

آنالیز خشکی رودخانه از دیدگاه هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه)

محمد ناظری تهرودی^{1*} - کیوان خلیلی² - جواد بهمش³ - کامران زینال زاده⁴

تاریخ دریافت: 1394/02/02

تاریخ پذیرش: 1394/07/20

چکیده

با تحلیل سوابق تاریخی پدیده‌ی خشکسالی و با تکیه بر آمار و اطلاعات موجود می‌توان احتمال وقوع خشکسالی را برای مناطق مختلف برآورد نمود و با ایجاد طرح‌های مواجهه با خشکسالی مشکلات ناشی از آن را تا حد زیادی کاهش داد. در این تحقیق با استفاده از داده‌های دبی روزانه رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه، سری زمانی حجم خشکی رودخانه‌های مورد نظر، استخراج گردید. بعد از بررسی اولیه، داده‌های حجم خشکی رودخانه‌های دریاچه ارومیه با استفاده از توابع رایج هیدرولوژی برازش داده شد و تابع لاگ پیرسون نوع 3 به عنوان توزیع غالب انتخاب گردید. با استفاده از توزیع غالب و روش تخمین پارامتر گشتاورهای میانگین متفرقه، دوره بازگشت حجم خشکی 2 تا 10000 ساله استخراج گردید. نتایج محاسبه دوره بازگشت نشان‌دهنده حجم خشکی حدود 92، 125، 228، 150، 110، 1742، 90، 77، 690، 280، 65 و 68 میلیون متر مکعب به ترتیب در رودخانه‌های شهرچای، باراندوزچای، نازلوچای، مهابادچای، روضه چای، گادارچای، سیمینه رود، زولاچای، آجی چای، صوفی چای، لیلان چای و مردوق چای در دوره بازگشت 10000 ساله بود. نتایج بررسی روش‌های تخمین پارامترهای تابع توزیع آماری لاگ پیرسون نشان داد که روش گشتاورهای میانگین متفرقه از بین 4 روش ذکر شده بیشترین دقت را دارد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خشکی هیدرولوژیکی، توابع آماری، حجم خشکی رودخانه، دریاچه ارومیه

مقدمه

زیر یک آستانه مشخص باقی مانده و حجم کسری رواناب زیرآستانه را ایجاد کرده است. در شرایطی که آب یک رودخانه برای آبیاری یا تهیه آب بدون استفاده از هرگونه مخزن ذخیره، کافی نباشد، تحلیل‌های جریان حداقل، مهمترین عامل بشمار می‌آید (4). کلودیو و همکاران (3) به آنالیز فراوانی خشکسالی در منطقه سایسلی واقع در پارمو ایتالیا بر روی سیستم مخازن چندگانه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تکنیک تولید داده‌های مصنوعی برای جریانات سالانه امکان تجزیه و تحلیل دوره‌های تداوم خشکسالی برای مخازن چندگانه را امکان‌پذیر می‌کند. همچنین، نتایج حاصل از کار آنها نشان داد مدل‌های ترکیبی مارکوف می‌توانند به جای مدل‌های $ARMA(p,q)$ برای شرایط خشک و نرمال بکار روند. سرینالدی و همکاران (17) به بررسی ویژگی‌های احتمالاتی خشکسالی با استفاده از روش‌های تجربی و تئوری برای دوره بازگشت‌های مختلف پرداختند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که یک تطابق خوبی بین روش‌های تجربی و تئوری وجود دارد. شاه‌محمدی و همکاران (18) براساس آمار بلند مدت بارندگی سالیانه در ایران، سال‌های خیلی خشک تا خیلی مرطوب را برای پنج ایستگاه بوشهر، مشهد، تهران، اصفهان و جاسک تعیین کرده‌اند. لی (12) با کاربرد تحلیل فراوانی

خشکسالی از دیده‌گاه هیدرولوژیکی عبارت است از وقوع یا ادامه همان خشکسالی هواشناسی به طوری که باعث کمبود در منابع آب سطحی مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن آب و منابع آب‌های زیرزمینی شود. این گونه تحلیل‌ها که بطور کلی بر روی جریان‌های سطحی، مخازن آب، دریاچه‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی صورت می‌گیرد، تحت عنوان خشکسالی هیدرولوژیک قلمداد شده و مورد مطالعه قرار می‌گیرد. به همین جهت داده‌های مربوط به کمیت جریان رودخانه‌ها در این مطالعات از اهمیت اساسی برخوردار است. این داده‌ها شامل، سطح، جریان رودخانه و تداوم دوره‌های بدون جریان می‌باشد (5). به طور کلی مطالعات خشکسالی هیدرولوژیک بر روی رواناب سالیانه، حداکثر جریان سالانه یا دوره جریان حداقل متمرکز می‌شود. مهم‌ترین تحلیل‌ها در این رابطه، تحلیل طول دوره‌ای است که جریان

1- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*) نویسنده مسئول: Email: m_nazeri2007@yahoo.com
2، 3 و 4- به ترتیب استادیار، دانشیار و استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

می‌باشد. این دریاچه در جهت شمالی- جنوبی و در امتداد مرز استان- های آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی قرار گرفته است. این حوضه با وسعتی برابر 52700 کیلومتر مربع و مساحتی معادل 3/21 درصد مساحت کل کشور، بین مدار 35 درجه و 40 دقیقه تا 38 درجه و 29 دقیقه عرض شمالی و نصف النهار 44 درجه و 13 دقیقه تا 47 درجه و 53 دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. در این مطالعه از داده‌های دبی روزانه (m^3/s) رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه استفاده گردیده است. جدول (1) مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه و شکل (1) موقعیت رودخانه‌ها را در حوضه آبریز نشان می‌دهد.

استخراج مدت دوام‌های خشکی

مدت دوام دوره‌های پیوسته خشکی از سری زمانی داده‌های دبی روزانه 13 ایستگاه مورد مطالعه استخراج گردید. ابتدا سال میانگین برای هر 365 روز سال با استفاده از رابطه 1 محاسبه می‌شود (14).

$$K_i = \frac{\sum Y_{ij}}{n} \quad (1)$$

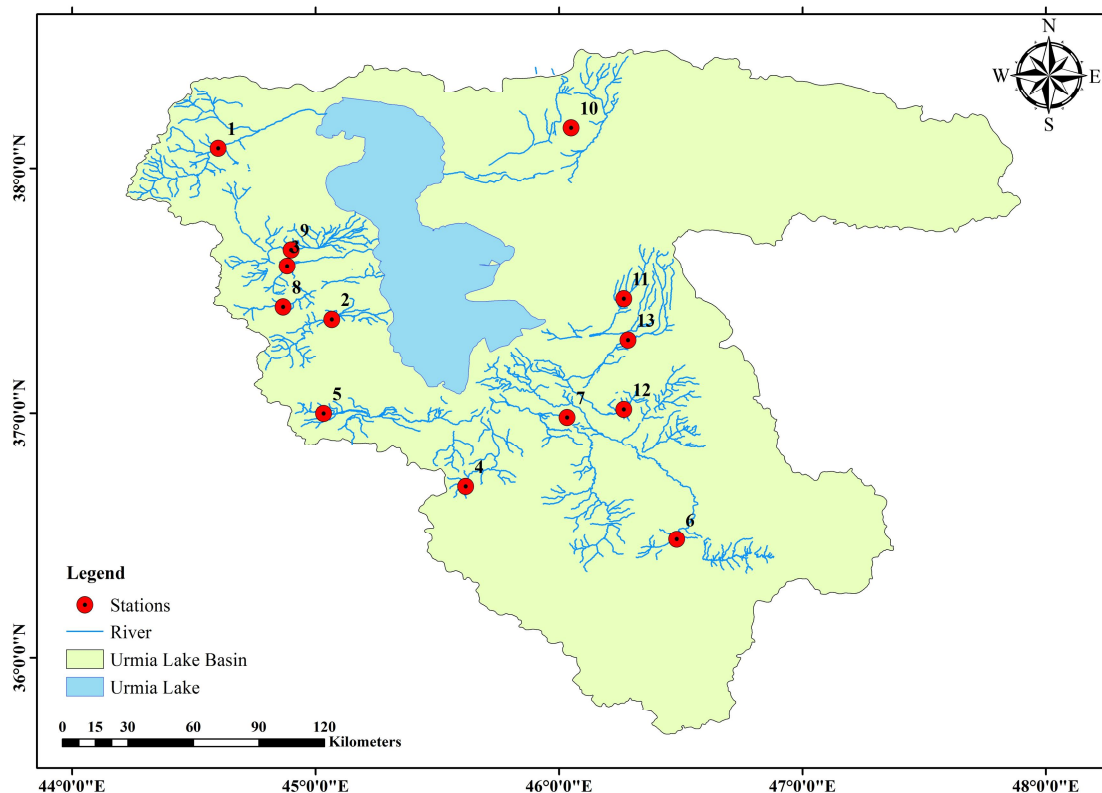
(For $i=1,2,3,\dots,365$)

بارندگی در مطالعه خصوصیات پراکندگی بارندگی در چیا- نان تایوان جنوبی با استفاده از توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال، پیرسون تیپ 3 و لوگ پیرسون نوع 3 در 178 ایستگاه دارای داده‌های بارندگی سالانه برای بیش از 10 سال نشان داد که توزیع لوگ پیرسون تیپ 3 در میان توزیع‌های احتمالاتی بهترین شناخته شده است. هافتون (8) بیان کرد که تابع‌های برازش قدیمی سه پارامتری مانند لوگ نرمال برازش خوبی بر داده‌های سیلابی ندارند. ایشان تابع ویکبای 5 پارامتری را معرفی کرد که بسیار انعطاف‌پذیر بود و اشکال مختلف داده‌ها را شامل می‌شد. بعد از آن مطالعات زیادی از جمله کامار (11) و کرول و ووگل (10) در رابطه با این توزیع جهت برازش داده‌های سیلاب و باران و محاسبه دوره بازگشت آن‌ها انجام گردید. هدف از تحقیق حاضر بررسی توزیع‌های آماری غالب بر داده‌های حجم خشکی رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه، روش‌های تخمین پارامترهای آن‌ها و برآورد دوره بازگشت داده‌های مذکور جهت رسم نمودارهای شدت- مدت و فراوانی حجم خشکی رودخانه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دریاچه ارومیه بزرگترین و شورترین دریاچه دائمی و داخلی ایران



شکل 1- موقعیت حوضه دریاچه ارومیه و ایستگاه‌های مورد مطالعه
Figure 1- Location of Urmia Lake Basin and Studied Stations

جدول 1- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

Table 1- Properties of used stations in Urmia basin Rivers

شماره No	ایستگاه Station	رودخانه River	عرض Latitude	طول Longitude	دوره آماری Time Period	متوسط دبی (m ³ /s) Mean Discharge (m ³ /s)
1	چهریق علیا Chahriq-Olia	زولاچای Zola-Chai	38° 05'	44° 36'	1369-1389	5.39
2	دیزج Dizaj	باراندوزچای Barandouz-Chai	37° 23'	45° 04'	1353-1389	7.88
3	کلهور Kalhor	روضه‌چای Roze-Chai	37° 39'	45° 11'	1369-1389	1.36
4	کوتر Kotar	مهابادچای Mahabad-Chai	36° 42'	45° 37'9"	1369-1389	6.17
5	پی قلعه Pigalee	گادارچای Gadar-Chai	36° 58'	45° 23'	1369-1389	13.2
6	ساری قمیش Sarigamish	زرینه‌رود Zarineh-rood	36° 29'	46° 29'	1369-1389	49.28
7	تازه کند Tazekand	سیمینه‌رود Simineh-rood	36° 39'	46° 10'	1369-1389	7.55
8	میرآباد Mirabad	شهرچای Shahr-chai	37° 30'	45° 01'	1369-1382	5.15
9	تپیک Tapik	نازلوچای Nazloo-chai	37° 40'	44° 54'	1352-1389	11.5
10	آخولا Akhola	آجی‌چای Aji-Chai	38° 10'	46° 03'	1363-1389	8.53
11	تازه کند Tazekand	صوفی‌چای Sofi-Chai	37° 28'	46° 16'	1352-1389	3.84
12	شیرین کند Shirinkand	لیلان‌چای Leilan-Chai	37° 01'	46° 16'	1353-1389	1.68
13	قشلاق امیر Qeshlag-Amir	مردوق‌چای Mardoq-chai	37° 18'	46° 17'	1353-1391	2.45

با استفاده از آزمون‌های من-کندال، ران تست (والد-ولفوویتس) و ویلکاکسون استفاده می‌شود. جهت اطلاع بیشتر در مورد روش‌های بررسی اولیه داده‌ها به ناظری و همکاران (15) مراجعه شود. بعد از تصحیح، تکمیل و بررسی اولیه داده‌های سری زمانی حجم خشکی رودخانه، این داده‌ها با توابع توزیع برازش رایج برازش داده می‌شوند و توزیع منتخب با استفاده از آزمون نکوبی برازش کولموگرف-اسمیرنف انتخاب می‌شود.

آزمون کولموگرف-اسمیرنف

آزمون کولموگرف-اسمیرنف جهت پیدا کردن توزیع خاص نمونه‌ها به کار می‌رود. این آزمون بر اساس تابع توزیع تجربی می‌باشد. N تعداد داده مرتب مفروض Y1, Y2, ..., Yn در نظر گرفته و تابع توزیع تجربی به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$En = n(i) / N \quad (2)$$

که n(i) تعداد نقاط کمتر از yi است و yi از کوچکترین مقدار تا

که در آن Ki برابر با سال میانگین روز i ام، Yij برابر با دبی روز i ام در سال z ام و n برابر با تعداد سال دوره آماری است. با فرض Ki برابر با سال میانگین یکم مهرماه، $\sum Y_{ij}$ برابر با مجموع دبی یکم مهرماه تمام سال‌های دوره آماری خواهد بود. به همین ترتیب سال میانگین برای دوم مهرماه، سوم مهرماه تا سال میانگین 31 شهریور محاسبه و سپس دبی روزانه از مقدار سال میانگین همان روز کم شده و با انتخاب بیشترین حجم خشکی (منفی‌ترین) پیوسته 1 تا 60 روزه، دوام‌های خشکی 60، ...، 3، 2، 1 روز استخراج می‌گردد. بعد از استخراج مدت دوام‌های خشکی 1 تا n روزه، سال‌های فاقد داده خشکی، با استفاده از روش رگرسیون یا روش‌های درون‌یابی تصحیح و تکمیل می‌شود. از آنجا که فرض اولیه برای داده‌های هیدرولوژیکی ایستا بودن آن‌ها است، لذا قبل از انجام هرگونه محاسبات بر روی داده‌ها نیاز است که ایستایی و حتی همگنی داده‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. داده‌های دبی و حجم خشکی رودخانه‌های مورد مطالعه مورد بررسی اولیه قرار خواهند گرفت. بررسی اولیه هر دو سری داده شامل آزمون‌های روند، استقلال و ایستایی و همگنی می‌باشد که به ترتیب

$$\log_a G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log_a x_i \quad (8)$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = m + \frac{\lambda}{\alpha}$$

$$\beta = \alpha k \quad \text{with} \quad k = \frac{1}{\log_e a} \quad (9)$$

$$f(\alpha) = \frac{\log_a(1 - \frac{1}{\alpha k}) + \frac{1}{\alpha} - \log_a \bar{x} - \log_a G}{\log_a(1 - \frac{1}{\alpha^2 k^2}) - \log_a \bar{x} - \log_a H} = 0 \quad (10)$$

$$f'(\alpha) = \frac{\log_a \beta}{\alpha^2} (\frac{1}{c} - 1) - \frac{2}{k \alpha^3 \beta} (\frac{1}{\alpha} + \log_a c) \quad (11)$$

$$\beta = (a - \frac{1}{\alpha^2 k^2}) \quad \text{and} \quad c = (a - \frac{1}{\alpha k}) \quad (12)$$

$$\lambda = \frac{\log_a H - \log_a \bar{x}}{\log_a(1 - \frac{1}{\alpha^2 k^2})} \quad (13)$$

$$m = \log_a G - \frac{\lambda}{\alpha} \quad (14)$$

در این روابط اگر r برابر با 1 باشد، میانگین حسابی و اگر r برابر با -1 باشد، میانگین هارمونیک محاسبه می‌شود، اندیس L بیانگر توزیع لاگ پیرسون، a برابر با 10، \bar{x} میانگین داده‌ها، α ، β ، λ پارامترهای تابع است. روابط 6 و 7 به ترتیب با قرار دادن $r=1$ و $r=-1$ بدست می‌آیند. در این روش ابتدا پارامتر α با استفاده از روش نیوتن-رافسون محاسبه می‌شود. به این صورت که روابط 10 و 11 محاسبه و با استفاده از روش حل معادلات غیرخطی نیوتن-رافسون، پارامتر α محاسبه می‌شود. چنانچه $f'(\alpha)$ صفر شود، از روش سکانت جهت محاسبه پارامتر α استفاده می‌شود و فرآیند محاسبه α پایان می‌یابد. با استفاده از پارامتر α و روابط 9، 12 و 13 پارامترهای مدل می‌آید. جهت اطلاع از سایر روش‌های برآورد پارامترهای توزیع لوگ پیرسون نوع 3 به ناظری تهرودی و همکاران (14) مراجعه شود.

جهت بررسی نکویی برازش پارامترهای توزیع از آزمون خی-دو و بدون کلاس‌بندی داده‌ها استفاده شد. آزمون خی-دو برای پاسخ این سوال که آیا یک نمونه از داده‌های به دست آمده از یک جامعه از توزیع مورد نظر تبعیت می‌کند یا نه استفاده می‌گردد. ویژگی جالب آزمون نکویی برازش خی-دو آن است که می‌تواند برای هر توزیع تک متغیره که بتوان تابع توزیع تجمعی آن را محاسبه نمود به کار رود.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (15)$$

که در آن O_i فراوانی مشاهده برای رده i ، n تعداد داده‌ها و E_i فراوانی مورد انتظار برای رده i است و به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود.

بزرگترین مقدار مرتب شده است. این تابع یک تابع پله‌ای است که در هر نقطه از داده‌های ترتیبی با ضریب $1/n$ افزایش می‌یابد (6).

توزیع لوگ پیرسون تیپ 3

از آنجا که در منطقه مورد مطالعه، توزیع غالب داده‌های حجم خشکی رودخانه توزیع لاگ پیرسون نوع سه بدست آمد، لذا آماره این آزمون مورد بررسی قرار گرفت. توزیع لوگ پیرسون نوع 3 و پارامترهای آن به شرح زیر برآورد می‌گردد (7 و 12):

$$f(x) = \left[\frac{(\ln x - c)^{b-1} \exp[-\frac{\ln x - c}{\alpha}]}{[\alpha \Gamma(b)]} \right] \quad (3)$$

$$b = \frac{4}{g^2}; \quad \alpha^2 = \frac{m_2 g^2}{4}; \quad c = \bar{y} - \alpha$$

بعد از انتخاب توزیع منتخب با استفاده از آماره کولموگروف-اسمیرنوف، اقدام به تخمین پارامترهای توزیع منتخب جهت برآورد دوره بازگشت می‌شود. برای این منظور، روش‌های متعددی از جمله گشتاورهای معمولی، گشتاورهای پیشرفته متوسط متفرقه، گشتاورهای کاربردی لگاریتم مشاهده‌ها و حداکثر درستنمایی وجود دارد. در این مطالعه چهار روش فوق مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

روش گشتاورهای میانگین متفرقه¹

این روش، اولین بار توسط بایی و اشکار (1) جهت برآورد پارامترهای تابع توزیع لاگ پیرسون معرفی شد. این روش به شرح زیر است:

$$A(r) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^r \right)^{\frac{1}{r}} \quad (4)$$

$$\lim_{r \rightarrow 0} A(r) = G \quad (5)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = (\mu'_1)_L = \frac{e^k}{(1 - \frac{r}{\beta})^\lambda} \quad (6)$$

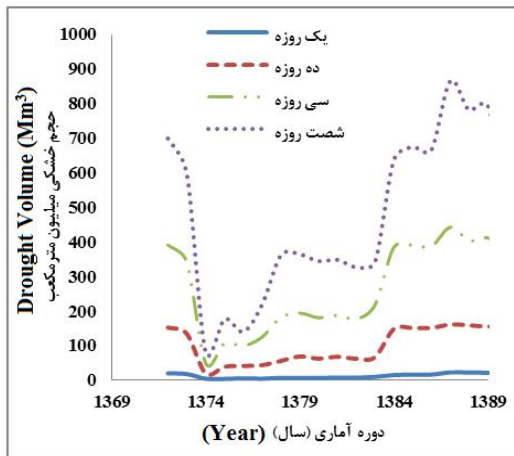
$$\frac{1}{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = (\mu'_{-1})_L = \frac{e^{-k}}{(1 + \frac{r}{\beta})^\lambda} \quad (7)$$

داده‌های خشکی‌های رودخانه‌ها با استفاده از روش میانگین و داده‌های روزانه دبی منطقه مورد مطالعه استخراج و تا مدت دوام 60 روزه تصحیح و تکمیل شد. برای نمونه، نتایج حاصل از محاسبه حجم خشکی دو رودخانه زرینه‌رود و مهابادچای به شرح شکل‌های 2 و 3 است.

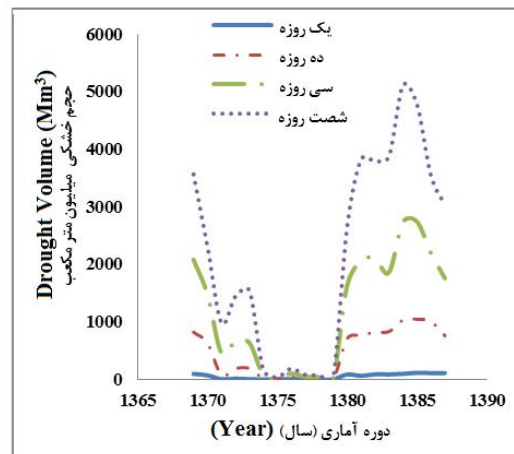
$$E_i = n(F(Y_n) - F(Y_i)) \quad (16)$$

به طوری که F تابع توزیع تجمعی و Y_i و Y_n حد بالا و حد پایین طبقه i هستند. آماره آزمون تقریباً دارای توزیع خی‌دو با درجه آزادی K-c است که در آن k تعداد سلول‌های (خانه‌های) پر و c تعداد پارامترهای برآورد شده برای توزیع بعلاوه یک است (2).

نتایج و بحث



شکل 3- حجم خشکی استخراج شده رودخانه مهابادچای



شکل 2- حجم خشکی استخراج شده رودخانه زرینه رود

Figure 3- The drought volume extracted of Mahabad-Chai

Figure 2- The drought volume extracted of Zarineh-rood river

آزمون‌های تصادفی، روند و همگنی داده‌ها در سطح معنی‌دار 1 درصد به شرح جدول 2 ارائه گردید.

داده‌های حجم خشکی استخراج شده قبل از برازش با توابع توزیع برازش با استفاده از آزمون‌های والد-ولفوییتس (استقلال و ایستایی)، کندال (روند) و ویلکاکسون (همگنی) مورد آزمون قرار گرفتند و نتایج

جدول 2- نتایج بررسی اولیه داده‌ها

Table 2- Results of first evaluation of data

آزمون Test	باراندوزچای Barandouz-Chai	نازلوچای Nazloo-Chai	شهرچای Shahr-Chai	گادارچای Gadar-Chai	روضه‌چای Rozeh-Chai	مهابادچای Mahabad-Chai	زرینه‌رود Zarineh-rood
w-w Test	Statistics 0.93	2.13	1.40	3.62	3.02	3.98	3.81
	p-Value 0.34	0.03	0.16	0.00	0.00	6.95	0.00
Kendall	Statistics 2.40	0.96	0.17	3.47	3.06	3.42	2.09
	p-Value 0.68	0.35	0.85	0.00	0.48	0.00	0.03
Wilcoxon	Statistics 0.04	0.06	0.62	2.05	2.32	2.73	2.49
	p-Value 0.96	0.94	0.53	0.00	0.01	0.00	0.01
آزمون Test	مردوقچای Mardoq-Chai	لیلانچای Leilan-Chai	صوفی‌چای Sofi-Chai	آجی‌چای Aji-Chai	زولاچای Zola-Chai	سیمینه‌رود Simineh-rood	
w-w Test	Statistics 3.45	4.30	1.61	2.21	1.99	2.85	
	p-Value 0.00	1.70	0.10	0.00	0.04	0.00	
Kendall	Statistics 2.79	1.90	0.97	3.31	2.53	3.63	
	p-Value 0.00	0.05	0.32	0.00	0.01	0.00	
Wilcoxon	Statistics 1.71	2.56	0.45	3.04	2.30	3.51	
	p-Value 0.08	0.01	0.39	0.00	0.02	0.00	

دوره بازگشت‌ها داده‌ها را به شدت تغییر می‌دهد، لذا با استفاده از شیب خط روند میزان افزایش هر ساله حجم خشکی بدست آمد و سپس از داده‌های هر ساله به مقدار شیب خط روند کم شده تا آماره Statistics مربوط به دو آزمون من - کندال و والد - ولفوویتس این رودخانه‌ها کاهش یابد و غیرمعنی‌دار شود. نتایج به شرح جدول 3 ارائه گردید. بررسی توابع توزیع آماری و همچنین برازش آنها بعد از کاهش آماره‌های آزمون انجام شد.

همان‌طور از شکل‌های 2 و 3 و جدول 2 مشخص است، داده‌های حجم خشکی رودخانه‌های مورد مطالعه دارای روند مثبت (معنی‌دار و غیرمعنی‌دار) می‌باشند. در واقع تمام پارامترهای هیدرولوژیکی موجود دارای روند (معنی‌دار و غیرمعنی‌دار) افزایشی یا کاهش می‌باشند که قبل از انجام هر گونه محاسبات، این روند باید از بین رود و یا در سطح قابل قبولی غیرمعنی‌دار باشد. چند رودخانه از بین رودخانه‌های مورد بررسی در سطح 1 درصد نتایج معنی‌دار روند و ایستایی را نشان دادند. از آنجا که استفاده از روش تفاضل‌گیری، تابع توزیع و حجم

جدول 3- نتایج بررسی اولیه داده‌ها بعد از اعمال شیب خط روند

Table 3- Results of first evaluation of data after applied the trend line's slope

آزمون Test	باراندوزچای Barandouz- Chai	نازلوچای Nazloo- Chai	شهرچای Shahr- Chai	گادارچای Gadar- Chai	روضه‌چای Rozeh- Chai	مهابادچای Mahabad- Chai	زرینه‌رود Zarineh- rood
w-w Test	Statistics 0.93	2.13	1.40	2.37	2.52	2.58	2.60
	p-Value 0.34	0.03	0.16	0.07	0.10	0.14	0.07
Kendall	Statistics 2.40	0.96	0.17	2.51	2.48	2.62	2.01
	p-Value 0.68	0.35	0.85	0.03	0.12	0.04	0.03
Wilcoxon	Statistics 0.04	0.06	0.62	1.89	2.01	2.44	2.37
	p-Value 0.96	0.94	0.53	0.08	0.01	0.01	0.01
آزمون Test	مردوق‌چای Mardoq-Chai	لیلان‌چای Leilan- Chai	صوفی‌چای Sofi-Chai	آجی‌چای Aji-Chai	زولاچای Zola-Chai	سیمینه‌رود Simineh- rood	
w-w Test	Statistics 2.58	2.69	1.61	2.21	1.99	2.41	
	p-Value 0.11	0.91	0.10	0.05	0.04	0.02	
Kendall	Statistics 2.27	2.31	0.97	2.28	2.53	2.36	
	p-Value 0.03	0.08	0.32	0.03	0.01	0.03	
Wilcoxon	Statistics 1.98	1.78	0.45	2.01	2.30	2.23	
	p-Value 0.08	0.18	0.39	0.09	0.02	0.04	

پارامتر میانگین متفرقه از بین 4 روش مورد بررسی از مقدار خیلی دو کمتری در تمام رودخانه‌ها برخوردار است. جهت اطمینان از انتخاب برتر روش تخمین پارامتر علاوه بر آماره خی دو، همبستگی مشخصات آمار توصیفی داده‌های تاریخی و داده‌های مدل شده بدست آمد. نتایج بررسی و صحت‌سنجی روش‌های تخمین پارامترهای مدل مربوط به تمام رودخانه‌ها در جدول 5 قابل مشاهده است. به عنوان نمونه، نمودار داده‌های آمار توصیفی تاریخی و مدل‌شده‌ی رودخانه گادارچای به شرح شکل‌های 4 الی 15 ارائه شده است. بعد از بررسی اولیه و انتخاب توزیع غالب، دوره بازگشت حجم خشکی رودخانه‌های مورد مطالعه در مدت دوام‌های 1 تا 10000 سال برآورد و به صورت شکل‌های 4 تا 15 ارائه گردید.

نتایج بررسی همبستگی بین داده‌های آمار توصیفی مشاهده‌ای و برازش یافته شده نشان می‌دهد که روش تخمین پارامتر میانگین متفرقه از دقت بالاتری برخوردار است. روش گشتاورها در رتبه دوم و روش رایج حداکثر درستنمایی کمترین دقت را دارا می‌باشد.

با توجه به شکل‌های 5 تا 17 شدت و حجم خشکی یا کمبود

قبل از تخمین پارامترهای تابع توزیع برازش لاگ پیرسون نوع 3، ابتدا داده‌های خشکی رودخانه با کمک نرم افزار EasyFit و با بیش از 60 تابع توزیع برازش یافته و با استفاده از آزمون کلموگرف - اسمیرنف، تابع لاگ پیرسون نوع 3 به عنوان تابع برتر انتخاب شد. نتایج آزمون‌های نکویی برازش اندرسون دارلینگ و کای مربع نیز جهت بررسی دقیق‌تر اضافه گردید. بعد از تأیید نتایج بررسی اولیه داده‌ها و آزمون‌های آماری، داده‌های سری زمانی حجم خشکی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه، با استفاده از تابع توزیع برازش لاگ پیرسون نوع 3 برازش یافتند. جهت تخمین پارامترهای تابع لاگ پیرسون نوع 3 از روش میانگین متفرقه استفاده شد و جهت اطمینان از دقت این روش، 3 روش گشتاورهای معمولی، حداکثر درستنمایی و گشتاورهای کاربردی لگاریتم مشاهده‌ات استفاده شد و 4 روش ذکر شده برای داده‌های حجم خشکی با مدت دوام 1 تا 60 روزه و برای تمام رودخانه‌ها محاسبه گردید. نتایج محاسبه آماره خی دو هر 4 روش در جدول 4 ارائه شده است.

همان‌طور که از جدول 4 قابل مشاهده است، روش تخمین

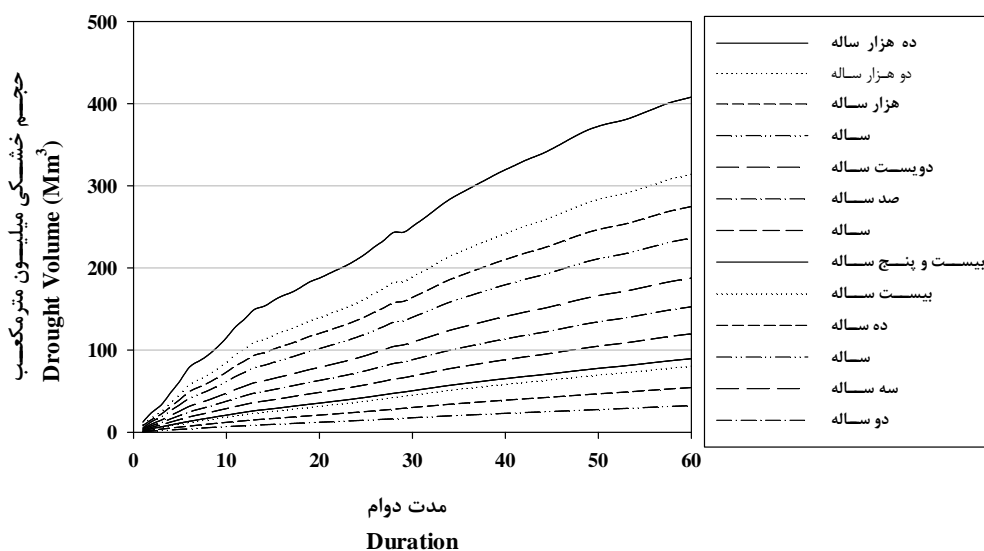
آورد سالانه رودخانه گادارچای چنین به نظر می‌رسد که دوره بازگشت بیش از 100 سال برای این رودخانه قابل اعتماد نباشد.

جریان در هر دوره زمانی با دوره بازگشت مشخص، مشاهده می‌شود. بیشترین حجم خشکی مربوط به رودخانه گادارچای (با حجم آورد سالانه حدود 416 میلیون متر مکعب) با حجم کمبود 1742 میلیون متر مکعب و کمترین آن مربوط به رودخانه مردوقچای با مقدار 68 میلیون متر مکعب در دوره بازگشت 10000 ساله است. با توجه به

جدول 4- نتایج آماره خی دو در تخمین پارامترهای تابع توزیع برازش لاگ پیرسون نوع 3

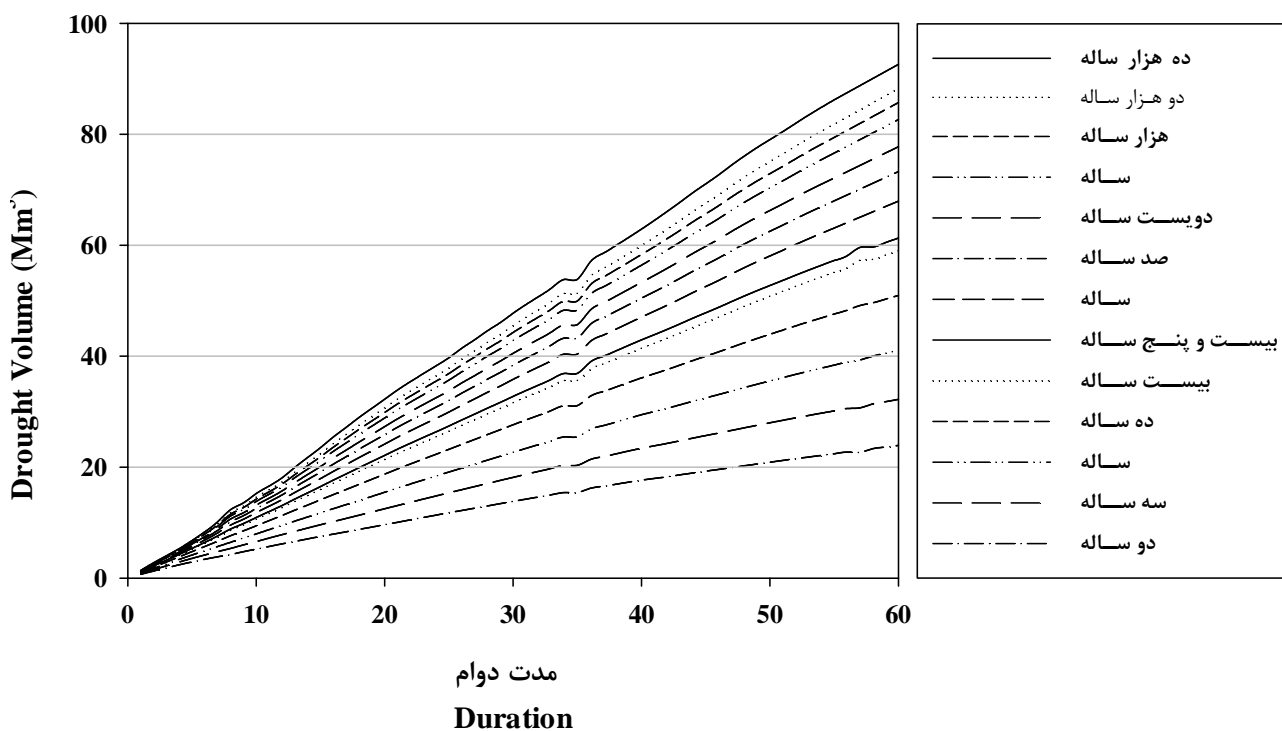
Table 4- Results of Chi-Squared test in estimation of Log Pearson type III parameters

رودخانه River	حداکثر درستنمایی Max-Likelihood	لگاریتم مشاهدات WRC	میانگین متفرقه SAM	گشتاروها Moments
زرینه‌رود Zarineh-rood	7.21	8.21	7.84	7.28
مهابادچای Mahabad-Chai	7.21	7.21	5.65	5.59
روضه‌چای RozeH-Chai	3.67	1.67	1.53	1.55
گادار چای Gadar-Chai	6.40	10.00	7.02	7.34
شهرچای Shahr-Chai	12.67	14.22	12.68	13.45
نازلوچای Nazloo-Chai	9.35	12.13	7.65	9.88
باراندوزچای Barandouz-Chai	13.22	9.32	8.77	8.67
سیمینه‌رود Simineh-rood	6.43	6.23	5.54	4.33
زولاچای Zola-Chai	20.45	10.34	3.12	3.26
آجی‌چای Aji-Chai	9.05	10.02	9.57	9.01
صوفی‌چای Sofi-Chai	8.85	9.07	7.26	7.67
لیلان‌چای Leilan-Chai	4.45	3.40	3.26	3.60
مردوق‌چای Mardoq-Chai	8.13	11.73	8.92	9.06



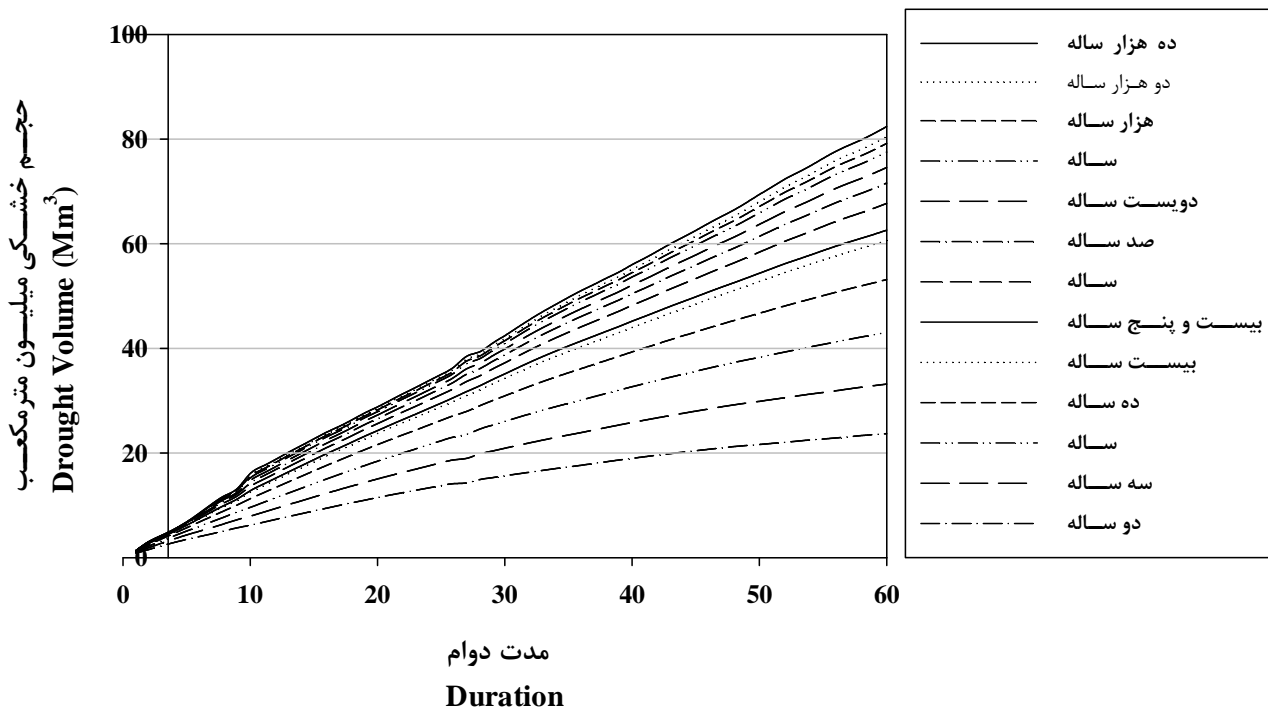
شکل 5- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه زرینه‌رود

Figure 5- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Zarineh-road River



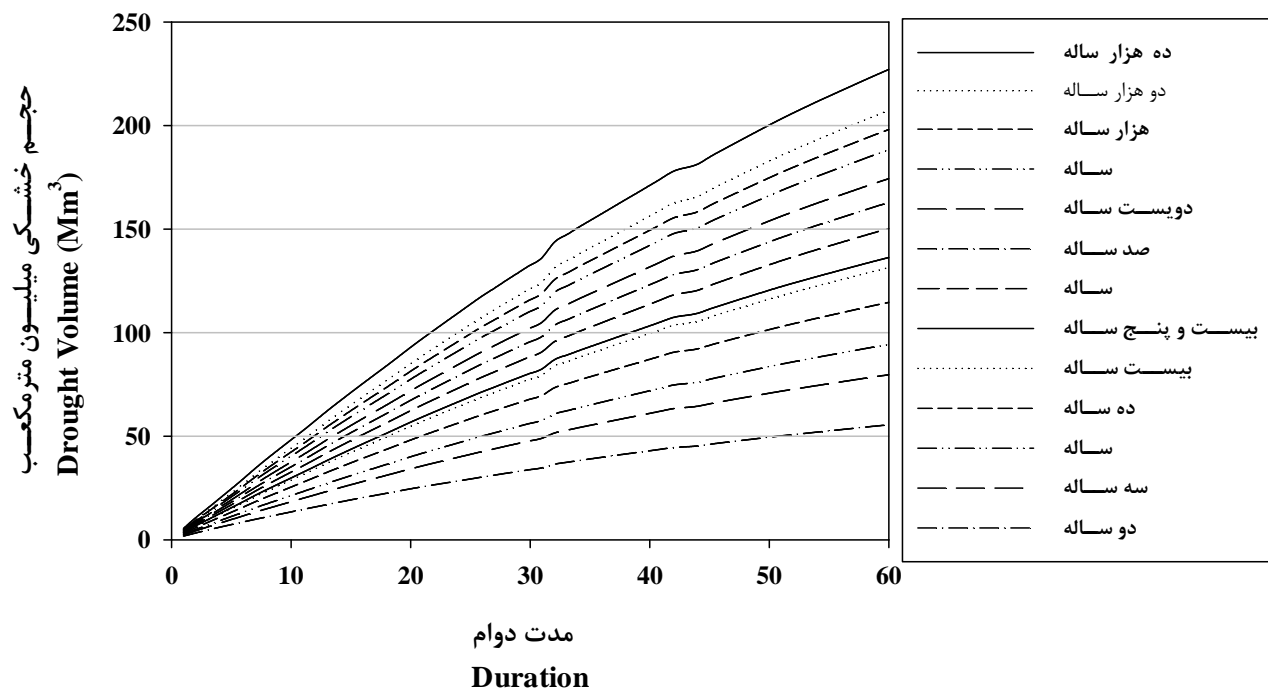
شکل 6- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه شهرچای

Figure 6- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Shahr-Chai River



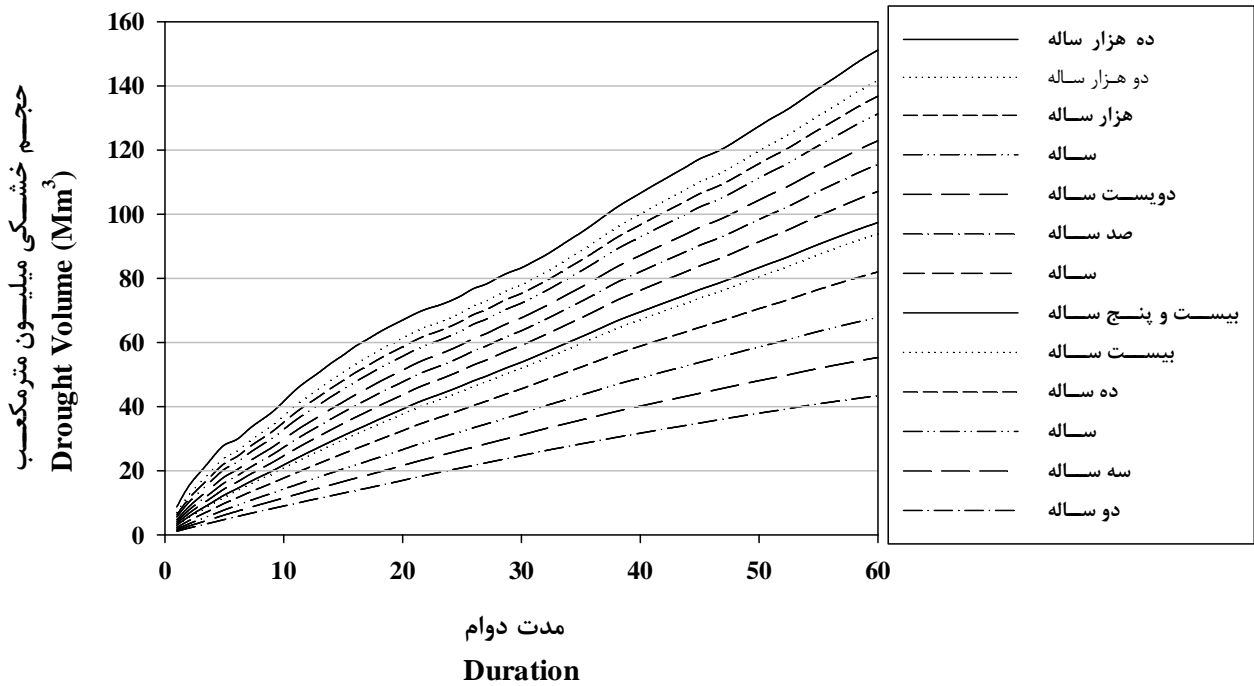
شکل 7- منحنی های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه باراندوزچای ارومیه

Figure 7- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Barandouz-Chai River

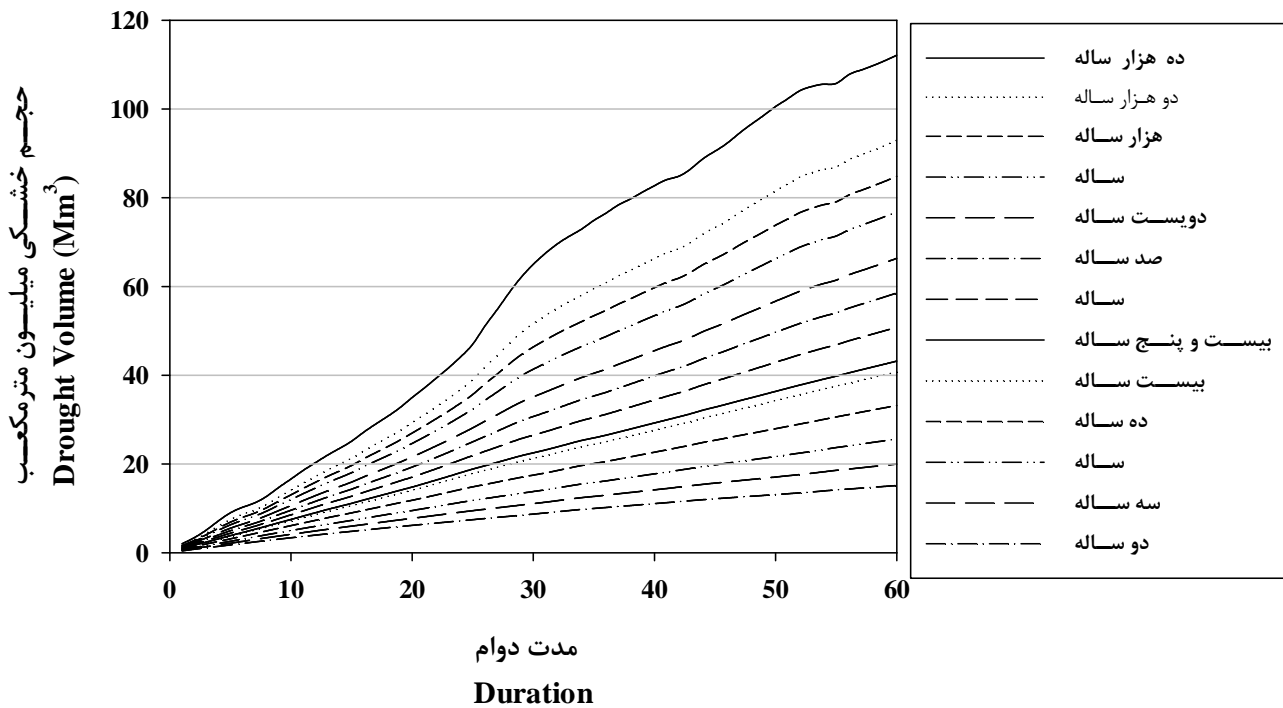


شکل 8- منحنی های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه نازلوچای ارومیه

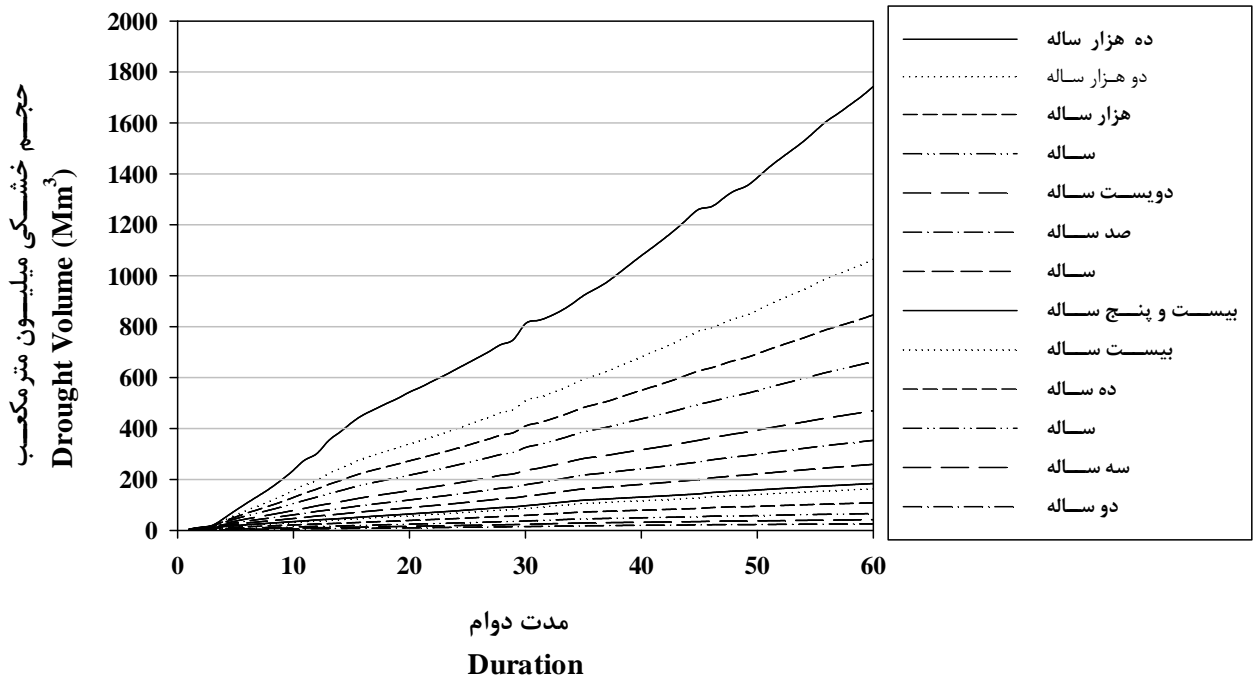
Figure 8- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Nazloo-Chai River



شکل 9- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه مه‌آبادچای
 Figure 9- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Mahabad-Chai River

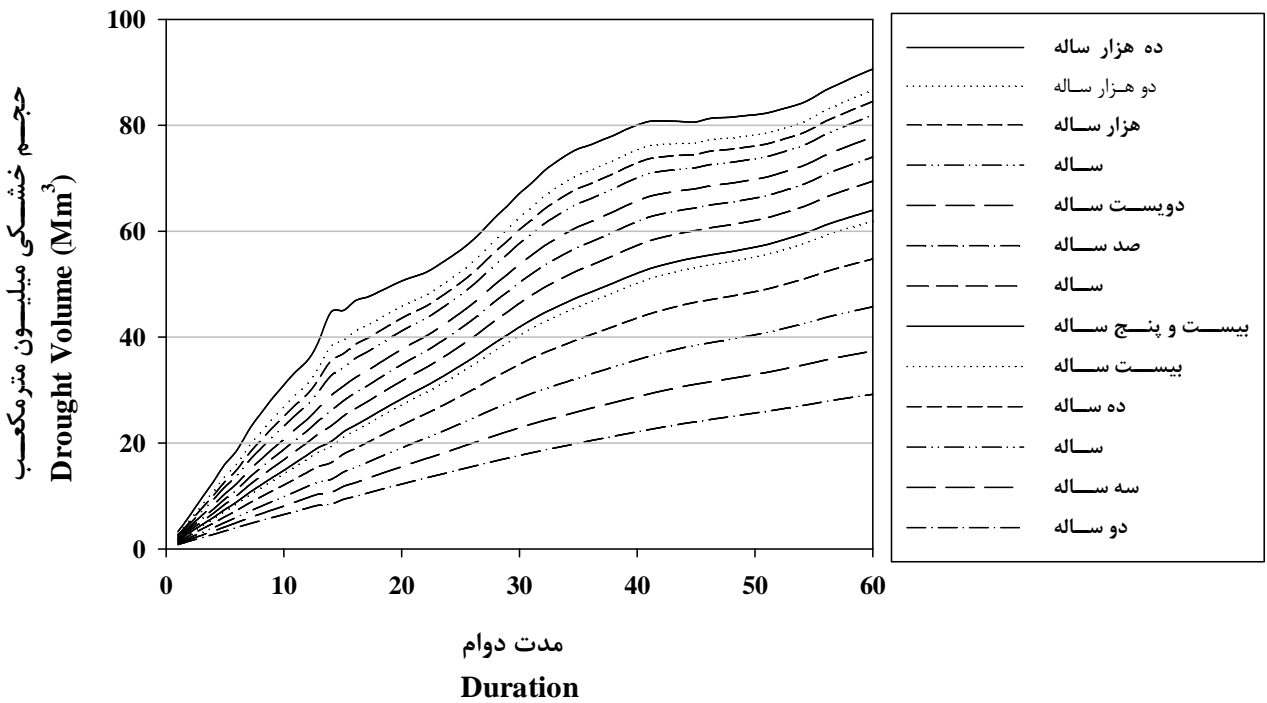


شکل 10- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه روزه‌چای
 Figure 10- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Rozeh-Chai River



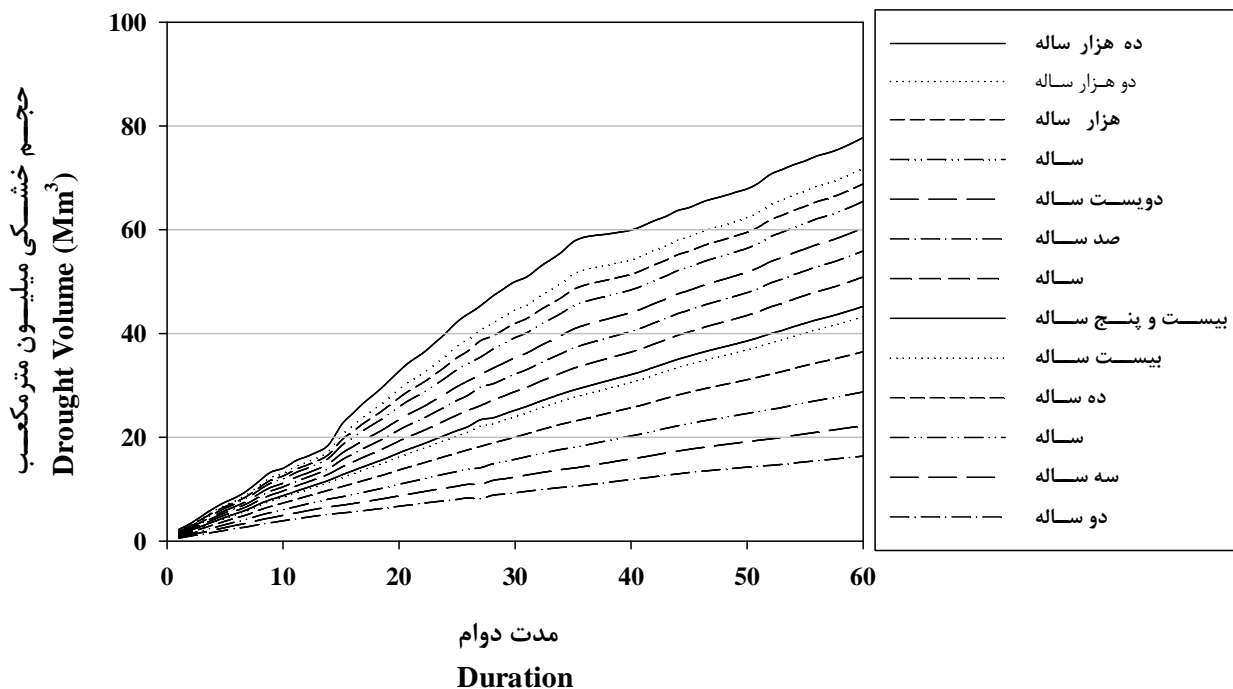
شکل 11- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه گادارچای

Figure 11- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Gadar-Chai River



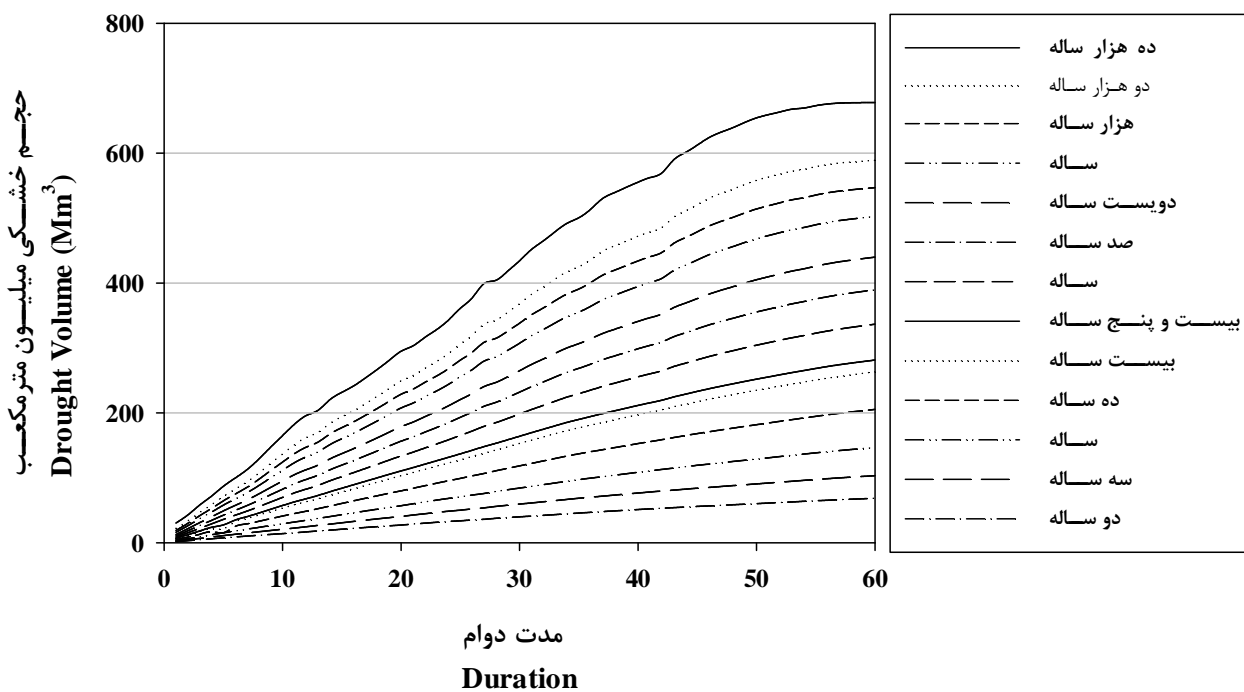
شکل 12- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه سیمینه رود

Figure 12- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Simineh-road River



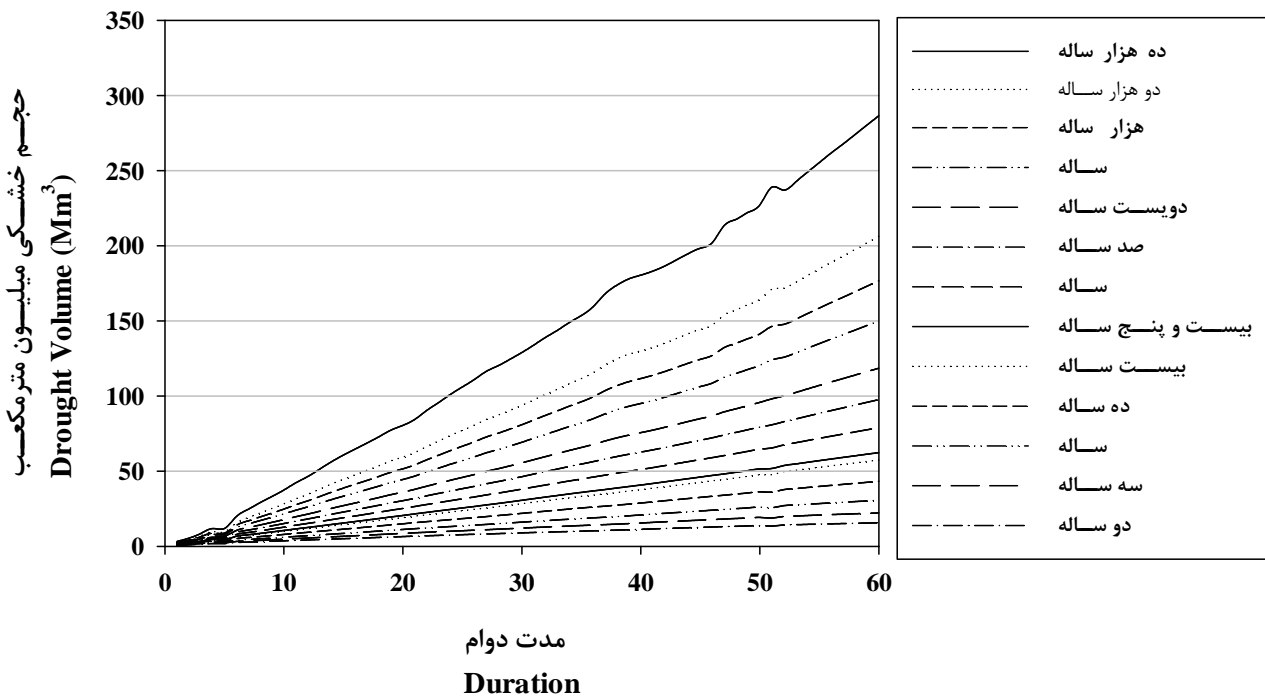
شکل 13- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه زولاچای

Figure 13- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Zola-Chai River



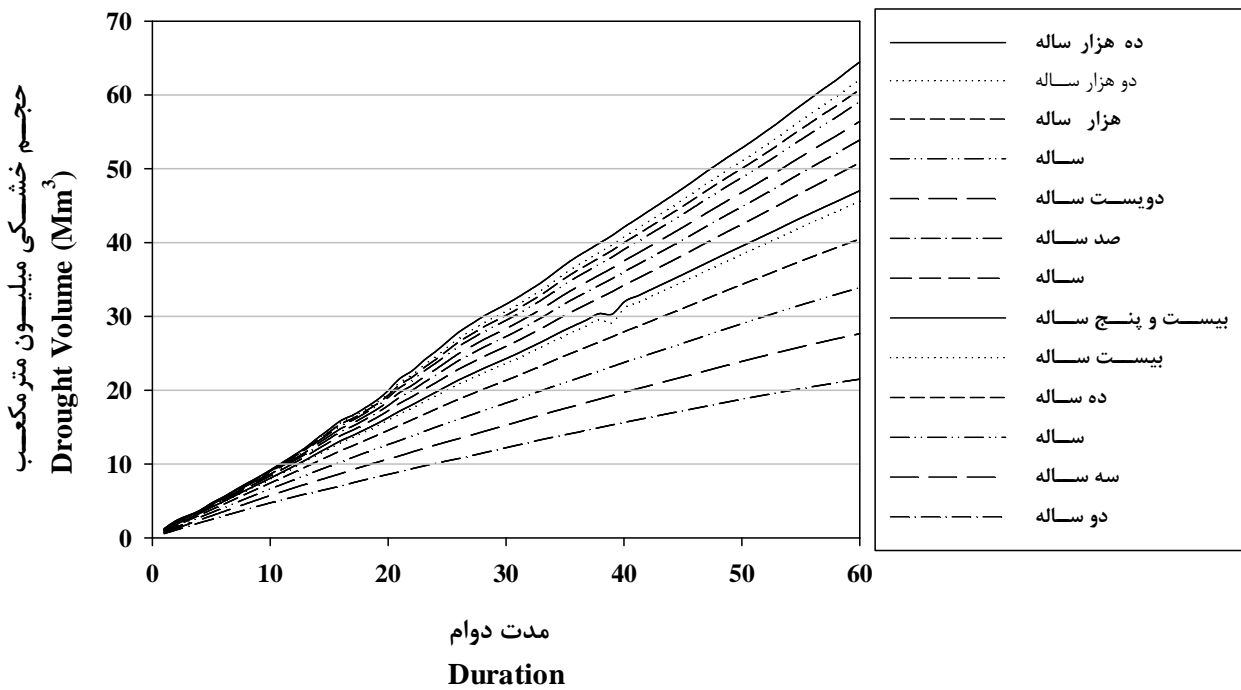
شکل 14- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه آجی‌چای

Figure 14- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Aji-Chai River



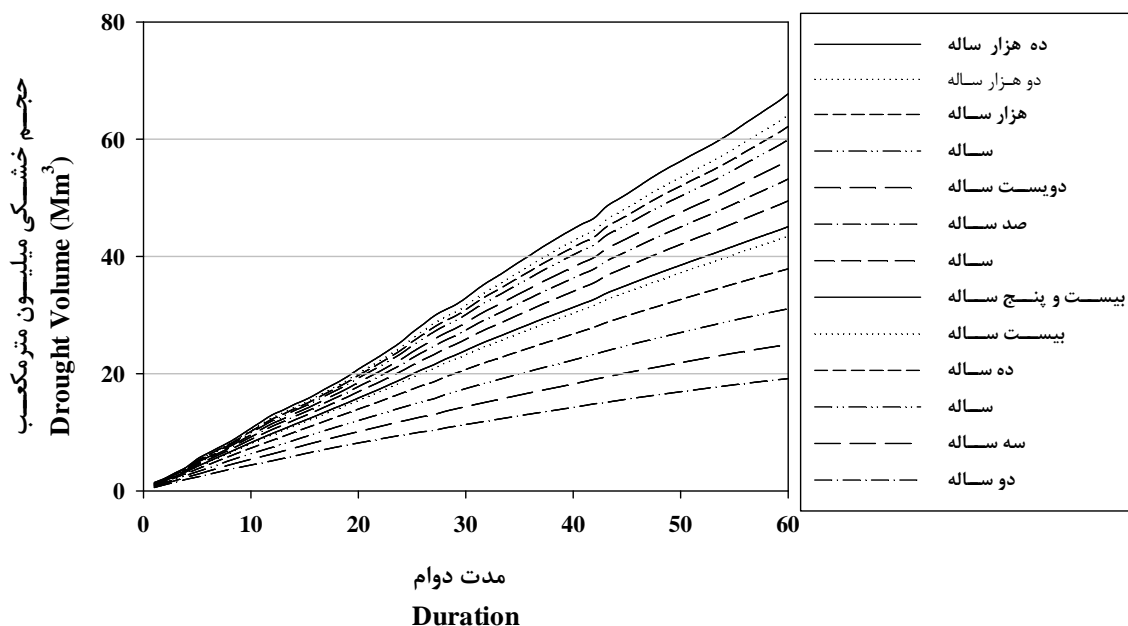
شکل 15- منحنی‌های شدت- مدت و فرکانس خشکی رودخانه صوفی‌چای

Figure 15- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Sofi-Chai River



شکل 16- منحنی‌های شدت- مدت و فرکانس خشکی رودخانه لیلان‌چای

Figure 16- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Leilan-Chai River



شکل 17- منحنی‌های شدت - مدت و فرکانس خشکی رودخانه مردوق چای
 Figure 17- The curves of intensity - duration and frequency of drought volume of Mardoq- Chai River
 جدول 5- همبستگی داده‌های آمار توصیفی تاریخی و مدل شده

Table 5- Correlation between the observed and historical data

رودخانه River	لگاریتم مشاهدات WRC	حداکثر درست‌نمایی Max-Likelihood	میانگین متفرقه SAM	گشتاروها Moments
زرینه‌رود Zarineh-rood	0.61	0.11	0.99	0.99
مهاباد چای Mahabad-Chai	0.65	0.40	0.98	0.98
روضه چای Rozeh-Chai	0.63	0.72	0.96	0.94
گادار چای Gadar-Chai	0.93	0.15	0.98	0.72
شهر چای Shahr-Chai	0.73	0.28	0.97	0.96
نازلو چای Nazloo-Chai	0.67	0.57	0.89	0.89
باراندوز چای Barandouz-Chai	0.91	0.51	0.96	0.96
سیمینه رود Simineh-rood	0.82	0.30	0.99	0.99
زولا چای Zola-Chai	0.80	0.19	0.99	0.97
آجی چای Aji-Chai	0.65	0.57	0.87	0.87
صوفی چای Sofi-Chai	0.89	0.65	0.94	0.95
لیلان چای Leilan-Chai	0.80	0.70	0.97	0.97
مردوق چای Mardoq-Chai	0.97	0.71	0.97	0.96

های حجم خشکی رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه با توزیع‌های آماری نشان داد که توزیع لوگ پیرسون نوع 3 در تمام موارد در گروه توزیع‌های برتر نسبت به داده‌های مذکور قرار گرفت. این موضوع با استفاده از آزمون‌های نکویی برازش کلموگروف-اسمیرنف، اندرسون دارلینگ و خی دو اثبات شد. هر 3 آزمون مذکور، توزیع لوگ پیرسون نوع 3 را در رتبه‌های 2 تا 3 معرفی کردند. توزیع لوگ پیرسون نوع 3 تقریباً توزیع غالب در تمام رودخانه‌ها بود. در حالی که سایر توزیع‌ها به طور پراکنده مشاهده می‌شدند. بر همین اساس تابع لاگ پیرسون نوع 3 به عنوان توزیع غالب انتخاب شد و داده‌های حجم خشکی، با این تابع برازش داده شدند. جهت تخمین پارامترهای تابع مذکور از روش میانگین متفرقه استفاده شد و برای اطمینان از دقت محاسبات، 3 روش تخمین پارامتر حداکثر درستنمایی، گشتاورهای وزن دار و روش گشتاورها استفاده شد و با نتایج روش میانگین متفرقه مقایسه گردید. در تمام موارد دقت روش میانگین متفرقه بیشتر از سایر روش‌ها در تخمین پارامترهای توزیع لاگ پیرسون نوع 3 بدست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که در ایستگاه‌های مورد مطالعه، تابع لاگ پیرسون نوع 3 و روش تخمین پارامتر میانگین متفرقه بهترین برازش را دارد. با استفاده از روش مذکور و تابع لاگ پیرسون نوع 3، دوره بازگشت 2 تا 10000 ساله حجم خشکی یا کمبود سالانه رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه محاسبه و نمودارهای شدت، مدت و فراوانی حجم خشکی رودخانه‌های مذکور رسم گردید. اگرچه با توجه به طول دوره آماری (30 ساله) دوره بازگشت 10000 ساله قابل اطمینان نمی‌باشد و با 30 سال داده، دوره بازگشت 30 ساله کاملاً قابل اطمینان است ولی با توجه به اهمیت بعضی از سازه‌ها، مقادیر آن‌ها ارائه گردید. در دوره بازگشت 10000 ساله، نتایج محاسبه دوره بازگشت نشان‌دهنده حجم خشکی حدود 92، 125، 228، 150، 110، 1742، 90، 77، 690، 280، 65، 410 و 68 میلیون متر مکعب به ترتیب در رودخانه‌های شهرچای، باراندوزچای، نازلچای، مهابادچای، روضه چای، گادارچای، سیمینه رود، زولاچای، آجی چای، صوفی چای، لیلان چای، زرینه رود و مردوق چای بود. همچنین نتایج نشان داد که در دوره بازگشت معقول 100 ساله و مدت دوام پیوسته 60 روزه، حجم آورد حوضه مورد مطالعه حدود 43 درصد کاهش خواهد داشت. با استفاده از نمودارهای شدت-مدت و فراوانی حجم خشکی رودخانه‌های مورد مطالعه می‌توان حجم کمبود سالانه دبی رودخانه‌های مذکور را در ایستگاه‌های مورد مطالعه با مدت دوام و دوره بازگشت‌های مختلف برآورد نمود. همچنین نتایج این تحقیق کمک بسزایی در تخصیص منابع آب رودخانه‌های مورد مطالعه در زمان خشکسالی هیدرولوژیکی و بر اساس میزان کمبود دبی جریان خواهد داشت.

بعد از گادارچای بیشترین حجم کمبود جریان مربوط به رودخانه زرینه رود است. دو رودخانه زرینه رود و گادارچای در بین سایر رودخانه‌های مورد بررسی دارای متوسط دبی بالاتری هستند. با توجه با این که بالا بودن حجم کمبود نشان دهنده کاهش بیشتر دبی جریان در دوره مورد بررسی است، نتایج تحقیق نشان داد که دو رودخانه مذکور بیشتر از سایر رودخانه‌ها در دوره آماری مورد بررسی دچار کمبود جریان شده‌اند.

توزیع‌های مختلف در دوره‌های خشکی متفاوت برازش خوبی بر داده‌ها دارند ولی از آنجا که توزیع منتخب باید توزیع غالب باشد، توزیع لاگ پیرسون نوع 3 انتخاب شد. توزیع‌های لوگ نرمال 3، گاما، ویک‌بای و GEV نیز برازش خوبی بر داده‌های دبی رودخانه دارند و اختلاف زیادی در آزمون ارزیابی مدل‌ها مشاهده نشد که این موضوع با نتایج تحقیق مساعدی و همکاران (13) و ناظری تهرودی و همکاران (15) مطابقت دارد. نتایج تحقیقات گریفیس (7) نیز توزیع ویک‌بای را برتر از توزیع بتا جهت برازش داده‌های سیلاب معرفی کرد. لی (12) نیز با کاربرد تحلیل فراوانی بارندگی در مطالعه خصوصیات پراکندگی بارندگی در چیا - نان¹ تایوان، توزیع لوگ پیرسون تیپ 3 را از میان توزیع‌های احتمالاتی رایج، بهترین تابع معرفی کرد. ناظری و خلیلی (14) نیز در برآورد دوره بازگشت خشکی رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه، تابع توزیع برازش لاگ پیرسون نوع 3 را از بین 65 تابع توزیع، انتخاب و استفاده کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. نتایج حاصل آماره خی دو در روش‌های تخمین پارامترها نشان داد که تمام روش‌ها تقریباً قابل قبول است.

نتیجه‌گیری

با استفاده از داده‌های دبی روزانه رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه، داده‌های حجم خشکی رودخانه‌های مذکور استخراج و تا مدت دوام 60 روزه تصحیح و تکمیل شد. نتایج بررسی روند نشان داد که تمام رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه با روند افزایشی داده‌های حجم خشکی مواجه هستند. 7 رودخانه دارای روند غیرمعنی دار و بقیه رودخانه‌ها دارای روند افزایشی معنی‌دار در سطح اطمینان 1 درصد می‌باشند. این موضوع می‌تواند ناشی از روند کاهشی داده‌های دبی این رودخانه‌ها باشد. روند معنی‌دار داده‌های حجم خشکی رودخانه‌های مورد بررسی با اعمال شیب خط روند کاهش و تقریباً غیرمعنی‌دار گردید. بررسی داده‌های حجم خشکی رودخانه‌ها نشان از الگوی یکنواخت در روند مدت دوام‌های مختلف دارد. لذا بررسی توزیع‌های آماری در یک مدت دوام مشخص کافی می‌باشد. نتایج برازش داده-

منابع

- 1- Bobee B., and Ashkar F. 1988. Sundry Averages Method (SAM) for Estimating Parameters of the Log-Pearson Type 3 Distribution. INRS-Eau Publication, Québec Canada, 30 pages.
- 2- Bowker AH., Gerald J., and Lieberman H. 1972. Engineering Statistics, Prentice-Hall, Second Edition.
- 3- Claudio A., Cannarozzo M., and Rosario Mazzola M. 2006. Multi-year drought frequency analysis at multiple sites by operational hydrology- A comparison of methods. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 31(18): 1146-1163.
- 4- Dai AK., and Trenberth K. 1998. Palmer Drought servity. Global variation in drought and wet spells 1900-1950. Geophysical Research letter 253367.
- 5- Farajzadeh M. 2005. Drought (From concept to solution). Page 112. Armed Forces Geographical Organization. (In Persian with English abstract).
- 6- Fatehi-Peykani H. 2009. A statistical approach for distribution of wind speed. Seventh National Conference on Energy. Tehran. (In Persian with English abstract).
- 7- Griffiths GA. 1989. A theoretically based Wakeby distribution for annual flood series. Hydrological Sciences, journal, des sciences Hidrologiques, 34. pages 231-248.
- 8- Houghton JC. 1978. Birth of a parent: the Wakeby distribution for modeling flood flow. Water Resources Research, 14(6): 1105-1109.
- 9- Khalili K., Nazeri Tahrudi M., Abbaszadeh Afshar M., and Nazeri Tahrudi Z. 2014. Comparison different peak flow frequency distribution functions. Journal of Middle East Applied Science and Technology. Issue 7. Vol 4.
- 10- Kroll CN., and Voge RM. 2002. Probability distribution Of low stream flow series in the United states. Journal of hydrologic Engineering, 7(2), 137-146.
- 11- Kumar R., and Chatterjee C. 2005. Regional flood frequency analysis using L-moments for North Bahmaputra region of India. Journal of hydrologic Engineering, 10(1), 1-7.
- 12- Lee CY. 2004. Department of Soil and Water Conservation National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung Hsien 912, Taiwan (ROC).
- 13- Mosaedi A., Zanganeh M., Saman-Manesh H., and Karimirad A. 2009. Choose the bests distributions functions of 1 to 30 days discharges, the case study: Gonbad Kavous hydrometer station. Watershed's Fifth National Conference on Science and Engineering. (Sustainable management of natural disasters). Gorgan University. (In Persian with English abstract)
- 14- Nazeri Tahroudi M., and Khalili K. 2013. Investigation the SAM and Moments methods to estimation the Log-Pearson type III parameters (Case study: Urmia lake basin rivers). National Conference of Recession impact on water resources and soil water level in the Urmia Lake. Tabriz. (In Persian with English abstract)
- 15- Nazeri Tahroudi M., Gholamzadeh Bazarbash R., Nazeri Tahroudi Z., and Khalili K. 2013. Evaluation of the distribution models to estimation the peak discharge return period using the HYFRAN models (Case study: Babolrood River). National conference on applied research in science and engineering, Takestan. (In Persian with English abstract)
- 16- Nguyen VT. 2006. On regional estimation of floods for ungaged sites, Asia oceania geosciences society, McGill University, Singapore.
- 17- Serinaldi F., Bonaccorso B., Cancelliere A., and Grimaldi S. 2009. Probabilistic characterization of drought properties through copulas. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 34(10): 596-605.
- 18- Shahmohammadi Z., Hagigatjo P., and Afrasiab P. 2001. Determined the number of long-term drought and wet years based on annual rainfall in Irene, Proceedings of the first conference examining ways to tackle water crisis, Zabol University. (In Persian with English abstract)

Hydrological River Drought Analysis (Case Study: Lake Urmia Basin Rivers)

M. Nazeri Tahroudi^{1*} - K. Khalili² - J. Behmanesh³ - K. Zeinalzadeh⁴

Received: 07-04-2015

Accepted: 12-10-2015

Introduction: Drought from the hydrological viewpoint is a continuation of the meteorological drought that cause of the lack of surface water such as rivers, lakes, reservoirs and groundwater resources. This analysis, which is generally on the surface streams, reservoirs, lakes and groundwater, takes place as hydrological drought considered and studied. So the data on the quantity of flow of the rivers in this study is of fundamental importance. This data are included, level, flow, river flow is no term (5). Overall the hydrological drought studies are focused on annual discharges, maximum annual discharge or minimum discharge period. The most importance of this analysis is periodically during the course of the analysis remains a certain threshold and subthreshold runoff volume fraction has created. In situations where water for irrigation or water of a river without any reservoir, is not adequate, the minimum flow analysis, the most important factor to be considered (4). The aim of this study is evaluating the statistical distributions of drought volume rivers data from the Urmia Lake's rivers and its return period.

Materials and Methods: Urmia Lake is a biggest and saltiest continued lake in Iran. The Lake Urmia basin is one of the most important basins in Iran region which is located in the North West of Iran. With an extent of 52700 square kilometers and an area equivalent to 3.21% of the total area of the country, This basin is located between the circuit of 35 degrees 40 minutes to 38 degrees 29 minutes north latitude and the meridian of 44 degrees 13 minutes to 47 degrees 53 minutes east longitude. In this study used the daily discharge data ($m^3 s^{-1}$) of Urmia Lake Rivers.

Extraction of river drought volume The drought durations were extracted from the daily discharge of 13 studied stations. The first mean year was calculated for each 365 days using the Eq 1 (14).

$$K_i = \frac{\sum Y_{ij}}{n} \quad (\text{For } i=1,2,3,\dots,365) \quad (1)$$

That K_i is i^{th} mean year, Y_{ij} is i^{th} day discharge in j^{th} year and n is number of period years. After the extraction the 1 to n days drought duration, the years with no data were complete with Regression or interpolation methods. After the extraction, data initial evaluation (Trend, Independence and Stationarity) and completed the drought volume data, these data were fitted by the common distribution functions and select the best function based on Kolmogorov-Smirnov test. To read more information about the data initial evaluations see the Nazeri Tahroudi et al (15).

Log Pearson type 3 distribution Log Pearson type 3 distribution and its parameters is (7 & 12):

$$f(x) = \left[\frac{(\ln x - c)^{b-1} \exp\left[-\frac{\ln x - c}{\alpha}\right]}{\alpha [\alpha \Gamma(b)]} \right] \quad b = \frac{4}{g^2}; \quad \alpha^2 = \frac{m_2 g^2}{4}; \quad c = \bar{y} - \alpha \quad (2)$$

After selecting the best distribution function based on Kolmogorov - Smirnov test, estimated the selected function parameter to evaluate the return period. For this purpose, there are many methods such as moments, Sundry Average method (SAM), Logarithm of applied moments observations and maximum likelihood that in this study were compared.

Results and Discussion: In this study, using daily flow data from stations studied; the drought volume of

1- Ph.D. Student, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand

(* - Corresponding Author Email: m_nazeri2007@yahoo.com)

2, 3 and 4- Assistant Professor, Associate Professor and Assistant Professor Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Respectively

days 1 to 60 was extracted, corrected, and completed. Before fitting the extraction drought volume river data with distribution function, the mentioned data were investigated with Wald-Wolfowitz (Independence and Stationary), Kendall (Trend) and Wilcoxon (Homogeneity) tests and the results of these tests were accepted in two significant levels of 1 and 5 percentages. Before estimating the Log Pearson type III parameters, first the drought volume river data were modeled by the Easy Fit software and common distribution functions and Log Pearson type III was selected by the Kolmogorov – Smirnov test as the best function. Results of two Anderson Darling and Chi Squared tests for accurate evaluation were added. After initial evaluation of data and statistic tests, the time series of drought Volume River data of the study area were fitted by log Pearson type III. To estimate the Log Pearson type III parameters used the sundry average method and to investigate the accuracy of this method, 3 methods (moment, maximum likelihood and Logarithm of applied moment observations) were used and 4 mentioned methods for all of rivers were calculated. The most river drought relating to Gadar-Chai river with 1742 million cubic meters low volume and the lowest of it relating to Mardoq-Chai river with 68 million cubic meters low volume in 10000 year return period. After Gadar-Chai river the most low volume of discharge relating the Zarineh-rood river. Two Zarineh-rood and Gadar-Chai rivers among other rivers have a higher average discharge. Log Normal III, Gamma, Wikeby and GEV distributions have a good fitting on river flows data and no difference in investigation models that corresponded with Mosaedi et al (13) and Nazeri Tahroudi et al (15). The results of Grifits (7) also introduced the Wikeby distribution has a better than Beta distribution. Lee (12) also with evaluation the rainfall frequency in the study the rainfall concentration properties in Chia-Nan (Taiwan) introduced the Log Pearson type III as the best distribution function between the common distribution function. Results of Chi-Squared test in methods of parameter estimation showed that all methods are acceptable.

Conclusion: Drought occurrence can be estimated by the analysis of historical data for different regions and using the results of predicting problems can be reduced. In this research daily river flow of Lake Urmia basin applied to calculate drought volume of rivers. Log Pearson III distribution selected among current hydrological distribution functions for fitting drought volume of rivers. Using selected distribution function and Sundry Average Moment method for estimating parameters return period of drought from 2 to 10000 years extracted. Results showed that volume of drought for Shahar-chai, Barandoz-chai, Nazlu-Chai, Mahabad-Chai, Rozeh-Chai, Gadar-chai, Simineh-rood, Zola-chai, Aji-chai, Sofi-chai, Leilan-chai and Mardoq-chay rivers in the return period of 10000 years will be 92, 125, 228, 150, 110, 1742, 90, 77, 690, 280, 65, 68 Mm³ respectively.

Keywords: Distribution, Drought volume river, Hydrological drought, Lake Urmia