دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۵
پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۲۵۶-۲۳۹

یونس خسروی[۱]
حسن لشکری[۲]
علی‌اکبر متکان[۳]
حسین عساکره[٤]

تحلیل مکانی–زمانی روند فشار بخار آب در جنوب و جنوب‌غرب ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۳/۱۹

چکیده

در پژوهش حاضر روند تغییرات یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی یعنی فشار بخارآب بررسی شده است. بدین منظور از دو آزمون من-کندال و سنس استیمیتور به‌ترتیب برای تحلیل روند و شیب تغییرات فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران و به دو صورت ایستگاهی و پهنه‌ای بهره گرفته شده است. بر این اساس ابتدا ۱۲ ایستگاه با طول دوره آماری ٤٤ ساله (۱۹٦۷ تا ۲۰۱۰) به‌عنوان ایستگاه‌های شاخص مورد آزمون قرار گرفتند. برای محاسبات پهنه‌ای نیز ابتدا محدوده مطالعاتی با توجه به بهینه‌ترین تفکیک مکانی، به یاخته‌های ۹×۹ کیلومتر (۳۳۳۸ یاخته) تقسیم و سپس مقادیر فشار بخارآب به‌صورت میانگین ماهانه، فصلی و سالانه برای هر یاخته و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB استخراج شد. در نهایت با قابلیت برنامه‌نویسی در نرم‌افزار MATLAB، برنامه آزمون‌های من-کندال و سنس استیمیتور نوشته شد و بر روی تمامی یاخته‌ها اعمال گردید. پس از ارزیابی تکنیک‌های مختلف زمین‌آماری

۱- استادیار گروه علوم محیط‌زیست دانشگاه زنجان. E-mail: khosravi@znu.ac.ir
۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی.
۳- دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید بهشتی.
٤- استاد گروه جغرافیا دانشگاه زنجان.

Archive of SID
www.SID.ir

نظیر IDW، Kriging و RBF، از بهینه‌ترین روش یعنی کریجینگ به‌منظور رسم نقشه‌ها استفاده شد. نتایج تحقیق حاکی از وجود روند افزایشی فشار بخارآب در نواحی پست ساحلی خلیج‌فارس و به‌ویژه استان بوشهر است. از طرف دیگر وضعیت روند معنی‌داری نزولی منطبق بر ارتفاعات به‌ویژه ارتفاعات زاگرس مشاهده گردید.

کلید واژه‌ها: روند، تغییرات، من-کندال، سنس استیمیتور، فشار بخارآب.

مقدمه

آشکارسازی رفتار عناصر اقلیمی نقش بسزایی در بررسی تغییر اقلیم یک منطقه ایفاء می‌کند. بررسی رفتار این‌گونه عناصر در دهه‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان علاقه‌مند به مسأله تغییر اقلیم قرار گرفته است؛ اما در این زمینه آنچه که بیش از همه مورد توجه قرار گرفته و تحقیقات زیادی بر روی آن انجام شده است، تغییرات دمایی مناطق مختلف بوده و کم‌تر به سایر عناصر جوی توجه شده است (آبراهام و همکاران[۵]، ۲۰۱۱: ۱۱؛ سورت و همکاران[۶]، ۲۰۱۱: ۲۰۹؛ استینفورس و همکاران[۷]، ۲۰۱۲: ۳۱؛ فایرام و همکاران[۸]، ۲۰۱٤: ۱۱۵ و بروکس و همکاران[۹]، ۲۰۱٤: ۱۹۹٤). از جمله عناصر اقلیمی که کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است، رطوبت جو می‌باشد که به علت نقش بسزایی که در ترازمندی انرژی سیاره زمین دارد می‌تواند در تبیین تغییرات اقلیمی مؤثر باشد. البته ذکر این نکته ضروری است که اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی رطوبت به تنهایی نمی‌تواند دلیل قاطعی بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌بخشد (سرانو و همکاران[۱۰]، ۸٦: ۱۹۹۹)؛ که این ویژگی ناشی از تعدد عوامل گوناگون کنترل کننده سامانه اقلیمی می‌باشد. یکی از روش‌های پایش تغییر اقلیم، بررسی تغییرات سری زمانی عناصر اقلیمی است که این تغییرات عموماً در دو دسته تغییرات بلندمدت (روند) و تغییرات کوتاه‌مدت (نوسان) قابل بررسی می‌باشند. در این مطالعه به تغییرات بلندمدت سری‌های زمانی پرداخته شده است.

وجود سیر صعودی و یا نزولی در داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی حاکی از وجود روند می‌باشد. حال رخداد هرگونه تغییر طبیعی و یا غیرطبیعی در این سری داده، منجر به تغییر روند خواهد شد. از طرفی دیگر وجود روند در

5- Abraham et al
6- Sorte et al
7- Stainforth et al
8- Fayram et al
9- Brooks et al
10- Serrano et al

Archive of SID

www.SID.ir

سری داده‌های اقلیمی می‌تواند فرض رخداد تغییر اقلیم را تقویت ببخشد. بررسی وجود روند در سری داده‌های اقلیمی به دو صورت عمده روش‌های آمار پارامتری و ناپارامتری امکان‌پذیر است. در هر دو روش هدف اصلی مطرح شدن دو فرض صفر (H0) و یک (H1) می‌باشد. با این توضیح که تأیید فرض صفر به منزله عدم وجود روند در داده‌ها و تأیید فرض یک حاکی از وجود روند معنی‌دار در سری داده‌ها می‌باشد. در روش‌های پارامتری فرض بر نرمال بودن داده‌ها است. لذا در سری داده‌هایی که تابع توزیع آماری خاصی نیستند، بررسی روند با یکسری محدودیت‌هایی روبرو خواهد شد. این شرط در روش‌های آماری ناپارامتری صادق نبوده و فرض اصلی بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است. به‌گونه‌ای که این روش‌ها مستقل از توزیع آماری سری زمانی بوده و خصوصاً برای سری‌هایی که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب‌تر تشخیص داده می‌شوند (بیهارت و مهمتیک[11]، ۲۰۰٤: ۲٤۸)؛ بنابراین در صورتی‌که به نرمال بودن داده‌ها اطمینان نداریم به‌کارگیری آزمون‌های ناپارامتری محتاطانه به نظر می‌رسد. از جمله رایج‌ترین آزمون‌های ناپارامتری می‌توان به آزمون من-کندال و روش سنس استیمیتور[12] اشاره کرد.

با بررسی تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع پژوهش مشخص شد که مطالعات اندکی در ارتباط با تغییرات بلندمدت فشار بخارآب صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان به پژوهش کوتلر و همکاران[13] (۲۰۰۷: ۲۰۰۵) اشاره کرد که به بررسی اختلاف فشار بخارآب ساعتی بین مناطق شهری و روستایی در ناحیه کرفلد (Kerfeld) آلمان در بازه زمانی یک‌ساله (۲۰۰۱ تا ۲۰۰۲) پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از وجود مقادیر رطوبت بسیار پایین در طول سال و مشاهده‌ی بیشینه‌ی رطوبت شهری در هر ماه و با شدت و ضعف‌های مختلف بوده است. به‌گونه‌ای که در روزهای تابستان و همچنین نیمه دوم شب‌ها بیش‌ترین مقدار قابل مشاهده بوده است. در مطالعه‌ای مشابه هونیکا[14] (۱۹۸۹: ۲۲۹۱) روند تغییرات فشار بخارآب را برای یک دوره زمانی پانزده ساله (۱۹۷۹ تا ۱۹۹۳) بررسی کردند و مشخص نمودند که فشار بخارآب طی این دوره همواره با یک روند افزایشی همراه بوده است. از طرف دیگر کیزر[15] (۲۱۹۳: ۲۰۰۰) نیز چنین پژوهشی را در چین و با استفاده از داده‌های سالانه فشار بخارآب ۱۹٦ ایستگاه برای سال‌های ۱۹٥٤ تا ۱۹۹٤ انجام دادند. نتایج این مطالعه حاکی از افزایش قابل‌توجه فشار بخارآب در بخش‌های جنوبی و شرقی چین است. فاسولو و همکاران[16] (۲۰۰٥: ۷٤۱) با مطالعه روندها و تغییرپذیری بخارآب در ستون یکپارچه اتمسفر، دریافتند که در نواحی حاره روندها به‌وسیله تغییرات در بارش که به‌طور چرخشی با

11- Bihart and Mehmetcik
12 -Sen's Estimator
13- Kuttleret et al
14- Hoinka
15- Kaiser
16- Fasullo et al

Archive of SID

www.SID.ir

جریان همگرایی رطوبت به‌وسیله بادهای تجاری پیوسته هستند، متأثر شده است. در مطالعه‌ای دیگر تونکاز و همکاران[17] (۲۰۰۷: ۲۹) به بررسی تأثیر پروژه‌ی توسعه منابع آبی SAP (Sothern Anatolian Project) بر روند تغییرات فشار بخارآب در مناطق نیمه‌خشک ترکیه پرداختند. ایشان ضمن انجام آزمون‌هایی نظیر آزمون من-کندال، سنس استیمیتورو کروسکال والیس، تغییرات طولانی‌مدت فصلی و الگوهای دهه‌ای میانگین ماهانه فشار بخارآب را مورد بررسی قرار دادند و روندهای مثبت و منفی فشار بخارآب را در فصول مختلف سال مشخص کردند. سون لی و همکاران[18] (۲۰۱۰: ۱۳۹۹) با استفاده از ۲۰۰ ایستگاه طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ به بررسی و مطالعه منبع رطوبت و بخارآب بارش‌های سنگین شمال‌شرق چین پرداختند و نتیجه گرفتند بخارآب برای تقویت بارش‌های سنگین از منطقه موسمی نیمه گرمسیری، دریای چین جنوبی و غرب منطقه موسمی گرمسیری سرچشمه می‌گیرد. در ایران هم در ارتباط با رطوبت و اشکال آن از جمله فشار بخارآب مطالعات انگشت‌شماری صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که توسط زند پارسا و همکاران (۱۳۸۷: ۱۰۲۰) بر روی تغییرات روزانه و فصلی فشار بخار هوا در شیراز طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ انجام گرفته است، نتایج وجود روند صعودی در بهار، روند حداکثری آن در اواسط تابستان و میزان حداقل این پارامتر در زمستان را نشان می‌دهد. محمدی (۱۳۸۰: ۱) با بررسی روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و ساعات آفتابی در تهران به این نتیجه رسیدند که تغییرات سالانه ساعات آفتابی و حداکثرهای دما، روند کاهشی و مابقی پارامترها روند افزایشی داشته‌اند. رحیم‌زاده و خوشکام (۱۳۸۲: ۵۳) با مطالعه تغییرات سری‌های رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور به این نتیجه رسیدند که در مورد رطوبت نسبی و دمای نقطه شبنم هم روند افزایشی و هم روند کاهشی وجود دارد. قائدی و مسعودیان (۱۳۸۶: ۱۸۵) در تحقیقی نشان دادند که سواحل شمال و جنوب کشور در طول دوره ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۲۰۰۰ با روند مثبت و مناطق مرتفع و کوهستانی کشور با روند منفی رطوبت مواجه بوده‌اند.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع تغییر اقلیم، در این پژوهش سعی بر آن است تا ضمن تحلیل ماهانه، سالانه و فصلی روند فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران، تغییرات مکانی آن نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

مشخصات منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

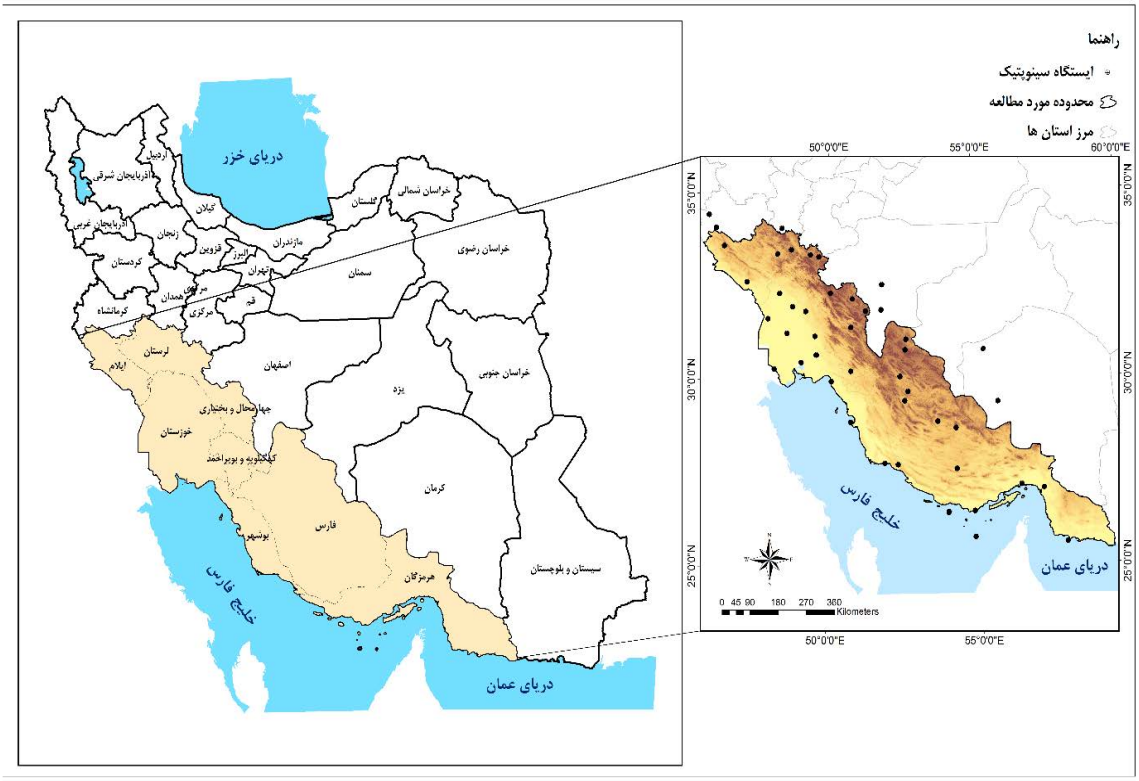
منطقه مورد مطالعه این پژوهش در جنوب و جنوب‌غرب ایران و در بین عرض‌های ۲۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول‌های ۴۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه درجه شرقی واقع شده است. این محدوده شامل استان‌های هرمزگان، بوشهر، فارس، خوزستان، کهکیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، لرستان

17- Tonkaz et al
18- Sun Li et al

Archive of SID

www.SID.ir

و ایلام می‌باشد. در پژوهش حاضر از داده‌های فشار بخارآب ۲۸ ایستگاه سینوپتیک موجود در جنوب و جنوب‌غرب ایران که دارای آمار بیش از ۱۶ سال از بدو تأسیس تا سال ۲۰۱۰ بوده و از پراکنش نسبتاً مناسبی برخوردار بودند استفاده گردید. موقعیت ایستگاه‌های مذکور در (شکل ۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در آن

مواد و روش‌ها

تحلیل تغییرات زمانی–مکانی عناصر اقلیمی، رویکردهای مختلفی را می‌طلبد. در یک دسته‌بندی کلی می‌توان دو رویکرد را برای این‌گونه مطالعات در نظر گرفت: ۱- توجه به تحلیل‌های نقطه‌ای ۲- مطالعه و بررسی پهنه‌ای با اتکاء بر روش‌های میان‌یابی. در رویکرد اول نقاط منفرد یا مجاور در کانون توجه قرار گرفته می‌شود؛ اما در رویه دوم با استفاده از داده‌های نقطه‌ای متعدد، تغییرات زمانی–مکانی عنصر مورد نظر بررسی می‌شود که متکی بر محاسبه و تحلیل جبری نقشه‌هاست. بدین صورت که نقشه‌هایی با مشخصات مربوطه تهیه شده و عملیات تحلیلی بر روی یاخته‌های آن انجام می‌گیرد. این رویه اگرچه روشی حجیم در محاسبه و برآورد تغییرات به‌شمار می‌رود اما از دقت و صحت بالایی برخوردار است و علاوه بر آن نقص ایستگاه‌ها را از لحاظ کمبود داده‌ها و یا داده‌های گمشده جبران

www.SID.ir

می‌نماید. بسیاری از مطالعات مرتبط با تغییرات زمانی و مکانی عناصر اقلیمی فقط در بررسی آماری این عناصر خلاصه شده است. از این‌رو برای انجام تحلیل روند و شیب تغییرات فشار بخارآب، هر دو رویکرد ایستگاهی و پهنه‌ای اختیار شد.

پس از گردآوری داده‌های فشار بخارآب، به‌منظور بررسی همگن بودن داده‌ها از آزمون ران تست[19] استفاده گردید. سپس با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و سنس استیمیتور جهت تحلیل روند و شیب تغییرات استفاده شد. برای انجام آزمون‌های مذکور به‌صورت ایستگاهی، ۱۲ ایستگاه با طول دوره آماری ٤٤ ساله (۱۹٦۷ تا ۲۰۱۰) اختیار شدند. از طرف دیگر در تحلیل پهنه‌ای، از ایستگاه‌هایی با طول دوره آماری بیش از ١٦ سال (٤٧ ایستگاه، از بدو تأسیس تا ۲۰۱۰) استفاده شد. برای محاسبه دو روش من-کندال و سنس استیمیتور بر روی کل پهنه مورد مطالعه، ابتدا داده‌های ایستگاهی به‌صورت ماتریسی با آرایش گاه-جای (زمان بر روی سطرها و مکان بر روی ستون‌ها) تنظیم شدند و با استفاده از برنامه‌نویسی در نرم‌افزار سورفر[20] و با روش میان‌یابی کریجینگ[21] به یاخته‌هایی با قدرت تفکیک ۹×۹ کیلومتر تقسیم گردید. در نهایت و به‌منظور ورود به تحلیل‌های هدف، مقادیر فشار بخارآب به‌صورت میانگین ماهانه، فصلی و سالانه برای هر یاخته با استفاده از نرم‌افزار MATLAB استخراج شد و ماتریسی به ابعاد ۳۰×۳۳۳۸ تهیه گردید. پس از آماده شدن ماتریس‌های مربوطه، دو روش من-کندال و سنس استیمیتور که با کمک نرم‌افزار MATLAB برنامه‌نویسی شده بود، بر روی تمامی یاخته‌ها مورد آزمون قرار گرفت. در نهایت روندها و شیب تغییرات به‌دست آمده از آزمون‌های مورد استفاده، به نرم‌افزار ArcGIS 10.2 وارد شده و نقشه‌های پهنه‌بندی آن پس از ارزیابی تکنیک‌های مختلف زمین‌آماری نظیر IDW، Kriging و RBF، توسط روش کریجینگ ترسیم گردید.

همان‌طور که در بخش قبل گفته شد در پژوهش حاضر از دو روش آمار ناپارامتری من-کندال و سنس استیمیتور برای تحلیل روند و شیب تغییرات استفاده گردید که در ادامه به‌طور مختصر به آن‌ها پرداخته شده است. آزمون من-کندال به‌عنوان یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ناپارامتری تبیین روند در سری داده‌های هیدرولوژیکی و آب‌وهواشناسی به‌شمار می‌آید. این روش ابتدا توسط من[22] (۱۹٤٥: ۲٤۹) ارائه و سپس توسط کندال[23] (۱۹۷٥: ۳٤) بسط و توسعه یافت. از نقاط قوت این آزمون، تأثیرپذیری اندک از مقادیر حدی و مناسب بودن برای سری داده‌هایی است که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند. در این روش ابتدا داده‌ها بر حسب زمان وقوع‌شان مرتب شده و

19- Run Test
20- Surfer
21- Kriging
22- Mann
23- Kendall

Archive of SID

www.SID.ir

رتبه‌بندی می‌گردند. سپس به محاسبه اختلاف بین تک‌تک مشاهدات و اعمال تابع علامت[۲۴] (sgn) و استخراج پارامتر S که در ادامه می‌آید پرداخته می‌شود:

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

در این رابطه n تعداد مشاهدات، x_j و x_k به ترتیب داده‌های jام و kام سری مشاهدات می‌باشد. تابع علامت (sgn) طبق رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\mathrm{sgn}(xj - xk) = \begin{cases} +1 & \text{اگر } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{اگر } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{اگر } (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

در مرحله بعد واریانس آزمون (Var (s)) مورد محاسبه قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که نقاط مورد استفاده در این پژوهش بیش‌تر از ۱۰ نقطه می‌باشد، بنابراین واریانس آزمون طبق رابطه زیر محاسبه شد:

$$\mathrm{Var}(s) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{q} t_p(t_p-1)(2t_p+5)\right]$$

در فرمول فوق n تعداد داده‌ی مشاهداتی (طول دوره آماری)،q تعداد گروه‌های ایجاد شده (با داده‌های برابر و بیش‌تر از دو عضو)، t_p تعداد داده‌های برابر در p امین گروه می‌باشد. با توجه به مقیاس s، آماره Z (آماره کندال) به‌شرح زیر استخراج خواهد شد:

$$S > 0 \rightarrow Z = \frac{(s-1)}{\sqrt{\mathrm{Var}}} \qquad S = 0 \rightarrow Z = 0 \qquad S < 0 \rightarrow Z = \frac{(S+1)}{\sqrt{\mathrm{Var}}}$$

در فرمول‌های فوق Z آماره کندال، S مجموع تابع علامت داده‌های jام و kام سری مشاهدات و var واریانس آزمون است. در روش من‌کندال دو فرض صفر (H0) و یک (H1) مورد آزمون قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که تأیید فرض صفر عدم وجود روند در داده‌ها و تأیید فرض یک حاکی از وجود روند معنی‌دار در سری داده‌ها می‌باشد؛ بنابراین فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2}$$

24- Sign Function

Archive of SID

www.SID.ir

در این رابطه Z آماره کندال، α سطح معنی‌داری و z_α آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌دار α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $\frac{\alpha}{2}$ استفاده شده است. در این پژوهش آزمون برای سطح ۹۵٪ به‌کار گرفته شده است. در صورت مثبت بودن آماره Z، روند صعودی و در صورت منفی بودن، روند نزولی در سری داده‌ها حاکم می‌باشد. به‌دلیل حجم گسترده محاسبات، تمامی مراحل و محاسبات در محیط نرم‌افزار MATLAB انجام پذیرفت. بررسی چگونگی تغییرات در ایستگاه‌های مورد مطالعه، به کمک روش سنس استیمیتور انجام شد. این روش توسط سن[۲۵] (۱۹۶۸: ۱۳۹۷) ارائه شده و همانند آزمون من-کندال از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی استفاده می‌شود. از مزایای این روش، قابلیت استفاده آن در زمان وجود داده‌های گمشده است (بوزادینو و همکاران[۲۶]، ۲۰۰۸:۲۳۵). فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد. پذیرش فرض یک و یا به عبارت دیگر رد فرض صفر، دال بر وجود روند در سری زمانی داده‌ها می‌باشد. اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت کردن در مورد معنی‌داری شیب به‌دست آمده در سطوح اعتماد مختلف استوار است. روش محاسبه این آزمون به شرحی است که در ادامه ذکر می‌شود:

الف: در مرحله اول شیب بین هر جفت داده در سری داده‌ها محاسبه می‌شود:

$$Q = \frac{(X_j - X_k)}{j - k}$$

در این معادله، X_j و X_k به‌ترتیب داده‌های مشاهداتی در زمان‌های j و k است و j همیشه بزرگ‌تر از k می‌باشد. با اعمال رابطه فوق برای هر دو جفت داده، به ازای n داده $N=n^*(n-1)/2$ تا سری زمانی از شیب‌های محاسبه شده حاصل می‌شود که از محاسبه میانه N، سری زمانی شیب خط روند (Qmed) به‌دست می‌آید. درصورتی‌که Qmed مثبت باشد، روند صعودی و در صورت منفی بودن آن، روند نزولی در نظر گرفته می‌شود.

ب: شیب به‌دست آمده در دو سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد مورد آزمون قرار می‌گیرد. برای انجام این آزمون از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \times \sqrt{var(s)}$$

در این رابطه var (s) همان واریانس محاسبه شده در آزمون من-کندال، α سطح معنی‌داری و Z آماره توزیع نرمال استاندارد است که در یک آزمون دو دامنه، بسته به سطح اطمینان مورد آزمون می‌تواند مقادیر متفاوتی به خود بگیرد. این آماره برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹ درصد برابر با ۲/۵۸ در نظر گرفته می‌شود.

25- Sen
26- Bouza-Deano et al

Archive of SID

www.SID.ir

ج: حدود اعتماد پایین (M1) و بالا (M2+1) به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$M_1 = \frac{N_Q - C_\alpha}{2}$$
$$M_2 = \frac{N_Q - C_\alpha}{2}$$

در این رابطه N_Q تعداد شیب‌های محاسبه شده در بند الف است که برابر با n (n-1) /2 می‌باشد و C_α نتیجه آزمون شیب به‌دست آمده از بخش ب می‌باشد.

د: در مرحله نهایی، حدود اطمینان مورد نظر محاسبه می‌گردد. بدین ترتیب که از بین شیب‌های محاسبه شده توسط رابطه بند الف، M1امین و M2+1 امین شیب‌ها استخراج می‌گردند. در صورتی‌که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده قرار بگیرد، فرض صفر پذیرفته شده و بر سری زمانی مورد آزمون نمی‌توان هیچ‌گونه روندی در سطح اطمینان به‌کار گرفته شده نسبت داد. در غیر این‌صورت فرض صفر رد شده و می‌توان پذیرفت که سری زمانی دارای روند معنی‌داری در سطح اطمینان مورد آزمون می‌باشد.

یافته‌ها و بحث

روند و چگونگی تغییرات فشار بخارآب در ایستگاه‌های شاخص واقع در جنوب و جنوب‌غرب ایران در مقیاس ماهانه و سالانه در (جداول ۱ تا ۳) قابل مشاهده است. با تحلیل این جداول مشخص گردید که در اکثر ماه‌ها به‌جز ماه‌های آبان، آذر و بهمن روند معنی‌دار (صعودی و یا نزولی) فشار بخارآب وجود داشته است. به‌طوری که چهار ایستگاه بندرلنگه، بوشهر، دزفول و شیراز فقط روند افزایشی و ایستگاه‌های آبادان، اهواز، بندرعباس، خرم‌آباد، شهرکرد و آباده، روند کاهشی فشار بخارآب را تجربه کرده‌اند. عدم معنی‌داری روند فشار بخارآب را می‌توان فقط در دو ایستگاه فسا و بروجن مشاهده کرد. با بررسی دقیق‌تر نوع روند فشار بخارآب در ماه‌های مختلف سال مشخص گردید که نیمه اول سال که همواره با دماهای بالاتری مواجه هستیم، نوع روند مشاهده شده در اکثر ایستگاه‌ها به دو صورت کاهشی و افزایشی بوده است؛ اما در نیمه دوم سال (فصول سرد) نوع روند به‌جز در مهرماه، به‌صورت کاهشی و یا فاقد روند معنی‌دار بوده است (جدول ۲)؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه مهم رسید که همزمان با ورود توده هوای سرد و در نتیجه سرمایش مناطق جنوب و جنوب‌غرب (به‌ویژه جنوب‌غرب)، منطقه مورد مطالعه با کاهش مقادیر فشار بخارآب روبرو بوده است. در بین ایستگاه‌های آزمون شده ایستگاه شهرکرد دارای بیش‌ترین تعداد روند کاهشی در مقادیر فشار بخارآب بوده است. از طرف دیگر ایستگاه دزفول بیش‌ترین تعداد روند افزایشی فشار بخارآب را تجربه کرده است. با بررسی شیب تغییرات فشار بخارآب اطلاعات کامل‌تری از نحوه روند و

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات حاصل خواهد شد. با توجه به (جدول ۳) مشخص می‌شود که تغییرات منفی (کاهشی) روند فشار بخارآب در ماه‌های گرم سال همواره نسبت به ماه‌های سرد بیش‌تر بوده است؛ به‌طوری‌که خردادماه بیش‌ترین مقادیر تغییرات منفی را در ایستگاه‌های مورد مطالعه تجربه کرده است. از طرف دیگر ماه بهمن کم‌ترین مقادیر شیب تغییرات منفی را در تمامی ایستگاه‌ها داشته است. گواه این موضوع، مقادیر آماره آزمون من-کندال در ماه بهمن موجود در (جدول ۱) می‌باشد.

جدول ۱- مقادیر آماره کندال (Z) داده‌های فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران طی دوره آماری ٤٤ ساله (۲۰۱۰-۱۹٦۷)

ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
آبادان	-۰/٤۱	-۱/۹۷	-۲/۳۱	-۱/۸٦	۰/۷۳	-۱/٤۱	-۰/۰۷	-۱/۲۳	۰/۳۷	۰/۷۳	۰/۳۵	۰/۸۹	-۱/۲۹
اهواز	-۰/٦۸	-۳/۷٤	-۲/۵۳	-۱/۹۸	-۱/۰۲	۱/۵۱	-۰/٦۲	-۱/۲۷	۰/۰٦	۰/۷۹	-۰/۲۸	-۱/۲۱	-٤/۱۳٤
بندرعباس	-۲/٤۸	-۳/۱۱	-۲/۳۲	-۱/۱٤	-۲/۰۱	-۰/۹۷	-۰/۹٤	-۰/۹۸	-۱/٦	-۰/۹۷	۰/۲۷	-۱/۳۷	-٤/۲۸٤
بندرلنگه	۲/۵٤	۲/۱۸	۲/۳۱	۳/۲۳	۱/۲۷	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/٦۷	۰/۱۹	۰/۲	۱/۰۳	۱/۵۹	۳/۱۲۵
بوشهر	۱/۹۱	۰/۵٤	۱/۵	۲/۷۲	۳/٦۸	۲/۹	۲/۳۵	۰/۵۱	۱/۵٤	۱/۵۵	۱/۹۲	۱/۰٤	۳/٦۲۲
دزفول	۱/۳	۰/۰۷	۲/٦۵	۲/۵٦	۲/۱۹	۳/٦۲	۳/۰٤	۰/٦٤	۰/٤	۱/۱۸	۰/۸۵	۰/٦۲	٤/۵۲۵
فسا	۰/۲۷	-۱/٦۱	-۰/۷۹	۰/۱۲	-۱/۱۱	-۰/۷۵	-۰/۳۹	-۰/۷۷	-۰/۱٤	۰/۲۲	۰/۱۷	-۰/۲۹	-۰/۳۵۵
خرم‌آباد	۰/۲۵	-۱/۸۸	-۳/۹۷	-۳/٤۳	-۳/۲۹	-۳/٤۲	-۱/۵٦	-۱/۱۵	-۱/۵۰	-۲/۱۸	-۱/٦۳	-۲/۷۱	-۵/۳۵۷
شیراز	-۰/۹۳	-۱/٦۳	۰/۵	۰/٦	۲/۱۱	۲/۰۳	۱/۲۹	۰/۱۵	۰/۰۵	-۰/۳۱	۰/٤٤	-۱/۸۳	۰/۳۱۳
شهرکرد	-۱/۳٤	-٤/۰٦	-۳/۸۱	-۳/٦٤	-۵/۱۲	-٤/۲۵	-۳/۲٦	-۰/۲٤	۰/۰٦	۱/۰۱	۱/٤۹	-۱/۹۷	-٤/٤۱۷
آباده	۰/۹۳	-۱/۱٦	-۱/٤۷	-۲/۲۷	-۲/٦۸	-۲/۳۱	-۱/۷٦	-۰/۸۷	-۰/۵۷	-۱/۵۸	۰/۵۷	-۲/۰٦	-۲/٤۰۱
بروجن	۱/۱	-۱/۳۲	۱/۷۷	۰/٦۱	-۰/۷۵	۰/٦٤	-۰/۹٤	۰/۳۸	۰/۱۹	-۰/٤۵	-۰/۷۹	-۱/۵۱	-۲/۱۹

با بررسی تغییرات شیب فشار بخارآب به‌صورت ایستگاهی مشخص می‌شود که بالاترین شیب تغییرات منفی در ایستگاه شهرکرد و در ماه مرداد به میزان ۰/۱۰۲- در سال بوده است؛ بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی مشخص می‌شود که شیب تغییرات منفی فشار بخارآب در ماه‌های گرم سال نسبت به ماه‌های سرد مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده است. بیش‌ترین مقادیر شیب تغییرات مثبت (افزایشی) در ایستگاه‌های بندرلنگه، بوشهر و دزفول مشاهده می‌شود که از لحاظ زمانی در نیمه اول سال و همزمان با گرمایش منطقه است. در بین ایستگاه‌های یاد شده، دزفول بالاترین شیب تغییرات مثبت را به میزان ۰/۰۹۷ در سال تجربه کرده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- روند معنی‌داری داده‌های فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران طی دوره آماری ٤٤ ساله (۲۰۱۰-۱۹٦۷)

ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
آبادان	۰	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اهواز	۰	-۱	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱
بندرعباس	-۱	-۱	-۱	۰	-۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱
بندرلنگه	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
بوشهر	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
دزفول	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
فسا	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خرم‌آباد	۰	۰	-۱	-۱	-۱	-۱	۰	۰	۰	-۱	۰	-۱	-۱
شیراز	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شهرکرد	۰	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	-۱	-۱
آباده	۰	۰	۰	-۱	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱
بروجن	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱

۱: معنی‌دار بودن روند داده‌ها و روند صعودی ۱: معنی‌دار بودن روند داده‌ها و روند نزولی ۰: عدم معنی‌دار بودن روند داده‌ها

جدول ۳- مقادیر شیب روند تغییرات حاصل از روش سنس استیمیتور برای داده‌های فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران طی دوره آماری ٤٤ ساله (۲۰۱۰-۱۹٦۷)

ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
آبادان	-۰/۰۱۲	-۰/۰۵٦	-۰/۰٤٦	-۰/۰٤	۰/۰۲۸	-۰/۰۳٦	-۰/۰۰٤	-۰/۰۲۸	۰/۰۰٦	۰/۰۱۵	۰/۰۰٦	-۰/۰۱۷	-۰/۰۱٤
اهواز	-۰/۰۱٦	-۰/۰۷۸	-۰/۰۵۳	-۰/۰۵	-۰/۰۳۳	-۰/۰۳۷	-۰/۰۱۷	-۰/۰۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲٦
بندرعباس	-۰/۰۳۱	-۰/۰۹	-۰/۰۷۱	-۰/۰۲۳	-۰/۰٤۵	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۷	-۰/۰۳۹	-۰/۰۳۵	-۰/۰۱٤	۰/۰۰۷	-۰/۰۲۲	-۰/۰۳۲
بندرلنگه	۰/۰٤	۰/۰٦۱	۰/۰۵۹	۰/۰۵۱	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۰/۰۳٤
بوشهر	۰/۰۲۹	۰/۰۱۵	۰/۰۵۲	۰/۰٦۱	۰/۱٦۲	۰/۰٦۱	۰/۰٦۵	۰/۰۰٦	۰/۰۲۳	۰/۰۲٦	۰/۰۳۲	۰/۰۱٦	۰/۰٤۱
دزفول	۰/۰۳۲	۰/۰۰۲	۰/۰٦۹	۰/۰۹۷	۰/۰۸٦	۰/۱۱۱	۰/۰۸۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۵
فسا	۰/۰۰۲	-۰/۰۲۳	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۳	-۰/۰۲٦	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱٤	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	-۰/۰۰٦	-۰/۰۰۸
خرم‌آباد	۰/۰۰۳	-۰/۰۳۳	-۰/۰۷٦	۰/٦۳	-۰/۰۵۹	-۰/۰٦۲	-۰/۰۳۲	-۰/۰۰٤	-۰/۰۱۸	-۰/۰۲	-۰/۰۱٤	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳
شیراز	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۳۳	۰/۰۲٤	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۳	۰/۰۰٤	-۰/۰۲	۰/۰۰۳
شهرکرد	-۰/۰۱٤	-۰/۰٤٦	-۰/۰۹۵	-۰/۰۹۳	-۰/۱۰۲	-۰/۰۸۳	-۰/۰٤۳	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	-۰/۰۱۷	-۰/۰٤۳
آباده	۰/۰۱٤	-۰/۰۲٤	-۰/۰۳۵	-۰/۰۵۵	-۰/۰۵۷	-۰/۰۲۷	-۰/۰۲۸	-۰/۰۱۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۵	۰/۰۰٤	-۰/۰۲۱	-۰/۰۲۲
بروجن	۰/۰۱۷	-۰/۰۵۷	۰/۰٦۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۸	۰/۰۱۷	-۰/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰٦	-۰/۰۱٤	-۰/۰۲۱	-۰/۰٤	-۰/۰۸

Archive of SID

www.SID.ir

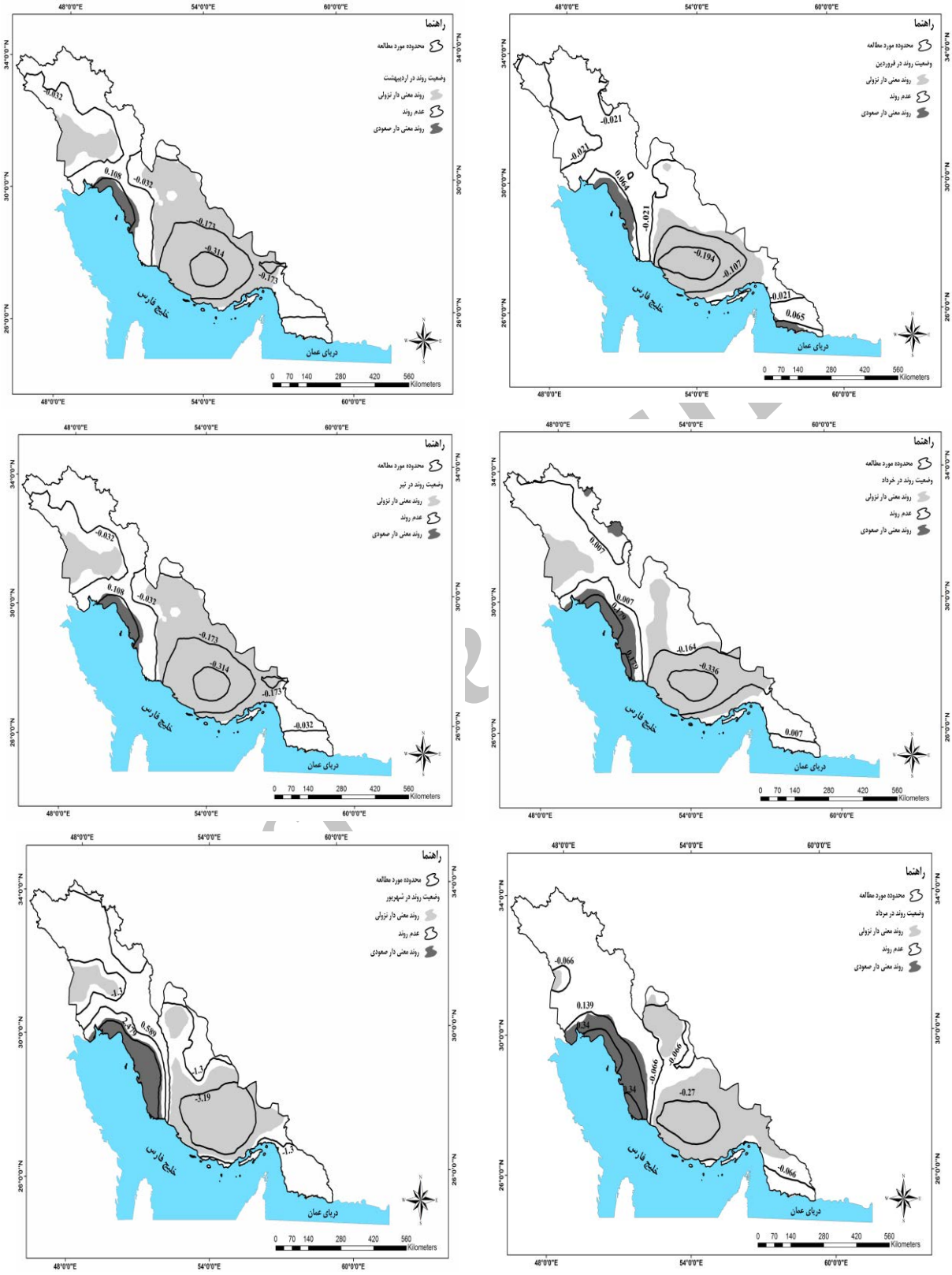
لازم به ذکر است رخداد تغییرات مثبت فشار بخارآب به‌طور مداوم در تمامی ماه‌های سال فقط در سه ایستگاه بندرلنگه، بوشهر و دزفول قابل مشاهده است. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که در اکثر ماه‌های سال مقادیر شیب تغییرات مثبت در حاشیه ساحلی خلیج‌فارس واقع شده است. از طرف دیگر با فاصله گرفتن از سواحل خلیج‌فارس و نزدیک شدن به ارتفاعات، روند تغییرات فشار بخارآب به‌صورت منفی (کاهشی) درآمده است. دلیل این امر را می‌توان به نقش مهم خلیج‌فارس در تغذیه رطوبتی نوار ساحلی و همچنین تأثیر ارتفاعات بر نقش بازدارندگی ورود رطوبت به ارتفاعات و نفوذ به مناطق مرکزی دانست.

در این پژوهش علاوه بر ایستگاه‌های شاخص، تحلیل روند و شیب تغییرات فشار بخارآب بر روی پهنه‌ی جغرافیایی جنوب و جنوب‌غرب ایران انجام پذیرفت. نقشه‌های روند و شیب تغییرات فشار بخارآب به تفکیک ماهانه و سالانه ترسیم شد. در این نقشه‌ها مناطق با روند افزایشی، کاهشی و یا فاقد روند و همچنین میزان شیب تغییرات فشار بخارآب مشخص شده است. بر اساس نقشه‌های ماهانه روند فشار بخارآب (شکل ۲) مشخص می‌گردد که بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت روند معنی‌دار صعودی به‌ترتیب در مرداد و آبان رخ داده است. توزیع مکانی روند معنی‌دار صعودی نشان از حاکمیت این مقادیر در حاشیه ساحلی خلیج‌فارس به‌خصوص در استان بوشهر و در برخی ماه‌های سال و در مساحت کم‌تری در استان‌های خوزستان و فارس است.

وجود روند معنی‌دار نزولی در استان‌های هرمزگان و فارس و در ماه‌های گرم سال بیش‌تر قابل مشاهده است؛ این روند در ماه‌های سرد به مناطق مرتفع و ارتفاعات زاگرس کشیده می‌شود. بررسی ماه‌های دی، بهمن و اسفند (فصل زمستان) حاکی از استیلای روند منفی فشار بخارآب بر منطقه است که عمده دلایل آن را می‌توان به سرمایش منطقه و ورود سیستم‌های تأثیرگذار در فصل زمستان به این منطقه نسبت داد. به دلیل پسروی این سیستم‌ها در فصل بهار و روند گرم شدن منطقه، روند معنی‌دار نزولی فشار بخارآب در نواحی مرتفع به شکل مناطق فاقد روند در آمده است. نکته قابل توجه در فصل تابستان به‌ویژه ماه‌های مرداد و شهریور، حاکمیت روند معنی‌دار صعودی در حاشیه ساحلی خلیج‌فارس به‌ویژه در استان بوشهر و بخش‌های استان خوزستان است که در این فصل بیش‌ترین مساحت را نسبت به دیگر فصول تجربه کرده است. در سه ماهه فصل پاییز نیز به دلیل سرمایش نسبی منطقه به‌ویژه در ارتفاعات، با عبور از خط ساحلی و رفتن به ارتفاعات، وسعت مناطق با روند معنی‌دار نزولی فشار بخارآب در حال افزایش بوده است. بررسی نقشه سالانه روند تغییرات فشار بخارآب (شکل ۳) نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه، سواحل جنوبی کشور به‌جز بخش‌هایی از استان هرمزگان همواره با یک روند افزایشی بخار آب روبرو بوده است. این در حالی است که در مناطق مرتفع هیچ‌گونه روند صعودی معنی‌داری مشاهده نشده است و به دو صورت روند نزولی و یا فاقد روند دیده می‌شوند.

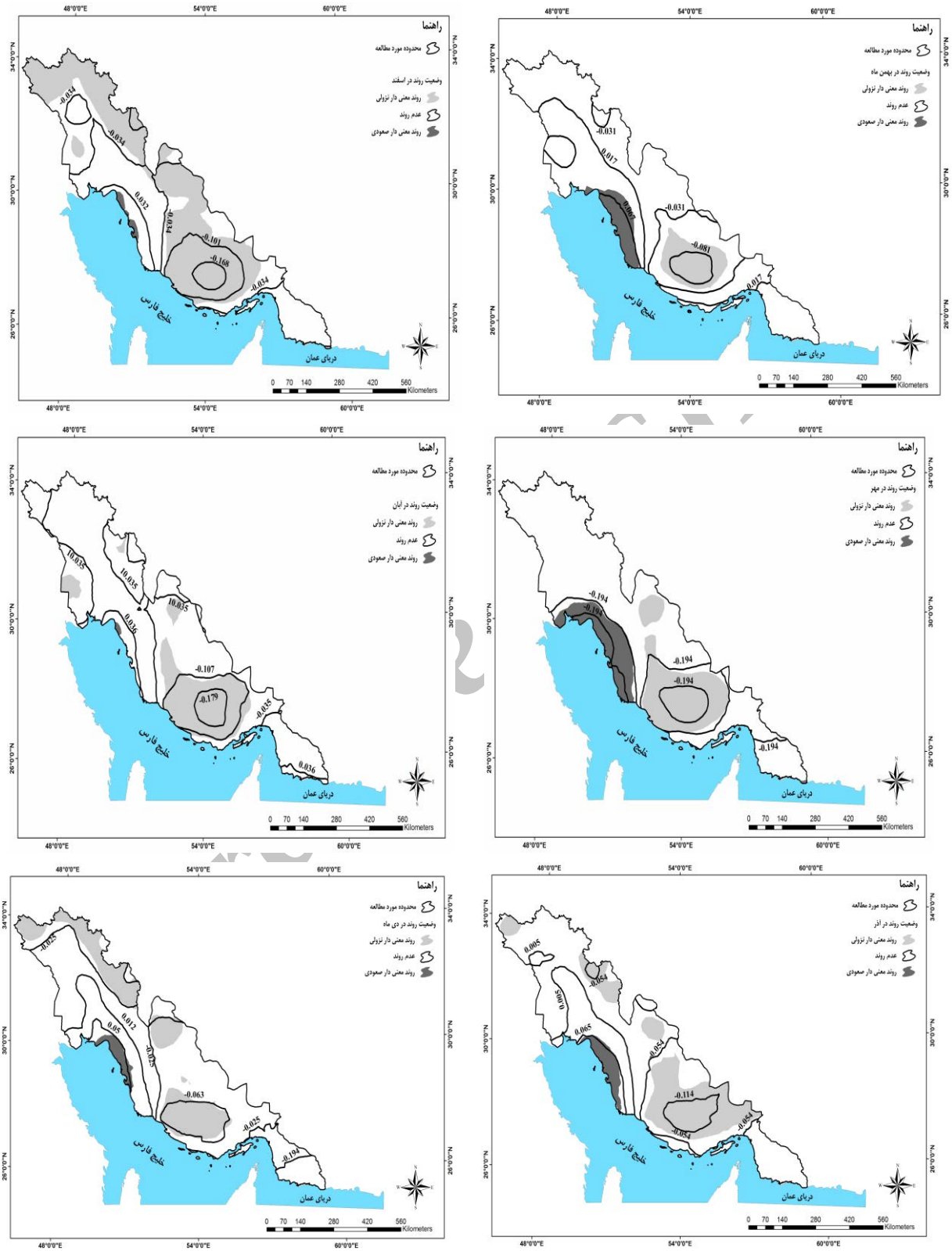
Archive of SID

www.SID.ir



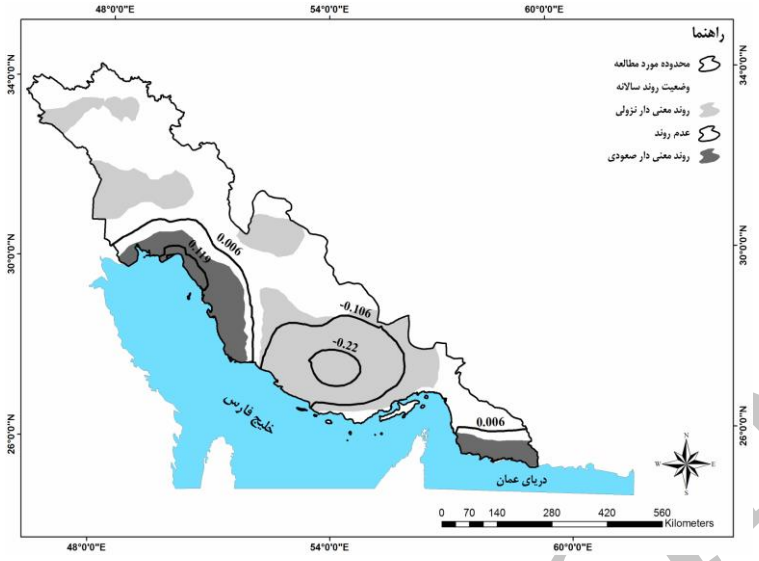
شکل ۲: توزیع مکانی روند ماهانه فشار بخارآب (پس زمینه) و تغییرات شیب در جنوب و جنوب‌غرب ایران

www.SID.ir



ادامه شکل ۲: توزیع مکانی روند ماهانه فشار بخارآب (پس زمینه) و تغییرات شیب در جنوب و جنوب‌غرب ایران

www.SID.ir



ادامه شکل ۲: توزیع مکانی روند ماهانه فشار بخارآب (پس زمینه) و تغییرات شیب در جنوب و جنوب‌غرب ایران

با بررسی توزیع فضایی شیب تغییرات فشار بخارآب ماهانه (شکل ۲) مشخص می‌شود که بیش‌ترین شیب تغییرات نزولی (شیب منفی) منطبق بر بخش‌های زاگرس جنوبی (واقع در بخش‌هایی از استان هرمزگان و به مقدار بیش‌تر در بخش‌های جنوبی استان فارس) بوده است که این وضعیت در شهریور ماه و به میزان ۳/۱۹ هکتوپاسکال رخ داده است. از طرف دیگر کم‌ترین شیب تغییرات نزولی‌تر دی‌ماه به میزان ۰/۰۶۳ هکتوپاسکال و با جابجایی رو به شمال نسبت به زاگرس جنوبی مشاهده می‌شود. با مشاهده (شکل ۲) همچنین مشخص گردید که بیش‌ترین شیب صعودی تغییرات فشار بخارآب در شهریور و به میزان ۲/٤۷ هکتوپاسکال در استان بوشهر و کم‌ترین شیب تغییرات صعودی در آبان‌ماه و به میزان ۰/۳٦ در بخش‌های شمالی استان بوشهر رخ داده است. با توجه به نقشه سالانه شیب تغییرات فشار بخارآب (شکل ۳) مشخص می‌گردد که در اکثر مناطق روند تغییرات حالت نزولی داشته است؛ اما به‌جز بخش‌هایی از جنوب استان فارس، شیب تغییرات بسیار اندک بوده است. از طرف دیگر استان بوشهر و بخش‌هایی از جلگه خوزستان و همچنین نواحی ساحلی دریای عمان همواره از یک شیب صعودی فشار بخارآب تبعیت می‌کنند. همان‌طور که در مقدمه گفته شد، اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی رطوبت به تنهایی نمی‌تواند دلیل قاطعی بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد؛ بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌بخشد (سرانو و همکاران[۲۷]، ۱۹۹۹: ۸٦). از آن‌جا که بخارآب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای به‌شمار می‌آید، بنابراین می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در گرمایش جهانی و در نتیجه تغییر اقلیم داشته باشد. وجود بخارآب فراوان در جو می‌تواند مانعی برای عبور طول موج‌های بلند زمینی شود که نتیجتاً منجر به افزایش دمای یک منطقه خواهد شد.

27- Serrano et al

Archive of SID

www.SID.ir

همین افزایش می‌تواند تأثیری منفی بر اکوسیستم‌ها، توسعه پایدار و حیات انسانی و جانوری داشته باشد. با توجه به این‌که اقلیم به‌عنوان دستگاه بزرگی است که حاصل عملکرد عناصر مختلف اقلیمی می‌باشد لذا می‌توان هرگونه تغییر در فشار بخارآب را تأثیرگذار در عناصر مرتبط نظیر دما و بارش دانست که خود به‌عنوان عناصر مهم در پایش تغییر اقلیم به حساب می‌آیند؛ بنابراین در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که به دلیل گستردگی دستگاه اقلیم، بررسی همزمان عناصر مختلف اقلیمی می‌تواند نتایج جامع و کامل‌تری را ارائه نماید.

نتیجه‌گیری

وجود بخارآب در جو سبب تقویت اثر گلخانه‌ای و نقش مهمی در گرمایش جهانی دارد. از این رو مطالعه بخارآب می‌تواند نقش مهمی در بررسی تغییر اقلیم یک منطقه ایفاء کند. در پژوهش حاضر به منظور بررسی روند و شیب تغییرات فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران به‌ترتیب از دو روش من-کندال و سن استیمیتور استفاده گردید. بدین منظور دو روش ایستگاهی و پهنه‌ای اختیار شد. نتایج تحقیق بر روی ایستگاه‌های شاخص حاکی از این بود که در نیمه اول سال که همواره با دماهای بالاتری روبرو هستیم، نوع روند مشاهده شده در اکثر ایستگاه‌ها به دو صورت کاهشی و یا افزایشی بوده است. در نیمه دوم سال (فصول سرد) نوع روند به‌جز در مهرماه، به‌صورت کاهشی و یا فاقد روند معنی‌دار مشاهده می‌شود. توزیع مکانی روند فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران نشان داد که بیش‌ترین حاکمیت روند معنی‌دار صعودی و نزولی به‌ترتیب در حاشیه ساحلی خلیج‌فارس به‌خصوص در استان بوشهر و در ارتفاعات به‌ویژه ارتفاعات زاگرس است. نکته قابل توجه در این مورد، مشاهده بیش‌ترین وسعت روندهای مذکور در ماه‌های گرم سال است. با مشاهده نحوه توزیع روند فشار بخارآب در جنوب و جنوب‌غرب ایران می‌توان دلایل عمده رخداد چنین توزیعی را به چگونگی توزیع ارتفاعات، نوع سیستم‌های ورودی به منطقه در فصول مختلف، گرمایش و سرمایش در ماه‌های مختلف سال و همچنین چگونگی دریافت رطوبت از دو منبع عظیم خلیج‌فارس و دریای عمان نسبت داد. با مقایسه نتایج تحقیق حاضر و نتایج پژوهش‌هایی نظیر قائدی و مسعودیان (۱۳۸٦: ۱٦۵)، رحیم‌زاده و خوشکام (۱۳۸۲: ۵۳)، زند پارسا و همکاران (۱۳۸۷: ۱۰۲۰) مشخص گردید که تمامی نتایج ضمن هماهنگی با یکدیگر، بر رخداد روندهای صعودی فشار بخارآب و یا دیگر اشکال رطوبت در ماه‌های گرم و وقوع روندهای نزولی در ماه‌های سرد تأکید دارند. تأییدی دیگر بر نتایج تحقیق حاضر، پژوهش قائدی و مسعودیان (۱۳۸٦: ۱٦۵) می‌باشد که نشان می‌دهد مناطق پست و ساحلی با روند مثبت رطوبت و مناطق مرتفع و کوهستانی کشور با روند منفی روبرو بوده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- رحیم‌زاده، ف؛ خوشکام، م (۱۳۸۲)، «تغییرات سری‌های رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور»، سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، اصفهان، سازمان هواشناسی کشور، دانشگاه اصفهان، ۲۹ مهر تا ۱ آبان ۱۳۸۲، صص ۶۲-۵۳.

- زندپارسا، ش؛ فرزانه، م؛ مصطفوی، ا (۱۳۸۷)، «بررسی روند تغییرات فشار بخار هوا در طول روز و فصول مختلف سال»، دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱ بهمن ۱۳۸۷، صص ۱۰۳۲-۱۰۲۰.

- قائدی، س؛ مسعودیان، ا (۱۳۸٦)، «بررسی روند رطوبت جو ایران در نیم سده گذشته»، ***مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان***، شماره ٦، صص ۱۷۳-۱٦۵.

- محمدی، م (۱۳۸۰)، «بررسی روند تغییرات دما، بارش، رطوبت و ساعات آفتابی در تهران (۱۳۷٤-۱۳٤۰)»، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

- Abraham, J. P., Gorman, F., Reseghetti, K. E., Trenberth, W., Minkowycz, J., (2011), "A new method of calculating ocean temperatures using expendable bathythermographs", ***Energy and Environment Research***, 1: 11– 12.

- Bihart, O., Mehmetcik, B., (2003), "The power of statistical tests for trend detection", ***Turkish Journal of of Engineering and Environmental Science***, 27: 247-251.

- Bouza, D. R., Ternero, R. M., Fernandez, E. A. J., (2008), "Trend study and assessment of surface water quality in the Ebro River (Spain)", ***Journal of Hydrology***, 361: 227-239.

- Brooks, J., Oxley, D., Vedlitz, A., Zahran, S., Lindsey, C., (2014), "Abnormal daily temperature and concern about climate change across the United States", ***Review of Policy Research***, 31 (3): 199-217.

- Fasullo, J., Lesley, S., Trenberth, KE., (2005), "Trends and variability in column-integratedatmospheric water vapor", ***Climate Dynamic***, 24: 741-758.

- Fayram, A. H., Tober Griffin, J. D., Wendel, J. L., (2014), "Effects of localized temperature and precipitation on historic Walleye recruitment in Wisconsin", USA with implications for climate change, ***Ecosystem Health & Management***, 17 (2): 115-121.

- Hoinka, K. P., (1998), "Mean global surface pressure series evaluated from ECMWF reanalysis data", ***Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society***, 124(551): 2291–2297.

Archive of SID

www.SID.ir

- Kaiser, DP., (2000), "Decreasing cloudiness over China: an updated analysis examining additional variables", ***Geophysical Research Letters***, 27: 2193–2196.
- Kendall, M. G., (1975), "Rank correlation methods", Charles Griffin, London.
- Kuttler, W., Weber, S., Schonnefeld, J., Hesselschwerdt, A., (2007), "Urban/rural atmospheric water vapour pressure differences and urban moisture excess in Krefeld, Germany", ***International Journal of Climatology***, 27: 2005– 2015.
- Mann, H. B., (1945), "Nonparametric tests against trend", ***Econometrica,*** 13: 245-259.
- Sen, P. K., (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau", ***Journal of the American Statistical Association***, 63: 1397-1389.
- Serrano, A., Mateos, V. L., Garcia, J. A., (1999), "Trends analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921-1995", ***Journal of Physical Chemistry***, 24: 84-90.
- Sorte, C. J., Jones, S. J., Miller, L. P., (2011), "Geographic variation in temperature tolerance as an indicator of potential population responses to climate change", ***Journal of Experimental Marine Biology and Ecology***, 400 (1): 209-217.
- Stainforth, D. A., Chapman, S. C., Watkins, N. W., (2013), "Mapping climate change in European temperature distributions", ***Environmental Research Letters***, 8 (3): 31-34.
- Sun, Li., Sheen, B., Sui, Bo., (2010), "A Study on water vapor transport and budget of heavy rain in northeast China", ***Advances in Atmospheric Sciences***, 27 (6): 1399–1414.
- Tonkaz, T., Cetin, M., Simsek, M., (2003), "Observed changes of some climatic parameters of Sanlıurfa Province", ***Journal of Agricultural Science***, 18: 29–38.

Archive of SID

www.SID.ir