تغییرات فصلی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی رودخانه هراز در ایران

غلامرضا بناگر [۱]
برهان ریاضی اصفهانی [۲*]
حسین رحمانی [۳]
مهدی نادری جلودار [۴]

۱، ۲. گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۳. گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴. استادیار پژوهشی بخش اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور)، ساری، ایران

***مسئول مکاتبات:**
briazi@pmz.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۹
کد مقاله:۱۳۹۷۰۳۰۵۵۸
این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

چکیده

هدف از این مطالعه، ارزیابی رابطه بین کیفیت آب رودخانه و توزیع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در رودخانه هراز در ایران است. در این مطالعه، جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در امتداد جریان رودخانه در سال ۱۳۹۴ در ۹ ایستگاه با سه تکرار با استفاده از سوربر سمپلر (۳۰/۵×۳۰/۵ سانتی‌متر مربع) نمونه‌گیری شد. برای ارزیابی بیولوژیکی کیفیت آب از شاخص زیستی BMWP، شاخص تنوع Simpson، شاخص غنای گونه‌ای EPT و شاخص تشابه Pielou استفاده شد. در مجموع ۳۷۸۱ (بهار ۷۶۹، تابستان ۱۰۹۲، پاییز ۱۰۹۵ و زمستان ۸۲۵) نمونه از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی متعلق به ۴ رده، ۱۱ راسته و ۱۶ خانواده شناسایی شدند. کمترین تعداد تاکسون در بهار ثبت شد، درحالی‌که بیشترین تعداد تاکسون در پاییز ثبت شد. ایستگاه ۹ کمترین تعداد تاکسون را داشت، درحالی‌که بیشترین تعداد تاکسون در ایستگاه ۳ ثبت شد. محاسبه نتایج نشان داد که شرایط کیفیت آب از ایستگاه ۱ تا ۶ مناسب و میزان قابل‌توجهی از آلودگی آلی در ایستگاه‌های ۷ و ۸ موجود بود و همچنین کیفیت آب ایستگاه ۹ نسبتاً ضعیف بود که نشان می‌دهد که شرایط رودخانه در این ایستگاه نامطلوب است.

واژگان کلیدی: کیفیت آب، بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی، تنوع، رودخانه هراز.

مقدمه

آب‌های جاری همیشه نقش مهمی در توسعه فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی ایفا کرده‌اند. بااین‌حال، این منابع همیشه از عوامل مختلف اختلال و آشفتگی ایمن نیستند. کیفیت آب از طریق غلظت مواد، عناصر مختلف موجود در آن و تأثیر آن‌ها بر عملکرد اکوسیستم‌های آبزی و سلامت انسان بررسی می‌شود (Arifi *et al*., 2018). مطالعه آب‌ها و شناسایی آلودگی رودخانه‌ها تنها با روش‌های رایج سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب کافی نیست زیرا فقط اطلاعاتی را در زمان نمونه‌برداری داده و به‌طور کامل قادر به بیان کیفیت و وضعیت محیط آبی نمی‌باشد (اسماعیلی ساری،۱۳۸۱).

یکی از بهترین روش‌های عملی و به‌صرفه اقتصادی جهت تعیین سلامت اکولوژیکی آب‌ها ارزیابی و پایش زیستی توسط بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی می‌باشد (Lenat, 1993). استفاده از بی‌مهرگان کف‌زی بر این فرض استوار است که نهرها و رودخانه‌هایی که در فشار آلودگی هستند، تنوع کمتری دارند و گونه‌های مقاوم به آلودگی غالب‌اند. حرکت بی‌مهرگان کف‌زی در مقایسه با ماهیان محدود است و بیشتر تحت تأثیر آلاینده‌ها می‌باشند. همچنین چرخه زندگی آن‌ها (نسبت به جلبک‌ها و باکتری‌ها) طولانی‌تر است که بیشتر تحت تأثیر کیفیت آب قرار می‌گیرند. بی‌مهرگان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

کف‌زی دامنه وسیعی از قدرت تحمل نسبت به آلاینده در میان گونه‌های دیگر دارند و با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز به‌آسانی جمع‌آوری می‌شوند. این دلایل باعث شده است تا بی‌مهرگان کف‌زی به‌عنوان شاخص بیولوژیکی مناسب انتخاب شوند (Tiller and Mazeling, 1998).

روش‌های مختلفی بر اساس استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی برای ارزیابی رودخانه‌ها توسعه‌یافته است. روش‌های ارزیابی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی معمولاً بر پایه تنوع گونه‌ای، تراکم، زی‌توده، میزان بردباری و متغیرهای تغذیه‌ای و کارکردی می‌باشند. توزیع، تراکم جمعیت و تنوع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی تحت تأثیر تغییرات فصلی قرار دارد. اگرچه تغییرات فصلی در جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در برخی از سیستم‌ها می‌تواند بزرگ باشد و در برخی دیگر نیز کوچک باشد. الگوهای فصلی در آب‌وهوا، مانند بارش و درجه حرارت، تغییراتی را در همان سال در اکوسیستم‌های آبی ایجاد می‌کند (Chi *et al*., 2017) تغییرات دما و بارش در فصل‌های خشک و مرطوب، چالش‌های جدی برای جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی به وجود می‌آورد.

مطالعات بیولوژیکی مختلفی توسط برخی محققان بر روی رودخانه‌های مختلف در ایران انجام‌شده است. پذیرا و همکاران (۱۳۸۷) اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر را به مدت ۱۴ ماه و در هفت ایستگاه موردبررسی قراردادند. در ارزیابی زیستی رودخانه کر (استان فارس) در فصول مختلف با استفاده از ساختار جمعیتی ماکروبنتوز که توسط حفار و همکاران (۱۳۸۹) انجام شد، در یک مسافت تقریباً ۲۵۰ کیلومتری، ۵ ایستگاه مطالعاتی تعیین و به‌صورت ماهانه از موجودات کف‌زی نمونه‌برداری به عمل آمد. در طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه زارمرود (ساری- مازندران) با استفاده از شاخص زیستی هیلسنهوف که توسط عظیمی و همکاران (۱۳۹۴) انجام گردید، ۴ شاخه، ۶ رده، ۱۲ راسته و ۲۷ خانواده از ماکروبنتوزها شناسایی شدند. عباسپور و همکاران (۱۳۹۳) به‌منظور ارزیابی زیستی رودخانه چشمه کیله تنکابن، ساختار جمعیتی و زی‌توده‌ای درشت بی‌مهرگان کف‌زی به‌صورت ماهانه طی دوازده نوبت و با سه تکرار نمونه‌برداری انجام دادند. Chen و همکاران (۲۰۱۰) در هنگ گنگ مطالعه‌ای را بر روی جوامع ماکروبنتوز انجام دادند. نتایج ایشان نشان داد که بیشترین فراوانی جوامع ماکروبنتوز در فصل تابستان و کمترین فراوانی در فصل پاییز و زمستان بوده است. Azrina و همکاران (۲۰۰۶) اثر فعالیت‌های انسانی بر تنوع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در رودخانه لنگت مالزی را موردبررسی قراردادند. نتایج بررسی ایشان داد که شاخص‌های غنا و تنوع بزرگ بی‌مهرگان آبزی تحت تأثیر اکسیژن محلول، دما، دانه‌بندی رسوبات بستر قرار داد.

با توجه به اهمیت رودخانه هراز در حوضه جنوبی دریای خزر و وجود فعالیت کارگاه‌های پرورش ماهی در مسیر رودخانه، برداشت بی‌رویه شن و ماسه، ورود پساب‌های کشاورزی، شهری و روستایی که باعث افزایش ورود آلاینده‌ها و کاهش کیفیت و بر هم خوردن تعادل اکوسیستم این رودخانه شده است، مطالعه حاضر باهدف تعیین کیفیت رودخانه هراز در ایستگاه‌های مطالعاتی با استفاده از بی‌مهرگان کف‌زی بر اساس شاخص‌های زیستی انجام‌گرفته است.

مواد و روش‌ها

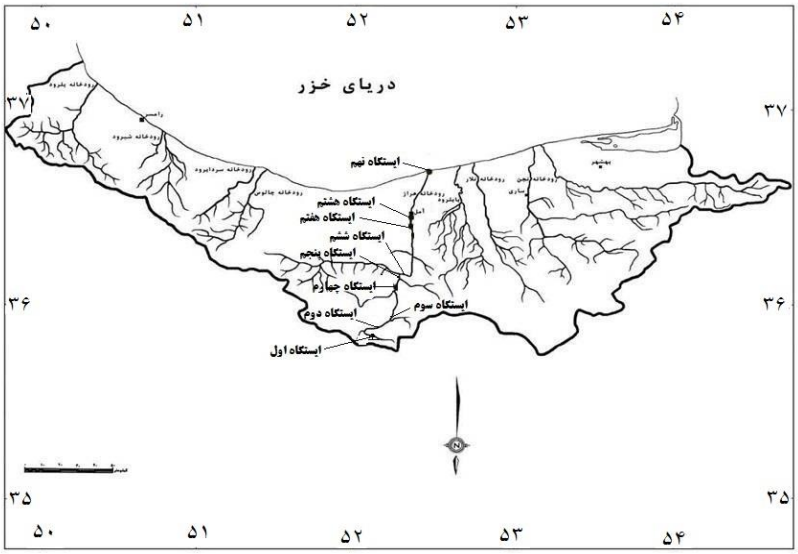
رودخانه هراز یکی از رودخانه‌های پرآب حوضه جنوبی دریای خزر با حجم آبدهی ۶۶۷/۸۶ میلیون مترمکعب از مجموع ۷ رودخانه مهم استان مازندران محسوب می‌شود که از دامنه شرقی کوه پالون‌گردن سرچشمه گرفته و تا پلور، رودخانه لار و ازآن‌پس هراز نامیده می‌شود (نصیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۱).

به‌منظور دستیابی به اطلاعات موردنیاز در ارزیابی زیست‌محیطی رودخانه هراز، عملیات نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان آبزی به مدت یک سال (۱۳۹۴) و طی ۴ فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان در ۹ ایستگاه و ۳ تکرار توسط سوربرسمپلر با ابعاد ۳۰/۵ × ۳۰/۵ سانتیمتر مربع و با چشمه‌های تور ۳۶۰ میکرون، در کناره‌ها و وسط رودخانه انجام شد (ردایی و همکاران، ۱۳۹۵). محتویات درون توری قیفی پس از شستشو به

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

ظروف پلاستیکی منتقل و با فرمالین ۴ درصد تثبیت گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده جهت شناسایی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌ها پس از جداسازی با استفاده از کلید شناسایی معتبر و به کمک لوپ تا پایین‌ترین سطح ممکن شناسایی شدند (Edmondson, ؛Pennak, 1953 .(Techet *et al*., 2000؛ Needham, 1976؛1959

ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس ارتفاع از سطح دریا، دسترسی به رودخانه، عوامل انسان‌ساخت، پوشش گیاهی و مطالعات گذشته در سرشاخه‌های مختلف رودخانه هراز به شرح زیر انتخاب شد: ایستگاه ۱: اولین ایستگاه در منطقه کوهستانی لار قرار دارد. در بالادست این ایستگاه هیچ‌گونه منطقه مسکونی و ... وجود ندارد. تنها عامل تأثیرگذار در این منطقه برخی فعالیت‌های دامداری و گردشگری است. ایستگاه ۲: ایستگاه شماره ۲ در منطقه پلور قرار دارد. در بالادست این ایستگاه، مناطق مسکونی، خدماتی و ...وجود دارد اما این ایستگاه قبل از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع‌شده است. ایستگاه ۳: سومین ایستگاه در منطقه امامزاده علی بعد از اولین کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع‌شده است. سرشاخه پرآب لاسم در بالادست این منطقه، وارد رودخانه هراز می‌شود. ایستگاه ۴: ایستگاه شماره ۴ در منطقه وانا، بعد از ایستگاه‌های متعدد پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرارگرفته است. ایستگاه ۵: این ایستگاه، کمی بالاتر از دوراهی بلده، قبل از ورودی رودخانه نور (بزرگ‌ترین سرشاخه رودخانه هراز) واقع‌شده است. در این منطقه فعالیت‌های راه‌سازی انجام‌گرفته است. ایستگاه ۶: ایستگاه ۶ در منطقه دوراهی بلده، بعد از ورودی رودخانه نور (بزرگ‌ترین سرشاخه رودخانه هراز) واقع‌شده است. در این منطقه نیز فعالیت‌های راه‌سازی انجام‌گرفته است. ایستگاه ۷: هفتمین ایستگاه در منطقه جلگه‌ای، قبل از سد انحرافی هزار سنگر آمل واقع‌شده است. ایستگاه ۸: ایستگاه ۸ در کمربندی شهر آمل و بعد از سد انحرافی هزار سنگر آمل واقع‌شده است. ایستگاه ۹: این ایستگاه بافاصله ۳ کیلومتری از مصب رودخانه هراز در قسمت جنوبی شهر سرخرود واقع‌شده است.



شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های موردمطالعه در رودخانه هراز.

از بین شاخص‌های ارزیابی کیفیت آب، شاخص سیستم امتیازی BMWP مورداستفاده قرار گرفت. از مزایای این سیستم امتیازی این است که به منبع آبی خاص، یا منطقه جغرافیایی ویژه‌ای اختصاص ندارد (شهبازی ناصرآباد و همکاران، ۱۳۹۵). در استفاده از این شاخص، برای هر یک از بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده 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.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

این شاخص بر اساس حضور یا عدم حضور 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, 1998).

رابطه ۱: $$BWMP = \sum BN$$

جدول ۱: طبقات کیفی آب رودخانه به روش BMWP.

کیفیت آب	طبقه‌بندی کیفی	BBMWP
آب‌های تمیز	خیلی خوب	بیشتر از ۱۰۰
آب‌های باکیفیت مشکوک به آلودگی	خوب	۷۱–۱۰۰
آب با آلودگی متوسط	متوسط	۴۱–۷۰
آب با آلودگی شدید	بد	۱۱–۴۰
آب با آلودگی خیلی شدید	خیلی بد	۰–۱۰

شاخص تنوع Simpson: در این شاخص هر یک از گونه‌ها به تعداد کل افراد موجود در نمونه‌های صیدشده مرتبط بوده و از رابطه ذیل محاسبه می‌شود:

رابطه ۲: $$I = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

که در آن I: شاخص تنوع، ni: تعداد افراد گونه و N: شاخص سیمپسون به فراوانی گونه‌های غالب در نمونه حساس است و درواقع، برای محاسبه میزان غالبیت استفاده می‌شود. مقدار شاخص بین ۰ و ۱ است. هر چه غالبیت یک‌گونه در اجتماع بیشتر باشد، این مقدار به سمت ۱ میل می‌کند و برعکس هر چه توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، این مقدار به سمت صفر میل می‌کند (باقری توانی و جمال‌زاده، ۱۳۹۳).

شاخص غنای EPT: یکی از معمول‌ترین روش‌های ارزیابی زیستی کیفیت آب رودخانه شاخص EPT است که درواقع بر اساس تعداد کل گونه‌های سه راسته حساس به آلودگی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی Tricoptera، Pelecoptera و Ephemeroptera در جمعیت نمونه‌برداری شده می‌باشد؛ بنابراین هر چه شاخص EPT بیشتر باشد میزان آلودگی آن کمتر است بود (پیرعلی زفره‌ئی و ابراهیمی درچه، ۱۳۹۵).

رابطه ۳: شاخص پیلو $$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{lnS}$$

H': مقدار شاخص شانون و S: تعداد تاکسون‌ها در نمونه موردنظر است.

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ابتدا آزمون نرمالیته داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف–اسمیرنوف انجام شد. برای مقایسه فصول مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۴) استفاده گردید.

نتایج

در مدت چهارفصل نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز، ۳۷۸۱ جاندار کف‌زی جداسازی و شناسایی شدند. حداکثر تعداد نمونه‌های بی‌مهره کف‌زی جمع‌آوری‌شده مربوط به ایستگاه ۳ و در فصل تابستان (۴۸۷ عدد) و حداقل آن مربوط به ایستگاه ۹ و در فصل تابستان (۶ عدد) بوده است. درمجموع ایستگاه ۳ با ۱۱۳۹ عدد نمونه و ایستگاه ۹ با ۳۸ عدد نمونه بیشترین و کمترین نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. همچنین در فصل پاییز بیشترین نمونه (۱۰۹۵ عدد) و فصل بهار کمترین نمونه (۷۶۹ عدد) جمع‌آوری و شناسایی گردید (جدول ۲).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده به ۳ شاخه، ۴ رده، ۱۱ راسته، ۱۶ خانواده و ۱۶ جنس تعلق دارند. بیشترین فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده به ترتیب متعلق به راسته‌های Ephemeroptera، Trichoptera و Diptera می‌باشند. جنس .Hydropsyche sp از خانواده Hydropsychidae بیشترین فراوانی را تشکیل دادند. خانواده Chironomidae در تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی دیده شد. از شاخه Arthropoda، رده Insecta شامل راسته‌های Diptera (۵ خانواده)، Ephemeroptera (دو خانواده)، Trichoptera (یک خانواده)، Plecoptera (یک خانواده)، Odonata (یک خانواده)، Hymenoptera (یک خانواده) و Coleoptera (یک خانواده) و رده Crustacea شامل راسته Amphipoda (یک خانواده) شناسایی شدند. از شاخه Annelida، رده Oligochaeta شامل راسته‌های Haplotaxida (یک خانواده) و Lumbriculida (یک خانواده) شناسایی شدند؛ و درنهایت از شاخه Mollusca، رده Bivalvia (شامل راسته Unionoida (یک خانواده)) شناسایی شدند (جدول ۳).

جدول ۲: فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥	ایستگاه ٦	ایستگاه ۷	ایستگاه ۸	ایستگاه ۹	مجموع
بهار	۵ ^{a}	۱۰ ^{a}	۱۱۴ ^{a}	۳۱۸ ^{a}	۲۵۱ ^{a}	۲۳ ^{a}	۱۰ ^{a}	۲۹ ^{a}	۹ ^{a}	۷۶۹ ^{a}
تابستان	۱۹۷ ^{b}	۷۰ ^{a}	۴۸۷ ^{a}	۱۵۷ ^{a}	۲۷ ^{b}	۲۶ ^{a}	۶۵ ^{ab}	۵۷ ^{a}	۶ ^{a}	۱۰۹۲ ^{a}
پاییز	۱۳۴ ^{c}	۲۰۰ ^{a}	۳۶۶ ^{a}	۲۰۱ ^{a}	۲۵ ^{cb}	۷۸ ^{a}	۳۵ ^{ab}	۴۸ ^{a}	۸ ^{a}	۱۰۹۵ ^{a}
زمستان	۱۲ ^{a}	۱۸۹ ^{a}	۱۷۲ ^{a}	۱۷۷ ^{a}	۷۳ ^{dbc}	۷۵ ^{a}	۸۹ ^{b}	۲۳ ^{a}	۱۵ ^{a}	۸۲۵ ^{a}
مجموع	۳۴۸	۴۶۹	۱۱۳۹	۸۵۳	۳۷۶	۲۰۲	۱۹۹	۱۵۷	۳۸	۳۷۸۱

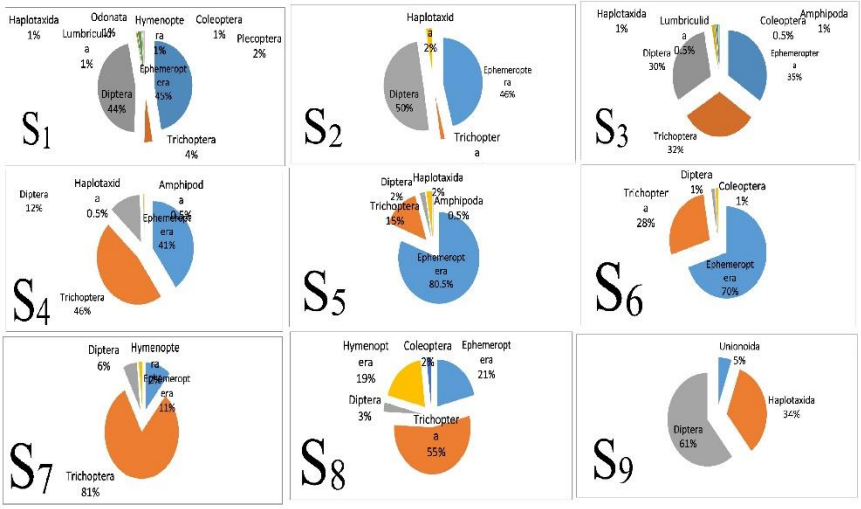
a، b، c اختلاف معنی‌دار بین فصول مختلف در سطح ۵ درصد

جدول ۳: سیستماتیک بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده در رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

Phylum	Class	Order	Family
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae
			Heptageniidae
		Trichoptera	Hydropsychidae
		Plecoptera	Leuctridae
		Odonata	Coenagrionidae
		Hymenoptera	Ichneumonidae
		Diptera	Chironomidae
			Simuliidae
			Tipulidae
			Limnoidae
			Culicidae
		Coleoptera	Elmidae
	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae
Mollusca	Bivalvia	Unionoida	Unionidae
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae
		Lumbriculida	Lumbriculidae

Ephemeroptera در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۵ و ۶ جمعیت غالب این ایستگاه‌ها بودند و همچنین در ایستگاه‌های ۲ و ۹ Diptera جمعیت غالب را تشکیل داد. Trichoptera در ایستگاه‌های ۴، ۷ و ۸ بیشترین تعداد را در مقایسه با سایر راسته‌ها به خود اختصاص داد. ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی در ایستگاه‌های مختلف در شکل ۲ نمایش داده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]



شکل ۲: درصد فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده در ایستگاه‌های مختلف رودخانه هراز بر اساس راسته در سال ۱۳۹٤.

در این بررسی یک شاخص زیستی در سطح خانواده (BMWP) برای هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی در مدت بررسی، محاسبه گردید. بر اساس نتایج بدست آمده به‌طور متوسط، حداقل مقدار شاخص زیستی در فصل زمستان در ایستگاه ۹ مطالعاتی برابر ۷ و حداکثر مقدار آن در فصول تابستان و پاییز در ایستگاه ۳ مطالعاتی برابر ۱۲۰ بوده است. بر اساس شاخص زیستی BMWP، کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف در ۴ طبقه کیفی خیلی بد، بد، متوسط و خوب قرار دارند (جدول ۵).

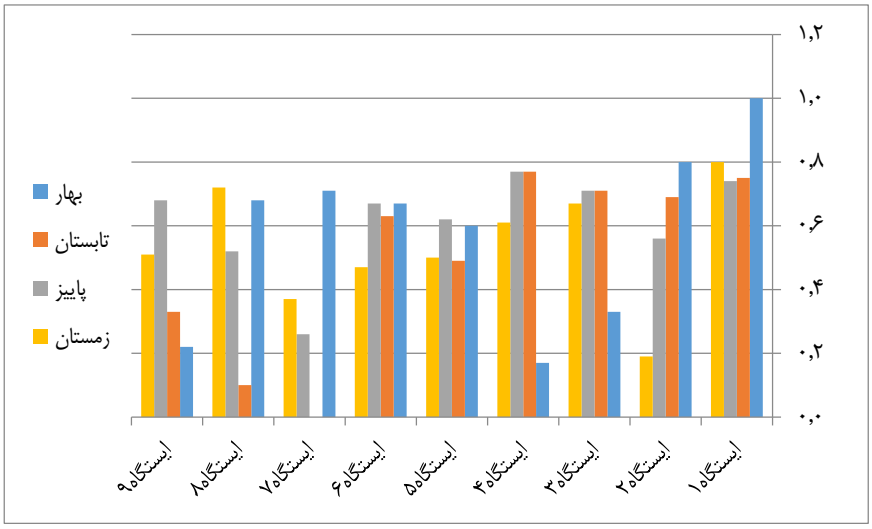
جدول ۵: شاخص زیستی BMWP بی‌مهرگان کف‌زی در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥	ایستگاه ٦	ایستگاه ۷	ایستگاه ۸	ایستگاه ۹
بهار	۱۴	۳۰	۶۱	۵۴	۱۰۰	۵۰	۴۶	۴۶	۸
تابستان	۷۳	۶۶	۱۲۰	۷۵	۵۶	۴۲	۲۱	۲۸	۱۲
پاییز	۱۱۹	۸۵	۱۲۰	۱۱۲	۶۲	۸۷	۳۰	۳۹	۱۳
زمستان	۴۶	۵۴	۶۲	۷۴	۷۴	۷۹	۵۵	۴۶	۷
میانگین	۶۳	۵۸/۷۵	۹۰/۷۵	۷۸/۷۵	۷۳	۶۴/۵	۳۸	۳۹/۷۵	۱۰
طبقه کیفی	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	متوسط	بد	بد	خیلی بد

کمترین میزان شاخص سیمپسون در ایستگاه ۷ فصل تابستان برابر صفر و بیشترین میزان آن در ایستگاه ۱ فصل بهار برابر ۱ محاسبه گردید. میانگین فصلی شاخص تنوع سیمپسون در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز در فصل بهار و زمستان در ایستگاه ۱ دارای بیشترین و به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۲ دارای کمترین مقدار شاخص بودند. بیشترین مقدار شاخص سیمپسون در فصل تابستان و زمستان در ایستگاه ۴ و کمترین مقدار

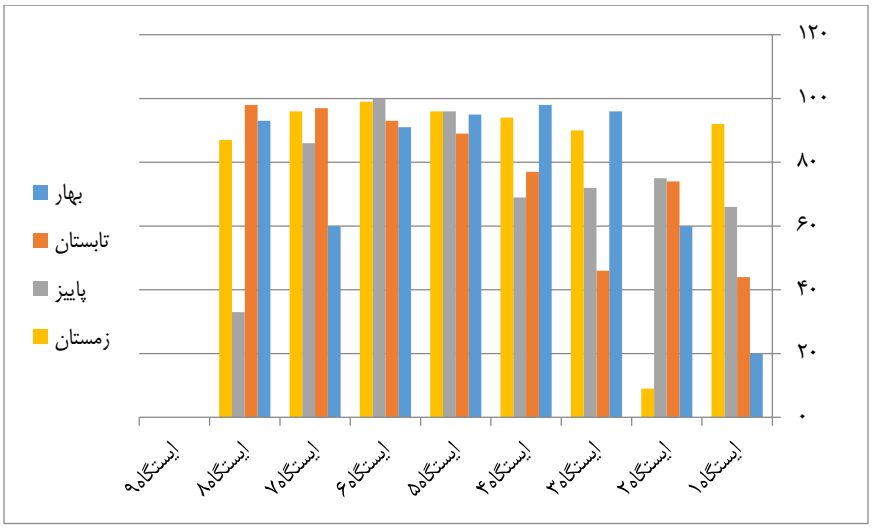
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

در ایستگاه ۷ ثبت شد. درمجموع کمترین میزان شاخص سیمپسون در ایستگاه ۷ فصل تابستان برابر صفر و بیشترین میزان آن در ایستگاه ۱ فصل بهار برابر ۱ محاسبه گردید (شکل ۳).



شکل ۳: میانگین فصلی شاخص تنوع سیمپسون در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

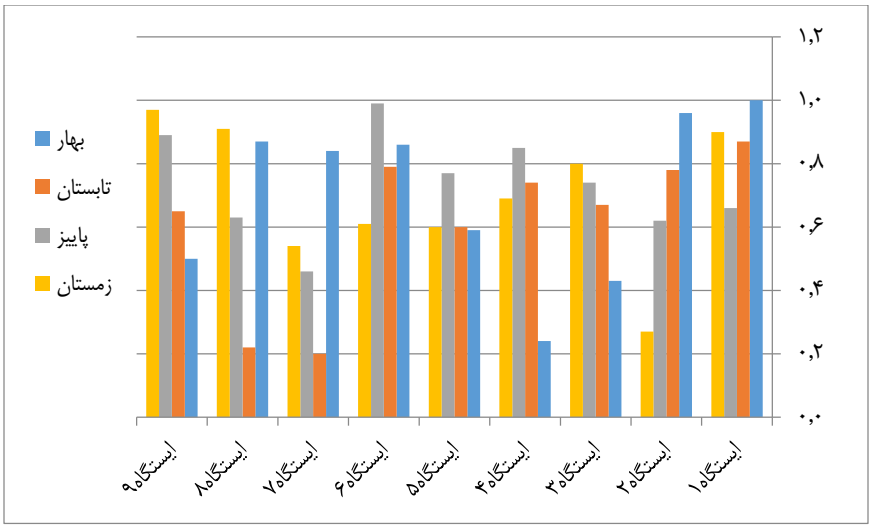
کمترین میزان غنای EPT در ایستگاه ۹ در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برابر صفر درصد و بیشترین میزان آن در ایستگاه ۶ فصل پاییز برابر ۱۰۰ درصد محاسبه گردید (شکل ۴).



شکل ٤: میانگین فصلی شاخص غنای EPT به درصد در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

کمترین میزان یکنواختی پیلو در ایستگاه ۷ فصل تابستان برابر ۰/۲۰ و بیشترین میزان آن در ایستگاه ۱ فصل بهار برابر ۱ محاسبه گردید (شکل ۵).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]



شکل ۵: میانگین فصلی شاخص یکنواختی پیلو در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ۱۳۹٤).

بحث و نتیجه‌گیری

بیشترین تعداد بی‌مهرگان کف‌زی به ترتیب در ایستگاه‌های ۳، ۴، ۲، ۱، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه بین فصول نشان داد که به ترتیب فصل پاییز، تابستان، زمستان و بهار دارای بیشترین فراوانی بودند. بررسی مقایسه جمعیت کف‌زیان در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در ایستگاه‌های مختلف به‌وسیله آزمون توکی در سطح ۵ درصد در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۴) نشان داد که در ایستگاه ۱ بین فصل بهار، تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۱)، اما بین فصل بهار و زمستان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در ایستگاه ۲، ۳، ۴، ۶، ۸ و ۹ بین هیچ‌کدام از فصول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در ایستگاه ۵ بین فصل بهار با فصول تابستان، پاییز و زمستان اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۱)، اما بین فصل تابستان با پاییز و زمستان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همچنین بین فصل پاییز و زمستان اختلاف غیر معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). در ایستگاه ۷ فقط بین فصل بهار و زمستان اخلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بالا بودن فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی در فصل پاییز و تابستان را این‌گونه می‌توان توجیه کرد که چون فصل تابستان، فصل تولیدمثل و زادآوری بی‌مهرگان کف‌زی می‌باشد و شرایط فیزیکی و شیمیایی و هیدرولوژیکی جهت تولیدمثل فراهم بوده (ملازاده، ۱۳۹۳) و این شرایط در رودخانه هراز در فصل پاییز ادامه داشته است (باقری توانی و جمال‌زاده، ۱۳۹۳). پایین بودن فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی در فصل بهار شاید به این دلیل باشد که چرخه‌های تولیدمثل کامل نشده است و یا به علت کوچک بودن بی‌مهرگان کف‌زی و بزرگ بودن چشمه‌های تور نسبت به بی‌مهرگان، جمع‌آوری نشده باشد (ملازاده، ۱۳۹۳) و همچنین در فصل زمستان به علت پایین بودن دما و سرد شدن هوا و عدم رشد گیاهان آبزی در رودخانه، شرایط برای حضور بی‌مهرگان کف‌زی فراهم نشده و به همین دلیل بی‌مهرگان کف‌زی در رودخانه هراز دارای فراوانی کمتری بودند (پذیرا و همکاران، ۱۳۸۷).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ٤: فراوانی خانواده‌های بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی‌شده در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز (سال ١٣٩٤).

	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥	ایستگاه ٦	ایستگاه ۷	ایستگاه ۸	ایستگاه ۹	مجموع
Baetidae	۷۴	۱۵۶	۱۱۰	۱۹۵	۱۲۵	۵۰	۱۱	۲۰	–	۷۴۱
Heptageniidae	۹۰	۶۰	۲۸۴	۱۵۰	۱۸۰	۹۱	۱۱	۱۳	–	۸۷۹
Hydropsychidae	۱۲	۸	۳۵۹	۳۹۸	۵۴	۵۶	۱۶۲	۸۶	–	۱۱۳۵
Leuctridae	۵	–	–	–	–	–	–	–	–	۵
Coenagrionidae	۱	–	–	۱	–	–	–	–	–	۲
Ichneumonidae	۱	–	–	–	–	–	۳	۳۰	–	۳۴
Chironomidae	۵۲	۲۰۵	۲۰۵	۲۱	۲	۲	۷	۵	۲۲	۵۲۱
Simuliidae	۱۰۸	۲۲	۱۴۴	۸۲	–	–	۲	–	–	۳۵۸
Tipulidae	–	۲	۴	–	۴	–	۳	–	–	۱۳
Limnoidae	۱	۴	–	۲	۲	۱	–	–	–	۱۰
Culicidae	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۱
Elmidae	۲	–	۴	–	–	۲	–	۳	–	۱۱
Gammaridae	–	–	۱۰	۲	۱	–	–	–	–	۱۳
Lumbricidae	۱	۱۲	۱۵	۲	۸	–	–	–	۱۳	۵۱
Lumbriculidae	۱	–	۴	–	–	–	–	–	–	۵
Unionidae	–	–	–	–	–	–	–	–	۲	۲
مجموع	۳۴۸	۴۶۹	۱۱۳۹	۸۵۳	۳۷۶	۲۰۲	۱۹۹	۱۵۷	۳۸	۳۷۸۱

در مطالعه حاضر، ۵ خانواده از راسته Diptera به نام‌های Chironomidae، Simuliidae، Tipulidae، Limnoidae و Culicidae شناسایی شد که دارای بیشترین تعداد خانواده در مقایسه با سایر راسته‌ها بود. خانواده Chironomidae تنها خانواده‌ای بود که در همه ایستگاه‌ها مشاهده شد و بیش‌ترین فراوانی را در ایستگاه‌های ۲ و ۳ و کمترین فراوانی را د ایستگاه‌های ۵ و ۶ داشت که علت آن را می‌توان توانایی زندگی در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و مقاومت بالای این خانواده دانست (اله بخشی و ابراهیم نژاد، ۱۳۹۰). خانواده‌های Hydropsychidae، Heptageniidae و Baetidae به‌جز در ایستگاه ۹ در سایر ایستگاه‌ها قابل‌رؤیت بودند.

بیشترین میزان فراوانی گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در ایستگاه‌های ۳ و ۴ مشاهده گردید که مربوط به خانواده Hydropsychidae بود که می‌تواند به دلیل ورود مواد غذایی توسط پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قبل و بعدازاین ایستگاه‌ها باشد. پساب کارگاه‌های پرورش ماهی یکی از عوامل مؤثر در تغییر و ساختار جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی می‌باشد که باعث افزایش گروه‌های مقاوم و کاهش گروه‌های حساس می‌شوند (نادری جلودار و همکاران، ۱۳۹۰). میررسولی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر روی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی رودخانه زرین گل در استان گلستان، ۱۴ راسته و ۸۱ گروه (جنس و خانواده) از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی کردند. نتایج نشان داد در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی غنای EPT، غنای EPT/CHIR و شاخص تنوع شانون کاهش یافتند. بررسی شاخص‌ها نشان داد که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی نسبت به

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

ایستگاه‌های قبل از مزارع پرورش ماهی تنوع بزرگ بی‌مهرگان و فراوانی خانواده‌های حساس به آلودگی، کاهش و خانواده‌های مقاوم به آلودگی، افزایش‌یافته است که نشانگر کاهش کیفیت آب بود.

خانواده Culicidae در مقایسه با سایر خانواده‌ها دارای حداقل فراوانی بوده که در ایستگاه ۹ مشاهده شد. احتمالاً به خاطر اینکه این خانواده شب فعال هستند و بیشتر، شب‌ها جهت تغذیه خارج می‌شوند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۱). پس‌ازآن خانواده Coenagrionidae در ایستگاه ۱ و ۴ رؤیت شد که احتمالاً به دلیل عمر کوتاه این خانواده باشد (صادقی، ۱۳۹۰) و همچنین خانواده Unionidae فقط در ایستگاه ۹ رؤیت شد. جعفری و همکاران در سال ۱۳۹۰ ساختار جمعیتی کف‌زیان بزرگ رودخانه کسلیان مازندران را موردبررسی قراردادند. در این تحقیق ۳۱ خانواده از کف‌زیان بزرگ شناسایی شد. افراد متعلق به سه راسته Diptera، Ephemeroptera و Trichoptera در همه ایستگاه‌ها غالب بودند. بررسی ایشان نشان داد فراوانی خانواده Chironomidae به علت ورود آلودگی شهری در دو ایستگاه افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است. همچنین نتایج نشان داد در راسته Trichoptera خانواده Hydropsychidae دارای بیشترین فراوانی بوده است. پذیرا و همکاران (۱۳۸۷) اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر را به مدت ۱۴ ماه و در هفت ایستگاه موردبررسی قراردادند. بیشترین تنوع زیستی در ماه‌های گرم سال (تیر و مرداد) قرار داشت. بیشترین فراوانی نسبی مربوط به راسته Ephemeroptera و Diptera بود. در بررسی امکان تأثیر جامعه کف‌زیان رودخانه طالقان روی تعیین کیفیت آب که توسط مهدوی و همکاران (۱۳۸۹) صورت گرفت، به‌طورکلی ۱۳ خانواده متعلق به ۶ راسته مورد شناسایی قرار گرفت که همه آن‌ها شامل لارو حشرات بودند. راسته‌های Ephemeroptera، Trichoptera و Diptera در همه‌جا غالب بودند. در مطالعه حاضر نیز Ephemeroptera در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۵ و ۶ و همچنین Diptera در ایستگاه‌های ۲ و ۹ و Trichoptera در ایستگاه‌های ۴، ۷ و ۸ بیشترین تعداد را در مقایسه با سایر راسته‌ها به خود اختصاص دادند.

بر اساس شاخص زیستی BMWP، میانگین کیفیت آب در چهارفصل در ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ خوب، ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۶ متوسط، ایستگاه‌های ۷ و ۸ بد و ایستگاه ۹ خیلی بد برآورد شد. بر اساس نتایج بدست آمده به‌طور متوسط، حداقل مقدار شاخص زیستی در فصل زمستان در ایستگاه ۹ مطالعاتی برابر ۷ و حداکثر مقدار آن در فصول تابستان و پاییز در ایستگاه ۳ مطالعاتی برابر ۱۲۰ بوده است. بر اساس طبقه‌بندی کیفی BMWP امتیاز بالای ۱۰۰ در محدوده آب‌های بسیار تمیز قرار می‌گیرد که ایستگاه ۱ با امتیاز ۱۱۹، ایستگاه ۴ با امتیاز ۱۱۲ و ایستگاه ۳ با امتیاز ۱۲۰ در فصل پاییز و ایستگاه ۳ با امتیاز ۱۲۰ در فصل تابستان در این محدوده قرار گرفتند. راسته Ephemeroptera معمولاً نشانگر سلامت آب‌ها می‌باشند که از این راسته، خانواده Heptageniidae و Baetidae که تا ایستگاه ۶ دارای تعداد بیشتری بودند، با شاخص زیستی BMWP تقریباً همخوانی دارند.

شاخص EPT در ایستگاه‌های ۱ تا ۸ به ترتیب ۵۱، ۴۸، ۶۷، ۸۷، ۹۵/۵، ۹۸، ۹۲ و ۷۶ درصد و در ایستگاه ۹ صفر بود. با توجه به درصد شاخص بدست آمده، کیفیت ایستگاه‌های ۵، ۶ و ۷ بسیار مناسب و ایستگاه‌های ۱، ۳، ۴ و ۸ مناسب و همچنین ایستگاه ۹ فقیر برآورد شد. در ایستگاه ۱ هر ۳ راسته یعنی Plecoptera، Ephemeroptera و Tricoptera حضور داشتند. در ایستگاه ۲ تا ۸ فقط راسته‌های Ephemeroptera و Tricoptera مشاهده شد. در ایستگاه ۹ هیچ‌یک از این راسته‌ها مشاهده نشد که احتمالاً نشان‌دهنده وجود آلودگی مواد آلی شدید در این ایستگاه باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۰؛ نادری جلودار و همکاران، ۱۳۹۰؛ میررسولی و همکاران،۱۳۹۱) در بررسی کیفی رودخانه تجن ساری با استفاده از ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی و شاخص BMWP که توسط شکری و همکاران (۱۳۹۳) صورت گرفت، مشخص گردید که ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی، شاخص‌های فراوانی، درصد EPT و BMWP در بعضی از ایستگاه‌های موردمطالعه ایشان که تحت تأثیر عوامل استرس‌زا و فعالیت‌های انسانی قرار داشته، در وضعیت کیفی مناسبی قرار ندارند.

بررسی میانگین فصلی شاخص یکنواختی پیلو در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه هراز نشان داد که کمترین میزان یکنواختی پیلو در ایستگاه ۷ در فصل تابستان برابر ۰/۲۰ و بیشترین میزان آن در ایستگاه ۱ در فصل بهار برابر ۱ بوده است. هرچه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد میزان پایداری و ثبات بیشتر است (Barnes *et al*., 1998) درنتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). مقایسه بین

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

شاخص تنوع سیمپسون و شاخص پیلو در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد، ایستگاه ۷ در فصل تابستان که کمترین شاخص پیلو را داشت دارای کمترین شاخص تنوع سیمپسون بوده است و همچنین ایستگاه ۱ در فصل بهار که بیشترین شاخص پیلو را داشت، دارای بیشترین شاخص سیمپسون بود. بررسی سایر ایستگاه‌ها نیز نشان داد که همین روند برقرار است (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

در پایان، با توجه به ارزیابی کیفی رودخانه هراز در این مطالعه، شرایط کیفیت آب از ایستگاه ۱ تا ۶ مناسب و میزان قابل‌توجهی از آلودگی آلی در ایستگاه‌های ۷ و ۸ موجود بود و همچنین کیفیت آب ایستگاه ۹ نسبتاً ضعیف بود که نشان می‌دهد که شرایط رودخانه در این ایستگاه نامطلوب است.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام‌گرفته است.

منابع

اسماعیل‌زاده، ا.، حسینی، م.، اسدی، ح.، غدیری‌پور، پ. و احمدی، ع.، ۱۳۹۱. رابطه تنوع زیستی گیاهی با عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته. زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۴ (۱۲): صفحات ۱۲-۱.

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ ص.

باقری توانی، م. و جمال‌زاده، ح. ر.، ۱۳۹۳. بررسی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر. زیست‌شناسی دریا، ۶ (۲۳): صفحات ۹۶-۸۱.

اله بخشی، ا. و ابراهیم نژاد، م.، ۱۳۹۰. معرفی لاروهای خانواده کرونومیده (Chironomidae) و بررسی عوامل مؤثر بر فراوانی آن‌ها در رودخانه گلپایگان. زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۱): صفحات ۱۲۸-۱۱۸.

پذیرا، ع.، امامی، م.، کوه‌گردی، ا.، وطن‌دوست، ص. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر. شیلات، ۲(۴): صفحات ۳۱-۲۲.

پیرعلی زفره‌ئی، ا. ر. و ابراهیمی درچه، ع.، ۱۳۹۵. معرفی چند شاخص زیستی مناسب برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه. آب و توسعه پایدار، ۳(۲): صفحات ۳۵-۴۲.

حفار، م.، احمدی، م. ر. و یحیوی، م.، ۱۳۸۹. ارزیابی زیستی رودخانه کر (استان فارس) در فصول مختلف با استفاده از ساختار جمعیتی ماکروبنتوز. مجه شیلات، ۱(۲): صفحات ۳۴-۲۱.

جعفری، ع.، کرمی، م.، عبدلی، ا.، اسماعیلی ساری، ع. و مرتضایی فریزهندی، ق.، ۱۳۹۰. ساختار جمعیتی کفزیان بزرگ رودخانه کسلیان-مازندران. مجله شیلات، ۵(۲): صفحات ۱۱۲-۱۰۱.

ردایی، ف.، رحمانی، ح.، حق‌پرست، س. و رکابی، م.، ۱۳۹۵. اثر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر شاخص‌های زیستی و تنوع گونه‌ای بزرگ بی‌مهرگان کفزی در حوضه رودخانه چالوس، استان مازندران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰۰ ص.

عباسپور، ر.، هدایتی‌فرد، م.، علیزاده ثابت، ح.ر.، حسن‌زاده، ح. و مسگران کریمی، ج.، ۱۳۹۳. برآورد شاخص‌های زیستی و کیفی آب رودخانه چشمه‌کیله تنکابن با استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کفزی و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب. علوم و مهندسی محیط‌زیست، ۱(۲): ۷۳-۵۹.

شکری، م.، احمدی، م.ر.، رحمانی، ح. و کامرانی، ا.، ۱۳۹۳. بررسی کیفی رودخانه تجن ساری با استفاده از ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی و شاخص BMWP. محیط‌زیست جانوری، ۶(۴): صفحات ۲۳۰-۲۲۱.

شهبازی ناصرآباد، س.، پورباقر، ه.، ایگدری، س.، دانه‌کار، ا. و رجایی، م.، ۱۳۹۵. مقایسه شاخص‌های زیستی BMWP و ASPT با اندیکس‌های تنوع زیستی به‌منظور ارزیابی کیفی رودخانه‌های موقتی (مطالعه موردی: رودخانه خیرودکنار). نشریه محیط‌زیست طبیعی، ۶۹(۲): صفحات ۴۳۹-۴۶۷.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

صادقی، ص.، ۱۳۹۰. بررسی مقدماتی مرحله پورگی سنجاقک شکلان (Odonata) استان فارس، توصیف پوره جنس Anax (Leach, 1815) و کلید شناسایی پوره‌ها. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۳): صفحات ۴۷۶-۴۶۸.

عزیزی، ک.، پودات، ع.، سلطانی، ا. و مهران‌زاده، م.، ۱۳۹۱. شناسایی گونه‌ها و برخی خصوصیات زیستی پشه‌های آنوفل در مناطق پرخطر انتقال مالاریا در استان هرمزگان، ۸۷-۱۳۸۶. مجله پزشکی هرمزگان، ۱۶(۴): صفحات ۲۸۲-۲۷۳.

عظیمی، آ.، امیرنژاد، ر.، نصراله‌زاده ساروی، ح. و سلیمانی رودی، ع.، ۱۳۹٤. طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه زارمرود (ساری- مازندران) با استفاده از شاخص زیستی هیلسنهوف. اکوبیولوژی تالاب، ۷(۲۳): صفحات ۴۸-۲۳.

نادری جلودار، م.، عبدلی، ا.، میرزاخانی، م.ک. و شریفی جلودار، ر.، ۱۳۹۰. پاسخ بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی رودخانه هراز به پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۴(۲): صفحات ۱۷۶-۱۶۳.

نصیراحمدی، ک.، یوسفی، ذ. و ترسلی، ا.، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی کیفیت آب رودخانه هراز بر اساس شاخص NSFWQI. دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲(۹۲): صفحات ۷۱-۶۴.

ملازاده، ن.، ۱۳۹۳. ارزیابی وضعیت کیفی رودخانه ماربر با استفاده از شاخص‌های زیستی و فون ماکروبنتوز. اکوبیولوژی تالاب، ۶ (۱): ۵۶-۴۷.

مهدوی، م.، بذرافشان، ا.، جوانشیر، آ.، موسوی ندوشنی، ر. و باباپور، م.، ۱۳۸۹. بررسی امکان تأثیر جامعه کف‌زیان رودخانه طالقان روی تعیین کیفیت آب، نشریه محیطزیست طبیعی. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳(۱): صفحات ۹۱-۷۵.

میررسولی، ا.، نظامی، ش.، خارا، ح. و قربانی، ر.، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر روی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی رودخانه زرین‌گل. مجله توسعه آبزی‌پروری، ۶(۲): صفحات ۹۲-۸۱.

Arifi, K., Elblidi, S., Serghini, A., Tahri, L., Yahyaoui, A. and Fekhaoui, M., 2018. Taxonomic diversity of benthic macroinvertebrates and bio-evaluation of water quality of Grou River (Morocco) through the use of the standardized global biological index (IBGN). Journal of Materials and Environmental Science, 9 (4):1343-1356.

Azrina, M. Z., Yap, C. K., Rahim Ismail, A., Ismail, A. and Tan, S. G., 2006. Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. Ecotoxicology and Environmental safety, 64(3): 337-347.

Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, S. R. and Spurr, S. H., 1997. Forest Ecology. 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 774 p.

Chen, K., Tian, S. and Jiao, J. J., 2010. Macrobenthic community in Tolo harbour, Hong Kong and its relations with heavy metals. Estuaries and coasts, 33(3): 600-608.

Chi, S.h., Li, S., Chen, S.h., Chen, M., Zheng, J. and Hu, J., 2017. Temporal variations in macroinvertebrate communities from the tributaries in the Three Gorges Reservoir Catchment, China. Revista Chilena de Historia Natural, 90: 6. doi.org /10.1186/s 40693 -017-0069-y.

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

Lenat, D. R., 1998. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macro invertebrates. Journal of North American Benthological Society, 7(3): 222-233.

Hawkes, H. A., 1998. Origin and development of the biological monitoring working party score system. Water Research, 32(3): 964-968.

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

Pennak, R. W., 1953. Freshwater Invertebrates of the United States. The Ronald Press Company, New York, 796 p.

Tiller, D. and Mazeling, L., 1998. Rapid Bioassessment of Victorian Streams, EPA Publication. Environmental Protection Authority, pp. 2-13.

Techet, H., Richoux, P., Oumaud, M. and Usseglio, P. P., 2000. Invertebrates EduDouce. Systematique, Biologie, Ecologie, NRS Editions, Paris, 275p.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]