نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد دوم، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://ejang.gau.ac.ir

پیش‌بینی بارش ماهانه با استفاده از بسته‌های تخصصی سری‌های زمانی در محیط نرم‌افزار R (مطالعه موردی: ایستگاه ارازکوسه استان گلستان)

***محسن حسینعلی‌زاده[۱]، نفیسه حسنعلی‌زاده[۲]، منوچهر بابانژاد[۳] و محسن رضانژاد[۴]**

[۱]استادیار گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

[۳]استادیار گروه آمار، دانشگاه گلستان

[۴]دانشجوی کارشناسی ارشد آمار، دانشگاه گلستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶

چکیده

کمبود یا عدم توزیع منابع آب یکی از بزرگترین دغدغه‌های قرن حاضر است و باران یکی از مهم‌ترین منابع آبی موجود محسوب می‌شود. بنابراین پیش‌بینی نزولات جوی برای هر منطقه و آبخیز یکی از مهم‌ترین کمیت‌های اقلیمی است. برای پیش‌بینی باران می‌توان ازتحلیل سری‌های زمانی استفاده نمود. یکی از نرم‌افزارهای آماری که این محاسبات را به راحتی و با دقت بالا انجام می‌دهد نرم‌افزارR است که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیق حاضر، آمار ۳۰ ساله بارندگی ماهانه در ایستگاه ارازکوسه استان گلستان به‌عنوان یک سری زمانی در نظر گرفته شد. بر اساس نمودارهای خودهمبستگی و خود همبستگی جزئی، الگوی مناسب به‌صورت ARIMA(0,0,1) $(0,1,1)_{12}$ به داده‌ها برازش شد. نتایج نشان داد که نمودارهای خودهمبستگی باقیمانده‌ها برای این الگو حاکی از ناهمبسته بودن باقیمانده‌ها است. به جز در تأخیر ۱۱ که با انجام آزمون بارتلت مقدار همبستگی در این تأخیر در سطح α=۰/۰۵ برابر صفر در نظر گرفته شد، در مابقی تأخیرها همبستگی وجود داشت. همچنین p-value آماره آزمون Ljung-Box در تأخیرهای مختلف بزرگتر از سطح

*نویسنده مسئول: mhalizadeh@gau.ac.ir

معنی‌داری ۰/۰۵ بوده که حاکی از ناهمبسته بودن باقیمانده‌ها هستند. علاوه بـراین بـر اسـاس الگـوی برازش شده میزان بارندگی برای ۱۲ ماه آینده پیش‌بینی شد.

واژه‌های کلیدی: سری‌های زمانی، پیش‌بینی بارش، ARIMA، استان گلستان.

مقدمه

پیش‌بینی بارش در هر ماه یا هر سال و برای هر منطقه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای جوی و منبع اصلی تأمین‌کننده آب‌های سطحی و زیرزمینی برای برنامـه‌ریـزی در امـورات مختلـف زنـدگی اجتماعی انسان، از اهمیت ویژه‌ای در استفاده بهینه از منابع آب برخوردار است. دقت پـیش‌بینـی‌هـای هیدرولوژی و منابع آب می‌تواند اطلاعات مفیـدی را بـرای برنامـه‌ریـزی، کـاربری اراضـی، طراحـی پروژه‌های عمرانی و مدیریت منابع آب در دسترس قرار دهد.

یکی از روش‌هایی که در پیش‌بینی‌های زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سری زمانی اسـت. یـک سری زمانی مجموعه مشاهداتی است که بر حسب زمان و در فواصل مساوی از آن مرتب شده باشند، هر چند مرتب شدند داده‌ها ممکن است با توجه به ابعاد دیگری چون فاصله نیز مورد نظر قرار گیـرد (باورمن و کانل، ۱۹۷۹؛ باکس و همکاران، ۱۹۹٤). طبیعت ذاتی یک سری زمانی وابسته یـا هـم‌بسـته بودن مشاهدات آن در طول زمان است، بنابراین ترتیب مشاهدات دارای اهمیت است. وقتی مشاهدات متوالی نامستقل‌اند، مقادیر آینده را می‌توان از مشاهدات گذشته، پیش‌بینی کرد. اگر یک سری زمانی را بتوان کاملاً پیش‌بینی کرد آن را ناتصادفی گویند. لیکن بیشتر سری‌های زمانی تصـادفی هسـتند کـه در آنها آینده فقط تا حدی به وسیله مقادیر گذشته تعیین می‌شود. برای سری‌های تصادفی پیش‌بینـی‌هـای کامل غیر ممکن بوده و بایستی این ایده به جای آن قرار گیرد که برای یک توزیع احتمالی پـیش‌بینـی مقادیر آینده مقید به آگاهی از مقادیر گذشته آن است (نیرومند و بزرگ‌نیا، ۱۹۹۳). (باکس و همکاران، ۱۹۹٤) در فراهم آوردن یک روش کلی برای پیش‌بینی سری‌های زمانی سهم بسزایی داشته‌اند. آنها بـا تأکید بر تفاضلی کردن توانستند الگوهـایی را بـرای سـری‌هـای نامانـا بسـازند و رده کلـی الگوهـای ARIMA[1] به آن‌ها نسبت داده می‌شود (نیرومند و بزرگ‌نیا، ۱۹۹۳). اخیراً پژوهشگران به منظور تحلیل تغییرات پارامترهای اقلیمی تلاش نموده‌اند تا این پارامترها را الگوسازی و سپس شـبیه‌سـازی نماینـد.

1- Autoregressive Integrated Moving Average

الگوسازی در خانواده‌های اتورگرسیو میانگین متحرک (ARMA[1])، ARIMA و SARIMA، یکی از شیوه‌های معتبر در شبیه‌سازی فراسنج‌های اقلیمی است (باکس و همکاران، ۱۹۹٤).

سری‌های زمانی از دیرباز در منابع علمی جهان دارای کاربردهای زیادی بوده است. از این گونه پژوهش‌ها و مطالعات می‌توان به کارهای جونز و همکاران (۱۹۸٦)، هانسن و لبدف (۱۹۸۸)، بلوم‌فلید و نیچکا (۱۹۹۲) و فولاند (۱۹۹۰) اشاره نمود. نواکز و همکاران (۱۹۸۵) قدرت پیش‌بینی کوتاه مدت الگوهای SARIMA، ARIMA و الگوهای خودهمبسته دوره‌ای (PAR) را بر روی سری ۳۰ ماهه جریان مقایسه کردند و نشان دادند که الگوهای خودهمبسته دوره‌ای دقیق‌ترین پیش‌بینی را دارند. آنها همچنین برتری تبدیل لگاریتمی را به دیگر تبدیل‌های باکس- کاکس بر اساس روش حداکثر درستنمایی به‌دست آوردند.

در کشور ایران به لحاظ سابقه کوتاه در بهره‌گیری از روش‌های اندازه‌گیری مستقیم داده‌های جوی، از این روش کمتر استفاده شده است (خردمندنیا و عساکره، ۲۰۰۱). در این میان می‌توان به کارهای جمشیدی (۲۰۰۷) در الگوسازی دما-بارش تهران، مالکی (۱۹۸۹) در الگوسازی دما و بارش غرب کشور و رسولی(۲۰۰۲) برای پیش‌بینی دمای ماهانه شهر تبریز اشاره نمود. خردمندنیا و عساکره (۲۰۰۱) برای پیش‌بینی درجه حرارت متوسط ماهانه منطقه جاسک از الگوسازی SARIMA استفاده نمودند. احمدی (۲۰۰۵) در تحقیقی مقدار باران سالانه ایستگاه‌های هواشناسی استان خراسان را با استفاده از سری‌های زمانی و الگوی SARIMA پیش‌بینی نمود.

شریفان و همکاران (۲۰۰۷) طی یک الگوسازی که برای چهار ایستگاه فاضل‌آباد، گرگان، مراوه‌تپه و ترشکلی در استان گلستان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که برای پیش‌بینی بارندگی ماهانه استان گلستان الگوی SARIMA الگوی مناسبی است. کمالی و همکاران (۲۰۰٦) از طریق الگوسازی سری زمانی به روش باکس و جنکینس جریان ماهانه ورودی به سد شهید عباسپور را پیش‌بینی کردند. مدرس (۲۰۰۳) الگوی سری زمانی بارندگی ماهانه ایستگاه قلعه شاهرخ را با استفاده از روش باکس و جنکینز تهیه کرد. جهاندیده و شیروانی (۲۰۱۱) جهت پیش‌بینی خشکسالی در استان فارس الگوی $ARIMA(1,0,1)(2,1,1)_{12}$ را برای سری‌های زمانی SPI دوازده ماهه مناسب تشخیص داده و به این

1- Autoregressive Moving Average

نتیجه رسیدند که از الگوی برازش داده شده می‌توان برای پیش‌آگاهی وضعیت خشکسالی استفاده کرد و در نهایت بر پایه این الگو ۲٤ ماه آینده را پیش‌بینی نمودند.

با توجه به موارد بیان شده، هدف از انجام این تحقیق پیش‌بینی بارندگی ماهانه با استفاده از روش باکس و همکاران (۱۹۹٤) و الگوهای فصلی (SARIMA) در نرم‌افزار آماری R (تیم، ۲۰۱۲) با استفاده از بسته‌های تخصصی مربوطه است. به این منظور از داده‌های بارندگی ماهانه ایستگاه ارازکوسه (واقع در استان گلستان) استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

ایستگاه مورد مطالعه: ایستگاه ارازکوسه یکی از ایستگاه‌های باران‌سنجی در استان گلستان است که به ترتیب طول و عرض جغرافیایی ´۰۸ °۵۵ و ´۱۳ °۳۷ را به خود اختصاص داده و در ارتفاع ۳٤ متری از سطح آب‌های آزاد واقع شده است. آمار بارندگی ماهانه در این ایستگاه از سال ۱۳٦۰ تا ۱۳۹۰ تهیه شده که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

کنترل کیفی داده‌ها: لازم به‌ذکر است کلیه آزمون‌های آماری و محاسبات سری‌های زمانی در محیط نرم افزار R انجام شده است. به‌عنوان مثال همگنی داده‌ها، تصادفی بودنو وجود داده پرت بررسی شده که جهت این بررسی‌ها از بسته‌های تخصصی Lawstat[1] (کیمی هیرو و همکاران، ۲۰۱۲) و Mankendal (مک لئود، ۲۰۱۱) استفاده شد.

مانا کردن داده‌ها: الگوهای پیش‌بینی باکس و جنکینس با سری‌های زمانی مانا سر و کار دارند. نامانایی در واریانس را با استفاده از تبدیل توانی باکس-کاکس (معادله ۱) و نامانایی در میانگین را با استفاده از تفاضلی کردن می‌توان برطرف کرد که جهت انجام این مراحل از بسته‌های نرم‌افزاری Forecast (هیندمن و همکاران، ۲۰۱۲) و Stats (تیم، ۲۰۱۲) استفاده شده است.

$$T(Z_i) = Z_i^{(\lambda)} = \frac{Z_i^{(\lambda)} - 1}{\lambda}$$ معادله (۱)

که در آن Z_i مقدار اولیه در زمان i، λ پارامتر تبدیل و Z_i^{λ} مقدار تبدیل یافته است. تبدیل باکس-کاکس برای رفع نامانایی در واریانس نیاز به وجود اطلاعات غیر صفر دارد. بارندگی ماهیانه در

1-Package

بسیاری از مواقع صفر است، برای رفع این مشکل می‌توان عدد ثابتی را به داده‌ها اضافه کرد که این عمل تغییری در واریانس ایجاد نخواهد کرد، در این تحقیق از این مورد استفاده شد.

با توجه به اینکه داده‌های بارش در این ایستگاه در واریانس، نامانا هستند با استفاده از تبدیل باکس- کاکس که برای تبدیل پایداری در واریانس اغلب استفاده می‌شود، داده‌های مورد نظر مانا گردید. برای انجام تبدیل باکس-کاکس باید داده‌های سری زمانی مثبت و غیر صفر باشند. با توجه به این نکته که در داده‌های بارندگی تعدادی عدد صفر (نبود بارندگی ماهانه) وجود دارد، در نتیجه برای مثبت کردن سری، بدون کاستن از کلیت بحث مقدار ثابتی به تمام عناصر سری اضافه شد. اضافه نمودن این مقدار ثابت و مثبت به همه عناصر سری، در واریانس بی‌تأثیر است. در نهایت بعد از الگوسازی و پیش‌بینی، مقادیر به مقیاس اصلی برمی‌گردند.

کلاس مهمی از الگوهای خطی سری زمانی از ترکیب فرآیندهای میانگین متحرک (MA[1]) و اتورگرسیو (AR[2]) تشکیل می‌شود. این الگوها کلاس بسیار وسیع فرآیندهای سری زمانی ممسک را که در توصیف کردن سری‌های زمانی گوناگون مفید هستند، شامل می‌شود. همچنین یک فرآیند اتورگرسیو-میانگین متحرک مرکب (ARMA) که شامل P جمله اتورگرسیو AR(P) و q جمله میانگین متحرک MA(q) است از مرتبه (p,q) نامیده می‌شود و به‌صورت معادله (۲) بیان می‌شود.

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + .. + \phi_p X_{t-p} + Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + .. + \theta_q Z_{t-q}$$ معادله (۲)

به‌طوری که Z_t یک فرآیند تصادفی محض است و X_{t-p} سری زمانی در تأخیر P و Z_{t-q} فرآیند تصادفی محض در تأخیر q است (باکس و همکاران،۱۹۹٤).

الگوهای فصلی ARIMA ردهٔ دیگری از مدل‌ها است که در صورت وجود اثر فصلی در سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک روش مهم در الگوسازی فرآیندهای فصلی نامانا، تفاضلی کردن فصلی است که با $\nabla_s X_t$ ($\nabla_s X_t X_t - X_{t-s}$) = نشان داده می‌شود. الگوی کلی SARIMA به صورت معادله (۳) است. در الگوی فصلی ARIMA(p,d,q)(P,D,Q). p ,d ,q مقادیر غیرفصلی و P ,D ,Q مقادیر فصلی الگو هستند.

$$\Phi(B^{\uparrow s}) \varphi(B) \nabla_s^D \nabla^d X_t = \Theta(B^s) \theta(B) Z_t$$ معادله (۳)

1- Moving Average (MA)
2- Auto Regressive (AR)

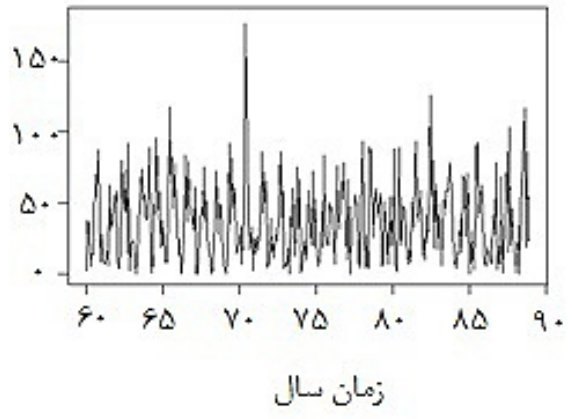
با توجه به وجود روند فصلی در داده‌ها و موجود بودن روش‌های متعدد برای حذف شاخص فصلی، از روش تفاضلی مرتبه ۱۲ بدلیل اینکه داده‌ها ماهانه هستند در این تحقیق استفاده شد.جهت تفاضلی کردن از تابع Diff از بسته تخصصی Stats استفاده شد (کوغلان، ۲۰۱۱).

داده‌های ایستگاه ارازکوسه که مربوط به ۲۹ سال بوده مورد تجزیه و تحلیل در دامنه زمان قرار گرفته است. برای بررسی درستی تشخیص الگو، تحلیل باقیمانده‌ها انجام شد که از آزمون Ljung-Box در بسته تخصصی Stats استفاده گردید (کوغلان، ۲۰۱۱). جهت اطمینان از صحت الگو، الگوهای دیگری را که دارای پارامترهای بیشتری هستند به داده‌ها برازش داده شد. برای بررسی دقت الگوهای برازش داده شده، معیار آکائیک (AIC) محاسبه گردید. بعد از برازش یک الگوی مناسب سری زمانی مقادیر بارش برای ۱۲ ماه (سال ۹۰-۱۳۸۹) پیش‌بینی شده‌است. جهت پیش‌بینی بارش از بسته تخصصی Forecast از نرم‌افزار R استفاده شده است.

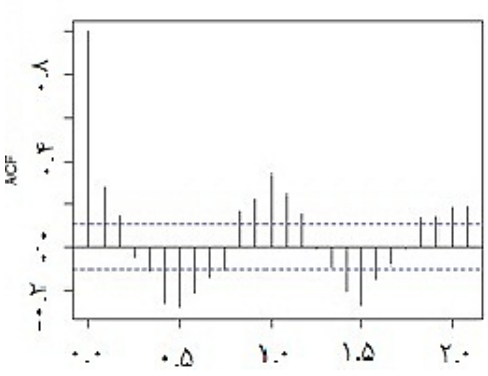
نتایج و بحث

نمودار سری زمانی این ایستگاه (شکل ۱) مشخص می‌کند که این داده‌ها دارای تغییرات فصلی بوده و هر سیکل آن به صورت سالانه تکرار می‌شود.

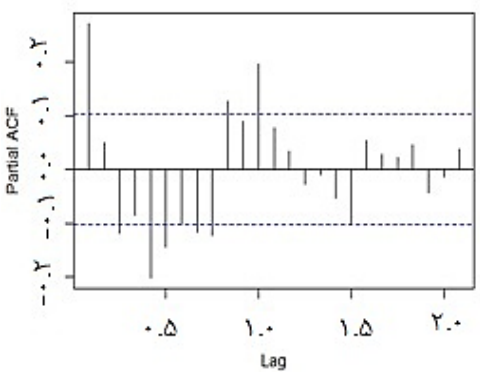
الگوهای سری زمانی که در این پژوهش جهت پیش‌بینی بارندگی مورد استفاده قرار گرفت، الگوهای SARIMA هستند. نمودار سری زمانی ایستگاه ارازکوسه در شکل۱ نشان داده شده است. با توجه به نمودار سری و همچنین نمودارهای خود همبستگی (ACF) و خودهمبستگی جزئی (PACF) بارش ماهانه در شکل‌های ۲ و ۳ می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های بارندگی از روندی فصلی برخوردارند.



شکل ۱- نمودار سری زمانی بارش ماهانه در ایستگاه ارازکوسه

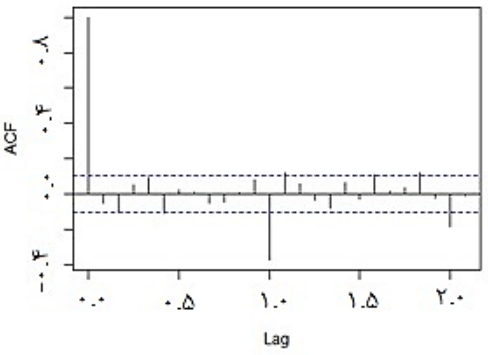


شکل۲- نمودار خودهمبستگی بارش ماهانه در ایستگاه ارازکوسه

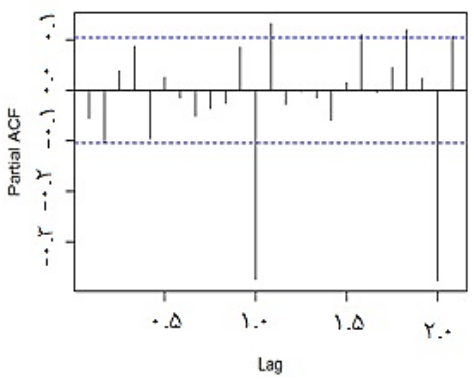


شکل۳- نمودار خودهمبستگی جزئی بارش ماهانه در ایستگاه ارازکوسه

برای تعیین مرتبه‌های الگو، نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی سری تفاضلی شده رسم شد (شکل‌های ٤ و٥).



شکل ٤- نمودار خودهمبستگی سری تفاضلی شده



شکل٥- نمودار خودهمبستگی جزئی سری تفاضلی شده

شکل‌های ٤ و ٥ نشان می‌دهد مقادیر همبستگی و خودهمبستگی جزئی در تأخیرهای ۱۲ و ٢٤ معنی‌دار هستند. لذا میانگین متحرک مرتبه اول و اتورگرسیو صفر برای قسمت فصلی پیشنهاد می‌شود. با توجه به مقادیر همبستگی و خودهمبستگی جزئی قسمت غیر فصلی مرتبه میانگین متحرک اول و اتورگرسیو صفر برای قسمت غیر فصلی مناسب است. مرتبه تفاضلی برای قسمت غیرفصلی به دلیل

نبود روند (تغییرات درازمدت در میانگین) معنادار در داده‌ها برابر صفر و برای قسمت فصلی جهت حذف تغییرات فصلی برابر یک در نظر گرفته شده است.

در نتیجه در الگوی فصلی ARIMA(p,d,q).(P,D,Q)، مقادیر P,p=0 و q,Q=1 پیشنهاد می‌شود. بنابراین الگوی پیشنهادی $ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ است با معادلهٔ:

معادله (٤) $(1-0.11B)Z_t$

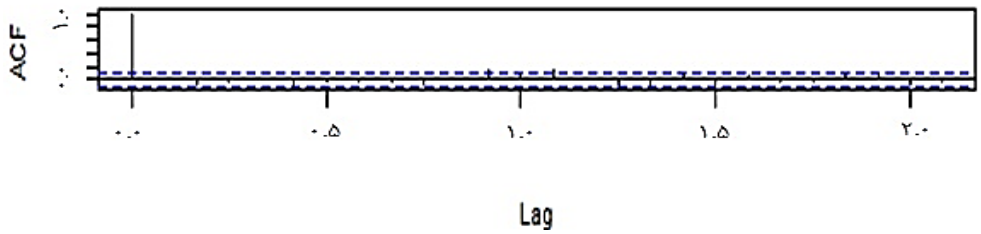
جهت تشخیص صحت الگو، تحلیل باقیمانده‌ها انجام شد. نمودار تابع خودهمبستگی برای باقیمانده‌های االگو در شکل ٦ نشان می‌دهد که باقیمانده‌ها ناهمبسته هستند و مقادیر خودهمبستگی اختلاف معنی‌داری با صفر در سطح ۰/۰۵ ندارند. به جز در تأخیر ۱۱ که با انجام آزمون بارتلت[1] فرض صفر در سطح ۰/۰۵ پذیرفته می‌شود. مقدار آماره این آزمون برابر ۱/۸۹ بوده لذا می‌توان مقدار همبستگی در تأخیر ۱۱ را در سطح α=۰/۰۵ برابر صفر در نظر گرفت. همچنین p-value آماره آزمون Ljung-Box در تأخیرهای مختلف بزرگتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشند که نشان می‌دهد باقیمانده‌ها ناهمبسته هستند (شکل ۷).

الگوهای دیگری را که دارای پارامترهای بیشتری هستند به داده‌ها برازش داده شد. در نتیجه مناسبترین الگو، همان الگوی اولیه $ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ تشخیص داده شد. نتایج الگوهای مختلف ARIMA(p,d,q)(P,D,Q) در جدول ۱ ارائه شده است.

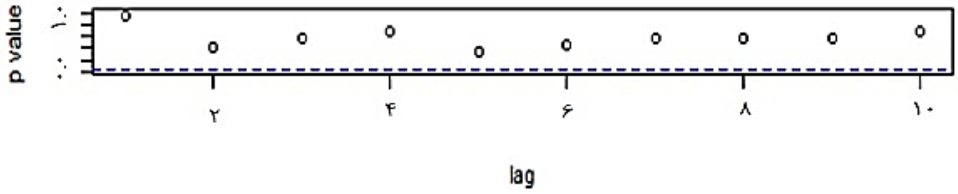
مقادیر بارش برای تمامی ماه‌های سال ۹۰-۱۳۸۹ که در برازش الگو منظور نگردید، با الگوی $ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ پیش‌بینی شد. شکل ۸ سری زمانی مشاهده شده و پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد.

در این تحقیق داده‌های بارندگی ماهیانه ایستگاه ارازکوسه با الگوی سری زمانی اتورگرسیو-میانگین متحرک تلفیق شده فصلی برازش داده شد و نشان داده شد که مناسبترین الگو، $ARIMA(0,0,1)(0,1,1)_{12}$ است. شریفان و قهرمان (۲۰۰۷) طی یک الگوسازی که برای چهار ایستگاه در استان گلستان انجام دادند به نتیجه‌ای مشابه رسیدند که برای پیش‌بینی بارندگی ماهانه استان گلستان الگوی SARIMA الگویی مناسب است. جهاندیده وشیروانی (۲۰۱۲) نشان دادند پیش‌بینی مقادیر آینده با استفاده از مدل‌های سری زمانی توسط بسته‌های تخصصی این نرم‌افزار به نتایج قابل قبولی رسیده که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

1-Bartlett



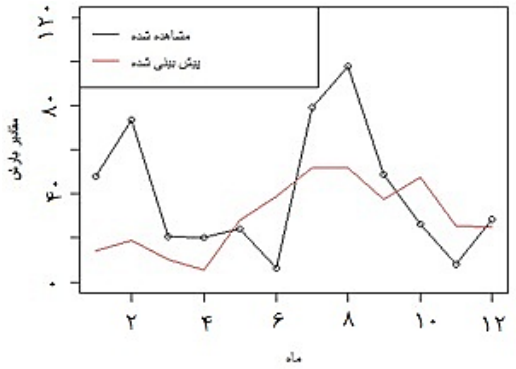
شکل ٦- نمودارخود همبستگی باقیمانده‌های الگو



شکل۷- نمودار **p-value** آماره آزمون **Ljung-Box** برای الگو

جدول ۱- الگوهای مختلف **ARIMA(p,d,q).(P,D,Q)** برای پیش‌بینی بارش ایستگاه ارازکوسه

BIC	AIC	فصلی			غیر فصلی		
		Q	D	P	q	d	P
۱۱۹٤/۹۹	۱۱۸۳/٥٤	۱	۱	۰	۰	۰	۱
۱۲۳۷/۱٥	۱۲۲٥/٥۹	۱	۱	۰	۰	۰	۱
۱۲٤۰/٦٦	۱۲۲٥/۲٥	۱	۱	۰	۰	۰	۲
۱۲٤۱/۰٥	۱۲۲٥/٦٤	۱	۱	۰	۲	۰	۰



شکل ۸ - سری زمانی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در ایستگاه ارازکوسه

رهیافت‌های ترویجی

نوآوری‌این تحقیق نسبت به تحقیق شریفان و قهرمان (۲۰۰۷) استفاده از محیط باز[1] و تفکر انتقادی[2] در محیط نرم‌افزار رایگان R می‌باشد که در این محیط قابلیت‌های متعددی برای سری‌های زمانی وجود دارد. به‌عنوان مثال در محیط R حدود ۲۰ تابع برای هر بسته تخصصی در مورد سری‌های زمانی وجود داردکه در مقایسه با نرم‌افزارهای تجاری مانند SPSS و Minitab قابلیت‌های بسیار بالایی را به خود اختصاص می‌دهند.

برخی از کدهای مورد استفاده

```
Acf (rain)
Pacf (rain)
diff<-diff (rain,lag=12,differences = 1)
rima<-arima (diff, order=c(0,0,1), seasonal=(orer=c(0,1,1))
forecasts<-forecast. Arima (arima,h=12)
```

منابع

1.Ahmadi, F. 2005. Forecasting of anuual rainfall in Khorasan province (Iran) using of time Series. M.Sc Thesis of Mashhad Ferdowsi University,Irrigation department, 284 pp. (In Persian)

2.Bloomfield, P., and Nychka, D. 1992. Climate spectra and detecting climate change. Climatic Change, 21(3):275-287. (In Persian)

3.Bowerman, B.L., and O·Connel, R.T. 1979. Time series and forecasting, PWS Publisher.481p.

4.Box, G.P.E., Jenkinks, G.M., and Reinsel, G.C. 1994. Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden-Day, 3th Edition. 575 p.

5.Coghlan, A. 2011.A little book of R for time series, 71p.

6.Folland, C.K. 1990. Observed Climatic Variation and Change, Climate Change, Cambridge University Press, 195-238.

7.Hansen, J., and Lebedeff, S. 1988. Global surface air temperatures: Update through 1987. Geophysical Research Letters, 15(4): 323-326.

8.Hyndman, R.J., Razbash, S., Schmidt, D., and Zhou, Z. 2012. Forecast: Forecasting functions for time series and linear models.R package version 3.25. http://CRAN.R-roject.org/package=forecast.

9. Kamali, A., Mahmoudian Shushtari, M., and Kamali, I.N. 2006. The forecast monthly inpu Abbaspour reservoir using time series Box-Jenkins. 7th International seminar on river engineering. January, Ahvaz, Iran.

1- Open source
2- Critical thinking

10. Jahandideh, M., and Shirvani, A. 2011. Forecasting of drought based Standardized index using time series models in Fars province. Juornal of Iran Water Research, 5(9): 19-28. (In Persian)
11. Jamshidi, V. 2007. Analysis of temperature and percipitation in Tehran city by time series. M.Sc Thesis of Tarbiat Modares University, 263 pp. (In Persian)
12. Jones, P.D., Raper, S.C.B., Bradley, R.S., Diaz, H.F., Kellyo, P.M., and Wigley,T.M.L. 1986. Northern hemisphere surface air temperature variations: 1851–1984. Journal of Climate and Applied. Meteorology, 25(2): 161-179.
13. Kheradmand-Nia, M., and Asakereh, H. 2001. Pattering of ARIMA for annual average temperature in Jask (Iran). 3th Conference of Stochastic Process. Isfehan University. (In Persian)
14. Kimihiro Noguchi, W. L., Wallace Hui, Y.R., Gel, J.L. and Gastwirth, W.M. 2012, Lawstat: An R package for biostatistics, public policy,and law. R package version 2.3. http://CRAN.R-project.org/package=lawstat.
15. Maleki, M. 1989. Investigation and modeling of temperature and percipitaion in Western country. M.Sc.Thesis of Beheshti University, Statistic Dep, 184pp. (In Persian)
16. McLeod, A.I. 2011. Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2. http://CRAN.R-project.org/package=Kendall.
17. Modarres, R. 2003. Box-Jenkins modeling rainfall time series of Ghale Shahrokh station. 3th Congress weather forecast. Tehran, Iran.
18. Nirumand, H.A., and Bozorgnia A.(translator). 1993. Introduction to Time Series Analysis. C. Chetfield, ,Mashhad, Ferdowsi Universty, 290 pp.
19. Noakes, D.J., Mcleod, A.I., and Hipel, W. 1985. Forecasting monthly riverflow time series. International Journal of Forecasting,1(2):179–190.
20. Rasuli, A.A. 2002. Modeling of climate parameters in north-west country. Forecasting monthly temperature of Tabriz city (Iran) by ARIMA model. Journal of Sociology Science, (8).
21. Sharifan, H., and Ghahraman, B. 2007. Evaluation of rainfall forecasting using SARIMA technique in Golestan province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources,14(3): 18-27. (In Persian)
22. Team R.C. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. http://www.R-project.org/.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 2 (2), 2014
http://ejang.gau.ac.ir

Monthly Precipitation Forecast by Time Series Packages in R Environment (Case study: Arazkooseh station of Golestan province)

***M. Hosseinalizadeh[1], N. Hassanalizadeh[2], M. Babanezhad[3] and M. Rezanezhad[4]**

[1] Assistant Professor, Watershed Management and Desert Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] M.Sc. Student, Department of Water Resources Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] Assistant Professor in Statistics, Golestan University, Gorgan, Iran
[4] M.Sc. Student of Statistics, Golestan University, Gorgan, Iran
Received: 2013/01/21; Accepted: 2014/02/05

Abstract

Water shortage or its improper distribution is one of the biggest concerns in this century, and the precipitation is one of the most important water resources. Therefore, predicting of the precipitation at each catchment is one of the crucial climate quantities. To forecast precipitation, time series analysis can be used. One of the statistical software that can perform these calculations easily and with high accuracy is R software which was used in this study. In this research monthly precipitation for 30 years was considered as a time series in Arazkooseh station, Golestan province. Based on the autocorrelation and partial autocorrelation diagrams, the appropriate model ARIMA $(0,0,1)$ $(0,1,1)_{12}$ was fitted to the considered data set. Further the residual autocorrelation diagrams for the fitted model show that the residuals are uncorrelated. Except at the lag 11^{th} where Bartlett test showed correlation is zero (α=0.05), there were correlation at the other lags. Furthermore the P-value of the Ljung-Box test statistic for different lags is greater than the significance level of 5%, which indicates that the residuals are uncorrelated. Moreover the precipitation for the next 12 months was forecasted based on the fitted model.

Keywords: Time series, Precipitation forecasting, ARIMA, Golestan province.

* Corresponding author; mhalizadeh@gau.ac.ir