

تعیین روابط شدت-مدت- فراوانی رگبار باران در حوضه کارون (ایستگاه های اهواز، بهبهان، لالی)

زهرا قصابی، سکینه خان سالاری*

استادیار، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

چکیده

از جمله عواملی که در بروز سیلاب و افزایش خسارات ناشی از آن مؤثر است، شدت و مدت بارندگی می باشد. رگبار طرح که از روی منحنی های شدت-مدت- فراوانی (IDF) برای تداوم و دوره ی بازگشت های مشخص استخراج می شود، در مطالعات آب و هوا شناسی از اهمیت بسزایی برخوردار است. در بسیاری از مطالعات رگبار طرح از ضرایب غیر منطقه ای استفاده می شود، بدون شک استفاده از داده های ایستگاه های همدمیدی کشور به جای ضرایب تجربی سایر کشورها از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود. برای تعیین روابط IDF پس از اسکن گراف های بارش و رقمی سازی آن ها، مقدار بارش در تداوم های مختلف به دست آمد. در این تحقیق شدت های بارش در هر تداوم محاسبه شد. مجموعه آمار بدست آمده با چندین نوع توزیع آماری برازش داده شد. ارزیابی معنی داری توزیع های به دست آمده با استفاده از آزمون کای مربع انجام شد. نتایج نشان داد که توزیع Log-Pearson type 3 برازش بهتری در مقایسه با سایر توزیع ها نشان می دهد. در نهایت روابط شدت-مدت- فراوانی و ضرایب آن بر اساس شرایط ایستگاه محاسبه و منحنی های آن برای دوره برگشت های مختلف ترسیم شدند. در ایستگاه های اهواز، بهبهان و لالی بیشترین مقدار شدت بارندگی در دوره بازگشت ۲ ساله با تداوم ۱۰ دقیقه، به ترتیب ۱۸/۶۶، ۱۹/۸۵ و ۳۳/۵۰ میلی متر بر ساعت برآورد شد. این مقدار با افزایش دوره بازگشت در همان تداوم افزایش می یابد؛ اما با افزایش تداوم در همان دوره بازگشت روند کاهشی دارد.

کلمات کلیدی: بارش رگباری، شدت-مدت- فراوانی، دوره بازگشت، حوضه کارون

$$(AdjR^2 = 0.49 \quad . \quad P < 0.0001)$$

$$R_{60}^{10} = e^{0.291} (R_{1440}^2)^{0.694} \quad (1)$$

که در آن R_{1440}^2 میانگین حداکثر بارش روزانه است. در مطالعه محمدی مطلق و همکاران (۱۳۹۰) مشخص شد که حداکثر بارش t ساعته ایستگاه با حداکثر بارش روزانه در دوره بازگشت های مختلف رابطه مستقیم و با تداوم بارش رابطه توانی دارد. روش تئوری تئوری فرکتال برای استخراج منحنی های IDF به دلیل داشتن مراحل محاسباتی کمتر و اعتمادپذیری بالا توسط نوری قیداری (۱۳۹۱) و با استفاده از داده های حداکثر بارش سالانه در تداوم روزانه به کار رفت. نتایج این روش به طور موردی در ایستگاه باران سنجی تنگه پنج خوزستان بسیار نزدیک به روش متداول استفاده از داده های بارش در تداوم های مختلف بود. محمدی و همکاران (۱۳۹۸) مدل های آماری و تجربی در تعیین منحنی های شدت-مدت-فراوانی بارش را در یک مطالعه موردی در شهر ایلام مقایسه کردند.

بل (۱۹۶۹) در آمریکا مدلی را برای تخمین مقدار باران های کوتاه مدت در مدت دوام های ۵ تا ۱۲۰ دقیقه و دوره بازگشت های ۲ تا ۱۰۰ سال معرفی کرد (رابطه ۲).

$$P_T^t = (0.52 + 0.2 \ln(T)) (0.54t^{0.25} - 0.5) p_{10}^{60} \\ P_{10}^{60} = 20.2598 X_1^{1.1374} X_2^{-0.3072} \quad (2)$$

که در آن، t تداوم بارندگی- ساعت، T دوره بازگشت-سال، X_i متوسط بارندگی حداکثر روزانه- میلی متر و X_2 متوسط بارندگی سالانه- میلی متر می باشد. یک رابطه تجربی برای تخمین شدت باران طرح بر اساس منحنی های IDF برای شهر بصره با استفاده از آمار بارش ۳۱ سال توسط عبدالجلیل و فاروان (۲۰۱۳) توسعه یافت. بررسی ها نشان داد که بیشینه شدت در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله با مدت ۵ دقیقه و کمینه شدت در دوره بازگشت ۲ ساله با مدت ۱۲۰ دقیقه رخ می دهد. در پژوهشی دیگر آتانواو زیمالی و بیانی (۲۰۱۶) با استفاده از روش تجربی روابط IDF را در پنج منطقه اتیوپی

شدت یا مقدار بارندگی از عوامل اصلی در مطالعات آب و هوا شناسی است. منحنی های شدت-مدت-فراوانی برای برنامه ریزی، طراحی و مدیریت پروژه های منابع آب به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند. این منحنی ها برای یک دوره بازگشت خاص و طول بارش معین برآورد می شوند. متاسفانه توسعه شبکه دیدبانی و ثبت باران سنج های ثابت در بالا دست حوضه های آبریز و بویژه در ارتفاعات کمتر مورد توجه بوده است؛ با این حال با توجه به بضاعت داده و اطلاعات موجود، امکان تحلیل و استخراج روابط شدت-مدت-فراوانی (IDF) رگبار ها و تعمیم آن به بالا دست حوضه ها با خطای قابل قبولی وجود دارد. نظر به اینکه در بسیاری از مطالعات از ضرایب غیر منطقه ای استفاده می شود (کرکوتی و همکاران، ۱۳۸۹)، بدون شک استفاده از داده های ایستگاه های همدیدی کشور به جای ضرایب مرکز حفاظت خاک آمریکا و یا ضرایب تجربی سایر کشورها از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود.

تعیین روابط IDF در توفان های شدید به منظور کنترل رواناب در طراحی و احداث سازه های مختلف، ساختارهای زه کشی و کاهش سیل در مناطق شهری به کار می رود. تهیه دسته منحنی های IDF در یک محل، نیاز به آمار طولانی مدت از رگبارهای ثبت شده در آن محل دارد (قهرمان و آبخضر ۱۳۸۳). روابط IDF جهت برآورد شدت های بارش برای مدت های متفاوت از ۵ دقیقه در حوضه های آبریز شهری با واکنش آب شناسی بالا تا چندین روز در مطالعات سیلاب منطقه ای (قهرمان و همکاران ۱۳۸۹) و دوره برگشت های مختلف به کار می روند.

کمالی و جوانمرد (۱۳۸۲) این روابط را برای رگبارهای کوتاه مدت در تبریز و تغییرات چند سال اخیر آن را محاسبه کردند. قهرمان و آبخضر (۱۳۸۳) با استفاده از مقدار عددی باران ساعتی ۱۰ ساله و منحنی های IDF سازمان هواشناسی در ۶۶ ایستگاه مجهز به باران سنج ثابت، مناسب ترین مدل برای کل ایستگاه های ایران را به صورت رابطه (۱) ارائه نمودند.

برای بارش های ۱۰ تا ۱۲۰ دقیقه محاسبه کردند. ضرایب بهینه در معادله تجربی با استفاده از جابجایی و روش کمترین مربع برآورد شدند. جفرین و همکاران (۲۰۱۷) منحنی های IDF را در دو منطقه در مالزی توسعه داده و منحنی های IDF با استفاده از توزیع لوگ پیرسون III و گامبل ترسیم شد. روش معادلات تجربی با استفاده از شدت های معتبر بارش توسعه یافته است که برای یافتن شدت بیشینه بارش در هر تداوم از رابطه (۳) استفاده می شود.

$$i = \frac{p}{T_d} \quad (3)$$

که در آن i شدت، p عمق بارش و T_d طول دوره بارش می باشد (آناناوا ۲۰۱۶). معادلات تجربی گوناگونی در هیدرولوژی استفاده می شود که در روابط (۴) تا (۷) آمده است.

$$i = \frac{a}{d+b} \quad (\text{Talbot equation}) \quad (4)$$

$$i = \frac{a}{d^e} \quad (\text{Bernard equation}) \quad (5)$$

$$i = \frac{a}{d^e + b} \quad (\text{Kimijima equation}) \quad (6)$$

$$i = \frac{a}{(d+b)^e} \quad (\text{Sherman equation}) \quad (7)$$

که در آنها i شدت بارش (mm / hour)، d مدت بارش، a ، b و e ضرایب ثابت مربوط به شرایط هواشناختی می باشند (انهاث و همکاران ۲۰۰۶).

گمز بالمازدا و همکاران (۲۰۲۰) با محاسبه روابط IDF را در منطقه نیمه خشک مکزیکو خاطر نشان کردند که این مطالعات نقطه شروع محاسبه جریان اوج و ارزیابی سازه های هیدرولیکی برای کمک به بهبود تاب آوری سیل است. در پژوهش دیگری الوقدانی (۲۰۲۰) تحلیل بارندگی برای ارزیابی تأثیر استفاده از رکوردهای بارندگی از انواع مختلف باران سنج

بر تعیین منحنی IDF را انجام داد. استخراج منحنی ها برای داده های بارش ۱۳ ساله دو باران سنج در حوضه آبریز نمان در غرب عربستان سعودی انجام شد. نتایج نشان داد که باران سنج مجهز به سیفون^۲ منحنی های IDF را با شدت بارندگی بالاتر در مقایسه با دیگر باران سنج ها تولید می کند. ضرایب برآورد شده در روش های مختلف ارائه شده فقط برای منطقه ای خاص جوابگو می باشد و به هنگام استفاده برای مناطق دیگر باید با بررسی های کارشناسی، ضرایب مناسب را استخراج نمود. از این رو در این پژوهش پس از انتخاب رگبارهای بارش در حوضه کارون، روابط شدت-مدت- فراوانی برای ایستگاه های اهواز، بهبهان و لالی و ضرایب آن ها محاسبه شد. در ادامه در بخش دوم، داده ها که شامل معرفی داده ها و انتخاب رگبارهای مورد بررسی است و همچنین روش انجام کار، ارائه شده است. در بخش سوم به تحلیل و بررسی نتایج حاصل از این پژوهش پرداخته شده است. در نهایت در بخش چهارم نتیجه گیری و جمع بندی مطالب بیان گردیده است.

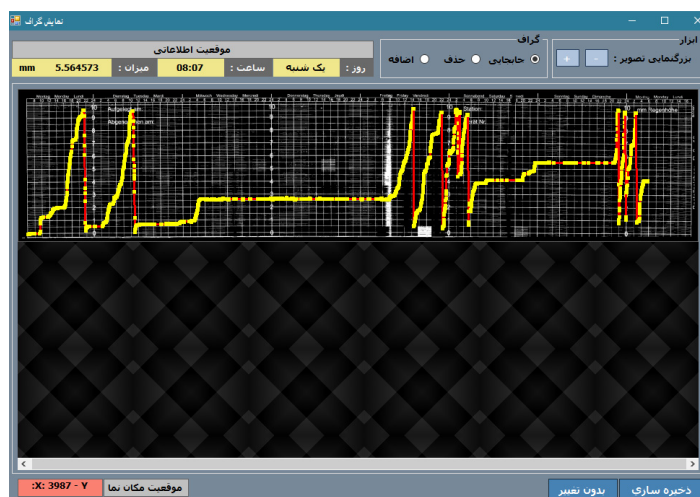
مواد و روش ها

برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی و روابط IDF لازم است که از رگبارهای شدید استفاده کرد. ابتدا داده های بارش ایستگاه های همیدی منطقه از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. پس از آن روش های مختلفی که پژوهشگران برای انتخاب رگبارهای شدید به کار برده اند، بررسی شد. برخی از محققین (حاتمی یزد و همکاران ۱۳۸۸، خاک سفیدی و همکاران ۱۳۸۸، محمدی مطلق و همکاران ۱۳۹۰، عباسی جندانی و طالبی ۱۳۹۵) پس از میانگین گیری از کلیه مقادیر بارندگی در یک تداوم مشخص، بارش هایی که بیشتر از میانگین کل باریده اند را به عنوان رگبارهای شدید انتخاب کرده اند. برخی دیگر از پژوهشگران (امین و همکاران ۱۳۷۹، حاتمی یزد و همکاران ۱۳۸۵) داده های بارش های بیش از ۱۰ میلی متر را به عنوان رگبار شدید انتخاب کرده اند. در این تحقیق، با توجه به روش اخیر بارش های بیش از ۱۰ میلی متر به عنوان رگبار شدید برای مطالعه انتخاب شدند.

سپس به منظور دسترسی به داده های بارش در تداوم های ۱۰ دقیقه ای از گراف های باران نگار سازمان هواشناسی کشور

ردیف	نام فایل	بررسی الگو	تحلیل داده	نوع سبب	تاریخ	آدرس فایل	کد	واحد اولیه
13	R45520100125	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1287	0
14	R45520100926	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1288	0
15	R45520101227	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1289	0
16	R45520110103	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1290	0
17	R45520110110	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1291	0
18	R45520110124	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1292	0
19	R45520121113	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1293	0
20	R45520121203	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1294	0
21	R45520121210	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1295	0
22	R45520121217	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1296	0
23	R45520121224	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1297	0
24	R45520130128	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1298	0
25	R45620001107	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1299	0
26	R45620001171	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R45	1300	0
27	R49320003130	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1301	0
28	R49320006206	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1302	0
29	R49320006213	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1303	0
30	R493200061204	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1304	0
31	R49320008103	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1305	0
32	R49320008117	بلند	بلند	بارش	Monday, January 1	...F:\R-Khozestan\R49	1306	0

شکل ۱. پردازش الگوی بارش با نرم افزار پردازش داده



شکل ۲. پردازش الگوی نهایی بارش

توسط نرم افزار بازیافت داده (Weather Graph) انجام شد و مقادیر بارش در بازه ی زمانی ۱۰ دقیقه به دست آمد. به این منظور گراف های انتخاب شده به صورت رنگی با فرمت JPG و رزولوشن 300DPI با اسکنر A3 اسکن شدند. برای پردازش گراف ها توسط نرم افزار Weather Graph در ابتدا پرونده ای ایجاد شد که اطلاعات در آن ذخیره گردد سپس نوع گراف، تاریخ شروع و پایان و نرخ نمونه برداری اطلاعات (۱۰ دقیقه) در قسمت تنظیمات اصلی تعریف شد و الگوی بارش پردازش شد (شکل ۱).

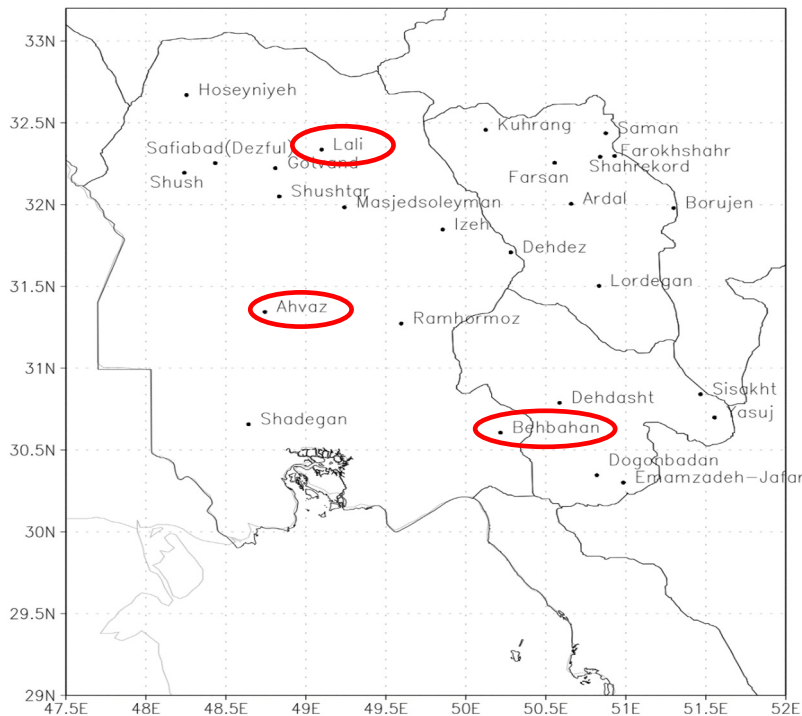
در مرحله ویرایش الگو پس از بررسی تراز بودن الگو، خطوط

استفاده شد. پس از جمع آوری گراف های بارش در حوضه ی کارون مشاهده شد که گراف ها از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ در دسترس می باشند، و از آنجائی که در اکثر ایستگاه های سازمان هواشناسی کشور ۱۲ تا ۱۵ سال آمار کفایت می کند (کمالی و همکاران ۱۳۸۱)، بنابراین دوره آماری بین سال های ۱۹۹۳ لغایت ۲۰۱۳ در نظر گرفته شد و گراف های رگبارهای شدید منتخب در دوره زمانی مذکور (اهواز ۱۹۹۶-۲۰۱۳، لالی ۲۰۰۷-۲۰۱۳ و بهبهان ۱۹۹۸-۲۰۱۳) مورد استفاده قرار گرفت.

رقومی سازی گراف های بارندگی پس از اسکن گراف ها

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی در حوضه کارون

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
اهواز	۴۸/۶۷	۳۱/۳۳	۲۲/۵
بهبهان	۵۰/۲۳	۳۰/۶۰	۳۱۳
لالی	۴۹/۱۰	۳۲/۳۳	۳۶۵



شکل ۳. موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی اهواز، بهبهان و لالی در حوضه کارون

هر تداوم، مقادیر آن در هر دوره بازگشت با چندین توزیع برازش داده شد. زیرا در بررسی‌های آب و هواشناسی سعی می‌شود داده‌های اندازه‌گیری و ثبت شده با توابع توزیع تئوری برازش داده می‌شود تا بهترین تابعی که با داده‌ها مطابقت دارد بعنوان تابع توزیع احتمال برگزیده شود (علیزاده، ۱۳۸۳). در این پژوهش مجموعه آمار به دست آمده به کمک نرم افزار تحلیل فراوانی آب شناسی Easy Fit با چندین نوع توزیع آماری شامل توزیع‌های Weibull، Gumbel، Log-Pearson و Gamma، Lognormal، Normal، type3 به منظور برآورد بهترین توزیع، برازش داده شد. ارزیابی معنی داری توزیع‌های به دست آمده با استفاده از

و نقاط اضافی روی گراف حذف شد و گراف پردازش شده به صورت شکل ۲ ذخیره شد. جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی منتخب و شکل ۳ موقعیت ایستگاه‌ها را در حوضه کارون نشان می‌دهد. پس از انتخاب رگبارهای شدید، مقادیر بارش در تداوم‌های (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۶۰، ۴۲۰، ۴۸۰ و ۵۴۰ دقیقه (۹ ساعت)) و در دوره آماری منتخب استخراج شد. شدت‌های بارش بر حسب میلی‌متر بر ساعت در هر تداوم برای مقادیر بیشینه محاسبه شد. پس از محاسبه شدت‌های بارش (میلی‌متر بر ساعت) در

جدول ۲. نتایج برازش توابع توزیع برای داده های شدت بارش ایستگاه های منتخب در حوضه کارون

آزمون کای مربع						
تابع توزیع	درجه مناسب	شاخص آماری-	درجه مناسب	شاخص آماری-	درجه مناسب	شاخص آماری-
	بودن	اهواز	بودن	بهبهان	بودن	لالی
Log- Pearson 3	۱	۰/۴۷۱۸۹	۱	۰/۰۴۶۳۱	۱	۰/۰۴۶۸۶
Gumbel	۲	۰/۵۴۰۱۱	۳	۰/۶۶۲۹۹	۴	۱/۳۰۹۱
Gamma	۳	۰/۷۹۸	۲	۰/۲۱۵۳۴	۲	۰/۱۶۷۳۳
Weibull	۴	۰/۸۴۶۱	۶	۳/۹۵۴۸	۶	۳/۷۸۸۷
Normal	۵	۱/۶۷۱۹	۵	۲/۹۵۱۶	۵	۲/۵۷۶۴
Log- Normal	۶	۲/۰۳۱۵	۴	۱/۱۰۰۶	۳	۰/۲۶۰۵۱

رساندن مقدار خطا حاصل از تفاضل برازش مقادیر شدت بارش با توزیع Log-Pearson type 3 و مقادیر شدت بارش در رابطه ۸ محاسبه شدند. برای بررسی درستی مقادیر این ضرایب از ضریب همبستگی استفاده شد. در نهایت منحنی های شدت-مدت- فراوانی برای دوره برگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله با استفاده از نرم افزار Hyfran ترسیم شدند.

نتایج و بحث

الف- ایستگاه اهواز

نتایج حاصل از داده های بارش و محاسبه شدت بارش نشان داد که در ایستگاه اهواز (جدول ۲) بارش های رگباری چه زمانی شروع و خاتمه یافته اند و شدت بارش آن ها در تداوم های مختلف چقدر است؟ برای مثال بارش رگباری که در روز اول ژانویه ۲۰۱۳ رخ داده است در ساعت ۰۰:۵۰ دقیقه بامداد شروع شده و به مدت ۵۷۰ دقیقه استمرار داشته است. مقدار بارش در این سامانه ۴۳/۶ میلی متر بوده است و در ساعت ۱۰:۱۰ خاتمه یافته است. بعلاوه در جدول ۲ مقادیر شدت های بیشینه ی بارندگی برای فواصل زمانی مختلف هر رگبار در ایستگاه اهواز آمده است. برای مثال شدت بارش در تداوم ۱۰ دقیقه در سامانه سال ۲۰۱۳ معادل ۳۵/۴۰ میلی متر بر ساعت بود. بدیهی است که با افزایش مدت زمان تداوم بارش، شدت بارش کاهش دارد. بعلاوه از جدول ۴ مشخص است که بیشینه شدت بارش ۱۰ دقیقه ای در ایستگاه اهواز در سال ۲۰۱۱ و به میزان ۵۴/۶۰ میلی متر در ساعت رخ داده و کمترین آن به میزان ۴/۸ میلی متر در ساعت در سال ۲۰۱۲ و وقوع پیوسته است. در ستون آخر این جدول مقادیر بارش

آزمون کای مربع^۲ انجام شد (علیچانی و افشار منش، ۱۳۹۴؛ اسدی و اکبری ازیرانی، ۱۳۹۹). در مطالعات مختلف با استفاده از آزمون های نکویی، میزان انطباق تابع توزیع با داده های مشاهداتی تعیین می گردد. اگر میزان تطابق در حد قابل قبولی بود آن توزیع به عنوان توزیع برگزیده پذیرفته می شود (شریفی و شهیدی پور، ۱۳۸۰). لازم به ذکر است که هیچ توزیع آماری نمی تواند دقیقاً بر داده های مشاهده ای برازش خوبی داشته باشد و انتخاب یکی به عنوان بهترین توزیع با توجه به مقایسه نسبت به سایر توزیع ها است (شهبافر و قیامی، ۱۳۸۳). جدول ۲ نتایج آزمون کای مربع را در ایستگاه ها نشان می دهد. توزیع Log-Pearson type 3 برازش بهتری در مقایسه با سایر توزیع های مورد آزمون نشان داد و به عنوان بهترین توزیع آماری منطبق بر داده ها برای ادامه کار انتخاب شد (ناظری تهرودی و همکاران، ۱۳۹۳).

سیس با استفاده از نرم افزار تحلیل فراوانی آب شناسی Hyfran، برازش برای شدت های بارش در هر تداوم انجام شد. در مرحله بعد، برای محاسبه روابط شدت-مدت- فراوانی (نجمایی، ۱۳۶۹؛ جان و برما، ۲۰۱۸)، از رابطه (۸) استفاده شد.

$$I_T = a * (b + t)^c \quad (8)$$

که در آن I_T شدت بارش در دوره برگشت مورد نظر، t زمان تداوم بارندگی، a ، b و c ضرایب تجربی که بر اساس شرایط هر منطقه حاصل می آیند. این ضرایب با به حداقل

جدول ۳. مقادیر شدت(میلی متر بر ساعت)- مدت(دقیقه)- فراوانی(سال) بارندگی ایستگاه اهواز

مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۱۰	۱۸/۶۶	۳۱/۵۹	۴۱/۲۳	۵۱/۱۲	۶۴/۸۳	۷۵/۷۶	۸۷/۲۷
۲۰	۱۴/۱۰	۲۳/۴۴	۳۰/۵۱	۳۷/۸۵	۴۸/۲۰	۵۶/۵۹	۶۵/۴۶
۳۰	۱۱/۶۷	۱۹/۲۰	۲۴/۹۱	۳۰/۸۶	۳۹/۳۰	۴۶/۱۸	۵۳/۴۷
۴۰	۱۰/۱۳	۱۶/۵۳	۲۱/۳۸	۲۶/۴۴	۳۳/۶۲	۳۹/۵۰	۴۵/۷۳
۵۰	۹/۰۳	۱۴/۶۶	۱۸/۹۱	۲۳/۳۴	۲۹/۶۴	۳۴/۷۹	۴۰/۲۶
۶۰	۸/۲۱	۱۳/۲۶	۱۷/۰۶	۲۱/۰۲	۲۶/۶۶	۳۱/۲۶	۳۶/۱۶
۹۰	۶/۶۰	۱۰/۵۵	۱۳/۵۰	۱۶/۵۵	۲۰/۹۰	۲۴/۴۴	۲۸/۲۱
۱۲۰	۵/۶۴	۸/۹۳	۱۱/۳۹	۱۳/۹۱	۱۷/۴۹	۲۰/۴۱	۲۳/۵۱
۱۵۰	۴/۹۸	۷/۸۴	۹/۹۶	۱۲/۱۳	۱۵/۲۱	۱۷/۷۰	۲۰/۳۶
۱۸۰	۴/۴۹	۷/۰۴	۸/۹۲	۱۰/۸۴	۱۳/۵۵	۱۵/۷۴	۱۸/۰۷
۲۱۰	۴/۱۲	۶/۴۳	۸/۱۳	۹/۸۵	۱۲/۲۸	۱۴/۲۴	۱۶/۳۳
۲۴۰	۳/۸۲	۵/۹۴	۷/۴۹	۹/۰۶	۱۱/۲۷	۱۳/۰۵	۱۴/۹۵
۲۷۰	۳/۵۷	۵/۵۴	۶/۹۷	۸/۴۱	۱۰/۴۴	۱۲/۰۸	۱۳/۸۲
۳۰۰	۳/۳۶	۵/۲۰	۶/۵۳	۷/۸۷	۹/۷۶	۱۱/۲۷	۱۲/۸۸
۳۶۰	۳/۰۳	۴/۶۶	۵/۸۴	۷/۰۲	۸/۶۷	۹/۹۹	۱۱/۳۹
۴۲۰	۲/۷۷	۴/۲۵	۵/۳۱	۶/۳۶	۷/۸۴	۹/۰۲	۱۰/۲۷
۴۸۰	۲/۵۷	۳/۹۲	۴/۸۹	۵/۸۵	۷/۱۹	۸/۲۵	۹/۳۸
۵۴۰	۲/۴۰	۳/۶۵	۴/۵۵	۵/۴۳	۶/۶۵	۷/۶۳	۸/۶۶

جدول ۴. ضرایب رابطه ی شدت-مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه اهواز

مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
a	۹۴/۳۴۶۹	۱۶۹/۹۶۵۲	۲۳۶/۴۰۳۱	۳۱۵/۳۵۸۷	۴۳۸/۵۴۷۵	۵۵۱/۰۹۸۳	۶۷۵/۶۱۵۰
b	۶/۱۵۴۵	۵/۸۲۷۳	۶/۲۱۱۲	۶/۸۳۵۸	۷/۷۸۲۱	۸/۶۱۸۵	۹/۳۷۰۱
c	-۰/۵۸۲۴	-۰/۶۰۹۳	-۰/۶۲۶۹	-۰/۶۴۴۴	-۰/۶۶۴۲	-۰/۶۷۸۶	-۰/۶۹۰۶
r	۰/۹۹۹۲	۰/۹۹۹۴	۰/۹۹۸۵	۰/۹۹۶۷	۰/۹۹۳۲	۰/۹۸۹۷	۰/۹۸۵۱

طوری که در تداوم ۵۴۰ دقیقه به ۲/۴ میلی متر بر ساعت می رسد. اما در تداوم ۱۰ دقیقه با افزایش دوره بازگشت مقدار شدت بارش روند افزایشی دارد طوری که در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۸۷/۲۷ میلی متر بر ساعت می رسد. جدول ۴ ضرایب رابطه ی شدت-مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه اهواز را نشان می دهد. در دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ ساله مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۹ و در دوره بازگشت های ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله مقدار آن ۰/۹۸ است.

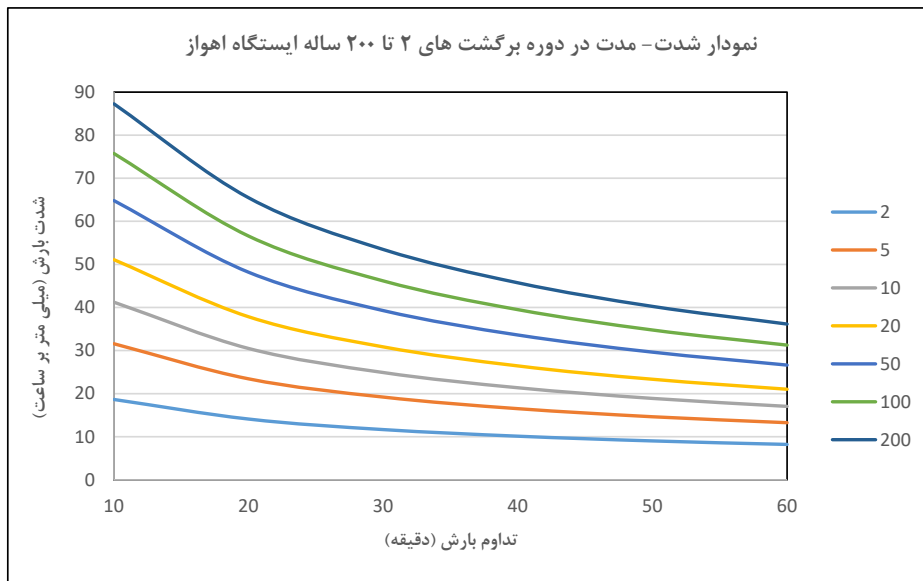
نشان داده شده است که بین ۱۱/۶ تا ۴۳/۶ میلی متر قرار دارد و این مقادیر در بازه های زمانی ۱۲۰ دقیقه تا ۱۰۲۰ دقیقه (۲ تا ۱۷ ساعت) روی داده است.

جدول ۳ مقادیر شدت-مدت- فراوانی بارندگی که با استفاده از رابطه ۸ محاسبه شده را در ایستگاه اهواز نشان می دهد. در دوره برگشت ۲ ساله مقدار شدت بارندگی در تداوم ۱۰ دقیقه ۱۸/۶۶ میلی متر بر ساعت است. با افزایش تداوم در همین دوره بازگشت مقدار شدت بارش کاهش دارد

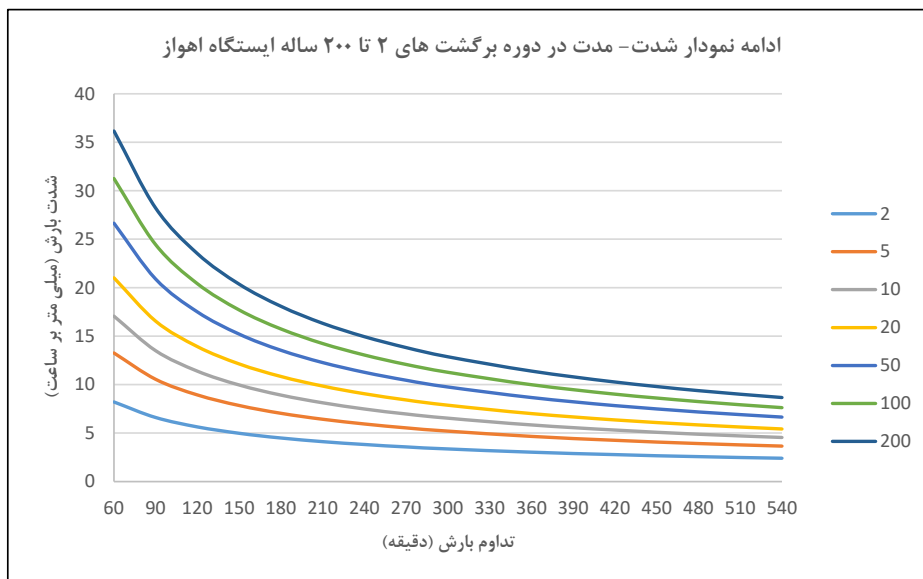
جدول ۵ مقادیر شدت‌های بیشینه‌ی بارندگی برای تداوم‌های مختلف هر رگبار را برای ایستگاه بهبهان نشان می‌دهد. بیشینه‌ی شدت بارش در تداوم ۱۰ دقیقه‌ای در ایستگاه بهبهان در سال ۱۹۹۸ و به مقدار ۵۵/۸۰ میلی‌متر در ساعت و کمترین آن به میزان ۷/۸ میلی‌متر در ساعت در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ بوده است. رگبار سال ۱۹۹۸ در ۱۵

شکل ۴ منحنی‌های IDF ایستگاه اهواز را در دوره برگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود شدت بارش در دوره بازگشت ۲ سال کمتر و در دوره بازگشت ۲۰۰ سال بیشتر است.
ب- ایستگاه بهبهان

(الف)



(ب)



شکل ۴. منحنی شدت-مدت- فراوانی بارندگی در دوره برگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ ساله ایستگاه اهواز

تعیین روابط شدت-مدت- فراوانی رگبار باران در موزه کارون ...

جدول ۵. مقادیر شدت های بیشینه ی بارندگی (میلی متر بر ساعت) برای فواصل زمانی مختلف هر رگبار در ایستگاه بهمنان

سال	مه	زمان وقوع رگبار	زمان وقوع		زمان بر حسب دقیقه						زمان بر حسب ساعت						مدت بارش (دقیقه)	مقدار بارش (میلی متر)						
			شروع	خاتمه	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰			۲۷۰	۳۰۰	۳۶۰	۴۲۰	۴۸۰	۵۴۰
۱۹۹۸	۱	۱۲:۲۰	۱۲	۱۶:۲۰	۳۱:۲۰	۱۸:۶۰	۱۳:۸۰	۱۰:۵۰	۸:۸۸	۷:۶۰	۶:۲۰	۵:۲۵	۴:۶۸	۴:۲۷	۳:۴۸	۳:۰۰	۲:۳۰	۲:۰۰	۱:۳۰	۱:۰۰	۰:۳۰	۰:۰۰	۲۵۰	۱۳:۹
۱۹۹۸	۲	۱۱:۲۰	۱۵	۱۳:۰۰	۵۵:۸۰	۴:۸۰	۴:۵۰	۴:۳۲	۳:۹۰	۳:۰۰	۲:۴۰	۲:۰۵	۱:۴۴	۱:۲۷	۱:۰۰	۰:۴۰	۰:۳۰	۰:۲۰	۰:۱۰	۰:۰۰	۰:۰۰	۰:۰۰	۷۱۰	۲۶:۴
۱۹۹۸	۳	۷:۰۰	۲۹	۱۶:۲۰	۳۷:۲۰	۲۹:۷۰	۲۳:۸۰	۱۹:۵۵	۱۷:۶۴	۱۵:۴۰	۱۳:۱۳	۱۰:۲۵	۹:۲۳	۸:۹۷	۸:۸۰	۷:۹۳	۷:۲۶	۶:۵۷	۶:۲۸	۵:۵۹	۵:۳۰	۵:۰۰	۵۷۰	۴۸:۸
۱۹۹۹	۱	۵:۳۰	۹	۱۶:۰۰	۳۰:۰۰	۲۰:۱۰	۱۸:۲۰	۱۶:۲۰	۱۴:۶۴	۱۳:۶۰	۱۱:۴۰	۱۰:۲۰	۹:۰۰	۸:۲۹	۸:۸۰	۷:۴۴	۷:۰۲	۶:۵۰	۶:۲۸	۶:۰۰	۵:۳۰	۵:۰۰	۵۹۰	۳۹:۷
۱۹۹۹	۱	۳:۴۰	۸	۳۲:۳۰	۱۱:۴۰	۷:۸۰	۶:۴۵	۶:۱۲	۵:۵۰	۴:۵۲	۳:۸۵	۳:۶۰	۳:۱۳	۲:۹۷	۲:۶۵	۲:۴۲	۲:۲۶	۲:۰۰	۱:۴۰	۱:۲۰	۱:۰۰	۰:۴۰	۱۱۹۰	۳۳:۲
۱۹۹۹	۱	۱۷:۱۰	۱۶	۱۵:۱۰	۳۳:۶۰	۳۳:۳۰	۳۶:۴۰	۳۲:۵۶	۲۲:۵۶	۲۰:۰۰	۱۴:۷۳	۱۲:۴۰	۱۱:۰۰	۱۰:۰۰	۹:۳۵	۸:۵۲	۸:۰۰	۷:۲۶	۶:۵۷	۶:۲۸	۶:۰۰	۵:۳۰	۱۷۵۰	۶۹:۰
۱۹۹۹	۱	۱۳:۵۰	۱۷	۲۳:۵۰	۱۴:۴۰	۷:۲۰	۶:۲۰	۶:۵۵	۶:۲۰	۳:۸۰	۲:۰۷	۲:۷۰	۲:۸۸	۲:۶۷	۲:۵۳	۲:۳۳	۲:۱۸	۲:۰۰	۱:۴۰	۱:۲۰	۱:۰۰	۰:۴۰	۱۸۰۰	۱۸:۰
۱۹۹۹	۳	۱۲:۵۰	۲	۳:۱۰	۳۳:۶۰	۱۷:۴۰	۱۳:۲۰	۱۱:۴۰	۱۰:۲۰	۸:۲۷	۷:۵۵	۷:۷۷	۷:۳۱	۷:۰۵	۶:۵۳	۶:۰۷	۵:۸۲	۵:۷۱	۵:۱۸	۵:۰۰	۴:۳۰	۴:۰۰	۸۷۰	۶۲:۱
۱۹۹۹	۳	۱۵:۳۰	۲	۳۲:۳۰	۷:۸۰	۷:۵۰	۶:۰۰	۶:۲۰	۵:۵۲	۴:۸۰	۳:۸۰	۳:۰۵	۲:۷۶	۲:۶۳	۲:۵۱	۲:۱۸	۱:۹۸	۱:۵۰	۱:۳۰	۱:۰۰	۰:۴۰	۰:۰۰	۴۲۰	۱۰:۵
۱۹۹۹	۱۳	۲:۳۰	۱۱	۱۸:۵۰	۴۴:۴۰	۲۵:۵۰	۲۰:۸۰	۱۸:۵۰	۱۶:۰۷	۱۳:۲	۱۱:۹۳	۱۰:۵۰	۱۰:۱۱	۹:۴۵	۸:۵۳	۷:۸۶	۶:۸۰	۶:۰۰	۵:۳۰	۵:۰۰	۴:۳۰	۴:۰۰	۶۸۰	۶۸:۰
۲۰۰۰	۱	۱۷:۱۰	۱۶	۷:۵۰	۵:۴	۴:۲	۴:۴	۳:۷۵	۳:۲۶	۳:۱	۲:۵۳	۲:۴	۲:۲	۲:۱۳	۲:۰۹	۱:۸۳	۱:۷۳	۱:۶۷	۱:۵۱	۱:۴	۱:۳۱	۱:۲۰	۱۴:۵	۱۴:۵
۲۰۰۰	۱۱	۳:۵۰	۱۸	۰:۰۰	۸:۴	۶:۶	۵	۳:۹	۳:۴۸	۲:۹	۲:۶۷	۲:۰۵	۱:۸۴	۱:۶	۱:۴۵	۱:۳	۱:۱۵	۱:۰۶	۰:۹۸	۰:۷	۰:۶۰	۰:۴۰	۱۰:۹	۱۰:۹
۲۰۰۱	۴	۱۶:۱۵	۵	۶:۳۰	۱۰:۸	۹:۶	۸:۸	۶:۹	۶:۲۴	۵:۹	۵:۴	۴:۵۲	۴:۵	۴:۱۴	۳:۶۵	۳:۵۶	۳:۳۸	۳:۰۷	۲:۵۷	۲:۴۸	۲:۳۸	۲:۲۸	۲۷:۲	۲۷:۲
۲۰۰۱	۱۳	۱۷:۴۰	۸	۸:۰۰	۲۵:۲	۱۳:۲	۹	۹	۷:۹۲	۶:۸	۵:۰۷	۴:۶	۳:۸۸	۳:۴۳	۳:۷۱	۳:۹۵	۳:۷۵	۳:۵۶	۳:۴۳	۳:۳۴	۳:۲۴	۳:۱۵	۲۴:۷	۲۴:۷
۲۰۰۶	۱۳	۳۳:۰۰	۱۸	۶:۰۰	۳۷	۱۳:۸	۱۳:۸	۱۲	۱۰:۵۶	۹:۹	۸:۵۳	۷:۷۵	۷:۲۴	۷:۱۳	۶:۹۴	۶:۱۵	۵:۷۱	۵:۳۳	۵:۰۸	۴:۴۹	۴:۳۰	۴:۲۰	۳۱:۰	۳۱:۰
۲۰۰۷	۳	۶:۰۰	۳۷	۴:۳۰	۳۱	۱۱:۴	۱۲	۹:۴۵	۹:۸۴	۸:۵	۸:۵۷	۶:۶	۶:۷۶	۶:۳۳	۶:۸	۶:۵۵	۶:۴۸	۶:۳۶	۶:۲۵	۶:۱۴	۶:۰۴	۵:۵۴	۲۵:۶	۲۵:۶
۲۰۰۸	۱	۲:۳۰	۳۳	۳:۳۰	۸:۴	۴:۲	۳:۴	۳:۸۵	۳:۸۸	۲:۷	۲:۴۶	۲:۳	۲:۲۲	۲:۲۶	۲:۰۵	۱:۷۸	۱:۶۳	۱:۶	۱:۵۱	۱:۴۹	۱:۴۰	۱:۳۰	۱۶:۸	۱۶:۸
۲۰۰۹	۱۱	۲۲:۱۰	۳۶	۱۱:۴۰	۷:۸	۶:۹	۷	۶:۶	۶:۱۲	۶:۲	۵:۶	۵:۱	۴:۴۸	۳:۸۳	۳:۴۹	۳:۲۵	۳:۱۱	۲:۵۵	۲:۴۴	۲:۳۸	۲:۲۸	۲:۱۰	۲۱:۰	۲۱:۰
۲۰۱۰	۱	۱۹:۵۰	۲۵	۶:۰۰	۱۳:۲	۷:۸	۶:۸	۵:۴	۴:۴۴	۳:۹	۳:۱۳	۲:۶۵	۲:۲۸	۲:۰۶	۲:۱۷	۱:۵۶	۱:۴۶	۱:۳۳	۱:۲۵	۱:۱۹	۱:۱۰	۱:۰۴	۱۰:۴	۱۰:۴
۲۰۱۰	۱	۱۵:۳۰	۳۷	۹:۰۰	۲۴:۶	۱۷:۴	۱۳:۸	۱۰:۸	۹:۳۶	۸:۳	۶:۱۳	۷:۲	۶:۴۴	۵:۹	۵:۱۱	۴:۵۵	۴:۳۳	۴:۱۴	۳:۸۱	۳:۷۱	۳:۶۱	۳:۵۱	۴۲:۱	۴۲:۱
۲۰۱۱	۱	۶:۵۰	۱۶	۰:۵۰	۲۶:۴	۲۰:۷	۱۵:۲	۱۳:۱۵	۱۰:۸	۸:۶	۵:۹۳	۴:۶	۴:۶۸	۳:۹	۳:۴۳	۳:۵	۳:۴۴	۳:۳۸	۳:۲۷	۳:۱۷	۳:۰۷	۲:۵۷	۲۰:۲	۲۰:۲
۲۰۱۱	۱۱	۶:۴۰	۳۳	۵:۳۰	۱۳:۶	۷:۵	۷	۵:۵۵	۵:۰۴	۴:۵	۳:۷۳	۳:۸۵	۳:۲۳	۲:۱	۲:۱۳	۲:۰۴	۱:۷۷	۱:۶۷	۱:۶۷	۱:۶۷	۱:۶۷	۱:۶۷	۱۷:۵	۱۷:۵
۲۰۱۲	۱۱	۱۵:۱۰	۳۴	۱:۵۰	۳۲:۴	۲۶:۱	۱۹:۶	۱۹:۲	۱۷:۰۴	۱۵:۳	۱۳	۱۲:۷۵	۱۱:۱۲	۹:۶	۸:۴۶	۷:۸	۷:۲۳	۶:۸۴	۶:۱۱	۵:۲۸	۴:۶۵	۳:۷	۳۷:۷	۳۷:۷
۲۰۱۲	۱۱	۹:۵۰	۱۹	۳:۳۰	۱۵	۱۱:۴	۹:۸	۸:۱	۷:۲	۶:۲	۴:۶۶	۳:۷	۳:۷۲	۳:۲	۳:۱۷	۲:۳۷	۲:۲۳	۲:۵	۲:۵۶	۲:۴۶	۲:۳۸	۲:۲۸	۲۵:۸	۲۵:۸
۲۰۱۲	۱۱	۷:۳۰	۳۶	۱۵:۳۰	۲۸:۸	۱۶:۸	۱۹:۲	۱۵:۶	۱۳:۸۴	۱۱:۵	۹:۳۶	۸:۹	۷:۸۸	۷:۱۳	۶:۳۱	۵:۷۵	۵:۴۴	۴:۶۵	۴:۳۸	۴:۲۸	۴:۱۸	۴:۰۸	۳۰:۷	۳۰:۷
۲۰۱۲	۱۳	۸:۱۰	۳۳	۴:۵۰	۱۹:۸	۱۶:۵	۱۱:۴	۹:۹	۹:۸۴	۸:۷	۶:۱۳	۵:۲	۴:۸۸	۴:۶۶	۳:۹۱	۳:۴۵	۳:۱۱	۲:۸	۲:۳۳	۲:۲۳	۲:۱۴	۲:۰۴	۲۶:۶	۲۶:۶
۲۰۱۳	۱	۶:۰۰	۳۹	۲:۰۰	۳۹:۴	۲۱:۶	۱۷:۴	۱۷:۴	۱۳:۲۸	۱۲:۲	۹:۸۶	۱۰:۵	۱۰:۱۲	۹:۲	۸:۲۸	۷:۵	۷:۰۴	۶:۶۶	۶:۵۶	۶:۴۴	۶:۳۴	۶:۲۴	۴۰	۴۰

مقدار شدت بارش با روند افزایشی در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۷۵/۹۵ میلی متر بر ساعت می رسد.

جدول ۷ ضرایب رابطه ی شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه بهبهان را نشان می دهند. در دوره بازگشت های ۲، ۵ و ۱۰ ساله مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۹، در دوره بازگشت ۲۰ ساله مقدار آن ۰/۹۸، در دوره بازگشت های ۵۰ و ۱۰۰ ساله ۰/۹۵ و در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله ۰/۹۶ است.

شکل ۵ منحنی های IDF ایستگاه بهبهان را در دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال نشان

فوریه ساعت ۲۰:۱۱ شروع شده و به مدت ۷۱۰ دقیقه استمرار داشته و در ساعت ۲۳:۰۰ همان روز خاتمه یافته است. جمع بارش این سامانه ۲۶/۴۰ میلی متر در ایستگاه بوده است.

جدول ۶ مقادیر شدت- مدت- فراوانی بارندگی را در ایستگاه بهبهان نشان می دهد. در دوره برگشت ۲ ساله مقدار شدت بارندگی در تداوم ۱۰ دقیقه ۱۹/۸۵ میلی متر بر ساعت است. با افزایش تداوم در همین دوره بازگشت مقدار شدت بارش کاهش دارد و در تداوم ۵۴۰ دقیقه به ۲/۶۲ میلی متر بر ساعت می رسد. اما در تداوم ۱۰ دقیقه با افزایش دوره بازگشت

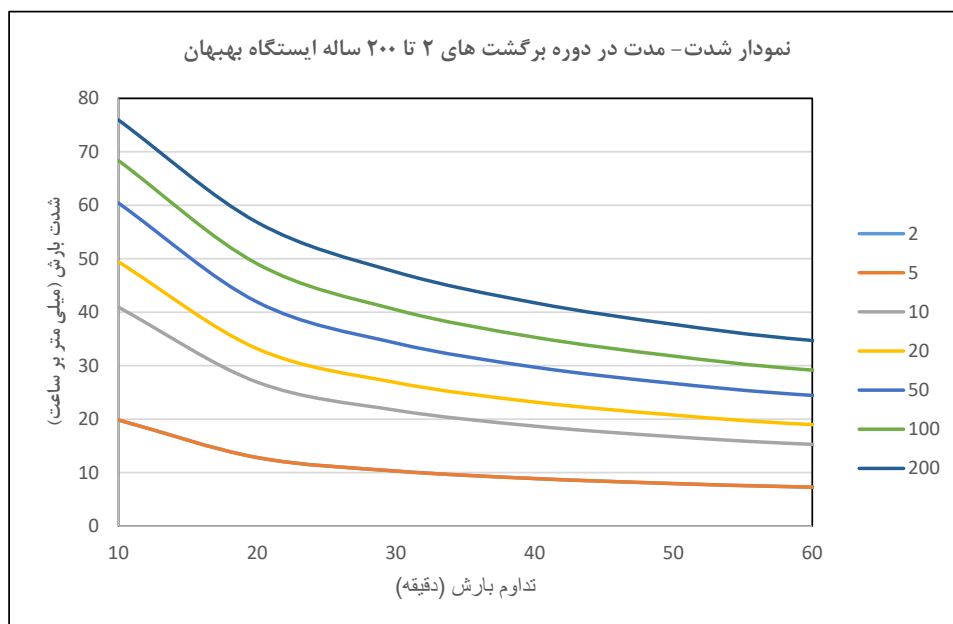
جدول ۶. مقادیر شدت(میلی متر بر ساعت)- مدت(دقیقه)- فراوانی(سال) بارندگی ایستگاه بهبهان

مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۱۰	۱۹/۸۵	۳۰/۵۵	۴۰/۹۴	۴۹/۴۳	۶۰/۴۲	۶۸/۳۷	۷۵/۹۵
۲۰	۱۲/۸۴	۲۱/۸۲	۲۶/۹۴	۳۳/۱۸	۴۱/۹۱	۴۹/۰۵	۵۶/۸۱
۳۰	۱۰/۳۲	۱۷/۶۲	۲۱/۶۹	۲۶/۸۴	۳۴/۲۴	۴۰/۴۸	۴۷/۵۳
۴۰	۸/۹۱	۱۵/۰۶	۱۸/۷۱	۲۳/۲۱	۲۹/۷۵	۳۵/۳۴	۴۱/۷۸
۵۰	۷/۹۸	۱۳/۳۰	۱۶/۷۳	۲۰/۷۸	۲۶/۷۰	۳۱/۸۱	۳۷/۷۶
۶۰	۷/۳۰	۱۲/۰۱	۱۵/۲۹	۱۹/۰۰	۲۴/۴۷	۲۹/۲۰	۳۴/۷۴
۹۰	۶/۰۱	۹/۵۳	۱۲/۵۵	۱۵/۶۱	۲۰/۱۷	۲۴/۱۴	۲۸/۸۳
۱۲۰	۵/۲۵	۸/۰۷	۱۰/۹۳	۱۳/۶۰	۱۷/۶۰	۲۱/۱۰	۲۵/۲۳
۱۵۰	۴/۷۳	۷/۰۹	۹/۸۲	۱۲/۲۳	۱۵/۸۵	۱۹/۰۰	۲۲/۷۴
۱۸۰	۴/۳۵	۶/۳۷	۹/۰۱	۱۱/۲۲	۱۴/۵۴	۱۷/۴۵	۲۰/۸۹
۲۱۰	۴/۰۵	۵/۸۲	۸/۳۷	۱۰/۴۳	۱۳/۵۳	۱۶/۲۳	۱۹/۴۴
۲۴۰	۳/۸۰	۵/۳۸	۷/۸۶	۹/۷۹	۱۲/۷۱	۱۵/۲۵	۱۸/۲۶
۲۷۰	۳/۶۰	۵/۰۲	۷/۴۴	۹/۲۶	۱۲/۰۲	۱۴/۴۳	۱۷/۲۹
۳۰۰	۳/۴۳	۴/۷۲	۷/۰۸	۸/۸۱	۱۱/۴۴	۱۳/۷۴	۱۶/۴۵
۳۶۰	۳/۱۶	۴/۲۴	۶/۴۹	۸/۰۹	۱۰/۵۱	۱۲/۶۲	۱۵/۱۱
۴۲۰	۲/۹۴	۳/۸۷	۶/۰۴	۷/۵۲	۹/۷۸	۱۱/۷۴	۱۴/۰۵
۴۸۰	۲/۷۷	۳/۵۸	۵/۶۷	۷/۰۶	۹/۱۹	۱۱/۰۳	۱۳/۲۰
۵۴۰	۲/۶۲	۳/۳۴	۵/۳۷	۶/۶۸	۸/۶۹	۱۰/۴۴	۱۲/۴۹

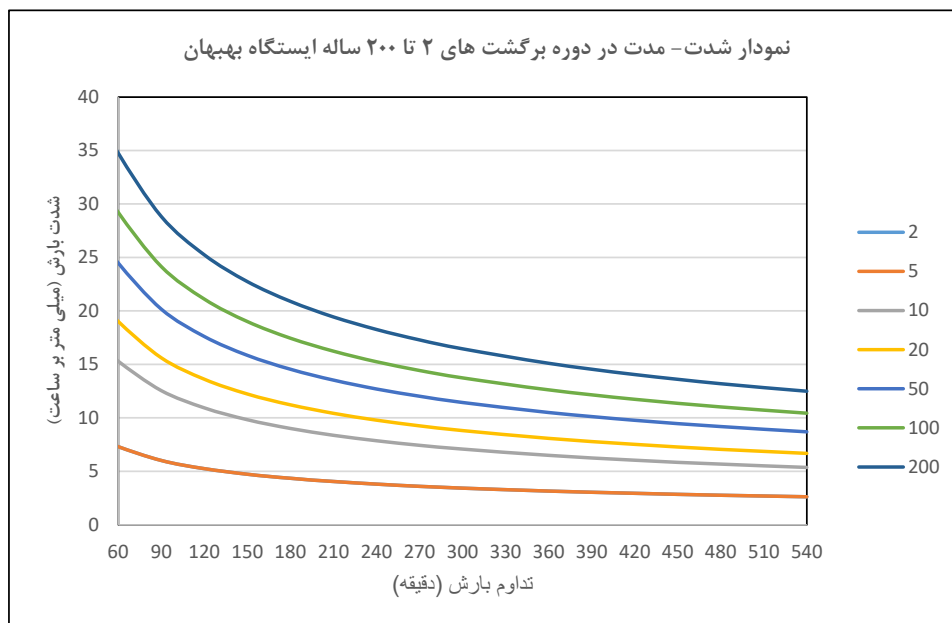
جدول ۷. ضرایب رابطه ی شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه بهبهان

مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
a	۴۵/۴۷۵۹	۱۴۱/۳۹۸۶	۱۰۰/۵۹۸۹	۱۲۶/۲۱۵۱	۱۶۲/۶۵۶۸	۱۹۷/۱۸۶۰	۲۴۲/۲۰۱۲
b	-۳/۷۹۵۲	-۳/۱۴۰۸	-۳/۱۲۳۳	-۲/۵۷۰۶	-۱/۶۱۷۳	-۰/۳۴۴۴	۱/۷۲۸۴
c	-۰/۴۵۴۰	-۰/۴۹۵۹	-۰/۴۶۶۲	-۰/۴۶۷۴	-۰/۴۶۵۸	-۰/۴۶۷۱	-۰/۴۷۱۰
r	۰/۹۹۹۴	۰/۹۹۴۶	۰/۹۹۴۳	۰/۹۸۳۲	۰/۹۵۹۲	۰/۹۵۳۸	۰/۹۶۶۲

(الف)



(ب)



شکل ۵. منحنی شدت-مدت- فراوانی بارندگی در دوره برگشت های ۲ تا ۲۰۰ ساله ایستگاه بهبهان

مقادیر شدت های بیشینه ی بارندگی برای تداوم های مختلف هر رگبار برای ایستگاه لالی در جدول ۸ است. بارش رگباری ژانویه ۲۰۱۳ در ساعت ۰۰:۳۰ بامداد آغاز شده و به مدت ۷۴۰ دقیقه استمرار داشته و در ساعت ۱۲:۴۰ همان روز

می دهد. در اینجا نیز شدت بارش در دوره بازگشت ۲ سال کمتر و در دوره بازگشت ۲۰۰ سال بیشتر است. همچنین با افزایش تداوم از شدت بارش کاسته می شود.

ج- ایستگاه لالی

جدول ۸. مقادیر شدت های بیشینه ی بارندگی (میلی متر بر ساعت) برای فواصل زمانی مختلف هر رگبار در ایستگاه لالی

سال	ماه وقوع رگبار	زمان وقوع رگبار												زمان برحسب دقیقه												مقدار بارش	
		شروع						خاتمه						زمان برحسب دقیقه												مدت بارش (دقیقه)	(میلی متر)
		ساعت	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه						
۲۰۰۷	۳	۳۷	۲۰:۰۰	۱۲:۴۰	۲۵:۴۰	۳۰:۹۰	۲۲:۰۰	۲۰:۱۰	۱۷:۵۲	۱۵:۳۰	۱۳:۲۷	۱۱:۶۵	۹:۴۴	۸:۸۳	۷:۸۹	۷:۵۵	۷:۶۷	۷:۲۰	۶:۱۳	۵:۴۷	۴:۸۰	۵:۴۰	۴:۷۷	۶:۵۰:۰۰	۴۵:۱		
۲۰۰۷	۴	۱۲	۹:۳۰	۴۸:۰۰	۱۲:۰۰	۲۴:۹۰	۱۷:۸۰	۱۴:۷۰	۱۲:۱۲	۱۰:۷۰	۸:۰۷	۶:۸۵	۵:۹۶											۱۷:۰۰:۰۰	۱۵:۱		
۲۰۰۷	۴	۱۴	۱۴:۰۰	۵۵:۲۰	۱۵:۵۰	۲۹:۴۰	۲۲:۴۰	۲۴:۶۰	۲۴:۷۲	۲۱:۶۰	۱۴:۶۷													۱۲:۰۰:۰۰	۲۲:۱		
۲۰۰۷	۱۲	۶	۳۳:۴۰	۳۱:۲۰	۱۵:۹۰	۱۵:۹۰	۱۲:۴۰	۱۱:۴۰	۱۰:۹۲	۱۱:۰۰	۹:۸۰	۹:۲۵	۹:۲۰	۸:۸۳	۸:۲۳	۷:۸۰	۷:۶۰	۷:۷۴	۷:۳۷	۷:۲۹	۶:۹۵	۶:۹۶	۶:۹۶	۶:۹۰:۰۰	۷۰:۱		
۲۰۰۷	۱۲	۷	۱۲:۳۰	۳۱:۸۰	۳۱:۹۰	۱۶:۶۰	۱۳:۴۵	۱۳:۴۵	۱۳:۸۰	۱۳:۵۰	۱۱:۶۰	۱۰:۸۰	۹:۸۴	۹:۱۰	۸:۴۹	۸:۰۲	۷:۹۰	۷:۹۰	۷:۱۲	۶:۷۳	۶:۱۲	۶:۱۲	۶:۱۲	۶:۶۰:۰۰	۴۷:۵		
۲۰۰۷	۱۲	۷	۲۲:۳۰	۳۴:۲۰	۱۸:۶۰	۱۵:۴۰	۱۳:۰۰	۱۲:۰۰	۱۰:۰۸	۸:۴۰	۵:۶۷	۴:۴۰	۳:۵۶	۳:۵۶	۲:۵۷	۲:۲۵	۲:۰۰	۱:۹۲	۱:۶۳	۱:۴۹	۱:۲۶	۱:۲۶	۱:۲۶	۵۵:۰۰:۰۰	۱۱:۴		
۲۰۰۹	۴	۸	۱۱:۴۰	۱۵:۰۰	۱۹:۴۰	۷:۸۰	۵:۴۰	۴:۲۰	۳:۴۸	۲:۹۰	۲:۲۷	۲:۰۵	۱:۸۸	۱:۸۷	۱:۷۴	۱:۷۵	۱:۷۶	۱:۷۲	۱:۴۷	۱:۴۱				۴۹:۰۰:۰۰	۱۹:۹		
۲۰۱۰	۲	۲	۳۳:۵۰	۴۳:۲۰	۳۹:۹۰	۲۹:۲۰	۲۲:۲۵	۱۸:۳۵	۱۸:۳۶	۱۵:۴۰	۱۱:۵۳	۹:۰۵	۷:۵۶	۶:۵۳										۲۰:۰۰:۰۰	۱۹:۸		
۲۰۱۰	۴	۱۳	۱۲:۳۰	۵۷:۰۰	۳۲:۱۰	۲۴:۲۰	۱۸:۷۵	۱۵:۹۶	۱۵:۹۶	۱۳:۷۰	۹:۸۰	۷:۷۵	۶:۸۸	۶:۲۳	۶:۸۰	۶:۳۰	۵:۶۷							۳۰:۰۰:۰۰	۲۵:۷		
۲۰۱۱	۱	۲۶	۹:۰۰	۶:۰۰	۲۴:۵۰	۲۴:۵۰	۱۹:۲۰	۱۶:۴۴	۱۶:۴۴	۱۳:۷۰	۹:۴۷	۷:۷۰	۶:۲۸	۵:۵۰	۴:۸۰	۴:۴۸	۴:۱۶	۳:۹۲	۳:۴۵	۲:۹۷	۲:۶۹	۲:۵۲	۲:۵۲	۸۴:۰۰:۰۰	۲۶:۶		
۲۰۱۱	۱	۲۷	۱۲:۲۰	۲۶:۴۰	۱۴:۷۰	۱۰:۰۰	۷:۹۵	۶:۷۲	۶:۷۲	۶:۸۰	۶:۹۳	۵:۵۰	۴:۵۲	۴:۰۰	۳:۶۶	۳:۲۳	۳:۰۰	۲:۲۲	۲:۹۸					۴۱:۰۰:۰۰	۱۸:۳		
۲۰۱۱	۱	۳۰	۱۹:۰۰	۱۹:۸۰	۱۵:۶۰	۱۱:۸۰	۱۰:۰۵	۸:۷۶	۸:۷۶	۷:۸۰	۶:۴۷	۵:۲۰	۴:۲۰	۳:۵۰	۳:۳۷	۳:۲۰	۳:۰۹	۳:۴۰						۳۷:۰۰:۰۰	۱۸:۶		
۲۰۱۱	۱۱	۱۵	۲۳:۲۰	۹:۶۰	۵:۴۰	۳:۶۰	۳:۲۰	۳:۱۲	۳:۱۲	۲:۹۰	۲:۰۷	۱:۷۰	۱:۸۰	۱:۹۰	۱:۶۶	۱:۵۰	۱:۵۳	۱:۴۲	۱:۴۷	۱:۴۱				۴۸:۰۰:۰۰	۱۰:۴		
۲۰۱۱	۱۱	۱۹	۱۴:۰۰	۳۱:۶۰	۲۰:۴۰	۱۴:۸۰	۱۱:۸۵	۹:۷۲	۹:۷۲	۸:۲۰	۵:۸۷	۴:۸۰	۴:۸۰	۴:۲۷	۳:۶۶	۳:۴۳	۳:۲۴							۲۸:۰۰:۰۰	۱۴:۷		
۲۰۱۱	۱۱	۱۹	۲۰:۳۰	۵۴:۰۰	۲۷:۶۰	۱۸:۸۰	۱۴:۷۰	۱۲:۷۲	۱۲:۷۲	۱۰:۹۰	۸:۳۳	۷:۰۰	۶:۲۴	۵:۳۳	۵:۰۰	۴:۷۳	۴:۷۱	۵:۱۶	۵:۰۸	۴:۴۷				۴۹:۰۰:۰۰	۳۷:۷		
۲۰۱۱	۱۱	۲۰	۱۰:۳۰	۵۲:۸۰	۲۷:۰۰	۱۹:۲۰	۱۴:۴۰	۱۴:۴۰	۱۲:۰۰	۱۱:۹۰	۹:۵۳													۱۱:۰۰:۰۰	۱۴:۴		
۲۰۱۲	۱۱	۱۲	۲۱:۱۰	۶:۳۰	۷:۲۰	۵:۶۰	۵:۱۰	۵:۰۴	۵:۰۴	۴:۶۰	۳:۳۳	۲:۵۵	۱۵:۵۶	۱۳:۰۰	۱۱:۲۹	۱۰:۵۰	۹:۵۸	۸:۸۰	۷:۵۵	۶:۶۷	۶:۰۸	۵:۲۶	۵:۲۶	۵۷:۰۰:۰۰	۱۶:۶		
۲۰۱۲	۱۱	۱۳	۱۶:۲۰	۳۷:۲۰	۱۸:۹۰	۱۹:۴۰	۱۴:۵۵	۱۲:۰۰	۱۲:۰۰	۱۰:۳۰	۱۰:۱۳	۹:۲۵	۸:۳۳	۷:۲۰	۶:۲۰	۵:۲۰	۴:۲۳	۴:۰۵	۳:۶۰	۳:۶۰	۳:۶۴	۳:۶۴	۳:۶۴	۵۳:۰۰:۰۰	۲۸:۲		
۲۰۱۲	۱۲	۵	۱۵:۴۰	۲۰:۴۰	۱۸:۰۰	۱۳:۸۰	۱۱:۱۰	۱۰:۲۲	۱۰:۲۲	۸:۷۰	۶:۲۷	۴:۷۰	۴:۲۸	۳:۷۳	۳:۲۴	۳:۱۶	۲:۴۲	۲:۲۰	۲:۲۴	۲:۲۴	۲:۹۳	۲:۹۳	۲:۹۳	۷۹:۰۰:۰۰	۲۵:۳		
۲۰۱۲	۱۲	۲۵	۲:۵۰	۳۷:۲۰	۲۵:۵۰	۱۸:۶۰	۱۴:۲۵	۱۲:۷۲	۱۲:۷۲	۱۱:۴۰	۸:۶۰	۷:۵۵	۶:۵۲	۶:۱۷	۵:۵۱	۵:۲۰	۵:۰۰	۴:۶۶	۴:۲۳	۳:۸۳	۳:۶۱	۳:۶۸	۳:۶۸	۷۰:۰۰:۰۰	۲۸:۲		
۲۰۱۲	۱۲	۲۵	۲۲:۱۰	۲۶:۶۰	۱۹:۲۰	۱۵:۰۰	۱۱:۵۵	۹:۷۲	۹:۷۲	۸:۳۰	۶:۷۳	۵:۸۵	۴:۹۲	۴:۹۳	۴:۷۱	۴:۲۳	۴:۱۶	۳:۹۸	۳:۴۵	۳:۳۳				۴۹:۰۰:۰۰	۲۵:۴		
۲۰۱۳	۱	۲۹	۰:۳۰	۳۱:۸۰	۲۱:۴۰	۱۸:۶۰	۱۴:۸۵	۱۵:۲۶	۱۵:۲۶	۱۵:۳۰	۱۳:۶۰	۱۲:۴۵	۱۱:۶۴	۱۰:۳۰	۹:۶۳	۸:۹۵	۸:۲۷	۷:۸۴	۶:۷۲	۶:۱۰	۵:۶۳	۵:۶۳	۵:۶۳	۷۴:۰۰:۰۰	۵۶:۷		

جدول ۹. مقادیر شدت (میلی متر بر ساعت)- مدت (دقیقه)- فراوانی (سال) بارندگی ایستگاه لالی

مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۱۰	۳۳/۵۰	۴۸/۴۹	۵۶/۵۹	۶۳/۱۹	۱۷/۱۹	۷۴/۴۹	۷۸/۱۹
۲۰	۲۰/۴۷	۲۸/۵۲	۳۲/۴۱	۳۵/۲۰	۳۷/۸۵	۳۹/۲۷	۴۰/۳۰
۳۰	۱۵/۸۷	۲۲/۱۶	۲۵/۲۷	۲۷/۵۸	۲۹/۸۹	۳۱/۲۱	۳۲/۲۵
۴۰	۱۳/۳۶	۱۸/۷۴	۲۱/۴۹	۲۳/۵۸	۲۵/۷۵	۲۷/۰۴	۲۸/۱۰
۵۰	۱۱/۷۲	۱۶/۵۴	۱۹/۰۵	۲۱/۰۱	۲۳/۰۹	۲۴/۳۶	۲۵/۴۳
۶۰	۱۰/۵۵	۱۴/۹۶	۱۷/۳۱	۱۹/۱۷	۲۱/۱۹	۲۲/۴۴	۲۳/۵۲
۹۰	۸/۳۸	۱۲/۰۳	۱۴/۰۶	۱۵/۷۴	۱۷/۶۲	۱۸/۸۲	۱۹/۹۰
۱۲۰	۷/۱۳	۱۰/۳۴	۱۲/۱۸	۱۳/۷۴	۱۵/۵۲	۱۶/۶۹	۱۷/۷۵
۱۵۰	۶/۳۰	۹/۲۰	۱۰/۹۱	۱۲/۳۸	۱۴/۰۹	۱۵/۲۲	۱۶/۲۷
۱۸۰	۵/۶۹	۸/۳۷	۹/۹۸	۱۱/۳۸	۱۳/۰۳	۱۴/۱۳	۱۵/۱۶
۲۱۰	۵/۲۳	۷/۷۳	۹/۲۶	۱۰/۶۰	۱۲/۲۰	۱۳/۲۸	۱۴/۳۰
۲۴۰	۴/۸۶	۷/۲۲	۸/۶۸	۹/۹۷	۱۱/۵۳	۱۲/۵۹	۱۳/۵۹
۲۷۰	۴/۵۵	۶/۸۰	۸/۲۰	۹/۴۵	۱۰/۹۷	۱۲/۰۱	۱۳/۰۰
۳۰۰	۴/۳۰	۶/۴۴	۷/۷۹	۹/۰۱	۱۰/۵۰	۱۱/۵۲	۱۲/۴۹
۳۶۰	۳/۸۹	۵/۸۷	۷/۱۴	۸/۳۰	۹/۷۲	۱۰/۷۱	۱۱/۶۶
۴۲۰	۳/۵۷	۵/۴۳	۶/۶۳	۷/۷۴	۹/۱۲	۱۰/۰۸	۱۱/۰۱
۴۸۰	۳/۲۲	۵/۰۷	۶/۲۲	۷/۲۹	۸/۶۲	۹/۵۶	۱۰/۴۷
۵۴۰	۳/۱۱	۴/۷۸	۵/۸۸	۶/۹۱	۸/۲۱	۹/۱۳	۱۰/۰۲

جدول ۱۰- ضرایب رابطه ی شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه لالی

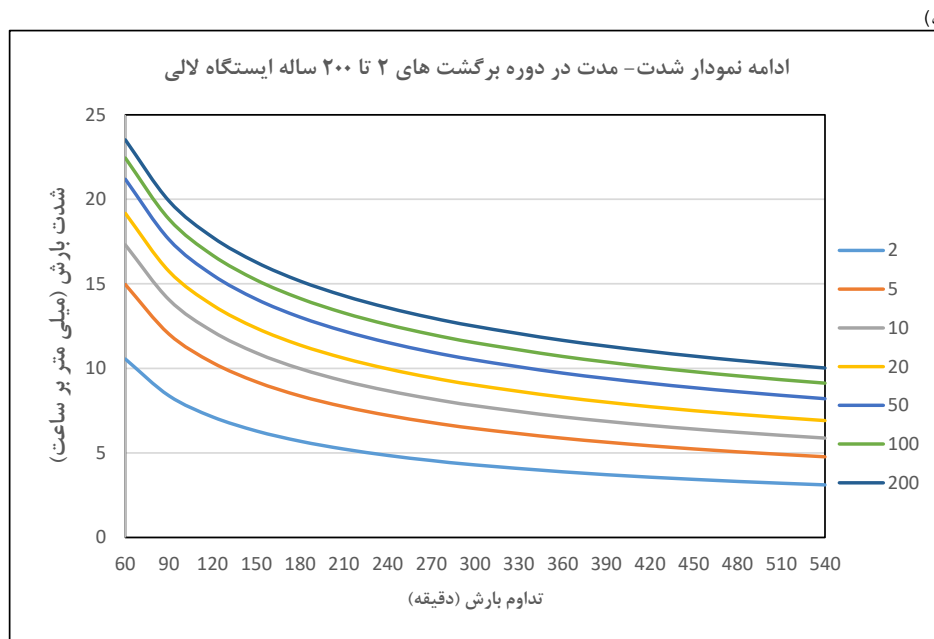
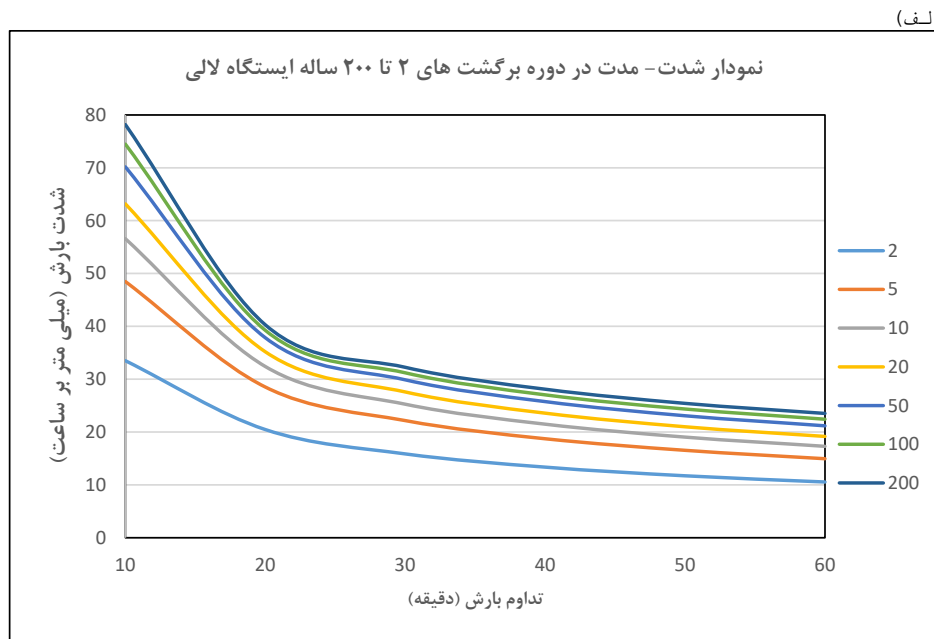
مدت (دقیقه)	دوره برگشت (سال)						
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
a	۹۴/۷۱۹۵	۱۱۲/۶۶۱۵	۱۱۴/۵۲۳۰	۱۱۲/۳۹۵۹	۱۰۷/۹۰۳۴	۱۰۴/۱۸۳۰	۱۰۰/۰۹۷۴
b	-۳/۲۲۸۲	-۴/۶۵۷۳	-۵/۵۵۷۴	-۶/۳۴۴۴	-۷/۱۴۷۵	-۷/۶۲۵۲	-۸/۰۳۸۴
c	-۰/۵۴۴۴	-۰/۵۰۳۱	-۰/۴۷۲۸	-۰/۴۴۴۱	-۰/۴۱۰۳	-۰/۳۸۷۹	-۰/۳۶۶۶
r	۰/۹۹۸۵	۰/۹۹۹۱	۰/۹۹۹۱	۰/۹۹۸۸	۰/۹۹۸۱	۰/۹۹۷۳	۰/۹۹۶۹

با افزایش تداوم در همین دوره بازگشت مقدار شدت بارش کاهش دارد و در تداوم ۵۴۰ دقیقه به ۳/۱۱ میلی متر بر ساعت می رسد. در تداوم ۱۰ دقیقه با افزایش دوره بازگشت مقدار شدت بارش با روند افزایشی در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۷۸/۱۹ میلی متر بر ساعت می رسد.

جدول ۱۰ ضرایب رابطه ی شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه لالی را نشان می دهند. مقدار ضریب همبستگی در همه دوره بازگشت ها ۰/۹۹ است.

به پایان رسیده است. مجموع بارش این سامانه ۵۶/۷ میلی متر بوده است. بیشینه شدت بارش ۱۰ دقیقه ای ایستگاه لالی در ژانویه سال ۲۰۱۱ به مقدار ۶۰ میلی متر در ساعت و کمترین آن به میزان ۹ میلی متر در ساعت در نوامبر سال ۲۰۱۲ بوده است.

در جدول ۹ مقادیر شدت- مدت- فراوانی بارندگی در ایستگاه لالی آمده است. در دوره برگشت ۲ ساله مقدار شدت بارندگی در تداوم ۱۰ دقیقه ۲۳/۵۰ میلی متر بر ساعت است.



شکل ۶. منحنی شدت-مدت- فراوانی بارندگی در دوره برگشت های ۲ تا ۲۰۰ ساله ایستگاه لالی

می شود.

جمع بندی

در این پژوهش با توجه به اهمیت روابط IDF در مطالعات آب و هواشناسی به محاسبه ضرایب این روابط و ترسیم

شکل ۶ منحنی های IDF ایستگاه لالی را در دوره برگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال نشان می دهد. همتنطور که انتظار می رفت در ایستگاه لالی نیز شدت بارش در دوره بازگشت ۲ سال کمتر و در دوره بازگشت ۲۰۰ سال بیشتر است و با افزایش تداوم از شدت بارش کاسته

منحنی های آن در حوضه کارون پرداخته شد. پس از انتخاب رگبارها به کمک گراف های بارش، مقادیر بارش را در بازه ی زمانی ۱۰ دقیقه در تداوم های موردنظر به دست آورده و ضرایب روابط IDF برای هر ایستگاه محاسبه شد و منحنی های آن برای دوره برگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله ترسیم گردیدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار شدت بارندگی در ایستگاه اهواز در دوره بازگشت ۲ ساله با تداوم ۱۰ دقیقه، ۱۸/۶۶ میلی متر می باشد. این مقدار با افزایش دوره بازگشت در همان تداوم افزایش می یابد بطوریکه در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۸۷/۲۷ میلی متر می رسد، اما با افزایش تداوم در همان دوره بازگشت این مقدار روند کاهشی دارد بطوریکه در تداوم ۵۴۰ دقیقه کمینه مقدار شدت بارش ۲/۴۰ میلی متر می باشد. همچنین در ایستگاه بهبهان، بیشینه شدت بارندگی در دوره بازگشت ۲ ساله با تداوم ۱۰ دقیقه، ۱۹/۸۵ میلی متر است، اما کمینه مقدار شدت بارش در همان دوره بازگشت، ۲/۶۲ میلی متر در تداوم ۵۴۰ دقیقه می باشد. بیشینه شدت بارندگی در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۷۵/۹۵ میلی متر می رسد. در ایستگاه لالی، بیشترین مقدار شدت بارندگی در دوره بازگشت ۲ ساله با تداوم ۱۰ دقیقه، ۳۳/۵۰ میلی متر می باشد. این مقدار با افزایش دوره بازگشت در همان تداوم در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله به مقدار ۷۸/۱۹ میلی متر می رسد، با افزایش تداوم در همان دوره بازگشت این مقدار با روند کاهشی روبروست و در تداوم ۵۴۰ دقیقه کمینه مقدار شدت بارش ۳/۱۱ میلی متر است. بعلاوه، در هر سه ایستگاه شدت بارش در دوره بازگشت ۲ سال کمتر از دیگر دوره بازگشت ها است و در دوره بازگشت ۲۰۰ سال بیشتر است. همچنین با افزایش تداوم در همان دوره بازگشت از شدت بارش کاسته می شود. به دلیل عدم کافی بودن تعداد و تراکم ایستگاه های هواشناسی در مناطق مختلف کشور، در پژوهش های پیش رو می توان از مدل های عددی شبیه سازی جو برای تعیین کمی مقادیر بارش و تعیین ضرایب در مطالعات IDF استفاده نمود.

مراجع

۱. اسدی، ا. و اکبری ازبرانی، ط.، ۱۳۹۹، تحلیل تغییرات شروع

- و خاتمه بارش های جنوب غرب ایران با استفاده از مدل های روند، دو فصلنامه توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۴، ۹۹-۱۰۷. <http://dx.doi.org/10.52547/sdge.3.4.99>
۲. امین، س.، سپاسخواه، ع. ر. و کشمیری پور، ب.، ۱۳۷۹، بررسی الگوی شدت بارش در پایه های زمانی مختلف در استان فارس، دومین همایش ملی فرسایش و رسوب.
 ۳. حاتمی یزد، ا.، قهرمان، ب. و خدانشناس، س. ر.، ۱۳۸۸، تعیین الگوهای توزیع زمانی بارش و ناحیه بندی آن در ایران، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۳(۶)، ۶۶-۶۹.
 ۴. خاک سفیدی، ع.، نورا، ن.، بیرودیان، ن. و نجفی نژاد، ع.، ۱۳۸۹، الگوی توزیع زمانی بارش در استان سیستان و بلوچستان، مجله پژوهش های آب و خاک، ۱۱(۱)، ۴۵-۶۱.
 ۵. شریفی، م. و شهیدی پور، م.، ۱۳۸۰، تحلیل سیستم های منابع آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴۰-۱۰.
 ۶. شهابفر، ع. و قیامی، ع.، ۱۳۸۳، ارزیابی روش های نکویی برازش توابع توزیع های آماری و استفاده از سری های زمانی جهت پیش بینی بارندگی سالانه شهر مشهد، کارگاه آموزشی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ۸۱-۹۳.
 ۷. عباسی جندانی، ش. و طالبی، ع.، ۱۳۹۵، بررسی الگوی توزیع زمانی بارش در مناطق نیمه خشک (مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی سنگانه، استان خراسان رضوی)، مجله پژوهش آب ایران، ۱۰(۳)، ۱۱۷-۱۲۵.
 ۸. علیجانی، ب. و افشار منش، ح.، ۱۳۹۴، تجزیه و تحلیل آماری مقادیر طولانی مدت بارش جهت برازش توزیع آماری مناسب (مطالعه موردی ایران)، فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، ۷(۲)، ۷۳-۹۵.
 ۹. علیزاده، ا.، ۱۳۸۳، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ هفدهم، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۶۶-۶۳۵.
 ۱۰. قهرمان، ب. و آبخضر، ح. ر.، ۱۳۸۳، اصلاح روابط شدت-مدت- فراوانی بارندگی در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲)، ۱-۱۴.
 ۱۱. قهرمان، ب.، شامکونیان، ح. و داوری، ک.، ۱۳۸۹، استخراج معادلات منطقه ای مقدار-مدت- فراوانی بارش با استفاده از تئوری گشتاورهای خطی (مطالعه موردی: استان های خراسان)، مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۴)، ۱۳۲-۱۴۲.
 ۱۲. کرکوتی، ع.، نظریه ها، م.، باغوند، ا.، جعفری سلیم، ب.، کرباسی، ع. و وثوق، ع.، ۱۳۸۹، برآورد مقدار سیلاب حداکثر به روش های مشاهده ای، کریگر و SCS مطالعه موردی: رودخانه قرهسو در کرمانشاه، محیط شناسی، ۵۵، ۹۹-۱۱۰.
 ۱۳. کمالی، غ.ع. و جوانمرد، س.، ۱۳۸۲، بررسی اجزاء رگبارهای کوتاه مدت و تغییرات چند سال اخیر آن در تبریز، مجله بیابان، ۱(۱)، ۱۹.
 ۱۴. کمالی، غ.ع.، مرتضوی، ا.، محمدی، ف.، باستانی، خ. حبیبی فرید، ع. و داوری، ف.، ۱۳۸۱، بررسی شدت-مدت- فراوانی رگبارها و تغییرات پنج و دهساله اخیر با دیدگاه تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور.
 ۱۵. محمدی، م.، مامی زاده، ج. و احسان زاده، ا.، ۱۳۹۹، مقایسه مدل های آماری و تجربی در تعیین منحنی های شدت-مدت- فراوانی بارش (مطالعه موردی: شهر ایلام)، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، سال یازدهم، شماره چهل و یکم، ۲۵۶-۲۶۸.
 ۱۶. محمدی مطلق، ر.، کمالی، ن.ج. و کمالی، ا.ج.، ۱۳۹۰، تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی و روابط منحنی های شدت-مدت- فراوانی (مطالعه موردی: حوضه آبریز دالکی)، یازدهمین سمینار

- International Conference on the Advancements of Science and Technology (ICAST-2016) in Faculty of Civil and Water Resources Engineering at: Bahir Dar, 52-58.
24. Gámez-Balmaceda, E., López-Ramos, A., Martínez-Acosta, L., Medrano-Barboza, J.P., Remolina López, J.F, Seingier, G., Daesslé, L.W., and López-Lambraño, A.A., 2020, Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationship. Case Study: Depth-Duration Ratio in a Semi-Arid Zone in Mexico, *Hydrology*, 7, 78.
 25. Bell, F.C., 1969, Generalized rainfall depth-duration frequency relationships, *Journal of Hydraulic*, 95(1), 331-327.
 26. Jefrin, N., Bolong, N., Sentian, J., Abustan, I., Ahmad, M.T. and Lynn, A.J., 2017, The Development of Intensity- Duration Frequency Curve for Ulu Moyog and kaiduan Station of Sabah, *Transactions on Science and Technology*, 4(2), 149-156.
 27. Nhat, L. M., Tachikawa, Y., Sayama, T. and Takara, K., 2006, Derivation of Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships for Short-Duration Rainfall from Daily Data. *International Symposium on Managing Water Supply for Growing Demand*, Bangkok, IHP Technical Documents in Hydrology, 6, 89-96.
 - آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
 17. ناظری تهرودی، م.، خلیلی، ک. و بهمنش، ج.، ۱۳۹۴، ارزیابی توابع توزیع آماری رایج و روشهای محاسبه پارامترهای آنها در برآورد احتمال رویدادهای خشکسالی هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: رودخانه های غرب حوضه دریاچه ارومیه)، نشریه دانش آب و خاک، ۳(۳)، ۱۵۵-۱۶۸.
 18. نجمایی، م.، ۱۳۶۹، هیدرولوژی مهندسی جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، چاپ دوم.
 19. نوری قیداری، م.ح.، ۱۳۹۱، استخراج منحنی های شدت- مدت- فراوانی از داده های روزانه بارش با استفاده از تئوری فرکتال، نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۳)، ۷۱۸-۷۲۶.
 20. AbdulGaleel, L. and Farawn, M. A., 2013, Developing Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationship for Basrah City, *Kufa Journal of Engineering*, 5(1), 105-112.
 21. Abdullah, Saad Al-Wagdany, 2020, Intensity-duration-frequency curve derivation from different rain gauge records, *Journal of King Saud University - Science*, 32, 3421-3431.
 22. Anie John, S and Brema, J. 2018, ANALYSIS OF RAINFALL BY INTENSITYDURATION-FREQUENCY (IDF) CURVES FOR VAMANAPURAM RIVER BASIN, KERALA. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 403-411, <http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=7>
 23. Atanaw, Z. F. and Beyene, T. D., 2016, IDF Equations for Similar Rainfall Regions in Ethiopia. 4th

Determination of the Intensity-Duration-Frequency Relationships of Showers in the Karoon Basin (Ahvaz, Behbahan, Lali stations)

Zahra Ghassabi, Sakineh Khansalari*

Assistant professor, Atmospheric science and Meteorological Research Center, Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: Khansalari@yahoo.com

Received: 17 May 2021 , accepted: 14 August 2021

ABSTRACT

Intensity and duration of rainfall are among the factors that are effective in the occurrence of floods and the increase in damages caused by them. The design storm, which is extracted from the intensity-duration-frequency (IDF) curves for the duration and period of specific returns, is very important in hydrological and meteorological studies. In many studies of the design storm Non-regional coefficients are used, without a doubt, using the data of synoptic stations of the country instead of the experimental coefficients of other countries will be more accurate. To determine the IDF relationships, after scanning and digitization of the rainfall graphs, the amount of precipitation was obtained in different continuities. Precipitation intensities were calculated in each continuity. The obtained set of statistics was fitted with several types of statistical distributions. The significance of the obtained distributions was evaluated using chi-square test. Log-Pearson type 3 distribution showed a better fit compared to other distributions. Finally, intensity-duration-frequency relationships and its coefficients were calculated based on station conditions and its curves were drawn for different return periods. In Ahvaz, Behbahan and Lali stations, the highest rainfall intensity in the 2-year return period with a duration of 10 minutes was estimated as 18.66, 19.85 and 33.50 mm/h, respectively. This value increases with the increase of the return period in the same continuity; but with increasing continuity in the same period, the return has a decreasing trend.

Keywords: Heavy rainfall, Intensity-Duration-Frequency, return period, Karoun basin

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Ghassabi, Z.; Khansalari, S. (2021). Determination of the Intensity-Duration-Frequency Relationships of Showers in the Karoon Basin (Ahvaz, Behbahan, Lali stations). *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 4(3): 224-240

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

