Archive of SID

مقایسه روشهای ایستگاهی و منطقه‌ای گشتاورهای خطی در برآورد بارندگیهای حداکثر ماهانه حوزه زاینده رود

حسین فیضی[۱] سید سعید اسلامیان[۲]

(دریافت ۸٤/۱/۱٦ پذیرش ۸٤/٤/۲۰)

چکیده

یکی از مشکلات و موانع موجود در فرآیندهای تحلیل فراوانی و پیش بینی پدیده هایی نظیر بارندگی، نبود آمار طولانی مدت در ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. این مسئله در کنار مسائل مربوط به عدم دقت کافی در برآوردهای ایستگاهی، باعث افزایش استفاده از روش‌های منطقه‌ای در انجام چنین تحقیق‌هایی شده است. در این تحقیق، از روش یاد شده برای تعیین توزیع اصلی داده‌های بارندگی حداکثر ماهانه ۱۸ ایستگاه باران‌سنجی حوزه رودخانه زاینده‌رود، استفاده شد و در نتیجه توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته به عنوان مناسب‌ترین توزیع، انتخاب و پارامترهای توزیع و چندکهای آن برآورد گردیده است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل منطقه‌ای فراوانی بارندگی، گشتاور خطی، آزمون نکویی برازش، پیش بینی بارندگی، زاینده‌رود.

۱- کارشناس ارشد زهکشی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشیار گروه آبیاری، دانشگاه صنعتی اصفهان

Comparing Regional and At-site L-moments for Estimation of Maximum Monthly Rainfall in the Zayandehroud Basin

Hosein Feizie[1], Sayed Saeed Islamian[2]

Abstract

One of the conventional problems in frequency analysis and prediction of various hydrologic events is lack of long time records of such events in gauging stations. This problem together with inaccurate at-site estimations has caused increasing application of regional methods for such procedures. In this study, the above mentioned method was used for selection of parent distributions to fit maximum monthly rainfall data of 18 sites in the Zayandehroud basin and, consequently, the GEV distribution was selected to estimate the related parameters and quantiles.

Key words: *Rainfall Regional Frequency Analysis, L-Moments, Goodness of Fit Test, Rainfall Prediction, Zayandehroud.*

1- Grad. Student of Irrigation, Isfahan University of Technology
2- Associate Professor of Irrigation, Isfahan University of Technology

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

یکی از مراحل اساسی در فرآیندهای تحلیل فراوانی، استفاده از آزمون‌های نکویی برازش[1] برای تعیین نوع توزیع احتمال اصلی مناسب برای برازش بر داده‌های ایستگاهی می‌باشد، ولی از هنگامی که استفاده از رایانه در مطالعات آماری و انجام مطالعات گستردهٔ مونت کارلو امکان پذیر گردید، فقدان قدرت کافی در آزمون‌های متداول نکویی برازش در فرآیندهای ایستگاهی به صورت گسترده‌ای آشکار شده است. مشکلاتی مانند تخطی از فرض استقلال بین مقادیر داده و برآوردها، فقدان قدرت در آزمون‌های متداول نکویی برازش ایستگاهی و مشکلات موجود در مورد نمونه‌های کوچک باعث گسترش استفاده از روش های منطقه‌ای در برآوردهای هیدرولوژیک شده است [۱]. استفاده از روش‌های منطقه‌ای برپایهٔ گشتاورهای خطی یکی از روش‌هایی است که برای رهایی از مشکلات اشاره شدهٔ بالا، بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱]. گشتاورهای خطی، آماره‌هایی هستند که بخش‌های مهم توزیع‌های آماری نظیر مکان، مقیاس، چولگی و کشیدگی را جمع‌بندی می‌کنند. در این روش ابزار مفید برای انتخاب یک توزیع، نمودار نسبت گشتاور خطی است که عبارت از ترسیم چولگی[2] خطی(LCs) در مقابل کشیدگی خطی(LCk) برای داده‌های نمونه برای توزیع‌های منتخب است.

اساس نظری گشتاورهای وزنی احتمال، در راستای دیگر گشتاورهای رایج می‌باشد و برتری اصلی آن نسبت به سایر گشتاورها، در این است که گشتاورهای وزنی احتمال، به دلیل قدرت بسیار بالا، نتایج مطمئن‌تری برای نمونه‌های کوچک بر اساس یک توزیع احتمال ارائه می‌دهد [۱].

مقالهٔ حاضر سعی دارد با استفاده از روش گشتاورهای خطی، علاوه بر انتخاب توزیع مناسب برای تحلیل فراوانی و برآورد بارندگی حداکثر ماهانهٔ یک منطقه همگن هیدرولوژیک مشتمل بر ۱۸ ایستگاه باران سنجی در حوزهٔ زاینده‌رود، مقایسه‌ای را نیز بین برآوردهای حاصل از کاربرد فرآیندهای ایستگاهی و منطقه‌ای انجام دهد.

---

[1] Goodness of Fit
[2] Skewness

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مواد و روشها

منطقهٔ مورد مطالعه شامل ۱۸ ایستگاه باران سنجی حوزه رودخانه زاینده‌رود است که نام و مشخصات هر یک از ایستگاه‌ها در جدول۱ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود این ایستگاه‌ها در محدوده ′۰۷ °۵۰ تا ′۲۶ °۵۲ طول جغرافیایی و ′۵۸ °۳۱ تا ′۲۶ °۳۳ عرض جغرافیایی پراکنده شده‌اند. لازم به ذکر است که معیار همگنی در قضاوت‌های اولیه برای مشخص کردن ایستگاه‌های همگن، موقعیت جغرافیایی(طول و عرض جغرافیایی) و ارتفاع از سطح دریا بوده است.

۲-۱- کلیاتی در مورد تحلیل‌های منطقه‌ای بر اساس گشتاورهای خطی

این نوع تحلیل‌های منطقه‌ای شامل مراحل پنج گانه زیر است:

۱- تهیه داده‌های مشاهداتی ۲- تعیین مناطق همگن ۳- انتخاب توزیع تناوب منطقه‌ای ٤- تخمین پارامترهای توزیع منتخب و ٥- برآورد چندک‌ها[1] برای نقاط فاقد آمار در صورت لزوم.

سه مرحله نخست بیشتر تابع قضاوت‌های شخصی و پیش‌بینی‌های ذهنی می‌باشد. پشتوانه‌های عینی برای این تصمیم‌گیری‌ها می‌تواند از سنجه‌های آماری این روش یا همان نمودار نسبت گشتاورهای خطی، فراهم آید.

یک مجموعه از بیشینه‌های سالانهٔ مستقل x_i را فرض کنید که در آن $i=1,...,N$ بوده و N تعداد سال های آماری می‌باشد، آن گاه رویداد سال T که دارای احتمال $P[X>x]$ =1/T و مطابق چندک x(F) تابع توزیع $F(x)=[X<x]$ می باشد که $F=(T-1)/T$ توزیع ناشناخته بوده و با استفاده از یک یا چند آزمون نکویی برازش انتخاب می‌شود. پارامترهای توزیع بوسیلهٔ برخی فرآیندها (نظیر روش گشتاورها ، حداکثر درست نمایی، گشتاورهای وزنی احتمال و ...) برآورد می شوند. x(F) از روش‌های تحلیلی یا راه حل‌های عددی حاصل می‌شود.

اگر X مقدار واقعی یک متغیر تصادفی با تابع توزیع تجمعی F(x) و تابع چندک x(F) باشد و $X_{1:n}\le X_{2:n}\le...\le X_{n:n}$ آماره‌های مرتب شدهٔ یک نمونهٔ تصادفی با اندازهٔ n افراز شده از توزیع X باشند، گشتاورهای خطی X به صورت رابطهٔ ۱ تعریف می‌شود:

(۱)

$$\lambda_r \equiv r^{-1}\sum_{k=0}^{r-1}(-1)^k\binom{r-1}{k}EX_{r-k:r} \qquad r=1,2,....$$

این آماره به این دلیل گشتاور خطی نامیده می‌شود که تابع خطی آمارهٔ مرتب شدهٔ مورد انتظار می‌باشد. امید ریاضی یک آمارهٔ مرتب شده را می‌توان به صورت رابطهٔ ۲ ارائه نمود [۲]:

(۲)

$$EX_{j:r} = \frac{r!}{(j-1)!(r-j)!}\int x\{F(x)\}^{j-1}\{1-F(x)\}^{r-j}dF(x)$$

با جایگزینی این امید ریاضی در رابطهٔ اول، بسط دو جمله‌ای در F(x) و جمع کردن تمام ضرایب توانی F(x) خواهیم داشت:

(۳)

$$\lambda_r = \int x(F)P^*_{r-1}(F)dF \qquad r=1,2,...$$

[1] Quantile

جدول ۱- نام و مشخصات ایستگاههای مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه

ردیف	ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی (دقیقه - درجه)	عرض جغرافیایی (دقیقه - درجه)	طول دوره آماری (سال)
۱	اصفهان	۱۵۹۰	۴۰ ۵۱	۳۷ ۳۲	٤۹
۲	پل کله	۱۷۲۰	۱٤ ۵۱	۲۳ ۳۲	٤۵
۳	پل مزرعه	۱٦۵۰	۲۸ ۵۱	۲۲ ۳۲	۳٤
٤	گارماسه	۱٦۱۰	۳۱ ۵۱	۳۲ ۳۲	۳٤
۵	خواجو	۱۵۸۵	٤۱ ۵۱	۳۷ ۳۲	۳٤
٦	زیار	۱۵۳۰	۵٦ ۵۱	۳۲ ۳۲	۳۱
۷	دامنه فریدن	۲۳۰۰	۲۹ ۵۰	۰۱ ۳۳	۳٤
۸	اسکندری	۲۱۳۰	۲۵ ۵۰	٤۸ ۳۲	۲٦

www.SID.ir

Archive of SID

۹	پایاب سد	۱۹٦۰	۵۰ ٤۷	۳۲ ٤۳	۳۲
۱۰	پل زمان خان	۱۸٦۰	۵۰ ۵٤	۳۲ ۲۹	۳۳
۱۱	تیران	۱۸٤۰	۵۱ ۰۹	۳۲ ٤۲	۳۳
۱۲	خمینی شهر	۱٦۰۰	۵۱ ۳۲	۳۲ ٤۱	۱۲
۱۳	میمه	۲۰۰۰	۵۱ ۱۱	۳۳ ۲٦	۲٦
۱٤	شاهرخ	۲۰۸۰	۵۰ ۰۷	۳۲ ٤۰	۲۷
۱۵	کوهپایه	۱۸۰۰	۵۲ ۲٦	۳۲ ٤۳	۲۷
۱٦	فیروزآباد	۲۲۵۰	۵۰ ۵٦	۲۹ ۳۵	۲٦
۱۷	مقصود بیگ	۱۹۸۰	۵۱ ۵۹	۳۱ ۵۸	۲٦
۱۸	مهیار	۱٦۵۰	۵۱ ٤۸	۳۲ ۱٦	۲٦

که در آن، P^*_{r-1} از رابطهٔ ٤ قابل حصول است:

(٤)

$$P^*_r(F) = \sum_{k=0}^{r} p^*_{r,k} F^k$$

$P^*_r(F)$ چندجمله‌ای rام انتقال‌یافتهٔ لژاندر است که رابطهٔ آن با چند جمله‌ای‌های معمولی لژاندر، $P_r(u)$، به صورت $P^*_r(u) = P_r(2u-1)$ می‌باشد [۳].

چند گشتاور خطی اول عبارتند از:

(۵)

$$\lambda_1 = EX = \int_0^1 \chi(F)dF,$$

(٦)

$$\lambda_2 = \frac{1}{2}E(X_{2:2} - X_{1:2}) = \int_0^1 \chi(F)(2F-1)dF, \quad (۷)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{3}E(X_{3:3} - 2X_{2:3} + X_{1:3}) = \int_0^1 \chi(F)(6F^2 - 6F + 1)dF,$$

(۸)

$$\lambda_4 = \frac{1}{4}E(X_{4:4} - 3X_{3:4} + 3X_{2:4} - X_{1:4})$$

$$= \int_0^1 \chi(F)(20F^3 - 30F^2 + 12F - 1)dF$$

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ و λ_4 به ترتیب میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی می‌باشند.

بر پایهٔ نظریهٔ هاسکینگ، نمودارهای ضریب چولگی خطی در مقابل ضریب کشیدگی خطی برای مشخص کردن توزیع‌های خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱]. برای یک ناحیه معین، نسبت گشتاورهای خطی نمونه ها، τ_3 و τ_4 برای هر ایستگاه، به همراه متوسط ناحیه‌ای آنها در یک نمودار، نسبت گشتاورهای خطی ترسیم می‌شوند. توزیع اصلی مناسب، توزیعی است که متوسط و پراکنش داده‌ها در اطراف آن به صورت خوشه‌ای و تقریباً یکنواخت توزیع شده باشند. بر این اساس هاسکینگ روابطی را برای ساختن نمودارهای گشتاور خطی برای برخی توزیع های معروف ارائه نموده است که چند مورد از آن ها در جدول ۲ ارائه شده است.

۲-۲- آزمون های مورد استفاده در روش گشتاورهای خطی

هاسکینگ و والیس در سال ۱۹۹۳ یک معیار نکویی برازش براساس متوسط ناحیه‌ای کشیدگی خطی نمونه $\overline{t_r}$، ارائه کردند که بیشتر برای توزیع های سه پارامتری به کار می‌رود. چون تمام توزیع های سه پارامتری برازش داده شده به داده‌ها، در نمودار LCs در مقابل LCk دارای $\overline{t_r}$ مشابه هستند، کیفیت برازش بوسیله اختلاف بین متوسط ناحیه ای $\overline{t_4}$ و مقدار τ_4^{DIST} مربوط به توزیع برازش داده شده، می تواند مورد قضاوت قرار گیرد.

آمارهٔ Z^{DIST} به صورت رابطه ۹ مشخص می شود که سنجه‌ای برای نکویی برازش می باشد:

(۹)

$$Z^{DIST} = (t_4 - \tau_4^{DIST})/\sigma_4$$

که در آن σ_4 انحراف استاندارد τ_4 است [۴].

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- روابط مورد استفاده برای رسم نمودارهای نسبت گشتاورهای خطی [۱]

توزیع	رابطهٔ ترسیم نمودار
توزیع گامبل	$\tau_3 = 1.3 \quad , \quad \tau_4 = 1.6$
توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته	$\tau_4 = 0.10701 + 0.11090\tau_3 + 0.84838\,\tau_3^2 - 0.06669\,\tau_3^3 + 0.008571\tau_3^4 - 0.04208\tau_3^5 + 0.03763\tau_3^6$
توزیع های گاما و پیرسون نوع سوم	$\tau_4 = 0.1224 + 0.30115\tau_3^2 + 0.95812\tau_3^4 - 0.57488\tau_3^6 + 0.19383\tau_3$
توزیع ویک بی با کران پایین	$\tau_4 = -0.70347 + 0.14443\tau_3 + 1.03879\tau_3^2 - 0.14602\tau_3^3 + 0.03357\tau_3^4$
توزیع لجیستیک تعمیم یافته	$\tau_4 = 0.16667 + 0.83333\tau_3^2$

مقدار σ_4 را می توان با شبیه سازی پس از برازش دادن یک توزیع کاپا به مشاهدات به دست آورد. برازش را می توان مناسب اعلام کرد اگر Z^{DIST} به اندازه کافی به صفر نزدیک باشد. معیار معقول و مناسب برای این کار این است که $|Z^{DIST}| < ۱/٦٤$ باشد [۵].

هاسکینگ و والیس در سال ۱۹۹۳همچنین دو آماره برای انجام آزمون همگنی ناحیه ارائه کردند. اولین آماره معیار ناهماهنگی است که مشخص کنندهٔ مکان‌های ناهماهنگ با کل گروه داده ها می باشد. برآوردهای سنجه ناهماهنگی، D_i، چگونگی دوری یک مکان از مرکز گروه را مشخص می کند.

اگر بردار $u_i = (t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)})^T$ شامل مقادیر t ، t_3 ، t_4 یا همان نسبت گشتاورهای خطی نمونه برای مکان (i) باشد، بنابراین متوسط گروه برای NS مکان توسط رابطهٔ ۱۰ مشخص می‌شود:

(۱۰)

$$u = 1/NS \sum_{i=1}^{NS} u_i$$

ماتریس کواریانس نمونه نیز به صورت رابطهٔ ۱۱ خواهد بود:

(۱۱)

$$S = (NS-1)^{-1} \sum_{i=1}^{NS} (u_i - u)(u_i - u)^T$$

معیار ناجوری یا ناهماهنگی بوسیله رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

(۱۲)

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

مکان i ناهماهنگ خواهدبود اگر D_i بزرگ باشد. یک سنجهٔ مناسب برای طبقه بندی اینکه یک ایستگاه ناهماهنگ است یا خیر، این است که D_i بزرگتر یا مساوی ۳ باشد.

دومین آمارهٔ ارائه شده توسط هاسکینگ و والیس در سال ۱۹۹۳، سنجهٔ غیر همگنی است که با هدف برآورد درجه غیرهمگنی در یک گروه از مکان‌ها و ارزیابی این که آیا آنها می‌توانند بطور معقول به عنوان یک گروه همگن در نظر گرفته شوند، یا خیر، ارائه شده است. به ویژه این که سنجهٔ غیرهمگنی، تغییرات بین مکانی گشتاورهای خطی نمونه را برای گروهی از مکان ها با مقادیر مورد انتظار مقایسه می‌کند.

سه معیار تغییرپذیری در V_1 ، V_2 و V_3 در دسترس می‌باشد:

۱- بر اساس $LC_{V(t)}$ انحراف استاندارد وزنی شده (t) از رابطه ۱۳ به دست می‌آید:

$$V_1 = \sum_{i=1}^{NS} N_i (t^{(i)} - \bar{t})^2 / \sum_{i=1}^{NS} N_i \qquad (۱۳)$$

که در آن:

NS : تعداد مکان ها، N_i : طول دوره آماری در هر مکان و t مقدار متوسط $t_{(i)}$ است که به وسیله رابطهٔ ١٤ به دست می‌آید:

www.SID.ir

Archive of SID

(۱٤)

$$\bar{t} = (\sum_{i=1}^{NS} N_i t^{(i)})^2 / \sum_{i=1}^{NS} N_i$$

۲- بر اساس LC_v و LC_s ، فاصله متوسط وزنی از مکان تا متوسط وزنی گروه، در یک نمودار t در مقابل t_3 با استفاده از رابطه ۱۵ محاسبه می شود:

(۱۵)

$$V_2 = \sum_{i=1}^{NS} N_i \{(t^{(i)} - \bar{t})^2 (t_3{}^{(i)} - \bar{t}_3)^2\}^{1/2} / \sum_{i=1}^{NS} N_i$$

۳- بر اساس چولگی خطی (t_3) و کشیدگی خطی (t_4)، فاصله متوسط وزنی از مکان تا میانگین وزنی گروه، در یک نمودار t_3 در مقابل t_4 از طریق به کارگیری رابطه ۱٦به دست می‌آید:

(۱٦)

$$V_3 = \sum_{i=1}^{NS} Ni \left\{ (t_3^{(i)} - \bar{t}_3)^2 (t_4^{(i)} - \bar{t}_4)^2 \right\}^{1/2} / \sum_{i=1}^{NS} Ni$$

برای ارزیابی معیار غیرهمگنی، یک توزیع کاپا، به گروه گشتاورهای خطی متوسط برازش داده می‌شود [۴]. دلیل استفاده از توزیع کاپای ٤ پارامتری برای انجام آزمون همگنی، این است که توزیع کاپا به گونه‌ای تعریف شده است که در بردارندهٔ ویژگی های سه توزیع پارتوی تعمیم یافته، مقادیر حدی تعمیم یافته و لجیستیک تعمیم یافته به صورت حالت‌های خاص این توزیع می‌باشد [۵]. تابع توزیع تجمعی کاپای چهار پارامتری به صورت رابطه ۱۷ می‌باشد:

(۱۷)

$$F(x) = \{1 - h[1 - k(x - \xi)/\alpha]^{1/k}\}^{1/h}$$

در این معادله، ξ پارامتر موقعیت، α پارامتر مقیاس و k و h پارامترهای شکل می‌باشند.

پس از انجام شبیه سازی مونت کارلو، V_i (که در آن V_i هر یک از سه معیار V_1 ، V_2 و V_3 مشخص شده در بالا هستند) برای هر ناحیه محاسبه می شود. از داده های شبیه‌سازی شده میانگین μ_v و انحراف استاندارد σ_v، از V_i تعیین می‌شوند، معیار غیرهمگنی با استفاده از رابطهٔ ۱۸ مشخص می شود و یک ناحیه غیرهمگن خواهد بود اگر H_i به اندازه کافی بزرگ باشد:

(۱۸)

$$H_i = (V_i - \mu_v)/\sigma_v$$

هاسکینگ و والیس در سال ۱۹۹۳ پیشنهاد کردند که یک ناحیه وقتی می تواند ناحیه همگن قابل قبول باشد، که H_i کمتر یا مساوی یک باشد و می تواند ناحیه نسبتاً غیرهمگن باشد، اگر H_i بزرگتر از ۱ و کوچکتر یا مساوی ۲ باشد و ناحیه‌ای مشخصاً غیرهمگن خواهد بود اگر H_i بزرگتر از ۲ باشد [۶]. افزون بر این، هاسکینگ و والیس مشاهده کردند که آماره‌های H_2 و H_3 بر اساس معیارهای V_2 و V_3 فاقد توان لازم برای تفکیک بین نواحی همگن و غیرهمگن بوده و آماره H_1 بر اساس معیار V_1 توان خیلی بهتری برای تفکیک دارد. بنابراین آمارهٔ H_1 براساس V_1 به عنوان شاخص اساسی برای غیر همگنی توصیه شده است. همچنین H_1 شاخص بهتری برای غیر همگنی در نواحی بزرگ ارائه می کند ولی برای همگنی نواحی کوچک گرایش به سمت شاخص‌های غیرواقعی دارد و حالت شاخص‌های کاذب را ایجاد می‌کند [۷].

۲-۳- برآورد پارامترها

برآورد پارامترها در این روش به وسیله معادل قراردادن گشتاورهای توزیع با گشتاورهای مربوط به نمونه صورت می‌گیرد. برای یک توزیع دارای k پارامتر، باید Φ_1 ، Φ_2 ، ... و Φ_k، برآورد شود. ابتدا k گشتاور نمونه معادل با گشتاورهای مربوط به جامعه قرار گرفته و سپس معادلات حاصل به صورت همزمان برای پارامتر های مجهول Φ_1 ، Φ_2 ، ... و Φ_k حل‌می شوند. این در حالی است که در روش برآورد منطقه‌ای پارامترهای توزیع، ابتدا پارامتر شکل توزیع بر اساس میانگین منطقه‌ای گشتاورهای وزنی در منطقهٔ مورد مطالعه برآورد شده و بقیهٔ پارامترها بر اساس این پارامترها برآورد می‌شوند. در نتیجه برای یک منطقه همگن مقدار پارامتر شکل توزیع منطقه‌ای مقدار یکسانی خواهد بود. لازم به توضیح است که پیش از برآورد پارامترها و چندک ها، برای به دست

www.SID.ir

Archive of SID

آوردن پیش بینی متوسطی از مقدار پدیده‌ها در دوره های برگشت مختلف، از رابطه های ترسیم موقعیت استفاده می شود. هاسکینگ رابطهٔ ۱۹ را برای محاسبهٔ موقعیت ترسیمی با استفاده از گشتاورهای خطی ارائه کرده است [۱]:

(۱۹)

$$l_r = \sum p^*_{r-1}(p_{i:n})X_{i:n}$$

که در آن:

l_r گشتاور خطی نمونه ، $p_{i:n}$ موقعیت ترسیمی و $X_{i:n}$ مقدار دادهٔ مشاهده شده با رتبهٔ i ام در یک نمونهٔ مرتب شده با اندازهٔ n می‌باشد.

۳- نتایج

از نتایج به دست آمده از محاسبهٔ گشتاورهای خطی (به کمک روابط ۵ تا ۸) که در جدول ۳ ارائه شده است، نمودار نسبت گشتاورهای خطی ترسیم گردیده است (شکل های ۱ و ۲). اولین نکته قابل توجه در نتایج به دست آمده این است که به نظر می‌رسد در منطقهٔ مورد مطالعه، ایستگاه ناهمگون وجود نداشته باشد. چرا که مقدار آمارهٔ D_i (رابطهٔ ۱۲) در هیچکدام از ایستگاه‌ها بیشتر از مقدار ۲/٤۹ نمی باشد (جدول ٤)، در حالی که برای این که یک ایستگاه ناهماهنگ با ایستگاه‌های دیگر در نظر گرفته شود، باید مقدار این آماره بیش از ۳ باشد [۴].

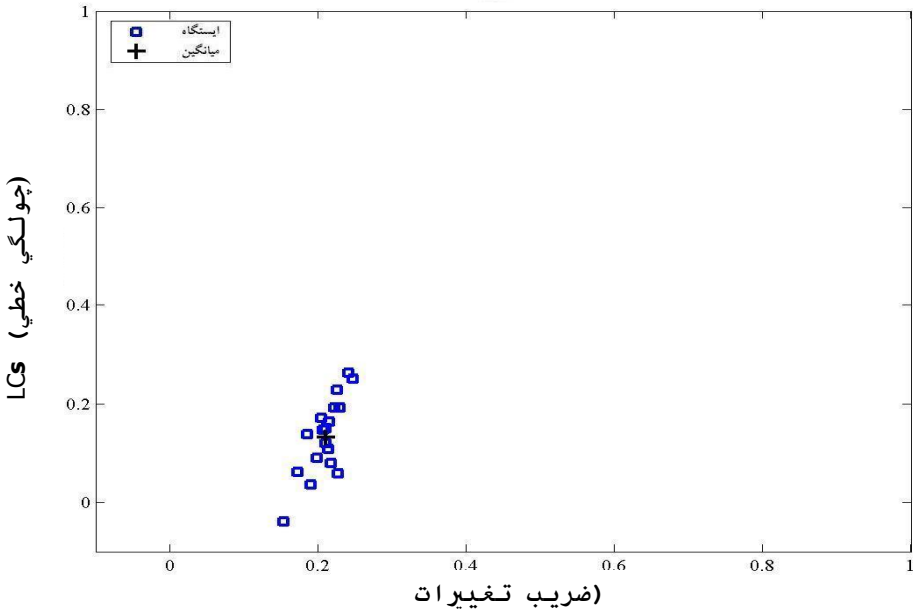
نکتهٔ دیگر این است که میانگین چولگی و کشیدگی خطی منطقه ای برای داده‌های مورد استفاده به ترتیب برابر ۰/۱٤٥٤ و ۰/۱٥۲۲ می باشد که نشانگر چولگی و کشیدگی بسیار کم توزیع داده‌های منطقه می باشد. علاوه بر آن در نتایج آزمون های ناهمگنی که در جدول ٥ آمده است، مشاهده می‌شود که مقدار آماره‌های همگنی H_1، H_2 و H_3 به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقدار نسبت گشتاورهای خطی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

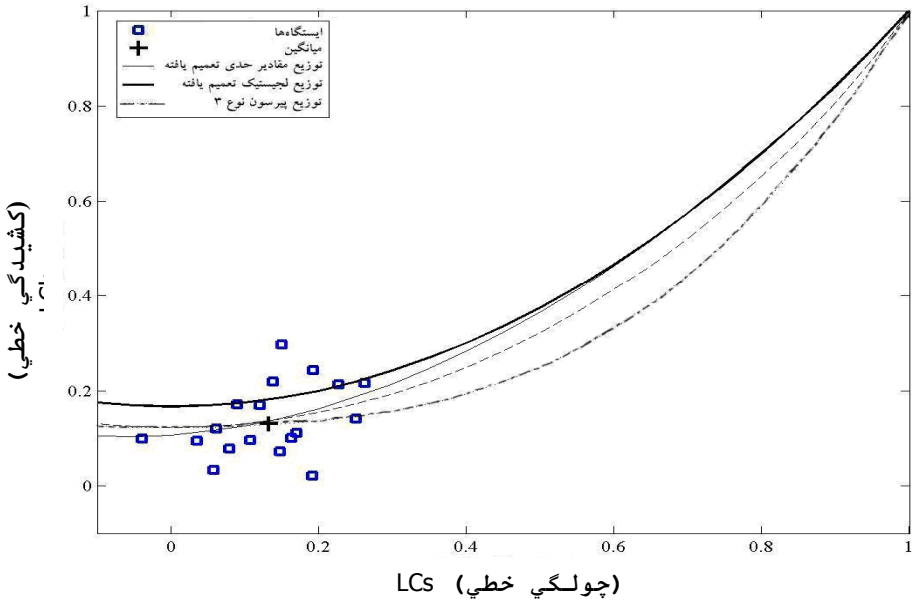
شماره ایستگاه	نام ایستگاه	تعداد سالهای آماری	گشتاور خطی اول (میلی متر)	ضریب تغییرات خطی	ضریب چولگی خطی	ضریب کشیدگی خطی	نسبت گشتاور خطی پنجم
۱	اصفهان	٤۹	۳۹/۸٤	۰/۲۲۸۵	۰/۰۷۱٦	۰/۰۵۵۹	۰/۰۵۱۰
۲	پل کله	٤۵	۵۰/۰٤	۰/۲۳۱۰	۰/۱۹٦۲	۰/۰۵۰۸	-۰/۰۱۰۸
۳	پل مزرعه	۳٤	٤۰/۵۳	۰/۲۱۸۳	۰/۱۷۱٤	۰/۱۲٦۹	۰/۰٤۲۱
٤	گارماسه	۳٤	٤۷/۳۲	۰/۲۰۷۹	۰/۱۷۷۷	۰/۱۳۸۱	۰/۰۹۹٦
۵	خواجو	۳٤	۳٦/۷۰	۰/۲٤۸۳	۰/۲۵۱۹	۰/۱۵۹٦	۰/۰٦۹٦
٦	زیار	۳۱	۳۳/۳٦	۰/۲۲۸۸	۰/۲۲۹۸	۰/۲۲۱٦	۰/۰۸۷۳
۷	دامنه فریدن	۳٤	۹۱/۱۱	۰/۲۱٦۰	۰/۱۲۱۲	۰/۱۲۱٦	۰/۰۲٦۸
۸	اسکندری	۲٦	۱۰٦/۵۸	۰/۱۷۷۸	۰/۰۸۲۰	۰/۱۵۵۰	۰/۰٦٤۳
۹	پایاب سد	۳۲	۷۲/۹٦	۰/۲۱۳۲	۰/۱۵۹۵	۰/۲۸۸۷	۰/۱٦۱۹
۱۰	پل زمان خان	۳۳	۱۰۲/۷٤	۰/۱۸۹٤	۰/۱٤۷۹	۰/۲۲۹۲	۰/۰۷۳٦
۱۱	تیران	۳۳	۵۰/۸۲	۰/۲۰۱۳	۰/۱۰۵۱	۰/۱۸۵٦	۰/۰۸۲٤
۱۲	خمینی شهر	۱۲	٤٦/۱۱	۰/۲٤٦۳	۰/۲۵۳۷	۰/۲۲۷۹	۰/۰۵۲٤
۱۳	میمه	۲٦	۳۰/۸۸	۰/۲۲۰۵	۰/۰۹۹۷	۰/۱۱۳۰	۰/۰۸٦۳
۱٤	شاهرخ	۲۷	۱۱۲/۵٦	۰/۲۱۰۸	۰/۱۵۸٤	۰/۱۱۱۸	۰/۰۲۲٤
۱۵	کوهپایه	۲۷	۳۲/۲۹	۰/۱۹٤٤	۰/۰٦۰۱.	۰/۱۲۷۸	۰/۰۱۳۳
۱٦	فیروزآباد	۲٦	٦٤/۵۰	۰/۲۱۳۵	۰/۱۳۵۱	۰/۱۸۷٤	۰/۱۱٦۷
۱۷	مقصود بیگ	۲٦	۳٦/۵۰	۰/۲۳۱۸	۰/۱۹۹۰	۰/۲٤٤۹	۰/۱۲٤۸
۱۸	مهیار	۲٦	٤٦/۲۳	۰/۲۷٤۲	-۰/۰۰٤۳	۰/۱٤۰۹	-۰/۰۱۹۰
میانگین منطقه‌ای نسبتهای گشتاور خطی			ـــــ	۰/۲۱۹۲	۰/۱٤۵٤	۰/۱۵۲۲	ـــــ
پارامترهای توزیع منطقـــه‌ای ویک بی			۰/۳۳٦٦	۱/۸۵٤۷	٤/۹۸۳۷	۰/۳٦۸۵	-۰/۰٤۲۷



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- نمودار نسبت گشتاورهای خطی LCv–LCs برای ایستگاههای منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نمودار نسبت گشتاورهای خطی LVs–LCk برای ایستگاههای منطقه مورد مطالعه

ترتیب برابر ۱/٦٥-،۱/۷۷- و ۱/۰۲- می باشد، که نشانهٔ همگن بودن منطقهٔ مورد مطالعه می‌باشد، چرا که هیچ یک از مقادیر فوق مقداری بیش از یک ندارند. ولی باید توجه داشت که در تعیین همگنی یا غیر همگنی یک منطقه معیار اساسی، H_1 می باشد [۶]، چرا که در نواحی‌ای که تعداد مکان‌های موجود در آن، مانند این ناحیه کم و طول آمار موجود در بیشتر ایستگاه‌های منطقه نیز کم (کمتر از ۳۰ سال) می‌باشد، آماره‌های H_2 و H_3 توانایی لازم را برای تفکیک نواحی همگن و غیرهمگن نداشته و ممکن است حالت کاذبی از همگنی را ارائه دهند. از طرفی مشاهده می‌شود که تمامی این آماره‌ها دارای مقادیر منفی می‌باشند که بیان گر پراکندگی کمتر داده‌های این ایستگاه‌ها نسبت به مقدار مورد انتظار برای یک منطقه همگن می‌باشد.

با در نظر گرفتن آمارهٔ Z پیشنهادی هاسکینگ [۴]، برای تعیین توزیع های مناسب بر داده‌های یک منطقه همگن و نیز با مقایسه نتایج محاسبات (جدول ٦) برای این آماره با مقدار مجاز برای پذیرش یک توزیع به عنوان توزیع مناسب ($|Z^{DIST}| \leq$ ۱/٦٤) می‌توان گفت که توزیع مناسب برای این منطقه، توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته می‌باشد. که با ترسیم نمودار نسبت گشتاورهای خطی برای این توزیع‌ها و مقادیر این نسبت‌ها برای ایستگاه های منطقه (شکل ۲)، مشاهده می‌شود که این توزیع برازش نسبتاً خوبی با داده‌های منطقه دارد.

پس از انتخاب توزیع مورد اشاره به عنوان توزیع مناسب برای این منطقه، باید پارامترهای این توزیع برآورد می‌گردید تا در نهایت بتوان با محاسبهٔ چندک های متناسب با دوره های برگشت مختلف، برآوردی از میزان بارندگی حداکثر ماهانه با احتمالات مختلف را به دست آورد. پیش از محاسبهٔ پارامترها و چندک ها، با استفاده از رابطهٔ (۱۹) برآورد متوسطی از این بارندگی ها در ایستگاه‌های مختلف محاسبه گردیده که در جدول ۷ ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، با استفاده از این رابطه تنها می‌توان چندک را در محدودهٔ طول دورهٔ آماری محاسبه کرد و به همین دلیل است که در بیشتر ایستگاه‌ها تنها در حد دورهٔ برگشت ۵۰ سال امکان محاسبهٔ این مقادیر وجود داشته است و برای ایستگاه خمینی‌شهر که تنها ۱۲ سال آمار در دسترس است، این محدوده به دورهٔ برگشت ۲۰ سال تنزل پیدا کرده است .

www.SID.ir

Archive of SID

تابع چگالی احتمال توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته به صورت رابطه ۲۰ است [۸]:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}[1-k(\frac{k-u}{\alpha})]^{(\frac{1}{k})^{-1}} e^{-[1-k(\frac{x-\alpha}{\alpha})]^{\frac{1}{k}}} \quad (۲۰)$$

دامنهٔ تغییر متغیر x ، وابسته به علامت پارامتر شکل (k) می‌باشد. گشتاورهای خطی توزیع مقادیر حدی به صورت رابطه‌های ۲۱ و ۲۲ هستند [۹]:

(۲۱)

$$\lambda_1 = \xi + \alpha\{1-\Gamma(1+k)\Gamma(1-k)\}/k$$

جدول ٤- مقدار آماره ناهماهنگی برای ایستگاههای مختلف

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	تعداد سالهای آماری	آماره ناهماهنگی (D_i)
۱	اصفهان	٤۹	۲/٤۹
۲	پل کله	٤٥	۱/۸۸
۳	پل مزرعه	۳٤	۰/۳۰
٤	گارماسه	۳٤	۰/۸۸
٥	خواجو	۳٤	۱/۰٥
٦	زیار	۳۱	۰/٦٤
۷	دامنه فریدن	۳٤	۰/۱۹
۸	اسکندری	۲٦	۱/۳۱
۹	پایاب سد	۳۲	۱/٦٥
۱۰	پل زمان خان	۳۳	۱/۳۳
۱۱	تیران	۳۳	۰/۲٦
۱۲	خمینی شهر	۱۲	۱/۲۱
۱۳	میمه	۲٦	۰/۷٦
۱٤	شاهرخ	۲۷	۰/٦۰
۱٥	کوهپایه	۲۷	۰/٥٤
۱٦	فیروزآباد	۲٦	۰/۱٥
۱۷	مقصود بیگ	۲٦	۰/۹۸
۱۸	مهیار	۲٦	۱/۷٥

(۲۲)

$$\lambda_2 = \alpha(1-2^{-k})\Gamma(1+k)/k,$$

و نسبت گشتاورهای خطی سوم و چهارم به شرح روابط ۲۳ و ٢٤ عبارتند از:

(۲۳)

$$\tau_3 = 2(1-3^{-k})/(1-2^{-k})-3$$

(٢٤)

$$\tau_4 = (1-6.2^{-k}+10.3^{-k}-5.4^{-k})/(1-2^{-k})$$

برآورد کننده‌های پارامتر این توزیع را می توان به صورت روابط ۲٥ تا ۲۸ نوشت [۹]:

(۲٥)

$$z = 2/(3+t_3)-\log 2/\log 3$$

(٢٦)

$$\hat{k} \approx 7.8590z + 2.9554z^2$$

(۲۷)

$$\hat{\alpha} = l_2\hat{k}(1-2^{-\hat{k}})\Gamma(1+\hat{k})$$

(۲۸)

$$\hat{u} = l_1 + \hat{\alpha}\{\Gamma(1+\hat{k})-1\}/\hat{k}$$

بر این اساس پارامترهای توزیع از دو روش ایستگاهی و منطقه ای برآورد گردیده (جدول ۸) و از

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌جایی‌که تابع توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته، از جمله توابعی است که می‌توان آن را به صورت معکوس نوشت، تابع چندک آن به صورت رابطه ۲۹ خواهد بود [۹]:

(۲۹)

$$X = u + \alpha\{1-(-\log F)^{k}\}/k$$

با جایگزین کردن $F = 1 - 1/T$، تخمین چندک برای دورهٔ برگشت T به شرح رابطه ۳۰ خواهد بود:

(۳۰)

$$\hat{X}_T = \hat{u} + \frac{\hat{\alpha}}{k}[1-\{-Ln(1-\frac{1}{T})\}k^{6}]$$

با استفاده از این رابطه، چندک‌های متناسب با دوره‌های برگشت مختلف، براساس پارامترهای برآورد شده از روش‌های منطقه‌ای و ایستگاهی محاسبه شده، که در جدول ۹ قابل مشاهده است.

٤- بحث و نتیجه گیری

با نگاهی به شکل ۳، که نشان دهندهٔ تفاوت های نسبی موجود بین برآوردهای حاصل از دو روش ایستگاهی و منطقه‌ای (اختلاف مقدار بین دو برآورد نسبت به مقدار برآورد منطقه‌ای) در دوره های برگشت مختلف می باشد، چند نکته مشخص می شود:

۱) یک روند افزایشی تفاوت ها، هماهنگ با افزایش طول دورهٔ برگشت، در ایستگاه های مختلف دیده می شود. به عبارت دیگر این تفاوت که در دورهٔ برگشت ۱۰ سال، در تمامی ایستگاه ها کمتر از ده درصد می باشد، در دورهٔ برگشت ۲۰۰ سال تا حدود ۳۵ درصد برای دو ایستگاه زیار و خمینی شهر افزایش می‌یابد.

۲) بیشترین تفاوت ها مربوط به دو ایستگاه خواجو و خمینی شهر می باشد. این میزان تفاوت ها نشان دهندهٔ این است که نه تنها برآوردهای ایستگاهی حاصل از نمونه‌های کوچک (کمتر از ۲۰ سال) به هیچ وجه و به ویژه برای دوره‌های برگشت بالا قابل اعتماد نیست، بلکه در مورد ایستگاه های با آمار متوسط (حدود ۳۰ سال) نیز همیشه نمی توان انتظار برآوردهای قابل اعتمادی را داشت. که این مسأله با توجه به این نکته که یکی دیگر از بیشترین تفاوت های موجود مربوط به ایستگاه گارماسه با ٣٤ سال آمار می باشد، بیشتر تأیید می‌شود.

۳) در مورد دو ایستگاه دارای بالاترین اندازهٔ نمونه یعنی ایستگاه‌های اصفهان و پل کله مشاهده می شود که برآوردهای ایستگاهی و منطقه ای هر دو این ایستگاه ها دارای تفاوتی کمتر از ۵ درصد در دورهٔ برگشت ۲۰۰ سال می‌باشند، به عبارت دیگر افزایش طول دورهٔ آماری یا همان اندازهٔ نمونه به حدود ۵ سال می تواند باعث به دست آوردن برآوردهای نسبتاً دقیق از کاربرد روش ایستگاهی گردد.

جدول ۵- معیارهای همگنی برای منطقه مورد مطالعه

تعداد شبیه سازی انجام شده	تعداد کل ایستگاه های منطقه	آماره ناهماهنگی H_1	آماره ناهماهنگی H_2	آماره ناهماهنگی H_3
۵۰۰	۱۸	-۱/٦۵	-۱/۷۷	-۱/۰۲

جدول ٦- معیارهای نکوئی برازش Z^{DIST} برای منطقه مورد مطالعه

لجستیک تعمیم یافته GEN. LOGISTIC	مقادیر حدی تعمیم یافته GEV	پارتو تعمیم یافته GEN. PARETO
۱/۷۸	*-۰/۷۹	-٦/۲٦

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقادیر مشاهده ای بارنـــــدگی حداکثر ماهانه (میلی متر) برای دوره های برگشت مختلف در ایستگاه های حوزهٔ زاینده رود

ایستگاه	طول دوره‌ی آماری (سال)	دوره‌ی برگشت				
		۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
اصفهان	٤٩	٥٨/٨٩	٦٣/٧٢	٧٣/٧٩	٧٦/٢٩	ــــ
پل کله	٤٥	٧٩/٨٥	٩٠/١٠	٩١/٩٠	٩٢/٨٠	ــــ
پل مزرعه	٣٤	٦٢/٠٠	٧١/٩٥	٧٣/٦٧	ــــ	ــــ
گارماسه	٣٤	٦٨/٩٠	٧٨/٤٠	٩٢/٢٣	ــــ	ــــ
خواجو	٣٤	٥٦/١٩	٦٨/٨٣	٨٢/٧٢	ــــ	ــــ
زیار	٣١	٥٥/٦٣	٦١/٩٠	٧٠/٣٠	ــــ	ــــ
دامنه فریدن	٣٤	١٤٠/٨٠	١٤٧/٦٠	١٦١/٠٦	ــــ	ــــ
اسکندری	٢٦	١٤٤/٢٥	١٦٤/٨٥	١٧٨/١١	ــــ	ــــ
پایاب سد	٣٢	١٠١/٣٥	١١٨/٥٠	١٦٧/٢٣	ــــ	ــــ
پل زمان خان	٣٣	١٥٤/٥٣	١٦٣/٤٠	١٩٤/٦٠	ــــ	ــــ
تیران	٣٣	٧٤/٠٨	٨٣/٢٠	٩٦/١٦	ــــ	ــــ
خمینی شهر	١٢	٧٢/٩٤	٨٥/٩٠	ــــ	ــــ	ــــ
میمه	٢٦	٤٦/٠٠	٥٠/٠٧	٥٧/٤٠	ــــ	ــــ
شاهرخ	٢٧	١٦٨/٩٥	١٨٦/٠٠	٢٠١/٣٩	ــــ	ــــ
کوهپایه	٢٧	٤٥/٨٣	٤٨/٠٠	٥٣/٦٧	ــــ	ــــ
فیروزآباد	٢٦	٨٦/٠٠	٩٩/٣١	١٣٥/٣٥	ــــ	ــــ
مقصود بیگ	٢٦	٥١/٥٠	٦٣/٤٣	٨٠/٨٦	ــــ	ــــ
مهیار	٢٦	٦٢/٦٣	٦٤/٦٥	٦٦/٩٩	ــــ	ــــ

جدول ۸- پارامترهای برآورد شده برای توزیع منتخب منطقه از دو روش ایستگاهی و منطقه‌ای

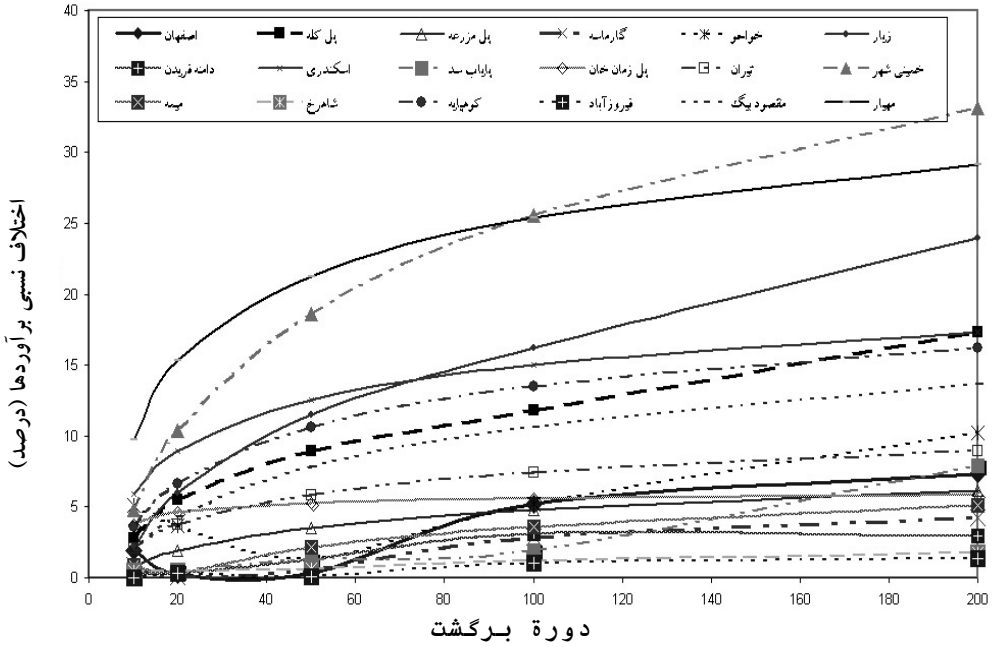
ایستگاه	برآورد منطقه ای			برآورد ایستگاهی		
	u	a	k	u	a	k
اصفهان	٣٣/٢١١٩٨٢	١٢/٢٣١٧٨٠	٠/٠٤١٣٥٢	٣٣/٦٣٢٥٩٦	١٤/٢٨٦٤٧٠	٠/١٨٠٠٥٧
پل کله	٤١/٤٤٠٧٣٠	١٥/٩٨٩٦٥٤	٠/٠٤١٣٥٢	٤٠/١١٤٤٥٧	١٦/٠٤١٣٢٦	-٠/٠٤٠٤٢٤
پل مزرعه	٣٣/٥٦٤٥١٧	١٢/٩٥٠٦٩٨	٠/٠٤١٣٥٢	٣٣/١٤٩٧١٦	١٢/٧٣٦٣٧٣	-٠/٠٠٢٢٢٣
گارماسه	٣٩/١٨٨٦٤٤	١٥/١٢٠٨٢٩	٠/٠٤١٣٥٢	٣٩/٠٤٨٨٩٠	١٤/٠٣٨١٢٤	-٠/٠١٢٠١٤
خواجو	٣٠/٣٩٣١٠١	١١/٧٤٧٠٤٧	٠/٠٤١٣٥٢	٢٨/٤٢١٨٧٤	١١/٥٦٩٧١٣	-٠/١٢٣٦٤٥
زیار	٢٧/٦٢٥٥٥٠	١٠/٦٥٩١٧١	٠/٠٤١٣٥٢	٢٦/٥٦٨١٢١	١٠/٠٤٨٨٥٦	-٠/٠٩١١٢٢
دامنه فریدن	٧٥/٤٥١٩٦٢	٢٩/١١٢٧٣٦	٠/٠٤١٣٥٢	٧٥/٧٥٨٤٢٤	٣٠/٣٤٧٠٨٠	٠/٠٧٧٢٢٥
اسکندری	٨٨/٢٦١٩٠٠	٣٤/٠٥٥٣٨٣	٠/٠٤١٣٥٢	٩٢/٦٨٩٩٨٥	٣٠/٦٦٦٢٧٦	٠/١٤١٧٠٠
پایاب سد	٦٠/٤٢٤٠٤٦	٣٤/٠٥٥٣٨٣	٠/٠٤١٣٥٢	٦٠/١٧٧٣٠١	٢٢/٧٧٣٢٦٥	٠/٠١٦٢١٤
پل زمان خان	٨٥/٠٨٣٨٤٣	٣٢/٨٢٩١٤٦	٠/٠٤١٣٥٢	٨٦/٩٨٩١٠٠	٢٨/٩٤٩٧٢٦	٠/٠٣٤٥٠٢
تیران	٤٢/٠٨٥١٨٣	١٦/٢٣٨٣٤٣	٠/٠٤١٣٥٢	٤٣/٠٣٢٣٠٤	١٦/١٠١٩٣٠	٠/١٠٣٥٥٦
خمینی شهر	٣٨/١٨٤٧١٢	١٤/٧٣٣٣٦٧	٠/٠٤١٣٥٢	٣٥/٧٧٤٦٢٧	١٤/٣٧٦٥٨٧	-٠/١٢٦٢٣٢
میمه	٢٥/٥٧٧١٥٨	٩/٨٦٨٨١٠	٠/٠٤١٣٥٢	٢٥/٧٤٦٢٠٣	١٠/٧٨٩٦٦٣	٠/١١٢٤٢٨
شاهرخ	٩٣/٢١٣١١٧	٣٥/٩٦٤٨٧٣	٠/٠٤١٣٥٢	٩٣/٠٧٤٨٤٥	٣٤/٨٠٤٠٧١	٠/٠١٧٩٧٥
کوهپایه	٢٦/٧٤٠١١٠	١٠/٣١٤٥٢٩	٠/٠٤١٣٥٢	٢٧/٨٦٤٣٣٣	١٠/٤١٧٩٨٦	٠/١٧٨٦٩٠
فیروزآباد	٥٣/٤١٢٦٢٤	٢٠/٦٠٧٩٧٦	٠/٠٤١٣٥٢	٥٣/٥٣٧١٤٥	٢٠/٨٥٤٦٢١	٠/٠٥٤٩٠٢
مقصود بیگ	٣٠/٢٢٧٥٥١	١١/٦٦٣١٣٩	٠/٠٤١٣٥٢	٢٩/٤١٠٢٦١	١١/٣٧٣٩٧٧	-٠/٠٤٤٦٩٧
مهیار	٣٨/٢٨٦١٠٨	١٤/٧٧٢٤٩٠	٠/٠٤١٣٥٢	٤١/٧٠٣٩٧٨	١٣/٠٤٠٦٩٧	٠/٢٩١٥٧٠

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- چندکهای برآورد شده (میلی متر) براساس برازش توزیع منتخب

ایستگاه	برآورد منطقه ای					برآورد ایستگاهی				
	دوره برگشت					دوره برگشت				
	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
اصفهان	۶۰/۳۵	۶۸/۵۷	۷۶/۸۶	۸۶/۳۲	۹۳/۵۴	۶۱/۵۰	۶۸/۵۹	۷۶/۶۴	۸۱/۸۳	۸۶/۶۶
پل کله	۷۵/۸۰	۸۶/۱۶	۹۹/۰۶	۱۰۸/۴۲	۱۱۷/۴۹	۷۷/۹۱	۹۷/۷۴	۱۰۷/۹۱	۱۲۱/۲۱	۱۳۷/۸۴
پل مزرعه	۶۱/۳۹	۶۹/۷۶	۸۰/۲۳	۸۷/۸۲	۹۵/۱۶	۶۱/۸۸	۷۱/۱۰	۸۳/۰۶	۹۲/۰۴	۱۰۱/۰۰
گارماسه	۷۱/۶۸	۸۱/۴۵	۹۳/۶۷	۱۰۲/۵۳	۱۱۱/۱۰	۷۱/۰۷	۸۱/۵۰	۹۵/۱۳	۱۰۵/۴۴	۱۱۵/۸۱
خواجو	۵۵/۵۹	۶۳/۱۷	۷۲/۶۵	۷۹/۵۲	۸۶/۱۷	۵۸/۴۴	۶۰/۸۴	۷۳/۶۵	۸۳/۹۹	۹۴/۹۷
زیار	۵۰/۵۳	۵۷/۴۲	۶۶/۰۶	۷۲/۲۸	۷۶/۶۲	۵۱/۶۷	۶۰/۸۴	۷۳/۶۵	۸۳/۹۹	۹۴/۹۷
دامنه فریدن	۱۳۸/۰۱	۱۵۶/۸۲	۱۸۰/۳۶	۱۸۷/۴۱	۲۱۳/۹۱	۱۳۸/۴۵	۱۵۶/۳۰	۱۷۸/۰۰	۱۹۳/۲۶	۲۰۷/۶۶
اسکندری	۱۶۱/۴۴	۱۸۳/۴۵	۲۱۰/۹۸	۲۳۰/۹۲	۲۵۰/۲۳	۱۵۱/۷۸	۱۶۷/۰۴	۱۸۴/۶۱	۱۹۶/۳۴	۲۰۶/۹۲
پایاب سد	۱۱۰/۵۲	۱۲۵/۵۹	۱۴۴/۴۴	۱۵۸/۰۹	۱۷۱/۳۱	۱۱۰/۵۰	۱۲۶/۲۲	۱۴۶/۲۶	۱۶۱/۱۳	۱۵۷/۷۵
پل زمان خان	۱۵۵/۵۶	۱۷۶/۸۴	۲۰۳/۳۸	۲۲۲/۶۱	۲۴۱/۲۲	۱۴۹/۶۷	۱۶۸/۷۱	۱۹۲/۶۷	۲۱۰/۱۳	۲۲۷/۱۱
تیران	۷۶/۹۸	۸۷/۴۷	۱۰۰/۶۰	۱۱۰/۱۱	۱۱۹/۳۲	۷۵/۳۶	۸۴/۲۰	۹۴/۷۲	۱۰۱/۹۶	۱۰۸/۶۷
خمینی شهر	۶۹/۸۴	۷۹/۳۶	۹۱/۲۸	۹۹/۹۰	۱۰۸/۲۶	۷۳/۱۹	۸۷/۵۸	۱۰۸/۲۶	۱۲۵/۴۴	۱۴۴/۱۲
میمه	۴۶/۷۸	۵۳/۱۶	۶۱/۱۴	۶۶/۹۲	۷۲/۵۱	۴۷/۲۰	۵۲/۹۹	۵۹/۸۳	۶۴/۵۰	۶۸/۸۰
شاهرخ	۱۷۰/۵۰	۱۹۳/۷۴	۲۲۲/۸۱	۲۴۳/۸۸	۲۶۴/۲۷	۱۶۹/۶۳	۱۹۳/۷۴	۲۲۴/۲۳	۲۴۶/۷۴	۲۶۸/۸۹
کوهپایه	۴۸/۹۱	۵۵/۵۸	۶۳/۹۲	۶۹/۹۶	۷۵/۸۱	۴۷/۱۷	۵۱/۸۸	۵۷/۱۳	۶۰/۵۴	۶۳/۵۴
فیروزآباد	۹۷/۷۰	۱۱۱/۰۲	۱۲۷/۶۸	۱۳۹/۷۵	۱۵۱/۴۳	۹۷/۶۸	۱۱۰/۶۹	۱۲۶/۷۸	۱۳۸/۳۲	۱۴۹/۳۷
مقصود بیگ	۵۵/۲۹	۶۲/۸۳	۷۲/۲۵	۷۹/۰۹	۸۵/۷۰	۵۶/۳۷	۶۵/۵۴	۷۷/۹۰	۸۷/۵۰	۹۷/۳۷
مهیار	۷۰/۰۳	۷۹/۵۸	۹۱/۵۲	۱۰۰/۱۷	۱۰۸/۵۴	۶۳/۲۲	۶۷/۶۲	۷۲/۰۹	۷۴/۷۳	۷۶/۸۸



شکل ۳- درصد اختلاف بین برآوردهای منطقه‌ای و ایستگاهی بارندگی حداکثر ماهانه حوزه زاینده‌رود

www.SID.ir

Archive of SID

در کل می توان گفت از آن جایی که بهینه بودن گشتاورهای خطی به صورت مجانب است [۱]، لذا بنابر قضیهٔ حد مرکزی اندازهٔ نمونه، نقش مهمی در دقت برآوردهای حاصل از کاربرد این روش در پیش بینی پدیده‌های حدی هیدرولوژیک دارد و به این دلیل که در بیشتر موارد آمار مناسب و طول دورهٔ آماری کافی (بیش از ۵۰ سال حداقل) در دسترس نیست، بنابراین تنها راهکار مناسب و موجود برای انجام تحلیل های فراوانی با استفاده از گشتاورهای خطی از انتخاب توزیع تا برآورد پارامترها و چندک ها استفاده از روش های تحلیل منطقه‌ای می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- مراجع

1- Hosking, J. R. M. (1990). "L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics," *J. of Royal Statistical Society*, 52, 105-124.
2- Hosking, J. R. M. (1989). "Some theoretical results concerning L-monents." *IBM Research Division*.T. J. Watson Research Center Yorktown Heights, N.Y.
3- Lanczos, C. (1957). "Applied analysis." *Pitman*, London. 286.
4- Hosking, J. R. M., and Wallis, J. R. (1993). "Some statistical usefull in regional frequency analysis." *J. Water Resources Research*, 29. (2), 271-281.
5- Hosking, J. R. M.(1988). "The 4-parameter kappa distribution." *IBM Research Division*,Yorktown Heights, NY., 10598.
6- Hosking, J. R. M. (1991). " Fortran routins for use with the method of L-moments." Version 2, *IBM Research Division*,Yorktown Heights, NY., 10598.
7- Hosking J. R. M. (2000). "Fortran routines for use with the method of L-moments." Version 3.03, *IBM Research Division*, Yorktown Heights, N.Y.
۸- اسلامیان، س. س. و سلطانی، س. (۱۳۸۱)." تحلیل سیلاب." *انتشارات ارکان*، ۲۰۷.
9- Hosking, J. R. M., Wallis, J. R., and Wood, E. F. (1985). "Estimation of generalized extreme value distribution by the method of probability weighted moments." *J. Technometrics*, 27, 339-349.

www.SID.ir