

ارزیابی اثرات زیست محیطی مخزن سد شهید رجایی بر فون آبی منطقه

عبدالعلی شرقی^{۱*}، اصغر عبدلی^۲، حسین رحمانی^۳، مریم شهرکی^۴، حافظ نظری^۵

۱- استادیار پژوهشگاه علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی و موسسه ملی اقیانوس شناسی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: aasharghi@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشگاه علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: asabdoli@yahoo.com

۳- استادیار دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، استان مازندران، ساری، پست الکترونیکی: shemaya1975@yahoo.com

۴- کارشناس پژوهشی موسسه ملی اقیانوس شناسی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: Mar_shahraki@yahoo.com

۵- مربی گروه علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز و دانشگاه امام علی (ع)، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: Hafez_n@yahoo.com

تاریخ پذیرش: بهمن ۸۹

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: شهریور ۸۹

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس شناسی ۱۳۹۰، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس شناسی است.

چکیده

در این تحقیق که به منظور بررسی اثرات زیست محیطی مخزن سد شهید رجایی بر فون آبی منطقه صورت گرفت، نمونه برداری از خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب و ماهیان منطقه انجام و در مجموع ۱۴ ماه نمونه برداری از فروردین ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸ انجام شد. در مجموع تعداد ۲۹۹۶ قطعه شامل ۲۱۲۹ نمونه از ایستگاه اول در پشت سد و ۸۶۷ نمونه از ایستگاه دوم در پایین سد شهید رجایی بعد از دو راهی کیاسر صید شد. در مجموع نمونه‌های صید شده، ماهی خیاطه با ۴۴ درصد گونه غالب بود و فراوانی آن در اغلب زمان‌های نمونه برداری، به خصوص در ایستگاه اول، تفاوت قابل توجهی با سایر گونه‌ها داشت. نتایج رگرسیون چند متغیره نشان داده که در ایستگاه پایین سد، همبستگی معنی داری بین فراوانی ماهیان صید شده با صفات فیزیکوشیمیایی (کدورت، مواد جامد معلق، شوری و دما) وجود ندارد ($P > 0.05$). به علاوه، اگرچه در مورد ماهیان بالای سد، بین فراوانی ماهیان صید شده با دمای آب و شوری، همبستگی معنی داری مشاهده شده ($P \leq 0.05$)، اما با بقیه عوامل همبستگی معنی داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$). برآورد جمعیت گونه‌های مختلف ماهی در ایستگاه اول نشان داد که گونه‌ی خیاطه (*A. bipunctatus*) با ۰/۹۵ قطعه در مترمربع بیشترین میزان و سگ‌ماهی تاج‌دار (*P. malapterura*) با ۰/۰۵۷ قطعه در مترمربع کمترین مقدار برآورد شده است. مقادیر برآورد جمعیت گونه‌های مختلف در ماه‌های متفاوت اختلاف معنی داری را نشان داد ($ANOVA, P \leq 0.05$). مقایسه میانگین برآوردها، تفاوت معنی داری بین گونه‌ی خیاطه با بقیه گونه‌ها نشان داده است ($P \leq 0.05$). بررسی‌ها نشان داد که دست‌کاری‌های بشر در بوم‌سامانه‌های طبیعی از جمله رودخانه می‌تواند بر جوامع ماهیان موثر باشد. به طوری که بر طبق نتایج این تحقیق، احداث سد شهید رجایی بر روی رودخانه‌ی تجن و در نتیجه جدایی جمعیت‌های مختلف ماهیان، اثرات قابل توجهی را بر تعداد گونه، فراوانی و سایر شاخص‌های زیستی گذاشته است.

کلمات کلیدی: رودخانه تجن، اثرات زیست محیطی، تنوع گونه‌ای

تجن که روند تقریبی شمالی - جنوبی دارد، می‌پیوندد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری نسبت به سد شهید رجایی

در این مطالعه، ماهیان به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر با شدت جریان ۲۰۰ تا ۳۰۰ ولت صید شده و نمونه‌های صید شده به تفکیک گونه‌های مختلف شمارش، و بلافاصله در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. طی مدت نمونه‌برداری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه از جمله، کدورت، شوری، هدایت الکتریکی و دمای آب توسط دستگاه پرتابل دیجیتال کدورت سنج مدل Cension 5 شرکت Hach اندازه‌گیری شد.

در ایستگاه اول (پشت سد شهید رجایی در منطقه محمد آباد دودانگه) با توجه به عرض، عمق و شدت جریان کمتر آب رودخانه، امکان محصور کردن منطقه با تور چشمه ریز میسر بود و جمعیت گونه‌های صید شده به‌وسیله‌ی روش Le'cren تخمین زده شد. در این روش، ۵۰ متر از طول رودخانه با تور چشمه ۸ میلی‌متری محصور شد. نمونه‌های صید شده در تلاش اول به تفکیک گونه شمارش و بلافاصله تلاش دوم انجام شد و نمونه‌ها به تفکیک گونه‌ی شمارش شده و جمعیت گونه‌های صید شده با استفاده از معادله‌ی زیر (Youngs & Robson, 1978) برآورد گردید:

$$N = \frac{C_1^2}{C_1 - C_2} \quad (1)$$

شرایط هیدرولوژیکی رودخانه در اثر ساخت سد تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد. سدها روی جریان آب، حرکت رسوب، کیفیت آب و آبزیان رودخانه تاثیر می‌گذارند و باعث ایجاد تغییرات ریخت‌شناختی رودخانه شده و در حقیقت روی تمام عوامل بوم‌شناسی سامانه‌ی رودخانه اثرگذار است. این تاثیرات ممکن است آثار بزرگی نظیر جلوگیری از مهاجرت آبزیان، ترسیب بار بستر، انحراف بخشی از جریان آب به خصوص در زمان کم آبی و کاهش پیک سیلاب را به همراه داشته باشد (نجمایی، ۱۳۷۶). در صورتی که تعادلی بین رسوب ورودی و خروجی از مخزن حاصل شود، شرایط مناسبی از نظر زیست‌محیطی فراهم خواهد شد. دانش پایه‌ای جغرافیای زیستی ماهیان در کشورهای در حال توسعه دارای اشکالات اساسی بوده و مشکلات متعددی نیز در فرآیند حفاظت دارند (Gopal, 2005). از این رو اهمیت مطالعات تنوع زیستی ماهیان در این کشورها بیشتر نمایان می‌شود. حضور گونه‌های مختلف ماهی در هر بخش از یک رودخانه بیان‌کننده‌ی تغییرات در شرایط محیطی آن بخش است که در این میان شیب مهمترین عامل آن است و در مناطقی که بنا به دلایل مختلف از جمله وجود سد و یا افزایش دبی، تغییرات شدت جریان زیاد آب مشاهده می‌شود احتمال ناپدید شدن برخی گونه‌ها وجود دارد. بنابراین بررسی تغییرات گونه‌ها و فراوانی آنها در یک منطقه ضروری است (Taylor et al., 2006). در سال‌های اخیر، با وجود احداث سدهای زیاد در کشور از جمله سد شهید رجایی، متأسفانه اثرات زیست محیطی آنها بر زیست‌مندان موجود در رودخانه‌ها بررسی نشده است. هدف از اجرای این تحقیق، مطالعه، بررسی و تجزیه و تحلیل اثرات زیست‌محیطی مخزن سد شهید رجایی بر آبزیان منطقه است.

۲. منطقه‌ی مورد مطالعه و روش کار

رودخانه تجن از ارتفاعات جنوبی شهرستان ساری واقع در استان مازندران (رشته کوه‌های البرز) از کوه‌های پرکوه، خلیفه، قبله‌کوه، سنگلت و از کوه نیزآباد سرچشمه می‌گیرد و اکثر سرشاخه‌های آن ۳۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند. جهت جریان سرشاخه‌های تجن شمال غرب به جنوب شرق و شمال شرق به جنوب غرب است که در فواصل مختلف به بدنه‌ی اصلی

یک متغیر است و هر چه مقدار آن به سمت یک میل کند، نشان‌دهنده‌ی بالا بودن غالبیت آن گونه در اجتماع است و هر چه توزیع افراد بین گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، مقدار شاخص به سمت صفر میل خواهد کرد. شاخص سیمپسون به‌عنوان یکی از شاخص‌های معتبر در بررسی وضعیت گونه‌های مطرح است. عدد صفر مبین عدم وجود گونه غالب در بین گونه‌ها و عدد یک به‌منزله‌ی وجود غالبیت شدید در بین گونه‌ها است. معادله‌ی شاخص غالبیت سیمپسون به شرح زیر است (Ludwig & Reynolds, 1988):

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (5)$$

که در آن: λ مقدار شاخص غالبیت سیمپسون و P_i نسبت فراوانی گونه i - ام است.

برای مقایسه شاخص‌های مختلف در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری و در دو ایستگاه نمونه‌برداری از آنالیز تجزیه‌ی واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن به کمک نرم‌افزار SPSS 14 و همچنین برای ترسیم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد. برای بررسی روابط بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب و شاخص‌های مختلف از رگرسیون چند متغیره و ضریب همبستگی پیرسون و به‌کمک نرم افزار SPSS 14 استفاده شد.

۳. نتایج

در این تحقیق، پارامترهای کدورت، مواد محلول، شوری و دمای آب اندازه‌گیری شده است. بیشترین میزان کدورت در ایستگاه اول در مرداد ۱۳۸۷ با مقدار ۲۲۴۰ میکروزیمنس بر ثانیه و کمترین آن در آبان ۱۳۸۷ با مقدار ۷۱۰ میکروزیمنس بر ثانیه بوده است. در این ایستگاه بیشترین مقدار مواد جامد محلول در مرداد ۱۳۸۷ با میزان ۱۱۱۸ و کمترین آن در آبان ۱۳۸۷ به مقدار ۳۶۸ بوده است. بررسی میزان شوری در این ایستگاه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار در مرداد ۱۳۸۸ به میزان ۱/۱ در هزار و کمترین آن در آبان ۱۳۸۷ با ۰/۳ در هزار است. نوسانات دمای آب در این ایستگاه نشان می‌دهد که بیشترین دما در تیر ماه ۱۳۸۸ با ۲۲/۹ درجه سانتیگراد و کمترین دما در بهمن ۱۳۸۷ با ۹ درجه سانتیگراد است. در ایستگاه دوم، بیشترین میزان کدورت در شهریور ۱۳۸۷ با

که در آن: N میزان جمعیت برآورد شده؛ C_1 تعداد نمونه‌های صید شده در تلاش اول؛ C_2 تعداد نمونه‌های صید شده در تلاش دوم است.

در ایستگاه دوم (بعد از دو راهی کیاسر) به‌دلیل عرض، عمق و شدت جریان بالای آب رودخانه نگه داشتن تور به‌دلیل شدت جریان و بسته شدن چشمه‌های تور امکان پذیر نبود و عملاً برآوردی از جمعیت ماهیان انجام نشد. در این ایستگاه، چهار قسمت مختلف از مسیر رودخانه که امکان نگه داشتن تور چشمه ریز تا حدی وجود داشت، به‌طور ثابت در طی دوره مطالعاتی، جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد.

تنوع گونه‌ای ماهیان در ایستگاه‌ها مختلف با استفاده از معادله شاخص شانون - وینر (Pielou, 1974) محاسبه گردید.

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (2)$$

که در آن: H' مقدار نمایه شانون؛ p_i فراوانی نسبی هر گونه؛ n تعداد گونه است.

برای محاسبه غنای گونه‌ی از معادله شاخص مارگالوف (Ludwig & Reynolds, 1988) استفاده شد.

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad (3)$$

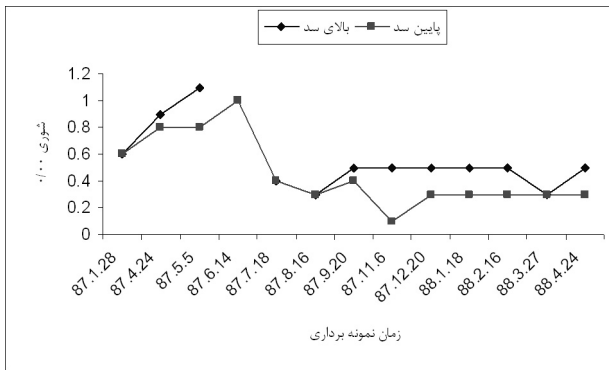
که در آن: R_1 شاخص غنای مارگالوف؛ S تعداد کل گونه موجود در هر واحد نمونه‌گیری؛ N تعداد نمونه مشاهده شده است.

برای محاسبه شاخص یکنواختی، از نمایه‌ی پیلو استفاده شده است. با توجه به این‌که، تنوع از دو مولفه غنا (تعداد گونه‌ها) و فراوانی گونه‌ها (یکنواختی) تشکیل شده است، بنابراین مقدار یکنواختی از نسبت هر شاخص به حداکثر ممکن آن به شرح زیر به‌دست می‌آید (Ludwig & Reynolds, 1988):

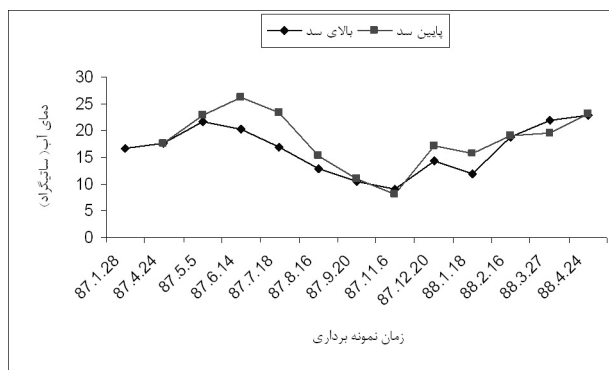
$$J' = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (4)$$

که در آن: J' مقدار شاخص یکنواختی؛ H' مقدار نمایه شانون؛ S تعداد گونه در نمونه مورد نظر است.

شاخص غالبیت، عموماً برای تعیین میزان غالبیت بین جمعیت گونه‌ها به‌کار برده می‌شود. مقدار شاخص غالبیت (λ) بین صفر و



شکل ۴- نوسانات میزان شوری آب رودخانهی تجن در طی دوره تحقیق در دو ایستگاه

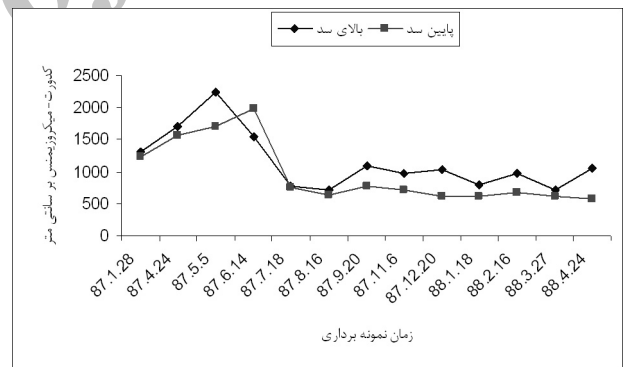


شکل ۵- نوسانات میزان دمای آب رودخانهی تجن در طی دوره تحقیق در دو ایستگاه

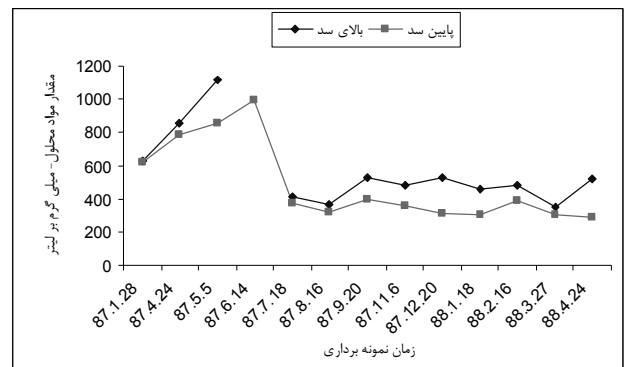
در این تحقیق، در مجموع ۲۹۹۶ قطعه ماهی شامل گونه‌های سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta gracilis*)، خیاطه زردک (*Alburnoides bipunctatus*)، زردک قلمی (*Barbus mursa*)، زردک (*Barbus lacerta*)، اورنج (*Luciobarbus capito*)، ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius cephalus*)، سگ ماهی جویباری خاردار (*Cobitis taenia*)، سگ‌ماهی جویباری تاج‌دار (*Paracobitis malapterura*) و گاو‌ماهی شنی (*Neogobius fluviatilis*)، شامل ۲۱۲۹ نمونه از ایستگاه اول در پشت سد و ۸۶۷ نمونه از ایستگاه دوم در پایین سد شهید رجایی بعد از دو راهی کیاسر صید شد. در مجموع نمونه‌های صید شده، ماهی خیاطه با ۴۴ درصد گونه غالب بود و فراوانی آن در اغلب زمان‌های نمونه‌برداری به‌خصوص در ایستگاه اول، تفاوت قابل توجهی با سایر گونه‌ها داشته است (شکل ۶). البته در نمونه‌برداری مهر ۱۳۸۷ در ایستگاه دوم هیچ نمونه‌ای از این گونه صید نشد. کمترین فراوانی گونه صید شده در این تحقیق مربوط به ماهی اورنج بوده که در طی مدت مطالعه فقط یک نمونه از

مقدار ۱۹۸۳ میکروزیمنس بر ثانیه و کمترین آن در تیر ماه ۱۳۸۸ به مقدار ۵۸۳ میکروزیمنس بر ثانیه مشاهده شد. بیشترین کمترین میزان مواد جامد معلق در این ایستگاه به ترتیب در شهریور ۸۷ و تیر ۸۸ به مقدار ۹۹۲ و ۲۹۰ است. بیشترین میزان شوری آب در رودخانه تجن در این ایستگاه، در شهریور ۱۳۸۸ با ۱ در هزار و کمترین آن در بهمن ۱۳۸۷ به مقدار ۰/۱ در هزار است. نوسانات دمایی در آب رودخانه در این ایستگاه نشان می‌دهد که بیشترین دما در طی این تحقیق در شهریور ۱۳۸۷ با دمای ۲۶/۲ سانتیگراد و کمترین دما در بهمن ۱۳۸۷ با مقدار ۸/۲ درجه سانتیگراد مشاهده شده است.

مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه در دو ایستگاه بالا و پایین سد شهید رجایی نشان داد که در مجموع در طول دوره‌ی تحقیق، مقادیر صفاتی مانند کدورت، مواد جامد محلول و شوری در ایستگاه اول بیشتر از ایستگاه دوم بوده ولی دمای آب در ایستگاه دوم بیشتر از ایستگاه اول بوده است که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است ($P>0.05$) (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵).

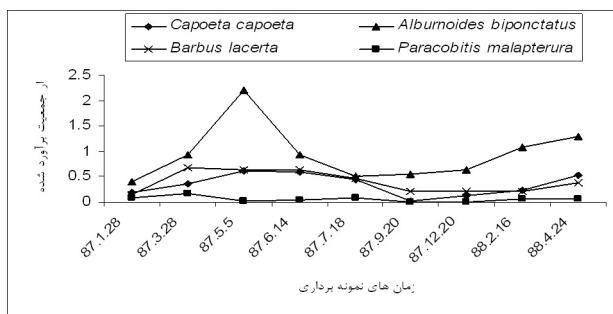


شکل ۲- نوسانات میزان کدورت آب رودخانهی تجن در طی دوره تحقیق در دو ایستگاه



شکل ۳- نوسانات میزان مواد جامد محلول آب رودخانهی تجن در طی دوره تحقیق در دو ایستگاه

۰/۰۵۷ قطعه در مترمربع کمترین فراوانی را دارد. براساس جدول آنالیز - واریانس یک طرفه، مقادیر برآورد شده گونه‌های مختلف در ماه‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری را نشان داده است ($P \leq 0.05$). مقایسه میانگین برآوردها، بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ی خیاطه با بقیه گونه‌ها نشان داده است ($P \leq 0.05$). در ایستگاه دوم (بعد از دو راهی کیاسر)، به دلیل شدت زیاد آب رودخانه، عرض و عمق زیاد رودخانه و شدت جریان بالای آب، نگه داشتن تور چشمه‌ی ریز امکان‌پذیر نبوده و برآوردی از جمعیت گونه‌های صید شده انجام نشد. البته در این ایستگاه، چهار قسمت مختلف از مسیر رودخانه به‌طور ثابت جهت نمونه‌برداری ماهانه در نظر گرفته شد.

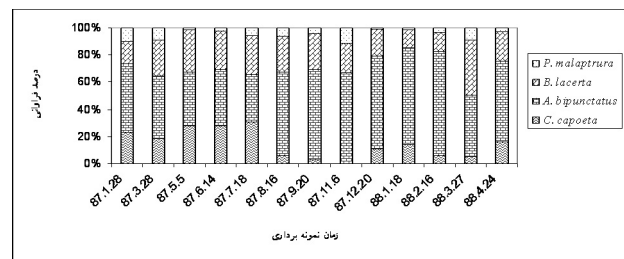


شکل ۸- تغییرات میزان جمعیت برآورد شده برای گونه‌های مختلف در ایستگاه بالای سد شهید رجایی

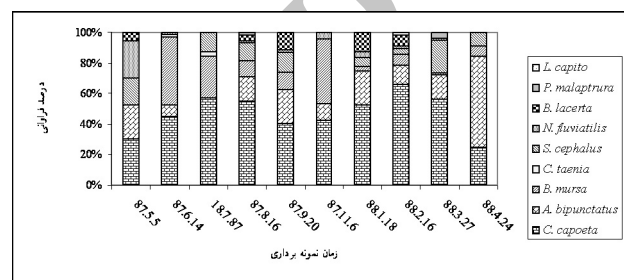
بررسی شاخص تنوع گونه‌ای شانون در ایستگاه‌های بالا و پایین‌دست سد در رودخانه‌ی تجن نشان داده که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد و به‌طور میانگین در پایین‌دست سد بیشتر از بالادست بوده است ($P \leq 0.05$). نوسانات شاخص تنوع در تمامی ماه‌های نمونه‌برداری به غیر از شهریور و مهر ۸۷ در پایین‌دست رودخانه بیشتر از بالادست سد بوده است. مقدار این شاخص در ایستگاه اول به‌طور میانگین 0.443 ± 0.075 و در ایستگاه دوم 0.554 ± 0.088 محاسبه گردید.

بررسی شاخص غنای گونه‌ای در دو ایستگاه نشان داد که در ایستگاه اول این شاخص از 0.523 در شهریور ۸۷ تا 0.837 در خرداد ۸۸ در نوسان بوده، در حالی که در ایستگاه دوم حداقل و حداکثر این شاخص به‌ترتیب در ماه‌های مهر ۸۷ و اردیبهشت ۸۸ با مقادیر 0.745 و 1.497 در نوسان بوده است. مقایسه این شاخص در دو ایستگاه نشان داده است که به‌طور میانگین در ایستگاه دوم بیشتر از ایستگاه اول بوده است. بررسی این شاخص طی دوره‌ی تحقیق نشان داد که در تمام ماه‌های نمونه‌برداری،

ایستگاه دوم و در اردیبهشت ۱۳۸۸ صید شده است (شکل ۷).



شکل ۶- فراوانی (به درصد) گونه‌های مختلف ماهی در ایستگاه بالای سد شهید رجایی در زمان‌های مختلف



شکل ۷- فراوانی (به درصد) گونه‌های مختلف ماهی در ایستگاه پایین سد شهید رجایی در زمان‌های مختلف

با توجه به عرض، عمق و شدت جریان کمتر آب رودخانه در ایستگاه اول (پشت سد شهید رجایی در منطقه محمد آباد دودانگه) امکان محصور کردن رودخانه با تور چشمه ریز میسر بود ولی در ماه‌های آبان و اسفند ۱۳۸۷ و فروردین ۱۳۸۸ به دلیل شدت زیاد آب رودخانه برآورد جمعیت انجام نشد و در سایر ماه‌های نمونه‌برداری برآورد جمعیت گونه‌های صید شده، انجام گردید (شکل ۸).

نتایج رگرسیون چند متغیره نشان داده که در ایستگاه پایین سد، همبستگی معنی‌داری بین فراوانی ماهیان صید شده با صفات فیزیکی‌شیمیایی (کدورت، مواد جامد معلق، شوری و دما) وجود ندارد ($P > 0.05$) و ضرایب همبستگی پیرسون در اکثر موارد نیز پایین بوده است. همچنین، اگرچه در مورد ماهیان بالای سد، بین فراوانی ماهیان صید شده با دمای آب و شوری همبستگی معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$)، اما همبستگی معنی‌داری با سایر عوامل وجود نداشت ($P > 0.05$).

برآورد جمعیت گونه‌های مختلف ماهی در ایستگاه اول نشان داده که گونه‌ی خیاطه (*A. bipunctatus*) با 0.95 قطعه در مترمربع بیشترین میزان و سگ‌ماهی تاج‌دار (*P. malapterura*) با

نسبت داد که مربوط به توزیع ناهمگون فراوانی کمی گونه‌ها در این ایستگاه است. شلدون معتقد است که شرایط مختلف بوم‌شناختی، نیازها و روابط غذایی موجودات و سازگاری‌های آن‌ها با محیط زیستشان، تراکم و پراکنش گونه‌های مختلف را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Sheldon, 1968).

شاخص غالبیت برخلاف سایر شاخص‌ها در ایستگاه اول بیشتر از ایستگاه دوم بوده است که نشان‌دهنده‌ی فراوانی بالای یک گونه خاص در این ایستگاه در طی زمان مورد مطالعه بوده است. به طوری که در ایستگاه اول، گونه‌ی خیاطه در اکثر زمان‌ها بیشترین میزان صید را نشان می‌دهد و معمولا بالای ۵۰ درصد نمونه‌های صید شده را دربرمی‌گیرد. در ایستگاه دوم نیز معمولا فراوان‌ترین گونه صید شده، سیاه‌ماهی بوده است.

مطالعات نشان می‌دهد که ۷۹ درصد از ماهیان اقتصادی حوضه جنوب دریای خزر یا در رودخانه‌ها و آب شیرین زندگی می‌کنند و یا برای تولید مثل به رودخانه‌ها وابسته هستند (ماهیان خاویاری، ماهی سفید، سیاه کولی، کپور معمولی و...). متأسفانه در سال‌های اخیر به دلیل موانع موجود در مهاجرت و یا مهاجرت در زمان تولید مثل ماهیان، نسل اغلب آن‌ها در خطر انقراض قرار گرفته‌اند و تنها با تکثیر مصنوعی، می‌توان به نجات آن‌ها امیدوار بود. همچنین مشخص شد که در رودخانه‌ی تجن، علی‌رغم نیاز به آب برای تخم‌گذاری و تولید مثل ماهیان مهاجر در اواخر زمستان و اوایل بهار که اوج مهاجرت اغلب گونه‌های ماهیان از دریا به رودخانه است، آب در سد مخزن ذخیره می‌شود و آب کمی در رودخانه جریان دارد (و در برخی مواقع خشک است). سپس در اواخر فصل بهار به دلیل نیاز زمین‌های کشاورزی به آب و در زمانی که مهاجرت ماهیان پایان یافته است، آب در رودخانه جریان پیدا می‌کند. بنابراین برای حفظ تنوع زیستی آبریان رودخانه‌ها و دریای خزر، ضمن رعایت حق‌آبه، باید حجم آب کافی و جریان آن در فصل تولید مثل ماهیان مد نظر قرار گیرد.

نکته‌ی آخر این‌که، سد مخزنی شهید رجایی به دلیل موقعیت خاص مکانی و جانمایی، در محلی قرار گرفته است که موجب جنگل‌زدایی و از بین رفتن مراتع شده، وجود مواد آلی، رسوبات حاوی مواد مغذی و فاضلاب‌های روستایی در مخزن نیز بر آلودگی آن افزوده است. متأسفانه، عدم رعایت الگوی کشت و پایین بودن راندمان انتقال آب نیز در پاره‌ای از موارد مشکل‌آفرین شده است و تجمع رسوب در این سد موجب کاهش عمر آن شده است. این مخاطرات و پیامدهای نامناسب زیست محیطی

مقدار شاخص در ایستگاه دوم بیشتر از ایستگاه اول بوده و دامنه‌ی تغییرات آن نیز در این ایستگاه قابل توجه بوده است.

بررسی شاخص یکنواختی نشان داده است که تغییرات آن در دو ایستگاه تقریباً یکسان بوده و تفاوتی از نظر آماری بین آن‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$). به علاوه، شاخص تنوع در ماه‌های شهریور و مهر ۸۷ در ایستگاه دوم بیشتر بوده و در بقیه ماه‌ها مقدار این شاخص در ایستگاه اول بیشتر بوده است.

بررسی شاخص غالبیت نشان داده که به غیر از ماه‌های مرداد، شهریور و مهر ۸۷، مقدار این شاخص در ایستگاه اول بیشتر است ولی مقایسه میانگین‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$).

رگرسیون چند متغیره بین شاخص‌های مختلف با خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای با هیچ‌کدام از صفات فیزیکی شیمیایی آب رودخانه در دو ایستگاه همبستگی معنی‌داری نداشته است ($P > 0.05$)؛ اما شاخص غالبیت با دمای آب و شوری آب در ایستگاه دوم همبستگی معنی‌داری داشته است ($P \leq 0.05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه خصوصیات فیزیکی شیمیایی در دو ایستگاه نشان داده که میزان کدورت، مواد محلول جامد و شوری در ایستگاه اول در تمام زمان نمونه برداری بیشتر بوده که احتمالاً به دلیل ساخت سد انحرافی در بالادست این ایستگاه بوده است. در شهریور ۸۷ به دلیل سیلابی بودن آب رودخانه در ایستگاه دوم میزان کدورت بسیار بالا بوده است. ولی دمای آب در تمامی زمان‌های نمونه برداری به غیر از بهمن ۸۷ و اردیبهشت ۸۸ در ایستگاه دوم بیشتر از ایستگاه اول بوده که احتمالاً به دلیل کاهش ارتفاع و افزایش دمای هوا است.

بررسی گونه‌های صید شده در دو ایستگاه مشخص می‌کند که در ایستگاه اول در پشت سد شهید رجایی، ماهیان صید شده از چهار گونه مختلف بوده ولی در ایستگاه دوم در بعد از سد، ماهیان صید شده از نه گونه مختلف هستند که نشان‌دهنده‌ی آن است که با حرکت به سمت نواحی پایین دست رودخانه، تعداد گونه‌های صید شده از نظر کیفی افزایش یافته و به نوعی میزان تنوع گونه‌ای افزایش نشان می‌دهد. پایین بودن شاخص تنوع در ایستگاه اول را می‌توان به پایین بودن یکنواختی (همگنی) گونه‌ای

Pielou, E.C. 1974. Population and communities' ecology: principles and methods. London, Gordon a. Breach Sci. Publ. 424pp.

Sheldon, A.L. 1968. Species diversity and longitudinal succession in stream Fishes. Ecology of Journal. 49: 193-198.

Taylor, C.M.; Holder, T.L.; Fiorillo, R.A.; Williams, L.R.; Thomas, R.B. and Warren, J.R. 2006. Distribution, abundance and diversity of stream fishes under variable environmental conditions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 63(1): 43-54.

Youngs, W. and Robson, O. 1978. Estimation of population number and mortality rates In: T.B. Bagenal(Ed.). Methods for assessment of fish production in freshwater. Third edition. Blackwell Scientific Publication. London, UK. 137-164.

تاثیر مستقیمی بر تخم گذاری، جدایی جمعیت های مختلف آبزیان و گونه های آن به وجود آورده است و از این طریق میلیون ها تومان ضرر و زیان به کشور وارد شده است.

منابع

نجمایی، م. ۱۳۷۶. سد و محیط زیست، وزارت نیرو، کمیته فنی زیست محیطی. چاپ اول.

شرقی، ع. ۱۳۸۷. بررسی موضوع عملکرد سازمان ملل متحد در حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار. همایش حقوق محیط زیست و تعالی همه جانبه کشور. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران، ایران.

Gopal, B. 2005. Does inland aquatic biodiversity have a future in Asian developing countries? Hydrobiologia. 542: 69-75.

Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. Statistical ecology. John Wiley and Sons.