نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷ Vol. 12, No. 40, Spring 2018

گزارش فنی

تعیین دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل با استفاده از مدل HEC-HMS و روش‌های آماری در حوزه آبخیز اسکندری

مریم خادمی[۱]، سمیه سلطانی گردفرامرزی[۲] و محسن قاسمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۳۰

چکیده

در این تحقیق ضمن برآورد حداکثر بارش محتمل و دوره بازگشت متناظر، واسنجی مدل HEC-HMS به منظور برآورد مشخصه‌های حداکثر سیل محتمل در حوزه آبخیز اسکندری از سرشاخه‌های زاینده رود انجام شد. در ابتدا با استفاده از روش هرشفیلد و برازش توزیع‌های آماری، مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف و همچنین PMP تعیین گردید. در مرحله بعد با استفاده از دو رویداد که بهترین ضریب کارائی مدل را بدنبال داشت، مراحل واسنجی و سپس با دو رویداد مختلف دیگر ارزیابی مدل HEC-HMS انجام گرفت و نتایج قابل قبول بدست آمد. در برآورد مشخصه‌های حداکثر سیل محتمل نیز نتایج نشان داد که بارش ۲۴۰/۶ میلی‌متر با دوره بازگشت برابر ۵۹۶۳۷۴ سال می‌تواند سیلابی با دبی اوج ۳۰۷۹/۵ مترمکعب بر ثانیه و حجم ۱۷۸/۱ میلیون مترمکعب ایجاد کند.

کلید واژه‌ها: *رواناب، شماره منحنی، حداکثر سیل محتمل، حوزه آبخیز اسکندری، دوره بازگشت*

مقدمه

به لحاظ اجرای موفقیت آمیز پروژه‌ها بایستی شناخت صحیحی از رفتار حوزه آبخیز در برابر رژیم‌های بارش داشت که یکی از راهکارها در این زمینه، شبیه‌سازی وقایع بارش- دبی با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی است. برخی از سازه‌های بزرگ که ریسکی برای تخریب آنها در نظر گرفته نمی‌شود، براساس حداکثر سیل محتمل[۴] طراحی می‌شوند. از آنجایی که سیل محصول مستقیم بارش است، می‌توان پذیرفت که محدودیت‌های فیزیکی سبب تثبیت شدت بارش و در نتیجه سیلاب خواهد شد. به عبارتی می‌توان ادعا کرد که شدت بارش با یک حد نهایی نظری است که به حداکثر بارش محتمل[۵] معروف است. حداکثر بارش محتمل از مرسومترین معیارها در محاسبات حداکثر سیل محتمل می‌باشد [۱]. یکی از روشهای بررسی خصوصیات بارش و رواناب، استفاده از قابلیت مدلهای هیدرولوژیکی مانند مدل بارش- رواناب HEC-HMS در شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی است که می‌توان فرآیندهایی نظیر رواناب را شبیه‌سازی کرد [۳]. در این زمینه رز و همکاران [۵] مطالعه‌ای را به منظور ارزیابی ایمنی سد کنیر در برابر PMF ورودی به مخزن سد در کشور مالزی انجام دادند. بدین منظور از مدل HEC-HMS به عنوان مدل تبدیل PMP به PMF استفاده گردید که نتایج حاکی از کارایی این روش بود. شالابی [۷] در تحقیقی به بررسی خصوصیات حداکثر سیل محتمل در منطقه آتلانیک در شرق ایالت متحده پرداخت. بدین منظور از آمار ۴۶ ایستگاه در منطقه استفاده شد و انواع توزیع‌های آماری شامل گاما، لوگ نرمال، و گامبل به منظور برآورد احتمال PMF به کار گرفته شد. مطابق با نتایج، دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل در منطقه مطالعاتی برابر ۶۰۰۰۰۰ سال می‌باشد. روزیو و همکاران [۶] به محاسبه حداکثر بارش محتمل تحت شرایط تغییر اقلیم در کانادا پرداختند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم در قرن اخیر بر افزایش مقدار PMP اثرگذاشته است. حنفی [۲] به ارزیابی حداکثر سیلاب محتمل حوضه آجیچای تبریز با استفاده از مدل HEC-HMS پرداخت و با اجرای آن هیدروگراف حداکثر سیل محتمل برای زیرحوضه‌های مختلف ترسیم کرد. با توجه به اهمیت پتانسیل سیل‌خیزی، در این تحقیق با استفاده از روش SCS در نرم‌افزار HEC-HMS، به تعیین مشخصه‌های حداکثر بارش محتمل و حداکثر سیل محتمل در حوزه آبخیز اسکندری پرداخته شد. انجام تحقیق از این لحاظ اهمیت دارد که با در دست داشتن مقادیر دبی و

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه اردکان
۲- نویسنده مسئول و استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان
پست الکترونیک: ssoltani@ardakan.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان

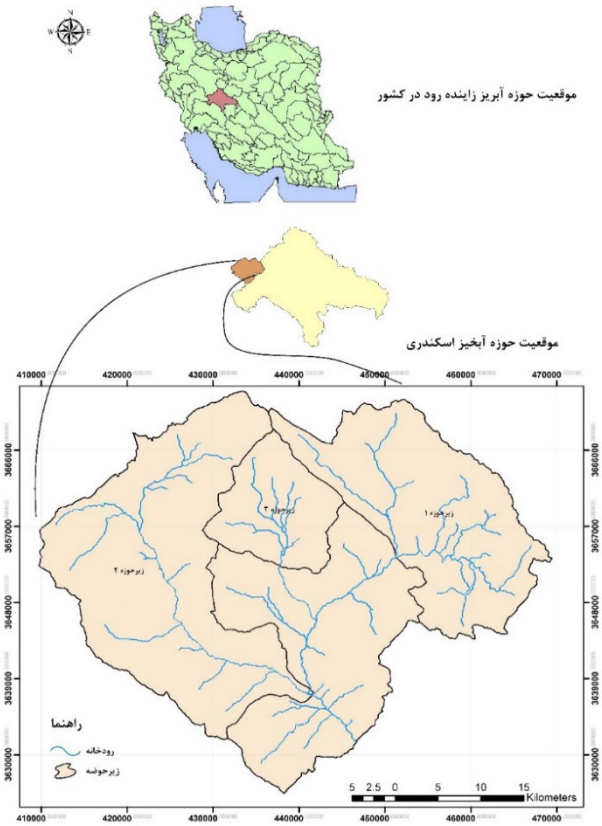
4-Probability Maximum Flood (PMF)
5- Probability Maximum Precipitation (PMP)

حجم سیلاب می توان برنامه‌های مدیریت و مهندسی رودخانه را با دقت بالاتری اعمال نمود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه، حوزه آبخیز اسکندری، واقع در غرب استان اصفهان می‌باشد. حوضه مذکور با داشتن مساحتی بالغ بر ۱۶۴۹/۹ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط وزنی ۲۶۲۶ متر از سطح دریا و مختصات ′۵۰°۰۲ تا ′۵۰°۴۰ طول شرقی و ′۳۲°۴۵ تا ′۳۳°۱۱ عرض شمالی در حوضه آبریز سد زاینده‌رود واقع شده است. رودخانه پلاسجان که از ارتفاعات شهرستان فریدونشهر از توابع استان اصفهان سرچشمه می‌گیرد، در این حوزه آبخیز جاری می‌باشد. رواناب این رودخانه در محل ایستگاه هیدرومتری اسکندری اندازه‌گیری می‌شود. میانگین بارندگی سالانه حوضه آبخیز اسکندری، ۳۳۹ میلیمتر و میانگین درجه حرارت در این منطقه ۹/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. اهمیت این حوضه از این ناشی می‌شود که مستقیماً به سد زاینده‌رود وارد شده که منبع اصلی تأمین آب کشاورزی، شرب و صنعت در منطقه و استان اصفهان است و آگاهی از وضعیت آبدهی آن راه‌گشای برنامه‌ریزی جهت مدیریت صحیح آن می‌باشد. شکل (۱) موقعیت حوضه مورد مطالعه و ایستگاه‌های موجود در منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت حوضه مورد مطالعه در ایران و استان

Figure 1. Case study situation in Iran and the province

تعیین حداکثر بارش محتمل هر ایستگاه

در این تحقیق ابتدا مقدار حداکثر بارش محتمل با استفاده از دوره آماری ۵۴-۱۳۵۳ تا ۸۷-۱۳۸۶ برای ایستگاه‌های باران‌سنجی محدوده حوضه استخراج شد که بدین منظور از روابط ذیل استفاده گردید.

$$PMP = \sigma_n k_m + \overline{X_n} \quad (۱)$$

$\bar{X}$: میانگین داده‌های n سال آماری بارندگی

σn: انحراف معیار داده‌های n سال آماری بارندگی

Km: فاکتور فراوانی که مقدار آن از روابط زیر بدست می‌آید [۴]:

در حالتی که حداکثر بارش ۲۴ ساعته بیشتر از ۵۰ میلی‌متر باشد»

$$K_m = 18.996 * e^{(-0.00215*P)} \quad (۲)$$

در حالتی که حداکثر بارش ۲۴ ساعته کمتر از ۳۵ میلی‌متر باشد:

$$K_m = 19.955 * e^{(-0.00315*P)} \quad (۳)$$

تعیین دوره بازگشت حداکثر بارش محتمل هر ایستگاه

پس از تعیین حداکثر بارندگی هر ایستگاه به روش هرشفیلد، اقدام به تعیین دوره بازگشت این پارامتر شد. بدین منظور مقادیر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته هر ایستگاه وارد نرم افزار SMADA شد. در این مرحله با توجه به رابطه احتمالاتی ویبول و بر اساس معیار ارزیابی RSS، بهترین توزیع آماری مشخص شد. در مرحله بعد، با ورود مقادیر حداکثر بارش دوره آماری هر ایستگاه به مدل HEC-SSP 2.0، بر اساس بهترین توزیع آماری، مقدار بارندگی ۲۴ ساعته در دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساله تعیین گردید.

تعیین حداکثر بارندگی محتمل هر زیرحوضه

پس از تعیین دوره بازگشت حداکثر بارندگی محتمل برای هر یک از ۸ ایستگاه مطالعاتی، با استفاده از روش معکوس فاصله وزنی، مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف و حداکثر بارندگی محتمل برای کل پهنه مطالعاتی و پهنه هر زیرحوضه تهیه شد و میانگین سلولی برای هر محدوده محاسبه گردید. سپس با استفاده از تحلیل‌گر زمین آمار[1] در نرم‌افزار ArcGIS 10.3 پهنه‌بندی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف و حداکثر بارندگی محتمل برای کل حوضه مطالعاتی و هر زیرحوضه انجام شد و سپس میانگین سلولی برای هر محدوده تعیین شد. همچنین نقشه پهنه‌بندی حداکثر بارش محتمل کل حوضه نیز استخراج شد.

مدلسازی بارش- رواناب

به منظور شبیه‌سازی سیل، از مدل HEC-HMS 4.0 استفاده شد. در این تحقیق رویداد تاریخ ۱۳۸۵/۰۱/۱۵ که داده‌های مربوط به بارش آن در ۸ ایستگاه مطالعاتی ثبت شده بود به عنوان مقدار بارش تعریف شد. هایتوگراف بارش نیز از ایستگاه سینوپتیک اصفهان به عنوان الگوی زمانی بارش متناظر انتخاب شد. سیل مشاهده‌ای مورخ ۱۳۸۵/۰۱/۱۵

1- Geostatistical Analyst

جدول ۱- مقادیر حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته ایستگاه‌ها

Table 1. 24 hour Probability Maximum Precipitation of stations

Station	ایستگاه	میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته (میلی متر)	حدا کثر بارش محتمل ۲۴ ساعته (میلی‌متر)
		24 hour mean Maximum Precipitation (mm)	24 .hour Probability Maximum Precipitation (mm)
Baba Mohammad castle (1)	قلعه بابا محمد	33.5	220.8
Eskandari(2)	اسکندری	44.4	216.4
Zayandehrood dam(3)	سد زاینده رود	32.3	328.6
Bouien(4)	بوئین	42.8	262.8
Mirabad(5)	میرآباد	41.0	220.6
Agcheh(6)	آغچه	42.5	174.2
Eshen(7)	اشن	31.5	261.1
Dolatabad(8)	دولت آباد	48.1	371.9

و ۱۳۸۴/۱۲/۲۹ متناظر نیز از ایستگاه هیدرومتری اسکندری برای واسنجی انتخاب شدند. برای ارزیابی مدل واسنجی شده نیز دو رویداد مورخ ۱۳۷۶/۱۲/۲۵ و ۱۳۷۱/۱/۲۱ بکار رفت. هم‌چنین ضریب ناش- ساتکلیف[1] (ضریب کارایی مدل) به منظور کارا بودن مدل استفاده شد. طبق رابطه (۴) مقدار این ضریب از منفی بی‌نهایت تا یک در تغییر است و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد مدل دقیق تر است.

$$NS = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(O-E)^2}{\sum_{i}^{n}(O-M)^2}\right] \quad (۴)$$

در این رابطه O دبی مشاهدهای، E دبی برآوردی، M متوسط مقادیر مشاهده‌ای و N تعداد داده‌ها است.

در مرحله بعد بر اساس مدل واسنجی شده HEC-HMS و با توجه به مقادیر حداکثر بارش محتمل زیرحوضه‌ها، شبیه‌سازی PMF انجام شد و مقادیر دبی اوج و حجم سیلاب PMF استخراج گردید. همچنین به منظور بررسی شدت PMF، شبیه‌سازی حداکثر سیل بر اساس بارش‌های با دوره بازگشت ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساله نیز انجام شد و مقادیر دبی اوج و حجم سیل این رویدادها استخراج شد. سپس مقایسه‌ای بین این مقادیر با مقادیر PMF صورت گرفت.

تعیین دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل

در این تحقیق به منظور محاسبه دوره بازگشت متناظر حداکثر سیل محتمل، مقادیر دبی حداکثر لحظه ای سیلاب در هر یک از سال‌های آماری از ایستگاه هیدرومتری اسکندری (خروجی حوضه) استخراج شد. سپس همانند روش محاسبه دوره بازگشت‌های PMP، در اینجا نیز مقادیر حداکثر دبی سالانه وارد نرم‌افزار SMADA شدند و بر اساس معیار ارزیابی RSS، بهترین توزیع آماری مشخص شد. سپس بر اساس برازش این بهترین توزیع آماری در نرم‌افزار HEC-SSP، به روش سعی و خطا دوره بازگشتی قرار داده شد تا دبی اوج آن برابر با دبی اوج حداکثر سیل محتمل از مدل HEC-HMS باشد. بدین ترتیب دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل برای ایستگاه هیدرومتری اسکندری در خروجی حوضه آبخیز تعیین گردید.

نتایج

جدول (۱) مقادیر حداکثر بارش محتمل هر ایستگاه را که به روش هرشفیلد محاسبه شد، نشان می‌دهد. مقادیر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس بهترین توزیع آماری بدست آمد. با توجه به میانگین سلولی حداکثر بارش محتمل از روش معکوس فاصله وزنی، مقادیر PMP در جدول (۲) آمده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین حداکثر سیل محتمل در ایستگاه دولت آباد و کمترین آن در ایستگاه آغچه بدست آمد.

جدول ۲- مقادیر حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته زیرحوضه‌ها

Table 24 .2 PMP in sub basins

زیرحوضه	مقدار حداکثر بارش محتمل (میلی متر)
basin Sub	Probability Maximum Precipitation (mm)
1	251.4
2	230.4
3	229.5
کل حوضه Basin	240.6

1- Nash- Sutcliffe

جدول (۳) و (۴) درصد اختلاف مقادیر دبی پیک، حجم سیل و زمان وقوع دبی اوج رویداد شبیه‌سازی را نسبت به سیل مشاهدهای را نشان می‌دهد. با توجه به این نتایج، درصد اختلاف‌ها در مورد حجم سیلاب و دبی اوج کمتر از ۳۰ درصد است. بطوریکه درصد اختلاف حجم سیلاب برابر ۲۰/۲۳ درصد و دبی اوج برابر ۲۹/۳ درصد می‌باشد و ضریب کارایی مدل نیز ۰/۷۸۱ برای این رویداد بدست آمد که اعتبار مدل را از جهت بهینه بودن پارامترها نشان می‌دهد. همچنین در مورد رویداد ۱۳۸۴/۱۲/۲۹ درصد اختلاف حجم سیلاب برابر ۲۶/۸ درصد و دبی اوج برابر ۴۶ درصد می‌باشد و ضریب کارایی مدل نیز ۰/۶۵۹ بدست آمد. برای ارزیابی مدل واسنجی شده نیز از دو رویداد مورخ ۱۳۷۶/۱۲/۲۵ و ۱۳۷۱/۱/۲۱ استفاده و نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است. نتایج ارزیابی مدل نشان میدهد اختلاف دبی مشاهدهای و محاسبه شده توسط مدل در حد قابل قبول است. در مرحله بعد مقادیر دبی اوج و حجم سیلاب برای دوره بازگشتهای مختلف و حداکثر سیل محتمل بدست آمد که نتایج در جداول (۶) و (۷) آمده است.

با توجه به تعیین بهترین توزیع آماری برای داده‌های مشاهده‌ای حداکثر دبی اوج محتمل، این توزیع در نرم‌افزار HEC-SSP به نمایش درآمد. سپس با قرار دادن مقادیر متفاوت دوره بازگشت دبی اوج در برابر حداکثر سیل محتمل بدست آمده از مدل HEC-HMS، عددی که متناظر با PMF بود به عنوان دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل ایستگاه هیدرومتری اسکندری در خروجی حوضه تعیین شد. بر این اساس، دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل برای کل حوضه آبخیز اسکندری برابر ۵۹۶۳۷۴ سال می‌باشد. بر این اساس می‌توان معادلاتی را ارائه داد که به راحتی بتوان PMF را برای حوضه‌های همگن از نظر شرایط فیزیوگرافی، اقلیمی، هیدرولوژیکی محاسبه

جدول ۳- درصد اختلاف مشخصه‌های سیل مشاهده‌ای و شبیه‌سازی در مرحله واسنجی برای رویداد ۱۳۸۵/۰۱/۱۵

Table .3 Difference percent of the characteristics of estimated and observed flood in calibration stage for event15/1/1385

ضریب کارایی مدل	درصد اختلاف	اختلاف	شبیه‌سازی	مشاهده‌ای	پارامتر	تاریخ
Model efficiency coefficient	%Difference	Difference	Estimated	Observed	Parameter	Date
0.781	20.2	151.5	597.3	748.8	Volumeحجم ($1000m^3$)	۱۳۸۵/۰۱/۱۵ 15/1/1385
	29.3	2	8.7	6.7	discharge Peakدبی اوج (s/m^3)	
		4			discharge peak difference Time اختلاف زمانی دبی اوج (hr)	

جدول ۴- درصد اختلاف مشخصه‌های سیل مشاهده‌ای و شبیه‌سازی در مرحله واسنجی برای رویداد ۱۳۸۴/۱۲/۲۹

Table .4 Difference percent of the characteristics of estimated and observed flood in calibration stage for event29/12/1384

ضریب کارایی مدل	درصد اختلاف	اختلاف	شبیه‌سازی	مشاهده‌ای	پارامتر	تاریخ
Model efficiency coefficient	%Difference	Difference	Estimated	Observed	Parameter	Date
0.659	26.85	87.4	412.9	325.5	Volumeحجم ($1000m^3$)	1384/12/29 29/12/1384
	46	1.4	4.5	3.1	discharge Peakدبی اوج (s/m^3)	
		3			discharge peak difference Time اختلاف زمانی دبی اوج (hr)	

جدول ۵- ارزیابی مدل واسنجی شده با استفاده از داده‌های مشاهده‌ای دو رویداد ۱۳۷۶/۱۲/۲۵ و ۱۳۷۲/۱/۲۱

Table .5 Evaluation of the calibrated model using two observed events 25/12/1376 and21/1/1372

درصد اختلاف	اختلاف	شبیه سازی	مشاهده ای	پارامتر	تاریخ
%Difference	Difference	Estimated	Observed	Parameter	Date
18.75	58.5	253.5	312	Volumeحجم ($1000m^3$)	1376/12/25
5.7	0.2	3.3	3.5	discharge Peakدبی اوج (s/m^3)	
22.2	84.5	295.5	380	Volumeحجم ($1000m^3$)	1372/1/21
6.7	0.25	3.45	3.7	discharge Peakدبی اوج (s/m^3)	

جدول ۶- حجم سیلاب حوزه آبخیز اسکندری (میلیون مترمکعب)

Table .6 Volume of flood Eskandari watershed (Mm^3)

PMF	سیل ۱۰۰۰۰ ساله	سیل ۱۰۰۰ ساله	سیل ۵۰۰ ساله	سیل ۱۰۰ ساله	زیر حوضه
PMF	flood year 10000	flood year 1000	flood year 500	flood year 100	basin Sub
69.06	33.46	20.06	16.85	10.67	1
85.46	32.39	20.76	17.78	11.73	2
26.41	10.67	7.13	6.19	4.24	3
178.07	67.80	40.01	34.21	22.09	Basinکل حوضه

جدول ۷- دبی اوج سیلاب حوزه آبخیز اسکندری (مترمکعب بر ثانیه)

Table .7 Flood peak of Eskandari watershed ($m^{3/s}$)

PMF	سیل ۱۰۰۰۰ ساله	سیل ۱۰۰۰ ساله	سیل ۵۰۰ ساله	سیل ۱۰۰ ساله	زیر حوضه
PMF	flood year 10000	flood year 1000	flood year 500	flood year 100	basin Sub
1580.7	704.8	399.9	328.3	192.4	1
1764.9	588.7	351.9	296.1	198.4	2
872.1	297.7	175.6	146.5	87.2	3
3079.5	1098	625.9	531.6	343.7	Basinکل حوضه

جدول ۸- روابط محاسبه حجم و دبی اوج حداکثر سیل محتمل

Table .8 PMF peak and volume relations

رابطه محاسبه دبی اوج PMF	رابطه محاسبه حجم PMF	دوره بازگشت
relation calculate discharge peak PMF	relation calculate volume PMF	period Return
$8.96Q_{T100} = Q_{PMF}$	$8.06V_{T100} = V_{PMF}$	100
$5.79Q_{T500} = Q_{PMF}$	$5.2V_{T500} = V_{PMF}$	500
$4.92Q_{T1000} = Q_{PMF}$	$4.45V_{T1000} = V_{PMF}$	1000
$2.80Q_{T10000} = Q_{PMF}$	$2.63V_{T10000} = V_{PMF}$	10000

نمود. این روابط مطابق با جدول (۸) قابل ارائه می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد در برآورد مشخصه‌های حداکثر سیل محتمل برای خروجی حوزه آبخیز اسکندری، حداکثر بارش محتمل برابر ۲۴۰/۶ میلی‌متر می‌باشد. طبق نتایج، این بارش می‌تواند سیلابی با دبی اوج ۳۰۷۹/۵ مترمکعب بر ثانیه و حجم ۱۷۸/۱ میلیون مترمکعب در ایستگاه هیدرومتری اسکندری ایجاد کند. در نهایت برآیند اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر متوسط ارتفاع رواناب و دبی اوج ویژه سیل نشان نیز داد که بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه مربوط به زیرحوضه دو می‌باشد. از شاخص RSS برای انتخاب بهترین توزیع آماری استفاده شد. نتایج نشان داد که بهترین توزیع آماری از نوع لوگ نرمال تیپ دو می‌باشد. در تحقیقات شالابی [۷] نیز توزیع لوگ نرمال نتایج بهتری را ارائه داد. بر اساس این توزیع در نرم‌افزار HEC-SSP، دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل (که دبی اوج آن قبلاً از مدل HEC -HMS تعیین شده بود) با این توزیع آماری مشخص شد. بر این اساس، دوره بازگشت PMF حوزه آبخیز اسکندری برابر ۵۹۶۳۷۴ سال می‌باشد. بدین معنی که بطور میانگین هر ۵۹۶۳۷۴ سال حداقل یکبار احتمال وقوع چنین سیلابی وجود دارد. در تحقیقاتی که شالابی [۷] در منطقه آتلانیک از آمار ۴۶ ایستگاه و بر اساس انواع توزیع‌های آماری انجام دادند، دوره بازگشت حداکثر سیل محتمل برابر ۶۰۰۰۰۰ سال بدست آمد.

بنابراین احتمال وقوع PMF در زیرحوضه‌های بالادست اسکندری نیز از عدد بدست آمده (۵۹۶۳۷۴ سال) تبعیت می‌کند. با توجه به نتایجی که از این تحقیق حاصل شد، بایستی به این نتیجه رسید که تحلیل فراوانی بارش و سیلاب در حوزه‌های آبخیز امری ضروری است. داگلاس [۱] به این نکته اشاره دارد که تخمین احتمال PMF در مطالعات اقتصادی و ارزیابی ریسک مفید می‌باشد. لذا شناسایی سیلاب‌های استثنایی نیز با استفاده از تحلیل داده‌های بارش و سیل امکان‌پذیر است که تحقیق حاضر با این هدف انجام شد.

منابع

1. Douglas, E. M., Barros, A. P., 2003. Probable maximum precipitation estimation using multifractals: application in the eastern United States. J. Hydrometeorol. 4, 1012– 1024.

2. Hanafi, A. 2017. Evaluation of Probability Maximum Flood of Tabriz Achichai watershed using hydrologic modeling system. The first international conference on natural hazards and environmental crises in Iran, Strategies and challenges, Ardabil. Page 9.

3. Pandey, A., Chowdary, V. M., Mal, B. C., and Billib, M., 2008. Runoff and sediment yield modeling from a small agricultural watershed in India using the WEPP model. Journal of Hydrology, 348:305–319.

4. Paymozd, Sh., Morid, S., and Ghaemi, H. 2006. Probable Maximum Flood calculation in terms of the lack of statistics and data. Journal of Agriculture, 29(4): 33-44.

5. Ros, F. C., L. M. Sidek, N. N. N. Ibrahim and Abdul Razad, A. 2008, Probable Maximum Flood (PMF) for the Kenyir Catchment, Malaysia. ICCBT 2008 - D (31): 325-334.

6. Rousseau, A. N., Klein, I. M., Freudiger, D., Gagnon, P., Frigon, A., and Ratté-Fortin, C. 2014. Development of a methodology to evaluate probable maximum precipitation (PMP) under changing climate conditions: Application to southern Quebec, Canada. Journal of Hydrology, 519, 3094-3109.

7. Shalby, A. L. 1994. Estimating Probable Maximum Flood Probabilities. Water Resource Bulltin, 30(2): 307-318.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 12, No. 40, Spring 2018
سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷

Abstract (Technical Note)

Determination of the Return Period for Probability Maximum Flood Using HEC-HMS Model and Statistical Methods in the Eskandari Watershed

M. Khademi[1], S. Soltani-Gerdefaramarzi[2] and M. Ghasemi[3]

Received:2016/09/10 Accepted : 2017/05/20

In this study, Probable Maximum Precipitation (PMP) and the corresponding return period were estimated. Then HEC-HMS model was calibrated to estimate the characteristics of the PMF in the Eskandari watershed, branch of Zayandehroud River. Firstly, using Hirschfield method and statistical distribution, maximum 24-hour rainfall amounts in different return periods were determined as well as PMP. Then, the next step by using two events with the best model efficiency coefficient, HEC-HMS model calibrated and then the model evaluated by two various other events and was obtained acceptable results. Also, the estimation of PMF characteristics showed that precipitation of 240.6 mm and 596374 year return period can generate flood peak of 3079.5 m^3/s and volume of 178.1 Mm^3.

Keywords: Runoff, Curve number, PMF, Eskandari watershed, Return period

1. M. Sc. Student, Collage of Agriculture and Natural Rresource, Ardakan University.
2.Assistant Professor, Collage of Agriculture and Natural Rresource, Ardakan University. Corresponding Author Email: ssoltani@ardakan.ac.ir
3. PhD Student of Water Engineering, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology.