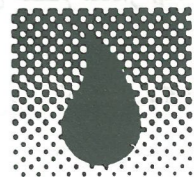


ENVIRONMENTAL EFFECTS OF HYDRAULIC STRUCTURES ON AQUATIC LIFE

*Ma'manpoush, A. R. (M. Sc.), Agric. Research Division, Agric. Research Center
Isfahan, Iran*

ABSTRACT

Increasing population and water demands for agricultural, drinking and industrial purposes makes investment and development in the water sector inevitable. The effects of water projects on environmental factors must be taken into view when executing them, because river water works and civil projects can affect the environment in various ways. The present paper discusses the environmental effects, particularly those left on aquatic life, of hydraulic structures such as dams, diversion dams, intakes and power generating intakes built on important rivers in Iran. The most important of these are : inhibiting the natural reproduction of aquatic organisms, temperature variations in rivers due to dam construction, sedimentation behind dams and the discharge of sediment. Engineering methods including hydraulic fish protection works in dams, irrigation intakes, turbine intakes and fish pass systems such as chutes, fish elevators, fish ladders and hydraulic fish elevators, which are meant to cancel the negative environmental effects will be studied. Finally, a model will be presented for the determination of hydraulic coefficients in fish ladders. The necessity for the establishment of standards and procedures will also be emphasized.



بررسی اثرات زیست محیطی سازه‌های آبی بر روی آبزیان

علیرضا مامن پوش *

چکیده

با رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضای استفاده از آب به منظورهای کشاورزی، شرب و صنعت لزوم سرمایه‌گذاری و توسعه در بخش آب اجتناب ناپذیر است. در این بین، تأثیر اجرای پروژه‌های آبی بر مسائل زیست محیطی باید مدنظر قرار گیرد، زیرا ایجاد تأسیسات آبی بر روی رودخانه‌ها و طرح‌های عمرانی مربوط به آنها می‌تواند به شکل‌های مختلف بر روی محیط زیست اثر گذارد. مقاله حاضر دربارهٔ اثرات زیست محیطی سازه‌های آبی شامل سدها، بندهای انحرافی، آبگیرها و آبگیرهای مربوط به نیروگاهها در رودخانه‌های مهم ایران و به‌ویژه اثراتی که در ذخایر آبزیان دارد بحث می‌کند. مهمترین این اثرات عبارتند از: محروم شدن از تولید مثل طبیعی آبزیان، تغییرات حرارتی در اثر احداث سدها در رودخانه‌ها، ته نشین شدن رسوبات در پشت سدها و تخلیه رسوبات. همچنین روشهای مهندسی در زمینه رفع اثرات منفی زیست محیطی شامل تأسیسات هیدرولیکی حفاظت ماهی در سدها و آبگیرهای آبیاری، آبگیرهای توربینها و تأسیسات عبور دهنده ماهی شامل شوتها، آسانسورهای ماهی‌رو، حوضچه‌های پلکانی ماهی‌رو و آسانسورهای هیدرولیکی ماهی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در انتها، طرح مدلی برای تعیین ضرایب هیدرولیکی مربوط به حوضچه‌های پلکانی ارائه می‌شود و به لزوم تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه نیز اشاره می‌گردد.

مقدمه

تحقیقات نشان داده که از ۴۱۶۰۰ گونه مهره دارانی که تاکنون شناخته شده‌اند قریب به ۴۸/۱ درصد را ماهیها تشکیل می‌دهند. ماهیها نزدیک به ۲۰ درصد از مجموع پروتئین حیوانی مورد احتیاج بشر را تامین می‌کنند (آذری تاکامی، ۱۳۶۳). براساس گزارش سال ۱۳۷۱ سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد (فائو) سالیانه حدود ۷۹ میلیون تن صید از آبهای مختلف کره زمین صورت می‌گیرد که کشور ایران با میزان ۲۵۰۰۰۰ تن صید ماهی در سال مقام چهل و هشتم را در بین کشورهای جهان دارا بوده است (شرکت شیلات، ۱۳۷۱). نقشی که آبزیان در چرخه اکولوژیکی دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و

تولید محصولات متنوعی همچون پودر و کنسرو ماهی، مواد شیمیایی و دهها صنعت وابسته به آبزیان، در اقتصاد و زندگی روزمره مردم جهان تأثیر بسزائی دارند. لیکن، بسیاری از ماهیهای پر ارزش کره زمین بر اثر ازدیاد جمعیت، آلودگی محیط و محدود شدن محل‌های تخم ریزی در اثر دخالت بشر و عوامل دیگر در شرف نابودی هستند. بنابراین باید به مسایل مربوط به حفاظت ماهیهای مختلف که محیط زیست آنها در اثر احداث سازه‌ها تخریب می‌شود توجه شود و روشهای مهندسی در زمینه رفع این موانع مورد بررسی قرار گیرد.

*- کارشناس ارشد تأسیسات آبیاری، بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

اثرات احداث سد و پل بر روی رودخانه

صرفنظر از اثرات سودمند احداث سدها و تأسیسات آبی، این گونه تأسیسات با تغییرات اکولوژیکی موجب نابودی و انقراض نسل بسیاری از ماهیها و آبزیان می‌گردند:

الف - با ایجاد سدها، ماهیها به طور عمده از تولید نسل طبیعی محروم می‌شوند، زیرا بستر لازم جهت تخم ریزی آنها به شدت تغییر می‌کند. بطور مثال بسترهایی که آزاد ماهیها جهت تخم ریزی انتخاب می‌کنند، بسترهای قلوه سنگی و یا شنی است.

ب - احداث سدها بر روی رودخانه‌ها سبب تغییرات حرارتی و زیست محیطی می‌شود که این تغییرات محیط طبیعی زندگی ماهیها را عوض می‌کند. تغییرات حرارتی در دریاچه سدها بستگی به ارتفاع سد دارد. در سدهای مرتفع، اختلاف درجه حرارت در سطح و عمق دریاچه پشت سدگاهی به ۱۰ درجه سانتی گراد می‌رسد. ماهیهایی که با گرم شدن آب به طرف محل تخم ریزی مهاجرت می‌کنند با باز شدن دریچه‌های آبگیر زیر سد و کاهش درجه حرارت آب رودخانه دچار تنش شده و تخم ریزی نمی‌کنند.

ج - ته نشین شدن رسوبات در پشت سدها ارزش عناصر حیات‌زا را کاهش داده و سبب عدم رشد کافی پلانکتونها و بنتوزها در رودخانه‌ها و دریاها، که نقش مهمی در تغذیه ماهیها دارند، می‌شود.

د - گاهی اوقات جهت تخلیه رسوبات داخل مخزن سد از دریچه‌های آبگیر تحتانی سد استفاده می‌شود. با گشودن کلیه دریچه‌ها و شستشوی رسوبات، مقادیر عظیمی از رسوبات بطور ناگهانی وارد رودخانه می‌شود که این مسئله سبب افزایش ناگهانی غلظت مواد معلق در آب شده و تلفات بیشماری را در پی خواهد داشت. طبق گزارشات، اگر میزان گل و لای آب رودخانه از ۰.۵٪ تجاوز کند این مواد وارد برونشهای ماهیها شده و از تنفس آنها جلوگیری خواهد کرد (سازمان حفاظت محیط زیست).

ه - با احداث سدها، راه ماهیهای مهاجر که به دلیل

فیزیولوژی تولید مثل جهت تخم ریزی به قسمتهای علیای رودخانه مهاجرت می‌نمایند بسته شده و در نتیجه از تولید مثل طبیعی محروم می‌مانند.

و - پلهایی که بر روی رودخانه‌ها احداث شده‌اند اغلب دارای فونداسیون بلندی می‌باشند که راه مهاجرت ماهیها را بسته و همان عوارض سدها را در تخم‌ریزی ماهیهای مهاجر بوجود می‌آورند.

ز - با ورود ماهیها به کانالهای آبیاری و ورودیهای کانال نیروگاههای آبی، بعضی از آنها تلف می‌شوند.

ح - در بعضی مناطق، از جمله حوزه آبریز دریای خزر، با ایجاد سازه‌ها و انحراف آب، پاره‌ای از مردابها و خلیجها که نقاط تخم ریزی بسیاری از ماهیها را تشکیل می‌دهند رو به خشکی نهاده و یا با افزایش بیش از حد غلظت نمک، آب آنها برای ماهیها غیر قابل استفاده گشته است.

سیمای زیست محیطی رودخانه‌های مهم ایران

الف - حوزه آبریز دریای خزر

دریای خزر محیط زیست مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف آبزیان است. این دریا یکی از جایگاههای مناسب انواع ماهیهای خاویاری در جهان بوده و بزرگترین سرمایه آن رودخانه‌هایی است که آن را تغذیه می‌کنند. این رودخانه‌ها مهمترین زادگاههای پرورش و تکثیر آبزیان است. جدول ۱ گونه‌های مختلف ماهیهای مهاجر در رودخانه‌های مهم منتهی به دریای خزر را نشان می‌دهد (شیلات، ۱۳۶۹ و سعادتی، ۱۹۷۷).

طول سواحل جنوبی ایران در دریای خزر حدود ۶۸۱ کیلومتر است که مجموعاً ۱۴۰ رودخانه کوچک و بزرگ از استانهای گیلان و مازندران به آن می‌پیوندد. رودخانه سفیدرود با وسعت حوزه آبریز ۵۶۲۰۰ کیلومتر مربع در محل منجیل با آبدهی متوسط ۵۲۰۰ میلیون متر مکعب در سال یکی از مهمترین رودخانه‌های جنوبی خزر محسوب می‌شود. کاهش سریع ذخایر آبزیان دریای خزر که سهم بسزایی در اقتصاد منطقه و سطح ملی دارد پیامدهای زیست محیطی ناگواری را به همراه داشته که دخالت انسان

(به صورتهای زیر) در روند توسعه را می توان عامل عمده این دگرگونی دانست:

۱- کاهش سطح آب در مردابها و خلیجها

به عنوان مثال می توان از مشکلات موجود در مرداب انزلی نام برد. این مرداب یکی از بزرگترین مکانهای طبیعی تخم ریزی ماهیها، از جمله ماهی سفید، می باشد. با از بین رفتن محلهای طبیعی تخم ریزی در مرداب انزلی، ذخایر نقصان می یابد.

۲- احداث سدها

احداث سد بر روی رودخانه های حوزه جنوبی دریای خزر به منظور مصارف مختلف سبب کاهش دبی رودخانه به هنگام مهاجرت ماهیها شده و در نتیجه ماهیها محلهای طبیعی تخم ریزی خود را از دست می دهند. با توجه به سوابق موجود، قبل از احداث سد منجیل اصلی ترین محل مهاجرت و تخم ریزی ماهیها خاویاری رودخانه سفید رود محسوب می شده است. احداث سد مخزنی و سدهای انحرافی تاریک و سنگر سبب گردیده که بخش قابل توجهی از شرایط اکولوژیکی این رودخانه در سواحل جنوبی تغییر یافته و مانعی برای مهاجرت ماهیها شود. سد و شمشیر بر روی رودخانه گرگانرود و بندهای انحرافی دیگر بر روی رودخانه های منتهی به دریای خزر نیز باعث قطع مهاجرت و تخم ریزی انواع ماهیهای مهاجر و کشانندن بچه ماهیها به مزارع و تلف شدن آنها می گردد.

۳- احداث موانع در رودخانه ها

احداث پل با سکوها ی بلند در جاده های ساحلی بر روی رودخانه های حوزه جنوبی خزر نه تنها ماهیها را از رسیدن به محل های طبیعی تخم ریزی باز می دارد بلکه باعث تجمع ماهیها در پای پلها، انباشتگی و از بین رفتن تخمها، و آسان شدن صید ماهیها توسط صیادان غیر مجاز می شود. به عنوان مثال، در اثر احداث مانعی در حدود ۲۰۰ متری پل اصلی بابل - آمل (موزیرج) هیچیک از

ماهیهای مهاجر این رودخانه (شاه کولی، سیاه کولی و ماهی سفید) قادر به عبور از این مانع نشده اند (شیلات، ۱۳۶۹).

۴- آلودگیهای صنعتی

ورود فاضلابهای صنعتی به رودخانه ها از عوامل مهم محدود کننده محل های طبیعی تخم ریزی ماهیها به شمار می آید. به عنوان مثال در گذشته، رودخانه سفارود و بابلسر در زمره مهمترین رودخانه هایی به شمار می رفتند که ماهیها به مقدار فراوان جهت تخم ریزی به آنها مهاجرت می نمودند. در حال حاضر، این رودخانه ها به خاطر آلودگیهای صنعتی اهمیت خود را از دست داده اند.

همچنین، نیروگاههای کنار رودخانه ها و دریا، از جمله نیروگاه نکا، جهت خنک کردن دستگاهها حجم عظیمی از آب را مکیده و دوباره به محل اولیه برمی گردانند. در جریان این چرخش آب، علاوه بر اینکه تعداد بسیار زیادی از ماهیها و آبزیان در میان فیلترها و صافیها در محل آبیگری و سیستم چرخش آب از بین می روند، تغییرات آب برگشتی گاهی تا ۱۰ درجه سانتیگراد می رسد و اثرات مخربی در محیط زیست جانداران دریایی بدنبال خواهد داشت.

۵- سموم و کودهای شیمیایی

در اثر گسترش شبکه های آبیاری و سطح زیرکشت آبی، و مصرف بی رویه کود و سموم شیمیایی، تغییرات شدید شیمیایی در برکه ها و رودخانه ها ایجاد شده و محیط زیست آبزیان به خطر می افتد.

ب - حوزه آبریز خلیج فارس و دریای عمان

گر چه نوع ماهیهای خلیج فارس نسبت به ماهیهای دریای خزر متفاوت می باشد (مثلاً ماهی گرانبهای خاویاری و ماهی سفید در آبهای جنوب ایران یافت نمی شود)، ولی در عوض ماهیهای خوراکی و صنعتی خلیج فارس به حدی متنوعند که می توان گفت ثروت

جدول ۱- گونه های مختلف ماهیهای مهاجر و نیمه مهاجر در رودخانه های مهم منتهی به دریای خزر

ردیف	گونه	نام	سفیدرود قره سو	تجن	تالاب انزلی	خلیج گرگان	گرگانرود	لمبر	حویق	سیاه رود	بابلرود	فصل مهاجرت
۱		فیل ماهی	*	*			*					اواخر زمستان و اوایل بهار
۲	ناس	شیب	*	*			*					
۳	ماهیها	اوزن برون	*	*			*					
۴	آزاد ماهیها	ماهی آزاد		*	*	*	*			*	*	اواسط اسفند تا اوایل فروردین
۵		کلمه	*	*	*	*	*			*	*	به دریا مهاجرت می کنند
۶		کفال	*	*		*						
۷	کیور	سگ ماهی		*		*						
۸	ماهیها	کیور	*	*		*						اواسط اسفند تا اوایل فروردین
۹		سوف	*	*	*	*						اوایل فروردین
۱۰		سیم		*	*	*	*				*	اواسط اسفند تا اردیبهشت
۱۱		ماهی سفید	*	*	*	*	*	*	*		*	اوایل اسفند تا اردیبهشت
۱۲		قره برون	*	*		*					*	اوایل زمستان تا اواسط بهار
۱۳		مار ماهی		*		*					*	اوایل بهمن تا اوایل فروردین
۱۴		سیاه کولی		*	*	*						
۱۵		گاوماهی	*	*	*	*						

خلیج فارس از لحاظ شیلانی کمتر از دریای خزر نیست. طول سواحل ایران در دریای عمان و خلیج فارس ۲۱۴۳ کیلومتر است. مهمترین رودخانه‌های این حوزه آبریز عبارتند از کارون، جراحی، دز، کرخه، زهره، مند، هندیجان، دالکی، سمیره، سرپاز، باهوکلالت و میناب. بر روی این رودخانه‌ها نیز تعدادی سد مخزنی و انحرافی ساخته شده است.

رودخانه کارون از مهمترین این رودخانه‌ها است و در بین آبریان این رودخانه نمونه‌هایی از ماهیهای جنوب غربی هندوستان و همچنین در مسیر جنوبی آن نیز نمونه‌هایی از ماهیهای خلیج فارس که وارد این رودخانه می‌شوند دیده شده است. سیستم آبی این رودخانه در ارتباط با سیستم آبی دجله و فرات می‌باشد. این ارتباط طی سالیان متمادی چندین بار به علت تغییرات جوی اتفاق افتاده است.

ج- آبهای داخلی

علاوه بر خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر، منابع دیگری برای تولید و پرورش ماهیها وجود دارند که شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌های طبیعی، دریاچه سدها و بندهای انحرافی داخل کشور می‌باشد. گونه‌های مختلفی از ماهیها در دریاچه سدها زندگی می‌کنند که برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های منتهی به دریاچه مهاجرت می‌نمایند. دریاچه سدهای امیرکبیر، لار و لئیان مهمترین محل برای زیست گونه‌های مختلف ماهی از جمله آزاد ماهیها می‌باشد.

بررسی راه حلها

۱- احداث راههای عبور ماهی^۱ در زیر پلها و سدها جهت ادامه مهاجرت ماهیها به مناطق تخم‌ریزی و ایجاد آسانسورهای حمل ماهیها^۲ از پایین دست به پشت سد.
۲- پیش بینی و تعبیه تورهای محافظ^۳ در تأسیسات آبیگیری سدهای انحرافی و آبیگرهای مربوط به نیروگاههای آبی به منظور حفاظت و هدایت ماهیها به طرف پایین دست

رودخانه.

۳- چون کیفیت آب در حفظ حیات آبریان فوق‌العاده مهم بوده و مواد آلوده کننده و سمی می‌توانند سبب مرگ ماهیها شوند، باید راههایی پیش بینی نمود که ورود فاضلابهای خام و سمی به محیط دریاچه سدها و رودخانه‌ها غیر ممکن و یا کم شود. نبایستی به موادی که آب را تیره و کدر کرده و دید ماهی را برای تغذیه کاهش می‌دهد اجازه ورود به دریاچه سدها داده شود. در مناطق معدنی و در مکانهایی که امکان وقوع فرسایش شدید وجود دارد باید بررسیهای دقیقی در مورد اثرات رسوب‌گذاری انجام گیرد. احداث سدهای رسوبگیر می‌تواند راه حلی برای این مسئله باشد.

۴- درجه حرارت آب کنترل کننده زمان مهاجرت، پرورش، تغذیه و تولید مثل ماهیها است و بر اشتها، رشد، شدت ضربان قلب و اکسیژن مورد نیاز ماهیها اثر می‌گذارد. هرگونه خاصی از ماهی قادر است در طیفی از درجه حرارت مشخص ادامه حیات دهد. بنابراین بایستی به دامنه درجه حرارتی که در دریاچه سد و جریان پایین دست سد وجود دارد توجه شود. درجه حرارت زیاد آب در دریاچه‌های کم عمق سدها و همچنین خروجی آنها می‌تواند مانع تخم‌ریزی انواع ماهیهای سرد آبی، از جمله قزل‌آلا، گردد. بنابراین شبکه‌های خروجی باید به گونه‌ای تعبیه شوند که اثر منفی در محیط زیست ماهیها نگذارند.
۵- جلوگیری از تخریب بستر رودخانه‌ها و ایجاد مناطق تخم‌ریزی طبیعی در پایین دست سدها.

۶- با توجه به احداث سدها بر روی رودخانه‌ها و به دلیل نیاز اکولوژیکی گونه‌هایی از ماهیها که مواد غذایی آنها از پیرامون رودخانه‌ها تامین می‌شود، و از آنجایی که میزان غذای حمل شده رابطه مستقیمی با میزان دبی آب رودخانه دارد، بنابراین نیاز به حداقل دبی جریان جهت حفظ شرایط زیست محیطی ماهیها وجود دارد. از طرف دیگر، افزایش و گسترش گیاهان سبز پیرامون رودخانه‌ها

- 1- Fish way
- 2- Fish lift
- 3- Fish screen

نیز بستگی به عمق جریان دارد. بنابراین، باید طراحان پروژه‌های آبی هماهنگیهای لازم را با کارشناسان محیط زیست و شیلات به عمل آورده و دبی ویژه‌ای را به طور دائمی به منظور تامین نیاز محیط زیست در پایین دست تأسیسات آبی اختصاص داده و در برنامه بهره برداری از مخازن سدها در نظر گیرند.

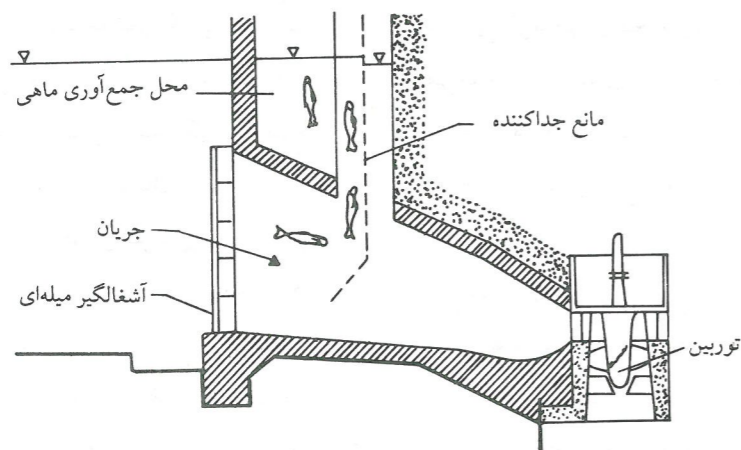
سازه‌های حفاظت ماهی

بر اساس نوع کارکرد، سازه‌های کنترل و حفاظت ماهی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- تأسیسات حفاظت ماهی^۱ و ۲- تأسیسات عبور دهنده ماهی^۲

تأسیسات نوع اول به منظور حفاظت ماهیها از تلف شدن در تأسیسات آبیگیری کانالهای آبیاری و آبیگرهای نیروگاهها بکار می‌رود (شکل ۱). مبانی طراحی این تأسیسات از استانی به استان دیگر و از رودخانه‌ای به رودخانه دیگر متفاوت است و قبل از طراحی باید مشورتهای لازم با ادارات مربوطه انجام گیرد.

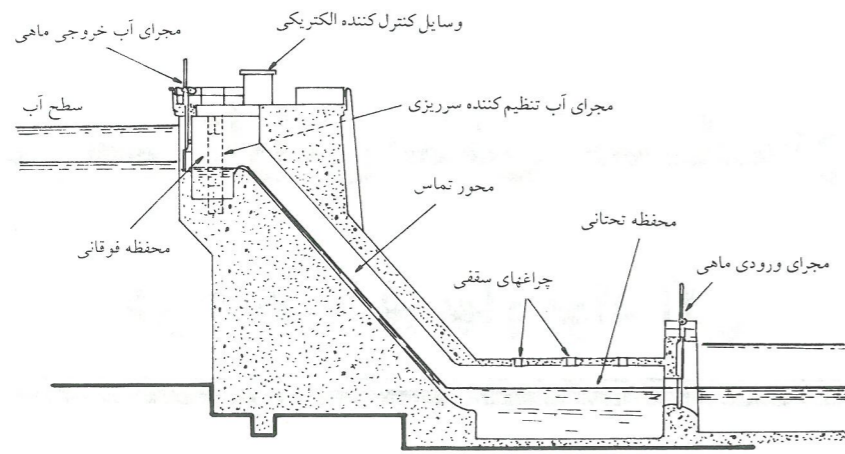
تأسیسات نوع دوم که ماهیها به کمک آنها قادرند به طرف بالا دست رودخانه‌ها مهاجرت نمایند عبارتند از: احداث راههای عبور ماهی روی سدها یا ساختمانهای هیدرولیکی دیگر، که دارای سابقه طولانی است. انواع متداول سازه‌های عبور دهنده ماهی عبارتند از: شوتهای



شکل ۱ - حفاظت ماهی در آبیگر نیروگاهها

ماهی^۳ (شکل ۲)، آسانسورهای ماهی (شکل ۲)، حوضچه‌های پلکانی ماهی^۴ (شکل‌های ۳ و ۴) و آسانسورهای هیدرولیکی^۵ (شکل ۵) که مبانی هیدرولیکی و طراحی متفاوتی دارند. از میان انواع ارائه شده، نوع حوضچه‌های پلکانی در موارد زیادی استفاده شده است که شامل حوضچه‌ها یا استخرهای پی در پی می‌باشد به نحوی که هر حوضچه بلافاصله بعد از حوضچه قبلی و در رقوم پایین آن وصل می‌شود. ارتباط حوضچه‌ها به وسیله سرریز یا روزنه برقرار می‌گردد. در سال ۱۸۸۳ میلادی، بر روی سد تس^۶ این سازه تعبیه شده که دارای ۸۰ حوضچه با اختلاف سطح آب ۳۸ سانتیمتر در هر حوضچه بوده است (توماس، ۱۹۷۹). قدیمی‌ترین سازه انتقال ماهی رو بر روی سد انحرافی کرخه احداث شده است. در سالهای اخیر نیز بر روی سد انحرافی تاجن در ساری این سازه پیش بینی شده است. طراحی این سازه به نحوی است که رقوم کف رودخانه ۲۵/۵۰ و کف کانال آبیاری در رقوم ۲۶/۷۰ و کف اولین حوضچه پلکانی ماهی رو در رقوم ۲۸/۲۰ قرار دارد. به این ترتیب، در صورتی آب وارد حوضچه‌های پلکانی می‌شود که ارتفاع آب در کانال بیشتر از ۱/۵ متر باشد.

- 1- Fish protection
- 2- Fish pass
- 3- Fish chutes
- 4- Fish ladder
- 5- Fish lock
- 6- Tess



شکل ۵- آسانسور هیدرولیکی ماهی بر

- برنامه‌ریزی منابع آب در نظر گیرند.
- ۲- چون کیفیت آب در حفظ حیات آبزیان و در نتیجه چرخه اکوسیستم مهم بوده و مواد آلوده کننده سبب مرگ آبزیان می‌شوند باید از ورود فاضلابهای خام و سمی و پسابهای کارخانجات آلوده کننده محیط زیست به محیط رودخانه‌ها و دریاچه‌ها جلوگیری بعمل آید.
 - ۳- با توجه به اهمیت مسایل زیست محیطی، اصلاح شرح خدمات طرحهای آبی و گنجاندن مطالعات عمیقتر زیست محیطی طرحهای آبی، بخصوص آبزیان، لازم می‌باشد.
 - ۴- آشنا کردن کارشناسان امور آب با مسایل زیست محیطی از طریق دوره‌های کوتاه مدت و دراز مدت.
 - ۵- سرمایه‌گذاری در تحقیقات مربوط به سازه‌های کنترل و حفاظت ماهی
 - ۶- احداث راههای عبور ماهی بر روی سازه‌های آبی رودخانه‌های منتهی به دریا و آبهای داخلی.

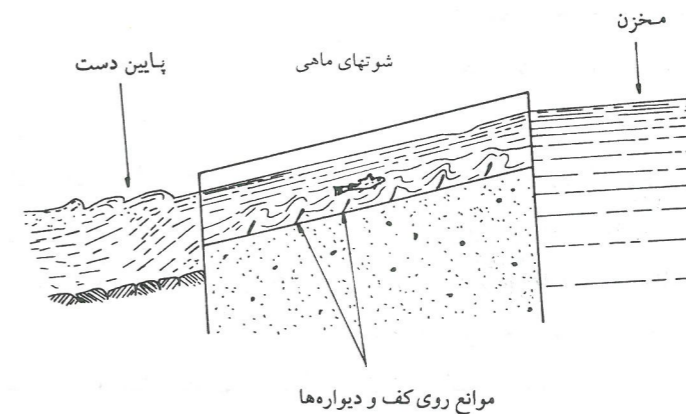
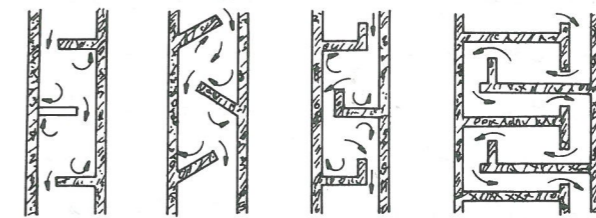
ماهی است، می‌باشد. این آزمایش می‌تواند در داخل یک فلوم شیشه‌ای شیبدار انجام شود. به دلیل سادگی و قابلیت تغییر مدل‌های چوبی، همچنین ارزانی و دردسترس بودن چوب نسبت به مواد دیگر، از تخته استفاده می‌شود. مدل‌های سرریزی و روزنه در حالت‌های مختلف در طول فلوم به نحوی کارگذاری می‌شود که فضای بین دو سرریز تشکیل حوضچه‌ای را بدهد و فاکتورهای مورد نظر برای تعیین ضریب تخلیه (c) جهت طراحی اندازه‌گیری می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

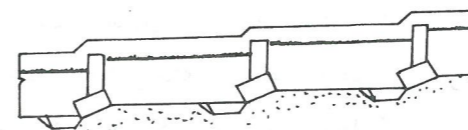
- ۱- با توجه به اهمیت مسایل زیست محیطی، طراحان پروژه‌های آبی باید هماهنگیهای لازم را با کارشناسان شیلات و محیط زیست بعمل آورده و دبی ویژه‌ای را بطور دائمی به منظور تامین نیاز محیط زیست در برآورد نیازهای پروژه در پایین دست رودخانه اختصاص داده و در

مراجع:

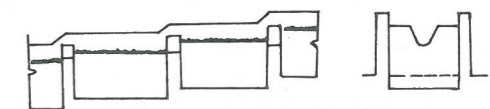
- ۱- آذری تاکامی، قباد، ۱۳۶۳. "اصول تکثیر و پرورش ماهی" جلد اول، انتشارات وزارت کشاورزی.
 - ۲- سازمان حفاظت محیط زیست، "دستورالعمل ثبت وقوع مرگ و میر ماهیهای رودخانه‌ها و نحوه گزارش رسانی".
 - ۳- شرکت شیلات، ۱۳۶۹. "مجموعه مقالات کنفرانس بهره‌برداری از ذخایر آبهای خزر".
 - ۴- شرکت شیلات، ۱۳۷۱. "گزیده‌ای از بازار محصولات دریایی - فائو".
- 5- ICOLD, (1981). "Dam Projects and Environmental Success", No. 37.
 6- Saadati, M.A. (1977). "Taxonomy and Distribution of the Freshwater Fishes of Iran". Ph.D. Thesis, Colorado State University.
 7- Tomas, H.H. (1979). "The Engineering of Large Dams." Vol. 1, John Wiley and Sons, New York.



شکل ۲- شوت‌های ماهی و نحوه قرار گرفتن موانع بر روی آنها



شکل ۴- حوضچه پلکانی عبور دهنده ماهی، نوع روزنه‌ای



شکل ۳- حوضچه پلکانی عبور دهنده ماهی، نوع سرریزی

دیواره‌های جداکننده استخر بوجود می‌آید. از طرفی، حوضچه دارای سرریز، روش انتقال طبیعی ماهی می‌باشد. این حالت دیواره شرایط رودخانه را که ماهی آزاد برای تخم‌ریزی از آن صعود می‌کند مهیا می‌سازد، به نحوی که این حالت برای بالا رفتن ماهی و عبور از مانع نسبت به عبور از بازشدگی مستغرق بسیار طبیعی است. این نوع سازه، برای ماهیهای جوان مناسبتر است.

طراحی هیدرولیکی حوضچه‌های پلکانی براساس مبانی هیدرولیک روزنه‌ها و سرریزها صورت می‌گیرد. هدف از ارائه طرح مدل جهت کارهای آزمایشگاهی، برآورد ضریب تخلیه (c) برای حالت‌های سرریز و روزنه و یا توأم، که سه حالت اصلی حوضچه‌های متوالی انتقال

دستورالعملها و توصیه‌های طراحی حوضچه‌های پلکانی این نوع سازه‌ها برای سدهای با ارتفاع حدود ۲۰ متر مناسب می‌باشد. سرعت جریان آب در حین انتقال از بالا دست به طرف پایین دست، توسط موانعی که به صورت دیواره‌های کامل یا نیمه کامل استخرها را از یکدیگر جدا می‌کند، کاهش می‌یابد. ابعاد استخرها بستگی به نوع ماهیهای دارد که توسط این استخرها انتقال پیدا می‌کند. ارتباط بین حوضچه‌ها به صورت قرار گرفتن سرریز در دیواره‌های بین حوضچه‌ها و یا قرار گرفتن روزنه مستغرق در دیواره‌ها، یا هر دو، می‌باشد. مرتبط کننده روزنه‌ای برای انتقال ماهیها از حوضچه‌ای به حوضچه دیگر به تلاش و زحمت کمتری نسبت به نوع سرریزی نیاز دارد. روزنه به صورت یک سوراخ مستطیلی یا دایره‌ای در میان