



چهاردهمین
همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
آبخیزداری و مدیریت جامع منابع آب و خاک
۲۵ و ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ - دانشگاه ارومیه

14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of IRAN
Watershed Management and Intergrated Water and Soil Resources
16 - 17 July | Urmia University, IRAN



کواهی ارائه مقاله

پژوهشگران کرامی سمیه سرگلزایی، آرزیتا فراشی، امید صفری

این کواهی به پاس مشارکت ارزشمند شماها حضور و ارائه مقاله با عنوان:

بررسی سلامت اکوسیستم با استفاده از شاخص یکپارچگی زیستی (B-IBI) (مطالعه موردی: رودخانه کارده)

تقدیم می گردد.

پوستر
در چهاردهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران در دانشگاه ارومیه بصورت

پروفیسور حمیدرضا صادقی
رئیس انجمن آبخیزداری ایران

دکتر میرادعبقری
دبیر علمی همایش

wms98-02710223



بررسی سلامت اکوسیستم با استفاده از شاخص یکپارچگی زیستی (B-IBI) (مطالعه موردی: رودخانه کارده)

سمیه سرگلزایی^۱، آریتا فراشی^{۲*}، امید صفری^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، گرایش مدیریت و حفاظت تنوع زیستی، دانشگاه فردوسی مشهد، s.sargolzaie@mail.um.ac.ir

^{۲*} نویسنده مسئول: استادیار، دکتری، مدیریت و حفاظت تنوع زیستی، گروه محیط زیست و شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، farashi@um.ac.ir

^۳ دانشیار، دکتری، شیلات، گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، omidsafari@um.ac.ir

چکیده

در این مطالعه به منظور ارزیابی سلامت اکوسیستم رودخانه کارده از شاخص یکپارچگی زیستی جوامع کفزی B-IBI^۱ به عنوان یک شاخص چند معیاره استفاده شد. هدف از این روش ادغام معیارهای متعدد زیستی برای اندازه‌گیری و ارتباط با شرایط زیستی بدنه آبی و در نتیجه سلامت اکولوژیکی رودخانه بود. این مطالعه در فصل پاییز ۹۷ در چهار ایستگاه با سه تکرار و نمونه‌برداری با استفاده از سوربر انجام شد و در این مطالعه کف زیان منطقه و همچنین پارامترهای فیزیکی Ph، DO، EC و دما مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. جهت طبقه‌بندی کیفی و تعیین سلامت رودخانه برای این شاخص شش معیار در نظر گرفته شد و معیارها با توجه به شرایط منطقه و هدف مطالعه انتخاب شد و هرکدام از معیارها براساس جدول امتیازدهی شاخص B-IBI محاسبه گردید و در نهایت وضعیت کیفی ۴ ایستگاه براساس شاخص B-IBI در دو گروه کیفی طبقه‌بندی گردید و کمترین میزان شاخص B-IBI مربوط به ایستگاه D با مقدار 0.71 ± 0.14 و بیشترین آن مربوط به ایستگاه A با مقدار 0.51 ± 0.73 می‌باشد و همبستگی مثبتی بین شاخص B-IBI با پارامترهای دما، Ph و EC مشاهده شد. نتایج حاضر نشان داد که کیفیت آب رودخانه کارده تحت تاثیر فعالیتهای کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی قرار دارد.

کلمات کلیدی: شاخص چند معیاره، شاخص زیستی، IBI، رودخانه کارده

^۱ Benthic Index of Biotic Integrity



چهاردهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

آبخیزداری و مدیریت جامع منابع آب و خاک

۲۵ و ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ - دانشگاه ارومیه



14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran

Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

۱- مقدمه

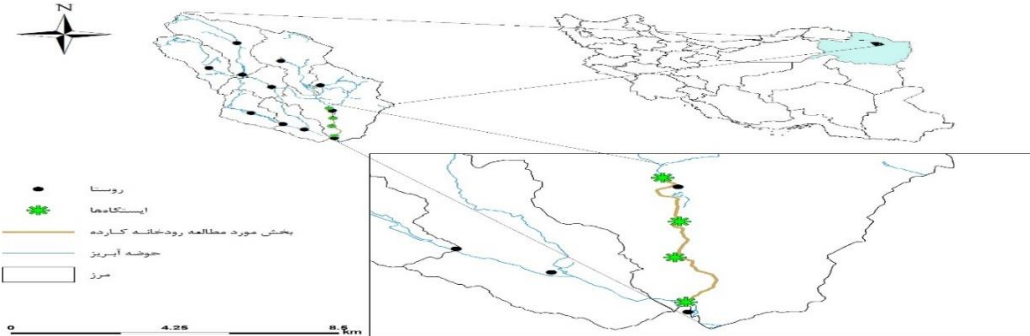
آب ارزشمندترین و مهم‌ترین ترکیب برای حفظ جان و هر نوع فعالیت توسعه‌ای می‌باشد (Kataria و همکاران، ۲۰۱۱) با این حال رودخانه‌ها به طور مداوم آلوده می‌شوند و در سراسر جهان به یک موضوع نگران کننده تبدیل شده است (Ouyang و همکاران، ۲۰۰۶). فعالیت‌های انسانی، استفاده از مواد شیمیایی کشاورزی و تغییر کاربری اراضی از جمله عواملی هستند که بر کیفیت آب‌های سطحی تاثیر می‌گذارند (Hussain و همکاران، ۲۰۰۸) بنابراین، برای مدیریت یکپارچه منابع آب، به طور منظم نظارت و ارزیابی کیفیت آب رودخانه مورد نیاز است (Singh و همکاران، ۲۰۰۷). کیفیت آب اصطلاحی است که برای توصیف خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب به کار می‌رود کیفیت آب تحت تاثیر دامنه‌ی گسترده‌ای از عوامل طبیعی و انسانی قرار دارد. عوامل طبیعی (هیدرولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) بر خصوصیات فیزیکی و غلظت عناصر شیمیایی موجود در آب شیرین تاثیر گذارند. آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آنها می‌باشد آلودگی آب در دهه‌های اخیر به یک تهدید جدی و در حال گسترش برای جامعه انسانی و اکوسیستم‌های طبیعی تبدیل شده است (Bu و همکاران، ۲۰۱۰).

ارزیابی زیستی روش کم هزینه‌ای است که به وسایل و لوازم آزمایشگاهی کمی نیاز دارد و می‌تواند نتایجی با دقت قابل قبول ارائه دهد؛ همچنین امکان بررسی اثرات تجمعی آلاینده‌ها نمایش استرس‌های محیطی در طول زمان و ایجاد آلودگی کمتر برای محیط زیست در هنگام مطالعه را فراهم می‌کند. روش‌های متفاوتی جهت تعیین کیفیت آب بر اساس شاخص‌های زیستی توسعه یافته است (Aazami، ۲۰۱۵). هدف IBI انتقال یک تصویر یکپارچه از سلامت اکوسیستم‌ها می‌باشد چون ساختار چند متغیره IBI می‌تواند بخش مهمی از محیط زیست را بازتاب دهد. این شاخص از ده معیار که شامل تنوع و غنای گونه‌ای، ویژگی‌های جمعیتی، تحمل آشفتگی، تغذیه و دیگر عادات تشکیل شده و برای اینکه خصوصیتی معین از موجود بی مهره به عنوان یک معیار در این شاخص گنجانده شود، آن خصوصیت باید در طول یک شیب از آشفتگی‌های انسان ساخت، به طور قابل پیش بینی پاسخ داده شود (Schindler، ۱۹۹۰).

با توجه به اینکه شاخص‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی متعددی برای تشخیص سطوح مختلف کیفیت اکولوژیکی محیط‌های آبی بکار می‌رود شاخص B-IBI بدلیل استفاده از ماکروبن‌توزها به عنوان نشانگر زیستی که دارای مزایای مانند تنوع زیستی بزرگ، حساسیت شدید و واکنش سریع بسیاری از تاکسون‌ها به آلودگی است. بر این اساس در مطالعه حاضر سعی شد با استفاده از این شاخص به ارزیابی سلامت رودخانه کارده پرداخته شود.

۲- منطقه مورد مطالعه

رودخانه کارده از کوه‌های هزار مسجد سرچشمه می‌گیرد و مساحت آن ۴۳۰ کیلومترمربع است رودخانه کارده در ۴۴ کیلومتری جاده مشهد به کلات قرار دارد و حوضه آبریز رودخانه کارده در مختصات جغرافیایی $59^{\circ} 26'$ تا $59^{\circ} 45'$ طول شرقی و $36^{\circ} 25'$ تا $36^{\circ} 40'$ طول شمالی قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۳- روش تحقیق

این مطالعه در سال ۹۷ در فصل زمستان در ۴ ایستگاه (جدول ۱) تعیین شده در رودخانه کارده انجام شد. نمونه برداری از کفزیان با استفاده از دستگاه نمونه بردار سوربر و با ۳ تکرار در هر ایستگاه انجام شد. نمونه های جمع آوری شده در ظروفی که مشخصات بر روی آن ثبت شده تخلیه و با فرمالین ۴ درصد تثبیت شدند و در آزمایشگاه شمارش و شناسایی شدند اندازه گیری پارامترهای محیطی آب از قبیل دما، اکسیژن محلول (DO)^۲، اسیدیته (Ph)^۳ و هدایت الکتریکی (EC)^۴ در ایستگاه های تعیین شده با کمک دستگاه های قابل حمل در محل اندازه گیری و ثبت گردیدند. اساس انتخاب ایستگاه ها به این صورت بود که پس از پایش منطقه عارضه های مهم انسان ساخت در مسیر رودخانه را شناسایی کردیم قبل از این توسعه ها و بعد از این توسعه ها ایستگاه تعریف کردیم.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه های نمونه برداری در طول رودخانه کارده

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
A	۴۳° ۳۶' ۱۹۸"	۰۵۹° ۳۹' ۵۵۳"
B	۳۶° ۴۱' ۶۳۹"	۰۵۹° ۳۹' ۹۸۴"
C	۳۶° ۴۰' ۱۶۲۶"	۰۵۹° ۴۰' ۱۱۳۴"
D	۳۶° ۳۸' ۴۳۹"	۰۵۹° ۳۹' ۸۳۰"

۴- محاسبه شاخص B-IBI

شاخص یکپارچگی زیستی برای کیفیت زیستی اکوسیستم های آبی مورد استفاده قرار می گیرد و جهت یکپارچه سازی اطلاعات مختلف، معیارهای اکولوژیکی به صورت ارزش عددی که نشان دهنده رتبه بندی کیفیت رودخانه ها، دریاچه و غیره هستند، محاسبه و بیان می شود. در این روش به هر معیار نمرات ۱، ۳، ۵ داده می شود. نمره نهایی شاخص در نهایت از میانگین نمرات به دست می آید و طبقات کیفیت آب بر حسب نمره نهایی تعیین می شود که در جدول ۲ و ۳ به تفصیل آورده شده است (Mebane و همکاران، ۲۰۰۳). لیست معیارهای مورد استفاده در این شاخص نیز به شرح زیر می باشد:

۱- غنای گونه ها: غنای گونه ها معادل تعداد کل گونه های موجود در هر ایستگاه است ۲- شاخص EPT: تعداد کل افراد ۳- خانواده Ephemeroptera: تعداد کل افراد این خانواده ۴- خانواده Diptera: تعداد کل افراد این خانواده ۵- خانواده های نابردار

² Dissolved Oxygen

³ Potential of hydrogen

⁴ Electrical Conductivity

یا حساس: تعداد خانواده‌های حساس در نمونه که عدد مقاومت صفر تا 3 را برمبنای شاخص هیلسنهوف دارند، شامل می شود.
 ۶- شاخص زیستی Beck: تقریب وزنی گونه‌های حساس را نشان می‌دهد که از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{Beck's Biotic} = [(2 \times \text{تعداد گونه‌های حساس کلاس ۱}) + 3 \times (\text{تعداد گونه‌های کلاس ۲})] + 3$$

 گونه‌های کلاس ۱ ارزش مقاومتی ۰-۱ و گونه‌های کلاس ۲ ارزش مقاومتی ۲-۴ دارند.

جدول ۲: محاسبه شاخص زیستی IBI برای ماکروبتوزها

معیارها	امتیازات		
	۱	۳	۵
تعداد کل خانواده‌ها	<۴	۴-۶	>۶
شاخص EPT	<۱۰	۱۰-۳۰	>۳۰
خانواده‌های Ephemeroptera	<۲	۲-۳	>۳
خانواده‌های Diptera	<۲	۲-۳	>۳
خانواده‌های حساس	<۱	۱-۵	>۸
شاخص زیستی Beck	<۱۰	۱۰-۳۰	>۳۰

جدول ۳: طبقه‌بندی کیفی آب براساس شاخص IBI

میزان شاخص IBI	تحلیل کیفیت آب
۴-۵	خوب
۹-۳	نسبتاً خوب
۹-۲	ضعیف
۹-۱	بسیار ضعیف

جهت بررسی‌های آماری داده‌ها با استفاده از آزمون General Linear Model و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و نرم‌افزار SPSS ۱۷ در سطح اطمینان ($P < 0.05$) استفاده شد.

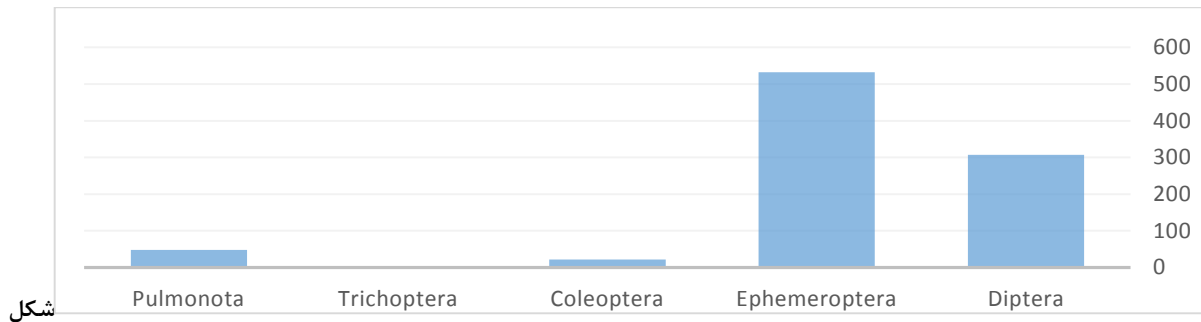
۵- نتایج

در فصل مطالعاتی تعداد ۲۸۱ گونه ماکروبتوز از ۱۰ خانواده و ۵ راسته در ایستگاه ۱ شناسایی شدند و در ایستگاه ۲ تعداد ۲۳۱ گونه ماکروبتوز از ۶ خانواده و ۴ راسته، در ایستگاه شماره ۳ تعداد ۱۹۵ گونه ماکروبتوز از ۴ راسته و در ایستگاه ۴ تعداد ۲۱۱ گونه از ۴ راسته ماکروبتوز شناسایی شدند و بیشترین فراوانی متعلق به راسته Ephemeroptera است که فراوانی بالای آن‌ها می‌تواند نشان دهنده‌ی شرایط زیست محیطی ضعیف آب می‌باشد و براساس محاسبات و یافته‌های شاخص B-IBI در این تحقیق کیفیت اکوسیستم رودخانه در ۲ طبقه کیفی نسبتاً خوب و بسیار ضعیف طبقه‌بندی شدند و همچنین در این بیشترین فراوانی ماکروبتوزها مربوط به خانواده Baetidae می‌باشد.

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود کمترین میزان شاخص IBI مربوط به ایستگاه D ($P < 0.05$) هرچند که ایستگاه‌های A، B و C تفاوت آماری را با یکدیگر نشان ندادند و میزان شاخص IBI در دامنه ۳/۷۳-۲/۸۷ قرار داشت در بین

14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

ایستگاه‌ها همبستگی مثبت میان پارامترهای دما، Ph و EC با مقادیر شاخص IBI مشاهده شد ($P < 0.05$) ولی با DO همبستگی مثبتی مشاهده نشد.



شکل

۲: فراوانی راسته‌های ماکروبن‌توزها در رودخانه کارده در فصل پاییز (۹۷)

جدول ۴: مقادیر شاخص B-IBI رودخانه کارده در فصل پاییز

ایستگاه	B-IBI
A	$3/73 \pm 0/51^b$
B	$2/87 \pm 0/51^b$
C	$3/53 \pm 0/68^b$
D	$1/40 \pm 0/71^a$
P-value	0/002

*ستون‌های با حداقل یک حرف غیر مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری دارند.

جدول ۵: همبستگی IBI و پارامترهای فیزیکی-کوشیمیایی

DO	Ph	T	EC	IBI	
				۱	IBI
			۱	0/774 **	EC
		۱	0/969 **	0/635 *	T
	۱	-0/541	-0/582 *	-0/661 *	Ph
۱	-0/460	-0/384	-0/372	-0/164	DO

* همبستگی در سطح 0/05

** همبستگی در سطح 0/01



۶- بحث و نتیجه‌گیری

یکپارچگی زیست محیطی که همچنین به عنوان سلامت رودخانه یا وضعیت اکولوژیکی شناخته می‌شود معیار اندازه‌گیری وضعیت جهانی اکوسیستم آبی است این اندازه‌گیری شامل عناصر فیزیکی-شیمیایی و زیستی است (Cortes و Oliveira, ۲۰۰۶) مهم است که یکپارچگی زیستی به عنوان توانایی اکوسیستم‌های آبی برای حمایت و حفظ جامعه‌های متعادل و یکپارچه با ارگانیسم‌های سازگار تعریف شود و یک ترکیب، تنوع و سازگاری عملکردی قابل مقایسه در زیستگاه‌های طبیعی درون منطق وجود داشته باشد (Karr و Angermeier, ۱۹۸۹) بنابراین از دست دادن یکپارچگی نشان دهنده انحراف مثبت یا منفی القا شده توسط توسعه‌های انسانی در اکوسیستم‌ها می‌باشد (Pimentel و همکاران, ۲۰۰۰). براساس یافته‌های این مطالعه، شاخص یکپارچگی زیستی جوامع کفزی محدوده مورد بررسی در دو طبقه کیفی بسیار ضعیف و نسبتاً خوب قرار گرفتند به طوری که در فصل پاییز ایستگاه ۱ تا ۳ در طبقه کیفی نسبتاً خوب و ایستگاه ۴ در طبقه کیفی ضعیف طبقه‌بندی شدند در مطالعه‌ای مشابه Oosterhout و همکارانش (۲۰۱۵) شاخص IBI را به عنوان شاخص سلامت اکوسیستم‌های رودخانه‌های کم عمق انتخاب کردند و در این پژوهش شکل پیشرفته‌ای از شاخص IBI را به صورت چند معیاره به نمایش در آوردند و شاخص چند معیاره نه تنها وضعیت کلی اکوسیستم را نشان می‌دهد بلکه علل خاص اختلالات زیست محیطی را نیز بیان می‌کند. شاخص‌های چند معیاره که امروزه ابزار مهمی برای ارزیابی کیفیت اکوسیستم‌های آبی هستند شاخص‌های انعطاف‌پذیر و ابزارهای قوی و حساسی می‌باشند که به راحتی می‌توانند برای ارزیابی کیفیت آب مورد استفاده قرار گیرند و غالباً توانایی تمایز میان تغییرات طبیعی و انسانی را دارند (اعظمی، ۱۳۹۶).

این مطالعه نشان می‌دهد که عدم حضور تاکسون‌های Plecoptera و حضور خیلی کم Trichoptera و زیاد بودن تعداد Simuliidae نشان دهنده نامساعد بودن شرایط اکوسیستم رودخانه است بدلیل ورود آلاینده‌های مختلف کشاورزی و انسانی به محدوده مورد مطالعه که باعث حذف ماکروبن‌توزهای حساس شده است. براساس شاخص B-IBI ایستگاه ۱ بدلیل قرار گرفتن در بالا دست رودخانه و با فاصله‌ای که از روستا آل دارد تا حدودی از وضعیت بهتری برخوردار است. رودخانه کارده یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های دائمی استان خراسان رضوی است و تامین کننده قسمتی از آب شرب و کشاورزی شهر مشهد می‌باشد و این مطالعه نشان دهنده این است که کیفیت آب رودخانه کارده منشأ غیر طبیعی ناشی از وارد شدن فاضلاب‌های خانگی و کشاورزی است.

منابع

۱. اعظمی ج. (۱۳۹۶). محاسبه شاخص‌های زیستی ماکروبن‌توزها جهت ارزیابی سلامت اکولوژیکی اکوسیستم‌های آب. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۶(۳): ۱۵-۱.
2. Angermeier PL, Karr J. 1986. Applying an index of biotic integrity based on stream-fish communities: considerations in sampling and interpretation. North American Journal of Fisheries Management. 6: 418-429. DOI: 10.1577/1548 8659(1986)6<418:AAIOBI> 2.0.CO;2.
3. Bu, H., X. Tan, S. Li and Q. Zhang. 2010. Temporal and spatial variations of water quality in the Jinshui River of the South Qinling Mts., China. Ecotoxicology and Environmental Safety. 73: 907-913.
4. Hussain M, Ahmed SM, Abderrahman W. 2008. Cluster analysis and quality assessment of logged water at an irrigation project, eastern Saudi Arabia. Journal of Environmental Management; 86:297 307.



5. Karr, J.R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6, 21e27. Mack, J., 2007. Developing a wetland IBI with statewide application after multiple testing iterations. *Ecological Indicators* 7, 864e881.
6. Kataria, H.C., Gupta, M., Kumar, M., Kushwaha, S.S., Kashyap, S., Trivedi, S., Bhadoriya, R.R. and Bandewar, N.K. 2011. Study of Physico-chemical Parameters of Drinking Water of Bhopal city with Reference to Health Impacts. *Current W. Environ.* 6: 95-99.
7. Mebane, C.A., Maret, T.R., and Hughes, R.M. 2003. An index of biological integrity (IBI) for Pacific Northwest rivers. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132: 239-261.
8. Ouyang, Y., Nkedi-Kizza, P., Wu, Q.T., Shinde, D., Huang, C.H. 2006. Assessment of seasonal variations in surface water quality. *Water Res.* 40: 3800-3810. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2006.08.030>
9. Oliveira SV, Cortes RMV. 2006. Environmental indicators of ecological integrity and their development for running waters in northern Portugal. *Limnetica*. 25: 479-498.
10. Pimentel, D., Westra, L., & Noss, R. F. (Eds.). 2000. *Ecological integrity: Integrating environment, conservation, and health*. Island Press.
11. Singh, K. P., Malik, A., & Sinha, S. 2005. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques - A case study. *Analytica Chimica Acta*, 538(1-2), 355-374.
12. Schindler, D.W., 1990. Experimental perturbations of whole lakes as tests of hypotheses concerning ecosystem structure and function. *Oikos* 57, 25e41.

Ecosystem health assessment using Bio-Integration index (B-IBI) (Casestudy: Kareh River)

Abstract

In this study, the B-IBI community bio-integrity index was used as a multi-criteria indicator in order to assess the health of the ecosystem of the river Kardeh. The purpose of this method was to integrate multiple biological criteria for measuring and correlating with the biological conditions of the ecological health of the river. This study was carried out in autumn 2018 at four stations with three replications and sampling using Surber. In this study the area losses were measured and physical parameters of Ph, DO, EC and temperature were measured. For qualitative classification and determination of river health, for this indicator, six criteria were considered and the criteria were selected according to the region and purpose of the study and each of the criteria was calculated based on the B-IBI scoring table and finally, the quality status of the four stations based on the index B-IBI was classified into two qualitative groups and the lowest B-IBI index was related to station D with 1.40 ± 0.71 and the highest to station A was 3.73 ± 0.51 and a positive correlation B-IBI index was observed with temperature parameters, Ph and EC. The results of this study showed that the water quality of the Kardeh river is influenced by the activities of agricultural and domestic sewage.

Keywords: multi-criteria index, Bio-index, IBI, Kardeh River