

شناسایی و بررسی فراوانی و تنوع ماکروبنتوزهای رودخانه شاپور در استان فارس

- محمد جعفری: گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز
- مژگان خدادادی*: گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز
- ابراهیم رجبزاده قطرمی: گروه بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

تاریخ پذیرش: بهمن 1395

تاریخ دریافت: آبان 1395

چکیده

اهمیت ماکروبنتوزها نه تنها به دلیل حضور آن‌ها در زنجیره غذایی می‌باشد، بلکه وجود یا نبود برخی از گونه‌های کفزی نشان‌دهنده کیفیت آب از نظر میزان آلودگی می‌باشد. در تحقیق حاضر ماکروبنتوزهای رودخانه شاپور استان فارس طی یک دوره یک‌ساله از آبان ماه سال 1390 تا آذرماه سال 1391 در 6 ایستگاه در 4 فصل مورد بررسی قرار گرفت. جهت نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها در ماه دوم هر فصل از نمونه‌بردار سوربر و اکمن استفاده شد. پس از شناسایی ماکروبنتوزها با استفاده از کلیدهای شناسایی، فراوانی آن‌ها در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت. میزان اکسیژن، دما، pH در زمان نمونه‌برداری ماکروبنتوزها نیز اندازه‌گیری شد. در این تحقیق تعداد 6 گروه از ماکروبنتوزها شامل یکروزه‌ها (Ephemeroptera)، دو بالان (Diptera)، بال موداران (Trichoptera)، شکم‌پایان (Gasteropoda) بهاره ماندها (Plecoptera)، سنجاقک‌ها (Odonata) در تمام ایستگاه‌ها شناسایی شدند. مقایسه میزان فراوانی گروه‌های مختلف نشان داد که بیشترین تعداد گونه‌های شناسایی‌شده متعلق به راسته یکروزه‌ها (Ephemeroptera) با 51 درصد بوده و بعد از آن به ترتیب راسته دو بالان (Diptera) با 23 درصد، بال موداران (Trichoptera) با 18/5 درصد، شکم‌پایان (Gasteropoda) با 2/5 درصد، بهاره ماندها (Plecoptera) با 2/5 درصد و سنجاقک‌ها (Odonata) با 2/3 درصد قرار داشتند. میزان فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار (8300 عدد در مترمربع) بیشتر از سایر فصول بود و کمترین میزان در فصل پاییز (3650 عدد در مترمربع) مشاهده شد. اکسیژن محلول فقط در دو فصل بهار و زمستان اختلاف معنی‌دار داشت ($p < 0/05$) و بالاترین مقدار (8/3 میلی‌گرم در لیتر) در زمستان ثبت شد. درجه حرارت بین چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان اختلاف دار معنی‌دار نشان داد ($p < 0/05$). بالاترین مقدار pH در فصل تابستان ثبت شد که با سایر فصول اختلاف معنی‌دار داشت ($p < 0/05$). در خصوص شاخص‌های تنوع، بیشترین و کمترین میزان تنوع شانون در پاییز (1/999) و بهار (1/706)، بیشترین و کمترین میزان غالبیت سیمپسون به ترتیب در بهار (0/38) و پاییز (0/29) و بیشترین میزان یکنواختی کامارگو در پاییز (0/538) و کمترین میزان آن در بهار (0/423) اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق نشان دادند که یکروزه‌ها در مجموع 12 ماه بررسی بالاترین فراوانی را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشتند. کلمات کلیدی: ماکروبنتوز، رودخانه شاپور، تنوع زیستی، فراوانی.

مقدمه

انسان به‌رغم استفاده‌های گوناگون از آب رودخانه‌ها، به علت توسعه جوامع بشری و گسترش صنایع، همواره از منابع مهم آلودگی و کاهش کیفیت آب‌های جاری بوده است (گیلانی و همکاران، 1392). از آنجا که در اکوسیستم‌های جاری، جریان آب در هر لحظه باعث تغییر پارامترهای فیزیکیوشیمیایی آب می‌شود، ارزیابی رودخانه‌ها با استفاده از موجودات کف‌زی رودخانه که در بستر هستند، نسبت به پارامترهای فیزیکیوشیمیایی مناسب‌تر است. ماکروبنتوزها، مواد آلی را تجزیه کرده و در اکوسیستم‌های آبی، دومین و سومین سطح غذایی را تشکیل می‌دهند (Keshavarz و همکاران، 2016). ماکروبنتوزها

به‌عنوان نشانگر اثر توسعه بر محیط و همچنین نشانگر توانی محیط برای حمایت از زندگی و تنوع در مطالعات اکولوژیک و بررسی آثار زیست‌محیطی ناشی از فعالیت انسان اهمیت دارند (طباطبایی و همکاران، 1389؛ Mark و همکاران، 2016). بعضی از گونه‌های ماکروبنتوزی مانند برخی از بال موداران و یکروزه‌ها شاخص‌های بیولوژیکی در تشخیص کیفیت آب از نظر آلودگی محسوب می‌شوند. گونه‌های بیولوژیک، موجودات مختلفی هستند که در شرایط زیست‌محیطی مخصوصی می‌توانند زندگی کنند و در غیر این شرایط نمی‌توانند به حیات خود ادامه داده و از اکوسیستم آن منطقه حذف می‌شوند (Hariyati، 2012؛ Putro و همکاران، 2015؛ Putro و Pawar، 2015).

درجه حساسیت این موجودات نسبت به تغییرات محیطی و اکولوژیکی از قبیل درجه حرارت، اکسیژن و وجود انواع آلودگی‌ها و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی متغیر می‌باشد. انتخاب آن‌ها به‌عنوان شاخص بیولوژی منطقی به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه اکثر گونه‌های ماکروبندوزی ساکن و غیر مهاجر هستند، در نتیجه تغییر در ساختار جمعیتی و تنوع آن‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخص زیستی در جهت تعیین ورود استرس در اکوسیستم‌های آبی باشد (Walage و Canencia، 2016). با توجه به مطالب یادشده در شناسایی و تعیین تراکم و پراکنش بنتوزها فاکتورهای زیادی مؤثرند که از آن جمله می‌توان به میزان مواد آلی، اکسیژن، حرارت، pH، ذرات رسوبی نوع رسوبات، نحوه تغذیه بنتوزها، فعال شدن شکارچیان، ثبات یا عدم ثبات فیزیکی بستر، مرگ و میر، مهاجرت به مناطق دیگر و ... اشاره نمود، لذا پیدا کردن رابطه منطقی میان تراکم ماکروبندوزها و سایر عوامل محیطی به‌سادگی میسر نبوده و در واقع با در نظر گرفتن یک فاکتور محیطی امکان‌پذیر نمی‌باشد (Mcintyre و Holme، 1984؛ Hunter و همکاران، 2012؛ Giovanni و همکاران، 2015).

بسیاری از این موجودات (بنتوزها) غذای اصلی ماهیان کف‌زی و حتی گروهی از ماهیان پلاژیک را تشکیل می‌دهند، آن‌ها نقش بسیار مهمی را در چرخش و چرخش دوباره مواد مغذی در اکوسیستم‌های آبی بازی می‌کنند (Yakubu و Mustapha، 2015). با وجود اینکه موجودات کف‌زی تقریباً در بستر تمامی اکوسیستم‌های آبی پراکنده‌اند (میردار، 1383)، اما با توجه به شرایط حاکم بر منطقه تنوع و تراکم‌های متفاوتی را نشان می‌دهند (Prabhu و همکاران، 2016). ماکروبندوزها مواد آلی با منشأ درون‌زا و برون‌زا را معدنی کرده و می‌توانند به‌عنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخص زنده محسوب شوند. مقدار سالیانه تولید ماهی بر اساس ماکروبندوزها قابل برآورد بوده به‌طوری‌که در مناطق دارای تراکم بالای بنتوز تولید ماهی بیشتری نیز برآورد شده است (میرزاجانی، 1382).

مطالعه و کسب اطلاعات در رابطه با میزان تراکم، بیوماس و تولید ثانویه موجودات کف‌زی به‌ویژه ماکروبندوزها در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای شناخت بیشتر منابع آبی و ارزیابی ظرفیت‌های شیلاتی و در نتیجه تعیین پتانسیل بهره‌برداری از ذخایر کف‌زیان مورد استفاده قرار گیرد (نیکویان، 1375). در واقع استفاده از بی‌مهرگان کف‌زی برای تشخیص آلودگی رودخانه‌ها بر این فرض استوار است که نهرها و رودخانه‌هایی که تحت تأثیر عوامل آلاینده نیستند، تاکسون‌های کف‌زی تنوع بیشتری داشته و گونه‌های غیرمقاوم در آنجا غالبیت دارند و برعکس آن‌هایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند تنوع کمتری داشته و گونه‌های مقاوم غالب‌اند (Ekeroth و همکاران، 2016). بر همین ظرفیت ماکروبندوزها در تحقیقات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. گیلانی و همکاران (1392) فون ماکروبندوزهای رودخانه‌ها را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که میزان تنوع و تراکم در فصول گرم سال افزایش و در فصل سرد سال در رودخانه‌ها کاهش می‌یابد، باقری توانی و جمال‌زاده (1393) به بررسی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبندوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیروود منتهی به دریای خزر پرداختند و عنوان کردند که فاکتور شوری سبب تغییر تراکم

شده است اما pH تأثیری بر روی تنوع و تراکم نداشت و همچنین دما نیز در فصول مختلف باعث تغییر در تنوع و تراکم ماکروبندوزها شد، پروندی و همکاران (1395)، رودخانه جاجرود را با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبندوزها مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق تعداد 1136 ماکروبندوز در 6 راسته و 25 خانواده شناسایی شد. بیشترین فراوانی متعلق به راسته Ephemeroptera با 52/56 درصد فراوانی و کمترین فراوانی متعلق به راسته Coleoptera با 0/07 درصد فراوانی بوده است. همچنین صائب و همکاران (1395)، در بررسی به شناسایی جوامع ماکروبندوزی رودخانه هراز پرداختند و 2 شاخه، 3 رده، 11 راسته و 16 خانواده شناسایی کردند. Sivasdas و همکاران (2013) وضعیت سواحل نواحی استوایی را با استفاده از شناسایی و بررسی تنوع ماکروبندوزها مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تغییر در درجه-حرارت بر روی الگوی پراکنش ماکروبندوزهای منطقه مورد مطالعه مؤثر است. Patial و همکاران (2015)، تنوع ماکروبندوزها را در رودخانه بیهار هند را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که وجود گونه‌های مختلف mollusk در این آب‌ها، نشان‌دهنده شرایط خوب محیط و غیرآلوده این رودخانه هستند. Sarker و همکاران (2016)، ساختار جمعیتی ماکروبندوزها را در سواحل بنگلادش مورد بررسی قرار داد و نتایج آن‌ها نشان داد که جمعیت ماکروبندوزها همبستگی مثبتی با شوری، سختی و TDS و همبستگی منفی با قلیانیت و DO داشت.

رودخانه شاپور با طول 220 کیلومتر، از ارتفاعات شمال شرقی کازرون سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری کوهستانی، وارد دشت خشت شده و در نهایت در استان بوشهر به رود دالکی پیوسته و با نام رود حله به خلیج فارس می‌ریزد. به‌منظور بهره‌برداری بیشتر از این رودخانه دو سد بر روی این رودخانه بسته شده است که باعث شده است رودخانه بسیاری از توان‌ها و کارکردهای خود را از دست بدهد. با توجه به اینکه مطالعه و کسب اطلاعات در رابطه با میزان تراکم، بیوماس و تولید ثانویه موجودات کف‌زی به‌ویژه ماکروبندوزها در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای شناخت بیشتر منابع آبی باشند (نقیسی، 1380)، در این تحقیق سعی شده است تا با بررسی فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی و شناسایی گونه‌های بنتوزی در طول رودخانه شاپور، ارزیابی از وضعیت کیفی این رودخانه به دست آید.

مواد و روش‌ها

تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری: این تحقیق به مدت 12 ماه (از آبان ماه 1390 تا آذر 1391) به طول انجامید. طول مسیر مورد مطالعه 100 کیلومتر بود که شش ایستگاه در طول رودخانه براساس شرایط ویژه رودخانه و توپوگرافی منطقه انتخاب گردید. برای داشتن ارزیابی درست از منطقه مورد مطالعه بازدید مقدماتی از سواحل منطقه به عمل آمد. در انتخاب این 6 ایستگاه سعی شده که تمام منطقه عبور رود از سرچشمه تا برخورد با رود دالکی مورد بررسی قرار گیرد (جدول 1 و شکل 1).

جدول 1: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS در رودخانه شاپور

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	N	E
1	چشمه ساسان	51°23'7"	29°28'34"
2	تنگ چوگان	20'13" 51°	29°28'10"
3	رشن آباد	51°16'6"	29°28'13"
4	چیتی	51°5'26"	29°19'15"
5	شکستیان	10'19" 51°	29°19'15"
6	بوشگان	51°5'18"	29°20'36"

5 درصد بودند انتقال داده شد که روی هر ظرف با برچسب، مشخصات ایستگاهی ثبت گردید. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شده و به وسیله استریو میکروسکوپ شناسایی و به وسیله کلید شناسایی طبقه‌بندی شد. جهت شناسایی بنتوزها از کلیدهای شناسایی (نفیسی، 1380؛ Keshavarz و همکاران، 2016) استفاده شد و با کمک خصوصیات ظاهری شناسایی تا حد خانواده انجام شد. ثبت مشخصه‌های محیطی اکسیژن، دما (سانتی‌گراد)، pH با استفاده از دستگاه‌های پرتابل HQ40d در محل آزمایش اندازه‌گیری شد.

شاخص‌های تنوع گونه‌ای: شاخص‌های تنوع گونه‌ای بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Shannon و Weaver، 1949؛ Krebs، 1994):
شاخص غنای گونه‌ای مارگالف

$$D_{Mn} = \frac{s-1}{\ln(N)}$$

شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ی بونی جهت مقایسه داده‌ها با یکدیگر استفاده شود. از برنامه‌های Excel برای ترسیم نمودارها استفاده شد.

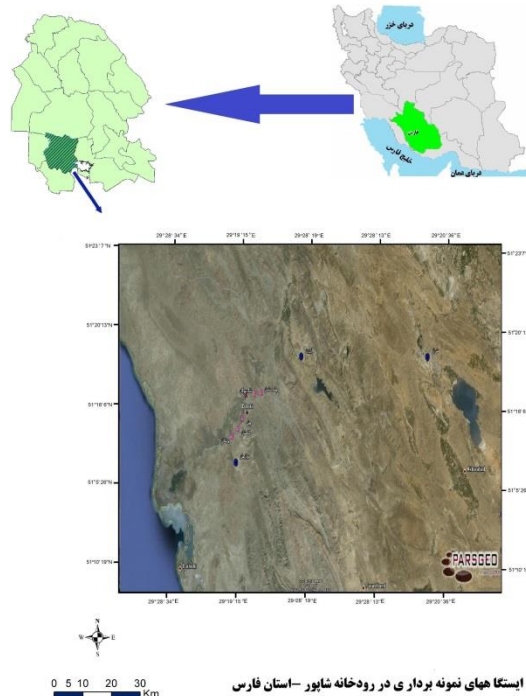
نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب: درجه‌حرارت آب در فصل تابستان بیش از سایر فصول و در زمستان کمترین درجه حرارت را داشت؛ به طوری که میانگین درجه‌حرارت در فصل تابستان $31/2 \pm 0/20$ و در فصل زمستان $13/7 \pm 0/2$ بود. درجه حرارت فصل بهار و زمستان دارای اختلاف معنی‌دار در سطح $0/05$ بودند در حالی که تابستان و پاییز فاقد اختلاف معنی‌دار با خود و فصول بهار و زمستان بودند. در بین فصول مختلف کمترین میزان اکسیژن محلول در فصل تابستان با میانگین $4/3$ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد که در فصل پاییز اکسیژن محلول افزایش یافت و این سیر صعودی تا زمستان ادامه پیدا کرد تا به $8/3$ میلی‌گرم در لیتر رسید. اکسیژن محلول تمامی فصول دارای اختلاف معنی‌دار در سطح $0/05$ با یکدیگر بودند. تغییرات pH در فصول مختلف نوسانات زیادی از خود نشان نداد (جدول 2).

جدول 2: مقایسه میانگین تغییرات پارامترهای فیزیکی-شیمیایی آب

مشخصه	فصل	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)		$5/0 \pm 5/11^a$	$\pm 3/4 \ 0/02^{ab}$	$\pm 2/7 \ 0/12^{ab}$	$\pm 3/8 \ 0/20^b$
درجه حرارت (سانتی‌گراد)		$26/0 \ 0 \pm 18^a$	$31/2 \ \pm \ 0/20^b$	$19 \ \pm \ 0/41^c$	$13/7 \ \pm \ 0/2^d$
pH		$8/0 \ \pm \ 0/2^a$	$\pm 3/8 \ 0/11^a$	$\pm 1/8 \ 0/23^a$	$\pm 9/7 \ 0/8^a$

حروف غیر متشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $0/05$ می‌باشد.



شکل 1: ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه شاپور

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری در ماه دوم هر فصل انجام شد، در چهار ایستگاه اول از نمونه‌بردار سوربر استفاده شد و در ایستگاه پنجم و ششم به دلیل ریز بودن بافت بستر و عمق بیشتر آب از نمونه‌بردار اکمن استفاده شد. به منظور دقت بیشتر جهت آنالیز آماری و تأیید آن، نمونه‌برداری در هر نوبت با سه تکرار انجام گرفت. سپس نمونه‌ها به ظروفی که حاوی فرمالین



گروه‌های ماکروبنتوزی: جدول 3 گروه‌های ماکروبنتوزی

شناسایی‌شده در ایستگاه‌های موردبررسی رودخانه شاپور 1390-1391 را نشان می‌دهد.

جدول 3: گروه‌های ماکروبنتوزی شناسایی‌شده در ایستگاه‌های موردبررسی رودخانه شاپور 1390-1391

راسته	خانواده
Ephemeroptera	<i>Caenidae ecitonoridae</i>
Odonata	<i>Caenis rivulorum</i>
	Hydropsychidae
Trichoptera	Glossosomatidae
	Hydroptilidae
	philopotamidae
Plecoptera	<i>Ephemerella</i> sp.
Diptera	Chironomidae
	<i>Gulicidae simulidae</i>
Gasteropoda	<i>Lymnae</i> sp.

شکل 2، تصویر گونه‌های ماکروبنتوز شناسایی‌شده در رودخانه شاپور را نشان می‌دهد.



شکل 2: گونه‌های ماکروبنتوز شناسایی‌شده در رودخانه شاپور الف- راسته یکروزه‌ها ب- راسته سنجاقک‌ها ج- بهاره مانده‌ها د- بال‌موران ر- دو بالان ز- شکم‌پایان

بال‌موردان بیشتر تعداد را در هر مترمربع و شکم‌پایان کمترین تعداد را در هر مترمربع داشتند.

فراوانی ماکروبنتوزها در فصل زمستان: در جدول 4 و شکل 3، در فصل زمستان، ایستگاه دوم بیشترین تعداد خانواده و ایستگاه ششم کمترین تعداد خانواده ماکروبنتوزها را در برداشت.

جدول 4: فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبنتوزها در نمونه‌برداری فصل زمستان 1390 در رودخانه شاپور (عدد در مترمربع)

ایستگاه ماکروبنتوز	1	2	3	4	5	6	جمع کل
یکروزه‌ها	875± 658/11 ^a	150± 140/21 ^b	775± 625/21 ^c	1250±895/10 ^d	550±326/11 ^e	250± 45/13 ^f	3850
سنجاقک‌ها	75±54/1 ^a	25± 43/22 ^b	-	-	75± 23/16 ^a	75± 33/15 ^a	250

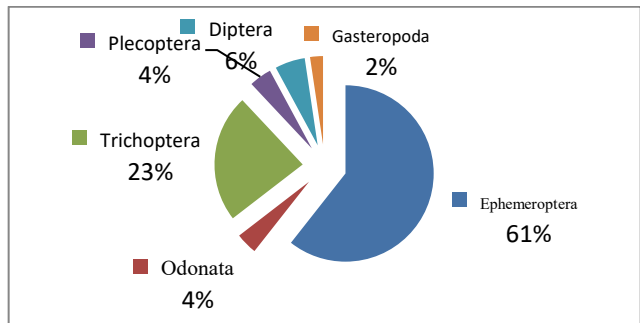


1490	140± 90/15 ^e	100± 102/15 ^d	200± 196/11 ^c	125±45 /12 ^b	925± 600/13 ^a	-	بال مو داران
218	18± 9/2 ^d	-	75±86/12 ^c	-	75± 32/20 ^b	50± 62/3 ^a	بهاره مانندها
350	25± 20/1 ^d	25±23/2 ^d	75±49/2 ^{cb}	-	50± 31/14 ^b	175± 180/2 ^a	دو بالان
150	-	-	25± 28/2 ^c	-	75± 37/1 ^b	50±49/2 ^a	شکم پایان
6658	508	750	1625	900	1300	1225	جمع کل

حروف غیرمتشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح 0/05 می باشد.

شکل 3: ترکیب تشکیل دهنده ماکروبنتوزهای رودخانه شاپور در فصل زمستان 1391

فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار: فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار به تفکیک ایستگاهها در دوره نمونه برداری در جدول 5 و شکل 4 آورده شده است، در فراوانی ماکروبنتوزها به طور کلی 8040 عدد در مترمربع ثبت گردیده است. مقایسه ایستگاههای نمونه برداری نشان داد که ایستگاه چهارم از فراوانی بیشتری نسبت به سایر ایستگاهها و ایستگاه پنجم از فراوانی کمتری نسبت به سایر ایستگاهها برخوردار بودند.

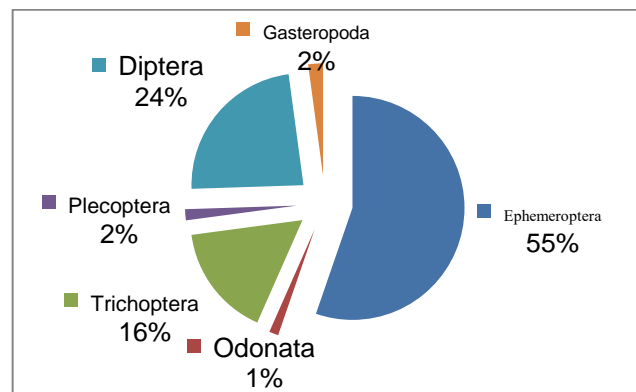
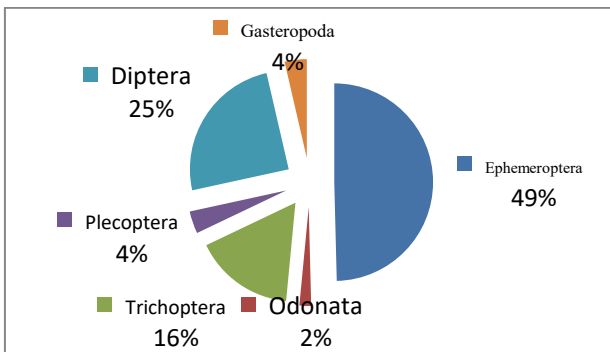


جدول 5: فراوانی گروههای مختلف ماکروبنتوزها در نمونه برداری فصل بهار 1391 در رودخانه شاپور (عدد در مترمربع)

ایستگاه ماکروبنتوز	1	2	3	4	5	6	جمع کل
یکروزهها	±1025 32/12 ^d	±200 12/24 ^a	±850 111/06 ^c	±1625 243/05 ^e	±750 215/4 ^b	200±750/10 ^b	4900
سنجاقکها	±100 24/11 ^a	±25 8/1 ^b	-	-	-	-	125
بال مو داران	-	±850 140/15 ^a	±50 1/20 ^b	±200 98/1 ^c	±175 70/2 ^d	±190 96/01 ^e	1465
بهاره مانندها	-	±25 9/11 ^a	±75 10/21 ^b	-	±25 14/20 ^a	±25 16/12 ^a	150
دو بالان	±300 40/11 ^a	±300 235/12 ^a	±1050 243/2 ^b	±550 324/12 ^c	-	-	1200
شکم پایان	±25 3/21 ^a	±25 5/68 ^a	-	-	±75 33/12 ^b	±75 22/10 ^b	200
جمع	1450	1425	2025	2375	1025	1040	8040

حروف غیرمتشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح 0/05 می باشد.

فراوانی ماکروبنتوزها در فصل تابستان: به طور کلی فراوانی ماکروبنتوزها در فصل تابستان پایین تر از فصل بهار است. در این فصل برخلاف فصل بهار بیشترین فراوانی در ایستگاه دوم دیده می شود (جدول 6 و شکل 5).



شکل 4: ترکیب تشکیل دهنده ماکروبنتوزهای رودخانه شاپور در فصل بهار سال 1391



شکل 5: ترکیب تشکیل‌دهنده ماکروبندوزها رودخانه شاپور در فصل تابستان 1391

در ایستگاه دوم همه ماکروبندوزهای شناسایی شده، مشاهده شده است و کمترین تعداد گونه‌های شناسایی شده، در

ایستگاه چهارم و پنجم دیده می‌شود که در هر کدام از این ایستگاه‌ها تنها سه نوع ماکروبندوز مشاهده شده است. یکروزه‌ها تقریباً نیمی از ترکیب تشکیل‌دهنده ماکروبندوزها را شامل می‌شود که در همه ایستگاه‌ها این ماکروبندوز حضور داشته است.
جدول 6: فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبندوز در نمونه‌برداری فصل تابستان 1391 در رودخانه شاپور (عدد در مترمربع)

ایستگاه ماکروبندوز	1	2	3	4	5	6	جمع کل
یکروزه‌ها	±550 243/21 ^a	±125 123/10 ^b	750 ± 324/17 ^c	1050 ± 419/21 ^d	±375 243/15 ^e	±400 118/14 ^f	3250
سنجاقک‌ها	±100 24/11 ^a	25± 19/10 ^b	-	-	-	-	125
بال مو داران	-	625 ± 232/20 ^a	±100 56/13 ^b	±75 25/19 ^c	±125 65/3 ^d	±150 80/22 ^e	1075
بهاره مانندها	-	±50 25/12 ^a	100 ± 63/13 ^b	-	25± 17/09 ^c	25 ± 12/11 ^d	200
دو بالان	±225 120/31 ^a	200 ± 69/10 ^b	750 ± 361/22 ^c	450 ± 230/11 ^d	-	-	1625
شکم پایان	±50 14/11 ^a	75 ± 22/20 ^b	50 ± 18/15 ^a	-	-	±62 20/13 ^c	240
جمع کل	925	1100	1750	1575	525	640	6515

حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 0/05 می‌باشد.

فراوانی ماکروبندوزها در فصل پاییز: نکته قابل توجه در بررسی فراوانی ماکروبندوزها در این فصل این است که دو بالان در فصل پاییز بیشترین فراوانی در بین ماکروبندوزها را داشتند.

با توجه به جدول 7 میانگین ماکروبندوزها در این فصل 4665 عدد در مترمربع بوده است. در ایستگاه اول نیز همه گونه‌های ماکروبندوز مشاهده شده است (شکل 6).

جدول 7: فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبندوزها در نمونه‌برداری فصل پاییز 1391 در رودخانه شاپور (عدد در مترمربع)

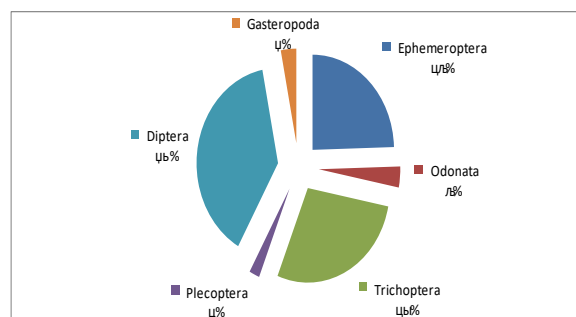
ایستگاه ماکروبندوز	1	2	3	4	5	6	جمع کل
یکروزه‌ها	±500 35/11 ^a	±100 26/10 ^b	525 ± 180/24 ^c	-	-	±75 23/12 ^d	1200
سنجاقک‌ها	50± 16/21 ^a	-	25± 19/22 ^b	-	±50 31/12 ^a	50 ± 39/12 ^a	175
بال مو داران	±125 100/12 ^a	±500 356/11 ^b	-	±75 56/12 ^c	220 ± 175/1 ^d	220 ± 199/11 ^e	1140
بهاره مانندها	25± 20/11 ^a	50± 31/2 ^b	±25 14/11 ^a	-	-	-	100
دو بالان	±125 75/12 ^a	100 ± 106/20 ^b	-	±575 450/22 ^c	550 ± 362/10 ^d	550 ± 400/30 ^e	1900
شکم پایان	±25 27/21 ^a	50 ± 62/15 ^b	-	75± 56/12 ^c	-	-	150
جمع کل	750	800	572	725	700	695	4665

حروف غیر متشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 0/05 می‌باشد.

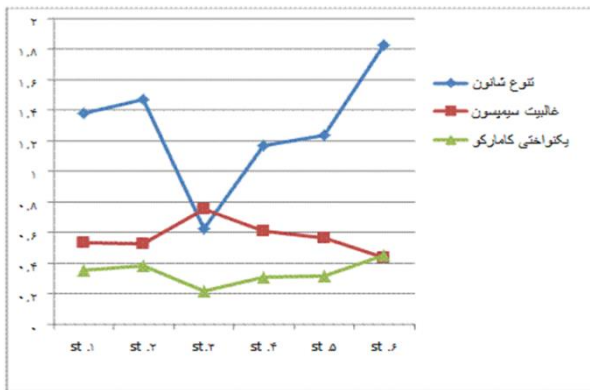
فراوانی کلی ماکروبندوزها در طول سال: فراوانی ماکروبندوزها در طول سال به تفکیک ایستگاه‌ها در دوره نمونه‌برداری در جدول 8 و شکل 7 آورده شده است. بررسی میزان فراوانی ماکروبندوزها در ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که بین ایستگاه‌های مختلف از نظر فراوانی تفاوت وجود دارد و ایستگاه 4 بالاترین فراوانی و ایستگاه 6 کمترین فراوانی را در طول دوره بررسی نشان داده است.

جدول 8: فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبندوز در نمونه‌برداری سال 1390 و 1391 در رودخانه شاپور (عدد در مترمربع)

یکروزه‌ها	1	2	3	4	5	6	جمع کل
295	575	290	392	167	155	1357	5
0	0	0	5	5	0	5	5



شکل 6: ترکیب تشکیل‌دهنده ماکروبندوزها در رودخانه شاپور در فصل پاییز 1391



شکل 8: شاخص‌های تنوع رودخانه شاپور در کل سال (1391-1390)

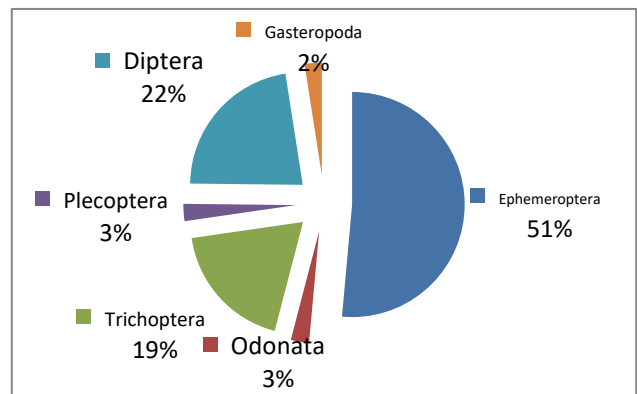
بحث

موجودات ماکروبیوتوزی می‌توانند به‌عنوان یک شناساگر دقیق برای اندازه‌گیری وسعت آلودگی اکوسیستم باشند. پراکنش، ترکیب و حضور جمعیت‌های بنتیکی نشانگرهای کیفیت آب و رسوبات و وضعیت تروپی در خاک و آب هستند (Putro و همکاران، 2015). از جمله عوامل محیطی که در تراکم یا پراکنندگی موجودات بنتیک در یک اکوسیستم کوچک دخالت دارد، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی می‌باشد (Keshavarz و همکاران، 2016). بر اساس نتایج پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه شاپور در فصل بهار زمستان اختلاف معنی‌داری نشان داد که علت آن کاهش دما در منطقه در فصل زمستان می‌باشد. در حالی که دما، در فصل بهار و تابستان و پائیز فاقد اختلاف معنی‌داری بود. دمای آب از پارامترهای مهم مؤثر بر روند رشد و تولیدمثل بی‌مهرگان موجود و به دنبال آن افزایش یا کاهش تنوع زیستی رودخانه از نظر زیستی و افزایش یا کاهش قدرت الاینده آب می‌باشد (Ekeroth و همکاران، 2016). در تحقیق شربتی و همکاران (1391) که بر روی شناسایی و تعیین فراوانی و زی‌توده جوامع ماکروبیوتوزی دریایی خزر انجام شد، تفاوت معنی‌دار را در فصول گزارش کرده و عنوان کردند که این تفاوت بر روی فراوانی ماکروبیوتوزها مانند تحقیق حاضر نیز مؤثر است به شکلی که بیشترین فراوانی در فصل تابستان و کمترین فراوانی در فصل پاییز به دست آمد.

pH یکی دیگر از فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب است که تأثیرات عمده‌ای بر ساختار جمعیتی و تنوع آبیان و شاخص‌های زیستی دارد. به‌طور کلی pH رودخانه‌ها کمی قلیایی است و در محدوده 8/4 - 7/5 نسبتاً ثابت می‌باشد.

میانگین اکسیژن محلول در رودخانه شاپور در بین تمامی فصول اختلاف معنی‌داری نشان داد. حداکثر اکسیژن محلول در فصل زمستان (8/3 میلی‌گرم بر لیتر) و حداقل میزان اکسیژن محلول در فصل تابستان (4/3 میلی‌گرم بر لیتر) بوده است که در واقع نشان‌دهنده رابطه معکوس بین مقادیر اکسیژن محلول و دما در سال می‌باشد. میزان اکسیژن به عواملی مثل دما، میزان جریان (دبی) و نوع سیستم ارتباط دارد (Mohan و همکاران، 2013) که با توجه به روند افزایش اکسیژن از تابستان به پائیز و زمستان مؤید تأثیر دما بر میزان اکسیژن است که با کاهش دما میزان اکسیژن محلول افزایش می‌یابد (Muniz و Yakubu،

سنجاقک ها	690	140	125	0	25	100	300
بال مو داران	4925	575	600	550	175	290	125
بهاره مانندها	650	50	50	75	200	200	75
دو بالان	5900	500	475	157	187	650	825
شکم پایان	650	50	75	100	50	225	150
جمع	2639	286	300	622	522	465	442
	0	5	0	5	5	0	5



در جدول 9، شاخص‌های تنوع زیستی شامل تنوع شانون، غالبیت سیمپسون و یکنواختی کامارگو در رودخانه شاپور در کل دوره مورد بررسی نشان داده شده است.

جدول 9: شاخص‌های تنوع رودخانه شاپور در کل سال (1391-1390)

شاخص/فصل	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
تنوع شانون وینر	1/706	1/868	1/999	1/829
غالبیت سیمپسون	0/38	0/341	0/29	0/361
یکنواختی کامارگف	0/423	0/47	0/538	0/461

در شکل 8، شاخص‌های تنوع زیستی شامل شانون، سیمپسون و کامارگو در کل دوره در ایستگاه‌های مختلف نشان داده شده است. بر این اساس بالاترین تنوع شانون در ایستگاه 6، بالاترین میزان غالبیت سیمپسون در ایستگاه 3 و بالاترین مقدار شاخص کامارگو در ایستگاه 6 مشاهده شد.



به ایستگاه‌های بالادست دارای بستر قلوسنگی بوده و قابلیت ذخیره و پتانسیل جذب مواد آلی بالاتری نسبت به بستر قلوسنگی که درشت‌تر هستند را دارد (Quigley, 1986). نتایج حاصله از بررسی تنوع زیستی توسط پذیرا و همکاران (1387) بر روی رودخانه دالکی و حله بوشهر نشان می‌دهد که تنوع زیستی در ایستگاه‌های بالادست بیشتر از ایستگاه‌های پایین‌دست می‌باشد و با نتایج این بررسی مطابقت دارد. البته تفاوت‌هایی وجود دارد. در رودخانه دالکی و حله، ایستگاه‌ها با بستر قلوسنگی تنوع بالاتری نسبت به ایستگاه‌های لومی ماسه‌ای داشتند و آن‌ها این امر را ناشی از ورود آلودگی به قسمت‌های پایین‌دست دانستند. در تحقیق پذیرا و همکاران (1387) در رودخانه دالکی و حله، یکروزه‌ها فقط در بخش‌های بالایی بالاتری تعداد را نشان دادند و با حرکت به سمت پایین رودخانه دو بالان بالاتری تعداد را نشان دادند؛ اما در تحقیق حاضر در تمام ایستگاه‌ها یکروزه‌ها همواره فراوان‌ترین رده هستند. در خصوص شاخص‌های زیستی در کل دوره بین رده‌های ماکروبتوزی شناسایی‌شده بر اساس نتایج مشخص‌گرید بیشترین شاخص تنوع زیستی شانون مربوط به فصل پائیز و با میزان 1/999 و کمترین میزان آن در فصل بهار با میزان 1/706 ثبت‌شده است و بیشترین شاخص غالبیت سیمسون برعکس در فصل بهار و کمترین آن در فصل پائیز بوده است زیرا شاخص تنوع با غالبیت سیمسون رابطه معکوس داد. علت بالا بودن شاخص تنوع را در فصل پائیز علی‌رغم پایین بودن فراوانی در مقایسه با سایر فصول به‌خصوص بهار که دارای بالاتری فراوانی ماکروبتوزی و پایین‌ترین میزان تنوع شانون است را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که در فصل بهار با افزایش میزان مواد مغذی، جریان آب و بهبود شرایط محیطی از نظر میزان اکسیژن، میزان تولیدمثل در گونه‌های غالب افزایش یافته که بالا بودن غالبیت سیمپسون و تنوع شانون این امر را توجیه می‌کند و به دنبال آن کاهش تنوع و کاهش غالبیت و یکنواخت شدن جمعیت در پاییز رخ داده و فراوانی جمعیت به کمترین میزان در فصل چهارم رسید که علت آن احتمالاً کاهش مواد غذایی و مواد آلی است. هرچند بیشترین رده‌ها در ایستگاه‌ها در بهار مشاهده شده است؛ اما تراکم بالای یکروزه سبب کاهش شاخص تنوع زیستی، افزایش غالبیت و کاهش یکنواختی کامارگو شد. از طرفی بالاتر بودن شاخص تنوع شانون در تابستان در مقایسه با زمستان را می‌توان با اثر دما بر روی تنوع گونه‌ای بنتوزها توجیه کرد، بنتوزها در دمای بالاتر تنوع گونه‌ای بالاتری دارند، زیرا دمای پایین، متابولیسم و تولیدمثل را کاهش داده و باعث کاهش تنوع و افزایش غالبیت می‌شود که افزایش فراوانی یکروزه‌ها از 49 درصد به 61 درصد افزایش غالبیت را تأیید می‌کند. پذیرا و همکاران (1387) نیز اثر دما را بر روی تنوع گونه‌ای بنتوزها در رودخانه دالکی و بوشهر اثبات کردند. باقری توانی و جمالزاده (1393) مطابق تحقیق حاضر بالا بودن شاخص تنوع شانون را در تابستان در مقایسه با زمستان در ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریایی خزر نشان دادند و علت آن را شرایط محیطی مناسب، افزایش دما و تولیدات بالا و کاهش تنوع گونه‌ای را در زمستان را به دلیل کاهش دما، آشفستگی بستر عنوان کرد که با شرایط محیطی حاکم بر رودخانه شاپور همخوانی دارد.

کاهش میزان اکسیژن و افزایش میزان دما در فصل تابستان حائز اهمیت است که با قوانین شیمیایی انحلال گازها مطابقت دارد، به طوری که هر چه مقدار دما افزایش پیدا کند میزان انحلال اکسیژن در آب کاهش پیدا می‌کند؛ که این موضوع توسط Thilagavathi و همکاران (2013) نیز در تحقیقی که به بررسی و تنوع ماکروبتوزهای مانگرو در هند پرداختند در بخش بررسی پارامترهای محیطی عنوان کردند که درجه حرارت و شوری تأثیر مستقیمی بر روی اکسیژن محلول دارند. در منطقه مورد مطالعه حداکثر درجه حرارت در فصل تابستان 31/2 درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در فصل زمستان 13/7 درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است و با توجه به تأثیری که درجه حرارت بر تغییرات اکسیژن محلول دارد، می‌توان گفت دما عاملی مؤثر بر پراکنش و تعداد گونه‌های بنتوزی رودخانه است (Kumar و همکاران، 2016). در تحقیقات باقری توانی و جمالزاده (1393) چنین نتیجه‌ای نیز به دست آمد و نتایج نشان داد که افزایش و کاهش دما در فصول مختلف سال باعث تغییر در تنوع و تراکم ماکروبتوزها شده است که مشابه یافته‌های این تحقیق است.

بر اساس نتایج این بررسی بیشترین فراوانی ماکروبتوزها در فصل بهار (8040 عدد در متر مربع) و کمترین آن در فصل پائیز (4665 عدد در متر مربع) ثبت گردیده است. تغییرات و نوسانات مشاهده‌شده در میزان فراوانی و تنوع ماکروبتوزها در منطقه مورد مطالعه طی بررسی حاضر می‌تواند ناشی از تغییرات شرایط محیطی در منطقه باشد. توزیع و فراوانی کلیه گونه‌های جانوری در طبیعت نتیجه تأثیر متقابل و پیچیده پارامترهای مختلف محیطی است (طباطبایی و همکاران، 1389). در تحقیقات فارسی و همکاران (1392) عنوان شده است که تراکم و بیوماس ماکروبتوزها می‌تواند با ترکیبی از فاکتورهای مختلف مانند عمق، ویژگی‌های رسوب و شرایط هیدرودینامیک مرتبط باشد. در این تحقیق کمترین فراوانی ماکروبتوزها (4665 عدد در مترمربع) در پائیز شمارش شد و نسبت به سایر فصول کاهش فراوانی را نشان داد که علت این امر احتمالاً به دلیل کاهش شدید مواد مغذی آلی و عدم تعادل ویژگی‌های محیطی از قبیل دما می‌باشد که تأثیر به‌سزایی در رشد و تولیدمثل ماکروبتوزها داشته است (Zalmon و همکاران، 2011).

از بین رده‌های ماکروبتوزی شناسایی‌شده یکروزه‌ها دارای بیشترین تعداد (بهار 4950، تابستان 3250، زمستان 3850 عدد در مترمربع) به‌جز در فصل پائیز در بین رده‌های مختلف بود (جدول 5 و 6). با توجه به نتایج حاصله، در اکثر ماه‌های نمونه‌برداری بیشترین فراوانی مربوط به یکروزه‌ها در ایستگاه‌های مختلف و در فصول مختلف بود. بررسی فراوانی ماکروبتوزها در طول دوره نشان می‌دهد که ایستگاه 4، بالاترین فراوانی ماکروبتوزی را در بین ایستگاه‌های مورد بررسی در طول دوره نمونه‌برداری داشته است. همچنین بیشترین میزان حضور یکروزه‌ها در تمام فصول در ایستگاه 4 ثبت شد که کیفیت بالای آب، بالا بودن فراوانی یکروزه‌ها را در این ایستگاه توجیه می‌کند. ارتباط بین فراوانی گونه‌ها و کیفیت آب در تحقیقات Muniz و Venturini (2015) نیز عنوان شده است. همچنین حضور بیشترین فراوانی ماکروبتوزها در ایستگاه چهار می‌تواند به دلیل لومی-ماسه‌ای بودن این ایستگاه باشد که نسبت

از زنجیره غذایی موجود در رودخانه شاپور است. جمعیت بنتیک‌ها حلقه مهمی در جریان انرژی از تولیدکنندگان اولیه به ماهی‌ها در این آب‌ها هستند. حضور جمعیت بنتوز به معنی وجود یک سیستم حمایتی برای ادامه حیات ماهی‌ها، پرندگان و انسان است؛ و نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد یکروزه‌ها در بهار، پائیز و زمستان بیشترین فراوانی را داشته و در مجموع 12 ماه بالاترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند که این موضوع نشان‌دهنده شرایط غیر آلوده رودخانه است.

منابع

1. پذیرا، ع.؛ امامی، م.؛ کوه‌گردی، ا.؛ وطن‌دوست، ص. و اکرمی، ر.، 1387. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر. مجله شیلات. سال 2، شماره 4، صفحات 65 تا 70.
2. باقری توانی، م. و جمالزاده، ح.، 1393. بررسی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر. مجله علمی- پژوهشی زیست‌شناسی دریا. سال 6، شماره 23، صفحات 81 تا 96.
3. پروندی، ش.؛ عبدلی، ا. و هاشمی، ح.، 1395. ارزیابی زیستی رودخانه جاجرود با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوزها. مجله بوم‌شناسی آبریزان. سال 6، شماره 1، صفحات 20 تا 32.
4. راستیان نسب، ا.، 1375. بررسی لیمنولوژی رودخانه بشار. حفاظت محیط‌زیست استان کهگیلویه و بویراحمد. 105 صفحه.
5. ریاضی، ب.، 1381. بررسی بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه گیشان. مجله منابع طبیعی ایران. جلد 55، شماره 2، صفحات تا 211.
6. شربتی، ص.؛ اکرمی، ر.؛ یلغی، س.؛ میردار، ج. و احمدی، ز.، 1391. شناسایی، تعیین فراوانی و زی‌توده جوامع ماکروبنتیک در آب‌های ساحلی جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان). مجله علمی شیلات ایران. سال 21، شماره 4، صفحات 23 تا 32.
7. صائب، ک.؛ تقوی، ل. و کاظمیان، ح.، 1395. برآورد شاخص زیستی آلودگی و کیفیت آب رودخانه هراز با استفاده از جوامع ماکروبنتوزها. اکوهیدرولوژی. سال 3، شماره 1، صفحات 45 تا 53.
8. طباطبایی، ط.؛ امیری، ف.؛ پذیرا، ا. و ممبینی، ش.، 1389. مطالعه ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبنتیکی رودخانه حله. مجله بیولوژی دریا. سال 2، شماره 1، صفحات 37 تا 46.
9. علیزاده، ب.؛ حسینی، ح. و اسماعیلی، م.، 1376. بررسی لیمنولوژیک و حفظ تعادل اکولوژیک آب‌های داخلی بوشهر رودخانه‌های حله و مند. دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی دانشگاه شهید چمران اهواز. صفحات 21 تا 34.
10. فارسی، ا.؛ سیف‌آبادی، ج. و عوفی، ف.، 1392. تأثیر پارامترهای محیطی بر تراکم، بیوماس و تنوع ماکروبنتوزهای سواحل استان بوشهر. نشریه بهره‌برداری و پرورش آبریزان. سال 2، شماره 1، صفحات 1 تا 11.
11. گیلانی، ف.؛ نوروزی، م. و فغانی، ح.، 1392. ارزیابی فون ماکروبنتوزهای رودخانه تجن در محدوده کارخانه چوب و کاغذ مازندران، ساری. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال 7، شماره 4، صفحات 37 تا 44.
12. میردار، ج.، 1383. بررسی فراوانی میوبنتوزها و ارتباط آن‌ها با وضعیت رسوبات بستر در خورهای شمالی استان بوشهر. مجله علمی شیلات. سال 5، صفحات 152 تا 154.

همچنین بیشترین فراوانی بعد از یکروزه‌ها، مربوط به دو بالان می‌باشد که در تمام فصول و ایستگاه‌ها به ثبت رسیدند. بسترهای گلی و دارای جنس بافت رسی، بستری مناسب برای رشد و تولیدمثل دو بالان می‌باشد (Hunter و همکاران، 2012). دو بالان در بسترهای گلی در ناحیه رودخانه‌ها حضور گیاهان افزایش می‌یابد که زیستگاهی مناسب برای تولیدمثل این دو بالان می‌باشد اما با توجه به اینکه در بستر ایستگاه‌ها در طول رودخانه شاپور بستر از نوع درشت‌دانه و قلو‌سنگ می‌باشد. لذا دلیل فراوانی رده یکروزه‌ها قابل توجه می‌باشد. این وضعیت در پژوهش پذیرا و همکاران (1387) نیز دیده شده است و یکروزه‌ها در ایستگاه‌هایی با بستر قلو‌سنگی و درشت‌دانه بالاترین فراوانی را داشتند (پذیرا و همکاران، 1387). با تغییر فصل، فراوانی گونه‌ای نیز دست‌خوش تغییر می‌شود، در فصل تابستان رده دو بالان از رده سوم به رده دوم و بعد از یکروزه‌ها صعود می‌کند اما در فصل پائیز دو بالان در رده اول قرار می‌گیرد. طبق نظر Quigley (1986) دو بالان جهت زادآوری نیاز به یک دمای خاص دارند و بالا رفتن دمای آب می‌تواند عامل مهمی در رهاسازی تخم‌ها باشد، بنابراین این تفاوت در تخم‌ریزی در دو محیط متفاوت ممکن است تنها به علت تغییر دمای آب باشد و نه سازش با محیط (علیزاده و همکاران، 1376).

همچنین در فصل پائیز رده یکروزه‌ها تا رده سوم پایین آمده و دو بالان در اولین رده قرار می‌گیرد. پذیرا و همکاران (1387)، افزایش دو بالان در مناطق پایین‌دست را با مقاومت بالای دو بالان به آلودگی و شرایط نامناسب مرتبط دانستند. افزایش سهم این رده در ایستگاه‌های مختلف در طول دو فصل تابستان و پائیز نشانه‌ای از نزول سطح کیفیت آب رودخانه است که شاید علت آن به دلیل کاهش دبی رودخانه در مقایسه با زمستان و بهار به‌عنوان فصولی با بارندگی و یا ورود فاضلاب به رودخانه باشد (پذیرا و همکاران، 1387). همچنین فراوانی بالای ماکروبنتوزها در فصل زمستان و بهار (به ترتیب 6658 و 8040) در مقایسه با تابستان و پائیز (به ترتیب 6515 و 465) مطالب بالا را در مورد کیفیت آب تأیید می‌کند. می‌توان گفت که تغییر در شاخص‌های تنوع در یک اکوسیستم آبی در دوره‌های متوالی می‌تواند بیانگر ایجاد تغییرات در شرایط محیطی باشد. همان‌طور که برقراری ثبات در بستر و فراهم شدن شرایط مطلوب زیست موجب شکوفایی تنوع می‌گردد، بروز هرگونه آلودگی در آب‌ها یا وقوع تغییرات شدید جوی و یا محیطی نیز موجب کاهش تنوع و فراوانی فون ماکروبنتوزها خواهد شد (راستیان‌نسب، 1375). تغییرات دما روی بقاء، رشد، متابولیک و فیزیولوژی موجودات اثر عمده‌ای می‌گذارد و استرس‌های حرارتی روی رشد و نمو گنادها و زمان تخم‌ریزی آن‌ها اثرات شایانی می‌گذارد، همچنین نرخ متابولیسم و فعالیت موجودات با افزایش دما فزونی می‌یابد، دما همچنین بر سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی و میزان اکسیژن مصرفی موجودات نیز اثر می‌گذارد (Bazenal، 1978).

به طور کلی ترکیبی از فاکتورهای مختلف مانند شرایط فیزیکی و شیمیایی آب بر شاخص‌های بیولوژیک و اکولوژیک ماکروبنتوزها در رودخانه شاپور مؤثر بوده است. تنوع و حضور بنتوزها به‌خوبی نشان‌دهنده تعادل اکوسیستم برای حمایت



29. **Patial, P.; Hassan, M.A. and Mishra, A.P., 2015.** Macrobenthic diversity during pre and post drought period of a floodplain wetland in Vishal district of Bihar. *International Journal of applied biology and pharmaceutical technology*. Vol. 6, No. 2, pp: 294-298.
30. **Pawar, P.R., 2015.** Monitoring of pollution using density, biomass and diversity indices of macrobenthos from mangrove ecosystem of Uran, Navi Mumbai, and West Coast of India. *International Journal of Animal Biology*. Vol. 1, pp: 136-145.
31. **Prabhu, H.V.; Lakshmi, M.T.; Teum, K.; Hailemichael, H.; Btsuamlak, S.; Zeresenay, S.; Ramachandra Naik, A.T. and Ramesha, T.J., 2016.** Macro benthos-sediment relationship in intertidal waters of Hirgigo Bay: Massawa, Eritrea, N.E., Africa. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*. Vol. 6, pp: 303-315.
32. **Putro, S.P. and Hariyati, R., 2012.** Assessment of environmental quality of coastal fishpond areas using macrobenthic structure: multivariate and graphic approaches. *International conference on applied life science*. Turkey. September pp: 10-12, 415-421.
33. **Putro, S.; Widowati, P. and Suhartana, D., 2015.** Assessment Level of Severity of Environmental Disturbance Caused by Aquaculture Activities Using Abundance-Biomass Curves of Macrobenthic Assemblages. *International Journal of Environmental Science and Development*. Vol. 6, pp: 178-181.
34. **Quigley, M., 1986.** Invertebrates of streams and rivers. A key to Identification, Edward Arnold Publisher LTD.
35. **Saravi, H.; Solimaniroodi, A.; Makhloogh, A.; Negarestan, H. and Eslami, F., 2013.** An investigation of the relation between dominant orders of macrobenthos and environmental parameters in the southern Caspian Sea using canonical correspondence and principle component analyses. *Oceanography*. Vol. 4, pp: 1-7.
36. **Sarker, J.; Patwary, S.A.; Uddin, B.; Hasan, M.; Tanmay, M.H.; Kanungo, I. and Parvej, M.R., 2016.** Macrobenthic community structure - an approach to assess coastal water pollution in Bangladesh. *Fisheries and Aquaculture Journal*. Vol.7, pp: 2-10.
37. **Sivadas, S.K.; Ingole, B.S. and Fernandes, C.E.G., 2013.** Environmental gradient favours functionally diverse macrobenthic community in a Placer Rich Tropical Bay. *The ScientificWorld Journal*. pp: 1-12.
38. **Shannon, C.E. and Weaver, W., 1949.** The Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. Vol. 27, pp: 379-423
39. **Thilagavathi, B.; Varadharajana, D.; Manoharan, J.; Vijayalakshmi, S. and Balasubramanian, T., 2014.** Distribution and diversity of macrobenthos in different mangrove ecosystems of Tamil Nadu Coast, India. *Aquaculture*. Vol. 4, pp: 4-3.
40. **Walag, A.M.P. and Canencia M.O.P., 2016.** Physico-chemical parameters and macrobenthic invertebrates of the intertidal zone of Gusa, Cagayan de Oro City, Philippines. *AES Bioflux*. Vol. 8, pp: 71-82.
41. **Zalmon, L.R.; Krohling, W. and Ferrelra, C.E.L., 2011.** Abundance and diversity patterns of the sessile macrobenthic community associated with environmental gradients in Vitória Harbor, southeastern Brazil. *Zoologia*. Vol. 28, pp: 641-652.
13. **میرزا جانی، م، 1382.** گاهی به چگونگی ماکروبندوز ماکرو فون در ایستگاه انزلی. *مجله علمی شیلات ایران*. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. سال 2، شماره 5، صفحات 27 تا 39.
14. **نفیسی، م، 1380.** شناسایی بی‌مهرگان آب‌های جاری. *انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران*. صفحات 24 تا 31.
15. **نیکویان، ع، 1375.** بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کفزی (ماکروبندوزها) در خلیج چابهار. *رساله دکتری (بیولوژی دریا)*، واحد علوم تحقیقات تهران.
16. **Bazanal, T., 1978.** Methods for assessment of fish production in freshwater. T hird edition. Blackwell scientific publication onford. London Edinburg – Melborn.
17. **Ekeroth, N.; Blomqvist, S. and Hall. P., 2016.** Nutrient fluxes from reduced Baltic Sea sediment: effects of oxygenation and macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 544, pp: 77-92.
18. **Giovanni, N.V.; Gorotti, E. and Tamanti, V., 2015.** Macrobenthos structure in the watershed of a river of central Italy. *Italian Journal of Zoology*. Vol. 2, pp: 34-41.
19. **Holm, N.A. and MchIntyre, A., 1981.** Methods for the study of marine benthos. *IBP Hand book*, No. 1b second edition. Onford. 387 p.
20. **Holme, N.A. and McIntyre, A.D., 1984.** Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publications, London.
21. **Hunter, W.R.; Levin, L.A.; Kitazato, H. and Witte, U., 2012.** Macrobenthic Assemblage Structure And Organismal Stoichiometry Control Faunal Processing Of Particulate Organic Carbon And Nitrogen In Oxygen Minimum Zone Sediments. *Biogeosciences*. Vol. 9, pp: 993-1006.
22. **Krebs, C.J., 1994.** Ecology: the experimental analysis of distribution and abundans. Harper Collins, New york.
23. **Keshavarz, M.; Dabbagh, A.B. and Soyuf Jahromi, M., 2016.** Biodiversity Indices for Macrobenthic Community structures of Mangrove Forests, Khamir Port, Iran. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*. Vol.3, 1 p.
24. **Kumar, A.; Sharma, M.P. and Yadav, N.S., 2016.** Assessment of River health of Chambal River based on Biological Communities, India. *J. Mater. Environ. Sci*. Vol. 6, pp: 3045-3053
25. **Mark, A.; Walag, P.; Oljae, M. and Canencia, P., 2016.** Physico-chemical parameters and macrobenthic invertebrates of the intertidal zone of Gusa, Cagayan de Oro CITY, Philippines. *AES BIOFLUX*. Vol. 8, No. 1, pp: 71-82.
26. **Mohan, V.C.; Sharma K.K.; Sharma A. and Watts, P., 2013.** Biodiversity and abundance of benthic macroinvertebrates community of River Tawi in Vicinity of Udampur City (J&K) India. *International Research Journal of Environment Sciences*. Vol. 2, pp: 17-24.
27. **Muniz, P. and Venturini, N., 2015.** Macrobenthic Communities In A Temperate Urban Estuary Of High Dominance And Low Diversity: Montevideo Bay (Uruguay). *Cicimar Oceanides*. Vol. 30, pp: 9-20.
28. **Mustapha, M. and Yakubu, H., 2015.** *International Journal of Environmental Science and Development*. Lakes, reservoirs and ponds. Vol. 9, pp: 56-66.



