بررسی جریان سیلاب‌های ورودی به سد مخزنی مارون به منظور ارزیابی حجم کنترل سیلاب و تعیین اثر فعالیت حوضه میانی بر پایین دست سد

الهه حسینیان، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز*
کاظم حمادی، دکتری هیدرولوژی و منابع آب، سازمان آب و برق خوزستان
سید محمود کاشفی پور، استاد گروه سازه‌های آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز
*تلفن نویسنده اصلی: ۰۹۳۸۴۲۴۷۴۹۹، پست الکترونیکی:el_hosseinian5664@yahoo.com

چکیده

سد مخزنی مارون با ظرفیتی معادل ۱۲۷۴ میلیون متر مکعب کار کنترل سیلاب‌های مخرب و تنظیم آب و انرژی برق آبی را بر رودخانه مارون در استان خوزستان انجام می دهد. حوضه آبریز مورد بحث به لحاظ جغرافیایی در استان‌های کهکیلویه و بویراحمد وخوزستان می‌باشد. بررسی کلی رژیم هیدرولوژیکی جریان ورودی به مخزن سد و وقایع سیل هدف اساسی این تحقیق را تشکیل می‌دهد. همچنین این مطالعه سعی میکند تا ضمن ارزیابی نسبی حجم کنترل سیلاب مخزن، عملکرد هیدرولوژیکی حوضه میانی را نیز بررسی نماید. بررسی هیدروگراف‌های سیلاب ورودی به مخزن در دوره قبل و بعد از احداث سد مخزنی مارون نشان داد که فقط در موارد نادری حجم وقایع سیل از حجم کنترل مخزن تجاوز می‌نماید. بنابراین با بکارگیری پیش بینی‌های جوی کوتاه مدت که در سال‌های اخیر بهبود یافته به راحتی می‌توان از حجم کنترل سیلاب کاست و آن را برای مقاصد تامین نیازهای آبی و تولید انرژی برق آبی به کار گرفت. به لحاظ کمی به راحتی می‌توان میزان حدود ۱۴۰ میلیون متر مکعب از حجم کنترل سیلاب به منظور سایر نیازها تخصیص داد. که اعتماد به این حجم در حد ۹۰ درصد مواقع مشاهداتی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: *هیدروگراف‌های سیلاب، حجم کنترل سیلاب، سد مخزنی مارون*

۱- مقدمه

رودخانه مارون از رشته‌کوه‌های زاگرس و استان کهکیلویه و بویراحمد سرچشمه می‌گیرد و به سمت پایین-دست و جلگه خوزستان سرازیر می‌گردد. عبور حجم بالایی از آب که از استان‌های کهکیلویه و بویراحمد و خوزستان گذر می‌کند، در اغلب فصول سال دارای رژیم عادی و یکنواختی است اما براثر بارش باران‌های سیل آسا، رواناب جاری رژیم عادی خود را ازدست داده و با شدت و حدت بسیار روانه دشت خوزستان می گردد. این رودخانه سیلاب‌های بسیاری را به این دشت منتقل می‌نمایند. دبی ۵۷۰۴ مکعب بر ثانیه در تاریخ ۱۴ بهمن سال ۱۳۷۱ در این رودخانه بزرگترین سیلابی

می باشد که به این حوضه وارد شده است. این حوضه به دلیل شرایط خاص خود باران گیر می باشد ، معمولا در زمان سیلاب به یکباره فعال می گردد، سیلاب جاری شده بسیار مهیب بوده و خسارتهای فراوانی به جا می گذارد. به همین دلیل طرح احداث سد مخزنی بزرگی اجرایی شده است. در حال حاضر سد مارون با ظرفیتی معادل ۱۲۷۴ میلیون متر مکعب کار کنترل سیلاب‌های مخرب و تنظیم آب و انرژی برق آبی را بر رودخانه مارون در استان خوزستان انجام می دهد. رودخانه جره نیز پس از سد مارون به این رودخانه می ریزد و تشکیل رودخانه جراحی را می دهد. این رودخانه‌ها، در زمان سیلاب همزمان فعال شده و لذا کار کنترل سیل باید به نحوی انجام گیرد که ضمن دفع آب مازاد و کنترل مخزن از وارد آمدن خسارت به پایین دست که به شدت آسیب پذیر می باشد تا حد امکان جلوگیری شود[۱]. رعیت پیشه، به منظور برآورد دبی سیلابی رودخانه مارون به مقایسه بین هیدروگراف‌های مشاهده‌ای و محاسبه‌ای پرداخت و نشان داد روش‌های هیدروگراف‌های واحد مصنوعی از نظر کمی و کیفی می‌توانند در برآورد دبی‌های سیلابی انطباق خوبی را ایجاد نموده و به عنوان یک مدل و الگوی با قابلیت مناسب در برآورد دبی‌های پیک معرفی شوند[۲]. میر مهدی و جهانگیر، تحقیقی در حوضه آبریز مارون جهت پیش‌بینی سیلاب و شبیه سازی بارش – رواناب، با استفاده از HEC-HMS در این منطقه انجام دادند. دراین میان تعیین سیلاب این حوضه از اهمیت فراوانی برخوردار است به طوری که در سال‌های اخیر این سیلاب مشکلات عدیده‌ای را برای سد مارون و پایین دست آن به وجود آورده است که ایجاب می کند با شناسایی و پیش‌بینی سیلاب‌ها متناسب با نوع بارندگی کنترل های لازم را به وجود آورده و از ایجاد خسارات هنگفت جلوگیری کرد[۳]. شامکوئیان و همکاران، به تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای حوضه‌های آبریز استان‌های خراسان پرداختند. به کمک مدل‌های پیشنهادی نشان دادند که می‌توان اقدام به برآورد سیلاب نمایه در هر نقطه از نواحی همگن و مقیاس دار کردن مقادیر سیلاب بی بعد ناحیه‌ای نمود[۴]. رستمی و همکاران، با استفاده از آمار ایستگاه‌های آب سنجی حوضه‌ی دز اقدام به تحلیل ایستگاهی و منطقه‌ای سیلاب با روش گشتاورهای خطی نمودند. نتایج تحلیل خطا بین داده‌های مشاهده‌ای و محاسبه‌ای نشان داد که در روش تحلیل منطقه‌ای محاسبات در دوره‌های برگشت پایین خطای بیش‌تری نسبت به دوره‌های برگشت بالادارد[۵].

در تحقیق حاضر ابتدا رژیم آبدهی رودخانه مارون در ایستگاه ورودی به مخزن سد طی دوره آماری ۴۳ ساله اخیر بررسی می‌شود و درصد جریان فصلی، سهم ماهانه جریان و حجم متوسط آورد جریان حوضه سد محاسبه خواهد شد. سپس بر روی کلیه سیلاب‌های بوقوع پیوسته طی دوره آماری ۲۶ ساله از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۸۷ تحلیل صورت می‌پذیرد و به بررسی میزان حجم ورودی به مخزن سد و بررسی این مسئله که تاکنون چند درصد از سیلاب‌های ورودی به مخزن، حجمی بیشتر از حجم کنترل طغیان سد داشته‌اند، پرداخته خواهد شد. در انتها نیز روند سیل در ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در مسیر رودخانه مارون قبل از بهره برداری سد مورد توجه قرار خواهد گرفت تا معلوم شود زمانی که حجم سیلاب ورودی به مخزن از حجم کنترل طغیان سد کمتر باشد و سیلاب توسط مخزن سد مهار شود تا چه حد احتمال دارد فعالیت حوضه میانی سد سبب افزایش دبی در پایین دست سد شود. بنابراین بررسی کلی رژیم هیدرولوژیکی جریان ورودی به مخزن سد و وقایع سیل هدف اساسی تحقیق را تشکیل می‌دهد. همچنین این مطالعه سعی می‌کند تا حجم کنترل سیلاب مخزن را با وقایع سیلاب ورودی به طور نسبی ارزیابی نماید.

۲- مواد و روش‌ها

رودخانه مارون دارای رژیم برفی- بارانی بوده و آبدهی آن دایمی است. سد مخزنی مارون در ۱۹ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بهبهان در محلی به نام تنگ تکاب به مختصات ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی، ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی به ارتفاع ۱۶۵ متر بنا گردیده است. احداث سد مخزنی مارون در سال ۱۳۷۲ آغاز و در سال ۱۳۷۷ عملیات ساختمانی آن به پایان رسیده است. شایان ذکر است که این سد یکی از بلند ترین سدهای سنگریزه‌ای کشور می باشد.

این مطالعه با استفاده از داده‌های هیدرومتری ثبت شده توسط سازمان آب و برق خوزستان در ایستگاه‌های آبسنجی ایدنک و بهبهان صورت گرفت. ایستگاه آبسنجی ایدنک مهمترین ایستگاه هیدرومتری رودخانه مارون بوده که

در بالادست مخزن سد مارون قرار گرفته است. حدود ۴۵ کیلومتر پایین‌دست آن، ایستگاه آبسنجی بهبهان در محل تنگ تکاب پس از سد مخزنی واقع است به طوری که سد در فاصله‌ی اندکی در بالادست ایستگاه هیدرومتری بهبهان قرار دارد. برخی از مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌ی آبریز دو ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه که در این بررسی از آن‌ها استفاده شده است در جدول (۱) ارائه شده است[۶] .

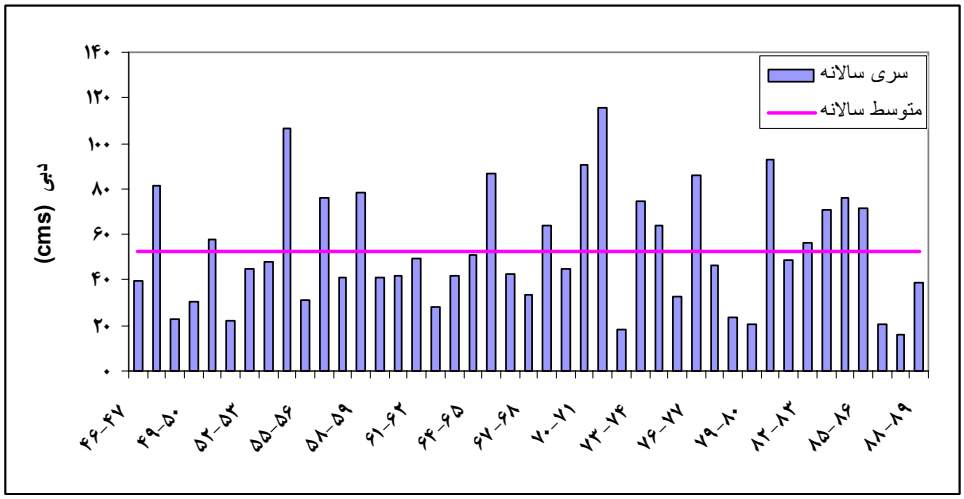
جدول(۱): *پاره‌ای از مشخصات فیزیوگرافی رودخانه مارون در ایستگاه های مورد مطالعه*

ردیف	مشخصات حوضه آبریز	ایدنک	بهبهان
۱	مساحت حوضه آبریز (کیلومتر مربع)	۲۷۶۱	۳۸۰۲
۲	محیط حوضه آبریز (کیلومتر)	۲۹۱/۴	۳۷۷
۳	زمان تأخیر(ساعت)	۴۱/۶	۶۱/۴
۴	زمان تمرکز(ساعت)	۹/۸	۱۴/۲

در این مطالعه جهت بررسی رژیم آبدهی رودخانه مارون از سری ماهانه جریان ورودی به مخزن سد طی دوره آماری ۴۳ ساله اخیر استفاده شده است. دبی متوسط و سایر پارامترهای آماری برای این سری سالانه محاسبه شد. الگوهای زمانی جریان ماهانه مد نظر قرار گرفت و درصد جریان فصلی، سهم ماهانه جریان و حجم متوسط آورد جریان حوضه سد بدست آمد. سپس به منظور ارزیابی حجم ورودی به سد مخزنی مارون ابتدا با استفاده از قرائت‌های ساعتی سیلاب در ایستگاه هیدرومتری ایدنک، کلیه سیلاب‌های بوقوع پیوسته طی دوره آماری ۲۶ ساله از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۸۷ استخراج شد. تعداد ۱۷۶ واقعه سیل در این دوره آماری در ایستگاه ایدنک قبل و بعد از بهره‌برداری سد با تداوم‌های متفاوت به‌وقوع پیوسته است که بر روی هیدروگراف حاصل از آن‌ها تحلیل صورت پذیرفت. به همین منظور دبی اوج، زمان رسیدن به اوج، حجم و رواناب حاصل از سیلاب برای تمامی هیدروگراف‌های ورودی به مخزن مورد بررسی و کنترل قرار گرفت. پس از آن به بررسی میزان حجم ورودی مخزن سد و بررسی این مسئله که تا کنون چند درصد از سیلاب‌های ورودی به مخزن، حجمی بیشتر از حجم کنترل طغیان سد داشته‌اند، پرداخته شد. به منظور بررسی تاثیر فعالیت حوضه میانی و روند سیل در ایستگاه‌های هیدرومتری ایدنک و بهبهان در دوره آماری قبل از بهره برداری سد از مجموع ۲۳۲ هیدروگراف استفاده شده است که تعداد ۱۲۷ هیدروگراف مربوط به ایستگاه ایدنک و تعداد ۱۰۵ هیدروگراف مربوط به ایستگاه بهبهان می باشد. هیدروگراف‌ها تحلیل شده و دبی اوج سیلاب ها در دو ایستگاه مقایسه شد.

۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

جهت بررسی رژیم آبدهی ماهانه رودخانه مارون در ایستگاه ورودی به مخزن سد، آمار ماهیانه ایستگاه ایدنک با حوضه‌ای به وسعت ۲۷۶۱ کیلومتر مربع و بارش سالانه حدود ۱۰۰۰ میلی متر مورد توجه قرار گرفت. شکل (۱)، نمودار سری سالیانه و دبی متوسط سالیانه ایستگاه ایدنک را طی دوره آماری ۴۳ ساله اخیر نشان می‌دهد.



شکل(۱): *نمودار دبی متوسط سالیانه طی دوره آماری (۱۳۸۹-۱۳۶۱)*

نتایج محاسبات متوسط ماهیانه و سالیانه ایستگاه مذبور طی دوره آماری (۱۳۸۹-۱۳۴۶) در جدول (۲) آورده شده است. متوسط سالانه جریان در این ایستگاه ۵۲/۷ متر مکعب بر ثانیه می باشد. انحراف معیار سالانه ۲۵/۳ متر مکعب بر ثانیه و ضریب تغییرات سالانه ۴۸ درصد می باشد.

جدول(۲): *دبی متوسط و سایر پارامترهای آماری رودخانه مارون-ایدنک (متر مکعب بر ثانیه)*

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
متوسط	۱۱/۰	۱۸/۲	۵۳/۷	۶۷/۳	۹۲/۸	۱۱۲/۵	۱۱۹/۷	۷۰/۵	۳۷/۸	۲۱/۵	۱۵/۴	۱۱/۹	۵۲/۷
حداکثر	۲۷/۰	۸۶/۷	۲۶۴/۸	۲۹۷/۰	۳۱۳/۰	۳۷۷/۰	۲۹۱/۰	۱۶۱/۰	۹۱/۳	۴۸/۸	۲۹/۴	۲۷/۷	۱۱۵/۷
حداقل	۴/۳	۶/۴	۷/۶	۱۰/۲	۱۵/۲	۲۳/۲	۲۶/۴	۱۱/۱	۷/۳	۶/۵	۴/۹	۵/۶	۱۵/۸
انحراف معیار	۴/۳	۱۶/۷	۶۶/۱	۶۴/۹	۷۲/۸	۷۲/۵	۶۸/۵	۳۶/۰	۱۸/۲	۹/۶	۵/۸	۴/۳	۲۵/۳
ضریب تغییرات	۰/۳۹	۰/۹۲	۱/۲۳	۰/۹۶	۰/۷۸	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۴۸
دامنه تغییرات	۲۲/۷	۸۰/۳	۲۵۷/۲	۲۸۶/۸	۲۹۷/۸	۳۵۳/۸	۲۶۴/۶	۱۴۹/۹	۸۴/۰	۴۲/۳	۲۴/۵	۲۲/۱	۹۹/۹
درصدجریان ماهانه	۱/۸	۲/۹	۸/۵	۱۰/۶	۱۴/۷	۱۷/۸	۱۸/۹	۱۱/۱	۶/۰	۳/۴	۲/۴	۱/۹	---
درصدجریان فصلی		۱۳			۴۳			۳۶			۸		---

در این دوره آماری ۴۳ ساله، تعداد ۲۶ سال دبی کمتر و ۱۷ سال دبی بیشتر از متوسط سالانه دارند. به عبارت دیگر ۶۱ درصد از سال‌ها خشک و ۳۹ درصد تر محسوب می شوند. همچنین با استفاده از دبی متوسط سالانه، حجم متوسط آورد جریان حوضه سد ۱۶۶۲ میلیون مترمکعب محاسبه شد. سپس الگوی زمانی جریان ماهانه را مد نظر قرار داده و درصد جریان ماهانه و فصلی برای دوره آماری بدست آمد. همانگونه که از جدول (۲) مشاهده می شود ماه فروردین، اسفند و بهمن به ترتیب بالاترین سهم جریان ماهانه را دارند. سیلاب‌های زمستان نیز سهم بیشتری نسبت به سیلاب-های بهاره دارند.

پس از آن که رژیم آبدهی رودخانه مارون جهت بررسی میزان جریان ورودی به مخزن سد انجام شد،کلیه سیلاب‌های بوقوع پیوسته در ایستگاه ایدنک طی دوره آماری (۱۳۶۱ تا ۱۳۸۷) جمع آوری گردید. برای ایستگاه ایدنک تعداد ۱۷۶ هیدروگراف با تداوم‌های متفاوت بدست آمد و بر روی آن‌ها تحلیل لازم صورت پذیرفت. دبی‌های اوج هیدروگراف‌های ورودی به مخزن از حدود ۱۰۰ تا ۵۷۰۰ متر مکعب بر ثانیه و حجم آن ها بین ۸ تا ۳۷۰ میلیون متر

مکعب می باشد. رواناب خالص این هیدروگراف‌ها که از تقسیم حجم به سطح حوضه حاصل شده حدود ۳ تا ۱۴۰ میلی متر بدست آمده است. جدول (۳) فراوانی وقوع تداوم‌های ۲۴ تا تداوم‌های بیشتر از ۷۲ ساعت (۹۶ و ۱۲۰ ساعت) را در ایستگاه هیدرومتری ایدنک نشان می دهد.

جدول(۳): *فراوانی وقوع سیلاب با تداوم متفاوت*

ردیف	تداوم (hr)	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	در صد فراوانی
۱	۲۴	۲۵	۰/۱۴	۱۴/۲۰
۲	۴۸	۸۵	۰/۴۸	۴۸/۳۰
۳	۷۲	۴۶	۰/۲۶	۲۶/۱۴
۴	> ۷۲	۲۰	۰/۱۱	۱۱/۳۶

از قابلیت سد مخزنی مارون، حجم کنترل سیلاب ۲۵۰ میلیون متر مکعب می باشد. به منظور بررسی حجم ورودی مخزن سد و بررسی این مسئله که تاکنون چند درصد از سیلاب‌های ورودی به مخزن، حجمی بیشتر از حجم کنترل طغیان سد داشته‌اند، حجم حاصل از تمامی سیلاب‌های بوقوع پیوسته طی دوره آماری مورد مطالعه را به ترتیب نزولی مرتب کرده و فراوانی وقوع مربوط به حجم سیلاب در کلاس‌های مختلف طبقه بندی شد. جدول (۴) فراوانی حجم ورودی به مخزن سد مارون را نشان می دهد.

جدول(۴): *فراوانی حجم ورودی حاصل از سیلاب‌های بوقوع پیوسته در ایستگاه ایدنک*

ردیف	دسته ها	متوسط	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	درصد فراوانی تجمعی
۱	۰-۵۰	۲۵	۱۱۰	۰/۶۳	۶۳
۲	۵۰-۱۰۰	۷۵	۳۴	۰/۱۹	۸۲
۳	۱۰۰-۱۵۰	۱۲۵	۱۸	۰/۱۰	۹۲
۴	۱۵۰-۲۰۰	۱۷۵	۷	۰/۰۴	۹۶
۵	۲۰۰-۲۵۰	۲۲۵	۳	۰/۰۲	۹۸
۶	۲۵۰-۳۰۰	۲۷۵	۳	۰/۰۲	۹۹
۷	۳۰۰-۳۵۰	۳۲۵	۰	۰/۰۰	۹۹
۸	۳۵۰-۴۰۰	۳۷۵	۱	۰/۰۱	۱۰۰

همانگونه که جدول (۴) نشان می دهد فقط ۲ درصد سیلاب‌های به وقوع پیوسته طی سال های ۱۳۶۱ تا ۱۳۸۷ از ۲۵۰ میلیون متر مکعب بیشتر بوده است وحجمی بیشتر از حجم کنترل سد ایجاد کرده‌اند.

در بخش پایانی این تحقیق روند هیدروگراف‌های سیل در ایستگاه‌های هیدرومتری ایدنک و بهبهان واقع در مسیر رودخانه مارون قبل از بهره برداری سد بررسی شد تا معلوم شود زمانی که حجم سیلاب ورودی به مخزن از حجم کنترل طغیان سد کمتر باشد و سیلاب توسط مخزن سد مهار شود تا چه حد احتمال دارد فعالیت حوضه میانی سد سبب افزایش دبی در پایین دست سد شود. تعداد ۱۰۵ هیدروگراف سیل در ایستگاه هیدرومتری بهبهان جهت بررسی روند سیل در دوره آماری قبل از احداث سد تحلیل شد. دبی‌های اوج هیدروگراف‌های این ایستگاه بین ۱۵۰ تا ۵۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه و حجم آن ها بین ۸ تا ۲۷۰ میلیون متر مکعب می باشد. همچنین رواناب خالص این هیدروگراف ها بین ۳ تا ۱۰۰ میلی متر بدست آمده است. جداول (۵) و (۶) به ترتیب خلاصه نتایج تحلیل هیدروگراف‌های سیل با دبی اوج بیشتر از ۲۰۰۰ متر مکعب بر ثانیه را در ایستگاه هیدرومتری ایدنک برای دوره‌های قبل و بعد از بهره‌برداری سد و ایستگاه بهبهان را در دوره‌ی قبل از بهره‌برداری سد نشان می دهند.

جدول (۵): *خلاصه‌ی نتایج تحلیل مقدماتی هیدروگراف های سیل در ایستگاه هیدرومتری ایدنک*

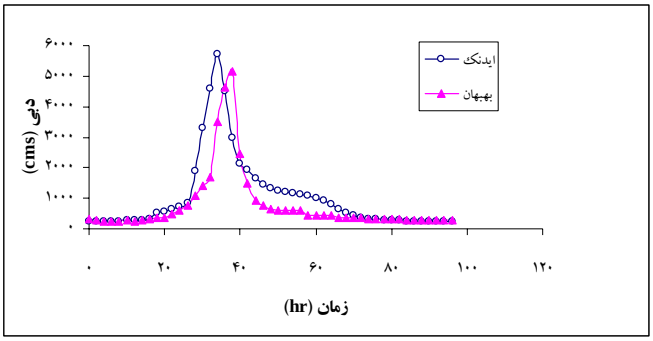
ردیف	تاریخ وقوع	تداوم (hr)	دبی اوج (m۳/s)	زمان رسیدن به اوج (hr)	حجم (Mcm)	رواناب (mm)
۱	۱۳۷۱/۱۱/۱۲	۹۶	۵۷۰۴	۵۱	۳۶۶/۸۴	۱۳۲/۸۶
۲	۱۳۶۸/۰۹/۱۱	۹۶	۲۹۹۰	۶۴	۲۹۴/۲۱	۱۰۶/۵۶
۳	۱۳۷۰/۱۲/۰۵	۷۲	۲۶۳۰	۳۴	۱۴۲/۱۲	۵۱/۴۷
۴	۱۳۷۷/۰۱/۱۰	۴۸	۲۵۵۰	۱۰	۱۵۰/۴۲	۵۴/۴۸
۵	۱۳۷۱/۱۲/۰۲	۷۲	۲۳۶۳	۱۶	۲۷۶/۷۲	۱۰۰/۲۲
۶	۱۳۷۱/۱۰/۱۷	۷۲	۲۳۴۹	۳۴	۲۰۰/۶۹	۷۲/۶۹
۷	۱۳۷۳/۰۸/۲۵	۷۲	۲۲۲۶	۳۶	۱۲۰/۱۴	۴۳/۵۱
۸	۱۳۷۶/۱۰/۱۵	۴۸	۲۰۸۰	۲۲	۱۱۷/۳۸	۴۲/۵۱
۹	۱۳۷۰/۰۹/۲۱	۹۶	۲۰۴۲	۵۲	۲۹۰/۷۷	۱۰۵/۳۱
۱۰	۱۳۷۶/۱۲/۲۷	۴۸	۲۰۳۰	۱۸	۱۷۸/۲۶	۶۴/۵۷
۱۱	۱۳۸۲/۱۰/۱۷	۴۸	۲۳۷۳	۲۲	۱۲۱/۷۴	۴۴/۰۹
۱۲	۱۳۸۶/۰۱/۰۸	۴۸	۲۳۰۹	۲۲	۱۱۵/۳۲	۴۱/۷۷
۱۳	۱۳۸۱/۰۹/۱۸	۷۲	۲۲۰۵	۴۶	۱۲۹/۹۱	۴۷/۰۵
۱۴	۱۳۸۲/۱۰/۲۳	۴۸	۲۰۵۲	۱۸	۱۶۰/۰۵	۵۷/۹۷

جدول (۶): *خلاصه‌ی نتایج تحلیل مقدماتی هیدروگراف های سیل در ایستگاه هیدرومتری بهبهان*

ردیف	تاریخ وقوع	تداوم (hr)	دبی اوج (m۳/s)	زمان رسیدن به اوج (hr)	حجم (Mcm)	رواناب (mm)
۱	۱۳۷۱/۱۱/۱۲	۹۶	۵۱۶۴	۶۰	۲۶۹/۶۶	۷۰/۹۳
۲	۱۳۶۸/۰۹/۱۱	۹۶	۳۹۶۱	۶۴	۳۱۵/۶۰	۸۳/۰۱
۳	۱۳۶۳/۱۱/۱۲	۴۸	۳۴۷۵	۳۴	۱۶۳/۹۹	۴۳/۱۳
۴	۱۳۶۳/۱۰/۱۲	۹۶	۳۳۲۵	۴۶	۲۶۹/۶۶	۷۰/۹۳
۵	۱۳۶۳/۰۸/۱۹	۷۲	۳۱۲۵	۶۰	۱۰۳/۲۳	۲۷/۱۵
۶	۱۳۷۳/۰۸/۲۵	۷۲	۲۸۸۲	۴۰	۱۸۰/۳۲	۴۷/۴۳
۷	۱۳۷۰/۰۹/۲۱	۹۶	۲۶۳۹	۵۴	۲۹۲/۰۶	۷۶/۸۲
۸	۱۳۷۰/۱۲/۰۵	۷۲	۲۳۹۵	۳۸	۱۹۸/۰۶	۵۲/۰۹
۹	۱۳۷۳/۰۹/۰۲	۱۲۰	۲۳۰۲	۷۰	۲۱۰/۷۰	۵۵/۴۲
۱۰	۱۳۷۱/۱۲/۰۲	۷۲	۲۱۷۶	۱۸	۱۶/۵۹	۴/۳۶
۱۱	۱۳۷۶/۱۰/۱۵	۴۸	۲۱۴۶	۲۸	۱۴۶/۶۱	۳۸/۵۶
۱۲	۱۳۷۷/۰۱/۱۰	۴۸	۲۱۴۶	۱۶	۱۷۰/۹۸	۴۴/۹۷

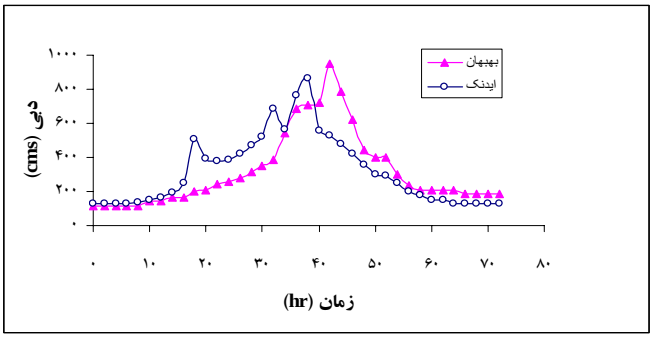
گرچه بهره برداری از سد مخزنی مارون با دوره خشکسالی مواجه بوده است اما در این دوره نیز سیلاب با دبی اوج بالا واقع شده است. همانگونه که در جدول (۵) مشاهده می‌شود در طول مدت ۳ سال، ۴ واقعه سیلاب با دبی اوج ۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر مکعب بر ثانیه با حجم معادل ۱۲۰ تا ۱۶۰ میلیون متر مکعب نیز حادث گردید که همگی این سیلاب ها توسط مخزن سد مستهلک شده‌اند.

تحلیل و بررسی هیدروگراف سیل رخ داده در دو ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهدکه در ۶۹ مورد از این سیلاب‌ها در ایستگاه هیدرومتری بهبهان با افزایش دبی اوج مواجه است. حتی در برخی موارد دبی اوج در ایستگاه بهبهان بیش از دو برابر دبی اوج در همان واقعه سیل در ایستگاه ایدنک بوده است. به عبارت دیگر حدود ۷۰ درصد از وقایع سیلاب، حوضه میانی فعال شده و سبب افزایش دبی اوج در پایین دست حوضه شده است. شکل‌های (۲) تا (۴) برخی از هیدروگراف سیل در دو ایستگاه هیدرومتری ایدنک و بهبهان را بدون اثر احداث سد نشان می دهند.



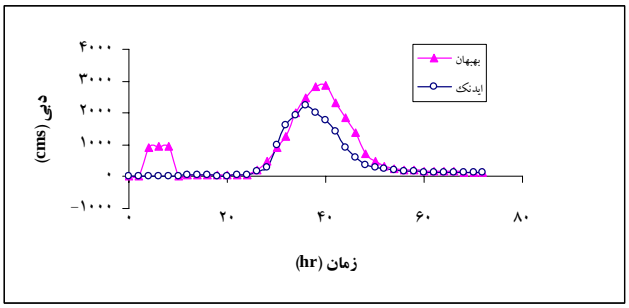
شکل (۲): *مقایسه ی هیدروگراف سیل در ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه در تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۲*

شکل (۲) به خوبی میزان استهلاک سیل توسط مسیر رودخانه در بازه‌ای به طول حدود ۴۵ کیلومتر در حد فاصل ایستگاه ایدنک تا بهبهان را نشان می دهد. همانگونه که در شکل ملاحظه می شود دبی اوج هیدروگراف سیل در محل ایدنک تقریبا برابر ۵۷۰۰ متر مکعب بر ثانیه و در ایستگاه بهبهان به ۵۱۶۰ متر مکعب بر ثانیه می رسد. تداوم این واقعه سیل ۴ روز و حجم حاصل از آن برابر ۳۷۰ میلیون متر مکعب می باشد. همچنین رواناب خالص تولید شده در زیر حوضه مولد (ایدنک) تقریبا برابر ۱۴۰ میلی متر است. این رقم معادل ۲۵ درصد متوسط کل رواناب سالانه این زیر حوضه است. به عبارتی در یک واقعه سیل، ۲۵ درصد حجم رواناب سالانه رخ داده است که این موضوع بیانگر تغییر پذیری رژیم جریان رودخانه مارون است.



شکل (۳): *مقایسه ی هیدروگراف سیل در ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه در تاریخ ۱۳۷۲/۰۲/۰۶*

سیل سال ۱۳۷۲ مانند سیل سال قبل عمل نکرده و حوضه‌ی میانی حد فاصل ایدنک و بهبهان فعال شده واین فعالیت حوضه‌ی میانی باعث شده که هیدروگراف ایستگاه بهبهان علیرغم استهلاک سیل توسط رودخانه، به دبی اوج بالاتر برسد.



شکل (۴): *مقایسه ی هیدروگراف سیل در ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه در تاریخ ۱۳۷۳/۰۸/۲۵*

سیل رخ داده در سال ۱۳۷۳ نیز دارای روند مشابه سال قبل بوده وافزایش دبی اوج هیدروگراف بهبهان و چم نظام نسبت به ایستگاه ایدنک نشان دهنده‌ی آن است که حوضه‌های میانی فعال بوده است[۷].

بررسی رژیم آبدهی رودخانه مارون طی دوره آماری ۴۳ ساله اخیر نشان داد ماه فروردین، اسفند و بهمن به ترتیب بالاترین سهم جریان ماهانه را دارند. همچنین سیلاب‌های زمستان ۴۳ درصد از جریان فصلی را به خود اختصاص داده و سهم بیشتری نسبت به سیلاب‌های بهاره دارند. حجم حداکثر سد مخزنی مارون برابر ۱۲۷۴ میلیون متر مکعب می-باشد که از این حجم، مقدار ۲۶۰ میلیون متر مکعب زیر رقوم نیروگاهی (تولید انرژی برق آبی) بوده و حجم مرده مخزن سد را نیز در بر می‌گیرد. از حجم فعال مخزن حدود ۲۵۰ متر مکعب معادل ۲۵ درصد به عنوان حجم کنترل سیلاب منظور شده است. بررسی هیدروگراف‌های معتنا بهی از سیلاب‌های ورودی به مخزن در دوره قبل و بعد از احداث سد مخزنی مارون نشان می‌دهد که فقط در موارد نادری حجم وقایع سیل از حجم کنترل مخزن تجاوز می-نماید. بنابراین با بکارگیری پیش بینی‌های جوی کوتاه مدت که در سال‌های اخیر بهبود یافته به راحتی می‌توان از حجم کنترل سیلاب کاست و آن را برای مقاصد تامین نیاز های آبی و تولید انرژی برق آبی به کار گرفت. به لحاظ کمی به راحتی می‌توان میزان حدود ۱۴۰ میلیون متر مکعب از حجم کنترل سیلاب را به منظور سایر نیازها تخصیص داد که اعتماد به این حجم با استفاده از مقادیر ذکر شده در جدول (۴) در حد ۹۰ درصد مواقع مشاهداتی می‌باشد.

۴- مراجع

[۱] شهنی دارابی، ب. و مرادی، م. (۱۳۸۸). "محاسبه دوره بازگشت سیلابهای ورودی به سد مارون با استفاده از نرم افزار HYFA و EXCEL" لوح فشرده مجموعه مقالات اولین کنفرنس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساخت‌ها، دانشکده فنی دانشگاه تهران.

[۲] رعیت پیشه، ا. (۱۳۸۱). "مقایسه شاخص‌های هیدروگراف‌های واحد طبیعی و مصنوعی در برآورد دبی سیلابی رودخانه مارون" مجموع مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۱۲۲۱-۱۲۲۶.

[۳] میر مهدی، م. و جهانگیر، ع. (۱۳۸۷). "واسنجی مدل ریاضی HEC-HMS و ارزیابی این مدل در پاسخ گویی به سیلاب آبریز مارون " چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، ص ۷-۱.

[۴] شامکوئیان، ح. و همکاران (۱۳۸۸). "تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای با استفاده از تئوری گشتاورهای خطی و سیلاب نمایه در حوضه‌های آبریز استان‌های خراسان" مجله آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۱، ص ۴۳-۳۱.

[۵] رستمی، ا. و همکاران (۱۳۸۸). "تحلیل سیلاب حوضه‌ی دز" مجله مهندسی آب، سال دوم، ص ۷۰-۶۱.

[۶] حمادی، ک. و نوذریان، ل. (۱۳۸۱). "تعیین پارامترهای مدل موج سینماتیک مطالعه موردی رودخانه مارون" مجموع مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۳۷۳-۳۶۷.

[۷] حسینیان، ا. و همکاران (۱۳۸۹). "تحلیل هیدروگراف‌های سیلاب و بررسی روند سیل در پایین دست سد مخزنی مارون تحت تاثیر احداث سد" لوح فشرده مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.