



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه  
Civil & Project Journal (CPJ)

## Select the best statistical distribution in estimating the rainfall return period using Smada software (Case study: Karaj city)

Milad Arjomand<sup>۱\*</sup>, Nima Sadeghian Pirmahalleh<sup>۲</sup>, Sahar Amini<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup>- M.Sc. student of Water and Hydraulic Structures, Semnan University, Semnan, Iran.

Email: [Arjomand.civil@gmail.com](mailto:Arjomand.civil@gmail.com)

<sup>۲</sup>- M.Sc. Student of Water Science and Engineering, Trend of Water Structures, Gilan University, Gilan, Iran.

Email: [nimasadeghiyan.۹۷۷@gmail.com](mailto:nimasadeghiyan.۹۷۷@gmail.com)

<sup>۳</sup>- M.Sc. in Water Science and Engineering, Water Resources Management, Gilan University, Gilan, Iran.

Email: [saharamini.۹۷۷@gmail.com](mailto:saharamini.۹۷۷@gmail.com)

### ABSTRACT

The main purpose of this paper is to evaluate and estimate the annual rainfall return period and provide the best statistical distribution. Therefore, the annual rainfall data of Karaj Synoptic Station has been used to estimate the rainfall with a return period of ۲۰۰, ۱۰۰, ۵۰, ۲۵, ۵. Gift tests ( $\bar{x}$ ), Rss, K-S were used to use the best statistical distribution and finally smada software was used to analyze the selected distribution. The results of the study show that among the statistical distributions used in this study, the distribution of the lognormal is the most appropriate distribution.

### ARTICLE INFO

Received: ۲۰۲۰/۲۴/۰۳

Accepted: ۲۰۲۰/۱۹/۰۴

### Keywords:

Annual rainfall  
Statistical distributions  
Smada software  
Karaj Synoptic Station

All rights reserved to Civil & Project Journal.



### انتخاب بهترین توزیع آماری در برآورد دوره بازگشت بارندگی با استفاده از نرم افزار Smada (مطالعه موردی: شهرستان کرج) میلاذ ارجمند<sup>۱\*</sup>، نیما صادقیان پیرمحل<sup>۲</sup>، سحر امینی<sup>۳</sup>

\* ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب و سازه‌های ای هیدرولیکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران  
پست الکترونیکی: Arjomand.civil@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب، گرایش سازه‌های آبی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران  
پست الکترونیکی: nimasadeghiyan.۴۴۷۴@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب، گرایش مدیریت منابع آب، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران  
پست الکترونیکی: saharamini.۹۷۷۵@gmail.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۰۵

### چکیده

هدف اصلی مقاله حاضر ارزیابی و برآورد دوره بازگشت بارندگی سالانه و ارائه بهترین توزیع آماری می‌باشد. بدین جهت از داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک کرج به منظور برآورد بارندگی با دوره بازگشت ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ استفاده شده است. در ادامه از آزمون‌های کادو ( $\bar{x}$ )،  $K-S$  و  $Rss$  برای استفاده از بهترین توزیع آماری و در نهایت از نرم افزار smada برای تحلیل توزیع منتخب استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد از بین توزیع‌های آماری مورد استفاده در این مطالعه، توزیع لوگ‌نرمال، مناسب ترین توزیع می‌باشد.

کلمات کلیدی: بارندگی سالانه، توزیع های آماری، نرم افزار smada، ایستگاه سینوپتیک کرج.

## ۱- مقدمه

متوسط بارندگی کشور ایران حدود ۲۵۰ میلی متر مربع در سال است که تقریباً یک سوم متوسط جهان است. کشور ما به دلیل کمبود ریزش‌های جوی و توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارش‌ها، از جمله کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد. از طرفی به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های اقتصادی روز به روز با افزایش تقاضای آب مواجه است که به طور قطع تهدید جدی به حساب می‌آید. از این رو برآورد دوره‌های بازگشت بارندگی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. بوستانی و همکاران، در مقاله‌ای به منظور بررسی احتمال بارش‌های سالانه از توزیع‌های آماری ایستگاه‌های استان فارس با دوره بازگشت‌های مختلف استفاده و نتایج حاصل از نرم‌افزار smada نشان دادند توزیع احتمالاتی لگاریتمی پیرسون نوع سه برای ایستگاه‌های (شیراز، فسا، آباد، زرقان، سدرودزن، اقلید، داراب، ایزدخواست) و توزیع گامبل برای ایستگاه‌های (لامرد، تخت جمشید) و لگاریتم نرمال سه پارامتری برای ایستگاه لار مناسب می‌باشد [۱]. نوری و همکاران، داده‌های بارندگی سالانه شهر کرمانشاه را طی دوره آماری (۱۳۴۳-۱۳۹۳)، با توزیع آماری مختلف در نرم‌افزار smada مورد بررسی قرار داده و نتایج حاصل نشان می‌دهد برای داده‌های بارندگی سالانه، بهترین توزیع آماری، توزیع نرمال می‌باشد [۲]. جاهدی و عباس نژاد، با استفاده از اطلاعات مربوط به آبدهی رودخانه کرج در ایستگاه سیرا، بهترین توزیع آماری برای پیش‌بینی مقادیر دبی این رودخانه در آینده تعیین و با نتایج بدست آمده از نرم‌افزار smada مقایسه شده است [۳]. ثروتی و همکاران، در این پژوهش به منظور محاسبه و تحلیل دبی متوسط سیل در محدوده خیر رود نوشهر تا سردآبرود چالوس از توزیع آماری لوگ پیرسون تیپ ۳ استفاده کرده‌اند [۴]. در ادامه با استفاده از داده بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک کرج و به کمک نرم‌افزار smada و آزمون‌های نکوئی برازش بهترین توزیع آماری به دست خواهد آمد.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق سعی بر این شده است که بارش شهر کرج بر اساس مقادیر مختلف احتمال و روند تغییر بر اساس روش‌های آماری برآورده شود تا بتوان بر اساس آن برای شهرستان کرج برنامه‌ریزی کرد. برای این بررسی و تعیین احتمالات و تغییرات بلند مدت از داده‌های ایستگاه بارش شهرستان کرج با طول دوره بارندگی ۳۱ ساله بهره گرفته شده است. در ادامه توزیع‌های آماری مورد استفاده در این تحقیق توضیح داده می‌شود.

## ۲-۱- توزیع نرمال

توزیع نرمال که به عنوان توزیع گاوسین نیز معروف است، دارای تابع چگالی احتمال (PDF) به شکل یک زنگوله متقارن است، که متغیر تصادفی آن پیوسته است و تابع آن به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (1)$$

دو پارامتر این توزیع مقدار میانگین  $\mu$  و انحراف معیار  $\sigma$  است، که برای داده‌های محدود با  $\bar{x}$  و  $s$  به ترتیب نشان داده می‌شود. تابع توزیع تجمعی (CDF) آن برابر است با:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left[-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] du \quad (2)$$

## ۲-۲- توزیع لوگ نرمال

برخی متغیرهای هیدرولوژیکی دارای توزیعی با چولگی به سمت راست هستند، که عمدتاً ناشی از نامنفی بودن متغیر و نیز محدود نبودن حد بالایی تغییرات متغیر است. از این رو این گونه متغیرها از تابع توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند و لذا لگاریتم متغیر با توزیع نرمال تطابق بهتری نشان می‌دهد. تابع PDF توزیع لوگ نرمال به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$f(y) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}\right] \quad (3)$$

که در آن  $y = \ln(x)$  با میانگین  $\mu_y$  و انحراف معیار  $\sigma_y$  برای مقادیر  $y$  می‌باشد.

## ۲-۳- توزیع گاما و پیرسون نوع سوم

توزیع گاما با تابع PDF به صورت:

$$f(x) = \frac{x^a \exp(-\frac{x}{\beta})}{\beta^{a+1} \Gamma(a+1)} \quad (4)$$

کاربردهای زیادی در هیدرولوژی دارد، به ویژه نوع خاصی از تابع گاما که به پیرسون نوع سوم معروف است، در بررسی فراوانی سیلاب‌ها بسیار کاربرد دارد و جهت کاهش مقدار چولگی از لگاریتم آن یعنی لوگ پیرسون نوع سوم ( $y = \log$ ) استفاده می‌شود.

## ۲-۴- توزیع گامبل

هرگاه سری با تعداد  $N$  داده را که در حقیقت داده‌های مشاهداتی از متغیر تصادفی  $X$  است به  $n$  زیرنمونه که هر کدام  $m$  داده دارد تقسیم‌بندی کنیم، لذا  $N=mn$ ، آنگاه براساس نوع کاربرد داده در هیدرولوژی که به بررسی فراوانی سیلاب یا خشکسالی است، از بین هر زیر نمونه عدد بزرگتر یا کوچکترین عدد انتخاب می‌گردد. برای بررسی فراوانی سیلاب‌ها، بزرگترین دبی هر دسته و برای بررسی فراوانی خشکسالی از کوچکترین دبی هر دسته استفاده می‌گردد. توزیع گامبل نشان داد که مقادیر حداکثر انتخابی از  $n$  زیرنمونه با تابع احتمالی توانی حدی به صورت زیر به نحو خوبی برازش می‌کند:

$$f(x) = a \exp\{-a(x - \mu) - \exp(-a(x - \mu))\} \quad (5)$$

که CDF آن برابر است با:

$$f(x) = \exp(-e^{-y}) \quad (6)$$

جدول ۱: نشان دهنده بارش پیش بینی شده توسط توزیع های آماری

توزیع لوگ پیرسون	توزیع پیرسون	توزیع گاما	توزیع گامبل	توزیع لوگ نرمال	توزیع نرمال	داده های ایستگاه
۴۱۵.۴۸۲۳۱۴۳	۴۱۰.۷۰۹۴۱۷۶	۴۰۶.۴۵۰۲۶۶۱	۴۱۹.۷۱۹۷۹۹۵	۴۱۵.۴۸۲۳۱۴۳	۳۸۸.۷۴۱۹۶۵۹	۴۴۷
۳۷۵.۲۴۱۹۹۵۶	۳۷۰.۷۸۹۴۱۳۳	۳۶۹.۰۹۹۴۹۱۹	۳۷۷.۵۰۰۲۰۶۹	۳۷۵.۲۴۱۹۹۵۶	۳۶۳.۱۷۱۷۹۱۱	۳۹۲.۵
۳۵۳.۸۵۳۳۲۲۷	۳۵۶.۴۱۶۶۸۵۲	۳۵۲.۳۳۳۰۹۰۲	۳۵۲.۳۷۴۴۰۶۳	۳۵۳.۸۵۳۳۲۲۷	۳۴۸.۴۴۰۳۱۷۳	۳۵۵.۲
۳۳۵.۸۲۱۴۵۷۴	۳۳۳.۷۵۴۶۴۰۸	۳۳۳.۹۳۷۸۳۰۱	۳۳۴.۲۲۹۳۷۸۶	۳۳۵.۸۲۱۴۵۷۴	۳۳۵.۳۱۱۷۴۹۹	۳۳۸.۹
۳۲۲.۸۶۳۹۰۱	۳۲۰.۱۷۴۲۰۶۴	۳۲۰.۹۶۹۵۵۳۴	۳۱۹.۸۹۴۴۶۵۴	۳۲۲.۸۶۳۹۰۱	۳۲۲.۸۶۳۹۰۱	۳۳۴.۴
۳۱۰.۸۸۸۰۷۱۵	۳۱۱.۰۹۲۲۹۱	۳۱۲.۲۶۸۰۶۱	۳۰۷.۹۵۶۱۲۸	۳۱۰.۸۸۸۰۷۱۵	۳۱۵.۹۴۷۱۱۳۱	۳۱۵
۳۰۰.۶۱۱۶۵۵۲	۲۹۸.۳۱۳۴۱۵۲	۲۹۹.۷۲۷۲۲۶۱	۲۹۷.۶۵۹۱۴۴	۳۰۰.۶۱۱۶۵۵۲	۳۰۷.۵۰۹۷۱۸۷	۳۰۶.۴
۲۹۱.۹۸۴۲۷۴۴	۲۸۵.۰۸۷۳۴۶۹	۲۸۶.۶۶۷۳۵۴۷	۲۸۸.۵۵۱۵۲۰۲	۲۹۱.۹۸۴۲۷۴۴	۳۰۰.۲۰۰۴۶۵۱	۳۰۰.۶
۲۸۳.۳۲۵۲۱۳۷	۲۷۴.۸۷۷۵۹۵۹	۲۷۶.۵۷۸۲۰۳۳	۲۸۰.۳۴۰۴۹۶	۲۸۳.۳۲۵۲۱۳۷	۲۹۲.۶۴۳۹۰۶	۲۹۳.۸
۲۷۵.۶۷۶۳۷۸۶	۲۶۶.۵۲۴۱۶۳۳	۲۶۸.۳۲۵۵۲۴۸	۲۷۲.۸۲۴۹۱	۲۷۵.۶۷۶۳۷۸۶	۲۸۵.۷۷۴۳۰۶۸	۲۷۰.۱
۲۶۸.۵۶۰۵۰۰۱	۲۵۹.۷۶۹۰۵۷۴	۲۶۱.۴۴۸۲۹۲۷	۲۶۵.۸۵۹۹۳۹۹	۲۶۸.۵۶۰۵۰۰۱	۲۷۹.۲۱۰۰۲۳۱	۲۶۸.۴
۲۶۱.۸۱۱۳۴۶۳	۲۵۴.۲۲۶۰۵۴۱	۲۵۶.۱۷۵۴۹۳۷	۲۵۹.۳۳۷۲۰۶۹	۲۶۱.۸۱۱۳۴۶۳	۲۷۲.۸۲۱۲۹۵۹	۲۶۵.۷
۲۵۵.۴۸۰۲۸۵۳	۲۴۹.۳۵۳۲۱۸۴	۲۵۱.۳۶۱۴۳۱۳	۲۵۳.۱۷۲۸۲۳	۲۵۵.۴۸۰۲۸۵۳	۲۶۶.۶۷۶۸۲۱	۲۶۵.۳
۲۴۹.۳۸۵۷۲۴۸	۲۴۵.۳۰۹۳۱۴۴	۲۵۰.۲۷۳۷۴۴۷	۲۴۷.۲۹۹۸۱۹۴	۲۴۹.۳۸۵۷۲۴۸	۲۶۰.۶۱۶۳۰۸	۲۶۴.۶
۲۴۳.۳۲۱۸۳۹۱	۲۴۱.۷۶۵۵۱۷۱	۲۴۳.۸۰۱۰۵۵۷	۲۴۱.۶۶۳۱۲۰۴	۲۴۳.۳۲۱۸۳۹۱	۲۵۴.۴۳۷۴۸۵۱	۲۶۲.۱
۲۳۷.۸۷۵۱۰۸۸	۲۳۸.۶۷۹۳۸۷۸	۲۴۰.۸۰۸۹۶۳۶	۲۳۶.۲۱۶۰۴۸۳	۲۳۷.۸۷۵۱۰۸۸	۲۴۸.۷۵۴۸	۲۵۱.۴
۲۳۱.۸۷۵۹۵۰۹	۲۲۹.۹۸۵۵۲۸۴	۲۳۱.۸۰۹۷۸۸۶	۲۳۰.۹۱۷۷۷۰۶	۲۳۱.۸۷۵۹۵۰۹	۲۴۲.۳۴۳۱۷۴۱	۲۴۳.۶
۲۲۶.۵۹۲۳۹۶۵	۲۲۲.۳۲۲۱۰۸۹	۲۲۳.۷۹۵۲۵۶۲	۲۲۵.۷۳۱۳۱۹۲	۲۲۶.۵۹۲۳۹۶۵	۲۳۶.۵۵۷۴۴۵	۲۴۰
۲۲۱.۰۶۵۹۳۰۷	۲۱۵.۳۹۶۰۲۶۳	۲۱۶.۵۹۷۴۴۲۹	۲۲۰.۶۲۱۹۳۳۷	۲۲۱.۰۶۵۹۳۰۷	۲۳۰.۳۵۹۵۳۹۹	۲۱۰.۹
۲۱۵.۵۵۶۲۳۴۳	۲۰۹.۲۰۸۸۰۷۳	۲۱۰.۱۶۲۹۱۸۳	۲۱۵.۵۵۵۵۳۴۷	۲۱۵.۵۵۶۲۳۴۳	۲۲۴.۰۲۴۲۴۲۹	۲۱۰.۶
۲۱۰.۲۲۲۲۰۹۷	۲۰۳.۵۹۸۶۳۴۶	۲۰۴.۲۶۲۶۹۵۸	۲۱۰.۴۹۷۱۵۰۷	۲۱۰.۲۲۲۲۰۹۷	۲۱۷.۷۳۴۷۴۳۲	۲۰۱.۲
۲۰۴.۷۲۱۱۴۵۶	۱۹۸.۱۵۶۳۸۵۴	۱۹۸.۹۷۳۱۰۴۵	۲۰۵.۴۰۹۰۹۱۱	۲۰۴.۷۲۱۱۴۵۶	۲۱۱.۰۷۸۸۶۴۸	۱۹۵.۹
۱۹۹.۲۶۰۹۹۸۶	۱۹۳.۷۳۶۹۴۳۳	۱۹۴.۱۶۷۴۳۸۲	۲۰۰.۲۴۸۵۷۶	۱۹۹.۲۶۰۹۹۸۶	۲۰۴.۲۹۳۲۲۷۴	۱۸۱.۹
۱۹۳.۷۹۳۲۰۱۸	۱۸۹.۵۳۸۸۵۴۹	۱۸۹.۴۷۷۷۹۱۸	۱۹۴.۹۶۴۳۴۷۶	۱۹۳.۷۹۳۲۰۱۸	۱۹۷.۳۰۹۱۳۴۹	۱۸۱.۵
۱۸۷.۷۰۳۳۰۶۵	۱۸۵.۶۳۰۸۱۶۲	۱۸۵.۷۰۷۱۴۵۱	۱۸۹.۴۹۱۳۸۹۴	۱۸۷.۷۰۳۳۰۶۵	۱۸۹.۲۹۴۶۰۲۵	۱۷۳.۵
۱۸۱.۰۸۷۵۰۶۶	۱۸۰.۰۱۳۰۱۰۷	۱۷۹.۶۳۱۳۶۶۳	۱۸۳.۷۴۲۰۰۴۳	۱۸۱.۰۸۷۵۰۶۶	۱۸۰.۲۸۷۷۹۴۶	۱۶۸
۱۷۴.۳۳۳۴۰۵۵	۱۷۲.۳۴۹۵۹۱۱	۱۷۱.۲۹۶۲۵۲۶	۱۷۷.۵۸۹۳۴۹۹	۱۷۴.۳۳۳۴۰۵۵	۱۷۰.۷۴۶۶۸۴۶	۱۵۹.۶
۱۶۶.۷۱۲۱۸۸۶	۱۶۵.۱۷۴۶۷۶۴	۱۶۳.۴۴۲۰۱۰۸	۱۷۰.۸۳۳۶۴۹۵	۱۶۶.۷۱۲۱۸۸۶	۱۵۹.۵۲۶۳۳۹۳	۱۵۹.۱
۱۵۹.۱۳۸۳۷۵۵	۱۵۷.۵۴۱۷۸۸۴	۱۵۴.۸۸۵۵۴۳۴	۱۶۳.۱۲۲۱۰۱۱	۱۵۹.۱۳۸۳۷۵۵	۱۴۷.۸۵۵۶۵۳۵	۱۵۶.۷
۱۴۸.۸۳۵۹۵۳۵	۱۶۲.۲۷۴۱۷۹	۱۴۳.۰۳۱۶۶۸۳	۱۵۳.۷۱۲۶۴۶۸	۱۴۸.۸۳۵۹۵۳۵	۱۳۱.۰۵۵۶۶۷	۱۵۴.۸
۱۳۲.۳۳۲۱۹۱۴	۱۳۰.۱۷۰۲۵۲	۱۲۳.۲۳۹۵۸۹۷	۱۴۰.۴۳۲۵۶۵۳	۱۳۲.۳۳۲۱۹۱۴	۱۰۱.۵۵۴۵۵۴۹	۱۴۲.۷

## ۳-آزمون‌های نیکویی برازش

در برازش داده‌های هیدرولوژیکی با استفاده از تابع توزیع تجربی با توابع احتمالاتی تئوریک، بایستی به نیکویی برازش توجه گردد. مسئله در این است که روش آزمایش نیکویی برازش بین تابع توزیع احتمالاتی با تابع توزیع تجربی، که از داده‌های مشاهداتی به دست آمده چگونه باید باشد. روش‌های آماری مختلفی جهت آزمون نیکویی برازش ارائه شده که کاربردی‌ترین آن در هیدرولوژی، آزمون کای مربع ( $\chi^2$ )، R-S، K-S است. جداول ۲، ۳ و ۴، آزمون‌های نیکویی برازش برای توزیع‌های آماری را نشان می‌دهد.

جدول ۲: آزمون‌های نیکویی برازش (RSS)

	توزیع لوگ پیرسون	توزیع پیرسون	توزیع گاما	توزیع گامبل	توزیع لوگ نرمال	توزیع نرمال
RSS	۱۲.۳۶۴۴۹	۱۴.۰۹۰۰۰۷۲	۱۴.۰۹۶۸۴	۱۳.۱۳۲۵۱۳۱۳	۱۲.۳۶۴۴۹	۱۸.۱۷۶۱۴

جدول ۳: آزمون نیکویی برازش کای مربع

	توزیع لوگ پیرسون	توزیع پیرسون	توزیع گاما	توزیع گامبل	توزیع لوگ نرمال	توزیع نرمال
کای مربع	۱۷.۸۱۷۸۷۴۵۷	۲۱.۱۳۴۶۸۳۹	۲۱.۷۵۳۱۴۸۸	۲۰.۶۱۱۲۵۸۳	۱۷.۸۶۱۱۸۰۳	۴۶.۲۷۷۴۵۲۱۵

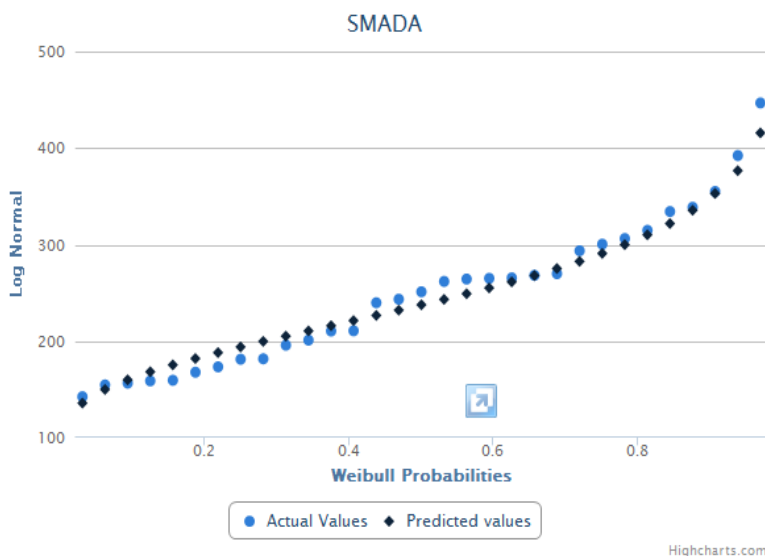
جدول ۴: آزمون نکویی برازش K-S

	توزیع لوگ پیرسون	توزیع پیرسون	توزیع گاما	توزیع گامبل	توزیع لوگ نرمال	توزیع نرمال
K-S	۰/۷۶۱ درصد	۶/۷۵ درصد	۶/۸۹ درصد	۴/۱۳ درصد	۰/۷۶۱ درصد	۹/۶ درصد

## ۴-نتیجه گیری

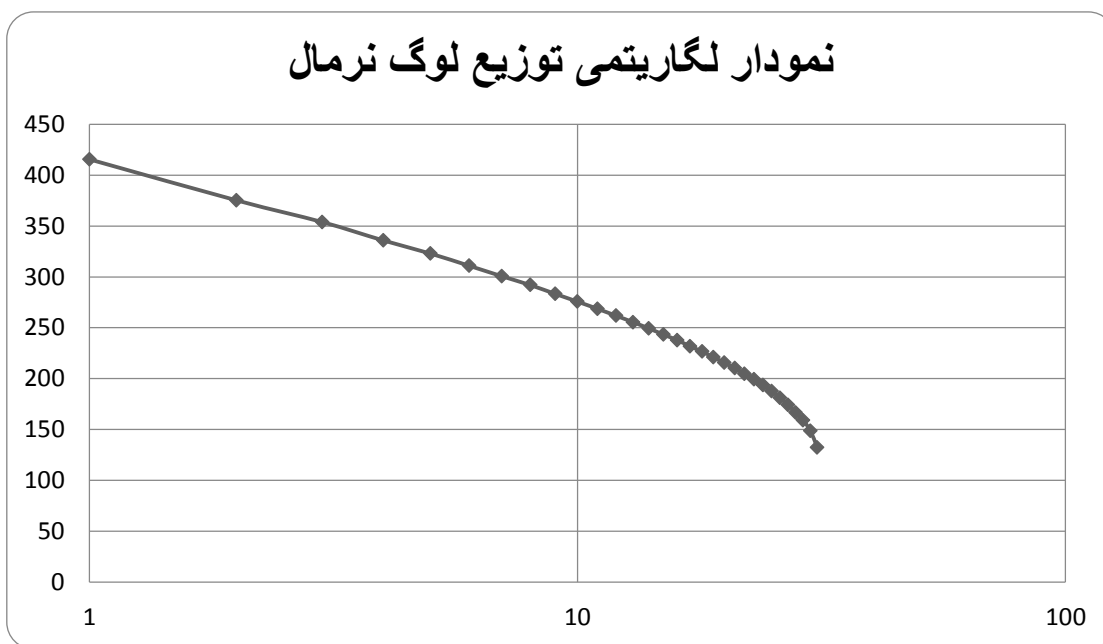
با توجه به جداول و محاسبات ارائه شده در قسمت‌های قبل می‌توان برای هر آزمون نتیجه‌گیری‌های متفاوتی برای هر توزیع مطرح کرد. طبق آزمون RSS توزیعی مناسب‌تر می‌باشد که مقدار RSS محاسباتی کمتری داشته باشد بنابراین می‌توان گفت در این قسمت توزیع لوگ نرمال مناسب‌ترین توزیع با  $RSS=12.36$  می‌باشد. همانطور که قبلاً گفته شد در توزیع لوگ پیرسون مقدار چولگی برابر با ۰/۰۶ شد. بنابراین می‌توان این توزیع را نرمال در نظر گرفت و مقادیر حاصل از آزمون‌های مختلف برای این توزیع برابر با مقادیر حاصل از توزیع لوگ نرمال خواهد شد. طبق آزمون کادو توزیعی مناسب می‌باشد که اولاً مقدار کادو آن از مقدار کادوی بحرانی کمتر باشد ثانیاً مقدار کادوی محاسباتی کمتری نسبت به سایر توزیع‌ها داشته باشد. بنابراین توزیع لوگ نرمال مناسب‌ترین توزیع می‌باشد. طبق آزمون K-S توزیعی مناسب می‌باشد که اولاً مقدار D آن از D بحرانی کمتر باشد ثانیاً در صورتی که بیش از یک توزیع شرط اول را ارضا کنند، میانگین D در توزیع‌های مختلف را محاسبه کرده و توزیعی که مقدار میانگین کمتری داشت توزیع مناسب‌تری خواهد بود. در این پروژه مقادیر D میانگین را برای تمام توزیع‌ها محاسبه کردیم و با توجه به مقادیر حاصله توزیع لوگ نرمال مناسب‌ترین توزیع می‌باشد.

برای توزیع منتخب باید بارندگی سالانه با دوره بازگشت‌های ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ سال را محاسبه کنیم. با توجه به اینکه توزیع منتخب لوگ نرمال می‌باشد بارش‌های مشاهداتی را وارد نرم‌افزار SMADA کرده و بارش‌های پیش‌بینی شده با دوره بازگشت‌های مورد نظر به دست می‌آید.



شکل ۱: نتایج نرم افزار smada

باتوجه به سه آزمون انجام شده می توان نتیجه گرفت توزیع لوگ نرمال مناسب ترین توزیع می باشد. بنابراین توزیع منتخب ما در این پروژه توزیع لوگ نرمال می باشد.



شکل ۱: نمودار لگاریتمی توزیع منتخب

### ۶-منابع

۱. بوستانی، ف.، لیاقت، ع.، مهران، ف. (۱۳۸۹). "بررسی توابع توزیع احتمال بارش های سالانه تعدادی از ایستگاه های استان فارس و تخمین آن با دوره بازگشت های مختلف"، دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، شیراز، ایران.

۲. کمری، ح.، نوری، آ. (۱۳۹۵). "ارزیابی و برآورد دوره بازگشت بارندگی با استفاده از داده های بارندگی سالانه"، فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری، دوره ۲، شماره ۳، صص ۲۵-۳۵.
۳. جاهدی، ا.، عباس‌نژاد، علی. (۱۳۹۱). "برآورد دبی طولانی مدت رودخانه با استفاده از توزیع های آماری ونرم افزار smada"، همایش ملی بهره برداری بهینه از منابع آب، خوزستان، ایران.
۴. ثروتی، م.، جداری عبوضی، ج. بزرگمهر، ک. (۱۳۸۵). "محاسبه و تحلیل دبی متوسط سیل با استفاده از روش تحلیل منطقه ای سیلاب در محدوده خیر رود نوشهر تا سرآبرود چالوس"، فصلنامه جغرافیایی سرزمین علمی-پژوهشی، سال سوم، شماره ۱۰، صص ۶۳-۷۹.
۵. صفوی، ح. "کتاب هیدرولوژی مهندسی"، چاپ چهارم.
۶. علیزاده، ا. "کتاب اصول هیدرولوژی کاربردی".