

نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی

سال یازدهم | شماره چهل و دوم | تابستان ۱۳۹۹

وصول: ۹۸/۰۵/۰۷ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰

صص ۱۰۹-۱۲۴

بررسی و تحلیل روند رطوبت ویژه جنوب شرق ایران

وحید سلامتی هرمزی^۱، احمد مزیدی^{۲*}، علی سالاری^۳

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد

۲- دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه یزد

۳- استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه هرمزگان

چکیده

در این پژوهش با بهره‌گیری از روش ناپارامتریک من‌کندال و آزمون شیب سن، روند رطوبت ویژه در مقیاس سالانه ایستگاه‌های جنوب شرق کشور در دوره ۳۰ ساله طی ۱۹۸۷-۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفته و خروجی آن به صورت جدول، نمودار و نیز نقشه های هم‌روند در محیط نرم افزار GIS تهیه گردید. نتایج پژوهش نشان داد که روند سالانه رطوبت ویژه ایستگاه‌های جنوب شرق ایران در ترازهای مختلف جو حاکی از وجود روند معنی‌داری در سطح ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی در نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان در محدوده‌ی مورد مطالعه بوده و تنها در دو ایستگاه زاهدان (در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) و انار (در سطح ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال) رطوبت ویژه دارای روند منفی سالانه در دوره مورد مطالعه می‌باشند. در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال تنها ایستگاه بم دارای روند مثبت رطوبت ویژه بوده و در سایر ایستگاه‌های جنوب شرق روندی مشاهده نمی‌گردد. روند میانگین رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق ایران در سطوح مختلف جو نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه تنها در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روند معنی‌دار مثبت در میانگین رطوبت ویژه جنوب شرق ایران در سطوح معنی‌داری مورد آزمون، دیده شده است.

واژگان کلیدی: رطوبت ویژه، روند، من-کندال، شیب سن، جنوب شرق ایران

مقدمه

تغییر اقلیم به عنوان چالش بزرگ جهانی ذهن بسیاری از اندیشمندان را متوجه خود ساخته و تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است (قهرمان و قره‌خانی، ۱۳۸۹). از آنجا که تغییرات ناچیز در اقلیم میتواند سایر اجزا را به درجات مختلف تحت تأثیر خود قرار دهد به عنوان یک جزء مهم و فراگیر در اکوسیستم محسوب می‌گردد. نوسانات و تغییراتی که طی دوره‌های کوتاه مدت و بلندمدت در اقلیم یک منطقه اتفاق می‌افتند منشأ تغییرات بسیار زیادی در محیط خواهند شد. یکی از عواملی که کره زمین از آن تأثیر می‌پذیرد بخار آب است. افزایش بخار آب باعث ایجاد بازخورد مثبت بزرگ بر دمای سطح زمین می‌شود (Hansen et al., 1984) و این امر باعث بارش در عرض‌های متوسط و بالا می‌شود. بنابراین واضح است که باید تغییرات محتوای بخار آب جو بررسی گردد. از آن جا که ایران در یک ناحیه خشک و نیمه خشک واقع گردیده است، فاقد منابع آبی بزرگ داخلی و مجاور برای تامین رطوبت بارش‌های خود بوده در نتیجه بیشتر منابع رطوبتی بارش‌های آن باید از سطوح آبی اطراف تامین گردد. یکی از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن سیر تحولات رطوبت ویژه را در گذشته و حال بررسی نمود، آنالیز روند سری‌های زمانی در مقیاس‌های مختلف زمانی است. تاکنون روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند سری‌های زمانی ارائه گردیده است که می‌توان آن‌ها را در دو دسته کلی روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم بندی نمود. مبنای کلیه این روش‌های آماری مطرح نمودن دو فرض صفر (H_0) و فرض یک (H_1) و آزمون نمودن آن‌ها براساس روش‌ها و تکنیک‌های خاص آماری است که در نهایت منجر به رد فرض صفر می‌شود و یا اینکه دلایل و شواهد کافی برای رد آن مشاهده نمی‌شود. در روش‌های ناپارامتریک اساس کار بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است به گونه‌ای که این روش‌ها مستقل از توزیع آماری بوده و برای سری‌هایی که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب‌تر از روش‌های پارامتریک می‌باشند (حجام و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین به گزارش برخی از محققین روش‌های ناپارامتریک در مقام مقایسه با

روش‌های پارامتریک از دقت و صحت بیشتری برخوردار هستند (Yue et al, 2004; and Pilon, 2004). دو آزمون من-کندال و شیب تخمین سن جزو متداول‌ترین روش‌های ناپارامتری تحلیل روند سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی به شمار می‌روند. مطالعات مختلف انجام شده با استفاده از این دو روش حاکی از اهمیت کاربرد فراوان آنها در تحلیل روند سری‌های زمانی می‌باشد.

پیشینه تحقیق

در رابطه با تحلیل روند سری‌های زمانی متغیرهای اقلیمی با استفاده از روشهای پارامتری و ناپارامتری، تحقیقاتی در داخل و خارج کشور صورت گرفته که به برخی از آنها اشاره می‌گردد. هولم و همکاران (۱۹۹۴) در مطالعه‌ای بر روی آب اقیانوس‌ها با استفاده از نقشه‌های رطوبت، دما، باد و سری‌های زمانی داده‌های هواشناسی در سالهای ۱۹۷۳-۱۹۵۸، نشان دادند که افزایش دمای آب دریاها کاملاً محسوس بوده و در میان فصول، دو فصل زمستان و تابستان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و تغییرات متغیرهای دما و بارش معنی‌دار است. همچنین بررسی روند بارش سالانه سریلانکا با استفاده از آزمون‌های من کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی، نشانگر روند افزایشی بارش در یکصد سال اخیر بوده است (جایاواردن^۱ و همکاران، ۲۰۰۵: ۷). بررسی روند بارش در پرتغال به کمک روش‌های ناپارامتریک از جمله آزمون من کندال نشان از یک الگوی فضایی تغییر سیستماتیک بارش سالانه در بخش‌های جنوبی پرتغال دارد. به این ترتیب افزایش بارش فصل پاییز، کاهش بارش فصل زمستان و افزایش بارش آغاز فصل نسبت به پایان از پیامدهای تغییر اقلیم بوده است (ایزابل^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). ابوطالب و همکاران (۲۰۰۷) طی مطالعه‌ای در مورد تغییرات رطوبت نسبی در اردن به این نتیجه رسیدند که روند تغییرات سالانه و فصلی در اردن افزایشی بوده است. بررسی تغییرات روند بلندمدت بارش در ژاپن نشان داده است که بارش‌های بیش از ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیمتر رو به افزایش و بارش‌های ۱ تا ۱۰ میلیمتر روند کاهشی داشته‌اند.

1. Jayawardene et al.

2. Isabel et al.

علاوه بر آن تمرکز بارش ژاپن در قرن اخیر نیز بیشتر گردیده‌است (فوجیبی^۱ و همکاران، ۲۰۰۸: ۵۱). روندهای پایدار شاخص حوادث جوی در سه منطقه؛ ایالات متحده، اروپا و استرالیا در دوره آماری ۲۰۱۲-۱۹۵۰ نشان داد، که هم دمای حداقل و هم دمای حداکثر در مقیاس متوسط روزانه و متوسط سالانه به سمت رخدادهای حداکثر (اکستريم) تمایل پیدا کرده‌اند و بارش به سمت بارش‌های سنگین سوق پیدا نموده است (گالانت^۲ و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۳۹۲). بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین سری زمانی متوسط بارش سالانه و فصلی برای تشخیص تغییرپذیری اقلیمی در بالای نواحی شرقی ایالات متحده و داده‌های دمای سطح آب نواحی حاره‌ای نشان داد، همبستگی بسیار قوی و مثبتی بین دمای سطح آب نواحی حاره و افزایش بارش پاییز وجود دارد (ماگت و کوردرو، ۲۰۱۴: ۹۰۲۷). آنا و هلیدورو روند بارش در شهر ویلاهرموسا مکزیک را با استفاده از روش‌های من کندال و شیب سن مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اگرچه در آزمون من کندال مقادیر نشان دهنده عدم روند در سری زمانی دوره مذکور بود، اما مقادیر شیب سن برای تمام ماه‌ها به جز ماه آوریل و اوت منفی را نشان داده‌است (آلچندرو و کروز سوارز^۳، ۲۰۱۹: ۱۵). نتایج بررسی بر روی تغیز نوع و روند بارش در بازه زمانی ۱۹۵۶-۲۰۰۰ در زنجان با استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال نشان داد، بطور کلی بارش در زنجان تغییری نداشته ولی تعداد روزهای همراه با بارش روند صعودی داشته است (ضیاییان و علیزاده، ۱۳۸۳: ۴۴). بررسی سری زمانی بارش اصفهان نشان داده‌است که بارندگی اصفهان طی ۱۰۳ سال گذشته حاوی رفتاری پایدار بوده و تنها چهار فاز در بارندگی را تجربه نموده‌است (کاویانی و عساکره، ۱۳۸۴). همچنین تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران در دهه‌های اخیر شدید بوده و در حدود نیمی از مساحت ایران در معرض تغییرات قرار گرفته‌اند. این تغییرات عمدتاً نواحی کوهستانی و نیمه غربی رخداد بیشتری داشته‌اند و عموماً نواحی با بارندگی بیشتر، متحمل

تغییرات بیشتری نیز بوده‌اند (عساکره، ۱۳۸۶: ۲۵). بررسی تغییرپذیری بارش ۳۴ ایستگاه همدید ایران حاکی از روندهای کاهشی و افزایشی در جمع بارش سالیانه ایستگاه‌های ایران بوده‌است (عسگری و رحیم زاده، ۱۳۸۵: ۷۹). میر عباسی و دین پژوه (۱۳۹۱: ۶۱) روند تغییرات بارش‌های شمال ایران غرب در نیم قرن گذشته مورد بررسی قرار داده‌اند نتایج نشان داد که در مقیاس سالانه بارش‌های شمال غرب ایران در اغلب ایستگاه‌ها (به جز آستارا، رشت و مهاباد) دارای روند نزولی می‌باشند. در مقیاس ماهانه تعداد ماه‌های با روند منفی بیشتر از تعداد ماه‌های با روند مثبت بود. در پژوهشی دیگر روند تغییرات برخی عناصر اقلیمی در استان چهارمحال و بختیاری در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۵-۱۹۸۶) مورد بررسی قرار گرفته‌است. نتایج نشان داد اگر چه سری زمانی بارش در استان در بیشتر ماه‌های سال از روند معنی‌داری پیروی نمی‌کند، لیکن مقدار بارش در ایستگاه‌های (کوه‌رنگ) به عنوان پرباران‌ترین ایستگاه در مرکز کشور، لردگان و یانچشمه در پرباران‌ترین ماه سال (مارس) در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای روند کاهشی است. همچنین تعداد روزهای برفی ایستگاه کوه‌رنگ در ماه مارس دارای یک روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹٪ درصد است. متوسط دمای کمینه و بیشینه در بیشتر نواحی استان در تمام ماه‌ها و در مقیاس سالانه، بجز ماه‌های نوامبر و دسامبر دارای روند معنی‌دار افزایشی است (عباسعلی و همکاران ۱۳۹۵: ۱۵۵). روند تغییرات بیشینه سرعت بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با آزمون‌های من-کندال و شیب تخمین سن مورد تحلیل قرار گرفته‌است. در بررسی نتایج فراوانی باد بیشینه روش شیب تخمین سن در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ هیچ‌گونه روندی را نشان نداد، ولی نتایج آماره من-کندال برای ماه اوت در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود روند را در این ماه تأیید نمود (پودینه و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۴).

هدف این پژوهش بررسی روند رطوبت ویژه سالانه در ترازهای مختلف جو (رطوبت ویژه) در جنوب شرق ایران می‌باشد. با توجه به اینکه مطالعه‌ی جامعی روی روند رطوبت ویژه در منطقه مذکور انجام نگردیده‌است، نتایج این پژوهش می‌تواند در شناخت روند میزان رطوبت ویژه

1. Fujibe et al
2. Gallant et. al.
3. Alejandro and Cruz Suárez

سطوح مختلف منطقه جنوب شرق برای برنامه ریزی مربوط به مدیریت منابع آب، مدیریت حوادث غیرمترقبه‌ای مانند سیل و همچنین نقش رطوبت ویژه در بارش‌های منطقه مورد مطالعه نقش مهمی را ایفا نماید.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در حد فاصل بین مختصات ۲۵ تا ۳۱ درجه عرض شمالی و ۵۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی از نصف النهار گرینوچ واقع شده است. جنوب شرق ایران (شامل استان‌های هرمزگان، سیستان و بلوچستان و کرمان) از جهت شمال با کویر مرکزی و دشت لوت، از جهت جنوب با آب‌های گرم خلیج فارس و دریای عمان، از جهت شرق با کشور پاکستان و افغانستان و از جهت غرب با رشته کوه‌های زاگرس محصور شده است.

داده‌ها و روش‌ها

متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق شامل داده‌های نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۶۰۰ هکتوپاسکالی از داده‌های ERA-Interim از سری داده‌های دوباره واکاوی شده‌ی مرکز اروپایی پیش‌بینی میان مدت جو ECMWF می‌باشد. روش‌های پارامتریک عمدتاً بر اساس رابطه رگرسیونی بین سری داده‌ها با زمان استوار می‌باشند. روش‌های ناپارامتریک از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتریک برخوردارند. برای سری‌هایی که توزیع آماری خاصی بر آنها قابل برازش نیست و چولگی یا کشیدگی زیادی دارند استفاده از روش‌های ناپارامتریک مناسب‌تر است. آزمون من-کندال^۲ جزء متداول‌ترین و پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری‌های زمانی به شمار می‌رود با استفاده از روش من-کندال تغییرات داده‌ها شناسایی، نوع و زمان آن مشخص می‌گردد. آزمون ناپارامتری من-کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۵)

بر پایه رتبه داده‌ها در یک سری زمانی بسط و توسعه یافت. این روش به طور متداول و گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به‌کار گرفته می‌شود. از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حادی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است. فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد.

این آزمون در سال ۱۹۸۸ به وسیله سازمان جهانی هواشناسی پیشنهاد شد و در بررسی معنی داری روند سری-های اقلیمی به کرات و در موارد مختلف استفاده شده است. مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (۱)$$

که با قبول فرض H_0 توزیع S در حد $n \rightarrow \infty$ نرمال است. n ، مدت سری زمانی داده‌ها؛ x_j و x_k نیز داده‌های متوالی k ام و j ام سری است. که در این رابطه $k \leq j$ و $k \neq j$ است Sgn ، تابع علامت است؛ و تابع علامت نیز از روابط زیر مشخص می‌شود:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۲)$$

آزمون آماره‌ی S میانگین صفر دارد و واریانس آن نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(n+1) - \sum_{t=1}^n t(t-1)(t+1)}{18} \quad (۳)$$

$$Q_{med} = (Q_{(n)/2} + Q_{(n+1)})/2 \quad (۷)$$

اگر مقدار Q_{med} را با آزمون دو طرفه در سطح اطمینان $100(1-\alpha)\%$ بررسی شود شیب واقعی نمودار روند را می-توان بدست آورد (ویوکاناندان، ۲۰۰۷: ۱۰۵). اگر عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده قرار بگیرد فرض صفر تایید شده و در نتیجه بر سری زمانی مورد آزمون نمی-توان هیچ روندی را در سطح اطمینان مورد نظر نسبت داد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و می-توان پذیرفت که سری زمانی دارای روند معنی-داری در سطح اطمینان مورد آزمون است.

نتایج و بحث

روند رطوبت ویژه سالانه ایستگاه‌های جنوب شرق در سطوح مختلف جو

در این پژوهش سری زمانی میانگین شار رطوبتی سالانه جنوب شرق ایران در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۶۰۰ هکتوپاسکال (ابتدا به تفکیک ایستگاه‌ها و سپس به صورت میانگین سالانه) با استفاده از آزمون‌های من-کندال و شیب سن محاسبه گردیده و معنی-داری این آماره‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ بررسی شد.

روند رطوبت ویژه سالانه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

در جدول ۲ روند رطوبت ویژه سالانه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در ایستگاه‌های میناب، بندرلنگه، جاسک، کیش و چابهار در سطح معنی-داری ۹۹٫۹٪ و ایستگاه‌های بندرعباس و انار در سطح معنی-داری ۹۹٪ و ایستگاه‌های ابوموسی و زابل در سطح معنی-داری ۹۵٪ معنی-دار می-باشد که این سری زمانی زابل و انار منفی و در سایر ایستگاه‌های مذکور مثبت می-باشد. آماره‌های آزمون سن در سطوح اطمینان مورد بررسی نشان دادند که در ایستگاه‌های جنوب شرق بیشترین افزایش روند رطوبت ویژه در سال مربوط به ایستگاه میناب با بیشینه و کمینه افزایش رطوبت ویژه در سطح ۹۹٪ به ترتیب برابر با ۰٫۰۹۴ و ۰٫۰۲۵ گرم در کیلوگرم می-باشد. از طرف دیگر در سایر ایستگاه‌ها چون عدد صفر بین دو شیب تخمین سن استخراج شده قرار می-گیرد می-توان گفت که سری زمانی دارای روند معنی-داری در سطح مورد اطمینان نمی-باشد.

در رابطه بالا t اندازه یک بازه زمانی در سری داده‌ها است و $\sum t$ نیز مجموع بازه‌ها (سری زمانی داده‌ها) است. برای مواردی که مدت سری زمانی داده‌های بیشتر از ۱۰ باشد ($n > 10$) آماره Z استاندارد شده را باید به کمک رابطه زیر محاسبه کرد.

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{Var(s)}} & \text{if } s > 1 \\ 0 & \text{if } s = 1 \\ \frac{s-1}{\sqrt{Var(s)}} & \text{if } s < 1 \end{cases} \quad (۴)$$

بنابراین، در آزمون دو طرفه روند، اگر رابطه $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ در سطح اطمینان ۰/۰۹۵ برقرار باشد، باید فرضیه H_0 (قبول تصادفی بودن سری داده‌ها) را پذیرفت و در غیر این صورت باید فرضیه H_1 (وجود روند) را قبول کرد. اگر معنی-داری در سطح $\alpha = 0,01$ (سطح ۹۹٪ اطمینان) آزمون شد، فرضیه صفر H_0 در صورتی رد می-شود که $|Z| > Z_{0,990} = 2,575$ برقرار باشد. مقادیر مثبت روند Z روند صعودی و مقادیر منفی Z روند نزولی سری داده‌ها را نشان می-دهند (ویوکاناندان، ۲۰۰۷: ۱۰۴).

اگر روند در سری داده‌ها مشاهده شد، شیب واقعی (میزان تغییر در واحد زمان) را می-توان با استفاده از روش ناپارامتری ساده‌ای که توسط سن توسعه داده شده برآورد نمود. ابتدا باید شیب هر جفت داده‌ی متوالی سری را از رابطه زیر به دست آورد:

$$Q_1 = \frac{(x_i - x_k)}{j - k} \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (۵)$$

که در این رابطه x_i و x_k به ترتیب مقادیر داده‌ها در زمان‌های i و k است که با هم یک واحد زمانی اختلاف دارند. Q_1 مقدار میانه‌ی n برآورد شده شیب نمودار سن است. اگر n فرد باشد، برآورد کننده شیب سن به این-صورت محاسبه خواهد شد:

$$Q_{med} = Q_{(n+1)/2} \quad (۶)$$

و اگر n زوج باشد، برآورد کننده شیب سن از این رابطه به دست می-آید:

روند رطوبت ویژه سالانه در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

روند رطوبت ویژه سالانه ایستگاه‌های جنوب شرق و میانگین ویژه جنوب شرق در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در جدول ۳ نشان داده شده‌است. ایستگاه‌های بندرعباس، میناب در سطح معنی‌داری ۹۹٫۹٪ و ایستگاه‌های جاسک، ابوموسی و انار در سطح معنی‌داری ۹۹٪ و ایستگاه‌های بندرلنگه، کیش و چابهار در سطح معنی‌داری ۹۵٪ معنی‌دار بوده که در سری زمانی انار دارای روند منفی و در سایر ایستگاه‌های مذکور مثبت است. آماره‌های آزمون سن در سطوح اطمینان مورد بررسی نشان دادند که در ایستگاه‌های جنوب شرق بیشترین افزایش روند رطوبت ویژه در سال مربوط به ایستگاه بندرعباس با بیشینه و کمینه افزایش رطوبت ویژه در سطح ۹۹٪ به ترتیب برابر با ۰٫۰۲۲ و ۰٫۰۰۳ گرم در کیلوگرم می‌باشد. میانگین رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق ایران در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال روند معنی‌داری را در دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶ را در سطح معنی‌داری ۹۰٪ نشان می‌دهد.

روند رطوبت ویژه سالانه در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال

روند رطوبت ویژه سالانه ایستگاه‌های جنوب شرق ایران نشان می‌دهد که در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکالی تنها ایستگاه بم در سطح معنی‌داری ۹۵٪ دارای روند معنی‌داری مثبت بوده و در دیگر ایستگاه‌ها روندی مشاهده نمی‌گردد. میانگین رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق ایران در سطح ۶۰۰ هکتوپاسکال روند معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۵).

روند رطوبت ویژه سالانه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

روند رطوبت ویژه سالانه ایستگاه‌های جنوب شرق و میانگین ویژه جنوب شرق در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در جدول ۹ حاکی از آن است که ایستگاه بندرعباس در سطح

جدول ۲- آماره من-کندال و شیب خط سن روند شار رطوبتی سالانه جنوب شرق تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال جنوب شرق دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

تخمین شیب سن					روند من کندال		سری زمانی
Qmax95	Qmin95	Qmax99	Qmin99	Q	Signific.	Test Z	
۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۰۲	**	۱,۱۰۴	بندرعباس
۰,۰۹	۰,۰۳	۰,۰۹	۰,۰۱	۰,۰۶	***	۳,۶۴	میناب
۰,۰۵	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۳	***	۳,۹۳	بندرلنگه
۰,۰۴	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۳	***	۳,۶۴	جاسک
۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۰	۰,۰۲	*	۲,۴۶	ابوموسی
۰,۰۵	۰,۰۲	۰,۰۶	۰,۰۲	۰,۰۴	***	۳,۸۲	کیش
۰,۰۲	-۰,۰۱	۰,۰۳	-۰,۰۱	۰,۰۱		۰,۹۶	بم
۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,۰۱	-۰,۰۲	۰,۰۰		-۱,۲۹	کرمان
۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,۰۱	-۰,۰۲	-۰,۰۱		-۱,۳۲	شهریابک
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۲	-۰,۰۲	۰,۰۰		۰,۱۱	سیرجان
۰,۰۵	۰,۰۲	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۴	***	۳,۵۳	چابهار
۰,۰۳	-۰,۰۱	۰,۰۴	-۰,۰۲	۰,۰۱		۰,۴۳	ایرانشهر
۰,۰۱	-۰,۰۲	۰,۰۲	-۰,۰۲	۰,۰۰		-۰,۲۹	خاش
۰,۰۳	-۰,۰۱	۰,۰۳	-۰,۰۲	۰,۰۱		۰,۴۶	سراوان
۰,۰۰	-۰,۰۲	۰,۰۰	-۰,۰۳	-۰,۰۲	*	-۲,۰۰	زابل
۰,۰۱	-۰,۰۲	۰,۰۱	-۰,۰۲	-۰,۰۱		-۰,۹۳	زاهدان
-۰,۰۱	-۰,۰۳	-۰,۰۱	-۰,۰۳	-۰,۰۲	**	-۳,۰۷	انار

***: روند در سطح معنی داری $\alpha=0,01$

+: روند در سطح معنی داری $\alpha=0,1$

***: روند در سطح معنی داری $\alpha=0,01$

*: روند در سطح معنی داری $\alpha=0,05$

سلول خالی: سطح معنی داری از ۰,۱ بیشتر است.

جدول ۳- آماره من-کندال و شیب خط سن روند شار رطوبتی سالانه جنوب شرق تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال جنوب شرق دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

سری زمانی	روند من کندال		تخمین شیب سن			
	Test Z	Signific.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95
بندرعباس	۴,۱۸	***	۰,۰۲۶	۰,۰۱۱	۰,۰۴۴	۰,۰۱۵
میناب	۴,۴۳	***	۰,۰۲۳	۰,۰۰۷	۰,۰۳۸	۰,۰۱۲
بندرلنگه	۲,۵۰	*	۰,۰۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۳۲	۰,۰۰۴
جاسک	۲,۸۹	**	۰,۰۱۹	۰,۰۰۴	۰,۰۳۲	۰,۰۰۸
ابوموسی	۲,۸۲	**	۰,۰۱۵	۰,۰۰۲	۰,۰۳۲	۰,۰۰۵
کیش	۲,۱۱	*	۰,۰۱۲	-۰,۰۰۲	۰,۰۲۸	۰,۰۰۱
بم	۰,۰۰		۰,۰۰۱	-۰,۰۱۳	۰,۰۱۶	-۰,۰۰۶
کرمان	-۱,۲۹		-۰,۰۰۴	-۰,۰۱۹	۰,۰۰۷	-۰,۰۱۵
شهربابک	-۱,۳۲		-۰,۰۰۸	-۰,۰۲۱	۰,۰۰۸	-۰,۰۱۷
سیرجان	۰,۱۱		۰,۰۰۱	-۰,۰۱۷	۰,۰۱۸	-۰,۰۱۰
چابهار	۲,۴۶	*	۰,۰۲۱	۰,۰۰	۰,۰۳۸	۰,۰۰۶
ایرانشهر	۰,۷۱		۰,۰۰۵	-۰,۰۱۴	۰,۰۲۹	-۰,۰۰۹
خاش	۰,۶۸		-۰,۰۰۴	-۰,۰۲۳	۰,۰۱۲	-۰,۰۱۸
سراوان	۰,۶۱		۰,۰۰۵	-۰,۰۱۵	۰,۰۲۸	-۰,۰۱۰
زابل	-۱,۱۱		-۰,۰۰۵	-۰,۰۱۹	۰,۰۰۹	-۰,۰۱۵
زاهدان	-۱,۴۳		-۰,۰۰۹	-۰,۰۲۳	۰,۰۰۶	-۰,۰۱۹
انار	-۳,۰۷	**	-۰,۰۱۷	-۰,۰۳۰	-۰,۰۰۵	-۰,۰۲۷

جدول ۴- آماره من-کندال و شیب خط سن روند شار رطوبتی سالانه جنوب شرق تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال جنوب شرق دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

سری زمانی	روند من کندال		تخمین شیب سن			
	Test Z	Signific.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95
بندرعباس	۳,۰۰	**	۰,۰۱	۰,۰۰۳	۰,۰۲۲	۰,۰۱
میناب	۲,۳۹	*	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۲	۰,۰۰
بندرلنگه	۱,۶۸	+	۰,۰۱	-۰,۰۰۴	۰,۰۲	-۰,۰۰۱
جاسک	۱,۷۵	+	۰,۰۱	-۰,۰۰۱	۰,۰۲	-۰,۰۰۲
ابوموسی	۱,۶۱		۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۲	-۰,۰۰۲
کیش	۱,۲۵		۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۲	-۰,۰۰۲
بم	۱,۶۱		۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۰۱
کرمان	۰,۵۴		۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۰۴
شهربابک	۰,۵۷		۰,۰۰	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۰۴
سیرجان	۱,۴۶		۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۰۲
چابهار	۱,۸۲	+	۰,۰۱	-۰,۰۰۴	۰,۰۲	۰,۰۰
ایرانشهر	۱,۹۶	*	۰,۰۱	-۰,۰۰۳	۰,۰۲	۰,۰۰۱
خاش	۱,۰۰		۰,۰۰	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۰۳
سراوان	۱,۴۶		۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۰۲
زابل	-۰,۴۳		-۰,۰۰۲	-۰,۰۱	۰,۰۰	-۰,۰۱
زاهدان	-۰,۲۹		-۰,۰۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱
انار	-۱,۹۶	*	-۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰	-۰,۰۱

جدول ۵- آماره من-کندال و شیب خط سن روند شار رطوبتی سالانه جنوب شرق تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال جنوب شرق دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

تخمین شیب سن					روند من کندال		سری زمانی
Qmax95	Qmin95	Qmax99	Qmin99	Q	Signific.	Test Z	
۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱		۱,۲۵	بندرعباس
۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۱,۰۴	میناب
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۱۱	بندرلنگه
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۱۴	جاسک
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۴۳	ابوموسی
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		-۰,۰۴	کیش
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	*	۲,۱۱	بم
۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۹۶۳	کرمان
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		-۰,۱۱	شهر بابک
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۳۲	سیرجان
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۱۴	چابهار
۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۷۵	ایران شهر
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۵۰	خاش
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۴۶	سراوان
۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۰۰	زابل
۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		۰,۴۶	زاهدان
۰,۰۰	-۰,۰۱	۰,۰۱	-۰,۰۱	۰,۰۰		-۱,۰۴	انار

روند میانگین رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق در سطوح مختلف جو

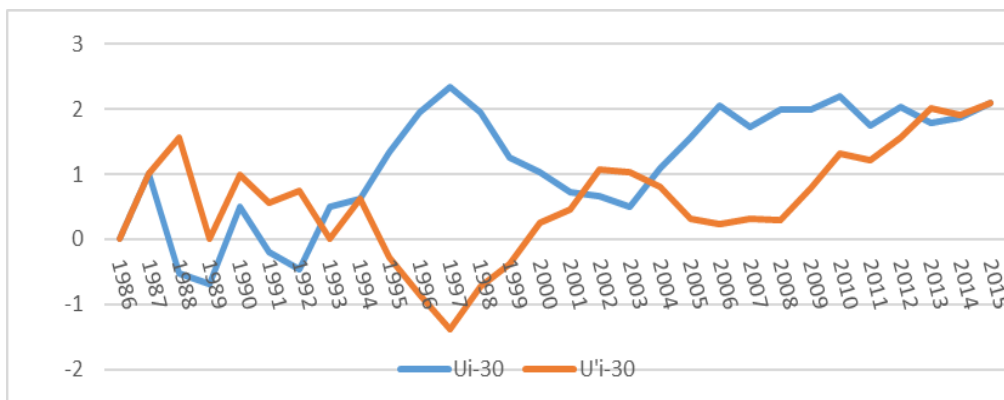
برای تعیین نقاط جهش با رسم نمودار طریق روشهای آماری امکان پذیر است. یکی از این آزمونها، آزمون من کندال دنباله‌ای (Sneyers, ۱۹۹۰) است. در حقیقت این روش مقادیر آماره را در کلیه زمانهای سری (i امین مرتبه) با روش رتبه دادن من کندال محاسبه می کند، که همین عمل بصورت عکس انجام می شود. یعنی می توان فرض کرد انتهای سری ابتدای آن باشد، و دنباله را براساس چنین سری بیان کرد. اگر دنباله براساس u و u' بصورت نمودار رسم شود درحالت معنی داری روند، نقطه شروع پدیده یکدیگر را قطع خواهند نمود. درحالتی که سری ایستا باشد دو دنباله u و u' بصورت موازی عمل خواهند نمود و یا با چند بار برخورد بطوریکه به تغییر جهش آنها منجر نشود، درخواهند آمد.

اگر $a = ۰,۰۵$ را در نظر بگیریم هرگاه اندازه $|u|$ بیشتر از ۱,۹۶ باشد روند معنی دار است. $u+$ روند افزایش و $u-$ روند کاهشی را نشان می دهد به عبارت دیگر اگر منحنی u

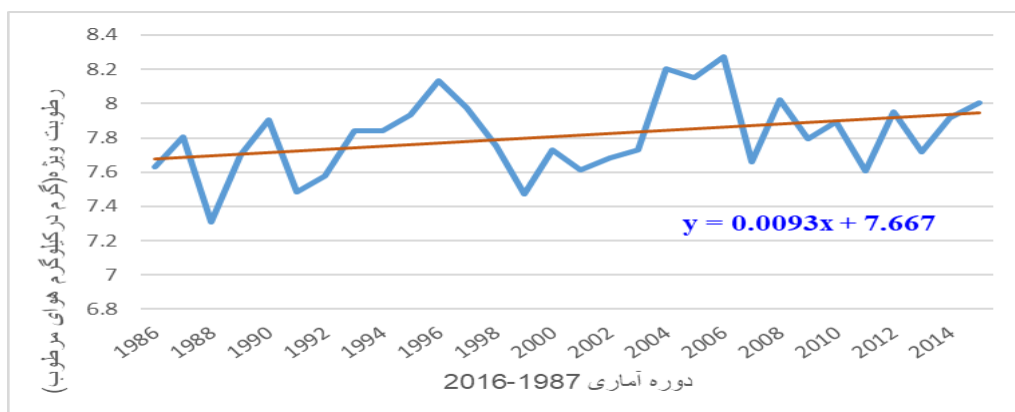
از خطوط بالا و پایین معنی دار (۱,۹۶) خارج شود روند وجود دارد. اگر منحنی u و u' در محدوده معنی دار تلاقی بکنند ولی خارج نشوند بدین معنی است که فقط تغییر ناگهانی در میانگین رخ داده است ولی روند وجود ندارد. در طول دوره مورد مطالعه روند معنی دار در میانگین رطوبت ویژه جنوب شرق ایران در سطوح مورد مطالعه در سطح معنی داری مورد آزمون (۹۹٪ و ۹۵٪)، مشاهده نگردید؛ زیرا شرط $U(t_i) > 1/96$ یا $U(t_i) < 1/96$ برقرار نبوده و در واقع عدم قطع این نمودارها در بالاتر و پایین تر از خطوط معنی داری به معنای قبول تصادفی بودن (قبول فرض H_0) و عدم وجود روند معنی دار (H_1) متغیر رطوبت ویژه سالانه در جنوب شرق ایران است.

تغییرات رطوبت ویژه سری زمانی ۳۰ ساله رطوبت ویژه سطوح مختلف جو در جنوب شرق کشور (شکل های ۳، ۵، ۷ و ۹) را نشان می دهد. با توجه به مثبت بودن شیب خط در کلیه سطوح مورد مطالعه، روند رطوبت ویژه افزایشی بوده، که با توجه به آماره من-کندال و شیب خط

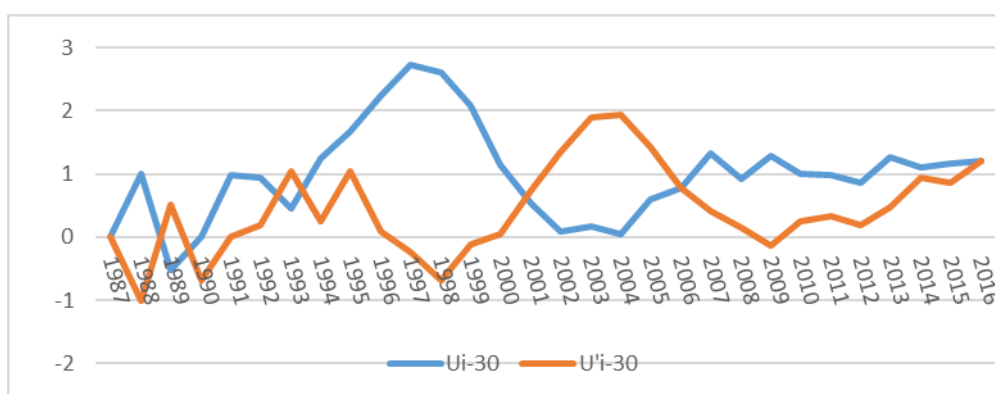
سن (جدول ۶) این روند تنها در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در سطح معنی داری ۹۰ درصد افزایشی می‌باشد.



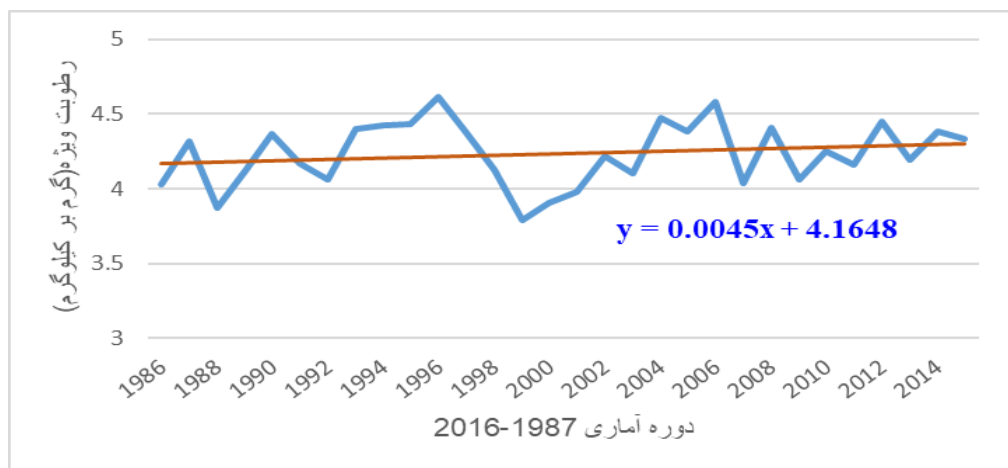
شکل ۲- نمودار بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی میانگین رطوبت ویژه سالانه سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به روش من کندال دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



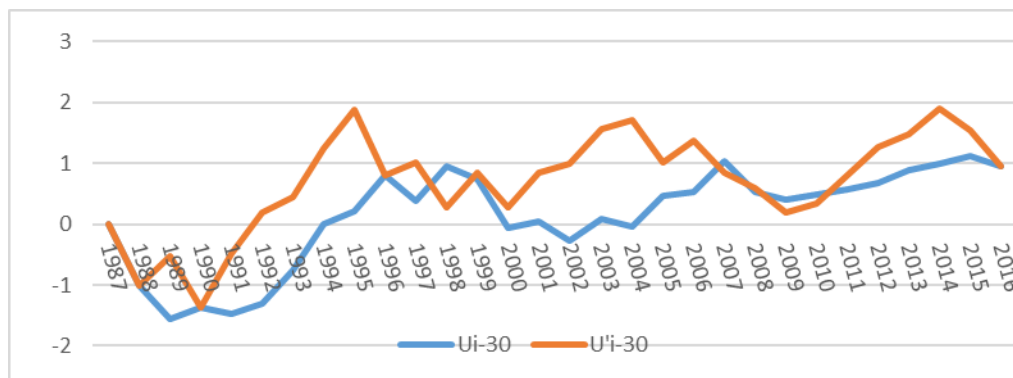
شکل ۳- تغییرات رطوبت ویژه سری زمانی ۳۰ ساله سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در جنوب شرق کشور دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



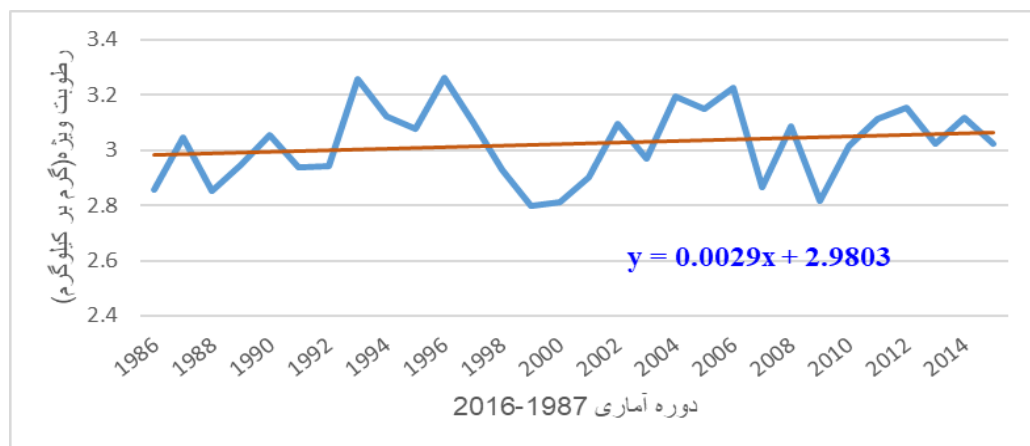
شکل ۴- نمودار بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی میانگین رطوبت ویژه سالانه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال به روش من کندال دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



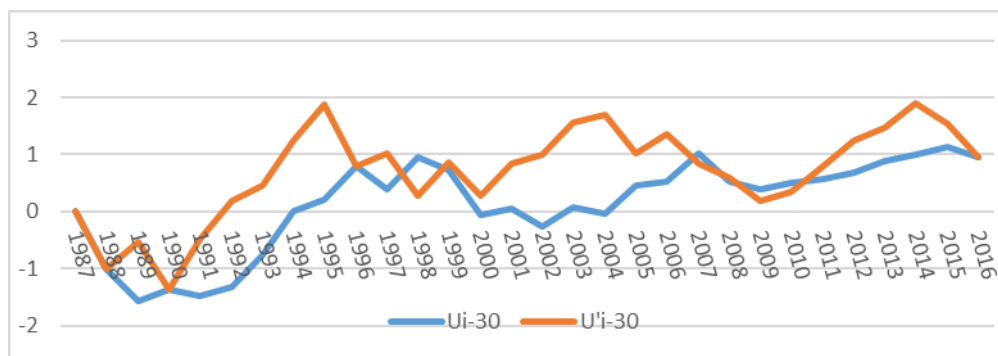
شکل ۵- روند خطی سری زمانی ۳۰ ساله میانگین رطوبت سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در جنوب شرق کشور دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



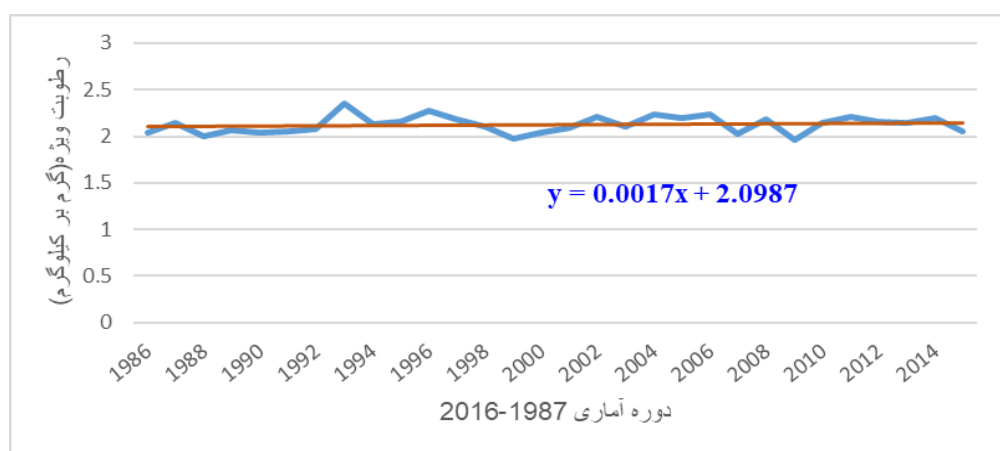
شکل ۶- نمودار بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی میانگین رطوبت ویژه سالانه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال به روش من کندال دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



شکل ۷- روند خطی سری زمانی ۳۰ ساله میانگین رطوبت سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در جنوب شرق کشور دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



شکل ۸- نمودار بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی میانگین رطوبت ویژه سالانه سطح ۶۰۰ هکتوپاسکال به روش من کندال دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶



شکل ۹- روند خطی سری زمانی ۳۰ ساله میانگین رطوبت سطح ۶۰۰ هکتوپاسکال در جنوب شرق کشور دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

جدول ۶- آماره من-کندال و شیب خط سن روند رطوبت ویژه در سطوح مورد مطالعه جنوب شرق ایران دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶

تخمین شیب سن				روند من کندال			سری زمانی
Qmax95	Qmin95	Qmax99	Qmin99	Q	Signific.	Test Z	
0.020	0.000	0.024	-0.003	0.009	+	1.784	1000
0.015	-0.003	0.017	-0.006	0.005		1.213	850
0.009	-0.003	0.011	-0.005	0.003		1.142	700
0.006	-0.002	0.007	-0.004	0.003		1.142	600
0.004	-0.003	0.005	-0.003	0.001		0.785	500

روش معکوس فاصله یا IDW^۱ در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ استفاده شده است. روند معنی‌داری در سطوح مختلف حاکی از وجود روند معنی‌داری در سطح ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی در نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان در محدوده‌ی مورد مطالعه بوده و

پهنه بندی روند رطوبت ویژه سالانه در ترازهای مختلف جو

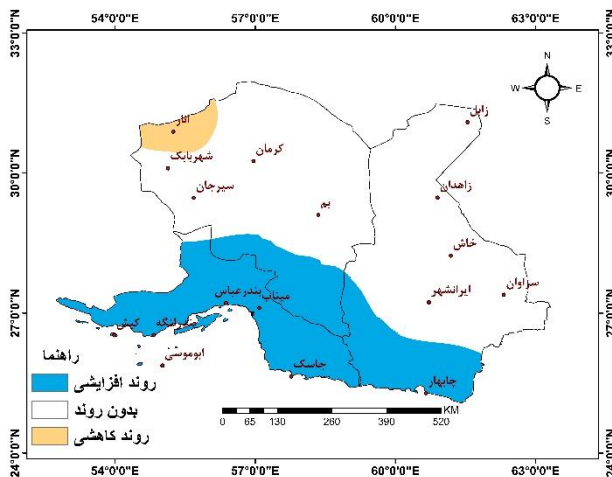
شکل ۱۰ نقشه‌های پهنه‌بندی معنی‌داری روند سالانه‌ی رطوبت ویژه ایستگاه‌های جنوب شرق ایران در دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶ بر اساس شاخص من-کندال را نشان می‌دهد. در پهنه‌بندی رطوبت سالانه در ترازهای مختلف جو، از

1 . Inverse distance weighting

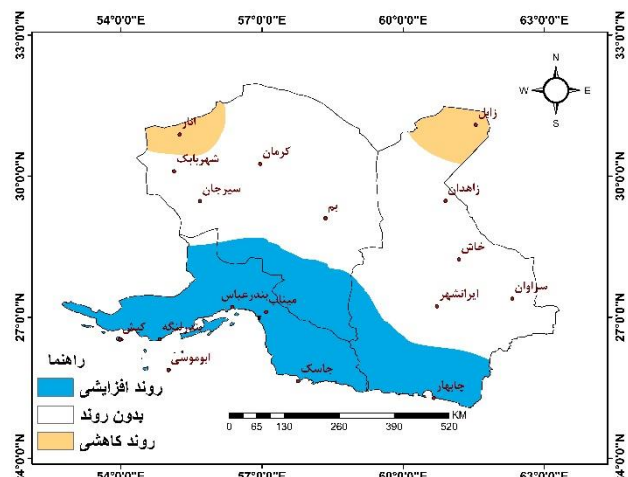
2 . Geographic Information System (GIS)

می‌باشند. در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال تنها ایستگاه بم دارای روند مثبت رطوبت ویژه می‌باشد و در سایر ایستگاه‌های جنوب شرق روندی مشاهده نمی‌گردد.

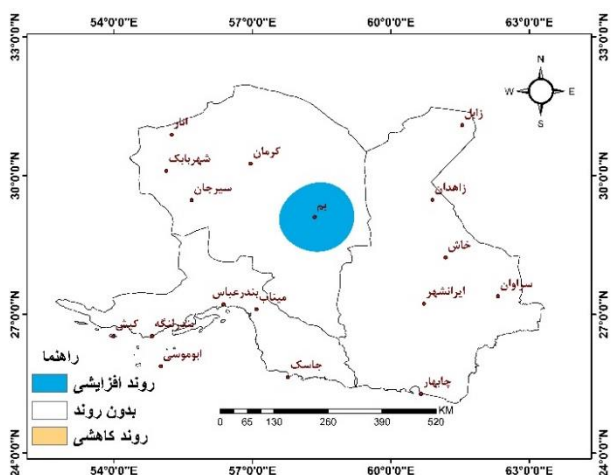
همچنین در سطوح مذکور در عرض‌های بالا روند خاصی دیده نمی‌شود و تنها در دو ایستگاه زاهدان (در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) و انار (در سطح ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال) رطوبت ویژه دارای روند منفی سالانه در دوره مورد مطالعه



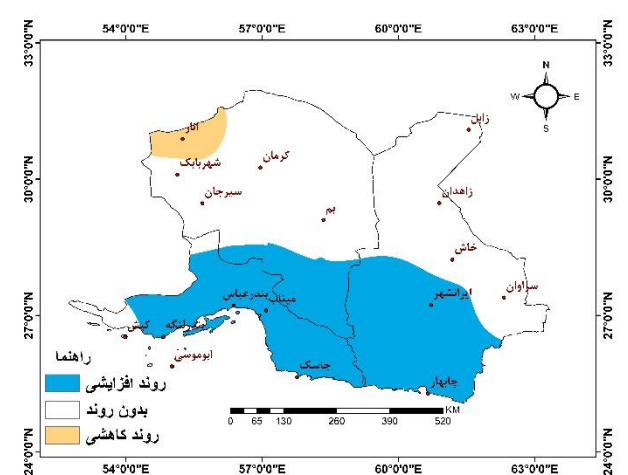
ب- تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال



الف- تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



ت- تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال



پ- تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۱۰- نقشه‌های پهنه بندی معناداری روند سالانه رطوبت ویژه ایستگاه‌های جنوب شرق ایران در سطوح مختلف جو در دوره

۱۹۸۷-۲۰۱۶ بر اساس شاخص من-کندال

رطوبت ویژه در ترازهای مختلف جو نشان داد که روند رطوبت ویژه سالانه در اکثر ایستگاه‌های جنوبی تر و نزدیک به دریای عمان و خلیج فارس روند افزایش داشته و در ایستگاه‌های شمالی روند کاهشی دارد. روند سالانه‌ی رطوبت ویژه جنوب شرق ایران در ترازهای مختلف جو حاکی از وجود روند معنی‌داری در سطح ۸۵۰، ۱۰۰۰ و

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سری زمانی رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق ایران در طول دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶ (ابتدا به تفکیک ایستگاه‌ها و سپس به صورت میانگین) در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال با استفاده از آزمون‌های من-کندال و شیب سن محاسبه گردید. معنی‌داری روند

- 157-168.
9. Hansen, J., A. Lacis, D. Rind, G. Russell, P. Stone, I. Fung, R. Ruedy, and J. Lerner, 1984, Climate sensitivity: Analysis of feedback mechanisms. *Climate processes and climate sensitivity, geophys. Monogr.* 29: 130-163.
 10. Hulme M.Z., Zaho C., and Jiang T. 1994. Recent and future climate change in East Asia" *Int.J. Clim.* 14:637-658.
 11. Isabel, M., Delima, P., Marques, C.P., Joao, L.M.P., Delima, M., Fatima, E., Coelho, S. (2005). Precipitation trends in Mainland Portugal in period 1941-2000, the fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, Guimaraes, Portugal, 11-14.
 12. Jayawardene, H.K.W.I., Sonnadara, D.U.J., Jayawardene, D.R, 2005, Trends of Rainfall in Sri Lanka over the Last Century, *Sri Lankan Journal of Physics*, 6, 7-17.
 13. Kaviani, M. Reza., Asakereh, H, 2005, Long-term statistical study of Isfahan annual precipitation. *Research Journal of the University of Isfahan*, No. 4, pp. 143-162. [In Persian]
 14. Mauget, S. A., Cordero, E.C, 2014, Optimal Ranking Regime Analysis of Intra- to Multi-decadal U.S. Climate Variability. Part II: Precipitation and Stream flow, *JOURNAL OF CLIMATE*, 27, 9027-9049.
 15. Mir Abbasi Najafabadi, R., Dinpajoh, Y, 2012, Analysis of the trend of precipitation changes in northwestern Iran in the last half century. *Journal of Irrigation Engineering*, No. 4, pp. 61-73. [In Persian]
 16. Mohammadi, H., M. Javari, 2007, Precipitation changes of Iran. *Journal of Environmental Studies*, 32(40): 87-100.
 17. Pudineh, I., Salahi, B., Khosravi, M., Hamidianpour, M, 2005, Analysis of the trend of maximum changes of sistans's 120-days winds speed with Mann-Kendall tests and Sen's Slope Estimates. *Danesh zamin Research*, No. 9, pp. 114-128. [In Persian]
 18. QarahKhani, A., Ghahraman, N, 1389, survey of seasonal and annual changes in relative humidity and dew point in some climatic samples in Iran. *Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Industries)*, No. 4, pp. 636-646. [In Persian]
 19. Sneyers, R, 1990, On the Statistical Analysis of Series of Observations. *Technical Note 143, WMO-No. 415, Geneva*, p.192.
 20. Yue, S., and P. Pilon., 2004. A comparison of the power of the t-test, mann-kendall and bootstrap tests for trend detection. *Journal Hydrological Sciences*, Volume 49, Issue 1, 700 هکتوپاسکالی در نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان در محدوده‌ی مورد مطالعه بوده و تنها در دو ایستگاه زاهدان (در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) و انار (در سطح ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال) رطوبت ویژه دارای روند منفی سالانه در دوره مورد مطالعه می‌باشند. در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال تنها ایستگاه بم دارای روند مثبت رطوبت ویژه بوده و در سایر ایستگاه‌های جنوب شرق روندی مشاهده نمی‌گردد. روند میانگین رطوبت ویژه سالانه جنوب شرق ایران در سطوح مختلف جو نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه تنها در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روند معنی‌دار مثبت در میانگین رطوبت ویژه جنوب شرق ایران در سطوح معنی‌داری مورد آزمون، دیده شده است.

منابع

1. Abu-Taleb A.A., Alawneh A.J., and Smadi M, 2007, Statistical analysis of recent changes in relative humidity in Jordan. *Am. J of Environ Sci.*, 3: 75-77.
2. Arvin, A., Qangarmeh, A., Hajipour, D., Heidari, M, 2016, Investigating the Trend of Changes in some Climatic Elements in Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, No. 14, pp. 153-176. [In Persian].
3. Asakereh, H, 2008, Application of linear regression in analysis of Tabriz annual temperature trend, *Geographical Research*. No. 22. pp. 3-26. [In Persian]
4. Asgari, A., Rahimzadeh, F, 2006, Study of precipitation variability in recent decades in Iran. *Geographical Research*, No.58, pp. 67-80. [In Persian]
5. Fujibe, F, 2008, Long-Term Changes in Precipitation in Japan, *Journal of Disaster Research*, 3(1), 51-55.
6. Gallant, A.J.E., Karoly, D. J., Gleason, K. L. ,2014, Consistent Trends in a Modified Climate Extremes Index in the United States, Europe, and Australia, *American Meteorological Society*, 27, 1379-1394.
7. Gómez Alejandro, A.V., and Heliodoro D.C.S, 2019, Rainfall Trend Analysis in the City of Villahermosa, México. *Journal of Geological Resource and Engineering*. 9-16.
8. Hajjam, S., Y. Khoush Khou, and R. Shams Aldin Vandi, 2008, Annual and seasonal precipitation trend analysis of some selective meteorological stations in central region of Iran using non-parametric methods. *Geographical Research Quarterly*, 40(64).

2005, Survey of changing the type and trend of precipitation in Zanjan. 2nd National Student Conference on Soil and Water Resources. Faculty of Agriculture, pp. 39-45. [In Persian]

- pp 21-37.
21. Yue, S., P. Pilon, and G. Cavadias., 2004, Power of the mann-kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. Journal of Hydrology, Volume 259, Issues 1-4, March, pp. 254-271.
22. Ziyaian, S., Alizadeh H., Shahrokh, A,