

## بررسی جمعیت کفزیان سرشاخه‌های رودخانه جاجرود استان تهران

رضوان موسوی ندوشن و سپیده ریسی\*

گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۷

### چکیده

در تحقیق حاضر جمعیت کفزیان سرشاخه‌های رودخانه جاجرود مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه برداری در سرشاخه‌های آب‌نیک، زایگان، لالان و آهار در سال ۱۳۹۳ در فصل بهار و تابستان انجام شد. بی مهرگان کفزی به وسیله نمونه بردار کمی سوربر به ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی متر جمع آوری و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. نمونه‌های بنتوز در آزمایشگاه توسط لوپ جداسازی و در سطح جنس شناسایی گردیدند. همچنین برای ارزیابی شرایط اکولوژیک و کیفیت آب از شاخص هیلسنهوف HFBI و شاخص تنوع EPT استفاده شد. به طور کلی در جمعیت کفزیان سر شاخه‌های رودخانه جاجرود ۲۸ جنس متعلق به ۳ شاخه، ۵ رده، ۹ راسته و ۲۴ خانواده شناسایی گردید. بیشترین تراکم کل کفزیان در سرشاخه لالان (۸۴۲ عدد در متر مربع) و در دو فصل بهار و تابستان مشاهده شد. در میان جنس‌های شناسایی شده و در تمام سرشاخه‌ها به جز آهار بیشترین تراکم در تابستان متعلق به جنس *Epeorus* و در فصل بهار مربوط به جنس *Baetis* بود. بر اساس آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون LSD، فقط میان جمعیت سرشاخه آهار با سایر سرشاخه‌ها اختلاف معنی دار مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

واژگان کلیدی: بی مهرگان کفزی، شاخص تنوع، شاخص هیلسنهوف، رودخانه جاجرود

## مقدمه

بررسی‌های لیمنولوژیک، سه بخش اصلی و اساسی مطالعات فیزیکی و شیمیایی، باکتری شناسی و زیست شناختی آب‌ها را در بر می‌گیرد. در این میان مطالعات زیست شناختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا می‌توان با توجه به آن و ساختار جمعیتی موجودات شاخص و شاخص‌های زیستی، قضاوتی منطقی و معقول از یک اکوسیستم ارائه داد (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). بررسی نهرها و رودخانه‌ها نه تنها در تشخیص سلامت کیفیت آب اهمیت دارد، بلکه می‌تواند نشانگر فشارهای احتمالی وارده از محیط نیز باشد (Sioli, 1975). موجودات زنده‌ای که در اکوسیستم آب‌های جاری زندگی می‌کنند، عمدتاً کفزی بوده و اگر در مسیر جریان آب قرار گیرند، به دلیل شسته شدن در برابر سرعت آب، به نواحی پایین دست رودخانه منتقل خواهند شد. به همین علت این موجودات مجبورند در مناطق مرده آب مانند سطوحی از سنگ‌ها که پشت به جریان آب هستند و یا در لابه‌لا و کف بستر قرار گیرند (Humphrey & Dostine, 1994). این موجودات به گونه‌ای دقیق و قابل اعتماد، شرایط کیفی آب‌ها را در هر منطقه ترسیم نموده و می‌توان از آنها به عنوان شاخص در روند تغییرات وضعیت کیفی آب‌ها استفاده نمود (نظامی و خارا، ۱۳۸۴). چندین ویژگی سبب شده است که این زیست‌مندان بیشتر مورد توجه متخصصان پایش اکوسیستم‌های آبی باشند، مانند اینکه این موجودات غالب اوقات در همه اکوسیستم‌های آبی حضور دارند، از تنوع گونه‌ای بالایی برخوردارند و به دلیل تنوع گونه‌ای بالا، طیف وسیعی از حساسیت و مقاومت نسبت به آلاینده‌ها را نشان می‌دهند. به دلیل ساکن بودن در بستر و چرخه زندگی طولانی امکان بررسی، تعیین حدود مکانی و وسعت زمانی آشفتگی‌ها را فراهم آورده، تغییرات کیفی آب را بر خلاف اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، به صورت دوره‌ای نمایش می‌دهند (Feminella & Flynn, 1999).

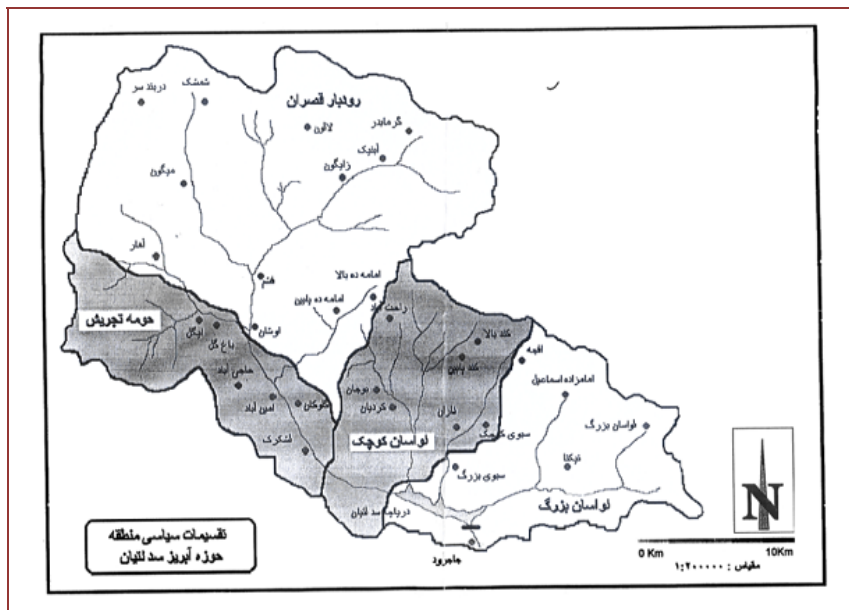
رودخانه جاجرود از ارتفاعات خرسنگ کوه در شمال شرقی تهران سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه در ۳۰ کیلومتری شمال شرق تهران قرار گرفته است و یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان است. ۱۴۰ کیلومتر طول، ۷۱۰ کیلومتر مربع مساحت حوزه آبخیز و شیبی برابر ۴ درصد دارد. رودخانه جاجرود در طول مسیر خود از روستاهای زایگان، فشم و لواسانات به سمت جنوب شرقی تغییر مسیر داده و پس از طی مسیر رودک و لشگرک، به سد لتیان وارد می‌شود و پس از پیوستن به شاخه‌های فرعی و تأمین آب مورد نیاز قسمتی از تهران و آبیاری اراضی گرمسار و ورامین، به دریاچه نمک منتهی می‌گردد. مطالعات زیستی مختلفی توسط محققان بر روی جمعیت کفزیان رودخانه‌ها صورت گرفته است. در رودخانه جاجرود تحقیقات عظیمی (۱۳۸۵)، ذوالریاستین (۱۳۸۲)، پوریادگار (۱۳۶۶)، موسوی ندوشن (۱۳۷۵)، اعرابی (۱۳۷۲)، عطاردی و گودرزی (۱۳۶۹) و کریمان (۱۳۶۶) نشان می‌دهد که رودخانه جاجرود همواره از قدرت خودپالایی بالایی برخوردار بوده است. از دیگر مطالعات انجام شده می‌توان به قانع ساسان سرابی در سال ۱۳۸۳ بر روی ساختار جمعیت بی‌مهرگان آبی رودخانه چافرود استان گیلان اشاره نمود، همچنین عباسپور در سال (۱۳۹۲) شاخص‌های زیستی و کیفی رودخانه چشمه کیله تنکابن را با استفاده از جوامع بی‌مهرگان کفزی بررسی نمود و بررسی کفزیان رودخانه قزل اوزن در استان زنجان توسط مقصودی در سال (۱۳۹۰) انجام گرفت. Bhat (2005) و Wallace در سال ۲۰۰۹ جمعیت کفزیان در چشمه‌ها و سرشاخه‌های کوچک رودخانه در کشمیر و امریکا را مورد بررسی قرار دادند. در هلسینکی فنلاند Paavola در سال ۲۰۰۹ عوامل مؤثر بر جمعیت کفزیان و تعیین تنوع و ارتباط آنها و نیز متغیرهای زیست محیطی و تعاملات و رقابت بین بی‌مهرگان و سطوح تغذیه‌ای را مورد بررسی قرار داد. هدف از این تحقیق بررسی جمعیت کفزیان سرشاخه‌های اصلی رودخانه جاجرود

نظر بر روی بستر رودخانه قرار داده شد و بعد از شستن سنگ‌های واقع در مربع ایجاد شده توسط سوربر، محتویات تور به داخل تشت پلاستیکی منتقل شد. سطح و لابه لای بقایای گیاهی مانند برگ‌ها و شاخه‌ها برای جدا سازی کف زیان احتمالی آنها شستشو و نمونه‌های بدست آمده جدا شدند. نمونه‌ها توسط فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. بررسی‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد تهران شمال دانشکده علوم و فنون دریایی، شامل جداسازی، شناسایی، شمارش و تعیین تراکم بر حسب تعداد در متر مربع انجام شد. برای شناسایی نمونه‌های جداسازی شده از منابع مختلف (Bouchard, 2004; Merritt & Cummins, 1996 و McCafferty, 1981) استفاده شد.

استان تهران و بررسی تفاوت‌ها و شباهت‌های جمعیت کفزیان در این سرشاخه‌ها می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

با در نظر گرفتن شرایط رودخانه جاجرود، ۴ سرشاخه (زایگان، آب‌نیک، لالان و آهار) (شکل ۱) به عنوان چهار ایستگاه نمونه برداری انتخاب گردید و طی دو مرحله در فصل بهار (۱۵ اردیبهشت) و تابستان (۱۵ مرداد) سال ۱۳۹۳ نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری از کفزیان با استفاده از نمونه بردار سوربر به ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی‌متر و با ۴ تکرار (سه برداشت از طرفین و وسط رودخانه و یک برداشت از لابلاهی گیاهان آبی کنار رودخانه) در هر ایستگاه صورت گرفت. برای نمونه برداری، ابتدا سوربر در منطقه مورد



شکل ۱- نقشه محدوده کلی نهرهای مورد بررسی در منطقه لواسانات

$$HFBI = \frac{\sum(x_i * t_i)}{n}$$

$x_i$  = تعداد افراد یک خانواده

$t_i$  = درجه مقاومت خانواده

$N$  = تعداد کل موجودات در نمونه

شاخص‌های جمعیتی شامل غنای کل (تعداد گروه‌های شناسایی شده در هر ایستگاه)، غنای EPT (تعداد تاکسون‌های سه راسته بهاره‌ها، یکروزه‌ها و بال موی داران) و نیز شاخص زیستی در خانواده‌ی هیلسنهوف محاسبه شد (Hilsenhoff, 1988; Rosenberg, 2004).

یکروزه‌ها (Ephemeroptera) و بال موی داران (Tricoptera) (USGS, 2002). برای ارزیابی کیفیت آب، شاخص به دست آمده با جدول (۱) مقایسه شد.

#### شاخص EPT

شاخص EPT بیانگر وجود یا عدم وجود استرس‌های محیطی در رودخانه بوده و برابر است با جمع تاکسون‌های راسته بهاره‌ها (Plecoptera) ،

جدول ۱- ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص تنوع EPT (Bode, 1993)

درجه	EPT	ارزیابی کیفیت آب
۱	> ۱۰	عدم وجود فشار محیطی
۲	۶-۱۰	تحت فشار محیطی جزئی
۳	۲-۵	تحت فشار محیطی متوسط
۴	۰-۱	تحت فشار محیطی شدید

کیفیت آب رودخانه‌ها است و درجه آلودگی آب را مشخص می‌کند.

#### شاخص هیلسنهوف

شاخص هیلسنهوف در جدول (۲) ارائه شده است. این شاخص مدلی برای راهنمایی کلی در تعیین

جدول ۲- ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص HFBI (Hilsenhoff, 1988)

شاخص زیستی در سطح خانواده	کیفیت آب	درجه فشار محیطی
۰-۳/۷۵	عالی	عدم وجود فشار محیطی
۳/۷۶-۴/۲۵	خیلی خوب	احتمال وجود فشار محیطی بسیار جزئی
۴/۲۶-۵/۰۰	خوب	احتمال وجود فشار محیطی جزئی
۵/۰۱-۵/۷۵	نسبتاً خوب	احتمال وجود فشار محیطی متوسط
۵/۷۶-۶/۵۰	نسبتاً بد	احتمال وجود فشار محیطی زیاد
۶/۵۱-۷/۲۵	بد	احتمال وجود فشار محیطی بسیار زیاد
۷/۲۶-۱۰/۰۰	خیلی بد	وجود فشار محیطی آلی شدید

۲۸ جنس متعلق به ۳ شاخه، ۵ رده، ۹ راسته و ۲۴ خانواده از بی‌مهرگان کفزی شناسایی شد که بخش عمده آنها شامل لارو و شفیره حشرات آبی تشکیل بود. بیشترین و کمترین تراکم کل کفزیان در مدت مطالعه به ترتیب  $842 \pm 68$  عدد در متر مربع در سرشاخه لالان و  $454 \pm 42$  عدد در متر مربع در سرشاخه آهار به دست آمد. در این پژوهش، در بررسی نمونه‌های برداشت شده از کفزیان در سرشاخه آهار، ۲۲ جنس شناسایی گردید (شکل ۲). تراکم کل کفزیان در این سرشاخه،  $454 \pm 42$  عدد در متر مربع بود. در این ایستگاه، *Simulium* sp. دارای بیشترین تراکم با

#### آنالیز آماری

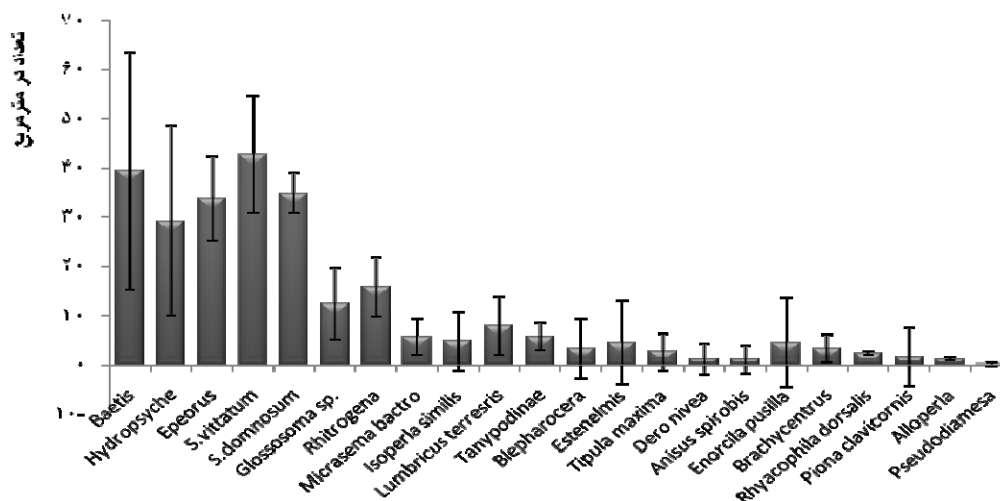
برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار آماری SPSS 19 استفاده شد. نتایج با استفاده از روش آماری آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) مورد آنالیز قرار گرفت. همچنین از آزمون LSD استفاده گردید. محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با بسته نرم افزار Excel انجام پذیرفت.

#### نتایج

در مدت دو فصل بررسی در سال ۱۳۹۳ و نمونه برداری از فون کفزیان چهار سرشاخه رودخانه جاجرود،

تابستان، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $P \geq 0.05$ ). در سرشاخه آهار در آنالیز واریانس یکطرفه و هم در آزمون LSD در تکرار ۱ و ۳ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

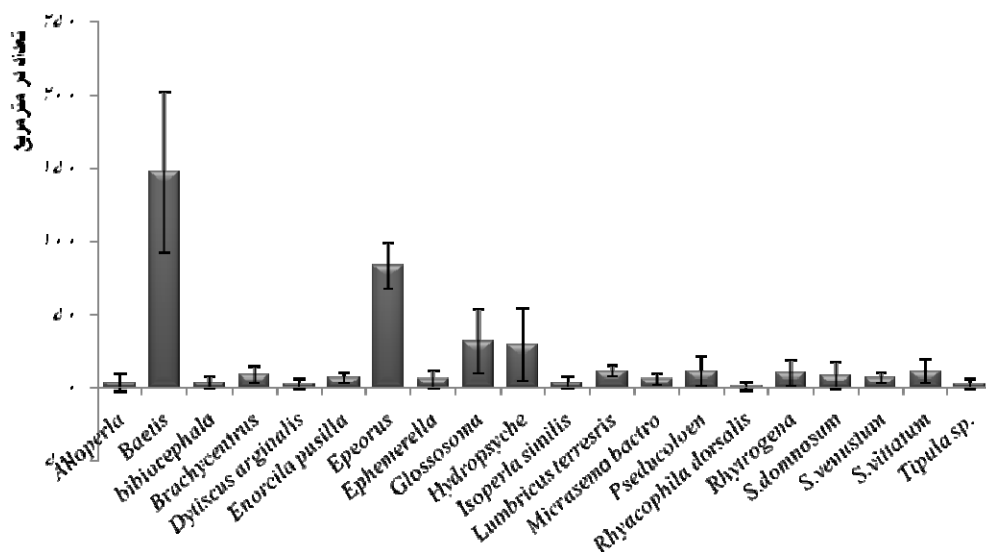
تعداد میانگین  $42 \pm 11$  عدد در مترمربع بود. نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری بین میانگین فراوانی بی‌مهرگان کفزی سرشاخه‌های رودخانه جاجرود و طی نمونه برداری در فصل‌های بهار و



شکل ۲- نمودار میانگین کل تراکم جمعیت کفزیان به تفکیک جنس در سرشاخه آهار، بهار و تابستان ۱۳۹۳

متر مربع بود. در سرشاخه آبنیک، جنس *Baetis sp.* با متوسط  $147 \pm 55$  عدد در متر مربع دارای بیشترین تراکم بود.

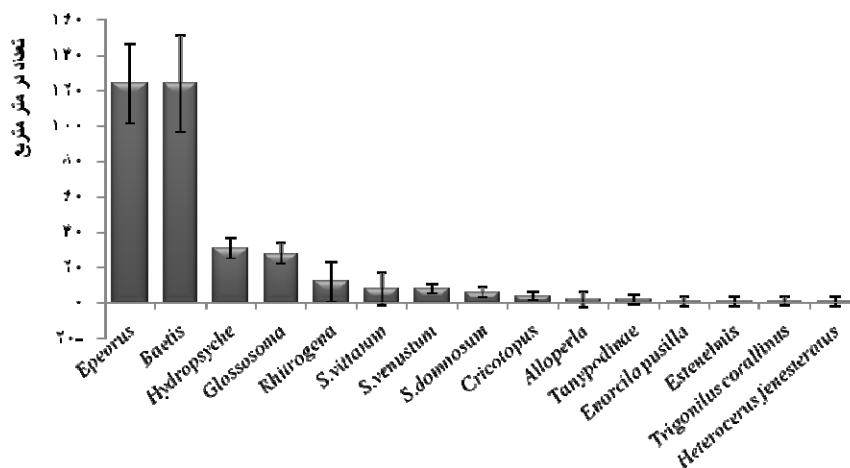
در بررسی نمونه‌های کفزیان برداشت شده از سرشاخه آبنیک، ۲۰ جنس شاسایی گردید (شکل ۳). تراکم کل کفزیان در این سرشاخه،  $70.8 \pm 57$  عدد در



شکل ۳- نمودار میانگین کل تراکم جمعیت کفزیان به تفکیک جنس‌ها در سرشاخه آبنیک، بهار و تابستان ۱۳۹۳

متر مربع بود. در این سرشاخه، جنس‌های *Epeorus* و *Baetis* به ترتیب با متوسط  $124 \pm 22$  و  $124 \pm 27$  عدد در متر مربع بیشترین تراکم را داشتند.

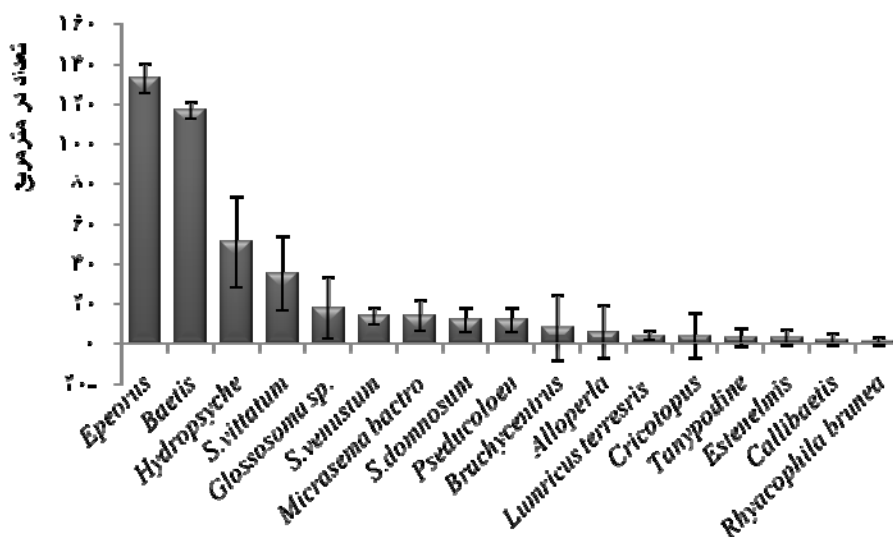
در بررسی نمونه‌های کفزیان برداشت شده از سرشاخه زایگان، ۱۵ جنس شاسایی گردید (شکل ۴). متوسط تعداد کل کفزیان در این سرشاخه،  $726 \pm 52$  عدد در



شکل ۴- نمودار میانگین کل فراوانی جمعیت کفزیان به تفکیک جنس‌ها در سرشاخه زایگان، بهار و تابستان ۱۳۹۳

عدد در متر مربع بود. در این سرشاخه، جنس *Epeorus* با متوسط تعداد  $133 \pm 7$  عدد در متر مربع دارای بیشترین حضور بود.

در بررسی نمونه‌های کفزیان برداشت شده از سرشاخه لالان، ۱۷ جنس شاسایی گردید (شکل ۵). متوسط تعداد کل کفزیان در این سرشاخه  $842 \pm 68$



شکل ۵- نمودار میانگین کل تراکم جمعیت کفزیان به تفکیک جنس‌ها در سرشاخه لالان، بهار و تابستان ۱۳۹۳

## نتایج شاخص تنوع EPT

جدول ۳- میزان شاخص تنوع EPT در سرشاخه‌های رودخانه جاجرود، بهار و تابستان ۱۳۹۳

فصل	لالان	آبنیک	زایگان	آهار
بهار	۱۰	۱۱	۶	۱۰
تابستان	۶	۸	۴	۶

## نتایج شاخص هیلسنهوف

جدول ۴- میزان شاخص هیلسنهوف در سرشاخه‌های رودخانه جاجرود، بهار و تابستان ۱۳۹۳

نام ایستگاه	لالان	آبنیک	زایگان	آهار
HFBI	۳/۸۸	۱/۷۹	۳/۵۶	۴/۳۷

## بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، کف زیان جمع آوری شده از سرشاخه‌های مورد مطالعه در رودخانه جاجرود در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳، شامل ۲۵ خانواده و ۲۸ جنس بود که نشان دهنده تنوع بالای کف زیان سرشاخه‌های رودخانه جاجرود می‌باشد. از بین بی مهرگان کفزی، رده حشرات آبی به ویژه خانواده Baetidea و خانواده Heptagenidae از راسته Ephemeroptera به عنوان گروه‌های غالب شناسایی شد. این وضعیت در بیشتر آب‌های جاری صادق است و بیشترین تراکم متعلق به این گروه از کفزیان می‌باشد (Navis & Gillies, 2001 Dodds, 2002). همچنین بالاترین تنوع (۲۸ جنس) و بیشترین تراکم (۴۳۴ عدد در مترمربع) بی مهرگان کفزی در فصل بهار (اردیبهشت ماه) مشاهده شد. در این مطالعه، در فصل تابستان بیشترین تراکم متعلق به خانواده Baetidea (جنس *Baetis*)، و در فصل بهار بیشترین تراکم متعلق به خانواده Heptagenidae (جنس *Epeorus*) بود.

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری بین میانگین تراکم بی مهرگان کفزی سرشاخه‌های رودخانه جاجرود، در فصل‌های بهار و تابستان، اختلاف معنی داری نشان نمی‌دهد ( $P \geq 0.05$ ). در تکرارهای نمونه برداری با استفاده از آزمون LSD نیز اختلاف

معنی‌داری مشاهده نشد. در میان تکرارهای سرشاخه‌های مختلف جاجرود، در سرشاخه‌های آبنیک، زایگان و لالان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P \geq 0.05$ ) و در آزمون LSD نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در سرشاخه آهار در آنالیز واریانس یکطرفه و هم در آزمون LSD در تکرار ۱ و ۳ اختلاف معنی‌دار به دست آمد ( $P < 0.05$ ).

بر اساس پژوهش حاضر، میانگین شاخص تنوع خانواده‌های سه راسته یکروزه ها، بهاره‌ها و بال موی داران (EPT) در مدت مطالعه در سرشاخه‌های رودخانه جاجرود ۱۱ بود که نشانگر تنوع بالای این سرشاخه‌ها می‌باشد. همچنین بر اساس طبقه‌بندی EPT (Bode, 1993) ارقام بالاتر از ۱۰ نشانگر کیفیت بالای آب و عدم وجود فشار محیطی و نیز تنوع خوب موجودات در رودخانه می‌باشد. نتایج مطالعات Yandora (1998) در رودخانه‌های کارولینای شمالی نیز بیشترین EPT را در بهار و کمترین آن را در تابستان نشان می‌دهد. نتایج تحقیق عظیمی (۱۳۸۵) بر روی کیفیت آب رودخانه جاجرود با کمترین تنوع در مرداد ماه با رقم ۵ برای EPT و بیشترین تنوع در خرداد ماه با رقم ۸ برای EPT گزارش شده است.

در این مطالعه، بالاترین مقدار EPT مربوط به سرشاخه آبنیک با ۱۱ و ۸ به ترتیب در بهار و تابستان

عالی، آب سرشاخه لالان دارای کیفیت بسیار خوب و آب سرشاخه آهار دارای کیفیت خوب بوده است. غلظت اکسیژن محلول نیز به عنوان مهم‌ترین متغیر شیمیایی در پراکنش گونه‌های کفزیان نقش مهمی ایفا می‌کند. در سرشاخه‌های رودخانه جاجرود در تمام فصول سال میزان اکسیژن محلول در حد اشباع بوده (در دوره پرآبی ۹/۷ میلی گرم در لیتر) و نوسان زیادی ندارد. علت این امر، شیب مناسب زمین، سنگلاخی بودن بستر و دبی بالای آب رودخانه می‌باشد (ذوالریاستین، ۱۳۸۲ و بهبهانی نیا، ۱۳۷۵).

با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان اظهار داشت رودخانه جاجرود با دارا بودن شیب زیاد، بستر سنگلاخی و انجام عمل خودپالایی کامل، اکوسیستمی مناسب برای موجودات آبی می‌باشد. متأسفانه به علت نزدیکی مناطق مسکونی به این رودخانه و نیز عدم اعمال مدیریت جدی بر فاضلاب‌های ورودی، ممکن است در آینده کیفیت آب آن دچار کاهش شود که در این صورت عملاً امکان استفاده از آب این رودخانه وجود نخواهد داشت. نتایج حاصل از تحقیقات عظیمی (۱۳۸۵)، ذوالریاستین (۱۳۸۲)، پوریادگار (۱۳۶۶)، موسوی ندوشن (۱۳۷۵)، اعرابی (۱۳۷۲)، عطاردی و گودرزی (۱۳۶۹) و کریمان (۱۳۶۶) نشان می‌دهد که رودخانه جاجرود همواره از قدرت خودپالایی بالایی برخوردار بوده و آنچه بیش از آلاینده‌های آلی حیات این اکوسیستم را تهدید کرده است استرس‌های محیطی ناشی از آلودگی‌های انسانی می‌باشد که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر جامعه کفزیان تأثیر می‌گذارد.

### منابع

احمدی، م. و نفیسی، م. ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آب‌های جاری. انتشارات خبیر. تهران، ایران.  
اعرابی، د. ۱۳۷۲. بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهیان سردآبی روی زیستگاه‌های طبیعی (منطقه جاجرود). پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

بود (جدول ۳). پس از آب‌نیک، سرشاخه‌های آهار و لالان با EPT با ۱۰ و ۶ به ترتیب در فصل‌های بهار و تابستان در جایگاه دوم قرار داشتند. ایستگاه زایگان دارای EPT پایین‌تر در هر دو فصل مورد مطالعه بود (جدول ۳). بکر بودن منطقه در سر شاخه آب‌نیک و عدم وجود استرس‌های محیطی و نیز دسترسی کمتر افراد به این سرشاخه در مقایسه با دیگر سرشاخه‌های رودخانه جاجرود از دلایل بالاتر بودن شاخص EPT بود. شاخص EPT، تحت تأثیر نوسان دمای آب و تغییر فصل می‌باشد (عظیمی، ۱۳۸۵)، به طوری که پایین‌ترین تنوع در مرداد ماه با رقم ۵ در سرشاخه زایگان و بالاترین تنوع در اردیبهشت ماه با رقم ۱۲ در سرشاخه آب‌نیک مشاهده شد. شاخص EPT، تحت تأثیر عواملی مانند استرس‌های محیطی، تغییر فصول و غلظت اکسیژن محلول می‌باشد. به طوری که در فصول بهار و زمستان بیشترین تنوع مشاهده می‌شود (Davis & Golladag, 1990).

بر اساس طبقه‌بندی Bode (1993) (جدول ۱)، نتایج این مطالعه نشان داد که در فصل بهار، در سرشاخه‌های آب‌نیک، آهار و لالان، فشار محیطی وجود نداشته است. همچنین با توجه به نتایج در فصل بهار در سرشاخه زایگان، فشار محیطی جزئی وجود داشت. در فصل تابستان در سرشاخه‌های آب‌نیک، آهار و لالان، فشار محیطی جزئی و در سرشاخه زایگان، فشار محیطی متوسط مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴). دمای آب یکی از مهم‌ترین متغیرهای فیزیکی است که بر روی ساختار جمعیتی بی‌مهرگان کفزی تأثیر می‌گذارد. میزان دمای آب در این رودخانه با بستر سنگلاخی حاکی از یک اقلیم سرد و خنک در تمام فصول سال می‌باشد و زیستگاه مناسبی برای گروه‌های سرما دوست از قبیل بهاره‌ها و بال موی داران و دوبالان به ویژه Heptagenidea فراهم آورده است (McCafferty, 1981).

در پژوهش حاضر، بر اساس شاخص هیلسنهوف (جدول ۲)، کیفیت آب سرشاخه‌های آب‌نیک و زایگان



- Bouchard, R.W.J. 2004. Guide to aquatic macro invertebrates of the upper Midwest. Water resources center University of Minnesota. MN. USA.
- Davis, S. & Golladay, S. W. 1999. Assessing biological effect of animal production on intermittent coastal plain streams. The University of Georgia, Athens, USA.
- Dodds, W. K. 2002. Freshwater ecology, concepts and environmental application. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Feminella, J. W. & Flynn, K. M. 1999. The Alabama watershed demonstration project: Biotic indicators of water quality. ACES Publication. USA.
- Humphrey, C. & Dostine, P.L. 1994. Development of biological monitoring programs to detecting waste impacts upon aquatic ecosystems of the Alligator Rivers Region, Northern Territory, Australia. *Mitt. International Verein. Limnology*, 24: 293-314.
- McCafferty, W.P. 1981 Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers. London, UK.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall & Hunt Publishing Company. London, UK.
- Navis, N. & Gillies, A. 2001. A comparison of a professional methods and a volunteer method for assessing stream health, including discussion of an improved volunteer method, USEPA Rapid Bioassessment Protocol vs West Virginia Save our Streams, Science and society Series, Number 2, Cacapon Institute. USA.
- Paavola, R. 2003. Determinants of macro invertebrate diversity in headwater streams. Department of Biological and Environmental Sciences, University of Jyvaskyla, Helsinki, Finland.
- Rosenberg, D.M. 2004. Biological monitoring of freshwater benthic macro invertebrate, background, diversity and biotic index, Taxa tolerance value. Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax, Canada.
- Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environment, trend in terrestrial and aquatic research. Springer-Verlag Pub. New York, USA.
- USGS. 2002. Assessment of stream quality بهبهانی نیا، آ. ۱۳۷۵. بررسی آلاینده‌ها و خواص فیزیکی و شیمیایی رودخانه جاجرود. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آلودگی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- پوریادگار، و. ۱۳۶۶. مطالعه کیفیت آب رودخانه جاجرود. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران، ایران.
- ذوالریاستین، ن. ۱۳۸۲، بررسی سیستم ساپروبی رودخانه جاجرود (رودبار قصران). پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- عباسپور، ر. ۱۳۹۲. برآورد شاخص‌های زیستی و کیفی رودخانه چشمه کیله تنکابن با استفاده از جوامع بی مهرگان کفزی. باشگاه پژوهشگران جوان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
- عطاردی، م. و گوردزی، ع. ۱۳۶۹. بررسی و شناسایی بنتوز رودخانه جاجرود. پایان نامه کارشناسی گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- عظیمی، ر. ۱۳۸۵. بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود به روش HFBI. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
- قانع ساسان سرابی، ا. ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت کفزیان رودخانه چافرود استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
- کریمان، ا. ۱۳۶۶. بررسی لیمنولوژیکی حوزه رودخانه جاجرود قبل از سد لتیان. رساله دکتری رشته مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- مقصودی، م. ۱۳۹۰. بررسی کفزیان رودخانه قزل اوزن استان زنجان. پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی. بندر انزلی.
- موسوی ندوشن، ر. ۱۳۷۵. تعیین کیفیت آب رودخانه جاجرود به کمک شاخص‌های بیولوژیک و تعیین توان خودپالایی در آن. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- نظامی، ش. و خارا، ح. ۱۳۸۴. ارزیابی اثرات خشکسالی بر تنوع، تراکم، فراوانی و پراکنش موجودات کفزی تالاب امیرکلاهی لاهیجان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۳): ۱۵۶-۱۴۱.
- Bhat, S. 2010. Ecological study of benthic communities in three Limnocene freshwater of Kashmir, Aquatic Ecology Laboratory, center of research for development, University of Kashmir, India.
- Bode, R. W. 1993. 20 Year trends in water quality of rivers & streams in New York state on the basis of macro invertebrate data 1972-1992. New York Department Environmental of Conservation Technical Report. New York, USA.

benthic macroinvertebrates illustrates water quality in small order urban streams in a North Carolina Piedmont City. National Water Quality Monitoring Council (MWQMC) National Monitoring Conference web page. Retrieved Oct. 25, 2002, Available from: <http://www.nwqmc.org/98proceedings/Papers/40-YAND.html>.

using biological indices at selected sites in the Big Elk and octoraro Creek Basins, Chester country. Pennsylvania, 1981-97. USA.

Wallace, J.B. 2009. Benthic invertebrate fauna, small streams. University of Georgia, Northern Research station, Grand rapids. MN, USA.

Yandora, K. 1998. Rapid bioassessment of