

چگونگی رفتار و مدیریت مخازن شور و لب شور ایران

کریم شیعی*


چکیده

نقش و اهمیت توسعه منابع آبهای شور و لب شور ایران در آینده کشاورزی و توسعه منطقه‌ای نواحی جنوبی کشور بسیار تعیین کننده خواهد بود. از مجموع ۱۰۰ میلیارد متر مکعب آبدهی سالیانه آبهای سطحی در ایران حدود ۱۱ میلیارد متر مکعب مربوط به آبدهی رودخانه‌هایی می‌شود که مجموع املاح محلول در آنها حداکثر مواقع از ۱۵۰۰ میلیگرم در لیتر بیشتر است. با توجه به رژیم سیلابی رودخانه‌ها در این مناطق، توسعه این منابع بدون احداث سد مخزنی امکان پذیر نمی‌باشد. کیفیت آب مخازن سدها و آب رها شده را پدیده لایه‌ای شدن آب در مخزن تعیین می‌نماید. بنابراین مطالعه چگونگی توزیع شوری و روند آن در این مخازن و چگونگی تجمع نمک بسیار حائز اهمیت است. در این مقاله مطالعه پدیده لایه‌ای شدن آب با استفاده از مدل دینامیکی مخزن تهیه شده بوسیله (شیعی ۱۹۹۱) برای مخزن دوسد بزرگ: سد رئیسعلی دلواری با حجم مخزن ۷۰۰ میلیون متر مکعب در حال ساخت بر روی رودخانه لب شور شاپور در استان بوشهر و سد مخزنی وانبار با حجم مخزنی ۴۱۴ میلیون متر مکعب در حال مطالعه بر روی رودخانه شور آجی چای در استان آذربایجان شرقی نشان داده شده است. نتایج مطالعات حاکی از تعدیل بسیار شوری توسط این مخازن می‌باشد. بطوری که در سد مخزنی رئیسعلی دلواری در فصل تابستان در ماههای تیر و مرداد شوری آب رها شده از سد در مقایسه با شوری آب رودخانه (بدون احداث سد) به میزان ۱۰۶۵ و ۱۰۹۰ میلیگرم در لیتر کاهش می‌یابد. همچنین نقش مخزن سد وانبار در تعدیل میزان شوری آب بسیار در خور توجه و تا ۹۵۵۰ میلیگرم در لیتر در مرداد ماه می‌باشد. در این مطالعات همچنین دو روش مدیریت شوری در مخزن شامل: روش تغییر در سیستم جریان ورودی به مخزن سد (در مورد سد وانبار) و روش تغییر در سیستم خروجی از مخزن (در مورد سد رئیسعلی دلواری) مورد مطالعه قرار گرفته است.

*- کارشناس ارشد مهندسين مشاور یکم و عضو کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی

مقدمه

متوسط جریان سطحی سالیانه در سطح کشور ۸۱ میلیارد متر مکعب می‌باشد که همراه با آبدهی چشمه‌ها و جریان ورودی از مرزها به حدود ۱۰۰ میلیارد متر مکعب بالغ می‌گردد (وزارت نیرو ۱۳۷۲). از رقم اخیر بالغ بر ۱۰/۷۴۴ میلیارد متر مکعب یا حدود ۱۱ درصد کل آبهای جاری کشور مربوط به آبدهی رودخانه‌هایی می‌شود که مجموع املاح آب آنها اکثر مواقع از ۱۵۰۰ میلیگرم در لیتر بیشتر است.

علاوه بر کمیت قابل توجه این منابع پراکندگی آنها نیز در سطح مملکت بسیار حائز اهمیت است. بطوری که اغلب رودخانه‌های شور و پر آب ایران در نواحی جنوب، جنوب غربی و مرکزی کشور واقع شده‌اند و تنها منابع آب جهت توسعه کشاورزی در این مناطق می‌باشد. در شکل شماره ۱ توزیع منابع آبهای شور و لب شور ایران به تفکیک حوزه‌های آبریز نشان داده شده است. از کل این منابع ۷/۵۳۶ میلیارد متر مکعب آب یا حدود ۷۰ درصد در حوزه آبریز خلیج فارس جریان دارد و حوزه‌های آبریز مرکزی با ۱/۵۳۶ میلیارد متر مکعب برابر با ۱۴/۲ درصد منابع آب شور و لب شور در رده دوم قرار می‌گیرد.

با توجه به رژیم سیلابی^۱ رودخانه‌های ایران مخصوصاً در این مناطق، توسعه این منابع بدون احداث سد مخزنی امکان پذیر نمی‌باشد. با احداث سد مخزنی، تغییرات فصلی و سالیانه کیفیت آب این رودخانه‌ها توسط مخزن سدها به میزان زیادی تعدیل گشته و کیفیت آب در مخزن و آب خروجی از سد را پدیده لایه‌ای شدن^۲ آب تعیین می‌نماید. بنابراین مطالعه چگونگی توزیع شوری آب و همچنین روند تغییرات شوری آب و تجمع نمک در این مخازن و بالاخره مطالعه چگونگی رفتار هیدرو دینامیکی این مخازن بسیار حائز اهمیت است. این شناخت ما را قادر می‌سازد که با تمهیداتی که در طراحی اجزاء سد (از جمله نوع، رقوم آبگیرها و ظرفیت سد) صورت می‌گیرد و همچنین مدیریت خاص این مخازن تا حدودی میزان شوری و اثرات زیست محیطی مرتبط با آن را تعدیل سازیم.

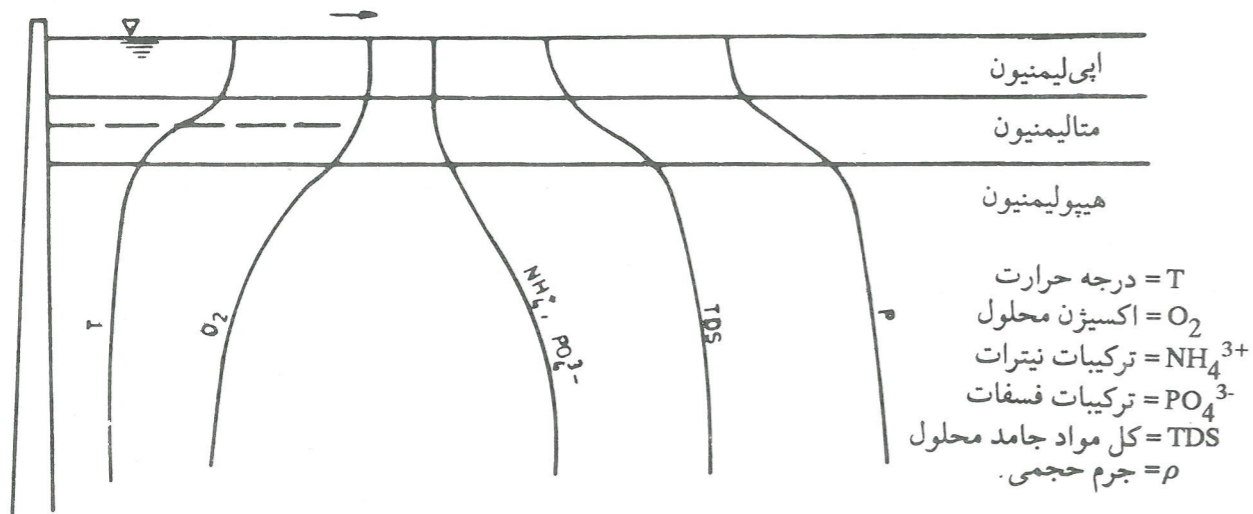
علیرغم ساخت چندین سد بر روی رودخانه‌های لب شور دنیا (از جمله استرالیا، تونس) مطالعه رفتار مخازن شور و لب

شور تاکنون بطور سیستماتیک در مخزن سد ولینگلتن استرالیا صورت گرفته و در طول یک دهه منجر به ساخت و تست یک مدل دینامیکی مخزن گردیده است (ایمپرژر و همکاران ۱۹۷۸، ایمپرژر و پترسون ۱۹۸۱). نظر به پیچیدگی روابط فیزیکی و عوامل متعدد و تأثیرگذار در پدیده لایه‌ای شدن مخازن، این مطالعات تنها با استفاده از مدل ریاضی شبیه‌سازی دینامیکی مخزن میسر خواهد بود. در این مقاله پدیده لایه‌ای شدن آب با استفاده از مدل دینامیکی مخزن تهیه شده توسط (شیعی ۱۹۹۱) و با استفاده از آمار و اطلاعات مربوط به ورودی مخزن، شرایط اقلیمی، مشخصات و ابعاد مخزن و اطلاعات خروجی از مخزن برای دو سد بزرگ کشور که دارای مسئله شوری هستند صورت گرفته است: سد رئیسعلی دلواری با حجم مخزن ۷۰۰ میلیون متر مکعب در حال ساخت بر روی رودخانه لب شور شاپور در جنوب غربی ایران و در استان بوشهر و سد مخزنی وانبار با حجم ۴۱۴ میلیون متر مکعب در حال مطالعه بر روی رودخانه شور آجی چای در شمال غرب ایران و در استان آذربایجان شرقی. در این مقاله ضمن بررسی نتایج شبیه‌سازی مخازن فوق، راه‌حلهای مطالعه شده مدیریت شوری مخزن در هر مورد ارائه گردیده است.

چگونگی رفتار مخازن شور و لب شور

نقش مخازن سدها به عنوان تعدیل کننده تأثیرات وقایع حاد هیدرولوژیکی^۳ از قبیل خشکسالیها، سیلابها و همچنین تأمین کننده آب برای اهداف مختلف از قبیل آبیاری، تولید انرژی برقی و مصارف شرب بر همگان روشن است. مخازن سدها به لحاظ اینکه به عنوان یک تله برای مواد آلی و معدنی آب رودخانه‌ها عمل می‌نمایند و همچنین به لحاظ تعدیل تغییرات فصلی و سالیانه کیفیت آب ورودی به مخزن و لایه‌ای شدن آب در آنها نقش مهمی در کیفیت آب ذخیره شده و رها شده و همچنین ملاحظات زیست محیطی به عهده دارند. در حقیقت تغییرات کیفی و کمی فصلی و سالیانه^۴ آب رودخانه در رژیم طبیعی بوسیله مخزن سد تعدیل گشته و

1- Torrential Regime 2- Stratification
3- Extreme Hydrological Events
4- Temporal Variation

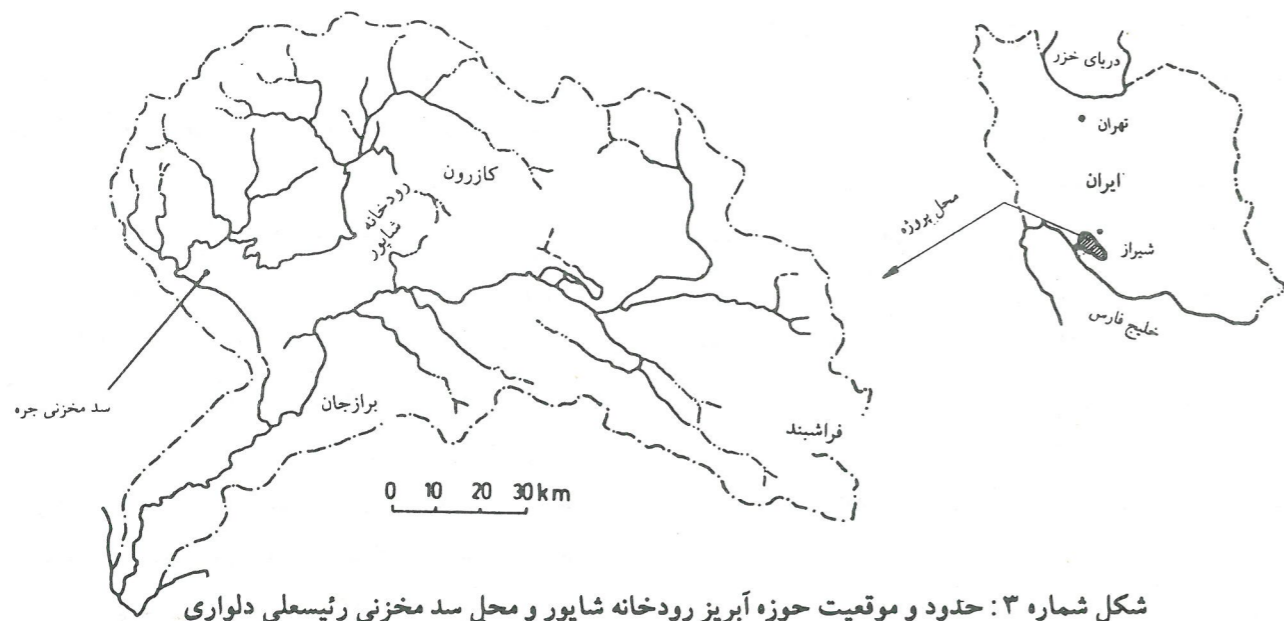


شکل شماره ۲: پروفیل‌های کیفیت آب در یک سیستم لایه‌ای شده

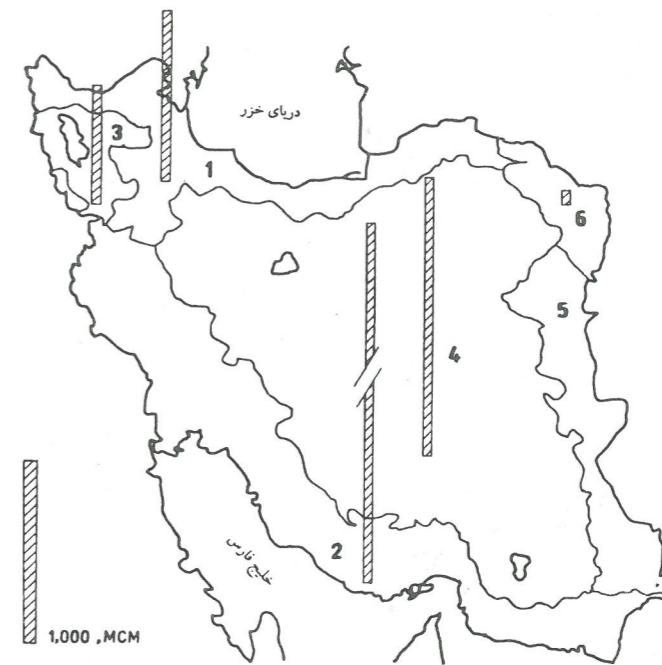
تأمین حدود ۷۵ جیگاوات ساعت الکتریسته از اهداف ثانویه احداث سد مخزنی رئیسعلی دلواری می‌باشد. مشخصه مهم سد رئیسعلی دلواری این است که به عنوان اولین طرح توسعه منابع آبهای لب شور ایران بر روی رودخانه شاپور ساخته خواهد شد که عملیات احداث آن در برنامه اول توسعه شروع گردیده است. نقشه ۳ شماره حدود و موقعیت حوزه آبریز رودخانه شاپور و محل سد مخزنی رئیسعلی دلواری را نشان می‌دهد.

مطالعه پدیده لایه‌ای شدن و کیفیت آب در مخزن سد رئیسعلی دلواری

سد مخزنی رئیسعلی دلواری با ظرفیت مخزن ۷۰۰ میلیون مترمکعب و ظرفیت تنظیم آب برابر با ۴۶۲ میلیون متر مکعب و با ارتفاع ۱۰۲ متر از کف رودخانه بر روی رودخانه لب شور شاپور در نزدیکی دهکده جره بالا در جنوب غربی ایران و در استان بوشهر احداث می‌گردد. تأمین آب کشاورزی در محدوده ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی برازجان شمالی و شبانکاره و کنترل و بهبود شوری آب از اهداف اولیه و کنترل سیلاب و



شکل شماره ۳: حدود و موقعیت حوزه آبریز رودخانه شاپور و محل سد مخزنی رئیسعلی دلواری



نام حوزه آبریز	شماره حوزه آبریز	مساحت حوزه آبریز (KM ²)	منابع آب شور (mcm)	درصد
۱- حوزه آبریز مازندران	۱	۱۷۷۰۰۰	۹۴۲	۸/۸
۲- حوزه آبریز خلیج فارس	۲	۴۳۰۰۰۰	۷۵۳۶	۷۰/۱
۳- حوزه آبریز دریاچه ارومیه	۳	۵۶۰۰۰	۶۵۸	۶/۱
۴- حوزه آبریز مرکزی	۳	۸۳۱۰۰۰	۱۵۲۶	۱۴/۲
۵- حوزه آبریز هامون	۵	۱۰۶۰۰۰		
۶- حوزه آبریز قره‌قوم	۶	۴۴۰۰۰	۸۲	۰/۸
جمع کل		۱/۶۴۴۰۰۰	۱۰۷۴۴	۱۰۰

شکل شماره ۱: توزیع منابع آبهای شور و لب شور ایران به تفکیک حوزه‌های آبریز

یک تغییرات زیاد در جرم حجمی و لایه پایینی هیپولیمنیون^۳ با تغییر جرم حجمی کم. همانطور که در شکل ۲ مشخص می‌گردد آب لایه‌های پایینی مخزن سنگین‌تر، سردتر، شورتر و مغذی‌تر از مواد نیتراسته و فسفات می‌باشد. این شرایط می‌تواند دگرگونی‌هایی را از قبیل کاهش اکسیژن محلول و ایجاد شرایط بیهوازی در بخش هیپولیمنیون باعث گردد، که بدین ترتیب مهمترین تأثیر بر کیفیت آب را بوجود بیاورد. در این مقاله تنها پارامترهای شوری، درجه حرارت و جرم حجمی آب مورد بحث و مدل گردیده‌اند.

کیفیت آب را پدیده لایه‌ای شدن آب در مخزن تعیین می‌نماید. این پدیده در اثر اختلاف در جرم حجمی بین آب ورودی و آب مخزن که آن هم متأثر از اختلاف در درجه حرارت، شوری و مواد معلق می‌باشد پدید می‌آید. پدیده لایه‌ای شدن آب در مخازن با عمق بیشتر از ۱۰ متر و زمان محبوس شدن طولانی آب حادث می‌گردد. در یک مخزن مطبق یا لایه‌ای شده پروفیل‌های کیفیت آب به شرح شکل شماره ۲ تشکیل می‌گردد.

در یک مخزن لایه‌ای شده سه لایه متمایز با خصوصیات متفاوت مشخص است. لایه بالایی اپی‌لیمنیون^۱ که کاملاً اختلاط در آن صورت گرفته، لایه میانی متالیمنیون^۲ مشخصاً با

1- Epilimnion

2- Metalimnion

3- Hypolimnion

پدیده لایه‌ای شدن آب در مخزن سد رئیسه‌لی دلواری توسط مدل دینامیکی ساخته شده توسط (شیعتی ۱۹۹۱) مطالعه و مورد بررسی قرار گرفته است. جهت مدل دینامیکی مخزن سد رئیسه‌لی دلواری از اطلاعات جریان ورودی مخزن شامل آبدهی، میزان شوری و درجه حرارت آب و اطلاعات خروجی از مخزن شامل کلیه نیازها و همچنین اطلاعات هواشناسی شامل درجه حرارت هوا، بارندگی، فشار بخار هوا، میزان تشعشع، سرعت باد، شدت آفتاب و همچنین اطلاعات مربوط به ژئومتری سد رئیسه‌لی دلواری شامل ترازهای سرریز و آبگیرها و همچنین رابطه سطح، حجم و ارتفاع مخزن استفاده شده است. جهت مدل دینامیکی مخزن از آمار روزانه و دوره‌های معرف مختلف استفاده گردیده است. در شکل شماره ۴ لایه‌بندی حرارتی، شوری و جرم حجمی آب در مخزن سد رئیسه‌لی دلواری در طول سال ۱۹۸۲ (۱۳۶۱) نشان داده شده است. بطوری که در این شکل نشان داده شده است، مخزن سد رئیسه‌لی دلواری دارای لایه‌بندی شدید حرارتی و شوری می‌باشد.

حرارت بالای منطقه و متوسط سالانه ۳۲۴۰ ساعت آفتابی در منطقه، لایه‌بندی حرارتی شدیدی در مخزن سد رئیسه‌لی دلواری بوجود آورده است. در زمستان (شبه‌سازی از روز اول ماه ژانویه برابر با ۱۱ دیماه شروع گردیده است) سرد شدن آب لایه‌های سطحی مخزن و به تبع آن سنگین شدن آن سبب نفوذ به آب لایه‌های پایین‌تر می‌شود که به خاطر این اختلاط عمودی، مخزن به صورت یکنواخت^۱ در می‌آید. لایه‌بندی از حدود روز شصتم یعنی از اواسط اسفندماه به لحاظ افزایش تشعشع و گرم شدن آب لایه‌های بالایی شروع می‌شود و در خرداد، تیر و مرداد به حداکثر خود می‌رسد. در این ماهها یک گرادیان حرارتی حدود ۲۰ درجه سانتیگراد در مخزن وجود دارد. گرادیان حرارتی از اوائل پاییز به لحاظ کاهش تشعشع و سرد شدن تدریجی آب لایه‌های بالایی کاهش پیدا کرده و پایداری لایه‌بندی با افزایش عمق لایه بالایی، به کمک جریان باد، کم می‌شود و بالاخره در آذر ماه چرخش آب^۲ در مخزن صورت می‌گیرد و مخزن مجدداً به صورت یکنواخت در می‌آید. این سیکل هر سال به همین طریق تکرار می‌شود.

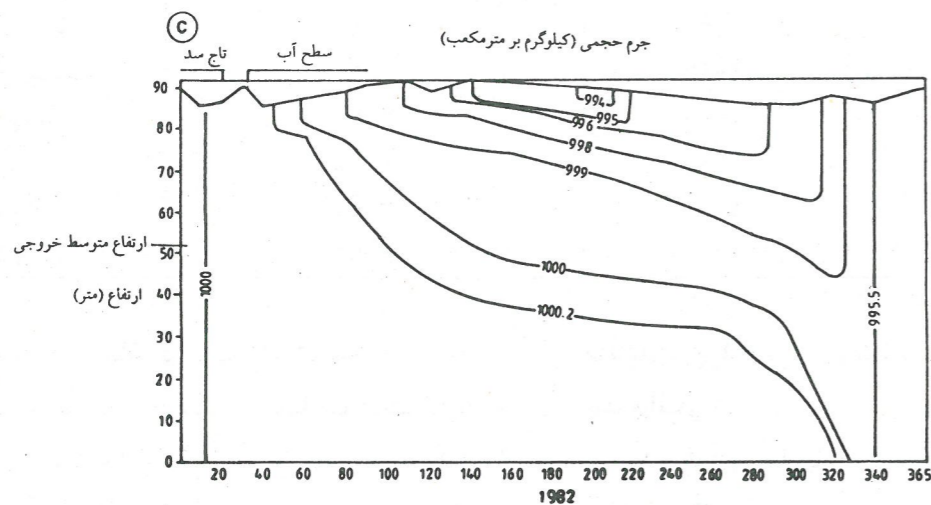
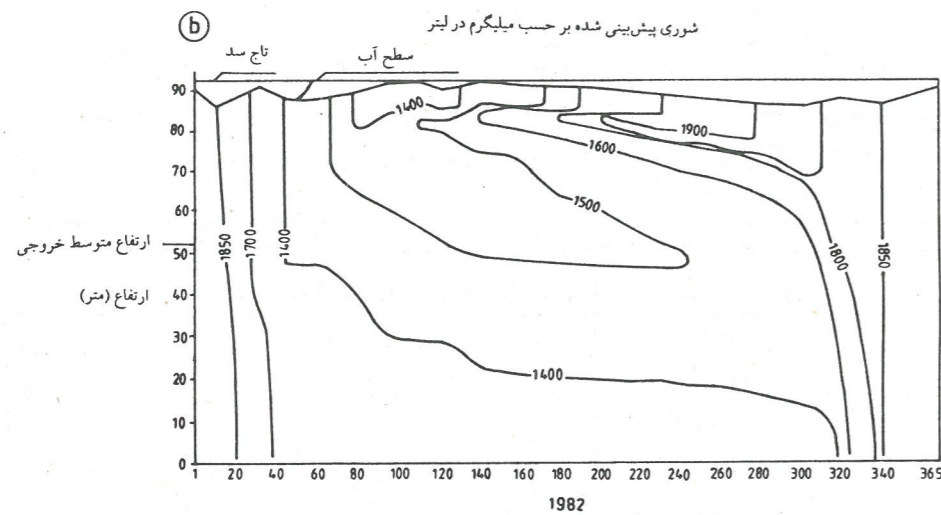
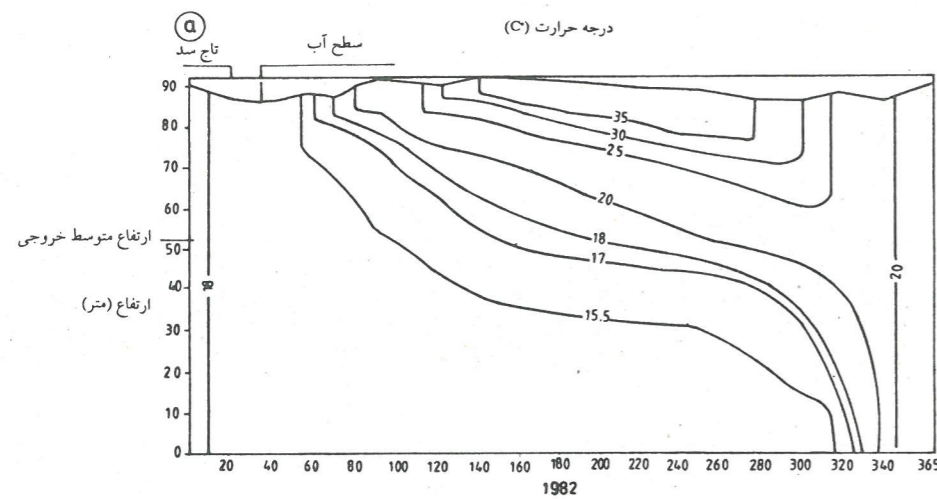
شکل شماره ۴ همچنین وجود لایه‌بندی نمک را در مخزن سد رئیسه‌لی دلواری نشان می‌دهد. وجود لایه‌بندی قوی در تابستان باعث می‌گردد که جریان ورودی آب تابستانه که اکثراً شور می‌باشد در لایه بالایی (اپی‌لیمنیون) وارد شده و تا چرخش آب در پاییز همانجا باقی بماند. از این پدیده منحصر به فرد می‌توان در مدیریت شوری مخزن استفاده نمود.

همانطور که شکل شماره ۴ نشان می‌دهد تغییرات جرم حجمی آب مخزن در فصل تابستان به $1000/2 - 994$ کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسد که حاکی از لایه‌ای بودن شدید آب در مخزن سد رئیسه‌لی می‌باشد.

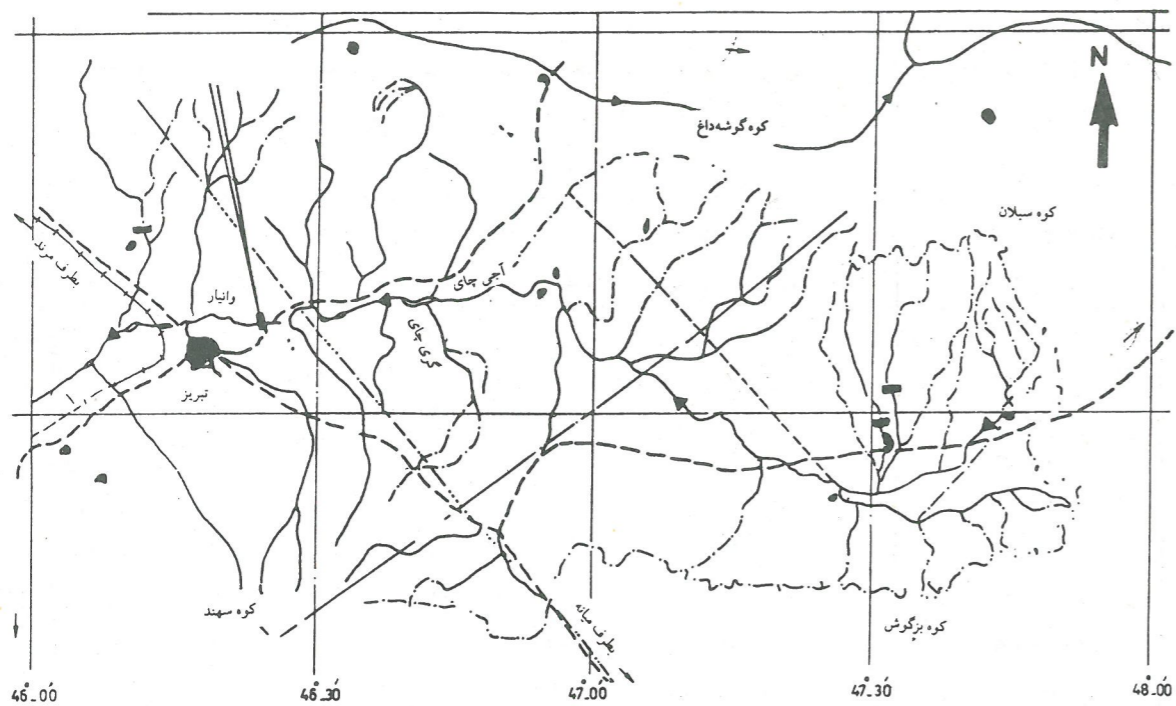
کیفیت آب مخزن سد رئیسه‌لی دلواری

با توجه به پدیده شدید لایه‌ای شدن آب مخزن، فرض اختلاط کامل مخزن کاملاً اشتباه و غیرواقعی می‌باشد و تعیین کیفیت آب مخزن و آب خروجی تنها با استفاده از مدل دینامیکی مخزن میسر خواهد بود. به منظور بررسی و چگونگی روند تغییرات کیفیت آب مخزن، از آمار بلندمدت ۲۹ ساله (۶۹-۱۳۴۱) استفاده گردیده است. نتایج شبیه‌سازیها در شکل شماره ۵ (نمودار تغییرات شوری آب مخزن) و جدول شماره ۱ (متوسط شوری ماهیانه آب رها شده از مخزن) آورده شده است. همچنین در این نمودار و جدول، شوری آب رودخانه شاپور در رژیم طبیعی (بدون احداث سد) با شوری آب رها شده از سد رئیسه‌لی دلواری مقایسه گردیده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، آب رودخانه شاپور در رژیم طبیعی و بدون احداث سد از شوری بالایی برخوردار می‌باشد بطوری که استفاده از آب رودخانه در فصل تابستان محدودیت شدیدی را از نظر شوری در کشاورزی ایجاد می‌نماید. با احداث سد مخزنی رئیسه‌لی دلواری شوری آب به مقدار زیادی توسط مخزن تعدیل گشته به طوری که در فصل تابستان در ماههای تیر و مرداد شوری آب رها شده از سد در مقایسه با شوری آب رودخانه (بدون احداث سد) به میزان ۱۰۶۵ و ۱۰۹۰ میلیگرم در لیتر کاهش می‌یابد. این کاهش شوری تأثیر به‌سزایی در کاهش شوری

1- Homogeneous 2- Turn Over



شکل ۴- لایه‌بندی حرارتی، شوری و دانسیته آب در مخزن سد رئیسه‌لی دلواری

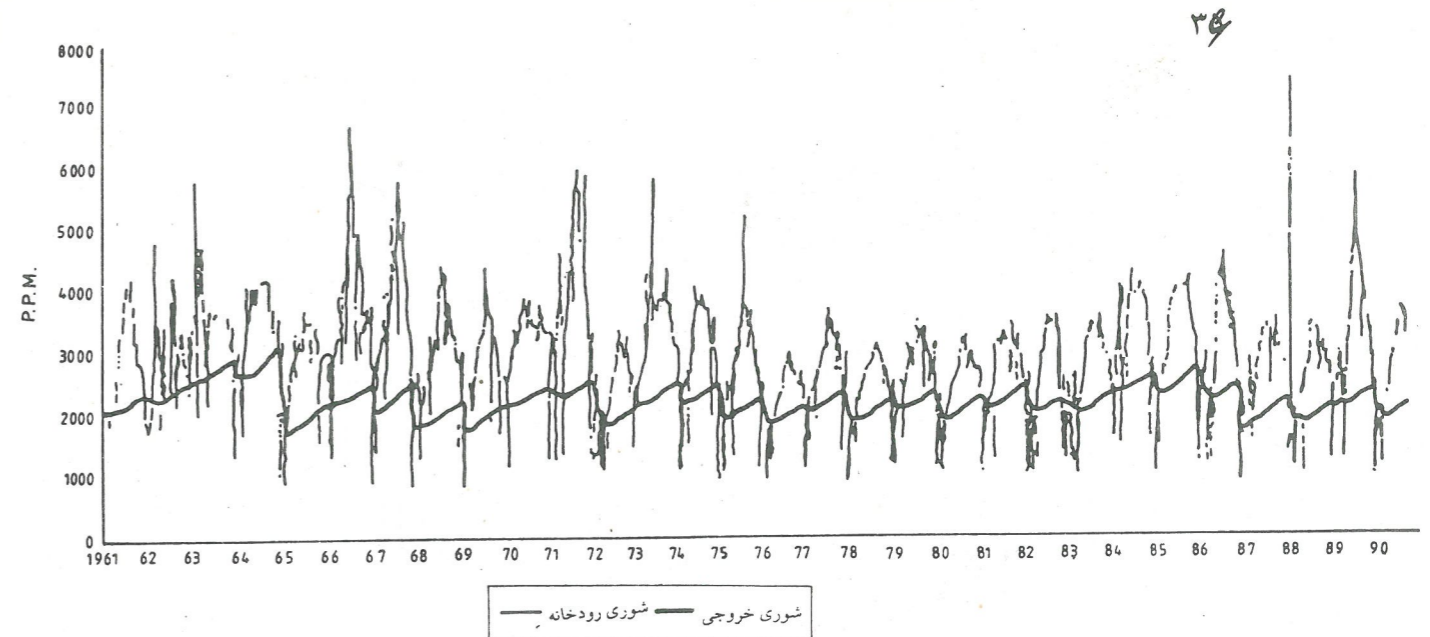


شکل شماره ۶: حدود و موقعیت آبریز رودخانه آجی‌چای و محل سد مخزنی وانبار

برنامه شبیه‌سازی مخزن وانبار برای دوره آماری معرف ۷۰-۱۳۵۹ صورت گرفته است. نتایج محاسبات شبیه‌سازی مخزن در شکل شماره ۷ و جدول شماره ۲ آورده شده است. در شکل شماره ۷ شوری متوسط آب مخزن وانبار، تغییرات حجم مخزن و بالاخره شوری آب رودخانه آجی‌چای در رژیم طبیعی (بدون احداث سد) نشان داده شده است. همانطور که در این نمودار نشان داده شده نقش مخزن سد وانبار در تعدیل میزان شوری بسیار در خور توجه است. میزان این تأثیرات در کاهش و یا افزایش شوری آب رودخانه آجی‌چای در جدول شماره ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود آب رودخانه آجی‌چای در رژیم طبیعی و بدون احداث سد از شوری بسیار بالایی برخوردار می‌باشد بطوری که استفاده از آب رودخانه تنها در ۳ ماه از سال (اسفند لغایت اردیبهشت ماه) امکان‌پذیر بوده و در بقیه اوقات سال این شوری محدودیت شدیدی را از نظر کشاورزی ایجاد می‌نماید. با احداث سد وانبار شوری آب به مقدار زیادی توسط مخزن تعدیل گشته بطوری که در ماه‌های تابستان این کاهش شوری بسیار چشمگیر و تا ۹۵۵۷ میلیگرم در لیتر در مرداد ماه خواهد رسید. به عبارت دیگر توسعه کامل رودخانه آجی‌چای بدون احداث در مخزن وانبار امکان‌پذیر نمی‌باشد.

آذربایجان شرقی احداث می‌گردد. تأمین آب کشاورزی در محدوده ۴۰۰۰۰ هکتاری دشت تبریز و کنترل و بهبود شوری آب از اهداف طرح می‌باشد. سد وانبار از جمله سدهایی است که در برنامه دوم توسعه عملیات احداث آن شروع خواهد گردید و مهمترین پروژه توسعه منابع آبهای شور و لب شور کشور در برنامه دوم توسعه می‌باشد. شکل شماره ۶ حدود و موقعیت حوزه آبریز رودخانه آجی‌چای و محل سد مخزنی وانبار را نشان می‌دهد.

پدیده لایه‌ای شدن آب در مخزن سد وانبار، کیفیت آب مخزن و آب رها شده توسط مدل دینامیکی مخزن (شیعتی ۱۹۹۱) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است (آشناب ا. سی. ای ۱۳۷۳). جهت مدل دینامیکی مخزن سد وانبار از اطلاعات روزانه جریان ورودی و خروجی مخزن شامل آبدهی، میزان شوری و درجه حرارت آب و کلیه نیازها استفاده گردید. همچنین به علت عدم دستیابی به اطلاعات روزانه، از اطلاعات ماهیانه هواشناسی استفاده گردیده است. این مطالعات با توجه به رقوم پیشنهادی مهندسی مشاور آشناب ا. سی. ای (۱۳۷۳) برای حجم مخزن سد وانبار* (1500.5 m.a.l.s) و برنامه نیاز کشاورزی برابر با ۲۳۵ میلیون مترمکعب صورت گرفته است.



شکل شماره ۵: تغییرات مقایسه‌ای شوری آب رها شده از سد رئیسعلی یا شوری آب رودخانه در رژیم طبیعی (بدون احداث سد)

جدول شماره ۱: مقایسه شوری ماهیانه آب رودخانه شاپور در رژیم طبیعی با آب رها شده از سد رئیسعلی دلواری (دوره آماری ۱۳۶۹ - ۱۳۴۰) میلیگرم در لیتر

ماه	شوری آب رودخانه شاپور درایستگاه جره بالا در رژیم طبیعی (بدون احداث سد)	شوری آب رها شده از سد رئیسعلی دلواری	بهبود (+) و افزایش (-) شوری
مهر	۳۰۰۰	۲۴۴۷	+۵۵۳
آبان	۳۵۳۵	۲۴۱۵	+۱۲۰
آذر	۱۹۲۵	۱۸۴۰	+۸۵
دی	۱۸۹۰	۱۹۳۷	-۴۷
بهمن	۱۷۹۵	۱۹۲۸	-۱۳۳
اسفند	۲۰۷۰	۲۰۶۰	+۱۰
فروردین	۲۱۹۵	۲۰۶۰	+۱۳۵
اردیبهشت	۲۵۱۰	۲۰۶۷	+۴۴۳
خرداد	۲۸۹۰	۲۰۸۰	+۸۱۰
تیر	۳۱۶۵	۲۱۰۰	+۱۰۶۵
مرداد	۳۲۷۰	۲۱۸۰	+۱۰۹۰
شهریور	۳۰۹۵	۲۲۲۰	+۸۷۵

مطالعه پدیده لایه‌ای شدن و کیفیت آب در مخزن سد وانبار

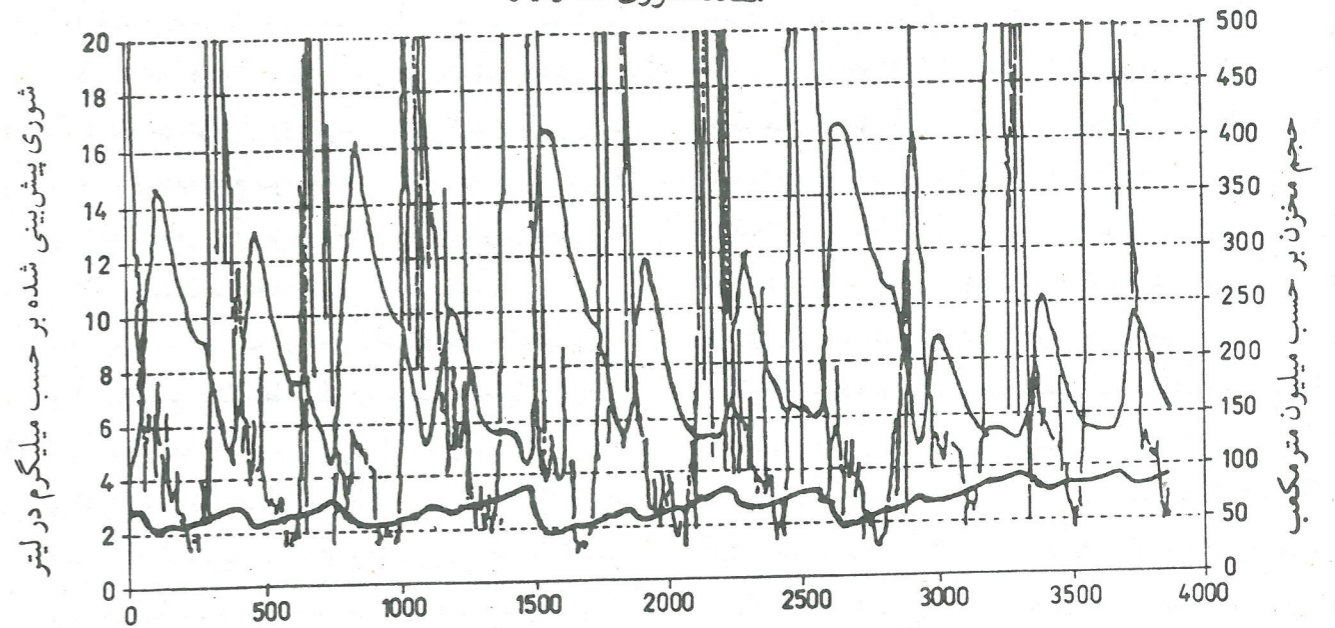
سد مخزنی وانبار با ظرفیت مخزن ۴۱۴ میلیون متر مکعب و با ارتفاع ۳۳ متر از کف رودخانه بر روی رودخانه آجی‌چای در نزدیکی دهکده وانبار در شمال غربی ایران در استان

آب و خاک منطقه، عملکرد محصول، توسعه اقتصادی و اجتماعی منطقه خواهد داشت. به عبارت دیگر توسعه رودخانه شاپور بدون احداث سد مخزنی رئیسعلی دلواری با توجه به شوری آب امکان‌پذیر نبوده و نقش تنظیم آب و نمک رودخانه توسط سد از جنبه‌های مثبت محسوب می‌گردد.

جدول شماره ۲: مقایسه شوری ماهیانه آب رودخانه آجی چای در رژیم طبیعی با آب رها شده از سد وانیار (دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۵۹) میلیگرم در لیتر

ماه	شوری آب رودخانه آجی چای ایستگاه وانیار جزء در رژیم طبیعی (بدون احداث سد) [۲]	شوری آب رها شده از سد وانیار	بهبود (+) و افزایش (-) شوری
مهر	۷۳۲۳	۲۶۷۴	+۴۶۴۹
آبان	۴۸۷۸	۲۷۵۴	+۲۱۲۴
آذر	۴۵۴۷	۲۸۸۹	+۱۶۵۸
دی	۳۹۱۰	۳۰۰۷	+۹۰۳
بهمن	۳۳۶۲	۳۱۲۱	+۲۴۱
اسفند	۲۵۸۶	۳۱۴۶	-۵۶۰
فروردین	۱۸۳۰	۲۸۶۶	-۱۰۳۶
اردیبهشت	۱۶۳۲	۲۵۰۰	-۸۶۸
خرداد	۲۶۴۹	۲۴۶۱	+۱۸۸
تیر	۶۳۸۳	۲۵۸۰	+۳۸۰۳
مرداد	۱۲۱۸۳	۲۶۲۶	+۹۵۵۷
شهریور	۹۳۳۲	۲۶۹۲	+۶۶۴۰

مطالعه شوری سد وانیار



روزهای شبیه سازی شده

شوری آجی چای شوری مخزن حجم مخزن

شکل شماره ۷: تغییرات مقایسه ای شوری آب مخزن سد وانیار با شوری آب رودخانه در رژیم طبیعی (بدون احداث سد)

مدیریت مخازن شور و لب شور

ارقام مربوط به شوری ذکر شده در مورد سدهای رئیسعلی دلواری و وانیار مربوط به شوری پایه^۱ بدون در نظر گرفتن هیچگونه اعمال مدیریت شوری می باشد. در صورتی که با مدیریت این مخازن می توان شوری آب رها شده از سد را تا حدودی بهبود بخشید. از میان عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار در پدیده لایه ای شدن مخزن (جریان ورودی و خروجی از مخزن، اقلیم و ژئومتری مخزن)، ما تنها قادر به تغییراتی در فاکتور ورودی و خروجی از سد خواهیم بود و تغییر در اقلیم منطقه خارج از دسترس می باشد.

بطور کلی طرحهای مدیریت مخازن شور و لب شور به دو دسته تقسیم می گردند:

الف: کنترل جریان ورودی به مخزن^۲ قبل از اختلاط این جریانها در مخزن توسط طرحهایی نظیر انحراف آب قسمتی از جریان ورودی به پایین دست مخزن

ب: کنترل شوری آب داخل مخزن توسط آبیگری از ترازهای مختلف و یا تخلیه قسمتهای شور مخزن^۳

از جمله طرحهای گزینه اول، طرح جداسازی آبهای شور و شیرین در مورد سد مخزنی وانیار مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین ترتیب که کلیه ورودی رودخانه آجی چای در ماههای کم آب و با کیفیت خیلی شور یعنی ماههای تیر لغایت آذر ماه توسط لوله به پایین دست سد انحرافی شهید کسایی انتقال داده می شود. مقایسه نتایج شبیه سازی مخزن در این گزینه با گزینه بدون انحراف (شکل شماره ۷) در شکل شماره ۸ و جدول شماره ۳ آورده شده است. با انجام گزینه فوق شوری مخزن بطور محسوسی بهبود می یابد که همانطور که در جدول شماره ۳ آورده شده میزان متوسط ماهیانه کاهش شوری آب مخزن در دوره شبیه سازی (۷۰-۱۳۵۹) برابر ۵۰۸-۱۴۱ میلیگرم در لیتر در ماههای مختلف سال محاسبه گردیده است.

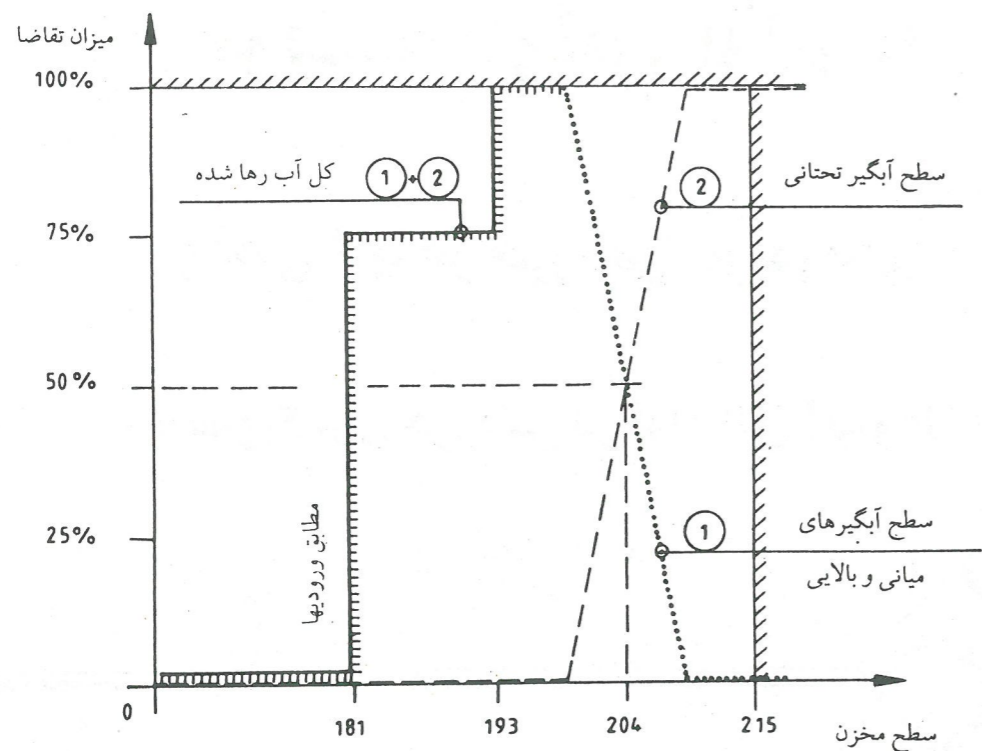
از جمله طرحهای مربوط به گزینه دوم طرح مدیریت شوری با توجه به آبیگری از مخزن در تراز، حجم و زمان بهینه می باشد. در حقیقت در این دسته از طرحهای مدیریتی، میزان تغییرات فصلی آب مخزن را با توجه به تعداد، تراز آبیگری و طراحی منحنی فرمان سد برای بهترین کیفیت آب کاهش می دهیم. همانطور که در شکل ۵ آورده شده است، تغییرات

شوری در مخزن سد رئیسعلی در طول سال بین ۱۶۰۰۴ تا ۲۶۰۰ میلیگرم در لیتر متغیر بوده و بنابراین کیفیت آب خروجی بستگی تام به اینکه آبیگری از چه ترازوی صورت گیرد، دارد. نتایج مطالعه گزینه فوق در مورد سد رئیسعلی دلواری شامل طراحی آبیگری در سه تراز معین (ترازهای ۱۷۵، ۱۹۰، ۲۰۵ - ۲۰۰ از سطح آزاد دریا) می باشد که به همراه آبیگر تحتانی (تراز ۱۳۸ از سطح آزاد دریا) مناسب ترین گزینه رهاسازی آب را به منظور کنترل شوری آب آبیاری و هم جلوگیری از تجمع نمک در مخزن در طول سالهای بهره برداری به عمل می آورند. شکل شماره ۹ رهاسازی آب آبیاری توسط آبیگرهای مختلف با توجه به رقوم سطح تراز آب مخزن سد رئیسعلی را با توجه به نتایج مدل شبیه سازی مخزن نشان می دهد.

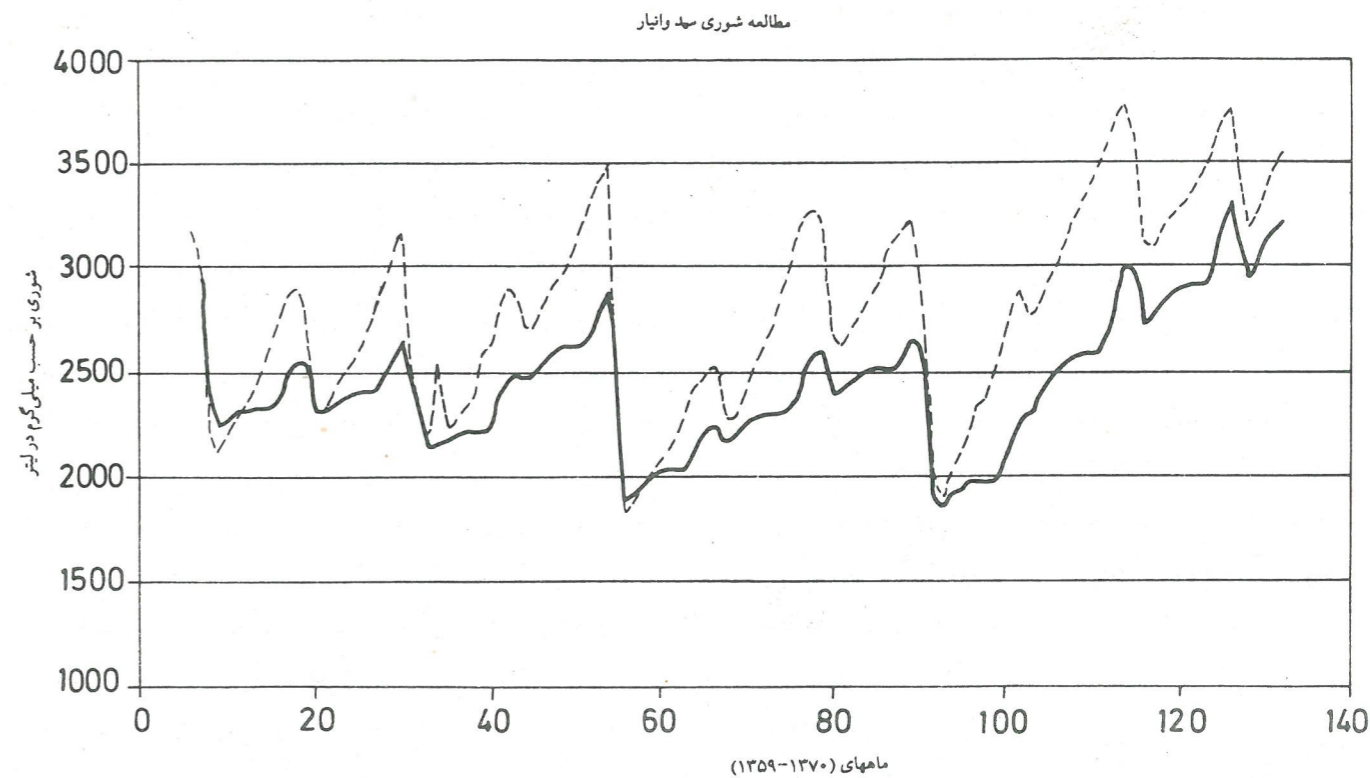
نتیجه گیری

با توجه به ۱۱ میلیارد مترمکعب حجم سالیانه حجم آبهای سطحی شور و لب شور کشور نقش این آبها در توسعه منطقه ای غیرقابل انکار می باشد. توسعه این منابع با احداث سدهای مخزنی میسر است. بواسطه پیچیدگی روابط و پدیده های مختلفی که باعث پدیده لایه ای شدن آب مخازن می گردند، تعیین کیفیت آب مخزن و آب رها شده از آن تنها با استفاده از مدل های دینامیکی شبیه سازی مخزن میسر است و فرض اختلاط کامل در این مخازن غلط و غیرواقعی است. نتایج شبیه سازی مخازن سدهای رئیسعلی دلواری و وانیار نشان می دهد که با احداث این سدها شوری آب به میزان زیادی تعدیل می گردد و توسعه این منابع تنها با احداث سدهای مذکور میسر است. در سد رئیسعلی دلواری متوسط شوری ماهیانه (بدون اعمال مدیریت شوری) در تابستان تا ۱۰۹۵ میلیگرم در لیتر و در مورد سد وانیار تا ۹۵۵۰ میلیگرم در لیتر کاهش یافته است. نقش روشهای مدیریت شوری در کاهش شوری آب و طراحی بهترین منحنی فرمان سد در زمان بهره برداری برای سدهای شور و لب شور بسیار ضروری است.

1- Base Salinity
2- Inflow Manupulation
3- Outflow Manupulation



شکل شماره ۹: ترتیب رهاسازی آب آبیاری از آبگیرهای سد رئیسه‌لی دلواری



شکل شماره ۸: تغییرات مقایسه‌ای شوری آب رها شده از مخزن سد وانبار در گزینه‌های با انحراف آب و بدون انحراف آب شور

جدول شماره ۳: مقایسه شوری آب رها شده از مخزن سد وانبار در گزینه‌های با انحراف آب و بدون انحراف آب شور (دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۵۹) میلی‌گرم در لیتر

ماه	شوری بدون اجرای طرح انحراف	شوری با اجرای طرح انحراف	بهبود (+) و افزایش (-)
مهر	۲۶۷۴	۲۴۳۸	+۲۳۶
آبان	۲۷۵۴	۲۴۳۸	+۳۱۶
آذر	۲۸۸۹	۲۴۳۳	+۴۵۶
دی	۳۰۰۷	۲۴۹۹	+۵۰۸
بهمن	۳۱۲۱	۲۶۳۵	+۴۸۶
اسفند	۳۱۴۶	۲۷۱۱	+۴۳۵
فروردین	۲۸۶۶	۲۵۹۲	+۲۷۴
اردیبهشت	۲۵۰۰	۲۳۵۹	+۱۴۱
خرداد	۲۴۶۱	۲۳۴۱	+۱۲۰
تیر	۲۵۸۰	۲۳۹۶	+۱۸۴
مرداد	۲۶۲۶	۲۴۳۱	+۱۹۵
شهریور	۲۶۹۲	۲۴۵۹	+۲۳۳

قدردانی

این مقاله حاوی بخشی از نتایج طرح تحقیقاتی شورای تحقیقات آب وزارت نیرو به شماره ۲۵۶۹/۵۰۰ مورخ ۱۳۷۳/۶/۲۹ می‌باشد که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

مراجع:

- ۱- وزارت نیرو، معاونت امور آب، دفتر برنامه‌ریزی، "آب جلوه‌گاه حیات" ۱۳۷۲
- ۲- مهندسین مشاور آشناب - ا. سی. ای، "مطالعات سد مخزنی آجی چای" گزارش هیدرولوژی و منابع آب ۱۳۷۳
- 3- Imberger, J., Patterson, J. C., Hebbert, R.H.B., and Loh, I., 1978. "Dynamics of reservoir of medium size". J. Hydraul. Div., ASCE, 104: 725-743.
- 4- Imberger J., and Patterson, J. C., 1981. "A dynamic Transport Models for Inland and Coastal Waters, Academic Press, Inc. NewYork, 310-361"
- 5- Shiati, K. 1991. "Salinity management in river modelling and management of the salt-affected Jarreh Reservoir (IRAN). Doctoral Thesis, Wageningen University, The Netherlands.