

ارزیابی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور در مدیریت منابع آب



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۱-۱۹۶۹۹

کد موضوعی: ۲۵۰

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۵/۷



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

ارزیابی عملکرد سدهای در دست
بهره‌برداری کشور در مدیریت منابع آب

نوع گزارش: طرح و لایحه □، نظارتی □، راهبردی □، پیش نویس قانونی □

نام دفتر:

مطالعات زیربنایی (گروه آب)

مدیر مطالعه:

مهدی مظاهری

تهیه و تدوین کنندگان:

سیامک امیری، نرجس عبدالمنافی (گروه آب)

ناظران علمی:

محمدحسن معادی رودسری، محمدتقی فیاضی

ویراستار ادبی:

سیده مرضیه موسوی راد

گرافیک و صفحه آرایی:

حمیده سادات وفایی

واژه‌های کلیدی:

۱. سد

۲. ارزیابی عملکرد سدها

۳. مدیریت منابع آب

۴. بهره‌برداری از مخازن

۵. سدسازی

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۲/۸/۱۵



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۸
۲. بیان مسئله.....	۱۰
۳. اهداف گزارش.....	۱۱
۴. پیشینه.....	۱۱
۵. بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور براساس داده‌های بلندمدت درصد پری مخزن.....	۱۳
۶. بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور براساس مفاهیم علمی و تعیین عوامل اثرگذار بر وخامت یا بهبود احتمالی شرایط آنها.....	۱۸
۷. نتایج بررسی و تحلیل وضعیت مالی و کمی پروژه‌های سدسازی در کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱.....	۲۴
۸. جمع‌بندی و پیشنهادها.....	۲۶
منابع و مأخذ.....	۲۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمونه‌ای از وضعیت درصد پری مخزن و میانگین بلندمدت آن در دو سد حوضه‌های مرکزی و خزر برای دوره‌های بهره‌برداری ۲۷ و ۲۳ ساله.....	۱۰
شکل ۲. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه دریایچه ارومیه از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۴
شکل ۳. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه مرکزی از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۵
شکل ۴. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه خلیج فارس از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۶
شکل ۵. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه خزر از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۷
شکل ۶. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه سرخس از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۷
شکل ۷. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه هامون از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰.....	۱۸
شکل ۸. بازه زمانی وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی به مخازن سه سد مهم کشور (با مشخص بودن مقدار آب قابل دسترس و غیرقابل دسترس) و سهم اثرگذاری هر کدام از عوامل انسانی و طبیعی، الف) سد سفیدرود، ب) سد رئیسعلی دلواری و ج) سد پانزده خرداد.....	۲۰

فهرست جداول

جدول ۱. اطلاعات مربوط به سال وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی، میزان سهم فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی در حجم آب سراب و میزان تغییرات جریان ورودی (پس از نقطه عطف زمانی) برای تعدادی از مخازن سدهای در دست بهره‌برداری کشور.....	۲۲
جدول ۲. بررسی وضعیت اعتباری پروژه‌های سدسازی و درصد بهره‌مندی آنها از کل بودجه منابع آب و کل بودجه کشوری طی هشت سال متوالی.....	۲۶



ارزیابی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور در مدیریت منابع آب

چکیده



یکی از راه‌های بسیار مرسوم و اصولی برای ذخیره، حفاظت و بهره‌برداری از منابع مهم و حیاتی آب سطحی احداث سدها و مخازن ذخیره آب برای کنترل و مدیریت مصرف آن است. سدسازی در ایران و جهان به دلیل نیاز به ذخیره و دسترسی مناسب و آسان به منابع آب سطحی برای تمامی نیازهای مصرفی معمول، تولید انرژی، حفاظت و حراست از آب‌های زیرزمینی، مقاصد گردشگری و غیره، اهمیت خاصی خصوصاً در سالیان اخیر داشته است. این اهمیت بیشتر به دلیل بدل شدن صنعت سدسازی به یک صنعت پیشرو در میان صنایع برتر کشور از لحاظ تولید دانش و توسعه فنی بوده است. همچنین کارایی این صنعت در تضمین و توفیق سیاست‌های توسعه‌ای ملی بر کسی پوشیده نیست. نکته مهم که نیاز است به صورت ویژه درباره آن بحث شود تحلیل میزان موفقیت این صنعت در نیل به اهداف توسعه‌ای و سرمایه‌گذاری‌های ویژه پیرامون آن است. در این راستا گزارش پیش‌رو عملکرد و روند صنعت سدسازی در ایران را از جوانب مختلف آماری، علمی و مالی برای سدهای در حال بهره‌برداری (و در مواردی دیگر پروژه‌های در دست مطالعه و ساخت) بررسی می‌کند. در این گزارش سعی شده به تعدادی از سدهای دارای اهمیت در کشور اشاره شود، به گونه‌ای که دید نسبتاً کلی و مناسبی در رابطه با وضعیت سدهای در دست بهره‌برداری کشور ارائه دهد. نتایج گزارش نشان می‌دهد تعداد زیادی از سدهای مهم در دست بهره‌برداری کشور در تمام طول دوره بهره‌برداری با مشکل عملکرد و خالی بودن مخازن روبه‌رو بوده‌اند، سدهایی که بنابر پیش‌بینی‌های فنی و کارشناسی نیاز است با عملکرد مناسب در راستای حفظ و توسعه منابع آب انجام وظیفه کنند. در بسیاری از سدهای کشور تغییرات عمده‌ای در جریان ورودی مشاهده می‌شود به گونه‌ای که در بیش از ۹۸ درصد (۵۲ مورد سد در دست بهره‌برداری) از سدهای اشاره شده در گزارش به ازای نقطه زمانی مشخصی تغییراتی تماماً کاهشی در جریان ورودی به مخازن (از ۳ تا ۹۴ درصد) دیده می‌شود. در انتهای گزارش چارچوب‌های مدیریتی با تکیه بر مبانی و اصول کارشناسی و واقعیت‌های آماری برای توسعه و بهره‌وری بیشتر در این صنعت مورد بحث قرار گرفته است.



بیان مسئله

منابع آب به عنوان یکی از ارکان توسعه پایدار نقش بسزایی در تقویت و توسعه بنیان‌های اقتصادی جوامع ایفا می‌کند. در این میان منابع آب سطحی به علت سهولت در دسترسی، دارای اهمیت دوچندانی در زمینه‌های مختلف توسعه در حوزه‌های مختلف است. یکی از زیرساخت‌های مرتبط با حفظ و حراست از این منابع حیاتی سدها هستند. صنعت سدسازی در جهان در سالیان اخیر بسیاری از مسیرهای پیرامون اهداف توسعه را برای کشورهای مختلف هموار ساخته است. این سازه‌های با ارزش و بعضاً گران قیمت، از یک سو بیانگر قدرت صنعتی و نماد توسعه کشورها و از سوی دیگر محل وقوع تنازعات و بحران‌های محیط زیستی، اقتصادی، امنیتی و فرامرزی است.

در ایران نیز صنعت سدسازی سالیانی است که به عنوان یکی از صنایع پیشرو بر توسعه پروژه‌های متعدد داخلی در حوزه مدیریت منابع آب سطحی تمرکز دارد. در ایران، این صنعت توانسته در بسیاری از موارد به تحقق اهداف پیرامونی آن یعنی توسعه کمی و کیفی پروژه‌ها در جای جای کشور کمک کند. نکته قابل تأمل در این میان آگاهی از عملکرد این صنعت در طول سالیان اخیر در جهت تحقق اهداف کلی مرتبط با مدیریت منابع آب است. گزارش حاضر با تمرکز بر عملکرد تعدادی از سدهای در دست بهره‌برداری کشور و تکیه بر یکسری داده‌های آماری و مبانی علمی، نتایجی را در این باره ارائه می‌دهد. آمارها نشان می‌دهد که بسیاری از سدهای در دست بهره‌برداری کشور در کنار ایفای نقش اساسی در مدیریت منابع آب سطحی و تأمین نیازها در مقاطع زمانی مختلف، به دلایلی دچار ضعف در عملکرد بوده و برای سالیانی مخازن آنها با مشکل کمبود ذخیره همراه بوده است. بررسی عملکرد برخی از سدهای مهم کشور در حوضه‌های اصلی نشانگر وضعیت نسبتاً نامطلوب این زیرساخت‌های حیاتی در ذخیره آب در طولانی مدت و فاصله گرفتن از اهداف پیرامون ایجاد و توسعه آنهاست.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور از نظر تحلیل داده‌های آماری بلندمدت در صد پری مخزن، وضعیت تعدادی از سدهای کشور را نامطلوب نشان می‌دهد. این تحلیل در حد توان و با بهره‌گیری از داده‌های آماری بلندمدت در صد پری مخزن، سعی کرده وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای کشور را با ارائه تحلیل‌های آماری قابل درک مورد بررسی قرار دهد. برای مثال نتایج گزارش نشان می‌دهد که سد لار در حوضه خزر به مثابه تعدادی دیگر از سدها وضعیت بسیار نامطلوبی داشته است، میانگین بلندمدت در صد پری مخزن این سد در دوره ۳۷ ساله بهره‌برداری تا انتهای زمان بررسی (ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰) برابر ۱۱ درصد بوده است. علاوه بر این، بیش از ۸۱ درصد از طول دوره بهره‌برداری از این سد، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۲۰ درصد بوده است. همچنین برای سد ملاصدرا در حوضه مرکزی، عدم پرشدگی کامل مخزن در تمام طول دوره بهره‌برداری دیده می‌شود.

از عمده‌ترین دلایل در پیش آمدن شرایط کنونی برای سدهای در دست بهره‌برداری کشور (و حتی سدهای در دست مطالعه و ساخت)، کاهش جریان‌های ورودی به مخازن به علت کاهش بارندگی (به عنوان بارزترین پیامد تغییرات اقلیمی) و افزایش دخالت‌های عمدتاً نامطلوب انسانی در بالادست آنهاست. بخشی از گزارش حاضر سهم اثرگذاری هر کدام از این عوامل را با تکیه بر روش‌های علمی و برای سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور مشخص می‌کند. نتایج نشان می‌دهد جز یک مورد افزایشی در جریان ورودی در بالادست مخازن (سد بارزو در حوضه خزر، به میزان ۴۱ درصد)، تمام سدهای بررسی شده دیگر در این گزارش (تعداد ۵۲ سد) با کاهش جریان ورودی از ۳ تا ۹۴ درصد مواجه بوده‌اند. علاوه بر این، سهم بالای تأثیر منفی دخالت‌های انسانی بالادست مخازن در تعدادی از این سدها، قابل تأمل بوده و نیازمند بررسی و تحلیل‌های وسیع مدیریتی، فنی و میدانی است. برای مثال نتایج گزارش نشان می‌دهد که ورودی از بالادست سد پانزده خرداد در حوضه مرکزی به میزان ۹۰ و ۱۰ درصد به ترتیب از اثرگذاری عوامل (دخالت‌های) انسانی و عوامل طبیعی (عمدتاً کاهش بارندگی) کاهش به خود دیده است. از سوی دیگر سدهایی مانند زبردان و پیشین در حوضه خلیج فارس به میزان ۱۰۰ درصد از اثرگذاری صرفاً عوامل طبیعی در زمینه کاهش جریان ورودی از بالادست در طول دوره بهره‌برداری آسیب دیده‌اند.

یکی دیگر از بررسی‌های این گزارش تحلیل‌های مالی پیرامون وضعیت کمی و برخوردار مالی سدهای در دست مطالعه و ساخت در طول سالیان ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ است. گزارش تأکید می‌کند که نتیجه آگاهی از عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور نیاز است تأثیر نهایی



خود را بر پروژه‌های جدید جهت افزایش کیفیت و کارایی آبی آنها در حیطه مدیریت منابع آب بگذارد. تأثیر و تجربه‌ای که می‌تواند به بهبود کارایی کلی این صنعت در کشور و جلوگیری از هرگونه هدررفت احتمالی سرمایه‌های کشور اعم از اقتصادی، محیط زیستی و حتی اجتماعی شود. نتایج گزارش نشان می‌دهد که سهم خالص پروژه‌های سدسازی از کل بودجه (فصل) منابع آب به جز دو مورد روند کاهشی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۱ روند افزایشی چشمگیری داشته است. به‌طوری‌که در سال ۱۴۰۰ این مقدار به ۳۸/۲۹ درصد کل بودجه منابع آب و ۶/۱ درصد کل بودجه کشور رسیده است.

■ پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

در این گزارش چارچوب‌های مدیریتی و سیاستی خاصی برای بهبود عملکرد و کارایی سدسازی در آینده کشور پیشنهاد شده است. از موارد پیشنهادی مذکور می‌توان به توجه به تجربیات و راه‌حل‌های کارآمد و علمی مرتبط با حل بحران‌ها در حوزه مطالعات، ساخت و همچنین حوزه بهره‌برداری، تقویت نقش عوامل بازدارنده و قوانین کنترلی، توجه به عملکرد فعلی سدهای در دست بهره‌برداری کشور به عنوان تجربه‌های موفق و ناموفق احتمالی (و تحلیل‌های علمی پیرامون آن)، کاهش بار اضافی از دوش منابع آب خصوصاً در راستای ایجاد اشتغال و تولید غذای پایدار و در نهایت هماهنگی و همکاری نزدیک و سازنده همه دستگاه‌های اجرایی و ارگان‌های مرتبط برای عبور از شرایط بحرانی کنونی اشاره کرد.

۱. مقدمه

منابع آب از اساسی‌ترین اجزا و مبانی توسعه و تضمین امنیت غذایی در جوامع مختلف به‌شمار می‌رود. استفاده صحیح، مدیریت کارآمد و بهره‌مندی مناسب از این موهبت ارزشمند، چالشی است که اکثریت قریب به اتفاق جوامع با آن روبرو هستند. در این راستا بهره‌مندی به‌جا و اصولی از منابع آب سطحی به‌طور خاص به‌عنوان یکی از در دسترس‌ترین اجزای منابع آب، یکی از این چالش‌هاست. در اکثر کشورها، منابع آب سطحی به‌علت سهولت دسترسی و روش‌های مختلف موجود پیرامون استحصال و ذخیره آنها، از جایگاه ویژه‌ای نزد مدیران، سیاستگذاران و متخصصان حوزه آب، انرژی و سایر حوزه‌های مرتبط برخوردار است.

سدها یکی از مهم‌ترین تأسیسات زیربنایی برای کشورهای خشک و کم‌باران مانند ایران به‌حساب می‌آیند. در ایران، کشوری با تنش بالای آبی و توزیع ناهمگون مکانی و زمانی منابع آب، ساخت سد برای کنترل، تنظیم و ذخیره آب، تأمین آب سالم کافی و دائمی برای مصارف کشاورزی، شرب، صنعت و همچنین تولید برق امری اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر با در نظر گرفتن نقش محوری آب در برنامه‌ریزی‌های توسعه کشورها، اهمیت این موضوع بیش از پیش روشن می‌نماید.

با وجود اینکه مدت زمانی طولانی از عمر سدهای در دست بهره‌برداری در ایران نمی‌گذرد، پاره‌ای از چالش‌ها دامن‌گیر آنهاست. این سدها با توجه به دخالت مستمر عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسانی، با اهدافی که برایشان در نظر گرفته شده بود فاصله‌هایی گرفته‌اند؛ بنابراین رشد روزافزون این چالش‌ها می‌طلبد که در یکسری بررسی‌های علمی و آماری عملکرد آنها از جنبه‌های مختلفی (که بعداً گفته می‌شود) مورد ارزیابی قرار گیرد. در کنار موارد فوق باید چالش کمبود منابع مالی و مشکلات فعلی کشور نیز در زمینه تأمین مالی طرح‌های آبی بزرگ سدسازی در نظر گرفته شود. طرح‌هایی که نیاز است با گرفتن تجربه کافی از طرح‌های فعلی به اجرا در آیند تا بار منفی احتمالی عدم مطالعه و پیش‌بینی صحیح اهداف توسعه پیرامون آنها بر پیکره محیط زیست، منابع آب و اقتصاد کشور سنگینی بیشتری نکند. باید صرف بودجه‌های مالی آن‌هم در صنعت سدسازی، در نهایت دقت و برآورد انتظار بازدهی حداکثر صورت پذیرد.

قطعاً در سال‌های اخیر یکی از جنبه‌های پیشرفت در ایران خودکفایی در ایجاد و رشد علمی در زمینه صنعت سدسازی بوده است. در بسیاری از موارد این صنعت به کمک حراست از منابع آب، تولید و مدیریت در حوضه‌های مختلفی از جمله کشاورزی و انرژی آمده است. در مواردی نیز این صنعت با چالش‌هایی همراه بوده است. در کل امتیازاتی چه مثبت و چه منفی برای این صنعت مهم در ایران قابل تصور است که شکی در آن نیست که موارد مثبت دست‌بالا را داشته است؛ اما باید سعی شود با توجه به روش‌های علمی روز دنیا

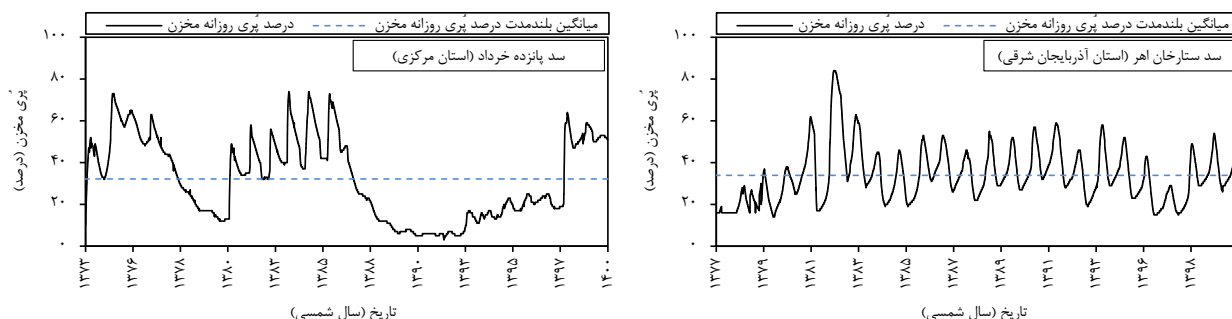
و تکیه بر سوابق مدیریتی، تاریخی و فنی بهره‌برداری از سدها و تعمیم این متدها به جغرافیایی وسیع‌تر، عملکرد این صنعت را به‌طور جامعی سنجش کرد. با این تفاسیر تحقیقی که بتواند با تکیه بر متدهای علمی و قابل اعتماد، ثمره و عملکرد سدسازی در مقیاس ملی و مقیاس زمانی وسیع در ایران را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد، دارای مزایا و آثار مثبتی خواهد بود. خصوصاً اینکه این چنین پژوهشی در بررسی‌های داخلی و پتانسیل اثرگذاری آن بر نظرات کارشناسی، مدیریتی و سیاستی دارای جایگاه مطالعاتی مطلوبی خواهد بود.

در ارتباط با عملکرد سدها و وضعیت مخازن در جهان و خصوصاً ایران مسائل فنی و مدیریتی جدی وجود دارد که نیاز است در مورد آنها حساسیت لازم ایجاد شود. نکته مهم اینجاست که به دلایل مختلف از جمله فعالیت‌های بالادست، تغییر اقلیم و غیره، خیلی از سدها در ایران و حتی سایر کشورها پر نمی‌شوند و یا خیلی کم پر می‌شوند؛ بنابراین این موضوع یک امتیاز منفی برای عملکرد سدها در کنار سایر امتیازات مثبت آنها تلقی می‌شود و نیاز است به‌طور ویژه‌ای این مسئله مورد بحث و بررسی قرار گیرد. از آنجایی که تعداد قابل توجهی سد در دست احداث و یا در حال برنامه‌ریزی برای احداث در ایران وجود دارد، این مطالعه می‌تواند شرایط را برای افزایش کارایی و امکان پیشنهاد چارچوب‌های علمی و کارآمد مدیریتی برای آنها در جهت عملکرد بهینه پس از احداث فراهم کند.

همان‌طور که بحث شد، سدهای ایران نیز مانند سایر کشورها اکثراً با مشکل کمبود ورودی و پر نشدن مخزن روبرو هستند [۱]؛ [۲]. کمیت آب ورودی به مخازن تحت تأثیر عوامل مختلفی است که شاید در بسیاری از موارد از حیطه پیش‌بینی کارشناسان خارج بوده باشد. برای مثال تغییرات اقلیمی در ایران که عمدتاً به صورت کاهش بارندگی ظاهر شده، یکی از عمده عواملی است که بسیاری از انتظارات اولیه طراحی برای سدهای ایران را با چالش مواجه کرده است. هر چند که در مواردی نیز سهم فعالیت‌های انسانی خارج از محدوده‌های پیش‌بینی، دست‌بالا تری را در مقایسه با مباحث مربوط به تغییر اقلیم دارد. از اهم فعالیت‌های (دخالت‌های) انسانی می‌توان به تغییر در الگوی کشت (عمدتاً به صورت افزایش سطح زیر کشت و افزایش کشت محصولات با نیاز آبی بالا در مناطق بحرانی)، تغییر کاربری اراضی، تخصیص‌های غیرقانونی و خارج از چارچوب‌های نظارتی و کنترلی از محل رودخانه‌ها و آبخوان‌ها و برداشت‌های وسیع و بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی اشاره کرد.

با توجه به شکل ۱ که مربوط به وضعیت پرشدگی مخزن دو سد مخزنی در ایران بوده مشخص است که در بسیاری از مواقع پری مخازن (خط سیاه) حتی از میزان پری متوسط (خط چین آبی) نیز پایین‌تر است؛ در مواردی نیز این دو مقدار با هم برابرند. سد پانزده خرداد در حوضه مرکزی در طول دوره ۲۷ ساله بهره‌برداری، شاهد تغییرات چشمگیری در درصد پری مخزن بوده است. در کل وضعیت مخزن این سد در نیمه ابتدایی دوره بهره‌برداری، بسیار بهتر بوده است. علاوه بر این، مخزن این سد هیچ‌گاه پر نشده، به‌طوری که در بیش از ۶۱ درصد از کل زمان بهره‌برداری، حداکثر حجم ذخیره مخزن برابر ۴۰ درصد بوده است. برای این سد میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۳۲ درصد بوده است. به‌طور مشابه سد ستارخان اهر نیز در حوضه خزر در طی دوره ۲۳ ساله بهره‌برداری، میانگین پری ۳۳ درصد را تجربه کرده است. وضعیت نمودار بیانگر حجم ذخیره پایین و عدم پری کامل مخزن سد در طول دوره بهره‌برداری است؛ به‌گونه‌ای که رقمی برابر حداکثر ۴۰ درصد برای پارامتر پری مخزن به مدت بیش از ۱۶ سال برای آن به ثبت رسیده است. به‌طور کلی می‌توان گفت در بازه‌های زمانی نسبتاً وسیعی مخزن این سدها با مشکل کمبود ورودی و خالی بودن مواجه بوده است. بنابراین می‌توان گفت این سدها با توجه به اهمیتی که دارند با مشکل عملکرد همراه‌اند و از پیش‌بینی‌های مطالعاتی و اهداف توسعه‌ای پیرامون خود فاصله جدی گرفته‌اند. از آنجایی که این نمودارها تنها محدود به تعداد دو سد است، انجام آن در مقیاس وسیع‌تر (کشوری و برای حوضه‌های مختلف) بسیاری از اطلاعات را در مورد سایر سدهای ایران به دست خواهد داد که به نوبه خود حائز اهمیت است. همان‌طور که پیشتر نیز بحث شد این بررسی در صورت ارائه چارچوب‌های مدیریتی مبتنی بر وقایع آماری، زمینه را برای اقدامات کارشناسی وسیع‌تر و جدی‌تر برای طرح‌های پیش‌رو فراهم می‌سازد. هدف از انجام این پژوهش ارائه یک دید مناسب و نسبتاً جامع در رابطه با طرح‌های متعدد سدسازی در ایران است، طرح‌هایی که در بسیاری از موارد با موفقیت‌هایی همراه بوده و هستند. بنابراین هدف بررسی دقیق اهداف، نتایج و عملکرد این طرح‌ها و همچنین حصول یافته‌هایی مهم و ارائه چارچوب‌هایی کاربردی برای بررسی آن در محافل سیاستگذاری و سازمان‌های ذی‌ربط توسط کارشناسان مرتبط برای نیل به حداکثر عملکرد و بازدهی سدها در ایران خصوصاً برای سرمایه‌گذاری‌های بعدی، طرح‌های در دست طراحی و در حال ساخت آتی آن‌هم در شرایط جدید و خطیر تغییر اقلیم است. گزارش حاضر به لحاظ ماهیت بررسی و اهداف پیرامون تألیف آن به نسبت دیگر پژوهش‌های موجود دارای تمایز و امتیاز است. در حوزه بررسی عملکرد سدهای کشور (به رغم تعداد محدود بررسی‌ها)، پژوهش‌های موجود عمدتاً حول بررسی حوضه‌ای و نه موردی عملکرد سدهای کشور بوده است [۴]. همچنین بهره‌گیری از داده‌های جامع آماری، ارائه جزئی روندهای بهره‌مندی مالی پروژه‌ها و بررسی روش‌های علمی پیرامون عملکرد سدسازی در کشور از بارزترین وجوه تفاوت بررسی حاضر با بررسی‌های پیشین است.

شکل ۱. نمونه‌ای از وضعیت درصد پری مخزن و میانگین بلندمدت آن در دوسد حوضه‌های مرکزی و خزر برای دوره‌های بهره‌برداری ۲۷ و ۲۳ ساله



۲. بیان مسئله

یکی از زیرساخت‌های حیاتی مرتبط با حفظ و ذخیره منابع آب سطحی بدون شک سدها هستند. این سازه‌های مهم در بسیاری از کشورهای جهان ضامن طی مسیرهای توسعه در بسیاری از حوزه‌ها از جمله کشاورزی، انرژی و صنایع وابسته هستند. امروزه به تناسب میل بالای کشورها به ایجاد این زیرساخت‌های حیاتی، مشکلاتی نیز دامن گیر این صنعت در جهان و به‌ویژه ایران شده است. در ایران تعداد زیادی سد در دست بهره‌برداری، مطالعه و ساخت وجود دارد که در معرض آسیب عملکرد پایین و خدمت‌رسانی نامطلوب هستند. گزارش حاضر سعی دارد موضوع ارزیابی عملکرد سدهای در حال بهره‌برداری در ایران را با رویکردی جدید مورد مطالعه قرار دهد. در این گزارش به‌طور خاص در رابطه با اهمیت آگاهی از وضعیت کنونی سدها، عملکرد آنها و همچنین مباحث پیرامون اتخاذ تدابیر مدیریتی کارآمد و اصولی بحث و اظهار نظر می‌شود.

در این گزارش سعی شده است موارد زیر بررسی شده و بعضاً به سؤال‌هایی در این رابطه پاسخ داده شود:

۱. بررسی اجمالی نقش سدها در توسعه منابع آب در ایران و جهان

۱-۱. بررسی منابع و پژوهش‌های موجود،

۱-۲. ذکر موارد کارایی سدها در توسعه همه‌جانبه حوزه‌های مرتبط با صنعت آب، انرژی، کشاورزی و سایر صنایع وابسته.

۲. بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور

۲-۱. بررسی عملکرد سدها به تفکیک حوضه،

۲-۲. بررسی و تحلیل داده‌ها و پارامترهای مناسب برای آگاهی از وضعیت بلندمدت سدها در طول دوره بهره‌برداری،

۲-۳. اشاره به نقش مخرب دو عامل مهم تغییرات اقلیمی و دخالت‌های انسانی در کاهش کارایی سدها و ارائه آمارهای مرتبط با آن،

۲-۴. آگاهی از سهم اثرگذاری عوامل مختلف تغییرات اقلیمی و دخالت‌های انسانی بر عملکرد هر کدام از سدهای در دست بهره‌برداری مورد

بررسی در این گزارش با تکیه بر مفاهیم و روش‌های علمی جدید،

۲-۵. نتایج این بررسی می‌تواند نشان دهد که تا چه اندازه صنعت سدسازی در ایران در مقیاس ملی موفق بوده است. همچنین در صورت موفقیت و یا عدم موفقیت عوامل، موانع، چالش‌ها و محدودیت‌های احتمالی قابل بررسی است.

۳. بررسی بلندمدت وضعیت تأمین مالی پروژه‌های جدید (در دست ساخت و مطالعه)

۳-۱. آگاهی از کمیت پروژه‌های سدسازی در آینده، حجم تأمین مالی و بودجه‌دهی به آنها و تحلیل‌های آماری پیرامون آن.

۳. اهداف گزارش



اهم اهداف (اصلی و فرعی) گزارش حاضر موارد زیر خواهد بود:
هدف اصلی: بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور در مدیریت منابع آب.

اهداف فرعی:

۱. بهره‌گیری از داده‌های آماری جامع، روش‌ها و مفاهیم علمی برای حوضه‌های اصلی ایران (به تفکیک) و به منظور بررسی عملکرد سدهای با اهمیت بیشتر،
۲. ارائه روند تأمین مالی و بودجه‌ای پروژه‌های سدسازی کشور در سالیان اخیر و کمک به ارزیابی امکان توجیه توسعه این صنعت در آینده،
۳. کمک به ارائه یک نسخه سیاستی برای تصمیم‌گیری پیرامون توسعه طرح‌های آبی (در دست مطالعه و ساخت) با تکیه بر بررسی‌های علمی و وقایع آماری و میدانی،
۴. ارائه پیشنهادهای کارشناسی، هشدارها، راهکارها و چارچوب‌های مدیریتی برای مدیریت بهینه‌تر سدهای کشور (با تکیه بر وضعیت فعلی سدهای در دست بهره‌برداری).

۴. پیشینه



■ پیشینه پژوهشی مرتبط با بررسی‌ها در راستای ارزیابی و تحلیل عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری (تجربیات داخلی و جهانی) با توجه به اینکه ممکن است تحقیقات متعددی مرتبط با یکی از جنبه‌های گزارش حاضر موجود باشد، لذا در این بخش سعی شد تحقیقاتی آورده شود که تا حد ممکن مشابه با اهداف این تحقیق (از لحاظ بررسی تمام جنبه‌ها) باشد، البته این دسته از تحقیقات یا تعدادشان زیاد نیست و یا شباهت جهت‌گیری آنها با گزارش حاضر اندک است. قطعاً بررسی تجربیات موفق داخلی و بین‌المللی و توجه سیاستی، مدیریتی و فنی ویژه به آنها می‌تواند اثر کاربردی و مناسبی بر بررسی‌های داخلی داشته باشد. در ادامه به تعدادی از تحقیقات مشابه با ذکر جزئیات پرداخته شده است.

گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس پیرامون بحث بحران آب، به نقش توأم تغییرات اقلیمی و افزایش دخالت‌های بالادست اعم از برداشت از منابع آب زیرزمینی و سطحی در کاهش حجم رواناب سطحی در کشور اشاره دارد. کاهش ۱۱ درصدی میزان بارندگی ۱۰ ساله منتهی به سال ۱۳۹۶ نسبت به متوسط بلندمدت، کاهش ۴۴ درصدی میزان رواناب و عدم پرتشدگی مخازن سدها حتی به اندازه نصف حجم ذخیره مخازن، از دیگر موارد اشاره شده در این گزارش است. گزارش به سناریوهای متوسط و بدبینانه پیرامون کاهش حجم رواناب در کشور تا سال ۱۴۱۰ اشاره دارد که مقادیری برابر ۳/۵ و ۳۲/۵ درصد عنوان شده است [۳].

گزارش دیگری از مرکز پژوهش‌های مجلس وضعیت حجم ذخیره و عملکرد سدهای کشور برای یک بازه زمانی مشخص و به صورت متوسط حوضه‌ای را تحلیل و بررسی کرده است. این گزارش که به عملکرد حوضه‌ای سدهای در دست بهره‌برداری کشور می‌پردازد به افزایش حدود ۲۳ میلیارد مترمکعبی حجم ذخیره مخازن سدهای کشور در دوره ۱۵ ساله منتهی به سال ۱۳۹۵ و خالی ماندن حجم وسیعی از مخازن سدهای در دست بهره‌برداری کشور (تقریباً ۵۰ درصد) تا (زمان تدوین گزارش) اشاره دارد. کاهش قابل توجه حجم رواناب به میزان حدودی ۵۰ درصد از سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ و عدم بازگشت شرایط به شرایط عادی در سال مذکور و عدم انجام ارزیابی‌های دقیق در زمان طراحی به عنوان عامل کاهش کارایی سدها در بسیاری از حوضه‌ها، از دیگر موارد اشاره شده در این گزارش است [۴].

در بررسی‌های جهانی و در یک تحقیق جامع، اطلاعاتی در مورد سدهای آلمان در سطح ملی که تا زمان انجام پژوهش آزادانه در دسترس نبوده ارائه شد. اطلاعات مربوط به سدها در این پژوهش با استفاده از کتاب‌ها، گزارش آژانس‌های دولتی، گزارش‌های مهندسی و صفحات اینترنتی، جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل شده است که بالاترین سطح اطمینان برای اطلاعات سدها را تضمین می‌کند. در این پژوهش ۵۳۰ سد در آلمان با اطلاعاتی در مورد نام و موقعیت سد، سال شروع ساخت و سال بهره‌برداری، طول تاج، ارتفاع سد، حجم دریاچه، هدف طراحی،



مشخصات ساختمان سد و غیره، مورد بحث قرار گرفته است. در این پژوهش برای ارزیابی موقعیت سدها از یکسری داده‌های مبتنی بر ماهواره نیز استفاده شده است. هدف پژوهش صرفاً بررسی کمی و ارائه یک فهرست از سدهای مورد بهره‌برداری در کشور آلمان است، بنابراین پژوهش مذکور فاقد چارچوب‌های مدیریتی و فنی است [۵]. در پژوهشی دیگر با استفاده از داده‌های ورودی روزانه به ۱۳ سد، تأثیرات احتمالی تغییر اقلیم بر خطر طغیان جریان‌های آبی ورودی به چندین سد بزرگ در مرکز و شمال کالیفرنیا بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که سدهای New Don Pedro، Shasta، Lewiston و Trinity با بالاترین تغییرات بالقوه، با خطر وقوع سیل در یک شرایط اقلیمی گرم مواجه هستند. بر مبنای مدل‌های اقلیمی، عدم قطعیت مرتبط با دوره‌های بازگشت کوتاه‌تر زیاد است؛ به طوری که یک وضعیت عدم قطعیت عمده بر عملیات و برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت سدهای بزرگ ایالت کالیفرنیا حاکم است. پژوهشگران با محاسبه دوره‌های بازگشت تاریخی و پیش‌بینی شده، تغییرات در احتمال وقوع مشکلات هیدرولوژیکی در سدها در یک شرایط اقلیمی گرم را کمی‌سازی کردند. نتایج به قوت گرفتن خطر وقوع سیل در آینده اشاره دارد، به گونه‌ای که می‌تواند ناشی از افزایش تناوب جریان‌های سطحی مخرب در شرایط اقلیمی گرم در سدهای بزرگ کالیفرنیا باشد. محدودیت در مقیاس مکانی انجام تحقیق و تعداد سدهای مورد بررسی در این تحقیق مشهود است [۶]. در یک تحقیق دیگر به آینده و عملکرد سدها در ایالات متحده آمریکا پرداخته شده است. پژوهشگران این تحقیق تصمیم‌گیری در مورد وضعیت و آینده سدها و همچنین موضوع آب در منطقه را منوط به شرایط آب‌های زیرزمینی، بهره‌وری اقتصادی، مهاجرت و رشد شهری دانسته‌اند. در یافته‌های این پژوهش، بر اهمیت استراتژی‌های مناسب محیط زیستی و اقتصادی برای ادغام زیرساخت‌های ذخیره آب سطحی و زیرزمینی در ملاحظات برنامه‌ریزی محلی، منطقه‌ای و ملی تأکید شده است. علاوه بر این، در پژوهش مذکور یک دستور کار تحقیقاتی برای ارزیابی طراحی و خرابی سدها و همچنین بهره‌برداری از سدها با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی آینده ارائه شده است [۷].

در ادامه بررسی‌های جهانی، با استفاده از بزرگ‌ترین و قابل اطمینان‌ترین داده‌های مرجع در نوع خود و تکنیک‌های آماری چندسطحی (که برای اولین بار روی سدهای بزرگ در کشورهای مختلف اعمال شد) به تحلیل شرایط مالی، پیش‌بینی هزینه و زمان‌بندی بازدهی مالی تعدادی از سدهای مهم پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که در بیشتر کشورها سدهای بزرگ برق‌آبی کاملاً گران تمام می‌شوند و روند ساخت آنها برای تأمین بازده مورد انتظار بسیار طولانی است، مگر اینکه اقدامات مناسب مدیریت ریسک برای آنها مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق به سیاستگذاران (به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه) توصیه می‌شود که گزینه‌های تولید انرژی زودبازده و سریع‌الاحداث را که قادرند در افق‌های زمانی کوتاه‌تری ساخته شوند به ابر پروژه‌های انرژی (رایج‌تر) ترجیح دهند. پژوهشگران تحقیق معتقدند که مشکلات زیاد در هزینه و برنامه فقط مختص سدهای بزرگ برق‌آبی نیست؛ بلکه سایر پروژه‌های بزرگ نیز که از دیگر فناوری‌های تولید برق مانند انرژی هسته‌ای، حرارتی یا بادی استفاده می‌کنند، با چالش‌های مشابهی روبه‌رو هستند [۸]. همچنین پژوهشگران در یک تحقیق دیگر، بر آوردی کمی از تأثیر مخازن سدها بر تأمین آب آبیاری در طول قرن بیستم در یک مقیاس وسیع ارائه دادند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که مخازن سدها به‌طور قابل توجهی به تأمین آب آبیاری در بسیاری از مناطق کمک می‌کنند. حوضه‌هایی که وابستگی زیادی به مخازن سدها دارند شامل حوضه‌های رودخانه کلرادو و کلمبیا در ایالات متحده و چندین حوضه بزرگ در هند، چین و آسیای میانه هستند. در این تحقیق، تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از یک طرح تازه، معتبر و توسعه‌یافته بهره‌برداری از مخزن در یک مدل هیدرولوژی و پوشش گیاهی و در مقیاس جهانی انجام شده است. علی‌رغم وضعیت و اثرات طبیعی، اثر هم‌زمان بهره‌برداری از مخزن و تأمین آب آبیاری (به‌عنوان اثرات انسانی) باعث کاهش میانگین تخلیه سالانه به اقیانوس‌ها و تغییرات قابل ملاحظه‌ای در زمان تخلیه به آنها می‌شود. در سطح جهانی، تأمین آب آبیاری از مخازن از حدود ۱۸ میلیارد مترمکعب در سال، در ابتدای قرن بیستم، به حدود ۴۶۰ میلیارد مترمکعب در سال، در پایان قرن بیستم افزایش یافته است. آمریکای شمالی، آفریقا و آسیا، جایی که مخازن به ترتیب ۵۷، ۲۲ و ۳۶۰ میلیارد مترمکعب آب در سال بین سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۰ تأمین می‌کنند، قاره‌هایی هستند که بیشترین منفعت را از تأمین آب از مخازن داشته‌اند [۹].



۵. بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور بر اساس داده‌های بلندمدت درصد پری مخزن

همان‌طور که پیش‌تر نیز بحث شد بسیاری از کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته مانند ایران با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های عظیم در صنعت سدسازی به‌عنوان یکی از مبانی و نمادهای توسعه پایدار، در صدد افزایش امنیت آبی، انرژی، غذایی و در نهایت ملی خود هستند. براساس برآوردها، در جهان نزدیک به ۵۹۰۰۰ سد بزرگ با ظرفیت کل ذخیره‌سازی تا ۸۳۰۰ میلیارد مترمکعب وجود دارد تا بتواند نیازهای روبه‌رشد مرتبط با آب، غذا و انرژی را برآورده کند [۱۰]. با این حال، در بسیاری از این کشورها، بخش قابل توجهی از پروژه‌های سدسازی به اشکال مختلفی زیرساخت‌های مناطق تحت پوشش خود را دچار آسیب‌های جدی و بعضاً ماندگار نموده‌اند. این آسیب‌ها به طرق مختلف پتانسیل تبدیل به بحران‌های اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و بعضاً امنیتی را دارد به‌طوری‌که دیگر ایجاد این پروژه‌ها قادر به تأمین اهداف و سیاست‌های توسعه‌ای مرتبط با احداث و استقرار آنها نیست [۱۱]، [۱۲]، [۱۳].

به‌رغم کلیدی بودن نقش سدها در برآورد نیازهای وسیع مذکور، مشکلات قابل توجه و مهمی نیز دامن‌گیر این صنعت مهم و حیاتی است. یکی از این مسائل کاهش جریان‌های بالادستی رودخانه و ورودی مخازن در اثر یکسری تغییرات طبیعی و انسانی است. به زبان ساده‌تر باید گفت که مقدار آب ورودی که به‌منظور ذخیره در مخازن سدها پیش‌بینی شده است اکنون دیگر قابل دسترس نیست زیرا این آب به هر دلیل (اعم از دخالت‌های انسانی بالادست، اثرات تغییرات اقلیمی مانند کاهش بارندگی و غیره) از چرخه استحصال و مصرف خارج شده است. این مسئله مهم می‌تواند بسیاری از اهداف توسعه‌ای مرتبط با این صنعت مهم در سراسر جهان و خصوصاً ایران را با تهدیدات جدی و متعدد مواجه نماید. یکی از مفاهیم قابل توجه در رابطه با بررسی عملکرد مخازن سدها مفهوم «آب سراب»^۱ است که کمبود آب پایین دست ناشی از تحولات و تخصیص‌های بالادست را بدون در نظر گرفتن تخصیص‌های تاریخی در مناطق پایین دست توصیف می‌کند [۱۱]، [۱۲]. بخشی از پژوهش حاضر قرار است عملکرد سدهای در حال بهره‌برداری در ایران را با در نظر گرفتن همین مفهوم و با بیان پارامترهای طراحی مهم مورد تحلیل و بررسی قرار دهد. قطعاً کاهش جریان‌های ورودی به مخازن سدها (عمدتاً در اثر کاهش بارندگی و دخالت‌های انسانی) می‌تواند به‌عنوان عامل اصلی در کاهش کیفیت خدمت‌رسانی، وخامت در عملکرد سدها و کیفیت بهره‌برداری و در نهایت وقوع بحران‌های ثانویه احتمالی اقتصادی، اجتماعی و بعضاً امنیتی در ایران تلقی شود. در این قسمت با ارائه نمودارهایی وضعیت عملکرد مخازن تعدادی از سدهای مهم در دست بهره‌برداری در ایران واقع در حوضه‌های مختلف سراسر کشور بررسی می‌شود. شایان ذکر است که ملاک انتخاب این سدها مواردی چون اهمیت نقش و وظیفه آنها در حوضه به‌منظور تأمین و حفاظت از منابع آب سطحی، رتبه و جایگاه از لحاظ حجم ذخیره مخزن و همچنین اهمیت بررسی و رصد وضعیت آنها در حوزه کارشناسی، فنی و رسانه‌ای است. در این بررسی پارامترهای درصد پری روزانه مخزن و میانگین بلندمدت درصد پری مخزن مبنای بررسی وضعیت خواهد بود.

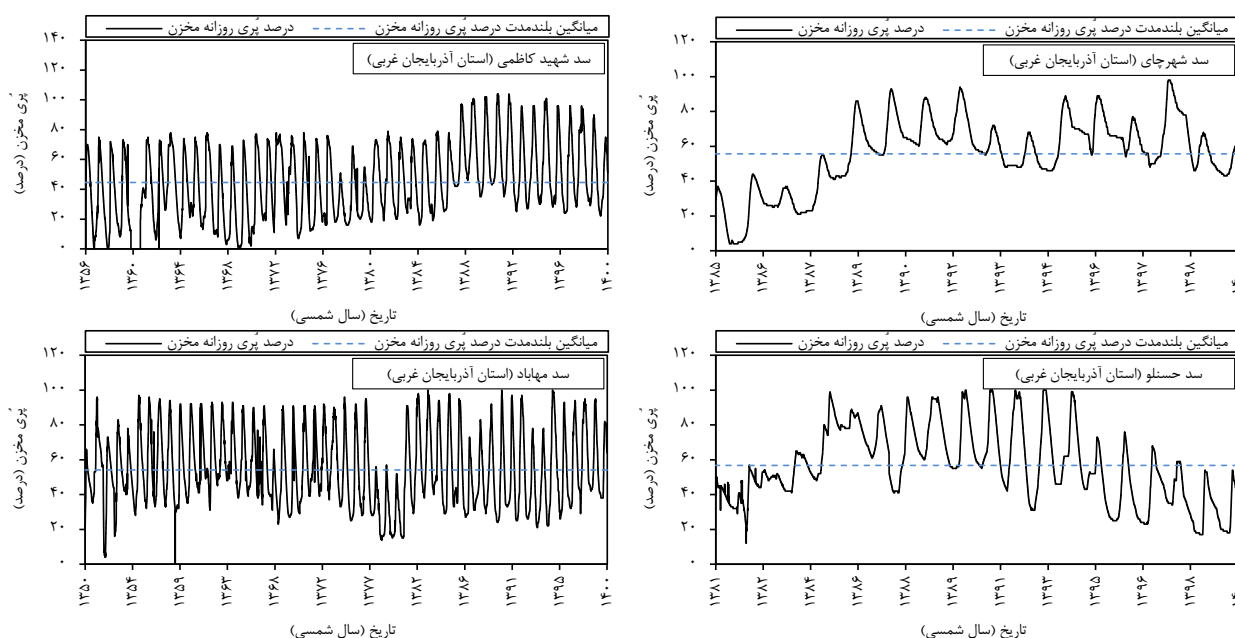
الف) برخی سدهای حوضه دریاچه ارومیه

در نگاه نخست، شکل ۲ وضعیت تعدادی از سدهای مهم حوضه دریاچه ارومیه با مجموع حجم کل ذخیره ۱/۳۱ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. حوضه دریاچه ارومیه در سالیان اخیر، همواره مورد توجه متخصصان و ازسوی دیگر رصدگران و کارشناسان وضعیت دریاچه ارومیه بوده است. خصوصاً اینکه در بسیاری از موارد کارشناسان و منتقدان این صنعت سدسازی‌های متعدد در این حوضه را یکی از عوامل مسبب وخامت وضعیت دریاچه ارومیه در سالیان اخیر دانسته‌اند. نمودارهای شکل ۲ (و دیگر شکل‌ها) معرف درصد پری مخزن بر حسب زمان است که معرف مناسبی برای درک شرایط مخزن و تغییرات آن در طول زمان به حساب می‌آید. شایان ذکر است که آمار درصد پری مخزن در بسیاری از موارد جزء پارامترهای اعلامی ازسوی وزارت نیرو و نهادهای ذی‌ربط برای اطلاع‌رسانی وضعیت مخازن خصوصاً در سالیان اخیر بوده است، هرچند که در نهایت شکل نمودارهای تراز سطح آب و درصد پری مخزن با همدیگر مشابه‌اند. با توجه به شکل ۲ مشخص است که سد شهید کاظمی (بوکان) در طول دوره بهره‌برداری ۴۳ ساله از آن تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰ (توجه: زمان انتهای بررسی‌ها برای تمامی سدها همین تاریخ است) نوسانات زیادی داشته، به‌طوری‌که برای قریب به ۳۰ سال مخزن سد کامل پر نشده است. قریب به ۶۰ درصد از کل دوره بررسی، ذخیره آب مخزن این سد در نهایت ۵۰ درصد بوده است. میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۴۴ درصد و در بسیاری از مواقع پری روزانه مخزن از این رقم پایین‌تر بوده است. میانگین بلندمدت درصد پری مخزن برای سد شهر چای به‌عنوان دومین مخزن

1. Mirage Water

بزرگ حوضه دریاچه ارومیه، در طول دوره ۱۵ ساله بهره‌برداری در حدود ۵۵ درصد و در ۵۵ درصد کل دوره بررسی، کل ذخیره مخزن این سد در نهایت ۶۰ درصد بوده است. به نظر می‌رسد وضعیت برای سد مهاباد به نسبت سدهای دیگر این حوضه بسیار بهتر است. سد مهاباد از ابتدای دوره بهره‌برداری ۵۰ ساله آن، میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۵۴ درصد را تجربه کرده است. بیش از یک‌سوم کل دوره بهره‌برداری (بیش از ۱۵ سال) حجم ذخیره مخزن این سد در نهایت ۴۰ درصد بوده است. میانگین بلندمدت درصد پری مخزن برای سد حسنلو در طول دوره ۱۹ ساله بهره‌برداری در حدود ۵۶ درصد و بیش از ۴۲ درصد کل دوره بررسی، حجم ذخیره آب مخزن این سد در نهایت ۵۰ درصد بوده است. نکته قابل توجه در مورد سدهای این حوضه (خصوصاً شهید کاظمی و مهاباد) نوسانات زیاد در مقادیر درصد پری در طول کل دوره بهره‌برداری است؛ همچنین برای سد شهرچای وضعیت پایدارتری به چشم می‌خورد، اما برای سد حسنلو در ۶ سال انتهای دوره بررسی وضعیت افت قابل توجهی مشاهده می‌شود.

شکل ۲. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه دریاچه ارومیه از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰

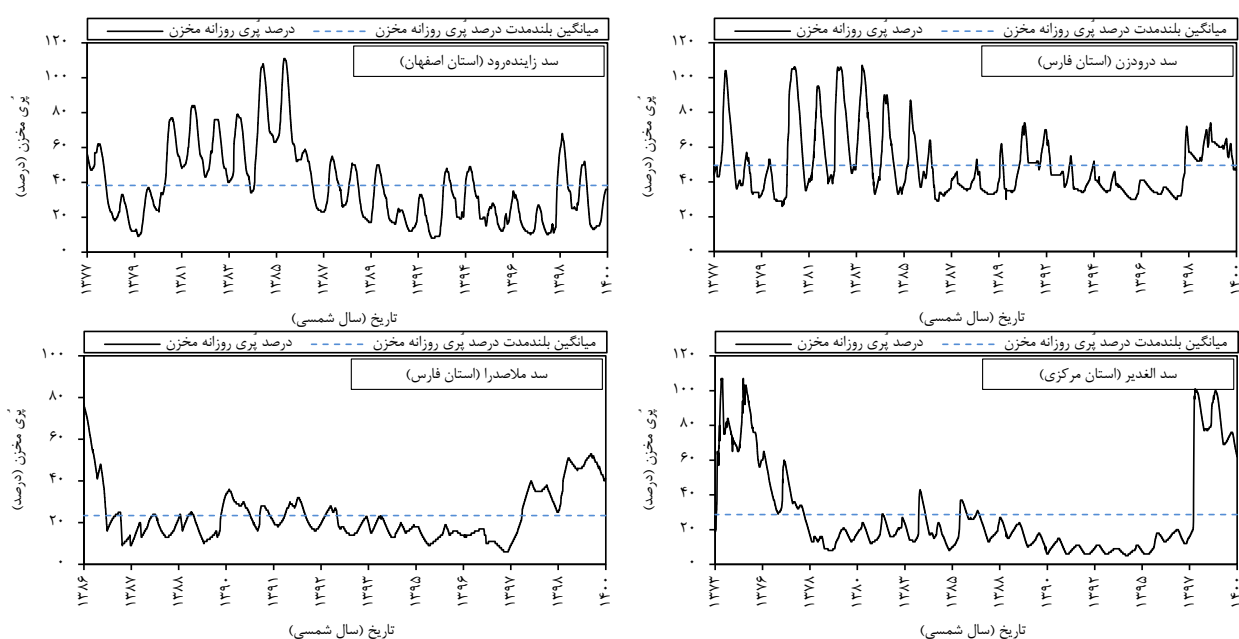


ب) برخی سدهای حوضه مرکزی

در بررسی بعدی، شکل ۳ وضعیت تعدادی از سدهای مهم حوضه مرکزی با مجموع حجم کل ذخیره ۳/۱۶ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. سدهای حوضه مرکزی به لحاظ وضعیت هیدرولوژیکی خاص فلات مرکزی و اثرگذاری وسیع عوامل مختلف اقلیمی و انسانی، وضعیت خاصی را در سال‌های اخیر تجربه کرده‌اند. سد زاینده‌رود به عنوان بزرگ‌ترین سد این حوضه و یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین سدهای کشور وضعیت متلاطم داشته است. براساس آمار، این سد از ابتدا تا انتهای زمان بررسی تنها دو بار پر شده است. با توجه به نمودار مربوطه، در طول ۲۳ سال بهره‌برداری از سد زاینده‌رود، میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۳۸ درصد بوده است. وضعیت ۱۵ سال منتهی به انتهای دوره بررسی (ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰) نشان‌دهنده وضعیت وخیم درصد پری مخزن این سد و به تبع آن شرایط احتمالی نامناسب برای پایین دست و مصرف‌کنندگان به علت شرایط ناپایدار مخزن است. قابل توجه است که قریب به ۴۵ درصد از طول دوره بهره‌برداری ذخیره آب مخزن این سد در نهایت ۳۰ درصد بوده است. مقداری که برای این سد حیاتی با حجم ذخیره کل ۱/۴۵ میلیارد مترمکعب نگران‌کننده به نظر می‌رسد. وضعیت سد درودزن، در همین حوضه نیز اگرچه از بسیاری دیگر از سدهای همین حوضه بهتر است، اما روند درصد پری مخزن نشان می‌دهد که بیش از ۶۳ درصد از طول دوره ۲۳ ساله بهره‌برداری از این سد، حجم ذخیره آب مخزن این سد، در نهایت ۵۰ درصد بوده است. در یک وضعیت ذخیره نامناسب دیگر، در سد ملاصدرا، عدم پرشدگی کامل مخزن در تمام طول دوره بهره‌برداری دیده می‌شود.

حداکثر میزان پرشدگی مخزن در تمام دوره بهره‌برداری رقمی معادل ۷۷ درصد و تنها برای یک روز است. شایان ذکر است که در بیش از نیمی از کل دوره بهره‌برداری ۱۴ ساله از این سد، حجم ذخیره مخزن در نهایت ۲۰ درصد بوده است. برای این سد، میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در طول دوره بهره‌برداری در حدود ۲۳ درصد بوده است. با توجه به طولانی بودن دوره بهره‌برداری، وضعیت برای سد الغدیر (ساوه) وضعیتی به مراتب نامناسب‌تر از دیگر سدها بوده است. در این سد میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در طول دوره ۲۷ ساله بهره‌برداری در حدود ۲۸ درصد بوده، به طوری که قریب به ۸۰ درصد از کل دوره بهره‌برداری از این سد، یعنی بیش از ۱۸ سال، حجم ذخیره آب مخزن در نهایت ۴۰ درصد بوده است.

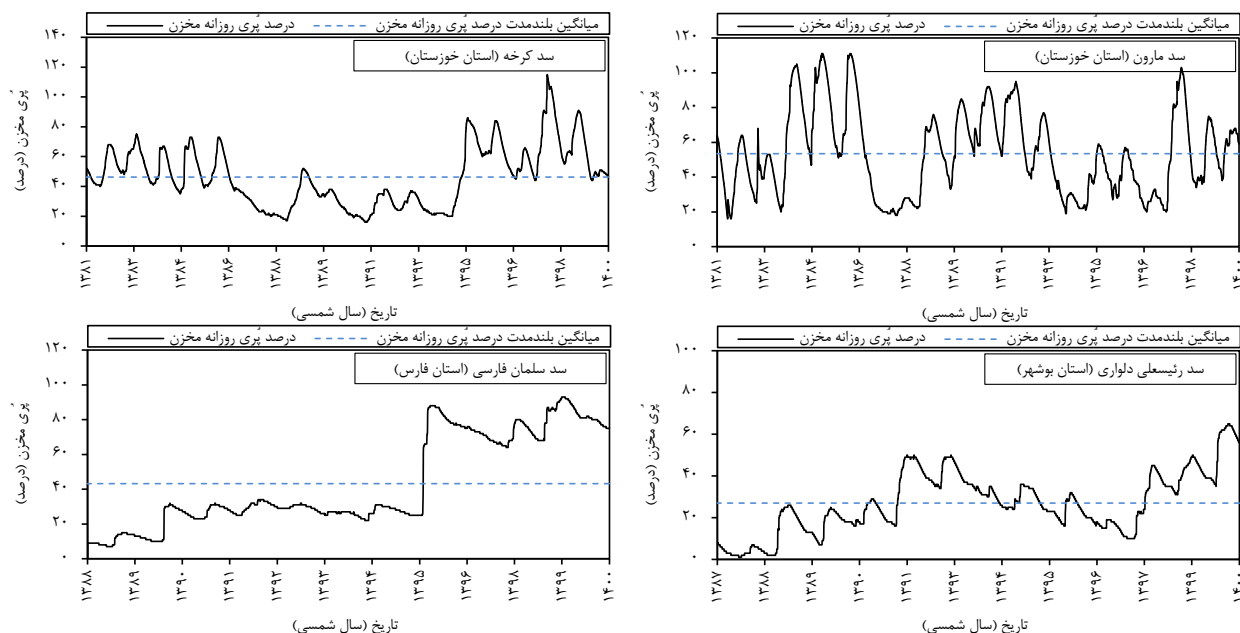
شکل ۳. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه مرکزی از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰



ج) برخی سدهای حوضه خلیج فارس

شکل ۴، وضعیت تعدادی از سدهای مهم حوضه خلیج فارس با مجموع حجم کل ذخیره ۱۰/۵۸ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. در این حوضه سد کرخه به عنوان مهم‌ترین و بزرگ‌ترین مخزن آبی کشور با حجم کل ذخیره ۷/۳ میلیارد مترمکعب در طول دوره ۱۹ ساله بهره‌برداری، تنها یک بار پر شده است. در کل وضعیت مخزن این سد در ۵ سال منتهی به انتهای دوره بررسی، بسیار بهتر بوده است، در این سد میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۴۶ درصد بوده است. علاوه بر این، بیش از ۶۲ درصد از کل دوره بهره‌برداری از این سد، حجم ذخیره آب مخزن آن حداکثر ۵۰ درصد بوده است. برای سد مارون در مدت زمان ۱۹ سال بهره‌برداری، میانگینی معادل ۵۳ درصد به ثبت رسیده است به نسبت سدهای مورد بررسی این حوضه بسیار بهتر است. در حدود نیمی از زمان بهره‌برداری اشاره شده در نمودار مربوط به همین سد، حجم ذخیره آب مخزن آن در نهایت ۵۰ درصد بوده است. سد سلمان فارسی با ۴۳ درصد میانگین درصد پری، وضعیت نامناسبی را در ابتدای دوره بررسی داشته، اما در ۵ سال منتهی به انتهای دوره بررسی ۱۲ ساله در مواردی پری را تجربه کرده و دارای وضعیت بهتری بوده است. بیش از ۶۴ درصد از کل زمان بهره‌برداری، حجم ذخیره مخزن این سد حداکثر برابر ۴۰ درصد بوده که نمایانگر وضعیت نامناسب مخزن برای یک مدت زمان طولانی است. سد رئیسعلی دلواری در طول ۱۳ سال بهره‌برداری میانگینی معادل ۲۷ درصد را تجربه کرده است. نمودار پری مخزن بیانگر وضعیت نامناسب مخزن در طول دوره بهره‌برداری است، به طوری که بیش از ۹۵ درصد از کل دوره بهره‌برداری، مخزن سد حداکثر ۵۰ درصد بوده، هر چند که یک سال منتهی به انتهای دوره بررسی به نسبت بهتری داشته است.

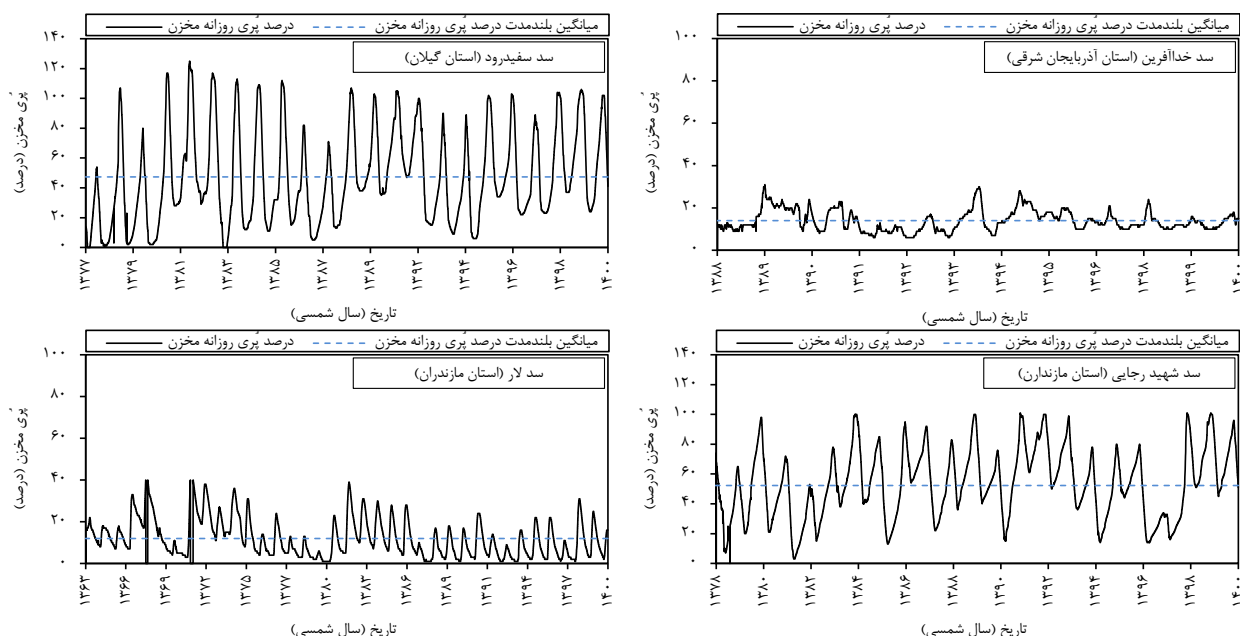
شکل ۴. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه خلیج فارس از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰



د) برخی سدهای حوضه خزر

شکل ۵، وضعیت تعدادی از سدهای مهم حوضه خزر با مجموع حجم کل ذخیره $4/52$ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. سد سفیدرود به‌عنوان بزرگ‌ترین سد این حوضه، در طول دوره ۲۳ ساله بهره‌برداری رقم میانگینی معادل ۴۷ درصد داشته است. مقادیر حداقل درصد پری بیانگر وضعیت نامطلوب مخزن سد در بازه‌های وسیعی از طول دوره بررسی و بهره‌برداری بوده است. در این سد بیش از ۶۸ درصد از کل زمان بهره‌برداری اشاره شده در نمودار مربوطه، حجم ذخیره مخزن حداکثر ۶۰ درصد بوده است. وضعیت برای سد خداآفرین بسیار نامطلوب به‌نظر می‌رسد، در این سد میانگین بلندمدت درصد پری مخزن در حدود ۱۴ درصد بوده است. در دوره ۱۲ ساله بهره‌برداری از این سد، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۳۰ درصد بوده است که رقم قابل تأملی برای دومین سد مهم حوضه خزر به‌حساب می‌آید. به‌طور مشابه سد لار نیز وضعیت بسیار نامطلوبی داشته، میانگین بلندمدت درصد پری مخزن این سد در دوره ۳۷ ساله بهره‌برداری تا انتهای زمان بررسی برابر ۱۱ درصد بوده است. بیش از ۸۱ درصد از طول دوره بهره‌برداری از این سد، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۲۰ درصد بوده است. سد شهید رجایی به‌رغم نوسانات زیاد به نسبت وضعیت مطلوبی داشته است. میانگین بلندمدت درصد پری مخزن این سد در طول دوره ۲۲ ساله بهره‌برداری تا انتهای زمان بررسی برابر ۵۲ درصد بوده است. در بیش از ۶۱ درصد از کل دوره بهره‌برداری از این سد حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۶۰ درصد بوده است.

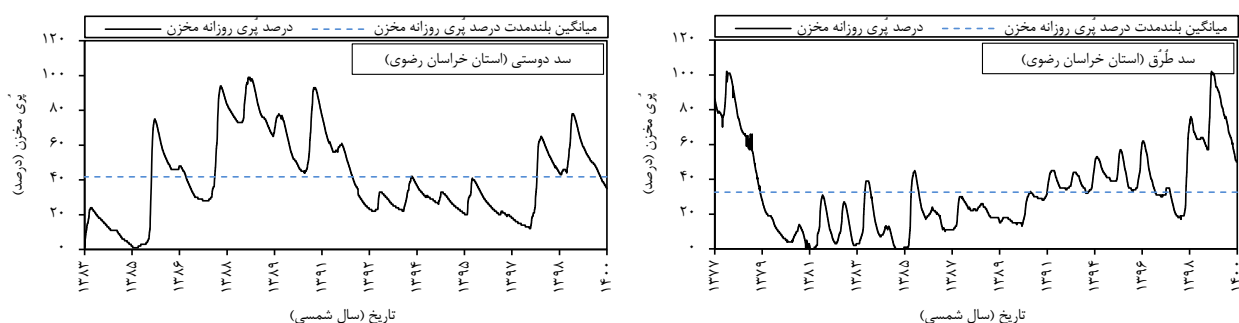
شکل ۵. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوزه خزر از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰



ه) برخی سدهای حوزه سرخس

شکل ۶، وضعیت تعدادی از سدهای حوزه سرخس با مجموع حجم کل ذخیره ۱/۲۷ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. در این حوزه سد دوستی به‌عنوان بزرگ‌ترین مخزن این حوزه، به‌جز در میانه دوره بررسی وضعیت نسبتاً نامطلوبی داشته، به‌طوری‌که میانگین پری ۴۱ درصد برای ۱۷ سال دوره بهره‌برداری از این سد به ثبت رسیده است. در این سد در بیش از ۶۶ درصد از کل دوره بهره‌برداری، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۵۰ درصد بوده است. سد طُرق، به‌جز در ابتدا و انتهای دوره بررسی، وضعیت نامطلوبی داشته، به‌طوری‌که میانگین پری معادل ۳۲ درصد برای ۲۳ سال بهره‌برداری از آن به ثبت رسیده است. در طول این دوره حداقل مقادیر پری کمتر از ۵ درصد نیز برای این سد ثبت شده است. در این سد، در بیش از ۷۱ درصد از طول دوره بهره‌برداری اشاره شده در نمودار، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۴۰ بوده که نشانگر وضعیت نامطلوب مخزن برای یک مدت زمان طولانی است.

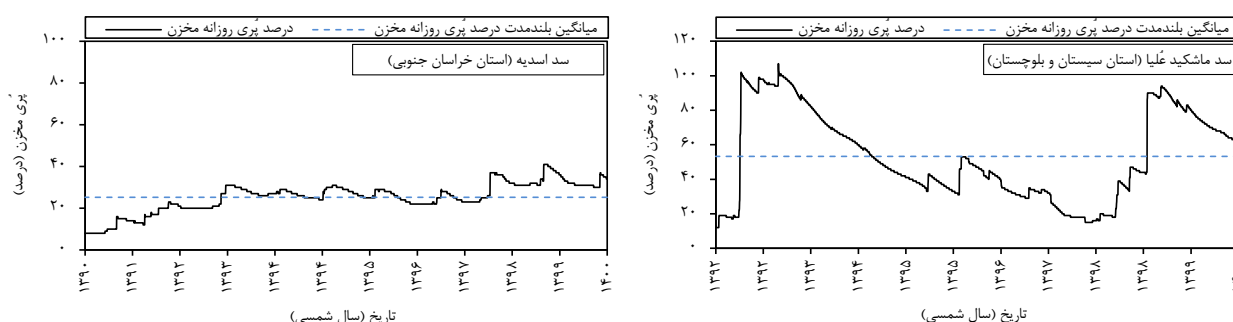
شکل ۶. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوزه سرخس از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰



و) برخی سدهای حوضه هامون

شکل ۷، وضعیت تعدادی از سدهای حوضه هامون با مجموع حجم کل ذخیره ۹۱/۱ میلیون مترمکعب را نشان می‌دهد. در این حوضه سد اسدیه دارای شرایط نامطلوب و البته دارای ثباتی از لحاظ پری مخزن بوده است. در طول ۱۰ سال دوره بهره‌برداری این سد میانگین ۲۵ درصد برای آن مشاهده می‌شود. در این سد تقریباً در کل دوره بهره‌برداری، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۴۰ بوده است. سد ماشکید علیا در همین حوضه به نسبت وضعیت بهتری داشته، به‌طوری‌که میانگین پری ۵۳ درصد برای ۸ سال دوره بهره‌برداری این سد به ثبت رسیده است. در این سد در بیش از ۶۰ درصد از کل دوره بهره‌برداری، حجم ذخیره مخزن حداکثر برابر ۶۰ درصد بوده است.

شکل ۷. وضعیت عملکرد تعدادی از سدهای حوضه هامون از ابتدای دوره بهره‌برداری تا ابتدای تیرماه سال ۱۴۰۰



۶. بررسی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری مهم کشور براساس مفاهیم علمی و تعیین عوامل اثرگذار بر وخامت یا بهبود احتمالی شرایط آنها

در این بخش به بررسی این موضوع که دلیل موارد مطرح‌شده و وخامت شرایط سدهای در دست بهره‌برداری چه بوده است، پرداخته می‌شود. روند سریع تغییرات اقلیمی در جهان و به‌طور خاص در ایران، تأثیر مستقیم و ویژه‌ای بر رواناب سطحی و ورودی مخازن کشور داشته است. همان‌طور که در بررسی‌های گذشته نیز ذکر شده، این مقدار کاهش در حجم رواناب (به‌عنوان تغذیه اصلی مخازن کشور) به رقمی در حدود ۵۰ درصد رسیده است، البته به نسبت اقلیم و حوضه‌های کشور و نیز به تناسب روند بهره‌برداری از سدهای کشور این رقم متفاوت است [۴]. در کنار اثر تغییرات اقلیمی دخالت‌های وسیع و غیرقابل رصد انسانی در تمامی حوضه‌های کشور به رقم کسری رواناب و ورودی به مخازن سدها افزوده است، رقمی که بعضاً و در برخی سدهای کشور به‌طور قابل توجهی بالاست. دخالت‌هایی از قبیل تخصیص‌های پیش‌بینی نشده و خارج از برنامه، برداشت‌های بالادستی عمدتاً غیرقانونی از منابع آب سطحی، تغییرات در الگو و سطح کشت و به تبع آن افزایش برداشت‌ها از منابع آب از این قبیل عوامل مؤثر بر کاهش رواناب ورودی به مخازن به حساب می‌آید.

همان‌طور که گفته شد مقدار حجم آبی که پیش‌بینی می‌شده به‌طور کامل وارد مخازن سدهای کشور شود، به دلایل متعددی مانند محدودیت‌ها و مشکلات فنی (علمی) در فاز مطالعه، پیش‌بینی و کارشناسی، تأثیر نابسامان تغییرات اقلیمی بر میزان بارش و به تبع آن کاهش رواناب و دخالت‌های خارج از انتظار انسانی بر بالادست مخازن از دسترس خارج (ناپدید) می‌شود. با این تفاسیر، در نهایت مقدار حجم آب قابل دسترس (حجم واقعی یا حجم موجود) به مراتب به کمتر از حد پیش‌بینی شده و برنامه‌ریزی شده تقلیل می‌یابد. همان‌طور که بحث شد این تغییرات و غیرقابل دسترس شدن جریان‌های ورودی می‌تواند ناشی از دو عامل اثرگذار تغییرات هیدرولوژیکی در مقیاس بزرگ (عمدتاً در نتیجه کاهش بارش و به تبع آن کاهش رواناب و جریان ورودی به مخازن) یا فعالیت‌های انسانی بالادست باشد. هر کدام از این عوامل وخیم‌کننده شرایط، سهم و درصد خاص به خود را داشته و بسته به شرایط اقلیمی و جغرافیایی منطقه احداث سدها، شرایط حوضه مورد نظر و در نهایت شرایط مدیریتی، انسانی و حتی اجتماعی دخیل می‌توانند سهم و اثرگذاری متفاوتی داشته باشند. هر چند که برآوردها مقادیر مختلف را برای مخازن مختلف کشور نشان می‌دهد.

با توجه به موارد مطرح شده و مفهوم «آب سراب» که پیشتر به آن اشاره شد، مجموع مقادیری از جریان که متعاقب پیش‌بینی‌های ناکافی در زمان طراحی و عوامل مطرح شده از دسترس خارج شده و هیچ‌گاه وارد مخازن نمی‌شود، آب سراب است که خود به دو شکل عمده امکان ایجاد دارد: ۱. تغییرات و دخالت‌های انسانی (انسان‌ساز)، ۲. تغییر و تحولات طبیعی (هیدرولوژیک) [۱]؛ [۲]. نکته مهم در اینجا نقطه عطف یا نقطه زمانی‌ای است که این تغییرات در کل طول دوره بهره‌برداری از مخازن سدها رخ می‌دهد. به عبارت دیگر، آب سراب بعد از این نقطه مفهوم پیدا می‌کند (و قبل از این نقطه زمانی وجود نداشته است)، درواقع قبل از این نقطه زمانی، شرایط مخازن سدها عادی و با حجم آب ورودی واقعی و نرمال روبه‌رو بوده‌اند.

در رابطه با مبانی علمی مفهوم مذکور باید اشاره کرد که در این روش هرگونه کاهش جریان در بالادست مخزن سد ناشی از فعالیت‌های انسانی یا کاهش بارندگی (در نتیجه تغییرات اقلیمی) فرض می‌شود. در این روش یک رگرسیون خطی^۱ (به عنوان یکی از روش‌های تجربی برای تعیین اثرگذاری فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی بر رواناب) بین میانگین جریان سالیانه و بارش در دوره قبل از زمان وقوع تغییرات ناگهانی محاسبه می‌شود. علاوه بر این، زمان وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی به مخزن سد براساس سری زمانی جریان سالیانه و با استفاده از آزمون پتیت^۲ تعیین می‌شود. سایر جزئیات و توضیحات پیرامون روش مذکور در منابع موجود و قابل دسترس است [۱]؛ [۲].

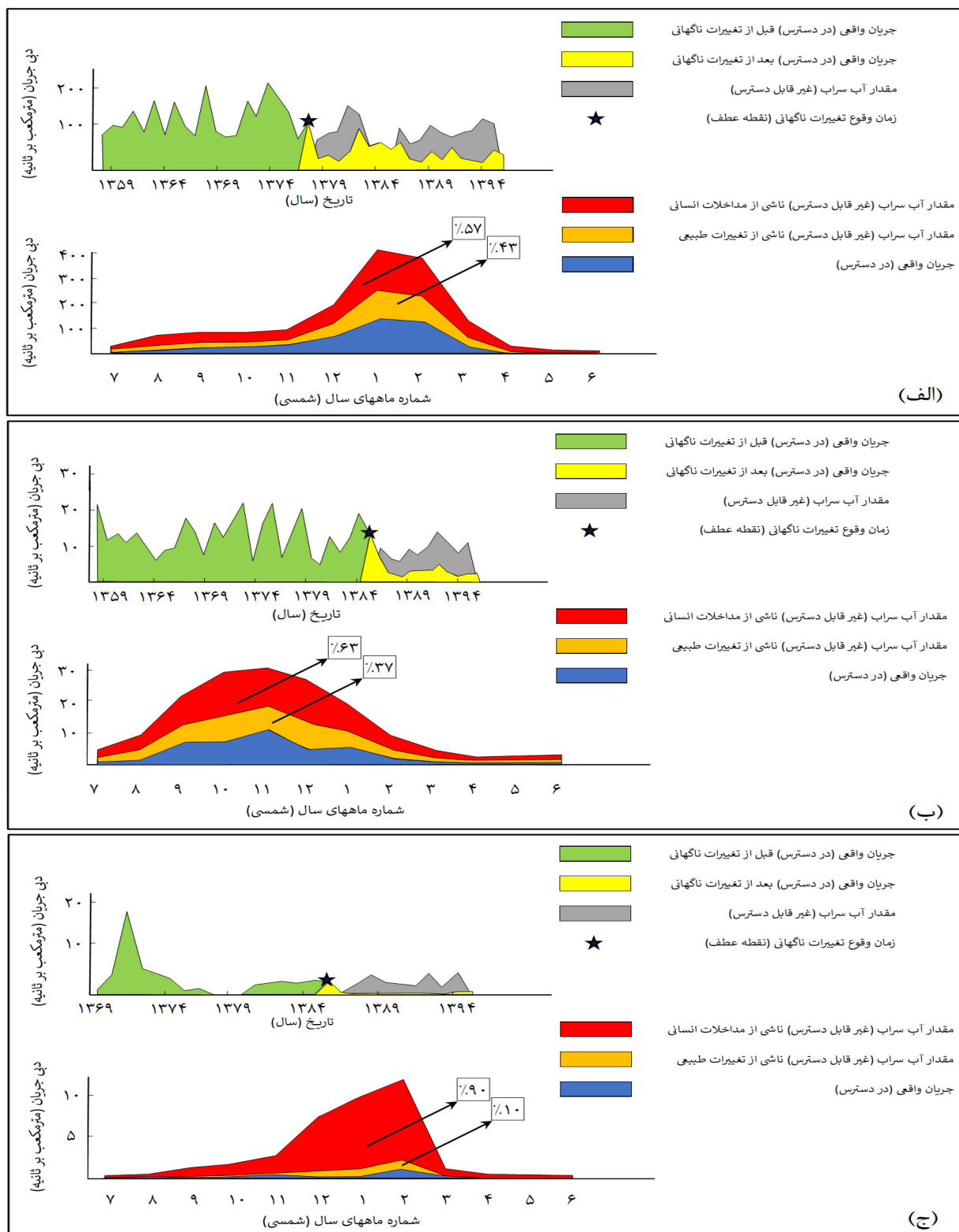
برای تشریح این مسئله وضعیت سه سد مهم کشور از لحاظ اثرگذاری این عوامل بر مخازن آنها تشریح می‌شود. هر کدام از شکل‌های ۸ (الف)، ۸ (ب) و ۸ (ج) معرف شرایط برای یکی از این سه سد است. شکل ۸ (الف) مربوط به سد سفیدرود از حوضه خزر، شکل ۸ (ب) مربوط به سد رئیسعلی دلواری از حوضه خلیج فارس و شکل ۸ (ج) مربوط به سد پانزده خرداد از حوضه مرکزی است [۲]. طبق شکل ۸ (الف) یکسری تغییرات ناگهانی (علامت ستاره) در حجم جریان ورودی (دبی ورودی بر حسب مترمکعب بر ثانیه) به مخزن سد سفیدرود مابین سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ رخ داده است. قبل از این نقطه زمانی، نمودار جریان ورودی در برابر زمان بیانگر شرایط نرمال برای جریان ورودی به مخزن سد و دسترسی مخزن به جریان واقعی، پیش‌بینی شده و بدون کاستی از بالادست است (ناحیه سبزرنگ). براساس نمودار پس از این تاریخ است که حجم آب ورودی دچار کاهش شده و آب سراب (ناحیه خاکستری) به علت کاهش ناگهانی جریان ورودی (به سبب عوامل مطرح شده) ایجاد می‌شود. باید توجه شود که مقدار جریان ورودی واقعی (موجود و در دسترس) پس از تغییرات ناگهانی به صورت ناحیه زردرنگ در نمودار مشخص شده است. همان‌طور که بحث شد، حجم آب سراب (غیرقابل دسترس یا ناپدید شده) خود به دو بخش تقسیم می‌شود: بخشی (حجمی) که در نتیجه فعالیت‌های انسانی و بخشی که در نتیجه تغییر و تحولات طبیعی از دسترس خارج شده است. در شکل ۸ (الف) نمودار پایینی که معرف حجم جریان ورودی به مخزن سد طی ماه‌های مختلف سال است، سهم یا درصد هر کدام از عوامل مسبب کاهش در جریان ورودی به مخزن سد را نیز در بر می‌گیرد.

طبق نمودار که خود شامل سه ناحیه است، سهم فعالیت‌های انسانی در حجم آب سراب (ناحیه قرمز رنگ)، سهم عوامل طبیعی در حجم آب سراب (عمدتاً در نتیجه کاهش بارندگی)، (ناحیه نارنجی رنگ) و در نهایت مقدار جریان واقعی قابل دسترس (ناحیه آبی رنگ) مشخص شده است. بر مبنای این نمودار عوامل انسان‌ساز و فعالیت‌های مخرب بالادست سد سفیدرود موجب غیرقابل دسترس شدن جریان به میزان ۵۷٪ شده، در حالی که سهم عامل طبیعی کمتر و به میزان ۴۳٪ بوده است.

به‌طور مشابه همین اطلاعات در شکل‌های ۸ (ب) و (ج) برای دو سد دیگر آورده شده است. طبق شکل ۸ (ب) تغییرات ناگهانی در حجم جریان ورودی به مخزن سد رئیسعلی دلواری مابین سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹ رخ داده است. بر مبنای این نمودار عوامل انسان‌ساز و فعالیت‌های مخرب بالادست سد رئیسعلی دلواری موجب غیرقابل دسترس شدن جریان ورودی به میزان ۶۳٪ شده است، در حالی که سهم عامل طبیعی کمتر و به میزان ۳۷٪ بوده است. مقادیری که نشان‌دهنده وخامت بیشتر شرایط این سد از لحاظ سهم اثرگذاری عامل فعالیت‌های انسانی در بالادست است. طبق شکل ۸ (ج) تغییرات ناگهانی در حجم جریان ورودی به مخزن سد پانزده خرداد مابین سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹ رخ داده است. بر مبنای این نمودار سهم عامل فعالیت‌های انسانی و عامل طبیعی در غیرقابل دسترس شدن جریان ورودی به ترتیب برابر ۹۰٪ و ۱۰٪ بوده است. سهم بالای عامل مخرب فعالیت‌های انسانی نیز در این سد قابل تأمل است.

1. Linear Regression
2. Pettitt Test

شکل ۸. بازه زمانی وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی به مخازن سه سد مهم کشور (بامشخص بودن مقدار آب قابل دسترس و غیر قابل دسترس) و سهم اثرگذاری هر کدام از عوامل انسانی و طبیعی، الف) سد سفیدرود، ب) سدرئیسعلی دلواری و ج) سد پانزده خرداد [۲]



۶-۱. سهم اثرگذاری عوامل انسانی و طبیعی بر دیگر سدهای در دست بهره‌برداری کشور

همان‌طور که گفته شد، نکته قابل تأمل سهم نسبتاً بالاتر دخالت‌های انسانی بالادست در کاهش جریان ورودی به مخازن سدهای مذکور (و البته بسیاری دیگر از سدهای کشور) به نسبت عوامل طبیعی است که نیاز است در رابطه با آن و مسائل ذیل این عامل بسیار بیشتر بحث، پژوهش و اظهار نظر شود. مسئله‌ای که برای بسیاری از سدهای کشور به درجات مختلفی رخ داده است (جدول ۱). به زبان ساده‌تر سدهای کشور به‌ازای حجم ورودی بالاتری مطالعه، طراحی و ساخته شده‌اند، در حالی که بخش عمده‌ای از این حجم جریان ورودی (پیش‌بینی شده در زمان طراحی) دیگر قابل دسترس نیست، خصوصاً بعد از زمانی که تغییرات ناگهانی رخ داده است. شایان ذکر است در برخی از سدهای کشور سهم عامل طبیعی بالاتر بوده و در مواردی این سهم کامل و ۱۰۰ درصدی است. عدم در نظر گرفتن مجموع این مسائل و عوامل اثرگذار (عمدتاً در مرحله مطالعه)، می‌تواند منجر به تحمیل هزینه‌های احتمالی بر محیط زیست، اقتصاد، زیرساخت‌های حیاتی کشور و حتی امنیت ملی در پروسه ایجاد مخازن جدید شود. هزینه‌ای که باید به‌طور جدی در رابطه با سدهای در دست مطالعه و ساخت آینده مورد توجه قرار گیرد تا در حد ممکن این مقدار از خسارت (به‌طور خاص آب سراب) با در نظر گرفتن تمام فاکتورهای انسانی و طبیعی به کمترین مقدار خود کاهش یافته و مخازن ذخیره در بهینه‌ترین حالت خود طراحی و ساخته شوند.

در ادامه بررسی و تحلیل عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور، جدول ۱، حاوی اطلاعات تکمیلی در رابطه با تعداد ۵۳ مورد از سدهای مهم کشور به تفکیک حوضه و به ترتیب حجم مخزن است که می‌تواند برای اظهار نظرهای کارشناسی مرتبط، بررسی‌ها و تجدیدنظرهای مدیریتی بیشتر (خصوصاً در فاز بهره‌برداری) و جزئی‌نگری‌های مطالعاتی و پژوهشی بیشتر (خصوصاً در فاز مطالعه و احداث پروژه‌های جدید در حوضه‌های مختلف کشور) مفید واقع شود [۲].



جدول ۱. اطلاعات مربوط به سال وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی، میزان سهم فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی در حجم آب سراب و میزان تغییرات جریان ورودی (پس از نقطه عطف زمانی) برای تعدادی از مخازن سدهای در دست بهره‌برداری کشور [۲]

ردیف	حوضه	نام سد	حجم مخزن بر اساس هیدروگرافی خردادماه سال ۱۴۰۰ (میلیون مترمکعب)	سال وقوع تغییرات ناگهانی	میزان تغییرات جریان ورودی (درصد)	سهم تاثیر عوامل طبیعی (درصد)	سهم تاثیر عوامل انسانی (درصد)
۱	خلیج فارس	کرخه	۵۲۷۳	۱۳۷۷	-۵۷	۵۶/۴	۴۳/۶
۲		گتوند	۴۶۷۰	۱۳۸۵	-۴۹	۶۶/۳	۳۳/۷
۳		سیمره	۲۸۴۵	۱۳۷۷	-۵۷	۵۳/۶	۴۶/۴
۴		کارون ۳	۲۷۱۹	۱۳۸۶	-۴۴	۶۶/۹	۳۳/۱
۵		دز	۲۶۵۰	۱۳۸۶	-۳۷	۷۷/۲	۲۲/۸
۶		شهید عباسپور (کارون ۱)	۲۴۳۹	۱۳۸۶	-۴۵	۶۶/۴	۳۳/۶
۷		کارون ۴	۲۲۳۲	۱۳۷۷	-۳۵	۷۶/۵	۲۳/۵
۸		مارون	۱۱۴۸	۱۳۸۶	-۴۲	۷۳/۶	۲۶/۴
۹		سلمان فارسی	۹۵۰	۱۳۷۸	-۴۹	۷۵/۳	۲۴/۷
۱۰		رئیسعلی دلواری	۶۹۴	۱۳۸۵	-۷۱	۳۷	۶۳
۱۱		گاوشان	۵۵۴	۱۳۸۲	-۸۱	۲۵/۳	۷۴/۷
۱۲		کوثر (خیرآباد)	۵۴۷	۱۳۸۶	-۵۵	۵۸/۳	۴۱/۷
۱۳		جره (رامهرمز)	۲۶۰	۱۳۸۶	-۷۱	۶۸/۳	۳۱/۷
۱۴		مسجد سلیمان (گذارلندر)	۲۵۶	۱۳۸۶	-۵۲	۶۰/۳	۳۹/۷
۱۵		استقلال (میناب)	۲۴۰	۱۳۷۹	-۷۱	۴۱/۷	۵۸/۳
۱۶		قشلاق (وحدت)	۲۱۵	۱۳۷۷	-۷۴	۲۳/۳	۷۶/۷
۱۷		زیردان	۲۰۷	۱۳۷۷	-۳	۱۰۰	۰
۱۸		پیشین	۱۶۷	۱۳۷۸	-۳۲	۱۰۰	۰
۱۹		مروک	۱۰۵	۱۳۸۷	-۹۲	۱۷/۶	۸۲/۴
۲۰		شمیل و نیان	۹۸	۱۳۷۲	-۵۳	۶۱/۸	۳۸/۲
۲۱		رودبال داراب	۸۲	۱۳۸۶	-۷۲	۴۸/۶	۵۱/۴
۲۲		جامیشان	۵۱	۱۳۷۷	-۴۸	۸۸/۷	۱۱/۳

ردیف	حوضه	نام سد	حجم مخزن بر اساس هیدروگرافی خردادماه سال ۱۴۰۰ (میلیون متر مکعب)	سال وقوع تغییرات ناگهانی	میزان تغییرات جریان ورودی (درصد)	سهم تأثیر عوامل طبیعی (درصد)	سهم تأثیر عوامل انسانی (درصد)
۲۳	خرز	سفیدرود	۱۰۵۰	۱۳۷۷	-۶۶	۴۳	۵۷
۲۴		لار	۹۶۰	۱۳۷۸	-۲۱	۷۶/۹	۲۳/۱
۲۵		طالقان	۴۲۰	۱۳۸۶	-۱۴	۸۷/۵	۱۲/۵
۲۶		آغ‌چای	۲۱۱	۱۳۷۴	-۴۷	۵۰/۴	۴۹/۶
۲۷		شهید رجایی	۱۶۲	۱۳۷۶	-۲۴	۷۳/۹	۲۶/۱
۲۸		البرز	۱۴۱	۱۳۸۶	-۲۷	۷۴/۷	۲۵/۳
۲۹		بارون (ماکو)	۱۳۷	۱۳۷۴	-۴۳	۵۵/۴	۴۴/۶
۳۰		آیدوغموش	۱۳۰	۱۳۷۷	-۷۲	۳۱	۶۹
۳۱		ستارخان اهر	۱۲۷	۱۳۸۳	-۵۳	۳۹/۲	۶۰/۸
۳۲		گلابر	۱۱۶	۱۳۷۷	-۷۱	۳۰/۹	۶۹/۱
۳۳		سبلان	۱۰۸	۱۳۷۷	-۷۳	۲۹/۸	۷۰/۲
۳۴		شهر بیجار	۱۰۴	۱۳۸۴	-۱۶	۸۵/۹	۱۴/۱
۳۵		بارزو (شیروان)	۹۲	۱۳۷۰	۴۱	۱۰۰	۰
۳۶		شیرین دره	۶۱	۱۳۷۳	-۲۹	۶۸/۶	۳۱/۴
۳۷		گلستان	۴۲	۱۳۷۴	-۲۳	۶۷/۳	۳۲/۷
۳۸		وشمگیر (گنبد)	۳۷	۱۳۷۷	-۴۳	۴۸/۴	۵۱/۶
۳۹	مرکزی	زاینده‌رود	۱۲۳۹	۱۳۸۶	-۳۴	۷۹/۵	۲۰/۵
۴۰		درودزن	۹۶۰	۱۳۸۶	-۵۱	۹۱/۸	۸/۲
۴۱		ملاصدرا	۴۴۰	۱۳۸۶	-۵۵	۷۱/۳	۲۸/۷
۴۲		الغدير (ساوه)	۲۷۷	۱۳۷۵	-۷۶	۳۶/۵	۶۳/۵
۴۳		پانزده خرداد	۱۹۲	۱۳۷۵	-۹۴	۱۰	۹۰
۴۴		سیوند (سیبویه)	۱۵۰	۱۳۸۶	-۹۳	۱۵/۲	۸۴/۸
۴۵		لتیان	۷۵	۱۳۷۵	-۱۳	۸۶/۱	۱۳/۹
۴۶		شهید سلیمانی	۴۰	۱۳۷۸	-۷۵	۴۹/۸	۵۰/۲
۴۷		گلپایگان	۳۵	۱۳۷۲	-۳۵	۷۹/۸	۲۰/۲



ردیف	حوضه	نام سد	حجم مخزن بر اساس هیدروگرافی خردادماه سال ۱۴۰۰ (میلیون متر مکعب)	سال وقوع تغییرات ناگهانی	میزان تغییرات جریان ورودی (درصد)	سهم تأثیر عوامل طبیعی (درصد)	سهم تأثیر عوامل انسانی (درصد)
۴۸	دریاچه ارومیه	شهید کاظمی (بوکان)	۸۰۸	۱۳۷۴	-۲۷	۷۰/۴	۲۹/۶
۴۹		کانی سیب	۳۲۷ (حجم کل)	۱۳۷۷	-۳۷	۶۳/۳	۳۶/۷
۵۰		مهاباد	۱۹۷	۱۳۷۷	-۳۸	۸۰	۲۰
۵۱		علویان	۵۷	۱۳۷۷	-۳۳	۶۶/۴	۳۳/۶
۵۲		نهند	۲۱	۱۳۷۷	-۳۷	۶۶/۲	۳۳/۸
۵۳	هامون	اسدییه (دهانه رزه)	۲۴	۱۳۷۸	-۸۹	۱۲/۹	۸۷/۱

همان‌طور که بحث شد، جدول ۱، شامل اطلاعاتی از قبیل سال وقوع تغییرات ناگهانی در جریان ورودی به سدهای در دست بهره‌برداری کشور، میزان سهم فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی در حجم آب سراب و میزان تغییرات جریان ورودی (پس از نقطه عطف زمانی) برای تعدادی از مخازن سدهای در دست بهره‌برداری کشور است. در رابطه با حجم جریان ورودی، با توجه به جدول ۱، به جز یک مورد افزایشی در تغییرات جریان ورودی از بالادست (سد بارزو)، در تمامی ۵۲ سد دیگر تغییرات حجم جریان منفی (کاهش) بوده است. در این میان بیشترین کاهش در حجم جریان ورودی مربوط به سد پانزده خرداد واقع در حوضه مرکزی با ۹۴ درصد (پس از زمان تغییرات ناگهانی) و کمترین آن مربوط به سد زبردان واقع در حوضه خلیج فارس با ۳ درصد است. در رابطه با میزان سهم فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی در حجم آب سراب، بیشترین اثر گذاری فعالیت‌های انسانی در آب سراب و به تبع آن کاهش حجم جریان ورودی مربوط به سد پانزده خرداد واقع در حوضه مرکزی با ۹۰ درصد و کمترین آن مربوط به سدهای بارزو (از حوضه خزر)، زبردان و پیشین (از حوضه خلیج فارس) با اثر گذاری صفر درصد است. بنابراین حداکثر سهم اثر گذاری عوامل طبیعی مربوط به سدهای بارزو، زبردان و پیشین به میزان ۱۰۰ درصد و حداقل آن برای سد پانزده خرداد به میزان ۱۰ درصد است.

۷. نتایج بررسی و تحلیل وضعیت مالی و کمی پروژه‌های سدسازی در کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱

با توجه به اهمیت صنعت سدسازی در ایران و مباحث جاری پیرامون آن در ابعاد ملی، لازم است که دید جامعی از روند تحولات این صنعت نسبت به زمان به دست آید. از دید کارشناسان و صاحب‌نظران حوزه‌های مختلف از جمله محیط زیست، اقتصاد، منابع آب و غیره باید شرایط جدید مرتبط با تغییرات اقلیمی و شرایط خاص اقتصادی فعلی کشور، تأثیرات لازم را بر اقدامات جدید در این صنعت خصوصاً در حوزه مطالعات اولیه پروژه‌ها بگذارد. باید در هر صورت اعمال شرایط جدید در حوزه تصمیم‌گیری‌های کلان مرتبط با این صنعت، با توجه به فاکتورهایی از قبیل: پیشینه کارایی تصمیمات و اقدامات گذشته، پیش‌بینی دقیق شرایط مالی حاکم بر پروژه‌ها در آینده، تغییر و تحولات سیاسی حتی در مقیاس منطقه‌ای، شدت تغییرات اقلیمی و غیره صورت گیرد.

در این بخش لازم است با علم به وضعیت عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری و موارد مطرح شده در بخش‌های قبل، روند ایجاد پروژه‌های مختلف سدسازی در اقصی نقاط کشور بررسی و تحلیل شود. همچنین سعی بر آن شد که ابعاد بررسی پروژه‌ها در سطح ملی و حتی نوع حمایت و بهره‌مندی مالی این پروژه‌ها نیز در چارچوب اعتبار طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای بررسی شود. برای این بررسی مدت زمانی که بتوان به یک دید نسبتاً جامع و مناسب از وضعیت فعلی بینجامد، انتخاب شد. این مدت زمان بررسی برابر ۸ سال از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۴۰۱ است (جزئیات در جدول ۲). به رغم اینکه کار با بودجه‌های کلان کشور آن هم برای سال‌های انتخاب‌شده کاری نسبتاً زمان‌بر و مستلزم دقت است، سعی شد - به علت اهمیت موضوع - مشخصات تمام پروژه‌های در دست اقدام در هر کدام از مراحل احداث ساختمان،

تکمیل مطالعات و حتی تغییر ابعاد ساختمان (مانند افزایش ارتفاع)، استخراج و تحلیل شود. شایان ذکر است که ارقام بودجه‌ای مورد استفاده در بخش تحلیل مالی پروژه‌ها (آورده شده در جدول ۲) تماماً ارقام مصوب هستند. همچنین باید توجه کرد که به دلیل توجه ویژه به بخش آب در کشور و به طور خاص صنعت سدسازی، عموماً و براساس تجربه، بالای ۹۰ درصد مقادیر مصوب در این بخش به عملکرد تبدیل می‌شود، به گونه‌ای که مقادیر مصوب را می‌توان همان مقادیر عملکرد در نظر گرفت. هر چند که در نظر گرفتن و تحلیل مقادیر عملکرد در نهایت تأثیر ناچیزی بر نسبت‌های نهایی اشاره شده در جدول ۲ گذاشته و روند تغییرات تقریباً به همان صورت باقی خواهد ماند.

در بازه زمانی انتخاب شده می‌توان دید که کمیت، روند احداث و یا مطالعات سدهای جدید چگونه بوده است. تعداد سدهایی که در این بازه بودجه دریافت کرده‌اند در سال ۱۳۹۴ برابر ۲۷ مورد، در سال ۱۳۹۵ برابر ۱۳ مورد، در سال ۱۳۹۶ برابر ۶۳ مورد، در سال ۱۳۹۷ برابر ۷۹ مورد، در سال ۱۳۹۸ برابر ۷۸ مورد، در سال ۱۳۹۹ برابر ۹۶ مورد، در سال ۱۴۰۰ برابر ۹۰ مورد و در نهایت در سال ۱۴۰۱ برابر ۹۶ مورد بوده است. به طوری که به جز یک روند کاهشی محسوس در سال ۱۳۹۵، از سال ۱۳۹۶ به بعد، به طرز قابل توجهی بر تعداد پروژه‌های جدید چه در زمینه احداث ساختمان و چه در زمینه تکمیل مطالعات افزوده شده است. علاوه بر این، از سال (۱۳۹۶) به بعد یک روند افزایشی در بودجه‌دهی به پروژه‌های موجود قابل مشاهده است. در یک تخمین کلی پیش‌بینی می‌شد که با توجه به تغییر و تحولات اقلیمی و اقتصادی جاری کشور، عملکرد بعضاً نامناسب برخی سدهای در دست بهره‌برداری و نظرات و بعضاً هشدارهای کارشناسان و مجامع علمی یک روند کاهشی، ثابت و یا توقف بیش از پیش در اعطای اعتبار و بودجه به این پروژه‌ها و در نهایت توقف آنها رخ بدهد، اما واقعیت نشان می‌دهد که این گونه نیست. در بررسی سهم بودجه پروژه‌های سدسازی از کل بودجه کشور نیز روند افزایشی مشابهی دیده می‌شود. در کل، سهم کل بودجه منابع آب از کل بودجه کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ دارای حداقل مقدار ۹/۸۷ درصد در سال ۱۳۹۵، حداکثر مقدار ۱۶/۶۴ درصد در سال ۱۳۹۶ و مقدار میانگین ۱۴/۱۳ درصد برای کل دوره ۸ ساله مورد بررسی است. در حالی که سهم خالص پروژه‌های سدسازی از کل بودجه (فصل) منابع آب به جز دو مورد روند کاهشی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۱ روند افزایشی چشمگیری داشته است. به طوری که در سال ۱۴۰۰ این مقدار به ۳۸/۲۹ درصد کل بودجه منابع آب و ۶/۱ درصد کل بودجه کشور رسیده است. علاوه بر این سهم خالص پروژه‌های سدسازی از بودجه منابع آب و کل بودجه کشور به ترتیب دارای میانگین ۲۵/۴۱ و ۳/۷۴ درصد برای کل دوره بررسی ۸ ساله است. در این میان، نقطه زمانی قابل توجه سال ۱۳۹۵ است که در آن تعداد پروژه‌ها و دریافتی مالی آنها به نسبت سال قبل و سال‌های پس از آن به مراتب کمتر است.

نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که در طول ۸ سال بررسی، تعداد محدودی از سدها به دلایلی از روند دریافت بودجه حذف شده‌اند. به این معنا که برای این پروژه‌ها و برای مدت زمان چندین سال (در مواردی برای کل دوره ۸ ساله بررسی) اعتباری برای ادامه فعالیت تصویب نشده است. می‌توان با توجه به طولانی بودن عدم اعطای بودجه و اعتبار مالی، این سدها را که بعضاً دارای اهمیت موضوعی، جغرافیایی و اجرایی نیز هستند، تکمیل شده، متوقف شده و یا احتمالاً حذف شده (به دلایل مختلف) در نظر گرفت. همچنین برای تعدادی از سدها نیز به رغم اشاره به نام آنها در گزارش‌های بودجه کشوری، برای تعداد سال قابل توجهی بودجه‌ای اختصاص نیافته است. به طوری که در مواردی از یک سال مشخص (انتها و یا نزدیک به انتهای بازه زمانی مورد بررسی) روند اعطای اعتبار به آنها مجدداً از سر گرفته شده است. از جمله این پروژه‌ها می‌توان به سد نازلو در حوضه آبریز دریاچه ارومیه (به علت توقف مقطعی ساخت پروژه)، سد شیرین آب در حوضه آبریز خلیج فارس (به علت بودن در انتظار ساخت و تأمین اعتبار در یک مقطع زمانی)، سد حاجیلار چای و چندین در حوضه آبریز خزر و سد زنگلانلو در حوضه آبریز سرخس (به علت اتمام عملیات ساخت و شروع عملیات بهره‌برداری)، اشاره کرد.

به عنوان یک جمع‌بندی می‌توان گفت که با توجه به افزایش تعداد پروژه‌های جاری طی سالیان اخیر و افزایش بودجه عمرانی کشور در بخش منابع آب و به تبع آن بخش سدسازی، ممکن است لازم باشد تصمیم‌گیران حوزه‌های مرتبط در سطوح کلان سیاستگذاری و مدیریتی، به تعادل موارد ذکر شده با پتانسیل‌های اقلیمی و محیط زیستی حال حاضر حاکم بر کشور بیش از پیش بیندیشند. از آنجا که از اهداف مهم تحلیل و بررسی پروژه‌ها - چه از لحاظ تعداد و چه از لحاظ سهم آنها از کل بودجه عمرانی کشور - دستیابی به یک دید کلی در رابطه با روند رشد، مزایا و آسیب‌های احتمالی این صنعت در چند سال گذشته است، ممکن است وقایع آماری مستخرج از این بررسی‌ها در تصمیم‌گیری‌های آینده مورد توجه محافل تصمیم‌گیری و سیاستگذاری کشور قرار گرفته و مفید واقع شود.



جدول ۲. بررسی وضعیت اعتباری پروژه‌های سدسازی و درصد بهره‌مندی آنها از کل بودجه منابع آب و کل بودجه کشوری طی هشت سال متوالی (مبالغ به میلیون ریال) [۱۴] [۱۵]

شرح وضعیت	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱
جمع کل بودجه سدسازی*	۳,۶۰۹,۳۷۰	۱,۹۳۶,۱۰۰	۸,۵۸۸,۱۰۱	۸,۶۲۸,۰۸۷	۱۲,۹۵۰,۸۵۳	۱۹,۶۰۴,۲۰۰	۳۵,۴۷۵,۲۲۰	۴۷,۸۰۲,۷۵۶
جمع کل بودجه منابع آب	۲۴,۶۳۲,۳۳۹	۲۵,۱۱۴,۹۱۸	۵۱,۴۴۳,۶۸۲	۳۷,۰۷۱,۴۷۸	۴۵,۶۶۷,۱۲۷	۵۲,۲۱۹,۶۰۷	۹۲,۶۳۰,۰۰۰	۱۲۹,۸۷۵,۶۱۴
جمع کل بودجه کشوری	۲۲۶,۲۳۹,۱۵۰	۲۵۴,۳۷۹,۵۷۹	۳۰۹,۱۳۴,۸۳۸	۲۳۴,۸۵۰,۱۶۵	۳۰۷,۰۳۹,۹۳۲	۳۸۵,۸۶۹,۰۲۲	۵۸۰,۷۴۵,۵۵۷	۸۳۵,۱۶۸,۶۷۲
درصد بودجه سدسازی از کل بودجه منابع آب	۱۴/۶۵	۷/۷	۱۶/۶۹	۲۳/۲۷	۲۸/۳۵	۳۷/۵۴	۳۸/۲۹	۳۶/۸
درصد بودجه منابع آب از کل بودجه کشوری	۱۰/۸۸	۹/۸۷	۱۶/۶۴	۱۵/۷۸	۱۴/۸۷	۱۳/۵۳	۱۵/۹۵	۱۵/۵۵
درصد بودجه سدسازی از کل بودجه کشوری	۱/۵۹	۰/۷۶	۲/۷۷	۳/۶۷	۴/۲۱	۵/۰۸	۶/۱	۵/۷۲

*براساس اعتبار طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای و صرف شده در بخش‌های احداث ساختمان سد (در برخی موارد دارای اعتبار مشترک با پروژه‌های انتقال آب و شبکه آبیاری و زهکشی)، تکمیل مطالعات و اجرای زیرساخت‌های سد و افزایش ارتفاع ساختمان سد.

۸. جمع‌بندی و پیشنهادها

سدها، به عنوان یکی از نمادهای توسعه پایدار، نقشی اساسی در پیشبرد اهداف توسعه کشورها، حفظ، حراست و توسعه منابع آب، تولید انرژی و سرمایه و همچنین بدل شدن کشورها به نقش‌های تأثیرگذار منطقه‌ای ایفا می‌کنند. این زیرساخت‌های حیاتی و بعضاً بحث‌برانگیز به رغم اهمیت فوق‌العاده آنها، در مواردی محل بحث، مناقشات بین‌المللی و منشأ مشکلات محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی و حتی امنیتی هستند. در این راستا نیاز است با بهره‌گیری از مسائل و فنون علمی روز دنیا، برخورد با این زیرساخت‌های حیاتی را متفاوت از قبل پی گرفت. در ایران نیز سدها نقشی بسیار حیاتی در پیکره منابع آبی و محیط زیستی کشور دارند. برای سالیانی بخشی از بار تولید انرژی، تأمین آب شرب و نیاز صنایع و نیازهای گسترده زیرساخت‌های حوزه کشاورزی بر عهده سدهای کشور بوده است. ایران با توجه به شرایط ویژه جغرافیایی و برخورداری از اقلیمی عمدتاً خشک و نیمه‌خشک وضعیت متفاوتی را خصوصاً در دوران تغییرات اقلیمی تجربه کرده است. این تجربه در پاره‌ای از موارد به صدماتی بر منابع آب و سدهای در دست بهره‌برداری کشور انجامیده است. آثاری که بعضاً منجر به دوقطبی شدن فضای علمی، مدیریتی و کارشناسی جامعه و ایجاد بحث‌های گسترده پیرامون مطالعه، ساخت و بهره‌برداری از آنها شده است.

نکته غیرقابل چشم‌پوشی پیرامون این بحث، واقعیت‌هایی است که امروزه دامن‌گیر این صنعت حیاتی کشور شده است. تغییرات اقلیمی از یک سو و دخالت‌های وسیع و عمدتاً مخرب انسانی از سوی دیگر به کاهش روزافزون قدرت مانور و عملکرد این اجزای حیاتی کشور منجر شده است. پژوهش حاضر با در نظر گرفتن جمیع این موارد سعی کرده، دید نسبتاً جامعی به آنچه امروزه دامن‌گیر این صنعت مهم کشور به‌ویژه در حوزه بهره‌برداری است ارائه کند. نتایج این گزارش نشان می‌دهد عملکرد در حوزه بهره‌برداری از سدهای کشور به‌طور کلی مناسب نیست و در این رابطه عوامل دخیل اشاره و بررسی شده است. در ادامه پیشنهادهایی برای عبور از این برهه بحرانی و داشتن دید بهتر برای پروژه‌های آتی سدسازی در ایران آورده شده است.

۱. در گزارش حاضر سعی شده به عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور از جوانب مختلف آماری و علمی پرداخته شود. نتایج نشان می‌دهد که تعداد زیادی از سدهای کشور با مشکل خالی بودن مخازن مواجه هستند. میانگین بلندمدت درصد پری مخزن معادل ۲۰ درصد برای بیش از ۸۱ درصد از کل دوره بهره‌برداری (برای سد لار از سدهای حوضه خزر) و کاهش حجم آب ورودی از بالادست از ۳ تا ۹۴ درصد (در ۵۲ سد از ۵۳ مورد بررسی در گزارش) در نتایج تحلیل‌های این گزارش به چشم می‌خورد. نتایج تحلیل‌های مالی گزارش نشان می‌دهد که با وجود تمام جوانب بحث (موافق و مخالف) در ارتباط با سدهای در دست مطالعه، ساخت و بهره‌برداری در فضای کارشناسی و علمی

کشور، در سال ۱۴۰۰، ۶/۱ درصد از کل بودجه کشور (معادل ۳۸/۲۹ درصد از کل بودجه فصل منابع آب) به سدسازی و پروژه‌های پیرامون آن اختصاص یافته است.

۲. همواره یکی از روش‌های کارآمد و اصولی برای عبور از بحران‌های داخلی، خصوصاً پیرامون مباحث محیط زیست و صنعت آب، توجه به تجربیات و راه‌حل‌های کارآمد و علمی مرتبط با حل این بحران‌ها بوده است. وضعیت بهره‌برداری از سدها در بسیاری از کشورها در سالیان اخیر خصوصاً با پررنگ شدن نقش تغییرات اقلیمی رو به وخامت بوده است. ایران نیز به‌عنوان کشوری با ریسک بالای اثرگذاری عوامل اقلیمی از جمله کاهش بارندگی در مقیاس وسیعی از کشور از این قاعده مستثنا نیست؛ بنابراین نیاز است این تجربیات و راه‌حل‌های موفق در حوزه مطالعات، ساخت و همچنین حوزه بهره‌برداری مورد توجه مدیران، سیاستگذاران و کارشناسان کشور قرار گرفته و پایدارترین راه‌حل‌ها متناسب با شرایط خاص کشور مورد بحث، بررسی و مطالعه قرار گیرد.

۳. به‌علت نقش وسیع عوامل انسانی (در بسیاری از سدها با اثرگذاری بیشتر از عوامل طبیعی) در کاهش عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور، نیاز است بیش از پیش به نقش عوامل بازدارنده و قوانین کنترلی و پایش‌های میدانی در حفظ و حراست بالادست مخازن از گزندها و سوءاستفاده‌های قانون‌گریزانه احتمالی افراد، صنایع و غیره اقدام و همت شود. لازم است کارگروه‌ها و محافل کارشناسی قوی و ویژه‌ای بدین منظور در سراسر کشور برای پایین آوردن سهم تخریب این عامل (دخالت‌های انسانی در بالادست) ایجاد و راهبری شود. در این میان سهم تدوین قوانین و ضوابط کنترلی بهتر و بعضاً جدیدتر با حداکثر کارایی و بازدارندگی، دارای اهمیت خواهد بود. قوانینی که باید متناسب با شرایط فعلی کشور در مواجهه با منابع آب، بازنگری، تدوین و بازنویسی شود. آثار و نتایج اعمال این دست از قوانین با کیفیت در نهایت می‌تواند به حفظ و حراست این موهبت حیاتی و ارتقای کیفی فضای محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و حتی امنیتی کشور منجر شود.

۴. در ارتباط با سدهای در دست مطالعه و ساخت، نیاز است وضعیت عملکرد فعلی سدهای در دست بهره‌برداری به‌عنوان تجربه‌های موفق و ناموفق احتمالی مورد توجه و تحلیل جدی قرار گیرد. نیاز است برای حوضه‌های مختلف این تجربیات مستندسازی و شفاف‌سازی گردد تا زمینه برای ایجاد طرح‌های با حداکثر نرخ موفقیت، عملکرد و پایداری محیط زیستی فراهم شود. روندهای مالی سالیان اخیر (موجود در این گزارش) نشان می‌دهد تعداد زیادی سد در دست مطالعه و ساخت وجود دارد که نیاز است عملکرد آتی آنها به‌طور جدی مورد توجه و مطالعه قرار گیرد تا از بار خسارات آتی و نقش مخرب احتمالی این پروژه‌ها در تمامی حوزه‌های اقتصادی، محیط زیستی، انرژی، اجتماعی، امنیت ملی و غیره کاسته شود، خصوصاً اینکه کشور در حال حاضر با کاستی‌هایی در زمینه‌های اقتصادی و حکمرانی آبی روبه‌رو است.

۵. در سیاستگذاری‌های کلان و مدیریت راهبردی نیاز است تا حد امکان بار اضافی از دوش منابع آب خصوصاً در راستای ایجاد اشتغال و تولید غذای پایدار برداشته شود، این مهم حتی می‌تواند شامل ایجاد مخازن جدید در راستای ایجاد اشتغال در مناطق مختلف کشور نیز باشد. در این راستا سدها مشابه منابع آب زیرزمینی آسیب‌پذیری بالایی را می‌توانند تجربه کنند. منابع آب سطحی به‌طور خاص به‌علت سهولت دسترسی می‌توانند منبع مناسب و به نسبت ارزان‌تری برای تمامی مصرف‌کنندگان و بهره‌برداران خصوصاً مصرف‌کنندگان غیرقانونی در مناطق بالادستی مخازن باشند. پیشگیری از گسترش این پدیده می‌تواند با توسعه برنامه‌ها و سیاست‌های به‌روز ایجاد اشتغال پایدار، حمایت از مشاغل جایگزین و کارآمد متناسب با اقلیم مناطق تحت تنش و سرمایه‌گذاری‌های و جذب سرمایه‌های وسیع در این راستا باشد. تغییر و تحولات بنیادین در رابطه با برخورد با منابع آب (خصوصاً با هدف ایجاد اشتغال و تولید غذا) و در نهایت بهره‌گیری از تجربیات موفق بین‌المللی در راستای حراست از منابع آب سطحی و خصوصاً سدها از برداشت‌های بالادستی بعضاً غیرقانونی و کنترل‌نشده (با تدوین قوانین بازدارنده جدید) از دیگر راه‌حل‌های پایدار برای این مسئله در کشور است.

۶. هماهنگی و همکاری نزدیک و سازنده همه دستگاه‌های اجرایی و ارگان‌های مرتبط با محیط زیست منابع آب و سدها نقشی بسیار اساسی در حوزه حفظ و حراست از این منابع و جلوگیری از کاهش کیفیت کارایی این اجزای حیاتی در کشور دارند. از آنجایی که دو وزارتخانه نیرو و کشاورزی در این رابطه سال‌ها مجری طرح‌های سد و ذخیره آب بوده‌اند، نیاز است بیش از پیش (خصوصاً با پیش آمدن شرایط فعلی تغییرات اقلیمی و آثار مخرب آن بر عملکرد سامانه‌های ذخیره آب کشور) با همدیگر هماهنگی و همکاری حداکثری را داشته باشند. این دستگاه‌ها باید تضاد احتمالی در منافع را مدیریت کرده و بر منافع مشترک و اولویت‌های اساسی و منافع ملی کشور در ارتباط با این مسئله حیاتی تمرکز و دقت کنند.



- [1] Torabi Haghighi, A., Sadegh, M., Behrooz-Koohejani, S., Hekmatzadeh, A.A., Karimi, A. and Kløve, B., 2020. The mirage water concept and an index-based approach to quantify causes of hydrological changes in semi-arid regions. *Hydrological Sciences Journal*, 65(2), pp.311-324. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1691728>.
- [2] Torabi Haghighi, A., Mazaheri, M., Amiri, S., Ghadimi, S., Noori, R., Oussalah, M., Gohari, A., Noury, M., Hekmatzadeh, A.A. and Kløve, B., 2023. Water or mirage? Nightmare over dams and hydropower across Iran. *International Journal of Water Resources Development*, pp.1-18. <https://doi.org/10.1080/07900627.2023.2238844>.
- [۳] مظاهری، مهدی و نرجس السادات، عبدالمنافی (۱۳۹۶). «بررسی بحران آب و پیامدهای آن در کشور»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۵۶۰۸.
- [۴] مظاهری، مهدی و نرجس السادات، عبدالمنافی (۱۳۹۵). «بررسی وضعیت سدها و عملکرد سدسازی در کشور»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۵۰۹۲.
- [5] Speckhann, G.A., Kreibich, H. and Merz, B., 2021. Inventory of dams in Germany. *Earth System Science Data*, 13, pp.731-740. <https://doi.org/10.5194/essd-13-731-2021>.
- [6] Mallakpour, I., AghaKouchak, A. and Sadegh, M., 2019. Climate induced changes in the risk of hydrological failure of major dams in California. *Geophysical Research Letters*, 46(4), pp.2130-2139. <https://doi.org/10.1029/2018GL081888>.
- [7] Ho, M., Lall, U., Allaire, M., Devineni, N., Kwon, H.H., Pal, I., Raff, D. and Wegner, D., 2017. The future role of dams in the United States of America. *Water Resources Research*, 53(2), pp.982-998. <https://doi.org/10.1002/2016WR019905>.
- [8] Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A. and Lunn, D., 2014. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy policy*, 69, pp.43-56. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069>.
- [9] Biemans, H., Haddeland, I., Kabat, P., Ludwig, F., Hutjes, R.W.A., Heinke, J., von Bloh, W. and Gerten, D., 2011. Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century. *Water Resources Research*, 47(3). <https://doi.org/10.1029/2009WR008929>.
- [10] International Commission on large Dams (ICOLD). 2020. https://www.icold-cigb.org/GB/world_register/general_synthesis.asp (Accessed: 25th August 2022).
- [11] Vashistha, G., Mungi, N.A., Lang, J.W., Ranjan, V., Dhakate, P.M., Khudsar, F.A. and Kothamasi, D., 2021. Gharial nesting in a reservoir is limited by reduced river flow and by increased bank vegetation. *Scientific Reports*, 11(1), p.4805. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84143-7>.
- [12] Winton, R.S., Calamita, E. and Wehrli, B., 2019. Reviews and syntheses: Dams, water quality and tropical reservoir stratification. *Biogeosciences*, 16(8), pp.1657-1671.
- [13] Poff, N.L., Brown, C.M., Grantham, T.E., Matthews, J.H., Palmer, M.A., Spence, C.M., Wilby, R.L., Haasnoot, M., Mendoza, G.F., Dominique, K.C. and Baeza, A., 2016. Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. *Nature Climate Change*, 6(1), pp.25-34. <https://doi.org/10.1038/nclimate2765>.
- [۱۴] سازمان برنامه‌وبودجه کشور، قانون بودجه سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۴ کل کشور، پیوست شماره یک، اعتبار طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای.
- [۱۵] دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۴۰۱-۱۳۹۴). «بررسی لایحه بودجه کل کشور (بخش آب)».

گزیده سیاستی

بررسی عملکرد برخی از سدهای مهم کشور در حوضه‌های اصلی نشانگر وضعیت نسبتاً نامطلوب این زیرساخت‌های حیاتی در ذخیره آب در طولانی‌مدت و فاصله گرفتن از اهداف پیرامون ایجاد و توسعه آن‌هاست. عبور از این بحران نیازمند تکیه بر راهکارهای مدیریتی و قانونی مؤثر است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir