دوازدهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه
۴ الی ۶ بهمن ۱۴۰۰
دانشگاه شهید چمران اهواز

بررسی تأثیر همزمان مدیریت سازه‌ای (احداث بند خاکی مارد) و مدیریت غیرسازه‌ای (رهاسازی‌های موجی آب از سدهای دز و گتوند و عملکرد ایستگاه پمپاژ مارد) بر وضعیت شوری انتهای رودخانه کارون و رودخانه بهمنشیر طی خشکسالی ۱۴۰۰

فرهاد ایزدجو[۱]، مصطفی معصومی[۲]، غلامحسین کریمی[۳]*، عارف وائلی[۴] ، اردشیر کلانی[۵]

۱- مدیر عامل سازمان آب و برق خوزستان، FarhadIzadjoo@kwpa.ir
۲- مدیریت رصدخانه آب و انرژی، سازمان آب و برق خوزستان، Masoumi.m@kwpa.ir
*۳- نویسنده رابط: رصدخانه آب و انرژی، سازمان آب و برق خوزستان، Karimi.g@kwpa.ir
۴- رصدخانه آب و انرژی، سازمان آب و برق خوزستان، Vaeli.a@kwpa.ir
۵- رصدخانه آب و انرژی، سازمان آب و برق خوزستان، Kalani.a@kwpa.ir

چکیده

وقوع خشکسالی کم سابقه در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و همزمان افزایش مصارف و برداشت بی‌رویه آب از رودخانه‌های استان خوزستان بویژه در نیمه دوم سال آبی برای کشت شلتوک باعث شد مقدار آب رسیده به انتهای رودخانه‌ها به شدت کاهش یابد. در این شرایط، با احداث بند خاکی موقت در پائین‌دست ایستگاه پمپاژ مارد در رودخانه کارون و همزمان رهاسازی‌های موجیِ متعدد از سدهای دز و گتوند به همراه مانور عملیاتی ایستگاه پمپاژ مارد، سعی شد هم از نفوذ آب شور دریا در هنگام مد به بالادست جلوگیری شود، هم از افت تراز آب در مخزنِ ایجاد شده در بالادست بند خاکی و افزایش شوری آن در اثر تغذیه از آب زیرزمینی ممانعت به عمل آید و هم شوری رودخانه بهمنشیر مدیریت گردد. در این مقاله تأثیر مدیریت همزمان سازه‌ای و غیرسازه-ای مذکور بر کنترل شوری رودخانه کارون در محدوده پائین دست اهواز تا بند مارد و رودخانه بهمنشیر در بازه زمانی پس از احداث بند خاکی موقت مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، رهاسازی موجی، مدیریت مصارف، مدیریت شوری رودخانه، بند خاکی، تغذیه از آب زیرزمینی

مقدمه

کاهش معنی‌دار بارش در زمستان ۱۳۹۹ در مقایسه با بارش نرمال و بارش سال قبل و علی‌رغم وقوع بارش‌های مناسب در آذر ماه همان سال، حاکی از وقوع خشکسالی در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بود که به تدریج و با سپری شدن زمستان و عدم وقوع بارش‌های مؤثر، عدم قطعیت دروقوع خشکسالی بیشتر رنگ واقعیت به خود گرفت و هشداری جدی بر وقوع خشکسالی شدید و کم سابقه در اکثر حوضه-های آبریز منتهی به استان خوزستان بود. در این شرایط و از بهمن ماه سال ۱۳۹۹ نشست‌ها و جلسات تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی آمادگی برای مدیریت خشکسالی بویژه برای نیمه دوم سال آبی توسط کارشناسان منابع آب سازمان آب و برق آغاز شد. آنچه که این خشکسالی را از خشکسالی سال‌های پیش متفاوت می‌کرد، وقوع آن در اکثر حوضه‌های آبریز از یک طرف و انتظارات ایجاد شده پس از سیلاب فروردین ۹۸ از طرف دیگر بود که باعث افزایش برداشت آب از رودخانه‌ها و افزایش مصارف ناشی از گسترش کشت تابستانه بویژه کشت شلتوک در حاشیه رودخانه‌های استان گردید. مطابق آمار اعلام شده سطح زیر کشت شلتوک از ۷۰ هزار هکتار در سالهای گذشته به حدود ۲۰۰ هزار هکتار در سال ۱۳۹۸ رسیده بود.

مطابق درس‌آموخته‌های سالهای گذشته، یکی از اقدامات قابل انجام جهت مدیریت و کنترل شوری در منطقه مارد و بهمنشیر که در اثر کاهش دبی رودخانه کارون و نفوذ آب شور دریا به بالادست حادث می‌شود، ساخت بند خاکی در پائین‌دست ایستگاه پمپاژ مارد است که احداث آن در اواخر زمستان ۱۳۹۹ در دستور کار سازمان آب و برق خوزستان قرار گرفت. با ساخت این بند ارتباط رودخانه کارون و خلیج فارس قطع و از نفوذ آب شور دریا به بالادست رودخانه در اثر مد جلوگیری می‌شود. در شرایط عادی هرچه دبی رودخانه کاهش یابد، پیشروی آب دریا به بالادست بیشتر خواهد بود.

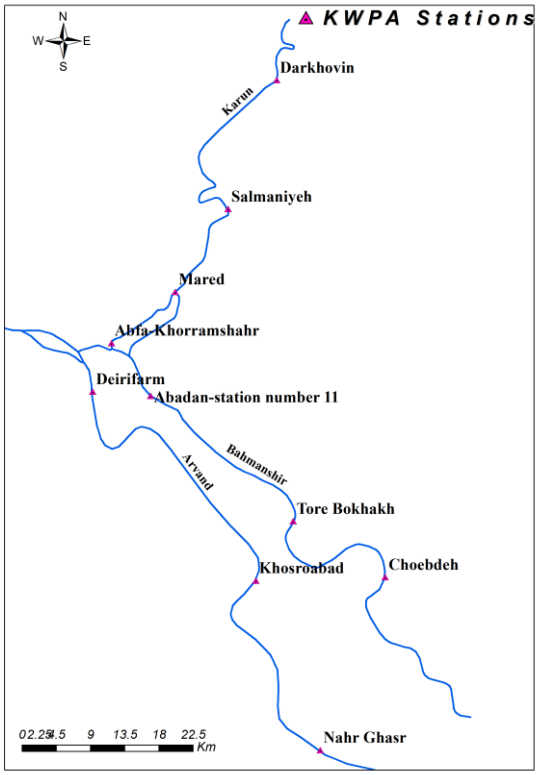
طبق تجربه خشکسالی سال ۹۷-۹۶، مهمترین ریسک ناشی از احداث بند خاکی عبارتست از کاهش تراز سطح آب در مخزن بالادست بند خاکی، که باعث می‌شود رودخانه کارون حالت زهکش پیدا نموده و از آب زیرزمینی بسیار شور در حاشیه رودخانه تغذیه گردد. در این شرایط چنانچه میزان مصارف شامل برداشت‌های مجاز و غیرمجاز از مخزن مارد و بویژه برداشت ایستگاه پمپاژ مارد که تأمین کننده آب شیرین رودخانه بهمنشیر از طریق کانال مارد است، بیشتر از جریان ورودی به مخزن باشد، افت تراز سطح آب بیشتر خواهد بود. از طرف دیگر با کاهش برداشت ایستگاه پمپاژ مارد و کاهش تزریق آب به رودخانه بهمنشیر، شوری آن افزایش خواهد یافت. لذا مدیریت غیرسازه‌ای و کنترل شوری آب در این منطقه و متعاقباً رودخانه بهمنشیر، عمدتاً از طریق عوامل زیر صورت می‌گیرد:

- دبی، زمان تداوم و فاصله موج‌های رهاسازی شده از سدهای دز و گتوند در بالادست
- کنترل مصارف و برداشت‌ها در طول مسیر
- عملکرد ایستگاه پمپاژ مارد
- ممانعت از برگشت زه‌آب و مدیریت آب برگشتی به رودخانه

در مقاله حاضر سعی شده است از طریق تحلیل نمودار تغییرات دبی، تراز و شوری در نقاط و ایستگاه‌های کنترلی، موارد فوق‌الذکر بررسی و تحلیل گردد.

مواد و روشها

از سال ۱۳۸۵ سازمان آب و برق خوزستان اقدام به احداث شبکه پایش آنلاین کیفی بر روی رودخانه کارون و دز نمود. شبکه پایش کیفی فوق مجدداً در سال ۱۳۹۵ مورد بازنگری قرار گرفت و تجهیزات آن بهنگام شد. در شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های شبکه پایش پایین-دست رودخانه کارون نشان داده شده است [۱].



شکل۱- موقعیت ایستگاه های پایش کیفی پایین‌دست رودخانه کارون

هم اکنون ۱۰ ایستگاه پایش کیفی وضعیت شوری و عمق آب را در رودخانه کارون در پایین‌دست شهر اهواز به صورت آنلاین و ساعتی اندازه‌گیری می‌کنند. از این ۱۰ ایستگاه، ۷ ایستگاه کوت امیر، فارسیات، سلمان فارسی، دارخوین، سلمانیه، مارد و آبفای خرمشهر بر روی رودخانه کارون، ۲ ایستگاه تصفیه‌خانه آبادان و طره‌بخاح بر روی رودخانه بهمنشیر و ایستگاه دیری‌فارم بر روی رودخانه اروند قرار دارند [۱].

در این تحقیق به منظور تحلیل وضعیت شوری انتهای رودخانه کارون در شرایط خشکسالی سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ از آمار EC شبکه پایش کیفی پایین‌دست شهر اهواز شامل ایستگاه‌های سلمانیه، دارخوین، مارد و طره‌بخاح به علاوه آمار دبی خروجی از سدهای دز و گتوند، دبی در ایستگاه‌های ملاثانی و اهواز، آمار مصارف پائین‌دست اهواز شامل پرورش ماهی آزادگان، واحدهای توسعه نیشکر میرزاکوچک، دعبل، فارابی، سلمان فارسی و امیرکبیر، پرورش ماهی شهید احمدیان، کانال ریزگرد و کانال محیط زیست و تخمینی از برداشت‌های سنتی در پائین‌دست اهواز استفاده شد. در تهیه آمار مذکور واحدهای مختلف سازمان آب و برق خوزستان شامل دفتر ایستگاه‌های سنجش منابع آب، معاونت حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب و رصدخانه آب و انرژی مشارکت داشتند.

نتایج و بحث

احداث بند خاکی مارد به طول ۱۸۰ متر، عرض ۱۲ متر و حداکثر ارتفاع ۲۰ متر، از طریق عملیات خاکریزی با مصالح رودخانه‌ای در تاریخ ۱۴۰۰/۴/۴ و در فاصله حدود یک کیلومتر بعد از آبگیر ایستگاه پمپاژ مارد تکمیل شد (شکل۲). تراز تاج بند حدود ۱/۵+ متر نسبت به سطح دریا می باشد. این تراز تقریبا معادل اشل ۵/۵ متر در محل ایستگاه پمپاژ مارد می‌باشد.

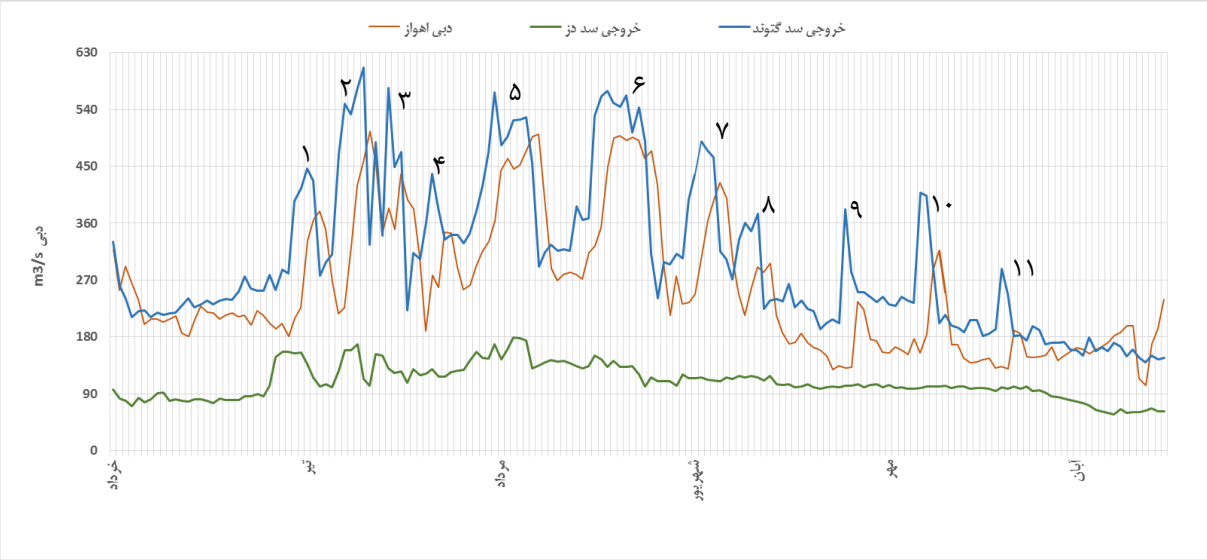
شکل۲- اجرای بند خاکی مارد در پائین‌دست ایستگاه پمپاژ مارد

در صورتیکه تراز آب پشت بند به ۱+ متر نسبت به سطح دریا (معادل اشل ۵ متر در محل ایستگاه مارد) برسد، حجم آب ذخیره شده در پشت بند حدود ۳۰ میلیون متر مکعب خواهد بود، اما با توجه به محدودیت‌های ایستگاه پمپاژ مارد تمامی حجم فوق قابل برداشت و پمپاژ به رودخانه بهنشیر نمی‌باشد. در صورتی که اشل ایستگاه مارد به زیر ۳/۷ متر برسد ایستگاه پمپاژ مارد به دلیل محدودیت‌های عمق مکش پمپ‌ها دیگر قادر به پمپاژ آب نمی‌باشد [۲].

به دلیل وقوع خشکسالی کم سابقه در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در اکثر حوضه‌های آبریز و افزایش چشمگیر برداشت آب از رودخانه‌ها برای مصارف کشاورزی، به دلیل انتظارات ایجاد شده پس از سیلاب فروردین ۱۳۹۸، تعادل بین منابع و مصارف رودخانه‌ها به شدت از بین رفت. این امر باعث شد آب به اندازه کافی و با کیفیت مناسب به مصرف‌کنندگان انتهایی رودخانه‌ها نرسد و تأمین نیازهای زیست‌محیطی تالاب‌ها، تأمین دبی مورد نیاز جهت کنترل شوری در انتهای رودخانه‌ها و ... به خطر بیافتد. در رودخانه کارون پس از تکمیل بند خاکی مارد

به عنوان یک اقدام سازه‌ای جهت قطع ارتباط رودخانه با دریا، برنامه‌های متعدد رهاسازی موجی از سدهای مخزنی در بالادست با هدف کنترل تراز و شوری آب در محل ایستگاه پمپاژ مارد، تأمین آب نخیلات جزیره آبادان و خرمشهر، کنترل شوری رودخانه بهمنشیر و تأمین نیازهای زیست محیطی، اجرا شد که در ترکیب با مانور عملکردی ایستگاه پمپاژ مارد به عنوان اقدامات غیرسازه‌ای، نقش مهمی در مدیریت و کنترل تراز، شوری و تأمین نیاز آبی در منطقه مارد و رودخانه بهمنشیر ایفا نمودند. در نمودار شکل ۳ برنامه رهاسازی‌های موجی از سدهای مخزنی دز و گتوند در بالادست رودخانه کارون بزرگ در قالب تغییرات دبی خروجی به همراه نمودار تغییرات دبی در اهواز از اول خرداد لغایت ۱۵ آبان ۱۴۰۰ نشان داده شده است.

حوضه دز یکی از بحرانی‌ترین حوضه‌های آبریز بود که در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در معرض خشکسالی قرار گرفت لذا برنامه‌های رهاسازی موجی عمدتاً از سد گتوند علیا (آخرین سد از مجموعه سدهای زنجیره‌ای روی شاخه رودخانه کارون) صورت پذیرفت. مطابق نمودار شکل ۳، دبی خروجی از سد دز کمتر از ۲۰۰ متر مکعب در ثانیه بوده و لذا در رهاسازی‌های موجی، دبی رسیده به اهواز عمدتاً متأثر از دبی خروجی سد گتوند علیا بود به گونه‌ای که تغییر دبی در اهواز با تغییرات دبی خروجی از سد گتوند هماهنگ به نظر می‌رسد. طبق نمودار مذکور، زمان پیمایش Travel Time بین سد گتوند تا اهواز برای محدوده وسیعی از دبی‌های با موج مثبت حدود ۲ روز می‌باشد. جمعاً حدود ۱۱ مورد رهاسازی موجی عمدتاً از سد گتوند صورت گرفت که در شکل ۳ با شماره ۱ تا ۱۱ مشخص شده‌اند.



شکل ۳- تغییرات دبی خروجی از سدهای مخزنی دز و گتوند به همراه نمودار تغییرات دبی در اهواز

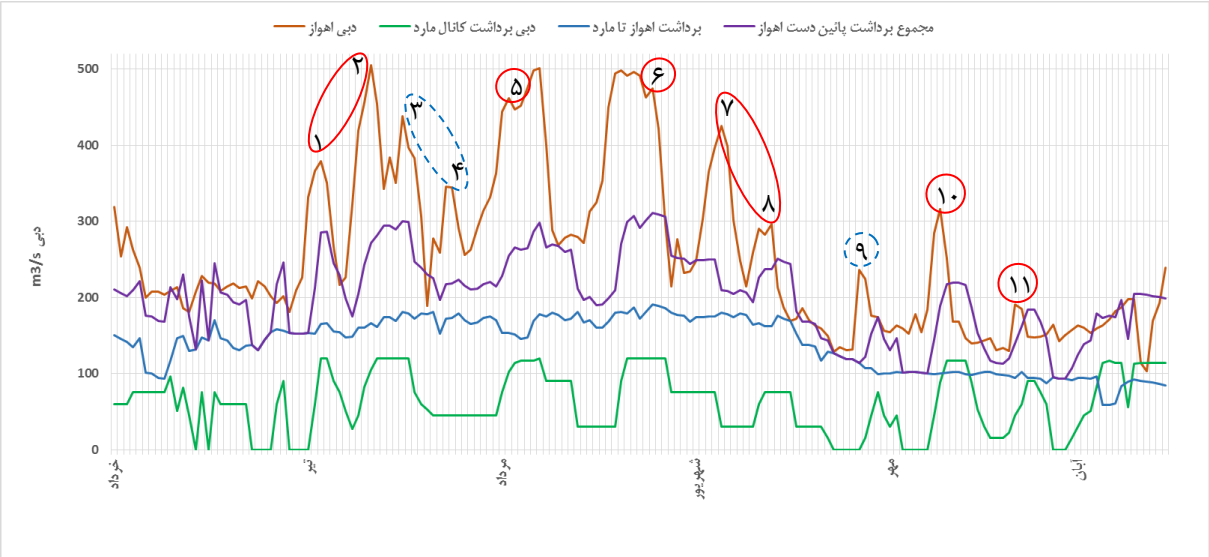
در شکل ۴ نمودار تغییرات دبی در اهواز در مقایسه با مجموع برداشت پائین‌دست اهواز به تفکیک برداشت کلیه مصارف پائین‌دست اهواز و برداشت کانال مارد ارائه شده است. برداشت‌های پائین‌دست اهواز شامل موارد زیر بوده‌اند:

- مجموعه پرورش ماهی آزادگان
- ۵ واحد توسعه نیشکر و صنایع جانبی: امیرکبیر، میرزاکوچک، دعبل خزاعی، سلمان فارسی و فارابی
- مجموعه پرورش ماهی شهید احمدیان
- کانال ریزگرد
- کانال محیط زیست
- برداشت‌های سنتی (اعمّ از مجاز و غیرمجاز) که برای هر روز معادل ۴۵ متر مکعب در ثانیه برآورد گردید.

لازم به ذکر است به دلیل عدم تعادل بین منابع و مصارف آب در رودخانه‌های استان طی سالهای اخیر، رویکرد جدید سازمان آب و برق خوزستان در مدیریت منابع آب بویژه در خشکسالی سال ۱۴۰۰ بر اساس مدیریت یکپارچه و سیستمی صورت گرفته است که در آن به جای مدیریت عرضه، مدیریت مصرف و تقاضا بر اساس مقدار آبِ در دسترس و آبِ قابل برنامه‌ریزی سرلوحه کار قرار گرفت. به عبارت دیگر پس از شناسایی مصرف کننده‌های عمده، برای هر مصرف کننده سهمیه برداشت ۱۰ روزه در نظر گرفته شد و بصورت روزانه مقدار برداشت آب

توسط آنها کنترل گردید. در نمودار شکل ۴ منظور از مقادیر برداشت در پائین‌دست اهواز، مقادیر واقعی برداشت توسط مصرف کنندگان بوده است که گاهاً بیش از سهم تعیین شدهٔ خود برداشت نموده‌اند.

در نمودار شکل ۴ بهره‌برداری از ایستگاه پمپاژ مارد عمدتاً متناسب با رهاسازی موجی از بالادست صورت گرفته است زیرا متعاقب رهاسازی، تراز سطح آب رودخانه در مارد افزایش و شوری آن نهایتاً پس از اختلاط با آب شیرین تعدیل شده و ایستگاه با ظرفیت‌ها و تداوم زمانی متفاوت مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفت. از ابتدای تیر تا ابتدای شهریور که حجم (دبی و زمان تداوم) رهاسازی موجی از بالادست قابل توجه بوده است، ایستگاه پمپاژ مارد عمدتاً با ظرفیت کامل حدود ۱۲۰ متر مکعب در ثانیه و با تداوم چند روزه مورد بهره‌برداری قرار گرفت که در نتیجه پمپاژ آب با شوری مناسب از رودخانه کارون به رودخانه بهمنشیر، باعث تعدیل شوری در منطقه طره‌بخاح می‌شد. در موج‌های رهاسازی شده در شهریور، مهر و آبان به دلیل اینکه حجم (دبی و زمان تداوم) جریان خروجی از سدهای دز و گتوند قابل توجه نبود، تغییرات دبی در اهواز کم و متعاقباً دبی و زمان تداوم برداشت آب در ایستگاه پمپاژ مارد نیز قابل توجه نبوده است. تغییرات شوری در محل طره‌بخاح همراه با توضیحات مربوطه در شکل‌های بعدی ارائه شده است.

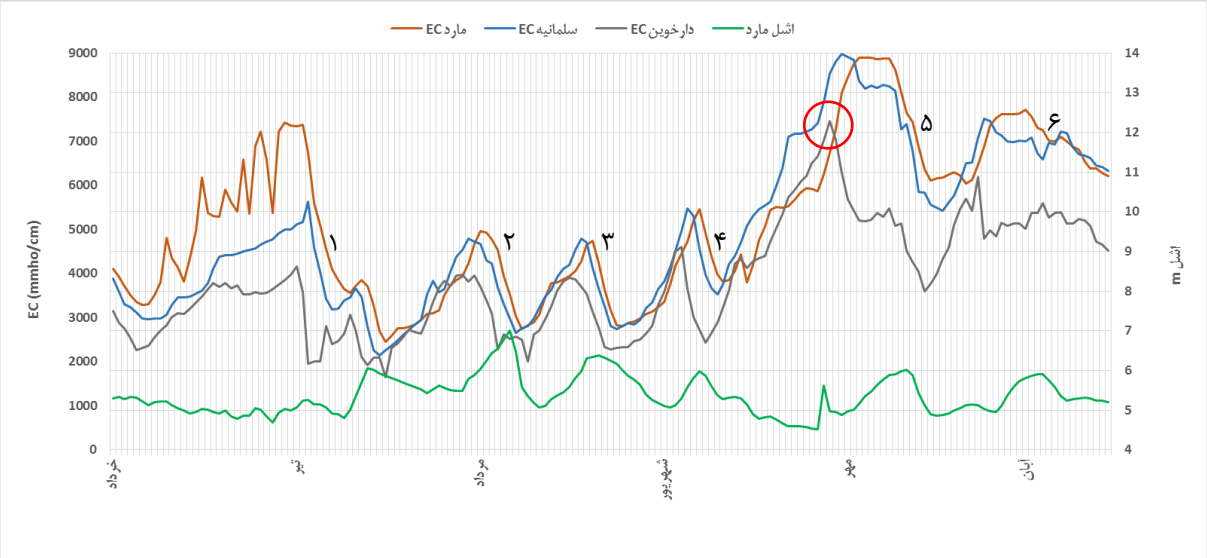


شکل ۴- تغییرات دبی در اهواز در مقایسه با مجموع برداشت پائین‌دست اهواز

در شکل ۵ نمودار تغییرات شوری در ایستگاه‌های مارد، سلمانیه و دارخوین به همراه اشل مارد نشان داده شده است. این شکل چکیده وضعیت مدیریت شوری در منطقه مارد را نشان می‌دهد. مطابق شکل مذکور، تا اوایل تیر ماه که هنوز بند خاکی مارد ساخته نشده و ارتباط رودخانه با دریا برقرار بود، شوری در منطقه مارد متأثر از جزر و مدّ دریا بوده و به دلیل کاهش دبی رودخانه در بالادست، در محدوده بین ۵۵۰۰ تا ۷۲۰۰ در نوسان بوده است. این نوسان به صورت جزئی در سلمانیه و دارخوین هم قابل مشاهده است. در این شرایط مقدار تراز سطح آب در مارد در حدود ۵ متر در نوسان بوده است.

از اول تیر ماه، همزمان با اولین موج رهاسازی از سد گتوند و سپس تکمیل بند خاکی مارد در تاریخ ۴ تیر، تا نیمه تیر ماه، مقدار شوری در ایستگاه‌های مارد، سلمانیه و دارخوین به یکباره از ۷۲۰۰ تا حدود ۳۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر کاهش و سپس با رهاسازی موج دوم به حدود ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر رسید که در نوع خود کم سابقه بوده است. در این شرایط تراز آب در مخزن مارد نیز به حدود ۶ متر افزایش پیدا کرد. از نیمه تیر تا اوایل مرداد به دلیل کاهش دبی رودخانه در بالادست و مصادف شدن همزمان با اوج برداشت‌ها و مصارف بویژه برای کشت شلتوک، مجدداً شوری رودخانه در ایستگاه‌های مذکور افزایش و تراز سطح آب در مخزن مارد شروع به کاهش نمود. با در نظر گرفتن زمان حدود ۱ تا ۲ روز برای پیمایش جریان یا Time Travel بین اهواز و مارد، به نظر می‌رسد موج‌های شماره ۳ و ۴ که از نیمه تیر و با فاصله حدود یک هفته از همدیگر رهاسازی شدند، نتوانستند تأثیری در افزایش تراز و کاهش شوری آب در محل مارد داشته باشند. از دلایل آن می‌توان به دبی و زمان تداوم کم، فاصله زیاد موج‌ها و مصادف شدن آنها با اوج برداشت و مصارف کشاورزی بویژه برداشت‌های غیرمجاز برای کشت شلتوک اشاره کرد.

در اواخر تیر و اوایل مرداد، توان تولید شبکه برق جوابگوی تأمین مصارف شبکه نبود و لذا مطابق الزامات بالادستی، جهت مدیریت مصرف برق و به حداقل رساندن مشکلات مربوطه و به دلیل وابستگی شبکه برق به نیروگاه‌های برق‌آبی (حتی در استان خوزستان) و علی-رغم عدم تمایل در سازمان آب و برق خوزستان به رهاسازی آب از مخازن سدها با هدف تولید برق، این نیروگاهها بویژه در سدهای زنجیره‌ای رودخانه کارون با توان بالاتری وارد مدار تولید انرژی برق‌آبی شدند. موج‌های شماره ۵ و ۶ که از سد گتوند رهاسازی گردید، تحت تأثیر هدف مذکور از دبی و زمان تداوم قابل توجهی (دبی حدود ۵۰۰ متر مکعب در ثانیه و تداوم یک هفته‌ای) برخوردار شدند و توانستند در دو مرحله روند شوری رودخانه را در محل دارخوین، سلمانیه و مارد کاهش و تراز آب در مخزن مارد را افزایش دهند. روندهای کاهش شوری در شرایط مذکور، در شکل ۵ با شماره‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

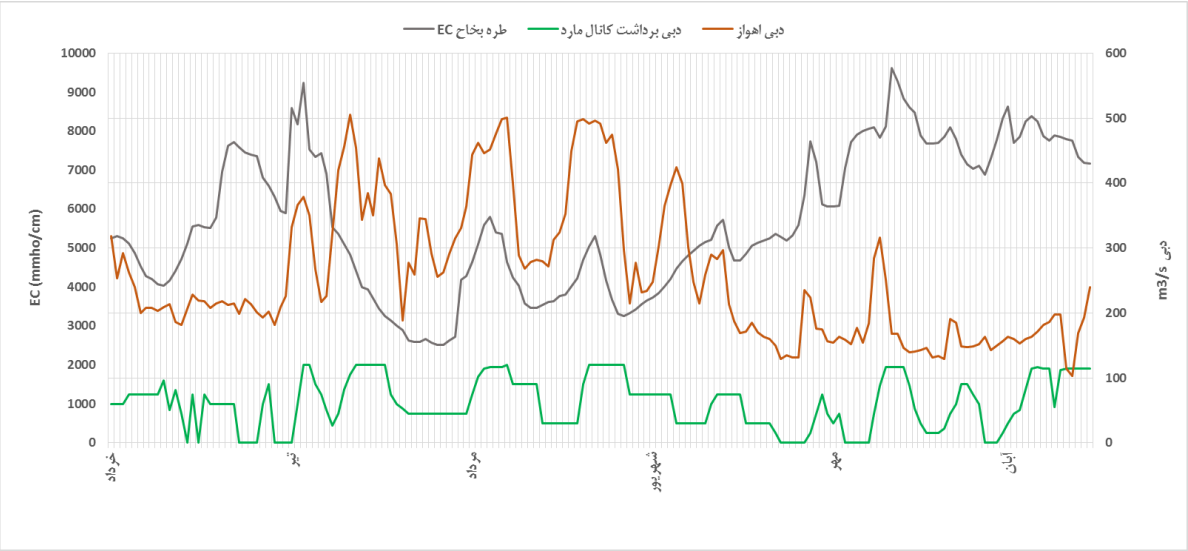


شکل ۵- تغییرات شوری در ایستگاه‌های مارد، سلمانیه و دارخوین به همراه اشل مارد

در اوایل شهریور با عبور از پیک مصرف برق در کشور، موج‌های شماره ۷ و ۸ با دبی و زمان تداوم کم اما فاصله زمانی کوتاه‌تر، از سد گتوند رهاسازی گردید. کاهش حجم مفید مخازن و نگرانی از تأمین آب برای کشت‌های پائیزه از دلایل کاهش حجم موج‌های رها شده بودند اما توانستند روند افزایش شوری در ایستگاه‌های دارخوین، سلمانیه و مارد را برای بار چهارم (شکل ۵) تا حد ۳۵۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر کاهش و تراز سطح آب در مخزن مارد را افزایش دهند. در اواخر شهریور با کاهش دبی رودخانه و افزایش آب برگشتی از مزارع کشت شلتوک یا مجموعه‌های پرورش ماهی و ...، شوری در ایستگاه‌های مذکور رو به افزایش نهاد. نکته قابل توجه در شکل ۵ این است که روند تغییرات افزایش یا کاهش شوری در ایستگاههای دارخوین، سلمانیه و مارد در ماه‌های گذشته کاملاً با هم هماهنگ بوده است. موج بسیار کوتاه و ضعیف شماره ۹ که در اواخر شهریور و با فاصله دو هفته از موج شماره ۸ رهاسازی شد، تنها توانست شوری در ایستگاه دارخوین را کاهش دهد زیرا مطابق دایره قرمز در شکل ۵، در این زمان بین روند تغییرات شوری در ایستگاه دارخوین و تغییرات شوری در ایستگاه‌های سلمانیه و مارد نقطه افتراق ایجاد گردید. به عبارت دیگر این موج تنها تا ایستگاه دارخوین اثرگذار بوده و اثر آن در ایستگاههای سلمانیه و مارد مشاهده نشد به طوری که شوری در ایستگاه‌های سلمانیه و مارد به حدود ۹۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر افزایش پیدا کرد. در این شرایط تراز سطح آب در محل مارد به زیر ۵ متر کاهش یافت. در نهایت موج شماره ۱۰ (با دبی حدود ۴۰۰ متر مکعب در ثانیه و زمان تداوم دو روزه) و موج شماره ۱۱ توانستند روند افزایش شوری در ایستگاه‌های یاد شده را متوقف و تا حدود ۶۲۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر کاهش دهند. هر چند در اثر موج‌های شماره ۱۰ و ۱۱، اشل مارد تا حدود ۶ متر افزایش پیدا کرد اما شوری در مارد در حد قابل انتظار کاهش نیافت. همچنین مطابق شکل ۵، در فاصله زمانی مهر و آبان بر خلاف ماه‌های قبل، بین شوری در ایستگاه‌های مارد و سلمانیه و شوری در ایستگاه دارخوین اختلافی مشاهده می‌شود. این مسأله می‌تواند ناشی از زه‌آب یا آب برگشتی به رودخانه از مزارع یا مجموعه‌های پرورش ماهی در حد فاصل بین دارخوین تا مارد باشد.

نکته قابل توجه دیگر در شکل ۵ آن است که از اوایل تیر (پس از ساخت بند خاکی مارد) تا اوایل شهریور، هرگاه اشل یا تراز سطح آب در محل مارد در اثر رسیدن موج‌های جریان شروع به افزایش نموده است، تا چند روز پس از آن، شوری در محل مارد نیز بر خلاف انتظار افزایش داشته است. این مسأله می‌تواند ناشی از اثرپذیری مخزن مارد از آب زیرزمینی مجاور یا زه‌آب و پساب برگشتی از اراضی اطراف مخزن باشد. بدین ترتیب که با رسیدن موجِ جریانِ شیرینِ رودخانه، آب شورِ تجمع یافته در مخزن مارد به سمت پائین‌دست (ایستگاه مارد) هدایت شده و شوری آن نهایتاً پس از اختلاط با آب شیرین کاهش یافته است. مطابق شکل ۵، پس از احداث بند خاکی مارد، هرگاه اشل مارد از مقدار ۵ متر کمتر شده است شوری رودخانه به شدت افزایش یافته است. اگر با فرض خوشبینانه، بخشی از افزایش شوری را ناشی از زه‌آب یا آب برگشتی از مجموعه‌های پرورش ماهی بدانیم که قابل کنترل باشند، آنگاه می‌توان آستانه تراز سطح آب در مخزن مارد را جهت جلوگیری از برگشت آب زیرزمینی بسیار شور به مخزن، برابر ۵ متر پیشنهاد نمود. لازم به ذکر است که زرگر و همکاران (۱۳۹۷)، آستانه تراز سطح آب در مخزن مارد را ۴/۳ متر پیشنهاد نمودند [۲].

در شکل ۶ نمودار تغییرات شوری در ایستگاه طره بخاح متناسب با دبی موجی در اهواز و دبی برداشت کانال مارد ارائه شده است. ایستگاه پمپاژ مارد با ظرفیت اسمی حداکثر ۱۲۰ متر مکعب در ثانیه از طریق کانال مارد تأمین کننده آب شیرین برای سیستم رودخانه-مخزن بهمنشیر می‌باشد. ایستگاه پمپاژ طره‌بخاح نیز آخرین و مهمترین محل برداشت آب از رودخانه بهمنشیر برای شبکه‌های آبیاری آبادان و اروندکنار است که از طرف انتهای رودخانهٔ بهمنشیر متأثر از جزر و مد دریای خلیج فارس می‌باشد. عملکرد و ظرفیت ایستگاه پمپاژ مارد نقش مهمی در تعدیل شوری بهمنشیر در منطقه طره‌بخاح دارد. می‌توان گفت یکی از اهداف رهاسازی موجی در رودخانه کارون، تأمین آب شیرین برای منطقه خرمشهر، نخیلات آبادان در حاشیه بهمنشیر و شبکه‌های آبیاری تحت پوشش ایستگاه پمپاژ طره‌بخاح می‌باشد. مطابق شکل ۶، پس از احداث بند خاکی مارد و همزمان با رهاسازی موجی جریان از سد گتوند، ایستگاه پمپاژ مارد توانست در چند مرحله با پمپاژ دبی نزدیک به حداکثر (حدود ۱۲۰ متر مکعب در ثانیه) آب شیرین را به درون رودخانه بهمنشیر تزریق نموده و مقدار شوری در محل ایستگاه طره‌بخاح را به طور چشمگیری و تا حدود ۳۰۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر کاهش دهد. عملکرد ایستگاه پمپاژ مارد تحت نظارت شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی کرخه و شاوور به طور مرتب و متأثر از موج جریان رسیده به مارد کنترل گردید. برای این کار شرکت کرخه و شاوور از مدل هیدرودینامیک MIKE 11 برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی کمّی و کیفی جریان در منطقه مارد که توسط دکتر مرتضی زرگر از متخصصین آب استان تهیه شد، استفاده نمود. لذا روند تغییرات شوری در ایستگاه طره‌بخاح بسیار شبیه به تغییرات شوری در مارد بوده است به طوری که با کاهش دبی و اشل و افزایش شوری رودخانه کارون در محل مارد، برداشت آب از ایستگاه پمپاژ مارد کاهش داده یا متوقف شده است و متعاقب آن شوری در ایستگاه طره‌بخاح نیز افزایش یافته است. و بالعکس، با تداوم پمپاژِ جریان موجی رسیده به مارد در ایستگاه مارد، مقدار شوری در ایستگاه طره‌بخاح کاهش یافته است. با این عملکرد و با وجود خشکسالی بی-سابقه سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، شوری در محل ایستگاه طره‌بخاح در تمام فصل تابستان در محدوده ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر مدیریت و کنترل گردید که در دوره خشکسالی‌های یک دهه اخیر بی‌نظیر بوده است.



شکل ۶- تغییرات شوری در ایستگاه طره‌بخاح متناسب با دبی موجی در اهواز و دبی برداشت کانال مارد

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

- ترکیب مدیریت سازه‌ای (احداث بند خاکی مارد) و مدیریت غیرسازه‌ای (رهاسازی موجی از سدهای بالادست و عملکرد ایستگاه پمپاژ مارد) توانست نقش مهمّی در مدیریت و کنترل شوری رودخانه در منطقه مارد و بهمنشیر ایفا نماید به گونه‌ای که در فصل تابستان و خشکسالی ۱۴۰۰، شوری در محل ایستگاه‌های پمپاژ مارد و طره‌بخاح در محدوده ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر مدیریت و کنترل گردید و این مسأله در خشکسالی‌های یک دهه اخیر بی‌نظیر بوده است.
- با وجود عملکرد قابل قبول در مدیریت شوری انتهای رودخانه کارون و رودخانه بهمنشیر طی فصل تابستان و خشکسالی سال ۱۴۰۰، بهینه کردن دبی، زمان تداوم و فاصله موج‌های رهاسازی شده از سدهای بالادست می‌تواند اثربخشی این روش را افزایش دهد که نیاز به مطالعهٔ بیشتر از طریق انجام شبیه‌سازی توسط مدل‌های هیدرودینامیک دارد.
- رعایت آستانه تراز سطح آب یا اشل معادل ۵ متر در محل مخزن مارد از اثرگذاری آب زیرزمینی و برگشت آن به مخزن مارد جلوگیری می‌نماید.
- مدیریت و کنترل مصارف و برداشت آب از رودخانه (اعمّ از مجاز و غیرمجاز)، ارائه الگوی کشت مناسب و جلوگیری از کشت‌های پرمصرف، ممانعت از برگشت زه‌آب به رودخانه و مدیریت پساب و آب برگشتی از مجموعه‌های پرورش ماهی و ... به رودخانه، از دیگر عوامل مهم و تأثیرگذار در مدیریت و کنترل شوری در انتهای رودخانه‌ها هستند که نیاز به مشارکت و همکاری بین بخش-های مختلف از جمله سازمان جهاد کشاورزی و استانداری دارد. همچنین یادآور می‌شود وابستگی شبکه برق استان در زمان پیک مصرف برق به نیروگاه‌های برق‌آبی، باعث هدر رفت آب و عدم استفاده بهینه از منابع و ذخایر پرارزش آبی می‌شود.

قدردانی

بدینوسیله از مدیریت نوآوری، توسعه فنآوری و پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان به جهت حمایت از انجام پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

[1] Khuzestan Water and Power Authority (2018). Data of quality monitoring network stations. (In Persian)

[2] Zargar, M., Mouzarmnia I. & Nourirad S. (2018). Salinity analysis of Karoun river end due to drought in 2018. 11th International River Engineering Seminar. Shahid Chamran University of Ahvaz. 29-31 January 2019. (In Persian)

Investigating the simultaneous effect of structural management and non-structural management on salinity status of Karoun and Bahmanshir rivers during the 1400 drought

Farhad Izadjoo[1], Mostafa Masoumi[2], Gholamhossein Karimi[3*], Aref Vaeli[4], Ardeshir Kalani[5]

1- Managing Director of Khuzestan Water and Power Authority

2- Manager of Water and Power Observatory

****3-Writer, Water and Power Observatory***

4 & 5- Water and Power Observatory

Abstract

Occurrence of unprecedented drought in the water year 2021 and at the same time increasing consumption and uncontrolled abstraction of water from rivers in Khuzestan province, especially in the second half of the irrigated year for paddy cultivation caused the amount of water to reach the bottom of rivers to decrease sharply. In this situation, by constructing a

temporary earthen dam downstream of the Mared pumping station on the Karun River and simultaneously releasing several waves from the Dez and Gotvand dams along with the operational maneuver of the Mared pumping station, it tried to prevent the infiltration of sea salt water during fashion. To prevent upstream, to prevent the water level in the reservoir in the upstream of the earth dam and increase its salinity due to groundwater feeding and to prevent the salinity of the Bahmanshir River to be managed. In this paper, the effect of simultaneous management of the mentioned structures and non-structures on the salinity control of Karun River in the downstream area of Ahvaz up to Mared Dam and Bahmanshir River in the period after the construction of a temporary earth dam has been studied and analyzed.

Keywords:
Drought, Wave release, Consumption Management, Recharge from Groundwater, Salinity