استفاده از شاخص‌های اکولوژیک بزرگ بی‌مهرگان کف زی به‌منظور سنجش کیفی آب رودخانه کردان استان البرز شهرستان کرج

اعظم قمی[۱]
سید محمدباقر نبوی[۲]*
ابراهیم رجب‌زاده قطرمی [۳]

۱. کارشناسی ارشد آلودگی‌ها، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه زیست‌شناس دریا، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.
۳. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
nabavishiba@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۳۰۸۹۲
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰
این مقاله پژوهشی و برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

هدف از انجام مطالعه حاضر سنجش و ارزیابی کیفی رودخانه کردان شهرستان کرج با استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کف زی و شاخص‌های اکولوژیک می‌باشد. نمونه‌برداری از کف زیان و رسوب ۱۰ ایستگاه در چهارفصل سال (پاییز و زمستان ۱۳۹۵ و بهار و تابستان ۱۳۹۶) با استفاده از نمونه‌بردار بستر (سوربر) با مساحت ۱۴۴ اینچ مربع و به‌طور هم‌زمان سنجش متغیرهای محیطی با به‌کارگیری سنجنده میدانی هوریبا U10 انجام گرفت. بافت بستر رودخانه با غالبیت دانه‌بندی ذرات با قطر ۲ تا ۴ میلی‌متر و ۱ تا ۲ میلی‌متر همراه بود. ۲۶ گونه، جنس و مراحل لاروی حشرات آبزی متعلق به ۱۶ خانواده شناسایی شدند. غالب‌ترین گروه‌های بی‌مهره کف زی در چهارفصل زودمیران، دو بالان، موی بالان و جور پایان بودند. سنجش شاخص BMWP معرف شرایط خوب رودخانه کردان در چهارفصل سال بود، درحالی‌که شاخص ASPT شرایط نامناسب زیست‌محیطی را در فصول پاییز و زمستان نشان داد. بر اساس مدل ولچ، شاخص شانون (H′) شرایط میانه را ازنظر آلودگی در منطقه موردمطالعه نشان داد، به‌استثنای ایستگاه ۲ فصل پاییز که با میزان H′=۴/۲۴ غیر آلوده بودن این ایستگاه را نشان داد. آنالیز همبستگی بین تراکم بی‌مهرگان کف زی و نوع بستر، ارتباطی معنی‌دار را با ذرات رسوبی ۲ میلی‌متر نشان داد. عمق کم و کاهش دبی رودخانه کردان در فصول بهار و تابستان و همچنین ورود فاضلاب‌های روستایی و کشاورزی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفی و تنوع بی‌مهرگان کف زی منطقه موردمطالعه به شمار می‌روند.

واژگان کلیدی: بزرگ بی‌مهرگان کف زی، شاخص‌های اکولوژیک، کیفیت آب، رودخانه کردان.

مقدمه

آب‌های جاری جزء حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین سیستم‌های اکولوژیک بشمار می‌روند که فشار های گسترده ناشی از فعالیت‌های انسانی را در یک مقیاس جهانی تجربه کرده‌اند. ورود آلاینده‌های با منشأ کشاورزی، صنعتی، شهری و روستایی موجب شده است تا کیفیت بسیاری از رودخانه‌ها در دهه‌های گذشته به‌شدت کاهش یابد. بر همین اساس مطالعات شاپوری و همکاران (۱۳۸۹)، مسگران کریمی و همکاران (۱۳۹۱)، ممبینی و نبوی (۱۳۹۱)، شکری و همکاران (۱۳۹۴) و کرمی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داده‌اند که وضعیت کیفی رودخانه‌های موردمطالعه در ایران مانند گرگان رود، رودخانه دو هزار تنکابن، جراحی، تجن و گاماسیاب از وضعیت مطلوب زیست‌محیطی برخوردار نمی‌باشند. پیشینه مطالعات در سایر نقاط جهان نیز مانند Concalves و Santos de Menezes (۲۰۱۱)، Visinskiene و Bernotiene (۲۰۱۲) و Zeybek و همکاران (۲۰۱۴) روندهای مشابهی از کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها در مناطق مورد مطالعات را با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک و بی‌مهرگان کف زی نشان داده‌اند. شاخص‌های اکولوژیک از مهم‌ترین تکنیک‌های ارزیابی رودخانه‌ها به شمار می‌روند که در دهه‌های اخیر در بسیاری از نقاط جهان به کار گرفته‌شده‌اند. این شاخص‌های کیفی، معرف و نمایانگر نوسانات اجتماعات کف زی ناشی از آلاینده‌های زیست‌محیطی در مسیر رودخانه‌ها

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

به شمار می‌روند. اگرچه بسیاری از گروه‌های زیستی مانند ماهیان نیز به‌عنوان نشانگر شرایط زیست‌محیطی بکار گرفته می‌شوند، اما تنوع و تغییرات فصلی بزرگ بی‌مهرگان کف زی موجب شده است تا در بسیاری از مطالعات سنجش کیفی، از آن‌ها به‌عنوان شاخص‌ها و نشانگرهای وضعیت کیفی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای استفاده شود. ازجمله مطالعات انجام‌شده در این زمینه می‌توان به مطالعات Wang و همکاران (۲۰۲۰) بر روی بررسی تأثیر شهرسازی بر روی کیفیت آب و ساختار جمعیت ماکروبنتوزها در رودخانه Fenhe در چین، Aazami و همکاران (۲۰۲۰) ارزیابی سلامت اکوسیستم رودخانه با استفاده از ماکروبنتوزها در رودخانه محمدآباد در ایران، Brysiewica و همکاران (۲۰۲۰)، بررسی تأثیر اجزاء غیر هوازی فاضلاب بر روی تنوع جمعیت ماکروبنتوزها در منابع آبی هلند و مطالعه Goncharov و همکاران (۲۰۲۰) بر روی ارزیابی اکولوژیک آب‌های دریاچه Selenga در Baikal با استفاده از جمعیت‌های ماکروبنتوز رودخانه اشاره کرد. هدف از مطالعه حاضر سنجش کیفی آب رودخانه کردان (دشت قزوین) با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک، اجتماعات کف زی و مدل ولچ (Welch, 1992) می‌باشد. رودخانه کردان پرآب‌ترین رودخانه استان البرز به شمار می‌رود. وجود روستاهای متعدد در مسیر رودخانه، اراضی حاصلخیز و نیاز به مصارف شرب و کشاورزی منطقه، نشان‌دهنده اهمیت این رودخانه می‌باشد. ازآنجایی‌که حفظ سلامت این اکوسیستم و اجتماعات انسانی وابسته به آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، لذا انجام این مطالعه می‌تواند گامی مؤثر در جهت حفظ سلامت و پایداری این زیست‌بوم ارزشمند باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در رودخانه کردان در بخش غربی رودخانه کرج و در شمال‌شرق‌وز دشت قزوین (استان البرز) در ماه‌های آذر و اسفند ۱۳۹۵ و اردیبهشت و تیرماه ۱۳۹۶ انجام گرفت. از ۱۰ ایستگاه و از هرکدام تعداد ۳ نمونه (تکرار) از بستر با استفاده از نمونه‌بردار بستر (سوربر) برای شناسایی بزرگ بی‌مهرگان کف زی و یک نمونه جهت دانه‌بندی رسوبات برداشت و در ظروف پلی‌اتیلنی با درج مشخصات در کنار یخ تا ارسال به آزمایشگاه نگهداری شدند (شکل ۱ و جدول ۱). نمونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی پس از تثبیت با فرمالین ۴ درصد در فیلد، در آزمایشگاه با محلول رز بنگال ۱ گرم در لیتر رنگ‌آمیزی و سپس عمل جداسازی (توسط الک ۵۰۰ میکرون) و شمارش آن‌ها با استفاده از استریو میکروسکوپ انجام گرفت. شناسایی گونه‌ها با توجه به ساختارهای مورفولوژیک و استفاده از کلیدها و اطلس‌های بنتوزهای رودخانه‌ای Clliford (۱۹۹۱) و Buchard (۲۰۰۴) انجام پذیرفت. به‌منظور مشخص نمودن وضعیت کیفی آب از شاخص‌های BMWP، ASPT، H´، λ و مقیاس Welch استفاده گردید. سنجش متغیرهای محیطی (اکسیژن محلول، شوری، دما و pH) به‌طور هم‌زمان در فیلد و با ۳ تکرار برای هر پارامتر و با استفاده از سنجنده‌ی کالیبره شده‌ی هوریبا U10 انجام گرفت. با توجه به وضعیت بستر رودخانه که غالباً صخره‌ای، سنگلاخی، قلوه‌سنگی، سنگ‌ریزه‌ای و ماسه‌ای درشت‌دانه بود، لذا در هر ایستگاه مقداری از رسوبات بستر برداشت و سپس با استفاده از الک‌های استاندارد معرفی‌شده توسط Wentworth (۱۹۲۲) بافت بستر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

سیستم امتیازدهی BMWP و ASPT (WMO, 1988) یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی کیفیت بیولوژیک آب‌های جاری است که مورد تأیید سازمان بین‌المللی استاندارد ISO-BMWP (۱۹۷۹) قرارگرفته است، در جداول ۲ و ۳ و ۴ و ۵ روش‌های محاسباتی سیستم‌های امتیازدهی نشان داده‌شده است. روش محاسبه BMWP/ASPT از رابطه ۱ و ۲ به دست می‌آید:

رابطه ۱:

$$BMWP = \Sigma B.N$$

B= امتیاز BMWP در سطح خانواده

N= تعداد افراد خانواده

رابطه ۲:

$$ASPT = \frac{\text{میزان شاخص } BMWP \text{ در هر ایستگاه}}{\text{تعداد کل خانواده های موجود در هر ایستگاه}}$$

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

روش امتیازدهی به خانواده‌های ماکروبنتوزی بر اساس استانداردهای تعریف‌شده توسط WMO (۱۹۸۸) و Wright و همکاران (۱۹۹۳) در جداول ۲ و ۳ ارائه‌شده‌اند.

همان‌طور که گفته شد در این مطالعه علاوه بر شاخص‌های BMWP و ASPT، از دو شاخص تنوع‌گونه‌ای شانون (H´) و غالبیت گونه‌ای سیمپسون (λ) و مدل ولچ (جدول ۴) جهت ارزیابی کیفی رودخانه کردان استفاده گردید. شاخص تنوع شانون از رابطه ۳ محاسبه گردید:

رابطه ۳:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (\mathrm{Pi})\mathrm{LnPi}$$

Pi= فراوانی نسبی i امین تاکسون در جامعه

S= تعداد کل تاکسون‌ها در جامعه

شاخص غالبیت سیمپسون (λ) نیز از رابطه ۴ محاسبه گردید:

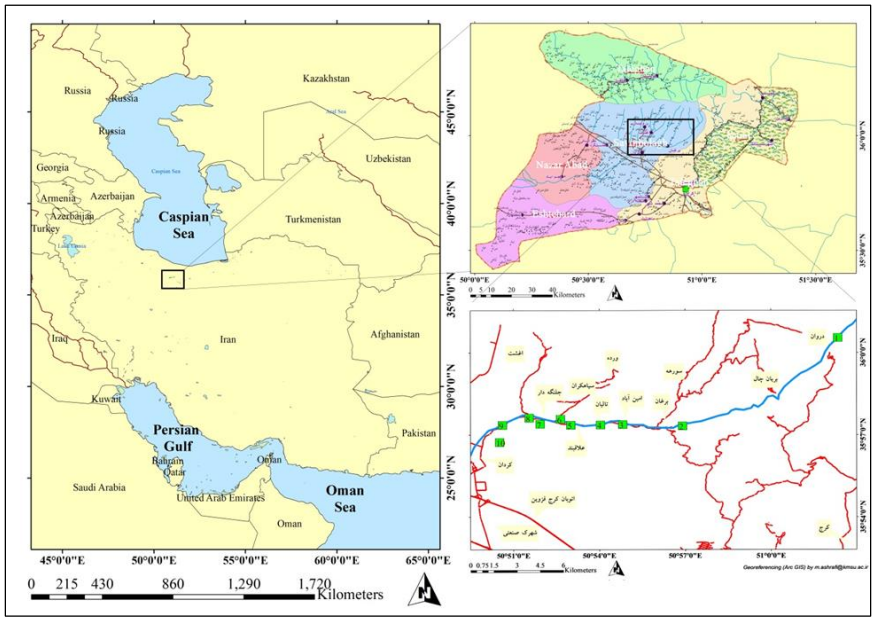
رابطه ۴:

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} (Pi)^2$$

Pi= فراوانی نسبی i امین تاکسون در جامعه

S= تعداد کل تاکسون‌ها در جامعه

برای تعیین شاخص‌های H´ و λ از برنامه Primer5 استفاده گردید. کلیه نمودارها با استفاده از برنامه Excel2007 ترسیم گردید. جهت بررسی رابطه همبستگی بین گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی و متغیرهای محیطی از آزمون پیرسون استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه کردان.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی و نوع بستر در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه کردان.

نوع بستر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	نام ایستگاه	شماره ایستگاه
قلوه سنگ–سنگ ریزه	" ۲۰/۳۴ ′ ۰۲ ۵۱ °	" ۳۲/۶۱ ′ ۰۰ ۳۶ °	دروان بالادست	۱
قلوه سنگ–سنگ ریزه	" ۵۴/۶۳ ′ ۵۶ ۵۰ °	" ۱۹/۵۷ ′ ۵۷ ۳۵ °	برغان بالادست	۲
سنگ ریزه–ماسه درشت	" ۴۹/۱۱ ′ ۵۴ ۵۰ °	" ۲۲/۶۷ ′ ۵۷ ۳۵ °	امین‌آباد	۳
قلوه سنگ–سنگ ریزه	" ۰۲/۹۱ ′ ۵۴ ۵۰ °	" ۲۲/۰۲ ′ ۵۷ ۳۵ °	تالیان	۴
سنگ ریزه–ماسه درشت	" ۰۰/۵۵ ′ ۵۳ ۵۰ °	" ۲۱/۴۷ ′ ۵۷ ۳۵ °	علاقبند	۵
ماسه درشت–سنگ ریزه	" ۳۸/۷۳ ′ ۵۲ ۵۰ °	" ۳۴/۳۸ ′ ۵۷ ۳۵ °	سیاه کران	۶
سنگ ریزه–ماسه درشت	" ۵۶/۲۶ ′ ۵۱ ۵۰ °	" ۲۳/۶۱ ′ ۵۷ ۳۵ °	روستا	۷
سنگ ریزه–ماسه درشت	" ۳۳/۲۱ ′ ۵۱ ۵۰ °	" ۳۷/۰۷ ′ ۵۷ ۳۵ °	تقاطع جاده اغشت	۸
سنگ ریزه–ماسه درشت	" ۳۶/۹۱ ′ ۵۰ ۵۰ °	" ۲۱/۴۷ ′ ۵۷ ۳۵ °	جاده کردان	۹
قلوه سنگ–سنگ ریزه	" ۹۱/۱۶ ′ ۴۹ ۵۰ °	" ۴۴/۰۹ ′ ۵۶ ۳۵ °	پل کردان	۱۰

جدول ۲: نحوه امتیازدهی به خانواده‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی (BMWP) بر اساس استانداردهای تعریف‌شده توسط WMO (۱۹۸۸).

Common Name	Families	امتیازها
Mayflies	Siphlonuridae, Heptageniidae Leptophlebidae Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae	۱۰
Stoneflies	Taenioptrygidae, Leuctridae, Capniidae Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae	
River Bug	Aphelocheidae,	
Caddisflies	Phryganeidae, Molannidae, Beraidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Sericostomatidae	۹
Crayfish	Astacidae	۸
Dragonflies	Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, orduliidae, Libellulidae	
Caddiflies	Psychomyidae, Philoptamiidae	۷
Mayflies	Caenidae	
Stoneflies	Nemouridae	
Caddiflies	Rhyacophilidae, Polycentropidae, Limnephilidae	۶
Snails	Neritidae, Viviparidae, Ancvlidae	
Caddiflies	Hydroptilidae	
Mussels	Unionidae	
Shrimps	Corophiidae, Gammaridae	
Dragonflies	Platycnemididae, Coenagriidae	۵
Water Bugs	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae	
Water Beetles	Haliplidae, Hygrobiidae, Dystiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elminthidae, Chysomelidae, Curculionidae	
Caddisflies	Hydropsychidae	
Craneflies	Tipulidae	
Blackflies	Simuliidae	۴
Flatworms	Planardriidae, Dendrocoelidae	
Mayflies	Betidae	
Alderflies	Sialidae	

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

Common Name	Families	امتیازها
Leeches	Piscicolidae	۳
Snails	Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Planorbidae	
Cockles	Sphaeriidae	
Leeches	Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae	
Hoglouse	Asellidae	۲
Midges	Chironomidae	
Worms	Oligochaeta (whole class)	۱

جدول ۳: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص زیستی BMWP (Mandaville,۲۰۰۲).

Site	ASPT	Biological Class	Remark
A	≥ 0.89	A	Very Good
B	0.77-88	B	Good
C	0.66-76	C	Fair
D	< 0.66	D	Bad

بر اساس نظر Wright و همکاران (۱۹۹۳)

ASPT ≥۰/۸۹ = A (خیلی خوب); ASPT = ۰/۸۸-۷۸= B (خوب);

ASPT =۰/۶۶ -۰/۷۶ = C (ضعیف); ASPT < ۰/۶۶ = D (بد)

جدول ۴: جدول استاندارد شاخص ASPT (Wright و همکاران، ۱۹۹۳).

طبقه کیفی آب	میزان عددی شاخص شانون
آب‌های تمیز	۵-۳
آب‌های با آلودگی یا استرس متوسط	۳-۱
آب‌های با آلودگی یا استرس زیاد	۱ و کمتر از یک

جدول ۵: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص زیستی BMWP (Mandaville, 2002).

توضیح	طبقه کیفی	امتیاز کلی شاخص
آلودگی شدید	خیلی بد	۱۰-۰
آلوده یا تحت تأثیر قرارگرفته	بد	۴۰-۱۱
به‌طور متوسط تحت تأثیر قرارگرفته	متوسط	۷۰-۴۱
مقداری تحت تأثیر قرارگرفته	خوب	۱۰۰-۷۱
غیر آلوده	خیلی خوب	۱۰۰ <

نتایج

مطالعه بافت رسوبات در ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان می‌دهد که ترکیب عمده رسوبات بر اساس مقیاس استاندارد Wentworth (۱۹۲۲) قلوه‌سنگی همراه با سنگ‌ریزه و به‌تدریج در ایستگاه‌های میانه منطقه موردمطالعه دانه‌ریز تر شده، به‌طوری‌که در ایستگاه‌های ۵ تا ۹ با غالبیت ذرات سنگ‌ریزه و ماسه درشت (ذرات با قطر ۱ تا ۲ میلی‌متر) همراه بود. نتایج نوع بستر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در رودخانه کردان در

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

جدول ۱ ارائه‌شده است. در بررسی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف زی در فصول چهارگانه جمعاً ۲۶ گونه و جنس یا مراحل لاروی متعلق به ۱۶ خانواده شناسایی شدند که نتایج آن در جدول ۶ ارائه‌شده‌اند.

جدول ۶: گونه‌ها، جنس‌ها و مراحل لاروی بزرگ بی‌مهرگان کف زی (تعداد در سانتی‌متر مربع رسوب) شناسایی‌شده در رودخانه کردان در چهارفصل سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

گونه‌ها، جنس‌ها و لاروها	خانواده	تعداد در ۵۰/۲۵ سانتی مترمربع			
		تابستان ۱۳۹۶	بهار ۱۳۹۶	زمستان ۱۳۹۵	پاییز ۱۳۹۵
Sphaeromopsis persicolpos	Sphaeromatidae	۵۷	۱۵۷	۱۲۵	۹۷
Heptagena sp.	Heptageniidae	۸۴	۶۶	۴۲	۸۷
Pseudiron sp.	Heptageniidae	۱۳	۱۳	۵	۹
Bibiocephala sp.	Blephariceridae	۱	--	۲۰۱	۸۷
Rhithrogena sp.	Heptageniidae	۵۱	۴۴	۱۲۷	۶۲
Hydropsyche instabilis (Curtis, 1834)	Hydropschidae	۵۶	۱۴۰	۲	۳۲۲
Rhyacophila sp.	Rhacophilidae	۴	۴۴	۲۴	۱۳
Anthomiidae larva	Anthomiidae	۴۲	۲۴	۱۳۴	۱۷۳
Chironomus sp.	Chironomidae	۶۵	۴۴	۶۵	۸۹
Leptoceridae larva	Leptoceridae	۶۰	۵۵	۲۵	۲۷
Scimyzidae larva	Sciomyzidae	۳۶	۱۳	--	۱۰
Simulium sp.	Simuliidae	۱۷۴	۱۶۸	۳۸	۸۷
Diptera larva	----	--	--	۵	۳۴
Lumbriculus sp.	Lumbriculidae	۷۷	۲۷	۴۴	۱۱۰
Gammarus sp.	Gammaridae	۲	۱۲۰	--	۲
Culicidae pupa	Culicidae	--	--	--	۱
Nemacheilus frenatus atrenatus	Balitoridae	--	--	۸	--
Helicopsyche sp.	Helicopsychidae	۴۳	--	۳۴	--
Helichus sp.	Dryopidae	--	۱	--	--
Unknown aquatic larva sp.1	----	۱۷	۲	--	--
Unknown aquatic larva sp.2	----	--	۳۱	--	--
Unknown aquatic larva sp.3	----	۵	--	--	--
Unknown aquatic larva sp.4	----	--	--	۴	--
	Total	۷۸۷	۹۴۹	۸۸۳	۱۲۱۰

امتیازات بیولوژیک (مقادیر BMWP) و همچنین مقادیر ASPT بر اساس منابع WMO (۱۹۸۸)، ISO-BMWP (۱۹۹۸)، جدول Wright و همکاران (۱۹۹۳)، Mandaville (۲۰۰۲) در جداول ۳، ۴ و ۵ ارائه‌شده‌اند. بر اساس جدول Wright و همکاران (۱۹۹۳) کمترین مقادیر ASPT در دو فصل بهار و تابستان ۹۶ و بیشترین مقادیر در فصول پاییز و زمستان ۹۵ به دست آمد. مقادیر به‌دست‌آمده از سنجش ASPT

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

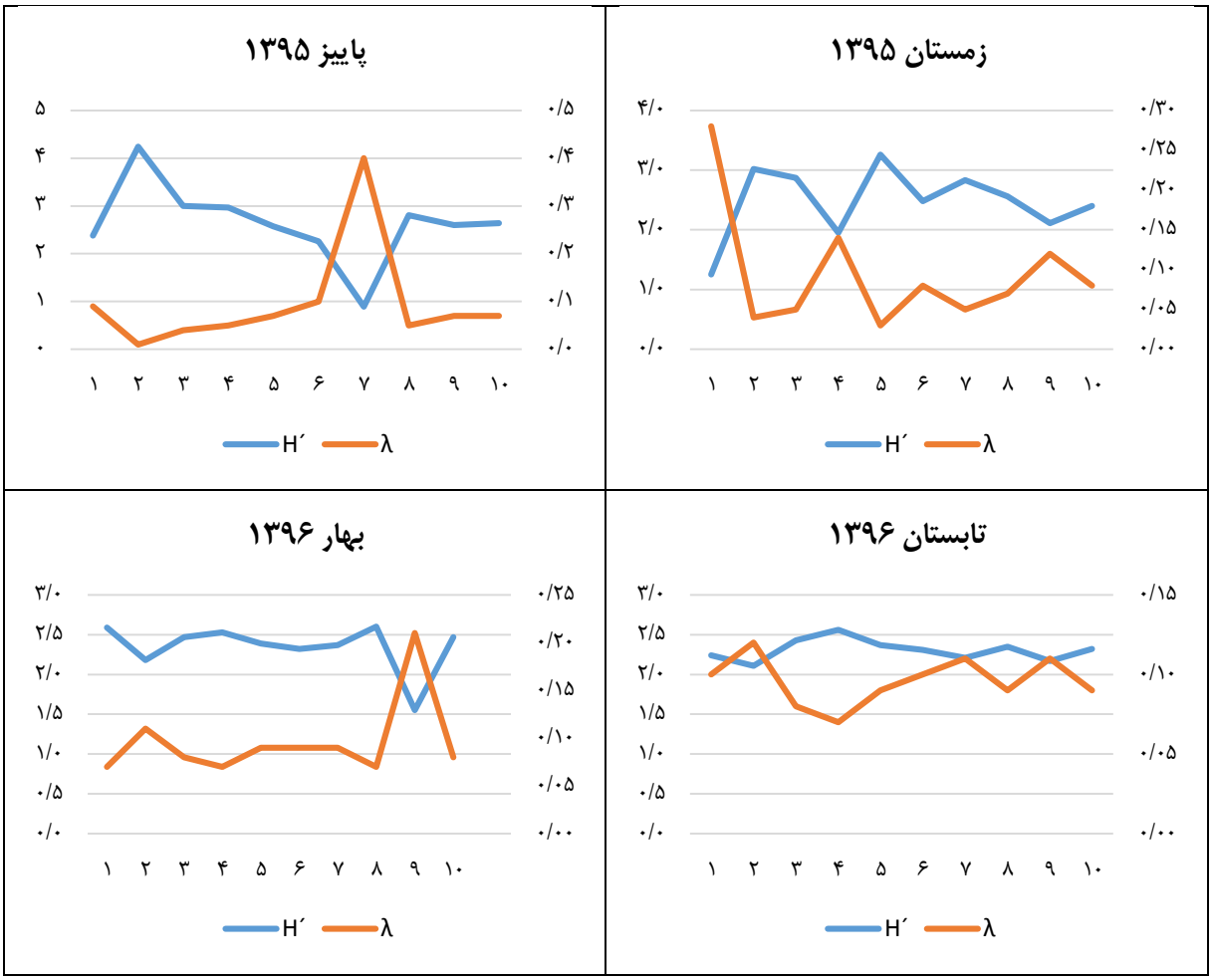
نشان داد که منطقه موردمطالعه بر اساس جدول Wright در فصول بهار و تابستان ۹۶ با مقادیر ۰/۵۸ و ۰/۶۰ معرف شرایط نامساعد زیست‌محیطی و در فصول پاییز و زمستان ۹۵ با میزان ۰/۹۰ از شرایط خیلی خوب زیست‌محیطی برخوردار بوده‌اند. با توجه به جدول Mandaville (۲۰۰۲) و مقادیر به‌دست‌آمده از سنجش شاخص BMWP، منطقه موردمطالعه در چهارفصل نمونه‌برداری شده در طبقه خوب قرار می‌گیرد.

جدول ۷: امتیازات بیولوژیک برحسب خانواده‌ها و مقادیر محاسبه‌شده BMWP و ASPT در چهارفصل سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

مقادیر BMWP				مقادیر ASPT			
پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶	پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶
۳	۳	۳	۳				
۸	۸	۸	۸				
۸	۸	۸	۸				
۱۰	۱۰	۸	۱۰				
۸	۸	۵	۸				
۵	۵	۷	۵				
۷	۷	۳	۷				
۳	۳	۳	۳	شرایط خیلی خوب	شرایط خیلی خوب	شرایط بد	شرایط بد
۳	۳	۱۰	۳				
۱۰	۱۰	۳	۱۰				
۳	۶	۶	۳				
۶	۳	۲	۲				
۲	۲	۶	۶				
۶	۳	۵	۲				
۲	۱۰						
جمع کل = ۸۶	جمع کل = ۸۸	جمع کل = ۷۷	جمع کل = ۸۶	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۵۸	۰/۶۰

مقادیر به‌دست‌آمده از سنجش شاخص‌های زیستی (H') و (λ) در چهارفصل نمونه‌برداری در شکل ۲ نشان داده‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده از سنجش شاخص‌های H' و λ نشان داد که بیشترین مقادیر عددی H' به ترتیب در ایستگاه‌های ۲ فصل پاییز (H'=۴/۲۴)، ایستگاه ۵ فصل زمستان (H'=۳/۲۶)، ایستگاه ۲ فصل زمستان (H'=۳/۰۲) و ایستگاه ۳ فصل پاییز (H'=۳) به ثبت رسید. بیشترین مقادیر عددی شاخص λ نیز به ترتیب در ایستگاه‌های ۷ فصل پاییز (λ=۰/۴۰) و ایستگاه ۱ فصل زمستان بود (شکل ۲).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]



شکل ۲: نتایج شاخص‌های شانون (H′) و سیمپسون (λ) در ایستگاه‌های موردمطالعه رودخانه کردان در چهارفصل سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

نتایج آنالیز آزمون پیرسون بین تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی و متغیرهای محیطی در چهارفصل نمونه‌برداری در جدول ۸ نشان داده‌شده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

جدول ۸: نتایج آنالیز آزمون پیرسون بین تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی و متغیرهای محیطی در منطقه موردمطالعه رودخانه کردان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

پاییز ۹۵	r value=۰/۶۷*	ذرات با قطر ۲ میلی‌متر	تراکم
	r value=۰/۶۶*	دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (میلی‌گرم/لیتر)
زمستان ۹۵	r value=۰/۴۸	ذرات با قطر ۲ میلی‌متر	تراکم
	r value=۰/۷۹**	دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (میلی‌گرم/لیتر)
بهار ۹۶	r value=۰/۶۷*	ذرات با قطر ۲ میلی‌متر	تراکم
	r value=۰/۹۳**	دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (میلی‌گرم/لیتر)
	r value=۰/۹۷**	دما (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)
تابستان ۹۶	r value=۰/۹۰**	ذرات با قطر ۲ میلی‌متر	تراکم
	r value=۰/۹۰**	شوری mg/L	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)
	r value=۰/۹۷**	دما (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)
**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

نتایج سنجش متغیرهای محیطی در جدول ۹ ارائه‌شده است بر این اساس بیشترین و کمترین مقادیر اکسیژن محلول به ترتیب در فصول پاییز ۹۵ (ایستگاه ۸) و تابستان ۹۶ (ایستگاه ۹) و با میزان ۸/۲±۰/۵۰ و ۶/۱±۰/۳۸ (میلی‌گرم/لیتر) اندازه‌گیری شد.

میزان شوری نوساناتی بین ۰/۰۲۶ (ایستگاه ۱ زمستان ۹۵) تا ۰/۰۸ میلی‌گرم/لیتر (ایستگاه ۷ پاییز) را نشان داد. پارامتر دما به دلیل تغییرات فصلی بیشترین نوسانات را به ثبت رساند، با بیشترین و کمترین مقادیر در ایستگاه‌های ۸ و ۹ و ۱۰ فصل تابستان با میزان ۱۶/۹±۰/۲۸ و ایستگاه‌های ۱ و ۲ فصل زمستان با میزان ۳/۶±۱/۰۲ درجه سانتی‌گراد. میزان pH سنجش شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده نوساناتی بین ۷/۰±۳/۲۵ در ایستگاه‌های ۹ و ۱۰ فصل پاییز و ایستگاه ۳ فصل زمستان تا ۸/۹±۰/۴ در ایستگاه ۱ فصل بهار را به ثبت رساند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

جدول ۹: میانگین نتایج سنجش متغیرهای محیطی ایستگاه‌های موردمطالعه رودخانه کردان در فصول نمونه‌برداری (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

شماره ایستگاه	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)				شوری (میلی‌گرم/لیتر)				دما (درجه سانتی‌گراد)				pH			
	پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶	پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶	پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶	پاییز ۹۵	زمستان ۹۵	بهار ۹۶	تابستان ۹۶
۱	۷/۴ ±۰/۳۰	۸/۱ ±۰/۲۱	۸/۱ ±۰/۳۶	۷/۱ ±۰/۳۱	۰/۰۳ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۶ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰/۰۱	۷/۳ ±۰/۵۱	۳/۶ ±۱/۱	۱۴/۳ ±۰/۶۹	۱۵/۲ ±۰/۴۸	۸/۱ ±۰/۳۰	۸/۱ ±۰/۲۷	۸/۹ ±۰/۴۰	۸/۱۹ ±۰/۲۶
۲	۷/۵ ±۰/۳۱	۸/۰۱ ±۰/۱۹	۸/۰ ±۰/۳۲	۷/۳ ±۰/۲۵	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰/۰۱	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۷/۵ ±۰/۴۶	۳/۶ ±۰/۹۵	۱۴/۲ ±۰/۰۶	۱۶/۱ ±۰/۳۲	۸/۰ ±۰/۲۸	۷/۷ ±۰/۲۳	۸/۱ ±۰/۲۴	۸/۱۳ ±۰/۲۴
۳	۷/۷ ±۰/۳۳	۷/۳۸ ±۰/۱۴	۷/۹ ±۰/۲۷	۷/۴ ±۰/۲۹	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۷/۴ ±۰/۴۱	۴/۷ ±۰/۸۴	۱۴/۲ ±۰/۵۸	۱۶/۳ ±۰/۲۸	۷/۹ ±۰/۲۹	۷/۳ ±۰/۲۹	۷/۹ ۰/۲۲	۷/۹۱ ±۰/۲۲
۴	۷/۶ ±۰/۳۵	۷/۷۶ ±۰/۱۳	۷/۵ ±۰/۲۰	۷/۰ ±۰/۳۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰/۰۱	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۷/۹ ±۰/۲۷	۵/۰ ±۰/۷۱	۱۵/۱ ±۰/۴۱	۱۵/۸ ±۰/۳۶	۸/۲ ±۰/۳۰	۷/۹ ±۰/۲۱	۷/۸ ±۰/۲۲	۷/۷۷ ±۰/۲۳
۵	۷/۵ ±۰/۳۸	۷/۷۲ ±۰/۱۲	۷/۶ ±۰/۲۱	۷/۱ ±۰/۱۷	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۰/۰۲ ±۰/۰۱	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۰/۰۳ ±۰/۱۰	۸/۲ ±۰/۲۱	۶/۱ ±۰/۵۵	۱۵/۱ ±۰/۳۹	۱۶/۲ ±۰/۱۷	۸/۱ ±۰/۲۶	۷/۷ ±۰/۲۳	۸/۱ ±۰/۲۳	۸/۱۲ ±۰/۲۵
۶	۷/۴ ±۰/۴۱	۷/۵ ±۰/۱۲	۷/۵ ±۰/۱۷	۶/۹ ±۰/۴۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۴ ±۰/۰۱	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۸/۵ ±۰/۱۹	۶/۳ ±۰/۵۶	۱۵/۲ ±۰/۳۵	۱۶/۹ ±۰/۴۱	۷/۷ ±۰/۲۱	۷/۸ ±۰/۲۳	۷/۹ ±۰/۲۵	۷/۹۵ ±۰/۱۹
۷	۷/۷ ±۰/۴۴	۷/۳۹ ±۰/۱۳	۷/۳ ±۰/۱۱	۶/۷ ±۰/۲۵	۰/۰۸ ±۰/۰۱	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۰/۰۶ ±۰/۰۰۷	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۸/۶ ±۰/۲۱	۶/۰ ±۰/۶۱	۱۵/۴ ±۰/۲۶	۱۶/۸ ±۰/۳۰	۷/۳ ±۰/۲۳	۸/۳ ±۰/۲۳	۷/۶ ±۰/۱۹	۷/۶۳ ±۰/۱۲
۸	۸/۲ ±۰/۵۰	۷/۶۱ ±۰/۰۶	۷/۰ ±۰/۰۸	۶/۲ ±۰/۱۸	۰/۰۶ ±۰/۰۱	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۰/۰۷ ±۰/۰۰۴	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۸/۸ ±۰/۲۴	۷/۱ ±۰/۵۹	۱۶/۱ ±۰/۰۸	۱۶/۹ ±۰/۲۷	۷/۷ ±۰/۲۰	۸/۲ ±۰/۲۰	۷/۷ ±۰/۱۲	۷/۷۰ ±۰/۱۳
۹	۷/۹ ±۰/۴۵	۷/۶۴ ±۰/۰۶	۷/۲ ±۰/۰۵	۶/۱ ±۰/۳۸	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۰/۰۷ ±۰/۰۰۵	۰/۰۶ ±۰/۰۱	۸/۵ ±۰/۱۵	۷/۲ ±۰/۶۴	۱۶/۰ ±۰/۰۵	۱۶/۹ ±۰/۴۱	۷/۸ ±۰/۲۳	۷/۹ ±۰/۱۰	۷/۴ ±۰/۱۳	۷/۳۹ ±۰/۰۴
۱۰	۷ ±۰/۱۰	۷/۷۷ ±۰/۱۲	۷/۱ ±۰/۰۶	۶/۳ ±۰/۱۹	۰/۰۵ ±۰/۰۱	۰/۰۶ ±۰/۰۱	۰/۰۸ ±۰/۰۰۳	۰/۰۷ ±۰/۰۱	۸/۲ ±۰/۲۱	۷/۰ ±۰/۶۳	۱۵/۹ ±۰/۰۶	۱۶/۹ ±۰/۱۶	۷/۳ ±۰/۲۳	۷/۷ ±۰/۲۴	۷/۵ ±۰/۰۴	۷/۴۸ ±۰/۱۰

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

بحث و نتیجه‌گیری

رودخانه‌ها اکوسیستم‌های پویا و ارزشمندی هستند که ضمن حفظ بخش مهمی از تنوع زیستی در کره زمین، طیف گسترده‌ای از نیازهای جوامع انسانی مانند آب آشامیدنی، مواد پروتئینی، کشاورزی، صنعتی و حمل‌ونقل را نیز تأمین می‌کنند. بر همین اساس حفظ پایداری و سلامت رودخانه‌ها برای انسان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. رودخانه‌ها دامنه گسترده‌ای از بی‌مهرگان را در خود جای‌داده‌اند که امروزه از آن‌ها به‌عنوان شاخص‌ها و نشانگرهای کیفی آب استفاده می‌کنند. اگرچه در ارزیابی‌های اکولوژیک از شاخص‌های متعددی استفاده می‌شود، اما در بیشتر مطالعات امروزه ایران و جهان از بی‌مهرگان کف زی در سطوح خانواده، جنس یا گونه، فراوانی و یا ترکیب تاکسونومیک به شکل امتیازدهی به خانواده‌های مقاوم به آلودگی و یا گروه‌های حساس استفاده می‌کنند (مسگران‌کریمی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ممبینی و نبوی، ۱۳۹۱؛ وثوقی و همکاران، ۱۳۹۳؛ شکری و همکاران، ۱۳۹۴؛ شیرچی و همکاران، ۱۳۹۴؛Kamali و Esmaeeli (۲۰۰۹)، Timm و همکاران (۲۰۰۸)، Spyra و همکاران (۲۰۱۷)). بر همین اساس در مطالعه حاضر علاوه بر شاخص‌های BMWP و ASPT از دو شاخص تنوع و غالبیت گونه‌ای شانون (H′) و سیمپسون (λ) نیز استفاده گردید.

در این مطالعه غالب گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان جمع‌آوری‌شده به حشرات آبزی یا مراحل لاروی آن‌ها تعلق داشتند. بسیاری از مطالعات انجام‌شده در رودخانه‌ها نیز چنین روندی را نشان داده‌اند مانند تحقیقات Kamali و Esmaeeli (۲۰۰۹) در رودخانه لاسم؛ نادری جلودار و همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه هراز؛ شیرچی‌ساسی و همکاران (۱۳۹۴) در رودخانه جاجرود؛ Hynes (۱۹۷۷) و Pipan (۲۰۰۰) در رودخانه Rek. در مطالعه حاضر ۱۶ خانواده از بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی شد که مشابه با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش یداللهی و همکاران (۱۳۸۹) در رودخانه سنبل‌رود با ۱۴ خانواده می‌باشد. اگرچه برخی از پژوهش‌ها مانند بررسی‌های انجام‌شده توسط کاظمی (۱۳۸۲) در رودخانه طالقان در غرب تهران با ۳۴ خانواده و بسیاری از رودخانه‌های نیکاراگوئه با میانگین ۳۸ خانواده (Fenoglio *et al.*, 2003) نمونه‌هایی از تفاوت در ساختارهای فون کف زیان رودخانه‌ای به شمار می‌رود. عوامل متعددی مانند سلامت و عدم وجود منابع آلاینده، تنوع زیستگاه‌ها، منابع غذایی و ساختار بستر در افزایش یا کاهش تنوع زیستی رودخانه‌ها ایفای نقش می‌کنند.

گونه‌ها و جنس‌های Hydropsyche instabilis (Curtis, 1834) (order: Trichoptera)؛ Rithrogena sp. (order: Ephemeroptera)؛ Heptagena sp. (order: Ephemeroptera)؛ Anthomiidae larva (order: Diptera)؛ Gammarus sp. (order: Amphipoda)؛ Bibiocephala sp. (order: Diptera)؛ Simulium sp. (order: Diptera)؛ Sephaeromopsis persiculpus (Khalaji-Pirbalouty and Wagele, 2009)؛ Lumbriculus sp. (order: Lumbriculida)؛ و Chironomus sp. (order: Diptera) غالب‌ترین گروه‌های فون بسترزیان رودخانه کردان در منطقه موردمطالعه در چهارفصل نمونه‌برداری را به خود اختصاص داده بودند. بر اساس مطالعات Buchard (۲۰۰۴) حضور گروه‌هایی مانند زودمیران (Mayflies) یا Ephemeroptera و بهاره‌ها (Stonflies) یا Plecoptera و موی‌بالان (Caddisflies) یا Trichoptera که مقاومت کمی در برابر آلودگی دارند در یک رودخانه نشان‌دهنده سلامت و نبود آن‌ها نشانه آلودگی آب‌ها به شمار می‌روند. حضور نمایندگانی از گروه‌های حساس به آلودگی در منطقه موردمطالعه مانند H. instabilis (Tricopeta)؛ Ritrogena sp. (Ephemeropeta) و Heptagena sp. (Ephemeroptera) مؤید شرایط نسبتاً مناسب زیست‌محیطی رودخانه کردان در فصول نمونه‌برداری به شمار می‌رود. اگرچه به‌طور هم‌زمان نمایندگانی از گروه‌های مقاوم به آلودگی مانند Simulium sp. (True flies) از دوبالان (Diptera)، Chironomus sp. از دوبالان (Diptera)، Lumbriculus sp. از کرم‌های کم تار (Lumbriculida) و Anthomiidae larva می‌تواند نشانه استرس‌های منطقه‌ای یا آلودگی در نقاطی از بدنه رودخانه باشد. به‌عنوان‌مثال میزان عددی کم شاخص تنوع‌گونه‌ای شانون (H′) در ایستگاه ۷ (فصل پاییز ۹۵)، ایستگاه ۱ (فصل زمستان ۹۵) و ایستگاه ۹ (فصل بهار ۹۶) با

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

مقادیر ۰/۸۹، ۱/۲۵ و ۱/۵۵ که معرف شرایط نامناسب زیست‌محیطی است می‌تواند ناشی از ورود فاضلاب‌های روستایی و یا سایر آلاینده‌ها به رودخانه باشد.

طی دوره تحقیق در رودخانه کردان بیشترین فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کف زی در دو فصل زمستان ۹۵ و بهار ۹۶ مشاهده و به ثبت رسید. مطالعات علمی Aazami و همکاران (۲۰۲۰) و وثوقی و همکاران (۱۳۹۳) در رودخانه‌های زادمرود (ساری–مازندران) و رودخانه کلارود (استان مازندران) و Sharma و همکاران (۲۰۰۴) نیز با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارد.

طبقه‌بندی کیفیت آب منطقه موردمطالعه رودخانه کردان بر اساس شاخص زیستی BMWP (جدول ۵) در چهارفصل نمونه‌برداری با امتیازهای کلی ۸۶ (فصل پاییز ۹۵)، ۸۸ (فصل زمستان ۹۵)، ۷۷ (فصل بهار ۹۶) و ۸۶ (فصل تابستان ۹۶) در طبقه خوب با مقداری تحت تأثیر قرارگرفته، جا گرفت. دبی (۱۱/۶۴ میلیون مترمکعب در سال) و عمق کم (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) رودخانه همراه با ورود فاضلاب‌های روستایی، زهاب‌های کشاورزی و همچنین تغییرات فصلی متغیرهای محیطی همراه با سیکل زندگی گروه‌های مختلف بزرگ بی‌مهرگان کف زی، تغذیه از آن‌ها توسط سایر آبزیان و حتی پرندگان ازجمله عواملی هستند که بر ساختار اجتماعات تأثیرگذارند. این عوامل تأثیرگذار بر ساختارهای اجتماعات کف زیان رودخانه‌ها، توسط محققین زیادی مورد تائید قرارگرفته است (شاپوری و همکاران (۱۳۸۹)؛ ممبینی و نبوی (۱۳۹۱)؛ وثوقی و همکاران (۱۳۹۳)؛ عظیمی و همکاران (۱۳۹۴)؛ شکری و همکاران (۱۳۹۴)، Fenoglio و همکاران (۲۰۰۲)، Sharma و همکاران (۲۰۰۴)، Docile و همکاران (۲۰۱۵)). بر اساس جدول Wright و همکاران (۱۹۹۳) کمترین مقادیر سنجش شده ASPT با ارقام عددی ۰/۵۸ و ۰/۶۰ در دو فصل بهار و تابستان ۹۶ به دست آمد که معرف شرایط نامساعد زیست‌محیطی در منطقه موردمطالعه است و مقادیر ASPT در دو فصل پاییز و زمستان با میزان عددی ۰/۹۰ نشان‌دهنده شرایط خیلی خوب زیست‌محیطی است (جدول ۷).

شاخص‌های اکولوژیک شانون (H') و سیمپسون (λ) از کاربردی‌ترین شاخص‌های کیفی در بدنه‌های آبی به شمار می‌روند که در مطالعه حاضر نیز از آن‌ها استفاده‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده از سنجش این دو شاخص (شکل ۲) و با توجه به الگوی مدل Welch (۱۹۹۲) (جدول ۴) به‌استثنای ایستگاه‌های ۲ (فصل پاییز ۹۵) با میزان عددی H'=۴/۲۲، ایستگاه ۲ (فصل زمستان ۹۵) با میزان عددی H'=۳/۰۲ و ایستگاه ۵ (فصل زمستان ۹۵) با میزان عددی $H' <$ ۳/۲۶ که در طبقه کیفی آب‌های تمیز قرار می‌گیرند، سایر ایستگاه‌ها (به‌استثنای ایستگاه‌های ۷ پاییز ۹۵، ایستگاه ۱ زمستان ۹۵ و ایستگاه ۹ فصل بهار که شرایط آب‌های نسبتاً آلوده رادارند) در طبقه کیفی آب‌های با آلودگی یا استرس متوسط قرار دارند. محققین زیادی مانند ممبینی و نبوی (۱۳۹۱) در رودخانه جراحی (استان خوزستان) و Keci و همکاران (۲۰۱۷) در رودخانه Ishmi آلبانی نتایج مشابهی را در مناطق مورد مطالعات خود در خصوص شاخص شانون (H') گزارش نموده‌اند. دو شاخص تنوع‌گونه‌ای شانون (H') و غالبیت گونه‌ای سیمپسون (λ) به علت اینکه تصویر آینه‌ای یکدیگر هستند از مقبولیت علمی زیادی در بین محققین برخوردار هستند. بر این اساس هنگامی‌که شاخص شانون به سمت حداکثر رقم عددی خود یا ۵ نزدیک می‌شود، شاخص غالبیت به سمت صفر نزدیک می‌شود و بالعکس (شاخص شانون بین ۵–۰ و شاخص سیمپسون بین ۱–۰ در نوسان هستند). (شکل ۲).

ساختار بستر از مهم‌ترین پارامترهای محیطی رودخانه‌ها به شمار می‌رود که در پراکنش بی‌مهرگان کف زی نقشی اساسی دارد و توسط بسیاری از محققین مانند Beauger و همکاران (۲۰۰۶) و Duan و همکاران (۲۰۰۸) مورد تأکید و تائید قرارگرفته است. نتایج آنالیز آزمون پیرسون بین تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی و بافت بستر در منطقه موردمطالعه نیز چنین روندی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول ۸ نشان داده‌شده است در کلیه فصول ارتباطی مثبت و معنی‌دار در سطح $P<0.05$ بین تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی و ذرات رسوبی با قطر ۲ میلی‌متر به ثبت رسیده است. همچنین در پاییز (r value=۰/۶۶*) و زمستان ۹۵ (r value=۰/۷۹**) ارتباطی مثبت و معنی‌دار در سطوح P<۰/۰۱ بین پارامترهای دما و شوری مشاهده شد. این ارتباط همچنین در بهار ۹۶ بین دما و شوری در سطح P<۰/۰۱ با میزان r value=۰/۹۳** به دست آمد. طی یک فرایند طبیعی با افزایش دما و به‌ویژه در رودخانه‌های کم‌عمق مانند رودخانه کردان، شوری افزایش‌یافته و میزان اکسیژن محلول آب کاهش پیدا می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر (جدول ۹) به‌وضوح این روند را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در دو فصل بهار و تابستان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

۹۶ که میزان دما افزایش محسوسی را نشان می‌دهد موجب کاهش نسبی میزان اکسیژن محلول در آب‌شده و نتایج آنالیز آزمون پیرسون نیز ارتباط منفی و معنی‌دار r value=۰/۹۷** در سطح P< ۰/۰۱ را بین اکسیژن محلول و دمای آب سنجش نموده است.

بر اساس مطالعات Buchard (۲۰۰۴) حضور قابل‌ملاحظه گونه‌ها و افراد ۳ راسته بهاره‌ها (Plecoptera stoneflies)، زودمیران (Ephemeroptera or Mayflies) و موی بالان (Trichoptera or Caddisflies) در رودخانه‌ها از شاخص‌های آب‌های غیره آلوده به شمار می‌روند.

نتایج مطالعه حاضر نیز با غالبیت نسبی گونه‌های زودمیران و موی‌بالان در منطقه موردمطالعه رودخانه کردان همراه بوده است که درمجموع شرایط نسبی خوبی را نشان داده، اما حضور دوبالان و کرم‌های کم تار که معرف گونه‌های مقاوم به آلودگی به شمار می‌روند نشان‌دهنده نوعی از استرس‌ها یا آلودگی‌ها است که می‌تواند ناشی از فعالیت‌های انسانی باشد. البته باید توجه داشت که رودخانه‌های با دبی و عمق کم مانند رودخانه کردان به‌شدت تحت تأثیر آلودگی‌های حاشیه رودخانه هستند. با ورود هرگونه آلاینده‌ای به‌سرعت بر کیفیت آب تأثیرگذار بوده و احتمال مرگ‌ومیر و جابجایی شماری از بی‌مهرگان (به‌ویژه لاروهای حشرات آبزی) را به همراه دارد و می‌تواند نتایج محقق را در زمان نمونه‌برداری، در بخش‌های پذیرنده آلاینده تحت تأثیر قرار دهد. انجام مطالعات پایش لیمنولوژیک در کل رودخانه کردان و حذف منابع آلاینده رودخانه مانند فاضلاب‌های روستایی و زهاب‌های کشاورزی می‌تواند در پایداری و حفظ کیفیت مطلوب آن نقشی اساسی ایفا نماید.

منابع

شاپوری، م.، ذوالریاستین، ن. و آذرباد، ح.، ۱۳۸۹. ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگان رود بر پایه شاخص‌های زیستی. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال پنجم، شماره سوم، صفحات ۱۲۹-۱۱۵.

شکری، م.، رحمانی، ح. و احمدی، م. ر.، ۱۳۹۴. ارزیابی گروه‌های تغذیه‌ای بزرگ بی‌مهرگان کف زی به‌عنوان شاخص کیفی آب رودخانه تجن. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۸، شماره ۱، صفحات ۶۱-۵۲.

شیرچی‌ساسی، ز.، عبدلی، الف. و هاشمی، س. ح.، ۱۳۹۴. ارزیابی کارایی شاخص‌های زیستی یگانه و چندگانه بزرگ بی‌مهرگان کف زی برای تعیین کیفیت آب (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود). محیطزیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸ شماره ۱، صفحات ۹۳-۸۳.

کاظمی، ر.، ۱۳۸۲. مطالعه هیدرولوژی و اکولوژیک فون کف زیان رودخانه طالقان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۷۵ ص.

کرمی، م.، میردار هریجانی، ج.، قرائی، الف. و پوریا، م.، ۱۳۹۶. بررسی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب با استفاده از شاخص‌های زیستی BMWP و ASPT. مجله بوم‌شناسی آبزیان، دوره ۷ شماره ۱، صفحات ۳۸-۲۹.

مسگران‌کریمی، ج.، آذری‌تاکامی، ق.، خارا، ح. و عباسپور، ر.، ۱۳۹۱. تعیین تنوع و فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کف زی رودخانه دو هزار تنکابن با استفاده از شاخص‌های زیستی. مجله آبزیان و شیلات، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۳۹-۲۷.

ممبینی، ش. و نبوی، س. م. ب.، ۱۳۹۱. مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به‌عنوان شاخص‌های آلایندگی در رودخانه جراحی (محدوده مقبره سید عاشور تا ورودی شهر شادگان). علوم و تکنولوژی محیطزیست، دوره چهاردهم، شماره یک، صفحات ۱۲۵-۱۱۷.

نادری‌جلودار، م.، عبدلی، ا.، میرزاخانی، م.ک. و شریفی‌جلودار، ر.، ۱۳۹۰. پاسخ بزرگ بی‌مهرگان کف زی رودخانه هراز به پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۴، شماره ۲، صفحات ۱۷۶-۱۶۳.

وثوقی، ع.، وطن‌دوست، ص. و بابازاده، م.، ۱۳۹۳. بررسی کیفیت آب رودخانه کلارود (استان مازندران) با استفاده از ماکروبنتوزها. فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری، سال دوم، شماره پنجم، صفحات ۷۲-۵۹.

یداللهی، س.، شاپوری، م.، کمالی، الف. و اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۹. بررسی امکان تأثیر جوامع کف زیان رودخانه سنبل رود روی تعیین کیفیت آب در منطقه سوادکوه. مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، دوره ۲، شماره ۴، صفحات ۵۲-۴۷.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

Aazami, J., Maghsodlo, H. and Valikhani, H., 2020. Health evaluation of riverine ecosystems using aquatic macroinvertebrates: a case study of the Mohammad- Abad River, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology, 17: 2637-2644.

Beauger, A., Lair, N., Reyes-Marchant, P. and Peiry, J. L., 2006. The distribution of macroinvertebrate assemblages in a rich of the River Allier (France) in relation to riverbed characteristics. Hydrobiologia, 571: 63-76.

Brysiewica, A., Wolska, M., Czerniejewski, P. and Wojciechowska, A., 2020. Impact of selected abiotic components on the variability of macrobenthic community structure in small watercourses. Polish Journal of Environmental Studies, 29: 17-25.

Buchard, R. W., 2004. Guide to aquatic invertebrates of the upper Midwest Waters. Water Resources Center. University of Minnesota, ST Paul, MN, 208 pp.

Clifford, H. F.,1991. Aquatic Invertebrates of Alberta. Alberta, published by the University of Alberta Press, 117 pp.

Concalves, F. B. and Santos de Menezes, M., 2011. A comparative analysis of biotic indices that use macroinvertebrates to assess water quality in a coastal river of Parana state, Southern Brazil. Neotropical Journal, 3: 51-58.

Docile, T. N., Figueiro, R. Azevedo, L. H. G. and Nessimian, J. L., 2015. Water pollution and distribution of the blackfly (Diptera: Simuliidae) in the Atlantic Forest, Brazil. Revista de Biologia Tropical, 63: 1-10.

Duan, X., Wang, Z. and Tian, S., 2008. Effect of streambed substrate on macroinvertebrate biodiversity. Front. Master in Environmental Science and Engineering, 2: 122-128.

Fenoglio, S., Badino, G. and Bona, F., 2003. Benthic macroinvertebrate communities as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua. Revista De Biologia Tropical, 50: 1125-1131.

Goncharov, A. V., Baturina, N. S., Maryinsky, V. V., Kaus, A. K. and Chalov, S. R., 2020. Ecology assessment of the Selenga River basin, the main tributary of Lake Baikal, using aquatic macroinvertebrate communities as bioindicators. Journal of Great Lakes Research, 46: 53-61.

Hynes, H. B., 1970. The ecology of Running Water, University of Toronto Press, Canada, 555 pp.

ISO-BMWP, 1979. Assessment of Biological Quality of Rivers by a macroinvertebrate Score. ISO. ISO/TC 147/SCS/N5, International Organization for Standarization, Geneva.

Kamali, M. and Esmaeeli Sari, A., 2009. Biological assessment of Lasem River (Amol City, Mazandaran province) by using bethic macroinvertebrate population structure. Journal of Environmental Sciences 3, 10-19.(in Persian).

Karami, M., Mirdar-Harjani, J., Gharaei, A. and Pouria, M., 2017. Assessment of GAMWP and ASPT River water quality using biological indices. Journal of Aquatic Ecology, 7: 38-29.

Keci, E., Pepa, B., Paparisto, A. and Duka, S., 2017. Biodiversity indices and nutrient load assessment in Ishmi River, Albania. European Water, 58: 251-256.

Mandaville, S. M., 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters: Taxa Tolerance Value, Metrics, and Protocols. Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax, 48 pp.

Mesgaran Karimi, J., Azari Takami, S., Karami, H., Khara, H. and Abbaspour, R., 2012. Determination of large diversity and abundance of invertebrates in the river by the use of biological indices. Journal of Aquatic and Fisheries, 3: 39-27.

Mombeini, S. H. and Nabavi, S. M. B., 2012. Study of the structure of macrobentic communities as the emission indexes in the surgical river (Seyed Ashoor tomb to the entrance of Shadegan). Environmental Science and Technology, 14: 125-117

Pipan, T., 2000. Biological Assessment of Stream Water Quality-The example of the Reka River System, Korea. Korean Journal Ecology, 21:759-770.

Shapouri, M., Zolristein, N. and Azarbud, H., 2010. Rapid assessment of the water quality of Gargunrud River based on biological indices. Journal of Natural Resources Science and Technology, 5:129-115.

Sharma, R.C., Bhanot, G. and Singh, D., 2004. Aquatic macroinvertebrate Diversity in Nada Devi Biosphere Reserve, India. Environmentalist, 24: 211-221.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

Shirchi Sasy Mankan, Z., Abdoli, A. and Hashemi, S. H., 2015. Evaluation of the efficiency of large and multiple unique biological indices for determining water quality (case study: Jajrood River). Natural environment, natural resources of Iran, 68: 93-83.

Spyra, A., Kubika, J. and Strzelec, M., 2017. The use of Biological Indices for the Assessment of the River Quality (Ruda River Poland). Ecological Chemistry and Engineering, 24: 285-298.

Timm, H., Mardi, K. and Mols, T., 2008. Macroinvertebrates in Estonian streams: the effects of habitat, season, and sampling effort on some common metrics of biological quality. Estonian Journal of Ecology, 57:37-57.

Visinskiene, G. and Bernotiene, R., 2012. The use of benthic macroinvertebrate families for river quality assessment in Lithuania. Central European Journal of Biology, 7: 741-758.

Wang, L., Li, H., Dang, J., Zhao, Y. and Qiao, P., 2020. Effects of Urbanization on water Quality and Macrobenthos community structure in the Fenhe River, Shanxi Province, China. Environmental Behavior and Effects of Pollutants in water, pp.1-9.

Welch, E. B., 1992. Ecological effect and waste water-2nd edi Chapman and Hall, 425 pp.

Wentworth, C. K., 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. The Journal of Geology, 3: 377-392.

WMO, 1988. Manual on Water Quality Monitoring. WMO Operational Hydrology Report No.27, WMO Publication No.680. World Meterology Organization.

Wright, J. F., Furse, M. T., Armitage, P. D. and Moss, D., 1993. New procedures for identifying Running-water Sites Subject to Environmental Stress and for Evaluating Sites for Conservation, Based on the Macro-Invertebrate Funa. Arch Hydrobiologia, 127: 319-326.

Zeybek, M., Kalyoncu, H., Karakas, B. and Ozgul, S., 2014. The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according to macroinvertebrates in Degirmendere stream (Isparta, Turkey). Turkish Journal of zoology, 38: 603-613.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-14]