مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

# تاثیر عوامل محیطی بر تنوع گونه ای روتیفرها با استفاده از شاخص های تنوع زیستی و بررسی همبستگی کانونی (CCA)

**نبات نقشبندی[۱]، مهدی ایرانمنش[۲]، مجید عسکری حصنی[۲*]**

*[۱] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران*

*[۲] گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران*

**نوع مقاله:**
پژوهشی

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۶/۰ ۲/۲۹
اصلاح: ۹۶/۰ ۴/۲۹
پذیرش: ۹۶/۰ ۵/۱۹

**کلمات کلیدی:**
تنوع زیستی
فاکتورهای محیطی
گردان تنان
همبستگی کانونی

**چکیده**

گردان تنان جانوران میکروسکوپی آبزی متعلق به شاخه Rotifera هستند که در محدوده وسیعی از زیستگاه‌های آبی سکونت دارند و به عنوان یکی از نشانگرهای شرایط زیست محیطی زیستگاه‌های آبی محسوب می شوند. این موجودات با به جریان انداختن مواد مغذی نقش مهمی در اکولوژی اکوسیستم-های آب شیرین ایفا می‌کنند. با توجه به نقش مهم این گروه از جانداران در زنجیره‌های غذایی اکوسیستم‌های آبی و نیاز به کشف تنوع زیستی آن‌ها، این مطالعه با هدف سنجش برخی از فاکتورهای غیرزیستی در دو آبگیر واقع در شمال‌غرب ایران و بررسی تأثیر این فاکتورها روی الگوی پراکنشِ و تنوع روتیفرها طراحی و اجرا گردید. نمونه‌برداری از روتیفرها و اندازه‌گیری مقادیر شاخص‌های آب شامل دما، pH، اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی به صورتِ فصلی و به مدتِ یک سال، انجام گرفت. در این بررسی، در مجموع، ۲۸ گونه روتیفر از ۱۰ خانواده از شاخه روتیفرها جمع‌آوری شد. آنالیز همبستگی کانونی (CCA) ارتباط بین فراوانی گونه‌ای روتیفرها و متغیرهای محیطی را نشان داد. نتایج موید این است که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی با تنوع روتیفرها، در هر دو اکوسیستم مورد مطالعه وجود دارد و نتایج نشان داد، عوامل محیطی می‌توانند تنوع گونه‌ای روتیفرها را تحت تأثیر قرار دهند.

## مقدمــه

زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی، از ارکان اصلی حیات در آب‌ها و از جذاب‌ترین موضوعات مورد توجه محققین می‌باشند. عناصر و اجزای این زنجیره‌ها دارای ارتباطات در هم پیچیده‌ای هستند و وجود هر یک از این اجزا و ارتباطات برای ادامه چرخه‌های حیاتی موجودات و پایداری کل یک اکوسیستم، و حتی سایر شبکه‌های زیستی ضروری است (Chang *et al.*, 2005). اگر چه نقش نسبی شرایط اکولوژیکی در بین سیستم‌های بیولوژیکی مختلف یا در داخل یک سیستم ممکن است متغیر باشد (Devetter, 1998). اما آگاهی در مورد نظم موجود در ساختار اکوسیستم‌ها برای درک بهتر اصول زیربنایی عملکرد آن‌ها از جمله اکوسیستم های آب شیرین ضروری است (Galkovskaya and Mityanina, 2005). به علاوه، مطالعه اثر متقابل

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mahesni@gmail.com



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

موجودات زنده و ویژگی‌های فیزیکی محیط‌های آبی در تفسیر پویایی جمعیت موجودات زنده بسیار مهم می‌باشد (Pollard *et al.*, 1998).

روتیفرها از جمله مهمترین زئوپلانکتون‌ها در بسیاری از زیستگاه‌های آبی به شمار می‌آیند که تاثیر بسیار زیادی در پویایی این اکوسیستم ها دارند (Peláez-Rodríguez and Matsumura-Tundisi, 2002). برخی از جنس‌ها و گونه‌های روتیفر به تغییرات محیطی بسیار سریع‌تر از سایر زئوپلانکتون‌ها پاسخ داده و به نظر می‌رسد که شاخص‌های حساسی برای تعیین تغییر کیفیت آب، مقادیر غنی شدن و آلودگی باشند (Tellioğlu and Akman, 2015).

بدن روتیفرها از سه ناحیه اصلی سر، تنه و پا تشکیل شده است. بخش‌های شاخص بدن روتیفرها شامل یک اندام مژه‌دار رأسی به نام تاج یا کورونا، حلق ماهیچه‌ای که شامل مجموعه‌ای پیچیده از ساختارهای شبیه آرواره به نام تروفی است و دیواره ضخیم بدن که غلاف یا لوریکا نامیده می‌شود. تمام این صفات در شناسایی و بررسی تنوع گونه ای روتیفرها از اهمیت بالایی برخوردارند (Segers, 2004).

همانند سایر بی‌مهرگان آبزی، روتیفرهای ایران کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از قدیمی‌ترین منابع موجود می‌توان به مقاله Heinz Löffler لیمنولوژیست آلمانی در سال ۱۹۶۱ اشاره کرد. این محقق در مطالعات خود به معرفی بی‌مهرگان آبزی فلات ایران از جمله روتیفرها پرداخت (Khaleqsefat *et al.*, 2011). Birshtain و همکاران (1968) در بخشی از کتاب «بی‌مهرگان دریای خزر» روتیفرهای دریای خزر را گزارش نمودند. مطالعات پراکنده‌ای نیز در برخی مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور صورت گرفته است، از جمله می‌توان به مطالعات Shayestehfar (1995) در دریاچه پریشان استان فارس، Shayestehfar و همکاران (2008) در رودخانه کر، استان فارس، Shayestehfar و Abdovis (2011) در رودخانه کارون، استان خوزستان، Kordbacheh و Rahimian (2012) در استان تهران، مطالعه تاکسونومیکی Khaleqsefat و همکاران (2011) و همچنین گزارش Hakimzadeh Khoei و همکاران (2011) در مورد شناسایی و بیوجغرافیای روتیفرا در ایران و مطالعه تاکسونومیکی Reihan Reshteh و Rahimian (2014) در جنوب شرق ایران اشاره کرد.

در مطالعات گذشته، خصوصیات اکولوژیکی زیستگاه‌ها به طور جامع مورد بررسی قرار نگرفته است، در حالیکه خصوصیات فیزیکوشیمیایی نقش اصلی را در تشکیل اکوسیستم‌های موقت و ترکیب جمعیتی آن‌ها ایفا می‌کنند. امروزه درجات مختلفی از تاثیر ساختار زیستگاه، غنای گونه‌ی ماکروفیت‌ها و خصوصیات شیمیایی آب بر ترکیب جمعیتی بی‌مهرگان شناخته شده است (Atashbar *et al.*, 2014). از این رو در سال‌های اخیر مطالعات انجام شده بر روی تاثیر عوامل محیطی بر فراوانی و غنای گونه‌ای بی‌مهرگان آبزی از جمله روتیفرها از طریق تکنیک آماری چند متغیری در حال افزایش است. رایج ترین شکل مدل خطی عمومی آنالیز همبستگی کانونی می‌باشد که رابطه بین دو مجموعه از متغیرهای چندگانه را مورد بررسی قرار می‌دهد. مطالعاتی چون Ter Braak و Smilauer (1998)، Rundle و همکاران (2002)، Duggan و همکاران (2001)، Sharma و Sharma (2012) با کمک آنالیز همبستگی کانونی ارتباط بین ترکیب جمعیتی بی‌مهرگان با عوامل محیطی را مورد بررسی قرار داده‌اند. با توجه به اهمیت روتیفرها و کاربردهای متعدد آن‌ها، ضروری است تا بررسی بیشتری روی تنوع و جنبه‌های زیستی آن‌ها صورت گیرد. هدف از این مطالعه، تجزیه و تحلیل رابطه بین تنوع و فراوانی گونه‌ای روتیفرها و نوسانات فاکتورهای محیطی در دو اکوسیستم آبی متفاوت در استان آذربایجان غربی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### اکوسیستم‌های مورد مطالعه

دو اکوسیستم آبی انتخاب‌شده در استان آذربایجان‌غربی واقع شده‌اند (شکل ۱)؛ اکوسیستم اول (بهلول‌کندی) با موقعیت جغرافیایی "39/5 '56 °44 E "17/2 '26 °39 N در شمال استان، در شهرستان ماکو و روستای بهلول‌کندی قرار دارد و یک استخر طبیعی فصلی محسوب می‌شود. اکوسیستم دوم (تالاب کانی‌برازان) با موقعیت جغرافیایی "43/2 '45 °45 E "52/3 '01 °37 N در قسمت شمالی حوضه آبریز رودخانه‌های مهابادچای و سیمینه‌رود واقع است و یکی از مهم‌ترین تالاب‌های جنوب دریاچه ارومیه و زیستگاه پرارزشی برای پرندگان آبزی می‌باشد. بعلاوه، این اکوسیستم برخلاف اکوسیستم اول حاوی پوشش



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

گیاهی غنی می‌باشد. به علت وسعت زیاد اکوسیستم دوم نمونه‌گیری در نقاط متعددی از تالاب انجام گرفت. در این مطالعه، دو آبگیری انتخاب شدند که از نظر جغرافیایی در دو نقطه دور از هم در استان واقع شده‌اند و متعلق به سیستم‌های هیدرولوژیکی مختلف‌اند. این دو اکوسیستم علی‌رغم داشتن اشتراکات غیرزیستی بسیار، از نظر برخی از ویژگی‌های زیست محیطی، مانند تراکم پوشش‌های گیاهی و منبع تأمین آب، از هم متفاوت‌اند.




شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در شمال‌غرب ایران؛
۱- آبگیر بهلول‌کندی ( E 44° 56' 39" N 39° 26' 17")
۲- تالاب کانی‌برازان ( E 45° 45' 43" N 37° 01' 52")

**نمونه‌برداری و سنجش‌ها**

نمونه‌برداری از اکوسیستم‌ها در طی دوره یک ساله و به صورت ماهانه در نیمه دوم سال ۹۳ و نیمه نخست سال ۹۴ انجام گرفت. نمونه‌های روتیفر با فیلترکردن حجمی در حدود ۲۰ لیتر از آب مناطق ساحلی و نقاط متعدد تعیین‌شده در هر دو اکوسیستم با استفاده از تورپلانکتونی با چشمه ۳۰ میکرون جمع‌آوری گردید. پلانکتون‌های تغلیظ شده سپس به بطری‌های حاوی ۴۰۰ میلی‌لیتر پلی‌اتیلن منتقل و در محلول فرمالدهید ۴٪ فیکس شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. علاوه بر این، نمونه‌هایی هم از پوشش گیاهی و جلبک‌های موجود در تالاب کانی‌برازان برای مطالعه روتیفرهای گیاه‌چسب موجود در آن جمع‌آوری و فیکس گردید. در هنگام نمونه‌برداری، مقادیر برخی از شاخص‌های اصلی فیزیکوشیمیایی آب شامل شوری، دما، اکسیژن محلول، pH و هدایت الکتریکی (EC)، با استفاده از دستگاه‌های دیجیتال سنجیده شدند. برای تعیین فراوانی هر تاکسون در هر یک از اکوسیستم‌ها، شمارش آن در واحد حجم آب (۱ لیتر) صورت گرفت. شناسایی روتیفرها در حد جنس و گونه با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی (X ۱۰۰-۴۰) و کلیدهای شناسایی معتبر، از جمله: Koste (1978)، Segers (1995) ، De Smet و Pourriot (1997)، Nogrady و Segers (2002) صورت گرفت، در نهایت نمونه‌ها جهت تأیید نهایی برای محققین شناخته شده خارجی ارسال گردید. گونه‌های شناسایی شده توسط آقایان دکتر Hendrik Segers از دانشگاه گنت بلژیک، دکتر Willem De Smet از دانشگاه آنتورپ بلژیک، دکتر Diego Fontaneto از کالج سلطنتی لندن و دکتر Russell Shiel از دانشگاه آدلاید استرالیا مورد تأیید قرار گرفتند.

در این مطالعه به منظور بررسی اکوسیستم‌ها، شاخص‌های تنوع زیستی و اکولوژی با استفاده از نرم افزارهای PRIMER software 6.1.18 و PAST software 3.12 (PAleontological Statistics) محاسبه گردید ; (Clarke and Gorley, 2006 Hammer *et al.*, 2011). در ابتدا با استفاده از فرم افزار PRIMER شاخص‌های تنوع زیستی از جمله: شاخص تنوع گونه‌ای شانن- واینر (Shannon-Wiener) و شاخص یکنواختی پیلو ( $J'$) محاسبه گردید. به منظور کاهش فراوانی مطلق هر گونه نسبت به گونه‌ی دیگر و یکسان شدن وزن هر گونه، ریشه پنجم داده‌ها در نرم افزار PRIMER محاسبه شد (Kindt and Coe, 2005)، سپس شاخص بری-کرتیس (Bray-Curtis) برای پی بردن به رابطه میان گونه‌های روتیفر جمع‌آوری شده از دو محل نمونه‌برداری، محاسبه شد (Clarke and Warwick, 2001; Greenacre and Primicerio, 2013) . در نهایت ارتباط بین فراوانی



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

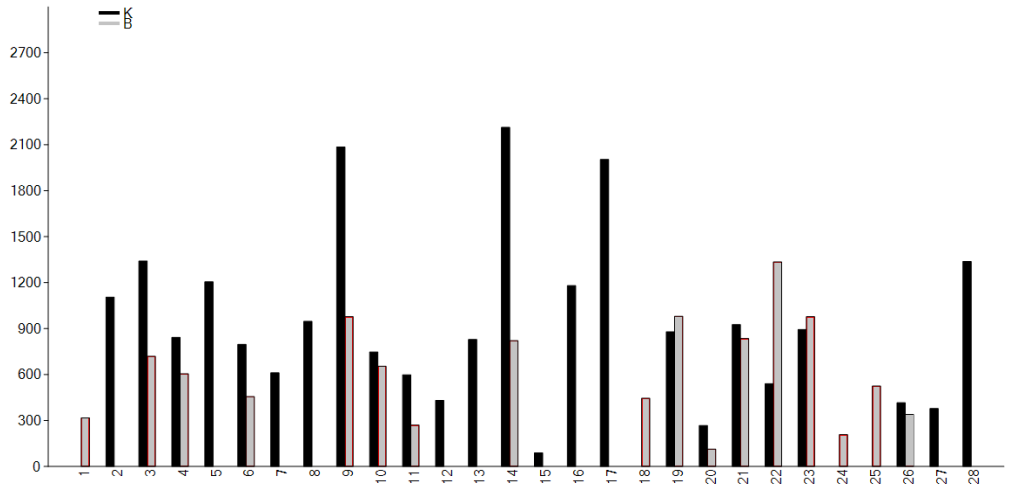
هر گروه از روتیفرها و متغیرهای محیطی، توسط آنالیز همبستگی کانونی (Canonical-Correlation Analysis- CCA) توسط نرم افزار PAST مورد سنجش قرار گرفت.

## نتایــج

متوسط طول و عرض لوریکا، متوسط طول و عرض کورنا و مورفولوژی تروفی از جمله پارامترهای بیومتریک و مورفومتریکی بودند که برای شناسایی و کلاسه‌بندی روتیفرها مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت ۲۸ گونه از ۱۶ جنس متعلق به ۱۰ خانواده از شاخه روتیفرا جمع‌آوری شد (جدول ۱). در بررسی گونه‌های موجود در هر یک از ایستگاه‌ها، بهلول کندی ۱۷ گونه و کانی برازان ۲۴ گونه را دارا می‌باشند. در این بین حضور ۱۳ گونه روتیفر بین دو ایستگاه مشابه بود و تقریبا گونه‌های متعلق به خانواده‌های Synchaetidae و Lecanidae در هر دو ایستگاه حضور داشتند. این در حالیست که روتیفرهای متعلق به خانواده‌های Dicranophoridae و Philodinidae (در مجموع سه گونه) تنها از ایستگاه کانی برازان جمع‌آوری شدند و خانواده Filiniidae تنها در ایستگاه بهلول کندی مشاهده شد.

شکل ۲ نشان می دهد که در ایستگاه بهلول‌کندی بالاترین فراوانی گونه‌ای متعلق به *Synchaeta pectinata* با تراکم حدود ۱۳۳۵ عدد در لیتر بوده و سایر گونه‌های روتیفر این اکوسیستم تراکمی کمتر از ۱۰۰۰ عدد در لیتر داشتند. اما در ایستگاه کانی‌برازان گونه‌های دارای بیشترین تراکم به ترتیب *Lepadella ovalis*، *Lecane bulla* و *Cephalodella forficula* ، با تراکم حدود ۲۰۰۰ عدد در لیتر بودند. از جمله روتیفرهای غالب دیگر در این ایستگاه، اعضای رده Bdelloidae بودند که تراکم آن‌ها در حدود ۱۳۰۰ عدد در لیتر بود. به‌طورکلی، فراوانی روتیفرها در اکوسیستم دوم (بهلول کندی) بیشتر بود.

با محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی مشخص گردید که کانی‌برازان از نظر تنوع زیستی و غنای گونه‌ای نسبت به بهلول کندی از وضعیت مناسب‌تری برخوردار است (جدول ۲). مقدار شاخص شانون-واینر و مارگالف برای ایستگاه کانی‌برازان به ترتیب ۳/۱۲ و ۴/۳۸ بود اما در مقابل در ایستگاه بهلول‌کندی مقدار این شاخص‌ها به ترتیب ۲/۶۲ و ۱/۷۲ است، از طرف دیگر محاسبه شاخص جک‌نایف نشان داد که تعداد مورد انتظار حضور گونه‌ها در ایستگاه بهلول‌کندی نسبت به تعداد جمع‌آوری شده بیشتر می‌باشد. تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده از این ایستگاه ۱۷ عدد بود اما شاخص جک نایف انتظار دارد که تنوع گونه ای در حدود ۳۵ گونه باشد.




شکل ۲. نمودار تراکم گونه های جمع آوری شده از دو ناحیه (K: کانی برازان، B: بهلول کندی) در این پژوهش.

1. *B. plicatilis* 2. *B. angularis* 3. *B. leydigi* 4. *B. quadridentatus* 5. *K. irregularis* 6. *K. tecta* 7. *N. acuminata* 8. *N. squamula* 9. *L. bulla* 10. *L.closterocerca* 11. *L. luna* 12. *E. saundersiae* 13. *E. dilatata* 14. *L. ovalis* 15. *L. patella* 16. *C.catellina* 17. *C.gibba* 18. *C. forficula* 19. *E. najas* 20. *T. pocillum* 21. *S. pectinata* 22. *S. littoralis* 23. *P. dolichoptera* 24. *F.longiseta* 25. *F. terminalis* 26. *H. bulgarica* 27. *R. rotatoria* 28. *.R. tardigrada*



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

جدول ۱. گونه‌های روتیفر شناسایی شده، حضور و عدم حضور هر گونه در ایستگاه نمونه برداری بوسیله صفر و یک مشخص شده است.

| خانواده | گونه‌ها | کانی‌برازان | بهلول‌کندی |
|---|---|---|---|
| Brachionidae | *Brachionus plicatilis* (Müller, 1786) | ۰ | ۱ |
| | *B. angularis* (Gosse, 1851) | ۱ | ۰ |
| | *B. leydigi* (Cohn, 1862) | ۱ | ۱ |
| | *B. quadridentatus* (Hermann, 1783) | ۱ | ۱ |
| | *Keratella irregularis* (Lauterborn, 1898) | ۱ | ۰ |
| | *K. tecta* (Gosse, 1851) | ۱ | ۱ |
| | *Notholca acuminate* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۰ |
| | *N. squamula* (Müller, 1786) | ۱ | ۰ |
| Lecanidae | *Lecane bulla* (Gosse, 1851) | ۱ | ۱ |
| | *L. closterocerca* (Schmarda, 1853) | ۱ | ۱ |
| | *L. luna* (Müller, 1776) | ۱ | ۱ |
| Dicranophoridae | *Encentrum saundersiae* (Hudson, 1885) | ۱ | ۰ |
| Euchlanidae | *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۰ |
| | *Lepadella ovalis* (Müller, 1786) | ۱ | ۱ |
| | *L. patella* (Müller, 1773) | ۱ | ۰ |
| Notommatidae | *Cephalodella catellina* (Müller, 1786) | ۱ | ۰ |
| | *C. forficula* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۰ |
| | *C. gibba* (Ehrenberg, 1832) | ۰ | ۱ |
| | *Eosphora najas* (Ehrenberg, 1830) | ۱ | ۱ |
| Trichotriidae | *Trichotria pocillum* (Müller, 1776) | ۱ | ۱ |
| Synchaetidae | *Synchaeta littoralis* (Rousselet, 1902) | ۱ | ۱ |
| | *S. pectinata* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۱ |
| | *Polyarthra dolichoptera* (Idelson,1925) | ۱ | ۱ |
| Filiniidae | *Filonia longiseta* (Ehrenberg, 1834) | ۰ | ۱ |
| | *F. terminalis* (Plate, 1886) | ۰ | ۱ |
| Hexarthridae | *Hexarthra bulgarica* (Wiszniewski, 1933) | ۱ | ۱ |
| Philodinidae | *Philodina roseola* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۰ |
| | *R. tardigrada* (Ehrenberg, 1832) | ۱ | ۰ |

جدول ۲. شاخص های تنوع زیستی روتیفرهای جمع آوری شده از دو اکوسیستم در آذربایجان غربی S: تعداد گونه ها، N: تعداد افراد، d : شاخص مارگالف، J´:شاخص پراکندگی پیلو، H´: شاخص شانن- واینر، 1-D: شاخص سیمپسون، H: شاخص تنوع بریلوئن

| Site | S | N | d | J´ | H´ | Jack knife | 1-D | H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kanibrazan | 27 | 378 | 4.381 | 0.94 | 3.12 | 27 | 0.95 | 2.97 |
| Bohlolkandi. | 17 | 10579 | 1.727 | 0.95 | 2.62 | 35 | 0.92 | 2.68 |

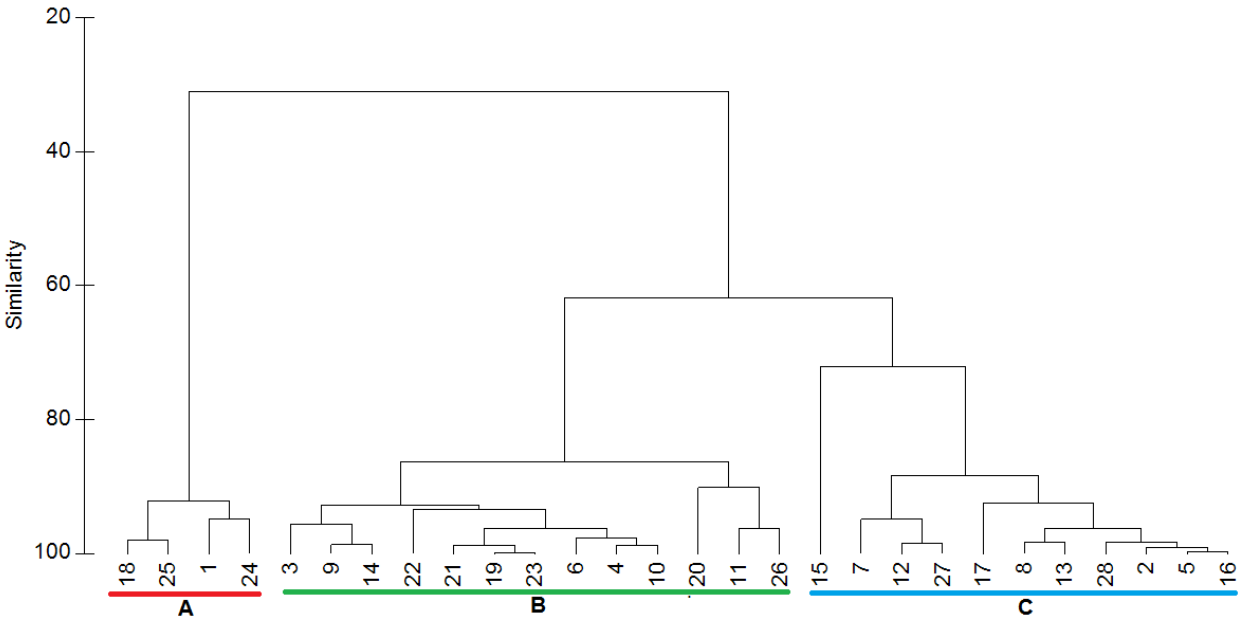
S: number of species, N: number of individuals, d: Margalef index, J´: pielou's evenness index, H´: Shannon-Wiener index, 1-D: Simpson index, H: Brillouin index

میزان شباهت گونه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آنالیز شباهت Bray-Curtis محاسبه و دندروگرام آن رسم شد (شکل ۳). همان طور که بیان گردید برای این آنالیز از فراوانی مطلق گونه‌ها استفاده نشد تا از تاثیر فراوانی هر گونه و افزایش وزن آن جلوگیری شود. در نهایت دندروگرام با میزان شباهت ۳۱/۵ به دو شاخه شکست که شاخه سمت چپ چهار گونه که تنها از اکوسیستم بهلول‌کندی جمع‌آوری شده بود را جدا نمود. سپس شاخه دوم با میزان شباهت ۶۱ به دو شاخه شکست و گونه‌های مشترک بین دو ایستگاه و گونه‌هایی که تنها از اکوسیستم کانی برازان جمع‌آوری شده بود را جدا نمود.



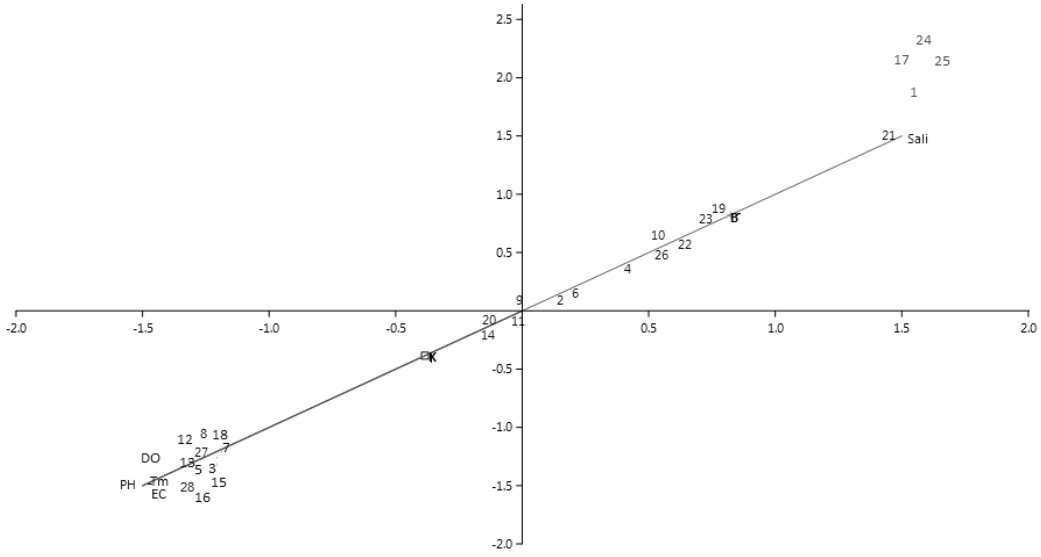
[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]




**شکل ۳.** آنالیز خوشه‌ای مربوط به شباهت میان گونه‌های روتیفرهای جمع‌آوری شده در دو اکوسیستم در آذربایجان غربی، A: گونه‌های متعلق به آبگیر بهلول‌کندی، B: گونه‌های مشترک بین دو آبگیر، C: گونه‌های متعلق به آبگیر کانی‌برازان.

1. *B. plicatilis* 2. *B. angularis* 3. *B. leydigi* 4. *B. quadridentatus* 5. *K. irregularis* 6. *K. tecta* 7. *N. acuminata* 8. *N. squamula* 9. *L. bulla* 10. *L.closterocerca* 11. *L. luna* 12. *E. saundersiae* 13. *E. dilatata* 14. *L. ovalis* 15. *L. patella* 16. *C.catellina* 17. *C.gibba* 18. *C. forficula* 19. *E. najas* 20. *T. pocillum* 21. *S. pectinata* 22. *S. littoralis* 23. *P. dolichoptera* 24. *F.longiseta* 25. *F. terminalis* 26. *H. bulgarica* 27. *R. rotatoria* 28. .*R. tardigrada*




**شکل ۴.** نمودار CCA مربوط به روابط میان گونه های جمع آوری شده و فاکتورهای محیطی. فاکتورها (پیکان): Sali= شوری‌آب، DO= اکسیژن-محلول، Tem= درجه حرارت آب، EC= هدایت الکتریکی؛ محل های نمونه برداری: B= بهلول‌کندی و K= کانی‌برازان؛ شماره گونه‌ها. شماره ۱ تا ۲۸ اسامی گونه‌ها به ترتیب زیر است:

*1. B. plicatilis* 2. *B. angularis* 3. *B. leydigi* 4. *B. quadridentatus* 5. *K. irregularis* 6. *K. tecta* 7. *N. acuminata* 8. *N. squamula* 9. *L. bulla* 10. *L.closterocerca* 11. *L. luna* 12. *E. saundersiae* 13. *E. dilatata* 14. *L. ovalis* 15. *L. patella* 16. *C.catellina* 17. *C.gibba* 18. *C. forficula* 19. *E. najas* 20. *T. pocillum* 21. *S. pectinata* 22. *S. littoralis* 23. *P. dolichoptera* 24. *F.longiseta* 25. *F. terminalis* 26. *H. bulgarica* 27. *R. rotatoria* 28. *R. tardigrada*



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

نتایج آنالیز همبستگی کانونی (CCA) در شکل ۴ نشان داده شده‌است. دو محور CCA که در مجموع ۱۰۰ درصد از تنوع کل را تشکیل می‌دهند نشان دهنده تاثیر شوری بر ایستگاه بهلول کندی بود، اما در مقابل در منطقه‌ی کانی برازان چهار فاکتور محیطی دیگر یعنی، اکسیژن، اسیدیته، هدایت الکتریکی و دما بیشترین تاثیر را داشته اند.

**بحث**

مطالعه حاضر که با هدف بررسی تنوع گونه‌ای روتیفرها و ارتباط این تنوع با متغیرهای محیطی انجام گرفت نشان دهنده وجود رابطه مثبت و مستقیم میان این دو عامل و تراکم روتیفرها در مناطق بررسی شده بود.

دو اکوسیستم انتخاب شده در این مطالعه متعلق به دو آبگیر دور از نظر جغرافیایی بود و دارای ویژگی‌های زیستی مشترکی از جمله وجود پوشش گیاهی بودند. با این حال برخی از گونه‌های روتیفرها مانند دو گونه *E. najas P. dolichoptera* با فراوانی تقریبا یکسان در هر دو زیستگاه حضور داشتند. با توجه به بررسی فاکتورهای محیطی در کنار فراوانی هر یک از گونه‌ها مشخص شد که مهمترین فاکتور محیطی موثر بر این دو گونه، شوری است (شکل ۴). این مسئله می تواند حداقل تا حدی به دلیل ماهیت جهان‌وطنی و یا تحمل شرایط محیطی گسترده توسط آن‌ها باشد. اگر چه Fontaneto و همکاران (2007) عنوان کردند که موجودات میکروسکوپی، مانند روتیفرها، هیچ الگوی جغرافیای زیستیِ مشخص و شناخته‌شده‌ای ندارند. با این حال آبگیرکانی‌برازان تنوع گونه‌ای بالا و پراکندگی یکنواخت‌تری نسبت به آبگیر بهلول کندی دارد (جدول ۲). نمودار CCA نشان داد که وجود تنوع بالا در آبگیر بهلول کندی رابطه مستقیمی با فاکتورهای محیطی از جمله اکسیژن دارد. احتمالا وجود پوشش گیاهی بهتر در آبگیر کانی‌برازان با تولید اکسیژن بیشتر ایجاد کننده نقش موثری در بالا بردن تنوع گونه‌ای این آبگیر شده است، البته مطالعات در تایید وجود نقش مثبت پوشش ماکروفیت در به وجود آوردن جوامع متنوع روتیفرها نیز تایید کننده این حقیقت است (Castro *et al.*, 2005; Claps *et al.*, 2011).

نتایج حاصل از آنالیز همبستگی کانونی در این مطالعه، تأییدکننده نقش قابل توجه متغیرهای محیطی در شکل‌دهی جوامع روتیفرهای سیستم‌های آبی می‌باشد. در میان پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده، هدایت الکتریکی نیز جزو موثرترین عوامل در تنوع روتیفرها است (شکل ۴). همان طور که در آنالیز CCA مشخص است تاثیر هدایت الکتریکی در آبگیر کانی برازان بر گونه ها بیشتر از آبگیر بهلول کندی بود در صورتی که میزان شوری در آبگیر بهلول کندی بیشتر از کانی برازان است. این حقیقت یعنی وجود رابطه مثبت میان تنوع روتیفرها و هدایت الکتریکی، در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است ( Sulehria and Malik, 2013). از آنجا که بسیاری از گونه‌های روتیفر ساکن آب شیرین معمولی هستند، تعجب‌آور نیست که هدایت الکتریکی پایین‌تر را برای رشد و تولیدمثل ترجیح دهند. مطالعات متعددی تنوع و تراکم بالای جمعیت روتیفرها را در سطوح پایین‌تر EC یافته‌اند (Neschuk *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2009; Campillo *et al.*, 2009). وجود شوری بالا در آبگیر بهلول کندی باعث کاهش تنوع و کاهش پراکندگی افراد در بین گونه‌ها شده است در صورتی که تعداد نمونه‌های یافت شده در آبگیر بهلول‌کندی بیشتر از آبگیر کانی‌برازان می‌باشد (جدول ۲). مطالعه Cleetus و همکاران (2015) نیز نشان دهنده‌ی وجود رابطه‌ای منفی میان شوری و تنوع گونه ای روتیفرهاست. پایین بودن تنوع و بالا بودن شوری در آبگیر بهلول کندی نشان دهنده وجود استرس بالا در این آبگیر است. البته این مسئله را نیز نمی‌توان نادیده گرفت که شرایط هیدرولوژیکی آبگیرها می‌توانند به طور مستقیم و غیرمستقیم اجتماعات پلانکتون‌ها را تحت تاثیر قرار دهند. طبق پیشنهاد Schöll و Kiss (2008) تراکم روتیفرها می‌تواند در آبگیرهایی که شدت جریان در آن‌ها مهار نشده‌است، افزایش یابد.

ارتباط مستقیم بین فراوانی *B. angularis* و شوری را می‌توان با ترجیح زندگی در آب‌های لب شور برای روتیفرهای *Brachionus* توضیح داد. روتیفرهایی که به عنوان تحمل‌کننده‌های نوسانات شوری شناخته شده‌اند ( Silva *et al.*, 2009). مقادیر pH بالا در هر دو آبگیر مورد مطالعه، که آنها را به عنوان زیستگاه‌های قلیایی طبقه‌بندی می‌نماید، تاحدی می‌تواند، مسئول غنای روتیفرهای ایستگاه‌ها باشد. قلیائیت و pH اغلب به عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی ترکیب جوامع زئوپلانکتون درنظر گرفته می‌شوند. این متغیرها به طور مستقیم توسط تولیدات اولیه تحت تاثیر قرار می گیرند ( Devetter, 1998). پیشنهاد شده pH پایین باعث محدود کردن حضور بسیاری از گونه های روتیفر می‌گردد (Neustupa *et al.*, 2009).



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

مطابق با مطالعات Tannerو همکاران (2005) محدوده pH بین ۸/۵-۶/۵ منجر به حاصلخیزی کم و pH بالای ۸/۵ حاصلخیزی زیاد را به همراه دارد. این درحالیست که pH کمتر از ۶/۵ باعث کمترین حاصلخیزی در حجم آب می شود. با این حال، چندین گونه یافت شده‌اند که در آب‌های اسیدی حداکثر فراوانی را دارند (Deneke, 2000). دما نیز یکی دیگر از فاکتورهای اندازه گیری شده بود که رابطه ای مثبت با تنوع گونه ای داشت (شکل ۴). مطالعات متعددی نیز نشان دهنده وجود رابطه مستقیم بین دما و تنوع و تراکم روتیفرها بود (Sulehria *et al.*, 2009a, 2009b; Sulehria and Malik, 2012). این رابطه شامل آن است که افزایش دما منجر به افزایش سرعت رشد جمعیت روتیفرها می شود (Galkovskaya, 1987).

الگوهای غنای گونه‌ای و شاخص‌های تنوع زیستی به طور گسترده‌ای برای توصیف سیستم‌های آب شیرین مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، تعداد کمی از مطالعات، تنوع زیستی را در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی مورد بررسی قرار داده‌اند (Steinberg *et al.*, 2009). زیستگاه‌های آبزیان به طور مشخص ناهمگن‌اند، که این ناهمگنی نشان‌دهنده‌ی تفاوت‌های برجسته در غلظت مواد غذایی و مقادیر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی می‌باشد. در این بین روتیفرها به عنوان مهمترین بخش پلانکتونی آبها می‌توانند به عنوان شاخص زیستی مورد استفاده قرار گیرند، زیرا از یک طرف به عنوان قسمتی از زنجیره غذایی محسوب شده و از طرف دیگر نسبت به تغییرات محیط آبی حساس می‌باشند (Sladecek, 1983; Berzins and Pejler, 1989; Sheeba and Ramanujan, 2005). مطالعاتی از این دست مشخص کننده تاثیر شرایط محیطی بر جوامع روتیفرهای آب شیرین می باشد.

به طور کلی تحقیق حاضر نشان داد که فاکتورهای محیطی از جمله اکسیژن، دما، شوری، هدایت الکتریکی و اسیدیته تاثیر بسزایی بر تنوع گونه ای روتیفرها دارند. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی کانونی در این مطالعه، تأییدکننده نقش قابل توجه فاکتورهای محیطی در پراکنش و تنوع گونه ای جوامع روتیفرها در دو اکوسیستم مختلف کانی‌برازان و بهلول کندی بود.

## منابـع


Atashbar, B., Agh, N., Van Stappen, G., Beladjal, L. 2014. Diversity and distribution patterns of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in temporary pools (Iran). Journal of Arid Environments 111: 27-34.

Birshtain, J.A., Vinogradov, L.T., Kondakov, N.N., Kun, M.S., Astakhov, T.V., Romanova, N.N. 1968. The Atlas of Caspian Sea invertebrates. Translated by Dlinad L. and Nazari F. IFRO publications. 610 p. (in Persian)

Berzins, B., Pejler, B. 1989. Rotifer occurrence and trophic degree. Hydrobiologia, 182: 171-180.

Castro, B.B., Antunes, S.C., Pereira, R., Soares A.M.V.M., Goncalves, F. 2005. Rotifer community structure in three shallow ponds: seasonal fluctuations and explanatory factors. Hydrobiologia. 543: 221-232.

Campillo, S., Garcia-Roger, E.M., Carmona, M.J., Gomez, A., Serra, M. 2009. Local adaptation in rotifer populations. Evolutionary Ecology. 25: 933-947.

Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. UK: PRIMER-E Ltd.

Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2006. PRIMER V6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth. 192 p.

Claps, M.C., Gabellone, N.A., Benítez, H.H. 2011. Seasonal Changes in the Vertical Distribution of Rotifers in a Eutrophic Shallow Lake with Contrasting States of Clear and Turbid Water. Zoological Studies. 50 (4): 454-465.

Chang, K.H., Sakamoto, M., Hanazato, T. 2005. Impact of pesticide application on zooplankton communities with different densities of invertebrate predators: an experimental analysis using small-scale mesocosms. Aquatic Toxicology. 72: 373-382.

Cleetus, R.I., Asha, C.V., Suson, P.S., Nandan, S.B. 2015. Species diversity and community assemblage of planktonic rotifers from Vembanad Estuary-Kerala, India. International Journal of Oceanography and Marine Ecological System. 4: 1-15.

Deneke, R. 2000. Review of rotifers and crustaceans in highly acidicenvironments of pH values ≤ 3. Hydrobiologia. 433: 167-172.




[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

Devetter, M. 1998. Influence of environmental factors on the rotifer assemblagein an artificial lake. In: Wurdak, E., Wallace, R., Segers, H. (eds.). Rotifera VIII: A Comparative Approach. Hydrobiologia. 387/388: 171-178.

De Smet, W.H., Pourriot, R. 1997. Rotifera vol. 5: The Dicranophoridae and the Ituridae (Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Dumont, H.J. (ed.). SPB Academic Publishing BV. 344 p.

Duggan, I.C., Green, J.D., Shiel, R.J. 2001. Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of the lake trophic state. Hydrobiologia. 446(1): 155-164.

Fontaneto, D., Herniou, E.A., Barraclough, T.G., Ricci, C. 2007. On the Global Distribution of Microscopic Animals: New Worldwide Data on Bdelloid Rotifers. Zoological Studies. 46(3): 336 -346.

Galkovskaya, G.A. 1987. Planktonic rotifers and temperature. Hydrobiologia. 147: 307-317.

Galkovskaya, G.A., Mityanina, I.F. 2005. Structure distinctions of pelagic rotiferplankton in stratified ponds with different human impact. Hydrobiologia. 546: 387-395.

Greenacre, M., Primicerio, R. 2013. Multivariate Analysis of Ecological Data. Fundacion BBVA. Spain.

Hammer, O., Harper, D., Ryan, P. 2011. PAST: paleontological statistics software for education and data analysis. Paleontología Electrónica. 4: 1-9.

Hakimzadeh Khoei, M., Kaya, M., Altindag, A. 2011. New records of rotifers from Iran with biogeographic considerations. Turkish Journal of Zoology. 35: 395-402.

Khaleqsefat, E., Pashaei Rad, Sh., Malekzadeh Viayeh, R. 2011. Lecanid rotifers (Rotifera: Monogononta: Lecanidae) from Iran. Turkish Journal of Zoology. 35: 49-55.

Kindt, R., Coe, R. 2005. Tree diversity analysis: A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre. United Nations Avenue.

Kordbacheh, A., Rahimian, H. 2012. Annotated checklist of rotifers of Tehran Province, Iran, with notes on new records. Progress in Biological Sciences. 2: 59-67.

Koste, W. 1978. Rotatoria. Die RäadertiereMitteleuropas. Borntraeger, Berlin, 2 Vols. 673 p. In German.

Neschuk, N., Claps, M., Gabellone N. 2002. Planktonic rotifers of a saline-lowland river: the Salado River (Argentina). International Journal of Limnology. 38: 191–198.

Neustupa, J., Černá, K., Šťastný, J. 2009. Diversity and morphology disparity of desmid assemblages in Central European peat lands. Hydrobiologia. 630: 243-256.

Nogrady, T., Segers, H. 2002. Rotifera vol. 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of to the Continental Waters of the World 18. BackhuysPublishers BV, Dordrecht, The Netherlands. 264 p.

Peláez-Rodríguez, M., Matsumura-Tundisi, T. 2002. Rotifera production in a shallow artificial lake (Lobo-broa reservoir, Sp, Brazil). Brazilian Journal of Biology. 62(3): 509-516.

Pollard, A.I., González, M.J. Vanni, M.J., Headworth, J.L. 1998. Effects of turbidity and biotic factors on the rotifer community in an Ohio reservoir. Hydrobiologia. 387: 215-223.

Reihan Reshteh, R., Rahimian, H. 2014. Rotifers of southwest Iran: a faunistic and biogeographical study. Turkish Journal of Zoology. 38: 525-537.

Rundle, S.D., Foggo, A., Choiseul, V., Bilton, D.T. 2002. Are distribution patterns linked to dispersal mechanism? An investigation using pond invertebrate assemblages. Freshwater Biology. 47: 1571-1581.

Schöll, K., Kiss, A. 2008. Spatial and temporal distribution patterns of zooplankton assemblages (Rotifera, Cladocera, Copepoda) in the water bodies of the Gemenc Floodplain (Duna-Dráva National Park, Hungary). Opuscula Zoological. 39: 65-76.

Segers, H. 1995. Rotifera vol. 2: The Lecanidae (Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6 (ed. H.J. Dumont), SPB Academic Publishing bv. 226 p.

Segers, H. 2002. The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family- and genus-group names. Journal of Natural History. 36: 631-640.



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]

Segers, H. 2004. Rotifera: Monogononta. In: Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region. Yule, C.M. & Yong, H.S. (eds.). Academy of Sciences, Malaysia and Monash University Malaysia, Kuala Lumpur. pp. 112-126.

Sharma, B.K., Sharma, S. 2012. Rotifera diversity of a floodplain lake of the Brahmaputra river basin of lower Assam Northeast India. Opuscula Zoologica, Budapest. 43 (1): 67-77.

Sheeba, S., Ramanujan, N. 2005. Qualitative and quantitative study of zooplankton in Ithikkara River, Kerala. Pollution Research. 24: 119-122.

Shayestehfar, A. 1995. Biological observation of rotifera in Parishan (Fammur) lake, Kazeroun, Fars, Iran. Journal of Enironmental Biology. 16: 325-331.

Shayestehfar, A., Soleimani, M., Mousavi, S.N., Shirazi, F. 2008. Ecological study of rotifers from Kor River, Fars. Journal of Environmental Biology. 29: 715-720.

Shayestehfar, A., Abdovis, S. 2011. Diurnal fluctuations in population density of rotifera in relation to some physical and chemical parameters from Karun River, Khuzestan Province, Iran. Agricultural Science Research Journal. 1: 272-276.

Silva, A.M.A., Barbosa, J.E.L., Medeiros, P.R., Rocha, R.M., Lucena-Filho, M.A., Diágenes F.S. 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. 4(2): 226-238.

Sladecek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. Hydrobiologia. 100: 169-201.

Steinberg, A.J., Ejsmont-Karabin, J., Muirhead, J.R.C., Harvey, T. 2009. Consistent, long-term change in rotifer community composition across four Polish lakes. Hydrobiologia. 624:107-114.

Sulehria, A.Q.K., Qamar, M.F., Anjum, R.F., Ejaz, M., Hussain, A. 2009a. Seasonal fluctuations of Rotifers in a fish pond at District Bahawalnagar, Pakistan. Biologia (Pakistan). 55(1 & 2): 21-28.

Sulehria, A.Q.K., Qamar, M.F., Haider. S., Ejaz, M., Hussain, A. 2009b. Water quality and rotifer diversity in the fish pond at District Mianwali, Pakistan. Biologia (Pakistan). 55(1& 2): 79-85.

Sulehria, A.Q.K., Malik, M.A. 2012. Population dynamics of planktonic rotifers in Balloki Headworks. Pakistan Journal of Zoolgy. 44(3): 663-669.

Sulehria, A.Q.K., Malik, M.A. 2013. Diversity indices of pelagic rotifers in camp Balloki water park, Lahore, Pakistan. Turkish Journal of Zoology. 37(6): 699-705.

Tanner, C.C., Craggs, R.J., Sukias, J.P.S., Park, J.B.K. 2005. Comparison of maturation ponds and constructed wetlands as the final stage of an advanced pond system. Water Sciense Technology. 51(12): 307-314.

Tellioğlu, A., Akman, F. 2015. A taxonomical study on the rotifera fauna in Pertek Region of Keban Dam Lake. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 24(2): 135-136.

Ter Braak, C.J.F., Sˇmilauer, P. 1998. Canoco Reference Manual and Users Guide to Canoco for Windows. Centre of Biometry, Wageningen.

[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2024-03-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.7.4 ]