

تحلیل رگبار طرح در آبخیز شهری رودان

۱- سمیرا بناوند

۱- سمیرا بناوند، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

Email: s.banavand.stu@hormozgan.ac.ir

چکیده

یکی از مولفه های مهم در مدیریت منابع آب، حداکثر بارش محتمل (PMP) می باشد. که از مسائل مهم در طراحی سازه های آبی به شمار می آید. یکی از مناسب ترین روش های آماری برآورد PMP روش هرشفیلد است. هدف اصلی این تحقیق برآورد حداکثر بارش محتمل رخ داده در حوضه آبخیز شهری رودان است. در این تحقیق از داده های بارش بیشینه روزانه در ایستگاه رودان طی دوره آماری ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ استفاده گردید. بر این اساس از دو روش تحلیل فراوانی و حداکثر رگبار محتمل با استفاده از روش هرشفیلد استفاده شد. یکی از پارامترهای مهم طراحی سازه های هیدرولیکی، رگبار طرح می باشد که از روی منحنی های شدت- مدت - فراوانی (IDF) برای دوام و دوره ی بازگشت معین استخراج می شود. بر اساس نتایج مقدار حداکثر بارش روزانه مشاهده شده در ایستگاه سینوپتیک رودان ۱۷۴ میلی متر بوده که بر اساس روش تحلیل فراوانی در نرم افزار ایزی فیت نتایج نشان داد که این مقدار بارش دارای دوره بازگشت بالغ بر ۱۰۰ سال بوده در حالیکه حداکثر بارش با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در این حوضه آبخیز شهری ۱۸۰ میلیمتر برآورد گردید.

واژه های کلیدی: روش هرشفیلد، رگبار طرح، دوره بازگشت

۱-مقدمه

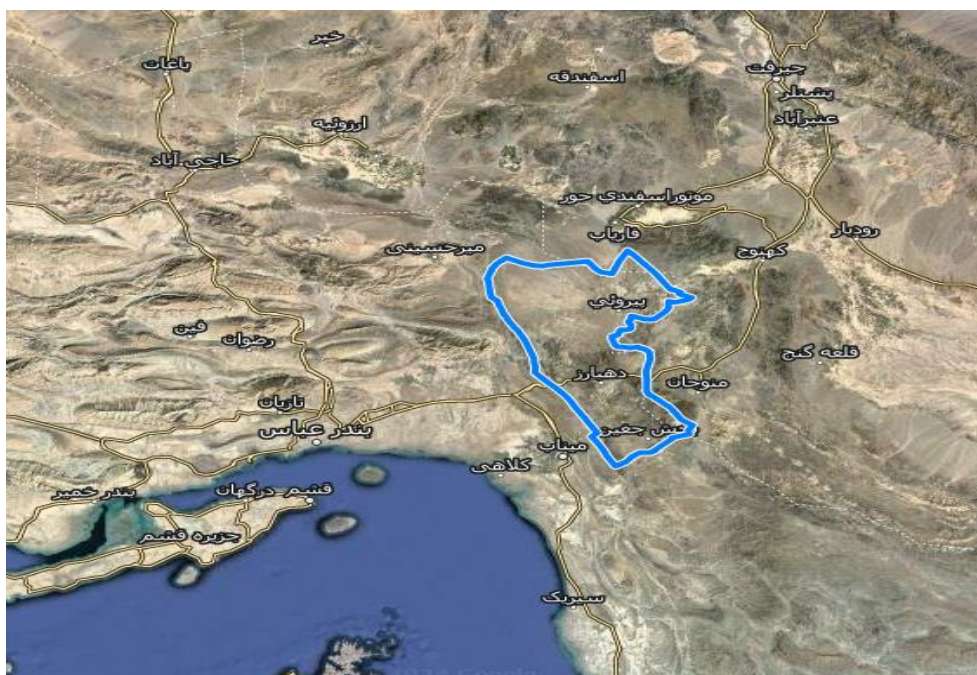
آب و خاک به عنوان مهمترین منابع طبیعی در هرگستره جغرافیایی محسوب شده و به همین علت، حفاظت از آنها از شاخص های عوامل مهم و مؤثر در تعریف توسعه یافتگی است. علاوه برآن، دورنمای منابع آب در اکثر مناطق جهان توأم با ناامیدی و تهدید است. این مسأله در مناطق به ویژه با اقلیم خشک و نیمه خشک- تحت تأثیر فرایند گرمایش جهانی چشمگیرتر است. در این مناطق آبخیزداری و آبخوان داری به عنوان یکی از شیوه های معمول اعمال مدیریت ریسک در زمینه منابع آب و خاک همواره مد نظر متصدیان امور منابع طبیعی و آب و خاک قرار دارد. [1] شناخت اقلیم یک منطقه در اغلب فعالیت های انسان می تواند به عنوان نخستین گام و ضروری ترین اقدام مطالعاتی قلمداد گردد در این میان بارش در بین عناصر اقلیمی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش نیازهای آبی لزوم اجرای پروژه های کوچک و بزرگ هیدرولوژیکی به منظور ذخیره سازی انحراف یا انتقال آب و نیز مطالعات آبخیزداری هرچه بیشتر مطرح می شود. اجرای چنین طرحهایی نیاز به مطالعات دقیق و تجزیه و تحلیل داده های هیدروکلیماتولوژی دارد حداکثر بارش محتمل (PMP)، بیشترین ارتفاع بارش است که در یک دوره زمانی معین می تواند در یک حوزه یا منطقه مشخص رخ دهد مطالعه حداکثر بارش محتمل، به جهت ارزیابی و برآورد سیل محتمل برای طراحی سازه های هیدرولوژیکی شهری، از قبیل کانال آبیاری، تعیین حداکثر مقدار آبی که وارد مخازن سرریز یا سایر تاسیسات

می‌شود، ضروری است. رگبار طرح یکی از مهمترین پارامترهای مورد نیاز برای طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی می‌باشد که معمولاً از روی منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی (IDF) به ازای دوره بازگشت و تداوم مورد نظر استخراج می‌گردد روش متداول استخراج منحنی‌های (IDF) شامل سه مرحله می‌باشد [2] الف) برازش توزیع احتمالاتی به داده‌های حداکثر بارش سالانه در هرتداوم ب) استخراج بارش به ازای دوره بازگشت‌های مختلف از توزیع احتمالاتی برازش داده شده در مرحله اول ج) برازش یک رابطه رگرسیونی به داده‌های بارش در تداوم‌های مختلف مربوط به یک دوره بازگشت معین.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ منطقه مورد مطالعه

نخستین گام در تحلیل و بررسی روش‌های برآورد رگبار طرح مشخص کردن منطقه مورد مطالعه است. منطقه‌ای که مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته شهرستان رودان که در شرق هرمزگان قرار گرفته، از شمال به فاریاب، از شمال شرقی به کهنوج، از شمال غربی به حاجی‌آباد، از شرق به منوجان، از جنوب و جنوب غربی به میناب و از غرب به بندرعباس محدود می‌شود. رودان با مساحتی حدود ۳۰۴۴/۵ کیلومترمربع، در فاصله ۱۰۰ کیلومتری بندرعباس قرار دارد. شهر رودان مرکز این شهرستان در ۲۷ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۹۰ متر است شکل (۱). شهرستان رودان دارای اقلیم بسیار گرم و خشک است، به همین دلیل میانگین درجه حرارت سالیانه در این شهرستان، بالاترین درجه را در سطح شهرستان‌های استان نشان می‌دهد. به دلیل خشکی هوا، میزان رطوبت نسبی این شهرستان در بین سایر شهرستان‌ها کمترین درصد را داراست میانگین بارش سالانه در این شهرستان ۲۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای آن از ۲۷ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد در تغییر است. [3]



شکل (۱) - موقعیت مکانی شهرستان رودان

۲-۲- روش پژوهش

رگبار طرح یک حوضه تخمینی از بزرگترین بارندگی است که با یک دوره بازگشت معین بر روی حوضه اتفاق افتاده است. هر رگبار طرح با سه ویژگی: عمق بارندگی- مدت رگبار- مساحت رگبار مشخص می‌شود [4]. به طور کلی، سه نوع رگبار طرح برای تعیین سیلاب طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد: SPS^1 - PMS^2 - PMP^3 - FBS^4 که در این گزارش از روش‌های PMP و FBS برای تعیین سیلاب طرح استفاده شده و حداکثر بارش محتمل در منطقه مورد مطالعه با روش‌های آماری برآورد شده است. این کار به منظور پیش‌بینی آستانه تحمل سازه‌های منطقه در برابر بارش‌های احتمالی با دوره بازگشت‌های مختلف انجام شده است. داده‌های بارش روزانه شهرستان رودان با کد ایستگاه ۹۹۶۵۶ مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات مورد نیاز از داده‌های بارش روزانه در ایستگاه‌های هرمزگان استخراج شد. بررسی‌ها بر روی پارامتر بارش روزانه در طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ صورت گرفته. بررسی‌های بر روی پارامترهای: نام ایستگاه، سال، ماه، روز و بارش ۲۴ ساعته انجام شده و داده‌های مربوط به این پارامترها از هم تفکیک و مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس داده‌ها، اطلاعات موجود در جداول مربوط به بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ موجود است.

۲-۳ روش شناسی

رگبار مبتنی بر فراوانی (FBS)

در روش رگبار مبتنی بر فراوانی باید داده‌های مورد نیاز از جداول مربوط به بارش‌های کل استان تفکیک شود. بارش‌ها طی بازه زمانی ثبت شده جمع‌آوری شده و همه آنها بر اساس بیشینه بارش اتفاق افتاده در هر سال جداسازی می‌شوند. در مرحله بعد داده‌های آماده شده به نرم افزار ایزی فیت منتقل شده و بهترین توابع توزیع را برای داده‌ها شناسایی و انتخاب شده است. بعد از شناخت پارامترهای مختلف و شناسایی بهترین تابع توزیع، داده‌های آماری را به نرم افزار مینی تب منتقل کرده تا با استفاده از نمودار CDF^5 بتوان دوره بازگشت‌های مختلف و احتمالاتی که در منطقه می‌توان مشاهده کرد را برآورد کرد.

حداکثر بارش محتمل با استفاده از روش هرشفیلد (PMP)

روش آماری برآورد هرشفیلد یکی از ابداع کنندگان استفاد از روش آماری در تخمین برای حوضه‌های کوچک در تمام نقاط دنیا است. لازمه PMP این برآورد وجود یک سری زمانی از داده‌های حداکثر بارش سالانه ۲۴ ساعته در نقاط مشاهده‌ای می‌باشد روش هرشفیلد در تخمین PMP بر اساس معادله چاو در تحلیل فراوانی بارش، پایه ریزی شد و به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود (Chow, 1951).

$$X_t = X_n + K_t \cdot \sigma_n \quad (1)$$

¹ رگبار استاندارد پروژه - Standard Project Storm

² حداکثر رگبار محتمل - Probable Maximum Storm

³ حداکثر بارندگی محتمل - Probable Maximum Precipitation

⁴ رگبار مبتنی بر فراوانی - Frequency-based storm

⁵ cumulative distribution function : تابع توزیع تجمعی

که در آن X_t حداکثر بارش سالانه با دوره بازگشت t سال، X_n متوسط بارش های سالانه متوسط بارشهای سالانه، σ_n انحراف معیار بارشهای سالانه و K_t عامل فراوانی متناظر با دور بازگشت t سال میباشد. هرفیلد ملاحظه کرد برای تخمین PMP یک عامل فراوانی وجود دارد که نباید از آن تخطی شود و بنابراین K_t را با K_m جایگزین کرد که در آن صورت X_t نیز با X_{PMP} تعویض می شود که به صورت رابطه (۲) تعریف می شود.

$$X_{pmp} = X + K_m \cdot \sigma_n \quad (2)$$

در این روش با استفاده از یک نمودار K_m ، از X_n بدست می آید، سپس بیشترین مقدار مشاهده شده از سری داده ها حذف و X_{n-1} و σ_{n-1} (به ترتیب میانگین و انحراف معیار پس از حذف بزرگترین بارش ۲۴ ساعته مشاهده شده) محاسبه می شود با توجه به $\bar{X}_n$ ، σ_n ، $\bar{X}_{n-1}$ و σ_{n-1} ، ضرایبی برای تصحیح $\bar{X}_n$ و σ_n بدست می آید، $\bar{X}_n$ و σ_n تصحیح می شوند و X_{pmp} محاسبه میشود. مقدار عامل فراوانی K_m از رابطه (۳) بدست می آید.

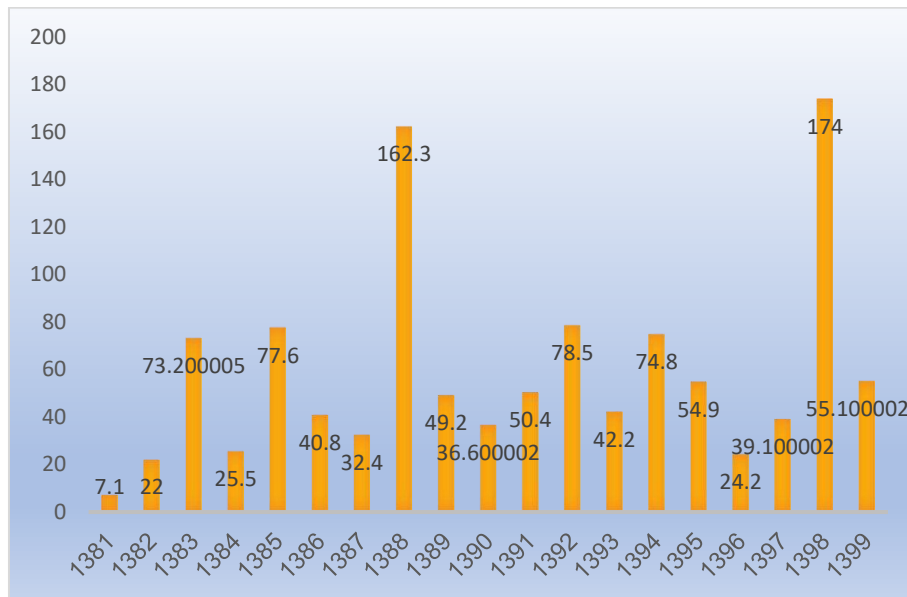
$$K_m = \frac{X_1 - X_{n-1}}{\sigma_{n-1}} \quad (3)$$

که در آن X_1 حداکثر بارندگی مشاهده شده در سری داده ها، $n-1$ میانگین بارندگی های سالانه بدون احتساب بارندگی حداکثر و σ_{n-1} انحراف معیار بارندگی های سالانه بدون احتساب بارندگی حداکثر می باشد. سپس بین ایستگاه های یک منطقه حداکثر مقدار K_m استخراج شده و از آن برای محاسبه PMP_{24} کلیه ایستگاه ها (با استفاده از رابطه ۲) استفاده می شود.

۳- نتایج

۳-۱- رگبار مبتنی بر فراوانی FBS

بر اساس روش شناسی در خصوص روش FBS مقادیر آماری ما برای داده ها در خصوص ایستگاه سینوپتیک شهرستان رودان استخراج شد. نتایج نشان داد که حداقل مقدار بارش روزانه مقدار در داده های بیشینه در سال ۱۳۸۱ بوده و از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۸۸ روند بارش ها به صورت کاهشی بوده تا اینکه در سال ۱۳۸۸ ۱۶۲.۳ میلیمتر بارش داشتیم و از سال ۱۳۸۸ تا سال ۱۳۹۷ باز روند بارش بصورت کاهشی بوده و حداکثر بارش روزانه مشاهده شده در بیشینه ی بارش ها ۱۷۴ میلی متر مربوط به سال ۱۳۹۸ بوده است. با توجه به نمودار و هیستوگرام های بارش می توان دریافت که بارشی به اندازه در سال ۱۳۹۸ در شهرستان رودان رخ داده که قبل و بعد از آن رژیم بارش منطقه مورد تغییر واقع شده و سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ بارش هایی شدید رخ داده اما بعد از آن بارندگی ها در شهرستان رودان روند تقریباً کاهشی داشته.



شکل (۲): بیشینه بارش رخ داده طی دوره آماری مورد مطالعه در ایستگاه سینوپتیک
شهرستان رودان

قبل از تحلیل فراوانی رگبار، برای تحلیل آستانه داده‌های ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته از نرم افزار ایزی فیت استفاده گردید. بر اساس نتایج تعداد نمونه‌های آماری بیشینه بارش روزانه در شهر رودان ۱۹ واقعه بارش بوده است که محدوده تغییرات آن ۱۶۶.۹ میلی متر است و میانگین بارش روزانه ۵۸.۹۴۲ میلی متر و واریانس تغییرات آن ۱۸۸۲.۸ میلی متر است؛ و از اختلاف زیاد میانگین و واریانس می‌توان نتیجه گرفت که رژیم بارش در منطقه یک رژیم بارشی نامتعادل بوده است. بر اساس این آمار میزان صدک پنجم داده‌ها ۷.۱ میلی متر است یعنی ۹۵٪ از وقایع بیشینه بارش روزانه اتفاق افتاده از ۷.۱ میلی متر کمتر است و تنها ۵٪ از مقادیر بیشینه بارش روزانه ما بیشتر از ۱۷۴ میلی متر و بیشینه بارش مشاهداتی بارش روزانه ۱۷۴ میلی متر می‌باشد. (جدول (۱))

جدول ۱- مقادیر توصیفی بارش بیشینه ۲۴ ساعته

مقدار	نام آماره (میلی متر)
۱۹	تعداد داده
۱۶۶.۹	محدوده
۵۸.۹۴۲	میانگین
۱۸۸۲.۸	واریانس
۴۳.۳۹۱	انحراف معیار
۰.۷۳۶۱۶	ضریب تغییرات
۹.۹۵۴۶	خطای استاندارد میانگین
۱.۷۷۰۲	چولگی
۳۰.۵۲۸	کشدگی
۷.۱	کمینه

۷.۱	چندک ۵%
۲۲	چندک ۱۰%
۳۲.۴	چندک (Q1) ۲۵%
۴۹.۲	چندک (Median) ۵۰%
۷۴.۸	چندک (Q۳) ۷۵%
۱۶۲.۳	چندک ۹۰%
۱۷۴	چندک ۹۵%
۱۷۴	بیشینه

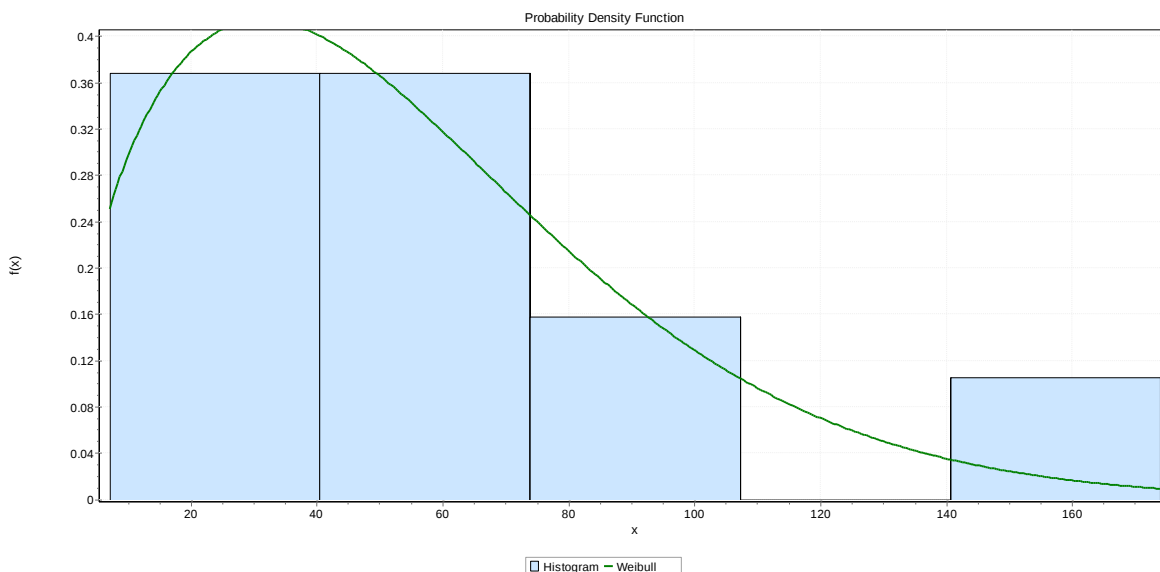
بیش از ۶۰ تابع توزیع بر مقادیر بارش های بیشینه بارش روزانه برازش شده و بهترین تابع توزیع برازش با استفاده از سه آماره Kolmogorov Smirnov, Anderson Darling و Chi-Squared مشخص گردید.

با استفاده از آزمون Kolmogorov Smirnov بهترین تابع های برازش شده بر مقادیر حداکثر بارش روزانه در جدول نمایش داده شده است. بر اساس نتایج تابع توزیع های Weibull, Log-Logistic, Gamma(۳p), Lognormal و Gamma به عنوان بهترین توابع توزیع انتخاب گردید. به دلیل بزرگ بودن مقدار آماره Log-Logistic و نزدیک بودن آن به عدد یک نسبتبه دیگر توابع توزیع می توان نتیجه گرفت که تابع توزیع Logistic بهترین تابع برای برازش داده های موجود است. جدول (۲)

جدول (۲) - بهترین توابع انتخاب شده بر اساس آزمون کلموگروف - اسمیرنوف

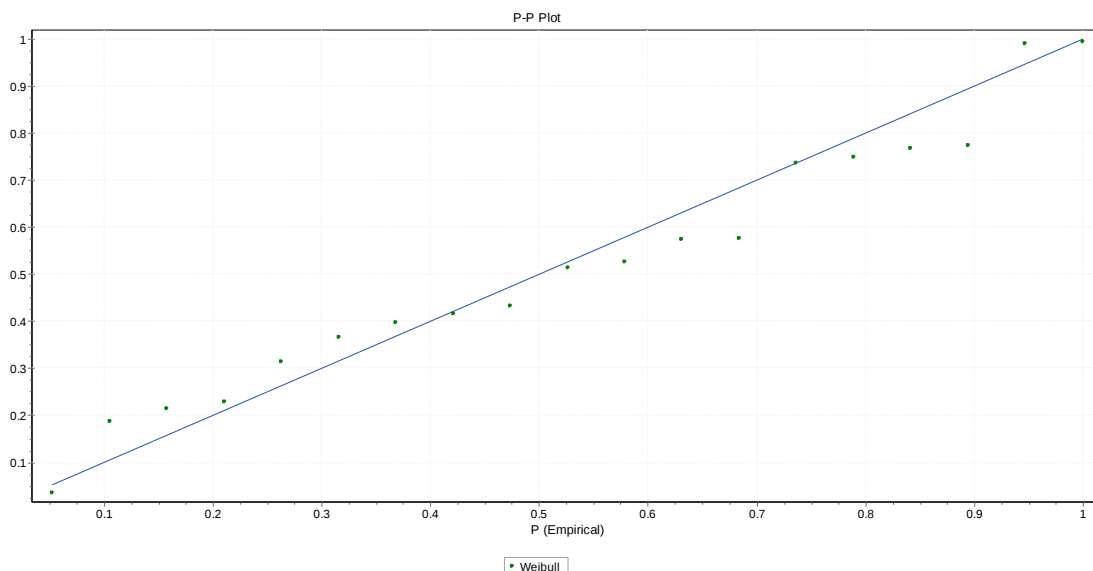
آماره	پارامتر	توابع
0.13372	$\alpha=1.5528 \quad \beta=60.811$	Weibull
0.1442	$\alpha=2.1674 \quad \beta=43.511$	Log-Logistic
0.14378	$\alpha=1.9462 \quad \beta=28.596 \quad \gamma=3.2893$	Gamma (۳P)
0.15236	$\alpha=1.8452 \quad \beta=31.943$	Gamma
0.12657	$\sigma=0.70567 \quad \mu=3.846$	Lognormal

تابع توزیع Weibull بهترین تابع توزیع شناخته شد و شکل (۳) هیستوگرام داده ها و احتمال تابع توزیع Weibull را بر مقادیر داده های واقعی نمایش می دهد و شکل (۴) و (۵) نمودار P-P Plot و Q-Q Plot مقایسه تابع توزیع منتخب را بر مقادیر داده های واقعی نشان می دهد.

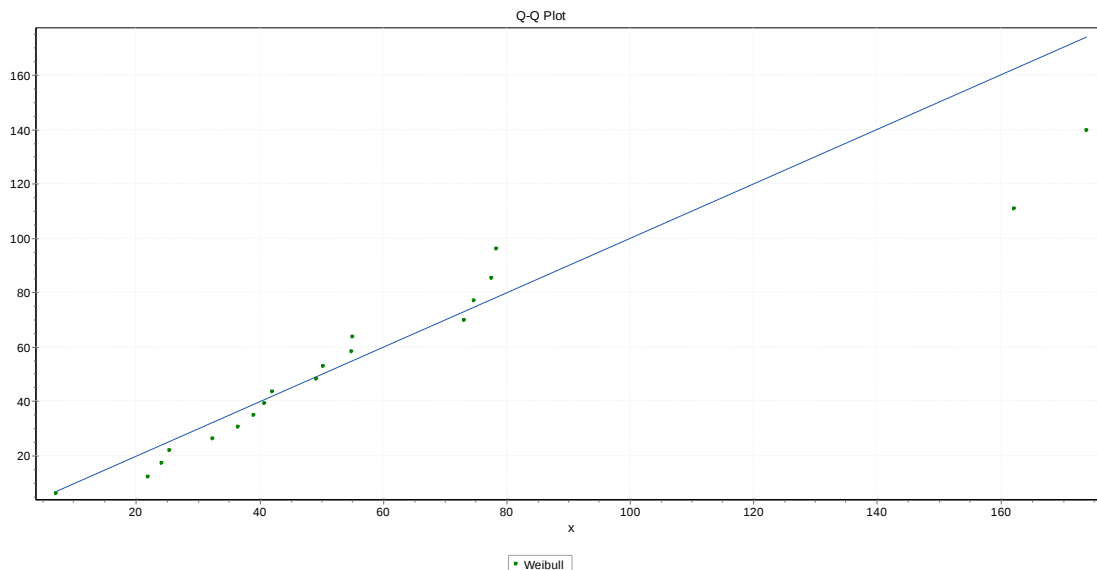


شکل (۳) - هیستوگرام داده‌ها و احتمال تابع توزیع Weibull (میلی متر)

بر اساس نتایج هر چه نقاط بر روی خطوط نیمساز نزدیک‌تر باشد نشان دهنده برازش مناسب توابع توزیع آماری بر داده‌ها است که این موضوع نشان دهنده‌ی این است که تابع توزیع Weibull بهترین تابع توزیع برای داده‌های ما است. بر این اساس بعد از انتخاب بهترین تابع توزیع مقادیر احتمال رخ داد بیشینه بارش اتفاق افتاده در داده‌های ایستگاه رودان در دوره‌های ۲ تا ۱۰۰ ساله بر آورد گردید.

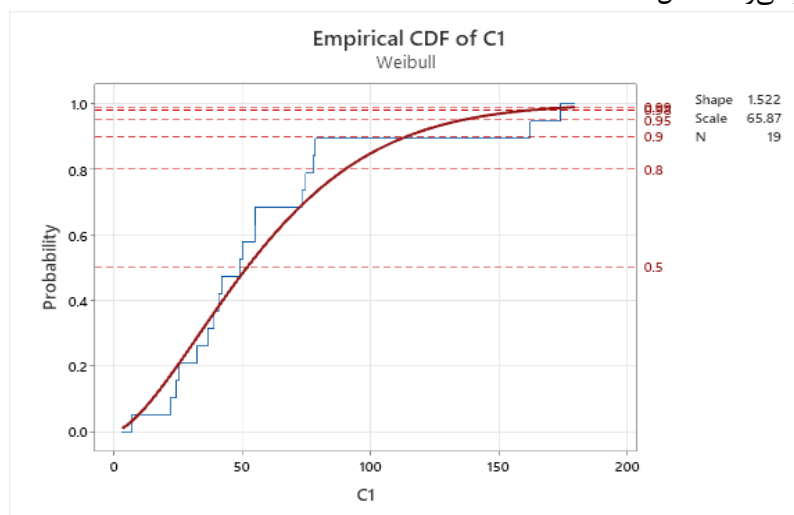


شکل (۴) - نمودار P-P Plot تابع توزیع Weibull (میلی متر)



شکل (۵) - نمودار Q-Q Plot تابع توزیع Weibull (میلی متر)

بر اساس نتایج دوره بازگشت متوسط میزان بیشینه بارش در ایستگاه رودان ۵۲ میلی متر است یعنی این ایستگاه در هر سال بارش ۵۲ میلی متر را با احتمال وقوع ۵۰٪ را مشاهده خواهد کرد. با افزایش دوره بازگشت یا کاهش احتمال وقوع، میزان بیشینه بارش روزانه افزایش پیدا کرده به طوری که در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله این مقدار به عدد ۱۸۰ میلی متر می‌رسد شکل (۶).



شکل (۶) - نمودار CDF داده های بارش بیشینه برای تابع توزیع Weibull

بر اساس نتایج بارش مشاهده شده طی دوره آماری مورد نظر در ایستگاه سینوپتیک شهر رودان که ۱۷۴ میلی متر ثبت شده دارای دوره بازگشت تقریبی ۱۰۰ ساله است؛ و تا به الان در طی بازه زمانی موجود بیشتر از دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در این ایستگاه مشاهده نشده است جدول (۳).

جدول (۳) - احتمال وقوع بارش روزانه بر اساس تابع Weibull

CDF	احتمال	دوره بازگشت (سال)	احتمال وقوع بارش روزانه
۰.۵	۰.۵	۲	۵۲
۰.۸	۰.۲	۵	۹۰
۰.۹	۰.۱	۱۰	۱۱۴
۰.۹۵	۰.۰۵	۲۰	۱۳۵
۰.۹۸	۰.۰۲	۵۰	۱۶۱
۰.۹۹	۰.۰۱	۱۰۰	۱۸۰

۲-۳- حداکثر بارش محتمل PMP

بعد از آماده سازی داده های با استفاده از روش PMP حداکثر بارش محتمل بر اساس روش هرشفیلد برآورد گردید. بر اساس نتایج مقدار حداکثر بارش شناسایی شده ۱۷۴ میلی متر بود که بعد از انجام محاسبات همانطور که در روش شناسی توضیح داده شده یکبار میانگین و انحراف معیار با استفاده از همه داده ها و یکبار بدون استفاده از حداکثر بارش مشاهداتی برآورد می شود که جدول (۴) پارامترهای مورد استفاده در روش هرشفیلد را نشان می دهد. بر اساس نتایج مقدار میانگین بارش ها ۵۸.۹۴ میلی متر و انحراف معیار ۴۳.۳۹ میلی متر در صورتی که مقدار بیشینه بارش حذف نشده بود مشاهده شد؛ اما با حذف مقدار بیشینه بارش مقدار میانگین به ۵۲.۵۵ میلی متر و انحراف معیار به ۳۴.۲۲ میلی متر کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج بدست آمده از روش هرشفیلد مقدار PMP، ۱۲۵.۵ میلی متر برآورد گردید.

جدول (۴) - پارامترهای مورد نیاز در روش هرشفیلد

مقدار	مقادیر پارامترها (میلی متر)
۱۷۴	بیشینه بارش
۵۸.۹۴	میانگین (با بیشینه)
۴۳.۳۹	انحراف معیار (با بیشینه)
۵۲.۵۵	میانگین (بدون بیشینه)
۳۴.۲۲	انحراف معیار (بدون بیشینه)
۱.۵	فاکتور فراوانی
۱۲۵.۵	PMP حداکثر بارش محتمل

۴- نتیجه گیری

تحقیق فوق با هدف برآورد مقدار حداکثر بارش محتمل در ایستگاه رودان صورت گرفت. بر اساس روش شناسی ارائه شده از دو روش تحلیل فراوانی و روش حداکثر بارش محتمل بر اساس روش هرشفیلد به برآورد حداکثر بارش محتمل در منطقه پرداختیم. بر اساس نتایج حداکثر بارش مشاهده شده در ایستگاه ۱۷۴ میلی متر برآورد گردید که بر اساس روش تحلیل فراوانی مشخص شد که این مقدار دارای دوره بازگشت بالغ بر ۱۰۰ سال است و نتایج تحلیل فراوانی نشان داد که مقدار بارش در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله برابر با ۱۸۰ میلی متر می باشد اما با استفاده از روش هرشفیلد مقدار آستانه بارش یا حداکثر بارش محتمل در منطقه ۱۲۵.۵ میلی متر شناسایی شد.

۵- مراجع

- [1] رحیمی، د.، خالقی دهنوی، س و آتشی، ن. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، تابستان ۱۳۹۴، شماره پیاپی ۱۱۷، شماره مقاله ۱۰۲۶
- [3] اداره حفاظت محیط زیست رودان در ۲۵ مه ۲۰۱۸

[2] Nhat LM, Tachikawa Y, Takara K. Establishment of intensity-duration-frequency curves for precipitation in the monsoon area of Vietnam. *Annals of Disas. Prev. Res. Inst.* 2006;49(B):93-103.

[4] Collier CG. *Hydrometeorology*. John Wiley & Sons; 2016 Aug 8.



The analysis of the design barrage in the urban watershed of Rodan

Abstract

One of the most important components in water resource management is maximum probable precipitation (pmp) which is considered one of the important issues in the design of water structures, and one of the most suitable statistical methods for estimating pmp is the Sheffield method. The main goal of this research is to estimate the maximum possible rainfall in the urban watershed of Rodan. In this research, the maximum daily rainfall data at Rodan station during the statistical period of 2008 to 2019 was used. Based on this, two methods of frequency analysis of frequency and maximum possible shower were used using the method of each Sheffield. One of the most important design parameters of hydraulic structures is the design barrage, which is extracted from intensity-duration-frequency (IDF) curves for durability and a certain return period. According to result, the maximum amount of daily rainfall observed at the Rodan synoptic station was 174 mm, and Based on the method of frequency analysis in easyfit software, the results showed that this amount of rainfall had a return period of more than 100 years, while the maximum rainfall with a return period 100 years, in This urban catchment area was estimated to be 180 mm.

Key words: Hershfield, Abarrage of plans, return period,