Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دهم ـ شماره دوم ـ تابستان ۱۳۸۲
www.magiran.com/jasnr

مقایسه مدلهای تحلیل منطقه‌ای سیلاب و بارش ـ رواناب در شرق استان هرمزگان

سعید مرید[۱] و داوود ریاضتی[۲]

[۱] گروه تاسیسات آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس؛ [۲] مهندسین مشاور آب‌خاک‌تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۸۰/۸/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۱/۵/۲۶

چکیده

با وجود مشکلات مکرر سیل در شرق استان هرمزگان آمار مطلوبی از وقایع سیل در آن وجود ندارد و رودخانه‌های بسیاری هستند که بطور کلی فاقد ایستگاه آبسنجی می‌باشند. جهت برآورد سیل در ساختگاه‌های(سایت)[۱] فاقد آمار دو گونه کاملاً متفاوت از ساختارهای مدلهای هیدرولوژیکی شامل سیل شاخص (براساس توزیع‌های گامبل و لوگ نرمال)، روش منطقه‌ای توزیع GEV[۲] (مدلهای آماری) و تشابه‌سازی بارش-رواناب با استفاده از مدل HEC-1[۳] (مدلهای تفهیمی) برای رودخانه‌های شرق استان مورد استفاده قرارگرفته و سپس نتایج حاصل با تحلیل فراوانی سیلاب در ایستگاه‌های شاخص منطقه مقایسه شده‌و در عین حال معایب و مزایای هر کدام از روشها بررسی و بحث شده‌است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که روش GEV از میان روش‌های آماری و مدل HEC-1 نتایج مطلوبی را داشته‌اند، و از این بین مدل HEC-1 بهتر عمل کرده است. در عین حال برای تصمیم‌گیری در خصوص روش برتر برای هر ساختگاه، اجرای دو نوع مدل و مقایسه نتایج با نتایج تحلیل فراوانی سیل در رودخانه‌های دارای آمار اطراف ساختگاه توصیه شده است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل منطقه‌ای سیلاب، مدل‌های بارش ـ رواناب، حوزه‌های فاقد آمار، استان هرمزگان

1 - Site
2 - Generalized extreme value
3- Conceptual models

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در طرحهای آبی، برآورد سیل و تحلیل فراوانی آن از ضروریات مطالعات می‌باشد. اما هنگامیکه آمار موجود کوتاه مدت و یا بطور کلی در محل سازه، ایستگاه آبسنجی موجود نباشد، اینگونه تحلیل‌ها مشکل و پیچیده می‌شود. جهت فائق آمدن بر این مشکل، استفاده از روشهای تحلیل منطقه‌ای سیلاب می‌تواند کارساز باشد که در آن با استفاده از آمار و اطلاعات موجود از حوزه‌های اطراف که از همگنی هیدرولوژیکی برخوردار هستند، رابطه‌ای بین مقادیر سیلاب و دوره بازگشـــت استخراج می‌گردد که به آن *رابطه فراوانی منطقه‌ای* اطلاق می‌شود. این روش اصولاً با دو هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد: اول بالا بردن دقت تحلیل فراوانی سیل در ساختگاه‌های دارای آمار با دخالت آمار و اطلاعات سایر ایستگاه‌های همگن در تحلیل فراوانی سیلاب و دیگر، برآورد سیل در ساختگاه‌های فاقد آمار (۱۱).

برای نوع تحلیل‌های فوق، استفاده از روش سیل نمایه[1] و توزیع GEV به‌عنوان مدل تحلیل فراوانی منطقه‌ای بیشترین توجه را به خود جلب کرده است (۳۱). بعضی از تحقیقات اخیر با استفاده از روش سیل نمایه موجود می‌باشد (۲۳،۲٤،۱۰و۱۸). کاربرد توزیع GEVو برآورد پارامترهای آن با گشتاورهای وزنی احتمال[2] (PWM) برای تحلیل منطقه‌ای سیلاب مد نظر محققین مختلفی بوده است (۱۲،۲۲و۱۸) و پاره‌ای از مطالعات نیز بر انعطاف‌پذیری و کاربردی بودن بیشتر آن تاکید کرده‌اند (۱۷). علاوه بر مدلهای آماری مورد اشاره، مدلهای دیگری با ساختار کاملاً متفاوت وجود دارند که در آنها فیزیک فرآیند بارش ـ رواناب شبیه‌سازی می‌گردد (۲۲) و بدون نیاز مستقیم به اطلاعات آب‌سنجی، هیدروگراف سیل برآورد می‌شود و بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۳و ۲۹). از میان تحقیقات انجام شده، در کمتر تحقیقی عملکرد این سه روش بطور یکجا مقایسه و ارزیابی شده است که این مهم هدف مقاله حاضر را رقم می‌زند. منطقه مطالعاتی این تحقیق حوزه‌های آبریز شرق استان هرمزگان می‌باشد و با استفاده از آمار و اطلاعات موجود درآن تحلیل‌های لازم انجام گردیده است.

مواد و روشها

شرح منطقه مورد مطالعه: سواحل شرق استان هرمزگان (حد فاصل بندرعباس تا ابتدای استان سیستان وبلوچستان)، معبر رودخانه‌های فراوانی مانند شور اول، شور دوم، جلابی، حسن لنگی، میناب، گز، جگین، گابریک و سدیج می‌باشد که بجز رودخانه میناب، بقیه آنها بطورعمده 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 تأسیسات زیربنایی 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.

متأسفانه آمار ایستگاه‌های این ناحیه، عموماً کوتاه مدت و با گسستگی آماری می‌باشد. تنها ایستگاه با قدمت و کیفیت مناسب ایستگاه برنطین ـ میناب با ۳٤ سال آمار می‌باشد که از آن تا حد زیادی برای تکمیل و تصحیح آمار سایر ایستگاه‌ها استفاده شده است. از مجموع ۱٤ ایستگاه فعال در سطح منطقه، تنها در ۹ مورد از آنها امکان تکمیل آمار حداکثر سیلاب لحظه‌ای، برای یک دوره ۱۵ ساله (سالهای آبی٦۵-۱۳٦٤ لغایت ۷۹ - ۱۳۷۸) وجود دارد.

1 - Index flood
2 - Probability weighted moments

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل فراوانی سیلاب در محل ایستگاه‌ها: از آنجایی که روش‌های مختلف تحلیل منطقه‌ای سیلاب بر مبنای توزیع‌های آماری و با استفاده از آنها می‌باشند، شناخت توزیع مناسب منطقه در انتخاب روش تحلیل منطقه‌ای کارساز می‌باشد. از طرفی نیز می‌توان از نتایج حاصل، برای ارزیابی روش‌های مختلف تحلیل منطقه سیلاب و اجرای مدل بارش ـ رواناب استفاده نمود. برای این تحقیق ۱۰ توزیع آماری شامل نرمال، پیرسون تیپ III، گامبل، گاما و لگاریتم آنها، همچنین GEV و وکبی برای تحلیل فراوانی سیلاب مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفته است. برآورد چهار توزیع اول با استفاده از روش حداکثر درست‌نمائی (۵) و توزیع وکبی با استفاده از گشتاور L (۲) انجام شده است. همچنین، انتخاب بهترین توزیع با در نظر گرفتن آزمونهای مجموع مربعات باقیمانده (۷)، دیاگرام گشتاورهای L (۲۶)، ماهیت توزیع و توانایی آن در مدل کردن فرآیندهای استثنایی بوده است.

براساس نتایج دیاگرام L، بطور عمده ایستگاه‌ها با توزیع GEV مطابقت دارند. در ضمن متذکر می‌گردد که توزیع گامبل حالت خاصی از GEV می‌باشد و تحلیل فراوانی بارندگی‌های منطقه حکایت از برتری آن نسبت به سایر توزیع‌ها دارد. اما براساس آزمون مربع جمع باقیمانده‌ها، توزیع‌های دیگر بخصوص گامبل از وضعیت بهتری برای تحلیل فراوانی سیلاب برخوردار هستند. نتیجه‌گیری دوم با توصیه‌های *گزارشهای مطالعات سیل* (۳۱) نیز هماهنگ‌تر است. در این گزارشها توصیه شده است. چنانچه تعداد سال آماری بین ۱۰ و ۲۵ سال است، توزیع گامبل نسبت به GEV ارجح می‌باشد و توزیع GEV برای دوره آماری بیش از ۲۵ سال توصیه گردید. یکی از علل این توصیه تعداد کمتر پارامترهای توزیع گامبل نسبت به GEV می‌باشد.

تحلیل منطقه‌ای سیلاب: برای تحلیل منطقه‌ای سیلاب روشهای مختلفی ارائه شده است که سیل نمایه، روش توزیع منطقه‌ای و همبستگی چند متغیره (استخراج رابطه همبستگی بین سیل با دوره بازگشت‌های مختلف و عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی حوزه‌های دارای آمار) از این جمله هستند. در این تحقیق سه روش مورد استفاده و ارزیابی قرارگرفته ولی از ارائه نتایج روش آخر (همبستگی چند متغیره) به‌دلیل نتایج نه چندان مطلوب آن صرف‌نظر شده است. نتایج مشابهی در خصوص ضعف این روش توسط وزیری و همکاران (۸) برای قسمتی از رودخانه‌های واقع در حوزه آبریز خلیج‌فارس گزارش گردید.

بررسی همگنی ایستگاه‌ها: همگنی ناحیه‌ای به معنای وجود شرایط یکسان هیدرولوژیکی، اقلیمی و خصوصیات فیزیوگرافی مشابه می‌باشد (۲۱)، به عبارت دیگر در مناطق همگن، فراوانی سیلاب در ساختگاه‌های مختلف آن، وقتی که بر مبنای نسبتی از متوسط سیلاب در آنها بیان می‌گردد تقریباً، نسبتهای یکسانی دارند (۲۰). برای بررسی همگنی، دو روش دالریمپل (۵ و ۳۰) و لانگبین مورد استفاده قرار گرفته است. علی‌رغم استفاده گسترده از این دو روش، اشکالاتی بر آنها وارد شده است، که در مراجع (۱۳، ۱۵و۲۰) می‌توان یافت. جهت اطمینان از دقت کار و همچنین نتایج متفاوتی که از روش دالریمپل و لانگبین به دست آمده بود، آزمون جدیدی به نام آزمون گشتاور CV (۱۳) نیز مورد استفاده قرار گرفت که به‌شرح زیر تعریف می‌شود:

$$x^2_{mon} = \sum_{i=1}^{m} \frac{(Cv^i - Cv^R)^2}{\mathrm{var}(Cv_{1,..m})} \qquad (1)$$

$$Cv^R = \frac{\sum_{j=1}^{m} n_j x Cv^j}{\sum_{j=1}^{m} n_j} \qquad (2)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن i و R به‌ترتیب نشان‌دهنده مقادیر در محل ایستگاه‌ها بطور منطقه‌ای و m تعداد ساختگاه‌ها در منطقه است. Cv^j ضریب تغییرات در محل ایستگاه‌ها، Cv^R ضریب تغییرات بطور منطقه‌ای، n_j طول آماری در ساختگاه j ام و $var(Cv_{1,..m})$ واریانس ضریب تغییرات ایستگاه‌ها می‌باشد. X^2_{mon} دارای توزیع مربع کای با درجه آزادی (m-1) می‌باشد و برای تایید همگنی ایستگاه‌ها، چنانچه با مقدار بحرانی آن در توزیع مربع کای مقایسه گردد، نباید بیشتر باشد ($X^2_{mon} > X^2_{0.05, m-1}$). برای این منطقه X^2_{mon} برابر ۱/۹۸برآورد گردید که کمتر از مقدار بحرانی آن (۲/۷۳) می‌باشد، لذا این آزمون نیز همگنی ایستگاه‌ها را تأیید می‌کند.

برآورد متوسط سیلاب: روشهای تحلیل منطقه‌ای به مقادیر متوسط سیلاب در حوزه‌های فاقد آمار احتیاج دارند. متوسط سیل را می‌توان از طریق برآورد رابطه همبستگی بین متوسط سیلاب در ایستگاه‌ها به دست آورد. در مراجع (۹، ۲۵، ۱٤،۲٦ و ۱۱) نکات مهمی در این خصوص می‌توان یافت..

روش شاخص سیل: تحلیل منطقه‌ای سیلاب پیشینه طولانی در مطالعات هیدرولوژی و تحلیل فراوانی سیلاب دارد و هدف از آن برآورد رابطه یا منحنی فراوانی در سطح یک منطقه می‌باشد و از سری داده‌های تمام ایستگاه‌های موجود در منطقه برای برآورد مقادیر سیلاب بهره می‌جوید (۲٦). منطقی که این روش بر آن متکی می‌باشد بدین گونه است که توزیع فراوانی سیلاب در ایستگاه‌های مختلف منطقه یکسان می‌باشد و تنها مقیاس یا پارامتر شاخص سیلاب که منعکس کننده اندازه بارندگی و خصوصیات رواناب در یک حوزه آبریز است، با هم فرق می‌کنند. بدین ترتیب، نسبت سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف به پارامتر شاخص سیلاب برای منطقه، نتیجه محاسبات خواهد بود. معمولاً متوسط سیلابها در یک ایستگاه به عنوان شاخص سیل در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، برآورد مقدار سیل Q_{tr} (سیل با دوره بازگشت خاص) در یک ساختگاه به برآورد متوسط سیل در ساختگاه مورد نظر (Q_{av}) و نسبت Q_{tr}/Q_{av} ختم می‌گردد. در روش سیل شاخص از توزیع‌های آماری مختلفی می‌توان استفاده جست (۱) که با توجه به خصوصیات آماری سیل منطقه، توزیع‌های گامبل و لوگ‌نرمال مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شرح بیشتری از این روش‌ها در مراجع (۶ و ۷) قابل دسترس می‌باشند.

روش FSR: این روش در *گزارش‌های مطالعات سیل* (۳۱) ارائه شده و مشابهت‌هایی نیز با روش‌های قبل دارد. در این روش پس از ترتیب صعودی حداکثر سیلابهای سالیانه نسبت مقادیر مرتب شده به میانگین سیلاب هر ایستگاه محاسبه می‌شود (سیلاب نسبی یا $Qs = Qi/Qav$). در مقابل Qs محاسبه شده مقادیر Yi(متغیر کاهش یافته در توزیع گامبل) با استفاده از فرمول احتمال تجربی گرین گورتن محاسبه می‌گردد (٦):

$$Yi = - Ln\ [- Ln\ (Fi)] \qquad (۳)$$

$$Fi = \frac{i-a}{n+1-2a} \qquad (٤)$$

در معادله فوق i مرتبه سیلابها با ترتیب صعودی، α ضریب ثابت برابر ٤٤/. و n تعداد سالهای آماری ایستگاه آبسنجی مربوط می‌باشد. به‌همین ترتیب مراحل فوق برای تمامی ایستگاه‌های آبسنجی به‌طور جداگانه محاسبه می‌گردد. در مرحله بعد با توجه به حدود مقادیر Yi به‌دست آمده از کلیه ایستگاه‌های منطقه، مقادیر Yi دسته‌بندی شده و فراوانی سیلاب نسبی کلیه ایستگاه‌های منطقه برای هر دسته محاسبه و مجموع مقادیر سیلاب نسبی کلیه ایستگاه‌های آبسنجی واقع در آن (Σ Qs) محاسبه می‌گردد و به‌همین

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب برای هر دسته مجموع مقادیر متغیر کاهش یافته (ΣYi) کلیه ایستگاه‌های آبسنجی واقع در آن برآورد می‌شود. سپس میانگین مقادیر به دست آمده در دو مرحله قبل محاسبه می‌گردد. برای این کار مقادیر به دست آمده در دو مرحله قبل به مقدار فراوانی به دست آمده از هر دسته تقسیم می‌شوند. مرحله بعد ترسیم مقادیر به دست آمده از مرحله قبل روی کاغذ احتمالاتی گامبل می‌باشد (ترسیم میانگین ΣYiدر برابر میـــانگین ΣQs برای هر دسته). به‌منظور دقت در رسم منحنی منطقه‌ای، توصیه شده چهار سیل نسبی بزرگ مشاهده شده در ایستگاه‌های منطقه را انتخاب و احتمال آن را براساس فرمول گرین گورتن (معادله ۳) محاسبه کرده و مقادیر متغیر کاهش یافته مربوط محاسبه گردد و در نهایت چهار مقدار به دست آمده، در روی کاغذ احتمالاتی یاد شده رسم شود. لازم به ذکر است در محاسبه Yi مربوط به این چهار سیل، مقدار n برابر جمع سالهای آماری کلیه ایستگاه‌های واقع در تحلیل منطقه‌ای خواهد بود. در نهایت با توجه به نقاط رسم شده بر روی کاغذ احتمالاتی گامبل، منحنی فراوانی منطقه‌ای رسم می‌گردد. ترسیم منحنی فراوانی منطقه‌ای در دوره برگشت‌های بالاتر (Yiهای بیشتر) تابعی از وضعیت قرار گرفتن چهار نقطه به دست آمده در مرحله قبل می‌باشد.

روش توزیع منطقه‌ای: برآورد رابطه فراوانی سیلاب، برای ساختگاه‌هایی که فاقد آمار یا دارای آمار کمی هستند با برآورد پارامترهای توزیع‌آماری بطور منطقه‌ای از دیگر روشهای مورد استفاده در این تحقیق بوده که بدین منظور از توزیع GEV استفاده شده است. استفاده از این توزیع، از اواسط دهه ۱۹۸۰ به عنوان مدلی منطقه‌ای و کارآ برای تحلیل فراوانی سیلاب مورد توجه قرار گرفتـــه است. (۱۰،۱۵و۱۱).

در این روش پارامترهای شکل و موقعیت[1] توزیع GEV با استفاده از آمار و اطلاعات کلیه ایستگاه‌های منطقه (پس از آزمون همگنی آنها) برآورد می‌شود. سپس با استفاده از نتایج حاصل، برآورد ارقام سیل در ساختگاه‌های مورد نظر میسر خواهد شد. برآورد کننده منطقه‌ای GEV با استفاده از PWM (۲۲) راه حل مناسبی برای برآورد پارامترها بطور منطقه‌ای می‌باشد (۱۰). بدین منظور ابتداً PWMها را برای هر ساختگاه می‌توان از سری داده‌های سیلاب، مطابق زیر برآورد نمود:

$$Mjr = \frac{1}{nj}\sum_{i=1}^{nj} P_i^r x_i, \qquad r=0,1,2$$

(۵)

$$p_i = \frac{(i-0.35)}{nj}$$

(۶)

که در آن Mjr برآورد نمونه ازPWM با درجه r برای ساختگاه j ، i احتمال تجربی[2] برای سیلاب i ام، x_i حداکثر مقدار روزانه سیل در سری‌های سالیانه و nj تعداد مقادیر سیلاب سالیانه در ساختگاه j ام می‌باشد. جهت برآورد PWM ها بطور منطقه‌ای ابتدا PWM برای هر ساختگاه (j) منطقه، مطابق زیر استاندارد گردیده است:

$$Tj1 = \frac{Mj1}{Mj0} \quad \forall j$$

(۷)

$$Tj2 = \frac{Mj2}{Mj0} \quad \forall j$$

(۸)

1- Shape and Location Parameters
2- Plotting Position

www.SID.ir

Archive of SID

و سپس PWMهای منطقه‌ای براساس میانگین وزنی PWMهای استاندارد شده در ساختگاه‌های دارای آمار به دست آمده‌است:

$$Ti = \frac{\sum_{j=1}^{K} T_{ji} n_j}{\sum_{j=1}^{K} n_j}, \quad i=1,2 \qquad (۱۴)$$

(۹) (۱۵)

نکته قابل توجه در این روش که در دیگر روشهای تحلیل منطقه‌ای سیلاب لحاظ نشده بود،(۲۰) تاثیر طول دوره آماری و حجم اطلاعات ایستگاه‌ها در محاسبه پارامترهای منطقه‌ای می‌باشد که از طریق معادله ۹ این(نقش) به اجرا در می‌آید. تابع توزیع GEV در محل ایستگاه (نقطه‌ای) مطابق زیر تعریف می‌گردد:

$$F(x) = \exp\{-(1-\frac{k}{\alpha}(x-\xi)^{1/k}\} \qquad k\neq 0 \qquad (۱۰)$$

$$F(x) = \exp\{-\exp(-\frac{1}{\alpha}(x-\xi))\} \qquad k=0 \qquad (۱۱)$$

متغیرهای ξ, α, k به ترتیب پارامترهای موقعیت، مقیاس و شکل توزیع هستند. هنگامی که k صفر باشد، توزیع GEV به توزیع گامبل تبدیل می‌شود. تابع توزیع معکوس معادلات فوق برابر است با:

$$X_t = \xi + \frac{\alpha}{k}(1-(-\log(1-\frac{1}{T}))^k) \qquad k\neq 0 \qquad (۱۲)$$

$$X_t = \xi - \alpha\log(-\log(1-\frac{1}{T})) \qquad k=0 \qquad (۱۳)$$

اما برای استفاده از این توزیع در تحلیل‌های منطقه‌ای سیلاب، لازم است پارامترهای منطقه‌ای آن استفاده گردد. در این حالت پارامترها بدین شکل خواهند بود:

$$c = \frac{2T_1 - 1}{3T_2 - 1} - \frac{\log 2}{\log 3} \qquad (۱۴)$$

$$k = 7.859c + 2.9554c^2 \qquad (۱۵)$$

$$\alpha = \frac{(2T_1 - 1)k}{\Gamma(1+k)(1-2^{-k})} \qquad (۱۶)$$

$$\xi = 1 + \frac{\alpha}{k}(\Gamma(1+k) - 1) \qquad (۱۷)$$

در روابط فوق T_1 و T_2 برآوردهای درجه اول و دوم PWM های منطقه‌ای (معادله شماره ۹) و Γ تابع گاما می‌باشد.

تحلیل فراوانی سیلاب با استفاده از مدل شبیه سازی بارش ـ رواناب: برای این بخش از تحقیق، از مدل HEC-1 (۲۸) که از مدل‌های معتبر برای مطالعات سیل می‌باشد، استفاده شده است. این مدل روشهای مختلفی را برای شبیه‌سازی فرایند بارندگی- رواناب د. خود جای داده است. برای این تحقیق تا مساحتهای ۵۰۰۰ کیلومترمربع از روش هیدروگراف مصنوعی اشنایدر استفاده شده و برای سطوح بالاتر از روش روندیابی سیل روش موج سینماتیک استفاده گردیده است (۲۹). در یک تحقیق اطلاعات موجود سیلهای ثبت شده در سطح استان تا سال ۱۳۷۳ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل گردیده و پارامترهای مورد نیاز HEC-1 را از طریق امکانات واسنجی خودکار مدل و مشاهدات صحرایی برآورد نمودند. تحقیق مذکور برای این مطالعات مورد استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

قرارگرفته و به‌هنگام نیز شده است(مرید و همکاران، ۱۳۷٦).

عمق و الگوی بارندگی از دیگر ورودی‌های مدل است. مطالعه سیلابهای گذشته نشان می‌دهد بارندگی ٤٨ ساعته، مدت بحرانی ایجاد سیل در منطقه می‌باشد (۲۲). الگوی بارندگی ٤٨ ساعته مناسب برای منطقه، الگوی طوفان فراگیر بهمن ۱۳۷۱ در نظر گرفته شده است. همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، طی این سیل، رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه معبر یکی از شدیدترین و گسترده‌ترین سیلها بوده است و آمار موجود و اطلاعات محلی حکایت از استثنایی بودن آن، حداقل طی ۵۰ سال اخیر دارد. خوشبختانه طوفان مربوط به این سیل در تعدادی از ایستگاه‌های منطقه از جمله پوراحمدی، فاریاب، گنوه، مازابی، نیان، تخت، سرخاء و سد استقلال ثبت شده و هیتوگراف آنها موجود است که برای هیچکدام از طوفانهای فراگیر دیگر،چنین آماری در دسترس نمی‌باشد. بدین ترتیب، با استفاده ازاطلاعات فوق و تحلیل فراوانی بارندگی‌های ٤٨ ساعته براساس توزیع گامبل که بهترین برازش را بر داده‌های بارندگی نشان می‌دهد، سیلاب متعاقب بارندگی‌های فوق با دوره برگشت متناظر به‌دست آمده است.

نتایج

نتایج تحلیل منطقه‌ای سیلاب با روشهای آماری: براساس شرحی که در قسمتهای قبلی آمد، مقادیر سیلابهای نسبی به ازاء دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه گردید که نتایج مربوط در جدول ۱ ارائه شده است. اشاره گردید که توزیع گامبل به عنوان توزیع برتر برای منطقه مطالعاتی پذیرفته شد، لذا روش تحلیل منقطه‌ای سیلاب براساس لوگ‌نرمال نمی‌تواند ارجحیتی به روش گامبل آن داشته باشد، ضمن اینکه براساس آزمون همگنی لانگبین که با توزیع لوگ‌نرمال انجام گرفت، تعدادی از ایستگاه‌ها از دور محاسبات خارج گشته و اطلاعات کل منطقه را استفاده نکرده است، به‌همین دلیل از ارائه نتایج صرفه‌نظر شده است.

جدول۱- مقادیر سیلابهای نسبی (Q_{tr}/Q_{av}) برای دوره بازگشت‌های مختلف در منطقه طرح، براساس روشهای مختلف تحلیل منطقه‌ای سیلاب.

دوره بازگشت (سال) / روش	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
گامبل[1] Mo	۱/٦۷	۲/۲۱	۲/۹۰	۳/٤۱	۳/۹۱	٤/٤۲	۵/۰۸
گامبل ML	۱/٤۷	۱/۸۵	۲/۳۳	۲/٦۹	۳/۰٤	۳/۳۹	۳/۸٦
GEV	۱/٤۰	۱/۹۰	۲/٦۵	۳/۳۱	٤/۰۸	٤/۹۷	٦/۳۸
FSR	۱/۷۵	۲/۲۸	۳/۰٤	۳/٦۸	٤/۲۰	٤/۵۷	۵/٦٤

۱) ML و Mo به ترتیب روشهای حداکثر درستنمایی و روش گشتاورها در برآورد پارامترهای توزیع هستند.

در جدول ۱ روش دوم (تحلیل منطقه‌ای گامبل با حداکثر درستنمایی)، مقادیر بسیار پائین دستی را برآورد کرده است و بقیه روشها جوابهای نسبتاً نزدیکی داده‌اند و این تفاوت بعد از دوره بازگشت ۵۰ سال بیشتر خودنمایی می‌کند. بدین ترتیب روش گامبل (ML) نیز از دور محاسبات حذف گردید. در مرحله بعد، نتایج تحلیل منطقه‌ای سیلاب براساس این سه روش با تحلیل فراوانی توزیع گامبل برای داده‌های ایستگاه‌ها مقایسه شده که نظر به شاخص بودن ایستگاه میناب برای این تحقیق، به ارائه نتایج آن

www.SID.ir

Archive of SID

بسنده می‌گردد (جدول ۲). در این ایستگاه ارقام برآورد شده از سیلاب، نشان می‌دهد که به‌ترتیب روش‌های GEV و FSR نتایج بهتری را داشته‌اند. برای سایر ایستگاه‌ها نیز عملکردها به همین روال بوده ضمن اینکه روش GEV قدری بهتر بوده است.

ارزیابی مدل شبیه سازی بارندگی ـ رواناب : جهت بررسی و ارزیابی این روش برای منطقه طرح، نتایج استفاده از مدل HEC-1 مجداً تنها برای حوزه میناب و ایستگاه برنطین ـ میناب ارائه و مقایسه می‌گردد (جدول ۳). این جدول نشان می‌دهد که نتایج دو روش برای دوره بازگشت‌های ۱۰۰ سال به بالا بسیار به هم نزدیک می‌شوند. ولی برای دوره بازگشت‌های صد سال به پایین مقادیر مدل HEC-1 ۱۰ تا ۲۰ درصد بالاتر از نتایج توزیع آماری می‌باشد. عمده دلیل این اختلاف را می‌توان به ثابت ماندن عوامل افت برای دوره بازگشت‌های مختلف نسبت داد. در این خصوص در بعضی مراجع توصیه‌هایی شده است که برای دوره برگشت‌های پایین‌تر، ارقام عوامل افت قدری بیشتر در نظر گرفته شود (٤ و٣٠). برای این مطالعات، شیوه اتخاذ شده برای ایجاد این تعدیل در مدل HEC-1 از طریق تغییر در CN می‌باشد. بدین دلیل از CN اولیه، به اندازه ۵ شماره برای دوره بازگشت‌های ۱۰۰ سال به پایین کسر گردید. پس از این تغییر مقادیر سیل به‌نحو مطلوب به مقادیر توزیع فراوانی سیلاب براساس توزیع گامبل نزدیک شده است (جدول ۳). به‌همین ترتیب برای سایر ایستگاه‌ها نیز چنین تعدیلاتی اعمال گردید و نتایج مطلوبی را دربرداشت.

جدول۲- مقایسه مقادیر سیلابهای رودخانه میناب در ایستگاه برنطین براساس روشهای تحلیل منطقه‌ای سیلاب با تحلیل فراوانی براساس توزیع گامبل.

دوره بازگشت (سال) / روش	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
تحلیل‌منطقه‌ای گامبل$_{Mo}$	۲٦٥٥	۳٥۱٥	٤٦۱۰	٥٤۲٥	٦۲۲۰	۷۰۳۰	۸۰۸۰
تحلیل‌منطقه‌ای GEV	۲۲۳۰	۳۰۲۰	٤۲۱٥	٥۲٦٥	٦٤۹۰	۷۹۱۰	۱۰۱٥۰
تحلیل‌منطقه‌ای FSR	۲۷۸۰	۳٥٦۰	٤۸۳٥	٥۸٥٥	٦٦۸۰	۷۲۷۰	۸۹۷۰
تحلیل‌فراوانی‌با توزیع گامبل	۳۸۰۰	٥۱۱۰	٦۷۸۰	۸۰۱۰	۹۲۳۰	۱۰٤٥۰	۱۲۰٦۰

ML روش حداکثر درستنمایی – Mo روش گشتاورها

جدول ۳- مقادیر سیل با دوره برگشت‌های مختلف برای مدل HEC-1 و توزیع گامبل در ایستگاه برنطین – میناب (m^3/s).

دوره بازگشت	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۵۰۰
مدل بارندگی-رواناب با HEC-1	٤٤۸۰	٦۱٤۰	۷٤۲۰	۸٦۷۰	۹۹۰۰	۱۱٦۰۰
CN*	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳	۸۳
تحلیل فراوانی سیلاب (توزیع گامبل)	۳۸۰۰	٥۱۱۰	٦۷۸۰	۸۰۱۰	۹۲۳۰	۱۲۰٦۰
مدل با تعدیل CN برای دوره بازگشت کمتر از ۱۰۰سال	۳۷۱٥	٥٤۱۰	٦۷۰۰	۸۰۰۰	۹۲۱٥	۱۱٦۰۰
CN* (تعدیل شده)	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۷۸	۸۳

مقادیر CN، میانگین وزنی CN در حوزه های رودان، جغین و حوزه میانی میناب می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در این تحقیق دو ساختار کاملاً متفاوت از مدلهای هیدرولوژیکی برای برآورد سیل در رودخانه‌های فاقد آمار در شرق استان هرمزگان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. برای این قسمت، ابتدا محدودیتها و مزایای این روش‌ها که در حین تحقیق مشاهده گردید، ارائه می‌گردد و سپس به جمع بندی نتایج آن اشاره خواهد شد.

مقایسه نتایج روش شبیه‌سازی بارندگی ـ رواناب و تحلیل منطقه ای سیلاب

معایب مدل بارش ـ رواناب :

۱. واسنجی مدل امری بسیار حساس، وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد و نیاز به بازدیدهای مکرر صحرایی دارد. به عنوان نمونه رقم سیل بهمن ۱۳۷۱ ایستگاه سرمقسم بر روی رودخانه جاماش ۱۱۴۲۸ مترمکعب در ثانیه ثبت شده است. قبول چنین رقمی برای این حوزه با وسعت ۱۰۴۸کیلومتر مربع به منزله برآورد مقادیر بسیار دست بالا برای پارامترهای مدل می‌باشد که طی بازدید مجدد از منطقه طرح و مطالعه نقشه‌های مقاطع رودخانه که در زمان این سیل تهیه شده بود، در حداکثر مقدار ممکن آن ۵۲۱۳ مترمکعب در ثانیه برآورد گردید.

۲. تجربه کاربر در اجرای صحیح مدل و استفاده از امکانات آن، بسیار اهمیت دارد.

۳. برای تحلیل فراوانی سیلاب با این مدل، بارندگی با دوره بازگشت‌های مختلف به عنوان ورودی به مدل داده می‌شود و فرض می‌گردد که پیک سیل خروجی مدل، دوره بازگشت یکسانی با فراوانی بارندگی ورودی دارد. انطباق دوره بازگشت بارندگی و سیل هنوز جای بحث و بررسی دارد. این مشکل در حوزه‌های کوچک بیشتر خودنمایی می‌کند (٤).

مزایای مدل بارش ـ رواناب:

۱. اتکا به آمار بارندگی دارد که این آمار در استان از دقت و کمیت بهتری نسبت به آمار دبی برخوردار است.

۲. پس از واسنجی صحیح مدل علاوه بر پیک سیل، هیدروگراف آن نیز متناسب با الگوی بارندگی، ارائه خواهدشد.

۳. در این مدل امکان بررسی فرآیند بارش ـ رواناب با سناریوهای مختلف (تغییر در کاربری و مدیریت حوزه) قابل انجام است.

٤. امکان اعمال نظرات کارشناسی و قضاوتهای مهندسی از طریق تغییر در پارامترهای مدل و الگوی بارندگی ممکن می‌باشد.

معایب مدل‌های آماری تحلیل منطقه‌ای:

۱. اتکا مطلق به آمار سیل استان که متأسفانه اندازه‌گیری‌های به عمل آمده از کیفیت و کمیت چندان مطلوبی برخوردار نمی‌باشد و این شرایط در بسیاری از استانها بر قرار است.

۲. مدل بطور فزاینده‌ای متکی به تخمین صحیح متوسط سیلاب برای حوزه‌های فاقد آمار می‌باشد. بدیهی است در استفاده از رابطه همبستگی متوسط سیلاب و خصوصیات حوزه، در محدوده خارج از مشاهدات خطا در برآوردها بیشتر می‌گردد.

۳. برخلاف مدل قبل امکان اعمال قضاوتهای مهندسی وجود ندارد و روش سلبی می‌باشد.

مزایای مدل‌های آماری تحلیل منطقه‌ای:

۱. کار با آن ساده است و به تجربه کمتری نیاز دارد.

۲. واسنجی در آن مطرح نمی‌باشد و فقط اطلاعات دبی را نیاز دارد .

۳. علی‌رغم ضعفهای مورد اشاره در خصوص آمار دبی‌های سیلابی، ولی استفاده از آمار دبی‌ها، رفتار رودخانه و حوزه‌های آن بهتر می‌تواند در محاسبات منعکس گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جمع بندی: بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق موارد زیر، به عنوان جمع‌بندی ارائه می‌گردد:

۱. از مجموعه روش‌های آماری مورد استفاده در این تحقیق، روش GEV، روش مناسبی برای تحلیل منطقه‌ای سیل ارزیابی گردید که مشابهت‌های توزیع GEV با گامبل و دخالت طول دوره آماری ایستگاه‌ها در برآورد پارامترهای توزیع بطور منطقه‌ای، می‌تواند از دلایل برتری آن باشد.

۲. مدل HEC-1 و مجموعه امکاناتی که در این نرم‌افزار قرار گرفته است از جمله واسنجی خودکار پارامترهای مدل، تسهیلات بسیار مناسبی را برای شبیه‌سازی فرایند بارش ـ رواناب در منطقه طرح فراهم آورده است.

۳.در مدل‌های شبیه‌سازی فرایند بارش ـ رواناب، برای برآورد سیلاب متناظر فراوانی بارندگی‌ها (ورودی مدل) تعدیل پارامترهای افت متناسب با دوره بازگشت از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و نتایج تحقیق مؤید آن بود.

٤.برای تحلیل فراوانی بارندگی و سیلاب براساس داده‌های مشاهده شده، توزیع گامبل مناسب تشخیص داده شد.

۵. توصیه می‌گردد تا در تحلیل فراوانی سیل برای ساختگاه‌های فاقد آمار، دو نوع مدل مورد استفاده قرار گیرد و جهت تصمیم‌گیری در خصوص روش برتر، از نتایج تحلیل فراوانی سیل در رودخانه‌های دارای آمار اطراف ساختگاه‌های فاقد آمار و مشاهدات صحرایی استفاده گردد.

سپاسگزاری

مولفین مقاله بر خود لازم می‌دانند از نظرات ارزشمند داوران این مقاله که در ارتقاء کیفیت آن نقش مؤثری داشته‌اند، همچنین ویراستار محترم آن تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

۱. داوری، ک. ۱۳٦۷. آنالیز منطقه‌ای سیلاب (در محدوده‌ای از جنوب غربی زاگرس)، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۹۱-۸۹.

۲. مرید، س. و ه. قائمی. ۱۳۷۵. برآورد پارامترهای توزیع وکبی با گشتاورهای وزنی احتمال و کاربرد این توزیع در رودخانه‌های حوزه آبریز کرخه، فصلنامه تحقیقات جغرافیائی. شماره ٤۲: ۱۴۹-۱۳۴.

۳. مرید، س.، ه. قائمی و ه. میرابوالقاسمی.۱۳۷٦. ارزیابی مدل HEC-1 در تشابه سازی بارندگی - رواناب در استان هرمزگان. اولین کنفرانس هیدرولیک ایران: ۳٤٦-۳۳۳.

٤. مرید، س.، ه. میرابوالقاسمی و ه. قائمی. ۱۳۷۹. شبیه‌سازی بارندگی – رواناب در حوضه‌های آبریز دربند و گلابدره، نشریه تحقیقاتی فیزیک زمین و فضا، مؤسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران. جلد ۲٦. شماره ۲: ۸۴-۷۱.

۵. موسوی، ه. ۱۳٦٦. تخمین دبی ماکزیمم روزانه در حوزه‌های آبریز فاقد آمار در استان فارس و مناطق همجوارآن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. ۸۲-٤۹.

٦. موسوی، ه. ۱۳٦۹. مبانی و راهنمای برنامه Region. جهاد سازندگی استان تهران. ۱۵-۱.

۷. مهدوی، م. ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران. ۸۱.

۸. وزیری، ف. ۱۳٦۹. تجزیه و تحلیل منطقه‌ای سیلابهای رودخانه‌های واقع در حوضه آبریز خلیج‌فارس. جهاد دانشگاهی خواجه نصیرالدین طوسی: ۳۸.

www.SID.ir

Archive of SID

9.Acreman, M.C., and C.D. Sinclahr. 1986. Classification of drainage basin according to their physical characteristics: An Application for flood frequency analysis in Scotland, J. Hydrology 84: 365-380.

10.Adamowski, K. 2000 Regional analysis of annual maximum and partial duration flood data by nonparametric and L-moment methods, J. Hydrology. 229 (3-4): 219-231.

11.Charley, W., A. Pabst, and J. Peters. 1995. The Hydrologic Modeling System (HEC-HMS): Design and Development Issues, Proceedings of the Second Congress held in conjunction with A/E/C Systems '95 held in Atlanta, Georgia, June 5-8: 131-138.

12.Chowdhury, J.U., J.R. Stedinger, and L.H. Lu. 1991. Goodness-of- fit test for regional generalized extreme value flood distributions, Water Resource Research. 27(7):1765-1776.

11.Fakheri, A. 1998. Regionalization of Flood Extremes Using Pattern Analysis. Ph.D. Dissertation. Indian Institute of Technology:13.

14.Farquharson, F.A.K., J.R. Meigh, and J.V. Sutcliffe. 1992. Regional flood frequency analysis in arid and semi-arid areas, J. Hydrology, 138: 487-501.

15.Fill, H.D., and J.R. Stedinger. 1995. Homogeneity tests based upon Gumbel distribution and a critical appraisal of Dalrymple's test, J. Hydrology. 166: 81-105.

16.Gingras, D., and K. Adamowski. 1993. Homogeneous region delineation based on annual flood generation mechanism, Hydrological Sciences J. 38: 103-121.

17.Hosking, J.R.M., J.R. Wallis, and E.F. Wood. 1985. Estimation of the generalized extreme value distribution by the method of probability weighted moment, Technometrics. 27(3): 251-261.

18.Javelle, P., T. Ouarda, M. Lang, B. Bobée, G. Galéa, and J.M. Grésillon. 2002. Development of regional flood-duration-frequency curves based on the index-flood method, J. Hydrology. 258 (1-4): 249-259.

19.Kjeldsen, T.R., J.C. Smithers, and R.E. Schulze. 2002. Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal province, South Africa, using the index-flood method, J. Hydrology. 255 (1-4): 194-211.

20.Lu, L.H. 1991. Statistical methods for regional flood frequency investigation. Ph.D. Dissertation. Cornell University. Ithaca. NY:15-42.

21.Maidment, D.R. (Editor in Chief). 1992. Applied Hydrology, McGraw-Hill, USA:18.33-18.36.

22.Morid, S., H. Ghaemi, H. Mir-Abolghasemi, and M. Abedi. 2001. Evaluation of the Hec-1 Model For Flood Forecasting and Simulation in the Hormozgan Province, Iran, J. Environmental Hydrology. 9. Paper 9.URL: http://www.hydroweb.com/jehabs/morid1abs.html.

23.Mutreja, K.N. 1986. Applied Hydrology, Tata McGraw-Hill, New Delhi: 722-730.

24.NERC, 1975. Flood Studies Report. Vols. 5. National Environment Research Council, London: 1100.

25.Pandey, G.R., and V.T. Nguyen. 1999. A comparative study of regression based methods in regional flood frequency analysis, J. Hydrology, 225(1-2): 92-108.

26.Potter, K.W. 1987. Research on flood frequency analysis: 1983-1986, Rev. of Geophys. 25: 113-118.

27.Pootter, K. W., and D.P. Lettenmaier. 1990. A comparison of regional flood frequency estimation methods uses a resmapling method, Water Resources Research. 26(3): 415-424.

28.Smithers, J.C., and E. Schulze. 2001. A methodology for the estimation of short duration design storms in South Africa using a regional approach based on L-moments, J. Hydrology. 241 (1-2): 42-52.

www.SID.ir

Archive of SID

29.USACE, 1990. HEC-1 User's Manual (Version 4.1), The U.S. Army Corps of Engineers, USA.
30.Viessman, W., G.L. Lewis, and J.W. Knapp. 1986. Introduction to Hydrology: IEP, NY:201-224.
31.Zrinji, Z., and D.H. Burn. 1994. Flood frequency analysis for ungauged sites using a region of influence approach, J. Hydrology. 153: 1-21.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vo2. 10(2), Summer 2003
www.magiran.com/jasnr

Comparison of regional flood frequency analysis and rainfall-runoff simulation for the eastern coastal part of the Hormazgan province

S. Morid [1] and D. Riazaty[2]

[1]University of Tarbiat Modaress, College of Agriculture, Tehran, Iran. [2] Tehran Ab-Khak Consulting Engineers, P.O.Box 31585-4377,Karadj, Iran.

Abstract

In spite of frequest flood events in the eastern part of Hormozgan province, appropriate flood records are not available. There are many rivers that are ungauged at all or have very scares data. To estimate flood peaks at ungauged sites, two different hydrological model structures namky, the statistical and the conceptual models are applied and evakuated. The statistical models included in the study are Index Flood (based on Gumbel and Log Normal distributions) and Generalized Extreme value (GEV) regional distribution. The HEC-1 is selected among the existing conceptual models. The selected models are applied to the study area and the obtained results are compared with the flood frequency analysis of the existing stations. Furthermore, recommendations are made for the advantages and disadvantages of the methods. Among the first series of the model, the GEV performed better than the other methods. However, when compared with the second series(HEC-1), both of the hydrological model structures showed that each one has their own advantages and disadvantages. Therefore, it was not possible to select any of them as a preferable model for the entire region. To be in a safe side, it is more convenient to apply both of the models, simultaneously. Also, in order to increase the accuracy of flood quantiles, the results of flood frequency analysis of nearly gauged catchments to be used for indicating proper model.

Keywords: Hormozgan province, Rainfall-runoff simulation, Regional flood frequency analysis, Ungauged Vatchments.

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی

www.SID.ir