Archive of SID

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی – شماره۶۶، زمستان ۱۳۸۷
صص ۳۵ – ۱۹

بازیابی تغییراقلیم در نیمه غربی کشور با استفاده از تحلیل های آماری چند متغیره

قاسم عزیزی[1]ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران
علی اکبر شمسی پور ـ دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران
داریوش یاراحمدی ـ استادیار گروه جغرافیا دانشگاه لرستان
پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۳/۲۹ تایید نهایی: ۱۳۸۷/۳/۸

چکیده

هدف این مقاله بازیابی وجود یا عدم وجود روند معنی‌دار تغییر اقلیم در نیمه غربی کشور می باشد. داده‌های ماهانه ۱۶ متغیر اقلیمی در۱۲ ایستگاه سینوپتیک برای دوره ۵۰ ساله(۲۰۰۰-۱۹۵۱) استفاده گردیده است. داده‌ها شامل دو گروه متغیرهای دما و رطوبت می‌شوند. روش تحقیق مبتنی بر تحلیل آماری چند متغیره و مدل های پیش‌بینی باکس جنکینز می باشد. با توجه به محاسبه‌های صورت گرفته بر روی داده‌ها، متغیرهای دمایی بویژه میانگین حداقل دما، حداقل مطلق و دمای نقطه شبنم دارای روند تغییرات معنی‌دار ولی با جهت‌های متفاوت بودند(اصفهان، بوشهر، تهران و تبریز با روند افزایشی و اورمیه، خرم آباد و همدان با روند کاهشی)، با دقت در نتایج به دست آمده در ایستگاه های مختلف مجاورت با شهرهای بزرگ و موقعیت نسبی جغرافیایی در جهت روند تغییرات مؤثر بوده است. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده داده های رطوبت و بارش غالبا از روند تغییرات معنی‌دار ی برخوردار نیستند.

واژه‌های کلیدی : تغییر اقلیم، تحلیل چند متغیره، مدل های باکس جنکینز، اتورگرسیو، پانل

مقدمه

فرض وجود تغییرات در اقلیم جهانی ذهن محققین و جوامع را به خود مشغول نموده است. وقوع تغییرات آب و هوایی حتی به صورت جزئی بر تمام ارکان زندگی بشری و حیات طبیعی اثرات فاحش و قابل توجهی خواهد گذاشت. برخورد علمی با این پدیده غالباً توسط محققان علوم زمین بویژه آب و هواشناسی، هواشناسی، هیدرولوژی، محیط زیست، فیزیک و کشاورزی انجام گرفته است. هر یک با روش‌های مختلفی همچون تحلیل های آماری، سینوپتیکی، سنجش از دور، دیرینه‌شناسی و فیزیکی با وسایل و ابزار آزمایشگاهی و مدل های پیچیده علمی به بررسی موضوع پرداخته‌اند. اقلیم‌شناسان به واسطه روش تحقیق خاص اغلب به صورت آماری یا سینوپتیکی با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده ایستگاه های هواشناسی و نقشه‌های سطح زمین و سطوح فوقانی جو الگوهای رفتاری متغیرهای اقلیمی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند. تحلیل مولفه‌های اصلی، تحلیل های آماری چند متغیره(تحلیل عامل، خوشه‌ای، رگرسیون چند متغیره) ومدل سری‌های زمانی از جمله مهمترین روش‌های آماری می‌باشند که در مطالعات تغییر اقلیم و پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل های باکس جنکینز از مهمترین مدل های سری زمانی می‌باشد که کاربرد

[1] - E-mail:ghazizi@ut.ac.ir
نویسنده مسئول : ۰۲۱۶۱۱۱۳۵۲۴

www.SID.ir

Archive of SID

زیادی در پیش‌بینی پدیده‌هایی دارند که در طول زمان شکل می‌گیرند. در تحلیل سری‌های زمانی باکس جنکینز تغییرات حاصل از چهار مولفه اصلی یعنی وجود روند، تغییرات فصلی، تغییرات دوره‌ای و تغییرات نامنظم مد نظر قرار می گیرند(علیجانی و رمضانی، ۱۳۸۱، ۱۵۸).

یکی از اجزاء سری‌های زمانی روند[1] است که عبارت از تغییرات دراز مدت در میانگین سری زمانی می‌باشد و می‌تواند سیر نزولی یا صعودی داشته باشد(بزرگنیا و نیرومند، ۱۳۸۲، ۴).در مورد عناصر اقلیمی وجود تغییرات فصلی کاملاً مورد انتظار است، یعنی تغییراتی که در دوره‌های تناوبی کوتاه و منظم پیش می‌آیند و علاوه بر آن می توان به تغییرات دوره‌ای که با دوره نوسان بیشتر از یک سال صورت می گیرند، اشاره نمود که عواملی همچون سیکل لکه‌های خورشیدی، ترقص زمین و مانند آن می‌تواند در آن موثر باشند(عزیزی، ۱۳۸۳، ۵۵ـ۶۰).

هدف اصلی تحلیل سری‌های زمانی باکس جنکینز یافتن مدل تغییرات و پیش‌بینی آینده آن با استفاده از مدل های مختلف شامل مدل های اتورگرسیو(AR)، میانگین متحرک(MA)، مدل های تلفیقی اتورگرسیو- میانگین متحرک(ARMA) و مدل های فصلی است که با برازش و تعیین مدل پیش‌بینی برای سری ایستا و نرمال شده(مثلا بارندگی، دما مانند آن) می‌پردازد(محمدی، ۱۳۸۲). در تحقیقات همواره چنین فرض می‌شود که سری زمانی مانا است و در غیر اینصورت آزمون‌های آماری متعارفی که اساس آن ها بر پایه t، F، خی‌دو و آزمون‌های مشابه بنا شده است، مورد تردید قرار می‌گیرد(بیدرام، ۱۳۸۱، ۱۰۹). سری زمانی ایستا به سری گفته می‌شود که در آن تغییرات منظم در میانگین و واریانس از بین رفته باشد و تغییرات دوره‌ای کاملا حذف شده باشد به طور کلی مدل های سری زمانی جزء مدل های رگرسیون ساده کلاسیک و چند متغیره خطی می‌باشند و همبستگی بین متغیر وابسته(تابع) و متغیرهای مستقل را نشان می‌دهند. تحلیل مدل های سری زمانی به طور نظری و عملی از دهه ۱۹۷۰ به بعد برای پیش‌بینی و کنترل سرعت توسعه یافته است(بزرگنیا و نیرومند، ۱۳۷۴، ۱). شاید اولین فرضیه در مورد گرمایش جهانی در سال‌های دهه ۱۹۴۰ میلادی بر اساس روش میانگین متحرک ارائه شد(WMO/ NO 498). جان اف و دیگران(۲۰۰۲) تغییرات اقلیمی را با تحلیل واریانس بارندگی‌های فصلی و سالانه(۹۸-۱۹۳۲) مورد آزمون قرار دادند و افزایش فراوانی در وقوع سال‌های خشک و تر را مشاهده کردند و بر اساس نتایج تحقیق با وجود روند معنی‌دار در بارش فصلی و درون سالی، در میانگین بارش سالانه روند با اهمیتی مشاهده نکردند. ولی بارش سالانه یک افزایش کلی را نشان می داد. ماتیاس[2] و همکاران(۲۰۰۲) با استفاده از سری‌های زمانی دمای تروپوسفر و پایش امواج کوتاه(Msw) تصاویر ماهواره‌ای مشاهدات تغییر اقلیم را با پوشش زمانی و مکانی بالایی مورد آزمون قرار دادند. چرسیولاکیس[3] و همکاران در سال ۲۰۰۳ تغییرات و روند در میانگین فصلی و سالیانه آب قابل بارش در یونان را با استفاده از داده‌های کاوشگر جو بالا مورد آزمون قرار دادند. همچنین استفاده از تکنیک سری‌های زمانی در زمینه بارش باران، پوشش برف و پوشش یخ دریاها را می‌توان در کار(فرارو وهمکاران ۱۹۹۶)، در زمینه بازیابی سیگنال‌های اقلیمی را در کار(لاو و همکاران۱۹۹۵) و در زمینه بررسی دمای ترپوسفریک را در کار(اشابل و همکاران ۲۰۰۲) مشاهده نمود. در منابع داخلی رحیم

[1] -Trend
[2] - Mattias
[3] - N.Chrysoulakis

www.SID.ir

Archive of SID

زاده(۱۳۷۶) در پژوهشی تحت عنوان تحلیل سری‌های زمانی اقلیمی، از طریق روابط و مدل های سری زمانی پارامترهای دما و بارش را بررسی کردند. آن‌ها از مدل های مختلف سری زمانی در پیش‌بینی بارندگی ایستگاه شیراز استفاده کردند، از جمله تعیین معادله روند آزمون وجود روند، آزمون فصلی بودن، آزمون پارامتریک و ناپارامتریک، آزمون نرمال بودن و تحلیل انواع صافی‌ها می توان نام برد. عساکره(۱۳۸۱)، برازش مدل های ARIMA را بر داده‌های دمایی و جهت توجیه تغییرات دما به وسیله توابع انتقال انجام داد. او از سه ایستگاه جاسک، بوشهر و مشهد به جهت طولانی مدت بودن آمار بارش استفاده کرده است. بر اساس روش‌های استاندارد آماری دمای جاسک و بوشهر با قطعیت بیشتری روند افزایشی را نشان می دهند، در حالی که مشهد این روند را با قطعیت کمتری تجربه کرده است. میزان افزایش دما به ازای هر سال در بوشهر، جاسک و مشهد به ترتیب $0/0052 \pm 0/002$ $0/008 \pm 0/002$ $0/0045 \pm 0/004$ درجه سلسیوس به دست آمده است. علیجانی و رمضانی(۱۳۸۱) پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران را با استفاده از مدل باکس–جنکینز انجام دادند. بعد از برازش دادن مدل های مختلف باکس- جنکینز برای پیش‌بینی بارش چهار ایستگاه هواشناسی استان مشخص کردند که مدل های فصلی این روش، از دقت و کارایی بیشتری برای پیش‌بینی برخوردار است. مدل های فصلی در حقیقت تلفیقی از مدل های اتورگرسیو با میانگین متحرک غیر فصلی و فصلی می‌باشند. عزیزی و روشن(۴۸،۱۳۸۴)، با بررسی خشکسالی‌ها – ترسالی‌ها در استان هرمزگان و امکان پیش‌بینی آن‌ها با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز دریافتند که در مدت ۳۷ سال منتهی به ۱۳۸۱ سه دوره خشک و ۲ دوره‌تر در منطقه هرمزگان رخ داده است. بطوریکه خشکسالی‌ها ضعیف و متوسط اما با تداوم زیاد، ولی ترسالی‌ها، شدید وبسیار شدید اما با تداوم کم رخ داده است. بررسی مقادیر فصلیِ مشاهده و پیش‌بینی شده داده‌ها، با استفاده از مدل سری زمانی مذکور، دو چرخه سینوسی افزایش و کاهش بارندگی را ارائه می کند. اولین چرخه شامل ۲۰ سال(۴۵ تا ۶۵) و دومین چرخه نیز ۱۷ سال(۶۶ تا ۸۱) بوده که با پیش بینی روند کاهشی بارش در دو سال بعد(۸۲ و۸۳) تقریباً چرخه کامل می گردد.

تحقیق حاضر در پی بازیابی تغییراقلیم در نیمه غربی کشور با استفاده از تحلیل های آماری چند متغیره و بکارگیری ۱۶ پارامتر اقلیمی در ۱۲ ایستگاه نیمه غربی کشور است و با استفاده از روش سری‌های زمانی(متدهای اتورگرسیو(AR) و روند با روش کمترین مربعات) مورد انجام گرفته است. همچنین برای مطالعه روندیابی از روش رگرسیونی پانل، برای طبقه بندی متغیرها از روش‌های تحلیل خوشه‌ای بهره گرفته شد.

داده‌ها و روش‌ها

داده‌های هواشناسی ۱۲ ایستگاه منتخب در نیمه غربی کشور(جدول ۱) بر اساس طول دوره آماری و پوشش مناسب منطقه‌ای از سایت سازمان هواشناسی استخراج گردید و سپس در نرم‌افزار Excel به فرمت عددی(Numerical) تبدیل گردید. در مراحل بعدی جهت انجام محاسبات آماری، ۱۶ متغیر اقلیمی مرتبط با عناصر دما و رطوبت به شرح جدول ۲ انتخاب شدند و در ادامه با استفاده از روش‌های مختلف آماری در محیط نرم افزارهای آماری SPSS و Minitab محاسبات و تحلیل های مورد نیاز انجام گرفته است. بعد از آزمون‌های مختلفی که برای شناسایی روش مناسب انجام

www.SID.ir

Archive of SID

شد، روندیابی با روش کمترین مربعات و اتورگرسیو با استفاده از نرم افزار Eviews انتخاب گردید و در تجزیه و تحلیل ها مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱ ایستگاه های مورد مطالعه و ویژگی‌های جغرافیایی آن‌ها

ایستگاه	طول دوره آماری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
آبادان	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۴۸ ۱۵	۳۰ ۲۲	۶/۶
اراک	۱۹۵۵-۲۰۰۰	۴۹ ۴۶	۳۴ ۶	۱۷۰۸
اصفهان	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۵۱ ۵۲	۳۲ ۴۰	۱۶۰۰/۷
ارومیه	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۴۵ ۵۰	۳۷ ۳۲	۱۳۱۲/۵
بوشهر	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۵۰ ۵۰	۲۸ ۵۹	۱۹/۶
تبریز	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۴۶ ۱۷	۳۸ ۵۰	۱۳۶۱
تهران	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۵۱ ۱۹	۳۵ ۴۱	۱۱۹۰/۸
خرم آباد	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۴۸ ۲۲	۳۳ ۲۹	۱۱۲۵
کرمانشاه	۱۹۵۱-۲۰۰۰	۴۷ ۷	۳۴ ۱۹	۱۳۲۲
شهرکرد	۱۹۵۱-۹۵	۵۰ ۵۱	۳۲ ۲۰	۲۰۶۱/۴
شیراز	۱۹۵۱-۹۵	۵۲ ۳۶	۲۹ ۳۳	۱۴۸۸
همدان	۱۹۵۱-۹۵	۴۸ ۴۳	۳۵ ۱۲	۱۶۷۹/۷

مراحل کار بدین صورت دنبال شد که بعد از استخراج ۱۶ متغیر اقلیمی با دوره زمانی ۵۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۰۰)، داده‌های مربوط به هر متغیر به صورت سری زمانی ماهانه در یک ستون برای هر ایستگاه هواشناسی مرتب گردید. در نتیجه پایگاه داده‌های مورد نیاز هر ایستگاه در ۱۶ ستون تشکیل شد و داده‌ها جهت محاسبه روند از روش سری‌های زمانی(مدل های باکس – جنکینز) آماده شدند که در زیر مراحل انجام آن تشریح می گردد.

جدول۲ عناصر و عوامل اقلیمی مورد مطالعه در دوره آماری ۴۵ ساله

۱- میانگین دمای روزانه	۵- دمای حداقل مطلق ماهانه	۹- حداکثر بارش ۲۴ ساعته	۱۳- روزهای همراه با بارندگی
۲- میانگین حداقل دمای ماهانه	۶- دمای حداکثر مطلق ماهانه	۱۰- روزهای با بارش ۱۰ میلی متر	۱۴- روزهای برفی
۳- میانگین حداکثر دمای ماهانه	۷- متوسط رطوبت نسبی ماهانه	۱۱- روزهای با بارش ۵ میلی متر و بیشتر	۱۵- روزهای نیمه برفی
۴- دمای نقطه شبنم	۸-بارش باران	۱۲- روزهای بارش ۱ میلی متر و بیشتر	۱۶- روزهای تمام ابری

بعد از تعریف داده‌ها به فرمت سالیانه و ماهانه(سری زمانی)، چون روش باکس – جنکینز تنها برای سری‌های زمانی ایستا(مانا) به کار می رود، داده‌ها با استفاده از تبدیل و روش تفاضل‌گیری ایستا شدند. این تبدیل و تفاضل‌گیری‌ها سبب از بین رفتن اثرات فصلی در سری داده‌ها شده و به حالت مانا در می‌آیند .جهت نرمال نمودن داده ها، از روش آزمون کای اسکور و منحنی های نرمال P-P و Q-Q استفاده شد. مرحله تشخیص مدل با استفاده از ترسیم نمودارهای توابع خود همبستگی(ACF) و خود همبستگی جزئی(PACF) انجام شد. زیرا با این نمودارها می توان با توجه به ضرایب همبستگی تاخیر و کیفیت برون زدگی تاخیرها از خط معنی داری، نوع و مرتبه مدل های سری زمانی

www.SID.ir

Archive of SID

را تشخیص داد. در مدل هایARIMA : حروف ACF همان اتورگرسیو یا خود همبستگی(AR) و PACF همان میانگین متحرک یا(MA) هستند. بعد از تعیین مدل اولیه، با استفاده از داده‌های موجود بر آورد پارامتر های مدل انجام شد.

در این رابطه با توجه به نوع تابع خود همبستگی و همبستگی جزئی و مرتبه آن و همینطور نوع تفاضل‌گیری‌ها و تبدیل‌ها به تخمین پارامترها پرداخته می‌شود. بدیهی است که در برآورد پارامترها، پارامترهایی مناسب می‌باشند که از سطح معنی‌داری بالایی برخوردارند. بر این اساس روش کمترین مربعات انتخاب و با استفاده از آن محاسبه مقدار و جهت روند تغییرات انجام شد. برای نشان دادن روند تغییرات در هر ایستگاه جدول ۵ ارایه شده است. جدول مذکور گویای نتایج حاصل از محاسبه روندیابی و میزان معنی‌داری سری‌های زمانی در هر ایستگاه می‌باشد. بعد از تعیین و آزمون درجات معنی‌داری متغیرهای مختلف، متغیرهای دارای روند افزایش و کاهش معنی‌دار برای تحلیل های ترکیبی با مدل های رگرسیون چند متغیره انتخاب شدند. در مرحله بعد به منظور بازیابی روند متغیرها در مقیاس منطقه(ترکیب کل ایستگاه ها)، کل متغیرهای دارای روند معنی‌دار با روش ترکیبی(پانل) مورد آزمون قرار گرفتند. رگرسیون ترکیبی(پانل) جهت تحلیل متمرکز هر منطقه با استفاده از مجموع ایستگاه ها یا متغیرها، با ضریب بتا(B) مشترک استفاده می‌شود. این روش با دارا بودن آماره‌های مختلف مورد نیاز برای سنجش میزان معنی‌داری سری‌های زمانی، در آزمون معنی‌داری تغییرات ازدقت بالایی بر خوردار است. بنابر این با روش رگرسیون چند متغیره ترکیبی(پانل)، داده‌های نقطه‌ای به اطلاعات منطقه‌ای تبدیل گردیده و روند تغییرات عناصر و عوامل اقلیمی را در مقیاس منطقه‌ای نمایش می دهند.

دو چارچوب اساسی برای برخورد با داده‌های ترکیبی تحت عنوان اثرات ثابت[1] و اثرات تصادفی[2] متداول است. در اثرات ثابت عرض از مبدا ثابت برای هر گروه در نظر گرفته می‌شود در حالی که در اثرات تصادفی هر گروه شوک‌های[3] خاص خود را داشته و صرف نظر از برخی تفاوت‌ها که توضیح داده خواهد شد شبیه اجزاء اخلال است.

هنگامی که مشاهدات(داده‌ها) به صورت ترکیبی است، مدل کلی آن بصورت زیر قابل بیان است:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

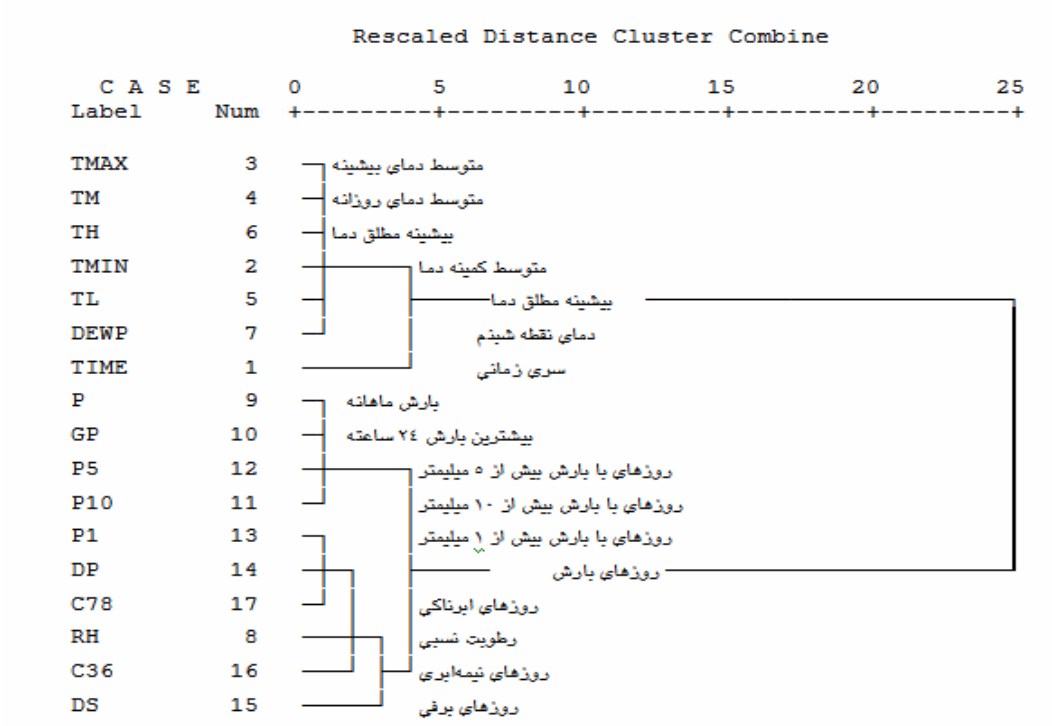
که α عرض از مبدا، β ضریب متغیرx، εاجزاء اخلال مدل، i تعداد داده‌های مقطعی و t تعداد سری زمانی است. اگر α_i(عرض از مبدا)برای گروه i ام ثابت باشد اثرات ثابت و اگرغیر ثابت باشد، اثرات تصادفی داریم. یکی از مواردی که در تحلیل داده‌های ترکیبی به آن اشاره می شود، نامتوازن بودن داده‌ها است که مشکل آن مشابه یکسان نبودن تعداد مشاهدات در آنالیز واریانس است و بسادگی از طریق محاسبه دامنه، که اولین و آخرین مشاهده را در بر دارد حل می‌شود. به عنوان مثال اگر داده‌های ایستگاه X از سال ۱۹۵۱ الی ۱۹۹۰ و ایستگاه B از ۱۹۷۰ الی ۲۰۰۰ در دست باشد، در این مدل سعی بر آن است تا مشاهدات برای تمام ایستگاه ها از یک دوره معین شروع و به دوره مشخص ختم گردد.

[1]- Fixed Effect
[2]- Random Effect
[3] - Disturbance

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب اثرات ثابت یا تصادفی در حقیقت انتخاب بین فروض ارتباط یا عدم ارتباط اثرات ثابت با رگرسیون‌ها طی زمان است. اگر بین آن‌ها ارتباطی وجود نداشته باشد، مدل مناسب اثرات تصادفیRE و در صورتی که ارتباط وجود داشته باشد، مدل اثرات ثابت FE پیشنهاد می گردد. در حالت کلی FE به RE ترجیح دارد(Johnston & Dinardo1997) با این حال آزمون هاسمن[1] می تواند محقق را از مشکل انتخاب دلخواه FE و RE رهایی بخشد. روش تخمین عملی مدل های تلفیقی از طریق دستورPool در Eviews انجام گرفته شد. در هنگام برازش رگرسیون همواره باید مشکلاتی مانند همبستگی سریالی(Serial correlation) و ناهمسانی واریانس(Hetroskedastcity) رفع شود. برای رفع خود همبستگی از تصحیح کوکران – اورکات استفاده می‌شود که مستلزم وارد کردن(1)AR ،(2)AR ، AR(P)است. هرکدام از AR(P) ها معنی‌دار باشند در مدل باقی‌مانده و مابقی حذف می‌شوند. پس از این مرحله اگر رگرسیون ازF مناسب(.prob کوچک یعنی زیر ۰،۰۵) برخوردار باشد و دارای دوربین واتسن(DW) خوب(مقدار بهنیه آن ۱/۹ الی ۲/۱ میباشد که وجود همبستگی سریالی بین اجزاء اخلال را رد می کند) باشد، مدل در کل قابل قبول است. ترکیب داده‌های سری زمانی و مقطعی به داده‌های تلفیقی را رگرسیون ترکیبی[2] گویند. رگرسیون ترکیبی دارای β (بتاهای) مشترک(T.static) و عرض از مبداهای(α) مجزا است.



شکل ۱ نمودار دندوگرام متغیرهای اقلیمی با استفاده از روش Ward

متغیرهای مورد مطالعه بر اساس تحلیل خوشه‌ای در دو شاخه اصلی مولفه‌های دمایی و رطوبتی قرار گرفتند و سری زمانی مدل نیز با متغیرهای حرارتی در یک خوشه قرار گرفتند.

[1] Hasman Test
[2] - Panel Data

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های تحقیق

داده‌های آماری ۱۲ ایستگاه هواشناسی نیمه غربی کشور برای بازیابی میزان تغییرپذیری و تعیین روند مورد آزمون قرار گرفت. بر اساس محاسبات انجام گرفته در دو بخش آزمون روندیابی متغیرهای مجزا از روش کمترین مربعات(جداول ۳و ۴ و اشکال ۲ و ۳) و مطالعه ترکیبی و منطقه‌ای ایستگاه ها با روش رگرسیون چند متغیره پانل که نتایج آن به شرح جدول شماره ۵(خلاصه بیش از ۱۹۰ جدول مجزا) می‌باشد. متغیرهای مرتبط با دما دارای نظم زمانی بوده و غالب ایستگاه ها در متغیرهای دما دارای روند معنی‌دار هستند. نمونه‌ای از نمودار و جداول برآورد و تعیین روند زمانی متغیرها با روش کمترین مربعات و مدل بهینه پیش‌بینی برای متغیرهای دمای نقطه شبنم برای ایستگاه تهران و متغیر حداقل دمای مطلق برای ایستگاه همدان آمده است(جداول ۳و ۴ و اشکال۲ و۳).

نتایج کلی بدست آمده از مراحل مختلف تحقیق در جداول ۵ و ۶ ارایه گردیده است[1].

بر مبنای مجموعه جداول ۶ متغیر حداقل مطلق دمای ماهانه در غالب ایستگاه ها(۱۹ ایستگاه) دارای روند مشخص است. در ایستگاه های ارومیه، خرم آباد و همدان دارای روند کاهشی است و ایستگاه های اراک، کرمانشاه و شهرکرد روند معنی‌داری ندارند و بقیه ایستگاه ها دارای روند افزایش هستند و نتایج رگرسیون ترکیبی پانل در مجموع کل ایستگاه ها را با روند افزایش نشان می‌دهد(جداول ۶).

- حداکثر دمای مطلق ماهانه تنها در ۳ ایستگاه ارومیه، شهرکرد و خرم آباد دارای روند کاهشی است و بقیه ایستگاه ها دارای روند معنی‌داری نیستند.

- میانگین دمای روزانه در ۹ ایستگاه مورد مطالعه دارای روند معنی‌دار بوده و ایستگاه های اراک، ارومیه، خرم آباد و همدان دارای روند کاهشی معنی‌دار و ایستگاه های آبادان، تبریز و شهرکرد دارای روند نیستند و بقیه ۵ ایستگاه دارای روند افزایشی می‌باشند. نتایج رگرسیون ترکیبی پانل به صورت کلی روند مشخص را نشان نمی‌دهد که شاید علت آن تباین جهت روند نزولی و صعودی در ایستگاه های مورد مطالعه باشد.

- میانگین حداکثر دمای ماهانه با این که تنها در ۳ ایستگاه اراک، ارومیه و خرم آباد دارای روند کاهشی هستند ولی در رگرسیون پانل به طور کل ایستگاه ها با سطح معنا داری بالایی دارای روند کاهشی هستند.

- میانگین حداقل دمای ماهانه به جز در دو ایستگاه آبادان و شهر کرد در بقیه ایستگاه ها دارای روند معنی‌داری است. ولی نتایج روند جهت هماهنگی را نشان نمی‌دهند. به طوری که ایستگاه های اراک، خرم آباد و همدان دارای روند

[1] در جداول شماره ۶ Variable نشان دهنده متغیرهای مستقل و Coefficient ضرایب متغیرهای مستقل است که همراه عرض از مبدا تخمین زده می‌شود. St. Error انحراف معیار ضرایب متغیر یا متغیرهای مستقل را مشخص می‌کند.T-Statistic ضریب معناداری ضرایب با درجه آزادی n-2 و در سطح ۰.۰۵ خطا است که از تقسیم ستون دوم بر سوم بدست می‌آید. .Prob حداقل احتمال تایید فرضیه H0 را مبنی بر صفر بودن ضریب مورد نظر بیان می‌کند که اگر این احتمال از ۵ درصد بزرگتر باشد فرضیه H0 را نمی‌توان رد کرد و در غیر این‌صورت ضریب مورد نظر معنی‌دار است. R-Square درصد تغییرات متغیر وابسته بوسیله متغیرهای مستقل را توضیح میدهد و بین صفر و یک است و هر چه به یک نزدیکتر باشد مطلوبتر است. Adjusted R-Square هنگامی که تعداد متغیرهای مستقل افزایش پیدا کند به کار می‌رود و R^2 متعادل شده است. Durbin-Watson stat این آماره متداولترین آماره‌ای است که برای تشخیص خودهمبستگی به کار می‌رود و اگر مقدار این آماره نزدیک ۲ باشد خود همبستگی سریالی نداریم و یکی از آماره‌های مهم جهت قضاوت در مورد اجزاء اخلال است. F-statistic آماره F صفر بودن تمامی ضرایب را آزمون می کند. Prob. (F-statistic) محاسبه حداقل احتمال تایید فرضیه H0 است وهر گاه سطح خطا ۵ درصد در نظر گرفته شود، اگر این احتمال بزرگتر از ۵ درصد باشد، فرضیه Ho رد نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

کاهشی و بقیه ایستگاه ها دارای روند افزایش و صعودی هستند. متغیر میانگین حداقل دمای ماهانه در رگرسیون پانل با سطح بالای معنا داری دارای روند افزایش است.

- دمای نقطه شبنم :در ۱۹ ایستگاه دارای روند معنی دار است. ایستگاه های تهران و شیراز دارای روند صعودی و مثبت و تمام ۱۲ ایستگاه در رگرسیون پانل با ضریب بالای ۴/۸- و سطح بالایی از معنی‌دار ی دارای روند کاهشی است(شایان توجه است که ضریب بالای روند افزایش ایستگاه تهران می‌تواند ناشی از شرایط حرارتی میکروکلیمای شهر تهران و آلودگی آن باشد).

- میانگین ماهانه رطوبت نسبی در ۶ ایستگاه مورد مطالعه دارای روند معنی‌داری است و تنها ایستگاه خرم آباد دارای روند صعودی و بقیه ایستگاه ها دارای روند کاهشی هستند. ایستگاه های اراک، ارومیه، بوشهر، تهران، شهرکرد و همدان دارای روند مشخصی نیستند. در رگرسیون پانل ایستگاه ها به طور کلی با بتای مشترک دارای روند کاهشی با سطح معنی‌داری۰,۰۰۷ هستند.

نتایج متغیرهای مرتبط با بارش و رطوبتی نشان از ویژگی تصادفی این متغیرها دارد بطوریکه غالب یافته‌های زیر گویای مطلب می‌باشند، - روزهای بارندگی در ۳ ایستگاه اراک، شهرکرد و کرمانشاه دارای روند افزایش معنی‌دار هستند و بقیه ایستگاه ها روند مشخصی را نشان نمی دهند.

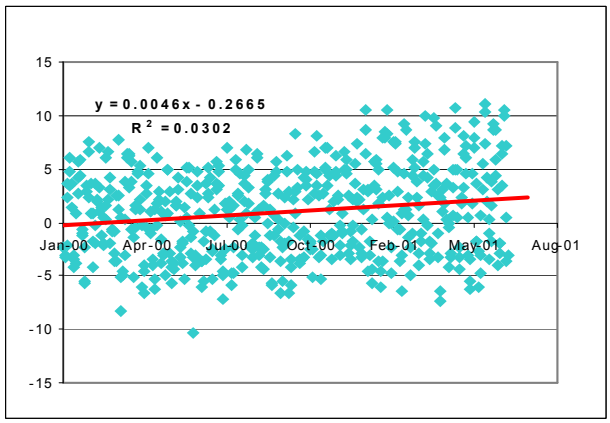
- بیشترین بارش ۲۴ ساعته تنها در ایستگاه های بوشهر، تبریز و شیراز دارای روند کاهشی معنی‌دار است که در تبریز سطح معنا داری، پنج درصد است.

- بارش کل ماهانه تنها در ایستگاه بوشهر در سطح معنی‌داری ۵ درصد با روند کاهشی مشخص است- روزهای با بارش ۱ میلی متر و بیشتر و روزهای برفی تنها در ایستگاه شهرکرد دارای روند افزایش و صعودی معنی‌دار هستند و در بقیه ایستگاه ها روند معنی داری وجود ندارد.

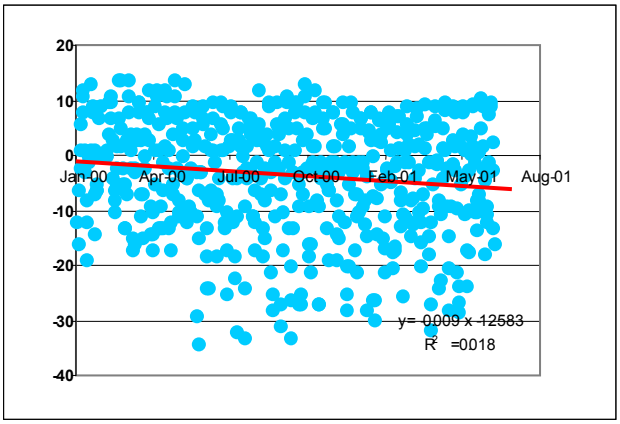
- روزهای ابرناکی آسمان در دو ایستگاه اصفهان و همدان دارای روند معنی‌دار در سطح ۱ در صد است ولی با جهات مختلف یعنی در ایستگاه اصفهان روند نزولی و در ایستگاه همدان با روند افزایشی مشخص می باشد.

www.SID.ir

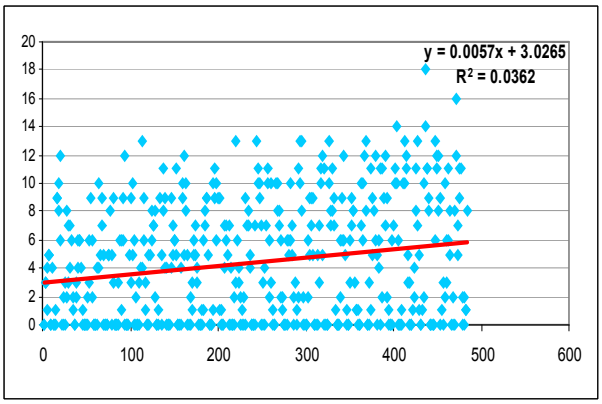
Archive of SID

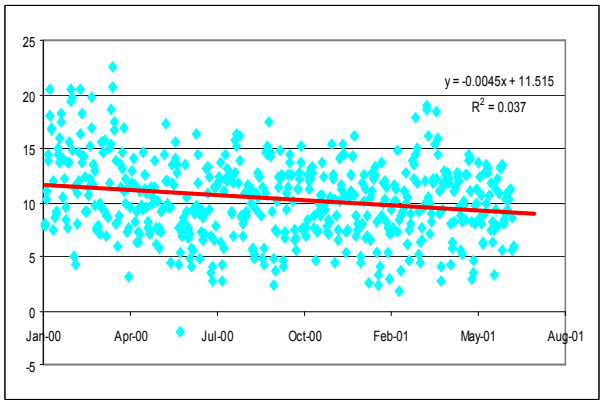


شکل ۲ روند تغییرات حداقل مطلق دمای ماهانه ایستگاه همدان(۱۹۵۱–۲۰۰۰)



شکل ۳ روند تغییرات دمای نقطه شبنم ماهانه ایستگاه تهران (۱۹۵۱–۱۹۹۵)





شکل ۴ روند تغییرات روزهای بارش ماهانه ایستگاه شهرکرد(۱۹۵۱–۱۹۹۵) **شکل ۵** روند تغییرات دمای نقطه شبنم ایستگاه آبادان(۱۹۵۱–۱۹۹۵)

جدول ۳ مدل تخمین پارامترها و روند متغیر حداقل دمای مطلق ماهانه باروش کمترین مربعات(OLS) در ایستگاه همدان(۲۰۰۰– ۱۹۵۱)

Variable	Coefficient	Std. Error	T-Statistic	Prob.
C	-1.479	0.535	-2.764	0.006
@TREND	-0.008	0.002	-4.988	0.000
AR(5)	-0.332	0.042	-7.888	0.000
AR(1)	0.637	0.027	23.913	0.000
AR(4)	-0.151	0.038	-3.943	0.000
R-squared	0.792			
Adjusted R-squared	0.791	F-statistic	484.05	
Durbin-Watson stat	2.174	Prob(F-statistic)	0.00000	

Y= -1.48 - 0.0088*(@TREND) + [AR(5)=-0.33،AR(1)=0.64،AR(4)=-0.15]

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ مدل تخمین پارامترها و روند متغیر وابسته دمای نقطه شبنم ماهانه با روش کمترین مربعات(OLS) در ایستگاه تهران(۲۰۰۰– ۱۹۵۱)

Variable	Coefficient	Std. Error	T-Statistic	Prob.
@TREND	0.004	0.0003	12.131	0.000
AR(5)	-0.245	0.046	-5.340	0.000
AR(6)	-0.217	0.043	-5.099	0.000
AR(1)	0.490	0.034	14.426	0.000
AR(4)	-0.079	0.038	-2.0749	0.0385
R-squared	0.663			
Adjusted R-squared	0.660	F-statistic		260.0355
Durbin-Watson stat	2.028	Prob(F-statistic)		0.000

DEWP = 0.004*(@TREND) + [AR(5)=-0.245،AR(6)=-0.217،AR(1)=0.49،AR(4)=-0.078]

– روزهای نیمه ابری تنها در دو ایستگاه اراک و بوشهر دارای روند افزایشی معنی‌دار می باشد و بقیه ایستگاه ها روند معنی‌داری را نشان نمی دهند. متغیر های روزهای با بارش ۵ میلی متر و بیشتر و ۱۰ میلی متر و بیشتر در هیچ یک از ایستگاه ها روند معنی‌داری را نشان نمی دهند. به صورت نقطه‌ای شهرکرد در متغیر های رطوبتی دارای روند افزایشی بارندگی و تهران دارای روند مشخص و معنی‌دار در افزایش دمای هوا و دمای نقطه شبنم می‌باشد که کاملاً با شرایط محیط شهری آن سازگار و هماهنگی دارد.

از منظری دیگر ایستگاه ها را از نظر تعداد متغیرهای دارای روند تقسیم‌بندی نموده و نتایج زیر بدست آمد.

ایستگاه ها ی منطقه جنوبی با ۴ ایستگاه آبادان، بوشهر، شیراز و شهرکرد.

۱– ایستگاه آبادان تنها در ۳ متغیر دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی و حداقل مطلق دمای ماهانه دارای روند معنی‌دار است که در مورد آخری دارای روند افزایشی و دو متغیر دیگر دارای روند نزولی است.

۲– ایستگاه شهرکرد در دو متغیر دمای نقطه شبنم و حداکثر مطلق دمای ماهانه دارای روند نزولی معنی‌دار و در سه متغیر روزهای همراه با بارش، روزهای بارش ۱ میلی متر و بیشتر و روزهای برفی دارای روند صعودی است. هر چند متغیر بارش کل ماهانه دارای روند منفی دار نیست. روند کاهشی دمای نقطه شبنم و حداکثر مطلق دمای ماهانه با روند افزایشی متغیر های مربوط به بارش هماهنگی دارند.

۳– ایستگاه بوشهر در چهار متغیر حداکثر و حداقل دمای مطلق ماهانه، میانگین دمای روزانه و میانگین دمای حداقل ماهانه دارای روند افزایشی معنی‌دار و متغیرهای حداکثر بارش ۲۴ ساعته و بارش کل ماهانه دارای روند کاهشی معنی‌دار است.

۴– ایستگاه شیراز در چهار متغیر حرارتی یعنی دمای نقطه شبنم، حداقل مطلق دمای ماهانه، متوسط دمای روزانه و میانگین دمای حداقل ماهانه دارای روند معنی‌دار افزایشی است و در متغیر رطوبتی یعنی رطوبت نسبی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته دارای روند کاهشی است.

۵– ایستگاه های منطقه میانی با ایستگاه ها ی زیر دارای نتایج قابل تأملی است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- ایستگاه خرم آباد در ۶ متغیر مرتبط با دما یعنی متغیرهای دمای نقطه شبنم، حداقل و حداکثر مطلق دما، متوسط دمای روزانه، حداقل و حداکثر ماهانه دارای روند کاهشی است و رطوبت نسبی ماهانه دارای روند افزایشی است.

۲- ایستگاه اصفهان در ۳ متغیر دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی و روزهای ابرناکی دارای روند کاهشی است و ۳ متغیر حداقل دمای مطلق ماهانه، میانگین دمای روزانه و حداقل دمای ماهانه دارای روند افزایشی است.

۳- ایستگاه اراک در متغیر های روزهای نیمه ابری و روزهای با بارندگی دارای روند افزایش معنی‌دار و در ۳ متغیر میانگین دمای روزانه، میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه دارای روند کاهشی معنی‌دار است.

۴- ایستگاه تهران در متغیرهای حرارتی یعنی دمای نقطه شبنم، حداقل دمای ماهانه، میانگین دمای روزانه و میانگین حداقل دمای ماهانه دارای روند افزایشی با سطح معنی‌داری بالاست.

بنابر نتایج منطقه میانی ۲ ایستگاه اصفهان و تهران دارای روند افزایشی معنی‌دار در متغیرهای حرارتی و ۲ ایستگاه خرم آباد و اراک دارای روند معنی‌دار نزولی متغیرهای حرارتی است.

ایستگاه های نیمه شمالی با ایستگاه های منتخب همدان، کرمانشاه، تبریز و ارومیه دارای نتایج زیر است.

ایستگاه همدان در متغیرهای حرارتی یعنی دمای نقطه شبنم، حداقل مطلق دمای ماهانه، میانگین دمای روزانه و میانگین حداقل دمای ماهانه دارای روند کاهشی با سطح معنی‌داری بالاست و در متغیر روزهای ابرناکی دارای روند صعودی است.

ایستگاه کرمانشاه در متغیرهای دمای نقطه شبنم و رطوبت نسبی دارای روند کاهشی و در متغیرهای متوسط دمای روزانه و میانگین حداقل و روزهای بارندگی دارای روند افزایشی معنی‌دار است.

ایستگاه تبریز در متغیرهای حداقل مطلق دمای ماهانه و میانگین حداقل دمای ماهانه میانگین دارای روند افزایش و صعودی و رطوبت نسبی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته دارای روند کاهشی معنی‌دار است.

ایستگاه ارومیه در شش متغیر دمای نقطه شبنم، حداقل و حداکثر مطلق دمای ماهانه، میانگین دمای روزانه و میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه دارای روند کاهشی است.

با تقسیم‌بندی فوق منطقه جنوبی به طور کلی در متغیرهای مرتبط با دما دارای روند صعودی است و تنها در ایستگاه شهرکرد دارای روند نزولی است و نیز در ایستگاه شهرکرد روزهای برفی روند صعودی با سطح معنی‌داری ضعیف نشان می‌دهند. در ایستگاه های منطقه میانی متغیرهای حرارتی ایستگاه های تهران و اصفهان دارای روند صعودی و در اراک و خرم آباد دارای روند نزولی معنی‌دار بودند. تنها در ایستگاه اراک متغیرهای رطوبتی یعنی روزهای همراه با بارش دارای روند معنی‌دار مثبت می باشند. در ایستگاه های منطقه شمالی متغیرهای حرارتی ایستگاه های ارومیه و همدان دارای روند کاهشی و در ایستگاه های کرمانشاه و تبریز به طور نسبی متغیرهای حرارتی دارای روند صعودی هستند. در ایستگاه های همدان و کرمانشاه نشانه‌ای از روند افزایشی در متغیرهای رطوبتی یعنی روزهای ابرناکی و روزهای همراه با بارش مشاهده می شود(جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ نتایج تحلیل رگرسیونی سری زمانی و روند پارامترهای اقلیمی در ایستگاه های سینوپتیک غرب کشور

ایستگاه / پارامتر	دمای نقطه شبنم	رطوبت نسبی	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	نیمه ابری	بارش mm۱ وبیشتر(روز)	روزهای بارش	میانگین دما	معدل حداکثر دما	معدل حداقل دما	تمام ابری	حداکثر بارش ۲۴ ساعته	بارش	برف
آبادان	-۴	-۶,۳۶	۲	-----										
	/۰۰۰۱	/۰۰۰۰۴	/۰۴											
اراک					۲/۴۳		۲/۴۸	۲/۵۷	-۲/۶۷	-۲/۲۴				
					/۰۱۵		/۰۱۳	/۰۱	/۰۰۷	/۰۲۵۴				
اصفهان	-۴/۹۸۷	-۵/۷۸	۶/۵۲					۳/۳		۱۰/۷۳۹	-۲/۲۴۵			
	/۰۰۰۰۸	/۰۰۰۰۱۳	/۰۰۰۰۱۶					/۰۰۰۱		/۰۰۰۰۱۸	/۰۱۵۶			
ارومیه	-۳/۷۳		-۵/۶۹	۴/۵۰۸				-۷/۳۲	-۵/۳۶	-۸/۸۱				
	/۰۰۰۲		/۰۰۰۰۲	/۰۰۰۰۸				/۰۰۰۰	/۰۰۰۰۱	/۰۰۰۰۱۸				
بوشهر			۵/۴۷		۲/۴۸۶			۲/۳۲		۸/۲۱		-۲/۴۳	-۱/۸۹۸	
			/۰۰۰۰۴۸		/۰۱۳۲			/۰۲		/۰۰۰۱۷		/۰۱۵	/۰۵۸	
تبریز		-۳	۳/۴۹							۴/۱۲		-۱/۹۰۷		
		/۰۰۲	/۰۰۰۵۲							/۰۰۰۰۴۴		/۰۵۷		
تهران	۹/۸۲		۴/۷۲					۳/۸		۸/۹۸				
	/۰۰۰۰		/۰۰۰۰۰۳					/۰۰۰۱		/۰۰۰۰۴۶				
خرم‌آباد	-۴/۶۳	۲/۴۲	-۶/۶۲	-۵/۶				-۸/۸۴	-۴/۶۷	-۸/۷۱				
	/۰۰۰۰	/۰۱۵۸	/۰۰۰۰۸۵	/۰۰۰۰۳				/۰۰۰۱	/۰۰۰۰۴	/۰۰۰۰۳۹				
شهرکرد	-۴/۵۵			-۳/۲۶		۲/۳۶	۵/۴۲							۲/۶۹
	/۰۰۰۰			/۰۰۱۲		/۰۱۸	/۰۰۰۰۱							/۰۰۷۳
شیراز	۲/۲۸۸	-۲/۸	۳/۵۶					۴/۴۶		۵/۳۵		-۲/۳۲		
	/۰۲۲۵	/۰۰۵	/۰۰۰۴					/۰۰۰۱		/۰۰۰۰۱۳		/۰۲۹		
کرمانشاه	-۲/۲۹	-۲/۹۸					۲/۵۶	۲/۲۵۷		۳/۶۳				
	/۰۲۲	/۰۰۲۹					/۰۱	/۰۲۴		/۰۰۰۳				
همدان	-۲/۷۶		-۴/۹۸۸					-۳/۲۵		-۷/۷	۲/۵۲			
	/۰۰۵۹		**/۰۰۰۰۸۴**					**/۰۰۱۲**		**/۰۰۰۰۵۴**	**/۰۱۱۸**			

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ نتایج تحلیل رگرسیونی سری زمانی و روند پارامترهای اقلیمی در نیمه غربی کشور با روش پانل

Sample: 1951:01 1995:12		متغیر وابسته : میانگین دمای روزانه		
Variable	Coefficient	Std. Error	T-Statistic	Prob.
@TREND	-7.19E-05	0.000267	-0.269582	0.7875
AR(1)	0.473687	0.012668	37.39134	0.000
AR(5)	-0.128844	0.013802	-9.335071	0.000
AR(6)	-0.092531	0.011761	-7.867354	0.000
AR(12)	0.397259	0.010629	37.37475	0.000
AR(2)	-0.094441	0.013703	-6.891803	0.000
AR(3)	-0.03863	0.013683	-2.823269	0.0048
AR(4)	-0.054634	0.01373	-3.979224	0.0001
Fixed Effects				
آبادان	25.21692			
اراک	13.75121			
بوشهر	24.44931			
اصفهان	16.12708			
همدان	10.60424			
کرمانشاه	13.57516			
خرم آباد	17.25262			
ارومیه	11.07423			
شهر کرد	11.81553			
شیراز	17.48153			
تبریز	12.2364			
تهران	16.63572			
Weighted Statistics				
R-squared	0.979095	F-statistic		40251.24
Adjusted R-squared	0.979029	Prob(F-statistic)		0.000
Durbin-Watson stat	2.033157			

متغیر وابسته : میانگین حداکثر دمای ماهانه

Variable	Coefficient	Std. Error	T-Statistic	Prob.
@TREND	-0.001024	0.000194	-5.290693	0.000
AR(1)	0.676226	0.012355	54.73352	0.000
AR(2)	-0.081639	0.014919	-5.472211	0.000
AR(5)	-0.154744	0.014908	-10.38016	0.000
AR(6)	-0.24087	0.012339	-19.52123	0.000
AR(4)	-0.126718	0.014878	-8.517107	0.000
AR(3)	-0.075641	0.014881	-5.082951	0.000
Fixed Effects				
آبادان	32.99782			
اراک	20.87543			
بوشهر	29.87073			
اصفهان	23.45462			
کرمانشاه	22.10105			
خرم آباد	25.5149			
ارومیه	17.28283			
شهر کرد	20.43174			
شیراز	25.74689			
تبریز	18.04546			
تهران	22.32692			
Weighted Statistics				
R-squared	0.963317			
Adjusted R-squared	0.963211	F-statistic		27114.3
Durbin-Watson stat	2.057893	Prob(F-statistic)		0.000

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر وابسته : میانگین دمای نقطه شبنم ماهانه

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@TREND	-0.002047	0.000245	-8.366584	0.000
AR(1)	0.679913	0.012856	52.88734	0.000
AR(5)	-0.194859	0.015376	-12.67266	0.000
AR(6)	-0.104842	0.012846	-8.161669	0.000
AR(2)	-0.048706	0.013074	-3.725475	0.0002
AR(4)	-0.153015	0.012947	-11.81881	0.000
Fixed Effects				
آبادان	10.85127			
اراک	0.669367			
بوشهر	17.23643			
اصفهان	0.985635			
همدان	0.19816			
کرمانشاه	1.221233			
خرم آباد	4.18513			
ارومیه	3.174813			
شهر کرد	0.055993			
شیراز	2.459583			
تبریز	1.917649			
تهران	1.444539			
Weighted Statistics				
R-squared	0.91644		F-statistic	13143.4
Adjusted R-quared	0.916203	Prob(F-statistic)		0.000
Durbin-Watson stat	1.992581			

متغیر وابسته : حداقل مطلق دمای ماهانه

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@TREND	0.00137	0.000393	3.486675	0.0005
AR(12)	0.387046	0.011161	34.67707	0.000
AR(1)	0.390822	0.01122	34.83404	0.000
AR(3)	-0.074841	0.011482	-6.51841	0.000
AR(4)	-0.061848	0.012919	-4.787487	0.000
AR(5)	-0.112915	0.013236	-8.530923	0.000
AR(6)	-0.123111	0.011828	-10.40861	0.000
Fixed Effects				
آبادان	11.94361			
اراک	0.386726			
بوشهر	14.21086			
اصفهان	3.606126			
همدان	-4.482601			
کرمانشاه	-0.748694			
خرم آباد	3.777245			
ارومیه	-0.449937			
شهر کرد	-3.088489			
شیراز	4.367999			
تبریز	0.150232			
تهران	4.955065			
آمارهای وزنی				
R-squared	0.937763			
Adjusted R-squared	0.937577		F-statistic	15065.21
Durbin-Watson stat	2.089219	Prob(F-tatistic)		0.000

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر وابسته : میانگین رطوبت نسبی ماهانه

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@TREND	-0.003853	0.001429	-2.697494	0.007
AR(1)	0.519006	0.01333	38.93531	0.000
AR(2)	-0.144796	0.011114	-13.02825	0.000
AR(5)	-0.151869	0.011382	-13.34333	0.000
AR(6)	-0.03917	0.011873	-3.299156	0.001
AR(12)	0.400733	0.010289	38.94866	0.000
Fixed Effects				
آبادان	47.53282			
اراک	47.6454			
بوشهر	66.44087			
اصفهان	41.83977			
همدان	54.92459			
کرمانشاه	49.35204			
خرم آباد	48.39236			
ارومیه	62.29541			
شهر کرد	47.88219			
شیراز	42.947			
تبریز	55.60814			
تهران	41.7589			
Weighted Statistics				
R-squared	0.91125			
Adjusted R-squared	0.910991	F-statistic		11959.72
Durbin-Watson stat	1.966217	Prob(F-statistic)		0.000

متغیر وابسته : میانگین حداقل دمای ماهانه

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
@TREND	0.001218	0.000162	7.50899	0.000
AR(1)	0.699179	0.012659	55.23169	0.000
AR(2)	-0.166747	0.010646	-15.6634	0.000
AR(5)	-0.369986	0.010616	-34.85183	0.000
AR(6)	-0.137589	0.012617	-10.90482	0.000
Fixed Effects				
آبادان	17.35436			
اراک	6.550987			
بوشهر	18.93582			
اصفهان	8.717061			
همدان	2.30844			
کرمانشاه	5.080783			
خرم آباد	8.842917			
ارومیه	4.874485			
شهر کرد	3.136818			
شیراز	9.092446			
تبریز	6.263046			
تهران	10.80864			
Weighted Statistics				
R-squared	0.968294			
Adjusted R-squared	0.968212	F-statistic		47123.25
Durbin-Watson stat	2.008026	Prob(F-statistic)		0.000

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

داده‌های هواشناسی از خاصیت دینامیک و تغییرپذیری زمانی و مکانی برخوردارند و همچنین این متغیرها دارای روند و وابستگی زمانی می‌باشند. بر همین اساس روش‌های مختلفی برای سنجش میزان تغییرات و روندیابی تغییرات عناصر جوی ارائه شده است. روش‌های مبتنی بر مدل های سری‌های زمانی و رگرسیون‌های چند متغیره از مهمترین آن‌ها می‌باشند. متغیرهای حرارتی نسبت به متغیرهای رطوبتی و بارشی از تغییرپذیری کمتری برخوردارند و لذا در محاسبات انجام گرفته دارای روند مشخص و معنی‌داری در مقایسه با متغیرهای بارشی بودند. بنابر نتایج به دست آمده تقریباً متغیرهای حرارتی تمام ایستگاه ها دارای روند معنی‌دار هستند که در رگرسیون تلفیقی پانل در کل منطقه میانگین حداکثر دمای ماهانه، میانگین دمای نقطه شبنم، میانگین رطوبت نسبی دارای روند کاهشی و متغیرهای میانگین حداقل دمای ماهانه و حداقل مطلق دمای ماهانه دارای روند افزایشی می‌باشند. شایان ذکر است ایستگاه ها مورد مطالعه غالباً در داخل مناطق شهری واقع شده‌اند که هوایی متفاوت با فضاهای روستایی و آزاد دارند بنابر این نتایج تحقیق ممکن در فضاهای خارج شهری متفاوت باشد. علیجانی و رمضانی(۱۳۸۱) با استفاده از روش سری زمانی باکس جنکینز که شامل مدل های مختلف سری زمانی همچون مدل های تلفیقی اتورگرسیو با میانگین متحرک و مدل های فصلی به پیش بینی بارندگی ایستگاه های استان مازندران پرداختند. با برازش دادن مدل های مختلف باکس جنکینز، مشخص شد مدل های فصلی از اعتبار و کارایی بیشتری برخوردار هستند. رحیم زاده و رستمی فر(۱۳۷۶) با استفاده از سری‌های زمانی اقلیمی و آزمون صافی های مختلف بالا گذر و پایین گذر روند یابی بارش‌های سالانه ایستگاه شیراز را مورد تحلیل قرار دادند و روندهای طولانی مدت سری، فصلی، دوره‌ای و تغییرات تصادفی را محاسبه کردند. در مطالعات مزبور و مشابه آن‌ها تنها متغیر بارش مورد بررسی قرار گرفته در حالی که در مطالعه حاضر استفاده از روش‌های سری‌های زمانی و مدل های اتورگرسیو بیش از ۱۵ متغیر اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت.

ذکر مطلب زیر ضروری است که نتایج بدست آمده از روش سری‌های زمانی می تواند با روش‌های دیگری همچون spi مورد آزمون قرار گیرد وبا تعیین نوع توزیع آماری احتمال وجود تفاوت در متغیرهای رطوبتی که در این روش دارای روند نبودند ارائه دهد. چون در روش spi می توان داده‌های مساوی صفر را نادیده گرفت که در اینصورت انحراف معیار و در نتیجه ضریب همبستگی دادها بالا می‌رود و نتایج دقیق‌تری از رفتار سری دادها ارائه نماید.

منابع

- بزرگ نیا، ابوالقاسم، حسینعلی نیرومند، ۱۳۷۴، سری های زمانی، پیام نور، تهران.
- بیدرام، رسول، ۱۳۸۱. "Eviews همگام با اقتصاد سنجی"، نشر منشور بهره‌وری، چاپ اول، تهران.
- پژوشکده هواشناسی،۱۳۸۱، آشکار سازی تغییر اقلیم در ایران، تهران.
- رحیم زاده، فاطمه و زیبا رستمی فر، ۱۳۷۶، تحلیل سری‌های زمانی اقلیمی، مرکز آموزش سازمان هواشناسی کشور، تهران.
- عزیزی، قاسم، ۱۳۸۳. "تغییر اقلیم"، نشر قومس، چاپ اول، تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

- عزیزی، قاسم و علی اصغر روشن، بررسی خشکسالی ها - ترسالی ها و امکان پیش بینی آن ها با استفاده از مدل سریزمانی هالت وینترز در استان هرمزگان فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، زمسنان ۱۳۸۴.
- عساکره، حسین،۱۳۸۰، تجزیه و تحلیل آماری - اقلیمی سری های زمانی دما در ایران(برازش مدل های Arima بر داده های دمایی و توجیه تغییرات دما به وسیله توابع انتقال)، دانشگاه اصفهان، رساله دکتری.
- علیجانی، بهلول، نبیا.. رمضانی،۱۳۸۱، پیش بینی خشکسالی ها و تر سالی های استان مازندران با استفاده از مدل باکس.
- جنکینز، پژوهش های جغرافیایی، یادنامه دکتر احمد مستوفی، تهران.
- محمدی، شاپور،۱۳۸۲." تحلیل های آماری چند متغیره، جزوه درسی دانشجویان دکتری تخصصی اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران، بی تا، تهران.

- Chrysoulakis, N., M. Proedrou, and C. Cartalis, 2003, Variations and trends in annual and seasonal means of precipitable water in Greece as deduced from radiosonde measurements, Tech. rep., Institute of Applied Mathematics, University of Athens.
- Conrad, V. and Pollak, L.D. 1962. Methods in climatology. Cambridge. USA.
- Ferraro, R. R., N. C. Grody, F. Weng, and A. Basist, 1996, An eight-year, 1987-1994, time series of rainfall, clouds, water vapor, snow cover, and sea ice derived from SSM/I measurements, Bull. Amer. Met. Soc., 77, 891(906).
- Johnston, J. and J. Dinardo, 1997, Econometric Methods, McGraw-Hill.
- Lau, K.-M., and H. Weng, 1995, Climate signal detection using wavelet transform: How to make a time series sing, Bull. Amer. Met. Soc., 76(12), 2391(2402).
- McLaughlin J.F., Jessica J., Hellmann J. L., Boggs C. L., and Ehrlich P. R., 2002, Climate change hastens population extinctions, *PNAS*, ECOLOGY, vol. 99, no. 9, 6073.
- Mekis, E. and W.D. Hogg, 1998. Rehabilitation and analysis of Canadian daily precipitation time series. Preprints, 10th Conference on Applied Climatology, Reno AMS, Boston.
- Schabel, M. C., C. A. Mears, and F. J. Wentz, 2002, Stable long-term retrieval of tropospheric temperature time series from the microwave sounding unit, Tech. rep., Remote Sensing System.
- WMO/ TD Statistical procedures for climate change detection, No 498

www.SID.ir