ارزیابی زیستی رودخانه چافرود (استان گیلان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوز

احمد قانع[۱]، محمدرضا احمدی[۲]، عباس اسماعیلی[۳] و علیرضا میرزاجانی[۴]

چکیده

پژوهش حاضر، اجتماعات کفزیان و ساختار جمعیتی آنها را در بخشی از رودخانه چافرود مورد بررسی قرار داده و با توجه به عوامل آشفتگی‌زای محیطی به طبقه‌بندی و ارزیابی ایستگاه‌های مورد بررسی پرداخته است. در مجموع ۸ ایستگاه مطالعاتی در مسیرحدود ۹ کیلومتری رودخانه انتخاب و فون کفزیان بزرگ آن به‌صورت ماهانه توسط دستگاه سوربر و با ۳ تکرار در هر ایستگاه نمونه‌برداری شد. نمونه‌های جمع آوری شده توسط فرمالین ۴٪ تثبیت و در آزمایشگاه جدا سازی، شناسایی و شمارش گردید. ۷۳ گروه از بی‌مهرگان کفزی دراین مدت شناسایی شد که در میان آنها لارو حشرات آبزی بیشترین تنوع و فراوانی را داشته‌اند. افراد متعلق به دو راسته Diptera و Ephemeroptera در همه ایستگاه‌ها جانداران غالب بوده‌اند. حداکثر فراوانی کل جانداران دراین مدت ۲۳۳۵ عدد در ایستگاه ۲ و حداقل آن ۱۶۳۹ عدد در متر مربع در ایستگاه ۴ بوده است. داده‌های مربوط به فراوانی کفزیان بزرگ به‌صورت سنجه‌های ساختار جمعیتی (Community structure metrics) شامل غنای کل، غنای EPT و نسبت فراوانی EPT به خانواده Chironomidae، خلاصه شد. در ضمن شاخص تنوع شانن- وینر (Shannon-Winner diversity index) و شاخص زیستی در سطح خانواده هیلسنهوف (Hilsenhoff family level biotic index) نیز در ایستگاه‌های مورد بررسی محاسبه شد. نتایج به دست آمده از آنالیز خوشه‌ای و نیز طبقه‌بندی کیفی آب براساس شاخص زیستی هیلسنهوف، باهم مطابقت داشته و ایستگاه‌های تحت تأثیر عوامل آلاینده در یک گروه طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی زیستی، کفزیان بزرگ، رودخانه چافرود

مقدمه

بررسی ویژگی‌های کمّی و کیفی منابع آب از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح در زمینه‌های مختلف محیط زیست، شیلات، کشاورزی و غیره است. در شرایط عادی اکوسیستم‌های آبی تحت تأثیر عوامل طبیعی مانند آب، باد و نیروهای ژئوفیزیکی و نیز آثار متقابل جانداران (ریز جانداران،

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دام‌پزشکی، دانشگاه تهران
۳. دانشیار محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۴. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر، بندر انزلی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

گیاهان و جانوران) تغییر می‌یابند، ولی در طی سال‌های اخیر انسان به‌طور فراگیری عامل اساسی ایجاد تغییرات در کره زمین بوده است (۱۷). در این میان بررسی نهرها و رودخانه‌ها که در واقع به‌عنوان سیستم گردش خون عمل می‌کنند، نه تنها در تشخیص سلامت اکوسیستم‌ها مهم‌اند، بلکه می‌توانند نشانگر فشارهای احتمالی وارده از محیط اطراف نیز باشند (۲۸). همه ما در مورد آلودگی نهرها و رودخانه‌ها و عوامل شایع در این روند (استفاده نادرست برای مصارف کشاورزی، تخلیه پساب‌های صنعتی و خانگی، آبزی پروری و ماسه برداری) هشدارهایی شنیده‌ایم ولی واقعیت این است که چگونه می‌توان به آلودگی نهرها پی برد و کدام روش برای مشخص نمودن آب‌های آلوده و غیر آلوده مناسب و موثر است؟ یک راه این است که از طریق اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی به کیفیت آب پی ببریم. با استفاده از این روش هرگاه یک آبگیر تحت تأثیر فشارهای جانبی آشفتگی‌زا و آلاینده قرار گیرد، عوامل تعیین کننده کیفیت آب مانند اکسیژن محلول، pH، BOD_5 و غیره از حدود معمولی خود خارج می‌شوند و بدین طریق می‌توان به آلودگی پی برد. راه دیگر که در چند دهه اخیر برکارآیی آن نیز تأکید شده و از مؤثرترین روش‌هاست، ارزیابی زیستی (Bioassessment) به ویژه استفاده از کفزیان بزرگ برای پایش کیفیت آب می‌باشد (۱۷).

کفزیان بزرگ (ماکروبنتوز) جانورانی بی‌مهره‌اند که با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند و حداقل بخشی از زندگی خود را در بستر منابع آب سپری می‌کنند (۲۶). این جانداران به دلیل داشتن خصوصیات خاص، بیش از دیگر جانداران آبزی (ماهیان و جلبک‌ها) در ارزیابی بوم‌شناختی اکوسیستم‌های آبی مورد توجه قرار می‌گیرند. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. غنای گونه‌ای بالایی داشته که عکس‌العمل‌های متفاوتی را در قبال عوامل محیطی از خود نشان می‌دهند.
۲. ساکن می‌باشند، بنابراین با توجه به وجود یا عدم وجود آنها امکان تعیین حدود آشفتگی‌ها وجود دارد.
۳. چرخه زندگی طولانی دارند، بنابراین امکان بررسی اثر زمانی عوامل آشفتگی‌زا را مهیا می‌کنند.
۴. تغییرات محیطی را به‌صورت دوره‌ای نمایش می‌دهند، یعنی برخلاف اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی، جانداران فوق فقط گویای وضعیت زمان نمونه‌برداری نیستند (۲۹).

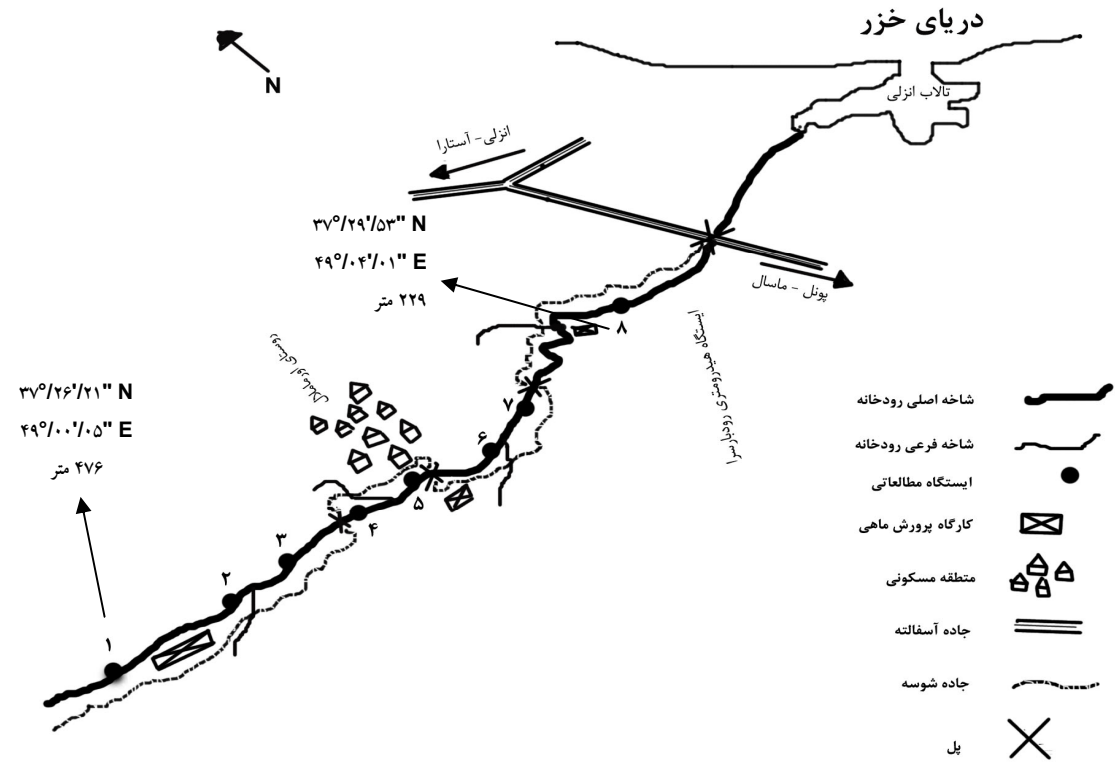
استفاده از بی‌مهرگان کفزی بر این فرض استوار است که نهرها و رودخانه‌هایی که تحت تأثیر عوامل آلاینده نیستند، تاکسون‌های کفزیان بیشتری داشته و گونه‌های غیر مقاوم در آنجا غالبیت دارند و بر عکس آنهایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند، تنوع کمتری داشته و گونه‌های مقاوم غالب‌اند. به‌طور خلاصه مقایسه روش‌های مستقیم اندازه‌گیری فیزیکی و شیمیایی مانند تهیه عکس و بررسی‌های زیستی مانند تهیه فیلم از یک اکوسیستم می‌باشد (۱۱ و ۲۶).

هدف از تحقیق فوق به‌کارگیری جاندارانی است که تقریباً به‌طور دایم و در طول سال نمایندگانی در اکوسیستم‌های آبی دارند و بررسی آنها می‌تواند به ما در ارزیابی دقیق، سریع و در عین حال ارزان منابع آب کمک‌های شایانی بنمایند.

به دلیل رابطه و حساسیتی که کفزیان بزرگ نسبت به شرایط زیستی خود دارند، محققین بیشماری را از سرتا سر جهان و از چند دهه قبل تاکنون بدان وا داشته است که از این گروه جانداران برای طبقه‌بندی کیفی آب‌ها استفاده نمایند (۶، ۷، ۲۵ و ۳۲). در ایران نیز از سال‌ها قبل کارهای مختلفی شده است که از عمده‌ترین آنها می‌توان به منابع ۱ و ۵ اشاره نمود. سایر تحقیقات انجام گرفته عمدتاً به‌صورت پایان‌نامه‌های دانشجویی و یا کارهای انتشار نیافته است. البته جا دارد که تحقیقات وسیع‌تری در آب‌های کشور صورت گرفته به گونه‌ای که روند کیفی منابع آب به طور دایم تحت نظر بوده و تغییرات آن ثبت شود، مطلبی که بسیاری از کشورها از دهه‌های قبل بدان پرداخته‌اند. بنابراین باید به این مطالعات در کشور ما نیز اهمیت بیشتری داده شود.

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]



شکل ۱. کروکی و محل تقریبی ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه چافرود

مواد و روش‌ها

رودخانه چافرود واقع دراستان گیلان و در جوار شهر رضوانشهر، از نهرهای کوهستانی است که از ارتفاع ۲۶۰۰ متری کوه‌های تالش سرچشمه گرفته و از مسیری کوهستانی و پوشیده از جنگل به طول بالغ بر ۳۰ کیلومتر در قسمت جلگه‌ای گیلان وارد قسمت غربی تالاب انزلی می‌شود. منطقه مورد بررسی قسمتی از رودخانه در نزدیکی روستای اورمان می‌باشد که تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند آبزی پروری و نیز تخلیه پساب‌های منطقه مسکونی قرار دارد. در این بررسی فون کفزیان رودخانه مورد شناسایی قرار گرفته و با استفاده از آنها مناطق مختلف مسیر مورد بررسی از نظر شدت آلودگی طبقه‌بندی و ارزیابی شده‌اند.

با در نظر گرفتن شرایط منطقه و عوامل محیطی تأثیر گذار بر کیفیت آب رودخانه، ۸ ایستگاه مطالعاتی از ابتدای محل انحراف آب برای مصرف کارگاه پرورش قزل‌آلای آزاد گیلان، تا نزدیکی ایستگاه هیدرومتری رودبارسرا، انتخاب و به‌طور ماهانه نمونه‌برداری (۱۲ ماه از تیر ۸۱ لغایت خرداد ماه ۸۲) شد (شکل ۱). نمونه‌برداری از کفزیان با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار سوربر به ابعاد ۴۰ ×۴۰ سانتی‌متر (سطح مفید ۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع و تور ۲۵۰ میکرون) و با ۳ تکرار در هر ایستگاه انجام شد (۱۱). نمونه‌های جمع آوری شده در ظروفی که مشخصات ایستگاه، محل و تاریخ نمونه‌برداری بر روی آنها ثبت شده بود، تخلیه و توسط فرمالین ۴٪ تثبیت شدند.

بررسی‌های آزمایشگاهی شامل جداسازی، شناسایی، شمارش و تعیین فراوانی برحسب تعداد در مترمربع انجام شد. برای شناسایی نمونه‌های جداسازی شده از منابع مختلف ۲، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۴ و ۳۱ استفاده شد.

اطلاعات به دست آمده به صورت سنجه‌های جمعیتی شامل غنای کل (تعدادگروه‌های شناسایی شده در هر ایستگاه)، غنای EPT (تعداد جنس‌های متعلق به سه راسته Ephemeroptera، Plecoptera و Trichoptera) نسبت فراوانی EPT به فراوانی اعضای افراد متعلق به خانواده Chironomidae

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

و شاخص تنوع شانن وینرخلاصه شد (۸).

$$H = -\sum_{i=1}^{s} (pi)(\ln pi) \qquad [1]$$

H= شاخص شانن، s= تعداد گونه‌ها، p_i= نسبت فراوانی هر گونه به فراوانی کل

هم‌چنین شاخص زیستی در سطح خانواده هیلسنهوف برای ایستگاه‌های مختلف در ماه‌های متعدد محاسبه شد (۱۳).

$$HBI = \frac{\sum[(T_v)n]}{N} \qquad [2]$$

HBI= شاخص زیستی هیلسنهوف، T_v= ارزش مقاومتی هر خانواده، n= فراوانی هر خانواده، N= فراوانی کل

براساس مقادیر سنجه‌های جمعیتی به دست آمده و با استفاده از آزمون خوشه‌ای ایستگاه‌های مطالعاتی دسته‌بندی و بر اساس شاخص زیستی به دست آمده نیز ایستگاه‌ها طبقه‌بندی کیفی و ارزیابی شدند.

نتایج

به‌طورکلی در مدت یک سال بررسی و نمونه‌برداری از فون کفزیان رودخانه چافرود در منطقه مورد بررسی، ۷۳ گروه (جنس و خانواده) شناسایی شدند که بخش عمده آنها را لارو حشرات آبزی تشکیل می‌دادند (جدول ۱). به‌طور متوسط حداکثر و حداقل فراوانی کفزیان به ترتیب ۲۳۳۵ عدد در مترمربع در ایستگاه ۲ و ۱۶۳۹ عدد در متر مربع در ایستگاه ۴ بوده است (شکل ۲).

از راسته دوبالان (Diptera) که یکی از متنوع‌ترین و بزرگ‌ترین راسته‌های حشرات آبزی می‌باشد، ۱۱ خانواده شناسایی شد که بیشترین سهم را دو خانواده Simuliidae و Chironomidae نسبت به سایر خانواده‌های این راسته داشتند. این دو خانواده معمولاً بین ۶۵ تا ۹۵ درصد از کل اعضای این راسته را در ایستگاه‌های مطالعاتی تشکیل می‌دادند (شکل ۳ و جدول ۱).

پس از راسته دوبالان، راسته یکروزه‌ها یا زودمیران (Ephemeroptera) از نظر فراوانی غالب بوده است . از این راسته ۶ خانواده شناسایی شد که در بین آنها جنس *Baetis* از خانواده Baetidae بیش از ۸۰ درصد از افراد این راسته را در ایستگاه‌های مطالعاتی تشکیل می‌داد وخانواده‌هایی مانند Heptageniidae وCaenidae در رده‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۴). سایر خانواده‌های راسته مزبور در جدول ۱ آورده شده است.

راسته بهاره‌ها (Plecoptera) که اعضای متعلق به آن عمدتاً از گروه‌های حساس به آلودگی بشمار می‌روند در ایستگاه‌های مختلف، بین ۱ تا ۵ درصد از کل جمعیت جانوران کفزی بزرگ را تشکیل می‌دادند. جنس‌های *Leuctra*، *Capnia*، *Perla*، *Nemoura* و *Taeniopteryx* به ترتیب از خانواده‌های Leuctridae، Capnidae، Perlidae، Nemouridae و Taeniopterygidae مهم‌ترین گروه‌های شناسایی شده از این راسته در ایستگاه‌های مطالعاتی بودند (شکل ۵).

از راسته بال موداران (Trichoptera) در طول این بررسی ۹ خانواده شناسایی شد که جنس *Hydropsyche* از خانواده Hydropsychidae در همه ایستگاه‌ها بیش از ۹۵ درصد از جمعیت این راسته را تشکیل می‌داد (شکل ۶ و جدول ۱) .

از سایر حشرات آبزی که در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه چافرود چه بشکل لارو و چه به صورت بالغ شناسایی شدند، راسته‌های، Collembula، Neuroptera، Hemiptera، Arachnida، Odonata وColeoptera را می‌توان نام برد (جدول ۱). به علاوه از سخت‌پوستان، خرچنگ‌گرد *Potamon sp.*، از ناجور پایان *Gammarus spp.*، از کرم‌های کم‌تار خانواده‌های Tubificidae و Lumbriculidae، از زالوها خانواده Pisciculidae و نمونه‌هایی از کرم‌های لوله ای Nematoda نیز در مدت بررسی در ایستگاه‌های مطالعاتی مشاهده شدند (جدول ۱).

از آنجایی که بررسی روند تغییرات در فراوانی هر یک از گروه‌های کفزیان در مکان‌های مورد بررسی، به علت تنوع بالا، موجب پیچیدگی و در مواردی سبب گمراهی در نتیجه‌گیری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

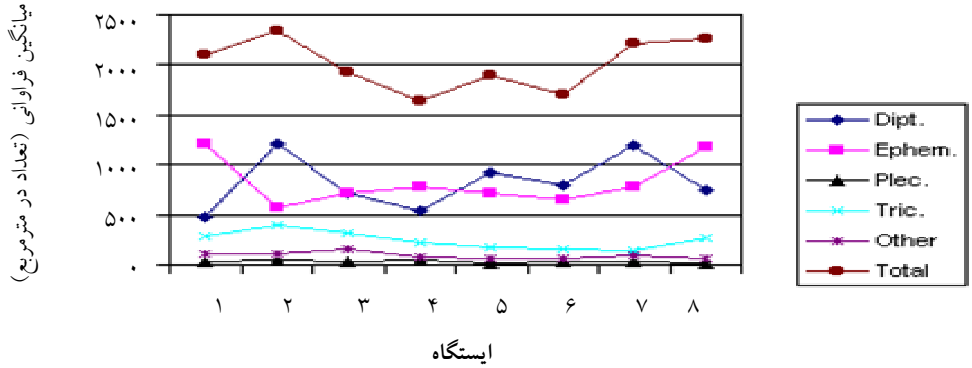
[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

جدول ۱. گروه‌های مختلف بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه چافرود

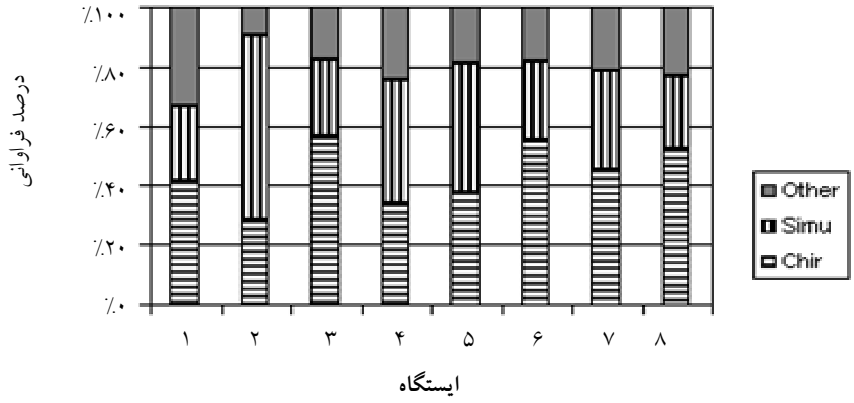
Order	Family	Genus
Diptera	Chironomidae	
	Simuliidae	*Simulium*
	Tipulidae	*Tipula*
	Blepharoceridae	*Liponeura*
	Ceratopogonidae	
	Rhagionidae	
	Empididae	
	Dolichopodidae	
	Stratiomyidae	
	Tabanidae	*Tabanus*
	Culicidae	
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis*
	Heptageniidae	*Ecdyonorus*
		Rhithrogena
		Heptagenia
		Epeorus
	Ephemerellidae	*Ephemerella*
	Leptophlebidae	*Paraleptoides*
	Caenidae	*Caenis*
		Brachycercus
	Oligoneuridae	*Oligonurella*
Plecoptera	Perlidae	*Perla*
	Nemouridae	*Nemoura*
	Leuctridae	*Leuctra*
	Capnidae	*Capnia*
	Taeniopterygidae	*Taeniopetryx*
Trichoptera	Hydropsychidae	*Hydropsyche*
	Rhyacophilidae	*Rhyacophila*
	Brachycentridae	*Brachycentrus*
	Pilopotamidae	
	Leptoceridae	
	Ecnomidae	
	Polycentropodidae	*Polycentropus*
	Hydroptilidae	*Hydroptila*
	Glossosomatidae	*Glossossoma*
Coleoptera	Elmidae	*Elmis*
	Dytiscidae	*Dytiscus*
	Psephenidae	*Psephenus*
	Gyrinidae	*Gyrinus*
Odonata	Libellulidae	
	Aeshnidae	
Oligochaeta	Tubificidae	
	Lumbriculidae	
Hirudinea	Pisciculidae	
Decapoda	Potamontidae	*Potamon*
Nematoda		
Collembula		
Arachnida		
Amphipoda	Gammaridae	*Gammarus*
Hemiptera		
Neuroptera		

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

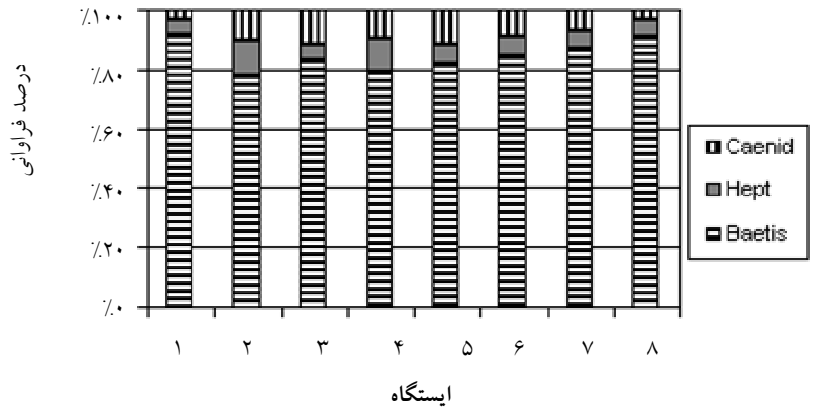
[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]



شکل ۲ . میانگین فراوانی گروه‌های مختلف کفزیان (تعداد در مترمربع) در ایستگاه‌های مطالعاتی چافرود، در مدت بررسی



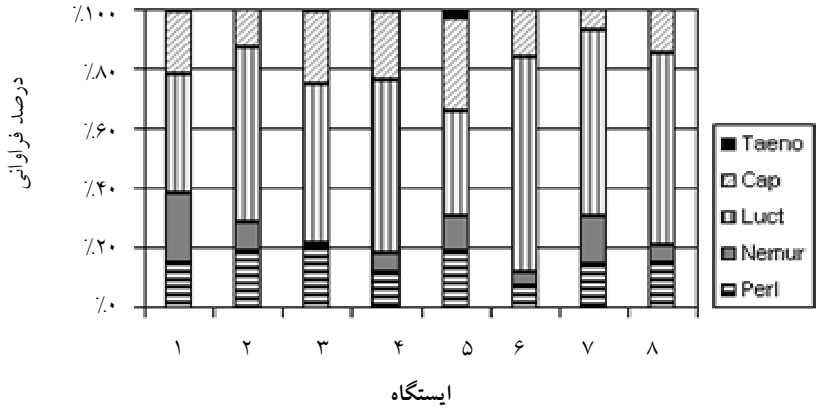
شکل ۳. درصد فراوانی خانواده‌های متعلق به راسته دوبالان Diptera



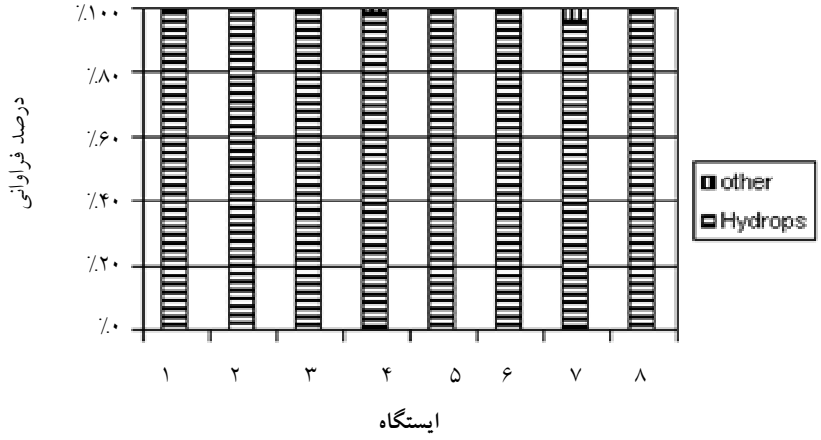
شکل ۴. درصدفراوانی ۳ خانواده غالب متعلق به راسته یکروزه‌ها (Ephemeroptera)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]



شکل ۵. درصد فراوانی خانواده‌های متعلق به راسته بهاره‌ها (Plecoptera)



شکل ۶. درصد فراوانی خانواده‌های متعلق به راسته بال موداران (Trichoptera)

می‌شد، بنابراین اطلاعات به دست آمده از بررسی جمعیت کفزیان بزرگ رودخانه چافرود، به صورت سنجه‌های ساختار جمعیتی خلاصه شد (جدول ۲).

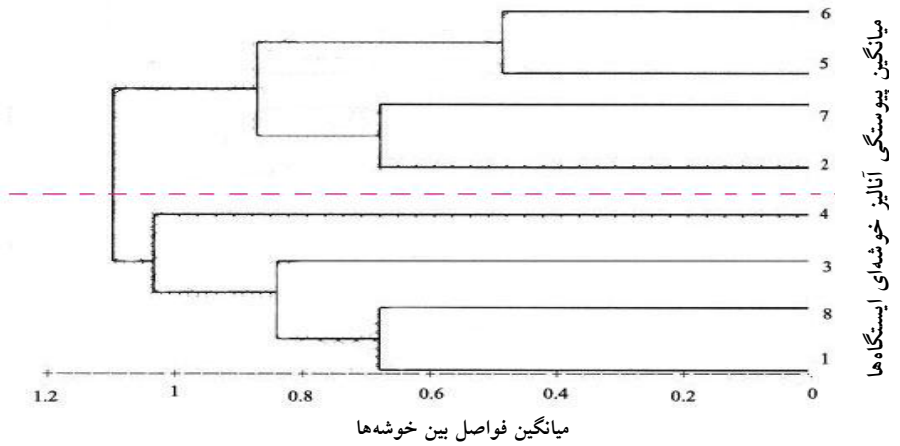
با استفاده از آزمون خوشه‌ای و براساس این سنجه‌ها ایستگاه‌های مطالعاتی دسته‌بندی شدند (شکل ۷).

با توجه به دندروگرام حاصله از این آزمون، ایستگاه‌های ۱، ۳، ۴ و ۸ در یک خوشه و ایستگاه‌های ۲، ۵، ۶ و ۷ در خوشه‌ای جدا قرار گرفتند. این آزمون که بر پایه میزان تشابه ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر سنجه‌های جمعیتی مورد بحث است، نشان می‌دهد که ابتدا ایستگاه ۱ و ۸ یک خوشه و این خوشه با ایستگاه ۳ خوشه بعدی را تشکیل داده و در نهایت حاصل با ایستگاه ۴ تشکیل یک خوشه اصلی را می‌دهند. در قسمت دیگر این دندروگرام طبق انتظار ایستگاه‌های ۵ و ۶ از مشابهت بیشتری برخوردار بوده و تشکیل یک خوشه را می‌دهند. ایستگاه‌های ۲ و ۷ نیز به همین ترتیب خوشه دیگری را تشکیل می‌دهند که حاصل آن با خوشه ۵ و ۶ خوشه اصلی دیگر را تشکیل می‌دهند (شکل ۷).

اطلاعات به دست آمده از محاسبه مقدار شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه‌های مطالعاتی نشان داد که ایستگاه‌های ۱و ۴ و ۸ همواره کمترین (نشانگر کیفیت نسبی بهتر) و ایستگاه ۲ (یعنی پایین‌تر از محل خروجی پساب کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا) بیشترین مقدار (گویای کیفیت نسبی نامناسب) شاخص

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]



شکل ۷. دندروگرام حاصل از نتایج آزمون خوشه‌ای ایستگاه‌ها براساس سنجه‌های ساختار جمعیتی کفزیان

جدول ۲. سنجه‌های ساختار جمعیتی در ایستگاه‌های مورد بررسی (mean±std)

ایستگاه	غنای کل	EPT	EPT/CHIR	شاخص شانن
۱	۱۸/۹±۵	۹±۳	۱۲/۵±۷	۳/۸۹±۱/۵
۲	۱۸/۴±۴/۷	۸/۱±۲/۶	۵/۶±۵/۴	۵/۱۳±۱/۷
۳	۱۸/۳±۲/۸	۸/۸±۲	۱۸/۲±۲/۹	۴/۲۹±۱/۸
۴	۱۹/۳±۴/۲	۸/۸±۲/۳	۷/۵±۴/۹	۵/۰۶±۲/۵
۵	۱۷±۴	۷/۲±۲/۳	۶/۲±۱/۲	۴/۴۱±۱/۹
۶	۱۶/۸±۴/۱	۶/۹±۲/۳	۳/۸±۳	۴/۷۲±۱/۵
۷	۱۸/۷±۴/۲	۸/۱±۲/۳	۴/۱±۴	۴/۴۳±۱/۵
۸	۱۷/۶±۴	۸/۳±۲/۲	۷/۴±۷/۱	۴/۵۲±۱/۸

زیستی را داشته است (جدول ۳). ایستگاه ۲ اگرچه بیشترین شاخص تنوع را دارد ولی در عین حال بیشترین مقدار شاخص زیستی نیز مربوط به همین ایستگاه است که نشانگر غالبیت گروه‌های مقاوم نسبت به گروه‌های حساس می‌باشد (شکل ۸). در واقع همه گروه‌ها در ایستگاه ۲ قابل مشاهده بوده که مهم‌ترین آنها حضور فعال راسته بهاره‌ها در کنار حداکثر فراوانی کفزیان در مترمربع (شکل ۲) در این ناحیه است.

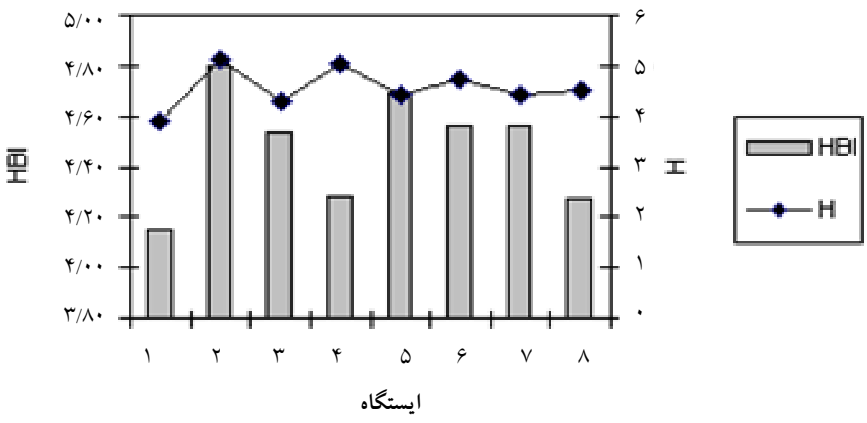
بحث

نتایج حاصل نشان می‌دهد که حشرات آبزی جمعیت غالب جانداران کفزی رودخانه چافرود را تشکیل داده‌اند. در مطالعات سال ۱۳۷۴، چنین نتیجه‌ای را شمالی و عبدالملکی در رودخانه کرگانرود و جمالزاده و افراز در رودخانه شفارود، واقع در جوار رودخانه چافرود نیز به دست آورده‌اند (۳ و ۴). دانشمندان بسیاری که به بررسی بیولوژی آبهای جاری مشغول‌اند در مطالعات خود به غالبیت حشرات آبزی در ترکیب جمعیت کفزیان اشاره نموده‌اند (۸، ۱۴، ۱۹ و ۲۵).

در بررسی‌های انجام شده گروه‌های متنوعی از بی‌مهرگان کفزی بخصوص لارو حشرات آبزی شناسایی شدند که می‌تواند دلیلی بر کیفیت مناسب و سلامت اکولوژیک رودخانه چافرود باشد. غالبیت راسته Diptera که عمدتاً از دو خانواده Chironomidae و Simuliidae تشکیل شده، در برخی از

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]



شکل ۸. مقایسه مقادیر شاخص تنوع (H) و شاخص زیستی هیلسنهوف (*HBI*) در ایستگاه‌های مطالعاتی چافرود

ایستگاه‌ها، نشانگر تغییرات حاصله از عوامل محیطی بر رودخانه است. راسته فوق در ایستگاه ۲ و ۷ حداکثر و در ۱ و ۴ حداقل میانگین فراوانی را داراست (شکل ۲). خانواده Chironomidae از گروه‌های مقاوم بشمار می‌رود و از مواد آلی در بستر تغذیه می‌کند. هم‌چنین خانواده Simuliidae از نظر رفتار تغذیه‌ای فیلتر کننده بوده و از مواد آلی ریز معلق در آب (F.P.O.M: Fine Particle Organic Matter) استفاده می‌نماید. مواد حاصل از فعالیت‌های متابولیک و پس مانده‌های غذایی ماهیان، به‌صورت مواد آلی معلق در آب، از عمده‌ترین اجزای پساب حاصل از کارگاه‌های پرورش ماهی هستند که وارد نهرها می‌شوند (۱۲). بنابراین افزایش نسبی گروه‌های مقاوم و تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان، بخصوص در ایستگاه ۲، می‌تواند نشانگر اثر کارگاه بر سیستم رودخانه باشد. این در حالیست که گروه‌های مختلف کفزیان با حفظ ساختار کلی خود، به شکلی توسعه می‌یابند که در برای مصرف مواد آلی وارده بوده تا بتوانند فشارهای زیست محیطی حاصله را خنثی نمایند. این روند در ایستگاه‌های ۵ و ۶ نیز تقریباً مشابه است، با این تفاوت که در این ایستگاه‌ها، عامل اصلی ایجاد آشفتگی، منطقه مسکونی و تخلیه زه‌کش‌های پساب خانگی به پیکره رودخانه است. مناطق مسکونی و پساب‌های حاصله یکی از عوامل مهم استرس‌زا در رودخانه‌هاست که موجب تغییر در اجتماعات کفزیان می‌شود (۲۵).

در این بررسی از سنجه‌های جمعیتی کفزیان شامل غنای کل و غنای EPT، EPT/CHIR و شاخص تنوع شانن برای تعیین شدت اثرپذیری و طبقه‌بندی ایستگاه‌ها براساس میزان تشابه آنها از نظر ساختار جمعیت کفزیان، استفاده شد. در حال حاضر منابع بسیاری وجود دارد که در ارزیابی زیستی آب‌های جاری از این سنجه‌ها استفاده نموده و برکارآیی و دقت آنها تأکید می‌نمایند (۶، ۹، ۱۵، ۲۳ و ۳۰).

همان‌طوری که گفته شد یکی از سنجه‌ها، غنای کل یعنی تعداد کل گروه‌های بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده است. هر قدر کیفیت آب و زیستگاه در محل مورد بررسی بهتر باشد، مقدار این سنجه افزایش می‌یابد. غنای کل به طور متوسط در ایستگاه ۴ حداکثر و در ایستگاه ۶ حداقل بوده است (جدول ۲). اگرچه غنای کل از شاخص‌های فشارهای زیست محیطی است ولی هرگاه میزان مواد آلی وارده به رودخانه شدید نباشد غنای کل در ایستگاه‌های متأثر نسبت به ایستگاه‌های سر منشاء بیشتر می‌شود (۳۰). این دقیقاً حالتی است که ما در منطقه مورد بررسی در رودخانه چافرود مشاهده می‌کنیم زیرا غنای کل در ایستگاه ۱ که به‌عنوان ایستگاه غیر متأثر است کمتر از ایستگاه ۴ می‌باشد. دلیل این امر عمدتاً به افزایش مواد غذایی قابل دسترس و در نتیجه شکل‌گیری و تجمع گروه‌های جدید برای

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

مصرف آن است.

غنای EPT سنجه‌ای دیگر است که بر خلاف غنای کل، همه گروه‌های مقاوم و غیر مقاوم را شامل نمی‌شود و فقط تنوع گروه‌های حساس به آلودگی را در برمی‌گیرد. براساس نتایج به دست آمده ایستگاه‌های ۲، ۵، ۶ و ۷ که بیشتر تحت تأثیر عوامل استرس‌زای محیطی قرار دارند، میزان غنای EPT کمتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته‌اند (جدول ۲). در بررسی‌ای که در آن منحصراً از شاخص EPT برای بررسی تأثیر مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت نهرهای دریافت کننده پساب، در ایالت کارولینای شمالی، انجام شد، نتایج مشابهی به دست آمد (۲۰).

معمولاً در آبهای جاری که شرایط زیستی مناسب و محیط غیر آشفته دارند، شاهد فراوانی متوازن و متناسبی از چهار گروه مهم حشرات آبزی، Plecoptera، Ephemeroptera (Trichoptera و Diptera) می‌باشیم. بنابراین افزایش غیر متعارف تعداد شیرونومیده نسبت به گروه‌های حساس (EPT) که کاهش مقدار نسبت EPT/CHIR را درپی دارد، نشانگر استرس محیطی می‌باشد (۷). بر طبق اطلاعات حاصل از این بررسی مقدار شاخص EPT/CHIR در ایستگاه‌های ۲، ۵، ۶ و ۷ نسبت به سایر ایستگاه‌ها، کمتر است که نشانگر تأثیر عوامل استرس‌زای محیطی بر آنها است (جدول ۲).

استفاده از شاخص تنوع در تشخیص کیفیت آب بر این فرض استوار است که ساختار اجتماعات کفزیان همراه با آشفتگی‌های محیطی تغییر می‌نماید، زیرا برخی گونه‌ها بیش از سایرین تحت تأثیر فشار حاصله قرار می‌گیرند. به طور متوسط مقدار شاخص تنوع شانن در ایستگاه‌های مطالعاتی بین ۳/۸۹ و ۵/۱۳ متغیر بوده است (جدول ۲). با توجه به طبقه‌بندی ویلم ـ دوریس (۳۲) تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر شدت آلودگی آلی با داشتن مقدار شاخص بیش از ۳ جزء ایستگاه‌های غیر آلوده طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین حجم مواد آلاینده به اکوسیستم به‌شکلی نیست که تغییرات اساسی در محیط ایجاد نماید.

آزمون خوشه‌ای یک روش چند متغیره توصیفی می‌باشد (۳۰). با استفاده از این آزمون، ایستگاه‌های مطالعاتی در رودخانه چافرود بر اساس سنجه‌های ساختار جمعیتی کفزیان طبقه‌بندی شدند. بنابراین در این بررسی، برآیند شرایط حاکم در ایستگاه‌های مطالعاتی در قالب میزان تشابه در سنجه‌های زیستی بی‌مهرگان کفزی، برای دسته‌بندی نهایی ایستگاه‌ها به کار رفت. البته باید توجه داشت که هرگاه تغییرات معنی‌داری در جمعیت بی‌مهرگان کفزی رخ دهد، نتیجه امر در تغییر بیش از یک سنجه نمایان می‌شود (۲۷). مطلبی که در رودخانه چافرود مشاهده می‌شود حاکی از همین نتیجه‌گیری است.

نتیجه این آزمون نشان داد که ایستگاه‌های مورد اثر توسط خروجی پساب کارگاه پرورش ماهی (ایستگاه ۲) و منطقه مسکونی (ایستگاه‌های ۵، ۶ و ۷) در دسته‌ای جدا از سایر ایستگاه‌های مطالعاتی، قرار می‌گیرند (شکل ۷). از سویی دیگر بر مبنای مقادیر شاخص زیستی محاسبه شده که بر اساس ایده گونه‌های شاخص استوار است، ایستگاه‌های مطالعاتی به شکل جدول ۳ طبقه‌بندی می‌شوند:

ملاحظه می‌شود که نتایج به دست آمده با نتیجه آزمون خوشه‌ای بر اساس ساختار جمعیت کفزیان تقریباً همخوانی دارد و ایستگاه‌های ۱، ۴و ۸ را که در واقع ایستگاه‌های غیر متأثر و یا به دور از تأثیر عوامل محیطی هستند، در طبقه کیفیتی خیلی خوب و سایر ایستگاه‌ها را در طبقه خوب قرار می‌دهد. در واقع در ایستگاه ۲ که فاضلاب کارگاه پرورش ماهی وارد رودخانه می‌شود، شاهد افت کیفیت آب هسیتم ولی اکوسیستم با عمل خودپالایی خود در ایستگاه ۴ مجدداً به وضعیت تقریباً مطلوب قبل از دریافت فاضلاب سوق پیدا می‌نماید. وضعیت فوق در ایستگاه ۵ تکرار شده یعنی پس از ورود فاضلاب جدید، شرایط کیفی تغییر نموده تا این که مجدداً در ایستگاه ۸ رودخانه به موقعیت مناسبی دست می‌یابد. روند تغییرات یاد شده به‌خوبی حساسیت گروه‌های ارگانیزمی مورد تحقیق و روش‌های به‌کار گرفته در آنها را نشان می‌دهد.

نتیجه آن که در اکوسیستم‌های آبی میزان آلودگی آلی گاهی به قدری است که تنها می‌تواند در یک محدوده مکانی مشخصی ایجاد تغییر نماید و این تغییرات هر چند اندک توسط جوامع

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

جدول ۳. مقادیر شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه چافرود و طبقه کیفیتی آنها (۱۳)

ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مقدار HBI	۴/۱۵	۴/۸۰	۴/۵۴	۴/۲۲	۴/۷۰	۴/۵۶	۴/۵۶	۴/۲۵
طبقه کیفیتی	خیلی خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب	خیلی‌خوب

بی‌مهره ساکن بستر با کمک ساختارهای جمعیتی آنها به‌خوبی نمایان شده است، پدیده‌ای که در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه چافرود به وضوح مشاهده می‌شود. بدیهی است که اگر عوامل مخرب محیط رودخانه بیشتر باشد، جوامع جانداران فوق بازتاب‌های شدیدتری از خود بروز داده و در نتیجه تفاوت‌های منطقه‌ای بارزتر می‌شود.

بنابراین این بررسی به بررسی ساختار جمعیت بی‌مهرگان کفزی به عنوان ابزاری مؤثر و با صرفه اقتصادی برای ارزیابی دقیق و سریع کیفیت رودخانه بخصوص زمانی که تحت تأثیر عوامل آشفتگی‌زای محیطی قرار دارند، تأکید می‌نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیریت و پرسنل مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر به‌واسطه تمهیدات ومساعدت‌های فراوان که در انجام این تحقیق داشته اند، نهایت سپاس را دارد. از تمامی همکاران بخش اکولوژی منابع آبی، آقایان صیادرحیم، زحمتکش و یوسف‌زاد و خانم‌ها جعفرزاد و درویش‌زاده کمال تشکر را ابراز می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی،م. ر.، م. کرمی و ر. کاظمی. ۱۳۷۹. تعیین زیتوده و برآورد تولید در رودخانه‌های آغشت و کردان. مجله منابع طبیعی ایران ۵۳ (۱): ۲۰-۳.

۲. احمدی، م. ر. و م. نفیسی. ۱۳۷۹. *شناسایی جانداران شاخص بی‌مهره آب‌های جاری*. انتشارات خبیر، تهران.

۳. جمالزاد، ف. و ع. افراز. ۱۳۷۴. گزارش بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه شفارود. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندر انزلی.

۴. شمالی، م. م. و ش. عبدالملکی. ۱۳۷۵. گزارش بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندرانزلی.

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

6. Barbour, M. T., J. Gerritsen, G. E. Geriffith, R. Fridenborg E. McCarroon, J.S. White M.L. Bastian. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates J. North American Bentholog. Soc. 15(2)185-211.

7. Barbour, M.T., J. Gerritsen, B. D. Snyder and J. B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Peryphyton, Benthic invertebrates and Fish. 2nd ed., EPA Pub., Washington D. C., 408 p.

8. Bass, D. 1995. Species composition of aquatic macrobenthic and environmental conditions in cucumber Creek. Proc. Okla. Sci. 75: 39- 44(1995).

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]

9. Bode, R.W. 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation Service, Albany, 89p.
10. Chu, H. F. 1947. How to Know the Immature Insects. W. M. C. Brown company publisher, Copyright, 85p.
11. Davies, A. 2001. The use and limits of various methods of sampling and interpretation of benthic macroinvertebrates. J. Limnol. 60(suppll.1): 1-6.
12. Gowen, R. J., D. P. Weston, A. Emirk. 1991. Aquaculture and the Benthic Environment. First international symposium on nutritional strategies and aquaculture waste, University of Guelf, Ontario, Canada, pp 187-205.
13. Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid Field Assessment for Organic Pollution with a Family Level Biotic Index. J. North Amer. Benthol. Soc. 7(1) : 65 – 68 .
14. Hynes, H. B. 1970. The Ecology of Running Waters. University of Toronto Press, Canada.
15. Hynes, K. E. 1998. Benthic Macroinvertebrates Diversity and Biotic Indices for Monitoring of 5 Urban and Urbanizing Lakes within the Halifax Regional Municipality (HRM). Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax, Pub., Nova Scotia, Canada.
16. Jessup, B. K. 1999. Family Level Key to the Stream Benthic invertebrates of Maryland and Surrounding Areas. Maryland Department of Natural Resources, Resources Assessment service, USA.
17. Karr, J. R. 1998. Rivers as Sentile: Using the Biology of Rivers to Guid Landscape Management. final report for USEPA, 28p.
18. Kellog, L. L. 1994. Save Our Streams Monitors Guide to Aquatic Macroinvertebrates. Izaak Walton league of America, Gaithersburg, Maryland, 60p.
19. Lenat, D. 1998. Water quality assessment of streams using qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. J. North Amer. Bentholog. Soc. 7: 222-223.
20. Loch, D. D. 1996. The effects of trout farm effluents on the taxa richness of the benthic macroinvertebrates. Aquaculture 147: 37-55.
21. Mellenby, H. 1963. Animal Life in Freshwater. Cox & wyman Ltd., Fakenham, Great Britain.
22. Needham, J., P. Needham. 1962. A Guide to the Freshwater Biology. Fifth edition revised and enlarged, Constable & Co. LTD, London, 115p.
23. Overton, J. 2001. Standard Procedures for Benthic Macroinvertebrates Biological Assessment. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 50 p.
24. Pennak, R. W. 1953. Freshwater Benthic of the United States. The Ronald press company, New York.
25. Pipan, T. 2000. Biological assessment of Stream Water Quality- The Example of the Reka River (Slovenia)". Acta Carsologica 29/1(15): 201-222.
26. Rosenberg, D. M., I. J. Davies, D. G. Cobb and A. P. Wiens. 1999. Protocols for maesuring Biodiversity: Benthic macroinvertebrates in Freshwaters. Department of fisheries and Oceans, Freshwater Institute, Winnipeg, Manitoba,
42 p.
27. Sandin, L. 2003. Benthic macroinvertebrates in Swedish Streams: Community Structure, Taxon Richness, and Environmental Relations. Ecography 26(3): 263-280.
28. Sioli, H. 1975. Tropical Rivers as Expressions of their Terrestrial Environments, Trend in Terrestrial and Aquatic Research. Springer-Verlag Pub., New York.
29. Spellman, F. R. and J. E. Drinan. 2001. Stream Ecology and Self Purification. Lancaster Technomic Pub. Inc., U.S.A., 261p.
30. Taylor, B. R. and R.C. Baily. 1997. Technical Evaluation on Methods for Benthic invertebrates Data Analysis and Interpretation. AETE Project 2.1.3 prepared for Canada Center for Mineral and Energy Technology, Ottawa, Ontario.
31. Usinger, R. L. 1963. Aquatic Insects of California. University of California press, USA.
32. Wilhm, J. L. and T. C. Dorris. 1968. Biological parameters for quality criteria. Biosci. 18: 477-481.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.1.18.3]