نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره ۱۳، شماره ۳، صفحات ۱۳-۰۱
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

ارزیابی ساختار تنوع زیستی ماهیان در شاخه‌های سیروان رود استان کردستان بر پایه شاخص‌های اکولوژیکی

بهزاد رهنما*، عیسی حاجی‌رادکوچک، حسن فضلی، نرگس عالیشاه، متین شکوری، رحیمه رحمتی

گروه اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
بهزاد رهنما، گروه اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.
ایمیل:
Rahnama.behzad@gmail.com

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تنوع، فراوانی و ساختار جامعه ماهیان در طول یک سال و به صورت فصلی در شش ایستگاه مختلف از رودخانه سیروان انجام شده است. این پژوهش به ارزیابی تغییرات مکانی و فصلی در شاخص‌های زیستی مانند شانون، سیمپسون، مارگالف و یکنواختی می‌پردازد. استفاده از تحلیل آماری و چندمتغیره، دیدی دقیق‌تر از تفاوت‌های اکولوژیکی در طول فصل‌ها و مکان‌های مختلف ارائه می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب و ساختار جامعه ماهیان رودخانه سیروان به‌طور مشخصی تحت تأثیر فاکتورهای زمانی (فصول سال) و مکانی (ایستگاه‌های مختلف) قرار دارد. بالاتر بودن تنوع زیستی در فصل‌های گرم‌تر سال در ایستگاه‌هایی با شرایط فیزیکی-شیمیایی بهتر مانند ایستگاه‌های پایین دست می‌تواند نشان‌دهنده‌ی همبستگی مثبت بین عوامل محیطی مطلوب نظیر دمای بالاتر، اکسیژن محلول مناسب، جریان ملایم، و پوشش بستر مناسب با تنوع بالاتر گونه‌ای باشد. همچنین در بین گونه های ماهیان شناسایی شده ۳ گونه *Carrasius auratus*، *Rhinogobius similis* و *Carrasius gibelio* برای این منطقه غیر بومی (Exotic) محسوب می شوند.در مجموع، الگوی مشاهده‌شده در رودخانه سیروان، منعکس‌کننده تأثیر متقابل فاکتورهای زیست‌محیطی، فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های اکولوژیکی ماهیان است. بنابراین، برای حفظ و احیای تنوع زیستی رودخانه‌ها، باید رویکردهای اکوسیستم‌محور در مدیریت منابع آب اتخاذ گردد.

کلمات کلیدی: شاخص زیستی، رویکرد اکولوژیکی، ماهی، رودخانه سیروان.

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیست‌بوم‌های آب شیرین، نقشی حیاتی در پشتیبانی از تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم‌های طبیعی دارند. ماهیان، به‌عنوان گروه شاخص در این زیستگاه‌ها، به‌خوبی بازتاب‌دهنده شرایط محیطی بوده و تغییرات در ترکیب و تنوع گونه‌ای آن‌ها می‌تواند شاخصی برای سنجش سلامت اکولوژیکی رودخانه‌ها تلقی شود (Karr, 1981; Schmutz and Berryere, 2007) از سوی دیگر، بررسی جوامع ماهیان از منظر فراوانی، غنای گونه‌ای، و ساختار جمعیتی، اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت منابع آبزی، حفاظت از گونه‌های بومی و کنترل عوامل تنش‌زای انسانی فراهم می‌کند (Magurran, 2004).

رودخانه سیروان که از کوه‌های زاگرس سرچشمه می‌گیرد، یکی از منابع آبی مهم در غرب ایران به شمار می‌آید و به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص، شرایط توپوگرافی متنوع، و تأثیرپذیری از فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، زهکشی و ورود فاضلاب، بستر مناسبی برای مطالعات زیست‌محیطی محسوب می‌شود. از این‌رو، پایش زیستی و بررسی ساختار جامعه ماهیان در رودخانه سیروان می‌تواند به‌عنوان ابزاری مهم در ارزیابی وضعیت زیست‌بوم آن استفاده شود (Mohammadi *et al*., 2021). مطالعات زیادی در خصوص تنوع زیستی گونه های مختلف ماهیان در آب های شور و شیرین ایران صورت گرفت اما در خصوص ماهیان سرشاخه های قشلاق، گاوه رود و سیروان سد ژاوه سنندج اطلاعات محدود می باشد. مطالعات زیادی در خصوص تنوع زیستی گونه های مختلف ماهیان در آب

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

های شور و شیرین ایران صورت گرفت اما در خصوص ماهیان سرشاخه های قشلاق، گاوه رود و سیروان سد ژاوه سنندج اطلاعات محدود می باشد. مطالعات متعددی به بررسی تنوع زیستی ماهیان و تأثیر عوامل محیطی و انسانی بر ساختار جمعیتی آن‌ها در منابع آبی غرب کشور پرداخته‌اند. فتحی و احمدی (Fathi and Ahmadi, 2018) در رودخانه سقز واقع در استان کردستان در مجموع ۱۴ گونه ماهی شناسایی نموده که به سه خانواده Cyprinidae، Nemacheilidae وSisoridae تعلق داشتند که خانواده Cyprinidae با ۱۲ گونه و فراوانی نسبی ۹۶٫۲٪، دارای بیشترین غنای گونه‌ای و فراوانی بوده و همچنین تنوع گونه‌ای ماهیان با برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی نظیر نیترات و فسفات همبستگی مثبت داشت. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2021) در رودخانه دینور کرمانشاه تعداد ۲۰ گونه ماهی شناسایی نمودند که بیشتر گونه‌های صیدشده به خانواده Cyprinidaeتعلق داشته و گونه‌های *Alburnus sellal* و *Capoeta trutta* به ترتیب دارای بیشترین و کمترین فراوانی بودند. شاخص‌های تنوع زیستی از جمله شاخص شانون-وینر و غنای حدود ۲۵ گونه سیاه ماهی در آفریقا، آسیای میانه، سوریه، ایران، ترکمنستان، حوضه دریاچه آرال، شمال هند و جنوب چین مشاهده و اختصاصاً در ایران نیز از این جنس گونه‌های *C. barroisi*، *C. buhsei*، *Capoeta capoeta*، *C. fusca*، *C. damacina*، *C. trouta* و *C. aculata* گزارش شده است (Berg, 1949). پراکنش وسیع جنس سیاه ماهی، احتمالاً به دامنه وسیع رژیم غذایی و کم‌توقعی آن، نبود قلمروطلبی و زندگی گله ای آن بستگی دارد. گونه *C. damascina* یکی از گونه های مهم و فراوان این جنس بوده که در اغلب حوزه‌های آبریز ایران در استان‌های کردستان، کرمانشاه، همدان، ایلام، لرستان، فارس، بوشهر، هرمزگان، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، کرمان، یزد، خراسان و اصفهان انتشار دارد (Abdoli, 2009). بر اساس گزارش مهندسین مشاور پنگان آوران (Panganavaran, 2006)، که در خصوص ارزیابی پیآمد زیست محیطی سد مخزنی آزاد انتشار یافت در مجموع ۱۳ گونه ماهی در رود خانه‌های منتهی به سد بیان شد که ۷۰٪ از ماهیان از خانواده کپورماهیان بوده اند.

مطالعه حاضر با هدف بررسی تنوع زیستی، فراوانی و ساختار جامعه ماهیان طی یک دوره‌ی یک ساله و به صورت فصلی در شش ایستگاه در طول رودخانه‌ی سیروان انجام انجام شد و تاثیر تغییرات فصلی و مکانی بر جمعیت و تنوع ماهیان و همچنین شاخص‌های زیستی مانند شانون، سیمپسون، مارگالف و یکنواختی مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی، این پژوهش نه‌تنها به درک بهتر از وضعیت فعلی اکوسیستم رودخانه سیروان کمک می‌کند، بلکه به توسعه رویکردهای حفاظت‌محور در مدیریت منابع طبیعی نیز یاری می‌رساند.

مواد و روش‌ها

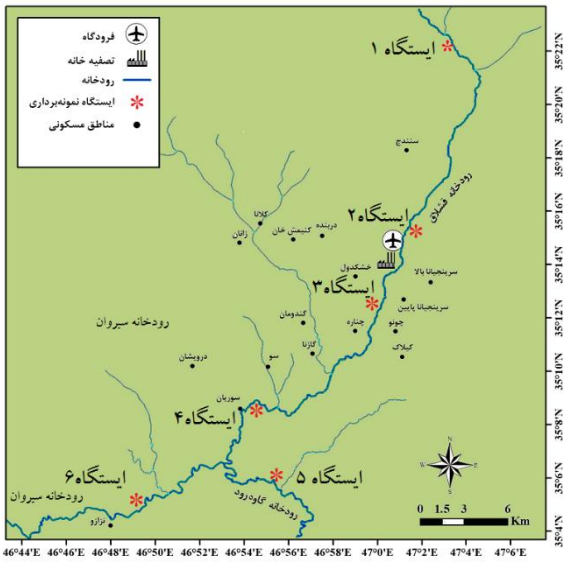
موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است. در این مطالعه ایستگاه‌ها (شکل ۱) بر اساس فاکتورهایی شامل عدم همپوشانی با یکدیگر، نوع کاربری اراضی، کیفیت حاشیه رودخانه، نوع پوشش گیاهی و در دسترس بودن به‌نحوی انتخاب شدند که انواع زیستگاه‌های موجود در منطقه را پوشش دهند (Gholizadeh and Hajili, 2021). نمونه‌های ماهی با استفاده از الکتروشوکر با جریان مستقیم ۱/۷ آمپر و ۴۰۰-۳۰۰ ولت و تور ماهیگیری (پرتابی ماهیگیری سالیک ۱۲ متری نایلونی وچشمه ۳ سانتیمتر) صید شده (Ludwig and Reynolds, 1988) و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت گردید (Bagenal, 1978). نمونه‌های تثبیت شده در داخل ظروف پلاستیکی به آزمایشگاه ماهی‌شناسی انتقال داده شدند، جهت شناسایی ماهیان پارامترهای مریستیک و مورفومتریک اندازه‌گیری و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند (Berg, 1949; Abdoli and Naderi Jellodar, 2008). جهت شناسایی گونه با استفاده از اطلس ماهیان آب‌های داخلی ایران و بررسی پارامترهای زیستی (طول، وزن، جنسیت، سن و مطالعات دستگاه گوارش) به آزمایشگاه انتقال داده می‌شود (Bagenal, 1978; Ludwig and Reynolds, 1988).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوضه آبریز

شماره ایستگاه	ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱	بالادست قشلاق (زیر پل)	"۳۵° ۲۲' ۳۶N ۴۷° ۰۱' ۱۲"E
۲	شاخه قشلاق رود قبل از تصفیه خانه (فرودگاه)	۳۵° ۲۲' ۶۱"N ۴۷° ۶۲' ۹۱"E
۳	شاخه قشلاق رود (پایین دست تصفیه خانه)	۳۵° ۱۲' ۱۲"N ۴۶° ۵۹' ۳۳"E
۴	شاخه قشلاق رود (حدود ۳ کیلومتر پایین‌تر از ایستگاه ۲ واقع گردید)	۳۵° ۰۸' ۰۸"N ۴۶° ۵۳' ۵۹"E
۵	شاخه گاوه رود	۳۵° ۰۵' ۰۴"N ۴۶° ۵۵' ۲۱"E
۶	شاخه سیروان (پشت سد)	۳۵° ۰۳' ۵۲"N ۴۶° ۴۹' ۵۱"E



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوضه رودخانه سیروان

مطالعات شاخص‌های تنوع زیستی

شاخص شانون- وینر:

همچنین تنوع گونه ای ماهیان در ایستگاه های مختلف با شاخص شانون -وینر محاسبه شد (Ludwig and Reynolds, 1988).

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} Pi \times \mathrm{Log}Pi$$

به‌طوری که Pi فراوانی نسبی هر گونه در ایستگاه i و n تعداد گونه است. جائیکه H شاخص شانون –وینر می باشد (Pielou, 1974).

برای محاسبهٔ شاخص یکنواختی، از نمایهٔ پیلو استفاده گردید:

$$J' = \frac{H'}{Ln\ (S)}$$

که H′ مقدار نمایهٔ شانون و S تعداد گونه در نمونهٔ مورد نظر است (Ludwig, and Reynolds, 1988).

شاخص بریلیون:

تنوع یک مجموعه را اندازه گیری می کند و برای سنجش تنوع در کل دوره از این شاخص استفاده می‌شود. مقدار به‌دست‌آمده به ندرت از ۴/۵ تجاوز می‌کند. شاخص بریلوین (HB) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد که در آن N تعداد کل افراد در نمونه، ni تعداد افراد متعلق به گونه i و S تعداد گونه است (Krebs, 2014).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

$$HB = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^{s} \ln n_i!}{N}$$

برای تعیین پراکنش محلی از فرمول زیر استفاده شد (Muchlisin and Siti Azizah, 2009).

$$D = \frac{Ni.st}{Nst}$$

D پراکنش محلی (٪)، $N_{i.st}$ تعداد ایستگاه‌هایی که نمونه ماهی در آن صید شد و N_{st} تعداد کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری می‌باشد.

شاخص یکنواختی تنوع:

شاخص یکنواختی تنوع، نسبت تنوع واقعی یک جامعه به حداکثر تنوع ممکن آن است. این شاخص معمولاً با استفاده از شاخص‌هایی مانند شانون محاسبه می‌شود و عددی بین ۰ و ۱ به‌دست می‌دهد. اگر همه گونه‌ها افراد برابری داشته باشند، یکنواختی کامل است و اگر نزدیک صفر باشد، بیشتر جمعیت متعلق به یک یا چند گونه است و تنوع کم می‌باشد (Pielou, 1974).

$$E = \frac{H}{Ln\, S}$$

H شاخص شانون (Shannon Diversity Index)

S تعداد کل گونه‌ها

E شاخص یکنواختی پیلو (Pielou's Evenness)

شاخص تنوع تاکسا:

شاخص تنوع تاکسا (Taxonomic Diversity Index) معیاری برای سنجش میزان تنوع زیستی بر اساس فاصله یا تفاوت‌های رده‌بندی (تاکسونومیک) بین گونه‌ها در یک جامعه زیستی می‌باشد (Warwick & Clarke, 1995).

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \cdot lnp_i$$

که در آن p نسبت افراد یک گونه به کل فراوانی جامعه را نشان می‌دهد که به صورت زیر می‌باشد.

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

N تعداد کل گونه‌ها.

شاخص مارگالف:

شاخص مارگالف فقط بر پایه تعداد گونه‌ها و تعداد کل نمونه‌ها بنا شده است و میزان تنوع یک جامعه را با توجه به تعداد گونه‌های مشاهده‌شده در مقایسه با کل جمعیت اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص فراوانی نسبی گونه‌ها را در نظر نمی‌گیرد؛ فقط تعداد گونه‌ها نسبت به اندازه نمونه را بررسی می‌کند. مقدار شاخص مارگالف هیچ بازه ثابتی ندارد (برخلاف شانون یا سیمپسون) هرچه مقدار شاخص بالاتر باشد غنای گونه‌ای بیشتر است (Margalef, 1958).

$$D_{Mg} = S - \frac{1}{\ln(N)}$$

D_{Mg} مقدار شاخص مارگالف

S تعداد گونه‌های شناسایی‌شده (species)

N تعداد کل افراد (total individuals)

Ln(N) لگاریتم طبیعی پایه (e)

شاخص سیمپسون:

شاخص سیمپسون یکی از شاخص‌های مهم در اندازه‌گیری تنوع زیستی است که نه‌تنها تعداد گونه‌ها (richness)، بلکه فراوانی نسبی آن‌ها را نیز در نظر می‌گیرد (Simpson, 1949).

$$D = \sum \frac{ki\,(ki - 1)}{kt\,(kt - 1)}$$

D=شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون

ki=تعداد افراد جمعیت گونه i ام

k=تعداد کل افراد

فرم اصلاح‌شده (شاخص تنوع سیمپسون)

D - 1

مقدار آن هرچه بیشتر باشد، تنوع نیز بیشتر است.

شاخص معکوس سیمپسون:

1/D

در این حالت، مقدار بالاتر به‌معنای تنوع بالاتر است و حداقل مقدار برابر ۱ (وقتی فقط یک گونه وجود دارد) است.

برای تحلیل داده‌ها، از روش‌های آماری و چندمتغیره نظیر آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) و خوشه‌بندی استفاده شد، این رویکرد امکان بررسی دقیق‌تر تفاوت‌های اکولوژیکی میان فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف را فراهم کرده و به شناسایی بهتر الگوهای تنوع زیستی در پاسخ به تغییرات محیطی کمک می‌کند. همچنین نتایج آن می‌تواند مبنایی برای مقایسه با دیگر حوضه‌های رودخانه‌ای ایران و شناسایی نواحی نیازمند مدیریت حفاظتی یا ترمیمی باشد (Pusey et al., 2000; Ebrahimi *et al*., 2020). در این مطالعه دو گروه از متغیرها یعنی متغیرهای مستقل

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

(ایستگاه‌ها و ماه‌ها) و متغیرهای وابسته شامل گروه‌های زیستی و غیرزیستی در نظر گرفته شد (Bluman, 1998). مقادیر نرمال سازی شده (Siapatis *et al.*, 2008) و سپس آزمون های یک طرفه ANOVA، T-test، همبستگی پیرسون و رگراسیون خطی انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از Excel-2016 و برای مقایسه آماری پارامترهای زیستی و غیرزیستی در بین ایستگاه‌های مختلف از SPSS-22 در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده شد.

نتایج

شناسایی گونه های مختلف ماهیان با بررسی های مورفومتریک و مریستیک و با استفاده از کلید های شناسایی معتبر صورت گرفت. در طی دوره های مختلف نمونه برداری، تعداد ۱۸۳۵ عدد ماهی در کل ایستگاه ها صید شده که شامل ۱۴ گونه بودند، و به ۴ خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae)، مارماهیان خاردار آب شیرین (Mastacembelidae)، گاوماهیان ماهیان جویباری (Nemachielidae) و (Gobiidae) سگ ماهیان تعلق داشتند (جدول ۲). تعداد ۱ عدد گونه مارماهی خاردار (*Mastacembelus mastacembelus*) متعلق به خانواده مارماهیان خاردار آب شیرین، ۱ عدد گونه گاو ماهی تالابی (*Rhinogobius similis*) متعلق به خانواده گاوماهیان و ۱ گونه سگ ماهی جویباری (*Oxynoemachilus angorae*) متعلق به خانواده سگ ماهیان جویباری و سایر گونه‌ها شامل شاه کولی (*Alburnus mossulensis*)، ماهی بلیزم (*Barbus lacerta*)، سیاه ماهی توئینی (*Capoeta trutta*)، سیاه ماهی ساردە (*Capoeta damascina*)، کاراس- کپورچه (Carrasius auratus)، کاراس- ماهی حوض (*Carrasius gibelio*)، لوتک- بوتک (*Cyprinion macrostomum*)، گل چراغ- سنگ لیس (*Garra rufa*)، سس ماهی لب پهن(*Luciobarbus barbulus*) ، ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius cephalus*)، ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius lepidus*) متعلق به خانواده کپورماهیان بودند (جدول ۲). همچنین در بین گونه‌های ماهیان شناسایی شده ۳ گونه *Carrasius auratus*، *Rhinogobius similis* (Hajiradkouchak et al., 2025) و *Carrasius gibelio* برای این منطقه غیر بومی (Exotic) محسوب می شوند.

جدول ۲- لیست رده‌ها، راسته‌ها، خانواده‌ها، جنس و گونه‌های ماهیان شناسایی شده در کل ایستگاه‌ها حوضه آبریز سیروان رود

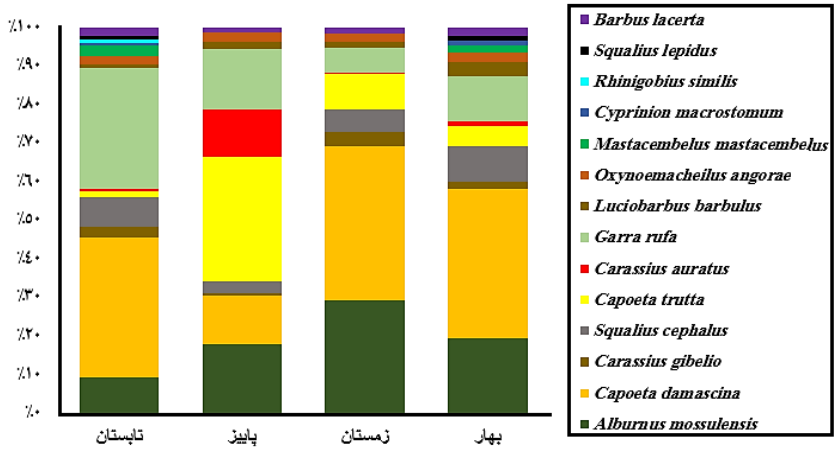
رده	راسته	خانواده	جنس و گونه
Ostichthys	Cypriniformes	Cyprinidae	*Alburnus mossulensis* *Barbus lacerta* *Capoeta damascina* *Capoeta trutta* *Carassius auratus* *Carassius gibelio* *Cyprinion macrostomum* *Garra rufa* *Luciobarbus barbulus* *Squalius cephalus* *Squalius lepidus*
		Noemachilidae	*Oxynoemachilus angorae*
Ostichthys	Perciformes	Mastacembelidae	*Mastacembelus mastacembelus*
Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	*Rhinogobius similis*

بررسی فصلی درصد فراوانی گونه‌های ماهیان در منطقه مورد مطالعه طی یکسال نشان داد که تنوع و تراکم جمعیتی آن‌ها به‌طور محسوسی تحت تأثیر تغییرات فصلی قرار می‌گیرد. در این میان، فصل تابستان بیشترین درصد فراوانی گونه‌ها را شامل می‌شود و فصل زمستان کمترین حضور را نشان می‌دهد. این روند می‌تواند ناشی از شرایط محیطی مساعد در تابستان مانند افزایش دمای آب، دسترسی بیشتر به منابع غذایی و آغاز فعالیت‌های

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

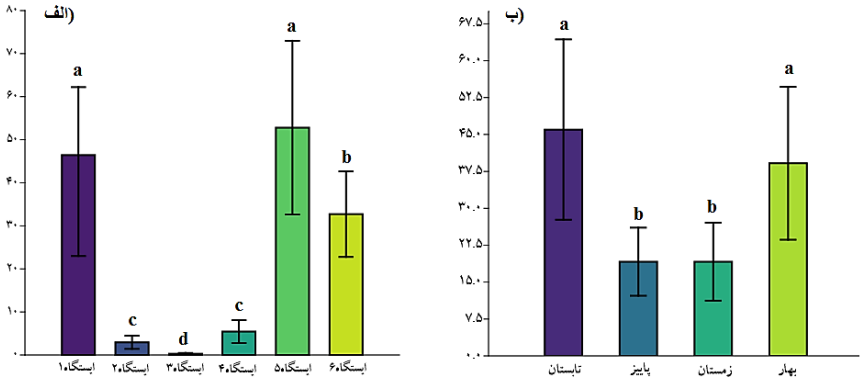
[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

تولیدمثلی باشد. به‌طور کلی، گونه *Barbus lacerta* بیشترین فراوانی خود را در فصل بهار داشته و در زمستان تقریباً حضور نداشته است. گونه *Mastacembelus mastacembelus* دارای حضور کم بوده و در فصول سرد سال مشاهده نشده است. گونه *Carassius auratus*در تمامی فصول دیده شده اما بیشترین تراکم آن مربوط به پائیز است. *Capoeta trutta* و *Capoeta damascina* نیز الگوی مشابهی را دنبال می‌کنند و در فصل‌های گرم‌تر فراوان‌تر بوده‌اند. در نهایت، *Alburnus mossulensis* تنها در فصول بهار و تابستان حضور داشته و در نیمه سرد سال شناسایی نشده است. (شکل۲).



شکل۲ - درصد فراوانی گونه های مورد مطالعه در فصول مختلف سال

میانگین فراوانی گونه‌های ماهی بین فصول و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه سیروان. تفاوت معنی‌داری بین فصول و ایستگاه‌ها مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، بین ایستگاه‌های ۱ و ۵ و همچنین بین دو ایستگاه ۲ و۴ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ایستگاه ۳ با حداقل فراوانی نسبت به تمام ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۳-الف). از طرفی در بین فصول سال هم اختلاف معنی‌داری بین دو فصل بهار و تابستان نسبت به دو فصل پاییز وزمستان مشاهده شد (شکل ب).



شکل ۳- مقایسه فراوانی گونه‌های ماهیان الف) در شش ایستگاه نمونه‌برداری؛ ب) در چهار فصل سال

در این مطالعه، ایستگاه‌های پایین دست بیشترین مقدار شاخص را از خود نشان داده‌اند و کمترین مقدار برای ایستگاه ۳ محاسبه گردیده است (شکل۳ الف). همچنین فصل بهار بالاترین مقدار شاخص را دارد و زمستان پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. ولی به طور کلی فصل‌های بهار و تابستان اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر فصول پیدا کرده است (شکل ۳ب).

غنای گونه‌ای (Taxa_S) که تعداد گونه‌های مشاهده‌شده را نشان می‌دهد، در تابستان بیشترین مقدار (۱۴ گونه) و در زمستان و پاییز کمترین مقدار (۱۰ گونه) را دارد. این شاخص صرفاً تنوع عددی گونه‌ها را بدون توجه به فراوانی آن‌ها مشخص می‌کند.میزان نمونه‌های جمع‌آوری‌شده (فراوانی کل) در تابستان (۶۹۶) و بهار (۶۷۹) بالاست، درحالی‌که در پاییز (۳۹۱) و زمستان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

(۲۶۸) پایین‌تر است. این تفاوت می‌تواند به شرایط محیطی، دمای آب، فعالیت زیستی یا دسترسی‌پذیری گونه‌ها مرتبط باشد.

در این مطالعه، فصل پاییز با مقدار ۸۱۰۱ /۰ بالاترین تنوع و فصل زمستان با مقدار ۰/۷۷۲۶ پایین‌ترین تنوع را نشان داد. شاخص شانون (Shannon) نیز ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی توزیع فراوانی است. نتایج نشان داد که فصل بهار با مقدار ۱/۹۲۳ دارای بیشترین تنوع و فصل زمستان با مقدار ۱/۸۱ کمترین تنوع را داراست. این تفاوت بیانگر آن است که در فصل بهار، گونه‌ها هم از نظر تعداد متنوع‌تر و هم از نظر توزیع فراوانی متعادل‌تر هستند.همچنین شاخص یکنواختی (Evenness) نشان‌دهنده میزان تعادل در توزیع فراوانی گونه‌هاست. فصل پاییز با مقدار ۰/۶۴۳بیشترین یکنواختی را داشت که نشان می‌دهد فراوانی گونه‌ها در این فصل به‌صورت متوازن‌تری توزیع شده‌اند. در مقابل، فصل تابستان با مقدار ۰/۴۸۱۵ کمترین یکنواختی را نشان داد که حاکی از غلبه چند گونه خاص (*C. damascina, A. mosselensis*) بر ترکیب جامعه ماهیان است. شاخص برلیون، هم عملکردی مشابه شاخص شانون دارد، در جوامع بسته یا در شرایطی با اطلاعات کامل‌تر کاربرد دارد. مقدار این شاخص در فصل‌های بهار و تابستان بالاتر از پاییز و زمستان بود که تأییدی بر تنوع بیشتر در این دو فصل محسوب می‌شود. مقدار بالای شاخص مارگالف در فصل تابستان (۲/۲) نشان‌دهنده تعداد بالاتری از گونه‌ها نسبت به کل جمعیت ماهیان در این فصل است. مقدار شاخص فیشر آلفا (Fisher_alpha) در فصل تابستان برابر با ۲/۵۲۵ بود که نشان‌دهنده تنوع بالاتر در این فصل نسبت به سایر فصل‌هاست. همچنین شاخص برگر-پارکر (Berger-Parker) در فصل پاییز مقدار این شاخص برابر با ۰/۳۲۰۹ بود که نشان‌دهنده توزیع متعادل‌تر گونه‌هاست، در حالی‌که در فصل زمستان مقدار آن به ۰/۴۱۰۴ افزایش یافت که احتمالاً ناشی از غلبه یک گونه خاص بر جامعه ماهیان بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- شاخص‌های تنوع زیستی فصلی در رودخانه سیروان

شاخص / فصل	تابستان	پاییز	زمستان	بهار
غنای گونه‌ای (Taxa_S)	۱۴	۱۰	۱۰	۱۳
تعداد ماهی	۶۹۶	۳۹۱	۲۶۸	۶۷۹
سیمپسون (Simpson)	۰/۷۸۲۳	۰/۸۱۰۱	۰/۷۷۲۶	۰/۷۸۴
شانون (Shannon)	۱/۹۰۸	۱/۸۶۱	۱/۸۱	۱/۹۲۳
یکنواختی (Evenness)	۰/۴۸۱۵	۰/۶۴۳	۰/۶۱۱۲	۰/۵۲۶۲
برلیون(Brillouin)	۱/۸۵۲	۱/۷۷۴	۱/۷۲۲	۱/۸۶۱
مارگالف (Margalef)	۲/۰۱	۱/۶۱	۱/۶۱	۱/۹۰۳
فیشر آلفا(Fisher_alpha)	۲/۵۲۵	۲/۰۴۹	۲/۰۴۹	۲/۳۹
برگر-پارکر(Berger-Parker)	۰/۳۳۸۵	۰/۳۲۰۹	۰/۴۱۰۴	۰/۳۸۸۷

ایستگاه‌های پایین دست بیشترین غنای گونه‌ای (۱۳ گونه) را داشتند که نشان‌دهنده تنوع زیستی بالا در این ایستگاه‌ها بود. ایستگاه ۳ تنها ۲ گونه داشت که ممکن است نشانه‌ای از اختلال یا محدودیت شدید در این ایستگاه باشد. ایستگاه ۵ با ۸۰۵ نمونه و ایستگاه ۱ با ۶۵۰ نمونه به ترتیب بیشترین تعداد ماهیان را به خود اختصاص دادند. ایستگاه ۳ تنها ۴ ماهی داشت که به وضوح بر نتایج دیگر شاخص‌ها تأثیرگذار بود. در ایستگاه ۶ بر اساس شاخص سیمپسون که برابر با ۰/۸۴۴۸ بود بیشترین تنوع مشاهده شد، که به معنای غالبیت کمتر یک گونه خاص است. ایستگاه ۳ نیز مقدار نسبتاً پایین‌تری از این شاخص را داشت. بیشترین مقدار شاخص شانون در ایستگاه ۶ (۲/۱۱۵) دیده شد که تنوع بالای گونه‌ای همراه با توزیع مناسب را نشان می‌دهد. کمترین مقدار نیز مربوط به ایستگاه ۳ (۰/۸۱۸۱) است. مقدار بالای یکنواختی در ایستگاه ۳ (۱/۱۳۳) غیرمنطقی و بالاتر از محدوده متداول (۰–۱) است که احتمالاً به دلیل جمعیت بسیار کم (فقط ۴ ماهی) و محاسبه نادرست یا حساسیت عددی فرمول است.برلیون در ایستگاه ۶ با ۲/۰۴۱ بالاترین مقدار را داشت که نشان‌دهنده‌ی تنوع بالا در این ایستگاه است. ایستگاه ۳ با مقدار ۰/۴۴۷۹، پایین‌ترین تنوع را داشت. بیشترین مقدار عددی شاخص مارگالف در ایستگاه ۶ (۱/۹۵۹) دیده شد و کمترین آن نیز

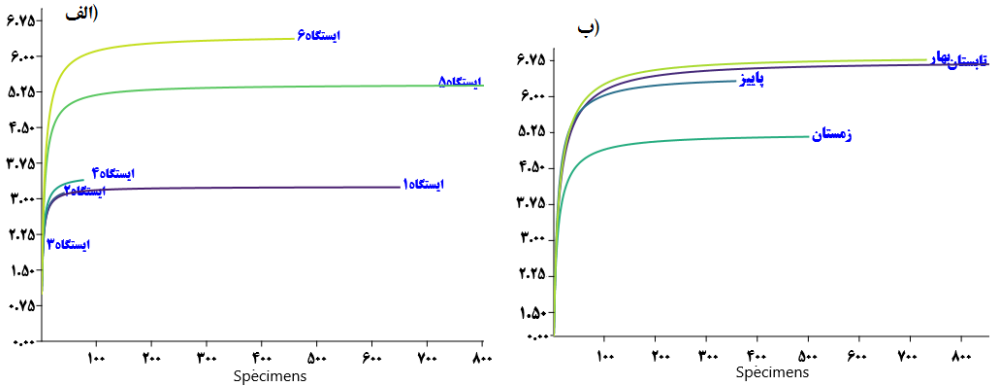
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

در ایستگاه ۳ (۰/۷۲۱۳) مشاهده شد. این شاخص در جامعه‌هایی با تعداد گونه‌های محدود و کم کاهش می‌یابد شاخص فیشر آلفا نیز در ایستگاه ۶ با مقدار ۲/۴۹۱ بیانگر بالاترین تنوع بر اساس این شاخص در ایستگاه ۶ بود. این شاخص کمک می‌کند تأثیر اختلاف در تعداد کل نمونه‌ها کاهش یابد.برگر-پارکر ایستگاه ۶ با پایین‌ترین مقدار (۰/۲۳۱۴) متوازن‌ترین جامعه را نشان داد، درحالی‌که ایستگاه ۳ (۰/۵) نشان از تسلط یک گونه داشت (جدول ۴).

جدول ۴- شاخص‌های تنوع زیستی براساس ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه سیروان

شاخص / ایستگاه	ایستگاه۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه	ایستگاه۵	ایستگاه۶
غنای گونه‌ای (Taxa_S)	۱۰	۶	۲	۵	۱۳	۱۳
تعداد ماهی	۶۵۰	۴۱	۴	۷۶	۸۰۵	۴۵۸
سیمپسون(Simpson)	۰/۶۹۲۷	۰/۶۹۶۳	۰/۶۶۶۷	۰/۷۱۴۷	۰/۸۱۵۲	۰/۸۴۴۸
شانون(Shannon)	۱/۴۹	۱/۴۴۱	۰/۸۱۸۱	۱/۳۹۴	۱/۹۶۷	۲/۱۱۵
یکنواختی(Evenness)	۰/۴۴۳۹	۰/۷۰۴۲	۱/۱۳۳	۰/۸۰۵۸	۰/۵۴۹۷	۰/۶۳۷۳
برلیون(Brillouin)	۱/۴۵۱	۱/۲۰۳	۰/۴۴۷۹	۱/۲۶۸	۱/۹۲۲	۲/۰۴۱
مارگالف (Margalef)	۱/۳۹	۱/۳۴۶	۰/۷۲۱۳	۰/۹۲۳۶	۱/۷۹۳	۱/۹۵۹
فیشر آلفا(Fisher_alpha)	۱/۶۷۷	۱/۹۳۶	۱/۵۹۲	۱/۲۰۱	۲/۲۰۲	۲/۴۹۱
برگر-پارکر(Berger-Parker)	۰/۴۳۰۸	۰/۴۸۷۸	۰/۵	۰/۴۴۷۴	۰/۲۶۵۸	۰/۲۳۱۴

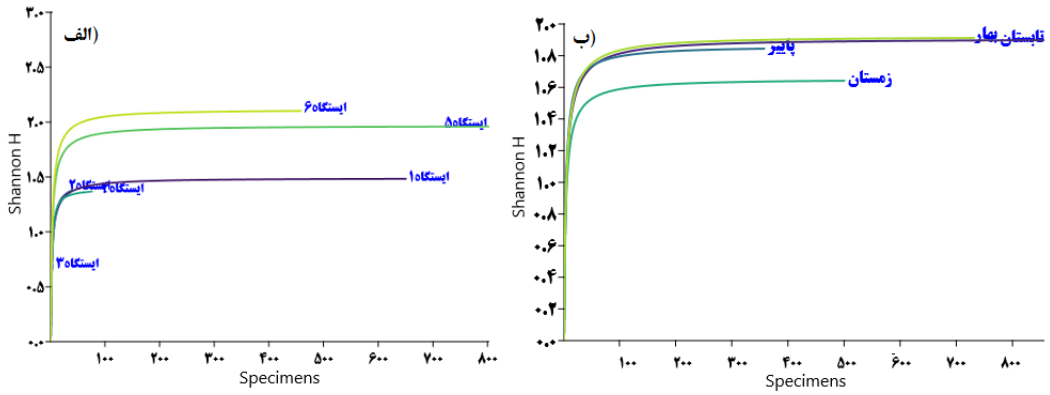


شکل۴ - منحنی شاخص سیمپسون گونه‌های مختلف ماهی در الف) شش ایستگاه مختلف و ب) چهار فصل سال

شاخص تنوع زیستی شانون برای فصل‌های مختلف و ایستگاه‌های نمونه‌برداری رسم شده است (شکل). در این شکل (الف)، محور افقی شامل فراوانی گونه ای ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده و محور عمودی مقدار شاخص شانون است .تفاوت بین شاخه ها بیانگر تفاوت در شرایط اکولوژیکی بین ایستگاه‌هاست. ایستگاه‌هایی با شاخص بالاتر که زیستگاه‌هایی متعادل‌تر با تنوع بیشتر گونه‌ای دارند (ایستگاهای ۵ و ۶)، در حالی که ایستگاه‌های با شاخص پایین‌تر ممکن است تحت تأثیر فشارهای انسانی یا شرایط آلودگی محیطی قرار داشته باشند (ایستگاه های ۳ و۴ به ترتیب کمترین مقدار شاخص را دارند). در شکل (ب)، محور افقی نشان‌دهنده فراوانی گونه‌ای هر فصل و محور عمودی نمایانگر مقدار شاخص شانون است. شاخه‌ها نشان می‌دهند که تنوع زیستی ماهیان در طول فصل‌ها متغیر است. مقدار بیشتر شاخص شانون بیانگر تنوع بالاتر و ساختار اکولوژیکی پیچیده‌تر در آن فصل است. در این شکل بالاترین مقدارشاخص در فصل بهار و تابستان است و کمترین مقدار به فصل پاییز تعلق دارد.

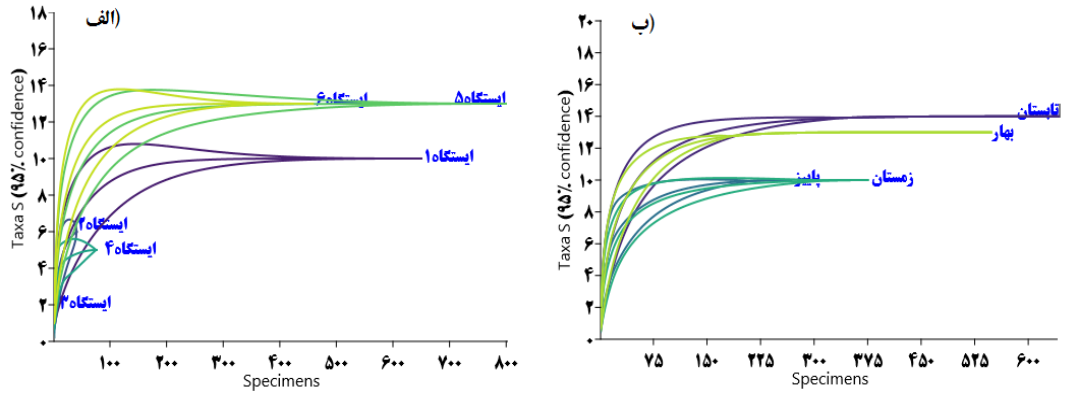
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]



شکل۵ - شاخص تنوع زیستی شانون گونه‌های مختلف ماهی در الف) شش ایستگاه مختلف و ب) چهار فصل سال

با استفاده از شاخص غنای گونه ای، تنوع گونه‌ای ماهیان در دو بعد زمانی فصلی و مکانی (ایستگاه‌های نمونه برداری) مورد بررسی قرار گرفت. شکل (الف)، پراکنش تنوع گونه‌ای در بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری را نمایش می‌دهد. برخی از نقاط در گروه‌هایی به هم نزدیک شده‌اند که نشان‌دهنده تشابه ترکیب گونه‌ای بین آن ایستگاه‌هاست. در ایستگاهای ۵ و ۶ تشابه به صورت کامل قابل رویت هست. در مقابل، برخی نقاط کاملاً مجزا بوده و پراکندگی بالایی دارند که نشان‌دهنده ایستگاه‌هایی با تنوع زیستی منحصر به فرد است.در طرف مقابل ایستگاه های ۲، ۳ و ۴ دارای ترکیب گونه ای پایین تری هست که نشانه شرایط نامطلوب اکوسیستم هست. شکل (ب)، تنوع گونه ای ماهیان را بین فصل‌های مختلف (بهار، تابستان، پاییز، زمستان) نمایش می‌دهد. نقاط پراکنده در فضا نشان دهنده ترکیب گونه‌ای در هر فصل می‌باشند. سه شاخه نسبتاً متمایز قابل تشخیص هستند که می‌توانند به ترتیب نشان‌دهنده سه فصل سال باشند و هم پوشانی بالا بین فصل زمستان وپاییز از لحاظ غنای گونه ای هست. نزدیکی یا فاصله بین شاخه‌ها، میزان شباهت یا تفاوت ترکیب گونه ای را مشخص می‌کند فصل تابستان با اختلافی نسبت به سایر فصول ترکیب گونه ای بهتری دارند



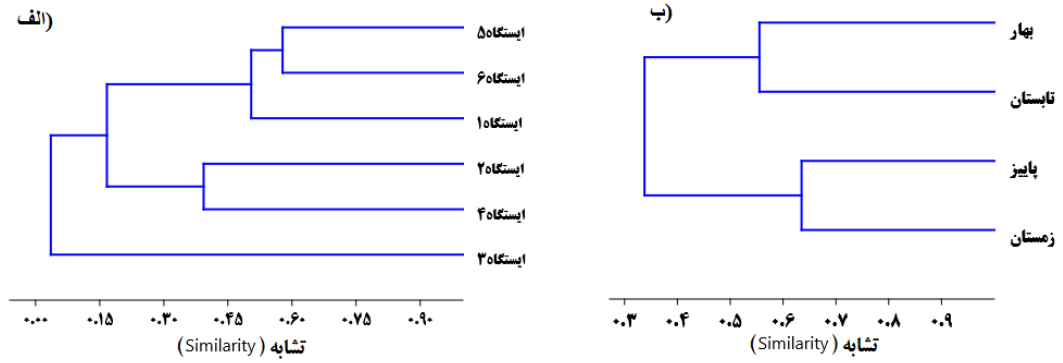
شکل۶ - شاخص غنای گونه ای گونه‌های مختلف ماهی در الف) شش ایستگاه مختلف و ب) چهار فصل سال

تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis) به منظور شناسایی الگوهای شباهت در فراوانی گونه‌های ماهی بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری (شکل الف) و فصل‌های سال (شکل ب) انجام شده است. شکل الف ایستگاه‌های نمونه‌برداری را بر اساس شباهت در فراوانی وگونه‌های ماهی گروه‌بندی کرده است. نتایج نشان داد که ایستگاه‌ها به چند خوشه متمایز تقسیم شدند: خوشه اول :شامل ایستگاه‌های با فراوانی بالاتر گونه‌های ماهی، حساس به تغییرات محیطی (مانند گونه‌های ماهی که به آب با کیفیت بالا و اکسیژن زیاد نیاز دارند). ایستگاه‌ها ۱، ۵ و ۶ احتمالاً به دلیل کیفیت بهتر آب، دمای پایین‌تر، و جریان مناسب‌تر رودخانه، جوامع ماهی متنوع‌تری داشتند. خوشه دوم ایستگاه‌های ۲ و ۴

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

به دلیل نزدیکی به مناطق شهری یا کشاورزی، در این خوشه قرار گرفتند. این ایستگاه‌ها دارای فراوانی بالاتر گونه‌های مقاوم‌تر به آلودگی (مانند برخی گونه‌های Cyprinidae مقاوم یا گونه‌های مهاجم) و تنوع گونه‌ای پایین‌تر بودند. این تفاوت ممکن است ناشی از تأثیرات آلودگی (مانند فاضلاب یا رواناب کشاورزی) یا تغییرات در بستر رودخانه باشد. ایستگاه ۳ که در خوشه پاییز قرار دارد نشان دهنده تمایز آشکار با سایر ایستگاه هست و وضعیت نامطلوب زیستی دارد. شکل (ب) تحلیل خوشه‌ای فصل‌های سال را نشان می‌دهد. خوشه اول (بهار و تابستان) در یک خوشه قرار گرفتند، که احتمالاً به دلیل دمای بالاتر آب، کاهش دبی رودخانه، و شرایط مناسب برای تولیدمثل یا تغذیه برخی گونه‌های ماهی مانند گونه‌های Cyprinidae است. به‌عنوان مثال، فراوانی گونه‌های ماهی که در آب‌های گرم‌تر تولیدمثل می‌کنند، در این فصول بیشتر بوده است. خوشه دوم (پاییز و زمستان) در خوشه‌ای دیگر قرار گرفتند، که می‌تواند ناشی از افزایش دبی رودخانه به دلیل بارندگی‌های فصلی و کاهش دما باشد. این شرایط ممکن است باعث کاهش فراوانی گونه‌های ماهی حساس به جریان بالا و افزایش گونه‌هایی شود که به شرایط سردتر و جریان قوی‌تر سازگار هستند (مانند برخی گونه‌های مهاجر).



شکل ۷ – آنالیز خوشه‌ای (الف) بین ایستگاه های نمونه برداری شده و (ب) فصل های سال در شاخه های رودخانه سیروان

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب و ساختار جامعه ماهیان رودخانه سیروان به‌طور محسوسی تحت تأثیر فاکتورهای زمانی (فصول سال) و مکانی (ایستگاه‌های مختلف) قرار دارد. بالاتر بودن تنوع زیستی در فصل‌های گرم‌تر سال (بهار و تابستان) و در ایستگاه‌هایی با شرایط فیزیکی-شیمیایی مطلوب‌تر (مانند ایستگاه‌های ۵ و ۶)، می‌تواند نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین عوامل محیطی مطلوب نظیر دمای بالاتر، اکسیژن محلول مناسب، جریان ملایم، و پوشش بستر مناسب با تنوع بالاتر گونه‌ای باشد (Schlosser, 1982; Jackson *et al*., 2001).

در بُعد فصلی، تنوع زیستی بر اساس شاخص‌های شانون و سیمپسون در فصل‌های بهار و تابستان به‌طور معناداری بیشتر از پاییز و زمستان بود. این نتایج نشان می‌دهد که بسیاری از گونه‌های بومی، به‌ویژه Cyprinidae‌ها، در این بازه زمانی فعالیت‌های تغذیه، مهاجرت یا تولیدمثل بیشتری دارند (Azizi *et al*., 2015). کاهش دمای آب، افزایش شدت جریان ناشی از بارش و سیلاب‌های فصلی در زمستان ممکن است باعث پراکندگی کمتر و کاهش تراکم برخی گونه‌ها شود، در حالی‌که در تابستان با ثبات بیشتر شرایط، فراوانی و تنوع افزایش می‌یابد.

از منظر مکانی، ایستگاه‌های ۵ و ۶ که بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای را داشتند، احتمالاً از نظر کیفیت زیستگاه، ساختار بستر، میزان پوشش گیاهی کناری و فاصله از منابع آلاینده وضعیتی مطلوب‌تر داشته‌اند. این موضوع با مطالعه محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2021) در رودخانه کارون هم‌راستا است که نشان داد ایستگاه‌های دور از مناطق کشاورزی و شهری تنوع گونه‌ای بالاتری داشتند. در مقابل، ایستگاه ۳ که پایین‌ترین مقدار تنوع و فقط ۲ گونه را نشان داد، احتمالاً تحت تأثیر مستقیم فعالیت‌های انسانی مانند ورود فاضلاب یا تغییرات فیزیکی شدید در بستر رودخانه قرار دارد (Araujo *et al*., 2009).

در تحلیل خوشه‌ای نیز مشاهده شد که ایستگاه‌های ۱، ۵ و ۶ در یک گروه خوشه‌ای قرار گرفتند و این مسأله

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

بازتاب‌دهنده شباهت در ترکیب گونه‌ای و کیفیت مناسب‌تر زیستگاه آن‌هاست. ایستگاه ۳ به‌صورت منفرد از سایر ایستگاه‌ها جدا شده و تشکیل خوشه مجزا داده است، که نشانگر تفاوت شدید ساختار اکولوژیکی آن نسبت به سایر مناطق است که با یافته‌های ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al*., 2020) در رودخانه تجن مطابقت دارد.

از نظر مدیریتی، شاخص‌هایی مانند برگر-پارکر و یکنواختی Evenness که در برخی ایستگاه‌ها و فصول مقدار پایین‌تری داشتند، هشداردهنده غالبیت یک یا چند گونه خاص هستند؛ این پدیده ممکن است به دلیل تنش‌های زیست‌محیطی، حضور گونه‌های مهاجم (*C. ouratus* و *C. gibelio*) یا رقابت نابرابر بین گونه‌ها باشد (Olden *et al*., 2006). در این مطالعه، مقدار بالای برگر-پارکر در زمستان و ایستگاه ۳ به‌وضوح نشانگر تسلط یک گونه است.

در مجموع، الگوی مشاهده‌شده در رودخانه سیروان، منعکس‌کننده تأثیر متقابل فاکتورهای زیست‌محیطی، فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های اکولوژیکی ماهیان است. یافته‌ها تأکید دارند که تنوع زیستی تنها وابسته به تعداد گونه‌ها نیست، بلکه تابعی از توزیع شرایط فیزیکی و تهدیدات محیطی نیز می‌باشد. بنابراین، برای حفظ و احیای تنوع زیستی رودخانه‌ها، باید رویکردهای اکوسیستم‌محور در مدیریت منابع آب اتخاذ گردد.

References

Abdoli, A. (2009). Fishes of inland waters of Iran. Tehran: Museum of Nature and Wildlife of Iran.

Abdoli, A., & Naderi Jellodar, M. (2008). Biodiversity of fish species in the southern basin of the Caspian Sea. Ayaneh Publications.

Azizi, F., Khoshkhalk, M., Rahmani, H., Sattari, M., & Anvarifar, H. (2015). Investigation of the effect of Shahid Rajaee Dam on the diversity and morphological and numerical differentiation of the tailor's fish (Alburnoides sp.) (Pisces: Cyprinidae) in the Tajan River, Sari. Environmental Biology of Fishes, 43(1), 85–103. https://civilica.com/doc/1313473

Bagenal, T. (1978). Methods for assessment of fish production in fresh water (3rd ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Berg, L.S. (1949). Fishes of fresh waters of the USSR and adjacent countries (Pt. 2). Moscow: AN SSSR.

Bluman, G.W., Reid, G.J., & Kumei, S. (1998). New classes of symmetries for partial differential equations. Journal of Mathematical Physics, 29(4), 806–811. https://doi.org/10.1063/1.527974

Conference Proceedings:

Fathi, Z., & Ahmadifard, N. (2018). The impact of urban wastewater on fish structure in the Saqqez River, Kurdistan Province. Iranian Fisheries Scientific Journal, 28(4), 117–128.

Gholizadeh, M., & Hajili Davaji, M. (2021). A comparative analysis of biotic indices using macroinvertebrates to assess water quality in Mobarakabad River, Golestan Province. Journal of Fisheries, 74(4), 525–541.

Hajiradkouchak E., Rahnama B., Fazli H., Afraei Banpei M.A., Nasrollahzadeh Saravi H., Owfi F. 2025. The First Record of the Wetland Goby *Rhinogobius similis* Gill, 1859 in the Qeshlaq River- Western Iran. Journal of Applied Ichthyological Research, 12 (4) :21-30.

Journal Articles:

Karr, J.R. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries, 6(6), 21-27. https://doi.org/10.1577/1548-8446(1981)006<0021:AOBIUF>2.0.CO;2

Ludwig, J.A., & Reynolds, J.F. (1988). Statistical ecology: A primer on methods and computing. Wiley-Interscience.

Magurran, A.E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.

Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. General Systems, 3, 36–71.

Mohammadi, H., Ghaderi, E., Ghorbani, F., & Namayandeh, A. (2021). Chironomidae (Diptera: Insecta) from Sirwan River watershed of Kurdistan (Iran) with new faunistic records for Iran and range extensions for the Palearctic region. Biologia, 76(4), https://doi.org/10.2478/s11756-020-00635-3

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

Muchlisin, Z.A., & Siti-Azizah, M.N. (2009). Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh water, Northern-Sumatra, Indonesia. International Journal of Zoological Research, 5, 62–79.

Pielou, E.C. (1974). Population and community ecology. Gordon and Breach Science Publishers.

Pusey, B.G., Read, M.G., & Arthington, A.H. (1995). The feeding ecology of freshwater fishes in two rivers of the Australian Wet Tropics. Environmental Biology of Fishes, 43(1), 85-103.

Schmutz, S.M., & Berryere, T.G. (2007). Genes affecting coat colour and pattern in domestic dogs: A review. Animal Genetics, 38(6), 539–549.

Siapatis, A., Giannoulaki, M., Valavanis, V.D., Palialexis, A., Schismenou, E., Machias, A., & Somarakis, S. (2008). Modelling potential habitat of the invasive ctenophore Mnemiopsis leidyi in Aegean Sea. Hydrobiologia, 612, 281–295.

Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. Nature, 163, 688. http://dx.doi.org/10.1038/163688a0

Warwick, R.M., & Clarke, K.R. (1995). New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Marine Ecology Progress Series, 129, 301–305. http://dx.doi.org/10.3354/meps129301.

نحوه استناد به‌مقاله:

رهنما ب.، عیسی حاجی‌رادکوچک ع.، فضلی ح.، عالیشاه ن.، شکوری م.، رحمتی ر. ارزیابی ساختار تنوع زیستی ماهیان در شاخه‌های سیروان رود استان کردستان بر پایه شاخص‌های اکولوژیکی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۴ . ۱۳ (۳): ۱۳–۰۱

Rahnama B., Hajiradkouchak E., Fazli H., Alishah N., Shakoori M., Rahmati R. Evaluation of the biodiversity structure of fish in the tributaries of the Sirvan River based on ecological indices in Kurdistan Province. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2025, 13(3): 01-13.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]

Journal of Applied Ichthyological Research
Vol. 13, No 3, 01-13
ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
Ministry of Science Reseach and Technology
Gonbad-Kavoos University

Evaluation of the biodiversity structure of fish in the tributaries of the Sirvan River based on ecological indices in Kurdistan Province

Behzad Rahnama*, Eisa Hajiradkouchak, Hassan Fazli, Narges Alishah, Matin Shakoori, Rahimeh Rahmati

Ecology Department, Caspian Sea Ecology Research Institute, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran.

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 08-06-2025
Accepted: 27-06-2025

Corresponding author:

Rahnama B. Ecology Department, Caspian Sea Ecology Research Institute, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran.

Email:
Rahnama.behzad@gmail.com

Abstract

The current study aimed to explore the diversity, abundance, and community structure of fish species over a one-year period, examining seasonal variations across six distinct stations along the Sirvan River. This research assesses spatial and seasonal fluctuations in biological indices such as Shannon, Simpson, Margalef, and evenness. Employing statistical and multivariate analyses, including ANOVA and clustering, enhances the understanding of ecological differences across various seasons and locations. The seasonal analysis of fish species abundance throughout the year indicated that their diversity and population density are significantly affected by seasonal variations.The findings revealed that the composition and structure of the fish community in the Sirvan River are considerably influenced by both temporal (seasonal) and spatial (station-based) factors. Increased biodiversity noted during warmer seasons (spring and summer) and in downstream stations with improved physicochemical conditions-such as stations 5 and 6-suggests a positive relationship between favorable environmental factors (e.g., elevated temperature, adequate dissolved oxygen levels, gentle flow, and suitable substrate coverage) and enhanced species diversity.Among the fish species identified, three-*Carrasius auratus*, *Rhinogobius similis*, and *Carrasius gibelio*-are recognized as exotic to the region. Overall, the observed trends in the Sirvan River illustrate the interaction of environmental factors, human activities, and the ecological characteristics of fish species. The results highlight that biodiversity is not merely a function of species count, but also depends on even distribution, functional composition, substrate conditions, and environmental threats. Consequently, ecosystem-based strategies should be implemented in water resource management to conserve and restore riverine biodiversity.

Keywords: Biological indices, ecological approach, fish ecosystem, Sirvan River.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.3.1]