نشریه علمی- پژوهشی

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

سال یازدهم- شماره ۳۷- تابستان ۱۳۹۶ Vol. 11, No. 37, Summer 2017

گزارش فنی

برآورد دبی اوج درحوضه‌های فاقد آمار با استفاده از روش شاخص سیل

جمال مصفایی[۱]، حسین ملکی‌نژاد[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۹

چکیده

در روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب، به جای استفاده از آمار یک ایستگاه، آمار و ویژگی‌های مجموعه‌ای از ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هاسکینگ و والیس با گسترش گشتاورهای وزنی احتمال، آماره‌های گشتاور خطی را به عنوان راه‌کاری جدید در تحلیل تناوب سیل حوزه‌های آبخیز ارائه نمودند که این رهیافت، اساس پژوهش حاضر را برای ایستگاه‌های هیدرومتری استان قزوین تشکیل می‌دهد. تحلیل عاملی مشخص نمود که ۵ عامل محیط، قطر دایره معادل، زمان تمرکز، طول آبراهه اصلی و مساحت حوضه، مهم‌ترین عوامل موثر بر حداکثر سیلاب در استان قزوین می‌باشند. بر اساس نتایج تحلیل خوشه‌ای، ایستگاه‌ها به دو منطقه همگن تقسیم شدند. همگنی این دو ناحیه با استفاده از آزمون همگنی گشتاورهای خطی تایید شد. بر اساس معیار نکوئی برازش(Z^{dist})، برای نواحی همگن یک و دو به ترتیب توزیع‌های، لجستیک تعمیم‌یافته و پارتو تعمیم‌یافته دارای بهترین برازش بودند. مقادیر پارامتر هر یک از توزیع‌های منتخب با استفاده از روش گشتاورهای خطی محاسبه گردید و دبی با دوره بازگشت‌های مختلف برای تمام ایستگاه‌ها با استفاده از توزیع مناسب منطقه‌ای برآورد شد. در نهایت منحنی رشد ترسیم و روابط رگرسیونی بین دبی متوسط و مساحت حوضه آبخیز هر منطقه استخراج شد که بر اساس آن می‌توان مقدار دبی با دوره بازگشت‌های مختلف را در حوضه‌های فاقد آمار با استفاده از روش سیل شاخص برآورد نمود.

کلید واژه‌ها: ***تحلیل منطقه‌ای سیلاب، گشتاور خطی، تحلیل عاملی، دبی پیک سالانه، استان قزوین***

۱- نویسنده مسئول و دکتری آبخیزداری، استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری jamalmosaffaie@yahoo.com

۲- دانشیار گروه آبخیزداری دانشگاه یزد hmalekinezhad@yazduni.ac.ir

مقدمه

تعیین دبی پیک سالانه دقیق برای دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های جدید تقریبا در تمامی حوضه‌ها امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. هاسکینگ و والیس با گسترش روش گشتاور وزنی احتمال، آماره‌های گشتاور خطی را به عنوان رهیافتی جدید در تحلیل تناوب سیل حوزه‌های آبخیز ارائه نمودند که اخیرا در بسیاری از پروژه‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج بسیار خوبی داشته است. ملکی‌نژاد و همکاران [۷]، کارآیی دو مدل رگرسیون چندمتغیره و شاخص سیل را با استفاده از گشتاورهای خطی مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که روش شاخص سیل از دقت بالاتری در برآورد دبی پیک سیلاب برای دوره بازگشت‌های مختلف برخوردار است. شامکوئیان و همکاران [۱۰]، تحلیل منطقه‌ای سیلاب را برای حوضه‌های آبریز استان خراسان با استفاده از روش گشتاورهای خطی و سیلاب نمایه انجام دادند و توابع توزیع لوگ نرمال سه پارامتری (LN3)، مقادیر حدی تعمیم‌یافته (GEV)، پارتو تعمیم‌یافته (GPA)، لجستیک تعمیم‌یافته (GLO) و پیرسون تیپ۳ (PE3) را برای نواحی همگن مختلف مناسب دانسته و نتیجه گرفتند که توزیع مقادیر حدی تعمیم‌یافته برای تمام نواحی همگن از دقت مناسبی برخوردار است. هدف از انجام تحقیق حاضر، ارائه روابطی برای برآورد دبی اوج سیلاب درحوضه‌های فاقد آمار استان قزوین با استفاده از روش شاخص سیل و بکارگیری تکنیک گشتاورهای خطی می‌باشد که لازمه آن شناسایی حوضه‌های همگن هیدرولوژیک، انتخاب بهترین توزیع و تعیین منحنی رشد منطقه‌ای و نیز ارائه روابط همبستگی بین میانگین سیلاب و سایر پارامترهای فیزیکی و هیدرولوژیکی حوضه‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

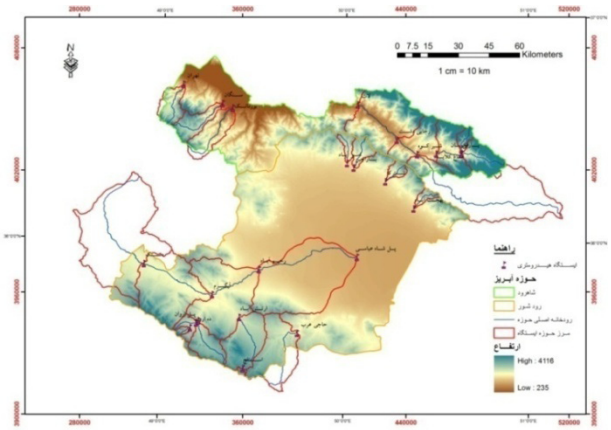
استان قزوین (منطقه مورد مطالعه) در حوزه آبریز مرکزی ایران، با مساحتی معادل ۱۵۶۲۴ کیلومتر مربع قرار دارد. میانگین بارندگی استان ۳۳۰ میلی‌متر در سال است که بارانی‌ترین ماه سال فروردین و خشک‌ترین ماه تیر می‌باشد. عموماً تحلیل منطقه‌ای سیلاب شامل ۵ مرحله تهیه داده‌های مشاهداتی، تعیین مناطق همگن، انتخاب یک توزیع تناوب منطقه‌ای، تخمین پارامترهای توزیع، برآورد سیل در مناطق بدون ایستگاه و یا دارای آمار محدود می‌باشد. در تحقیق حاضر ابتدا خصوصیات مختلف فیزیوگرافی (زمان تمرکز به روش کرپیچ، درصد شیب آبراهه اصلی، طول آبراهه اصلی، شیب متوسط

Archive of SID
www.SID.ir

حوضه، ارتفاع متوسط، اختلاف ارتفاع حوضه، قطر دایره معادل، مساحت، ضریب گراولیوس و تراکم زهکشی)، اقلیمی (درجه حرارت متوسط سالیانه، بارندگی متوسط سالانه) و هیدرولوژیکی (دبی حداکثر با دوره بازگشت دو سال) حوضه‌ها استخراج و پس از انجام تحلیل عاملی بر روی آنها مهم‌ترین عوامل موثر بر سیلاب در استان قزوین استخراج شد. اهمیت مناطق همگن هیدرولوژیک در تحلیل جریان و اثر آن در افزایش دقت برآورد، توسط محققین مختلفی از جمله گرینو وود [۱]، هاسکینگ و همکاران [۳]، لتنمایر و همکاران [۵] مورد بحث قرار گرفته است. بنابراین با استفاده از مهمترین عوامل موثر بر سیلاب در استان قزوین، حوضه‌های موجود با به‌کارگیری روش تحلیل خوشه‌ای همگن‌بندی شدند و در مرحله بعد همگنی این مناطق با استفاده از روش گشتاورهای خطی که نسبت به داده‌های پرت حساس نیستند والیس و همکاران [۱۲] و همگنی را بر اساس داده‌های پیک سالانه آزمایش می‌کند بررسی گردید. سپس از روش گشتاورهای خطی که دامنه گسترده‌تری از توابع توزیع را نسبت به گشتاورهای معمولی مشخص کنند هاسکینگ و همکاران[۴]، برای تشخیص توزیع‌های آماری مناسب برای مناطق همگن و نیز تعیین پارامترهای توزیع‌های آماری منتخب استفاده شد.

مادسن و رسبجرگ[۶]، فواید روش شاخص سیل را برای سری پیک سالانه شرح دادند. از مطالعاتی که در زمینه شاخص سیل صورت گرفته است می‌توان به مطالعه اشتدینگر و لو[۱۱]، پایروند و همکاران [۸] و هانیز و اشتدینگر [۲] اشاره کرد.

در مرحله بعد پس از تهیه دوره مشترک آماری از ایستگاه‌های آب‌سنجی موجود در منطقه و رفع نواقص آماری آنها، دبی پیک لحظه‌ای برای دوره بازگشت‌های مختلف، با استفاده از تابع توزیع احتمال مناسب منطقه همگن، برآورد شد. پس از به دست آوردن دبی متوسط سیلاب، نسبت سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف به دبی متوسط سیلاب هر ایستگاه محاسبه شد. در نهایت نسبت‌های به دست آمده برای هر ایستگاه (نسبت بدون بعد) مرتب و بعد در



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های منتخب

Fig1. Location of the selected stations

هر دوره بازگشت، مقدار میانگین اعداد بدون بعد سیلاب برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه و منحنی رشد هر منطقه همگن رسم گردید. در مرحله بعد برای تعیین دبی سیلابی در حوضه‌های فاقد آمار، معادله همبستگی بین میانگین سیلاب و مساحت حوزه تعیین شد که با استفاده از این روابط می‌توان میانگین سیلاب هر حوضه فاقد آمار را برآورد، و با ضرب آن در ضریب رشد، دبی پیک سیلاب برای هر دوره بازگشت را تعیین نمود.

نتایج

از کل ۲۳ ایستگاه هیدرومتری موجود در استان قزوین، ایستگاه‌های لات، رجایی‌دشت و شیرکوه بدلیل احداث سد طالقان در بالادست آنها و نیز ایستگاه‌های نهران، سنگان، بورمانک، استلج و یارفیع به دلیل تعداد کم داده‌ها از تجزیه و تحلیل حذف و تحلیل منطقه‌ای سیلاب با استفاده از پانزده ایستگاه آب‌سنجی باقیمانده انجام شد(شکل یک).

نتایج تحلیل عاملی مشخص نمود که اطلاعات با اختصاص دادن حول دو محور می‌توانند خلاصه شوند. دلیل بر دو محور، بالا بودن ریشه پنهان ماتریس همبستگی بیش از یک است و این دو محور ۸۳,۱۵ درصد از تغییرات داده‌های اصلی را بیان می‌کنند. در نهایت پنج عامل محیط، قطر دایره معادل، زمان تمرکز، طول آبراهه اصلی و مساحت به عنوان مؤثرترین پارامترها شناخته شدند.

آنالیز خوشه‌ای به روش خوشه‌بندی وارد، منطقه مورد مطالعه را به دو ناحیه همگن هیدرولوژیک تقسیم نمود که ناحیه همگن اول شامل ایستگاه‌های باغ‌کلایه، حاجی‌عرب، خوبان، ارتش‌آباد، تونل آوج، شترک، بهجت‌آباد، امیرآباد، پل‌اروان، باراجین، ده‌اروان و ناحیه همگن دوم شامل ایستگاه‌های دشتک، آبگرم، رحیم‌آباد و پل شاه‌عباسی می‌باشد.

برای تشخیص ایستگاه‌های ناسازگار در هر منطقه همگن، گشتاورهای خطی و نسبت آنها محاسبه شد و آماره غیرهمگنی (D_i) برای کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی به دست آمد. از آنجا که مقدار این آماره برای تمام ایستگاه‌ها کمتر از سه می‌باشد، بنابر تعریف هیچ کدام از ایستگاه‌ها به عنوان ایستگاه ناسازگار شناخته نشد.

مقادیر آماره‌های آزمون همگنی هاسکینگ شامل H_1، H_2 و H_3، هنگامی‌که ایستگاه‌های کل استان به دو ناحیه همگن تقسیم می‌شوند حکایت از همگنی این دو ناحیه دارد. مقادیر معیار نکوئی برازش (Z_{dist}) توزیع‌های آماری مختلف، نشان داد که در ناحیه همگن اول توزیع لجستیک تعمیم‌یافته و در ناحیه همگن دوم توزیع پارتو تعمیم‌یافته بهترین توزیع می‌باشند. پس از محاسبه پارامترهای توزیع منتخب (جدول یک) با استفاده از روش گشتاورهای خطی، مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های معین با استفاده از نرم‌افزار R و بکارگیری پکیج تحلیل منطقه‌ای سیلاب (روش شاخص سیل) محاسبه گردید.

برای تخمین دبی در حوضه‌های فاقد آمار، ابتدا نسبت سیلاب

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱- مقادیر پارامتر برای بهترین توزیع منتخب

Table1. Parameters of the best distributions

مقادیر پارامتر توزیع Distributions parameters			توزیع منتخب Selected distribution	
k	alpha	x_i		
-0.868	0.676	0.643	GNO	Whole region
-0.461	0.359	0.64	GLO	Region1
0.151	1.282	-0.113	GPA	Region2

جدول۲- مقادیر ضریب رشد برای مناطق همگن

Table2. Growth coefficient values for homogenous regions

دوره بازگشت	Return period	100	50	25	10	5
منطقه۱	Region1	6.36	4.56	3.24	2.01	1.34
منطقه۲	Region2	4.14	3.67	3.15	2.38	1.72

جدول۳- روابط رگرسیونی بین مساحت حوضه‌های آبخیز و دبی متوسط سیلاب هر حوضه

Table3. Regression equations between area and flood average of catchments

$R^2 = 0.837$	$Q_{index} = 1.424(A)^{0.608}$	Region1
$R^2 = 0.967$	$Q_{index} = 0.021(A) + 23.74$	Region2

با دوره بازگشت‌های مختلف به دبی متوسط سیلاب هر ایستگاه محاسبه و مقدار میانگین اعداد بدون بعد سیلاب در هر ناحیه همگن محاسبه و منحنی رشد رسم گردید (جدول ۲).

در مرحله بعد رابطه همبستگی بین دبی متوسط سیلاب و مساحت حوضه آبریز در نواحی همگن یک و دو تعیین گردید (جدول ۳).

حال می‌توان با توجه به مساحت حوضه آبریز فاقد آمار واقع در هر منطقه، میانگین سیلاب را برای آن تعیین نموده و با استفاده از نمودار تغییرات عدد بدون بعد سیلاب و دوره بازگشت، مقدار نسبت سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف را قرائت و با معلوم بودن میانگین سیلاب، مقدار دبی سیلابی برای دوره بازگشت‌های مختلف تعیین می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

آزمون همگنی گشتاورهای خطی مشخص نمود که مقادیر این آماره برای کل استان بزرگتر از عدد ۳ بوده و کل استان بصورت یک منطقه غیرهمگن می‌باشد اما مقادیر آماره همگنی در دو منطقه حاصل از تحلیل خوشه‌ای حاکی از همگنی این مناطق می‌باشد. معیار نکوئی برازش روش گشتاورهای خطی (Z_{dist}) مشخص نمود برای کل استان توزیع نرمال تعمیم یافته بهترین توزیع می‌باشد. اما در ناحیه همگن اول توزیع لجستیک تعمیم یافته و در ناحیه همگن دوم توزیع پارتو تعمیم یافته توزیع‌های مناسب‌تری می‌باشند که رهنما[۹] و شامکوئیان [۱۰] نیز به نتایج مشابهی در مورد مناسبت توزیع پارتو تعمیم یافته با دبی‌های پیک سالانه دست یافته بودند.

پس از تعیین پارامترهای توزیع با استفاده از روش گشتاورهای خطی، مقادیر پیک لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های معین با استفاده از روش شاخص سیل محاسبه شد. برای تخمین دبی در حوضه‌های فاقد آمار نیز منحنی رشد در هر منطقه همگن استخراج و روابط رگرسیونی بین دبی متوسط سیلاب و مساحت حوضه آبخیز ارائه گردید.

تشکر

این پژوهش با استفاده از اعتبارات شرکت آب منطقه‌ای استان قزوین، به اجرا درآمده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Greenwod, J. A. J. M. Landwehr, N. C. Matalas and J. R. Wallis. (1979). Probability Weighted Moments: definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. Water Resour. Res. 15(5): 1049-1054.

2. Heinz, D.F. Stedinger, J. R. (1998). Using regional regression within index flood procedures and an empirical Bayesian estimator, Journal of Hydrology. 210: 128-145.

3. Hosking, J.R.M. (1986). The Theory of Probability Weighted Moments. Research Report Rc12210, IBM Research, Yorktown Heights, New York.

4. Hosking, J. R. M. and Wallis, J.R.(1993). Some statistical useful in regional frequency analysis. Water Resources Research, 29, PP. 271-281.

5. Lettenmaier, D.P. Walli, J.R. and Wood, E.F. (1987). Effect of regional heterogeneity an flood frequency estimation. Water Resources Research, 23(2): 313-323.

6. Madsen, H. and Rosbjerg, D. (1997). Generalized least squares of annual maximum series and partial duration series

Archive of SID
www.SID.ir

methods for modeling extreme hydrologyic event 2 regional modeling, Water Resources. 33(4), 759-770.

7. Malekinezhad, H. Nachtnebel, H.P and Klik, A. (2011). Comparing the index-flood and multiple-regression methods using L-moments. Physics and Chemistry of the Earth. 36 54–60.

8. Payravand, V. Salajegheh, A. Mahdavi, M. Zare Chahouki, M.A. (2010). Comparison of regional flood analysis methods in central Alborz region. Journal of Range and watershed management. 63 (2): 131-147. (In Persian)

9. Rahnama, M. Rostami, R. Halil-River Basin Regional Flood Frequency Analysis Based on L-moment Approach. (2007). International Journal of Agricultural Research 2(3): 261-267.

10. Shamkoueyan, H. Ghahraman, B. Davary, K. Sarmad, M. (2009). Flood frequency analysis using linear moment and flood index method in Khorasan provinces, Journal of Water and Soil. 23(1), 31-43.

11. Stedinger, J. R. and L. H. Lu. (1995). Apprasial of regional and index flood quantile estimators, stochastic Hydrology and Hydraulics. (9) 49-75.

12. Wallis, J. R. Matalas, N. C and Slack, J. R. (1974). Just a moment!, Water Resources Research. 10(2), 211-219.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Vol. 11, No. 37, Summer 2017
سال یازدهم- شماره ۳۷- تابستان ۱۳۹۶

Abstract (Technical Note)

Peak flow Estimation in Ungauged Catchments Using Flow Index

J. Mosaffaie[1] and H. Malekinezhad[2]

Received: 2013/03/12 Accepted: 2014/02/18

In regional flood frequency analysis, instead of using the data from a single station, it considers the data and characteristics of a group of similar stations. This study was carried out in Qazvin province and is based on linear momentum that Hosking and Wallis are provided this method as a new approach to flood frequency analysis. The results of factor analysis showed that perimeter, equivalent diameter, time of concentration, length of main waterway and area were the main variables affected flood magnitude. Based on cluster analysis and using the factors affected flood peak, the remaining 15 stations, were divided into two homogenous regions. Homogeneity of these two regions was confirmed using homogeneity test of L-moments. Based on the best-fit criteria of Zdist, GNO distribution is the best fit for the entire region but for one and two homogeneous regions, GLO and GPA distributions were the best fit, respectively. Parameter values for each of the selected distributions were calculated using linear moments and discharges with different return periods were estimated using the best regional distribution for all stations. Finally, after drawing of growth curves, the regression relation between average discharges and watershed areas were obtained at each region. Based on these relationships, at un-gauged locations, peak discharges can be estimated using index flood method for different recurrence interval.

Keywords: Region flood analysis, L-moments, Cluster analysis, Annual maximum flood, Qazvin province.

Archive of SID

1. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran. Corresponding author. Email: jamalmosaffaie@yahoo.com
2. Department of watershed management, Yazd University. Email: hmalekinezhad@yazduni.ac.ir

www.SID.ir