مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

ارزیابی کیفیت آب رودخانه پروز استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از شاخص‌های زیستی EPT و هیلسنهوف (HFBI)

مسیب کبیری، اسماعیل پیرعلی، رسول زمانی‌احمدمحمودی*، مهرداد فتح‌الهی

گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۷/۱۱
اصلاح: ۹۵/۰۸/۱۱
پذیرش: ۹۶/۰۱/۲۷

کلمات کلیدی:
شاخص EPT
شاخص هیلسنهوف
خودپالایی
رودخانه پروز
لردگان

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور تعیین میزان تأثیرگذاری پساب مزارع پرورش ماهی بر ساختار جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کف زی انجام شد و هم‌چنین در ارزیابی کیفیت آب رودخانه از شاخص‌های زیستی EPT و شاخص هیلسنهوف (HFBI) استفاده شده است. نمونه‌برداری از جوامع بی‌مهرگان آبزی به‌صورت ماهانه در مدت یک سال از فروردین‌ماه ۱۳۹۳ تا پایان اسفندماه ۱۳۹۳ انجام شد. نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان با استفاده از دستگاه سوربر به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و با سه تکرار در هر ایستگاه انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از شاخص زیستی در حد خانواده هلسینهوف در رودخانه پروز نشان داد، میزان این شاخص از ۴/۰۲ تا ۴/۵۰ در حال تغییر بوده است. در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری، کیفیت آب در اردیبهشت‌ماه داری بهترین کیفیت و کمترین درجه آلودگی بود و در مابقی ماه‌ها کیفیت آب در وضعیت خوب بوده است. مقدار شاخص EPT در ایستگاه‌های مطالعاتی تفاوت معنی‌داری داشته است و ایستگاه‌های پایین‌دست به‌خصوص چهار و هفت مقدار EPT کمتری را نشان دادند. در نتیجه‌گیری کلی بر اساس شاخص‌های زیستی مطالعه شده، آب رودخانه پروز در تمامی ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه انتهایی، در ردیف آب‌هایی است که توان خود پالایی آلاینده‌ها را تا حدودی زیادی دارد.

مقدمــه

یکی از جنبه‌های کاربردی مهم آب‌های جاری و رودخانه‌ها که به دلیل نیاز فزاینده بشر به منابع پروتئینی رشد و توسعه چشمگیری داشته است، صنعت آبزی‌پروری[1] می‌باشد. در این میان استان چهارمحال و بختیاری به لحاظ شرایط اقلیمی و دارا بودن رودخانه‌های فروان و چشمه‌ساران زیاد، یکی از قطب‌های پرورش ماهی قزل‌آلای کشور می‌باشد (Iranian Fisheries Organization, 2006). از سوی دیگر، منابع آب‌های فروان و باکیفیت و تعیین ظرفیت رودخانه‌ها و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی کارگاه‌های پرورش ماهی و رعایت اصل توسعه پایدار یک امر حساس و موردتوجه عموم مدیران و برنامه ریزان می‌باشد (Loch, 1996).

در حقیقت توسعه آبزی‌پروری در حوضه یک رودخانه باید با توجه به اصل پایش اثرات زیست‌محیطی محدود گردد. لذا لازم است تا یک ارزیابی از فعالیت‌های مزارع پرورش و میزان و تأثیر آن‌ها بر اکوسیستم رودخانه‌ها ارائه گردد. مطالعه آب و شناسایی آلودگی رودها تنها با روش‌های رایج سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب کافی نیست، زیرا فقط اطلاعاتی را در

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: rasoolzamani@yahoo.com

[1] Aquaculture

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

زمان نمونه‌برداری به ما می‌دهد. یکی از بهترین و کارآمدترین روش‌ها برای ارزیابی زیستی[۲] استفاده از موجودات ماکروبنتوز می‌باشد (Karr, 1998). بی‌مهرگان کف‌زی به دلیل پراکنش جهانی مناسب، نمونه‌برداری آسان، تحرک پایین و چرخه زندگی نسبتاً طولانی در مطالعات کیفیت آب مورداستفاده قرار می‌گیرند. به همین دلیل پایش زیستی با استفاده از جانوران و به‌خصوص بزرگ بی‌مهرگان آبزی شاخص بهتری از وضعیت محیط آبی می‌باشد. تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با بررسی ساختار جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبزی انجام شده است (Sharifinia *et al.*, 2012; Hosseini *et al.*, 2012; Mesgaran Karimi *et al.*, 2012; Abbaspour *et al.*, 2013; Rezaei *et al.*, 2014; Karami *et al.*, 2015; Khoshakhalgh *et al.*, 2015) پساب آبزی‌پروری با افزایش غلظت مواد جامد معلق و کاهش سطح اکسیژن کاهش غنای گونه‌ای و افزایش فراوانی و غالبیت موجودات مقاوم به آلودگی و تغییر ساختار جامعه زیستی را به دنبال دارد (Lenat, 1988). بنابراین یکی از مؤثرترین روش‌های مناسب برای بررسی اثر پساب مزارع پرورش ماهی بر آب‌های دریافت‌کننده پساب ارزیابی تغییرات جوامع زیستی آن است (Lenat, 1988; Stephens and Farris, 2004). ماکروبنتوزهای اکوسیستم‌های آبی جانورانی بی‌مهره تحرک اندک هستند که با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند و شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی زیستی می‌باشند (Stephens and Farris, 2004). بدین ترتیب تحقیق حاضر به‌منظور تعیین میزان تأثیرگذاری پساب مزارع بر ساختار جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کف زی و گروه‌های غالب آن‌ها صورت گرفته و با استفاده از شاخص‌های زیستی EPT و شاخص هیلسنهوف[۳] به ارزیابی کیفیت آب رودخانه پروز پرداخته است. منابع آلاینده این رودخانه شامل پساب‌های کشاورزی و پساب‌های مزارع پرورش ماهی می‌باشند. عمده کشاورزی در حاشیه رودخانه شالی‌کاری بوده و فاضلاب‌های روستای منازل حاشیه رودخانه از قبیل روستای امام‌آباد گیساران، باغ کاج وارد رودخانه می‌شوند. این تحقیق با هدف بررسی شرایط موجود و ارزیابی اثرات پساب‌های مزارع پرورش ماهی بر کیفیت آب و تنوع بی‌مهرگان کف زی رودخانه پروز انجام شده است تا گامی در جهت برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت در مسیر استفاده بهینه از این منبع آبی در اختیار مدیران و تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان بخش شیلات برداشته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

رودخانه پروز از شاخه‌های رودخانه خرسان که در جنوب غربی مرکز شهرستان لردگان جریان دارد از کوه سه کوته با ارتفاع ۲۷۱۷ متر واقع در حدود ۱۵ کیلومتری شمال غربی شهر مال خلیفه سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه آبادی‌های شاه نجف قلعه سوخته، شوراب، خرپشته، پروز، گیساران و باغ کاج را مشروب ساخته و در نهایت به رودخانه خرسان می‌ریزد. منبع تغذیه رودخانه نزولات جوی بوده و در جهت شمال به جنوب جریان دارد. طول رودخانه ۲۰ کیلومتر و شیب متوسط بستر آن ۳ درصد می‌باشد (National Geography Organization of Iran, 2003).

منابع آلاینده رودخانه پروز

در بررسی میدانی انجام گرفته از رودخانه پروز منابع آلاینده این رودخانه شامل پساب‌های کشاورزی و پساب‌های مزارع پرورش ماهی می‌باشند. عمده کشاورزی در حاشیه رودخانه شالی‌کاری بوده و فاضلاب‌های روستای منازل حاشیه رودخانه از قبیل روستای امام‌آباد گیساران، باغ کاج وارد رودخانه می‌شوند. همچنین پساب‌های مزارع پرورش ماهی بدون تصفیه وارد رودخانه می‌گردد. پساب مزارع پرورش ماهی با افزایش مواد آلی محلول و جامد معلق حاصل از فضولات ماهی و غذاهای هدر رفته، باعث کاهش اکسیژن محلول در آب و ایجاد حالت بی‌هوازی و افزایش مواد سمی از قبیل نیترات، فسفات و آمونیاک می‌شود که بر جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی اثر گذاشته و باعث افزایش گونه‌های مقاوم به آلودگی و کاهش غنای گونه و تغییر ساختار جامعه زیستی می‌شود.

[2] Bioassessment
[3] HFBI

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

طرح آزمایش

پژوهش حاضر در بخشی از حوضه رودخانه پروز که مزارع پرورش ماهی در حاشیه آن مستقر است و شامل سه فاز مجتمع پرورش ماهی می‌باشد صورت گرفته است. ازآنجاکه هدف اصلی پایش رودخانه درک کیفیت اکولوژیکی رودخانه در محل مزارع پرورش ماهی و تغییرات اعمال‌شده بر آن در اثر خروجی پساب مزارع است، بنابراین سعی شد انتخاب محل نمونه‌برداری و کیفیت هر نمونه برداشت‌شده به‌گونه‌ای باشد که ماهیت بخشی که ارزیابی می‌شود را به‌خوبی نشان دهد. در مسیر ۸ کیلومتری این رودخانه تعداد ۷ ایستگاه از سرچشمه در مناطق مختلف مشخص گردید (موقعیت جغرافیایی و خصوصیات بستر این ایستگاه‌ها در جدول (۱) و شکل (۱) ارائه شده است. نمونه‌برداری از جوامع بی‌مهرگان آبزی به‌صورت ماهانه در مدت یک سال از فروردین‌ماه تا پایان اسفندماه ۱۳۹۳ انجام شد. نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی با استفاده از دستگاه سوربر به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و با سه تکرار در هر ایستگاه انجام شد (Sani, 1997; Sarayi, 2004). به‌منظور هدایت بی‌مهرگان کف‌زی به مخزن انتهایی سوربر دستگاه برخلاف جریان آب در رودخانه مستقر گردید. در داخل محوطه نمونه‌برداری، ابتدا سنگ‌ها به‌آرامی با دست شسته شده تا موجودات و مواد چسبنده به آن کنده و به‌همراه جریان آب به داخل توری قیفی هدایت گردد. درنهایت کف بستر رودخانه را در داخل قاب تا عمق چند سانتی‌متر به‌آرامی به هم زده تا موجودات به‌وسیله جریان آب به داخل توری قیفی هدایت و محتویات درون توری در ظروف شیشه‌ای و با فرمالین ۴٪ تثبیت شد (Jamalzad and Afraz, 1995). مواد و موجودات کف‌زی جمع‌آوری شده در هر نمونه از ظروف به داخل یک غربال یا الک آزمایشگاهی با قطر چشمه ۵۰۰ میکرون منتقل شده و تا شسته شدن ذرات ریز مواد آلی و فرمالین در زیر جریان آب ملایم قرار داده شد. سپس محتویات الک را به داخل سینی‌های مسطح انتقال داده و در زیر نور و لوپ جداسازی و بر اساس کلیدهای شناسایی موجودات شناسایی گردید (Ahmadi and Nafisi, 2001). در ضمن در تجزیه‌وتحلیل مناطق و زیستگاه‌های مورد بررسی از بعضی از نمایه‌های اکولوژیک که در پروتکل ارزیابی زیستی آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده[4] ذکرشده، استفاده شده است. شاخص‌های زیستی مورد استفاده در این تحقیق شامل شاخص فراوانی خانواده‌های راسته، افمروپترا، پلیکوپترا، تریکوپترا (Ephemeroptera, Plecoptera,Trichoptera) یا به‌عبارت‌دیگر تعداد مشاهده سه گروه مذکور (EPT) و شاخص هیلسنهولف (HFBI) می‌باشد. شاخص زیستی هیلسنهوف (Hilsenhof Family Biotic Index) با تکیه بر شمارش گروه‌های زیستی شاخص موجود تفاوت‌های کیفیتی آب و زیستگاه‌ها را ازنظر آلودگی آلی نشان می‌دهد (Lenat, 1993). این شاخص تحمل به آلودگی (آلی) در اجتماعات موجودات کف‌زی را در یک عدد واحد خلاصه می‌کند. بر این اساس برای هر خانواده از ماکروبنتوزها یک ارزش مقاومتی بین صفر (حساس‌ترین) و ده (مقاوم‌ترین) در نظر گرفته می‌شود. مقدار شاخص زیستی هلسینهوف با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شد و با توجه به جدول (۲) وضعیت آلودگی رودخانه بر اساس این شاخص محاسبه شد.

$$HFBI = \frac{\sum\{(T_V)n\}}{N}$$

فرمول (۱) شاخص زیستی هلسینهوف (HFBI)

HBFI= شاخص زیستی در حد خانواده، T_V= ارزش مقاومتی خانواده‌های بنتیک، n= فراوانی مطلق خانواده، N = فراوانی کل موجودات بنتیک در نمونه‌های ایستگاه موردمطالعه

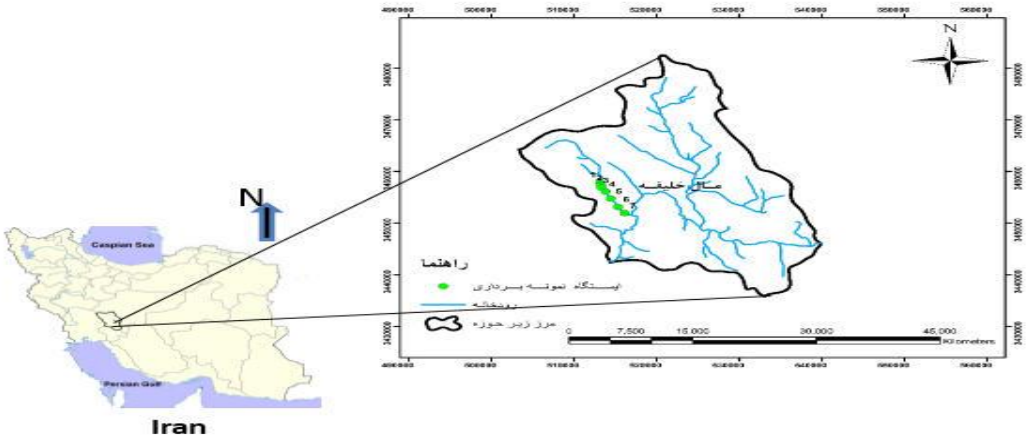
[4] USEPA

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه پروز

شماره ایستگاه	وضعیت ایستگاه و مزارع پرورش ماهی	نوع بستر	مختصات UTM (X, Y)
۱	سرچشمه پروز	سنگی و شنی	۵۱۳۱۳۶ ۳۴۵۷۹۱۸
۲	خروجی مزرعه پرورش ماهی رنگین‌کمان به ظرفیت تولید ۲۴۰ تن در سال	شنی و لومی	۵۱۳۲۲۵ ۳۴۵۷۳۳۷
۳	۳۰۰ متر پایین تراز خروجی فاز یک به ظرفیت تولید ۳۴۵ تن در سال	شنی و لومی	۵۱۳۳۰۹ ۳۴۵۶۸۵۱
۴	۱۵۰۰ متر پایین‌تر از خروجی فاز یک مجتمع	رسی و لومی	۵۱۳۸۲۱ ۳۴۵۶۱۰۸
۵	ورودی فاز دوم ۲۸۰۰ متر پایین‌تر از مجتمع یک	سنگی و شنی	۵۱۴۴۲۳ ۳۴۵۴۷۳۸
۶	دویست متر پایین‌تر از خروجی فاز دو مجتمع به ظرفیت ۵۰۳ تن در سال	شنی و لومی	۵۱۵۳۲۸ ۳۴۵۳۱۶۰
۷	ورودی فاز سوم ۲۲۰۰ متر پایین‌تر از مجتمع دو	شنی و سنگی	۵۱۶۱۳۴ ۳۴۵۱۹۴۳



شکل ۱. تصویری از رودخانه پروز و ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

جدول ۲. ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ها با استفاده از شاخص سطح خانواده هلسینهوف

درجه آلودگی آلی	کیفیت آب	نمایه زیستی خانواده
آلودگی آلی غیرمحتمل است	عالی	۰-۳/۷۵
احتمال آلودگی به مواد آلی کم است	بسیار خوب	۳/۷۶-۴/۲۵
برخی آلودگی‌ها به مواد آلی	خوب	۴/۲۶-۵
احتمال یک آلودگی نسبی	مطلوب (متوسط)	۵/۰ ۵ -۵/۷۵
آلودگی احتمالاً شدید	متوسط – ضعیف	۵/۷۵ -۶/۵
احتمال آلودگی بسیار شدید	ضعیف	۶/۵۱-۷/۲۵
آلودگی حاد به مواد آلی	بسیار ضعیف	۷/۲۶-۱۰

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

نتایـج

بر اساس مطالعات انجام‌شده از بین ۲۵ خانواده شناسایی‌شده از بی‌مهرگان کف‌زی در رودخانه پروز ۱۸ خانواده متعلق به لارو حشرات آبزی بوده است. لارو حشرات آبزی در ترکیب گونه‌های بنتیک رودخانه‌ها و نهرهای کوهستانی معمولاً موجود غالب بوده‌اند. به‌طوری‌که در جدول (۳) مشخص می‌باشد؛ از ۲۵ خانواده شناسایی شده از ۱۰ راسته بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی بیشترین خانواده به ترتیب مربوط به Hydropschildae از راسته بال‌موداران (Trichoptera) با ۲۵/۳۱ درصد، (Baetidae) از راسته یک‌روزه‌ها (Ephemeroptera) با ۲۰/۹۵ درصد، خانواده (Chironmidae) از راسته دوبالان (Diptera) با ۱۷/۲۷ درصد، (Gammaridae) از راسته ناجورپایان (Amphipoda) با ۱۶/۱۳ درصد و خانواده (Simuliidae) از راسته دوبالان با ۱۰/۱۱ درصد بود.

جدول ۳. فهرست ماکروبنتوزهای شناسایی‌شده در هفت ایستگاه رودخانه پروز

راسته	خانواده	درصد مشاهده
Diptera دوبالان	Culicidae	۰/۰۸
Diptera دوبالان	Simuliidae	۱۰/۱۱
Diptera دوبالان	Stratiomyidae	۰/۰۲
Diptera دوبالان	Tabanidae	۰/۱۳
Diptera دوبالان	Tipulidae	۰/۱۲
Diptera دوبالان	Chironomidae	۱۷/۲۷
Diptera دوبالان	Blephariceridae	۰/۰۵
Ephemeroptera یک‌روزه‌ها	Baetidae	۲۰/۹۵
Ephemeroptera یک‌روزه‌ها	Caenidae	۰/۰۵
Ephemeroptera یک‌روزه‌ها	Heptageniidae	۰/۲۸
Plecopteraبهاره‌ها	Nemoura	۰/۰۱
Plecopteraبهاره‌ها	Chloroperlidae	۰/۰۲
Plecopteraبهاره‌ها	Perlidae	۰/۰۱
Trichoptera بال موداران	Hydropsychidae	۲۵/۳۱
Trichopteraبال موداران	Limnophilidae	۰/۲۲
Trichopteraبال موداران	Rhyacophilidae	۰/۸۷
Trichoptera بال موداران	Phelicotomastida	۰/۰۱
Trichoptera بال موداران	Belostomatidae	۳/۲۳
Coleoptera سخت بال پوشان	coleoptera	۰/۰۳۵
Coleoptera سخت بال پوشان	Elmidae	۰/۰۷
Hirudinea زالوها	Psicullidae	۴/۶۶
Oligochaetaکرم‌های حلقوی	Lumbricidae	۰/۳۴
Odonata طیاره مانندها	odonata	۰/۰۲
Coleoptera سوسک‌ها	Dytiscidae	۰/۰۲
Amphipoda ناجور پایان	Gammaridae	۱۶/۱۳

نتایج آنالیز به‌دست‌آمده از شاخص EPT در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه پروز به شرح در جدول (۴) آورده شده است. در سال ۱۹۹۶ در ایالات‌متحده اثر پساب مزارع پرورش ماهیان سردابی بر رودخانه‌های کارولینای شمالی با استفاده از پارامترهای جمعیتی ماکروبنتوزها، بخصوص شاخص EPT بررسی شد و نتایج به دست آمده اعتبار این روش را برای قضاوت نشان می‌دهد (Loch, 1996). در رودخانه پروز مقدار این شاخص به‌خصوص در ماه‌های گرم سال بعد از ایستگاه ۴ یعنی بعد از خروجی فاز

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

یک مجتمع پرورش ماهیان سردابی پروز با تولید اسمی ۳۴۵ تن، کمترین مقدار بوده است که نشانگر نامساعد بودن شرایط و تراکم فشار وارده در این منطقه می‌باشد. مقدارشاخص EPT در ایستگاه‌های مطالعاتی تفاوت معنی‌داری داشته است و ایستگاه‌های پایین‌دست بخصوص چهار و هفت مقدار EPT کمتری را نشان دادند. بنابراین می‌توان از این نظر ایستگاه‌های پایین‌دست را از مناطق حساس و آسیب‌پذیر دانست.

جدول ۴. آنالیز نتایج به‌دست‌آمده از شاخص EPT در یک سال مطالعات رودخانه پروز

نمایه (ماه)	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷
EPT (فروردین)	۲/۳۳±۰/۵۷	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۳±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲/۶۷ ± ۰/۵۷
EPT (اردیبهشت)	۲±۰/۰۰	۳±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۳±۰/۰۰	۲/۳۸±۰/۰۰
EPT (خرداد)	۳±۱	۳±۱	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲±۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲/۳۸±۰/۰۰
EPT (تیر)	۲±۰/۰۰	۳±۱	۳/۳۳±۱/۵۲	۳±۰/۰۰	۲±۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲/۵۲±۰/۰۰
EPT (مرداد)	۲/۳۳±۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۴±۱	۳±۰/۰۰	۲/۳۸±۰/۰۰
EPT (شهریور)	۳±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲/۳۳±۰/۰۰	۲/۳۳±۰/۵۷	۲/۲۴±۰/۵۷
EPT (آذر)	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۳±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲±۰/۰۰
EPT (بهمن)	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷	۲±۰/۰۰	۲±۰/۰۰	۲/۶۷ ± ۰/۵۷
EPT (اسفند)	۱/۶۷ ±۱/۵۷	۳/۶۷ ± ۰/۵۷	۳±۱	۲/۶۷± ۰/۵۷	۲/۳۳±۰/۵۷	۲/۳۳±۰/۵۷	۲/۶۷ ± ۰/۳۳

Hatami و همکاران (2011) گزارش دادند خروجی مزارع تولید بالا با افزایش گروه‌های مقاوم به آلودگی نظیر Simuliidae، Oligochaete و Chironomidae و کاهش گونه‌های حساس به آلودگی نظیر Ephemeroptera و Trichoptera همراه بود و یکی از مؤثرترین روش‌های مناسب برای بررسی اثر پساب مزارع پرورش ماهی بر آب‌های دریافت‌کننده پساب پایش تغییرات جوامع زیستی آن است. همچنین Jorjani و همکاران (2008) با تعیین تنوع و تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی و ارائه شاخص زیستی به ارزیابی میزان آلودگی نهر مادرسو در پارک ملی گلستان پرداختند و مشاهده نمودند که تنوع و تراکم درشت بی‌مهرگان کف زی تحت شرایط محیطی و دبی آب در فصول مختلف تغییر می‌نماید. همچنین Naderi Jolodar و همکاران (2011) در بررسی پاسخ بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی رودخانه هراز به پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان دادند بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی مقاوم به آلودگی آلی در ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آن‌ها درصد فراوانی بیشتری را تشکیل دادند.

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص زیستی در حد خانواده هلسینهوف در رودخانه پروز در جدول ۵ نشان داده شده است. میزان این شاخص از ۴/۰۲ تا ۴/۵۰ در حال تغییر بوده است. مطابق با جدول ۵ شاخص زیستی در حد خانواده هلسینهوف کیفیت آب رودخانه را در همه ایستگاه‌ها در مرتبه خوب و درجه آلودگی آب در این حد است که برخی آلودگی‌ها به مواد آلی در رودخانه وجود دارد.

جدول ۵. میزان شاخص زیستی هیلسنهوف به تفکیک برای ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه پروز

ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
میزان شاخص هیلسنهوف	۴/۲۴	۴/۱۷	۴/۲۹	۴/۱۹	۴/۱۱	۴/۵۰	۴/۰۲
کیفیت آب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب
	برخی	برخی	برخی	برخی	برخی	برخی	برخی
درجه آلودگی (آلی)	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی	آلودگی‌ها به مواد آلی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

در بررسی شاخص زیستی هلسینهوف مطابق با جدول ۶ ایستگاه‌های مطالعاتی برای مدت دوازده ماه در فصل کاری رتبه‌بندی محاسبه شد. در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری، اردیبهشت در بهترین حالت کیفیت آب در حد بسیار خوب و درجه آلودگی آن در حد احتمال آلودگی به مواد آلی کم و در مابقی ماه‌ها کیفیت آب در وضعیت خوب با درجه آلودگی (برخی آلودگی‌ها به مواد آلی) بوده است.

جدول ۶. آنالیز نتایج به‌دست‌آمده از شاخص زیستی در حد خانواده هیلسنهوف (HFBI) یک سال مطالعات رودخانه پروز (mean±sd)

HFBI	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷
(فروردین)	۴/۱۲±۰/۷۰	۴/۴۲±۰/۳۰	۴/۶۰±۰/۲۰	۴/۷۸±۰/۸۰	۳/۹۵±۰/۹۰	۴/۸۴±۰/۰۴	۴/۳۸±۰/۶۸
(اردیبهشت)	۳/۸۶±۰/۸۰	۴/۲۲±۰/۱۰	۴/۴±۰/۱۰	۴/۵۷±۰/۱۰	۳/۷۶±۰/۵۰	۲/۷۹±۰/۳۰	۴/۴۳±۰/۰۲
(خرداد)	۴/۵۸±۰/۲۰	۴/۳۰±۰/۱۰	۵/۴۴±۰/۱۰	۴/۶۰±۰/۲۰	۴/۴۰±۰/۰۹	۵/۶۳±۰/۱۰	۴/۸۸±۰/۲۰
(تیر)	۵/۳۶±۰/۰۹	۴/۳۱±۰/۲۰	۴/۹۸±۰/۱۰	۴/۲۹±۰/۱۰	۴/۶۳±۰/۱۰	۵/۱۴±۰/۰۴	۴/۴۱±۰/۲۰
(مرداد)	۴/۰۷±۰/۰۵	۵/۱۸±۰/۱۰	۴/۶۷±۰/۱۰	۴/۵۸±۰/۰۴	۴/۴۴±۰/۰۳	۴/۵۴±۰/۲۰	۴/۰۲±۰/۱۰
(شهریور)	۴/۰۷±۰/۰۱	۴/۴۶±۰/۱۰	۵/۳۱±۰/۱۰	۴/۲۰±۰/۰۳	۴/۳۸±۰/۲۰	۵/۲۱±۰/۱۰	۴/۰۴±۰/۰۷
(آذر)	۲/۳۸±۰/۶۰	۲/۶۶±۰/۲۰	۱/۲۲±۰/۳۰	۲/۰۲±۰/۳۰	۳/۰۷±۰/۹۴	۳/۰۹±۰/۵۰	۲/۹±۱
(بهمن)	۴/۳۷±۰/۹۰	۴/۲۵±۰/۱۰	۴/۶۹±۰/۴۰	۴/۶۶±۰/۷۰	۴/۲۲±۰/۰۶	۴/۶۷±۰/۷۰	۴/۲±۰/۷۰
(اسفند)	۵/۳۵±۰/۲۰	۳/۷۳±۰/۲۰	۳/۳۴±۰/۲۰	۴/۰۲±۰/۱۰	۴/۱۶±۰/۰۱	۴/۶۰±۰/۵۰	۳/۹۸±۰/۱۰

بحث

نتایج کلی به‌دست‌آمده از ایستگاه‌ها را می‌توان با توجه به محل استقرار واحدهای تولیدکننده مواد آلی و ورود آن‌ها به آب و فاصله آن‌ها از ایستگاه‌ها تفسیر نمود. ایستگاه اول به دور از هر آلودگی با فاصله مناسب از چشمه انتخاب شده است. اگرچه ایستگاه اول دارای هیچ آلودگی با منبعی معلوم نمی‌باشد ولی به‌دلیل وجود تولیدات اولیه می‌توان این ایستگاه را نیز یک زیستگاهی برای بی‌مهرگان محسوب می‌شود. میزان وجود بی‌مهرگان در ایستگاه‌ها باید با توجه به زمان بررسی و میزان دما تفسیر گردد. میزان جمعیت در همه‌ی ایستگاه‌ها در ماه‌های ابتدایی یعنی فروردین و اردیبهشت با وجود شرایط متغیر بار مواد آلی و آلودگی باهم همسان بوده است که نشان از عدم وجود شرایط مناسب دمای آب برای رشد بی‌مهرگان می‌باشد. پساب ناشی از پرورش ماهی واقع در ایستگاه دو و پرورش ماهی واقع در ایستگاه سه باعث شده است تا شاخص آلودگی هیلسنهوف در این دو ایستگاه در مقایسه با ایستگاه مرجع به‌صورت فزاینده بالاتر باشد. نتایج شاخص هیلسنهوف در ایستگاه‌های چهارم و پنجم نشان از کاهش بار آلودگی به مواد آلی می‌دهد. ایستگاه بعدی در بعد از فاز دو مجتمع‌های پرورش ماهی منطقه یعنی ایستگاه شش و هفت، شاخص‌ها دوباره افزایش آلودگی را نشان می‌دهد. وضعیت رودخانه در نمونه‌برداری‌هایِ انجام‌شده در ایستگاه‌های شش و هفت نشان داد که حجم آب در این ایستگاه بسیار پایین است و مصرف آن در روستای مشرف امکان‌پذیر نیست. به نظر می‌رسد با کاهش حجم آب در رودخانه و کم‌عمق شدن رودخانه شرایط برای بی‌مهرگان آبزی و همه‌ی زیست-مندان رودخانه کاملاً از حالت مطلوب خارج می‌گردد و امکان زیست زیست‌مندان مانند سایر بخش‌های رودخانه فراهم نیست. Mirrasouli و همکاران (2012) طی مطالعه‌ای در رودخانه زرین‌گل استان گلستان نشان دادند که در ایستگاه‌هایی که در پائین‌دست مزارع پرورش ماهی قرار دارند و پساب مزارع وارد رودخانه می‌شود کیفیت آب تغییر یافته و تنوع و درصد فراوانی خانواده‌های حساس به آلودگی کاهش و گروه مقاوم افزایش‌یافته است. بر اساس شاخص‌های زیستی مطالعه شده، آب رودخانه پروز در تمامی ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه انتهایی، در ردیف آب‌هایی است که توان خودپالایی آلاینده‌ها را تا حدود زیادی دارد و پرورش ماهی با رعایت اصول زیست‌محیطی امکان‌پذیر است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی به‌عنوان شاخص زیستی برای ارزیابی کیفیت آب روشی مطلوب می‌باشد. لازم به ذکر است احداث هرگونه کارگاه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

پرورش ماهی در این رودخانه باید با در نظر گرفتن توان خودپالایی رودخانه و رعایت فاصله مناسب از سایر کارگاه‌های پرورش ماهی صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد انجام‌شده است.

منابـع

Abbaspour, R., Hassanzadeh, H., Alizadehe Sabet, H.R., Hedayatifard, M., Mesgaran Karimi, J. 2013. Water Quality Assessment of Cheshmekileh River using with Community of Macrobenthic Invertebrates and Physicochemical Factors of Water. Journal of Aquaculture Development. 7(4): 43-56. (in Persian)

Ahmadi, M.R., Nafisi, M. 2001. Identification of bioindicator invertebrates in running waters. Kheibar Publishing, Tehran, Iran. 240 p. (in Persian)

Hatami, R., Mahboobi Soofiani, N., Ebrahimi, E., Hemami, M. 2011. Evaluating the Aquaculture Effluent Impact on Macroinvertebrate. Community and Water Quality Using BMWP index. Journal of Environmental Studies. 37(59): 43-45. (in Persian)

Hosseini, S.A., Ostovani, H., Hosseini, S.E. 2012. Estimation of Field Biotic Index and water quality of Khong River in Sepidan Region by Using Aquatic Insects Fauna. Plant Protection Journal. 4: 29-36. (in Persian)

Iranian Fisheries Organization Statistical Yearbook 2006. Iranian Fisheries Organization, Iran. 63 p. (in Persian)

Jamalzad, F., Afraz, A. 1995. Report on biological and non biological Shafarood River, Gilan Fisheries Research Centre, Bandar Anzali. 65 p. (in Persian)

Jorjani, S., Ghelichi, A., Akrami, R., Kheirabadi, V. 2008. Bioassessment index and Macrobenthoses fauna of Madarsu Stream, National Park of Golestan. Journal of Fishery. 2(1): 41-52. (in Persian)

Karami, A., Zamanpoore, M., Rahimi, M. 2015. A preliminary study on macrobenthoses of Behesht-e Gomshodeh River in Fars Province, Iran. Experimental Animal Biology. 3(3): 31-41.

Karr, J.R. 1998. Rivera as sentile: Using the biology of river to guide landscape management, Final Report for USEPA .28 p.

Khoshakhalgh, M., Kamrani, A., Ebrahimi Dorche, E., Soorinezhad, I. 2015. The effect of Rainbow trout farms effluents on benthic macro-invertebrates of Marber River in Semirom. Journal of Aquatic Ecology. 5(1): 103-112 (in Persian)

Lenat, D. 1993. A Biotic Index for Southeastern United States, Derivation and List of Tolerance Values with Criteria for assessing Water Quality Ratings. Journal of the North American Benthological Society. 12: 279-290.

Lenat, D.R. 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. Journal of North American Benthological Society. 7(3): 222-233.

Loch, D.D. 1996. The effects of trout farm effluents on the taxa richness of the benthic macroinvertebrates. Aquaculture. 147: 37-55.

Mesgaran Karimi, J., Azari Takami, GH., Khara, H., Abbaspour, R. 2012. Effect of Aquaculture wastewater on Macrobiotic Biodiversity in Dohezar River, Tonekabon. Animal Researches. 5(1): 37-49. (in Persian)

Mirrasouli, E., Ghorbani, R., Abbasi, F. 2012. The Biological Assessment of the Zaringol Stream Using the Structure of Benthic Macroinvertebrates (Golestan Province). Journal of Fishery. Iranian Journal of Natural Resources. 64(4): 357-369. (in Persian)

National Geography Organization of Iran. 2003. Geography dictionary of Iran's waters, Tehran, National Geography Organization of Iran. 302 p. (in Persian)

Naderi Jolodar, M., Abdoli, A., Mirzakhani M.K., Sharifi Jolodar, R. 2011. Benthic Macroinvertebrates Response in the Haraz River to the Trout Farms Effluent. Iranian Journal of Natural Resources. 64(2): 163-176. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]

Rezaei, K., Kiani, S., Moghadam, M., Pahlevani, M., Saeedpour, B. 2014. Assessment of benthic community of Jajrood River based on bioindicators. Journal of Enviornmnetal Science and Technology. 2(5):77-84. (in Persian)

Sani, H. 1997. Effluent of fish farming workshop on river water quality in two thousand. MSc. thesis. Tehran University. 115 p. (in Persian)

Sarayi, S. 2004. Identify population structure macroinvertebrate Chafrod River in Gilan province according to the water quality factors. MSc. thesis. Tarbiat Modarres University. 15 p. (in Persian)

Sharifinia, M., Imanpour, N.J., Bozorgi, M.A. 2012. Ecological assessment of the Tajan River using feeding groups of benthic macroinvertebrates and biotic indices. Journal of Applied Ecology. 1(1): 80-95. (in Persian)

Stephens, W.W., Farris, J.L. 2004. Instream community assessment of aquaculture effluents. Aquaculture. 231: 149-162.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.7.4.10.5]