**مقاله تحقیقی**

# شناسایی ماکروبنتوزهای بخش ابتدایی رودخانه ی کن در استان تهران

مریم صرافیان[۱] ، مریم عیدی[۱] ، آریا اشجع اردلان[۲،*]

۱. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین – پیشوا، ایران
۲. گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات:** پست الکترونیکی: a_ashjaardalan@yahoo.com

**محل انجام تحقیق:** گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۸

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد ۱۲- شماره ۱- بهار ۱۳۹۶

## چکیده

رودخانه ی کن با طول جغرافیایی $\lambda = 51^\circ\ 19'\ 38''$ و عرض جغرافیایی $\Phi = 35^\circ 52'\ 15''$ در استان تهران واقع شده است. این مطالعه شامل شناسایی ماکروبنتوزهای بخش ابتدایی رودخانه ی کن بود که در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴ انجام گردید. در منطقه مورد بررسی پنج ایستگاه اول (بالای امامزاده داود)، دوم (امامزاده داود)، سوم (رندان)، چهارم (امامزاده نوربخش) و پنجم (نرسیده به سولقان) انتخاب و با استفاده از سیستم GPS موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه ثبت شد. نمونه برداری به وسیله کوادرات و به صورت فصلی بود. در این مطالعه بیشترین فراوانی در فصل تابستان بود. در میان پنج ایستگاه تعیین شده جهت نمونه برداری، ایستگاه ۴ در فصل تابستان با ۱۴۲ عدد در متر مربع بیشترین فراوانی و ایستگاه ۵ در فصل پاییز با ۱۲ عدد در متر مربع کمترین فراوانی را میان ایستگاه ها دارا بودند. در میان نمونه های شناسایی شده، رده Insecta با ۹۹/۲ ٪ بیشترین فراوانی را دارا بود و رده Oligochaeta ۰/۸ در صد فراوانی داشت. از میان نمونه های شناسایی شده، گونه *Culex sp.* با فراوانی ۲۱۳ عدد در متر مربع بیشترین و گونه های *Lumbricus terrestris* ، *Tipula sp.* با فراوانی ۲ عدد در متر مربع کمترین را در میان گونه های شناسایی شده دارا بودند. بر اساس مقادیر شاخص زیستی HFBI، کیفیت آب از نظر میزان آلودگی در ایستگاه ها، در ۲ طبقه کیفی، متوسط (ایستگاه ۱) و نسبتاً ضعیف (ایستگاه ۲، ۳، ۴ و ۵) گزارش شد.

**واژه های کلیدی:** شناسایی، ماکروبنتوز، شاخص زیستی، رودخانه کن

## مقدمه

بنتوز کلمه ی یونانی به معنای اعماق دریا است و بنتوزها (Benthos) جاندارانی هستند که در مناطق بنتیک یا بستری مانند کف آب تالاب ها، رودخانه ها، دریاها و اقیانوس ها زندگی می کنند. جوامع بنتیک طیف وسیعی از باکتری ها، جلبک ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند. ماکروبنتوزها در پایین ترین سطح بدنه های آبی اعم از رودخانه، دریاچه، دریا و اقیانوس زیست می کنند (۱). مهم ترین گروه های شناخته شده از ماکروبنتوزها عبارتند از: کرم ها (مانند کرم های پرتار و کرم های رده Oligochaetes)، نرم تنان (مانند دوکفه ای ها و شکم پایان)، سخت پوستان (مانند amphipods (دوجورپایان) و decapods (ده پایان) (۲۰) و حشرات. بزرگ بی مهرگان کفزی (ماکروبنتوزها) دارای خصوصیاتی چون تحرک کم،

طول عمر ز یاد، غ نای گو نه ای بالا می باشـــ ند (۲). ماکروبنتوزها نقش مهمی در شـبکه غذایی و انتقال انرژی در آب های شـــیرین بر ع هده دار ند. این موجودات از پلانکتون ها، سایر بی مهرگان ر سوبات و .... تغذیه نموده، و خود مورد تغذیه بی‌مهرگان و بســـیاری از ماهیان آب شـــیرین قرار می گیرند (۲۱). نقش بی مهرگان آبزی در انتقال انرژی در اکوســـیســـتم های آبی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و مطالعه جوامع بنتوزی معیار مناسبی برای ارزیابی اکولوژیک یک اکوسیستم آبی است. ماکروبنتوزهای آب های جاری به عنوان یکی از مهمترین غذاهای زنده می باشـــند که ماهیان از آنها تغذیه می کنند (۳). این موجودات در برآورد اسـتعداد رودخانه برای پرورش آبزیان نیز اهمیت دارند، زیرا ماکروبنتوزها به عنوان دومین و یا سومین سطح غذایی، مورد استفاده سایر آبزیان قرار گرفته و می‌توانند به عنوان شاخصی از میزان کل تولیدات ثانویه (تولید متابولیت های ثانویه) محسـوب شـوند (۴). واکنش ماکروبنتوزها در برابر تغییرات زیســت محیطی در ارزیابی تأثیر آلودگی حاصـــل از زباله های شـــهری، صـــنعتی، کشاورزی و تأثیرات کاربری های زمین بر آب های سطحی مفید است. لذا، حضور یا عدم حضور این موجودات و تنوع آنها، معرف وجود یا عدم وجود آلودگی است (۵). بعضی از گونه های بی مهرگان کف زی (ماکروبنتوزها) در آب های کاملاً تمیز و عاری از هر گونه آلودگی و بعضی در آب های با آلودگی زیاد قادر به ادامه حیات هســـتند، به طوری که وجود یا عدم وجود این موجودات نشـانگر کیفیت آب و یا برآورد درجه ی آلودگی آب (ســـاپروبی) می باشـــد (۱). ماکروبنتوزها به عنوان یک شـــاخص زیســـتی ( Biotic index) بیان کننده ی شرایط حاکم بر محیط زندگی خود ه ستند (۱). با توجه به اینکه رودخانه کن در طول م سیر در معرض آلاینده های مختلفی قرار دارد، پایش وضـعیت آلودگی آن بسیار حائز اهمیت است. بسیاری از گونه های مختلف ماکروبنتوزها به عنوان شاخص های زیستی مطرح هستند، لذا شناسایی و بررسی وضعیت تنوع زیست گونه ای ماکروبنتوزها در این رودخانه می تواند گامی مهم در راستای تعیین وضعیت این رودخانه در طول مسیر باشد.

## مواد و روش ها

برای شـــناســـایی ماکروبنتوزهای رودخانه ی کن دو فصـــل تابســـتان و پاییز ۱۳۹۴ از ایســـتگاه های تعیـ شده (۵ ایستگاه و در هر ایستگاه ۴ بار از بستر رودخا (بر اســـاس مناطق پاک یا آلوده در طول مســـیر رودخـ کن) نمو نه برداری انجام شـــد. منظور از مناطق آلود مناطقی دارای آلودگی های صـنعتی، کشـاورزی و یا زبـ های شـهری اسـت. انتخاب ایسـتگاه ها بر اسـاس امکـ د ستر سی به ای ستگاه و موقعیت ای ستگاه صورت گرف طول و عرض جغرافیایی ایســـتگاه ها (جدول ۱) به کمـ GPS تعیین شده و سپس در هر ای ستگاه عملیات نمو برداری به صورت زیر انجام گرفت.

### بررسی زیستی رودخانه

به منظور برر سی زی ستی رودخانه در هر ای ستگاه کمک کوادرات فلزی ۰/۵×۰/۵ متر، چهار بار نمونه بردار شد. در حین نمونه برداری از کوادرات، تمامی نمونه ها، که در سطح دیده می شدند و تمامی نمونه هایی که ز قلوه سنگ ها بودند، برداشت شدند. همچنین در بسترها نرم تا عمق ۱۰ سـانتی متر، رسـوبات نرم بسـتر به کمـ الک با چشمه ۰/۵ میلی متر (۵۰۰ میکرون) رسوبات، الـ شـده و نمونه ها جدا شـدند. پس از جمع آوری نمونه ، نمونه های مربوط به هر کوادرات در ظرف جداگانه قـ داده شـــده و اطلاعات هر ظرف که شـــامل تاریخ نمو برداری، شـــماره و نام ایســـتگاه نمونه برداری و شـــما کوادرات مربوطه می باشـد، روی برچسـب نوشـته شـ ســـپس نمونه ها در فرمالین ۱۰-۵ ٪ (بر اســـاس اندا نمونه) نگهداری شده و به آزمای شگاه منتقل شد.نمونه در آزمایشگاه بوسیله لوپ با بزرگ نمایی ۴۵ تا ۳۰ برابر به کمک کلیدهای شناسایی معتبر (۶) بر اساس نوع گو مورد شـــناســـایی قرار گرفته و شـــمارش شـــدند. پس شـناسـایی به کمک اسـتریومیکروسـکوپ دوربین دار و دوربین معمولی از نمو نه ها عکس برداری انجام گر ف پس از شـــناســـایی و شـــمارش نمونه ها، فراوانی و درصـ فراوانی هر گونه در هر ایســـتگاه تعیین شـــده و ســـپس کمک اطلاعات فوق، شاخص زیستی هیلسنهوف بررسـ شد.

جدول ۱- خصوصیات جغرافیایی ایستگاه ها.

| ایستگاه های نمونه برداری شده | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع (متر) | عمق متوسط $(cm)$ | عرض متوسط(متر) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱، بالای امامزاده داود | "۵۱ ۲۰°۳۷/۰۷ | "۳۵ ۵۲°۵۲/۷۲ | ۲۶۵۰ | ۴۰ | ۴ |
| شماره ۲، امامزاده داود | "۵۱ ۲۰°۲۴/۳۱ | "۳۵ ۵۲°۴۳/۸۱ | ۲۶۰۰ | ۴۰ | ۴ |
| شماره ۳، رندان | "۵۱ ۱۶°۵۳/۹۹ | "۳۵ ۵۲°۵۸/۶۳ | ۱۹۴۰ | ۳۵ | ۴ |
| شماره ۴، امامزاده نوربخش | "۵۱ ۱۶°۶/۲۴ | "۳۵ ۴۹°۲۴/۳۱ | ۱۵۳۰ | ۴۵ | ۴ |
| ایستگاه ۵، نرسیده به سولقان (قبل از تونل) | "۵۱ ۱۵°۱۰/۶۹ | "۳۵ ۴۷°۳۶/۰۷ | ۱۴۹۲ | ۵۰ | ۳/۵ |

شکل ۱- محل ایستگاه ها روی نقشه.

**شاخص زیستی هیلسنهوف**

روش هیلسنهوف با شناسایی بزرگ بی مهرگان آبزی (ماکروبنتوزها) در حد خانواده و تعیین بردباری آنها نسبت به آلودگی آب رودخانه (از نظر بار آلودگی مواد آلی) امتیازی بین (۰-۱۰) به هر خانواده می دهد. شاخص زیستی هیلسنهوف به وسیله ی ضرب تعداد موجودات هر خانواده در ارزش بردباری هر خانواده تقسیم بر تعداد کل موجودات در هر ایستگاه محاسبه می شود. دامنه ی ارزش بردباری از غیر بردبار (۰) تا بردبار (۱۰) می باشد. مقادیر بالای شاخص زیستی هیلسنهوف بیانگر آلودگی آلی آبهاست در حالیکه مقادیر کم آن شاخص تمیز بودن آب را نشان می دهد. عدد صفر بیانگر عدم مقاومت خانواده به آلودگی آلی و نشانه پاکیزگی آب است و امتیاز ۱۰ مقاومت بالای خانواده را به آلودگی نشان می دهد، با استفاده از رابطه ی زیر و جدول تعیین کلاسه کیفی، کلاسه

کیفی آب در ۷ طبقه (عالی تا خیلی ضعیف) تعیین می گردد (۲۲).

$$HFBI = \frac{\sum[(T_v)n]}{N}$$

HFBI = شاخص زیستی هیلسنهوف

n = فراوانی هر خانواده

Tv = ارزش مقاومتی هر خانواده

N = فراوانی کل

جدول ۲ - ارزش مقاومتی هر خانواده (۲۲).

| Taxon | Tolerance Value |
|---|---|
| Tabanidae | 5 |
| Chironomidae | 6 |
| Culicidae | 8 |
| Pediciidae | 6 |
| Tipulidae | 3 |
| Baetidae | 5 |
| Heptageniidae | 3 |
| Caenidae | 6 |
| Lumbricidae | 6 |

جدول ۳ - امتیازات کلاسه کیفی آب بر اساس روش HFBI.

| درجه آلودگی | کیفیت آب | مقدار HFBI |
|---|---|---|
| بدون آلودگی آلی | عالی | ۳-۰/۷۵ |
| امکان آلودگی آلی بسیار کم | خیلی خوب | ۳/۴-۷۶/۲۵ |
| احتمال مقداری آلودگی آلی | خوب | ۴/۵-۲۶ |
| آلودگی آلی نسبتاً قابل تشخیص | متوسط | ۵/۵-۰۱/۷۵ |
| آلودگی آلی قابل تشخیص | نسبتاً ضعیف | ۵/۶-۷۶/۵۰ |
| آلودگی آلی زیاد | ضعیف | ۶/۷-۵۱/۲۵ |
| آلودگی آلی شدید | خیلی ضعیف | ۷/۱۰-۲۶ |

**آنالیز آماری**

در این پایان نامه رسم نمودارها توسط برنامه Excel انجام شد و به کمک شاخص زیستی هیلسنهوف کیفیت آب ایستگاه ها بررسی گردید.

## نتایج

### فراوانی و پراکنش ماکروبنتوزها

در بررسی انجام شده در رودخانه کن، ۲ رده، ۹ خانواده و ۱۰ جنس از ماکروبنتوزها شناسایی شد. در میان رده های شناسایی شده در این نمونه برداری Insecta = ۹۹/۲ درصد و Oligochaeta = ۰/۸ درصد از کل نمونه های به دست آمده را شامل شدند. از میان خانواده های شناسایی شده در این نمونه برداری، هشت خانواده به رده Insecta و یک خانواده به رده Oligochaeta تعلق داشتند. تراکم ماکروبنتوزها در فصل تابستان با حداکثر تعداد ۵۱۰ عدد در متر مربع و در پاییز با حداقل تعداد ۱۵۱ عدد در متر مربع در نوسان بود. در میان جنس های شناسایی شده، بیشترین فراوانی متعلق به جنس *Culex* با فراوانی کل ۲۱۳ عدد در متر مربع که ۳۲/۲۲ درصد فراوانی کل و کمترین فراوانی متعلق به جنس *Tipula* با فراوانی ۲ عدد در متر مربع بود که ۰/۳ درصد از فراوانی کل را شامل می شد که جنس اول و دوم هر دو متعلق به راسته Diptera بوده و هر دو جنس متعلق به رده Insecta می باشند. جنس *Lumbricus*، تنها جنسی است که در طی نمونه برداری از رده Oligochaeta شناسایی شد و فراوانی آن ۵ عدد در متر مربع که ۰/۸ درصد از فراوانی کل را شامل شد. در ایستگاه های مورد بررسی، بیشترین نمونه در ایستگاه ۴ (فصل تابستان) با تعداد ۱۴۲ عدد در متر مربع و کمترین تعداد در ایستگاه ۵ (فصل پاییز) با تعداد ۱۲ عدد نمونه در متر مربع بود.

### فراوانی و درصد فراوانی نمونه های به دست آمده در فصول مختلف

### فراوانی و پراکنش گونه های شناسایی شده در رودخانه کن در تابستان ۱۳۹۴

در فصل تابستان، ۷ خانواده و ۸ جنس از دو رده Insecta و Oligochaeta شناسایی شد. کل نمونه های شناسایی شده در فصل تابستان ۵۱۰ عدد در متر مربع بود. بیشترین فراوانی در ایستگاه ۴ با ۱۴۲ عدد در متر مربع و کمترین تعداد در ایستگاه ۱ با ۲۵ عدد در متر مربع بود و در میان ایستگاه های شناسایی شده Insecta با فراوانی ۵۰۸ عدد در متر مربع و حدود ۹۹/۶ درصد از کل فراوانی، بیشترین فراوانی را در ایستگاه ها دارا بود. از میان رده Insecta های شناسایی شده در این فصل، راسته Diptera با فراوانی ۳۸۸ عدد در متر مربع و حدود ۷۶ درصد از کل فراوانی، بیشترین مقدار را در میان راسته های شناسایی شده در این فصل دارا بود، سپس راسته Ephemeroptera با فراوانی ۱۲۰ عدد در متر مربع و حدود ۲۳/۵ درصد از کل فراوانی می باشد و کمترین مقدار در میان راسته های شناسایی شده مربوط به راسته Haplotaxida از رده Oligochaeta با فراوانی ۲ عدد در متر مربع و حدود ۰/۴ درصد از کل فراوانی است.

**فراوانی و پراکنش گونه های شناسایی شده در رودخانه کن در پاییز ۱۳۹۴**

در فصل پاییز، ۵ خانواده و ۵ جنس از دو رده Insecta و Oligochaeta شناسایی شد. کل نمونه های شناسایی شده در فصل پاییز ۱۵۱عدد در متر مربع بود. بیشترین فراوانی در ایستگاه ۲ با ۵۷ عدد در متر مربع و کمترین تعداد در ایستگاه ۵ با ۱۲ عدد در متر مربع بود. در میان ایستگاه های شناسایی شده، Insecta با فراوانی ۱۴۸ عدد در متر مربع و حدود ۹۸ درصد از کل فراوانی، بیشترین فراوانی را در ایستگاه ها دارا بود. از میان رده Insecta های شناسایی شده در این فصل، راسته Ephemeroptera با فراوانی ۱۲۲ عدد در متر مربع و حدود ۸۰/۸ درصد از کل فراوانی، بیشترین مقدار را در میان راسته های شناسایی شده در این فصل دارا بود، سپس راسته Diptera با فراوانی ۲۶ عدد در متر مربع و حدود ۱۷/۲ درصد از کل فراوانی می باشد و کمترین مقدار در میان راسته‌های شناسایی شده مربوط به راسته Haplotaxida از رده Oligochaeta با فراوانی ۳ عدد در متر مربع و حدود ۲ درصد از کل فراوانی است.

جدول ۴ - گونه های شناسایی شده در بخش ابتدایی رودخانه کن در فصول تابستان و پاییز ۱۳۹۴.

| گونه | جنس | خانواده | راسته | رده | شاخه |
|---|---|---|---|---|---|
| *Tabanus sp.* | *Tabanus* | Tabanidae | Diptera | Insecta | Arthropoda |
| *Chironomus sp.* | *Chironomus* | Chironomidae | | | |
| *Culex sp.* | *Culex* | Culicidae | | | |
| *Dicranota sp.* | *Dicranota* | Limoniidae | | | |
| *Tipula sp.* | *Tipula* | Tipulidae | | | |
| *B. rhodani* | *Baetis* | Baetidae | Ephemeroptera | | |
| *P. pseudorufulum* | *Procloeon* | | | | |
| *Epeorus sp.* | *Epeorus* | Heptageniidae | | | |
| *C. rivulorum* | *Caenis* | Caenidae | | | |
| *L. terrestris* | *Lumbricus* | Lumbricidae | Haplotaxida | Oligochaeta | Annelida |

گونه های شناسایی شده عبارتند از:

**گونه *Tabanus* sp.:** در این گونه چهارمین تا دهمین بند بدن لارو، حاوی برجستگی های ماهیچه ای بوده که در عین حال حاوی (معمولاً ۸ عدد) گره های ضخیمی می باشد. با این اندام که قابل ارتجاع می باشد، جانور بر روی سطح اشیاء می خزد. آخرین بند شکم به یک زائده لوله

مانند ختم می گردد. طول بدن لارو ۴ میلی متر و رنگ، سفید یا زرد کمرنگ می باشد. پراکنش این گونه در آبهایی با آلودگی متوسط بوده و بطور معمول در نهرها و جویبارها در میان خزه های آبی و جلبک ها رؤیت می شود (شکل ۲).

شکل ۲ - گونه *Tabanus* sp.

**گونه *Baetis rhodani*:** در این گونه دنبالچه های وسطی از دو دنبالچه کناری کوتاهتر است، حلقه های تیره و روشن روی دنبالچه ها دیده نمی شود. آبشش ها منفرد و لبه آنها گرد است. بدن نوک تیز است. نوک ران پاها دارای زواید و خارهای ریز و درشتی می باشد. همچنین خارهای ریزی بر روی ساق پاها، قاعده شاخک ها و حاشیه آبشش ها وجود دارد. اندازه طول این گونه ۱۲ میلی متر و دارای رنگ روشن یکنواختی می باشد. پراکنش این گونه در آب هایی با درجه خلوص بالا (آبهایی با آلودگی کم) و آب هایی با آلودگی متوسط می باشد (شکل ۳).

شکل ۳ - گونه *Baetis rhodani*

**گونه *Epeorus* sp.:** در راسته یک روزه ها یک جنس به نام *Epeorus* با داشتن دو دنبالچه از سایر گروه های آن متمایز می گردد. این موجود در آب های تمیز و خنک مناطق کوهستانی ایران، به فراوانی و اغلب توأم با بهاره ها مشاهده می شود. *Epeorus* شاخص آب هایی با درجه خلوص بالا (آب هایی با آلودگی کم) می باشد (شکل ۴).

شکل ۴ - گونه *Epeorus* sp.

**گونه *Procloeon pseudorufulum*:** در این گونه بر روی دنبالچه ها حلقه های تیره ای مشاهده می گردد که در انتها به صورت یک نوار تیره رنگ در آمده است. حاشیه دنبالچه ها با موهای متراکمی پوشیده می شود. نوار تیره انتهای دنبالچه ها باریک بوده و تنها قسمت کوچکی از انتهای دنبالچه ها را در بر می گیرد. اندازه طول این گونه ۹ میلی متر و این گونه در مناطقی از نهرها و رودخانه ها که دارای بستر شنی هستند رؤیت می گردد (شکل ۵).

شکل ۵ - گونه *Procloeon pseudorufulum*

**گونه *Caenis rivulorum*:** در این گونه قسمت قدامی سینه از طرفین به سمت خارج گسترده شده و قسمت

جلویی ران پاها، کاملاً نازک شده است. طول این گونه ۵ میلی متر و سطح بالایی بدن کاملاً تیره و ناحیه زیر آبشش ها روشن تر می باشد. پراکنش این گونه در آب هایی با آلودگی متوسط بوده و در نهرها و رودخانه هایی که دارای بستر سنگلاخی می باشند، رؤیت می گردد (شکل ۶).

شکل ۶ - گونه *Caenis rivulorum*.

**گونه *Chironomus* sp.**: در این لاروها، آخرین بند شکم دارای چهار جفت آبشش قابل انقباض است. دومین و آخرین بند شکم دارای آبشش های لوله مانندی در سطح زیرین بدن یعنی در سطح شکمی می باشد. اندازه آن تا ۲۰ میلی متر می باشد. دارای تنوع رنگ بسیاری می باشد و از بی رنگ تا قرمز آجری تغییر می کند. این گونه در آب هایی با آلودگی زیاد مشاهده شده و گونه های این جنس نسبت به کمبود اکسیژن بسیار مقاومند و در آب هایی که بسیاری از حشرات آبزی و لاروهای آنها به خاطر آلودگی و کمبود اکسیژن از بین رفته اند، این لاروها مقاومت کرده و زنده می مانند (شکل ۷).

شکل ۷ - گونه *Chironomus* sp.

**گونه *Culex* sp.**: بند آخری لاروهای *Culex* دو شاخه شده و حاوی لوله های تنفسی می گردد که به سطح آب می آیند. در قسمت انتهایی آنها دو سوراخ گرد متعلق به کیسه های هوایی وجود دارد. سوراخهای فوق در داخل آب بسته شده و در سطح مجدداً باز می گردند. بطوری که همیشه داخل آن پر از هوا بوده و همچنین به عنوان عضوی که جانور را به صورت معلق نگه می دارد، نیز عمل می نماید و از این رو لارو همیشه کم و بیش به صورت عمودی قرار می گیرد. سر شفیره *Culex* حاوی دو زائده شاخ مانند بوده که وظیفه لوله تنفسی را به عهده دارند. شفیره ها می توانند با ضرباتی که به بخش انتهایی بدن خود می زنند به سرعت حرکت نمایند (شکل ۸).

شکل ۸ - تصویر شفیره *Culex* (بالا)، لارو *Culex* (چپ).

**گونه *Dicranota* sp.**: در لاروهای *Dicranota* یک جفت پای کاذب استوانه ای شکل در هر یک از بندهای ۷-۳ شکمی قرار دارد که هر یک به ناخن مدوری ختم می گردد. اندازه آن ۲۰ میلی متر و رنگ آن متمایل به سفید است. این لارو با کمک پنج جفت پای کاذب می تواند به سرعت شنا نماید. این لارو به شدت شکارچی بوده و عمدتاً از

کرمهای *Tubificidae* تغذیه می کند. پراکنش این گونه، داخل گل و لای نهرها و رودخانه ها و در آبهایی با آلودگی کم و متوسط می باشد. این جنس در رودخانه های خنک و تمیز ایران به مقدار کمی رویت می گردد (شکل ۹).

شکل ۹ - گونه *Dicranota* sp.

**گونه *Tipula sp.***: در این گونه، سر قابل انقباض، آخرین بند شکم به شکل مربع مستطیل است و در نزدیکی صفحه تنفسی آن شش آبشش بلند وجود دارد. طول آن ۳۰ میلی متر، که اگر کاملاً منبسط شود طولش بیش تر از ۳۰ میلی متر هم می شود. این گونه در آبهایی با آلودگی کم، متوسط و زیاد مشاهده شده و بطور معمول در زیر سنگها و داخل گل و لای در نهرهای کم عمق یافت می شود (شکل ۱۰).

شکل ۱۰ - گونه *Tipula* sp.

**گونه *Lumbricus terrestris*** : طول بدن بیش از ۳۰ میلی متر و رنگ آن زرد متمایل به قهوه ای و یا صورتی است. از نظر ظاهری، شبیه کرم های خاکی کوچک هستند. دارای حلقه جنسی مشخص و واضح می باشند. در هر یک از بندهای بدن، دسته تارهایی دیده می شود که هر یک از این دسته ها شامل دو تار می باشد. پراکنش این گونه در آبهایی با آلودگی زیاد و بسیار زیاد می باشد (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ - گونه *Lumbricus terrestris*

جداول ۵ تا ۱۴ گونه های شناسایی شده در پنج ایستگاه رودخانه کن در فصول تابستان و پاییز ۱۳۹۴ را نشان می دهند.

بیشترین و کمترین فراوانی در گونه های شناسایی شده به ترتیب مربوط به گونه *Culex sp.* و گونه های *Lumbricus terrestris* و *Tipula sp.* در دو فصل بوده است (جدول ۱۵).

فراوانی گونه های شناسایی شده در رودخانه کن در فصل تابستان نشان داد که بیشترین فراوانی مربوط به گونه *Culex sp.* با مقدار ۲۱۳ عدد در متر مربع و کمترین گونه مربوط به *Lumbricus terrestris* با مقدار ۲ عدد در متر مربع می باشد (نمودار ۱.

جدول ۵ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۱ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus* | *Tabanus sp.* | ۲ |
| | | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۱۸ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۵ |
| | | | جمع | ۳ | ۲۵ |

جدول ۶ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۲ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus* | *Tabanus sp.* | ۴ |
| | | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۱۸ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۴۶ |
| | | Pediciidae | *Dicranota* | *Dicranota sp.* | ۳ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۲۵ |
| | | | *Procloeon* | *P. pseudorufulum* | ۱۶ |
| | | Heptageniidae | *Epeorus* | *Epeorus sp.* | ۴ |
| Oligochaeta | Haplotaxida | Lumbricidae | *Lumbricus* | *L. terrestris* | ۲ |
| | | | جمع | ۸ | ۱۱۸ |

جدول ۷ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۳ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۴۷ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۳ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۳۶ |
| | | | جمع | ۳ | ۸۶ |

جدول ۸ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۴ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۳۳ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۷۹ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۳۰ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۴۲ |

جدول ۹ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۵ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۵۰ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۸۵ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۴ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۳۹ |

جدول ۱۰ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۱ پاییز ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۲ |
| | | Tipulidae | *Tipula* | *Tipula sp.* | ۲ |
| | Ephemeroptera | Caenidae | *Caenis* | *C. rivulorum* | ۱۵ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۹ |

جدول ۶ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۲ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus* | *Tabanus sp.* | ۴ |
| | | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۱۸ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۴۶ |
| | | Pediciidae | *Dicranota* | *Dicranota sp.* | ۳ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۲۵ |
| | | | *Procloeon* | *P. pseudorufulum* | ۱۶ |
| | | Heptageniidae | *Epeorus* | *Epeorus sp.* | ۴ |
| Oligochaeta | Haplotaxida | Lumbricidae | *Lumbricus* | *L. terrestris* | ۲ |
| | | | جمع | ۸ | ۱۱۸ |

جدول ۷ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۳ تابستان ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۴۷ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۳ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۳۶ |
| | | | جمع | ۳ | ۸۶ |

جدول ۸ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۴ تابستان ۹۴).

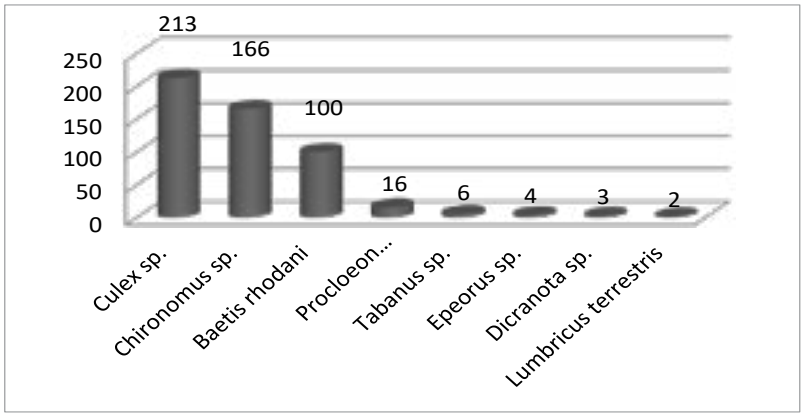
| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۳۳ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۷۹ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۳۰ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۴۲ |

جدول ۹ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۵ تابستان ۹۴).

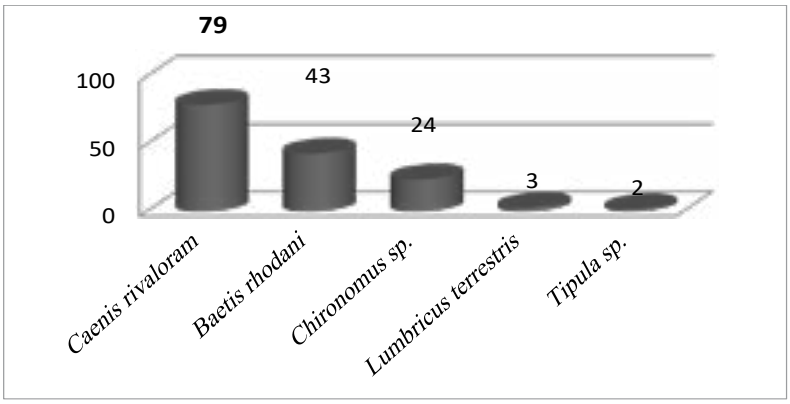
| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۵۰ |
| | | Culicidae | *Culex* | *Culex sp.* | ۸۵ |
| | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetis* | *B. rhodani* | ۴ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۳۹ |

جدول ۱۰ - گونه های شناسایی شده در رودخانه کن (ایستگاه ۱ پاییز ۹۴).

| رده | راسته | خانواده | جنس | گونه | جمعیت در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | ۲ |
| | | Tipulidae | *Tipula* | *Tipula sp.* | ۲ |
| | Ephemeroptera | Caenidae | *Caenis* | *C. rivulorum* | ۱۵ |
| | | | جمع | ۳ | ۱۹ |




نمودار ۱ - فراوانی گونه های شناسایی شده در رودخانه کن در تابستان ۱۳۹۴.




نمودار ۲ - فراوانی گونه های شناسایی شده در رودخانه کن در پاییز ۱۳۹۴.

جدول۱۳-۴ مقایسه شاخص هیلسنهوف در دو فصل تابستان و پاییز سال ۹۴

| شاخص | Hilsenhoff | |
|---|---|---|
| فصل | تابستان | پاییز |
| ایستگاه ۱ | ۵/۷۲ | ۵/۶۸ |
| ایستگاه ۲ | ۶/۳۰ | ۶ |
| ایستگاه ۳ | ۵/۶۵ | ۶ |
| ایستگاه ۴ | ۶/۹۰ | ۵/۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۷/۱۹ | ۵ |

**بحث**

این مطالعه شامل شناسایی و بررسی فراوانی و پراکنش ماکروبنتوزهای رودخانه کن در دو فصل تابستان و پاییز سال ۹۴ بوده و فراوانی به دست آمده در فصل تابستان ۵۱۰ عدد در متر مربع و در فصل پاییز ۱۵۱ عدد در متر مربع می باشد. این بررسی در پنج ایستگاه رودخانه کن و در هر ایستگاه ۴ بار، طی دو فصل انجام گردید. ماکروبنتوزهای شناسایی شده در این پژوهش و پژوهش های مشابه به شرح زیر می باشد:

اکبری در سال ۱۳۸۶، مطالعه ای با عنوان بررسی پراکنش ماکروبنتوزهای رودخانه زاینده رود و ارتباط آنها با مواد آلی موجود در بستر در استان اصفهان انجام داد در

نتیجه این مطالعه ۹ گروه جانوری تفکیک و شمارش گردید. بررسی ها نشان داد که موجود غالب در رودخانه زاینده رود، کم تاران اولیگو کت می باشد که در تمامی ایستگاه ها مشاهده شد. شیرونومیده پس از کم تاران بیش ترین فراوانی را داشتند (۷).

خاتمی و همکاران در سال ۱۳۸۶، به تحقیقی تحت عنوان بررسی کیفیت رودخانه کرج بر اساس تنوع خانواده های درشت بی مهرگان کفزی (ماکروبنتوزها) پرداختند. ماکروبنتوزهای شناسایی شده در این تحقیق متعلق به ۲۸ خانواده از ۵ راسته و ۳ رده بودند که در تمامی ایستگاه ها خانواده های Planariidae، Baetidae و Chironomidae دیده شده است (۸).

آتش برگ و همکاران در سال ۱۳۸۸، به تحقیقی تحت عنوان معرفی ساختار جمعیت و فراوانی ماکروبنتوزهای رودخانه خبر در فصول مختلف سال پرداختند. در بررسی فون کفزیان حدود ۳۸ جنس از ۲۷ خانواده از موجودات بنتیک شناسایی شدند که بیشتر شامل لارو حشرات آبزی بوده است. به طور متوسط اعضای دو راسته یک روزه ها (Ephemeroptera) و دو بالان (Diptera) در اکثر ایستگاههای مطالعاتی منطقه بالادست و در ایستگاه های منطقه پایین دست، شاخه کرمهای حلقوی (Hirudinea) غالبیت دارد (۹).

موسوی ندوشن و همکاران در سال ۱۳۹۰، پژوهشی تحت عنوان ساختار جمعیت موجودات ماکروبنتوز در دریاچه نئور اردبیل پرداختند که ۱۱ گونه شناسایی گردید که به ۱۱جنس، ۱۰ خانواده، ۱۰ راسته، ۷ رده و ۳ شاخه تعلق داشتند. از این میان، ۸ گونه برای اولین بار در ایران شناسایی و معرفی شدند. گونه های غالب دریاچه شامل *Gammarus fasciatus*، *Pisidium supinum* و *Quistadrilus multisetosus* و فراوانی آنها از کل جمعیت، بترتیب ۴۹، ۴۳ و ۵ درصد بود (۱۰).

حاتمی و همکاران در سال ۱۳۹۰، به تحقیقی تحت عنوان ارزیابی اثر پساب آبزی پروری بر جوامع ماکروبنتوز و کیفیت آب رودخانه زاینده رود با استفاده از شاخص BMWP پرداختند. ماکروبنتوزهای شناسایی شده در این تحقیق متعلق به ۵۳ خانواده از ۱۶ راسته و ۱۱ رده بودند (۸).

مسگران کریمی و همکاران در سال ۱۳۹۰، مطالعه ای با عنوان ارزیابی کیفی آب رودخانه دوهزار تنکابن با استفاد از روشهای سریع مطالعه موردی انجام دادند. در این بررسی کفزیان ۶۰ خانواده، متعلق به ۱۸ راسته و هفت رد شناسایی شدند (۱۱).

طوسی و همکاران در سال ۱۳۹۰، مطالعه ای با عنوان بررسی ساختار جمعیتی ماکروبنتوزهای شش چشمه د شمال شهرستان دامغان انجام دادند. در نتیجه ۱۱ راسته ۱۸ خانواده شناسایی شد و غالب نمونه های مشاهده شد مربوط به پنج راسته دوبالان (Diptera)، یکروزه ه (Ephemeroptera)، ناجورپایان (Amphipoda)، بال مو داران (Trichoptera) و Tricladida بودند (۱۲).

ممبینی در سال ۱۳۹۱، به مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به عنوان شاخص های آلایندگی در رودخان جراحی (محدوده مقبره سید عاشور تا ورودی شهر شادگان پرداختند و در مجموع ۵ گروه از ماکروبنتوزها که شامل ۱۱ جنس و ۸ گونه بودند شناسایی گردیدند. در بین گرو های شناسایی شده بیشترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط به دو کفه ای ها با ۴۱/۲۳ درصد، شکم پایان ب ۳۰/۸۸ درصد، حشرات با ۱۷/۷۱ درصد، زالوها با ۱/۹۸ درصد و سخت پوستان با ۰/۲ درصد بوده است (۱۳).

محمدی روزبهانی و همکاران در سال ۱۳۹۱، با تحقیقی تحت عنوان ارزیابی زیستی رودخانه مارون ب استفاده از شاخص BMWP و ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها پرداختند. ماکروبنتوزهای شناسایی شده د این تحقیق متعلق به ۸ خانواده از ۶ راسته و ۴ رده بودند (۱۴).

صبا و همکاران در سال ۱۳۹۱، به مطالعه ساختار تنوع ماکروبنتوزهای رودخانه دز در محدوده پناهگاه حیات وحش دز در فصول پاییز و زمستان پرداختند و در نتیجه گروه ماکروبنتوزی مشتمل بر ۲۵ گونه، شناسایی گردید ک در این میان، بیشترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط با کم تاران (Oligochaeta) با ۴۹/۳۶ درصد، شکم پایان (Gastropoda) با ۳۳/۸۳ درصد، حشرات (Insecta) ب ۱۳/۱۵ درصد، دو کفه ای ها (Bivalvia) با ۲/۶۴ درصد سخت پوستان (Crustacea) با ۰/۹ درصد و زالوه (Hirudinea) با ۰/۰۸۸ درصد بوده است (۱۵).

خسروانی و همکاران در سال ۱۳۹۳، مطالعه ای با عنوان ارزیابی زیستی رودخانه حاجی آباد (استان هرمزگان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوز انجام دادند در نتیجه این مطالعه در مجموع ۵ رده، ۹ راسته، ۲۴ خانواده شناسایی شدند که لارو حشرات آبزی بیشترین تنوع و فراوانی را بین نمونه ها به خود اختصاص دادند (۱۶).

اسحقی نیموری و همکاران در سال ۱۳۹۱، به مطالعه بر روی ارزیابی کیفیت آب رودخانه بابلرود (استان مازندران) بر اساس شاخص زیستی هیلسنهوف پرداختند. نتایج نشان دادند که بر اساس مقادیر شاخص زیستی HFBI، ایستگاه ها، در ۴ طبقه کیفی خوب (ایستگاه ۱)، مناسب (ایستگاه ۲)، نسبتاً ضعیف (ایستگاه ۳) و بسیار ضعیف (ایستگاه های ۴ و ۵) قرار گرفتند (۱۷).

روغنی زادگان و همکاران در سال ۹۱-۱۳۹۰، پژوهشی با عنوان ارزیابی زیستی رودخانه دز با استفاده از ساختار جوامع ماکروبنتیک و شاخص هیلسنهوف انجام دادند. مطالعه آنها نشان داد که بر اساس محاسبات شاخص هیلسنهوف کیفیت آب در محدوده مورد مطالعه در سه طبقه کیفی طبقه بندی شد بدین صورت که در دو فصل و کل دوره مطالعاتی ایستگاه ۳ در طبقه مناسب، ایستگاه ۲ در طبقه نسبتاً ضعیف و ایستگاه ۱ و ۵ در طبقه بسیار ضعیف طبقه بندی شد. از آنجایی که در ایستگاه ۴ هیچ گروه جانوری مشاهده نشد این ایستگاه به عنوان ایستگاه Azoic معرفی می شود (۱۸).

دادگر و همکاران در سال ۹۳، پژوهشی با عنوان بررسی اثرات کیفی استخرهای پرورش قزل آلای رنگین کمان بر رودخانه شاهرود با استفاده از شاخص ارزیابی سریع زیستی کفزیان Hilsenhoff انجام دادند. مطالعه آنها نشان داد که وضعیت کیفی رودخانه شاهرود در ایستگاه ۱ متوسط، ایستگاه ۲ متوسط ضعیف، ایستگاه ۳ خوب، ایستگاه ۴ خوب، ایستگاه ۵ بد، ایستگاه ۶ متوسط، ایستگاه ۷ خیلی خوب و ایستگاه ۸ بد می باشد (۱۹).

پژوهش حاضر تحت عنوان شناسایی ماکروبنتوزهای بخش ابتدایی رودخانه ی کن در استان تهران در سال ۹۴ انجام شد و در این پژوهش، ۱۰ جنس شناسایی شد که نه جنس متعلق به رده ی Insecta و یک جنس متعلق به رده ی Oligochaeta بود بنابراین بیشترین تنوع مربوط به Insecta و کمترین تنوع متعلق به رده Oligochaeta است. تنها گونه ای که در اکثر ایستگاه ها در دو فصل تابستان و پاییز مشاهده شد گونه ی (*Chironomus sp.*) بود. در این پژوهش هر دو فرضیه ی تحقیق به طور کلی در دو فصل تابستان و پاییز مورد تایید قرار گرفت.

در این پژوهش با توجه به خانواده های شناسایی شده و ارزش مقاومتی هر خانواده، شاخص زیستی هیلسنهوف برای هر ایستگاه در هر فصل محاسبه شد و سپس به کمک میانگین شاخص هیلسنهوف هر ایستگاه در دو فصل، کلاسه کیفی آب رودخانه کن در پنج ایستگاه تعیین گردید.

ایستگاه ۱ (بالای امامزاده داود) در دو فصل (تابستان و پاییز) دارای کیفیت آب متوسط بوده و آلودگی آلی نسبتاً قابل تشخیص می باشد. وجود گونه *Tipula sp.* فقط در این ایستگاه که تاکسونی با ارزش مقاومتی کم و حساس به بار آلودگی است نشان می دهد که این ایستگاه در مقایسه با سایر ایستگاه ها کیفیت آب بهتری دارد.

ایستگاه ۲ (امامزاده داود) در دو فصل (تابستان و پاییز) دارای کیفیت آب نسبتاً ضعیف بوده و آلودگی آلی قابل تشخیص نیز دارد. در این ایستگاه ما شاهد بیشترین تنوع گونه ای هستیم. گونه *Lumbricus terrestris* فقط در این ایستگاه مشاهده شد و پراکنش این گونه در آبهایی با آلودگی زیاد و بسیار زیاد است، بنابراین وجود این گونه تأییدی بر آلودگی این ایستگاه می باشد.

ایستگاه ۳ (رندان) در دو فصل، کیفیت آبی نسبتاً ضعیف دارد ولی با این حال، حضور تاکسون های حساس به آلودگی مانند Baetis در این ایستگاه مشاهده می شود.

ایستگاه ۴ (امامزاده نوربخش) دارای کیفیت آب نسبتاً ضعیف بود ولی با این حال جنس *Baetis* بیشترین فراوانی را در این ایستگاه داشت.

در ایستگاه ۵ نیز کیفیت آب نسبتاً ضعیف می باشد و گونه *Culex sp.* که ارزش مقاومتی بالایی دارد در این ایستگاه بیشترین فراوانی را نسبت به سایر گونه ها داشت که این امر خود تأییدی بر آلودگی آب این ایستگاه می باشد.

گونه *Chironomus sp.* تنها گونه ای بود که در اکثر ایستگاهها در دو فصل وجود داشت، از آنجایی که این گونه ارزش مقاومتی بالایی داشته و در آبهایی با آلودگی

زیاد مشاهده می شود، بنابراین حضور این گونه نیز نشانگر وجود آلودگی در رودخانه کن می باشد.

به طور کلی کیفیت آب رودخانه کن نسبتاً ضعیف بوده و دارای آلودگی قابل توجه می باشد. نتایج مربوط به شاخص هیلسنهوف در خصوص ماکروبنتوزهای رودخانه کن در فصل تابستان و پاییز سال ۹۴ نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به فصل تابستان با مقدار ۷/۱۹ و کمترین مقدار این شاخص مربوط به فصل پاییز با مقدار ۵ بود، یکی از علت های مهم بالا بودن این شاخص در فصل تابستان، افزایش گردشگران و در نتیجه افزایش زباله های درون آب بوده و یکی از علت های کمتر بودن این شاخص در فصل پاییز، افزایش سرعت جریان آب در نتیجه ی بارندگی بیشتر می باشد.

**تقدیر و تشکر**

نتایج این تحقیق مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد بیوسیستماتیک جانوری دانشگاه ازاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا می باشد.

**منابع مورد استفاده**

۱. قریب خانی، م.، تاتینا، م.، ۱۳۸۷. توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا بر اساس جوامع کفزیان. مجله شیلات، سال دوم، شماره چهارم. صفحات ۱۴-۱.

۲. حیدری، ن.، یزدیان، ح.، زهرایی، ز.، جعفر زاده حقیقی فرد، ن.، ۱۳۹۱. ارزیابی زیستی رودخانه کشکان رود بر اساس تنوع و ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها. اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان. شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا، صفحات ۱۱-۱.

۳. پذیرا، ع.، امامی، س.م.، کوه گردی، ا.، وطن دوست، ص.، اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبنتوزهای رودخانه های دالکی و حله بوشهر. مجله علمی شیلات، سال دوم، شماره چهارم. صفحات ۷۰-۶۵.

۴. جرجانی، س.، قلیچی، ا.، اکرمی، ر.، خیرآبادی، و.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان. مجله شیلات، سال دوم، شماره اول. صفحات ۵۲-۴۱.

۵. خاتمی، س.ه.، ریاضی، ب.، مدیری آثاری، س.ع.، ۱۳۸۶. بررسی کیفیت رودخانه کرج بر اساس تنوع خانواده های درشت بی مهرگان کف زی. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره یک، صفحات ۷۸-۷۱.

۶. احمدی، م.، نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آبهای جاری. انتشارات خبیر. صفحه ۲۴۰.

۷. اکبری، پریا، ۱۳۸۶. بررسی پراکنش ماکروبنتوزهای رودخانه زاینده رود و ارتباط آنها با مواد آلی موجود در بستر در استان اصفهان. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحات ۱۷-۱.

۸. حاتمی، ر.، محبوبی صوفیانی، ن.، ابراهیمی، ع.، همامی، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی اثر پساب آبزی پروری بر جوامع ماکروبنتوز و کیفیت آب رودخانه زاینده رود با استفاده از شاخص BMWP. مجله محیط شناسی، شماره ۵۹. صفحات ۵۴-۴۳.

۹. آتش برگ، ا.، احمدی، م.، محمدی زاده، ف.، ۱۳۸۸. معرفی ساختار جمعیت و فراوانی ماکروبنتوزهای رودخانه خبر در فصول مختلف سال. اولین همایش ملی شیلات و آبزیان ایران، صفحات ۱۳-۱.

۱۰. موسوی ندوشن، ر.، سامان پژوه، م.، عمادی، ح.، فاطمی، س.م.، ۱۳۹۰. ساختار جمعیت موجودات ماکروبنتوز در دریاچه نئور اردبیل. مجله علمی شیلات ایران، سال بیستم، شماره ۳، صفحات ۱۴۲-۱۲۹.

۱۱. مسگران کریمی، ج.، آذری تاکامی، ق.، خارا، ح.، عباسپور، ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی کیفی آب رودخانه دو هزار تنکابن با استفاده از روشهای سریع مطالعه موردی.

اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، صفحات ۹-۱.

۱۲. طوسی، آ.، شجیعی، ه.، قلیچی، ا.، ۱۳۹۰. بررسی ساختار جمعیتی ماکروبنتوزهای شش چشمه در شمال شهرستان دامغان. فصلنامه علمی- پژوهشی زیست شناسی جانوری، سال چهارم، شماره اول، صفحات ۶۸-۵۷.

۱۳. ممبینی، ش.، نبوی، س.م.ب.، ۱۳۹۱. مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به عنوان شاخص های آلایندگی در رودخانه جراحی (محدوه مقبره سید عاشور تا ورودی شهر شادگان). مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره چهارم، شماره یک، ۱۲۵-۱۱۷.

۱۴. محمدی روزبهانی، م.، قنواتی، ز.، راسخ، ع.، ۱۳۹۱. ارزیابی زیستی رودخانه مارون با استفاده از شاخص BMWP و ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا.

۱۵. صبا، م.ص.، نبوی، س.م.ب.، رجب زاده قطرمی، ا.، ۱۳۹۱. مطالعه ساختار و تنوع ماکروبنتوزهای رودخانه دز در محدوده پناهگاه حیات وحش دز در فصول پاییز و زمستان. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۹۱-۸۳.

۱۶. خسروانی، ش.، محمدی زاده، ف.، یحیوی، م.، ۱۳۹۳. ارزیابی زیستی رودخانه حاجی آباد (استان هرمزگان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوز. مجله بوم شناسی آبزیان، جلد۴، شماره ۱، صفحات ۴۳-۳۵.

۱۷. اسحقی نیموری، م.، پاتیمار، ر.، نادری جلودار، م.، جعفریان، ح.، ۱۳۹۱. ارزیابی کیفیت آب رودخانه بابلرود (استان مازندران) بر اساس شاخص زیستی هیلسنهوف. اولین همایش ملی الکترونیکی کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست، صفحات ۷-۱.

۱۸. روغنی زادگان، ن.، محمدی روزبهانی، م.، دهقان مدیسه، س.، ۱۳۹۱. ارزیابی زیستی رودخانه دز با استفاده از ساختار جوامع ماکروبنتیک و شاخص هیلسنهوف. اولین همایش بین المللی بحران های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن، جزیره کیش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۱۹. دادگر، ش.، چهرزاد، ف.، رزمی، ک.، ۱۳۹۳. بررسی اثرات کیفی استخرهای پرورش قزل آلای رنگین کمان بر رودخانه شاهرود با استفاده از شاخص ارزیابی سریع زیستی کفزیان Hilsenhoff. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال ششم، شماره ۳، صفحات ۱۵۳-۱۴۳.

20. Davide, T., Marco, S., 2010. Collection and identification of macrobenthic invertebrates. NEAR Curriculum in Natural Environmental Science 88: 253-261.

21. Covich, A., Palmer, M., Crowl, T., 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. Journal of Bioscience 49: 119-127.

22. Hilsenhoff, W. L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American Benthological Society 7: 65-68.