ارزیابی فون ماکروبنتوزهای رودخانه تجن در محدوده کارخانه چوب و کاغذ مازندران، ساری

*فهیمه گیلانی[۱]، مهرنوش نوروزی[۱] و حمید فغانی[۱]
[۱]گروه بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن
تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/٤

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تنوع، تراکم و فراوانی فون ماکروبنتوزهای رودخانه تجن در محدوده کارخانه چوب و کاغذ مازندران، ساری بود. نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها به‌صورت ماهانه از مرداد ۱۳۹۰ تا تیر ۱۳۹۱ در ٦ ایستگاه، توسط نمونه‌بردار سوربر انجام شد. در این مطالعه، ١٦ خانواده متعلق به ۷ راسته و ۳ رده از ماکروبنتوزها مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت. بیش‌ترین درصد فراوانی در تمامی ایستگاه‌ها متعلق به خانواده‌های Baetidae و Hydropsychidae بوده و کم‌ترین فراوانی متعلق به خانواده‌های Limonidae، Cordulegasteridae، Polycentropodidae، Platycenmidae، Chloroperlidae می‌باشد. بالاترین میزان شاخص هیلسنهوف در ایستگاه ٦ در فصل بهار (پایین‌دست) و کم‌ترین میزان آلودگی در ایستگاه ٤ (انشعاب فرعی رودخانه سالار دره به رودخانه تجن) در فصل زمستان بود. با توجه به نتایج، میزان میانگین تنوع و تراکم در فصول گرم سال افزایش و در فصول سرد سال کاهش یافت. همچنین از نظر بعد مکانی، بیش‌ترین تنوع و تراکم متعلق به ایستگاه ۱ (در بالادست رودخانه) و کم‌ترین تنوع و تراکم کفزیان در ایستگاه ۳ (بعد از ورود پساب کارخانه چوب و کاغذ مازندران) دیده می‌شود که بیانگر تأثیر پساب کارخانه چوب و کاغذ بر روی جوامع کفزیان است.

واژه‌های کلیدی: رودخانه تجن، کارخانه چوب و کاغذ مازندران، فون ماکروبنتوز

مقدمه

شناخت و بررسی کمی و کیفی منابع آبی از ارکان مهم و اساسی توسعه پایدار می‌باشد. مطالعه و بررسی ساختار جوامع ماکروبنتوز در اکوسیستم‌های آبی جایگاه خاصی در بررسی‌های اکولوژیک موجودات آبزی به خود اختصاص داده است. اهمیت ماکروبنتوزها نه تنها به خاطر حضور آن‌ها در زنجیره غذایی می‌باشد بلکه وجود یا نبود برخی از گونه‌های کفزی نشان‌دهنده کیفیت آب از نظر میزان آلودگی و یا نبود آلودگی می‌باشد (شاپوری و همکاران، ۱۳۸۹). انسان به‌رغم استفاده‌های گوناگون از آب رودخانه‌ها، به‌علت توسعه جوامع بشری و گسترش صنایع، همواره از منابع مهم آلودگی و کاهش کیفیت آب‌های جاری بوده است. امروزه از موجودات آبزی به‌عنوان شاخص کیفی آب استفاده‌های زیادی می‌شود. از آن‌جا که در اکوسیستم‌های جاری، جریان آب در هر لحظه باعث تغییر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب می‌شود، ارزیابی رودخانه با استفاده از موجودات کف‌زی رودخانه که در بستر هستند، نسبت به پارامترهای فیزیکوشیمیایی مناسب‌تر است (Romachandra و همکاران، ۲۰۰۵). بنتوزها تحت شرایط محیطی مختلف دچار تغییرات متفاوتی در تراکم و پراکنش می‌شوند که چسبیدن به بستر در شرایط روشنایی و یا در جریان شدید آب یکی از

* مسئول مکاتبه: fgilani_171@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مهم‌ترین آن‌ها است (شفاهی‌پور، ۱۳۸۳). در ارزیابی شاخص زیستی رودخانه‌ها مطالعات زیادی انجام شده است. جرجانی و همکاران (۱۳۸۷)، بر روی ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان کار کردند. شاپوری و همکاران (۱۳۸۹)، ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود بر پایه شاخص‌های زیستی را مورد بررسی قرار دادند. حاتمی و همکاران (۱۳۹۰)، ارزیابی اثر پساب آبزی‌پروری بر جوامع ماکروبنتوز و کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص BMWP مورد بررسی قرار دادند. کمالی و تاتینا (۱۳۸۹)، ارزیابی شاخص زیستی و کیفیت آب بخش‌های ابتدایی و انتهایی مسیر جلگه‌ای رودخانه لمیر شهرستان تالش با استفاده از جوامع حشرات آبزی کفزی را مورد بررسی قرار دادند. کمالی و اسماعیلی‌ساری (۱۳۸۸)، ارزیابی زیستی رودخانه لاسم (شهرستان آمل- استان مازندران) با استفاده از ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی مورد بررسی قرار دارند. استوان (۱۳۸۸)، برآورد شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه کر در فصل پاییز با استفاده از فون حشرات آبزی را مورد بررسی قرار داد. قریب‌خانی و تاتینا (۱۳۸۷) بر روی توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا براساس جوامع کفزیان کار کردند.

تجن یکی از رودخانه‌هایی است که در نهایت به دریای خزر می‌ریزد؛ ۱۲۰ کیلومتر طول داشته و حوضه آبریز تجن حدود ۲۰۰۰ کیلومترمربع وسعت دارد. این حوضه آبریز در فاصله ۳۶ درجه تا ۳۶ درجه ۲۲ دقیقه عرض شمالی از مدار استوا و ۵۳ درجه تا ۵۳ درجه ۲۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۹). رودخانه تجن یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان مازندران می‌باشد که نقش اساسی در تامین آب بخش مهمی از اراضی کشاورزی و آب‌بندان‌های منطقه دارد. همچنین از زیستگاه‌های مهم ماهیان بومی و مهاجرتی می‌باشد. با وجود اهمیت بالای رودخانه تجن از نظر اقتصادی و محیط زیست، متأسفانه تحت‌تأثیر فاضلاب و سیلاب‌های مختلف قرار دارد. از جمله این فعالیت‌ها وجود کارخانه چوب و کاغذ در کنار این رودخانه است. پژوهش‌ها نشان داد که مصرف بالای آب به‌ازای هر تن محصول این کارخانه باعث ایجاد مقادیر زیادی پساب گردیده و صنعت خمیر کاغذ را در زمره آلوده‌کننده‌ترین صنایع دنیا قرار داده که تصفیه آن باعث می‌شود که از مصرف آب بیش‌تر برای ادامه کار کارخانه جلوگیری شده و میزان بازدهی کارخانه بالا رفته و از آلودگی محیط زیست به مقدار قابل‌توجهی کاسته شود (محمدلو، ۱۳۸۹). هدف از این مطالعه، شناسایی فون ماکروبنتوزهای رودخانه تجن و بررسی اثر کارخانه چوب و کاغذ بر روی فون ماکروبنتوزها و تنوع گونه‌ای آن‌ها در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌مدت یک‌سال انجام شد، نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها طی دوره زمانی مرداد ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت. طول مسیر مورد مطالعه ۲۸ کیلومتر تعیین گردید. با در نظر گرفتن منطقه و شرایط محیطی تأثیرگذار همانند: رعایت فواصل، وجود پوشش گیاهی، وجود منابع آلاینده مانند کارخانه چوب و کاغذ، انشعابات فرعی به اصلی، موانع فیزیکی مانند پل، شیب بستر و توپوگرافی منطقه، ٦ ایستگاه با طول تقریبی حدود ۵ کیلومتر در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار سوربر و با ۳ تکرار در هر ایستگاه انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده

Archive of SID
www.SID.ir

با الکل ۷۰ درصد تثبیت گردید. با استفاده از کلیدهای شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری احمدی و نفیسی (۱۳۸۰) صورت گرفت. هر ماه در ۳ نوبت فاکتورهای دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، عمق آب (سانتی‌متر)، عرض رودخانه (سانتی‌متر) و میزان آبدهی رودخانه (مترمکعب بر ثانیه) در هر ایستگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح معنی‌دار α=۰/۰۵ انجام شد. همچنین برای بررسی آلودگی آب رودخانه از شاخص‌های زیستی هیلسنهوف با توجه به رابطه زیر استفاده شد:

$$HFBI = \frac{\sum[(Tv)n]}{N}$$

که در آن، n: تعداد فراد در یک تاکسون (خانواده)، Tv: میزان تحمل برای هر تاکسون (خانواده)، N: تعداد کل موجودات جمع‌آوری شده در نمونه (هیلسنهوف، ۱۹۸۸).

نتایج

طبق جدول ۱ تعداد خانواده‌ها در ایستگاه ۱ از سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر می‌باشد و در ایستگاه ۳ کم‌ترین میزان خانواده‌ها یافت شد.

جدول ۱- خانواده‌های بنتوز مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه تجن طی ۱۳۹۱-۱۳۹۰.

٦	٥	٤	٣	٢	١	خانواده	زیرراسته	راسته	رده
×	×	×	×	√	×	Polycentropodidae		Trichoptera	Insecta
√	√	√	√	√	√	Hydropsychidae			
√	×	×	×	√	√	Chloroperlidae		Plecoptera	
×	×	×	×	√	√	Simuliidae		Diptera	
√	×	×	×	×	√	Chironomidae			
×	×	×	×	×	√	Limonidae			
×	×	×	×	√	√	Cordulegasteridae	Anisoptera	Odonata	
×	×	√	×	×	×	Gomphidae			
×	×	×	×	×	√	Platycenmidae	Zygoptera		
×	√	√	×	√	√	Ecdyonuridae			
×	√	×	×	×	×	Ephemerellidae		Ephemeroptera	
√	√	√	√	√	√	Baetidae			
×	×	×	×	×	√	Hydrobidae		Prosobranchiata	Gasteropoda
√	×	×	×	×	×	Planorbidae		Pulmonata	
√	×	×	×	√	√	Physidae			
√	×	×	×	√	×	Lumbriculidae			Oligochaeta

البته بعضی خانواده‌ها مانند (Hydropsychidae و Baetidae) در تمام ایستگاه‌ها مشاهده شدند و دارای بیش‌ترین درصد فراوانی هسند، بعضی خانواده‌ها فقط در یک ایستگاه مشاهده شدند؛ مانند Gomphidae که فقط در ایستگاه ٤ بود (جدول ۲).

Archive of SID
www.SID.ir

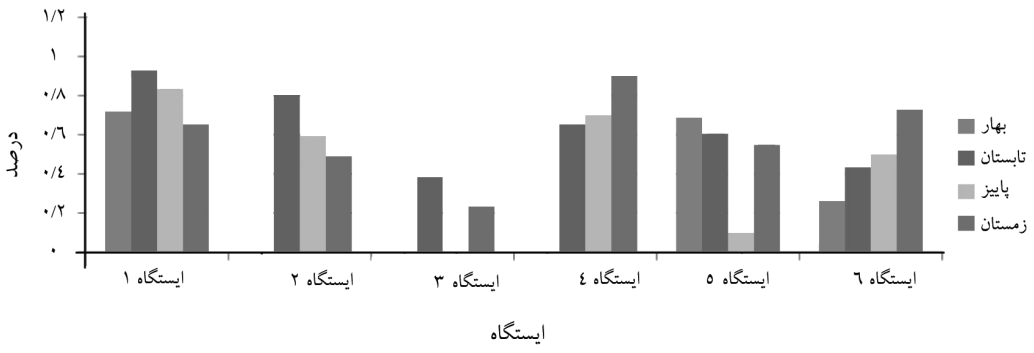
جدول ۲- درصد فراوانی بنتوزها در ایستگاه‌های مختلف.

بنتوزها / ایستگاه	۱	۲	۳	٤	٥	٦
Hydropsychidae	۳٤/۲۲	۲۹/٥	٦/۸	٥/۷	۲٥/۱۱	۳٤/۲۲
Baetidae	٥٤/٤	۳٥/۲٥	۲/٤	۲/۷	٦	٥٤/٤
Chironomidae	٤/٥					٤/٥
Ecdyonuridae	۲/٥	۱/٦٦		۱/٦٦	۲	
Hydrobiidae	۲/۲٥					
Simuliidae	۳۸/۸	۲۰/٤				
Lumbriculidae		۱				۲/٥
chroloperlidae	۱	۱				۲/۲
platycenmidae	۱					
Limoniidae	۱					
Physidae	۲	۱				۳۸/۸
Ephemerellidae	۲/٥				٦	
Polycentropidiae	۱	۲/٥				
Cordulegastridae	۱	۲/٥				
Gomphidae				۱		
planorbidae	۲					۲

در ایستگاه ۳ کم‌ترین تنوع خانواده بنتوزها مشاهده شد و در دو فصل بهار و پاییز تنوع به حداقل میزان خود رسید (جدول ۳). به‌طور نسبی در ایستگاه ۱ بالاترین میزان تنوع ثبت شد و حداکثر تنوع در فصل تابستان مشاهده شده است (شکل ۱).

جدول ۳- میانگین تنوع بنتوزها در ایستگاه‌ها به تفکیک چهار فصل.

فصل / ایستگاه	۱	۲	۳	٤	٥	٦
بهار	۰/۷۲	۰	۰	۰	۰/٦۹	۰/۲٦
تابستان	۰/۹٤	۰/۸	۰/۳۸	۰/٦٥	۰/٦	۰/٤۳
پاییز	۰/۸٤	۰/٥۹	۰	۰/۷	۰/۱	۰/٥
زمستان	۰/٦٥	۰/٤۹	۰/۲۳	۰/۹	۰/٥٥	۰/۷۱



شکل ۱- میانگین تنوع بنتوزها در ایستگاه‌ها به تفکیک چهار فصل.

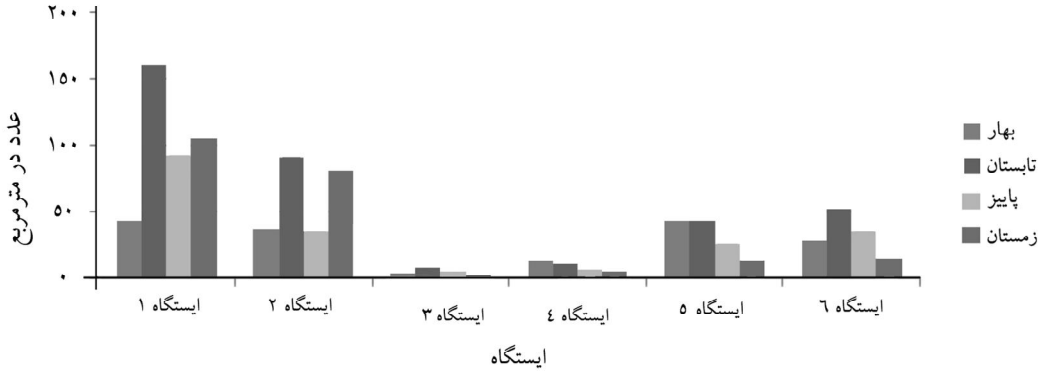
Archive of SID
www.SID.ir

در ایستگاه ۳ کمترین تراکم در طول سال دیده شد و در زمستان به پایین ترین سطح تراکم رسید (جدول ٤).

در تابستان در ایستگاه ۱ بالاترین میزان تراکم ثبت شد. به‌طور نسبی ایستگاه ۱ دارای بالاترین میزان تراکم است (شکل ۲).

جدول ٤- میانگین تراکم خانواده بتوزها در ایستگاه‌ها به تفکیک چهار فصل.

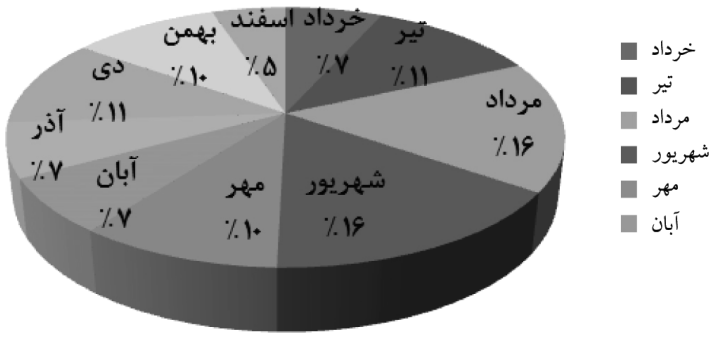
فصل / ایستگاه	۱	۲	۳	٤	٥	٦
بهار	٤۳	۳۷	۳	۱۳	٤٤	۲۸
تابستان	۱٦۰/٦٦	۹۰/٦٦	٦/٦٦	۹/٦٦	٤٤	٥۱/۳۳
پاییز	۹۱/٦٦	۳٤/٦٦	۳/٦٦	٥/۳۳	۲٥	۳٥
زمستان	۱۰٥	۸۰/٦٦	۱	۳/٦٦	۱۲/۳۳	۱٤/۳۳



شکل ۲- میانگین تراکم خانواده بتوزها در ایستگاه‌ها به تفکیک چهار فصل.

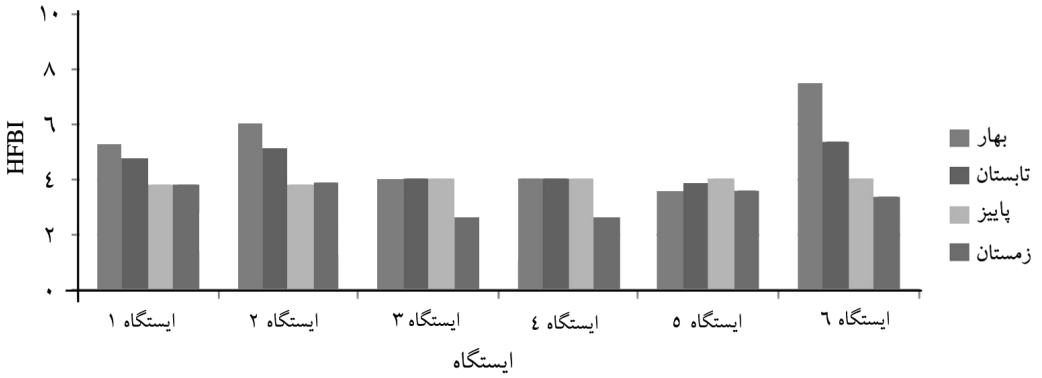
در مرداد ماه بالاترین میزان فراوانی (۱٦ درصد) وجود داشت و در اسفند ماه کمترین میزان فراوانی (٥ درصد) ثبت گردید (شکل ۳).

بالاترین میزان شاخص هیلسنهوف در ایستگاه ٦ در فصل بهار مشاهده شد (شکل ٤)، میزان آلودگی در فصل بهار در ایستگاه ٦ در دامنه آلودگی بسیار زیاد بود و کم‌ترین میزان آلودگی در ایستگاه ٤ در فصل زمستان بوده است (جدول ٥).



شکل ۳- نمودار فراوانی بتوزها در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ٤- مقادیر شاخص هیلسنهوف در ایستگاه‌های مختلف در فصول مختلف با در نظر گرفتن خطای استاندارد.

جدول ٥- مقادیر شاخص هیلسنهوف در ایستگاه‌های مختلف در فصول مختلف.

ایستگاه / ماه	۱	۲	۳	٤	٥	٦
خرداد	٥/۳	٦	٤	٤	۳/٥۹	۷/٥
تیر	٥/٦	٦	٤	٤	۳/٦	۸
مرداد	٤/٥	٥/۳	٤	٤	٤	٤
شهریور	٤/۲	٤/۱	٤	٤	٤	٤
مهر	۳/۹	۳/۸	٤	٤	٤	٤
آبان	۳/۹	۳/٦	٤	٤	٤	٤
آذر	۳/٦	٤	٤	٤	٤	٤
دی	۳/۸	۳/۹	٤	۲/٥	٤	٤
بهمن	٤/۰۱	۳/۹۲	٤	۳	٤	۲/٦۲
اسفند	۳/٦	۳/۹۱	۰	۲/٥	۳	۳/٦۲

بحث

از آن‌جا که فاکتورهای زیادی بر تراکم و فراوانی ماکربنتوزها تأثیر دارد بنابراین در این مطالعه متوسط دمای هوا و آب رودخانه، عمق متوسط رودخانه، عرض رودخانه و دبی رودخانه در طول سال و برای هر ماه برآورد شد. در ماه‌های تابستان دبی آب رودخانه به حداقل خود رسید و فرصت زیست برای ماکروبنتوزها زیاد بود، از طرفی تراکم در این فصل به حداکثر رسید و این امر بیانگر ارتباط بین میانگین تراکم کفزیان و میزان دبی رودخانه می‌باشد و این مشابه نتایج جرجانی و همکاران (۱۳۸۹) است. شریفی‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی بوم‌شناختی رودخانه تجن با استفاده از گروه‌های تغذیه‌ای بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی و شاخص‌های زیستی گزارش دادند تفاوت فراوانی و زیتوده کفزیان در نقاط مختلف می‌تواند با عوامل متعددی از جمله مقدار غذا، عمق و نوع بستر، شرایط محیطی و مقدار مواد آلی و تغییرات بیولوژیکی مثل رقابت و شکار ارتباط داشته باشد (Elliott، ۱۹۸۸؛ Barbone، ۲۰۱۲). از نکات جالب، حضور و تراکم هیدروپسیچیده در ماه‌های مختلف است که دارای نوسانات قابل ملاحظه بود که معرف مقاومت آن‌ها به آلودگی و استرس‌های محیطی است. شکل و ساختار کفزیان ممکن است از عواملی باشد که در شرایط سخت یا خاص باعث غالبیت یک

Archive of SID
www.SID.ir

خانواده شود. شاید به کمک چنگال‌های خود به سنگ‌های بستر رودخانه می‌چسبند و توانایی زیست در شرایط سخت را دارد. نتایج مطالعه کمالی و اسماعیلی‌ساری (۱۳۸۸) نیز بیانگر این است که حشرات آبزی جمعیت غالب جانداران کفزی را تشکیل می‌دهند، چنین نتیجه‌ای را شمالی و عبدالملکی (۱۳۷۵) در رودخانه گرگانرود، به‌دست آوردند. از مقادیر شاخص زیستی هیلسنهوف (شکل ٤)، نتیجه‌گیری می‌شود میزان آلودگی این رودخانه با توجه به جریان‌های ذاتی و کیفیت آب سرچشمه، دارای خاصیت پالایندگی می‌باشد و کیفیت آب این رودخانه در محدوده متوسط و خوب جای دارد. ایستگاه ٦ در فصل بهار به‌طور نسبی دارای شاخص زیستی هیلسنهوف بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها بود و کیفیت آب در این ایستگاه متوسط است که این امر به‌دلیل ورود پساب شالیزار به رودخانه در فصل بهار می‌باشد. در ایستگاه ٤ به‌رغم آنکه تا حدودی تحت‌تأثیر پساب کارخانه است ولی کیفیت آب دارای وضعیت بسیار خوب بود، علت این امر آن است که ورود آب رودخانه سالار دره به تجن باعث پالایش آب در این منطقه شده است. ایستگاه‌های ۱ و ۲ در بیش‌تر حالات به‌طور نسبی دارای مقدار بالایی از شاخص بودند ولی با این حال کیفیت آب آن‌ها نیز در محدوده بسیار خوب بود. از نکات قابل‌توجه، تأثیر فصل بر روی این شاخص بود، به‌طوری‌که فصل‌ها از نظر میانگین شاخص زیستی هیلسنهوف دارای تفاوت معنی‌دار بودند. در رودخانه مورد مطالعه شاخص زیستی هیلسنهوف در فصل زمستان کم‌ترین مقدار را دارا است و کیفیت آب در این فصل در محدوده عالی می‌باشد. نوان‌مقصودی و همکاران (۱۳۸۲) براساس جوامع کفزیان رودخانه شمرود سیاهکل انجام دادند و کیفیت آب این رودخانه را خوب ارزیابی نموده‌اند. حافظیه (۱۳۸۰) با استفاده از فون حشرات آبزی کفزی میزان آلودگی و کیفیت آب چشمه‌های استان فارس را عالی تا به‌نسبت بد و خیلی‌بد بر آورد نموده است.

به‌طورکلی در این پژوهش می‌توان به دو عامل تأثیرگذار بر روی فون ماکروبنتوزهای رودخانه تجن اشاره کرد. اولین عامل دما می‌باشد که با افزایش دما، تنوع و تراکم ماکروبنتوزها افزایش می‌یابد و با کاهش دما، تنوع و تراکم ماکروبنتوزها کاهش می‌یابد. دومین عامل آلودگی است؛ ازآن‌جا که دو ایستگاه اول در بالادست رودخانه مکانی که کم‌ترین آلودگی را دارا می‌باشند، قرار گرفته‌اند دارای بیش ترین تنوع و تراکم هستند. از طرفی ایستگاه ۳ که پس از کارخانه چوب و کاغذ مازندران قرار گرفته به‌دلیل آلودگی ناشی از پساب کارخانه دارای کم‌ترین تنوع و تراکم در بین ایستگاه‌ها می‌باشد به طرف ایستگاه‌های پایین‌دست از میزان آلودگی کاسته و بر تنوع و تراکم افزوده می‌شود، البته این افزایش به تنوع و تراکم موجود در ایستگاه‌های بالا دست نمی‌رسد. در رودخانه تجن، عواملی مانند هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و متئورولوژی (فصول) باعث بروز تغییرات در میانگین تراکم و فراوانی بنتوزها شده است. با توجه به یافته‌های بالا پیشنهاد می‌شود که چنین مطالعه‌ای، تا سطوح جنس و گونه نیز انجام گیرد چرا که، با بررسی تا این سطح، می‌توان به‌صورت دقیق‌تری درباره آلودگی آب بیان نمود همچنین اندازه‌گیری عواملی مانند BOD و COD، نیترات، فسفات و فلزات سنگین، آزمون سمیت به‌علت مقدورات موجود امکان‌پذیر نبوده است، از این‌رو پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده اندازه‌گیری فاکتورهای بالا نیز انجام شود و وضعیت آب کشور به‌طور مداوم و جدی پایش و ارزیابی شود.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱- احمدی، م.ر.، و نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری. انتشارات خبیر، ۲٤۰ صفحه.

۲- استوان، ه.، و نیاکان، ج.، ۱۳۸۸. برآورد شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه کر در فصل پاییز با استفاده از فون حشرات آبزی. مجله علمی گیاه پزشکی، شماره ۱، ۱۱-۱.

۳- جرجانی، س.، قلیچی، ا.، اکرمی، ر.، و خیرآبادی، و.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان. مجله شیلا. ۲ (۱):۵۲-٤۱.

٤- جرجانی، س.، قلیچی، ا.، اکرمی، ر.، و خیرآبادی و.، ۱۳۸۹. بررسی فراوانی، تنوع، غالبیت و غنای ماکروبنتوزهای نهر مادرسوی پارک ملی گلستان. مجله علوم زیستی. ٤: ٥٤-۳٥.

۵- حاتمی، ر.، صوفیانی، ن.، ابراهیمی، ع.، و همامی، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی اثر پساب آبزی‌پروری بر جوامع ماکروبنتوز و کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص BMWP. مجله محیط‌شناسی، ۵۹:٥٤-٤۳.

٦- حافظیه، م.، ۱۳۸۰. حشرات آبزی به‌عنوان شاخص آلودگی آلی آب. مجله علمی شیلات ایران. ۱۰ (۱): ۳٦-۱۹.

۷- شاپوری، م.، ذوالریاستین، ن.، و آذرباد، ح.، ۱۳۸۹. ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگانرود بر پایه شاخص‌های زیستی. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۳:۱۲۹-۱۱۵.

۸- شریفی‌نیا، م.، ایمانپور نمین، ج.، و بزرگی‌ماکرانی، ا.، ۱۳۹۱. ارزیابی بوم‌شناختی رودخانه تجن با استفاده از گروه‌های تغذیه‌ای بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی و شاخص‌های زیستی. مجله اکولوژی کاربردی، ۱: ۹٦- ۸۰.

۹- شفاهی‌پور، ا.، ۱۳۸۳. رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ***Oncorhynchus mykiss*** در رودخانه‌های خرمناز و بشار در یاسوج. مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، ٤: ٤٤-۳۷.

۱۰- شمالی، م.م.، و عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۵. گزارش بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه گرگانرود. مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان.

۱۱- قریب‌خانی، م.، و تاتینا، م.، ۱۳۸۷. توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا بر اساس جوامع کفزیان. مجله شیلات سال دوم، ٤: ۱۵-۱.

۱۲- کمالی، س.ا.، و تاتینا، م.، ۱۳۸۹. ارزیابی شاخص زیستی و کیفیت آب بخش‌های ابتدائی و انتهائی مسیر جلگه‌های رودخانه لمیر شهرستان تالش با استفاده از جوامع حشرات آبزی کفزی. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، ۵: ۱۲-۳.

۱۳- کمالی، م.، و اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۸. ارزیابی زیستی رودخانه لاسم (شهرستان آمل- استان مازندران) با استفاده از ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، سال سوم، ۱: ٦۱-۵۱.

۱٤- محمدلو، ع.، ۱۳۸۹. فرایند تصفیه آب و پساب کارخانه چوب و کاغذ مازندران. چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران. دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

۱۵- مسعودیان، م.، فلاحیان، ف.، نژاد ستاری، ط.، متاجی، ا.، و خاوری‌نژاد، ر.، ۱۳۸۹. دیاتومه‌های اپیلیتیک و نقش آن در تعیین کیفیت آب رودخانه تجن، استان مازندران. مجله دانش زیستی ایران، سال چهارم، ٤: ٦٦-۵۷.

۱٦- نوان مقصودی، م.، احمدی، م.، و کیوان، ا.، ۱۳۸۲. بررسی توان تولید براساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمرود سیاهکل. مجله علمی شیلات ایران، ۱۲(۲):۱۳۸-۱۲۳.

17. Barbone, E., Rosati, I., Reizopoulou, S., and Basset, A., 2012. Linking classification boundaries to sources of natural variability in transitional waters: A case study of benthic macroinvertebrates. Ecological Indicators, 12, 105-122.
18. Elliott, J.M., Humpesch, U.H., and Macan, T.T., 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: A key with ecological notes. Freshwater Biological Association. Scientific Publication, No 49.
19. Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. J. N. Am. Benthol. Soc. 7 (1), 65-68.
20. Romachandra, T.V., Ahalya, N., and Murthy, C.R., 2005. Aquatic ecosystems conservation, restoration and management. Capital Publishing Company, New Delhi, pp. 27-50.

Archive of SID
www.SID.ir