تاثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر روی بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین گل

الهام میررسولی*[۱]، شعبانعلی نظامی[۲]،حسین خارا[۳]، رسول قربانی[۴]

۱- مدرس مدعو گروه شیلات. دانشگاه پیام نور مرکز گرگان، تهران، صندوق پستی: ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵

۲و۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۴- دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم پایه، گروه شیلات، گرگان، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

تاریخ پذیرش: ۲۵ تیر ۱۳۹۱ تاریخ دریافت: ۲۱ آبان ۱۳۹۱

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پساب تصفیه نشده کارگاه‌های پرورش ماهی بر روی بزرگ بی‌مهرگان کفزی نهر زرین گل بود، زیرا ورودابن پساب به نهرها و رودخانه‌ها بر روی ساختار و ترکیب نهرها تاثیر گذاشته و باعث برهم خوردن تعادل اکوسیستم‌ها می‌شود. بدین منظور این بررسی به مدت یک سال در نهر زرین گل (استان گلستان) به انجام رسید. در مسافت حدود ۲۲ کیلومتر، ۹ ایستگاه مطالعاتی تعیین و به صورت هر ۴۵ روز یک بار از بی مهرگان کفزی نمونه برداری صورت گرفت. طی یک سال نمونه برداری کل فراوانی در تمام ایستگاه‌ها ۱۳۰۱/۸±۲۷۴۹/۰۲۱ عدد نمونه در متر مربع شمارش و ۱۴ راسته و ۸۱ گروه (جنس و خانواده) از بزرگ بی مهرگان کفزی شناسایی شد. مطالعات نشان دادکه بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری شاخص‌های EPT و EPT/CHIR اختلاف معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) ولی شاخص‌های شانون، هلسینهوف در طول مسیر بین ایستگاه‌ها دارای نوساناتی بوده ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد($p>۰/۰۵$). به طوری که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی غنای EPT ، غنای EPT/CHIR، شاخص تنوع شانون کاهش یافتند. بررسی شاخص‌ها نشان داد که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی نسبت به ایستگاه‌های قبل مزارع پرورش ماهی تنوع بزرگ بی مهرگان و فراوانی خانواده‌های حساس به آلودگی کاهش و خانواده‌های مقاوم به آلودگی افزایش یافته است که نشان‌گر کاهش کیفیت آب بود.

کلمات کلیدی: نهر زرین گل، پساب مزارع پرورش ماهی، بزرگ بی مهرگان کفزی، پارامترهای کیفی آب، شاخص‌های زیستی.

* عهده دار مکاتبات (✉). elham_mirrasooli@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

مقدمه

به علت افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات آبزی، در سال‌های اخیراحداث مزارع پرورش ماهی به خصوص مزارع پرورش ماهیان سردآبی در کنار رودخانه‌ها افزایش یافته وتخلیه پساب این مزارع بدون هیچ تصفیه‌ایی به زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی به دنبال خواهد داشت و موجب بر هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازان آبی می‌گردد(حسینعلی ثانی، ۱۳۷۶؛ Costa Pierce, 2002; Forenshell, 2001; McNeely and Neimanis, 1997).

کمیت و کیفیت ورودی مواد آلی ناشی از فعالیت پرورش ماهی به رودخانه‌ها بر روی ساختار انرژی و جوامع بی‌مهرگان کفزی تاثیر گذار بوده، به طوری که ممکن است سبب کاهش جمعیت یک گونه و یا حذف کامل یک جامعه بزرگ بی‌مهرگان کفزی در منطقه آلوده شود (Usinger, 1963).

استفاده از بی مهرگان کفزی بر این فرض استوار است که نهرها و رودخانه‌هایی که تحت تاثیر عوامل آلاینده نیستند، تنوع و فراوانی بزرگ بی مهرگان کفزی گونه-های غیر مقاومدر آن‌جا غالبیت دارند و برعکس آن-هایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند، تنوع کمتری داشته و گونه‌های مقاوم غالب‌اند (Quigley, 1986; Davis and Simon, 1995). این جانداران به دلیل داشتن خصوصیات خاص (غنای گونه‌ای بالا، ساکن بودن، عکس العمل‌های متفاوت در قبال عوامل محیطی، چرخه زندگی طولانی) بیش از دیگر جانداران آبزی (ماهیان و جلبک‌ها) در ارزیابی بوم شناختی اکوسیستم‌های آبی مورد توجه قرار می‌گیرند (Volker and Renn, 2000; Shanon, 1948). معمولاً در آب‌های جاری که شرایط زیستی مناسب و محیط غیر آشفته دارند، شاهد فراوانی متوازن و مناسبی از چهار خانوادهPlecoptera، Ephemeroptera، Trichoptera، Diptera می‌باشیم. بنابراین افزایش غیر متعارف تعداد خانواده‌های مقاوم نسبت به گروه‌های حساس (EPT) نشانگر استرس محیطی می‌باشد. در نتیجه برای مطالعه و ارزیابی بزرگ بی‌مهرگان کفزی استفاده از شاخص‌های زیستی EPT و EPT/CHIR استفاده می‌شود. همچنین کاربرد شاخص هلسینهوف در ارزیابی نهرها و رودخانه‌ها یکی از پرکاربردترین شاخص‌ها می‌باشد، زیرا براساس مقاوت خانواده‌های بزرگ بی‌مهرگان به آلودگی می‌باشد و از ۰-۱۰ در نظر گرفته شده است. هر چه قدر در یک اکوسیستم آبی آلودگی آلی بیشتر و موجود مقاوم‌تر باشد، مقدار این شاخص نیز بیشتر می‌شود (Camargo and Gonzalo, 2007). مطالعات مشابه انجام شده در داخل و خارج شامل:

حافظیه (۱۳۸۰) از حشرات آبزی به عنوان شاخص‌های زیستی به منظور تعیین کیفیت آلی آب، در چشمه‌ها و دو زهکش استان فارس استفاده نمود. در این مطالعه که به صورت فصلی در یک دوره یک ساله صورت گرفت، ضمن معرفی ۴۸ جنس از حشرات آبزی، مشخص گردید که شاخص زیستی اهمیت زیادی در تعیین کیفیت آب دارد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

قانع ساسان سرایی (۱۳۸۳) بیان نمود در رودخانه چافرود گیلان، حشرات آبزی موجودات غالب فون کفزیان رودخانه را تشکیل داده و در مناطق آلوده گروه‌های حساس به آلودگی کاهش و برعکس گونه-های مقاوم افزایش یافت.

Loch و همکاران (۱۹۹۹) تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر بزرگ بی-مهرگان کفزی رودخانه کارولینای شمالی آمریکا را بررسی کرده و نشان دادند که پساب مزارع پرورش بر روی ساختار جمعیتی بزرگ بی مهرگان کفزی تاثیر بسزایی داشته و باعث کاهش راسته‌های حساس به آلودگی EPT شده‌اند.

Volker و Renn (۲۰۰۰) با شناسایی ۱۲۴ تاکزون از بی‌مهرگان کفزی رودخانه وایت (White) در آمریکا،کیفیت آب آن را با استفاده از غنای EPT و شاخص زیستی هیلسنهوف تعیین کردند.

Ortize و Puig (۲۰۰۷) در رودخانـــه Mediterranean اثر منابع نقطـه‌ایـی را بـر روی چگـالی، بیومـاس و تنـوع بی‌مهرگان سنجیدند. نتایج نشان داد تنوع بی مهرگان در بالا دست منابع نقطـه‌ایـی ۲۰ ٪ بـیش‌تـر از پـایین دسـت می‌باشد.

Pulatsü و همکاران (۲۰۰۴) در نهر Karasu نشان داد که در ایستگاه‌های خروجی مزارع پرورش ماهی خانواده‌های Tubificid و Chironomidae افزایش بسیاری داشته و در این نقاط شاخص‌های شانون و غنای کل کاهش و شاخص سیمپسون افزایش یافته است.

منطقه مورد مطالعه نهر زرین‌گل می‌باشد که یکی از سرشاخه‌های گرگان رود بوده و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی آباد کتول در استان گلستان واقع شده است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). با توجه به اهمیت نهر بر اساس پراکنش گونه‌های مختلفی از ماهیان بومی شامل ماهی خیاطه، سیاه ماهی، ماهی سفید رودخانه‌ای، سگ ماهی جویباری و قزل آلا و احداث ۲ مزرعه پرورش ماهی (مزرعه اول با ظرفیت ۲۰ تن و مزرعه دوم با ظرفیت ۱۰ تن) در حاشیه این نهر و ورود پساب تصفیه نشده این مزارع به داخل نهر برآن شدیم تا مطالعه مورد نظر در این رودخانه صورت پذیرد. هدف از این مطالعه آن است که بتوان یک ارزیابی سریع از فعالیت‌های مزارع پرورش و میزان تاثیر آن‌ها بر اکوسیستم رودخانه‌ها را با هزینه کمتری نسبت به دیگر فاکتورها داشته باشیم. همچنین با استفاده از ترکیبی از شاخص‌های زیستی، تاثیر آلودگی های ناشی از فعالیت‌های آبزی پروری بر اکوسیستم‌های آبی را ارزیابی نموده و در نهایت کیفیت آب را تعیین کرد.

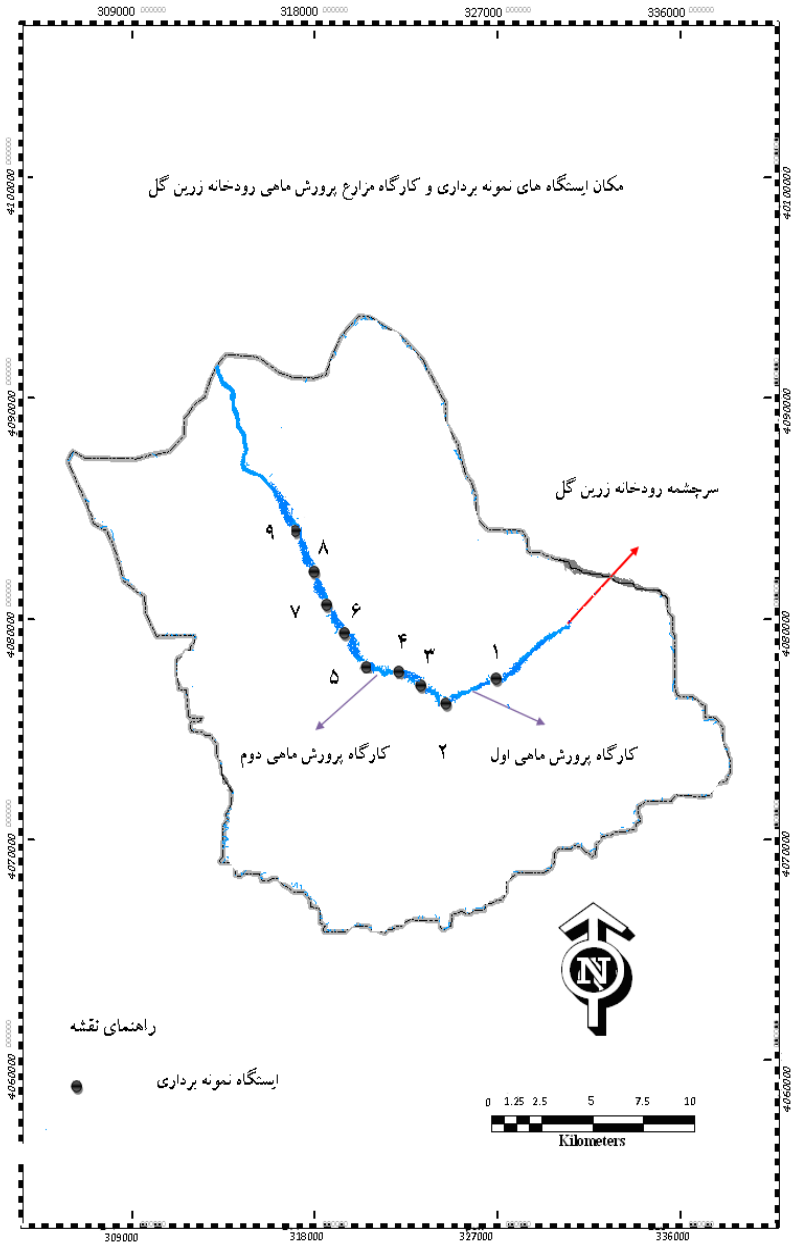
مواد و روش‌ها

نهر زرین‌گل یکی از سرشاخه‌های گرگان‌رود است و موقعیت جغرافیایی نهر (طول جغرافیایی ′۵۷، °۳۷ و عرض جغرافیایی ′۵۲ ، °۳۶) می‌باشد. (افشین ،۱۳۶۳ .، وزارت نیرو ،۱۳۷۰). این نهر با توجه به دانه بندی ذرات بستر از جمله نهرهایی با بستر درشت دانه است و دارای پراکنش گونه‌ای مختلف ماهیان بومی منطقه است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

در این بررسی با توجه به وجود دو مزرعه پرورش ماهی قزل آلا در حاشیه نهر زرین گل، ایستگاه اول و دوم (قبل و بعد از کارگاه پرورش ماهی اول)، دو ایستگاه در فاصله‌های ۱۰۰۰ – ۵۰۰ متری (تا مزرعه پرورش ماهی بعدی) و یک ایستگاه در خروجی کارگاه پرورش ماهی دوم و چهار ایستگاه انتهایی با

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

همان فواصل تعیین شدند. اولین مزرعه پرورش ماهی در بین ایستگاه ۱ با ۲ و مزرعه پرورش ماهی دوم بین ایستگاه ۴ و ۵ واقع شدند (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌ها و مزارع پرورش ماهی درردخانه زرین گل (۱۳۸۸ – ۱۳۸۹)

بزرگ بی مهرگان کفزی

برای نمونه برداری از بزرگ بی‌مهرگان کفزی از نمونه بردار سوربر به ابعاد ۳۰/۵ × ۳۰/۵ سانتی‌متر که بر خلاف جریان آب در رودخانه مستقر شد استفاده گردید (قانع ساسان سرایی، ۱۳۸۳؛ Costa Pierce, 2002). محتویات درون سوربر را در یک شیشه

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

پلاستیکی ریخته و با فرمالین ۴٪ فیکس شد (Barbour, *et al*., 1999; Baker, *et al*., 2005). نمونه‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه جداشده و توسط کلیدهای موجود شناسایی شدند (Miller and Semmens, 2002; Washington, 2003; Jessup, *et al*., 1999; Pulatsü, *et al*., 2004; Stephens and Farris, 2004; Lydy, *et al*., 2000; Needham,1976).

شاخص های زیستی

غنای EPT

کل خانواده‌های شناسایی شده متعلق به راسته‌های Trichoptera و Plecoptera و Ephemeropterta می‌باشند که در واقع راسته‌های حساس به آلودگی به شمار می‌روند. این شاخص با افزایش کیفیت آب افزایش می‌یابد (Helsenhoff, 1999).

شاخص شیرونومیده / EPT

این نسبت عبارت است از فراوانی مجموع افراد متعلق به راسته‌های EPT به فراوانی کل افراد متعلق به خانواده شیرونومیده. در این شاخص EPT و شیرونومیده به ترتیب به عنوان نماد موجودات حساس و مقاوم نسبت به تنش‌های محیطی مطرح هستند. مقدار این نسبت با افزایش کیفیت زیستگاه افزایش می‌یابد (Fries and Bowles, 2002).

شاخص شانون

این شاخص نشان دهنده تنوع ماکروبنتوزها در منطقه مطالعاتی می‌باشد. تنوع بیشتر اکوسیستم نشان دهنده سلامت اکوسیستم می‌باشد ومی‌تواند مقادیر بین ۵-۱ را به خود اختصاص دهد و هر چقدر مقدار عددی شاخص پایین باشد، نشان دهنده آلودگی بالاتر می‌باشد. در این شاخص اطلاعات مربوط به تعداد گونه‌های متعلق به یک جمعیت و فراوانی نسبی آن‌ها با هم در محاسبه لحاظ می‌شود و در حقیقت تخمینی از ترکیب جمعیت کفزیان است (Rosenberg, *et al*., 1999; Shannon, 1948; Julio, *et al.,* 2007).

$$H' = - \sum pi \log 2pi$$

ni = تعداد افراد گونه i

H′= مقدار شاخص شانون

n= کل تعداد افراد در نمونه

P_i= نسبت افراد یافت شده از گونه i

شاخص زیستی هلسینهوف

برای ارزیابی کیفیت آب در هر ایستگاه یکی از رایج ترین شاخص‌های زیستی (HFBI) می‌باشد. در این روش آب‌ها از نظر آلودگی به مواد آلی در ۷ طبقه قرار می‌گیرد. دامنه تحمل آلودگی با مواد آلی برای خانواده‌های کفزیان بین ۱۰-۰ است که مقدار عددی این شاخص با غلظت آلودگی نسبت عکس دارد (Hilsenhoff.,1988,1999).

$$HFBI=\sum xi\ ti\ /n$$

xi: میزان تحمل هر خانواده

ti: تعداد افراد مربوط به هر خانواده

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

جدول ۱: ارزیابی کیفیت آب نهرها با استفاده از شاخص هلسینهوف

درجه آلودگی (آلی)	کیفیت آب	شاخص زیستی در سطح خانواده
وجود ندارد	عالی	۰-۳/۷۵
بسیار اندک	خیلی خوب	۳/۷۶-۴/۲۵
احتمال مقدار کمی	خوب	۴/۲۶-۵/۰۰
نسبتا قابل ملاحظه	مناسب	۵/۰۱-۵/۷۵
قابل ملاحظه	نسبتا ضعیف	۵/۷۶-۶/۵۰
بسیار قابل ملاحظه	ضعیف	۶/۵۱-۷/۲۵
شدید	بسیار ضعیف	۷/۲۶-۱۰/۰۰

برای تجزیه و تحلیل داده‌های پارامترهای کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف در ماه‌های مختلف (به عنوان بلوک) از طرح بلوک کامل تصادفی و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2007 انجام گرفت.

نتایج

بزرگ بی مهرگان کفزی شناسایی شده

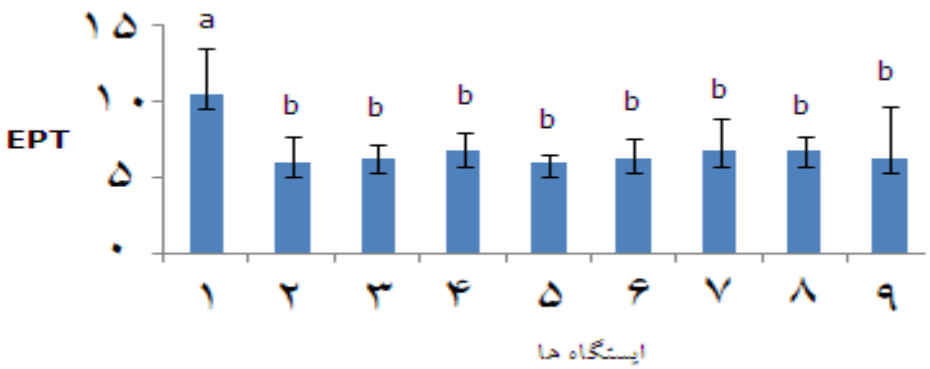
طی یک سال نمونه‌برداری کل فراوانی در تمام ایستگاه‌ها ۱۳۰۱/۸±۲۷۴۹/۰۲۱ عدد نمونه در متر مربع شمارش و ۱۴ راسته و ۸۱ گروه (جنس و خانواده) از بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شد. برای بررسی روند نوسانات بی‌مهرگان بزرگ کفزی شناسایی شده به ترتیب از غنای گونه‌ایی یا شاخص تنوع بزرگ بی مهرگان کفزی استفاده شد که می‌تواند معیاری مناسب برای ارزیابی آلودگی نهرها باشد که عبارتند از:

غنای EPT

با توجه به نمودار ۱، شاخص EPT در طول مسیر دارای نوساناتی بوده، به طوری که حداقل میانگین تعداد جنس EPT در ایستگاه‌های ۲ و۵ (۱/۶±۶) و حداکثر میانگین تعداد جنس EPT در ایستگاه ۱ (۳±۱۰/۵) بوده است. بین ایستگاه یک (قبل از پرورش ماهی اول) و ۸ ایستگاه دیگر نمونه‌برداری اختلاف معنی داری مشاهده شد. به طوری که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی (۲ و۵)، غنای EPT به طور معنی داری کاهش یافته است ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

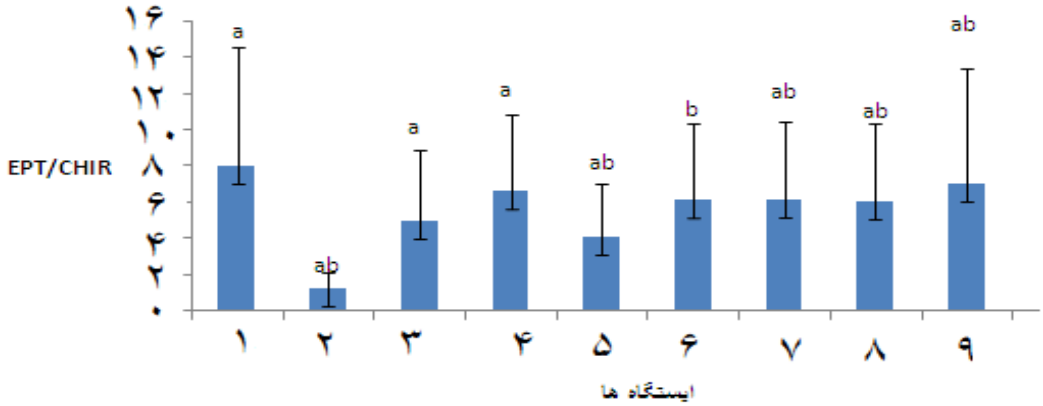
[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]



شکل ۱: میانگین سالانه شاخص EPT در ایستگاه‌های نمونه برداری رودخانه زرین گل (۱۳۸۸-۱۳۸۹)

غنای EPT/CHIR

با توجه به نمودار ۲، حداقل میانگین شاخص EPT / CHIR در ایستگاه ۲(۰/۸۷±۱/۲) و حداکثر آن در ایستگاه ۱ (۲/۸ ±۸/۰۷) بوده و بین ایستگاه‌ها در طول مدت بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشته است ($p<0/05$). در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی (ایستگاه‌های ۲ و ۵) این شاخص کاهش یافته که نشان‌گر کاهش خانواده‌های حساس به آلودگی و افزایش خانواده شیرونومیده می‌باشد.



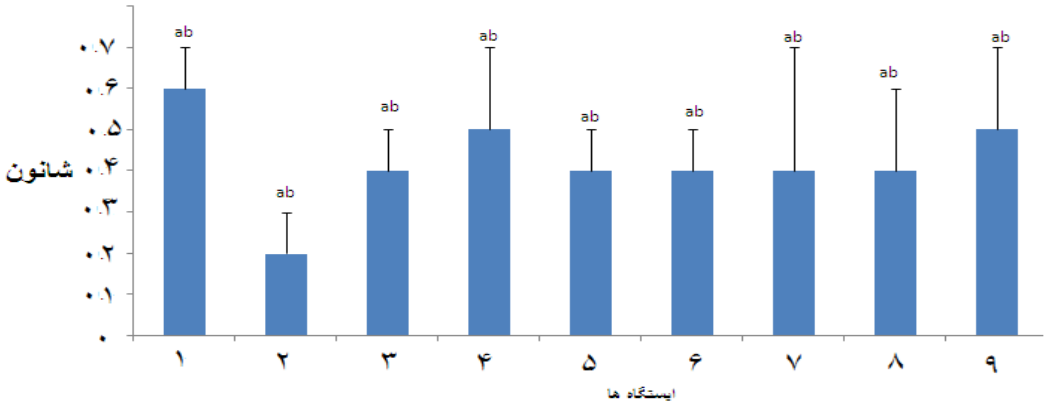
شکل ۲: میانگین سالانه شاخص EPT / CHIR در ایستگاه های نمونه برداری رودخانه زرین گل (۱۳۸۸-۱۳۸۹)

شاخص تنوع شانون (H)

نمودار ۳ روند شاخص تنوع را در ایستگاه‌های مختلف مطالعاتی در مدت بررسی نشان می‌دهند. حداقل و حداکثر مقدار شاخص شانون به ترتیب در ایستگاه ۲ (۰/۱±۰/۲) و ایستگاه ۱ (۰/۱±۰/۶) به دست آمد. بررسی‌ها نشان داد که اختلاف معنی داری بین ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود نداشته است ($p>0/05$)، ولی شاخص شانون در ایستگاه‌هایی که بعد از مزارع پرورش ماهی قرار گرفته‌اند (۲ و ۵) کاهش یافته که نشان‌گر کاهش بزرگ بی‌مهرگان کفزی و سلامت نهر بوده است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]



شکل ۳: میانگین سالانه شاخص شانون در ایستگاه های نمونه برداری رودخانه زرین گل(۱۳۸۸-۱۳۸۹)

شاخص زیستی هیلسنهوف

میانگین سالانه این شاخص بین۴/۲ در ایستگاه ۱ (شاهد) و ۵/۲ در ایستگاه ۵ در نوسان بوده است. بررسی‌ها نشان داد که شاخص هلسینهوف در ایستگاه‌های بعد از مزارع افزایش و کیفیت آب نهر کاهش یافته است ولی اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها نشان نداده است ($p>۰/۰۵$). اطلاعات به دست آمده از محاسبه مقدار شاخص زیستی هلسینهوف در ایستگاه‌های مطالعاتی نشان داد که ایستگاه‌های ۱ از نظر کیفیت آب در محدوده خیلی خوب، ایستگاه‌های ۳، ۴، ۶، ۷، ۸ و ۹ در محدوده خوب و ایستگاه ۵ در محدوده مناسب و ایستگاه ۲ در محدوده نسبتاً ضعیف قرار داشت.

جدول ۲: مقادیر شاخص زیستی هلسینهوف در ایستگاه های مورد بررسی رودخانه زرین گل و طبقه کیفیتی آن‌ها

ایستگاه	HFBI(هلسینهوف)	طبقه کیفیتی آب
۱	۴/۲۳±۰/۴	خیلی خوب
۲	۶/۱±۲/۲	نسبتا ضعیف
۳	۴/۶±۰/۳	خوب
۴	۴/۳±۰/۴	خوب
۵	۵/۲±۱/۴	مناسب
۶	۴/۷±۰/۶	خوب
۷	۴/۵±۰/۵	خوب
۸	۴/۴±۰/۴	خوب
۹	۴/۹±۰/۸	خوب

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

بحث و نتیجه‌گیری

در نهر زرین گل لارو حشرات آبزی موجودات غالب فون کفزی رادر منطقه مورد مطالعه تشکیل دادند. نتایج این بررسی نشان داد که در ایستگاه‌های بعد از مزراع پرورش ماهی (مخصوصاً پرورش ماهی اول که تناژ و فعالیت بیشتری دارد) تنوع بنتوزها و گونه‌های حساس به آلودگی Ephemeroptera، Plecoptera و Trichoptera کاهش و فراوانی گونه‌های مقاوم به آلودگی مخصوصاً راسته Diptera افزایش یافته است که نشان دهنده کاهش کیفیت آب در این ایستگاه ها می‌باشد.

Ortize و Puig (۲۰۰۷) اثر منابع نقطه‌ای را بر تراکم و بیوماس بزرگ بی‌مهرگان کفزی در رودخانه Mediterranean بررسی کردند و نشان دادند که در نقاط پایین دست منابع نقطه‌ای که به اکوسیستم‌های آبی وارد می‌شوند غلظت مواد مغذی افزایش یافته ولی چگالی بزرگ بی‌مهرگان کفزی کاهش می‌یابد. قانع ساسان سرایی (۱۳۸۳) نشان داد که حشرات آبزی، موجودات غالب فون کفزیان رودخانه را تشکیل داده و در مناطق آلوده گروه‌های حساس به آلودگی کاهش و برعکس گروه‌های مقاوم افزایش یافت همچنین در مطالعه فوق مزارع پرورش ماهی قزل آلا در این رودخانه سبب کاهش گروه های حساس (EPT) و افزایش گروه‌های مقاوم شامل Diptera (Simullidae، Chironomidae) گردید.

Julio (۱۹۹۱)، McNeely و Neimanis (۱۹۷۹)، Julio و همکاران (۲۰۰۷) مشخص کردند که فراوانی راسته‌های Trichoptera، Planaria، Plecoptera و Ephemeroptera در پایین دست مزرعه کاهش یافته، در حالی که فراوانی Simullidae Chironomidae و Tubificidافزایش یافته بود.

در بررسی غنای EPT که یکی از شاخص‌های معتبر برای بررسی روند تغییرات و فشارهای وارده می‌باشد و بر اساس گروه‌های حساس به آلودگی طرح ریزی شده است نتایج نشان داد که در بررسی حاضر، ایستگاه ۲ (بعد از کارگاه پرورش ماهی اول) در کل دوره مطالعه با تمامی ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشته است که بیان‌گر تاثیر فعالیت پرورش ماهی اول در این ایستگاه بوده است و در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی غنای EPT و غنای EPT/ CHIR کاهش پیدا کرده‌اند که نشانگر افت کیفیت آب می‌باشد. شاخص شانون که نشان‌گر غنای زیاد گونه‌ایی است و با افزایش شاخص شانون، تنوع زیستی کاهش می‌یابد در نهر زرین گل نشان داد در ایستگاه‌های بعد از پرورش ماهی کاهش یافته است و در فصولی که فعالیت پرورش ماهی افزایش می یابد، پساب این مزارع باعث کاهش شاخص شانون و پایین آمدن کیفیت آب نهر شده است. همچنین بررسی شاخص سیمپسون نشان داد که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی و در فصولی که فعالیت کارگاه‌های پرورش ماهی افزایش می‌یابد، افزایش یافته به طوری که باعث کاهش تنوع و وجود غالبیت گونه‌های خاص شده است. از آن‌جا که بین شاخص شانون و غالبیت سیمپسون رابطه معکوس وجود دارد، مقایسه نتایج مشخص کرد هرچه غالبیت گونه‌ایی خاص افزایش یابد از تنوع کاسته شده و با افزایش تنوع میزان غالبیت کاهش می یابد. نتایج شاخص هلسینهوف نشان داد که ایستگاه‌های ۱ از نظر کیفیت آب در محدوده خیلی خوب، ایستگاه‌های ۳، ۴، ۶، ۷، ۸ و ۹ در محدوده خوب و ایستگاه ۵ (بعد از

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

پرورش ماهی دوم) در محدوده مناسب و ایستگاه ۲ (بعد از پرورش ماهی اول) در محدوده نسبتاً ضعیف قرار دارند.

Ortize و Puig (۲۰۰۷) اثر منابع نقطه‌ایی را بر تراکم و بیوماس بزرگ بی‌مهرگان کفزی در رودخانه meditaranean نشان دادند شاخص زیستی هلسینهوف رودخانه بین ۴/۱۵ تا ۴/۸۰ یعنی بین کلاسه کیفی خیلی خوب و خوب قرار داشت.

محققین بسیاری مانند قانع ساسان سرایی (۱۳۸۳)، Davis و Simon (۱۹۹۵) Rosenberg و همکاران (۱۹۹۹)، Spelman وDrinan (۲۰۰۱) با استفاده از غنای EPT توانستند اثرات پساب آلی ناشی از فعالیت کارخانه‌ها و مزارع پرورش ماهی را بر اکوسیستم رودخانه مشخص نمایند و نشان دادند که غنای EPT بین ایستگاه‌های بالادست و پایین دست مزارع پرورش ماهی اختلاف معنی‌داری داشته به طوری که با نتایج مطالعات نهر زرین گل مطابقت داشته است.

بررسی شاخص EPT/CHIR در رودخانه هراز که توسط نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵) انجام شد، نشان داد که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی کاهش یافته و نتایج مطالعات نهر زرین گل با نتایج گزارش شده در رودخانه هراز توسط نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵)، رودخانه چافرود توسط قانع ساسان سرایی (۱۳۸۳) و مطالعه انجام شده توسط Helsenhoff (۱۹۹۹) و مطالعات Baker و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. در بررسی‌های نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵) در رودخانه هراز نتایج شاخص شانون نشان داد که تمامی ایستگاه‌ها در منطقه نسبتاً آلوده قرار دارند. همچنین در مطالعاتFries وBowles (۲۰۰۲) نتایج نشان داد شاخص شانون در ایستگاه‌های بالادست مزرعه بیشتر از ایستگاه های پایین دست بوده است که با نتایج مطالعات نهر زرین گل مطابقت داشته است. همچنین نتایج مطالعات Hilsenhoff (۱۹۸۸) و Gessup و همکاران (۱۹۹۹) با نتایج بررسی موجود مطابقت دارند ولی در مطالعات Ortize و Puig (۲۰۰۷) شاخص شانون در ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است ($p>0/05$). مطالعات Stephens وFarris (۲۰۰۴) نشان داد که شاخص‌های تشابه توزیع و مارگالف در ایستگاه‌های پایین دست مزارع پرورش ماهی کاهش یافتند که با نتایج مطالعه نهر زرین گل مطابقت داشته است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که پساب مزارع پرورش ماهی می‌تواند تاثیر قابل توجهی را بر روی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین گل بگذارد. به طوری‌که در ایستگاه‌های که در پایین دست مزارع پرورش ماهی قرار داشته و پساب مزارع وارد رودخانه می‌شود (ایستگاه‌های۲ و۵)، کاهش تنوع و درصد فراوانی خانواده‌های حساس به آلودگی و افزایش گروه‌های مقاوم مشاهده شد. همچنین نتایج این مطالعه فرضیه استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کفزی را به عنوان یک شاخص آلودگی و کیفیت آب حمایت کرده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیریت و پرسنل شرکت آب و فاضلاب روستایی استان گلستان و جناب آقایان مسعود مولایی و مرگان پور و خانم فاطمه عباسی به واسطه همکاری علمی و اجرایی و حمایت مالی که در این تحقیق داشتند سپاس فراوان داریم.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

منابع

۱. افشین، ۱۳۶۳. رودخانه‌های ایران، انتشارات وزارت نیرو، ۵۷۵ ص.

۲. حافظیه، م.، ۱۳۸۰. حشرات آبزی به عنوان شاخص آلودگی آلی آب، مجله علمی شیلات ایران، سال دهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۰.

۳. حسینعلی ثانی، ط.، ۱۳۷۶. اثر پساب کارگاه پرورش ماهی بر کیفیت آب رودخانه دو هزار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۱۵ص.

۴. کیابی، ب.، قائمی، ر.، عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان. سازمان حفاظت محیط زیست گلستان. ۲۱۸ ص.

۵. قانع ساسان سرایی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.ص.۹۸.

۶. نادری جلودار، م.، اسماعیلی ساری، ع.، احمدی، م.، سیف آبادی، ج.، عبدلی، ا.، ۱۳۸۵. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر روی پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. علوم محیطی. سال چهارم. شماره دوم. زمستان ۱۳۸۵. ۱۸ص.

۷. وزارت نیرو، (۱۳۷۰). مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی محدود رودخانه گرمابدشت زرین گل(جلد دوم) مطالعات هیدرولوژی. ۶۸ ص.

8. Baker Debra S., Huggins Donald G., 2005. Sub-sampling Techniques for Macroinvertebrates, Fish and Benthic Algae Sampled in Biological Monitoring of Streams and Rivers,University of Kansas.26p.
9. Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., Stribling, J. B., 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.
10. Costa Pierce, B. A., 2002. Ecological Aquaculture: The evolution of the blue revolution. Dept. of Fisheries,Animal and Veterinary Science. Uneversity of Rholde Island.501 P.
11. Davis, W. S., Simon, T. P., 1995. Biological assessment and criteria: Tools for waterresource planning and decision making; Chapter 8 – Development and applicationof biological impairment criteria for rivers and streams in New York State. pp. 97-107.
12. Fries, L. T., Bowles, D. E., 2002. Water quality and macroinvertebrate community structure associated with a sportfish hatchery outfall. Sanmarcos. TEXAS. USA.12p
13. Forenshell, G., 2001. Setting basin design. Western Regional Aquaculture Center, WRAC-106. USA: 6pp.
14. Gessup, B. K., Markowitz, A., Stribling, J. B., 1999. Family-level key to the stream invertebrates of Maryland and surrounding arias. Maryland department of natural resource, 180 P.
15. Julio A. Camargo, and Gonzalo, C., 2007. Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. Limnetica, 26 (2): 405-414.
16. Hilsenhoff, W. L., 1988. Rapid Field Assessment for Organic Pollution with a Family Level Biotic Index, J.North American Benthological Society,7(1):65–68.
17. Helsenhoff, W. L., 1999. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic.16p.
18. Julio, A. C., 1991. Temporal and spatial Variations in dominants, diversity and biotic indices along a limestone stream receving a trout farm effluent central research and technology (CLT-INIA). Valdeoloms. Madrid, Spain.13p.
19. Julio, A., Camargo, and Cristina Gonzalo., 2007. Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. Limnetica, 26 (2): 405-414.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]

20. Loch, D. D., West, J. L., Perlmutter, D. G., 1999. The effect of trout farm effluent on taxa richness of benthic macroinvertebrates. Aquaculture, 147:37-55.
21. Lydy, M. J., Crawford, C. G., Fery, J. W., 2000. A comparison of selected diversity, similarity and biotic indices for detecting changes in benthic-invertebrate community structure and stream quality. Arch. Environ. Contom. Toxical. 39: 469-479.
22. McNeely, R. N., Neimanis, V. P., 1979.Water quality sourcebook, A guide to waterquality parameter, water quality branch.OTAWA, Canada.14p
23. Miller, D., Semmens, K., 2002. Waste Management in Aquaculture. West Virginia University Extension Service Publication No.AQ02-1.USA, 8 pp.
24. Needham, J. G., 1976. A guide to the study of freshwater biology.Holden Sanfrancisco.107P.
25. Ortize, J. D., Puig, M. A., 2007. Point source effects on density, biomass and diversity of brnthic macroinvertebrate in a meditaranean stream, river Res.Applic.23:155-170.
26. Pulatsü., Kırkagaç, M. U. S., Köksal, G., 2004. Effects of Land-Based Trout Farms on The Benthic Macroinvertebrate Community in a Turkish Brook, The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 56(1), 59- 67
27. Quigley, M., 1986. Invertebrates of streams and rivers. Head of studies in Environmental Biology. Nene College. Northampton, Edward Arnold.83 P.
28. Rosenberg, D. M., Davies, I. J., Cobb, D. G., Wiens, A. P., 1999. Protocols for maesuring Biodiversity: Benthic macroinvertebrates in Freshwaters. Department of fisheries and Oceans, Freshwater Institute, Winnipeg, Manitoba, 42 P.
29. Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory communication. Bell System Technical Journal 27: 379–423 and 623–656.
30. Spelman, F. R., Drinan, J. E., 2001. Stream Ecology and Self Purification. Lancaster Technomic Pub. Inc.U.S.A.,26l P.
31. Stephens, W. W., Farris, J. L., 2004. Instream community assessment of aquaculture effluents. Aquaculture, 112: 149-162.
32. Usinger, R. L., 1963. Aquatic insects of california. University of california press.32p
33. Volker, D. C., Renn, D. E., 2000. Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Inianapolis,Indiana.USGS Science for a Changing World.55 pp.
34. Washington, H. G., 2003. Diversity, biotic, similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research.18:653-694.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1391.6.2.8.2]