

تغییرات زمانی بارش ایران

دکتر حسین محمدی*
دکتر مجید جاوری^۲

۱- دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران
۲- استاد یار دانشگاه پیام نور

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۲/۲/۸، تاریخ تصویب: ۱۳۸۵/۱/۲۱)

چکیده

عناصر مختلف اقلیمی دارای حرکات و نوساناتی در طول زمان هستند که باید این نوسانات بررسی و شناخته شوند بعضی از این نوسانات از الگوهای خاصی پیروی می‌کند و بعضی دارای الگوهای نوسانی منظم نیستند. این نوسانات نامنظم، تغییرات تصادفی نامیده می‌شوند. بر این اساس برای سنجش و پیش بینی تغییرات تصادفی در بارش فصلی و سالانه ایران از مدل‌های تغییرات تصادفی استفاده شد. با توجه به سنجش و پیش بینی مدل‌ها، بارش فصلی تمامی ایستگاه‌ها دارای تغییرات تصادفی بودند. در سنجش بارش سالانه ایستگاه‌ها، بارش سالانه ایستگاه تبریز بدون تغییرات تصادفی بود و بارش سالانه ایستگاه‌های دیگر تحت تأثیر تغییرات تصادفی می‌باشند. همچنین بارش فصلی ایستگاه‌های اهواز، بندرانزلی، تبریز و یزد از مدل‌های متغیر پیروی می‌کنند و بارش فصلی ایستگاه‌های اصفهان، بندرعباس، خرم‌آباد، زاهدان و مشهد از مدل‌های ثابت پیروی می‌کنند.

کلیدواژه

سری‌های زمانی، تغییرات تصادفی، مدل ثابت، مدل متغیر، اقلیم سنجی، بارش

مقدمه

توجه به هدف‌های مورد نظر از عناصر مختلف اقلیمی، طول دوره‌های مختلف و شیوه‌های مختلف استفاده شده است. با توجه به محدودیتها محققان هر کدام از زاویه‌ای به مسائل تغییرات اقلیمی نگریسته‌اند. در ایران بعضی از محققان به شیوه‌های توصیفی به تحلیل مسائل و برخی دیگر با استفاده از شیوه‌های کمی از زاویه‌ای خاص به بررسی تغییرات اقلیم پرداخته‌اند. موضوعاتی مانند رابطه بارش و ارتفاع، طبقه‌بندی‌های اقلیمی از طریق تحلیل‌های خاص کمی، بررسی تغییرات بارش ایستگاه‌ها، بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و ... از موضوعاتی است که بعضی از محققان ایران در قالب مقالات مختلف به طریقی به بررسی تغییرات اقلیم ایران پرداخته‌اند. هیچ کدام از این تحقیقات تصویر روشن و کامل‌تری از تغییرات اقلیمی ایران، بخصوص تغییرات زمانی اقلیم برای ما ایجاد نمی‌کند. محققان خارجی به شکل مناسبتی به تحلیل‌های تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند. Lightteill و همکارانش (1981) با ارائه مباحثی مانند پیوند دور و ناهنجاریهای بارش در مناطق حاره و جنب حاره، تحلیل نوسانات سالانه دما و بارش در مناطق موسمی، مدل سازی در مطالعات نظری در پیش بینی دقیق موسمی‌ها، تحلیل‌های فیزیکی و دینامیکی اقیانوس هند در موسمی‌های تابستانه، استفاده از شبیه‌سازی در تحلیل‌های اقلیمی و بطور جالب به تدوین مقالات خود پرداخته‌اند. Anyadike (1992) تغییرات بارش ماهانه و سالانه مناطق مرکزی و جنوبی نیجریه را در یک دوره ۷۲ ساله بررسی نموده است. او با تحلیل بارش به عدم تصادفی بودن ریزش بارش در منطقه پی برده است و به بررسی روند (نزولی) و تغییرات دوره‌ای بارش پرداخته است. Rasmussow و Akkin (1993) با تحلیل تغییرات بارش در عرض‌های مختلف، از آثار تغییرات بارش در فرآیندهای طبیعی سخن می‌گویند. Bonacci (1993) با سه شیوه تحلیل روند، تحلیل فرایند مارکف و شیوه درصدی به تحلیل تغییرات بارش به منظور تعیین خشکسالی پرداخته است. این محقق سعی داشته است که با توجه به تغییرات بارش از زاویه هیدرولوژی به تعیین خشکسالی بپردازد. بوناسی در ناحیه اوسیچک^(۸) شدت، میزان و مدت خشکسالی هیدرولوژیک آن ناحیه را بررسی کرده است. Loukas و Quiek (1996) به بررسی تغییرات بارش در قسمت‌هایی از کلمبیای بریتانیا پرداخته‌اند. آنها بطریقی از تغییرات دوره‌ای بارش به منظور بررسی تغییرات ارتفاع بارش اشاره کرده‌اند. Rind (1996) به تحلیل مفهوم تغییرپذیری و توانایی تغییرپذیری اشاره کرده است. او با استفاده از دمای سطحی و بارش با مدل‌های اقلیمی به تحلیل تغییرات دما و بارش پرداخته است. همچنین در تحلیل خود به ناهنجاری‌های اقلیمی و آثار آن اشاره کرده است. Groisman (1999) با یک سری ۱۰۰ ساله بارش متوسط سالانه به تحلیل تغییرات بارش مناطقی از روسیه و اروپا و آمریکای شمالی پرداخته است. او به روند افزایشی بارش حدود ۶ درصد در ۱۰۰ سال در عرض‌های ۳۰ تا ۷۰ درجه شمالی اشاره

اقلیم پدیده‌ای متغیر است. تغییر پذیری اقلیم موضوعی است که مورد توجه تمامی اقلیم‌شناسان قرار گرفته و می‌گیرد. امروزه موضوع تغییرات اقلیم از اهمیت زیادی برخوردار است. تغییرات اقلیمی در تمام پدیده‌های زیست محیطی مؤثر است. بررسی و شناخت این تغییرپذیری در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای اهمیت بسیاری دارد. تغییرپذیری اقلیم از الگوهای خاصی پیروی می‌کند. این الگوها متناسب با موضوع و یا مسئله تحقیق مصداق معینی را به خود می‌گیرند. امروزه بررسی تغییرات اقلیمی به خصوص در ایران اهمیت زیادی دارد. در این زمینه عنصر بارش که اهمیت زیادی دارد، انتخاب شده است و در قالب تغییرات تصادفی بارش ایران مورد بررسی قرار گرفته است. بارش در طرح تحقیق بعنوان سری زمانی^(۱) بارش ایران مطرح شده است. تعداد داده‌ها که طول سری^(۲) را مشخص می‌کنند در یافته‌ها و نتایج فرض‌های تحقیق مؤثر هستند (نیرومند و بزرگ‌نیا، ۱۳۷۲؛ نیرومند، ۱۳۷۶). پیش بینی از مهمترین موضوعات اقلیم کاربردی است. لذا در مقایسه با سری‌های اصلی^(۳) سری‌های پیش بینی^(۴) قرارداد. سری‌ها را در قالب کلی در دو مدل اصلی ثابت^(۵) و متغیر^(۶) مورد بررسی قرار می‌گیرند. مطلب اصلی در قالب تحلیل و پیش بینی سری‌های زمانی بارش ایران است که در این مقاله بر تغییرات تصادفی با مدل‌های مختلف تأکید شده است.

موضوع تحقیق و بیان مسئله

موضوع اصلی این تحقیق که به عنوان تغییرات تصادفی در بارش ایران مشخص شده است، به نوعی قسمتی از سنجش اقلیمی^(۷) بارش ایران می‌باشد. اقلیم سنجی ماهیت زمانی دارد و به عنوان تغییرات زمانی اقلیم نتیجه منظر مشخصی از علم اقلیم‌شناسی، شامل کاربرد ریاضیات، آمار ریاضی و روش‌های آماری در عناصر و داده‌های اقلیمی جهت فراهم کردن شواهد عینی و تجربی در تأیید الگوهای ارائه شده بوسیله اقلیم‌شناسی ریاضی^(۸) و بدست آوردن نتایج و یافته‌های کمی و حتی کیفی است. تغییرات تصادفی بارش ایران که جزئی از اقلیم سنجی است در قالب شیوه‌ها، شاخص‌ها و الگوهای خاص خود بررسی شده و مطالب این تحقیق را به خود اختصاص داده است. با توجه به موضوع، مسئله اصلی این تحقیق به صورت زیر مطرح است:

آیا بارش ایران دارای تغییرات تصادفی است و این تغییرات از چه مدل‌هایی پیروی می‌کند؟

پیشینه تحقیق

تاکنون محققان بسیاری کوشیده‌اند تا در تحلیل‌های خود به تبیین دقیق تغییرات اقلیم در حوضه‌های مختلف بپردازند. در این تحقیقات با

اعتماد^(۱۰) یا پایایی ۱۱۰ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در سه مرحله به روش آلفای کروناخ^(۱۱)، ۹ ایستگاه سینوپتیک اصفهان، انزلی، بندرعباس، مشهد، تبریز، زاهدان، اهواز، خرم‌آباد و یزد است. در دادن کمیت برای محاسبه ضریب پایایی از روش تصادفی استفاده شده است. داده‌های بارش در طول ۳۵ سال کامل بوده و نیاز به بازسازی نداشته‌اند. اعتبار^(۱۲) سنجش داده‌ها با شاخص‌های متعدد آماری در طول تحقیق اندازه‌گیری شده و برای پیش‌بینی بهترین شرایط سری‌ها در نظر گرفته شده است (جاوری، ۱۳۸۰).

مدل‌های اولیه تغییرات زمانی بارش ایران

در اینجا مدل^(۱۳) یک توصیف ریاضی - آماری فرایندی است که سری زمانی معینی را ایجاد می‌کند. مدل توانایی تبیین و پیش‌بینی دارد. همانطوری که اشاره شد دو نوع مدل ثابت و متغیر در مطالعه تغییرات زمانی بارش استفاده شده است. مدل ثابت مدلی است که داده‌ها از دوره‌ای به دوره دیگر تغییری نداشته باشند (Armstrong, 1978; Barlow, 1989 & Clichrist, 1976). مفهوم ریاضی آن به صورت زیر مطرح است:

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \quad (1)$$

مدل متغیر مدلی است که داده‌ها از دوره‌ای به دوره دیگر تغییر کنند. مفهوم ریاضی آن به صورت زیر است:

$$\hat{Y}_{t+1} = (I + C)Y_t \quad (2)$$

C در معادله شماره (۲) مقدار تغییر است (Stanton, 1998). با توجه به مدل‌های مورد نظر بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران در قالب مدل‌های ثابت و متغیر مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی

مهمترین مرحله در انتخاب مدل، ارزیابی دقت اندازه‌گیری^(۱۴) است. زیرا بدون اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی^(۱۵)، انتخاب مدل عملی نیست. شاخص‌های متعددی برای اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی وجود دارد (Abraham & Ledolter, 1983; Brown, 1959). بعضی از این شاخص‌ها عبارتند از:

- ۱- میانگین قدر مطلق خطاها^(۱۶)
- ۲- میانگین مربع خطاها^(۱۷)
- ۳- ریشه میانگین مربع خطاها^(۱۸)
- ۴- درصد میانگین قدرمطلق خطاها^(۱۹)
- ۵- ضریب تعیین^(۲۰)
- ۶- ضریب نابرابری تایل^(۲۱)
- ۷- تجزیه تایل خطای مربع میانگین^(۲۲)

کرده است، همچنین معتقد است بیشترین افزایش بارش را می‌توان در ۵۵ درجه شمالی جست و جو کرد. قابل اشاره است که سایت‌های اینترنتی بی‌شماری امروزه به ارائه اطلاعاتی در زمینه‌های تغییرات اقلیمی می‌پردازند.

هدف‌ها، سؤال‌ها و فرضیه‌های تحقیق

هدف‌های تحقیق را می‌توان مراحل کلی تحقیق به منظور دستیابی و تحقق آنها بیان نمود (سرمد و بازرگان، ۱۳۷۹). هدف کلی این تحقیق بررسی و شناخت تغییرات تصادفی در بارش ایران است. در تغییرات زمانی اقلیم، توجه به تغییرات گرانش‌دار، نوسانات فصلی، تغییرات دوره‌ای، حرکات اتفاقی و پیش‌بینی‌های هشدار دهنده عناصر اقلیمی است که در این مقاله فقط به تغییرات تصادفی در بارش اشاره شده است.

سؤال‌های این تحقیق را می‌توان به صورت زیر مطرح ساخت:

- ۱- بارش ایران را در قالب چه مدل‌هایی می‌توان بررسی کرد؟
 - ۲- آیا بارش ایران دارای تغییرات تصادفی است؟
- فرضیه‌هایی که در این تحقیق مطرح‌اند عبارتند از:
- ۱- تغییرات تصادفی بارش ایران در قالب مدل‌های ثابت و متغیر قابل بررسی‌اند.
 - ۲- بارش ایران با مدل‌های تصادفی قابل پیش‌بینی هستند.

متغیرها و مقیاس سنجش آنها

متغیرهای مورد استفاده، متغیرهای کمی‌اند. این متغیرها در قالب متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته مورد سنجش قرار می‌گیرند. متغیرهای مستقل مورد استفاده طول دوره سری بارش می‌باشد و متغیر وابسته سری بارش فصلی و سالانه ایستگاه‌های مختلف می‌باشد. مقیاس مورد نظر در قالب مقیاس نسبی است که با تحلیل‌های آماری پیشرفته قابل بررسی است.

روش، ابزارهای تحقیق و جامعه آماری

در این تحقیق متناسب با نوع و محتوای داده‌ها و چگونگی سنجش داده‌ها روش تحقیق غیر آزمایشی که شامل روش‌های تحقیق پیمایشی از نوع طولی و تحقیق همبستگی و تحقیق علی است، استفاده شده است. ابزار تحقیق مورد استفاده متناسب با روش‌های تحقیق مورد نظر، مدل‌های سری‌های زمانی و آماری پیشرفته می‌باشد. در تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای مختلفی مانند SPSS, MINITAB, STATISTICA, MATHCAD 2000, AXUM.V5, MATHTYPE, S-PLUS 2000, VISO2000 و ... استفاده شده است. جامعه آماری مورد استفاده بارش فصلی و سالانه ایران در طول ۳۵ سال (سال آماری ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۵) است و حجم نمونه پژوهش با توجه به محاسبه قابلیت

میانگین قدر مطلق خطاها

میانگین قدر مطلق خطاها (MAD) اندازه گیری دقت پیش بینی بوسیله میانگین گیری از دامنه مانده هاست. حد کمتر، مدل مطلوب تر را نشان می دهد (شیوا، ۱۳۷۵)، یعنی:

$$MAD = \frac{\sum |e_t|}{n} \quad (3)$$

این کمیت ابتدایی ترین شاخص برای اندازه گیری دقت است و حد کمتر این کمیت مدل مناسب تری را ارائه می دهد.

میانگین مربع خطاها

میانگین مربع یا مجذور خطاها (MSE) میانگین گیری مجذورات مقادیر مطلق مانده هاست. حد کمتر این کمیت مدل مطلوب تر را نشان می دهد. یعنی:

$$MSE = \frac{\sum e_t^2}{n} \quad (4)$$

ریشه میانگین مربع خطاها

ریشه میانگین مربع خطاها (RMSE) در واقع جذر میانگین مربع خطاهاست و نسبت به شاخص های قبلی از اهمیت بیشتری برخوردار است. حد کمتر این کمیت مطلوب بودن مدل را نشان می دهد. این شاخص از رابطه زیر بدست می آید (شیوا، ۱۳۷۵):

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (5)$$

درصد میانگین قدر مطلق خطاها

درصد میانگین قدر مطلق خطاها (MAPE) میانگین گیری دامنه

درصد مانده های به طور نسبی است. حد کمتر این کمیت مطلوب تر بودن مدل را نشان می دهد، یعنی:

$$MAPE = \frac{\sum |e_t / y_t|}{n} \times 100 \quad (6)$$

ضریب نابرابری تایل

ضریب نابرابری تایل (U) یکی از شاخص های بسیار مهم برای پیش بینی دقت مدل است. این شاخص از معادله شماره (۷) به دست می آید:

$$U = \frac{\sqrt{\sum e_t^2}}{\sqrt{\sum (Y_t - Y_{t-1})^2}} \quad (7)$$

تجزیه ضریب تایل

برای تجزیه ضریب تایل باید به سه مؤلفه UM (برای تفاوت در میانگین ها)، UR (برای نکویی خط رگرسیون) و UD (برای توزیع پهنجاری سری) توجه کرد. حد مطلوب UM و UR صفر یا نزدیک به صفر است و حد مطلوب UD یک است. برای انجام تجزیه تایل باید معادلات زیر را محاسبه کرد (Stanton, 1989):

$$MSE = (\hat{Y} - \bar{Y})^2 + (S\hat{y} - rSy)^2 + (1 + r^2)Sy^2 \quad (8)$$

$$1 = \left[\frac{(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{MSE} \right] + \left[\frac{(S\hat{y} - rSy)^2}{MSE} \right] + \left[\frac{(1 + r^2)Sy^2}{MSE} \right] \quad (9)$$

جدول شماره (۱): شاخص های دقت پیش بینی مدل های بارش فصلی ایران

U		MAPE %		RMSE		MSE		MAD		نام ایستگاه
MC	MN	MC	MN	MC	MN	MC	MN	MC	MN	مدل
۰/۰۴۲۵	۱	۲/۰۷۱	۳۴/۲	۱/۸۱۴	۱۴/۳۸۷	۳/۲۹	۲۰۷	۰/۴۷۷	۴/۰۷	اصفهان
۰/۹۹۲	۱	۸۳/۹۶۴	۸۳/۲۸۹	۹۱/۹۸۶	۸۴/۷۲۵	۸۴۶۱/۴۴۵	۷۱۷۸/۳۷	۷۶/۵۸	۶۷/۴۴۹۶	اهواز
۰/۹۹۹۹	۱	۸۶/۸۱	۸۵/۸۳	۴۵۹/۹۹۹	۴۵۹/۹۹۶	۲۱۱۵۹۹/۱	۲۱۱۵۹۶/۲	۳۶۶/۶۵۸	۳۶۶/۶۵۵	بندر انزلی
۱/۴۳	۱	۲/۰۸	۵۴/۸۴	۰/۱۸۹	۱۰۲/۸۲	۰/۰۳۵۸	۱۰۵۷۲/۹۲	۰/۰۷۴۸	۶۵/۵۶۷	بندر عباس
۰/۹۸۱۱۶	۱	۶۲/۹۶۴	۶۳/۵۲	۷۸/۰۶۸	۷۹/۵۳۵	۶۰۹۴/۶۶۵	۶۳۲۵/۸۷	۶۱/۵۷۳	۶۳/۸۱۴	تبریز
۱/۰۰۶۴	۱	۷۹/۷۶	۷۶/۷۵	۱۵۹/۰۹	۱۵۸/۰۹	۲۵۳۰۹/۴	۲۴۹۹۰/۰۶	۱۳۵/۶۸	۱۳۴/۹۴	خرم آباد
۱/۵۹	۱	۹۸/۰۴۲	۸۰/۸۹۴	۶۳/۶۰۳	۴۰/۴۵۸	۴۰۴۵/۲۹۶	۱۶۰۳/۶۶۳	۳۷/۳۷۷	۲۷/۸۰۵	زاهدان
۰/۹۷۴۷	۱	۷۵/۹۲۴	۷۵/۹۲۳	۸۰/۵۷	۷۸/۸۹۵	۶۴۹۱/۵۰۶	۶۲۲۴/۴۵	۶۶/۹۷۸	۶۶/۱۰۲	مشهد
۱/۲۳	۱	۹۰/۰۷	۹۳/۷	۲۴/۸۹۱	۲۶/۹۵۷	۶۱۹/۵۸	۷۲۶/۶۸۶	۱۵/۸۰۲	۱۸/۹۸۶	یزد

جدول شماره (۲): ضرایب تجزیه تایل بارش فصلی ایران

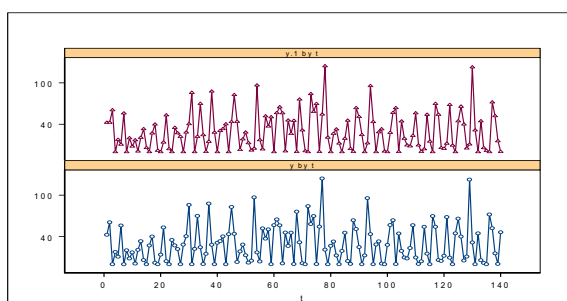
ضرایب تجزیه تایل در مدل متغیر			ضرایب تجزیه تایل در مدل ثابت			نام ایستگاه
UD %	UR %	UM %	UD %	UR %	UM %	
۸	۲	۹۰	۴۹/۳	۵۰/۷	۰/۰	اصفهان
۵۱/۱	۴۷/۹	۱	۵۰/۵۴	۴۹/۵۵	۰/۰	اهواز
۴۹/۲	۵۰/۸	۰/۰	۴۹/۲۰۱۷	۵۰/۷۹۷۲	۰/۰۰۱۱	بندرانزلی
۴۷/۲	۵۰/۸	۲	۹۸/۶	۱/۴	۰/۰	بندرعباس
۴۹/۱	۵۰/۸۴۸	۰/۰۵۲	۴۴/۸۱۶	۵۵/۱۸۴	۰/۰	تبریز
۴۹/۴۸	۵۰/۴۸	۰/۰۴	۸۷/۴	۱۲/۶	۰/۰	خرم آباد
۱۸/۶۸۸	۷۶/۲۶۶	۵/۰۴۶	۱۸/۲	۸۱/۸	۰/۰	زاهدان
۵۰/۰۳	۴۹/۹۴	۰/۰۳	۵۲/۸	۴۷/۲	۰/۰	مشهد
۵۵/۸۴۵	۴۲/۴۳	۱/۷۲۵	۴۷/۹۵	۵۲/۰۴۹۸	۰/۰۰۰۲۸	یزد

جدول شماره (۴): مدل های پیش بینی شرایط بهنجار برای ارزیابی

بارش فصلی ایران

نام ایستگاه	مدل پیش بینی شرایط بهنجار
اصفهان	مدل ثابت پیشنهاد می شود.
اهواز	تفاوت زیادی بین دو مدل وجود ندارد
بندر انزلی	تفاوت زیادی بین دو مدل وجود ندارد.
بندرعباس	مدل ثابت پیشنهاد می شود.
تبریز	مدل متغیر پیشنهاد می شود.
خرم آباد	مدل ثابت پیشنهاد می شود.
زاهدان	تفاوت زیادی بین دو مدل وجود ندارد.
مشهد	مدل ثابت پیشنهاد می شود.
یزد	مدل متغیر پیشنهاد می شود.

با توجه به تحلیل مدل های بارش فصلی ایران برای سری های پیش بینی شده از نمودارهای شماره ۱ تا ۹ استفاده شده است:



نمودار شماره (۱): سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی اصفهان با مدل ثابت

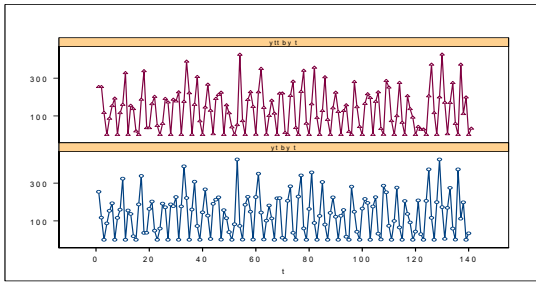
جدول شماره (۳): مدل های پیشنهادی برای بارش فصلی ایستگاه های

ایران

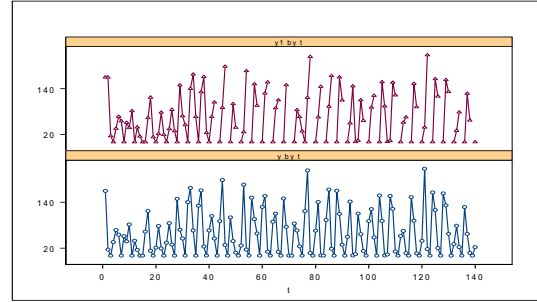
نام ایستگاه	مدل پیشنهادی برای پیش بینی
اصفهان	متغیر
اهواز	متغیر
بندرانزلی	متغیر
بندرعباس	ثابت
تبریز	متغیر
خرم آباد	ثابت
زاهدان	ثابت
مشهد	متغیر
یزد	ثابت

با توجه به جدول شماره (۱) برای بعضی از ایستگاه ها تفاوت عمده ای بین دو مدل وجود ندارد، ولی بعضی از ایستگاه ها تفاوت قابل ملاحظه ای را نشان می دهند. بر این اساس می توان برای بارش ایستگاه های انتخابی ایران مدل های زیر را پیشنهاد کرد:

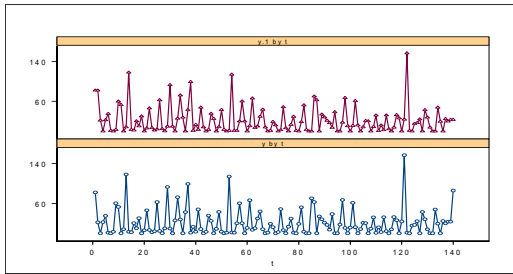
جدول شماره (۳) فقط مدل های پیشنهادی را برای ایستگاه ها مشخص می کند. برای تحلیل مطلوب بودن مدل های پیش بینی بارش فصلی ایران لازم است جدول شماره (۲) را تحلیل نمود. با توجه به جدول شماره (۲) مدل های پیش بینی بهنجار بارش ایستگاه های انتخابی ایران را می توان پیشنهاد نمود. جدول شماره ۴ مدل های پیش بینی بهنجار بارش فصلی ایران را نشان می دهد:



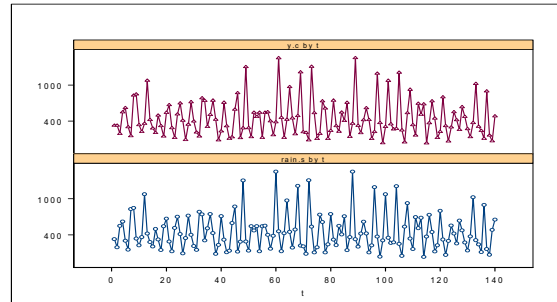
نمودار شماره (۶) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی خرم آباد با مدل ثابت



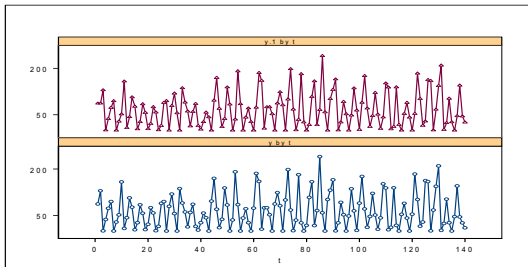
نمودار شماره (۲) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی اهواز با مدل متغیر



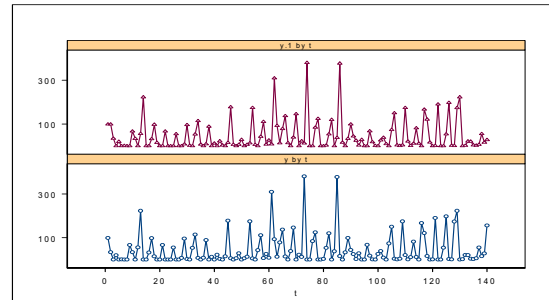
نمودار شماره (۷) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی زاهدان با مدل ثابت



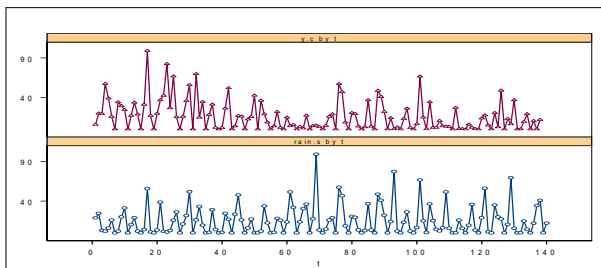
نمودار شماره (۳) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی بندرانزلی با مدل متغیر



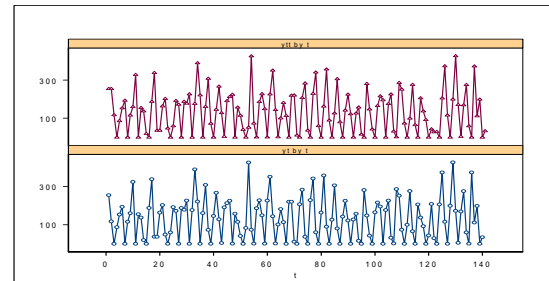
نمودار شماره (۸) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی مشهد با مدل ثابت



نمودار شماره (۴) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی بندرعباس با مدل ثابت



نمودار شماره (۹) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی یزد با مدل متغیر



نمودار شماره (۵) : سری اولیه و پیش بینی شده بارش فصلی تبریز با مدل متغیر

۲- آیا نمونه های مورد استفاده مستقل هستند یا همبسته
 ۳- آیا در سری رتبه اطلاعاتی استفاده می شود و ...
 با توجه به معیارهای اشاره شده بارش سالانه و فصلی با استفاده از نمودار بافت‌نگار برای سنجش بهنجاری آنها استفاده شد. براساس بررسی بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی توزیع بهنجار نداشته‌اند، لذا از آزمون‌های نااعلامی برای تصادفی بودن بارش فصلی ایستگاه‌ها استفاده شد (جاوری، ۰۸۳۱).

آزمون توالی

آزمون توالی^(۲۸) بر اساس دقتی است که یک سری زمانی با مقادیر خطای مستقل نسبت به میانه سری که نوسان دارند، محاسبه می‌شود. برای محاسبه این آزمون از معادلات زیر باید استفاده کرد، (Stanson, 1989):

$$Z = \frac{|R - \mu_R|}{\sigma_R} \quad (11)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{m(m-1)}{2m-1}} \quad (12)$$

R تعداد توالی در سری تصادفی، تعداد قابل انتظار توالی و انحراف معیار تعداد توالی است.

قاعده آزمون

سری بدون روند با مانده‌های مستقل است $H_0 =$ ، یعنی:
 $Y_t = \beta_0 + \varepsilon_t$

سری دارای روند و مانده‌های خودهمبسته است $H_a =$ ، یعنی:
 $Y_t = \beta_0 + \varepsilon_t$

قاعده تصمیم‌گیری

$$Reject : H_0 \text{ if } |Z| > Z_{\alpha/2}$$

آزمون توالی برای بارش فصلی ایران بکار گرفته شد. معیارهای آزمون

توالی برای بارش ایران در جدول زیر تنظیم شده است:

جدول شماره (۵): معیارهای آزمون توالی برای بارش فصلی ایران

نام ایستگاه	مبناء سنجش (میانہ)	حالات کمتر از مبناء	حالات مساوی یا بیشتر از مبناء	کل حالات	تعداد توالی	Z	سطح معنی داری (اطمینان)
اصفهان	۲۲/۲	۷۰	۷۰	۱۴۰	۶۹	-۰/۳۳۹	۰/۷۳۴
اهواز	۳۷/۶۵	۷۰	۷۰	۱۴۰	۶۸	-۰/۱۰۳	۰/۸۶۵
بندر انزلی	۳۷۰/۲۵	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۰	-۰/۱۷	۰/۸۶۵
بندر عباس	۱۲/۷	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۱	۰	۱
تبریز	۷۱/۸	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۸	۱/۱۸۷	۰/۲۳۵
خرم آباد	۱۲۷/۱۵	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۲	۰/۱۷	۰/۸۶۵
زاهدان	۱۰/۶	۶۹	۷۱	۱۴۰	۷۵	۰/۶۸۱	۰/۴۹۶
مشهد	۸۴۹۹۹/۵۴	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۰	-۰/۱۷	۰/۸۶۵
یزد	۹/۱	۷۰	۷۰	۱۴۰	۷۱	۰	۱

پیش‌بینی دمای ایران با مدل‌های تصادفی

ساده‌ترین شکل پیش‌بینی سری‌های تصادفی با توجه به طول دوره برآورد مقدار میانگین یک سری می‌باشد. این برآورد برای آینده پیش‌بینی می‌شود. یک فرایند تصادفی^(۳۳) را می‌توان بصورت یک موضوع آماری که بر طبق قوانین احتمالی در زمان تکامل پیدا می‌کند، بیان کرد (افشین نیا ۱۳۷۲). فرایندهای ایستا مؤلفه مهمی از فرایندهای تصادفی را تشکیل می‌دهند. مشخصه‌های مدل ساده بدون روند سطح ثابت میانگین سری و عنصر تصادف^(۳۴) هستند، (Stanson, 1989; Thomopoulos, 1980 & Stanford, 2000): یعنی:

$$Y_t = \beta_0 + \varepsilon_t \quad (10)$$

سطح متوسط سری و مقدار خطا می‌باشد. ماهیت حرکات نامنظم یا خطاها بستگی به کاربرد ویژه آن دارد. قبل از بررسی باید در استفاده از مدل‌های تصادفی تصمیم‌گیری نمود.

تصمیم‌گیری برای کاربرد مدل‌های تصادفی

برای تصمیم‌گیری مدل‌های تصادفی بارش ایران لازم است از آزمون‌های آماری استفاده شود. چون تصادفی بودن^(۳۵) سری‌ها علل متعددی دارند، لذا از آزمون آماری استفاده می‌شود. آزمون‌های صفر مسئله ایستایی بودن سری را ممکن است حل کند ولی برای مدل‌های تصادفی باید از آزمون‌های دیگر نیز استفاده کرد. در این راستا آزمون‌های عاملی و نااعلامی^(۳۶) برای ایستایی و تصادفی بودن سری‌ها استفاده می‌شود. (Stenchikov, 1999; Trenberth, 1999 & Howell, 1989)

آزمون‌های نااعلامی برای ایستایی و تصادفی بودن بارش ایران

این آزمون‌ها را به این معنی که برخی از ویژگی‌های توزیع جامعه، آزاد یا مستقل هستند، توزیع آزاد^(۳۷) می‌نامند. نکات لازم برای استفاده از آزمون‌های نااعلامی عبارتند از:

۱- آیا توزیع متغیرهای وابسته از شکل بهنجار انحراف داشته‌اند.

U تعداد نقاط چرخش یک سری، m_U تعداد قابل انتظار نقاط چرخش و s_U انحراف معیار نقاط چرخش است.

قاعده آزمون

سری نوعی سری بدون روند تصادفی است $H_0 =$
سری یا یک سری رونددار است یا مانده های خودهمبسته دارد $H_a =$
قاعده تصمیم گیری

$$\text{Reject } H_0 \text{ if } |Z| > Z_{\alpha/2}$$

جدول شماره ۶ (۶) وضعیت بارش فصلی ایران را از این نظر نشان می دهد.

جدول شماره ۶: نمره Z آزمون نقاط چرخش بارش فصلی ایستگاه های انتخابی ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندر انزلی	بندرعباس	تبریز	خرم آباد	زاهدان	مشهد	یزد
نمره Z	۲/۸۲	۴/۰۳۶	۳/۲۲۶	۳/۰۲۷	۱/۴۱۲	۳/۶۴	۳/۲۲۸	۴/۶۴۱	۴/۰۳۶

قاعده تصمیم گیری

$$\text{Reject } H_0 \text{ if } |Z| > Z_{\alpha/2}$$

جدول ذیل وضعیت بارش فصلی ایران با توجه به آزمون نشانه را نشان می دهد.

با توجه به جدول شماره (۷)، چون تمام نمرات Z سری های بارش فصلی ایران از حد معیار کمتر است، یعنی نمرات از ۹۶/۱ کوچکترند، بنابراین فرض صفر رد نمی شود و با احتمال ۹۵ درصد اطمینان نتیجه گرفته می شود که سری های بارش فصلی ایستگاه های انتخابی ایران روند ندارند و با مدل های افقی قابل پیش بینی هستند (جاوری، ۱۳۸۰).

آزمون دنیلز

یکی از مهمترین آزمون های ناپارامتری، آزمون دنیلز^(۳۱) است. این آزمون بر اساس ضریب همبستگی اسپیرمن است و مانند همبستگی کندال است. این آزمون برای سنجش روند می باشد. برای محاسبه این آزمون از معادله زیر می توان استفاده نمود (Draper & Smith 1981):

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}} \quad (15)$$

که

r_s همبستگی سری، m_{r_s} میانگین سری و s_{r_s} انحراف معیار سری در قالب آزمون است.

با توجه به جدول شماره (۵) چون مقادیر Z از حد مورد نظر کمتر است، یعنی نمره Z تمام ایستگاه های انتخابی ایران کمتر از ۱/۶۴۵ است، بنابراین فرض صفر رد نمی شود و نتیجه گرفته می شود که با احتمال ۹۵ درصد اطمینان سری های فصلی بارش ایران بدون روند هستند و با مدل های بدون روند مستقل قابل پیش بینی اند (جاوری، ۱۳۸۰).

آزمون نقاط چرخش

از دیگر آزمون های ناعاملی آزمون نقاط چرخش^(۳۲) است که برای تصادفی بودن سری ها استفاده می شود. برای محاسبه آزمون نقاط چرخش از معادله زیر می توان استفاده کرد (Stanton, 1989):

$$Z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U} \quad (13)$$

با توجه به نمرات Z آزمون نقاط چرخش بارش فصلی ایستگاه های انتخابی ایران چون تمامی نمرات (بجز سری فصلی تبریز) از حد نمره معیار بیشتر هستند، یعنی نمرات Z بارش فصلی ایران بیشتر از ۱/۹۶ می باشند، بنابراین فرض صفر رد می شود و با احتمال ۹۵ درصد اطمینان نتیجه گرفته می شود که سری های بارش فصلی ایستگاه های انتخابی ایران بدون روند هستند و با مدل های بدون روند مستقل (تصادفی) قابل پیش بینی هستند و سری تبریز با مدل رونددار قابل پیش بینی است (جاوری، ۱۳۸۰).

آزمون نشانه

یکی دیگر از آزمون های ناپارامتری آزمون نشانه^(۳۰) یا علامت است. این آزمون با استفاده از تفاضلات اولیه سری، مدل پیش بینی را تعیین می کند. برای محاسبه این آزمون می توان از معادله زیر استفاده نمود (Stanton, 1989):

$$Z = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V} \quad (14)$$

که V تعداد تفاوت اولیه مثبت در سری، تعداد قابل انتظار تفاوت اولیه مثبت و انحراف معیار تعداد تفاوت اولیه مثبت سری است.

قاعده آزمون

سری بدون روند است و فراز و فرود متوالی دارد:
سری روند صعودی یا نزولی دارد:

قاعده آزمون

سری روند ندارد: H_0 سری دارای روند است: H_a

متناسب با آزمون دنیلز وضعیت بارش فصلی ایران در جدول شماره (۸)

مشخص شده است. با توجه به جدول شماره (۸)، چون تمامی نمرات آزمون دنیلز از حد معیار کمتر هستند، یعنی نمرات از ۱/۹۶ کوچکترند، بنابراین فرض صفر رد نمی‌شود و با احتمال ۹۵ درصد اطمینان نتیجه گرفته می‌شود که سری‌های فصلی بارش ایستگاه‌های انتخابی ایران بدون روند هستند و برای پیش‌بینی باید از مدل‌های بدون روند استفاده کرد (جاوری، ۱۳۸۰).

$$Reject : H_0 \text{ if } |Z| > Z_{\alpha/2}$$

قاعده تصمیم‌گیری

جدول شماره (۷): نمرات Z آزمون نشانه بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندرانزلی	بندرعباس	تبریز	خرم‌آباد	زاهدان	مشهد	یزد
نمره Z	۰/۵۰۷	۱/۸۸	۰/۵۰۷	۱/۵۶۷	۱/۳۵۷	۰/۱۷۰	۰/۱۷۲	۰/۶۸۹	۰/۱۷۰

جدول شماره (۸): نمرات Z آزمون دنیلز برای بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندرانزلی	بندرعباس	تبریز	خرم‌آباد	زاهدان	مشهد	یزد
نمره Z	۰/۵۹	۰/۳۱۹	۰/۴۹۵	۱/۱۴۴	۱/۷۹۴	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۳۱۸	۰/۵۹

قاعده تصمیم‌گیری

$$Reject : H_0 \text{ if } |Z_t| > Z_{\alpha/2}$$

متناسب با آزمون مذکور وضعیت بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران را می‌توان در جدول شماره (۹) مشاهده نمود. با توجه به جدول شماره (۹)، چون تمامی نمرات (بجز سری تبریز) از حد معیار کمتر هستند، یعنی نمرات از ۱/۹۶ کوچکتر هستند لذا فرض صفر رد نمی‌شود و نتیجه گرفته می‌شود که با احتمال ۹۵ درصد اطمینان سری‌های بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی (بجز سری تبریز) بدون روند هستند و با مدل‌های بدون روند قابل پیش‌بینی می‌باشند. یادآوری این نکته ضروری است که سری فصلی تبریز بعنوان یک سری رونددار در نظر گرفته می‌شود (جاوری، ۱۳۸۰).

آزمون تاو کندال

آزمون تاو کندال^(۳۳) از ضریب همبستگی کندال بدست می‌آید. این آزمون برای سنجش روند (صعودی و نزولی) استفاده می‌شود (King, 1969; Mahdavi, 1375). برای محاسبه این آزمون در نمونه‌های بزرگ از معادله زیر می‌توان استفاده نمود (Stanton, 1989):

$$Z_t = \frac{t - m}{s_t} \quad (16)$$

t ضریب کندال، m میانگین سری و s_t انحراف معیار در قالب آزمون تاو کندال است.

قاعده آزمون

سری بدون روند تصادفی است: H_0 سری دارای روند (صعودی و نزولی) است: H_a

جدول شماره (۹): نمرات Z آزمون تاو کندال برای بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندرانزلی	بندرعباس	تبریز	خرم‌آباد	زاهدان	مشهد	یزد
نمره Z	۰/۶۶۷	۰/۳۵۱	۰/۴۹۱	۱/۷۰۲	۱/۹۱۲	۰/۰۳۸۷	۰/۱۰۵	۰/۴۷۴	۱/۸۵۱

آزمون نسبت وان نیومن

یکی از آزمون‌های سنجش ایستایی یا تصادفی بودن سری‌ها آزمون وان نیومن^(۳۳) است، یعنی:

$$M = \frac{SS_{Dy}}{SS_{yy}} \quad (17)$$

SS_{Dy} میانگین مربع تفاوت‌های اولیه و SS_{yy} واریانس ساده سری است.

آزمون‌های عاملی برای ایستایی و تصادفی بودن بارش ایران

تفاوت عمده‌ای بین آزمون‌های عاملی با ناعاملی این است که آزمون‌های عاملی توزیع داده‌ها باید بهنجار باشد. به طور کلی آزمون فرض در تحلیل‌های عاملی به تحلیل پارامترهای جامعه آماری می‌پردازد. چون سری سالانه بارش ایستگاه‌های انتخابی توزیع بهنجار داشته‌اند، بنابراین برای سری سالانه بارش ایران از آزمون‌های عاملی استفاده شد.

قاعده آزمون

سری تصادفی و ایستایی است: H_0

سری یانایستا یا مانده‌های همبسته دارد: H_a

قاعده تصمیم گیری

$$\text{Reject} : H_0 \text{ if } M < M_{1-\alpha/2}$$

وضعیت سری‌های بارش سالانه ایران از نظر آزمون نسبت وان نیومن در جدول شماره (۱۰) تنظیم شده است.

جدول (۱۰): نسبت آزمون وان نیومن برای بارش سالانه ایستگاه‌های انتخابی ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندرانزلی	بندرعباس	تبریز	خرم آباد	زاهدان	مشهد	یزد
M مقدار	۲/۰۰۰۳	۱/۹۹۳	۲/۱۹	۲/۰۵	۱/۴۵۸	۲/۰۵۲	۱/۷۷	۱/۸۸	۲/۰۷۵

تابع خودهمبستگی

وقتی استقلال در یک سری زمانی وجود دارد، ضریب همبستگی بین یک‌سری به طور متوالی مورد توجه قرار می‌گیرد. قابل توجه است که برای یک‌سری ایستا بدون نوسانات فصلی یا خودهمبستگی‌ها (مانده‌ها تصادفی باشند) تمامی صفرند (یا از صفر در وقفه‌های نزدیک تفاوت حاصل می‌شود). وقتی ضرایب خودهمبستگی ساده در وقفه‌های مختلف اندازه‌گیری و ترسیم می‌شوند، معمولاً تابع خودهمبستگی ساده^(۳۴) نامیده می‌شود که به اختصار (acf) نشان می‌دهند (فاطمی قمی، ۱۳۷۳). برای محاسبه ضریب خودهمبستگی ساده در طول وقفه‌ها از معادله زیر می‌توان استفاده کرد:

$$r_k = \frac{(Y_{t-k} - \bar{Y})(Y_t - \bar{Y})}{(Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{(Y_{t-k} - \bar{Y})}{SS_{yy}} \quad (18)$$

Y_{t-k} داده‌ها با وقفه‌های معین، \bar{Y} میانگین سری است.

قاعده آزمون

$$H_0 : r_k = 0$$

جدول شماره (۱۱): ضرایب آزمون تابع خودهمبستگی بارش سالانه ایران

نام ایستگاه	اصفهان	اهواز	بندرانزلی	بندرعباس	تبریز	خرم آباد	زاهدان	مشهد	یزد
acf	۰/۲۹۳	۰/۳۱۶	۰/۱۴۵	۰/۱۷۴	۰/۳۹۳	۰/۲۹۶	۰/۳۳	۰/۲۲۷	۰/۲۲۹

۳- میان دامنه ساده یا حداقل - حداکثر معیار^(۳۷)

۴- حداقل میانگین مطلق انحراف^(۳۸)

۵- کمترین مربعات^(۳۹)

با توجه به مدل‌های پیش‌بینی مستقل سری‌های تصادفی سنجش نکویی برآزش و پیش‌بینی در قالب سه مدل کلی برای سری‌های بارش

مدل‌های پیش‌بینی مستقل سری تصادفی بارش ایران

برای پیش‌بینی سری تصادفی دمای ایران از معیارهای زیر استفاده می‌شود:

۱- میانگین خطای صفر^(۳۵)

۲- فراوانی معادل^(۳۶)

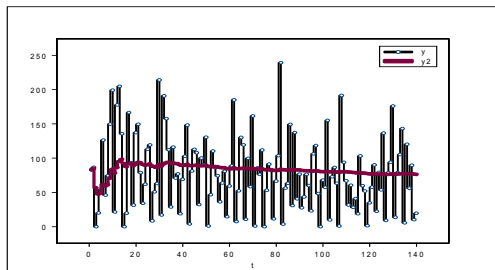
سالانه ایستگاه‌های ایران انجام گرفت. سنجش مدل‌های پیش‌بینی در جدول شماره (۱۲) تنظیم شده است :

جدول شماره (۱۲): سنجش وضعیت مدل‌های تصادفی بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران برای انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی

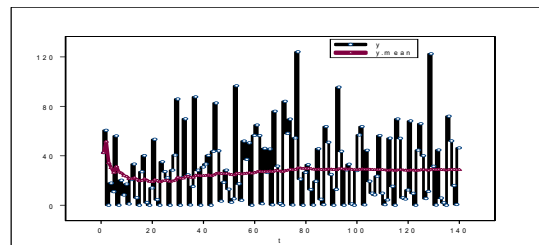
پیش‌بینی مدل تصادفی بارش فصلی ایران بر مبنای میانگین						نام ایستگاه
MAX et	MAPE %	RMSE	MSE	MAD	مبنای سنجش	
۹۵/۳۸	۷۰	۲۷/۸	۷۷۲/۷۹۷	۲۲/۸۳	۲۸/۷۲	اصفهان
۱۸۲/۰۳۷	۳۸/۲۵۸	۷۹/۲۷۳	۶۲۸۴/۱۹۴	۶۳/۰۶۱	۲۲۸/۲۶۳	اهواز
۱۰۰۴/۴۶۵	۹۳/۵	۳۰۹/۷۴	۹۵۹۳۷/۲۴	۲۴۱/۱۶۷	۴۴۵/۱۳۵	بندر انزلی
۳۳۵/۰۳۱	۲۶/۸۸۲	۷۱/۵۴۵	۵۱۱۸/۶۶۳	۵۱/۰۳	۴۴/۹۶۹	بندرعباس
۱۶۲/۸۳	۴۸/۴۳۳	۵۳/۳۳	۲۸۴۴/۴۸۶	۴۲/۵۶۶	۷۶/۳۷۱	تبریز
۲۹۴/۹	۷۱/۷۲	۱۵۹/۰۹	۲۵۳۰۹/۴	۹۳/۶	۱۳۰/۵	خرم‌آباد
۱۳۵/۲۷	۶۳/۵۱	۲۷/۵۲	۷۵۷/۳۶	۲۰/۰۰۴	۲۱/۴۲۶	زاهدان
۱۷۴/۶۴۶	۵۴/۴۱۲	۵۷/۳۲۷	۳۲۸۶/۴۲۳	۴۷/۰۰۸	۶۵/۵۵۳۷	مشهد
۳/۶۱۹	۴۸/۹۸	۱۸/۶۴۵	۳۴۷/۶۵۳	۱۴/۱۲۲	۱۵/۲۴۳	یزد
سنجش وضعیت مدل‌های تصادفی بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران برای انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی						
سنجش مدل تصادفی بارش فصلی ایران با مبنای فراوانی معادل						نام ایستگاه
۱۰/۱/۹	۶۱/۶۷	۲۸/۵۵	۸۱۵/۳۱۷	۲۲/۴۱۵	۲۲/۲	اصفهان
۱۷۶/۲	۳۹/۱۶۳	۷۹/۴۸۷	۶۳۱۸/۲۶۶	۶۲/۸۹۴	۲۳۴/۱	اهواز
۱۰۷۹/۳۵	۸۹/۰۲	۳۱۸/۶۶۱	۱۰۱۵۴۵	۲۳۳/۹۴۲	۳۷۰/۲۵	بندر انزلی
۳۶۷/۳	۴۹/۳۶۹	۷۸/۴۸۵	۶۱۵۹/۹۲۴	۴۲/۶۴۷	۱۲/۷	بندرعباس
۱۶۷/۴	۴۸/۳۵۹	۵۳/۵۳	۲۸۶۵/۳۷۷	۴۲/۴۵۵	۷۱/۸	تبریز
۲۹۸/۲۵	۷۳/۵۸	۱۱۱/۴	۱۲۴۰۹/۹۱	۹۳/۵۶	۱۲۷/۱۵	خرم‌آباد
۱۴۶/۱	۶۴/۲۷۲	۲۹/۵۷۳	۸۷۴/۵۵۶	۱۸/۵۹	۱۰/۶	زاهدان
۱۸۵/۳۵	۵۶/۴۶۱	۵۸/۳۱۸	۳۴۰۰/۹۹۳	۴۶/۲۸۱	۵۴/۸۵	مشهد
۱/۷۵۸	۴۱/۰۳	۱۹/۶۳۱	۳۸۵/۳۹۶	۱۳/۵۳۵	۹/۱	یزد
سنجش مدل‌های تصادفی بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران برای انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی						
پیش‌بینی مدل تصادفی بارش فصلی ایران بر مبنای میان دامنه سری						نام ایستگاه
۶۲/۰۵	۵۰/۶۴	۴۳/۴	۱۸۸۳/۶۴	۳۸/۲۶۶	۶۲/۰۵	اصفهان
۱۶۸/۷	۴۰/۵۷	۸۰/۳۸۷	۶۴۶۲/۰۷۳	۶۳/۲۵۱	۲۴۱/۶	اهواز
۷۰۸/۴	۹۴	۴۲۸/۴۷۶	۱۸۳۵۹۱/۷	۳۸۰/۰۰۴	۷۴۱/۲	بندر انزلی
۱۹۰	۱۰/۹۳	۱۶۱/۷۱۸	۲۶۱۵۲/۷۸	۱۵۳/۱۷۶	۱۹۰	بندرعباس
۱۱۹/۷	۶۱/۳۲۴	۶۸/۵۹	۴۷۰۴/۶۲۱	۵۸/۸۹۶	۱۱۹/۵	تبریز
۲۱۲/۷	۵۴/۳۸	۱۳۸/۴	۱۹۱۵۵/۷۷	۱۱۵/۶۸	۲۱۲/۷	خرم‌آباد
۷۸/۳۵	۸۵/۹۹	۶۳/۲۲۷	۳۹۹۷/۷۳	۵۹/۷۸	۷۸/۳۵	زاهدان
۱۲۰/۱	۷۱/۱۹۳	۷۹/۱۳۱	۶۲۶۱/۷۲۱	۷۰/۱۸۴	۱۲۰/۱	مشهد
۳/۶۸۲	۴۹/۴۱	۱۸/۶۴۷	۳۴۷/۷	۱۴/۱۶۴	۱۵/۴۵	یزد

برای سری بارش فصلی خرم‌آباد مدل پیش بینی فراوانی معادل پیشنهاد می‌شود نمودارهای شماره (۱۰) تا (۱۸) سری‌های پیش بینی بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران را نشان می‌دهند:

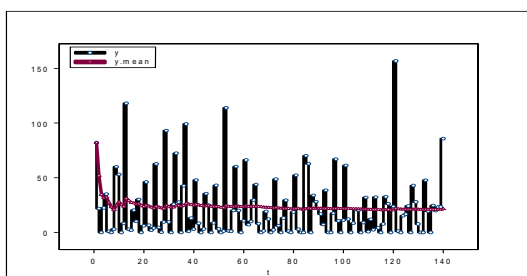
با توجه به جدول شماره (۱۲)، برای تمام سری‌های بارش فصلی ایستگاه‌های انتخابی ایران (بجز سری خرم‌آباد) بهترین مدل پیش بینی سری تصادفی، مدل پیش بینی بارش فصلی بر مبنای میانگین‌هاست.



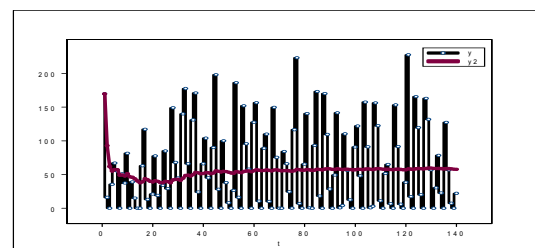
نمودار شماره (۱۴): پیش بینی سری تصادفی بارش تبریز با مدل میانگین



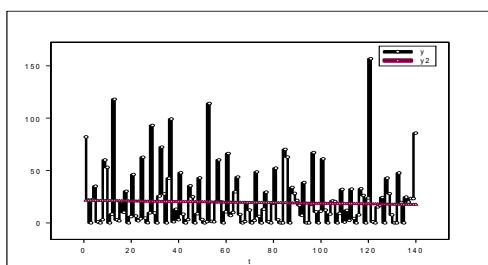
نمودار شماره (۱۰): پیش بینی سری تصادفی بارش اصفهان با مدل میانگین



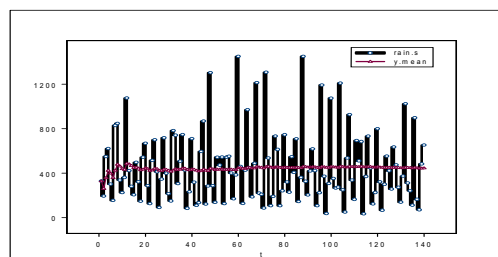
نمودار شماره (۱۵): پیش بینی سری تصادفی بارش خرم‌آباد با مدل فراوانی معادل



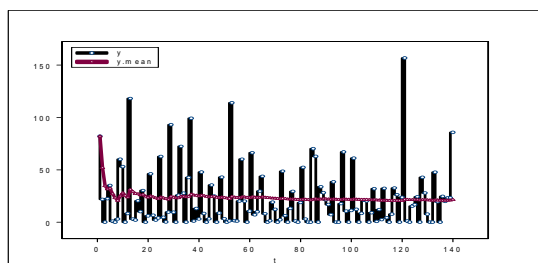
نمودار شماره (۱۱): پیش بینی سری تصادفی بارش اهواز با مدل میانگین



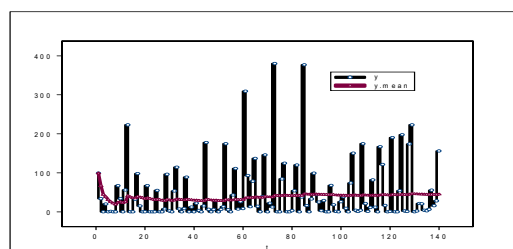
نمودار شماره (۱۶): پیش بینی سری تصادفی بارش زاهدان با مدل میانگین



نمودار شماره (۱۲): پیش بینی سری تصادفی بارش بندرانزلی با مدل میانگین



نمودار شماره (۱۷): پیش بینی سری تصادفی بارش مشهد با مدل میانگین

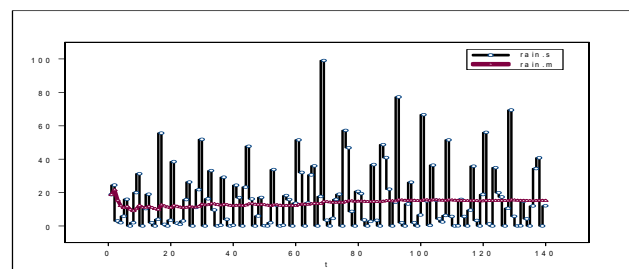


نمودار شماره (۱۳): پیش بینی سری تصادفی بارش بندرعباس با مدل میانگین

- 10- Reliability
- 11- Cronbach's Alpha
- 12- Validity
- 13- Model
- 14- Measuring Accuracy
- 15- Forecast Accuracy
- 16- Mean Absolute Deviation
- 17- Mean Square Error
- 18- Root Mean Square Error
- 19- Mean Absolute Percent Error
- 20- Coefficient of Determination
- 21- Theil,s Inequality Coefficient
- 22- Theil,s Decomposition of the MSE
- 23- Random Or Stochastic Process
- 24- Random Element
- 25- Randomness Or Noise
- 26- Parametric & Noparametric Tests
- 27- Distribution -Free
- 28- Runs Test
- 29- Turning Points Test
- 30-Sign Test
- 31- Daniels, Test
- 32- Kendall's tau
- 33- Von Neumann,s Test
- 34- Simple Autocorrelation Function
- 35- Zero Average Error
- 36- Equal Ferquency
- 37- MiniMax Or Sample Midrange
- 38- Min MAD
- 39- Least Squares

منابع مورد استفاده

- افشین نیا، منوچهر. ۱۳۷۲. روشهای آماری و کاربرد آن در علوم، انتشارات آتا.
- جاوری، مجید. ۱۳۸۰. تغییرات زمانی دما و بارش ایران، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران.
- سرمد، زهره و بازرگان، عباس. ۱۳۷۹. روش های تحقیق در علوم رفتاری، انتشارات آگاه.
- شیوا، رضا (ترجمه). ۱۳۷۵. پیش بینی سری های زمانی، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی.

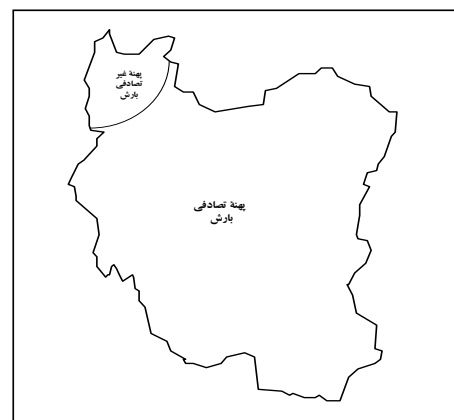


نمودار شماره (۱۸): پیش بینی سری تصادفی بارش یزد با مدل میانگین

یافته های تحقیق

در تحلیل تغییرات تصادفی بارش ایران از مدل های مختلفی استفاده شد. بارش فصلی ایستگاه های انتخابی ایران دارای تغییرات تصادفی اند و همچنین بارش سالانه ایستگاه های انتخابی ایران به غیر از سری بارش سالانه تبریز دارای تغییرات تصادفی اند. سری بارش سالانه تبریز بعنوان سری بدون تغییرات تصادفی مشخص شد. (نقشه شماره ۱).

در تحلیل و سنجش مدل های تغییرات تصادفی از مدل میانگین ها برای تمامی ایستگاه ها به غیر از سری بارش سالانه خرم آباد استفاده شد و با مدل مذکور سری های بارش ایستگاه ها مورد پیش بینی قرار گرفت. سری بارش خرم آباد با مدل فراوانی معادل مورد تحلیل و پیش بینی قرار گرفت.



نقشه شماره (۱): بهنه های تصادفی و غیر تصادفی بارش ایران

یادداشت ها

- 1- Time Series
- 2- Series Length
- 3- Original Series
- 4- Forecast Series
- 5- No - Change Model
- 6- Change Model
- 7- Climatcal Measurment
- 8- Mathematical Climatology
- 9- Osijek

- Draper, N & Smith, H. 1981. Applied Regression Analysis , Englewood cliffs - Prentice -Hall.
- Groisman, P. Y. 1999. Data on Present- Day Precipitation Change in the Extratropical Part of the Northern Hemisphere , State . Hydrological Institute USSR.
- Howell, D. C. 1989. Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences. Pwskent. USA.
- King, L. J.1969. Statistical Analysis in Geography , Prentice - Hall ,USA.
- Lightteill, J. 1981. Monsoon Dynamics , Cambridge university Landon.
- Loukas, A. & Quick, M.1996. Spatial & Temporal Distribution of Storm Precipitation in South Western British Columbia, Journal of Hydrology , Vol 174, January.
- Rind, D. 1996. Climate Variability & Climate Change, Elsevier NewYork .
- Stanford, J. M. 2000. Temperature & Precipitation of Alaska ... , Theoretical & Applied Climatology No 67, March.
- Stanton, W. L .1989. Quantitative Forecasting Methods, Pwskent , Landon.
- Stenchikov, G. L.1999. Computer Experiments with a Coarse - Grid Hydrodynamic Climate Model, Elsevier, NewYork.
- Thomopalos, N.T.1980. Applied Forecasting Methods, Englewoprentice - Hall.
- Trenberth, K. E.1999. Recent Climate Changes in the Northern Hemisphere, National Cnter For Atmospere Research, USA.
- فاطمی قمی، محمدتقی (ترجمه). ۱۳۷۳. پیش بینی و تجزیه و تحلیل سری های زمانی، انتشارات نشر دانش امروز.
- مهدوی، مسعود. ۱۳۷۵. آمار و روش های تجزیه و تحلیل داده های جغرافیا، انتشارات ققنوس.
- نیرومند، حسینعلی و بزرگ نیا، ابوالقاسم (ترجمه). ۱۳۷۲. مقدمه ای بر تحلیل سری های زمانی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- نیرومند، حسینعلی (ترجمه). ۱۳۷۶. تحلیل سری های زمانی، روش های یک متغیر و چند متغیری، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- Abraham, B. & Ledolter, J. 1983. Statistical Methods for Forecasting, NewYork, John Wiley & sons, USA.
- Akkin , P. A & Rasmussow, E. M. 1993. A global view of Large-Sea precipitation Variability, journal of climate, August.
- Anyadike, R. N. C. 1992. Seasonal & Annual Rainfall Variations over Nigeria, International Journal of Climatology, Vol 13, Nov1992.
- Armstrong, J. S. 1978. Long-Range Forecasting, NewYork, John Wiley, USA.
- Barlow, R. J. 1989. Statistics - A Guide ... John Wiley England.
- Bonacci, O.1993. Hydrological Identification of Drought, Journal Hydrological Processes, Vol. 7, July-sept 1993 .
- Brown, R. G.1959. Statistical Forecasting for Inventory Control, NewYork, McGraw- Hill, USA
- Cilchrist, W. 1976. Statistical Forecasting, Nowyork, John Wiley, USA.