Archive of SID

پاسخ بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه هراز به پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مهدی نادری جلودار[*1]، اصغر عبدلی[2]، محمد کاظم میرزاخانی[3] و رحمان شریفی‌جلودار[4]

[1] استادیار موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ایران

[2] دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران، پژوهشکده علوم محیطی، ایران

[3] عضو هیئت علمی موسسه آموزش عالی خزر، ایران

[4] کارشناس‌ارشد سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۲۰، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۵/۲۲)

چکیده

اثر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان رودخانه هراز بر بزرگ بی‌مهرگان کفزی و توان خودپالایی رودخانه، با انتخاب چهار مزرعه و ده‌ایستگاه در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان کفزی، در پنج نوبت در فصول مختلف سال انجام گردید. حدود ۱۷۰۰۰۰ نمونه بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده که به ۳۴ جنس، ۳۲ خانواده و ۱۲ راسته تعلق داشتند. بیشترین فراوانی را در اکثر ایستگاه‌ها، راسته Ephemeroptera تشکیل داده که فراوانی مجموع‌دو جنس *Acentrella* sp. و *Baetis* sp. ۹۷/۹ درصد از کل اعضای این راسته را در کلیه‌ایستگاه‌ها تشکیل دادند. شاخص‌های غنای EPT، درصد EPT و(Ephemeroptera+Plecoptera+ Trichoptera/ Chironomidae) EPT/CHIR. در ایستگاه‌های بلافاصله پایین دست مزارع نسبت به بالا دست آنها از مقادیر کمتری برخوردار بودند و با فاصله گرفتن از مزارع افزایش پیدا کردند. بر اساس نتایج شاخص زیستی (Hilsenhoff Family Biotic Index) HFBI آلودگی آلی آب در ایستگاه‌های مختلف، در طبقه کیفی خوب، مناسب، نسبتاً ضعیف و ضعیف طبقه بندی شدند. نتایج ترکیبی از شاخص‌های زیستی نشان داد، ایستگاه‌های بلافاصله بعداز مزارع از آلودگی بیشتری نسبت به قبل آنها برخوردار بوده و با فاصله گرفتن از مزارع دارای روند خودپالایی بودند که در فاصله ۳/۵ کیلو متری بطور معنی‌داری از آلودگی کم شده بود.

واژه‌های کلیدی: پساب، مزارع پرورش ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، بزرگ بی‌مهرگان کفزی، EPT، EPT/CHIR، HFBI، خودپالایی، شاخص‌های زیستی، رودخانه هراز، ایران

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۱-۲۱۱۳۰۸۸ فاکس: ۰۱۵۱-۳۴۶۲۴۹۵ E-mail: Naderi_J@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یکی از گونه‌های مهم پرورشی است که از سال ۱۹۶۰ از اروپا وارد ایران شد. مزارع تکثیر مصنوعی آن سالیانه میلیون‌ها بچه ماهی انگشت قد را تولید و بین مزارع توزیع می‌کنند. رودخانه هراز یکی از رودخانه‌های مهم حوضه جنوبی دریای خزر است که با احداث مزارع جدید تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان روبرو می‌باشد. در حال حاضر در مسیر این رودخانه حدود ۳۴ مزرعه تکثیر و پرورش ماهیان سرد آبی فعالیت دارد که در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۳۰۰۰ تن گوشت ماهی تولید نموده اند (Mazandaran Fisheries Department, 2006). پساب جامد حاصل از فرآیند پرورش شامل پساب غذایی و مدفوع ماهیان بوده که به ازای تولید هر تن ماهی حدود نیم تن تولید خواهد شد (Esmaili Sari, 2004). بنابراین حدوداً این مزارع ۱۵۰۰ تن ضایعات در سال تولید و بدون تصفیه کردن وارد اکوسیستم رودخانه می‌کنند.

شرایط ایجاد شده می‌تواند استرس‌هایی را بر اجتماعات بزرگ بی‌مهرگان کفزی (Macro benthic) وارد نماید. مطالعات فراوانی در خصوص پاسخ اکولوژیک اکوسیستم‌های طبیعی بر آلودگی‌های ناشی از پساب مزارع پرورش ماهی انجام شده است (Hilsenhoff, 1988; CostaPierce, 2002; Adams, 2002). برای ارزیابی تهدیدات وارد شده بر فون و فلور رودخانه از سنجش بیولوژیک موجودات در محل زندگی شان استفاده می‌شود (Adams, 2002; Ghane Sassan Sarai, 2004). در بین اجتماعات آبزی نهرها و رودخانه‌ها بی‌مهرگان کفزی بسیار مورد توجه اند (Loch *et al.*, 1996; CostaPierce, 2002). کمیت و کیفیت ورودی مواد آلی ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی به رودخانه بر ساختار جوامع بی‌مهرگان کفزی تأثیرگذاراست و بدین ترتیب سبب اختلالاتی در عملکرد اکوسیستم می‌شود. بنابراین با استفاده از ترکیب شاخص‌های زیستی می‌توان به وضعیت کیفی اکوسیستم رودخانه پی برد (Wallace and Merritt, 1980).

از آن جایی که تاکنون روند توسعه مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در رودخانه هراز بر پایه مطالعات علمی صورت نگرفته، این سئوال مطرح است که چگونه آبزی پروری می‌تواند به عنوان یک فعالیت پایدار مطرح گردد. برای پاسخ به‌این سئوال لازم است تا یک ارزیابی از فعالیت های مزارع پرورش و میزان تأثیر آنها بر اکوسیستم رودخانه داشت. بدین ترتیب تحقیق حاضر به منظور تعیین میزان تأثیرگذاری پساب مزارع بر ساختار جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کفزی و گروه‌های غالب آنها صورت گرفته و با استفاده از ترکیب شاخص‌های زیستی یک ارزیابی از وضعیت کیفی آب و توان خودپالایی آن در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. در نهایت با استفاده از شاخص زیستی هیلسنهوف (HFBI) کلاسه کیفی آب آن تعیین گردید.

مواد و روش کار

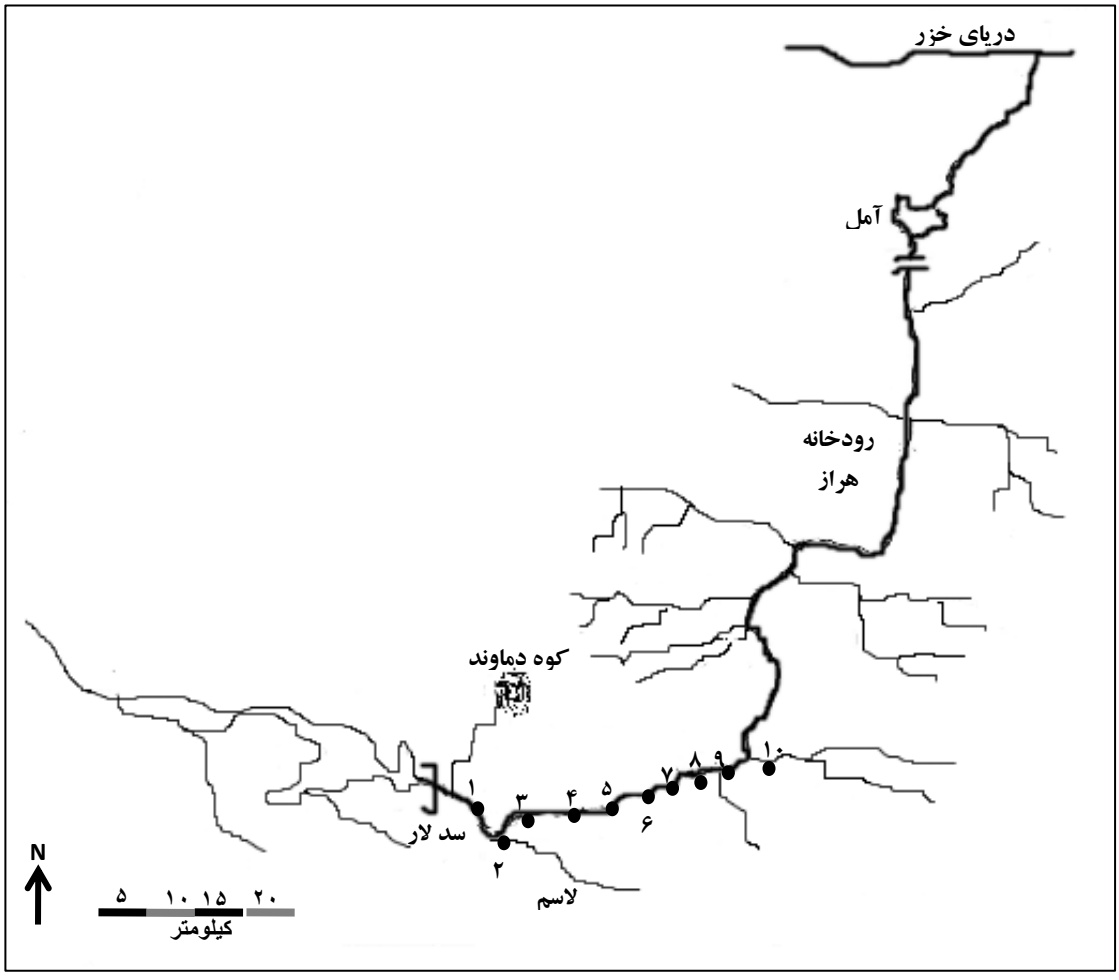
به منظور تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، چهار مزرعه تکثیر و پرورش ماهی انتخاب شده و قبل از ورودی آب هر مزرعه یک ایستگاه (شاهد) و بعد از آن دو ایستگاه که‌ایستگاه اول در فاصله ۱۰۰-۵۰ متری (جایی که آب خروجی این مزرعه با آب رودخانه مخلوط می‌شد) و ایستگاه بعدی در فاصله حدود ۲-۱/۵ کیلومتری بعد از آنها، برای مطالعه روند خودپالایی رودخانه (محلی که بخشی از اثرات منفی پساب مزرعه کاهش می‌یافت) تعیین شدند. در مجموع با انتخاب ده‌ایستگاه کل مزارع پوشش داده شده و تمامی ایستگاه‌ها در فاصله ۲۲/۵ کیلومتری منطقه کوهستانی واقع شدند. در ضمن یک کارگاه معدن شن و ماسه در فاصله ۷۰۰ متری بالا دست ایستگاه دوم قرار دارد (شکل ۱ و جداول ۱ و ۲). همانطوری که در جدول ۲ آورده شده است، به استثنأ ظرفیت تولید و دبی آب ورودی مزارع، سایر خصوصیات آنها مشابه بوده که در هنگام مقایسه نتایج مطالعه‌ایستگاه‌ها، می‌توان به میزان تأثیر فعالیت مزارع برحسب میزان تولید آنها پی برد (Pennak, 1953;

www.SID.ir

Archive of SID

Pipan, 2000; CostaPierce, 2002 Loch *et al.*, 1996 ;(.

نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان کفزی طی یک سال در فصول مختلف صورت گرفته و برای این منظور از نمونه‌بردار سوربر (Surber) به مساحت یک فوت مربع با چشمه تور ۳۶۰ میکرون استفاده شد. در هر ایستگاه از ۳ نقطه رودخانه در کناره‌ها و وسط، نمونه‌برداری صورت گرفته و دستگاه در جهت خلاف جریان آب در رودخانه مستقر گردید. در داخل کادر نمونه‌برداری ابتدا سنگ‌ها به آرامی با دست شسته شده تا موجودات و مواد چسبیده به آن کنده و به همراه جریان آب به داخل توری قیفی هدایت گردد. در نهایت کف بستر رودخانه را در داخل کادر تا عمق چند سانتی متر به آرامی به هم زده تا موجودات روانه قیف گردند. محتویات درون توری قیفی ضمن شستشو، به داخل تشت پلاستیکی منتقل شده و سطح سنگ‌های باقیمانده داخل تشت به آرامی برس کشیده شده تا موجودات چسبیده به سنگ‌ها در داخل تشت قرار گیرند. محتویات درون تشت در داخل یک ظرف پلاستیکی ریخته شده و با فرمالین ۴ درصد تثبیت گردید. سپس نمونه‌ها جهت شناسایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه ابتدا با استفاده از الک آزمایشگاهی با قطر چشمه ۵۰۰ میکرون جدا سازی شدند. برای شناسایی موجودات از لوپ آزمایشگاهی و کلیدهای شناسایی معتبر (Pennak, 1953; Edmonson,1959; Needham, 1976; Quigley, 1986; Tachet *et al.*, 2000) استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ارتفاع از سطح دریا و فواصل ایستگاه‌ها نسبت به مزارع

شماره‌ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله از مزرعه بالادست (متر)	فاصله از ایستگاه اول (کیلومتر)
۱	۲۶۹۰	–	–
۲	۲۶۴۵	–	۴
۳	۲۳۶۰	۱۰۰	۹/۵
۴	۲۱۷۰	۲۱۰۰	۱۱/۵
۵	۲۱۱۰	۱۵۰	۱۳
۶	۲۰۷۰	۱۱۵۰	۱۴
۷	۱۹۹۰	۱۰۰	۱۵/۵
۸	۱۷۸۰	۳۶۰۰	۱۹
۹	۱۷۷۰	۸۰	۱۹/۳
۱۰	۱۶۹۰	۳۲۸۰	۲۲/۵

جدول ۲- خصوصیات مزارع پروش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در منطقه مورد مطالعه

نام مزارع و خصوصیات	۱	۲	۳	۴
محل مزرعه	امامزاده علی	بند کنار	گزنک	شاهان دشت
ظرفیت اسمی مزرعه (تن)	۶۰	۴۰	۲۸۰	۵۰
ظرفیت واقعی مزرعه (تن)	۲۶۵	۱۰۰	۶۴۷	۱۴۰
منبع تامین آب	چشمه و رودخانه	چاه و رودخانه	چاه و رودخانه	چشمه و رودخانه
دبی آب ورودی (لیتر بر ثانیه)	۱۸۰	۱۲۰	۸۴۰	۱۵۰
زمان رهاسازی بچه ماهی	پایان اردیبهشت	پایان اردیبهشت	پایان اردیبهشت	پایان اردیبهشت
میانگین دوره پرورش (ماه)	۶-۵	۶-۵	۶-۵	۶-۵
نوع غذا	دستی	کنسانتره	دستی و کنسانتره	دستی
تعداد دفعات غذادهی در روز	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲
مقدار غذای مصرفی در روز (کیلوگرم)	در تابستان ۳ درصد بیوماس و در زمستان ۰/۵-۰ درصد بیوماس	در تابستان ۳ درصد بیوماس و در زمستان ۰/۵-۰ درصد بیوماس	در تابستان ۴ درصد بیوماس و در زمستان ۰/۵ درصد بیوماس	در تابستان ۴ درصد بیوماس و در زمستان ۰/۵ درصد بیوماس

برای محاسبه غنای EPT که شامل گروه‌های حساس به آلودگی بوده، تعداد جنس راسته‌های Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera در هر واحد نمونه گیری مورد استفاده قرار گرفت. درصد EPT نیز به عنوان یک شاخص زیستی در ارزیابی اکوسیستم نهر ها و رودخانه‌ها کاربرد وسیعی داشته و لذا مجموع فراوانی افراد متعلق به‌این سه راسته برای محاسبه درصد EPT برآورد شدند. برای محاسبه شاخص EPT/CHIR. فراوانی مجموع افراد

www.SID.ir

Archive of SID

متعلق به راسته‌های EPT به فراوانی کل افراد متعلق به خانواده Chironomidae در هر واحد نمونه گیری بدست آمد (Loch *et al.*, 1996; Pipan, 2000).

جهت ارزیابی کیفیت آب در هر ایستگاه از شاخص زیستی هیلسنهوف استفاده شد. در این روش آبها از نظر آلودگی به مواد آلی در ۷ طبقه قرار گرفته (جدول ۳) و جهت برآورد شاخص از فرمول ذیل استفاده گردید:

$$HFBI=\frac{\sum(x_i t_i)}{n}$$

x_i تعداد افراد در هر گروه، t_i ارزش تحمل به آلودگی در آن گروه، n تعداد کل افراد می باشند(Hilsenhoff, 1988).

جدول ۳- ارزیابی کیفیت آب نهرها و رودخانه‌ها با استفاده از شاخص زیستی هیلسنهوف در سطح خانواده (Rosenberg, 2004; Hilsenhoff, 1988)

درجه آلودگی (آلی)	کیفیت آب	شاخص زیستی در سطح خانواده
آلودگی آلی وجود ندارد	عالی	۰-۳/۷۵
امکان آلودگی آلی بسیار اندک	خیلی خوب	۳/۷۶-۴/۲۵
احتمال مقدار آلودگی آلی	خوب	۴/۲۶-۵/۰
آلودگی آلی نسبتاًقابل ملاحظه	مناسب	۵/۰۱-۵/۷۵
آلودگی آلی قابل ملاحظه	نسبتاً ضعیف	۵/۷۶-۶/۵۰
آلودگی آلی بسیار قابل ملاحظه	ضعیف	۶/۵۱-۷/۲۵
آلودگی آلی شدید	بسیار ضعیف	۷/۲۶-۱۰

- تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده با نرم افزار آماری Systat و با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (one way ANOVA) بعد از نرمال سازی داده‌ها ی غنای EPT، درصد EPT و EPT/CHIR. با روش کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون توکی (Tukey) در سطح ۵ درصد استفاده گردید. محاسبه داده‌ها ی بیان شده و ترسیم شکلها با نرم افزار Excel انجام شد (Conover, 1980; Loch *et al.*, 1996).

نتایج

طی یک سال نمونه‌برداری در فصول مختلف در منطقه مورد مطالعه حدود ۱۷۰۰۰۰ نمونه جاندار کفزی جداسازی و شناسایی شده که به ۳۴ جنس، ۳۲ خانواده و ۱۲ راسته تعلق داشتند. حداکثر فراوانی را در اکثر ایستگاه‌ها راسته Ephemeroptera تشکیل داده (در ایستگاه‌های ۹ و ۱۰ راسته Trichoptera غالب بود) که ۸ جنس متعلق به ۴ خانواده از این راسته شناسایی شدند. جنس *Baetis* sp. بیشترین فراوانی را تشکیل داده و جنس *Acentralla* sp. از نظر فراوانی در رتبه بعدی قرار گرفت. دو جنس فوق متعلق به خانواده Baetidae بوده که بیش از ۹۷/۹ درصد کل اعضای این راسته را در تمام ایستگاه‌ها تشکیل دادند.

راسته بعدی Trichoptera بوده که ۱۰ جنس متعلق به ۹ خانواده از این راسته شناسایی شده و جنس *Hydropsyche* sp. از خانواده Hydropsychidae در تمامی ایستگاه‌ها غالب بوده و بیش از ۹۸/۷ درصد کل اعضاء این راسته را در تمام ایستگاه‌ها تشکیل می‌داد.

پس از این راسته‌ها به ترتیب گروه‌های Diptera، Oligochaeta، Coleoptera، Planaria، Amphipoda،

www.SID.ir

Archive of SID

Arachnida، Plecoptera، Pulmonata، Hemiptera، Odonata بیشترین تا کمترین فراوانی را در ایستگاه‌های مطالعاتی تشکیل داده بودند.

همچنین جنس‌های شناسایی شده از راسته Plecoptera در تعداد کمی از ایستگاه‌ها (ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴)، آن هم به تعداد اندک حضور داشتند. در بین این راسته بیشترین فراوانی نسبی متعلق به جنس *Chloroperla* sp. بود.

برخی بی‌مهرگان کفزی مثل Simuliidae و Chironomidae (از راسته Diptera)، Oligochaeta و Pulmonata، در کل ایستگاه‌ها از فراوانی نسبتا" بالایی برخوردار بودند، ولی به علت حساسیت کمترآنها نسبت به آلودگی‌ها، در ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آنها درصد فراوانی بیشتری را نشان دادند. به عنوان مثال درصد فراوانی گروه‌های فوق در ایستگاه ۷ (که آلودگی آلی بیشتری را از مزرعه پرورش ماهی دریافت می‌کند) از حداکثر مقدار برخوردار بوده، در حالی که گروه‌های حساس به آلودگی آلی (EPT) حداقل درصد فراوانی را تشکیل دادند (شکل ۱).

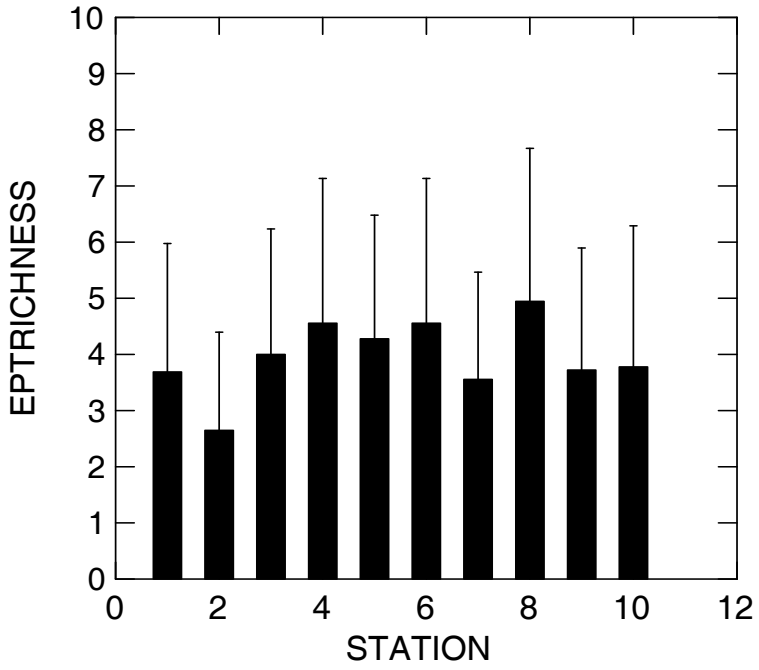
در مجموع غنای EPT از بالا دست رودخانه به پایین دست آن افزایش یافته و در ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه (به استثنأ ایستگاه ۳ که نشان دهنده تأثیر بیشتر فعالیت های کارگاه معدن شن و ماسه در ایستگاه ۲ نسبت به فعالیت های مزرعه پرورش ماهی در ایستگاه ۳ برروی این شاخص بود) کمتر از قبل آنها بوده (شکل ۱)، ولی این نوسانات اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌داد ($P\geq$ ۰/۰۵). غنای EPT در ایستگاه‌های با فاصله ۲-۱/۵ کیلومتری بعد از هر مزرعه بیشتر از ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه بوده و فقط بین ایستگاه‌های ۸-۷ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌داد ($P<$۰/۰۵). غنای EPT درایستگاه ۲ با تمامی ایستگاه‌هااختلاف معنی‌داری را نشان داد.

روند تغییرات درصد EPT نیز بین ایستگاه‌های بلافاصله بعد هر مزرعه و قبل از آنها مشابه غنای EPT بوده (شکل ۲) و تأثیر قابل توجه و معنی‌دار فقط در ایستگاه ۷ بر روی شاخص فوق دیده شده، به طوری که‌این ایستگاه با ایستگاه‌های قبل و بعد خود اختلاف معنی‌داری را نشان می‌داد.

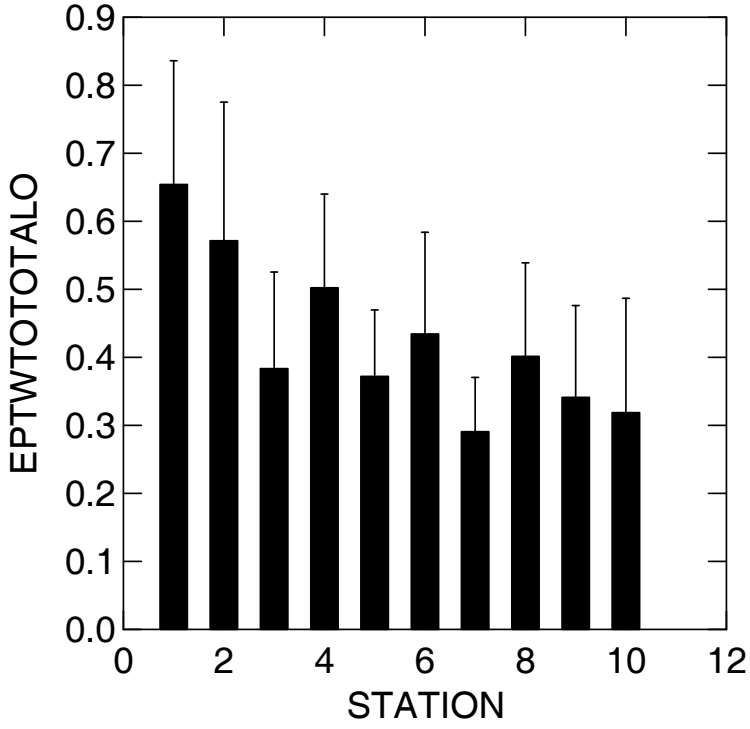
شاخص .EPT/CHIR در ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه کمتر از قبل آنها بوده و با فاصله گرفتن از مزارع یک روند افزایشی نشان می‌داد (شکل ۳)، به طوری که‌ایستگاه ۱ با ایستگاه‌های ۲ و ۳ و ایستگاه ۷ با ایستگاه‌های ۱ و ۶ در مقدار آن اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. مقدار آن بین ایستگاه‌های ۶ و ۸ اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌داد.

www.SID.ir

Archive of SID



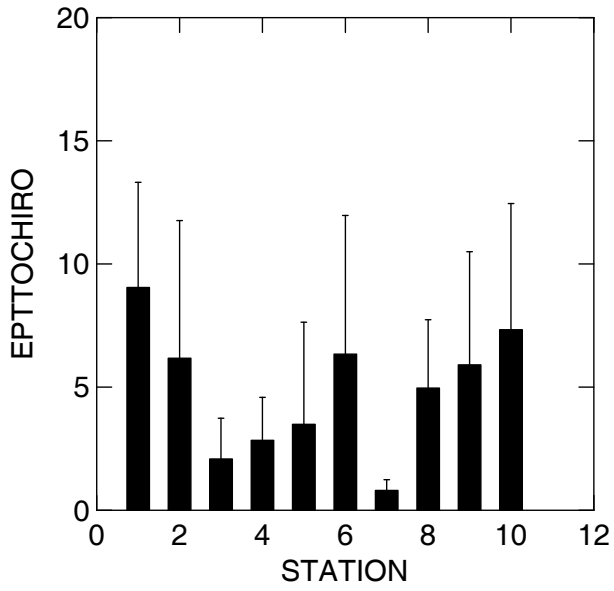
شکل ۱- تغییرات مقادیر غنای EPT در ایستگاه‌های مطالعاتی



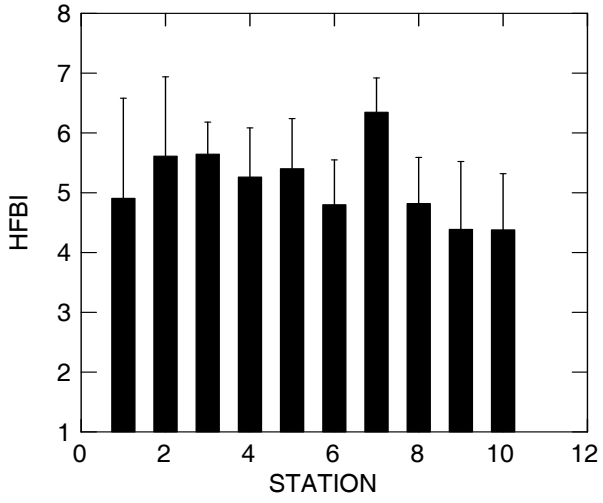
شکل ۲- تغییرات مقادیر درصد EPT در ایستگاه‌های مطالعا تی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تغییرات مقادیر .EPT/CHIR در ایستگاه‌های مطالعا تی



شکل ۴- تغییرات مقادیر شاخص HFBI در ایستگاه‌های مطالعا تی

مقادیر شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه‌های مطالعاتی در دامنه ۰/۴۹±۶/۵۵-۰/۹۴±۴/۹۱ متغیر بود (شکل ۴). براساس شاخص هیلسنهوف درجه آلودگی آلی و کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف در چهار طبقه کیفی خوب، مناسب، نسبتا ضعیف و ضعیف قرار گرفتند. بدین ترتیب که‌ایستگاه‌های ۸ و ۱۰ در طبقه کیفی خوب، ایستگاه‌های ۱، ۴، ۶ و ۹ در طبقه کیفی مناسب، ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۵ در طبقه کیفی نسبتا ضعیف و ایستگاه ۷ به تنهایی در طبقه کیفی ضعیف طبقه بندی شدند. بر اساس شاخص فوق ایستگاه‌های ۳، ۵ و ۷ (ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه) نسبت به‌ایستگاه‌های ۱، ۲، ۴ و ۶ (ایستگاه‌های قبل از هر مزرعه) آلوده تر به مواد آلی بودند. با فاصله گرفتن از مزارع پرورش ماهی (در ایستگاه‌های ۴، ۶ و ۸) از درجه آلودگی آلی کم شده و در طبقه با کیفیت آب بالاتر قرار گرفتند.

براساس یافته‌های ترکیبی از شاخص‌ها، ایستگاه‌های ۳ و ۷ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها آلوده تر بودند. همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه توانسته تأثیرات شدید گذاشته شده در ایستگاه ۷ را در فاصله ۳/۵ کیلومتری بعد از مزرعه (ایستگاه ۸) طی عمل خودپالایی بازیابی نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی انجام شده، لارو حشرات آبزی موجودات فون غالب کفزیان رودخانه هراز را در منطقه مورد مطالعه تشکیل دادند. محققان متعددی در مطالعات خود به غالب بودن حشرات آبزی در ترکیب کفزیان اکوسیستم نهرها و رودخانه‌ها اشاره نموده اند (Lenat, 1993; Loch *et al*., 1996; Pipan, 2000; Pillay, 2007). کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه واقع در رودخانه هراز، سبب شده که لارو حشرات آبزی موجودات فون غالب کفزیان رودخانه را تشکیل داده که با نتایج مطالعات بیان شده دیگران مطابقت دارد.

در بررسی حاضر بزرگ بی‌مهرگان کفزی مقاوم به آلودگی آلی (Chironomidae، Simuliidae و Pulmonata) در ایستگاه‌های بلافاصله بعداز هر مزرعه نسبت به قبل آنها درصد فراوانی بیشتری را تشکیل دادند. پساب مزارع پرورش ماهی یکی از عوامل مؤثر در تغییر ساختار و ترکیب جمعیت کفزیان می‌باشد و نتیجه آن می‌تواند منجر به افزایش گروه‌های مقاوم و کاهش گروه‌های حساس گردد. بررسی انجام شده در رودخانه هراز با نتایج مطالعات (Gowen *et al*., 1991; Julio, 1991; Loch *et al*., 1996; Fries and Bowles, 2002; Ghane Sassan Sarai, 2004) تشابه دارد.

در بررسی حاضر ایستگاه ۲ در کل دوره کمترین غنای EPT را نشان داده که می‌تواند تأثیر فعالیت کارگاه معدن شن و ماسه در این ایستگاه باشد. بعد از ایستگاه ۲، ایستگاه ۷ نیز دارای درصد و غنای EPT پایینی بوده که می‌تواند نشاندهنده تأثیر فعالیت مجتمع پرورش ماهی (این مجتمع با تولید حدود ۷۰۰ تن، دارای بیشترین میزان تولید ماهی در بین چهار مزرعه بود) در ایستگاه مذکور باشد. از آنجائی که‌این شاخص‌ها بین ایستگاه‌های ۷ و ۸ اختلاف معنی‌دار را نشان دادند، اما بین ایستگاه ۶ و ۸ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، به نظر می رسد بازیابی درصد و غنای EPT در فاصله ۳/۵ کیلومتری بعداز مزرعه (ایستگاه ۸) به صورت کامل انجام گردید.

مقدار شاخص .EPT/CHIR نیز همانند EPT در ایستگاه‌های بلافاصله بعداز هر مزرعه کمتر از قبل آنها بوده و با فاصله گرفتن از مزراع یک روند افزایشی را نشان داد، بطوری که حداقل آن در ایستگاه ۷ با بیشترین آلودگی به مواد آلی ناشی از فعالیت مزارع (و از نظر شاخص HFBI این ایستگاه دارای حداکثر مقدار در بین تمام ایستگاه‌ها می‌باشد) و حداکثر آن در ایستگاه ۱ بدست آمد (شکل های ۳ و ۴). تغییرات .EPT/CHIR بیان شده بین ایستگاه‌های ۲-۱ و ۳-۱ اختلاف معنی‌داری را نشان داده که ناشی از تأثیر فعالیت کارگاه معدن شن و ماسه در ایستگاه ۲ و پساب حاصل از پرورش ماهی در ایستگاه ۳ می‌باشد. همچنین ایستگاه ۷ با ایستگاه‌های ۱ و ۶ در مقدار آن دارای اختلاف معنی‌دار بوده که به دلیل آلودگی آلی ایجاد شده، توسط مزارع در ایستگاه ۷ می‌باشد. تغییر بوجود آمده در ایستگاه ۷ در فاصله ۳/۵ کیلومتری بعداز مزرعه (ایستگاه ۸) به حالت اولیه برگشته که تأیید دیگری مبنی بر خودپالایی بالای رودخانه در این ناحیه می‌باشد. دلایل تغییرات ایجاد شده را می‌توان بدین شکل بیان نمود، در مطالعه‌ای که در رودخانه هراز صورت گرفته، مهمترین دلایل نابودی و حذف گونه‌های حساس EPT بویژه Plecoptera را افزایش BOD، NH_4^+، NO_2^-، NO_3^- و PO_4^{3-} بیان نمود (اداره کل شیلات مازندران، ۱۳۸۴). معمولاً نهرها و رودخانه‌هایی که شرایط زیستی مناسب و غیر آشفته دارند، توازن متعادلی بین چهار گروه مهم Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera وجود دارد. افزایش غیرعادی تعداد Chironomidae نسبت به موجودات حساس که کاهش مقدار .EPT/CHIR را در پی دارد، نشاندهنده استرس محیطی می‌باشد (Barbour *et al*., 1999). بدین ترتیب که کمیت و کیفیت ورودی مواد آلی ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی به رودخانه، می‌توانند بر روی ساختار انرژی و جوامع بی‌مهرگان کفزی

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیرگذاشته و بدین ترتیب سبب اختلالاتی در عملکرد اکوسیستم شود. زیرا در مناطقی که مواد آلی زیادی بارگذاری می‌شود، نسبت EPT به شیرونومیده کاهش و گروه‌های تغذیه‌ای فیلترینگ افزایش می یابد (Rosenberg, 2004). این نتیجه با نتایج مطالعات Loch *et al.*(1996) و Rosenberg and Resh(1993) مطابقت دارد. بنابراین روند نوسانات جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های قبل و بعد از مزارع که ناشی از بهم خوردن تعادل اکولوژیک ایجاد شده در شرایط زیستی مناسب می‌باشد، بی ارتباط با دلایل بیان شده نمی‌باشد.

در تحقیق حاضر ایستگاه‌های مطالعاتی براساس شاخص زیستی HFBI در چهار طبقه کیفی خوب، مناسب، نسبتاً ضعیف و ضعیف قرار گرفتند. بر این اساس ایستگاه ۷ به تنهایی در طبقه کیفی ضعیف (آلودگی آلی بسیار قابل ملاحظه) قرار گرفته که ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی در این ناحیه می‌باشد. براساس شاخص فوق سایر ایستگاه‌های بلافاصله بعداز مزارع پرورش ماهی نیز نسبت به قبل آنها آلودگی بیشتری را نشان دادند (شکل ۴). این تغییرات بین ایستگاه‌های ۷-۶ معنی‌دار بوده که نشاندهنده آلودگی آلی بالای ایستگاه ۷ می‌باشد. همچنین ایستگاه‌های ۶ و ۸ به ترتیب دارای کیفیت آب مناسب و خوب بوده، که نشاندهنده توانایی بالای خودپالایی رودخانه (مخصوصا"درایستگاه ۸) می‌باشد. نتایج این تحقیق همسو با مطالعات (Voelker and Renn, 2000; Ghane Sassan Sarai, 2004; Kamali *et al*., 2006) بوده است.

شاخص‌های زیستی با تکیه بر گروه‌های شاخص بزرگ بی‌مهرگان کفزی تفاوت های کیفی آب و زیستگاه‌ها را به خوبی نشان دادند. برآیند تغییرات ایجاد شده، در قالب تشابه شاخص‌های زیستی بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که آثار آلودگی ناشی از پساب در پایین دست مزارع پرورش ماهی (بخصوص در ایستگاه ۷) تقریبا در تمامی شاخص‌های زیستی مورد استفاده نمایان گردید. در مجموع بر اساس نتایج بدست آمده از ترکیب شاخص‌ها می‌توان بیان کرد، تأثیر پساب ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی بر روی اکوسیستم رودخانه هراز کاملا مشهود بوده و ایستگاه ۷ که تحت تأثیر شدید فعالیت مزارع پرورش ماهی قرار دارند، نامطلوب ترین شرایط را از نظر آلودگی در مناطق مورد مطالعه دارا بودند. همچنین روند تغییرات نتایج شاخص‌های مورد استفاده در ایستگاه‌های مطالعاتی، توان بالای خودپالایی رودخانه را مخصوصا" در ایستگاه ۸ نشان می‌داد. در حال حاضر به نظر می رسد فواصل تعیین شده بین مزارع، در رودخانه هراز مبنای علمی نداشته و حداقل این فاصله با در نظر گرفتن میزان خوپالایی رودخانه، بیشتر از ۳/۵ کیلومتر پیشنهاد می‌شود. در ضمن لازم است، این گونه مطالعات در سطح وسیع تری از رودخانه هراز انجام گیرد تا به ادامه وضعیت آلودگی آب و روند خودپالایی آن پی برده و بر اساس توان خودپالایی رودخانه مدیریت مطلوب تری در این خصوص صورت گیرد. لازم است بر اساس نوع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و شرایط اکولوژیکی در هر رودخانه، باید شاخص یا شاخص‌های خاصی را در هررودخانه تعریف نمود.

تشکر و قدردانی

در پایان از اساتید محترم آقایان دکتر عباس اسماعیلی ساری و دکتر بهرام کیابی که نهایت همکاری را با اینجانب داشته و از راهنمایی‌های ارزنده آنها نیز استفاده کرده‌ایم نهایت تشکر را داریم.

www.SID.ir

Archive of SID

References

-Adams, S.M., 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 644 p.

-Afraz, A., Ghane Sassan Sarai, A., 1996. Survey of the Biotic and Abiotic in the Hovigh river. Gilan's fishery Research Center. Anzalli. 60 p.

-Barbour, M.T., Plafkin, J.L., Bardley, B.P., Graves , C.G. Wisseman, R.W., 1999**.** Rapid bioassessment protocols foruse in streams and wadeable river: pryphyton,benthic invertebrates and fish, 2 nd edition EPA, Wshington D.C., 408 p.

-Conover, W.J., 1980. Practical nonparametric statistics, 2nd edition. Wiley, New York. 219 p.

-CostaPierce, B.A., 2002. Ecological Aquaculture: The evolution of the blue revolution. Dept. of Fisheries, Animal and Veterinary Science. University of Rholde Island. 501 p.

-Edmonson, W.T., 1959. Freshwater Biology. John Wiley and Sons. Inc, U.S.A. 1248 p.

-Entrekin, S., Golladay, S., Ruhlman, M., Hedman, C., 1999. Unique steephead stream segments in Southwest Georgia: Invertebrate diversity and biomonitoring. The University of Georgia, Athens., Georgia. 4 pp.

-Esmaili Sari, A., 2004. Hydrochemistry and Aquaculture. 250 p.

-Fries, L.T., Bowles, D.E., 2002. Water quality and macroinvertebrate community structure associated with a sportfish hatchery outfall. Sanmarcos. Texas. USA. 10 p.

- Ghane Sassan Sarai, A., 2004. Identifying of the Macrobenthic population structure in the Chafrud river in Gilan province with regard to some factors water quality (within the village of Orman Malall). Tarbiat Moddares University.

-Gowen, R.J., Weston, D.P., Ernik, A., 1991. Aquaculture and the benthic environment: a review. In: C.B. Cowey and Cho C.Y. (Editors), Nutritional Strtegies and Aquaculture Waste. Proceedings of the First International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, pp. 187-205.

-Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index J. N. Am. Benthol. Soc. 7: 65-68

-Julio, A.C. 1991. Temporal and spatial variations in dominants, diversity and biotic indices along a limestone stream receiving a trout farm effluent Central Research and Technology (CIT- INIA). Valdeolmos, Madrid, Spain. 11 p.

-Kamali, M., Esmaili Sari, A., Kaivan, A., Naderi jolodar, M., 2006. Biological assessment of the Lasem river by using the Macrobenthic population structure. Environmental Science magazine. Shahid Beheshti University. 13 p.

-Lenat, D., 1993. A biotic index for southeastern United Sataes, Derivation and list of tolerance values with criteria for assessing water quality ratings. JNABS. 12: 179-290.

-Loch, D.D., West, J.L., Perlmutter, D.G., 1999. The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates. Aquaculture, 147: 37-55.

-Mazandaran Fisheries Department, 2006. Booklet fishery performance of Iran. 138 p.

-Mazandaran Fisheries Department, 2005. Potential to produce Rainbow trout in the Haraz river. 145 p.

-Metcalfe, J.L., 2003 . Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. Environmental Pollution, 60: 101-139

-Needham, J.G., 1976. A guide to the study of freshwater biology. Holden Sanfrancisco. 107 p.

-Pennak, R.W., 1953. Freshwater invertebrates of the United States. The Ronald Press Company. 769 p.

-Pillay, T.V.R., 2007. Aquaculture and the environment. Former Programmed. Fishing News Books, Blackwell Publishing, Ltd. 189 p.

-Pipan, T., 2000. Biological assessment of stream water quality The example of the Reka river (Slovenia). Karst Research Institute ZRC SAZU, Titov trg 2, Slovenia. 21 p.

-Quigley, M., 1986. Invertebrates of streams and rivers. Head of Studies in Environmental Biology. Nene College. Northampton, Edward Arnold. 83 p.

www.SID.ir

Archive of SID

-Rosenberg, D.M., 2004. Taxa tolerance values. Bull. Entomol. Soc. Can. 30: 144-152.

-Rosenberg, D.M., Resh, V.H., 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall. Newyork. 448 p.

-Stephens, W.W., Farris, J.L., 2004. Instream community assessment of aquaculture effluents. Aquaculture, 112: 149-162.

-Tachet, H., Richoux, P., Oumaud, M., UsseglioPolatera, P., 2000. Invertebres d Eau Douce. Systematique, Biologie, Ecologie.. CNRS Editions, Paris. 275 p.

-Voelker, D.C., Renn, D.E.., 2000. Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Indianapolis, Indiana. USGS Science for a Changing World. 55 pp.

-Wallace, J.B., Merritt, R.W., 1980. Filter feeding ecology of aquatic insects. Annual Review of Entomology. 25: 103-132.

www.SID.ir

Archive of SID

Benthic Macroinvertebrates Response in the Haraz River to the Trout Farms Effluent

M. Naderi Jolodar*[1], A. Abdoli[2], M. K. Mirzakhani[3] and R. Sharifi Jolodar[4]
[1] Iran Fisheries Research Organization, Ecology Research Institute of the Caspian Sea, I.R. Iran
[2] Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C, I.R. Iran
[3] Fisheries Department, Khazar University, I.R. Iran
[4] Managment and Planning Organization, Kerman Province, I.R. Iran
(Received: 31 December 2010, Accepted: 13 August 2011)

Abstract

The effect of rainbow trout farms outflow in the Haraz river on benthic macroinvertebrates and the self-purification potential of river was investigated from each of ten selected stations along four farms. Benthic macroinvertebrates was investigated for different seasons a year by taking five samples. About 170000 macroinvertebrate specimens at 34 genera, 32 families and 12 orders were isolated and distinguished in this study. Maximum abundance at most stations was possessed by order Ephemeroptera, of which *Baetis* sp. followed by *Acentrella* sp. constituted 97.9% of the Ephemeroptera at all stations. Indices of EPT richness, EPT percentage and EPT/CHIR (Ephemeroptera+Plecoptera+Trichoptera/Chironomidae) decreased at the immediate vicinity of the fish farms outflows, and increased upon distancing from the farms. On the basis of HFBI (Hilsenhoff Family Biotic Index) index, four grades of good, suitable, relatively poor and poor water qualities were distinguished at all the sampling stations. The combined results of biotic indices indicated that pollution was higher at the stations at the immediate vicinity of the fish farms outflows than the preceding ones, and the self-purification potential of water increased upon distancing from the farms, peaking to a significant level at a distance of 3.5 km.

Keywords: Outflow- Fish farms - *Oncorhynchus mykiss* – Macroinvertebrates - EPT ،EPT/CHIR HFBI - Self-purification - Biological indices - Haraz River- Iran

* Corresponding author: Tel: +98 911 2113088 ,Fax: +98 151 3462495 , E-mail: Naderi_J@yahoo.com

www.SID.ir