



## بهینه‌یابی مکان سدهای تاخیری با استفاده از مساحت حوضه‌ی بالادست سد

رشید جمشیدی<sup>۱</sup>، علی رضا شکوهی<sup>۲</sup>، جعفر مامی زاده<sup>۳</sup>.

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده فنی دانشگاه بین‌المللی قزوین

۳- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی و هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

[Rashid.jam60@gmail.com](mailto:Rashid.jam60@gmail.com)

### خلاصه

سدهای تاخیری برای کنترل سیلاب و ایجاد تاخیر و تعویق در جریان ساخته می‌شوند. لذا با ذخیره‌مقداری از سیلاب، مقدار دبی اوج سیلاب تقلیل و زمان رسیدن آن به نقطه مورد نظر را افزایش می‌دهند. عواملی چون خصوصیات ژئومورفولوژیکی، فیزیوگرافی، حجم و موقعیت سدها و ... بر راندمان و نحوه‌ی عملکرد آن‌ها اثرگذارند که در این تحقیق به بررسی اثر مساحت بالادست بر راندمان سدهای تاخیری پرداخته شد تا مساحت بهینه‌ای برای سدها تعیین و بر اساس آن محل سد تاخیری مشخص شود. حوضه‌ی مورد مطالعه حوضه‌ی آبخوار شهرستان بهبهان می‌باشد که در این منطقه سه سد تاخیری احداث شده است. برای انجام این تحقیق از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی GIS و نرم‌افزار الحاقی HECGEO-HMS برای تعیین خصوصیات فیزیوگرافی حوضه، به دست آوردن منحنی‌های سطح - حجم - ارتفاع سدها و همچنین از نرم‌افزار هیدرولوژیکی HEC-HMS برای تعیین میزان اثر مساحت بر راندمان سدهای تاخیری استفاده شد در نهایت محدوده‌ی مناسبی از مساحت برای عملکرد بهتر سدهای تاخیری تعیین گردید.

کلمات کلیدی: سد تاخیری، سیلاب، حوضه‌ی آبخوار، GIS، HEC-HMS

### مقدمه

سیل را باید یکی از جدی‌ترین بلایای طبیعی به شمار آورد که تنها معدودی از کشورهای جهان را می‌توان یافت که فارغ از مسایل و مضرات ناشی از سیل باشند. متأسفانه موضع سیل و مدیریت و کاهش خسارات آن در کشور مورد توجه جدی قرار نگرفته و فقط زمانی که سیلاب مخربی جاری می‌شود و فاجعه‌ای به بار می‌آید، توجه مسئولین و متخصصین به آن جلب می‌گردد. از جمله روش‌هایی که در مهار و کنترل سریع سیلاب موثر است احداث سدهای تاخیری در مسیر آبراهه‌ها در حوضه‌های سیل خیز می‌باشد. این سدها تأثیری مستقیم و سریع بر روی سیلاب می‌گذارند و چنانچه توپوگرافی امکان ایجاد مخزن تاخیر با حجم مناسب را بدهد و منابع قرضه در فاصله کمی از محل پروژه موجود باشد، به علت تأثیر سریع تر آن در مقایسه با روش‌های آبخیزداری بر تسکین سیلاب، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. خروجی یک سد تاخیری، معمولاً یک سرریز بزرگ و یا چند خروجی بدون دریچه می‌باشد. نوع خروجی که به کار می‌رود بستگی به ماهیت سیلاب و مشخصات حجمی مخزن دارد. عموماً "خروجی‌های روزنه‌ای ترجیح داده می‌شوند که با توجه به فرمول خروجی روزنه این  $Q \approx \sqrt{h}$  موجب تاخیر بیشتر در جریان و افزایش ملایم‌تر جریان خروجی می‌شود. یک سرریز ساده سطحی معمولاً برای سدهای تاخیری مطلوب نمی‌باشد زیرا حجم زیر تاج سرریز برای کاهش سیلاب مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با این وجود برای حفظ ایمنی خود سد یک سرریز بزرگ با ظرفیت چند برابر ظرفیت خروجی‌ها همیشه لازم است (Soil Conservation Practice, 1998). عوامل مختلفی مانند خصوصیات ژئومورفولوژیکی، خصوصیات

<sup>1</sup> - کارشناس ارشد سازه‌های آبی

<sup>2</sup> - استادیار دانشگاه بین‌المللی قزوین

<sup>3</sup> - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر



فیزیوگرافی، حجم و موقعیت مخازن سدها و هم چنین عوامل اقتصادی بر راندمان و نحوه‌ی عملکرد این سدها تاثیرگذارند که با بررسی و تعیین میزان اثر هر یک از این عوامل می‌توان عملکرد بهتری را شاهد بود.

با توجه به تاثیر گنجایش و موقعیت مخازن در اوج سیلاب‌ها در نقاط پایین دست حوضه مشخص می‌شود که با انتخاب درست موقعیت مخازن می‌توان در حجم کل مخازن مورد نیاز به صورتی چشم‌گیر صرفه‌جویی کرد و نیز اگر اصلاح مسیر و مقطع مسیل‌های طبیعی و آبراهه‌های منتهی به شهر به عنوان جزیی از عملیات عمرانی و شهرسازی ضرورت داشته باشد، در آن صورت لازم است به مسئله افزایش کارایی هیدرولیکی این‌گونه انهار جهت حمل و انتقال سیلاب‌ها توجه مکفی مبذول شود و این امر در انتخاب موقعیت و گنجایش مخازن ملحوظ گردد. توصیه‌ی عمومی در این زمینه آن است که مخازن تاخیری در سرشاخه‌های مسیل‌ها و آبراهه‌هایی که بهسازی می‌شوند احداث شود و مسئله‌ی نگهداری مخزن‌ها و خصوصاً " لایروبی منظم و نوبتی آن‌ها نیز باید همواره در مدنظر باشد و بالاخره این‌که مخزن‌های کنترل سیلاب را می‌توان برای مقاصد دیگری از جمله تغذیه‌ی مصنوعی آب‌های زیرزمینی و جزیی از تسهیلات تفریحی و تفرج‌گاه‌ها مورد استفاده قرار داد (هارتیگن<sup>۱</sup> و همکاران ۱۹۸۹). سدها و سیل یک ارتباط دو جانبه با هم دارند. از طرفی پنداشته می‌شود که سیل سلامت و بی‌نقصی سدها را به خطر می‌اندازد، از سوی دیگر سدها و مخازن تاثیر مهمی در روندیابی سیل دارند و یکی از اقدامات سازه‌ای موثر در کاهش خسارات ایجاد شده توسط سیل می‌باشد. در میان اقدامات مقابله‌ای با سیل‌های ویران‌گر، تاثیر سدها و مخازن اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. نظر به این‌که ایجاد سدها اقدام سازه‌ای موثری است، چنان‌که تنها راه حل برای ذخیره‌ی مقدار زیادی از حجم سیل می‌باشند، و تغییر قابل توجهی در روندیابی سیل به وجود می‌آورند و قادرند که پیک سیل را کاهش دهند (برگا<sup>۲</sup> ۲۰۰۲).

حسینی و همکاران (۱۳۸۴)، به بررسی نحوه‌ی مکان‌یابی و جانمایی سازه‌های هیدرولیکی و هم‌چنین نحوه انتخاب مسیر انتقال آب به کمک GIS پرداختند. برای این منظور ابتدا محل سدهای مخزنی و هم‌چنین مسیر انتقال آب مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفت، و در ادامه منحنی‌های سطح - حجم - ارتفاع مخزن هر یک از گزینه‌ها به کمک GIS تعیین گردید. هم‌چنین بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۰۰۰۰ منطقه، و استفاده از توانایی‌های GIS، مسیر کانال انتقال و حجم عملیات خاکبرداری و خاکریز و هم‌چنین تعداد و تنوع سازه‌های هیدرولیکی موردنیاز در طول مسیر انتقال، مشخص گردید. سپس با استفاده از یک مدل مفهومی بهترین مسیر انتقال از نظر نسبت هزینه به فایده مورد کنترل قرار گرفت، و در پایان با استفاده از اطلاعات تامین شده به وسیله GIS ( نظیر شیب کف، طول مسیر و ...) سازه‌های هیدرولیکی مورد نیاز در طول مسیر انتقال نظیر کالورت، زیرگذر و سیفون معکوس با در نظرگیری معیارهای مناسب مورد طراحی قرار گرفتند. که قابلیت‌های GIS را در روند انجام مطالعات و طراحی سازه‌های آبی را به خوبی نشان داد.

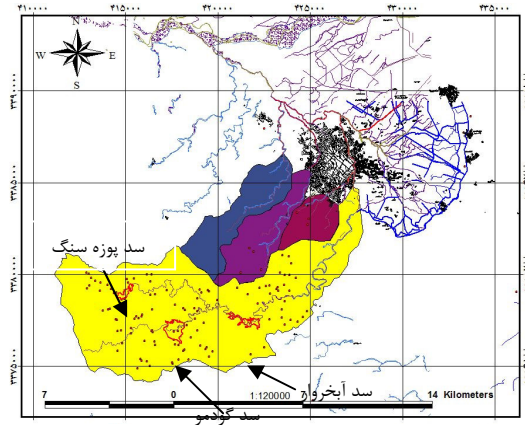
سامانی و همکاران (۱۳۸۱)، به ارایه معادله منحنی دبی - اشل برای سدهای پاره سنگی به منظور تاخیر در سیلاب پرداختند. جهت تعیین میزان تاخیر در سیلاب و کاهش دبی سیلاب می‌بایست معادله دبی - اشل برای این سدها تعیین شود. یکی از نتایج این تحقیق آن است که سدهای پاره‌سنگی بدون هسته نفوذناپذیر جهت کاهش دبی سیلاب یک روش اقتصادی می‌باشد. ایشان در نهایت نتیجه‌گیری کردند که از معادله مذکور می‌توان برای روندیابی سیل استفاده نمود و میزان تاخیر در سیل بستگی به مشخصات محیط سنگ دانه‌ای دارد. بنابراین به ازای یک دبی معین برای هیدروگراف خروجی می‌توان سد پاره‌سنگی را طراحی نمود.

#### مواد و روش‌ها

حوضه مورد مطالعه در مطالعاتی در مختصات طول جغرافیایی ۵۰/۱ تا ۵۰/۴ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰/۵ تا ۳۰/۶ درجه شمالی واقع شده است. سرمایه‌گذاری وسیعی برای کنترل سیل و رسوب در سطح این حوضه صورت گرفته است. متجاوز از ۱۴۰ بند آبخیزداری در سرشاخه‌ها و سه سد بزرگ تأخیری بر شاخه‌های اصلی رودخانه آبخوار در طی سال‌های گذشته احداث شده است که شکل ۱ موقعیت حوضه و سدهای موجود نشان داده شده است.

1- Hartigan

2- Berga



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز آبروار و حوضه آبریز غربی نسبت به شهر بهبهان

#### خصوصیات هیدرولوژیک حوضه

مهم ترین سیستم های هواشناسی موثر بر منطقه سیستم حرارتی سودان، کم فشار مدیترانه ای، پرفشار سردشمالی، کم فشار حرارتی هند و کم فشار حرارتی عربستان و کویر است. از نظر اقلیمی و بر طبق طبقه بندی اقلیمی دومارتن گسترش یافته، منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک گرم بوده و بر طبق طبقه بندی آمبرژه دارای بیابانی گرم شدید می باشد

جهت به دست آوردن مقدار بارش با دوره های متفاوت بارش، مقادیر بارش ۲۴ ساعته (چهل سال) حوضه که از آمار سازمان هواشناسی ایستگاه بهبهان تهیه شده اند به صورت نزولی مرتب گردیده و به هر کدام یک شماره ردیف اختصاص داده می شود. با توجه به روابط زیر احتمال وقوع تجربی تعیین گردیده و سپس دوره بازگشت و مقادیر آن به دست آورده می شوند در نهایت آمار بارش ۲۴ ساعته با نرم افزار Hyfa مورد تحلیل قرار گرفته و با آزمون کی دو بهترین تابع چگالی احتمال انتخاب و بارش طراحی به ازای دوره بازگشت های مختلف به دست می آید (سلطانی مقدم، ۱۳۸۴).

حوضه آبریز مورد مطالعه در تقسیم بندی پایو که مناطق اقلیمی و طبیعت ایران را به طور کلی به سه منطقه ی خزری، بلوچی و ایرانی و تورانی تقسیم می کند، جزء منطقه بلوچی ایران قرار می گیرد. منطقه بلوچی که در واقع همان منطقه خلیج و عمانی در تقسیم بندی های دیگر است، کلیه نواحی جنوبی ایران را که شامل سواحل خلیج فارس و دریای عمان است را در بر می گیرد.

طبقه بندی خاک های محدوده ی مطالعه از جنبه ی استعداد سیلاب زایی صورت گرفت، برای این منظور از طبقه بندی پیشنهادی دفتر حفاظت خاک ایالات متحده استفاده گردیده که خاک ها را به چهار گروه هیدرولوژیک (بر اساس سرعت نفوذ آب در خاک فاقد پوشش گیاهی) تقسیم کرده است. در جدول ۱ درصد هر یک از گروه های هیدرولوژیک خاک منطقه آمده است (علیزاده، ۱۳۷۹).

جدول ۱- درصد هر یک از گروه های هیدرولوژیک در منطقه مورد مطالعه

ردیف	گروه های هیدرولوژی	درصد مساحت نسبت به کل منطقه
۱	B	۱۹
۲	C	۱۶
۳	D	۶۵

برای تعیین CN در این حوضه به دلیل عدم وجود نقشه های نفوذ، از روش کالیبراسیون استفاده شد. به این ترتیب که با وجود داده های بارش سیل تاریخی روی داده در منطقه و هم چنین سیل متناظر آن، CN کالیبره شده ی منطقه به دست آمد (سلطانی مقدم، ۱۳۸۴).

برای محاسبه زمان تمرکز حوضه و هر یک از زیر حوضه ها از فرمول کالیفرنیا استفاده گردید، هم چنین از رابطه ی پیشنهادی انجمن حفاظت خاک آمریکا (SCS) برای محاسبه ی زمان تاخیر حوضه استفاده شده است (علیزاده، ۱۳۷۹).

برای روندیابی سیل در مسیل ها به طور معمول از روش Lag استفاده می شود به این ترتیب که در با توجه به داشتن طول آبراهه ها و هم چنین اختلاف ارتفاع دو سر آن ها شیب آبراهه ها به دست می آید سپس با استفاده از نمودار شیب- سرعت (علیزاده، اصول هیدرولوژی کاربردی) سرعت متناسب با هر یک از شیب ها به دست آمد (علیزاده، ۱۳۷۹).



برای تعیین مشخصات سدهای تاخیری منحنی سطح-حجم-ارتفاع این سدها با استفاده از نقشه TIN محدوده سد استفاده شد (سلطانی مقدم، ۱۳۸۴).

خصوصیات فیزیوگرافیک حوضه و زیرحوضه ها

نقشه‌های توپوگرافی و ارتفاعی محدوده مطالعات در مقیاس ۱:۲۵۰۰ و ۱:۲۰۰۰ در محیط های DGN، Cad و GIS تهیه شده است. برای به دست آوردن اطلاعات هیدرولوژیکی از نقشه DEM و جهت به دست آوردن اطلاعات هیدرولوژیکی از نقشه TIN حوضه استفاده شده است (سلطانی مقدم، ۱۳۸۴). جدول ۲ و ۳ خصوصیات فیزیوگرافیک حوضه و زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیوگرافیک حوضه

شکل حوضه	شیب متوسط حوضه	طول آبراهه اصلی (km)	ارتفاع حوضه (M)	محیط حوضه (km)	مساحت حوضه (km <sup>2</sup> )
کشیده	۰/۶۱۸	۲۴	۴۴۲/۹	۴۴/۵	۷۳

جدول ۳- خصوصیات فیزیوگرافیک زیرحوضه ها

Name	area	hms	perimeter	selv	hm	dselv	hm	slp	endpt	Slp_1085	Longestfl	Elevation	Centroidal
R100W80	7.602	19720	487	420.029	0.011	0.008	5927.25	441.939	2607.93				
R30W30	3.782	10760	401	347.823	0.014	0.012	3864.75	359.84	2341.87				
R10W10	3.735	14400	440	338.731	0.018	0.018	5520.14	372.031	2999.07				
R190W40	5.208	16760	481	415.792	0.009	0.006	4931.27	420.032	1870.78				
R200W20	4.823	14000	502	379.48	0.029	0.027	4281.03	404.238	2038.23				
R300W30	5.584	19280	487	419.366	0.011	0.009	5907.84	440.078	3088.58				
R70W70	4.63	15840	522	459.856	0.014	0.013	4385.88	480.818	1718.23				
R230W23	4.276	15680	580	469.78	0.028	0.017	3878.31	498.395	1124.26				
R170W17	3.777	11840	430	365.334	0.019	0.019	3357.65	389.168	1124.26				
R370W37	5.234	15440	510	399.965	0.028	0.012	3862.74	416.498	1012.55				
R360W36	5.047	15160	481	388.419	0.018	0.015	5174.46	407.663	2098.23				
R420W33	4.85	18520	489	434.111	0.009	0.009	6014.11	458.541	3392.2				
R410W41	5.299	1352	499	438.899	0.015	0.013	4131.03	455.397	2124.51				
R480W48	4.007	12440	528	459.866	0.025	0.023	2723.92	479.845	2871.53				
R320W32	3.514	12860	470	419.366	0.011	0.015	4497.3	439.73	2006.43				

انتخاب مدل

با توجه به فراهم شدن اطلاعات پایه اکنون می‌توان ساختار مدل مورد نظر برای شبیه‌سازی را پایه‌ریزی نمود. مدلی که برای تحلیل حوضه‌های تحت مطالعه در نظر گرفته شده است مدل HEC-HMS می‌باشد. یکی از اساسی‌ترین نیازمندی‌های مدل مزبور حوضه‌بندی مناسب و سپس تأمین اطلاعات فیزیوگرافی است که کلیه این مراحل در محیط GIS و با نرم افزار الحاقی HECGEO-HMS صورت گرفته است (پقه، و همکاران، ۱۳۸۲)

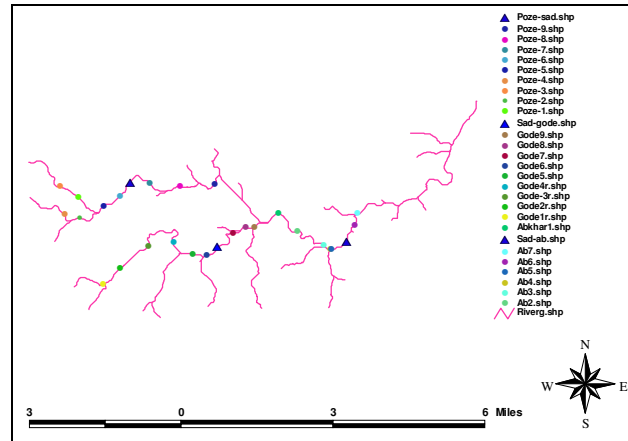
ابتدا اجزای هیدرولوژیکی حوضه، به صورت شماتیک و با استفاده از الحاقیه ی HEC-GEOHMS در محیط سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، برای سامانه‌ی مدل‌سازی هیدرولوژیک (HEC-HMS) معرفی می‌گردد که شامل زیرحوضه‌ها، نحوه‌ی اتصال آن‌ها به یک دیگر و بازه‌های رودخانه می‌باشد. پس از آماده شدن اطلاعات لازم و آماده شدن شمای حوضه، زیرحوضه‌ها و آبراهه‌ها، خروجی GIS و الحاقیه ی HEC-GEOHMS برای ساخت مدل حوضه به محیط HEC-HMS آورده می‌شود (روشنی، ۲۰۰۳).

همان گونه که مشخص است اگر سدها در محل مناسبی قرار گیرند می‌توانند تاثیر بیشتری در کاهش سیل داشته باشند. موقعیت مکانی سد از آن جهت قابل اهمیت است که با یافتن مکان مناسب هم می‌توان در مقدار سیل بیش‌ترین کاهش را داد و هم‌چنین با یافتن بازه‌ای مناسب برای ساخت سد از اتلاف وقت و هزینه جهت یافتن محل ساخت سد جلوگیری نمود (روشنی، ۲۰۰۳).

به منظور بررسی میزان تاثیر مساحت بالادست بر راندمان سدها و هم‌چنین یافتن محل مناسب جهت احداث سدهای تاخیری محل های متفاوتی از سرشاخه ی رودخانه به سمت پایین دست به صورت درصدی از مساحت حوضه انتخاب می‌شود سپس با استفاده از نرم افزار Arc View مساحت، محیط و سایر خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ی جدید به دست آمد. بر این اساس نقاط متعددی را می‌توان برای ساخت‌گاه سد تاخیری پیشنهاد نمود پس از تعیین کلیه‌ی مشخصات مورد نیاز مدل HEC-HMS نظیر عوامل فیزیوگرافی و هم‌چنین تعیین منحنی سطح-حجم-ارتفاع مدل حوضه در ساخته‌شده و به ازای شرایط موجود در متودولوژیکی اجرا می‌شود. بدیهی است که انجام این همه محاسبات جهت تأمین اطلاعات اولیه بدون GIS و نرم افزار الحاقی GEO-HMS میسر نمی‌باشد. این پروسه برای سایر گزینه‌های دیگر محل قرارگیری سدها نیز به همین ترتیب انجام شد. در نهایت نتایج به دست‌آمده را به محیط Excel برده و راندمان سد در برابر نسبت مساحت به صورت نمودار رسم گردید تا تاثیر آن مشخص گردد. لازم به ذکر است که برای بهتر دیدن تاثیر مساحت بر



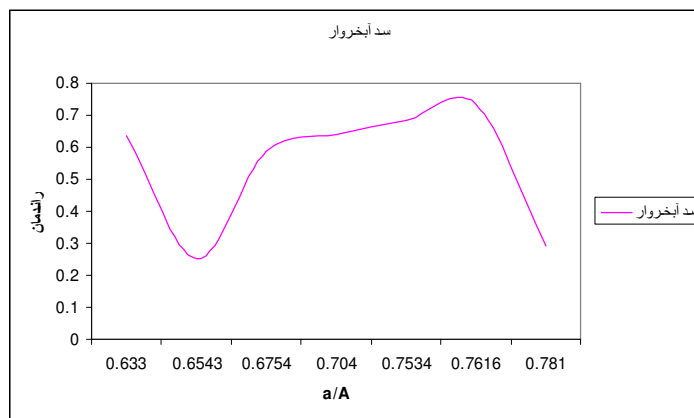
راندمان سد مقدار آن در برابر مساحت حوضه‌ی کل بی بعد گردید (شکل ۲ نحوه‌ی تعیین نقاط در نظر گرفته شده برای بهینه‌سازی سد‌ها را نشان می‌دهد) (حسینی و همکاران ۱۳۸۴).



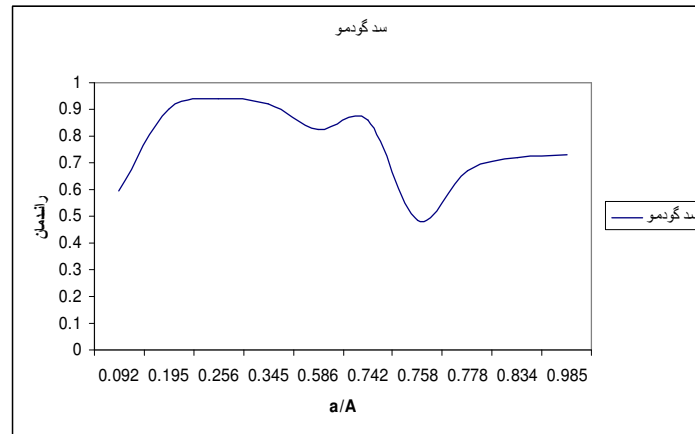
شکل ۲- نحوه‌ی تعیین نقاط در نظر گرفته شده برای بهینه‌سازی سد‌ها

### نتیجه‌گیری

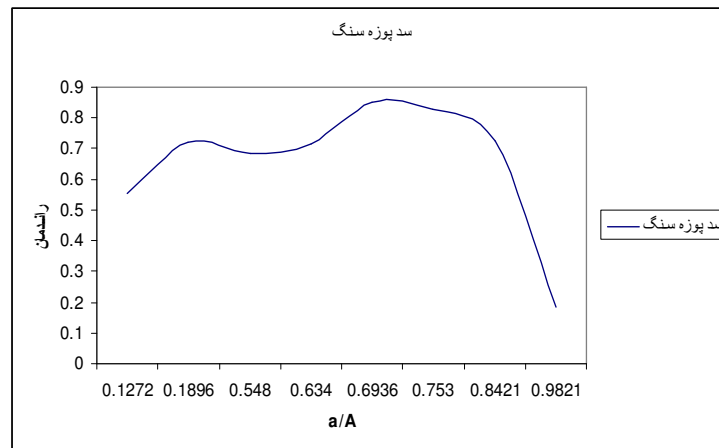
شکل‌های ۳، ۴، ۵، به ترتیب راندمان سد‌های تاخیری آبخروار، گودمو و پوزه سنگ را در برابر مساحت نشان می‌دهند. مشاهده می‌شود که هر چه از سمت بالادست به پایین دست حرکت می‌کنیم و مساحت بالادست سد افزایش می‌یابد راندمان سد‌های تاخیری از خود افزایش نشان می‌دهند، اما از میزان مشخصی به بعد دیگر با زیاد شدن مساحت بالادست رشد راندمان را شاهد نیستیم بلکه سیر نزولی پیدا می‌کند. این مطلب بیانگر این موضوع است که برای داشتن راندمان بالا در سد‌های تاخیری باید درصد معینی از مساحت حوضه‌ی سد در بالادست آن قرار گیرد تا همیشه نهایت استفاده را از سد ببریم. در مورد این سه سد تاخیری با مقایسه‌ی راندمان آنها در برابر مساحت مشاهده می‌شود که در هر سه مورد در بازه‌ی خاصی راندمان حداکثر است که این بازه بین ۷۰-۷۵ درصد کل حوضه می‌باشد. به عبارتی دیگر اگر محل احداث سد در محدوده‌ای قرار داشته باشد که ۷۵-۷۰ درصد مساحت حوضه در بالادست آن واقع شود آنگاه راندمان سد‌های تاخیری نیز به مقدار حداکثر خود خواهند رسید.



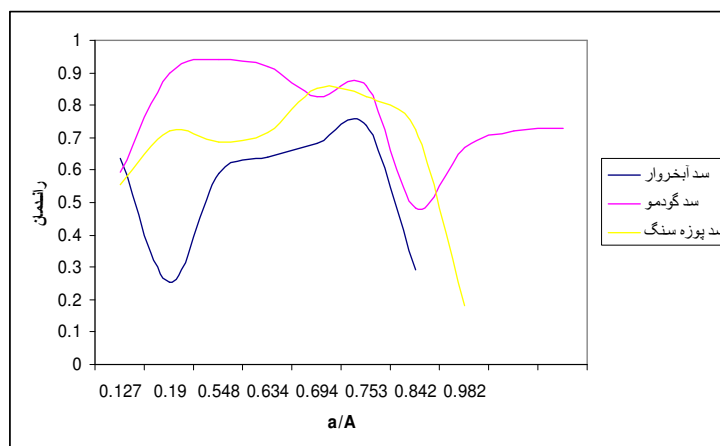
شکل ۳- راندمان سد آبخروار در برابر نسبت مساحت برای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله



شکل ۴ - راندمان سد گودمو در برابر نسبت مساحت برای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله



شکل ۵ - راندمان سد پوزه سنگ در برابر نسبت مساحت برای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله



شکل ۶ - مقایسه راندمان سه سد تأخیری در برابر نسبت مساحت



#### مراجع

- ۱- یقه، ا و بیرودیان، ن. ۱۳۸۲. بررسی سهم اثر زیرحوضه ها در سیل خیزی حوضه ی آبخیز گرمابدشت، پایان نامه ی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی گرگان. ۱۴۵ ص.
- ۲- حسینی، ا و جواهری، ن. ۱۳۸۴. کاربرد سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در گزینه یابی و انتخاب مسیر کانال های انتقال و سازه های هیدرولیکی، پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران، ۸۳۶ص.
- ۳- سامانی، و. ارایه معادله منحنی دبی- اشل برای سدهای پاره سنگی به منظور تاخیر سیلاب، ششمین کنفرانس مهندسی رودخانه، ۱۳۸۶ص.
- ۴- سلطانی مقدم، ع. ۱۳۸۴. بررسی میزان تاثیر سدهای تاخیری در کاهش سیلاب، پایان نامه کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.
- ۵- علی زاده، ا. ۱۳۷۹. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی چاپ دوازدهم
- ۶- مطیعی، ه. ۱۳۸۴. آشنایی با Arc View- GIS و برنامه های جانبی، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق.
- 7- Hartigan, J.P and George 1989. Optimizing the performance of regional storm water.
- 8- - Hydrologic Engineering Center, 2002. Users Guide and Utility Program Manual, U.S.Army Corps Engineers, Davis CA
- 9- Roshani,R.2003. Evaluating the effect of check dams on flood peaks to optimize the flood control measures ( Kan case study in Iran). International institute for geo-information science and earth observation enschede, the Netherlands
- 10- Soil Conservation Practice. 1998. Detention Dams and Drop Structures.
- 11- Us Army Corps of Engineering, Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual. January 2001.
- 12- Us Army Corps of Engineering, Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Technical Reference Manual. March 2000.