تعیین روند و پیش‌بینی تغییرات دما و بارش شهر بوشهر

دکتر کمال امیدوار

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه یزد

یونس خسروی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه یزد

مقدمه

افزایش دمای کرهٔ زمین سبب تغییرات ژرف و وسیعی در اقالیم سطح زمین گردیده و باعث بروز تغییراتی در زمان و مکان بارش می شود که خسارات بسیاری را بر انسان بویژه در دههٔ اخیر وارد آورده است(طباطبایی و حسینی،۱۳۸۲).

با توجه به اینکه مقادیر عناصر اقلیمی ساعت به ساعت و روز به روز تغییر می کند باید بر این ایده تاکید شود که اقلیم یک منطقه دارای نوسان و تغییرمی باشد (لوری[۱]،۱۹۷۱). مسئلهٔ تغییر اقلیم همیشه با تردیدهای زیاد مواجه بوده و به همین دلیل محققین و دانشمندان مختلفی در زمینهٔ علل و چگونگی آن کارهای تحقیقاتی زیادی انجام داده اند. شرهاگ[۲] (۱۹۷۵) عوامل تغییرات اقلیمی را به چهار گروه اصلی: ۱- فرآیندهای خورشیدی ۲- تاثیر فضای بین ستاره‌ای و بین سیاره‌ای، ۳- نوسانهای مدار زمین و ٤- فرایندهای زمینی تقسیم کرده است. لاندزبرگ[۳] (۱۹۷۵) دگرگونی اقلیمی را جابجایی حالت اقلیمی از یک موقعیت به سطح تعادلی نوین تعریف نموده

که بر اثر انتقال مقادیر و ارزشهای عناصر اقلیمی تغییر معنی‌داری متحمل می‌شوند. به نظر علیزاده (۱۳۷۳)، هرگونه تغییر اقلیمی سرآغاز زنجیره ای از واکنش هاست که اثر آن به صورت مستقیم در فرایندهای هیدرولوژیک ظاهر می شود. عسکری (۱۳۷۱) بر این ایده تاکید می کند که آنچه در تغییر کلی الگوی اقلیمی سیارهٔ زمین اهمیت دارد، الگوی جغرافیایی تغییر دما می باشد.

با وجود آنکه علل واقعی تغییرپذیری اقلیمی بطور کامل شناخته نشده است، لیکن فرضیه‌هایی به عنوان عوامل مؤثر در تغییرات اقلیم مطرح شده اندکه نتایج تمام این فرضیه‌ها، تغییر پارامتری درجه حرارت و بارش است (نصیری محلاتی،۱۳۸۳). تحقیقات انجام شده در مورد بارش، در ایستگاههای مورد ارزیابی ایران، بیانگر دوره های مرطوب و خشک است (غیور و مسعودیان، ۱۳۷٦). همچنین پدیدهٔ افزایش دما در بعضی از ایستگاههای هواشناسی ایران نیز مشاهده شده که نشانهٔ گرایش به سمت اقلیم خشک می باشد (مؤمنی،۱۳۸۲).

میانگین دمای هوا و بارندگی نمایه ای از تغییرات اقلیمی می باشند که تقریبا در تمامی نظریه های تغییر اقلیم از آن یاد می شود. با بررسی روند تغییرات میانگین دما و بارش می‌توان تغییرات اقلیمی را ردیابی نمود. روند، یکی از مشخص ترین عواملی است که باعث ناهمگنی سریهای اقلیمی می‌شود (رحیم‌زاده،۱۳۷۷). یکی از شاخص‌های مناسب جهت پیش‌بینی تغییرات اقلیمی بارش و دما در طی سالهای آینده و در نتیجه پیش‌بینی دوره های آتی، بررسی سری‌های زمانی[٤] بارش و درجه حرارت در یک دورهٔ آماری بلند مدت می‌باشد (دریاباری، ۱۳۷۵). مطالعاتی که با استفاده از روش سریهای زمانی انجام شوند جزو مطالعات نیمه تجربی بوده و در آنها کوشش می‌شود تغییرات پارامترها در طول دوره ای ممتد از زمان نشان داده شود (بروک[٥]، ۱۹۸۹). تجزیه و تحلیل سری های زمانی معمولا دو هدف را دنبال می کند: درک یا مدل کردن مکانیسم تصادفی که منجر به مشاهده سری می شود و دوم پیش‌بینی مقادیر آینده سری که بر مبنای گذشته آن صورت می گیرد (عزیزی،۱۳۸٤).

در سالهای اخیر تحقیقات گسترده ای در تعیین وجود یا عدم وجود روند، بر روی سری‌های زمانی اقلیمی در مناطق مختلف جهان صورت گرفته است. چاو و همکاران[٦] در سال ۱۹۷۰، به آنالیز یک متغیرهٔ سری‌های زمانی بارندگی و درجه حرارت پرداختند. در این آنالیز

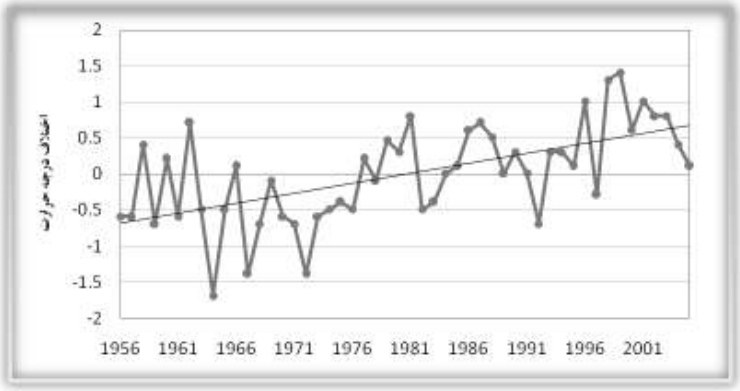
وجود مؤلفه‌های تناوبی شدید یک ساله و تناوب ضعیف با دورهٔ ٦ ماهه را در سری داده‌ها تشخیص دادند. تورگز[۷] (۱۹۹٦)، شاخص های مکانی و زمانی تغییرات بارش سالانه را در ترکیه مطالعه کرده است. وی روند طولانی مدت نوسانات و تغییرات سالهای خشک و مرطوب را تحلیل نموده است. مایز[۸] (۱۹۹٦) با استفاده از داده های ماهانه، فصلی و سالانه، الگوهای مکانی و زمانی بارش را در آیلز بریتانیا تهیه نموده است. در ایران از جمله تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می توان به تجزیه و تحلیل دما و بارش تهران با استفاده از سری زمانی توسط جمشیدی (۱۳٦۸) اشاره نمود. مالکی (۱۳۷٤) به مدلسازی خشکسالی در غرب کشور با استفاده از مدل *ARIMA* پرداخته است. رئیسی در سال۱۳۷٦ با استفاده از روش های استوکستیک[۹] به مطالعهٔ تغییرات اقلیمی جنوب ایران پرداخت. وی با روش های آنالیز طیفی، داده های ٤۱ سال بارندگی و درجهٔ حرارت شیراز را مورد بررسی قرار داد. ذوالفقاری (۱۳۷۷) از طریق تحلیل آماری و بر اساس تغییرات بارندگی روش تحلیل خوشه ای را برای غرب ایران به کار گرفته است.

هدف این تحقیق، تعیین روند دو فاکتور عمدهٔ اقلیمی یعنی دما و بارش شهر بوشهر طی دورهٔ آماری پنجاه ساله (۲۰۰۵– ۱۹۵٦) می باشد. همچنین با طرح یکسری مدلهای آماری، به پیش‌بینی ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ و ۱۰۰ ساله دما و بارش پرداخته شده است.

مواد و روشها

این بررسی محدود به ایستگاه سینوپتیک بوشهر بوده و دوره های آماری مورد استفاده شامل سالهای ۱۹۵٦ تا ۲۰۰۵ یعنی یک دورهٔ پنجاه ساله می‌باشد. بوشهر در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۹ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقهٔ شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۹/٦ متر می‌باشد. در دورهٔ مطالعاتی دو پارامتر عمدهٔ اقلیمی یعنی دما و بارش، در مقطع زمانی سالانه مورد توجه قرارگرفته است. داده های مورد مطالعهٔ شهر بوشهر از طریق سالنامهٔ هواشناسی استخراج شده است. در این مطالعه از روش‌های معمول سری های زمانی (اختلاف از میانگین، میانگینهای متحرک، معادله خط رگرسیون و نمره Z) استفاده شده است (چانلزتی. هان[۱۰]، ۱۹۷۷). جهت تعیین دوره‌های حرارتی، ابتدا با توجه به

نمودار شمارهٔ (۱) و ضریب همبستگی بین دماهای سالانه، بطور تقریبی دوره‌های کاهشی و افزایشی دما تعیین، و میزان تغییرات در هر دورهٔ حرارتی مشخص و سپس به پیش‌بینی پرداخته شده است. در مورد بارش نیز تغییرات میزان بارندگی سالانه مشخص شده و سپس میزان بارش ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ و ۱۰۰ سال آینده را پیش‌بینی کرده ایم. تحلیل رگرسیونی برای بررسی تغییرات و توزیع گاما برای پیش‌بینی استفاده شده است. تکنیک تحلیل رگرسیون برای تعیین رابطهٔ آماری بین دو یا چند متغیر و پیش‌بینی تغییرات یک متغیر از روی یک متغیر یا متغیرهای دیگر در سطح وسیع بکار گرفته می شود (کوتاری[11]،۱۹۹۲).



نمودار شمارهٔ ۱: سریهای زمانی اختلاف درجه حرارت شهر بوشهر از میانگین دورهٔ ۲۰۰۵-۱۹۵٦

نتایج و بحث

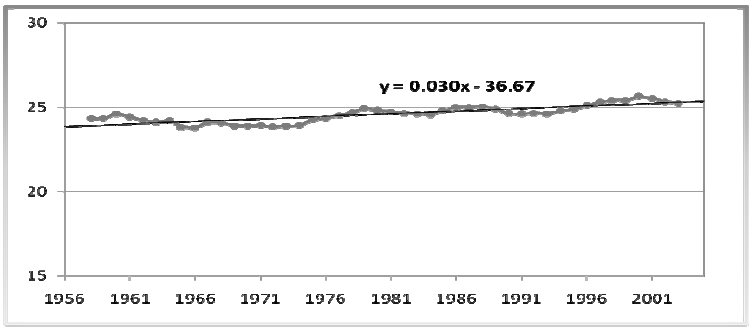
۱- تغییرات دما

۱-۱: میانگین دمای سالانه و تغییرات آن

متوسط دمای سالانه ایستگاه بوشهر طی دورهٔ آماری ۲۰۰۵- ۱۹۵٦ برابر۲٤/۵۸ درجهٔ سلسیوس می‌باشد و با توجه به فرمول $y = a + bx$ روند کلی تغییر درجه حرارت در دورهٔ مزبور افزایشی بوده است. میزان افزایش درجهٔ حرارت طی دوره ۲۰۰۵- ۱۹۵٦، ۰/٤۸ درجهٔ سلسیوس برآورد شده است.

برای بررسی دقیق‌تر روند تغییرات درجهٔ حرارت با استفاده از ضریب همبستگی بین دماهای سالانه، دورهٔ حرارتی ۵۰ ساله را به سه دورهٔ حرارتی مجزا تقسیم گردید. دورهٔ اول با نوسان درجه حرارت، دورهٔ دوم باکاهش دما و دورهٔ سوم با افزایش دما همراه بوده است. این دوره‌ها به شرح زیر می باشند:

۱: دوره ۱۹٦۲ – ۱۹۵٦: در این دوره ضریب همبستگی بین دماهای سالانه ۰/٤۹+ بدست آمده که یک نوع نوسان سالیانه درجهٔ حرارت را در طی این دوره نشان می‌دهد. این واقعیت را می‌توان از طریق مطالعهٔ نمودار شمارهٔ (۲) که میانگینهای متحرک پنج ساله را نشان می‌دهد، بررسی کرد. در این دوره میانگین دما ۲٤/٤۲ درجهٔ سلسیوس است.



نمودار شمارهٔ ۲: روند تغییرات دمای شهر بوشهر و میانگین متحرک ۵ سالهٔ آن طی دورهٔ ۲۰۰۵–۱۹۵٦

۲: دورهٔ ۱۹۷۲ – ۱۹٦۲: بعد از سال ۱۹٦۲، روند افزایشی دما که از سال ۱۹۵٦ شروع شده بود، معکوس شده و تا سال ۱۹۷۲ یک دورهٔ سرمایشی۱۰ ساله را تشکیل می‌دهد. در این دورهٔ ۱۰ ساله میانگین سالانهٔ دما ۲۳/۹۸ درجهٔ سلسیوس محاسبه شده که پایینتر از میانگین کل دوره (۲٤/۵۸ درجهٔ سلسیوس) می‌باشد. در این دوره ضریب همبستگی بین دماهای سالانه ۰/۳٤– بوده است.

۳: دورهٔ ۲۰۰۵ – ۱۹۷۲: این دوره به عنوان یک دورهٔ شاخص حرارتی، از روند افزایشی کاملاً بارزی برخوردار است. ضریب همبستگی سالانه در این دوره ۰/٦+ محاسبه شده است که

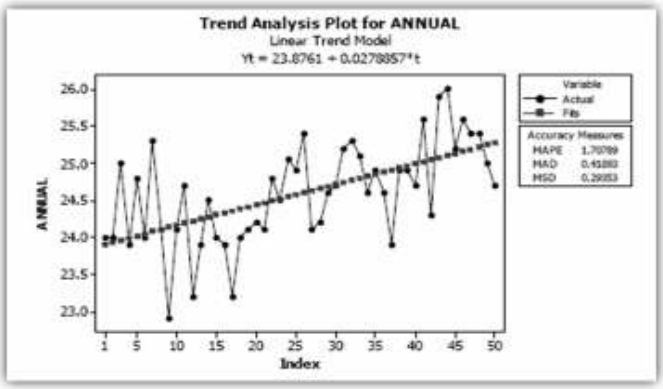
همبستگی خوبی را با توجه به تعداد مشاهدات نشان می دهد. متوسط دمای این دوره ۲٤/۷۹ درجهٔ سلسیوس و بالاتر از میانگین کل (۲٤/۵۸ درجهٔ سلسیوس) دوره است.

۲-۱: پیش‌بینی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله دما

سری‌های زمانی به مجموعه ای از مشاهدات گفته می‌شودکه بر حسب زمان (یا هر بعد دیگر) مرتّب شده اند. اگر از اطّلاعات قبل بتوان رفتار آتی یک سری زمانی را به طور دقیق پیش‌بینی کرد، آن را می توان به صورت یک دستگاه معین جبری در نظرگرفت، در این حالت با حداکثر اطّلاعات قبلی می توان صورت احتمالی رفتار آتی سری زمانی را معین کرد (بزرگ نیا،۱۳٦٦).

اگر x_t را میزان دمای سالانه و t را سال در نظر بگیریم، نمودار سری زمانی x_t بیانگر وجود یک رابطهٔ خطی میان t و x_t می باشد زیرا با افزایش زمان، افزایش دما مشاهده می شود. بنابراین با بررسی وجود روند (نمودار شمارهٔ ۳) این مسئله تایید می‌شود و می‌توان از طریق تحلیل رگرسیونی یک معادله را برای x_t (دمای سالانه) داشت:

$$x_t = 23.8761 + 0.0278857 \times t$$

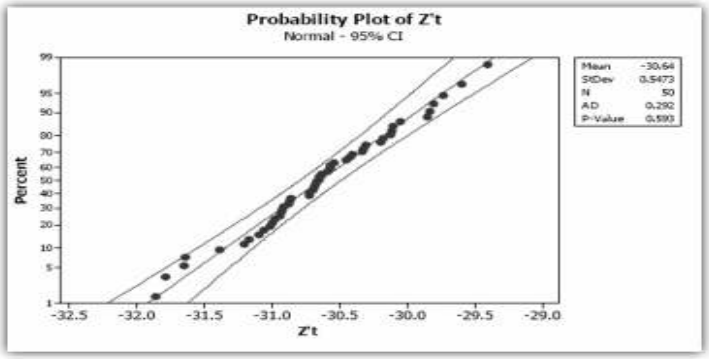


نموار شمارهٔ ۳: سری های زمانی x_t (درجه حرارت) بوشهر طی دورهٔ آماری ۲۰۰۵-۱۹۵٦

با حذف این روند از داده مشاهده می‌کنیم که متغیرهای تصادفی مستقل هم توزیع با میانگین صفر و واریانس ($Z't \sim (0,\sigma_z^2)$) یعنی $Z't$، یک مدل ناایستا[۱۲] است (نمودار شمارهٔ ٤). منظور از ناایستایی وجود هرگونه روند و تناوب می‌باشد (بروکول و دیویس[۱۳]،۱۹۹۱).

نمودار شمارهٔ ٤: سری های زمانی $\acute{z}t$ طی دورهٔ آماری ۲۰۰۵-۱۹۵٦

نمودار شمارهٔ ۵، نمودار سری زمانی x_t و مقادیر برازش شده می باشد که توسط مدل x_t براساس یک نمونهٔ تصادفی از توزیع نرمال هم توزیع با $Z't$ ترسیم شده است.



نمودار شمارهٔ ۵: سری های زمانی $\acute{z}t$ طی دورهٔ آماری ۲۰۰۵-۱۹۵٦

حال می‌توان با یک نمونهٔ تصادفی ۱۰۰ تایی از نرمال (۰/۵٤۷۳ و ۰) برای مدل بدست آمده(x_t)، پیش‌بینی ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ و ۱۰۰ ساله آینده را داشت (جدول شمارهٔ ۱). با مقایسهٔ دماهای سالهای مورد مطالعه و دماهای سالهای پیش‌بینی شده متوجه می‌شویم که یک روند رو به رشدی در درجه حرارت وجود دارد و با گذشت زمان این روند بیشتر شده و سالهای گرمتری برای شهر بوشهر پیش‌بینی می شود.

سال	درجه حرارت پیش‌بینی شده
۱۰	۲۵/۹۲
۲۰	۲۵/۰۵
۳۰	۲۵/۹٤
۵۰	۲٦/۹۰
۱۰۰	۲۷/۵٤

جدول شمارهٔ ۱: پیش‌بینی ۳۰،۵۰،۲۰،۱۰، و ۱۰۰ سال آینده درجه حرارت شهر بوشهر

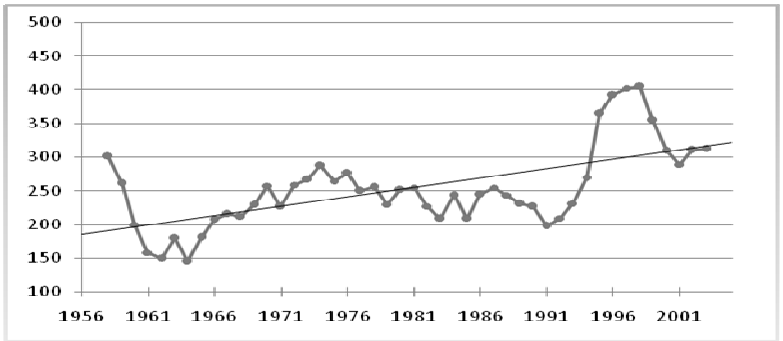
۲- تغییرات بارش

۱-۲: میانگین بارش سالانه و تغییرات آن

متوسط بارندگی دورهٔ ۵۰ ساله شهر بوشهر برابر ۲٦۱/۵٤ میلی‌متر محاسبه گردیده است. در این دوره انحراف معیار بارندگی سالانه ۱۱٤/۹ و ضریب تغییرپذیری آن ٤٤ درصد بوده است. برای محاسبهٔ روند و میزان تغییرات بارندگی سالانه طی دورهٔ فوق، از معادلهٔ خط رگرسیون استفاده شده است. پایین بودن ضریب همبستگی بارشهای سالانه($r = +0.23$) حاکی از نوسانهای شدید بارش سالانه طی دورهٔ ۲۰۰۵ – ۱۹۵٦ می‌باشد. برای بررسی دقیق‌تر روند تغییرات بارندگی با استفاده از ضریب همبستگی بین بارشهای سالانه، دو دورهٔ جزئی‌تر، یکی از ۱۹۵٦ تا ۱۹۸۱ و دیگری از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۵ تشخیص و تعیین گردیده است.

– دورهٔ ۱۹۹۱– ۱۹۵٦: در این دوره متوسط بارندگی سالانه ۲۳۸/۹ میلی‌متر، انحراف معیار ۱۰۰/۱، ضریب تغییرات ٤۹ درصد و ضریب همبستگی آن ۰/۰٦- بوده است. مقدار منفی ضریب همبستگی نشانهٔ روند کاهشی بارش طی دورهٔ فوق بوده است. در ابتدای این دوره، حجم بارش سالانه کم بوده و لذا میانگین متحرک ۵ ساله دورهٔ کوتاه خشکی را نشان می‌دهد (نمودار شمارهٔ ٦). بعد از سال ۱۹٦٤، بارندگی سالانه روند افزایشی خود را طی نموده و تا سال ۱۹۹۱ به

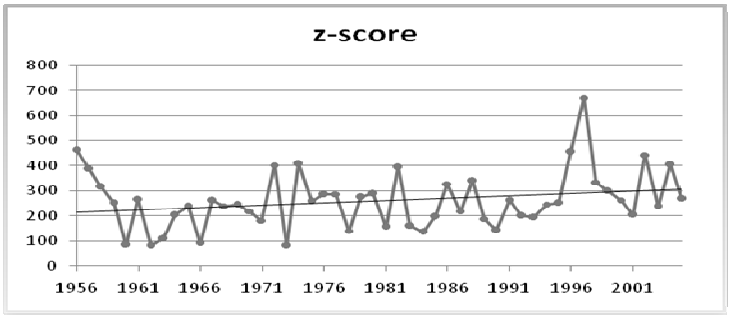
حداکثر میزان خود می‌رسد. سال ۱۹۷۳ به عنوان خشک‌ترین و کم بارانترین سال دورهٔ ۵۰ ساله می‌باشد که فقط ۸۱/۷ میلی‌متر باران را دریافت کرده است.



نمودار شمارهٔ ٦ : روند تغییرات بارندگی بوشهر و میانگین متحرک ۵ سالهٔ آن طی دورهٔ ۲۰۰۵-۱۹۵٦

- دورهٔ ۲۰۰۵ - ۱۹۹۱ : در این دوره متوسط بارندگی سالانه ۳۱۵/۹٦ میلی‌متر، انحراف از معیار آن ۱۲۹/۱، ضریب تغییرات٤١ درصد و ضریب همبستگی ۰/۱٦ بوده است. در واقع روند افزایشی بارندگی شهر بوشهر از سال ۱۹۹۱ به بعد شروع شده است. با در نظر گرفتن میانگین متحرک پنج ساله، از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۸ یک دورهٔ مرطوب بلند مدت بوقوع پیوسته است. حداکثر بارش در طی دورهٔ ۵۰ ساله در سال۱۹۹۷ و به میزان ٦۷۱/۳ میلی‌متر بوده است.

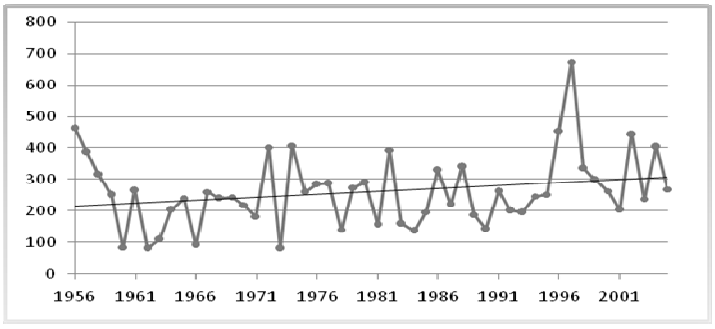
به منظور بررسی نوسان های بارشهای سالانه شهر بوشهر از مقادیر استاندارد شده نمرهٔ Z استفاده شده است که این عامل بین حداقل ۱/۵٦- تا حداکثر ۳/۵٦ + در تغییر است.(نمودار شمارهٔ ۷). بنابراین نوسانات بارندگی شهر بوشهر بارزتر از روند تغییرات آن بوده و دامنهٔ نوسان این پارامتر اقلیمی از شدت بالایی برخوردار بوده است. روند این تغییرات در نمودار (۷) ارائه شده است.



نمودار شمارهٔ ۷ : روند تغییرات بارندگی بوشهر و میانگین متحرک ۵ سالهٔ آن طی دورهٔ ۲۰۰۵-۱۹۵٦

۲-۲: پیش‌بینی ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ و ۱۰۰ ساله بارش

در این قسمت x_t را میزان بارش سالانه و t را سال های مورد مطالعه در نظر می‌گیریم. همانطور که مشاهده می کنیم، نمودار فراوانی‌های بارش سالانه (نمودار شمارهٔ ۸) چوله به راست دارد و فرمی شبیه به تابع چگالی گاما می باشد.



نمودار شمارهٔ ۸: نمودار فراوانی های بارش سالانه شهر بوشهر طی دورهٔ ۲۰۰۵-۱۹۵٦

بنابراین می توان این مسئله را بررسی کرد که آیا x_t دارای توزیع گاما هست یا نه؟ یعنی:

$$f(x_t) = \frac{1}{2(\infty)} \beta^{(\infty-1)} X^{\infty} e^{-x/\beta}$$

$$x > 0 \quad \beta \in (-\infty,+\infty) \quad \infty > 0$$

بدین منظور با استفاده از داده های مشاهده شده برآوردی از پارامترهای α وβ را به روش برآورد ماکسیمم درستنمایی (رتبهٔ فیشر- نیوتن رفسون) بدست می‌آوریم (کروکستون و کویدن[۱۴]،۱۹۷۳). رتبهٔ فیشر روشی برای پیدا کردن برآوردگر α وβ می باشد(فلمینگ و نلیز[۱۵]، ۱۹۹٤). آزمون نسبت درستنمایی برای بررسی معنی‌داری روابط خطی کلیهٔ متغیرهای موجود در دو متغیر کانونی مورد استفاده قرار می گیرد (کلانتری،۱۳۸۵). پس:

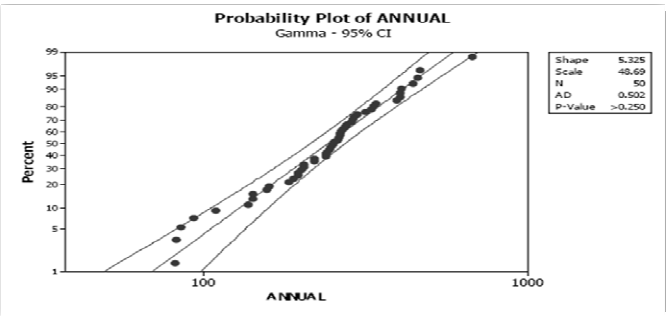
α=٥/٣٢٤٥٧٣٧٨٣

β=٤٨/٦٩٤٤٨٩١٠

حال به بررسی این فرض می پردازیم که آیا x_t از توزیع گاما با پارامترهای $\propto$ وβ آمده است یا نه؟

$$x_t \sim Gamma(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

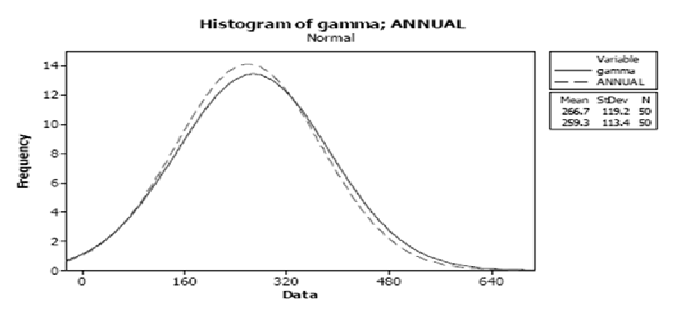
در اینجا با استفاده از آمارهٔ اندرسن دارلینگ[۱۶] در مورد این آزمون مشاهده می‌شود که این فرض صحیح می‌باشد و نمودار شمارهٔ (۹) این مطلب را بیان می دارد.



نمودار شمارهٔ ۹: آمارهٔ اندرسن دارلینگ از توزیع گاما

نمودار (۱۰) هیستوگرام یک نمونهٔ تصادفی از توزیع گاما α وβ می‌باشد که در آن خط چین x_t و خط ممتد نمونهٔ تصادفی می باشد. برای پیش‌بینی ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ و ۱۰۰ سالهٔ بارش می‌توان یک نمونهٔ تصادفی از توزیع گاما با پارامترهای α وβ داشت. در جدول شمارهٔ (۲) می‌توان این

پش‌بینی را مشاهده کرد. همانطور که از جدول (۲) مشاهده می‌کنیم، روند بارش به صورت کاهشی بوده و سالهای کم بارانتری را برای بوشهر انتظار داریم.



نمودار شمارهٔ ۱۰: هیستوگرام یک نمونهٔ تصادفی از توزیع گاما α وβ

سال	گاما	بارش پیش‌بینی شده
۱۰	۲۳۰/۲۳	۲۳۵/۲۱
۲۰	۱۷۷/۷۸	۲٤۱/۲۷
۳۰	۲٥٤/۱۷	۲٥۲/۷٥
٥۰	۲۱۰/۱٤	۱۸۸/۲٥
۱۰۰	۲۰۷/۳٤	۱٥۸/٥۹

جدول شمارهٔ ۱: پیش‌بینی ۳۰،٥۰،۲۰،۱۰، و ۱۰۰ سال آینده بارش شهر بوشهر

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشخص گردید که دو عنصر عمدهٔ اقلیمی یعنی دما و بارش شهر بوشهر طی دورهٔ آماری ۲۰۰٥– ۱۹٥٦ از روند افزایشی برخوردار بوده‌اند. بدین مفهوم که در طی سالهای مزبور روند تغییرات دما و بارش افزایشی بوده است. روند های موجود را می توان بخوبی در نمودارهای مربوطه مشاهده کرد. همچنین روند افزایش دو عنصر فوق در تمام طول دوره یکسان

نبوده و لذا ضریب همبستگی دما و بارش در تمام طول دوره از مقدار کمی برخوردار بوده است. ضریب همبستگی بارش ۰/۲۳+ و ضریب همبستگی دما ۰/۳۲+ می باشد. با توجه به ضریب مزبور در مورد دما، سه دورهٔ حرارتی مشاهده شده است. دورهٔ اول ۱۹۶۲– ۱۹۵٦ می‌باشد که در این دوره ضریب همبستگی بین دماهای سالانه ۰/٤۹+ بدست آمده و یک نوع نوسان سالیانه درجه حرارت را در طی این دوره نشان می‌دهد. دورهٔ دوم ۱۹۷۲ – ۱۹٦۲ می باشد که در آن میانگین سالانهٔ دما ۲۳/۹۸ درجهٔ سلسیوس محاسبه شده است و پایین‌تر از میانگین کل دوره (۲٤/۵۸ درجهٔ سلسیوس) می‌باشد. در این دوره ضریب همبستگی بین دماهای سالانه ۰/۳٤– بوده است که روند کاهشی دما را با همبستگی نسبتاً خوبی نشان می‌دهد. دورهٔ حرارتی سوم ۲۰۰۵–۱۹۷۲ می باشد که به عنوان یک دورهٔ شاخص حرارتی به شمار می‌آید، از روند افزایشی کاملاً بارزی برخوردار است. متوسط دمای این دوره ۲٤/۷۹ درجهٔ سلسیوس و بالاتر از میانگین کل (۲٤/۵۸) دوره است. در مورد بارندگی نیز دو دورهٔ متفاوت تشخیص داده شده است. بیشترین کاهش بارندگی مربوط به سال ۱۹۷۳ می‌باشد که به عنوان خشک‌ترین و کم باران‌ترین سال دورهٔ ۵۰ ساله می باشد که فقط ۸۱/۷ میلی‌متر باران را دریافت کرده است. حداکثر میزان بارندگی مربوط به سال ۱۹۹۷ می باشد که ٦۷۱/۳ میلی‌متر بارندگی را دریافت کرده است. همچنین از جداول پیش‌بینی بدست آمده مشاهده می کنیم که روند درجه حرارت طی سالهای آینده بصورت افزایشی اما روند بارش یک روند کاهشی می باشد.

پی‌نوشت‌ها

1. Lowery,W.P.
2. Sherhag,R.
3. Landsberg,H.E.
4. Time Series.
5. Bruce, M.
6. Chow,W.T.,and Kareliotis,S.J.
7. Turgez.
8. Mayez,J.
9. Stochastic.
10. Chanles,T.Haan.
11. Kothari.C.R.
12. Non Stationary Time Series.
13. Brockwell, Peter. J. and Davis, Richard.
14. Croxton F,Coeden D.,Klein L.
15. Fleming M.C and G.G Nellis.

16. Anderson Darling.

منابع

– بزرگ نیا، ابوالقاسم، ۱۳٦٦، *تجزیه و تحلیل سری های زمانی و پیش‌بینی*،مشهد،انتشارات آستان قدس رضوی.

– دریاباری، سید جمال الدین، *بررسی روند تغییرات درجهٔ حرارت در ساحل دریای خزر*،سمینار منطقه ای تغییر اقلیم،۱۳۸۲.

– دواس،دی.ای.، ۱۳۷٦، *پیمایش در تحقیقات اجتماعی*، ترجمهٔ هوشنگ نایبی،تهران،نشر نی.

– رئیسی، علی، *استفاده از روش‌های استوکستیک در مطالعهٔ تغییرات آب وهوایی جنوب ایران*،دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، ۱۳۸۰ سازمان هواشناسی ایران.

– رحیم‌زاده، فاطمه، *کاربرد آزمون من-کندال دنباله ای در مطالعات تغییر اقلیم*،چهارمین کنفرانس آمار، تهران۱۳۷۷.

– سازمان هواشناسی کشور، *سالنامهٔ هواشناسی(۱۹۵٦-۲۰۰۵)*، تهران.

– طباطبایی، سید علی ومهرداد حسینی، *بررسی تغییر اقلیم در شهر سمنان بر اساس پارامترهای بارش ماهیانه و متوسط دمای ماهیانه*، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم اصفهان،۱۳۸۲.

– عزیزی، قاسم،۱۳۸٤، «بررسی خشکسالی ها-ترسالی هاو امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی در استان هرمزگان»، *فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی*،شمارهٔ ۷۹.

– عسکری، احمد، ۱۳۷۱، «تغییر اقلیم»، *مجلهٔ نیوار*، شمارهٔ ۱۳.

– علیزاده، امین، ۱۳۷۳، «گرم شدن جهانی و پیامدهای هیدرولوژیک»، *مجلهٔ نیوار*، شمارهٔ ۲۲.

– غیور، حسنعلی و سید ابوالفضل مسعودیان، بزرگی گستره و فراوانی خشکیها در ایران، *فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی*، شمارهٔ ٤٥.

– کلانتری، خلیل، ۱۳۸۵، *پردازش و تحلیل داده ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی با استفاده از نرم افزار SPSS*، نشر شریف.

– مؤمنی، مهدی، ۱۳۸۲، *تغییر اقلیم و تاثیر آن بر ناپایداری اکولوژیکی در ایران*.

– نصیری محلاتی، مهدی، ۱۳۸۳، *مطالعهٔ شاخص های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم*.

- Brockwell, Peter. J. and Davis, Richard. A. (1991);"Time Series: Theory and Methods". Springer-Verlag.
- Bruce, M. (1989):"Geography and Resource Analysis". Long man group UK, LTD. P 386.
- Chanles,T.Haan(1977):"Statistical Methods in Hydrology".The Lowa State University Press.
- Chow,W.T.,and Kareliotis,S.J(1970):"Analysis of Stochastic Hydrologic Systems".Water Resources Res.,No.16,pp.1569-1582.
- Croxton F,Coeden D.,Klein L.(1973):"Applied General Statistics Prentice Hall of India".
- Fleming M.C and G.G Nellis (1994):"Principales of Applied Statistics".
- Kar.,Kendir Saim(1986):" Zaman Serilerinde Korelasyon ve Regresyon Analizleri,Istatistik".TurkIstatistik Dernegi Dergisi 1,Say 12,S.25.
- Kothari.C.R(1975):"Quantitive Techniques"Vikas Publishing House New Delhi,PP.206-207.
- Landsberg,H.E(1975):"Sahel Drought:Change or Part of Climate?".Arch.Met.Aeoph.Biokl .Ser .B.23:193-200.
- Lowery,W.P(1971):"Compendium of Lecture Notes in Climatology for Class limatology".WMO.
- Mayez,J.(1996):"Spatial and Temporal Fluctuations of Montly Rainfall in the British Isles and Variations in the Mid-Latitude Westerly Circulation".INT.J.Climatol.16.585-596.
- Sherhag,R(1975):"Klimatologie".Westerermann-Velay.