مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی هفتم، پاییز و زمستان ۱۳۸۵

دکتر مجیدزاهدی
دکتر بهروز ساری صرّاف
جاویدجامعی
دانشگاه تبریز

الگوسازی بارش ایستگاه های ارومیه و تبریز[1]

چکیده

با توجّه به اهمیّت بارش در مدیریّت منابع آب وآمایش سرزمین و نقش آن در برنامه‌ریزی های خرد وکلان، بخصوص تأثیر فراوان آن برفتصادکشاورزی، الگو سازی وشبیه سازی رفتاربارش درسال‌های اخیر، موردتوجّه مجامع علمی بوده است. الگوی فصلی- ضربی باکس، جنکینس(۱۹۷۶) برای دست یابی به این مقصود با توجه به ماهیّت فصلی بودن داده های بارش از کارایی بیشتری برخوردار است. دراین روش، متوسط هرماه براساس میانگین بارش ماه های پیشین درهمان سال و سال‌های قبل و همچنین ضربه‌های تصادفی بیان می‌شود. دراین تحقیق بااستفاده ازداده های پنجاه ساله بارش ماهانه‌ی ایستگاه‌های ارومیه و تبریز، ابتدا مؤلّفه های اولیّه وثانویّه مورد مطالعه قرارگرفت، سپس براساس روش seasonalARIMA وپارامترهای مربوط (به شرط نرمال وتصادفی بودن باقیمانده ها) الگوی نهایی بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریزبه ترتیب$_{۱۲}$(۱۱۱) (۰۰۰)، $_{۱۲}$(۰۱۱) (۰۰۰) تعیین شد. درنهایت به پیش بینی مقادیر سال‌های آتی پرداخته شد. ضریب همبستگی بالای بارش پیش بینی شده و مشاهده شده برای سال های ۲۰۰۱ و۲۰۰۲، حاکی ازتوانایی الگوی انتخابی دربرآورد بارش ایستگاه های مورد مطالعه است.

درآمد:

ویژگی اصلی بارش‌های ایران، تغییرپذیری آنهاست. درواقع تغییرات بارش ناشی ازتغییرات عوامل تولیدکننده‌ی آن است. بی نظمی موجوددرعوامل ایجاد بارش است، که به توزیع مکانی وزمانی بارش منتقل شده است(علیجانی،۱۳۸۱). شناسایی تغیرات اقلیمی، به‌طور عام، و بارشی، به‌طور خاص، از طریق تجزیه وتحلیل

سری زمانی عنصر مربوط دارای اهمیت ومناسب خواهدبود. سری زمانی درواقع مجموعه ای ازداده ها غیرمستقل است که در فواصل زمانی مساوی شکل گرفته اند.

دیرزمانی است که آب و عامل شکل گیری آن(بارش) به عنوان عنصرمقدّسی شناخته شده ورایجادسکونگاه و تجمّع بشری نقش مهمّی را ایفا کرده اند، به‌گونه ای، هرجاآب بوده آبادی رابه‌د نبال داشته است. امروزه باپیشرفت فناوری وصنایع جدید، نیاز آبی جوامع بشری افزون گشته است،لذا شبیه سازی وپیش بینی بارش به منظور اتخاذ سیاست های مدوّن ومنظّم، به منظور استفاده‌ی بهینه ازآب ضروری است. درسال‌های اخیراندیشمندان ازالگوهای مختلف خانواده سری های زمانی همانند: خودبازگشت[1]، میانگین متحرّک[2]،آرما[3]،آریما[4] وآریمای فصلی- ضربی[5]به منظورلگوسازی فراسنج های اقلیمی بهره گرفته اند. ازاین قبیل مطالعات می توان به کارهای سلرز(۱۹۶۰)[6]، جیمزوکاسکی(۱۹۶۳)[7]، موهان وویدال(۱۹۹۵)[8]، پرسادسینگ(۱۹۹۶)[9]، لایت(۱۹۹۶)[10] واوداهی وجولیف(۱۹۹۸)[11] اشاره نمود. در ادبیّات اقلیمی ایران می توان مطالعه ترابی(۱۳۸۰) الگو بندی تغییرات دما و بارش ایران،پروین(۱۳۸۰) پیش بینی خشکسالی حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه و جامعی(۱۳۸۱)برآورد دمای ایستگاه‌های منتخب غرب کشورعنوان نمود. هدف از انجام این تحقیق شبیه سازی بارش ایستگاه های ارومیه وتبریز وشناخت رژیم بارشی حاکم برشرق وغرب دریاچه ی ارومیه است.

داده‌ها:

دراین نوشتار، بارش ماهانه‌ی ایستگاههای ارومیه وتبریزطیّ سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۱ مورداستفاده قرارگرفته است. مجموع تعداد مشاهدات ۶۰۰ ماه می باشد. ارومیه در۳۷/۳۳ شمالی و۴۵/۰۵ شرقی درغرب دریاچه‌ی

1. AR (Auto-Regressive)
2. MA (Moving Average)
3. ARMA (Auto Regressive Moving Average)
4. ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)
5. SARIMA
6. William.D.Sellers
7. James.E and Caskey,JR
8. Mohan.S and Vedula.S
9. Prasad.K.D and Singe.S.V
10. Solange Medonca Leite
11. Shaffeqah Al-Awadli and Jan Jolliffe

ارومیه قرارگرفته و تبریز دارای عرض جغرافیایی ۳۸/۰۵ شمالی وطول۴۶/۱۷ شرقی بوده که درشرق دریاچه‌ی ارومیه واقع شده است. علّت انتخاب ایستگاه‌های مذکور، جهت شناخت رژیم بارشی حاکم برشرق وغرب دریاچه‌ی ارومیه، داشتن بالاترین رکورد استمرار داده‌ها و همگنی سری زمانی مورد مطالعه است. ازآن‌جاکه نقصان داده‌ها موجودنبوده، لذا تجزیه وتحلیل داده‌ها بدون نیاز به سازندهی انجام گرفت. درپایان با استفاده ازآزمون‌های مختلف آماری ازهمگنی و استقلال داده‌ها اطمینان حاصل شد.

جدول شماره۱: ویژگی های آماری بارش ایستگاه های ارومیه و تبریز(۲۰۰۰-۱۹۵۱)

ایستگاه	ارومیه	تبریز
میانگین	۳۴۶/۷۶	۲۹۰/۱۴
میانه	۳۲۹/۴	۲۸۷
کمینه	۱۸۸/۲۰	۱۴۸
بیشینه	۵۷۹/۵۰	۵۴۷/۵۰
دامنه تغییرات	۳۹۱/۳۰	۳۹۹/۵۰
واریانس	۹۷۲۷	۶۳۳۷
انحراف معیار	۹۸/۶۲	۷۹/۶۰
ضریب تغییرات(C.V)	۲۸/۴۴	۲۷/۴۳
کشیدگی	-۰/۳۶	۱/۱۴
چولگی	۰/۵۷	۰/۸۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

روش‌ها:

دراین تحقیق، برای دست‌یابی به هدف اصلی تحقیق، سه مرحله‌ی مطالعاتی جداگانه در نظر گرفته شده است.درمرحله‌ی اوّل، مؤلّفه های اوّلیّه وثانویّه بارش ایستگاه های ارومیّه وتبریز موردمطالعه قرارگرفت. استخراج

گرافیکی مؤلّفه های اولیّه به وسیله‌ی نرم افزارهای Minitab,Spss[1] انجام گرفت. مؤلّفه های ثانویّه سری زمانی ازمعادله‌ی(۱)تبعیّت می نماید.

(۱) $Z_t=T.C.S.I$

که درآن Z_t مقدارمشاهده شده درلحظه t،T روند،S تغیرات فصلی ،c تغیرات دوره‌ای وIتغییرات نامنظّم می باشد.

درمرحله‌ی دوم الگوسازی سری زمانی بارش ایستگاه‌های منتخب موردنظر بوده که الگوی فصلی- ضربی آریما،مناسب ترازدیگر الگوهاست، این لگودرسال۱۹۷۶توسط باکس وجنکینس ارائه شد.که به شرح زیر است:

(۲) $\varnothing_P(B)\phi_P(B^{12})W_t=\theta_q(B)\Theta_Q(B^{12})a_t$

درآن ϕp، θqبه ترتیب اتورگرسیوو میانگین متحرک غیرفصلی Φp، ΘQ اتورگرسیو، میانگین متحرک فصلی، B عملکردیاپراتورپس رونده، a_t دنباله ای ازضربه های مستقل وناهمبستهW_t سری زمانی موردمطالعه می باشد.

(۳) $Y_t=(1-B^s)^DZ_t$

اپراتور پس رونده(تفاضل گیری) یکی ازعملگرهای قوی درمبحث سری زمانی جهت ایستا کردن سری است. D عدد صحیح بوده وهر داده ازD داده قبل از خود کم شده،S تزدوره تناوب سری می باشد. هنگامی که میلگین سری باکمترین واریانس به سمت صفر نیل کند، سری ایستا یا ما نامی گردد. ساختارکلّی الگوی فصلی- ضربی آریما، به شکل زیر است:

(۴) $Z_t\sim SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_S$

شیوه های متفاوتی برای تعیین لگو پس ازایستایی موجوداست، که ازآن جمله می توان به هم‌بستگی نگار اشاره نمود. شکل۱، مراحل الگو سازی سری زمانی را نشان می دهد. شناسایی سطح ایستایی والگوی سری زمانی ازطریق نمودارهای ACF.PACF مقدور است. لذا تابع خودهم‌بستگی وخودهم‌بستگی جزئی از توابع

1. Statistical Pacage for Social Sciences

مهم وکارا درتحلیل سری زمانی به حساب می آیند. برای تعیین الگو، علاوه برACF.PACF، معیارهای دیگری نیزموجوداندکه در این مقاله AIC[1].RV[2] وانحراف معیار باقیماندهها موردنظر است.

(۵) $AIC=2(\text{loglikelihood})+2k$

درآنlakelihood بیشینهی درست نمایی وk تعدادپارامترهای الگو است. هرچه مقادیر معیارهای انتخابی کمتر باشد، الگو مناسب تر ومتکی براصل امساک[۲] خواهدبود.

برای دستیابی به کمینهی مقادیر معیارهای انتخابی از روش زیادبرازاندن استفاده می شود. علاوه بر آن بررسی باقیماندهها درارزشیابی شایستگی مناسب بوده که در مرحلهی سوم، یعنی پیش بینی داده ها، جزئیات روش مذکوربحث خواهد شد.

به منظور پیش بینی سری زمانی چندین روش موجود است که عبارتاند از:

۱. پیش بینی ناشی از معادلهی تفاضلی؛

۲. پیش بینی به صورت متوسط موزون مشاهدات قبلی وپیش بینیهای انجام شده از یک مبدأ با زمان های انتظار قبلی؛

۳. پیش بینی برحسب صورت جمع بسته.

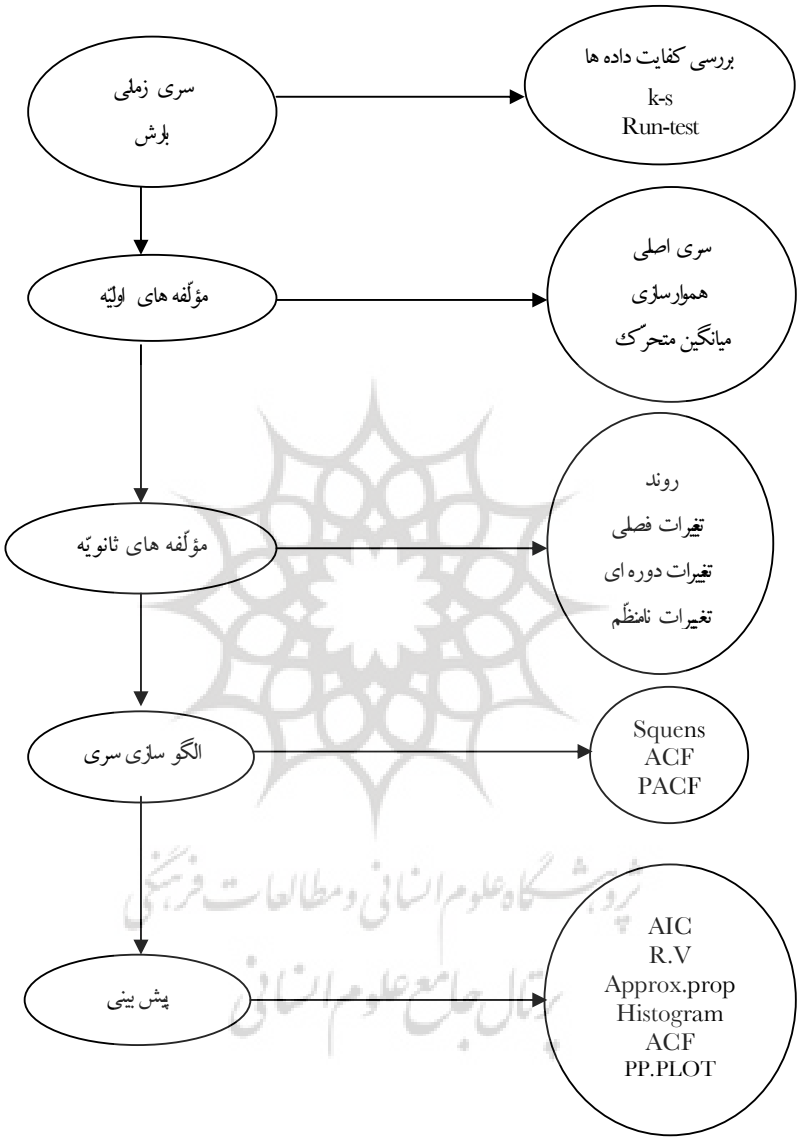
لازم به ذکر است درتمام روشها پیش بینیها براساس کمینهی میانگین توان دوم خطا محاسبه میشود. در تحلیل سری زمانی برآورد وپیش بینی سالهای دور دارای اشکالاتی بوده که جهت رفع این نقیصه از به هنگام کردن دادهها و محاسبه وزن های Ψ استفاده خواهدشد. بههنگام کردن داده ها یعنی استفاده ازسری زمانی جدید دربرآورددادهها.

زمیان سه روش پیش بینی،روش پیش بینی ناشی ازمعادلهی تفاضلی، کاراترین روش به شمار می آید.

$$Z_{t+1}=Z_{t+1-1}+Z_{t+1-12}+Z_{t+1-13}+a_{t+1}-\theta a_{t+1-1}-\Theta a_{t+1-12}+\theta\Theta a_{t+1-13}$$

که درمطالعهی حاضرروش مذکورجهت برآورد داده ها، انتخاب گردید.

1. Akaike Information Criteria
2. Resdual Variance



شکل شماره۱: مراحل الگوسازی بارش ایستگاه‌های ارومیّه و تبریز

نتایج بحث:

الف) مؤلفه‌های اولیّه وثانویّه:

مؤلفه‌های اولیّه شامل مشاهدات خام، هموارشده، میانگین متحرّک و تغییرپذیری می باشد و مؤلفـه های ثانویّه یا اصلی نیز روند تغیرات فصلی، چرخه‌ای و نامنظّم را دربرمی گیرند. بدون بحث به تجزیه وتحلیل اشکال و نودارهای گرافیکی شاخص های مذکور بسنده می‌شود.

۱. اولیّن مؤلّفه(مشاهدات خام) بارش ایستگاه ارومیه بدین صورت قابل توصیف است: متوسط سری بارش ماهانه ایستگاه ارومیه ۲۹ میلی متر و بیشترین بارش دریافتی ماهانه در طول دوره‌ی زمانی مورد مطالعه به مارس ۱۹۷۴با۱۵۴میلی‌متر تعلّق دارد وکمترین بارش نیز با صفر میلی‌متر به اکثر ماه های تابستان تعلّق دارد. لذا دامنه‌ی تغییرات ۱۵۴ میلی متر بوده که رژیم نامنظّمی را نشان می دهد.

۲. مطالعه‌ی داده‌های هموار شده جهت حذف تغیرات لحظه‌ای و کوتاه مدّت ومرتّب کردن سیستماتیک داده های لبوه است (رسولی،۱۳۸۱). نمودار شامل چندین مرحله روند افزایشی وکاهشی بارش طیّ پنجاه سال گذشته بوده، که نهایتاً درسالهای اخیر از۱۹۹۶ ایستگاه ارومیه باروند کاهشی بارش روبرو بوده است. از نکات دارای اهمیت یک دوره ده ساله ثبات بارشی ۸۲-۱۹۷۲ ایستگاه ارومیه بوده که کمتر تحت تأثیر تغییرات قرارگرفته است. ازحیث وجود فراوانی روندهای افزایشی وکاهشی سری زمانی از تعادل آماری برخوردار است.

۳. سومین مؤلّفه (میانگین متحرک) درواقع منعکس کننده تغییرات درازمدّت سری است. میانگین متحرّک علاوه براین‌که روندهای مرحله‌ای سری زمانی بارش ارومیه رانشان می دهد، تغییرات کلّی سری را نیز نمایان می‌سازد. درواقع می توان گفت که میانگین متحرّک، ترکیبی از مشاهدات خام و داده های اسموت شده است.

۴. شاخص تغیرپذیری معرّف الگوی تغییرات ماه به ماه سری بارش ایستگاه ارومیه است. این شاخص دارای دامنه‌ی تغییرات ۴۰۰ درصدی بوده، که البته باتوجه به رژیم بارش نامنظّم این موضوع بدیهی است. شایان ذکراست این شاخص ازتقسیم مشاهدات خام بر میانگین متحرّک ضرب در ۱۰۰ محاسبه می‌شود.

مؤلّفه های اوّلیّه‌ی بارش ایستگاه تبریز به شرح زیر است:

۱. میلگین درازمدّت ماهانه سری۲۴میلی متر، بیشترین میزان بارش دریافتی ماهانه با۱۲۸ میلی‌متر به آوریل ۱۹۸۱ تعلّق دارد وکمترین آن با صفر میلی‌متر به بیشتر ماههای تابستان ایستگاه برمی گردد. دامنه‌ی تغییرات ۱۲۸میلی متر بوده که تا حدودی منظّم تر ازایستگاه ارومیه است.

۲. نمودارهای هموار شده دارای چهار روند مرحله‌ای بوده که ازسال ۱۹۸۳ تا به حال روندکاهشی ادامه داشته و شیب خط روند درسال های اخیر بیشتر نیز شده است.

۳. نمودار میلگین متحرّک داده‌ها نیز همانند نمودار هموار شده، وجود روندکاهشی اخیر را تأیید می کند.

۴. ازحیث درصد تغییرات، شاخص تغییرپذیری معرّف تغییرات کمتر بارش از سال ۱۹۶۵به بعد بوده، درحالی که قبل ازآن درصدتغییرات تا حدود ۴۰۰درصد پیش رفته بود.

مؤلّفه های ثانویّه یا اصلی بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز نیز با توجّه به الگوی سری زمانی، به شرح زیراست:

$$X_t=T.S.C.I$$

که درآن X_t مقدار مشاهده شده درلحظه t ، T روند، S تغییرات فصلی، C تغییرات دوره ای یاچرخه ای و I تغییرات نامنظّم می‌باشد. با توجّه به ماهیانه بودن داده های موردمطالعه، مؤلّفه‌ی چرخه‌ای موردبحث نیست.

روند تغییرات درازمدّت در میانگین را سری زمانی می گویند و در واقع نشانگر سیرطبیعی سری زمانی دردرازمدّت است. درمقاله‌ی حاضر به منظور تعیین روند بارش ایستگاه های ارومیه و تبریزازروش کمترین مربعات استفاده شده است. مشاهده‌ی نمودارهای روندبارش ایستگاههای موردمطالعه، حاکی ازروندکاهشی بارش است. شیب خط روندبارش ایستگاه ارومیه۱/۸۹۵-بوده است، درحالی که ایستگاه تبریز دارای شیب ۱/۷۶۵- می باشدکه این کاهش بیشتر بارش ارومیه نسبت به تبریزرانشان می دهد.

تغییرات فصلی به‌آن دسته ازتغییرات چرخه ای که به طورمنظّم دارای دوره ی تناوب کمتر ازیک سال هستند، گفته می شود. تغیرات فصلی ازطریق روش درصدمتوسط ،درصدروند ودرصدمیلگین متحرّک تعیین می‌شود. کمترین میزان شاخص به دوره‌ی گرم سال وبیشترین آن به فصل پاییز تعلّق دارد(جدول شماره۲).

جدول۲. شاخص فصلی بارش ایستگاه های ارومیه و تبریز در دوره‌ی آماری ۲۰۰۰- ۱۹۵۱

فصول	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
ارومیه	۱۰۳/۶۳	۱۱/۹۳	۱۴۴/۷۹	۱۳۹/۶۱
تبریز	۹۴/۴۶	۲۲/۹۳	۱۵۴/۴۹	۱۲۰/۳۸

سری زمانی بارش ماهانه به‌دلیل فصلی بودن دارای مؤلّفه‌ی چرخه ای بوده، لذا جهت شناسایی تغییرات دوره‌ای ایستگاه‌های منتخب از سری بارش سالیانه استفاده گردید. حرکات نوسانی دریک سری زمانی با دوره‌ی نوسان بیشتر ازیک سال را تغیرات دوره ای گویند. باتوجه به نمودارتغییرات دوره‌ای بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز،روند مرحله‌ای نمایان بوده که همانند مؤلّفه های دیگر، خشکسالی اخیر هر دو ایستگاه مشهوداست. به‌دلیل ماهیّت تصادفی بودن تغیرات نامنظّم نه امکان جداسازی ومطالعه‌ی کمی آنها وجود دارد ونه آنها را می توان به طور دقیق پیش بینی کرد (بزرگ نیا، نیرومند.۱۳۷۸).

ب)الگو سازی:

اشکال۲ و۳ نمودارهای الگو انتخابی، بارش ایستگاه های ارومیه وتبریز رانشان می دهد. نمودار خودهم‌بستگی وخود هم‌بستگی جزئی داده های هردوایستگاه، معرّف ناایستایی سری زمانی بوده، به طوری که روی ACF وجود تغییرات فصلی کاملاً روشن است. لذاجهت ایستا کردن سری مناسب ترین عملگر تفاضلی کردن(دیفرنس گیری) می باشد.در میان تفاضل گیری فصلی وغیر فصلی با مرتبه های مفاوت،تفاضل گیری فصلی درجه‌ی اوّل به‌دلیل کمترین واریانس ومیانگین نزدیک به صفر، بهتر تشخیص داده شد. نمودار دنباله‌ای مشاهدات خام منعکس کننده نوسانات سری پیرامون صفر بوده، که درنهایت سری کاملاًبه سمت صفر میل می کند. مشابهت دوسری ممکن است مبهم باشد، امّا به‌دلیل ماهیّت فصلی بودن داده ها وتجانس آنها،این موضوع طبیعی است.

تابع ACF.PACF سری تفاضل گیری شده ایستگاه ارومیّه، به ترتیب به‌صورت سینوسی و نمایی به سمت صفر نیل می کند. باتوجّه به نمودارهای مذکور، لگوی لتخابی بارش ایستگاه ارومیّه تعیین می شود. ازطریق ACF، مقادیرQ.q وباتوجه به نمودار PACF مقادیرP.p محاسبه خواهدشد.که الگوی انتخابی بارش ارومیّه با

توجه به نمودارهای مذکور (۴۱۱)(۰۰۰)است. برای ایجاد نودارهای ACF.PACF بارش تبریز نیز به صورت سینوسی ونمایی به سمت صفرنیل می کند.لذا برای ایجادالگو مناسب تشخیص داده شده اند. الگوی انتخابی (۴۱۱)(۱۰۱) خواهدبود، که البته الگوی مذکور الگوی نهایی نیست، بلکه مطابقت با معیارهای انتخابی نیز شرط اساسی به حساب می آید.

به منظور یافتن الگوی نهایی به هرسری بیش ازهفتاد الگوی متفاوت برازش داده شد، که حدّاقل بودن مقادیر AIC.RV.SBC وانحراف معیار، شرط دست‌یابی الگوی بهینه بود. درنهایت براساس شرایط مذکور الگوی بارش ارومیه $_{۱۲}$(۱۱۱)(۰۰۰) و بارش تبریز $_{۱۲}$(۰۱۱)(۰۰۰) می‌باشد. جدول ۳ برآوردپارامترهای الگوی نهایی را نشان می دهد.

جدول۳. برآوردنهایی پارامترهای الگوی بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز

پارامتر	R.V	AIC	SBC	انحراف استاندارد باقیمانده ها	خود بازگشت فصلی	میانگین متحرک فصلی
ایستگاه ارومیه	۶۱۱/۶۱	۵۴۸۶/۷۶	۵۴۹۵/۵۱	۲۴/۷۳	۰/۰۵۹	۰/۶۰۹
ایستگاه تبریز	۳۶۴/۵۴	۵۱۸۳/۱۲	۵۱۹۱/۸۸	۱۹/۰۹	ـــــ	۰/۶۲۳

به منظوربازرسی باقیمانده‌ها از نودارهای هیستوگرام،کاغذاحتمال نرمال وتابع خودهم‌بستگی باقیمانده‌ها استفاده گردید،که نمودارهیستوگرام مطابقت باقیمانده‌ها را با منحنی نرمال نمایان می‌سازد. کاغذ احتمال نرمال باقیمانده‌ها پیرامون یک نیمساز 45° درنوسان هستند وتابع خودهمبستگی باقیمانده‌ها نیز نشانگر عدم معنی‌داری ضریب همبستگی باقیمانده‌ها بوده، که درکل بیانگر مناسب بودن الگوی انتخابی هستند.

پ) پیش بینی:

نمودارهیستوگرام وتابع خود همبستگی باقیمانده‌ها اشکال۲ و۳ به‌منظور ارزیابی باقیمانده‌ها به کارگرفته که مناسب بودن آن را نوید می دهند. بافت‌نگار باقیملده‌ها، نزدیکی آنها را بامنحنی نرمال نمایان می سازد. جهت مقایسه‌ی داده‌های پیش بینی شده و داده های اصلی، نمودارتوالی دنباله‌ای مشاهدات اصلی و پیش‌بینی شده

آورده شده که درجه‌ی نزدیکی دوسری را نشان خواهدداد(اشکال۴و۵). در پایان، وجود یا عدم تغییرات معنی‌دار میلگین بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز، مورد مطالعه قرارگرفت. جهت انجام کار کل دوره‌ی آماری به دو زیر دوره‌ی (۱۹۵۱-۱۹۸۰)و(۱۹۸۱-۲۰۰۵) تقسیم شده که در هر دو مورد از سری‌ها تغییرات معنی داری مشاهده گردید.

نتیجه گیری:

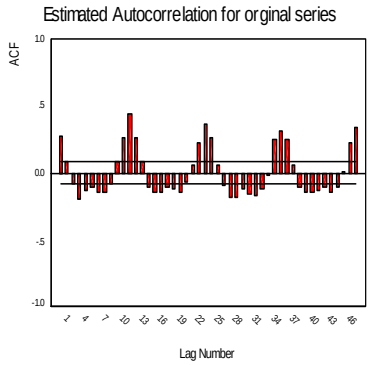
توصیف بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز، تشریح آن ویافتن رابطه‌ی خطّی بین بارش و زمان در نهایت پیش بینی، ازجمله اهداف کلی مقاله‌ی حاضر بوده که نتایج حاکی از آن به شرح زیر است:

۱. ایستگاه ارومیه با دریافت بارش سالیانه به مقدار ۳۴۸/۷۰ مرطوب تر از ایستگاه تبریز با ۲۹۳/۰۶ میلی‌متر بارش است. علّت وقوع این موضوع را باید درمنابع رطوبتی متفاوت دومنطقه ذکرکرد(رجائی-ساری صراف،۱۳۷۷). به طوری که ارومیّه ازتوده‌های مرطوب غربی و شمال‌غربی تأ ثیرپذیر است، که درگذر از غرب به شرق از میزان رطوبت آن کاسته می شود. همچنین توده‌ی هواهای دریای خزر، که ایستگاه تبریز را تحت تأثیر می گذارند، چندان پرور نیستند.هر دو ایستگاه دارای تغییرات فصلی بوده، دامنه‌ی تغیرات بارشی ایستگاه ارومیه بیشتر از تبریزاست که رژیم نامنظّم بارش ایستگاه راشان می‌دهد. هردو ایستگاه دارای روندکاهشی بارش بوده، این مسأله درسال‌های اخیرچشمگیر است. شیب خط روند بارش ارومیّه بیشتر ازتبریز بوده، که کاهش بیشتربارش ارومیه را به دنبال دارد.

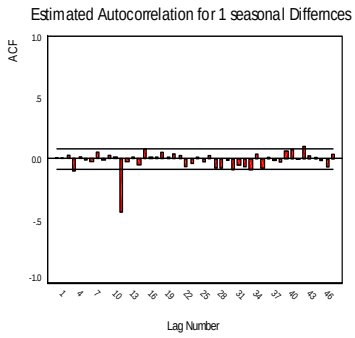
۲. جهت بررسی نتایج تحقیق حاضر ضریب همبستگی بارش دوساله‌ی اخیر ایستگاه ارومیه ۲۰۰۱-۲۰۰۲بامقادیر پیش‌بینی محاسبه گردید که مقدارضریب همبستگی۰/۹۷است. این مسأله نوید انتخاب الگوی مناسب وپیش بینی بهینه‌ی مقادیر آتی را می دهد.لذا الگو ساریما$_{۱۲}$(۱۱۱)(۰۰۰) جهت الگو بندی بارش ارومیه والگوی$_{۱۲}$(۰۱۱)(۰۰۰)،به منظور الگو بندی و پیش‌بینی مقادیر آتی بارش تبریز مناسب‌اند.

۳. آزمون معنی‌داری تغییرات میلگین سری، تغییرات معنی‌داری را در هر دوسری بین سال های ۷۸-۱۹۵۱ و ۲۰۰۵-۱۹۷۹ نشان داد. بدین صورت تغیرات موجود درسطح اطمینان ۹۵٪ معنی داراند.

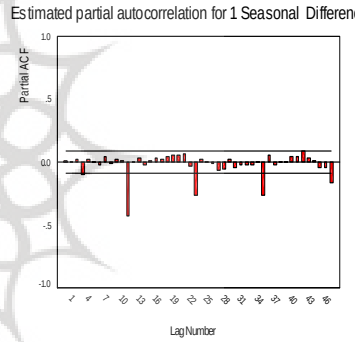
تابع خودهمبستگی سری اصلی بارش ارومیه



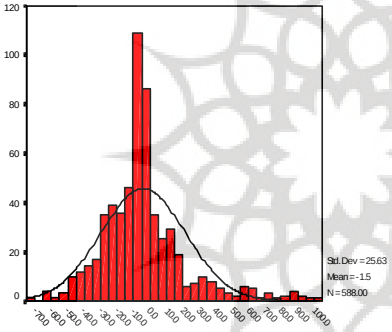
تابع خود همبستگی سری با یکبار تفاضل گیری فصلی



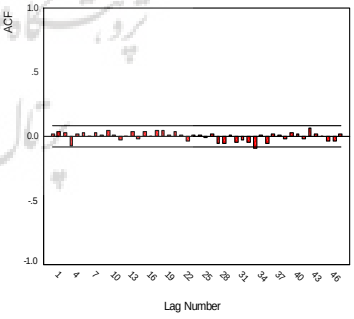
تابع خودهمبستگی جزئی سری بایکبارتفاضل گیری فصلی



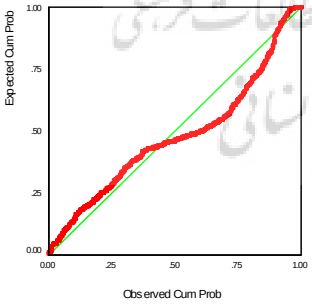
نمودار هیستوگرام باقیمانده ها



نمو لرتابع خودهمبستگی بقیمانده ها

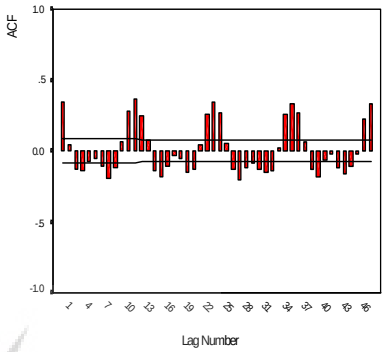


نمودار کاغذ احتمال نرمال باقیمانده ها

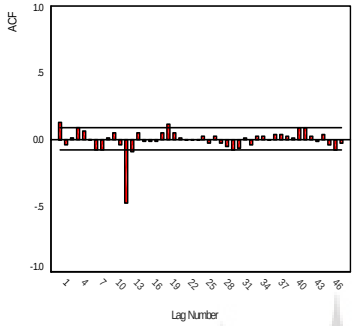


شکل۲: مدل سازی بارش ایستگاه ارومیه طی ۱۹۵۱-۲۰۰۰

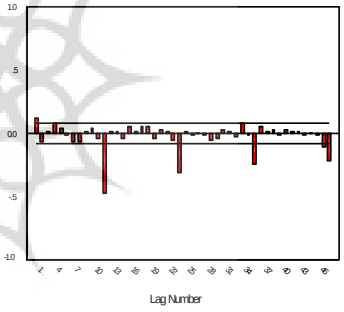
تابع خودهمبستگی سری اصلی بارش تبریز



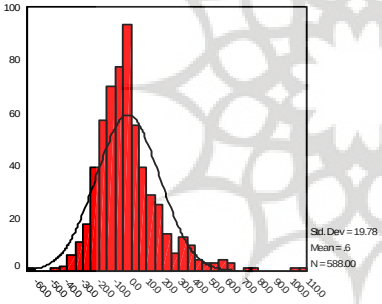
تابع خود همبستگی سری با یکبار تفاضل گیری فصلی



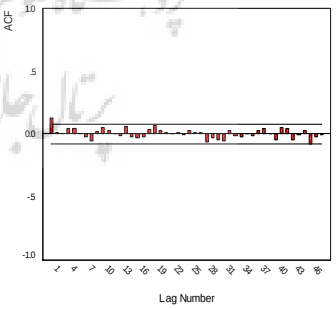
تابع خودهمبستگی جزئی سری بایکبارتفاضل گیری فصلی



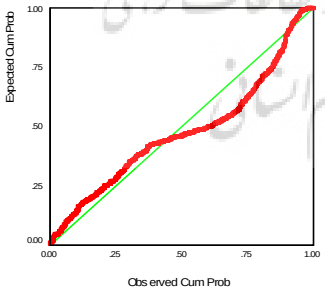
نمودار هیستوگرام باقیمانده ها



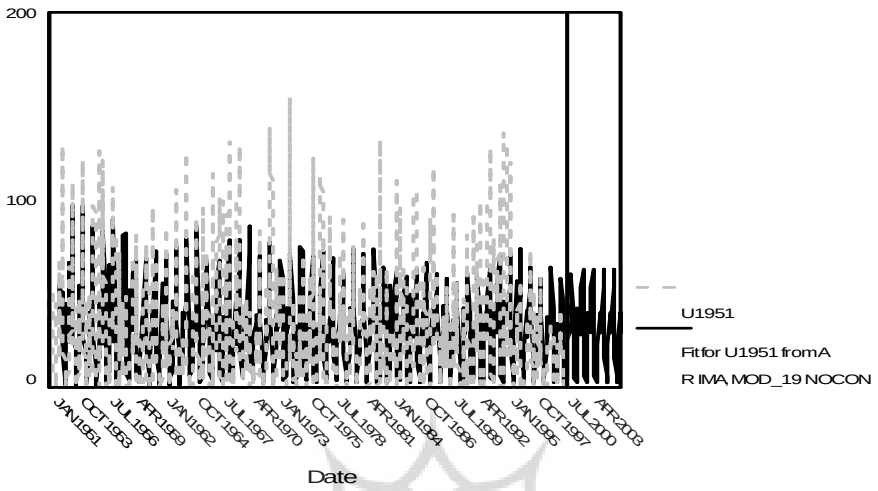
نمودارتابع خودهمبستگی باقیمانده ها



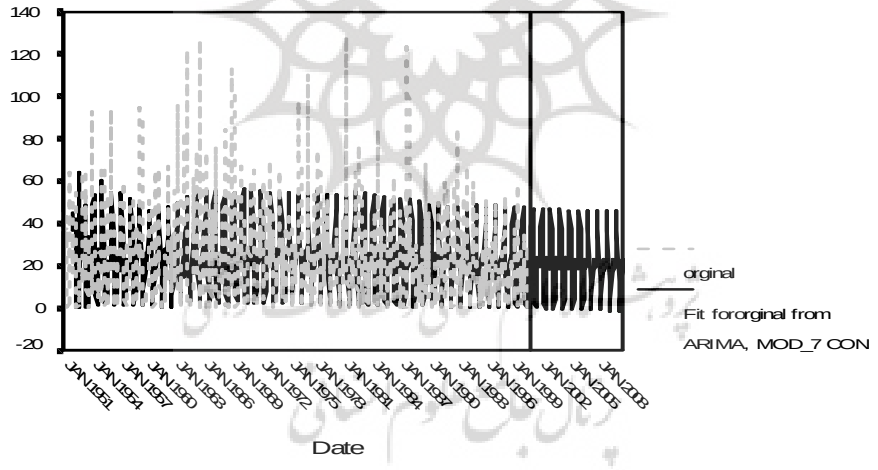
نمودار کاغذ احتمال نرمال باقیمانده ها



شکل۳: مدل سازی بارش ایستگاه تبریز طی ۱۹۵۱–۲۰۰۰



شکل(۴): نمودارمقایسه ای مقادیرپیش بینی شده ومشاهده شده بارش ارومیه



شکل(۵): نمودارمقایسه ای مقادیرپیش بینی شده ومشاهده شده بارش تبریز

یادداشت‌ها:

۱. مقاله مذکوربرگرفته ازرساله دکری تحت عنوان «تحلیل تغییرات پراکنش فضائی-زمانی بارش و دمای شمال غرب کشور» می باشد.

۲. درتجزیه وتحلیل سری‌های زمانی نمایش رسا وساده پارامترها یکی ازاصول اولیه کاربه حساب می آید، لذا در الگوهای ریاضی برای نمایش رسای داده ها از حداقل تعدادممکن پارامترها باید استفاده شود، که این اصل را اصل امساک می نامند.

منابع و مآخذ:

۱. باکس، جی. ای. پی. و جنکینز، جی. ام:۱۳۷۱، *تحلیل سریهای زمانی: پیش بینی و کنترل*، ترجمه‌ی مشکانی، محمدرضا. جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۲. زورگنیا، ابولقاسم و نیرومند، حسینعلی. ۱۳۷۸، *سریهای زمانی*، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۳. پروین،نادر. ۱۳۸۰، *بررسی خشکسالی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه*، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

۴. ترابی، سیما. ۱۳۸۰،*بررسی وپیش بینی تغییرات دما و بارش درایران*، رساله‌ی دکتری، دانشکده تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۵. جامعی، جاوید. ۱۳۸۱«*تحلیل خشکسالی ایستگاه های سنندج و میانـدوآب و پیش بینی آن*، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دلشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۶. جامعی، جاوید ۱۳۸۲، *تحلیل وبرآورد خشکسالی غرب ایران*، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی. شماره۷۱:۱۵۱-۱۷۳.

۷. جامعی، جاوید. ۱۳۸۲، *مدلسازی و پیش بینی درجه حرارت ایستگاه های منتخب غرب کشور*، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی. شماره۴۱:۸-۶۸.

۸. رجائی، عبدلحمید- ساری صراف، بهروز، ۱۳۷۷، *طبقه بندی نواحی بارشی حوضه های ارس و دریاچه ارومیه با استفاده از روش تحلیل عاملی*، نشریه‌ی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، سال چهارم، شماره ۶:۳۵-۶۰.

۹. مقدم، محمد- محمدی شوطی، سیدبوالقاسم-آقائی سربرزه، مصطفی. ۱۳۷۳، *آشنایی باروش‌های آماری چند متغیره*، انتشارات پیشتاز علم.

10. Al-Awadhi, S. and Jolliffe, J. 1998. "*Time Series Modelling of surface pressure Data*", *International Journal of Climatology* 18, 443-455.

11. James E. and Caskey, JR. 1963. "*A markov chain model for the probablity if precipitation occurrence in intervals of various length*" , *Monthly Weather Review* June, 298-301

12. Leite, S. M. 1996. "*The autoregressive model of climatological time series: An application to the longest time series in portugal*" , *International Journal of Climatology* 16, 1165-1173.

13. Mohan, S. and Vedula, S. 1995. "*Multiplicative seasonal ARIMA model for long term forecasting of Inflows*" , *Water Resources Management* 9, 115-126.

14. Prasad, K. D. and Singh, S. V. 1998. "*Forecasting the spatial variability of the Indian monsoon rainfall using canonical correlation model*" , *International Journal of Climatology* 16, 1379-1390.

15.Sellers, William. 1960 "*A statistical method for estimating the mean relative humidity from the mean air temperature* " , *Monthly Weather Review* April, 155-157.

16.Turkes, M. 1996b. "*Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey*" , *International Journal of Climatology* 16, 1057-1076.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی