

نوسانات فصلی جمعیت درشت کفزیان رودخانه زاینده رود (از اصفهان تا ورزنه) با توجه به جنس بستر

عیسی ابراهیمی^۱، نصرالله محبوبی صوفیانی^۲ و یزدان کیوانی^۳

۱. استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. دانشیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳. استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

آدرس پستی فرد مسئول مکاتبات:
اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات
دکتر عیسی ابراهیمی
کد پستی: ۸۴۱۵۶

e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

تلفن: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۵۶۵

۰۹۱۳۳۲۸۷۸۹۷

نوسانات فصلی جمعیت درشت کفزیان رودخانه زاینده رود (از اصفهان تا ورزنه) با توجه به جنس بستر

چکیده

جهت شناسایی و بررسی نوسانات فصلی درشت کفزیان رودخانه زاینده رود، در مسیر آن از محل باغ پرندگان تا شهر ورزنه به مسافت تقریبی ۱۴۰ کیلومتر تعداد ۸ ایستگاه نمونه برداری انتخاب گردید. نمونه برداری از پاییز ۸۲ با تواتر دو بار در هر فصل از ایستگاه های انتخابی به کمک یک دستگاه نمونه بردار سوربر، اکمن و لوله پی وی سی به عمل آمد. نمونه های جمع آوری شده پس از جداسازی و شمارش به کمک کلیدهای شناسایی موجود تا حد جنس و در برخی موارد خانواده شناسایی گردید. مجموع نمونه های بی مهره کفزی بدست آمده در ۱۹ جنس، ۱۷ خانواده، ۱۳ راسته و ۵ رده جای گرفتند. از ۱۳ راسته شناسایی شده، راسته Ephemeroptera (زودمیران) و راسته Trichoptera (موی بالان)، از لحاظ تعداد خانواده و جنس از متنوع ترین راسته های شناسایی شده بودند که بیشترین پراکنش را در ناحیه شهر اصفهان و ناحیه بالادست رودخانه داشتند. در حالی که رده Oligochaeta (کم تاران)، با داشتن سه راسته و ۴ خانواده و همچنین راسته Diptera (دوبالان)، با داشتن سه خانواده و دو جنس بیشترین پراکنش را در ناحیه پایین دست رودخانه نشان دادند. در عین حال خانواده های Lumbriculidae، Tubificidae و جنس های *Chironomus* و *Piscicola* در تمام ایستگاه ها و در بیشتر فصول سال حضور داشتند، اگرچه تراکم آنها دامنه وسیعی از تغییرات را نشان داد. در مقابل خانواده Glossiphoniidae و جنس های *Baetis*، *Piscidium*، *Hydropsyche*، *Agrion* و *Valvata*، تنها در برخی از ایستگاه ها و بعضی از فصول سال یافت شدند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج همبستگی معنی دار منفی شاخص های شانون، سیمپسون و مارگالف را با هدایت الکتریکی آب و میزان مواد آلی بستر رودخانه نشان داد. بطوری که شاخص تنوع زیستی شانون کمترین تنوع را در ایستگاه های گلی - لجنی رودخانه نشان داد. در عین حالی شاخص مارگالف با pH آب دارای همبستگی مثبت بود. بدین ترتیب به نظر می رسد تغییرات ایجاد شده در ترکیب جمعیت کفزیان رودخانه می تواند ناشی از، تغییرات فیزیکی جنس بستر رودخانه، ویژگی های شیمیایی آب، چرخه زندگی کفزیان مورد بررسی و یا اثرات توأم آنها باشد.

واژه های کلیدی: درشت کفزیان، تنوع، زاینده رود، بستر رودخانه، شاخص شانون، هدایت الکتریکی.

رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تامین آب شیرین مصرفی در بخش‌های صنعت، کشاورزی، مصارف شهری و آشامیدنی می‌باشند. لذا شناسایی اجزای مختلف، به خصوص جانوران کفزی آن که نقش مهمی در چرخه‌های زیستی اکوسیستم و پالایش آلاینده‌های آن دارند، بسیار حائز اهمیت است (۲۸). به همین دلیل بیشتر رودخانه‌های دنیا به خصوص رودخانه‌های کشورهای توسعه یافته دارای شناسنامه بوده و علاوه بر شناسایی کامل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آنها دائماً در حال سنجش، پایش و بررسی می‌باشند. این در حالی است که در کشور ما اطلاعات کافی در خصوص جوامع زیستی آب‌های جاری وجود ندارد.

عواملی مانند انواع آلاینده‌های صنعتی، کشاورزی و شهری، بهره برداری‌های بیش از حد از آب، تغییرات شدید در دبی آب، تغییر در بستر آب‌های جاری و حتی تخریب پوشش گیاهی حوزه آبخیز که منجر به ایجاد جریان‌های سیلابی و گل آلود می‌شود، می‌توانند بر جمعیت کفزیان و پوشش گیاهی آب‌های جاری تاثیر داشته و تغییرات شدیدی را در پراکنش، تراکم و تنوع گونه‌ای آنها ایجاد نماید. نتیجه این تغییرات دگرگونی ساختار، تغییر عملکرد بهینه و برهم خوردن تعادل اکولوژیک آنها خواهد بود (۲۱).

رودخانه زاینده رود یکی از رودخانه‌هایی است که به دلیل قرار گرفتن در موقعیت اقلیمی خاص (منطقه گرم و خشک فلات مرکزی ایران)، گذشتن از مناطق مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری و همچنین بهره برداری‌های فراوان آب و تغییرات ایجاد شده در بستر آن به واسطه احداث سدها، بندها، پل‌ها و کانال‌های آبرسانی متعدد و بسترسازی در نواحی شهری دچار تغییرات بسیار زیاد گردیده و مطمئناً این تغییرات بر جوامع گیاهی و جانوری آن تاثیر داشته است. متأسفانه به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی از گذشته این رودخانه نمی‌توان اثر این تغییرات را بخوبی مورد بررسی قرار داد. اولین و جامع‌ترین مطالعه مستند انجام شده در خصوص رودخانه زاینده رود در سال ۱۳۵۸ توسط مهندسین محیط زیست انجام گرفته که در بخشی از آن به مطالعات بیولوژیک رودخانه نیز پرداخته شده است و گزارش نهایی آن می‌تواند راه گشای مطالعات بعدی بوده و منبع مهمی جهت مطالعات مقایسه‌ای باشد (۱۰).

تغییرات شدید دبی آب رودخانه زاینده رود بین فصول مختلف سال و بخصوص وقوع خشک سالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر که گاهی باعث خشک شدن کامل بستر رودخانه شده، از مهمترین عوامل تغییر در جمعیت‌های جانوری و گیاهی اکوسیستم رودخانه زاینده رود محسوب می‌شود که اثرات آن مورد توجه و ارزیابی قرار نگرفته است. اخیراً مطالعات ارزنده ولی محدودی در خصوص بررسی گیاهان جلبکی زاینده رود (۳)، مقایسه فیزیکوشیمیایی آب رودخانه در رابطه با شاخص‌های بیولوژیکی (۴)، آلودگی آب‌های زیرزمینی حاشیه رودخانه (۹) و اثر تخلیه زه آب زهکش‌های مهم منطقه بر رودخانه زاینده رود (۸) به عمل آمده است. همچنین شناسایی پاره‌ای از کفزیان و شاخص‌های زیستی آن نیز در سال‌های اخیر صورت گرفته است (۲۰). هدف از اجرای این پروژه شناسایی بزرگ کفزیان ناحیه پایین دست رودخانه زاینده رود از شهر اصفهان تا شهرستان ورزنه و بررسی تغییرات فصلی آنها در رابطه با جنس بستر و عوامل فیزیکوشیمیایی آب رودخانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

با توجه به کمبود اطلاعات در خصوص کفزیان رودخانه زاینده رود به ویژه در ناحیه پایین دست آن که به دلایل متعدد از جمله شرایط نامناسب آب، مشکلات مربوط به نمونه برداری، خشک بودن بستر آن به دلیل کاهش حجم آب و غیره می‌باشد، بخش پایین دست رودخانه زاینده رود از باغ پرندگان تا انتهای شهر ورزنه با مسافتی حدود ۱۴۰ کیلومتر به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد.

ایستگاه‌های نمونه برداری

به منظور نمونه برداری از کفزیان جانوری در طول مسیر رودخانه تعداد ۸ ایستگاه نمونه برداری در نظر گرفته شد، توزیع ایستگاه‌های نمونه برداری در طول مسیر مورد مطالعه به گونه‌ای صورت گرفت که با توجه به تغییرات ایجاد شده در بستر رودخانه در ناحیه شهر اصفهان و تغییرات طبیعی بستر در خارج از شهر، نتایج حاصل از تحقیق تا حد امکان قابل تعمیم به کل رودخانه در ناحیه مورد مطالعه باشد.

ایستگاه‌های نمونه برداری در جهت جریان رودخانه به ترتیب عبارتند از:

ایستگاه شماره ۱. فاصله حدود یک کیلومتری باغ پرندگان؛ عمق آب در این ایستگاه ۵۰ سانتیمتر و بستر ریگی-شنی می‌باشد.

ایستگاه شماره ۲. حد فاصل پل وحید تا پل مارنان؛ بستر رودخانه در این ناحیه گسترده و پوشیده از رسوبات گلی لجنی می‌باشد که به عمق چند سانتیمتر روی بستر اصلی رودخانه را که ریگی-شنی است می‌پوشاند. عمق متوسط آب در این ایستگاه به دلیل کند بودن سرعت جریان حدود ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد.

ایستگاه شماره ۳. فاصله حدود ۵۰۰ متری پل غدیر؛ بستر رودخانه در این ناحیه نیز گسترده بوده و از شن‌های ریز و ماسه همراه با کمی رسوبات گلی پوشیده شده است، رسوبات گلی به حدی است که هنگام برهم زدن بستر باعث گل آلودگی آب می‌شود. عمق متوسط آب در این ایستگاه حدود ۱/۵ متر و رنگ آب کاملاً کدر و تیره می‌باشد.

ایستگاه شماره ۴. پل اتوبان؛ این ایستگاه در ناحیه زیر دست محل تخلیه پساب تصفیه خانه فاضلاب جنوب شهر اصفهان قرار دارد، بستر رودخانه در این محل کم عرض (حدود ۱۵-۲۰ متر)، در ناحیه مرکزی سنگلاخی به شکلی که جریان تندی را ایجاد می‌کند و در حاشیه دارای رسوبات لجنی کاملاً سیاه رنگ به همراه بقایای مواد آلی گیاهی نیمه پوسیده می‌باشد، عمق متوسط آب در این ایستگاه حدود ۱/۵ متر و رنگ آب کاملاً کدر و تیره می‌باشد.

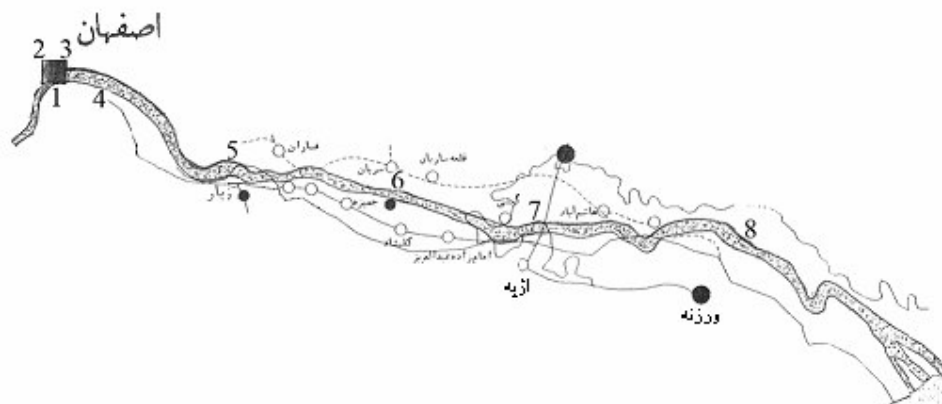
ایستگاه شماره ۵. پل زیار؛ بستر رودخانه در این ایستگاه شنی-ماسه‌ای با رسوبات کم می‌باشد، در زیر پوشش شنی جنس بستر رودخانه رسی و بسیار سفت است. عمق متوسط آب در این ایستگاه حدود ۱ متر اندازه گیری شد. رنگ آب شفاف‌تر از ایستگاه قبل بوده و مواد معلق آن کمتر است.

ایستگاه شماره ۶. روستای خرم؛ بستر رودخانه در این ایستگاه شنی-ماسه‌ای همراه با گل و لجن و عمق متوسط آب در آن حدود ۷۰ سانتی‌متر می‌باشد. رنگ آب در این ایستگاه کاملاً بهبود یافته و شفاف گردیده است.

ایستگاه شماره ۷. پل اژیه؛ بستر رودخانه در این ایستگاه گسترده و پوشیده از شن و ماسه می‌باشد. آب در این ناحیه زلال و فاقد کدورت بوده و عمق آن حدود ۳۰ سانتی‌متر اندازه گیری شد.

ایستگاه شماره ۸. انتهای شهر ورزنه بعد از بند بتونی؛ بستر رودخانه در این ناحیه گلی-لجنی با عمق زیاد می‌باشد، حاشیه رودخانه پوشیده از گیاهان بن در آب و ساحل رودخانه دارای درختچه‌های شور پسند است. عمق آب در

این ایستگاه حدود ۱/۲ متر و جریان آب بسیار کند می‌باشد. موقعیت قرار گرفتن ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت قرار گرفتن ایستگاه‌های نمونه برداری در مسیر زاینده رود. ۱. باغ پرندگان ۲. پل وحید ۳. پل غدیر ۴. پل اتوبان ۵. زیار ۶. خرم ۷. ازیه ۸. ورزنه

نمونه برداری

نمونه برداری بصورت فصلی، در هر فصل دو بار و با تناوب زمانی ۴۵ روزه و از پاییز سال ۱۳۸۲ به مدت یک سال انجام گرفت. برای نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف با توجه به نوع بستر آنها از وسایل مختلف استفاده شد. برای بسترهای ریگی- شنی از نمونه بردار سوربر^۱ با دهانه‌ای به ابعاد ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر، در بسترهای گلی- لجنی از نمونه بردار اکمن^۲ با دهانه‌ای به ابعاد ۱۵ × ۱۵ سانتی‌متر و در بسترهای شنی- گلی با عمق زیاد آب از لوله پی وی سی با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر استفاده شد.

نمونه برداری در هر ایستگاه به صورت کاملاً تصادفی انجام گردید. هریک از نمونه‌های برداشت شده بصورت مستقل و بطور کامل داخل یک تشتک پلاستیکی ریخته شد. تعداد نمونه برداشت شده با استفاده از سوربر و اکمن ۳ عدد و با استفاده از لوله پی وی سی ۵ عدد بود.

جداسازی نمونه‌ها

برای جدا کردن نمونه‌های جانوری ابتدا قطعات بزرگ سنگ، چوب و گیاهان آبی که احیاناً به همراه رسوبات وارد تشتک شده بود به دقت از رسوبات جدا گردید. سپس محتویات تشتک به کمک آب رودخانه رقیق شده و به تدریج با استفاده از الک‌های استاندارد شماره ۵۰ (با شبکه‌های ۰/۳۵ میلی‌متری) اقدام به جداسازی نمونه‌ها از رسوبات گردید. در نهایت، نمونه‌های جمع آوری شده از روی الک‌ها به داخل ظروف مخصوص نگهداری نمونه ریخته شد و با فرمالین ۵٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل گردید.

۱ - Surber sampler
۲ - Ekman

شناسایی نمونه‌ها

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ابتدا آنها را به کمک آب تمیز شستشو داده تا مواد اضافی و ناخواسته همراه آنها به طور کامل جدا گردد. سپس به کمک بینوکولر و با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود (۷، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۶) اقدام به شناسایی آنها گردید.

اطلاعات بدست آمده به صورت سنجه های جمعیتی شامل، غنای تاکسون، شاخص تنوع زیستی شانون (در حد خانواده)، شاخص سیمپسون و مارگالف محاسبه گردید و همبستگی آنها با فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۳، ۱۶ و ۲۷).

تعیین شاخص تنوع

شاخص تنوع زیستی شانون با استفاده از فرمول زیر و پس از برآورد فراوانی نسبی خانواده های شناسایی شده در هر ایستگاه در فصول مختلف سال محاسبه گردید (۲۴ و ۲۷).

$$H = -\sum Pi \ln Pi$$

Pi : فراوانی نسبی i امین تاکسون در نمونه

شاخص تنوع سیمسون

شاخص تنوع سیمسون^۱ در سال ۱۹۴۹ توسط سیمسون ارائه شده است، در سال ۱۹۷۲ کربس^۲ فرمول محاسبه آنرا به صورت ذیل ارائه کرد (۲۷).

$$D=1-\sum_{i=1}^s (Pi)^2$$

Pi : فراوانی نسبی i امین تاکسون در نمونه

S : تعداد کل تاکسون در نمونه

این شاخص وزن کمتری را به گونه های نادر و بیشترین وزن را به گونه های معمول اختصاص می دهد (۱۹). اعداد این شاخص در محدوده ۰ (کمترین تنوع) تا $1-1/S$ (بیشترین تنوع) قرار می گیرد. (۲۰)

شاخص تنوع مارگالف

مارگالف^۳ در سال ۱۹۵۸ این شاخص را به عنوان ساده ترین شاخص تنوع ارائه کرده است (۲۷).

$$D=S-1/LnN$$

S : تعداد تاکسون

N : تعداد کل افراد

غنای تاکسون

غنای تاکسون^۴ تعداد تاکسون موجود در یک نمونه را بیان می کند. افزایش تعداد تاکسون می تواند ناشی از تنوع زیستگاه، تناسب آن یا بهبود کیفیت آب باشد (۱۱).

۱- Simpson's Diversity Index

۲- Krabs

۳- Margalef

۴- Taxa Richness

سنجش عوامل فیزیکی و شیمیایی

دما؛ برای اندازه گیری دمای هوا و آب در محل ایستگاه‌ها از دماسنج جیوه‌ای معمولی آزمایشگاهی استفاده شد. اکسیژن محلول؛ در هریک از ایستگاه‌های نمونه برداری یک نمونه آب از عمق متوسط رودخانه برداشته شد و به روش وینکلر اندازه گیری انجام شد (۱۲).

pH: اندازه گیری pH آب درمحل نمونه برداری و به کمک دستگاه پی اچ متر دیجیتالی Schottgerate مدل 666221، ساخت آلمان انجام گرفت.

هدایت الکتریکی؛ برای اندازه گیری هدایت الکتریکی از دستگاه ای سی متر دیجیتالی مدل CIBA, CORNING ساخت آمریکا استفاده شد.

دانه‌بندی رسوب؛ دانه بندی ذرات شن رسوبات در ایستگاه‌هایی که دارای بستر گلی - لجنی بودند (ایستگاه‌های ۴، ۶ و ۸) به روش USDA اندازه گیری شد (۱۵).

کل مواد آلی رسوبات (TOM)؛ برای اندازه گیری مواد آلی رسوب از روش خشک کردن رسوب در دمای ۷۵ درجه و سپس اندازه گیری اختلاف وزن ایجاد شده در نمونه پس از گذشت ۶ ساعت در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد کوره، استفاده گردید (۲۸).

تجزیه و تحلیل آماری

داده های حاصل از شناسایی درشت بی مهرگان کفزی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ضمن تعیین فراوانی نسبی تاکسون های شناسایی شده، میانگین و خطای استاندارد شاخص تنوع زیستی شانون محاسبه گردید (شکل های ۵ و ۶). علاوه بر آن نرمال بودن داده های حاصل از بررسی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی از طریق آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۱ سنجیده شد و سپس همبستگی بین سنجه های جمعیتی و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و بستر رودخانه مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۳، ۱۶ و ۲۹).

نتایج

عوامل فیزیکی و شیمیایی

نتایج حاصل از اندازه گیری فاکتورهای، فیزیکی و شیمیایی آب در جدول ۱ و اشکال ۲ تا ۴ و نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار کل مواد آلی در ایستگاه‌های دارای بستر گلی - لجنی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین تغییرات دمای آب در ایستگاه‌های نمونه برداری (درجه سانتی‌گراد)

شماره ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
فصول سال								
پاییز	۱۴	۱۴/۹	۱۴/۷	۱۵/۲	۱۵/۷	۱۵	۱۴/۴	۱۲/۴
زمستان	۷/۴	۷/۹	۷/۷	۹	۸/۷	۸/۹	۸/۵	۷/۵
بهار	۱۲/۳	۱۲/۹	۱۳/۲	۱۵/۵	۱۴/۹	۱۴/۶	۱۵/۷	۱۸
تابستان	۱۸/۴	۱۸/۸	۲۰/۵	۲۳	۲۴/۵	۲۷/۵	۲۵	۲۳

۱- Kolmogorov-Smirnov

جدول ۲- مقادیر کل مواد آلی در ایستگاه‌های دارای بستر گلی - لجنی (بر حسب درصد)

فصل / ایستگاه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
۴	۱۶/۲۱	۱۶/۶۹	۸/۳۸	۸/۳۲
۶	۵/۷۹	۵/۳۴	۵/۳۷	۳/۵۶
۸	۲/۲۹	۳/۱۳	۳/۹۳	۱/۹۳

جانوران کفزی

نتایج حاصل از شناسایی کفزیان و جایگاه تاکسونومیک آنها در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ گزارش گردیده است. علاوه بر آن تراکم انواع کفزیان جمع آوری شده در مقاطع مختلف نمونه برداری به تفکیک برای هریک از ایستگاه‌ها در جدول شماره ۵ گزارش شده است.

جدول ۳- جایگاه تاکسونومیک کفزیان شناخته شده رودخانه زاینده رود.

Order	Family	Genus
Diptera	Chironomidae	Chironomus
	Simuliidae	Simulium
	Ceratopogonidae	
Ephemeroptera	Baetidae	Baetis
	dyonuridae هدایت الکتریکی	dyonurus هدایت الکتریکی
		Heptogenia
	Caenidae	Caenis
Trichoptera	Ephemerellidae	Ephemerella
	Hydropsychidae	Hydropsyche
	Philopotamidae	Philopotamus
	Polycentropidae	Polycentropus
Coleoptera	Dytiscidae	
Odonata	Agriidae	Agriion
	Gamphidae	Gamphus
Tubificida	Tubificidae	-
	Naididae	-
Haplotaxida	Lumbricidae	-
Lumbriculida	Lumbriculidae	-
Rhynchobdellida	Piscicolidae	Piscicola
	Glossiphoniidae	
Amphipoda	Gammaridae	Gammarus
Pulmonata	Lymnaeidae	Lymnaea
	Physidae	Physa
Lamellibranchiata	Sphaeriidae	Sphaerium
		Piscidium
Prosobranchiata	Valvatidae	Valvata

همبستگی بین سنجه های جمعیتی و فاکتورهای فیزیوشیمیایی

نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن داده ها نشان داد که داده های تنوع و پارامترهای فیزیکی شیمیایی اندازه گیری شده (بجز در مورد هدایت الکتریکی) از توزیع نرمال پیروی می کند. لذا جهت بررسی همبستگی بین سنجه های جمعیتی و فاکتورهای فیزیکی شیمیایی از ضریب همبستگی پیرسون^۱ استفاده شد. با توجه به نرمال نبودن داده های هدایت الکتریکی به منظور بررسی همبستگی بین فاکتورهای مورد بررسی ضریب همبستگی اسپیرمن^۲ نیز آزمون گردید که نتایج مشابهی را نشان داد (جدول ۴).

۱ - Pearson

۲ - Spearman

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون بین فراسنجه های جمعیتی و ویژگیهای فیزیکی شیمیایی بستر و آب رودخانه

فاکتورهای محیطی شاخص های زیستی	دما	pH	هدایت الکتریکی	اکسیژن محلول	مواد آلی بستر
شانون	-۰/۱۲۹	۰/۲۱۰	-۰/۵۲۴*	-۰/۱۰۰	-۰/۳۸۶*
سیمپسون	-۰/۲۷۱	۰/۱۹۲	-۰/۵۰۶*	-۰/۰۹۸	-۰/۴۵۰**
مارگالف	-۰/۰۳۸	۰/۴۳۸*	-۰/۵۰۲*	۰/۰۳۱	-۰/۴۶۸**
غناء	-۰/۲۹۷	۰/۴۷۲**	-۰/۵۶۴**	-۰/۲۳۴	-۰/۲۱۲

(N= ۳۲)، (همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۵*)، (همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۱**) (

بحث و نتیجه گیری

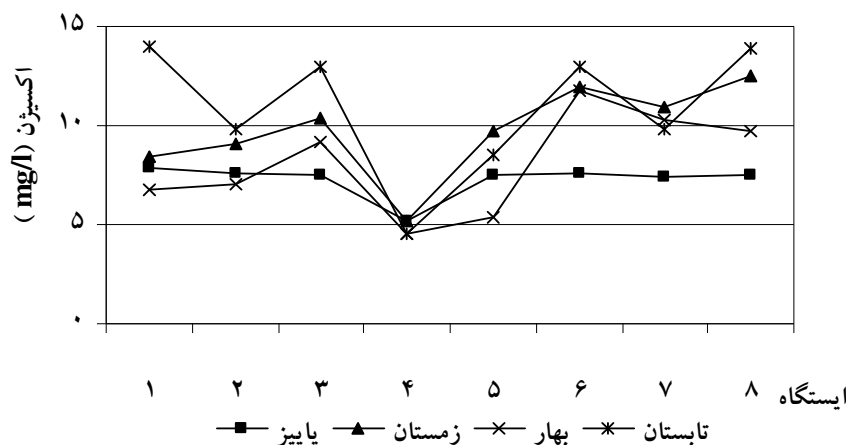
ویژگی های فیزیکی شیمیایی

میزان مواد آلی در تمام مراحل نمونه برداری در ایستگاه ۴ نسبت به سایر ایستگاه های پایین دست، بیشتر بود که نشان دهنده فراوانی بار مواد آلی معلق است که از نواحی بالا دست وارد رودخانه شده و یا در رودخانه تولید گردیده و در این ناحیه رسوب می نماید. رسوبات این ناحیه بیشتر شامل بقایای گیاهی نیمه پوسیده ای است که به همراه سایر مواد حاصل از ورود پسابهای شهری حالت اسفنجی را نشان داده که به صورت انبوه در حاشیه رودخانه انباشته شده است. داده های جدول ۲، بیشترین مقدار مواد آلی این ایستگاه را در فصل زمستان و کمترین مقدار آن را در فصل تابستان نشان می دهد. به نظر می رسد عامل مهم در تغییر مقدار مواد آلی در این ایستگاه خزان پوشش گیاهی متراکم در ناحیه بالا دست آن، در اواخر فصل پاییز و تجمع مواد حاصل در فصل زمستان و همچنین سرعت جریان بیشتر آب در فصول بهار و تابستان باشد. در حالی که، مقدار مواد آلی در رسوبات ایستگاه های ۶ و ۸ نه تنها نسبت به ایستگاه ۴ بسیار کمتر بوده، بلکه مقدار نوسان آنها نیز در فصول مختلف سال کم می باشد. دلیل این کاهش را می توان عدم ورود پسابهای حاوی مواد آلی معلق و همچنین محدود شدن رویش های گیاهان آبی و کنار آبی به تدریج با حرکت در جهت جریان رودخانه بعد از ایستگاه ۵ دانست که به نظر می رسد شوری آب و افزایش میزان هدایت الکتریکی از مهمترین دلایل آن باشد (۸).

دانه بندی رسوبات در این ایستگاه ها نیز نشان دهنده تغییر در ترکیب رسوبات بستر است. متوسط مقدار ذراتی که قطر آنها بین ۰/۲۵ تا ۰/۱۱ میلی متر می باشد در ایستگاه های ۴، ۶ و ۸ به ترتیب برابر ۱۶/۷، ۳۶/۶ و ۳۲/۱ درصد از رسوبات و ذراتی که قطر آنها بین ۰/۵ تا ۰/۲۵ میلی متر می باشد به ترتیب برابر ۳۲/۲، ۲۱/۷ و ۲۷/۴ درصد برآورد گردید. این امر نشان می دهد که بخش اعظم رسوبات در ایستگاه های ۶ و ۸ مربوط به فرسایش آبی خاک های سطحی نواحی اطراف بوده، که در مقابل جریان های سطحی ناشی از بارندگی ها بسیار آسیب پذیر است در حالی که در ایستگاه ۴ بیشتر مربوط به بقایای مواد آلی است.

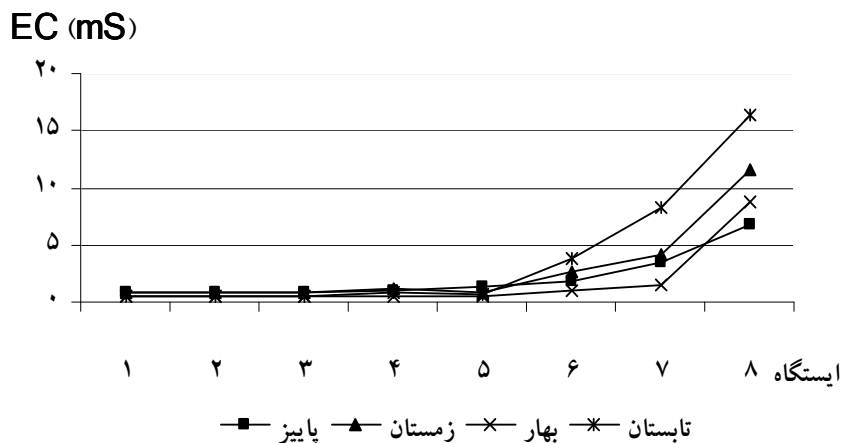
شکل ۲ نشان دهنده تغییرات اکسیژن محلول در فصول مختلف سال در ایستگاه های مورد مطالعه می باشد. آنچه که بیشتر حائز اهمیت و توجه است، این است که میزان اکسیژن محلول در ایستگاه ۴ در تمام فصول سال در کمترین حد قرار دارد. این امر نشان دهنده مصرف شدید اکسیژن به دلیل وجود مواد آلی قابل تجزیه در این ایستگاه است. علاوه بر این محتوای اکسیژن محلول آب و نوسانات آن در فصل تابستان عموماً بیشتر از سایر فصول می باشد، که می تواند ناشی از انجام فرایند فتوسنتز در ایستگاه هایی باشد که عموماً دارای پوشش گیاهی

هستند. برعکس حد اقل محتوای اکسیژن و نوسانات آن در فصل پاییز مشاهده می‌شود، که به نظر می‌رسد علت آن از یک سو خزان گیاهان آبی و در نتیجه کاهش فتوسنتز بوده و از سوی دیگر کاهش دبی آب رودخانه باشد (۱۴).



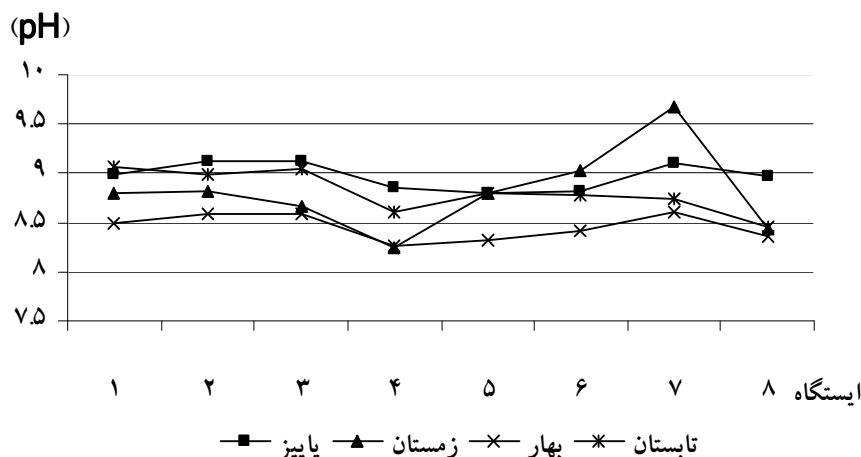
شکل ۲- تغییرات اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مورد مطالعه

شکل ۳ نشان دهنده افزایش میزان هدایت الکتریکی، در جهت جریان رودخانه به سمت ناحیه پایین دست می‌باشد. بطوری که بالاترین حد آن در ایستگاه ۸ (ورزنه) مشاهده می‌شود. بالاترین مقدار هدایت الکتریکی در این ایستگاه مربوط به فصل تابستان است. علت افزایش کلی میزان هدایت الکتریکی از ایستگاه ۵ به بعد ورود آب زهکش زمین‌های کشاورزی این منطقه به رودخانه می‌باشد. زمین‌های این ناحیه شور بوده و هر چه به سمت شرق اصفهان پیش می‌رویم بر شوری آنها افزوده می‌شود (۶). این زمین‌ها که بیشتر در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، عموماً به روش غرق آبی آبیاری شده و دارای زهکش‌های بزرگی در منطقه هستند که آب آنها در نهایت وارد رودخانه شده و افزایش شدید هدایت الکتریکی آب رودخانه را باعث می‌شوند. اختلاف در میزان هدایت الکتریکی در فصول مختلف سال ناشی از اختلاف در میزان دبی آب رودخانه و حجم آب خروجی از زهکش‌ها به رودخانه می‌باشد، به طوری که هدایت الکتریکی آب رودخانه در ایستگاه‌های ۷ و ۸ در فصل تابستان به بالاترین حد خود رسیده و در فصول بهار و پاییز در حد کمتری قرار داشته است (۸).



شکل ۳- تغییرات هدایت الکتریکی در فصول مختلف سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

بررسی نوسانات pH آب در طول مسیر رودخانه در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که میزان تغییرات pH بین ۸/۵ تا ۹ است (شکل ۴)، لیکن این نوسانات در ایستگاه ۴ در دامنه پایینتری رخ داده به طوری که تغییرات آن در فصول مختلف بین ۸/۲ تا ۸/۸ برآورد گردیده است. کاهش pH آب در ایستگاه ۴ در تمام فصول سال به دلیل نوع رسوبات این ناحیه و همچنین ورود پساب تصفیه خانه جنوب اصفهان می‌باشد که معمولاً پسابی با pH اسیدی تا کمی قلیائی را وارد آب رودخانه می‌نماید. در مجموع نتایج حاصل نشان می‌دهد که ورود پساب تصفیه خانه فاضلاب جنوب شهر اصفهان موثرترین عامل بر تغییرات pH آب رودخانه زاینده رود در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۴- تغییرات pH در فصول مختلف سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه

کفزیان جانوری

نتایج حاصل از بررسی درشت کفزیان رودخانه زاینده رود در منطقه مورد مطالعه منجر به شناسایی انواع گوناگونی از آنها گردید که جایگاه تاکسونومیک آنها در جدول شماره ۳ ارائه شده است. براساس نتایج حاصل در این تحقیق نمونه‌های شناسایی شده در ۱۹ جنس، ۱۷ خانواده و ۱۳ راسته جای دارند. علاوه بر آن تعداد ۷ گروه از تاکسون‌های بدست آمده نیز با توجه به امکانات موجود تنها در حد خانواده شناسایی شد.

اولین گروه از جانوران شناسایی شده متعلق به رده حشرات بوده و شامل راسته‌های Ephemeroptera (زودمیران)، Trichoptera (موی بالان)، Odonata (سنجاقک‌ها)، Coleoptera (قاب بالان) و Diptera (دوبالان) می‌باشند، که از راسته اخیر تنها خانواده Simuliidae و از سایر راسته‌ها تقریباً تمامی خانواده‌ها بسترهای قلمه سنگی شنی را ترجیح داده و در آب‌های شفاف و دارای اکسیژن مناسب (ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳) زیست می‌کنند. توزیع فصلی یا مشاهده این افراد در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۵ ارائه گردیده است. همان گونه که در این جدول مشاهده می‌شود اعضای جنس *Chironomus*، در تمام ایستگاه‌ها و تقریباً در تمام فصول سال مشاهده می‌شوند. این موجودات تحمل خوبی را نسبت به کاهش میزان اکسیژن محلول داشته و بسترهای گلی لجنی و سرشار از مواد آلی را ترجیح می‌دهند و با توجه به نیازهای اکولوژیک و زیستی، در محدوده پراکندگی خود تراکم‌های متفاوتی را در ایستگاه‌های مورد بررسی نشان می‌دهند. تراکم شیرونومیدها در ایستگاه‌های پایین دست شهر اصفهان (ایستگاه‌های ۴ تا ۸) بیشتر از ایستگاه‌های بالادست (ایستگاه‌های ۱ تا ۳) می‌باشد. در این محدوده بیشترین

تراکم در ایستگاه‌های ۴ و ۸ مشاهده شد که از یک سو دارای مواد آلی فراوان هستند و از سوی دیگر دارای محدودیت‌های زیستی برای گونه‌های رقیب می‌باشند. نتایج مشابهی نیز توسط ابراهیم نژاد (۱۳۷۹) در ارتباط با تراکم بالای این نمونه در ناحیه پایین دست رودخانه گزارش شده است (۲). بعلاوه تغییرات مشاهده شده در تراکم این موجود در نمونه برداری‌های مختلف احتمالاً مربوط به چرخه زندگی آن است (۲). به طوری که مشاهده می‌شود تراکم شیرونومیده در ایستگاه‌های مختلف در فصول بهار و تابستان به کمترین حد خود رسیده که می‌تواند ناشی از بلوغ و خارج شدن بسیاری از لاروها از محیط آب در این فصول باشد. در عین حال مشاهده آنها در تمام فصول سال در برخی از ایستگاه‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در چرخه زندگی گونه‌های مختلف این خانواده باشد.

دومین گروه از جانوران شناسایی شده، متعلق به رده کم تاران، شامل راسته Tubificida با دو خانواده Tubificidae و Naididae، راسته Haplotaxida با خانواده Lumbricidae و راسته Lumbriculida با خانواده Lumbriculidae می‌باشند. اعضای این رده در حد مقدورات، تا حد خانواده شناسایی گردیدند. از بین خانواده‌های فوق خانواده Naididae پراکنش محدودی را در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ و بیشتر در فصل تابستان نشان داد، در حالی که خانواده Tubificidae تقریباً به طور یکنواخت در تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۱ و در تمام فصول سال مشاهده شد. همچنین خانواده‌های Lumbricidae و Lumbriculidae در ایستگاه‌های ۱ تا ۷ و در بیشتر فصول سال مشاهده گردیدند. لیکن از آن جایی که این جانوران بسترهای گلی را ترجیح می‌دهند و بیشتر در رسوبات کف بستر به خصوص در حاشیه رودخانه بسر می‌برند (۵)، بیشترین تراکم آنها در ایستگاه ۵، (دارای بستر شنی-گلی) و کمترین آن در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ (دارای بسترهای شنی قلوه سنگی) مشاهده گردید.

از راسته Rhynchobdellida، خانواده Piscicolidae، در تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۸ مشاهده شد در حالی که از همین راسته، خانواده Glossiphoniidae فقط در ایستگاه ۲ در فصل زمستان و در ایستگاه ۴ به تعداد معدود در فصل پاییز مشاهده گردید. مشاهده گونه اخیر در ناحیه شهر اصفهان به وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (۲).

از راسته Amphipoda، خانواده Gammaridae، در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و به تعداد معدود در ایستگاه ۷ و در تمام فصول سال مشاهده شد. دلیل عدم مشاهده این گونه در سایر ایستگاه‌ها به احتمال زیاد شرایط فیزیکی حاکم بر آنها به خصوص وجود مواد آلی معلق زیاد و بسترهای گلی-لجنی می‌باشد. نتایج حاصل با یافته‌های ابراهیم نژاد، ۱۳۸۲ در توافق کلی قرار دارد (۲).

از رده شکم‌پایان (Gastropoda)، راسته Pulmonata، خانواده Lymnaeidae، در تمام ایستگاه‌ها مشاهده شد، لیکن تراکم آنها در ایستگاه‌های پایین دست رودخانه بخصوص ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶ بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بود. افرادی از خانواده Physidae، نیز عموماً با تراکمی کمتر از خانواده فوق و بیشتر در فصل پاییز در ایستگاه‌های ۴ و ۵ مشاهده شد. فزونی تراکم افراد این رده در ایستگاه‌های دارای مواد آلی و بسترهای گلی-لجنی به وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (۱). لیکن عدم حضور آنها در ایستگاه ۸ با وجود داشتن مواد آلی فراوان می‌تواند به دلیل تغییر در ویژگی‌های شیمیایی آب بخصوص بالا بودن هدایت الکتریکی آن باشد. تاثیر هدایت الکتریکی آب بر پراکنش کفزیان در آبهای جاری نیز توسط سایر محققین از جمله آزرینا و همکاران گزارش گردیده است (۱۳). آنها به وجود همبستگی منفی و معنی دار بین غنای گونه ای کفزیان با هدایت الکتریکی آب رودخانه اشاره نمودند.

از راسته Lamellibranchiata، نیز یک خانواده به نام Sphaeriidae ثبت گردید که دارای دو جنس *Sphaerium* و جنس *Piscidium* می باشد که اولی تنها در فصل پاییز در ایستگاه ۸ مشاهده شد و دومی در فصل زمستان در ایستگاه ۶ مشاهده گردیده و در سایر ایستگاهها دیده نشدند.

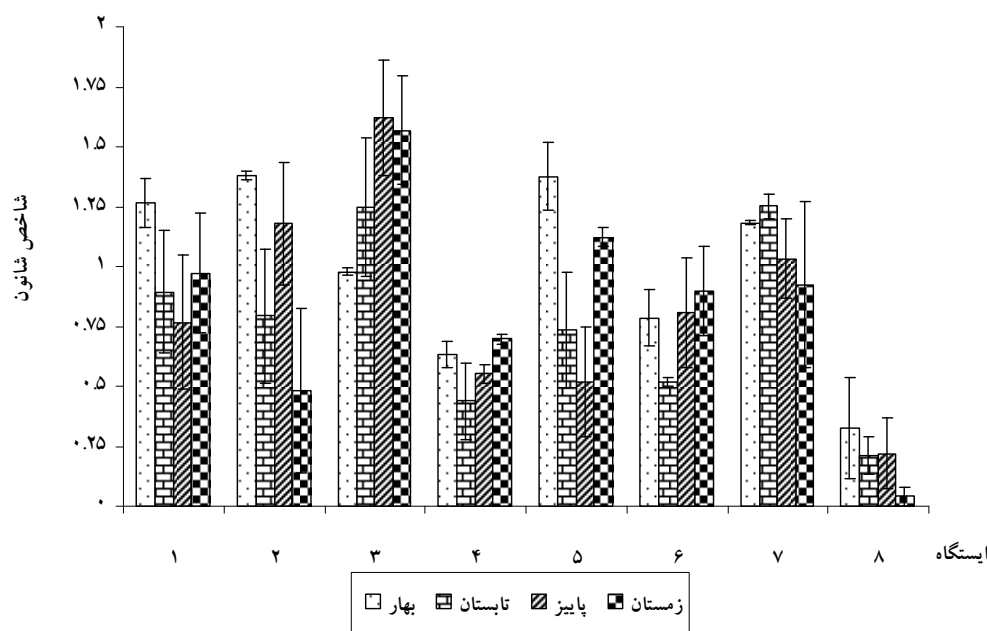
باتوجه به مطالب ارائه شده، مشاهده بیشتر جنس های معرفی شده در تمام ایستگاهها و در اغلب فصول سال می تواند به دلایل مختلف از جمله احتمال چند نسلی بودن برخی از آنها و یا تفاوت در چرخه زندگی آنها یا حمل آنها به وسیله جریان آب طی فرایند شستشوی ارگانیزمی به صورت ناخواسته در طول مسیر رودخانه صورت گرفته باشد. لیکن بررسی تراکم جمعیت آنهایی که شرایط زیستی تقریباً مشابهی را نیاز دارند، نشان می دهد که جنس های فوق بر اساس توانایی ها و نیازهای متفاوت پراکندگی خاصی را در طول مسیر رودخانه زاینده رود دارا می باشند. بنظر می رسد عمده ترین عامل ایجاد این پراکندگی ها وضعیت فیزیکی بستر رودخانه باشد. ویژگی های بستر رودخانه در ایستگاه های مورد مطالعه نشان داد که روند تغییرات بافت بستر رودخانه از ایستگاه ۱ که بستری شنی قله سنگی است به تدریج در اثر رسوب گذاری و انباشته شدن مواد معلق و ذرات حمل شده با جریان آب، به بسترهای شنی-گلی با نسبت های مختلف تبدیل گردیده است، این وضعیت در ایستگاه های پل وحید و پل غدیر در شهر اصفهان کاملاً مشهود است. تغییر ایجاد شده در کیفیت بافت بستر باعث تغییر در فون کفزیان رودخانه شده و تراکم و تنوع آنها را دستخوش تغییر نموده است (شکل ۵ و ۶) بطوری که ایستگاه های ۴ و ۸ که در آنها شرایط زیستی برای وجود بسیاری از گونه های کفزی وجود ندارد داری کمترین تنوع می باشند.

اوج تغییرات عنوان شده و کاهش کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه و افزایش مواد آلی معلق در ایستگاه ۴ که در فاصله دو کیلومتری از محل تخلیه پساب تصفیه خانه جنوب اصفهان قرار دارد، مشاهده می گردد. این مسئله از سویی باعث کاهش شدید تنوع گونه های شده (شکل ۵ و ۶) و از سوی دیگر افزایش تراکم جنس های *Chironomus* و *Tubifex* را به همراه داشته است (جدول ۵). وضعیت فوق به تدریج در جهت جریان رودخانه با گسترده شدن بستر، تهویه مناسب آب و رویش های گیاهی که به طور طبیعی کاهش سرعت جریان و نهایتاً رسوب گذاری و تجزیه مواد آلی را به دنبال داشته است، شروع به بهبود نموده و در ایستگاه های ۵ و ۶ که به ترتیب در فواصل حدود ۲۰ و ۵۰ کیلومتری ایستگاه ۴ قرار داشته اند وضعیت مناسب تری از نظر شفافیت آب و ترکیب بستر مشاهده می گردد. همین امر باعث ایجاد خرد زیستگاه های جدید و مناسب برای سکنی گزیدن مجدد گروه های متنوعی از کفزیان جانوری گردیده که نتیجه آنرا می توان در بهبود شاخص تنوع زیستی شانون در این ناحیه از رودخانه (ایستگاه های ۵ تا ۷) مشاهده کرد. به طوری که برخی از جنس ها مانند *Baetis* و همچنین جنس *Simulium* که بسترهای شنی و دارای تکیه گاه مناسب را می پسندند به صورت محدود در این نواحی مشاهده می گردند.

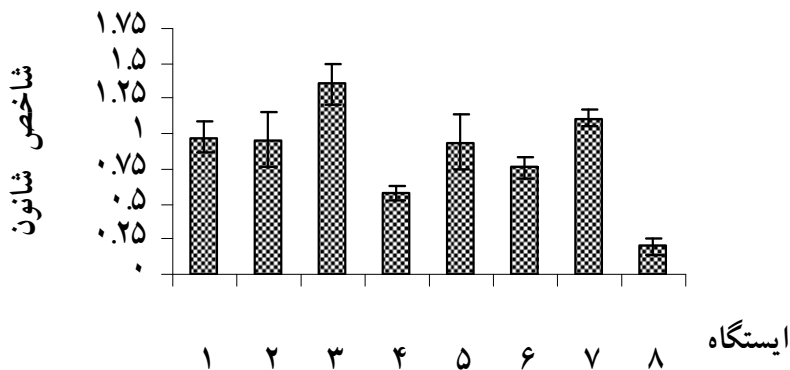
دامنه تغییر در ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بستر و آب رودخانه پس از ایستگاه ۶، مجدداً افزایش می یابد. عامل ایجاد این تغییر ورود پساب زهکش زمین های کشاورزی منطقه رودشت در شرق اصفهان است، که آب سرشار از بقایای مواد آلی گیاهی، کودهای مورد استفاده در بخش کشاورزی، سموم دفع آفات نباتی، انواع املاح و نمک ها را وارد رودخانه نموده و باعث تغییرات شدید در هدایت الکتریکی آب و افزایش رسوبات بستر رودخانه می شود به طوری که در ایستگاه ۸ این وضعیت مجدداً باعث ایجاد بستری گلی-لجنی شده که محدوده زیست ارگانیزم های سازگار به اکسیژن کم و قادر به زیستن در بسترهای سرشار از مواد آلی مانند *Chironomus* و

Tubificidae می‌باشد. کاهش مجدد تنوع زیستی خانواده‌ها در این ایستگاه نیز گویای محدودیت شرایط زیستی برای کفزیان مختلف است.

فرا سنج‌های جمعیتی مورد بررسی در این تحقیق همبستگی منفی معنی‌داری ($P < 0.05$) را با برخی از مهمترین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بستر و آب رودخانه از جمله هدایت الکتریکی آب و مواد آلی بستر، که تاثیر بسزایی بر ایجاد آشیان‌های اکولوژیک مختلف داشته‌اند را نشان می‌دهد. تاثیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و نوع بستر آب‌های جاری بر ترکیب جامعه کفزیان به وسیله سایر محققین نیز گزارش گردیده است. از جمله آزرینا و همکاران نشان دادند که غنا و شاخص تنوع تحت تاثیر هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول در آب قرار دارد (۱۳). همچنین همبستگی بین فراسنج‌های مارگالف، شانون و ترکیب جمعیت کفزیان با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب به وسیله چرنیافسکا و همکاران نشان داده شده است (۱۶). در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده در بستر و آب رودخانه زاینده رود که بیشتر آنها تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی صورت گرفته است دلیل اصلی تغییرات ایجاد شده در فون کفزیان این رودخانه می‌باشد.



شکل ۵- شاخص فصلی تنوع زیستی شانون در ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۶- شاخص سالانه تنوع زیستی شانون در ایستگاه‌های مورد مطالعه

قدردانی و تشکر

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند و همچنین از زحمات کارشناسان محترم گروه شیلات، آقایان مهندس اسداله و مهندس متقی و خانم مهندس رجایی و دانشجویانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند تشکر می‌نماییم. هزینه‌های اجرای این طرح توسط بودجه تحقیقاتی مصوب دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است.

منابع

- ۱- ابراهیم نژاد، محمد، ۱۳۷۹. مطالعه شاخص‌های بیولوژیک رودخانه زاینده رود. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)، ۱۴(۲): ۸۵-۹۴.
- ۲- ابراهیم نژاد، محمد، ۱۳۸۲. شناسایی بی‌مهرگان کفزی رودخانه زاینده رود. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)، ۱۷(۱-۲): ۶۱-۷۲.
- ۳- افشارزاده، سعید، طاهر نژادستاری، محمدرضا رحیمی‌نژاد و محمد ابراهیم نژاد. ۱۳۸۲. بررسی فلور جلبکی رودخانه زاینده رود. مجله زیست‌شناسی ایران، ۱۴(۱-۲): ۳۲-۴۴.
- ۴- بینا، بیژن، حسین پورمقدس و فلاح حیدرماه. ۱۳۷۶. مقایسه کیفیت فیزیکوشیمیایی آب زاینده رود با شاخص‌های بیولوژیکی موجود. مجله آب و فاضلاب، ۱۳۷۶(۲۴): ۲۲-۳۰.
- ۵- کریم زاده، حمیدرضا، احمد جلالیان و حسین خادمی: ۱۳۸۳. مطالعه کانی‌های رسی خاک‌های گچی زمین ریخت‌های مختلف در منطقه شرق اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۷(۱): ۷۳-۹۳.
- ۶- پیغمبری، سیدیوسف. ۱۳۷۳. بررسی روابط فیزیکوشیمیایی آب و تراکم موجودات ماکروبنیتیک در تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، ۱۲۵.
- ۷- کویگلی، مایکل. ۱۹۷۷. کلید شناسایی بی‌مهرگان نهرها و رودخانه‌ها. ترجمه، نصرالله محبوبی صوفیانی و غلامرضا نادری. انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۷۹. ص ۱۳۱.
- ۸- کلباسی، محمود و سیدفرهاد موسوی، ۱۳۷۹. تغییرات کیفیت زه آب زهکش‌های مهم تخلیه شونده به زاینده رود و اثر آنها بر این رودخانه در یک دوره یکساله. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۳): ۱۳-۲۸.

۹- موسوی، سیدفرهاد، ۱۳۷۶. مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی حاشیه رودخانه زاینده رود. مجله آب و فاضلاب، ۲۱-۹: (۲۴)۱۳۷۶

۱۰- مهندسان محیط زیست. ۱۳۵۸. گزارش مطالعه کمیت و کیفیت رودخانه زاینده رود. فصول ۴ و ۹.

- 11- Adams, S.M, 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp: 3-4,483-494
- 12- Anonymous, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Prepared and published jointly by APHA, AWWA, and WEF.
- 13- Azrina, M.Z., C.K. Yap., A. Rahim Ismail., A. Ismail., & S.G. Tan 2005. Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macro invertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. Ecotoxicology and Environmental safety. pp:1-10
- 14- Barnes, R.S.K. and K.H. Mann. 1993. Fundamentals of Aquatic Ecology. Blackwell Scientific Publications. 270 pp.
- 15- Cranston, P.S. 1982. A key to the Larvae of the British Orthocladinae (*Chironomidae*). Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 45.
- 16- Czeniawska-Kusza, I. 2005. Comparing modified Biological Monitoring Working Party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water quality assessment. Limnologica 35. pp: 169-176
- 17- Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. pp. 381-412. In K. Arnold (Ed), Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison, WI.
- 18- Friday, L.E. 1988. Water Beetles, A key to the Adults of British Water Beetles, Henry Ling Ltd. Great Britain.
- 19- Krebs, C.J. 1994. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 4th ed. Harper Collins, New York. p.705-706.
- 20- Mandaville, S.M. 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwater – Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Chapter III. Project H - 1. (Nova Scotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax).
- 21- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology, 3rd ED. Saunders Company. London., 574pp.
- 22- Pimental, R.A. 1967. Invertebrate Identification manual. Reinhold Publishing Corp.
- 23- Savage, A.A. 1989. Adults of the British Aquatic Hemiptera and Heteroptera: a Key with Ecological Notes. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 59.
- 24- Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication, pp 19-27, 82-83, 104-107. the University of Illinois press, urbana, It.
- 25- Usinger, R.L. 1956. Aquatic Insects of California. University of California Press.
- 26- Page, A.L, Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1992. Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Mineralogical Properties. 2nd ed. SSSA Pub. Madison.
- 27- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research 18. pp: 653-694]
- 28- Wetzel, R.G. 2002. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Academic Press.
- 29- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis (4th ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Seasonal variation of macrobenthic organisms in relation to the substrate type in Zayandeh-Rud River (from Isfahan to Varzaneh)

Esa Ebrahimi¹, Nasrollah M. Soofiani², and Yazdan Keivany³

Abstract

Between Birds Garden and Varzaneh Town, a distance of approximately 140 km, eight stations were selected to sample and identify the macrobenthos of Zayandeh Rud River, for a full year commencing fall 2002. Sampling was carried out twice at each season, using a Surber, an Ekman sampler and a PVC tube. The specimens were sorted out, counted and identified to the nearest genus, and some to a family level, using the appropriate identification keys. Identified specimens were classified into 19 genera, 17 families, 13 orders, and 5 classes. Amongst the 13 identified orders, Ephemeroptera and Trichoptera were the most diverse groups and were mostly distributed in Isfahan region and upstream. Oligochaeta with 3 orders and 4 families, and Diptera with 3 families and 2 genera were mostly distributed in east of Isfahan. At the same time, Lumbriculidae, Lumbricidae, and Tubificidae and the genus *Chironomus* were present in all the stations and throughout the year, though they showed a wide range of differences in density. In contrary, Glossiphoniidae and *Baetis*, *Piscidium*, *Hydropsyche*, *Agrion*, *Valvata* were present only in some stations and seasons. Statistical analysis of the data indicated that Shannon, Simpson, Margalef richness index wear significantly and negatively correlate with EC and substrate content of organic matter. The Shannon index was lower in muddy-sloughy stations, while Margalef richness index positively correlated with water pH. The differences in benthic population structure could be attributed to physical changes in the river substrate, chemical properties of the water and/or their life cycle or the interactions between them.

Keywords: Benthos, biodiversity, river substrate, Macrobenthos , Shannon index, Zayandeh-Rud,

¹- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

²- Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

³- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.