Archive of SID

محاسبه حداکثر سیل محتمل (PMF) در شرایط مواجه با کمبود آمار و اطلاعات

شهلا پایمزد[۱]، سعید مرید[۲] و هوشنگ قائمی[۳]

چکیده

با بزرگ شدن سازه‌های آبی و تبعات مرتبط با خطرات ناشی از شکست آنها، طراحی‌ها براساس شرایط بحرانی‌تری به انجام می‌رسد که حداکثر سیل محتمل یا PMF (Probable Maximum Flood) از جمله معیارهای پذیرفته شده در این خصوص می‌باشد. محاسبه PMF بر اساس شرایط حدی و استثنائی عواملی همچون عمق بارندگی، مدت بارندگی، توزیع زمانی بارندگی و همچنین نفوذ انجام می‌گیرد که داده‌ها و اطلاعات زیادی را طلب می‌کند. هدف این تحقیق، محاسبه PMF در شرایط مواجه با کمبود آمار و اطلاعات می‌باشد که با استفاده از مجموعه‌ای از عوامل تاثیرگذار بر آن بخصوص توزیع زمانی بارندگی و مدل‌های بارش- رواناب، مطالعه و بررسی شده‌است. بدین منظور طیف متنوعی از توزیع‌های زمانی بارندگی همراه با جهت ورود سیستم‌های باران‌زا و شرایط پیشین رطوبتی بر مقادیر PMF در رودخانه های شرق استان هرمزگان که همواره شاهد سیلاب‌های مخربی بوده‌است، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که تلفیق میانگین مشاهده‌ای و روش بلوک‌های متوالی (Random Block) توزیع مناسب بارندگی منطقه برای محاسبه PMF می‌باشد. همچنین شرایط پیشین رطوبتی نقش تعیین کننده‌ای در برآورد PMF داشته در حالیکه جهت سیستم‌ها چندان تاثیری بر نتایج از خود نشان نمی‌دهد.

کلید واژه ها: حداکثر سیل محتمل، توزیع زمانی بارندگی، استان هرمزگان و حوزه‌های فاقد آمار

مقدمه

به منظور طراحی سازه‌های بزرگ نظیر سرریز سدها، تاسیسات هسته‌ای، پل‌های بزرگ و دیگر سازه‌های سنگین نیاز مبرمی به برآوردهای حدی از مقادیر سیل و بخصوص حداکثر سیلاب محتمل یا PMF می‌باشد (۱۵). PMF عبارت است از سیلی که از ترکیب شدیدترین شرایط هیدرولوژیکی و هواشناسی که به طور منطقی ممکن است در یک منطقه پدید آید، حاصل می‌شود (۱۵). حداکثر بارندگی محتمل[۴] (PMP) از جمله این شرایط حدی برای برآورد آن می‌باشد. در حالت کلی تبدیل PMP به PMF نیاز به پارامترهای متعددی دارد. از جمله پارامترهای مهم در محاسبه هیدروگراف طرح بطور عام و PMF بطور خاص، هیدروگراف واحد می‌باشد. لازم است هیدروگراف واحد محاسبه شده به بهترین شکل ممکن حجم، شکل و زمان اوج PMF را شبیه سازی نماید (۶).

تخمین صحیح تلفات بارندگی (۲۲)، تاثیر شرایط رطوبتی پیشین حوزه در ابعاد سیلاب PMF (۴) و توزیع زمانی و مکانی بارش (۷و۱۴) از دیگر مواردی است که در طراحی PMF مد نظر محققین بوده است. علاوه بر این موارد تاثیر عواملی مانند الگوی همباران، توزیع زمانی بارندگی و جهت طوفان در طراحی PMF توسط شلبی[۵] (۱۸) بررسی گردید. وی نشان داد که همیشه حداکثر عمق PMP، بالاترین مقدار PMF را نتیجه نمی‌دهد، بلکه عواملی دیگر و بخصوص توزیع زمانی طوفان نقش بسیار تعیین کننده‌ای در آن دارد.

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

s_morid@hotmail.com.

۳- استاد پژوهشکده اقلیم شناسی و علوم جو، تهران

4- Probable Maximum Precipitation

5- Shalaby

تاریخ دریافت: ۸۳/۴/۲

تاریخ پذیرش: ۸۵/۳/۲۹

www.SID.ir

Archive of SID

جهت بررسی توزیع زمانی بارندگی به اطلاعات باران‌سنج‌های ثبات نیاز می‌باشد. معمولا چنین آماری کمتر در دسترس بوده و از هیتوگراف‌های مصنوعی بدین منظور استفاده می‌گردد. روش‌های مختلفی برای هیتوگراف‌های مصنوعی ابداع شده است که یکی از روش‌های معمول، روش بلوک‌های متوالی می‌باشد. شکوهی نیا و همکاران (۲) به نحوه ساخت هیتوگراف مصنوعی با استفاده از روش بلوک‌های متناوب به منظور محاسبه سیلاب‌های طراحی در مناطق فاقد ایستگاه‌های باران نگار و همچنین هیدرومتری پرداخته‌اند. آنها روش بلوک‌های متناوب با ضرایب اوجگیری مختلف را با دیگر حالت‌های استاندارد، نظیر توزیع یکنواخت و توزیع زمانی SCS (تیپ دو) در منطقه بوشهر مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که روش بلوک‌های متناوب با ضریب اوج گیری ۳۳٪ روش مناسبی است.

هدف از مقاله حاضر، برآورد PMF در شرایط مواجه با کمبود آمار و اطلاعات می‌باشد. همچنین ارزیابی تاثیر پارامترهای مختلف بر PMF، شکل هیدروگراف متعاقب آن و مقایسه ارقام PMF حاصل از مدل‌های بارش- رواناب با نتایج تحلیل فراوانی سیلاب، از دیگر اهداف تحقیق می‌باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه:

سواحل شرق استان هرمزگان (حد فاصل بندرعباس تا ابتدای استان سیستان و بلوچستان)، معبر رودخانه‌های فراوانی مانند شور، حسن لنگی، میناب، گز، جگین، گابریک و سدیج می‌باشد که به جز رودخانه میناب، بقیه آنها عمدتا فصلی هستند. علی‌رغم خشکی این منطقه، در مواقعی سیلاب‌های بسیار شدید و فراگیر در آن به وقوع پیوسته و صدمات بسیار سنگینی را به مناطق شهری، روستایی و تاسیسات زیر بنایی استان وارد آورده است، مانند آنچه در بهمن سال ۱۳۷۱ در سطح منطقه اتفاق افتاد. این پیشینه سبب می‌گردد تا برای هر گونه توسعه در آن، سیل بطور جدی بررسی و مطالعه گردد. در منطقه طرح ۲۴ ایستگاه هیدرومتری شناسایی شد. از مجموع این ایستگاه‌ها تنها ۷ ایستگاه دارای آمار نسبتاً کافی برای این تحقیق بوده‌است. شکل (۱) محدوده این مطالعات و ایستگاه‌های مورد استفاده در آن را ارائه می‌دهد.

عوامل موثر برحداکثر سیل محتمل(PMF):

برای تعیین PMF علاوه بر PMP که از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حداکثر سیل محتمل می‌باشد، خصوصیات دیگری از بارندگی نیز مد نظر قرار گرفته‌است که مجموعه آن، طوفان طرح را تعیین می‌نماید. طوفان طرح خصوصیاتی شامل الگوی زمانی بارندگی[1]، جهت ورود سیستم باران‌زا و مدت طوفان[2] را در شرایط حدی تعریف می‌کند و نقش تعیین کننده‌ای در برآورد PMF دارد. در ادامه شرحی از این عوامل ارائه می‌گردد:

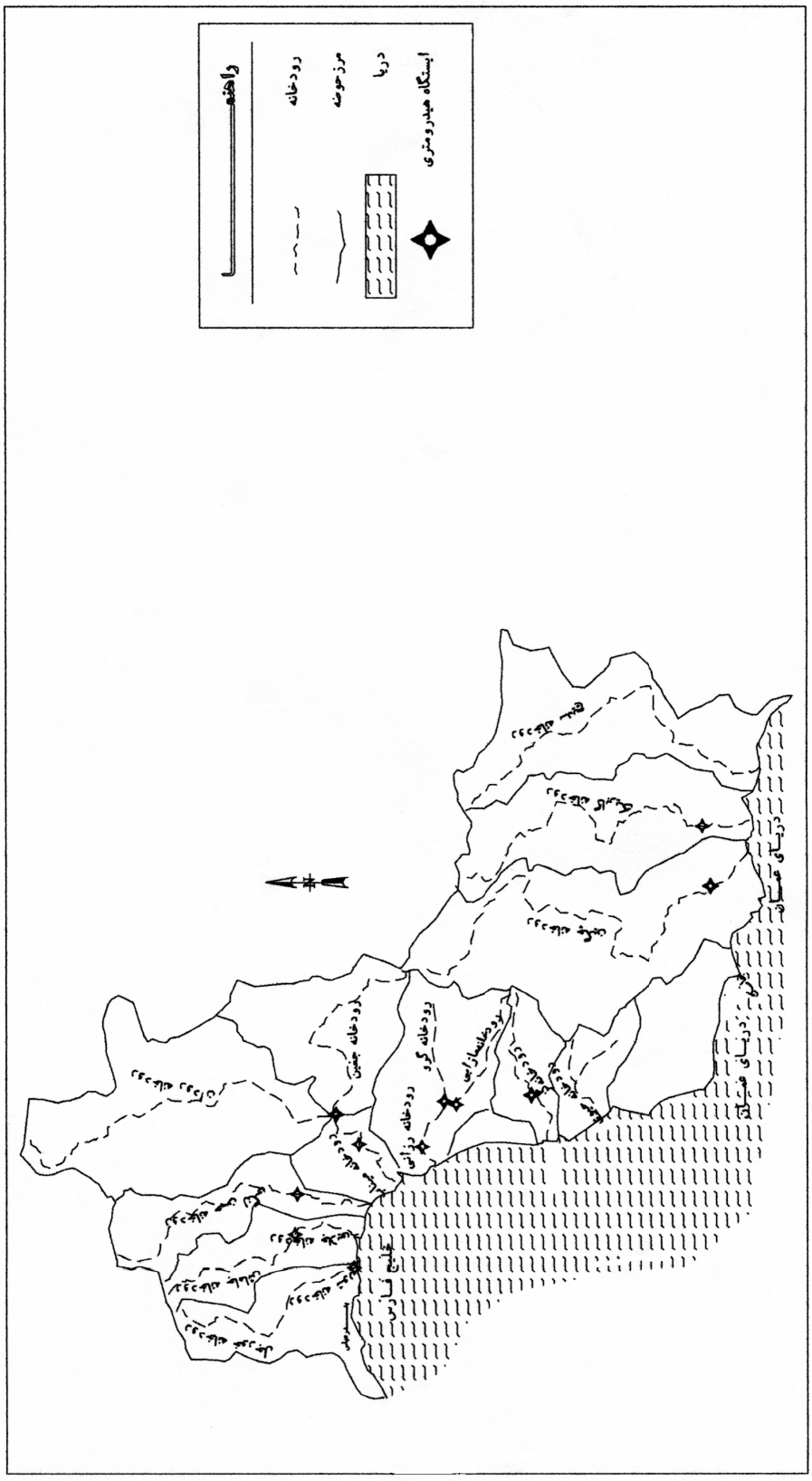
حداکثر بارندگی محتمل: حداکثر بارندگی محتمل از مرسوم‌ترین معیارها در محاسبات PMF و موثرترین عامل بر آن می‌باشد. طراحی مطلوب PMP براساس روش‌های سینوپتیک می‌باشد که اتکاء به آمار و اطلاعات گسترده از محدودیت‌های آنها می باشد و بدین منظور روش‌های آماری تدوین شده که محاسبات PMP را تنها با اتکاء به آمار حداکثر مقادیر بارندگی به انجام می‌رساند. روش‌های موسوم به هرشفیلد از این نمونه هستند.

در روش اول هرشفیلد، محاسبه PMP براساس فرمول عمومی چاو و همکاران (نقل از ۹) و برآورد ضریبی مشابه فاکتور فراوانی این فرمول (K_m) تدوین شده‌است (۲۳). در روش دیگر، K_m براساس حداکثر مقادیر ناشی از بارندگی‌های ثبت شده در سطح منطقه مطالعاتی بدست می‌آید (۱۰). پایمزد و

1 - Rain Temporal Pattern
2 -Storm Duration

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت زیر حوزه‌ها، رودخانه‌ها و ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در حوزه بزرگ میناب

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۱) با هدفی مشابه با مقاله حاضر (شرایط مواجه با کمبود آمار و اطلاعات)، روش‌های آماری فوق را با روش‌های سینوپتیکی در منطقه مطالعاتی همین تحقیق مقایسه نمود و نشان داد که ارقام PMP حاصل از روش دوم با حذف مقادیر خارج از مرز[1] به مقادیر حاصل از روش سینوپتیک بسیار نزدیک می‌شود.

مدت طوفان: لوی و مک‌کوئین[2] (۱۳) اذعان می‌دارند، علی‌رغم استفاده گسترده از مفهوم مدت طوفان، مبانی و نحوه محاسبه آن به خوبی تدوین نشده است. در اکثرموارد مدت طوفان ۲۴ ساعت یا زمان تمرکز در نظر گرفته می‌شود، اما گزارش خاصی در این مورد که کدام یک بهتر است بخوبی در دسترس نمی‌باشد. این دو محقق این موضوع را دستمایه تحقیق خود قرار دادند و در حوزه‌هایی با ابعاد ۲ تا ۵۰ مایل مربع نشان دادند که مدت ۲۴ ساعته نتایج بهتری را به همراه دارد. با توجه به ابعاد این حوزه‌ها بخوبی قابل درک است که زمان تمرکز آنها از ۲۴ ساعت کمتر بوده‌است. برای تحقیق حاضر نیز مدت بارندگی، ۲۴ ساعت که از زمان تمرکز کلیه زیرحوزه‌های منطقه مطالعاتی بیشتر بوده مبنا قرار گرفته است.

توزیع زمانی طوفان طرح: یکی از عوامل مهم در برآورد هیدروگراف سیل الگوی زمانی توزیع بارندگی می‌باشد. الگوی محاسبه شده به طور قابل ملاحظه‌ای بر روی شکل و مقدار دبی اوج هیدروگراف حاصل اثر خواهد گذاشت. این الگوها براساس پردازش داده‌های ثبت شده از ایستگاه‌های مجهز به باران‌نگار تهیه می‌گردد و در مناطق فاقد باران نگار، از الگوهای مصنوعی استفاده می‌شود.

برای این تحقیق کلیه آمار موجود از بارندگی‌های ثبت شده منطقه که عمدتاً مربوط به طوفان بهمن ۱۳۷۱می‌باشند جمع‌آوری شده و با مطالعه هیتوگراف‌های طوفان یاد شده الگوهای بارندگی استخراج شده است. بدین معنی که طی ۲۴ ساعت، هر ساعت چند درصد از کل بارندگی را دارا بوده است. نظر به اهداف مقاله که تاکید بر مناطق فاقد آمار می‌باشد سه نمونه از الگوهای مصنوعی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند تا نهایتا الگوی مطلوب PMF منطقه ارائه گردد. بدین ترتیب مجموع الگوهای بکار رفته عبارتند از:

۱- تهیه الگوهای مشاهداتی: برای تهیه توزیع‌های مشاهداتی، توزیع بارندگی مشاهده شده از ایستگاه‌های ثبات منطقه که عمدتا از طوفان‌های فوق (دی و بهمن ۱۳۷۱) بدست آمده و به عنوان یکی از توزیع‌های زمانی ممکن برای طراحی PMF ارزیابی شده‌است. همچنین با توجه به اینکه در مواردی مدت این طوفانها از ۲۴ ساعت بیشتر بوده، برای تهیه توزیع مشاهداتی، ۲۴ ساعتی که بیشترین مقدار را ایجاد می‌کردند استخراج و توزیع زمانی آنها، بطور نسبی (ارقام بارندگی ساعتی با تقسیم بر جمع کل باران ۲۴ ساعته) تعیین شد تا به عنوان الگوی زمانی، برای هر عمق بارندگی دیگر با مدت مشابه قابل استفاده باشد.

۲- الگوی تیپ بارندگی (SCS): SCS برای محاسبه هید روگراف سیلاب‌های بسیاری از حوزه‌های درون شهری و برون شهری اقدام به تهیه ۴ تیپ الگوی بارندگی ۶ و ۲۴ ساعته نموده است (۸ و۲۱). محل قرارگیری نقطه اوج بارش در این الگو با بررسی و تحلیل مجموعه‌ای از رگبارهای ثبت شده مشخص شده است. در نتیجه تحلیل‌های به عمل آمده مشخص شد که در مناطق و نواحی که از الگوی یک و چهار پیروی می‌کنند، شدت حداکثر بارش در ساعت ۸ و در مناطقی که از الگوی دو و سه پیروی می‌کنند، حداکثر مقدار بارندگی در مرکز رگبار رخ داده است (۳) که شرایط کشور ما به تیپ دو و سه آن نزدیک می‌باشد (۲و۳).

1- Outliers
2- Levy & McCuen

www.SID.ir

Archive of SID

۳- روش بلوک‌های متوالی: روش بلوک‌های متوالی یکی از ساده‌ترین روش‌های تهیه و ایجاد یک هیتوگراف طرح است که با استفاده از یک منحنی شدت- مدت- فراوانی به آسانی قابل تهیه می‌باشد.

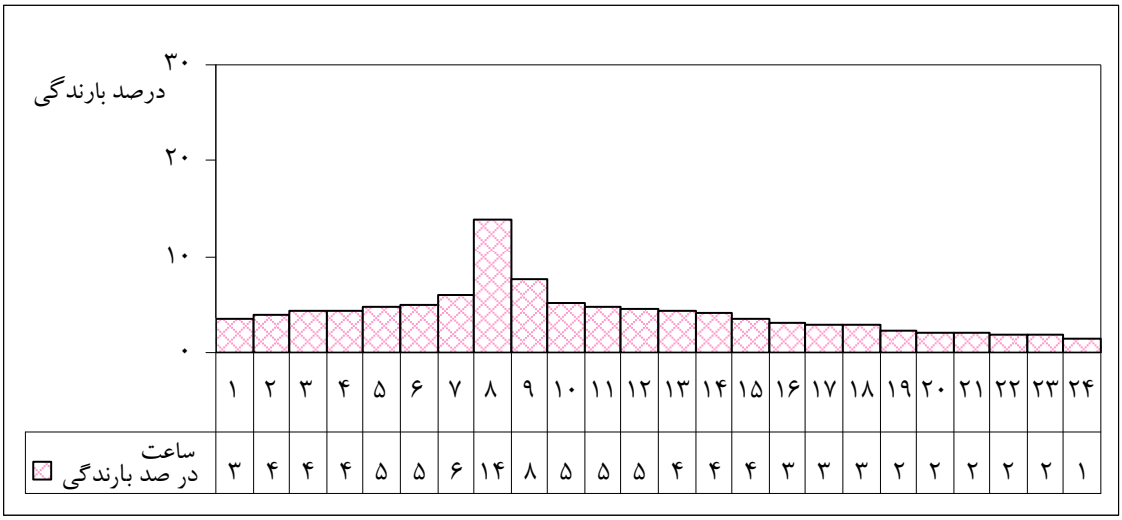
در این روش پس از تعیین دوره بازگشت مورد نیاز طرح شدت‌های بارندگی برای هر یک از فاصله‌های زمانی Δt، $2\Delta t$، $3\Delta t$ و... از منحنی مورد نظر خوانده می‌شود. سپس، با استفاده از شدت‌های یاد شده مقادیر عمق بارش در هر فاصله زمانی محاسبه می‌گردد. پس از آن مقادیر بارش دو فاصله زمانی از یکدیگر تفریق می‌شوند تا مقدار واقعی بارندگی مربوط برای هر فاصله زمانی مشخص گردد. در مرحله نهایی برای تعیین هیتوگراف یا رگبار طرح حداکثر مقدار بارش اتفاق افتاده در کل زمان بارندگی در جایی از مدت بارندگی، مثلا در وسط (ضریب اوجگیری ۵۰٪)، دومین حداکثر را در سمت راست، سومین حداکثر را در سمت چپ قرار داده و این کار تا به آخر به همین شکل ادامه می‌یابد. به این ترتیب هیتوگرافی به وجود خواهد آمد که حداکثر عمق بارش در وسط آن رخ داده و سایر عمق‌ها از دو سمت آن به طور قرینه کم می‌شود (۳).

در این تحقیق از روش بلوک‌های متوالی بدون کاربرد منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی استفاده شده‌است. بدین ترتیب که ارقام ساعتی حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاه‌های باران‌سنج ثبات منطقه که در قبل به آنها اشاره گردید با ضرایب اوج گیری ۳۳٪، ۵۰٪ و۷۵٪ (به ترتیب ساعت ۸، ۱۲ و ۱۶) با روشی که در بلوک‌های متوالی استفاده می‌شود، توزیع شدند. این مراحل با استفاده از میانگین توزیع‌های مشاهداتی ایستگاه‌ها (با ضریب اوج گیری ۳۳٪)، نیز انجام شده‌است. بدین صورت که از مقادیر ساعت به ساعت ایستگاه‌ها میانگین‌گیری شده و سپس مراحل قبل عینا تکرار شده‌اند و توزیع زمانی بارندگی تکرار گردید. شکل(۲) توزیع زمانی بارندگی ۲۴ ساعته را بر اساس این روش برای میانگین مشاهدات نشان می‌دهد.

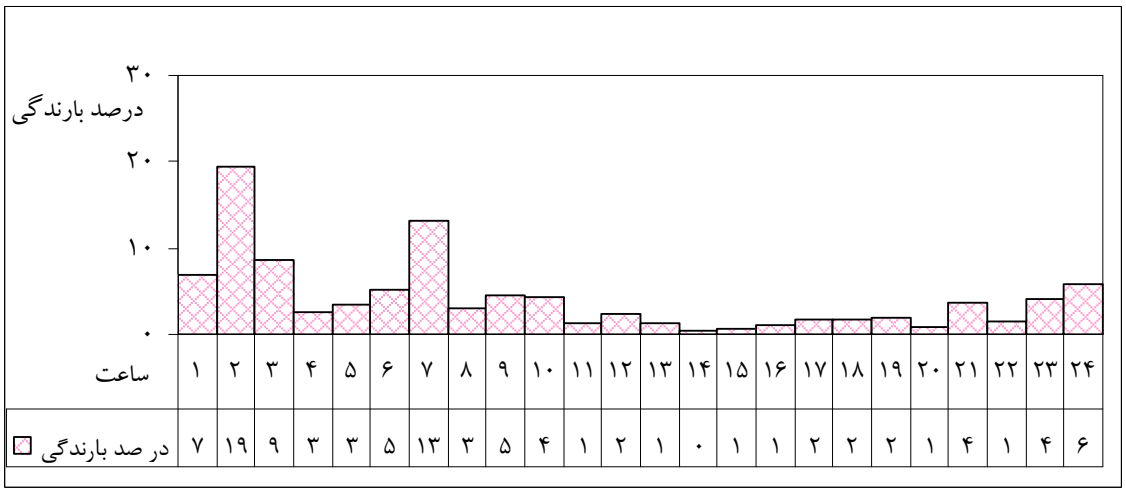
٤- روش رتبه‌بندی: برای این روش مدت بارندگی و فواصل زمانی آن از مقدمات محاسبات می‌باشد. برای این تحقیق بارندگی ۲۴ ساعته و فواصل زمانی یک ساعته در نظر گرفته شده است. لذا پس از جمع‌آوری بارندگی‌های ۲۴ ساعته ثبت شده از ایستگاه‌های منتخب، مقادیر ساعتی آنها تعیین می‌گردد. در مرحله بعد رتبه بارندگی ساعتی به تفکیک برای هر ایستگاه تعیین می‌شود، بطوریکه حداکثر بارندگی ساعتی رتبه یک و حداقل آن رتبه ۲۴ را خواهد داشت و همزمان درصد بارندگی هر رتبه نیز تعیین می‌گردد (عمق بارندگی ساعتی تقسیم بر کل بارندگی ۲۴ ساعته). در مرحله بعد از کلیه رتبه‌های هر یک از ساعات ۱ تا ۲۴ میانگین گرفته و مانند قبل رتبه یک به کمترین مقدار میانگین‌ها رتبه‌ها (که در واقع معرف بیشترین بارندگی است) داده می‌شود و الی آخر. بدین ترتیب با استفاده از مجموعه ایستگاه‌ها مشخص می‌گردد که هر ساعت چه رتبه‌ای دارد و تنها لازم است درصد بارش آن تعیین گردد. بدین منظور درصد بارش ساعتی ایستگاه‌ها که در قسمت قبل تعیین شده بود، مجدداً رتبه‌بندی شده و میانگین درصد بارش رتبه ۱ ایستگاه‌ها سهم بارش رتبه ۱ کل منطقه را تعیین می‌کند و به همین ترتیب برای سایر رتبه‌ها. بدیهی است که بر خلاف سایر روش‌ها الزامی به حصول شکل منظم وجود ندارد. شکل (۳) توزیع زمانی بارندگی منطقه این تحقیق را براساس روش رتبه بندی نشان می‌دهد و دو نقطه اوج بارندگی در ساعتهای ۲ و ۷ از آن قابل رؤیت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- هیتوگراف حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته به روش بلوک‌های متوالی با استفاده از میانگین‌گیری و ضریب اوجگیری ۳۳٪



شکل۳- هیتوگراف حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته به روش رتبه‌بندی

جهت طوفان: در سیلاب‌های اتفاق افتاده در شرق استان هرمزگان، دو سیستم باران زا همواره آن را مورد تهدید قرار داده‌است. سیستم اول که عمده سیلاب ها از آن ناشی می‌شوند مربوط به سیستم سودانی است که از جنوب‌شرق وارد زیرحوزه‌ها می‌گردد. سیستم دوم، مانسون که از سمت غرب و جنوب غرب وارد می‌شود. با توجه به اینکه برای بعضی از حوزه‌ها هیدروگراف سیل نهایی از ترکیب سیل چند زیرحوزه بدست می‌آید، جهت طوفان می‌تواند در ترتیب فعال شدن این زیرحوزه‌ها و نهایتا در تولید هیدروگراف نهایی نقش داشته باشد. لذا تاثیر جهت طوفان بر PMF با داشتن اطلاعاتی از قبیل سرعت باد و جهت ورودی سیستم مورد بررسی و ارزیابی قرارمی‌گیرد.

شرایط رطوبتی پیشین: نفوذ و توزیع آن طی مدت رگبار از اهمیت ویژه‌ای در تولید رواناب و

www.SID.ir

Archive of SID

هیـــدروگراف متعاقـــب آن برخـــوردار اســـت. کـاظمی‌نـسبان (۴) و تـودینی[1] (۱۹) چنـین اظهـار می‌دارند که بـاران‌هـایی بـا مقـدار و توزیـع زمـانی یکسان، سیلاب‌های مختلفی را ایجاد کـرده‌انـد کـه عمده این اختلاف مربوط به شرایط رطوبتی و جذب رطوبت در خاک بوده است. روش‌های مختلفی برای مدلسازی افت ناشی از نفوذ باران در فرآیند بـارش–رواناب پیشنهاد شده است کـه روش SCS-CN بـه دلیـل عـدم نیـاز بـه آزمایـشات صـحرائی، امکـان واسنجی آن بطور خودکار (۲۲) وکـاربرد گـسترده از آن در تحقیقات مشابه ارجح تشخیص داده‌شد.

مدل بارش- رواناب HEC-1: برای این بخش از تحقیق، از مدل HEC-1 (۲۰) که از مدل‌های معتبر برای مطالعات سیل می‌باشـد، اسـتفاده شـده اسـت. این مدل روش‌های مختلفـی را بـرای شـبیه‌سـازی فرایند بارش–رواناب در خود جای داده است. بـرای این تحقیق تا مساحت‌های ۵۰۰۰ کیلـومتر مربـع از روش هیـدروگراف و بـرای سـطوح بـالاتر از روش روندیابی سیل موج سینماتیک استفاده شده‌است.

روش هیدروگراف مورد استفاده در ایـن تحقیـق، اشـنایدر (۲۱) مـی باشـد کـه مـدل بـرای آن بـه پارامترهـای زمـان تـاخیر (T_P) و ضـریب دبـی اوج (C_P) احتیاج دارد. برای استفاده از موج سـینماتیک، پارامترهای بیشتری شامل شیب حـوزه، مشخـصات هندسی بستر، طول و شیب آبراهه و ضریب مانینگ مورد نیاز می باشد. نفوذ در سطح حوزه نیز بـرای دو گزینه بالا روش SCS-CN انتخاب شد.

بخـشی از ایـن پارامترهـا شـامل پارامترهـای هیـدروگراف واحـد و CN بـا اسـتفاده از امکانـات واسـنجی HEC-1 تهیـه شـد و بخـشی نیـز بـا بازدیدهای صحرایی و نقـشه هـای موجـود تهیـه و برآورد شد.

نتایج و بحث

در این بخش تاثیر عوامـل قبـل بـر مشخـصات PMF با اجرای مدل HEC-1 در شرایط مورد نظر، بررسی و ارزیابی می‌گردد و در نهایت سعی می‌شـود بـر اسـاس آمـار و اطلاعـات منطقـه مطالعـاتی، توصیه‌های لازم در طراحـی PMF را بـا تاکیـد بـر حوزه‌های فاقد آمار استنتاج و ارائه داد. لازم به ذکـر است که برای این بخش ارقام PMP نیز مورد نیـاز بوده که مقادیر مربوط از تحقیق پایمزد و همکـاران (۱) استخراج شده است.

تاثیر الگوی زمانی طوفان طرح بر مشخصات PMF:

بدین منظور، تـاثیر الگوهـای بارنـدگی بـر روی مقـدار دبـی اوج (Q_P) و زمـان رسـیدن بـه اوج هیدروگراف (t_p) ارزیـابی گردیـد کـه در جـدول (۱) آمده است. موارد زیر از جدول و تحلیل‌هـای انجـام شده قابل ذکر است:

– هر چه اوج بارندگی (حداکثر درصـد بارنـدگی) بـه ساعات انتهایی انتقال یابـد، مقـدار سـیل نیـز از اوج بیـشتری برخـوردار مـی‌شـود. بـه عنـوان مثـال در زیرحوزه رودان مقدار PMF بر اسـاس روش بلـوک متـــوالی ۳۳٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ بـــه ترتیـــب ۲۴۷۳۰، ۲۶۳۲۰ و ۳۰۵۴۰ و برای مینـاب ۳۴۹۶۰، ۳۷۳۸۴ و ۴۳۸۶۸ متر مکعب بر ثانیه برآورد شده است.

– مقدار t_p در روش‌هـای بلـوک متـوالی بـا ضـریب اوج‌گیـری ۵۰٪ و بخـصوص ۷۵٪ طـولانی و بـا واقعیت‌هـای منطقـه و سـاختار سـیل آن هماهنـگ نمی‌باشد. ساختار سیل منطقه به گونـه‌ای اسـت کـه اغلب اوج سیل در ساعات اولیه بارش رخ می‌دهـد در صورتی که در این دو روش اوج سیل به ترتیب حول و حـوش ۱۹ و ۲۶ سـاعت بعـد از شـروع آن اتفـاق افتاده‌اند.

– ارقام t_p در روش رتبه‌بنـدی بـه دلیـل وجـود اوج بارندگی (حداکثر درصد بارنـدگی) در سـاعات اولیـه بارش، نسبت به سایر روش‌ها از مقادیر کمتری

1- Todiny

www.SID.ir

جدول۱- مقادیردبی اوج ($Qp\ m^3/s$) و زمان رسیدن به آن ($t_p\ s$) مربوط به PMF در زیرحوزه‌های منطقه مطالعاتی بر اساس توزیع‌های زمانی بارندگی مختلف

زیر حوزه	PMP(mm)	SCS	رتبه بندی	بلوکهای متوالی(۷۵٪)	بلوکهای متوالی(۵۰٪)	بلوکهای متوالی (۳۳٪)	میانگین ایستگاهها (۳۳٪)	توزیع ایستگاه	
شورخورجل	۲۳۰	۶۱۵۸	۳۸۱۶	۵۷۳۱	۵۳۳۳	۵۰۵۶	۴۱۲۷	۴۹۰۱	Qp
		۱۹	۱۳	۲۷	۱۹	۱۵	۱۶	۲۵	t_p
جاماش	۲۴۳	۱۲۳۰۱	۵۷۱۲	۹۱۷۷	۸۹۸۸	۸۴۲۷	۶۴۲۱	۷۳۸۳	Qp
		۱۵	۵	۲۳	۱۴	۱۱	۱۱	۲۱	t_p
شمیل نیان	۲۵۶	۸۳۲۱	۵۴۱۸	۷۵۲۰	۷۰۴۲	۶۶۶۸	۵۷۹۸	۶۴۴۲	Qp
		۱۹	۱۳	۲۷	۲۰	۱۶	۱۷	۲۵	t_p
رودان	۲۴۳	۲۷۲۳۳	۱۶۸۰۷	۳۰۵۴۰	۲۶۳۲۰	۲۴۷۳۰	۱۹۵۳۰	۱۲۹۵۶	Qp
		۱۸	۱۳	۲۶	۱۹	۱۵	۱۷	۲۴	t_p
جغین	۲۱۴	۱۱۷۰۱	۷۰۹۵	۱۳۳۸۱	۱۱۱۴۱	۱۰۳۷۹	۸۱۹۳	۶۰۷۶	Qp
		۱۸	۱۳	۲۵	۱۸	۱۵	۱۴	۲۴	t_p
میناب	۲۰۵	۳۸۶۱۴	۲۳۹۲۵	۴۳۸۶۸	۳۷۳۸۴	۳۴۹۶۰	۲۷۷۰۰	۱۹۱۲۰	Qp
		۱۹	۱۴	۲۶	۱۹	۱۶	۱۸	۲۴	t_p
مازابی	۲۱۵	۳۶۷۴	۲۰۹۹	۳۴۶۱	۳۳۳۹	۳۲۲۳	۲۳۰۰	۲۸۷۱	Qp
		۱۷	۱۰	۲۶	۱۸	۱۴	۱۴	۲۷	t_p
جو محله	۱۹۶	۹۵۳۶	۵۷۱۰	۷۴۹۴	۶۸۱۷	۶۳۱۰	۶۱۶۵	۶۶۱۱	Qp
		۱۸	۱۳	۲۶	۲۰	۱۶	۱۵	۱۹	t_p
گز	۱۶۹	۳۶۹۷	۲۲۳۳	۲۷۹۷	۲۶۵۴	۲۴۸۱	۲۴۷۵	۲۵۸۵	Qp
		۱۹	۱۳	۲۶	۲۰	۱۶	۱۶	۱۹	t_p
جگین	۱۵۳	۸۷۰۱	۶۱۱۹	۸۹۰۷	۸۸۴۰	۸۶۳۸	۷۳۳۴	۶۹۵۴	Qp
		۲۶	۲۰	۳۴	۲۶	۲۲	۲۵	۱۸	t_p
گابریک	۱۴۹	۷۰۸۲	۵۹۰۶	۷۰۸۲	۷۰۵۲	۶۸۵۴	۶۶۰۵	۶۵۶۲	Qp
		۱۸	۱۶	۲۱	۱۸	۱۶/۵	۱۷	۲۱	t_p
سدیچ	۱۴۶	۷۶۴۵	۵۹۴۵	۷۲۹۷	۷۲۱۹	۶۹۲۳	۶۹۱۹	۷۱۳۷	Qp
		۱۶	۱۴	۱۸/۵	۱۶	۱۵	۱۵	۱۶	t_p

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردار می‌باشد. براساس این روش در اکثر حوزه‌ها t_p کمتر از ۱۵ ساعت می‌باشد و تنها در حوزه جگین ۲۰ ساعت برآورد شده‌است و علت آن شرایط خاص فیزیوگرافی حوزه جگین می‌باشد. این حوزه مساحتی حدود ۶۲۰۰ کیلومترمربع دارد و طول آبرهه اصلی ۳۰۰ کیلومتر است که سه برابر متوسط طول آبراهه در سایر زیرحوزه‌ها می‌باشد و همین امر برآورد مقدار زیاد t_p را سبب می‌گردد.

– استفاده از توزیع SCS مقادیر PMF تقریبا بالایی را برای کلیه زیرحوزه‌ها می‌دهد. دلیل این امر، قرار دادن ۴۰٪ از کل میزان بارندگی در یک ساعت خاص و مابقی آن در ۲۳ ساعت باقیمانده می‌باشد که کاملا با ساختار بارندگی‌های منطقه تفاوت دارد.

– برخلاف ارقام t_p، مقادیر Q_P برآورد شده با استفاده از روش بلوک‌های متوالی ۳۳٪ با میانگین‌گیری (شکل ۲) و توزیع خود ایستگاه نتایج کم و بیش نزدیکی را ارائه می‌دهند.

تاثیر شرایط رطوبتی پیشین برمشخصات PMF:

کلیه تحلیل‌های قسمت قبل بر مبنای وقوع بارندگی، از قبل و وجود شرایط رطوبتی مرطوب (CN-III) بر اساس طبقه‌بندی SCS بوده است. این فرض نشئت گرفته از رخداد بارندگی ۴ روزه در بهمن ۱۳۷۱ می‌باشد. در این قسمت حساسیت این فرض بر نتایج PMF ارزیابی شد و محاسبات قبل با توزیع منتخب و CN در شرایط رطوبتی متوسط تکرار گردید. نتایج نشان داد که این فرض باعث کاهش CN تا حدود ۳۰٪ و کم شدن شدید ارقام سیل می‌شود. به عنوان نمونه در جاماش حداکثر سیلاب از ۶۴۲۰ به ۴۵۵۰ متر مکعب بر ثانیه تقلیل یافته و زمان وقوع آن از ساعت ۱۱ به ۲۷ افزایش یافته است.

تاثیر جهت طوفان بر مشخصات PMF:

دو سیستم باران‌زا همواره شرق استان هرمزگان را مورد تهدید قرار داده‌است. سیستم اول مربوط به سیستم سودانی می‌باشد که از جنوب شرق وارد زیرحوزه ها می‌گردد و سیستم دوم مانسون (مانسون هند) که از سمت غرب و جنوب غرب وارد می‌شود. با توجه به اینکه منطقه متشکل از چندین زیرحوزه موازیست که مساحت‌های چندان بالایی ندارند، جهت طوفان تاثیر چندانی را به همراه نداشته است. نتایج این بخش برای زیرحوزه میناب که بزرگترین زیرحوزه محدوده مطالعاتی و خود متشکل از سه زیر حوزه دیگر بود اختلافی کمتر از ۱٪ در حداکثر سیلاب و زمان وقوع آن را نشان می‌دهد.

مقایسه PMF با نتایج حاصل از توزیع‌های فراوانی:

در شرق استان هرمزگان از مجموع ایستگاه‌های آبسنجی، ۶ ایستگاه وجود دارند که آمار سیلاب‌های آنها برای این قسمت قابل استفاده می‌باشد. تحلیل فراوانی داده‌ها با توزیع‌های نرمال، گامبل، پیرسون، گاما و لگاریتم آنها انجام شده که بهترین توزیع بر اساس آزمون‌های مجموع مربعات باقی‌مانده، آزمون کلموگرف–اسمیرنوف (۱۱) و دیاگرام L (۱۵) انجام شده‌است. نتایج آزمون‌های فوق نشان می‌دهد که توزیع گامبل بهترین برازش را بر سیلاب‌های منطقه دارد.

در خصوص آمار ثبت شده در ایستگاه جاماش ذکر این نکته ضروری است که برای سیل بهمن ۱۳۷۱ رقم ۱۱۴۸۲ ثبت شده‌است که مرید و همکاران (۵) این رقم را تصحیح کردند و با استفاده از مشاهدات منطقه، بررسی نقشه مقاطع و داغ‌آب ایستگاه در روز سیل و همچنین شبیه‌سازی بارندگی–رواناب، آن را ۵۲۱۳ مترمکعب بر ثانیه برآورد نمودند. در این ایستگاه سیل بعدی با رقم ۲۴۰۵ ثبت شده‌است. چنانچه این ارقام مستقیماً در تحلیل فراوانی به کار روند، سیل ۱۰۰۰۰ ساله این ایستگاه حدود ۱۱۶۳۸ می‌گردد که برای حوزه‌ای با وسعت ۱۰۴۸ کیلومتر مربع بسیار بالا می‌باشد. اطلاعات محلی از این ایستگاه نشان می‌دهد که

www.SID.ir

Archive of SID

این سیل طی ۸۰ سال اخیر بی‌نظیر بوده‌است. نرم‌افزار CFA (۱۷) این قابلیت را دارد تا اطلاعات تاریخی را در محاسبات دخالت دهد و براساس آن رقم سیل ۱۰۰۰۰ ساله به ۷۷۵۹ متر مکعب تعدیل یافت که برای تحلیل‌های بعدی این رقم مورد استفاده قرار گرفت. توضیح اینکه بر اساس نقشه‌های موجود از مقطع رودخانه از این سیل، رقم ۱۱۴۸۲ سرعتی بیش از ۲۰ متر بر ثانیه را سبب می‌گردد که کاملا دور از واقعیت است. همچنین حوزه میناب در مجاورت این حوزه با ۴ برابر سطح آن حداکثر سیل را در این روز ۶۰۲۴ متر مکعب بر ثانیه ثبت کرده بود.

جدول (۲) نتایج سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله ایستگاه‌ها را در کنار ارقام PMF نهایی این تحقیق نشان می‌دهد که نسبت‌هایی را بین ۰/۶۶ تا ۱/۶ نشان می دهد. در خصوص نسبت ارقام PMF به حداکثر سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله بطور غیر رسمی ضرائبی مانند ۱/۲ و یا ۲ مطرح است. در این خصوص مکاتباتی با بعضی صاحبنظران انجام گرفت که چنین ارقامی تایید نگردید (۱۶). به علاوه مطالعات گسترده کتابخانه‌ای که برای این تحقیق انجام شد، نشان داد که تنها یک مورد نسبت ارقام PMP به حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰۰۰ ساله برای منطقه گسترده‌ای در اندونزی، فیلیپین و مالزی گزارش شده که این مقدار بین ۰/۷۳ تا ۱/۱۵ بوده‌است (۱۰).

جدول۲- نسبت PMF به سیل ۱۰۰۰۰ ساله

حوزه	PMF (m^3/s)	Gumble	نسبت PMF به سیل ۱۰۰۰۰ ساله حوزه
جگین	۷۳۳۴	۶۱۴۹	۱/۱۹
گز	۲۴۷۵		
نیان	۵۷۹۸	۴۳۲۲	۱/۳۴
جو محله	۶۱۶۵		
مازابی	۲۳۰۰	۳۴۶۸	۰/۶۶
سدیچ	۶۹۱۹		
سر مقسم	۶۴۲۱	۷۷۵۹	۰/۸۳
خور	۴۱۲۷		
گابریک	۶۶۰۵		
رودان	۱۹۵۲۹	۱۲۷۷۰	۱/۵۳
جغین	۸۱۹۳		
میناب	۲۷۶۹۹	۱۷۳۱۶	۱/۶۰

جمع بندی و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر تلاشی بود در جهت برآورد PMF در مواجهه با شرایط کمبود آمار و اطلاعات که این بررسی بر اساس آمار موجود از شرق استان هرمزگان به انجام رسید که نتایج زیر را به عنوان جمع بندی تحقیق می‌توان ارائه داد:

– از مجموعه نتایج حاصل از این بخش و ارزیابی تاثیر الگوهای مختلف بر t_P و Q_P بنظر می‌رسد که الگوی زمانی بارندگی حاصل از میانگین‌گیری با روش بلوک‌های متوالی و ضریب اوج‌گیری ۳۳٪ منطقی‌ترین الگوی قابل توصیه برای طراحی PMF در منطقه طرح را دارا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

- دخالت اثر جهت طوفان در محاسبات PMP برای منطقه طرح معنی دار ارزیابی نشد.
- پیش فرض شرایط رطوبت پیشین ۳ برای CN و محاسبه PMF بسیار مهم و موثر ارزیابی شد.
- هر چند که به لحاظ منطقی و علمی ارتباطی بین PMF و سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف وجود ندارد ولی چنین تلقی در ادبیات غیر رسمی مهندسی کشور وجود دارد. نتایج تحقیق نشان از عدم وجود چنین ارتباطی را برای منطقه مطالعاتی داشت.
- مجموعه روش‌های بکار رفته در این تحقیق، امکان برآورد PMF را با حداقل آمار و بدون اتکاء گسترده به آمار هواشناسی و آبسنجی میسر ساخت که می‌تواند برای دیگر حوزه‌ها نیز بکار رود.

منابع

۱. پایمزد، ش. ۱۳۸۱. مقایسه روش‌های آماری و سینوپتیکی در برآورد حداکثر بارندگی محتمل و تبدیل آن به حداکثر سیل محتمل، مطالعه موردی شرق استان هرمزگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد تاسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۴ ص.

۲. شکوهی‌نیا، ع، رضیئی، ط، ثقفیان، ب، دانش‌کار آراسته، پ و کلانتر، س، ع. ۱۳۸۱. استفاده از روش‌های بلوک‌های متناوب در سطوح وسیع جهت ساخت الگوی توزیع زمانی بارش به منظور محاسبه سیلاب‌های طراحی. مجموعه مقالات ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه اهواز، جلد دوم، صص ۱۱۰۱-۱۰۹۵.

۳. طالب بیدختی، م. ۱۳۷۴. الگوی توزیع زمانی بارش در استان سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۵ ص.

۴. کاظمی‌نسبان، غ. ۱۳۸۱. تاثیر شرایط رطوبتی پیشین حوزه در ابعاد سیلاب PMF. مجموعه مقالات ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه اهواز، جلد دوم، صص ۱۱۱۱-۱۱۰۳.

۵. مرید، س، میرابوالقاسمی، ه، قائمی، ه و عابدینی، م. ۱۳۷۶. مطالعات هیدرولوژی طرح جامع کنترل سیلاب در استان هرمزگان، مهندسین مشاور جاماب، وزارت نیرو، ۳۰۴ ص.

6. Anonymous. 2001. Determination of the probable maximum flood. www.ferc.gov/in dustries hydropower/safety/eng-guide/ch8. pdf.

7. Arnaud, P., Bouvier, C., Cisneros, L., and Dominguez, R. 2002. Influence of rainfall spatial variability on flood prediction. Journal of Hydrology, 260: 216-230.

8. Chie, Y., and Chow, V. T. 1980. Design hyetograph for small drainage structure.

9. Chow, V. T., Maidment, D. R., and Mays, L. W. 1988. Applied Hydrology, McGraw - HILL, USA: 389.

10. Desa, M. N., Noriah, A. B., and Rakhecha, P. R. 2001. Probable maximum precipitation for 24h duration over Southeast Asian monsoon region-Selangor, Malaysia. Atmospheric Research, 58:41-54.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Garros-Berthet, H. 1994. Station–year approach: Tool for estimation of design floods. Journal of Water Resources Planning and Management, 2: 135-161.

12. Haan, C. T. 2002. Statistical methods in hydrology, Iowa State Press,USA:229.

13. Levy, B., and McCuen, R. 1999. Assessment of storm duration for hydrologic design. Journal of Hydrologic Engineering, 3: 209-213.

14. Loukas, A., and Quick, M. C. A. 1996. Spatial and temporal distribution of storm precipitation in Southwestern British Columbia. Journal of Hydrology, 174: 37-56.

15. Maidment, D. R. 1992. Handbook of hydrology, McGraw-HILL, USA: 18.44-18.45.

16. Maidment, D. R. 2002 (Personal Communication).

17. Pilon, P. J., Condie, R., and Harvey, K. D. 1985. Consolidated Frequency Analysis package (CFA), Canadian Environment Agency, Canada.

18. Shalaby, A. I. 1995. Sensitivity to probable maximum flood. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 5: 327-336.

19. Todini, E. 1996. The Arno rainfall-runoff model. Journal of Hydrology, 173: 339-382.

20. USACE. 1990. HEC-1 User's Manual (Version 4.1), the U.S. Army Crops of Engineers, USA.

21. Viessman, Jr. W., and Lewis, G. L. 2003. Introduction to hydrology, Prentice Hall, USA: 612.

22. Wang, B. H., and Jawed, K. 1986. Transformation of PMP to PMF: case studies. Journal of Hydraulic Engineering, 7: 574-560.

23. World Meteorological Organization. 1986. Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation, Operation Hydrology Report 1, WMO No:332, 2d ed, secretariat of the world Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

www.SID.ir