بررسی کیفیت رودخانه تجن ساری با استفاده از ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی و شاخص BMWP

- **میلاد شکری***: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، صندوق پستی: ۳۹۹۵
- **محمدرضا احمدی**: گروه بهداشت و بیماری‌ها، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، صندوق پستی: ۱۳۱۸-۱۳۱٤٥
- **حسین رحمانی**: گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: ٥٧٨
- **احسان کامرانی**: دانشکده شیلات، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، صندوق پستی: ۳۹۹٥

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۲

چکیده

ارزیابی زیستی ۸۰ کیلومتر از رودخانه تجن براساس ساختار جمعیت بی‌مهرگان کفزی و شاخص BMWP به‌صورت ماهانه از مهر ۱۳۹۰ تا شهریور ۱۳۹۱ انجام گردید. نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی به‌وسیله نمونه‌بردار سوربر (به مساحت ۰/۱ مترمربع و چشمه تور ٦۰ میکرون) در ٦ ایستگاه با ۳ تکرار انجام شد. نمونه‌های صید شده در فرمالین ٤٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده به‌کمک کلید شناسایی معتبر متعلق به ۳۲ جنس، ۳۰ خانواده و ۱۲ راسته بودند. ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی نشان داد، لارو حشرات آبزی در همه ایستگاه‌ها غالب بود و گروه‌های حساس به آلودگی (EPT[1]) جمعیت غالب را در ایستگاه‌های ۱، ۳، ٤ و ٦ تشکیل می‌دهند که نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد ($p\leq$۰/۰٥)، براساس طبقه‌بندی شاخص BMWP ایستگاه‌های مطالعاتی در ۳ طبقه کیفی خوب، متوسط و بد قرار گرفتند و حداکثر مقدار این شاخص در فصل بهار، در ایستگاه ۱ و حداقل آن در ایستگاه ٥، در فصل تابستان می‌باشد. حداکثر فراوانی بی‌مهرگان کفزی در فصل زمستان در ایستگاه ۳ که با سایر ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p\leq$۰/۰٥)، و حداقل آن در ایستگاه ٥ در فصل زمستان مشاهده گردید. ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی، شاخص‌های فراوانی، درصد EPT و BMWP نشان دادند که ایستگاه‌های ٥، ٦ و ۲ در وضعیت کیفی مناسبی قرار ندارند.

کلمات کلیدی: بی‌مهرگان کفزی، ترکیب جمعیت، شاخص BMWP، رودخانه تجن

[1] مجموع افراد راسته‌های Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Miladshokri85@yahoo.com

مقدمه

پراکنش منابع آب در جهان نشان داده که تنها ۰/۳۱ درصد از منابع آبی کره زمین برای بشر قابل استفاده بوده و سهم رودخانه‌ها به‌عنوان منبع تامین‌کننده آب‌شیرین بشر حدود ۰/۰۰۰۱ درصد می‌باشد (Cunningham و همکاران، ۱۹۹۹). با توسعه جوامع بشری و گسترش صنایع، علاوه بر مصارف گوناگون از آب رودخانه‌ها، همواره بشر از منابع مهم تخریب آب‌های جاری محسوب می‌گردد. آلودگی رودخانه‌ها به‌عنوان شاخص آلودگی محیط زیست در اثر فعالیت‌های انسانی به‌حساب آورد، زیرا رودخانه‌ها تنها منابع آبی هستند که مسیر طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند. برای تعیین کیفیت آب‌ها از شاخص‌های متعددی براساس ارزیابی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی استفاده می‌شود که به‌دلیل محدود بودن اطلاعات به‌دست آمده (از لحاظ زمان و مکان)، بوم‌شناسان آب جاری برای تعیین کیفیت نهرها و رودخانه‌ها از موجودات آبزی به‌عنوان شاخص کیفی آب استفاده نموده و عکس‌العمل‌های آن‌ها را نسبت به شرایط محیطی درنظر می‌گیرند (Romachandra و همکاران، ۲۰۰۵). در این راستا بی‌مهرگان کفزی موثرترین گروه بوده و امروزه از اساسی‌ترین اجزاء زیستی نهرها می‌باشند زیرا که با چشم غیرمسلح قابل رویت‌اند، چرخه زندگی نسبتاً طولانی داشته (در مراحل لارو و شفیره) و مقاومت نسبی بسیاری از آن‌ها به آلودگی تعیین گردیده است. شرایط کیفی نهرها و رودخانه‌ها براساس ترکیب جمعیت و با تکیه بر گروه‌های شاخص تعیین می‌شود (Reynoldson، ۱۹۹۲). آسیب‌دیدگی جوامع ماکروبنتوز باعث اختلال ساختار جمعیت‌ها و چرخه غذایی و به‌دنبال آن آسیب به جوامع زیستی ماهیان می‌شود. به‌طورکلی می‌توان با بررسی ویژگی‌های عملکردی و ساختاری جوامع کفزی، عکس‌العمل رودخانه را نسبت به‌عوامل استرس‌زا و آسیب‌های وارده با استفاده از شاخص‌های زیستی بررسی نمود (Stephens و Farris، ۲۰۰۴).

رودخانه تجن یکی از رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریاچه خزر به‌شمار می‌رود و به‌دلیل دبی نسبتاً بالا (۲۰/۱ مترمکعب در ثانیه (شکری، ۱۳۹۱)) تاثیر به‌سزایی در روند تولید (Trophy) این دریاچه دارد. هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی ساختار جمعیت بی‌مهرگان کفزی و تعیین کیفیت رودخانه تجن در ایستگاه‌های مطالعاتی با استفاده از شاخص‌های زیستی و ترکیب بی‌مهرگان کفزی و ارتباط آن با جنس بستر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

رودخانه تجن از دامنه کوه‌های علی‌خانی، داراب کوه و سرکوه از ناحیه کوهستانی هزار جریب در دامنه‌های شمالی رشته کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد. طول رودخانه در حدود ۱۴۰ کیلومتر بوده و دارای حوضه آبریزی به مساحت حدود ۴۱۸۷ کیلومتر مربع است (فرجزاده و فلاح، ۱۳۸۷). مکان‌های نمونه‌برداری شامل ۶ایستگاه در طول مسیر حدود ۸۰ کیلومتری رودخانه تجن می‌باشد که با توجه به امکان دسترسی در تمام طول سال و شاخص بودن برای منطقه وسیعی از رودخانه و با توجه به شناخت کامل از منطقه و عوارض موجود در مسیر رودخانه در نظر گرفته شد (جدول ۱). نمونه‌برداری با تناوب هر ماه یک بار در طی یک‌سال از تاریخ مهر ۹۰ لغایت شهریور۹۱ انجام شد. در نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان کفزی، از نمونه‌بردار سوربر به ابعاد ۳۰/۵×۳۰/۵ سانتی‌متر با چشمه تور ۶۳ میکرون استفاده گردید. در هر ایستگاه از ۳ نقطه رودخانه، در کناره‌ها و وسط نمونه‌برداری صورت گرفته و نمونه های جمع‌آوری شده بعد از شستشو، به‌داخل یک ظرف شیشه‌ای ریخته شده و با فرمالین ۴ درصد تثبیت گردید. سپس نمونه‌ها جهت شناسایی به آزمایشگاه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران انتقال داده شد. پس از جداسازی، شناسایی تا پایین‌ترین رده ممکن (خانواده) صورت گرفت. برای شناسایی موجودات از لوپ آزمایشگاهی و کلیدهای شناسایی معتبر (Pescador و همکاران، ۲۰۰۴؛ Tachet و همکاران، ۲۰۰۰؛ Timm، ۱۹۹۹؛ Milligan، ۱۹۹۷) استفاده گردید.

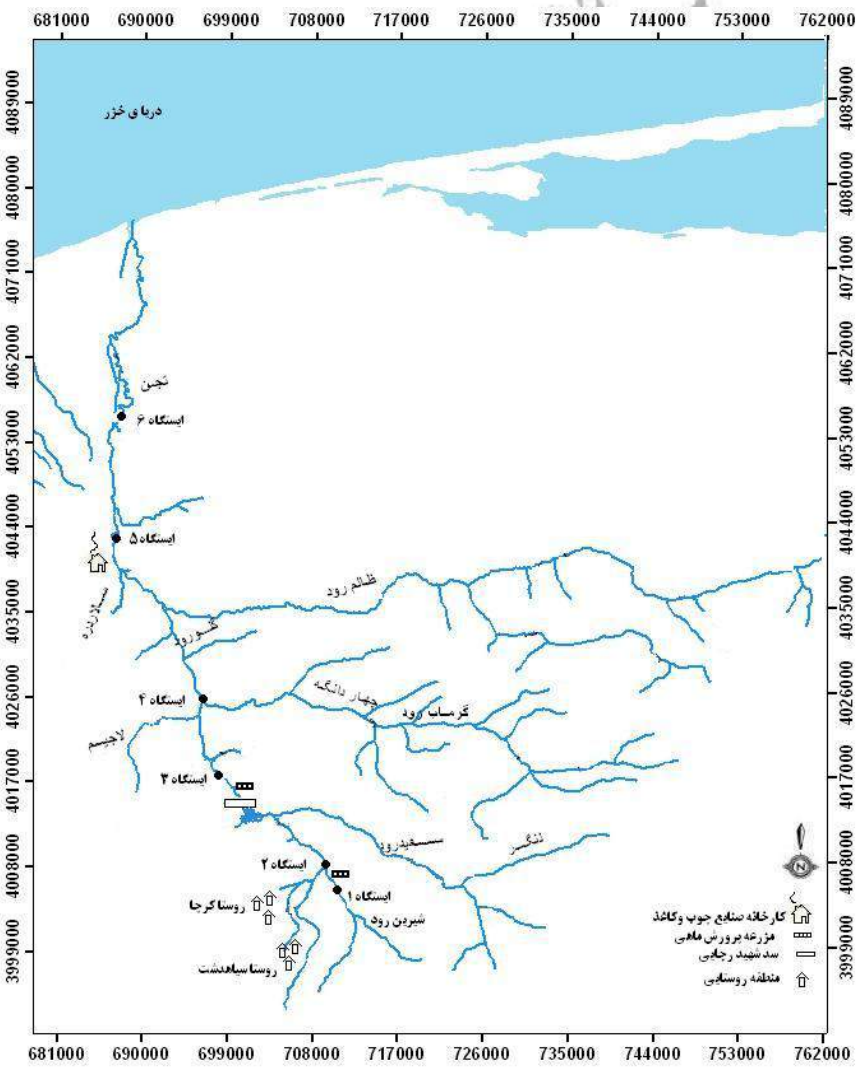
به‌منظور تعیین جنس بستر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، تعداد معینی از ذرات بستر در ۳ نقطه، کناره‌ها و وسط رودخانه نمونه‌برداری گردید. سپس میانگین اندازه ذرات بستر در هر ایستگاه محاسبه شد و در نهایت با استفاده از کلاس‌های دانه‌بندی ذرات موجود در بستر رودخانه‌ها جنس بستر در ایستگاه‌های مطالعاتی تعیین گردید (Simons و Senturk، ۱۹۹۲).

برای محاسبه شاخص درصد EPT، درصد جنس راسته‌های Trichoptera، Plecoptera، Ephemeroptera در هر واحد نمونه‌گیری محاسبه گردید (Fries و Bowles، ۲۰۰۲؛ Fore

و همکاران، ۱۹۹۶).

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه تجن

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	جنس بستر
۱	۳۶°۰۹´۰۲/۴۶"	۵۳°۲۰´۵۹/۷۹"	سنگی
۲	۳۶°۱۰´۴۷/۴۲"	۵۳°۱۸´۳۳/۸۴"	قلوه سنگی
۳	۳۶°۱۵´۴۷/۶۰"	۵۳°۱۳´۱۲/۳۶"	سنگی و قلوه سنگی
۴	۳۶°۲۱´۴۷/۴۹"	۵۳°۱۰´۳۷/۸۳"	قلوه سنگی
۵	۳۶°۳۰´۰۲/۱۰"	۵۳°۰۴´۵۶/۷۷"	شنی
۶	۳۶°۳۳´۵۲/۹۱"	۵۳°۰۵´۰۸/۳۱"	شنی و ماسه‌ای



شکل۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی

در نهایت ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس درصد فراوانی راسته‌های حساس (%EPT) و مقاوم به آلودگی (Diptera) به‌صورت سالانه محاسبه شد.

از بین شاخص‌های ارزیابی کیفیت آب، شاخص سیستم امتیازی BMWP (Biological Monitoring Working Party) مورد استفاده قرار گرفت. در استفاده از این شاخص، برای هر یک از بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده امتیازی بین ۰ تا ۱۰ داده شد، امتیاز هر خانواده منعکس‌کننده حساسیت هر خانواده می‌باشد که بالاترین امتیاز مربوط به بی‌مهرگانی است که در ایستگاه‌هایی فاقد آلودگی و کم‌ترین امتیاز مربوط به ایستگاه‌های آلوده می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲: طبقه‌بندی کیفی آب براساس امتیاز کلی شاخص BMWP (Walley و Hawkes، ۱۹۹۶)

درجه آلودگی	طبقه‌بندی کیفی	امتیاز شاخص BMWP
آلودگی شدید	خیلی بد	۰-۱۰
آلودگی تحت تأثیر قرار گرفته	بد	۱۱-۴۰
به‌طور متوسط تحت تأثیر قرار گرفته	متوسط	۴۱-۷۰
تمیز و لی کمی تحت تأثیر قرار گرفته	خوب	۷۱-۱۰۰
غیرآلوده	خیلی خوب	۱۰۰<

این شاخص براساس حضور یا عدم‌حضور هر خانواده در هر ایستگاه می‌باشد. طبق فرمول زیر امتیاز شاخص BMWP برای هر ایستگاه برابر است با مجموع امتیازات همه خانواده‌هایی که در آن ایستگاه حضور دارند (Hawkes، ۱۹۹۸):

$$BMWP = \sum N.B$$

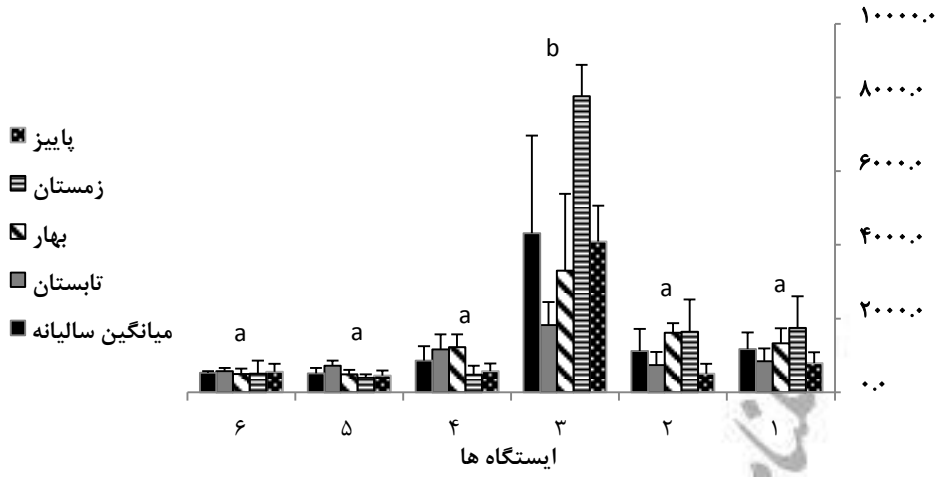
N: تعداد خانواده‌هایی که در هر ایستگاه حضور دارند و B: امتیاز شاخص BMWP می‌باشد.

بررسی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۷ انجام گرفت. قبل از انجام تجزیه وتحلیل‌ها به‌روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ONOVA)، (Mann-Whitney U)، یکنواختی واریانس‌ها و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف (Kolmogorov–Smirnov) بررسی شد.

در ادامه از آزمون مقایسه میانگین به‌روش دانکن (Duncan) در سطح ۵ درصد استفاده شد. برای داده‌های که حتی در صورت تغییرشکل (Transformation) از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند، از آزمون کروسکال – والیس (Kruskal – Wallise) به‌منظور بررسی اختلاف بین ایستگاه‌ها استفاده گردید (Zar، ۱۹۹۹).

نتایج

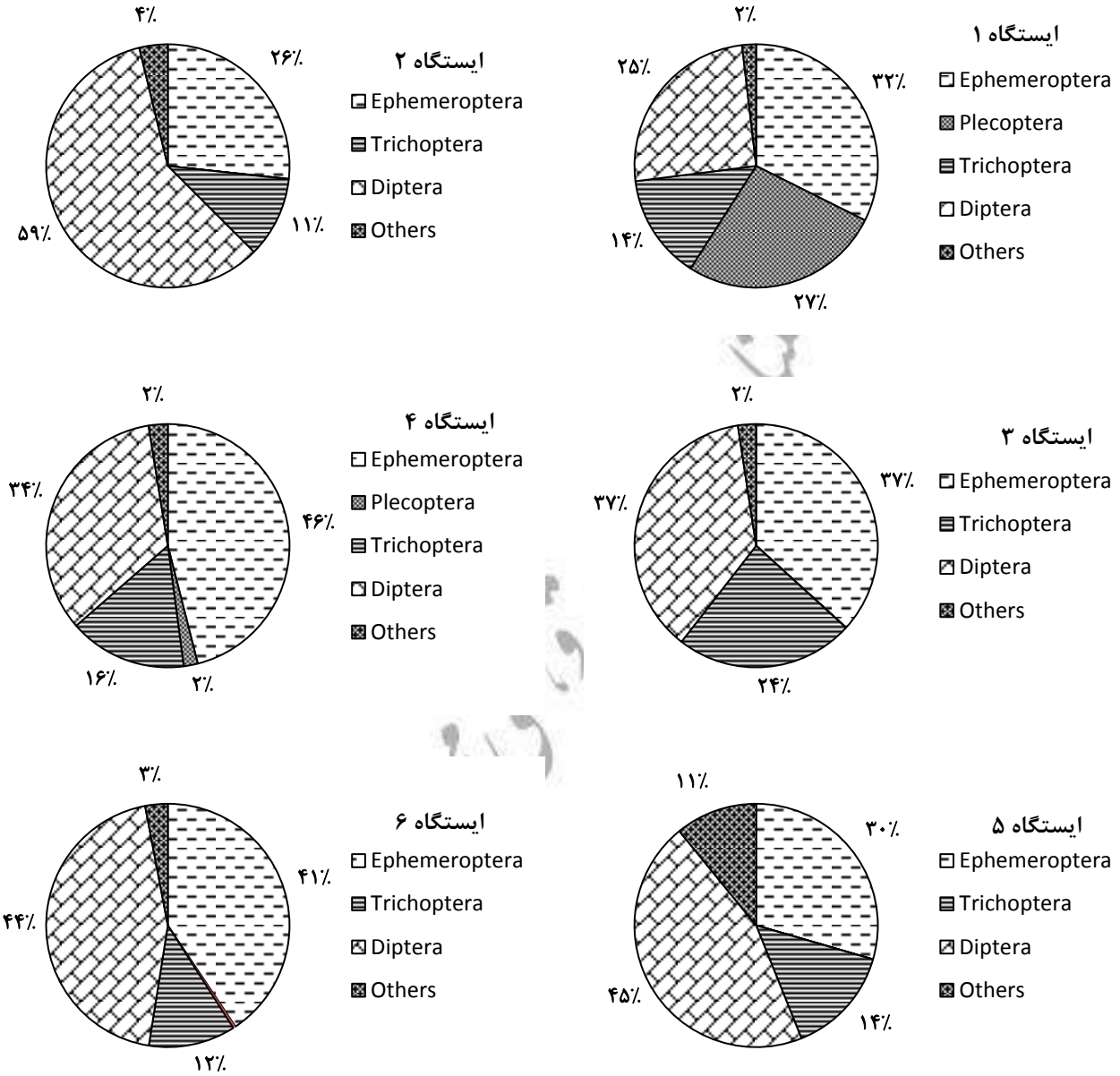
در مدت یک‌سال نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه تجن تعداد ۱۰۱۱۲ نمونه کفزی جداسازی و شناسایی شدند. حداکثر تعداد نمونه‌های بی‌مهره کفزی جمع‌آوری شده مربوط به ایستگاه ۳ و در فصل زمستان، حداقل آن هم مربوط به ایستگاه ۵ و در فصل زمستان بود (شکل ۲).



شکل ۲: فراوانی بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده رودخانه تجن بر حسب تعداد بی‌مهرگان در مترمربع

جدول۳: گروه‌های مختلف بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در رودخانه تجن (۹۱-۱۳۹۰)

راسته	خانواده	جنس
Ephemeroptera	Ephemerlidae	*Ephemerella* sp.
	Baetidae	*Baetis* sp.
	Caenidae	*Caenis* sp.
	Ecdyonuridae	*Ecdyonurus* sp.
		Epeorus sp.
	Heptageniidae	*Heptagenia* sp.
		Rhithrogena sp.
	Oligoneuriidae	*Oligoneriella* sp.
Plecoptera	Nemouridae	*Protonemura* sp.
	Leuctaridae	*Capnia* sp.
Trichoptera	Hydropsychidae	*Hydropsyche* sp.
	RhyacopHilidae	*Rhyacophila* sp.
	Sericostomatidae	*Sericostoma* sp.
	Hydrobtilidae	*Agraylea* sp.
Diptera	Chironomidae	
	Simuliidae	*Simulium* sp.
	Tipulidae	*Tipula* sp.
	Blepharoceridae	*Liponeura* sp.
	Psychodidae	*Pericoma* sp.
	Tabanidae	*Tabanus* sp.
	Limnoidae	*Dicranota* sp.
Coleoptera	Elmidae	*Limnius* sp.
		Elmis sp.
	Dryopidae	*Dryops* sp.
Amphipoda	Gammaridae	*Gammarus* sp.
BasommatopHora	Physidae	*Physa* sp.
Prosobranchiata	Valvatidae	*Valvata* sp.
Pulmonata	planorbiidae	*Planorbis* sp.
Haplotaxida	Tubificidae	*Tubifex* sp.
	Lumbricidae	*Eiseniella* sp.
Lumbriculida	Lumbriculidae	*Lumbriculus* sp.
	Erpobdellidae	*Erpobdella* sp.
Tricladida	Planariidae	*Phagocata* sp.



شکل ۳: درصد فراوانی گروه‌های بی‌مهره کفزی شناسایی شده در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه تجن (۹۱-۱۳۹۰)

ترکیب بی‌مهرگان کفزی رودخانه تجن در مدت یک‌سال به‌صورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفت که براساس آن در ایستگاه اول راسته Ephemeroptera ۳۲٪ از کل جمعیت کفزیان را تشکیل می‌دهد و راسته‌های Plecoptera، Diptera و Trichoptera به‌ترتیب با ۲۷، ۲۵ و ۱۴ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند. این ایستگاه تحت تاثیر عوامل آلاینده قرار نداشته، EPT٪ در این زیستگاه ۷۳٪ می‌باشد که بیانگر کیفیت مناسب این منطقه نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد (شکل ۳).

زیستگاه ۲، تحت تاثیر مناطق مسکونی کرچا، سیاهدشت و هم‌چنین خروجی پساب حاصل از کارگاه پرورش ماهی آزاد قرار دارد. در پی زهکشی‌های حاصل از پساب‌های ذکر شده به رودخانه تجن و افزایش نسبی مواد آلی راسته Diptera با ۵۹ درصد، جمعیت اصلی این ایستگاه را تشکیل می‌دهد. راسته‌های Ephemeroptera و Trichoptera به‌ترتیب با ۲۶ و ۱۱ درصد در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. EPT٪ در این ایستگاه ۳۷ درصد می‌باشد، همان‌گونه که مشاهده می‌شود درصد

EPT در این ایستگاه نسبت به ایستگاه اول کاهش معنی‌داری نشان داد ($p\leq$۰/۰۵) (شکل ۳).

در ایستگاه ۳، Ephemeroptera و Diptera به‌طور برابر با ۳۷ درصد، جمعیت اصلی کفزیان این منطقه را تشکیل می‌دادند. راسته Trichoptera با ۲۴ درصد در رده بعدی قرار دارد. EPT٪ در این ایستگاه برابر ۶۱٪ می‌باشد، که نشان‌دهنده بهبود نسبی وضعیت رودخانه نسبت به ایستگاه قبلی می‌باشد (شکل ۳).

در مدت بررسی راسته Ephemeroptera با ۴۶ درصد جمعیت اصلی بی‌مهرگان کفزی ایستگاه ۴ را تشکیل می‌دهد. راسته‌های Diptera، Trichoptera و Plecoptera به‌ترتیب با ۳۴، ۱۶ و ۲ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفتند. مقدار شاخص EPT٪ در این ایستگاه ۶۴ درصد می‌باشد (شکل ۳).

راسته‌های Diptera، Ephemeroptera و Trichoptera به‌ترتیب با ۴۵، ۳۰ و ۱۴ درصد بخش عمده جمعیت کفزیان ایستگاه ۵ را تشکیل می‌دهند. این منطقه تحت تاثیر پساب کارخانه صنایع چوب و کاغذ قرار دارد و مقدار شاخص EPT٪ در این ایستگاه برابر با ۴۴ درصد می‌گردد که نسبت به ایستگاه ۴ از مقدار کم‌تری برخوردار است (شکل ۳).

راسته Diptera، Ephemeroptera و Trichoptera به‌ترتیب با ۴۴، ۴۱ و ۱۲ درصد، جمعیت اصلی کفزیان ایستگاه ۶ را تشکیل می‌دادند. مقدار کل درصد EPT در این ایستگاه ۵۳ درصد است که مجدداً نشانه بهبود وضعیت کلی رودخانه نسبت به زیستگاه قبلی می‌باشد (شکل ۳).

جدول ۴: میانگین (± انحراف معیار) شاخص زیستی BMWP در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه تجن (۹۱-۱۳۹۰)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
پاییز	۷۷/۶±۷/۸	۴۴/۳±۹/۱	۷۴±۶/۱	۳۶/۶±۱/۳	۳۸±۱۹/۴	۴۱±۱۰/۳
زمستان	۸۶±۴	۴۹/۳±۸	۷۳/۶±۹	۴۹/۶±۱۷/۲	۳۸/۳±۱۲/۶	۳۸/۵±۸/۷
بهار	۸۹/۶±۱۳/۶	۴۷±۱۵/۱	۸۶/۳±۱۲	۵۳±۹/۱	۲۶±۸/۸	۴۲/۲±۲/۵
تابستان	۷۹/۳±۱۱	۴۵±۸/۵	۶۳±۱۶/۸	۵۰/۶±۴/۵	۲۲/۸±۱۳	۳۸/۶±۲/۸
میانگین سالانه	۸۳/۲±۵/۶^{a}	۴۶/۴±۲/۳^{b}	۷۴/۳±۹/۵^{a}	۴۷/۵±۷/۴^{b}	۳۱/۳±۷/۹^{c}	۴۰/۱±۸/۵^{bc}

نتایج حاصل از محاسبه شاخص BMWP نشان داد که ایستگاه‌های ۱ و ۳ دارای کیفیت آب خوب می‌باشند (جدول ۴)، هم‌چنین تفاوت معنی‌داری را با سایر ایستگاه‌ها نشان دادند ($p\leq$۰/۰۵). ایستگاه‌های ۲ و ۴ دارای کیفیت آب متوسط و ایستگاه‌های ۵ و ۶ دارای کیفیت بد می‌باشند (جدول ۴). ایستگاه ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته است ($p\leq$۰/۰۵).

نمونه‌گیری از بستر رودخانه در محل ایستگاه‌های مطالعاتی همان‌طورکه در جدول ۱ نشان داده شد از بالادست تا پایین دست رودخانه، اندازه ذرات جنس بستر کوچک شده به این معنی که از ایستگاه ۱ تا ایستگاه ۶ جنس بستر رودخانه از سنگی تا شنی و ماسه‌ای متغیر بود.

بحث

در آب‌های جاری بی‌مهرگان کفزی شاخص‌های خوبی برای کیفیت آب می‌باشند. نوع رسوبات در پراکنش و فراوانی بی‌مهرگان کفزی نقش اساسی دارند (Bode، ۲۰۰۲) و ساختار بستر رودخانه‌ها نقش مهمی در انتشار و پراکنش بی‌مهرگان دارد (Clegg، ۱۹۷۳).

در ایستگاه ۳ بالاترین میزان فراوانی گونه‌ای و ایستگاه ۵ هم کم‌ترین فراوانی در بین سایر ایستگاه‌ها دارا می‌باشند که می‌توان یکی از عوامل موثر بر آن را جنس بستر دانست، زیرا بسترهای شنی و شنی ماسه‌ای عموماً یک بستر فقیر به‌ویژه برای درشت بی‌مهرگان کفزی محسوب می‌شوند، زیرا این‌گونه بسترها به آسانی جابجا می‌شوند. از آن‌جائی‌که اکثر بی‌مهرگان کفزی خصوصاً رده حشرات در بدن خود دارای اندام‌هایی برای چسبیدن هستند که در برابر شدت جریان شسته نشوند نیاز به بستری دارند که امکان استقرار آن‌ها را فراهم کند. دانه‌های ماسه‌ای دارای فضای زیادی می‌باشد که شاید بتوان گفت به‌دلیل عدم ثبات، امکان استقرار بی‌مهرگان را فراهم نمی‌کند. بنابراین بسترهای ریز شنی و شنی ماسه‌ای در ایستگاه‌های ۵ و ۶ می‌تواند یکی از دلایل کاهش فراوانی بی‌مهرگان کفزی باشد به‌طوری‌که طبق بررسی‌های اکولوژیکی، با تغییر در بافت رسوبات باعث کاهش تراکم و فراوانی اجتماعات کفزی خواهد شد (Allan، ۱۹۹۵).

پذیرا و همکاران (۱۳۸۷) در رودخانه دالکی و حله بوشهر مشاهده کردند با کاهش اندازه ذرات بستر، تراکم بی‌مهرگان کفزی کاهش می‌یابد. در ایستگاه ۳ علاوه بر بستر سنگی و قلوه سنگی وجود گیاهان جایگاه‌دار (Epilithic) یکی دیگر از دلایل افزایش فراوانی در این ایستگاه می‌باشد که بستر مناسبی برای بی‌مهرگان کفزی فراهم آورده است.

در بررسی که انجام شد لارو حشرات آبزی فون غالب بی‌مهرگان کفزی رودخانه تجن را تشکیل می‌دادند. محققان بسیاری نیز به غالبیت حشرات آبزی در ترکیب کفزیان نهرها و رودخانه‌ها اشاره نموده‌اند (Sharma و Chowdhary، ۲۰۱۱؛ Yap و همکاران، ۲۰۰۳؛ Pipan، ۲۰۰۰؛ Lenat، ۱۹۸۸؛ Hynes، ۱۹۷۰).

در بررسی‌های انجام شده در مدت مطالعه گروه‌های متعلق به سه راسته یک‌روزه‌ها، بهاره‌ها و موی‌بالان (EPT) درصد قابل توجهی از جمعیت بی‌مهرگان کفزی را در ایستگاه‌های مطالعاتی ۱، ۳، ۴ و ۶ تشکیل داده‌اند. از آن‌جایی‌که افراد متعلق به این سه راسته عمدتاً از گروه‌های حساس به تغییرات شرایط محیطی و آلاینده‌ها محسوب می‌شوند (Whalen، ۲۰۰۲؛ Overton، ۲۰۰۱)، چنین نتیجه‌ای تایید بر کیفیت مناسب ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه تجن می‌باشد.

بنابراین مقایسه درصد افراد مربوط به سه راسته بهاره‌ها، یک‌روزه‌ها و موی‌بالان و سایر گروه‌های کفزیان در ایستگاه‌های مختلف می‌تواند به‌نوعی گویای شدت اثرپذیری و نیز آشفتگی‌های ایجاد شده در اثر عوامل مختلف در آن‌ها باشد به‌طوری‌که در ایستگاه ۲ نسبت به ایستگاه اول درصد EPT به‌طور چشم‌گیری کاهش یافته است و بر مقدار راسته Diptera افزوده شده است. در این ایستگاه خروج پساب کارگاه پرورش ماهی به‌عنوان یک عوامل استرس‌زا می‌باشد. عامل دیگری که می‌تواند در تغییر جمعیت بی‌مهرگان کفزی در این ایستگاه تاثیر داشته باشد، منطقه مسکونی کرچا و سیاهدشت است که شاخه فرعی رود کرچا از آن عبور می‌کند و بعد از پیوستن به شاخه شیرین رود در این ایستگاه آشکار می‌شود. چنین روندی در ایستگاه ۵ نیز مشاهده شده است که علت آن می‌تواند ناشی از فعالیت کارخانه صنایع چوب و کاغذ باشد.

به‌طورکل بی‌مهرگان کفزی مقاوم به آلودگی (Lumbricidae، Chironomidae، Simulidae) در ایستگاه‌های با آلودگی بیش‌تر (۲ و ۵) نسبت به ایستگاه‌های با آلودگی کم‌تر فراوانی بیش‌تری داشتند.

نادری و همکاران (۱۳۹۰) ابراز می‌دارند که پساب مزارع پرورش ماهی یکی از عوامل موثر در تغییر ساختار و ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی می‌باشد که نتیجه آن می‌تواند منجر به افزایش گروه‌های مقاوم و کاهش گروه‌های حساس گردد.

قانع (۱۳۸۳) نیز در مطالعه خود پساب مزارع پرورش ماهی را در رودخانه چافرود سبب کاهش EPT و افزایش گروه‌های مقاوم شامل راسته دوبالان (عمدتاً خانواده‌های Chironomidae و Simulidae) می‌داند.

در بررسی حاضر مشخص گردید جنس‌های مختلف از سه راسته بهاره‌ها، یک‌روزه‌ها و موی‌بالان از حساسیت‌های متفاوتی در برابر شرایط کیفی و محیطی آب برخوردارند. از راسته یک‌روزه‌ها جنس‌های *Rhithrogenia* sp. و *Epeorus* sp. حساسیت بیش‌تری نسبت به آلودگی دارند و عمدتاً در ایستگاه اول مشاهده شده‌اند. درحالی‌که *Baetis* sp. و *Oligoneriella* sp. از حساسیت کم‌تری برخوردارند. از آن‌جایی‌که *Caenis* sp. در داخل بستر و در میان شن‌ها زندگی می‌کند به‌طور عمده در ایستگاه‌هایی که ذرات تشکیل‌دهنده بستر ریزتر است (ایستگاه‌های ۶ و ۵) بیش‌تر مشاهده شد.

حتی از راسته Diptera جنس *Liponeura sp.* از خانواده *Blepharoceridae* تنها در ایستگاه اول مشاهده گردید که نشان‌دهنده حساسیت بیش‌تر این جنس نسبت به دیگر جنس‌ها از این راسته می‌باشد.

Loch و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعه رودخانه‌ای در ایالت کارولینای شمالی به‌همین نتیجه رسیدند که جنس‌های مختلف مربوط به EPT از حساسیت متفاوتی در برابر آلودگی‌های آلی آب برخوردارند.

براساس نتایج ارائه شده حداقل مقدار شاخص BMWP در ایستگاه ۵ در فصل تابستان (۱۳±۲۲/۸) مشاهده شد. از آن‌جاکه درمحاسبه شاخص BMWP خانواده‌های با مقاومت بیش‌تر نسبت به آلودگی امتیاز کم‌تری می‌گیرند، کاهش این شاخص به معنی افزایش گروه‌های مقاوم به آلودگی و مبین کاهش کیفیت آب است. یکی از دلایل کاهش کیفیت آب در ایستگاه ۵ خصوصاً در فصل تابستان کاهش دبی آب در این فصل می‌باشد که تاثیر آلودگی صنایع چوب و کاغذ را تشدید می‌نماید. حاتمی و همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه زاینده‌رود یکی از دلایل کاهش کیفیت آب در مزارع پرورش ماهی در فصل تابستان را در نتیجه کاهش دبی آب گزارش کردند. در ایستگاه ۶ نیز براساس شاخص BMWP درای وضعیت کیفی

بد رو به خوب می‌باشد که نشان از بهبود کیفی رودخانه نسبت به ایستگاه قبل از آن می‌باشد ولی به‌طورکل از لحاظ کیفی وضعیت مناسبی دارا نمی‌باشد، چراکه به‌طورکلی کاهش کیفیت آب در پایین دست اغلب رودخانه‌ها به‌دلایل متعددی از جمله جنس بستر گزارش گردیده است (Nemati و همکاران، ۲۰۱۰؛ Merritt و Cummins، ۱۹۸۷).

با توجه به ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی و شاخص‌های فراوانی، درصد EPT و BMWP مشاهده گردید که ایستگاه‌های ۵، ۶ و ۲ تحت تاثیر عوامل استرس‌زا و فعالیت‌های انسانی قرار داشته و باعث کاهش کیفیت آب در این زیستگاه‌ها گردید. ساختار جمعیت در این مطالعه نشان داد حشرات آبزی جمعیت غالب را در همه ایستگاه‌ها نشان داد. هم‌چنین جنس‌های مختلف از هر راسته بی‌مهرگان کفزی دامنه‌های تحمل متفاوتی به آلودگی‌ها دارند، لذا شناسایی بی‌مهرگان کفزی تا حد راسته بررسی دقیقی از کیفیت رودخانه به‌دست نمی‌دهد.

منابع

۱. **پذیرا، ع.ر.؛ امامی، م.؛ کوه‌گردی، الف.؛ وطن‌دوست، ص. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷.** اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی‌ماکروبنتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر. مجله شیلات، سال ۲، شماره۴، صفحات ۶۵ تا ۷۰.

۲. **حاتمی، ر.؛ محبوبی‌صوفیانی، ن.؛ ابراهیمی، ع. و همامی، م.ر.، ۱۳۹۰.** ارزیابی‌اثر پساب آبزی‌پروری بر جوامع ماکروبنتوز و کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص BMWP. محیط شناسی. سال ۳۷، شماره ۵۹، صفحات ۴۳ تا ۵۴.

۳. **سعیدی، م.؛ کرباسی، ع.؛ بیدهندی، غ.ن. و مهردادی، ن.، ۱۳۸۵.** اثر فعالیت‌های انسانی بر تجمع فلزات سنگین در رودخانه تجن در استان مازندران. فصلنامه محیط‌شناسی. سال ۳۲، شماره ۴۰، صفحات ۴۱ تا ۵۰.

٤. **شکری، م.، ۱۳۹۱.** مطالعه ساختار جمعیت بزرگ بی مهرگان کفزی رودخانه تجن و پاسخ‌های اکولوژیک آن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه هرمزگان. ۱۲۲ صفحه.

۵. **فرج‌زاده، م. و فلاح، م.، ۱۳۸۷.** ارزیابی تاثیر تغییرات کاربردی و پوشش اراضی بر رژیم سیلابی رودخانه تجن با استفاده از تکنیک سنجش از دور. پژوهش های جغرافیایی. شماره ۶۴، صفحات ۸۹ تا ۱۰۴.

۶. **قانع‌ساسان‌سرایی، ا.، ۱۳۸۳.** شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمال ملال). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۹۸ صفحه.

۷. **نادری‌جلودار،م.؛ عبدلی، ا.؛ میرزاخانی، م.ک. و شریفی جلودار، ر.، ۱۳۹۰.** پاسخ بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه هراز به پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. منابع طبیعی ایران. دوره ۶۴، شماره ۲، صفحات ۱۶۳ تا ۱۷۶.

8. **Allen, J.D., 1996.** Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters. London, Chapman and hall. pp: 221-237.
9. **Bode, R. W.; Novak, M.A.; Abele, L.E.; Heitzman, D.L. and Smith, A.J., 2002.** Quality Assurance work plan for Biological stream monitoring in New York state. Stream Biomonitoring unit, New York state. Department of Environmental conservation .Albany.122 p.
10. **Clegg, J., 1973.** Fresh water life.Chapman and Hall. London. 160-180 p.
11. **Cunnigham, W.P.; Saigo, B.W.; Tillery, B.W. and Molles, J.M.C., 1999.** Introduction to Environmental Science. McGraw Hill, London. 582 p.
12. **Fries, L.T. and Bowles, D.E., 2002.** Water quality and macroinvertebrate community structure associated with a sportfish hatchery outfall. Sanmarcos. Texas. USA. 10 p.
13. **Fore, L.S.; Karr, J.R. and Wisseman, R.W., 1996.** Assessing Macro-invertebrate Responses to Human Activity. Journal of North American Benthological Soc. Vol. 15, No. 2, pp: 212-231.
14. **Hawkes, H.A., 1998.** Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. Water Research. Vol. 32, pp: 964-968
15. **Hynes, H.B.N., 1970.** The ecology of running waters. Toronto University Press. Canada. 555 p.
16. **Lenat, D., 1988.** Water quality Assessment of Stream Using qualitative Collection Method for Benthic Macroinvertebrates. Journal of North American Benthological Society. Vol. 7, No. 3, pp: 222-223.
17. **Loch, D.D.; West, J.L. and Perlmutter, D.G., 1999.** The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macro invertebrates. North American of Aquaculture. Vol. 147, pp: 37-55.
18. **Merritt, R.W. and Cummins, K.W., 1978.** An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa. 156 p.
19. **Milligan, M. R., 1997.** Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida.Vol.1.

Freshwater Oligochaetes.Florida .Department of Environmental Protection.Tallahassee. 187 p.

20. **Nemati Varnosfaderany, M.; Ebrahimi, E.; Mirghaffary, N. and Sfyanian, A., 2010.** Biological assessment of the ZayandehRud River, Iran, using benthic macroinvertebrates. Limnologica.Vol. 40, pp: 226–232.
21. **Overton, J., 2001.** Standard Procedures for Benthic Macroinvertebrates Biological Assessment. North Carolina Department of Environment and Natural Resources. 50 p.
22. **Pescador, M.L.; Rasmussen, A.K. and Harris, S.C., 2004.** Identification manual for the caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida. Revised edition. Florida. Department of Environmental Protection Tallahassee.136 p.
23. **Pipan, T., 2000.** Biological assessment of stream water quality-The example of the Rekariver (Slovenia). Acta Carsologica. pp: 201-222.
24. **Reynoldson, T.B., 1992.** An overview of the assessment of aquatic ecosystem health using benthic invertebrates. Journal of aquatic ecosystem health. Vol. 1, pp: 295-308.
25. **Romachandra, T.V.; Ahalya, N. and Murthy, C.R., 2005.** Aquatic ecosystem Conservation, restoration and Management capital publishing Company. 183 p.
26. **Sharma, K.K. and Chowdhary, S., 2011.** Macroinvertebrate assemblages as biological indicators of pollution in a Central Himalayan River, Tawi (J&K). International Journal of Biodiversity and Conservation. Vol. 3, No. 5, pp: 167-174.
27. **Simons, D.B. and Senturk, F., 1992.** Sediment Transport Technology. Book Crafters Inc. Chelsea, USA. 224 p.
28. **Stephens, W.W. and Farris, J.L., 2004.** Instream community assessment of aquaculture effluents. North American of Aquaculture. Vol. 231, pp: 149–162.
29. **Tachet, H.; Richoux, P.; Oumaud, M.; and Usseglio-Polatera, P., 2000.** Invertebrates d Eau Douce.Systematique, Biologie. Ecologie. CNRS Editions, Paris.275 p.
30. **Timm, T., 1999.** A Guide to Estonian Anne; ida. Estonian Academy Publishers. 85 p.
31. **Walen, J. K., 2002.** Assessment of stream habitat, fish, macroinvertebrates, sediment and water chemistry for eleven streams in Kentucky and Tennessee. Virginia Polytechnic Institute, CATT. 71 p.
32. **Walley, W.J. and Hawke's, H.A., 1996.** A computer-based reappraisal of the biological monitoring working party score system using data from the 1990 river quality survey of England and Wales. Water Research. Vol. 30, pp: 2086-2094.
33. **YAP, C.K.; Rahim Ismail, A.; Ismail, A. and Tan, S.G., 2003.** Species Diversity of Macrobenthic Invertebrates in the Semenyih River, Selangor, Peninsular Malaysia. Pertanika J. Trap. Agric. Sci. Vol. 26, No. 2, pp: 139 -146.
34. **Zar, J.H., 1999.** Biostatistical Analysis (4th ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 663 p.