

بررسی لیمنولوژیک و ارزیابی زیستی رودخانه مارون در استان خوزستان

- **لاله موسوی دهموردی***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان
- **پروانه شوکت**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان
- **مهدی بناپی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان
- **بهزاد نعمت دوست**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان

تاریخ پذیرش: شهریور 1395

تاریخ دریافت: خرداد 1395

چکیده

در این مطالعه بخشی از رودخانه مارون از منطقه ایدنک تا چم نظامی مورد بررسی لیمنولوژیکی قرار گرفت. نمونه برداری از 4 ایستگاه در بهار 1393 آغاز شد و تا پایان زمستان 1393 ادامه یافت. نمونه‌هایی از ایستگاه‌های یاد شده جهت تعیین شاخص‌های آب، نمونه‌های پلانکتون‌ها، کفزیان و ماهی‌ها به صورت فصلی تهیه شد و به آزمایشگاه منتقل گردید و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همزمان با تهیه نمونه‌ها برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی نظیر اکسیژن محلول، pH، دما، شوری و هدایت الکتریکی در ایستگاه‌ها تعیین و ثبت شدند. نتایج حاصله نشان داد که مقادیر برخی فاکتورها مانند کدورت، TSS، TDS از ایستگاه 1 به طرف ایستگاه 4 روند افزایشی داشته است. به علاوه تعداد 6 جنس فیتوپلانکتونی، 2 جنس زئوپلانکتونی، 7 گونه از کفزیان و 5 گونه از ماهیان مورد شناسایی قرار گرفت. نتایج حاصل از شاخص‌های تنوع نشان داد که بیشترین تنوع گونه‌ای کفزی در بهار در ایستگاه 1 و 2 و کمترین تنوع گونه‌ای در تابستان در ایستگاه 3 بوده است. همچنین براساس شاخص زیستی هیلسنهوف آلودگی آبی در ایستگاه‌های مختلف در طبقه کیفی مناسب، نسبتاً ضعیف و ضعیف طبقه‌بندی شدند.

کلمات کلیدی: رودخانه مارون، پلانکتون‌ها، کفزیان، ماهی‌ها

مقدمه

رودخانه مارون قرار دارد که آلاینده‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری و روستایی را روانه آن می‌کنند (حسینی زارع و براتی گندمکار، 1385).

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی منابع آب از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح است. اکوسیستم‌های آبی تحت تاثیر عوامل طبیعی مانند آب، باد، نیروهای ژئوفیزیکی و نیز آثار متقابل جانداران (ریز جانداران، گیاهان و جانوران) تغییر می‌یابند، ولی در سال‌های اخیر انسان به طور فراگیری عامل اساسی ایجاد تغییرات در کره زمین بوده است. در این میان بررسی نهرها و رودخانه‌ها که در واقع به عنوان سیستم گردش خون زمین عمل می‌کنند نه تنها در تشخیص سلامت اکوسیستم‌ها

رودخانه مارون یکی از آبراهه‌های مهم استان خوزستان بوده است که از ارتفاعات زاگرس سرچشمه می‌گیرد و اراضی جنوب شرق استان را مشروب می‌نماید. رودخانه مارون دارای آب دائمی و رژیم بارانی و برفی می‌باشد، به این معنی که بخش عمده ریزش‌های حوزه به صورت باران است. طی گزارشات انجام شده وجود کارخانه‌های سنگ شکن در بستر چهار رودخانه حوزه آبریز خلیج فارس شامل بشار، مارون، زهره و خیرآباد که سرشاخه‌های اصلی رودهای کارون، جراحی و کرخه هستند، خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست استان وارد کرده است. ۱۵ واحد صنعتی و خدماتی، یک شهر و تعدادی روستا درحاشیه

محلول، کل مواد جامد معلق طبق روش‌های استاندارد در آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفتند (APHA، 1986). برای نمونه‌برداری فیتوپلانکتون‌ها از هر ایستگاه یک لیتر آب گرفته شد و برای زئوپلانکتون‌ها نیز حدود ۱۰۰ لیتر آب به وسیله تور ۵۵ میکرون فیلتر گردیده است و سپس نمونه‌ها با الکل سفید تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد و با استفاده از میکروسکوپ نوری و کلیدهای معتبر (Whitton و Brook، 2002) مورد شناسایی قرار گرفتند. جهت بررسی زئوپلانکتون‌ها نیز پس از تعیین حجم و همگن کردن نمونه‌ها به محفظه‌های شمارش 5 میلی‌لیتری منتقل شدند و بعد از رسوب کامل (حدود 24 ساعت) نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Heurck، 2010؛ Richard، 2012) مورد سنجش و تعیین تراکم قرار گرفتند. در نهایت تراکم پلانکتونی در لیتر در هر ایستگاه تعیین گردید. برای نمونه‌برداری از موجودات کفزی از نمونه‌بردار سوربر با سطح جمع‌کنندگی ۴۰۰ سانتی‌متر مربع استفاده گردید. برای این کار از هر ایستگاه سه نمونه برداشت شد، زمانی که نمونه‌ها وارد آزمایشگاه شدند، در آزمایشگاه مجدداً به وسیله الک 250 میکرون شستشو شدند و به منظور سهولت در شناسایی و جداسازی ماکروبتوزها از سایر رسوبات و همچنین تشخیص گونه‌های زنده و مرده از یکدیگر از روش رنگ‌آمیزی رز بنگال (یک گرم در لیتر رزبنگال به مدت 45 دقیقه) استفاده گردید (Pitcher و Hart، 2006). نهایتاً جداسازی نمونه‌ها بوسیله استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ نوری با استفاده از کلیدهای شناسایی و سوابق موجود انجام گرفت (Mellenby، 2100؛ Pennak، 2007). در این بررسی از شاخص زیستی هیلسنهوف در سطح خانواده برای هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی محاسبه و تغییرات فصلی آن بررسی شد. در این روش آب‌ها از نظر آلودگی به مواد آلی در هفت طبقه قرار گرفتند و از فرمول ذیل استفاده شد (Hilsenhoff، 1988):

$$HFBI = \frac{\sum ni ai}{N} \quad \text{(فرمول 1)}$$

(فرمول 1)

ni = تعداد افراد در هر گروه

N = تعداد کل افراد

ai = امتیاز مقاومت به آلودگی در آن گروه

جهت بررسی تنوع کفزیان نیز از شاخص شانون وینر (Shannon و Wiener، 1949) و سیمپسون (Zimmerman، 1993) نیز استفاده گردید. جهت محاسبه این شاخص‌ها از نرم-افزار Ecological methodology استفاده گردید.

$$H' = \sum_{i=1}^S \left(\frac{ni}{N} \right) \log \left(\frac{ni}{N} \right) \quad \text{(فرمول 2)}$$

ni = تعداد جمعیت گونه i ام

N = تعداد کل جمعیت افراد

H' = شاخص سیمپسون

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{ni}{N} \right) \quad \text{(فرمول 3)}$$

(فرمول 3)

مهم‌اند، بلکه می‌توانند نشانگر فشارهای احتمالی وارده از محیط اطراف نیز باشند (Berg، 2011). تاکنون مطالعات مختلفی بر روی رودخانه مارون صورت گرفته است از جمله به نتایج امیریان و همکاران (1388)، موحدی و همکاران (1384)، صفی (1386)، قربانی (1385)، مومن زاده و سبیزاده (1391) می‌توان اشاره کرد. بررسی کیفیت آب رودخانه اولین و مهمترین مرحله در مدیریت کیفیت می‌باشد، زیرا دید تحلیل‌گر را نسبت به روند و چگونگی تغییرات آلودگی نسبت به زمان، مکان و شرایط خاص روشن می‌سازد. یکی از تحقیقات مهم هیدروبیولوژیک پیرامون اکوسیستم‌های آبی استفاده از آن‌ها برای تعیین شاخص‌های اکولوژیک و آلودگی بوده است و از نتایج حاصل از تحقیقات هیدروبیولوژیک می‌توان در زمینه شناخت موجودات زنده یک اکوسیستم آبی و همچنین در تخمین شاخص‌های تنوع زیستی و به دست آوردن یک شناسنامه اکولوژیک از منطقه مورد پژوهش بهره برد (تقوی، 1384). از آنجاییکه برآورد ظرفیت آبی‌پروری و توان تولید آبیان در آب‌های جاری مستلزم تداوم مطالعات لیمنولوژیک می‌باشد، لذا با عنایت به دلایل ذکر شده و با توجه به این که به اطلاعات جامع و کامل‌تری بر روی رودخانه مارون نیاز است، این مطالعه به منظور بررسی برخی فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب رودخانه مارون در 4 ایستگاه صورت گرفته است تا در نهایت بتوان در خصوص شرایط کیفی آب برای توسعه آبی‌پروری و توسعه آبیان با دانش بیشتری برنامه‌ریزی نمود.

مواد و روش‌ها

این پروژه در مدت 12 ماه و به صورت فصلی از رودخانه مارون در سال 1393 صورت گرفته است. آب رودمارون در بالادست از کیفیت بسیارخوبی برخوردار است و در قسمت پایین دست به‌خصوص از آیدنک به بعد و تا قبل از ورود به دشت بهبهان به واسطه عبور از لایه‌های گچی و نمکی دریافت شاخص-های شور و پس از آن به علت گرما و تبخیر زیاد کیفیت نامطلوبی پیدا می‌کند. انتخاب ایستگاه‌ها با توجه به مسائل خاص زیست محیطی و بر اساس دخالت عوامل نظیر دشت‌های مناسب حاشیه رودخانه‌ها، امکان دسترسی در تمام فصول سال، شیب مسیر و سرعت جریان آب صورت گرفته است. نمونه برداری در 4 ایستگاه (آیدنک، سد شهدا، چم نظامی، مشراکه) انجام شده است. ایستگاه آیدنک اولین ایستگاه هیدرومتری واقع بر روی رودخانه مارون بوده است که در پایین‌دست سد مارون قرار دارد و در پایین دست آن ایستگاه سد شهدا قرار دارد. ایستگاه 1 و 2 به سرچشمه نزدیکتر بوده، دارای بستر قلوه سنگی و شیب زیاد و ایستگاه 3 و 4 در انتهای رودخانه مارون، قبل از پیوستن به رودخانه جراحی، دارای شیب کمتر و بستر سنگی دانه‌ریز هستند و در معرض بیشتری از انواع آلودگی‌های حفاری نفتی، پساب-های کشاورزی و صنعتی هستند. موقعیت دقیق ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل 1 و جدول 1 نشان داده شده است. بعضی از شاخص‌های فیزیکی آب مثل دما، شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH با استفاده از دستگاه مولتی متر مدل Consort C535 و شوری‌سنج در محل نمونه‌برداری اندازه-گیری شدند و بقیه شاخص‌ها از قبیل کنورت، کل مواد جامد



n_i = تعداد افراد در گونه i
 n = تعداد کل افراد گونه‌ها
 r = شاخص سیمپسون

شکل 1: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

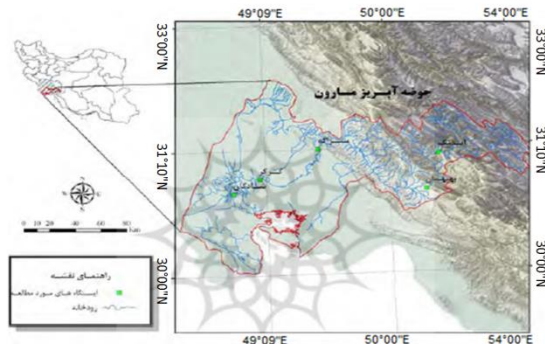
جدول 1: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

| نام ایستگاه | مختصات جغرافیایی | |
|-------------|------------------|---------|
| | طول | عرض |
| ایدنک | 51° 00' | 31° 10' |
| سدشهدا | 50° 17' | 30° 39' |
| چم نظامی | 49° 26' | 30° 46' |
| مشراگه | 48° 57' | 31° 00' |

نتایج

نتایج بررسی‌های شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب نشان داد که در تمامی شاخص‌ها بجز اکسیژن محلول و TDS بیشترین میانگین در ایستگاه 4 و کمترین مقدار در ایستگاه 1 است ولی در مورد شاخص TDS بیشترین مقدار میانگین در ایستگاه 3 و در مورد اکسیژن محلول بیشترین مقدار در ایستگاه 1 است. نتایج مربوطه به میانگین و دامنه تغییرات فیزیکی و شیمیایی موردسنجش در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در جدول 2 نشان داده شده است.

جهت نمونه‌برداری از ماهی‌ها از تور با چشمه 1 میلی‌متر استفاده گردید. نمونه‌ها پس از صید بوسیله یخدان حاوی پودر یخ به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در آزمایشگاه ماهی‌شناسی نمونه‌های هر ایستگاه از نظر توصیف کلی (مانند شکل بدن، فرم دهان، تعداد فلس‌ها روی خط جانبی، تعداد شعاع‌های منشعب و غیر-منشعب باله‌ها) مشخصات ریخت‌شناسی (مانند طول و ارتفاع باله، طول سر و...) و مشخصات آناتومیکی (مانند وجود یا فقدان معده؛ نوع و شکل کیسه شنا شکل خارهای زیر چشم) مورد بررسی قرار گرفتند و سپس با استفاده از منابع موجود در مورد ماهیان آب شیرین اقدام به شناسایی آن‌ها گردید (Coad، 2009؛ Berg، 2012). جهت بررسی ارتباط میان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و تراکم از آزمون همبستگی پیرسون موجودات استفاده گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 22 انجام گرفته است.



جدول 2: نتایج فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری شده

| شماره ایستگاه | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|-----------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|
| متغیر | میانگین | دامنه تغییرات | میانگین | دامنه تغییرات | میانگین | دامنه تغییرات | میانگین | دامنه تغییرات |
| pH | 8 | 7/8-9/1 | 7/89 | 7/7-8/96 | 8/07 | 7/8-9/2 | 8/1 | 8-8/3 |
| دما ¹ | 19/13 | 13/20-5 | 18/62 | 13/25-32 | 19/83 | 27-14 | 20/05 | 14/27-2/5 |
| شوری ² | 1/88 | 0/3-7/2 | 1/68 | 0/3-6 | 1/90 | 0/3-7/3 | 1/98 | 0/3-8/2 |
| کدورت ³ | 6/6 | 8-5 | 3/23 | 2/4-3/1 | 7/35 | 5/8-4/5 | 12/55 | 10/16-4/1 |
| اکسیژن محلول ⁴ | 7/65 | 6/8-9/7 | 7/8 | 7/8-1/7 | 7/55 | 6/8-7/6 | 7/4 | 6/8-5/5 |
| هدایت الکتریکی ⁵ | 1656 | 2365-1160 | 1608 | 2300-1150 | 1693 | 2400-1180 | 1705 | 2350-1200 |
| TDS ⁶ | 993 | 1249-780 | 950 | 1200-740 | 1048 | 1260-800 | 983 | 1230-750 |
| TSS ⁷ | 38 | 44-33 | 32 | 40-22 | 39 | 48-27 | 43 | 53-39 |

واحدها: 1 درجه سانتیگراد، 2: گرم در لیتر، 3: NTU، 4: میلی‌گرم در لیتر، 5: میکروموس در سانتیمتر، 6: میلی‌گرم در لیتر، 7: میلی‌گرم در لیتر
6 جنس از فیتوپلانکتون‌ها در طی دوره مورد مطالعه شناسایی گردید. بیشترین میزان فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار و سپس در تابستان بوده است و کمترین میزان فراوانی آن‌ها در فصل پاییز و زمستان مشاهده گردید. پراکنش فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف در جدول 3 نشان داده است. 2 جنس از زئوپلانکتون‌ها در این مطالعه شناسایی گردید. نتایج بررسی فراوانی زئوپلانکتون‌ها نشان داد که بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها در فصل

جدول 3: پراکنش فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌های شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصول مورد بررسی بر حسب تعداد در لیتر

| ایستگاه | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|---|---|---|---|
|---------|---|---|---|---|



| زمان نمونه- پرداری | بها ر | تابست ان | پای ز | زمست ان | بها ر | تابست ان | پای ز | زمست ان | بها ر | تابست ان | پای ز | زمست ان | بها ر | تابست ان | پای ز |
|------------------------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----------|
| <i>Navicula sp.</i> | √ | √ | - | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Amphora sp.</i> | √ | - | √ | √ | √ | - | - | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Nitschia sp.</i> | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Anabaena sp.</i> | - | √ | √ | - | - | √ | √ | - | - | √ | √ | - | - | √ | √ |
| <i>Amphipleura sp.</i> | √ | - | √ | √ | - | - | - | √ | √ | - | √ | √ | √ | - | √ |
| <i>Gomphonema sp.</i> | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | √ | √ | - | - | √ | √ |
| <i>Daphnia sp.</i> | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Cyclops sp.</i> | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

جدول 4: پراکنش کفزیان شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصول مورد بررسی بر حسب تعداد در متر مربع

| ایستگاه نمونه- پرداری | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
|-----------------------------|------|---------|-------|--------|------|---------|-------|--------|------|---------|-------|--------|------|---------|-------|--------|
| <i>Tubifex tub</i> | √ | - | - | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Hydropsych</i> | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Tabanus</i> | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Chironom</i> | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Physella acu</i> | √ | √ | - | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Beatis sp</i> | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| <i>Gyrinus</i> | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

در این مطالعه ایستگاه‌های مطالعاتی براساس شاخص HFBI در چهار طبقه کیفی مناسب، ضعیف و نسبتاً ضعیف قرار گرفتند (جدول 6). به طور متوسط در مدت یک سال بررسی در ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه 1 کمترین مقدار آلودگی و از نظر کیفی در طبقه مناسب قرار دارد و ایستگاه 4 به عنوان آلوده ترین ایستگاه بود.

مطالعه شاخص‌های تنوع و غالبیت در مورد کفزیان بیشترین میزان شاخص شانون (4/1) را در فصل بهار در هر سه ایستگاه و کمترین میزان این شاخص را (2/8) در فصل تابستان در ایستگاه چم نظامی نشان داد. بیشترین میزان شاخص سیمپسون در فصل تابستان و در ایستگاه چم نظامی و کمترین میزان آن (2/9) در ایستگاه ایدنک و فصل بهار مشاهده گردید. تغییرات شاخص شانون و سیمپسون در فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف در جدول 5 نشان داده شده است.

جدول 6: شاخص زیستی هیلسنهوف (Hilsenhoff, 1988) بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌ها و فصول مورد مطالعه

| فصول نمونه- پرداری | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-------|------|-------------|------|
| بهار | 6/94 | 5/67 | 6/5 | 6/05 |
| تابستان | 2/5 | 5/1 | 4/8 | 8 |
| پاییز | 8/5 | 4/8 | 6/35 | 6/48 |
| زمستان | 4/26 | 10/8 | 5/6 | 6/37 |
| متوسط سال | 5/55 | 6/59 | 5/81 | 6/72 |
| کیفیت آب | مناسب | ضعیف | نسبتاً ضعیف | ضعیف |

جدول 5: تغییرات شاخص شانون و سیمپسون کفزیان در ایستگاه‌ها و فصول مورد بررسی

| فصول | ایستگاه‌ها | شاخص شانون | شاخص سیمپسون |
|---------|------------|------------|--------------|
| بهار | 1 | 4/1 | 0/29 |
| | 2 | 4/1 | 0/31 |
| | 3 | 4 | 0/33 |
| | 4 | 4/1 | 0/49 |
| تابستان | 1 | 3 | 0/49 |
| | 2 | 2/9 | 0/5 |
| | 3 | 2/8 | 0/59 |
| | 4 | 3 | 0/53 |
| پاییز | 1 | 3/5 | 0/33 |
| | 2 | 3/3 | 0/41 |
| | 3 | 3/5 | 0/38 |
| | 4 | 3/5 | 0/54 |
| زمستان | 1 | 3/2 | 0/41 |
| | 2 | 3 | 0/48 |
| | 3 | 3/2 | 0/44 |
| | 4 | 3/2 | 0/56 |

در این مطالعه 5 جنس از ماهیان رودخانه‌زی شناسایی گردید. بیشترین میانگین تعداد ماهی‌های شناسایی شده در فصل بهار مشاهده گردید و در بقیه فصول تغییرات تقریباً با هم برابر بوده است. پراکنش ماهی‌های شناسایی شده در فصول و ایستگاه‌های مختلف در جدول 7 نشان داده شده است.

نتایج آزمون همبستگی میان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و فراوانی ماهی‌ها، پلانکتون‌ها و کفزیان نشان داد که فقط دما



ارتباط معنی‌دار و مثبتی با کفزیان و پلانکتون‌ها دارد. در جدول 8 نتایج آزمون همبستگی میان پارامترهای مورد بررسی و پلانکتون‌ها و کفزیان و ماهی‌ها نشان داده شده است.

جدول 7: فراوانی ماهی‌های شناسایی شده در طول دوره مورد مطالعه

| خانواده | زمان نمونه‌برداری | ایستگاه | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|-------|
| | | بهار | تابستان | پاییز | بهار | تابستان | پاییز | بهار | تابستان | پاییز | بهار | تابستان | پاییز |
| Cyprinidae | <i>Barbus</i> sp. | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| | <i>Leuciscus</i> sp. <i>Cyprinion vorax</i> | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Mastacembelidae | <i>Mastacembelus mastacembelus</i> | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Sisoridae | <i>Glyptothorax Silviae</i> | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

جدول 8: ماتریکس همبستگی و سطح معنی‌داری پارامترهای مورد مطالعه با تراکم کفزیان، پلانکتون‌ها و ماهی‌ها در طول دوره مورد مطالعه

| تعداد ماهی‌ها | فراوانی کفزیان | فراوانی پلانکتون‌ها | TSS | pH | TDS | اکسیژن محلول | هدایت الکتریکی | کدورت | شوری | دما |
|---------------|----------------|---------------------|--------|--------|--------|--------------|----------------|--------|---------|---------|
| 1 | 0/123 | 0/027 | 0/083 | 0/135 | 0/234 | 0/288 | 0/187 | 0/219 | 0/330 | 0/004 |
| | 1 | 0/178 | 0/146 | 0/151 | -0/348 | 0/171 | 0/209 | 0/736 | 0/095 | 0/456* |
| | 1 | 0/096 | 0/186 | 0/096 | 0/028 | 0/231 | -0/298 | 0/185 | 0/758** | 0/758** |
| | 1 | 0/004 | 0/004 | 0/004 | 0/061 | 0/493* | 0/115 | 0/115 | -0/214 | 0/017 |
| | 1 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 | 0/077 |
| | 1 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 | 0/345 |
| | 1 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 | 0/398 |
| | 1 | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* | 0/668* |
| | 1 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 | 0/196 |
| | 1 | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* | 0/547* |

* سطح معنی‌داری 0/05

** سطح معنی‌داری 0/01

بحث

تغییرات تراکم فیتوپلانکتون‌ها در این تحقیق نشان داد که بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار در ایستگاه 4 مربوط به جنس *Navicula* sp. و کمترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه اول و در فصل زمستان بوده است. تغییرات تراکم فیتوپلانکتون‌ها نیز نشان داد که بیشترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار مربوط به جنس *Daphnia* sp. و کمترین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در فصل زمستان بوده است. افزایش و کاهش تعداد فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌های مختلف سال احتمالاً به دلیل افزایش و کاهش حجم آب رودخانه بوده است. در بررسی فیتوپلانکتون‌ها و فیتوپلانکتون‌های رودخانه زهره 24 جنس از فیتوپلانکتون‌ها و 2 جنس از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی گردید که در مقایسه با رودخانه مارون کاهش تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها را در این رودخانه نشان می‌دهد (گرچی‌پور و همکاران، 1386).

تغییرات تراکم کفزیان نیز نشان داد که بیشترین تراکم کفزیان مربوط به جنس *Hydropsyche* sp. در فصل بهار و کمترین تراکم کفزیان در فصل تابستان مشاهده گردید. به طور متوسط در مدت یک سال بررسی در ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه 1 کمترین مقدار شاخص هیلسنهوف و از نظر کیفی در

طبقه مناسب قرار دارد و ایستگاه 4 به عنوان آلوده‌ترین ایستگاه از بیشترین میزان این شاخص در بین تمام ایستگاه‌ها برخوردار بود. با توجه به اینکه در محدوده مورد مطالعه اکثریت منابع آلاینده را پساب‌های کشاورزی و صنعتی تشکیل داده است می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر عمده این پساب‌ها به همراه دیگر منابع آلاینده سبب ایجاد شرایط کیفی بسیار ضعیف برای اکوسیستم آبی شده است و ایستگاه 4 نیز که متاثر از ریختن مایعات سمی کارخانجات در حفاری‌های اطراف رودخانه بوده است، رودخانه در شرایط بد قرار گرفته است، همچنین بر اساس وجود جنس‌هایی چون *Chironomus* و *Tubifex* که تا حدودی مقاوم به آلودگی هستند (خاتمی، 1383)، می‌توان بیان نمود که ایستگاه‌های مطالعاتی به خصوص ایستگاه 4 از نظر کیفیت، وضعیت مطلوبی ندارند. طبق تحقیق محققان افزایش آلودگی باعث کاهش تنوع و فراوانی گونه‌های درشت بی‌مهرگان کفزی می‌شود در حالیکه در این مناطق آلوده گونه‌های فرصت طلب که شاخصی برای بیان آلودگی هستند غالب می‌شوند. با افزایش بار آلودگی میزان اکسیژن محلول دارای نوساناتی می‌شود که این خود بسته به میزان آلودگی باعث حذف گروه‌های حساس و نیمه‌حساس به آلودگی خواهد شد در نتیجه گروه‌های مقاوم به آلودگی غالب



خواهند شد این مطلب در مطالعات مشابه به اثبات رسیده است (نوری پور، 1390؛ پذیرا و همکاران، 1387). کم‌تاران مقاومت بالایی به استرس‌های متنوع دارند و زمانی که به وفور وجود دارند شاخص خوبی برای نشان دادن آلودگی هستند (ممبینی، 1387). افزایش نسبی گروه‌های مقاوم نشانگر اثر فشارهای محیطی بر اکوسیستم رودخانه و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان در جهت مصرف و جبران آشفتگی می‌باشد (کمالی و اسماعیلی ساری، 1387).

نتایج آزمون همبستگی میان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و فراوانی کفزیان ($r=0/45$, $p<0/05$)، پلانکتون‌ها ($r=0/75$, $p<0/01$) و ماهی‌ها نشان داد که فقط دما ارتباط معنی‌دار مثبتی با فراوانی کفزیان و پلانکتون‌ها دارد. همچنین نتایج شاخص‌های تنوع نشان داد که کفزیان بیشترین تنوع را در فصل بهار دارند و تنوع آن‌ها در پاییز بیشتر از تابستان بوده است. این امر به دو صورت قابل توجیه خواهد بود که در فصل سرد به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی مثل دمای کمتر و تلاطم بیشتر آب و در نتیجه افزایش اکسیژن محلول آب و همچنین توانایی خودپالایی رودخانه سبب ایجاد شرایط مساعد برای افزایش فراوانی کفزیان شده است. در فصل گرم با افزایش دما اکسیژن محلول کاهش یافته است و به دلیل آن که اکسیژن یکی از نیازهای حیاتی برای تغذیه و متابولیسم مطلوب می‌باشد به طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی فراوانی تمام گروه‌های کفزیان اثر گذاشته است. احتمال دیگر این است که گروه‌های مختلف کفزیان برای رشد و تولیدمثل نیاز به محدوده دمایی و اکسیژنی متفاوتی داشته باشند که در این رابطه هر چه دما افزایش یابد گروه‌های کفزیان که نیازمند دامنه‌های حرارتی پایین‌تری هستند از فراوانی کمتری برخوردار شده و حتی ممکن است باعث عدم حضور آن‌ها در اکوسیستم شود (طباطبایی و همکاران، 1389؛ ممبینی، 1387). لذا در فصل بهار به دلیل اینکه دما در دامنه بهینه برای بسیاری از موجودات در خوزستان دارد و همچنین به دلیل تلاطم مناسب آب به دلیل بادهای بهاره تراکم و تنوع موجودات بسیار زیاد است. مخصوصاً در ماه فروردین که دما آن چنان زیاد نشده است شرایط برای تولیدمثل و رشد بسیاری از موجودات رودخانه‌زی می‌شود.

در این تحقیق 5 جنس و گونه از ماهیان رودخانه مارون شناسایی گردید. این 5 جنس متعلق به 3 خانواده، 3 راسته و زیر رده هستند. به طور کلی ماهیان شناسایی شده در این پژوهش دارای گسترش سراسری در رودخانه‌های غرب زاگرس از جمله رودخانه مارون و جراحی هستند (علیزاده ثابت، 1382؛ هاشمی و مرتضوی، 1393). فراوانی ماهی‌ها در این مطالعه در فصل بهار و پاییز و در ایستگاه 4 بیشتر بوده است طبق مطالعات محققین نیز بیشتر ماهی‌های رودخانه مارون در اسفند ماه تخم‌ریزی نموده و در فصل بهار فراوانی بیشتری از آن‌ها را می‌توان مشاهده نمود (بنایی و همکاران، 1393؛ بهرامی و همکاران، 1392). نتایج پژوهش حاضر در تایید مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پراکنش ماهیان در منابع آبی تحت تاثیر شرایط محیطی تغییر می‌کند (Yoon و همکاران، 2011)، بدین صورت که میزان تراکم گونه‌های بستگی به خصوصیات گونه و ارتباط آن با شرایط زیستگاه نظیر عوامل فیزیکی و شیمیایی (دمای آب، جنس بستر، سرعت جریان آب، شیب منطقه میزان دبی، عناصر محلول،

آلودگی‌ها) و زیستی (پوشش گیاهی، رقابت، میزان منابع غذایی) دارد. برای مثال افزایش عمق از بالادست رودخانه به بخش‌های پایین‌دست باعث افزایش کنج‌های بوم شناختی و ایجاد پناهگاه‌های مناسب برای اغلب ماهیان و افزایش تنوع و تراکم گونه‌های شده است (Yoon و همکاران، 2011). اختلاف در فراوانی ماهی در ایستگاه‌های مختلف را می‌توان به تغییرات عمق، تولید اولیه، پارامترهای فیزیکی و عوامل دیگری دانست که در ایستگاه‌های مختلف متفاوت است (Hubert و Rahel، 2009)، در این مطالعه، در ایستگاه آخر به دلیل افزایش عرض رودخانه، کاهش شیب و افزایش پوشش گیاهی تنوع و فراوانی ماهیان بیشتر شده است. مقایسه فراوانی و تنوع ماهیان شناسایی در این مطالعه با مطالعات قبلی و در رودخانه‌های دیگر استان (هاشمی و مرتضوی، 1393؛ علیزاده ثابت، 1382) روند نزولی فراوانی و تنوع ماهیان را در این رودخانه نشان می‌دهد چرا که در مطالعات قبلی بیش از 25 گونه از 17 جنس و 9 خانواده شناسایی شده بود، بطوریکه در این مطالعه بسیاری از جنس‌ها مانند *Aspius sp.*، *Carassius sp.*، *Garra sp.*، *Capoeta sp.* اصلاً مشاهده نگردید، دلیل این امر را می‌توان صید بی‌رویه، سدسازی و گسترش و فراوانی آلودگی‌های منطقه دانست.

مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعات دیگر که به صورت پراکنده بر روی رودخانه مارون و یا دیگر رودخانه‌های استان انجام گرفته است کاهش تنوع گونه‌های موجودات را در این رودخانه نشان می‌دهد. تحقیق حاضر را می‌توان اولین تحقیق کامل در مورد فون‌های جانوری رودخانه مارون دانست. مشکلات موجود در رابطه با دسترسی و نمونه‌برداری در رودخانه مارون باعث جلوگیری از شناخت صحیح گونه‌های ساکن در این نواحی و از سوی دیگر موجب معرفی محیط‌های بکر و دست نخورده برای انجام مطالعات زیستی روی موجودات زنده گردیده است. ناشناخته‌های زیادی در زمینه سایر موجودات ساکن در رودخانه مارون وجود دارد. پژوهش‌های تکمیلی در مورد سایر موجودات نظیر دوزیستان، جلبک‌ها و پرفیتون‌های این رودخانه می‌تواند نقش مهمی در شناخت صحیح و استفاده مناسب از ظرفیت‌های این رودخانه ایفا نماید.

منابع

1. امیریان، ع.؛ طبری، ح.؛ کشکولی، ح. و حسینی زاده، ه.، 1388. ارزیابی اثرات خشکسالی بر کیفیت آب رودخانه مارون. هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.
2. بنایی، م.؛ قربانی، م. و نادری، م.، 1393. زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی حمري در رودخانه مارون. مجله بوم‌شناسی آبزیان. سال 2، شماره 4، صفحات 34 تا 46.
3. بهرامی، ص.؛ ظهاسبی، ا. و امینی، م.، 1392. بررسی رابطه طول و وزن گربه ماهی ارتشی در رودخانه مارون. اولین کنفرانس ماهی‌شناسی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
4. پذیرا، ع.؛ امامی، م.؛ کوه‌گردی، الف.؛ وطن‌دوست، ص. و اکرمی، ر.، 1387. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبتنوزهای رودخانه دالکی و حله بوشهر، مجله علمی شیلات، جلد 4، شماره 2، صفحات 65 تا 70.
5. تقوی، ل.، 1384. بررسی تاثیر فاضلاب‌های شهری مناطق شرکت نفت بر کیفیت آب رودخانه کارون با استفاده از نشانگرهای زیستی ماکروبتنوزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز. 301 صفحه.
6. حسینی زارع، ن. و براتی گندمکار، پ.، 1385. بررسی وضعیت کیفی رودخانه مارون- جراحی با استفاده از شاخص‌های کیفیت آب

19. **APHA (American Public Health Association), 1986.** APHA standard methods for the Examination of water and waste water, 16th Ed., APHA, Washington.
20. **Berg, L., 2012.** Freshwater fishes of Iran and adjacent countries. Trudy Zoolog-Icheskogo Instituta Academic Nauk USSR, Vol. 8, No. 3, pp: 783-858.
21. **Coad, B., 2009.** The freshwater fishes of Iran. The Academy of Science of the Czech, Czech Republic. 64 p.
22. **Heurck, H., 2010.** Diatomaceae. William Wesley and Son Publisher.. U.K, 598 p.
23. **Hilsenhoff, W.L., 1988.** Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index J. N. Am. Benthol. Soc. Vol. 7, No. 3, pp: 65-68.
24. **Mellenby, H., 2010.** Animal life in freshwater, Great Britain, Cox & wyman Ltd., Fakenham, 308 p.
25. **Pennak, R., 2007.** Freshwater invertebrates of the United States, The Ronald press company, New York, 953 p.
26. **Pitcher, T. and Hart, P., 2006.** Fisheries ecology. 1st Ed. Chapman and Hall press. pp: 380-483.
27. **Rahel, F. and Hubert, A., 2009.** Fish assemblage and habitat gradients in a rocky mountain-great plain stream: Biotic Zonation and additive patterns of community change. Translation of the American Fisheries Society. Vol. 120, No. 1, pp: 319-332.
28. **Richard, R., 2012.** Protozoology. Charles Thomas Publisher, Spring Field, USA, 1174 p.
29. **Shannon, C.E. and Wiener, W., 1949.** The mathematical theory of communication Urban. University of Illinois Press, Urbana, USA, 132 p.
30. **Volker, D.C.; Renn, D.E. and Richoux, P., 2000.** Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Indianapolis, Indiana. USGS Science for a Changing World. 55 p.
31. **Whitton, B. and Brook, A., 2002.** The freshwater algal flora of the British Isles, An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae, Cambridge University Press; 1st Ed. 714 p.
32. **Yoon, J.; Kim, J.; Byeon, M.; Yang, H.; Park, J.; Shim, J.; Song, H.; Yang, H. and Jang, M., 2011.** Distribution patterns of fish communities with respect to environmental gradients in Korean streams. Annales de Limnologie. International Journal of Limnology. Vol. 47, No.1, pp: 63-71.
33. **Zimmerman, MC., 1993.** The use of the biotic index as an indication of water quality. University of Illinois Press, Urbana, USA, 245 p.
- (مصارف شرب و کشاورزی و WQI)، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، تهران، ایران.
7. **خاتمی، ه.، 1383.** بی‌مهرگان کفزی آب شیرین (کلید شناسایی و حساسیت به آلودگی). انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست تهران، 205 صفحه.
8. **صافی، م.، 1386.** بررسی اثرات ناشی از پساب پالایشگاه بیدبلند بر روی رودخانه مارون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، 200 صفحه.
9. **طباطبایی، ط.؛ امیری، ف.؛ پذیرا، ع. و ممینی، ش.، 1389.** مطالعه ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبنیتیک رودخانه حله، مجله بیولوژی دریا، سال 2، شماره 5، صفحات 37 تا 46.
10. **علیزاده ثابت، ح.، 1382.** شناسایی ماهیان رودخانه جراحی در استان- های کهگلویه و بویراحمد و خوزستان، مجله علمی شیلات، سال 12، شماره 1، صفحات 63 تا 76.
11. **قریبانی، آ.، 1385.** بررسی روند تغییرات کیفی آب مخزن سد مارون و شناسایی عوامل موثر احتمالی در افزایش اتریفیکاسیون مخزن. گزارش نهایی طرح، آموزشکده فنی صنعت آب و برق استان خوزستان. 198 صفحه.
12. **کمالی، م. و اسماعیلی ساری، ع.، 1387.** ارزیابی زیستی رودخانه لاسم با استفاده از ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی، مجله علوم زیستی، سال 3، شماره 1، صفحات 51 تا 61.
13. **گرچی‌پور، ع.، اسدی، م. و حسن پور، ب.، 1386.** بررسی لیمنولوژیک رودخانه زهره در استان کهگلویه و بویر احمد. مجله پژوهش و سازندگی، سال 4، شماره 74، صفحات 105 تا 110.
14. **ممینی، ش.، 1387.** مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنیتیک به عنوان شاخص‌های آلاینده‌گی در رودخانه جراحی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز، 200 صفحه.
15. **موحدي، س.؛ کلاویانی، م. و مسعودیان، س.، 1384.** تغییرات زمانی و مکانی دمای مارون، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، سال 3، شماره 1، صفحات 13 تا 28.
16. **مومن‌زاده، پ. و سیدزاده، م.، 1391.** بررسی موجودات کفزی رودخانه مارون. پایان‌نامه کارشناسی. دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان، 143 صفحه.
17. **نوری‌پور، م.، 1390.** سنجش تنوع گونه‌ای و ساختار جمعیتی ماکروبنیتوزهای رودخانه دز در بازه پل قدیم تا پل حمیدآباد دزفول، پایان- نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. 197 صفحه.
18. **هاشمی، س. و مرتضوی، س.، 1393.** پویایی جمعیت ماهی شیربیت (*Barbus grypus*) و ماهی برزم لب پهن (*Barbus barbatus*) در رودخانه کارون، مجله علمی شیلات، سال 20، شماره 3، صفحات 155 تا 166.

