیر تغییرات در الگوی تنوع گونه‌ای نیز مفید هستند (Nandini و همکاران، ۲۰۱۲). 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 جانوران یکی از گروه‌های اصلی متازوهای ابتدایی آب شیرین‌اند که در دامنه وسیعی از زیستگاه‌ها یافت می‌شوند (Wallace و همکاران، ۲۰۰۶).

مواد و روش‌ها

محل‌های نمونه‌برداری: دریاچه مصنوعی چیتگر در شمال غرب شهر تهران قرار دارد. آب دریاچه چیتگر از بارش‌های فصلی، حدود ۸۰ درصد از آب رودخانه کن و مابقی از روان آب‌های حوزه میانی و سطحی منطقه تامین می‌شود. این دریاچه با مساحت حدود ۳۵۵ هکتار و گنجایش ۳۵ میلیون مترمکعب در منطقه ۲۲ 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. آبدۀ 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 جنوب شرقی چالوس، با نام لار جاری می‌شود و پس از دریافت آب‌های مهم دیگری (مثل: آب سفید، الرم، آب چهل بره، آب سیاه پلاس، آب امام پهنک، سه سنگ، 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 ۱).

نمونه‌برداری از رودخانه‌های هراز و درکه و دریاچه مصنوعی چیتگر (خلیج فارس) صورت گرفت (جدول ۱). جمع‌آوری

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، ۲۰۱۳؛ Wallace و همکاران، ۲۰۰۶؛ Sladeczek، ۱۹۸۳). روتیفرها می‌توانند با سرعت تولیدمثلی بالا نیچ‌های خالی را اشغال کرده و در آن‌ها ساکن شوند و به این ترتیب تولید اولیه را به فرم قابل استفاده برای مصرف‌کنندگان ثانوی تبدیل کنند (Nogrady و همکاران، ۱۹۹۳). روتیفرها به همراه تک سلولی‌ها و سخت‌پوستان از مهم‌ترین و فراوان‌ترین اعضای فون آب شیرین هستند (Raut و Pejaver، ۲۰۰۵). از آن‌جایی که برخی از موجودات زنده نسبت به شرایط محیطی متغیر تحمل بالایی نشان می‌دهند، از آن‌ها به عنوان نشانگرهای زیستی یا بیوندیکاتورها استفاده می‌شود (Saksena، ۱۹۸۷) و طبق گفته Shadecek (۱۹۸۳) جمعیت‌های 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، ۲۰۰۴). 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، ۲۰۱۲؛ Sgayestehfar و Abdovis، ۲۰۱۱؛ Hakimzade Khoei و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kordbacheh، ۲۰۱۱؛ Malekzadeh Viayeh، ۲۰۱۰).

در این مطالعات تا کنون ۱۷۷ نمونه از روتیفرها شناسایی شده‌اند (Reihan Reshteh و Rahimian، ۲۰۱۴) 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



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 ۴۰۰ و ۱۰۰۰ انجام گرفت. شناسایی روتیفرها براساس ریخت‌شناسی خارجی و هم‌چنین در صورت نیاز براساس ساختار تروفی صورت گرفت (Segers, ۱۹۹۵؛ Shiel و Koste, ۱۹۹۳؛ Koste, ۱۹۸۹ b,a؛ Koste و Shiel, ۱۹۸۷؛ Koste, ۱۹۷۸). برای استخراج تروفی لوریکای روتیفرها با هیپوکلریت سدیم حل شده و تروفی نمونه پس از استخراج با لوله موئین 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, ۱۹۹۸).

نمونه‌های پلانکتون با استفاده از تور پلانکتون‌گیری با چشمه‌های ۴۰ میکرونی انجام شد.



شکل ۱: نقشه ایستگاه نمونه‌برداری رودخانه هراز (شکل مربع محل نمونه‌برداری واقع در پلور را نشان می‌دهد)

نمونه‌برداری از آب‌های سطحی لیتورال در محل رودخانه‌ها و هم‌چنین دریاچه در فصول مختلف از بهمن ماه ۹۲ تا آذر ماه ۹۳ صورت می‌گرفت. سپس نمونه‌ها در محل با فرمالین ۴٪ تثبیت شده و به‌ظروف پلاستیکی انتقال یافتند. نمونه‌های

جدول ۱: 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	۳،۵، ۹۲/۱۱ و ۹۳/۸	۱۲۷۶	۳۵ ۴۴ ۹۷	۵۱ ۵۹ ۲۰	دریاچه چیتگر	۱
نمونه‌برداری از لیتورال	۵،۳، ۹۲/۱۱ و ۹۳/۸	۲۱۲۴	۳۵ ۵۰ ۹۶	۵۲ ۲۳ ۵۷	رودخانه درکه	۲
نمونه‌برداری از لیتورال	۳،۵، ۹۲/۱۱ و ۹۳/۸	۱۲۶۶	۳۵ ۴۴ ۸۹	۵۱ ۱۲ ۱۱۷	رودخانه هراز	۳

وارد شدند تا به‌صورت نمودار مورد بررسی قرار گیرند. شاخص Shanon 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 نمونه‌برداری از نرم‌افزار SPSS و به‌علت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. هم‌چنین به‌علت 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.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ۲۲ و ۹.۱ stimates انجام شد. برای بررسی تنوع گونه‌ای در فصول و ایستگاه‌ها براساس ترکیب و فراوانی گونه‌ای از نرم‌افزار Estimates ۹.۱ استفاده شد. نرم‌افزار Estimate براساس حضور و 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 بحث پرداخت. در این مطالعه نتایج براساس شاخص تنوع زیستی Shanon در نرم‌افزار SPSS



نتایج

در این مطالعه در مجموع ۲۳ گونه شناسایی شد. این ۲۳ گونه متعلق به ۱۱ خانواده و ۱۲ جنس بودند (جدول ۲). از بین خانواده‌های روتیفرهای شناسایی شده، خانواده‌های Lecanidae با ۷ گونه، خانواده Brachionidae با ۳ گونه و خانواده‌های Dicanophoroides، Trichocercidae و Lepdellidae هر کدام با داشتن دو گونه، به ترتیب متنوع‌ترین خانواده‌ها هستند. براساس نتایج به دست آمده، جنس‌های غالب در طی چهار فصل از نظر تراکم به ترتیب جنس *Lecane* با ۷ گونه و جنس‌های *Encentrum* و *Trichocerca*، *Hexarthra*، *Colurella* هر کدام

با داشتن ۲ 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. ۸ گونه از ۲۳ نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند که عبارتند از *Cephalodella*، *Encentrum*، *Dicanophorus*، *dolerus*، *anebodica*، *Lecane*، *Lecane arcuata*، *Hexarthra fennica*، *orthodactylum*، *Notholca psammarina* و *Lophocharis naias*، *venusta*

جدول ۲: لیست گونه‌های شناسایی شده در این مطالعه

Phylum: Rotifera
Class: Eurotatoria
Subclass: Monogononta
Order: Flosculariacea
Family: Hexarthridae
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, ۱۸۹۲) *
<i>Hexarthra oxyuris</i> (Sernov, ۱۹۰۳)
Order: Ploima
Family Brachionidae
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, ۱۷۸۶)
<i>Notholca psammarina</i> Buchholz & Ruhm*
<i>Notholca squamula</i> Gosse, 1886
Family dicrophoridae
<i>Dicanophorus dolerus</i> Harring & Myers, ۱۹۲۸*
Family Dicanophoroides
<i>Encentrum lutra</i> Wulfert, ۱۹۳۶
<i>Encentrum orthodactylum</i> Wulfert, ۱۹۳۶*
Family Lecanidae
<i>Lecane arcuata</i> (Bryce, ۸۹۱)*
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, ۱۸۵۱)
<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, ۱۸۵۹)
<i>Lecane luna</i> (O.F. Müller, ۱۷۷۶)
<i>Lecane nana</i> (Murray, ۱۹۱۳)
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, ۱۸۳۲)
<i>Lecane venusta</i> Harring & Myers, ۱۹۲۶*
Family Lepdellidae
<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, ۱۸۳۱
<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, ۱۸۳۰)
Family Mytilinidae
<i>Lophocharis naias</i> Wulfert, * ۱۹۴۲
Family: Notommatidae
<i>Cephalodella anebodica</i> (Ehrenberg, ۱۸۳۰)*
Family Proalidae
<i>Proales theodora</i> (Gosse, ۱۸۸۷)
Family Trichocercidae
<i>Trichocerca porcellus</i> (Gosse, ۱۸۵۱)
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jennings, ۱۹۰۳)
Family Trichotriidae
<i>Trichotria tetractis similis</i> (Stenroos, ۱۸۹۸)

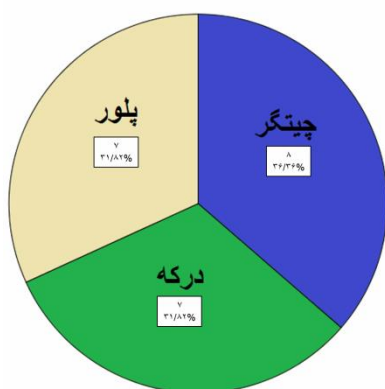
*رکورد جدید از ایران

را داشتند. فراوانی جنس‌های *Lecane* و *Polyarthra* در ایستگاه رودخانه در که از باقی جنس‌ها بیش تر بود. در ایستگاه رودخانه

طبق نتایج به دست آمده در ایستگاه دریاچه چیتگر جنس‌های *Polyarthra*، *Lecane* و *Trichocerca* به ترتیب بیش‌ترین فراوانی



فصل بهار با ۳۶ درصد متراکم ترین فصل شناخته شد (شکل ۲) و ایستگاه دریاچه چیتگر نیز با ۳۶/۳۶ درصد به عنوان متراکم ترین ایستگاه از نظر فراوانی جنس‌های مختلف شناخته شد (شکل ۳). آزمون ANOVA بین همه ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری 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 ۴) که نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین تراکم گونه‌ای در این دو ایستگاه وجود دارد.



شکل ۳: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده فراوانی کل روتیفرها در ایستگاه‌های مختلف

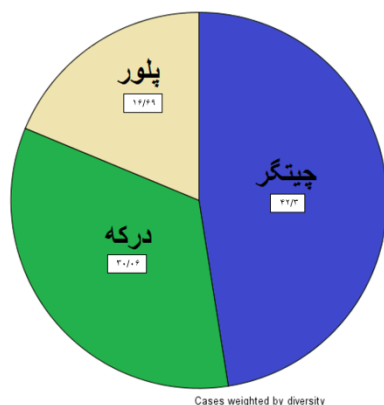
ایستگاه دریاچه چیتگر بیش‌ترین فراوانی روتیفرها را به خود اختصاص داد

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 روتیفرها در طول یک سال و چهار فصل بررسی شد که طبق نتایج به دست آمده از SPSS



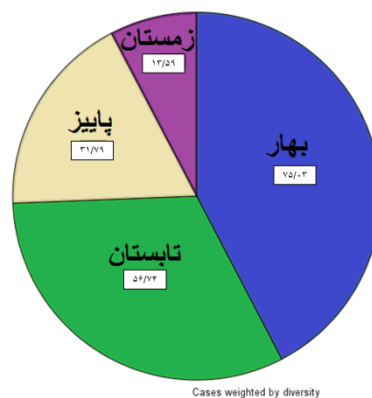
شکل ۲: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده فراوانی کل روتیفرها در فصول مختلف

طبق نتایج فصل بهار بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص داد



شکل ۵: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده تنوع زیستی روتیفرها براساس شاخص تنوع زیستی Shannon در ایستگاه‌های مختلف

ایستگاه چیتگر به عنوان متنوع‌ترین ایستگاه از نظر تنوع گونه‌ای نشان داده شده است



شکل ۴: نمودار دایره‌ای نشان‌دهنده تنوع زیستی روتیفرها براساس شاخص تنوع زیستی Shannon در فصول مختلف فصل بهار به عنوان متنوع‌ترین فصل از نظر تنوع گونه‌ای نشان داده شده است



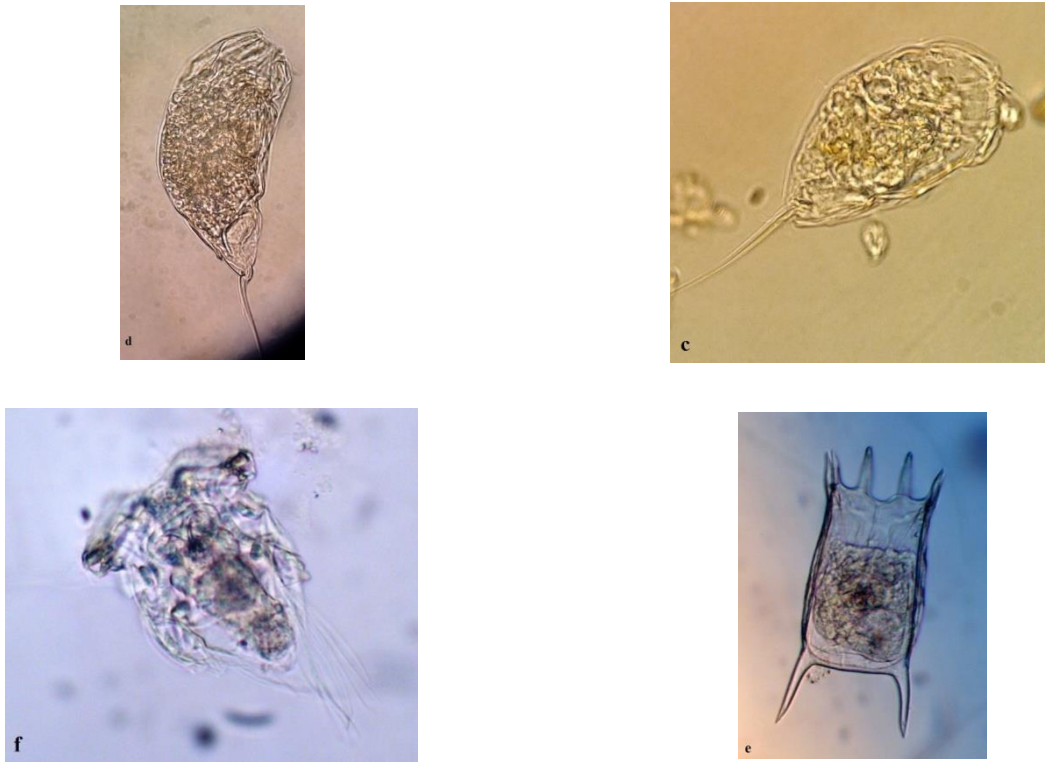
جدول ۳: حضور گونه‌های شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصول مختلف

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 clostercerca</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 - هرز		*		
<i>Trichocerca pusilla</i>	چیتگر	*	*		
<i>Trichotria tetractis similis</i>	چیتگر	*		*	

جدول ۴: نتیجه آزمون ANOVA و Post Hoc برای ایستگاه‌های ثابت

آزمون‌ها	ایستگاه‌ها	عدد P
ANOVA	همه ایستگاه‌ها	۰/۰۴*
Post Hoc (Tukey HSD/Scheffe)	چیتگر و پلور	۰/۰۴*





شکل ۶: (a) *Lecane venusta* (b) *Dicanophorus dolerus* (c) *Trichocerca porcells* (d) *Keratella* (e) *Trichocerca pusilla* (f) *Hexarthra fennica quadrata*

مانند *Brachionus* در میان گونه‌های این خانواده در این مطالعه دیده نشد. تنوع گونه‌ای در خانواده *Lecanidae* با دارا بودن ۷ گونه نسبت به خانواده‌های دیگر در این مطالعه بیش‌تر بود. روتیفرهای خانواده *Lecanidae* اساساً در زیستگاه‌های لیتورال زندگی می‌کنند (BerziQs و Pejler, ۱۹۹۴). روتیفرها در این گروه بالاترین تنوع‌شان را در آب‌های لیتورال راکد و ساکن و یا با جریان کم در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری خواهند داشت (Segers, ۱۹۹۵). در این مطالعه نیز جنس *Lecane* از ایستگاه‌های دریاچه چیتگر که دارای آبی ساکن است و رودخانه در که 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 انتظار می‌رفت. جنس‌های *Notholca* و *Keratella* از خانواده *Brachionidae* از ایستگاه‌های رودخانه هراز و دریاچه چیتگر جمع‌آوری شدند (جدول ۳). اکثر گونه‌های این خانواده ترموفیلیک هستند و پراکنش جهانی آن‌ها نشان داده است که این روتیفرها در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیری پراکنش بیش‌تری دارند (Koste و Shiel, ۱۹۸۷)، البته جنسی همانند *Notholca* به‌عنوان نمونه‌ای

بحث

در مطالعه حاضر خانواده‌های *Lecanidae* و *Brachionidae* دارای بیش‌ترین فراوانی بودند، این در حالی است که در مطالعات مشابه که در شهر تهران و اطراف آن صورت گرفته است خانواده نتایج متفاوتی به‌دست آمده است. در مطالعه Kordbacheh (۲۰۱۲) خانواده‌های *Brachionidae*، *Lecanidae* و *Notommatidae* به‌ترتیب دارای بیش‌ترین فراوانی بوده‌اند و در مطالعه Hakimzade Khoei و همکاران (۲۰۱۱) به‌ترتیب خانواده‌های *Brachionidae*، *Lecanidae* و *Lepadellidae* فراوانی بیش‌تری داشته‌اند خانواده‌های *Brachionidae*، *Lecanidae* 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 *Lecanidae* با ۷ گونه تراکم بالایی را از خود نشان داد و خانواده *Brachionidae* گرچه از نظر تراکم در رتبه دوم قرار دارد اما جنس شایعی



سرمادوست (Cold Stenothermous) توصیف شده است (Koste و Shiel, ۱۹۸۷).

جنس‌های پلانکتونیک و شناگر آزاد قسمت‌های سطحی دریاچه شامل جنس‌های *Synchaeta* و *Polyarthra* و جنس‌های قسمت‌های پلاژیک رودخانه‌ها همانند *Brachionus* و *Keratella* از معمول‌ترین روتیفرهای پلاژیک هستند (Segers, ۲۰۰۸b). از نواحی ساحلی مناطق مورد نمونه‌برداری نیز نمونه‌هایی ساحلی و پیری‌فیت که شایع‌ترین آن‌ها *Lepadella*، *Cephalodella* و *Lecane* هستند یافت شدند، البته به‌طور دقیق‌تر این نمونه‌ها اکثراً کفزی-ساحلی بوده و تنوع گونه‌ای بالایی از خود نشان می‌دهند (Segers, ۲۰۰۸a). تقسیم‌بندی گونه‌ها براساس محل زندگی روتیفرها در جدول ۳ آمده است. ۸ گونه از ۲۳ نمونه شناسایی شده در این مطالعه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند که عبارتند از *Dicranophorus*، *Cephalodella anebodica*، *Hexarthra fennica*، *Encentrum orthodactylum*، *dolerus*، *Lophocharis naias*، *Lecane venusta*، *Lecane arcuata* و *Notholca psammarina* (جدول ۲)، (شکل ۶- a, b, f) تاکنون ۱۷۷ گونه روتیفر از آب‌های ایران گزارش شده است که با احتساب این هشت نمونه تعداد گونه‌های شناسایی شده از ایران به ۱۸۵ گونه ارتقا می‌یابد.

در مطالعه حاضر نمونه‌برداری در فصول مختلف انجام شد. براساس داده‌های آماری فصل بهار بیش‌ترین تراکم نمونه‌ها را نشان داد. تعدادی از جنس‌ها در تمام طول سال مشاهده شدند و تعدادی فقط در یک فصل خاص دیده شدند (جدول ۳). به عنوان مثال جنس‌های *Encentrum* و *Proales* فقط در فصل زمستان جمع‌آوری شدند (جدول ۳). *Encentrum* به‌عنوان گروهی سرما دوست (Cold Stenotherm) و حساس به تغییرات دما توصیف شده که در آب‌های راکد و جاری به‌صورت پیری‌فیت زندگی می‌کند (De Smet, ۱۹۹۷). جنس *Colurella* در فصل تابستان ثبت شد. این جنس پراکنش جهانی داشته و قدرت تحمل بالایی نسبت به شرایط محیطی دارد (Koste و Shiel, ۱۹۸۹)، اما در مطالعه حاضر این جنس فقط در فصل تابستان از رودخانه‌های درکه و هراز جمع‌آوری شد. تعداد دفعات نمونه‌برداری در داشتن نمونه‌ای خاص در فصولی معین تاثیرگذار است که در مورد حضور جنس‌ها و گونه‌های مختلف می‌توان به این نکته اشاره کرد. از بین سه ایستگاه نمونه‌برداری، دریاچه چیتگر به‌عنوان متراکم‌ترین ایستگاه شناخته شد. تراکم بالایی روتیفرها می‌تواند نشان‌دهنده در دسترس بودن محدوده وسیعی از ذرات غذایی که مورد استفاده روتیفرها قرار می‌گیرد باشد

(Gulati, ۱۹۹۰؛ Dumont, ۱۹۷۷). تنوع یا غنا بالا و هم‌چنین فراوانی بالایی گونه‌ای در دریاچه‌ها اتفاق می‌افتد (Segers و همکاران، ۱۹۹۳). در هر مطالعه تعداد گونه‌های روتیفر متأثر از فاکتورهای مکان (تنوع زیستگاه‌ها)، زمان (فصل) و هم‌چنین کوتاهی چرخه زندگی برخی از گونه‌هاست (Kuczynsk-Kippen, ۲۰۰۵)، البته باید توجه داشت که تعداد و تنوع ایستگاه‌های نمونه‌برداری نیز مهم است. همان‌طور که Chengalath و Koste (۱۹۸۳) بیان نمودند، تعداد گونه‌های شناسایی شده به تکرر نمونه‌برداری و هم‌چنین فصلی بودن گونه‌های خاص بستگی دارد. Finlay (۲۰۰۲) نیز نسبت تعداد گونه‌های معرفی شده از یک منطقه را در واقع تا حدی مربوط به تلاش انجام شده در مرحله نمونه‌برداری می‌داند. همان‌طور که گفته شد نمونه‌برداری به‌صورت فصلی انجام شد. طبق نتایج هر دو فراوانی و تنوع و غنای گونه‌ای در فصل بهار بالاترین میزان خود را داشت و فصل زمستان دارای کم‌ترین تنوع زیستی و به‌همراه فصل پاییز دارای کم‌ترین فراوانی بوده‌اند. در مطالعات مشابه نیز نتایج مشابه به‌دست آمده است. در مطالعه Arora و Mehra (۲۰۰۳) 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، ۱۹۹۷). 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 (۱۹۸۰) 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, ۱۹۸۷). حضور برخی از گونه‌های روتیفرها از جمله *T. pusilla*، *Trichocerca cylindrica*، *Brachionus angularis* و *Polyarthra euryptera* نشان‌دهنده یوتروفیک بودن اکوسیستم است (Thunmark, ۱۹۴۵). در مطالعه حاضر گونه *Trichocerca pussila* و جنس *Polyarthra* در دریاچه چیتگر تراکم



چیتگر داشتند نشان دهنده وضعیت خوب دریاچه از نظر تولید اولیه و سطح مزوتروفیک تا یوتروفیک دریاچه چیتگر است. انتظار می رود با نمونه برداری ها و مطالعات کامل تر بیش تری از جمله اندازه گیری تمام خصوصیات فیزیکی شیمیایی زیستگاه مورد بررسی بتوان به یافته های بیش تری در مورد اکولوژی و شرایط مناسب تاثیرگذار بر روی تنوع و فراوانی روتیفرها پی برد، هم چنین ارتقای چک لیست روتیفرهای ایران به عنوان 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. هم چنین از جناب آقای دکتر حسن رحیمیان، دانشیار بخش جانورشناسی دانشگاه تهران، به علت همکاری صمیمانه شان در فراهم آوردن وسایل لازم برای نمونه برداری کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

1. Arora, J. and Mehra N.K., ۲۰۰۳. 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., ۱۹۴۹. Zur Limnologie der Seen Siiclostletlands. SAIweiz. Z. Hydrol. Vol. 11, pp: 583-607.
3. Chengalath, R. and Koste, W., ۱۹۸۳. Rotifera from northern Quebec, Newfoundland and Labrador, Canada. Hydrobiologia. Vol. 104, pp: 49-56.
4. De Smet, W.H., ۱۹۹۸. Preparation of rotifer trophi for light and scanning electron microscopy. Hydrobiologia. Vol. 387/388, pp: 117-121.
5. Dumont, H.J., ۱۹۷۷. 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., ۲۰۱۳. Studies on Biodiversity of Rotifera in Five Artificial Lakes in Algeria: Systematical and Zoogeographical Remarks. Kragujevac J. Sci. Vol. 35, pp: 115-138
7. Finlay, B.J., ۲۰۰۲. Global Dispersal of Free-Living Microbial Eukaryote Species. Science Vol. 296, pp: 10-61.
8. Gulati, R.D., ۱۹۹۰. 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

بالا و قابل ملاحظه ای داشتند (Saksena, ۱۹۸۷). Berzins (۱۹۴۹) نیز اشاره می کند که *Trichocerca pusilla*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata angularis* و جنس *Polyarthra* در آب های یوتروفیک دیده می شوند. در مطالعه Berzins (۱۹۴۹) به نمونه *Keratella quadrata* و *Polyarthra* مجدداً اشاره شده است که در این مطالعه گونه *Keratella quadrata* نیز از دریاچه چیتگر ثبت شده است. بنابراین شواهد برای این که دریاچه چیتگر را یک سیستم یوتروفیک دانست، با حضور گونه های *Trichocerca pusilla* و *Keratella quadrata* و هم چنین گونه های مختلف جنس *Polyarthra* افزایش می یابد. از سوی دیگر طبق مشاهدات Pejler (۱۹۵۷) در دریاچه های سوئد بیان کرده است که گونه هایی مانند *Trichocerca pusilla*، *Keratella quadrata* و *porcellus* ساکنین آب های مزوتروفیک تا یوتروفیک هستند و حضور آن ها نشان دهنده وضعیت مزوتروفیک تا یوتروفیک دریاچه است (شکل ۶- c, d, e). این مشاهدات در کنار گفته های محققینی که در بالا ذکر شد، نشان می دهد که دریاچه چیتگر وضعیت مزوتروفیک تا یوتروفیک دارد. از طرف دیگر این ایستگاه بیش ترین فراوانی روتیفرها را بین ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که می توان به یوتروفیک بودن سیستم دریاچه چیتگر اشاره کرد که بستر خوبی را برای رشد ارگانسیم های مختلف فراهم آورده است.

در این مطالعه در مجموع ۲۳ گونه از زیررده Monogononta شناسایی شدند. این ۲۳ گونه متعلق به ۱۱ خانواده و ۱۲ جنس بودند (جدول ۴).

از بین خانواده های روتیفرهای شناسایی شده، خانواده های Lecanidae با ۷ گونه، خانواده Brachionidae با ۳ گونه و خانواده های Lepdellidae و Trichocercidae، Dicranophoroides هر کدام با داشتن دو گونه، به ترتیب متنوع ترین خانواده ها هستند. از میان فصول و ایستگاه های مختلف در این مطالعه، فصل بهار و ایستگاه دریاچه چیتگر به عنوان متنوع ترین و متراکم ترین فصل و ایستگاه به ترتیب از نظر تنوع و بیش ترین فراوانی گونه ای شناسایی شدند. در این مطالعه جنس ها و گونه های حضور داشتند که حضور و یا عدم حضور آن ها در یک زیستگاه آبی نشان دهنده کیفیت آب و سطح تروفیک آن اکوسیستم است. از میان این روتیفرها می توان به جنس *Polyarthra* و گونه های *Trichocerca porcellus*، *Keratella quadrata* و *Trichocerca pusilla* اشاره کرد که حضور آن ها در زیستگاه و تراکم قابل ملاحظه ای که در زیستگاه آبی دریاچه



28. Segers, H.; Nwandiario, S.C. and Dumont H.J., ۱۹۹۳. Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). *Hydrobiologia*. Vol. 250, pp: 63-71.
29. Segers, H., ۱۹۹۵. 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., ۲۰۰۸a. Global Diversity of Rotifers (Rotifera) in Freshwaters. *Hydrobiologia*. Vol. 595, pp: 49-59.
31. Segers, H. and De Smet, W.H., ۲۰۰۸b. 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., ۲۰۱۱. 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., ۲۰۰۸. Ecological study of rotifers from Kor River, Fars, Iran. *J Environ Biol*. Vol. 29, pp: 715-720.
34. Shiel, R.J. and Koste, W., ۱۹۹۳. Rotifera from Australian Inland Waters. IX. Gastrotrichidae, Synchaetidae, Asplanchnidae (Rotifera: Monogononta). *T Roy Soc South Aust*. Vol. 117, pp: 111-139.
35. SLÁDEČEK, V., ۱۹۸۳. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*. Vol. 100, pp: 169- 171.
36. Thunmark, S., ۱۹۴۵. 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., ۲۰۰۶. 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.
- 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., ۲۰۰۵. 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., ۱۹۷۸. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart. 213 p.
14. Koste, W. and Shiel, J., ۱۹۸۷. 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., ۱۹۸۹a. 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., ۱۹۸۹b. 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., ۲۰۱۰. 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., ۲۰۱۲. 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., ۱۹۹۷. The Zooplankton of Lake Mikri Prespa. *Hydrobiologia*. Vol. 351, pp: 77-94.
21. Nayana, S.R. and Madhuri, P., ۲۰۰۵. 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. Nogrady, T.; Wallace, R.L. and Snell, T.W., (Eds) ۱۹۹۳. 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 Lapland. *K. Svenska. Vetensk Akad. Handl. Ser.4*. Vol. 6, pp: 52-120.
25. Pejler, B. and Berzins, B., ۱۹۹۴. On the ecology of Lecane (Rotifera). *Hydrobiologia*. Vol. 273, pp: 77-80.
26. Reihan Reshteh, R. and Rahimian, H., ۲۰۱۴. Rotifers of southwest Iran: a faunistic and biogeographical study. *Turk J Zool*. Vol. 38, pp: 525-537.
27. Saksena, D.N., ۱۹۸۷. Rotifers as Indicators of Water Quality. *Acta hydrochim. Hydrobiol*. Vol. 156, pp: 481-485.

