

الگوهای همدیدی منجر به وقوع فرین‌های دمایی بالا در دوره سرد ساحل جنوبی ایران

سودابه سنای زاده

دانشجوی دکتری تخصصی آب و هواشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسن لشکری*

استاد گروه تخصصی جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

سید جمال‌الدین دریاباری

دانشیار گروه جغرافیا واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۳

چکیده

دماهای فرین به دلیل ایجاد شرایط دمایی نامتعارف حتی در دوره زمانی کوتاه سبب اختلال در زندگی روزمره ساکنان و بسیاری از فعالیت‌های اجتماعی می‌شود. این پدیده، گاه وقتی قدری طولانی‌تر می‌شود ممکن است آسیب‌های زیست‌محیطی و کشاورزی گردد. هدف این پژوهش استخراج و معرفی الگوهای همدیدی منجر به ایجاد دماهای فرین در ۳۳ سال گذشته در شهرهای سواحل جنوبی است. برای دستیابی به این هدف با استفاده از شاخص نمره استاندارد Z و سایر معیارهای انتخابی نمونه‌های فرین دمایی برای تمام ایستگاه‌های انتخاب شده استخراج شد. بر اساس معیارهای انتخاب شده ۹۰ نمونه فرین در دوره آماری ۳۳ ساله استخراج شد. سپس با استفاده روش تحلیل عاملی و بررسی چشمی با استفاده از داده‌های جوی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال الگوهای همدیدی غالب و پرتکرار استخراج شد. نتایج این پژوهش نشان داد که ۷ عامل و ۱۴ الگو پرتکرارترین الگوهای همدیدی هستند که عامل اصلی ایجاد دماهای فرین در دوره سرد سال در شهرهای جنوبی ایران می‌باشند. در این میان از الگوهای عامل اول الگوی کم‌فشار سودان - ترکمنستان و از میان سامانه‌های مؤثر در ایجاد فرین‌های دمایی بالا، کم‌فشار سودان بیشترین نقش را در ساختار الگوهای همدیدی داشته است. در این الگو سامانه کم‌فشار سودان با گسترشی شمال شرق سو با سامانه کم‌فشاری که در ساحل شرقی دریای مازندران استقرار دارد ادغام شده با فرا رفت هوای گرم حاره‌ای سبب افزایش نامتعارف دما در ایستگاه‌های ساحلی می‌شود. هسته گرمایی در این الگو بر روی سودان و عربستان قرار دارد. در ترازهای لایه‌مرزی تا لایه میانی تروپوسفر در تمام الگوها واچرخند عربستان با استقرار بر روی منطقه و ایجاد پایداری دینامیکی و گرمایش بی‌دررو حاصل از آن سبب ماندگاری و تشدید دمای موج بر روی منطقه بوده است.

واژگان کلیدی: دمای فرین، الگوهای همدیدی، سواحل جنوبی ایران، کم‌فشار سودان، واچرخند عربستان.

مقدمه

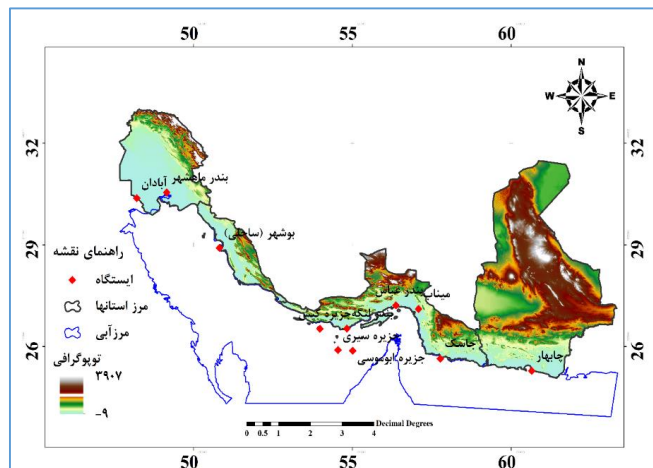
تشخیص تغییرات آب و هوا و مطالعات در این زمینه نشان داده است که انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با فعالیت‌های انسانی به افزایش دمای هوای سطحی، به‌ویژه در نیمه دوم قرن بیستم کمک کرده است (Masson Delmotte et al, 2021). گزارش ارزیابی ۶ (AR6) هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی (IPCC) اشاره می‌کند که تأثیر فعالیت‌های انسانی بدون شک باعث گرم شدن جو، اقیانوس‌ها و زمین شده است (Arias et al. 2021; Mateus and Potito, 2022). میانگین دمای جهانی از ۲۰۰۱-۲۰۲۰ و ۲۰۱۱-۲۰۲۰ به ترتیب ۰٫۹۹ درجه سانتی‌گراد و ۱٫۰۹ درجه سانتی‌گراد بالاتر از میانگین دمای جهانی بین سال‌های ۱۸۵۰-۱۹۰۰ بوده است (Shan et al, 2022). با افزایش مداوم دما، فرکانس، شدت و مدت رویدادهای شدید دمایی نیز در حال افزایش است (Mouhamed et al. 2013; New et al. 2006; Field et al. 2012)؛ و تأثیر مخرب رویدادهای شدید دمایی بر جامعه انسانی و محیط طبیعی بیشتر از تغییر تدریجی دما است (Schiermeier, 2018; Chen et al. 2019). طبق آمار سازمان ملل متحد در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰، تعداد افرادی که تحت تأثیر ناهنجاری‌های اقلیمی قرار می‌گیرند هفت برابر تعداد افرادی است که هر سال در سراسر جهان تحت تأثیر جنگ‌ها قرار می‌گیرند، میانگین این تعداد می‌تواند به ۲۱۱ میلیون نفر برسد و زیان اقتصادی نزدیک به ۱۰ برابر نسبت به ۴۰ سال گذشته افزایش یافته است (Easterling et al. 2000)؛ بنابراین، رویدادهای شدید دمایی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف توجه گسترده‌ای را از سوی محققان در سراسر جهان به خود جلب کرده است. تغییر آب و هوا به تغییرات آماری بلندمدت در سیستم آب و هوایی زمین اشاره دارد که منجر به ایجاد الگوهای جدید آب و هوایی می‌شود (UNFCCC, 2020: 1). (۱) طی یک قرن گذشته، فعالیت‌های صنعتی منجر به تغییرات طولانی مدت در سیستم آب و هوا شده است که شامل گرم شدن کره زمین، سیل و خشک‌سالی است (Khazalah and Gopalan, 2017; 715). توافق‌نامه پاریس، توافق‌نامه‌ای در کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد برای تغییرات آب و هوا در سال ۲۰۱۶ امضا شده، فرصتی را برای همه کشورها برای اجرای اقدامات کاهش، مبارزه و سازگاری با تغییرات آب و هوایی نشان می‌دهد (Bodansky, 2016; 288: Vanhala and Hestbaek, 2016; 111). تغییرات آب و هوایی با تغییر کیفیت هوا، آب و تأمین غذا بر زندگی انسان تأثیر منفی می‌گذارد (Kniel et al. 2017; 2: Pop-Jordanova and Grigorova, 2015; 115). تخمین زده می‌شود که بین سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰، تغییرات آب و هوایی تقریباً باعث ۲۵۰٫۰۰۰ مرگ اضافی در سال و ۲-۴ میلیارد دلار ضرر در سال تا سال ۲۰۳۰ شود (WHO, 2020; 1). مطالعات پژوهش‌های زیادی در گذشته در مورد فرین‌های دما انجام شده است. (Luterbacher et al, 2004)، بازسازی‌های چندگانه ترازهای دمایی ماهانه و فصلی برای اروپا از سال ۱۵۰۰ استفاده کرد و دریافت که در اواخر قرن بیستم و اوایل قرن بیست و یکم، آب و هوای اروپا از هر زمان دیگری در طول ۵۰۰ سال گذشته گرم‌تر است همچنین، آن‌ها دریافتند کردند که زمستان سال‌های ۱۷۰۸ و ۱۷۰۹ سردترین، در حالی که تابستان سال ۲۰۰۳ بسیار گرم‌ترین بود. (Raisanen, 2021)، تأثیر گردش جو بر روند دمای هوای سطحی در سال‌های ۱۹۷۹-۲۰۱۸ مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که تأثیر روند گردش جو بر روند دمای فصلی و به‌ویژه

ماهان به‌شتر است. (Lolis et al.2022)، به بررسی اقلیم‌شناسی ۴۰ ساله دمای هوا در جنوب بالکان بر اساس پایگاه داده ERA5 پرداختند و روند کاهشی دما در دوره ۴۰ ساله را با فرا رفت توده‌های هوای سرد از شمال شرق اروپا مرتبط دانستند. از نظر عسکری، ۱۳۷۱ آنچه که در تغییر کلی الگوهای اقلیمی کره زمین اهمیت بسیاری دارد، الگوی جغرافیایی تغییر دما است (عسکری، ۱۳۷۱). به نظر علیزاده (۱۳۷۳)، هرگونه تغییر اقلیمی سرآغاز زنجیره‌ای از واکنش‌هاست که اثر آن به‌صورت مستقیم در فرایندهای هیدرولوژیک ظاهر می‌شود. خسروی و همکاران، ۱۳۹۰ در پژوهشی به تأثیر دمای سطح دریای عمان بر بارش فصول پاییز و زمستان سواحل جنوب شرقی ایران پرداختند. نتایج نشان داد که وقوع شرایط گرم (سرد) در دریای عمان در فصل بهار با کاهش (افزایش) بارندگی در فصول پاییز و زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه همراه بوده است. (مسعودیان و دارند، ۱۳۹۰)، به تحلیل همدید سرماهای فرین ایران پرداختند و پرفشار سبیری را به‌عنوان عامل مهم سرماهای فرین در ایران معرفی کردند. (مسعودیان و اسدی، ۱۳۹۳)، به بررسی همدید گرماهای فرین ایران پرداختند و بیشترین درصد گسترش روند منفی تعداد روزهای همراه با گرماهای فرین، مربوط به ماه‌های اسفند و بهمن بیان کردند. در زمینه فرین‌ها در گستره ایران می‌توان به مطالعات (علیچانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ خسروی و همکاران، ۱۳۹۶) اشاره کرد. مناطق جنوبی ایران طی سال‌های ۲۰۱۶ تاکنون افزایش دماهای بالایی را تجربه کرده است (جمالی زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ برون و همکاران، ۱۳۹۹) که در برخی مناطق دما تا ۵۷ درجه سانتی‌گراد هم رسیده است؛ بنابراین تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم پیش روی جوامع انسانی می‌باشد و تمامی ابعاد زندگی خصوصاً زیست انسانی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. مهم‌ترین اثرات تغییر اقلیم فرای از افزایش دمای کره زمین، افزایش فرین‌های اقلیمی همچون سیل، طوفان، تگرگ، توفان‌های حاره‌ای، افزایش تراز آب دریا و امواج گرمایی، ذوب شدن یخ‌های قطبی و سرماهای ناگهانی است. با توجه به اینکه چهار ماه از سال شرایط دمایی در شهرهای جنوبی ایران از لحاظ زیست‌اقلیمی و فعالیت‌های روزمره شرایط مطلوب است وقوع دماهای فرین می‌تواند این شرایط مطلوب زیستی را بر هم زده و گاه خسارت‌بار شود. لذا شناسایی الگوهای همدیدی منجر در ایجاد دماهای فرین زمستانه می‌تواند به مسئولین و تصمیم‌گیران ملی و منطقه‌ای برای اتخاذ تصمیم درست و ارائه اظهارهای لازم از آسیب‌های احتمالی آن کاست. در راستای اقتضات فوق هدف این پژوهش شناسایی و معرفی الگوهای همدیدی منجر به ایجاد دماهای فرین در دوره سرد سال در شهرها و مناطق ساحلی جنوب است.

داده‌ها و روش‌ها

برای نیل به اهداف تعریف شده پژوهش گام‌های اجرایی زیر انجام شده است. اولین مسئله تعیین یک دوره آماری مطمئن و قابل قبول برای تحلیل و تفسیر نتایج بود. به همین منظور یک دوره آماری ۳۳ ساله انتخاب شد که در اقلیم‌شناسی یک دوره مورد قبول برای شناخت رفتار اقلیمی یک منطقه است. برای این که این دوره آماری دارای بنیان علمی باشد، دوره انتخابی با ۳ سیکل خورشیدی اخیر منطبق شد؛ بنابراین دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۲۰ به‌عنوان دوره پایه آماری ایستگاه‌ها

انتخاب شد. بر این اساس از مجموع ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه ۱۱ ایستگاه از ایستگاه‌های ساحلی جنوب دارای شرایط مورد نظر بودند. شکل ۱ و جدول ۱ موقعیت ایستگاه‌های نمونه انتخاب شده را نشان می‌دهند.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱. موقعیت منطقه و ایستگاه‌های جنوب

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های انتخابی بر اساس دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۲۰

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
۱	چابهار	۶۰٫۶۵	۲۵٫۲۸	۸
۲	چاسک	۵۷٫۷۷	۲۵٫۶۴	۵٫۲
۳	جزیره ابوموسی	۵۵٫۰۱	۲۵٫۸۷	۶٫۶
۴	جزیره سیری	۵۴٫۵۵	۲۵٫۹	۴٫۴
۵	جزیره کیش	۵۳٫۹۸	۲۶٫۵۲	۳۰
۶	بندر لنگه	۵۴٫۸۳	۲۶٫۵۳	۲۲٫۷
۷	میناب	۵۷٫۰۹	۲۷٫۱۱	۲۹٫۶
۸	بندرعباس	۵۶٫۳۷	۲۷٫۲۱	۹٫۸
۹	بوشهر (ساحلی)	۵۰٫۸۲	۲۸٫۹	۸٫۴
۱۰	آبادان	۴۸٫۲۱	۳۰٫۳۸	۶٫۶
۱۱	بندر ماهشهر	۴۹٫۱۶	۳۰٫۵۵	۶٫۲

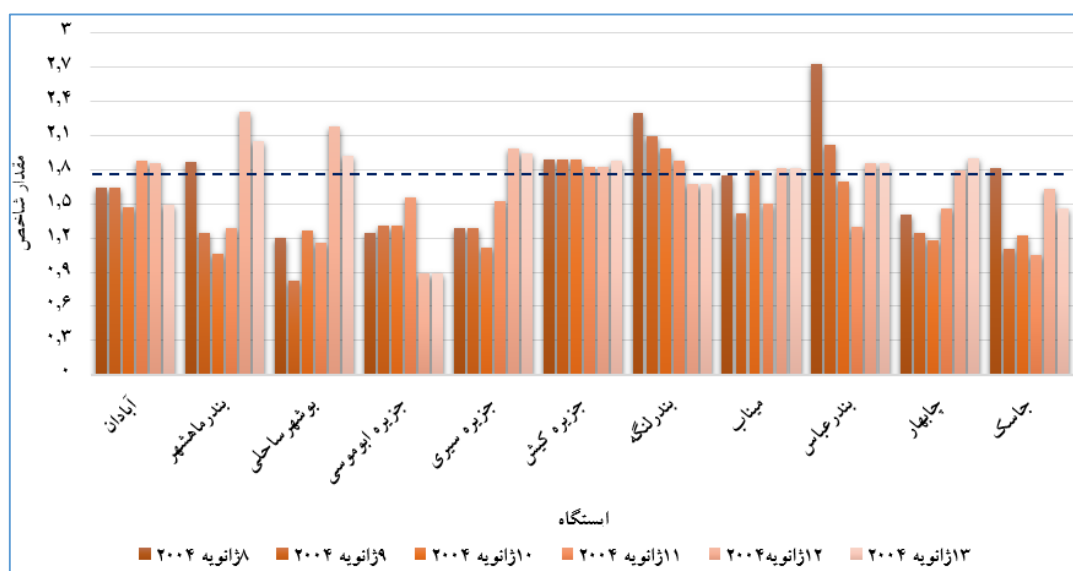
مأخذ: نگارندگان

در گام دوم داده‌های دما شامل میانگین دما، دمای حداکثر و دمای حداقل تمام ایستگاه‌های فوق در یک دوره ۳۳ ساله از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد.

در گام سوم جهت بررسی نرمال بودن داده‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه، از آزمون اندرسون دارلینگ در محیط نرم‌افزار Minitab استفاده گردید.

در گام چهارم با توجه به هدف پژوهش برای استخراج داده‌های فرین بالا و پایین برای دو دوره سرد و گرم سال تفکیک شد. با توجه به ویژگی‌های دمایی ایستگاه‌های ساحل جنوبی کشور ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس نماینده ماه‌های دوره سرد سال و باقیمانده ماه‌ها نماینده دوره گرم سال جداسازی شد.

در گام پنجم باید فرین‌های بالا و فرین‌های پایین برای هر ایستگاه و برای همه ماه‌های سال استخراج می‌شد. در این پژوهش فرین‌های بالای دوره سرد سال مورد توجه بوده است. برای این کار ابتدا داده‌های هر ایستگاه به تفکیک ماه در دوره ۳۳ ساله کنار هم قرار داده شد و میانگین بلندمدت ۳۳ ساله همراه در تمامی ایستگاه‌ها محاسبه گردید. در این پژوهش برای شناسایی رخداد گرماهای فرین بالا از نمره استاندارد Z استفاده شده است. شکل ۲ نمونه‌ای از انتخاب نمونه‌های فرین را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمونه‌ای از انتخاب فرین‌ها

در گام ششم باید نمونه‌های فرین بالا در دوره سرد سال انتخاب می‌شد. برای این کار سه معیار زیر انتخاب شد:
 ۱- نمره استاندارد آن بالاتر از ۱/۸ باشد. ۲- موج گرم یا سامانه فرین بالا حداقل سه روز بر روی منطقه تداوم داشته باشد.
 ۳- ۵۰ درصد و بیشتر ایستگاه‌ها درگیر این موج گرم بوده باشند. پس از لحاظ کردن معیارهای فوق تعداد ۹۰ روز به‌عنوان روزهای همراه با فرین بالا در دوره سرد استخراج شد.

در گام هفتم داده‌های تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای استخراج الگوهای همدیدی مؤثر بر ایجاد موج‌ها یا فرین‌های بالا برای ۹۰ روز همراه با فرین بالا در دوره آماری ۳۳ ساله از پایگاه داده ملی اقیانوس‌شناسی و جوی (NCEP/NCAR) دریافت شد. ماتریسی (۸۲۵*۹۰) تهیه شد که در آن n متغیر در سری زمانی مورد مطالعه است و m گام زمانی ($m \times n$) است. از آرایه S استفاده شد. ماتریس داده‌ها از نظر آماری به‌عنوان آزمون (KMO) برابر با ۰,۹۰ با درجه عالی ارزیابی شد، معیاری که توانایی ماتریس را برای انجام تحلیل ارزیابی می‌کند (جدول ۲). سپس برای استخراج بردارهای ویژه از ماتریس

همبستگی استفاده شد. استفاده از ماتریس‌های همبستگی به این معنی است که داده‌ها نیازی به نرمال‌سازی ندارند (استوپولو و جونز، ۲۰۰۷؛ محمدی و همکاران، ۲۰۲۱)؛ بنابراین ۱۰ عامل ۹۱،۹۶ درصد از کل واریانس را تشکیل می‌دهند (جدول ۳). پس از بررسی چشمی و ۱۰ عامل زیر در نهایت ۷ عامل و الگوهای غالب متصل به آن برای تحلیل همبستگی انتخاب شدند.

در گام هشتم می‌بایستی الگوهای غالب و پرتکرار از لحاظ همبستگی تحلیل می‌شد. برای این کار از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR (<https://psl.noaa.gov/>) برای دریافت داده‌های دما و ژئوپتانسیل ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ هکتوپاسکال و همچنین جهت ترسیم نقشه‌های ترکیبی از محیط نرم‌افزار GRADS استفاده شده است. با توجه به محدودیت حجم مقاله از یک‌طرف و برای این‌همه الگوهای منجر به امواج گرم در سواحل جنوبی کشور معرفی گردد نمونه‌ای از آرایش سامانه‌ها در هر الگو فقط در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بررسی و تحلیل شده است. یک نمونه از الگوهای پرتکرار در تمام عمر موج و در تمام ترازهای مؤثر تحلیل شده است.

جدول ۲: آزمون KMO و بارتلت به منظور اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		۰.۸۹
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۳۸۱۳۵.۲۹۲۵
	df	۴۰۰۵
	Sig.	۰

جدول ۳: نمایش مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تراکمی برای نمونه‌های گزینش شده

Component	Total Variance Explained								
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۳۱،۱۸	۳۴،۶۵	۳۴،۶۵	۳۱،۱۸	۳۴،۶۵	۳۴،۶۵	۲۸،۷۶	۳۱،۹۶	۳۱،۹۶
۲	۲۰،۵۳	۲۲،۸۱	۵۷،۴۶	۲۰،۵۳	۲۲،۸۱	۵۷،۴۶	۲۲،۲۹	۲۴،۷۶۷	۵۶،۷۳
۳	۸،۴۳	۹،۳۷	۶۶،۸۴	۸،۴۳	۹،۳۷	۶۶،۸۴	۷،۹۵	۸،۸۳	۶۵،۵۶
۴	۶،۱۳	۶،۸۱	۷۳،۶۵	۶،۱۳	۶،۸۱	۷۳،۶۵	۵،۷۱	۶،۳۴	۷۱،۹۱
۵	۵،۳۳	۵،۹۳	۷۹،۵۹	۵،۳۳	۵،۹۳	۷۹،۵۹	۵،۵۲	۶،۱۴	۷۸،۰۶
۶	۳،۲۵	۳،۶۲	۸۳،۲۱	۳،۲۵	۳،۶۲	۸۳،۲۱	۳،۱	۳،۴۴	۸۱،۵
۷	۲،۷۵	۳،۰۵	۸۶،۲۶	۲،۷۵	۳،۰۵	۸۶،۲۶	۲،۹۸	۳،۳۱	۸۴،۸۱
۸	۲،۶۶	۲،۹۵	۸۹،۲۲	۲،۶۶	۲،۹۵	۸۹،۲۲	۲،۲۶	۲،۵۱	۸۷،۳۳
۹	۱،۲۹	۱،۴۳	۹۰،۶۶	۱،۲۹	۱،۴۳	۹۰،۶۶	۲،۱۸	۲،۴۳	۸۹،۷۶
۱۰	۱،۱۷	۱،۳	۹۱،۹۶	۱،۱۷	۱،۳	۹۱،۹۶	۱،۹۷	۲،۱۹	۹۱،۹۶
۱۱	۰،۹۳	۱،۰۴۳	۹۳						
۹۰	۰،۰	۰،۰	۱۰۰						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

بحث و یافته‌ها

فرین‌های دمایی، بیانگر امواج گرم و سردی شدیدی است که در این دوره از سال و در طول دوره آماری ۳۳ ساله وارد منطقه شده است. روند افزایشی یا کاهش‌ی این پدیده بیانگر میل اقلیم منطقه به ثبات یا نوسانات شدید و غیرمترقبه است. در این پژوهش علاوه بر بررسی این پدیده، الگوهای همدیدی منجر به این پدیده‌های فرین استخراج و تحلیل شده است. جدول ۴ عامل‌ها و الگوهای همدیدی پرتکرار فرین‌هایی دمایی حاصل از تحلیل عاملی و بررسی چشمی را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول نیز نشان می‌دهد الگویی ترکیبی از دو سامانه کم‌فشار سودان و کم‌فشاری که در شرق دریایچه مازندران و بر روی کشور ترکمنستان پرتکرارترین الگو در فرا رفت گرمای عرض‌های جنوبی بر روی سواحل جنوبی ایران است.

جدول ۴. عامل‌ها و الگوهای همدیدی پرتکرار فرین‌هایی دمایی حاصل از تحلیل عاملی و بررسی چشمی

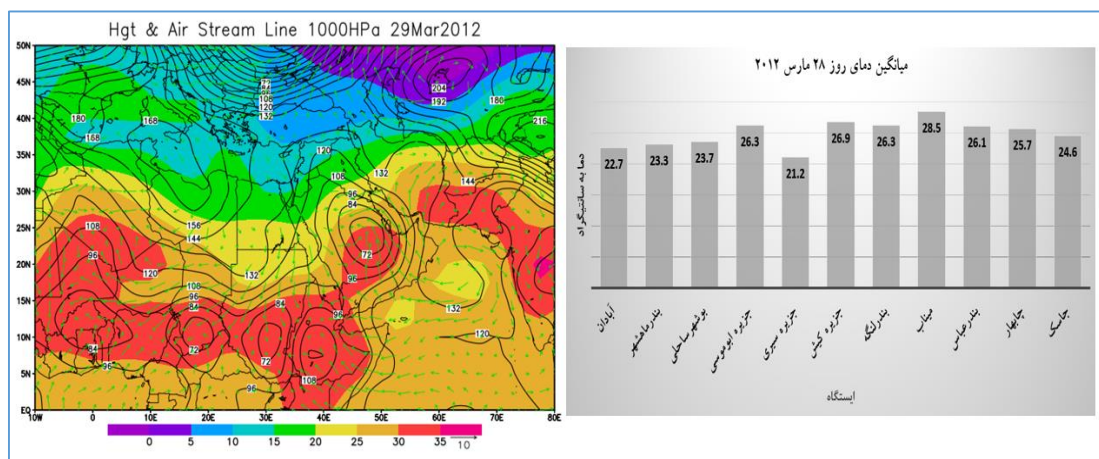
ردیف	عامل	(سال)	ماه	روز شروع	روز پایان	طول دوام موج	نام الگو
۱	۱	۱۹۹۸	مارس	۲۸		۱	کم‌فشار سودان-پرفشار سبیری
۲	۱	۱۹۹۹	فوریه	۲۶	۲۷	۲	کم‌فشار سودان-ترکمنستان
۳	۱	۲۰۰۳	مارس	۱۱		۱	کم‌فشار عربستان
۴	۱	۲۰۰۹	فوریه	۲۶	۲۷	۲	کم‌فشار سودان-واچرخند عربستان
۵	۲	۲۰۰۲	مارس	۲۷	۲۹	۳	کم‌فشار سودان - ترکمنستان
۶	۲	۱۹۹۴	دسامبر	۱	۲	۲	واچرخند عربستان - کم‌فشار سودان
۷	۳	۲۰۰۴	ژانویه	۹		۱	پرفشار سبیری-کم‌فشار سودان
۸	۳	۲۰۱۲	مارس	۲۹		۱	کم‌فشار عربستان
۹	۴	۲۰۰۴	ژانویه	۱۱		۱	پرفشار مهاجر - کم‌فشار سودان
۱۰	۴	۲۰۰۲	مارس	۳۱		۱	پرفشار مهاجر-کم‌فشار سودان
۱۱	۵	۱۹۹۸	مارس	۳۰		۱	کم‌فشار ترکمنستان-کم‌فشار سودان
۱۲	۵	۱۹۹۴	دسامبر	۴		۱	کم‌فشار ترکمنستان-کم‌فشار سودان
۱۳	۶	۲۰۱۸	مارس	۲۹		۱	پرفشار سبیری-عربستان
۱۴	۷	۲۰۱۸	مارس	۲۵		۱	پرفشار سبیری -عربستان

مأخذ: نگارندگان

قبل از تحلیل ساختار همدیدی الگوهای غالب در ایجاد امواج گرم فرین لازم است با الگوی استقرار سامانه‌ها در هر یک از الگوهای همدیدی آشنا شویم. اشکال ۳ تا ۷ یک نمونه از آرایش سامانه‌ها در هر الگو در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهند. جهت اختصار به جهت محدودیت حجم مقاله ابتدا توصیف کلی از عملکرد مؤثرترین سامانه ایجادکننده موج گرمایی از الگوهای کم تکرار ارائه شده است. در این بخش فقط شرایط همدیدی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به عنوان نماینده شرایط حاکم در تراز زیرین تروپوسفر به عنوان عامل ایجادکننده فرین دمایی آن الگو تحلیل شده است. با وجود این که در ایجاد یک الگوی همدیدی مجموعه‌ای از سامانه‌ها و ساختار قائم دینامیکی و ترمودینامیکی سامانه‌ها تأثیر دارد. به جهت اختصار فقط اصلی‌ترین سامانه مؤثر در فرا رفت دمایی بررسی و تحلیل شده است.

الگوی کم‌فشار سودان

در این الگو مؤثرترین سامانه در لایه زیرین تروپوسفر سامانه کم‌فشار حرارتی عربستان است. در این الگو مرکز کم‌فشار حرارتی در محدوده شبه‌جزیره عربستان شکل می‌گیرد؛ که هسته گرمایی در بخش شرق و جنوب شرق این سامانه بچشم می‌خورد. این پدیده بیانگر ویژگی دمایی این سامانه است. در این الگو این هسته گرمایی از چند روز قبل از شکل‌گیری هسته فشاری بر روی منطقه شکل می‌گیرد. در تمام نمونه‌ها با الگوی کم‌فشار عربستان در لایه میانی تروپوسفر واچرخند عربستان استقرار دارد که این ساختار دینامیکی سبب تقویت و دوام این سامانه و شکل‌گیری هسته دمایی در تراز زیرین می‌گردد.

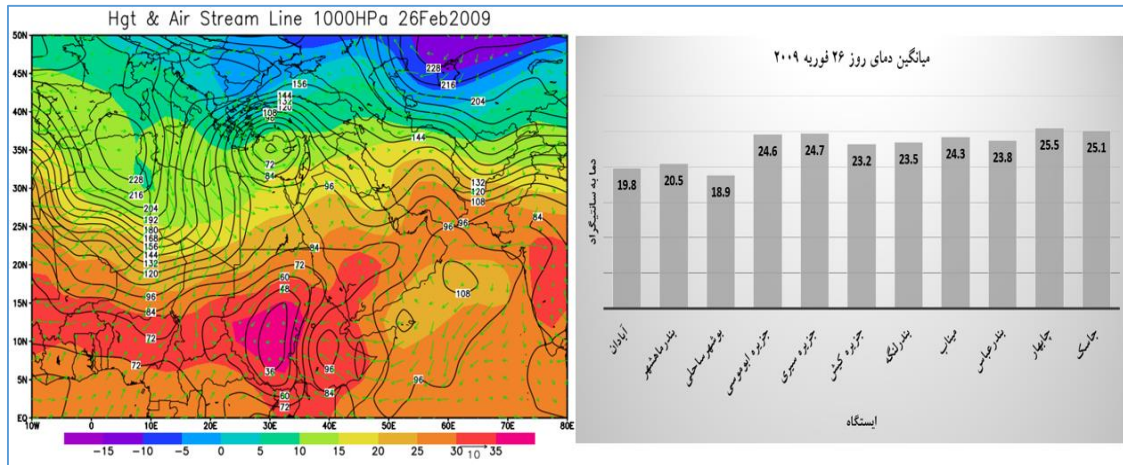


شکل ۳. نمونه‌ای از نحوه استقرار سامانه‌های مؤثر در الگوی کم‌فشار عربستان

در نتیجه بعد از قوام این سامانه در لایه زیرین تروپوسفر سبب فرا رفت هوای گرم عرض‌های جنوبی بر روی سواحل جنوبی ایران در گردشی چرخندی می‌گردد. الگوی جریان حاکم در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به‌خوبی این فرا رفت را نمایش می‌دهد. دماهای گزارش‌شده از ایستگاه‌های نمونه انتخابی را نشان می‌دهد (شکل ۳). همان‌طور که می‌بینیم ایستگاه‌های بخش شرقی به تبعیت از فرا رفت انجام‌شده دماهای بالای را نشان می‌دهند.

الگوی واچرخند عربستان و کم‌فشار سودان

شکل ۴ نمونه‌ای از آرایش سامانه‌ها را در تراز زیرین تروپوسفر را در این الگو را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینیم در این الگو ترکیبی از دو سامانه کم‌فشار سودان و واچرخند عربستان نقش اصلی را در فرا رفت دمایی عرض‌های جنوبی بر روی سواحل جنوبی ایران بر عهده دارند. در این الگو از چند روز قبل زبانه‌ای از کم‌فشار سودان با گسترش شمال شرق سو پس از عبور از روی شبه‌جزیره عربستان وارد ساحل جنوبی ایران شده است. در ضلع شرقی ایران زبانه سلول گسترده‌ای از واچرخند عربستان یا راستای جنوب غربی - شمال شرقی تمام پهنه دری‌های عمان و عرب را در برگرفته است.



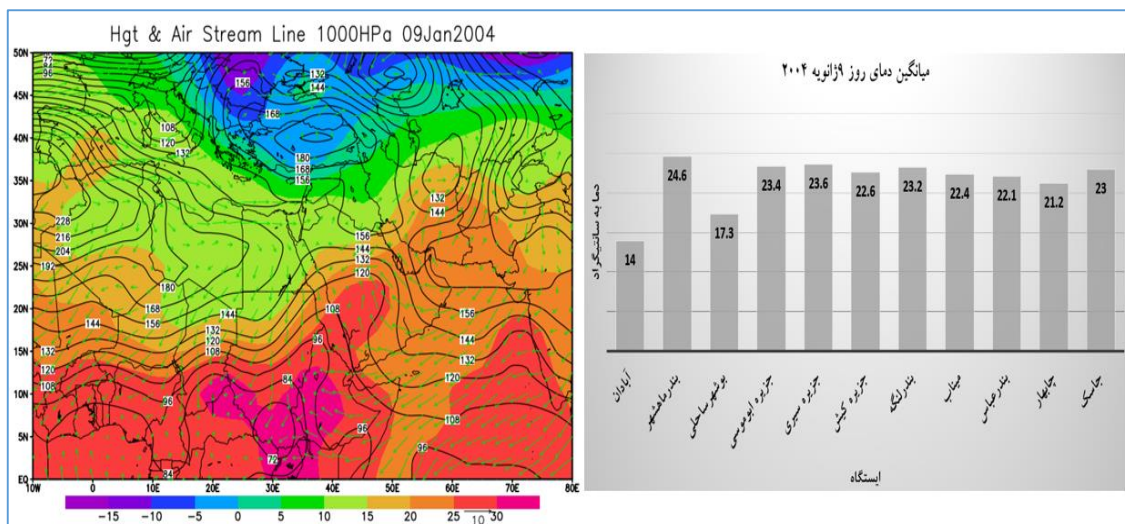
شکل ۴. نمونه‌ای از نحوه استقرار سامانه‌های مؤثر در الگوی واچرخند عربستان - کم فشار سودان

ترکیب آرایش این دو سامانه سبب شکل‌گیری جریانات جنوب - جنوب غربی بر روی نیمه شرقی شبه‌جزیره عربستان گردیده است این جریانات جنوبی سبب فرا رفت هوای گرم عرض‌های جنوبی بر روی منطقه شده است. این الگو می‌تواند شرایط بسیار خوبی برای فرا رفت رطوبت دریاهای گرم جنوبی بر روی منطقه نیز باشد. ولی به دلیل استقرار سلول واچرخندی عربستان بر روی جریانات جنوبی شرایط همرفتی مناسبی برای شکل‌گیری ابرهای همرفتی بر روی منطقه نشده است. حاصل آن فرا رفت گرم و مرطوب در لایه زیرین بر روی ایستگاه‌های ساحلی شده است. نمودار شماره شرایط دمایی ایستگاه‌های نمونه را در جنوب ایران را نشان می‌دهد. شکل ۴ سمت راست دماهای گزارش شده از ایستگاه‌های منتخب را نشان می‌دهد. دماهای ایستگاهی به‌خوبی این فرا رفت دمایی انجام شده در بخش جنوب میانی و شرقی نشان می‌دهند.

الگوی پرفشار سیبری - کم فشار سودان

شکل ۵ نمونه‌ای از الگوی استقرار سامانه‌های مؤثر در ایجاد این موج گرمایی را بر روی سواحل جنوبی ایران را نشان می‌دهد. در این الگو انطباق دو سامانه کم فشار سودان و زبانه پرفشار سیبری را در فرا رفت هوای گرم عرض‌های جنوبی را بر روی منطقه نشان می‌دهد. همان‌طور که نقشه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد در این الگو زبانه گسترده‌ای از روی کم فشار سودان با گسترش شمال شرق سوی تا ساحل جنوبی ایران گسترش یافته است. در مقابل زبانه عمیقی از پرفشار سیبری با امتدادی شمال شرقی - جنوب غربی با گسترش بر روی جنوب شرق ایران و تمام پهنه دریای عمان در گردشی واچرخندی و هم‌راستا با جریانات جنوبی جلو زبانه کم فشار سودان هوای گرم شبه‌جزیره عربستان و دریاهای گرم جنوبی را بر روی ساحل جنوبی، به‌خصوص بخش مرکزی آن فرا رفت کرده است. این آرایش سامانه‌ای نیز همانند الگوی کم فشار سودان و واچرخند عربستان شرایط بسیار مناسبی برای فرا رفت رطوبتی دریاهای گرم جنوبی بر روی جنوب ایران است. ولی بررسی نقشه‌های ترازهای میانی نشان داد که در این الگو نیز هسته و سلول واچرخندی عربستان تمام

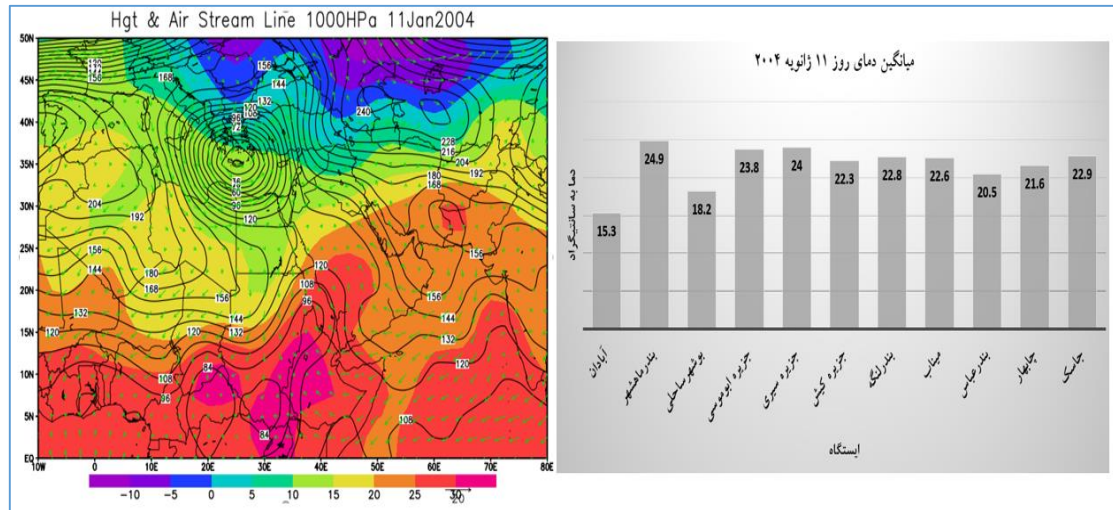
پهنه شبه‌جزیره عربستان تا جنوب و جنوب شرق ایران را در بر گرفته است. این الگو و ساختار قائم همچنان ضمن بازدارندگی از شکل‌گیری جریانات همرفتی سبب تشدید و قوام موج گرمایی بر روی منطقه شده است. شکل ۴ دماهای ایستگاهی را در این روز نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمونه‌ای از نحوه استقرار سامانه‌ها در الگوی پرفشار سیبری - کم‌فشار سودان

الگوی واچرخند مهاجر - کم‌فشار سودان

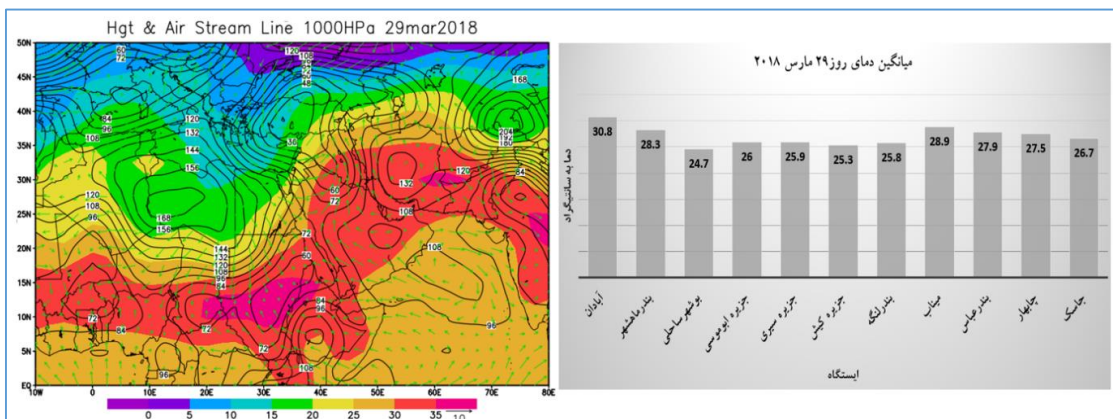
همان‌طور که می‌بینیم در این الگو نقش اساسی را در فرا رفت دمایی زبانه گسترده‌ای است که از واچرخند مستقر بر روی دریاچه مازندران بر روی ایران که تا جنوب دریای عرب نیز گسترش یافته است بر عهده دارد. مطالعات انجام شده بر روی پرفشار سیبری توسط (لشکری و همکاران، ۱۴۰۱) و (لشکری و یارمادی، ۱۳۹۳) نشان می‌دهد که هسته مرکزی و اولیه پرفشار سیبری در منطقه‌ای بین دریاچه‌های بایکال و بال خاش شکل می‌گیرد. از طرفی بررسی ساختار قائم این سامانه از روزهای قبل نشان داد که این سامانه در حرکتی شرق سو به تدریج در این موقعیت قرار می‌گیرد و همچنین در لایه‌های میانی تروپوسفر کاملاً ساختاری قوی دارد. به همین دلیل و همچنین مطالعات (لشکری و همکاران، ۱۳۹۷) این سامانه به‌عنوان واچرخند مهاجر قلمداد شده است. با گسترش قابل‌ملاحظه زبانه جنوبی این واچرخند و گسترش آن تا دریاچه گرم جنوبی و شرق عربستان هوای گرم این مناطق در گردشی واچرخندی و همسو با جریانات جنوبی جلو زبانه کم‌فشار سودانی بر روی منطقه فرا رفت شده است. کشیدگی شمال شرق سوی زبانه حرارتی هسته گرمایی مستقر بر روی سودان مؤید فرا رفت انجام شده به‌وسیله جریانات ایجاد شده در تلاقی زبانه‌های این دو سامانه است. نمودار شماره دماهای گزارش شده از ایستگاه‌های نمونه انتخابی از سواحل جنوبی ایران را نشان می‌دهد (شکل ۶).



شکل ۶. نمونه‌ای از نحوه استقرار سامانه‌های مؤثر در الگوی پرفشار مهاجر - کم‌فشار سودان

الگوی پرفشار سیبری - پرفشار عربستان

عامل اصلی ایجاد این موج ادغام دو سامانه پرفشار عربستان و سیبری است. همان‌طور که می‌بینیم در این الگو هسته مرکزی پرفشار سیبری با پربند ۲۰۴ ژئوپتانسیل متر در موقعیت نرمال خود در جنوب دریاچه بال خاش قرار دارد. زبانه جنوب غربی این سامانه با گسترشی شمال شرقی - جنوب غربی از سمت شمال شرق و شرق وارد ایران شده و تا سواحل جنوبی امتداد یافته است. واچرخند عربستان با کشیدگی شمال شرقی - جنوب غربی بر روی آب‌های گرم عمان و عرب استقرار دارد. زبانه‌های این دو سامانه در ادغام باهم تمام پهنه ایران دریا‌های گرم عرب و عمان و شبه‌جزیره عربستان را در بر گرفته است. بردارهای باد به‌خوبی فرا رفت گرم عرض‌های حاره‌ای را در گردش واچرخندی بر روی سواحل جنوبی ایران نشان می‌دهد. فرا رفت انجام شده تمام پهنه جنوبی ایران را در بر گرفته است. نمودار شماره دماهای گزارش شده از ایستگاه‌های ساحلی را در این روز نشان می‌دهد (شکل ۷).



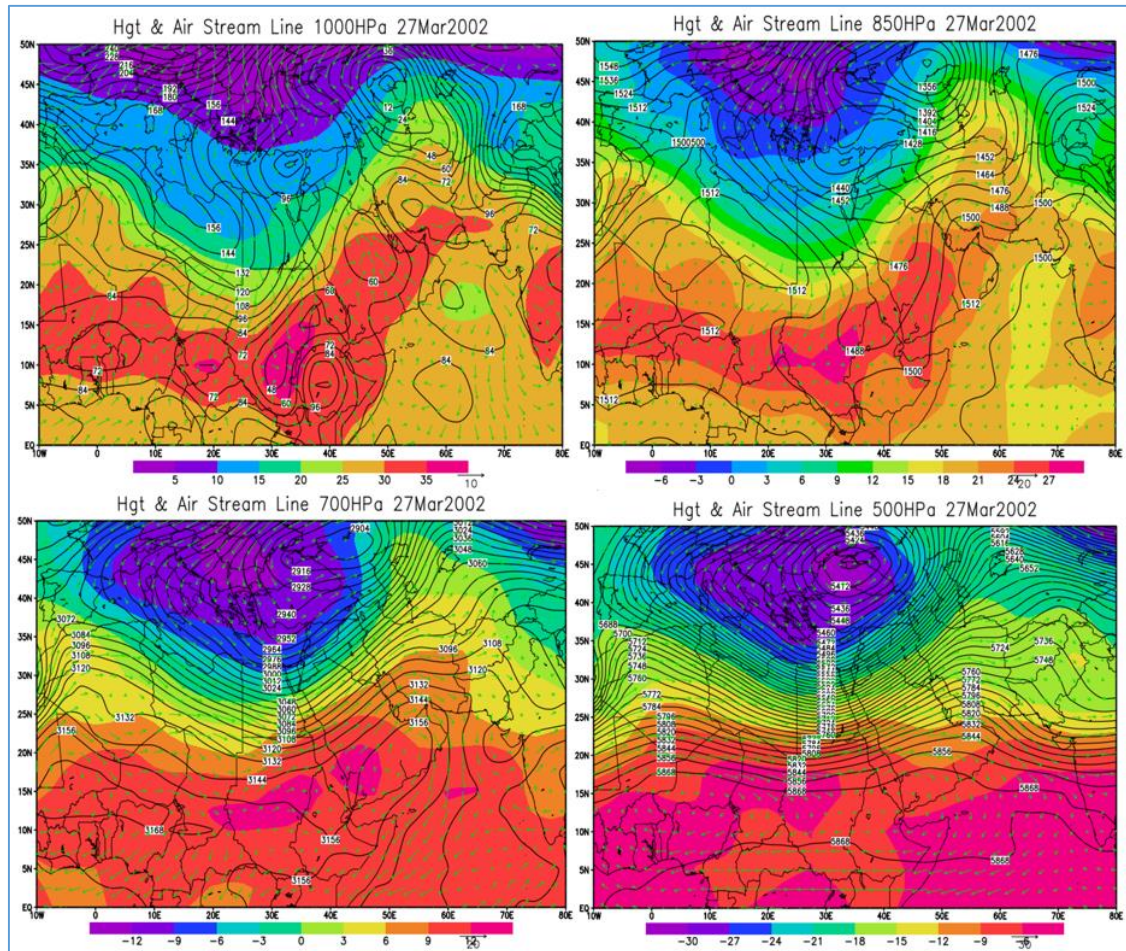
شکل ۷. نمونه‌ای از پرفشار سیبری - پرفشار عربستان

تحلیل الگوی همدیدی پرتکرار در ایجاد امواج گرم زمستانه

همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد الگوی همدیدی کم‌فشار سودان - ترکمنستان پرتکرارترین الگو در ایجاد امواج گرم یا سامانه‌های منجر به فرین‌های بالا در سواحل جنوبی ایران بوده است. در واقع کم‌فشار سودان در ۶ عامل از ۷ عامل غالب و در ده نمونه از ۱۴ نمونه در ساختار الگو حضور داشته است.

شکل ۸ الگوی استقرار و آرایش سامانه‌های عامل و کنترل‌کننده موج و سایر سامانه‌های مؤثر را در روز اول ورود موج نشان می‌دهد. در این الگو در تمام طول فعالیت سامانه زبانه‌های دو سامانه سودان و ترکمنستان به‌صورت یک کریدور طولیل در راستایی جنوب غربی - شمال شرقی تمام محدوده کشور سودان، شبه‌جزیره عربستان، ایران تا آسیای میانه را در بر گرفته است. هم‌راستای این زبانه‌های ادغام شده زبانه پرفشار سیبری با گسترشی شمال شرقی - جنوب غربی با عبور از کشورهای افغانستان و پاکستان پهنه دریای عمان و عرب را در بر گرفته است. الگوی جریان به‌خوبی نشان‌دهنده انتقال هوای گرم عرض‌های حاره‌ای به‌وسیله جریان‌ات هم‌راستای پشت زبانه واچرخندی سیبری و جلو زبانه کم‌فشار سودانی می‌باشد.

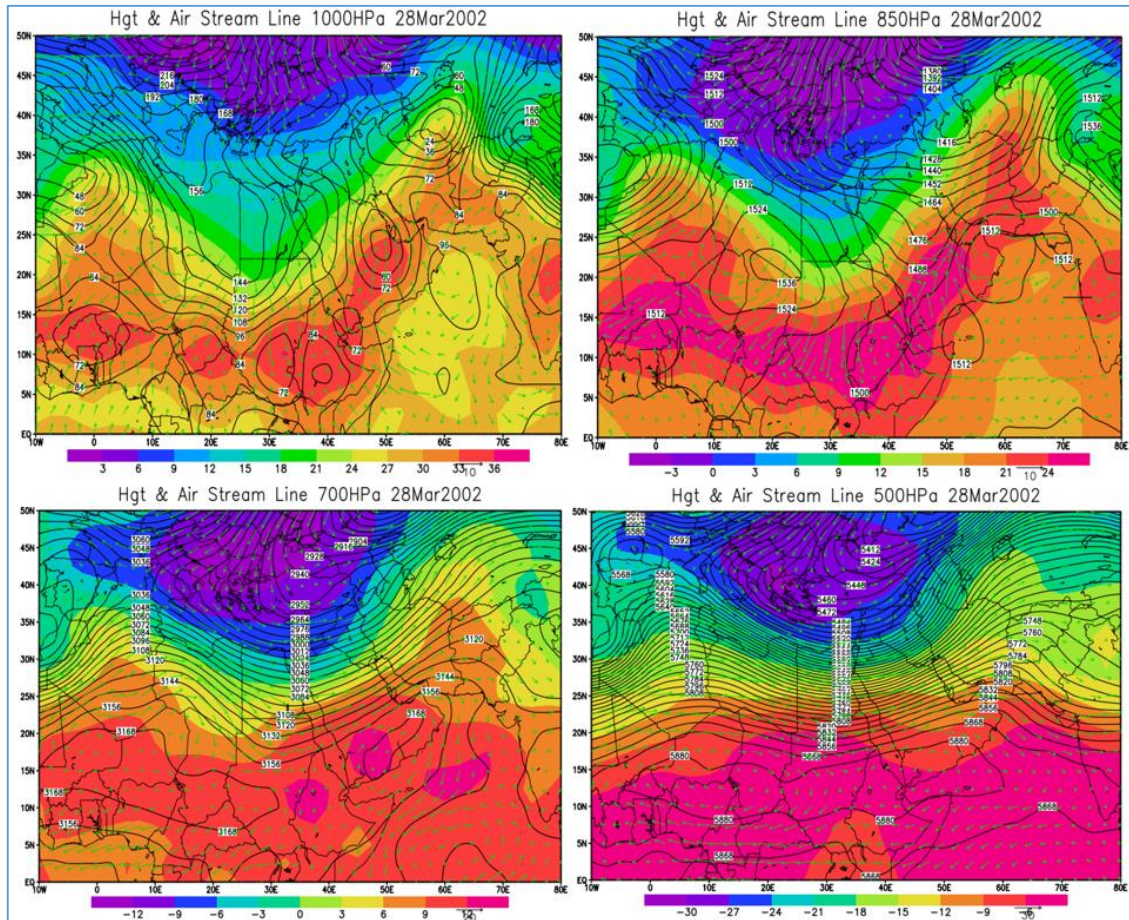
در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال با دور شدن از اغتشاشات و واداشته‌ای سطحی الگوهای دینامیکی قوام پیدا کرده است. از تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال زبانه سیبری به‌تدریج ناپدید شده و واچرخند عربستان به‌صورت سلول مستقلی بر روی دریای عمان تظاهر پیدا کرده است. در امتداد مرکز کم ارتفاع بریده روی ترکمنستان ناوه عمیقی در تمام لایه‌مرزی و تروپوسفر میانی در غرب ایران تکوین پیدا کرده است که با راستایی شمال، شمال شرقی - جنوب، جنوب غربی تا جنوب سودان گسترش دارد. با تشدید جریان‌ات جنوبی در جلو ناوه و فرا رفت هوای گرم عرض‌های حاره‌ای، پشته گرمایی عمیقی در امتداد پشته ارتفاعی شکل گرفته است. با استقرار این پشته بر روی ساحل جنوبی علاوه بر پایداری موج بر روی منطقه، موج گرمایی لایه زیرین را تشدید نموده است (شکل ۸).



شکل ۸. الگوی همیدی پرتکرار در ایجاد امواج گرم زمستانه

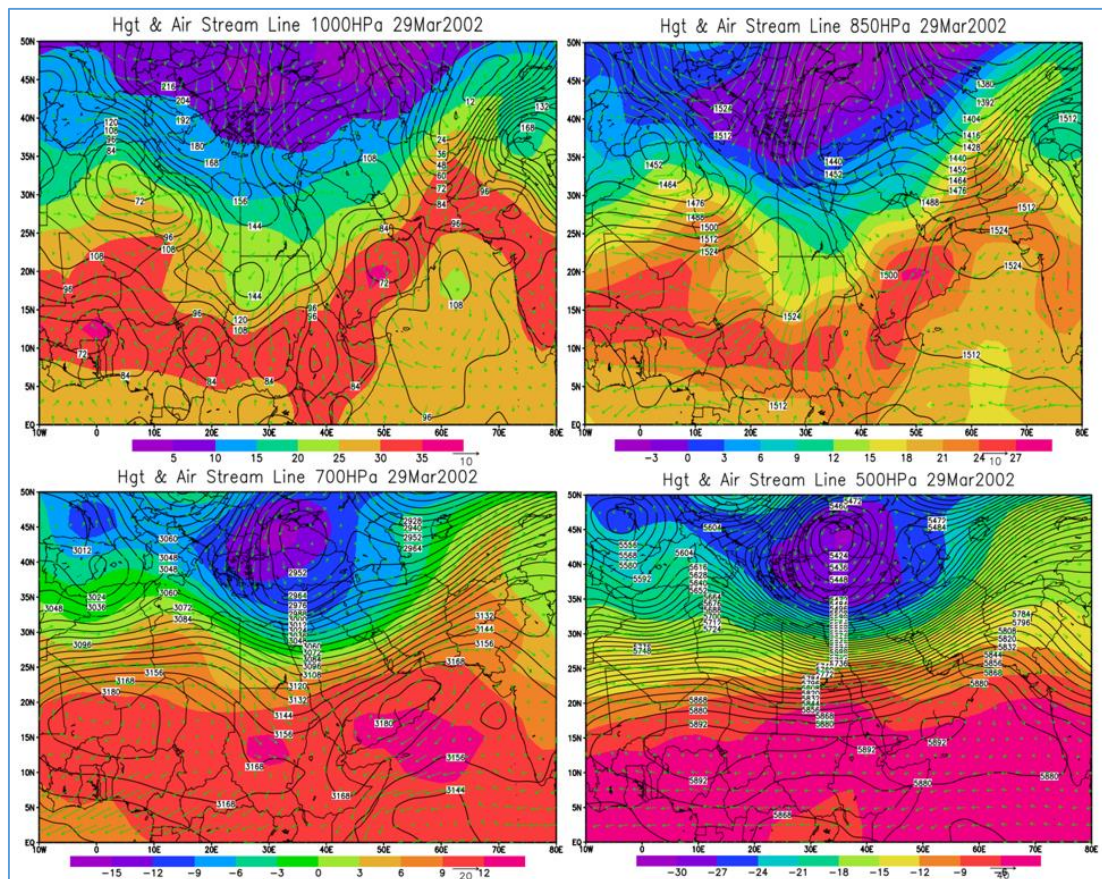
آرایش مکانی و عملکرد سامانه‌ها در روز دوم فعالیت

در این روز در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در یک کریدور جنوب غربی - شمال شرقی که از کشور سودان تا ترکمنستان و آسیای میانه امتداد دارد، سه سلول چرخندی بچشم می‌خورد. سلول اول با یک هسته گرمایی که بر روی موقعیت نرمال کم‌فشار سودان قرار دارد که نسبت به روز قبل تفاوت زیادی نشان نمی‌دهد... سلول دوم بر روی مرکز شبه‌جزیره عربستان قرار دارد. این سلول به دلیل فرا رفت گرم روز قبل و استقرار یک ناوه در ترازهای مرزی و میانی که نسبت به روز قبل کاملاً تقویت شده است. هسته مرکزی این سلول نسبت به روز قبل ۸ ژئوپتانسیل متر تقویت شده و در نتیجه تندبادهای آن در بخش شرقی چرخند کاملاً تقویت شد است. تندی بادبر روی خلیج فارس و تنگه هرمز بیش از دو برابر شده است. دمای فرا رفت شده بر روی منطقه دما را در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به بیش از ۳۶ درجه سانتی‌گراد افزایش داده است. سلول و اچرخندی عربستان همچنان با گردش و اچرخندی ضمن تشدید شیو فشاری و ارتفاعی در شرق چرخند فرا رفت گرم را به درون سامانه چرخندی بر عهده دارد (شکل ۹).



شکل ۹. آرایش مکانی و عملکرد سامانه‌ها در روز دوم فعالیت

در تراز مرزی و لایه میانی سلول واچرخندی عربستان پدیده غالب شرق شبه‌جزیره عربستان و دریای عمان است. در این لایه واچرخند عربستان با کشیدگی جنوب غربی - شمال شرقی و حاکمیت پایداری شدید در بخش زیادی از تروپوسفر بر روی این منطقه ساحل جنوبی و جنوب شرقی ضمن بازدارندگی وقوع جریانات همرفتی با گرمایش بی‌دررو ایجاد شده باعث شکل‌گیری یک پشته حرارتی بر روی منطقه شده است. به جز سواحل جنوب غربی سایر بخش‌های ساحلی تحت تأثیر این پشته دمایی قرار دارد. این پشته دمایی در انطباق با پشته ارتفاعی تمام سواحل جنوبی و نیمه شرقی ایران را در برگرفته است. دماهای گزارش شده از ایستگاه‌های نمونه انتخابی از منطقه ساحلی را نشان می‌دهد (شکل ۱۰).



شکل ۱۱. آرایش مکانی و عملکرد سامانه‌ها در روز سوم فعالیت

نتیجه‌گیری

پدیده‌های فرین بیانگر ناهنجاری‌هایی است که در اقلیم هر منطقه‌ای رخ می‌دهد. این پدیده‌ها چون فراتر از ظرفیت عناصر جاندار و ظرفیت تعریف شده برای سازه‌ها و صنایع و در مجموع عناصر بی‌جان محیطی و ساخت شده است، همواره سبب خسارت یا آسیب به محیط انسانی و طبیعی می‌شوند. دانش فعلی بشر توانایی مقابله یا ممانعت از تشکیل و ورود این‌گونه سامانه‌ها به محیط زندگی خود را ندارد، بهترین راه برای کاهش اثرات این‌گونه پدیده‌های مخاطره‌آمیز سازگاری و انطباق با شرایط حاصل از آن است. راه رسیدن به این هدف شناخت دقیق رفتار، ساختار و ویژگی‌های ترمودینامیکی و همدیدی این‌گونه سامانه‌ها و الگوهای حاکم بر آن‌ها است. این مطالعه چند نکته اساسی را در ارتباط با پدیده فرین دمایی در سواحل جنوبی ایران را روشن کرد.

شش الگوی همدیدی عامل اصلی و تقریباً پرتکرار ایجادکننده دماهای فرین دوره سرد در سواحل جنوبی ایران است: الگوی کم‌فشار سودان، الگوی واچرخند عربستان و کم‌فشار سودان، الگوی پرفشار سبیری - کم‌فشار سودان، الگوی واچرخند مهاجر- کم‌فشار سودان، الگوی پرفشار سبیری - الگوی کم‌فشار عربستان، الگوی کم‌فشار سودان - ترکمنستان.

همان طور که می بینیم چند سامانه در اکثر الگوهای همدیدی ایجاد شده حضور دارند. سامانه کم فشار سودان به جز در یک الگو در ۵ الگوی دیگر حضور دارد؛ بنابراین یکی از سامانه های مهم در شکل گیری دماهای فرین بر روی سواحل جنوبی ایران می باشد. همان طور که دیدیم در تمام الگوهای همدیدی هسته گرمایی بر روی کشور سودان و در انطباق با سامانه کم فشار سودان تشکیل شده است. این دما در شرایط همدیدی مناسب به سمت عرض های شمالی فرا رفت شده است. همچنین واچرخند عربستان هم به صورت مستقل و هم به صورت ادغام شده با زبانه واچرخند سیبری یا واچرخند مهاجر نقش بسیار مهمی در انتقال این هوای گرم فرا رفت شده از عرض های حاره ای و همچنین دریا های گرم عرب و عمان بر روی ساحل جنوبی ایران داشته است.

در تمام الگوها آرایش مکانی واچرخند عربستان به گونه ای بوده است که با استقرار بر روی دریا های گرم عرب و عمان بخصوص در لایه های زیرین و مرزی شرایط بسیار مناسبی برای فرا رفت رطوبت به درون سامانه های انتقالی داشته است. ولی همان طور که دیدیم در تمام الگوهای همدیدی صرف نظر از تفاوت های همدیدی در تراز زیرین، در لایه میانی با استقرار هسته یا زبانه واچرخند عربستان بر روی منطقه ساحلی امکان شکل گیری جریانات همرفتی را از بین برده است. در نتیجه علیرغم وجود رطوبت مناسب در تمام سامانه های انتقالی بارشی بر روی منطقه رخ نداده است. برعکس در تمام مواردی که بخشی از ساحل از اثرات پایداری این سامانه رها شده است آن بخش از ساحل علاوه بر تجربه هوای گرم دارای بارش مناسبی نیز بوده است. بارش های ایجاد شده بر روی ایستگاه های جنوب غربی ایران در الگوی همدیدی کم فشار سودان و ترکمنستان نمونه ای از این شرایط همدیدی و جابجایی شرق سوی واچرخند عربستان است. با استقرار هسته و زبانه واچرخندی عربستان بر روی ساحل جنوبی علاوه بر فرا رفت هوای گرم عرض های حاره ای بر روی منطقه شده است. به دلیل شرایط دینامیکی ایجاد شده در لایه میانی و گاه تا لایه مرزی با گرمایش بی دررو بر روی منطقه باعث تشدید هسته های گرمایی ایجاد شده در لایه زیرین شده است. بررسی نیمرخ قائم تمام نمونه های انتخابی نشان دهنده وقوع وارونگی دمایی شدید بر روی منطقه بوده است. نتایج این مطالعه با مطالعات جمالی زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ اسدی، ۱۴۰۰) همخوانی دارد.

منابع

- ۱- اسدی، اشرف (۱۴۰۰): بررسی همدید رویدادهای حدی گرم ایران در ارتباط با تغییر اقلیم بر پایه الگوهای فرا رفت دما. پژوهش های تغییرات آب و هوایی، دوره دوم، شماره ششم، صص ۳۱-۴۶.
- ۲- اسدی، اشرف، مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۳): بررسی همدید گرماهای فرین ایران بر پایه الگوهای ضخامت جو، پژوهش های دانش زمین، دوره پنجم، شماره یکم، صص ۶۳-۷۵.
- ۳- برون، اشرف، ظهوریان پردل، منیژه. لشکری، حسن. شکیبیا، علیرضا، محمدی، زینب (۱۳۹۸): تحلیل همدیدی نقش پرفشار

- عربستان در امواج گرم استان خوزستان، هواشناسی و علوم جو، دوره یکم، شماره دوم، صص ۶۷-۵۵
- ۴- جمالی زاده، ناهید. ظهوریان پردل، منیژه. لشکری، حسن. شکبیا، علیرضا، محمدی، زینب (۱۳۹۸): تحلیل همدیدی و ساختار دینامیکی الگوهای تابستانه استان خوزستان، جغرافیای طبیعی، دوره ۱۲، شماره چهاردهم، صص ۱۷-۲۹.
- ۵- خسروی، محمود. سلیقه، محمد. صباغی، بهروز (۱۳۹۰): تأثیر آنومالی‌های دمای سطح دریای عمان بر بارندگی فصول پاییز و زمستان سواحل جنوب شرقی ایران، نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، دوره سی و هفتم، شماره شانزدهم، صص ۸۱-۵۹.
- ۶- عسکری، احمد (۱۳۷۱): تغییر اقلیم، مجله نیوار، شماره سیزدهم.
- ۷- علیزاده، امین (۱۳۷۳): گرم شدن جهانی و پیامدهای هیدرولوژیک، مجله نیوار، شماره بیست و دوم.
- ۸- علیجانی، بهلول. روشنی، احمد. پرک، فاطمه. حیدری، روح ... (۱۳۹۱): روند تغییرپذیری فرین‌های دما با استفاده از شاخص‌های تغییر اقلیم در ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره یکم، شماره دوم، صص ۲۸-۱۷.
- ۹- لشکری، حسن. محمدی، زینب. مرادی، محسن (۱۴۰۱): تحلیل ساختاری و علت تشکیل هسته مرکزی پرفشار سیبری در محدوده دریاچه‌های بایکال و بال خاش. مخاطرات محیط طبیعی، صص ۱-۱
- ۱۰- لشکری، حسن. یارمرادی، زهرا (۱۳۹۳): تحلیل همدیدی موقعیت استقرار پرفشار سیبری و مسیرهای ورودی آن به کشور ایران در فصل سرد. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره دوم، شماره چهارم و ششم، صص ۲۱۸-۱۹۹.
- ۱۱- لشکری، حسن. متکان، علی‌اکبر. آزادی، مجید. محمدی، زینب (۱۳۹۷): تحلیل الگوهای همدیدی منجر به بارش‌های زودرس جنوب و جنوب غرب ایران طی دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۷۹)، نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، دوره بیست و دوم، شماره شصت و چهارم، صص ۲۶۶-۲۴۷.
- ۱۲- مسعودیان، سید ابوالفضل، دارند، محمد (۱۳۹۰): تحلیل همدید سرماهای فرین ایران، فصلنامه جغرافیا و توسعه، دوره ۹، شماره بیست و دوم، صص ۱۸۵-۱۶۵.

- 13- Arias, P. Bellouin, N. Coppola, E. Jones, C. Krinner, G. Marotzke, J. Naik, V. Plattner, G.K. Rojas, M. Sillmann, J. Et Al. Climate Change (2021): The Physical Science Basis; Contribution Of Working Group I To The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change; Technical Summary; IPCC: Geneva, Switzerland, Pp.113-119.
- 14- Bodansky, D. (2016): The Paris Climate Change Agreement: A New Hope? American Journal Of International Law, Vol.110, No. 2, Pp. 288-319.
- 15- Chen, Y. Zhou, B. Zhai, P. & Moufouma- Okia, W. (2019): Half- A- Degree Matters For Reducing And Delaying Global Land Exposure To Combined Daytime- Nighttime Hot Extremes. Earth's Future, Vol. 7, No.8, Pp. 953-966.
- 16- Easterling, D. R. Evans, J. L. Groisman, P. Y. Karl, T. R. Kunkel, K. E. & Ambenje, P. (2000): Observed Variability And Trends In Extreme Climate Events: A Brief Review. Bulletin Of The American Meteorological Society, Vol. 81 No.3, Pp. 417-426.
- 17- Field, C. B. Barros, V. Stocker, T. F. & Dahe, Q. (2012): Managing The Risks Of Extreme Events And Disasters To Advance Climate Change Adaptation: Special Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. Cambridge University Press.
- 18- Khazalah, M. & Gopalan, B. (2017): Climate Change—Causes, Impacts, Mitigation: A Review. In Global Civil Engineering Conference, Pp. 715-721
- 19- Kniel KE, (2017):Spanning P. Preharvest Food Safety Under The Influence Of A Changing Climate. Microbiol Spectr, Vol. 5 No.2, Pp.0015-2016.
- 20- Lashkari, H. & Mohammadi, Z. (2015): The Effect Of The Location Of The Arabian Subtropical High Pressure On The Precipitation Systems In The South And Southwest Of Iran. Researches Of Natural Geography, Vol.47, No.1, Pp. 73-90.
- 21- Lolis, C. J. Kotsias, G. & Farmakidis, D. (2022): A 40-Year Climatology Of Air Temperature Extremes In The Southern Balkans Based On The ERA5 Database. Theoretical And Applied Climatology, Pp 1-23.

- 22- Luterbacher, J. Dietrich, D. Xoplaki, E. Grosjean, M. & Wanner, H. (2004): European Seasonal And Annual Temperature Variability, Trends, And Extremes Since 1500. *Science*, Vol, 303 No.5663, Pp 1499-1503.
- 23- Masson-Delmotte, V. Zhai, P. Pirani, A. Connors, S. L. Péan, C. Berger, S. ... & Zhou, B. (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change, 2.
- 24- Mateus, C. & Potito, A. (2022): Long-Term Trends In Daily Extreme Air Temperature Indices In Ireland From 1885-2018. *Weather And Climate Extremes*, 100464.
- 25- Mohammadi, Z. Lashkari, H. & Mohammadi, M. S. (2021): Synoptic Analysis And Core Situations Of Arabian Anticyclone In Shortest Period Precipitation In The South And Southwest Of Iran. *Arabian Journal Of Geosciences*, Vol, 14, No.12, Pp 1-18.
- 26- Mouhamed, L. Traore, S. B. Alhassane, A. & Sarr, B. (2013): Evolution Of Some Observed Climate Extremes In The West African Sahel. *Weather And Climate Extremes*, No.1, Pp19-25.
- 27- New, M. Hewitson, B. Stephenson, D. B. Tsiga, A. Kruger, A. Manhique, A. ... & Lajoie, R. (2006): Evidence Of Trends In Daily Climate Extremes Over Southern And West Africa. *Journal Of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol, 111 No.D14.
- 28- Pop-Jordanova N, Grigorova E. (2015): Influence Of Climate Changes On Health (Review). *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)*. Vol. 36, No.3, Pp119-25.
- 29- Räisänen, J. (2021): Effect Of Atmospheric Circulation On Surface Air Temperature Trends In Years 1979-2018. *Climate Dynamics*, 56(7), 2303-2320.
- 30- Schiermeier, Q. (2018). Droughts, Heatwaves And Floods: How To Tell When Climate Change Is To Blame. *Nature*, 560(7717), 20-23.
- 31- Shan, Y. Ying, H. & Bao, Y. (2022). Changes In Extreme Temperature Events And Their Contribution To Mean Temperature Changes During Historical And Future Periods Over Mainland China. *Atmosphere*, 13(7), 1127.
- 32- UNFCCC. (2011, March). Fact Sheet: Climate Change Science-The Status Of Climate Change Science Today. In United Nations Framework Convention On Climate Change.
- 33- Vanhala, L. & Hestbaek, C. (2016). Framing Climate Change Loss And Damage In UNFCCC Negotiations. *Global Environmental Politics*, 16(4), 111-129.
- 34- WHO: Climate Change And Health [<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>]. Accessed 15 Apr 2020.
- 35- WHO: Ten Threats To Global Health In 2019 [<https://www.who.int/emergencies/ten-threats-to-global-health-in-2019>]. Accessed 15 Apr 2020.
- 36- Zaveri, E. Russ, J. & Damania, R (2020): Rainfall Anomalies Are A Significant Driver Of Cropland Expansion. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, Vol. 117, No. 19, Pp.10225-10233.