Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Online ISSN: 2345-427X
Print ISSN: 2345-4288

The effects of environmental variables on the diversity and distribution of benthic invertebrates in Shahrestanak River, Alborz Province, Iran

Shahrzad Daneshfar[1], Javad Ramezani[*2], Mohammad Reza Rahmani[3], Behzad Rayegani[4], Haniyeh Soufi[5]

1. M.Sc. Graduate, Dept. of Natural Environment and Biodiversity, College of Environment, Department of the Environment, Karaj, Iran. E-mail: shahrzaddaneshfar@yahoo.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Marine Environment, College of Environment, Karaj, Iran and Dept. of Biodiversity and Biosafety, Research Center for Environment and Sustainable Development, Department of the Environment, Tehran, Iran. E-mail: jramezani@gmail.com
3. Assistant Prof., Dept. of Marine Environment, College of Environment, Karaj, Iran and Dept. of Biodiversity and Biosafety, Research Center for Environment and Sustainable Development, Department of the Environment, Tehran, Iran. E-mail: irandoe_rahmani@yahoo.com
4. Associate Prof., Dept. of Natural Environment and Biodiversity, College of Environment, Karaj, Iran and Dept. of Environmental and Risk Assessment, Research Center for Environment and Sustainable Development, Department of the Environment, Tehran, Iran. E-mail: bhz.ray@gmail.com
5. M.Sc. Graduate, Dept. of Marine Environment, College of Environment, Department of the Environment, Karaj, Iran. E-mail: haniehsoufi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 05.21.2022
Revised: 05.30.2022
Accepted: 06.07.2022

Keywords:
Aquatic insects,
Biodiversity,
Bioindicators,
Macroinvertebrates

ABSTRACT

Macroinvertebrates of running water are affected by their environment and their distribution in the habitat is affected by changes in environmental factors of the habitat. The aim of this study was to investigate the effect of some environmental factors on the large diversity of benthic invertebrates in Shahrestanak River, Karaj. Sampling of benthic invertebrates was conducted using a sorber sampler at six stations (with four replications per station) in 1397 and in two seasons of spring and autumn by measuring 10 environmental variables. A total of 12 families of large benthic invertebrates were identified in spring and 13 in autumn, in which the larvae of aquatic insects had the highest frequency. According to the results, station three (middle of the river) had the highest frequency and also the families Heptageniidae and Baetidae had a high frequency. In spring, the highest diversity, dominance and species richness was in station four (downstream) and the highest uniformity was in station six (downstream). The highest amount of diversity, dominance and uniformity in autumn was related to station one (upstream of the river) and the highest amount of species richness was related to station two (middle). Changes in environmental variables of resistance, electrical conductivity and total soluble solids (spring), flow rate and height (two seasons) were significantly different. In addition to the mentioned variables, the factors of width, depth, height and speed of water flow were among the factors affecting the frequency and composition of large species of benthic invertebrates. It seems that effective environmental factors in the study area have affected habitat conditions, diversity, abundance and species composition. Conducting these studies, while understanding the needs of aquatic organisms, contributes to effective conservation planning, determination of appropriate ecological water rights and sustainable abstraction of river resources.

Cite this article: Daneshfar, Shahrzad, Ramezani, Javad, Rahmani, Mohammad Reza, Rayegani, Behzad, Soufi, Haniyeh. 2023. The effects of environmental variables on the diversity and distribution of benthic invertebrates in Shahrestanak River, Alborz Province, Iran. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 11 (4), 43-59.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2022.20236.1664
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

تأثیر متغیرهای محیطی بر تنوع و پراکنش درشت بی‌مهرگان کفزی رودخانه شهرستانک، استان البرز

شهرزاد دانش‌فر[۱]، جواد رمضانی*[۲]، محمدرضا رحمانی[۳]، بهزاد رایگانی[٤]، هانیه صوفی[٥]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، کرج، ایران. رایانامه: shahrzaddaneshfar@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه محیط‌زیست دریایی، دانشکده محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، کرج، ایران و گروه تنوع زیستی و ایمنی زیستی، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران. رایانامه: jramezani@gmail.com

۳. استادیار گروه محیط‌زیست دریایی، دانشکده محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، کرج، ایران و گروه تنوع زیستی و ایمنی زیستی، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران. رایانامه: irandoe_rahmani@yahoo.com

٤. دانشیار گروه محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، کرج، ایران و گروه ارزیابی و مخاطرات محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران. رایانامه: bhz.ray@gmail.com

۵. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه محیط‌زیست دریایی، دانشکده محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، کرج، ایران. رایانامه: haniehsoufi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۲/۳۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۳/۱۷

واژه‌های کلیدی:
تنوع‌زیستی،
حشرات آبزی،
درشت بی‌مهرگان کفزی،
شاخص زیستی

چکیده

درشت بی‌مهرگان کفزی آب‌های جاری تحت‌تأثیر محیط پیرامون خود بوده و پراکنش آن‌ها در زیستگاه متأثر از تغییرات فاکتورهای محیطی زیستگاه است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر برخی فاکتورهای محیطی بر تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی رودخانه شهرستانک بود. نمونه‌برداری از درشت بی‌مهرگان کفزی با استفاده از نمونه‌بردار سوربر در شش ایستگاه (با چهار تکرار در هر ایستگاه) در سال ۱۳۹۷ و در دو فصل بهار و پاییز با سنجش ۱۰ متغیر محیطی انجام شد. در مجموع در فصل بهار ۱۲ و در فصل پاییز ۱۳ خانواده از درشت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شد که لارو حشرات آبزی دارای بیش‌ترین فراوانی بودند. بر اساس نتایج، ایستگاه سه (میانه رودخانه) دارای بیش‌ترین میزان فراوانی بود هم‌چنین خانواده‌های Heptageniidae و Baetidae نیز فراوانی بالایی داشتند. در فصل بهار بیش‌ترین میزان تنوع، غالبیت و غنای گونه‌ای در ایستگاه چهار (پایین‌دست) و بیش‌ترین میزان یکنواختی نیز در ایستگاه شش (پایین‌دست رودخانه) بود. بیش‌ترین میزان تنوع، غالبیت و یکنواختی در فصل پاییز مربوط به ایستگاه یک (بالادست رودخانه) و بیش‌ترین میزان غنای گونه‌ای نیز در ایستگاه دو (میانه) بود. تغییرات متغیرهای محیطی مقاومت، هدایت‌الکتریکی و کل مواد جامد محلول (بهار)، دبی و ارتفاع (دو فصل) تفاوت معنی‌دار داشتند. علاوه‌بر متغیرهای مذکور، فاکتورهای

عرض، عمق، ارتفاع و سرعت جریان آب جزء فاکتورهای مؤثر بر فراوانی و ترکیب گونه‌ای درشت بی‌مهرگان کفزی بودند. به‌نظر می‌رسد فاکتورهای محیطی مؤثر در منطقه مورد مطالعه بر شرایط زیستگاهی، تنوع، فراوانی و ترکیب گونه‌ای اثرگذار بوده است. انجام این مطالعات ضمن درک نیازهای موجودات آبزی، به برنامه‌ریزی‌های حفاظتی مؤثر، تعیین حق‌آبه اکولوژیک مناسب و برداشت پایدار از منابع رودخانه کمک شایانی می‌نماید.

استناد: دانش‌فر، شهرزاد، رمضانی، جواد، رحمانی، محمدرضا، رایگانی، بهزاد، صوفی، هانیه (۱۴۰۱). تأثیر متغیرهای محیطی بر تنوع و پراکنش درشت بی‌مهرگان کفزی رودخانه شهرستانک، استان البرز. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۱ (۴)، ۵۹-۴۳.
DOI: 10.22069/japu.2022.20236.1664

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

درشت بی‌مهرگان کفزی اغلب در میان و یا بر روی رسوبات بستر جریان‌های آبی زندگی می‌کنند. این موجودات در زنجیره غذایی، سلامت اکوسیستم آبی، تبدیل مواد آلی به مواد معدنی و غیره نقش و اهمیت بسیاری دارند. این موجودات همانند بسیاری دیگر از جانداران تحت‌تأثیر عوامل محیط پیرامونی خود هستند (۱).

عوامل محیطی مانند اندازه ذرات بستر، تغییر شرایط کیفی، میزان اکسیژن، تغییر فصل و غیره (۲) سبب تغییر تراکم، تنوع و پراکندگی درشت بی‌مهرگان کفزی می‌شوند (۳). کاهش تبادل اکسیژن با فشردگی ذرات بستر (٤)، شسته شدن موجودات به سمت پایین‌دست رودخانه به‌دلیل سرعت جریان آب (۵، ٦)، عمق آب (۷)، دبی (۸)، سبب تغییر تنوع زیستی درشت بی‌مهرگان کفزی می‌شوند. تأثیرپذیری از تغییرات فصول نیز از عوامل مهم و مؤثر در تغییرات تنوع و پراکنش درشت بی‌مهرگان کفزی است. با تغییر فصل، دمای آب، میزان مواد آلی و آلودگی، کدورت و میزان اکسیژن آب (٤) تغییر می‌کند و به دنبال این تغییرات، ساختار جمعیتی درشت بی‌مهرگان کفزی نیز دستخوش تغییر می‌شود (۹).

علاوه بر عوامل محیطی طبیعی، دخالت‌های انسان در طبیعت نیز از عوامل برهم‌زننده نظم اکوسیستم‌های آبی و به دنبال آن تغییرات ساختار جمعیتی درشت بی‌مهرگان کفزی به‌شمار می‌رود. آلودگی‌ها و هرزآب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی از عوامل مؤثر در تغییرات زندگی کفزیان و در موارد شدید حتی از عوامل حذف آن‌ها از منطقه است (۱۰). هم‌چنین تخریب اکوسیستم‌های آبی تحت‌تأثیر فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی سبب تغییر جوامع زیستی وابسته به این عوامل می‌شود که با وجود این شرایط، حفاظت از تنوع زیستی منطقه ضرورت پیدا می‌کند (۱۱).

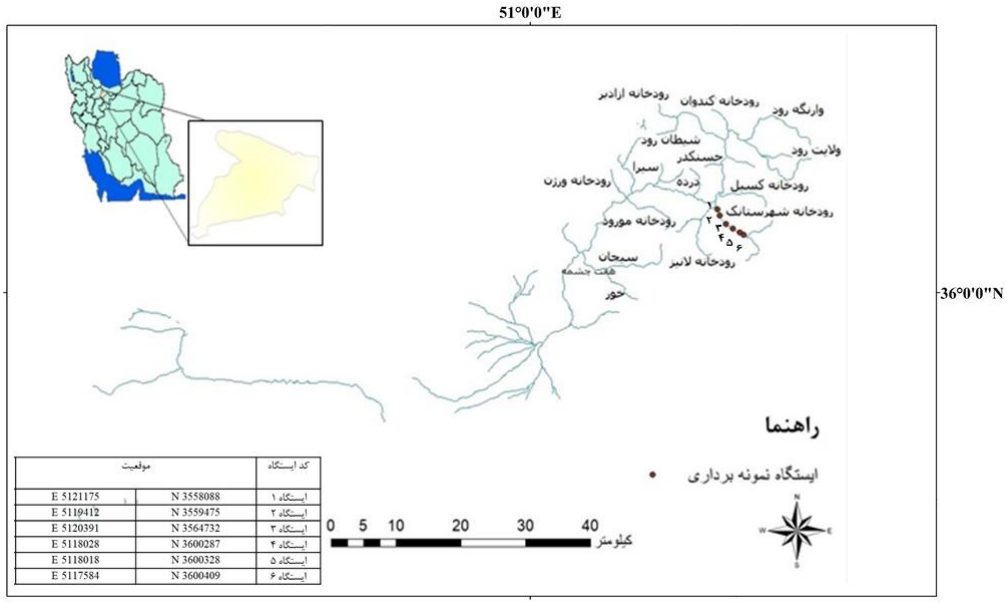
درشت بی‌مهرگان کفزی که حشرات آبزی جزء فراوان‌ترین آن‌ها به‌شمار می‌روند متأثر از عوامل محیطی اطراف خود هستند. هرگونه تغییر در محیط پیرامون تنوع زیستی آن‌ها را تغییر می‌دهد. تنوع بالای جمعیت آن‌ها بیانگر این است که گونه‌های متعددی به‌علت وجود شرایط مساعد می‌توانند در محل مستقر شوند؛ در نتیجه بررسی کمی و کیفی تأثیر متغیرهای محیطی بر فراوانی و تنوع زیستی این آرایه‌ها به‌عنوان یکی از ارکان مهم توسعه پایدار (۱۲) موجب تشخیص شرایط کیفی و فشارها و تنش‌های وارده بر اکوسیستم‌های آبی و درک جامع از حفاظت اکوسیستم‌های آبی می‌شود (۱۳).

تاکنون پژوهش‌های متعددی در خصوص بررسی ساختار جمعیتی و تنوع زیستی درشت بی‌مهرگان کفزی و یا شرایط کیفی آب با استفاده از کفزیان در کشور انجام شده است. از جمله آن‌ها استفاده از جمعیت درشت بی‌مهرگان کفزی به‌عنوان شاخص‌های زیستی (١٤)، بررسی‌تنوع زیستی درشت بی‌مهرگان کفزی (١۵)، تعیین شرایط کیفی آب (١٦) و ارزیابی فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی (۱۷) هستند. اما در مورد تحلیل نوع و میزان تأثیر متغیرهای محیطی در شکل‌گیری ساختار تنوع زیستی و پراکنش درشت بی‌مهرگان کفزی در رودخانه‌های کشور اطلاعات زیادی وجود ندارد (۵، ٦، ۱۸). رودخانه شهرستانک یکی از منابع تامین‌کننده آب رودخانه کرج است. با توجه به اهمیت این رودخانه در تامین آب آشامیدنی و اهمیت اکولوژیکی، بررسی اثر عوامل محیطی بر فون درشت بی‌مهرگان کفزی در تعیین وضعیت اکولوژیک منطقه دارای اهمیت است. با استناد به این موارد این مطالعه با هدف بررسی تأثیر برخی از فاکتورهای محیطی و میزان آن بر ساختار جمعیت درشت بی‌مهرگان کفزی در رودخانه شهرستانک انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه حفاظت شده البرز جنوبی به‌عنوان یکی از مناطق ویژه زیستی و از مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست محسوب می‌شود که از لحاظ اکوسیستم، آبزیان و حیات‌وحش جانوری و پوشش گیاهی در نوع خود کم‌نظیر است. مطالعه حاضر در رودخانه شهرستانک واقع در منطقه حفاظت شده البرز جنوبی انجام شد. این رودخانه یکی از منابع تامین‌کننده آب رودخانه حفاظت شده کرج می‌باشد و با توجه به اهمیت حیاتی رودخانه کرج در تأمین آب آشامیدنی استان‌های البرز و تهران و و جایگاه اکولوژیک حساس و با ارزش این اکوسیستم آبی در حفظ تعادل اکولوژیک منطقه، بررسی تأثیر عوامل محیطی بر فون درشت بی‌مهرگان کفزی رودخانه شهرستانک، در تعیین وضعیت اکولوژیک منطقه دارای اهمیت می‌باشد.

نمونه‌برداری: نمونه‌برداری‌ها در سال ۱۳۹۷ و در دو فصل بهار و پاییز در ٦ ایستگاه (با ٤ تکرار) انجام شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری با توجه به شیب رودخانه، پوشش گیاهی، سرعت جریان آب، امکان دسترسی و کاربری اراضی اطراف رودخانه تعیین و مختصات جغرافیایی آن‌ها به کمک GPS تعیین شد (شکل ۱).



کد ایستگاه	موقعیت	
ایستگاه ۱	N 3558088	E 5121175
ایستگاه ۲	N 3559475	E 5119412
ایستگاه ۳	N 3564732	E 5120391
ایستگاه ۴	N 3600287	E 5118028
ایستگاه ۵	N 3600328	E 5118018
ایستگاه ۶	N 3600409	E 5117584

شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

در هر ایستگاه فاکتورهای ارتفاع از سطح دریا (متر)، سرعت جریان آب (متر بر ثانیه)، عرض (متر)، عمق (سانتی‌متر)، دبی (مترمکعب بر ثانیه)، جنس بستر، دما (درجه سانتی‌گراد)، مقاومت (اهم)، هدایت الکتریکی[1] (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، کل مواد جامد محلول[2] (میلی‌گرم بر لیتر) و کدورت (NTU) اندازه‌گیری شد. جهت تعیین میزان متغیرهای کدورت، کل مواد جامد محلول، دما و مقاومت از دستگاه Lovibond مدل Con200 استفاده شد. سرعت جریان آب با روش جسم شناور اندازه گیری شد (۱۹). عرض رودخانه به کمک متر (اندازه‌گیری در سه نقطه و محاسبه

1- EC
2- TDS

میانگین)، عمق آب (تعیین در سه نقطه و محاسبه میانگین)، ارتفاع از سطح دریا با استفاده از GPS، دبی از سرعت جریان × سطح مقطع و جنس بستر با مشاهده دقیق ترکیب بستر (۲۰) و استفاده از رابطه زیر محاسبه شدند.

$$0.07\times\%boulder+0.06\times\%cobble+0.05\times\%gravel+0.04\%fine\ gravel+0.03\times\%sand \quad (۱)$$

نمونه‌برداری از درشت بی‌مهرگان کفزی با نمونه‌بردار سوربر با ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر و با تور چشمه ۲۵۰ میکرون انجام گرفت. بدین‌منظور سوربر بر خلاف جهت جریان آب بر روی بستر رودخانه قرار گرفت و بستر رودخانه در جهت جریان آب رودخانه به دقت شسته شد تا موجودات کفزی به‌وسیله جریان آب به درون تور سوربر هدایت شوند. محتویات درون تور سوربر به دقت شستشو و در ظروف پلاستیکی حاوی الکل ۹٦ درصد تثبیت و جهت شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند.

فعالیت‌های آزمایشگاهی: پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه با استفاده از لوپ و الک ۵۰۰ میکرون مراحل جداسازی و تفکیک بزرگ بی‌مهرگان کفزی انجام و به ظروف مخصوص و متعلق به همان ایستگاه نمونه‌برداری منتقل شد. با استفاده از الک ۵۰۰ میکرون موجودات جداسازی شدند. به منظور دقت بیش‌تر، نمونه‌ها با رزبنگال (غلظت ۱/۱۰۰۰) رنگ‌آمیزی شدند و جداسازی در زیر لوپ صورت پذیرفت. پس از جداسازی، نمونه‌ها در الکل ۹٦ درصد نگهداری و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر از جمله اُسکوز و همکاران (۲۰۱۱) و گاتولیات و نیتو (۲۰۰۹) در سطح خانواده شناسایی شدند (۲۱، ۲۲).

شاخص‌ها و تحلیل‌های آماری: به منظور تعیین تنوع از شاخص شانون- وینر، غنای گونه‌ای از شاخص مارگالف یکنواختی از شاخص یکنواختی شانون- وینر و غالبیت گونه‌ای سیمپسون استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- شاخص‌های تنوع زیستی مورد استفاده.

نام	یکنواختی شانون- وینر	غالبیت گونه‌ای سیمپسون	غنای گونه‌ای مارگالف	شاخص تنوع گونه‌ای شانون – وینر
علامت اختصاری	J	D	d	H′
رابطه	$J=\frac{H'}{logs}$	1-D= $1-\sum_{i-1}^{s}(pi)^2$	R= S-1/ln(n)	$H'=-\sum_{i=1}^{s} piLnpi$
توضیحات	H′= شاخص تنوع گونه‌ای شانون – وینر S= تعداد کل گونه‌ها	S= تعداد کل گونه‌ها Pi= نسبت فراوانی هر گونه به فراوانی کل	S= تعداد کل گونه‌ها n= افراد تشکیل‌دهنده گونه‌ها	S= تعداد کل گونه‌ها Pi= نسبت فراوانی هر گونه به فراوانی کل

به منظور تحلیل تفاوت تغییرات فاکتورهای محیطی بین ایستگاه‌ها و درصد فراوانی خانواده‌ها در طول رودخانه شهرستانک به‌ترتیب از آزمون‌های ANOVA و Cramér's V استفاده شد. شباهت بین ایستگاه‌ها با کمک تحلیل‌های خوشه‌ای[1] با آزمون SIMPROF و MDS تحلیل شد. به‌منظور سنجش ارتباط بین متغیرهای محیطی با میزان شباهت

1- Cluster

ایستگاه‌ها و هم‌چنین درک مؤثرترین متغیر(های) محیطی تفسیرکننده الگوی شباهت‌ها، از تحلیل‌های BEST و LINKTREE استفاده شد. همه تحلیل‌ها با سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ بررسی شد. تحلیل‌های مربوط به ANOVA و Cramér's V با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و بقیه تحلیل‌ها به کمک نرم‌افزار PRIMER نسخه ۱و۶ صورت پذیرفت.

نتایج

نوسانات متغیرهای محیطی: نتایج تجزیه و تحلیل متغیرهای محیطی (جدول ۲) نشان داد متغیرهای محیطی مقاومت، هدایت الکتریکی و TDS در بهار، فاکتور محیطی دبی در بهار و پاییز و متغیر ارتفاع در دو فصل تفاوت معنی‌دار داشتند. هم‌چنین در مقایسه دو فصل، متغیرهای محیطی دما، هدایت الکتریکی و کدورت تفاوت معنی‌دار داشتند.

جدول ۲- نوسانات متغیرهای محیطی در امتداد شیب ارتفاع در فصول بهار و پاییز.

فاکتورهای محیطی	فصل	انحراف معیار ± میانگین	F	*p*
عرض (متر)	بهار	۵/۹۱ ± ۰/۸۲	۹/۰۹	۰/۰۵۳
	پاییز	۵/۹۵ ± ۰/۸۲	۸/۹۱	۰/۰۵۵
	p		۰/۹۷۵	
عمق (متر)	بهار	۰/۰٤ ± ۰/۰٤۷	٤/٤۹	۰/۱۲۵
	پاییز	۰/٤۷ ± ۰/۵۰۸	۸/۵٦	۰/۰۵۸
	p		۰/۵۸۸	
ارتفاع (متر)	بهار	۲۰۹۷/۳ ± ۲۸/٤٤	۱۰/۹۹	۰/۰٤۲*
	پاییز	۲۰۹۷/۳ ± ۲۸/٤٤	۱۰/۹۹	۰/۰٤۲*
	p		۱/۰۰۰	
دما (سانتی‌گراد)	بهار	۱۲/±۰٤۱ ۲/۰۳	۹/۱۲	۰/۰۵۳
	پاییز	۷/۷۱ ± ۰/٤۳	۰/۰۰٤	۰/۰۹۹
	p		۰/۰۰۰۵*	
سرعت جریان (متر بر ثانیه)	بهار	۱/۱۹ ± ۰/۰٤	۳/٤	۰/۱٦۹
	پاییز	۱/۱۹ ± ۰/٤۰۸	۱/۵۸	۰/۳٤
	p		۰/۱۸۰	
دبی (مترمکعب بر ثانیه)	بهار	۳/۰۳ ± ۰/٦۸	۱۳/٤۵	۰/۰۳۲*
	پاییز	۳/۵۱ ± ۰/۷٦	۱۱/۰٦	۰/۰٤۱*
	p		۰/٦۵٤	
شاخص بستر	بهار	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۰۱	-	-
	پاییز	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۰۱	-	-
	p		-	
مقاومت (اهم)	بهار	٤/٦۷ ± ۰/۵٤	۳۲/۷۳	۰/۰۰۹*
	پاییز	٦/۵۱ ± ۰/۷۱	٤/٦٤	۰/۱۲۱
	p		۰/۰٦۷	
شوری (گرم بر لیتر)	بهار	۰/۱۱ ± ۰/۱٦	۰/۳۷	۰/۷۱٦
	پاییز	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۰۱	۰/۳۷	۰/۷۱٦
	p		۰/۳٤۱	

ادامه جدول ۲-

فاکتورهای محیطی	فصل	انحراف معیار ± میانگین	F	*p*
هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	بهار	۲۲٤/۱ ± ۱۹/۹٦	۲۹/٤۸	۰/۰۱*
	پاییز	۱٦۰/۰٦ ± ۱٤/۹٤	٦/۷٥	۰/۰۷
	p		۰/۰۲۸*	
TDS (میلی‌گرم بر لیتر)	بهار	۲۰٥/٦٦ ± ۱٥/۷۹	۷۰/۱٦	۰/۰۰۳*
	پاییز	۱٦۷/۱٦ ± ۱٦/٥۳	٤/۳۷	۰/۱۲
	p		۰/۱۲۳	
کدورت (NTU)	بهار	٥/۷٦ ± ۰/۱۳	۳/٥۸	۰/۱٦
	پاییز	٦/٦٤ ± ۰/۲۲	٥/۰۹	۰/۱۰۸
	p		۰/۰۰۷*	

فراوانی، شباهت و تنوع: درشت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در این مطالعه به ٦ راسته و ۱٦ خانواده تعلق داشتند. بیش‌ترین فراوانی در فصل بهار برای Heptageniidae (٤٤/۹ درصد) و Baetidae (۲۷/۲ درصد) و در فصل پاییز برای Baetidae (٤۲/۲ درصد) و Heptageniidae (٤۱/٥ درصد) بود (جدول ۳). هم‌چنین به‌جز خانواده Elmidae بقیه تفاوت‌ها معنی‌دار بودند. نتایج آزمون Cramér's V نشان داد تفاوت معنی‌داری در توزیع فراوانی خانواده‌ها در طول رودخانه در دو فصل بهار (Cramér's V=۲٤۸ ،*p*<۰/۰۰۰٥) و پاییز (Cramér's V=۲٥۲ ،*p*<۰/۰۰۰٥) وجود دارد.

جدول ۳- درصد فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی در طول رودخانه در دو فصل بهار و پاییز.

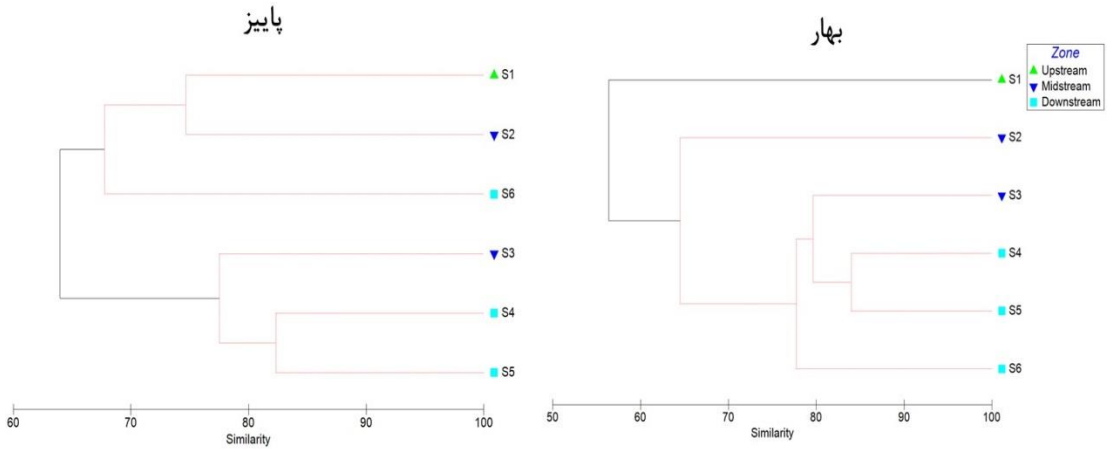
خانواده	پاییز	بهار	پاییز (درصد)	بهار (درصد)	*p*
Baetidae	۳۰۲٥	٤۹۱	٤۲/۲	۲۷/۲۳	۰/۰۰۰٥*
Heptageniidae	۲۹۷٦	۸۱۰	٤۱/٥۲	٤٤/۹۲	۰/۰۰۰٥*
Hydropsychidae	۱٦٦	۳۱	۲/۳۱	۱/۷۱	۰/۰۰۰٥*
Glossossomatidae	۸۸	۲٥	۱/۲۲	۱/۳۸	۰/۰۰۰٥*
Brachycentridae	۱۳	۲	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۰٥*
Chironomidae	٤۳٤	٦۱	٦/۰٥	۳/۳۸	۰/۰۰۰٥*
Simuliidae	۳٦۱	۰	٥/۰۳	۰	
Tipulidae	٤	۰	۰/۰٥	۰	
Psychodidae	۳٥	۰	۰/٤۸	۰	
Blephariceridae	۰	۳٥۸	۰	۱۹/۸٥	
Athericeridae	۱	۰	۰/۰۱	۰	
Lumbericeridae	۱٤	٥	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۰۳۹*
Tubificidae	٤۹	۹	۰/٦۸	۰/٤۹	۰/۰۰۰٥*
Elmidae	۱	۱	۰/۰۱	۰/۰٥	۱
Dytiscidae	۰	٥	۰	۰/۲۷	
Pyralidae	۰	٥	۰	۰/۲۷	

فراوانی خانواده‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ٤ گزارش شده است.

جدول ٤- فراوانی خانواده‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

خانواده	ایستگاه یک	ایستگاه دو	ایستگاه سه	ایستگاه چهار	ایستگاه پنج	ایستگاه شش
Baetidae	٦	٧	٨	٨	٨	٨
Heptageniidae	٨	٨	٨	٨	٨	٨
Hydropsychidae	-	١	٧	٧	٥	٢
Glossossomatidae	-	١	٣	٦	٤	٢
Brachycentridae	١	١	٢	١	١	١
Chironomidae	٧	٧	٧	٤	٦	٧
Simuliidae	٢	٢	٤	٤	٢	-
Tipulidae	٤	١	-	-	-	١
Psychodidae	٢	٣	١	-	-	-
Blephariceridae	-	٤	٤	٤	٤	٤
Athericeridae	-	-	-	١	-	-
Lumbericeridae	٢	١	٢	١	١	-
Tubificidae	-	١	٢	٤	٣	-
Elmidae	-	١	-	١	-	-
Dytiscidae	٣	-	-	١	-	-
Pyralidae	٢	-	-	-	-	-
مجموع	٣٧	٣٨	٤٨	٥٠	٤٢	٣٣

تجزیه‌وتحلیل میزان شباهت ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد در فصل بهار ایستگاه ١ از دیگر ایستگاه‌ها مجزا شد و با سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌دار نشان داد (شکل ٢). در فصل پاییز ایستگاه ١، ٢ و ٦ در یک گروه و ایستگاه ٣، ٤ و ٥ در گروه دیگری دسته‌بندی شدند که این دو گروه نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. این نتایج در تحلیل MDS نیز تأیید شد که این موضوع نشان می‌دهد دسته‌بندی به واقعیت نزدیک‌تر است (شکل ٣).



شکل ۲- تحلیل خوشه‌ای ایستگاه‌های نمونه‌برداری با آزمون SIMPROF بر اساس حضور خانواده‌های درشت بی مهرگان کفزی در فصول بهار و پاییز (خطوط مشکی نشانه معنی‌داری و خط‌چین قرمز نشانه عدم معنی‌داری هستند).

شکل ۳- تحلیل MDS شباهت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس حضور خانواده‌های درشت بی‌مهرگان کفزی در فصول بهار و پاییز (S1 تا S6 به‌ترتیب ایستگاه‌های یک (بالادست)، دو و سه (میانه) و چهار، پنج و شش (پایین‌دست) هستند).

بررسی شاخص‌های تنوع خانواده‌های درشت بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار نشان داد بیش‌ترین تنوع، غالبیت و غنای گونه‌ای متعلق به ایستگاه چهار بود در حالی‌که بیش‌ترین میزان یکنواختی گونه‌ای در ایستگاه شش مشاهده شد (جدول ۵). در فصل پاییز نیز بیش‌ترین میزان تنوع، غالبیت و یکنواختی گونه‌ای برای ایستگاه یک و هم‌چنین بیش‌ترین میزان غنای گونه‌ای برای ایستگاه دو ثبت شد.

جدول ۵- شاخص‌های تنوع خانواده‌های درشت بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو فصل بهار و پاییز (S = تعداد خانواده، N = تعداد نمونه، d = شاخص غنای مارگالف، J = شاخص یکنواختی شانون – وینر، H´ = شاخص تنوع شانون- وینر و D = شاخص غالبیت سیمپسون است).

فصل	بهار						پاییز					
ایستگاه	S	N	d	J	H´	D	S	N	d	J	H´	D
۱	۵	۱۰	۱/۷۲	۰/۹۶	۱/۵۵	۰/۸۶	۸	۲۳۷	۱/۲۸	۰/۶۸	۱/۴۲	۰/۶۹
۲	٦	۱۳	۱/۹٦	۰/۹۵	۱/۷	۰/۸۷	۱۰	۸٤۵	۱/۳۳	۰/۵۲	۱/۲۱	۰/٦
۳	۸	۱۹	۲/۳۹	۰/۹۵	۱/۹۹	۰/۹	۸	۲۷۲۵	۰/۸۸	۰/۵۳	۱/۱	۰/۵۹
٤	۹	۱۸	۲/۷۵	۰/۹٤	۲/۰۸	۰/۹۱	۱۰	۱۹٤۱	۱/۱۸	۰/۵۱	۱/۸۲	۰/٦۱
۵	۷	۱٤	۲/۲۵	۰/۹٤	۱/۸۳	۰/۸۸	۸	۹۹٦	۱/۰۱	۰/۵۹	۱/۲۳	۰/٦٤
٦	٦	۱۲	۲/۰۲	۰/۹۷	۱/٤۷	۰/۸۹	٦	٤۲۰	۰/۸۲	۰/٦۲	۱/۱۲	۰/٦٦

متغیرهای محیطی مؤثر بر شکل‌گیری الگوی‌های تنوع: مؤثرترین فاکتورهای محیطی در شکل‌گیری الگوی پراکنش درشت بی‌مهرگان کفزی در جدول ۷ ارائه شده است. فاکتورهای محیطی عرض، عمق، ارتفاع و مقاومت با ضریب همبستگی (Pw=۰/۸٦) در فصل بهار جزو مؤثرترین فاکتورها بودند. در فصل پاییز نیز فاکتورهای محیطی عمق و سرعت جریان با ضریب همبستگی (Pw=۰/۵٦) تأثیرگذارترین فاکتورها بودند (جدول ٦).

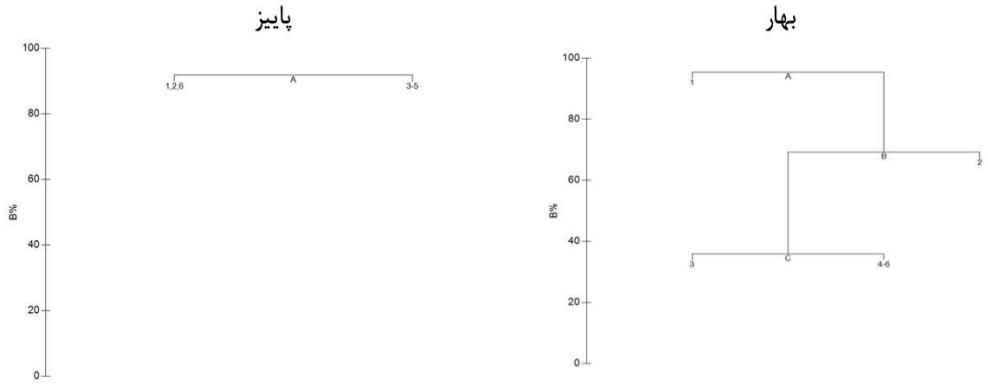
در فصل بهار فاکتورهای محیطی دسته A (TDS، مقاومت، هدایت الکتریکی، ارتفاع، عرض، عمق، دبی و سرعت جریان) باعث شدند که ایستگاه یک از بقیه ایستگاه‌ها جدا شود؛ هم‌چنین فاکتورهای محیطی دسته B (کدورت، عمق، عرض، دبی، TDS و هدایت الکتریکی) در همین فصل موجب شد ایستگاه دو از ایستگاه‌های باقی‌مانده جدا شود. فاکتورهای محیطی دسته C (دما، هدایت الکتریکی، سرعت جریان، دبی، کدورت، ارتفاع و عرض) نیز سبب جدایی ایستگاه ۳ از ٤، ۵ و ٦ شد (شکل ٤). در فصل پاییز نیز فاکتور محیطی دما باعث شد که ایستگاه‌ها به خوبی و با اختلاف قابل در دو گروه قرار گیرند (جدول ۷).

جدول ٦- مؤثرترین فاکتورهای محیطی در ایجاد الگوی فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول بهار و پاییز.

بهار			پاییز		
تعداد متغیر	ترکیب متغیرهای BEST	همبستگی (Pw)	تعداد متغیر	ترکیب متغیرهای BEST	همبستگی (Pw)
٤	عرض- عمق- ارتفاع- مقاومت	۰/۸٦	۲	عمق- سرعت جریان	۰/٥٦
٥	عرض- عمق- ارتفاع- مقاومت- TDS	۰/۸۳	۳	عمق- سرعت جریان- شوری	۰/٥٦
٥	عرض- عمق- سرعت جریان- مقاومت- TDS	۰/۸۲	٥	عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی	۰/٥٥
٦	عرض- ارتفاع- دبی- مقاومت- TDS- کدورت	۰/۸۲	٦	عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی- شوری	۰/٥٥
٥	عمق- سرعت جریان- مقاومت- کدورت- TDS	۰/۸۱۸	۹	عرض- عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی- شوری- مقاومت- هدایت الکتریکی	۰/٥۳
۷	عرض- عمق- سرعت جریان- مقاومت- هدایت الکتریکی- کدورت- TDS	۰/۸۱۸	۱۰	عرض- عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی- شوری- مقاومت- هدایت الکتریکی	۰/٥۳
٥	عرض- مقاومت- هدایت الکتریکی- کدورت- TDS	۰/۸۱٤	٤	عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان	۰/٥۳
٦	عرض- دبی- مقاومت- هدایت الکتریکی- کدورت- TDS	۰/۸۱٤	٥	عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- شوری	۰/٥۳
۷	عرض- عمق- ارتفاع- مقاومت- هدایت الکتریکی- کدورت- TDS	۰/۸۱٤	۸	عرض- عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی- مقاومت-کدورت	۰/٥۳
۲	عرض- مقاومت	۰/۸۱۱	۸	عرض- عمق- ارتفاع- دما- سرعت جریان- دبی- هدایت الکتریکی-کدورت	۰/٥۳

جدول ۷- جداسازی ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس آزمون LINKTREE در فصول بهار و پاییز.

گروه	فصل	متغیر	LHS (RHS)	R	B (%)
A	بهار	TDS یا	<- ۲/۰۱(>۰/۲۱)	۰/۸۸	۹۵/۵٤
		مقاومت یا	> ۱/۹۹(<-۷/۵E-۲)		
		هدایت الکتریکی یا	<-۱/۸۳(>-۰/٤۱)		
		ارتفاع یا	>۱/۵۷(<۰/۳۵)		
		عرض یا	<-۱/٤٤(>-۰/۹۹)		
		عمق یا	<-۱/٤(>-۰/۹۸)		
		دبی یا	<-۱/۳۳(>-۱/۰۱)		
		سرعت جریان	<-۱/۱۳(>-۰/۹۳)		
	پاییز	دما	<۰/۰۰۷۸۸(>۰/۳٦)	۰/۷	۹۱/۹
B	بهار	کدورت یا	>-۰/۲۰۱(<-۱/۸۹)	۰/۹۲	٦۹/۲
		عمق یا	>۰/۲٤۷(<-۰/۹۸)		
		عرض یا	>۹/۰۳E$^{-۲}$(<۰/۹۹)		
		دبی یا	>-۰/۱٤۷(<۱-/۰۱)		
		TDS یا	>-۰/۲۹۳(۰/۲۱۵)		
		هدایت الکتریکی	<۰/۳۲۵(>۰/۳۵٤)		
C	بهار	دما یا	<-۱۰/۲٤(>۰/۵٦)	۰/۵٦	۳۵/۹
		هدایت الکتریکی یا	<-۰/٤۱(>۰/۵۰۹)		
		سرعت جریان یا	<-۰/۹۳٤(>-۰/۱۳۳)		
		دبی یا	<-۰/۱٤۷(>۰/٦۹)		
		کدورت یا	<-۰/۲۰۱(>۰/٤۹)		
		ارتفاع یا	>۰/۳۲۵(<-۰/۱۲)		
		عرض	<۹/۰۳E$^{-۲}$(>۰/۵۳۳)		



شکل ٤- جدایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس فاکتور محیطی دسته A (TDS، مقاومت، هدایت الکتریکی، ارتفاع، عرض، عمق، دبی و سرعت جریان)، دسته B (کدورت، عمق، عرض، دبی، TDS و هدایت الکتریکی) و دسته C (دما، هدایت الکتریکی، سرعت جریان، دبی، کدورت، ارتفاع و عرض) در فصل بهار و جدایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس فاکتورهای محیطی دسته A (دما) در فصل پاییز.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه رودخانه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا ضمن شناخت آن‌ها می‌توان اقدامات صحیح مدیریتی جهت حفاظت از آن‌ها را اتخاذ نمود. تغییرات فاکتورهای محیطی بر فراوانی و تنوع جوامع کفزی تأثیرگذار است که با شناخت و پایش این تغییرات حفاظت مؤثرتر صورت می‌پذیرد. متغیرهای محیطی مختلفی بر درشت بی‌مهرگان کفزی مؤثرند که در مناطق و بازه‌های زمانی مختلف اثرات متفاوتی دارند (۷، ۲۳).

طبق بررسی‌هایی صورت گرفته حشرات آبزی فون غالب را در ترکیب کفزیان آب‌های جاری داشتند (۵، ٦، ٢٤) که این موضوع در رودخانه شهرستانک نیز تأیید شد. در مطالعه حاضر از میان حشرات آبزی، خانواده‌های Heptageniidae و Baetidae از فراوانی بیش‌تری برخوردار بودند که در مطالعاتی که قبلاً انجام شده است بیانگر غالبیت این دو خانواده نسبت به سایر خانواده‌ها است (٢٤، ٢٥). در فصل پاییز خانواده‌های Chironomidae و Simulidae نسبت به فصل بهار فراوانی بیش‌تری داشتند. احتمالاً وجود این دو خانواده مقاوم به آلودگی در این فصل متاثر از تغییرات فاکتورهای محیطی باشد. تغییرات جریان آب و آشفتگی ایجاد شده (٢٦) سبب افزایش فراوانی خانواده‌های مقاوم به آلودگی نسبت به خانواده‌های حساس به آلودگی شده است. تغییرات متغیرهای محیطی علاوه‌بر تأثیر در فراوانی خانواده‌ها، تغییر ترکیب گونه‌ای را نیز به همراه داشتند.

تأثیر متغیرهای محیطی بر فراوانی خانواده‌ها و ترکیب گونه‌ای، سبب تغییر میزان شباهت ایستگاه‌ها یا مناطق مورد مطالعه با یکدیگر می‌شود که در این مطالعه الگوی شباهت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دو فصل متفاوت بود. در فصل پاییز با توجه به تغییرات جریان آب و تأثیر آن بر دبی و عمق آب (با کاهش ارتفاع) دو منطقه با جریان متفاوت ایجاد کرده است. در پایین‌دست جریان آب بالاتر بوده که احتمالاً به‌دلیل نقش تغییرات ارتفاع (۲۷)، دما (۲۸)، عمق آب (۲۹)، دبی (۳۰) و شسته‌شدن به‌سمت پایین‌دست موجودات با تغییرات سرعت جریان (۲) این تفاوت دیده شد. در فصل بهار نیز تنها ایستگاه اول با سایر ایستگاه‌ها متفاوت بود. ایستگاه اول در بالا دست رودخانه قرار دارد که متأثر از تغییرات جریان آب (با تغییرات ارتفاع) (۳۱)، عرض، دبی و عمق (۷) است. تغییرات عرض رودخانه سبب تغییر عمق دبی و سرعت جریان خواهد شد. به نظر می‌رسد این دلایل منجر به تفاوت آن با سایر ایستگاه‌ها شده است.

متغیرهای مورد بحث در این پژوهش (متغیرهای مهم و مؤثر) نه تنها بر فراوانی و الگوی شباهت بین ایستگاه‌ها، بلکه همه شاخص‌های تنوع را نیز تحت‌تأثیر قرار داده‌اند. در فصل پاییز بیش‌ترین میزان شاخص‌های تنوع در بالادست رودخانه بود، در حالی‌که میزان این شاخص‌ها در فصل بهار در پایین‌دست بیش‌تر بود. در فصل پاییز در بالادست کاهش دما، جریان متعادل و شرایط کیفی بهتر (۳۲) باعث شده است تا بیش‌ترین میزان شاخص‌های تنوع در بالادست و میانه باشد. فصل بهار به دلیل افزایش جریان آب و شسته‌شدن رو به پایین نمونه‌ها بیش‌ترین میزان شاخص‌های تنوع به‌جای بالادست در پایین‌دست بود (۳۳). بالا بودن شاخص‌های تنوع نشانه شرایط محیطی مناسب جهت پراکنش جوامع کفزی است (۳۲). پایین بودن شاخص‌های تنوع در ایستگاه‌ها می‌تواند ناشی از کاهش دسترسی به مناطق دارای پیچیدگی محیطی، کاهش در دسترس بودن منابع متنوع، بیش‌ترین میزان سختی شرایط آب و هوایی و کاهش در تولید اولیه باشد (٣٤). میزان شاخص سیمپسون در فصل بهار (ایستگاه چهار) و پاییز (ایستگاه شش) در پایین‌دست رودخانه بود.

نتایج این پژوهش نشان داد نوسانات متغیرهای محیطی مقاومت، هدایت الکتریکی و TDS (بهار)، دبی و ارتفاع (دو فصل)، در بازه زمانی این مطالعه تفاوت معنی‌دار داشت و به‌نظر می‌رسد این فاکتورها در شکل‌گیری الگوی فراوانی، ترکیب گونه‌ای و تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی در این منطقه و در این زمان مؤثر بوده است. بیش‌ترین تنوع، غالبیت، غنا (ایستگاه چهار) و یکنواختی گونه‌ای (ایستگاه شش) در فصل بهار در ایستگاه‌های پایین‌دست دیده شد در حالی‌که در فصل پاییز در ایستگاه‌های بالادست و میانه رودخانه میزان این شاخص‌ها حداکثر بود. به نظر می‌رسد جریان بالای آب در بهار سبب شسته شدن گونه‌ها به‌سمت پایین‌دست رودخانه بوده در نتیجه حداکثر میزان این شاخص‌ها (در بهار) در پایین‌دست رودخانه بوده است. این‌گونه مطالعات ضمن درک نیازهای موجودات آبزی، می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های حفاظتی از جمله حفاظت از جوامع کفزی و گونه‌هایی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به آن‌ها وابسته‌اند، تعیین حق‌آبه اکولوژیک مناسب و برداشت پایدار از منابع رودخانه نقش اساسی و مهم ایفا نمایند.

منابع

1. Jalili, M., and Rezaei Marnani, H. 2013. An investigation on macrobenthic fauna of Kish coastal waters. Journal of Oceanography. 3: 12. 1-9.
2. Pourali Darestani, S. 2009. Introducing of aquatic Arthropods fauna of Cheshmeh_Ali River in Damghan. Journal of Animal Biology, 1: 2. 1-8.
3. Long, S.M., Abang, F., and Rahim, K.A.A. 2002. The macroinvertebrate community of the fast flowing rivers in the Crocker Range national park Sabah, Malaysia. ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation. 1: 1. 1-8.
4. Chessman, B.C. 1995. Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and a biotic index. Australian Journal of Ecology, 20: 1. 122-129.
5. Soufi, H., Ramezani, J., Rahmani, M.R., Alijani Ganjaroudi, M., and Nezami Balouchi, B. 2021a. Effects of some environmental factors on morphology of Baetis vernus in Karaj River. Journal of Aquatic Ecology, 11: 3. 54-68.
6. Soufi, H., Ramezani, J., Rahmani, M.R., Nezami Balouchi, B., and Davoudi, S. 2021b. Investigation on the effects of some environmental factors on abundance and biodiversity of macrobenthos community in Karaj River. Journal of Aquatic Ecology, 10: 4. 1-14.
7. Gholizadeh, M., and Boveiri, S. 2018. Investigation of the effects of environmental factors on diversity and distribution patterns of macroinvertebrates communities Zarin-Gol River Golestan province. Journal of Animal Environment, 10: 3. 369-376.
8. Shokripour, Z., and Ashja ardalan, A. 2017. Identify and evaluate the diversity of macrobenthos in Karaj River. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology). 29: 4. 442-453.
9. Sarafiyan, M., Eydi, M., and Ashja Ardalan, A. 2017. Identification of macrobenthos in the proximal part of the Kan River in Tehran Province. Journal of Biological Sciences. 12: 1. 25-39.
10. Shahbazi Naserbad, S., Pourbagher, H., Eagderi, S., and Rajaei, M. 2014. The phenotypic plasticity of the aquatic invertebrate *Caenis latipennis* in response to environmental conditions in the Kheirood Kenar River, Iran. Journal of Aquatic Ecology, 4: 1. 28-18.
11. Zargaran, M., and Aramideh, S. 2016. A description of biodiversity and its definition. Agricultural and Natural Resources Engineering. 50: 41-45.
12. Dos Santos, D.A., Molineri, C., Reynaga, M.C., and Basualdo, C. 2011. Which index is the best to assess stream health? Ecological Indicator. 11: 2. 582-589.
13. Rezaei, K., Kiani, S., Moghadam, M., Pahlavani, S., and Saeidpour, B. 2014. Investigation of the structure of Bentic

communities of Jajrud River based on biological indicators (Khojir region). Journal of Environmental Science and Engineering. 1: 1. 77-84.
14. Meira, J.R.de., Fonseca, M.F., and Moura, F.R. 2013. Water quality of the "Água Limpa" stream in the State Park Biribiri, Minas Gerais State, Brazil. Journal of Advances in Environmental Biology, 7: 11. 3487-3496.
15. Saremi, G., Rahmani, M.R., Mortazavi, S., and Mohammadi Fazel, A. 2020. The Annual International Congress of New Findings in Agricultural and Natural Resources, Environment and Tourism. Tehran. pp. 1-9.
16. Fallahi, A., Rahmani, M.R., Javanshir Khoei, A., and Meygouni, G. 2018. Assessment of Taleghan River water quality using macrobenthose. International conference in applied research in science, technology and knowledge, Helsinki, Finland, pp. 1-9.
17. Sharbati, S., Akrami, R., Yelghi, S., Mirdar, J., and Ahmadi, Z. 2013. Identification, abundance and biomass of benthic communities in south east coasts of the Caspian Sea (Golestan Province). Iranian Scientific Fisheries Journal. 21: 4. 23-31.
18. Alijani, M., Rahmani, M.R., and Ramezani, J. 2019. Investigation of the effect of some environmental variables on the frequency of Caenidae and Chironomidae families in the Tigris Basin. 4th International Congress of Developing Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran. pp. 1-6.
19. Hassanli, A.M. 2000. Various methods of measuring water (Hydrometry). Shiraz Univ. Press. 282p.
20. Shearer, K.A., Hayes, J.W., Jowett, I.G., and Olsen, D.A. 2015. Habitat suitability curves for benthic macroinvertebrates from a small New Zealand river. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 49: 2. 178-191.
21. Oscoz, J., Galicia, D., and Miranda, R. 2011. Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain. 1st edition. Springer Springer Dordrecht, Netherlands. 153p.
22. Gattolliat, J.L., and Nieto, C. 2009. The family Baetidae (Insecta: Ephemeroptera): synthesis and future challenges. Journal of Aquatic Insects. 31: 1. 41-62.
23. Shirchi Sasi, Z., Abdoli, A., and Hashemi, H. 2015. Evaluation of single- and multi-metric benthic macroinvertebrate indices for water quality monitoring, case study Jajrood River. Journal of Natural Environment, 68: 1. 83-93.
24. Jafari, M., Khodadadi, M., and Rajabzadeh, E. 2017. Survey and identify of macrobenthos in Shapur River, Fars. Journal of Animal Environment, 9: 2. 231-242.
25. Mollazadeh, N. 2014. Bioassessment of Marbor stream quality via biological index of macro-benthos fauna. Wetland Ecobiology. 6: 1. 47-56.
26. Fangmin, Sh., Shixiao, Y., Sovan, L., and Xinhui, L. 2018. Habitat effects on intra-species variation in functional morphology: evidence from freshwater fish. Journal of Ecology and Evolution. 8: 22. 10902-10913.
27. Soldner, M., Stephen, I., Ramos, L., Angus, R., Wells, N.C., Grosso, A., and Crane, M. 2004. Relationship between macroinvertebrate fauna and environmental variables in small streams of the Dominican Republic. Water Research, 38: 4. 863-874.
28. Pazira, A., Emami, S.M., Kouhgardi, E., and Akrami, R. 2009. The effect of the environmental parameters on biodiversity of macrobentose in Dalaki and Helle River of Boushehr. New Technologies in Aquaculture Development (Journal of Fisheries). 2: 4. 65-70.
29. Bagheri Tavani, M., and Jamalzadeh, H.R. 2014. Ecological and biological indices of macrobenthos in the estuary of Shirud River. Journal of Marine Biology. 6: 3. 81-96.
30. Alizadeh, M., Hosseini, S.A., Jafaryan, H., Ghorbani, R., and Gholizadeh, M. 2019. Evaluation seasonal distribution patterns and biodiversity of macroinvertebrates communities in Aji-Su River (Golestan province). Journal of Animal Environment, 11: 2. 361-370.

31. Eslami, M., Sabazghabaei, G., Pourkhabaz, H., and Soltanian, S. 2015. Spatial and temporal variations in benthic invertebrates communities Khoor-e- musa lagoon according to ecological indices. Journal of Marine Biology. 7: 3. 65-82.
32. Naemi, A., Patimar, R., Harsij, M., and Yelghi, S. 2020. Exploring the process of phytoplankton population changes in relationship to physical and chemical factors in Gomishan shrimp ponds, southeast of the Caspian Sea. Aquatics Physiology and Biotechnology, 8: 2. 133-158.
33. Abbaspour, R., Hassanzadeh, H., Alizadeh Sabet, H., Hedayatifard, M., and Mesgaran Karimi, J. 2014. Water quality assessment of cheshmekileh River with using community of macrobenthic invertebrates and physicochemical factors of water. Journal of Aquaculture Development, 7: 4. 43-56.
34. Huston, M.A. 1994. Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press. 681p.