

تحلیل روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز بر اساس شاخص های حدی

دکترعلیرضا شکیبیا*

استادیار گروه GIS و عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

دکترعین اله خلیلی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

آمنه دشت بزرگی

کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی- اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

چکیده

در مطالعه حاضر بررسی و تحلیل روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز (۱۹۶۴-۲۰۰۳) با استفاده از شاخص آستانه ای دما انجام گرفته است. این شاخص ها شامل شبهای سرد، روزهای سرد، شبهای گرم، روزهای گرم، روزهای تابستان و میزان اختلاف درجه حرارت می باشند. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان می دهد شرایط اقلیمی اهواز نسبت به گذشته گرمتر شده است. تغییرات شاخص های شبهای سرد و روزهای سرد روند کاهشی چشمگیری را نشان می دهد. شاخص های روزهای گرم، شبهای گرم و روزهای تابستان روند افزایشی داشته اند. شاخص اختلاف میزان درجه حرارت در طول دوره آماری

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۳۳۱۹۳۱ E-mail: mypauk@yahoo.com

۴۰ ساله روند کاهشی شدیدی داشته است. در محاسبه پیش بینی مقادیر ۱۰ سال آینده بر اساس مدل‌های ARIMA ادامه روند گرمایشی اهواز مشاهده شده است. به طور کلی شرایط دما اهواز نسبت به گذشته دوره های گرمتری را تجربه کرده است این روند در مقادیر ۱۰ سال آینده نیز قابل مشاهده است.

واژه های کلیدی: روند، دما، شهرستان اهواز، شاخص های حدی

۱. مقدمه

در دهه های اخیر اغلب تحلیل های بلند مدت تغییرات اقلیمی بر اساس متمرکز شدن بر روی داده های دما، بارش و تغییرات در میانگین آنها صورت گرفته است (جان و همکاران، ۲۰۰۳). سری شاخص های تغییر اقلیم از داده های روزانه دما و بارش بدست می آیند که محاسبه و تجزیه و تحلیل آنها از طریق متمرکز شدن بر مقادیر آستانه ای است. قراردادن فرمول مناسب برای هریک از شاخص ها و تحلیل آنها در کشورها و مناطق مختلف متناسب با شرایط آنها متفاوت است، این شاخص ها توانایی به روز شدن و ارائه تصویری جامع از روند تغییرات دما و بارش را دارند (الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶). سرعت گرفتن گرمایش زمین سبب افزایش خشکی هوا و احتمال وقوع خشکسالی را در مناطق مستعد بالا می برد. تغییرات اقلیمی به دلیل اثرات منفی که بر جوامع طبیعی و انسانی می گذارند در دهه های اخیر مورد توجه محافل علمی و دانشمندان زیادی در سطح جهان این مسئله را بررسی کرده اند (ترنبرت و همکاران، ۲۰۰۷). پترسون و همکاران (۲۰۰۱) گزارشات جامعی^۱ (CLIVAR) از روند تغییرات اقلیمی در سراسر جهان تهیه نمودند آنها در مطالعات خود روند کاهشی برای شاخص های دوره سرد و روند افزایشی برای شاخص های دوره گرم در بیشتر مناطق جهان مشاهده نمودند. الکساندر و همکاران (۲۰۰۶) برای یک دوره آماری ۵۲ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۳) شاخص های سالانه، فصلی و روزانه تغییرات اقلیمی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و نتایج خود را برای سراسر جهان ارائه نمودند آنها در کار خود ۲۷ شاخص برای تغییرات اقلیمی معرفی نمودند. بانزراگ و همکاران (۲۰۰۷) دریاچه هاوسگل مغولستان را مورد مطالعه قرار دادند.

^۱project on Climate Variability and Predictability

ارزیابی آنها برای یک دوره آماری (۱۹۶۳-۲۰۰۲) بوده و از ۶ شاخص حدی دما در مطالعات خود استفاده نمودند. نتایج مطالعات آنها نشان می دهد شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه رو به گرم شدن دارد. رحیم زاده و همکاران (۲۰۰۸) روند ۲۷ شاخص حدی تغییر اقلیم را در ۱۵۰ ایستگاه کشور مطالعه نمودند آنها در اغلب ایستگاه های کشور روند کاهشی برای شاخص های دوره سرد و روند افزایشی برای شاخص های دوره گرم مشاهده کردند. مبنای محاسبه شاخص های حدی دما بر اساس نتایج تحقیقات^۸ WMO، CCI^۹، WCRP^{۱۰}، CLIVAR، ETCCDMI^{۱۱} و JCOMM^{۱۲} قرار دارد (WCRP، ۲۰۰۸؛ الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶).

موجهای گرمایی در مناطق گرم و خشک زمانی که گازهای گلخانه ای افزایش پیدا می کند پیامدهای منفی بسیاری به دنبال دارند و اثرات آنها در شب بیشتر از روز است (وایت و همکاران، ۲۰۰۱). از دلایل مهمی که مطالعه روند شاخص های حدی دما در شهرستان اهواز را ضروری می سازد؛ تأثیرات گسترده تغییرات اقلیمی بر سکونتگاههای شهری؛ ایجاد بحرانهای اقتصادی و اجتماعی می باشد. افزایش دما در دهه های اخیر باعث کاهش در بارندگی سالانه و احتمال وقوع طوفانهای شن و گردوخاک را بیشتر کرده است (علیجانی، ۱۳۸۵). با بررسی روند تغییرات اقلیمی شاخص های دما و پیش بینی مقادیر آینده می توان با تکنولوژی مناسب بر پیامدهای منفی آن غلبه کرد. لذا در این مقاله سعی شده است تا با توجه به تغییرات دمایی شهرستان اهواز و موقعیت اقلیمی آن (گرم و خشک) روند شاخص های حدی دما مورد ارزیابی قرار گیرد، و بر اساس روند وضع موجود تغییرات مقادیر آینده پیش بینی شود.

۲. مواد و روشها

این بررسی محدود به ایستگاه سینوپتیک اهواز بوده و دوره آماری مورد استفاده شامل سالهای ۱۹۶۴ الی ۲۰۰۳ یعنی یک دوره ۴۰ ساله می باشد. اهواز در عرض جغرافیایی

²World Meteorological Organization

⁹ Commission for Climatology

¹⁰ World Climate Research Programme

⁵Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices

¹²Joint WMO-IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology

۲۰'، ۳۱° شمالی و طول ۴۰'، ۴۸° شرقی واقع شده است ارتفاع آن از سطح دریا ۲۲/۵ متر می باشد. اهواز تقریباً در مرکز جلگه خوزستان قرار دارد و شرایط اقلیمی حاکم بر آن تحت تأثیر نوسانات پرفشار جنب حاره آزور در دوره گرم و سیستمهای مدیترانه ای در دوره سرد می باشد (علیجانی، ۱۳۸۵). داده های مورد استفاده در مطالعه روند تغییرات دمایی اهواز از طریق سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید و مقیاس داده ها روزانه می باشد. شاخص های حدی که برای بررسی روند تغییرات دمای روزانه در شهرستان اهواز بکار گرفته شده است از سه گروه عمده بدست آمده اند: ۱- شاخص هایی که مبنای اندازه گیری آنها بر اساس محاسبه صدکها می باشد. ۲- شاخص های آستانه ای که فراوانی آنها از مقدار مشخصی بیشتر و یا کمتر است. ۳- شاخص هایی که از نظر تعریفی در هیچ گروه خاصی قرار نمی گیرند اما تغییر در میزان آنها تأثیر فراوانی بر اکوسیستم های طبیعی و انسانی می گذارد (الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶). شش شاخص از مجموعه شاخص های مورد تأیید CLIVAR و ETCCDMI انتخاب شدند. این شاخص ها شامل شبهای سرد (TN1p)، روزهای سرد (TX1p)، شبهای گرم (TN99p)، روزهای گرم (TX99p)، روزهای تابستان (SU25) و میزان اختلاف درجه حرارت (DTR) می باشد. روش محاسبه هر یک از شاخص ها در جدول ۱ شرح داده شده است.

در این مطالعه تحلیل شاخص های مورد نظر در دو مرحله انجام شده است: مرحله اول تحلیل روند تغییرات شاخص های حدی دما را برای یک دوره آماری ۴۰ ساله بر اساس روند خطی (۱) ارزیابی می نماید.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (1)$$

در مرحله دوم از روشهای مدل سازی سریهای زمانی باکس - جنکینز استفاده گردید که در آن برای رسیدن به یک مدل مناسب جهت پیش بینی مقادیر آینده سری در وهله اول پایایی واریانس هر یک از شاخص ها آزمون شد، تمام شاخص ها روش باکس - کاکس سری آنها تبدیل شد. برای بدست آوردن سری تبدیل شده از معادله ۲ استفاده گردید.

$$T(x_t) = x_t^{(\lambda)} = \frac{x_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} \quad (2) \quad \lambda \text{ را تبدیل پارامتر می نامند}$$

دوم پس از بررسی پایایی واریانس، تفاضلی کردن برای شاخصها انجام گردید. معادله ۳ تفاضلی کردن مرتبه اول و دوم را نشان می دهد.

$$\nabla x_t = x_t - x_{t-1}$$

$$\nabla^2 x_t = \nabla x_t - \nabla x_{t-1} = x_t - x_{t-1} - (x_{t-1} - x_{t-2}) = x_t - 2x_{t-1} + x_{t-2} \quad (3)$$

∇^d را عملگر تفاضلی می نامند. تفاضلی مرتبه d را با $\nabla^d x_t$ نشان داده می شود.

سوم بعد از آن نمودارهای acf و pacf برای ۶ شاخص دما رسم گردید، زیرا با بررسی تأخیرهای صورت گرفته در این نمودار مقادیر $AR(p)$ ۱۳ و $MA(q)$ ۱۴ بدست می آید. این نمودارها مبنای تشخیص مدل برای هر یک از شاخص ها شدند. در تمام شاخص ها مدل برای سری اصلی تخمین زده شد. پس از تشخیص مناسبیت مدل، آن مدل مبنای پیش بینی مقادیر آینده قرار گرفت. در پایان ضروری گردید که مقادیر بدست آمده در پیش بینی تبدیل به داده های واقعی گردند که برای محاسبه سری واقعی از معادله ۴ استفاده گردید.

$$x_t = \exp((\ln z_t) / \lambda) \quad (4)$$

سری اولیه x_t = سری تبدیل شده Z_t = مقدار باکس - کاکس λ =
به دلیل پیچیدگی روشهای باکس - جنکینز تمام مراحل آن با نرم افزار MINITAB انجام گردید.

۳. نتایج و بحث

۳-۱. نتایج حاصل از تحلیل روند شاخص های دما

شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد اقلیم منطقه رو به گرم شدن دارد. تغییرات صورت گرفته در متغیرهای اقلیمی و آستانه ها در دهه های اخیر افزایش قابل

⁷ Autoregressive

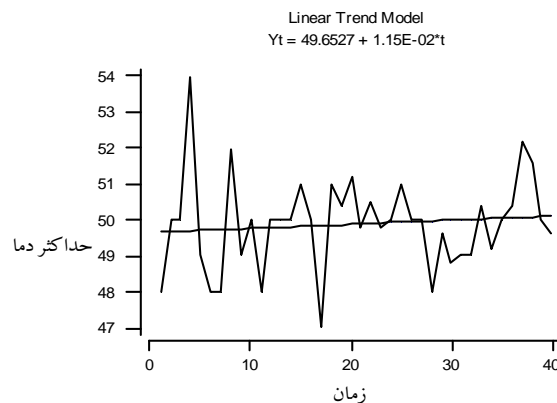
⁸ Moving average

توجه ای را نشان می دهد. تحلیل این تغییرات ایجاد شده در متغیرهای اقلیمی و شاخص های حدی مشکل تر از تحلیل تغییرات در میانگین است (بانزراگ و همکاران، ۲۰۰۷).

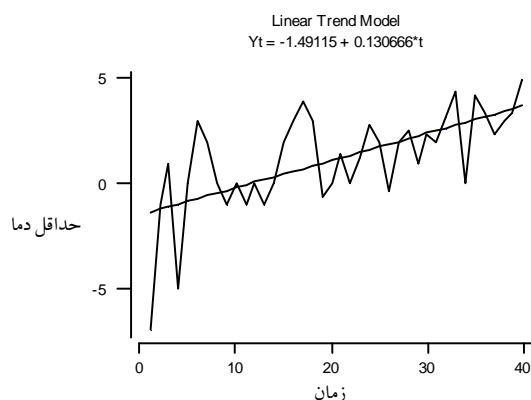
جدول ۱. معرفی شاخصهای حدی درجه حرارت شهرستان اهواز

۱- روزهای سرد (TX1P): فراوانی روزهایی که تعداد آنها مساوی یا کمتر از میانگین صدک یکم حداکثر دمای روزانه است	دوره سرد	شاخصهای حدی درجه حرارت
۲- شبهای سرد (TN1P): فراوانی روزهایی که تعداد آنها مساوی یا کمتر از میانگین صدک یکم حداقل دمای روزانه است		
۳- روزهای گرم (TX99P): فراوانی روزهایی که تعداد آنها مساوی و یا بیشتر از میانگین صدک ۹۹ام حداکثر دمای روزانه است	دوره گرم	
۴- شبهای گرم (TN99P): فراوانی روزهایی که تعداد آنها مساوی و یا بیشتر از میانگین صدک ۹۹ام حداقل دمای روزانه است		
۵- روزهای تابستان (SU25): فراوانی روزهایی که حداکثر دمای آنها بیشتر از ۲۵ درجه سانتیگراد باشد		
۶- از اختلاف بین حداکثر دما و حداقل دما بدست می آید (DTR) $DTR = \text{Max temperature} - \text{Min temperature}$	میزان اختلاف درجه حرارت	

۱-۳-۱ حداکثر دمای روزانه (TXx و TNn): حداقل و حداکثر دمای روزانه برای دوره آماری ۱۹۶۴-۲۰۰۳ محاسبه گردید. تحلیل سریهای زمانی حداقل و حداکثر دمای روزانه هر سال در شکلهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. روند افزایشی چشمگیری در حداقل دما دیده می شود اما حداکثر دما روند خاصی را نشان نمی دهد.



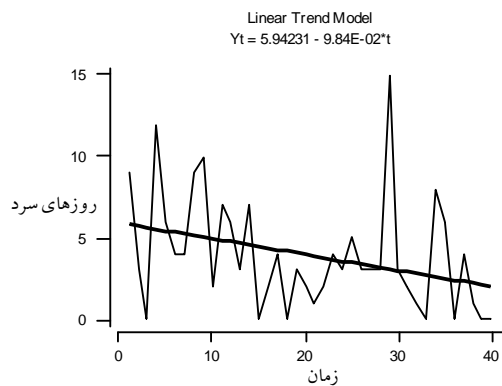
شکل ۱- حداکثر دما (TXx)



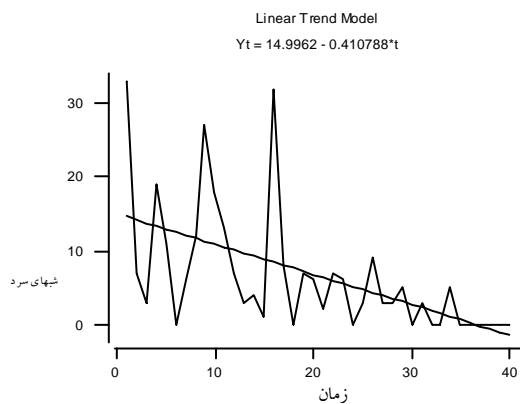
شکل ۲- حدافل دما (TNn)

۳-۱-۲ روزهای سرد و شبهای سرد (TX1P و TN1P): شکل‌های ۳ و ۴ روند تغییرات روزهای سرد و شبهای سرد را نشان می‌دهد. در هر دو شاخص روند کاهشی دیده می‌شود. در روند شبهای سرد از سال ۱۹۶۴-۱۹۸۰ پراکندگی زیادی در داده‌ها دیده می‌شود اما از سال ۱۹۸۰ تا پایان دوره آماری مقادیر داده‌ها کم و نوسان آنها هم کاهش پیدا کرده است به گونه‌ای که از سال ۱۹۹۷ مقدار آنها ثابت و مقادیر آستانه‌ای کمتر از صدک یکم حدافل دما دیگر دیده نشده است. در دهه‌های اخیر اهواز از نظر شهرنشینی رشد زیادی داشته است، بسیاری از مناطق اطراف شهر تبدیل به نواحی شهری و صنعتی شده و در بسیاری از نواحی مرکزی، ساختن ساختمان‌های بلند به شکل گسترده افزایش داشته است. این عوامل سبب گشته تا میزان آلودگی آتمسفر بیشتر شود و گازهای گلخانه‌ای به شکل گسترده‌ای در جو شهر حضور داشته باشند. از طرف دیگر ساختن ساختمان‌های با ارتفاع زیاد باعث کاهش ضریب شاخص SVF^{15} شده است. تمام این عوامل در کاهش آستانه‌های حدافل دما تأثیر داشته است.

⁹ Sky View Factor

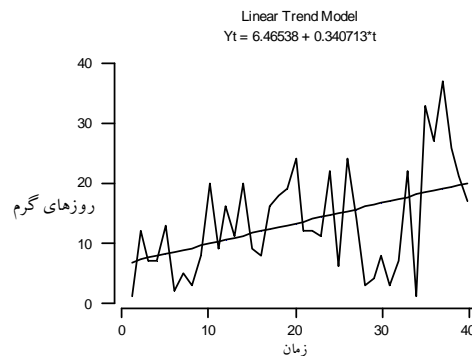


شکل ۳- روزهای سرد (TX1P)

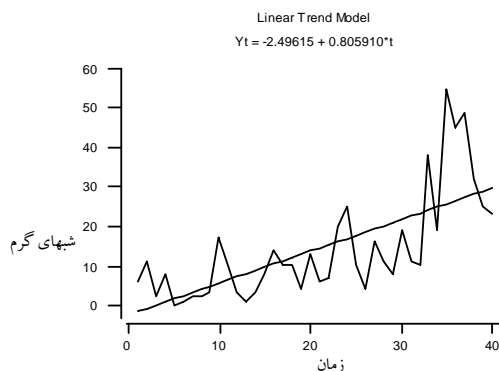


شکل ۴- شبهای سرد (TN1P)

۳-۱-۳. روزهای گرم و شبهای گرم (TN99P و TX99P): شاخص های روزهای گرم و شبهای گرم در طول سالهای ۱۹۶۴-۲۰۰۳ روند افزایشی چشمگیری نشان می دهد (شکلهای ۵ و ۶). شاخص شبهای گرم توانایی نمایش تأثیرات مضر را دارد که به دلیل فقدان سرمای شبانه بوجود می آید و از جمله پارامترهایی است که در ایجاد فشارهای ناشی از گرما بوجود می آید، شبهای گرم به دلیل افزایش در مقدار گازهای گلخانه ای بوجود می آید زیرا بر مقدار خروج امواج بازتابش زمینی از آسمان تأثیر می گذرد و مقدار رطوبت را هنگام شب افزایش می دهد، این عامل در اواخر تابستان خود را بیشتر نشان می دهد زمانی که اتمسفر ظرفیت نگهداری حداکثر مقدار رطوبت را دارد (وایت و همکاران، ۲۰۰۱). شاخص روزهای گرم به دلیل رشد سریع شهرنشینی، افزایش ترافیک در سالهای اخیر، توجه نکردن به معماری که متناسب با اقلیم گرم منطقه باشد در هنگام طراحی و ساخت، کاهش منابع آب منطقه مورد مطالعه سبب گشته که میزان جذب انرژی گرمایی در ساعات قبل از ظهر بالا برود و در هنگام ظهر و بعد از ظهر مقدار گرمای محسوس در سطح شهر به شدت افزایش پیدا نماید (باکاو و همکاران، ۲۰۰۳).



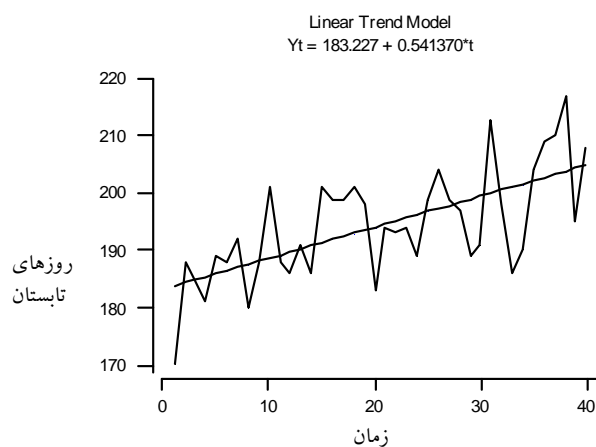
شکل ۵- روزهای گرم (TX99P)



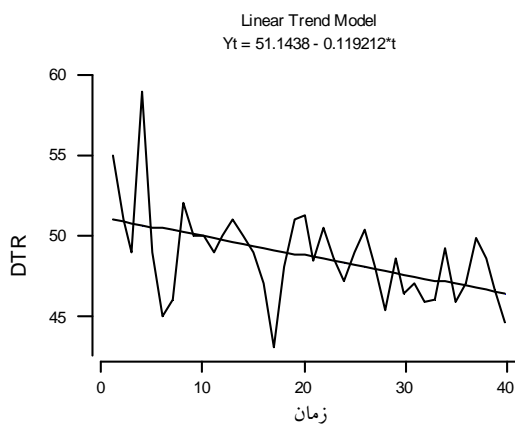
شکل ۶- شبهای گرم (TN99P)

۳-۱-۴ روزهای تابستان (SU25): روند روزهای تابستان افزایش چشمگیری را نشان می دهد این شاخص نشان دهنده افزایش دوره گرم در طول سال است از عوامل اصلی افزایش طولانی شدن دوره گرم ($TEM > 25^{\circ}C$) افزایش آلودگی هوا به دلیل افزایش ترافیک در ساعات اولیه روز می باشد و همچنین افزایش فعالیتهای صنعتی در دهه های اخیر سبب شده که میزان پخش منواکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن در آتمسفر افزایش پیدا کند. این عوامل باعث افزایش دما در هنگام ظهر و ساعات پایانی روز می شود (باکاو و همکاران، ۲۰۰۳).

۳-۱-۵ اختلاف میزان درجه حرارت (DTR): نوسان میزان درجه حرارت روند کاهشی در طول دوره آماری ۱۹۶۴-۲۰۰۳ دارد (شکل ۸). پراکندگی داده ها از سال ۱۹۶۴ - ۱۹۸۳ پراکندگی زیادی دارند، اما از سال ۱۹۸۳ تا پایان دوره نوسان آنها کمتر و روند کاهشی بیشتری مشاهده می شود.



شکل ۷- روزهای تابستان (SU25)



شکل ۸- DTR

DTR از شاخصهایی است که در ارزیابی تغییرات اقلیمی یک منطقه نقش مهمی ایفاء می نماید، زیرا در این مورد از هر دو پارامتر حداقل و حداکثر دمای استفاده می شود و تغییرات در یک مورد تأثیر خود را بر دیگری نشان می دهد. البته میزان تغییر در DTR

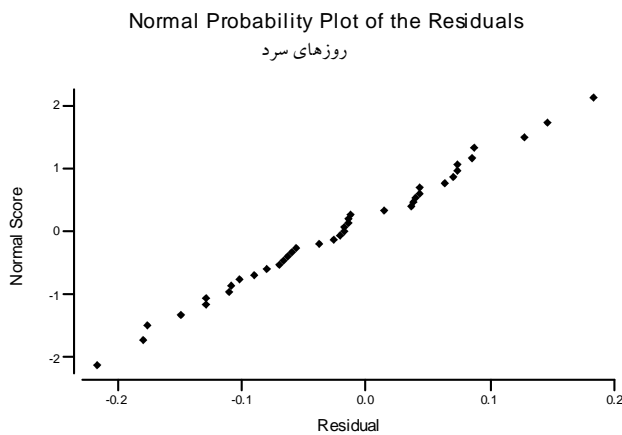
تحت تأثیر وجود گازهای گلخانه ای در زمان شب بدلیل برگشت موج بلند زمینی که باعث گرم شدن هوای محیط می شود و همچنین میزان هواویزه های موجود در جو و ابرناکی است هرچه میزان این عوامل در آتمسفر بیشتر باشد اختلاف بین حداقلها و حداکثرهای دما کمتر می شود در نتیجه تأثیرات بیشتری از خود نشان می دهد(راسل و همکاران، ۲۰۰۴؛ لیدر و همکاران، ۱۹۹۸).

۳-۲. پیش بینی

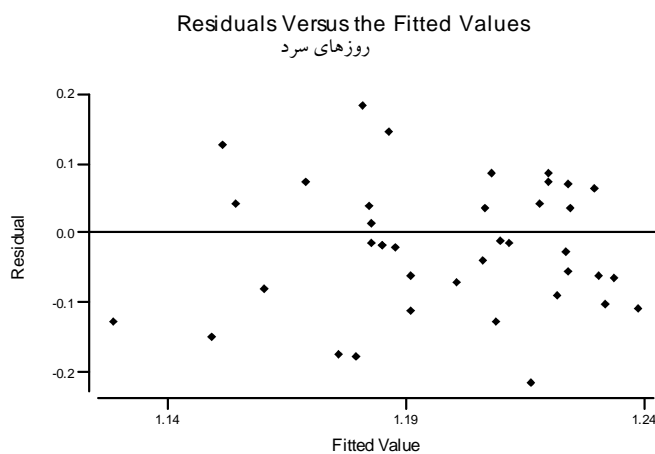
در سری های زمانی سعی می شود با بررسی گذشته سری، الگوی مولد داده ها را شناسایی کرده و بر مبنای این الگو درباره رفتار آینده سری اظهار نظر شود. مدل احتمالی که به سری برازش داده می شود باید بتواند به نحو مناسبی مشاهدات سری را مدل سازی کند (خرمی و همکاران، ۱۳۸۶). در این مطالعه برای حذف روند از سری داده های شاخص های مورد نظر ابتدا پایایی واریانس انجام گردید. در شاخص ها روزهای سرد و شبهای سرد برای استفاده از رویه باکس-کاکس به تمام مقادیر سری عدد ثابت ۱ اضافه شد زیرا این تبدیل توانی برای اعداد مثبت و بزرگتر از صفر بکار می رود. برای دیگر شاخص ها پایایی واریانس برای سری اصلی محاسبه گردید. پس از این مرحله تفاضلی کردن برای سریهای تبدیل شده با مرتبه ۱ و ۲ انجام گردید. بعد از حذف روند و رسم نمودارهای acf و pacf برای سری تفاضل شده، بر اساس تأخیرهای صورت گرفته در این نمودارها مقادیر AR و MA برای مدل مناسب تخمین زده شد. مدل های برازش شده شاخص ها $ARIMA(0,1,1)$ برای شبهای سرد، روزهای سرد، شبهای گرم، روزهای گرم و روزهای تابستان؛ و $ARIMA(0,2,1)$ برای DTR می باشد. مناسبت هر مدل به وسیله احتمال نرمال بودن باقیمانده ها و پایایی واریانس تأیید شده است. در پایان بر اساس مدل های برازش شده برای سری تبدیل شده داده ها پیش بینی برای ۱۰ سال آینده در حدود ۰/۹۵ پیش بینی صورت گرفت. نمودارهای احتمال نرمال بودن باقیمانده ها و فرض ثابت بودن واریانس مدل های تخمین زده، در ذیل نتایج پیش بینی شده برای هر کدام از شاخصها نمایش داده شده است.

۳-۲-۱ روزهای سرد(TXIP): در پیش بینی سری روزهای سرد روند خاصی مشاهده نمی شود اما در حد بالا سری تخمین زده از سال ۲۰۰۹ افزایش دیده می شود(شکل ۱۱ و جدول ۲). ثابت بودن مقادیر این شاخص از سال ۲۰۰۲ دیده شده است. در نتیجه به

نظر می رسد این رویداد از سال ۲۰۰۲ و در سالهای پیش بینی شده تا سال ۲۰۱۳ رخ نخواهد داد.



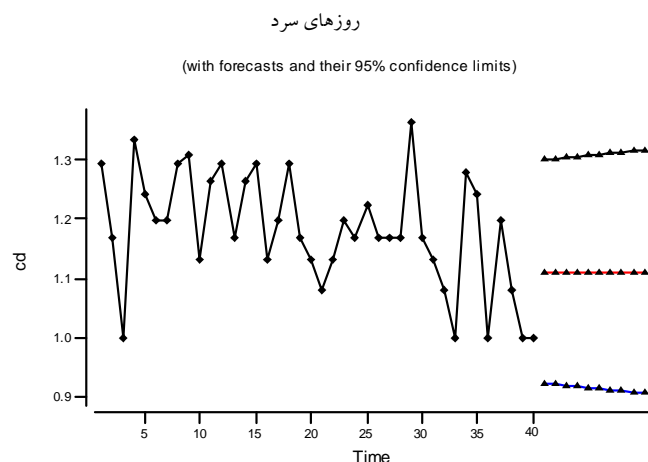
شکل ۹- احتمال نرمال باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۱۰- فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$

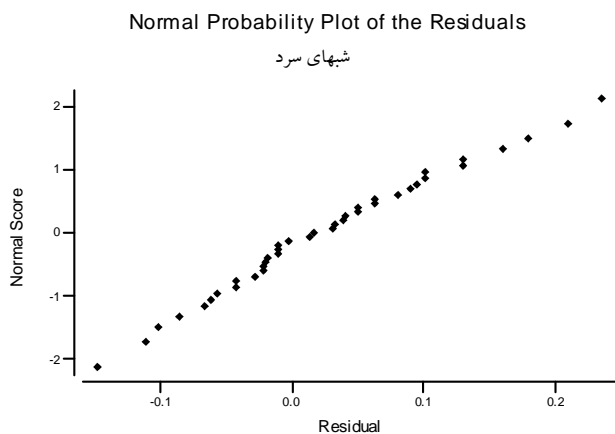
ردیف	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	مقادیر 1+	مقدار واقعی	پیش بینی برای حد پایین مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	مقادیر 1+	مقدار واقعی
۱	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۲۲۱۰۹	۰.۴۸۱۴۷۹۵	۰	۱.۲۹۹۳۳	۱۰.۳۶
۲	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۲۰۳۰۲	۰.۴۷۶۳۷۶	۰	۱.۳۰۱۱۴	۱۰.۴۸۹۶۴
۳	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۱۸۵۱۲	۰.۴۶۸۱۶۶	۰	۱.۳۰۲۹۳	۱۰.۶۱۸۹
۴	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۱۶۷۳۸	۰.۴۶۰۱۵۵	۰	۱.۳۰۴۷	۱۰.۷۴۸۷
۵	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۱۴۹۸	۰.۴۵۲۳۳۷	۰	۱.۳۰۶۴۶	۱۰.۸۷۸۷
۶	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۱۳۲۳۸	۰.۴۴۴۷۰۵	۰	۱.۳۰۸۲	۱۱.۰۰۸۹
۷	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۱۱۵۱۱	۰.۴۳۷۲۵۳	۰	۱.۳۰۹۹۳	۱۱.۱۳۹۳
۸	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۰۹۷۹۹	۰.۴۲۹۷۱۴	۰	۱.۳۱۱۶۴	۱۱.۲۷
۹	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۰۸۱۰۲	۰.۴۲۲۸۶۴	۰	۱.۳۱۳۳۴	۱۱.۴۰۰۹
۱۰	۱.۱۱۰۷۲	۲.۵۵۳۸	۲	۰.۹۰۶۴۱۸	۰.۴۱۵۹۱۶	۰	۱.۳۱۵۰۲	۱۱.۵۳۲۱

جدول ۲- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ بر مبنای مدل $ARIMA(0,1,1)$

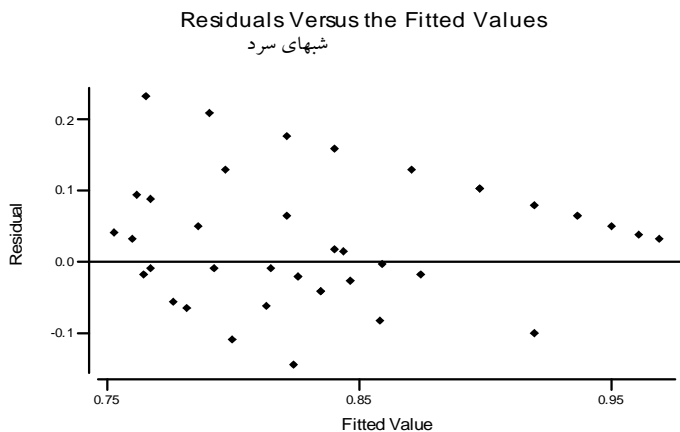


شکل ۸- پیش بینی سری تبدیل شده روزهای سرد بر اساس مدل $ARIMA(0,1,1)$

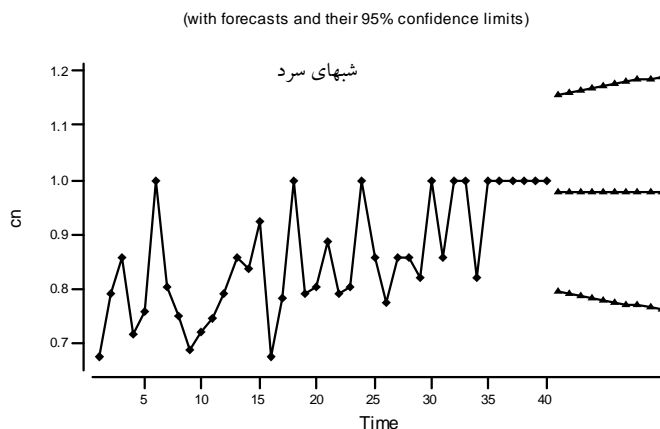
۲-۲-۳ شبهای سرد (TNIP): روند شاخص شبهای سرد برای ۱۰ سال آینده روند خاصی را نشان نمی دهد اما در حد بالای پیش بینی افزایش در مقادیر پیش بینی دیده شده است (شکل ۱۴ و جدول ۳). پدیده شبهای سرد از سال ۱۹۹۸ در اهواز رخ نداده است و این اتفاق در مقادیر پیش بینی شده تا سال ۲۰۱۳ دیده شده است.



شکل ۹- احتمال نرمال باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۱۰- فضا، ثابت به دما، مانس، باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$

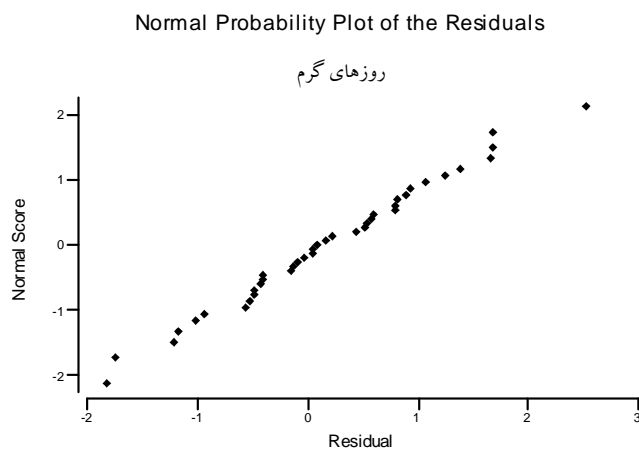


شکل ۱۱- پیش بینی سری تبدیل شده شبهای سرد بر اساس مدل $ARIMA(0,1,1)$

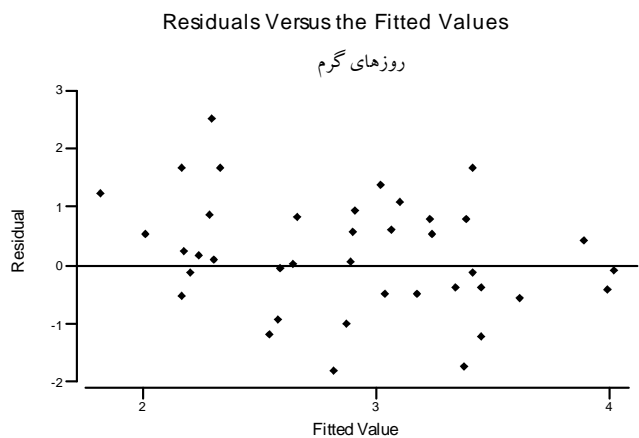
مقدار واقعی	مقادیر $1+$	پیش بینی برای بالا مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	مقادیر $1+$	پیش بینی برای حد پایین مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	مقادیر $1+$	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	t_j
۷	۷.۷۲۵۶	۰.۷۹۵۳۳۸	۰	۰.۲۷۳۴۵۳	۱.۱۵۶۳	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۱
۸	۸.۰۸۵۷	۰.۷۹۱۲۹	۰	۰.۲۶۵۰۵۳	۱.۱۶۰۳۴	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۲
۸	۸.۴۵۶۲	۰.۷۸۷۳۳	۰	۰.۲۵۷۱۰۹	۱.۱۶۴۳۱	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۳
۸	۸.۸۳۷۴	۰.۷۸۳۴۵	۰	۰.۲۴۹۵۸۶	۱.۱۶۸۱۸	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۴
۹	۹.۲۲۹۸	۰.۷۷۹۶۴۸	۰	۰.۲۴۲۴۴۸	۱.۱۷۱۹۹	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۵
۹	۹.۶۳۳۶	۰.۷۷۵۹۱۷	۰	۰.۲۳۵۶۶۵	۱.۱۷۵۷۲	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۶
۱۰	۱۰.۰۴۹۳	۰.۷۷۲۲۵۵	۰	۰.۲۲۹۲۱۲	۱.۱۷۹۳۸	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۷
۱۰	۱۰.۴۷۷۱	۰.۷۶۸۶۵۸	۰	۰.۲۲۳۰۶۳	۱.۱۸۲۹۸	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۸
۱۰	۱۰.۹۱۷۴	۰.۷۶۵۱۲۲	۰	۰.۲۱۷۱۹۸	۱.۱۸۶۵۱	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۹
۱۱	۱۱.۳۷۰۵	۰.۷۶۱۶۴۵	۰	۰.۲۱۱۵۹۶	۱.۱۸۹۹۹	۱	۱.۲۴۴۳	۰.۹۷۵۸۱۷	۱۰

جدول ۳- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ بر مبنای مدل $ARIMA(0,1,1)$

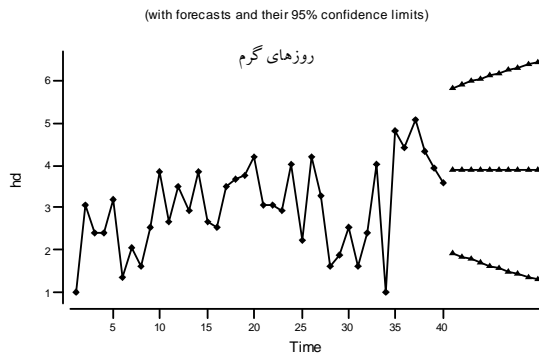
۳-۲-۳ روزهای گرم (TX99P): مقادیر پیش بینی شده در حدود ۰/۹۵ پیش بینی در شکل ۱۷ و جدول ۴ نشان داده شده است. از مقادیر بدست آمده در پیش بینی می توان نتیجه گرفت که روند افزایشی روزهای گرم برای ۱۰ سال آینده ادامه دارد.



شکل ۱۲- احتمال نرمال باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۱۳- فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



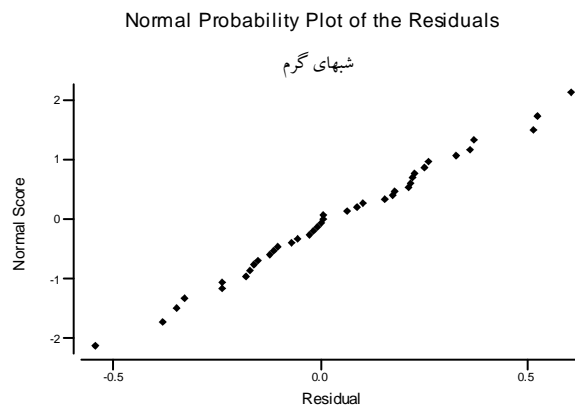
شکل ۱۴- پیش بینی سری تبدیل شده روزهای گرم بر اساس مدل $ARIMA(0,1,1)$

ردیف	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی سری	فراوانی	پیش بینی برای حد پایین مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	فراوانی	پیش بینی برای بالا مقادیر تبدیل شده	مقدار واقعی	فراوانی
۱	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۹۳۵۰۴	۴.۳۳۵۹۷	۵	۵.۸۱۵۱۳	۵۰.۰۰۵۹	۵۱
۲	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۸۵۶۹۷	۳.۹۵۶۷۹	۴	۵.۸۹۳۲	۵۱.۵۱	۵۲
۳	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۷۱۸۱۱	۳.۶۰۹۶۹	۴	۵.۹۶۸۳۶	۵۲.۹۱۲	۵۳
۴	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۷۰۹۲۶	۳.۲۹۱۱۷	۴	۶.۰۴۰۹۱	۵۴.۴۲۳۱	۵۵
۵	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۶۳۹۰۶	۲.۹۹۸۳۱	۳	۶.۱۱۱۱۱	۵۵.۸۳۸۴	۵۶
۶	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۵۷۱	۲.۷۲۸۶۴	۳	۶.۱۷۹۱۷	۵۷.۲۲۹۸	۵۸
۷	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۵۴۸۹	۲.۴۸۰۰۲	۳	۶.۲۴۵۲۸	۵۸.۵۹۹۳	۵۹
۸	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۴۴۰۵۸	۲.۲۵۰۶۳	۳	۶.۳۰۹۵۹	۵۹.۹۴۸۸	۶۰
۹	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۳۷۷۹۲	۲.۰۳۸۸۶	۳	۶.۳۷۲۲۵	۶۱.۲۷۹۷	۶۱
۱۰	۳.۸۷۵۰۸	۲۰.۲۹۰۴	۲۱	۱.۳۱۶۸	۱.۸۴۳۳۱	۲	۶.۴۳۳۳۷	۶۲.۵۹۳۶	۶۲

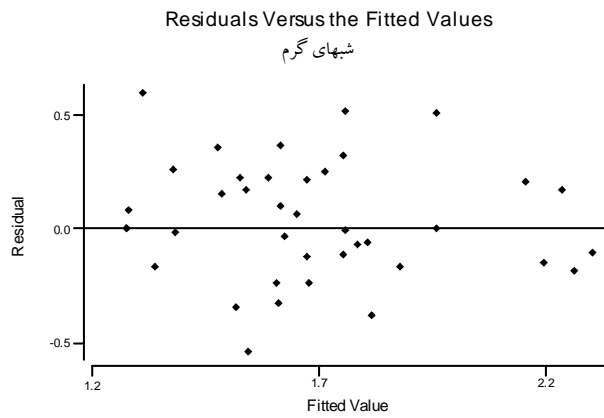
جدول ۴- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۱۳-۲۰۰۴ بر مبنای مدل $ARIMA(0,1,1)$

۳-۲-۴ شبهای گرم (TN99P): در جدول ۵ و شکل ۲۰ حدود ۰/۹۵ پیش بینی

مشاهده می شود. مقادیر بدست آمده در پیش بینی روند افزایشی را نشان می دهد.



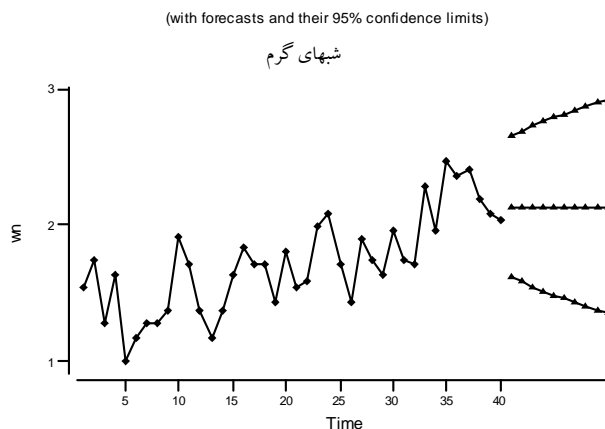
شکل ۱۵- احتمال نرمال باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۱۶- فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$

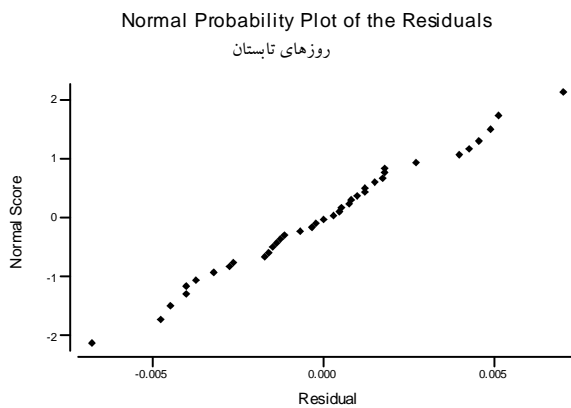
جدول ۵- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۳ بر اساس مدل ARIMA(0,1,1)

فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای بالا مقادیر تبدیل شده	فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای حد پایین مقادیر تبدیل شده	فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	\hat{Q}_t
۷۸	۷۷.۰۳۸	۲.۶۵۷۷۲	۹	۸.۵۲۶۰۲	۱.۶۱۹۶۴	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۱
۸۲	۸۱.۷۴۹	۲.۶۹۳۴۵	۸	۷.۷۲۱۳۲	۱.۵۸۳۹۱	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۲
۸۷	۸۶.۳۷۴	۲.۷۲۷۰۱	۸	۷.۰۲۰۲۵	۱.۵۵۰۳۵	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۳
۹۱	۹۰.۹۳۴	۲.۷۵۸۷۶	۷	۶.۴۰۳۴۷	۱.۵۱۸۶	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۴
۹۶	۹۵.۴۴۲	۲.۷۸۸۹۶	۶	۵.۸۵۶۵۸	۱.۴۸۸۴	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۵
۱۰۰	۹۹.۹۱	۲.۸۱۷۸۱	۶	۵.۳۶۸۴۹	۱.۴۵۹۵۴	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۶
۱۰۵	۱۰۴.۳۴۷	۲.۸۴۵۴۹	۵	۴.۹۳۰۵۳	۱.۴۳۱۸۶	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۷
۱۰۹	۱۰۸.۷۵۹	۲.۸۷۲۱۳	۵	۴.۵۳۵۷۴	۱.۴۰۵۲۲	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۸
۱۱۴	۱۱۳.۱۵۲	۲.۸۹۷۸۳	۵	۴.۱۷۸۴۵	۱.۳۷۹۵۲	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۹
۱۱۸	۱۱۷.۵۳	۲.۹۲۲۲۷	۴	۳.۸۵۴۰۲	۱.۳۵۴۶۶	۳۰	۲۹.۳۳۰۱	۲.۱۳۸۶۸	۱۰

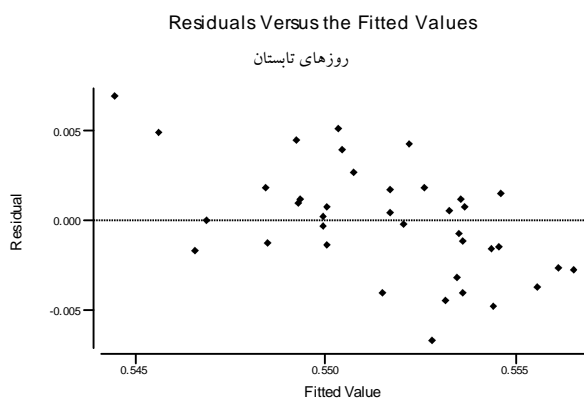


شکل ۱۷- پیش بینی سری تبدیل شده روزهای سرد بر اساس مدل ARIMA(0,1,1)

۳-۲-۵ روزهای تابستان (SU25): مقادیر پیش بینی بر اساس مدل $ARIMA(0,2,1)$ برای حدود ۰/۹۵ پیش بینی برای ۱۰ سال آینده محاسبه گردید (جدول ۶ و شکل ۲۳). در مقادیر پیش بینی شده برای ۱۰ سال آینده روند افزایشی دیده می شود.



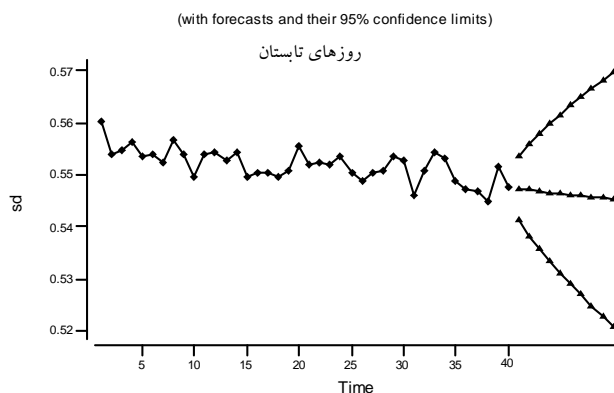
شکل ۱۸- احتمال نرمال باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,2,1)$



شکل ۱۹- فرض ثابت بودن واریانس باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,2,1)$

فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای بالا مقادیر تبدیل شده	فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای حد پایین مقادیر تبدیل شده	فرآوانی	مقدار واقعی	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	\hat{Q}_t
۲۲۹	۲۲۸.۸۳۸	۰.۵۴۱۲۱۹	۱۸۹	۱۸۸.۱۶	۰.۵۵۳۳۲۳	۲۰۸	۲۰۷.۳۹۲	۰.۵۴۷۲۷۱	۱
۲۴۱	۲۴۰.۳۶۹	۰.۵۳۸۲۲۱	۱۸۱	۱۸۰.۶۸۷	۰.۵۵۵۸۶۲	۲۰۹	۲۰۸.۱۶۳	۰.۵۴۷۰۴۲	۲
۲۵۱	۲۵۰.۶۲۶	۰.۵۳۵۶۸۶	۱۷۵	۱۷۴.۸۲۲	۰.۵۵۷۹۳۹	۲۰۹	۲۰۸.۹۳۷	۰.۵۴۶۸۱۲	۳
۲۶۱	۲۶۰.۴۷۱	۰.۵۳۳۳۵۸	۱۷۰	۱۶۹.۷۲۴	۰.۵۵۹۸۰۸	۲۱۰	۲۰۹.۷۱۴	۰.۵۴۶۵۸۳	۴
۲۷۱	۲۷۰.۲۴۱	۰.۵۳۱۱۴۴	۱۶۶	۱۶۵.۰۸۵	۰.۵۶۱۵۶۴	۲۱۱	۲۱۰.۴۹۴	۰.۵۴۶۳۵۴	۵
۲۸۱	۲۸۰.۱۱۱	۰.۵۲۸۹۹۵	۱۶۱	۱۶۰.۷۵۳	۰.۵۶۳۲۵۴	۲۱۲	۲۱۱.۲۷۷	۰.۵۴۶۱۲۴	۶
۲۹۱	۲۹۰.۱۹۵	۰.۵۲۶۸۸۵	۱۵۷	۱۵۶.۶۴۲	۰.۵۶۴۹۰۵	۲۱۳	۲۱۲.۰۶۴	۰.۵۴۵۸۹۵	۷
۳۰۱	۳۰۰.۵۷۳	۰.۵۲۴۷۹۷	۱۵۳	۱۵۲.۷	۰.۵۶۶۵۳۴	۲۱۳	۲۱۲.۸۵۴	۰.۵۴۵۶۶۶	۸
۳۱۲	۳۱۱.۳۱	۰.۵۲۲۷۲	۱۴۹	۱۴۸.۸۹۳	۰.۵۶۸۱۵۳	۲۱۴	۲۱۳.۶۴۷	۰.۵۴۵۴۳۶	۹
۳۲۳	۳۲۲.۴۶	۰.۵۲۰۶۴۶	۱۴۶	۱۴۵.۱۹۸	۰.۵۶۹۷۶۹	۲۱۵	۲۱۴.۴۴۴	۰.۵۴۵۲۰۷	۱۰

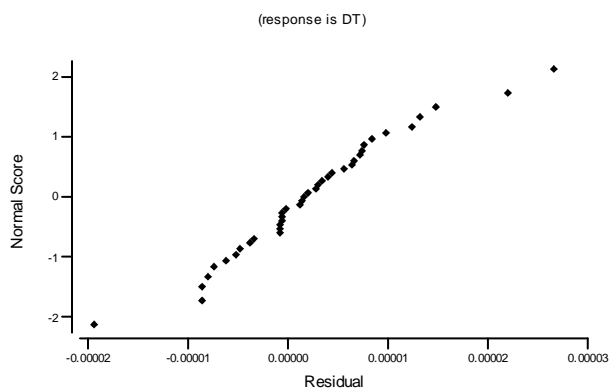
جدول ۶- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۱۳-۲۰۰۴ بر اساس مدل ARIMA(0,2,1)



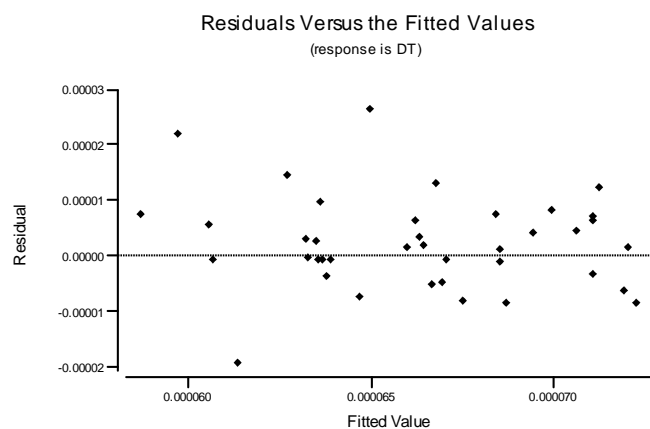
شکل ۲۰- پیش بینی سری تبدیل شده روزهای تابستان بر اساس مدل ARIMA(0,2,1)

۳-۲-۶ میزان اختلاف درجه حرارت (DTR): تغییرات شاخص DTR برای ۱۰ سال آینده روند خاصی را نشان نمی دهد و به نظر میرسد تغییرات آن ثابت باشد. اما در کل

از داده های بدست آمده می توان نتیجه گرفت که روند کاهشی DTR برای ۱۰ سال آینده ادامه دارد.



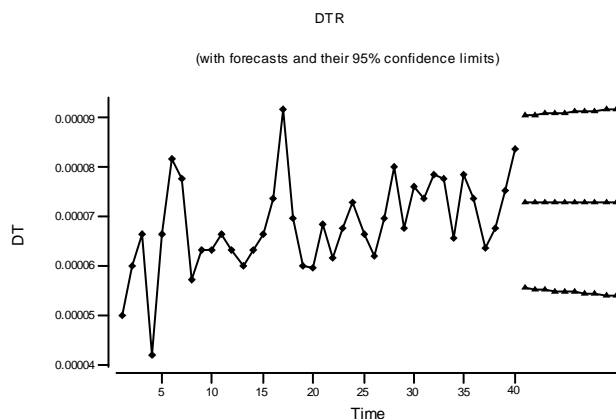
شکل ۲۱- احتمال نرمال بودن باقیمانده ها مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۲۲- فرض ثابت بودن واریانس مدل $ARIMA(0,1,1)$

مقادیر واقعی	حد پایین مقادیر پیش بینی	مقادیر واقعی	حد بالای مقادیر پیش بینی	مقادیر واقعی	پیش بینی برای مقادیر تبدیل شده	ردیف
۳۹.۷۲۶۵	۰.۰۰۰۰۹۰۳	۴۸.۲۱۱۲	۰.۰۰۰۰۵۵۴	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۱
۳۹.۶۹۹۲	۰.۰۰۰۰۹۰۵	۴۸.۲۶۵۵	۰.۰۰۰۰۵۵۲	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۲
۳۹.۶۷۲۲	۰.۰۰۰۰۹۰۷	۴۸.۳۱۹۴	۰.۰۰۰۰۵۵۱	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۳
۳۹.۶۴۵۵	۰.۰۰۰۰۹۰۸	۴۸.۳۷۳۱	۰.۰۰۰۰۵۴۹	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۴
۳۹.۶۱۹۱	۰.۰۰۰۰۹۱	۴۸.۴۲۶۵	۰.۰۰۰۰۵۴۸	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۵
۳۹.۵۹۳	۰.۰۰۰۰۹۱۱	۴۸.۴۷۹۷	۰.۰۰۰۰۵۴۶	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۶
۳۹.۵۶۷۱	۰.۰۰۰۰۹۱۳	۴۸.۵۳۲۷	۰.۰۰۰۰۵۴۵	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۷
۳۹.۵۴۱۶	۰.۰۰۰۰۹۱۴	۴۸.۵۸۵۴	۰.۰۰۰۰۵۴۳	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۸
۳۹.۵۱۶۳	۰.۰۰۰۰۹۱۶	۴۸.۶۳۸	۰.۰۰۰۰۵۴۲	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۹
۳۹.۴۹۱۲	۰.۰۰۰۰۹۱۷	۴۸.۶۹۰۳	۰.۰۰۰۰۵۴	۴۳.۲۵۳۴	۰.۰۰۰۰۷۲۹	۱۰

جدول ۷- مقادیر پیش بینی از سال ۲۰۰۴-۲۰۱۳ بر اساس مدل $ARIMA(0,1,1)$



شکل ۲۳- پیش بینی سری تبدیل شده روزهای سرد بر اساس مدل $ARIMA(0,1,1)$

۴. نتیجه گیری

در این مطالعه مشخص گردید شرایط اقلیمی اهواز رو به گرم شدن دارد. این را می توان در نمودارهای مربوط به هر شاخص به خوبی مشاهده نمود. در پیش بینی مقادیر ۱۰ سال آینده (۲۰۱۳-۲۰۰۳) این روند افزایشی ادامه خواهد داشت. در بررسی های انجام شده کاهش شاخص شبهای سرد و افزایش شاخص شبهای گرم نسبت به دیگر آستانه ها روند آنها چشمگیر بوده است. این مسئله نشان دهند سطح وسیع آلاینده ها در آتمسفر شهر است. روند افزایشی روزهای تابستان طولانی شدن دوره گرما را در طول دهه های اخیر به خوبی نشان می دهد. کاهش شاخص DTR در سالهای اخیر نشان افزایش میزان حداقلهای دماست. پیش بینی های صورت گرفته برای هر شاخص نشان می دهد روند هر کدام از شاخص ها برای ۱۰ سال آینده ادامه دارد. نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات صورت گرفته در سطح جهان مانند الکساندرو همکاران (۲۰۰۶، جهان)، بانزراگ و همکاران (۲۰۰۷، مغولستان) و رحیم زاده و همکاران (۲۰۰۸، ایران) مطابقت دارد و نشان می دهد عواملی که بر روند گرمایش زمین مؤثر هستند، به نوعی اهواز را نیز تحت تأثیر قرار داده اند. پیشنهاد می شود در مطالعات آینده برای دستیابی به نتایج دقیق تر، تغییرات فصلی هر سال نیز در نظر گرفته شود زیرا در مطالعات تغییرات فصلی عواملی که بر تغییر آستانه ها تأثیر دارند بهتر مشخص می شوند و در برنامه ریزی ها با ضریب اطمینان بیشتری می توان از نتایج آنها استفاده نمود (نتایج تحقیقات IPCCWGII در سال ۲۰۰۷ و دیگر محققانی که به صورت منفرد قسمتهای مختلف جهان را مطالعه کرده اند). در تغییرات اقلیمی که در یک منطقه اتفاق می افتد پارامترهای مختلف هواشناسی و اقلیمی تأثیر می گذارند، لذا توصیه می شود در مطالعات اقلیمی یک منطقه از تأثیر دیگر فاکتورهای اقلیمی در مطالعات آتی نیز استفاده شود (هرنادز و همکاران، ۲۰۰۶).

۵. منابع :

- ۱- خرمی، مصطفی؛ بزرگ نیا، ابوالقاسم، ۱۳۸۲. تجزیه و تحلیل سری های زمانی با نرم افزار مینی تب ۱۴. مشهد، سخن گستر، چاپ اول، ۳۳۶ صفحه .
- ۲- علیجانی، بهلول، ۱۳۸۵. آب و هوای ایران. تهران، پیام نور، چاپ هفتم، ۲۲۱ صفحه.
- ۳- فرشاد فر، عزت اله، ۱۳۸۱. اصول و روشهای آماری جلد دوم. کرمانشاه، طاق بستان، چاپ اول، ۷۳۳ صفحه.
- 4- Alexander L, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank A, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Taghipour A, Kumar Kolli R, Revadekar JV, Griffiths G, Vincent L, Stephenson D, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, Usticucci M, Vazquez-Aguirre JL. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research 111:1-11
- 5- Banzragch Nandintsetseg, a J. Scott Greeneb and Clyde E. Gouldenc. 2007. Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake Hovsgool, Mongolia. INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY. 1-5
- 6- Bokwa Anita, Sebastian Wypych. Source of data: Voivodship Inspectorate of Environmental Protection in Cracow. 2003. Daily changes in air pollution on a typical sunny summer day. Climate in cities. 5,10
- 7- Hernandez-j.j.carrera, s.j. Gaskin. 2006. Spatio temporal analysis of daily percipition and temperature in the Basin of Mexico. Journal of Hidrology(2007). 247-248
- 8- Jones, P. D., and A. Moberg (2003), Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001, J. Clim., 16: 206– 223.
- 9- Leathers Daniel J., Michael A. Palecki², David A. Robinson³, Kenneth F. e w e y. 1998. Climatology of the daily temperature range annual cycle in the United States. Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware, Newark, Delaware 19716-2541, USA. 1-4
- 10- Peterson. Thomas C. Christopher Folland. George Gruza. William Hogg. Abdallah Mokssit. Neil Plummer. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs. WMO CCI/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection. 23-24, 127-128

- 11- Rahimzadeh Fatemeh, Ahmad Asgari and Ebrahim Fattahi.2008. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades. INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY. 4-10,14
- 12- Russell S. Vose, David R. Easterling, and Byron Gleason.2004. MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURE TRENDS FOR THE GLOBE. NOAA National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina. 1-3
- 13- Trenberth Kevin E., Philip D. Jones Peter Ambenje, Roxana Bojariu, David asterling, Albert Klein Tank, David Parker, Fatemeh Rahimzadeh, James A. Renwick, Matilde Rusticucci, Brian Soden, Panmao Zhai. IPCCWGI 2007 . bservations:Surface and Atmospheric Climate Change.308-312
- 14- WCRP.2008. Report of the twenty-ninth session of the Joint Scientific Committee for. 13-16
- 15- White K.S., Q.K. Ahmad , O. Anisimov , N. Arnell , S. Brown , M. Campos ,T. Carter, Chunzhen Liu, S. Cohen, P. Desanker, D.J. Dokken, W. Easterling,B. Fitzharris , H. Gitay , A. Githeko , S. Gupta , H. Harasawa, B.P. Jallow, Z.W. Kundzewicz, E.L. La Rovere, M. Lal, N. Leary, C. Magadza), L.J. Mata, R. McLean, A. McMichael, K. Miller, E. Mills, M.Q. Mirza, D. Murdiyarso, L.A. Nurse, C. Parmesan, M.L. Parry, O. Pilifosova, B. Pittock, J. Price, T. Root, C. Rosenzweig, J. Sarukhan,H.-J. Schellnhuber, S. Schneider, M.J. Scott, G. Sem, B. Smit,J.B. Smith, A. Tsyban, P. Vellinga, R. Warrick, D. Wratt. IPCCWGII 2001. IMPACTS, ADAPTATION, AND VULNERABILITY.21-33