



Received: 07/09/2024

Accepted: 19/11/2024

## **Identification of Heat Waves in Khuzestan Province and Synoptic Analysis of Saudi Arabia's High-pressure Role in Their Creation**

**Ashraf Boroun**

Ph.D Student, Climatology , Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

**Manizhe Zahorian Pardel<sup>1</sup>**

Assistant Professor, Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

**Hasan Lashkari**

Professor, Department of Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**Ali Reza Shakiba**

Associate Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**Zeynab Mohammadi**

Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

### **Abstract**

Heat waves are a major manifestation of climate change and of natural disasters and climate. The abundance and durability of heat waves in Khuzestan province has become a climate threat. The aim of the present study is to identify the hot waves of Khuzestan over an 18-year (2017-2000) period of time and synoptic analysis of Saudi Arabia's anticyclone coherent role in their creation. For this, heat waves were first selected based on three criteria: maximum daily temperature of over 40°C, permanence and endurance of the waves for three days or more in the region, and spread of the wave at 8 stations or higher across the province. Thus, the number of 67 three-day heat waves and 25 or higher four-day heat waves were determined. Then, a pressure map and the topography of these waves at low and middle levels of Vardsepehr were prepared and outlined in the GrADS environment. Upon visual inspection of the maps, a dominant synoptic pattern was determined. In the end, as for the synoptic analysis of the dominant pattern, the heat wave of 28-30 June 2017 as the representative of the summer heat waves of Khuzestan was analyzed. As for the synoptic pattern analyses leading to heat waves, climatic data were extracted from selected days as demonstrated by the Nova and Skewti Site of Wyoming University. Results indicated that in almost all heat waves, in the low layers of the Vardsepehr, cyclone tongues of Pakistan and Saudi Arabia as the most important systems affecting conformity with the regional topographic pattern (southern Zagros highlands) and the rotating pattern of the system had caused the hot advection of the radiant temperature of the hot deserts of Lut and those of Saudi Arabia on the province of Khuzestan, with the low layers of Vardsepehr entering the Khuzestan plain from the southeast to the northwest by passing through the southern foothills of Zagros, and extending to the north of Iraq and eastern coasts of the Mediterranean. However, synoptic conditions were changed at 700 and 500 hPa levels as, with the dominance of the summer rotating pattern in the region, Saudi Arabia's anticyclone gradually evolved from the 700 hPa level, thus becoming the dominant pattern of the region.

**Keywords:** Heat Waves, Province of Khuzestan, Saudi Arabia's Subtropical High Pressure, Synoptic Analysis



## شناسایی امواج گرمایی استان خوزستان و تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان در ایجاد آن‌ها

اشرف برون

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

منیژه ظهوریان پردل<sup>۱</sup>

استادیار، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

حسن لشکری

استاد، گروه اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

علیرضا شکبیا

دانشیار، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

زینب محمدی

گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

### چکیده

امواج گرمایی از تظاهرات اصلی تغییر اقلیم و از بلایای طبیعی و آب و هوایی است. فراوانی و دوام امواج گرمایی در استان خوزستان به یک مخاطره اقلیمی تبدیل شده است. هدف پژوهش حاضر شناسایی امواج گرمایی استان خوزستان در دوره زمانی ۱۸ ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۷) و تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان در ایجاد آنها می‌باشد. برای این کار ابتدا امواج گرمایی: بر اساس سه معیار دمای روزانه حداکثر بالای ۴۰ درجه سانتیگراد، ماندگاری و دوام موج برای سه روز و بیشتر در منطقه، فراگیری موج حداقل در ۸ ایستگاه و بالاتر در سطح استان خوزستان، انتخاب گردید. بر این اساس تعداد ۶۷ موج گرم سه روز و ۲۵ موج چهار روز و بیشتر شناسایی گردید. سپس نقشه فشاری و توپوگرافی این امواج در ترازهای زیرین و میانی و ردسپهر تهیه و در محیط grads ترسیم گردید. با بررسی چشمی انجام شده بر روی این نقشه‌های الگوی همدیدی غالب شناسایی گردید. در نهایت برای تحلیل همدیدی الگوی غالب موج گرمایی ۲۸ تا ۳۰ ژوئن ۲۰۱۷ به عنوان نماینده الگوی امواج گرم تابستانه خوزستان تحلیل گردیده است. برای تحلیل الگوهای همدیدی منجر به امواج گرمایی، داده‌های جوی از سایت نووا و اسکویوتی روزهای انتخابی از سایت دانشگاه ایومینگ استخراج گردید. نتایج نشان داد که در اکثر قریب به اتفاق امواج گرمایی در لایه‌های زیرین و ردسپهر زبانه‌های چرخندی پاکستان و عربستان به عنوان مهمترین سامانه تاثیرگذار در انطباق با الگوی توپوگرافی منطقه (ارتفاعات زاگرس جنوبی) و الگوی چرخشی سامانه سبب فرارفت گرم دمای تابشی بیابان‌های گرم لوت و عربستان بر روی استان خوزستان بوده‌اند. به طوری که در لایه زیرین و ردسپهر زبانه‌ای در راستای جنوب شرقی به شمال غربی با عبور از دامنه‌های جنوبی زاگرس وارد جلگه خوزستان شده و تا شمال عراق و ساحل شرقی مدیترانه گسترش یافته است. ولی در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال شرایط همدیدی



کاملاً عوض شده و با غلبه الگوی گردشی تابستانه بر روی منطقه از تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بتدریج و اچرخند عربستان تکوین یافته و عامل غالب منطقه می‌گردند.

کلید واژه: موج گرم، استان خوزستان، پرفشار جنب حاره عربستان، تحلیل همدیدی

## مقدمه

امواج گرما یکی از زیان‌بارترین رخداد‌های جوی و از اثرات بارز تغییرات اقلیمی می‌باشند. تغییرات اقلیمی در حال حاضر از مهمترین معضلات زیست محیطی کشور است (حق‌زبان و همکاران، ۱۴۰۴: ۷۳). در واقع امواج گرمایی استقرار هوایی پایدار با حرکتی عموماً نزولی در مقیاس وسیع می‌باشد. گرچه تعریف جامعه و روشنی از موج گرما در سطح جهان وجود ندارد (مک‌مایکل<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۳: ۸۸)، اما شاید بتوان موج گرما را به عنوان نوسان‌های مثبت با فرین‌های بالای میانگین دماهای حداکثر روزانه در نظر گرفت که در طی روزها (گاه هفته‌ها و ماه‌های متوالی) در فضا‌های جغرافیایی خاصی استمرار زمانی دارند (جهان‌بخش و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۷۸)، امواج گرمایی از جمله خطرناک‌ترین تهدیدات آب و هوایی مرتبط با گرم شدن کره زمین هستند که بر روی جامعه، اقتصاد و محیط زیست تاثیر می‌گذارند (کگنهوف<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۱۵: ۳۰۹)، تاثیرات امواج گرمایی می‌تواند باعث خطرات استانی، مانند افزایش بیماری و مرگ و میر (گیرگیس<sup>۳</sup> و همکاران ۲۰۱۴: ۳؛ مک‌مایکل و همکاران، ۲۰۰۳: ۸۹) افزایش تقاضا برای مصرف برق و آب شود (هاتوانی، کوکس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۶: ۳۱۷). امواج گرمایی بر آسایش اقلیمی تاثیر زیادی می‌گذارند. آسایش اقلیمی برای یک انسان یکی از شرایط بسیار ضروری برای زیست و فعالیت می‌باشد (اردوزاده و همکاران، ۲۰۱۴: ۲۹). دما عنصری است که تحت تاثیر الگوها و پدیده‌های جوی به سرعت دچار تحول شده و به پویایی جو و پدیده‌های سینوپتیک به شدت و فوراً حساسیت نشان می‌دهد بنابراین تغییرات دما در مدیریت و برنامه‌ریزی محیط مولفه بسیار مهمی به شمار می‌آید.

استان خوزستان نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و مجاورت با کشورهای گرم خشک عربستان و عراق در تابستان تحت تاثیر شدید بر فشار جنب حاره قرار گرفته و پتانسیل تولید امواج گرم در آن وجود خواهد داشت. بنابراین شناخت و آگاهی از سیستم‌های سینوپتیکی ایجاد کننده امواج گرمایی در هر منطقه جهت مقابله و پیش‌هشداردهی از مسائل مهم می‌باشد. با توجه به پیامدهای زیست محیطی بسیار ناگوار و اثرات جانی فراوانی که تداوم این رخداد‌های فرین به دنبال دارند اهمیت پژوهش در این باره بر همگان آشکار است و مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است.

1-McMichael et.al

2-Keggenhoff et.al

3-Guirguis et.al

4-Hatvani\_Kovacs

### پیشینه تحقیق

(قویدل، رحیمی، ۱۳۹۰: ۸۵) در تحلیل سینوپتیکی موج ابر گرم تابستان ۱۳۸۹ ایران نشان که منطقه پیشینه دمای ایران در بازه ی زمانی ۱۲ تا ۲۲ تیرماه، مناطق جنوب غرب و غرب ایران به ویژه ایستگاه‌های ماهشهر، دزفول، دهلران و قصد شیرین بوده است، وی کم فشار حرارتی عربستان و اثرات ناشی از فعالیت آن را در سطح زمین و استیلای پرفشار جنب حاره‌ای را در ارتفاع، عوامل رخداد این موج معرفی کرده است.

(یزدان پناه و علیزاده، ۱۳۹۰: ۱۷۳۰۰) در بررسی وقوع امواج گرمایی با تداوم های مختلف در استان کرمان به کمک زنجیره مارکف با آمار بلند مدت ۲۰ ساله دریافتند که بیشترین امواج گرمایی رخ داده مربوط به ماه های آوریل و می بوده است و این تغییرات روندی افزایشی در طول دوره آماری داشته است.

(لشکری و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۴) تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان و رودباد جنب حاره‌ای در کوتاه‌ترین طول دوره بارشی جنوب و جنوب غرب ایران پرداختند. در برخی از سال ها جابجایی شمال و جنوب سوی گردش عمومی جو و سلول هدلی روی منطقه شرایط همدیدی را فراهم می کند که هسته های پرفشار جنب حاره ای عربستان بسیار دیرتر از شرایط نرمال از منطقه خارج شده و زودتر از موعد به سمت منطقه برگشته و طول دوره بارشی را کوتاه می کند. (لشکری و محمدی ۱۳۹۴: ۷۳)، اثر موقعیت استقرار پرفشار جنب حاره ای عربستان بر سامانه های بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران پرداختند. در تمام ترازهای بررسی شده، هسته مرکزی پرفشار بر روی دریاها ی گرم عمان و عرب قرار داشت (زنگنه و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۷) به بررسی سینوپتیکی پرفشار عربستان و اثر آن بر خشکسالی های جنوب و جنوب غرب ایران پرداختند نتایج حاکی از این است که محور واپراخند بر روی خشکی، در سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۱ بصورت شرق - غرب بوده است (لشکری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱) تحلیل همدیدی نقش پرفشار جنب حاره ای عربستان و رودباد جنب حاره ای در خشکسالی های شدید جنوب و جنوب غرب ایران پرداختند نتایج نشان داد که در خشکسالی های شدید در منطقه زبانه‌های چهار سامانه واپراخندی آזור، آفریقا، عربستان و سیبری در یک راستای مداری در محدوده عرض های ۱۵ تا ۴۵ درجه شمالی ادغام شده و به صورت یک کمربند گسترده تمام منطقه را در بر می گیرد. پرفشار عربستان کاملاً حرکت غرب سو داشته و در تمام طول دوره بارشی بر روی خشکی شبه جزیره عربستان قرار می گیرد و با ادغام با زبانه پرفشار آفریقا باعث رانده شدن کم فشار سودان به عرض های جنوبی و مانع گسترش آن به سمت عرض های بالا می گردد، با حرکت غرب سوی سلول عربستان رودباد جنب حاره‌ای نیز به سمت غرب جابجا شده و برخلاف شرایط نرمال بر روی شمال شرق آفریقا استقرار پیدا می کند. (اسمعیل نژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۹)، در بررسی امواج گرمایی استان کردستان نشان دادند بسامد رخداد، شدت و دوام امواج گرما در مناطق پست و کم ارتفاع واقع در غرب و شرق استان، افزایش یافته اما در بلندی های استان که شامل مناطق مرکزی و شمالی بوده، کاهش داشته است.

(یزدان پناه و همکاران، ۱۳۹۰: ۵) در تحلیل موج‌های گرمایی ایران با استفاده از شاخص فومیایکی مشخص نمودند که موج‌های بلند مدت کم رخدادتر از موج های کوتاه مدت است، با پایان زمستان و روزهای نخستین پاییز موج های گرمایی بیشتر و فراوان تر می باشد. همچنین در شمال و شمال غرب، مرکز ایران و سواحل جنوب رخداد امواج گرمایشتر و روند افزایشی امواج گرم در دوره آماری تایید شده است. (مجرد و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۷) به تحلیل آماری - همدیدی امواج



گرمایی بالای ۴۰ درجه سلسیوس در غرب پرداختند و نتیجه گرفتند که پر ارتفاع آזור و پرفشار عربستان سبب ایجاد امواج گرمایی در منطقه بوده و زمان آغاز آن از مرداد ماه است.

(کرم پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۷۹)، به شناسایی و تحلیل سینوپتیکی امواج گرمایی غرب ایران (ایلام، خوزستان، لرستان و کرمانشاه) پرداختند و نشان دادند در زمان این رخداد در سطح زمین کم فشارهای حرارتی متعددی بر روی شاخ آفریقا، اروپا، عراق و عربستان بسته شده و زبان‌های کم فشار تشکیل شده روی عربستان قسمت‌های جنوب و جنوب غرب و بخش‌هایی از غرب ایران را تحت تاثیر قرار داده است. (رحیمی و همکاران ۱۳۹۶: ۶۹)، به تحلیل ساختار امواج گرمایی در غرب و جنوب غرب ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که امواج گرمایی با استقرار سامانه‌های کم فشار حرارتی خلیج فارس و گنگ (موسمی ها) همراه با رطوبت، استقرار سیستم مانع در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال و گسترش پرفشار پوششی آזור، تلاوایی منفی و رویداد جنب حاره ای بر روی منطقه شکل می‌گیرد.

(برنا و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۲۹) مخاطرات دمایی استان خوزستان را طی یک دوره ۲۵ ساله ۲۰۱۷-۱۹۹۳ مورد ارزیابی قرار داده و نقشه پهنه بندی نقاط مخاطره آمیز دمایی را ترسیم نمودند. (هوشیار و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۵) در تحلیل سینوپتیکی امواج گرمایی زودرس شمال غرب ایران به این نتیجه رسیدند که علت ایجاد این امواج زود رس، تشکیل پرفشار بر روی جنوب عربستان، تنگه عدن و مرکز سودان در سطح دریا و تشکیل زبانه های آن به طرف شمال و شمال شرق منطقه مورد مطالعه (شمال غرب ایران) می باشد. (خسروی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹) به بررسی آماری هم‌مدیدی موج های گرمایی کم تداوم ایران پرداختند. در این تحقیق امواج گرمایی ۴ روزه که گستردگی و فراوانی بیشتری داشت انتخاب و مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که سامانه های عربستان و پاکستان مهمترین دلیل ایجاد آنها بوده اند. (حسین پور و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۱) در تحقیق خود تحلیل آماری امواج گرمایی در دامنه هاب جنوبی البرز را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که فراوانی موج های کوتاه مدت بیشتر بوده است. بیشترین فراوانی مربوط به امواج ۲ روزه بود و به تربیت ایستگاههای تهران، سمنان و قزوین فراوانی رخداد بیشتری دارند. (ظرافتی و همکاران، ۱۴۰۳: ۴۲۷) در تحلیل الگوهای مولد دماهای فرین بالای ۵۰ درجه در منطقه غرب آسیا در یافتند، کم فشار با منشأ حرارتی الگوهای سطح زمین و قرارگیری پرفشار غرب آسیا در تراز میانی جو و فرارفت هوای گرم از بیابان های اطراف سبب این دماها هستند. در سالهای اخیر نیز مطالعات زیادی در مناطق مختلف جهان درباره امواج گرمایی صورت گرفته است.

(بتینا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳: ۱) در یک بررسی ارزیابی موج گرمایی تابستان ۲۰۰۳ اروپا پرداخت و به لزوم اقدام مناسب جهت جلوگیری از مرگ و میر ناشی از موج گرما تأکید کرد. در تحقیق دیگر (بنیستون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵: ۷۱) به بررسی امواج قوی گرما در فصل سرد در کوه‌های آلپ سوئیس پرداخت و به این نتیجه رسید که با توجه به بررسی‌های صورت گرفته برای اقلیم چندین کوه ناهنجاری های دمای روزانه گاهی اوقات بیش از ۱۶ درجه سانتیگراد است و مدل شبیه سازی آب و هوا برای دوره ۲۰۷۱ تا ۲۱۰۰ نشان داد که زمستان‌های گرم ممکن است تا ۳۰ درصد افزایش یابد. (کیسلی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴: ۹۱) در طول دوره ۲۰۰۰-۱۹۸۲، به بررسی موج گرما در جمهوری چک پرداخت که در این دوره ۱۷ موج گرما رخ داده است که همه آنها

1 -Bettina

2 -Beniston

3 -Kysely

از آغاز ژانویه تا آخر اگوست بوده است. (راجرو همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱:۷۰۱) به برآورد مرگ و میر بیش از حد امواج گرما تحت تغییر اقلیم جهانی برای یک شهر بزرگ در ایالات متحده که با استفاده از یک پایگاه داده شامل اطلاعات روزانه مرگ و میر ناشی از همه علل غیر تصادفی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ شامل ذرات ریز و اوزن، دما، دمای نقطه شبنم برای شهر شیکاگو، ایلینویز با استفاده از مدل رگرسیونی پواسون به برآورد مرگ و میر در ارتباط با امواج گرما پرداختند. (هوانگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰:۲۴۱۸) به تاثیر موج گرمایی ۲۰۰۳ بر روی مرگ و میر شانگهای چین پرداختند. در این سال شانگهای با داغ ترین تابستان در بیش از ۵۰ سال گذشته رو به رو شد و افراد مسن بالای ۶۵ سال بیشتر در معرض خطر این موج گرما بوده اند. (جی یانگ سون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲:۵۱۶) تاثیر موج گرما در مرگ و میر در هفت شهر عمده در کره جنوبی را مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه به تجزیه و تحلیل دما، از ارتباط بین مرگ و میر و امواج گرما، و با توجه به ویژگی های موج گرما (شدت، مدت و زمان در فصل) در هفت شهر عمده در کره جنوبی پرداخته شد که حاکی از ارتباط مثبت بین مرگ و میر و روزهای همراه با موج گرما می باشد. (روسو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۶:۱) در آفریقا با استفاده از شاخص روزانه بزرگی موج گرما (چگرینی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷:۱۱۵) در آفریقا طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۸۱ با استفاده از شاخص روزانه بزرگی موج گرما (HWMId)، (گوئریه رو و همکاران، ۲۰۱۸:۱) در بررسی امواج گرمایی در اروپا، همگی به این نتیجه رسیدند که دماهای بیشینه در دهه های اخیر افزایش پیدا کرده و امواج گرمایی، شدید تر، طولانی تر و بیشتر شده اند. همانطور که مشاهده می گردد، کارهای انجام شده در زمینه تحلیل امواج گرمایی برخی با رویکرد آماری (کیسلی، ۲۰۰۴:۹۱)، (گوئریه رو و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۸:۱)، (یزدان پناه و علیزاده، ۱۳۹۰:۱۷۳۰)، (حسین پور و همکاران، ۲۰۱۲:۸۱)، (خسروی و همکاران، ۱۳۹۹:۱۹) به تحلیل روند و فراوانی رخداد های امواج گرم کرده اند و برخی دیگر از کارها که دید همدیدی داشته اند، یا تاثیر پرفشار عربستان و سایر پرفشار های جنب حاره را در زمینه دما و بارش مورد بررسی قرار داده اند (لشکری و همکاران، ۱۳۹۵:۷۴)، (لشکری و محمدی، ۱۳۹۴:۷۳)، (ویا تحلیل الگوهای همدیدی را در سایر نواحی ایران (کرم پور و همکاران، ۲۰۱۳:۲۶۳)، (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۶:۶۹)، (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰:۸۵)، (هوشیار و همکاران، ۱۳۹۸:۱۸۵) و جهان (ظرافتی و همکاران، ۲۰۱۴:۴۲۷)، بررسی و مطالعه نمودند. اما در این تحقیق هدف اساسی، شناسایی امواج گرم استان خوزستان و بررسی نقش همدیدی پرفشار عربستان در شکل گیری و ایجاد آنها می باشد.

1 -Roger et.al  
 2 -Huang et.al  
 3 -Ji young son  
 4 -Russo et.al  
 5 -Ceccherini et.al  
 6 -Guerrieri et al



## مبانی نظری

### موج گرما<sup>۱</sup>

از نظر تعریف موج گرمایی دوره ای است گرم که چند روز تا چند هفته پایداری و تداوم داشته و ممکن است با رطوبت شدید نیز همراه باشد (کرم پو.رو همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۶۳). از منظر آماری امواج گرمایی به نوسان های مثبت یا فرین های بالای میانگین دمای حداکثر روزانه اطلاق می شود که در طی روزهای متوالی در فضاهای جغرافیایی خاص استمرار یابد. با این تعاریف دو بعد فضایی و زمانی در وقوع یا عدم وقوع موج گرما اهمیت می یابد. یعنی دماهای بالای ۲۷ درجه در انگلستان آستانه موج گرمایی محسوب می شود، اما در ایران این آستانه بیشتر می باشد (بعد فضایی). هر دمای بالای آستانه بصورت منفرد و یک روزه موج گرما نیست بلکه موج گرما باید ۲ روز و یا بیشتر استمرار زمانی داشته باشد (بعد زمانی) (قویدل و رحیمی، ۱۳۹۰). در طبقه بندی مخاطرات محیطی موج گرما در زیرگروه مخاطرات ناشی از دماهای فرین قرار دارد (Estimate of Future Heat, 2009).

### پرفشار<sup>۲</sup>

گردش عمومی جو مولد سامانه‌های بزرگ مقیاس سیاره‌ای است که پرفشار جنب‌حاره‌ای از ثبات‌ترین و درعین‌حال گسترده‌ترین و عمیق‌ترین سامانه‌ها در ساختار وردسپهر است. این سامانه دارای هسته‌های نسبتاً پایدار در هر دو نیمکره است که با توجه به موقعیت مکانی نام‌های متفاوتی را به خود می‌گیرند. پرفشار آزور<sup>۳</sup>، پرفشار آفریقا و پرفشار عربستان و... از مهم‌ترین این سامانه‌ها در نیمکره شمالی است (لشکری و همکاران، ۱۳۹۶: ۳).

### پرفشار عربستان<sup>۴</sup>

این مرکز پرفشار، یکی از سلول‌های پرفشار جنب حاره‌ای می‌باشد که بر روی شبه جزیره عربستان تشکیل می‌شود. این مرکز نیز همانند سایر سلول‌های پرفشار جنب حاره‌ای به پیروی از جابه‌جایی ایجاد شده در گردش عمومی جو در طول سال به تبعیت از حرکات ظاهری خورشید به طرف عرض‌های بالاتر و پایین‌تر حرکت می‌کند این سلول پرفشار در طول دوره سرد سال بر روی نیمه شرقی شبه جزیره عربستان مستقر بوده و بعضاً تا خلیج عدن و شاخ آفریقا نیز پایین می‌رود. بهترین حالت استقرار این سلول برای ایجاد بارش‌های مطلوب در جنوب و جنوب غرب ایران، قرار گرفتن آن بر روی نیمه شرقی عربستان و غرب اقیانوس هند می‌باشد. در این حالت با توجه به چرخش حاکم بر آن هوای گرم و مرطوب عرض‌های پایین را بر روی منطقه و به درون کم فشارهای عبوری از غرب عربستان منتقل می‌کند. در دوره گرم سال این سلول به طرف عرض‌های بالاتر جابجا و در ترازهای زیرین بر روی شمال عربستان، خلیج فارس و ایران مستقر شده و فرایند ناپایداری را در منطقه از بین می‌برد (لشکری، ۱۳۷۵؛ محمدی، ۱۳۹۶).

1 - Heat Wave

2 - High Pressure

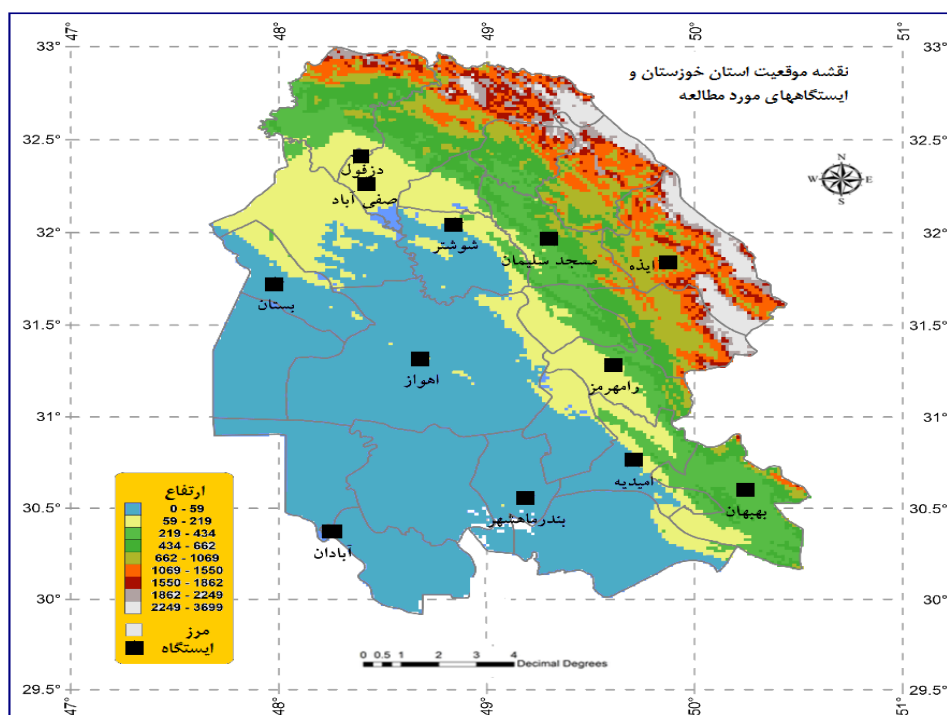
3 - High Pressure Azores

4 - High Pressure Saudi Arabia



### محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان خوزستان است که در جنوب غربی کشور قرار دارد، برای بررسی امواج گرم در این استان از آمار دمای حداکثر روزانه ۱۲ ایستگاه سینوپتیک استان خوزستان در یک دوره آماری ۱۹ ساله (۲۰۱۷-۲۰۰۰) استفاده شده است. انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس عرض جغرافیایی و همچنین به دلیل انتخاب دوره زمانی مشترک که بتوان تعداد ایستگاه‌های بیشتری را بررسی کرد دوره ۱۹ ساله انتخاب گردید. شکل ۱ موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

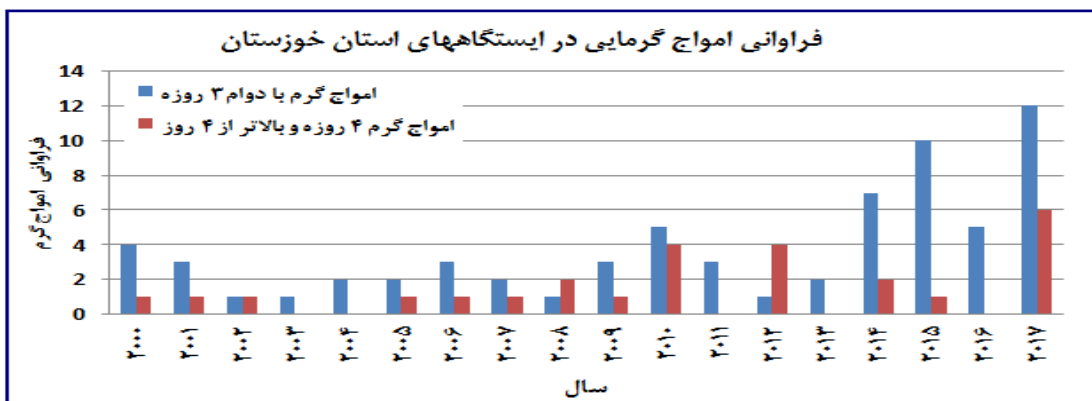


شکل ۱. نقشه موقعیت استان خوزستان و ایستگاه‌های هم‌مدیدی منطقه مورد مطالعه

مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳

پس از بررسی‌های چشمی در این بخش معیار انتخاب آستانه دمایی برای امواج گرم مشخص گردید. بر اساس شرایط دمایی منطقه مورد مطالعه دمای روزانه حداکثر بالای ۴۰ درجه سانتیگراد (مجرد و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۶)، همچنین ماندگاری و دوام موج برای سه روز در منطقه، فراگیری موج در ۸ ایستگاه و بالاتر معیار انتخاب شد. با توجه به معیارهای انتخابی فراوانی امواج گرم در دوره آماری (۲۰۱۷-۲۰۰۰) برای ایستگاه‌های انتخابی محاسبه شد. فراوانی امواج گرم با دوام ۳ روزه و ۴ روزه و بالاتر مشخص گردید و در مجموع ۶۷ موج گرم سه روزه انتخاب شد و به دلیل اینکه شدت، دوام و فراوانی این امواج در سال ۲۰۱۷ زیاد بود و موج گرم انتخابی یکی از کم سابقه‌ترین امواج گرم در این منطقه بود به عنوان نمونه انتخابی بررسی شد. شکل ۲ فراوانی این امواج را نشان می‌دهد.

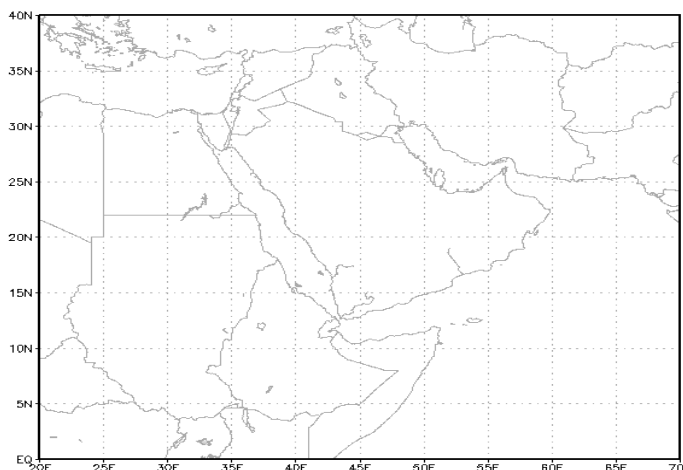




شکل ۲. فراوانی امواج گرم سه روزه و ۴ روزه و بالاتر در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳

همانطور که در شکل ۲ دیده می‌شود بر اساس معیارهای مدنظر تعداد روزهای دوام امواج گرمایی در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال‌های دیگر بیشتر می‌باشد. برای مطالعه همدیدی رخداد موج گرم، از داده‌های بازکای شده سایت نووا با قدرت تفکیک ۲٫۵ در ۲٫۵ درجه و محدوده ۰ تا ۴۰ درجه شمالی و ۲۰ تا ۷۰ درجه طول شرقی استفاده شده است که چهارچوب منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ دیده می‌شود. در گام بعد با اسکریپت نویسی در محیط grads سه پارامتر که شامل دما، جریان باد مداری و نصف النهاری و ارتفاع ژئوپتانسیل می‌باشد ترکیب گردید و نقشه‌های مورد نیاز برای سه پارامتر فوق برای موج گرم ۲۸ تا ۳۰ ژوئن ۲۰۱۷ ترسیم گردید.



شکل ۳. محدوده ترسیم نقشه‌های همدیدی موج گرم استان خوزستان

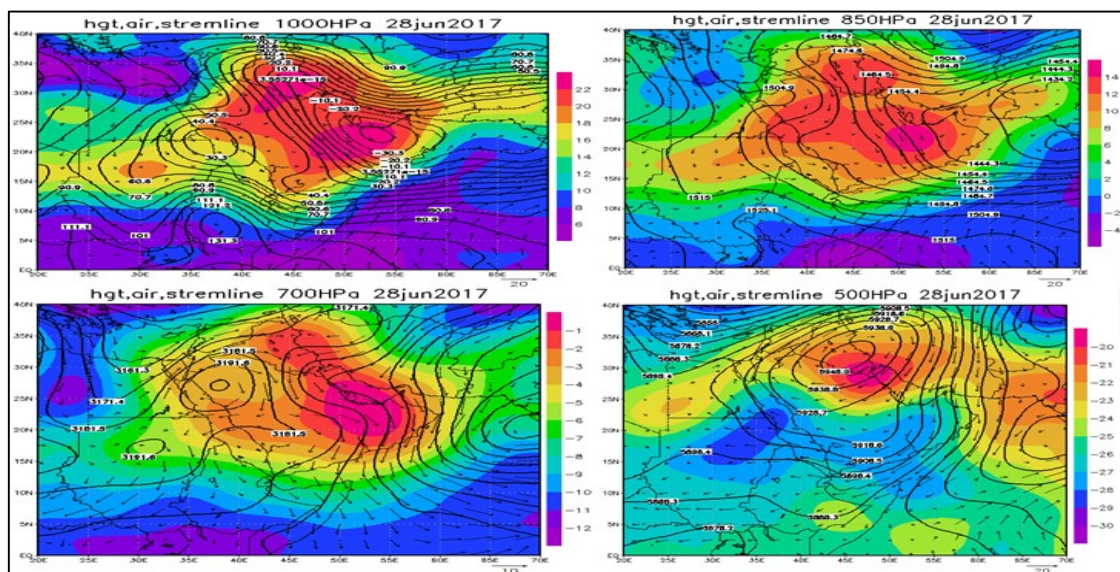
مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳

برای دریافت نمودار اسکویوتی روزهای مورد مطالعه (۲۸ ژوئن تا ۳۰ ژوئن ۲۰۱۷) از وب سایت دانشگاه وایومینگ به آدرس (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>) مراجعه و نقشه‌های مورد نظر برای ایستگاه اهواز دریافت گردید.

## بحث و یافته‌ها

## تحلیل همدیدی روز اول موج پرم در ترازهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال

در شکل ۴ الگوی همدیدی حاکم در لایه زیرین و میانی وردسپهر را در الگوی غالب تابستانه در جنوب و جنوب غرب ایران برای روز ۲۸ ژوئن ۲۰۱۷ نشان می‌دهد. همان‌طور که بیان شد با بررسی نقشه شکل ۴ (دما) حدود موج گرم اتفاق افتاده دو دوره گرم سال بر روی استان خوزستان این الگوی همدیدی الگوی غالب در بیش از ۸۶ درصد امواج گرم سه روزه و بالاتر بوده است. در تراز زیرین جو عموماً تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و پایین‌تر یک سامانه چرخندی با هسته بسیار گرم بر روی شمال عربستان و جنوب خلیج فارس حاکم می‌شود. در این لایه هسته گرمایی و هسته فشاری انطباق زیادی بر هم دارند. در تمام نمونه‌های موج گرم زبانه فشاری که با زبانه گرمایی نیز همراهی می‌شود با راستای جنوب شرقی - شمال غربی بر روی خوزستان، جنوب ایران گسترش یافته و در ادامه تا شمال عراق و شرق سوریه تداوم دارد. بنابراین امواج گرمایی خوزستان در فصل تابستان از روی بیابان‌های داغ عربستان نشأت می‌گیرند. هسته گرمایی دیگری در امتداد این زبانه گرمایی بر روی بیابان‌های شمالی عراق و شرق سوریه نیز بچشم می‌خورد که نقش تابش زمینی را در تشدید و ایجاد این موج گرم نشان می‌دهد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با وجود این که هسته گرمایی همچنان بر روی جنوب خلیج فارس قرار دارد. ولی زبانه فشاری با زبانه مرکز چرخندی پاکستان ادغام شده و بصورت یک زبانه چرخندی با امتداد غربی - شرقی پس از عبور از جنوب شرق و جنوب ایران و پهنای صحرائی گسترده عربستان وارد خوزستان شده و در همان امتداد زبانه لایه زیرین تا شمال عراق امتداد دارد. تفاوت ایجاد شده جابجایی هسته گرمایی شمال غرب عراق بر روی خوزستان می‌باشد. این به مفهوم آن است که بتدریج به سمت لایه‌های بالاتر نقش عوامل دینامیکی در تشدید گرمایش موج موثر است.

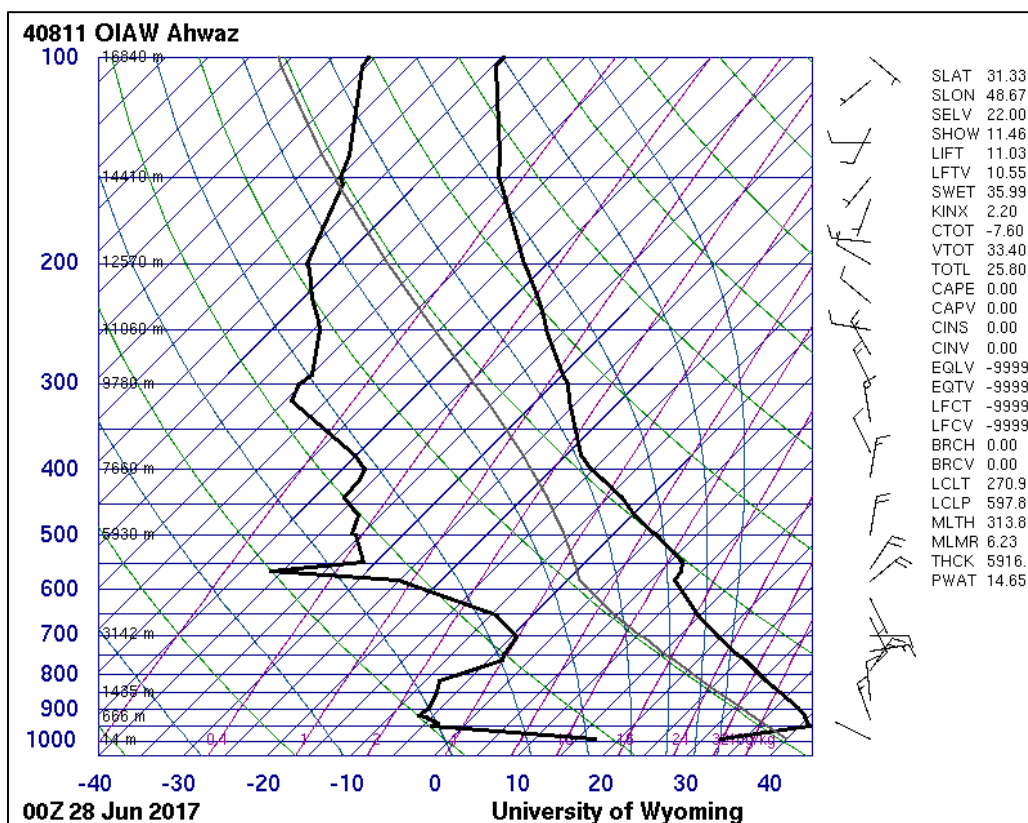


شکل ۴. نقشه دما (رنگ‌ها) و ارتفاع ژئوپتانسیل (منحنی‌ها) و نقشه جریان (بردارها) تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۸

ژوئن ۲۰۱۷ (مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

از تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال الگوی فشاری و دمایی دچار دگرگونی شده و با دور شدن از اثرات اغتشاشات زمینی و تشعشعات زمینتاب اثرات پدیده های دینامیکی جو موثرتر عمل کرده است. در این تراز مرکز واپرخندی در شمال غرب عربستان و شمال شرق دریای سرخ تکوین پیدا کرده و پشته حاصل از این واپرخند با راستای جنوب غربی - شمال شرقی کشور عراق و شمال غرب و غرب ایران را در بر گرفته است. ولی نیمه شرقی عربستان و نوار جنوبی ایران تا استان خوزستان همچنان تحت تاثیر زبانه چرخندی پاکستان قرار دارد. هسته گرمایی همچنان بر روی عربستان قرار دارد و زبانه این هسته گرمایی همچنان بر روی خوزستان گسترش یافته است. شدت گرمایش زمینی و تشعشعات موج بلند زمینی از روی بیابان های وسیع و لخت عربستان همچنان الگوی دمایی این منطقه را کنترل می کند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کاملاً الگوی دینامیکی واپرخند عربستان کنترل کننده اصلی پدیده های این تراز می باشد. به این ترتیب به شدت از تاثیر اغتشاشات زمینی بر روی الگوی دمایی جو در این تراز کاهش پیدا کرده و یا از بین رفته است. در نتیجه پدیده های بزرگ مقیاس دینامیکی نقش اصلی را در کنترل شرایط جو تابستانه منطقه بر عهده دارد. در این تراز مرکز واپرخندی عربستان کاملاً تقویت شده است. به طوری که مرکز واپرخند عربستان با پربند ۹، ۵۹۴۰ بر روی جنوب غرب عراق و غرب خوزستان استقرار دارد. گرمایش بی دررو حاصل از این هسته واپرخندی باعث تشکیل یک هسته گرمایی در ضلع جنوب شرقی این مرکز واپرخندی (بر روی خوزستان گردیده است).

به این ترتیب فرافوت گرم از طریق جریانات چرخندی در لایه زیرین وردسپهر از روی بیابان های داغ عربستان و ایجاد یک جو پایدار در لایه های میانی جو و گرمایش بی دررو حاصل از آن ضمن ایجاد یک موج گرم با دوام طولانی بر روی خوزستان بر شدت گرمای آن نیز افزوده است. به طوری که اکثر ایستگاه ها دمایی فراتر از ۴۰ درجه را تجربه کرده اند. شکل ۵ نمودار نیمرخ قائم جو را در ایستگاه اهواز برای روز ۲۸ ژوئن نشان می دهد. همان طور که دیده می شود در تراز زیرین دما با یک شیب تندی تا حدود تراز ۹۰۰ هکتوپاسکال رو به افزایش است. این نمودار بیانگر یک وارونگی دومایی شدید در لایه زیرین می باشد. سرعت باد در این ضخامت از جو بسیار آرام و نشاندهند پایداری شدید حاکم بر این تراز است. فقدان هر گونه جریانی برای جابجایی هوای گرم لایه زیستی شرایط را برای ساکنین بشدت نامطلوب می نماید. از تراز ۹۰۰ تا حدود ۶۰۰ هکتوپاسکال روند کاهشی بسیار کند بر جو حاکم است. به طوریکه دما در تراز ۶۰۰ هکتوپاسال به ۸ درجه سانتی گراد می رسد. اتف دمایی کمتر از شرایط نرمال که بیانگر پایداری حاکم بر جو میانی منطقه می باشد. سرعت باد نیز بیش از ۱۰ تا ۱۲ نات بیشتر نمی باشد. و در تراز های ۶۰۰ تا ۵۰۰ نیز به بیش از ۲۰ نات افزایش نمی یابد. از تراز ۵۰۰ بالاتر شرایط پایداری همچنان تشدید شده و سرعت باد به کمتر از ۱۰ نات تقلیل می یابد. این نیمرخ بیانگر حاکمیت یک جو بسیار پایدار در لایه میانی و بالای وردسپهر می باشد. این الگوی همدیدی سبب طولانی شدن دوام موج گرم نیز شده است.



شکل ۵. نقشه اسکیتوی روز ۲۸ ژوئن ۲۰۱۷ ساعت ۰۰

مآخذ: (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)

### تحلیل همدیدی روز دوم موج گرم در ترازهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال

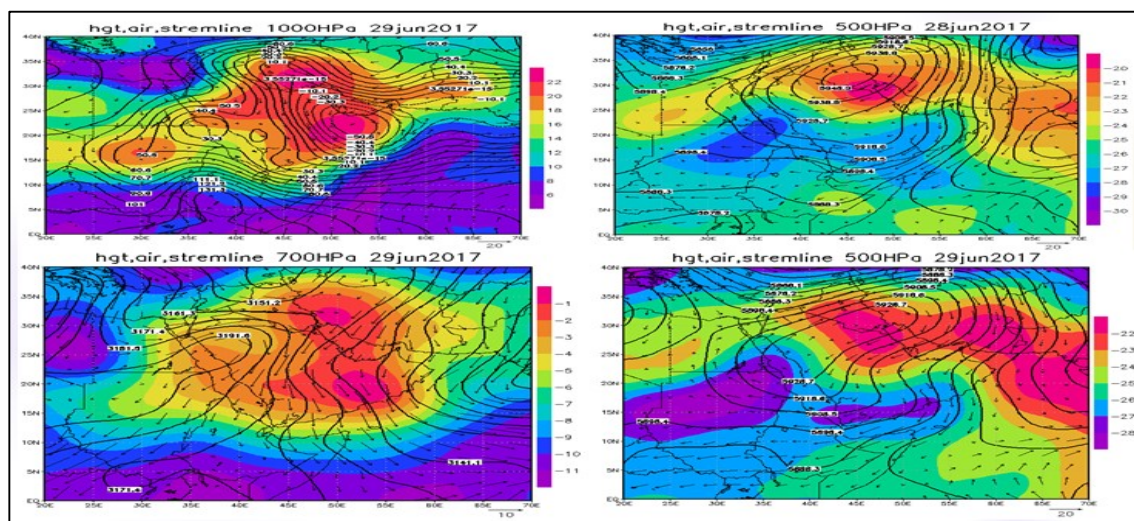
همان طور که بر روی نقشه شکل (۵) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال دیده می شود مرکز چرخندی عربستان نسبت به روز قبل بطور قابل توجهی تقویت شده است. به طوری که ارتفاع ژئوپتانسیلی آن نسبت به روز قبل بیش از ۲۰ ژئوپتانسیل متر تقویت شده و به بیش از ۵۰- ژئوپتانسیل متر رسیده است. هسته گرمایی این چرخند با دمای بیش از ۲۲ درجه سلسیوس در ضلع جنوبی آن قرار دارد. با تشدید جریانات چرخندی و ایزوله شدن این جریانات در ضلع جنوبی زاگرس جنوبی هوای گرم بیابان های داغ عربستان با عبور از روی آبهای گرم خلیج فارس و دریافت رطوبت بر روی جلگه خوزستان فرارفت شده است. گرمای فرارفت شده از طریق این جریانات چرخندی هسته گرمایی روی جلگه خوزستان ایجاد کرده و دما در این تراز همچنان بیش از ۲۲ درجه سانتی گراد می باشد. الگوی گسترش زبانه چرخندی عربستان همچنان جنوب شرقی - شمال غربی بوده و در امتداد پایکوه های زاگرس جنوبی تا شمال عراق تداوم دارد. با تداوم گرمایش تابشی چرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز تقویت قابل توجهی داشته و بصورت یک سلول چرخندی بسته بر روی شمال عربستان ظاهر شده است. هسته گرمایی چرخند در ضلع جنوب غربی آن استقرار دارد. این الگو سبب تقویت هرچه بیشتر چرخند در این تراز گردیده است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال هسته چرخندی عربستان کاملاً تضعیف شده ولی چرخند پاکستان همچنان در این تراز حاکمیت دارد جریانات تند شمالی در ضلع غربی این چرخند و پایداری حاصل از





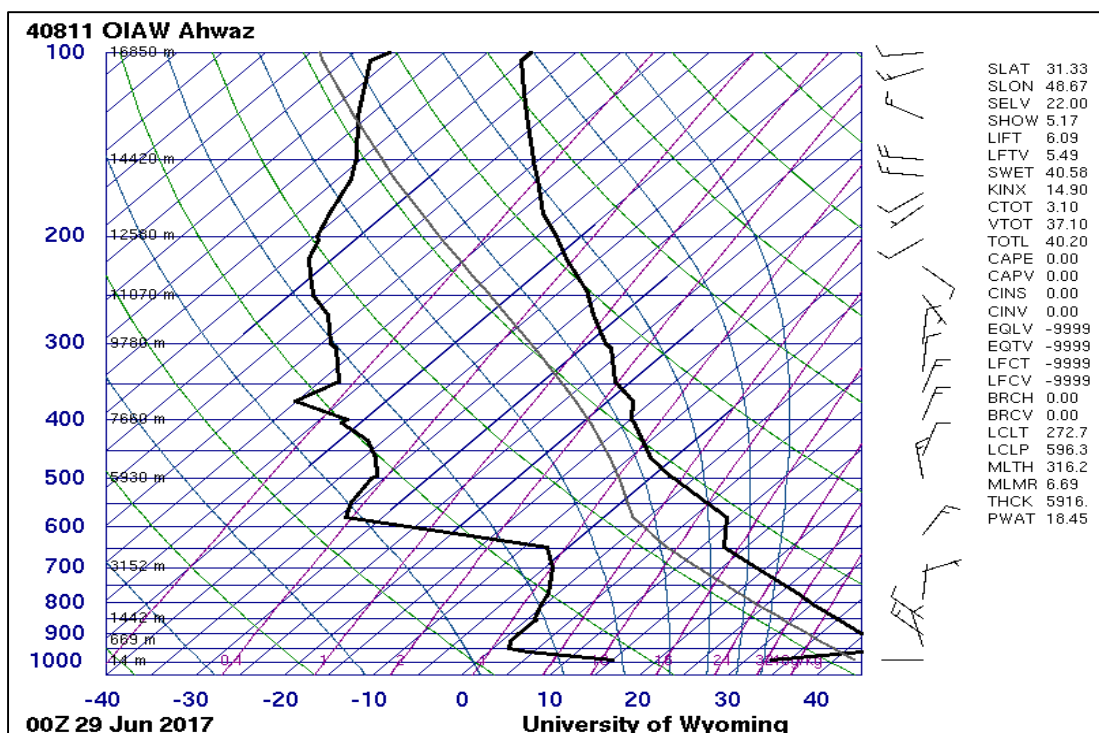
جریان‌ات جنوب سو سبب شده است هسته گرمایی روی خوزستان همچنان بر روی منطقه در این تراز نیز حفظ شود. سلول واچرخندی عربستان در امتداد جریان‌ات برگشتی سلول هدلی در حال شکل‌گیری می‌باشد. پشته گسترده‌ای در امتداد واچرخند آفریقا بر روی دریای سرخ و شمال غرب عربستان گسترش یافته و در همان راستا تا شمال ایران امتداد یافته است. الگوی جریان جوی شکل‌گیری یک هسته فرعی از واچرخند عربستان را بر روی استان خوزستان نشان می‌دهد. پایداری دینامیکی حاصل از این واچرخند و سکون نسبی جو هسته گرمایی روی خوزستان را تشدید نموده و دمای جو را در این تراز به بالاتر از صفر رسانده است. در تراز بالاتر این واچرخند بصورت یک میدان گسترده‌تر تمام محدوده شمال غربی عربستان از ساحل شرقی دریای سرخ تا تمام پهنه استان خوزستان و استان‌های حاشیه‌ای را در بر گرفته است. بطوریکه منحنی ۵۹۲۸ ژئوپتانسیل متر از روی خوزستان عبور میکند. هسته گرمایی همچنان در حاشیه جنوبی استان خوزستان بچشم می‌خورد.

شکل ۶ نمودار نیمرخ قائم دمای جو را برای ساعت صفر گرینویچ (۳،۵ صبح به وقت محلی) نشان می‌دهد. همان‌طور که نشان می‌دهد در این ساعت دمای ایستگاهی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال حدود ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. ولی در جهت قائم تا حدود تراز ۹۰۰ هکتوپاسکال با بیش از ۴۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این شرایط بیانگر وقوع یک وارونگی بسیار قوی در لایه نزدیک زمین و لایه زیستی انسان رخ داده است. سرعت باد در این لایه بسیار کم و کمتر از ۱ نات می‌باشد. از این تراز تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نرخ کاهش دما نرخ معمول خود را دارد. ولی در محدوده تراز ۷۰۰ تا ۵۵۰ هکتوپاسکال لایه وارونگی دیگری به چشم می‌خورد. سرعت باد همچنان بسیار کم می‌باشد. از این تراز به بعد در تمام لایه میانی و تا انتهای لایه بالایی و ردسپهر نرخ کاهش دما بسیار بطئی و کند می‌باشد و بیانگر حاکمیت یک پایداری دینامی بسیار قوی می‌باشد. تکوین واچرخند عربستان و تقویت هر چه بیشتر آن به سمت لایه‌های میانی و بالاتر عامل اصلی این وارونگی قوی بر روی منطقه است.



شکل ۶. نقشه دما (رنگ‌ها) و ارتفاع ژئوپتانسیل (منحنی‌ها) و نقشه جریان (بردارها) تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۹

ژوئن ۲۰۱۷ (مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)



شکل ۷. نقشه اسکیتی روز ۲۹ ژوئن ۲۰۱۷ ساعت ۰۰

مآخذ: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

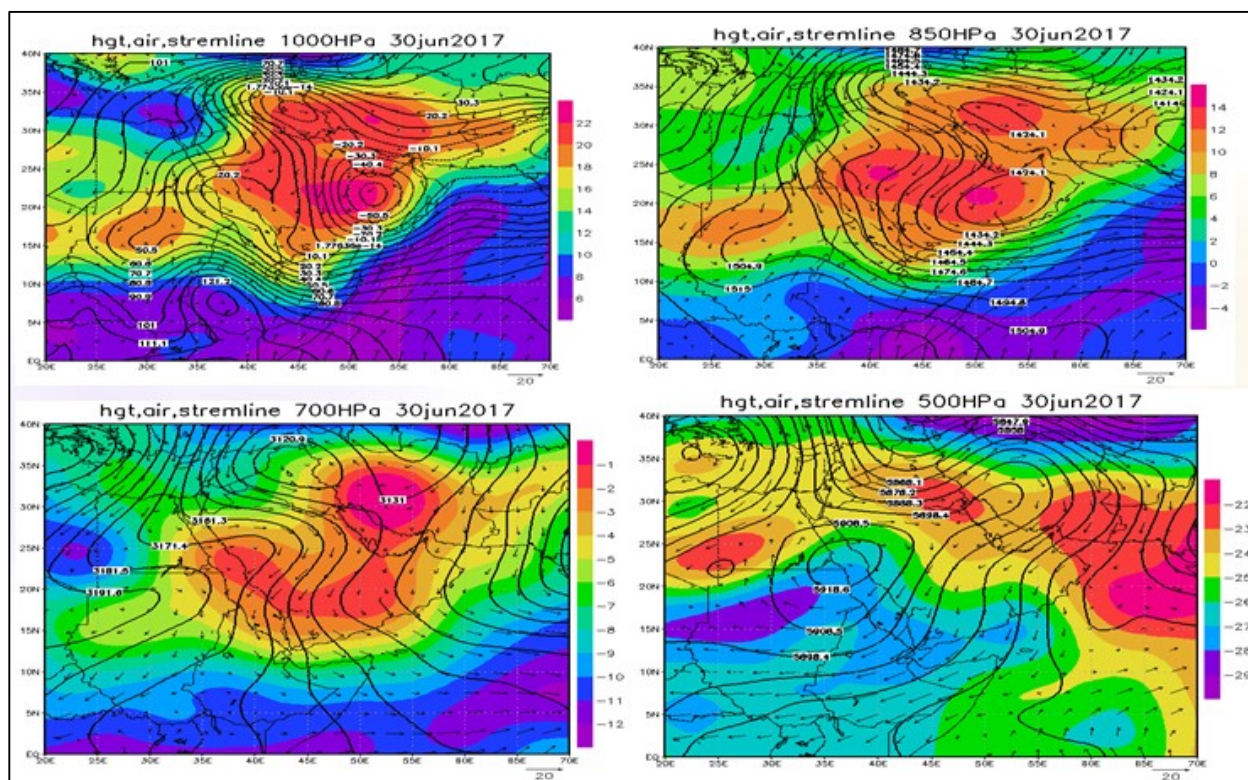
### تحلیل همیدی روز سوم موج گرم در ترازهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال

در این روز شرایط دمایی موج گرم به شدیدترین حالت خود رسیده است. به طوری که در اکثر شهرهای استان دمای هوا به بیش از ۴۱ درجه سانتی گراد رسیده است. الگوی همیدی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال این روز را نشان می دهد. مرکز چرخندی عربستان در این روز همچنان تقویت شده و ارتفاع ژئوپتانسیلی آن به کمتر از ۶۰- ژئوپتانسیل رسیده است. تداوم حاکمیت هسته گرم در ضلع جنوب غربی چرخند و فرافت گرمای بیابان های داغ عربستان بدون چرخند و یایداری حاصل از غلبه و اچرخند عربستان بر روی منطقه برای مدت طولانی بتدریج بر شدت دمای سطحی افزوده است. تداوم گسترش و حاکمیت این زبانه چرخندی بر روی منطقه سبب شده است سلول بسته بریده ای در جنوب عراق تکوین یافته و با گردش و اچرخندی و تقویت جریانات غرب و جنوب غربی هوای گرم بیابان های جنوبی عراق و شمال عربستان را بر روی خوزستان فرافت نماید. الگوی گسترش همچنان راستای جنوب شرقی - شمال غربی دارد. که بدلیل عبور از ابهای خلیج فارس بر شدت شرجی استان نیز افزوده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال سه سلول بسته چرخندی بر روی منطقه حاکمیت دارد. مجموع شرایط حاصل از این آرایش سامانه ها و زبانه های چرخندی حاکم بر جنوب و جنوب غرب ایران سبب شده است در تراز مرزی جریان همچنان غرب و جنوب غربی شده و فرافت بیابان های غربی بر روی خوزستان تداوم داشته باشد شرایط همیدی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال استقرار یک هسته گرمایی قوی درست بر روی خوزستان می باشد بدلیل استقرار هسته مرکزی و اچرخند عربستان بر روی استانبا دوام ۳ روز و تداوم فرافت گرم



و مرطوب در لایه زیرین وردسپهر و همرفت تابش زمینی شدید و گرمایش بی دررو حاصل از فرونشینی جوی در ضخامت زیادی از جو بتدریج بر شدت گرمای سطحی افزوده شود.

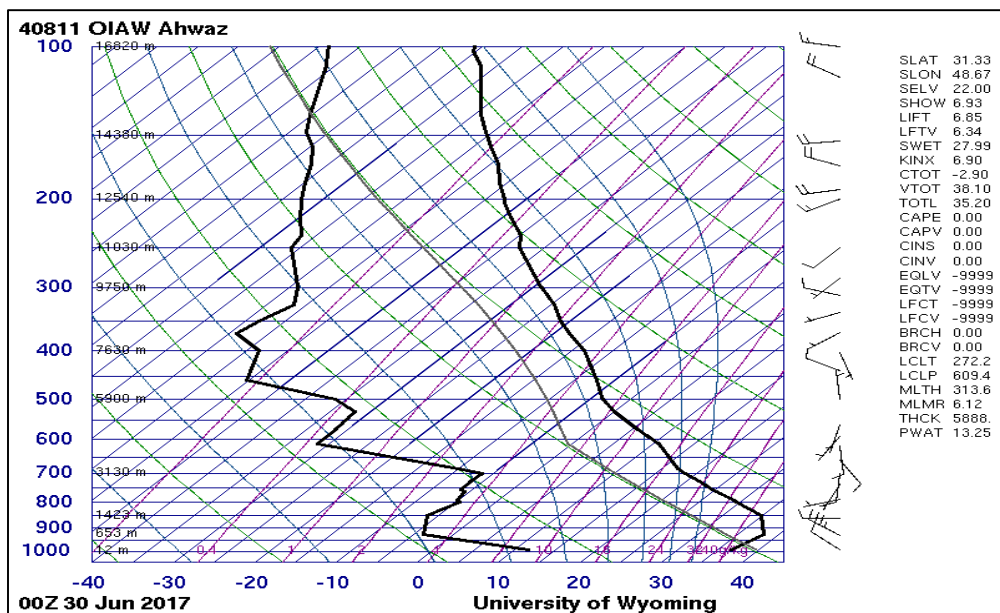
شکل ۹ نمودار اسکیوتی (نیمرخ قائم) جو استان را در روز سوم موج گرم نشان می دهد همان طور که دیده می شود در این روز لایه وارونگی دمایی نسبت به دو روز قبل توسعه پیدا کرده و این لایه تا تراز تقریبی ۸۰۰ هکتوپاسکال نیز رسیده است. با عمیق شدن لایه وارونگی بر شدت دمای هوا نیز افزوده شده در نتیجه اکثر ایستگاه های منطقه دمای بالا ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتی گراد را حتی در طول شب تجربه کرده اند. سرعت باد در لایه های مختلف حتی نسبت به روزهای قبل آرام تره شده و از تراز دریا تا تراز ۲۵۰ هکتوپاسال بندرت بالاتر از ۱۰ نات می باشد. از تراز لایه وارونگی دمایی تا نتهای لایه وردسپهر نرخ عمودی کاهش بسیار آرام و بطئی شده و نشان از یک پایداری دینامیکی بسیار قوی در لایه عظمی از جو منطقه هستیم.



شکل ۸. نقشه دما (رنگ‌ها) و ارتفاع ژئوپتانسیل (منحنی‌ها) و نقشه جریان (بردارها) تراز ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روز ۳۰

ژوئن ۲۰۱۷ (مآخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)





شکل ۹. نقشه اسکیتی روز ۳۰ ژوئن ۲۰۱۷ ساعت ۰۰

مأخذ: (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)

## نتیجه گیری

امروزه امواج گرمایی تابستانه به یک معضل اجتماعی و زیست محیطی در استان خوزستان تبدیل شده است. همان طور که در تحلیل آماری امواج گرمایی نیز مشاهده گردید با توجه به قرارگیری استان خوزستان در منطقه جنب حاره، دوره گرمادر استان خوزستان نسبت به سایر نقاط ایران زودتر شروع و دیرتر پایان می پذیرد تعداد امواج گرم تابستانه در سال های اخیر روبه افزایش بوده است. هر سال در دوره گرم سال با ورود امواج گرم شدید و ماندگار دمای هوا در استان بطور نامتعارفی بالا رفته و خسارت های اقتصادی، زیستی فراوانی را ایجاد میکند. با افزایش نامتعارف دما که بعضا با رطوبت بالایی نیز همراه است. به شبکه برق آسیب جدی وارد شده، حمل و نقل دچار اختلال جدی شده و صنایع و تاسیسات مرتبط با آن دچار تعطیلی میگردد. مهمتر از آن سلامت و آسایش تعداد کثیری از انسان ها به خطر افتاده و خسارات جانی زیادی ببار میآورد. به عنوان مثال موج گرم ۲۸ ژوئن تا ۳۰ ژوئن ۲۰۱۷ یکی از بی سابقه ترین امواج گرم در استان خوزستان بوده است که به گزارش خبرگزاری کیهان (گرمای شدید و کم سابقه در خوزستان و همچنین مرکز استان عامل اصلی پرخاشگری شهروندان در روزهای گرم است و با توجه به دمای این روزهای شهر اهواز بیماری گرمزدگی هم شیوع پیدا کرده است. هدف از این پژوهش، ابتدا شناسایی امواج گرم استان خوزستان و سپس تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان در ایجاد آنها بود. بر اساس نتایج تعداد امواج استخراج شده در دوره آماری ۶۷ موج گرم سه روزه و ۲۵ موج چهار روزه و بیشتر شناسایی گردید. بررسی نقشه های همدیدی نشان داد که عامل غالب و اصلی این امواج گرمایی در لایه زیرین و ردسپهر ترکیبی از عملکرد دو سامانه چرخندی عربستان و پاکستان و در لایه میانی و بالاتر هسته و پشته و چرخند عربستان می باشد. الگوی همدیدی غالب امواج گرمایی به صورت است که: در لایه های زیرین و ردسپهر زبانه های چرخندی پاکستان و عربستان به عنوان مهمترین سامانه تاثیر گذار در انطباق با الگوی توپوگرافی نقطه (ارتفاعات زاگرس جنوبی) و الگوی چرخشی سامانه سبب فرارفت گرم دمای تابشی بیابان های گرم لوت و

عربستان بر روی استان خوزستان بوده اند. در لایه زیرین وردسپهر زبانه ای در جهت جنوب شرقی به شمال غربی با عبور از دامنه های جنوبی زاگرس وارد جلگه خوزستان شده و تا شمال عراق و ساحل شرقی مدیترانه گسترش یافته است. ولی در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال شرایط همدیدی کاملاً عوض شده و با غلبه الگوی گردشی تابستانه بر روی منطقه از تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بتدریج و اچرخند عربستان تکوین یافته و عامل غالب منطقه می گردند. مقایسه این پژوهش با دیگر مطالعات نشان داد که در زمینه تحلیل امواج گرمایی برخی با رویکرد آماری (کریسلی، ۲۰۱۴: ۹۱)، (گوشیه رو و همکاران، ۲۰۱۸: ۱)، (یزدان پناه و عزیزاده، ۱۳۹۰: ۱۷۳)، (حسین پور و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۱)، (خسروی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹) امواج گرم را بررسی کردند. و برخی که دید سینوپتیکی داشتند، یا تاثیر فشار عربستان و سایر پر فشار های جنب حاره را در زمینه دما و بارش مورد بررسی قرار داده اند (لشکری و محمدی، ۱۳۹۴: ۷۳)، (لشکری و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۴)، و یا تحلیل همدیدی الگوهای منجر به امواج گرمایی را در سایر نقاط ایران (کرم پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۶۳)، (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰: ۸۵)، (هوشیار و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۵)، (ظرافتی و همکاران، ۱۴۰۳: ۲۷) بررسی و مطالعه نمودند. مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰: ۸۵)، (کرم پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۶۳)، (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۹)، (مجرد و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۷) (لشکری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱)، (خسروی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹)، (ظرافتی و همکاران، ۱۴۰۳: ۲۷) مطابقت دارد و تا حدودی با پژوهشهای (کریسلی، ۲۰۰۴: ۹۱)، (چگرینی و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱) (هوشیار و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۵)، (حسین پور و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۱)، هم خوانی و مطابقت دارد. اما از آنجایی که هدف تحقیق حاضر شناسایی امواج گرم استان خوزستان و تحلیل همدیدی پر فشار عربستان در ایجاد آنها بود، در این زمینه تحقیقی کاملاً مشابه انجام نشده و این پژوهش در نوع خود یک مطالعه جدید و نو آوری می باشد.

### پیشنهادها

- ۱- جریان هوا در اثر تغییرات دمای هوای سطح زمین بین مناطق استوایی و قطبین به وجود می آید. از این رو تصاویر سنجش از دور حرارتی در مطالعات سیستم های هوا کاربرد زیادی دارد.
  - ۲- به منظور به دست آوردن نتایج بهتر و دقیق تر، در تحقیقات آتی و در رابطه با موج گرما، علاوه بر داده های که استفاده شد از تصاویر ماهواره ای نیز استفاده شود.
  - ۳- با توجه به اینکه امواج گرما در تمامی کره زمین، با هر نوع آب و هوای رخ می دهد و همچنین با توجه به تاثیر فرامنطقه ای آن به منظور منشاء یابی دقیق تر و بهتر آنها، بهتر است از داده های دمای روزانه ایستگاه های همدیدی ک شورهای همسایه یا حتی کشورهای درون یک یا چند قاره، نیز استفاده شود.
- این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده می باشد، لذا تشکر و سپاسگذاری قلبی و لسانی فراوان دارم از اساتید عالیقدر راهنما و مشاور که همواره راهنما و راهگشای نگارنده در اتمام و اکمال این پژوهش و پایان نامه بوده اند و بدون کمک و راهنمایی های اخلاقی و علمی آنها امکان پذیر نبود.

## منابع و مأخذ

- ۱) اردوزاده، نسرين، برنا، رضا، قربانيان، جبرئيل، و مرشدي، جعفر (۱۴۰۳). تعيين مناسبترين ايام تحصيلي دانش آموزان شهر اهواز براساس نتايج مشاور اقليم، نشریه علمی اندیشه های نودر علوم جغرافیایی، ۲(۶) ۲۹-۴۹.
- ۲) اسمعیل نژاد، مرتضی، خسروی، محمودی، علیجانی، بهلول، و مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۹۲). شناسایی امواج گرمایی ایران، جغرافیا و توسعه، ۳۳(۱۱)، ۳۹-۵۴.
- ۳) برنا، رضا، امانی، ماندانا، و ظهوریان پردل، منیژه (۱۴۰۰). ارزیابی مخابرات دمایی استان خوزستان. نشریه جغرافیای و مخاطرات محیطی، ۱۰(۴) ۲۲۹-۲۴۵.
- ۴) جهان بخش، سعید، قویدل، فاطمه، واشجعی، محمد (۱۳۹۴). شناسایی، طبقه بندی و تحویل همدیدی امواج گرمایی به منظور کاهش مخاطرات استانی در شمال غرب ایران، دانش مخاطرات استانی در شمال غرب ایران، دانش مخاطرات، ۴، ۳۷۸-۳۹۱.
- ۵) حق زبان، شیدا، قربانیان، جبرائیل، خزایی، زهرا، مرشدی، جعفر، و برنا، رضا (۱۴۰۳). تعیین راهبرد مناسب برای کاهش مهاجرت مردم براساس مدل سوات مطالعه موردی: شهر اهواز، نشریه علمی اندیشه های نو در علوم جغرافیایی، ۲(۶)، ۷۳-۹۰.
- ۶) حسین پور، زینب، شمسی پور، علی اکبر، کریمی، مصطفی، و خوش اخلاق، فرامرز (۱۴۰۲). تحلیل آماری امواج گرمایی در دامنه های جنوبی البرز، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۳(۶۸)، ۹-۸۱.
- ۷) خسروی، محمود، و اسمعیل نژاد، مرتضی (۱۳۹۹). بررسی آماری همدیدی موج های گرمایی کم تداوم ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی، ۱(۲)، ۱۹-۳۳.
- ۸) رحیمی، داریوش، میرهاشمی، حمید، و علیزاده، تیمور (۲۰۱۷). تحلیل ساختار امواج گرمایی در غرب و جنوب غرب ایران. فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۸(۳)، ۸-۶۹.
- ۹) زنگنه، سعید، لشکری، حسن، و مرادی، محمد (۱۳۹۴). تحلیل سینوپتیکی پرفشار عربستان و اثر آن برخشکسالی های جنوب و جنوب غرب ایران، جغرافیا و پایداری محیط، ۱۵(۵)، ۱۷-۳۱.
- ۱۰) ظرافتی، هادی، قویدل رحیمی، یوسف، و فرج زاده اصل، منوچهر (۱۴۰۳). واکاوی الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد داده های فرین بالای ۵۰ درجه منطقه غرب آسیا، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیا، ۲۴(۷۲)، ۴۴۶-۴۲۷.
- ۱۱) قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۰). شناسایی، طبقه بندی و تحلیل سینوپتیک موج ابر گرم تابستان ۱۳۸۹ ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۱(۳)، ۸۵-۱۰۰.
- ۱۲) کرم پور، مصطفی، رفیعی، جعفر، و جعفری، ایوب (۱۳۹۶). شناسایی و تحلیل سینوپتیکی امواج گرمایی غرب ایران (ایلام، خوزستان، لرستان، کرمانشاه)، فصلنامه مدیریت مخاطرات محیطی، ۴(۳)، ۲۶۳-۲۷۹.



- ۱۳) لشکری، حسن (۱۳۷۵). الگوی سینوپتیکی بارش های شدید ایران-رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس-دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.
- ۱۴) لشکری، حسن، و محمدی، رینب (۱۳۹۴). اثر موقعیت استقرار پرفشار جنب حاره ای عربستان بر سامانه های بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۱(۴۷)، ۷۳-۹۰.
- ۱۵) لشکری، حسن، متکان، علی اکبر، آزادی، مجید، و محمدی، زینب (۱۳۹۵). تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان و رودبار جنب حاره ای در کوتاه ترین طول دوره بارشی جنوب و جنوب غرب ایران، فصلنامه علوم محیطی، ۴(۱۴)، ۷۴-۵۹.
- ۱۶) لشکری، حسن، متکان، علی اکبر، آزادی، مجید، و محمدی، زینب (۱۳۹۶). تحلیل همدیدی نقش پرفشار جنب حاره ای عربستان و رود باد جنب حاره ای در خشکسالی های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش های دانش زمین، ۳۰(۸)، ۱۴۱-۱۶۳.
- ۱۷) مجرد، فیروز، معصومه پور، جعفر، ورستمی، طیه (۱۳۹۴). تحلیل آماری همدیدی امواج بالای ۴۰ درجه سلسیوس در غرب ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۳، ۴۱-۵۷.
- ۱۸) هوشیار، محمودی، سبحانی، بهروز، و نادر، پروین (۱۳۹۸). تحلیل آماری سینوپتیکی امواج گرمایی زودرس در شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربری علوم جغرافیایی، ۱۹(۵۴)، ۲۰۳-۱۸۵.
- ۱۹) یزدان پناه، حجت الله، وعلیزاده، تیمور (۱۳۹۰). برآورد احتمال وقوع امواج گرمایی با دوره تداوم مختلف در استان کرمان با کمک زنجیره مارکف، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۶، ۱۷۳۰۰-۱۷۳۲۲.
- 20) Beniston, M., Stephenson, D.B., Christensen, O.B., Ferro, A.T., Frei, christoph., Goyette, s., Halsnaes, K., Holt, T., jyiha, k., koffi, B. (2007). Future extreme events in European climate. An exploration of regional climate model projections, *Climatechange* No, 81, 71-95
- 21) Bettina M. (2003). *Fifty-third session of the WHO Regional Committee for Europe*: pp1-12.
- 22) Ceccherini, G., Russo, S., Ameztoy, I., Marchese, A.F., C., Carmona-Moreni, C., (2014), Heat Waves in Africa 1981-2015, Observations and Reanalysis, *Natural Hazards and Earth System Siences*, 17: 115-125.
- 23) Guerreiri, S.B., Dawsin, R.J., Kilsby, C., Lewis, E., Ford, A., (2018), Future Heat-Waves, Droughts and Floods in 571 European Cities, *Environmental Research Letters*, 13:1-10
- 24) Guirguis, K., Gershuniv, A., Tardy, A., Basu, R., (2014), The Impact of Recent Heat Waves on Human Health in California, *Jornal of Applied Meteorology and Climatology*, 53:3-19
- 25) Hatvani-Kovacs, G., Belusko, M., Pockett, J., Boland, J., (2016), Assessment Heat Waves of Impact, *4th Iinternational Conference in Countermeasures to Urban heat Island (UHI)*. *Procedia Engineering* 169:319-323
- 26) Huang, W., Kan, H., & Kovats, S. (2010). The impact of the 2003 heat wave on mortality in Shanghai, China. *Science of the total environment*, 408(11): 2418-2420.



- 27) Ji.Young Son .Jong T, G.Brooke Anderson and Michelle.Bex.(2012). *The impact of Heat wave on mortality in seven major cities in Korea Environ Health Percept* 120: 566-571.
- 28) Keggenhoff, I., Elizbarashvili, M., King, L., (2015). Heat Wave Events over Georgia since1961:Climatology, Changes and Severity, *Climat*, 3(2):308-328.
- 29) Kyselý, J. (2004). Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *International journal of biometeorology*, 49(2), 91-97.
- 30) McMichael,A.J.,Campbell-Lendrum,DH.,Corvalan,C.F.,Ebi,K.L.,Githeko,A.K.,
- 31) Scheraga,J.D.,Woodward,A.,(2003),Climat Change and Human Health,Risks and Responses,*World Health Organization*,Geneva.
- 32) Roger D., Peng, Jennifer F. Bobb and Francaesca Do.(2011). Toward a Quantitative Estimate of Future Heat Wave Mortality under Global Climate Change, *Environ Health Perspect*. 2011 May; 119(5): 701-706.
- 33) Russo,S.,Marchese,A.F.,Sillmann,J.,Imme,G.,(2016),When Will Unusual Heat Waves Becom Normal in A Warming Africa ?*Environmental Research Letters*,11:1-10.
- 34) <https://kayhan.ir/fa/news/107509>

