تحلیل هیدرولیکی شوری آب شرب شهرهای آبادان و خرمشهر در خشکسالی سال های ۸۶ تا نیمه اول ۸۸

روح اله مهربانی[۱]
سهام الدین محمودی کردستانی[۲]
علی مکوندی[۳]

چکیده

کیفیت آب رودخانه کارون که تامین کننده آب شرب شهرهای آبادان و خرمشهر می باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. رودخانه کارون در بازه آبادان و خرمشهر تحت تاثیر جریانهای جزر و مدی قرار دارد. بعد از احداث بندهای مارد و بهمنشیر که یکی از اهداف آنها جلوگیری از پیشروی جزر و مد به سمت بالادست می باشد، از اثرات بد جزر و مد دریا در کیفیت آب رودخانه کارون جلوگیری شده است. با تخریب بند خاکی مارد در اثر وقوع سیلاب سال ۱۳۸۷ و آسیب دیدگی این بند خاکی مجددا شاهد تاثیر نامطلوب جزر و مد بر روی کیفیت آب کارون بوده ایم. در این تحقیق تاثیر جریان جزر و مد در هنگام تخریب بند مارد مورد بررسی قرار گرفت و به این پرسش که "آیا می توان با مدیریت ایستگاه پمپاژ مارد از تاثیر جریان جزر و مد کاست یا خیر؟" پاسخ داده شده است.

واژه های کلیدی: جزر و مد، کیفیت آب، سیلاب، بند خاکی مارد

مقدمه

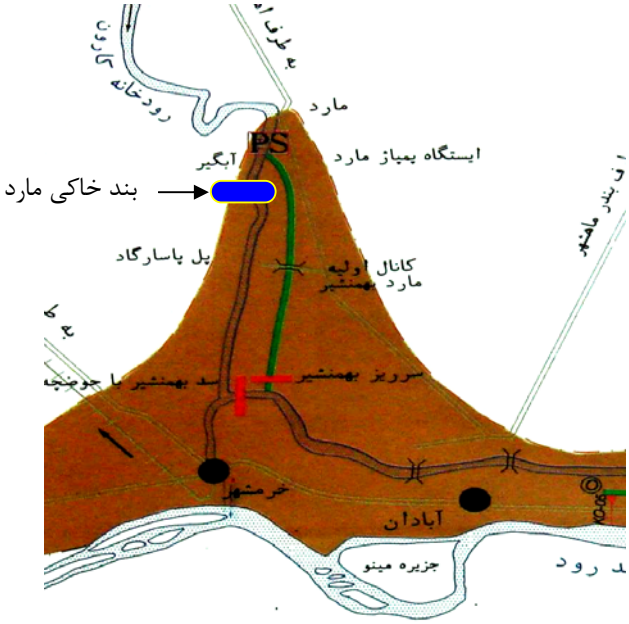
کارون بزرگترین رودخانه ایران و شاهرگ حیاتی استان خوزستان می باشد. این رودخانه با گذشتن از شهر اهواز به شهرهای آبادان و خرمشهر رسیده و تامین کننده آب شرب و کشاورزی این شهرها می باشد. با توجه به کاهش بارندگی در سال های ۸۶ و ۸۷ و بروز خشکسالی و تشدید آن در سال ۸۷ که کاهش شدید دبی رودخانه کارون را در پی داشته است، میزان شوری آب رودخانه افزایش قابل توجهی داشته بگونه ای که مشکلات عدیده ای را برای مصارف آب شهری بویژه در شهرهای آبادان و خرمشهر ایجاد کرده است. از آنجا که رودخانه کارون در شهرهای آبادان و خرمشهر تحت تاثیر جریان های جزر و مدی قرار دارد ، بررسی این پدیده و تاثیر آن بر کیفیت آب شرب شهرهای مذکور ضروری می باشد. پس لازم است با در نظر گرفتن عوامل موثر در کیفیت آب رودخانه کارون به بررسی و ارائه راهکار مناسب اقدام نمود.

تحلیل دلایل افزایش شوری آب رودخانه کارون در منطقه آبادان

در ابتدای سال ۸۷ سد خاکی مارد به منظور جلوگیری از ورود آب دریا در هنگام مد به ایستگاه پمپاژ مارد احداث گردید. در اثر خشکسالی های اخیر آب رودخانه کارون از نظر دبی و عمق آب در حداقل خود به سر می برد و در هنگام به وقوع پیوستن مد، بیشترین تاثیر منفی را در کیفیت آب رودخانه شاهد بوده ایم. این سد خاکی که در عرض رودخانه کارون احداث شده از دو بال خاکی در سواحل چپ و راست تشکیل گردیده است. در قسمت میانی نیز در حدود ۹۰ متر از عرض رودخانه توسط سپر کوبی مسدود شده است.

۱- رییس قسمت مدل های فیزیکی – سازمان آب و برق خوزستان – rm_mehrabani@yahoo.com
۲- مدیریت مطالعات رسوب – سازمان آب و برق خوزستان – sahammhd@yahoo.com
۳- رییس قسمت رسوب سنجی و رسوب شناسی – سازمان آب و برق خوزستان – makvandi.ali@gmail.com

در آذر ماه سال ۱۳۸۷ در حوزه رودخانه کارون و دز بارش های کم و بیش مطلوبی به وقوع پیوست. در یکی از این بارش ها شاهد دبی ۷۰۰ تا ۹۰۰ متر مکعب در ثانیه در رودخانه کارون بوده ایم. با وقوع این سیلاب بند خاکی مارد از قسمت میانی (سپر کوبی ها) دچار آسیب دیدگی جدی شده است. بسیاری از سپر ها انحنا پیدا کرده و عملا تاثیری در مقابل رفت و برگشت جریان در هنگام وقوع جزر و مد را نمی توانند داشته باشند.



شکل(۱) نمای کلی منطقه

ورود آب دریا به کانال مارد به دو صورت شکل گرفته است. اولین حالت از طریق بند خاکی مارد بوده که در اثر سیلاب به وقوع پیوسته دچار آسیب دیدگی شده است. دومین حالت ورود آب به این کانال نیز در هنگام مد و از روی سرریز بهمنشر می باشد.

در حالت اول ورود آب دریا توسط مد و از طریق سد خاکی مارد صورت گرفته و باعث شده است، آب ورودی به کانال مارد با افزایش شوری همراه باشد و آب شرب شهر آبادان شورتر از گذشته باشد. به دلیل پایین بودن دبی رودخانه کارون در این ایام، آب دریا در هنگام مد با عبور از بند خاکی مارد پیشروی بیشتری به سمت بالادست در رودخانه کارون داشته است. بنابراین در هنگام جزر آب رودخانه کارون بدلیل کم بودن دبی، قدرت عقب راندن سریع آب دریا را نداشته و به همین دلیل آب کانال مارد شور خواهد ماند.

در حالت دوم نیز بدلیل پایین بودن ارتفاع آب بر روی سرریز بهمنشیر و بالا آمدن سطح آب در رودخانه بهمنشیر به دلیل مد، جریان مد رودخانه بهمنشیر توانسته است در مقابل جریان خروجی از سرریز غالب شده و در این هنگام بوده است که آب دریا با آب کانال مارد در قسمت انتهایی مخلوط گردیده و باعث گردیده آب ایستگاه پمپاژ شهر خرمشهر که در نزدیکی سرریز بهمنشیر قرار دارد بیش از پیش شور گردد.

شکل(۲) و (۳) سرریز بهمنشیر قبل از مد (شکل(۲)) و بعد از مد(شکل(۳))

در شکل(۳) ورود آب دریا در هنگام مد از سرریز بهمنشیر به کانال مارد به وضوح قابل ملاحظه می باشد.

محاسبات هیدرولیکی جریان در رودخانه کارون

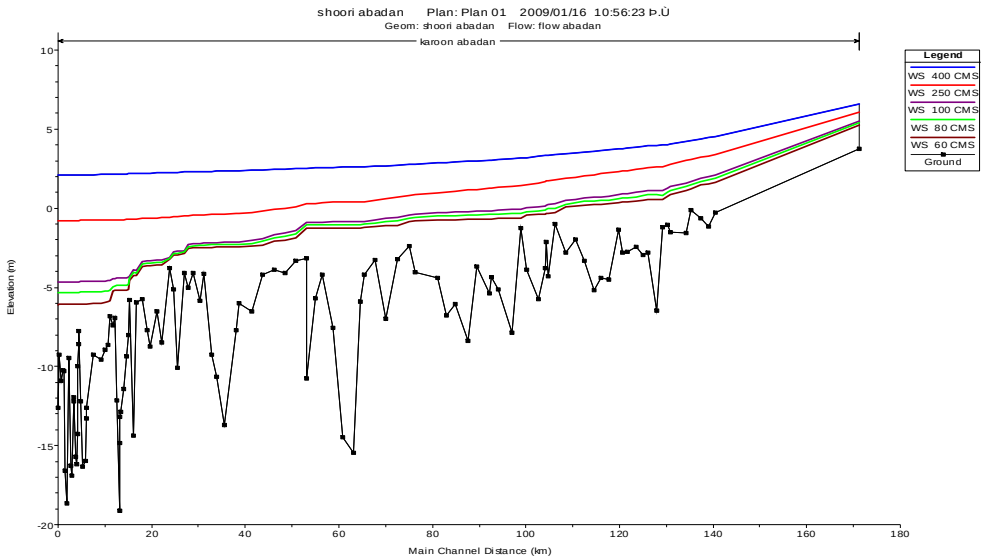
با توجه به افزایش شوری آب رودخانه کارون در بازه آبادان و خرمشهر و روستاهای بالادست آنها و افزایش پیشروی مد دریا در رودخانه باید دید که در صورت اتفاق افتادن مد بلند دامنه پیشروی آن تا چه محلی در بالادست می تواند ادامه یابد و همچنین با وقوع چه دبی هایی در رودخانه می توان از پیشروی مد جلوگیری نمود. این امر با بررسی توازن دبی رودخانه و آب ورودی از دریا به رودخانه و استفاده از مدل کامپیوتری HEC-RAS انجام گردیده است.

در پاسخ به سوالات بالا باید عنوان نمود، با توجه به اینکه حداکثر رقوم مد بلند ۲/۰۵+ می باشد، مد تا جایی پیشروی خواهد کرد که رقوم سطح آب در رودخانه با این رقوم برابر گردد. بنابراین با بررسی دبی های های مختلف در نرم افزار Hec-ras می توان محل وقوع رقوم ۲/۰۵+ را در رودخانه بدست آورد. لازم به ذکر است در صورتیکه دبی رودخانه کارون را صفر در نظر بگیریم تنها عامل بازدارنده پیشروی مد دریا رقوم کف رودخانه خواهد بود که باید با رقوم ۲/۰۵+ برابر باشد. نتایج در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۱) محل تشکیل رقوم ۲/۰۵+ با دبی های مختلف

ردیف	دبی رودخانه کارون(m3/s)	محل انتهایی پیشروی مد (فاصله بر حسب کیلومتر از چنیبیه)
۱	۰	۲۶+۱۱۵ (روستای وعیلیه)
۲	۶۰	۴۵+۳۷۴ (روستای فارسیات بزرگ)
۳	۸۰	۴۶+۷۹۰ (روستای صفحه یک)
۴	۱۰۰	۴۷+۳۷۴ (روستای فارسیات کوچک)
۵	۲۵۰	۷۴+۹۰۹ (روستای دیم ابن نجم)
۶	۴۰۰	۱۸۷+۳۷۴ (انتهای رودخانه حفار)

در نمودار شماره ۱ که در ذیل آورده شده است، پروفیل طولی سطح آب در رودخانه کارون در دبی های مختلف در جدول ۱ مشاهده می شود. با توجه به اینکه برنامه Hec-ras فاصله ها را از پایین دست به بالادست محاسبه می نماید در نمودار ۱ نیز فاصله ها از پایین دست به بالادست درج گردیده اند. همانگونه که در شکل(۴) مشاهده می شود، در ابتدای بازه بدلیل بیشتر بودن شیب رودخانه کارون نسبت به بازه پایین دست، در دبی های متفاوت افزایش عمق کمتری راشاهد هستیم. و این موضوع در دبی های کمتر به شکل بهتری دیده می شود.



شکل(۴) پروفیل طولی سطح آب با دبی های مختلف

با توجه به شکل(۴) هر چه دبی افزایش یابد میزان پیشروی مد به سمت بالادست کمتر شده تا جایی که در دبی ۴۰۰ متر مکعب بر ثانیه روند پیشروی مد تقریبا متوقف خواهد شد.

با توجه مطالب گفته شده در بالا و انجام محاسبات هیدرولیکی متعدد می توان نتیجه گرفت، دبی ۴۰۰ را می توان بعنوان دبی پایه ای در نظر بگیریم که در آن حالتی تعادلی بین دبی رودخانه کارون و آب مد دریا برقرار می گردد. بنابراین هرگاه دبی رودخانه کارون ۴۰۰ باشد آب ورودی مد دریا به کارون صفر خواهد بود. و هرگاه دبی رودخانه کارون از ۴۰۰ کمتر باشد به همان میزان ورود آب مد دریا را به رودخانه کارون شاهد هستیم. بعنوان مثال اگر دبی رودخانه کارون ۱۰۰ باشد دبی مد دریا ۳۰۰ و هرگاه دبی رودخانه کارون ۶۰ باشد دبی مد دریا ۳۴۰ و ... می باشد.

با توجه به مطالب بالا، شوری آب رودخانه کارون در آبادان در دبی های متفاوت تغییر نموده و در دبی های پایین به بدترین حالت خود خواهد رسید. بنابراین شوری آب منطقه آبادان متوسط شوری آب رودخانه کارون و شوری آب مد دریا خواهد بود که طبق رابطه ذیل قابل محاسبه می باشد:

$$Ec_M = \frac{Ec_1.Q_1 + Ec_2.Q_2}{Q_1 + Q_2} \qquad (۱)$$

که در آن Ec_M شوری متوسط بر حسب میکروموس، Ec1 شوری آب رودخانه کارون بر حسب میکروموس، Ec2 شوری آب مد دریا بر حسب میکروموس، Q1 دبی رودخانه کارون بر حسب متر مکعب بر ثانیه، Q2 دبی مد دریا بر حسب متر مکعب بر ثانیه می باشد.

تحلیل هیدرولیکی جریان جزر و مدی در رودخانه کارون (محدوده شهری خرمشهر)

در حال حاضر با توجه به وجود سد سلولی در بالادست رودخانه بهمنشیر، ورود جزر و مد از این مسیر را نخواهیم داشت و تنها ورود جزر و مد از رودخانه کارون و بند تخریب شده مارد را شاهد هستیم. جزر و مد های اتفاق افتاده در کارون از رودخانه بهمنشیر به مراتب کوچکتر می باشد. می دانیم در هر ۲۴ ساعت ۲ جزر و ۲ مد اتفاق می افتد و هر کدام تقریبا ۶ ساعت ادامه خواهد داشت. در شرایط معمول با داشتن زمان جزر و مد ها در روزها و ماه های مختلف می توان مدیریتی اعمال نمود تا در هنگام اتفاق افتادن مد، با خاموش کردن پمپ های ایستگاه پمپاژ مارد از ورود آب شور دریا به کانال مارد تا حدود زیادی جلوگیری نمود.

با داشتن جداول و نمودارهای جزر و مدی در ایستگاه خرمشهر می توان از ساعت اتفاق افتادن مد در هر روز و رقوم آن مطلع گردید. از آنجا که بهترین زمان روشن نمودن پمپ ها در هنگام اتفاق افتادن جزر می باشد، داشتن زمان جزرها در شبانه روز بسیار مهم خواهد بود. زیرا در هنگام جزر کمترین مقدار تداخل آب دریا با آب رودخانه کارون را شاهد خواهیم بود.

در ذیل نمودار های جزر و مدی در ماه های آینده آورده شده است که مبنای این نمودارها ایستگاه بندرعباس می باشد. برای استفاده از این نمودارها در ایستگاه خرمشهر، می بایست با انجام عملیات میدانی و ترازیابی سطح آب در جزر و مد و در یک روز بخصوص و تطابق ارقام برداشت شده با ارقام پیش بینی موجود در نمودار همان روز، ارقام مندرج در نمودار اصلاح گردد.

بدین منظور در روز ۸۸/۲/۲۹ عملیات ترازیابی سطح آب در هنگام جزر و مد در محل ایستگاه خرمشهر انجام گردید. با انجام مقایسه بین ارقام جزر و مد برداشت شده و نمودارهای پیش بینی ملاحضه می گردد که نمودار واقعی جزر و مد در ایستگاه خرمشهر درحدود ۰/۶-۰/۴ متر پایین تر از نمودار پیش بینی جزر و مد می باشد. بنابراین برای استفاده از نمودارهای جزر و مدی و ارقام مندرج در آنها می بایست این نمودارها به سمت پایین شیفت گردند.

با توجه به مطالب گفته شده در فوق مقادیر بیشترین مقدار جزر و مد اصلاح شده در ماه های May تا Dec سال ۲۰۰۹ میلادی به قرار جدول (۲) می باشد: (طبق پیش بینی های اصلاح شده)

با انجام محاسبات هیدرولیکی می توان برای هر ماه دو دبی تعادلی برای جزر و مد بدست آورد. بعنوان مثال برای ماه May ۲۰۰۹ میلادی در روزی که مد حداکثر اتفاق افتاده است (۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۸۸) برای حالت مد با رقوم ۱/۰۳+ دبی تعادلی برابر با ۳۳۵ متر مکعب برثانیه و برای حالت جزر با رقوم ۰/۰۸- دبی تعادلی برابر با ۲۸۰ متر مکعب برثانیه محاسبه شده است. پس در صورتی که دبی رودخانه از دبی تعادلی در شرایط جزر ومد کمتر باشد به همان میزان ورود و اختلاط آب دریا با آب رودخانه اتفاق خواهد افتاد.

مثلا برای دبی ۳۳۵ در حالت مد، اگر دبی رودخانه ۶۰ متر مکعب برثانیه باشد دبی ورودی اب دریا ۲۷۵ متر مکعب بر ثانیه خواهد بود که حاصل جمع این دو برابر با دبی تعادلی می باشد.

جدول(۲) Max و Min جزر و مد در ماههای مختلف (اردیبهشت تا آذر ماه)

ماه	شرح	رقوم	روز	ساعت
May-2009	(HHW) بلندترین مد	۱/۰۳	سیزدهم و بیست وهفتم	17:33 و 18:01
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۴	بیستم و نوزدهم	06:16 و 06:49
Jun-2009	(HHW) بلندترین مد	۱/۰۱	دهم و یازدهم	17:08 و 17:41
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۵۳	سی ام	04:37
Jul-2009	(HHW) بلندترین مد	۰/۸۷	دهم	17:28
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۵۶	بیست و نهم	03:36
Aug-2009	(HHW) بلندترین مد	۰/۷۶	هفتم	16:41
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۵۲	سی و یکم	21:28
Sep-2009	(HHW) بلندترین مد	۰/۷۹	دوازدهم	07:58
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۵۳	یکم	22:13
Oct-2009	(HHW) بلندترین مد	۰/۹۴	دهم	05:58
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۴۴	یکم	20:49
Nov-2009	(HHW) بلندترین مد	۱/۰۳	هفتم	05:09
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۴۳	بیست و ششم و بیست و هفتم	16:44 و 17:16
Dec-2009	(HHW) بلندترین مد	۱/۰۰	پنجم	04:11
	(LLW) کوتاه ترین جزر	-۰/۴۸	بیست و پنجم و بیست و ششم	15:20 و 15:41

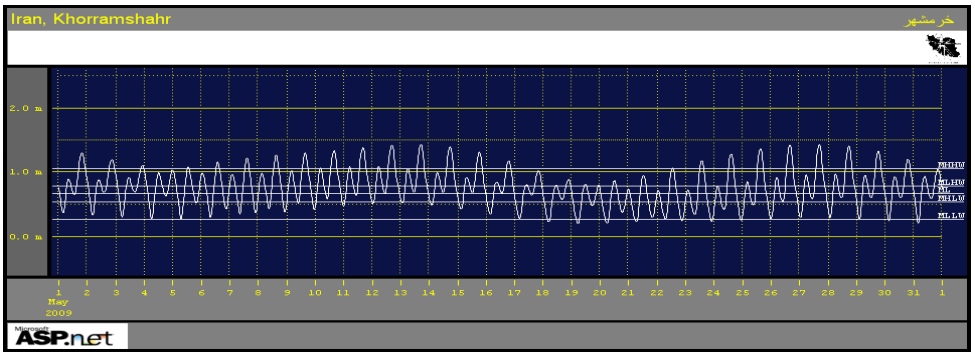
برای تمامی ماه ها این محاسبات انجام گردیده و دبی تعادلی هر ماه بر حسب متر مکعب بر ثانیه در حالت جزر و مد محاسبه و در جدول (۳) آورده شده است.

جدول(۳) دبی تعادلی هر ماه در حالت جزر و مد

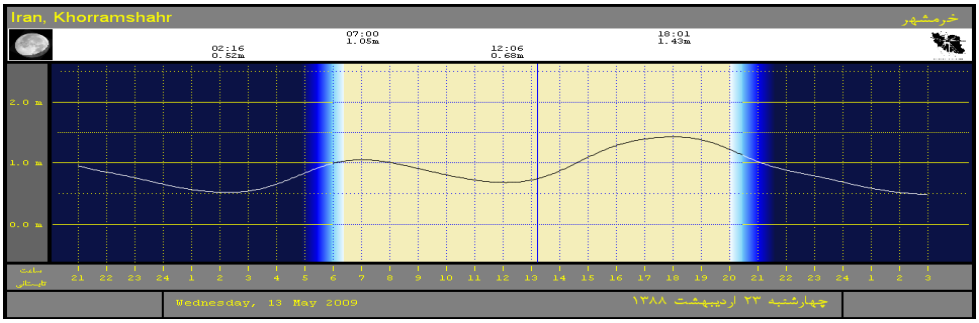
ماه	اردیبهشت		خرداد		تیر		مرداد		شهریور		مهر		آبان		آذر	
وضعیت	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر	مد	جزر
دبی تعادلی	۳۳۵	۲۸۰	۳۳۵	۲۸۰	۳۲۸	۲۷۲	۳۲۰	۲۷۰	۳۲۵	۲۷۵	۳۳۰	۲۸۰	۳۳۰	۲۸۰	۳۳۰	۲۸۰

پیش بینی وضعیت جزر و مد و شوری آب در ماه May 2009 (۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد)

در شکل (۵) تغییرات جزر و مد ماه May 2009 (۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد) آورده شده است. با توجه به این نمودار، در روز ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ بزرگترین مد ماه اتفاق افتاده است.



شکل (۵) نمودار جزر و مدی ایستگاه خرمشهر در ماه May 2009 (نمودار نسبت به مبنای بندرعباس) - (۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد)



شکل (۶) نمودار جزر و مدی ایستگاه خرمشهر در روز ۲۳ اردیبهشت – (نمودار نسبت به مبنای بندرعباس)

با در نظر گرفتن نمودار روزانه جزر و مد حداکثر هر ماه بخصوص برای آن محاسبات انجام گردیده است. محاسبات دراین ماه بـر اسـاس روز ۲۳ اردیبهشت ماه ۸۸ صورت گرفته است. در این ماه بیشترین رقوم مد بلند بعد از انجام اصلاحات لازم رقوم ۱/۰۳+ مـی باشـد. رقـوم جزر بزرگ نیز ۰/۰۸– خواهد بود. با توجه به این ارقام در دو حالت جزر و مد مقدار پیشروی و تاثیر گذاری آن در مسـیر رودخانـه در جهـت بالادست محاسبه شده است. این محاسبات توسط مدل هیدرولیکی Hec-ras انجام شده است. نتیجه این محاسبات در جداول شماره (۴) و (۵) مشاهده می گردد.

جدول (۴) محل تشکیل رقوم مد ۱/۰۳+ با دبی های مختلف (۲۳ اردیبهشت)

ردیف	دبـــــی رودخانـــــه کارون(m3/s)	محل انتهایی پیشروی مد (فاصله بر حسب کیلومتر از چنیبیه)
۱	۶۰	۵۶+۵۰۴
۲	۸۰	۵۷+۱۴۳
۳	۱۰۰	۶۲+۴۴۵
۴	۱۵۰	۷۶+۸۳۵
۵	۲۰۰	۸۴+۷۹۶
۶	۳۳۵	۱۸۷+۳۷۴ (انتهای رودخانه حفار)

جدول (۵) محل تشکیل رقوم جزر ۰/۰۸– با دبی های مختلف (۲۳ اردیبهشت)

ردیف	دبـــــی رودخانـــــه کارون(m3/s)	محل انتهایی پیشروی جزر (فاصله بر حسب کیلومتر از چنیبیه)
۱	۶۰	۷۹+۳۳۵
۲	۸۰	۸۲+۶۳۱
۳	۱۰۰	۸۷+۲۶۰
۴	۱۵۰	۱۰۹+۶۶۳
۵	۲۰۰	۱۱۷+۴۶۷
۶	۲۸۰	۱۸۷+۳۷۴ (انتهای رودخانه حفار)

بعد از محاسبه پیشروی جزر و مد در هر ماه محاسبات شوری آب حاصل از اختلاط آب رودخانه با آب دریـا در هـر دو حالـت جـزر و مـد صورت گرفته است.

با توجه به مطالب بالا، شوری آب رودخانه کارون در دبی های متفاوت تغییر نموده و در دبی های پایین بـه بـدترین حالـت خـود خواهـد رسید. بنابراین با استفاده از رابطه (۱) شوری متوسط حاصل از اختلاط آب رودخانه و آب ورودی از دریا برای ماههای مختلف قابل محاسـبه خواهد بود. نتایج شوری متوسط برای ماه May در حالت جزر و مد در جداول ذیل قابل ملاحظه می باشد.

نتایج در جداول شماره (۶) و (۷) مشاهده می شوند.

جدول (۶) شوری متوسط در دبی های مختلف رودخانه کارون (۲۳ اردیبهشت در حالت مد)

ردیف	$Q_1(M^3/S)$	Ec_1 (میکروموس)	$Q_2(M^3/S)$	Ec_1 (میکروموس)	E_{CM} (میکروموس)
۱	۶۰	۳۸۰۰	۲۷۵	۶۰۰۰	۵۶۰۰
۲	۸۰	۳۴۰۰	۲۵۵	۶۰۰۰	۵۴۰۰
۳	۱۰۰	۳۲۰۰	۲۳۵	۶۰۰۰	۵۲۰۰
۴	۱۵۰	۲۸۷۰	۱۸۵	۶۰۰۰	۴۶۰۰
۵	۲۰۰	۲۲۰۰	۱۳۵	۶۰۰۰	۳۷۰۰
۶	۳۳۵	۱۰۰۰	۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰

جدول (۷) شوری متوسط در دبی های مختلف رودخانه کارون (۲۳ اردیبهشت در حالت جزر)

ردیف	$Q_1(M^3/S)$	Ec_1 (میکروموس)	$Q_2(M^3/S)$	Ec_1 (میکروموس)	E_{CM} (میکروموس)
۱	۶۰	۳۸۰۰	۲۲۰	۶۰۰۰	۵۵۰۰
۲	۸۰	۳۴۰۰	۲۰۰	۶۰۰۰	۵۳۰۰
۳	۱۰۰	۳۲۰۰	۱۸۰	۶۰۰۰	۵۰۰۰
۴	۱۵۰	۲۸۷۰	۱۳۰	۶۰۰۰	۴۳۰۰
۵	۲۰۰	۲۲۰۰	۸۰	۶۰۰۰	۳۳۰۰
۶	۲۸۰	۱۵۰۰	۰	۶۰۰۰	۱۵۰۰

با توجه به شکل های (۵) و (۶) و جداول (۴) الی (۷) به خوبی ملاحظه می گردد که در دبی های پایین وضعیت شوری آب در هر دو حالت جزر و مد تفاوت چندانی نداشته و از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و Ec در بدترین حالت به ۵۶۰۰ میکروموس خواهد رسید.
محاسبات فوق با توجه به نمودارهای جزر و مد مربوط به هر ماه تا آذرماه ۱۳۸۸ انجام شده است. در جداول شماره (۸) و (۹) نتایج این محاسبات که نشان دهنده شوری متوسط در ماههای مختلف و با دبی های حداقل و حداکثر می باشد، آورده شده است.

جدول (۸) شوری متوسط در دبی های مختلف از اردیبهشت تا آذرماه ۱۳۸۸ در حالت مد

	E_{CM} (میکروموس)							
Q_1 (M^3/S)	۲۳ اردیبهشت	۲۰ خرداد	۱۹ تیر	۱۶ مرداد	۲۱ شهریور	۱۸ مهر	۱۶ آبان	۱۴ آذر
۶۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰
۸۰	۵۴۰۰	۵۵۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰	۵۴۰۰
۱۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۱۰۰	۵۱۰۰	۵۱۰۰	۵۱۰۰	۵۱۰۰	۵۱۰۰
۱۵۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۵۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰
۲۰۰	۳۷۰۰	۳۷۰۰	۳۷۰۰	۳۶۰۰	۳۷۰۰	۳۷۰۰	۳۷۰۰	۳۷۰۰
۳۲۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰
۳۲۵	–	–	–	–	۱۱۰۰	–	–	–
۳۲۸	–	–	۱۱۰۰	–	–	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰
۳۳۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	–	–	–	–	–	–

جدول (۹) شوری متوسط در دبی های مختلف از اردیبهشت تا آذرماه ۱۳۸۸ در حالت جزر

	E_{CM} (میکروموس)							
Q_1 (M^3/S)	۲۳ اردیبهشت	۲۰ خرداد	۱۹ تیر	۱۶ مرداد	۲۱ شهریور	۱۸ مهر	۱۶ آبان	۱۴ آذر
۶۰	۵۵۰۰	۵۵۰۰	۵۵۰۰	۵۵۰۰	۵۵۲۰	۵۵۰۰	۵۵۰۰	۵۵۰۰
۸۰	۵۳۰۰	۵۳۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰
۱۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
۱۵۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰	۴۳۰۰
۲۰۰	۳۳۰۰	۳۳۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰
۲۷۰	–	–	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰
۲۸۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	–	–	–	–	–	–

نتیجه گیری

۱- همانگونه که در جداول و نمودارهای ارائه گردیده ملاحظه می شود، در جزر و مدهای روزهای مختلف شرایط بگونه ای خواهد بود که در دبی های پایینرودخانه کارون، در حالت جزر و مد شرایط تقریبا مشابهی در کیفیت آب رودخانه مشاهده می گردد.

۲- با توجه به خشکسالی های اخیر و وجود دبی های پایین در رودخانه کارون در بازه آبادان، نه تنها در حالت مد بلکه در حالت جزر نیز ورود آب دریا به رودخانه اتفاق خواهد افتاد. دلیل این امر پایین بودن دبی و همچنین پایین بودن سطح آب در رودخانه می باشد. سطح آب در رودخانه با چنین دبی های کمی از سطح جزر های اتفاق افتاده نیز پایین تر می باشد. پس در هر دو حالت جزر و مد تداخل آب دریا و آب رودخانه صورت می گیرد و در حالت جزر تنها مقدار بسیار اندکی تغییر در کیفیت آب دیده می شود.

۳- با توجه به مطالب گفته شده این نتیجه حاصل می گردد که تنها راه بهبود کیفیت آب شرب این منطقه در حال حاضر، احداث هر چه سریعتر سد بر روی رودخانه کارون و وجود دبی حداقل ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه در این رودخانه خواهد بود. زیرا در شرایط کنونی با عامل دبی رودخانه، نمی توان ارتفاع مورد نیاز برای به عقب راندن مد و حتی جزر را تامین نمود و تداخل شوری آب دریا، کیفیت آب رودخانه کارون را به شدت کاهش خواهد داد.

۴- – ضروری است دبی رودخانه کارون برای بهبود کیفیت و پس زدن شوری آب دریا با توجه به ادامه خشکسالی با اعمال محدودیت های بیشتر در برداشت از رودخانه، تا حد امکان افزایش یابد.

۵- بند خاکی مارد می بایست هر چه سریعتر ترمیم گردیده تا از ورود آب دریا در هنگام مد به کانال مارد جلوگیری گردد.

۶- با توجه به اینکه تجربه بهره برداری از سد مارد در تابستان ۱۳۸۷ نشان از تجمع شوری در بالادست این بند دارد، لذا برای جلوگیری از تجمع شوری در بالادست بند، کانالی به عرض ۲۰ متر و طول ۱۰۰ متر با استفاده از سپرکوبی در ساحل رودخانه اجرا گردد تا بتوان در مواقع جزر، جریان را از بالادست بند به پایین دست انتقال داده و عملیات شستشو و انتقال شوری از بالادست به پایین دست بند صورت گیرد. بدیهی است این سازه دارای Stop-Log هایی در بالادست و پایین دست این کانال برای بهره برداری در زمان جزر و مد خواهد بود.

۷- با توجه به بحران های اخیر خشکسالی می بایست سد پایین دست بهمنشیر هر چه سریعتر وارد مراحل اجرایی گردد.

۸- با توجه به گذشت زمان زیادی از مطالعات مهاب سوئکو بر روی سه شاخه حفار لازم است با توجه به شرایط جدید، یک سری مطالعات هیدرولیک جریان صورت گرفته و مدلی برای جریان از لحاظ کمی و کیفی تهیه گردد.

منابع

[۱] سایت www.iranhydrography.org وابسته به سازمان نقشه برداری کشور

[۲] مجدزاده طباطبائی، محمدرضا و همکاران (۱۳۷۹). " بررسی وضعیت رسوبگذاری در رودخانه‌های جزر و مدی مطالعه موردی رودخانه بهمنشیر"، چهارمین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی", ۱۹۶+۲۳۷ ص ., ص ۱۶, بندرعباس

[۳] سازمان آب و برق خوزستان (۱۳۸۸)، "گزارش تحلیل هیدرولیکی شوری آب شرب شهر های آبادان و خرمشهر"

8th International River Engineering Conference
Shahid Chamran University , 26-28 Jan. 2010 , Ahwaz

Hydraulic analysis of salinity in drinking water of Abadan and Khoramshahr cities in drought years from 86 to the first half of 88

R. Mehrabani
Head of Construction and Calibration of Physical Models Group, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz
A. Makvandi
Head of Sedimentation and Sedimentology Group, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz
S. M. Kurdistani
Sediment Research Management, Khozestan Water and Power Authority, Ahwaz, Iran

ABSTRACT

Water quality is very important in Karoun river. This river is the source of urban water usage in Abadan and Khorramshahr. Marine tidal streams affect on Karoun river water quality and increases EC in Abadan and Khorramshahr reaches. One of the goals of Mared and Bahmanshir dams is to bridle the advance of tidal streams toward upstream of the river. Mared dam was damaged when a flood occurred in 1387(2008) and it had unfavorable effects on quality of Karoun river water (EC). In this research effects of tidal stream when Mared dam was damaged and so decreasing the tidal streams effects by managing the Mared P.S. operation will be evaluated.

Keywords: Water quality, Tidal stream, EC, Mared dam