محاسبه حداکثر سیل محتمل (PMF) در شرایط مواجه با کمبود آمار و اطلاعات شهلا پایمزد'، سعید مرید' و هوشنگ قائمی"

چکیده

با بزرگ شدن سازههای آبی و تبعات مرتبط با خطرات ناشی از شکست آنها، طراحیها براساس شرایط بحرانی تری 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 می گیرد که دادهها و اطلاعات زیادی را طلب می کند. 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 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 (PMP) از جمله این شرایط حدی برای برآورد آن میباشد. در حالت کلی تبدیل PMP برای برآورد آن میباشد. در حالت کلی تبدیل PMP بارامترهای مهم در محاسبه هیدروگراف طرح بطور عام و PMF بطور خاص، هیدروگراف واحد

می باشد. 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 (۱۴و۱) 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 (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.

5- Shalaby

تاریخ دریافت: ۸۳/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۸۵/۳/۲۹

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

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

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 سدیچ میباشد که به جز رودخانه میناب، بقیه آنها عمدتا فصلی هستند. علی رغم 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 می گردد 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 برحداكثر سيل محتمل (PMF):

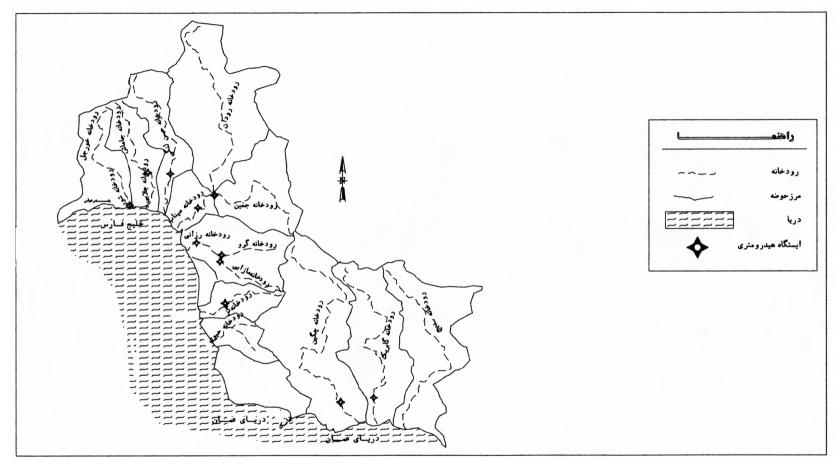
برای تعیین PMF عالاوه بر PMP که از مهم ترین عوامل موثر بر حداکثر سیل محتمل می باشد، خصوصیات دیگری از بارندگی نیز مد نظر قرار گرفته است که مجموعه آن، طوفان طرح را تعیین می نماید. طوفان طرح خصوصیاتی شامل الگوی زمانی بارندگی ، جهت ورود سیستم باران زا و مدت طوفان را در شرایط حدی تعریف می کند و نقش تعیین کننده ای در برآورد PMF دارد. در ادامه شرحی از این عوامل ارائه می گردد:

حداکثر بارندگی محتمل: حداکثر بارندگی محتمل از مرسوم ترین معیارها در محاسبات PMF و موثر ترین 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 (نقـل از ۹) و بـرآورد ضریبی مشابه فـاکتور فراوانـی ایـن فرمـول (K_m) تدوین شدهاست (۲۳). در روش دیگر، K_m براسـاس حداکثر مقادیر ناشی از بارندگیهـای ثبـت شـده در سطح منطقه مطالعاتی بدست می آید (۱۰). پـایمزد و

^{1 -} Rain Temporal Pattern

^{2 -}Storm Duration



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

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 به مقادیر حاصل از روش سینوپتیک بسیار نزدیک میشود.

مدت طوفان: لوی و مک کوئین آ (۱۳) اذعان می دارند، علی رغم 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 می شود، اما گزارش خاصی در این مورد که کدام یک بهتر است بخوبی در دسترس نمی باشد. این دو محقق این موضوع را دستمایه تحقیق خود قرار دادند و در حوزههایی با بعاد 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 این تحقیق خاضر نیز مدت بارندگی، ۲۴ ساعت که از زمان تمرکز کلیه زیر حوزههای 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 ۱۳۷۱می باشند جمع آوری 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:

1- تهیه الگوهای مساهداتی: 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 رزیابی 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 می کردند 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.

Y-112وی تیپ بارندگی (SCS): SCS) برای محاسبه هید روگراف سیلابهای بیسیاری از محازه های درون شهری و برون شهری اقدام به تهیه Y تیپ الگوی بارندگی Z و Z ساعته نموده است (Z الگوی بارندگی Z و Z ساعته نموده است (Z الگوی). 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 می کنند، شدت حداکثر بارش در ساعت Z و در مناطقی که از الگوی دو و بارش در ساعت Z و در مناطقی که از الگوی دو و رگبار رخ داده است (Z) که شرایط کشور ما به تیپ رو و سه آن نزدیک میباشد (Z).

¹⁻ Outliers

²⁻ Levy & McCuen

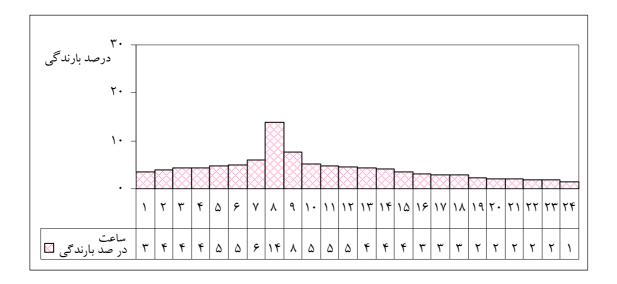
۳- روش بلوکهای متوالی: روش بلوکهای متوالی یکی از ساده ترین روشهای تهیه و ایجاد یک هیتوگراف طرح است که با استفاده از یک منحنی شدت – مدت – فراوانی به اسانی قابل تهیه می باشد.

در این روش پس از تعیین دوره بازگشت مورد نیاز طرح شدتهای بارندگی برای هر یک از فاصلههای زمانی Δt ، Δt و... از منحنی مورد نظر خوانده می شود. سپس، با استفاده از شدتهای یاد شده مقادیر عمـق بـارش در هـر فاصـله زمـانی محاسبه می گردد. 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 می یابد. به این ترتیب هیتوگرافی به وجود خواهد آمد که حداکثر عمق بارش در وسط آن رخ داده و سایر عمق ها از دو سمت آن به طور قرینه کم می شود (۳).

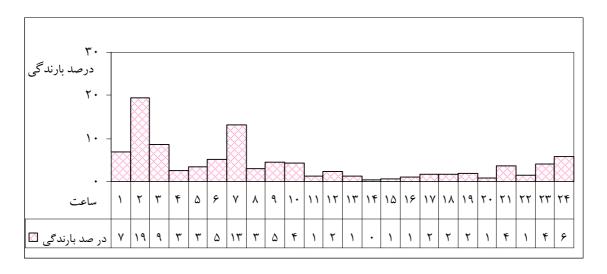
در این تحقیق از روش بلوکهای متوالی بدون کاربرد منحنیهای شدت – مدت – فراوانی استفاده شدهاست. بدین ترتیب که ارقام ساعتی حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاههای باران سنج ثبات منطقه که در قبل به آنها اشاره گردید با ضرایب اوج گیری ۳۳٪ ،۵۰٪ و ۷۷٪ (به ترتیب ساعت ۸، ۱۲ و ۷۱) با روشی که در بلوکهای متوالی استفاده از می شود، توزیع شدند. این مراحل با استفاده از میانگین توزیعهای مشاهداتی ایستگاهها (با ضریب میانگین توزیعهای مشاهداتی ایستگاهها (با ضریب اوج گیری ۳۳٪)، نیز انجام شدهاست. بدین صورت که از مقادیر ساعت به ساعت ایستگاهها

میانگین گیری شده و سپس مراحل قبل عینا تکرار شده اند 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 أن از مقدمات محاسبات میباشد. برای این تحقیق بارندگی ۲۴ ساعته و فواصل زمانی یک ساعته در نظر گرفته شده است. لذا پس از جمع آوری بارندگی های ۲۴ ساعته ثبت شده از ایستگاههای منتخب، مقادیر ساعتی آنها تعیین می گردد. در مرحله بعد رتبه بارندگی ساعتی به تفکیک برای هر ایستگاه تعیین می شود، بطوریکه حداکثر بارندگی ساعتی رتبه یک و حداقل آن رتبه ۲۴ را خواهد داشت و همزمان درصد بارندگی هـر رتبه نیز تعیین می گردد (عمق بارندگی ساعتی تقسیم بر کل بارندگی ۲۴ ساعته). در مرحله بعد از کلیه رتبههای هر یک از ساعات ۱ تـا ۲۴ میانگین گرفته و مانند قبل رتبه یک به کمترین مقدار میانگینها رتبهها (که در واقع معرف بیشترین بارندگی است) داده می شود و الی آخر. بدین ترتیب با استفاده از مجموعه ایستگاهها مشخص می گردد که هر ساعت چه رتبهای دارد و تنها لازم است درصد بارش أن تعيين گردد. بدين 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 می کند و به همین ترتیب برای سایر رتبهها. بدیهی است که بر خلاف سایر روشها الزامي 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 مى باشد.



شکل ۲- هیتو گراف حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته به روش بلوکهای متوالی با استفاده از میانگین گیری و ضریب اوجگیری ۳۳٪



شكل ٣- هيتو گراف حداكثر بارندگي ٢٤ ساعته به روش رتبهبندي

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 زیر حوزه ها می گردد. سیستم دوم، مانسون که از سمت غرب و جنوب غرب وارد می شود. با توجه به اینکه برای بعضی از حوزه ها 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

هید دروگراف متعاقب آن برخ وردار است. کاظمی نسبان (۴) و تودینی (۱۹) چنین اظهار می دارند که بارانهایی با مقدار و توزیع زمانی یکسان، سیلابهای مختلفی را ایجاد کردهاند که 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 بارش رواناب پیشنهاد شده است که روش SCS-CN به دلیل عدم نیاز به آزمایشات صحرائی، امکان واسنجی آن بطور خودکار (۲۲) وکاربرد گسترده 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 میباشد، استفاده شده است. این مدل روشهای مختلفی را برای شبیهسازی فرایند بارش – رواناب در خود جای داده است. برای این تحقیق تا مساحتهای ۵۰۰۰ کیلومتر مربع از روش هیدروگراف و برای سطوح بالاتر از روش روندیابی سیل موج سینماتیک استفاده شدهاست.

روش هیدروگراف مورد استفاده در این تحقیق، اشنایدر (۲۱) می باشد که مدل برای آن به پارامترهای زمان تاخیر (T_P) و ضریب دبی اوج (C_P) احتیاج دارد. برای استفاده از موج سینماتیک، پارامترهای بیشتری شامل شیب حوزه، مشخصات هندسی بستر، طول و شیب آبراهه و ضریب مانینگ مورد نیاز می باشد. نفوذ در سطح حوزه نیز برای 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 نیــز بـا بازدیدهای صحرایی و نقـشه هـای موجـود تهیـه و برآورد شد.

نتایج و بحث

در این بخش تاثیر عوامل قبل بر مشخصات PMF با اجرای مدل HEC-1 در شرایط مورد نظر، بررسی و ارزیابی می گردد و در نهایت سعی می شود بر اساس آمار و اطلاعات منطقه مطالعاتی، توصیههای لازم در طراحی PMF را با تاکید بر حوزههای فاقد آمار استنتاج و ارائه داد. لازم به ذکر است که برای این بخش ارقام PMP نیز مورد نیاز بوده که مقادیر مربوط از تحقیق پایمزد و همکاران بستخراج شده است.

تاثیر الگوی زمانی طوفان طرح بر مشخصات PMF:

بدین منظور، تاثیر الگوهای بارندگی بر روی مقدار دبی اوج (Q_P) و زمان رسیدن به اوج هیدروگراف (t_p) ارزیابی گردید که در جدول (1) آمده است. موارد زیر از جدول و تحلیلهای انجام شده قابل ذکر است:

- هر چه اوج بارندگی (حداکثر درصد بارندگی) به ساعات انتهایی انتقال یابد، مقدار سیل نیز از اوج بیشتری برخوردار میشود. به عنوان مثال در زیرحوزه رودان مقدار PMF بر اساس روش بلوک متوالی ۳۳٪، ۵۰٪ و ۵۷٪ بسه ترتیب ۲۲۷۳۰ و ۲۶۳۲۰ و برای میناب ۲۴۹۶۰، ۳۲۳۸۴ و ۴۳۸۶۸ متر مکعب بر ثانیه برآورد شده است.

- مقدار t_p در روشهای بلوک متوالی با ضریب اوجگیری ۵۰٪ و بخصوص ۷۵٪ طولانی و با واقعیتهای منطقه و ساختار سیل آن هماهنگ نمی باشد. ساختار سیل منطقه به گونهای است که اغلب اوج سیل در ساعات اولیه بارش رخ می دهد در صورتی که در این دو روش اوج سیل به ترتیب حول و حوش ۱۹ و ۲۶ ساعت بعد از شروع آن اتفاق افتاده اند.

– 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

	توزيع	ميانگين ايستگاهها	بلوکهای متوالی	بلو کهای	بلو کهای	رتبه بندي	SCS	PMP(mm)	زير حوزه
	ايستگاه	(%.٣٣)	(%٣٣)	متوالي(50٪)	متوالي(25%)				
Qp	49.1	4177	۵۰۵۶	۵۳۳۳	۵۷۳۱	7 7.19	910A	۲۳۰	شورخورجل
t_p	40	19	۱۵	19	**	١٣	19		
Qp	V TAT	5411	۸۴۲۷	۸۹۸۸	9177	۵۷۱۲	174.1	744	جاماش
t_p	71	11	11	14	74	۵	۱۵		
Qp	5444	۵۷۹۸	<i>୨</i> ۶۶۸	V. FY	٧٥٢٠	۵۴۱۸	۸۳۲۱	408	شميل نيان
t_p	40	14	19	۲.	**	١٣	19		
Qp	17908	1904.	7474.	7547.	4.04.	181.1	******	744	رودان
t_p	74	14	10	19	79	١٣	١٨		
Qp	9.49	۸۱۹۳	1.479	11141	١٣٣٨١	٧٠٩۵	117.1	714	جغين
t_p	74	14	10	۱۸	40	١٣	١٨		
Qp	1917.	****	449.	٣٧٣٨۴	۴۳۸۶۸	4447	7 1814	۲۰۵	ميناب
t_p	74	١٨	19	19	79	14	19		
Qp	YAYI	74	٣٢٢٣	4444	7481	7.99	4574	710	مازابي
t_p	**	14	14	۱۸	79	1.	١٧		
Qp	9911	۶۱۶۵	541.	8111	V494	۵۷۱۰	9048	198	جو محله
t_p	19	10	19	۲.	79	١٣	١٨		
Qp	4010	7470	741	7504	YY9Y	7777	799 V	189	گز
t_p	19	19	19	۲.	79	١٣	19		
Qp	9904	٧٣٣	۸۶۳۸	114.	۸۹۰۷	8119	۸۷۰۱	104	جگين
t_p	١٨	40	77	79	44	۲.	48		
Qp	9094	99.0	9104	V-07	V•AY	۵۹۰۶	٧٠٨٢	149	گابريک
t_p	۲١	١٧	19/0	۱۸	*1	18	۱۸		
Qp	V17V	8919	9974	VY19	Y 79 Y	۵۹۴۵	V940	149	سديچ
t_p	18	۱۵	10	18	۱۸/۵	14	18		-

برخوردار می باشد. براساس این روش در اکثر حوزه ها t_p کمتر از ۱۵ ساعت می باشد و تنها در حوزه جگین ۲۰ ساعت برآورد شده است و علت آن شرایط خاص فیزیوگرافی حوزه جگین می باشد. این حوزه مساحتی حدود ۶۲۰۰ کیلومتر مربع دارد و طول آبرهه اصلی ۲۰۰ کیلومتر است که سه برابر متوسط طول آبراهه در سایر زیر حوزه ها می باشد و همین امر برآورد مقدار زیاد t_p را سبب می گردد.

- 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.

- بـرخلاف ارقـام t_p ، مقـادیر Q_P بـراَورد شـده بـا اســتفاده از روش بلــوکهــای متــوالی 77% بـا میانگین گیری (شکل ۲) و توزیع خود ایستگاه نتـایج 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 می شود. 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 توزیع های 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 دادد.

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 برآورد نمودند. در این ایستگاه سیل بعدی با رقم تحلیل فراوانی به کار روند، سیل ۱۰۰۰۰ ساله این ایستگاه حدود ۱۱۶۳۸ می گردد که برای حوزهای با ایستگاه حدود ۱۱۶۳۸ می گردد که برای حوزهای با اطلاعات محلی از این ایستگاه نشان میدهد که

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 نقشههای موجود از مقطع رودخانه از این سیل، رقم میگردد که کاملا دور از واقعیت است. همچنین می گردد که کاملا دور از واقعیت است. همچنین خوزه میناب در مجاورت این حوزه با ۴ برابر سطح خوزه میناب در مجاورت این روز ۴۰۲۴ متر مکعب بر قانیه ثبت کرده بود.

جدول (۲) نتایج سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله ایستگاهها را در کنار ارقـام PMF نهـایی ایـن تحقیـق نـشان

میدهد که نسبتهایی را بین ۱/۶۶ تا ۱/۶ نیشان می دهد. در خصوص نسبت ارقام PMF به حداکثر سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله بطور غیر رسمی ضرائبی مانند با 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، نیشان کتابخانهای که برای این تحقیق انجام شد، نیشان 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 ۱۰۷۳ تا ۱/۱۵

جدول ۲- نسبت PMF به سیل ۱۰۰۰۰ ساله

نسبت PMF به سیل ۱۰۰۰۰ ساله حوزه	Gumble	PMF (m ³ /s)	حوزه	
1/19	9149	VYYY	 جگین	
		7470	جگین گز	
1/44	4411	۸۷۹۸	نیان	
		9190	جو محله	
•/99	4464	74	مازابى	
		8919	سديچ	
•/٨٣	YV	5471	سر مقسم	
		4177	خور گابریک	
		99.0	گابريک	
1/04	1777.	19079	رودان	
		A198	جغين	
1/9.	17418	47899	ميناب	

جمع بندی و نتیجه گیری

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 می توان ارائه داد:

از مجموعه نتایج حاصل از این بخش و ارزیابی تاثیر الگوهای مختلف بر Q_P و t_P بنظر میرسد که الگوی زمانی بارندگی حاصل از میانگین گیری با روش بلوکهای متوالی و ضریب اوج گیری T منطقی ترین الگوی قابل توصیه برای طراحی T و منطقه طرح را دارا میباشد.

- 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 می تواند برای دیگر حوزهها نیز بکار رود.
- دخالت اثر جهت طوفان در محاسبات PMP بـرای 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

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. شکوهی نیا، ع، رضیئی، ط، ثقفیان، ب، دانش کار 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 بین المللی 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. کاظمی نسبان، غ. ۱۳۸۱. تاثیر شرایط رطوبتی پیشین حوزه در ابعاد سیلاب PMF. مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه اهواز، جلد دوم، صص ۱۱۱۸–۱۱۰۳.
- ۵. مرید، س، میرابوالقاسمی، ه، قائمی، ه و عابدینی، م. ۱۳۷۶. مطالعات هیدرولوژی طرح جامع کنتـرل سـیلاب 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 stracture.
- 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.

- 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.