Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال نهم – شماره سوم – پاییز ۱۳۸۱
www.magiran.com/jasnr

بررسی تابع چگالی احتمال بارندگی‌های ماهانه وسالانه ایستگاه‌های قدیمی ایران

پرویز حقیقت‌جو
گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۸۰/۳/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۰/۱۱/۲۰

چکیده

بارندگی‌های ماهانه وسالانه در ایران از توزیعهای متفاوتی پیروی می نمایند.در بسیاری از گزارشها، محققین بارندگی یک ایستگاه معین را تابع توزیعهای مختلف دانسته‌اند. تغییرات بارندگی در سطح کشور از حدود ۲۵ میلی‌متر در سال در شهداد تا بالغ بر ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال در منطقه طوالش گیلان در سواحل خزر متغییر است. در این مقاله، توابع توزیع احتمال که غالبا یکی از هفت توزیع نرمال، لوگ نرمال ۲ پارامتری لوگ، نرمال ۳ پارامتری، پیرسون تیپ ۳،لوگ پیرسون تیپ ۳، گامای ۲ پارامتری وگمبل هستند به بارندگی‌های ماهانه وسالانه ایستگاه‌های قدیمی کشور که آمار طولانی‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارند (ایستگاه‌های بوشهر، اصفهان، تهران، مشهد وجاسک)برازش داده شده‌اند وبا استفاده از آزمون‌های کلموگروف–اسمیرنوف، متوسط انحراف نسبی ومتوسط مربع انحراف نسبی توزیع مناسب انتخاب شده است. از بین توزیعهای فوق، توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ بهترین برازش را به بارندگی‌های ماهانه دارد و بارندگی‌های سالانه از توزیع واحدی تبعیت نمی‌کنند.

واژه‌های کلیدی: بارندگی‌های ماهانه و سالانه، توابع توزیع احتمال، توزیع بارندگی‌ها، آزمون کلموگروف–اسمیرنوف، توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳.

مقدمه

برنامه‌ریزی، طراحی، توسعه ومدیریت اغلب سیستمهای آبیاری وزهکشی و بطور کلی کشاورزی نیازمند دانستن اطلاعاتی در مورد بارندگی است.

پدیده بارندگی از نظر زمانی ومکانی متغیر است ومیزان آن تابع عرض جغرافیایی ، فاصله محل از سطح دریا، پستی وبلندی وعوامل جوی ومحیطی می باشد.مقدار متوسط بارندگی سالانه ایران در حدود ۲۳۷ میلی‌متر است که کمتر از یک سوم متوسط باران سالانه کره زمین می باشد(۱).

با توجه به اینکه در اغلب نقاط ایران بارندگی کم است و سرزمینی نسبتا خشک وکم آب می‌باشد به منظور حداکثر استفاده از همین

www.SID.ir

Archive of SID

بارندگی کم باید به طریقی مقدار آنرا پیش‌بینی کرد. از طرف دیگر اگر بتوان آمار بارندگی را در قالب یک تابع توزیع فراوانی برازش داد قادر خواهیم بود تا حدود زیادی مقدار آن را تخمین بزنیم . در ضمن یک تابع توزیع مناسب این حسن را دارد که می توان آن را جایگزین آمار زیاد وطولانی کرد.

در ایران وکشورهای دیگرهواشناسان و متخصصان آمار به تجزیه وتحلیل داده‌های بارش پرداخته‌اند، از جمله مشایخی (٤) بارشهای ایران را از نوع توزیع نرمال یا گوس در نظر گرفته است. خلیلی (٧و٨) بارشهای ٩٠ ساله تهران ونیز بارندگی‌های ١٠ ساله البرز مرکزی را مطالعه کرده وتوزیع گامای ناقص را معتبر دانسته است. تاسه (١١) آمار بارش ٥٠ ساله ٨٢ ایستگاه هواشناسی ژاپن را مورد بررسی قرار داده وتوزیع بارندگی‌ها را تابع توزیع نرمال در نظر گرفته است. رایش (١٠) در آلمان شرقی آمار ١٥ ساله بارش را تجزیه وتحلیل کرده است وبارندگی‌های ماهانه را تابع توزیع ویبال دانسته است. هدف از این مطالعه شناخت توابع چگالی احتمالی است که بهترین برازش را با بارندگی‌های ماهانه وسالانه ایستگاه‌های قدیمی ایران (بوشهر،اصفهان ،مشهد ،تهران وجاسک)دارند.

مواد و روشها

آمار بارندگی‌های ماهانه وسالانه ایستگاه‌های بوشهر، اصفهان، مشهد، تهران وجاسک که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته‌اند از دو منبع مختلف یعنی World Weather Records(١٢) وسالنامه‌های هواشناسی کل کشور (٢) استخراج شده اند. جدول ١ طول دوره آماری ایستگاه‌های قدیمی ایران را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه آمار از دو منبع مختلف جمع‌آوری شده است آزمونهای همگنی گردش حول میانه[1] وکروسکال والیس[2] انجام گرفت (٥و٩). سپس داده‌های بارندگی‌های ماهانه وسالانه با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای HYFA (٦) مورد تحلیل فراوانی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که نرم افزار HYFA داده‌ها را به هفت تابع توزیع فراوانی برازش می‌دهد که شامل توزیعهای نرمال،لوگ نرمال ٢ پارامتری،لوگ نرمال ٣ پارامتری، پیرسون تیپ ٣، لوگ پیرسون تیپ ٣، گمبل وگامای ٢ پارامتری هستند وپارامترهای توزیعها را با استفاده از روش گشتاورها[3] وحداکثر درست‌نمایی[4] برآورد می‌کند. سپس با استفاده از آزمون‌های کی دو،متوسط انحراف نسبی[5] و متوسط مربع انحرا ف نسبی[6] توزیع مناسب را انتخاب می‌نماید. همچنین برای انتخاب بهترین توزیع با استفاده از آماره کلموگروف-اسمیرنوف[7] یک برنامه رایانه‌ای به زبان بیسیک نوشته شده است.آزمون‌های متوسط انحراف نسبی (M.R.D) ومتوسط مربع انحراف نسبی (M.S.R.D) از روابط زیر بدست می آیند(٦):

[١]

$$M.R.D = \frac{1}{n}\sum \frac{|x_i - x_o|}{x_o}$$

[٢]

$$M.S.R.D = \frac{1}{n}\sum \left(\frac{x_i - x_o}{x_o}\times 100\right)^2$$

1-Runs test
2-Kruskal-Wallis
3-Method of moments
4-Maximum likelihood procedure
5- Mean relative deviation
6- Mean square relative deviation
7- Kolmogrov - Smirnov

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- طول مدت آمارحقیقی بارندگی‌های سالانه ایستگاه‌های قدیمی ایران تا سال ۱۹۹۸

ایستگاه	بوشهر	اصفهان	مشهد	تهران	جاسک
تعداد سالهای آماری	۱۰۸	۹۳	۹۲	۸٤	۷۷

در این روابط x_i مقدار محاسبه شده، x_o مقدار مشاهده شده و n تعداد کل مشاهدات می‌باشد. بدیهی است که هر قدر مقادیر حاصل از این روابط در مورد یک توزیع کمتر باشد نشان دهنده این است که توزیع برازش بهتری دارد.

نتایج

در اغلب کارهای مهندسی ارزش عملی اندازه‌های حدی بارندگی بیش از اهمیت پارامترهای دیگر است، زیرا همین اندازه‌ها هستند که غالبا ایجاد سیل وطغیان می‌کنند و یا باعث خشکسالی می‌شوند و در محاسبات مربوط به تأسیسات استحفاظی مورد استفاده قرار می‌گیرند(۳). در طول دوره آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه، اندازه‌های حدی زیر مشاهده می‌شوند(جدول ۲):

در مناطق دارای آب و هوای معتدل نسبت حداکثر به حداقل کم و در مناطق دارای آب هوای و خشک و کویری نسبت فوق زیاد می باشد و بدین‌ترتیب می‌توان تهران را یک منطقه معتدل و اصفهان ومشهد را دارای آب وهوای معتدل و نسبتا خشک وبوشهر وجاسک را دارای آب و هوای خشک دانست (۳). میانگین بارندگی‌های ماهانه ایستگاه‌های قدیمی در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

رژیم بارندگی سالانه ایستگاه‌های قدیمی ایران:

برای درک بهتر تغییرات بارندگی‌های متوسط ماهانه، رژیم سالانه بارندگی رسم وبررسی شده است، بطور کلی رژیم بارندگی سالانه بوشهر وجاسک مشابه هستند وتقریبا تمام بارندگی در هفت ماه از سال نازل می‌شود وبقیه ماه‌ها خشک می‌باشند. رژیم بارندگی تهران و اصفهان نیز مشابه هم می‌باشند و قسمت اعظم بارندگی طی هشت ماه از سال نازل می‌شود. رژیم بارندگی مشهد با رژیم ایستگاه‌های دیگر کمی تفاوت دارد وحداکثر بارندگی در ماه مارس (اسفندماه) مشاهده می‌شود. رژیم بارندگی بوشهر و تهران در شکلهای ۱و۲ مشاهده می‌شوند.

نتایج حاصل از برازش هفت توزیع نامبرده به بارندگی‌های سالانه ایستگاه‌ها وانتخاب بهترین توزیع براساس آزمونهای متوسط انحراف نسبی، متوسط مربع انحراف نسبی و کلموگروف-اسمیرنوف در جدول ٤ مشاهده می‌شوند.

بحث

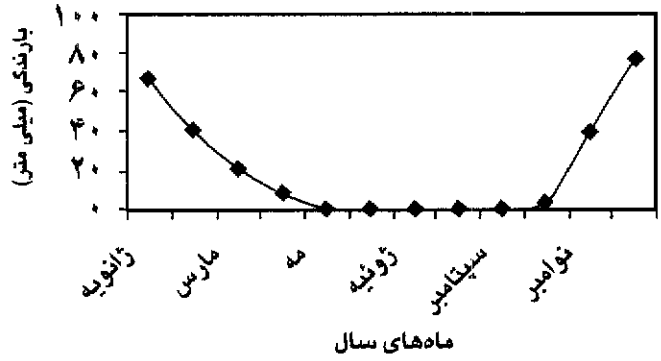
با توجه به اینکه آمار مورد استفاده طولانی مدت و از دو منبع مختلف جمع‌آوری شده است همگنی آن مورد بررسی قرار گرفت و برای این منظور آزمونهای همگنی گردش حول میانه وکروسکال-والیس انجام شد که با توجه به آزمون گردش حول میانه آمار ایستگاه‌های بوشهر،مشهد،تهران وجاسک همگن ولی آمار ایستگاه اصفهان در سطح اعتماد ۱۰ درصد همگن نمی‌باشد، نتایج حاصل از آزمون کروسکال - والیس بیانگر همگن بودن آمار تمامی ایستگاه‌ها می‌باشد.

www.SID.ir

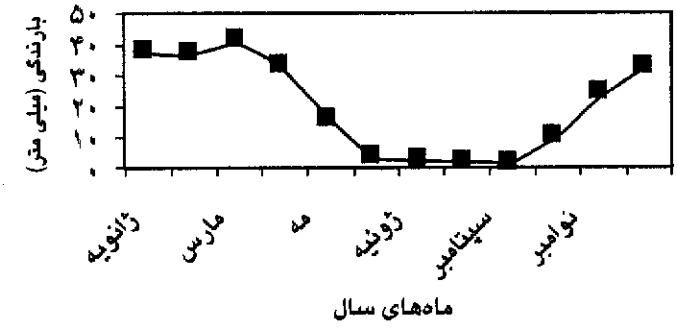
Archive of SID

جدول ۲- مقادیر حدی بارندگی‌های سالانه ایستگاه‌های قدیمی ایران بر حسب میلی‌متر.

ایستگاه	میانگین بارندگی	حداکثر بارندگی	حداقل بارندگی	نسبت حداکثر به حداقل
بوشهر	۲۶۰/۰	۶۸۳/۰	۲۷/۰	۲۵/۳
اصفهان	۱۱٤/٦	۲٦۱/۰	۳۱/۰	۸/٤
مشهد	۲۵۳/۸	٤۲۸/۰	٦۵/۵	٦/۵
تهران	۲۳٦/٦	۳۸٦/۰	۱۰۹/۲	۳/۵
جاسک	۱۳۰/۵	۳۵۵/۰	۲/۰	۱۷۷/۵



شکل ۱- رژیم بارندگی سالانه ایستگاه بوشهر(۱۹۹۸-۱۸۷۷).



شکل ۲- رژیم بارندگی سالانه ایستگاه تهران (۱۹۹۸-۱۸۹۳).

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر بارندگی متوسط ماهانه ایستگاه‌های قدیمی در طول دوره آماری بر حسب میلی‌متر.

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بوشهر	٦٦/٩	٤٠/٧	٢٠/٦	٩/٤	١/٣	٠/٠	٠/٠	٠/٠	٠/٠	٤/١	٣٩/٣	٧٧/٧
اصفهان	١٨/٠	١٤/٨	١٩/٥	١٦/٢	٧/٦	١/١	١/٦	٠/٣	٠/٦	٣/٧	١٢/٧	١٨/٥
مشهد	٣٠/٤	٣٥/٣	٥٦/١	٤٨/٥	٢٩/٦	٦/٦	٠/٩	٠/٥	١/٥	٩/٤	١٤/٨	٢٠/٢
تهران	٣٧/٥	٣٦/٦	٤١/٠	٣٢/٤	١٥/٣	٣/١	٢/٣	١/٦	١/٥	٩/٨	٢٣/٥	٣٢/٠
جاسک	٣٢/١	٣١/٦	٢٠/٦	٦/٠	٠/١	٠/٦	١/٠	٠/٢	٠/٠	٣/٥	٦/٠	٢٨/٨

جدول ٤- انتخاب توزیع های مناسب برای بارندگی‌های سالانه ایستگاه ها بر اساس آزمونهای متوسط انحراف نسبی، متوسط مربع انحراف نسبی و کلموگروف-اسمیرنوف.

	آزمون نیکویی برازش		
ایستگاه	کلموگروف-اسمیرنوف	متوسط مربع انحراف نسبی	متوسط انحراف نسبی
بوشهر	گامای ۲پارمتری	لوگ نرمال ۲ پارامتری	لوگ نرمال ۳ پارامتری
اصفهان	لوگ نرمال ۳پارامتری	لوگ پیرسون تیپ ۳	لوگ پیرسون تیپ ۳
مشهد	گامای ۲ پارامتری	نرمال	گامای ۲ پارامتری
تهران	گامای ۲ پارامتری	گامای ۲ پارامتری	لوگ پیرسون تیپ ۳
جاسک	لوگ نرمال ۳ پارامتری وگمبل تیپ ۱	لوگ پیرسون تیپ ۳	پیرسون تیپ ۳

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

در این بررسی با توجه به تغییرات شکل توزیع داده‌ها با فاصله دسته‌بندی از دسته‌بندی داده‌ها خودداری شده است و داده‌ها بصورت تراکمی مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفته‌اند ودر واقع هر داده نماینده یک دسته است. این روش حداقل این حسن را دارد که تعداد دسته‌ها را به تعداد دیده‌بانی‌ها افزایش می‌دهد. همچنین با توجه به مطلب فوق می‌توان به این نتیجه‌گیری کلی رسید که دقت آزمون کی دو نتایج حاصل از آن وابستگی خیلی زیادی به تعداد دسته‌های انتخابی دارد و از این لحاظ آزمون مناسبی بشمار نمی‌رود ودر این بررسی برای انتخاب بهترین توزیع از این آزمون استفاده نشده است و از آزمونهای دیگر نظیر متوسط انحراف نسبی ، متوسط مربع انحراف نسبی وکلموگروف-اسمیرنوف استفاده شده‌اند.

با بارندگی‌های ماهانه که صفر نبوده‌اند، مانند بارندگی‌های سالانه عمل شده است،اما آن دسته از بارندگی‌های ماهانه که برابر صفر بوده‌اند(غالبا بارندگی‌های تابستانی) در تجزیه وتحلیل صفر آنها در نظر گرفته نشده است وپس از انتخاب توزیع مناسب جهت این گونه بارندگی‌ها برای بدست آوردن احتمال وقوع باید تعداد صفرها را به تعداد کل داده‌ها تقسیم کنیم و حاصل را از یک کم کرده و در احتمال بدست آمده ضرب کنیم.

همانطور که در مواد و روشها ذکر شد آمار بارندگی‌های ماهانه وسالانه پنج ایستگاه قدیمی ایران جمع‌آوری شده است. توابع چگالی احتمال نرمال ،لوگ نرمال دو وسه پارامتری،گامای دو پارامتری،پیرسون و لوگ پیرسون تیپ ۳ وگمبل به آمار فوق برازش داده شده‌اند. در مورد بارندگی‌های ماهانه با استفاده از آزمونهای نیکویی برازش متوسط انحراف نسبی، متوسط مربع انحراف نسبی وکلموگروف-اسمیرنوف توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ انتخاب می‌شود.

در مورد بارندگی‌های سالانه مطابق جدول ٤ بهترین توزیع برای هر ایستگاه انتخاب شده است.همانطور که ملاحظه می‌شود بارندگی‌های سالانه ایستگاه‌های مختلف از توزیع آماری واحدی تبعیت نمی‌کنند. همچنین مشاهده می‌شود که توزیع نرمال را همانگونه که در مقدمه ذکر شد نمی‌توان به داده‌های بارندگی سالانه برازش داد (٤و١١).

از جدول ٤ می‌توان نتیجه گرفت که براساس آزمونهای نیکویی برازش مختلف نمی‌توان توزیع واحدی را برای آمار بارندگی‌های سالانه یک ایستگاه معین انتخاب کرد. برای مثال، در مورد ایستگاه بوشهر با استفاده از آزمونهای متوسط انحراف نسبی، متوسط مربع انحراف نسبی و کلموگروف -اسمیرنوف به ترتیب توزیعهای لوگ نرمال ۳پارامتری، لوگ نرمال ۲ پارامتری و گامای ۲ پارامتری برای برازش به بارندگی‌های سالانه انتخاب می‌شوند.

مقایسه مقادیر تخمین زده شده توسط توزیعهای مختلف با دوره‌های برگشت (احتمال)متفاوت نشان می‌دهد که برای احتمالات ۲۰ تا ۹۰ درصد، تمام توزیعها تقریبا تخمین یکسانی از مقادیر ایجاد می‌کنند ونیز با مقادیر مشاهده شده مطابقت خوبی دارند، ولی برای احتمالات کمتر از ۲۰ درصد وبیش از ۹۰ درصد،مقادیر تخمین زده شده با هم اختلاف دارند.بنابراین باید توزیعی انتخاب شود که مقادیر انتهایی (حداکثرها و حداقل‌ها) را بخوبی تخمین بزند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مسئولین و دست اندرکاران کتابخانه سازمان هواشناسی کشور در تهیه آمار ایستگاه‌های قدیمی ایران تشکر وقدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. افشار ، ع.۱۳٦٤. هیدرولوژی مهندسی . انتشارات مرکز نشر دانشگاهی ،٤٥٩ صفحه.

۲. سالنامه‌های هواشناسی مربوط به سالهای ۱۹٦۱ تا ۱۹۹۸. سازمان هواشناسی کشور.

۳. صدقی، ح.۱۳٥۷. اصول مهندسی هیدرولوژی. جداول، چاپ دوم انتشارات دانشگاه اهواز،۳۸٤ صفحه.

٤. مشایخی، ت.۱۳٥۱، تجزیه وتحلیل آمار بارندگی سالانه ایستگاه‌های هواشناسی نیوار، نشریه هواشناسی کل کشور، ص۱۹-۱۳.

5. Abramowitz, M., and I.A. Stegun.1972.Handbook of mathematical functions, Dover Publication, NY, 1046p.

6. HYFA. 1980. Hydrological frequency analysis, IBM Package.

7.Khalili, A.1973. Precipitation pattern of central Alburz. Arch. Meteo. Geophys. Bioclimatology Series B 21(2-3): 215-232.

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

9.Kite, G.W. 1978. Frequency and risk analysis in hydrology. Water Resource Publ. Colorado. U.S.A., 245p.

10.Reich, T. 1983. Frequency distribution of precipitation amounts. Gerlands Beitrage Zur Geophysik, Leipzig. 92 (5):377-390.

11.Tase, N. 1982. Regional occurences of wet and dry years in Japan. Tsukuba Univ, Instit. of Geoscience, Annual Rep. no.8: 37-40.

12.World Weather Records, Smithsonian miscellaneous collections, vol. I-IV

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 9(3), Fall 2002
www.magiran.com/jasnr

Probability distribution functions as applied to monthly and annual precipitation of old stations in Iran

P. Haghighatjou
Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

Abstract

Monthly and annual precipitation data in Iran were explained by a variety of statistical distributions. For a certain station precipitation distribution had been reported differently by different researchers. Range of annual precipitation in Iran was from 25 mm for Shahdad to 2000 mm for Tawalesh-e Gilan in coast of Caspian sea. In this paper, normal, two parameter lognormal,three-parameter lognormal,two parameter gamma, Pearson type III, log Pearson type III and type I extremal (Gumbel) distributions were fitted to the monthly and annual precipitation data of the oldest stations in Iran including Bushehr,Isfahan,Mashhad, Tehran and Jask.To test the goodness of fit of distributions Kolmogrov-Smirnov test,mean relative deviation,and mean square relative deviation were used and among which the log-Pearson type III was the best for fitting to monthly precipitations and we couldn't choose a unique distribution for fitting to annual precipitations.

Keywords: Monthly and annual precipitation; Probability distribution functions; Precipitation distributions; Kolmogrov-Smirnov test; Log-Pearson type III distribution.

www.SID.ir