



## تحلیل فراوانی دبی اوج سیلاب با استفاده از گشتاور های خطی در حوزه هلیل رود

### جیرفت

فرشاد سلیمانی ساردو<sup>۱</sup> ، سعید سلطانی کوپایی<sup>۲</sup> ، علی سرحدی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد- گرایش بیابان زدایی - دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد- گرایش بیابان زدایی - دانشگاه صنعتی اصفهان

### چکیده

سیلاب ها از مهمترین بلایای طبیعی هستند که سالانه خسارات زیادی را بر جوامع انسانی تحمیل می کنند . طراحی سازه های هیدرو لوژیکی با ریسک پایین یکی از جامع ترین راه کارهای کنترل سیلاب می باشد که برای جلوگیری از خسارات احتمالی این پدیده انجام می شود . به علت کمبود اطلاعات در مناطق خشک و نیمه خشک باید به تعمیم نتایج تحلیل فراوانی از مناطق دارای آمار برای مناطق بدون آمار استفاده کرد. این تحقیق بر روی حوزه هلیل رود جیرفت انجام شده است . و با استفاده از روش گشتاور های خطی به تحلیل فراوانی سری های حداقل دبی سالانه پرداخته شده است . هدف از این مطالعه بررسی همگنی منطقه و تعیین تابع توزیع منطقه ای می باشد . نتایج این مطالعه نشان می دهد که در منطقه یک ایستگاه ناجور وجود دارد که دلیل نا همگنی منطقه است. و با استفاده از آماره  $Z^{DIST}$  تابع توزیع پارتوی تعمیم یافته به عنوان تابع توزیع منطقه ای انتخاب شد .

**کلمات کلیدی :** سیلاب ، تحلیل فراوانی ، همگنی ، آماره  $Z^{DIST}$  ، تابع توزیع پارتوی تعمیم یافته ، حوزه هلیل رود

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد- گرایش بیابان زدایی - دانشگاه صنعتی اصفهان -

EmailAdress : jiroftamin@yahoo.com

- ۰۹۱۳۹۵۰۴۰۸۷

EmailAdress:ssoltani@iut.ac.ir

<sup>2</sup> دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان - ۰۳۱۱۳۹۱۳۵۵۵

<sup>3</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد- گرایش بیابان زدایی - دانشگاه صنعتی اصفهان ۰۹۳۶۵۳۸۳۹۴۵

EmailAdress: alisarhadi2005@yahoo.com

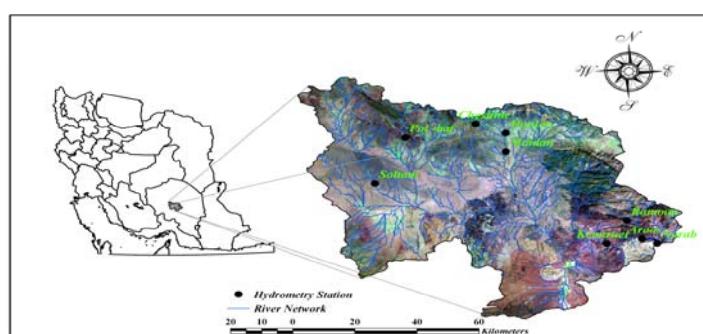
## مقدمه

امروزه طراحی سازه های هیدرولیکی با ضریب اطمینان بالا و احتمال ریسک پایین از مهمترین کار های آبخیزداری برای جلوگیری از خسارات ناشی از سیلاب ها می باشد . سیلاب های آنی یکی از مخرب ترین انواع سیلاب هستند که خاص مناطق خشک می باشند . مدت زمان کم رسیدن به دبی اوج از خصوصیات این نوع سیلاب ها هست. با توجه به این خصوصیات ، آگاهی داشتن از حجم و دوره بازگشت این پدیده می تواند برای مقابله با آن بسیار مفید باشد . علم تحلیل فراوانی این امکان را به آبخیزداران می دهد ، که از این اطلاعات آگاهی داشته باشند. اولین گام در تحلیل منطقه ای تعیین منطقه همگن بر اساس شباهت بین عوامل موثر بر بروز آن است [۱]. روش های مختلفی به منظور ناحیه ای کردن در دهه های گذشته قرار گرفته است که از جمله آنها می توان به روش رگرسیون چند متغیره [۲، ۳ و ۴]، روش ناحیه - اثر [۵ و ۶]، روش شاخص سیل [۷] و روش تحلیل مولفه های اصلی و همبستگی کانونی [۸ و ۹] اشاره کرد. در این تحقیق از روش گشتاور های خطی که به منظور تحلیل فراوانی منطقه ای توسط هاسکینگ و والیس [۱۰] ابداع شده است، به منظور تعیین یک منطقه همگن در حوزه هلیل رود از داده های ماکریم سیلاب سالانه ایستگاه های هیدرومتری استفاده گردید.

## مواد و روشها:

### معرفی منطقه و موقعیت جغرافیای آن

منطقه مورد مطالعه حوزه هلیل رود در منطقه جیرفت می باشد. این حوزه با مساحتی بالغ بر ۱/۱ میلیون هکتار در محدوده بین ۲۸ درجه تا ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی در جنوب شرقی ایران قرار دارد(شکل ۱). از شمال غرب به ارتفاعات بافت- ساردوئیه و لالهزار و از شرق به رشته کوه های جبالبارز تا خروجی آن در جنوب به پل بهادرآباد ختم می شود. ارتفاع متوسط این حوزه ۱۷۴۱/۲ متر می باشد که ۱۱۴۵۳/۵ کیلومترمربع آن یعنی بالغ بر ۷۰ درصد آنرا مناطق کوهستانی و بقیه آنرا دشت با شیب متوسط ۳ درصد تشکیل می دهد. حداقل ارتفاع حوزه هلیل رود در نواحی کوهستانی شمال حوزه به ۳۷۵۴/۱ متر است.



نقشه شماره ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### روش گشتاورهای خطی:

یک راه آسان برای دست یابی به تابع منطقه‌ای استفاده از نمودار گشتاورهای خطی<sup>۴</sup> است. منحنی نسبت گشتاورهای خطی توسط هاسکینگ و والیس (۱۹۹۳) معرفی گردید [۱۰]. که نشان دهنده ارتباط بین  $\tau_4 - L$  و  $\tau_3 - L$  (یا  $\tau - L$  و  $\tau_3 - L$ ) است. نمودار گشتاور خطی (نمودار  $L-C_v$  در برابر  $LC_s$  و نمودار  $LC_k$  در برابر  $LC_s$ ) یک روش بصری مناسب برای انتخاب تابع منطقه‌ای است و همواره به روشهای معمولی برآورد ضرایب توابع توزیع (ضریب تغییرات، ضریب چولگی و ضریب برجستگی) ترجیح داده می‌شود [۱۲]. با این حال نمودار گشتاورهای خطی احتمال اشتباہ را بوجود می‌آورد. به همین دلیل هاسکینگ و والیس [۱۰] با ارائه آماره‌های نامناسب، همگنی ناحیه‌ای و نکوئی برآش، تحلیل منطقه‌ای متغیرها هیدرولوژیک را آسان و قابل اطمینان کردند. آزمون نامناسب (ناجوری) و همگنی، به ترتیب، شامل محاسبه دو آماره  $D$  و  $H_i$  است. آزمون نامناسب (ناجوری) قصد دارد مکانهای ناجور با کل گروه را مشخص کند. اگر مقدار  $D$  بزرگتر از سه باشد، ایستگاه ناجور بوده و از گروه حذف می‌شود. نکته قابل ذکر در مورد معیار ناجوری ( $D$ ) این است که این شاخص به اندازه نمونه وابسته نیست چراکه این آماره بر اساس گشتاورهای خطی محاسبه می‌شوند که نسبت به اندازه نمونه حساسیت کمتری دارد. در حالیکه گشتاورهای معمولی مانند میانگین و انحراف معیار وابستگی شدیدی به اندازه نمونه و به ویژه داده‌های پرت دارند. به همین دلیل استفاده از روش گشتاورهای خطی و آزمون ناجوری در این روش سری‌های آماری با اندازه مختلف توصیه می‌شود. چرا که اندازه نمونه در این روش تاثیری در شناخت یک ایستگاه به عنوان ایستگاه ناجور ندارد.

آماره ناجوری به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$\bar{u} = N^{-1} \sum_{i=1}^N u_i \quad (1)$$

$$S = (N-1)^{-1} \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{u})(u_i - \bar{u})^T \quad (2)$$

$$D_i = \frac{1}{3} (u_i - \bar{u})^T S^{-1} (u_i - \bar{u}) \quad (3)$$

که در اینجا  $u_i = [\tau_2^i, \tau_3^i, \tau_4^i]^T$  ماتریس گشتاورهای خطی در ایستگاه  $i$  و  $N$  تعداد ایستگاه‌ها و  $S$  ماتریس کوواریانس نمونه است.

آماره همگنی شامل سه معیار  $H_1$ ,  $H_2$  و  $H_3$  است. اگر مقدار این آماره کمتر از یک باشد، منطقه همگن، اگر بین ۱ تا ۲ باشد، منطقه تا حدی همگن و اگر بزرگتر از ۲ باشد، منطقه کاملاً نامناسب است. در عمل عنوان می‌شود معیار  $H_1$  به منظور این آزمون مناسب‌تر است (رائو و حامد، ۱۹۹۷). مقدار این آماره از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$H = (V_{obs} - \mu_V)/\sigma_V \quad (4)$$

<sup>4</sup>- L-Moment diagram

$$V = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N n_i (\tau_2^i - \bar{\tau}_2^R)^2}{\sum_{i=1}^N n_i} \right\}^{1/2} \quad (5)$$

که در آن  $n_i$  اندازه نمونه در ایستگاه  $i$ ،  $\tau_2^i$  گشتاور خطی نمونه ( $L-CV$ )،  $\bar{\tau}_2^R$  میانگین نقطه ای گشتاور خطی نمونه ( $L-CV$ )،  $\mu_V$  میانگین مقادیر  $V$  و  $\sigma_V$  انحراف معیار مقادیر  $V$  هستند.

آزمون نکوئی برازشتابع توزیع منطقه ای به منظور انتخاب بهترینتابع توزیع منطقه ای انجام می شود و شامل محاسبه آماره  $Z^{\text{DIST}}$  است. تابع توزیع مناسب تابعی است که  $|Z^{\text{DIST}}| < 1.64$  باشد. این تابع به عنوان تابع منطقه ای شناخته شده و مقادیر بارندگی ناحیه ای در دوره های برگشت مختلف با استفاده از آن بدست می آید. این آماره به شکل زیر تعریف می شود:

$$Z^{\text{DIST}} = (\bar{\tau}_4^{\text{DIST}} - \bar{\tau}_4 + \beta_4) / \sigma_4 \quad (6)$$

$$\beta_4 = N_{\text{sim}}^{-1} \sum_{m=1}^{N_{\text{sim}}} (\bar{\tau}_{4m} - \bar{\tau}_4) \quad (7)$$

$$\sigma_4 = \left\{ (N_{\text{sim}} - 1) \sum_{m=1}^{N_{\text{sim}}} (\bar{\tau}_{4m} - \bar{\tau}_4)^2 - N_{\text{sim}} \beta_4^2 \right\}^{1/2} \quad (8)$$

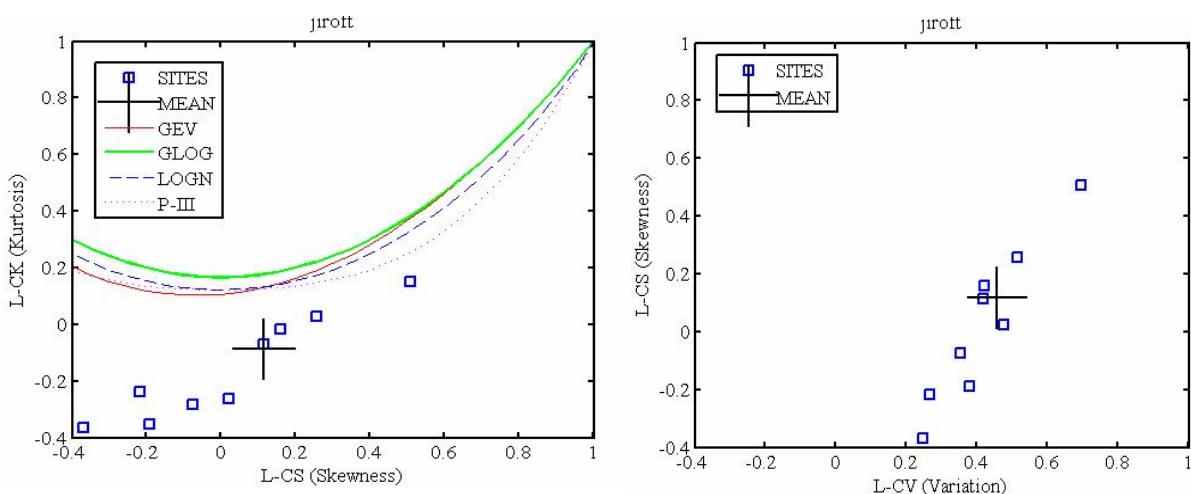
در اینجا،  $DIST$  به مفهوم توزیع،  $\bar{\tau}_4^{\text{DIST}}$  گشتاور خطی بر جستگی جامعه ( $L-CK$ )،  $\bar{\tau}_4$  میانگین ناحیه ای گشتاور خطی بر جستگی نمونه،  $\beta_4$  مقدار اربی ناحیه ای از گشتاور فوق،  $\sigma_4$  انحراف معیار ناحیه ای گشتاور فوق و  $N_{\text{sim}}$  تعداد نواحی شبیه سازی شده و برابر ۵۰۰ است.

## نتایج و بحث

با توجه به جدول شماره (1) مقدار (D) ایستگاه چشمی عروس از ۳ بیشتر شده است. نتیجتا این ایستگاه به عنوان ایستگاه ناجور در منطقه شناخته می شود . و مقدار H1 که معرف همگنی منطقه است از ۲ بیشتر شده و منطقه کاملا ناهمگن است . در نمودار های نسبت گشتاور های خطی هم به صورت چشمی این ناهمگنی مشخص است .

جدول (۱)- مقادیر آماره های توصیفی و گشتاور های خطی ایستگاه های حوزه هلیل رود

Station number	Station name	Sample size	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D(I)
1	Soltani	34	0.5385	0.3400	0.2478	0.16
2	Aroos va damad	9	0.3228	0.2346	0.1859	1.01
3	Narab	7	0.3251	0.2256	0.1498	0.71
4	Baft	22	0.4542	0.3045	0.1681	0.03
5	Konaroeie	9	0.4261	0.2939	0.1205	1.43
6	Maidan	17	0.4592	0.2999	0.1623	0.02
7	Hanjan	14	0.5318	0.2250	-0.0147	1.55
8	raman	8	0.4636	0.1669	0.0650	1.63
9	Cheshme aroos	17	0.7610	0.6796	0.4535	3.01*
<b>H1 : 2.39*</b> <b>H2 : 0.19</b> <b>H3 : -0.96</b>						

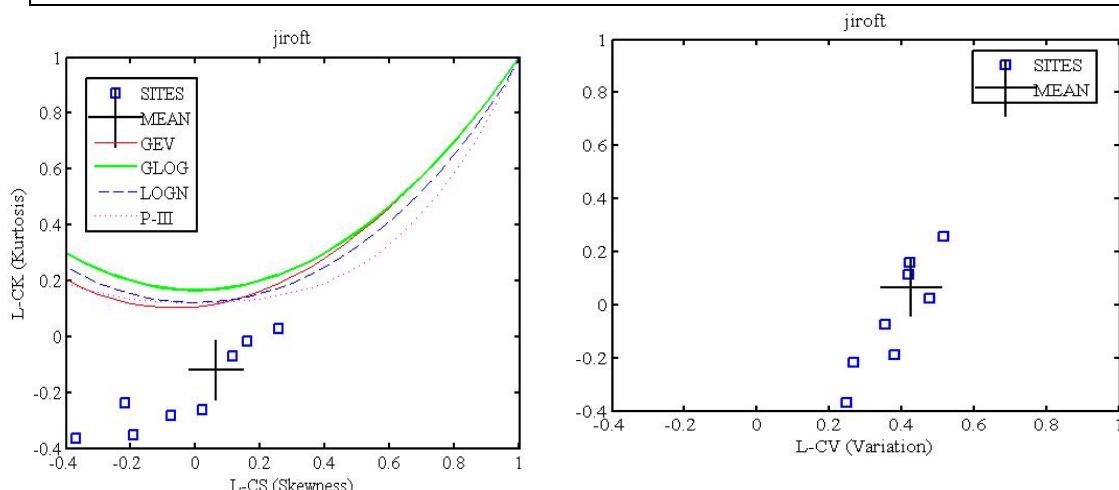


شکل (۱) نمودار گشتاور های خطی ایستگاه های مورد بررسی

در گام بعد ایستگاه ناجور از منطقه حذف شد . و دوباره با استفاده از گشتاور های خطی مقدار دو آماره  $D$  و  $H$  محاسبه شد و همانطور که در جدول شماره ۲ مشخص است ، مقدار  $D$  هیچ ایستگاهی از ۳ بیشتر نشده که بیانگر این است که در حوزه ایستگاه ناجور وجود ندارد و مقدار  $H1$  هم از یک کمتر شده و نشانه همگنی داده های حداکثر سالانه سیلاب منطقه می باشد . نمودارهای گشتاور خطی ایستگاه های مورد مطالعه این موضوع را تایید می کند

جدول (۲)- مقادیر آماره های توصیفی و گشتاور های خطی ایستگاه های حوزه هلیل رود بعد از حذف ایستگاه ناجور

Station number	Station name	Sample size	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D(I)
1	Soltani	34	0.5389	0.3400	0.1478	1.13
2	Aroos va damad	9	0.3225	0.2346	0.1859	0.89
3	Narab	7	0.3255	0.2256	0.1498	0.91
4	Baft	22	0.4543	0.3045	0.1681	0.32
5	Konaroieie	9	0.4266	0.2939	0.1205	1.26
6	Maidan	17	0.4598	0.2999	0.1623	0.31
7	Hanjan	14	0.5317	0.2250	-	1.7
8	raman	8	0.4635	0.1669	0.0147	0.49
$H1 : 0.16$						
$H2 : -1.54$						
$H3 : -2.38$						



شکل (۲) نمودار گشتاور های خطی ایستگاه های مورد بررسی

در گام آخر آزمون نکوبی برآش برای تعیین تابع توزیع فراوانی منطقه ای بر اساس آماره  $Z^{\text{DIST}}$  انجام شد . این آماره برای منطقه مورد مطالعه و توابع توزیع مختلف به شرح زیر است:  
 $Z^{\text{DIST}} = 2,43$  تابع توزیع لجستیک تعمیم یافته

تابع توزیع مقادیر حدی تعیین یافته  $Z^{\text{DIST}} = 1,78$

تابع توزیع لوگ نرمال ۳ پارامتری:  $Z^{\text{DIST}} = 1,32$

توزیع پرسون تیپ ۳:  $Z^{\text{DIST}} = 0,53$

توزیع پارتولی تعیین یافته:  $Z^{\text{DIST}} = 0,04$

با توجه به این آماره توابع توزیع لوگ نرمال ۳ پارامتری، توزیع پرسون تیپ ۳، توزیع پارتولی تعیین یافته می‌توانند به عنوان تابع توزیع منطقه‌ای انتخاب شوند ولی چون مقدار تابع توزیع پارتولی تعیین یافته از دیگر توابع کمتر است به عنوان تابع توزیع منطقه‌ای انتخاب می‌شود.

## منابع و مأخذ

- [1] Rao, R., and Hamed, K. H.(1997). Regional frequency analysis of Wabash River flood data by L-moments. *J. Hydrol. Eng.*, 2, PP. 169-179.
- [2] Acreman, M., and Sinclair, C. D.(1986). Classification of drainage basins according to their physical characteristics: an application for flood frequency analysis in Scotland. *J. Hydrol.*, 84, PP. 365-380
- [3] Vogel, R. M. McMahon, T. A.(1993). Floos-flow frequency model selection in Australia. *J. Hydrol.*, 146, PP. 421-449.
- [4] Chiang, S.M., Tsay, T.K., and Nix, S. J.(2002). Hydrologic regionalization of watersheds. I: Methodology development, *J. water Resour., Plan., Manag.*, 128, PP. 3-11.
- [7] Kjeldson, T. R., Smithers, J. C., and Schulze, R.E.(2002). Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal province, South Africa, using the index-flood method, *J. Hydrol.*, 255, PP. 194-211.
- [5] Burn, D.(1990). Evaluation of regional flood frequency analysis with a region of influence approach. *Water resour. Res.*, 26, PP. 2257-2265.
- [8] Bates, B. C., rahman, A., Mein, R. G., and Weinmann, P.E.(1998). Climatic and physical factors that influence the homogeneity o regional floods in southeastern Australia, *Water Resour., Res.*, 34, PP. 3369-3381.
- [6] Eng, K., Tasker, G. D., and Milly, P.C.D.(2005). an analysis of region-of-influence methods for flood regionalization in the Gulf-Atlantic rolling plains. *J. American water Resour., Assos.*, (JAWRA), 41, PP. 135-143.
- [9] Ouarda, T., Girard, C., Cavadias, G. S., and Bobee, B.(2001). Regional flood frequency estimation with canonical correlation analysis. *J. Hydrol.*, 254, PP. 157-173.
- [10] Hosking, J. R. M., and Wallis, J.R.(1993). Some statistical useful in regional frequency analysis. *Water Resources Research*, 29, PP. 271-281.
- [11] Vogel, R. M. and Fennessey, N.M.(1993). L-moment diagram should replace product moment diagram. *Water Resour. Res.*, 29, PP. 1745-1752.
- [۱۷]-Rao, A. Ramachandra and Khaled H. Hamed (2000). *Flood Frequency Analysis*, CRC Press LLc, Boca Raton, FL