

بررسی و شناسایی مهمترین پارامترهای هواشناسی تاثیر گذار بر تغییرات اقلیم (مطالعه موردی شهر اهواز)

غلامعباس فلاح قاهری^۱، رسول سروستان^{۲*}

۱- دانشیار اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ab_fa789@yahoo.com

۲- دانشجوی دکترای آب و هواشناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران r.sarvestan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶ تاریخ پذیرش: ۹۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی و شناسایی مهمترین پارامترهای تاثیر گذار بر اقلیم شهر اهواز می باشد. روش پژوهش توصیفی تحلیلی با استفاده از نرم افزارهای 17 Minitab، 2013 Excel و spss19 انجام شده است. در این پژوهش، برای تعیین مهمترین پارامترهای تاثیر گذار در شکل گیری تغییر اقلیم شهر اهواز، ۳۰ پارامتر هواشناسی از داده های درازمدت ایستگاه سینوپتیک اهواز برای دوره ۴۵ ساله از سال های ۱۹۶۰:۲۰۰۰ انتخاب شدند. سپس با روش تحلیل عاملی تعداد متغیرها در هفت عامل اصلی تعداد روزهای نیمه ابری، تعداد روزهای ابری، مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با طوفان های رعد و برق، تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر ۵ میلی متری، حداکثر بارش روزانه و میانگین دمای خشک به ترتیب ۲۲/۹۱۸، ۱۷/۸۴۶، ۱۳/۴۰۲، ۹/۶۸۰، ۷/۴۰۳، ۶/۳۰۷ و ۵/۵۷۲ در مجموع ۸۳/۱۲۸ درصد از واریانس را در بردارند. سپس با استفاده از مدل های سری زمانی خبره ساز نتایج نشان می دهد که مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلی متری، تعداد روزهای با دمای حداکثر مساوی ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر از آن، تعداد روزهای با حداقل مساوی ۴- درجه سانتی گراد و پایین تر از آن، میانگین رطوبت نسبی حداکثر، میانگین فشار بخار آب، میانگین سرعت باد به نات و تعداد روزهای گردوغبار می توانند در پیش بینی میزان تغییرات اقلیمی ایستگاه اهواز مهمترین پارامترهای تاثیر گذار می باشند

کلمات کلیدی

"تغییرات اقلیم"، "تحلیل عاملی"، "سری زمانی"، "پهنه بندی"، "اهواز"

۱- مقدمه

روش های سنتی طبقه بندی اقلیمی جای خود را به روش های طبقه بندی تبیین اقلیمی، نظیر تحلیل عاملی، تحلیل خوشه ای و تحلیل فازی در عرصه مطالعات پهنه بندی اقلیمی داده است. در روش های تبیین، طبقه بندی اقلیمی فرایندی است که در آن تا حد زیادی ماهیت آماری داده های اقلیمی تعیین کننده مرز نواحی آب و هوایی است. (Kaviani, 2008) ناحیه بندی و پهنه بندی پدیده ها بر حسب مکان در جغرافیا سابقه طولانی دارد، نتیجه این مطالعات تفکیک نواحی جغرافیایی و بوجود آمدن جغرافیای ناحیه ای است، بطوری که امروز ناحیه بندی جزو وظایف اصلی جغرافیا به شمار می آید. لزوم این ناحیه بندی بخصوص در آب و هواشناسی مشخص است (علیچانی، ۱۳۷۹)

امروزه، گرمایش جهانی در نتیجه افزایش گازهای گلخانه ای و اثر آن بر تغییر اقلیم، واقعیتی علمی است که مورد توافق محققان بسیاری قرار گرفته است (IPCC, 2007) تقریباً همه فرایندها در بیوسفر تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار گرفته و نگرانی عمده در خصوص اثر این پدیده بر محیط و منابع آب است (Aziz, 2006). اقلیم ترکیبی از عناصر هوا در هر ناحیه معلوم است که معمولاً برای دوره یا از چند دهه اندازه گیری می شود. بنابراین، فقط با استناد به دما، فشار، بادها و یا میزان نم نسبی و بارندگی نمی توان به بررسی و شناخت اقلیمی یک ناحیه پرداخت (جعفرپور، ۱۳۷۷). با گسترش روش های کمی،

در این راستا محققان بی شماری به مطالعه نواحی اقلیمی مکان های گوناگون پرداخته اند که در زیر به برخی از این مطالعات اشاره می گردد.

گاربچت و همکاران (Garbrecht.2004) در کشور آمریکا روند بارندگی، جریان سیلابی و تخییر و تعرق را بررسی نمودند. آنها نشان دادند که در دو دهه اخیر در قرن بیستم، افزایش بارندگی اثر قابل توجهی بر افزایش میزان جریان سیلابی داشته و همچنین باعث افزایش کمتر میزان تخییر تعرق شده است

(Martinez et all (2007) در مکزیک با استفاده از آمار دما و بارش ماهانه ۱۷۳ ایستگاه هواشناسی و روش PCA به طبقه بندی اقلیمی با استفاده از سیستم کوپن پرداختند. نتایج روش PCA نشان دهنده منطقه ای مطابق با خصوصیات توپوگرافی و پوشش گیاهی بود که تفاوت زون های زیست اقلیمی در ارتباط با نوع پوشش گیاهی می باشد.

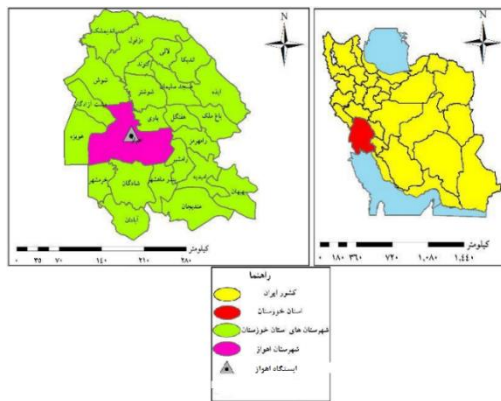
محمدی و صمدی (۲۰۱۰) به پهنه بندی بارش نیمه غربی ایران پرداختند و از تحلیل توابع متعامد تجربی برای پهنه بندی استفاده نمودند. نتایج، نشان دهنده تفکیک محلی نواحی بارشی متناسب با شرایط اقلیمی حاکم بر آنها است هبسی و همکاران (۲۰۱۰) با بهره گیری از روش ها زمین آمار و تحلیل عاملی و خوشه یا نشان دادند که سه عامل نواحی اطراف رودخانه پیرل، خلیج لینگ دینگ یانگ در جنوب چین را به خوبی ناحیه بندی کرده است.

رویزسینوگا و رومرو دیاز (۲۰۱۰) برای تعیین شاخص های تخریب خاک در اقلیم مدیترانه ای در جنوب اسپانیا، فاکتورهای اصلی مؤثر بر تخریب خاک را با استفاده از تحلیل عاملی بررسی کردند. نتایج نشان داد که رابطه میان بخش زنده و غیرزنده خاک تعیین کننده وضعیت تخریب خاک است اصلاحی (۱۳۸۲) برای نشان دادن تغییر اقلیمی در ایران از روش تحلیلی خوشه یا استفاده کرد، مسعودیان (۱۳۸۲). با بررسی بست و هفت عنصر اقلیمی در روش تحلیل عاملی نشان داد که اقلیمی یاران ساخته شش عامل اقلیمی است. تحلیل خوشه ای بر روی یک نمونه هزارتایی از مقادری نمرات عاملی برگزیده وجود پانزده ناحیه ی اقلیمی در یاران را نشان می دهد. سلیقه و همکاران (۱۳۸۷) از روش

تحلیل عاملی و خوشه ای برای طبقه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان بهره گرفتند و استان را به ۵ ناحیه اقلیمی طبقه بندی کردند. امیدوار و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از تحلیل عاملی ۲۸ خصوصیت زیرحوضه های آبخیز کنجانچم در استان ایلام را در قالب ۵ عامل اصلی شکل، آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب خلاصه سازی و سپس براساس امتیاز عاملی منطقه مورد مطالعه را به ۵ دسته سیل خیزی زیاد، به نسبت زیاد، متوسط، به نسبت کم و کم تقسیم کردند. بهنیافر و منصوری (۱۳۸۹) با رویکرد ارزیابی چند عامله و استفاده از مدل AHP به منظور توسعه گردشگری، به پهنه بندی آمایشی حوضه آبریز گلکان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روشهای پهنه بندی با تلفیق در برنامه GIS نمایش بهتری از واقعیت های محیطی یک منطقه در اختیار می گذارد، زیرا لایه های عامل مختلف و چندگانه را به سهولت مورد ترسیم، دسته بندی، وزن دهی و همپوشانی قرار میدهد. خسروی و آرمش (۱۳۹۱). پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی نیز با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه های انجام دادند و با استفاده از روش تحلیل عاملی و نهایتاً با انجام تحلیل خوشه ای ۷ پهنه اقلیمی متفاوت شناسایی کردند. هدف از این پژوهش بررسی و شناسایی مهمترین پارامترهای هواشناسی تاثیر گذار بر اقلیم شهر اهواز می باشد.

۲- روش انجام تحقیق

در این پژوهش داده های ماهانه ۳۰ پارمتر اقلیمی میانگین متوسط فشار، میانگین فشار فعال، میانگین رطوبت نسبی، میانگین رطوبت متوسط ساعت ۳، میانگین رطوبت متوسط در ساعت (۶)، میانگین رطوبت متوسط ساعت ۹، میانگین رطوبت نسبی حداقل، میانگین رطوبت نسبی حداکثر، میانگین دما روزانه، میانگین دما حداکثر، میانگین دما حداقل، تعداد روزهای با دما حداکثر مساوی ۳۰ درجه سانتیگراد بالا تر، تعداد روزهای با دما حداکثر مساوی ۴- درجه سانتیگراد بالا تر، روزهای گرمایش درجه، میانگین دمای خشک، میانگین دمای نقطه شبنم، اختلاف بین حداکثر و حداقل دما، مجموع ماهای آفتابی، تعداد روزهای با طوفان های رعدو برق، تعداد روزهای با گرد غبار و میانگین سرعت باد نات به صورت ماهانه از سازمان



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۳

یافته های پژوهش

در این پژوهش ابتدا نمودار سری زمانی متغیرها مورد بررسی در دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ ترسیم گردید. تعدادی از این شکل ها را به عنوان نمونه نشان می دهد. همانطور که از شکل ۲ می توان استنباط کرد. نمودارهای میانگین دما در میانه ماه های سال گرمتر از اوایل و اواخر ماه ها می باشد. بدین معنی در این نمودار دمای هوا در ژوئن و جولای به اوج خود می رسد و از این ماه دوباره دمای هوا کم می افتد، نمودار حداکثر دما هم تقریباً شبیه نمودار میانگین دمای هوای عمل می کند با این تفاوت که دمای هوا در این ها به شیب مایع تری و مقدار کمتری میانگین دما نسبت به میانگین حداکثر دما دارد. در نمودار میانگین دمای حداقل که هم دما شیب کمتری دارد و هم مقدار میانگین دما کمتر است. در میانه ماه ها همانند نمودارهای میانگین دمای حداکثر و میانگین دما عمل می کند، ولی با این تفاوت که در نمودار میانگین حداقل دما هم سرعت روند افزایش دما به میانه ماه ها کمتر است و هم شیب کمتری دارد، و در عوض شیب کاهشی دما با روند تند تر عمل می کند در هر سه نمودارها دمای هوا در ماههای ژانویه، جولای و آگوست از بقیه ماه ها گرم تر می باشد.

نمودارهای رطوبت هوا برعکس و خلاف نمودار میانگین دمای هوا از ژوئن که بیشترین مقدار به سمت ماه های میانه سال روند کاهشی و کمترین مقدار رطوبت را دارا می باشد به طوری که میانگین رطوبت هوا در ژوئن، ژانویه، آگوست و سپتامبر به کمترین مقدار می رسد و از ماه های سپتامبر به بعد دوباره مقدار رطوبت روند افزایشی می گیرد، تا ماه دسامبر به اوج مقدار خود می رسد. نمودار میانگین حداکثر و حداقل رطوبت نسبی هم روندی مانند میانگین رطوبت نسبی را دارا می باشند،

هواشناسی استان خوزستان اخذ شده است. مقطع زمانی مورد مطالعه در این پژوهش، یک دوره ۴۵ ساله است که بین سال های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ واقع می گردد ابتدا داده های مفقود شده از نرم افزار SPSS به روش میان یابی خطی بازسازی شدند. به منظور بررسی مشخصات آماری و توصیفی داده ها نمودار سری زمانی بعضی از پارامترهای هواشناسی ترسیم گردید. سپس به منظور بررسی بیشترین پارامترهای تاثیر گذار و عامل های موثر از روش تحلیل عاملی برای ایستگاه اهواز استفاده شده و در آخر از مدل های سری زمانی خیره ساز برای پیش بینی و شناسایی مدل ها استفاده شد.

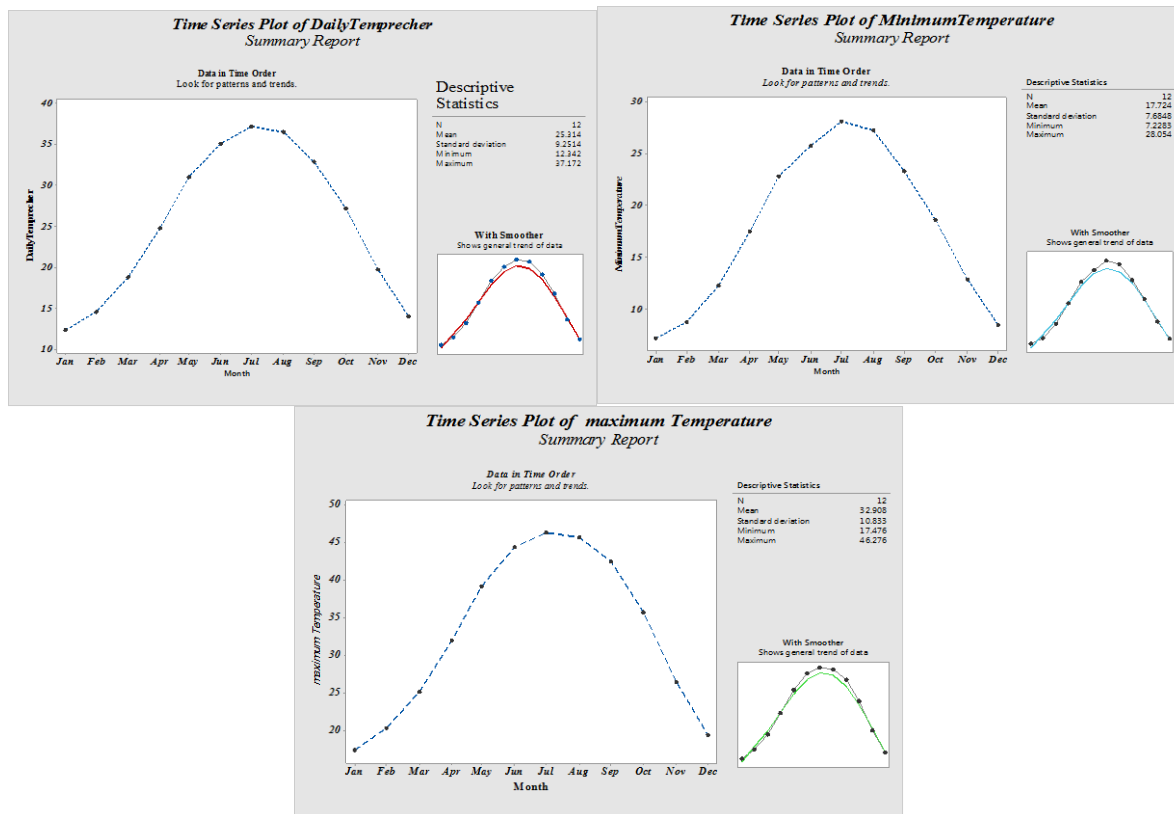
• محدوده مورد مطالعه

اهواز یکی از کلانشهرهای ایران است، که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد و به عنوان مرکز استان خوزستان شناخته می شود. جمعیت این شهر طبق آمار رسمی سال ۱۳۹۰ برابر ۱،۱۱۲،۰۲۱ نفر می باشد، که به عنوان هفتمین شهر پرجمعیت ایران به شمار می آید. (پایگاه اینترنتی مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). اهواز در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است.

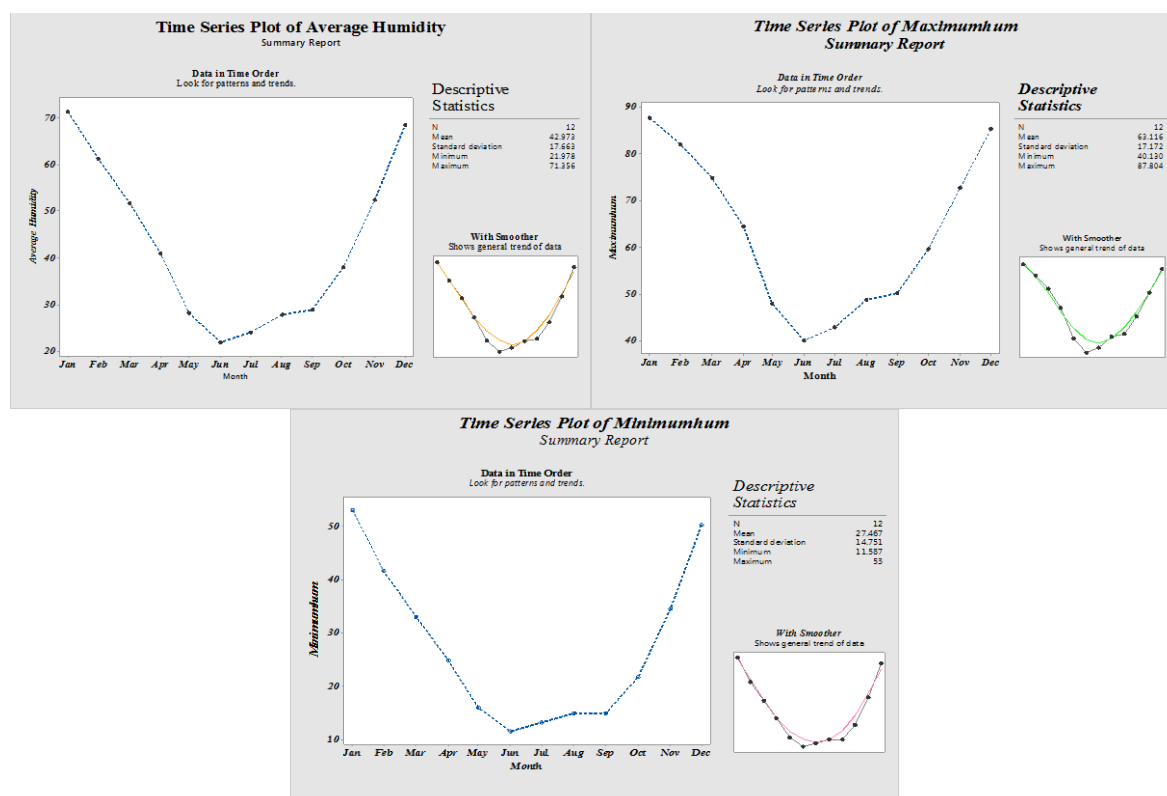
شهر اهواز با مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار، بعنوان یکی از شهرهای وسیع ایران، محسوب می شود. (وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۰) شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب که بزرگترین تولید کننده نفت ایران بشمار می آید، در اهواز مستقر می باشد، همچنین شرکت ملی حفاری ایران که بزرگترین شرکت حفاری کشور محسوب می شود نیز در اهواز متمرکز می باشد. برخی از بزرگترین کارخانه های مادر کشور در این شهر جای دارند. رودخانه کارون پرآب ترین رودخانه ایران، با سرچشمه گرفتن از کوه های بختیاری، با ورود به اهواز، این شهر را به دو بخش شرقی و غربی تقسیم می کند. (شکل ۱)

رطوبت نسبی در اوایل و اواخر ماه های سال (ژوئن، فوریه، نوامبر و دسامبر) به بیشترین مقدار می رسد و در میانه ماه های سال (ژانویه، آگوست و سپتامبر) به کمترین مقدار خود در سال می رسد(شکل ۳)

با این تفاوت که میانگین رطوبت حداکثر نسبی از ماه ژوئن روند ملایم تری نسبت به میانگین رطوبت حداقل نسبی و میانگین رطوبت نسبی به سمت ماه ژوئن و جولای را دارد. و در ماه ژوئن از بقیه ماه ها به کمترین مقدار می رسد. و روند برگشت آن با شیب کمتری هم می باشد، در کل میانگین



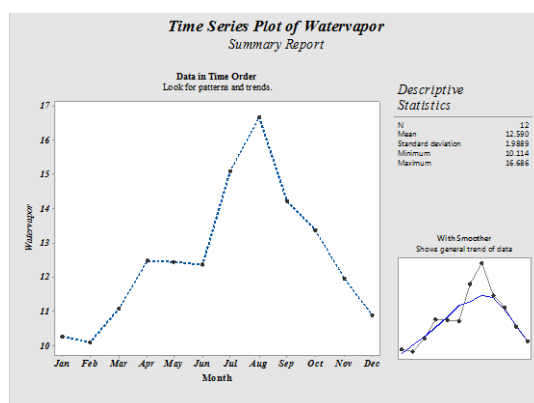
شکل ۲- نمودار سری زمانی میانگین، حداقل و حداکثر دما مورد بررسی در مقیاس ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۹۶۰-۲۰۰۵)



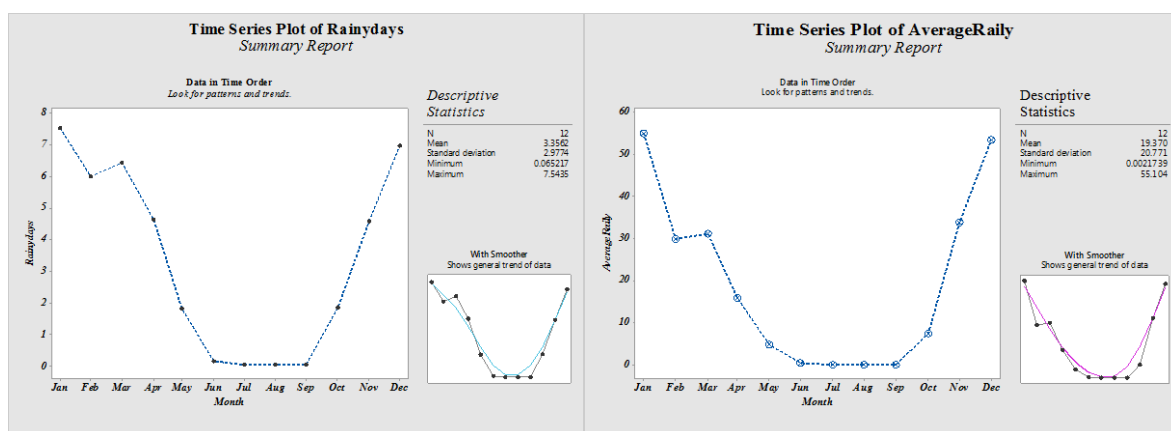
شکل ۳- نمودار سری زمانی میانگین، حداقل و حداکثر رطوبت مورد بررسی در مقیاس ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۹۶۰-۲۰۰۵)

از نمودار بارش ایستگاه اهواز می توان مشاهده نمود که بیشترین که بیشترین تعداد روزهای بارشی در ماه های ژانویه و دسامبر اتفاق افتاده است. روزهای بدون بارش در ماه های ژوئن، جولای، اگوست و سپتامبر می باشند، که در این ماه ها هیچ بارشی مشاهده نمی شود، این در واقع نشان دهنده آن می باشد که میانه بارش در اهواز در تابستان به کمترین مقدار از بقیه فصل می باشد و بیشترین تعداد روزهای بارانی در فصل زمستان، پاییز (نوامبر و دسامبر) و اوایل فصل بهار (آوریل و می) اتفاق می افتد. از نمودار بارش ماهانه استنباط می شود که بیشترین مقدار بارش در اهواز در ماه ژانویه، دسامبر، نوامبر و مارس می باشند (شکل ۵).

نمودار میانگین فشار بخار آب نشان دهنده آن است که در میانه ماه های سال جولای و اگوست مقدار فشار بخار آب به بیشترین مقدار آن رسد، در نیمه اول سال تا ماه ژوئن روند افزایشی فشار بخار آب در اهواز یکنواخت می باشد، به طوری که در ماه های ژوئن و فوریه کمترین مقدار میانگین فشار بخار آب می باشد. به تدریج از فوریه افزایش تا آوریل ادامه دارد و از آوریل تا ژوئن تقریباً روند کاهشی به مقدار ناچیزی ادامه می یابد ولی از ژوئن به بعد روند میانگین فشار بخار آب به سرعت و با شیب تندی افزایش می یابد. تا اینکه به بیشترین مقدار خود در اگوست می رسد. در نیمه دوم سال میانگین فشار بخار اب خیلی بیشتر از نیمه اول سال در اهواز مشاهده شد (شکل ۴).



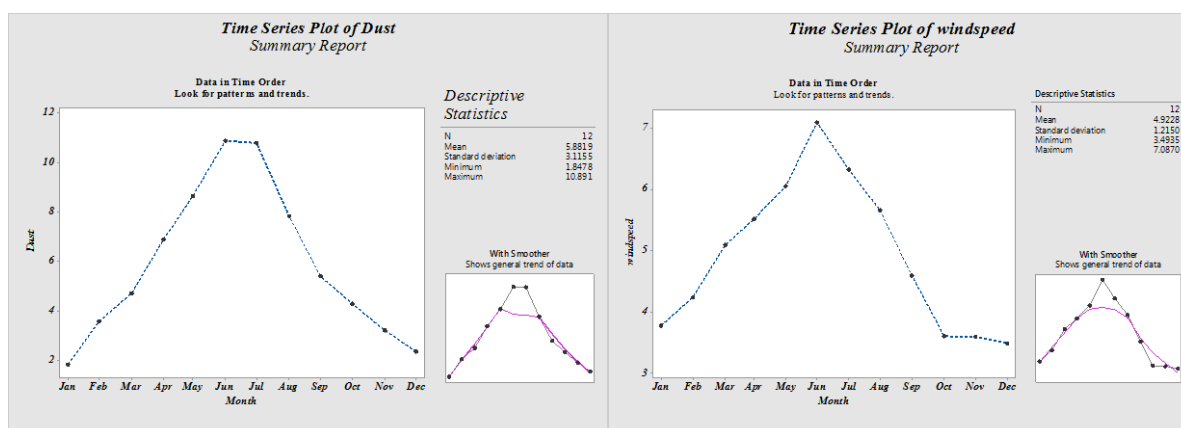
شکل ۴- نمودار سری زمانی فشار بخار آب مورد بررسی در مقیاس ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۹۶۰-۲۰۰۵)



شکل ۵- نمودار سری زمانی پارمترها تعداد روزهای بارندگی مورد بررسی در مقیاس ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۹۶۰-۲۰۰۵)

از نمودار سرعت باد می توان استنباط کرد که مقدار بیشترین مقدار باد در میانه ماه های سال می باشد. یعنی در ماهای می به بیشترین مقدار خود می رسد و در ماه های اکتبر، نوامبر و دسامبر به کمترین مقدار خود رسیده یعنی در ماه سال با افزایش انرژی تابشی این پارامتر به شدت افزایش می یابد. و مقدار باد ها در پاییز به شدت کم می شوند(شکل ۶).

از مهمترین پارامترهای اقلیمی که شهر اهواز را تحت تاثیر قرار می دهد گردوغبار می باشد. تعداد روزهای گردوغبار در میانه سال به بیشترین مقدار خود می رسد، یعنی در ماهای ژوئن و جولای و کمترین مقدار این پدیده در ماهای ژانویه و دسامبر می باشد. در واقع پدیده گردوغبار در ماهای بارشی به کمترین مقدار خود و در ماه های بدون بارش به بیشترین مقدار خود خواهد رسید(شکل ۶).



شکل ۶- نمودار سری زمانی پارمترها سرعت باد و گردوغبار مورد بررسی در مقیاس ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۹۶۰-۲۰۰۵)

	Extraction	Initial
CoudyDays3	.703	1.000
CoudyDays7	.688	1.000
Ranily Average	.849	1.000
Thunder	.875	1.000
Precipitation5	.783	1.000
Rainydays	.917	1.000
Srand minimum temperatur	.883	1.000
fewerdays2	.803	1.000
Temperature30	.708	1.000
Heating18	.748	1.000
Sunny days	.578	1.000
The average moisturecontent	.878	1.000
Humidity5	.895	1.000
Bulb temperature	.688	1.000
Humidity9	.888	1.000
Humidity3	.854	1.000
Daily temperature	.897	1.000
The maximum temperature	.854	1.000
Minimum humidity	.930	1.000
Minimum Temperature	.945	1.000
Maximum humidity	.867	1.000
The average pressure	.932	1.000
Off Pressure	.925	1.000
Waterva porpressure	.898	1.000
Dew point	.925	1.000
Wind speed	.736	1.000
Dust	.917	1.000
Temperature04	.725	1.000

جدول ۲- میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل ها برای متغیرهای وارد شده در تحلیل عاملی

با توجه به جدول ۱ چون مقدار آماره KMO برابر ۰/۵۶۰ است پس داده ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب اند. همچنین نتایج آزمون کرویت بارتلت نیز معنی دار است، به این مفهوم که فرض مخالف تأیید می شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی دار وجود دارد.

جدول ۱- آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.560
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	187
	9.16
	6
	df
	435
	Sig.
	.000

جدول ۲ میزان اشتراک متغیرها یا واریانس کل با میزان اشتراک عاملی متغیرها را نشان میدهد. ملاحظه می شود که ۹۴۵ درصد واریانس امتیازات متغیر میانگین حداقل دما واریانس عامل مشترک بیشترین است. و ۵۷۸ درصد واریانس پارامتر مجموع ماهانه ساعات آفتابی واریانس عامل مشترک کمترین می باشد. Initial گویای تمامی اشتراک های قبل از استخراج است، بنابراین تمامی آنها برابر با یک هستند. همان گونه که در جدول زیر مشاهده می شود بیشتر میزان اشتراک ها بالاتر از ۵۰ درصد است و بیانگر توانایی عامل های تعیین شده در تبیین واریانس متغیرهای مورد مطالعه است. با وجود این در بین مقادیر اشتراک، تفاوت هایی نیز مشاهده می شود. مقدار اشتراک مربوط به پارامتر مجموع ماهانه ساعات آفتابی، و میانگین دما حداقل است.

تیبین شده عامل هایی ارائه شده است که مقادیر ویژه آنها بزرگتر از عدد یک باشد. ستون *Rotation Sums of Squared Loadings* مجموعه مقادیر عامل های استخراج شده بعد از چرخش را نشان می دهد. همچنان که مشاهده می شود سه عامل قابلیت تیبین واریانس ها را دارند. اگر عامل های به دست آمده را با روش *Varimax* چرخش دهیم، عامل های اول تا هفتم (تعداد روزهای نیمه ابری، تعداد روزهای ابری، مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با طوفان های رعد و برق، تعداد روزهای با بارش مساوس یا بیشتر ۵ میلی متری، حداکثر بارش روزانه و میانگین دمای خشک) به ترتیب ۲۲/۹۱۸، ۱۷/۸۴۶، ۱۳/۴۰۲، ۹/۶۸۰، ۷/۴۰۳، ۶/۳۰۷ و ۵/۵۷۲ در مجموع ۸۳/۱۲۸ درصد از واریانس را در بردارند.

جدول ۳ مقدار ویژه و واریانس متناظر با عامل ها را نشان میدهد. در ستون *Initial Eigenvalues* مقادیر ویژه اولیه برای هر یک از عامل ها در قالب مجموع واریانس تیبین شده برآورد میشود. واریانس تیبین شده برحسب درصدی از کل واریانس و درصد تجمعی است مقدار ویژه هر عامل، نسبتی از واریانس کل متغیره است که توسط آن عامل تیبین میشود. مقدار ویژه از طریق مجموع مجذورات بارهای عاملی مربوط به تمام متغیرها در آن عامل قابل محاسبه است، از این رو مقادیر ویژه، اهمیت اکتشافی عامل ها را در ارتباط با متغیرها نشان می دهد. پایین بودن این مقدار برای یک عامل به این معنی است که آن عامل نقش اندکی در تیبین واریانس متغیرها داشته است. در ستون *Extraction Sums of Squared Loadings*

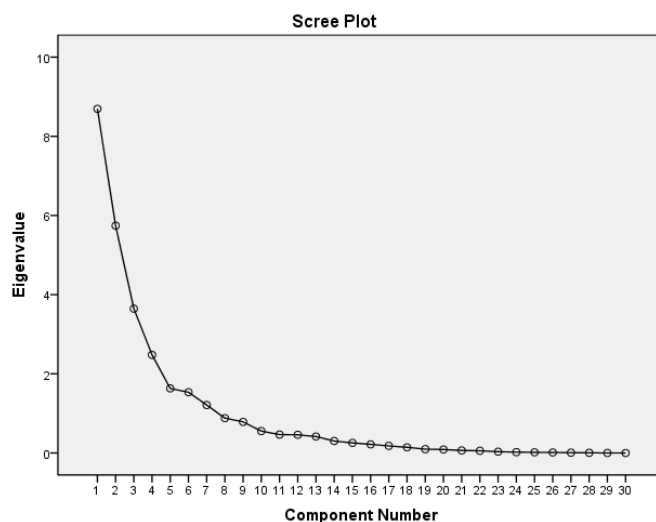
جدول ۳- درصد واریانس و مقادیر ویژه پارامتر های مختلف

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	8.694	28.979	28.979	8.694	28.979	28.979	6.875	22.918	22.918
2	5.742	19.140	48.119	5.742	19.140	48.119	5.354	17.846	40.764
3	3.646	12.152	60.272	3.646	12.152	60.272	4.021	13.402	54.166
4	2.479	8.264	68.536	2.479	8.264	68.536	2.904	9.680	63.846
5	1.631	5.436	73.971	1.631	5.436	73.971	2.221	7.403	71.249
6	1.535	5.116	79.087	1.535	5.116	79.087	1.892	6.307	77.556
7	1.212	4.041	83.128	1.212	4.041	83.128	1.672	5.572	83.128
8	.881	2.936	86.064						
9	.785	2.618	88.682						
10	.554	1.847	90.530						
11	.465	1.550	92.080						
12	.459	1.531	93.611						
13	.416	1.387	94.998						
14	.302	1.008	96.006						
15	.256	.852	96.858						

16	.217	.725	97.583
17	.179	.597	98.180
18	.144	.479	98.659
19	.097	.323	98.982
20	.089	.295	99.277
21	.064	.212	99.490
22	.056	.187	99.677
23	.032	.108	99.784
24	.021	.072	99.856
25	.017	.058	99.914
26	.013	.043	99.956
27	.007	.025	99.981
28	.004	.013	99.994
29	.001	.005	99.999
30	.000	.001	100.000

ششم به بعد تغییرات مقدار ویژه کم میشود، پس میتوان شش عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده ها دارند، استخراج کرد.

شکل ۷ تغییرات مقادیر ویژه را در ارتباط با عامل ها نشان میدهد. این نمودار برای تعیین تعداد بهینه مؤلفه ها به کار می رود. با توجه به این نمودار مشاهده می شود که از عامل



شکل ۷-نمودار اسکریگراف برای تعیین تعداد عامل ها

و با هم جمع کنیم، ارقام جدول ۴ ستون Component به دست می آید. این ضرایب از یک سو نشان دهنده توانایی

جدول ۴ سهم متغیرها را در عامل ها قبل از چرخش نشان میدهد. اگر بارهای عاملی جلوی هر متغیر را به توان دو رسانده

عامل اول، میانگین رطوبت نسبی ۹ درصد یا ۰/۸۵۷. در عامل در عامل اول و میانگین حداقل دما با ۰/۸۴۴. در عامل دوم می باشند.

عامل های تعیین شده در تبیین واریانس متغیرهای مورد مطالعه و از سویی میتواند برای بررسی تناسب متغیرها برای تحلیل عاملی استفاده شود. بیشترین سهم متغیر های در درون نیافته عاملی مربوط به میانگین رطوبت نسبی با ۰/۸۸۳. در

جدول ۴- ماتریس عاملی دوران نیافته

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
CoudyDays3	.533	.612	.073	.011	-.077	.069	.167
CoudyDays7	.669	.370	-.033	.211	-.024	-.237	-.041
Ranily Average	.591	.137	-.628	-.158	.174	.116	-.132
Thunder	.404	.814	.009	.124	-.062	.174	.005
Precipitation5	.541	.120	-.618	-.186	.129	.010	-.208
Rainydays	.653	.684	-.080	.034	-.046	-.115	-.005
srandminimumtemperatur	-.478	-.597	.061	-.358	.238	-.290	.160
fewerdays2	.201	.605	-.080	.320	.461	-.079	.264
Temperature30	-.557	.093	.225	-.458	.319	-.053	.156
Heating18	-.252	-.228	-.261	.055	-.417	-.596	-.182
Sunnydays	-.056	.109	.246	.120	-.484	.407	.298
Theaveragemoistureconten	.883	.001	.290	.088	-.031	-.001	.073
Humidity5	.640	-.657	.041	-.147	.140	-.016	.099
Bulbtemperature	-.250	-.187	-.032	-.202	.498	.414	-.359
Humidity9	.857	-.325	-.067	-.151	.029	.021	.142
Humidity3	.683	-.554	.152	.031	-.100	.149	.154
Dailytemperature	-.042	.721	.491	-.337	.096	.059	-.087
Themaximumtemperature	-.229	.414	.617	-.444	.159	-.141	-.082
Minimumhumidity	.748	-.580	-.002	-.110	.107	.010	.103
MinimumTemperature	.198	.844	.363	-.115	-.043	.180	-.118
Maximumhumidity	.770	-.387	.183	.079	-.155	.135	.203
Theaveragepressure	.190	-.280	.439	.670	.201	-.032	-.366
OffPressure	.229	-.217	.439	.674	.155	-.041	-.390
Watervaporpressure	.710	-.308	.524	-.102	.075	.030	-.087
Dewpoint	.689	-.272	.482	-.343	.140	.056	.055
windspeed	-.532	-.014	-.418	.296	.050	.399	.171
Dust	.192	.366	.021	.355	.404	-.521	.430
Temperatureo4	-.454	-.211	-.131	.408	.409	.238	.260
Precipitation1	.691	.130	-.465	-.215	.068	-.155	-.171
Precipitationis10	.563	.116	-.681	-.077	.115	.131	-.068

مقداری بین +۱ تا -۱ را خواهد داشت. جدول ۵ سهم متغیرها را در عامل ها بعد از چرخش نشان میدهد. هر متغیر در عاملی قرار میگیرد که با آن عامل همبستگی بالایی معنی داری داشته باشد. بیشترین سهم همبستگی درون یافته عاملی در پارامتر تعداد روزهای گرد غبار با ۰/۹۲۶ در عامل ششم، میانگین فشار کمبود اشباع با ۰/۹۱۶ در عامل پنجم، میانگین فشار بخار آب با ۰/۹۱۲ در عامل پنجم می باشند.

یکی از مهمترین موارد مطالعات اقلیمی شناخت روابط موجود بین متغیرها مورد مطالعه است. تبیین روابطی که بین این نوع متغیرها وجود دارد باعث خواهد شد، بتوان پیش بینی های لازم را به منظور برنامه ریزی انجام داد. روابط آماری متعددی برای شناخت رابطه بین دو متغیر متغیر وجود دارد که هم به صورت معادلات خطی و هم به صورت معادلات غیر خطی بیان می شود. مهمترین شاخص تبیین روابط بین متغیر هاضرب همبستگی است که ارزش محاسبه شده این ضریب

جدول ۵- ماتریس عاملی دوران یافته

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
CoudyDays3	.182	.754	.144	.119	-.122	.224	-.039
CoudyDays7	.264	.536	.346	.029	.198	.305	-.278
RanilyAverage	.184	.228	.839	-.169	-.141	.019	.098
Thunder	-.083	.890	.184	.110	-.019	.166	.045
Precipitation5	.137	.167	.844	-.109	-.112	-.014	-.007
Rainydays	.134	.773	.405	.157	-.019	.275	-.189
srandminimumtemperatur	.017	-.877	-.197	.170	-.207	.046	.018
fewerdays2	-.155	.449	.167	.020	.061	.705	.221
Temperature30	-.286	-.335	-.262	.496	-.336	.103	.276
Heating18	-.259	-.372	.057	-.114	.042	-.097	-.718
Sunnydays	.063	.390	-.517	-.242	-.193	-.241	.020
Theaveragemoisturecontent	.770	.442	.133	.042	.203	.135	-.101
Humidity5	.860	-.294	.228	-.115	.060	-.009	.019
Bulbtemperature	-.139	-.320	.179	.170	.140	-.263	.646
Humidity9	.846	.082	.378	-.125	-.053	.042	-.051
Humidity3	.874	-.025	.031	-.259	.101	-.104	-.018
Dailytemperature	-.175	.513	-.164	.733	-.111	.036	.157
Themaximumtemperature	-.125	.114	-.303	.847	-.090	.038	.080
Minimumhumidity	.888	-.169	.291	-.157	.060	.006	.001
MinimumTemperature	-.128	.815	-.046	.500	-.016	.012	.110
Maximumhumidity	.875	.166	.019	-.245	.087	-.035	-.070
Theaveragepressure	.220	-.022	-.186	-.084	.912	.078	.057
OffPressure	.213	.053	-.166	-.069	.916	.066	.015
Watervaporpressure	.856	.099	-.005	.254	.293	-.068	.021
Dewpoint	.885	.057	.030	.353	.037	-.036	.103

windspeed	-.518	-.116	-.110	-.543	-.133	-.029	.359
Dust	-.010	.166	.029	.042	.079	.929	-.132
Temperature4	-.280	-.326	-.234	-.406	.105	.281	.480
Precipitation1	.299	.219	.797	.010	-.086	.060	-.174
Precipitationis10	.158	.234	.800	-.291	-.158	.033	.071

جدول ۶ ضرایب همبستگی بین عوامل را قبل و بعد از چرخش نشان میدهد. هر عاملی با خودش و با بقیه عامل ها مقایسه می شود تا همبستگی آن ها بدست آید. بیشترین همبستگی بدست آمده در این جدول در عامل اول با ۰/۷۶۳ و عامل دوم با ۰/۷۶۱ و کمترین همبستگی در عامل سوم با ۰/۶۹۹- و عامل چهارم با ۰/۵۹۳- می باشد.

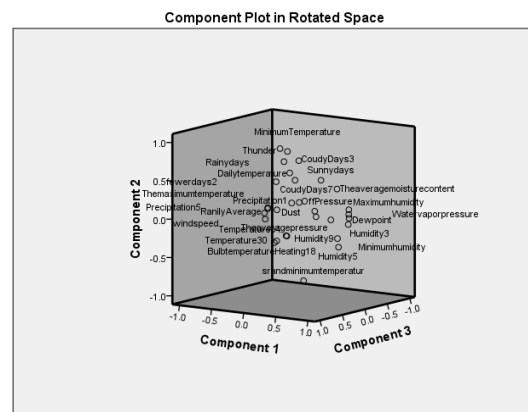
جدول ۶-ضریب همبستگی بین عوامل قبل و بعد از چرخش

Component	1	2	3	4	5	6	7
1	.763	.427	.445	-.037	.121	.100	-.111
2	-.474	.761	.094	.323	-.147	.248	.007
3	.325	.125	-.699	.538	.311	-.017	.059
4	-.166	.200	-.218	-.593	.656	.316	-.047
5	-.001	-.291	.287	.265	.209	.541	.653
6	.064	.312	-.113	-.298	-.099	-.485	.743
7	.238	.029	-.403	-.306	-.619	.548	.059

مدل Model- 1:30 معرفی شده است. مدل سازه ها خبره در سری های زمانی هر دو مدل میانگین گیری از طریق متغیره وزن دار و نیز مدل خود بازگشتی میانگین متحرک تلفیق شده ARIMA را برآورده می نماید که در این پژوهش بهترین نام برآورده شده مدل مبتنی بر خود بازگشتی میانگین متحرک تلفیق شده تغییرات فصلی میانگین متحرک که تعداد دفعات میانگین گیری متحرک برای متوسط سرعت باد (نات) و گرد غبار برابر با $(p=1)$ می باشد. ماهیت تغییرات فصلی مدل با توجه به اوج های متعدد از نمودار های تهیه شده و وجود تنها یک دفعات میانگین گیری متحرک نیز روند صعودی را در داده ها مشهود قابل استنتاج است.

خود بازگشتی با معرف (p) : در مدل خود بازگشتی میانگین متحرک تلفیق شده به معنای تعداد دفعات خود بازگشتی در مدل است. دفعات خود بازگشتی در حقیقت ارزش عددی پیشین از سری های هستند که برای پیش بینی ارزش های عددی آتی مورد استفاده قرار می گیرند. که در این پژوهش $(p=0)$ ، نشان می دهد که میزان سری صفر دوره زمانی در گذشته برای پیش بینی میزان پارامتر های دمایی ۳۰ درجه، رطوبت ۳ درصد، حداکثر رطوبت، فشار بخار آب، نقطه شبنم،

شکل (۸) نمودار سه بعدی دوران یافته را نشان میدهد. در این نمودار پراکنش متغیرهای مورد بررسی نسبت به عامل های اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم، ششم و هفتم مشاهده میشود



شکل ۸-نمودار سه بعدی پراکنش متغیرها نسبت به عامل های استخراج شده

خروجی حاصل از جدول ۷ در برگزیده مدل برآورد شده برای هریک پارامتر های هواشناسی ایستگاه اهواز بوده و شامل معرف مدل و نیز نوع مدل می باشد. معرف مدل شامل نام یک برچسب متغیر پارامتر های هواشناسی بود، تحت عنوان

دفعات نشان می‌دهد چگونه تغییرات در میانگین سری‌های زمانی برای مقادیر پیشین برای پیش‌بینی مقادیر حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پارامترهای دمای ۳۰ درجه، رطوبت ۳ درصد، حداکثر رطوبت، فشار بخار آب، نقطه شبنم، دمای کمتر از ۴- درجه، بارش ۱ و ۱۰ میلی متری مقدار میانگیری متحرک انجام نشده و صفر می باشد. ولی برای پارامترهای سرعت باد و گرد غبار مقدار میانگین متحرک برابر با ۱ می باشد.

همچنین پارامترهای نیمه ابری بودن، ابری بودن ۷-۸، تفاوت حداکثر و حداقل دما، گرمایش ۱۸ درجه، روزهای آفتابی، رطوبت متوسط، دمای حباب، دمای حداقل، متوسط قشار، از مدل‌های ساده وزنی و پارامترهای تعداد روزهای بارش، روزهای با دید کم مساوی ۲ km، رطوبت ۳ و ۵ درصد، حداقل رطوبت و فشار فعال از نمودار هولت ویتترز و پارامتر میانگین دمای روزانه از مدل Brown استفاده شده است.

دمای کمتر از ۴- درجه بارش ۱ و ۱۰ میلی متری مورد استفاده قرار گرفته است.

تفاضل گیری با معرف (d): مبین تعداد دفعات تفاضل گیری به کار گرفته شده در سری‌های زمانی قبل از برآورد مدل پیش‌بینی است. انجام تفاضل گیری زمانی که روند در مشاهدات وجود دارد. امری ضروری است تا اثر مربوط به روند تغییرات رفع گردد. دفعات تفاضل گیری مرتبط به درجه و میزان روند سری‌ها است. اولین دفعه تفاضل گیری برای روندهای خطی دومین دفعه مرتبط با تفاضل گیری برای روند مبتنی بر معادلات درجه دوم و نظایر آن می باشد که در اینجا برای پارامترهای دمای ۳۰ درجه، رطوبت ۳ درصد، حداکثر رطوبت، فشار بخار آب، نقطه شبنم، سرعت باد، گرد غبار، دمای کمتر از ۴- درجه، بارش ۱ و ۱۰ میلی متری مقدار تفاضل گیری انجام نشده و صفر می باشد.

میانگین متحرک با معرف (q): این معرف تعداد دفعات میانگین گیری متحرک در مدل را نشان می‌دهد. تعداد این

جدول ۷- مدل‌های مختلف ARIMA برای پیش‌بینی دمای ایستگاه‌های اهواز در دوره آماری. (۲۰۰۵-۱۹۶۱)

مدل نوع	شماره مدل	پارامتر
Simple	Model_1	CoudyDays3
Simple	Model_2	CoudyDays7
ARIMA(0,0,0)	Model_3	RanilyAverage
Simple	Model_4	Thunder
ARIMA(0,0,0)	Model_5	Precipitation5
Holt	Model_6	Rainydays
Simple	Model_7	srandminimumtemperatur
Holt	Model_8	fewerdays2
ARIMA(0,0,0)	Model_9	Temperature30
Simple	Model_10	Heating18
Simple	Model_11	Sunnydays
Simple	Model_12	Theaveragemoisturecontent
Holt	Model_13	Humidity5
Simple	Model_14	Bulbtemperature
ARIMA(0,0,0)	Model_15	Humidity9
Holt	Model_16	Humidity3
Brown	Model_17	Dailytemperature
Simple	Model_18	Themaximumtemperature
Holt	Model_19	Minimumhumidity
Simple	Model_20	MinimumTemperature
ARIMA(0,0,0)	Model_21	Maximumhumidity
Simple	Model_22	Theaveragepressure
Holt	Model_23	OffPressure
ARIMA(0,0,0)	Model_24	Watervaporpressure
ARIMA(0,0,0)	Model_25	Dewpoint
ARIMA(1,0,0)	Model_26	windspeed
ARIMA(1,0,0)	Model_27	Dust
ARIMA(0,0,0)	Model_28	Temperatureo-4
ARIMA(0,0,0)	Model_29	Precipitation1

Precipitationis10	Model_30	ARIMA(0,0,0)
-------------------	----------	--------------

که بالاترین و بهترین میزان انطباق به ترتیب به پارامتر میانگین رطوبت نسبی ۵ درصد با ۰/۸۶۴، میانگین حداقل رطوبت نسبی با ۰/۸۶۱، روزهای همرا با بارش با ۰/۸۱۲، روزهای با دید کمتر مساوی km^2 با ۰/۸۰۵، می باشند و کمترین مقدار ها و ضعیف ترین انطباق ها به ترتیب تعداد روزهای بارانی با ۰/۰۱۸، میانگین دمای حداکثر با ۰/۱۴۰، تعداد روزهای ابری $(\gamma - \lambda/\lambda)$ با ۰/۲۱۸، تعداد روزهای با طوفان رعد برقی با ۰/۲۶۲، و میانگین رطوبت نسبی ۰/۲۶، می باشند.

آماره مدل که در جدول ۸ نشان داده اطلاعات تلخیص شده و آماره میزان انطباق با مدل برآورده شده است در این مدل همان طور که مشاهده می شود. بر اساس مدل خبره ساز ارزش عددی مجذور ایستایی R مورد استفاده قرار گرفته است. که این آماره بر آوردی از نسبت کل تغییرات در سری های هستند که توسط مدل تبیین شده و مقدار آن هرچقدر به یک نزدیک تر باشد مبین دار بودن روند در سری های زمانی و نیز بهترین میزان انطباق با مدل برآورده شده است. به طوری

جدول ۸- آماره مدل جهت سنجش تعداد پیش بینی کننده ها و میزان انطباق

Model	Number of Predictor	Model Fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	Statistics	DF	Sig.		
CoudyDays3-Model_1	0	.329	24.760	17	.100	0	
CoudyDays7-Model_2	0	.218	14.183	17	.654	0	
RanilyAverage-Model_3	0	.018	15.327	18	.639	0	
Thunder-Model_4	0	.262	27.420	17	.052	0	
Precipitation5-Model_5	0	.618	9.761	18	.939	0	
Rainydays-Model_6	0	.812	18.667	16	.286	0	
srandminimumtemperatur-Model_7	0	.322	15.937	17	.528	0	
fewerdays2-Model_8	0	.805	21.791	16	.150	0	
Temperature30-Model_9	0	.583	31.821	18	.023	0	
Heating18-Model_10	0	.379	19.981	17	.275	0	
Sunnydays-Model_11	0	.496	.204	17	1.000	0	
Theaveragemoisturecontent-Model_12	0	.262	9.416	17	.926	0	
Humidity5-Model_13	0	.864	15.841	16	.464	0	
Bulbtemperature-Model_14	0	.140	10.389	17	.887	0	
Humidity9-Model_15	0	.437	18.038	18	.453	0	
Humidity3-Model_16	0	.795	26.123	16	.052	0	
Dailytemperature-Model_17	0	.779	12.256	17	.784	0	
Themaximumtemperature-	0	.295	12.826	17	.748	0	

Model_18						
Minimumhumidity-Model_19	0	.861	15.901	16	.460	0
MinimumTemperature-	0	.289	11.347	17	.838	0
Model_20						
Maximumhumidity-Model_21	0	.645	22.561	18	.208	0
Theaveragepressure-Model_22	0	.265	9.279	17	.931	0
OffPressure-Model_23	0	.764	13.488	16	.637	0
Watervaporpressure-Model_24	0	.601	20.341	18	.314	0
Dewpoint-Model_25	0	.771	24.172	18	.149	0
windspeed-Model_26	0	.325	14.155	17	.656	0
Dust-Model_27	0	.305	12.946	17	.740	0
Temperatureo4-Model_28	0	.733	7.101	18	.989	0
Precipitation1-Model_29	0	.743	15.334	18	.639	0
Precipitationis10-Model_30	0	.753	25.364	18	.115	0

از ۱ میلی متری تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۵ میلی متری تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۱۰ میلی متری، تعداد روزهای با دمای حداکثر مساوی ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر از آن، تعداد روزهای با حداقل مساوی ۴- درجه سانتی گراد و پایین تر از آن، میانگین رطوبت نسبی حداکثر، میانگین فشار بخار آب، میانگین سرعت باد به نات و تعداد روزهای با گرد غبار می توانند در پیش بینی میزان تغییرات اقلیمی ایستگاه مفید و موثر باشند

آماره ضریب Q لجانگ باکس نیز مبین آن است که آیا مدل به درستی تعیین شده است سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ نشان می دهد که ساختار در سری زمانی مشاهده شده موجود است که توسط مدل تخمین زده نشده است. جدول ۹ نشان دهنده پارامتر عددی مدل ARIMA در مدل پیش بینی است در این جدول متغیرهای زمانی و پارامترهای اقلیمی که سطح معناداری تاثیر گذاری بر پیش بینی ها را دارند، می توان مشاهده نمود. همانطوری که مشاهده می شود مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر

جدول ۹- پارامتر مدل ARIMA

مولفه ها			Estimat	SE	t	Sig.	
RanilyAverage-Model_3	RanilyAverage	No Transform	Constant	230.15	12.12	18.9	.000
Precipitation5-Model_5	Precipitation5	No Transform	Constant	13.348	.619	21.5	.000
Temperature30-Model_9	Temperature30	No Transform	Constant	214.56	1.35	158.	.000
Humidity9-Model_15	Humidity9	No Transform	Constant	33.435	.453	73.7	.000
Maximumhumidity-Model_21	Maximumhumidity	No Transform	Constant	62.870	.519	121.	.000
Watervaporpressure-Model_24	Watervaporpressure	No Transform	Constant	12.369	.163	76.0	.000

Dewpoint-Model_25	Dewpoint	No Transform	Constant	9.282	.196	47.3	.000
windspeed-Model_26	windspeed	No Transform	Constant	4.885	.405	12.0	.000
			AR Lag 1	.608	.118	5.14	.000
Dust-Model_27	Dust	No Transform	Constant	72.862	10.4	6.94	.000
			AR Lag 1	.561	.125	4.49	.000
Temperatureo4-Model_28	Temperatureo4	No Transform	Constant	.109	.071	1.52	.133
Precipitation1-Model_29	Precipitation1	No Transform	Constant	26.022	.975	26.6	.000
Precipitationis10-Model_30	Precipitationis10	No Transform	Constant	7.717	.429	17.9	.000

۴- نتیجه گیری

برای تعیین مهمترین پارامترهای تاثیر گذار در شکل گیری تغییر اقلیم شهر اهواز در این پژوهش از ۳۰ پارامتر هواشناسی از ایستگاه اهواز استفاده شد. با استفاده از نمودارهای سری زمانی مشخص شد که میانگین دما در ماههای ژوئن و جولای به بیشترین مقدار خود و در ماه های ژانویه و دسامبر به کمترین مقدار خواهد رسید. همچنین نمودارهای بارندگی می توان نتیجه گرفت که مجموع بارش ها در ماه های ژانویه و دسامبر به بیشترین مقدار و در ماههای ژوئن، جولای، اگوست و سپتامبر به کمترین مقدار رسیده اند. نتایج تکنیک تحلیل عاملی، پارامترها هواشناسی در هفت عامل اصلی خلاصه شدند. که شامل تعداد روزهای نیمه ابری، تعداد روزهای ابری، مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با طوفان های رعد و برق، تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر ۵ میلی متری، حداکثر بارش روزانه و میانگین دمای خشک به ترتیب ۲۲/۹۱۸، ۱۷/۸۴۶، ۱۳/۴۰۲، ۹/۶۸۰، ۷/۴۰۳، ۶/۳۰۷ و ۵/۵۷۲ در مجموع ۸۳/۱۲۸ درصد از واریانس را در بردارند. همچنین نتایج مدل های سری زمانی خبره ساز مهمترین پارامترهای اقلیمی که سطح معناداری تاثیر گذاری بر پیش بینی ها تغییرات اقلیمی شهر اهواز شامل مجموع بارش ماهانه، تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۱ میلی متری تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۵ میلی متری تعداد روزهای با بارش مساوی یا بیشتر از ۱۰ میلی متری، تعداد روزهای با دمای حداکثر مساوی ۳۰ درجه سانتی گراد و بالاتر از آن، تعداد روزهای با حداقل مساوی ۴- درجه سانتی گراد و پایین تر از آن، میانگین رطوبت نسبی حداکثر، میانگین فشار بخار آب، میانگین سرعت باد به نات و تعداد روزهای با

۵-منابع

۱. اصلاحی، مهدی (۱۳۸۲). آشکارسازی تغییر اقلیم ایران به روش تحلیل خوشه بندی، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، اصفهان
۲. امیدوار، کمال، آمنه کیانفر و شمساله عسگری (۱۳۸۹). پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز کنجاتچم، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۴۲، صص ۷۳-۹۰
۳. پایگاه اینترنتی مرکز آمار ایران ۱۳۹۰
۴. جعفرپور، ابراهیم (۱۳۷۷). اقلیم شناسی، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران
۵. خسروی محمود، و آرمشهم، محسن (۱۳۹۱). پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه ای. مجله علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال بیست و سه، پیاپی.
۶. سایت وزارت مسکن و شهرسازی ۱۳۹۰
۷. سلیقه، محمد، فرامرز بریمانی و مرتضی اسمعیل نژاد (۱۳۸۷). پهنه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۱۰۱-۱۱۶
۸. علیجانی، بهلول، (۱۳۷۹). اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ص ۱۳۵
۹. مسعودیان، ابوالفضل، (۱۳۸۲). بررسی پراکندگی جغرافیایی بارش در ایران به روش تحلیل عاملی دوران یافته، مجله جغرافیا و توسعه، سال اول، شماره ۱ صص ۷۹ - ۸۸
10. Masoodian, A. and M.R. Kaviani. 2008. Climatology of Iran. Esfahan University Press. 288 pages (in Persian).
11. Samadi, Z. and H. Mohamadi. 2010. Zonation of precipitation in the western half of Iran: Application of empirical orthogonal functions climatology in climatology studies. Journal of Geographical Sciences and Applied Research, 16(19): 27-43 (in Persian).
12. Heise B, B. Bobertz, , J. Harff.(2010), Classification of the Pearl River Estuary via Principal Component Analysis and Regionalization, Journal of Coastal Research, pp.769- 779.
13. Moghaddam, M., Mohammadi, S. A., and Aghaee Sarbarzeh, M. (2009). *Multivariate statistical methods A primer* (Third Edition), Tabriz: Parivar, (In Farsi).
14. Heydari, H. and Alijani, B. (1999). Climatic classification of Iran by multivariate statistical techniques, *Iranian Journal of Research in Geography*, 37, 57-74, (In Farsi).
15. Pineda-Martinez, L.F., N. Carbajal and E. Medina-Roldan. 2007. Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central northeastern region of Mexico using Principal Component Analysis (PCA). *Atmosfera*, 20(2): 133-145.
16. Ruiz-Sinoga, J. D. & A. Romero Diaz, "Soil Degradation Factors along a Mediterranean Pluviometric Gradient in Southern Spain", *Geomorphology*, Vol. 118, No. 3, pp. 359-368, 2010
17. Garbrecht J., Van Liew M., and et al. 2004. Trends in precipitation, streamflow, and evapotranspiration in the GreatPlains of the United States, *Journal of Hydrological Engineering*, 9 (5):360-367.
18. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. In: Houghton, J.T. et al. (Eds.), *The Third Assessment Report of Working*
19. Abdul Aziz O.I., and Burn D.H. 2006. Trends and variability in the hydrological regime of the Mackenzie RiverBasin, *Journal of Hydrology*, 319:282-294.