وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:

امکان سنجی ایجاد زیستگاه طبیعی تخم ریزی ماهیان استخوانی در معرض خطر دریای خزر به منظور حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی

مجری:
مهدی نادری جلودار

شماره ثبت
۴۹۳۵۵

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه : امکان سنجی ایجاد زیستگاه طبیعی تخم ریزی ماهیان استخوانی در معرض خطر دریای خزر به منظور حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی
شماره مصوب پروژه : ۸۹۱۶۳-۸۹۱۴-۱۲-۷۶-۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : مهدی نادری جلودار
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : مهدی نادری جلودار
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : مهدی یوسفیان، حسن نصرالله زاده، حسن فضلی، شعبان نجف پور، عبداله سلیمان رودی، آسیه مخلوق، فرامرز لالویی، شهریار بهروزی، رحیمه رحمتی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : مراحم رحمتی
محل اجرا : استان مازندران
تاریخ شروع : ۸۹/۱۰/۱
مدت اجرا : ۳ سال و ۳ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : امکان سنجی ایجاد زیستگاه طبیعی تخم ریزی ماهیان استخوانی در معرض خطر دریای خزر به منظور حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی

کد مصوب : ۸۹۱۶۳-۸۹۱۴-۱۲-۷۶-۱۴

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۳۵۵ تاریخ : ۹۵/۲/۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای مهدی نادری جلودار دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته اکولوژی دریایی می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در تاریخ ۹۴/۶/۱ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت کارشناس ارشد بخش اکولوژی در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۱-۱- اهداف ۶
۱-۲- سوابق تحقیق ۶
۲- مواد و روش ها ۸
۱-۲ - منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه ها ۸
۲-۲ - شاخص های تنوع، تشابه و غنای تاکزونی ۱۵
۳-۲ - گروه های تغذیه ای ۱۵
۳- نتایج ۱۷
۱-۳- نتایج پارامتر های فیزیکی و شیمیایی آب در رودخانه های مورد مطالعه ۱۷
۱-۱-۳- رودخانه تجن ۱۷
۲-۱-۳- رودخانه هراز ۱۹
۳-۱-۳- رودخانه سردآبرود ۲۵
۴-۱-۳- رودخانه چالوس ۲۷
۲-۳- نتایج بزرگ بی مهرگان کفزی و ماهیان در رودخانه های مورد مطالعه ۳۳
۱-۲-۳- نتایج بزرگ بی مهرگان کفزی ۳۳
۲-۲-۳- نتایج گونه های ماهیان ۳۹
۴- بحث ۵۰
پیشنهادها ۵۸
منابع ۶۰
چکیده انگلیسی ۶۴

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی امکان تکثیر طبیعی ماهیان در معرض خطر انقراض حوضه جنوبی دریای خزر در رودخانه های تجن، هراز، سردآبرود و چالوس و شناسایی و معرفی زیستگاه های مناسب برای این گونه ها در منطقه مورد مطالعه به عنوان ذخیره گاه ژنتیکی است. نمونه برداری از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، بزرگ بی مهرگان کفزی و فون ماهیان در هریک از رودخانه ها، بصورت فصلی در ایستگاه های تعیین شده از اسفند ۱۳۸۹ طی یک سال صورت گرفت. نمونه برداری از بزرگ بی مهرگان کفزی با استفاده از نمونه بردار سوربر و برای نمونه برداری از گونه های ماهیان از تور گوشگیر و دستگاه الکتروشوکر با جریان ۱/۷ آمپر و ولتاژ ۳۰۰-۱۰۰ ولت استفاده گردید. در مجموع ۵۳ تاکسون از بزرگ بی مهرگان کفزی در جهار رودخانه فوق شناسایی شده که رودخانه تجن با ۴۷ تاکسون از بیشترین غنای گونه ای برخوردار بودند. در رودخانه های مورد مطالعه ۲۰ گونه ماهی شناسایی شده که ۶ گونه آنها غیر بومی بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که غالب ماهیان شناسایی شده، گونه های ساکن رودخانه بودند. تنوع گونه ای ماهیان از بالا دست به پایین دست رودخانه ها افزایش داشت.همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فراوانی نسبی گونه های ماهی مقاوم به آلودگی و شرایط سخت محیطی در تمامی رودخانه ها بیشتر از گونه های حساس بودند. برآیند پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر دمای آب، DO ، BOD5 ، pH، TSS، TDS، EC ، کدورت و مواد مغذی، شاخص های زیستی نظیر شانن، EPT ، .EPT/CHIR، HFBI ، گروه های کارکرد تغذیه ای و حضور و عدم حضور گونه های ماهیان نشان داد که از بالا دست تمامی رودخانه های مورد مطالعه به پایین دست آنها کیفیت آب بصورت معنی دار کاهش یافته (به عنوان مثال در رودخانه تجن میزان کدورت آب از صفر در ایستگاه ۱ تا ۳۳۳ NTU در ایستگاه ۶ ، متغیر بود که به شدت تحت تأثیر کارگاه های شن و ماسه است. همچنین فعالیت کارگاه های پرورش ماهی تأثیر معنی داری بر کیفیت آب رودخانه هراز داشت). حداقل شاخصHFBI ۲/۸۴ در ایستگاه ۱ بوده و حداکثر آن در ایستگاه ۵ به مقدار ۶/۰۱ بود) و امکان تکثیر طبیعی گونه های مهاجر که غالب گونه های در معرض خطر انقراض را شامل شده در پایین دست رودخانه ها ی هراز و تجن وجود ندارد. شرایط برای تکثیر طبیعی این گونه ها در رودخانه های سردآبرود و چالوس تا حدی وجود دارد. در سد شهید رجایی ساری بیشترین فراوانی نسبی گونه های ماهیان به ترتیب متعلق به سیاه ماهی *Capoeta capoeta*، سس ماهی *Luciobarbus capito* و ماهی سفید رودخانه ای *Squalius cephalus* بودند. این گونه ها دارای ساختار سنی، طولی و وزنی مختلفی در زیستگاه سد شهید رجایی بوده و اکوسیستم دریاچه پشت سد فوق و بالا دست آن ، شرایطی را فراهم نموده که احتمالا امکان معرفی و زیست برخی از گونه های مهاجر و در معرض خطر انقراض نظیر ماهیان خاویاری، سس ماهیان، شاه کولی و... به عنوان ذخیره گاه ژنتیکی برای حفظ تنوع زیستی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه تجن، هراز، سردابرود، چالوس ، سد شهید رجایی، زیستگاه، آلودگی، بازسازی، گونه های ماهی در معرض خطر انقراض

۱- مقدمه

اهمیت اکوسیستم دریای خزر بر هیچکس پوشیده نیست ، اکوسیستمی با تنوع گونه ای بالا، گونه های انحصاری و داشتن آب لب شور ، اما عواملی باعث تهدید تنوع زیستی ماهیان این منطقه مهم شدند.

تاکنون با در نظرگرفتن ماهیان غیر بومی در این منطقه ۵۳ جنس و ۷۹ گونه، متعلق به ۱۸ خانواده و ۱۰ راسته شناسایی شدند. از میان ماهیان شناسایی شده اغلب ساکن آب شیرین (رودخانه ها و تالابها) می باشند و حدود ۲۳ درصد ازآنها را ماهیان مهاجر از دریا به رودخانه تشکیل می دهند (نمودار ۱-۱)(عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷).

فراوانی ماهیان غیر بومی در سالهای اخیر برای توسعه پرورش ماهی و یا تصادفی به همراه سایر گونه های پرورشی و احداث کانال ولگا دن در این منطقه افزایش یافته اند و حدود ۱۷ درصد از گونه های این منطقه را به خود اختصاص داده اند (نمودار ۱-۲) (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). ۴۴ درصد از گونه های ماهیان این منطقه قابلیت بهره برداری اقتصادی دارند (نمودار ۱-۳) (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷).

۲۴ درصد از گونه های ماهیان این منطقه، انحصاری دریای خزر بوده و در سایر نقاط دنیا وجود ندارند(عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). این گونه ها به لحاظ حفاظتی دارای ارزش ویژه ای بوده، ضمن آنکه از خصوصیات ویژه این اکوسیستم منحصر به فرد بوده و می بایست نسبت به حفاظت از آنها تمهیدات خاصی صورت گیرد (نمودار ۱-۴).

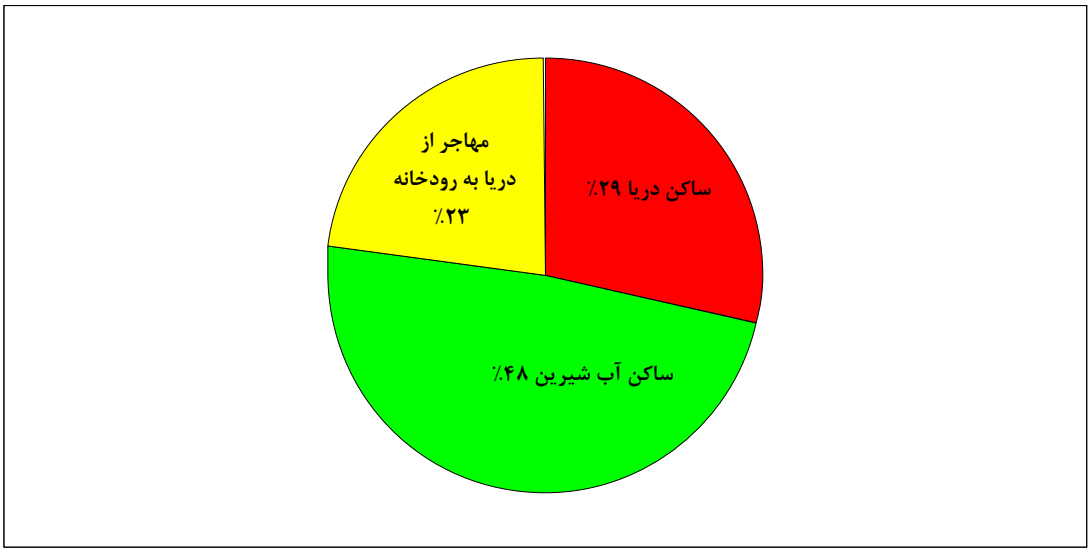
وضعیت حفاظتی گونه ها بر اساس طبقه بندی موسسه جهانی حفاظت از طبیعت (IUCN) مشخص شده است. احتمالا بر اساس ملاک های بین المللی گونه های کمی در طبقات شدیدا در معرض خطر انقراض و یا آسیب پذیر قرار می گیرند. اما با ملاک های ملی و منطقه ای (حوضه جنوبی دریای خزر)، گونه های نسبتا زیادی در منطقه در معرض تهدید قرار گرفتند. بر این اساس۶ درصد از گونه های این منطقه شدیدا در معرض خطر انقراض هستند، ۲۱ درصد نیازمند حفاظت بوده و تنها ۳۶ درصد وضعیت خوبی دارند (نمودار ۱-۵) (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷).

آنچه که تاکنون می توان بیان نمود، آن است که تخریب زیستگاه مخصوصا برای ماهیانی که مهاجر بوده و در رودخانه تولیدمثل می کنند و صید بی رویه گونه های اقتصادی از عوامل مهم در خطر انقراض قرار گرفتن گونه های ماهیان این منطقه می باشد. در نتیجه رودخانه های حوضه جنوبی دریای خزر نقش به سزایی در بقأ ماهیان شیلاتی دارد که متأسفانه در سالهای اخیر دستخوش تغییرات زیادی شدند (ساختن سد، تخریب بستر، آلودگی به فاضلاب های کشاورزی، شهری و صنعتی و ...) و ضمن تهدید نسل بسیاری از گونه های ماهیان مهاجر، بقأ بسیاری از گونه های ساکن در این رودخانه را نیز با خطر مواجه ساخته است.

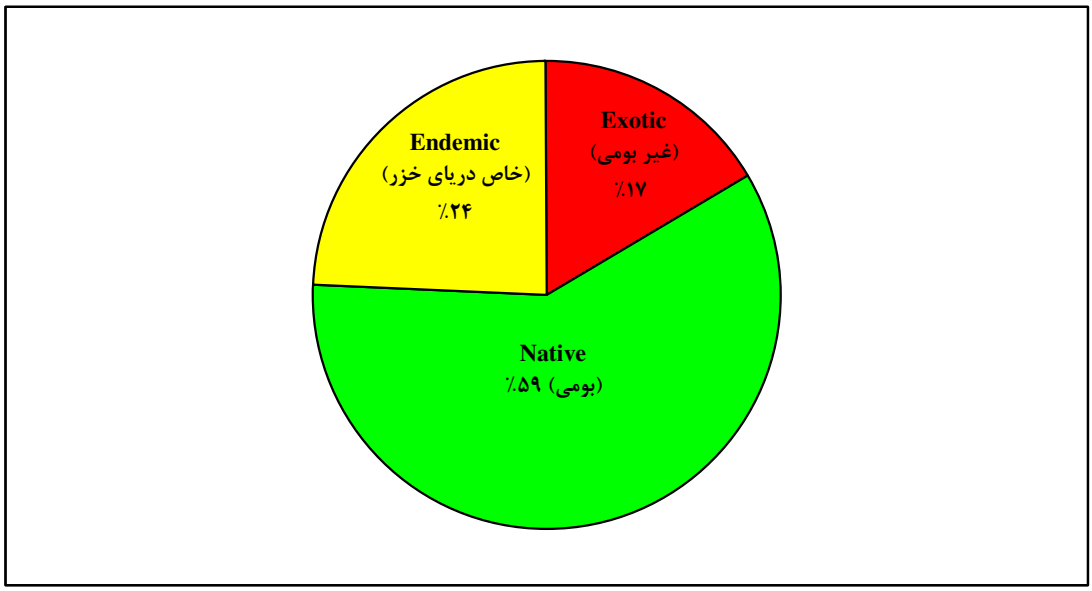
شهرنشینی، فعالیت های صنعتی و کشاورزی با همه مزایایی که در افزایش تولید داشته است، همواره با آثار مخرب خود از طریق ایجاد آلاینده ها و پساب ها، سلامت اکوسیستم ها به ویژه آب های سطحی را به مخاطره

می اندازند (Karr, 1998). آلودگی آب رودخانه ها را در حقیقت می توان شاخص آلودگی محیط زیست در اثر فعالیت های انسانی به حساب آورد، زیرا رودخانه ها تنها منابع آبی هستند که مسیر طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می کنند (Sharma and Chowdhary, 2011). با توجه به این موضوع ۳ نوع آلودگی شامل آلایندهای صنعتی ناشی از کارخانجات و صنایع، آلودگی کشاورزی حاصل از سموم کشاورزی مورد استفاده در مزارع کشاورزی و آلودگی شهری شامل فاضلاب های خانگی و شهری می باشد و بر این اساس ۳ منبع آلاینده وارد رودخانه ها می شوند (**Qane,** 2004**).**

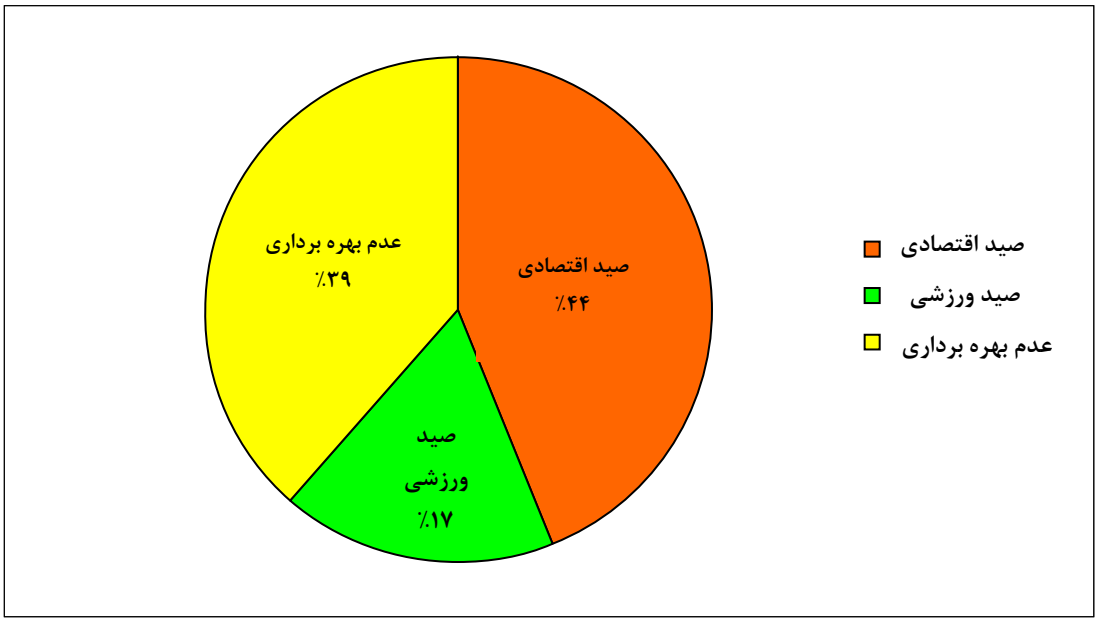
رودخانه تجن یکی از رودخانه های مهم حوضه جنوبی دریای خزر به لحاظ فون ماهیان بوده و بیش از یک سوم گونه های ماهیان این حوضه در این رودخانه گزارش شدند (نادری جلودار، ۱۳۷۸). رودخانه های سردابرود و چالوس دو رودخانه حفاظت شده بوده و به لحاظ تنوع فون ماهی و شرایط زیستگاهی در مقایسه با سایر رودخانه های حوضه از شرایط نسبتا مطلوب تری برخوردار می باشند. رودخانه حفاظت شده هراز نیز در کنار دو رودخانه سردابرود و چالوس در گذشته سابقه حضور خوب برخی از گونه های ماهیانی که در حال حاضر مورد تهدید واقع شدند را داشتند. ضمن این که این رودخانه ها علیرغم طول کوتاه شان، تمامی نواحی اکولوژیک را دارا بوده و با احیائ آنها می توانند نقش موثری در حفظ تعداد گونه های ماهی بیشتری را داشته باشند. عدم اطلاعات مستمر و بعضاً پراکنده از تغییرات این اکوسیستم مهم، سبب شده است تا اعمال مدیریت صحیح در این منطقه امکان پذیر نباشد. در این مطالعه سعی خواهد شد تا با استفاده از اطلاعات موجود در سالهای گذشته، پژوهشی هدفمند جهت اصلاح و احیاء رودخانه ها بخصوص رودخانه تجن به منظور بهره برداری پایدار و توسعه منابع آبزیان شیلاتی دریا (ماهیان مهاجر) و رودخانه صورت گیرد. ضمن آن که می توان به حفاظت برخی ازگونه های در معرض خطر این حوضه کمک نمود. بدین ترتیب پروژه حاضر برای حفاظت از گونه های ماهیان در معرض خطر انقراض مانند سس ماهیان اقتصادی حوضه جنوبی دریای خزر، ماهی آزاد دریای خزر، ماهیان خاویاری بخصوص شیب و فیل ماهی و....در راستای حفظ تنوع زیستی ماهیان اکوسیستم دریای خزر انجام شد.



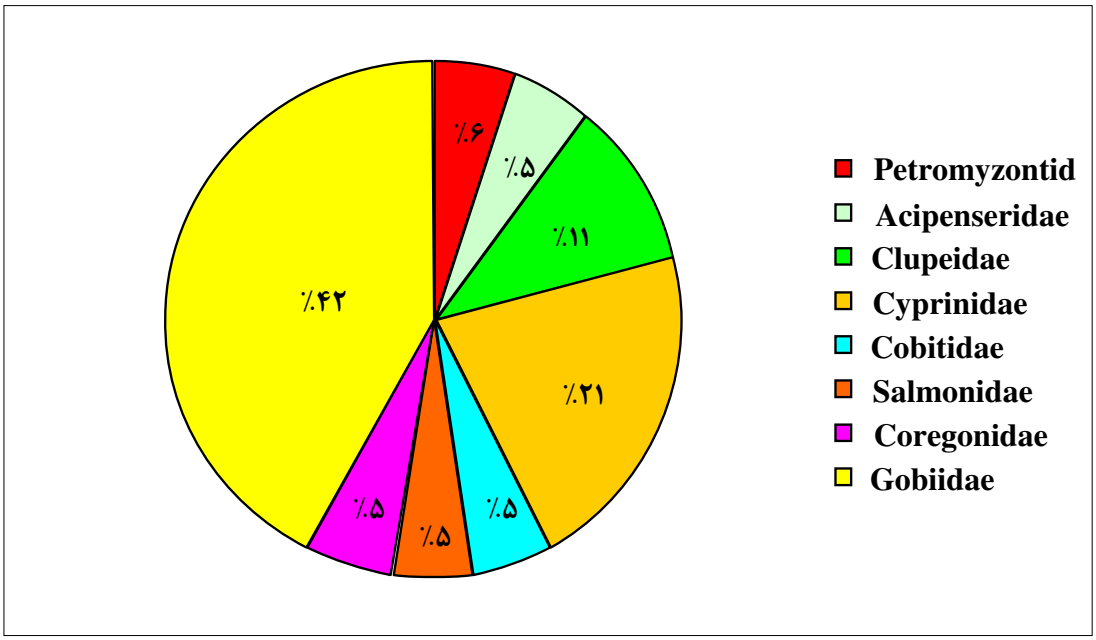
نمودار ۱-۱: فراوانی گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر با توجه به محل زندگی در دریا و آب شیرین(نادری جلودار، ۱۳۷۸)



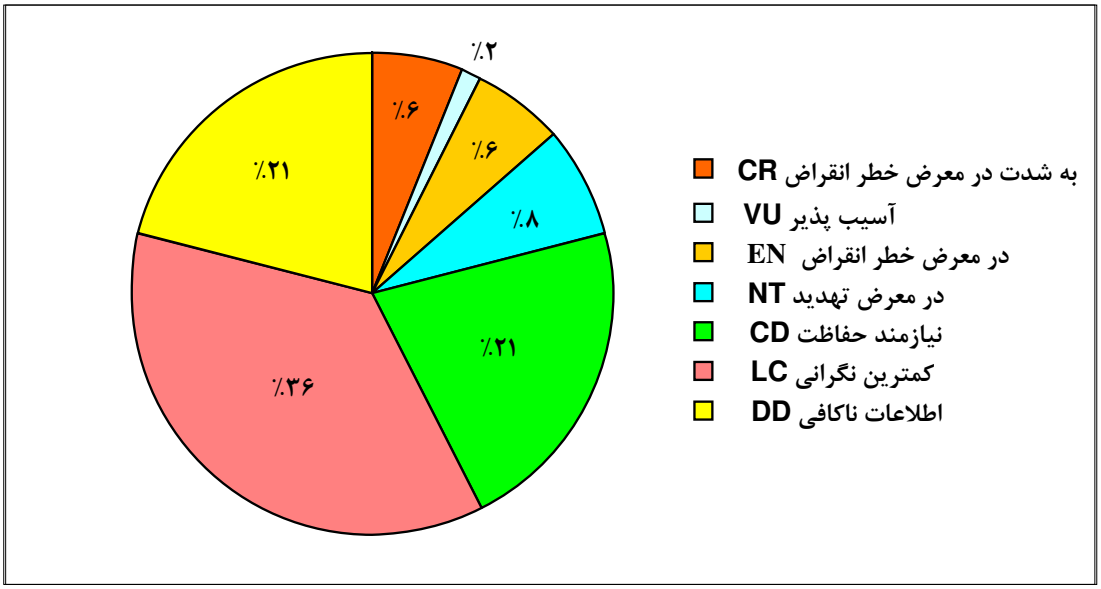
نمودار ۱-۲: فراوانی گونه های بومی، انحصاری و غیر بومی دریای خزر(نادری جلودار، ۱۳۷۸)



نمودار ۱-۳: فراوانی گونه های ماهیان حوضه های جنوبی دریای خزر با توجه به بهره برداری از آنها(نادری جلودار، ۱۳۷۸)



نمودار ۱-٤: فراوانی گونه های انحصاری (Endemic) حوضه جنوبی دریای خزر در خانواده های مختلف(نادری جلودار، ۱۳۷۸)



نمودار ۱-۵: فراوانی گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر در طبقات مختلف IUCN با توجه به معیارهای ملی و منطقه ای(نادری جلودار، ۱۳۷۸)

۱-۱-اهداف

۱- بررسی امکان تکثیر طبیعی ماهیان در معرض خطر انقراض در رودخانه های مورد مطالعه.

۲- تعیین کیفیت آب رودخانه های مورد مطالعه با استفاده از پارامتر های فیزیکو شیمیایی آب و شاخص های زیستی.

۳- تعیین روش های پایش کیفی آب رودخانه تجن و سد سد شهید رجایی جهت بهره برداری پایدار.

۴- شناسایی برخی از گونه های ماهیان در معرض خطر انقراض که امکان بقاء و تولید مثل احتمالی در سد و رودخانه تجن را دارند.

۱-۲- سوابق تحقیق

طی سالهای گذشته این رودخانه ها بصورت محدود و پراکنده، با اهداف مختلف اعم از هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و بیولوژی برخی گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر مورد مطالعه قرار گرفته اند (عبدلی، ۱۳۷۳: روشن طبری، ۱۳۷۳). نتایج مطالعات نشان می دهد که این رودخانه ها با گذشت زمان، روند تخریبی در سنوات گذشته داشته است. تخریب رودخانه ها در سال های اخیر شدت پیدا نموده و بقأ بسیاری از گونه ها بدون کمک شان امکان پذیر نیست. بنابراین جهت بهره برداری پایدار، شناخت و احیاء رودخانه های این منطقه امری ضروری بوده و اقدامات اجرائی در روند بهبود وضعیت آنها صورت نگرفته است. برای هر نوع تصمیم گیری در ارتباط با احیاء مناطق تکثیر طبیعی، به اطلاعات طبقه بندی شده نیاز می باشد. در راستای تحقیقات انجام گرفته در ارتباط با اکوسیستم رودخانه ها و مشخص نمودن نقاط بحرانی، لازم است که بررسیها

بصورت هدفمند و بمنظور احیاء رودخانه های فوق بخصوص رودخانه تجن و شرایط اکولوژیک سد شهید رجایی جهت معرفی برخی از گونه های در معرض خطرصورت گیرد.

رودخانه های تجن،هراز، سردابرود و چالوس به لحاظ تنوع گونه های ماهی و شرایط زیستگاهی، مهمترین رودخانه های این منطقه بوده، به امید اینکه با شناخت این اکوسیستم های ارزشمند و زیستمندان آنها، بتوانیم هر چه سریع تر نسبت به بازسازی آنها اقدام نماییم. در واقع یکی از نتایج مهم پروژه ایجاد بانک ژنی زنده در حوضه جنوبی دریای خزر برای نگهداری زنده گونه های مورد نظر در زیستگاه های قابل قبول (از جمله رودخانه تجن و سد شهید رجایی)، تهیه فرصتی برای متخصصین این امر و مدیران شیلاتی در حفاظت از ذخایر ژنتیکی زنده گونه های در معرض خطر ، تهدید شده و آسیب پذیر می باشد.

۲- مواد و روش ها

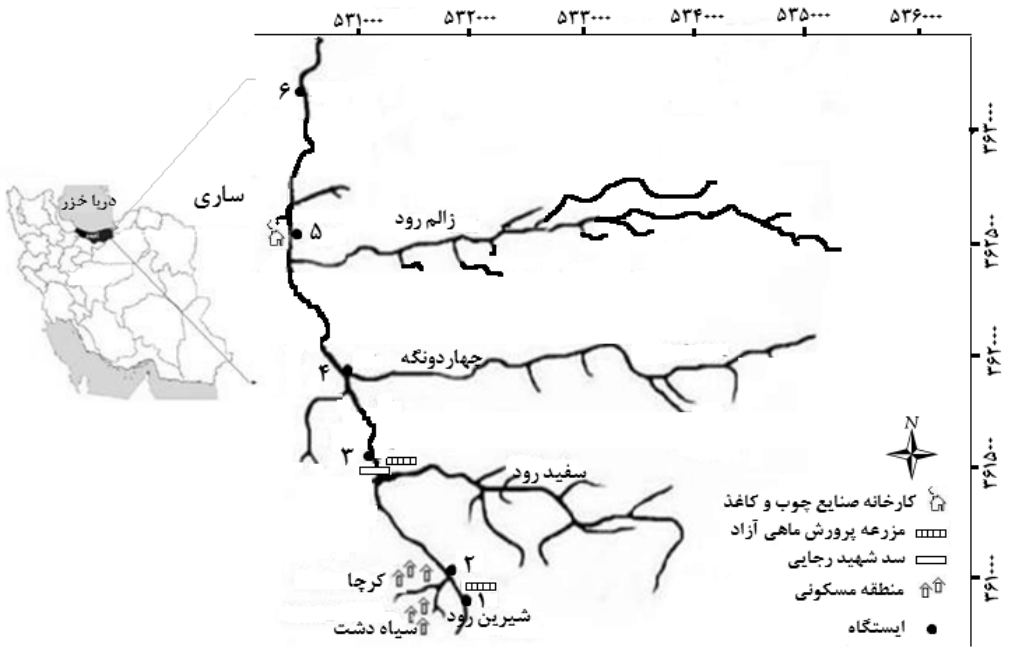
۱– ۲ – منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه ها

شکل شماره ۲-۱ مناطق و زیستگا ههای مهم فون ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر شامل نواحی شرقی، میانی و غربی نوار ساحلی بخش جنوبی دریای خزر ، برخی تالابها و رودخانه های مهم این حوضه را نشان می دهد.

شکل شماره ۲-۱ مناطق و زیستگا ههای مهم فون ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر

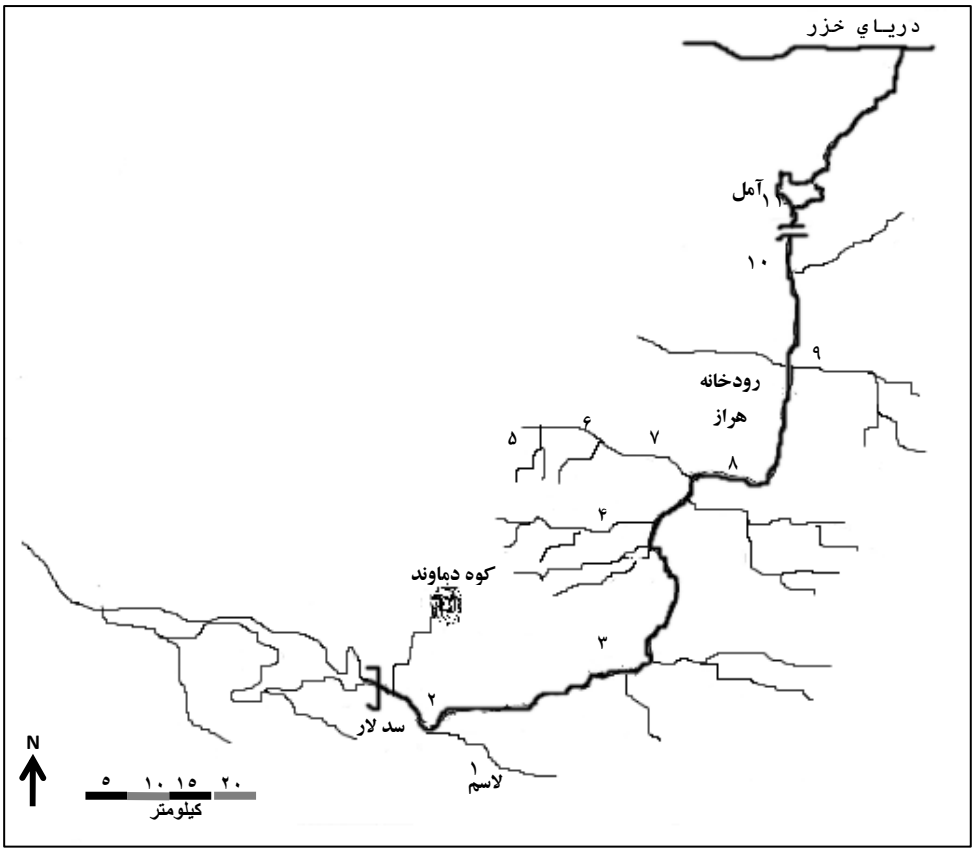
۲-۱- رودخانه اترک (Atrak River)، ۲- رودخانه گرگانرود (Gorganrud River)، ۳- رودخانه قره سو (Gharasu River)، ٤- خلیج گرگان (Gorgan Bay)، ٥- رودخانه تجن (Tajan River)، ٦- رودخانه بابلرود (Babolrud River)، ۷- رودخانه هراز (Haraz River)، ۸- رودخانه سردابرود (Sardabrud River)، ۹- رودخانه تنکابن (Tonekabon River)، ۱۰- رودخانه سفید رود (Sefidrud River)، ۱۱- تالاب انزلی (Anzali Lagoon)، ۱۲- رودخانه ارس (Aras River)، ۱۳- جنوب شرقی خزر (South-west Caspian Sea)، ١٤- قسمت مرکزی جنوب خزر (South-central Caspian Sea)، ١٥- جنوب غربی خزر (South-east Caspian Sea)

تجن یکی از رودخانه‌های دائمی و مهم حوضه آبریز دریای خزر بوده که میانگین آب ورودی سالانه آن به دریای خزر در حدود ۱۹/۴ متر مکعب در ثانیه گزارش شد (Saeedi *et al.*, 2006). این رودخانه از دامنه کوه های علی خانی،داراب کوه و سرکوه از ناحیه کوهستانی هزار جریب در دامنه های شمالی رشته کوه های البرز سرچشمه می گیرد. طول رودخانه در حدود ۱۴۰ کیلومتر بوده و دارای حوضه آبریزی به مساحت ۴۱۴۷ کیلومتر مربع است (Farajzadeh and Fallah, 2009). همانطور که در شکل ۲-۲ مشاهده می شود، با در نظر گرفتن عوارض انسان ساخت بر روی رودخانه مانند سد مخزنی شهید رجایی ، شاخه های مختلف رودخانه، امکان دسترسی به بخش های مختلف رودخانه و فاکتور های محیطی از قبیل شیب رودخانه و ارتفاع از سطح دریا، تعداد ۶ ایستگاه تعیین شد.



شکل ۲-۲- نقشه موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه در رودخانه تجن

رودخانه پر آب هراز از دامنه شرقی کوه پالون گرد در ۸۰ کیلومتری جنوب شهر آمل و ۷۰ کیلومتری جنوب نور سرچشمه گرفته است تا پلور رودخانه لار و پس از آن رودخانه هراز نامیده می شود. رودخانه هراز در یک دره نسبتاً پهن به طرف شمال جریان یافته‌است و در مسیر آن چندین روستا و محله وجود دارد. حجم آبدهی این رودخانه ۹۴۰ میلیون مترمکعب است. پر آب ترین و کم آب ترین فصل سال به ترتیب فصل بهار با متوسط آبدهی ۴۶۴ میلیون مترمکعب و فصل زمستان با ۱۳۲ میلیون متر مکعب می باشد. احداث کارگاههای پرورش ماهیان سردآبی در کنار این رودخانه به صورت امری رایج در آمده، به طوریکه تاکنون ۱۹مزرعه در حال بهره برداری , ۹ مزرعه در شرف تأسیس و ۱۱مزرعه دارای موافقت اصولی و حداقل ۸ کارخانه شن و ماسه در حاشیه این رودخانه وجوددارد. براساس مصوبه شورای‌عالی محیط‌زیست، حریم رودخانه هراز ۱۵۰ متر تعیین شده و رودخانه‌هایی که به آن می‌ریزند از سرچشمه تا روستای گزنک، یعنی به طول ۲۳ کیلومتر، منطقه حفاظت شده اعلام شده است (نادری جلودار، ۱۳۸۷). تعداد ۱۱ ایستگاه در این رودخانه تعیین شده که طول و عرض جغرافیایی ایستگاه ها در دامنه های ″۲۳ ′۴ °۵۲ - ″۱۴ ′۱۳ °۵۲ شرقی و ″۲۲ ′۵۱ °۳۵ - ″۵ ′۵۴ °۳۵ شمالی قرار دارد(نقشه ۲-۳ و جدول ۲-۱).



شکل ۲-۳- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۲-۱- ایستگاه ها ی نمونه برداری در رودخانه هراز

شماره ایستگاه	ایستگاههای مورد بررسی
۱	رودخانه لاسم
۲	بعد از پلور- قبل از اتصال به شاخه لاسم
۳	زیر پل وانا
۴	روستای نیاک
۵	رودخانه بلده-روستای نسن
۶	رودخانه بلده-بعد از روستای بردون
۷	رودخانه بلده- قبل از تاکر
۸	روستای نمار
۹	رودخانه چلاو
۱۰	قبل از سد انحرافی- نزدیک پارک جنگلی آمل
۱۱	۱۰۰۰ متر پایین تر از سد انحرافی

سرچشمه دو رودخانه حفاظت شده سردآبرود و چالوس از ارتفاعات رشته کوه البرز و قله علم کوه می باشد (سرچشمه رودخانه سردآبرود ۴۸۲۳ متر و رودخانه چالوس ۴۱۵۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد)، که در سرتاسر سال پوشیده از برف بوده و باعث می شود که جریان آب رودخانه های مذکور به صورت دایمی در تمام فصول سال در جریان باشند، سیلاب هایی نیز در زمان ذوب سریع برف ها ایجاد می شود. رودخانه چالوس نسبت به رودخانه سردآبرود دارای انشعاب های فرعی بیشتری بوده و به همان نسبت حجم آب بیشتری نیز دارد. طول رودخانه چالوس ۷۰ کیلومتر و رودخانه سردآبرود ۶۰ کیلومتر می باشد. (مهندسین مشاور پژوهاب،۱۳۶۶).

با استفاده از نقشه حوزه آبریز رودخانه ها و در نظر گرفتن شرایط منطقه و عوامل محیطی تاثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه و سهولت دسترسی، در مجموع در رودخانه چالوس ۵ ایستگاه و در رودخانه سردآبرود ۴ ایستگاه تعیین شدند (جداول ۲-۲ و ۲-۳). اطراف رودخانه چالوس از ایستگاه ۱ تا ایستگاه ۲ پوشش جنگلی با تراکم کمی بوده و اغلب مراتعی می باشد که درختان بصورت پراکنده در آنها وجود دارند. از ایستگاه ۲ تا ایستگاه ۳ پوشش گیاهی اطراف رودخانه زمین های کشت برنج و باغ های مرکبات بوده و در ارتفاعات نیز درختان سوزنی برگ سرو زربین وجود دارند. از ایستگاه ۳ تا ایستگاه ۴ پوشش انبوه درختان پهن برگ مانند بلوط وجود دارد. از ایستگاه ۴ تا ایستگاه ۵ نیز اطراف رودخانه زمین های کشاورزی، منازل مسکونی و باغ های مرکبات می باشند که در این قسمت برخی از مواد آلاینده از شهر چالوس به رودخانه اضافه می شود. جنس بستر نیز در این رودخانه به گونه ای است که در ایستگاه ۱ بیشتر تخته سنگ هاید با قطر بیش از ۰/۵ متر بوده و هرچه به سمت پایین رودخانه می آییم از مقدار آنها کاسته شده و مقدار قلوه سنگ ها افزایش می یابد، بطوری که در ایستگاه ۵ بستر رودخانه مقدار کمی گل و لای و بیشتر قلوه سنگ می باشد (شکل های ۲-۴ الی ۲-۸). در رودخانه سردآبرود نیز در ارتفاعات (ایستگاه ۱) پوشش گیاهی اطراف رودخانه درختان پهن برگ به صورت پراکنده و گیاهان علفی وجود دارند و قسمت های پایین تر آن را مناطق مسکونی شهر کلاردشت و روستاهای اطراف آن پوشانده است. از این ناحیه تا ایستگاه ۲ پوشش جنگلی انبوع وجود دارد. از ایستگاه ۲ تا ایستگاه ۴ پوشش گیاهی اطراف رودخانه زمین های کشت برنج و باغ های مرکبات می باشند. بستر رودخانه در ایستگاه ۱ و ۲ اغلب تخته سنگ های با قطر ۰/۵ متر وجود دارد. در ایستگاه ۳ بستر قلوه سنگ بوده و در ناحیه مصب (ایستگاه ۴) جنس بستر گل و لای و ماسه می باشد و پوشش گیاهان آبزی مانند نی و لویی تنها در این قسمت در سطح محدودی وجود دارد (شکل های ۲-۹ الی ۲-۱۲).

جدول۲-۲- موقعیت ایستگاه های رودخانه چالوس

ایستگاه های نمونه برداری	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	۲۰۵۹	۵۱۱۹۲۷	۳۶۱۲۷۳
۲	۱۳۴۲	۵۱۱۵۹۷	۳۶۱۵۶۶
۳	۵۰۹	۵۱۱۸۷۷	۳۶۲۸۵۷
۴	۳۰۰	۵۱۲۲۸۵	۳۶۳۴۷۲
۵	۲۰	۵۱۲۴۷۱	۳۶۳۸۸۱

شکل۲-۵

شکل۲-٤

شکل۲-۷

شکل۲-٦

شکل۲-۸

جدول۲-۳ : موقعیت ایستگاه های رودخانه سردآبرود

ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی(شمالی)	طول جغرافیایی(شرقی)
۱	۱۷۸۷	۳۶° ۳۶' ۸۶۸"	۵۱° ۰۳' ۸۲۰"
۲	۱۵۸۰	۳۶° ۲۸' ۰۲۴"	۵۱° ۰۵' ۲۸۶"
۳	۱۲۰۵	۳۶° ۳۰' ۳۸۸"	۵۱° ۰۹' ۴۴۶"
۴	۷	۳۶° ۴۱' ۰۶۲"	۵۱° ۲۳' ۷۸۲"

شکل ۲-۱۰

شکل ۲-۹

شکل ۲-۱۲

شکل ۲-۱۱

- نمونه برداری از پارامترهای زیستی و غیر زیستی بصورت فصلی، در ایستگاه های تعیین شده در رودخانه های مورد مطالعه صورت گرفت.

- بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب شامل دمای آب و هوا، $PO4^{-3}$, TP, , , BOD5, TSS, TDS,EC pH، DO, NO2-، TN, NO3-, NH4+ بااستفاده از استاندارد متد آنالیز می گردد(Clescert *et al*., 2005).

- در نمونه برداری از بزرگ بی مهرگان کفزی، از نمونه بردار سوربر[۱] به ابعاد cm^2 ۳۰/۵ x۳۰/۵ با چشمه تور ۳۶۰ میکرون استفاده می شود(Pennak, 1953; Loch *et al*., 1999). برای شناسایی موجودات از لوپ آزمایشگاهی و کلیدهای شناسایی معتبر (Pennak, 1953; Edmonson,1959; Needham, 1976; Quigley, 1986 Tachet *et al*., 2000;) استفاده گردید.

- ماهیان با استفاده از سالیک، تور پره و گوشگیر و به روش Electro fishing با ۱/۷ آمپر صید و شناسایی شدند(Bagenal, 1978; Ludwig and Reynolds, 1988).

در هر بار نمونه برداری ترانسکتی در کنار رودخانه در نظر گرفته و به طول ۱۵۰ متر نمونه برداری صورت گرفت. جهت جمع آوری ماهیان دچار شوک شده، علاوه بر ساچوک دستگاه الکتروشوکر با چشمه تور ۶ میلی متر، از تور پره با چشمه ۶ میلی متر نیز استفاده شد(Sheldon, 1968). نمونه ها پس از صید در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شده و جهت بررسی به آزمایشگاه انتقال داده شدند(Bagenal, 1978).

[۱] -Surber sample

۲-۲- شاخص های تنوع، تشابه و غنای تاکزونی

- تنوع

برای برآورد مقدار تنوع تاکزونی از شاخص شانن (H)استفاده گردید:

$$H' = -\sum_{i}^{n} piLnPi$$

- تشابه

برای تشابه تاکزونی از شاخص پیلو (J)استفاده شد:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{LnS}$$

- غنای تاکزونی

برای غنای تاکزونی از شاخص مارگالف (R)استفاده شد:

$$R = \frac{S-1}{Ln(N)}$$

EPT –

– برای محاسبه غنای EPT، تعداد جنس راسته های Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera در هر واحد نمونه گیری مورد استفاده قرار گرفت. مجموع فراوانی افراد متعلق به این سه راسته نیز برآورد شد (Kerans and Karr, 1994; Fore *et al.*, 1996; Loch *et al.*, 1999; Fries and Bowles, 2002;).

EPT/CHIR. –

برای محاسبه شاخص .EPT/CHIR فراوانی مجموع افراد متعلق به راسته های EPT به فراوانی کل افراد متعلق به خانواده شیرونومیده در هر واحد نمونه گیری بدست آمد (Kerans and Karr, 1994; Fore *et al.*, 1996; Loch *et al.*, 1999; Fries and Bowles, 2002;).

۲-۳- گروه های تغذیه ای (Functional Feeding Group: FFG)

برای محاسبه شاخص FFG بر حسب عملکرد تغذیه بزرگ بی مهرگان کفزی، فراوانی افراد مربوط به هر گروه تغذیه ای در هر واحد نمونه گیری محاسبه شده، سپس ترکیب گروه های مختلف تغذیه ای شامل CF[۲]، CG[۳]، Prd[۴]، Scr[۵]، CG/Scr، Scr/Shr/CG[۶] و Prd/CG برحسب درصد بیان گردید. در نهایت تغییرات درصد فراوانی گروه های شاخص در ایستگاه های مطالعاتی با استفاده از نرم افزار Systat مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار گرفت (Cummins and Merritt, 1996; Taylor *et al*., 1997; Barbour *et al.,* 1998; Loch *et al.*, 1999; Rosenberg, 2004).

---

[۲] -Collector-Filterer

[۳] -Collector-Gatherer

[۴] -Predator

[۵] -Scraper

[۶] -Scr/Shredder/CG

- در کنار پارامتر های فیزیکوشیمیایی آب، جهت ارزیابی کیفیت آب در هر ایستگاه از رایج ترین شاخص زیستی هیلسنهوف(Hilsenhoff Family Biotic Index: HFBI) استفاده شد(Hilsenhoff, 1988).

در این روش آبها از نظر آلودگی به مواد آلی در ۷ طبقه قرار گرفته و از فرمول ذیل استفاده می شود:

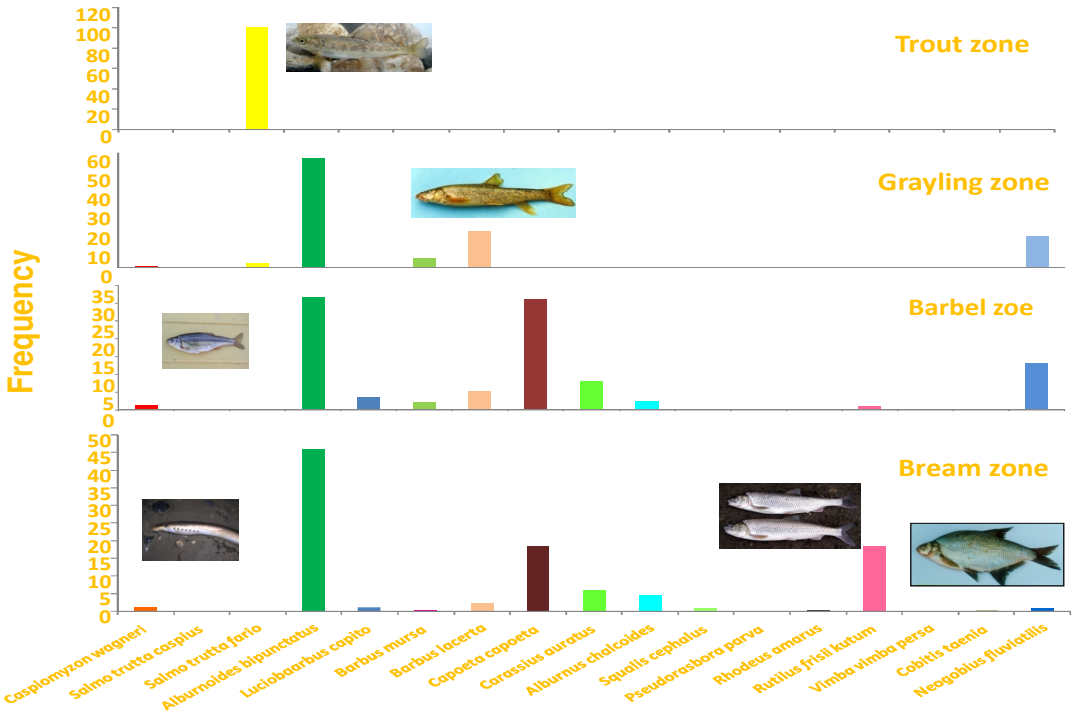
$$HFBI=\frac{\sum(x_i t_i)}{n}$$

x_i تعداد افراد در هر گروه، t_i ارزش تحمل به آلودگی در آن گروه، n تعداد کل افراد می باشند.

- تجزیه و تحلیل: تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده با نرم افزار آماری Systat و با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه (Two way ANOVA) بعد از نرمال سازی داده ها با روش کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن (Duncan) در سطح ۵ درصد (P=0.05) استفاده و محاسبه داده ها و ترسیم نمودارها با بسته های نرم افزاری EXCEL انجام می شود (Conover, 1980).

۳- نتایج

پس از تجزیه و تحلیل اطلاحات فون ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر چهار رودخانه مهم این حوضه شامل رودخانه های تجن، هراز، سردآبرود و چالوس برای انجام این مطالعه انتخاب شده که باستثنأی رودخانه تجن سایر رودخانه ها حفاظت شده می باشند. این رودخانه ها دارای تمامی نواحی اکولوژیک از ناحیه ماهی قزل آلا تا ناحیه ماهیان پهن بوده ، به عنوان مثال شکل ۳-۱ این نواحی را در رودخانه سردآبرود نشان داده می دهد. در سال های اخیر کمترین تخریب زیستگاه در این رودخانه ها مخصوصا در دو رودخانه سردآبرود و چالوس صورت گرفته و احتمالا امکان بازسازی (Rehabilitation) آنها به منظور تکثیر طبیعی گونه های ماهیان در معرض خطر وجود دارد.



شکل۳-۱- نواحی مختلف اکولوژیک رودخانه سردآبرود

۳-۱- نتایج پارامتر های فیزیکی و شیمیایی آب در رودخانه های مورد مطالعه

۳-۱-۱- رودخانه تجن

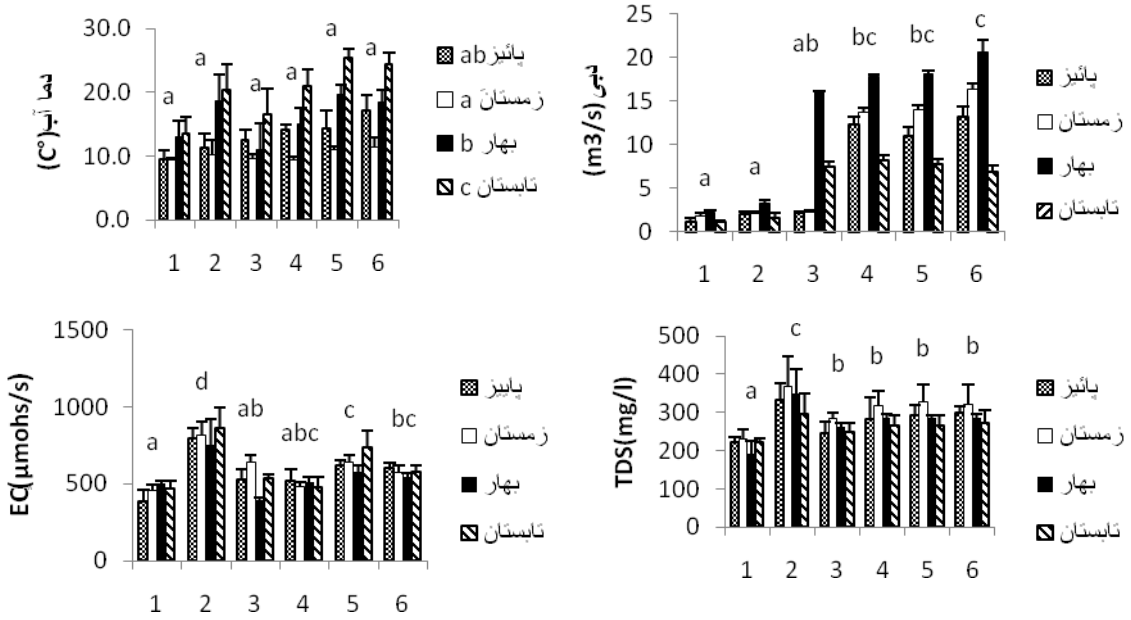
نتایج این مطالعه در رودخانه تجن نشان داد که میانگین دبی آب در ایستگاه ۶ در فصول مختلف سال بیشتر از سایر ایستگاه ها بوده و ایستگاه های ۴ و ۵ نسبت به ایستگاه های ۱ و ۲ افزایش معنی داری داشته است ($P\leq$ ۰/۰۵) (شکل۳-۲). دمای آب از بالا دست به سمت پایین دست روند افزایشی داشت. قابل ذکر است که در فصول پاییز و زمستان دبی آب نسبت به سایر فصول سال در ایستگاه ۳ از میزان کمتری برخوردار می باشد. همچنین

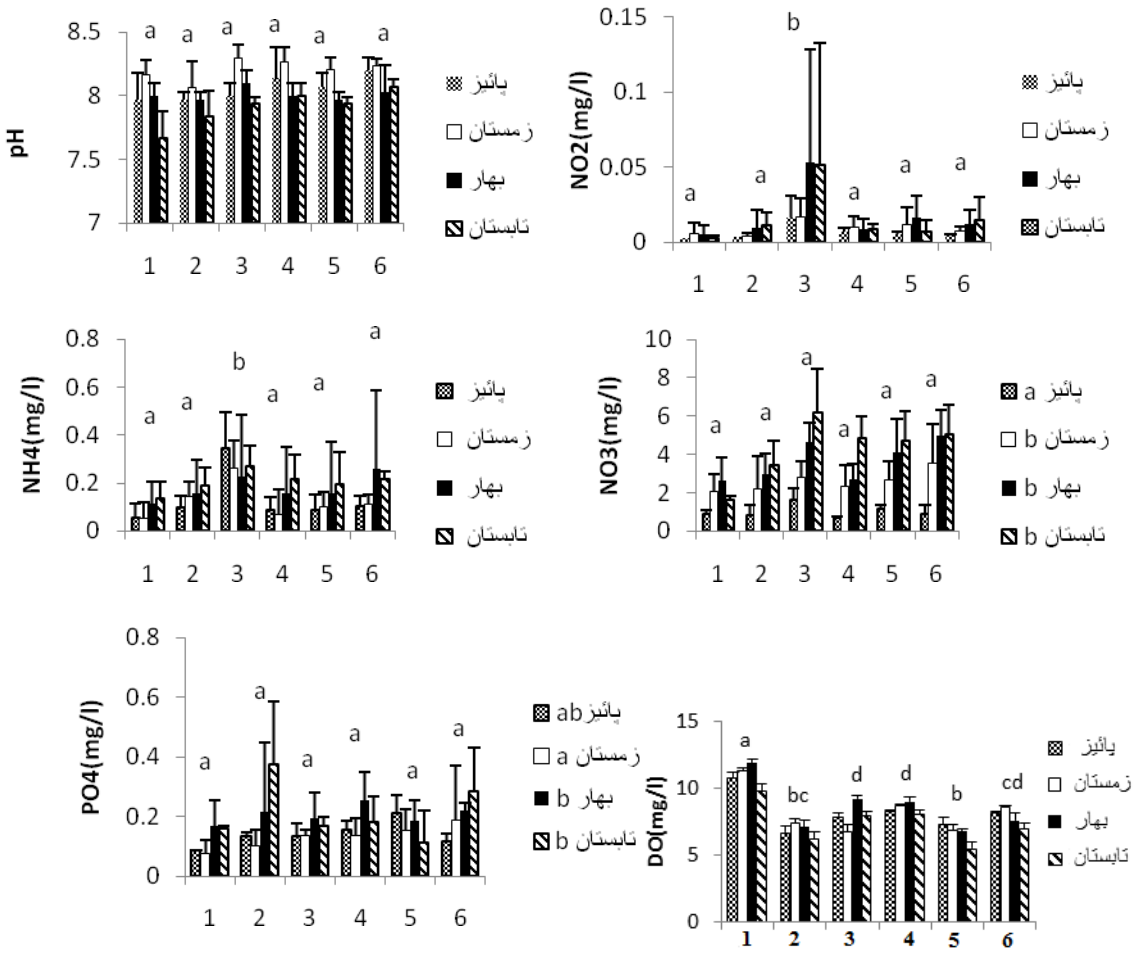
میزان آن در فصل بهار نسبت به سایر فصول افزایش داشته است (شکل۳-۲). میانگین دامنه تغییرات pH در مدت بررسی بین حداقل آن در ایستگاه ۱ در فصل تابستان (۷/۶) و حداکثرآن در ایستگاه ۳ در فصل زمستان (۸/۳) ثبت گردید که بنظر می رسد تحت تأثیر فعالیت های انسانی، چندان تغییری نکرده است(شکل۳-۲). مقدار آمونیوم (NH_4) و نیتریت (NO_2) در ایستگاه ۳ افزایش معنی داری را نسبت به سایر ایستگاه ها نشان داده است ($P\leq$ ۰/۰۵) (شکل۳-۲).

پارامتر NO_3 در ایستگاه های مختلف مطالعاتی اختلاف معنی داری را نشان نداد و بین ۰/۶ mg/l تا ۶/۱ به ترتیب در ایستگاه های ۱ و ۶ متغیر می باشد (شکل۳-۲).

حداکثر مقدار فسفات طی مدت بررسی در ایستگاه ۲ در فصل تابستان ۰/۳۷mg/l و حداقل آن ۰/۰۷ mg/l در ایستگاه ۱ در فصل زمستان در نوسان بوده و اختلاف معنی داری بین ایستگاه های مورد مطالعه مشاهده نگردید ($p\leq$ ۰/۰۵) (شکل۳-۲).

غلظت اکسیژن محلول (DO) در این مطالعه بین (mg/l)۵/۵-۱۱/۹ متغیر بوده و ایستگاه های ۲ و ۵ خصوصا در ماه های گرم سال، نسبت به سایر ایستگاه ها کاهش قابل توجهی داشتند ($P\leq$ ۰/۰۵) (شکل۳-۲). این کاهش تحت تأثیر فعالیت های انسانی بویژه کارخانه چوب و کاغذ ساری بود. مقدار BOD_5 در ایستگاههای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب ۰، ۳/۶، ۴، ۱۰/۹، ۶/۲ و ۴/۲ اندازه گیری شده که بعد از کارگاه پرورش ماهی از حداکثر مقدار برخوردار بود. نتایج حاصل از پارامتر TDS نشان داد میزان این پارامتر در ایستگاه ۲ نسبت به ایستگاه ۱ افزایش معنی داری یافته است ($P\leq$ ۰/۰۵) (شکل۳-۲). میزان کدورت آب از صفر در ایستگاه ۱ تا ۳۳۳ NTU ۶ ، متغیر بود که به شدت تحت تأثیر کارگاه های شن و ماسه است.





شکل ۳-۲- (Mean±SD) تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در ٦ ایستگاه مطالعاتی در رودخانه تجن (حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار بین ایستگاههای مطالعاتی است.)

۲-۱-۳- رودخانه هراز

برخی از مهمترین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه هراز در ۱۱ ایستگاه نمونه برداری تعیین شده در رودخانه هراز و مهمترین سرشاخه های آن در مناسب ترین زمان سال (مرداد ماه) در جدول ۳-۱ آمده است.

پارامترهای TDS و EC در نواحی ابتدایی سرشاخه های لاسم و بلده از مقادیر کمتری برخوردار بودند (ایستگاه های ۱، ۵ و ۶).

جدول ۳-۱: برخی خصیوصیات فیزیکی و شیمیایی ایستگاه های مورد مطالعه در رودخانه هراز

شماره ایستگاه	خصوصیات شیمیایی آب				
	TDS (mg/L)	شوری (درصد)	EC (µs/cm)	دمای آب (سانتی گراد)	DO (mg/L)
۱	۱۹۴/۲	۰/۲	۳۸۸	۱۶/۳	۶/۸۹
۲	۲۶۵	۰/۳	۵۲۹	۲۱/۳	۶/۸۵
۳	۲۳۹	۰/۲	۴۷۸	۱۸/۲	۷/۲۷
۴	۲۱۹	۰/۲	۴۳۸	۱۶/۸	۷/۲
۵	۱۵۲/۷	۰/۱	۳۰۵	۱۸/۴	۶/۳۵
۶	۹۵/۷	۰/۱	۱۹۱/۴	۱۳/۳	۷/۳۲
۷	۳۲۰	۰/۳	۶۴۱	۱۸/۴	۷/۴۶
۸	۱۵۰/۱	۰/۱	۳۰۲	۱۴/۳	۷/۵۶
۹	۵۲۷	۰/۵	۱۰۵۴	۱۸/۴	۷/۷۶
۱۰	۲۸۷	۰/۳	۵۷۶	۲۳/۹	۷/۲۶
۱۱	۲۸۶	۰/۳	۵۷۲	۲۶/۱	۷/۳

فعالیت های کارگاه های پرورش ماهیان سردآبی یکی از شدیدترین فعالیت های انسانی موثر بر اکوسیستم رودخانه هراز بوده، لذا با تعیین ۱۰ ایستگاه جداگانه (در فاصله بین ایستگاه های اصلی ۲ و۳) در بالا و پایین دست کارگاه ها، اثرات یکی از مهمترین کاربری های این رودخانه بصورت فصلی مورد بررسی قرار گرفته که در ذیل آمده است.

- اکسیژن محلول

در مدت بررسی میانگین اکسیژن محلول در ایستگاه های مختلف بین ۸/۷ (ایستگاه ۷) و ۱۰/۲ میلی گرم در لیتر (ایستگاه ۱) متغیر بود. مقداراین پارامتر در ایستگاه ۷ (پایین دست کارگاه) با ایستگاه های ۱ و ۴ (بالادست کارگاه)اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). حداقل مقدار اکسیژن محلول را ایستگاه ۷ (۷/۶) در تابستان نشان داد (شکل ۳-۳).

- اکسیژن مورد نیاز زیستی

مقدار متوسط BOD_5 بین ۳ و ۵/۹ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۴ و ۷ متغییر بوده و اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P\geq۰/۰۵$). حداقل مقدار متوسط آن ۱/۲ در زمستان (ایستگاه های ۱، ۲ و ۴) و حداکثر آن ۶/۸ در تابستان (ایستگاه ۷) بدست آمد (شکل ۳-۳).

- فسفر

مقدار متوسط فسفر بین ۰/۰۱۴ و ۰/۱۱۵ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۲ و ۷ متغییر بود. حداقل و حداکثر مقدار متوسط آن به ترتیب در ایستگاه ۲ در زمستان (۰/۰۰۸) و در ایستگاه ۷ در تابستان (۰/۲۱۵) بدست آمد (شکل ۳-۴). PO_4 در مناطقی بلافاصله بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آنها بیشتر بوده، ولی اختلاف معنی داری را نشان ندادند ($P\geq ۰/۰۵$). مقدار آن در تابستان با سایر فصول سال اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

-ازت (آمونیوم- نیتریت- نیترات)

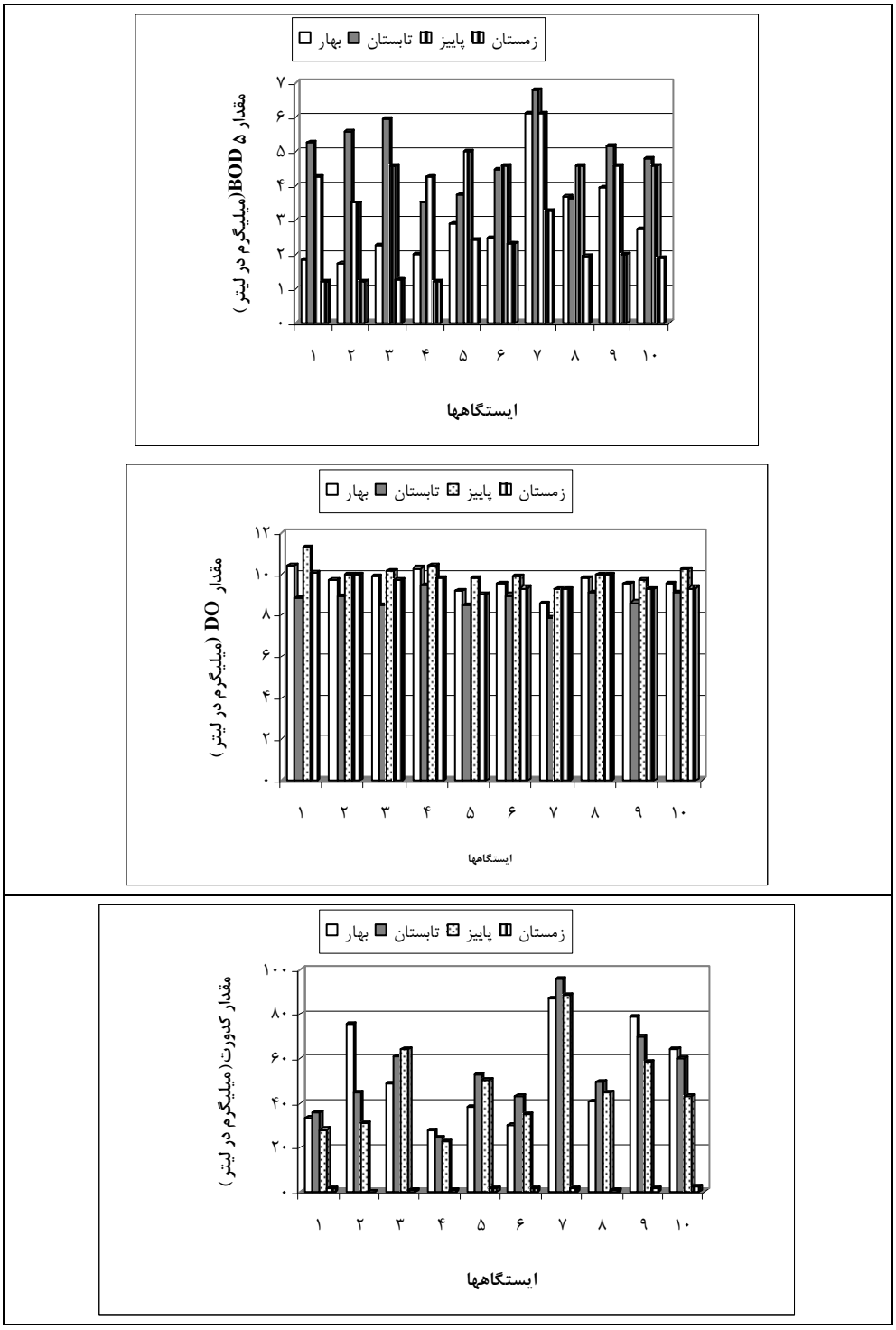
مقدار متوسط آمونیوم بین ۰/۰۱۴ و ۰/۷۸۳ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۱ و ۷ بدست آمد. این پارامتر در فصول گرمتر سال و در ایستگاه های بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آنها از مقادیر بیشتری برخوردار بوده، بطوری که حداقل و حداکثر مقدار متوسط آن به ترتیب ۰/۰۱ (ایستگاه ۱ در زمستان و بهار) و ۲/۰۷ (ایستگاه ۷ در تابستان) بدست آمد (شکل ۳-۴). مقدار آمونیوم ایستگاه ۷ با ایستگاه های ۱، ۲، ۴ و ۶ اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). همچنین مقدار آن در تابستان با سایر فصول سال اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

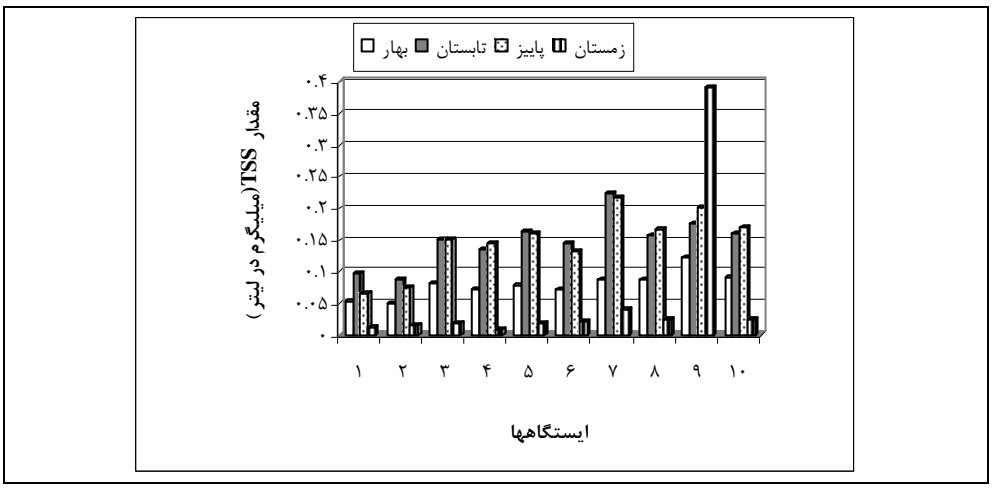
مقدار متوسط نیتریت بین ۰/۰۰۳ و ۰/۰۲۱ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۲ و ۱۰ متغییر بود. مقدار آن در ایستگاه های بلافاصله بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آنها بیشتر بوده ، که بین ایستگاه ها و در فصول مختلف سال اختلاف معنی داری دیده نشد ($P\geq ۰/۰۵$).

مقدار متوسط نیترات بین ۰/۷۴ و ۱/۴۹ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۷ و ۱ بدست آمد. نیترات معمولا" در ایستگاه های با فاصله ۱/۵ تا ۲ کیلومتری بعد از هر مزرعه از مقادیر بیشتری نسبت به ایستگاه های بلافاصله بعد از هر مزرعه برخوردار بود. حداقل مقدار متوسط نیترات ۰/۳۳ در ایستگاه ۱۰ (در زمستان) و حداکثر آن ۲/۰۸ در ایستگاه های ۱ و ۸ (در پاییز) اندازه گیری شده (شکل ۳-۴) که بین ایستگاه ها اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P\geq ۰/۰۵$) و مقدار آن در تابستان با سایر فصول سال اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

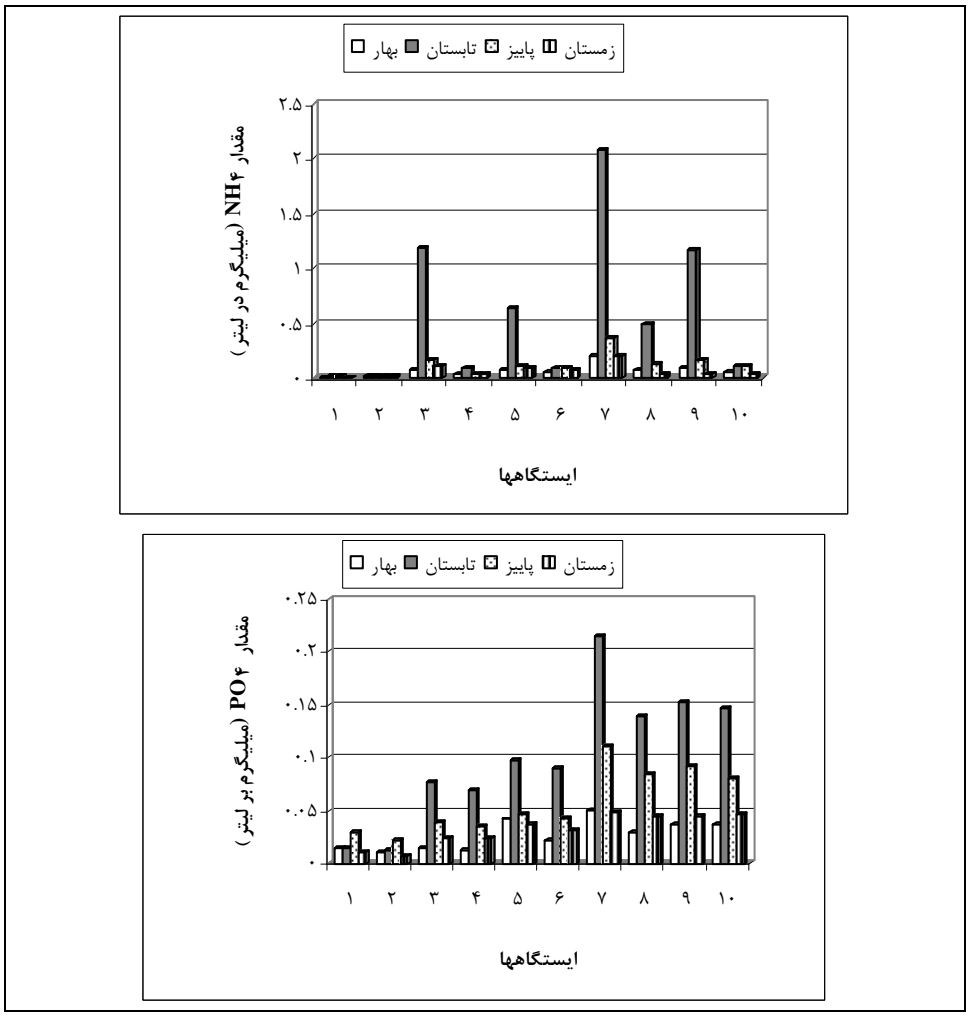
- کل مواد جامد معلق

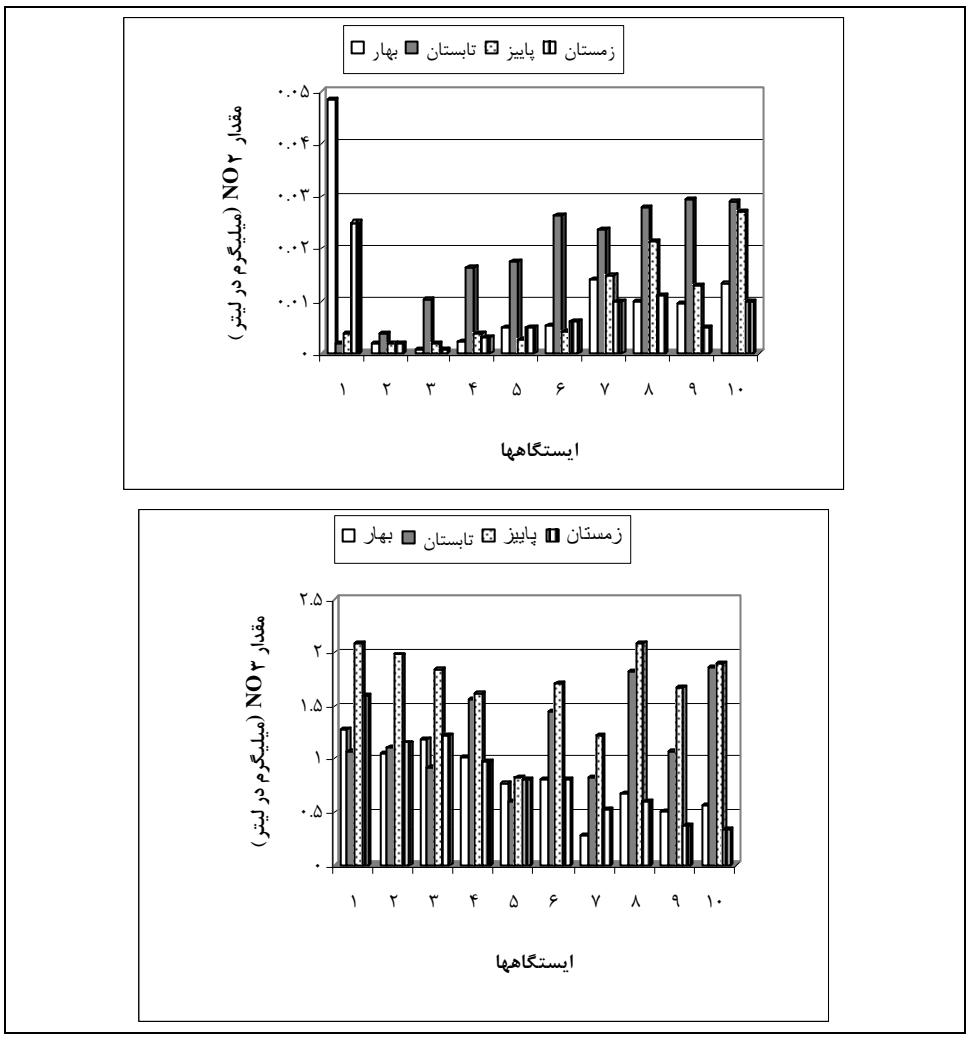
کمترین مقدار متوسط TSS در ایستگاه ۲ (۶۲ میلی گرم در لیتر) و بیشترین مقدار آن در ایستگاه ۷ (۱۵۶) بدست آمد. مقدار آن در ایستگاه های بلافاصله بعد از هر مزرعه نسبت به قبل آنها بیشتر بوده ، ولی فقط ایستگاه ۹ (پایین دست تمامی کارگاه ها)با ایستگاه های ۱ و ۲ (بالادست تمامی کارگاه ها)اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). ضمن اینکه در فصول گرمتر سال از مقدار بیشتری برخوردار بود (شکل ۳-۳).


زمستان پاییز تابستان بهار
مقدار BOD ۵ (میلیگرم در لیتر)
۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷
۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰
ایستگاهها
زمستان پاییز تابستان بهار
مقدار DO (میلیگرم در لیتر)
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲
۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰
ایستگاهها
زمستان پاییز تابستان بهار
مقدار کدورت (میلیگرم در لیتر)
۰ ۲۰ ۴۰ ۶۰ ۸۰ ۱۰۰
۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰
ایستگاهها



شکل ۳-۳- نتایج پارامترهای DO، BOD_5، TSS و کدورت در فصول مختلف سال





شکل ۳-٤- نتایج پارامترهای PO_4، NH_4، NO_2 و NO_3 در فصول مختلف سال

۳-۱-۳- رودخانه سردآبرود

نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای فیزیکی وشیمیایی و فلزات سنگین آب رودخانه سردآبرود در ۴ فصل مربوط به ۴ ایستگاه انتخاب شده در جدول (۴-۱) آورده شده است.

جدول ٤-١ : نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین آب ایستگاه های رودخانه سردآبرود

ایستگاهها / پارامترها	۱	۲	۳	٤	کل
دمای آب (^oC)	۶.۳±۲.۷	۷.۹±۲.۴	۱۱.۴±۳.۵	۱۴.۳±۳	۱۰±۳.۵
دمای هوا (^oC)	۱۴.۵±۴.۸	۱۵±۴.۸۷	۱۹/۸±۴.۹	۲۳/۳±۴.۶	۱۸.۱±۴.۱۸
EC(µm/cm)	۲۷۲±۱۳۶	۳۱۲±۱۴۹	۳۳۱±۱۵۲	۳۸۶±۱۶۱	۳۲۵.۲۵±۴۸
pH	۷/۵±۰.۷	۸±۰.۵	۸/۲±۰.۶	۸/۵±۰.۵	۸.۰۵±۰.۴
DO (mg/Lit)	۱۰±۰.۸	۹/۲±۰.۷	۸/۲±۰.۵	۷/۵±۰.۲	۸.۷±۱
TDS(mg/Lit)	۲۰۸±۳۵	۲۳۸±۳۲	۲۵۶±۳۲	۳۱۰±۴۰	۲۵۳±۴۳
TSS(mg/Lit)	۳۷±۱۰	۵۵±۱۹	۷۲±۳۴	۸۵±۴۰	۶۲.۲۵±۲۱
BOD5 (mg/Lit)	۲/۹±۱.۶	۴±۱.۹	۴/۶±۲.۱	۵/۲±۲.۸	۴.۲±۱
NH4(mg/Lit)	۰/۰۱±۰.۰۱	۰/۰۱۸±۰.۰۱	۰/۱۷±۰.۳	۰/۲۵±۰.۴	۰.۱۱±۰.۱۲
PO4(mg/Lit)	۰.۰۶±۰.۰۴	۰.۳۳±۰.۳	۰.۴۵±۰.۳	۰.۸±۰.۷	۰.۴۱±۰.۳
NO2(mg/Lit)	۰.۰۰۵±۰.۰۱	۰.۰۱±۰.۰۱	۰.۰۱۹±۰.۰۱	۰.۰۲۶±۰.۰۱۵	۰.۰۱۵±۰.۰۰۹
NO3(mg/Lit)	۰.۵۵±۰.۴	۱±۰.۶	۱.۴±۰.۹	۲.۱±۱.۱	۱.۲۶±۰.۶۵
Fe(mg/Lit)	۰.۲۸±۰.۴	۳.۱۶±۰.۸	۱۱.۲۵±۳.۹	۱۹±۴	۸.۴۲±۸
Pb(mg/Lit)	۰.۱۸±۰.۱	۰.۲۷±۰.۱	۰.۳۵±۰.۱۸	۰.۷۲±۰.۲	۰.۳۸±۰.۲

- **درجه حرارت آب**

حداقل مقدار متوسط درجه حرارت آب در مدت بررسی۶/۳ درجه سانتی گراد در ایستگاه ۱ و حداکثر آن۱۴/۳ در ایستگاه ۴ اندازه گیری شد(جدول۴-۱).

pH

دامنه تغییرات pH از ۷/۵ تا ۸/۵ و حداقل مقدار آن در ایستگاه ۱ و حداکثر آن در ایستگاه ۲ اندازه گیری شد(جدول۴-۱).

- قابلیت هدایت الکتریکی(EC)

میانگین هدایت الکتریکی در کل ایستگاه ها ۳۲۵/۲۵±۴۸ میکروموس بر سانتی متر، با حداقل ۲۷۲ میکروموس بر سانتی متر در ایستگاه ۱ و حداکثر ۳۸۶ میلی زیمنس بر سانتی متردر ایستگاه ۲ اندازه گیری شد(جدول۴-۱).

- اکسیژن محلول

حداکثر مقدار متوسط اکسیژن محلول ۱۰ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه ۱ و حداقل مقدار آن ۷/۵ در ایستگاه ۴ ، بطور متوسط در کل ایستگاه ها ۱±۸/۷ اندازه گیری شد. تغییرات این پارامتر از ایستگاه ۱ به سمت ایستگاه ۴ روند کاهشی را نشان داد(جدول۴-۱).

- کل مواد جامد محلول

حداکثر مقدار متوسط TDS ، ۳۱۰ppm در ایستگاه ۴ و حداقل آن ۲۰۸ در ایستگاه ۱ با میانگین ۴۳±۲۵۳ در تمامی ایستگاه ها ثبت شده است(جدول۴-۱).

- کل مواد جامد معلق

کمترین مقدار متوسط TSSدر ایستگاه ۱ (۳۷ میلی گرم در لیتر) و بیشترین مقدار آن در ایستگاه ۴ (۸۵) بدست آمد(جدول۴-۱).

- اکسیژن مورد نیاز زیستی

مقدار متوسط BOD_5 بین ۲.۹ و ۵/۲ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه های ۱ و ۴ متغییر بود.مقدار BOD_5 در تابستان با سایر فصول سال اختلاف معنی داری نشان داد ($P<۰/۰۵$)(جدول۴-۱).

- آمونیوم (NH_4) ، نیتریت (NO_2) ، نیترات (NO_3)

به ترتیب حداقل و حداکثر مقدارمتوسط آمونیوم ۰/۰۱ و ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر در ایستگاه های ۱ و ۴ بدست آمد(جدول۴-۱).

به ترتیب حداقل و حداکثر مقدار متوسط نیتریت ۰/۰۰۵ و ۰/۰۲۶ میلی گرم در لیتر در ایستگاه های ۱ و ۴ متغییر بود(جدول۴-۱).

حداقل مقدار متوسط نیترات در ایستگاه۱(۰/۵۵) و حداکثر آن ۲/۱ میلی گرم در لیتر در ایستگاه ۴ بدست آمد. در بین ایستگاه ها اختلاف معنی داری دیده نشد ($P\geq۰/۰۵$)(جدول۴-۱).

- فسفر PO_4

مقدار فسفر از ایستگاه ۱ به سمت پایین دست افزایش یافت ولی اختلاف معنی داری را نشان ندادند ($P\geq۰/۰۵$). حداقل مقدار متوسط آن در ایستگاه ۱(۰/۰۶) و حداکثر آن۰/۸ میلی گرم در لیتر در ایستگاه ۴ متغییر بود(جدول۴-۱).

- آهن

بررسی میزان آهن درایستگاه های نمونه برداری نشان دادکه بیشترین مقدار متوسط آهن محلول درآب در ایستگاه ۴ به میزان۱۹ میلی گرم درلیتر و کمترین آن درایستگاه۱ به مقدار۰/۲۸ میلی گرم درلیتر بود . روند تغییرات آهن تاایستگاه شماره۲ آرام و ازایستگاه شماره۲ تا۴ سریع بود(جدول۴-۱).

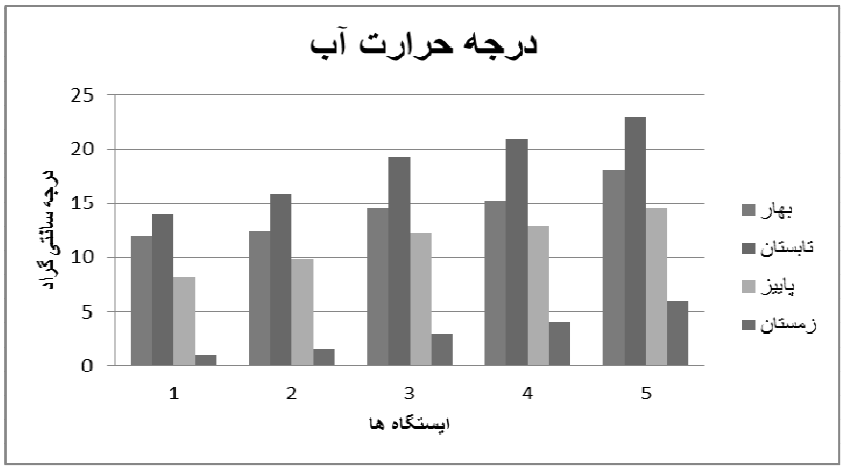
- سرب

نتایج مربوط به میزان سرب رودخانه نشان دادکه بیشترین مقدار سرب درایستگاه شماره ۴ به میزان متوسط ۰/۷۲ و کمترین آن در ایستگاه شماره۱ به مقدار ۰/۱۸ میلی گرم درلیتر مشاهده گردید. روند صعودی سرب از بالادست رودخانه به پایین دست آن تقریباً یکنواخت بود(جدول۴-۱).

٤-۱-۳- رودخانه چالوس

- درجه حرارت آب

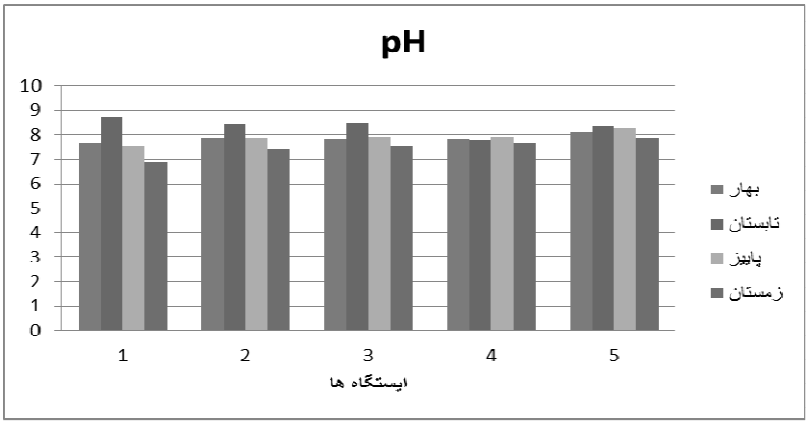
حداقل مقدار متوسط درجه حرارت آب در ایستگاه ۱ (۱۰/۳۴ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر مقدار آن در ایستگاه ۵ (۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد) ثبت شده است. نوسانات درجه حرارت آب در فصول مختلف سال در شکل۳-۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۵: میانگین نوسانات درجه حرارت آب در فصول مختلف در رودخانه چالوس

pH -

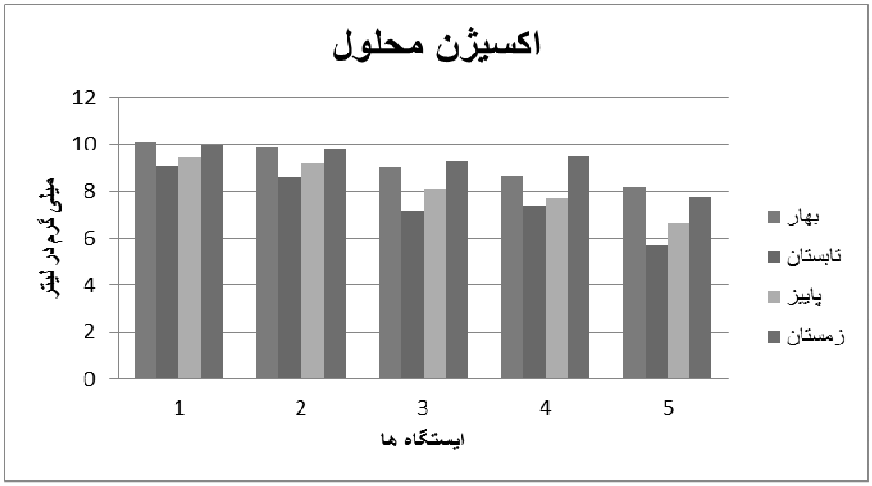
نوسانات pH آب درفصول مختلف سال در شکل **Error! Reference source not found.۳-۶** نشان داده شده است.



شکل ۳-٦: میانگین نوسانات pH در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- اکسیژن محلول

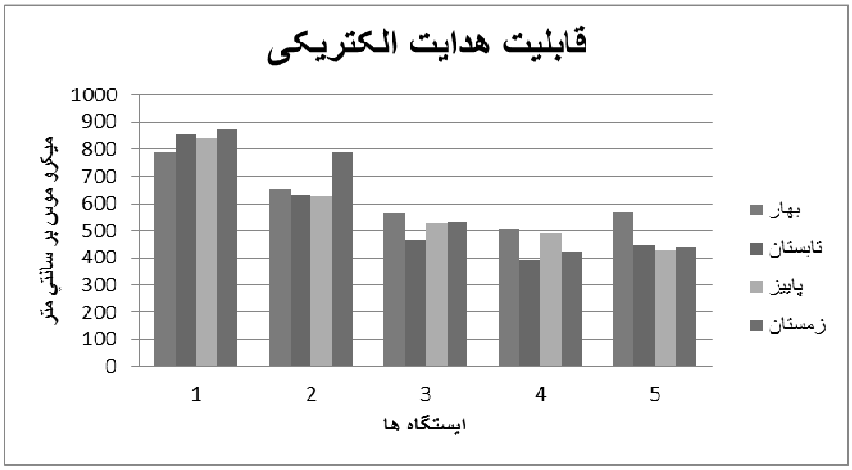
مقدار متوسط اکسیژن محلول بین ۶/۹۵ و ۹/۶ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه ۵ و ۱ متغییر بود شکل(۳-۷). مقدار اکسیژن محلول در ایستگاه ۵ با سایر ایستگاه ها و ایستگاه ۱ و ۲ با ایستگاه ۳ و ۴ اختلاف معنی داری نشان داده است($P<۰/۰۵$).



شکل ۳-۷ : میانگین نوسانات DO در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- قابلیت هدایت الکتریکی

مقدار قابلیت هدایت الکتریکی ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه ها و ایستگاه ۲ نیز با سایر ایستگاه ها اختلاف معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$) (شکل۳-۵).



شکل ۳-۸: میانگین نوسانات EC در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- کل مواد جامد محلول

مقدار متوسط TDS بین ۲۴۲ و ۵۶۹ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۱ بدست آمد (شکل ۳-۹).

شکل ۳-۹ : میانگین نوسانات TDS در فصول مختلف در رودخانه چالوس

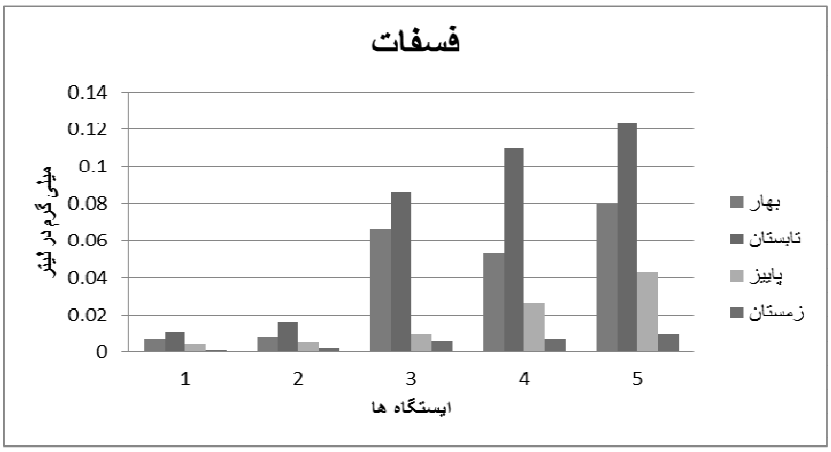
-کل مواد جامد معلق

حداقل مقدار متوسط TSS در ایستگاه ۱ (۳۳ میلی گرم در لیتر) و حداکثر در ایستگاه ۵ (۱۳۱ میلی گرم در لیتر) ثبت شد. مقدار این پارامتر در تابستان بیشتر بود (شکل ۳-۱۰). مقدار TSS در ایستگاه های مختلف، بجز ایستگاه ۱ با ۲ و ۴ با ۲ در بقیه موارد اختلاف معنی دار نشان داده شد($P<۰/۰۵$).

شکل ۳-۱۰: میانگین نوسانات TSS در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- فسفات

حداقل و حداکثر مقدار فسفات به ترتیب ۰/۰۰۱ میلی گرم در لیتر در زمستان (ایستگاه ۱) و ۰/۱۴میلی‌گرم در لیتر درتابستان (ایستگاه ۵) بدست آمد (شکل ۳-۱۱). مقدار PO_4 در ایستگاه ۱ و ۲ با سایر ایستگاه ها اختلاف معنی داری نشان داد($P<۰/۰۵$).



شکل۳ -۱۱ : میانگین نوسانات فسفات در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- نیترات

حداقل و حداکثر مقدار نیترات به ترتیب ۰/۱۳ میلی گرم در لیتر در زمستان (ایستگاه ۱) و ۱/۴۵ میلی‌گرم در لیتر در تابستان (ایستگاه ۵) بدست آمد (شکل ۳-۱۲). مقدار NO_3 در ایستگاه ۱ و ۲ با سایر ایستگاه ها اختلاف معنی داری نشان داد ($P>0/05$).

شکل ۳-۱۲ : میانگین نوسانات نیترات در فصول مختلف در رودخانه چالوس

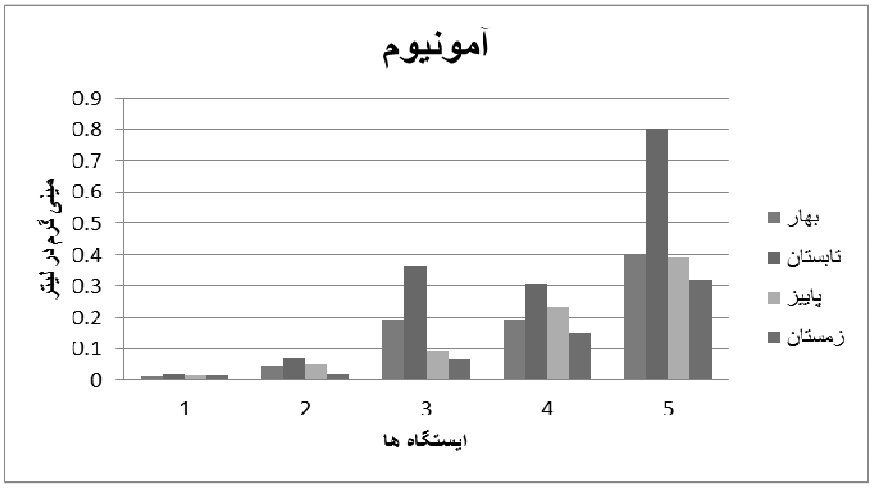
- نیتریت

حداقل و حداکثر مقدار نیتریت به ترتیب ۰/۰۰۱ میلی گرم در لیتر در بهار (ایستگاه ۱) و ۰/۰۲۶ میلی‌گرم در لیتر در تابستان (ایستگاه ۵) بدست آمد (شکل ۳-۱۳). مقدار NO_2 در ایستگاه ۵ با سایر ایستگاه‌ها و همچنین ایستگاه ۱ و ۲ با ۳ و ۴ اختلاف معنی داری نشان داد($P<0/05$).

شکل ۳-۱۳ میانگین نوسانات نیتریت در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- آمونیوم

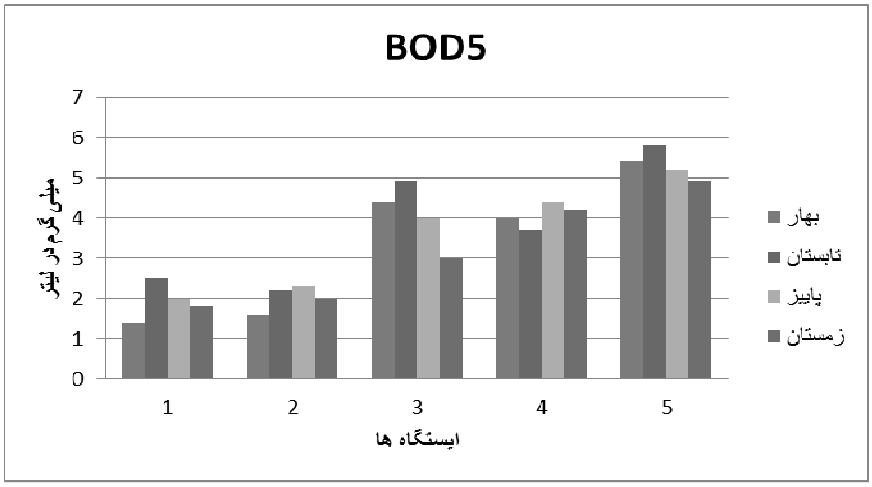
حداقل و حداکثر مقدار آمونیوم به ترتیب در ایستگاه ۱ (۰/۰۱میلی گرم در لیتر در بهار) و ایستگاه ۵ (۰/۹ میلی‌گرم در لیتر در تابستان) بدست آمد (۳-۱۴). مقدار NH_4 در ایستگاه ۵ با سایر ایستگاه‌ها و همچنین ایستگاه ۱ و ۲ با ۳ و ۴ اختلاف معنی داری نشان داد ($P>0/05$).



شکل ۳-۱٤میانگین نوسانات آمونیوم در فصول مختلف در رودخانه چالوس

- اکسیژن مورد نیاز زیستی

حداقل مقدار BOD_5 ، ۱ میلی گرم در لیتر در بهار(ایستگاه ۲) و حداکثر مقدار آن ۶/۲ میلی‌گرم در لیتر در تابستان (ایستگاه ۵) اندازه گیری شد (شکل ۳-۱۵).



شکل۳-۱۵ میانگین نوسانات BOD_5 در فصول مختلف در رودخانه چالوس

۲-۳- نتایج بزرگ بی مهرگان کفزی و ماهیان در رودخانه های مورد مطالعه

۱-۲-۳- نتایج بزرگ بی مهرگان کفزی

در مدت یک سال نمونه برداری از ایستگاه های مطالعاتی در چهار رودخانه مورد مطالعه در مجموع ۵۳ تاکسون شناسایی شدند(جدول ۴-۲). در رودخانه تجن ۳۴۰۰۰ نمونه کف زی جداسازی که متعلق به ۴۷ تاکسون بودند، در رودخانه هراز ۱۰۰۰۰۰ نمونه کف زی جداسازی شدند که متعلق به ۴۲ تاکسون بوده و در رودخانه های سردآبرود و چالوس به ترتیب ۱۸۴۹۰ و ۱۶۲۰۰ بزرگ بی مهرگان جداسازی و به ترتیب متعلق به ۲۸ و ۲۹ تکسون بودند (جدول ۴-۲).

جدول ٤-۲- تاکسون های بزرگ بی مهرگان کفزی شناسایی شده در رودخانه های مورد مطالعه

نام تاکسون	تجن	هراز	سردآبرود	چالوس
Epeorus	+	+	+	+
Heptagenia	+	+	+	+
Rhithrogena	+	+	-	-
Acentrella	+	+	+	+
Baetis	+	+	+	+
Cloeon	+	+	+	+
Ephemerellidae	+	+	+	+
Ecdyonuridae	+	–	-	-
Ephemera	-	+	-	-
Oligoneuriidae	+	-	-	-
Nemouridae	+	-	-	-
Capniidae	+	-	-	-
Chloroperlidae	+	+	+	+
Leuctridae	–	–	+	+
Taeniopterygidae	+	-	-	-
Glossosona	+	+	+	+
Lepidostomatidae	-	+	-	-
Philopotamus	+	+	+	-
Psychomyia	+	+	+	-
Rhyacophila	+	+	+	+
Agraylea	+	+	-	-
Economus	+	+	-	-
Seicostoma	+	+	+	+
Hydroptila	+	+	-	-
Hydropsyche	+	+	+	+
Odonata	-	+	-	+
Chironomidae	+	+	+	+
Limnophora	+	+	+	+

Blepharicera	+	+	+	+
Ceratopogonidae	-	+	-	-
Limonidae	+	+	+	+
Rhagionidae	+	+	-	-
Tabanus	+	+	+	+
Simuliidae	+	+	+	+
Pediciidae	+	–	-	-
Tipula	+	+	-	+
Dytiscidae	+	+	+	+
Elmidae	+	+	+	+
Gerridae	+	+	-	-
Gammaridae	+	+	+	+
Planariidae	+	+	+	+
Erpobdellidae	+	+	-	-
Haplotaxidae	+	-	-	-
Glossiphonia	+	-	-	-
Phagocata	+	-	-	-
Oligochaeta	+	+	+	+
Naididae	+	-	-	-
Potamopyrgus	+	+	-	-
Planorbis	+	+	+	+
Pisidium	-	+	-	-
Physa	+	+	+	+
Arachnida	+	+	+	+
Decapoda	+	_	-	+

نتایج این مطالعه در رودخانه تجن نشان داد که ایستگاه های مطالعاتی بر اساس شاخص HFBI در چهار طبقه کیفی عالی، خوب، مناسب و نسبتا ضعیف قرار گرفتند (Lenat, 1993; Volker *et al.,* 2000) (جدول ۴-۳).

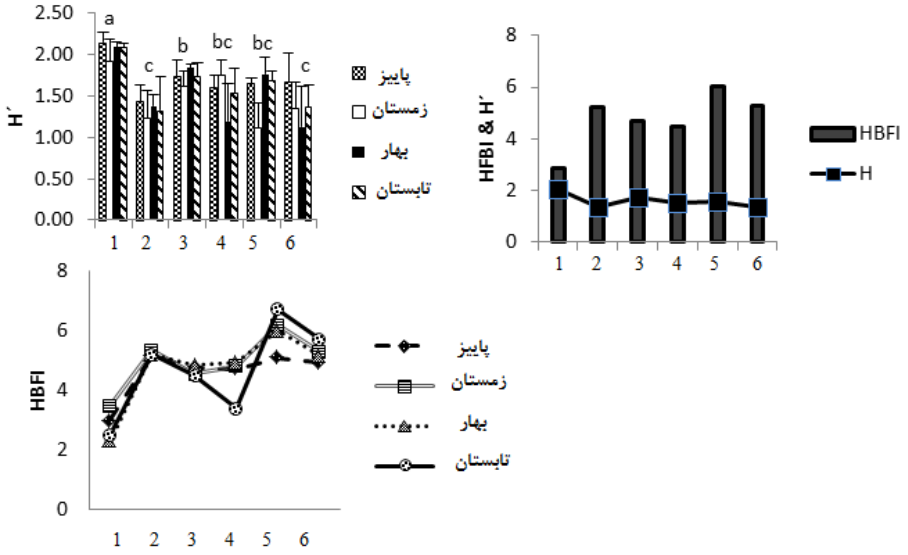
جدول ٤-۳ شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه های مطالعاتی رودخانه تجن

ایستگاه / فصل	۱	۲	۳	٤	٥	٦
پاییز	۳/۰۳	۵/۱۹	۴/۷۷	۴/۷۲	۵/۱	۴/۹۵
زمستان	۳/۵	۵/۳۵	۴/۵۹	۴/۸۲	۶/۲۱	۵/۳۱
بهار	۲/۳۲	۵/۲۳	۴/۸۵	۴/۹۶	۵/۹۹	۵/۱۷
تابستان	۲/۵۱	۵/۲۳	۴/۵۳	۳/۴۳	۶/۷۲	۵/۷۵
متوسط سال	۲/۸۴ [a]	۵/۲۵ [b]	۴/۸۶ [b]	۴/۴۸ [b]	۶/۰۱ [c]	۵/۳۰ [bc]
کیفیت آب	عالی	نسبتا خوب	خوب	خوب	نسبتا بد	نسبتا خوب

- حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین ایستگاه های مورد مطالعه می باشد.

بطور متوسط در مدت یک سال بررسی در ایستگاه های مورد مطالعه، ایستگاه ۱ کمترین مقدار (۲/۸۴) و از نظر کیفی در طبقه عالی قرار دارد با سایر ایستگاه ها دارای اختلاف معنی داری بوده است (P≤ ۰/۰۵) و ایستگاه ۵ به عنوان آلوده ترین ایستگاه از بیشترین میزان در بین تمام ایستگاه ها برخوردار بوده که با سایر ایستگاه ها اختلاف معنی داری را نشان داد (به جز ایستگاه ۶) (P≤ ۰/۰۵)، همچنین بطور کل در فصل زمستان به مقدار این شاخص در ایستگاه های مطالعاتی جز ایستگاه ۴، نسبت به فصل پائیز افزوده شده که می تواند نشانگر توسعه انواع گونه های مقاوم (Chironomidae و Simulidae) در این فصل باشد (شکل۳-۱۶).

در بررسی حاضر متوسط دامنه تغییرات مقدار شاخص Shannon (H´) در ایستگاه ۱ با ۲/۰۶ بیشترین میزان و ایستگاه های ۲ و ۶ به ترتیب با ۱/۳۴ و ۱/۳۸ کمترین میزان شاخص شانن را دارا بودند (شکل۳-۱۶). روند تغییرات میانگین سالانه تنوع و شاخص زیستی HFBI در ایستگاه های مطالعاتی نشان داده که با افزایش تنوع میزان شاخص فوق کاهش می یابد (شکل ۳-۱۶). نتایج این شاخص ها نیز اثرات فعالیت های انسانی نظیر کارخانه چوب و کاغذ، کارگاه های پرورش ماهی و شن و ماسه را بر اکوسیستم رودخانه تجن نشان می دهد.



شکل ۳-۱۶: (Mean±SE) شاخص های زیستی هیلسنهوف و شانن در ایستگاه های مطالعاتی رودخانه تجن
حروف کوچک نشاندهنده اختلاف معنی دار در بین ایستگاه های مورد مطالعه می باشد.

نتایج همبستگی پیرسون بین شاخص های زیستی و متغیرهای فیزیکوشیمیایی ارتباط معنی داری را بین DO، TDS ، EC، PO4 و سرعت جریان آب نشان داد (جدول ۴-۴). همانطور که در جدول ۴-۴ نشان داده شده که شاخص شانن همبستگی مثبتی با DO و EC و همبستگی منفی با TDS نشان داد.

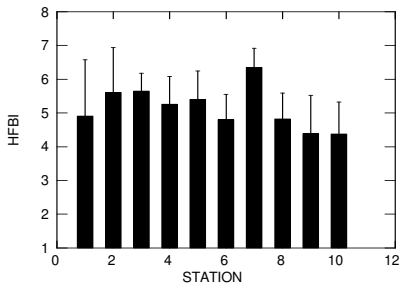
جدول ٤-٤ همبستگی پیرسون بین شاخص های زیستی و پارامترهای فیزیکوشیمیایی

Water flow	DO	PO_4	NH_4	NO_2	NO_3	TDS	EC	pH	Indices
0.49**	-0.64**	0.46*	0.13	0.19	0.3	0.66**	0.64**	0.09	**HFBI**
-0.3	0.5**	-0.29	-0.2	-0.16	-0.21	-0.7**	0.6**	-0.17	**H**

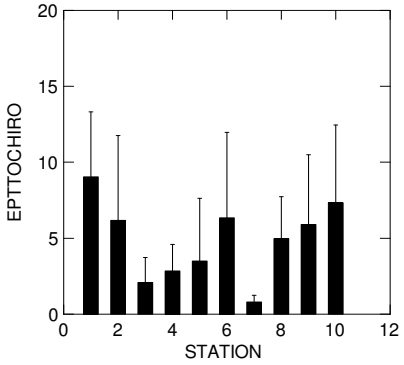
*معنی دار بودن همبستگی در سطح ۰/۰۵ ** معنی دار بودن همبستگی در سطح ۰/۰۱

به منظور بررسی دقیق تر میزان اثرات کارگاه های پرورش ماهی بر اکوسیستم رودخانه، نتایج مطالعه حاضر در رودخانه هراز نشان داد که شاخص .EPT/CHIR در ایستگاه‌های بلافاصله بعد از هر مزرعه کمتر از قبل آنها بوده و با فاصله گرفتن از مزارع یک روند افزایشی نشان می‌داد (شکل ۳-۱۷)، به طوری که ایستگاه ۱ با ایستگاه‌های ۲ و ۳ و ایستگاه ۷ با ایستگاه‌های ۱ و ۶ در مقدار آن اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

مقادیر شاخص زیستی هیلسنهوف در ایستگاه‌های مطالعاتی در دامنه ۰/۴۹±۶/۵۵-۰/۹۴±۴/۹۱ متغیر بود (شکل ۳-۱۸). براساس شاخص هیلسنهوف درجه آلودگی آلی و کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف در چهار طبقه کیفی خوب، مناسب، نسبتا ضعیف و ضعیف قرار گرفتند. بر اساس شاخص فوق ایستگاه‌های ۳، ۵ و ۷ (ایستگاه های بلافاصله بعد از هر مزرعه) نسبت به ایستگاه‌های ۱، ۲، ۴ و ۶ (ایستگاه‌های قبل از هر مزرعه) آلوده تر به مواد آلی بودند. با فاصله گرفتن از مزارع پرورش ماهی (در ایستگاه‌های ۴، ۶ و ۸) از درجه آلودگی آلی کم شده و در طبقه با کیفیت آب بالاتر قرار گرفتند.



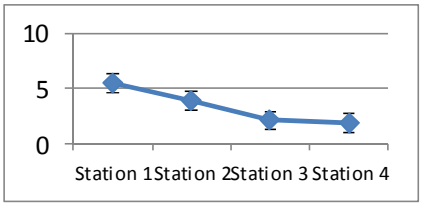
شکل ۳-۱۸- تغییرات مقادیر شاخص HFBI **در ایستگاه‌های مطالعاتی**



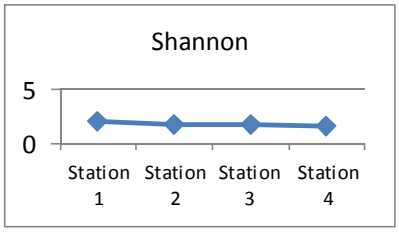
شکل ۳-۱۷ تغییرات مقادیر .EPT/CHIR **در ایستگاه‌های مطالعاتی**

روند تغییرات مقادیر شاخص زیستی EPT/CHIR از بالادست رودخانه سردآبرود به پایین دست رودخانه کاهشی بوده، بطوری که حداکثر مقدار آن در ایستگاه ۱ (۵/۵۳) و حداقل آن در ایستگاه ۴ (۱/۸) بدست آمد (شکل ۳-۱۹). مقداراین شاخص در ایستگاه بلافاصله بعد از پرورش ماهی (ایستگاه ۲) کمتر از قبل آن بدست آمد. به صورتی که مقادیر این شاخص در ایستگاه ۱ با ایستگاه ۲ و ایستگاه ۲ با ایستگاه های ۳ و ۴ اختلاف معنی داری را نشان دادند (P<۰/۰۵)(شکل ۳-۱۹). نوسانات شاخص شانن همانند شاخص زیستی EPT/CHIR ، از بالادست رودخانه به پایین دست آن روند کاهشی داشت (شکل ۳-۲۰). بررسی تغییرات شاخص HFBI نشان داد که

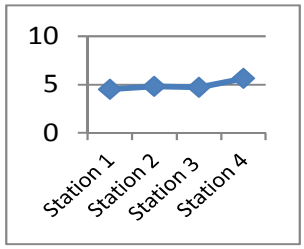
حداقل این شاخص در ایستگاه ۱ (۴/۵)بوده و حداکثر آن در ایستگاه ۴ (۵/۶)بدست آمد (شکل ۳-۲۱). روند تغییرات این شاخص نیز مطابق روند دو شاخص قبلی بوده و بر اساس شاخص هیلسنهوف اکوسیستم رودخانه سردآبرود در دو طبقه کیفی خوب و مناسب قرار گرفته که در مقایسه با دو رودخانه هراز و تجن از وضعیت کیفیت آب مطلوب تری برخوردار بود.



شکل ۳-۱۹ تغییرات مقادیر شاخص EPT/CHIR



شکل ۳-۲۰ تغییرات مقادیر شاخص شانن

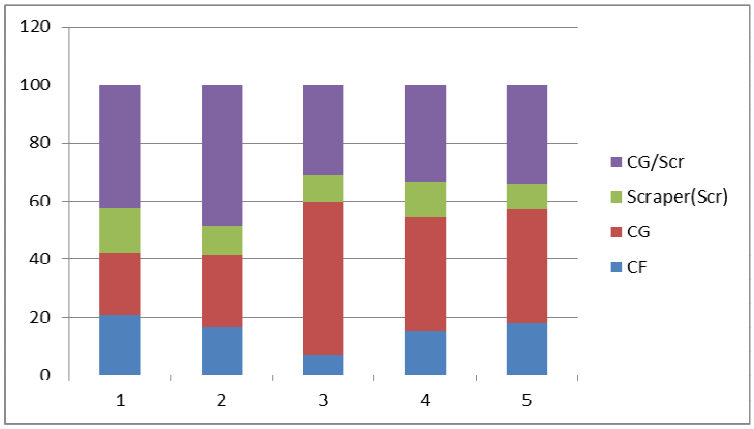


شکل ۳-۲۱ تغییرات مقادیر شاخص HFBI

نتایج این مطالعه در رودخانه چالوس نشان داد که بزرگ بی مهرگان کفزی در این رودخانه شامل چندین گروه کارکردتغذیه‌ای (FFG: Functional Feeding Group)، Scr (Scraper) ، CG (Collector-Gatherer) ، CG/Scr، CF (Collector-Filterer) و Prd (Predator) می باشد.

بیشترین فراوانی نسبی را در میان گروه های تغذیه‌ای به ترتیب گروه های CG/Scr ، CG ، CF و Scr در ایستگاه های مختلف دارا بودند.

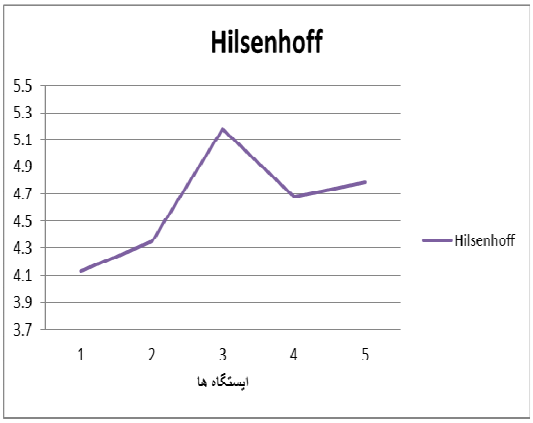
در بررسی میانگین فراوانی سالیانه گروه های تغذیه در منطقه مورد مطالعه، بیشترین و کمترین فراوانی گروه تغذیه‌ای CG/Scr به ترتیب در ایستگاه ۱ و ۳ مشاهده شد (شکل ۳-۲۲). تغییرات این گروه در ایستگاه ۳ با سایر ایستگاه ها (به غیر از ایستگاه ۴) دارای اختلاف معنی داری بود (P<۰/۰۵). گروه CG بیشترین و کمترین فراوانی را به ترتیب در ایستگاه ۵ و ۱ نشان داد (شکل ۳-۲۲). فراوانی این گروه در ایستگاه ۱و ۲ با سایر ایستگاه ها دارای اختلاف معنی داری بود(P<۰/۰۵). روند تغییرات این گروه ها ی کارکرد تغذیه ای و نوسانات برآیند تمامی شاخص های زیستی نشان داده شده در جدول ۴-۵، نشان می دهد، اگرچه گاها مقادیر این شاخص ها در طول مسیر رودخانه سینوسی بوده ولی در نهایت کیفیت آب و میزان تخریب زیستگاه رودخانه چالوس از بالادست به پایین دست آن روند کاهشی دارد. این نتیجه با نتایج شاخص های شانن و هیلسنهوف که در شکل های ۳-۲۳ و ۳-۲۴ نشان داده شده مطابقت داشته و برآیند همه این شاخص های زیستی بیان کننده تغییرات مختلف کیفی آب ناشی از انواع آلاینده ها در طول مسیر رودخانه چالوس بوده ، ولی در نهایت کیفیت آب اکوسیستم این رودخانه از بالادست به پایین دست کاهش معنی داری دارد.



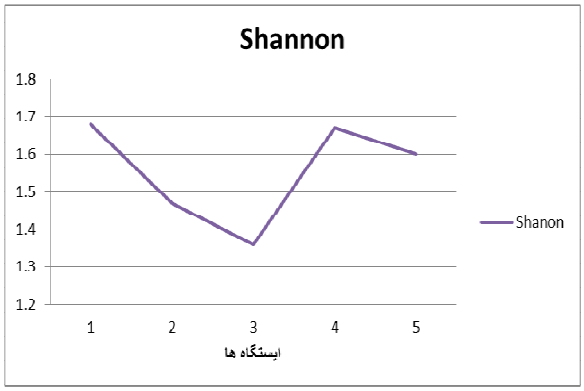
شکل ۳-۲۲ ترکیب درصد فراوانی گروه های تغذیه ای ایستگاه های مختلف در رودخانه چالوس

جدول ٤-٥: میانگین تغییرات فصلی برخی شاخص های زیستی

فصل	بهار				تابستان			
ایستگاه		EPT/CHIR	درصد EPT	غنای EPT		EPT/CHIR	درصد EPT	غنای EPT
1		4.2	76.1	5.4		4.2	77.2	7.5
2		3.5	70.6	5.2		5.3	77.7	5.5
3		1.6	52	3.2		1.9	57.3	3.7
4		2.4	60.8	4.6		4.4	71.7	5.7
5		2.5	63.5	4.5		3.6	70.6	4.5
فصل	پاییز				زمستان			
ایستگاه		EPT/CHIR	درصد EPT	غنای EPT		EPT/CHIR	درصد EPT	غنای EPT
1		3.3	72.1	5.2		4.4	80.3	2.7
2		2.5	68.4	4.4		31.9	89	3.7
3		1.1	35.7	2.7		0.6	33.7	2.4
4		1	39.5	3.3		2.6	66.3	3
5		1.4	42.6	3.5		2.9	63.6	3



شکل ۳-۲٤ تغییرات شاخص هیلسنهوف در ایستگاه های رودخانه چالوس



شکل۳-۲۳ تغییرات شاخص شانن در ایستگاه های رودخانه چالوس

۲-۲-۳- نتایج گونه های ماهیان

در مجموع در رودخانه های مورد مطالعه ۲۰ گونه ماهی شناسایی شده که ۶ گونه آنها غیر بومی بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که غالب ماهیان شناسایی شده، گونه های ساکن رودخانه بودند(جدول ۴-۶). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فراوانی نسبی گونه های ماهی مقاوم به آلودگی ها و شرایط سخت محیطی در تمامی رودخانه ها بیشتر از گونه های حساس بودند (جدول ۴-۶). در سد شهید رجایی ساری بیشترین فراوانی نسبی گونه های ماهیان به ترتیب متعلق به سیاه ماهی *Capoeta capoeta*، سس ماهی *Luciobarbus capito* و ماهی سفید رودخانه ای *Squalius cephalus* بودند. این گونه ها دارای ساختار سنی، طولی و وزنی مختلفی در زیستگاه سد فوق بوده، به عنوان مثال در نمونه های صید شده گونه*Luciobarbus capito* از اندازه سنی ۲ ساله تا اندازه سنی ۱۵ ساله بطول ۸۵ سانتی متر و وزن ۶/۵ کیلوگرم حضور داشتند. این گونه ها در فصل بهار به منظور تولید مثل مسافت کوتاهی را به بالادست رودخانه مهاجرت داخل رودخانه ای انجام داده تا در محل مناسب از لحاظ نوع بستر، عمق و سرعت آب، دما و ... تخمریزی نمایند. در این مطالعه در خرداد ماه نمونه های از سس ماهی *Luciobarbus capito* و ماهی سفید رودخانه ای در فاصله کمتر از ۵ کیلومتر در بالادست سد صید شده که کاملا آماده تخمریزی بودند. دمای آب در محل تولید مثل ۱۸ درجه سانتی گراد، عمق آب کمتر از ۲۰ سانتی متر، سرعت جریان آب ۰/۶ متر بر ثانیه و آب نسبتا شفاف بود.

جدول ٤-٦ گونه های ماهی شناسایی شده و فراوانی نسبی آنها در رودخانه های مورد مطالعه

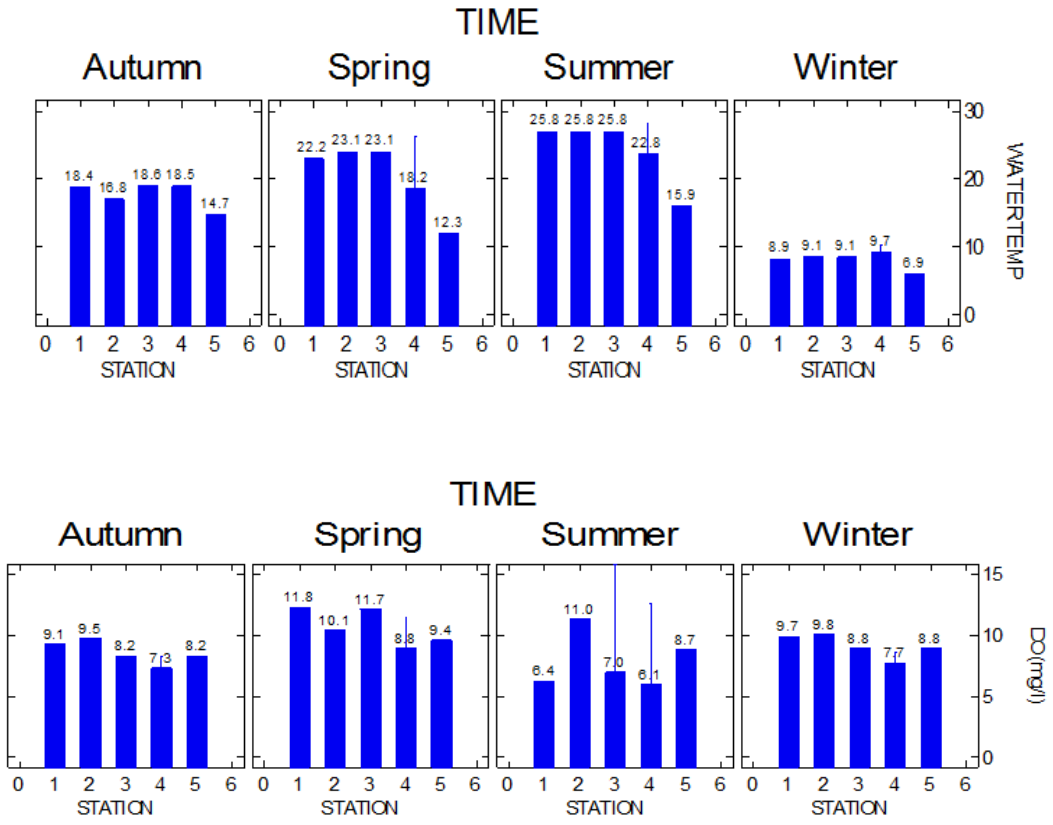
نام گونه ماهی	تجن	هراز	سردآبرود	چالوس
Alburnoides eichwaldi	۹۸۳	۵۶	۲۵۲	۱۲۸
Neogobius fluviatilis	۶۵۸	۹۸	۱۴۵	۲۵۶
Squalius cephalus	۳۵۵	۳۰	۲۴	۲۶
Capoeta capoeta	۱۶۳	۹۶	۳۵۶	۴۵۶
Barbus lacerta	۶۰	۵۰	۳۹	۴۶
Luciobarbus capito	۵۳	–	۱۸	۲۲
Luciobarbus mursa	۳۷	–	۵	۹
Cobitis sp.	۳۴	۲۵	۱۶	۱۹
Salmo trutta	۲۶	۱۷	۴	۶
Cyprinus carpio	۲۲	–	–	–
Oncorhynchus mykiss	۱۷	۵۴	۱۲	۲۳
Hypophthalmichthys olitrix	۷		–	–

ادامه جدول ٤-٦ گونه های ماهی شناسایی شده و فراوانی نسبی آنها در رودخانه های مورد مطالعه

نام گونه ماهی	تجن	هراز	سردآبرود	چالوس
Pseudorasbora parva	۶	۲۱	۱۵	۱۸
Paracobitis malapterrura	۳	۱۲	–	–
Carassius auratus	۳	۱۰	۱۱	۱۶
Hemiculter leucisculus	۳	۲	۴	۵
Rutilus kutum	–	–	۱۲	۷
Alburnus chalcoides	۱	–	۴	۲
Vimba persa	–	–	۲	۱
Caspiomyzon wagneri	۷	–	۵	–
Rhodeus amarus	۵	–	۳	–

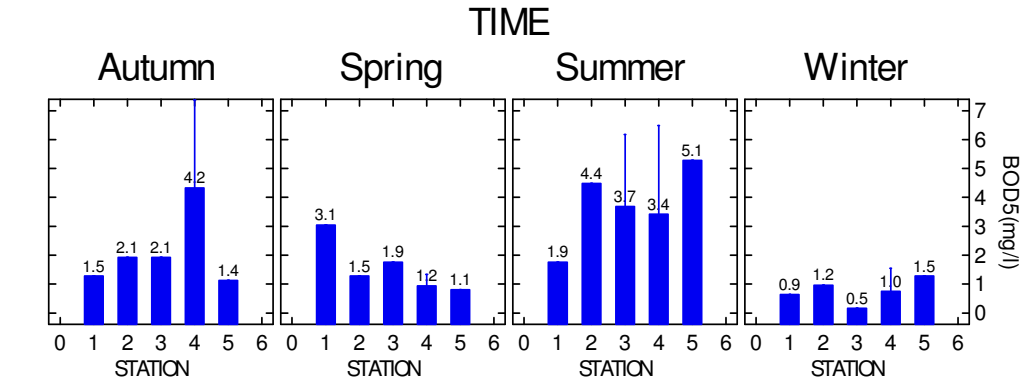
بدین ترتیب همانطوری که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، شاخص های زیستی بر پایه بزرگ بی مهرگان کفزی و حضور گونه های ماهی غیر بومی و گونه های مقاوم به آلودگی نشان دادند، تخریب زیستگاه در تمامی رودخانه های مورد بررسی بدلایل متعدد از جمله فعالیت های کشاورزی، کارگاه های شن و ماسه و پرورش ماهی، پساب های شهری و صنعتی، انواع سد ها و... اکوسیستم رودخانه ها را در پایین دست آنها بهم ریخته و امکان تولید مثل طبیعی برای غالب گونه های مهاجر از دریا به رودخانه (که گونه های در معرض خطر انقراض را نیز شامل می شود) وجود نداشته و یا برای تعداد اندکی از گونه ها مثل شاه کولی در اندازه بسیار کمی وجود دارد. بنابراین برای حفظ نسل این گونه ها باید موانع موجود بر سر مهاجرت آنها برطرف کرده، تا با بازسازی اکوسیستم این رودخانه ها شرایط تولید مثلی برای گونه های در معرض خطر انقراض فراهم شود. همانطوری که ترکیب شاخص ها در مطالعه حاضر نشان دادند، بالا دست رودخانه های مورد بررسی، بدلایل فعالیت های انسانی کمتر ناشی از عدم دسترسی آسان، از شرایط مناسب تری برخوردار بودند.از آنجایی که اکوسیستم سد شهید رجایی شرایط خاصی را ایجاد نموده و نواحی بالادست آن در سرشاخه های شیرین رود و سفید رود حفاظت شده می باشد و توجه به حضور جمعیت های خوبی از گونه های خاصی نظیر سس ماهی *Luciobarbus capito* ، امکان زیست برخی گونه های در معرض خطر انقراض در سد و بالا دست آن وجود داشته تا در دریاچه پشت سد زمستان گذرانی و در بالادست آن تولید مثل نمایند. به منظور انتقال این دسته از گونه ها ماهی سازگار با اکوسیستم دریاچه پشت سد، برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب سد مورد بررسی قرار گرفت (شکل های ۳-۲۵ الی ۳-۳۳). بنابراین با توجه به اینکه اکوسیستم رودخانه تجن و دریاچه پشت سد، در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر قرار داشته و بخشی از سیکل زندگی گونه های در معرض خطر در این زیستگاه سپری می

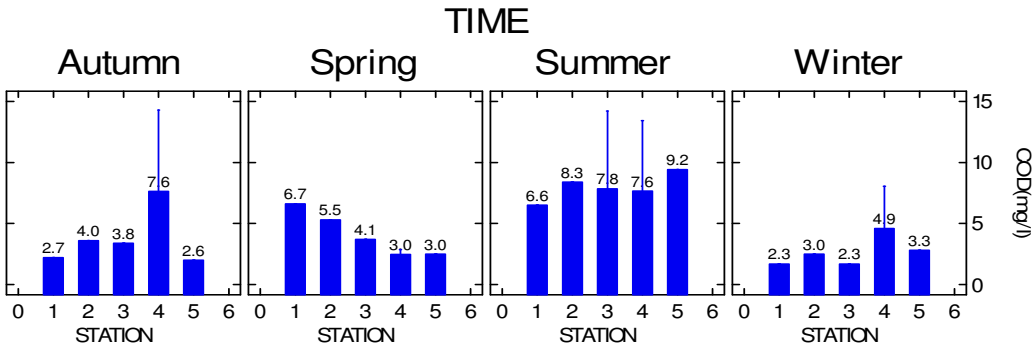
شود. ضمن آن که گونه سس ماهی *Luciobarbus capito* دارای دو فرم مهاجر و ساکن در رودخانه بوده و با در نظر گرفتن پارامتر های فیزیکی و شیمیایی آب اکوسیستم پشت سد فوق ((شکل های ۳-۲۵ الی ۳-۳۳))، امکان اشتراک آشیان اکولوژیک سس ماهی فوق با برخی از گونه های در معرض خطر انقراض وجود دارد حسینی، ۱۳۸۴).



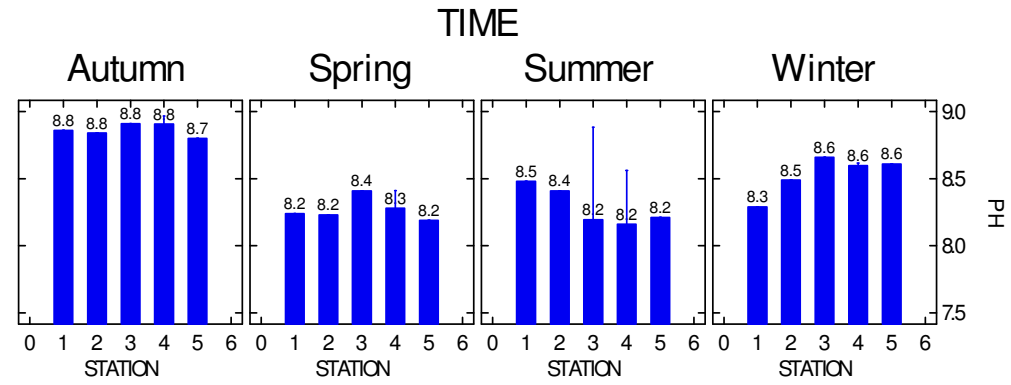
شکل ۳-۲۵ پارامترهای دما و DO در دریاچه پشت سد

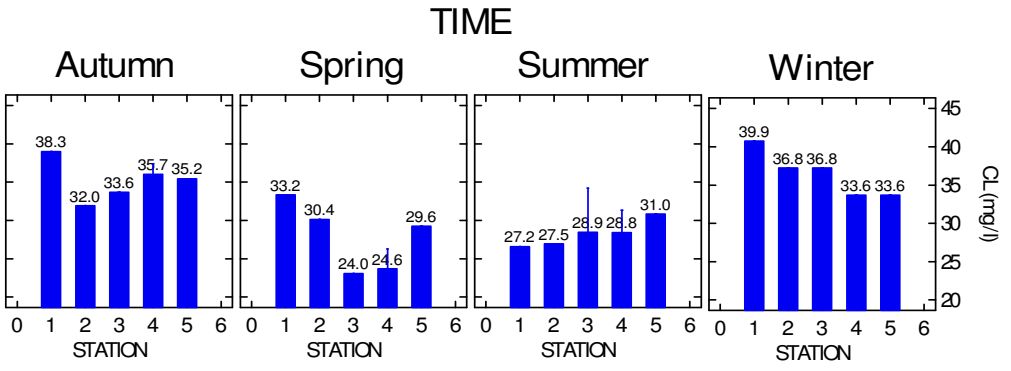
توجه: ایستگاه ۱ مربوط به ورودی شیرین رود به سد، ایستگاه ۲ مربوط به ورودی سفید رود به سد، ایستگاه ۳ تلاقی دو سرشاخه سفید رود و شیرین رود، ایستگاه ۴ در محل تاج سد بوده و ایستگاه ۵ خروجی سد است.



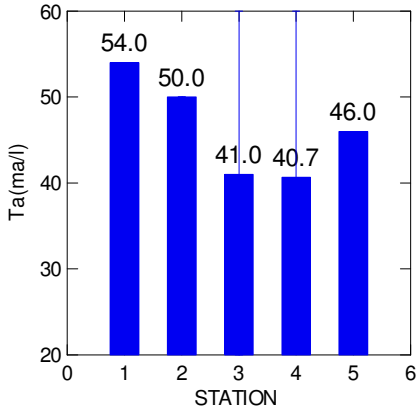


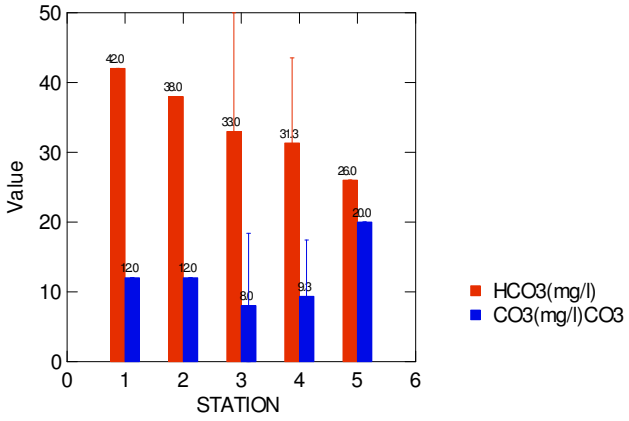
شکل ۳-۲۶ پارامترهای BOD5 و COD در دریاچه پشت سد

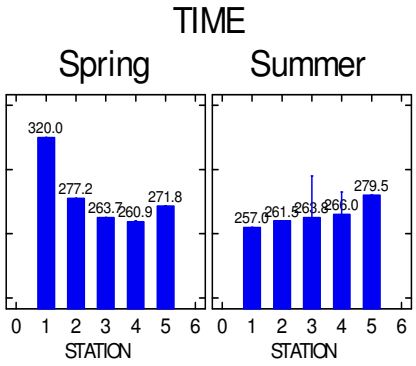




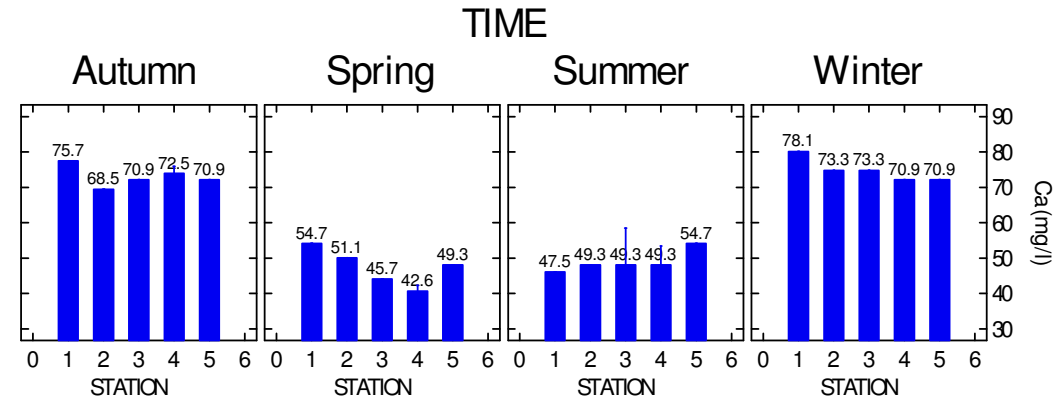
شكل ٣-٢٧ پارامترهاى pH و CL در درياچه پشت سد

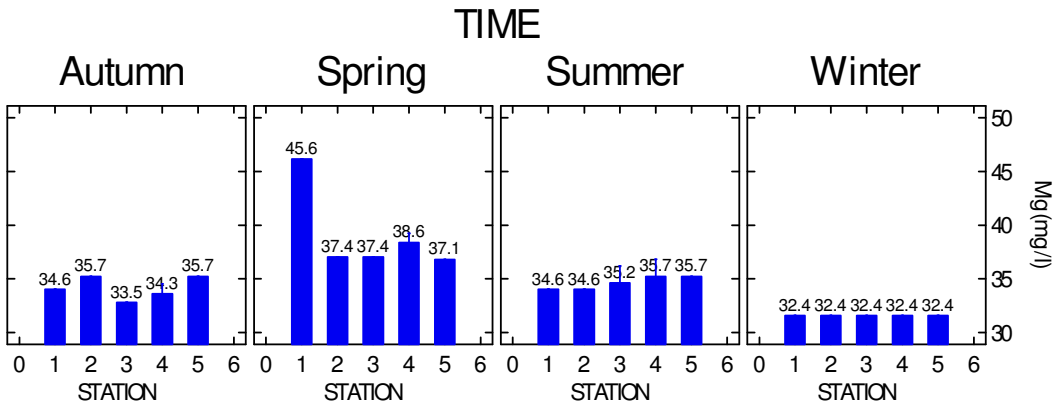




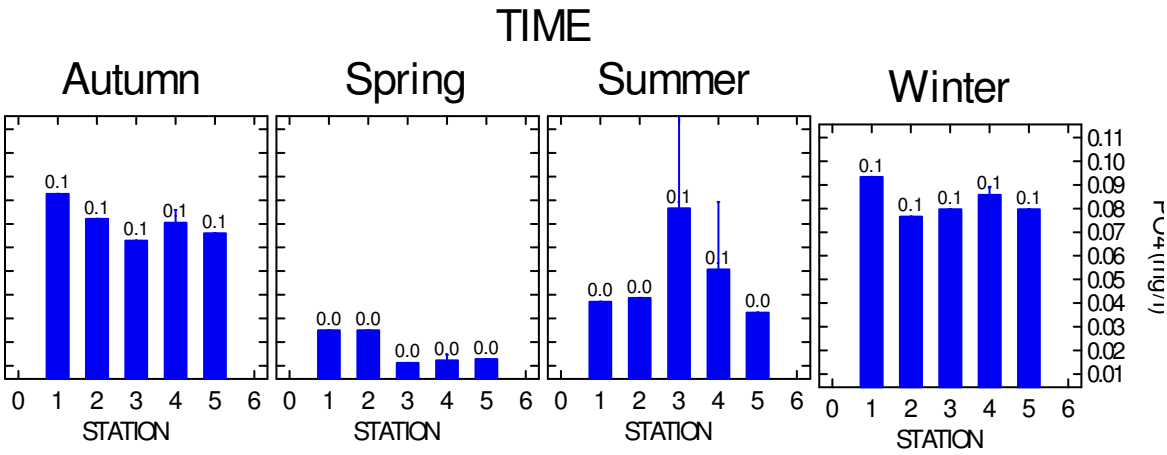


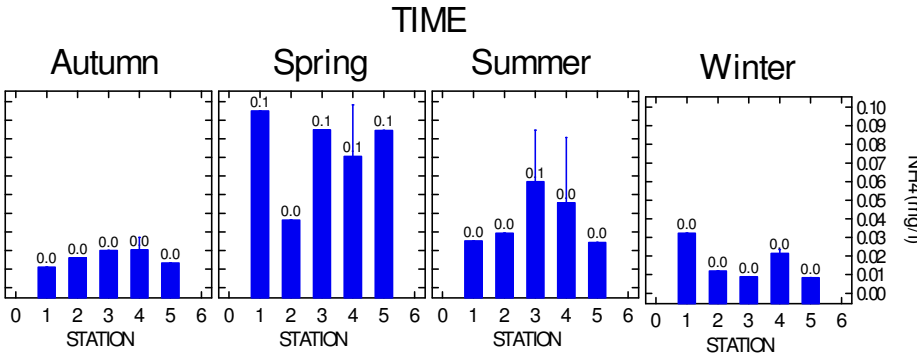
شکل ۳-۲۸ پارامترهای HCO3 **و** CO3، TA **و** TH **در دریاچه پشت سد**



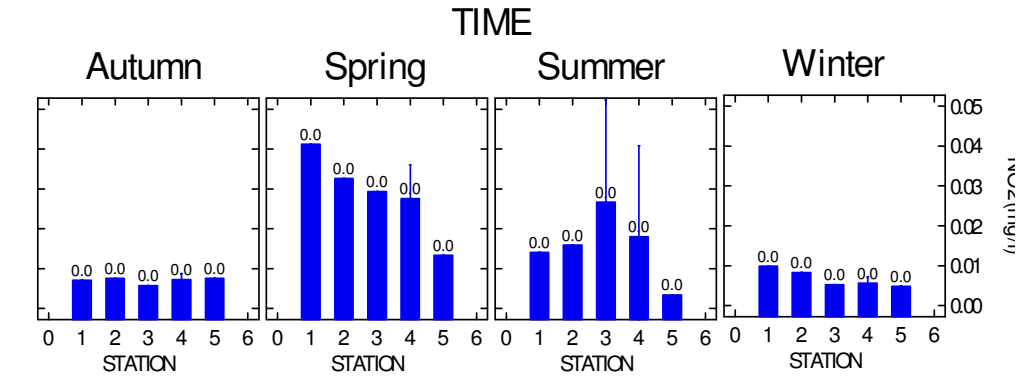


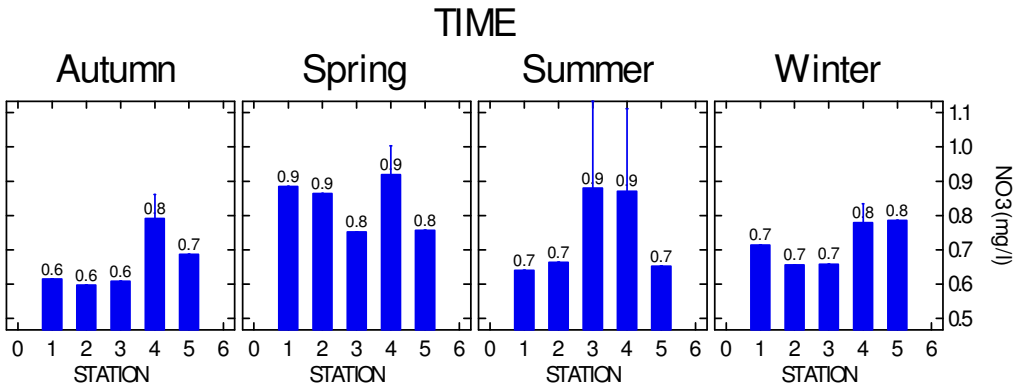
شکل ۳-۲۹ پارامترهای Ca و Mg در دریاچه پشت سد



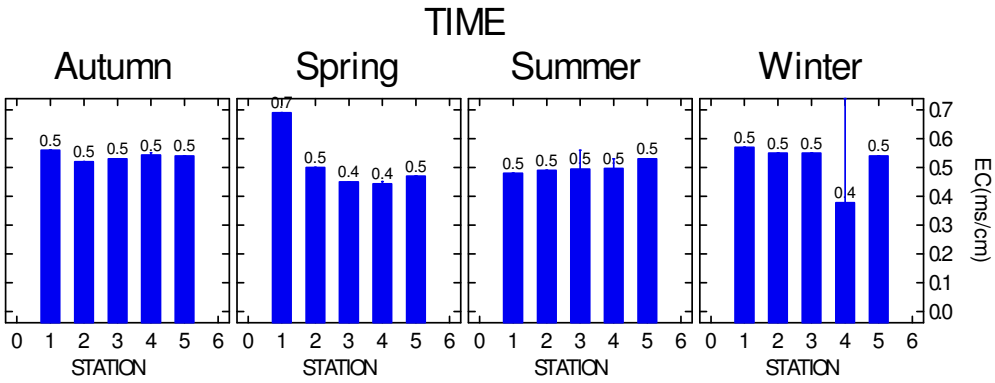


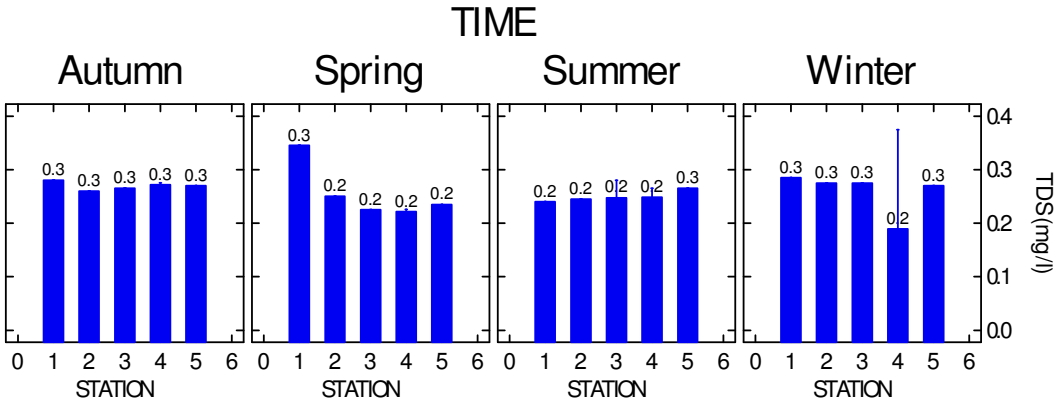
شکل ۳-۳۰ پارامترهای PO4 و NH4 در دریاچه پشت سد



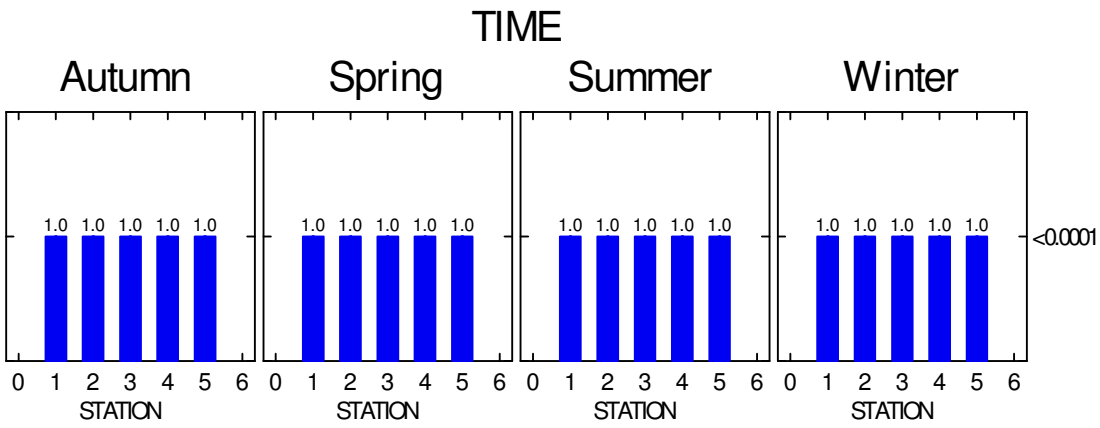


شکل ۳-۳۱ پارامترهای NO2 و NO3 در دریاچه پشت سد





شکل ۳-۳۲ پارامترهای EC و TDS در دریاچه پشت سد



شکل ۳-۳۳ پارامتر TSS در دریاچه پشت سد

٤- بحث

رودخانه های مورد مطالعه اغلب دارای شرایط اکولوژیک یکسانی هستند به گونه ای که می توان نواحی مختلف اکولوژیک (bream zone, barbel zone, grayling zone, trout zone) را مشاهده نمود، به گونه ای که در مناطق فوقانی رودخانه که دارای شیب زیاد و دمای پایین است، زیستگاه تنها گونه این منطقه، قزل آلای خال قرمز بوده و هر چه به سمت مناطق پایین دست رودخانه ها حرکت نماییم، ضمن کاهش شیب، افزایش دما و عمق آب، تنوع گونه ای نیز اضافه می شود (شکل ۱). نتایج بدست آمده با مطالعه های سایر محققین مطابقت دارد (نادری جلودار، ۱۳۸۳: عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷).

اگرچه در نگاه اول به نظر می رسد بسیاری از نقاط این حوضه دارای فون ماهیان یکسانی باشند، بررسی های صورت گرفته، نشان می دهند که تفاوتهای بارزی در پراکنش گونه ها در اکوسیستم های رودخانه ای و دریایی این حوضه وجود دارد. به عنوان مثال تنوع گونه ای ماهیان رودخانه های غربی مانند سفیدرود و ارس بیشتر از رودخانه های شرقی مانند اترک و گرگانرود می باشد (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). به عنوان مثال گونه هایی مانند *Chondrostoma cyri* و *Alburnus filippi* تنها در رودخانه های ارس و سفید رود وجود داشته و در شرقخزر وجود ندارند و یا در رودخانه های شرقی دریای خزر تاکنون جمعیتی از ماهی قزل آلای خال قرمز یافت نشده است. (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). نتایج مطالعه صورت گرفته در چهار رودخانه تجن، هراز، سردآبرود و چالوس نشان داد که اگرچهمجامع زیستی تمامی رودخانه ها از جمله گونه های ماهیان غالبا مشترک بوده و همه این رودخانه ها دارای نواحی اکولوژیک آزاد ماهیان تا ماهیان پهن هستند ، ولی دارای تفاوت هایی نیز هستند.به عنوان مثال تاکنون در رودخانه های سردآبرود و چالوس برخلاف رودخانه های هراز و تجن گزارشی از ماهیان خاویاری وجود ندارد (عبدلی، ۱۳۷۳). عوامل متعددی در پراکنش گونه ها موثرند، عوامل حیاتی نظیر گونه های رقابت کننده، وجود صیادان، منابع غذایی نیز در انتشار گونه ها موثرند. عوامل غیر زنده نیز نقش موثری داشته و وجود یک جامعه در یک زیستگاه ناشی از تجمع گونه هایی است که تحت شرایط غالب عوامل غیر زنده توانسته اند خود را سازگار نمایند (مجنونیان، ۱۳۸۷).هر رودخانه ای از نظر جامعه زیستی ویژگیهای خاص خود را داشته و کاملا این ویژگیها قابل تعمیم نیستند. بنابراین تشابه و تفاوت ها در مجامع زیستی رودخانه های مورد مطالعه به عوامل فوق مرتبط است. هرچه از سرچشمه رودخانه ها فاصله بگیریم بر میزان تنوع گونه ای افزوده می شود. افزایش عمق آب از قسمت های فوقانی رودخانه به سمت قسمت های پایینی یکی از عوامل مهم در افزایش تنوع گونه ای می باشد. همچنین شیب، جنس بستر، عرض ، ارتفاع و پوشش گیاهی حاشیه رودخانه نیز بر تنوع گونه ای ماهیان تأثیر دارند (Shelldon, 1982; Foltz, 1982; Fingera, 1982; Adebisi, 1988). علاوه براین عوامل متعدد فعالیت های انسانی در این رودخانه ها سبب دگرگونی وضعیت پارامترهای کیفی آب و خصوصیات زیستی آنها شده است. بطوری که نتایج ما نشان داد که در تمامی رودخانه های مورد بررسی ایستگاه های بالادست روند ثابت تری از تغییرات را نسبت به ایستگاه های پایین دست نشان

می دهند. این مهم می تواند بازگوکننده پیچیدگی های بیشتر فعالیت های انسانی بر نواحی میانی و پایین دست اکوسیستم رودخانه ها باشد.

در بالادست تمامی رودخانه های مورد مطالعه، بدلیل عدم دسترسی آسان با حداقل فعالیت های انسانی، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرایط طبیعی تری را داشتند. اما نواحی میانی و پایین دست اکوسیستم رودخانه ها تحت تأثیر انواع فعالیت های انسانی بوده که اثرات مهمترین آنها را مورد بحث قرار می دهیم.

خروجی پساب استخر های پرورش ماهی (که میزان آن در رودخانه هراز بیشتر از سایر رودخانه ها است) حاوی مواد آلی زیادی است که ناشی از مصرف مواد غذایی، رشد ماهیان می باشد. این مواد آلی در نتیجه تجزیه زیستی، میزان اکسیژن آب را به شدت کاهش می دهند، دمای آب را افزایش و نهایتا ضمن افزایش کدرت آب، موجب از دست رفتن تعادل طبیعی اسیدیته در آبهای جاری می شوند، همچنین خروجی پساب، حاوی مقادیر زیادی ترکیبات نیتروژن دار از جمله آمونیوم است که برای اکوسیستم خطر آفرین است (Raczyynska *et al.*, 2012; Noroozrajabi *et al.*, 2013). کاهش اسیدیته، کاهش میزان اکسیژن محلول، افزایش BOD، افزایش آمونیوم، افزایش دمای آب و افزایش ECدر ایستگاه های بعد از خروجی پساب بخوبی مشهود است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج نادری جلودار و همکاران (۲۰۰۷) و Raczyynska (۲۰۱۲) کاملا مطابقت دارد. توجه به پتانسیل خودپالایی رودخانه، کنترل ظرفیت تولید و استفاده از روش های تصفیه آب استخر ها همچون هوادهی بیشتر و سیستم های برگشت پذیر برای کنترل آلودگی های زیست محیطی ناشی از آبزی پروری خصوصا در پایین دست لازم است. نکته دیگری از فعالیت های آبزی پروری بر اکوسیستم های طبیعی، دفع مواد شیمیایی است که برای شستن استخرها و تأسیسات استخر به مخیط وارد می کنند. ورود مواد گندزدایی همچون کلر، نفتالین، استون و...به محیط بخاطر لزوم شستشوی استخرها ثابت شده است (Patimar *et al.*, 2012).

کاربری بعدی گسترده منطقه مورد مطالعه، فعالیت های کشاورزی است که این فعالیت ها خصوصا در دهه اخیر در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با مصرف زیاد کودها و سموم شیمیایی همراه بوده است (Mehrdadi *et al.*, 2006). فعالیت های کشاورزی بر اکوسیستم تمامی رودخانه های مورد مطالعه وجود داشته، اما برحسب امکانات موجود تنها رودخانه تجن مورد بررسی قرار گرفت. در مورد تأثیر کشاورزی سنتی بر اکوسیستم (مخصوصا کشت های پرنیاز به آب مانند برنج که کشت اصلی مردم منطقه را تشکیل می دهد) بیان داشته که حجم زیاد آب مصرفی موجب افزایش کدورت آب، افزایش معنی دار دمای آب، کاهش شدید میزان اکسیژن محلول، افزایش مواد غذایی، افزایش معنی داری در فلزات سنگین و آلاینده های آلی بدلیل مصرف کودها و سموم شیمیایی، تغییرات زیاد میزان اسیدیته آبو بطور غیرمستقیم سبب تغییرات زیادی در بستر رودخانه بدلیل فرسایش های کناره ها، ترافیک وسایل حمل و نقل کشاورزی می گردد (Smakhtin, 2002)، تحقیقات زیادی بر تأثیر کشاورزی بر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی انجام شده است که از آن جمله می توان به مطالعه ارجمند و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کرد. با مطالعه میزان مصرف سموم ارگانوفسفره برای کشت برنج گزارش دادند که

دیازنون بیشترین مقدار را برای مناطق شمال کشور و کنترل آفات برنج دارد، آنها اختلاف شدید معنی داری در ایستگاه شاهد با ایستگاه های تأثیر یافته از پساب کشاورزی در آمل گزارش دادند، زمان ماندگاری این سموم را در رودخانه حدود دوماه بیان نمودند و اثبات کردند که مصرف این سموم موجب افزایش کدورت آب، افزایش دما و کاهش میزان اکسیژن محلول می شود (Arjmandi *et al.*, 2010). سموم ارگانوکلره یکی از سموم کشاورزی مورد استفاده است و بدیهی است در صورت عدم استفاده صحیح از سموم و کود های شیمیایی، تغییرات زیادی در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اتفاق می افتد. فرسایش خاک در نتیجه هموار کردن زمین، ترافیک وسایل مورد نیاز کشاورزی و لزوم نگهداشت آب در معرض نور خورشید و بالا بردن دمای آب آن برای کاربردپذیر بودن در کشت برنج از مهمترین تأثیراتدیگر کشاورزی منطقه بر رودخانه است. مقایسات عددی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی ایستگاه های پایین دست با ایستگاه های بالا دست به خوبی نشان دهنده این تأثیرات است.

فعالیت های کارگاه های شن و ماسه که با برداشت ماسه های بستر و کناره های رودخانه، خرد کردن و شستن آنها همراه است، خصوصا به شیوه باز که در ایران مرسوم است، نه تنها باعث افزایش کدورت و ذرات جامد معلق می شود بلکه کاهش پتانسیل آب برای نگهداشت اکسیژن، افزایش دمای آب، افزایش شدید EC و تغییرات pH را در پی دارند. حضور کارگاه های شن و ماسه در پایین دست تمامی رودخانه ها ی مورد مطالعه بویژه هراز و تجن موجب تغییرات زیادی در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شده است، بطوری که مقایسه های عددی در ایستگاه های....با ایستگاه های بالادست موید این مطلب است. به عنوان مثال گل آلودگی شدیدایستگاهی کهدر فاصله ۵۰۰ متری از رود فرعی زارم قرار گرفته، ناشی از فعالیت های زیاد کارگاه های شن و ماسه در امتداد این سرشاخه است. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات صادقی و همکاران (۲۰۱۴) و Yergeuo و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد.

پساب های شهری و صنعتی موجب تغییرات زیادی در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه های مورد مطالعه شده است، بطوری که پساب کارخانه صنایع چوب و کاغذ ساری حاوی مواد آلی زیادی است که مستقیما وارد رودخانه تجن می شود. متأسفانه ضمن تغییر رنگی که پساب کارخانه مذکور در آب رودخانه دارد (حالت قهوه ای کدر)، باعث تغییراتی در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب می شود. مطابق با مطالعه Walker و همکاران (۲۰۱۲) پساب خروجی صنایع چوب و کاغذ حاوی مواد آلی زیاد است که برای تجزیه، شدیدا نیازمند اکسیژن است. لذا میزان اکسیژن محلول در آب را نه تنها به دلیل تجزیه زیستی پساب، بلکه بدلیل تغییر رنگ و به دنبال آن تغییر دمای طبیعی آب ناشی از تأثیرگذاری بیشتر تابش نور خورشید یا در صورت وجود خروجی گرم پساب، ناشی از خود پساب، شدیدا کاهش می دهد. Thompson و همکاران (۲۰۰۱)، خروجی پساب صنایع کاغذسازی را سومین منبع مهم آلاینده بعد از صنایع مواد شیمیایی و صنایع فلزی نام بردند، که بدلیل استفاده از مواد شیمیایی جهت شستشو، فرآوری و اصلاح چوب به همراه مواد آلی می تواند به شدت بر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تأثیرگذار باشند. نتایج مطالعه حاضر با نتایج شکری و همکاران (۲۰۱۴) و احمدی و

همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد، بطوری که کاهش شدید میزان اکسیژن محلول در آب را حتی در فاصله بیش از ۵۰۰ متری از کارخانه تأیید کردند.

تأثیر موانع فیزیکی مانند پای پل ها، انواع سد های انحرافی و مخزنی و ... بر اکوسیستم رودخانه ها و مجامع زیستی آنها (بویژه ماهیان) در دنیا ثابت شده است. این دسته عوامل دارای تأثیرات معنی داری بر اکوسیستم تمامی رودخانه های مورد مطالعه داشتند. بطوری که سد بزرگ و قدیمی شهید رجایی رودخانه تجن موجب شده بود تا آب خروجی سد، از کیفیت بالا و مقادیر مناسبی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی برخوردار باشد. Cadill و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه تغییرات اکولوژیکی سد در رودخانه کلمبیا در کانادا، نگهداشت آب، ته نشست رسوبات و ذرات معلق درآب، کاهش کدورت آب، کاهش معنی دار دمای آب خروجی سد، کاهش مواد غذایی و همچنین مواد سمی محلول در آب در نتیجه فرصت ته نشست و نهایتا افزایش ظرفیت آب خروجی برای نگهداشت بیشتر اکسیژن محلول را از جمله تغییرات مثبت سدها عنوان کردند. نتایج پایین دست سد به خوبی تعادل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی را نشان می دهد، بطوری که مطابق مطالعات EPA، بهترین مقدار pH در رودخانه حدود ۸ ، میزان BOD نزدیک صفر، عدم وجود مواد غذایی و میزان جامدات محلول کمتر از ۱۰۰ است(Barbour *et al.*, 2007).

تعداد خانواده بزرگ بی مهرگان کفزی نه تنها خود می تواند شاخصی از وضعیت اکولوژیک یک رودخانه باشد بلکه در ارزیابی اکولوژیک رودخانه توسط اکثر شاخص های زیستی به عنوان یک جزء حضور دارد(Scott, 1998).

همانطور که انتظار می رفت در نواحی که کمتر تحت تأثیر فعالیت های انسانی قرار داشتند (بالا دست رودخانه ها)، تعداد افراد و گروه های راسته های حساس به آلودگی Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) بیشتر حضور دارند. کمترین تعداد افراد از این راسته ها در نواحی از رودخانه ها حضور داشتند که نه تنها در پایین دست رودخانه ها قرار دارند بلکه تحت تأثیر آلاینده های کارگاه های شن و ماسه، استخرهای پرورش ماهی، شهری و کارخانه صنایع چوب و کاغذسازی بودند. هرچند تعداد و ترکیب این سه راسته نیز به تنهایی در رودخانه ها نمی توانند ارزیابی کامل و دقیقی از اکوسیستم داشته باشند ولی کاربرد وسیعی برای ارزیابی های سریع و برنامه های پایش منظم دارند(Ogren, 2014).

شاخص های زیستی EPT و تنوع شانون برخلاف شاخص هیلسنهوف (HFBI) در نواحی که تحت تأثیر انواع آلاینده ها بودند، کمتر از بالادست تمامی رودخانه ها بودند. همچنین گروه های کارکرد تغذیه ای نیز همانند سایر شاخص ها وضعیت کیفی آب بهتر بالادست رودخانه ها را تأیید می کند. برای بحث بهتر در مورد ارزیابی اکولوژیکی توسط بزرگ بی مهرگان کفزی، لازم است ابتدا روابط پارامترهای کیفی آب و زیستگاهی با بزرگ بی مهرگان کفزی بررسی شود. توزیع بزرگ بی مهرگان کفزی در درجه نخست تحت تأثیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی میزان اکسیژن محلول، دمای آب، مواد مغذی و TDS و سپس تحت تأثیر پارامترهای زیستگاهی خلل

و فرج سنگ ها، پوشش گیاهی، عمق و جریان آب بوده است. از آنجایی که میزان شدت فعالیت های انسانی بر پارامتر های کیفی آب تأثیر دارد (Amirkolaie, 2008)، لذا توزیع بزرگ بی مهرگان کفزی را تحت تأثیر قرار می دهد. بدین ترتیب Nnajio و همکاران (۲۰۱۱) تعیین مهمترین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی موثر بر توزیع بزرگ بی مهرگان کفزی را منوط به شناخت و اطلاعات کامل از نوع آلاینده های انسانی بیان می کند که حتی سلایق کشاورزان در انتخاب سموم و کودها، قابلیت دسترسی و استفاده، زمان و مقدار استفاده و...می تواند موجب تغییر تأثیرات پارامترها بر آبزیان باشد.نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش میزان اکسیژن محلول آب، گروه های حساس افزایش یافتند. مقادیر فسفات و نیترات نیز از جمله پارامتر های مهم در توزیع بزرگ بی مهرگان کفزی بودند که این نتایج با نتایج دیگران در سایر رودخانه های ایران همخوانی دارد (Varnosfaderany*et al.*,2010; Shokri*et al.*, 2014). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که وجود سنگ های بزرگ (در بالادست رودخانه ها) برای لانه سازی بسیاری از گونه های بزرگ بی مهرگان کفزی خصوصا Trichoptera ضروری است، با وجود سنگ های بزرگ امکان حضور سایر گونه های حساس نیز وجود دارد، این درحالی است که معمولا گونه های مقاوم در گل و لای ها زیست می کنند (Quevauviller, 2007). Jussi و همکاران (۲۰۱۴) در چین، ساختار بستر، میزان شدت جریان آب و شرایط پوشش گیاهی کناره ها را در حفظ تنوع زیستی طبیعی رودخانهYalutsangpoمهم بیان کردند، لذا نتایج مذکور در این مطالعه با مطالعه آنان همخوانی دارد.

میزان اکسیژن محلول، اولین پارامتر در توزیع گونه های ماهی بوده است که شدیدا نیز با دمای آب در ارتباط است بطوری که افزایش ناچیزی در دمای آب رودخانه و دریاچه ها موجب کاهش معنی داری در میزان اکسیژن محلول در آب می شود، ضمن آنکه ظرفیت نگهداشت آب را نیز برای میزان اکسیژن کاهش می دهد، Buentello و همکاران (۲۰۰۰) با مطالعه تأثیر دما و میزان اکسیژن محلول در آب بر فعالیت های روزانه ماهیان اثبات کردند که با افزایش میزان اکسیژن محلول در آب تمایل گونه های حساس ماهی به تغذیه، تولید مثل و فعالیت های روزانه بیشتر می شود، نتایج آزمون های مطالعه آنان، همبستگی بیش از ۷۰ درصدی میزان اکسیژن محلول و میزان جذب روزانه را در گربه ماهی نشان می دهد.نتایج مطالعه حاضر نیز سهم بالای تأثیر این پارامترها بر گونه های ماهی در رودخانه های مورد بررسی را نشان داد. میزان رسوب گذاری و میزان خلل و فرج سنگ ها دو پارامتر تأثیرگذار بر توزیع ماهیان بوده است. Brian و همکاران (۲۰۰۱) در آمریکا ارتباط معنی داری بین میزان خلل و فرج سنگ ها، اندازه ذرات رسوبات و پوشش گیاهی کناره ها با جمعیت گونه های حساس ماهی گزارش دادند و با نتایج این مطالعه نیز مطابقت دارد، بطوری که با کاهش اندازه ذرات و کاهش میزان خلل و فرج سنگ های بستر، تعداد گونه های حساس کم و یا حذف می شوند. Kieth و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه در باره پارامترهای زیستگاهی و جوامع ماهیان در سه مقیاس کل آبخیز، رودخانه های کوچک و هر ایستگاه، تأثیر میزان پوشش گیاهی حاشیه و شدت جریان آب را بروی رسوبگذاری و پتانسیل نگهداشت شکاف های بزرگ در سنگ ها که موجب درهم غلتیدن آب و افزایش میزان اکسیژن محلول می گردد، نسبت به سایر پارامترهای

فیزیکی زیستگاه مهمتر گزارش دادند. همبستگی میزان خلل و فرج سنگ ها به پوشش گیاهی حاشیه زیاد است، به این معنا که با کاهش پوشش گیاهی کناره ها، میزان فرسایش براثر بارندگی بیشتر می شود و رسوبات حاصله از فرسایش به درون سنگ ها راه می یابند (Nerbonne and Vondracek, 2001). در این مطالعه مشخص شده، فعالیت های انسانی که سبب تغییر BOD شود با میزان اکسیژن محلول در آب نیز همبستگی دارد. بنظر می رسد با کم شدن دبی آب، تأثیر مواد مغذی نیترات و فسفات ناشی از کودهای شیمیایی بر آب رودخانه ها بیشتر شده است. Smakhtin (۲۰۰۲) با مطالعه بر تأثیر جریان آب، کاهش دبی آب رودخانه و آبیاری سنتی بر میزان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه، این ادعا را ثابت نمود که با کاهش دبی، سهم تأثیراتکشاورزی بیشتر می شود. مطالعه حاضر نیز نشان داد که در نواحی بالادست رودخانه ها با مقادیر کمتر آلاینده های خاص، تراکم ماهیان حساس وابسته به میزان اکسیژن بالا بیشتر بودند.

تخریب زیستگاه که بیشتر گونه های مهاجر از دریا به رودخانه را تحت تاثیر قرار داده و چرخه زندگی آنها را بخصوص در دوره تولید مثل بر هم زده، یکی از علت های اصلی در معرض خطر انقراض قرار گرفتن بسیاری از ماهیان دریای خزر است (Abdoli*et al.,* 1998). زایشگاه و پرورشگاه گونه های ماهیانی نظیر آزاد ماهی دریای خزر (*Salmo trutta caspicus*) و سس ماهی دریای خزر (*Luciobarbus brachycephalus*) در پایین دست رودخانه های این حوضه می باشد. متأسفانه ارزش های زیستگاهی رودخانه های سردآبرود، چالوس، هراز و تجن تحت تأثیر فعالیت های موثر انسانی نظیر محل دفع زباله ها، فاضلاب و پساب های کشاورزی، صنعتی و شهری، انواع سد های مخزنی و انحرافی و سایر عوامل تخریب کننده بشدت تغییر کرده است. به همین دلایل امکان تکثیر و پرورش گونه های ماهیان در معرض خطر مانند گونه های فوق از بین رفته و یا به حداقل رسیده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فراوانی برخی از گونه های ماهیان کم شده و یا به کلی ناپدید شدند.روند جایگزینی گونه هایی که دامنه تحمل پذیری بیشتری دارند، در رودخانه های فوق صورت گرفته و حتی در مقایسه با نتایج سایر مطالعات در گذشته (Abdoli *et al.,* 2014: عبدلی، ۱۳۷۳: نادری جلودار، ۱۳۷۸)، گونه های غیر بومی حضور بیشتری یافتند. نتایج این مطالعه با مطالعات Naylor *et al.,* (2000) و FAO (1998) همخوانی داشته و به اثبات رسید. بنابراین در دراز مدت برای حفظ نسل بسیاری از گونه های ماهیان دریای خزر و به عبارت بهتر نجات این اکوسیستم، چاره ای نیست تا حداقل تعدادی از رودخانه های این حوضه را ضمن استفاده معقول از آن ها برای بقاء اکوسیستم خزر حفاظت نماییم.

سد شهید رجایی رودخانه تجن مانع فیزیکی مهمی در مسیر مهاجرت گونه های ماهیان ایجاد کرده، بطوری که قبل از ایجاد سد حتی ماهیان خاویاری برای تخمریزی به بالادست رودخانه تجن (سرشاخه های شیرین رود و سفید رود) مهاجرت داشتند (گزارشات محلی).Cadillو همکاران (۲۰۰۷) امکان قطع ارتباط زیستی و ژنتیکی گونه های بالادست و پایین دست سد، تغییرات بستر رودخانه و در پی آن تغییر در زیستگاه ماهیان جهت اعمال حیاتی خود را از جمله تغییرات منفی ناشی از سد عنوان کردند.نتایج مطالعه حاضر با نتایج شرقی و همکاران

(۲۰۱۱) در مورد تغییرات ساختار جمعیتی ماهیان و جدایی جمعیت های گونه های مختلف ماهیان ناشی از سد همخوانی دارد. در عین حال افزایش کیفیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب را نیز ناشی می شود.

علیرغم اثرات منفی زیاد سد شهید رجایی تجن بر اکوسیستم رودخانه، شرایط نسبتا مطلوبی را برای برخی از گونه های ماهیان رودخانه فراهم نمود.Shelldon (1968) معتقد است که عمق آب تأثیر زیادی در افزایش تنوع گونه ای دارد، زیرا گونه های مختلف از لایه های مختلف غذایی تشکیل شده استفاده می نمایند. در همین راستا Foltz (1982)به شکل دیگری معتقد است عمق زیاد آب باعث افزایش کنج های بوم شناسی شده که این خود بر گونه های مختلف اثر می گذارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تعدادقابل توجه ای از گونه های ماهیان نظیر ماهی سفید رودخانه ای (*Squalius cephalus*)، سیاه ماهی (*Capoeta capoeta*)، سس ماهی لب نازک (*Barbus lcerta*)، سس ماهی لب کلفت (*Barbus mursa*) و سس ماهی در معرض تهدید *Luciobarbuscapito* دردریاچه پشت سد و بالا دست آن زندگی می نمایند. دو فرم از گونه *Luciobarbus capito*در حوضه جنوبی دریای خزر وجود دارد. فرمی که در دریا زندگی نموده و برای تولید مثل به رودخانه ها مهاجرت نموده و دیگری فرمی که برای همیشه در قسمت های میانی رودخانه ها که دارای بستر قلوه سنگی و سرعت آب کمتر از ۱ متر در ثانیه با دمای متوسط آب ۱۵ تا ۲۰ سانتی گراد زندگی می نمایند (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷: Berg, 1949).نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب سنی و وزنی مختلفی از این گونه، در دریاچه پشت سد زندگی کرده و در سرشاخه های شیرین رود و سفید رود تولید مثل می کند. فرم دریایی آن در دمای مناسب ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی گراد در بخش های میانی و پایین دست رودخانه تولید مثل می کند. بستر مناسب برای تولید مثل این گونه در رودخانه سردآبرود قلوه سنگی، در سرعت جریان زیاد آب (۱ متر بر ثانیه) دمای آب ۲۲ درجه سانتی گراد و عمق آب ۰/۵ متر گزارش شد (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷) .

همانطور که بیان شد تمامی رودخانه های مورد مطالعه تمامی نواحی اکولوژیک را دارا هستند، با این تفاوت که طول روخانه های سردابرود و چالوس کوتاه تر از رودخانه های هراز و تجن بوده و شیب بستر آنها بیشتر است. بهمین خاطر وسعت هر ناحیه در دو رودخانه تجن و هراز بیشتر می باشد. در رودخانه تجن Barbel Zone نسبتا وسعت بیشتری داشته و دریاچه پشت سد و بالادست آن در هر دو سرشاخه شیرینرود و سفیدرود اکثر نواحی اکولوژیک وجود دارد. تمامی گونه های ماهیان در معرض خطر انقراض گونه های مهاجر از دریا به رودخانه بوده و مهاجرت تولید مثلی آنها حتی ماهیان خاویاری تا ۱۰۰ کیلومتر در رودخانه تجن گزارش شده (لالویی، ۱۳۷۸: عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷: گزارشات محلی در گذشته). سس ماهی دریای خزر *Luciobarbus brachycephalus* به شدت در معرض خطر انقراض بوده و همانند سس ماهی *Luciobarbus capito* متعلق به خانواده Cyprinidae می باشد. دمای مناسب برای تولید مثل آن ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی گراد و بستر تولید مثل قلوه سنگی می باشد. اوج مهاجرت این گونه در تابستان زمانی که دمای آب ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی گراد است (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷: Berg, 1949). بچه ماهیان سس ماهیان فوق از زئوپلانکتونها و ماهیان بالغ از موجودات

کف زی (لارو حشرات، سخت پوستان، نرم تنان، ماهیان) تغذیه می نماید. براساس گزارشات محلی (قبل از ایجاد سد) ماهیان خاویاری در رودخانه تجن تا ۷۵ کیلومتر مهاجرت تولید مثلی داشتند. از آنجایی که بالادست سد منطقه حفاظت شده بوده، بدلیل عدم دسترسی آسان کمترین فعالیت های انسانی بر اکوسیستم رودخانه وارد شده، نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه شرایط خاص ایجاد شده در دریاچه پشت سد و بالادست آن امکان زندگی برای آنها وجود دارد. گونه های مهاجر نظیر شاه کولی(*Alburnoids chalcoides*) سیاه کولی (*Vimba persa*) که متعلق به خانواده Cyprinidae بوده و با شرایط تولید مثلی سس ماهیان *Luciobarbus capito* و *Luciobarbus brachycephalus*همپوشانی دارند(بستر مناسب برای تولید مثل قلوه سنگی و سرعت آب ۱/۳ متر در ثانیه) ، اکوسیستم سد شهید رجایی و بالادست آن به عنوان ذخیره گاه ژنتیکی احتمالی این دسته ماهیان قابل استفاده است. بنابراین نتیجه گیری می شود از آنجایی که متأسفانه تاکنون توجه ای به احیاء اکوسیستم های تخریب شده (بیشتر مشکلات مربوط به رودخانه های این منطقه است) نشده است و با توجه به اینکه برخی گونه های ماهیان این حوضه،جمعیت های خوبی را در دریاچه پشت سد و بالادست آن دارند و شرایط جدید زیستگاهی شکل گرفته در منطقه مورد مطالعه، ذخیره گاه ژنتیکی مطلوبی برای گونه های ماهیان در معرض خطر این حوضه می باشد. این ذخیره گاهفرصتی را ایجاد کرده تا همانند تکثیر مصنوعی برخی گونه ها نظیر ماهی سفید و ماهی آزاد دریای خزربا حفظ نسل گونه های در معرض خطر انقراض، موانع موجود در مسیر تولید مثل طبیعی گونه ها را برداشته و بقا نسل آن ها را به صورت طبیعی تضمین نماید.

پیشنهادها

- مطالعه لیمنولوژیک سد شهید رجایی و بالا دست آن به منظور معرفی گونه های ماهی در معرض خطر انقراض که با اکوسیستم سازگار باشند.
- مطالعه زیست شناسی و بوم شناسایی گونه های ماهی در معرض خطر انقراض.
- مطالعه برروی بیوتکنیک تکثیر مصنوعی و نیمه مصنوعی گونه های ماهی در معرض خطر انقراض نظیر سس ماهیان *Luciobarbus capito* و *Luciobarbus brachycephalus* .
- شناسایی و مطالعه زیستگاه های مناسب دیگر نظیر سد لار در حوضه جنوبی دریای خزر به عنوان ذخیره گاه های ژنتیکی گونه های ماهی در معرض خطر انقراض این حوضه.
- مطالعه رودخانه های مورد بررسی و سایر رودخانه های مهم این حوضه به منظور بازسازی (Rihabilitation) آنها برای تکثیر طبیعی این گونه ها.
- ایجاد شرایط مناسب در پایین دست رودخانه ها برای مهاجرت و تولید مثل گونه های در معرض خطر انقراض نظیر ایجاد چراگاه های مصنوعی، ایجاد پوشش گیاهی مناسب در حاشیه رودخانه ها، برطرف کردن موانع فیزیکی مانند سد و پای پل ها، ایجاد بستر های مصنوعی مناسب و حفظ پیچ و خم های طبیعی رودخانه ها برای تخمریزی ماهیان.

تشکر و قدردانی:

از آقای دکتر پورکاظمی ریاست محترم موسسه تحقیقات شیلات و آقای دکتر پرافکنده ریاست محترم و دکتر فضلی معاونت محترم پژوهشکده اکولوژی دریای خزر و همه همکاران محترم در موسسه و پژوهشکده که به نوعی ما را در انجام این پروژه یاری دادند، همچنین از مشاورین محترم نهایت تشکر را دارم.

منابع

- روشن طبری. م. ۱۳۷۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه تجن. موسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی،
- حسینی. س.ن. ۱۳۸۴. زیست شناسی دریاچه ها و آبگیرها. انتشارات نقش مهر.۳۶۷ص.
- عبدلی. ا. ۱۳۷۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه های سردآبرود و چالوس. موسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی،
- سعیدی. ع. ۱۳ . مقایسه کمی و کیفی تکثیر ماهی سفید در رودخانه شیرود و تجن. موسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، ص.
- لالویی. ف. ۱۳۷۸. بررسی مهاجرت ماهیان خاویاری در رودخانه تجن. موسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی،
- مجنونیان. ه. ۱۳۷۸. حفاظت رودخانه ها. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۲۱ ص.
- نادری. م. ۱۳۷۸. بررسی سن و رشد، تولید مثل و رژیم غذایی ماهی سفید رودخانه ای در رودخانه تجن (پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران)، ۱۰۰ ص.
- عبدلی. ا. ۱۳۷۳. بوم شناسی جمعیت های ماهیان رودخانه های سردآبرود و چالوس در استان مازندران،۹۴ ص.
- عبدلی. ا. و نادری جلودار. م. ۱۳۸۷.تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. ۲۴۲ ص.
- نادری جلودار. م. ۱۳۸۳. اطلس ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. - مهندسین مشاور پژوهاب. ۱۳۶۶. مطالعات مرحله اول سد های انحرافی چالوس و سردآبرود.
- نادری جلودار. م. ۱۳۸۷. تأثیر پساب مزارع تکثیر و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان رودخانه هراز بر گروه های تغذیه ای بزرگ بی مهرگان کفزی (جنس های) .EPT رساله دکتری- دانشگاه تربیت مدرس تهران.

- Ahmadi, M., Khorasani, N., Rafiee, G. 2011. Investigation of pollution sources and water quality of Tajan river. Journal of Natural Environment. 63(4): 327-17
- Adebisi, A.A. 1988.Change in the structural and functional components of the fish community of a seasonal river. Arch. Hydrobiol.
-Ahlawat, K., an7d Kumar, A. 2009. Analysis of industrial effluents and its comparison with other effluents from residential and commercial areas in solan H.P. International Journal of Theoretical & Applied Sciences, 1: 42-46.
- Amikolaie, AK. 2008.Environmental impact of nutrient discharged by aquaculture waste water on the Harazriver.J FishAquat Sci. 3(5) : 275-279
- Arjmandi, R., Tavakol, M., Shayeghi, M. 2010.Determination of organophosphorus insecticide residues in the rice paddies. International Journal of Environmental Science and Technology. 7(1): 175-182
-Aura, C.M., Raburu, P.O. and Hermann, j., 2010. Macroinvertebrates' community structure in Rivers Kipkaren and Sosiani, River Nzoia basin, Kenya. Journal of Ecology and The Natural Enviroment. 3(2), 39-46 pp.
-Bagenal, T. 1978.Methods for assessment of fish production in freshwater.Third edition.Blackwell scientific publication Oxford.LondonEdinburgh Melbourne.pp.XV+36

-Bergero, D., G. Forneris, G. B. Palmegiano, I. Zoccarato, L. Gasco, and Sicuro, B. 2001. A description of ammonia content of output waters from trout farms in relation to stocking density and Flow rates. Ecological Engineering 17:451-455.

- Buentello, JA., Gatlin, DM., Neill, WH. 2000. Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*).Aquaculture. 182(3): 339-352

-Carr, o. J., and Goulder R. 1990.Fish-farm effluents in rivers.Effects on inorganic nutrients, algea and the macrophyte *Ranuculus penicillatus*. Water Research 24:639-647.5

- Caudill, CC., Daigle, WR., Keefer, ML., Boggs, CT., Jepson, MA., Burke, BJ. 2007. Show dam passage in adult Columbia riverSalmonids associated with unsuccessful migration: delayed negative effects of passage obstacles or condition –dependent mortality? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 64(7): 979-995

- Clescert, L. S., A. D.Greenberg., A. D. Eaton. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater 20th EDITION, American public health association،fifteenth streetNW.Washington, DC.

- Coad, B.W. 1980. Environmental change and its impact on the freshwater fishes of Iran
Biological conservation 10: 51-80

-Conover, W.J., 1980.Practical nonparametric statistics, 2nd edition.Wiley, New York.219 p.

-Cooper, CH. M., and Knight, S. S., 1991. Water quality cycles in two hill land streams subject to natural, municipal, and non-point agricultural stresses in the Yazoo Basin of Mississipi, USA(1985-1987). Verth.Internet.Verein. Limnol.24, 1654-1663.

-Edmonson, W.T., 1959.Freshwater Biology.John Wiley and Sons.Inc, U.S.A. 1248 p.

-Elliott, J. M., U. H. Humpesch, and Macan T. T. 1988.Larvea of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association Scientific Publication 49.

-EPA. 1996. Quality Criteria for waters , Washington D.C., 256p.EPA. 1996. Quality Criteria for waters , Washington D.C., 256p.

- FAO. 1998. Rehabilitation of rivers for fish. Published by arrangement whit the Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). PP. 260

- Fingera, T.R. 1982. Fish community habitat relation in a central New Yourk stream. J. Freshwater ecology. V.1,N.4

- Foltz, J.W. 1982. Fish species diversity and abundance in relation to stream habitat characteristics. Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wild. Agencies 36: 305-311

-Farajzadeh, M. and Fallah, M., 2009. Assessing the effect of land use changes on floods with using remote sensing in Tajanriver, Geographical Research, 64: 89–104. (Translate in Persian)

-Heal, K. V., Smith., Younger, P. L., McHaffie. H. and Batty, L. C. 2004.Removing phosphorus from sewage effluent and agricultural runoff using recovered ochre.Phosphorus in Environmental Technology: Principles and Applications. . IWA Publishing , London,643p.

-Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index J. N. Am. Benthol. Soc. 7: 65-68

-Hynes, H. B. 1977. A key to the adults and nymphs of the british stoneflies (Plecoptera). Freshwater Association Scientific Publication 17.

- Gido, KB.,Falke, JA., Oakes, RM., Hase, KJ. 2006. Fish-habitat relations across spatial scales in prairie stream, American Fisheries Society Symposium.

-Karr, J. R., 1998, Rivers as Sentile: Using the Biology of Rivers to Guide Landscape Management, final report for USEPA, 28p.

-Kendra, W. 1991.Quqlity of salmonid hatchery effluent during a summer low flow swason. Transactions of the American Fishery Society 120:43-51.

-Kenny, M.A., Sutton-Grier,A.E., Smith, R.F. and Gresens,S.E. 2009. Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality: Th e intersection of science and policy. Journal of Terrestrial Arthropod .2(2009),99-128 pp.

- Jyvasjarvi, J., Aroviita, J., Hamalainen, H. 2014. An extended Benthic Quality Index for assessment of lake profundalmacroinvertebrates; addition of indicator taxa by multivariate ordination and weighted averaging. Freshwater Science. 33(3): 995-1007

- Mann, R.H.K. 1971. The population, growth and production of fish in four small stream in southern England. J. Animal Ecology.

- Mehrdadi, N., Ghobadi, M., Nasrabadi, T., Hoveidi, H. 2006. Evaluation of the quality and self purification potential of Tajan river using QUAL2E model. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 3(3)

-Milligan, M. R. 1997.Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida.Florida Department of Environmental Protection, Division of Water Facilities, Tallahassee.
- Naylor, RL.,Goldburg, RJ., Primavera, JH., Kautsky, N., Beveridge, MC., Clay, J. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies.Nature. 405(6790): 1017-24
-Needham, J.G., 1976.A guide to the study of freshwater biology. Holden Sanfrancisco. 107 p.
-NematiVarnosfaderany, M. Ebrahimi, E. Mirghaffary, N. and Safyanian, A. 2010.Biological assessment of theZayandehRud, Iran, using benthic macroinvertebrates. Limnologica. 40: 226-232.
- Nerbonne, BA.,Vondracek, B. 2001. Effects of local land use on physical habitat, benthic macroinvertebrates, and fish in the Whitewater river, Minnesota, USA, Environmental Management. 28(1): 87-99
- Newel.G.E.1977.Marine Plankton. London:Hutchinson.UK.
-Noroozrajabi, A., Ghorbani, R. and Nabavi, E. 2013. The Impact of Rainbow Trout Farm Effluents on Water Physicochemical Properties of Daryasar Stream. World Journal of Fish and Marine Sciences 5 : 342-346.
-Loch, D.D., West, J.L., and Perlmutter, D.G., 1999.The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates. Aquaculture, 147: 37-55.
-Lenat, D., 1993. A biotic index for southeastern United Sataes, Derivation and list of tolerance values with criteria for assessing water quality ratings. JNABS. 12: 179-290pp.
- Ogren, SA. 2014. Using indicators of biotic integrity for assessment of stream condition.Michigan Tech. 7(5):10-9
- Patimar, R., Kiaalvandi, S., Faramarzi, M. 2012. Length- weight relationship of three fish species of Cyprinidae in Tajan river, Iran. World. 4(5): 509-511
-Pennak, R.W., 1953.Freshwater invertebrates of the United States.The Ronald Press Company.769 p.
-Pescador, M. L., Rasmussen, A. K. and Harris, S. C., 2004.Identification manual for the caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida, Department of Environmental Protection, Florida.
-Qane, A. Identifying macroinvertebrates population structure of Chaf-roudriver in Guilan province regarding some water qualitative factors (within Urmalmalal village Boundary). Msc.: Teaching training university, 2004.p. 98. (Translate in Persian)
-Quigley, M., 1986.Invertebrates of streams and rivers.Head of Studies in Environmental Biology.Nene College.Northampton, Edward Arnold. 83 p.
Ludwig, J., and Reynolds, J.F., 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. A Niley-Interscience Publication, America. 337 p.
- Raczynska, M., Machula, S., Choinski, A., Sobkowiak, L., 2012. Influence of the fish pond aquaculture effluent discharge on biotic environmental factors of selected rivers in Northwest Poland. ActaEcologicaSinica. 32(3): 160-164
-Reynoldson, T.B., 1992.An overview of the assessment of aquatic ecosystem health using bentic invertebrates. Journal of aquatic ecosystem health, I: 295-308pp.
-Romachandra, T.V., Ahalya, N., and Murthy, C. R., 2005. Aquatic ecosystems Conservation, restoration and Management capital publishing Company.
-Saeedi, M., A. R. Karbasi, GH. R. Bidhendi, & N. Mehrdadi, 2006. Human activities Influencing heavy metals Accumulation in Tajan river water in Mazandaran province, Ecology journal, 40: 41–50. (Translate in Persian)
- Sadeghi, SH., Gharemahmudli, S., Khaledi, DA., Kheirfam, H., Kiani, HM.,Saeidi, P. 2014.Effect of river sand and gravel mining on monthly changeability of suspended sediment concentration.Water and soil conservation. 3(3): 14-27
- Scott, JC. 1998. Seeing like a state: How certain schemes to improve the human condition have failed. Yale University Press.
-Shannon, C. E. and Wiener, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication Urban.University of Illinois Press, Urbana, USA
- Sharghi, A., Abdoli, A., Rahmani, H., Shahraki, M. 2011. Assessing of environmental impacts from Shahid-rajaie sink on biota.Oceanography. 7: 21-27
- Sheldon, A.L. 1968.Species diversity and Logitudinal succession in stream fishes, Ecology Vol. 49. No.2
-Sharifinia, M., Imanpour, N. J. and Bozorgi, M. A., 2012. Ecological assessment of the Tajanriver using feeding groups of benthic macroinvertebrates and biotic indices. Applied Ecology. 1: 80-95. (Translate in Persian)
-Sharma, K.K. and Chowdhary, S., 2011. Macroinvertebrate assemblages as biological indicators of pollution in a Central Himalayan River,Tawi(J&K).International Journal of Biodiversity and Conservation. 3(5),167-174pp.
- Shokri, M., Rossaro, B., Rahmani, H. 2014. Response of macroinvertebrate communities to anthropogenic pressures in Tajanriver . Iran. Biologia. 69(10): 1395-1409

- Smakhtin, V. 2002. Environmental water needs and impacts of irrigated agriculture in river basins. A Famework for a New Research Program IWMI Working Paper. 42
-Song, M.Y., Leprieur, F., Thomas, A., Lek-Ang , S., Chon, T.S. and Lek, S., 2008.Impact of agricultural land use on aquatic insect assemblage in Garronne river catchment (SW France).Aquatic Ecology.43, 999–1009.
-Soofiani, N. M., R. Hatami, M. R. Hemami, and E. Ebrahimi. 2012. Effects of Trout Farm Effluent on Water Quality and the Macrobenthic Invertebrate Community of the Zayandeh-Roud River, Iran. Aquaculture 74:132-141.
-Tachet, H., Richoux, P., Oumaud, M., and Usseglio_Polatera, P., 2000.Invertebres d Eau Douce.Systematique, Biologie, Ecologie..CNRS Editions, Paris.275 p.
- Thompson, G., Swain, J., Kay, M., Forster, C. 2001. The treatment of pulp and paper mill effluent: A review. Bioresource technology. 77(3): 275-286
- Walker, SL., Hedley, K., Porter, E. 2012. Pulp and paper environmental effects monitoring in Canada: An overview. Water Quality Research Journal of Canada. 37(1): 7-19
- Whitton. B.A. 1975.River ecology.Blackwell scientific publications.Oxford, pp. X+ 72
- Varnosfaderany, MN.,Ebrahimi, E., Mirghaffary, N., Safyanian, A. 2010. Biological assessment of the Zayandeh Rud river, Iran, using benthic macroinvertebrates. Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters. 40(3): 226-232
- Yergeau, E., Lawrence, JR., Waiser, MJ.,Korber, DR., Greer, CW. 2012. Next-generation sequencing of microbial communities in the Athabasca river and its tributaries in relation to oil sands mining activities. Applied and environmental microbiology. 78(21): 7626-7637
-Yokoyama, H., Nishimura, A. and Inoue, M. 2007. Macrobenthos as biological indicators to assess the influence of aquacultures on Japanese coastal enviromental.Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activites.6 :407-423.

Abstract

The purpose of this study was to investigate the possibility of natural reproduction of indanger fish in the southern Caspian Sea in Tajan, Haraz,Sardabrood and Chalos rivers, and identify suitable habitats for this species in the study area as a genetic reserve.Sampling of physical and chemical parameters of water, macrobenthic invertebrates and fish fauna was conducted seasonaly in each rivers at selected stations from febrary 2010 during one year. Macrobenthic invertebrate sampling were used bySorber sampler and fish was collected by gill net and electroshocker set with a voltage of 1.7 A and 100-300 V.

A total of 53 taxa of macrobenticinvertabrateshave been identified in the four mentioned rivers, in which Tajanriverconsisted of 47 taxa with highest richness.20 species of fish were determined in the studied rivers that 6 of them were non-native species.The results showed that the predominant identified fish species were native in the river. The fish species diversity increases as one moves from the headstream towards the estuaries of the two studied Sardabrud and Chalus rivers.The results of this study showed that the relative abundance of fish species resistant to pollution and hard environmental conditions were much more that sensitive species. physicochemical parameters of water such as; water temperature, DO, BOD5, pH, TSS, TDS, EC, turbidity, nutrients, biodiversity index such as Shanon index, EPT, HFBI, EPT/CHIR, nutrition functioning group and present or absent of fish species showed that there are significant decrease in water qualities from upstraem ratio to down stream (For example, in Tajan river water turbidity varied from 0 at station 1 to 333 NTU at station 6, Which is strongly influenced by sand workshops. As well as the activities of a significant impact of fish farming workshop on the Haraz river water quality). The minimum of HFBI index was 2.84 at station 1 and the maximum was recorded at station 5 with 6.01, and there is not any possibility to natural reproduction of migrated species that are dominant and indanger at downstream. Conditions for natural reproduction of this species in the rivers of srdabrood and Chalus there is to some. In Shahid- Rajaei dam the maximum relative abundance of fish species belonged to *Capoeta capoeta*, *Luciobarbus capito* and *Squalius cephalus*, respectively. These species have different age, length and weight stuctures at Shahid- Rajaei dam inhabitant, and the resourval of this dam and it,s upstream have been preparing auch a favorabile condition that seems there are potentioal of introductionand inhabitant of some of the Migratory and indanger fish species such as Barbels, Sturgeon, *Alburnus chalcoides* and etc. as genetic reserve for biodiversity preservation.

Key words: Tajan,Haraz, Sardabrood and Chalos rivers, Shahid-Rajaei dam, Inhabitant, pullotion, rehabilitation, Indanger fish species.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Caspian Sea Ecology Research Center

---

Project Title : The feasibility of creating a natural habitat for spawning, bony fish in the Caspian Sea in order to preserve biodiversity and genetic risk
Approved Number: 14-76-8914-89163
Author: Mehdi Naderi
Project Researcher : Mehdi Naderi
Collaborator(s): Nasrollahzadeh Saravi, H., Fazli. H., Najafpour, Sh., Soloeimanroudi, A., Makhlough, A., LAloei, F., Behroozi, Sh., Rahmati, R ,Yousefian, M.
Advisor(s): -
Supervisor: M. Rahmati
Location of execution : Mazandaran province
Date of Beginning : 2011
Period of execution : 3 Years & 3 Months
Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute - Caspian Sea Ecology Research Center

Project Title :

The feasibility of creating a natural habitat for spawning, bony fish in the Caspian Sea in order to preserve biodiversity and genetic risk

Project Researcher :

Mehdi Naderi

Register NO.

49355