



آشکارسازی تغییرات دما با استفاده از سریهای زمانی در راستای مدیریت ریسک مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهر اراک)

فاطمه فلاحتی^۱، محمدجواد براتی^۲ و سیدعباس جزایری^۳

۱. عضو هیئت علمی پژوهشکده سوانح طبیعی، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی falahati_fp@yahoo.com

۲. مدرس مرکز سوانح طبیعی ایران، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی barati_pm@yahoo.com

۳. ریاست و عضو هیئت علمی پژوهشکده سوانح طبیعی ajazayeri@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به موضوع گرمایش جهانی، تغییرات اقلیم یکی از معضلات چالش برانگیز در اکوسیستم های مختلف می باشد. از این رو آشکارسازی و پیش بینی تغییرات عوامل محیطی بویژه تغییر اقلیم به منظور برنامه ریزی های ملی، منطقه ای و ناحیه ای، همچنین برنامه ریزی های درازمدت توسعه، امری حیاتی و اجتناب ناپذیر بوده و پیش بینی شرایط اقلیمی در تمام بخشهای اقتصادی، هزینه را کاهش و بهره وری را افزایش خواهد داد. این تحقیق، با هدف آشکارسازی تغییرات احتمالی دمای سالانه شهر اراک انجام پذیرفته و مقادیر مربوط به دمای سالانه در ایستگاه اراک با دوره ۵۰ ساله (۱۹۵۵-۲۰۰۵) مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش: در این مطالعه روش تحقیق کاربردی بوده و به منظور تجزیه و تحلیل سریهای زمانی و تعیین آماره های نمونه، ابتدا با استفاده از نرم افزار Minitab سری زمانی رسم شده است. وجود همگنی با آزمونهای بارتلت، توالی و آزمون خودهمبستگی درجه اول و وجود روند بلندمدت با آزمون های t استیودنت، من-کندال، پارامتریک ضریب همبستگی پیرسون و ناپارامتریک اسپیرمن مطالعه شد. سپس ایستایی میانگین و واریانس با استفاده از این نرم افزار بررسی و نوع و مرتبه مدل تعیین و شناسایی گردید و در انتها با تخمین پارامترهای مدل (۱) AR و نیز محاسبه مقادیر باقیمانده، با استفاده از داده های ۴۰ سال اول برای ۱۰ سال آینده پیش بینی انجام شده است.

یافته: نتایج این مطالعه نشان می دهد که در ۱۰ سال آینده دمای اراک با یک روند افزایشی مواجه خواهد شد. شایان ذکر است که آمار کوتاه مدت و حداکثر ۵ ساله ایستگاههای مجاور، به منظور صحت سنجی مدل و روند بدست آمده استفاده و مشخص گردید که پیش بینی داده ها با برازش خوبی انجام پذیرفته که همبستگی مقادیر واقعی و برازش حدود ۹۵ درصد می باشد.

نتیجه گیری: حال چنانچه برنامه ریزی های منطقه ای و آمایش سرزمین و نیز مدیریت ریسک مخاطرات محیطی در اراک، با در نظر گرفتن این افزایش دمای پیش بینی شده انجام پذیرد از شانس موفقیت و درجه اعتبار بالاتری برخوردار خواهد بود.

کلید واژه ها: تغییر اقلیم، پیش بینی تغییرات دما، آمایش سرزمین، مدیریت ریسک

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** فلاحتی، فاطمه؛ براتی، محمدجواد؛ جزایری، سیدعباس (زمستان ۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات دما با استفاده از سریهای زمانی در راستای مدیریت ریسک مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهر اراک). فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۵ (۴)، ۲۸۵-۲۸۰.

Climate change detection using time series to manage environmental risks, Case study: Arak

F. Fallahaty¹, Mohammad Javad Barati² & Seyed Abbas Jazayeri³

1. Faculty Member of Institute of natural disasters , PhD Student hydrometeorological

2. Teacher of Center for Iranian natural disasters , PhD Student hydrometeorological

3. President and member of the faculty of the Institute of natural disasters

ABSTRACT

Background and objective: Nowadays, global warming and climate change are of the most challenging issues in different ecosystems. So, the detection and prediction of variations of environmental factors especially climate change is a crucial and inevitable issue for national, regional and local planning as well as long-term development plans. Prediction of climate change in all the economic sectors will decrease costs and increase efficiency. This study aims is to detect possible changes in annual average temperatures in Arak and the related amounts of annual temperature in Arak stations for 50 years (1955-2005) have been reviewed.

Method: In this research the method is applied method. At first the time serie has drown in order to analyze and determine the sample statistics by using Minitab software. Then the stationary of the mean and variance reviewed by using the software to determine the type and model, and at the end after the estimation of AR(1) parameter and the amount of remaining, the next 10 years situation is forecast by using the first 40 years data.

Findings: Results of this research demonstrated that for the future 10 years, Arak temperature will have an increasing trend. It should be mentioned that short- term statistics (maximum for 5 years) of adjacent stations has been utilized for trend and model verification and it has been recognized that data processing for prediction of data has been done properly and correlation of actual values is approximately 95 percent.

Conclusion: It is clear that the regional planning and land use planning and environmental risk management will have a higher successful chances by considering the predicted temperature rise.

Keywords: Climate change, Temperature rise prediction, Land use, Risk management

► **Citation (APA 6th ed.):** Fallahati F, Barati MJ, Jazayeri SA (2015, Winter). Climate change detection using time series to manage environmental risks , Case study : Arak. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 5(4), 280- 285 .

مقدمه

تغییرات اقلیمی در عصر حاضر یکی از مسائل چالش برانگیز مرتبط با مسائل زیست محیطی است. درک ما از تأثیرات بشر روی محیط، مخصوصاً آنهایی که در ارتباط با گرم شدن ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای هستند، نشان میدهد که تعدادی از پارامترها به احتمال زیاد درحال تغییر هستند که پیش بینی و آشکارسازی این تغییرات می تواند در برنامه ریزی و مدیریت ریسک مخاطرات محیطی گام موثری باشد. شایان ذکر است که دانسته های دمایی در اجرای اهداف عملی، اقتصادی و صنعتی به خصوص در سالهای اخیر بسیار کاربرد دارد. برای مثال در برنامه ریزی کشاورزی و نیز بسیاری از برنامه هایی که به مسائل زیست محیطی، بهداشتی، شهرسازی و صنعتی مربوط می شود، مطالعه و بررسی دما از اهمیت ویژه ای برخوردار است و اگر این مطالعات بنحوی به آینده گسترش یابد مفهوم پیش بینی و پیش یابی هوا شکل می گیرد. هدف از این مطالعه نیز مدل سازی دمای سالانه شهر اراک و پیش بینی تغییرات دما در ۱۰ سال آینده می باشد. اقلیم شناسان با تکامل بخشیدن به مدل های اقلیمی بر پایه اصول فیزیکی، توانستند رفتار دستگاه اقلیم را شبیه سازی کنند (غیور- مسعودیان، ۱۳۷۵، ص ۱۲۴-۱۴۴). در این میان مدل های اقلیمی که بر پایه اصول آماری - احتمالی بنا گذاشته شده اند از اهمیتی ویژه برخوردارند (عساکره، ۱۳۸۹، ص ۲۶). بدین منظور تحلیل سربهای زمانی به طور نظری و عملی از سالهای ۱۹۷۰ به بعد برای پیش بینی و کنترل به سرعت توسعه پیدا کرده است. این تحلیل معمولاً 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 بیشترین کاربرد آن در پیش بینی خواهد بود (نیرومند، حسینعلی، بزرگ نیا، سیدابوالقاسم، ۱۳۸۹، ص ۲۸۹).

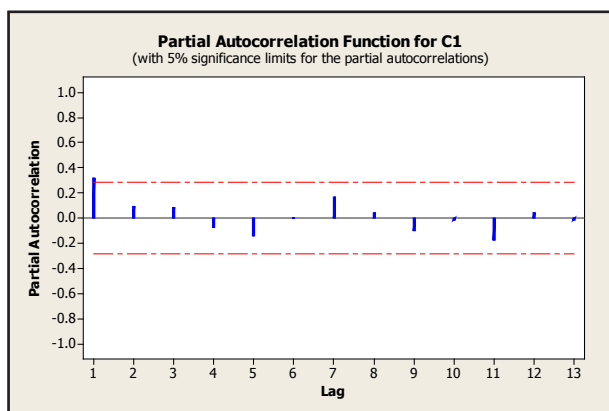
مطالعات زیادی در زمینه پیش بینی اقلیمی با استفاده از روش های کمی در سطح جهان انجام شده است. در اروپا واید دوره های خشکسالی اسپانیا را با استفاده از زنجیره مارکوف بررسی نموده است (۱۹۹۹، ص ۵۱۳) و باری ناحیه بندی اقلیمی و بررسی خشکسالی ها و ترسالی ها و پیش بینی اقلیمی را با استفاده از روش های مختلف مانند: شاخص خشکسالی پالمر، زنجیره مارکوف، میانگین

متحرک، اتورگرسو و آریما انجام داده است (۲۰۰۱، ص ۶۲۰). در ایران نیز علیجانی در دو ایستگاه تهران و بوشهر بارش سالانه را طی سالهای ۱۹۹۶-۱۸۹۴ بررسی نموده است. سری های زمانی کاملاً تصادفی و با توزیع نرمال می باشند. روش های زنجیره مارکوف، اتورگرسو، تحلیل طیفی و آزمون کندال مورد استفاده قرار گرفته است و هیچگونه روندی دیده نشده و ضریب تغییر پذیری طی ۱۰۳ سال، ۳۰ درصد بوده است که تقریباً ثابت است و خشکسالی ۱۳۷۷، صرفاً یک دندان تصادفی در سری زمانی بارش بوده است (علیجانی ۱۳۷۸، ص ۱۴۳)

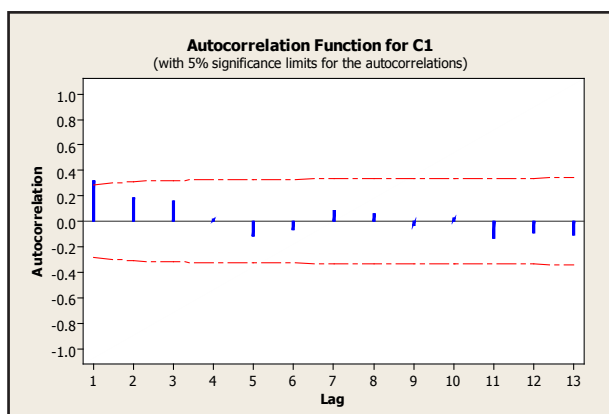
حال آنچه در این مطالعه به عنوان وجه تمایز و نقطه قوت تحقیق مطرح شده این است که چگونه می توان تغییرات دما در آینده را با استفاده از مدل سازی اقلیمی پیش بینی کرد تا بتوانیم در جهت برنامه ریزی صحیح آمایش سرزمین که نوعی برنامه ریزی بلند مدت برای توزیع بهتر جمعیت و فعالیت های اقتصادی در زمینه منابع طبیعی به منظور افزایش رفاه و توسعه جامعه است، گام برداریم.

روش

در مدل سازی سربهای زمانی که بر اساس متدولوژی باکس- جنکینز توسعه یافته است چهار مرحله اساسی وجود دارد که عبارتند از: شناسایی مدل آزمایشی که این کار با استفاده از تابع همبستگی نمونه و تابع خود همبستگی جزئی نمونه انجام می شود. بعد از شناسایی مدل آزمایشی وارد مرحله تخمین پارامتر شده و سپس تشخیص دقت برازش صورت گرفته و در مرحله آخر نیز پیش بینی شکل می گیرد. در این مطالعه روش تحقیق کاربردی بوده و به منظور آشکار سازی تغییرات احتمالی دمای سالانه شهر اراک، مقادیر مربوط به دمای سالانه ۵۰ سال ایستگاههای اراک (۱۹۵۵-۲۰۰۵) مورد مطالعه قرار گرفته است. داده های ایستگاههای مجاور به دلیل عدم وجود داده های بلندمدت در نظر گرفته نشد و به دلیل تاثیر روند بلندمدت در پیش بینی و حذف تغییرات کوتاه مدت، اثرات کوتاه مدت جزیره حرارتی در شهر حذف گردیده است. بنابراین ابتدا وجود همگنی با آزمونهای بارتلت، توالی و آزمون خودهمبستگی درجه اول و وجود روند بلندمدت با آزمون های t استیودنت، من - کندال،



شکل ۲: نمودار تابع PACF مربوط به داده های حذف روند شده



شکل ۳: نمودار تابع ACF مربوط به داده های حذف روند شده

مقادیر ضرایب AIC و پارامترهای مدل به همراه واریانس داده های حذف روند شده یا باقیمانده برای هر مدل توسط نرم افزار MiniTab محاسبه گردیده و در جدول ۱ درج شده اند:

جدول ۱: مقادیر ضرایب AIC و پارامترهای مدل برای انتخاب مدل نهایی

Model_ Parameter	ϕ_1	θ_1	Residual's Variance	AIC Coefficient
AR(1)	0.32		1.53	2.15
MA(1)	-0.03		1.02	2.57
ARMA(1,1)	-0.22	-0.18	1.04	4.11

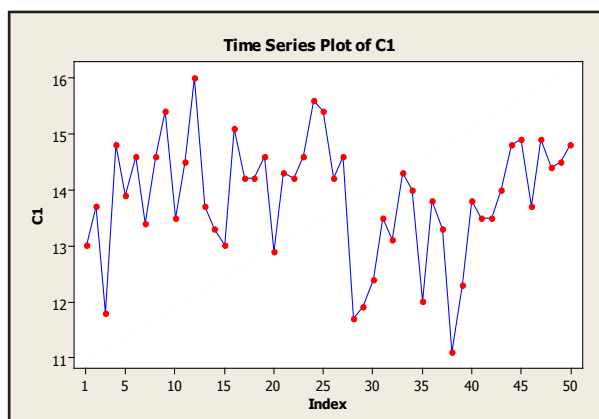
از بین مدل های ۳ گانه بررسی شده بر اساس تمامی معیارهای مذکور مدل AR(1) دارای پارامترهای کمتر و ضریب آکائیک کمتر نسبت به دو مدل دیگر می باشد، بنابراین برای تولید داده ها و پیش بینی مناسب تر است. با استفاده از تجزیه و تحلیل باقیمانده ها، مدل بررسی و همانطور

پارامتریک ضریب همبستگی پیرسون و ناپارامتریک اسپیرمن بررسی شد.

به منظور تجزیه و تحلیل سریهای زمانی، نمودار سری زمانی داده ها با استفاده از نرم افزار Minitab مطابق نمودار (۱) ترسیم شد. پس از آن مؤلفه روند تعیین و در پی آن مدل ایستایی مدلها بررسی شد. سپس با استفاده از نرم افزار Minitab ایستایی سری زمانی مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور تعیین و شناسایی نوع و مرتبه مدل می بایست ابتدا بر روی نمودارهای ACF و PACF قضاوت نمود (شکل ۲). همچنین آزمون و معیار آکائیک (AIC) یکی از روشهای مقایسه مدل های مختلف می باشد. این روش برای مبنا استوار است که از بین مدل های مناسب، مدلی که دارای کمترین مقدار ضریب آکائیک باشد به عنوان بهترین مدل انتخاب و با استفاده از تجزیه و تحلیل باقیمانده ها، بررسی می شود. در انتها با تخمین پارامترهای مدل مناسب و نیز محاسبه مقادیر باقیمانده (noise)، با استفاده از داده های ۴۰ سال اول پیش بینی برای ۱۰ سال آینده انجام می شود.

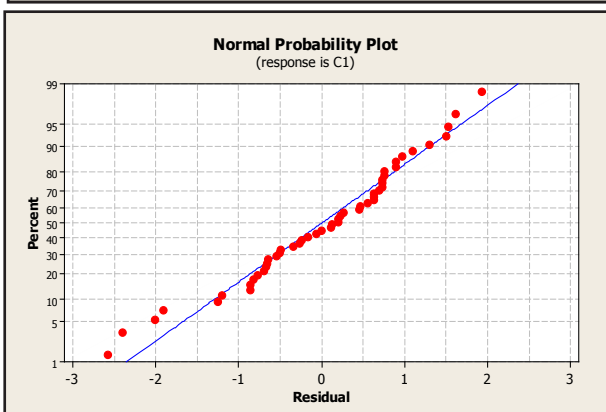
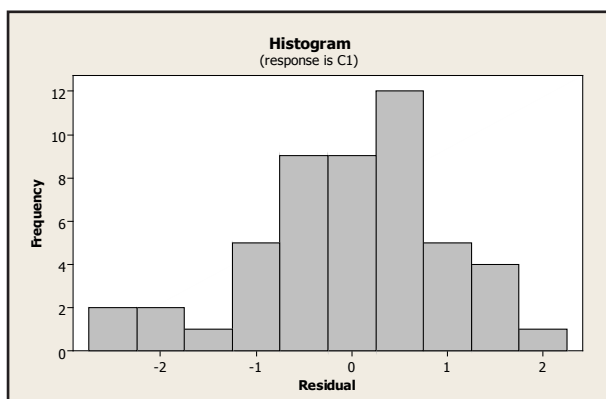
یافته ها

با بررسی های صورت گرفته مشخص شد که داده ها فاقد روند هستند. معادله خط برازش داده شده بر داده ها به صورت رابطه ۱ می باشد.

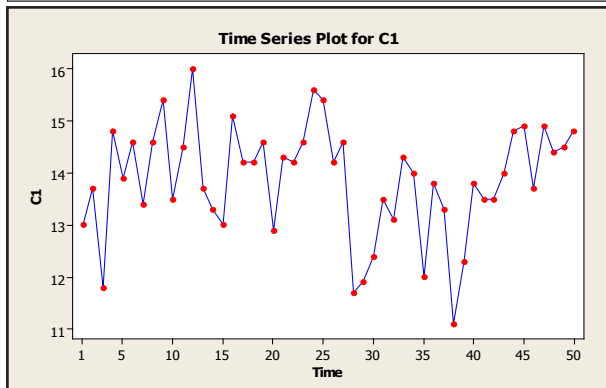
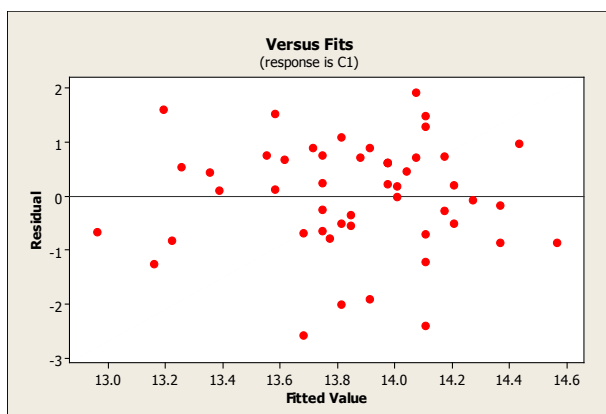
$$Y_t = 13.958 - 0.003616 * t$$


شکل ۱: سری زمانی مربوط به داده های ۵۰ ساله کنونی

همچنین با استفاده از نرم افزار Minitab مشخص شد که داده های سری زمانی از نظر واریانس نیز ایستا هستند.



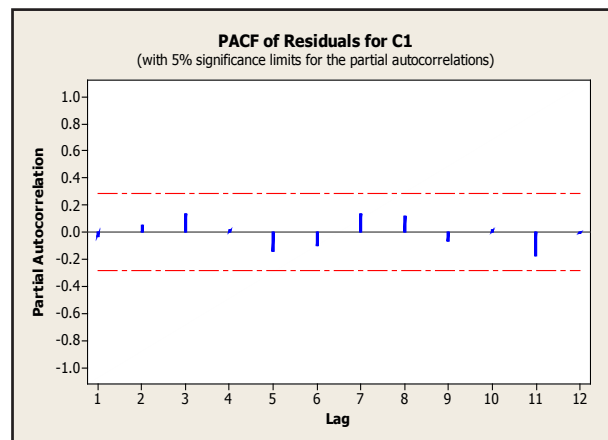
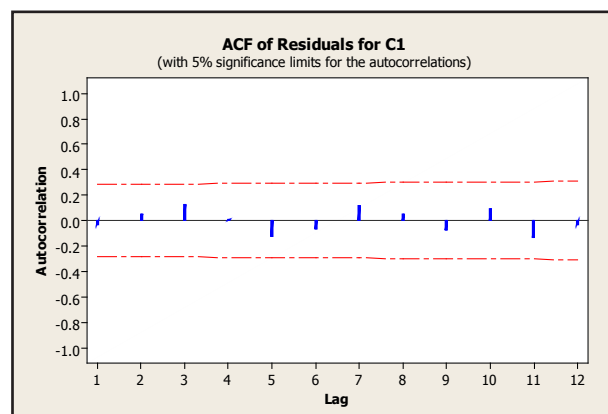
شکل ۵: نمودار هیستوگرام و نمودار احتمال نرمال باقیمانده ها



شکل ۶: نمودار باقیمانده هادر مقابل مقادیر پرازش شده و باقیمانده هادر طول زمان

که در شکل ۴ ملاحظه می شود در نمودار احتمال نرمال، نقاط تقریباً در امتداد یک خط راست قرار گرفته اند و این نشان می دهد که باقیمانده های حاصل از برازش مدل $AR(1)$ بصورت نرمال توزیع شده اند. نمودار هیستوگرام (۴) نیز نشان می دهد که باقیمانده ها تقریباً بصورت نرمال توزیع شده اند. جهت بررسی فرض استقلال باقیمانده ها همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می شود هیچ یک از خود همبستگی ها معنی دار نیستند. زیرا از حدود استانداردشان تجاوز نکرده اند. این به معنی ناهمبسته بودن باقیمانده ها و تصادفی بودن آنها می باشد. در مورد فرض ثابت ماندن باقیمانده ها و تصادفی بودن آنها مشاهده می شود که نمودار ۶، ساختار خاصی را نشان نمی دهد بنابراین می توان فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده ها را حساب کرد.

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + z_t \quad x_t = .32x_{t-1} + 9.33$$



شکل ۴: باقیمانده های سری زمانی سالیانه اراک ACF و PACF

نیز مدیریت ریسک مخاطرات اقلیمی، استفاده از روشهای آماری و تحلیل سری های زمانی جایگاه ویژه ای یافته و شایسته است که با روش های یادشده و مدل سازی اقلیمی به منظور مطالعه و پیش بینی تغییرات عناصر اقلیمی، بصورت یکپارچه، جامع و هماهنگ در پیشگیری از بحران ها استفاده نموده و یا در صورت بروز آنها با آمادگی کافی به منظور کاهش خسارات جانی و مالی به مقابله سریع پرداخته تا شرایط به وضعیت عادی بازگردد.

در این مطالعه تجزیه و تحلیل سریهای زمانی نشان می دهد که:

۱. داده ها فاقد روند بوده و از نظر واریانس ایستا هستند.
۲. از بین مدل های ۳ گانه بررسی شده براساس تمامی معیارهای مذکور مدل (۱) AR دارای پارامترهای کمتر و ضریب آکائیک کمتر نسبت به دو مدل دیگر می باشد، بنابراین برای تولید داده ها و پیش بینی مناسب تر است.

۳. باقیمانده های حاصل از برازش مدل (۱) AR بصورت نرمال توزیع شده اند.

۴. هیچ یک از خودهمبستگی ها معنی دار نیستند و تصادفی بودن آنها اثبات گردیده است.

جهت تعیین الگوی مناسب برای پیش بینی تغییرات دمایی شهر اراک با استفاده از مدل باکس جنکیز مشخص شد که روند تغییرات دمایی این شهر از الگوی (۱) AR پیروی می کند. بررسی ها نشان می دهند که در ده سال آینده شهر اراک با یک روند افزایشی مواجه خواهد بود.

شایان ذکر است که این پیش آگاهی ها علاوه بر نقش کلیدی در برنامه های مدیریت بحران، می تواند راهگشا در شناخت دقیق تر سرزمین جهت استفاده بهینه و بیشینه از آن، توزیع بهتر جمعیت برای استفاده از منابع طبیعی و فعالیت های اقتصادی به منظور افزایش رفاه و توسعه باشد. این شناخت، نقطه عطفی در تنظیم استراتژی دراز مدت توسعه ملی و برقراری هماهنگی در برنامه ریزی توسعه منطقه ای و محیط زیست و برنامه های آمایش سرزمین می باشد.

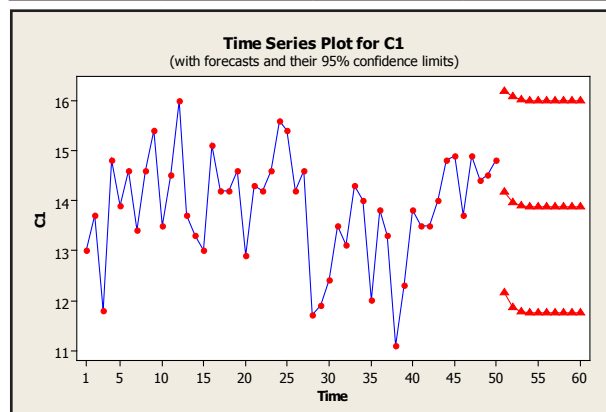
محدودیت تحقیق

افزایش غلظت دی اکسید کربن برای کشور ما نیز مانند سایر کشورهای دنیا سناریوهای مختلفی را به همراه دارد. با توجه به

در انتها با تخمین پارامترهای مدل (۱) AR با توجه به جدول (۲) و نیز محاسبه مقادیر باقیمانده (noise) که از توزیع نرمال با میانگین صفر تبعیت می کنند، با استفاده از داده های ۴۰ سال اول برای ۱۰ سال آینده پیش بینی انجام شد و مشخص شد که در ۱۰ سال آینده اراک با یک روند افزایشی دما مواجه است. شایان ذکر است که آمار کوتاه مدت و حداکثر ۵ ساله ایستگاههای مجاور، شامل خنداب، شازند، خمین، محلات، آشتیان و کميجان، به منظور صحت سنجی مدل و روند بدست آمده استفاده و مشخص شد که پیش بینی داده ها با برازش خوبی انجام پذیرفته و همبستگی مقادیر واقعی و برازش داده شده حدود ۹۵ درصد می باشد.

جدول ۲: تخمین پارامترهای مدل (۱) AR

Period	Forecast	Lower	Upper
۵۱	۱۴,۱۷۱۵	۱۲,۱۶۳۶	۱۶,۱۷۹۴
۵۲	۱۳,۹۶۶۲	۱۱,۸۵۳۹	۱۶,۰۷۸۴
۵۳	۱۳,۸۹۹۲	۱۱,۷۷۶۱	۱۶,۰۲۲۲
۵۴	۱۳,۸۷۷۳	۱۱,۷۵۳۰	۱۶,۰۰۱۵
۵۵	۱۳,۸۷۰۱	۱۱,۷۴۵۸	۱۵,۹۹۴۵
۵۶	۱۳,۸۶۷۸	۱۱,۷۴۳۴	۱۵,۹۹۲۲
۵۷	۱۳,۸۶۷۰	۱۱,۷۴۲۷	۱۵,۹۹۱۴
۵۸	۱۳,۸۶۶۸	۱۱,۷۴۲۴	۱۵,۹۹۱۱
۵۹	۱۳,۸۶۶۷	۱۱,۷۴۲۳	۱۵,۹۹۱۱
۶۰	۱۳,۸۶۶۷	۱۱,۷۴۲۳	۱۵,۹۹۱۰



شکل ۷: پیش بینی سری زمانی دمای سالانه اراک

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت تاثیر دما در شرایط اقلیمی هر منطقه و اثر کلیدی و مطلوب پیش بینی آن در برنامه ریزی های محیطی و

علیجانی، بهلول (۱۳۷۸). بررسی تغییرات زمانی بارش در ایران. دهمین کنگره جغرافیائی، جغرافیا و توسعه در دهه سوم انقلاب اسلامی، دانشگاه امام حسین (ع).

غیور، حسینی و سیدابوالفضل مسعودیان (تابستان ۱۳۷۵). بررسی مکانی رابطه بارش با ارتفاع در ایران زمین. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۱(۴۱)، ص ۱۲۴ تا ۱۴۴. بازیابی از

<http://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/142093>

نیرومند، حسینعلی، بزرگ نیا، سیدابوالقاسم. (۱۳۸۹). مقدمه ای بر تحلیل سریهای زمانی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۹.

منابع انگلیسی:

Barry, R.G. Carleton, A. M. (2001), Synoptic and Dynamic Climatology, Routledge. P.620. Retrived from <https://www.routledge.com/products/9780415031165>

Vide, J.M. (1999). Regionalization of peninsular Spain Based on the length of Dry Spells,

International Journal of climatology, Vol. 19, P.513-536. Retrived from <http://www.ub.edu/gc/Documentos/dryspellsSpain.pdf>

جای خالی آمارهای مورد نیاز به ویژه فاکتورهای مرتبط با میزان غلظت گازهای گلخانه ای، لازم است سرمایه گذاری مناسبی در راستای شناخت اثرات گازهای گلخانه ای انجام شود. فعالیت هایی که تاکنون برای مقابله با تغییر اقلیم انجام شده است اگرچه ارزشمند هستند، اما کافی نیست. توجه به کلیه جنبه ها شامل شناخت، سازش و کاهش اثرات تغییر اقلیم الزامی است.

منابع

منابع فارسی:

عساکره، حسین (تابستان ۱۳۸۹). الگوسازی ARIMA برای میانگین سالانه دمای شهر تبریز. مجله تحقیقات جغرافیایی انتشارات دانشگاه تبریز، ۲۴(۲)

صص ۲۴-۳. بازیابی از

<http://fa.journals.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=126785>