# پیش بینی بارش سالانه شهر بجنورد با استفاده از مدل آریما

**هوشنگ خیری[1]، غلامرضا مقامی مقیم [2]**

**۱- استادیار و عضو هئیت علمی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان**

**۲- استادیار و عضو هئیت علمی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان**

*Email: h.khairy@du.ac.ir*

## چکیده

در عصر کنونی محدودیت منابع آبی جهت تامین آب مورد نیاز کشاورزی و غیر کشاورزی موجب بروز مشکلات عمده‌ای شده است و باران به عنوان یکی از مهمترین منابع آبی موجود محسوب می‌شود. بنابراین، پیش بینی و برآورد نزولات جوی برای هر منطقه و آبخیز به عنوان یکی از مهمترین پارمترهای اقلیمی در استفاده بهینه از منابع آبی محسوب می‌شود. برای پیش بینی باران می‌توان از سری‌های زمانی استفاده نمود. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری MINITAB، براساس داده‌های سال‌های بین ۱۹۷۷-۲۰۱۴، مقدار بارش برای سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۳ پیش بینی شد. در پیش بینی پارامترها از آزمون T-Student برای معنی دار بودن پارامترها استفاده شده است و برازش داده‌ها براساس مدل (0.1.1) می‌باشد. نتایج پژوهش کاهش ۱۱,۲ میلیمتری مقدار بارش در ۹ سال آینده را نشان داد.

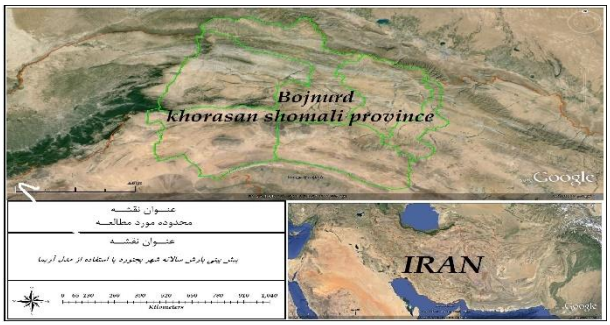
**کلیدواژگان: بارش، پیش بینی، مدل آریما، شهر بجنورد.**

## ۱. مقدمه

بارش یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعات اقلیمی، در تعین نقش سایر عناصر اقلیمی نیز عامل مؤثری به شمار می‌رود. بارش در چرخه انرژی همراه با چرخه آب اثرهای انکارناپذیری بر فعالیت‌های انسانی و فرایندهای طبیعی دارد و تغیرات آن در برنامه ریزی‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی عامل تعین کننده‌ای به شمار می‌رود. روش سری‌های زمانی به منظور بررسی بارش، در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است که در این قسمت به چند مورد از آنها اشاره می‌شود. تورکش و همکاران (Turkes & Et.al,1996 ) تغیرپذیری روند میانگین دمای سالانه را در ترکیه مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج بررسی آنها در مقیاس ناحیه‌ای، روند افزایش دمای آناتولی شرقی و روند کاهش آن را در نواحی ساحلی ترکیه در دو دهه‌ی اخیر نشان می‌دهد. لیت و پیکسوتو (Leite &Peixoto ) کاربرد مدل‌های اتورگرسیو را در بررسی تغیرات دما با استفاده از بلندترین سری‌های زمانی مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعه آنها نشان می‌دهد که مقدار تغیرپذیری قابل توجهی در مقیاس‌های سالانه و دهه‌ای وجود دارد. نتیجه‌ی دیگر این تحقیق بیانگر آن است که نمی‌توان وجود روند افزایش دما را در مقیاس جهانی به اثر گلخانه‌ای نسبت داد. باکس و جنکینز (Box &Jenkins , 1976) علت استفاده از مدل‌های میانگین متحرک تجمعی خود همبسته را در مطالعه‌ی خود، وجود خود همبستگی در داده‌های اقلیمی با دارا بودن اثر فصل و یا روند عنوان کرده‌اند. ترابی(۱۳۸۰) با استفاده از روش سری‌های زمانی و مدل آریما، پنج ایستگاه معرف در پنج ناحیه اقلیمی ایران را در فاصله سال‌های ۱۹۵۱ تا سال ۱۹۹۵

مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفته است که مقادیر حداقل و حداکثر دما، به جز مناطق نیمه خشک گرم ایران (ایستگاه‌های حاشیه کویر و مناطق کم ارتفاع جنوبی)، در سایر مناطق از جمله نواحی دریای خزر و نواحی کوهستانی تغیرات دمای داشته‌اند.

**۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه:** ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بجنورد با موقعیت جغرافیایی ۳۷,۴۶ شمالی و ۵۷,۳۱ شرقی و ارتفاع ۱۲۱۰ از سطح دریا در شمال‌شرق کشور قرار گرفته است.




**شکل ۱: موقعیت استان خراسان شمالی**

## ۳. مواد و روش

سری زمانی به مجموعه‌ای از دیده بانی‌ها و یا مقادیر ثبت شده از یک متغیر گفته می‌شود که بر حسب زمان مرتب شده باشد. در جهت مدلسازی از سری‌های زمانی، در اغلب موارد متخصصان از انواع متنوع مدل‌های ریاضی و آماری بهره می‌گیرند به طوری که همبستگی‌های موجود مابین زمان و مشاهدات مدنظر می‌باشد(نیرومند و بزرگ نیا، ۱۹۹۳). مدل‌سازی سری زمانی عبارتند از:

۱- مدل تصادفی خود همبسته(AR(p: اساس این مدل برپایه زنجیره مارکف در زنجیره زمانی بنا شده است. یک سری زمانی از زنجیره مارکف تبعیت می‌کند، اگر هر داده ثبت شده سری زمانی در زمان t با زمان قبل و یا زمان بعد از خود مرتبط باشد.

۲- مدل میانگین متحرک(MA(q: در این مدل متغیر در زمان t از روی مقدار تصادفی همان لحظه به علاوه q برابر مقدار تصادفی مربوط به زمان‌های قبل از t برآورد می‌شود.

۳- مدل خود همبسته- میانگین متحرک ARMA(p,q): هرگاه دو مدل قبلی در یکدیگر ادغام شوند، مدل ARMA با مرتبه‌های p و q تصادفی مربوط به زمان‌های قبل از t برآورد می‌شود.

$$Z=\mu+\sum^{p}_{i=1}(z_{t-i}-\mu)-\sum^{q}_{i=1}\Theta_i a_{t-i}+a_t$$

که در آن $z_t$: مقدار پیش بینی شده، $z_{t-i}$: اطلاعات مربوط به گذشته سری، $\mu$: میانگین سری

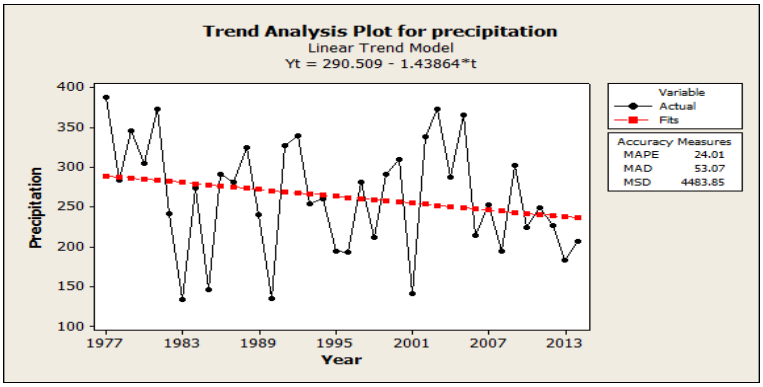
$\Theta$: ضریب مدل ، $a_{t-i}$ و $a_t$: به ترتیب اغتشاش در گذشته و حال می‌باشد.

۴- مدل خود همبسته- میانگین متحرک تلفیق شده ARIMA(p,d,q): از آنجا که برای استفاده از مدل‌های فوق باید فرایند ایستای برقرار باشد، از این رو باکس و همکاران(۱۹۹۴) در شرایط ناایستای، مدل ARIMA را با در نظر گرفتن مرتبه تفاضلی d ارائه نمودند .شیوه تجزیه و تحلیل در این پژوهش بدین صورت می‌باشد که با استفاده از نرم افزار آماری

MINITAB، براساس داده‌های سال‌های بین، مدل‌های سری زمانی به داده‌ها برازش می‌شود و در پایان بعد از آزمون مدل‌های موجود بهترین روش برای پیش بینی بارش انتخاب می‌شود یا به عبارت دیگر براساس داده‌های سال‌های بین ۱۹۷۷–۲۰۱۴ مقدار بارش را برای سال‌های ۲۰۱۵–۲۰۲۳ پیش بینی می‌کنیم. در پیش بینی پارامترها از آزمون t-student برای معنی دار بودن پارامترها استفاده شده است و برازش داده‌ها براساس مدل (0.1.1) می‌باشد.

## ۴. نتایج و بحث

با توجه به شکل شماره ۲، بارش سالانه ایستگاه بجنورد بین سال‌های ۱۹۷۷–۲۰۱۴، روند کاهشی در بارش دیده می‌شود.




**شکل ۲: سری زمانی بارش سالانه‌ی ایستگاه بجنورد بین سالهای ۱۹۷۷–۲۰۱٤**

جدول ۱ مقادیر بارش سالانه پیش بینی شده در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ را در ایستگاه بجنورد نشان می‌دهد. که در هر سال تقریبا کاهش ۱٫۴ میلیمتری بارش دیده می‌شود و با توجه به مدل انتظار داریم تا سال ۲۰۲۳ میزان بارش به کمترین مقدار خود یعنی ۱۵۸٫۸۵ میلمتر برسد.

**جدول شماره ۱: مقادیر بارش سالانه پیش بینی شده در سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۳ در ایستگاه بجنورد**

| سال | مقادیر پیش بینی شده(براساس میلیمتر) | کرانه پاین با حدود ۹۵ درصد اطمینان(براساس میلیمتر) | کرانه بالا با حدود ۹۵ درصد اطمینان |
|---|---|---|---|
| ۲۰۱۵ | ۱۸۷,۹ | ۲۵,۶۷ | ۳۵۰,۱۲ |
| ۲۰۱۶ | ۱۹۱,۰۴ | ۱۰,۶۸ | ۳۷۱,۴۰ |
| ۲۰۱۷ | ۱۸۳,۰۱ | -۳۴,۵۶ | ۴۰۰,۵۹ |
| ۲۰۱۸ | ۱۸۰,۷۳ | -۵۸,۵۸ | ۴۲۰,۰۴ |
| ۲۰۱۹ | ۱۷۵,۴۸ | -۸۸,۳۱ | ۴۳۹,۲۹ |
| ۲۰۲۰ | ۱۷۱,۷۶ | -۱۱۲,۲۱ | ۴۵۵,۷۵ |
| ۲۰۲۱ | ۱۶۷,۲۶ | -۱۳۶,۶۲ | ۴۷۱,۱۵ |
| ۲۰۲۲ | ۱۶۳,۱۶ | -۱۵۸,۸۸ | ۴۸۵,۲۱ |
| ۲۰۲۳ | ۱۵۸,۸۵ | -۱۸۰,۶۳ | ۴۹۸,۳۴ |

## ۵. منابع

۱) ترابی، س.۱۳۸۰. ***بررسی و پیش بینی تغیرات دما و بارش در ایران***، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

۲) نیرومند، ه، بزرگ نیا، ا. ۱۳۷۲. ***مقدمه‌ای بر آنالیز سری زمانی***. انتشارات دانشگاه فردوسی، ص ۲۹۰.

*3) Box, G.E.P., Jenkins. G. and Mand Reinse G.C. 1994.* ***Time Series analysis forecasting and Control****, third Edition, San Franasco, Holden Day.*

*4) Box, G.E.P and Cox, D.R. 1964.* ***An analysis of transformation****., J.Roy. Stat. Soc., Se, 26, Pp. 211-252.*

*5) Leite, S. Mand, J P, Peixoto(1996):* ***the Autoregressive Model of Climatological Time Series An Application to the Longest Time Series in Portugal****. International Journal of climatology, Vol:16, PP: 1165- 1173.*

*6) Turkes, MM.S.U.tku.1996.* ***Observed change temperature in Turkey****. International Journal of Climatology, Vol 16. Pp. 463-477.*