نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره 14، شماره 2، صفحات 42–29

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

ارتباط بین اجتماعات ماهیان با پارامترهای محیطی در رودخانه های زیر حوضه خرسان در استان چهار محال بختیاری

حسن فضلی*[1]، بهزاد رهنما[1]، حسن نصراله‌زاده[1]، عیسی حاجی راد کوچک[1]، غلامرضا دریانبرد[1]

1 - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله
دریافت: 1405/03/10
پذیرش: 1405/05/04

نویسنده مسئول مکاتبه:
حسن فضلی
پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، ایران

ایمیل:
Hn_fazli@yahoo.com

چکیده:
درک تأثیر عوامل غیرزیستی بر پویایی جوامع ماهیان، برای مدیریت مؤثر اکوسیستم‌های آبی اهمیت بسزایی دارد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر جوامع ماهیان در رودخانه‌های زیرحوضه خرسان، شامل رودخانه‌های ماربره، بشار و خرسان، در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های تک‌متغیره و چندمتغیره و نرم‌افزار PRIMER انجام شد. ساختار جامعه با استفاده از مقیاس‌بندی چندبعدی نامتریک (nMDS) و مدل‌سازی خطی مبتنی بر فاصله (DistLM) ارزیابی شد. همبستگی‌های شدید میان متغیرهای محیطی از جمله بین فسفات-دمای آب، لایـرس-ماسه، BOD5-pH، BOD5-NH3 و COD-DO مشاهده شد. فون ماهیان منطقه شامل 15 گونه بود و کپورماهیان غالب بودند. نتایج nMDS نشان داد ساختار جوامع ماهیان، بیش از تغییرات فصلی، تحت تأثیر ناهمگنی مکانی و ویژگی‌های اختصاصی ایستگاه‌ها قرار دارد، هرچند در زمستان و بهار، الگوهای خوشه‌بندی نسبتاً متمایزی مشاهده شد. الگوهای پراکنش وابسته به گونه نیز آشکار بود؛ به‌طوری‌که گونه‌های Garra rufa و Capoeta trutta پراکنش محدودتری داشتند، ولی Chondrostoma regium دامنه تحمل اکولوژیک وسیع‌تری نشان داد. بر اساس نتایج PERMANOVA فصل و ایستگاه اثر آماری معنی‌داری نداشتند که بیانگر پایداری نسبی جامعه است. همچنین، مدل DistLM اکسیژن، EC، TOM، بستر، دما، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و دبی آب را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر ساختار جوامع نشان داد. بطور کلی، ساختار جوامع ماهیان در زیرحوضه خرسان دارای تنوع مناسبی بوده و کپور ماهیان غالب بودند. همچنین ساختار جوامع تحت تاثیر عوامل فیزیکوشیمیایی، بستر و دبی بود. به‌طور هم‌زمان تحت تأثیر شرایط هیدرولوژیک، مکانی و وضعیت تروفیک آب قرار دارد. تغییرات فصلی به‌طور غیرمستقیم و از طریق دگرگونی زیستگاه اثرگذارند. همچنین حضور محدود گونه غیربومی قزل‌آلای رنگین‌کمان ضرورت حفاظت از زیستگاه‌های منطقه را نشان می دهد. این نتایج می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای ارزیابی‌های اکولوژیک آینده و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی در این زیرحوضه مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ماهی، ساختار اجتماعات، متغیرهای محیطی، آنالیز چند متغیره، ایران

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین اکوسیستم‌های آب شیرین، نقشی اساسی در پایداری زیستی، چرخه مواد، تنظیم کیفیت آب و حفظ تنوع زیستی ایفا می‌کنند. این منابع طبیعی ضروری، علاوه بر تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعتی، زیستگاه اصلی بسیاری از گونه‌های آبزی هستند (Gilvear *et al*., 2002; Barakat *et al*., 2016). با این حال، در بسیاری از نقاط جهان، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، رودخانه‌ها در معرض آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند گسترش شهری، رشد صنعتی، رواناب‌های کشاورزی و ورود فاضلاب قرار دارند (Mustapha *et al*., 2013; Oketola *et al*., 2013).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

رشد شهرنشینی، تغییر کاربری اراضی و احداث سدها نیز فشارهای قابل‌توجهی بر این اکوسیستم‌ها وارد کرده و منجر به تغییر رژیم جریان، رسوب‌گذاری و دگرگونی ترکیب جوامع زیستی شده است (Zhu *et al*., 2022). این تغییرات، همراه با اثرات تغییرات اقلیمی، موجب دگرگونی پارامترهای محیطی نظیر دما، کدورت، مواد مغذی و اکسیژن محلول شده و پیامدهای مستقیمی بر ساختار جوامع آبزی، به‌ویژه ماهیان دارد (Zhang *et al*., 2019). کیفیت آب رودخانه‌ها به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌های حوضه آبریز، از جمله کشاورزی و صنعت، قرار دارد و مدیریت پایدار کیفیت آب امری ضروری است (Karimian et al. 2020). پایش زیستی با استفاده از جوامع آبزی، به‌خصوص ماهیان، به‌عنوان رویکردی ضروری برای ارزیابی سلامت بلندمدت اکولوژیک رودخانه‌ها مطرح است؛ زیرا این جوامع، با حساسیت بالا به تغییرات محیطی، شاخص‌های ارزشمندی برای ارزیابی کیفیت آب محسوب می‌شوند (Oertel and Salánki, 2003). ماهیان، به‌عنوان سطوح بالاتر زنجیره غذایی، تغییرات تجمعی در کیفیت آب، زیستگاه، دسترسی به غذا و آلودگی‌ها را منعکس می‌کنند و به دلیل حساسیت به تغییرات دما و اکسیژن، نقش کلیدی در شبکه غذایی و شاخص مناسبی برای ارزیابی سلامت اکوسیستم هستند. در رودخانه‌های تحت فشار انسانی، کاهش تنوع ماهیان و حذف گونه‌های حساس، نشانه‌ای از افت کیفیت زیست‌محیطی است.

رودخانه خرسان و سر شاخه‌های ماربره و بشار، یکی از مهم‌ترین زیرحوضه‌های کارون در جنوب‌غرب ایران، به دلیل جریان دائمی، تنوع بستر و زیستگاه‌های متنوع، ظرفیت بالقوه‌ای برای میزبانی گونه‌های مختلف ماهیان دارد (Karimi *et al*., 2007). با این حال، این حوضه تحت تأثیر عواملی چون برداشت بی‌رویه آب، تغییرات هیدرولوژیک ناشی از احداث سازه‌های آبی و آلودگی‌های احتمالی قرار دارد که می‌تواند ساختار و تنوع جوامع ماهی را تحت تأثیر قرار دهد (Mazloomi e al., 2022). پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مانند دما، اکسیژن محلول، مواد مغذی (مانند نیتروژن و فسفر)، کدورت، هدایت الکتریکی و سرعت جریان، به‌طور مستقیم بر تنوع و فراوانی گونه‌های ماهی اثر می‌گذارند (Song *et al*., 2020; Liu *et al*., 2021; Reed *et al*., 2016; Wang *et al*., 2023; Barroso *et al*., 2025).

با توجه به پیچیدگی اثرات هم‌زمان عوامل محیطی بر جوامع آبزی، تحلیل‌های چندمتغیره (Multivariate Analysis) به ابزار اصلی در بوم‌شناسی آبزیان تبدیل شده‌اند. این روش‌ها امکان بررسی هم‌زمان ساختار جوامع زیستی، روابط بین گونه‌ها، اثرات پارامترهای محیطی و الگوهای پراکنش را فراهم می‌کنند (Clarke and Warwick, 2001). نرم‌افزار PRIMER یکی از ابزارهای قدرتمند در این زمینه است که به‌طور گسترده در مطالعات رودخانه‌ها و مخازن سدها، از جمله در ایران، برای تحلیل تغییرات فصلی و مکانی و تأثیر پارامترهای محیطی بر آبزیان استفاده شده است (Li *et al*, 2013; Barroso *et al*., 2025; Song *et al*., 2020; Fazli *et al*., 2022).

لذا، با در نظر گرفتن اهمیت رودخانه خرسان و محدودیت مطالعات پیشین در خصوص ارتباط ماهیان با پارامترهای محیطی در این منطقه، هدف اصلی این پژوهش، تعیین پراکنش مکانی (ایستگاه‌ها) و زمانی (فصول) جوامع ماهیان و مدل‌سازی تأثیر پارامترهای محیطی بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای و ساختار جمعیت آن‌ها در رودخانه‌های زیرحوضه خرسان با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره می‌باشد.

مواد و روشها

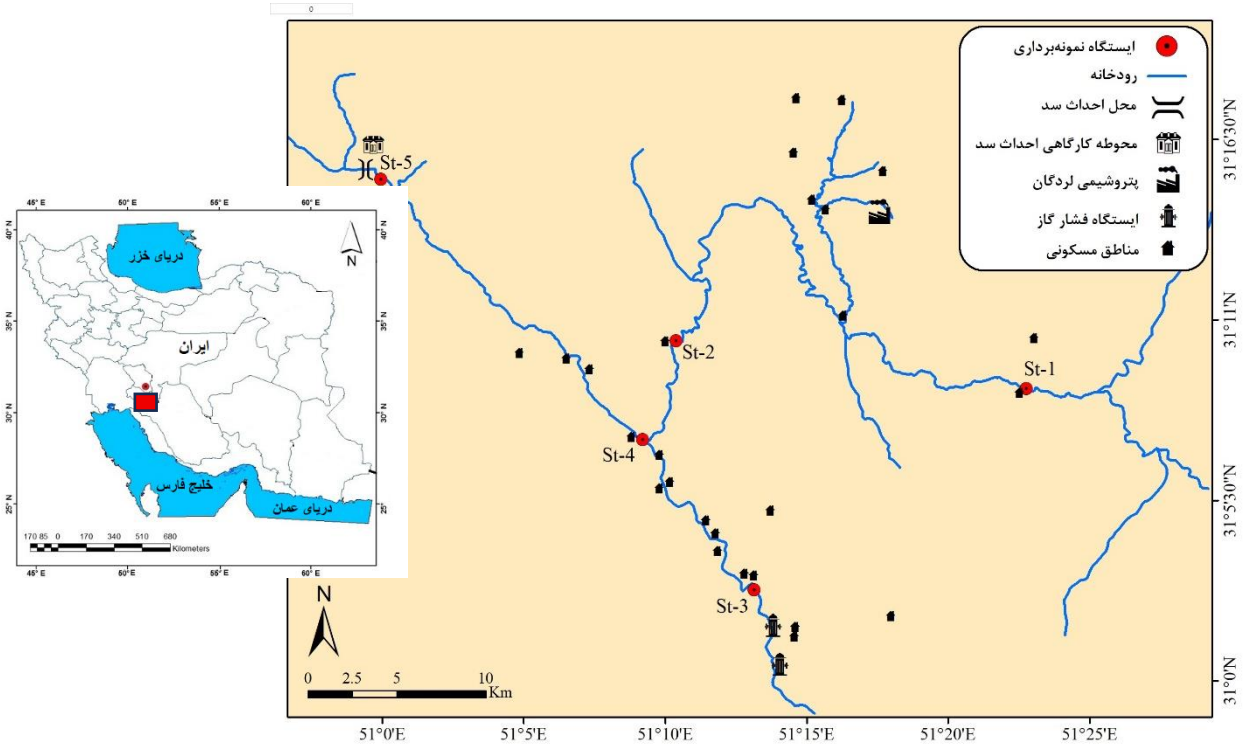
ایستگاه های نمونه برداری

این پژوهش بر اساس یک طرح نمونه‌برداری فصلی در پنج ایستگاه از دو شاخه اصلی ماربره و بشار و رودخانه خرسان پس از تلاقی این دو شاخه انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل زمان در چهار فصل (پاییز و زمستان 1402، بهار و تابستان 1403) و مکان در پنج ایستگاه بود. در هر فصل، از تمام ایستگاه‌ها، نمونه‌برداری انجام شد و داده‌های حاصل برای بررسی تفاوت‌های مکانی و زمانی جوامع ماهیان و نیز ارتباط آن‌ها با متغیرهای محیطی استفاده شد.

شکل 1 موقعیت ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد. ایستگاه 1 در زیر پل روستای آب ملخ در رودخانه ماربره، ایستگاه 2 پیش از پل روستای نارمه در امتداد رودخانه ماربره، ایستگاه 3 پس از ایستگاه فشار گاز در رودخانه بشار، ایستگاه 4 پس از محل تلاقی ماربره و بشار در رودخانه خرسان، و ایستگاه 5 پیش از محل پیشنهادی احداث سد در امتداد رودخانه خرسان قرار داشتند. ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شدند که تغییرات ناشی از تفاوت در شرایط هیدرولوژیک، نوع بستر و موقعیت طولی رودخانه را پوشش دهند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]



شکل 1- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری در رودخانه های زیر حوضه آبریز خرسان، استان چهار محال بختیاری

پارامترهای محیطی

میزان کل مواد آلی بستر (TOM) به روش وزنی تعیین شد و اندازه‌دانه‌ها (شن ـ ماسه و لای ـ رس) با استفاده از روش پراکندگی سدیم هگزامتافسفات تجزیه‌وتحلیل گردید (Holme and Mcintyre, 1984). دمای آب (W_T) با دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد pH و رسانایی الکتریکی (EC)با دستگاه WTW823 اندازه‌گیری و کدورت (Turb)با کدورت‌سنج تعیین گردید. اکسیژن محلول (DO)و نیاز بیولوژیکی به اکسیژن (BOD_5) با روش وینکلر تعیین شد (APHA, 2017). نیاز شیمیایی به اکسیژن (COD) با روش رفلاکس بسته اندازه‌گیری شد. همچنین، مواد مغذی (شامل NH_4^+-N ، NO_2^--N، NO_3^--N، PO_4^{3-}-P) به روش رنگ‌سنجی (روش‌های آبی ایندوفنول، N-نفتیل‌آمین، کاهش کادمیوم و مولیبدات آمونیوم) با طیف‌سنج CE2020 آنالیز شدند (CECIL).

نمونه ماهی

نمونه‌برداری از ماهیان با استفاده از الکتروشوکر با جریان مستقیم 1/7 آمپر و ولتاژ بین 300 تا 400 ولت و همچنین تور ماهی‌گیری پرتابی نایلونی 12 متری و چشمه 3 سانتی متری (Ludwig and Reynolds, 1988; Rahnama *et al*., 2025)انجام شد. پس از صید، نمونه‌ها در محلول فرمالین 10 درصد تثبیت شدند. نمونه‌های تثبیت‌شده و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر، گونه‌ها شناسایی شدند (Nelson, 1994; Keivany *et al*., 2016; Esmaeili *et al*., 2018).

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا داده‌ها پالایش شده و سپس نرمال سازی داده‌ها با استفاده از آزمون One-sample Kolmogorov Smirnovبررسی شد و در صورت نیاز، نرمال سازی داده ها با یکی از روش‌های متداول انجام گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) و در صورت نیاز و برای مقایسه دوبدو میانگین‌ها از آزمون دانکن (Zar, 2010)استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS V. 2024 استفاده شد. برای بررسی روابط خطی بین پارامترهای کیفی آب، ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. تمامی تحلیل‌ها در محیط R (RStudio 2025.09.0+387; R Core Team, 2025) انجام شد.

تجزیه و تحلیل تک متغیره تنوع گونه‌ها شامل شاخص غنا (d)، شاخص شانون (H′) و شاخص یکنواختی (J′) برای هر یک از گروه‌های زیستی با استفاده از DIVERS در بسته PRIMER محاسبه شد (Clarke & Gorley 2006). برای تجزیه و تحلیل چند متغیره، ماتریس داده

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

های زیستی (فراوانی هر یک از گونه‌ها) بر اساس اندازه‌گیری شباهت Bray-Curtis و داده‌های تبدیل‌شده با ریشه مربع برای تعریف شباهت‌ها مورد استفاده قرار گرفت و سپس با nMDSتوزیع مکانی (ایستگاه‌ها) و زمانی (فصول مختلف) مورد پردازش شد (Clarke and Warwick, 2001). برای تعیین واکنش عوامل مکانی ـ زمانی بر ترکیب گونه‌های گروه‌های مختلف زیستی از آزمون PERMANOVA و سپس آزمون معنی‌دار با مقایسه‌های زوجی تحت 9999 جایگشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Anderson *et al*. 2008). از مدل خطی مبتنی بر فاصله DistLM (Distance-based Linear Model) برای تجزیه و تحلیل روابط بین ترکیب گونه‌ها و متغیرهای محیطی استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل DistLM، متغیرهای محیطی بسیار همبسته ($r > 0.8$) حذف گردید (Clarke and Gorley 2006). براساس بهترین روش (Best)، معیار اطلاعات Akaike (AIC) و 9999 جایگشت برای آزمایش روابط معنی‌دار بین جوامع ماهیان و متغیرهای محیطی استفاده شد. تجزیه و تحلیل تک متغیره و چند متغیره با استفاده از نرم‌افزار PRIMER V.6 و +PERMANOVA (Clark & Warwick 2001; Clarke & Gorley 2006; Anderson *et al*. 2008;) انجام شد.

نتایج

متغیرهای محیطی

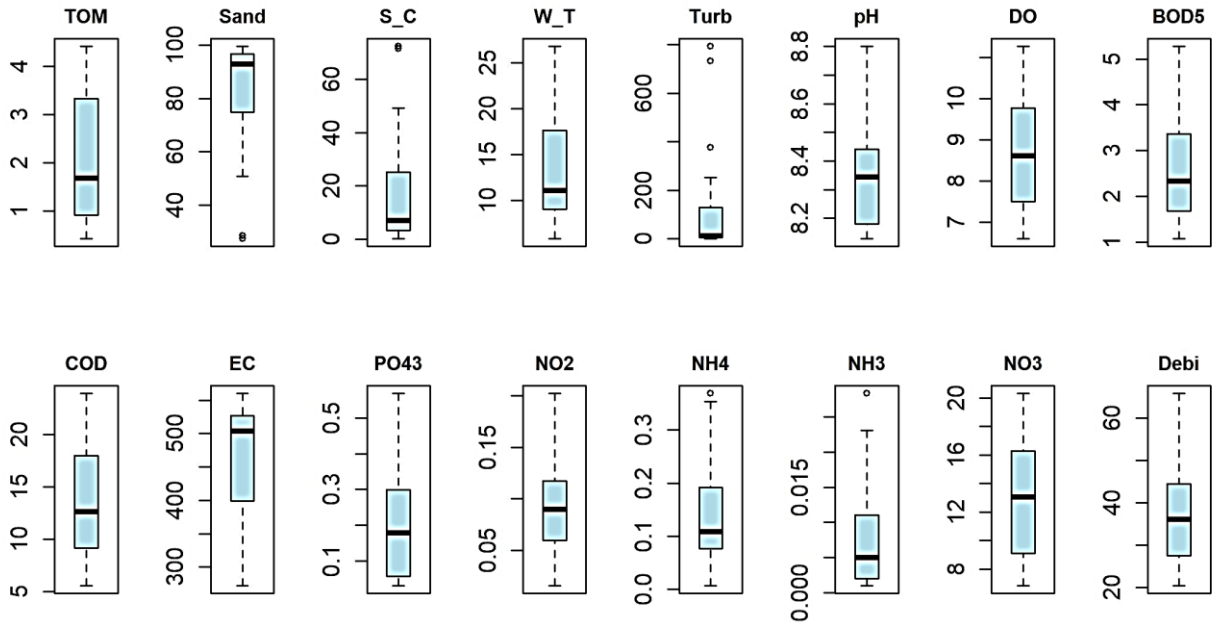
با توجه به جدول 1 و شکل ۲ (نمودار جعبه‌ای)، الگوی تغییرات متغیرهای محیطی نشان می‌دهد که TOM در طول سال نوسان داشته و بیشترین مقدار آن در فصول پاییز و زمستان و کمترین مقدار در بهار ثبت شده است. درصد شن (Sand) در پاییز و زمستان به‌طور چشمگیری بالا بوده و نمودار جعبه‌ای نیز با میانه بالا و وجود مقادیر پرت، ناهمگونی بستر را نشان داد؛ در حالی‌که درصد لای و رس (S_C)در تابستان به بیشترین سهم خود رسید. دمای آب (W_T)در تابستان به بیشترین مقدار و در پاییز به کمترین مقدار رسید. کدورت (Turb) در فصل بهار افزایش بسیار شدیدی را نسبت به سایر فصول نشان داد pH در تمام فصول در محدوده‌ای تقریباً ثابت باقی ماند. اکسیژن محلول (DO)بیشترین غلظت خود را در زمستان داشت. بیشترین مقدار BOD_5 در تابستان و سپس زمستان مشاهده شد، در حالی‌که COD بیشترین مقدار خود را در زمستان نشان داد و طبق نمودار، نوسان و دامنه تغییرات آن بسیار بیشتر از BOD_5بود. هدایت الکتریکی (EC) در پاییز در بالاترین سطح قرار داشت و در بهار کاهش یافت. فسفات (PO_4) بیشترین مقدار را در تابستان و بهار و کمترین مقدار را در پاییز داشت. متغیرهای نیتریت (NO_2) ، آمونیوم (NH_4) و آمونیاک (NH_3) در طول دوره تغییرات نسبتاً محدودی داشتند. نیترات (NO_3) بیشترین مقدار را در زمستان و کمترین مقدار را در تابستان نشان داد. در نهایت، بیشترین مقدار دبی آب (Debi) در فصل بهار مشاهده شد.

جدول 1: میانگین و (±انحراف معیار) متغیرهای محیطی در فصول مختلف در رودخانه‌های زیر حوضه خرسان. حروف انگلیسی مقایسه دوبدو میانگینها را نشان می دهد ($p < 0.05$).

متغیر محیطی	فصل				کل
	پاییز 1402	زمستان 1402	بهار 1403	تابستان 1403	
TOM	2.6±1.3^{a}	2.6±1.4^{a}	1.2±0.5^{a}	1.8±1.5^{a}	2±1.3
Sand (%)	92.9±9^{a}	93.3±9.3^{a}	69.5±28.3^{a}	67.8±28.1^{a}	80.9±23
S_C (%)	7.1±9^{a}	6.7±9.3^{a}	30.5±28.3^{a}	32.2±28.1^{a}	19.1±23
W_T (°C)	8.3±1.3^{a}	9.7±2.5^{ab}	14.1±3.5b^{c}	21.9±3.3^{d}	13.5±6
Turb	11.9±12.2^{a}	12.3±3.6^{a}	476.2±268.6^{b}	4.1±2.6^{a}	126.1±241.3
pH	8.2±0.1^{a}	8.4±0^{b}	8.2±0.1^{a}	8.6±0.1^{c}	8.4±0.2
DO (mg/l)	8.7±0.6^{ab}	10.9±0.4^{c}	7.1±0.8^{a}	8.3±0.9^{ab}	8.7±1.5
BOD_5 (mg/l)	1.6±0.4^{a}	3.1±0.4^{b}	1.6±0.3^{a}	4.4±0.9^{c}	2.7±1.3
COD (mg/l)	11.5±5.4^{a}	21.1±2.5^{b}	10.5±3.1^{a}	10.9±3.7^{a}	13.5±5.7
EC (ms/cm)	515.2±49.2^{b}	504.6±45^{b}	343.4±65.7^{a}	477.8±58.9^{b}	460.3±87
$PO4^{3-}$(mg/l)	0.048±0.016^{a}	0.061±0.02^{a}	0.289±0.012^{b}	0.49±0.12^{c}	0.222±0.195
NO_2^{-}(mg/l)	0.09±0.031^{a}	0.099±0.033^{a}	0.083±0.078^{a}	0.087±0.032^{a}	0.09±0.044
NH_4^{+}(mg/l)	0.208±0.14^{a}	0.136±0.091^{a}	0.099±0.054^{a}	0.122±0.076^{a}	0.141±0.097
NH_3(mg/l)	0.005±0.004^{a}	0.006±0.004^{a}	0.004±0.002^{a}	0.018±0.01^{b}	0.008±0.008
NO_3^{-}(mg/l)	14.7±1.3^{b}	18.8±1.7^{c}	9.8±1.8^{a}	8.9±1.4^{a}	13±4.3
Debi (m^3/sec)	33.7±9^{a}	32.2±8.6^{a}	54.9±8.7^{b}	29.8±7.8^{a}	37.7±13

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]



شکل 2 - نمودار جعبه‌ای تغییرات متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و رسوبی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های زیر حوضه خرسان

بر اساس ماتریس همبستگی (شکل 3)، الگوی روابط بین متغیرهای محیطی نشان داد که برخی پارامترها دارای همبستگی‌های بسیار قوی بودند. بین فسفات (PO_4^3) با دمای آب (W_T) همبستگی مثبت نسبتا قوی مشاهده شد ($r = 0.92$). همچنین BOD_5 با pH و NH_3 به‌ترتیب r = 0.82 و (r = 0.81 و COD با (r = 0.80) DO همبستگی مثبت قوی داشتند. ضمنا بین دبی آب (Debi) با کدورت (Turb) و بین DO با NO_3 نیز همبستگی مثبت نسبتا قوی مشاهده شد ($r = 0.74$). همچنین NO_3 رابطه مثبت متوسطی با (r = 0.66) COD و شن ($r = 0.48$) داشت. ولی بین PO_4^3 و ($r = -0.75$) NO_3 و بین درصد لای و رس (S_C) با درصد شن ($r = -1.00$) (Sand) همبستگی خیلی قوی منفی مشاهده شد.

توضیح: در تعیین روابط بین متغیرهای محیطی و با جوامع زیستی، چهار متغیر PO_4^3، COD، BOD_5 و S_C با توجه به مقدار همبستگی بیش از 0/8 در مدل سازی حذف شدند.

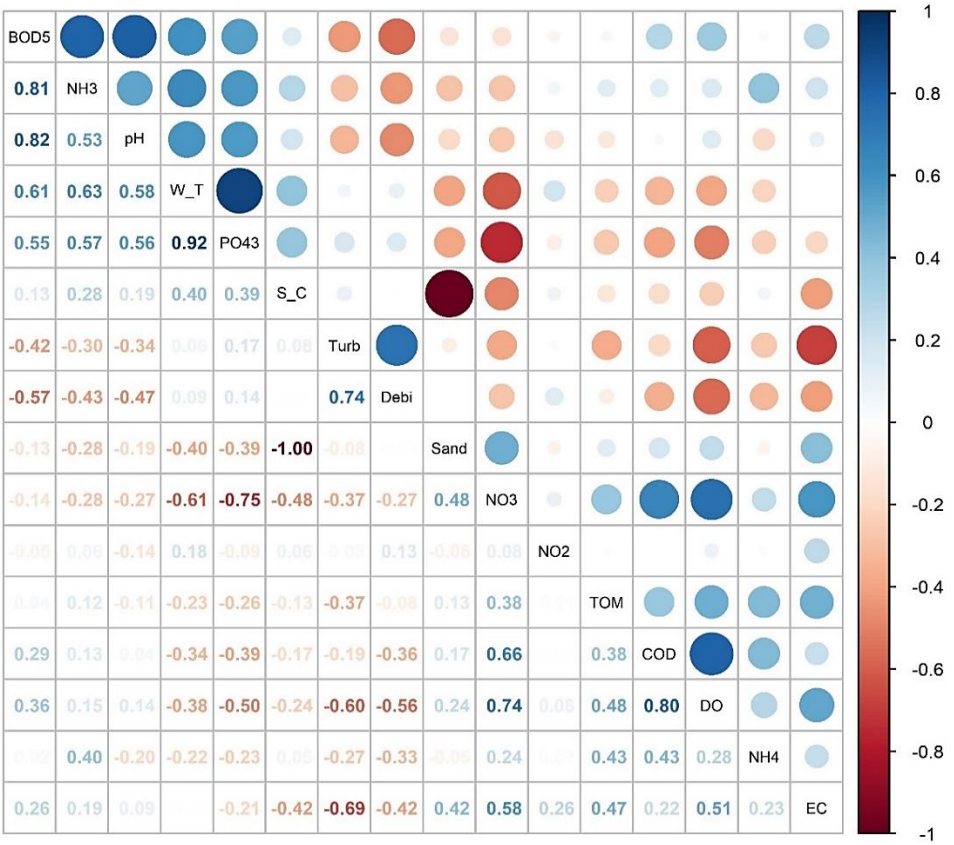
ساختار جمعیت ماهیان

در این مطالعه ماهیان شناسایی شده به خانواده‌های کپور ماهیان (Cyprinidae) (10 گونه)، قنات ماهیان (Leuciscidae)(2گونه)، سگ ماهیان جویباری (Nemachielidae)(1 گونه)، گربه‌ماهیان (Sisoridae) (1 گونه) و آزادماهیان (Salmonidae) (1 گونه) تعلق داشتند. همچنین گونه *Oncorhynchus mykiss* از خانواده Salmonidae تنها گونه غیر بومی (Exotic) در این منطقه بود (جدول 2).

الگوی پراکنش و شباهت ساختاری جامعه ماهیان در ایستگاه‌ها و فصل‌های مختلف سال الگوهای مشخصی از تغییرپذیری را نشان داد (شکل 4). نمودار nMDS نشان می‌دهد که نمونه‌ها در فضاهای نسبتاً پراکنده قرار گرفتند و جدایی فصلی آشکار مانند گروه‌های کاملاً مجزا دیده نشد. نمونه‌های هر فصل در محدوده‌های نسبتاً هم‌پوشان قرار گرفته‌اند، موضوعی که نشان داد ترکیب جامعه ماهیان به‌جای تأثیر صرف عوامل فصلی، بیشتر از تغییرات مکانی و ویژگی‌های ایستگاه‌ها متاثر بود. علیرغم این هم‌پوشانی کلی، برخی الگوهای پراکنش قابل تشخیص بودند. نمونه‌های تابستان و پاییز تمایل بیشتری به قرار گرفتن در بخش مرکزی نمودار داشتند، در حالی‌که تعدادی از نمونه‌های زمستان و بهار در نواحی بیرونی‌تری قرار گرفتند که بیانگر تفاوت بیشتر گونه‌ای در برخی ایستگاه‌ها یا فصل‌ها بود. فاصله زیاد برخی نقاط از مرکز تجمع نمونه‌ها، به‌ویژه نمونه‌های زمستان، نشان‌دهنده تفاوت‌های قابل‌توجه در ترکیب و فراوانی گونه‌ها در این دوره بود. نتایج تحلیل خوشه‌بندی (شکل 4) نیز این الگوها را تکمیل و تأیید می کند. دندروگرام نشان داد که نمونه‌های فصلی الزاماً در خوشه‌های مشخص بر اساس فصل قرار نگرفتند، بلکه ایستگاه‌ها در سطوح متفاوتی از شباهت با یکدیگر گروه‌بندی شدند. این موضوع بیانگر نقش غالب تفاوت‌های مکانی در ساختار جامعه ماهیان بود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]



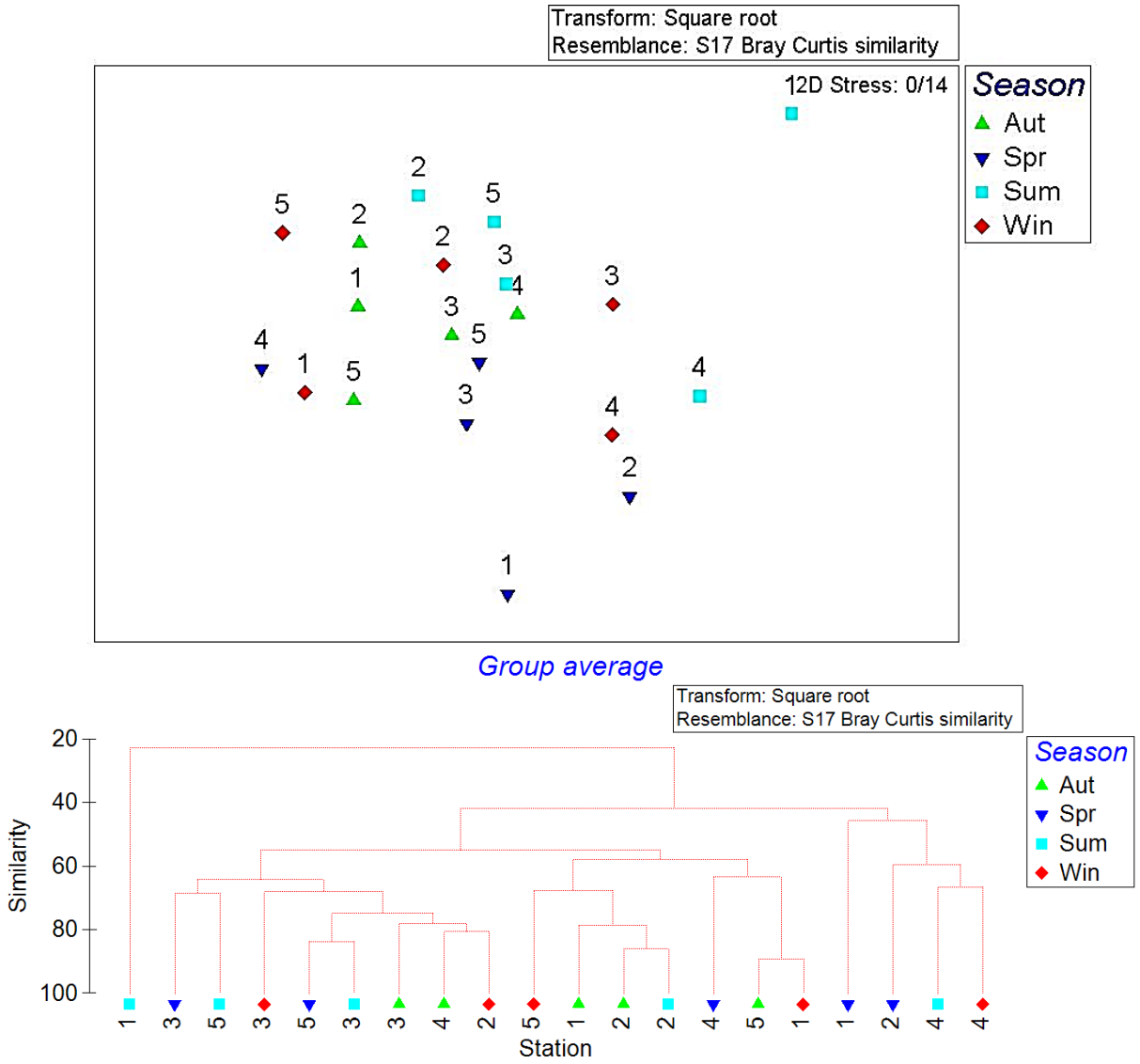
شکل 3 - ماتریس همبستگی بین متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و رسوبی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های زیر حوضه خرسان. شدت رنگ و اندازه دایره‌ها بیانگر مقدار همبستگی و جهت آن (مثبت یا منفی) بود. همبستگی‌های معنی‌دار ($p < 0.05$) در نمودار پر رنگ نمایش داده شد

جدول 2- لیست رده‌ها، راسته‌ها، خانواده‌ها، جنس و گونه‌های کل ماهیان شناسایی شده در حوضه آبریز رودخانه خرسان

نام فارسی	جنس و گونه	خانواده
سیاه ماهی خالدار	*Capoeta trutta*	Cyprinidae کپور ماهیان
گل چراغ ـ سنگ لیس	*Garra rufa*	
ماهی برزم (سس ماهیان)	*Luciobarbus pectoralis*	
ماهی برزم لب‌پهن (سس ماهیان)	*Luciobarbus barbulus*	
شاه کولی	*Alburnus mossulensis*	
ماهی بلیزم (سس ماهیان)	*Barbus lacerta*	
ماهی بوتک دهان‌بزرگ	*Cyprinion macrostumum*	
سیاه ماهی فلس‌ریز ـ معمولی	*Capoeta damascina*	
سیاه ماهی فلس درشت ـ درشت پولک	*Capoeta aculeta*	
نازک ماهی	*Chondrostoma regium*	Leuciscidae ([Heckel, 1843](#)) قنات ماهیان
ماهی سفید رودخانه‌ای	*Squalius cephalus*	
ماهی کاوار ـ سفید رودخانه	*Squalius lepidus*	
سگ ماهی جویباری	*Turcinoemachelus kosswigi*	Nemacheildae (Bănărescu and Nalbant,1964) لوچ ماهیان ـ رفتگرماهیان
قزل‌آلای رنگین‌کمان	*Oncorhynchus mykiss*	Salmonidae آزادماهیان
گربه ماهی	*Glyptothorax silviae*	Sisoridae گربه‌ماهیان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]



شکل 4- بالا: نمودار nMDS بر پایه شباهت بری - کرتیس و داده‌های تبدیل‌شده و پایین: خوشه‌بندی جوامع ماهیان فصول پاییز Aut ، زمستان Win ، بهار Spr و تابستان (Sum و ایستگاه‌های نمونه‌برداری (اعداد 1 الی 5) زیر حوضه خرسان

پلات‌های حبابی گونه‌های مهم ماهیان (شکل 5) نشان داد که هر یک از گونه‌های شاخص چگونه در میان نمونه‌ها توزیع شده‌اند و فراوانی آن‌ها در فضای nMDS چه الگویی داشت. گونه *Garra rufa* در چند نمونه خاص، به‌ویژه در فصل‌های بهار و تابستان فراوانی بالاتری داشت؛ به‌طوری‌که حباب‌های بزرگ‌تر آن در بخش مشخصی از فضای nMDS متمرکز شدند (مانند Spr3، Sum4 و Win3). این الگو بیانگر آن است که *G. rufa* ترجیح زیستگاهی نسبتاً مشخصی داشته و پاسخ آن به شرایط محیطی، آب قوی‌تر است. فراوانی گونه *Capoeta trutta* در چند نقطه ویژه، عمدتا Spr3 و در برخی از نمونه‌های تابستانی مانند Sum5 بیشتر بود. این الگو نشان داد که دو گونه مذکور در همه شرایط غالب نبودند. در مقابل، گونه *Chondrostoma regium* دارای الگوی پراکنش متفاوتی بود؛ به‌طوریکه بیشترین فراوانی آن در نمونه مانند Spr1 و Spr2 دیده شد و همچنین در Win4 نیز افزایش قابل توجهی داشت. وجود حباب‌های بزرگ در بیش از یک ناحیه nMDS نشان داد که این گونه نسبت به دو گونه قبلی دامنه حضور نسبتاً وسیع‌تری دارد و می‌تواند در بیش از یک وضعیت فصلی/زیستگاهی به فراوانی زیاد برسد. در گونه *C. damacina* بیشترین فراوانی تجمعی در Spr1 و نیز در نمونه‌های Spr3 و Spr2 دیده شد و در برخی نمونه‌ها مثل Sum1 نیز افزایش فراوانی قابل توجهی داشت. این الگو بیانگر آن است که این گونه گرچه می‌تواند در چند وضعیت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

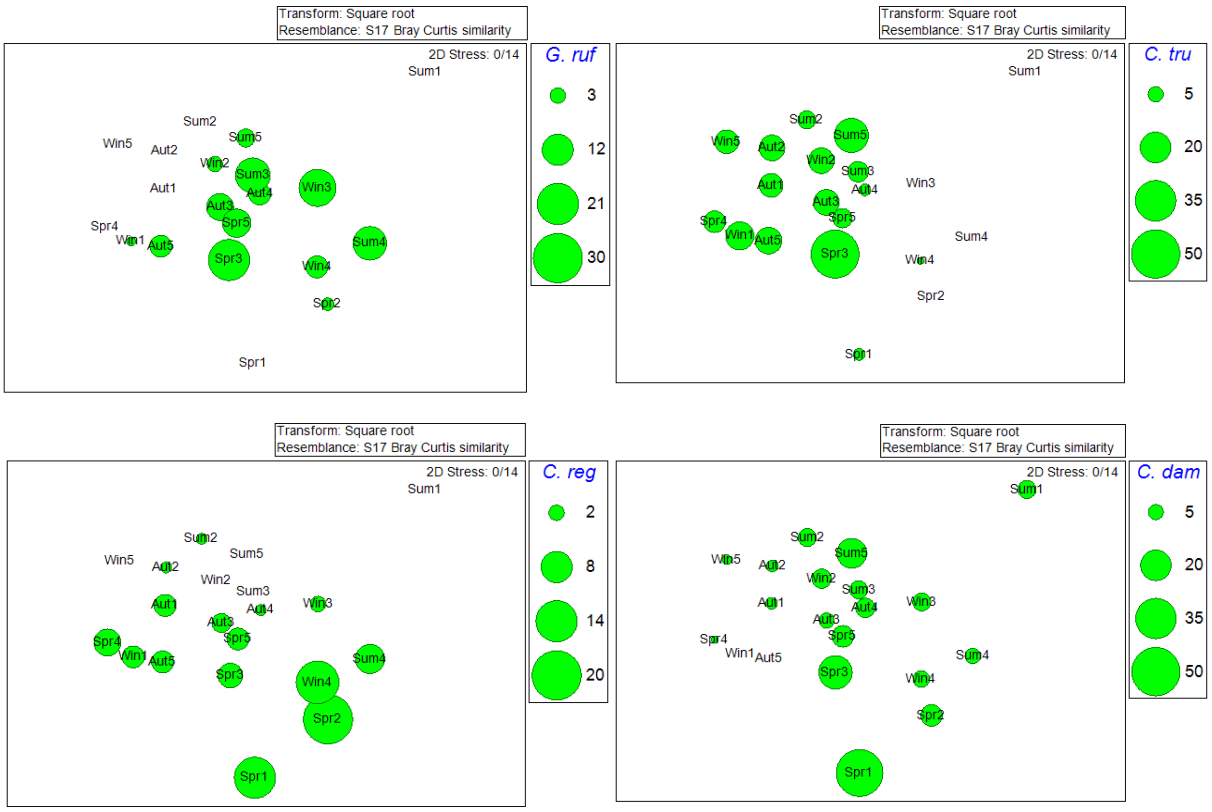
[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

به فراوانی زیاد برسد، اما اوج‌گیری آن عمدتاً به چند نمونه مشخص محدود است و در کل، فراوانی آن نسبت به تغییرات فصلی/زیستگاهی ساختاریافته است.

نتایج آزمون PERMANOVA برای ماهیان، نشان داد که هیچ‌کدام از عوامل مورد بررسی، یعنی فصل و ایستگاه، تأثیر آماری معنی‌داری بر ساختار جامعه ماهیان نداشتند (P>0.0، جدول 4). بررسی اجزای واریانس نیز این موضوع را تأیید کرد و S(Se) = 124.95 :و S(St) = 96.574 محاسبه شد. اگرچه واریانس مرتبط با فصل کمی بیشتر از ایستگاه بود، اما هر دو مقدار کوچک بوده و نسبت به کل واریانس (1374/7) سهم ناچیزی داشتند.

نتایج حاصل از تحلیل مدل خطی مبتنی بر فاصله (DistLM)نشان داد که فقط متغیر محیطی NO2 دارای رابطه خطی معنادار با ماتریس شباهت زیست‌توده داشت (p < 0.047، جدول 5).

.



شکل 5 - پلات‌های حبابی خانواده‌های مهم ماهیان (C. damascina, C. dam; Capoeta trutta, C. tru; Chondrostoma regium, C. reg; Garra rufa, G. ruf) در رودخانه های زیر حوضه خرسان

جدول 4- نتایج آزمون PERMANOVA برای جوامع ماهیان بین فصول و ایستگاه‌های مختلف در در رودخانه‌های زیر حوضه خرسان. مقادیر معنی‌دار آزمون‌ها در سطح کمتر از 0/05 درصد پر رنگ شده است.

Source	d.f.	MS	Pseudo-F	P(perm)
فصل (Se)	3	1999/4	1/45	0/158
ایستگاه (St)	4	1761/0	1/28	0/212

جدول 5 نتایج مدل انفرادی DistLM ، شامل مجموع مجذورات(SS) ، آماره Pseudo-F ، مقدار احتمال (p-value) و نسبت سهم تبیین(Proportion) هر متغیر برای جوامع ماهیان در رودخانه‌های زیر حوزه خرسان

Variable	SS	Pseudo-F	P value	Proportion %
NO_2	**3046.6**	**2.4**	**0.047**	**11.7**
EC	1978.7	1.5	0.21	7.6
Debi	1919.6	1.4	0.219	7.4
TOM	1715.7	1.3	0.255	6.6

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

DO	1644.1	1.2	0.316	6.3
Sand	1343.6	1	0.462	5.2
Turb	1239	0.9	0.457	4.8
NO3	1216.9	0.9	0.511	4.7
W_T	1056.6	0.8	0.566	4.1
NH4	541.98	0.4	0.845	2.1
NH3	448.96	0.3	0.898	1.7
pH	232.79	0.2	0.965	0.9

ولی DistLM با استفاده از روش BEST و ترکیب‌های مختلفی از متغیرها نشان داد بهترین مدل نهایی مدلی است که مقدار AIC = 142.02 و $R^2 = 0.69$ بوده و شامل ده متغیر EC, DO, EC, Debi, NH4, TOM, Sand, W_T, NH_3, NO_2باشد. این مدل حدود 69٪ از تغییرات قابل‌توضیح در ساختار جامعه ماهیان را تبیین کرده و از نظر تعادل بین قدرت تبیین و تعداد متغیرها، بهینه‌ترین مدل تشخیص داده شد (جدول 6).

جدول 6 - خلاصه انتخاب مدل DistLM بر اساس معیار AIC برای ماهیان در رودخانه‌های زیرحوضه خرسان

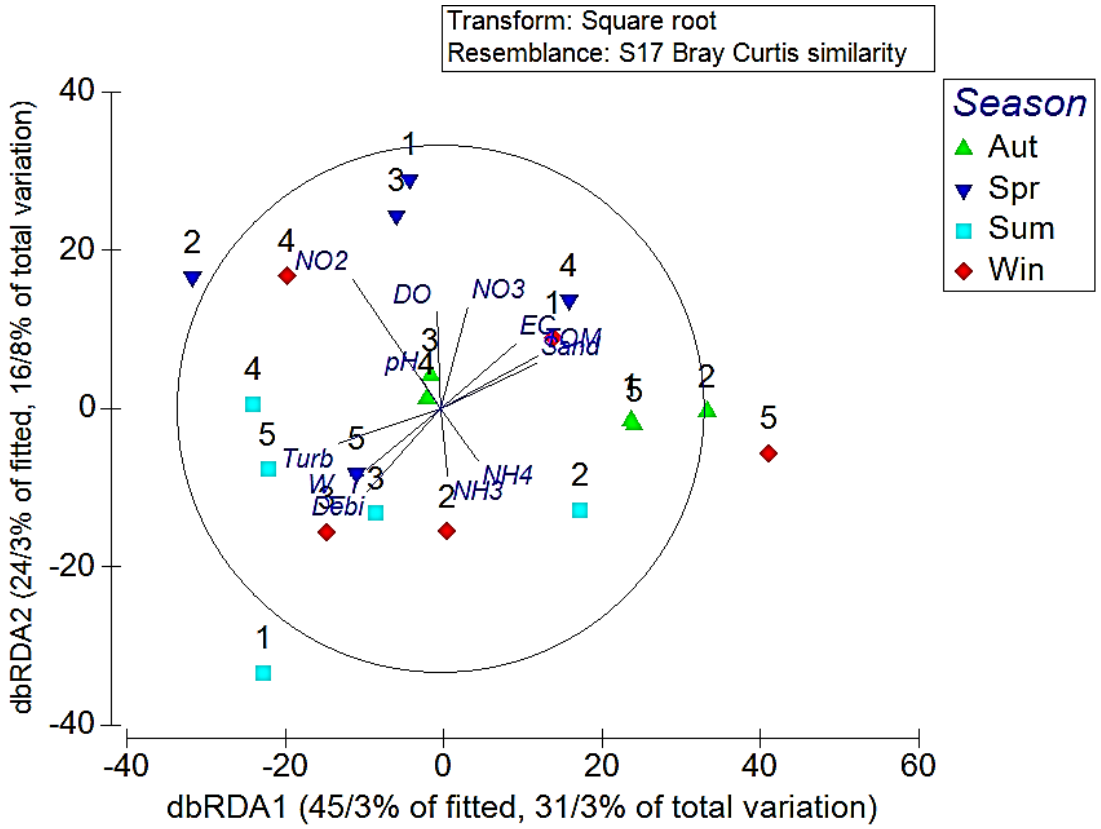
تعداد متغیر	AIC	R^2	RSS	متغیرهای انتخاب‌شده
1	144.9	0.117	22990	NO2
2	145.3	0.187	21170	NO2, Debi
3	144.9	0.277	18807	NO2, DO, EC
4	144.4	0.364	16553	Debi, TOM, DO, NO2
5	143.8	0.440	14577	Debi, TOM, Sand, DO, NO2
6	143.4	0.505	12891	Debi, TOM, Sand, DO, EC, NO2
7	143.6	0.547	11786	Debi, TOM, Sand, DO, EC, NO2, NH4
8	142.2	0.598	10472	Debi, TOM, W_T, DO, EC, NO2, NH4, NH3
9	142.7	0.644	9258	Debi, TOM, W_T, DO, EC, NO2, NH4, NH3, NO3
10 (بهترین مدل)	**142.0**	**0.689**	**8076**	**Debi, TOM, Sand, W_T, DO, EC, NO2, NH4, NH3, NO3**

در شکل dbRDA (شکل 6)، الگوی پراکنش نمونه‌ها و جهت‌گیری بردارهای محیطی کاملاً با نتایج DistLM و ضرایب همبستگی سازگار بود و نشان داد که ساختار جامعه ماهیان تحت تأثیر چند گرادیان محیطی اصلی قرار داشت. محور اول (dbRDA1) که 31٫3٪ از کل تغییرات را توضیح داد، همبستگی مثبت با متغیرهایTOM، Sand و EC را نشان داد (به ترتیب 0/37، 0/30و 0/19). ولی با متغیرهای Debi, NO2 و W_T همبستگی منفی داشت (0/32-، 0/32- و 0/21-). بنابراین، نمونه‌های قرارگرفته در سمت راست محور اول با مقادیر بالاتر متغیرهایTOM ، Sandو EC و نمونه‌های سمت چپ محور با Debi NO_2, و W_T بیشتر مرتبط بودند.

محور دوم (dbRDA2) 16/8٪ از کل تغییرات را تبیین کرد و عمدتا گرادیانی افزایش(r = 0.47) NO_3 ، DO (r = 0.45)، NO_2 (r = 0.44)، و EC (r = 0.39) را نشان داد. در مقابل، این محور با Debi، Turb و NH3 همبستگی منفی داشت (به ترتیب 0/33-، 0/32- و 0/28-). بر این اساس، بخش بالایی محور دوم بیشتر با شرایط دارای DO، NO_2 و NO_3 و EC بالاتر مرتبط بود، در حالی که بخش پایینی محور دوم به Debi، Turb و NH_3 بالاتر گرایش داشت.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]



شکل 6 - نمودار dbRDA بر اساس شباهت Bray–Curtis که ارتباط بین ساختار جامعه ماهیان و متغیرهای محیطی در رودخانه‌های زیر حوضه خرسان را نشان می‌دهد. نمادها نشان‌دهنده ایستگاه‌های نمونه‌برداری (1 تا 5) در فصول مختلف (پاییز Aut ، زمستان WIN ، بهار Spr و تابستان Sum) هستند. بردارها جهت و میزان تأثیر متغیرهای محیطی مؤثر بر الگوی آرایش نمونه‌ها را نشان می‌دهند

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که جامعه ماهیان رودخانه‌های زیرحوضه خرسان از تنوع گونه‌ای قابل‌توجهی برخوردارند و ساختار آن تحت تأثیر ترکیبی از عوامل محیطی و هیدرولوژیکی قرار دارد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، ماهیان شناسایی‌شده به چند خانواده اصلی تعلق داشتند که در میان آن‌ها خانواده کپور ماهیان با بیشترین تعداد گونه غالب بود. غالبیت کپورماهیان در بسیاری از اکوسیستم‌های رودخانه‌ای به‌ویژه در مناطق کوهستانی و نیمه‌خشک پدیده‌ای رایج است، زیرا این گروه از انعطاف‌پذیری اکولوژیکی بالایی برخوردار بوده و قادرند دامنه وسیعی از شرایط محیطی را تحمل کنند (Huang *et al*., 2019; Yang *et al*., 2023). همچنین مطالعات انجام‌شده در رودخانه‌های ایران نیز نشان می‌دهد که خانواده کپورماهیان معمولاً بخش عمده ترکیب گونه‌ای ماهیان آب‌های داخلی کشور را تشکیل می‌دهد (Yazdani Moghaddam *et al*., 2015; Zare Shahraki *et al*., 2022). یکی از یافته‌های مهم این پژوهش، حضور تنها یک گونه غیربومی یعنی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده Salmonidae بود. ورود گونه‌های غیربومی به اکوسیستم‌های آب شیرین می‌تواند پیامدهای بوم‌شناختی قابل‌توجهی داشته باشد، زیرا این گونه‌ها ممکن است از طریق رقابت برای منابع غذایی، شکار گونه‌های بومی، انتقال بیماری‌ها یا تغییر در ساختار زیستگاه بر جوامع بومی اثر بگذارند (Lin *et al*., 2021; Stefani *et al*., 2020). با این حال، میزان تأثیر گونه‌های غیربومی به شدت وابسته به فراوانی و گستره پراکنش آن‌ها است و در برخی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای حضور محدود این گونه‌ها تأثیر چشمگیری بر ساختار کلی جامعه ایجاد نمی کند.

تحلیل چندبعدی غیرمتریک (nMDS) و خوشه بندی نشان داد که نمونه‌ها در فضای دو بعدی به‌صورت نسبتاً پراکنده قرار گرفته‌اند و جدایی فصلی مشخصی میان اجتماعات ماهیان مشاهده نشد و نتایج آنالیز PERMANOVA این یافته‌ها را تایید می‌کند. بنابراین

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

پراکندگی ترکیب گونه‌ای ماهیان در طول دوره نمونه‌برداری نسبتاً پایدار بوده و تغییرات فصلی شدید در ساختار جامعه مشاهده نشده است. نتایج مشابهی در برخی مطالعات رودخانه‌ای گزارش شده است که نشان می‌دهد در سیستم‌های با شرایط محیطی نسبتاً پایدار، ترکیب گونه‌ای ماهیان ممکن است تغییرات فصلی شدیدی نشان ندهد (Xia *et al*., 2023). همچنین در برخی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نیز گزارش شده است که در صورت یکنواختی نسبی شرایط زیستگاهی یا اتصال هیدرولوژیکی مناسب بین بخش‌های مختلف رودخانه، ترکیب جوامع ماهیان ممکن است تفاوت‌های مکانی یا فصلی قابل‌توجهی نشان ندهد (Duarte *et al*., 2022).

نتایج dbRDA و DistLM نیز به‌وضوح نشان دادند که ساختار جامعه ماهیان به‌طور معناداری با اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی(EC) ، ترکیبات نیتروژنی به‌ویژه NH_4وNO_3 ، درجه حرارت، نوع بستر و دبی ارتباط دارد. همبستگی مثبت محور اول باTOM ، Sandو EC و همبستگی منفی آن با متغیرهای ,Debi NO2 و W_T ، حاکی از آن است که ترکیب جامعه ماهیان نه‌تنها از کیفیت شیمیایی آب، بلکه از پویایی هیدرولوژیک نیز اثر می‌پذیرد. در رودخانه‌های نیمه‌خشک و کوهستانی، افزایش دبی معمولاً با شست‌وشوی زیستگاه، کاهش زمان ماند آب و جابه‌جایی ماهیان همراه است، در حالی که شرایط پایدارتر با اکسیژن بالاتر و هدایت الکتریکی متعادل‌تر، برای استقرار برخی گونه‌ها مناسب‌تر است (Zare-Shahraki *et al*., 2022, 2025).

همچنین تحلیل dbRDA نشان‌دهنده پویایی فصلی در زیستگاه است بطوریکه، بهار با افزایش دبی و کدورت معرف شرایط بهینه و تابستان با افزایش دمای آب و NH4 فاز تنش‌زا و کاهش تنوع گونه‌های حساس را نشان می‌دهد. زمستان تحت تأثیر غالب رژیم هیدرولوژیکی (دبی بالا) و پاییز در وضعیت گذار قرار دارد. این الگوها با یافته‌های Liu *et al*. (2021) و Khadka *et al*. (2025) همگرایی داشته و تأیید می‌کنند که پارامترهای هیدرولوژیکی و کیفیت آب، محرک‌های اصلی در سازمان‌دهی ساختار جوامع ماهیان در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای جهان محسوب می‌شوند.

هرچند تغییرات فصلها در این مطالعه اثر مستقیم و کاملاً جداکننده‌ای در nMDS نداشت، اما از طریق تغییر شرایط محیطی به‌صورت غیرمستقیم بر جامعه اثر گذاشت. این موضوع با دیدگاه‌های جدید در بوم‌شناسی جوامع ماهیان همخوانی دارد که بر نقش environmental filtering و local habitat conditionsدر کنار محدودیت‌های پراکنش تأکید می‌کنند (Xia *et al*., 2023). به این ترتیب، به نظر می‌رسد که در زیرحوضه خرسان، فرآیندهای بوم‌شناختی محلی و کیفیت محیطی، بیش از گرادیان‌های صرفاً فصلی، ساختار جامعه را تعیین کرده‌اند.

در مقایسه با سایر مطالعات انجام شده در ایران، نتایج حاضر با یافته‌های یزدانی مقدم و همکاران (2015) و زارع شهرکی و همکاران (2022 و 2025). نیز همسو است؛ زیرا در این مطالعات نیز خانواده‌های کپورماهیان غالب بوده و ساختار جامعه ماهیان به‌طور معنی‌داری با شرایط محیطی و هیدرولوژیکی ارتباط داشته است (Yazdani-Moghaddam *et al*. 2015; Zare-Shahraki *et al*., 2022, 2025).

نتیجه نهائی

بر اساس تجزیه و تحلیل انجام شده، جامعه ماهیان رودخانه‌های زیرحوضه خرسان از تنوع گونه‌ای مناسبی برخوردار است و کپورماهیان به‌عنوان گروه غالب، سهم عمده‌ای در ترکیب گونه‌ای دارند. ساختار این جامعه عمدتاً تحت تأثیر متغیرهای محیطی و هیدرولوژیکی، از جمله اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، ترکیبات نیتروژنی، دما، نوع بستر و دبی قرار دارد. اگرچه الگوهای فصلی جدایی مشخصی در ترکیب جوامع ایجاد نکردند، تغییرات فصلی از طریق دگرگونی شرایط زیستگاهی به‌طور غیرمستقیم اثرگذار بودند. حضور محدود قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز لزوم پایش مستمر گونه‌های غیربومی و حفاظت از کیفیت زیستگاه‌های رودخانه‌ای این زیرحوضه را برجسته می‌سازد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی وزارت نیرو و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که زمینه علمی و آزمایشگاهی مطالعه حاضر را فراهم آورد، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد. این گزارش یکی از پروژه تحقیقاتی می باشدکه در رودخانه های زیر حوضه خرسان با کد مصوب "14-76-12-113-02049-021029" استخراج شده است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

منابع

Anderson, M.J., Gorley, R.N., & Clarke, K.R. (2008). PERMANOVA for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth, UK: 218 p.

APHA (American Public Health Association) (2017). Standard method for examination of water and wastewater. American Public Health Association publisher, 18th edition, Washington, USA.1113P.

Barakat, A., E.l. Baghdadi, M., Rais, J., Aghezzaf, B., & Slassi, M. (2016). Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rabia River (Morocco) using multivariate statistical techniques. Int. Soil Water Conservation Research 4(4), 284–292.

Barroso, G.R., Gomez, L.N.L., & Oliveira, S.C., (2025). Planktonic Communities as indicators of water quality in a tropical reservoir, Environmental Management, 75, 1571-1588. doi.org/10.1007/s00267-025-02157-7

Clarke, K.R., & Gorley, R.N. (2006). PRIMER version 6: user manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK: 192 p.

Clarke, K.R., & Warwick, R.M. (2001). Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd edn. Plymouth, UK: PRIMER-E, 176 p.

Duarte, C., Antão, L.H., Magurran, A.E., & de Deus, C.P. (2022). Shifts in fish community composition and structure linked to seasonality in a tropical river. Freshwater Biology, 67, 1737–1751.

Esmaeili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagdari, S. and Abbasi, & K., 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. FishTaxa, 3(3), 1-95.

Fazli, H., Kaymaram, F., & Daryanabard, G.R. (2022). Effects of fishing and environmental parameters on the commercial bony fish assemblage in the southern Caspian Sea. Oceanological and Hydrobiological Studies, 51(1), 90-99.

Gilvear, D.J., Heal, K.V., & Stephen, A. (2002). Hydrology and the ecological quality of Scottish river ecosystems. Science of the Total Environment, 294(1),131–159. DOI:10.1016/S0048-9697(02)00060-8

Giri T, Goutam U, Arya A, & Gautam S. (2022). Effect of nutrients on diatom growth: a review. Trends in Sciences 19(2), 1752.

Holme, N.A., & Mclntyre, A.D. (1984). Methods for study of marine benthos, second edition, Oxford, Blackwell Scientific Publication, 387P.

Huang, J., Huang, L., Wu, Z., Mo, Y., Zou, Q., Wu, N., & Chen, Z. (2019). Correlation of fish assemblages with habitat and environmental variables in a headwater stream section of Lijiang River, China. Sustainability, 11(4), p.1135.

Karimi, H., Keshavarz, T., Mohammadi, Z., & Raeisi, E. (2007). Potential leakage at the Khersan 3 Dam Site, Iran: a hydrogeological approach. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 66(3), 269-278.

Karimian, E., Bahrami Kamangar, B., Mohammadi, H., Ghaderi E. (2020). Water Quality Assessment of the Garan dam reservoir (Marivan) using NSFWQI qualitative index. Journal of Natural Environment, 73(3), 571-583. Doi.org/10.22059/jne.2020.300936.1958

Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K., & Abdoli, A. (2016). Fishes of Iran: Atlas of inland water. Department of Environment, Tehran, Iran.

Khadka, R., Jha, D.K., Rai, S., & Pandit, N.P. (2025). Fish diversity with seasonal variation of water quality in fisheries reservoir, Chitwan. Journal of Agriculture and Forestry University, 6, 171–182.

Li, J.P., Dong, S.K., Liu, S.I., Yang, Z.F., Peng, M.C., & Zhao, C. (2013). Effects of cascade hydropower dams on the composition, biomass and biological integrity of phytoplankton assemblages in the middle Lancing-Mekong River, Ecological Engineering, 60, 316-324. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.029.

Lin, L., Deng, W., Huang, X., Liu, Y., Huang, L. & Kang, B. (2021). How fish traits and functional diversity respond to environmental changes and species invasion in the largest river in Southeastern China. *PeerJ*, *9*, p.e11824.

Liu, C., Sun, X., Su, L., Cai, J., Zhang, L., & Guo, L. (2021). Assessment of phytoplankton community structure and water quality in the Hongmen reservoir, 56(1), 19-30. doi: 10.2166/wqrj.2021.022

Ludwig, J., & Reynolds, J.F. (1988). Statistical ecology: a primer on methods and computing. A Niley-Interscience Publication, America. 337 p.

Mazloomi, Z., Nemati Varnosfaderany, M. & Modarres, R. (2022). Evaluating the Environmental Flow of Beshar River, Using Tennant's Hydrological Method Based on the Biological Requirements of Indicator Fishes. Iranian Journal of Applied Ecology. 11(3), 1-19.

Mustapha, A., Aris, A.Z., Juahir, H., Ramli, M.F., & Kura, N.U. (2013). River water quality assessment using environmental techniques:

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

case study of Jakra River Basin. Environmental science and pollution research international, 20(8), 5630-5644.

Nelson, J.S. (1994). Cyprinid Fishes Systematics: Biology and exploitation. Chapman and Hall, London, 667 p.

Oertel, N. & Salanki, J. (2003). Biomonitoring and bioindicators in aquatic ecosystems. In: Ambasht, R.S. and Ambasht, N.K. (eds.), Modern Trends in Applied Aquatic Ecology. Kluwer Academic/Plenum Publishing, New York. pp 219–246

Oketola, A.A., Adekolurejo, S.M., & Osibanjo, O. (2013). Water quality assessment of River Ogun using multivariate statistical techniques. Journal of Environmental Protection 4, 466–479.

R Core Team. (2025). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

Rahnama, B., Hajiradkouchak, E., Fazli, H., Alishah, N., Shakoori, M., & Rahmati, R. (2025). 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, 13(3): 01-13. 10.22034/jair.13.3.1

Reed, M.L., Pinckney, J.L., Keppler, C.J., Brock, L.M., & Greenfield, D.I. (2016). The influence of nitrogen and phosphorus on phytoplankton growth and assemblage composition in four coastal, southeastern USA systems, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 177, 71-82.

Song, J., Hou, C., Liu, Q., Wu, X., Wang, Y., & Yi, Y. (2020). Spatial and temporal variations in the plankton community because of water and sediment regulation in the lower reaches of Yellow River. *Journal of cleaner production*, 261, 120972, 1-11

Stefani, F., Schiavon, A., Tirozzi, P., Gomarasca, S. & Marziali, L. (2020). Functional response of fish communities in a multistressed freshwater world. Science of the Total Environment, 722, 137840.

Wang, Y., Zhang, S., Sun, M., Han, J., Wang, Z., Chen, X., Chen, Z., & Qin, H. (2025). Spatial–Temporal Pattern and Stability Analysis of Zooplankton Community Structure in the Lower Yellow River in China. Diversity .

Wang, Z., Li, Q., Tian, Y., Li, X., Chen, X., Tian, Y. & Xue, J. (2023). Effect of land use and environmental variables on phytoplankton community structure in high-elevation river, upper Yangtze River, China, Frontiers in Environmental Science,1-16. 10.3389/fenvs.2023.1084461

Xia, Z., Heino, J., Yu, F., Xu, C., Lin, P., He, Y., Liu, F. & Wang, J. (2023). Local environmental and spatial factors are associated with multiple facets of riverine fish β-diversity across spatial scales and seasons. Freshwater Biology, 68(12), pp.2197-2212.

Yang, J., Wen, J., Wu, H., Yang, Q., Yin, H., & Hu, M. (2023). Fish community structure and its relationships with environmental variables in subtropical headwater rivers. Ecology of Freshwater Fish, 32(2), 388-405.

Yazdani-Moghaddam, F., Ghasemian, F., Ghassemzadeh, Khazaee, A.R., Seifali, M., & Ghanbarifardi, M.F. (2015). The fish fauna of North and East regions of Khorasan-e-Razavi Province, Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 11(1), 91-100.

Zar, J.H. (2010). Biostatistical analysis. 4th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 946 p .

Zare Shahraki, M., Fathi, P., Domisch, S., Bruder, A., Ebrahimi Dorcheh, E., Esmaeili Ofogh, A., & Mehner, T., (2025). Evaluating Environmental Predictors of Fish Community Composition in a Semi-Arid River System Using a Model-Based Approach. Ecology of Freshwater Fish, 34(3), p.e70013.

Zare-Shahraki, M., Ebrahimi-Dorche, E., Bruder, A., Flotemersch, J., Blocksom, K. and Bănăduc, D. (2022). Fish species composition, distribution and community structure in relation to environmental variation in a semi-arid mountainous river basin, Iran. Water, 14(14), p.2226.

Zhang, W., Ding, Y., Tang, Y., Han, Y., Zhu, Z., Yang, Y., & Zhu, Y. (2019). Determination of vertical and horizontal assemblage drivers of bacterial community in a heavily polluted urban river. Water Research, 161, 98–107. DOI:10.1016/j.watres.2019.05.107

Zhu, X., Yang, Y., Zhang, W., Ding, Y., Tang, Y., Han, Y., Zhu, Z., & Zhu, Y. (2022). Effects of different types of anthropogenic disturbances and natural wetlands on water quality and microbial communities in a typical black-odor river. Ecological Indicators, 136:108613. DOI:10.1016/j.ecolind.2022.108613

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]

Journal of Applied Ichthyological Research
Vol. 14, No 2, 29-42
ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
Ministry of Science Reseach and Technology
Gonbad-Kavoos University

Response of Fish communities to environmental parameters in the rivers of the Kharasan Sub Basin in Chaharmahal and Bakhtiari Province

Hasan Fazli*, Behzad Rahnama, Hassan Nasrollazadeh Saravi, Eisa Hajiradkouchak, Gholamreza Daryanabard

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: 31-05-2026
Accepted: 26-07-2026

Corresponding author:
Hasan Fazli.
Ecology Department, Caspian Sea Ecology Research Institute, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran.

Email:
Hn_fazli@yahoo.com

Abstract:
Understanding the influence of abiotic factors on fish community dynamics is crucial for effective aquatic ecosystem management. This study aimed to investigate the effects of physicochemical parameters on fish assemblages across the rivers of the Khersan sub-basin (Marbareh, Beshar, and Khersan rivers) in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Multivariate and univariate data analyses were performed using PRIMER software. Community structure was evaluated using non-metric multidimensional scaling (nMDS) and distance-based linear modeling (DistLM). High correlations were observed between, such as phosphate and water temperature, silt–clay and sand, BOD5 and pH, BOD5 and NH3, and COD and dissolved oxygen. The ichthyofauna consisted of 15 species, with Cyprinidae being the most diverse. nMDS results indicated that fish assemblage structure was primarily driven by spatial heterogeneity and station-specific characteristics rather than seasonal variations, though some distinct clustering was observed in winter and spring. Species-specific distribution patterns were evident, with Garra rufa and Capoeta trutta showing restricted distributions, while Chondrostoma regium exhibited a broader ecological tolerance. PERMANOVA results indicated no statistically significant effect of season or station, suggesting relative temporal stability. DistLM identified dissolved oxygen, EC, TOM, substrate, temperature, nitrate, ammonium, ammonia, and water discharge as the primary environmental drivers. Overall, fish community structure in the Khersan sub-basin exhibited adequate diversity, with cyprinids being dominant. Community structure was also influenced by physicochemical parameters, substrate type, and water discharge, and was simultaneously affected by hydrological conditions, spatial factors, and trophic status. Seasonal changes exerted their influence indirectly, through habitat alteration. Additionally, the limited presence of the non-native rainbow trout highlights the need for habitat conservation in the region. These findings can serve as a baseline for future ecological assessments and conservation planning within this sub-basin.

Keywords: Fish, Community structure, Environmental variables, Multivariate analysis, Iran

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.22034/jair.14.2.21]