

## Investigating the biological integrity of the Hableh River in Garmsar using benthic invertebrates

Received: 23 September 2025, Accepted: 26 November 2025

Mahdi Moradian<sup>1</sup>, Roya Morovati<sup>2</sup>, Mostafa Karimaei<sup>2\*</sup>, Zahra Soleimani<sup>3</sup>, Mohammad Ali Shokri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Student Research Committee, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>2</sup> Department of Environmental Health Engineering, Damghan School of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>3</sup> Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Author:  
mostafakarimae@gmail.com

### How to Cite This Article:

Moradian M, Morovati R, Karimaei M, Soleimani Z, Shokri MA. Investigating the biological integrity of the Hableh River in Garmsar using benthic invertebrates. Journal of Environmental Health Engineering. 2025;13(3):322-32.

DOI:

### ABSTRACT

**Background:** Aquatic ecosystems are constantly exposed to a wide variety of hazardous chemicals or compounds with varying degrees of toxicity, which are released from various human sources. On the other hand, with the development of urbanization, industry and agriculture, which is a consequence of the increase in human population, various levels of pollution are created in surface waters, which affect human and animal life. Therefore, this study was conducted on the permanent Hableh River, which flows in the mountainous region north of Garmsar city, which is important and effective in terms of agriculture and ecology.

**Materials and Methods:** The aim of this study is to assess the abundance and diversity of benthic invertebrates and ultimately determine the biological integrity status of this river. In this study, manual sampling was conducted at five points between Firouzkouh and Garmsar counties. At each point, both biological indicators (benthic invertebrates) and concentrations of organic pollution and dissolved oxygen were evaluated.

**Results:** According to the results, various types of benthic invertebrates such as beetle larvae, fly larvae, dragonfly larvae, fly and beetle pupae, adult reef beetles, butterfly pupae and larvae, leeches, flatworms, roundworms, tapeworms, and snails were identified in this river.

**Conclusion:** From this case study, it can be concluded that these identified benthic invertebrate groups can be selected as representative indicators in the Hablehroud River in terms of the level of water resource pollution and habitat destruction.

**Keywords:** biological integrity, Hablehroud, Macroinvertebrates

## بررسی سلامت زیستی رودخانه حبله رود گرمسار با استفاده از بی مهرگان کفزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵

مهدی مرادیان<sup>۱</sup>، رویا مروتی<sup>۲</sup>، مصطفی کریمایی<sup>۲\*</sup>، زهرا سلیمانی<sup>۳</sup>، محمد علی شکری<sup>۱</sup><sup>۱</sup> کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان ایران<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دامغان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

## چکیده

**زمینه و هدف:** اکوسیستم‌های آبی به طور مداوم در معرض خطر انواع زیادی از مواد شیمیایی خطرناک یا ترکیبات مختلف با درجات سمیت متنوع هستند که از منابع انسانی مختلف منتشر می‌شوند. از سوی دیگر با توسعه شهرنشینی، صنایع و کشاورزی که پیامد افزایش جمعیت انسانی است، سطوح مختلفی از آلودگی را در آب‌های سطحی ایجاد می‌کند که جامع انسانی و حیوانی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از رو این مطالعه بر روی رودخانه دائمی حبله رود که در منطقه کوهستانی شمال شهر گرمسار جریان دارد که از نظر کشاورزی و اکولوژیکی مهم و اثرگذار است انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** هدف از این مطالعه ارزیابی فراوانی و تنوع بی‌مهرگان کفزی و در نهایت تعیین وضعیت سلامت بیولوژیکی این رودخانه است. در این مطالعه، نمونه‌برداری به صورت دستی در پنج نقطه در حد فاصل شهرستان فیروزکوه و گرمسار انجام شد. در هر نقطه، هم شاخص‌های زیستی (بی‌مهرگان کفزی) و هم غلظت آلودگی آلی و اکسیژن محلول ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج، انواع مختلفی از بی‌مهرگان کفزی مانند لارو سوسک‌ها، لارو انواع مگس‌ها، لارو سنجاقک‌ها، شفیره مگس‌ها و سوسک‌ها، سوسک ریف بالغ، شفیره و لارو پروانه‌ها، زالوها، انواع کرم‌های پهن، حلقوی و نواری و حلزون‌ها در این رودخانه شناسایی شدند.

**نتیجه‌گیری:** از این مطالعه موردی می‌توان نتیجه گرفت که این گروه‌های بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده می‌توانند به عنوان شاخص نماینده در رودخانه حبله رود از نظر میزان آلودگی منابع آب و تخریب زیستگاه انتخاب شوند.

**واژه‌های کلیدی:** سلامت زیستی، حبله رود، بی‌مهرگان کفزی

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

mostafakarimae@gmail.com

نوع استناد به این مقاله:

Moradian M, Morovati R, Karimaei M, Soleimani Z, Shokri MA. Investigating the biological integrity of the Hableh River in Garmsar using benthic invertebrates. Journal of Environmental Health Engineering. 2025;13(3):322-32.

DOI:

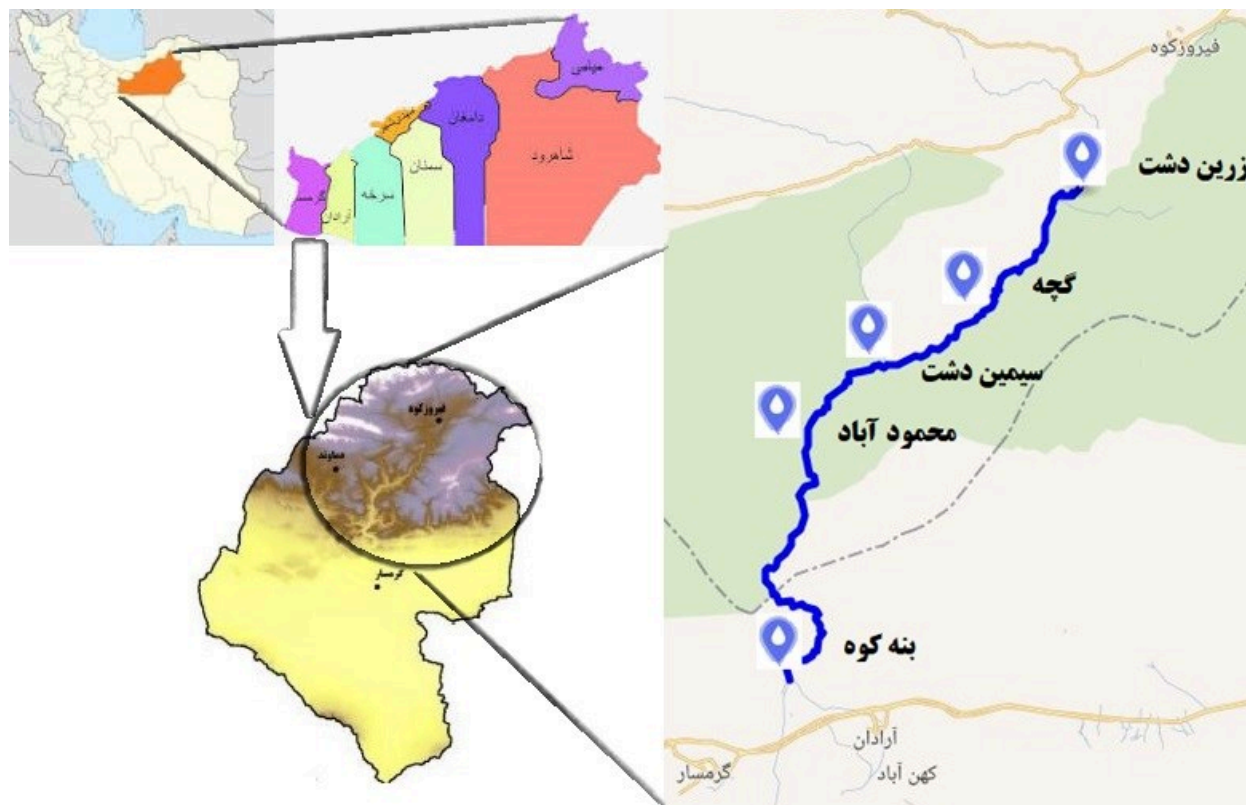
## مقدمه

به از دست رفتن حیات آبریزان منجر شود و یک وضعیت بی‌هوای نامطلوب را ایجاد کند<sup>۱،۶</sup>.

از این رو مطالعه حاضر بر روی رودخانه دائمی حبله رود که در منطقه کوهستانی شمال شهر گرمسار جریان دارد انجام شده است که از نظر امنیت آب آشامیدنی، کشاورزی و اکولوژیکی مهم و اثرگذار است. همانطور که در شکل شماره یک نمایش داده شده است حبله‌رود به طول ۲۴۰ کیلومتر در حوضه آبریز کویر مرکزی قرار گرفته است که از ارتفاع حدود ۲۸۰۰ متری دامنه رشته کوه‌های البرز و قتل شاه محمد و هما در شمال شرقی فیروزکوه سرچشمه می‌گیرد و به سمت استان سمنان و شهرستان گرمسار جریان می‌یابد. حبله‌رود تنها رودی است که گرمسار را سیراب می‌نماید و گستردگی حوضه آبریز آن ۳۲۰۰ کیلومتر مربع است. که بخش شمالی حوضه آبریز آن شامل کوهستان‌ها، تپه‌ها و همچنین دشت‌های میان کوهی می‌باشد که در استان تهران واقع شده است و بخش دشتی آن عمدتاً در استان سمنان و محدوده شهرستان گرمسار واقع شده است. متوسط بارندگی این حوضه ۲۱۱ میلیمتر در سال می‌باشد و دمای میانگین منطقه نیز در طول سال ۷/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ارتفاع بلندترین نقطه حوضه ۴۰۵۳ متر از سطح دریا در استان تهران واقع شده است و پست‌ترین نقطه آن نیز با ارتفاع ۷۳۹ متر از سطح دریا در استان سمنان واقع شده است.<sup>۷</sup>

اکوسیستم‌های آبی به طور مداوم در معرض خطر انواع زیادی از مواد شیمیایی خطرناک با درجات سمیت متنوع یا آلاینده‌های آلی هستند که از منابع انسانی مختلف منتشر می‌شوند و سبب مصرف و کاهش اکسیژن محلول اکوسیستم‌های آبی نظیر رودخانه‌ها می‌گردند<sup>۱،۲</sup>. گسترش شهرنشینی و کشاورزی که از اثرات مستقیم افزایش جمعیت هستند سبب تغییر زمین‌های پیرامون حوضه آبریز از کاربری‌های طبیعی به مسکونی، کشاورزی و گردشگری می‌گردد<sup>۳،۴</sup>. دامنه توسعه شهری در حال پیشرفت است و این تغییر توسعه مداوم در محیط زیست، خطر فزاینده‌ای را برای رودها و بوم‌شناسی آبی آنها نشان می‌دهد. افزایش منابع آلاینده، تنش قابل توجهی را در محیط زیست و سلامت انسان ایجاد می‌کند که استقرار نظارت‌های زیست‌محیطی و اجرای استراتژی‌های حفاظتی را الزامی می‌کند<sup>۴،۵</sup>.

آلاینده‌های آلی رها شده از منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای مستقر در حوضه آبریز رودها سبب کاهش اکسیژن محلول در این اکوسیستم‌های آبی می‌گردد. اکسیژن محلول در محیط‌های آبی بدلیل اکسیداسیون شیمیایی مواد یا از طریق تجزیه بیولوژیکی مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد. با این حال، اگر مکانیسم‌های خودپالایی تحت تأثیر هجوم شدید مواد مصرف‌کننده اکسیژن قرار گیرند، می‌تواند پیامدهای نامطلوبی داشته باشند. کاهش شدید اکسیژن محلول یکی از این پیامدهای آبی ناگوار است که می‌تواند



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی رودخانه حبله رود و نقاط نمونه برداری در طول این حوضه آبریز

گرفته تا رودخانه‌های گل‌آلود با جریان آهسته، می‌شود. بی‌مهرگان کفزی شاخص‌های قابل اعتمادی برای کیفیت رودها هستند<sup>۹</sup> زیرا:

اول، آنها در همه جا حضور دارند و بخش مهمی از زنجیره غذایی رودخانه‌ها هستند، بنابراین می‌توانند تحت تأثیر عدم تعادل محیطی در انواع مختلف اکوسیستم‌های آبی قرار گیرند. دوم، وجود انواع مختلف گونه‌ها که باعث طیف گسترده‌ای از پاسخ‌ها به تنش‌های محیطی می‌شود. بی‌مهرگان کفزی عموماً از نظر تنوع گونه‌ای و فراوانی دسته اصلی موجودات زنده در کل آبراه‌ها از سرشاخه رودخانه تا دلتای رودخانه و از نهرهای کوهستانی با کیفیت بالا تا نهرهای شهری بسیار آلوده هستند. سوم، این موجودات اساساً ساکن یا کفزی هستند و نمی‌توانند از آلودگی فرار کنند و اثرات رویدادهای آلودگی کوتاه‌مدت و بلندمدت را نشان می‌دهند، که تجزیه و تحلیل مکانی مناسبی از اثرات آلاینده یا اختلال حاصل از آنها را بازتاب می‌دهند و همچنین می‌توانند اثرات

در این مطالعه فراوانی و تنوع بی‌مهرگان کفزی و در نهایت وضعیت سلامت بیولوژیکی این رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. بی‌مهرگان کفزی شامل موجوداتی هستند که در بستر رودخانه‌ها ساکن هستند. بی‌مهرگان کفزی شامل حشرات، سخت‌پوستان، نرم‌تنان، عنکبوتیان و کرم‌های حلقوی می‌شوند. اصطلاح بی‌مهرگان کفزی به موجودات زنده‌ای اطلاق می‌شود که ستون فقرات ندارند و با چشم غیرمسلح قابل مشاهده هستند. بی‌مهرگانی که توسط توری با اندازه چشمه ۲۵/۰ میلی‌متر صید می‌شوند و به صورت کلی بی‌مهرگان کفزی نامیده می‌شوند. بندپایان آب شیرین شامل حشرات آبی، از نظر تنوع گونه‌ای و فراوانی فردی، حدود ۹۵٪ از بی‌مهرگان کفزی را تشکیل می‌دهند<sup>۸،۲</sup>.

پایش زیستی شامل جمع‌آوری، شناسایی و بررسی موجودات آبی برای تعیین سلامت بیولوژیکی و یکپارچگی بیولوژیکی در یک رودخانه کم‌عمق است که شامل انواع آب‌های جاری، از جویبارهای کوهستانی با جریان سریع

علت هدف این مطالعه اندازه گیری و شمارش کمی و کیفی بی مهرگان کف زی در رودخانه حبله رود در کنار سنجش پارمترهای شیمیایی آب نظیر اکسیژن محلول (DO) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) و برقرار ارتباط میان پاسخ این بی مهرگان کف زی به کیفیت شیمیایی آب و پارمترهای شیمیایی اندازه گیری شده می باشد.

### مواد و روش ها

در این مطالعه، نمونه برداری در پنج ایستگاه صلی در امتداد رودخانه حبله رود از بالادست به ترتیب زرین دشت، گچچه، سیمین دشت، محمودآباد و بنه کوه در پایین دست انجام شد. در نقاط نمونه برداری به علت تشدید فعالیت های انسانی و کشاورزی هم شاخص های زیستی و هم غلظت آلودگی آلی و اکسیژن محلول ارزیابی شد. نمونه برداری در پنج ایستگاه اصلی و ۱۵ ایستگاه فرعی از منطقه زرین دشت در بالادست رودخانه آغاز می گردد و تا منطقه بنه کوه گرمسار که ابتدای حوضه شهر گرمسار است ادامه پیدا یافت. در هر ایستگاه نمونه گیری اصلی سه ایستگاه فرعی در نقاط مختلف رودخانه با فاصله مساوی ۱۰۰ متر از یکدیگر نمونه برداری آب و بی مهرگان کف زی انجام گرفت. این فواصل ۱۰۰ متری نیز با استفاده از متر پارچه ای در انتها الیه بالا و پایین ایستگاه اصلی اندازه گیری و مشخص گردید. در هر ۱۵ ایستگاه نمونه گیری فرعی هم نمونه های آب و هم نمونه های بی مهرگان کف زی جمع آوری گردید و نمونه های حاصل از هر سه ایستگاه فرعی نقاط پنجگانه با یکدیگر مخلوط گردید و به عنوان نمونه ی نماینده آن ایستگاه اصلی جهت مشاهده، شمارش و آنالیز مورد استفاده قرار گرفت. در هر ایستگاه سنگ ها رسوبات و سنگ ریزه های کف رودخانه منطقه نمونه برداری با مساحت ۹۰ سانتی متر در ۹۰ سانتی متر برداشت شد و آنها در یک سطل نیمه پر از آب شستشو داده شد تا هرگونه بی مهرگان کف زی چسبیده به سنگ ها به داخل سطل منتقل شوند. سپس از توری با اندازه منافذ ۰/۲۵ میلی متر برای جداسازی بی مهرگان کف زی از آب درون سطل در هر منطقه نمونه برداری استفاده گردید.

تجمعی آلودگی را نشان دهد. چهارم، چرخه عمر نسبتاً طولانی آنها در مقایسه با سایر دسته های موجودات آبی، تغییرات تدریجی حاصل از آلاینده ها را که با سنجش پارمترهای کیفی معمول آب قابل تشخیص نبودند به خوبی آشکار می کنند. از آنجایی که بی مهرگان کف زی به عنوان شاخص های زیستی ثابت منابع آب سطحی عمل می کنند، بنابراین تجزیه و تحلیل های زمانی و مکانی در اکوسیستم آبی امکان پذیر می سازند.<sup>۱۰،۸</sup>

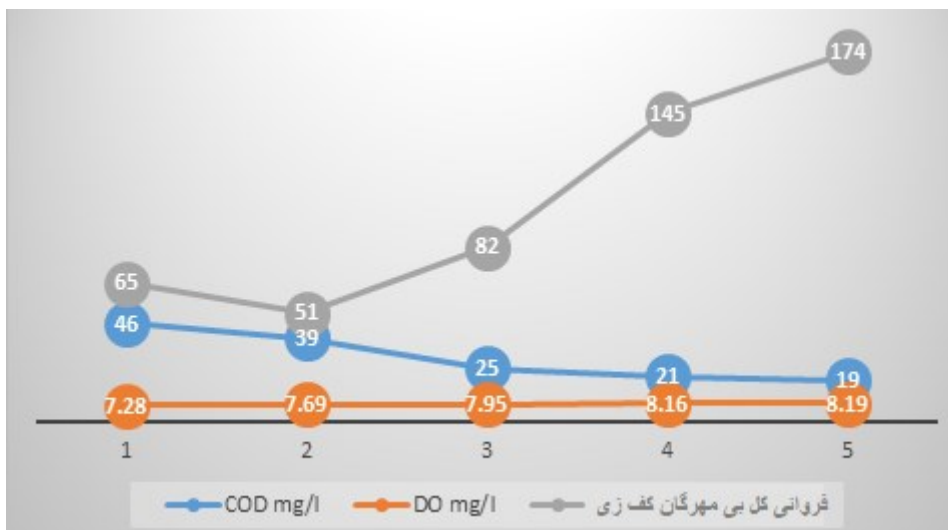
به طور کلی، کیفیت و سلامت آب با استفاده از پارمترهای شیمیایی ارزیابی می شود، اما برخی از اثرات ثانویه ناشناخته احتمالی در آینده با این روش های مرسوم قابل تشخیص نبودند. از این رو رودخانه هایی که جانوران کفزی غنی و متنوعی را در خود جای داده اند، به عنوان شرایط مرجع این نوع اکوسیستم های آبی شناخته می شوند. برخی از اثرات نامشخص آلودگی های مختلف باعث افزایش نگرانی در مورد سلامت اکولوژیکی رودها و استفاده از شاخص های اکولوژیکی برای پایش کیفیت آب شده است.<sup>۱۱،۹</sup> در پایش اکولوژیکی از پاسخ موجودات زنده به محرک های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک برای ارزیابی کیفیت آب استفاده می گردد. این ممکن است صرفاً شامل حضور یا عدم حضور گونه های حساس بی مهرگان کف زی که همگی شاخص های مهمی در ارزیابی منابع آبی هستند باشد، یا علاوه بر حضور یا عدم حضور غلظت آلاینده ها در بافت های موجودات زنده را مورد بررسی و کنکاش قرار دهد. کیفیت آب رودخانه ها به سرعت در حال تغییر است، بنابراین حتی نمونه برداری های شیمیایی مکرر ممکن است در شناسایی غلظت های حداکثر آلاینده ها ناموفق باشند. برعکس، موجود زنده رودخانه ممکن است به غلظت بسیار کم آلاینده ها پاسخ دهند و کیفیت آب را در مدت زمان طولانی نشان دهند و حتی می توانند آلودگی ها گذشته که فاقد داده های اندازه گیری شده لازم می باشند را آشکار سازند. بنابراین، روش های بیولوژیکی ممکن است اطلاعاتی را آشکار کنند که در داده های شیمیایی قابل تشخیص نیستند.<sup>۱۳،۱۲</sup> به همین

سمت سرچشمه کوهستانی متفاوت بود، بلکه فراوانی بی‌مهرگان کفزی نیز متفاوت بود. به دلیل وجود مزارع، باغ ها ، دامداری ها و منازل روستایی و ویلاهای متعدد و مکان‌های تفریحی در دو طرف این رودخانه و همچنین جمعیت زیادی از مسافران که به ویژه در روزهای تعطیل برای گشت و گذار به حاشیه حبله رود می‌روند، انواع مختلف آلودگی‌های آلی از منابع نقطه‌ای (منازل مسکونی و ویلاها) و منابع غیر نقطه‌ای (زیاله و رواناب) به جریان رودخانه وارد می‌شود. از آنجایی که به دلیل ناهمواری منطقه، بسیاری از گله داران و دامداران از مسیرهای مال رو پیرامون رودخانه برای تردد و بیلاق و قشلاق استفاده می‌کنند ، بنابراین مقادیر قابل توجهی از آلودگی آلی ناشی از فضولات این حیوانات به صورت رواناب به این رودخانه و نهرهای منتهی به آن آزاد می‌شود. بر اساس نتایج نشان داده شده در نمودار شکل (۲)، با نمونه‌برداری از منطقه بنه کوه به سمت سرچشمه رودخانه در ارتفاعات بالای دامنه کوه‌های البرز، سطح آلودگی آلی از نظر COD کاهش و برعکس، فراوانی بی‌مهرگان کفزی افزایش یافت. شکل (۲) نشان می‌دهد که با کاهش سطح غلظت آلودگی، فراوانی بی‌مهرگان کفزی افزایش یافته و رابطه معکوسی بین آلودگی آلی و بی‌مهرگان کفزی وجود دارد.

با استفاده از عدسی دستی یا ذره‌بین و کلید شناسایی موجودات آبی، بی‌مهرگان کف زی بزرگ با دقت شمارش ، جداسازی و دسته بندی گردید. وقتی تمام موجودات به بهترین شکل ممکن شناسایی شدند، بی‌مهرگان کف زی شناسایی شده به اکوسیستم آبی برگشت داده شد. بی‌مهرگان کف زی کوچکتری که با کلید شناسایی قابل شناسایی نبودند را به صورت محدود در ویال پر از الکل قرار داده و برای شناسایی به آزمایشگاه ارسال گردید. در برگه اطلاعات میدانی تعداد و گونه های موجودات شناسایی شده در هر یک از نقاط پنج گانه به صورت مجزا در بخش مربوط به آن ایستگاه ثبت گردید. و نمونه های مربوط (DO) و (COD) بوسیله جعبه ی سرد به آزمایشگاه ارسال گردید. مقادیر COD در نمونه های آب برداشت شده از رودخانه در آزمایشگاه به بوسیله ی دستگاه اسپکتروفوتومتر DR4000 ساخت شرکت امریکایی HATCH اندازه گیری گردید. و مقادیر DO نیز در آزمایشگاه اکسیژن متر رومیزی ساخت شرکت CLEAN اندازه گیری گردید.

## یافته ها

در این مطالعه انواع مختلف بی‌مهرگان کفزی در رودخانه حبله رود شناسایی شدند. نه تنها نوع موجودات جمع‌آوری شده در امتداد مسیر جریان از منطقه شهری به



شکل ۲. تغییرات COD، DO و تعداد بی مهرگان کف زی در رودخانه حبله رود

شهرگرمسار به سمت سرچشمه تأمین کننده آب، تعداد منازل، ویلاها و دامداری ها به تدریج کاهش می یابد، بنابراین اکسیژن محلول آب در ایستگاه های نمونه برداری در ارتفاعات بالاتر به طور قابل توجهی افزایش می یابد.

علاوه بر COD و فراوانی بی مهرگان کفزی، اکسیژن محلول آب رودخانه و بی مهرگان کفزی در هر نقطه نمونه برداری ارزیابی و مقایسه شد که مقایسه این دو پارامتر در شکل های (۲) نشان داده شده است. همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده است، با نمونه برداری از حاشیه های منتهی به

جدول ۱. مقادیر COD و اکسیژن محلول در نقاط مختلف نمونه برداری از رودخانه حبله رود

COD mg/l	DO mg/l	نقاط نمونه برداری
۴۶	۷/۲۸	بنه کوه
۳۹	۷/۶۹	محمودآباد
۲۵	۷/۹۵	سیمین دشت
۲۱	۸/۱۶	گچه
۱۹	۸/۱۸	زرین دشت

اکسیژن محلول با پیشروی به سمت سرچشمه افزایش یافت. در مجموع بیش از ۲۰ نوع مختلف از بی مهرگان کف زی اعم از انواع کرم ها، سوسک خنجری، لاروهای، شفیره آبدزد ها، دافنی، خرچاکی ها، لارو انواع مگس ها و پشه ها، شفیره ی حشرات، حلزون لیسه ای و زالو و در حاشیه و بستر رودخانه حبله رود جمع آوری و یافت شد که تنوع این گونه ها در هر نقطه نمونه برداری نیز متفاوت بود.

اساس نتایج ارائه شده در جدول (۲) انواع مختلف بی مهرگان کفزی مانند لارو سوسک ها، لارو انواع مگس ها، لارو سنجاک ها، شفیره مگس ها و سوسک ها، سوسک ریف بالغ، شفیره و یارو پروانه ها، زالوها، انواع کرم های پهن، حلقوی و نواری و حلزون ها در این رودخانه شناسایی شدند. طبق جدول (۱) تنوع زیستی در حوضه آبریز رودخانه حبله رود با کاهش میزان آلودگی آلی و افزایش

جدول ۲. گونه های شناسایی شده و غالب در نقاط مختلف نمونه برداری از رودخانه حبله رود

نقاط نمونه برداری	کل گونه های بی مهرگان آبی شناسایی شده
بنه کوه	Riffle beetle and midge larvae, leech, pouch snail, sand flies, Horse flies, Lumbriculida, Oligochaeta, Clitellata, Planarian
محمودآباد	Riffle beetle, caddish fly larvae, leech, pouch snail, crane fly larvae, sand flies, Horse flies, Lumbriculida, Oligochaeta, Clitellata, Planarian
سیمین دشت	Riffle beetle and caddish fly larvae, crane fly larvae, may fly and stone fly nymph, leech and pouch snail, Horse flies, Planarian, Amphipoda
گچه	Riffle beetle and caddish fly larvae, green stoneflies larvae, dragon fly, may fly and stone fly nymph, pyralid caterpillar, leech and pouch snail, Amphipoda
زرین دشت	Riffle beetle and caddish fly larvae, Black fly larvae, dragon fly, may fly and stone fly nymph, perlidae caterpillar and pouch snail, Amphipoda, mole cricket nymph

نقطه نمونه برداری دور از مناطق شهری که نسبتاً تمیزتر از سایر قسمت های رودخانه بودند، گونه هایی مانند شفیره و لارو، پشه ها، پروانه ها و سنجاکک ها غالب بودند و در قسمت های حدفاصل بین این دو حد که سطح آلودگی و اکسیژن محلول متوسطی داشتند، گونه های چون سوسکها و لارو و شفیره مگس ها غالب بودند.

جدول (۳) نشان می دهد که به دلیل آلودگی آلی و تغییرات اکسیژن محلول در هر قسمت از رودخانه، انواع خاصی از بی مهرگان کفزی از نظر حضور و تعداد غالب بودند. به عنوان مثال، در قسمت هایی از رودخانه که در نزدیکی مناطق شهری واقع شده و آلودگی بیشتری داشتند، زالو ها، کرم های نواری، حلزونها و لیسه ها گونه های غالب بودند و در

جدول ۳. تعداد کل بی مهرگان کف زی شناسایی شده در هر نقطه از محل نمونه برداری

تعداد کل بی مهرگان شناسایی شده در هر نقطه	گونه ی بی مهره ی آبی شناسایی شده غالب	نقاط نمونه برداری
۶۵	Leech and pouch snail	بنه کوه
۵۱	Leech, caddish fly larvae Riffle beetle larvae, stone fly nymph	محمودآباد
۸۲	Leach and riffle beetle larvae	سیمین دشت
۱۴۵	Stone fly, may nymph and Riffle beetle larvae	گچه
۱۷۴	pyralid caterpillar, May fly and stone fly nymph	زرین دشت

## بحث

اگرچه در این مطالعه، مناطق بالادست و پایین دست حوضه آبریز به نوعی تنوع گونه‌ای تقریباً مشابه ای داشتند، اما از نظر فراوانی و ترکیب گونه‌ای بی مهرگان کفزی متفاوت بودند. همانطور که پیش‌بینی می‌شد، جریان‌های نسبتاً آلوده‌تر پایین دست که به منطقه شهری نزدیک‌تر هستند، تراکم کمتری از بی مهرگان کفزی و گونه‌های مقاوم‌تر به استرس مانند زالوها، کرم های نواری و حلزون داشتند. از سوی دیگر، نقاط نسبتاً کمتر آلوده یا غیرآلوده رودخانه‌های بالادست نیز گونه‌های حساس‌تر به استرس را داشتند. بنابراین، این اندازه گیری می تواند به عنوان یک شاخص زیستی یکپارچه بر اساس تنوع و فراوانی بی مهرگان کفزی برای این رودخانه کوهستانی بازگو کننده کیفیت آب باشد که به نظر می‌رسد در تعیین کیفیت آب جریان‌های سطحی در منطقه وسیع دامنه‌ی جنوبی رشته کوه‌های البرز مفید باشد.

از نتایج مقاله می‌توان دریافت که در رودخانه حبله رود، برخی از گونه‌های شناخته شده بی مهرگان کفزی، مانند کرم‌های پیرالید، مگس‌ها، مگس‌ها و پشه‌ها، تنها در نقاط غیرآلوده و پاک رودخانه زندگی می‌کنند که می‌توان آنها را بی مهرگان کف زی حساس به آلودگی نامید. در مقابل، برخی دیگر از این موجودات صرفاً در منطقه پایین دست

رودخانه که با محیط شهری در ارتباط است، غالب بودند، مانند زالوها، کرم ها و حلزون‌ها که می‌توان آنها را گونه های مقاوم به آلودگی نامید. در مطالعاتی که توسط ملوین زیمرمن، کارولین لوین، لیزا وستریک و چادویک ولف به ترتیب در گروه زیست‌شناسی کالج ویلیامزپورت پنسیلوانیا، گروه محیط زیست دانشگاه لیدز، مجله تحقیقات اکولوژیک و انجام شده است به نوعی تایید کننده این نتایج هستند<sup>۱۴، ۱۵</sup>.

به عنوان مثال بر اساس مطالعه ای که در بریتانیا انجام گرفته شده بود مشخص گردید که با کاهش سطح اکسیژن محلول در نتیجه افزایش آلاینده های آلی فراوانی بی مهرگان کف زی کاهش می یابد و فقط گونه های مقاوم به آلودگی توانایی بقا در این چنین شرایط رودخانه را خواهند داشت<sup>۱۶</sup> و یا در مطالعه ای که بر روی رودخانه ای در شنزن چین صورت گرفته بود مشخص شد که با کاهش اکسیژن محلول در نتیجه اختلاط رودخانه با فاضلاب بی مهرگان کف کاهش یافته اند. همچنین با افزایش مواد مغذی نظیر نترات در آب رودخانه نیز کاهش جمعیت بی مهرگان کف زی رخ داده است<sup>۱۷</sup>.

## نتیجه گیری

از مطالعات موردی فوق می‌توان نتیجه گرفت که این گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده می‌توانند به عنوان شاخص کیفیت آب در رودخانه‌های منطقه البرز جنوبی از نظر میزان آلودگی منابع آب و تخریب زیستگاه در نتیجه فعالیت‌های انسانی مانند دامداری، ویلاسازی، کشاورزی، توسعه رستوران‌ها و تفرجگاه‌ها در حاشیه رودخانه‌ها انتخاب شوند. پایش طولانی‌مدت بی‌مهرگان کفزی در رودها، جویبارها و چشمه‌سارها که با داده‌های اضافی از سایر بررسی‌های انفرادی و مستقل در نهرهای سایر نقاط ایران فراهم می‌شود، منجر به تهیه فهرستی از گونه‌های در معرض خطر، نادر و از نظر زیست‌محیطی ارزشمند و بزرگ بی‌مهرگان آبی خواهد شد و در نهایت می‌تواند به اولین شاخص زیستی بوم و مستقل در ایران منجر شود.

## سپاسگزاری

نویسندگان از حوزه معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سمنان برای فراهم کردن امکانات انجام این مطالعه سپاسگزاری می‌نمایند.

## تعارض منافع

نویسندگان اذعان می‌دارند که در اجرای پژوهش و همچنین نگارش مقاله‌ی آن هیچ گونه تعارض منافی نداشته‌اند.

## حمایت مالی

در اجرای این پژوهش از حمایت هیچ نهاد یا موسسه‌ای بهره گرفته نشده است.

## ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی به کد اخلاق IR.SEMUMS.REC.1395.37 و کد رهگیری ۱۱۵۸ در می‌باشد

## مشارکت نویسندگان

- ایده اولیه پژوهش: مصطفی کریمایی
- نگارش پروپوزال: زهراسلیمانی، مهدی مرادیان، محمد علی شکری
- جمع آوری اطلاعات و اجرای پژوهش: مصطفی کریمایی
- آنالیز داده‌ها: رویا مروتی
- آماده سازی نسخه اولیه مقاله: رویا مروتی
- نگارش مقاله نهایی: مصطفی کریمایی

## References

- Zimmerman MCJTst. The use of the biotic index as an indication of water quality. 1993;5: 85-98.
- Walk SH, Biosurvey S, Assessment MJW, DC, Office of Water, USA Environmental Protection Agency. [http://water.epa.gov/type/rs/monitoring/stream\\_index.cfm](http://water.epa.gov/type/rs/monitoring/stream_index.cfm). Volunteer stream monitoring: A methods manual. 1997.
- Szczepocka E, Żelazna-Wieczorek J, Zakrzewski PKJEL. Impact of urbanization-driven changes of the riverbeds on its ecological status evidenced by diatom communities—The negative side of the Anthropocene. 2024;159: 111706.
- Yanygina L, Evseeva A, Zhuravlev VJUJoE. Seasonal dynamics of biotic indices in uncontaminated sites of Breksa River (South-Western Altai). 2018;8(4): 357-61.
- Shukla S, Khire MV, Gedam SS, editors. Effects of urbanization on river basin ecosystem-A framework. 2013 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium-IGARSS; 2013: IEEE.
- Boardman E, McCabe DJJn. Evaluating the Hilsenhoff Biotic Index as a Biological Monitoring Indicator in Stream Ecosystems. 2003;140: 2003.
- Mottahedin P, Abdoos AJI-WRR. Evaluation of Hablehroud River Water Quality Using Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters (IRWQISC) and Response Surface Methodology. 2021;17(3): 1-19.
- Bae YJ, Kil HK, Bae KSJKJoCE. Benthic macroinvertebrates for uses in stream biomonitoring and restoration. 2005;9(1): 55-63.
- Wheeler AP, Angermeier PL, Rosenberger AEJRifs. Impacts of new highways and subsequent landscape urbanization on stream habitat and biota. 2005;13(3): 141-64.
- Odume O, Muller W, Arimoro F, Palmer CJAJoAS. The impact of water quality deterioration on macroinvertebrate communities in the Swartkops River, South Africa: a multimetric approach. 2012;37(2): 191-200.
- Carter JL, Resh VH, Rosenberg DM, et al. Biomonitoring in North American rivers: a comparison of methods used for benthic macroinvertebrates in Canada and the United States. 2006: 203-28.
- Ibáñez C, Caiola N, Sharpe P, Trobajo RJOeifaoeh. Ecological indicators to assess the health of river ecosystems. 2010;2: 447-64.
- Kennard M, Pusey B, Arthington A, et al. Development and application of a predictive model of freshwater fish assemblage composition to evaluate river health in eastern Australia. 2006;572(1): 33-57.
- Eckenrode J, Potopa A, Long S, et al. Baseline and Storm Characterization of the Frankstown Branch and Little Juniata Rivers, as well as selected tributaries, August 2015–August 2017. 2017.
- Koszalka J, Skrzypczak A, Goździejewska A, Furgala-Selezniow GJPU. Biomonitoring in the revitalization of the upper Wkra River (Nidzica County) on the basis of benthic macroinvertebrates. 2012: 301.
- Cao Y, Bark AW, Williams WPJH. Measuring the responses of macroinvertebrate communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. 1996;341(1): 1-19.
- Zhao-Yin WJIJoSR. Effects of fluvial processes and human activities on stream macro-invertebrates. 2011;26(4): 416-30.