نوسان‌های فصلي جمعیت درشت کفزیان رودخانه زاینده‌رود (از اصفهان تا ورزنه) با توجه به جنس بستر

عیسي ابراهیمي*[1]، نصرا... محبوبي صوفیاني[2] و یزدان کیواني[1]

[1] استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[2] دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٤/١٠/٢٠، تاریخ تصویب: ٨٧/٣/٤)

چکیده

برای شناسایي و بررسی نوسان‌های فصلی درشت کفزیان رودخانه زاینده رود، در مسیر آن از محل باغ پرندگان تا شهر ورزنه به مسافت حدود ١۴٠ کیلومتر تعداد ٨ ایستگاه نمونه برداري گزینش شد. نمونه‌برداری از پاییز٨٢ با تواتر دو بار در هر فصل از ایستگاه‌های برگزیده به کمك یک دستگاه نمونه بردار سوربر، اکمن و لوله پی وی سی به عمل آمد. نمونه‌هاي جمع آوري شده پس از جداسازي و شمارش به کمك کلیدهاي شناسایي موجود تا حد جنس و در برخي موارد خانواده شناسایي شد.کل نمونه‌های بي‌مهره کف‌زي بدست آمده در ١٩ جنس، ١٧ خانواده، ١٣ راسته و ۵ رده جای گرفتند. از ١٣ راسته شناسایي شده، راسته Ephemeroptera (زودمیران) و راسته Trichoptera (موي‌بالان)، از لحاظ شمار خانواده و جنس از متنوع‌ترین راسته‌هاي شناسایي شده بودند که بیشترین پراکنش را در ناحیه شهر اصفهان و ناحیه بالادست رودخانه داشتند. درحالي که رده Oligochaeta (کم‌تاران)، با داشتن سه راسته و ٤ خانواده و همچنین راسته Diptera (دوبالان)، با داشتن سه خانواده و دو جنس بیشترین پراکندگي را در ناحیه پایین دست رودخانه نشان دادند. در عین حال خانواده‌هاي Lumbriculidae، Lumbricidae و Tubificidae و جنس‌های *Chironomus* و *Piscicola* درهمه ایستگاه‌ها و در بیشتر فصل‌های سال حضور داشتند، اگرچه تراکم آنها دامنه گسترده‌ای از تغییرها را نشان داد. در مقابل خانواده Glossiphoniidae و جنس‌هاي *Baetis*، *Piscidium*، *Hydropsyche*، *Agrion* و *Valvata*، تنها در برخي از ایستگاه‌ها و بعضي از فصل‌های سال یافت شدند. تجزیه وتحلیل آماری نتایج همبستگی معنی دار منفی شاخص‌های شانون، سیمپسون و مارگالف را با هدایت الکتریکی آب و میزان مواد آلی بستر رودخانه نشان داد. به طوری که شاخص تنوع زیستی شانون کمترین تنوع را در ایستگاه‌های گلی- لجنی رودخانه نشان داد. در عین حالی شاخص مارگالف با pH آب دارای همبستگی مثبت بود. بدین ترتیب به نظر می رسد تغییرهای ایجاد شده در ترکیب جمعیت کفزیان رودخانه مي‌تواند ناشي از، تغییرهای فیزیکي جنس بستر رودخانه، ویژگي‌های شیمیایي آب، چرخه زندگي کفزیان مورد بررسی و یاگذاری توأم آنها باشد.

واژه‌هاي کلیدي: درشت کفزیان، تنوع، زاینده رود، بستررودخانه، شاخص شانون، هدایت الکتریکی

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٣١١-٣٩١٣٥٦٥ فاکس: ٠٣١١-٣٩١٢٨٤٠ E-mail: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

رودخانه‌ها از مهم‌ترین منبع‌های تامین آب شیرین مصرفي دربخش‌هاي کشاورزی ،صنعت، شهري و آشاميدني مي‌باشند. لذا شناسايي اجزاي مختلف، به بویژه جانوران کف‌زي آن‌هاکه نقش مهمي‌در چرخه‌هاي زیستی بوم نظامی و پالایش آلاینده‌هاي آن دارند، بسیار اهمیت دارد (۲۸). به همین دلیل بیشتر رودخانه‌های درجهان بویژه رودخانه‌های کشورهای توسعه یافته دارای شناسنامه بوده و علاوه بر شناسایی کامل ویژگي‌های فیزیکی، شیمیایي و زیست شناسی آنها پیوسته در حال سنجش، پایش و بررسی می‌باشند. این در حالی است که درکشورما آگاهی های کافی در خصوص جامعه‌های زیستی آب‌های جاری وجود ندارد.

عامل‌هایی مانند انواع آلاینده‌های صنعتی، کشاورزی و شهری، بهره برداری‌های بی رویه از آب، تغییرهای شدید در جریان 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 تغییرهای شدیدی را در پراکنش، تراکم و تنوع گونه‌ای آنها ایجاد نماید. نتیجه این تغییرها دگرگونی ساختار، تغییر عملکرد بهینه و برهم خوردن تعادل بوم شناختی آنها خواهد بود (۲۱).

رودخانه زاینده رود یکی از رودخانه‌هایي است که به علت قرار گرفتن در موقعیت اقلیمی ویژه (منطقه گرم و خشک فلات مرکزی ایران)، گذشتن از منطقه‌های مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری و همچنین بهره برداري‌های فراوان آب و تغییرهای ایجاد شده در بستر آن به واسطه احداث سدها، بندها، پل‌ها و کانال‌های آبرسانی بیشمار و بسترسازی در نواحی شهری دچار تغییرهای بسیار زیاد شده و به یقین این تغییرها بر جامعه‌های گیاهی و جانوری آن تاثیر داشته است. متاسفانه به دلیل نبود آگاهی‌های کافی از گذشته این رودخانه نمی‌توان اثر این تغییرها را بخوبی مورد بررسی قرار داد. اولین و جامع‌ترین بررسی مستند انجام شده در خصوص رودخانه زاینده رود درسال ۱۳۵۸ توسط کارشناسان محیط زیست انجام گرفته که در بخشی از آن به بررسی‌های زیست شناختی رودخانه نیز پرداخته‌اند و گزارش نهایی آن مي‌تواند راه گشای بررسی های بعدی بوده و منبع مهمي‌برای بررسی‌های مقایسه‌ای باشد (۱۰).

تغییرهای شدید جریان آب رودخانه زاینده رود بین فصول مختلف سال و بویژه رخداد خشک سالي‌های پی در پی در سال‌های اخیر که گاهی باعث خشک شدن کامل بستر رود خانه شده، از مهم‌ترین عامل‌های تغییر در جمعیت‌های جانوری و گیاهی بوم نظام رود خانه زاینده رود به شمار می آید که اثرگذاری آن مورد توجه و ارزیابی قرار نگرفته است. در سال‌های اخیر بررسی های ارزنده ولي محدودي در خصوص بررسي گیاگان جلبکي زاینده رود (۳)، مقایسه فیزیکوشیمیایي آب رودخانه در رابطه با شاخص‌هاي زیست شناختی (۴)، آلودگي آب‌هاي زیرزميني 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 (۱و۲). هدف از اجرای این پروژه شناسایی بزرگ کفزیان ناحیه پایین دست رودخانه زاینده رود از شهر اصفهان تا شهرستان ورزنه و بررسی تغییرهای فصلی آنها در رابطه با جنس بستر و عامل‌های فیزیکوشیمیایی آب رودخانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

با توجه به کمبود آگاهی‌های در خصوص کفزیان رودخانه زاینده رود به ویژه در ناحیه پایین دست آن که به علت های بیشمار ازجمله شرایط نامناسب آب، تنگناهای مربوط به نمونه‌برداری، 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 بررسی درنظرگرفته شد.

ايستگاه‌هاي نمونه‌برداري

به منظور نمونه‌برداري از كفزيان جانوري در طول مسير رودخانه تعداد ٨ ايستگاه نمونه‌برداري در نظر گرفته شد، توزيع ايستگاه‌هاي نمونه‌برداري در طول مسير مورد بررسي به گونه‌اي صورت گرفت كه با توجه به تغييرهاي ايجاد شده در بستر رودخانه در ناحيه شهر اصفهان و تغييرهاي طبيعي بستر در خارج از شهر، نتايج بدست آمده از اين بررسي تا حد امكان قابل تعميم به كل رودخانه در ناحيه مورد بررسي باشد.

ايستگاه‌هاي نمونه‌برداري در جهت جريان رود خانه به ترتيب عبارت‌اند از:

ايستگاه شماره ١

فاصله حدود يک كيلومتري باغ پرندگان: عمق آب در اين ايستگاه ٥٠ سانتيمتر و بستر ريگي- شني مي‌باشد.

ايستگاه شماره ٢

حد فاصل پل وحيد تا پل مارنان: بستر رودخانه در اين ناحيه گسترده و پوشيده از رسوب گلي لجني مي‌باشد كه به عمق چند سانتيمتر روي بستر اصلي رودخانه را كه ريگي- شني است مي‌پوشاند. عمق ميانگين آب در اين ايستگاه به علت كند بودن سرعت جريان حدود ٩٠ سانتيمتر مي‌باشد.

ايستگاه شماره ٣

فاصله حدود ٥٠٠ متري پل غدير: بستر رودخانه در اين ناحيه نيز گسترده بوده و از شن‌هاي ريز و ماسه همراه با كمي رسوب گلي پوشيده شده است، رسوب گلي به حدي است كه هنگام برهم زدن بستر باعث گل آلودگي آب مي‌شود. عمق ميانگين آب در اين ايستگاه ٣٠ سانتيمتر اندازه‌گيري شد.

ايستگاه شماره ۴

پل اتوبان

اين ايستگاه در ناحيه زير دست محل تخليه پساب تصفيه خانه فاضلاب جنوب شهر اصفهان قرار دارد، بستر رودخانه در اين محل كم عرض (حدود١٥-٢٠متر)، در ناحيه مركزي سنگلاخي به شكلي كه جريان تندي را ايجاد مي‌كند و در حاشيه داراي رسوب‌هاي لجني به طوركامل سياه رنگ بهمراه بقاياي مواد آلي گياهي نيمه پوسيده مي‌باشد، عمق ميانگين آب در اين ايستگاه حدود ١/٥ متر و رنگ آب به طوركامل كدر و تيره مي‌باشد.

ايستگاه شماره ۵

پل زيار

بستر رودخانه در اين ايستگاه شني- ماسه‌اي با رسوبات كم مي‌باشد، در زير پوشش شني جنس بستر رودخانه رسي و بسيار سفت است. عمق ميانگين آب در اين ايستگاه حدود ١ متر اندازه‌گيري شد. رنگ آب شفاف‌تر از ايستگاه قبل بوده و مواد معلق آن كمتر است.

ايستگاه شماره ۶

روستاي خرم

بستر رودخانه در اين ايستگاه شني- ماسه‌اي همراه با گل ولجن و عمق ميانگين آب درآن حدود ٧٠ سانتي‌متر مي‌باشد. رنگ آب در اين ايستگاه به طوركامل بهبود يافته و شفاف شده است.

ايستگاه شماره ٧

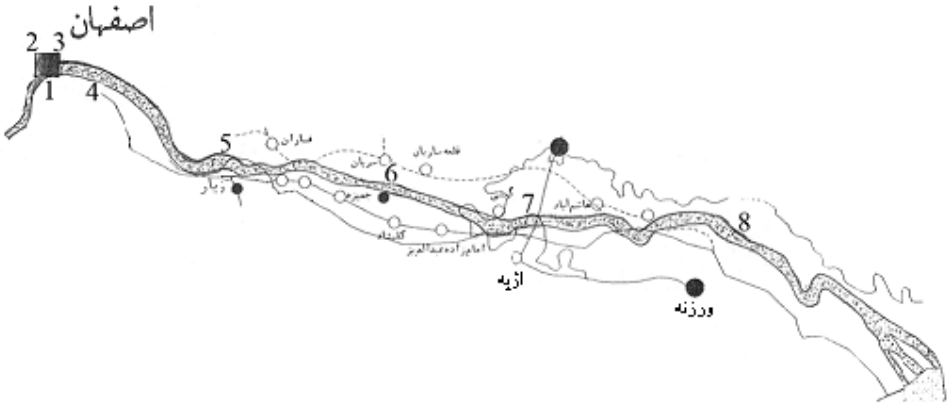
پل اژيه

بستر رودخانه در اين ايستگاه گسترده و پوشيده از شن و ماسه مي‌باشد. آب در اين ناحيه زلال و بدون تيرگي بوده و عمق آن حدود ٣٠ سانتيمتر اندازه‌گيري شد.

ايستگاه شماره ٨

انتهاي شهر ورزنه پس از بند بتوني

بستر رودخانه در اين ناحيه گلي- لجني با عمق زياد مي‌باشد، حاشيه رودخانه پوشيده از گياهان بن در آب و ساحل رودخانه داراي در ختچه‌هاي شور پسند است. عمق آب در اين ايستگاه حدود ١/٢ متر و جريان آب بسيار كند مي‌باشد. موقعيت قرار گرفتن ايستگاه‌ها در شكل ١ نشان داده شده است.



شكل ۱- موقعيت قرار گرفتن ايستگاه‌هاي نمونه برداري در مسير زاينده رود
۱- باغ پرندگان ۲- پل وحيد ۳- پل غدير ۴- پل اتوبان ۵- زيار ۶- خرم ۷- اژيه ۸- ورزنه

نمونه‌برداري

نمونه‌برداري به صورت فصلي، درهر فصل دو بار و با تناوب زماني ۴۵ روزه و از پاييز سال ۱۳۸۲ بـه مـدت يـک سـال انجام گرفت. براي نمونه‌برداري در ايستگاه‌هـاي مختلـف بـا توجه به نوع بستر آنها از وسايل مختلـف بهـره‌گيـري شـد. بـراي بـسترهاي ريگـي- شـني از نمونـه بـردار سـوربر[1] بـا دهانه‌اي به ابعـاد۲۵ * ۲۵ سـانتيمتر، در بـسترهاي گلـي- لجني از نمونه بردار اكمن[2] با دهانـه‌اي بـه ابعـاد ۱۵ * ۱۵ سانتيمتر و دربسترهاي شني-گلي با عمق زيـاد آب از لولـه پي وي سي با قطر دهانه ۹ سانتيمتر بهره‌گيري شد.

نمونه‌برداري در هرايستگاه به صورت تصادفي كامل انجـام شد. هريک از نمونه‌هاي برداشت شده به صـورت مـستقل و به طور كامل داخل يک تشتک پلاستيكي ريخته شد. شمار نمونه برداشت شده با بهره‌گيري از سوربر و اكمن ۳ عدد و با بهره گيري از لوله پي وي سي ۵ عدد بود.

جداسازي نمونه‌ها

براي جدا كردن نمونه‌هاي جانوري درآغـاز قطعـه بـزرگ سنگ، چوب و گياهـان آبـزي كـه بـه احتمـال بـه همـراه رسوب‌ها وارد تشتک شده بود به دقت از رسوب‌ها جدا شد. سپس محتويات تشتک به كمک آب رودخانه رقيق شـده و به تدريج با بهره‌گيري از الک‌هاي استاندارد شماره ۵۰ (بـا شبكه‌هاي ۰/۳۵ ميليمتري) اقدام به جداسازي نمونـه‌هـا از رسوب‌ها شد. در نهايت، نمونه‌هاي جمع آوري شده از روي الک‌ها به داخل ظروف ويژه نگهداري نمونه ريخته شد و با فرمالين ۵% تثبيت و به آزمايشگاه منتقل شد.

شناسايي نمونه‌ها

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمايشگاه درآغاز آنها را به كمک آب تميز شستشو داده تا مواد اضافي و ناخواسته همراه آنها به طور كامل جدا شود. سپس به كمک بينوكولر و بـا بهـره گيري از كليدهاي شناسـايي موجـود (۷،۱۴، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۶) اقدام به شناسايي آنها شد.

اطلاعات بدست آمـده بـه صـورت سـنجه‌هـاي جمعيتـي شامل، غناي تاكسون، شاخص تنوع زيستي شانون (در حـد خانواده)، شـاخص سيمپـسون و مارگـالف محاسـبه شـد و همبستگي آنها با عامل فيزيكو شيميايي آب مـورد ارزيـابي قرار گرفت (۱۳، ۱۶ و ۲۷).

۱ - Surber sampler

۲ - Ekman

تعيين شاخص تنوع

شاخص تنوع زيستي شانون با بهره‌گيري از فرمول زير و پس از برآورد فراواني نسبي خانواده‌هاي شناسايي شده در هر ايستگاه در فصل مختلف سال محاسبه شد(٢٤ و ٢٧).

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

Pi : فراواني نسبي i امين تاكسون در نمونه

شاخص تنوع سيمسون

شاخص تنوع سيمسون[1] در سال١٩٤٩ توسط سيمسون ارئه شده است ، در سال ١٩٧٢ كربس[2] فرمول محاسبه آنرا به صورت زير ارائه كرد (٢٧).

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

Pi : فراواني نسبي i امين تاكسون در نمونه

S : شمار كل تاكسون در نمونه

اين شاخص وزن كمتري را به گونه‌هاي كمياب و بيشترين وزن را به گونه‌هاي معمول اختصاص مي‌دهد (١٩). اعداد اين شاخص در محدوده ٠ (كمترين تنوع) تا ١-١/S (بيشترين تنوع) قرار مي‌گيرد.(٢٠)

شاخص تنوع مارگالف

مارگالف[3] در سال ١٩٥٨ اين شاخص را به عنوان ساده ترين شاخص تنوع ارائه كرده است (٢٧).

$$D=S-1/LnN$$

S: شمار تاكسون

N: شمار كل افراد

غناي تاكسون

غناي تاكسون[4] شمار تاكسون موجود در يک نمونه را بيان مي‌كند. افزايش شمار تاكسون مي‌تواند ناشي از تنوع زيستگاه، تناسب آن يا بهبود كيفيت آب باشد (١١).

سنجش عامل فيزيكي و شيميايي

دما: براي اندازه‌گيري دماي هوا و آب در محل ايستگاه‌ها از دماسنج جيوه‌اي معمولي آزمايشگاهي بهره‌گيري شد.

اكسيژن محلول: در هريک از ايستگاه‌هاي نمونه‌برداري يک نمونه آب از عمق ميانگين رودخانه برداشته شد و به روش وينكلر اندازه‌گيري انجام شد (١٢).

pH: اندازه‌گيريpH آب درمحل نمونه‌برداري و به كمک دستگاه پي اچ متر ديجيتال Schottgerate مدل ٦٦٦٢٢١، ساخت آلمان انجام گرفت.

هدايت الكتريكي: براي اندازه‌گيري هدايت الكتريكي ازدستگاه‌هاي سي متر ديجيتال مدل CIBA, CORNING ساخت آمريكا بهره‌گيري شد.

دانه‌بندي رسوب: دانه‌بندي ذرات شن رسوب‌ها در ايستگاه‌هايي كه داراي بستر گلي- لجني بودند (ايستگاه‌هاي ۴ ،۶ و ۸) به روش USDA اندازه‌گيري شد (١٥).

كل موادآلي رسوب‌ها (**TOM**): براي اندازه‌گيري مواد آلي رسوب از روش خشک كردن رسوب در داماي ٧٥ درجه و آنگاه اندازه‌گيري اختلاف وزن ايجاد شده در نمونه پس از گذشت ۶ ساعت در داماي ۴۰۰ درجه سلسيوس كوره، بهره گيري شد (٢٨).

تجزيه و تحليل آماري

داده‌هاي بدست‌آمده از شناسايي درشت بي مهرگان كفزي مورد تجزيه و تحليل قرار گرفت و ضمن تعيين فراواني نسبي تاكسون‌هاي شناسايي شده، ميانگين و خطاي استاندارد شاخص تنوع زيستي شانون محاسبه شد (شكل‌هاي ۵ و۶). علاوه برآن عادي بودن داده‌هاي بدست آمده از بررسي عامل فيزيكوشيميايي و زيستي از راه آزمون كلموگروف-اسميرنوف[5] سنجيده شد و آنگاه همبستگي بين سنجه‌هاي جمعيتي و عامل فيزيكي و شيميايي آب و بستر رودخانه مورد ارزيابي قرار گرفت (١٣، ١۶ و ٢٩).

١- Simpson's Diversity Index

٢- Krabs

٣- Margalef

٤- Taxa Richness

٥- Kolmogorov-Smirnov

نتايج

عامل فيزيکي و شيميايي

نتايج بدست‌آمده از اندازه‌گيري عامل، فيزيکي و شيميايي آب درجدول ۱ و اشکال ۲ تا ۴ و نتايج بدست آمده از اندازه‌گيري مقدار کل مواد آلي در ايستگاه‌هاي داراي بستر گلي- لجني در جدول ۲ آورده شده است.

جانوران کفزي

نتايج بدست آمده از شناسايي کفزيان و جايگاه آرايه بندي آنها در ايستگاه‌هاي مورد بررسي در جدول ۳ گزارش شده است. علاوه بر آن تراکم انواع کفزيان جمع آوري شده در دوره مختلف نمونه‌برداري جداگانه براي هريک از ايستگاه‌ها در جدول شماره ۵ گزارش شده است.

جدول ۱- ميانگين تغيير دماي آب در ايستگاه‌هاي نمونه‌برداري (درجه سلسيوس)

شماره ايستگاه / فصل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
پاييز	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

جدول ۲- ميزان کل مواد آلي در ايستگاه‌هاي داراي بستر گلي- لجني (برحسب درصد)

فصل / ايستگاه	پاييز	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

همبستگي بين سنجه‌هاي جمعيتي و عامل فيزيکوشيميايي

نتايج بدست آمده از بررسي عادي بودن داده‌ها نشان داد که داده‌هاي تنوع و مشخصه فيزيکو شيميايي اندازه‌گيري شده (بجز در موردهدايت الکتريکي) از توزيع نرمال پيروي مي کند. لذا جهت بررسي همبستگي بين سنجه‌هاي جمعيتي و عامل فيزيکو شيميايي از ضريب همبستگي پيرسون[1] بهره‌گيري شد. باتوجه به نرمال نبودن داده‌هاي هدايت الکتريکي به منظور بررسي همبستگي بين عامل مورد بررسي ضريب همبستگي اسپيرمن[2] نيز آزمون شيد که نتايج همانندي را نشان داد (جدول۴).

۱ - Pearson

۲ - Spearman

جدول ٣- جايگاه آرايه بندي كفزيان شناخته شده رودخانه زاينده رود.

Order	Family	Genus
Diptera	Chironomidae	Chironomus
	Simuliidae	Simulium
	Ceratopogonidae	
Ephemeroptera	Baetidae	Baetis
	dyonuridae	dyonurus
		Heptogenia
	Caenidae	Caenis
	Ephemerellidae	Ephemerella
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche
	Philopotamidae	Philopotamus
	Polycentropidae	Polycentropus
Coleoptera	Dytiscidae	
Odonata	Agriidae	Agrion
	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

جدول ۴- ضريب همبستگي پيرسون بين فراسنجه‌هاي جمعيتي و ويژگي‌هاي فيزيكو شيميايي بستر و آب رودخانه

عامل محيطي / شاخص‌هاي زيستي	دما	pH	هدايت الكتريكي	اكسيژن محلول	مواد آلي بستر
شانون	-۰/۱۲۹	۰/۲۱۰	-۰/۵۲۴*	-۰/۱۰۰	-۰/۳۸۶*
سيمپسون	-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)، (همبستگي معني دار در سطح۰/۰۵*)، (همبستگي معني دار در سطح ۰/۰۱ **)

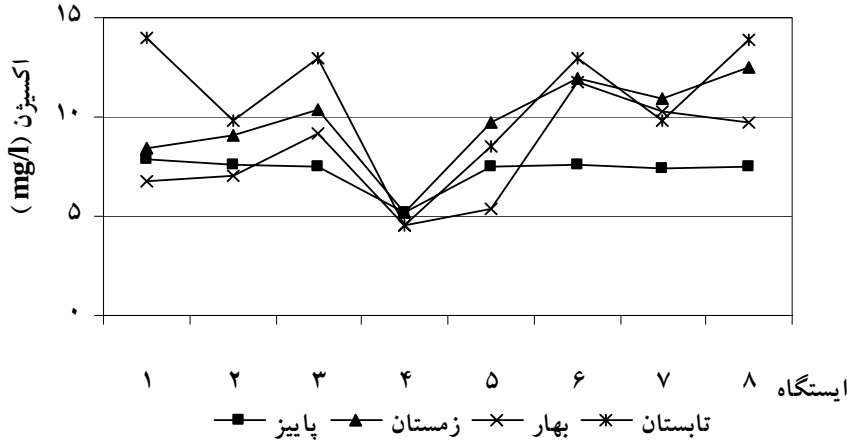
بحث

ويژگي‌هاي فيزيکوشيميايي

ميزان مواد آلي در همه مرحله نمونه‌برداري در ايستگاه ۴ نسبت به ايستگاه‌هاي پايين دست، بيشتر بود که نشان دهنده فراواني بار مواد آلي معلقي است که از ناحيه بالا دست وارد رودخانه شده ويا در رودخانه توليد شده و در اين ناحيه رسوب مي نمايد. رسوب‌ها اين ناحيه بيشتر شامل بقاياي گياهي نيمه پوسيده‌اي است که به همراه ديگر مواد بدست آمده از ورود پساب‌هاي شهري حالت اسفنجي را نشان داده که به صورت انبوه در حاشيه رودخانه انباشته شده است. داده‌هاي جدول ۲، بيشترين مقدار مواد آلي اين ايستگاه را در فصل زمستان و کم‌ترين مقدار آن را در فصل تابستان نشان مي‌دهد. به نظر مي‌رسد عامل مهم در تغيير مقدار مواد آلي در اين ايستگاه خزان پوشش گياهي متراکم در ناحيه بالا دست آن، در اواخر فصل پاييز و تجمع مواد بدست آمده در فصل زمستان و همچنين سرعت جريان بيشتر آب در فصل‌هاي بهار و تابستان باشد. درحالي که، ميزان مواد آلي در رسوبات ايستگاه‌هاي ۶ و ۸ نه تنها نسبت به ايستگاه ۴ بسيار کمتر بوده، بلکه مقدار نوسان آنها نيز در فصل مختلف سال کم مي‌باشد. علت اين کاهش را مي‌توان وارد نشدن پساب‌هاي داراي مواد آلي معلق و نيز محدود شدن رويش‌هاي گياهان آبزي و کنارآبي به تدريج با حرکت در جهت جريان رودخانه پس از ايستگاه ۵ دانست که به نظر مي‌رسد شوري آب و افزايش ميزان هدايت الکتريکي از مهم‌ترين علت آن باشد (۸).

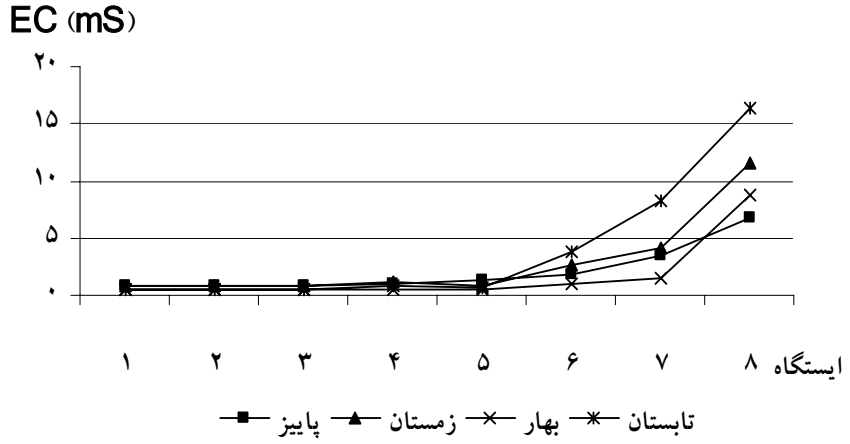
دانه‌بندي رسوب‌ها در اين ايستگاه‌ها نيز نشان دهنده تغيير در ترکيب رسوب‌ها بستر است. ميانگين مقدار ذراتي که قطر آنها بين ۰/۲۵ تا ۰/۱ ميليمتر مي‌باشد در ايستگاه‌هاي۴، ۶ و ۸ به ترتيب برابر ۱۶/۷ ،۳۶/۶ و ۳۲/۱ درصد از رسوب‌ها و ذراتي که قطر آنها بين ۰/۵ تا ۰/۲۵ ميليمتر مي‌باشد به ترتيب برابر ۳۲/۲، ۲۱/۷ و۲۷/۴ درصد برآورد شد. اين امر نشان مي‌دهد که بخش بيشتر رسوب‌ها در ايستگاه‌هاي۶ و ۸ مربوط به فرسايش آبي خاک‌هاي سطحي ناحيه پيرامون بوده، که در مقابل جريان‌هاي سطحي ناشي از بارندگي‌ها بسيار آسيب پذير است در حالي که در ايستگاه ۴ بيشتر مربوط به بقاياي مواد آلي است.

شکل ۲ نشان دهنده تغييرها اکسيژن محلول در فصل مختلف سال در ايستگاه‌هاي مورد بررسي مي‌باشد. آنچه بيشتر داراي اهميت و قابل توجه است، اين است که ميزان اکسيژن محلول در ايستگاه ۴ در همه سال در کمترين ميزان قرار دارد. اين امر نشان دهنده مصرف شديد اکسيژن به علت وجود مواد آلي قابل تجزيه در اين ايستگاه است. علاوه بر اين محتواي اکسيژن محلول آب و نوسان آن در فصل تابستان به طورکلي بيشتر از ديگرفصل‌ها مي‌باشد، که مي‌تواند ناشي از انجام فرايند فتوسنتز در ايستگاه‌هايي باشد که همگي داراي پوشش گياهي هستند. برعکس کمترين محتواي اکسيژن و نوسان آن درفصل پاييز ديده مي‌شود، که به نظر مي‌رسد علت آن از يک سو خزان گياهان آبزي و در نتيجه کاهش فتوسنتز بوده و از سوي ديگر کاهش شدت جريان آب رودخانه باشد (۱۴).



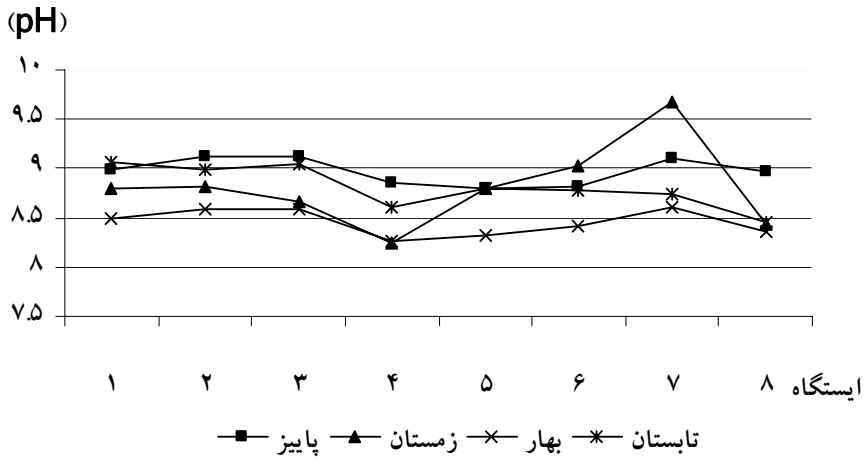
شکل ۲- تغييرهاي اکسيژن محلول در ايستگاه‌هاي مورد بررسي

شكل ٣ نشان‌دهنده افزايش ميزان هـدايت الكتريكـي، در جهت جريان رودخانه به سمت ناحيه پايين دست مي باشد. به طوري كه بالاترين اندازه آن در ايستگاه ٨ (ورزنه) ديـده مي شود. بالاترين مقدار هدايت الكتريكي در ايـن ايـستگاه مربوط به فصل تابستان اسـت. علـت افـزايش كلـي ميـزان هدايت الكتريكـي از ايـستگاه ٥ بـه بعـد ورود آب زهكـش زمين‌هاي كـشاورزي ايـن منطقـه بـه رودخانـه مـي‌باشـد. زمين‌هاي اين ناحيه شور بوده و هـر چـه بـه سـمت شـرق اصفهان پيش مي‌رويم بر شوري آنها افـزوده مـي‌شـود (٦). اين زمين‌ها كه بيشتر در بخش كشاورزي مورد بهره‌گيـري قرار مي‌گيرند، همگي بـه روش غـرق آبـي آبيـاري شـده و داراي زهكش‌هاي بزرگي در منطقه هستند كه آب آنهـا در نهايت وارد رودخانه شده و افزايش شديد هدايت الكتريكـي آب رودخانه را باعث مـي‌شـوند. اخـتلاف در ميـزان شـدت جريان هدايت الكتريكي در فـصل مختلـف سـال ناشـي از اختلاف در ميـزان بهـره‌بـرداري آب رودخانـه و حجـم آب خروجي از زهكش‌ها به رودخانه مـي‌باشـد، بـه طـوري كـه هدايت الكتريكـي آب رودخانـه در ايـستگاه‌هـاي ٧ و ٨ در فصل تابستان به بالاترين ميزان خود رسيده و در فصل بهار و پاييز به ميزان كمتري قرار داشته است (٨).



شكل ٣- تغييرهاي هدايت الكتريكي درفصل‌هاي مختلف سال در ايستگاه‌هاي مورد بررسي

بررسـي نوسـان pH آب درطـول مـسير رودخانـه در ايستگاه‌هاي مختلف نشان داد كه ميزان تغييرهاي pH بين ٨/٥ تا٩ است (شكل۴)، ليكن اين نوسان در ايـستگاه ۴ در دامنه پـايينتري رخ داده بـه طـوري كـه تغييرهـاي آن در فصل مختلف بين ٨/٢ تا٨/٨ برآورد شده است. كاهش pH آب در ايستگاه ۴ در همه سال به علت نوع رسوب‌هاي ايـن ناحيه و نيز ورود پساب تصفيه خانه جنوب اصفهان مي‌باشد كه به طورمعمول پسابي بـا pH اسـيدي تـاكمي قليـائي را وارد آب رودخانه مي‌نمايد. در كل نتايج بدست آمده نـشان مي‌دهد كه ورود پساب تصفيه خانه فاضـلاب جنـوب شـهر اصفهان موثرترين عامل بر تغييـرpH آب رودخانـه زاينـده رود در منطقه مورد بررسي مي‌باشد.



شکل ۴- تغییر **pH** در فصل‌هایمختلف سال در ایستگاه‌هاي مورد بررسي

کفزیان جانوري

نتایج بدست آمده از بررسي درشت کفزیان رودخانه زاینده رود در منطقه مورد بررسي منجربه شناسایي انواع گوناگوني از آنها شد که جایگاه تاکسونومیک آنها در جدول شماره۳ ارائه شده است. بر پایه نتایج بدست آمده در این بررسي نمونه‌هاي شناسایي شده در ۱۹جنس، ۱۷خانواده و ۱۳ راسته جاي دارند. علاوه بر آن شمار ۷ گروه از تاکسون‌هاي بدست آمده نیز با توجه به امکانات موجود تنها در حد خانواده شناسایي شد.

اولین گروه از جانوران شناسایي شده متعلق به رده حشرات بوده و شامل راسته‌هاي Ephemeroptera (زودمیران)، Trichoptera(موي بالان)، Odonata(سنجاقک ها)، Coloptera (قاب بالان) و Diptera (دوبالان) مي‌باشند، که از راسته اخیر تنها خانواده Simulidae و از دیگر راسته‌ها به تقریب همه خانواده‌ها بسترهاي قلوه سنگي شني را ترجیح داده ودر آب‌هاي شفاف و داراي اکسیژن مناسب (ایستگاه‌هاي ۱، ۲ و۳) زیست مي‌کنند. توزیع فصلي یا دیدن این افراد در ایستگاه‌هاي مورد بررسي در جدول ۵ ارائه شده است. همان گونه که در این جدول دیده مي‌شود اعضاي جنس *Chironomus*، در همه ایستگاه‌ها و به تقریب در همه فصل‌هاي سال دیده مي‌شوند. این موجودها تحمل خوبي را نسبت به کاهش میزان اکسیژن محلول داشته و بسترهاي گلي لجني و سرشار از مواد آلي را ترجیح مي‌دهند و با توجه به نیازهاي اکولوژیک و زیستي، درمحدوده پراکندگي خژود تراکم‌هاي متفاوتي را در ایستگاه‌هاي مورد بررسي نشان مي‌دهند. تراکم شیرونومیدها در ایستگاه‌هاي پایین دست شهر اصفهان (ایستگاه‌هاي۴ تا ۸) بیشتر از ایستگاه‌هاي بالادست (ایستگاه‌هاي۱ تا۳) مي‌باشد. در این محدوده بیشترین تراکم در ایستگاه‌هاي ۴ و ۸ دیده شد که از یک سو داراي مواد آلي فراوان هستند و از سوي دیگر داراي محدودیت‌هاي زیستي براي گونه‌هاي رقیب مي‌باشند. نتایج همانندي نیز توسط ابراهیم نژاد (۱۳۷۹) در ارتباط با تراکم بالاي این نمونه در ناحیه پایین دست رودخانه گزارش شده است (۲). به‌علاوه تغییرهاي دیده شده در تراکم این موجود در نمونه برداري‌هاي مختلف به احتمال مربوط به چرخه زندگي آن است(۲). به طوري که دیده مي‌شود تراکم شیرونومیده در ایستگاه‌هاي مختلف در فصل‌هاي بهار و تابستان به کمترین میزان خود رسیده که مي‌تواند ناشي از بلوغ و خارج شدن بسیاري از لاروها از محیط آب در این فصل‌هاي باشد. در عین حال دیدن آنها در همه فصل‌هاي سال در برخي از ایستگاه‌ها مي‌تواند ناشي از تفاوت در چرخه زندگي گونه‌هاي مختلف این خانواده باشد.

دومین گروه از جانوران شناسایي 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 مي‌باشند. اعضاي اين رده در حد توانايي، تا حد خانواده شناسايي شد. از بين خانواده‌هاي ياد شده خانواده Naididae پراكنش محدودي را در ايستگاه‌هاي ٢ ،٣ ،٤ ،٥ و ٧ و بيشتر در فصل تابستان نشان داد، درحالي كه خانواده Tubificidae به‌تقريب به طور يكنواخت در همه ايستگاه‌ها به جز ايستگاه ١ و در همه فصل‌هاي سال ديده شد. همچنين خانواده‌هاي Lumbricidae و Lumbriculidae در ايستگاه‌هاي ١ تا ٧ و در بيشتر فصل‌هاي سال ديده شد. ليكن از آن جايي كه اين جانوران بسترهاي گلي را ترجيح مي‌دهند و بيشتر در رسوب‌هاي كف بستر بويژه در كناره رودخانه بسر مي‌برند (٥)، بيشترين تراكم آنها در ايستگاه ٥، (داراي بستر شني-گلي) و كمترين آن در ايستگاه‌هاي ١ ،٢ و٣ (داراي بسترهاي شني قلوه سنگي) ديده شد.

از راسته Rhynchobdellida، خانواده Piscicolidae، در همه ايستگاه‌ها به جز ايستگاه ٨ ديده شد در حالي كه از همين راسته، خانواده Glossiphoniidae تنها در ايستگاه ٢ درفصل زمستان و درايستگاه ۴ به شمار معدود در فصل پاييز ديده شد. ديدن گونه اخير در ناحيه شهر اصفهان به وسيله ديگر پژوهشگران نيز گزارش شده است (٢).

از راسته Amphipoda، خانواده Gammaridae، درايستگاه‌هاي ١، ٢، ٣ و به شمار معدود در ايستگاه ٧ و در همه فصل‌هاي سال ديده شد. علت ندیدن اين گونه در ديگر ايستگاه‌ها به احتمال زياد شرايط فيزيكي حاكم بر آنها بويژه وجود مواد آلي معلق زياد و بسترهاي گلي- لجني مي‌باشد. نتايج بدست آمده با يافته‌هاي ابراهيم نژاد،١٣٨٢ در توافق كلي قراردارد (٢).

از رده شكم‌پايان (Gastropoda)، راسته Pulmonata، خانواده Lymnaeidae، در همه ايستگاه‌ها ديده شد، ولي تراكم آنها در ايستگاه‌هاي پايين دست رودخانه بويژه ايستگاه‌هاي ۴، ۵ و۶ بيشتر از ديگر ايستگاه‌ها بود. افرادي از خانواده Physidae، نيز همگي با تراكمي كمتر از خانواده ياد شده و بيشتر در فصل پاييز در ايستگاه‌هاي ۴ و ۵ ديده شد. فزوني تراكم افراد اين رده در ايستگاه‌هاي داراي مواد آلي و بسترهاي گلي-لجني را ديگر پژوهشگران نيز گزارش داده‌اند (١). ليكن نبود آنها در ايستگاه ٨ با وجود داشتن مواد آلي فراوان مي‌تواند به علت تغيير در ويژگي‌هاي شيميايي آب بويژه بالا بودن هدايت الكتريكي آن باشد. تاثير هدايت الكتريكي آب بر پراكنش كفزيان در آبهاي جاري نيز توسط ديگر پژوهشگران از جمله آزرينا و همكاران گزارش شده است (١٣). آنها به وجود همبستگي منفي و معني دار بين غناي گونه‌اي كفزيان با هدايت الكتريكي آب رودخانه اشاره نمودند.

از راسته Lamellibranchiata ، نيز يک خانواده به نام Sphaeriidae ثبت شد كه داراي دو جنس *Sphaerium* و جنس *Piscidium* مي‌باشد كه اولي تنها در فصل پاييز در ايستگاه ٨ ديده شد و دومي در فصل زمستان در ايستگاه ۶ ديده شده و در ديگر ايستگاه‌ها ديده نشدند.

باتوجه به مطالب ارائه شده، ديدن بيشتر جنس‌هاي معرفي شده در همه ايستگاه‌ها و در بيشتر فصل‌هاي سال مي‌تواند به علت‌هاي مختلف از جمله احتمال چند نسلي بودن برخي از آنها و يا تفاوت در چرخه زندگي آنها يا حمل آنها با جريان آب طي فرايند شستشوي ارگانيزمي به صورت ناخواسته در طول مسير رودخانه صورت گرفته باشد. ليكن بررسي تراكم جمعيت آنهايي كه شرايط زيستي ياد شده همانندي را نياز دارند، نشان مي‌دهد كه جنس‌هاي فوق بر پايه توانايي‌ها و نيازهاي متفاوت پراكندگي ويژه‌اي را در طول مسير رودخانه زاينده رود دارا مي‌باشند. به نظر مي‌رسد بيشترين عامل ايجاد اين پراكندگي‌ها وضعيت فيزيكي بستر رودخانه باشد. ويژگي‌هاي بستر رودخانه در ايستگاه‌هاي مورد بررسي نشان داد كه روند تغييرهاي بافت بستر رودخانه از ايستگاه ١ كه بستري شني قلوه سنگي است به تدريج در اثر رسوب گذاري و انباشته شدن مواد معلق و ذرات حمل شده با جريان آب، به بسترهاي شني-گلي با نسبت‌هاي مختلف تبديل شده است، اين وضعيت درايستگاه‌هاي پل وحيد و پل غدير در شهر اصفهان به‌طور

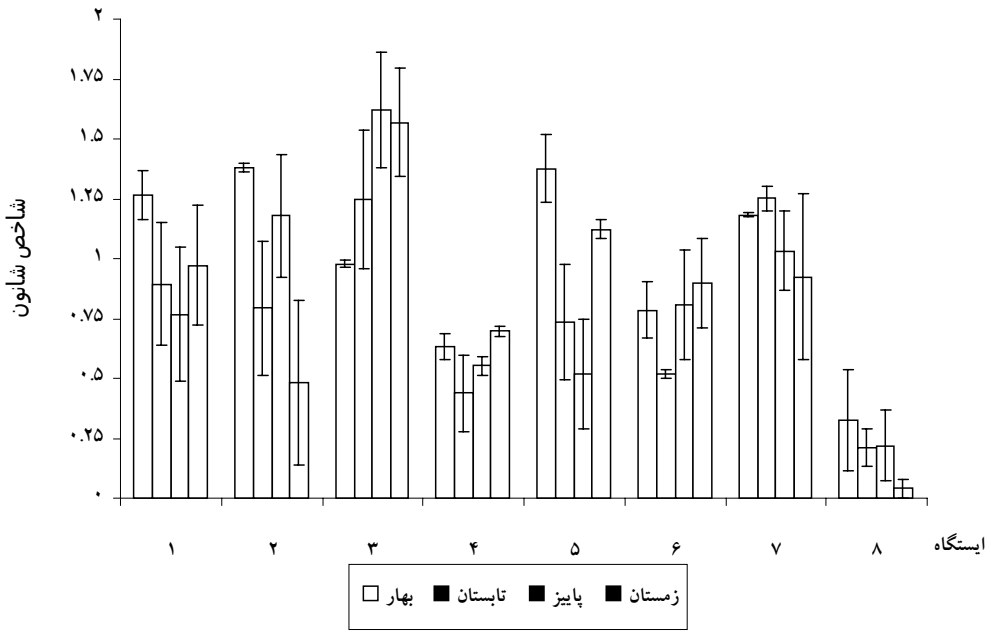
كامل مشهود است. تغيير ايجاد شده در كيفيت بافت بستر باعث تغيير در فون كفزيان رودخانه شده و تراكم و تنوع آنها را دستخوش تغيير نموده است (شكل ۵ و ۶) به طوري كه ايستگاه‌هاي ۴ و ۸ كه در آنها شرايط زيستي براي وجود بسياري از گونه‌هاي كفزي وجود ندارد داري كمترين تنوع مي باشند.

اوج تغييرهاي عنوان شده و كاهش كيفيت فيزيكو شيميايي آب رودخانه و افزايش مواد آلي معلق در ايستگاه ۴ كه در فاصله دو كيلومتري از محل تخليه پساب تصفيه‌خانه جنوب اصفهان قرار دارد، ديده مي‌شود. اين مسئله از سويي باعث كاهش شديد تنوع گونه‌اي شده (شكل۵ و ۶) و از سوي ديگر افزايش تراكم جنس‌هاي*Chironomus* و *Tubifex* را به همراه داشته است (جدول۵). وضعيت فوق به تدريج در جهت جريان رودخانه با گسترده شدن بستر، تهويه مناسب آب و رويش‌هاي گياهي كه به طور طبيعي كاهش سرعت جريان و در نهايت رسوب‌گذاري و تجزيه مواد آلي را به دنبال داشته است، شروع به بهبود نموده و در ايستگاه‌هاي ۵ و ۶ كه به ترتيب در فاصله‌هاي حدود ۲۰ و ۵۰ كيلومتري ايستگاه ۴ قرار داشته‌اند وضعيت مناسب‌تري از نظر شفافيت آب و تركيب بستر ديده مي‌شود. همين امر باعث ايجاد خرد زيستگاه‌هاي جديد و مناسب براي سكني گزيدن دوباره گروه‌هاي متنوعي از كفزيان جانوري شده كه نتيجه آنرا مي‌توان در بهبود شاخص تنوع زيستي شانون در اين ناحيه از رودخانه (ايستگاه‌هاي ۵ تا ۷) ديد. به طوري كه برخي از جنس‌ها مانند *Baeties* و نيز جنس *Simulium* كه بسترهاي شني و داراي تكيه‌گاه مناسب را مي‌پسندند به صورت محدود در اين ناحيه‌ها ديده مي‌شود.

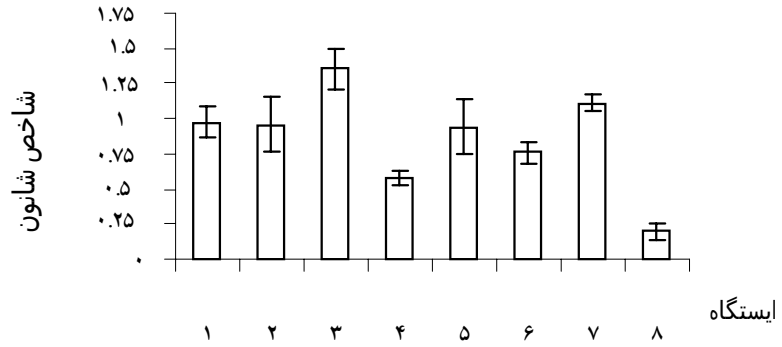
دامنه تغيير در ويژگي‌هاي فيزيكي و شيميايي بستر و آب رودخانه پس از ايستگاه ۶، بار ديگر افزايش مي‌يابد. عامل ايجاد اين تغيير ورود پساب زهكش زمين‌هاي كشاورزي منطقه رودشت در شرق اصفهان است، كه آب سرشار از بقاياي مواد آلي گياهي، كودهاي مورد بهره‌گيري در بخش كشاورزي، سموم دفع آفات گياهي، انواع نمك‌ها را وارد رودخانه نموده و باعث تغييرهاي شديد در هدايت الكتريكي آب و افزايش رسوبات بستر رودخانه مي‌شود به طوري كه در ايستگاه ۸ اين وضعيت بار ديگر باعث ايجاد بستري گلي- لجني شده كه محدوده زيست ارگانيزم‌هاي سازگار به اكسيژن كم و قادر به زيستن در بسترهاي سرشار از مواد آلي مانند *Chironomus* و *Tubificidae* مي‌باشد. كاهش دوباره تنوع زيستي خانواده‌ها در اين ايستگاه نيز گوياي محدوديت شرايط زيستي براي كفزيان مختلف است.

فرا سنجه‌هاي جمعيتي مورد بررسي در اين بررسي همبستگي منفي معني داري ($P<0/05$) را با برخي از مهمترين عامل‌هاي فيزيكي و شيميايي بستر و آب رودخانه از جمله هدايت الكتريكي آب و مواد آلي بستر، كه تاثير بسزايي بر ايجاد آشيان‌هاي اكولوژيک مختلف داشته اند را نشان مي دهد. تاثير عامل‌هاي فيزيكي و شيميايي آب و نوع بستر آبهاي جاري بر تركيب جامعه كفزيان به وسيله پژوهشگران ديگر نيز گزارش شده است. ازجمله آزرينا و همكاران نشان دادند كه غنا و شاخص تنوع تحت تاثير هدايت الكتريكي و كل مواد جامد محلول در آب قرار دارد(۱۳). همچنين همبستگي بين فراسنجه‌هاي مارگالف، شانون و تركيب جمعيت كفزيان با عامل‌هاي فيزيكي و شيميايي آب به وسيله چرنيافسكا و همكاران نشان داده شده است (۱۶).

در كل نتايج بدست آمده از اين بررسي نشان داد كه تغييرهاي فيزيكي و شيميايي ايجاد شده در بستر و آب رودخانه زاينده رود كه بيشتر آنها تحت تاثير فعاليت‌هاي انساني صورت گرفته است علت اصلي تغييرهاي ايجاد شده در فون كفزيان اين رودخانه مي‌باشد.



شكل ٥- شاخص فصلي تنوع زيستي شانون در ايستگاه‌هاي مورد بررسي



شكل ٦- شاخص سالانه تنوع زيستي شانون در ايستگاه‌هاي مورد بررسي

سپاسگزاري

از معاونت محترم پژوهشي دانشگاه صنعتي اصفهان كه امكان انجام اين پژوهش را فراهم نمودند و همچنين از زحمات كارشناسان محترم گروه شيلات، آقايان مهندس اسداله و مهندس متقي و خانم مهندس رجايي و دانشجوياني كه در انجام اين بررسي‌ها همكاري نمودند تشكر مي‌نماييم. هزينه‌هاي اجراي اين طرح توسط بودجه بررسياتي مصوب دانشگاه صنعتي اصفهان تأمين شده است.

منابع

۱- ابراهیم نژاد، محمد، ۱۳۷۹. بررسی 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 نژادستاري، محمدرضا رحیمي‌نژد و محمد ابراهیم نژاد. ۱۳۸۲. بررسي فلور جلبکي رودخانه زاینده رود. مجله زیست‌شناسي 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. بررسی کانی‌های رسی خاک‌های گچی زمین ریخت‌های مختلف در منطقه شرق اصفهان. مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۱): ۷۳-۹۳.

۶- پیغمبری، سیدیوسف. ۱۳۷۳. بررسی روابط فیزیکوشیمیایی آب و تراکم موجودات ماکروبنتیک در تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، ۱۲۵.

۷- کویگلي، مایکل. ۱۹۷۷. کلید شناسایی بی‌مهرگان نهرها و رودخانه‌ها. ترجمه، نصرالله محبوبی صوفیانی و غلامرضا نادری. انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۷۹. ص۱۳۱.

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- موسوي، سیدفرهاد، ۱۳۷۶. بررسی آلودگي آب‌هاي زیرزميني حاشیه رودخانه زاینده رود. مجله آب و فاضلاب، ۱۳۷۶(۲۴): ۹-۲۱.

۱۰- مهندسان محیط زیست. ۱۳۵۸. گزارش بررسی کمیت و کیفیت رودخانه زاینده رود. فصل‌هاي 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 Orthocladiinae (*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 Brtitain.

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, 3ed 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)

E. Ebrahimi[*1], N. Mahboubi Soofiani[2], and Y. Keivany[1]
[1] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
[2] Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
(Received: 10 January 2006, Accepted: 24 May 2008)

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, 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 mudy-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,

* Corresponding author: Tel: +98 311 3913565 , Fax: +98 311 3912840 , E-mail: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir