ترکیب جمعیت ماکروبنتوزها و توسعه آبزی‌پروری در رودخانه زاینده‌رود

احمد قانع[1*]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، بخش اکولوژی، بندر انزلی، ایران، صندوق پستی: ۶۶

تاریخ دریافت: ۱۹ تیر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۱۶ مهر ۱۳۹۲

چکیده

این بررسی در سال ۷-۱۳۸۶ در رودخانه زاینده رود، از نزدیکی تونل کوهرنگ یعنی سرچشمه تا حدود ۳۰ کیلومتر تا پل سودجان در محدوده استان چهار محال، انجام شد. ۶ ایستگاه مطالعاتی انتخاب و نمونه‌های ماکروبنتوز رودخانه توسط یک دستگاه سوربر ۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع با تور ۰/۲۵۰ میلی متری به طور ماهیانه جمع آوری و بررسی شدند. با توجه به نتایج، ۳۱ گروه از کفزیان شامل ۲۲ گروه لارو حشرات آبزی (که ۱۱ گروه از آن‌ها از راسته‌های حساس به آلودگی یا Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera بوده‌اند) و ۹ گروه از سایر کفزیان نظیر کرم‌ها و گاماریدها، شناسایی شدند. اعضای متعلق به راسته‌های دوبالان و زودمیران در همه ایستگاه‌ها بیش‌ترین درصد فراوانی را داشته‌اند، بجز ایستگاه ۲ یعنی چشمه دیمه که گاماریدها در آنجا ۹۰ در صد از جمعیت را تشکیل داده‌اند. در میان ایستگاه‌های مورد بررسی ایستگاه ۳ که بعد از تلاقی خروجی یک کارگاه پرورش ۲۰۰ تنی قزل‌آلا و رودخانه، واقع است، بیش‌ترین غنای کل و ایستگاه‌های بعدی بیش‌ترین غنای گروه‌های حساس (EPT) را داشته‌اند. مقایسه شاخص زیستی هیلسنهوف نیز بهبود کیفیت آب رودخانه بعد از ایستگاه ۳ و طبقه کیفیتی خوب (شاخص زیستی برابر ۴/۲ تا ۴/۸) را نشان می‌دهد. مواد مغذی طبیعی وارده از حوضه اطراف، غیر طبیعی حاصله از فعالیت کارگاه قزل‌آلا، فعالیت‌های کشاورزی منطقه، همچنین چرخه زندگی موجودات بنتیک، از عوامل مهم در تغییر ترکیب جمعیت فون ماکروبنتیک رودخانه زاینده رود بوده است.

کلمات کلیدی: زاینده‌رود، ماکروبنتوز، آبزی‌پروری، EPT، هیلسنهوف.

* عهده دار مکاتبات (✉).ahmad4566@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آب‌های سطحی شامل دریاچه و نهرها و رودخانه‌ها همواره برای بشر منابع و خدمات ارزنده ای مهیا نموده‌اند، از آن جمله می‌توان به تولید انرژی، آشامیدن و شست و شو، مصارف کشاورزی، حمل و نقل، آبزی‌پروری و همین‌طور محلی برای تخلیه پساب‌ها اشاره نمود. متاسفانه با آب مانند یک منبع نامحدود رفتار شده است که اگر این وضعیت ادامه یابد بی شک به کمبودها و نقیصه‌های بحرانی در کمیت و کیفیت آن می‌انجامد. بنابر این برای اینکه در آینده با اثرات فراگیر حاصله از کاربری‌های نابجا و آلودگی آب‌های سطحی گریبان‌گیر نشویم لازم است که در مورد کیفیت و کمیت آن‌ها بیشتر بدانیم (Spellman and Drinan, 2001).

یکی از جنبه‌های کاربردی مهم آب‌های جاری و رودخانه‌ها که به واسطه نیاز فزآینده بشر به منابع پروتئینی، رشد و توسعه چشمگیری داشته است، صنعت آبزی‌پروری می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری سرزمینی مرتفع درمیان رشته کوه زاگرس درجنوب غربی ایران با دارا بودن بیش از ۱۱ میلیارد مترمکعب آب‌های سطحی در غالب منابع آب‌های جاری رودخانه‌ها و چشمه سارها و تالاب‌ها، ۱۰ درصد از کل تولیدات آب کشور را شامل می‌شود و درنتیجه با شرایط اقلیمی مناسبی که دارد، یکی از طبیعی‌ترین و مهم‌ترین زیستگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی را مهیا نموده است (معاونت اداری و مالی شیلات ایران، ۱۳۸۳). این استان با تولید بیش از ۱۸ هزار تن از مجموع ۳۵۰ مزرعه در سال ۱۳۹۰، بیش‌ترین تولید ماهیان سردآبی کشور را دارا بوده است. ا ز آنجایی که مزارع ماهیان سردآبی به آب ورودی با کیفیت بالا نیازمند است، توجه به مسائل کیفیتی آب، تعیین ظرفیت تولید رودخانه‌ها باتوجه به توان تصفیه طبیعی و اثرات زیست محیطی حاصل از فعالیت کارگاه‌ها، یک امر حساس و مورد توجه عموم مدیران و برنامه ریزان می‌باشد (Loch,1996). درحقیقت توسعه آبزی‌پروری درحوضه یک رودخانه باید توسط اصل کاهش اثرات محیطی محدود گردد. یکی از اولین اقدامات برای مدیریت آبزی‌پروری و اثرات آن، تعیین توان تولید و وضعیت کیفیتی منابع آبی مورد نظر می‌باشد. در این میان ارزیابی زیستی به ویژه با استفاده از بی‌مهرگان کفزی بیش‌ترین کاربرد را دارند (Rosenberg, 1999). بررسی ترکیب جمعیت فون کفزی نه تنها ارزیابی مستقیمی از شرایط کیفی محیط آبی را فراهم می‌کند بلکه می‌تواند انعکاس دهنده آشفتگی‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی حوزه اطراف نیز می‌باشد. در واقع محققین اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی آب را بمانند برداشت عکس و بررسی بیولوژیکی (به خصوص ماکروبنتوزها) را مشابه تهیه فیلم ویدیویی از یک اکو سیستم می‌دانند (Rosenberg and Resh, 1993). این‌ها همه از مزایایی هستند که برای مطالعات ارزیابی زیستی به این گروه مهم اکولوژیکی نسبت به سایر گروه‌ها الویت می‌بخشد. استفاده از بی مهرگان کفزی بر این فرض استوار است که مناطق در فشار آلودگی، تنوع گروه‌های حساس کمتری داشته و در آن‌ها گونه‌های مقاوم غالبیت دارند (Rosenberg, 1999). مطالعات مشابه که برای ارزیابی زیستی اثرات پساب مزارع پرورش قزل‌آلا بر رودخانه‌های در یافت کننده، با کمک فون کفزیان در کشور ما انجام گرفته بسیار محدود می‌باشد (اعرابی، ۱۳۷۲؛ حسینعلی ثانی، ۱۳۷۶؛ قانع و همکاران، ۱۳۸۵؛ قانع و صیاد رحیم، ۱۳۸۸). در

Archive of SID
www.SID.ir

دنیا مطالعات متعددی وجود دارد که از ماکروبنتوزها برای تعیین میزان آلودگی ایجاد شده از آبزی‌پروری ماهیان سردآبی، استفاده کرده‌اند (Gowen *et al*., 1991; Boaventura and Pedro, 1997; Helfrich 1998; Kirkagac *et al*., 2009).

لذا دراین مطالعه، در چهارچوب بررسی‌های تعیین پتانسیل آبزی‌پروری و امکان سنجی رودخانه زاینده رود، فون کفزیان از منطقه کوهرنگ تا پل سودجان در استان چهار محال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفته و شرایط کیفیتی مسیر مورد مطالعه و نیز اثرات تنها مجتمع تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا در نزدیکی چشمه دیمه، با توجه به تنوع بی‌مهرگان کفزی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

رودخانه زاینده رود از ارتفاعات زرد کوه بختیاری واقع در استان چهار محال و بختیاری سرچشمه می‌گیرد و سد مخزنی موجود در این رودخانه و دریاچه آن در استان اصفهان قرار گرفته است (شکل ۱). در یک مسیر حدود ۳۰ کیلومتر از شهر چلگرد تا پل سودجان، ۶ ایستگاه مطالعاتی در رودخانه زاینده رود از آذر ماه سال ۱۳۸۶ لغایت آبان ۱۳۸۷ به طور ماهیانه با سه تکرار انجام شد. نمونه‌های موجودات کفزی توسط دستگاه نمونه برداری سوربر ۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع و تور ۰/۲۵۰ میلی‌متر جمع‌آوری گردید (Daveis, 2001).

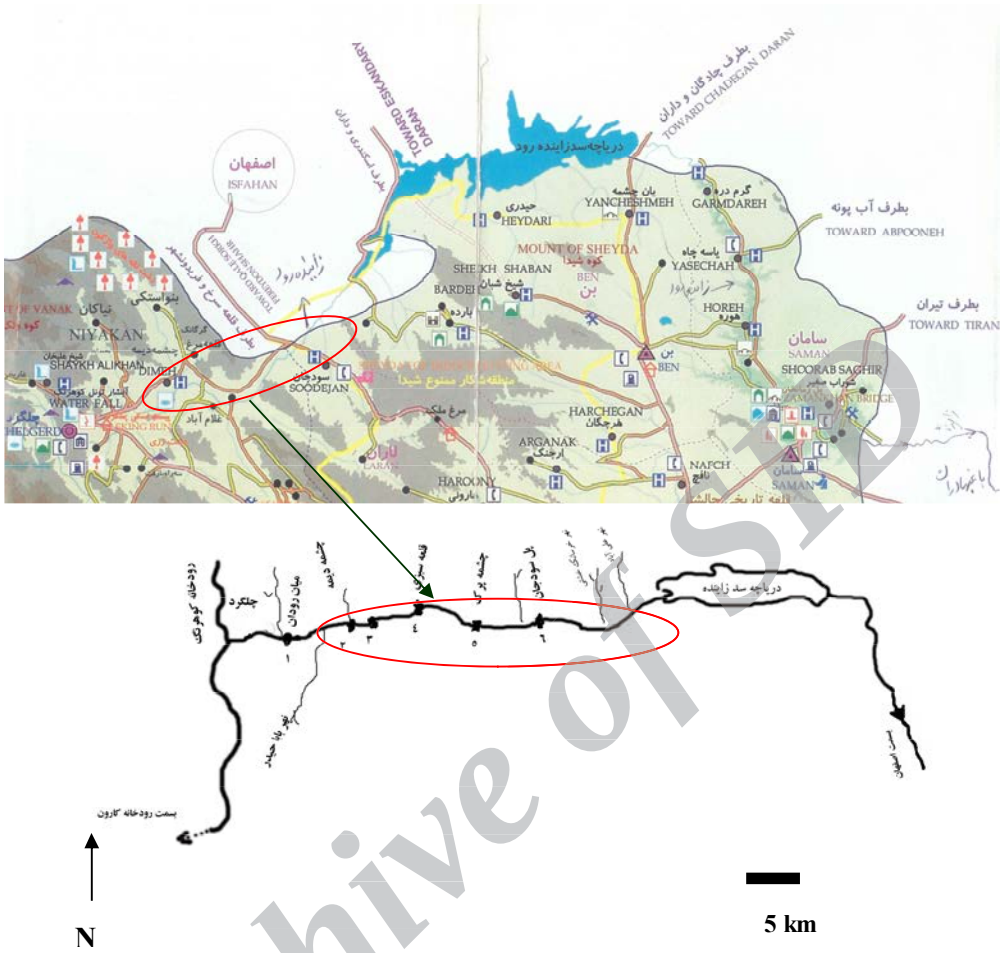
جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه زاینده‌رود

ایستگاه	توضیحات	ارتفاع (متر)	طول جغراقیایی	عرض جغرافیایی
۱	جنب روستای میان رودان	۲۲۷۱	۵۰ ۱۱ ۰۰	۳۲ ۲۸ ۵۴
۲	چشمه روستای دیمه (شاخابه زاینده رود)	۲۲۵۴	۵۰ ۱۳ ۰۵	۳۲ ۳۰ ۱۳
۳	بالاتر از کارگاه اسلامی جنب روستای دیمه	۲۲۲۳	۵۰ ۱۳ ۲۱	۳۲ ۳۰ ۰۰
۴	در زیر پل قلعه سبزی	۲۲۱۸	۵۰ ۱۴ ۳۳	۳۲ ۳۰ ۳۲
۵	چشمه پرک		۵۰ ۱۹ ۲۶	۳۲ ۳۱ ۳۰
۶	زیر پل سودجان	۲۱۵۳	۵۰ ۲۱ ۱۰	۳۲ ۳۲ ۲۰

نمونه‌های جمع آوری شده توسط فرمالین ۴٪ تثبیت شده و جهت بررسی به آزمایشگاه بنتوز شناسی پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی منتقل و در آزمایشگاه تا پایین‌ترین رده ممکن (در اینجا خانواده و جنس) مورد جداسازی و شناسایی قرار گرفتند (شناسایی در مورد کرم‌ها و برخی گروه‌ها تا حد راسته و یا بالاتر می‌باشد). اطلاعات حاصله شامل فراوانی کل، تنوع کل (TR)، تنوع گروه‌های حساس (EPT) و شاخص زیستی هیلسنهوف پس از محاسبه ثبت گردید. درضمن برای شناسایی موجودات از کلیدهای شناسایی استفاده گردید: (Mellenby, 1963; Usinger, 1963; Kellog, 1994; Jessup, 1999, Merritt *et al*., 2008).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: منطقه و ایستگاه‌های نمونه برداری ماکروبنتوزهای رودخانه زاینده رود در استان چهارمحال و بختیاری

نتایج

در طول یکسال بررسی و ۱۱ بار نمونه برداری از ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه زاینده رود، مجموعاً ۳۱ گروه از راسته‌های مختلف ماکروبنتوز ها شناسایی شدند که از این میان ۲۲ گروه متعلق به لارو حشرات آبزی و ۹ گروه از انواع کرم‌ها (کم تاران، زالوها، نماتود و کرم‌های پهن)، نرم تنان (دو کفه ای‌ها و شکم پایان) و سخت پوستان (ناجور پایان و جور پایان) سایر موجودات کفزی رودخانه را تشکیل می‌دهند. در بین حشرات آبزی راستهٔ Diptera با ۹ خانواده متنوع‌ترین گروه بوده و پس ازآن راسته‌های Trichoptera, Ephemeroptera هر کدام با ۵ گروه، راسته Coleoptera با ۲ گروه و راسته Plecoptera با ۱ گروه متعلق به لارو حشرات آبزی بوده‌اند (جدول ۲).

به طور متوسط در طول یکسال بررسی ۳۱ گروه از کفزیان شامل ۲۲ گروه لارو حشرات آبزی و ۹ گروه از سایر موجودات شناسایی شدند. از میان این گروه‌ها ۱۱ گروه متعلق به سه راسته Trichoptera، Plecoptera، Ephemeroptera بوده‌اند که از گروه‌های حساس به آلودگی می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲: گروه‌های مختلف ماکروبنتوز شناسایی شده در رودخانه زاینده رود، سال ۷-۱۳۸۶

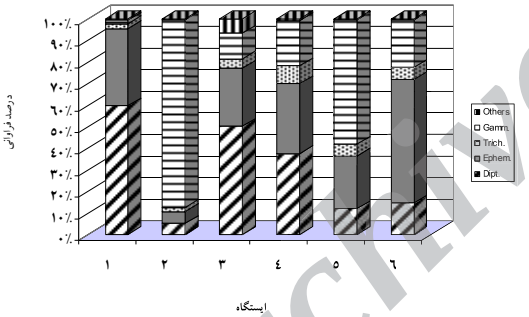
راسته	خانواده	جنس
Diptera	Chironomidae	
	Simulidae	
	Tipulidae	
	Muscidae	
	Psichodidae	
	Tabanidae	
	Blepharoceridae	
	Stratomyidae	
	Empididae	
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis*
	Heptagenidae	*Heptagenia*
		Epeorus
	Caenidae	*Caenis*
	Ephemerellida	*Ephemerella*
Trichoptera	Hydropsychidae	*Hydropsyche*
	Rhycophilidae	*Rhyacophila*
	Limnephilidae	
	Glossossomatidae	
	Hydroptilidae	*Oxyethira*
Coleoptera	Dytscidae	*Dytiscus*
	Elmidae	*Elmis*
Plecoptera	Perlidae	*Perla*
Oligochaeta	Lumbriculidae	
	Tubificidae	
Hirudinea	Psicullidae	
Nematoda		
Platyhelminthes		
Isopoda	Asellidae	*Asellus*
Amphipoda	Gammaridae	
Bivalve		
Gastropoda	Lemnaeidae	*radix*

از میان لارو حشرات آبزی راسته Diptera با ۹ خانواده متنوع‌ترین و فراوان‌ترین راسته بوده که در این میان سه خانواده Tipulidae، Simulidae، Chironomidae معمولاً سهم عمده‌ای در فراوانی کل این راسته داشته‌اند. راسته Ephemeroptera دیگر راسته حشرات آبزی می‌باشد بعد از Diptera حائز فراوانی و تنوع قابل ملاحظه‌ای بوده است از این راسته نیز خانواده Baetidae و پس از آن Heptagenidae بیش‌ترین مقدار فراوانی را تشکیل داده‌اند. در ضمن افراد متعلق به این راسته نیز مانند راسته Diptera در همه ماه‌های مورد مطالعه و در اکثر ایستگاه‌های مطالعاتی با جمعیت قابل ملاحظه ای در نمونه‌ها حضور داشته‌اند (جدول ۲). راسته Trichoptera با ۵ خانواده یکی دیگر از گروه‌های متعلق به حشرات آبزی بوده است که هر چند سهم زیادی را در فراوانی کل نداشته است ولی تقریبا در همه ایستگاه‌های مطالعاتی مشاهده شده

Archive of SID

www.SID.ir

است. از این راسته نیز خانواده Hydropsychidae و پس از آن Limnephilidae بیش‌ترین مقدار فراوانی را تشکیل داده‌اند. از راسته Plecoptera که گروه‌های متعلق به آن همگی از گروه‌های حساس به آلودگی می‌باشند فقط یک خانواده Perlidae در آخرین دور نمونه برداری در ایستگاه ۵ چشمه پرک مشاهده شد. از راسته Cleoptera نیز گروه‌های متعلق به دو خانواده Dytiscidae و Elmidae شناسایی شدند که معمولا در تعیین در صد فراوانی جزء سایر گروه‌های آبزی در نظر گرفته شده‌اند. در میان سایر گروه‌های آبزی فقط از کرم‌های کم تار دو خانواده Lumbriculidae و Tubificidae شناسایی شد و سایر کرم‌ها شامل زالوها (Hirudinea) کرم‌های لوله‌ای (Nematod) و کرم‌های پهن Platyhelminthes بوده‌اند. از سخت پوستان دو راسته آمفی پودا و مشخصا خانواده Gammaridae و راسته Isopoda خانواده Asellidae شناسایی گردید. از نرمتنان نیز یک گروه از دو کفه‌ای‌ها شناسایی شد. از نظر درصد فراوانی کفزیان در مدت مطالعه در رودخانه زاینده رود به‌جز ایستگاه ۲ (چشمه دیمه) و ایستگاه شماره ۵ (چشمه پرک) که خانواده Gammaridae به ترتیب حدود ۹۰ و ۶۰ درصد از جمعیت کفزیان آن‌ها را شامل شده‌اند، در سایر ایستگاه‌ها گروه‌های متعلق به لارو حشرات آبزی بیش‌ترین سهم را در جمعیت کفزیان به خصوص در ایستگاه‌های ۱ و ۷ (بیش از ۹۵ درصد) داشته‌اند. راسته Diptera در ایستگاه ۱، ۳ و ۷ بیش‌ترین درصد فراوانی را داشته و سایر ایستگاه‌ها نیز به همراه راسته Ephemeroptera جزء اصلی بیمهرگان کفزی از گروه لارو حشرات آبزی را تشکیل داده‌اند. راسته Ephemeroptera اگرچه در همه ایستگاه‌ها حضور داشته‌اند ولی در ایستگاه‌های ۴ و ۵ به خصوص ۶ نسبت به سایر راسته‌ها درصد بیشتری را شامل شده‌اند. در میان سایر موجودات کفزی (Others) خانواده گاماریدبه خصوص از ایستگاه ۲ به بعد جمعیت قابل ملاحظه ای داشته‌اند به طوریکه می‌توان خاستگاه اصلی این گروه در ایستگاه‌های پایین دست را از ایستگاه ۲ یا چشمه دیمه دانست که بیش از ۹۰ درصد جمعیت بنتیک را در این ایستگاه خانواده گاماریدتشکیل می‌دهد. در ایستگاه ۳ که پس از تلاقی خروجی پساب کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا واقع است، علاوه بر خانواده‌های متعلق به راسته Diptera و خانواده گاماریدسایر گروه‌های کفزی شامل کرم‌ها، شکم پایان و ایزو پودا نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیش‌ترین مقدار را داشته‌اند (شکل ۲).



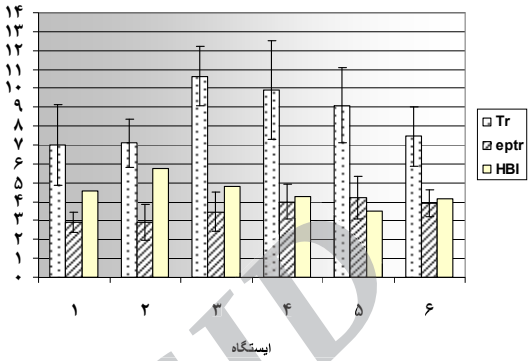
شکل ۲: درصد فراوانی راسته‌های بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه زاینده رود، سال ۸۷-۱۳۸۶

بررسی برخی از شاخصه‌های جمعیتی بی‌مهرگان کفزی شامل تنوع کل، تنوع EPT و شاخص زیستی هیلسنهوف نشان می‌دهد که به طور متوسط ایستگاه ۱ و ایستگاه ۳ به ترتیب کم‌ترین و بیشترین تنوع کل را داشته‌اند. این در حالیست که ایستگاه ۱ و۲ کمترین و ایستگاه ۵ بیشترین تنوع EPT را داشتند.

شاخص زیستی هیلسنهوف به استثنای ایستگاه ۲، در ایستگاه مطالعاتی ۳ بیشترین مقدار را داشت و در

Archive of SID
www.SID.ir

ایستگاه‌های بعدی کاهش یافته و شرایط نسبی مناسب‌تری برقرار شده است (شکل ۳).



شکل ۳: تنوع کل (Tr)، تنوع گروه‌های حساس (EPT r) و شاخص زیستی هیلسنهوف (HBI) در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه زاینده‌رود، سال ۷-۱۳۸۶

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده ازمطالعه عوامل جمعیتی نظیر فراوانی کل، غنای کل و غنای گروه‌های حساس برای مقایسه ایستگاه‌های مطالعاتی، ایستگاه ۱ اگرچه لارو حشرات آبزی جزء اصلی ترکیب جمعیت ماکروبنتوزها را تشکیل می‌دهند ولی معمولا تنوع آن‌ها پایین بوده است. با توجه به شرایط حاکم براین ایستگاه به عنوان مناطق اولیه سرچشمه ظهور در رودخانه زاینده رود علت این امر عمدتاً به واسطه کمبود مواد مغذی و همگونی زیستگاه‌های بنتیک است. زیرا رودخانه زاینده رود در مناطق اولیه تا محدود مطالعاتی ایستگاه مزبور معمولا فاقد پوشش گیاهی حاشیه ای مناسب و بستر یکنواخت بوده و مواد مغذی آن فقط شامل مواد شسته شده از بستر و حوضه آبریز در این مسیر نسبتا کوتاه می‌باشد. مواد مغذی و تنوع زیستگاه بنتیک از اصلی‌ترین عوامل شکل‌گیری و افزایش تنوع و تراکم موجودات بنتیک می‌باشد (Rosenberg, 1999). در ایستگاه ۲ که در واقع یکی از ورودی‌های آب رودخانه زاینده رود می‌باشد تنوع بسیار پایینی از موجودات بنتیک مشاهده شده است. در این ایستگاه به علت شرایط زیستی خاص خود و ثبات نسبی درجه حرارت آب معمولاً تراکم بسیار بالایی را از خانواده گاماریده داشته است. زالوها از دیگر گروه‌هایی بودند که معمولاً در این ایستگاه جمعیت قابل ملاحظه ای داشته‌اند. پایین بودن تنوع در این ایستگاه علی رغم ثبات نسبی شرایط محیطی، می‌تواند بیشتر به علت تراکم بالای گاماریدها و حتی زالوها باشد که عمدتا همه چیز خوار تا گوشتخوار بوده و قابلیت تغذیه از تخم‌ها و لاروهای حشرات آبزی را داشته و مانع از شکل گیری و توسعه چشمگیر آن‌ها می‌شوند. رقابت زیستگاهی و تغذیه‌ای دیگر از عوامل تاثیرگذار در توسعه جوامع بنتیک می‌باشد (Robinson and Uhlinger, 2001).

در ایستگاه ۳ یعنی حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر بعد از اختلاط خروجی پساب کارگاه پروش ماهی با آب رودخانه بر خلاف ایستگاه ۱، میزان تنوع و حتی فراوانی موجودات کفزی افزایش داشته است. علت اصلی این افزایش می‌تواند افزایش مواد مغذی (فسفر و نیتروژن) حاصل از پساب کارگاه به داخل رودخانه باشد. رویش حجم قابل ملاحظه ای از گیاهان آبزی (مشخصاً *Myriophyllum Sp.*) که تا چندصد متر پس از محل ریزش در حاشیه رودخانه مشهود بوده و خود موید ورود قابل ملاحظه مواد مغذی به داخل رودخانه است. در عین حال افزایش مواد مغذی و پوشش گیاهی در رودخانه موجب افزایش غذای قابل دسترس و تنوع زیستگاهی می‌شود که تجمع و شکل‌گیری گروه‌های مخلف کفزی (حتی کرم‌ها و نرمتنان) برای مصرف مواد غذایی را در پی داشته است. این یکی از اثرات مشهود پساب خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی بر

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم رودخانه‌ای می‌تواند باشد که موجب شکل‌گیری گروه‌های کفزی و احتمالاً گروه‌های مقاوم به آلودگی می‌شود (Loch, 1996). همانگونه که بیان شد در این ایستگاه علاوه برکرم‌ها، شکم پایان و خانواده‌های مختلف راسته Diptera که عمدتاً از گروه‌های مقاوم به آلودگی هستند (مانند: Chironomidae و Simulidae)، گروه‌های غیر مقاوم و حساس به آلودگی مانند Epeorus نیز مشاهده شده است. حجم مناسب آب و مهیا بودن شرایط دمایی و اکسیژنی مناسب به همراه مواد غذایی موجب شکل گیری طیف وسیعی از بی‌مهرگان کفزی در این ناحیه شده است. البته در این ایستگاه غالبیت نسبی از آن گروه‌های مقاوم بوده است که چنانچه ورودی مواد آلی افزایش یابد می‌تواند موجب حذف گروه‌های حساس و کاهش تنوع فون بنتیک گردد (Lenat, 2000). ایستگاه ۴ (پل قلعه سبزی) در فاصله یک تا دو کیلومتری بعد از کارگاه در اکثر ماه‌های سال دارای تنوع کل و تنوع گروه‌های حساس بالایی بوده که که به نظر می‌رسد روند خودپالایی رودخانه تا حدود زیادی موجب جبران فشار حاصله از کارگاه پرورش ماهی شده است. بنا براین افزایش تنوع کل در ایستگاه ۳ که بیشتر آن مربوط به گروه‌های مقاوم بوده است، به سمت ایستگاه‌های پایین دست به ویژه ایستگاه ۵ (چشمه پرک) به واسطه پتانسیل پالایش طبیعی رودخانه با جایگزینی وغالبیت گونه‌های حساس جبران می‌گردد. از مقایسه میزان شاخص زیستی هیلسنهوف نیز می‌توان دریافت که شرایط مساعدتری در مناطق پایین دست مزرعه پرورش ماهی به خصوص ایستگاه‌های ۴ و ۵ حاکم بوده است. در هر صورت با توجه به مطالعه انجام شده به نظر می‌رسد که شرایط کیفی مناسبی درمسیر مورد بررسی در رودخانه زاینده رود برقرار می‌باشد و با توجه به حجم فعالیت کارگاه پرورش ماهی فعال در مسیر مورد مطالعه و نیز پتانسیل کمی و کیفی رودخانه زاینده رود اثرات منفی حاصل از فعالیت آبزی‌پروری، به خصوص در منطقه چشمه پرک و بعد از آن تا پل سودجان (آخرین ایستگاه) کاملاً ترمیم شده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای مهندس علی دانش مجری پروژه بررسی مکان یابی مزارع پرورش ماه در حاشیه رودخانه زاینده رود، آقای دکتر مهدی نژاد ریاست و مهندس خداپرست معاونت تحقیقاتی وقت پژوهشکده آبزی‌پروری که زمینه انجام این پژوهش را فراهم نمودند کمال تشکر را دارم. کارهای صحرایی و آزمایشگاهی این تحقیق با مساعدت و همت آقایان صیادرحیم، یوسف زاد و زحمتکش به انجام رسید که جای قدردانی بسیاری دارد.

منابع

۱. اعرابی د.، ۱۳۷۲. بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهیان سردابی برروی زیستگاه‌های طبیعی آبزیان (منطقه جاجرود)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۰ ص.

۲. حسینعلی ثانی، ا.، ۱۳۷۶. اثر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی بر کیفیت آب رودخانه هراز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۵ ص.

۳. قانع، ا.، احمدی، ام، ر.، اسماعیلی، ع.، میرزاجانی، ع.، ۱۳۸۵. ارزیابی زیستی رودخانه چافرود (استان گیلان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوزها، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، چاپ دانشگاه صنعتی اصفهان، سال دهم. شماره اول، صفحه ۲۵۹-۲۴۷.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. قانع، ا. و صیاد رحیم، م.، ۱۳۸۸. ارزیابی کیفی رودخانه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از شاخص‌های زیستی کفزیان، مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، جلد ۲، شماره ۲، ص ۱۸۵-۱۹۷.

۵. معاونت اداری شیلات ایران.، ۱۳۸۳. مطالعات توسعه ای منطقه ای شیلات در آب‌های داخلی در منطقه زاگرس جنوبی (استان‌های کهگیلویه و بویر احمد، چهارمحال و بختیاری و خوزستان)، تحلیل فضای جغرافیایی و شناسایی پهنه‌های مستعد استان چهارمحال و بختیاری، گزارش شماره ۱۰، ۲۴۷ ص.

6. Boaventura, R., Pedro, A.M., 1997. Trout farm effluents: Characterization and impacts on receiving streams. Environmental pollution, Vol.95, no.3, pp. 379-387.
7. Chu, H., 1947. How to Know the Immature Insects. W.M.C. Brown Company Publisher, Copyright, 85p.
8. Davies, A., 2001, The Use and Limits of Various methods of sampling and interpretation of benthic macroinvertebrates. Journal of Limnology, 60 (suppll.1): 1-6.
9. Gowen, R.J., Weston, D.P., Emirk, A., 1991. Aquaculture and the benthic environment, first international symposium on nutritional strategies and aquaculture waste. University of Guelph, Ontario, Canada, pp. 187-205.
10. Helfrich, L., 1998. Impacts of trout culture effluents on water quality and biotic communities in Virginia headwater streams. The progressive fish-culturist, vol.60, issue4, pp. 247-262
11. Jessup, B.K., 1999. Family level key to the stream invertebrates of Maryland and surrounding areas. Maryland Department of natural resources. Resources Assessment Service, 47p.
12. Kellog, L.L., 1994. Save our streams monitors guide to aquatic macroinvertebrates Izaak Walton league of America. Gaithersburg, Maryland, 60 p.
13. Kırkağaç, M.U., Pulatsu, S., Topcu A., 2009. Trout farm effluent effects on water sediment quality and benthos CLEAN – Soil, Air, Water. Volume 37, Issue 4-5, pp. 386–391.
14. Lenat, D., 2000. A biotic index for southeastern United States, Derivation and list of tolerance values with criteria for assessing water quality ratings. Journal of the North American Benthological Society. 12, pp.279-290.
15. Loch, D.D., 1996. The effects of trout farm effluents on the taxa richness of the benthic macroinvertebrates. Aquaculture, no. 147, pp.37-55.
16. Mellenby, H., 1963, Animal life in freshwater, Great Britain. Cox & Wyman Ltd., Fakenham, 308p.
17. Merritt, R.W., Cummins, K.W., Berg, M.B., 2008. An Introduction to the Aquatic Insect of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, 1003 p.
18. Robinson, C.T., Uehlinger, U., 1999. Protocols Spatial and temporal variation macroinvertebrates of glacial streams in Swiss, Alps. Freshwater biology, 461, pp. 1663-1672.
19. Rosenberg, D.M., 1999. Protocols for Masuring Biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters, Department of fisheries and Oceans, Freshwater Institute. Winnipeg, Manitoba, 42p.
20. Spellman, F.R., Drinan, J.E., 2002. Stream Ecology and Self Purification. Lancaster Technomic Publication Inc., U.S.A., 261p.
21. Rosenberg, D.M., Resh, V.H., 1993. Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York, pp. 1-9.
22. Usinger, R.L., 1963. Aquatic Insects of California. University of California press, 1025p.

Archive of SID

www.SID.ir