تجزیه وتحلیل آماری مقادیر طولانی مدت بارش جهت برازش توزیع آماری مناسب (مطالعه موردی ایران)

بهلول علیجانی

استاد دانشگاه خوارزمی

bralijani@gmail.com

حمیده افشارمنش

دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: 1393/10/10 تاریخ پذیرش: 1394/2/14

چکیده

در این تحقیق سعی شده است با استفاده از توزیع های 61 گانه آماری توزیع آماری مناسب، بر اساس آزمون های سه گانه اندرسون دارلینگ ، کلمونوگراف –اسمیرنوف و کای اسکار مشخص شود . هدف از این مطالعه انتخاب بهترین توزیع فراوانی و توزیع آماری مناسب بارشی برای اقلیم متنوع ایران است. توپوگرافی ،موقعیت جغرافیایی مانند زاویه تابش و مدت تابش همچنین پوشش طبیعی باعث تنوع اقلیمی در ایران شده است بنابراین با استفاده از مقادیر ماهانه بارش 43 ایستگاه سینوپتیک برای دوره آماری طولانی مدت 1952 - 2005 و با استفاده از نرم افزار *Esay fifty* (*MathWave* *EasyFit Professional*) توزیع آماری مناسب برای مناطق شش گانه اقلیمی ایران (*A,B,C,D,E,F*)برآورد شد نتایج نشان می دهد بر اساس آزمون های آماری کلمونوگراف –اسمیرنوف زیرا آزمون کولموگروف- اسمیرنوف دارای ازتوان بیشتری نسبت به آزمون کای اسکار برخوردار است و همچنین آزمون کای اسکار برای توزیع‌های یک متغیره که هدف آن آزمون برازش یا آزمون بر پایه آماره تابع توزیع تجربی (EDF) است استفاده نمی شود علاوه براین آزمون اندرسون دارلینگ برای محاسبه مقادیر با واریانس مجهول طراحی شده است. در نتیجه در منطقه*A* (اقلیم مرطوب و معتدل خزری) توزیع*Log-Pearson 3* و در منطقه *B*(اقلیم نیمه خشک) توزیع *Johnson SB* و در منطقه *C*(اقلیم ناحیه زاگرس) توزیع *Burr* مناسب ترین توزیع آماری می باشند. منطقه *D*(اقلیم بیابانی خیلی گرم ساحلی) توزیع آماری *Gamma*و در منطقه *E*(اقلیم بیابانی خیلی گرم داخلی) توزیع *Johnson SB* و در منطقه F(اقلیم نیمه بیابانی گرم) توزیع Gen.*Gamma*مناسب ترین توزیع های آماری هستند،در نتیجه مشخص شد که مناطق خشک *B,D,E,F* مناسبترین توزیع آماری *Gen. Gamma,lJohnson SBlGamma,* می باشند در حالی که در منطقه خزری و زاگرس(*A,C*)به ترتیب توزیع*Burr, Log-Pearson 3* توزیع های آماری مناسب هستند. میزان چولگی در منطقه *A,B,C*کمتر از یک و در مناطق *D,E,F*بیشتر از یک می باشد.

واژگان کلیدی: برازش توزیع آماری مناسب،آزمون آماری،منطقه اقلیمی،بارش،ایران

مقدمه

توزیع های آماری می توانند به تولید داده در نقاطی که ایستگاه برداشت مقادیر بارش را ندارد کمک کنند همچنین در براورد های آماری درروش های مدلسازی و شاخص های براورد خشکسالی نقش مهمی را ایفا کنند. بعلاوه در مطالعات مدیریت آب و ،کشاورزی جنگلداری و مخاطرات سیلاب ها لازم است تا با تعیین توزیع بهترین برازش به داده ها این مطالعات با مبنای درست صورت گیرند.

در مطالعات صورت گرفته در ایران و جهان مشخص شده است جهت برآورد احتمال بارش و سیل بر پایه متدهای ریاضی و توزیع آماری استفاده از توزیع فراوانی و روشهای مختلف آماری و تعیین درجه احتمال بر اساس آزمون های آماری مطرح بوده است (قربانیان ،1388 و مهدوی، 1377و ***1968 H.C.S Thom***).

توزیع نرمال در سال 1733 توسط آبراهام دموار ریاضیدان فرانسوی معرفی شد. دموار که این توزیع را برای تقریب احتمال‌های مربوط به پرتاب سکه به کار برد، آن را منحنی زنگی شکل نامید، اما کاربرد واقعاً مفید این توزیع در سال 1809 آشکار شد، وقتی که ریاضیدان مشهور آلمانی، گوس، آن را به عنوان بخش سازنده و مکمل روش خود برای پیشگویی مکان موجودات نجومی به‌کار برد، از آن تاریخ به بعد این توزیع را توزیع گوسی می‌نامند.

در نیمه دوم قرن نوزدهم، اغلب آماردانان بر این باور شدند که بسیاری از داده‌ها دارای هیستوگرام‌هایی هستند که ساختار زنگی شکل توزیع گوسی را دارند. در واقع این اعتقاد پدید آمد که هر مجموعه داده‌ای که طبیعی یا نرمال باشد، توزیع آن چنین شکلی دارد. به عنوان یک نتیجه، به پیروی از کارل پیرسن، آماردان انگلیسی، اکثراً منحنی گوسی را به طور ساده منحنی نرمال نامیدند. (بخشی از توضیح مطلب که چرا بسیاری از داده‌ها از منحنی نرمال تبعیت می‌کنند، به‌وسیله قضیه حد مرکزی بیان شده است) (آبراهام دموار 1754-1667)

به طور معمول به منظور برآورد دبی های حداکثر، حداقل و متوسط با دوره برگشتهای مختلف از توزیع های آماری خاصی استفاده می شود (مانند نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون نوع سوم،لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل)و با در نظر گرفتن این که دوره های آماری در ایران کوتاه می باشند، سعی می گردد تا منحنی بدست آمده از توزیع تجربی داده ها را با یکی از توزیع های آماری تطابق داده و بهترین منحنی را انتخاب کنند. سپس با مشخص بودن منحنی تطابق یافته، دبی سیلابها یا کم آبی ها با دوره های برگشت متفاوت تعیین می گردد(مهدوی،1381).

همانطور که ملاحظه می کنید تطابق توزیع فراوانی داده های موجود(دما ،بارش، غیره)را با یکی از توزیعهای آماری می توان آمار محدود موجود را توسعه داد. اما با توجه به تنوع ذاتی اقلیمی ایران و نوسان درونی پارامتر بارش کدام توزیع مناسب ترین می باشد؟

گرچه برخی پژوهشگران در گذشته بر توزیع گاما و پیرسون تیپ 3 تاکید داشتند و بسیاری از شاخص های آماری مانند شاخص استاندارد بارش ***SPI*** برپایه توزیع گاما استوار است اما تحقیقات بعدی نشان داد که متناسب با موقعیت جغرافیایی و میزان بارش یا افزایش طول دوره نوع توزیع مناسب می تواند تغییر کند.مهدوی و همکاران (2011) با ارزیابی بارش سالانه در 65 ایستگاه مازندران و گلستان به بررسی بهترین توزیع مناسب آماری براساس فراوانی و همچنین بررسی طول داده ها در انتخاب توزیع پرداختند در نهایت مشخص شد که توزیع نرمال دو پارامتری بهترین برازش را برای منطقه خزری دارد در بررسی تائید طول دوره آماری بر تعیین نوع توزیع آماری مشخص شد که توزیع پیرسون در دوره های 15 ساله بهترین برازش را دارد در حالیکه با افزایش طول دوره آماری توزیع نرمال بهترین برازش و توزیع گامبل از تناسب کمتری برخوردار است . همچنین آنها تنها از 7 توزیع شناخته شده گامبل ،لوگ پیرسون تیپ 3،پیرسون تیپ 3، گاما ، نرمال ،لوگ نرمال دو پارامتری و لوگ نرمال سه پارامتری استفاده کردند.

در سال 1993 ووگل و همکارانش با مطالعه در91منطقه استرالیا توزیع های لوگ تیپ سه و لوگ نرمال دو پارامتری و پیرسون تیپ سه را برای مقادیر حدی، مناسب تشخیص دادند.در مطالعه بعدی ووگل و ویلسون در سال 1996 با مطالعه در 1490 منطقه در کل ایالات متحده آمریکا توزیع ها ی لوگ نرمال سه پارامتری و لوگ پیرسون تیپ را مناسب برازش پدیده بارش تشخیص دادند تا اینکه هندسون و ووگل در سال2008 در یک بررسی اجمالی توزیع احتمال بارش روزانه در ایالات متحده پرداختند و به این نتیجه رسیدند که گرچه در مطالعات قبلی مدل گاما دو پارامتری مدل مناسب شناخته شده بود اما در بررسی سری بارش روزانه 237 ایستگاه آمریکا و با استفاده ضریب همبستگی و نمودار لمومنت به این نتیجه رسیدند که توزیع پیرسون تیپ[3] مناسب با داده های بارش روزانه می باشد و توزیع CAPبهترین توزیع برای روزهای بارانی است در حالیکه توزیع گاما نسبت به دو توزیع پیرسون و CAPاز ضریب همبستگی کمتری برخوردار است.

در نیمکره شرقی لی یو چین (2004) با کاربرد تحلیل فراوانی بارندگی درمطالعه خصوصیات پراکندگی بارندگی در چیا- نن درتایوان جنوبی با استفاده از توزیع های نرمال، لوگ نرمال ، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه در 178 ایستگاه دارای داده های بارندگی سالانه برای بیش ار 10 سال نشان داد که توزیع لوگ پیرسون تیپ سه در میان توزیع های احتمالاتی بهترین شناخته شده است.همچنین باکار و همکاران(2005)

در تحلیل فراوانی بارندگی بیشینه در روز های متوالی در بانسوارا هندوستان توزیع ها و تبدیل های احتمالاتی متنوعی را برای برآورد ماکزیمم بارندگی 1 و 2 تا 5 روزه متوالی در طول یک سا ل و با دوره بازگشت های متنوع به کار بردند و سه توزیع احتمالاتی معمول(نرمال، لوگ نرمال ، گاما) با مقایسه کردن مقدار کای اسکوئر مورد بررسی قرار گرفت که توزیع گاما به عنوان مناسب ترین توزیع انتخاب شد.

اما در ایران مشایخی (1351)برای بارش های ایران را تابع توزیع نرمال می داند و خلیلی (۱۹۷۳،۱۹۷٦)بارشهای 90 ساله تهران و ده ساله البرز را تابع توزیع گاما ناقص دانسته است. همچنین حقیقت جو(1381)در بررسی تابع چگالی احتمال بارندگی های ماهانه و سالانه ایستگاه های قدیمی با استفاده از 7 توزیع آماری و ازمون کلموگراف –اسمیرنوف به این نتیجه رسید که توزیع لوگ پیرسون تیپ 3 بهترین برازش را برای بارندگی ماهانه دارد و بارندگی سالانه از توزیع واحدی پیروی نمی کند. در تحقیقی دیگر فرازجو(1381) در بررسی چند زیر حوضه رودخانه گرگانرود توزیع لوگ پیرسون تیپ سه را مناسب ترین توزیع آماری و توزیع لوگ پیرسون تیپ سه و توزیع لوگ نرمال دوپارامتری را به بهترین توزیع جهت برازش داده های دبی حداکثر معرفی کردند.همچنین مساعدی و همکارانش (1388) با استفاده از آمار دبی روزانه رودخانه گرگانرود در ایستگاه هیدرومتری گنبد طی یک دوره آماری تقریبا 50 ساله پس از استخراج مقادیر دبی های حداقل با تداومهای 1، 5، 10، 15، 20، 30 روزه در هر سال آبی، برازش 25 توزیع آماری با این سریهای زمانی و آزمون های کای اسکوئر و اسمیرنوف-کولموگروف استفاده شد مشخص کرد که براساس آزمون کای اسکوئر توزیع ***Gen.Pareto*** و بر اساس آزمون اسمیرنوف-کولموگروف توزیع Lognormal(3P) در دوره های مختلف کم آبی مناسب ترین توزیع ها می باشند.

آزمون‌های تشخیص توزیع نرمال شامل آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف[1]، کرامر- وان میسز[2]، آندرسن- دارلینگ[3]، گان- کوهلر[4]، شاپیرو- ویلک[5]، شاپیرو - فرانسیا[6] و فیلیبن[7] می‌باشد. از این آزمون‌ها تنها آزمون‌های آندرسن - دارلینگ، شاپیرو- ویلک و شاپیرو- فرانسیا چهار نمونه را به درستی دسته‌بندی نمودند. همچنین تأثیر حجم نمونه روی p- مقدار با استفاده از آزمون گرافیکی روی- استون[8] مورد بررسی قرار گرفت.

---

[1] ***Kolmogorov- Smirnov***
[2] ***Cramer- Von Mises***
[3] ***Anderson- Darling***
[4] ***Gan- Koehler***
[5] ***Shapiro- Wilk***
[6] ***Shapiro- Francia***
[7] ***Filiben***
[8] ***Royston***

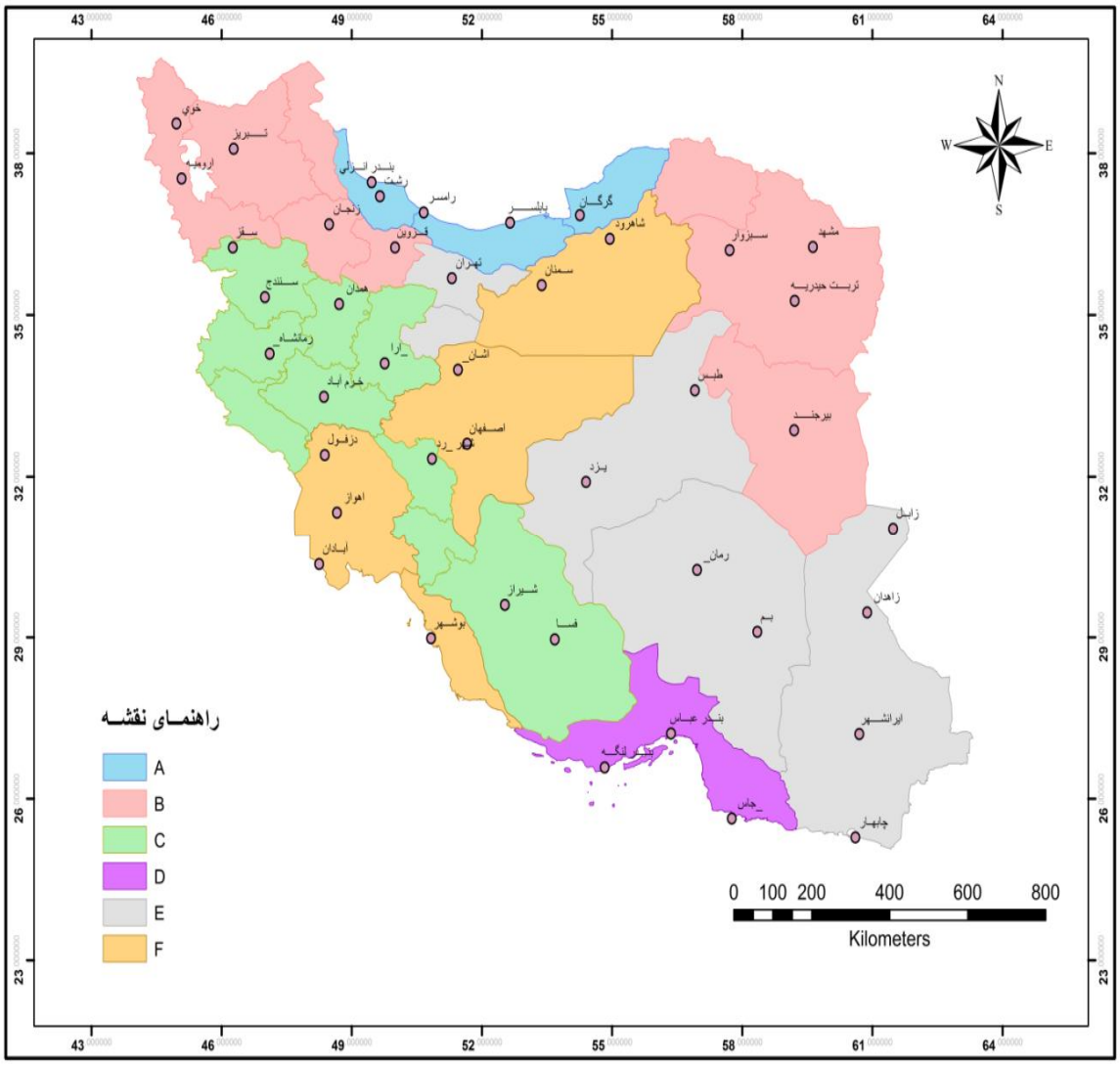
با توجه به تحقیق های صورت گرفته در خصوص توزیع آماری و آزمون های آماری مختلف در خصوص بارش و دبی رودخانه انجام گرفته است نشان می دهد که مطالعه چندان روشنی صورت نگرفته است زیرا در مطالعات حقیقت جو اگرچه نام ایران به کار رفته است اما تنها 5 ایستگاه مورد بررسی قرار گرفته است یا مطالعات مهدوی و دیگر محققان بصورت نقطه ای و سالیانه بوده است در مطالعات صورت گرفته در ایران و جهان مشخص شد که بیشتر توزیع پیرسون تیپ 3 و توزیع نرمال و توزیع گاما در واقع بیشترین فراوانی را دارند و نشان می دهد تا کنون در برازش بارش تکیه بر این 3 توزیع بوده است درحالیکه با توجه به تغییرات اقلیمی عصر حاضر و وابستگی بیشتر جوامع بشری به پیش بینی های دقیق در خصوص بارش بهتر است که اگر قرار است بر اساس توزیع آماری به برآورد بارش در یک کشور پهناور پرداخته شود بطور دقیق مناسب ترین توزیع آماری در سطح نقطه ای یا محلی تعیین شود .در تحقیق حاضر با توجه به لزوم و اهمیت تعیین توزیع آماری به صورت کاملا پراکنده و همراه با طبقه بندی6 گانه منطقه ای ایران و با استفاده از 43ایستگاه سینوپتیک با دوره بارشی طولانی مدت و با استفاده از 63 توزیع آماری و به همراه استفاده از دو آزمون آماری اندریون دارلینگ ، کلموگراف –اسمیرنوف و کای اسکوئر به بررسی برازش توزیع آماری مناسب به صورت ماهیانه و سالانه پرداخته می شود .

جدول شماره1-درزیر لیست توزیع های آماری که مقادیر بارش 43 ایستگاه سینوپتیک ایران بر پایه آن برازش داده شدند آورده شده است

Beta	***Error***	***Gen. Extreme Value***	***Kumaraswamy***	***Lognormal (3P)***	***Power Function***
Burr	***Error Function***	***Gen. Gamma***	***Laplace***	***Nakagami***	***Rayleigh***
Burr (4P)	***Exponential***	***Gen. Gamma (4P)***	***Levy***	***Normal***	***Rayleigh (2P)***
Cauchy	***Exponential (2P)***	***Gen. Pareto***	***Levy (2P)***	***Pareto***	***Reciprocal***
Chi-Squared	***Fatigue Life***	***Gumbel Max***	***Log-Gamma***	***Pareto 2***	***Rice***
Chi-Squared (2P)	***Fatigue Life (3P)***	***Gumbel Min***	***Log-Logistic***	***Pearson 5***	***Student's t***
Dagum	***Frechet***	***Hypersecant***	***Log-Logistic (3P)***	***Pearson 5 (3P)***	***Triangular***
Dagum (4P)	***Frechet (3P)***	***Inv. Gaussian***	***Log-Pearson 3***	***Pearson 6***	***Uniform***
Erlang	***Gamma***	***Inv. Gaussian (3P)***	***Logistic***	***Pearson 6 (4P)***	***Weibull***
Erlang (3P)	***Gamma (3P)***	***Johnson SU***	***Lognormal***	***Pert***	***Weibull (3P)***
Johnson SB					

هرکدام از این توزیع های آماری بنیاد ریاضی خاص خود را دارند که ذکر تمامی فرمول ها از حوصله این نوشتار خارج است .

شکل(1)موقعیت کشور ایران و مناطق 6 گانه همگن را نشان میدهد که موقعیت 43 ایستگاه سینوپتیک نیز برروی آن دیده می شود ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان و در طول جغرافیایی ***(E 63 - 44)***و عرض جغرافیایی ***(N*** 39 - 25 ***)*** واقع شده است که بطور متوسط از بارش میانگین260 میلیمتر برخوردار است.



شکل شماره1-موقعیت کشور ایران و مناطق 6 گانه همگن

منطقه ***A***دارای میانگین بارش سالانه1183میلیمتروشرایط اقلیمی مرطوب و معتدل خزری و منطقه Bدارای میزان بارش سالانه258میلیمتر و دارای شرایط اقلیمی نیمه خشک می باشد. منطقه Cدارای میزان بارش397میلیمتر و

شرایط اقلیمی ناحیه زاگرس برخوردار است.منطقه Dدارای میزان بارش سالانه 144میلیمتری شرایط اقلیمی بیابانی خیلی گرم ساحلی است. منطقه Eدارای میزان بارش سالانه 112میلیمتر و شرایط آب و هوایی ناحیه بیابانی خیلی گرم داخلی و منطقه F و میزان بارش سالانه 204میلیمتر و شرایط آب و هوایی ناحیه اقلیمی بیابانی نیمه گرم تاگرم می باشد (حیدری و علیجانی ،1381).

بحث

در این مقاله با استفاده از 61 توزیع آماری بر روی بارش ماهانه 43 ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری طولانی مدت 2005-1952 و براساس 3آزمون آماری کای اسکوئر، کلموگروف- اسمیرنوف و اندسون دارلینگ برحسب P-Valueمناسب ترین توزیع آماری برای هر منطقه برحسب میانگین بارش سالانه (جدول 2) و مناسب ترین توزیع آماری برای هر منطقه برحسب میانگین بارش ماهانه (جدول ۷،٦،٥،٤،٣،٢،١) برازش شد.
آزمون نیکویی برازش کای اسکوئر، برای مقایسه توزیع فرضی اطلاعات واقعی با یک توزیع تئوری مورد استفاده قرار می گیرد.

$$X^2 = \sum_{i=1}^{NC} \frac{f_i - f_i^{\wedge}}{f_i^{\wedge}}$$

در رابطه بالا f فرکانس نسبی تجمعی واقعی و $f^{\wedge}$ فرکانس نسبی تجمعی مورد نظر بر اساس توزیع تئوری مورد آزمون، i تعداد کلاس ها وNC تعداد کل دسته بندی ها است. بر طبق این آزمون، تعداد نمونه های موجود در هر بازه (دسته بندی) حداقل 5 توصیه می شود .X^2 توزیع کای اسکوئر با (C – NP – 1) درجه آزادی می باشد که در آن NP تعداد پارامتر هایی است که باید تخمین زده شوند . آماره فوق با مقدار توزیع تئوری کای اسکوئر با در نظر گرفتن سطح پذیرش و درجه آزادی مشخص، مقایسه می گردد . چنان چه مقدار X^2. محاسبه شده از رابطه فوق کمتر از مقدار توزیع تئوری کای اسکوئر باشد، فرض تبعیت اطلاعات از توزیع فرض شده در سطح پذیرش مشخص پذیرفته می شود.
اما آزمون کلموگروف - اسمیرنوف یکی دیگر از آزمون هایی است که جهت سنجش تبعیت توزیع یک نمونه از توزیع خاص استفاده می شود. آزمون کای اسکوئر هنگامی که تعداد نمونه ها به اندازه کافی بزرگ باشد تا در هر کلاس حداقل 5 داده قرار بگیرد،خوب عمل می کند. در غیر این صورت استفاده از آزمون کلموگروف

- اسمیرنوف توصیه می شود. آماره این آزمون بیشترین اختلاف بین فرکانس های مورد انتظار و واقعی (بصورت قدرمطلق) اندازه گیری شده در دسته های مختلف می باشد.

$$D = max|f(x) - f^{\wedge}(x)|$$

که در آن f فرکانس نسبی تجمعی واقعی و $f^{\wedge}$ فرکانس نسبی تجمعی مورد انتظار است.

این آزمون بر اساس حداکثر فاصله و اختلاف عمودی بین EDF و منحنی تابع توزیع تجمعی نرمال (وقتی فرض صفر این است که تابع توزیع تجمعی مربوط به توزیع نرمال است) طراحی شده است. ابتدا مقادیر نمونه را مرتب می‌کنیم و سپس تعریف می‌کنیم:

$$\left.\begin{aligned} D^{+} &= max_{i=1,\dots,n}\left[i/n - p_{(i)}\right] \\ D^{-} &= max_{i=1,\dots,n}\left[p_{(i)} - (i-1)/n\right] \\ D &= max\left[D^{+}, D^{-}\right] \end{aligned}\right\} \quad s.t. \quad p_{(i)} = \Phi\left(\frac{x_{(i)} - \bar{x}}{\sigma}\right)$$

D^{+}و D^{-} به ترتیب، بزرگترین فاصله عمودی بالا و پایین منحنی تابع توزیع تجمعی نرمال هستند. آماره کولموگروف- اسمیرنوف را با نماد D نمایش می‌دهیم. فرض صفر (نرمال بودن داده‌ها) وقتی رد می‌شود که مقدار D از یک مقدار بحرانی انتخاب شده معین، تجاوز کند (دم بالایی). این مقادیر بحرانی در جداول معینی ارائه شده است. اما استفان با ایجاد یک تغییر، برای تمامی حجم نمونه‌ها، محدوده‌ای برای مقادیر بحرانی که بازه‌ای از نقاط معنی داری می‌باشد، جهت مرتفع ساختن نیاز به جداول، به‌دست آورد.

$$D^{*} = D(\sqrt{n} - 0/01 + 0/85/\sqrt{n})$$

مقادیر بحرانی برای سطوح معنی‌داری 0/1 و 0/05 و 0/01 به ترتیب 0/819 و 0/895 و 1/035 می‌باشد. کاربرد آزمون کولموگروف- اسمیرنوف تنها برای مواردی است که توزیع فرض آزمون کاملاً مشخص باشد، یعنی هیچ پارامتر مجهولی که نیاز به برآورد از روی نمونه داشته باشد، وجود نداشته باشد. در بقیه موارد این آزمون محافظه‌کار است.

در ارتباط با نظریه استفان، ماسی[9] پیشنهاد کرده است که مقادیر بحرانی D وقتی پارامترهای توزیع برآورد می‌شوند باید کاهش یابد، همان‌طور که احتمال خطای نوع اول (α) کوچکتر از مقادیر ارائه‌شده در جدول می‌باشد. ماسی همچنین یادآور شده است که آزمون کولموگروف- اسمیرنوف دارای توان بیشتری نسبت به آزمون خی- دو می‌باشد.

آزمون آندرسن- دارلینگ

آزمون نیکویی برازندگی آندرسن- دارلینگ در سال 1952 ارائه گردید. این آزمون برای نمونه‌هایی با حجم نمونه بیشتر از هفت با میانگین و واریانس مجهول طراحی گردیده است. برای انجام این آزمون ابتدا داده‌ها را مرتب نموده و سپس آماره را به‌صورت زیر محاسبه می‌نماییم:

$$A^2 = -n - n^{-1}\sum_{i=1}^{n}[2i-1]\left[ln(p_{(i)}) + ln(1-p_{(n-i+1)})\right]$$

تفاوت این آزمون با آزمون کرامر- وان میسز در نوع تابع وزن‌دهی در فرمول آماره آنها می‌باشد. این‌گونه وزن‌دهی اثر دم‌های توزیع را بیشتر از آزمون کرامر- وان میسز نشان می‌دهد.

استفان با ایجاد یک اصلاح و تغییر در آماره آزمون، این آزمون را برای هر حجم نمونه‌ای قابل استفاده نمود:

$$A^{2*} = A^2(1/0+0/75/\sqrt{n}+2/25/n^2)$$

محاسبه p- مقدار برای این آماره به‌صورت زیر است:

[9] ***Massey***

$$p-value=\begin{cases}1-exp\left(-13/436+101/14W^{2^*}-223/73(W^{2^*})^2\right) & if \quad A^{2^*}<0/2\\ 1-exp\left(-8/318+42/796W^{2^*}-59/938(W^{2^*})^2\right) & if \quad A^{2^*}<0/34\\ exp\left(0/9177-4/279W^{2^*}-1/38(W^{2^*})^2\right) & if \quad A^{2^*}<0/6\\ exp\left(1/2973-5/709W^{2^*}+0/0186(W^{2^*})^2\right) & otherwise\end{cases}$$

آزمون خوبی- برازش (χ^2) خی- دو

این آزمون برای داده‌های گسسته یا پیوسته، تک متغیره یا چند متغیره قابل استفاده است. این آزمون قدیمی-ترین آزمون خوبی- برازش می‌باشد که توسط کارل پیرسن[10] ارائه گردید. این آزمون فراوانی مشاهده شده و مورد انتظار (بر اساس توزیع فرض صفر) را برای گروه‌های مختلف محاسبه می‌کند که در آن m همان تعداد خانه‌های جدول می‌باشد.

$$X^2=\sum_{i=1}^{m}\frac{(\text{(مقدار مورد انتظار } i\text{- ام)} - \text{(مشاهده } i\text{- ام)})^2}{\text{(مورد انتظار } i\text{- ام)}}$$

یادآور می‌شویم که داده‌های مشاهده شده در قالب یک سری خانه یا سلول جمع‌آوری می‌شوند، و این به-خاطر وجود رابطه بین توزیع خی- دو و مجموع توان دوم مقادیر z (همان‌طور که در رابطه (14) تعریف شد، مقادیر مورد انتظار همان میانگین نمونه هستند) مربوط به خانه‌های مختلف می‌باشد. که این رابطه را می-توان به‌صورت زیر نوشت:

$$X^2=\sum_{i=1}^{m}(\text{آماره z سلول } i\text{- ام})^2$$

این رابطه توسط هاسکینگ برای محاسبه مقادیر احتمال گشتاورهای خطی مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که آزمون خی- دو داده‌ها را در قالب سلول‌ها دسته‌بندی می‌کند، از این‌رو قسمتی از اطلاعات داده‌ها را از دست می‌دهد. از این رو، موری پیشنهاد کرد که از این آزمون برای توزیع‌های یک متغیره که هدف آن آزمون برازش یا آزمون بر پایه آماره تابع توزیع تجربی (EDF) است، استفاده نشود.

[10] ***Karl Pearson***

جدول شماره2- خصوصیات آماری و توزیع آماری مناسب در مناطق 6 گانه منطقه مورد مطالعه

GROP	Mean	Coef. of Variation	Skewness	Distribution						Probability Density Function
				Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared		
				Statistic	P-Value	Statistic	P-Value	Statistic	P-Value	
A	1188.8	0.42	0.75	Log-Pearson 3		Johnson SB		Log-Pearson 3		Log-Pearson 3
				0.03	0.86	0.47	0.47	1.68	0.97	
B	257.92	0.37	0.47	Johnson SB		Johnson SB		Nakagami		Johnson SB
				0.02	0.85	0.21	0.85	5.68	0.68	
C	406.36	0.33	0.48	Burr		Gen. Gamma (4P)		Burr		Burr
				0.02	0.97	0.25	0.25	2.79	0.94	
D	146.26	0.74	1.37	Weibull (3P)		Gamma		Normal		Weibull (3P)
				0.05	0.15	0.57	0.74	6.8	0.44	
E	109.07	0.67	1.28	Johnson SB		Log-Pearson 3		Gamma (3P)		Johnson SB
				0.03	0.92	0.38	0.41	4.62	0.79	
F	189.95	0.48	1.36	Gen. Gamma		Gen. Gamma (4P)		Gen. Gamma		Gen. Gamma
				0.03	0.92	0.33	0.45	3.33	0.85	

در بررسی توزیع آماری مناطق 6 گانه بر اساس بارش سالانه در طی دوره آماری طولانی مدت 1951-2005مشخص شد که بر اساس آزمون آماری کلموگراف اسمیرنوف میزان ***P-Value*(*0.86*)** در منطقه ***A*** توزیع ***Log-Pearson 3*** مناسب ترین توزیع آماری می باشد به ترتیب منطقه ***B***توزیع آماری ***Johnson SB*** و منطقه ***C*** (***Burr***) و منطقه ***D***(***Weibull(3P)***) و منطقه ***E***(***Gen. Gamma***) و منطقه***F***(***Gen. Gamma***) مناسب ترین توزیع های آماری برای کشور ایران می باشند .همانطور که در جدول 1 می بینیم میزان چولگی در منطقه ***A,B,C***کمتر از یک و در مناطق ***D,E,F***بیشتر از یک می باشد کمترین میزان چولگی در منطقه ***A*** و بیشترین میزان چولگی در منطقه ***F***می باشد همچنین بیشترین میزان انحراف از معیار در منطقه ***D***و کمترین میزان انحراف از معیار در منطقه Cمی باشد که می تواند بیان کننده یکنواختی شرایط بارشی در منطقه ***D***و تنوع بارشی در منطقه ***C*** م باشد . میزان واریانس درهرسه منطقه ***A,B,C***یکسان و به میزان ***0.3*** است اما میزان واریانس در مناطق ***D,E,F***بیشتر و به میزان ***0.6*** در منطقه ***F,E*** وبیشترین میزان واریانس در منطقه ***D*** با ***0.7***می باشد.

مقادیر γ=8.4405 β=-0.13989 α=10.391 بر اساس توزیع آماری ***Log-Pearson 3*** درمنطقه ***A***می باشد که بر اساس پارامتر های (α وβ وγ) و قرار دادن آنها در فرمول زیر این توزیع مناسب منطقه ***A*** شناخته شده است .

$$f(x) = \frac{1}{x\,|\beta|\,\Gamma(\alpha)}\left(\frac{\ln(x)-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1}\exp\left(-\frac{\ln(x)-\gamma}{\beta}\right)$$

$$F(x) = \frac{\Gamma_{(\ln(x)-\gamma)/\beta}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)}$$

علاوه بر بررسی توزیع مناسب آماری منطقه براساس مقادیر بارش سالانه بر اساس مقادیر بارش ماهانه در منطقه ***A***بررسی شد.

همچنین در بررسی شرایط بارشی منطقه A به تفکیک بارش ماهانه و بررسی توزیع آماری مناسب با استفاده از آزمون***Smirnov-Kolmogorov*** مشخص شد که ماه فوریه ،مارس و نوامبر توزیع ***Gen. ExtremeValue*** مناسب ترین توزیع شناخته شد.

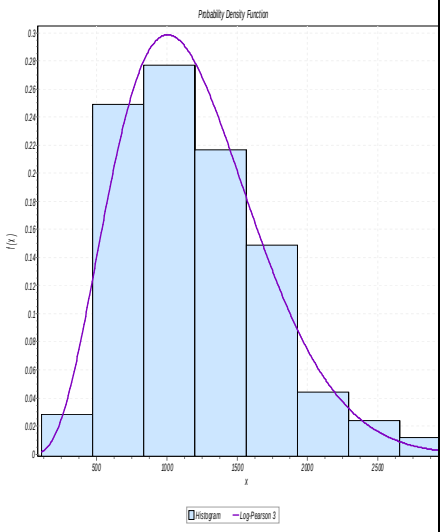
در ماه های ژوئن ،جولای ،اکتبر مناسب ترین توزیع ***Gamma*** و***Gen. Gamma*** می باشد همچنین در ماه آوریل و دسامبر توزیع ***Johnson SB***مناسب تشخیص داده شد .اما بر اساس توزیع ***Chi-Squared***به غیر ماه ژاتویه و اکتبر که از توزیع***Johnson SB***در بقیه ماههای سال توزیع مناسب گاما (***Gamma***) می باشد.

این تفاوت در توزیع آماری مناسب در یک منطقه همگن کاملا برخواسته از نوسان درون سالی بارش در کشور ایران است زیرا ایران در کمربند خشک جهانی واقع شده و بارش حالت یکنواخت نداشته و تابع فصول بارشی است.نکته قبل توجه دیگر اینکه براساسآزمون آماری نوع توزیع در ایران تفاوت دارد و توزیع آماری گاما که بیشتر مختص مناطق خشک است در فصل های کم باران نمود بیشتری دارد

در بررسی توابع توزیع احتمالاتی مشخص شد که منطقه ***A***تابع توزیع ***Log-Pearson 3*** می باشد و درنمودار 1 مشخص است که این دامنه این تابع در منطقه ***A***(بین 0تا0.3) که دامنه کم تابع و مقادیر مثبت بیان کننده وضعیت مناسب بارشی در این منطقه است.

جدول شماره 3- توزیع آماری مناسب برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه *A*

Distribution and Statistic				تابع تراکم احتمالاتی منطقه A
Smirnov Kolmogorov		*Darling Anderson*	*Chi-Squared*	
JAN	*Log-Logistic(3P)*	*Log-Pearson3*	*Johnson SB*	
FEB	*Gen. Extreme Value*	*Burr*	*Gen. Gamma*	
MAR	*Gen. Extreme Value*	*Log normal(3P)*	*Burr*	
APR	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Burr*	
MAY	*Dagum*	*Gumbel Max*	*Gen. Gamma*	
JUNE	*Gen. Gamma*	*Gen. Pareto*	*Gen. Gamma*	
JULY	*Gamma*	*Gen. Pareto*	*Gamma*	
AUG	*Burr*	*Johnson SB*	*Gamma*	
SEP	*Gen. Pareto*	*Weibull (3P)*	*Gamma*	
OCT	*Gen. Gamma*	*Johnson SB*	*Johnson SB*	
NOV	*Gen. Extreme Value*	*Gen. Extreme Value*	*Dagum*	
DEC	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Gen. Gamma*	



در بررسی توزیع آماری مناسب در منطقه اقلیمی ***B***مشخص شد که براساس آزمون آماری ***Smirnov-Kolmogorov*** هر ماه تقریبا از توزیع خاصی پیروی می کند و تنها ماه ژانویه و فوریه توزیع آماری همسان ***Gen. Extreme Value*** تبعیت می کنند و ماه می و اکتبر و دسامبر توزیع آماری ***Johnson SB*** برازش یافته است اما بر اساس آزمون آماری ***Chi-Squared*** 6 ماه از سال یعنی ماه های(مارس ،ژوئن ،جولای،سپتامبر ،اکتبر ،دسامبر) توزیع ***Johnson SB*** مناسب ترین توزیع آماری در منطقه اقلیمی نیمه خشک می باشد که نشان می دهد شرایط بارشی منطقه نیمه خشک تنوع زیادی از خود نشان می دهد و همچنین می توان در نظر گرفت که تابع شرایط محلی نیز می باشد

.همچنین تابع توزیع احتمالاتی منطقهBاز تابع ***Johnson SB*** پیروی میکند.که دامنه مقادیر آن بین (0تا 0.26)می باشد و نشان می دهد در شرایط آب و هوایی نیمه خشک تابع احتمالاتی نسبت به منطقه Aچولگی کمتری دارد اما مقادیر دامنه کمتر از آن می باشد که می توانمد نشان دهنده کاهش مقادیر بارش باشد.

بر اساس چهار پارامتر δ=2.2162 γ=1.9805 ξ=-61.015 λ=1068.3 و قرار دادن آنها در فرمول توزیع آماری ***Johnson SB*** مشخص شد که این توزیع مناسب ترین توزیع آماری در منطقه ***B***می باشد.

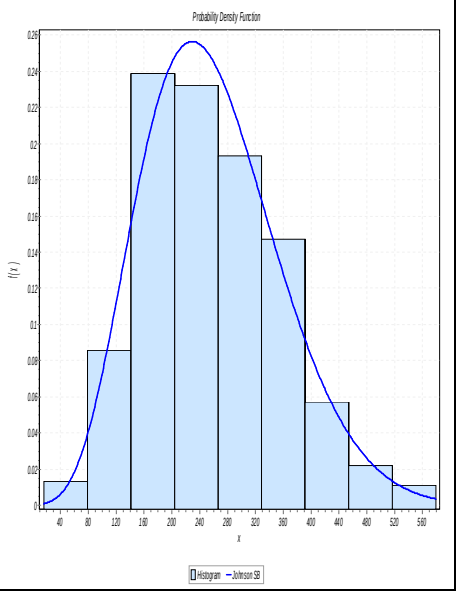
$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi}\,z(1-z)}\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma+\delta\ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right)$$

$$F(x) = \Phi\left(\gamma+\delta\ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)$$

جدول شماره 4- برازش توزیع مناسب اماری برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه B

Distribution and Statistic			
Smirnov Kolmogorov		*Darling Anderson*	*Chi-Squared*
JAN	*Nakagami*	*Johnson SB*	*Erlang (3P)*
FEB	*Gen. Extreme Value*	*Gen. Extreme Value*	*Gumbel Max*
MAR	*Gen. Extreme Value*	*Gen. Extreme Value*	*Johnson SB*
APR	*Dagum*	*Gumbel Max*	*Dagum*
MAY	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Gen. Pareto*
JUNE	*Beta*	*Johnson SB*	*Johnson SB*
JULY	*Power Function*	*Weibull*	*Johnson SB*
AUG	*Logistic*	*Pareto 2*	*Error Function*
SEP	*Gen. Pareto*	*Pareto 2*	*Johnson SB*
OCT	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Johnson SB*
NOV	*Gamma*	*Gen. Pareto*	*Gen. Pareto*
DEC	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Johnson SB*

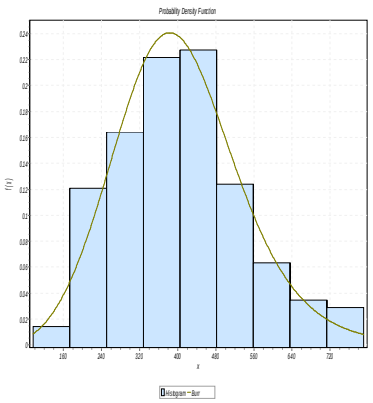
تابع تراکم احتمالاتی منطقه B



در منطقه بارشی C توزیع آماری بر اساس آزمون آماری ***Kolmogorov -Smirnov*** در بیشتر ماه های گرم سال (می،ژوئن ،جولای ،سپتامبر ،اکتبر)توزیع ***Uniform*** می باشد و در ماههای نوامبر و اگوست توزیع مناسب آماری ***Logistic***می باشد.اما در همین ماه ها بر اساس آزمون آماری ***Darling Anderson*** توزیع آماری بارش از ***Gamma*** و بر اساس آزمون آماری ***Chi-Squared*** از آزمون آماری ***Student's t*** پیروی می کند در منطقه Cتابع احتمالاتی Burrمی باشد و دامنه مقادیرآن بین (0تا 0.24)می باشد که میزان چولگی به

سمت مقادیر کم می یاشد و نشان می دهد که شرایط بارشی از حالت تغییر پذیری زیادی در طول دوره آماری برخوردار می باشد.

جدول شماره5- برازش توزیع مناسب اماری برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه C

Distribution and Statistic				تابع تراکم احتمالاتی منطقهC
	Smirnov Kolmogorov	*Darling Anderson*	*Chi-Squared*	
JAN	*Gamma*	*Gen. Pareto*	*Johnson SB*	
FEB	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Gen. Pareto*	
MAR	*Power Function*	*Gen. Pareto*	*Johnson SB*	
APR	*Gen. Pareto*	*Pareto 2*	*Error Function*	
MAY	*Uniform*	*Gamma*	*Student's t*	
JUNE	*Uniform*	*Gamma*	*Error Function*	
JULY	*Uniform*	*Pareto 2*	*Student's t*	
AUG	*Logistic*	*Gamma*	*Student's t*	
SEP	*Uniform*	*Gamma*	*Gumbel Max*	
OCT	*Uniform*	*Gamma*	*Student's t*	
NOV	*Logistic*	*Pareto 2*	*Error Function*	
DEC	*Gen. Extreme Value*	*Johnson SB*	*Johnson SB*	

و با قرار دادن مقادیر β=536.64 α=4.0319 k=2.6725 در فرمول های زیر مشخص شد که توزیع Burrمناسب ترین توزیع در منطقه Cاست .

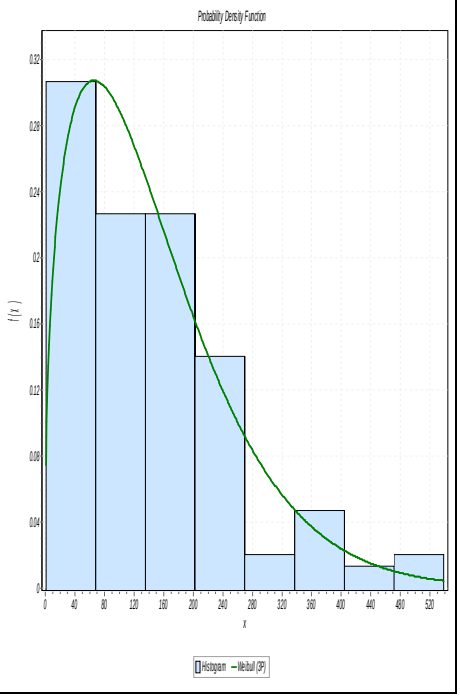
$$f(x) = \frac{\alpha k \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1}}{\beta \left(1+\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{k+1}}$$

$$F(x) = 1 - \left(1+\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{-k}$$

جدول زیرتوزیع های آماری در منطقه Dرا به تفکیک ماه نشان می دهد در منطقه Dتابع احتمالاتی ***Weibull (3P)***می باشد و دامنه مقادیرآن بین (0تا 0.32)می باشد که میزان چولگی به سمت چپ نشان دهنده مقادیر کم می یاشدو نشان می دهد که شرایط بارشی از حالت تغییر پذیری زیادی در طول دوره آماری برخوردار می باشد.

جدول6- برازش توزیع مناسب اماری برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه D

Distribution and Statistic				تابع تراکم احتمالاتی منطقه D
Smirnov Kolmogorov		Darling Anderson	Chi-Squared	
JAN	Gen. Extreme Value	Johnson SB	Johnson SB	
FEB	Johnson SB	Johnson SB	Gen. Pareto	
MAR	Power Function	Gen. Pareto	Johnson SB	
APR	Gen. Pareto	Pareto 2	Error Function	
MAY	Uniform	Gamma	Student's t	
JUNE	Uniform	Gamma	Error Function	
JULY	Uniform	Pareto 2	Student's t	
AUG	Logistic	Gamma	Student's t	
SEP	Uniform	Gamma	Gumbel Max	
OCT	Uniform	Gamma	Student's t	
NOV	Logistic	Pareto 2	Error Function	
DEC	Gen. Extreme Value	Johnson SB	Johnson SB	



بر اساس مقادیر β=81.75 α=1.7892 و قرار دادن این پارامتر ها در فرمول زیر مشخص شد که توزیع آماری ***Weibull (3)*** مناسب ترین توزیع برای منطقه ***D*** می باشد.

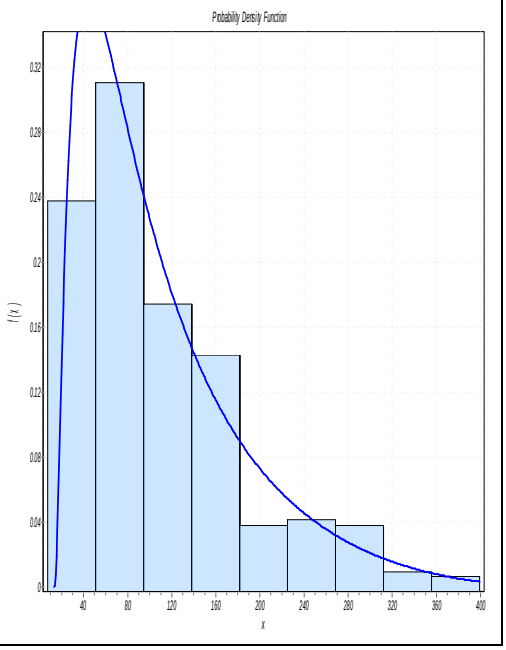
$$f(x)=\frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\exp(-x/\beta) \qquad F(x)=\frac{\Gamma_{x/\beta}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)}$$

منطقه اقلیمی ***E*** در ماه ژانویه براساس هر سه آزمون آماری ***Kolmogorov -Smirnov***، ***Darling*** - ***Anderson***، ***Chi-Squared*** دارای یک توزیع آماری مشترک Gen. Pareto می باشد و همچنین در ماه دسامبر نیز توزیع آماری همسان ***Johnson SB*** پیروی می کند بعلاوه در ماههای گرم سال یعنی (ژوئن،جولای،اگوست) بر اساس آزمون های آماری سه گانه به ترتیب توزیع های آماری ***Normal***، ***Pareto 2***، ***Error Function*** مناسب ترین توزیع آماری می باشند .همچنین بر اساس آزمون

Anderson -Darling در ماه های سرد سال توزیع آماری ***Gen. Pareto*** و در ماههای گرم سال توزیع ***Pareto 2*** مناسب ترین توزیع می باشند.همانطور که نمودار بالا نشان می دهد در منطقه اقلیمی ***E*** تابع توزیع احتمالاتی ***Johnson SB***می باشد که دامنه مقادیر آن بین (0تا 0.32)متغییر است که نشان دهنده تغییر پذیری زیاد بارش در این منطقه می باشد .

جدول شماره7- برازش توزیع مناسب اماری برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه E

Distribution and Statistic				تابع تراکم احتمالاتی منطقه ***E***
Smirnov Kolmogorov		*Darling Anderson*	*Chi-Squared*	
JAN	***Gen. Pareto***	***Gen. Pareto***	***Gen. Pareto***	
FEB	***Gamma***	***Gen. Pareto***	***Johnson SB***	
MAR	***Gen. Pareto***	***Gen. Pareto***	***Johnson SB***	
APR	***Gen. Extreme Value***	***Gen. Pareto***	***Gen. Pareto***	
MAY	***Beta***	***Gen. Pareto***	***Johnson SB***	
JUNE	***Normal***	***Pareto 2***	***Johnson SB***	
JULY	***Normal***	***Pareto 2***	***Error Function***	
AUG	***Normal***	***Pareto 2***	***Error Function***	
SEP	***Logistic***	***Pareto 2***	***Student's t***	
OCT	***Gen. Pareto***	***Pareto 2***	***Error Function***	
NOV	***Power Function***	***Gen. Pareto***	***Johnson SB***	
DEC	***Johnson SB***	***Johnson SB***	***Johnson SB***	



بر اساس مقادیر δ=0.94448 γ=1.6062 ξ=13.126 λ=487.28 و قرار دادن این پارامتر ها در فرمول زیر مشخص شد که توزیع آماری و احتمالاتی Johnson SBمناسب ترین توزیع می باشد.

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi}\,z(1-z)} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right)$$

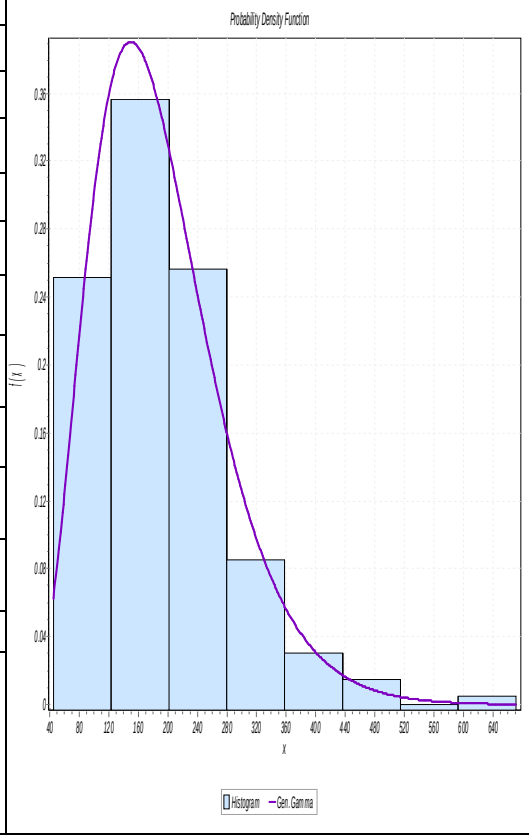
$$F(x) = \Phi\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)$$

در منطقه اقلیمیF بر اساس آزمون های آماری سه گانه در ماه مارس بر اساس هر سه آزمون از یک توزیع آماری ***Gen. Pareto***و در ماه نوامبر نیز بر اساس هر سه آزمون از توزیع ***Johnson SB*** پیروی می کند بر اساس آزمون ***Smirnov Kolmogorov*** به ترتیب در ماه های سرد سال ***Gen. Pareto*** و در ماههای گرم سال ***Uniform*** می باشد که بر اساس آزمون Darling Anderson در ماه های گرم سال از توزیع گاما و بر اساس ***Chi-Squared***از توزیع ***Student's t*** پیروی می کند.تابع توزیع احتمالاتی بارش در منطقه اقلیمیFتابع ***Gen. Gamma*** می باشد که دامنه مقادیر آن بین (0تا 0.36) می باشد همچنین همانند منطقه اقلیمی E تابع حالت چولگی داشته و نسبت به آن منطقه از تغییر پذیری بارش کمتری برخوردار است .

جدول8- برازش توزیع مناسب اماری برحسب میانگین بارش ماهانه در منطقه F

Distribution and Statistic			
Smirnov Kolmogorov		*Darling Anderson*	*Chi-Squared*
JAN	*Gen. Pareto*	*Johnson SB*	*Gamma*
FEB	*Gen. Pareto*	*Gen. Pareto*	*Gen. Extreme Value*
MAR	*Gen. Pareto*	*Gen. Pareto*	*Gen. Pareto*
APR	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Gen. Pareto*
MAY	*Power Funct ion*	*Johnson SB*	*Johnson SB*
JUNE	*Uniform*	*Gamma*	*Error Function*
JULY	*Uniform*	*Gamma*	*Student's t*
AUG	*Uniform*	*Gamma*	*Student's t*
SEP	*Uniform*	*Gamma*	*Student's t*
OCT	*Gen. Pareto*	*Pareto 2*	*Johnson SB*
NOV	*Johnson SB*	*Johnson SB*	*Johnson SB*
DEC	*Gen. Pareto*	*Gen. Pareto*	*Gamma*

تابع تراکم احتمالاتی منطقه F



براساس مقادیر k=1.0228 α=4.467 β=44.132 وقرار دادن

$$f(x)=\frac{k(x-\gamma)^{k\alpha-1}}{\beta^{k\alpha}\Gamma(\alpha)}\exp(-((x-\gamma)/\beta)^{k})$$

این پارامترها در فرمول زیر مشخص شد که توزیع آماری Gen. Gammaمناسب ترین توزیع آماری منطقه Fمی باشد.

$$F(x)=\frac{\Gamma_{((x-\gamma)/\beta)^{k}}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)}$$

در زیر جدول های مربوط به ایستگاه های سراسر کشور براساس آزمون های صورت گرفته و فراوانی های آنها آورده شده است که نشان می دهد آزمون های آماری ***Cauchy*** و ***Dagum*** و ***Gen. Pareto*** دارای بیشترین فراوانی می باشند

جدول شماره 9-توزیع فراوانی مناسب هر ایستگاه به تفکیک هر آزمون آماری

GROP	STATION	PRECIPITATION	Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling	Chi-Squared
A	GORGAN	602.7	Cauchy	Cauchy	Cauchy
A	BABOLSAR	894.5	Triangular	Johnson SB	Beta
A	RAMSAR	1224.2	Gen. Pareto	Johnson SB	Rice
A	RASHT	1337.7	Gen. Gamma (4P)	Johnson SB	Exponential
A	BANDAR ANZALI	1858.6	Log-Logistic	Gen. Extreme Value	Pearson 6
B	SHAHROUD	155.3	Nakagami	Gamma	Error
B	SABZEVAR	188.9	Gen. Pareto	Johnson SB	Error
B	TORBATE HEYDARIEH	273.9	Frechet (3P)	Gen. Extreme Value	Log-Gamma
B	BIRJAND	169.3	Laplace	Log-Logistic (3P)	Hypersecant
B	MASHHAD	255.1	Johnson SB	Johnson SB	Log-Logistic (3P)
B	KHOY	283.8	Normal	Johnson SB	Error
B	OROOMIEH	340.5	Gen. Extreme Value	Gen. Extreme Value	Frechet (3P)
B	TABRIZ	289.0	Johnson SB	Log-Gamma	Gamma (3P)
B	ZANJAN	311.7	Dagum	Dagum	Cauchy
B	GHAZVIN	316.0	Gen. Extreme Value	Gen. Extreme Value	Log-Logistic
C	SAGHEZ	496.6	Gen. Extreme Value	Johnson SB	Johnson SB
C	SANANDAJ	458.2	Cauchy	Log-Logistic (3P)	Cauchy
C	KERMANSHAH	445.0	Gen. Pareto	Johnson SB	Cauchy
C	KHORRAMABAD	511.1	Pearson 6	Gen. Extreme Value	Pearson 6 (4P)
C	HAMEDAN	334.7	Gen. Gamma (4P)	Johnson SB	Weibull (3P)
C	ARAK	344.5	Gen. Gamma (4P)	Gen. Gamma (4P)	Beta
C	SHAHRE KORD	325.6	Johnson SB	Johnson SB	Error
C	SHIRAZ	346.6	Weibull	Dagum	Rice

C	FASSA	309.2	Pearson 6 (4P)	Gen. Extreme Value	Triangular
D	BANDAR ABASS	182.5	Frechet (3P)	Gen. Extreme Value	Rayleigh (2P)
D	JASK	144.0	Cauchy	Cauchy	Reciprocal
D	BANDAR LENGEH	143.1	Gen. Pareto	Gen. Pareto	Gen. Pareto
D	CHAHBAHAR	108.5	Burr (4P)	Burr (4P)	Inv. Gaussian
E	TEHRAN	232.9	Gen. Gamma (4P)	Gen. Gamma (4P)	Johnson SB
E	ESFAHAN	122.9	Dagum	Dagum	Log-Logistic
E	YAZD	63.3	Kumaraswamy	Johnson SB	Rayleigh
E	KERMAN	152.4	Johnson SU	Log-Logistic (3P)	Inv. Gaussian
E	BAM	61.4	Log-Pearson 3	Gen. Extreme Value	Inv. Gaussian
E	ZAHEDAN	90.2	Gen. Pareto	Weibull (3P)	Error
E	IRANSHAHR	110.7	Logistic	Dagum	Logistic
E	ZABOL	61.3	Dagum	Dagum	Error
F	DEZFUL	405.25	Cauchy	Cauchy	Erlang (3P)
F	AHWAZ	227.5	Dagum	Logistic	Erlang
F	ABADAN	156.6	Johnson SB	Fatigue Life	Fatigue Life
F	BUSHEHR	279.0	Log-Logistic (3P)	Log-Logistic (3P)	Cauchy
F	SEMNAN	140.8	Chi-Squared (2P)	Nakagami	Cauchy
F	KASHAN	138.4	Cauchy	Cauchy	Pearson 5
F	TABASS	83.5	Dagum	Log-Logistic (3P)	Weibull

جدول شماره 9 توزیع های آماری مربوط به پدیده بارش هریک از 43 ایستگاه مورد مطالعه را نشان می دهد که به تفکیک 3آزمون آماری بررسی شده اند.نتایج در جدول شماره 10 نشان داده شده است.

جدول شماره 10- فراوانی توزیع آماری مناسب برای کشور ایران به تفکیک هر ایستگاه

(Distribution) KolmogorovSmirnov	number	frequency	(Distribution) Anderson Darling	number	frequency
Cauchy	5	0.23	Johnson SB	11	0.79
Dagum	5	0.23	Gen.Extreme value	8	0.57
Gen. Pareto	5	0.23	dagum	5	0.36
Gen. Gamma (4P)	4	0.18	Log logistic	5	0.36
Johnson SB	4	0.18	Cauchy	4	0.29
Gen.Extreme value	3	0.14	Gen. Gamma (4P)	2	0.14
Total Number of Distribution	22		Total Number of Distribution	14	

فروانی توزیع های آماری نشان می دهد که بر اساس آزم

نتیجه گیری

در بررسی منطقه های اقلیمی ایران بر اساس سه آزمون آماری اندرسون دارلینگ ، کلمونوگراف –اسمیرنوف و کای اسکار و 61 توزیع آماری (جدول 1) و بر اساس مقادیر بارش سالانه و ماهانه مشخص شد اقلیم متنوع ایران از یک توزیع آماری همسان پیروی نمی کند از آنجا که ایران دارای 6 اقلیم متفاوت می باشد (علیجانی و دین پاشو) مقادیر بارشی متفاوت در هر منطقه توزیع آماری خاصی را برازش می کنند. جدول (2) نشان می دهدکه هر یک از مناطق شش گانه A,B,C,D,E,Fاز توزیع خاصی پیروی کرده است. که برازش هر توزیع آماری بر اساس P-valueو statistic آزمون های آماری سه گانه می باشد.که آماره آماری کمتر و p-valueکمتر آزمون آماری مناسب را مشخص می کند و با قرار دادن مقادیر پارامترهای هریک از این توابع احتمالاتی و توزیع های آماری در فرمول ثابت می کند که مناسب ترین توزیع آماری می باشد می توان نتیجه گرفت که به علت تنوع اقلیمی در ایران توزیع های آماری متفاوتی یافت می شود و نمی توان با استناد به توزیع آماری خاصی به پیش بینی اقلیمی یا پایش خشکسالی ها پرداخت زیرا هر یک از شاخص های خشکسالی مانند SPI,RDI, PDSI, NRI, RAIبر پایه توزیع آماری خاصی استوار هستند به عنوان مثال SPIبر پایه توزیع گاما و RDIبر پایه توزیع Weibullاستوار است بنابراین مشخص می شود که تنوع توزیع آماری بر پایه تنوع مکانی دلیل می شود تا از یک شاخص پایش خشکسالی برای همه ایران نمی شود استفاده کرد و باید در هر منطقه بارشی از شاخصی استفاده کرد که بر پایه توزیع آماری مناسب آن منطقه باشد . در جدول های(3-8)به تفکیک هر منطقه به بررسی توزیع آماری بر اساس مقادیر بارش ماهانه است زیرا فرض اولیه بر این بوده است که علاوه بر تنوع مکانی که باعث تنوع توزیع آماری می شود تنوع درون سالی مقادیر بارش نیز وجود دارد جدول های (3-8) این فرض را اثبات کرده اند که تنوع درون سالی مقادیر بارش در ایران باعث وجود تنوع توزیع های آماری درون سالی شده است وبنابراین در پایش خشکسالی های یا دیگر مطالعات اقلیم آماری باید به این موضوع توجه کرد زیرا فصول بی بارش مانند تابستان با فصول پر بارش مانند زمستان از لحاظ توزیع آماری از منطقه ای به منطقه دیگر فرق کرده است .رویهمرفته مناطق شش گانه اقلیمی ایران در نیمه گرم سال از توزیع گاما و در نیمه سرد سال با توجه به مقادیر بارش از توزیع های اقلیمی متنوع تری پیروی کرده است .در این تحقیق همچنین نتایجی همچون تنوع توزیع آماری در مقیاس محلی و ایستگاهی نیز بررسی شد که در نتیجه با توجه با شاخص های متنوع اقلیمی در خصوص پایش خشکسالی ها یا پیش بینی مقادیر بارش بهتر است با دید نقطه ای به پردازش پرداخت وجهت تعیین درصد و میزان خشکسالی ها برای تحلیل های پهنه ای از روش یکسان سازی بهره برد.

منابع

1- حقیقت جو،پرویز ،بررسی تابع چگالی احتمال بارندگی های ماهانه و سالانه ایستگاه های قدیمی ایران ،مجله علوم و منابع طبیعی ،سال نهم-شماره سوم-پائیز1381

2- فرازجو، ح . 1381 . انتخاب مناسب ترین توز یع فراوان ی برا ی پ یش بین ی حداکثر دبی لحظه ای(مطالعه مورد ی: چند حوزه آبخیز استان گلستان). مجموعه مقالات نخستین کنفرانس دانشجو یی منابع آب و خاک (ارومیه)، ص311-319.

3- قربانیان جبرئیل، کاربرد توزیع آماری گاما در برنامه ریزی محیطی و هیدروژئومورفولوژی مطالعه موردی: ایستگاه مسجد سلیمان، آمایش محیط زمستان 1388; 2(7):93-104

4- قیامی باجگیرانی؛علی، شریفی؛ محمد باقر، شناخت الگوی ریاضی مناسب برای سری ماهانه بارندگی مشهد ارزیابی روشهای نکویی برازش توابع توزیع های آماری و استفاده از سری های زمانی جهت پیش بینی بارندگی سالانه شهر مشهد، کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل،***1380***

5- کارآموز، م و عراقی نژاد، ش **. *1384* .**هیدرولوژی پیشرفته، انتشارات دانشگاه امیر کبیر، 260-255

6- مساعدی؛ ابوالفضل ، زنگانه ؛ محمد ابراهیم ، سامان منش؛ حسین ، کریمیراد؛ ایمان، تعیین مناسبترین توابع توزیع آماری جریانهای حداقل 1 تا 30 روزه (مطالعه موردی ایستگاه هیدرومتری گنبدکاووس)، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران(مدیریت پایدار بلایای طبیعی)-اردیبهشت 1388

7- مشایخی،ت.1351،تجزیه و تحلیل آمار بارندگی سالانه ایستگاه های هواشناسی ،نیوار،نشریه هواشناسی کل کشور

8- مهدوی، م .1381 . هیدرولوژی کاربردی .جلد دوم .انتشارات دانشگاه تهران .444 ص.

9-Chin-Yu Lee, 2004, Department of Soil and Water Conservation National Pingtung University of Science and Technology,Neipu,Pingtung Hsien 912,Taiwan(ROC).
Engineering, 1(2): 69-76.

10 -H.C.S TOM , 1968 , Direct and inversetables of the game distribution environmental data

11- Khalili,A.1973.precipitation pattern of central Alburz.Arch.Gepphys.Bioclimatology series B21(2-3):215-232

12-Khalili,A.1976.precipitation climatology of the Tehran area .Meteo.magazine.vol.105:293-306.

13-Lars S. Hanson1 and Richard Vogel, The Probability Distribution of Daily Rainfall in the United States, 2 Dept. of Civil and Environmental Engineering, Tufts Univ., Medford,(http://engineering.tufts.edu/cee/people/vogel/publications/DailyRainfall.pdf)

14-Mahdavi, Mohammad, Khaled Osati, Sayed Ali Naghi Sadeghi, Bakhtiar Karimi, Jalil MobarakiDetermining Suitable Probability Distribution Models for Annual mean and minimum streamflow in the United States, Journal of Hydrologic model selection in south western U.S.A, Journal of Water Resources. Planning Precipitation Data (A Case Study of Mazandaran and Golestan Provinces) Gournal Of Sustainable Development.vol.3,NO.1,March 2011.

15-S.R.Bhakar,Anil Kumar Bansal,Neeraj Chhajed and R.C.Purohit, 2005, Department of Soil and Water Engineering CTAE Udaipur , Rajasthan, India.service-EDS-2 Marylan –April

16-Vogle, R.M. and L. Wilson. 1996. Probability distribution of annual maximum

17-Vogle, R.M., W.O. Thomas and T.A.M.C. Mahon. 1993. Floodflow frequency and Management Divi. ASCE. 119(3): 353-366.