علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره چهاردهم، شماره یک، بهار ۹۱

مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به عنوان شاخص های آلایندگی در رودخانه جراحی (محدوده مقبره سید عاشور تا ورودی شهر شادگان)

شقایق ممبینی [۱ *]

sh_mombaini@yahoo.com

سید محمد باقر نبوی [۲]

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۰ **تاریخ پذیرش:۸۷/۷/۱۰**

چکیده

تنوع و تراکم بی مهرگان آب زی بر حسب شرایط محیطی متفاوت است ، برخی از گونه های این گروه ها به دلیل سازگاری با شرایط زیست محیطی آلوده، به عنوان شاخص های بیولوژیکی اکوسیستم های آبی به شمار می روند. در این راستا تعیین ترکیب و تنوع بی مهرگان رودخانه جراحی به منظور مشخص نمودن شاخص های زیستی در طی سال ۸۶ (تابستان و زمستان) انجام گرفت . در پژوهش حاضر روش استفاده از شاخص های بیولوژیک و تطبیق نتایج حاصل از آن با آزمایش های فیزیکو شیمیایی تواماً به کار گرفته شد ، تا اشتباهات و خطاها به حداقل ممکن کاهش یابد . همچنین برخی شاخص های تعیین کیفیت آب که بر فیزیولوژی موجودات بنتوزی و نیز کیفیت آب اثر گذار هستند از قبیل (اکسیژن محلول ، دما ، شوری ، pH، TOM ، GSA) مورد سنجش قرار گرفتند .

براساس نتایج به دست آمده از این بررسی در مجموع ۱۱جنس و۸ گونه مربوط به ۵ رده از بی مهرگان کف زی آب های شیرین در منطقه شناسایی گردید . بیشترین درصد فراوانی بی مهرگان به ترتیب ۴۱/۲۳٪ Bivalvia ، ۳۰/۸۸٪ Gastropoda ، ۱۷/۷۱٪ Insecta، ۹/۹۸٪ Hirudinea و ۰/۲٪ Crustacea بوده است . بنابراین ساختار اجتماعات ماکروبنتیک در این رودخانه شامل دوکفه ای ها ، شکم پایان، حشرات، سخت پوستان و زالوها می باشد . از میان Bivalvia بیشترین فراوانی مربوط به گونه Sphaerium rivicola (Lamark , 1818) بوده که گونه غالب در تمام ایستگاه های مطالعاتی می باشد واز آن به عنوان شاخص زیستی جهت تعیین کیفیت آب استفاده گردید . حداکثر تراکم ماکروبنتوزها در زمستان (۵۳۵ فرد در متر مربع) و حداقل آن در تابستان (۴۹۸ فرد در متر مربع) ثبت شده است . جهت ارزیابی تنوع زیستی ماکروبنتوزهای منطقه مورد مطالعه از شاخص های شانون (H') ، سیمپسون (λ) و مارگالف (R) استفاده گردید . در نتیجه بیشترین و کم ترین شاخص شانون در تابستان و زمستان ثبت شده است . به منظور پی بردن به وضعیت اکولوژیکی منطقه از نظر میزان آلودگی از الگوی معرفی شده توسط Welch (۱۹۹۲) استفاده گردید . طبق نتایج به دست آمده و بر اساس الگوی یاد شده آلودگی در حد متوسط در کلیه ایستگاه های نمونه برداری مشاهده شد.

واژه های کلیدی: *رودخانه جراحی ، شاخص های زیستی، عوامل فیزیکوشیمیایی، ماکروبنتیک*

۱- کارشناس ارشد آلودگی های محیط زیست دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات اهواز- آدرس: رامهرمز خیابان شهید رایگانی [*](مسئول مکاتبات).

۲- استاد یار گروه علوم دریایی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

مقدمه

تحقیقات هیدروبیولوژیک در مورد اقیانوس ها ، دریاها و رودخانه ها از اواسط قرن حاضر به صورت گسترده ای آغاز شده و در دو دهه اخیر رشد روز افزونی داشته است. این تحقیقات، به ویژه در آب راهه ها از زمانی رو به تزاید گذاشت، که منابع غذایی موجود درخشکی همزمان با رشد جمعیت سیر نزولی یافته است، جمعیت های انسانی برای بهره برداری بیشتر از این منابع ارزشمند، نیازمند چنین تحقیقاتی می باشند تا ضمن شناخت قابلیت ها و توانایی های نهفته در این اکوسیستم ها، طبقه بندی کیفی منابع آب را بر مبنای نحوه تأثیر آلاینده ها بر نوع و فراوانی موجودات آب زی و اجتماعات زیستی تعیین نمایند. یکی از ویژگی های مهم چنین پروژه هایی استفاده از آن ها برای تعیین شاخص های اکولوژیک و آلودگی است (۱).

موجودات بنتوز (کف زی)یکی از قابل اطمینان ترین شاخص ها جهت تعیین اثرات آلودگی بر اکوسیستم های آبی به شمار می روند . ساختار اجتماعات ماکروبنتیک وابسته به عوامل فیزیکی - شیمیایی و کل ترکیبات مکانیکی و شیمیایی رسوبات بستر است که این امر به مقدار بسیار زیادی تحت تأثیر اثرات منطقه ای مانند آلودگی جوی ، پساب های کشاورزی و فاضلاب ها است (۲).

رودخانه جراحی یکی از رودخانه های حوضه آب ریز خلیج فارس و دریای عمان بوده و قسمت اعظم آن در استان خوزستان واقع گردیده است . حوضه آب ریز این رودخانه در دامنه های جنوبی و جنوب باختری کوه های زاگرس میانی قرار دارد . بخش علیای آن کوهستانی و مرتفع و مناطق میانی آن به علت وفور بارندگی و مساعد بودن هوا و شرایط اقلیمی دارای پوشش گیاهی مناسبی می باشد .

این رودخانه از تلاقی دو رودخانه اعلا (الله یا رامهرمز) و مارون در محلی به نام چم هاشم واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب رامهرمز تشکیل می شود . طول رودخانه جراحی از محل تلاقی دو رودخانه اعلا و مارون تا مصب آن در خور موسی ۲۱۰ کیلومتر و از سرچشمه رودخانه مارون تا مصب ۵۲۰ کیلومتر می باشد . وسعت حوضه آب ریز آن در حدود ۲۳۲۴۵ کیلومتر مربع اندازه گیری شده است که حدود ۱۰۹۱۰ کیلومتر مربع آن را مناطق بلند کوهستانی و ۱۲۳۲۵ کیلومتر مربع باقی مانده آن را دشت ها و مناطق کوهپایه ای تشکیل می دهند (۳).

رودخانه جراحی مهم ترین منبع تأمین آب تالاب بین المللی شادگان به شمار می رود. متوسط دبی سالیانه ۶۸/۸۱ متر مکعب بر ثانیه و پر آب ترین وضعیت آن در فروردین ماه با دبی m^3/s ۱۵۰/۲۳۴ و کم ترین دبی در شهریور ماه با میانگین m^3/s ۹/۷۳ است (۴).

به طور کلی اهداف دنبال شده در این مطالعه شامل موارد زیر است:

- سنجش مواد آلی رسوبات بستر، بافت بستر و پارامترهای محیطی (pH ، شوری ، دما و اکسیژن محلول در آب).
- به کارگیری شاخص های تنوع به منظور تعیین میزان آلودگی منطقه مورد مطالعه با استفاده از مقیاس Welch (۱۹۹۲).
- معرفی گونه های نشانگر بنتیک در منطقه مورد مطالعه.

روش بررسی

انجام مطالعات و گرد آوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه ای، بررسی مقالات و پایان نامه های دانشجویی مرتبط با موضوع که در آب های دیگر انجام گرفته است (۱ و۸- ۵) ، کاوش های اینترنتی، استفاده از نظر کارشناسان و متخصصان ،استفاده از اطلاعات موجود در سازمان های ذیربط از جمله سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان آب و برق خوزستان، به اضافه مشاهدات میدانی به منظور انتخاب محل نمونه برداری و آزمایش ها صورت گرفت . بر اساس اهداف تحقیق، روش های مختلفی شامل روش مطالعات میدانی به منظور انتخاب محل نمونه برداری، روش نمونه برداری ، تثبیت نمونه ها ، اندازه

گیری پارامترهای مورد بررسی با استفاده از دستگاه های مختلف مورد نیاز و همچنین نرم افزارهای مورد نیاز جهت محاسبات آماری به کار رفته است .

۱- روش های مطالعات میدانی: در مرداد ماه ۸۶ بازدیدهای متعددی جهت آشنایی با منطقه مورد مطالعه ، تعیین مسیرها و محدوده هایی که از طریق آن ها دسترسی به رودخانه آسان بوده صورت گرفت . در ابتدا محدوده مطالعاتی مورد نظر با توجه به اهمیت موضوع و شرایط منطقه مشخص شد ، سپس ایستگاه های نمونه برداری با توجه به معیارهای زیر انتخاب گردید :

الف- امکان نمونه برداری از محل ایستگاه ها در فصول مختلف و شرایط جوی گوناگون و همچنین فراهم بودن امکان ارتباطی.

ب- انعکاس شرایط و وضعیت واقعی رودخانه .

ج- فقدان آلودگی تصادفی و یا آلودگی در اثر عوامل ناشناخته در محل نمونه برداری .

با توجه به شرایط فوق ، امکانات و محدودیت های نمونه برداری تعداد ۱۰ ایستگاه نمونه برداری تعیین شد .

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های نمونه برداری در رودخانه جراحی

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی		
۱	۸۵۵"	۵۵'	۴۸°	۱۵۰"	۴۶'	۳۰°
۲	۴۴۵"	۵۴'	۴۸°	۳۱۷"	۴۶'	۳۰°
۳	۷۵۷"	۵۲'	۴۸°	۵۱۶"	۴۶'	۳۰°
۴	۱۴۵"	۵۱'	۴۸°	۷۷۳"	۴۵'	۳۰°
۵	۳۹۴"	۴۸'	۴۸°	۳۶۷"	۴۷'	۳۰°
۶	۱۰۴"	۴۷'	۴۸°	۵۴۹"	۴۷'	۳۰°
۷	۷۸۷"	۴۶'	۴۸°	۸۰۰"	۴۶'	۳۰°
۸	۷۰۴"	۴۵'	۴۸°	۳۲۰"	۴۵'	۳۰°
۹	۲۵۷"	۴۴'	۴۸°	۱۸۷"	۴۳'	۳۰°
۱۰	۳۶۱"	۴۲'	۴۸°	۳۰۰"	۴۱'	۳۰°

۲- زمان نمونه برداری و تعداد نمونه ها : بررسی ها نشان داد که با توجه به اهداف مطالعه ، تنها دو دوره نمونه برداری در فصل های گرم (تابستان) و سرد (زمستان) جهت داشتن اطلاعات جدیدتر در محدوده مورد مطالعه کفایت می کند (۹) . بنابراین نمونه برداری در دو فصل و هر فصل یکبار در تابستان ۸۶ و زمستان ۸۶ انجام یافت ، طی زمان اجرای پروژه مجموعاً ۶۰ نمونه آب و ۸۰ نمونه رسوب به آزمایشگاه منتقل شد و آزمایش های متفاوت بر روی نمونه ها صورت گرفت . به منظور افزایش دقت در محاسبات آماری ، نمونه برداری آب در هر ایستگاه ۳ بار تکرار شد . همچنین نمونه برداری از رسوبات بستر هر ایستگاه با استفاده از گرب مدل ون وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ متر مربع صورت گرفت.

۳- روش های آزمایشگاهی: پارامترهای محیطی شامل اکسیژن محلول و دمای آب در محل نمونه برداری با استفاده از DO متر و دماسنج اندازه گیری شد . و سنجش pH و شوری با استفاده از pH متر و رفرکتومتر در آزمایشگاه صورت گرفت (۱۰) .

۴- روش نمونه برداری: درهر ایستگاه ۴ بار نمونه برداری از رسوبات بستر صورت گرفت(۱۰). سه نمونه برای شناسایی موجودات بنتوز و یک نمونه برای آنالیز دانه بندی رسوبات و تعیین درصد مواد آلی برداشت گردید. نحوه نمونه برداری ، نگه داری و جداسازی بنتوزها از رسوبات براساس دستور مطالعه بنتوزها انجام پذیرفت(۱۱).

۵- انتقال نمونه ها: در این مطالعه پس از جمع آوری نمونه های آب از ایستگاه های مختلف در ظرف های کوچک

نمونه برداری، بر روی هر ظرف حاوی نمونه اطلاعات مربوط به ایستگاه، شامل نام ایستگاه ، تاریخ ، ساعت و دما یادداشت شد . به منظور تثبیت نمونه های بنتوز از فرم آلدئید ۵٪ استفاده شد. برای انجام آزمایش های فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه ها از روش استاندارد موجود در کتاب استاندارد متد (۱۹۹۸) استفاده شد(۱۰).

۶- آنالیز دانه بندی رسوبات: آنالیز دانه بندی رسوبات طبق روش استاندارد معرفی شده توسط Buchannan (۱۹۸۴) انجام یافت (۱۲).

(۱) درصد حضور دانه بندی = $M\times 100/25$

۷- تعیین درصد کل مواد آلی: جهت تعیین درصد مواد آلی رسوبات در هر ایستگاه از روش استاندارد معرفی شده توسط Rileyو Elwakeel (۱۹۶۶) استفاده شد (۱۳).

$$\%TOM = \frac{A-B}{A-C}\times 100 \qquad (۲)$$

در این فرمول :

A = وزن بوته و رسوب خشک شده به مدت ۸ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد

B = وزن بوته و رسوب سوخته شده به مدت ۸ ساعت و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد

C = وزن بوته خالی

۸- شناسایی ماکروبنتوزها : پس از انتقال نمونه های رسوبی به آزمایشگاه محتویات هر ظرف پلاستیکی به دقت در الک با چشمه ۰/۵ میلی متر آنقدر شستشو داده شد ، تا دیگر هیچ رسوبی از الک خارج نشود . سپس محتویات الک بر اساس روش Walton (۱۹۷۴) رنگ آمیزی شد (۱۴). در این مطالعه سعی گردید با استفاده از منابع موجود و کلیدهای شناسایی ، در اولین گام موجودات بنتوزی در حد خانواده و در صورت امکان در حد جنس و گونه شناسایی شوند . کلیدهای شناسایی و منابع متعددی در جهت شناسایی ماکروبنتوزها مورد استفاده قرار گرفت (۱۵،۱۶).

۹- روش های تحلیل داده ها و محاسبه آماری: در این پروژه به منظور انجام کلیه محاسبات مورد نیاز و رسم نمودارهای لازم از نرم افزار صفحه گستر Excel و جهت بررسی آماری نتایج به دست آمده از نمونه برداری ها نیز از نرم افزار SPSS و با توجه به اهداف مورد نظر، از روش های آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه و تست توکی جهت مقایسه میان ایستگاه ها و فصول مختلف نمونه برداری استفاده گردید .

نتایج

۱- نتایج سنجش پارامترهای فیزیکو شیمیایی: میانگین پارامتر دما در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که مقدار آن در فصل تابستان ۲۸/۲۶ درجه سانتی گراد و در فصل زمستان ۱۴/۷۳ درجه سانتی گراد بوده است . همچنین بالاترین میانگین آن در فصل تابستان در ایستگاه ۹ با ۲۹/۱ درجه سانتی گراد و کم ترین میانگین آن در فصل زمستان با ۱۴/۵ درجه سانتی گراد در ایستگاه های ۶ ، ۷ و ۹ ثبت گردید. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر دما در دوفصل نمونه برداری اختلاف معنی داری وجود داشته اما بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی دار وجود نداشته است .

میانگین پارامتر DO در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که مقدار این پارامتر در فصل زمستان ۸/۲۷ mg/lit و در فصل تابستان ۷/۵۶ mg/lit بوده است . همچنین بالاترین میانگین آن در فصل زمستان در ایستگاه ۹ با ۱۰/۰۶ mg/lit و کم ترین میانگین آن در فصل تابستان در ایستگاه ۱۰ با ۶/۲۷ mg/lit ثبت شد . نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر DO در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری وجود نداشته است.(در ضمن ساعات نمونه برداری برای اندازه گیری DO در تمامی نمونه ها یکسان بوده است.)

میانگین پارامتر شوری در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که مقدار این پارامتر در فصل زمستان ۰/۷۳ ٪ و در فصل تابستان ۰/۱۹ ٪ بوده است . همچنین بالاترین میانگین

آن در فصل زمستان درایستگاه ۵ با ۰/۹۰ ٪ و کم ترین میانگین آن در فصل تابستان با ۰/۱۰ ٪ در ایستگاه های ۳ ، ۴ و ۱۰ ثبت گردید. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر شوری در دو فصل نمونه برداری اختلاف معنی داری وجودداشته ولی بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری وجود نداشته است .

میانگین پارامتر pH در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که مقدار آن در فصل زمستان ۸/۰۱ و در فصل تابستان ۷/۹۲ بوده است . همچنین بالاترین میانگین آن در فصل زمستان در ایستگاه ۲ با ۸/۱۴ و کم ترین میانگین آن در فصل تابستان در ایستگاه ۶ با ۷/۸۷ مشاهده شد . نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر pH در دو فصل نمونه برداری اختلاف معنی داری وجود داشته اما بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

۲- نتایج سنجش درصد کل مواد آلی موجود در رسوبات: طبق نتایج به دست آمده میزان کل مواد آلی در ایستگاه های نمونه برداری شده نوسانات زیادی داشته است به طوری که بیشترین درصد مواد آلی موجود در رسوبات در فصل زمستان در ایستگاه۲ با میزان ۳۷/۱۴ ٪ و کم ترین درصد مواد آلی موجود در رسوبات در فصل تابستان در ایستگاه ۴ و ۹ با میزان ۰/۹۴٪ ثبت شده است . به طور کلی بیشترین درصد مواد آلی در فصل زمستان با میانگین ۱۴/۷۲٪ و کم ترین درصد مواد آلی در فصل تابستان با میانگین ۳/۱۰ ٪ ثبت گردید .همچنین نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه نشان داد که بین میانگین درصد کل مواد آلی موجود در رسوبات در دو فصل نمونه برداری اختلاف معنی داری وجودداشته اما بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

۳- نتایج آنالیز دانه بندی رسوبات (GSA): به منظور نشان دادن تغییرات دانه بندی در این بررسی ذرات رسوبی غالب در سه محدوده اندازه گیری زیر قرارداده شد .ذرات ریزتر از ۰/۰۶۳ میلی متر (GS3) ، ذرات بین ۰/۰۶۳ – ۰/۱۲۵ میلی متر (GS2) و ذرات درشت تر از ۰/۱۲۵ میلی متر (GS1). مطالعه دانه بندی رسوبات در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که ترکیب عمده رسوبات از جنس ذرات ۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی متر (ماسه ریز) بوده است. طبق این بررسی بیشترین درصد رسوبات با دانه بندی ۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی متر، ۴۹/۰۵ ٪ در فصل تابستان ودر ایستگاه۷ و کم ترین درصد رسوبات با دانه بندی ۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی متر، ۰/۷۵٪ در فصل زمستان ودر ایستگاه ۲ ثبت گردید. نتایج حداکثر و حداقل آنالیزدانه بندی رسوبات در فصول نمونه برداری در جدول ۳ نشان داده شده است .

جدول ۳- نتایج حداکثر و حداقل آنالیزدانه بندی رسوبات (GSA)دردو فصل نمونه برداری

فصل سال	GS1 (> ۰/۱۲۵)		GS2 (۰/۱۲۵ - ۰/۰۶۳)		GS3 (< ۰/۰۶۳)	
مقدار	Min	Max	Min	Max	Min	Max
تابستان	٪ ۰/۱۱	٪ ۹/۴۹	٪ ۳۷/۱۸	٪ ۴۹/۰۵	٪ ۱/۶۱	٪ ۲۴/۸۱
زمستان	٪ ۰/۱۴	٪ ۲/۰۱	٪ ۰/۷۵	٪ ۴۸/۶۶	٪ ۱/۹۶	٪ ۹۷/۸۳

۴- تراکم و پراکنش کلی ماکروبنتوزها : در دو فصل نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه ، جمعاً ۵ گروه از ماکروبنتوزها که شامل ۱۱جنس و۸ گونه بودند جداسازی و شناسایی گردیدند (جدول ۴). لیست گونه های ماکروبنتیک شناسایی شده و درصد حضور هر گروه در (جدول۵) آورده شده است .

در بین گروه های شناسایی شده بیشترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط به دوکفه ای ها با۴۱/۲۳ ٪ ، شکم پایان با ۳۰/۸۸ ٪ ، حشرات با۱۷/۷۱ ٪ ، زالوها با۹/۹۸ ٪ و سخت پوستان با۰/۲٪ بوده است . طبق نتایج به دست آمده ، بیشترین تراکم ماکروبنتوزها با ۵۳۵ فرد در متر مربع در فصل زمستان و کم ترین فراوانی آن ها با ۴۹۸ فرد در متر مربع در فصل تابستان ثبت شده است .

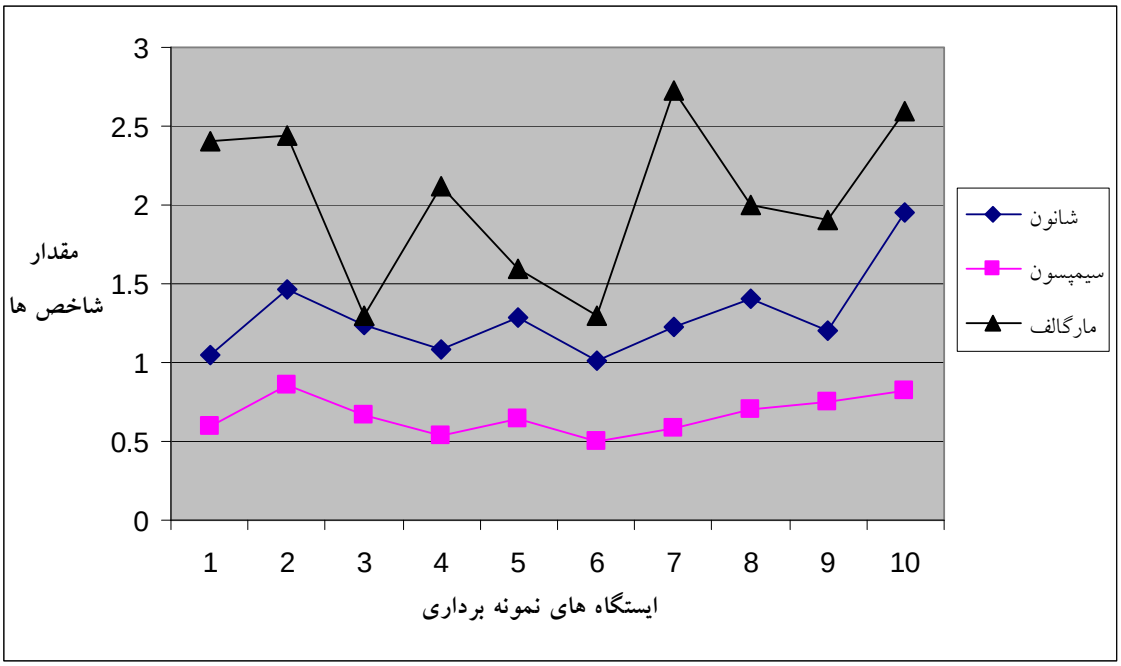
جدول ۴ - گونه های بنتوز شناسایی شده در دو فصل نمونه برداری

رده بنتوزی	نام علمی گونه
حشرات (Insecta)	*Chironomus sp*
	Culicoides sp
	Physa sp.
	Aquatic insect larva (sp.2)
	Baetis muticus
دو کفه ای ها (Bivalvia)	*Sphaerium rivicola (Lamark,1818)*
	Unio pictorum(Linaeus,1785)
	Bivalvia sp.
شکم پایان (Gastropoda)	*Lymnaea persica(Issel,1865)*
	Valvata cristata
	Limnaea(sp.1)
	Limnaea(sp.2)
	Gastropoda(sp.1)
	Gastropoda(sp.2)
	Melanoids tuberculata
	Viviparus sp.
	Lithoglyphus sp.
زالوها (Hirudinea)	*Erpobdella sp.*
سخت پوستان (Crustacea)	*Penaeus semisulcatus*

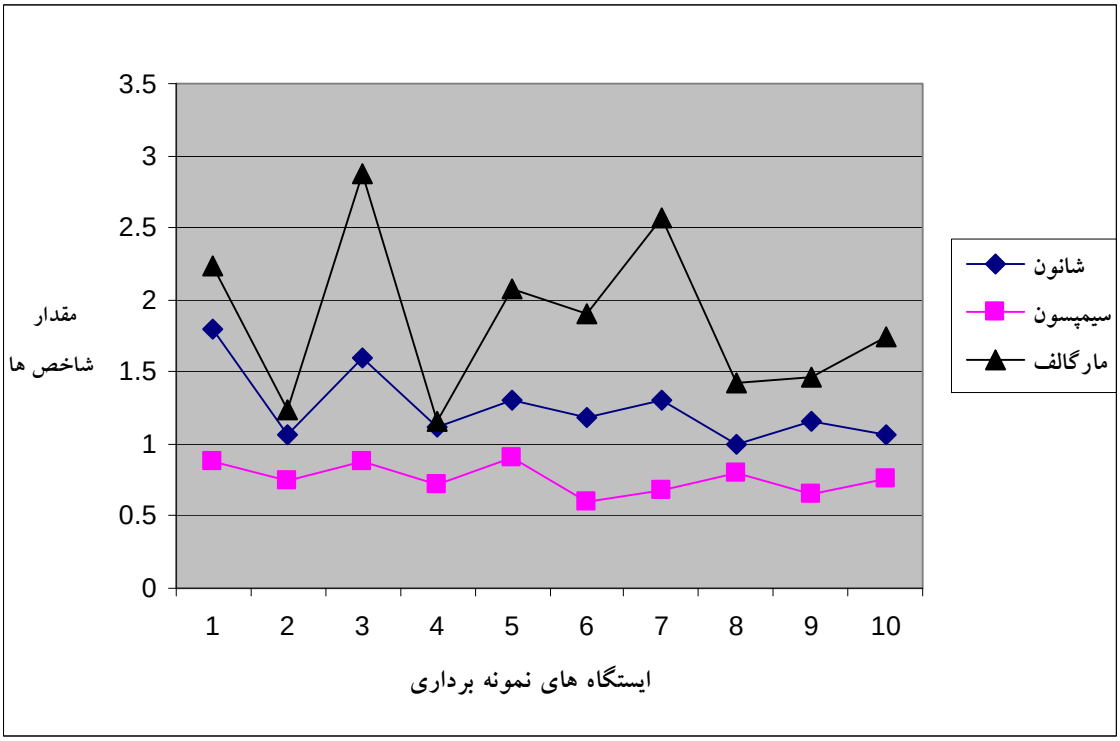
جدول ۵ - درصد حضور کل گروه های ماکروبنتوزی در طول دوره نمونه برداری

گروه های ماکروبنتیک	تعداد کل افراد در یک متر مربع (در طول دوره نمونه برداری)	درصد حضور گروه ها
Insecta	۱۸۳	۱۷/۷۱
Bivalvia	۴۲۶	۴۱/۲۳
Gastropoda	۳۱۹	۳۰/۸۸
Hirudinea	۱۰۳	۹/۹۸
Crustace	۲	۰/۲
جمع کل	۱۰۳۳	۱۰۰

۵- نتایج محاسبه شاخص های زیستی ماکروبنتوزها: به منظور بررسی تنوع زیستی ماکروبنتوزها شاخص زیستی شانون (H')، سیمپسون (λ) و مارگالف (R) برای تمامی ایستگاه ها و فصول نمونه برداری محاسبه گردید . نتایج محاسبه شاخص های فوق بیشترین میزان شاخص شانون را ۱/۹۵درفصل تابستان و در ایستگاه ۱۰ و کم ترین میزان این شاخص را ۱ در فصل زمستان و در ایستگاه ۸ نشان داد . حداکثر میزان شاخص سیمپسون ۰/۹ درایستگاه ۵ ودر فصل زمستان و حداقل این شاخص ۰/۵ در ایستگاه۷ و درفصل تابستان ثبت گردید . حداکثر میزان شاخص مارگالف ۲/۸۷ در فصل زمستان و در ایستگاه۳ و کم ترین میزان این شاخص ۱/۱۶ در همین فصل و در ایستگاه ۴ مشاهده شد. در ضمن نمودارهای ۱ و ۲ روند تغییرات شاخص های شانون ،سیمپسون و مارگالف برای ایستگاه های دهگانه نمونه برداری را در هر فصل نشان می دهد.



نمودار ۱ - مقایسه شاخص ها در فصل تابستان



نمودار۲ – مقایسه شاخص ها در فصل زمستان

تفسیر نتایج

نتایج شاخص شانون با توجه به مقیاس Welch (۱۹۹۲) آلودگی سطح متوسط را در این رودخانه نشان داد، زیرا با توجه به مقیاس مذکور اگر مقدار شاخص شانون بین ۱و۳ باشد آلودگی سطح متوسط برای منطقه ثبت می گردد (۱۷). با توجه به این مقیاس ایستگاه ۱۰ در فصل تابستان (H '=۱/۹۵) بالاترین کیفیت و ایستگاه ۸ در فصل

زمستان(H'=۱) پایین ترین کیفیت را داشت. همچنین نتایج عوامل فیزیکوشیمیایی نشان داد در فصل تابستان به دلیل بارش های مناسب (در سال ۸۵)و افزایش دبی آب رودخانه، بالاترین میزان کیفیت و در فصل زمستان به دلیل کاهش شدید بارندگی (در سال ۸۶) و کاهش شدید جریان آب با بسته شدن سد در بالا دست رودخانه به دلیل احداث پل جراحی و در نتیجه کاهش دبی آب، کم ترین میزان کیفیت را دارا بود . بالاترین درصد مواد آلی در فصل زمستان ثبت گردید و حداکثر مقدار آن در این فصل در ایستگاه ۲ مشاهده شدکه احتمالاً دلیل آن بارندگی بسیار کم در فصل مذکور بوده که این امر منجر به کاهش شدید جریان آب و کاهش قدرت خودپالایی رودخانه و در نتیجه افزایش ته نشینی مواد آلی در رسوبات بستر گردیده ، در حالی که در فصل تابستان به دلیل مناسب بودن شرایط برای تولید کنندگان اولیه و مصرف مواد مغذی و افزایش قدرت خودپالایی رودخانه میزان مواد آلی کاهش یافته است . مطالعه ترکیب بستر رودخانه ، غالبیت حضور ذرات ماسه ریز را با دانه بندی ۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی متر نشان داد . طبق مطالعه انجام شده ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به صورت دوکفه ای ها ،شکم پایان،حشرات،سخت پوستان و زالوها ثبت گردید. بالاترین تراکم ماکروبنتوزها ۵۳۵ عدد در متر مربع در فصل زمستان و کم ترین تراکم آن ها ۴۹۸ عدد در متر مربع در فصل تابستان ثبت شد . احتمالاًدلیل پایین بودن تراکم ماکروبنتوزها در دو فصل نمونه برداری نوع بافت بستر بوده که عموماً از ماسه ریز تشکیل شده است . یکی از مهم ترین نتایج به دست آمده در این بررسی تراکم بالای دوکفه ای ها در این رودخانه بود . در بین دو کفه ای ها بیشترین فراوانی به گونه *Sphaerium rivicola(Lamark,1818)* اختصاص داشت که دلیل فراوانی این گونه در هر دو فصل وجود شرایط محیطی مناسب برای زیست و تولید مثل این گونه بوده ، زیرا این گونه اولاً گونه خاص رودخانه ها است و ثانیاً در بسترهای ماسه ای زیست کرده و از رژیم غذایی با مقدار کلسیم بالا تغذیه می کند (۱۵) . از آن جا که بستر منطقه مورد مطالعه ماسه ای و به دلیل ریزش زه آب های کشاورزی که احتمالاً آلوده به مواد شیمیایی کودهای با کلسیم بالا بوده اند، این عوامل شرایط مناسبی را برای زیست و افزایش این گونه در هر دو فصل فراهم کرده است .

در بین رده های بنتوزی زالوها ، گونه *Erpobdella sp.* در فصل تابستان کم ترین تراکم را با ۴ عدد در متر مربع و در فصل زمستان بیشترین تراکم را با ۹۹ فرد در متر مربع داشت.این گونه نسبت به آلودگی آلی مقاوم است (۱۶) . افزایش این گونه احتمالاً به دلیل افزایش مواد آلی موجود در بستر در فصل زمستان و کاهش شدت جریان آب بوده است و این شرایط برای زندگی و تولید مثل گونه مناسب بوده که تعداد آن افزایش یافته است. در زمینه شاخص های آلایندگی مطالعات انجام گرفته در رودخانه کارون غالبیت گونه های *Tubifex tubifex* و *Capitella capitata* ، در تالاب میانگران ایذه جنس های *Diptera* و *Oligochaeta* و در رودخانه اروند جنس های *Bivalvia* و *Oligochaeta* را نشان داد . شاخص های شانون و سیمپسون نشان دهنده تغییرات فصلی نامنظم در میزان تنوع ماکروبنتوزهاست . شاید یکی از دلایل بالا بودن نسبی تنوع در این رودخانه فراهم بودن شرایط مناسب برای زیست اکثر گونه ها بوده است . نتایج کلی به دست آمده از این مطالعه نشان داد که در تمام ایستگاه های نمونه برداری انتخاب شده آلودگی وجود داشته ولی میزان این آلودگی در بخش های مختلف رودخانه متفاوت بوده است . عامل اصلی آلودگی این رودخانه پساب های کشاورزی ناشی از فعالیت های کشاورزی در حاشیه رودخانه و در درجه بعدی اهمیت پساب های خانگی روستاهای اطراف آن بوده است .

سپاس گزاری

بدین وسیله از کارکنان محترم آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان، کارکنان محترم اداره محیط زیست شادگان به خصوص آقای مهندس فقیه و آقای مجدمی و کارکنان بخش آزمایشگاه دانشگاه آزاد واحدعلوم و تحقیقات اهواز تشکر و قدردانی می شود.

منابع

۱. تقوی، ل، ۱۳۸۴، بررسی تأثیر فاضلاب های شهری مناطق شرکت نفت (شهرک نفت، نیوسایت) بر کیفیت آب رودخانه کارون با استفاده از نشانگرهای زیستی ماکروبنتوزی، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز .

2. Bubinas,Algis. Irena,Jagminiene. 2001. Bioindication of ecotoxicity according to community structure of macrozoobenthic fauna. Acta Zoologica Lituanica.Volumen, 11. Numerus, 1.ISSN 1392-1657.pp 90-96.

۳. افشین، ی، ۱۳۷۳،رودخانه های ایران، وزارت نیرو – شرکت مهندسین مشاور جاماب، چاپ اول، جلد اول، صفحه ۱۴۰-۱۳۹.

۴. بهپاش، ر، ۱۳۸۱، تعیین تراکم، پراکنش، و تنوع گونه ای پرندگان کنار آب زی تالاب شادگان، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۵. بستان زاده، م، ۱۳۸۲، مدیریت آب و آلاینده های تالاب بامدژ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات اهواز .

۶. قلی پور نوروزی، ن، ۱۳۸۰ ، بررسی اثر آلاینده‌های زیست محیطی بر تنوع ماکروبنتوزی تالاب میانگران ایذه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات اهواز .

۷. رهبری، ک، زمستان ۱۳۸۴، مطالعه تأثیر برخی از پارامترهای زیست محیطی بر روی اجتماعات ماکروبنتیک در رودخانه کارون از بازه ملاثانی تا دارخوین ، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۸. مروتی، ک، ۱۳۷۹، بررسی رابطه فرآیندهای فیزیکوشیمیایی آب با بنتوزهای تالاب شادگان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات اهواز .

۹. نبوی ،س.م.ب ، سواری ، الف، ۱۳۸۱ ، شاخص های زیست محیطی بحران در خور موسی و رهیافت های بهبود آن ها ، اولین همایش ملی بحران های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن ها ، واحد علوم و تحقیقات مرکز اهواز ،۱۲ صفحه.

10. 10-APHA ,AWWA .1992.Standard of water and examination for method edition.wastewater .USA ,18.

11. Holme,N.A&McIntyre,A.D.1984.Methods for the study of Marine Benthos . IBP hand book .No,16 . Black Well Scientific Publications ,Oxford & Edinburgh . pp334.

12. Buchanan,j.b. 1984. Sediment analysis . In :Methods for the study of marine benthos .Black Well Sceintific publication , Oxford.pp 41-64.

13. EL-Wakeel,S.K. and J. P, Riley. 1966. Determination of organic carbon in the marine muds. Journal of Du Counseil International Exploration . 22. pp 180-183 .

14. Walton,S.G. 1974 .Hand book of marine science . Vol,1. CRC Press. Cleveland .pp 117-126.

۱۵. محبوبی صوفیانی ، ن ، ۱۳۷۹ ، کلید شناسایی بی مهرگان نهرها و رودخانه ها ، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان .

۱۶. خاتمی،س. ه ،۱۳۸۳ ، بی مهرگان کف زی آب های شیرین ، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست .

17. Welch, E.B.1992.Ecology effect & waste water-2nd edition . Chapman&Hall .pp 425.