

## توان توليد طبيعي رودخانه لوندويل آستارا بر اساس جوامع كفيزيان

مهتاب قريب خاني<sup>۱</sup> و مصطفى تاتينا<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>عضو هيات علمي و باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامي - واحد آستارا

Email: mahtab\_gharibkhany@yahoo.com

### چكیده

رودخانه لوندويل آستارا از رودخانه‌های مستقل زیر حوضه تالش - انزلی است که در جنوب غرب و جنوب شهرستان آستارا جریان دارد و در شهر لوندويل به دریای خزر می‌ریزد. اهداف عملیات انجام شده در این مطالعه شناسایی گونه‌های بنتوزی، 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)  $50 \times 50$  سانتی متری به مدت یکسال مورد نمونه برداری قرار گرفت. در طی 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 نمونه برداری و ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. از شاخه کرم‌های حلقوی دو رده کم تازان (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 جنس‌ها محدود شده و فراوانی آنها به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین میانگین فصلی فراوانی و زی توده در فصل بهار و تابستان به طور معنی داری بیشتر از فصول پاییز و زمستان بود. طبق محاسباتی که با روش شاخص زیستی بی مهرگان 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 رده بندی کیفی آب آن II می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** توان تولید، رده بندی کیفی آب، دریای خزر، لوندويل، وضعیت زیستی

### مقدمه

موجودات زنده ای که در اکوسیستم آبهای جاری زندگی می کنند، 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

مطالعات لیمنولوژیک، سه بخش اصلی و اساسی شامل مطالعات فیزیکی-شیمیایی، باکتریولوژیک و بیولوژیک آب‌ها را در برمی گیرد. 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).

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 به‌عنوان یک شاخص زیستی (Biotic index) بیان‌کننده شرایط حاکم بر محیط زندگی خود هستند و از سوی دیگر در رژیم غذایی ماهیان رودخانه‌ای و همچنین ماهیان رود کوچک 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 بی مهرگان آبی با عمق‌های متفاوت آب، میزان اکسیژن محلول، مواد آلی و دماهای مختلف ارتباط دارد، از آنها به‌عنوان شاخص آلودگی آبهای راکد و جاری استفاده می‌شود (۳۲). به‌منظور ارزیابی آلودگی در اکوسیستم‌های آبی از جمله رودخانه‌ها شاخص‌های تنوع زیستی متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمده‌ترین آنها عبارتند از: شاخص هلسینهوف، شاخص (ASPT) BMWP، 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

حیاتی در کف بستر قرار گیرند. هر یک از این موجودات 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، به‌طوری‌که وجود یا عدم وجود حشرات آبی و حساسیت این موجودات نسبت به آلودگی‌ها نشانگر کیفیت آب می‌باشد (۲۸). کفزیان نقش مهمی در جوامع آبیان به‌عنوان حلقه‌های دوم و سوم زنجیره تولید دارند. بسیاری از لاروها و حشرات آبی منبع غذایی مهمی برای ماهیان هستند. در مطالعات کمی کفزیان معمولاً تعداد و نوع موجودات برای تخمین میزان تولیدات به کار می‌رود. همچنین به‌عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. موجودات کفزی به ویژه برای مطالعه آلودگی‌ها مفید هستند. تنوع زیستی آنها به‌طور گسترده به‌عنوان شاخصی برای برآورد درجه آلودگی به‌کار می‌رود (۲۱). علاوه بر اهمیتی که این موجودات در مشخص کردن میزان آلودگی آنها دارند، در تغذیه ماهی‌ها و برآورد استعداد رودخانه برای پرورش آبیان نیز با اهمیت می‌باشند، زیرا بسیاری از انواع ماهی‌ها از لارو حشرات، کرم‌ها و سخت‌پوستان آبی 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 آبی در زنجیره غذایی رودخانه به‌عنوان مصرف‌کنندگان اولیه از تولیدات

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

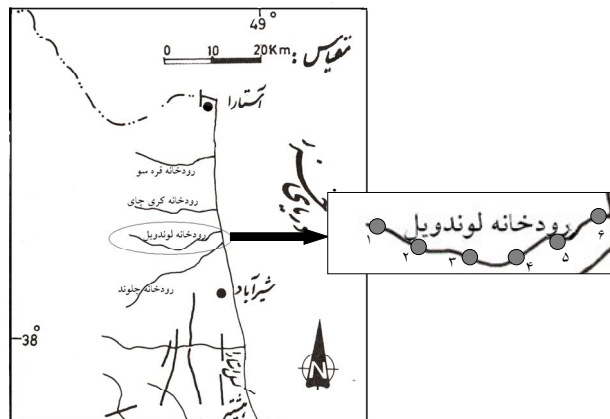
رودخانه لوندویل آستارا از رودخانه‌های مستقل زیر حوضه تالش - انزلی است که در جنوب غرب و جنوب شهرستان آستارا جریان دارد. از کوه خان بلاغی با ارتفاع ۲۱۲۱ متر واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر آستارا سرچشمه گرفته و آبادی‌های باغچه‌گری، آبگرم، آنگولاده، آسیاشم، باش محله، بهرام و لوندویل چای محله را مشروب 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 سولفات - 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.

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 پررفت 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

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:

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، ۱/۹، ۲/۱۱، ۱/۴۵، ۰/۹۳، ۱/۰۴، ۱/۷ بوده است (۹). با توجه به اکولوژی و هیدروبیولوژی و همچنین پایش مسیر رودخانه



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

جدول ۱- موقعیت مکانی، جنس و اندازه ذرات بستر و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری 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°۴۲'۱۷" 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 |

که به هر دلیلی از حالت طبیعی خارج گردیده بودند، نمونه برداری انجام نگردید (چون هر گونه تغییر و آشفتگی باعث تغییرات زیادی در جوامع کفزیان موجود در رودخانه می شود (۱۹)). محل نمونه برداری در عرض رودخانه (در کرانه راست، کرانه چپ و میانه رودخانه) طوری انتخاب می شد که عمق آب از ارتفاع قاب نمونه برداری (سوربر) بیشتر نباشد و سرعت آب به گونه‌ای بود که هنگام عبور از روی قاب ایجاد قوس نکند. تور سوربر طوری قرار داده می شد که دهانه آن به

نمونه برداری به صورت ماهیانه در طول یکسال (تیرماه ۱۳۸۶ تا خردادماه ۱۳۸۷) با قاب توری (سوربر) ۵۰×۵۰ سانتی متر برای تعیین زی توده و شناسایی موجودات کفزی در ایستگاه‌های تعیین شده انجام شد. نمونه برداری از موجودات کفزی بدلیل سنگلاخی بودن این رودخانه با روش سنگ شویی در نقاطی که عرض رودخانه افزایش یافته و شدت جریان آب کم می شد، انجام گردید. حتی المقدور سنگ‌های متوسط انتخاب و با دقت شسته می شدند و در مکان‌های خمیده و بهم ریخته

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 نمونه‌برداری روی آن قید می‌گردد. 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 بدین‌منظور 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 کلاس ساپروبی زیر تقسیم‌بندی نمود (جدول ۲).

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 نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری 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

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

| وضعیت زیستی | طبقه کیفی آب                  |
|-------------|-------------------------------|
| ۱-۱/۵       | I = Oligosaprobty             |
| ۱/۵ - ۲/۵   | II = $\beta$ - mesosaprobty   |
| ۲/۵ - ۳/۵   | III = $\alpha$ - Mesosaprobty |
| ۳/۵ - ۴     | IV = polysaprobty             |

جدول ۳- ارزش‌گذاری نمونه‌ها

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

کمک معادله ۱ تعیین شد. در این فرمول طبقه‌بندی موجودات در کلاس‌های مختلف الیگوساپروبو، بتامزوساپروبو، آلفامزوساپروبو و پلی‌سپروبو براساس وجود جداول و نمودار ساپروبی برخی از گونه‌های مهم بتوزی شاخص آب‌های کلاس کیفی پاکیزه تا شدیداً

روش دیگر در ارتباط با تعداد هر جنس تعداد نمونه‌های اخذ شده از هر ایستگاه در هر مرحله نمونه‌برداری و تعیین فراوانی آنهاست که طبق جدول ۳ محاسبه شد. وضعیت زیستی با توجه به کلاس آب هر جنس و خانواده بتوزها و همچنین فراوانی هر نمونه به

ایستگاه کارایی آبی آن به صورت زیر تعیین گردید:

$$Z = 1 - 1/5 \quad \text{کلاسه I}$$

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

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

$$Z = 3/5 - 4 \quad \text{کلاسه IV}$$

از اعداد بدست آمده از وضعیت زیستی هر ایستگاه می توان میزان تولید در هکتار را برای هر ایستگاه تعیین کرد. برای تعیین میزان تولیدات بر حسب 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 درجه بندی 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

پلی ساپروب می باشد.

جدول ۴- درجه بندی 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  |

بندپایان (Arthropoda) و شاخه نرم تنان (Mollusca) شناسایی شد و تغییرات آنها به تفکیک فصل نمونه برداری و ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. از شاخه کرم های 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 بهاره ها (Plecoptera)، شش جنس از راسته یک روزه ها

آلوده و طبقه بندی تفکیک شده موجودات بر اساس کلاسه آبی و امتیاز کسب شده توسط این موجودات در کلاسه های آبی آنها (الیگوساپروب=I، بتامزوساپروب=II، آلفامزوساپروب=III و پلی ساپروب=IV) که در کتاب های مرجع (۲۳ و ۲۸) مشخص شده اند، می باشد.

معادله (۱)

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

$Z =$  وضعیت زیستی

$\sum N =$  مجموعه فراوانی

$\sum_0 =$  مجموعه موجودات الیگوساپروب

$\sum B =$  مجموعه موجودات بتامزوساپروب

$\sum \alpha =$  مجموعه موجودات آلفامزوساپروب

$\sum p =$  مجموعه موجودات پلی ساپروب

وضعیت کلاسه آبی هر ایستگاه، بر اساس مقدار  $Z$  هر

وضعیت زیستی ماهانه ایستگاهها و رودخانه، تولید سالیانه و ارزش ایستگاهها با استفاده از معادله های فوق تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار SPSS و برای رسم نمودار نیز از نرم افزار Excell استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون T-test با سطح احتمال ( $P < 0/05$ ) انجام شد.

## نتایج

در این مطالعه جنس هایی از سه شاخه از بی مهرگان شامل شاخه کرم های حلقوی (Annelida)، شاخه

پایان (Gasteropoda) و راسته ریسه‌داران (Pulmonata) شناسایی شده و کلاسه آبی آنها از طریق کتاب مرجع (۲۸) تعیین گردید (جدول ۵).

(Ephemeroptera)، یک جنس از راسته سنجاقک‌ها (Diptera)، چهار جنس از راسته دویالان (Odonata) شناسایی شدند. از شاخه نرم‌تنان یک جنس از رده شکم

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   | -             | Glossiphoniidae   | <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           |

معنی داری ( $P < 0.05$ ) ایجاد شد و در نهایت در ایستگاه ۶ بیشترین میانگین زی توده سالانه 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

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش درجه حرارت میانگین وزن زی توده بی‌مهرگان به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) افزایش می‌یابد (جدول ۶).

بر اساس نتایج بدست آمده میانگین زی توده سالانه 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 توده آنها کاهش

دادند (جدول ۸).

۳۴۲/۵۷ و ۱۸۲/۰۷ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری

 $(P < 0/05)$  بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص

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

| ماه‌های سال | میانگین ماهانه درجه حرارت<br>آب (درجه سانتی‌گراد) | ایستگاه‌های نمونه‌برداری |     |     |     |     |     | میانگین وزن<br>(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<br>(گرم در مترمربع) | ایستگاه‌های نمونه‌برداری |      |      |      |      |      | میانگین زی توده سالیانه هر<br>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   |

برهکتار 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 به‌ترتیب ۱۵۹/۸۶ و ۱۵۳/۸۸ کیلوگرم در هکتار بود. 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 به‌ترتیب 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

وضعیت زیستی سالیانه ایستگاه‌های کوهستانی ۱، ۲، ۴ و ۵ به‌ترتیب ۱/۴۹، 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 به‌ترتیب ۱/۷۱ و ۲/۳۷ بود که از نظر کلاسه‌بندی آب‌ها به‌ترتیب 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. بطورکلی با محاسبه وضعیت زیستی و لحاظ نمودن میانگین سالیانه فراوانی ۲۳/۸۷ عدد از کفزیان، تولید رودخانه ۲۶۵/۲۲ کیلوگرم



زی توده (۵/۱۵ گرم در مترمربع) و فراوانی (۲۸/۳۸ عدد) 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).

### بحث و نتیجه‌گیری

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

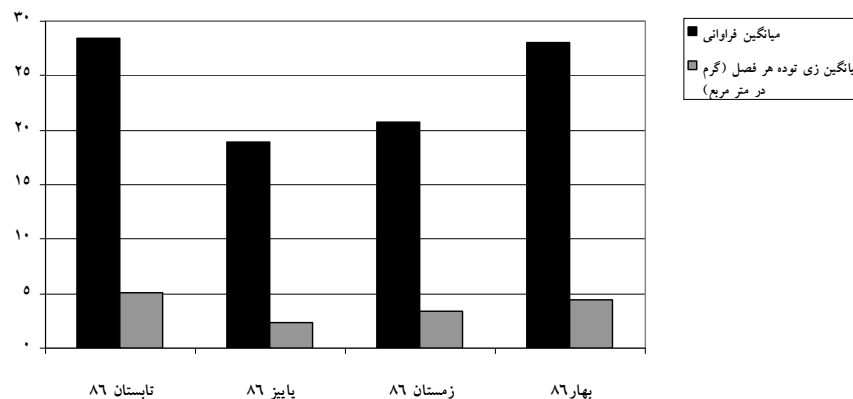
| میانگین ارزش زیستی ایستگاه‌ها (کیلوگرم در هکتار) | میانگین | ایستگاه‌های نمونه‌برداری |      |      |      |      |      | وضعیت زیستی (Z) فراوانی (N) | ماه‌های سال |
|--|---------|--------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------------|-------------|
|  |         | 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                     |
|---|------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
|   |            | ۶                        | ۵      | ۴      | ۳      | ۲      | ۱      |                                     |
| ۲۶۵/۲۲  | ۱/۸۰       | ۲/۸۸                     | ۱/۵۶   | ۱/۵۹   | ۱/۷۱   | ۱/۵۷   | ۱/۴۹   | وضعیت زیستی (Z)                     |
|   | ۲۳/۸۷      | ۴۱/۸۳                    | ۲۴/۱۶  | ۲۰/۱۶  | ۳۳/۰۸  | ۱۲/۰۸  | ۱۱/۹۱  | فراوانی (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 بی‌مهرگان کفزی در فصول مختلف نمونه‌برداری

شناسایی نمود. در تحقیق مشابهی که در رودخانه آسه نیجریه به منظور ارزیابی ترکیب جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبری و نیز وضعیت کیفی آب رودخانه صورت پذیرفت، ۱۱ راسته از بزرگ بی‌مهرگان 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 *Diptera* و *Ephemeroptera* 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

پژوهش انجام گرفته بر روی رودخانه لوندویل یک عملیات بنیادی جهت مشخص نمودن عوامل زیست محیطی و تعیین گونه‌های بنتوزی آن بود. با توجه به نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های 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 بی‌مهرگان کفزی شناسایی شد. نوان مقصودی و همکاران (۱۲۸۲) در بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمرود سیاهکل به وجود ۷ راسته از بزرگ بی‌مهرگان کفزی در این رودخانه پی بردند. همچنین رحیمی بشر (۱۳۸۰) در بررسی ارزیابی توان تولید طبیعی رودخانه پلرود، ۴ راسته از بی‌مهرگان را

توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا بر اساس جوامع کفزیان 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.*، *Rhithrogena sp.* و *Heptagenia sp.* 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 سالیانه 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).

(ایستگاه‌های ۱ و ۲) به علت کوهستانی بودن و دور بودن 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 زی‌توده سالیانه (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 آب‌های نسبتاً آلوده هستند از جمله *Ephemerella*، *Cordulegaster*، *Tipula*، *Simulium*، *Polycentropus*، *Hydropsyche* و *Rhyacophila* با ارزش فراوانی زیاد دیده می‌شوند. در این ایستگاه میانگین زی‌توده سالیانه 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

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.*، *Heptagenia sp.*، *Ephemerella sp.*، *Rhyacophilia 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 به‌عنوان منبع غذایی عمده مطابق با نتایج پراکنندگی 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

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 کم‌تار (از خانواده‌های *Lumbricidae*، *Tubificidae*، *Haplotaxidae*) و کرم شیریونومیده جنس *Helobdella sp.* با ارزش فراوانی خیلی زیاد در آن مشاهده شد. به‌طوری‌که 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 سالیانه 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) به‌منظور 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 برآورد 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

یافته با محیط به سنگها و اشیاء می چسبند و از حرکت با جریان آب اجتناب می کنند (۲۷). در نتایج بدست آمده این دو جنس در ایستگاه اول و دوم با فراوانی زیاد (ارزش فراوانی ۳) دیده می شوند. در ایستگاه ۳ به دلیل کاهش جریان آب این دو جنس ناپدید شده و به جای آنها یکروزه‌هایی از جنس *Ephemera sp.*، *Baetis sp.* و *Caenis sp.* جایگزین می شوند. در جویبارها و مکان‌هایی که بیشتر جلبک می روید یک روزه چابک *Baetis sp.* دیده می شود (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 کرهای خونی، هموگلوبین موجب قرمزی رنگ بدن آنهاست که ثابت شده نیاز به هموگلوبین در هنگام کمبود اکسیژن محیط پدیدار می شود 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 می باشد.

تحقیقات نشان داده است که زی توده بی مهرگان آبری یک رودخانه همواره همبستگی مثبتی با دمای آب و میزان بار غذای ورودی خصوصاً مواد آلی در حال پوسیدن دارند (۲۸). این امر میانگین زی توده و فراوانی بالای این رودخانه در فصل تابستان را توجیه می کند.

### 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- ابراهیم نژاد، م.، ۱۳۸۲. تنوع و فراوانی بی مهرگان بزرگ کفزی و شاخص‌های بیولوژیک رودخانه زاینده رود. مجله زیست‌شناسی ایران. سال ۱۵، جلد ۳، صفحات ۴۲-۳۱.
- ۲- ابراهیم نژاد، م.، نیکو، ح.، ۱۳۸۳. شناسایی تاکسونومیک و پراکنش بی مهرگان 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 زی توده و برآورد تولید در رودخانه‌های آغشت و کردان. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۵۳. صفحات ۱۹-۳.
- ۵- احمدی، م.، ر.، نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره 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 حوضه های آبریز غرب گیلان (تالش- آستارا). پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، گرایش اقلیم شناسی، ۱۵۴ صفحه.
- ۱۰- جرجانی، س.، قلیچی، الف.، اکرمی، ر.، خیر آبادی، 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 آبریزان. 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 بی مهرگان 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 شمروند 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 تنا. 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. gharibkhany<sup>1</sup> and M. Tatina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>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/m<sup>2</sup>. 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.