

مطالعه برخی ویژگی‌های لیمنولوژیک سد آزاد سندج بر اساس ساختار زوپلانکتون

مژگان روشن طبری^{*}^۱، مهدی نادری^۱، حمید حسین پور^۲، رحیمه رحمتی^۱، نوربخش خدابیرست^۱

*rowshantabari@yahoo.com

- ۱- پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
 ۲- جهاد کشاورزی استان کردستان، سندج، ایران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تنوع و ساختار جمعیتی زوپلانکتون و ماهیان در دریاچه پشت سد آزاد سندج (استان کردستان) در ایران از تابستان سال ۱۳۹۴ لغایت بهار سال ۱۳۹۵ انجام شد. در بررسی ۲۰ گونه زوپلانکتون از گروه هولوپلانکتون و ۳ گونه از مروپلانکتون شناسایی شد. نتایج نشان داد که میانگین جمعیت زوپلانکتون در پاییز 1720 ± 3276 عدد در مترمکعب و نسبت به سایر فصوی کمتر بود. در زمستان تراکم افزایش داشت و در بهار به بیشترین میزان رسید. بررسی مکانی زوپلانکتون نشان داد که بیشترین تراکم بترتیب در ایستگاههای ۴، ۵، ۲ و ۱ بود. در بررسی ماهیان ۱۲ گونه شناسایی شد که ۱۱ گونه از خانواده Cyprinidae و ۱ گونه از خانواده Nemacheilidae بوده است. گونه‌های *Capoeta trutta*، *Alburnus sellal* و *Carassius auratus* در همه فصوی در نمونه‌های صید شده از سد و رودخانه وجود داشتند. تراکم ماهیان در تابستان ۲۵۸ قطعه بود، در پاییز کاهش داشت و در زمستان به ۴۷ قطعه رسید و در بهار به ۴۴۸ قطعه افزایش داشت. با توجه به اینکه حجم مخزن سد ۳۰۰ میلیون متر مکعب است، به طور متوسط حدود ۳۹ تن زوپلانکتون در آن وجود دارد که به عنوان غذا در دسترس آبزیان سد بخصوص لاروها، بچه ماهیان و ماهیان قرار می‌گیرد. با توجه به آگاهی از وضعیت زوپلانکتون سد می‌توان از میزان غذا و تولیدات ثانویه سد آگاه شد و برای ماهیان، لارو ماهیان سد و سایر آبزیان مدیریت صحیح را برای بهره برداری شیلاتی بکار برد.

لغات کلیدی: زوپلانکتون، ماهی، شیلات، سد آزاد، ایران

^{*}نویسنده مسئول

مقدمه

همچنین با توجه به عمق ایستگاه، در ایستگاه‌های ۴ و ۵ (با عمق ۱۰ متر) یک نمونه، در ایستگاه ۳ سه نمونه و در دو ایستگاه ۲ و ۴ چهار نمونه انتخاب شدند. نمونه برداری زوپلانکتون توسط تور پلانکتون با چشمی ۵۰ میکرون و قطر دهانه ۳۶ سانتی متر در هر فصل یک بار صورت گرفت. در ایستگاه‌های تعیین شده، تور پلانکتون به عمق مورد نظر فرستاده شد و به صورت کشش عمودی نمونه برداری انجام شد. با توجه به وسعت دریاچه تعداد ۵ ایستگاه در دریاچه تعیین گردیدند (شکل ۱). براساس عمق ایستگاه، در ایستگاه‌های ۴ و ۵ (با عمق ۱۰ متر) فقط یک نمونه، در ایستگاه ۳ دو نمونه و در ایستگاه‌های ۱ و ۲ چهار نمونه انتخاب شدند. هر یک از نمونه‌ها در ظرف شیشه‌ای به حجم ۳۰۰ میلی لیتر جمع آوری و با فرمالین ۴ درصد ثبیت شدند (Wetzel and Likens, 1991).

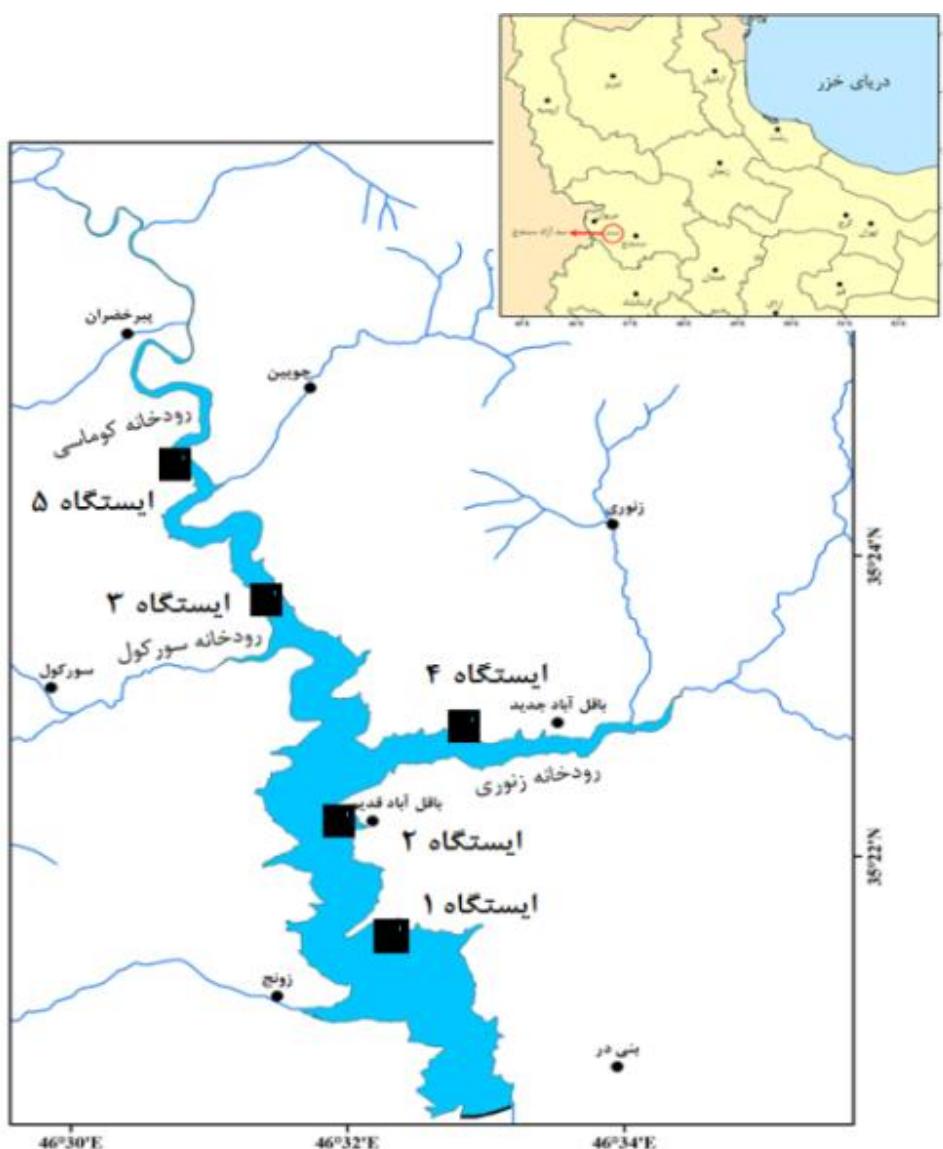
در بررسی زوپلانکتون پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نمونه توسط پی پت Sample به حجم ۰/۵ سانتی متر مکعب پس از همگن کردن روی لام شمارش Bogarov قرار گرفت و پس از شناسائی و شمارش توسط میکروسکوپ وارونه Invert، تعداد آنها در مترمکعب محاسبه شدند (Postel et al., 2000). زی توده موجودات با استفاده از شکل هندسی آنها محاسبه شد (APHA, 2005; Petipa, 1957).

صید نمونه‌های ماهی به صورت فصلی و با استفاده از تور گوشگیر (تور انتظاری) در داخل سد انجام گرفت. همچنین از دستگاه کتروشوکر با قدرت ۲۰۰-۳۰۰ ولت با جریان ۱/۷ آمپر برای نمونه برداری از رودخانه منتهی به سد آزاد (به طول ۱۵۰ متر از رودخانه) استفاده شد. ماهیان بلافصله پس از صید در محلول فرمالین ۱۰ درصد ثبیت شدند و پس از آن جهت بررسی ماهی شناسی به آزمایشگاه منتقل گردیدند (Bagenal, 1978). گونه‌های ماهیان با کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند (Nelson, et al., 2016; Berg, 1949). در تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار SPSS (Version 18) استفاده شد. به منظور تعیین رابطه بین تغییرات زمانی و مکانی با تغییرات تراکم زوپلانکتون از آزمون آنالیز واریانس و آزمون توکی و برای برآورد مقدار تنوع تاکزوئی از شاخص شان (Shannon and Wiener, 1949) و برای تشابه تاکزوئی از شاخص پیلو استفاده شد (Pielou, 1966).

جمعیت روز افزون جهان و نیاز آنها به پروتئین ارزشمند آبزیان از سویی و محدودیت منابع آبزیان در اقیانوسها و آبهای آزاد از سوی دیگر، موجب شد توسعه صنعت آبزی پروری در کشورهای مختلف شده است. غذای مناسب و کافی از مهم ترین عوامل مؤثر در پرورش ماهی بشمار می‌رود. مطالعات متعددی در کشور بر منابع آبی با اهداف مختلف هیدرولوژی، هیدروبیولوژی، بیولوژی و اکولوژی ماهیان صورت گرفته است (روشن طبری، ۱۳۷۳؛ عبدالی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). زوپلانکتون قادر است در ستون آب شنا کند و در دسترس ماهیان و لارو نرم تنان قرار گیرد (David, 2003). آنها به دلیل پروتئین بالا و لیپیدها اهمیت دارند (Anton-Pardo and Adámek, 2015) زوپلانکتون چرخه غذایی را در رودخانه به عهده دارد و جریان انرژی را از تولیدات اولیه به بالا ترین سطح غذایی منتقل می‌کنند (Mwebaza-Ndawula et al., 2005). روتیفرا معمولاً زوپلانکتون غالب رودخانه را تشکیل می‌دهند (Reckendorfer et al., 1999) و در مخزن سد ساخت پوستان افزایش می‌یابند (Akopian et al., 1999). در بررسی سد کرخه فراوانترین گروههای زوپلانکتونی بترتیب کوپه‌پودا، پروتوزووا، روتیفرا و کلادوسرا می‌باشند. پروتوزووا در عمق ۲۰ متر، کلادوسرا در ۲۰ و ۴۰ متر و کوپه‌پودا در عمق ۶۰ متری بیشتر یافت شدند (رامین و همکاران، ۱۳۹۴). تغییرات زوپلانکتون در دریاچه سد ماکو نشان داد که بیشترین جمعیت زوپلانکتون مربوط به شاخه رتیفرا با ۷۴ درصد جمعیت سالانه شامل گونه‌های Polyarthera Syncheata oblonga و P. vulgaris dolicopethera شامل گونه‌های P. vulgaris بود. داده‌ها نشان داد که تجمع پلانکتون در لایه‌های سطحی آب، عمق ۵ متر بیشتر است و در اعماق بالاتر از ۵ متر جمعیت آنها کم می‌شود (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۲). هدف از این بررسی در اختیار داشتن تنوع زوپلانکتون قبل از پرورش ماهی و شناسایی گونه‌های مناسب برای تغذیه ماهیان می‌باشد.

مواد و روش کار

سد مخزنی آزاد در محدوده شهرستان سennدج و در مختصات طول جغرافیایی $46^{\circ}33'$ وعرض شمالي $55^{\circ}20'$ و در بالادست روستای بنی در و در رودخانه کوماسی واقع گردیده است (شکل ۱). این سد از نوع سنگریزهای با هسته رسی است. با توجه به وسعت دریاچه، تعداد ۵ ایستگاه در دریاچه تعیین گردید.



سد آزاد کردستان ۱۳۹۴-۹۵ شکل ۱. موقعیت

Figure 1: position of Kurdistan Azad Dam 2015-16.

Polyarthra sp₁ *Synchaeta pectinata* *sulcata* و *Rotifera* sp و *Testudinella* sp، *Polyarthra* sp₂ شناسایی شدند. ۳ گونه *Asplanchna* *Filina* sp در همه زمان های بررسی *Polyarthra* sp₁ و *priodonta* انتشار داشتند. از گروه مروپلانکتون خانواده Chironomidae و شاخه *Platyhelminthes* *Nematoda* شناسایی شدند (جدول ۲).

بررسی فصلی نشان می دهد که جمعیت زوپلانکتون در پاییز 1720 ± 3276 عدد در متر مکعب بود که نسبت به سایر فصول کمتر بود.

نتایج

دمای آب در فصل تابستان در ایستگاه های مختلف ۱۴/۲۶-۲۶ در پاییز ۱۰/۶۶-۱۴/۰۰، در زمستان ۵/۷۰-۷/۳۰ و در بهار ۸/۶۵-۱۷/۵۰ درجه سانتی گراد تغییر کرد (جدول ۱). بین ۲۰ جنس و گونه زوپلانکتون از گروه هولوپلانکتون و *Bosmina longirostris* دو گونه مروپلانکتون شناسایی شدند. در همه فصل های سال مشاهده شدند. *Ceriodaphnia* sp و *Brachianus* *Asplanchna* *priodonta* ۱۳ *Keratella* *Filina* sp *Cephalodella* sp ، *calcyflorus* *Pompholyx* *Lecane* sp *philodina* sp *tropica*

جدول ۱: تغییرات دمای آب در فصل‌های مختلف، سد آزاد کردستان ۱۳۹۴-۹۵

Table 1: Water temperature variations in different seasons, Kurdistan Azad Dam 2015-16.

فصل	ایستگاه				
	۱	۲	۳	۴	۵
تابستان ۱۳۹۴	۱۷/۷۲	۱۷/۷۲	۱۴/۲۶	۲۶/۰۰	۲۵/۰۰
پاییز	۱۱/۷۲	۱۱/۲۰	۱۰/۶۶	۱۳/۵۰	۱۴/۰۰
زمستان	۵/۸۰	۵/۹۰	۵/۷	۷/۳۰	۶/۸۰
بهار ۱۳۹۵	۸/۶۵	۹/۱۵	۱۱/۲۰	۱۶/۰۰	۱۷/۵۰

جدول ۲: فهرست گونه‌های زوپلانکتون در فصل‌های مختلف، سد آزاد کردستان ۱۳۹۴-۹۵

Table 2: List of zooplankton species in different seasons, Kurdistan Azad Dam 2015-16.

گروه زوپلانکتون	تابستان ۱۳۹۴	پاییز	زمستان	بهار ۱۳۹۵
Holoplankton	۹	۱۲	۱۲	۱۵
Rotifera	۵	۷	۷	۱۰
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+	+	+
<i>Brachianus calcyflorus</i>	+	-	-	+
<i>Cephalodella</i> sp	-	+	+	-
<i>Filina</i> sp	+	+	+	+
<i>Keratella tropica</i>	-	+	+	+
<i>Lecane</i> sp	-	+	+	-
<i>philodina</i> sp	+	-	-	-
<i>Polyarthra</i> sp ₁	+	+	+	+
<i>Polyarthra</i> sp ₂	-	-	-	+
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	+	+	+
<i>Synchaeta pectinata</i>	-	-	-	+
<i>Testudinella</i> sp	-	-	-	+
<i>Rotifera</i> sp	-	-	-	+
Cladocera	۳	۳	۳	۳
<i>Bosmina longirostris</i>	+	+	+	+
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	+	+	+	+
<i>Daphnia pulex</i>	-	+	+	+
<i>Simocephalus</i> sp.	+	-	-	-
Copepoda	۱	۲	۲	۲
<i>Acartia</i> sp.	-	+	+	-
<i>Cyclops</i> sp.	-	-	-	+
<i>Mesocyclops</i> sp.	+	+	+	+
Meroplankton	۲	۱	۱	*
<i>Chironomidae</i>	+	-	-	-
<i>Nematoda</i>	+	-	-	-
<i>Platyhelminthes</i>	-	+	+	-

اصلی زوپلانکتون را تشکیل می داد ولی زی توده آن در تابستان ۳۶ در صد، پاییز ۶۲ در صد، زمستان ۴۱ در صد و در بهار ۶۲ در صد در زی توده زوپلانکتون بوده است. این تغییرات نشان می دهد که دو گروه کوپه پودا و کلادوسرا با تراکم کمتر وزن بیشتری داشتند (شکل ۲). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که میانگین تراکم زوپلانکتون بین فصول مختلف سال که میانگین تراکم زوپلانکتون نیز در دو فصل پاییز و زمستان کاهش داشته است.

در زمستان فراوانی افزایش یافت و در بهار به بیشترین میزان رسید. در همه فصول روتیفرا بیشترین تراکم زوپلانکتون را تشکیل داد (جدول ۳). در تابستان ۵۰ در صد، پاییز ۴۸ در صد، زمستان ۹۰ در صد و در بهار ۸۹ در صد در جمعیت زوپلانکتون نقش داشتند. تراکم روتیفرا در فصول مختلف تحت تاثیر گونه های مختلف قرار داشت. در تابستان *Brachianus Asplanchna calyciflorus* ۷۱ در صد، در پاییز *Pompholyx sulcata priodonta* ۶۱ در صد، در زمستان ۷۸ *Polyarthra sp1* در صد از جمعیت روتیفرها را تشکیل دادند و در هر فصل یک گونه در آب دریاچه سد غالب بوده است (جدول ۳). روتیفر از نظر تراکم جمعیت

جدول ۳: تغییرات فصلی تراکم (تعداد در متر مکعب) زوپلانکتون در سد آزاد کردستان ۹۵-۹۴

Table 3: Seasonal variation of density (ind./m³) of zooplankton in Kurdistan Azad Dam 2015-16.

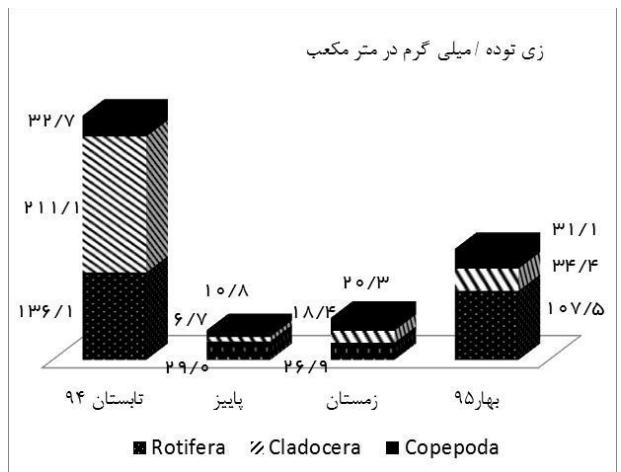
گروههای زوپلانکتون	فصل							
	تابستان ۱۳۹۴		پاییز		زمستان		بهار ۱۳۹۵	
	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD
Rotifera	۱۱۱۴۸	۱۵۸۱۶	۱۵۸۵	۱۱۲۸	۲۱۳۱۰	۲۸۸۱۷	۲۹۷۴۵	۵۹۹۲۵
<i>Asplanchna priodonta</i>	۲۹۸۷	۵۱۱۴	۹۶۷	۱۱۱۰	۵۴۲	۵۲۳	۲۹۱۶	۶۷۵۷
<i>Brachianus calyciflorus</i>	۷۸۶۸	۱۳۱۳۹	·	·	·	·	۱۶	۳۴
<i>Filina sp</i>	۲۱۸	۳۴۳	۴۳	۷۱	۸۴	۷۸	۲۴۴	۴۱۹
<i>Polyarthra sp1</i>	۵۹	۱۸۶	۱۷۸	۲۳۶	۷۰۸	۹۵۰	۲۳۲۸۴	۴۲۱۵۶
<i>Pompholyx sulcata</i>	·	·	۳۷۶	۲۷۸	۱۹۷۸۶	۲۷۹۸۵	۹۹۱	۱۱۳۵
Other species	۱۶	۵۰	۲۲	۵۸	۱۸۹	۲۵۶	۲۲۹۳	۵۸۲۶
Cladocera	۷۸۳۰	۷۶۴۸	۵۲۲	۴۱۴	۵۷۹	۵۵۰	۱۰۱۰	۱۱۹۸
<i>Bosmina longirostris</i>	۶۳۰۲	۴۹۴۹	۴۴۹	۳۹۱	۱۸۵	۱۸۷	۱۹۴	۲۷۶
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	۵۰	۱۳۸	۵۰	۴۰	۱۷	۳۱	۱۵۳	۱۶۸
Other species	۱۴۷۸	۳۵۶۳	۲۳	۳۳	۳۷۷	۴۰۶	۶۶۲	۹۸۶
Copepoda	۳۲۲۷	۲۷۱۳	۱۱۴۶	۹۱۸	۱۷۸۲	۱۴۵۶	۲۸۴۷	۳۰۹۲
<i>Mesocyclops sp.</i>	۳۲۲۷	۲۷۱۳	۱۱۳۰	۸۹۷	۱۷۸۱	۱۴۵۷	۲۸	۶۲
Other species	·	·	۱۵	۲۹	۱	۱	۲۸۱۸	۳۰۷۵
Holoplankton	۲۲۳۰۶	۲۰۶۷۹	۲۲۵۳	۱۷۲۶	۲۳۶۷۱	۲۹۹۵۵	۳۲۶۰۲	۵۲۷۹۳
Meroplankton	۱۴	۲۹	۲۳	۳۶	۱	۴	·	·
Zooplankton	۲۲۳۲۰	۲۰۶۷۱	۲۲۷۶	۱۷۲۰	۲۳۶۷۲	۲۹۹۵۴	۳۲۶۰۲	۵۲۷۹۳

۶۰ در صد مربوط به روتیفرا ولی زی توده ۷۵ در صد مربوط به کلادوسرا بود. در ایستگاه ۳ روتیفرا ۷۷ در صد تراکم و ۴۵ در صد زی توده را در جمعیت زوپلانکتون داشت و زی توده دو گروه کوپه پودا و کلادوسرا با ۵۵ در صد فراوانی مشاهده شد.

تغییرات مکانی زوپلانکتون نشان می دهد که بیشترین تراکم بترتیب در ایستگاههای ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ بود. تراکم و زی توده زوپلانکتون در ایستگاه ۵ تحت تاثیر گروه روتیفرا قرار داشت (۹۶ در صد تراکم و ۸۲ در صد زی توده). در ایستگاه ۴ تراکم

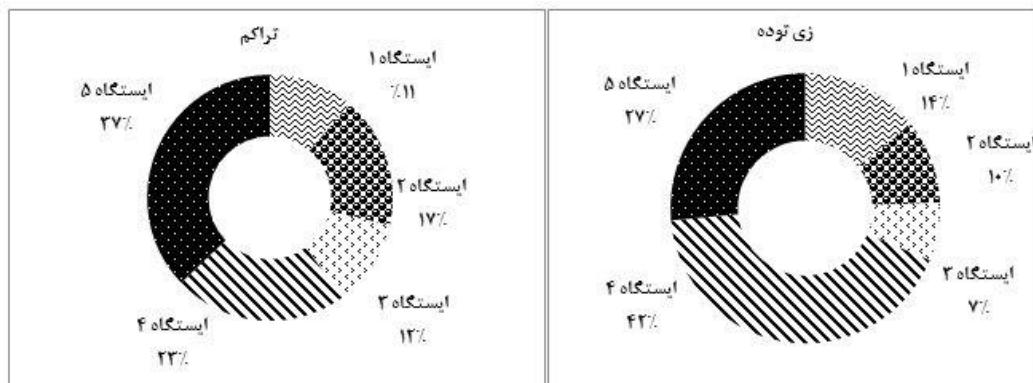
بین ایستگاه‌های مختلف سال نشان می‌دهد که میانگین تراکم زوپلانکتون در مناطق مورد بررسی ($p>0/05$ df=3) و میانگین زی توده آنها ($p>0/05$ F=1/56 df=3) اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

در ایستگاه ۲ رتیفر با تراکم ۷۶ در صد و زی توده ۳۵ در صد کلادوسرا و کوپه پودا بترتیب با زی توده ۴۰ در صد و ۲۹ در صد انتشار داشتند. در ایستگاه ۱ تراکم رتیفر ۶۷ در صد و زی توده آن ۶۰ در صد جمعیت زوپلانکتون بود (شکل ۳). آنالیز واریانس



شکل ۲: تغییرات فصلی زی توده زوپلانکتون در سد آزاد کردستان ۱۳۹۴-۹۵

Figure 2: Seasonal variations of zooplankton biomass in Kurdistan Azad Dam 2015-16.

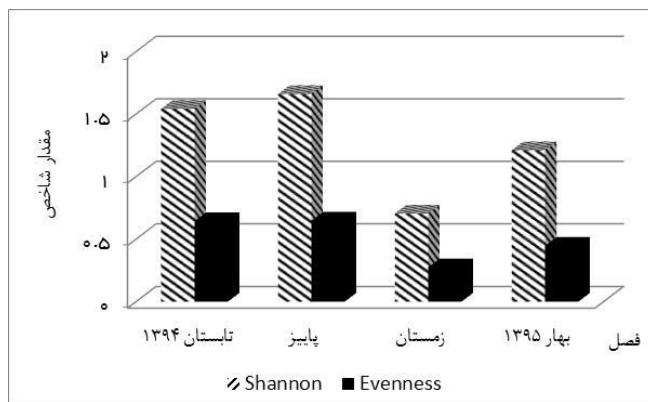


شکل ۳: درصد تراکم و زی توده زوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف سد آزاد کردستان ۱۳۹۴-۹۵

Figure 3: Percentage of density and biomass zooplankton in different stations of Kurdistan Azad Dam 2015-16.

فصل پاییز ۱۴۰۰-۱۴۶۶، در فصل زمستان ۱۰۰-۱۴۰۰ و در بهار ۱۷۵۰-۱۷۸۰ در ایستگاه‌های مختلف بوده است (شکل ۴) در این بررسی ۱۲ گونه شناسایی شد که ۱۱ گونه از خانواده Cyprinidae و ۱ گونه از خانواده Nemacheilidae بوده است. ۹ گونه ماهی در دریاچه پشت سد آزاد از خانواده Cyprinidae شناسایی شد. بیش ترین تعداد ماهیان صید شده از پشت سد ۳۵۵ قطعه مربوط به گونه *Alburnus sellal* در فصل بهار بوده است.

بیشترین میزان شانون در فصل پاییز ۱۶۶ و کمترین میزان در فصل زمستان با مقدار ۰/۷۰ مشاهده شد. در فصل زمستان با توجه به سرمای شدید فراوانی کاهش داشت و از بهار با گرم شدن هوا شاخص شانون افزایش داشت. بیشترین تنوع ۱۵ گونه در فصل بهار مشاهده شد، ولی به دلیل سرمای هوا فراوانی کمتر از تابستان بود. به همین دلیل با گرم شدن هوا میزان شانون و یکنواختی نسبت به فصل‌های سرد سال مقدار بیشتری داشتند. دمای هوا در فصل تابستان ۰/۰۰-۲۶/۱۴ در



شکل ۴: مقدار شاخص شانون و یکنواختی Evenness در فصل های مختلف در سد آزاد کردستان ۹۵-۹۶

Figure 4: Shannon Index and Evenness Index in Different Seasons in Kurdistan Azad Dam 2015- 16.

در زمستان به ۴۷ قطعه رسید. از بهار افزایش (۴۴۸) در صید مشاهده شد که ۳۵۳ قطعه مربوط به گونه *Alburnus sellal* بود. صید این ماهیان در سایر فصول ۱۴-۵۷ درصد و در رودخانه ۲۹ درصد از کل صید بوده است (جدول ۴). شاخص تنوع در فصول مختلف نمونه برداری در دریاچه پشت سد دارای تغییرات بوده است که در فصل تابستان با سایر فصول اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.05$).

این گونه در رودخانه نیز با تراکم مشابه با سد در فصل پاییز وجود داشتند. ۳ گونه *Barbus lacerta* و *Garra rufa* فقط در رودخانه انتشار داشتند و در ماهیان سد مشاهده نشدند. گونه های *Oxynemacheilus sp.*, *Alburnus sellal* در همه فصول در *Carassius auratus* و *Capoeta trutta* نمونه های صید شده از سد و رودخانه وجود داشتند. تراکم ماهیان در تابستان ۲۵۸ قطعه بود که در پاییز کاهش داشت و

جدول ۴: تعداد ماهیان صید شده (قطعه) در دریاچه سد آزاد کردستان و رودخانه های منتهی به آن، ۹۵-۹۶

Table 4: Number of fish caught in the Kurdistan Azad Dam Lake and its rivers.

خانواده	گونه های ماهی	سد					رودخانه
		تابستان ۱۳۹۴	پاییز	زمستان	بهار ۱۳۹۵	پاییز	
Cyprinidae	<i>Alburnus sella</i>	۳۶	۵۰	۲۷	۳۵۳	۵۶	
	<i>Barbus lacerta</i>	۰	۰	۰	۰	۳۸	
	<i>Capoeta damascina</i>	۹۰	۰	۰	۰	۴۰	
	<i>Capoeta trutta</i>	۵۶	۲۲	۱۴	۲۴	۲۲	
	<i>Carassius auratus</i>	۳	۹	۶	۳۹	۷	
	<i>Cyprinodon macrostomum</i>	۱	۱	۰	۰	۵	
	<i>Cyprinus carpio</i>	۲	۳	۰	۱	۰	
	<i>Garra rufa</i>	۰	۰	۰	۰	۲۱	
	<i>Hemiculter leucisculus</i>	۶۶	۴	۰	۳۰	۰	
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	۲	۰	۰	۱	۰	
	<i>Pseudorasbora parva</i>	۲	۰	۰	۰	۵	
Nemacheilidae	<i>Oxynemacheilus sp.</i>	۰	۰	۰	۰	۱۱	
	Total	۲۵۸	۹۹	۴۷	۴۴۸	۱۹۴	

بحث

(Ajah, 2008). این گونه در دو فصل تابستان و بهار بترتیب با تراکم 5114 ± 2987 و 6757 ± 2916 عدد در متر مکعب و زی توده $151/888 \pm 88/707$ و $86/617 \pm 200/683$ میلی‌گرم در متر مکعب انتشار داشتند، در شرایطی که دمای آب در تابستان $17/72$ و در بهار $8/65-9/15$ درجه سانتی‌گراد بوده است. ایستگاه‌های ۴ و ۵ به دلیل عمق کمتر بیشتر تحت تاثیر دمای محیط بوده است و در همه فصول آب گرمتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشتند. ایستگاه ۳ به دلیل بالاتر بودن موقعیت مکانی نسبت به ایستگاه‌های ۱ و ۲ دمای کمتری داشته است. در دریاچه پشت سد آزاد ۱۲ گونه ماهی شناسایی شدند که ۱۱ گونه از خانواده Cyprinidae و ۱ گونه از خانواده Nemacheilidae بوده است. مطالعات انجام شده در آبهای داخلی ایران نشان داده است که خانواده کپور ماهیان بیش از ۵۰ درصد گونه‌ها را دارا می‌باشند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۶؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۷؛ روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۴). بیشترین تعداد ماهیان صید شده از پشت سد ۳۵۵ قطعه مربوط به گونه *Alburnus sellal* در فصل بهار بوده است. در این فصل *Asplanchna calyciflorus* و *Brachianus calyciflorus* از *Bosmina longirostris* از روئیفرا، *Mesocyclops* sp. از *Bosmina longirostris* با فراوانی بیش از ۸۰ درصد در محتويات معده *Alburnus sellal* سد آزاد کردستان در این فصل مشاهده شد. در تابستان، پاییز و زمستان نیز با فراوانی $50-81/3$ درصد در محتويات معده این ماهی وجود داشتند (Huisman, Afraei Bandpei et al., 2017). در بررسی (Camara et al., 2012) از محتويات معده این گونه ۷۳/۷ درصد حشرات، ۱۳/۱ درصد دیاتومه‌ها، گیاهان و سخت‌پوستان کمتر از ۱۰ درصد را تشکیل می‌دادند. *Capoeta trutta* در همه فصول سال ۵۶-۱۴ قطعه در پشت سد و ۲۲ قطعه در رودخانه‌های منتهی به سد وجود داشت. سیاه ماهی (*Capoeta trutta*) در جنوب غربی و شمال غربی ایران دجله و کارون، رودخانه‌های دز، دزفول، خوزستان، ایلام، همدان، لرستان و استان کرمانشاه انتشار داشتند (Abdoli, 2000; Coad, 2017). *Pazira* و همکاران (Kalkan ۲۰۱۵) نیز نشان دادند که *Capoeta trutta* یک گونه گیاهخوار است و در بهار تخم‌ریزی می‌کند. همچنین (۲۰۰۸) بیان کرد که زمان تخم‌ریزی این ماهیان در دریاچه Karakaya ترکیه در ماه‌های اردیبهشت تا خرداد می‌باشد. در این بررسی نیز احتمالاً در بهار تخم‌ریزی کردند و در

سد آزاد از جمله منابع آبی است که می‌تواند برای فعالیت‌های آبزی‌پروری استفاده شود زیرا بر اساس تحقیقات مخلوق و همکاران (۱۳۹۶) کیفیت آب این سد در طبقه بسیار خوب قرار گرفت. در طول سال‌های گذشته اداره کل شیلات استان با همکاری محیط زیست و با تشکیل تعاوی‌های صیادی اقدام به رهاسازی بچه ماهیان گرمابی در منابع آبی نموده است که بررسی تغییرات مکانی و زمانی زوپلانکتون همراه با جمعیت ماهیانی اهمیت دارد. *B. longirostris* با داشتن اندازه مناسب (Von Ende and Dempsey, 1981; Zaret and Kerfoot, 1975). نتایج تحقیقات Opuszynski (۱۹۸۱) بر تغذیه سه گونه کپور معمولی، کپور سرگنده (bighead) و کپور نقره‌ای نشان داد که رقابت غذایی بین دو گونه کپور معمولی و کپور سرگنده (bighead) وجود داشت. گونه کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) از زوپلانکتون‌های کوچک بخصوص از *B. longirostris* و روئیفرها تغذیه کردند که برای کپور معمولی اهمیتی نداشت. کپور سرگنده از گونه Tendipedidae های کلادوسرهای بزرگ، کوپه پودا و لارو تغذیه کردند که اجزاء اصلی غذای کپور معمولی نیز می‌باشند. در بررسی سد مخزنی در جنوب بربازیل گونه‌های *Daphnia*, *Simocephalus serrulatus* و *Macrothrix* sp. *daevis* در رژیم غذایی ماهیان وجود داشتند. کلادوسرا و کوپه پودا ۹-۲ درصد از رژیم غذایی ماهیان را تشکیل دادند، بجز ۲۱/۵ درصد از *Astyanax fasciatus* که در رژیم غذایی از کوپه پودا تغذیه کرده بودند (Camara et al., 2012).

از گروه رتیفرا فراوانی بیشتری *Asplanchna priodonta* نسبت به سایر گونه‌ها داشته است. *Brachianus calyciflorus* در *Pompholyx sulcata* در تابستان و *Moina dubia*, *M. micrura*, *Ceriodaphnia* sp., *Bosmina* sp. و *Chydorus* sp., *Brachionus plicatilis* (Huisman, 1976; Hogendoorn, 1980; Ocvirk and Vovk, 1986; Ajah, 1997 and 1998) انجام شد. همانطوریکه ماهیان از مرحله لاروی به مرحله جوانی رشد می‌کنند، نیاز به شکار بزرگتر مانند *Asplanchna priodonta* اهمیت بیشتری در تغذیه ماهیان خواهد داشت و در تانک‌های بزرگ کشت داده می‌شوند ۱۵۴

در این بررسی، با توجه به اینکه حجم مخزن سد ۳۰۰ میلیون متر مکعب است، به طور متوسط حدود ۳۹ تن زوپلانکتون در سد وجود دارد که به عنوان غذا در دسترس آبزیان سد بخصوص لاروهای، پچه ماهیان و ماهیان قرار می‌گیرد که می‌تواند مورد استفاده شیلات و پرورش دهنده‌گان قرار گیرد. همچنین تنوع زیستی گونه‌هایی که برای این منبع آبی ارائه شده است، از نظر حفظ محیط زیست اهمیت زیادی دارد. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند ضمن حفاظت از تنوع زیستی زوپلانکتون و ماهیان، در بهره‌برداری پایدار از تولیدات طبیعی دریاچه سد آزاد با در نظر گرفتن فعالیت‌های آبزی پروری سازگار با محیط‌زیست اکوسیستم سد اهمیت زیادی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

از همه همکاران محترم پژوهه در بخش‌های اکولوژی و ارزیابی ذخایر در پژوهشکده و سایر همکاران پشتیبانی که زحمت کشیده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- پهلوانی، س.، فرهادیان، ا. و محبوبی صوفیان، ن. ۱۳۹۸ رفتار تغذیه‌ای لارو ماهی فلاور (Blood Parrot×Texas Cichlid) با تغذیه از *Ceriodaphnia quadrangula* و *Artemia franciscana* در شرایط روشانی و تاریکی. مجله علمی شیلات. ۱۹۷-۲۸۴. ۱۹۷-۲۸۴ DOI: 119509.2019.ISFJ/22092.10: ۱۳۹۸-۱۳۹۴. رامین، م.، خلفه نیل ساز، م.، محمدخانی، ح.، عابدینی، ع.، نظری، گ.، کیان ارشی، ف.، خوشبادر رستمی، خ.، نجف پور، ش.، فارابی، س. و.، نصرالله زاده، ح.، ابراهیمی، م.، میرزا جا نی، ع.، نخعی، ن.، قانعی تهرانی، م.، بابائی، م.، مهدی زاده، غ.، صابری، ح. و دقیق روحی، ج. ۱۳۹۴. شناسایی و معرفی ظرفیت‌های آبزی پروری آبهای داخلی کشور. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۴۷ صفحه رضابی، م.، کمالی، ا.، کیا، ب. و رحمانی، ح. ۱۳۸۷ پراکنش، تنوع گونه‌ای و فراوانی گونه‌ای ماهیان رودخانه مادر سو پارک ملی گلستان. مجله علمی شیلات ایران. ۱۳: ۹۴-۷۵.

تابستان به بیشترین تعداد ۵۶ قطعه رسیدند. *Carassius auratus* با تراکم ۳-۳۹ قطعه در همه فصول سال مشاهده شد. این ماهیان از زوپلانکتون، فیتوپلانکتون، حشرات آبزی و سخت پوستان تغذیه می‌کنند و در حوضه دریاچه خزر بخصوص در تالاب انزلی، حوضه دریاچه ارومیه حوضه هامون، سیستان و کارون انتشار داشتند و در فصل بهار تولید مثل می‌کنند (مهری پور، ۱۳۸۶). این بررسی نشان داد که شاخص تنوع مانند ماهیان در دو فصل تابستان و پاییز بیش تر بوده است. در فصل زمستان با توجه به سرمای شدید فراوانی کاهش داشت و با گرم شدن هوا شاخص شانون افزایش داشت. سد مخزنی آزاد علاوه بر اهمیت اقتصادی و اجتماعی از نظر اکولوژیک به عنوان منبعی با ارزش در تولید آبزیان بشمار می‌آید. به دلیل حجم بالای مواد غذایی محلول و بار مواد آلی وارد شده از رودخانه‌های حوضه آبریز مواد غذایی جمعیت‌های متعدد جانوری را تامین می‌کند. زوپلانکتون به عنوان تولیدات ثانویه در زنجیره غذایی اکوسیستم آبی نقش دارد و از اجزاء مهم غذایی در مرحله لاروی و بزرگسالی بسیاری از گونه‌های ماهیان محسوب می‌گردند. ماهی فلاور قابلیت پرورش با هر دو طعمه زنده ناپلیوس آرتمیا *Artemia franciscana* و *Ceriodaphnia quarangula* را دارد. اما ناپلیوس آرتمیا عملکرد بهتری در مراحل اولیه دارد که با افزایش سن مصرف *C. quadrangula* بیشتر می‌شود (پهلوانی و همکاران، ۱۳۹۸).

زمانی که اکثر ماهیان سد آزاد در فصل بهار تخم‌بیزی می‌کنند، اهمیت زوپلانکتون در تغذیه لاروهای و پچه ماهیان بیشتر می‌شود بطوریکه بیشترین توسعه زوپلانکتون‌های ریز مانند رتیفرا همزمان با افزایش لارو در سد می‌باشد. در فصل بهار تراکم زوپلانکتون 3360.2 ± 5279.3 عدد در متر مکعب بوده که ۸۹ درصد جمعیت آن را روتیفرا تشکیل داد. جمعیت ماهیان نیز در این دو فصل افزایش داشت که تقریباً به طور متوسط در بهار $172/876 \pm 221/265$ میلی‌گرم در متر مکعب و در تابستان $419/0.95 \pm 379/855$ میلی‌گرم در متر مکعب زوپلانکتون برای تغذیه لاروهای و ماهیان وجود داشته است. همچنین جمعیت زوپلانکتون در ایستگاه‌های ۱ و ۲ که در دریاچه سد بودند، کمتر از رودخانه‌های منتهی به آن می‌باشد. تولیدات ثانویه در دو ایستگاه ۵ و ۴ که در دو رودخانه کوماسی و زنویسی قرار دارند، بیشتر از سایر نقاط بود بطوریکه ۶۰ درصد تراکم و ۶۹ درصد زی توده زوپلانکتون در ایستگاه ۴ و ۵ مشاهده شد.

- Ajah, P.O., 1997.** Effects of live foods, artificial feed and their combination on growth and survival of African clariid catfish (*Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840) larvae. *Bamidgeh*, 49: 205-213.
- Ajah, P.O., 1998.** A comparison of growth and survival of *Heterobranchus longifilis* fed on *Artemia nauplii* and nine non-*Artemia* live diets. *Tropical Freshwater Biology*, 7: 1-15. <http://dx.doi.org/10.4314/tfb.v7i1.20850>
- Ajah, P.O., 2008.** Growth Characteristics of the Monogonont Rotifer *Asplanchna priodonta* Gosse 1850 on Three Algae Species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 275-282
- Akopian, M., Garnier J. and Pourriot, R., 1999.** A large reservoir as a source of zooplankton for the river: structure of the populations and influence of fish predation . *Journal of Plankton Research*, 21, 285-298 DOI: 10.1093/plankt/21.2.285
- Anton-Pardo, M. and Adámek, Z., 2015.** The role of zooplankton as food in carp pond farming: a review. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 7-14. <https://doi.org/10.1111/jai.12852>
- APHA, 2005.** Standard method for the examination of water and wastes water. American publication Health, Assocdatron Washington, USA, 1313P.
- Bagenal, T.B., 1978.** Methods for assessment of fish production in freshwaters. IBP Handbook No. 3, Blackwell Scientific Publication, 3rd Edition, London, 300P.
- Berg, L.S., 1949.** Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries: Academy of Sciences of the U.S.S.R. Zoological Institute, II, 341P.
- روشن طبری، م. ۱۳۷۳.** هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه تجن. ۱۳۷۳. بولتن علمی شیلات. ۵۹-۷۱. ۴.
- روشن طبری، م.، کیابی، ب.، سلیمان رودی، ع.، مخلوق، آ. و رحمتی، ر. ۱۳۹۴.** بررسی اثرات زیست محیطی بهره برداری شن و ماسه از رودخانه تنکابن. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*. ۱۶-۱۷۶.
- سبک آرا، ج. و مکارمی، م. ۱۳۸۰.** بررسی تراکم و پراکنش پلانکتونی در دریاچه سد ماکو. *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۹-۴۶. (۲)۱۲
- عباسی، ک.، سرپناه، ع. و مراد خواه، س. ۱۳۸۶.** شناسایی و بررسی پراکنش ماهیان رودخانه سیاه درویشان. پژوهش و سازندگی. ۷۴. ۲۷-۳۹.
- عبدلی، ا. و نادری جلودار، م. ۱۳۸۷.** تنوع زیستی گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. *انتشارات آینه*. ۱۰۰ صفحه.
- مخلوق، ا.، نصرالله زاده ساروی، ح.، پرافکنده، ف.، فضلی، ح.، میرزایی، ر.، حسین پور، ح.، کیهان ثانی، ع. و دوستدار، م. ۱۳۹۶.** پایش کیفیت آب و پدیده تعذیب گرایی دریاچه سد مخزنی آزاد سندنج با استفاده از شاخص کیفیت آب ایران و شاخص غنی شدگی کارلسون بمنظور فعالیت های آبری پروری. *مجله علمی شیلات ایران*. (۲)۲۶
- (DOI): 10.22092/ISFJ.2017.113485.۶۹-۷۸
- مهدی پور، م. ۱۳۸۶.** انگلهای ماهیان بومی و معرفی شده رودخانه زاینده رود اصفهان. پایان نامه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۱۵۳ صفحه
- Abdoli, A., 2000.** The inland water fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran. 378P. (In persian)
- Afraei Bandpei, M.A., Naderi, M., Nasrolahzadeh, H., Khodaparast, N., Hoseinpour, H. and Fazli, H., 2017.** Food and feeding habits of the Mossul bleak, *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 (Cyprinidae) in the Azad dam of Sanandaj, Iran. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 6-5, 126-134

- Camara, C.F., Maioli Castilho-Noll, M.S., Arcifa, M.S., 2012.** Predation on microcrustaceans in evidence: the role of chaoborid larvae and fish in two shallow and small Neotropical reservoirs. *Nauplius*, 20(1), 1-14.DOI: 10.1590/S0104-64972012000100002
- Coad, B.W., 2017.** Freshwater Fishes of Iran. <http://www.briancoad.com>
- David, A.B., 2003.** Status of marine aquaculture in relation to live prey: past, present and future. In: Live feeds in marine aquaculture Josianne, G.S., and Lesley, A.M. (Eds.). Blackwell publishing, UK. 1-16. <https://doi.org/10.1002/9780470995143.ch1>
- Hogendoorn, H., 1980.** Controlled propagation of the African catfish, Clarias lazera (C. and V.) III. Feeding and Growth of fry. *Aquaculture*, 21, 233-241.
- Huisman, E.A., 1976.** Hatchery and nursery operations in fish culture management. In: Aspects of Fish Culture and Fish Breeding. E.A. Huisman, (Ed.). Veinman, Wageningen. 29-50.
- Kalkan, E., 2008.** Growth and Reproduction Properties of *Capoeta trutta* (Heckel,1843) in Karakaya Dam Lake. *Turkish Journal Of Zoology*, 32, 1-10
- Mwebaza-Ndawula, L.S., Sekiranda B.K. and Kiggundu, V., 2005.** Variability of zooplankton community along a section of the Upper Victoria Nile, Uganda. *African Journal of Ecology*, 43, 251-257. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2005.00583.x>
- Nelson, J.S., Grande, T. C. and Wilson, M.V.H., 2016.** Fishes of the World. Fifth Edition. John Wiley and Sons, Hoboken, 707P. DDC 597.01/2-dc23 LC record available at <http://lccn.loc.gov/2015037522>
- Ocvirk, J. and Vovk, J., 1986.** The role of live zooplankton in the artificial rearing of the grayling (*Thymallus thymallus*), *Icthyos*, 3, 8-12.
- Opuszynski, K., 1981.** Comparison of the usefulness of the silver carp and the bighead carp as additional fish in carp ponds. *Aquaculture*, 25(2-3), 223-233. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(81\)90184-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(81)90184-8)
- Pazira, A.R., Fazeli, F., Zaeri, Z., Maghsoudloo, T. and Vatandoust, S., 2015.** Life history traits of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) from Seymareh River, western Iran (Teleostei: Cyprinidae). *Iran. J. Ichthyol.*, 2(4): 280–286
- Petipa, T.S., 1957.** About average weight of main forms of zooplankton of the Black Sea. Proceedings of Sevastopol. *Biological Station*, 9, 39-57 .
- Pielou, E.C., 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Postel, L., Fock, H. and Hagen, W., 2000.** Biomass and abundance. In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R. and Huntley, M. (Eds.), *Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, San Diego. 83-192
- Reckendorfer, W., Keckejs, H., Winkler, G. and Schiemer, F., 1999.** Zooplankton abundance in the River Danube, Austria: the significance of inshore retention . *Freshwater Biology*, 41, 583–591.
- Shannon, C. E. and Wiener, W., 1949.** The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, 177P.
- Smakulska, J. and Gorniak, A., 2004.** Morphological variation in *Daphnia cucullata*

Sars with progressive eutrophication of a polymictic lowland reservoir. *Hydrobiologia*, 526, 119–127.
DOI:10.1023/B:HYDR.0000041609.76694.fd

Von Ende, C. and Dempsey, D., 1981. Apparent exclusion of the cladoceran *Bosmina longirostris* by invertebrate predator *Chaoborus americanus*. *The American Midland Naturalist*, 105, 240-248. DOI: 10.2307/2424742

Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 1991. Limnological analyses. New York USA: Springer-Verlag. 391P.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-4098-1>.

Zaret, T. and Kerfoot, C., 1975. Fish predation on *Bosmina longirostris*: body-size selection versus visibility selection. *Ecology*, 56, 232-237.

Study of Some Limnological properties of Sanandaj Azad Dam Based on Zooplankton Structure

Rowshan Tabari M.^{1*}; Naderi Jolodar M.¹; Hoseinpour H.²; Rahmati R.¹; Khodaparast N.¹

*Rowshantabari@yahoo.com

1- Caspian Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran.

2-Agricultural Jihad of Kurdistan Province, Sanndaj, Iran.

Abstract

This survey was carried out on the diversity and structure of zooplankton and fish during to summer 2015 to spring 2016 in the lake of Azad dam in Sanandaj, Iran. The sampling of fish was done by gill net and Electrofishing method was also used for sampling of the Cumasi River with a current of 1.7 amps and 100-300volts. Zooplankton sampling was carried out at 5 stations seasonally by 50 micron plankton net with a diameter of 36 cm. In the present study, 23 species of zooplankton were identified, 20 species belong to the holoplankton and 3 species belong to meroplankton groups. The results showed that the zooplankton population was 3276 ind./m³ in the autumn, which was lower than in other seasons. In winter, the density increased and peaked in the spring. In all seasons, the rotifera accounted the highest density were of zooplankton was observed. The highest density at stations 5, 4, 2, 3 and 1, respectively. In this study 12 species of fish were identified, 11 species of the Cyprinidae and 1 species of the Nemacheilidae. The *Alburnus sellal*, *Capoeta trutta* and *Carassius auratus* were present in all seasons in dam and rivers. In summer, the density of the fish was 258 specimens, falling in the fall and reaching 47 specimens in the winter. From the spring, a high increasing (448 specimens) was observed in the catch, which 353 specimens belonged to the species *Alburnus sellal* that contained 79% of the fish caught in this season. Considering that the reservoir volume of the dam is 300 million cubic meters, there are on average about 39 tons of zoplankton in the reservoir, which is available aquatic animals of dam, especially larvae, fingerlings and fish. Considering the state of zooplankton in terms of the amount of food for fish and larvae, the dam can be used for fishery exploitation and proper management.

Keywords: Zooplankton, Fish, Fisheries, Azad Dam, Iran

*Corresponding author