

تحلیل آماری و سینوپتیک دماهای ابر گرم منطقه جنوب شرق ایران

یوسف قویدل رحیمی*، استادیار دانشگاه تربیت مدرس
محمد رضایی، دانش آموخته کارشناسی ارشد مخاطرات آب و هوایی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در پژوهش حاضر به تعیین آستانه دمایی و تحلیل الگوهای سینوپتیک دماهای ابرگرم منطقه جنوب شرق ایران پرداخته شده است. برای این کار پس از اخذ داده‌های حداکثر دمای روزانه‌ی دوره گرم سال (ژوئن تا سپتامبر) ۹ ایستگاه سینوپتیک واقع در جنوب شرق ایران در یک دوره‌ی آماری ۲۴ ساله (۱۹۸۶-۲۰۰۹)، مقادیر بالاتر از ۹۹ درصد دماهای فرین بیشینه یا ۱ درصد بالایی به عنوان آستانه‌ی تفکیک دماهای ابرگرم تعیین شد. بر اساس توزیع احتمال آماری گاما، دمای ۴۲/۳۶ درجه سانتی‌گراد و بالاتر با احتمال رخداد ۱ درصد در طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه آستانه‌ی تعیین روزهای ابر گرم برای مجموع ایستگاه‌ها مد نظر قرار گرفت و بر اساس آستانه‌ی مذکور ۳۰ روز توأم با دمای ابر گرم برای تحلیل سینوپتیک شناسایی گردید. ابتدا جهت تعیین الگوی متوسط روزهای ابر گرم، نقشه‌های میانگین سی روزه ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. الگوی به دست آمده حاکی از نفوذ سامانه‌ی کم فشار حرارتی گنگ در سطح زمین و حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای آזור در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی جنوب شرق کشور می‌باشد. برای شناسایی الگوهای گردشی متمایز در روزهای شاخص، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای وارد بر روی ماتریس داده‌ها، و پس از اعمال برش دو خوشه‌ای روزهای منتخب، نقشه‌های مربوطه ترسیم شد. نتایج نشان داد که علی‌رغم تفکیک روزها به دو خوشه‌ی مجزا، تفاوت بارزی بین این الگوها با الگوی سی روزه مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان تنها الگوی موثر بر رخداد روزهای ابر-گرم جنوب شرق ایران را استقرار کم فشار حرارتی گنگ در سطح زمین و حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای آזור در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ذکر کرد.

واژگان کلیدی

دماهای ابرگرم، تحلیل سینوپتیک، الگوی گردشی، توزیع احتمال گاما، ایران

مقدمه

گرمایش جهانی باعث احتمال بیشتر در فراوانی و شدت رویدادهای حدی اقلیمی شده که این تغییرات پیامدهای اساسی اجتماعی-زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۰: ص ۱۲۰). مهمترین و بدترین اثر گرمایش جهانی افزایش حالت های فرین اقلیمی است (علیجانی، ۱۳۹۰: ص ۱۰). حالت های فرین اقلیمی زمانی رخ می دهند که عناصر اقلیمی مقادیر بیش از حدی از خود نشان دهند. پدیده های اقلیمی از قبیل بارش های سنگین (مثل سیل ها)، توفان ها (مثل سیکلون ها)، دماهای بالا (مثل امواج گرمایی) و غیره به سبب ندرت در وقوع و عدم سازگاری جوامع بشری و اکوسیستم با آنها، خسارات زیادی را به بار می آورند (هنری و ریچارد، ۲۰۰۸: ص ۱۲). کمیسیون اتحادیه اروپا اثر مخاطرات ناشی از فرین های آب و هوایی را در ۵ بخش که شامل صدمات در بخش های: جنگلداری و کشاورزی، صدمات بوم شناختی، توربسم، انرژی و بیمه و حفاظت تاسیسات می شود، مورد ارزیابی و مدل سازی قرار داده است. اهمیت عنصر دما به حدی است که در ۴ بخش از کل ۵ بخش یاد شده عامل ایجاد کننده خسارت است (هانسون^۱ و همکاران، ۲۰۰۷: ص ۱۶۵).

دماهای فرین به سبب اثراتی که بر جنبه های مختلف زندگی انسان ها و همچنین هزینه های سنگینی که بر جوامع بشری گذاشته اند، مورد توجه زیادی بوده اند (استرلینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۰: ص ۴۱۷). تاثیر دماهای فرین بالا بر روی سلامتی وابسته به عواملی از قبیل محل زندگی، وضعیت سلامتی و سن افراد می باشد، مسلماً افراد مسن در مقابله با آن آسیب پذیرترند، به سبب آنکه می تواند بیماری های قلبی-عروقی، تنفسی آنها را تشدید کند (ساسانا^۳ و همکاران، ۲۰۰۷: ص ۲۶۷). همزمان با افزایش فراوانی روزهای گرم در بخش جنوب غربی ایالات متحده آمریکا، تقاضای مصرف برق در این نواحی به طور چشمگیری افزایش می یابد. از آنجا که زیرساخت های انرژی، ظرفیت نیروگاه ها و سیستم خطوط انتقال انرژی در این نواحی به اندازه ی کافی با این پدیده سازگار نشده اند این مناطق با مشکل تامین برق مواجهه می شوند (میلر^۴ و همکاران، ۲۰۰۸: ص ۱۸۳۴). طبق گزارش موسسه تجارت و امنیت منازل، تقریباً همه ایالت های واقع در کشور آمریکا خسارات ناشی از آتش سوزی را تجربه کرده اند. از اواخر قرن اخیر به طور متوسط هر ساله بیش از ۱۴۰۰۰۰ هزار آتش سوزی رخ داده و مجموعاً ۱۴/۵ میلیون هکتار اراضی جنگلی سوخته است. اگر چه این پدیده در نواحی غربی ایالات متحده آمریکا و به ویژه کالیفرنیا عادی بوده اما به سبب تغییر اقلیم شمار این آتش سوزی ها در سرتاسر ایالات متحده افزایش یافته است (بانتا^۵، ۲۰۰۷: ص ۱۰۴). چنانچه دماهای ابرگرم چندین روز متوالی در یک منطقه تداوم داشته باشد، موجب بروز موج گرما شده و تلفات انسانی زیادی را به بار می آورد، به عنوان مثال: در طی تابستان سال ۲۰۰۳ بر اثر وقوع موج گرمای شدید و بی سابقه در سرتاسر اروپا، تنها در کشور فرانسه ۱۵۰۰۰ هزار نفر جان خود را از دست دادند (لورنس^۶ و همکاران، ۲۰۰۸: ص ۱).

بخشی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه به طور مستقیم در ارتباط با دماهای فرین بالا بوده و عده ای نیز این مسئله را در قالب پدیده موج گرما مطالعه کردند. که از جمله: کامپتلا و روستی کیوسی^۷،

^۱ - Honson

^۲ - Esterling

^۳ - Susanna

^۴ - Miller

^۵ - Banta

^۶ - Laurence

^۷ - Campetella and Rusticucci

(۱۹۹۸:ص ۲۱۷) پس از قرار دادن آستانه‌ی ۲ انحراف معیار به عنوان موج گرمایی شدید، به تحلیل سینوپتیک موج گرمای شدید ماه مارس سال ۱۹۸۰ در آرژانتین پرداختند. آنها تداوم گردش آنتی سیکلونی در تمامی سطوح جو و تاثیر همرفت هوای گرم به همراه دریافت انرژی تابشی زیاد ناشی از صافی آسمان را عوامل ایجاد کننده این پدیده ذکر نموده‌اند. گارسیا^۱ و همکاران (۲۰۰۲:ص ۲۳۷) در بررسی روزهای ابرگرم مادرید در طی دوره‌ی آماری ۱۹۵۵ تا ۱۹۹۸، پس از مبنا قرار دادن دمای ۳۶/۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان عدد آستانه، نفوذ جریان جنوبی همراه با تزریق هوای گرم و خشک شمال افریقا و قرارگیری مرکز پراترفاع با جهت جنوب‌غرب-شمال شرقی بر روی منطقه مورد مطالعه را در رخداد روزهای مذکور موثر دانسته‌اند. کوتو و کادوکورا^۲ (۲۰۰۵، ص ۶۹) با استناد و مبنا قرار دادن ± 2 انحراف معیار از حداقل و حداکثر دماهای روزانه و فراوانی وقوع آن شاخص دماهای فرین حداقل و حداکثر را برای ژاپن پیشنهاد کرده‌اند و بر مبنای داده‌های مذکور و با استفاده از مدل منطقه‌ای به پیش‌بینی و شبیه‌سازی دماهای فرین ژاپن در شرایط تغییر اقلیم پرداخته‌اند. سلوچی^۳ و همکاران، (۲۰۰۶:ص ۲۰۰۹) در تحلیل عوامل سینوپتیک و ترمودینامیک موج گرم شدید بر روی ناحیه جنب حاره‌ای امریکای جنوبی، وجود جوی پایدار و فرارفت دما و رطوبت را عامل بروز موج گرما دانسته‌اند. چن و کنراد^۴ (۲۰۰۶:ص ۶۷۴) نیز در بررسی علل وقوع امواج گرمایی در کارولینای شمالی به این نتیجه رسیدند که قرار گرفتن یک پشته در سطوح میانی تروپوسفر و نزول آدیاباتیک هوا در زیر آن موجب وقوع امواج گرمایی در منطقه شده است. بیبiana و کارولینا^۵ (۲۰۰۶:ص ۱۱۶۵) به بررسی موج گرمای سال ۲۰۰۳ در شرق آرژانتین پرداختند، آنها تقویت کمربند همگرایی اقیانوس اطلس جنوبی و همچنین فرونشینی هوا در جنوب امریکای جنوبی را عامل رخداد این پدیده دانسته‌اند. ژانگ^۶ و همکاران (۲۰۰۸:ص ۳۵) بر اساس توزیع احتمال آماری، ۱۰ درصد بالایی یا مقادیر بالاتر از ۹۰ درصد دماهای فرین بیشینه را به عنوان آستانه‌ی تفکیک دماهای فرین بیشینه و دهک آخر یا ده درصد پایینی توزیع مقادیر دمای فرین کمینه مورد استفاده قرار گرفته است. نتیجه مطالعه آنها نشان داد که روند دماهای فرین بالا در قسمت های غربی و شمالی حوضه رودخانه‌ی زرد، افزایش معنی داری داشته است. تینگ^۷ و همکاران (۲۰۱۰:ص ۱۴۵۲) در مطالعه‌ای به بررسی روند تغییرات روزهای گرم و امواج گرمایی کشور چین طی دوره‌ی ۱۹۶۱-۲۰۰۷ پرداختند. آنها دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد و مقادیر بالاتر از ۹۰ درصد دماهای حداکثر را به عنوان آستانه‌ی روزهای گرم قرار داده و به این نتیجه رسیدند که بعد از سال ۱۹۹۰ افزایش قابل ملاحظه در روزهای گرم رخ داده است. کانی و مارتین^۸ (۲۰۱۰:ص ۲۹۵) به بررسی الگوهای سینوپتیکی موثر بر روزهای ابرگرم اروپا در دوره‌ی آماری ۱۹۵۵ تا ۱۹۹۸ پرداختند. آنها بر اساس توزیع احتمال آماری، ۵ درصد بالایی یا مقادیر بالاتر از ۹۵ درصد دماهای فرین بیشینه را به عنوان آستانه‌ی روزهای ابرگرم انتخاب کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که روزهای گرم و همچنین شرایط سینوپتیکی مرتبط با این روزها در قسمت‌های اروپای غربی روند افزایشی داشته است. فیودل و شوکلا^۹ (۲۰۱۱:ص ۱۷۰۵) به تاثیر دمای سطح آب بر وقوع

¹- Garcia

²- Kadokara and Kato

³- Seluchi

⁴- Chen and Konrad

⁵- Bibiana and Carolina

⁶- Zhang

⁷- Ting

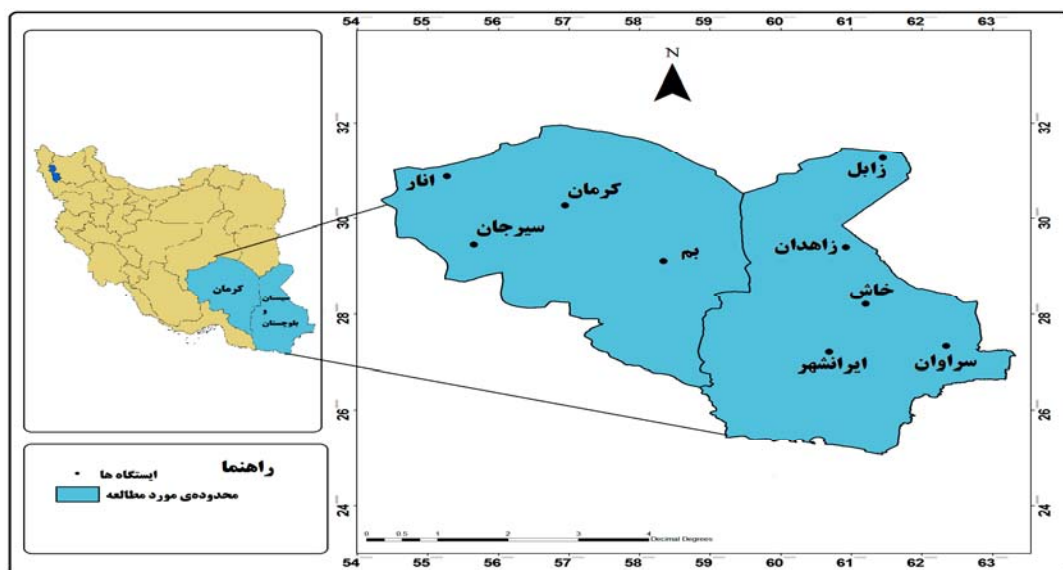
⁸- Cony and Martin

⁹- Feadale and Shukla

موج گرمای تابستان ۲۰۰۳ در اروپا پرداختند. آنها ناهنجاری‌های دمای سطح آب در منطقه‌ی دریای مدیترانه که موجب بروز افزایش پایداری هوا و تقویت سامانه‌ی بلوکینگ شده بود را عامل این پدیده دانسته‌اند. اکثر مطالعات همدید انجام شده در ایران متوجه دماهای فرین پایین بوده و تاکنون به طور مستقیم به بررسی همدید دماهای ابر گرم پرداخته نشده و مطالعات اندک صورت گرفته در ارتباط با پدیده موج گرما بوده است. قویدل رحیمی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای وارد، موج گرمای تابستان ۱۳۸۹ را به سه طبقه‌ی موج گرم، گرم شدید و ابرگرم تقسیم نموده است، وی دلیل وقوع این پدیده را وزش هوای گرم و خشک افریقا و عربستان به سوی ایران دانسته است. قویدل رحیمی (۱۳۹۰:ص ۱۵۵) با استفاده از شاخص انحراف نرمال شده‌ی دما (شاخص فومیایی) ضمن تفکیک ۸۰ روز توام با دمای فرین پایین، الگوی سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روزها را مورد شناسایی قرار داد. تحلیل سینوپتیک کل روزهای مذکور نشان داد که، کل ۸۰ روز شناسایی شده بر اثر فرارفت هوای سرد از عرض‌های بالای جغرافیایی و نه تابش زمینی به وقوع پیوسته، و تداوم سرماهای شمال غرب ایران بر اثر بندالی شدن، (وقوع بلوکینگ به وقوع پیوسته‌اند. قویدل رحیمی (۱۳۹۰:ص ۴۵)، در تحقیقی پس از تعیین آستانه‌ی آماری، و شناسایی ۱۰ روز ابر-سرد در ایستگاه مراغه، ۳ الگوی فشار در سطح زمین و ۳ الگو در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در بروز دماهای ابر سرد مراغه موثر دانسته است. بنابراین با توجه به جدید بودن موضوع دماهای ابرگرم و لزوم تحقیق در این زمینه و همچنین تاثیرپذیری منطقه‌ی جنوب شرق ایران از این فرین اقلیمی، پژوهش حاضر در صدد است الگوهای سینوپتیک سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و همچنین وضعیت ضخامت جو در روزهای ابرگرم این منطقه از کشور را شناسایی و مورد تحلیل قرار دهد.

داده ها و روش ها

جهت شناسایی الگوی سینوپتیکی دماهای ابرگرم، داده‌های روزانه حداکثر دمای ۹ ایستگاه سینوپتیک واقع در جنوب شرق کشور، در یک دوره‌ی ۲۴ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ میلادی از سازمان هواشناسی اخذ گردید. شکل شماره‌ی ۱ پراکندگی و جدول ۱ مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه و پراکنش فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب شرق ایران

نام ایستگاه	طول جغرافیایی شرقی	عرض جغرافیایی شمالی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
انار	۵۵ درجه و ۱۵ دقیقه	۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه	۱۴۰۸/۸
بم	۵۸ درجه و ۲۱ دقیقه	۲۹ درجه و ۶ دقیقه	۱۰۶۶/۹
سیرجان	۵۵ درجه و ۴۱ دقیقه	۲۹ درجه و ۲۸ دقیقه	۱۷۳۹/۴
کرمان	۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه	۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه	۱۷۵۳/۸
زاهدان	۶۰ درجه و ۵۳ دقیقه	۲۹ درجه و ۲۸ دقیقه	۱۳۷۰
ایرانشهر	۶۰ درجه و ۴۲ دقیقه	۲۷ درجه و ۱۲ دقیقه	۵۹۱
سراوان	۶۲ درجه و ۲۰ دقیقه	۲۷ درجه و ۲۰ دقیقه	۱۱۹۵
زابل	۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه	۳۱ درجه و ۲ دقیقه	۴۸۹/۲
خاش	۶۱ درجه و ۱۲ دقیقه	۲۸ درجه و ۱۳ دقیقه	۱۳۹۴

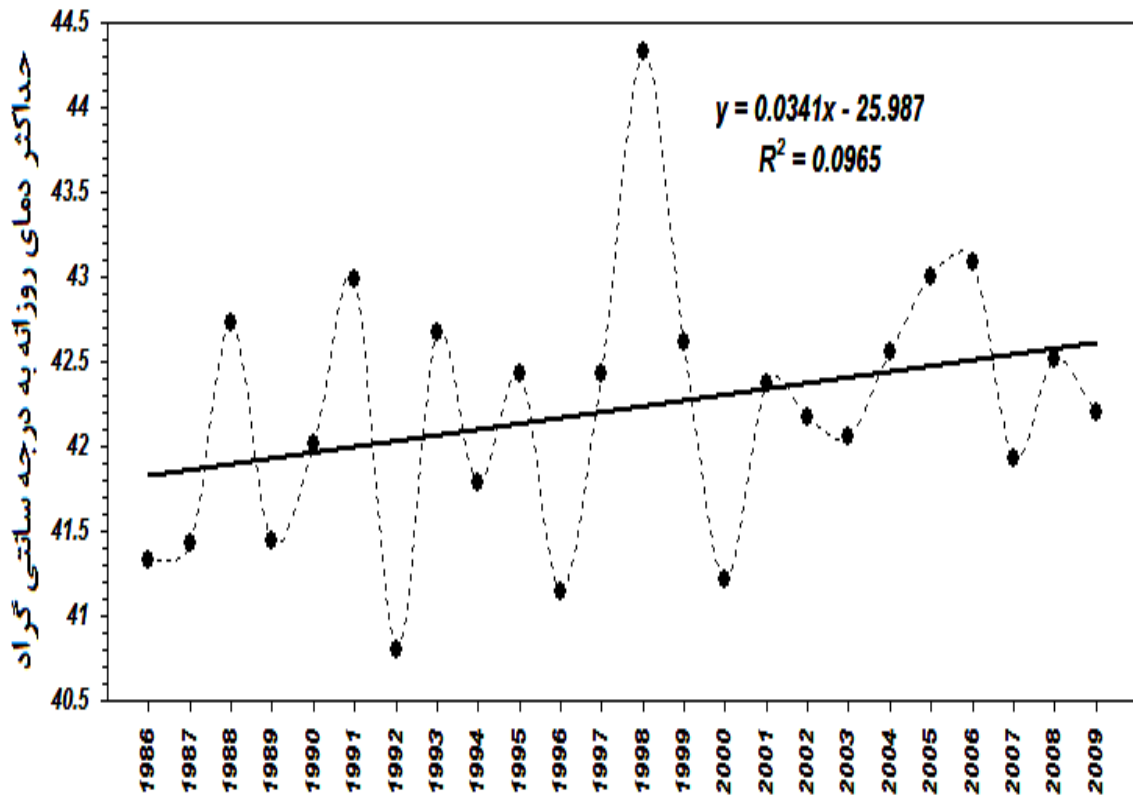
با توجه به هدف مطالعه، داده‌های حداکثر دمای ۴ ماه گرم سال (ژوئن تا سپتامبر) به تعداد ۲۹۲۸ روز انتخاب شد. سپس جهت شناسایی روزهای ابرگرم فراگیر، میانگین حداکثر دمای روزانه ایستگاه‌ها مورد محاسبه قرار گرفت و در دستگاه توزیع احتمال، دمایی که احتمال رخداد آن ۱ درصد بود، به عنوان آستانه‌ی روز ابرگرم تعیین شد. پس از تعیین عدد آستانه، از میان داده‌های مذکور، روزهای شاخص تفکیک شد. داده‌های مربوط به تحلیل سینوپتیک شامل داده‌های تک ترازه فشار سطح دریا، بیشینه‌ی دمای دو متری سطح زمین و داده‌های چند ترازه ارتفاع ژئوپتانسیل می‌باشند که از وب سایت «مرکز پیش بینی محیطی» در NOAA^۱ اخذ شدند. برای ترسیم نقشه‌های الگو، با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار grads داده‌های مربوطه در ساعت ۱۲ زولو (۱۵:۳۰ دقیقه به وقت محلی) روزهای شاخص اخذ گردید. برای تحلیل سینوپتیک دماهای ابر گرم جنوب شرق کشور، محدوده‌ی جغرافیایی ۰ تا ۱۰۰ درجه طول شرقی و ۱۵ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در نظر گرفته شد. با توجه به شبکه‌ی ۲/۵ در ۲/۵ درجه، محدوده‌ی مذکور دارای ۹۴۳ گره می‌باشد. جهت شناسایی الگوهای سینوپتیک سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، از روش تحلیل خوشه‌ای وارد بر روی ماتریسی به ابعاد ۳۰ روز در ۹۴۳ گره استفاده شده است.

یافته های تحقیق

۱- تفکیک روزهای ابرگرم

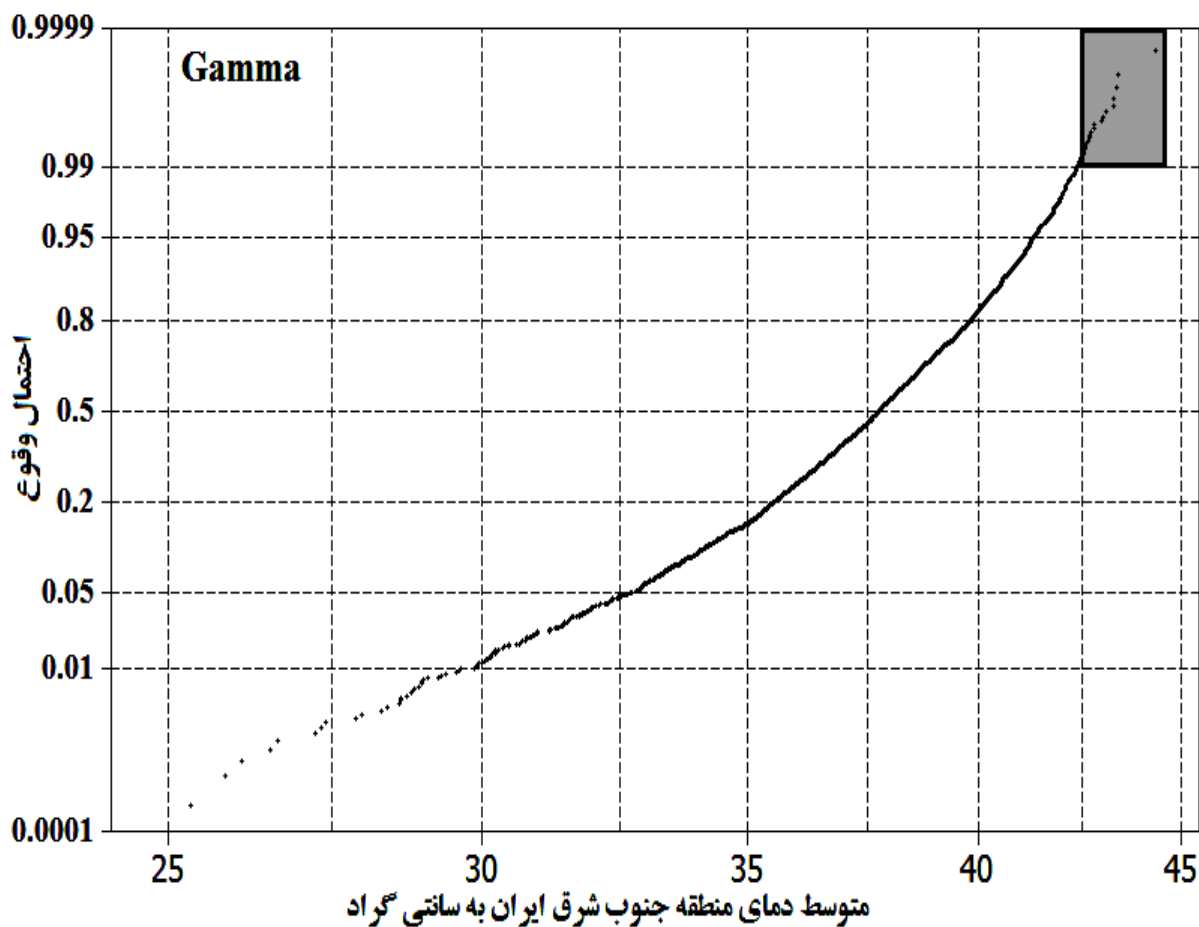
قبل از تفکیک روزهای ابرگرم، سری زمانی بالاترین دمای دوره‌ی گرم ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۳ به نمایش گذاشته شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، روند دما به صورت افزایشی بوده و این امر را می‌توان یکی از نشانه‌های تغییر اقلیم در این منطقه تلقی کرد.

¹ - National Oceanic and Atmospheric Administration



شکل ۲: سری زمانی بالاترین دمای دوره‌ی گرم ایستگاه‌های منتخب در طی دوره‌ی آماری (۱۹۸۶-۲۰۰۹)

به منظور انتخاب روزهای شاخص برای تحلیل سینوپتیک روزهای ابرگرم، بر اساس توزیع احتمال آماری، ۱ درصد بالایی یا مقادیر بالاتر از ۹۹ درصد میانگین دمای متوسط حداکثر ایستگاه‌های منطقه جنوب شرق کشور، به عنوان آستانه‌ی تفکیک روزهای ابرگرم مورد استفاده قرار گرفت با توجه به آزمون انواع توزیعات احتمال آماری و بر اساس ضرایب کنترل اندرسون دارلینگ بهترین برازش داده‌های دمای حداکثر با توزیع گاما بوده و به این علت از حد بالایی ۰/۹۹ یا یک صدم بالایی توزیع احتمال آماری گاما برای تعیین آستانه فرین استفاده شده است. در توزیع مذکور دمای ۴۲/۳۶ درجه‌ی سانتی‌گراد به عنوان آستانه‌ی دمای ابرگرم تعیین گردید. در شکل ۴ محدوده دماهای ابرگرم در بازه‌ی دوره‌ی گرم سال (ژوئن تا سپتامبر) منطقه‌ی جنوب شرق کشور در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد با رنگ خاکستری مشخص گردیده است.



شکل ۳: توزیع احتمال گامای وقوع دماهای حداکثر روزانه (ژوئن تا سپتامبر) منطقه‌ی مورد مطالعه

با توجه به عدد آستانه‌ی مذکور از بین ۲۸۲۸ روز مورد مطالعه ۳۰ روز ابرگرم جهت شناسایی و تحلیل الگوی سینوپتیکی مشخص شد. در جدول ۱ مشخصات روزهای ابرگرم نشان داده شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، غالب روزهای ابرگرم در تیر ماه رخ داده‌اند و روز ۱۷ تیر ۱۳۷۷ با دمای ۴۴/۳ درجه سانتی گراد، گرم‌ترین روز دوره‌ی آماری منطقه مورد مطالعه بوده است.

جدول ۲: مشخصات روزهای مورد مطالعه برای تحلیل سینوپتیک روزهای ابرگرم جنوب شرق ایران

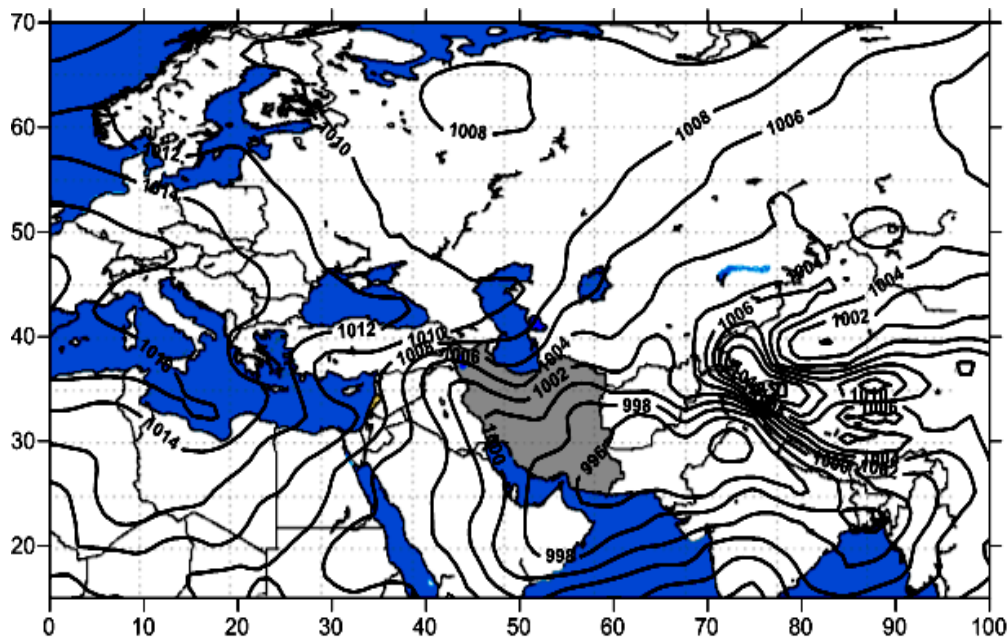
ردیف	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	میانگین دمای ایستگاه‌ها	ردیف	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	میانگین دمای ایستگاه‌ها
۱	۱۸ ژوئن ۱۹۸۸	۲۸ خرداد ۱۳۶۷	۴۲/۴	۱۶	۱۱ ژوئیه ۲۰۰۱	۲۰ تیر ۱۳۸۰	۴۲/۴
۲	۲۳ ژوئن ۱۹۹۵	۲ تیر ۱۳۷۴	۴۲/۵	۱۷	۱۳ اوت ۲۰۰۴	۲۳ مرداد ۱۳۸۳	۴۲/۵
۳	۲۴ ژوئن ۱۹۹۵	۳ تیر ۱۳۷۴	۴۲/۷	۱۸	۱۴ اوت ۲۰۰۴	۲۴ مرداد ۱۳۸۳	۴۲/۶
۴	۱۰ ژوئیه ۱۹۹۱	۱۹ تیر ۱۳۷۰	۴۳	۱۹	۲۳ ژوئن ۲۰۰۵	۲ تیر ۱۳۸۴	۴۳
۵	۲۱ ژوئن ۱۹۹۳	۲ تیر ۱۳۷۲	۴۲/۷	۲۰	۲۵ ژوئن ۲۰۰۵	۴ تیر ۱۳۸۴	۴۲/۴
۶	۱۵ ژوئیه ۱۹۹۵	۲۴ تیر ۱۳۷۴	۴۲/۴	۲۱	۲۶ ژوئن ۲۰۰۵	۵ تیر ۱۳۸۴	۴۲/۸

۴۲/۶	۱۳۸۴ تیر ۶	۲۷ ژوئن ۲۰۰۵	۲۲	۴۲/۴	۱۳۷۶ تیر ۲۷	۱۹۹۷ ژوئیه ۱۸	۷
۴۲/۴	۱۳۸۵ تیر ۵	۲۶ ژوئن ۲۰۰۶	۲۳	۴۲/۶	۱۳۷۸ تیر ۸	۱۹۹۹ ژوئن ۲۹	۸
۴۲/۵	۱۳۸۵ تیر ۸	۲۹ ژوئن ۲۰۰۶	۲۴	۴۲/۵	۱۳۷۸ تیر ۹	۱۹۹۹ ژوئن ۳۰	۹
۴۳/۱	۱۳۸۵ تیر ۹	۳۰ ژوئن ۲۰۰۶	۲۵	۴۲/۷	۱۳۷۷ تیر ۱۵	۱۹۹۸ ژوئیه ۶	۱۰
۴۲/۴	۱۳۸۵ تیر ۱۴	۵ ژوئیه ۲۰۰۶	۲۶	۴۳/۳	۱۳۷۷ تیر ۱۶	۱۹۹۸ ژوئیه ۷	۱۱
۴۲/۴	۱۳۸۵ تیر ۱۷	۸ ژوئیه ۲۰۰۶	۲۷	۴۴/۳	۱۳۷۷ تیر ۱۷	۱۹۹۸ ژوئیه ۸	۱۲
۴۲/۸	۱۳۸۵ تیر ۱۸	۹ ژوئیه ۲۰۰۶	۲۸	۴۳/۴	۱۳۷۷ تیر ۱۸	۱۹۹۸ ژوئیه ۹	۱۳
۴۲/۶	۱۳۸۵ تیر ۱۹	۱۰ ژوئیه ۲۰۰۶	۲۹	۴۳/۴	۱۳۷۷ تیر ۱۹	۱۹۹۸ ژوئیه ۱۰	۱۴
۴۲/۵	۱۳۸۷ تیر ۱۷	۷ ژوئیه ۲۰۰۸	۳۰	۴۳/۳	۱۳۷۷ تیر ۲۰	۱۹۹۸ ژوئیه ۱۱	۱۵

۲- شناسایی و تحلیل الگوهای سینوپتیک

۲-۱- شناسایی الگوهای فشار سطح دریا

جهت شناسایی الگوی غالب، ابتدا نقشه‌ی متوسط فشار سطح دریا در روزهای منتخب رسم شد (شکل ۴).

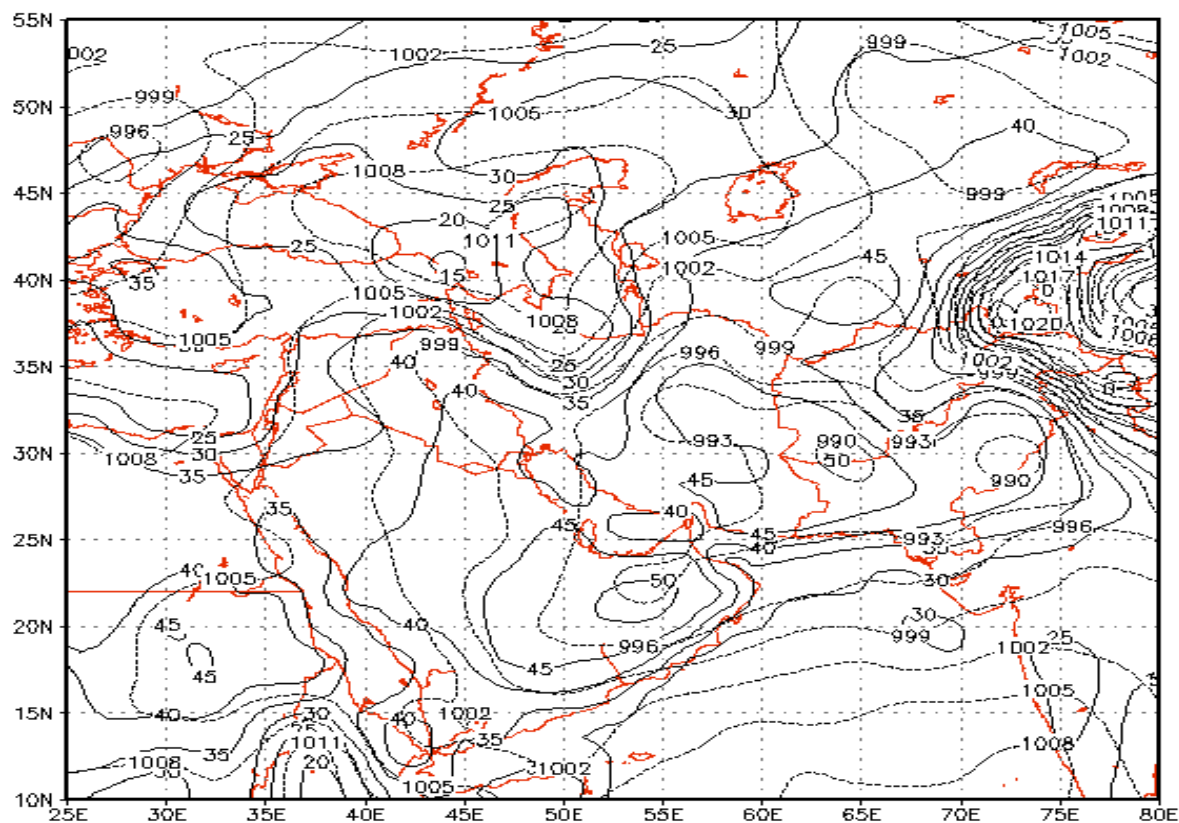


شکل ۴: الگوی میانگین فشار سطح زمین ۳۰ روز ابرگرم جنوب شرق ایران

این الگو نشان می‌دهد که مرکز کم‌فشاری با فشار مرکزی ۹۹۴ هکتوپاسکال بر روی شمال غرب کشور هند قرار گرفته، که زبانه‌های آن مناطق وسیعی از کشورمان و به ویژه محدوده‌ی مورد مطالعه را تحت سیطره‌ی خود قرار داده است، این سامانه کم‌فشار حرارتی گنگ است که در دوره‌ی گرم سال در این منطقه شکل گرفته و با نفوذ خود به منطقه‌ی مورد مطالعه هوای گرم را به همراه می‌آورد. نفوذ این سامانه کم‌فشار موجب همگرا شدن وزش گرم در سطح بر روی جنوب شرق ایران می‌شود.

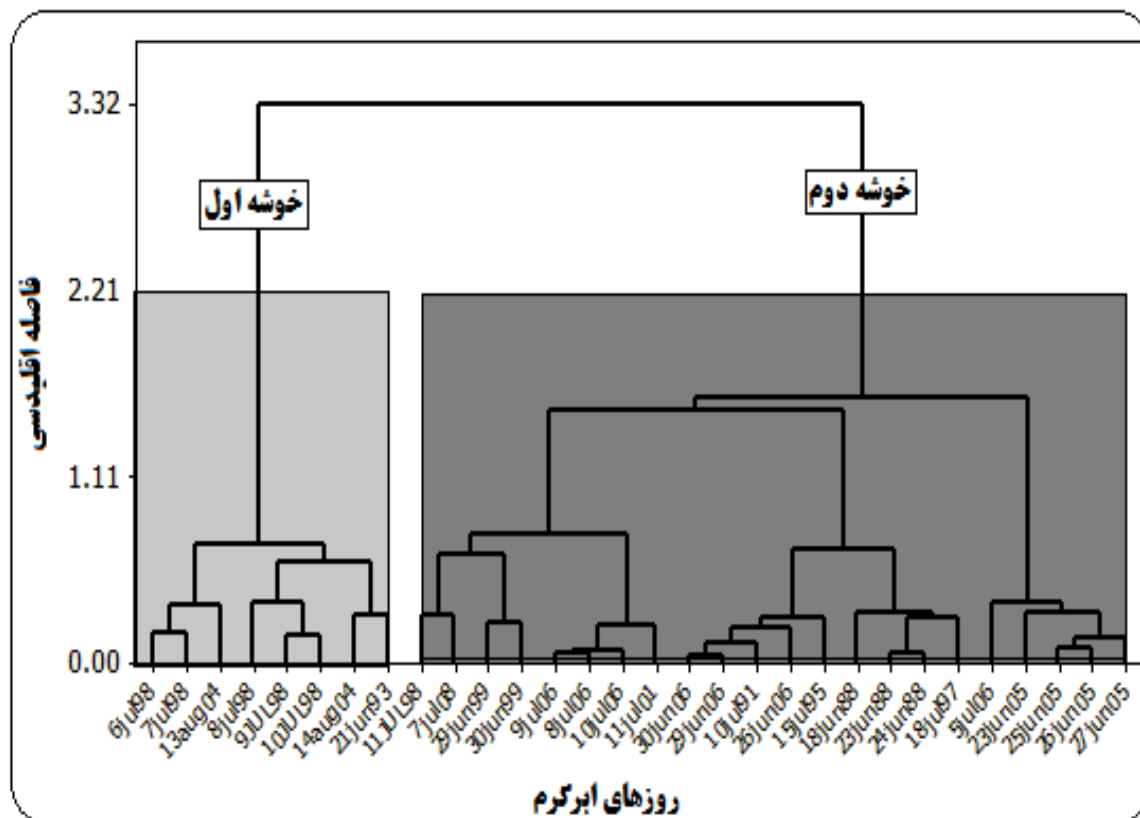
نقشه‌ی مرکب بیشینه‌ی دمای دومتری سطح زمین با الگوی فشار سطح زمین (شکل ۵) در ساعت ۱۵:۳۰ دقیقه‌ی روز ۱۷ تیر ماه ۱۳۷۷ حاکی از انطباق نسبتاً دقیق دمای ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و زبانه‌ی ۹۹۳

هکتوپاسکال فشار سطح زمین می‌باشد. این امر بیانگر تمرکز دمای بیشینه دو متری سطح زمین منطبق بر هسته‌ی کم فشار سطح زمین می‌باشد.



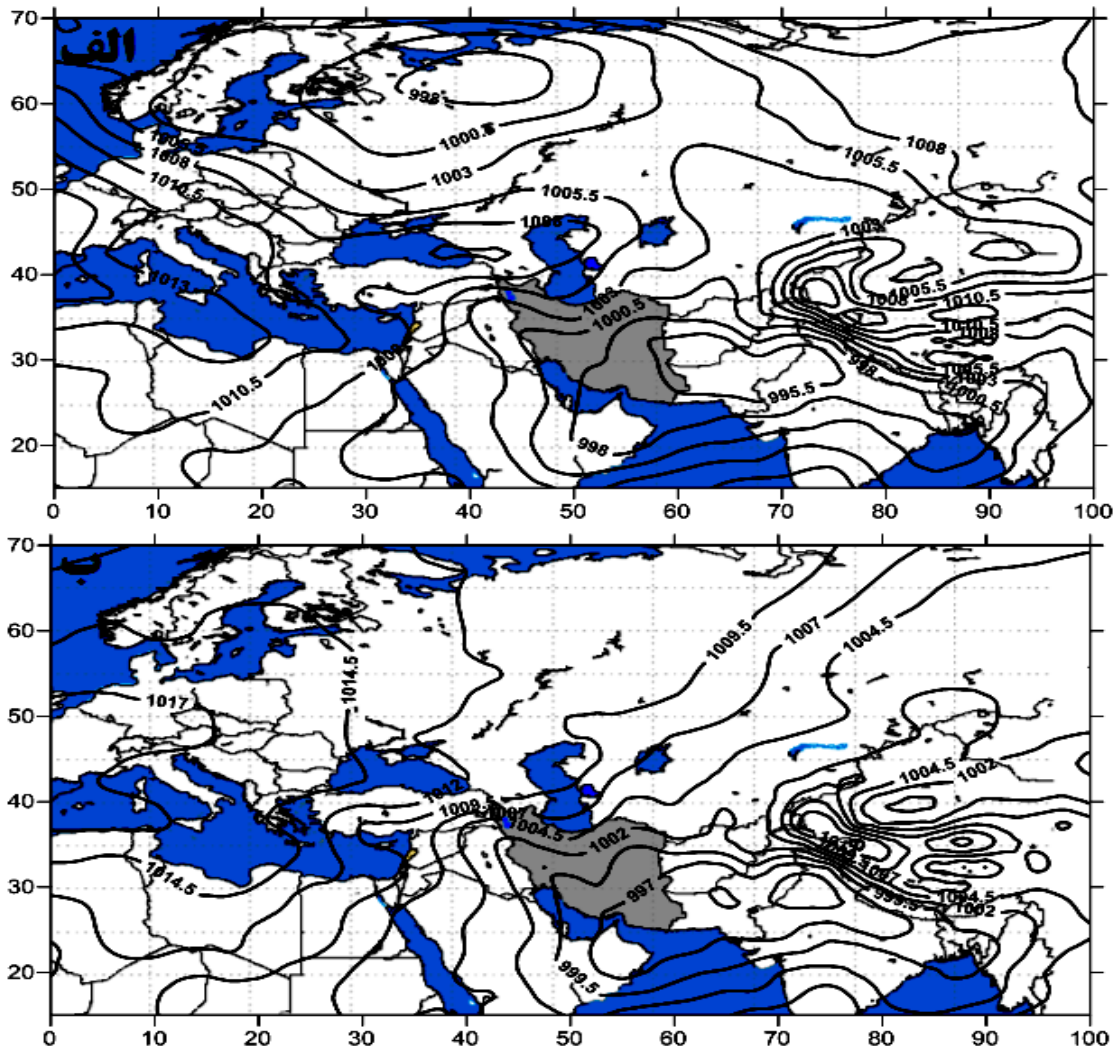
شکل ۵: الگوی نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح زمین و بیشینه‌ی دمای ۲ متری بالای زمین در ساعت ۱۲ Z روز ۸ ژوئیه ۱۹۹۸

جهت شناسایی الگوهای مختلف فشار سطح زمین، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای وارد، ماتریس داده‌های فشار سطح زمین (۳۰ روز در ۹۴۳ گره) به دو خوشه ۸ و ۲۲ روزه تقسیم گردید که در شکل ۶ مشاهده می‌شود.



شکل ۶: درخت خوشه بندی وارد با برش دو خوشه‌ای جهت تفکیک الگوهای سطح زمین

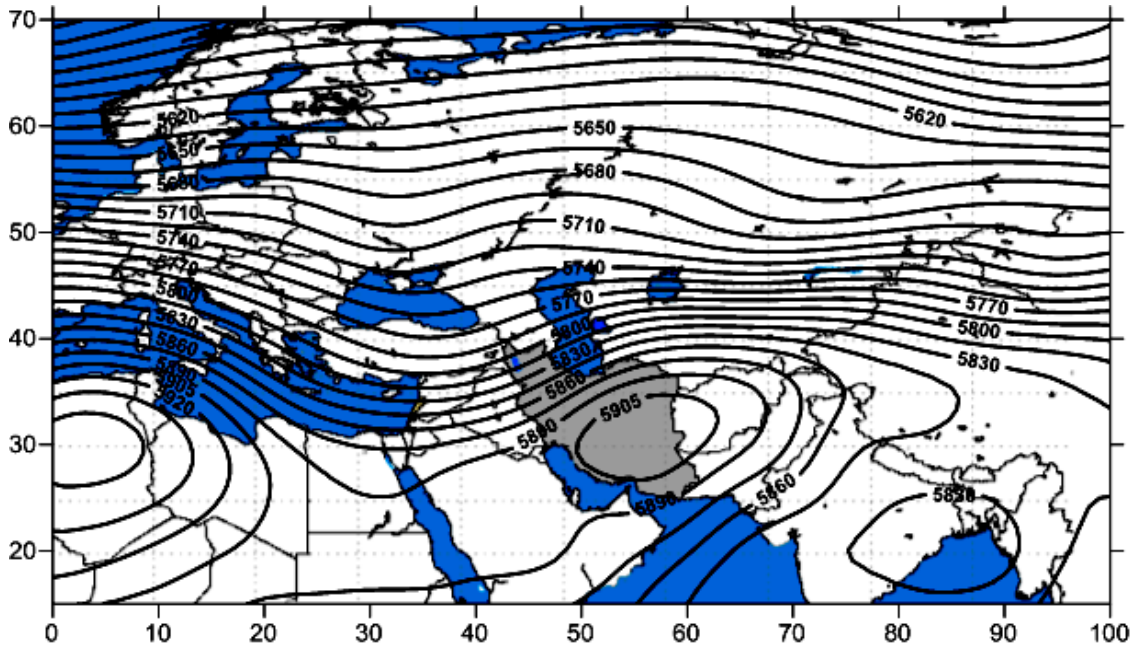
همانطور که از شکل ۷ برمی آید، علیرغم برش دو خوشه‌ای روزهای شاخص، تفاوت آشکاری بین الگوهای فشار این نقشه‌ها با الگوی متوسط دیده نمی‌شود. شکل ۸ الف، الگوی شماره ۱ با فراوانی ۸ روز، و شکل ۸ ب، الگوی شماره ۲ با فراوانی ۲۲ روز را نشان می‌دهد. در الگوی شماره ۱ زبانه‌ی ۹۹۵ هکتوپاسکالی کم-فشار گنگ مناطق وسیعی از کشورهای هندوستان، پاکستان، افغانستان را در بر گرفته و از سمت جنوب شرق به کشورمان نفوذ کرده است. میانگین دمای ایستگاه‌ها در این الگو، ۴۳/۱۱ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است. اما در الگوی شماره ۲ هسته‌ی کم فشار نسبت به منطقه‌ی مورد مطالعه دورتر بوده است و احتمالاً همین عامل موجب کاهش دمای ۰/۵ درجه‌ای دمای ایستگاه‌ها شده است.



شکل ۷: متوسط الگوهای فشار سطح دریا موثر بر وقوع دماهای ابرگرم جنوب شرق ایران الف: الگوی شماره ۱، الگوی ۸ روزه ب: الگوی شماره ۲، الگوی ۲۲ روزه

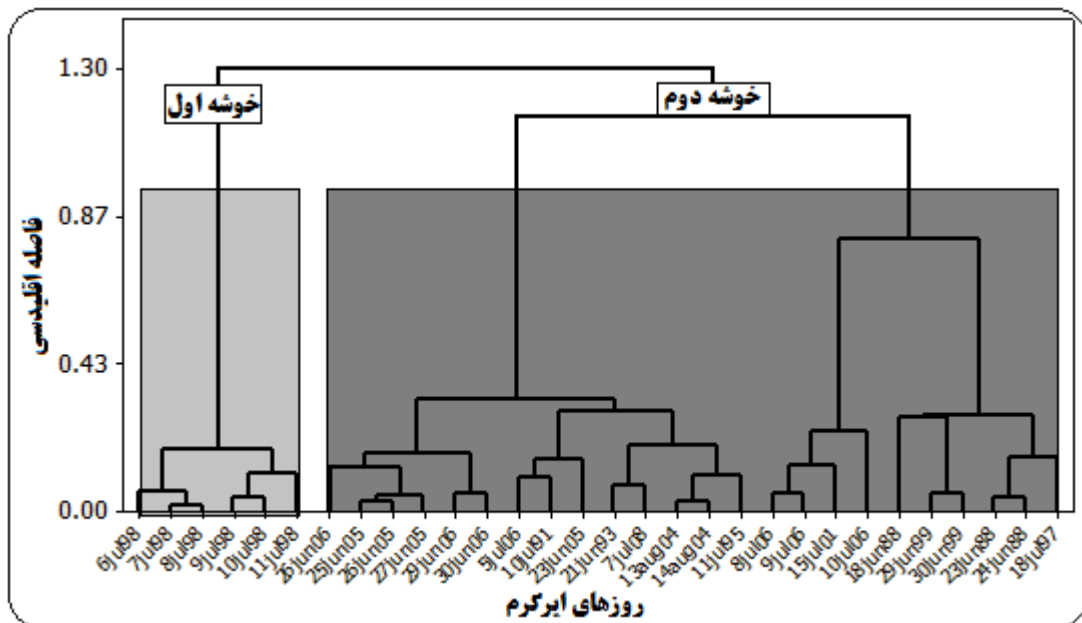
۲-۲- شناسایی الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

الگوی متوسط تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای مورد مطالعه نشان دهنده وجود پراترفاع جنب حاره‌ای آזור با پربند ۵۹۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شمال آفریقا است و منحنی هم ارتفاع ۵۹۰۵ متر که در واقع زبانه‌ای از پراترفاع مذکور است بر روی کشورمان و به ویژه جنوب شرق کشور بسته شده است. پراترفاع مذکور موجب گرمایش بی درو و فرونشینی هوای گرم و خشک بر روی محدوده‌ی مورد مطالعه می‌شود. شکل ۸ متوسط الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای ابرگرم را نشان می‌دهد.



شکل ۸: میانگین الگوی گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۳۰ روز ابر گرم جنوب شرق ایران

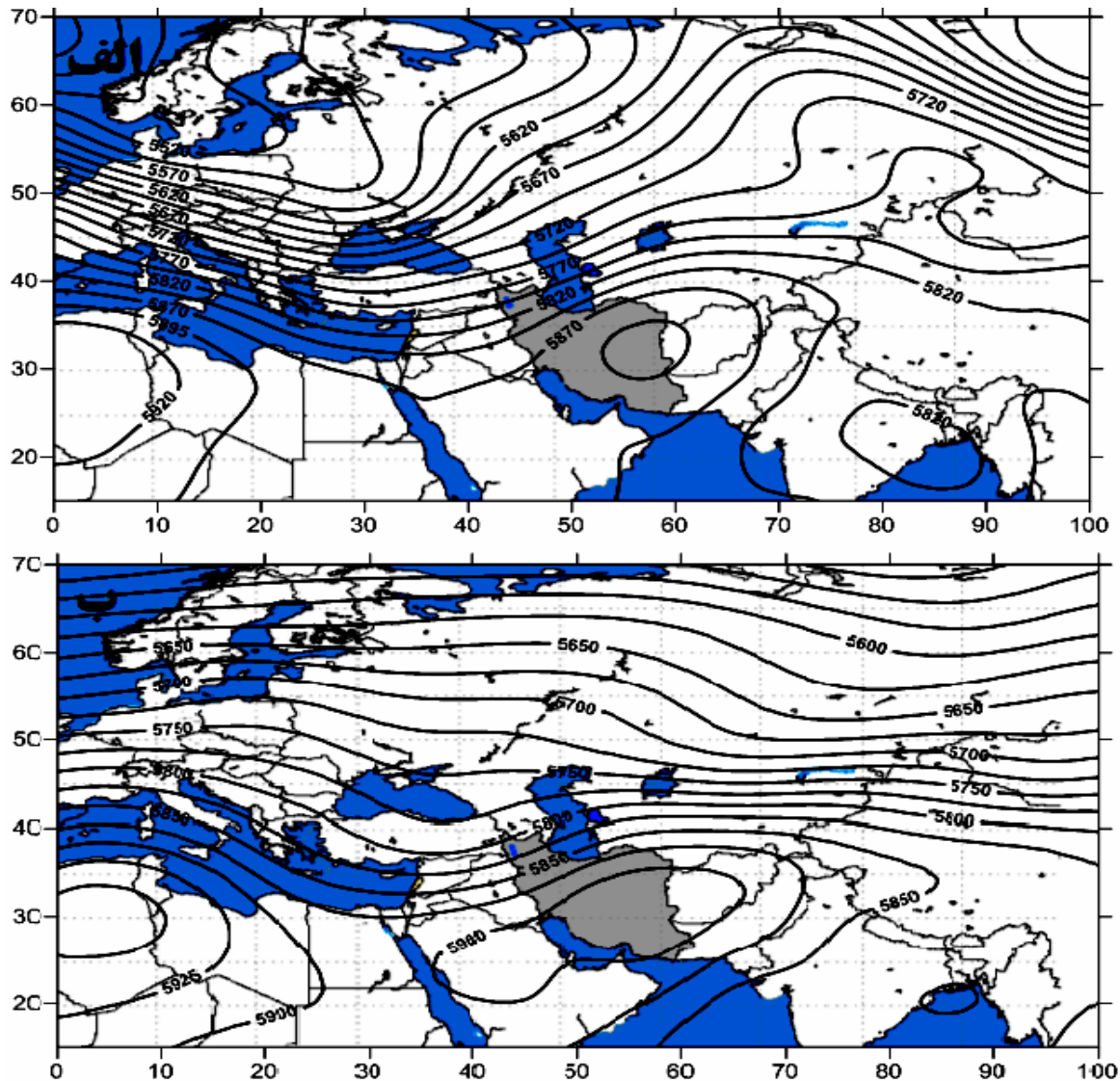
جهت تفکیک الگوهای مختلف منجر به رخداد دماهای ابر گرم جنوب شرق کشور همچون داده‌های فشار سطح دریا، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای وارد روزهای شاخص به دو خوشه‌ی ۶ و ۲۴ روزه تفکیک شد که در شکل ۱۰ به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۹: درخت خوشه بندی وارد با برش دو خوشه‌ای جهت تفکیک الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

همانند الگوهای سطح زمین، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز تمایزی در الگوهای موثر بر رخداد دماهای ابر گرم در منطقه‌ی مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود. الگوی شماره‌ی ۱ با فراوانی ۶ روز در شکل ۱۱، الف و الگوی شماره ۲ با فراوانی ۲۴ روز در شکل ۱۱، ب نشان داده شده است. در الگوی شماره‌ی ۱ منحنی هم ارتفاع

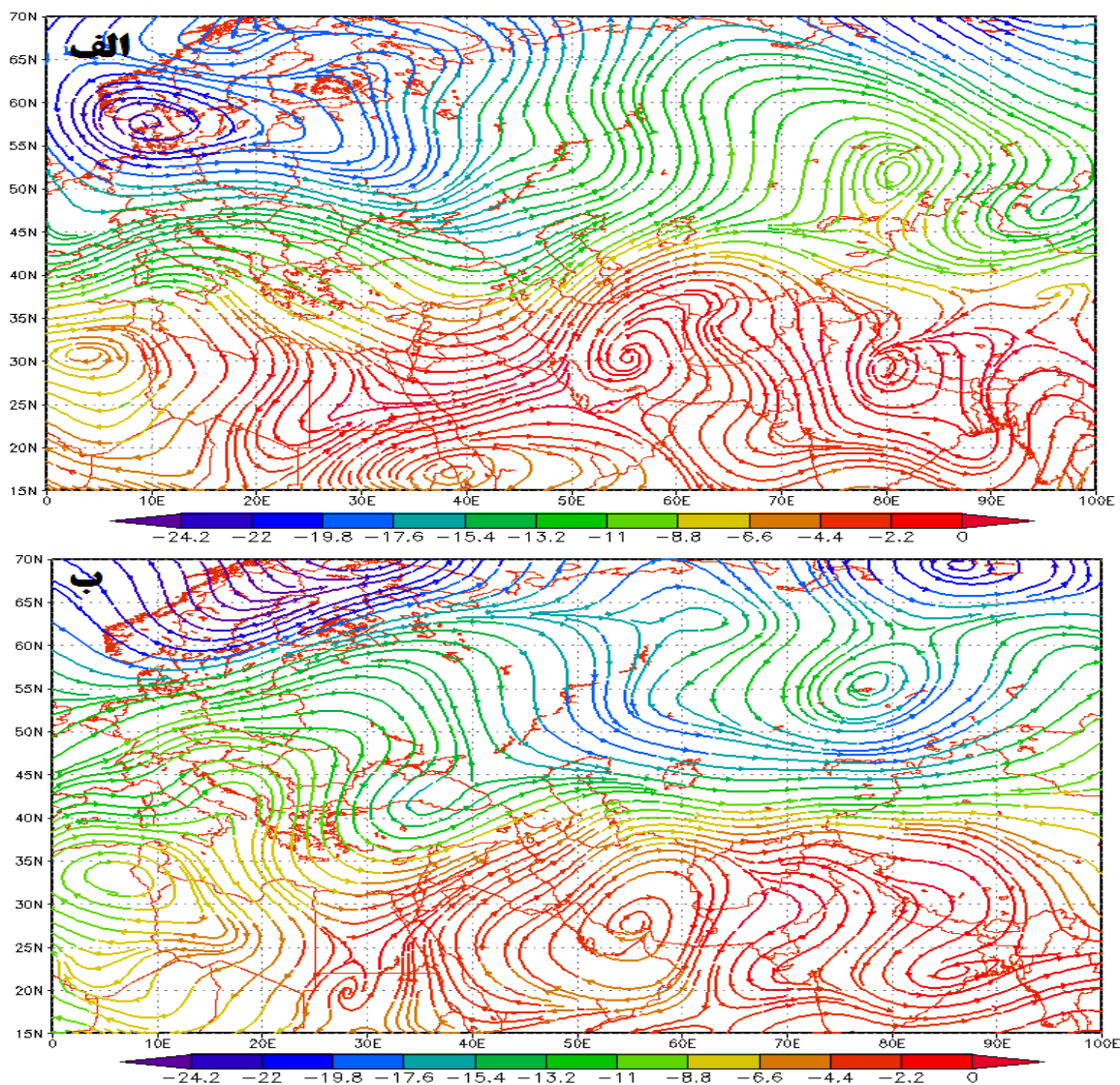
۵۸۹۵ متر بر روی محدوده‌ی مورد مطالعه قرار گرفته و پشته‌ی حاصل از آن تا عرض‌های جغرافیایی بالا امتداد یافته است. میانگین دمای ایستگاه‌ها در این الگو ۴۳/۴ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. اما در الگوی شماره ۲ منحنی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر، محدوده‌ی وسیع‌تری از کشورمان تا شبه جزیره‌ی عربستان را در بر گرفته و جریانات عرض‌های بالا به صورت مداری می‌باشد. میانگین دمای ایستگاه‌ها در این الگو ۴۲/۶ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است.



شکل ۱۰: الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال موثر بر وقوع دماهای ابر گرم جنوب شرق ایران الف: الگوی شماره ۱، الگوی ۶ روزه ب: الگوی شماره ۲، الگوی ۲۴ روزه

مقادیر ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ۷ ژوئیه ۱۹۹۸ و ۲۵ ژوئن ۲۰۰۵ بالاترین ضریب همبستگی معنی دار به ترتیب به میزان ۰/۹۷ (با متوسط هم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال الگوی ۶ روزه) و ۰/۹۶ (با متوسط هم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال الگوی ۲۴ روزه) دارا بوده و به عنوان نماینده هر الگو جهت ترسیم نقشه‌ی وزش دمایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال انتخاب شده اند. از نقشه‌ی وزش دمایی تراز

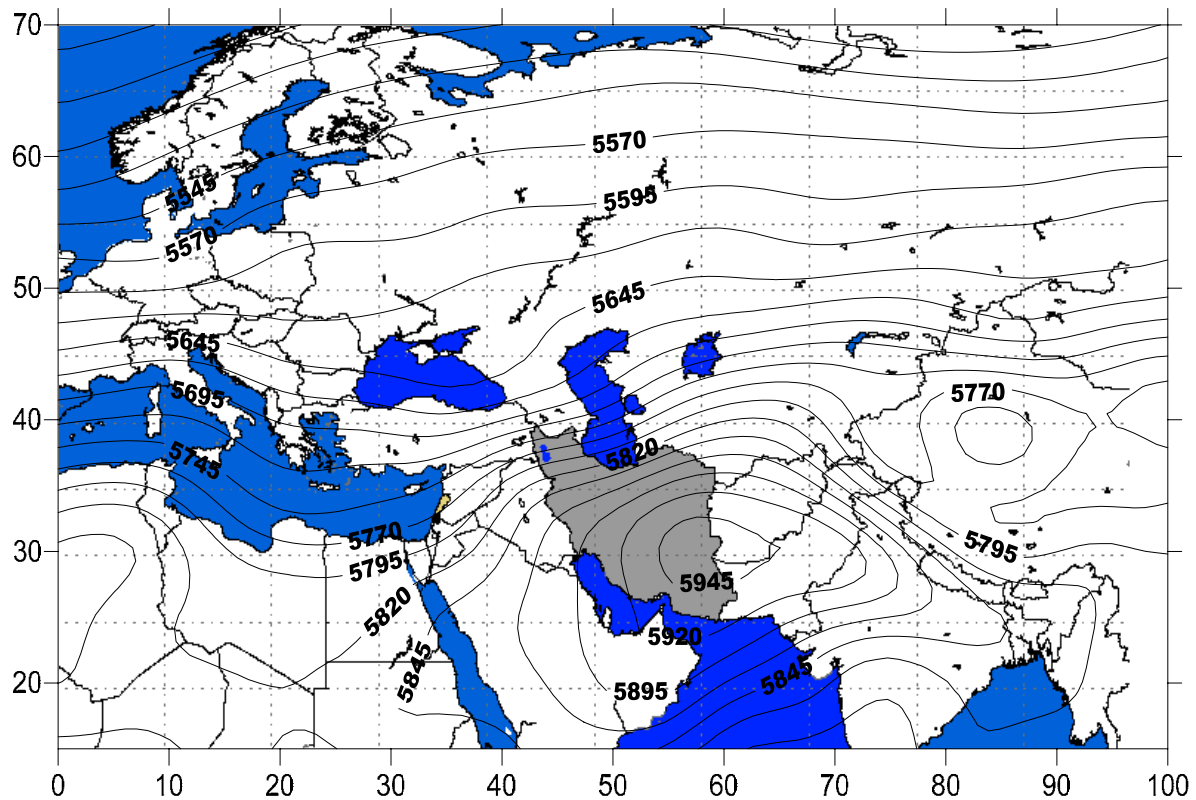
مذکور (شکل ۱۱) چنین برمی آید که در هر دو الگو هسته‌ی واگرایی وزش دما منطبق بر پراتفاح جنب حاره با جهت ساعتگرد، هوای گرم بیابان‌های اطراف را به سوی محدوده‌ی مورد مطالعه منتقل نموده، اما در الگوی اول وزش دما نسبت به الگوی دوم اندکی گرم‌تر بوده است. بدیهی است که جریان مذکور با نزول بی‌درو گرم تر شده و موجب گرمایش شدید سطح زمین شده است.



شکل ۱۱: وزش دمایی (به درجه سانتی‌گراد) ساعت ۱۵:۳۰ دقیقه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال. الف: ۷ ژوئیه ۱۹۹۸ (نماینده الگوی شماره ۱)، ب: ۲۵ ژوئن ۲۰۰۵ (نماینده الگوی شماره ۲)

۳-۲- شناسایی الگوی ضخامت جو

میانگین ضخامت جو ۳۰ روز ابرگرم منطقه‌ی جنوب شرق کشور (شکل ۱۲) نشان می‌دهد، هسته‌ی بیشینه‌ی ضخامت جو به میزان ۵۹۴۵ متر بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه قرار گرفته است. به دلیل استقرار کم فشار حرارتی در سطح زمین و از سوی دیگر حاکمیت پراتفاح جنب حاره‌ای آזור در ترازهای میانی، ضخامت جو زیاد شده، که نشان دهنده استقرار توده‌ی هوای گرم بر روی منطقه مذکور است.



شکل ۱۲: الگوی ضخامت جو در روزهای ابر گرم جنوب شرق ایران

بحث و نتیجه گیری

براساس توزیع احتمال آماری گاما، احتمال رخداد دمای $۴۲/۳۶$ درجه‌ی سانتی‌گراد و بیشتر در منطقه‌ی مورد مطالعه ۱ درصد است. بنابراین عدد مذکور آستانه‌ی تعیین روزهای ابرگرم مد نظر قرار گرفت. باتوجه به عدد آستانه و پس از مرتب کردن نزولی داده‌های میانگین حداکثر دمای روزانه‌ی ایستگاه‌ها، تعداد ۳۰ روز توأم با دمای ابرگرم تفکیک شد و از روزهای مذکور جهت تحلیل سینوپتیک استفاده شد. جهت شناسایی الگوی متوسط روزهای ابرگرم، نقشه‌های متوسط ۳۰ روزه ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. الگوی سطح زمین حاکی از نفوذ زبانه‌ی سامانه‌ی کم فشار حرارتی گنگ، و الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشانگر استیلای پراترفاع جنب حاره‌ای آזור است که سبب فرونشینی هوای گرم بر روی محدوده‌ی مورد مطالعه می‌شود. نقشه‌های حاصل از برش دو خوشه‌ای تحلیل خوشه‌ای وارد نیز تفاوت آشکاری با الگوی کلی نشان نداد، اما تغییرات مکانی هسته‌ی کم فشار سطح زمین و پراترفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی دماهای منطقه‌ی مورد مطالعه موثر است، به گونه‌ای که هرچه این مراکز به منطقه‌ی مورد مطالعه نزدیک تر بوده‌اند، دماهای بالاتری را در ایستگاه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه شاهد بوده‌ایم. الگوی ضخامت جو نیز در زمان رخداد دماهای ابر گرم، نشان‌دهنده‌ی تمرکز بیشینه‌ی ضخامت جو و در نتیجه استقرار توده هوای گرم در جنوب شرق کشور می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نفوذ کم فشار حرارتی گنگ از یک سو و استیلای پراترفاع آזור از سوی دیگر و در پی آن ضخامت زیاد جو موجب بروز دماهای ابر گرم در منطقه‌ی مورد مطالعه شده و تنوعی در سیستم‌های سینوپتیکی منجر به رخداد پدیده‌ی مذکور یافت نمی‌شود. به مانند پژوهش‌های انجام گرفته در دنیا از قبیل گارسیا و همکاران (۲۰۰۲)، چن و کنراد (۲۰۰۶)، جریان در ترازهای فوقانی جو روزهای ابرگرم

جنوب شرق ایران آنتی سیکلونی بوده است اما به سبب موقعیت جغرافیایی جنوب شرق ایران و نزدیکی آن به سیستم موسمی، در سطح زمین تا ۸۵۰ هکتوپاسکال الگوی کم فشار حاکم بوده است. این مطالعه نشان داد، برخلاف الگوهای سینوپتیکی متنوعی که در دوره‌ی سرد سال موجب بروز دماهای ابر سرد و امواج سرمای شمالغرب ایران می‌شوند (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰)، این تنوع الگو به علت یکنواختی سیستم‌هایی که در دوره‌ی گرم کشورمان را تحت تاثیر قرار می‌دهند، مشاهده نمی‌شود. با توجه به اهمیت مبحث دماهای ابرگرم و اثراتی که این پدیده می‌تواند بر روی محصولات کشاورزی، مصرف انرژی، گرمادگی و حتی مرگ و میر انسان‌ها و حیوانات داشته باشد و همچنین با عنایت به روند افزایشی دماهای گرم منطقه مورد مطالعه و احتمالاً رخداد بیشتر روزهای ابر گرم در آینده پیشنهاد می‌شود به منظور واکاوی دقیق پدیده مذکور به تحلیل الگوی رودبادها، پیچانه‌ها، سرعت قائم جو در روزهای ابرگرم جنوب شرق ایران پرداخته شود.

منابع

- ۱- رحیم زاده، فاطمه، عسگری، احمد، فتاحی، ابراهیم، محمدیان، نوشین، تقی پور، افسانه (۱۳۸۰)، روند نمایه های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره (۱۹۵-۲۰۰۳)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳، صص ۱۱۹-۱۴۳.
- ۲- علیجانی، بهلول (۱۳۹۰)، تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۷، شماره ۲۰، صص ۹-۳۰.
- ۳- قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۰)، شناسایی، طبقه بندی و تحلیل سینوپتیک موج ابر گرم تابستان ۱۳۸۹ ایران، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره ۳، صص ۸۵-۱۰۰.
- ۴- قویدل رحیمی یوسف (۱۳۹۰)، رابطه ی دماهای فرین پایین فراگیر دوره ی سرد آذربایجان با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، فضای جغرافیایی شماره ۳۵، ۱۵۵-۱۸۴:۳۵.
- ۵- قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۰)، تعیین آستانه ی آماری و تحلیل سینوپتیک دماهای ابر سرد مراغه. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۹، شماره ۲۲، صص ۶۲-۴۵.
- ۶- کمالی، غلامعلی (۱۳۸۱)، سرماهای زیانبخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی، مطالعه موردی: تهران، فصلنامه ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۳-۶۴، صص ۱۵۱.
- 7- Banta, J; (2007), "**Extreme weather hits home**", New Society publishers.
- 8- Bibiana,s; Carolina,S; Vera,B; Liebmann;(2006), "**The Nature of a Heat Wave in Eastern Argentina Occurring during monthly weather review**", vol. 135, no. 3, pp. 1165-1174.
- 9- Campetella, C; M, Rusticucci; (1998), "**Synoptic analysis of an extreme heat wave over Argentina in March 1980**", Meteorological Applications, 5: 217-226.
- 10- Chen, F; c, Konrad; (2006) , "**A Synoptic climatology of summertime heat and humidity in the Piedmont region of North Carolina**", Journal of Applied Meteorology and Climatology, 45: 674-685.
- 11- Cony, M; L, Martin; (2010), "**Synoptic patterns that contribute to extremely hot days in Europe**", Atmósfera 23(4), 295-306.
- 12- Cooley,D;(2005), "**Statistical Analysis of Extremes Motivated by Weather and Climate Studies**", University of Colorado in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Department of Applied Mathematics: 1-110.
- 13- Easterling D, R; J, L, Evans; P. Ya. Groisman, Karl T; R, K. E. Kunkel, P. Ambenje(2000), "**Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review**". American Meteorological Society. 417-425.
- 14- Feudale, L; J,Shukla;(2011), "**Influence of sea surface temperature on the European heat wave of 2003 summer**". Part I: an observational study. Climate Dynamics, in press, DOI 10.1007/s00382-010-0788-0.
- 15- Garc'ía, R; L, Prieto; J, D'íaz; E, Hern'andez; and T, del Teso;(2002), "**Synoptic conditions leading to extremely high temperatures in Madrid**", Annales Geophysicae.237-245.
- 16- Hanson, C; J, P, Palutikof; M, Livermore; L, Barring; M, Bindi; J, Corte-Real; R, Durao; C, Giannakopoulos; P, Good; T, Holt; Z, Kundzewicz; G, C, Leckebusch; M, Moriondo; M, Radziejewski; J, Santos; P, Schlyter; M, Schwarb; I, Stjernquist; U, Ulbrich, (2007), "**Modelling the impact of climate extremes: an overview of the MICE project**", Climatic Change, 81: 163-177.

- 17- Henry F, Diaz; Richard J, Murnane; (2008), "**Climate Extreme And Society**", © Cambridge University Press 1-340.
- 18- Kadokura, S; Kato, H; (2005), "**Seasonal /Regional variation of variability characteristic of daily maximum/minimum temperatures in Japan observed and reproduced by RegCM nested in NCAR-CSM**", *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 83(1):69-87.
- 19- Laurence, S; Kalkstein, J; Scott greene; David m. Mills; A. Perrin; J. Jason p; Samenow, Cohen; (2008), "**Analog European Heat waves for U.S Cities To Analyze impacts on heat-Related mortality**", *American Meteorological Society*: 1-11.
- 20- Miller. L, K. Hayhoe, J. Jin, M. Auffhammer, (2008), "**Climate, Extreme Heat, and Electricity Demand in California**". *American Meteorological Society* 1834- 1844.
- 21- Peterson, T.C., C. Folland, G. Gruza, W. Hogg, A. Mokssit, and N. Plummer (2001), "**Report of the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs**," *World Meteorological Organization Technical Document No. 1071*, World Meteorological Organization, Geneva, 146 pp.
- 22- Seluchi. M; F. Norte; J. Gomes; S. Simonelli. (2006). "**Synoptic and thermodynamic analysis of an extreme heat wave over subtropical South America**". *Proceedings of 8 ICSHMO. Foz do Iguaçu, Brazil. April 24-28, 2006. INPE. p 2009-2010.*
- 23- Susanna C., Masocco M, Meli P, Minelli G, Palummeri E, Solimini R, Toccaceli V, Vichi M, (2007), "**General and specific mortality among the elderly during the 2003 heat wave in Genoa (Italy)**", *Environmental Research*, 103: 267-274.
- 24- Ting Ding, Weihong Qiana, Zhongwei Yanb, (2010), "**Changes in hot days and heat waves in China during 1961-2007**". *Int. J. Climatol.* 30: 1452-1462.
- 25- www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.
- 26- Zhang, Q; C, Xu; Z, Zhang; G, Ren; Y, Chen, (2008) "**Climate change or variability? The case of Yellow river as indicated by extreme maximum and minimum air temperature during 1960-2004**". *Theoretical and Applied Climatology*, 93: 35-43.