Archive of SID

مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۲ شماره ۱ صفحه‌های ۵۹ تا ۷۶ (۱۳۹۶)

مدیریت رودخانه‌ها و سدها در تامین و هدایت آب به دریاچه ارومیه[1]

Management of Rivers and Dams in Supplying and Delivering Water to Urmia Lake

مهدی یاسی[2، 3]

چکیده

با تداوم روند پیشین مدیریت آب، پهنه آبی دریاچه ارومیه به زودی خشک خواهد شد. مهمترین اولویت برای نجات رودخانه، برنامه عملیاتی ورود آب‌های سطحی حوضه به دریاچه است. هدف اصلی از این مقاله، ارائه نتایج مطالعه‌های علمی و فنی برای تامین و انتقال ۲۰ تا ۴۰٪ از ظرفیت آب سالانه هر یک از ده رودخانه اصلی حوضه پیرامون به دریاچه ارومیه است.کاهش سهم آب کشاورزی از ۹۰ به ۷۰٪ از طریق آیش زمین‌های زراعی، کم آبیاری باغ‌ها، خرید تضمینی حقابه آب‌های سطحی در شبکه آبیاری پیرامون دریاچه، جلوگیری از برداشت غیرمجاز ۲۰ درصدی از رودخانه‌ها، بازنگری در منحنی فرمان ۱۳ سد بزرگ حوضه برای رهاسازی ۳۰ تا ۴۰٪ آورد سالانه رودخانه‌ها و عملیات هدایت فیزیکی جریان رودخانه‌ها به سمت دریاچه با کمترین آثار نامساعد هیدرواکولوژیکی، از راهکارهای عاجل در نجات دریاچه ارومیه است. تجدیدنظر در تخصیص آب برای مصارف مختلف و افزایش سهم جریان زیست محیطی از ۱۰٪ کنونی به ۲۰ تا ۴۰٪ آورد سالانه رودخانه‌ها راهکار پایدار می‌باشد. تغییر در تنظیم حجم آب در ۱۳ سد موجود و کاهش ارتفاع ۱۱ سد در حال ساخت یا در دست مطالعه، برای تضمین روند احیای دریاچه ارومیه در آینده ضروری است.

واژه‌های کلیدی: دریاچه ارومیه، بحران آب، جریان زیست محیطی، مدیریت رودخانه.

مقدمه

حوضه آبریز دریاچه ارومیه، در شمال غرب ایران، با مساحت حدود ۵۲۰۰۰ کیلومتر مربع، یکی از شش حوضه آبریز اصلی کشور است. این حوضه سه استان آذربایجان غربی (۴۶٪)، آذربایجان شرقی (۴۳٪) و کردستان (۱۱٪) را در بر می‌گیرد. دریاچه ارومیه با وسعت حدود ۵۰۰۰ کیلومتر مربع (حدود ۱۰٪ سطح حوضه)، با طول و عرض بیشینه ۱۲۰ و ۴۰ کیلومتر، بزرگترین دریاچه داخلی ایران است. عمق دریاچه ارومیه برای کشتیرانی در عرض دریاچه (در امتداد میانگذر شهید کلانتری)، و در طول آن (از بندر شرفخانه به بندر گلمانخانه، و به جزایر جنوبی مانند گویون داغی) کافی بوده است (شکل ۱). دریاچه ارومیه در سال ۱۳۴۶ به عنوان پارک ملی جزو مناطق حفاظت شده ایران اعلام گردید، در سال ۱۳۵۴ به عنوان تالاب بین المللی در کنوانسیون رامسر ثبت گردید و در سال ۱۳۵۶ از سوی یونسکو جزو مناطق حفاظت شده زیست کره شناخته شد (۹).

در حال حاضر، بخش عظیمی از گستره آبی ۵۰۰۰ کیلومتر مربع این دریاچه خشک گردیده، بیش از ۳۰ میلیارد مترمکعب آب آن نسبت به دوره‌های پرآبی دریاچه (تا ۱۳۸۶) کم شده و دریاچه نسبت به کمینه تراز بوم شناسانه خود با کمبود بیش از ۱۲ میلیارد مترمکعب مواجه است.حوضه آبریز دریاچه بسته است. مهم ترین منابع آب تامین دریاچه، بارش مستقیم روی دریاچه و رواناب‌های ورودی از رودخانه های حوضه به آن می باشد (۹).

۱- تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۵

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: m.yasi@ut.ac.ir.

۳- دانشیار مهندسی رودخانه، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، تهران، جمهوری اسلامی ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- تصویر پهنه آبی دریاچه ارومیه در گستره حوضه، در شرایط تعادل (شهریور ۱۳۸۵).

با وجود پاییز پرباران ۱۳۹۳ (۱۱۰ میلیمتر بارش)، سطح آب دریاچه در تابستان ۱۳۹۴ تا حدود ۹۰٪ کاهش یافت (شکل ۲)، که مشابه شرایط تابستان ۱۳۹۳ بود. تاثیر بارش‌های خوب پاییز ۱۳۹۴ تا بهمن سال ۱۳۹۴ بر سطح- حجم آب دریاچه ناچیز بوده است. بارش فراوان فروردین ۱۳۹۵ و جریان‌های سطحی آن (به خصوص سرریز سد مهاباد، سیلاب میانگین حوضه میانی زرینه رود)، شرایط ظاهری دریاچه را برای تابستان ۱۳۹۵ بهبود بخشیده است (شکل ۳). تاثیر تغییر هیدروگرافی بستر دریاچه در ناحیه عمیق تر آن (در اثر رسوب سخت نمک‌ها و همواری بستر در پیرامون پل میانگذر و به سمت شمال دریاچه) در افزایش ۲۴ سانتیمتری تراز آب دریاچه در فروردین ۱۳۹۵ نسبت به زمان مشابه آن در سال گذشته موثر است (۱۰). به طوری که افزایش تراز سطح پهنه آبی دریاچه کمتر از مقادیر واقعی آن ظاهر شده است. بیشینه سهم تغییر اقلیم در کاهش آب‌های تجدیدپذیر حوضه، ۱۳٪ ارزیابی شده است (۸)، از این رو، افزایش ۱۰ درصدی بارش نیز جبران کمبود آب دریاچه را نخواهد کرد و باید انتظار داشت که با تداوم روند پیشین، دریاچه را خشک خواهد نمود.

شکل ۲- تصویر ماهواره ای دریاچه ارومیه، ۴ مرداد ۱۳۹۴.

شکل ۳- تصویر ماهواره ای دریاچه ارومیه، ۲۵ فروردین ۱۳۹۵.

طرح‌های توسعه منابع آب و گسترش زمین‌های فاریاب کشاورزی باعث تخلیه آب‌های زیرزمینی دشت‌ها و کاهش جریان‌های سطحی و زیرسطحی به سمت دریاچه ارومیه گردیده است. توسعه زمین‌های کشاورزی در بالادست حوضه و برداشت و مصرف بی رویه آب (مجاز و غیر مجاز) همچنان ادامه دارد. براساس اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای از حوضه دریاچه ارومیه، آنچه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه و در ۴۰ سال گذشته (۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵) رخ داده، افزایش سطح زیر کشت زمین‌های زراعی آبی و باغی و کاهش سطح دریاچه

www.SID.ir

Archive of SID

است (۱۵). مساحت زمین‌های زیر کشت آبی زراعی و باغی در سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲به ترتیب معادل ۳۱۸۶، ۴۰۸۳ و ۴۳۳۷ کیلومتر مربع بوده، که نشانگر افزایش ۲۶٪ سطح زیر کشت زمین‌های منطقه در حدود ۴۰ سال گذشته (۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵) است. روند افزایشی حتی در دوره کوتاه مدت ۳ ساله اخیر (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲) نیز ادامه داشته است. مساحت پهنه آبی دریاچه در سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲به ترتیب معادل ۵۲۳۱، ۳۳۱۶ و ۱۹۷۶ کیلومتر مربع بوده، که نشانگر کاهش۶۲ درصدی سطح آب دریاچه در حدود ۴۰ سال گذشته (۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵) می‌باشد.

در سال آبی (۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵)، سهم اثربخشی اقدام‌های مدیریتی رودخانه‌ها و سدهای حوضه در افزایش تراز سطح آب دریاچه (شامل رها سازی آب از سدهای بوکان، مهاباد، حسنلو و زولا، لایروبی رودخانه‌ها برای سهولت انتقال آب به پیکره اصلی دریاچه و جلوگیری از برداشت‌های غیرمجاز از رودخانه‌ها) زیر تاثیر بارش‌های اخیر بوده و گزارش فنی مستندی ارائه نگردیده است. تداوم روند خشکی دریاچه و تالاب‌های پیرامون آن در دهه گذشته، نشانگر عدم تعادل منابع و مصارف آب در چند دهه پیشین و گسترش مرز خشکیدگی در دشت‌های سبز پیرامون دریاچه و به سمت نواحی بالادست حوضه در آینده است.

راهکار پایدار برای نجات دریاچه، مدیریت کاهش مصرف منابع آب حوضه و پس انداز آب در آبخوان‌ها، تالاب‌ها و دریاچه ارومیه است. احیای دریاچه ارومیه، شاخصی از مدیریت مصارف در بالا دست و توسعه سلامت و رفاه و شادابی بهره برداران و ساکنین حوضه است (۱۷). تجربه‌های جهانی در خصوص احیای زیست بوم‌های آبی بسیار است. نمونه مطالعه‌های جامع در خصوص مدیریت یکپارچه و پایدار حوضه رودخانه ماری- دارلینگ و احیای دریاچه الکساندریا و تالاب کورانگ، استرالیا، از سوی CRC[1] گزارش شده است (۲۰). همچنین، طرح گزینه‌های نجات دریای مرده (بحرالمیت) و امکان‌پذیری انتقال آب از دریای سرخ به دریای مرده، به عنوان طرح صلح خاورمیانه از سوی بانک جهانی در حال انجام می باشد (۳۲).

طرح مصوب احیای دریاچه ارومیه با افق ۱۰ ساله (۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲)، نمونه تلفیقی از طرح مدیریت درون حوضه‌ای منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی (همراه با اصلاح الگوی مصرف و بهره وری آب در بخش کشاورزی) و طرح انتقال آب بین حوضه‌ای (از دو رودخانه فرامرزی ارس و زاب) است. به هرحال، سهم تامین آب دریاچه از این دو رودخانه فرامرزی کمتر از ۲۳٪ است، و تامین ۷۷٪ آب باقیمانده تنها از راه مدیریت منابع و مصارف آب درون حوضه‌ای پیش بینی شده است (۸).

براساس برآوردهای مقدماتی، هزینه انتقال آب دریای خزر به دریاچه ارومیه برای هر مترمکعب آب شور معادل ۲/۵ دلار و برای آب شیرین ۳/۵ دلار است (۸). هزینه معادل از رود ارس و یا رود زاب در حدود ۲۵۰۰ تومان است. در حالی که، تعرفه آب کشاورزی (وزارت نیرو) در حوضه دریاچه ارومیه ۱۰ تومان، و برای صنعت کمتر از ۱۰۰ تومان است. هزینه طرح‌های درون حوضه‌ای دریاچه ارومیه برای تامین (خرید) هر مترمکعب آب در حدود ۴۰۰ تومان برآورد شده است (۸). نتایج ارزیابی عملیات بارورسازی ابرها در افزایش بارش موثر حوضه، در ماه‌های مختلف سال، گزارش نگردیده است. کارایی این عملیات روی سطح دریاچه (با هدف خیس نمودن متناوب بستر دریاچه و کنترل ریزگردها) و یا برای تامین جریان‌های رودخانه‌ای به سمت دریاچه، مشهود نبوده است. برای بارش در حوضه (و ارتفاع‌های بالاتر از ۲۰۰۰ متر)، امکان وقوع سیلاب و خسارت‌های آن ارزیابی نشده است. مشکل تعدد سازمان‌های مسئول (سازمان هواشناسی، محیط زیست و اداره کشاورزی) در اجرای طرح نیز وجود دارد.

احیای دریاچه ارومیه، نیازمند تامین آب مطمئن و تضمین ورود آب به دریاچه در سه دوره زمانی یعنی اضطرار، میان مدت و بلند مدت است. رحمت خداوندی (مانند بارش‌های غیر متناوب)، غضب الهی (وقوع تند سیلاب‌ها در بهار)، تردید نمایندگان مجلس به مشارکت جوامع محلی و ترس کارگزاران دولت از ناامنی منطقه و مرزها، نباید راهکارهای اثر بخش کوتاه مدت را برای آبرسانی به دریاچه ارومیه تعطیل کند، که کرد. حذف طرح نکاشت در زمین‌های زراعی و جایگزینی آن با طرح دیرهنگام به کاشت، عدم تخصیص تمام آب سد شهید مدنی در مرحله آبگیری به دریاچه ارومیه، تداوم توسعه زمین‌های کشاورزی و یا تبدیل زمین‌های زراعی به باغ‌های در بالادست و گسترش برداشت‌های غیر مجاز و مشهود از چاه‌ها و رودخانه‌ها، چشم انداز تامین آب دریاچه ارومیه را در افق ۱۰ ساله

۱- Cooperative Research Centers

www.SID.ir

Archive of SID

آینده مخدوش نموده است. در نجات دریاچه ارومیه، تنها عزم ملی و دولت و تمرکز حکمرانی علمی- فنی طرح در تهران کافی نبوده است. کمیته راهبری و کارگروه‌ها در سطح حوضه و با مدیریت دانشگاه‌های منطقه باید فعال گردند. از سوی دیگر نیز عزم جزم در مدیریت استانی و حکمرانی محلی آب چشمگیر نیست. در یکسال گذشته، شواهدی از مشارکت جوامع محلی برای آبرسانی به دریاچه ارومیه دیده نشده است. بارورسازی ابرها و سودای انتقال آب از دریاچه خزر (مشترک ۷ کشور منطقه)، از دریاچه وان (ترکیه) و از دریاچه سوان (ارمنستان) به دریاچه ارومیه، سرابی بیش نبوده و نخواهد بود. راهکار پایدار نجات دریاچه ارومیه، مدیریت درون حوضه‌ای منابع و مصارف آب، و تخصیص و هزینه کرد اعتبارهای پروژه احیا در درون حوضه، و در قالب طرح‌های کم آب بر، جهت رشد و توسعه اقتصادی جوامع محلی در سطح سه استان حوضه است.

مهمترین سهم تامین آب دریاچه ارومیه، رواناب‌های سطحی ورودی از رودخانه‌های پیرامون دریاچه است. این رودخانه‌ها آب را با توزیع مناسب بوم شناسی، وارد دریاچه و تالاب‌های اقماری آن می‌کنند. در شبکه جریان‌های سطحی ورودی به دریاچه ارومیه (شکل ۴)، تعداد ۱۰ رودخانه با پتانسیل جریان دائمی وجود دارد. (۱- نازلوچای، ۲- آجی چای ، ۳- زرینه رود، ۴- سیمینه رود، ۵- مهابادچای، ۶- گدارچای، ۷- باراندوزچای، ۸- شهرچای، ۹- روضه چای، ۱۰- زولاچای). از نظر تامین آب، چهار رودخانه: زرینه‌رود، سیمینه‌رود، آجی‌چای و نازلوچای به ترتیب با سهم جریان ۴۱٪ ، ۱۱٪ ، ۱۰٪ و ۶٪ (حدود ۷۰٪) نقش کلیدی دارند. در حوضه دریاچه ارومیه، مطابق جدول ۱، تعداد ۶۷ سد توسط وزارت نیرو (شامل ۲۴ سد مهم و ۴۳ سد کوچک) منظور شده است. تعداد ۵۰ سد کوچک نیز توسط جهاد کشاورزی ساخته شده است. از میان ۲۴ سد مهم حوضه، ۱۳ سد بزرگ ساخته شده و در حال بهره‌برداری است، که توزیع مکانی آن‌ها روی سطح حوضه در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس جدول ۱، تعداد ۵ سد در حال ساخت (سدهای نازلو، باراندوز، سیمینه، چپرآباد، لیلان چای) بوده، و ۶ سد دیگر (سدهای آجرلو، باروق، گل تپه، مردق چای یا قره ناز، خراجوچای و هرزورز هریس) در مرحله مطالعه برای ساخت است (۸). سهم استان آذربایجان غربی از حجم مخازن سدها و آب تنظیم شده در حدود ۷۴٪ است. این سهم برای استان آذربایجان شرقی و کردستان به ترتیب ۲۱٪ و ۵٪ می باشد (۸). سدهای بزرگ حوضه دریاچه ارومیه به ترتیب، سد بوکان (روی زرینه رود در آذربایجان غربی) با سهم حدود ۵۰٪ و سپس سد شهید مدنی (روی رود آجی‌چای در آذربایجان شرقی و شمال تبریز) با سهم حدود ۱۰٪ است (۸). براساس جدول ۱، در منحنی فرمان سدهای حوضه دریاچه ارومیه، سهم تخصیص آب برای مصارف کشاورزی در میانگین ۸۴٪ و برای حقابه زیست محیطی رودخانه‌های پایین دست این سدها کمتر از ۱۳٪ در نظر گرفته شده است. با ادامه روند کنونی، حدود ۹۰٪ آب‌های سطحی حوضه دریاچه ارومیه توسط ۲۴ سد مهم حوضه، کنترل و مصرف می‌گردد (۸۴٪ برای مصارف کشاورزی و کمتر از ۶٪ برای شرب و صنعت). در حالی که، احیای دریاچه ارومیه نیازمند ورود جریان‌های قابل توجه از رودخانه‌های پیرامون آن است.

شکل ۴- شبکه رودخانه‌های ورودی به دریاچه ارومیه.

شکل ۵-توزیع سدهای مهم در پیرامون دریاچه ارومیه.

www.SID.ir

Archive of SID

اختصاص جریان زیست محیطی در رودخانه‌ها، چالش جدیدی درایران است (۱۷). حفاظت چرخه زیست بوم در سامانه‌های آبی، نیازمند تخصیص حقابه معینی زیر نام جریان زیست محیطی به رودخانه‌ها و آب‌های پذیرنده (تالاب‌ها، دریاچه‌ها و دریاها) است. اختصاص حقابه جریان زیست محیطی در رودخانه‌ها، صرف نظر از احداث یا عدم احداث سد یک ضرورت است، که در تعامل با دیگر تخصیص‌ها (مانند شرب، کشاورزی و صنعت) باید مورد نظر قرار گیرد (۲۶). برای مدیریت رودخانه، نیازهای زیست محیطی اغلب به عنوان مجموعه‌ای از بِدِه‌های جریان با مقدار، زمان وقوع، فراوانی و دوام جریان معین تعریف می‌شوند. این جریان‌ها که شرایط مستعد نگهداری مجموعه‌ای از زیستگاه‌های آبی و فرآیندهای زیست بوم را فراهم می‌کنند، به عنوان جریان زیست محیطی، نیاز آب زیست‌محیطی و تقاضای آب زیست محیطی و فرایند محاسبه این جریان‌ها ارزیابی جریان زیست محیطی نامیده می‌شود (۲۱، ۲۳). جریان مورد نیاز برای حفظ زیستگاه گونه‌های مختلف موجودهای آبزی و گیاهان به طوری که روند زیستی آن‌ها حفظ شود را جریان زیست محیطی می‌نامند (۲۶).

جدول ۱- نقش سدهای حوضه دریاچه ارومیه در کنترل منابع آب‌های سطحی و مصارف (۸).

وضعیت سدها	تعدادکل سدها	حجم مخازن سدها (میلیون مترمکعب)	تعداد سدهای مهم	حجم تنظیم آب سدهای مهم (میلیون مترمکعب)	تخصیص کشاورزی (٪)	تخصیص زیست محیطی (٪)
در حال بهره برداری	۳۵	۱۷۰۷	۱۳	۲۱۴۰	۸۶	؟
در حال ساخت	۹	۱۲۳۳	۵	۹۷۰	۸۰	۱۰ تا ۱۵
در حال مطالعه	۲۳	۴۹۰	۶	۳۰۰	۸۷	۱۰ تا ۱۵
جمع	۶۷	۳۴۳۰	۲۴	۳۴۱۰	۸۴	<۱۳

طیف گسترده‌ای از روش‌های ساده (مبتنی بر درصدی از میانگین جریان سالانه رودخانه) تا مدل‌های پیچیده (براساس آب مورد نیاز گونه‌های گیاهی و جانوری موجود و درجهٔ کیفی رودخانه) در اختیار است. بیش از ۲۰۰ روش مختلف برای تعیین جریان زیست محیطی (در چهار گروه: روش‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، شبیه ساز زیستگاه و روش‌های جامع) معرفی شده است (۲۴، ۳۰). تصمیم برای انتخاب روش مناسب بستگی به نوع رودخانه (دائمی، فصلی، جریان پایه بالا، سیلابی)، اهمیت زیست محیطی سامانه رودخانه، پیچیدگی تصمیم گیری، هزینه‌های زیاد و دشواری جمع آوری مقادیر زیاد اطلاعات و تأثیرهای توسعه طرح‌های منابع آبی در سامانه رودخانه، دارد (۲۹). هدف اصلی از مقاله حاضر، ارائه نتایج مطالعه‌های علمی و فنی برای تخصیص جریان آب زیست محیطی برای رودخانه‌های اصلی پیرامون دریاچه ارومیه است. توصیه‌های کاربردی برای بازنگری در منحنی فرمان سدهای بزرگ حوضه و ضوابط و محدودیت‌های عملیات هدایت فیزیکی آب و انتقال جریان رودخانه‌ها به سمت دریاچه ارومیه نیز ارائه گردیده است.

مواد و روش ها

در شبکه جریان‌های سطحی ورودی به دریاچه ارومیه، تعداد ۱۰ رودخانه اصلی با پتانسیل جریان دائمی، ۱۳ سد بزرگ ساخته شده، ۵ سد بزرگ در حال ساخت و ۶ سد در دست مطالعه وجود دارد (شکل‌های ۴ و ۵). در این بررسی، تعداد ۸ رودخانه بزرگ حوضه (زرینه رود، سیمینه رود، گدارچای، باراندوزچای، نازلوچای، شهرچای، روضه چای و زولاچای)، در ۱۸ بازه، و هفت سد بزرگ روی این رودخانه‌ها (سدهای بوکان، سیمینه، حسنلو، باراندوز، نازلو، شهرچای، و زولا) مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه‌ها در این تحقیق، از پنج روش هیدرولوژیکی (۱- Tennant، ۲- Tessman، ۳- روش تحلیل منحنی تداوم جریان (FDC)[۱]، ۴- روش انتقال منحنی تداوم جریان[۲]، ۵- روش مدل ذخیره رومیزی (DRM[۳])، دو روش هیدرولیکی محیط خیس شده (۱- حداکثر انحنا و ۲- شیب منحنی)، روش کنترل کیفیت آب، و روش‌های ترکیبی (مانند

۱- Flow Duration Curve ۲- FDC-Shifting ۳- Desktop Reserve Model

www.SID.ir

Archive of SID

شبیه‌ساز زیستگاه) استفاده گردید. از این میان، روش Tennant درصدهای مختلفی از میانگین جریان سالانه را به عنوان جریان زیست محیطی پیشنهاد می‌کند (۲۸). سطح مورد نظر قابل قبول از این روش با توجه به دستور کار ابلاغ شده از طرف وزارت نیرو معادل ۳۰٪ میانگین جریان سالانه برای نیمه فروردین تا شهریور و ۱۰٪ برای مهر تا نیمه فروردین می‌باشد. منطق به کار رفته در انتخاب بازه زمانی ۶ ماهه، دو دوره کم‌آبی و پرآبی می‌باشد.

روش انتقال منحنی تداوم جریان یک رژیم جریان برای حفاظت رودخانه در وضعیت بوم شناسی مورد نظر ارائه می‌دهد (۲۷). این روش برای چهار گروه مختلف مدیریتی رودخانه از A تا D جریان‌های مختلفی را ارائه می‌کند. در این روش چهار مرحله اصلی وجود دارد که عبارتند از ۱- شبیه‌سازی وضعیت‌های هیدرولوژیکی موجود، ۲- تعریف گروه‌های مدیریت زیست محیطی، ۳- تولید منحنی‌های تداوم جریان زیست محیطی، ۴- تولید سری زمانی جریان زیست محیطی ماهانه.

روش مدل ذخیره رومیزی برای ارزیابی سریع جریان زیست محیطی با داده‌های محدود در رودخانه‌های آفریقای جنوبی توسعه یافته است. فرض اصلی در این مدل این است که رودخانه‌هایی با رژیم جریان پایدارتر نیازهای جریان کم‌آبی بیشتری در سال‌های نرمال دارند و رودخانه‌هایی با رژیم جریان متغیرتر نیازهای جریان کم‌آبی کمتری دارند.در مدل ذخیره رومیزی دو مقیاس برای ارزیابی تغییرپذیری جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد: ۱- شاخص ضریب تغییرها، ۲- شاخص جریان پایه. این روش برای هفت گروه مختلف مدیریتی رودخانه از A تا D جریان‌های مختلفی را پیشنهاد می‌کند (۲۲).

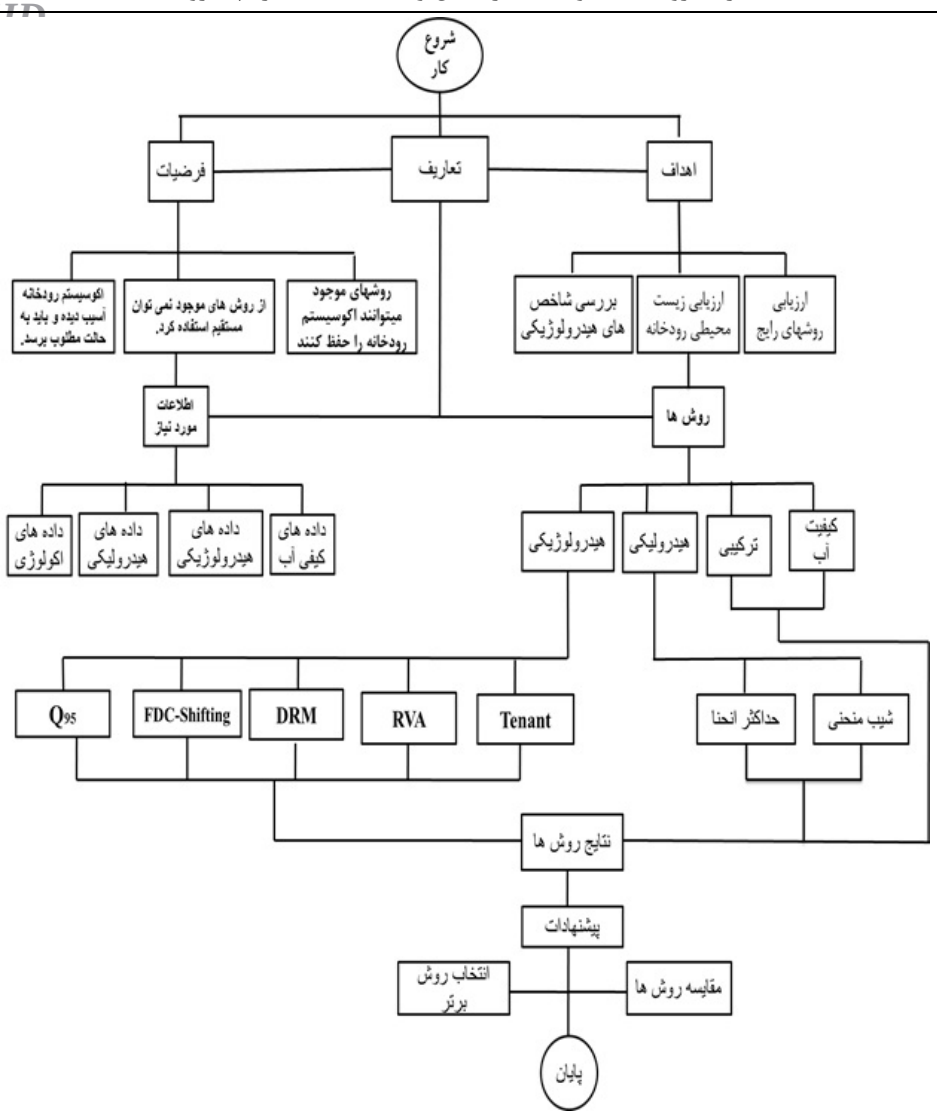
روش‌های هیدرولیکی محیط خیس شده پایه گذار روش‌های شبیه‌سازی زیستگاه برای تخمین کمینه جریان زیست محیطی می‌باشند. اساس این روش‌ها دستیابی به نقطه بحرانی هندسه رودخانه برای شرایطی است که از توده زیستی (مانند ماهی‌ها) و بنابراین از زیست بوم کل رودخانه حفاظت به عمل آورد (۲۳). برای تعیین نقطه عطف در منحنی بده جریان–محیط خیس شده، دو روش شیب منحنی و حداکثر انحنا، ارائه شده است.

روش‌های شبیه ساز زیستگاه[۱] از ویژگی‌های هیدرولیکی (عمق و سرعت) یک گونهٔ شاخص و هدف برای تعیین جریان زیست محیطی استفاده می‌کنند (۲۳). در اغلب موارد گونه مورد نظر از تیره ماهیان می‌باشد. دلیل این انتخاب بالا بودن طول دوره زندگی ماهیان و حضور آن‌ها در بالای هرم اکولوژیکی می‌باشد. می‌توان گفت که با وجود ماهی‌ها، یک رودخانه دارای سلامت است. برای انتخاب گونه شاخص ماهی، بیشتر روش ارزش‌گذاری وزنی به کار می‌رود (۳۱). استفاده از عدد فرود زیستگاه گونه‌ها به جای استفاده از شاخص‌های عمق وسرعت، می‌تواند کاستی‌های روش‌های هیدرولیکی و هیدرولوژیکی را رفع کند. همچنین عدد فرود زیستگاه با مقایسه با روش هیدرولیکی محیط خیس شده (حداکثر انحنا)، همراه با تحلیل هیدرولوژیکی پتانسیل ماهیانه جریان و حفظ کیفیت آب در حد مجاز، روشی کارآمد در تعیین کمینه نیاز زیست محیطی رودخانه می‌باشد (۳). تنوع کاربرد این روش‌ها برای هر رودخانه، وابسته به داده‌های موجود بوم شناسی–هیدرولوژیکی- هیدرولیکی، هزینه و زمان مطالعه‌ها بود. روش‌ها و مراحل ارزیابی جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها، در روندنمای شکل (۶) نمایش داده شده است. نمونه ارزیابی کامل کمینه جریان زیست محیطی از نه روش‌های مختلف اکو-هیدرولوژیکی- هیدرولیکی، برای رودخانه نازلو در بازه تپیک (در موقعیت سد در حال ساخت نازلو) توسط احمدی‌پور و یاسی (۳)، و برای رودخانه زاب توسط عبدی و همکاران (۱۳) و Abdi & Yasi (۱۹) گزارش گردیده است. به دلیل نبود اطلاعات بوم شناسی در بیشتر رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه، روش‌های مختلف هیدرولوژیکی در ترکیب با روش کیفیت آب مورد آزمون قرار گرفتند (۵، ۶، ۱۲، ۱۴، ۱۶). کمینه جریان زیست محیطی رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه، براساس پتانسیل جریان طبیعی رودخانه (در بالادست سازه های کنترل)، داده‌های موجود اکو-هیدرولوژیکی- هیدرولیکی، ملاحظه‌های اکولوژیکی- هیدرولیکی (بر پایه نیازهای زیستی گونه شاخص زیستی رودخانه)، انتخاب گروه مناسب مدیریت زیستی رودخانه و با قضاوت کارشناسی، در ماه‌های مختلف سال برآورد گردیده است.

۱- Habitat simulation

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- روندنمای ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه‌ها (۳).

نتایج و بحث

مدیریت زیست محیطی رودخانه‌ها

در حوضه دریاچه ارومیه، رودخانه‌ها سهم بیشتری از آب حوضه (حدود ۶۰٪ از مجموع آب‌های سطحی و زیرزمینی) را به سمت دریاچه انتقال می دهند. در روند احیای دریاچه ارومیه، تخصیص کمینه سهم جریان زیست محیطی برای هر یک از رودخانه‌های پیرامون دریاچه (شکل ۴)، و تضمین تداوم جریان به دریاچه، از راهکارهای اصلی و پایدار در خروج از بحران خشکی فزاینده دریاچه ارومیه است. براساس روند نمای شکل (۶)، نتایج ارزیابی کمینه جریان برای مدیریت زیست محیطی ۸ رودخانه حوضه دریاچه ارومیه (در ۱۸ ایستگاه آبسنجی) در جدول (۲) ارائه شده است.

در ارزیابی جریان زیست محیطی، توزیع میانگین ماهانه جریان برای حفاظت از زیست بوم رودخانه اهمیت دارد. نمونه توزیع ماهانه جریان زیست محیطی برای برخی رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه در شکل‌های (۷) تا (۱۰) نمایش داده شده است. بر اساس این نتایج، برای حفظ رودخانه زرینه‌رود در کمترین وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطی C)، به ترتیب شدت جریان میانگین سالانه معادل ۴/۴، ۱۷/۲ و ۷/۰ مترمکعب بر ثانیه، باید در سه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری پل آنیان، ساریقمش و

www.SID.ir

Archive of SID

نظام آباد (در کیلومترهای۱۰۰، ۸۷ و ۱۹ از دریاچه ارومیه)، برقرار باشد. با توجه به توزیع ماهانه جریان در ایستگاه ساریقمیش (در موقعیت پایین دست سد بوکان)، شدت جریان زیست محیطی در میانگین ۱۷/۲ متر مکعب بر ثانیه در سال است، که از ۴/۵ (در آبان ماه) تا ۳۷/۱ (در اردیبهشت ماه) تغییر می‌کند (۱۲). برای حفظ زیست رودخانه روضه چای در کمترین وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطی B/C)، جریانی معادل ۰/۱۳ مترمکعب بر ثانیه (۱۱٪ جریان میانگین سالانه) مورد نیاز می‌باشد. توزیع پیوسته جریان ماهانه از کمینه ۰/۱ (در شهریور) تا بیشینه ۰/۴ مترمکعب بر ثانیه (در اردیبهشت)، در طول رودخانه و تا ورود به دریاچه ارومیه باید تأمین گردد (۱۴).

جدول ۲- نتایج ارزیابی جریان زیست محیطی در برخی رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه.

رودخانه	ایستگاه آب‌سنجی	میانگین جریان سالانه (مترمکعب بر ثانیه)	کلاس مدیریتی رودخانه	روش برتر ارزیابی جریان زیست محیطی	جریان زیست محیطی پیشنهادی (مترمکعب بر ثانیه)	درصد جریان میانگین سالانه (درصد)
زرینه رود	پل آنیان	۱۹/۰	C	FDC-Shifting	۴/۳۷	۲۳
	ساریقمیش	۴۹/۰	C	FDC-Shifting	۱۷/۱۵	۳۵
	نظام آباد	۴۱/۰	C	FDC-Shifting	۷/۰	۱۷
سیمینه رود	قزل گنبد	۵/۲	C	FDC-Shifting	۱/۶	۳۲
	پل بوکان	۹/۰	C	FDC-Shifting	۱/۷	۱۹
	داشبند	۱۴/۳	C	FDC-Shifting	۳/۳	۲۳
	میاندوآب	۱۵/۲	C	FDC-Shifting	۳/۵	۲۳
گدارچای	پل نقده	۱۱/۹	C	FDC-Shifting	۳/۳	۲۸
	پل بهراملو	۱۰/۱	C	FDC-Shifting	۳/۲	۳۲
باراندوزچای	بی بکران	۷/۳	C	DRM	۱/۹	۲۶
شهرچای	بند ارومیه	۵/۲	C	DRM	۱/۳	۲۴
نازلوچای	تپیک	۱۲/۱	C	Habitat Simulation	۲/۸	۲۳
روضه چای	کلهور	۱/۲	B/C	DRM	۰/۲	۱۷
	پل ازبک	۱/۱	B/C	DRM	۰/۱	۱۰
زولاچای	چهریق علیا	۳/۹	B/C	DRM	۱/۲	۳۰
	اجواج	۳/۴	B/C	DRM	۱/۱	۳۲
	نظرآباد	۰/۷	B/C	DRM	۰/۳	۳۹
	یالقوزآغاج	۱/۷	C	FDC-Shifting	۰/۶	۳۶

براساس نتایج مشابه، برای حفاظت رودخانه نازلو در کمترین شرایط زیست محیطی قابل قبول (گروه مدیریتی C)، جریان پیوسته‌ای از کمینه ۰/۸ مترمکعب بر ثانیه (در دو ماه مرداد و شهریور) تا بیشینه ۸/۰ مترمکعب بر ثانیه (در ماه اردیبهشت)، باید تأمین گردد (۳). برای حفظ رودخانه زولاچای در ایستگاه اجواج (محل سد زولا) در کمترین وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطیB/C)، شدت جریان میانگین سالانه ۱/۱ مترمکعب بر ثانیه (از کمینه۰/۲ در بهمن تا بیشینه۲/۷ در اردیبهشت)، باید جاری گردد (۵). برای حفظ رودخانه سیمینه رود در ایستگاه پل بوکان (محل احداث سد مخزنی سیمینه رود) در

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطی C در روش FDC-Shifting)، شدت جریان میانگین سالانه ۱/۷ متر مکعب بر ثانیه (از کمینه ۰/۴ در مرداد ماه تا بیشینه ۷/۰ در اسفند ماه) باید جاری گردد (۷). برای حفظ رودخانه باراندوزچای در کمینه وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطی C)، شدت جریان ۱/۹ متر مکعب بر ثانیه (معادل۲۶٪ میانگین جریان سالانه) در میانگین در طول رودخانه تا دریاچه ارومیه، باید برقرار گردد (۱۶). برای حفظ رودخانه گدارچای در کمینه وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه مدیریت زیست محیطی C)، به ترتیب شدت جریان میانگین سالانه معادل ۳/۳ و ۳/۲ مترمکعب بر ثانیه، باید در دو موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری پل نقده و پل بهراملو (در کیلومترهای ۴۰ و ۱۸ از دریاچه ارومیه)، برقرار باشد. توزیع ماهانه جریان در هر ایستگاه نیز تعیین گردیده است. برای مثال در ایستگاه پل نقده، شدت جریان زیست محیطی از ۰/۴ مترمکعب در ثانیه (در شهریور ماه) تا ۱۰ متر مکعب در ثانیه (در اردیبهشت ماه) تغییر می‌کند (۶). برای حفظ زیست رودخانه شهرچای در کمینه وضعیت بوم شناسی قابل قبول (گروه C) میانگین جریان ۱/۳ متر مکعب بر ثانیه (معادل ۲۴٪ جریان میانگین سالانه)، مورد نیاز می‌باشد (۲۵).

نتایج نشان می‌دهد که سهم تخصیص جریان برای احیای رودخانه‌های دریاچه ارومیه در دامنه ۲۰ تا ۴۰٪ و با میانگین ۲۶٪ از پتانسیل جریان سطحی حوضه قرار دارد. سهم بیشتر جریان، فرصت بهتری را برای انعطاف پذیری در سطح مدیریت زیستی رودخانه، سازگاری با دوره‌های محتمل خشکسالی حوضه رودخانه، اهداف گردشگری، و احیای دریاچه ارومیه را فراهم می سازد.

تجدیدنظر در طرح و برنامه سدها

پتانسیل جریان‌های سطحی ورودی به دریاچه ارومیه، مطابق جدول (۱) متاثر از ۲۴ سد بزرگ (۱۳ سد ساخته شده، ۵ سد در حال ساخت، و ۶ سد در دست مطالعه جهت ساخت) در بالادست دریاچه است. دو سد بزرگ موجود در حوضه دریاچه ارومیه به ترتیب، سد بوکان (روی زرینه رود با سهم بیش از۴۰٪) ، و سد شهید مدنی (روی آجی چای با سهم حدود ۱۰٪) است (۸). از سدهای در حال ساخت، سدهای نازلو، باراندوز و سیمینه مهمتر بوده، و حدود ۳۰٪ از آب‌های سطحی حوضه دریاچه ارومیه را کنترل خواهند نمود. در منحنی فرمان سدهای حوضه دریاچه ارومیه، سهم جریان زیست محیطی رودخانه‌های پایین دست کمتر از ۱۳٪ در نظر گرفته شده است (جدول ۱). با ادامه روند کنونی، حدود ۹۰٪ آب‌های جاری سطحی به سمت دریاچه ارومیه کنترل و مصرف می‌گردد. بازنگری در تخصیص سهم جریان زیست محیطی در منحنی فرمان سدهای حال و آینده حوضه دریاچه ارومیه ضروری است.

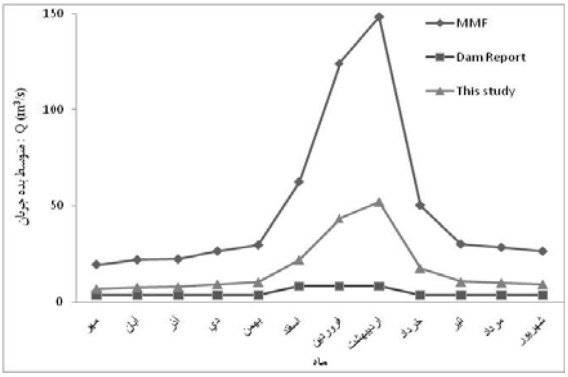
در حال حاضر براساس دستور کار ستاد احیای دریاچه ارومیه، روند احداث سدهای در حال ساخت متوقف شده است. بازنگری‌های مهندسین مشاور بیشتر با استفاده از روش ساده و ناقص Tennant و به صورت سلیقه‌ای انجام گردیده، و میزان برآوردها تابع نظر حکمرانی آب منطقه‌ای برای مقابله با احتمال توقف ساخت این سدها در حوضه دریاچه ارومیه است. از این رو، اطمینان از تخصیص سهم جریان زیست محیطی محاسبه شده، در مرحله احداث و بهره برداری این سدها نیز مورد تردید خواهد بود. برای مثال در مرحله طراحی سد نازلو در سال ۱۳۷۸، سهم جریان زیست محیطی کمتر از ۱۰٪ آورد سالانه رودخانه نازلو بوده، که از روش Tennant (روش مصوب وزارت نیرو) و براساس سطح ضعیف مدیریت زیست محیطی رودخانه (عدم اهمیت زیست بوم رودخانه) ارزیابی گردید (۱). در گزارش بازنگری مشاور در سال ۱۳۸۹، این سهم به حدود ۲۶٪ افزایش داده شده است (۲). برآورد مهندسین مشاور سد باراندوز در سال ۱۳۸۸ برای سهم جریان زیست محیطی در حدود ۴٪ از میانگین جریان سالانه بوده (کمتر از ۰/۳ مترمکعب بر ثانیه)، درحالی که کمینه معادل ۲۶٪ جریان سالانه (معادل ۱/۹ مترمکعب بر ثانیه) باید باشد (۱۶). نتایج برآورد این پژوهش با برآوردهای مهندسین مشاور، به طور نمونه برای سد بوکان وسد زولا (ساخته شده)، و سد نازلو و سد سیمینه (در حال ساخت)، به ترتیب در شکل‌های (۷) تا (۱۰) مقایسه گردیده است.

نتایج نشان می‌دهد که سهم تخصیص جریان زیست محیطی در طرح اولیه سدها، هیچ یک از نیازهای کیفی و زیستی رودخانه‌ها را برآورده نکرده، و فرآیند آن نیز به خشکی زیست بوم آب پذیرنده این رودخانه‌ها (دریاچه ارومیه) انجامیده است. مقایسه توزیع ماهانه جریان زیست محیطی با مقادیر نظیر آن در گزارش مشاوران سدهای حوضه دریاچه ارومیه، ضرورت بازنگری در

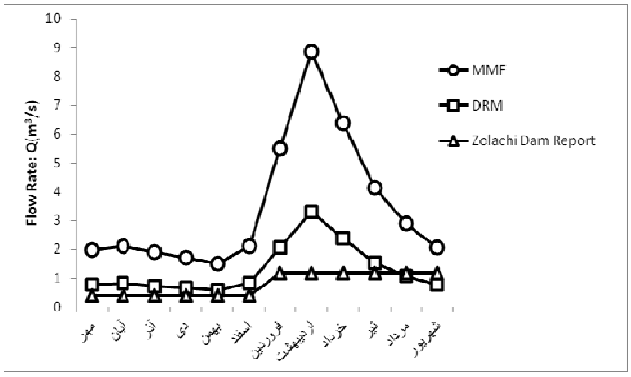
www.SID.ir

Archive of SID

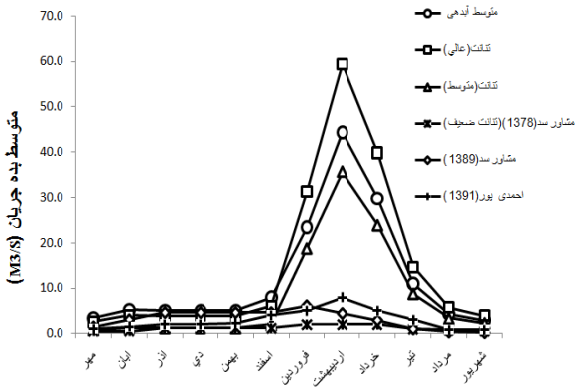
تخصیص‌های انجام یافته را تائید می نماید. در برنامه احیای دریاچه ارومیه، برای سدهای ساخته شده و یا آماده بهره برداری (مانند بوکان، مهاباد، شهید مدنی، شهرچای، زولا، دریک سلماس، حسن لو، چراغ ویس)، تخصیص جریان زیست محیطی تا میزان۴۰٪ آورد رودخانه‌ها باید به صورت سند ملی دریاچه ارومیه در منحنی فرمان این سدها مستند گردد. برای سدهای مخزنی درحال ساخت روی رودخانه‌های اصلی (مانند سیمینه رود، باراندوزچای، نازلوچای)، و با توجه به هدف کاهش مصرف ۴۰٪ آب کشاورزی (۸)، تخصیص سهم جریان زیست محیطی به دریاچه ارومیه در محدوده ۳۰٪ تا ۴۰٪ به صورت سند ملی دریاچه ارومیه مستند گردد. سهم بیشتر جریان، فرصت بهتری را برای سازگاری با دوره‌های محتمل خشکسالی حوضه، انعطاف‌پذیری در سطح مدیریت زیستی رودخانه و دریاچه و گردشگری فراهم می‌سازد. تجدیدنظر در تخصیص آب برای مصارف مختلف و افزایش سهم جریان زیست محیطی برای احیای دریاچه ارومیه، باید شرایط را برای تغییر در حجم تنظیم آب در سدهای موجود، و کاهش ارتفاع سدهای در حال ساخت فراهم سازد. فشارهای محلی نباید مانع از تغییر در ابعاد طراحی و رژیم بهره برداری از مخازن سدها گردد.



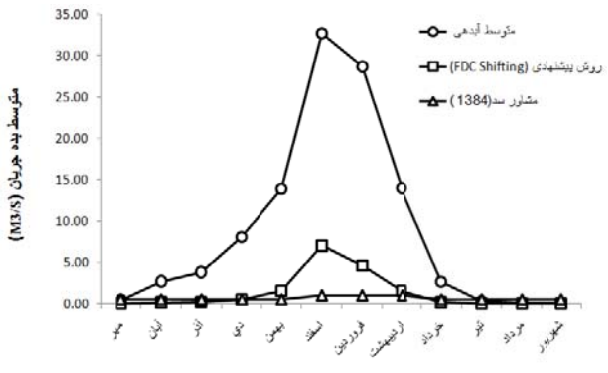
شکل ۷- مقایسه برآورد توزیع بده جریان ماهانه زیست محیطی زرینه رود با نتایج مشابه در گزارش‌های سد بوکان.



شکل ۸- مقایسه برآورد توزیع بده جریان ماهانه زیست محیطی زولاچای با نتایج مشابه در گزارش‌های سد زولا.



شکل ۹- مقایسه برآورد توزیع بده جریان ماهانه زیست محیطی نازلوچای با نتایج مشابه در گزارش‌های سد نازلو.



شکل ۱۰- مقایسه برآورد توزیع بده جریان ماهانه زیست محیطی سیمینه رود با نتایج مشابه در گزارش‌های سد سیمینه.

برداشت های غیر مجاز آب رودخانه ها

مطالعه‌های سنجش از دور و شواهد میدانی نشان می‌دهد که توسعه زمین‌های کشاورزی به صورت افزایش سطح باغ‌ها (تبدیل زمین‌های زراعی دشت به باغ‌ها و ایجاد باغ‌های جدید در زمین‌های مرتعی و دامنه‌های بالادست)، وجود داشته و ادامه دارد

www.SID.ir

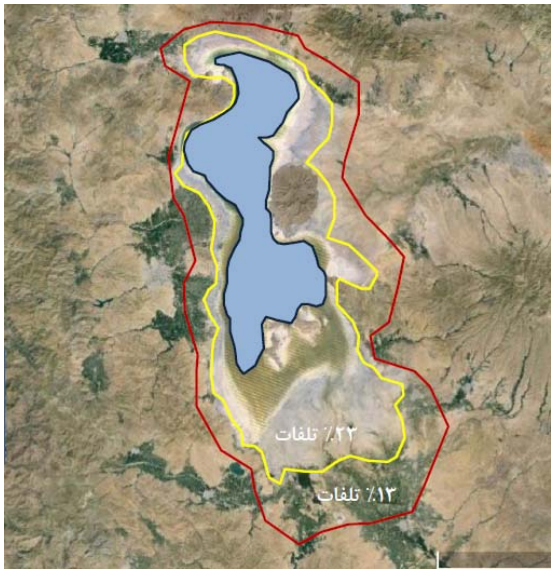
Archive of SID

(۱۵). بنابراین، نادیده گرفتن باغ‌ها به معنای نادیده گرفتن ممنوعیت توسعه زمین‌های کشاورزی و برداشت‌های غیر مجاز است. براساس ارزیابی عمومی وزارت نیرو، سهم برداشت‌های غیر مجاز از رودخانه ها و نهرهای وابسته در حدود ۲۰٪ است (۸). برداشت‌های مشهود به صورت پمپاژ مستقیم از آب در مجرای اصلی رودخانه‌ها، و به صورت حفر چاه در حریم تاثیر رودخانه‌ها، اغلب غیرمجاز و فاقد حقابه و یا پروانه هستند.

در برنامه احیای دریاچه ارومیه، تشکیل گروه‌های گشت و بازرسی منابع آب در محدوده‌های مطالعاتی حوضه دریاچه ارومیه (با اولویت شهرستان‌های میاندواب و ارومیه)، گزینش افراد متخصص، فعالیت گروه‌ها در محل‌های تعیین شده و کنترل و نظارت بر عملکرد آن‌ها، سیستم توانمند و پویا و متخصص با استفاده تجهیزات نرم افزاری و سخت افزاری به همراه مستند سازی فعالیت‌ها، پیش‌بینی و تامین اعتبار شده است. با گذشت یک سال از برنامه مصوب، برنامه عملیاتی برای جلوگیری از برداشت‌های غیرمجاز (در حدود ۲۰٪) از رودخانه‌ها و نهرهای وابسته هنوز به چشم نمی‌آید. تشکیل گروه‌های گشت و بازرسی، اعلام عمومی به بهره برداران حاشیه رودخانه‌ها و استقرار سامانه انتظامی و قضایی صورت عملی به خود نیافته است.

هدایت جریان آب رودخانه ها به پیکره آبی دریاچه ارومیه

در شرایط کنونی دریاچه و مطابق شکل (۱۱)، فاصله زیاد میان بستر طبیعی رودخانه با پیکره آبی موجود در دریاچه، سبب گسترش سطحی آب با عمق کم در بستر دریاچه و تلف شدن آب در اثر تبخیر است. از اولویت‌های برنامه احیای دریاچه ارومیه، مطالعه‌ها و اجرای طرح بازگشایی مسیر و هدایت جریان آب رودخانه ها به سمت دریاچه ارومیه (به خصوص زرینه رود، سیمینه رود و آجی چای) بوده است. مهمترین طرح‌های مصوب برای عملیات لایروبی و مسیرگشایی رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه عبارتند از لایروبی رودخانه‌های باراندوز و روضه چای (۱۵ کیلومتر)، اتصال زرینه رود به سیمینه رود برای انتقال آب به پیکره دریاچه ارومیه (۲۵/۵ کیلومتر)، لایروبی سیمینه رود (۲۲ کیلومتر)، و لایروبی و مسیرگشایی آجی چای (۱۹ کیلومتر، شامل ۱۰/۵ کیلومتر در بستر دریاچه). اجرای شتابزده این اقدام‌ها پیش از مطالعه‌های لازم، نگرانی‌ها را برای پایداری مجرای جریان و دوام طرح و تغییرهای ناهنجار در بوم شناسی رودخانه‌ها و بستر دریاچه ایجاد کرده است. موارد زیر جهت تجدید نظر و یا اصلاح طرح‌های ساماندهی رودخانه‌های ورودی به دریاچه ارومیه پیشنهاد گردیده (۱۸) و همچنان نیز مورد تاکید هستند.



شکل ۱۱– محدوده‌های تلفات آب منتهی به دریاچه و ضرورت هدایت جریان رودخانه‌ها به پیکره آبی موجود دریاچه (۸).

www.SID.ir

Archive of SID

در ناحیه ۱ دریاچه ارومیه (ناحیه محصور بین خط مرزی قرمز و زرد رنگ در شکل ۱۱) پدیده رسوب گذاری در ناحیه ساحلی (مصب) رودخانه، ایجاد شیب منفی در نیمرخ طولی کف بستر، تشکیل دلتا و انشعاب رودخانه به چند شاخه (دائمی یا موقتی) در ورود به دریاچه ارومیه، یک فرآیند طبیعی است. این فرآیند حاصل چند سال و دوران خشکسالی دهه اخیر نیست، ولی عدم تداوم جریان‌های با شدت لازم باعث تثبیت سطحی و تحکیم بستر رسوب گذار و توسعه جزایر و پوشش گیاهی می‌گردد. به طوری که بستر در برابر جریان های کم، مقاومت نموده و سبب گسترش سطحی بیشتر آب و عدم اتصال به پیکره موجود آبی دریاچه می‌گردد. این پدیده در حال حاضر به جز در مورد زرینه رود و آجی چای قابل ملاحظه نمی باشد. شواهد میدانی و تصویرهای ماهواره‌ای نشان داده است که جریان‌های به نسبت پرآبی رودخانه‌های غربی دریاچه (نازلو، شهرچای و گدارچای)، بدون نیاز به بهسازی بستر، قابلیت توسعه سطح آب در غرب تا محدوده پل شهید کلانتری را دارند. براساس تجربه‌های جهانی، راهکار موثر و پایدار، افزایش انرژی جریان همراه با شدت و تداوم کافی برای بازگشایی طبیعی مسیر است.

در ناحیه ۱ دریاچه، لایروبی رودخانه و هر اقدامی که منجر به تعمیق کف بستر و تک رشته‌ای کردن جریان رودخانه به سمت دریاچه ارومیه گردد، ناکارآمد بوده و توصیه نمی‌گردد، زیرا در ناحیه با شیب کم و متاثر از جریان‌های سیلابی، رسوب گذاری مجدد در کف آبراهه، برگشت آب، تخریب دیواره‌های رودخانه و انشعاب و پخشیدگی آب، حتی در کوتاه مدت، قابل انتظار است.

اصلاح بستر رودخانه و هدایت جریان در ناحیه ۱ تنها در موارد زیر امکان پذیر و قابل توصیه است:

۱- پاکسازی و بهسازی بستر، این اقدام‌ها تاثیر کوتاه مدت در کاهش مقاومت جریان، و افزایش سرعت و ظرفیت انتقال جریان دارد، و شامل اقدام‌های فیزیکی در هموارسازی بستر از جزایر و بارهای رسوبی (با حفظ تراز میانگین کف بستر، بدون تعمیق قابل توجه)، و حذف درختان و درختچه‌ها و بوته‌های بلند است. این نوع عملیات بعد از وقوع ۲ یا ۳ جریان سیلابی باید تکرار گردد.

۲- اقدام‌هایی که سبب افزایش تراز سطح آب و انرژی جریان به سمت پایین دست و دریاچه گردد. این هدف که تاثیر کوتاه مدت تا درازمدت دارد، با لایروبی و تک رشته‌ای کردن جریان در تعارض است. راهکار موثر در این هدف، عبارت از تامین آب با شدت جریان مناسب، کاهش عرض آبراهه اصلی (بدون و یا با انشعاب آبراهه) در ناحیه ساحلی است.

طرح احداث ایستگاه‌های هیدرومتری در ناحیه ورودی به دریاچه، تنها با کاهش و تثبیت عرض و افزایش ارتفاع دیواره‌های رودخانه امکانپذیر است. در صورت لایروبی (تعمیق بستر موجود)، ایستگاه قابل استفاده نخواهد بود.

در ناحیه ۲ دریاچه ارومیه (ناحیه محصور خط مرزی زرد رنگ در شکل ۱۱)، اقدام‌های فیزیکی به صورت لایروبی غیرعملی، نادرست و ناکارآمد خواهد بود. رسوب‌گذاری سریع در کف آبراهه لایروبی شده (بستر ناهموار دریاچه و با شیب میانگین حدود صفر)، قطعی است. طرح ایجاد زهکش‌ها در بستر دریاچه، از طریق لایروبی و تعمیق فزاینده بستر آبراهه به سمت داخل دریاچه، کارایی نخواهند داشت.

اصلاح مسیر آجی‌چای: برای هدایت آجی‌چای به پیکره اصلی دریاچه، مطالعه‌های مختصری از سوی آذربولاق (۳) گزارش شده است. طرح اصلاح مسیر آجی‌چای، به صورت بهسازی کف بستر و احداث مقطع مرکب، در یک شاخه به طول حدود ۱۹ کیلومتر از پل خورخوره به سمت دریاچه ارومیه (۱۰/۵ کیلومتر در بستر دریاچه) به تقریب اجرا گردیده است (شکل ۱۲). به هرحال، دوام مجرای اصلی از نظر رسوب‌گذاری و پایداری دیواره خاکریز بستر کبیر رودخانه هنگام سیلابی شدن مورد تردید است. انشعاب آجی‌چای به دو شاخه (در شمال و جنوب جزیره اسلامی) همراه با کاهش عرض و روکش حفاظتی دیواره‌های خاکریز ساحلی در سمت رودخانه توصیه می‌گردد. درجه تاثیر آجی‌چای بر دریاچه، بستگی به امکان جریان آب از محل سد شهید مدنی، و پایش تداوم جریان آن تا دریاچه است. با وجود مصوبه ستاد احیای دریاچه مبنی بر اختصاص تمام آب دوره آبگیری سد شهید مدنی به دریاچه ارومیه، آزادسازی آب در آجی‌چای مشاهده نگردید. در ماه‌های غیر سیلابی، جریان غالب در آجی‌چای، فاضلاب‌های شهری و صنعتی تبریز و حومه با بوی غیرقابل تحمل بوده است (شکل ۱۲).

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال آب زرینه‌رود به سیمینه‌رود: از اولویت‌های برنامه احیای دریاچه ارومیه، مطالعه‌های امکان‌یابی انتقال آب زرینه‌رود به سیمینه‌رود، جهت هدایت موثر جریان آب به سمت جنوب دریاچه ارومیه بوده است (۸). گزینه انتقال بخشی از جریان آب کنترل شده زرینه‌رود به سیمینه‌رود، تا بیشینه بده ۳۲ مترمکعب بر ثانیه، از راه کانال اصلی سد انحرافی نوروزلو (به طول ۱۲ کیلومتر) مورد تاکید شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی بوده و مورد تائید قرار گرفت (شکل ۱۳). زمان آبگیری در دوره غیر زراعی و منابع استحصال آب از آزادسازی جریان از سد بوکان و اجرای طرح نکاشت در شبکه زرینه رود در نظر گرفته شد. انتقال آب در مواقع سیلابی، همچنان از طریق زرینه‌رود به دریاچه صورت می‌گرفت (۸). بر اساس مطالعه‌های مقدماتی، ظرفیت تامین و انتقال آب از طریق کانال اصلی نوروزلو ۲۰ مترمکعب بر ثانیه گزارش گردید (۱۱)، ولی سرنوشت این گزینه ممکن و تاثیرگذار، نامعین و مسکوت مانده، و عملیات اجرایی برای ترمیم کنارگذر کانال در محل سیفون و تخلیه آب به سیمینه‌رود در شکل ۱۳ به طور جدی دنبال نمی‌گردد (۱۰).

شکل ۱۲- مجرای اصلی لایروبی شده آجی‌چای در خورخوره.

گزینه‌های اتصال مستقیم زرینه‌رود به سیمینه‌رود (دو گزینه در موقعیت قلعه بزرگ و در ۴ کیلومتری پایین دست قلعه بزرگ) از سوی شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی مطرح شد، که بسته به انجام مطالعه‌های جامع گردید (۸). به هرحال انحراف و یا انشعاب از رودخانه بسیار بزرگی مانند زرینه‌رود (شکل ۱۴) به رودخانه بزرگی مانند سیمینه‌رود (شکل ۱۵)، از نظر هیدرومرفولوژیکی نباید ساده و شتاب‌زده صورت گیرد. ظرفیت جریان زرینه رود حدود سه برابر سیمینه‌رود است و ۷۰٪ آب جنوب دریاچه و به تقریب تمام آب در بخش جنوب شرقی دریاچه از طریق زرینه‌رود تامین می گردد. به طور کلی، اتصال دو رودخانه زرینه‌رود به سیمینه‌رود، با رفتار طبیعی رودخانه‌ها در مصب و دلتاها در تعارض بوده و بدون سندهای فنی و مدلسازی جریان آب و رسوب قابل اطمینان نخواهد بود.

شکل ۱۳- مسیر کانال اصلی نوروزلو در تقاطع با سیمینه‌رود.

شکل ۱۴- زرینه‌رود در نظام آباد.

شکل ۱۵- سیمینه‌رود در میاندوآب.

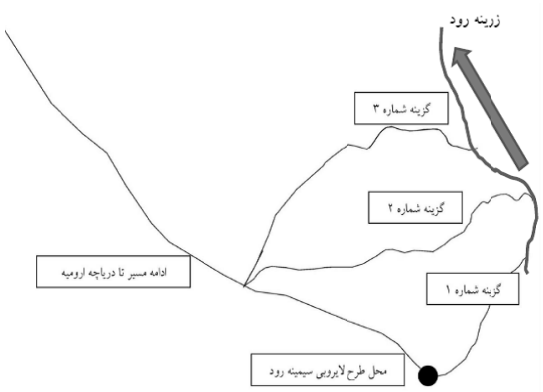
شواهد موجود از همزمانی مطالعه‌ها و اجرای شتابزده عملیات اتصال دو رودخانه زرینه و سیمینه، حکایت دارد. براساس گزارش صدرآب نیرو (۱۳۹۳) و مطابق شکل ۱۶، سه گزینه برای اتصال زرینه‌رود به سیمینه رود مطرح شده، که گزینه ۳ توسط مشاور و کارفرمای طرح انتخاب گردیده است (شکل ۱۷). در این گزینه، انحراف زرینه رود به سیمینه‌رود از محل ۴ کیلومتری پایین دست

www.SID.ir

Archive of SID

روستای قلعه بزرگ و از طریق بازگشایی و توسعه عرضی و طولی یک شاخه انشعابی کوچک متروکه از زرینه‌رود (شط مناف) انجام می‌یابد (شکل ۱۸). سازه انحراف جریان، یک فرازبند خاکی در عرض زرینه‌رود (به صورت خاکریز با تراکم طبیعی با پیش بینی تخریب در جریان‌های بیشتر از ۸۵ مترمکعب بر ثانیه) است. برای بازگشایی مسیر، یک کانال خاکی به طول ۱۳/۶ کیلومتر، با بستر مرکب و با بیشینه ظرفیت ۸۵ مترمکعب بر ثانیه در نظر گرفته شده، که مطابق شکل‌های ۱۹ و ۲۰ احداث شده است. این عملیات همراه با لایروبی سیمینه‌رود به طول ۲۲ کیلومتر (بر اساس شکل ۱۷، از حدود ۱۰ کیلومتر بالادست محل اتصال کانال انحراف زرینه به سیمینه، تا حدود ۱۲ کیلومتر پایین دست آن در پیوند با بستر دریاچه ارومیه) پایان خواهد یافت.

طرح تغییر مسیر دائمی زرینه‌رود امکان‌پذیر نبوده و با ظرفیت انتقال سیمینه‌رود نیز متناسب نیست. منظور از انحراف، به الزام به صورت انشعاب بخشی از جریان به صورت کنترل شده خواهد بود. انشعاب بخشی از جریان، نیازمند اصلاح مسیر و پایدارسازی زرینه‌رود در یک بازه طولانی (از بالا دست تا پایین دست محل انحراف)، احداث سازه عظیمی برای کنترل جریان در محل انحراف، تثبیت مجرای کبیر کانال بازگشایی، اطمینان از پایداری هندسه مجرای اصلی و کم آبی، و پایدارسازی سیمینه‌رود در بازه اتصال است. این طرح، به عنوان یک راهکار دائمی محسوب نمی گردد. گزارش‌های مطالعاتی صدرآب نیرو در سال ۱۳۹۳ (۱۱) نشانگر سندهای لازم برای چنین طرح بزرگ و خطرپذیر رودخانه‌ای نیست. از این‌رو، خطر انحراف دائمی زرینه رود در مسیرهای غیرقابل پیش‌بینی و تخریب سامانه سیمینه‌رود نیز محتمل می باشد. از سوی دیگر، شواهد میدانی و تصویر ماهواره‌ای فروردین ۱۳۹۵ (شکل ۳) نشان داد که مسیر طبیعی جریان مهابادچای و سیمینه‌رود باعث توزیع سطح آب در جنوب غربی دریاچه گردید، ولی عدم ورود آب از زرینه‌رود و آجی‌چای، مانع از آبگرفتگی ناحیه جنوب شرق و شرق دریاچه و به خصوص ناحیه جزایر سه گانه گردید. از آنجا که موضع‌نگاری (توپوگرافی) بستر دریاچه صاف و هموار نبوده و تابع ریخت‌شناسی مصب رودخانه‌های ورودی آن می باشد، انحراف زرینه‌رود از مسیر طبیعی و موجود آن، خطر خشکیدگی بخش جنوب شرقی و جزایر سه گانه را محتمل‌تر می‌سازد.



شکل ۱۶- گزینه‌های انحراف زرینه‌رود به سیمینه‌رود.

شکل ۱۷- گزینه منتخب ۳ برای انحراف زرینه‌رود.

شکل ۱۸- انحراف زرینه‌رود از محل شاخه متروکه شط مناف.

شکل ۱۹- بستر مرکب کانال انحراف زرینه‌رود.

شکل ۲۰- خاکریز ساحلی کانال انحراف زرینه‌رود.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

از عوامل اصلی بحران دریاچه ارومیه، کاهش سهم جریان‌های ورودی به دریاچه در اثر توسعه زمین‌های کشاورزی، تخصیص بی‌رویه منابع آب حوضه به کشاورزی و تجاوزهای مشهود به منابع آب سطحی و زیرزمینی است (۸، ۹). در دوره۴۰ ساله گذشته (۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵)، افزایش سطح زیر کشت آبی بیش از ۲۶٪ افزایش و در مقابل سطح دریاچه حدود ۶۰٪ کاهش یافته است (۱۵).

در روند احیای دریاچه ارومیه، سهم تخصیص جریان زیست محیطی برای مدیریت درازمدت رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه در دامنه ۲۰ تا ۴۰٪ از آورد سالانه رودخانه‌ها قرار دارد. این سهم جریان از طریق کاهش سهم آب کشاورزی از حدود ۹۰٪ به حدود ۷۰٪، جلوگیری از برداشت ۲۰٪ غیر مجاز از رودخانه‌ها و نهرهای وابسته، کاهش سطح زمین‌های فاریاب، محدودیت کاشت گیاهان پرمصرف و افزایش بازده و بهره‌وری آب و بازیافت پساب‌های شهری و صنعتی (تا حدود ۱۰٪)، قابل تامین است.

راهکار موثر و ضربتی برای تامین آب دریاچه، خرید آب از کشاورزان از طریق: ۱- اعمال طرح آیش زمین‌های زراعی (توقف کشت تا حد ممکن) و ۲- حفظ باغ‌ها در حد زنده‌مانی درختان مثمر است (۱۸). طرح نکاشت (آیش زمین‌های زراعی)، کم آبیاری باغ‌ها و خرید تضمینی ۴۰٪ از حقابه‌های کشاورزی باید در شبکه آبیاری هر یک از رودخانه‌های پیرامون دریاچه و با توزیع عادلانه اجرا گردد. انحصار خرید حقابه‌ها تنها در شبکه آبیاری زرینه‌رود (میاندوآب) و تنها در زمین‌های زراعی (غیر باغ‌ها)، اثر بخشی لازم را برای دریاچه نداشته و از نظر اجتماعی عامل تحریک و تنش‌های محلی خواهد بود. در خصوص اجرای طرح آیش (نکاشت)، برآورد پرداخت خالص ۵ میلیون تومان در هر هکتار، نیاز به بازنگری دارد. این رقم با میانگین الگوی کشت و درآمد کشاورزی منطقه همخوانی ندارد. عدد ۵ میلیون تومان در هکتار، به برآورد بیمه خسارت‌های طبیعی و یا محصول‌های راهبردی (گندم و غیره) شبیه است تا درآمد واقعی زارعین منطقه و درجه قبول آن‌ها. افزون بر این، شیوه پرداخت نقدی و یا غیرنقدی، زمان پرداخت، ساختار تشکیلاتی مسئول برای ارزیابی و پایش خرید حقابه کشاورزان، باید معین و اعلام عمومی گردد.

بازنگری اساسی در منحنی فرمان ۲۴ سد بزرگ حوضه (۱۳ سد ساخته شده، ۵ سد در حال ساخت، و ۶ سد در دست مطالعه جهت ساخت)، برای نجات دریاچه ارومیه اجتناب‌ناپذیر است. رهاسازی ۳۰ تا ۴۰٪ آورد سالانه رودخانه‌ها از سدهای موجود و کاهش ارتفاع سدهای در حال ساخت (برای آینده) ضروری است. برنامه تشکیل گروه‌های گشت و بازرسی برای جلوگیری از برداشت‌های غیرمجاز از رودخانه‌ها، اعلام عمومی به بهره‌برداران حاشیه رودخانه‌ها و استقرار سامانه انتظامی و قضایی باید عملیاتی گردد. در اجرای طرح لایروبی و بازگشایی مسیر جریان آب رودخانه‌ها به سمت دریاچه، اقدام‌های نامطمئن و شتابزده برای انحراف و یا انشعاب رودخانه بزرگی مانند زرینه‌رود، مخاطره‌انگیز بوده و باید متوقف گردد.

در نجات دریاچه ارومیه، تنها عزم ملی و دولت و تمرکز حکمرانی علمی- فنی طرح در تهران کافی نبوده است. کمیته راهبری و کارگروه‌ها در سطح حوضه و سه استان، باید زیر مدیریت دانشگاه‌های منطقه قرار گیرند. تبلیغ‌های دولتی برای اجرای طرح‌های احیا در سطح منطقه دیده می‌شوند، ولی عزم جزم در مدیریت استانی و حکمرانی محلی آب مشهود نیست. در یک سال گذشته، آثار مستندی از اجرای طرح‌های مصوب کوتاه‌مدت برای آبرسانی به دریاچه و شواهد مشارکت جوامع محلی و پشتیبانی مردمی و بسیج همگانی برای نجات دریاچه ارومیه دیده نشده است. حاصل بارورسازی ابرها و سودای انتقال آب از دریاچه خزر (مشترک ۷ کشور منطقه)، از دریاچه وان (ترکیه) و از دریاچه سوان (ارمنستان) به دریاچه ارومیه، سرابی بیش نبوده و نخواهد بود. تنها راه ممکن برای نجات دریاچه در کوتاه‌مدت، تخصیص و انتقال ۴۰٪ از آب ده رودخانه اصلی حوضه پیرامون به دریاچه ارومیه است.

منابع

۱- آبساران .۱۳۷۸. گزارش فنی منابع آب سد مخزنی نازلو، مهندسین مشاور آبساران، شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، ۴۴۰ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- آبساران .۱۳۸۹. گزارش بازنگری منابع آب سد مخزنی نازلو، مهندسین مشاور آبساران، شرکت آب منطقه ای آذربایجان غربی، ۴۵۷ صفحه.

۳- احمدی پور، ظ. و م. یاسی، ۱۳۹۳، مقایسه روش های اکو-هیدرولوژیکی-هیدرولیکی در ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه ها: رودخانه نازلو، حوضه دریاچه ارومیه، مجله هیدرولیک ایران ۸۲-۶۹:(۲)۹.

۴- آذربولاق. ۱۳۹۳. خلاصه مطالعات طرح بازگشایی و لایروبی آجی چای، مهندسین مشاور آذربولاق تبریز، شرکت آب منطقه ای آذربایجان شرقی، ۴۵ صفحه.

۵- آژ، س. ۱۳۹۴. ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه زولا با روش‌های هیدرواکولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، ایران.

۶- حبیبی قره گوز، س. ۱۳۹۴. ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه گدارچای با روش‌های هیدرواکولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، ایران.

۷- رضایی، ن. ۱۳۹۴. ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه سیمینه رود با روش‌های هیدرو- اکولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، ایران.

۸- ساادا. ۱۳۹۳. جمع بندی مطالعات و راهکارهای مصوب احیای دریاچه ارومیه، ستاد احیای دریاچه ارومیه (ساادا)، تهران، تیر ۱۳۹۳، ۴۷ صفحه (http://ulrp.sharif.ir).

۹- ساادا. ۱۳۹۴. دریاچه ارومیه: علل خشکی و تهدیدات احتمالی، گزارش کمیته اجتماعی- فرهنگی ستاد احیای دریاچه ارومیه (ساادا)، تهران، شهریور ۱۳۹۴، ۳۷ صفحه (http://ulrp.sharif.ir).

۱۰- ساادا. ۱۳۹۵. پایگاه خبری ستاد احیای دریاچه ارومیه (ساادا)، تهران، ۲۸ فروردین ۱۳۹۵ (http://ulrp.sharif.ir).

۱۱- صدرآب نیرو. ۱۳۹۳. خلاصه مطالعات طرح اتصال زرینه به سیمینه رود، مهندسین مشاور صدرآب نیرو، شرکت آب منطقه ای آذربایجان غربی، ۹۰ صفحه.

۱۲- عاشوری، م. ۱۳۹۴. ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه زرینه رود با روش‌های هیدرو- اکولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، ایران.

۱۳- عبدی، ر.، م. یاسی و ح. صدقی. ۱۳۹۴. ارزیابی روش‌های اکولوژیکی- هیدرولیکی- هیدرولوژیکی در برآورد جریان زیست محیطی رودخانه، مجله آب و فاضلاب ۸۱-۷۱:(۲)۲۶.

۱۴- غلامزاده، ف. و م. یاسی. ۱۳۹۴. ارزیابی جریان زیست محیطی رودخانه‌ها با روش های اکو- هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: رودخانه روضه چای در حوضه دریاچه ارومیه). دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه تبریز، ۱۵ تا ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۴، تبریز، صفحه‌های ۱ تا ۸.

۱۵- کمالی، م. و س. یونس زاده جلیلی، ۱۳۹۵، بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. مرکز تحقیقات سنجش از دور دانشگاه صنعتی شریف، ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۷۱ صفحه.

۱۶- مصطفوی، س. و م. یاسی. ۱۳۹۴. ارزیابی حداقل جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به روش های اکو- هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: رودخانه باراندوزچای- حوضه دریاچه ارومیه). نشریه آب و خاک ۱۳-۱:(۵)۲۹.

۱۷- یاسی، م. ۱۳۹۲. راهکار احیای دریاچه ارومیه با مدیریت زیست محیطی رودخانه های درون حوضه، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بحران آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، ۶ تا ۸ شهریور، صفحه‌های ۱ تا ۸.

۱۸- یاسی، م. ۱۳۹۳. نظرات اصلاحی بر پیش نویس مصوبات طرح نجات دریاچه ارومیه (۳۱ اردیبهشت ۹۳)، ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۹ خرداد ۱۳۹۳، ۶ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Abdi, R. and M. Yasi. 2015. Evaluation of environmental flow requirements using eco-hydrologic-hydraulic methods in perennial rivers. J. Water Sci. Technol. 3 (72):354-363.
20. CRC. 2012. Murry-Darling Basin Plan. Final Report, South Australian Government.
21. Dyson, M., G. Bergkamp, and J. Scanlon. 2003. The essentials of environmental flows. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 118 p.
22. Hughes, D.A., and P. Hannart. 2003. A desktop model used to provide an initial estimate of the ecological instream flow requirements of rivers in South Africa. J. Hydrol. 270:167-181.
23. Jowett, I.G. 1997. Instream flow methods: A comparison of approaches. Regulated Rivers: Research & Management 13:115-127.
24. Marchand, M.D. 2006. Environmental flow requirements for rivers: An integrated approach for river and coastal zone management. Report No. Z2850 WL Delft Hydraulics.
25. Shaerikarimi, S., M. Yasi, and S. Eslamian. 2012. Use of hydrological methods for the assessment of environmental flow in a river reach". Intern. J. Environ. Sci. Technol. 9(3):549-558.
26. Shaerikarimi, S., M. Yasi, J.P. Cox and S. Eslamian. 2014. Environmental flows. In: Handbook of Engineering Hydrology. S. Eslamian (Eds.), Chapter 5, Vol. 3 CRC press, Taylor and Francis Group, New York, NY10017, USA, pp. 85-104.
27. Smakhtin, V.U. and M. Anputhas. 2006. An assessment of environmental flow requirements of Indian river basins. IWMI Research Report 107. Intern. Water Manag. Inst., Colombo, Sri Lanka.
28. Tennant, D.L. 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. Fisheries 1(4):6-10.
29. Tharme, R.E. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Res. Applic. 19:397–441.
30. Vadas, R.L. and D.J. Orth. 2000. Habitat Use of Fish Communities in a Virginia Stream. Environ. Biol. Fishes 59(3):253-269.
31. Waddle, T. 2001. PHABSIM for Windows: User's Manual and Exercise: Fort Collins, CO, U.S, Geological Survey: 288 p.
32. World Bank. 2013. Red Sea-Dead Sea water conveyance study program. World Bank Final Report No. RSS-REL-T005, 205 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 2 (1): 57-76 (2017)

Management of Rivers and Dams in Supplying and Delivering Water to Urmia Lake

M. Yasi[1, 2]

Current water management will soon result in the drying crisis of the Urmia Lake, an internationally registered hyper-saline wetland, in Iran. The most priority is an action plan to deliver in-basin surface waters into the lake. The main aim of the present paper is to introduce the scientific and technical methods to supply and deliver water from the ten major rivers around the lake, in the order of 20 to 40% of potential annual flows from these rivers. The revision of the current water allocation for agricultural uses, emergency plan to reduce 40% of irrigation water, to lease farmers' water-rights, to prevent illegal water intakes from the rivers, to release 30 to 40% of reserved water from 13 large dams around the lake, and to perform river improvement works to facilitate water delivery are necessary for saving the Urmia Lake. Long life and sustainable solution is to increase the rivers environmental flow allocations from existing 10% to 20% to 40% of their potential annual flows. The change in the volume of water regulation in the 13 operating dams, and the reduction of possible storage of water in the 11 under-construction dams are to be considered for the future restoration of the Urmia Lake.

Keywords: Environmental water flows, River management, Urmia Lake, Water crisis.

1. Corresponding author, Email: m.yasi@ut.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Irrigation & Reclamation Engineering, University of Tehran, Tehran, I.R. Iran.

www.SID.ir