

توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا بر اساس جوامع کفزیان

مهتاب قریب خانی^۱ و مصطفی تاتینا^۲

^۱عضو هیات علمی و باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی - واحد آستارا

Email: mahtab_gharibkhany@yahoo.com

چکیده

رودخانه لوندویل آستارا از رودخانه‌های مستقل زیر حوضه تالش - انزلی است که در جنوب غرب و جنوب شهرستان آستارا جریان دارد و در شهر لوندویل به دریای خزر می‌ریزد. اهداف عملیات انجام شده در این مطالعه شناسایی گونه‌های بتتوزی، تعیین میزان زی توده کف در هر متر مربع در هر ایستگاه، تعیین شاخص زیستی هر ایستگاه و در نهایت رودخانه، تعیین متوسط دما در هر ماه و در طول سال و ارزیابی توان تولید طبیعی این رودخانه می‌باشد. بدین منظور شش ایستگاه در طی مسیر رودخانه انتخاب و بصورت ماهیانه و با استفاده از قاب توری (Surber sampler) 50×50 سانتی متری به مدت یکسال مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. در طی این مطالعه جنس‌هایی از سه شاخه از بی‌مهرگان شامل شاخه کرم‌های حلقوی (Annelida)، شاخه بندپایان (Arthropoda) و شاخه نرم‌تنان (Mollusca) شناسایی شد و تغییرات آنها به تفکیک فصل نمونه‌برداری و ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. از شاخه کرم‌های حلقوی دو رده کم تاران (Oligochaeta) و زالوها (Hirudinea)، از شاخه بندپایان دو رده سخت پوستان (Crustacea) و حشرات (Insecta) و از شاخه نرم‌تنان یک جنس از رده شکم‌پایان (Gasteropoda) شناسایی گردید. فراوانی و تنوع جنس‌های مختلف کفزیان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری نسبتاً زیاد بود اما در ایستگاه ۶ (ایستگاه آخر) تنوع جنس‌ها محدود شده و فراوانی آنها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین میانگین فصلی فراوانی و زی توده در فصل بهار و تابستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصول پاییز و زمستان بود. طبق محاسباتی که با روش شاخص زیستی بی‌مهرگان انجام شد، میانگین سالیانه فراوانی $23/87$ عدد، قابلیت تولید این رودخانه $265/22$ کیلوگرم در هکتار در سال و میانگین کل زی توده سالیانه ایستگاه‌ها $3/85$ گرم در متر مربع بدست آمد. مطالعه اخیر نشان داد که میانگین وضعیت زیستی این رودخانه در طول مسیر $1/80$ می‌باشد که معادل طبقه بتا - مزو، ساپروب بوده و رده‌بندی کیفی آب آن II می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توان تولید، رده‌بندی کیفی آب، دریای خزر، لوندویل، وضعیت زیستی

مقدمه

موجودات زنده‌ای که در اکوسیستم آبهای جاری زندگی می‌کنند، عمدتاً موجوداتی کف‌زی بوده و اگر در مسیر جریان آب قرار گیرند، به خاطر سرعت آب شسته شده و به همراه جریان آب به نواحی پایین دست رودخانه منتقل خواهند شد. به همین علت این جانداران مجبور هستند در مناطق آب مرده مانند سطوحی از سنگ‌ها، که پشت به جریان آب است و یا در منطقه حیاتی در کف بستر قرار گیرند. هر یک از این موجودات

مطالعات لیمنولوژیک، سه بخش اصلی و اساسی شامل مطالعات فیزیکوشیمیایی، باکتریولوژیک و بیولوژیک آب‌ها را در برمی‌گیرد. در این میان مطالعات بیولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که می‌توان بوسیله آن و با کمک سایر مطالعات، قضاوتی منطقی و معقول از یک اکوسیستم را ارائه داد (۵).

می‌توانند بیانگر تغییر وضعیت کمی و کیفی رودخانه در طی گذر زمان باشند (۳۰). رودخانه‌ها از نظر مجامع زیستی ویژگی‌های خاص خود را دارا هستند و این ویژگی‌ها نیز قابل تعمیم به سایر منابع آبی نمی‌باشد. بی‌مهرگان کفزی از نظر مقاومت در برابر شدت آلودگی و کاهش اکسیژن با یکدیگر متفاوت بوده و در مورد بعضی از گونه‌ها این تفاوت فاحش‌تر است. بعضی از گونه‌ها در آب‌های کاملاً تمیز و عاری از هر گونه آلودگی و بعضی در آب‌های با آلودگی زیاد قادر به ادامه حیات هستند، به طوری که وجود یا عدم وجود حشرات آبزی و حساسیت این موجودات نسبت به آلودگی‌ها نشانگر کیفیت آب می‌باشد (۲۸). کفزیان نقش مهمی در جوامع آبزیان به عنوان حلقه‌های دوم و سوم زنجیره تولید دارند. بسیاری از لاروها و حشرات آبزی منبع غذایی مهمی برای ماهیان هستند. در مطالعات کمی کفزیان معمولاً تعداد و نوع موجودات برای تخمین میزان تولیدات به کار می‌رود. همچنین به عنوان شاخص‌های تعیین کننده کیفیت آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. موجودات کفزی به ویژه برای مطالعه آلودگی‌ها مفید هستند. تنوع زیستی آن‌ها به طور گسترده به عنوان شاخصی برای برآورد درجه آلودگی به کار می‌رود (۲۱). علاوه بر اهمیتی که این موجودات در مشخص کردن میزان آلودگی آب‌ها دارند، در تغذیه ماهی‌ها و برآورد استعداد رودخانه برای پرورش آبزیان نیز با اهمیت می‌باشند، زیرا بسیاری از انواع ماهی‌ها از لارو حشرات، کرم‌ها و سخت‌پوستان آبزی تغذیه می‌کنند (۳۵).

در زی‌توده رودخانه‌ها، زئوپلانکتون‌ها سهم زیادی ندارند و بخش عمده بی‌مهرگان در بستر آن زندگی می‌کنند. حشرات بیشترین تعداد را در بین بی‌مهرگان رودخانه‌ها دارا می‌باشند و بقیه گروه‌ها از اهمیت کمتری برخوردارند. اسفنج‌ها، کرم‌های پهن، کرم‌های کم‌تار و دوکفه‌ای‌ها از آن جمله‌اند. بی‌مهرگان آبزی در زنجیره غذایی رودخانه به عنوان مصرف‌کنندگان اولیه از تولیدات گیاهی نظیر جلبک‌ها، دیاتومه‌ها، خزها و اجزای پوسیده

برگ‌ها استفاده می‌کنند و وارد چرخه تولید انواع ماهیان می‌شوند و زمانی که به بلوغ می‌رسند به پرواز در می‌آیند و یا بطور مستقیم طعمه مصرف‌کنندگان ثانویه می‌گردند (۱۶). ماکروبتوزها به عنوان یک شاخص زیستی (Biotic index) بیان کننده شرایط حاکم بر محیط زندگی خود هستند و از سوی دیگر در رژیم غذایی ماهیان رودخانه‌ای و همچنین ماهیان رود کوچ دریایی نقش به‌سزایی دارند. بدین جهت تعیین تنوع، فراوانی و تغییرات فصلی آنها نقش به‌سزایی در تعیین توان تولید طبیعی نهایی رودخانه، تقسیم‌بندی رودخانه از نظر آلودگی (ساپروبی) و قضاوت نهایی بر این اکوسیستم خواهد داشت (۵). همچنین چون پراکنش بزرگ بی‌مهرگان آبزی با عمق‌های متفاوت آب، میزان اکسیژن محلول، مواد آلی و دماهای مختلف ارتباط دارد، از آنها به عنوان شاخص آلودگی آب‌های راکد و جاری استفاده می‌شود (۳۲). به منظور ارزیابی آلودگی در اکوسیستم‌های آبی از جمله رودخانه‌ها شاخص‌های تنوع زیستی متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمده‌ترین آنها عبارتند از: شاخص هلسنیهوف، شاخص BMWP (ASPT)، شاخص بوئر و شاخص ساپروبی (۲۳).

مطالعات بیولوژیک مختلفی توسط محققان بر روی رودخانه‌های ایران و خارج از کشور انجام شده است. بطوری‌که خانی‌پور (۱۳۷۰) روخانه پلرود را از نظر لیمنولوژیکی مورد بررسی قرار داد. نوان مقصودی و همکاران (۱۳۷۵) مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمرود سیاهکل انجام دادند و ۹ راسته از حشرات را در این رودخانه شناسایی کردند. احمدی و همکاران (۱۳۷۹) زی‌توده رودخانه‌های آغشت و کردان را تعیین نموده و تولید را در این رودخانه‌ها بر آورد نمودند. رحیمی بشر (۱۳۸۰) رودخانه پلرود را از نظر ارزیابی توان تولید طبیعی و بتوزی مورد مطالعه قرار داد و ۴ راسته بتوز از رده حشرات را در این رودخانه شناسایی نمود. ابراهیم نژاد (۱۳۸۲) تنوع و فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی و

شاخص‌های بیولوژیک رودخانه زاینده‌رود را بررسی نمود. در بررسی دیگری ابراهیم نژاد و نیکو (۱۳۸۳) شناسایی تاکسونومیک و پراکنش بی‌مهرگان بزرگ رودخانه ماربر در استان اصفهان را انجام دادند. قانع و همکاران (۱۳۸۵) رودخانه چافرود در شمال ایران را براساس ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان آبی مورد ارزیابی قرار دادند. گرجی‌پور و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی لیمنولوژیک رودخانه زهره در استان کهگیلویه و بویر احمد نه راسته از رده حشرات را شناسایی نمودند. میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۷) ارزیابی کیفی رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی را بر اساس جوامع کفزیان انجام دادند. جرجانی و همکاران (۱۳۸۷) شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان را مورد ارزیابی قرار دادند. Arimoro و همکاران (۲۰۰۷) رودخانه آسه در دلتای نیجر را از نظر الگوی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و تنوع آنها در ارتباط با کیفیت آب مورد مطالعه قرار دادند. Javanshir و همکاران (۲۰۰۸) تنوع بی‌مهرگان کفزی و تولید ثانویه مصب رودخانه تجن را مورد بررسی قرار دادند. Leunda و همکاران (۲۰۰۹) رودخانه ارو در کشور اسپانیا را از نظر تغییرات فصلی بزرگ بی‌مهرگان کفزی و شاخص‌های زیستی مورد مطالعه قرار دادند.

رودخانه لوندویل یکی از رودخانه‌های مهم شیلاتی و دائمی حوضه جنوب غربی دریای خزر می‌باشد (۸). در طول مسیر آن بخصوص در حواشی نواحی پایین دست فعالیت‌های کشاورزی زیادی در آن صورت گرفته و به دلیل وجود آب گرم طبیعی و آبشار در طول مسیر این رودخانه یکی از مناطق توریستی و پر رفت و آمد به شمار رفته و تأثیرات انسانی زیادی در آن دیده می‌شود. علاوه بر این وجود روستاهای نزدیک به هم و استخر پرورش ماهی که فاضلاب خود را وارد این رودخانه کرده موجب آلودگی این رودخانه و تأثیر آن بر تنوع و پراکنش موجودات کفزی شده است. به علاوه شن برداری‌های مکرر موجب تغییر بستر رودخانه گردیده و آلودگی‌های

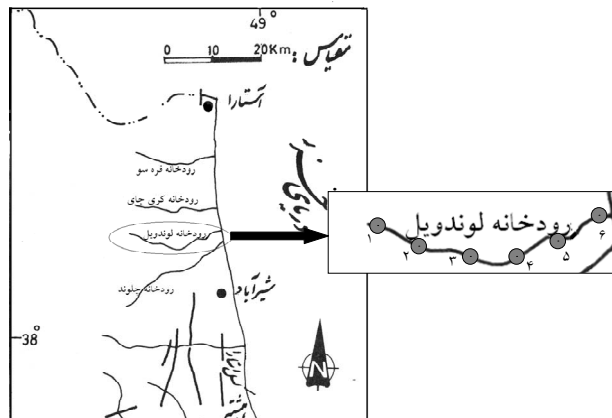
شهری نیز در قسمتی که این رودخانه در شهر لوندویل جاری است وارد آن می‌شود. همه این عوامل از دلایل انجام این مطالعه بوده است تا با شناسایی گونه‌های بتوزی در ایستگاه‌های مختلف، بررسی تغییرات فصلی، تعیین شاخص زیستی هر ایستگاه و در نهایت کل رودخانه و همچنین تعیین میانگین زی‌توده بستر در هر متر مربع رودخانه، ارزیابی کیفی آن بر اساس جوامع کفزیان انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

رودخانه لوندویل آستارا از رودخانه‌های مستقل زیر حوضه تالش - انزلی است که در جنوب غرب و جنوب شهرستان آستارا جریان دارد. از کوه خان بلاغی با ارتفاع ۲۱۲۱ متر واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر آستارا سرچشمه گرفته و آبادی‌های باغچه‌گری، آبگرم، آنگولاده، آسیاشم، باش محله، بهرام و لوندویل چای محله را مشروب ساخته در غرب این آبادی به دریای خزر می‌ریزد. دو شاخه فرعی این رود از ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر سرچشمه می‌گیرد و در ارتفاع حدود ۴۰۰ متر دو شاخه فرعی دیگر وارد مسیر اصلی می‌شود. از این ناحیه تا حدود جلگه، شیب رود کمی کاهش می‌یابد و در حدود ارتفاع ۲۰۰ متری مخروط افکنه رودخانه شکل می‌گیرد که تا مصب حدود ۷ کیلومتر طول دارد (۸) رژیم رودخانه دائمی و منبع تغذیه رودخانه نزولات جوی است. این رودخانه از جهت غرب به شرق جریان دارد. طول رودخانه ۱۸ کیلومتر، متوسط عرض آن ۸/۲ متر، شیب متوسط بستر آن در کوهستان ۱۳ درصد و در جلگه یک درصد می‌باشد. این رودخانه در مناطق بی‌کربناته در سازندهای سیلیکاته - بی‌کربناته و سولفاته - بی‌کربناته جریان دارد (۱۳). دبی متوسط رودخانه ۱/۳۹ مترمکعب بر ثانیه و مساحت حوضه آبریز آن ۳۶/۷ کیلومتر مربع است. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۱۰۰ متر، ارتفاع متوسط حوضه ۷۰۴ متر و حداقل ارتفاع حوضه ۵۰ متر می‌باشد. تغییرات ماهیانه آبدهی این رودخانه در سال ۱۳۸۶ بر

حسب متر مکعب بر ثانیه در ماه‌های فروردین تا اسفند به ترتیب ۱/۴۸، ۰/۹۹، ۰/۵۳، ۰/۴۳، ۰/۴۲، ۰/۳۶، ۰/۱۹، ۲/۱۱، ۱/۴۵، ۰/۹۳، ۱/۰۴، ۱/۷ بوده است (۹). با توجه به اکولوژی و هیدروبیولوژی و همچنین پایش مسیر رودخانه از مصب به سمت بالادست و سرچشمه آن و بررسی

دقیق شاخه‌های فرعی و مناطق مختلف تأثیرگذار بر روی رودخانه ۶ ایستگاه در طول مسیر جریان رودخانه یعنی در هر ۳ کیلومتر یک ایستگاه در نظر گرفته شد (شکل ۱ و جدول ۱). این ایستگاه‌ها در طول نمونه برداری ثابت بودند:



شکل ۱- نقشه رودخانه لوندویل آستارا و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی آن (اقتباس از اصلاح عربانی، ۱۳۸۰)

جدول ۱- موقعیت مکانی، جنس و اندازه ذرات بستر و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه لوندویل آستارا

شماره ایستگاه‌ها	موقعیت مکانی	بستر، اندازه و شکل سنگ	طول و عرض جغرافیایی
۱	روستای آسیوشوم - کوهستانی	قلوه سنگ - سنگ‌های درشت گرد	۴۸°۴۳'۱۷" E ۳۸°۱۸'۵۰" N
۲	روستای چردالنگو - کوهستانی	قلوه سنگ - سنگ‌های درشت گرد	۴۸°۴۴'۱۸" E ۳۸°۱۸'۱۹" N
۳	آبگرم کوته کومه - کوهستانی	سنگلاخی - درشت، غالبیت گرد	۴۸°۴۶'۲۲" E ۳۸°۱۸'۱۶" N
۴	روستای کوته کومه - کوهستانی	سنگلاخی - درشت و گرد	۴۸°۴۸'۳۰" E ۳۸°۱۸'۱۵" N
۵	روستای باش محله - کوهستانی	سنگلاخی - متوسط و گرد	۴۸°۵۰'۳۵" E ۳۸°۱۸'۰۸" N
۶	پل لوندویل - جلگه	شنی - سنگریزه‌ای - ریز و متوسط گرد	۴۸°۵۲'۲۳" E ۳۸°۱۸'۴۹" N

نمونه‌برداری به صورت ماهیانه در طول یکسال (تیرماه ۱۳۸۶ تا خردادماه ۱۳۸۷) با قاب توری (سوربر) ۵۰×۵۰ سانتی‌متر برای تعیین زی‌توده و شناسایی موجودات کفزی در ایستگاه‌های تعیین شده انجام شد. نمونه‌برداری از موجودات کفزی بدلیل سنگلاخی بودن این رودخانه با روش سنگ شویی در نقاطی که عرض رودخانه افزایش یافته و شدت جریان آب کم می‌شد، انجام گردید. حتی‌المقدور سنگ‌های متوسط انتخاب و با دقت شسته می‌شدند و در مکان‌های خمیده و بهم ریخته که به هر دلیلی از حالت طبیعی خارج گردیده بودند، نمونه‌برداری انجام نگردید (چون هر گونه تغییر و

آشفستگی باعث تغییرات زیادی در جوامع کفزیان موجود در رودخانه می‌شود (۱۹). محل نمونه‌برداری در عرض رودخانه (در کرانه راست، کرانه چپ و میانه رودخانه) طوری انتخاب می‌شد که عمق آب از ارتفاع قاب نمونه‌برداری (سوربر) بیشتر نباشد و سرعت آب به گونه‌ای بود که هنگام عبور از روی قاب ایجاد قوس نکند. تور سوربر طوری قرار داده می‌شد که دهانه آن به سمت بالادست جریان باشد و سعی می‌شد که گذاشتن تور در رسوبات ایجاد اغتشاش نکند، زیرا بسیاری از موجودات از دسترس تور خارج می‌شدند. قاب تور در رسوبات فرو برده شده و در جای خود محکم می‌گردید.

سنگ‌های بزرگ درون قاب تور برداشته شده و با برس موجودات روی آن تمیز می‌شد به طوری که این موجودات به طرف داخل تور جاری شوند. وقتی که همه سنگ‌های درون قاب مربع در درون تور پاک گردید، با تکرار این عمل و گذاشتن قاب بطور تصادفی به طوری که در هر ایستگاه به میزان ۱ مترمربع نمونه برداری شود، کار تکرار می‌گردید (در مجموع ۴ تکرار). شستشو فقط مربوط به سنگ‌ها نبوده بلکه هر چیزی که در داخل قاب ۵۰×۵۰ (سوربر) قرار می‌گرفت مانند برگ درختان، پلاستیک، چوب و غیره تمیز و از هر نوع موجود زنده پاک می‌گردید. پس از نمونه برداری با سوربر محتویات تور درون تشت‌های پلاستیکی خالی شده و تور زیر و رو شده و موجودات چسبیده به دیواره‌های آن جدا می‌شد (۲۱ و ۲۴). کلیه مواد با کمک یک الک آزمایشگاهی ۵۵ میکرونی جمع‌آوری و سپس موجودات با فرمالین ۴

درصد تثبیت و ظرف محتوی نمونه‌ها برچسب زده شده و تعداد تکرار نمونه برداری روی آن قید می‌گردید. در ارتباط با شناسایی نمونه‌ها ابتدا نمونه‌ها در الک ریخته شده و کاملاً شستشو داده شدند. سپس در زیر لوپ و میکروسکوپ اقدام به شناسایی نمونه‌ها شده و بدین منظور از کلیدهای شناسایی بتوزهای رودخانه‌ای (۵، ۱۷، ۲۸ و ۳۳) کمک گرفته شده و عمل شناسایی تا حد جنس ادامه داده شد. توده (وزن‌تر) هر نمونه با ترازوی دقیق الکترونیکی (با دقت ۰/۱ گرم) توزین گردید. وضعیت زیستی رودخانه و ارزیابی شاخص زیستی نیز به روش Bauer (۱۹۸۰) انجام شد. با استفاده از روش بوئر (۲۴) آبهای جاری را با توجه به بار ورودی مواد آلی و آلودگی می‌توان به ۴ کلاسه ساپروبی زیر تقسیم‌بندی نمود (جدول ۲).

جدول ۲- طبقه کیفی آب و معادل وضعیت زیستی آنها به روش بوئر

طبقه کیفی آب	وضعیت زیستی
I = Oligosaprobly	۱-۱/۵
II = β - mesosaprobly	۱/۵ - ۲/۵
III = α - Mesosaprobly	۲/۵ - ۳/۵
IV = polysaprobly	۳/۵ - ۴

مورد دیگر در ارتباط با تعداد هر جنس و تعیین فراوانی آنهاست که طبق جدول ۳ محاسبه شد.

جدول ۳- ارزش گذاری نمونه‌ها

ارزش فراوانی	تعداد
۱	نمونه‌ها با فراوانی منفرد
۲	نمونه‌ها با فراوانی متوسط (۷-۲ عدد)
۳	نمونه‌ها با فراوانی زیاد (۲۰-۷ عدد)
۴	نمونه‌ها با فراوانی خیلی زیاد (بیش از ۲۰ عدد)

از گونه‌های مهم بتتوزی شاخص آبهای کلاسه کیفی پاکیزه تا شدیداً آلوده و طبقه‌بندی تفکیک شده موجودات بر اساس کلاسه آبی و امتیاز کسب شده توسط این موجودات در کلاسه‌های آبی آنها (الیگوساپروب=I، - بتامزوساپروب=II، آلفامزوساپروب=III و پلی‌سپروب=IV) که در کتاب‌های مرجع (۲۳ و ۲۸) مشخص شده‌اند می‌باشد.

منظور از تعداد در مطلب فوق، تعداد نمونه‌های اخذ شده از هر ایستگاه در هر مرحله نمونه برداری می‌باشد با توجه به کلاسه آبی هر جنس و خانواده بتتوزها و همچنین فراوانی هر نمونه به کمک معادله ۱ تعیین شد. در این فرمول طبقه‌بندی موجودات در کلاسه‌های مختلف الیگوساپروب، بتامزوساپروب، آلفامزوساپروب و پلی-سپروب بر اساس وجود جداول و نمودار ساپروبی برخی

معادله (۱)

$$Z = 3/5 - \epsilon \quad \text{کلاس IV}$$

از اعداد بدست آمده از وضعیت زیستی هر ایستگاه می‌توان میزان تولید در هکتار را برای هر ایستگاه تعیین کرد. برای تعیین میزان تولیدات برحسب کیلوگرم در هکتار از معادله ۲ استفاده شد (۲۳ و ۳۴).

معادله (۲)

$$kg / ha = \frac{N \times 20}{Z}$$

کل فراوانی موجودات نمونه برداری شده در متر مربع = N
وضعیت زیستی = Z

همچنین درجه‌بندی آبهای جاری نیز از طریق جدول ۴ محاسبه شد که منظور از طبقه I، II، III و IV به ترتیب آب‌های الیگوساپروب، بتامزوساپروب، آلفامزوساپروب و پلی‌سایروب می‌باشد.

$$Z = \frac{\sum_0 + 2\sum B + 3\sum \alpha + 4\sum p}{\sum N}$$

Z = وضعیت زیستی

$\sum N$ = مجموعه فراوانی

\sum_0 = مجموعه موجودات الیگوساپروب

\sum_B = مجموعه موجودات بتامزوساپروب

\sum_α = مجموعه موجودات آلفامزوساپروب

\sum_p = مجموعه موجودات پلی‌سایروب

وضعیت کلاس آبی هر ایستگاه، بر اساس مقدار Z هر

ایستگاه کارایی آبی آن به صورت زیر تعیین گردید:

$$Z = 1 - 1/5 \quad \text{کلاس I}$$

$$Z = 1/5 - 2/5 \quad \text{کلاس II}$$

$$Z = 2/5 - 3/5 \quad \text{کلاس III}$$

جدول ۴- درجه‌بندی آب‌های جاری بر پایه تولید (کیلوگرم بر هکتار در سال)

۲۰۰ - ۴۰۰	طبقه I
۱۰۰ - ۲۰۰	طبقه II
۵۰ - ۱۰۰	طبقه III
۲۵ - ۵۰	طبقه IV

حلقوی دو رده کم تاران (Oligochaeta) و زالوها (Hirudinea) تشخیص داده شدند که از رده کم تاران سه خانواده و از رده زالوها یک جنس شناسایی گردید. از شاخه بندپایان دو رده سخت پوستان (Crustacea) و حشرات (Insecta) تشخیص داده شدند که از رده سخت پوستان یک جنس از راسته ناجورپایان (Amphipoda) و از رده حشرات دو جنس از راسته پاره‌ها (Plecoptera)، شش جنس از راسته یک‌روزه‌ها (Ephemeroptera)، یک جنس از راسته سنجاقک‌ها (Diptera)، چهار جنس از راسته دویالان (Diptera) شناسایی شدند. از شاخه نرم‌تنان یک جنس از رده شکم‌پایان (Gasteropoda) و راسته ریه‌داران (Pulmonata) شناسایی شده و کلاس آبی آنها از طریق کتاب مرجع (۲۸) تعیین گردید (جدول ۵).

وضعیت زیستی ماهانه ایستگاه‌ها و رودخانه، تولید سالیانه و ارزش ایستگاه‌ها با استفاده از معادله‌های فوق تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار Excell استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون T-test با سطح احتمال ($P < 0.05$) انجام شد.

نتایج

در این مطالعه جنس‌هایی از سه شاخه از بی مهرگان شامل شاخه کرم‌های حلقوی (Annelida)، شاخه بندپایان (Arthropoda) و شاخه نرم‌تنان (Mollusca) شناسایی شد و تغییرات آنها به تفکیک فصل نمونه‌برداری و ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. از شاخه کرم‌های

جدول ۵- تنوع کفزیان رودخانه لوندویل، کلاسه آبی گروه‌ها و زمان مشاهده آنها

ردیف	شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس	کلاسه آبی	فصول دیده شده
۱	Annelida	Oligochaeta	-	Lumbricidae	-	III-IV	تمام فصول
۲	Annelida	Oligochaeta	-	Haplotaxidae	-	III-IV	تمام فصول
۳	Annelida	Oligochaeta	-	Tubificidae	-	IV	تمام فصول
۴	Annelida	Hirudinea	-	Glossiphonidae	<i>Helobdella sp.</i>	III	تمام فصول
۵	Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>	II	بهار
۶	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Perla sp.</i>	I	بهار- زمستان
۷	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra sp.</i>	I	بهار- زمستان
۸	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis sp.</i>	I-II	بهار- پاییز- زمستان
۹	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae	<i>Ephemerella sp.</i>	II	بهار- زمستان
۱۰	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	I - II	بهار- پاییز- زمستان
۱۱	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ecdyonuridae	<i>Ecdyonurus sp.</i>	I	تمام فصول
۱۲	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ecdyonuridae	<i>Rhithrogena sp.</i>	I	بهار
۱۳	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ecdyonuridae	<i>Heptagenia sp.</i>	I	بهار- پاییز
۱۴	Arthropoda	Insecta	Odonata	Cordulegasteridae	<i>Cordulegaster sp.</i>	II	بهار
۱۵	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	I-II-III	بهار
۱۶	Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>	I-II	تمام فصول
۱۷	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	III-IV	تمام فصول
۱۸	Arthropoda	Insecta	Diptera	Belepharoceridae	<i>Liponeura sp.</i>	I	بهار- زمستان
۱۹	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche sp.</i>	II-III	تمام فصول
۲۰	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropidae	<i>Polycentropus sp.</i>	II	تمام فصول
۲۱	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila sp.</i>	I-II	بهار
۲۲	Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Limnaeidae	<i>Limnaea sp.</i>	II-III	تمام فصول

۶ بیشترین میانگین زی تودهٔ سالیانه مشاهده گردید (جدول ۷).

میانگین فراوانی کفزیان ایستگاه‌ها در آبان ماه با متوسط ۱۶/۶۶ عدد در متر مربع کمترین مقدار و در خردادماه با متوسط ۳۰/۳۳ عدد در متر مربع بیشترین مقدار را در طول سال نشان دادند. همچنین میانگین ارزش زیستی ایستگاه‌ها به ترتیب در خردادماه و آبان ماه با ۳۴۲/۵۷ و ۱۸۲/۰۷ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش درجه حرارت میانگین وزن زی تودهٔ بی مهرگان به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش می‌یابد (جدول ۶).

بر اساس نتایج بدست آمده میانگین زی تودهٔ سالیانهٔ ایستگاه‌ها از بالادست رودخانه (ایستگاه ۱) به طرف ایستگاه ۳ از ۲/۵۱ گرم در مترمربع به ۵/۰۱ گرم در مترمربع (در ایستگاه ۳) رسید. اما در ایستگاه‌های ۴ و ۵ این روند معکوس شده و در میانگین زی تودهٔ آنها کاهش معنی‌داری ($P < 0/05$) ایجاد شد و در نهایت در ایستگاه

جدول ۶ - وزن زی توده به گرم در مترمربع ایستگاه‌ها در ماه‌های مختلف سال

ماه‌های سال	میانگین ماهانه درجه حرارت آب (درجه سانتی‌گراد)	ایستگاه‌های نمونه‌برداری						میانگین وزن (گرم در مترمربع)
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	
تیر ۸۶	۱۹	۳/۵	۴	۶/۷	۴/۶	۱	۷/۱	۵/۱۶
مرداد ۸۶	۱۹/۲	۳/۸	۴/۱	۶/۸	۴/۸	۵/۲	۷/۲	۵/۳۱
شهریور ۸۶	۱۸/۱	۳/۵	۴/۸	۶/۴	۴/۵	۴/۹	۶/۹	۵
مهر ۸۶	۱۵	۰/۹	۱/۲	۳/۱	۱/۵	۲/۵	۳	۲/۰۳
آبان ۸۶	۱۰/۵	۱/۲	۱/۵	۳/۳	۱/۶	۲/۸	۴/۵	۲/۴۸
آذر ۸۶	۶/۵	۱/۴	۱/۴	۳/۵	۲	۲/۹	۴/۸	۲/۶۶
دی ۸۶	۵/۲	۲/۹	۳/۲	۵/۸	۳/۹	۴/۷	۶/۵	۴/۵
بهمن ۸۶	۶/۵	۲/۱	۱/۸	۴/۵	۲/۵	۳/۲	۵/۹	۳/۳۳
اسفند ۸۶	۶/۸	۱/۵	۱/۳	۳/۵	۱/۸	۲/۹	۴/۲	۲/۵۳
فروردین ۸۷	۱۱/۹	۲/۵	۲/۸	۴/۶	۳/۱	۳/۳	۵/۷	۳/۶۶
اردیبهشت ۸۷	۱۷	۳/۳	۳/۱	۵/۵	۴/۲	۴/۷	۶/۵	۴/۵۵
خرداد ۸۷	۱۸/۲	۳/۶	۳/۹	۶/۵	۴/۵	۵/۱	۶/۹	۵/۰۸

جدول ۷ - میانگین زی توده سالیانه در ایستگاه‌ها

میانگین کل زی توده (گرم در مترمربع)	ایستگاه‌های نمونه‌برداری						میانگین زی توده سالیانه هر ایستگاه (گرم در مترمربع)
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
۳/۸۵	۲/۵۱	۲/۶۷	۵/۰۱	۳/۲۵	۳/۹۴	۵/۷۶	۳/۸۵

در ایستگاه ۳ تولید افزایش یافته و به ۳۸۶/۹ کیلوگرم در هکتار رسید. در ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶ میزان تولید دوباره سیر نزولی پیدا کرده و به ترتیب به ۲۵۳/۵۸، ۳۰۹/۷۴ و ۲۹۰/۴۸ کیلوگرم بر هکتار رسید (جدول ۹).

تغییرات فصلی زی توده نشان داد که کمترین میانگین زی توده (۲/۳۹ گرم در مترمربع) و فراوانی (۱۸/۸۸ عدد) در فصل پاییز است، در حالی که بیشترین میانگین زی توده (۵/۱۵ گرم در مترمربع) و فراوانی (۲۸/۳۸ عدد) در فصل تابستان مشاهده شد (جدول ۱۰).

بحث و نتیجه‌گیری

اکولوژیست‌ها بیان می‌دارند که حضور موجودات زنده در یک اکوسیستم تصادفی نبوده و مجموعه شرایط زیست محیطی است که موجب رشد، تکثیر و تراکم بعضی گونه‌ها و حذف بعضی گونه‌های دیگر می‌شود (۵).

وضعیت زیستی سالیانه ایستگاه‌های کوهستانی ۱، ۲، ۴ و ۵ به ترتیب ۱/۵۷، ۱/۵۹ و ۱/۵۶ بود که به عدد شاخص ۱/۵ که مختص آب‌های الیگوساپروب می‌باشد، نزدیک بوده و وضعیت زیستی ایستگاه‌های ۳ و ۶ به ترتیب ۱/۷۱ و ۲/۳۷ بود که از نظر کلاسه‌بندی آب‌ها به ترتیب با آب‌های بتامزوساپروب و آلفامزوساپروب مطابقت دارد. در کل میانگین سالیانه وضعیت زیستی این رودخانه عدد ۱/۸۰ را نشان داد و بر این اساس می‌توان رودخانه لوندویل را در طبقه آب‌های بتامزوساپروب با آلودگی جزئی محسوب نمود. بطور کلی با محاسبه وضعیت زیستی و لحاظ نمودن میانگین سالیانه فراوانی ۲۳/۸۷ عدد از کفزیان، تولید رودخانه ۲۶۵/۲۲ کیلوگرم بر هکتار در سال برآورد شد و میانگین کل زی توده ایستگاه‌ها ۳/۸۵ گرم در مترمربع (جدول ۷) بدست آمد.

در ایستگاه‌های کوهستانی ۱ و ۲ تولید در واحد هکتار کم و به ترتیب ۱۵۹/۸۶ و ۱۵۳/۸۸ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۸- وضعیت زیستی و فراوانی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در ماه‌های مختلف سال

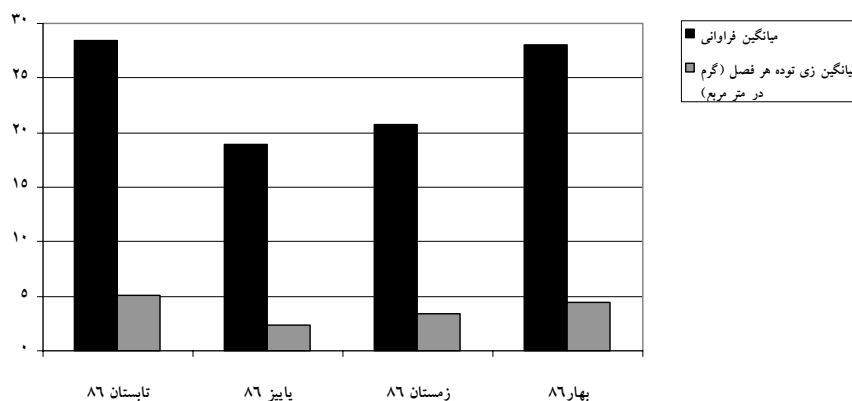
میانگین ارزش زیستی ایستگاه‌ها (کیلوگرم در هکتار)	میانگین	ایستگاه‌های نمونه‌برداری						وضعیت زیستی فراوانی (Z) (N)	ماه‌های سال
		۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۳۲۵/۹۳	۱/۸۲	۲/۸۶	۱/۶۱	۱/۶۲	۱/۷۲	۱/۶۰	۱/۵۲	Z	تیر ۸۶
	۲۹/۶۶	۵۳	۳۳	۲۷	۳۸	۱۵	۱۲	N	
۲۸۸/۲۱	۱/۸۵	۲/۹۷	۱/۵۸	۱/۶۴	۱/۷۷	۱/۶۲	۱/۵۶	Z	مرداد ۸۶
	۲۶/۶۶	۵۱	۳۰	۲۲	۳۳	۱۳	۱۱	N	
۳۱۵/۰۸	۱/۸۳	۲/۹۱	۱/۵۷	۱/۶۱	۱/۷۴	۱/۶۱	۱/۵۳	Z	شهریور ۸۶
	۲۸/۸۳	۵۴	۳۲	۲۵	۳۷	۱۴	۱۱	N	
۲۳۸/۲۸	۱/۸۶	۲/۹۴	۱/۵۹	۱/۶۸	۱/۷۹	۱/۶۴	۱/۵۳	Z	مهر ۸۶
	۲۲/۱۶	۴۲	۲۲	۱۸	۳۱	۱۱	۹	N	
۱۸۲/۰۷	۱/۸۳	۲/۹۳	۱/۵۵	۱/۵۹	۱/۷۳	۱/۵۴	۱/۶۳	Z	آبان ۸۶
	۱۶/۶۶	۳۰	۱۵	۱۲	۲۴	۱۰	۹	N	
۲۰۰/۳۳	۱/۷۸	۲/۹۷	۱/۵۲	۱/۴۹	۱/۷۱	۱/۵۲	۱/۵۰	Z	آذر ۸۶
	۱۷/۸۳	۳۱	۱۷	۱۴	۲۷	۸	۱۰	N	
۲۱۶/۴۹	۱/۷۷	۲/۸۶	۱/۵۴	۱/۵۵	۱/۶۸	۱/۵۵	۱/۴۴	Z	دی ۸۶
	۱۹/۱۶	۳۴	۱۸	۱۵	۲۹	۸	۱۱	N	
۲۴۷/۱۹	۱/۷۸	۲/۸۹	۱/۵۶	۱/۵۸	۱/۶۸	۱/۵۶	۱/۴۱	Z	بهمن ۸۶
	۲۲	۳۷	۲۱	۱۸	۳۲	۱۲	۱۲	N	
۲۴۲/۷۷	۱/۷۳	۲/۷۸	۱/۵۱	۱/۵۷	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۳۹	Z	اسفند ۸۶
	۲۱	۳۵	۲۰	۱۷	۲۹	۱۳	۱۲	N	
۲۹۲/۱۴	۱/۷۸	۲/۸۶	۱/۵۶	۱/۵۹	۱/۶۸	۱/۵۴	۱/۴۸	Z	فروردین ۸۷
	۲۶	۴۲	۲۴	۲۳	۳۷	۱۶	۱۴	N	
۳۱۰/۹۴	۱/۷۹	۲/۷۹	۱/۵۸	۱/۶۱	۱/۷۱	۱/۵۷	۱/۴۷	Z	اردیبهشت ۸۷
	۲۷/۸۳	۴۴	۲۷	۲۵	۳۹	۱۷	۱۵	N	
۳۴۲/۵۷	۱/۷۹	۲/۸۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۶۸	۱/۵۶	۱/۴۸	Z	خرداد ۸۷
	۳۰/۳۳	۴۹	۳۱	۲۶	۴۱	۱۸	۱۷	N	

جدول ۹- میانگین وضعیت زیستی و فراوانی در ایستگاه‌های مختلف

ارزش سالیانه کل ایستگاه‌ها (کیلوگرم در هکتار)	میانگین کل	ایستگاه‌های نمونه‌برداری						میانگین سالیانه وضعیت زیستی (Z) فراوانی (N)
		۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۲۶۵/۲۲	۱/۸۰	۲/۸۸	۱/۵۶	۱/۵۹	۱/۷۱	۱/۵۷	۱/۴۹	Z
	۲۳/۸۷	۴۱/۸۳	۲۴/۱۶	۲۰/۱۶	۳۳/۰۸	۱۲/۰۸	۱۱/۹۱	N
		۲۹۰/۴۸	۳۰۹/۷۴	۲۵۳/۵۸	۳۸۶/۹۰	۱۵۳/۸۸	۱۵۹/۸۶	تولید هر ایستگاه (کیلوگرم در هکتار)

جدول ۱۰- تغییرات فصلی فراوانی و زی توده.

فصول	میانگین ماهیانه فراوانی هر فصل	میانگین ماهیانه زی توده هر فصل (گرم در مترمربع)
تابستان ۸۶	۲۸/۳۸	۵/۱۵
پاییز ۸۶	۱۸/۸۸	۲/۳۹
زمستان ۸۶	۲۰/۷۲	۳/۴۵
بهار ۸۷	۲۸/۰۵	۴/۴۳



شکل ۵- میانگین ماهیانه فراوانی و زی توده (گرم در مترمربع) بزرگ بی مهرگان کفزی در فصول مختلف نمونه برداری

از دخالت‌های انسانی و وارد نشدن آلودگی‌ها گونه‌هایی وجود دارند که شاخص آب‌های پاکیزه می‌باشند. در این دو ایستگاه گونه‌هایی از جنس‌های *Leuctra*, *Perla*, *Ecdyonurus*, *Heptagenia* و *Liponeura* با ارزش فراوانی زیاد وجود دارند که از گونه‌های شاخص آبهای فاقد آلودگی می‌باشند.

در این دو ایستگاه به دلیل شدت جریان بالای آب و عدم امکان زیست برای موجوداتی که قادر به مقاومت در برابر آب شویی نیستند، و همچنین بار آلی کم آب میانگین زی توده سالانه (به ترتیب ۲/۵۱ و ۲/۶۷ گرم در مترمربع برای ایستگاه‌های ۱ و ۲) نسبتاً کم می‌باشد، علاوه بر این توان تولید تخمینی بتوزی با توجه به فرمول ارائه شده توسط *Pantle & Buck* (۳۴) در این دو ایستگاه نسبتاً پایین بود. زیرا اگر چه وضعیت زیستی (Z) این دو ایستگاه کم می‌باشد اما فراوانی کم موجودات کفزی سبب می‌شود که توان تولید بتوزی به ازای هر هکتار کاهش یابد و کمترین مقادیر را در کل طول رودخانه به خود اختصاص دهد.

ایستگاه ۳ به دلیل وجود یک روستا، آبگرم طبیعی و همچنین یک آبشار طبیعی و زیبا در بالادست این رودخانه همه روزه و به خصوص در ایام تعطیل پذیرای تعداد زیادی از گردشگران می‌باشد. این امر سبب آلودگی بیشتر رودخانه نسبت به مناطق بالادست (ایستگاه‌های ۱ و ۲) شده و بار آلی آن را افزایش می‌دهد از این رو مشاهده می‌گردد که در این ایستگاه گونه‌هایی که شاخص

پژوهش انجام گرفته بر روی رودخانه لوندویل یک عملیات بنیادی جهت مشخص نمودن عوامل زیست محیطی و تعیین گونه‌های بتوزی آن بود. با توجه به نتایج حاصل از نمونه برداری‌های ماهیانه در طول یکسال بر روی رودخانه لوندویل در این رودخانه ۳ نمونه در حد خانواده و ۱۹ نمونه در حد جنس از گروه‌های بزرگ بی مهرگان کفزی شناسایی شد. نوان مقصودی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمرود سیاهکل به وجود ۷ راسته از بزرگ بی مهرگان کفزی در این رودخانه پی بردند. همچنین رحیمی بشر (۱۳۸۰) در بررسی ارزیابی توان تولید طبیعی رودخانه پلرود، ۴ راسته از بی مهرگان را شناسایی نمود. در تحقیق مشابهی که در رودخانه آسه نیجریه به منظور ارزیابی ترکیب جوامع بزرگ بی مهرگان آبری و نیز وضعیت کیفی آب رودخانه صورت پذیرفت، ۱۱ راسته از بزرگ بی مهرگان کفزی شناسایی شدند که بیشتر آنها به ترتیب متعلق به راسته *Coleoptera* و *Diptera* بودند (۲۲). ولی در تحقیق حاضر ۷ راسته شناسایی شد که بیشتر آنها متعلق به راسته *Ephemeroptera* و *Diptera* بودند.

با توجه به نتایج حاصل از بررسی انجام شده بر روی ایستگاه‌های مختلف و نیز با در نظر گرفتن میانگین شاخص زیستی و همچنین ترکیب و تعداد گونه‌ها در هر ایستگاه مشاهده می‌گردد که در منطقه بالادست رودخانه (ایستگاه‌های ۱ و ۲) به علت کوهستانی بودن و دور بودن

آب‌های نسبتاً آلوده هستند از جمله *Ephemerella*, *Cordulegaster*, *Tipula*, *Simulium*, *Rhyacophila* و *Polycentropus Hydropsyche* با ارزش فراوانی زیاد دیده می‌شوند. در این ایستگاه میانگین زی‌توده سالانه ۵/۰۱ گرم در مترمربع است که نسبتاً بالا می‌باشد دلیل این امر را می‌توان به ورود مقادیر قابل توجهی از مواد آلی و همچنین افزایش رشد جلبک‌ها در سطح سنگ‌ها که مورد تغذیه برخی از بزرگ بی‌مهرگان آبی قرار می‌گیرند نسبت داد. همچنین در این ایستگاه با وجود کوهستانی بودن، بستر از شیب زیادی برخوردار بوده و شدت جریان آب مانند ایستگاه‌های بالادست زیاد نبود و این امر به موجودات کفزی اجازه استقرار بیشتر را داده است. از این رو میانگین زی‌توده در این ایستگاه زیاد بود. از سوی دیگر توان تولید بتوزی این ایستگاه علی‌رغم وضعیت زیستی (Z) آب‌های بتامزوساپروب به دلیل فراوانی زیاد موجودات کفزی (۳۳/۰۸ عدد) نسبتاً زیاد بوده و به ۳۸۶/۹۰ کیلوگرم بر هکتار می‌رسد.

در ایستگاه‌های ۴ و ۵ به علت عبور از مناطق کم جمعیت و توانایی خود پالایی رودخانه موجودات شاخص آب‌ها پاکیزه از جمله *Leuctra sp.*، *Heptagenia sp.* و *Rhithrogena sp.* با ارزش فراوانی نسبتاً زیاد زیست می‌کنند. از این رو می‌توان نتیجه گرفت آب این دو ایستگاه تا حد زیادی توانایی خودپالایی داشته و از میزان اکسیژن نسبتاً بالایی برخوردار است.

در این دو ایستگاه به دلیل عدم وجود شرایط حاکم در ایستگاه ۳ و همچنین بار ورودی کم مواد آلی و عدم توسعه جلبک‌ها میانگین زی‌توده سالانه از ایستگاه ۳ کمتر بوده و به ترتیب به ۳/۲۵ و ۳/۹۴ گرم در مترمربع در ایستگاه‌های ۴ و ۵ می‌رسد. اما به دلیل بالاتر بودن مقدار مواد آلی نسبت به ایستگاه‌های ۱ و ۲ میانگین زی‌توده این دو ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیشتر بود. همچنین اگر چه وضعیت زیستی (Z) ایستگاه‌های ۴ و ۵

مناسب بوده و شبیه به آب‌های ایستگاه‌های ۱ و ۲ است اما به دلایل ذکر شده و اینکه جریان آب از شدت کمتری نسبت به ایستگاه ۱ و ۲ برخوردار است فراوانی موجودات در این دو ایستگاه بیشتر بوده و موجب می‌گردد که توان تولید بتوزی آنها بیشتر گردد (به ترتیب ۲۵۳/۵۸ و ۳۰۹/۷۴ کیلوگرم در هکتار برای ایستگاه‌های ۴ و ۵).

در ایستگاه ۶ که محل عبور این رودخانه از شهر لوندویل (زیر پل لوندویل) می‌باشد، به علت تغییر مسیر جریان رودخانه، شن برداری، ورود فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و زباله و همچنین وجود یک استخر پرورش ماهی در بالا دست آن رودخانه شدیداً آلوده بوده و تنها موجوداتی که شاخص آب‌های آلوده می‌باشند، از جمله انواع کرم‌های کم تار (از خانواده‌های *Lumbricidae*، *Tubificidae*، *Haplotaenidae*) و کرم شیریونومیده جنس *Helobdella sp.* (با ارزش فراوانی خیلی زیاد در آن مشاهده شد. به طوری که میانگین وضعیت زیستی این ایستگاه ۲/۸۸ و معادل آب‌های آلفا مزوساپروب برآورد شد. از آنجایی که آب در این ایستگاه با سرعت کمی جریان داشته و بستر آن شنی - سنگریزه‌ای می‌باشد موجودات مقاوم به آلودگی ساکن در آن از میانگین زی‌توده سالانه بالا (۵/۷۶ گرم در مترمربع) برخوردار می‌باشند. اما توان تولید بتوزی در این ایستگاه علی‌رغم بالا بودن فراوانی موجودات ساکن در آن به دلیل وضعیت زیستی (Z) نسبتاً بالای آب که ناشی از آلودگی آن است نسبت به ایستگاه قبلی کاهش یافته و به ۲۹۰/۴۸ کیلوگرم در هکتار رسید. در تحقیق مشابهی که توسط *Javanshir* و همکاران (۲۰۰۸) به منظور تخمین تولید ثانویه و استعداد رهاسازی بچه ماهیان با استفاده از تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در مصب رودخانه تجن انجام شد تولید ثانویه در مناطق بالادست مصب ۴/۵۵ و در مناطق مرکزی مصب تا ۷۸/۰۶ گرم در متر مربع در سال بر آورد نمودند که بسیار بیشتر از نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد.

وجود برخی از جنس‌ها و تغییرات فصلی آنها نشان‌دهنده وجود کیفیت بالای آب در مناطق بالادست رودخانه و کیفیت پایین آب در مناطق پایین دست آن می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به پراکنش فصلی بزرگ بی‌مهرگان آبی (جدول ۵) مشاهده می‌شود که برخی از جنس‌ها فقط در فصول خاصی دیده شده و در فصول دیگر بزرگ بی‌مهرگان کفزی دیگری جانشین آنها شده‌اند. نتایج حاصل از مطالعه Leunda و همکاران (۲۰۰۹) در رودخانه Erro اسپانیا نشان‌دهنده وجود برخی از خانواده‌های کفزیان در فصول خاص می‌باشد. بطوریکه نرم‌تنان در پاییز و زمستان Hemiptera، Odonata و Ephemeroptera در بهار دیده شدند. در این مطالعه نمونه‌های تابستان و زمستان تمایز زیادی از هم داشتند، در حالی که نمونه‌های بهار و پاییز شباهت بیشتری به هم داشتند. مطالعه حاضر نیز نتایج تحقیق فوق را تایید می‌کند.

بی‌مهرگان از جنس‌های *Simulium sp.* و *Liponeura sp.* کفزیانی هستند که به مکان‌های اولیه خود مهاجرت می‌کنند و با اندام‌های بادکش مانند خویش به شدت به سنگ‌ها می‌چسبند و در عین حال در پایین دست رودخانه به مقدار معتدله‌ای نیز دیده می‌شوند (۳). گونه‌های مربوط به جنس *Simulium sp.* و *Liponeura sp.* در رودخانه لوندویل با توجه به نتایج مطالعه اخیر در ایستگاه‌های ۳ به بعد به دلیل همین برگشت به مکانهای اولیه کمتر مشاهده شد.

جنس‌های *Rhithrogena*، *Ecdyonurus sp.* و *Heptagenia sp.* و *Ephemera sp.* مثال‌هایی از جنس‌هایی هستند که در بین سنگ‌ها و شکاف‌ها سازگاری یافته‌اند و در مناطقی از این رودخانه که دارای بستر سنگی هستند نیز دیده می‌شوند. جنس *Hydropsyche sp.* از راسته بال موداران تنها موجود زنده سطح غذایی میانی اکوسیستم‌های آب‌های جاری به شمار می‌رود. این امر بیانگر سیستم بازی است که نشان می‌دهد بخشی از غذای

اصلی (اجزای گیاهی) از بیرون رودخانه به آن وارد می‌شوند (۲۷). اجزای گیاهی بویژه برگهای وارده به این رودخانه در ایستگاه ۳ به عنوان منبع غذایی عمده مطابق با نتایج پراکنش و انتشار زیاد جنس *Hydropsyche sp.* (با ارزش فراوانی ۴) در این ایستگاه می‌باشد. نیمف‌های *Rhithrogena sp.* و *Ecdyonurus sp.* در آبهایی با جریان سریع با بدنی پهن و کاملاً سازش یافته با محیط به سنگ‌ها و اشیاء می‌چسبند و از حرکت با جریان آب اجتناب می‌کنند (۲۷). در نتایج بدست آمده این دو جنس در ایستگاه اول و دوم با فراوانی زیاد (ارزش فراوانی ۳) دیده می‌شوند. در ایستگاه ۳ به دلیل کاهش جریان آب این دو جنس ناپدید شده و به جای آنها یک‌روزه‌هایی از جنس *Ephemera sp.*، *Caenis sp.* و *Baetis sp.* جایگزین می‌شوند. در جویبارها و مکان‌هایی که بیشتر جلبک می‌روید یک روزه چابک *Baetis sp.* دیده می‌شود (۲۷). در این رودخانه بویژه در ایستگاه سوم این جنس با فراوانی زیاد به جلبک‌هایی که سطح وسیعی از سنگ‌ها را پوشانده بودند، مشاهده گردید.

در بعضی از لاروهای *Chironomus* موسوم به کرمهای خونی، هموگلوبین موجب قرمزی رنگ بدن آنهاست که ثابت شده نیاز به هموگلوبین در هنگام کمبود اکسیژن محیط پدیدار می‌شود تا اکسیژن موجود را تأمین کند و در هنگام پراکسیژنی محیط احتیاجی به این هموگلوبین نیست (۲۷). مطالعه حاضر لاروهای شیرونومیده در ایستگاه ۶ قرمز رنگ بوده و تأیید کننده کمبود اکسیژن محلول در آب این ایستگاه می‌باشد.

تحقیقات نشان داده است که زی‌توده بی‌مهرگان آبی یک رودخانه همواره همبستگی مثبتی با دمای آب و میزان بار غذای ورودی خصوصاً مواد آلی در حال پوسیدن دارند (۲۸). این امر میانگین زی‌توده و فراوانی بالای این رودخانه در فصل تابستان را توجیه می‌کند.

با توجه به دمای متوسط آب و همچنین حداقل و حداکثر دمای آب این رودخانه آن را می‌توان به عنوان

یکی از زیستگاه‌های ماهیان سرد آبی (بخصوص در بالا دست) دانست که البته به طور طبیعی گروهی از ماهیان در آن دیده می‌شوند ولی در مورد ماهیان مهاجر به دلیل صید بی‌رویه در فصل تخم‌ریزی و نیز آلودگی بسیار زیاد در ناحیه مصب امکان حضور این گونه ماهیان در این رودخانه بسیار کم است. از سوی دیگر مطالعات مختلف نشان داده است که هر گاه وضعیت زیستی یک رودخانه اعداد بالای ۲/۵ را نشان دهد آن رودخانه هیچگونه ارزش اقتصادی و شیلاتی نداشته و فقط برای ماهیان کم توقع مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما رودخانه‌های با وضعیت زیستی کمتر از ۲ بسیار با ارزش بوده و قابلیت کاربردهای شیلاتی را دارند، لذا با توجه به میانگین وضعیت زیستی

این رودخانه ($Z=1/8$) ارزش اقتصادی و شیلاتی آن (بجز ایستگاه ۶) بالا بوده و در صورت مناسب بودن سایر عوامل از جمله میزان دبی و خصوصیات شیمیایی آب مانند نیتريت، آمونیاک، آهن و ... قابلیت کاربری شیلاتی نظیر رهاسازی بچه ماهیان و استفاده از آب آن برای پرورش آبزیان را دارا می‌باشد.

سپاسگزاری

تمامی مراحل آزمایشگاهی این تحقیق در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا انجام گرفته که لازم است از مسئولین مربوطه بخصوص معاونت محترم پژوهشی، سرکار خانم دکتر موسوی تشکر و قدردانی به عمل آید.

منابع

- ۱- ابراهیم‌نژاد، م.، ۱۳۸۲. تنوع و فراوانی بی‌مهرگان بزرگ کفزی و شاخص‌های بیولوژیک رودخانه زاینده رود. مجله زیست‌شناسی ایران. سال ۱۵، جلد ۳، صفحات ۴۲-۳۱.
- ۲- ابراهیم‌نژاد، م.، نیکو، ح.، ۱۳۸۳. شناسایی تاکسونومیک و پراکنش بی‌مهرگان بزرگ رودخانه ماربر در استان اصفهان. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۳. صفحات ۲۶۰-۲۴۷.
- ۳- احمدی، م.، ۱۳۷۵. ارزیابی و حفاظت از اکوسیستم‌های آبی ایران، جزوه درسی کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
- ۴- احمدی، م.، کرمی، م.، کاظمی، ر. ض.، ۱۳۷۹. تعیین زی‌توده و برآورد تولید در رودخانه‌ای آغشت و کردان. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۵۳. صفحات ۱۹-۳.
- ۵- احمدی، م.، ر.، نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آبهای جاری. انتشارات خبیر، ۲۴۰ صفحه. صفحات ۵-۳.
- ۶- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبرزی پروری. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، مدیریت اطلاعات علمی. ۲۶۰ صفحه. صفحات ۱۶۷-۱۵۷.
- ۷- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ صفحه. صفحات ۶۱۲-۵۹۰.
- ۸- اصلاح عربانی، الف. ۱۳۸۰. کتاب گیلان. جلد اول. انتشارات گروه پژوهشگران ایران. ۷۴۸ صفحه. صفحات ۱۶۰-۱۵۲.
- ۹- بالادست، ع.، ۱۳۸۷. تعیین روابط بین آبدهی و عناصر فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز غرب گیلان (تالش - آستارا). پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، گرایش اقلیم‌شناسی، ۱۵۴ صفحه.
- ۱۰- جرجانی، س.، قلیچی، الف.، اکرمی، ر.، خیرآبادی، و.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان، مجله شیلات، سال دوم، شماره اول، بهار ۸۷، صفحات ۵۲-۴۱.
- ۱۱- خانی پور، ع. الف.، ۱۳۷۰. بررسی لیمنولوژیک رودخانه پلرود- پایان نامه کارشناسی شیلات دانشکده منابع طبیعی کرج.
- ۱۲- رحیمی بشر، م. ر.، ۱۳۸۰. ارزیابی توان تولید طبیعی بتوزی رودخانه پلرود. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۵۳. صفحات ۲۲-۱۸.
- ۱۳- فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور (حوضه آبریز دریای خزر)، جلد دوم. ۱۳۸۲. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح. ۳۱۲ صفحه. صفحه ۴۴.

- ۱۴- قانع، الف، احمدی، م. ر.، اسماعیلی، ع.، میرزاجانی، ع. ر. ۱۳۸۵. ارزیابی زیستی رودخانه چافرود (استان گیلان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبتوز. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم، شماره اول، بهار ۱۳۸۵. صفحات ۲۵۸-۲۴۷.
- ۱۵- گرجی پور، ع.، اسدی، م.، حسن پور، ب.، ۱۳۸۶. بررسی لیمنولوژیک رودخانه زهره در استان کهگیلویه و بویر احمد. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۴، بهار ۸۶. صفحات ۱۱۰-۱۰۵.
- ۱۶- مجنونیان، ه.، ۱۳۷۸. حفاظت رودخانه‌ها. انتشارات سازمان محیط زیست (شابک). صفحات ۲۷ تا ۲۹.
- ۱۷- محبوبی صوفیانی، ن.، نادری، غ.، ۱۳۷۹. کلید شناسایی بی‌مهرگان نهرها و رودخانه‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۱ صفحه.
- ۱۸- میرزاجانی، ع.، قانع ساسان سرایی، الف.، خداپرست شریفی، ح.، ۱۳۸۷. ارزیابی کیفی رودخانه های منتهی به تالاب انزلی بر اساس جوامع کفزیان. مجله محیط شناسی، شماره ۴۵، صفحات ۳۸-۳۱.
- ۱۹- نوان مقصودی، م.، احمدی، م. ر.، کیوان، الف.، ۱۳۸۲. بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمروود سیاهکل. مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم. شماره ۲، صفحات ۱۳۸-۱۲۳.
- ۲۰- ولی الهی، ج.، ۱۳۸۲. لیمنولوژی کاربردی. انتشارات طاق بستان. ۵۳۲ صفحه. صفحات ۲۸۴-۲۸۲.
- ۲۱- ولی الهی، ج.، ۱۳۸۳. راهنمای روش‌های عمومی در لیمنولوژی. انتشارات مؤسسه تا. ۱۶۱ صفحه. صفحه ۱۳۰.
22. Arimoro, F.O., Ikomi, R.B., and Efemuna, E., 2007. Microinvertebrate Community Patterns and Diversity in Relation to Water Quality Status or River Ase, Niger Delta, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(5): 337-344.
23. Barbour M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., and Stribling, J.B., 1999. Rapid Bioassessment protocols for use in Streams and Wadeable Rivers. Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. Second Edition. U.S. Environmental Protection Agency Office of Washington D.C. 337pp.
24. Bauer, W., 1980. Gewaesserguete bestimmen und beurteilen, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 540pp.
25. Benke, A.C., and Parsone K.L., 1990. Modeling black fly production dynamics in blackwater streams. *freshwater biology* pp: 24, 167, 180.
26. Chessman, B.C., 1995. Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: A procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. *Australian Journal of Ecology*, 122-129.
27. Clegg, J., 1973. *Fresh water life*. Chapman and Hall. London. pp. 160-180.
28. Cooper, C.M., and Knight, S.S., 1991. Water quality cycles in two hill land streams subjected to natural, municipal, and non-point agricultural stresses in the Yazoo Basin of mississippi, USA (1985-1987). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1654-1663.
29. Edmondson, W.T., 1989. *Fresh water biology*. Second edition. Wiley and Son. Inc. Newyork. U.S.A. 908 pp.
30. Humphrey, C., and Dostine, P.L., 1994. Development of biological monitoring programs to. detect mining- waste impacts upon aquatic ecosystems of the Alligator Rivers Region, Northern Territory, Australia, *Mitt. Internat Verein. Limnol.* 24, 293-314.
31. Javanshir, A., Shapoori, M., and Jamili, S., 2008. Diversity of Benthic Invertebrates Fauna and Secondary Production in Southern Caspian Sea Basin, Case Study of Tajan River Estuary. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 3(6): 353-365.
32. Jessup, B.K., 1999. Family Level Key to the Stream Benthic invertebrates of Maryland and Surrounding Areas. Maryland Department of Natural Resources, Resources Assessment service, USA. 287pp.
33. Leunda, P.M., Oscoz, J., Miranda, R. and Arino, A.H., 2009. Longitudinal and seasonal variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. *Ecological Indicators*. pp:52-63.
34. Pantle, R., and Buck, H., 1955. *Die biologische Überwachung der Gewaesser und die Darstellung der Ergebnisse gwf* 96, 604pp.
35. Rhichardson, J.S., 1993. Limits to productivity in streams: Evidence from studies of macroinvertebrate, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 118: 9-15.

Natural Productivity Potential of Lavandavil River Based on Benthic Communities

M. gharibkhany¹ and M. Tatina²

^{1,2}Islamic Azad University, Astara branch

Email: mahtab_gharibkhany@yahoo.com

Abstract

The Lavandavil river of Astara is from independent rivers of Astara-Talesh sub-basin that runs in south west and west of Astara city and joins the Caspian sea in Lavandavil city. Identification of macrobenthic fauna of Lavandavil river, determination of benthic biomass in every square meter in each station, determination of biotic index in every station, determination of average temperature in every month and during a year and finally assessing the natural productivity potential of this river are the goals of this study. For this purpose, in 18 km long of this river 6 stations were determined (every 3 km one station). Sampling was carried out using a 50×50 surber sampler and stone washing monthly. This operation was being done for 1 year (July 2007 to June 2008). In this study, some genera of three phylum of invertebrate (Annelidae, Arthropoda & Mollusca) were identified. From Annelidae two classes (Oligochaeta & Hirudinea) were identified. From Arthropoda and Mollusca two classes (Crustacea and Insecta) and one class (Gasteropoda) were identified respectively. Density and diversity of different genera of macrobenthics in sampling stations was rather high but in the last station (6th) the diversity of species decreased and the density increased significantly. Also, seasonal density and biomass average in spring and summer were significantly higher than in autumn and winter. According to biotic index measurement, the annual abundance of macrobenthics was 23.78, the productivity potential of this river was 265.22 kg/ha/year and the annual average weight of total biomass in all the stations was 3.86 gr/m². This study showed that the biotic status of this river is 1.80 that according to quality classification of waters, this river belongs to class II.

Keywords: Productivity Potential; biotic status; quality classification; Lavandavil; Caspian sea.