دانشکده علوم انسانی

گروه جغرافیا

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی

گرایش اقلیم شناسی

عنوان:

تحلیل سری های زمانی بارش سالانه شهر زنجان

استاد راهنما:

دکتر حسین عساکره

استاد مشاور:

دکتر رضا خوشرفتار

نگارش:

علی بیات

شهریور ۱۳۸۹

تشکر و قدردانی

ستایش خدای با عظمت و یکتا را که همواره در سایه عنایتش بوده ایم و هر آنگاه که خواندیمش یاری مان داد.

مراتب ادب و سپاس خود را تقدیم می دارم :

از مادر عزیزم به پاس تمام سختی هائی که در رسیدن من به این مرحله کشیده است ، از پدر بزرگوارم که در تمامی مراحل زندگی با زحمات بی دریغش پشتیبان من بوده ، از خواهران و برادر عزیزم نهایت تشکر را دارم.

از استاد ارجمند و دانشمند فرزانه جناب آقای دکتر حسین عساکره که با سعه صدر فراوان ، امر سرپرستی و راهنمایی این رساله را عهده دار شدند و اخلاق و معرفت و علم را همزمان به من آموختند ، سپاسگزارم و همیشه آموخته های خود را مدیون ایشان دانسته و آن را راهنمای زندگی خود قرار خواهم داد.

از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر رضا خوشرفتار که با نظرات ارزنده اش امر مشاوره این پژوهش را به عهده گرفتند و مرا بسیار راهنمایی نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر جلالی و جناب آقای دکتر آقامحمدی که داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند تشکر می نمایم.

از اساتید محترم گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه زنجان آقایان دکتر سید حسین میر موسوی ، دکتر عبدالله فرجی و همچنین دکتر محسن احدنژاد که در طول دوران تحصیل از محضر ایشان استفاده نموده ام تقدیر و تشکر فراوان می نمایم.

در پایان از همه دوستانی که باعث دلگرمی و تشویق بنده در تدوین این اثر بودند آقایان مختار وکیلی، علیرضا بابایی، شمس الدین عارف، محمد احمدوند، کامل نصوری، حسن زهره وندی، سعید بلیانی، سید مصطفی حسینی و خانم ها کیانی و ستوده کمال تشکر را دارم.

علی بیات

شهریور ۱۳۸۹

تقدیم

به

خانواده عزیزم

چکیده

بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می تواند موثر باشد. بدنبال پدیده گرم شدن زمین ، الگوی گردش عمومی جو و الگوی زمانی - مکانی بارش نیز تغییر یافته است. شناسایی تغییرات اقلیمی به طور عام ، و بارش به طور خاص ، از طریق تحلیل سری های زمانی عنصر مربوط دارای اهمیت و مناسب خواهد بود. در پژوهش حاضر تغییرات زمانی سری زمانی بارش سالانه شهر زنجان و برخی مشخصات آماری آن از قبیل انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، تعداد روزهای بارانی، بارش‌های بیشینه، نسبت بارش بیشینه به کل بارش سالانه، میانگین قدر مطلق انحراف از میانگین و میانگین قدر مطلق تغییرپذیری سالانه طی دوره آماره ۵۳ ساله (۲۰۰۹-۱۹۵۷) در معرض تحلیل قرار گرفت. بدین منظور ابتدا مشخصات مزبور در معرض تحلیل روند قرار گرفته و در ادامه چرخه های آشکار و نهان استخراج گردید، و در نهایت با استفاده از الگوی ARIMA بارش زنجان مدل سازی گردید. تحلیل روند مشخصات بارش نشان داد که به غیر از مشخصه تعداد روزهای بارانی که دارای روند معنی دار افزایشی می باشد، سایر مشخصه های بارش در طول دوره آماری تغییر محسوس و روند معنی دار نداشته است. بر اساس تکنیک تحلیل طیفی آشکار شد که چرخه های ۳ ساله و ۶ ساله بر بارش سالانه حاکم است. با مدل سازی ARIMA بارش شهر زنجان ، الگوی **ARIMA (۰ ,۱ ,۱)** به عنوان الگوی مناسب نهایی انتخاب گردید. این الگو حدود ۸ میلی متر کاهش در میانگین بارش برای بارش ده سال آینده شهر زنجان پیش بینی نمود. برای انجام این پژوهش از نرم افزارهای Matlab, Minitab, SPSS,... AnClim, بهره گرفته شد.

واژگان کلیدی :

سری های زمانی، روند، چرخه ها، مدل سازی ARIMA، پیش بینی، بارش سالانه، شهر زنجان

فهرست مطالب **شماره صفحه**

فصل اول : بنیادهای نظری تحقیق

۱-۱ پیشگفتار ۱

۱-۲ بیان مسأله ۲

۱-۳ پیشینه تحقیق ۷

۱-۴ فرضیه ها ۹

۱-۵ اهداف پژوهش ۱۰

۱-۶ روش اجرای پژوهش ۱۰

۱-۷ روش ها ۱۱

۱-۷-۱ روش های تحلیل با رویکرد زمانی ۱۱

الف) تحلیل مقدماتی سری زمانی ۱۱

ب) تکنیک تحلیل مولفه های اصلی ۲۵

ج) مدل سازی ۲۷

۱-۷-۲ روش های تحلیل با رویکرد فرکانس ۳۱

الف) تحلیل احتمالاتی ۳۱

ب) تحلیل طیفی ۴۰

۱-۸ مشخصات عمومی و طبیعی شهر زنجان و ایستگاه مورد مطالعه ۴۳

۱-۹ پیشینه ایستگاه هواشناسی شهر زنجان ۴۵

۱-۱۰ داده ها ۴۷

۱-۱۱ بررسی های اولیه مشاهدات ۴۸

الف) هنجار بارش ۴۸

ب) آزمون ، بررسی و وارسی مشاهدات ۵۰
ج) آزمون های همگنی مشاهدات ۵۱
د) آزمون مشاهدات پرت ۵۷
ه) نمودارهای کنترل ۶۰
و) توزیع آماری مشاهدات ۶۳

فصل دوم : تحلیل روند مشخصات آماری بارش سالانه

۲-۱ مشخصات عمومی بارش سالانه شهر زنجان ۶۸
۲-۲ آشکارسازی روند مشخصات بارش شهر زنجان ۷۰
۲-۳ تحلیل و مدل سازی روند مشخصات بارش ۷۶
۲-۳-۱ تحلیل و مدل سازی روند مجموع بارش سالانه ۷۷
۲-۳-۲ تحلیل و مدل سازی روند انحراف معیار بارش سالانه ۸۰
۲-۳-۳ تحلیل و مدل سازی روند چولگی بارش سالانه ۸۴
۲-۳-۴ تحلیل و مدل سازی روند کشیدگی بارش سالانه ۸۷
۲-۳-۵ تحلیل و مدل سازی روند بارش بیشینه ۹۱
۲-۳-۶ تحلیل و مدل سازی روند نسبت بارش بیشینه به سالانه ۹۴
۲-۳-۷ تحلیل و مدل سازی روند تعداد روزهای بارانی ۹۷
۲-۳-۸ تحلیل و مدل سازی روند میانگین قدر مطلق انحراف از میانگین ۱۰۱
۲-۳-۹ تحلیل و مدل سازی روند میانگین قدر مطلق تغییر پذیری سالانه ۱۰۳
۲-۴ رابطه تغییرات میانگین با مشخصات آماری بارش ۱۰۴
۲-۵ تحلیل مولفه های اصلی مشخصات بارش ۱۱۰
۲-۶ تحلیل روند سری زمانی نمرات مولفه ها ۱۱۶

فصل سوم : تحلیل چرخه ها ، جهش ها ، فاز ها و افت و خیزهای بارش

۳-۱ تحلیل چرخه ها ۱۲۴

۳-۱-۱ چرخه های متوسط بارش سالانه ۱۲۴

الف) توابع خود همبستگی و خودهمبستگی جزئی ۱۲۵

ب) تحلیل طیفی ۱۲۹

۳-۱-۲ چرخه های بارش بیشینه ۱۳۰

الف) توابع خود همبستگی و خودهمبستگی جزئی ۱۳۰

ب) تحلیل طیفی ۱۳۱

۳-۱-۳ تحلیل چرخه های مولفه های اصلی مشخصات بارش ۱۳۳

الف) توابع خود همبستگی و خودهمبستگی جزئی ۱۳۳

ب) تحلیل طیفی ۱۳۵

۳-۲ تحلیل جهش ها در مولفه های اصلی ۱۳۸

۳-۳ تحلیل فازهای بارش ۱۴۱

۳-۳-۱ میانگین متحرک مجموع بارش سالانه ۱۴۱

۳-۳-۲ صافی های بارش سالانه ۱۴۲

۳-۴ تحلیل افت و خیزهای بارش ۱۴۵

۳-۴-۱ افت و خیزهای ۳ ساله ۱۴۵

۳-۴-۲ افت و خیزهای ۶ ساله ۱۴۷

۳-۴-۳ افت و خیزهای دهه های بارش ۱۴۹

۳-۴-۴ افت و خیزهای دو نیمه بارش ۱۵۱

۳-۵ تحلیل احتمال و برازش مدل تصادفی بر مشاهدات ۱۵۲

فصل چهارم : مدل سازی ARIMA بارش سالانه

۴-۱ مدل سازی مجموع بارش سالانه ۱۶۰

۴-۲ تعیین مدل ARIMA برای بارش سالانه شهر زنجان ۱۶۰

الف) الگوسازی با فرض $d = 0$ ۱۶۰

ب) الگوسازی با فرض $d = 1$ ۱۶۳

ج) الگوسازی با فرض $d = 2$ ۱۶۶

۴-۲ ارزیابی مدل ها ۱۷۰

جمع بندی و آزمون فرضیات ۱۷۶

پیوست ۱۸۰

فهرست منابع ۱۸۱

فهرست اشکال **شماره صفحه**

۱-۱ : روند (الف)تغییرات فصلی (ب) و تغییرات دوره ای به همراه خط روند (ج) ۴

۱-۲ : نقشه گستره شهری زنجان ۴۸

۱-۳ : نمودار سری زمانی بارش سالانه ۵۵

۱-۴ : نمودار جعبه ای بارش سالانه ۶۰

۱-۵: نمودار کنترل Xbar و R ۶۳

۱-۶ : نمودار برازش توزیع گاما با توزیع تجربی برای بارش سالانه..... ۶۶

۲-۱ : نمودار بافت نگار مجموع بارش سالانه شهر زنجان..... ۷۰

۲-۲ : نمودار سری زمانی و خط روند بارش سالانه شهر زنجان..... ۷۹

۲-۳ : فازهای بارشی مجموع بارش سالانه شهر زنجان..... ۸۰

۲-۴ : نمودار سری زمانی و خط روند انحراف معیار سالانه..... ۸۲

۲-۵ : نمودار سری زمانی و شیب فازهای مختلف انحراف معیار..... ۸۳

۲-۶ نمودار سری زمانی و خط روند چولگی ماهانه..... ۸۵

۲-۷ : نمودار سری زمانی و فازهای چولگی بارش سالانه..... ۸۷

۲-۸ : نمودار سری زمانی و خط روند کشیدگی بارش سالانه..... ۸۹

۲-۹ : نمودار سری زمانی و فازهای کشیدگی بارش سالانه..... ۹۰

۲-۱۰ : نمودار سری زمانی و خط روند بارش های بیشینه روزانه..... ۹۲

۲-۱۱ : فازهای مختلف بارش بیشینه روزانه..... ۹۴

۲-۱۲ : نمودار سری زمانی نسبت بارش بیشینه به بارش سالانه..... ۹۵

۲-۱۳ : فازهای مختلف نسبت بارش بیشینه به بارش سالانه..... ۹۶

۲-۱۴ : نمودار سری زمانی و خط روند تعداد روزهای بارانی..... ۹۸

۲-۱۵ : آزمون مانده های الگوی خطی تعداد روزهای بارانی.....۹۹

۲-۱۶ : آزمون مانده های الگوی سهمی تعداد روزهای بارانی.....۱۰۰

۲-۱۷ : نمودار فازهای مختلف در روند تعداد روزهای بارانی.....۱۰۱

۲-۱۸ : نمودار سری زمانی و خط روند AMD بارش سالانه..... ۱۰۲

۲-۱۹ : نمودار سری زمانی و خط روند MAIV بارش سالانه..... ۱۰۴

۲-۲۰ : رابطه مجموع بارش با مشخصات آماری بارش.....۱۰۸

۲-۲۱ : رابطه مجموع بارش با مشخصات بارش.....۱۱۰

۲-۲۲ : نمودار شیب دار مولفه های اصلی مشخصات بارش.....۱۱۲

۲-۲۳ : موقعیت فضایی متغیرها با مولفه های اصلی..... ۱۱۶

۲-۲۴ : سری زمانی نمرات مولفه های بارش شهر زنجان..... ۱۱۸

۲-۲۵ : آزمون باقیمانده های الگوی خطی نمرات مولفه چهارم.....۱۲۱

۲-۲۶ : آزمون باقیمانده های الگوی سهمی نمرات مولفه چهارم.....۱۲۲

۳-۱ : خودهمبستگی نگار (الف) وخود همبستگی نگار جزئی (ب) بارش سالانه.....۱۲۸

۳-۲ : نمودار دوره نگار بارش سالانه ۱۳۰

۳-۳ : خود همبستگی نگار (الف) و خودهمبستگی نگار جزئی بارش بیشینه.....۱۳۱

۳-۴ : نمودار دوره نگار بارش بیشینه.....۱۳۲

۳-۵ : خودهمبستگی نگار نمرات مولفه اول (الف) دوم (ب) سوم (ج) و چهارم (د)....۱۳۴

۳-۶ : خودهمبستگی نگار جزئی مولفه اول (الف) دوم (ب) سوم (ج) و چهارم (د).....۱۳۵

۳-۷ : نمودار دوره نگار نمرات مولفه اول (الف) دوم (ب) سوم (ج) و چهارم (د)..... ۱۳۶

۳-۸ : مقادیر آماره $T_{\max}$ برای جهش سال ۱۹۸۰ (الف) و سال ۲۰۰۶(ب)..... ۱۴۰

۳-۹ : میانگین متحرک مجموع بارش..... ۱۴۲

۳-۱۰ : صافی پایین گذر ۳ ساله (الف) و بالا گذر ۶ ساله (ب) و تفاضل آنها..... ۱۴۴

۳-۱۱ : نمودار سری زمانی مقادیر SPI بارش سالانه..... ۱۵۶

۳-۱۲ : مقادیر SPI بارش سالانه..... ۱۵۶

۴-۱ : آینده نگری (۰,۱) ARMA برای بارش ۱۰ سال آینده..... ۱۶۱

۴-۲ : همبستگی نگار (الف) و همبستگی نگار جزئی (ب) سری تفاضلی ۱۶۶

۴-۳ : همبستگی نگار (الف) و همبستگی نگار جزئی (ب) سری تفاضلی ۱۶۹

۴-۴ : پیش بینی ۱۰ساله بارش زنجان برای الگوهای منتخب..... ۱۷۳

۴-۵ : نمودارهای خودهمبستگی نگار باقیمانده های الگوهای منتخب..... ۱۷۴

۴-۶ : آزمون های چهارگانه باقیمانده های الگوی ARIMA (۱, ۱, ۰)..... ۱۷۵

فهرست جداول

۱-۱: طبقات مختلف خشکسالی و تر سالی بر اساس مقادیر SPI ۳۷

۱-۲ : مشخصات آماری دوره های منتخب جهت معرفی هنجار بارش زنجان..... ۴۹

۱-۳ : مقادیر بحرانی برای آزمون همگنی الکساندرسون..... ۵۴

۱-۴ : مقادیر آماره T_0 برای آزمون همگنی میانگین..... ۵۵

۱-۵ : مقادیر آستانه برای نسبت وان نیومن ۵۷

۱-۶ : مقادیر K_N برای آزمون مشاهدات پرت..... ۵۸

۱-۷ : مقادیر حداکثر اختلاف توزیع های مختلف با توزیع تجربی..... ۶۶

۲-۱: ویژگی های آماری بارش سالانه شهر زنجان..... ۶۸

۲-۲ : نمایه های مختلف روند مشخصات بارش شهر زنجان..... ۷۱

۲-۳ : مدل سازی مشخصات بارش شهر زنجان..... ۷۶

۲-۴ : فازهای مختلف بارش سالانه شهر زنجان..... ۸۰

۲-۵: مشخصات آماری فازهای بارش های بیشینه ۹۳

۲-۶ : میزان همبستگی بارش سالانه با مشخصات آماری بارش..... ۱۰۵

۲-۷ : آزمون بارتلت و شاخص کایزر – مه یر – اولکین..... ۱۱۲

۲-۸ : مولفه های منتخب ، بار مولفه ها ، مقادیر ویژه و واریانس هر مولفه..... ۱۱۳

۲-۹ : مولفه های منتخب ، بار مولفه ها ، مقادیر ویژه و واریانس هر مولفه..... ۱۱۵

۲-۱۰ : آزمون روند نمرات مولفه های بارش شهر زنجان..... ۱۱۹

۲-۱۱ : مدل سازی روند نمرات مولفه ها ۱۲۱

۳-۱: نتایج آزمون مقایسه میانگین دوره های ۳ ساله بارش سالانه..... ۱۴۷

۳-۲ : مشخصات آماری دوره های ۳ ساله بارش سالانه ۱۴۸

۳-۳: نتایج آزمون مقایسه میانگین دوره های ۶ ساله بارش سالانه..... ۱۴۸

۳-۴ : مشخصات آماری دوره های ۶ ساله بارش سالانه.....۱۴۹

۳-۵: نتایج آزمون مقایسه میانگین دهه های بارش سالانه.....۱۵۰

۳-۶ : مشخصات آماری دهه های بارش سالانه.....۱۵۰

۳-۷ : همبستگی دهه های بارش.....۱۵۰

۳-۸: نتایج آزمون مقایسه میانگین دو نیمه ای سالانه.....۱۵۱

۳-۹ : مشخصات آماری دو نیمه بارش سالانه.....۱۵۱

۳-۱۰: همبستگی دو نیمه بارش سالانه.....۱۵۲

۳-۱۱: مقادیر SPI محاسبه شده برای مجموع بارش سالانه..... ۱۵۴

۳-۱۲ : دوره هار بازگشت حالات مختلف خشکسالی و ترسالی بارش سالانه..... ۱۵۸

۴-۱ : مشخصات الگوهای منتخب بارش..... ۱۷۰

۴-۲ : مقادیر پیش بینی شده بارش ۱۰ سال آینده شهر زنجان.....۱۷۲

فصل اول

بنیادهای نظری تحقیق

۱-۱ پیشگفتار

بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است. این تغییرات هم در بعد مکان و هم در بعد زمان در قالب اقلیم منطقه رخ می دهد. به ویژه در مناطقی که از بارش کمتری برخوردارند این تغییرات شدیدتر است. ولی با وجود این در درازمدت توزیع بهنجار پیدا می‌کند. میانگین بارش سالانه ایران حدود ۲۵۰ میلی متر است در مقایسه با میانگین بارش سیاره که حدود ۹۶۰ میلی متر است (مسعودیان و کاویانی ، ۱۳۸۷) ، در منطقه خشک قرار گرفته و از این جهت بارش ایران رفتاری سرکش دارد. بررسی ها نشان می دهد که بارش ایران در زمستان و پاییز روندی افزایشی داشته و در فصل تابستان روند کاهشی به خود گرفته است. این بدان معناست که بارش کشور متمرکزتر شده است. همچنین بر اساس مطالعات انجام شده در طرح اطلس اقلیمی ایران در دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ بیش از دو سوم وسعت کشور دارای میانگین سالیانه بارش کمتر از ۳۰۰ میلی متر می باشد، اما هسته های پربارش بالاتر از ۱۰۰۰ میلی متر در منطقه زاگرس و دامنه های شمالی البرز وجود دارد (عسگری و رحیم زاده ، ۱۳۸۵). دور شدن از حالت توزیع یکنواخت بارش در طول سال و حرکت به سوی یک رژیم بارش متمرکز که عمده بارش در چند ماه فرو می ریزد و بخش بزرگی از سال بدون بارش سپری می شود برای کشور کم بارشی مانند ایران بسیار نامطلوب است. بهره برداری از آب در چنین شرایط اقلیمی نیازمند مدیریت بسیار قدرتمند آب است. از آن جا که بارش ایران اندک است و از سوی دیگر مبانی زندگی در ایران با همین بارش اندک هماهنگ شده است وجود روند کاهشی یا افزایشی در بارش به معنای تغییر شکل زندگی در ایران خواهد بود. شهر زنجان نیز با داشتن میانگین بارش حدود ۳۰۰ میلی متر (محاسبات نگارنده) جزء مناطق کم بارش کشور بوده و آگاهی از وضعیت تغییرات به ویژه چگونگی توزیع زمانی بارش ضروری به نظر می‌رسد. بدین دلیل در این نوشته تلاش می شود که بخشی از این ویژگی اقلیمی بارش شهر زنجان مورد تحلیل قرار گیرد. در این راستا مشخصات سالانه بارش شهر زنجان مورد توجه است.

۱-۲ بیان مسأله

بارش به لحاظ ایجاد جریانات سطحی ، تأثیر بر سفره های آب زیر زمینی و به عنوان منبع مهم در تغذیه رود ها و چشمه ها از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و از مهمترین عناصر اقلیمی است، که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می تواند موثر باشد. بدنبال پدیده گرم شدن زمین ، الگوی گردش عمومی جو و الگوی زمانی - مکانی بارش نیز تغییر یافته و الگوی بارش جهانی نیز تغییر خواهد کرد. اما از هم اکنون نمی توان چگونگی این تغییرات را به روشنی مشخص کرد. بر اساس سوابق موجود گمان می رود تغییر الگوی بارش ، متاثر از تغییر در مقادیر تبخیر و دگرگونی الگوی عمومی جو باشد. به دنبال تغییر الگوی عمومی جو ، برخی نواحی مرطوب تر ، برخی دیگر خشک تر و برخی بدون تغییر خواهند شد. گذشته از تغییر مقدار ریزش های جوی ، زمان بارش و نوع آن نیز دست خوش دگرگونی می شود (عساکره ، ۱۳۸۱). در ایران بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی مهیایی بالقوه منابع آب است ، اما توزیع زمانی و مکانی آن بسیار ناموزون بوده و به همین دلیل توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست. نگهداری و مدیریت منابع آب ، هم تابعی از بارش دریافتی و هم به تغییر پذیری بارش بستگی دارد. هرچه تغییرات مکانی بارش کوچکتر باشد همگنی و یک دستی منابع آب بیشتر می شود. از سوی دیگر، هرچه تغییر پذیری زمانی بارش کمتر باشد منابع آب نیز با ثبات تر خواهد بود و عرضه دائمی آب امکان پذیر خواهد بود. به همین دلیل تغییر پذیری زمانی بارش در ارزیابی مهیایی منابع آب آبخیزها و مطالعه مهیایی نسبی منابع آب در مقیاس محلی و منطقه ای اهمیت زیادی دارد (مسعودیان و کاویانی ، ۱۳۸۷). شناخت جنبه های مختلف تغییر پذیری بارش از نیازهای علمی و عملی به ویژه در کشاورزی و آب شناسی به شمار می آید. بدین دلیل تغییر پذیری بارش همیشه مورد توجه اقلیم شناسان بوده است.

یکی از روش های مطالعه تغییرات و پیش بینی بارندگی، به کار گیری روش های آماری است. تحلیل سریهای زمانی[1] یکی از شاخه های آماری است که در رشته های مختلف علوم مانند ژئوفیزیک ، اقتصاد ، هواشناسی ، اقلیم شناسی و غیره کاربرد فراوانی دارد. تحلیل سریهای زمانی معمولا دو هدف درک یا الگوسازی فرایندهای به ظاهر تصادفی و پیش بینی مقادیر آینده بر مبنای گذشته آن را دنبال می کند. تحلیل سری های زمانی به طور نظری و عملی از سال های ۱۹۷۰ به بعد برای پیش بینی و کنترل به سرعت توسعه پیدا کرد. این تحلیل معمولا" به داده هایی مربوط می شود که مستقل نبوده و به طور متوالی به هم وابسته اند. همین وابستگی بین مشاهدات متوالی است که مورد توجه قرار می گیرد و بیشتر کاربرد آن در پیش بینی خواهد بود.

داده‌های سری زمانی مجموعه ای مرتب شده از مشاهدات است که بر حسب زمان یا هر کمیت دیگر مرتب شده باشد و معمولا" آن را به صورت زیر نشان می دهند (نیرومند و بزرگ نیا ، ۱۳۸۶):

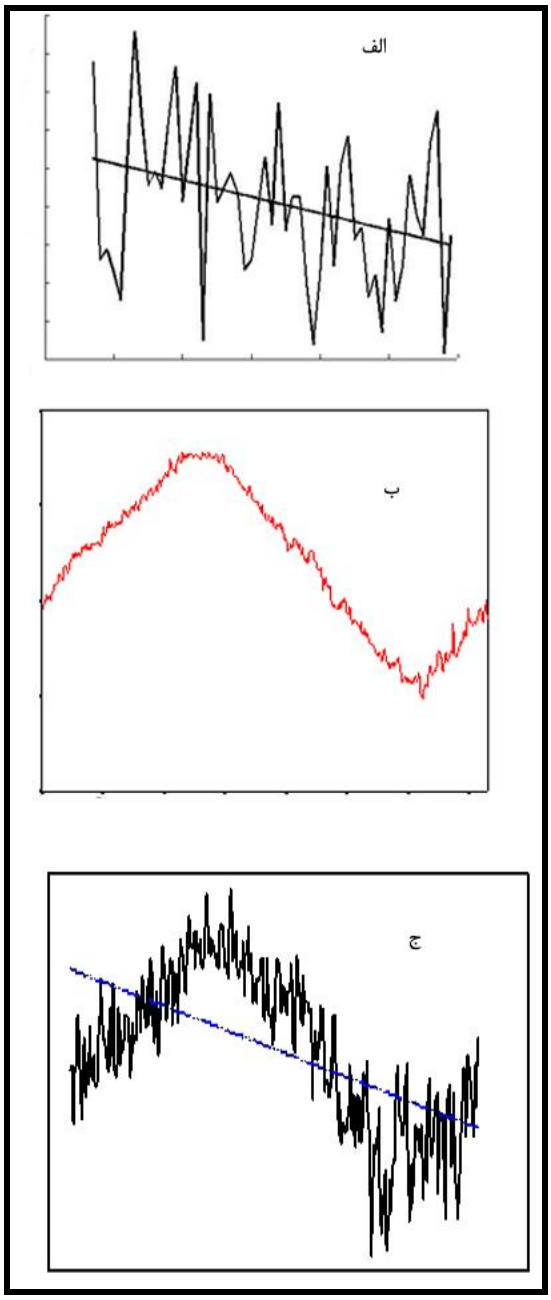
$$X_{t_1} \text{و} X_{t_2} \text{و} \cdots \text{و} X_{t_n}$$

به منظور الگوسازی سری های زمانی می‌بایست توصیفی دقیق از رفتارها و تغییرات بلند مدت و کوتاه مدت به صورت آماری – ترسیمی ارائه گردد. تغییرات سری زمانی می تواند به علت تغییرات طبیعی یا انسانی صورت گیرد. معمولا" برای تحلیل یک سری زمانی فرض می شود این تغییرات در چهار مولفه اصلی روند ، تغییرات فصلی ، تغییرات دوره ای و تغییرات نامنظم تجلی می یابد. روند عبارت از تغییرات درازمدت در میانگین سری زمانی است. به عبارت دیگر سیر طبیعی سری زمانی را در دراز مدت ، روند می گویند. در این صورت افت و خیزهای سری زمانی را نادیده گرفته و نمای کلی آن مورد توجه قرار می گیرد. از مطالعه داده ها در یک دوره ی طولانی یک ایده کلی نسبت به رفتار پدیده ی مورد بررسی به دست آمده که در پیش بینی آینده بسیار مفید است. به عنوان مثال اگر سری زمانی یک روند را در جهتی نشان دهد ، در آن صورت با این فرض که این

---

۱. Time Series Analysis

فرایند در آینده نزدیک نیز به همین شکل ادامه پیدا می کند ، می توان مقادیر پدیده را برای آینده نیز پیش بینی نمود. در شکل ۱-۱ روند دراز مدت (الف) تغییرات فـصلی (ب) و تغییـرات دوره ای (ج) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ : روند (الف) تغییرات فصلی (ب) و تغییرات دوره ای به همراه خط روند (ج) (منبع : نگارنده)

تغییرات فصلی تغییراتی هستند که در دوره های تناوبی کوتاه مدت پیش می آیند. این تغییرات مربوط به عواملی هستند که به طریقی منظم و چرخه ای روی یک دوره ی کمتر از یک سال عمل می کنند. اگر مشاهدات سری زمانی به صورت ماهانه ، هفتگی ، روزانه و غیره ثبت شوند تغییرات فصلی در سری زمانی وجود دارد.

تغییرات دوره ای عبارت از تکرار حرکات رو به بالا و پایین حول سطح روند است. به عبارت دیگر حرکات نوسانی در یک دوره با نوسان بیشتر از یک سال را تغییرات دوره ای گویند. این تغییرات در سری های زمانی به واسطه ی افت و خیزهایی است که بعد از یک دوره ی بیشتر از یک سال بازگشت دارند. بعضی از نوسانات در دوره های بزرگ مثلا" حدود دویست سال و. .. رخ می دهند که به این نوع نوسانات ، نوسانات نامشخص گفته می شود.

در هر سری زمانی رفتار دیگری وجود دارد که آن را تغییرات نامنظم یا تصادفی گویند. این تغییرات کاملا" تصادفی بوده و نتیجه ی عوامل غیر قابل پیش بینی هستند که به طریقی نامنظم عمل می کنند. این گونه تغییرات هیچ گونه طرح مشخصی ندارند و زمان وقوع آنها نامنظم و معمولا کوتاه مدت بوده است گاهی تأثیر آنها به اندازه ای زیاد است که باعث پیدایش تغییرات دوره ای و تغییرات دیگر می شود. به دلیل تصادفی بودن این تغییرات ، امکان مطالعه ی انحصاری و پیش بینی دقیق آنها وجود ندارد بنابراین بهتر است که از تجربیات گذشته آنها را بصورت تقریبی برآورد کنیم. تجزیه ی مفهومی سری زمانی به اجزاء «روند » ، «فصلی» ، «دوره ای» و «نامنظم» ما را در توصیف بیشتر سری زمانی یاری خواهد کرد.

برای پیش بینی سری زمانی و تعیین مدل پیش بینی فنون مختلفی وجود دارد. این فنون را می توان به دو دسته کمی و کیفی تفکیک کرد. روش های کمی شامل مدل های میانگین متحرک ساده و موزون ، مدل هموار سازی نمایی هالت – وینترز[1] ، مدل های باکس – جنکینز[2]

۱.Holt – Winters Exponential Smoothing Forecasting Model

2.Box - Jenkins Model

(مدل های خودهمبسته ی جمع بسته ی میانگین متحرک)[1] ، و روش هـای کیفـی شـامل روش دلفی[2] ، آشفتگی مغزی و گروه اسمی می باشد (آذر ، مومنی ۱۳۸۷ :ب). چنانچه تحلیل گر بـر اساس رفتار مشاهده شده از سری و تحلیل اجزای آن بتواند مقادیر آینـده را بـا اسـتفاده از مبـانی ریاضی پیش بینی کند ، از مدل های کمی برای پیش بینی سری زمانی سود مـی جویـد. کـاربرد روش های آماری در تشریح تغییرات ، ابزاری مفید و کارا به شمار می آیند.

روش تحلیل سری های زمانی به منظور استفاده از داده های موجـود جهـت پـیش بینـی مقـادیر آینده ، توسط باکس - جنکینز در سال ۱۹۷۶ مطرح شد ، این رویه ارتباط نزدیک با تحلیل رونـد سری های زمانی دارد. بررسی تغییرات بلند مدت (روند) عناصر اقلیمی بنیادی اساسی در تحلیـل سری های زمانی اقلیمی است (عساکره ، ۱۳۸۶). روند سری های زمانی عناصر اقلیمی عمومـا بـر اساس روش کمترین مربعات برآورد می شود. این برآورد وقتی بهینه است که باقی مانده های الگو دارای استقلال باشند (ترومل[3] و همکاران ،۲۰۰۸).

از آنجا که بارش به عنوان یک عنصر اقلیمی رفتاری غیر خطی داشته ، نیز از توزیع نرمـال تبعیـت نمی کند ، روش های آماری که این ویژگی ها را در معرض توجه قرار می دهند ، ابزاری مفید برای بررسی این عنصر اقلیمی به شمار می آیند. یکی از مباحث و زمینه های تحقیقـاتی جالـب توجـه محافل علمی طی چند دهه اخیر بررسی آماری رفتار بارش در سطح محلی ، ناحیه ای ، منطقه ای و جهانی بوده است. مطالعات بیشماری در مقیاس های یاد شده در زمینه تغییـرات بـارش انجـام گرفته که حـاکی از تغییـر مقـدار و رژیـم بـارش در یـک نقطـه وثبـات آن در نقـاط دیگـر اسـت (عساکره،۱۳۸۶). تغییر الگوی دمایی و نوسان های محسوس در میزان بارندگی که از علایم قابل توجه تغییر اقلیم می باشد ، اثرات نامطلوبی همچون کاهش منابع آب ، تخریب جنگل ها ، تناوب و تشدید خشکسالی ها و تهدید سلامت انسانها را بدنبال خواهد داشت. بنابراین با توجه بـه اهمیـت

1.Autoregressive Integrated Moving Average Models
2.Delphi Method
3. Tromel et al.