Archive of SID

تحلیل مقادیر حد دبی حوضه های کوهستانی (مطالعه موردی: ایستگاه ارمند)

داریوش رحیمی[1*] و علی براتیان[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار گروه جغرافیا دانشگاه اصفهان
۲- پژوهشکده علوم جغرافیایی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

چکیده

این مقاله با در نظر گرفتن شیوه های متداول بررسی مقادیر حد مانند روش گمبل یک متغیره و با استفاده از الگوی توزیع ترکیبی مقادیر حد، دبی روزانه را طی دوره برگشت های مختلف در ایستگاه ارمند برآورد نموده است. در این الگو به جای استفاده از مقادیر حد سالانه در روش یک متغیره، از مجموع حجم دبی سالانه و داده های حد روزانه استفاده می‌گردد. در واقع این روش مقدار حد را برای دوره برگشت های مختلف به صورت مشروط برآورد می‌نماید که علاوه بر آن دوره های برگشت شرطی به شرط معلوم بودن مجموع حجم دبی و حداکثر دبی روزانه قابل محاسبه می‌باشند. در پایان، این روش در مورد داده های مجموع حجم دبی سالانه و حداکثر دبی روزانه سالانه ایستگاه ارمند حوضه بهشت‌آباد به کار گرفته شده که نتایج حاصله نشان دهنده دقت بیشتر روش مذکور نسبت به روش یک متغیره می‌باشد.

کلید واژه ها: *توزیع ترکیبی ، حداکثر سیلاب محتمل، احتمال شرطی، دوره برگشت شرطی.*

مقدمه

در بین مخاطرات طبیعی، سیل به لحاظ خسارت مالی و جانی ناشی از وقوع آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. به استناد آمار و اطلاعات موجود، خسارات ناشی از سیل در پاره‌ای نقاط دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه از بیشترین مقدار برخوردار و عموماً شامل خسارات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بوده و تلاش برای کاهش میزان خسارت ذکر شده از وظایف دستگاه‌های مرتبط است.

برآورد و مشخص شدن حداکثر مقدار سیلاب از اولین اقدامات در زمینه ذکر کاهش خسارت ناشی از آن به ویژه در زمینه مدیریت محسوب می‌گردد. لذا ارائه تعریفی از آن گام بنیادی به حساب می‌آید. در این زمینه انتخاب حداکثر سیلاب محتمل نقش مهمی ایفاء می‌نماید. بر اساس تعریف، حداکثر سیلاب محتمل[1] عبارت از بزرگ‌ترین سیلی است که به طور منطقی می‌توان انتظار داشت در یک منطقه و زمان ویژه ای از سال رخ دهد (سازمان جهانی هواشناسی،۱۹۸۶).

برآورد میزان سیلاب در یک منطقه با روش و مدل‌های مختلفی امکان پذیر می‌باشد که از عمومی ترین آنها می‌توان به روش‌ها آب‌دهی بیشینه، منطقی، کریگر، SCS، آبنمود واحد و تحلیل فراوانی اشاره نمود.

تحلیل فراوانی در صورت وجود آمار کافی و امکان برازش تابع توزیع مناسب، یکی از شیوه‌های مطمئن در برآورد سیلاب به حساب می‌آید. در این شیوه که از سری کامل آماری (کلیه داده‌های در دسترس) استفاده می‌شود غالباً از توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال، لوگ نرمال سه عاملی، توزیع مقادیر حد، پیرسون، لوگ پیرسون و ویبول استفاده می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه ریزی۱۳۸۰). هدف از تحلیل فراوانی وقایع در هیدرولوژی به دست آوردن احتمال وقوع مقادیر حداکثر می‌باشد(علیزاده، ۱۳۸۸، ۷۰۱). که جهت برآورد و انتخاب شیوه مطالعاتی مناسب با استفاده از شیوه تحلیل فراوانی، مطالعات متعددی صورت گرفته و شیوه های جدید ارائه شده است. مطالعات گمبل[1] (۱۹۵۸)، گمبل و مصطفی[2] (۱۹۶۷) الیورا[3] (۱۹۸۲)، جوی[4] (۱۹۹۲)، کولز (۱۹۹۴)، کوانانه(۱۹۸۷) و تاون(۱۹۸۸) و از اولین مطالعات در این زمینه محسوب می‌شوند. در ادامه نمونه‌هایی از مطالعات صورت گرفته مورد اشاره قرار می‌گیرد. جفری[5] (۲۰۰۹) با بررسی اینکه شیوه تحلیل فراوانی یکی از شیوه های مناسب در برآوردهای کمی است، استفاده از مدل‌های ترکیبی فراوانی را مفیدتر می‌داند.

راسموس و همکاران[6](۲۰۰۷) با بررسی داده های حد سیلاب در کشور نروژ، شیوه تحلیل فراوانی آماری را با در نظر

1- Probabel Maximum Flood(PMF)

1- Gumbel
2- Gumbel and mustafi
3- Oliveria
4- joe
5- joffre
6- Rasmus et al.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های باران سنجی حوضه دوره ۸۸-۱۳۳۵

نام ایستگاه	عرض	طول	ارتفاع(متر)	متوسط دبی سالانه (متر مکعب)
ارمند	۳۱°-۳۹	۵۰° ۴۷	۱۲۴۰	۷۹/۹

گرفتن مقادیر بارش و دما جهت برآورد داده های سیلاب مناسب تشخیص دادند. یو و وانگ[1] (۲۰۰۴) با بررسی تحلیل فراوانی، نشان دادند که استفاده از مدل ترکیبی گمبل مشروط به این است که مقدار همبستگی مجموع حجم آب دهی سالانه و حداکثر سیلاب سالانه، بیشتر از ۰/۶۷ باشد.

خوشحال و همکاران (۱۳۸۴) به منظور برآورد مقادیر حداکثر بارش روزانه در حوضه کارون شمالی از شیوه مدل ترکیبی استفاده نموده و این شیوه را جهت ایستگاهی که مقدار همبستگی بین مجموع بارش سالانه و حداکثر های روزانه کمتر از ۰/۶۷ بوده مناسب دانسته است. از دیگر مطالعاتی که در این زمینه به انجام رسیده است مطالعه یو و همکاران[2] (۱۹۹۹) روی مقادیر توفان‌های سالانه ایستگاه نیگیتا در ژاپن و یو (۲۰۰۰) در خصوص تحلیل سیلاب‌های حداکثر ایالت کبک کانادا است که بر اساس توزیع ترکیبی و توزیع‌های شرطی، برآورد دقیق سیلاب‌ها و احتمال رخداد آن را ارائه داده‌اند. در این شیوه اولین گام تطبیق داده‌ها با توزیع‌های آماری (نکویی برازش) می‌باشد (گامبل و مصطفی،۱۹۶۷). در مورد آزمون‌های نکویی برازش روش هادی مانند توزیع نرمال در مورد داده های نرمال، توزیع‌های پیرسون و فیشر- تیپیت در زمینه مقادیر حداکثر داده‌ها را می‌توان نام برد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، توزیع مناسب برای داده های حداکثر مانند بارش، سیلاب، دما و وزش باد، توزیع مقادیر نهایی نوع اول می‌باشد که با تابع توزیع (رابطه ۱) قابل محاسبه است (ضیائی ۱۳۷۶):

$$F_y(y) = P(Y \le y) = 1 - e^{-e^{-y}} \qquad (۱)$$

مطابق این توزیع و با محاسبه مقادیر احتمال وقوع (روش ویبول) دوره برگشت، تعداد داده‌ها و ضرایب دوره برگشت مقدار حداکثر داده‌ها برآورد می‌شود. در این مطالعه مشخص نمودن کاربرد و برتری شیوه ترکیبی گمبل در برآورد مقادیر دبی حداکثر به عنوان عنصر موثر در رخداد سیلاب،

فرسایش خاک و پتانسیل منابع آب سطحی در ایستگاه دبی سنجی ارمند که حدود ۶۳ درصد مساحت استان چهارمحال و بختیاری را شامل می‌شود به عنوان هدف این نوشتار انتخاب شده است.

مواد و روش‌ها

مواد

محدوده انتخابی جهت مطالعه حوضه آبی کارون شمالی در مقطع ایستگاه آب سنجی ارمند شامل زیر حوضه های بهشت آباد،کوهرنگ،ونک و کارون میانی با مساحت ۱۰۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱). در این مطالعه از داده های حداکثر دبی روزانه و مجموع دبی سالانه طی دوره آماری (۱۳۸۸-۱۳۳۵) ایستگاه ذکر شده در جدول (۱) استفاده گردیده است.

روش کار

در ابتدا پایگاه داده‌ها در نرم افزار اکسل تشکیل شد سپس در نرم افزار مینی تب[3] نسخه ۵ با استفاده از برنامه تهیه شده در محیط ماکرو[4] مقادیر مدل ترکیبی داده های حداکثر دبی روزانه در دوره برگشت های مختلف برآورد و مورد تحلیل قرار گرفتند. در نهایت کنتور پلات‌ها با استفاده از نرم افزار سرفر[5] نسخه ۸ جهت برآورد دبی حداکثر روزانه ترسیم شدند و در ادامه مدل برآورد حداکثر دبی بر اساس توزیع تجمعی ترکیبی مدل یو با استفاده از متغیرهای حداکثر دبی روزانه (I) و مجموع دبی سالانه (A) ارائه گردید:

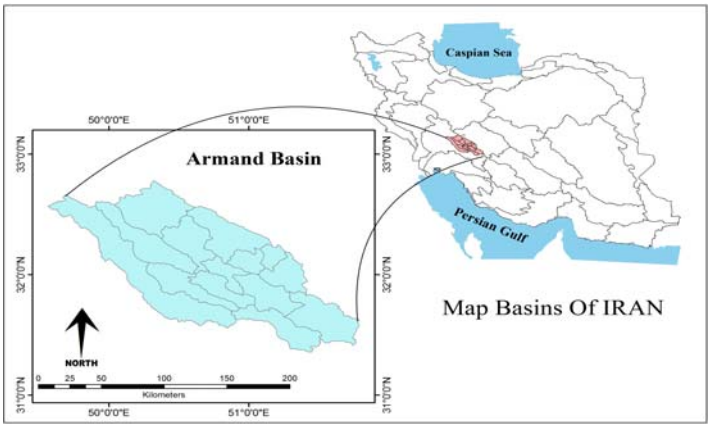
مدل ترکیبی به منظور تعمیم توزیع توأم همبسته مجموع و حداکثر سیلاب مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس این مد ل اگر توزیع‌های حاشیه ای از توزیع (مقادیر نهایی) تبعیت کند می‌توان توزیع احتمال توأم، توزیع‌های شرطی و دوره‌های برگشت دو متغیر همبسته را به دست آورد. پارامترهای مدل را با استفاده از روش گشتاوری و بر اساس توزیع‌های حاشیه‌ای آنها برآورد می‌کند.

تابع توزیع تجمعی ترکیب شده که یو برای دو متغیر(I وA) به صورت رابطه (۲) پیشنهاد داده است:

1- Yue and Wang
2- Yue et al.
3- Minitab 15
4- Macro
5- Surfer

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نقشه حوضه آبریز ارمند

$$F_Z(Z) = F_I(i).F_A(a)$$
$$\exp\left(-\theta\left[\frac{1}{\ln F_I(i)}+\frac{1}{\ln F_A(a)}\right]^{-1}\right) \quad 0\le\theta\le 1 \qquad (۲)$$

که در آن $F_Z(z)$ تابع توزیع تجمعی به صورت رابطه شماره (۳) می‌باشد:

$$F_Z(z) = \ln(-\ln(-\frac{z-\mu}{\lambda})) \qquad (۳)$$

پارامترهای θ، μ و λ به ترتیب نشان‌دهنده پیوند بین دو متغیر تصادفی a و i، میانگین و واریانس متغیر تصادفی مربوطه می‌باشد که از روش گمبل و مصطفی(۱۹۶۷) و الیورا(۱۹۸۲) فرمول زیر را برای θ معرفی می‌کنند: (رابطه (۴) که در آن ρ میزان ضریب همبستگی پیرسون می‌باشد):

$$\theta = 2*\left[1-\cos(\pi.\sqrt{\frac{\rho}{6}}\right] \qquad (۴)$$

هنگامی‌که $0\le\rho\le\frac{2}{3}$ باشد پارامتر θ به حداکثر مقدار خود که برابر یک است می‌رسد (π =180). از این‌رو این روش برای حالاتی که ضریب همبستگی پیرسون بین دو متغیر بیشتر از ۰/۶۷ باشد قابل استفاده نیست. همچنین پارامترهای μ و λ را می‌توان بر اساس روش گشتاوری با استفاده از روابط (۵) و (۶) تخمین زد. برآوردهای حاصل به روش زیر به دست می‌آیند:

$$\tilde{\mu} = M - /577\lambda \qquad (۵)$$

$$\tilde{\lambda} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}S \qquad (۶)$$

که M میانگین مشاهدات و S انحراف از معیار مشاهدات می‌باشد.

تابع چگالی توأم ترکیب شده را می‌توان با استفاده از مشتق گیری از رابطه (۲) به صورت زیر به دست آورد: (با تابع توزیع تجمعی شرطی I به شرط $A=a$):

به طور مشابه می‌توان $f_{a|i}(a|i)$ و $F_{A|I=i}(a|i)$ را تعریف کرد. با توجه به هدف (برآورد دقیق‌تر دبی‌های حد) توزیع شرطی I به شرط $A\le a$ کاربرد دارد. بنابراین توزیع شرطی غیراستاندارد $F'_{I|A=a}(i|a)=P[I\le i|A\le a]$ نیز با استفاده از رابطه پیشنهادی یو و راسموسن[1] از رابطه (۹) حاصل می‌شود:

(۷)

$$F_{I|A=a}(i|a) = F(i,a)\left\{\theta\frac{\exp(\exp(-SE(a))-\exp[2SE(a)+\exp(-SE(a))]}{[SE(i)+\exp(SE(a))]^2}\right\}$$

(۸)

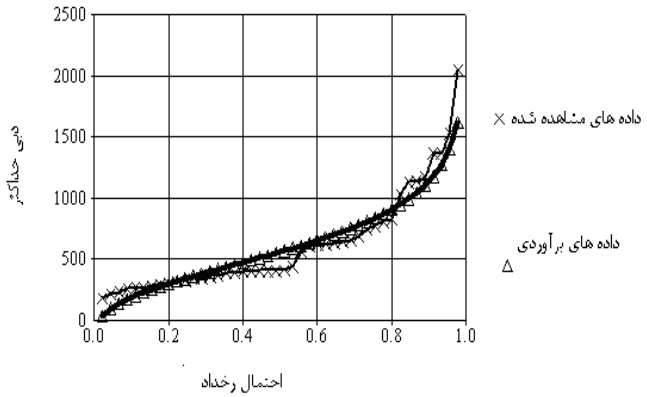
$$SE(i)=\frac{i-\mu_I}{\lambda_I} \quad , \quad SE(a)=\frac{a-\mu_A}{\lambda_A}$$

$$F'_{I|A=a}(i|a)=\frac{F(i,a)}{F_A(a)}=F_I(i)$$
$$\exp\left\{-\theta\left[\frac{1}{\ln F_I(i)}+\frac{1}{\ln F_A(a)}\right]^{-1}\right\} \qquad (۹)$$

1- Yue and Rasmussen

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- برازش داده‌های دبی حداکثر با توزیع تیپ یک

به طور مشابه می‌توان رابطه متناظر برای $F'_{A|I=i}(a|i)$ را تعریف نمود.

از دیگر عوامل مؤثر در برآورد مقادیر حداکثر، دوره برگشت داده‌ها می‌باشد که رابطه معکوسی با توزیع تجمعی حاشیه ای و توأم احتمال وقوع و توابع چگالی دارد که طبق روابط (۱۰) و (۹) بیان می‌شوند:

$$T(i|a)=\frac{1}{1-F_{I|A=a}(i|a)} \qquad (۱۰)$$

و رخداد $(I>i|A\le a)$ دوره برگشت شرطی

$$T'(i|a)=\frac{1}{1-F'_{I|A=a}(i|a)} \qquad (۱۱)$$

به کار گرفته می‌شود.

بحث و نتایج

بر اساس مطالعات متعدد صورت گرفته، نحوه توزیع سری‌های زمانی[1] مقادیر حدی از قانونی به نام اندازه های حد تبعیت می‌کند (نجمایی،۱۳۶۹). کلیه حالات ممکن قانون حد سه نوع می‌باشد که قانون گمبل آن از اهمیت بیشتری برخوردار است (صدقی،۱۳۶۳). این قانون در دو فرم ساده و ترکیبی (دو متغیره) قابلیت محاسبه دارد.

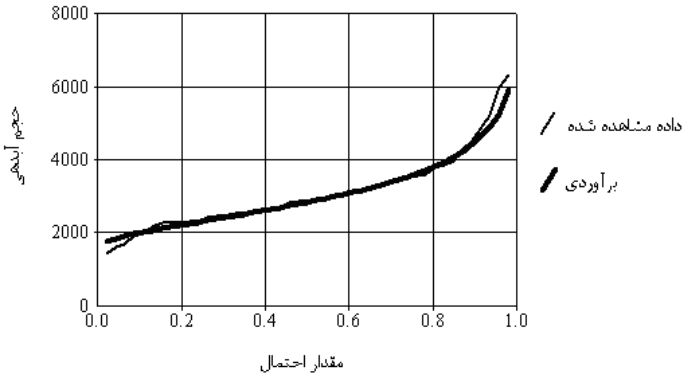
در روش یک متغیره، برآورد متغیر بیشتر به مقدار برآوردی میانگین، انحراف از معیار داده‌ها و ضریب حاصله از طول دوره برگشت و دوره آماری (ضریبی که از ایستگاهی به ایستگاه دیگر تفاوت چندانی ندارد) بستگی دارد لذا مقدار برآوردی آن دارای خطای بیشتری است. در روش ترکیبی علاوه بر داده‌های حد از مقادیر حجم آب‌دهی سالانه نیز استفاده می‌شود و از آنجایی که داده حدی نسبتی از حجم آب‌دهی سالانه است، این متغیر انتخاب مناسبی جهت برآورد داده‌ها محسوب می‌گردد، لذا به عنوان یک مدل آماری که عناصر بیشتری را جهت پیش بینی و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌کند از میزان دقت بیشتر نسبت به مدل یک متغیره برخوردار می‌باشد. در تجزیه و تحلیل مقادیر حداکثر، معمولاً متوسط سالانه و یا برآورد آن در دست بوده و یا حداقل می‌توان کران بالای مجموع دبی را به نحوی بر اساس توزیع پیرسون و تیپ یک را مشخص نمود. در برآورد چنین مقادیری عواملی مانند طول دوره آماری و روابط همبسته بین عناصر گوناگون نقش به سزایی ایفا می‌کند. به نحوی که هرچه طول سری زمانی دبی بیشتر باشد از یک سو می‌توان مقادیر دبی را جهت دوره برگشت های طولانی‌تر پیش بینی نمود و از سوی دیگر میزان خطا در برآورد داده‌ها را کاهش داد. بنابراین جهت برآورد داده‌های حد دبی در ایستگاه ارمند، ابتدا پایگاه داده‌ها متشکل از داده‌های سالانه و حداکثر دبی سالانه تشکیل و سپس جهت برازش داده‌ها به نرم افزار اسمدا[2] منتقل و با انجام آزمون‌های مختلف مشخص شد که داده های دبی حداکثر با توزیع تیپ یک و داده های حجم آب‌دهی سالانه با توزیع پیرسون تیپ سه بهترین برازش را دارند(شکل‌های ۲ و ۳). در این مرحله جهت انتخاب مدل مناسب گمبل، میزان همبستگی بین حجم دبی سالانه و حداکثر آب‌دهی روزانه محاسبه گردید که با توجه به مقدار ضریب همبستگی محاسباتی ($\rho=0.46$) و برقراری شرط مدل ترکیبی ($0\le\rho\le\frac{2}{3}$)، استفاده از مدل مذکور جهت برآورد مقادیر حد دبی مجاز تشخیص داده شد. سپس با توجه به برقراری شرط گمبل ترکیبی، با کمک روابط (۲) الی (۱۱) و نرم افزار تهیه شده در محیط ماکرو و نرم‌افزار مینی‌تب، مقادیر دبی طی دوره برگشت‌های مختلف و با دو شرط برآورد به شرط وجود حجم دبی سالانه و کران بالای حجم دبی سالانه تخمین زده شد. نمونه شاخص‌های محاسباتی نرم افزار به شرح جدول (۲) می‌باشد.

1- Extreme value time Series

2- SMADA

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- برازش داده‌های حجم آب‌دهی سالانه با توزیع پیرسون تیپ سه

جدول ۲- نمونه محاسباتی شاخص‌های مدل ترکیبی

Max	Sum	Fsun	Fsum&max	Fsum/max	Fmax/sum	FMax/sum	Tsum&max	Tsum&max	Tmax/sum	Tsum/max	Tmax/sum	Tsum/max
۲۹۴	۲۴۵۱/۷۱	۰/۲۳۴	۰/۳۰۱	-۰/۱۸۳	۰/۴۲۱	۰/۲۹۹	۱/۴۳۰	۱/۷۱۷	۱/۷۲۸	۱/۴۲۶	۰/۳۸۹	۱/۶۳۶
۲۰۵۰	۲۸۶۷/۸۸	۰/۹۹۶	۰/۴۸۳	۰/۳۱۹	۰/۱۱۴	۰/۹۹۹	۱/۹۳۶	۲۶۴/۰۱۲	۱/۱۲۹	۹۸۹/۳۵۳	۰/۹۹۹	۱۰۱۵/۸۹۴
۳۸۹/۱۵	۲۱۴۴/۰۵	۰/۳۴۷	۰/۱۷۵	-۰/۵۵۴	۰/۲۰۵	۰/۵۱۳	۱/۲۱۳	۱/۷۲۶	۱/۲۵۷	۲/۰۵۴	۰/۵۷۷	۲/۳۶۴
۴۰۸	۲۶۹۱/۱۱	۰/۳۷۰	۰/۴۰۷	۰/۱۰۶	۰/۴۸۴	۰/۴۱۹	۱/۶۸۵	۲/۲۷۱	۱/۹۳۸	۱/۷۲۱	۰/۵۳۳	۲/۱۴۰
۴۱۰	۲۶۷۳/۷۹	۰/۳۴۲	۰/۳۹۹	۰/۰۸۵	۰/۴۷۳	۰/۴۲۶	۱/۶۶۴	۲/۲۵۴	۱/۸۹۹	۱/۷۴۲	۰/۵۳۸	۲/۱۶۴
۲۱۳	۱۹۱۸/۹۳	۰/۱۴۹	۰/۱۰۲	-۰/۸۲۶	۰/۱۷۵	۰/۲۸۰	۱/۱۱۳	۱/۲۷۸	۱/۲۱۲	۱/۳۸۹	۰/۳۳۳	۱/۵۰۰
۲۵۷	۱۶۷۴/۳۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۷	-۱/۱۲۱	۰/۰۷۲	۰/۴۰۱	۱/۰۴۹	۱/۲۸۱	۱/۰۷۷	۱/۶۶۹	۰/۴۴۳	۱/۷۹۴
۲۸۴	۲۳۲۲/۷۸	۰/۱۹۳	۰/۲۴۶	-۰/۳۳۹	۰/۳۵۳	۰/۳۱۰	۱/۳۲۶	۱/۵۹۴	۱/۵۴۶	۱/۴۴۸	۰/۳۹۰	۱/۶۴۰
۴۴۲	۲۴۷۵/۷۸	۰/۴۱۱	۰/۳۱۱	-۰/۱۵۴	۰/۳۴۶	۰/۵۱۹	۰/۴۵۲	۲/۱۴۳	۱/۵۲۸	۲/۰۸۱	۰/۶۰۷	۲/۵۴۷
۱۸۰	۱۹۹۰/۳۱	۰/۱۲۰	۰/۱۲۳	-۰/۷۴۰	۰/۲۲۵	۰/۲۱۸	۱/۱۴۰	۱/۲۶۵	۱/۲۹۰	۱/۲۷۹	۰/۲۷۱	۱/۳۷۲
۳۱۹	۲۵۵۳/۹۶	۰/۲۶۲	۰/۳۴۶	-۰/۰۶۰	۰/۴۶۴	۰/۳۱۵	۱/۵۲۹	۱/۸۶۹	۱/۸۶۶	۱/۴۶۰	۰/۴۱۵	۱/۷۰۹
۱۵۳۰	۵۲۳۹/۶۸	۰/۹۷۶	۰/۹۵۹	۳/۱۸۱	۰/۶۶۹	۰/۸۸۵	۲۴/۵۶۵	۸۲/۹۰۰	۳/۰۲۰	۸/۷۲۰	۰/۹۸۸	۸۲/۲۶۲
۲۶۵/۰۲	۲۲۷۸/۲۱	۰/۲۰۲	۰/۲۲۸	-۰/۳۹۲	۰/۳۳۹	۰/۲۹۰	۱/۲۹۵	۱/۵۲۹	۱/۵۱۲	۱/۴۰۸	۰/۳۶۶	۱/۵۷۸
۳۹۰	۲۴۰۶/۰۰	۰/۳۴۸	۰/۲۸۱	-۰/۲۳۸	۰/۳۳۸	۰/۴۵۶	۱/۳۹۱	۱/۹۰۸	۱/۵۱۱	۱/۸۳۹	۰/۵۴۳	۲/۱۸۹
۶۱۸/۴۱	۳۸۴۰/۲۸	۰/۶۱۰	۰/۷۹۹	۱/۴۹۲	۰/۸۳۲	۰/۴۳۶	۴/۹۶۶	۷/۱۱۶	۵/۹۵۹	۱/۷۷۲	۰/۶۸۷	۳/۱۹۵
۷۴۳/۸۳	۲۹۰۳/۰۳	۰/۷۲۱	۰/۴۹۸	۰/۳۶۱	۰/۳۷۹	۰/۷۸۹	۱/۹۹۳	۴/۸۲۵	۱/۶۱۱	۴/۷۴۸	۰/۸۵۷	۶/۹۹۰
۳۴۰/۷	۲۹۰۰/۵۹	۰/۲۸۸	۰/۴۹۷	۰/۳۵۸	۰/۶۳۳	۰/۲۷۰	۱/۹۸۹	۲/۳۹۷	۲/۷۲۲	۱/۳۸۵	۰/۴۰۷	۱/۶۸۷
۳۶۹	۳۳۵۹/۰۳	۰/۳۲۲	۰/۶۶۹	۰/۹۱۲	۰/۷۹۷	۰/۲۳۴	۳/۰۲۲	۳/۵۷۲	۴/۹۲۸	۱/۳۰۶	۰/۴۰۵	۱/۶۸۱
۸۱۰	۶۳۳۲/۳۵	۰/۷۶۹	۰/۹۸۹	۴/۴۹۹	۰/۹۹۶	۰/۲۲۳	۹۰/۴۲۲	۱۱۲/۸۷۷	۲۴۱/۶۵۰	۱/۲۸۷	۰/۷۷۶	۴/۴۶۱
۲۳۰	۲۸۴۴/۲۲	۰/۱۶۶	۰/۴۷۳	۰/۲۹۰	۰/۶۶۵	۰/۱۵۳	۱/۸۹۹	۲/۰۸۸	۲/۹۸۳	۱/۱۸۱	۰/۲۴۹	۱/۳۳۲
۴۰۴/۱	۳۷۶۷/۵۰	۰/۳۶۵	۰/۷۸۲	۱/۴۰۴	۰/۸۸۴	۰/۲۱۲	۴/۵۹۴	۵/۳۹۴	۸/۶۵۳	۱/۲۶۹	۰/۴۲۵	۱/۷۳۹
۳۶۱/۷	۳۰۱۱/۶۷	۰/۳۱۳	۰/۵۴۳	۰/۴۹۲	۰/۶۷۲	۰/۲۸۵	۲/۱۸۷	۲/۶۶۱	۳/۰۴۷	۱/۳۹۹	۰/۴۲۷	۱/۷۴۵
۷۷۴/۵	۴۸۶۱/۹۸	۰/۷۴۵	۰/۹۳۷	۲/۷۲۵	۰/۹۵۱	۰/۳۷۴	۱۵/۷۶۰	۲۱/۸۵۳	۲۰/۵۱۲	۱/۵۹۸	۰/۷۷۶	۴/۴۶۸

بر اساس محاسبات صورت گرفته که بخشی از آن در جدول (۲) ارائه شده و همچنین شرایط همبسته بودن مقادیر مورد بررسی و برازش داده‌ها، مقادیر دبی حداکثر به صورت مشروط و از طریق نمودارها برآورد می‌گردد.

طبق مدل ترکیبی و به کمک احتمالات شرطی یکی به شرط دیگری (روابط ۱۱ و ۱۰) و دوره برگشت شرطی، تخمین بهتری از داده حد در دوره برگشت های مختلف به دست می‌دهد. بدین منظور از رابطه (۱۰) برای حالتی که مقدار دقیق حجم دبی در دسترس بوده و از رابطه (۱۱) و برای حالتی که یک کران بالا برای مجموع دبی سالانه استفاده شده است. جهت برآورد آسان‌تر دبی‌های حداکثر در ایستگاه، مقادیر دبی بر

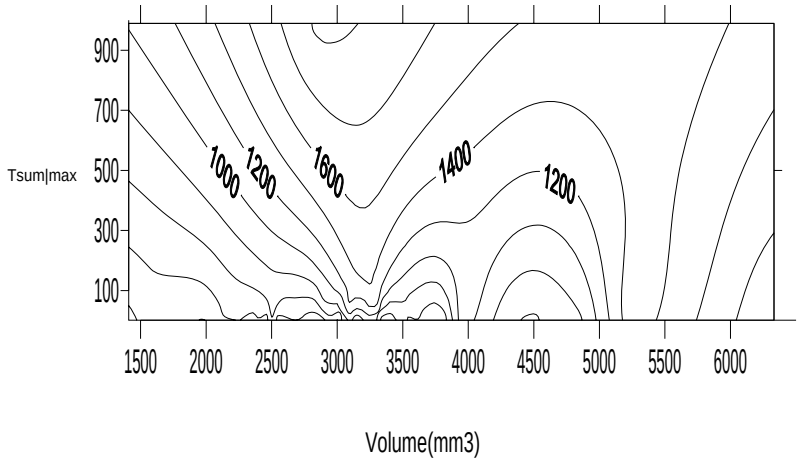
www.SID.ir

Archive of SID

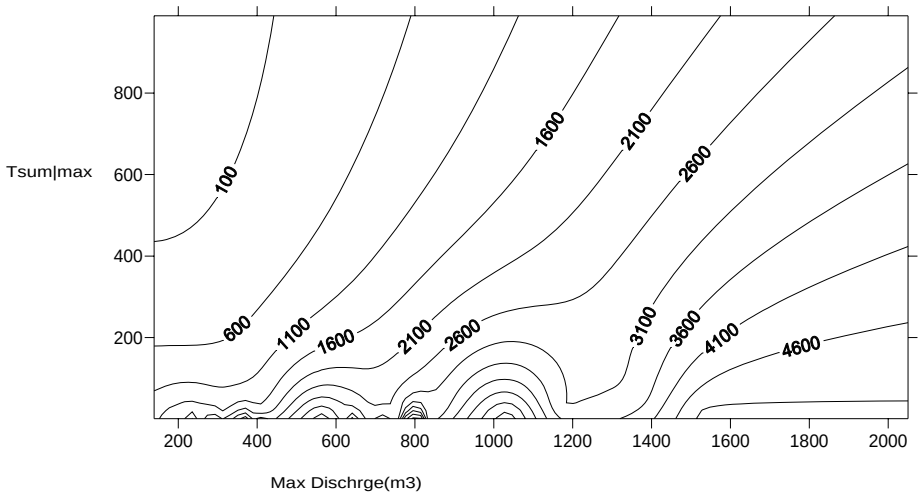
اساس روابط (۱۰ و ۱۱) مدل ترکیبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و کنتور پلات‌های آن نیز ترسیم گردید.

در این نمودارها محور افقی نشان دهنده سطوح مختلف کران بالای حجم آب‌دهی سالانه و متوسط حجم آب‌دهی و محور عمودی بیانگر دوره برگشت حجم سالانه به شرط حداکثر دبی بوده و کنتورها برای سطوح مختلف حد بالای دبی به صورت خطی (به شرط وجود دوره آماری بیش از ۱۰۰ سال و چنانچه دوره آماری کمتر از ۱۰۰ سال باشد کنتورها به شکل منحنی خواهد بود) ترسیم شده‌اند. نحوه استفاده از این نمودارها به این صورت است که محور (xها) مجموع دبی سالانه (که معمولاً با استفاده از توزیع پیرسون نوع سوم (شکل شماره ۳) در دوره برگشت های مختلف قابل محاسبه است) و محور(yها) دوره برگشت شرطی، کنتور مربوطه را به یکدیگر وصل نموده تا محورهای افقی و عمودی همدیگر را قطع کند. این مقادیر نشان دهنده حداکثر دبی سالانه در دوره برگشت مربوطه می‌باشد (شکل ۴).

بدین ترتیب که به عنوان مثال در صورتی که متوسط حجم آب‌دهی سالانه برابر با ۳۰۰۰ میلیون متر مکعب باشد حد بالای دبی با دوره برگشت ۵۰۰ ساله برابر با ۱۶۰۰ متر مکعب در ثانیه برآورد می‌شود. برای شکل (۵) که کران بالا برای مجموع دبی در دسترس است. بدین شکل با در نظر گرفتن کنتور کران بالای مجموع دبی سالانه و دوره برگشت شرطی مجموع به شرط حداکثر مقدار آب‌دهی حداکثر آب دهی سالانه محاسبه می‌شود. به عنوان مثال مقدار آب دهی حداکثر ۱۶۰۰ متر مکعب در صورتی که کرانه بالای حجم دبی ۴۶۰۰ میلیون متر مکعب مد نظر باشد دارای دوره برگشت ۱۰۰ ساله است. لذا با توجه به



شکل ٤- کنتور برآورد دبی حداکثر به شرط حجم آب‌دهی در دوره برگشت شرطی مجموع به حداکثر دبی ایستگاه ارمند



شکل ٥-کنتور برآورد حجم آب‌دهی به شرط دبی حداکثر در دوره برگشت شرطی مجموع به شرط حداکثر دبی ارمند

www.SID.ir

Archive of SID

اینکه میزان ریسک پذیری در زمینه برآورد دبی طراحی را در سازه های آبی کاهش می‌دهد شیوه مناسب‌تری جهت تخمین دبی حداکثر به شمار می‌رود. لازم به ذکر است که شکل (۵) برآورد دقیق‌تری از میزان دبی حداکثر را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

مدل‌های آماری به دلیل سهولت محاسبات پدیده‌های کمی از عمومی‌ترین شیوه های محاسباتی بوده که تحلیل فراوانی به عنوان یکی از شیوه های برآورد میزان سیلاب در صورت وجود آمار کافی و امکان برازش تابع توزیع مناسب از شیوه‌های مطمئن در برآورد سیلاب می‌باشد. این شیوه بر پایه سری کامل آماری استوار است و غالباً از توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال، لوگ نرمال سه عاملی، توزیع مقادیر حد، پیرسون، لوگ پیرسون و ویبول استفاده می‌گردد. این توزیع‌ها بر یکی از تئوری‌های مشهور احتمالات نظیر قانون گوس، دالتون و پیرسون منطبق هستند. در مدل دو متغیره به دلیل استفاده از داده های شرطی (برآورد داده‌های حد به شرط مجموع که همواره مقادیر دقیق‌تری از آن نسبت به داده های حد در دسترس است) از دقت بیشتری برخوردار است. بالا بودن دقت روش ترکیبی در برآورد و تجزیه و تحلیل فراوانی مقادیر حداکثر دبی از دیگر مزیت‌های آن است. این روش شاهد دسترسی آسان و نسبتاً دقیق به مقادیر دبی حداکثر در محدوده مورد بررسی است. ایستگاه مورد بررسی یکی از ۴۷ ایستگاه آب سنجی و دبی سنجی بخش کوهستانی حوضه آبی کارون است که تلاش گردیده با مدل ترکیبی داده‌های حد آن‌ها برآورد شود. در این بررسی که در سطحی معادل ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع انجام گرفته یکی از نتایج قابل توجه آن برقراری شرط $0 \le \rho \le \frac{2}{3}$ در ایستگاه‌های آب سنجی است.

طبق مطالعه صورت گرفته که نمونه‌ای از آن ارائه گردیده شرط ذکر شده در سطور بالا در همه ایستگاه‌ها صادق نبوده بلکه این شرط در سر شاخه‌هایی که رژیم آب‌دهی آن‌ها ترکیبی و دارای هیدروگراف دو قله‌ای پاییزه و بهاره هستند برقرار و در ایستگاه‌هایی که بارش غالب آن مایع و یا رژیم آب‌دهی آن ساده بوده، شرط همبسته بودن بین مقدار حداکثر دبی و حجم آب‌دهی آن برقرار نبوده و غالباً بیشتر از ۰/۶۷ بوده است.

منابع

۱ – خوشحال، ج.، غیور، ح.ع. و د. رحیمی.۱۳۸۴. کاربرد مدل ترکیبی در تجزیه و تحلیل فراوانی بارش حداکثر. جغرافیا و توسعه، ص۷۳.

۲– سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. ۱۳۸۰. راهنمای مهار سیلاب رودخانه. نشریه ۲۴۲، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور فنی، ص ۳۰.

۳– ضیائی، ح. ۱۳۷۶. کاربرد آمار در هیدرولوژی مهندسی. انتشارات نشر دانشگاهی، ص۱۰۱.

۴– علیزاده، ا. ۱۳۸۸. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی،چاپ بیست و ششم، ص۷۰۱.

۵– نجمایی، م. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی. انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ص ۳۳۰.

۶– صدقی، ح. ۱۳۶۳. اصول مهندسی هیدرولوژی. جلد دوم (۱۳۶۳)، وزارت نیرو، نشر و ترجمه امور آب،ص۳۳۵.

7- Coles. S. and j. A. GandTawn. 1994. Statistical methods for multivariariate extremes an application to structural desing. Appl.Stata., 43:1-48.

8- Cunnane, C. 1987. Review of statistical models for flood frequency estimation, in hydrologic frequency modeling . (ed) by V.P.Sing, Reidel, Dordrecht, The Netherlands, PP.49-95.

9- Gumbel, E. J. 1958. Statistics of extremes,Columbia University Press,New York.

10- Gumbel, E. J. and C. K. Mustafi. 1967. Some analytical properties of bivariate extreme distribution. J. Am. Stat. Assoc., 62: 569-588.

11- Joffre, S. 2009. Choice models based on mixed discrete/continuous PDFs. Transportation Research, B (43): 766–783.

12- Joe, H.1992. Bivariate threshold models for extremes. J. R. Stat. Soc., B54(1): 171-183.

www.SID.ir

Archive of SID

13- Oliveria, J. T. D. 1982. Bivariate extremes:Models and statistical decision.Tech. report no.14, Center for Sochastic Processes, Dept. of Statistics, University of North Carolina,Chapel Hill, North Carolina,U.S.A.

14- Rasmus, E., Benestad, j. and H. Erik. 2007. On complex extremes: flood hazards and combined highspring-time precipitation and temperature in Norway, Climatic Change. 85:381–406

15- Tawn, J. A. 1988. Bivariate extreme value theory: Models and estimation, Biometrika, 75(3): 379-415.

16- Yue, S. and C. Y. Wang. 2004. A comparison of two bivariate extreme value distributions. Stochastic Environmental Research, 18: 61–66.

17- Yue, S., Ouarda, T. B. M. J, Bobee, B., Legendre, P. and P. Bruneau. 1999. The gumbel mixed model for flood frequency analysis. J. Hydrol., 226(1-2): 88-100.

18- Yue, S. 2000. Joint probability distribution of aannula maximum storm peaks and amounts as represented by daily rainfalls. Hydrological Science jurnal, 45 (2) 315-326.

19- Yue, S. and P. Rasmussen. 2000. Multivaririate fquency analysis: Discussion of some useful concepts. ASCE., J. Water Resources Planing and Management,

20- World Meteorological Organization. 1986. Manual for estimation of probable maximum precipitation. Operatianal Hydrology Report, No.1, 2 end Edition.WMO-No332,Geneva.

www.SID.ir