

بررسی شرایط سینوپتیکی و بیوکلیماتولوژی شاخص گرما با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایستگاه‌های ساحلی و دریایی جنوب و اثرات آن بر روی سلامت انسان

فاطمه درگاهیان^۱

غلامحسین رضایی^۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۱۹

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۳/۲۱

چکیده

از آن جایی که دمای اعلام شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی تنها قرائت دمای داخل جعبه اسکرین، بدون توجه به سایر پارامترهای جو و از جمله رطوبت است، بنابراین نمی‌تواند بیان‌کننده احساس واقعی ما از دمای هوا باشد، زیرا هوای گرم در صورت وجود رطوبت بالا، گرمتر احساس می‌شود به طوری که وقتی دما ۳۵ درجه سانتیگراد باشد در صورت وجود رطوبت نسبی ۵۵٪ در حدود ۴۳ درجه سانتیگراد احساس می‌شود.

در این مقاله به منظور محاسبه دمای واقعی احساسی، در ماه‌های گرم سال؛ ژوئیه، ژوئن و آگوست برای یک دوره آماری ۱۰ ساله در ۴۰ ایستگاه سینوپتیک در نیمه جنوبی کشور از روش محاسبه شاخص گرما استفاده و نتایج در محیط نرم افزار ArcGIS به صورت نقشه‌های همدمای واقعی احساسی پهنه بندی شد و با نقشه‌های همدمای معمولی مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد که در فصل گرم با وجودی که مناطق ساحلی جنوبی کشور دمای کمتری را نشان می‌دهند اما دمای واقعی احساسی بالاتری دارند که این دمای واقعی احساسی با فاصله گرفتن از ساحل و کم شدن میزان رطوبت کمتر می‌شود. در مناطق ساحلی جنوبی کشور بالا بودن دمای واقعی احساسی بویژه هنگامی که امواج گرما بوجود می‌آیند مشکلاتی را برای مردم ایجاد می‌کنند. با توجه به آستانه‌های دمای واقعی احساسی، فراوانی مشکلات در ۴ طبقه دسته بندی شد که هر طبقه شرایط ویژه‌ای را بوجود می‌آورد. شرایط سینوپتیکی یک موج گرما که منجر به بالا رفتن دمای احساسی واقعی شده و قرار گرفتن ایستگاه‌های ساحلی در شرایط فوق العاده خطرناک بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که پیش بینی و صدور هشدار به موقع امواج گرما بر اساس این شاخص از طرف سازمان هواشناسی برای مناطق گرم و مرطوب کشور می‌تواند منجر به کاهش تلفات ناشی از این رخداد باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص گرما، الگوی سینوپتیکی، ایستگاه‌های ساحلی، دما و رطوبت، بیماری و مرگ و میر

۱- گروه اقلیم مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی لرستان؛ Dargahianf@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران

مقدمه

پارامترهای جوّی از جمله رطوبت است بنابراین نمی‌تواند بیان‌کننده احساس واقعی ما از دمای هوا باشد زیرا هوای گرم در صورت وجود رطوبت بالا گرمتر احساس می‌شود. این مسئله اقلیمی در کشورهای پیشرفته مورد توجه قرار گرفته، به همین منظور سازمان خدمات هواشناسی در این کشورها شاخصی (HI) ارائه کرده‌اند که مبین دمای واقعی احساس شده توسط انسان است و همراه با سایر پارامترهای وضعیت جوّی اعلام و پیش‌بینی می‌شود. بنابراین شاخص گرما اندازه دقیقی از احساس گرما در ترکیب معینی از دما و رطوبت به طور همزمان می‌باشد و از طریق یک فرمول قابل محاسبه است. این شاخص در فصل تابستان نقطه مقابل شاخص سوزباد در فصل زمستان است و می‌تواند به عنوان یک شاخص اقلیمی مؤثر بر راحتی انسان قلمداد شود.

در بین حوادث و بلایای جوّی و اقلیمی، گرمای شدید که با رطوبت زیاد نیز همراه است و از آن به نام موج گرما می‌توان یاد کرد؛ یکی از پدیده‌های مهلک و کشنده است به طوری که در مقایسه با سایر مخاطرات جوّی و اقلیمی مانند سیل و تگرگ و غیره که مشهودند، موج گرما پدیده‌ای کشنده، بی صدا و نهفته است. به طوری که در سال ۱۹۹۵ در آمریکا ۱۰۲۱ نفر بر اثر یک موج گرما از بین رفتند. نگاره شماره ۱ آمار مربوط به تلفات موج گرما را در آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۹۸ نشان می‌دهد. در اوت ۲۰۰۳ بدترین فاجعه طبیعی طی ۵۰ سال گذشته موج گرمایی بود که با ۳۰ هزار نفر کشته همراه بود (بنو و همکاران ۲۰۰۴). موج گرما اگر تداوم داشته باشد خسارات ناشی از آن بیشتر خواهد بود، بنابراین طول دوره گرما می‌تواند میزان مرگ و میر را تحت تأثیر قرار دهد (رامون و همکاران ۲۰۰۶، نگویرو و همکاران ۲۰۰۷). آخرین و طولانی‌ترین موج گرما در دنیا در سال ۲۰۱۰ رخ داد که خسارات اقتصادی زیادی وارد کرد و در سطح وسیعی منجر به آتش‌سوزی جنگل در روسیه

در فصل تابستان بویژه در ماه‌های تیر و مرداد بالا بودن دماهای حداکثر در ایستگاه‌هایی که در عرض جغرافیایی بالاتری قرار دارند نسبت به ایستگاه‌هایی که در کنار خط ساحلی (بندرعباس) و یا حتی پایین‌تر از آن در دریا (کیش) قرار دارند، از یک دید کلی، غیر عادی به نظر می‌رسد زیرا به علت عمودتر بودن زاویه تابش، ایستگاه‌های عرض‌های پایین‌تر باید از دمای حداکثر بیشتری برخوردار باشند. امواج گرما تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی سلامت و ایمنی عمومی افراد یک جامعه دارد. افزایش شدید گرما و همراهی آن با رطوبت بالا منجر به بروز مشکلاتی برای مردم می‌شود که اگر به موقع در این زمینه یک نوع پیش‌آگاهی صادر شود منجر به کاهش اثرات منفی و تلفات ناشی از آن می‌گردد. در برخی از کشورها سرویس خدمات هواشناسی از طریق دادن پیش‌آگاهی‌های لازم قبل از وقوع امواج گرما توصیه‌های ضروری را فراهم می‌کند و اگر امواج گرما چندین روز متوالی تداوم داشته باشد هشدارهای متناسب با آستانه‌های مقاومت در مقابل گرما در شهرهای بزرگ و ساحلی به علت وجود مشکلات ویژه در آنها، اعلان می‌گردد.

مناطق وسیعی از کشور ما در سواحل جنوبی در مناطق گرم و مرطوب واقع شده‌اند. در مناطقی که گرما و رطوبت زیاد باشد پتانسیل لازم برای رخداد بارش‌های خوب فراوان است اما شرط کافی نیست. به همین دلیل در جنوب کشور ما هرچند در ماه‌های گرم سال در برخی مناطق رطوبت به حد اشباع می‌رسد اما به دلیل تسلط مراکز پرفشار جنب حاره در فصل گرم فاقد بارش می‌باشد و هوا دارای شرایط شرجی بوده که منجر به عدم آسایش شده و شرایط را برای نفس کشیدن طاقت فرسا می‌کند، در برخی مواقع منجر به عوارضی از قبیل گرفتگی عضله، آفتاب سوختگی، از پافتادگی افراد، و حتی شوک مغزی می‌شود و به این ترتیب انسان و فعالیت‌های او را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آنجایی که دمای اعلام شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی تنها قرائت دمای داخل جعبه اسکرین، بدون توجه به سایر

1- Heat Index

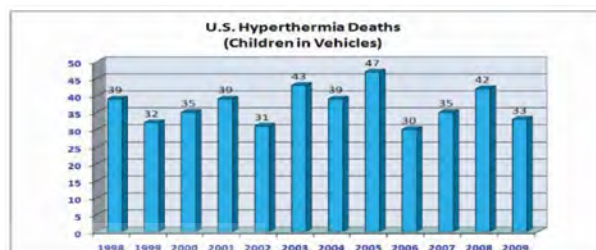
2- De Bono

3- Ramo'n

4- Nogueira

برساند به طوری که قلب سیلی از خون را از طریق رگ‌های گشاد شده پمپاژ می‌کند و غدد تعرق نیز مایعی را که شامل مواد شیمیایی محلول و ضروری مانند کلرید سدیم است بر سطح پوست جاری می‌کند. در چنین شرایطی افراد با توجه به مدت زمانی که در معرض این شرایط قرار می‌گیرند و همچنین با توجه به سن و فیزیولوژی بدنشان با مشکلات ویژه‌ای مواجه خواهند شد. آسیب پذیرترین افراد یک جامه در برابر امواج گرما افراد پیر و سالخورده هستند به طوری که بر اثر یک موج گرما در ۱۶ تا ۱۲ جولای سال ۱۹۹۵ در شیکاگو از بین ۵۲۲ مرگ و میری که اتفاق افتاده ۳۷۱ نفر از بین آنها افراد بالای ۶۵ سال بودند زیرا افراد پیر توانایی لازم را برای عرق کردن نداشتند و ظرفیت و توانایی آنها برای دفع گرما از طریق تبخیر تعرق بر روی پوست و در نهایت خنک شدن پوست شان کم شده بود. علاوه بر افراد پیر، بچه‌های کوچک، افرادی که ناراحتی‌های مزمن دارند بخصوص ناراحتی‌های قلبی، افرادی که از داروهای آرام بخش به طور مداوم استفاده می‌کنند و افراد خیلی چاق و همچنین افرادی که در مناطق معتدل زندگی می‌کنند و با آب و هوای گرم و مرطوب سازگاری ندارند، در برابر امواج گرما آسیب پذیر می‌باشند. افرادی که مشروبات الکلی مصرف می‌کنند در معرض خطر بیشتری نسبت به تمام گروه‌های بالا قرار دارند. بیشتر مرگ و میر مرتبط با گرما در شهرهای بزرگ اتفاق می‌افتد. ساختمان‌های بلند و سنگ کاری شده، خیابان‌های آسفالت و سقف‌های پوشیده شده از مواد جاذب حرارت، در جریان بروز امواج گرما باعث افزایش دما در محدوده شهر می‌شوند. این گرمای اضافی ذخیره شده، جزیره گرمایی را در شهرها بوجود می‌آورد. امواج گرما در شرایط جوّی آرام و راکد آلودگی هوای شهر را به دام می‌اندازد و استرس گرما را افزایش می‌دهد و باعث مرگ و میر بیشتر افراد در قسمت‌های داخلی شهرها که پرجمعیت‌تر است، می‌شود. از جمله عوامل دیگری که در بررسی علل مرگ و میر بیشتر افراد در قسمت‌های داخلی شهرها باید به آن اشاره کرد عوامل اجتماعی و اقتصادی

شد. پیش بینی شده وقوع موج شدید گرما هزینه‌های بزرگ اجتماعی و اقتصادی تحمیل می‌کند (IPCC2012) بنابراین امواج گرما بخصوص در مناطقی که شاخص دمای احساسی در آنها بالاست با توجه به خسارات جانی و مالی فراوانی که بر جوامع تحمیل می‌کند از اهمیت فوق العاده‌ای برای شناسایی و پیش آگاهی‌های لازم برای سلامت افراد برخوردار است.



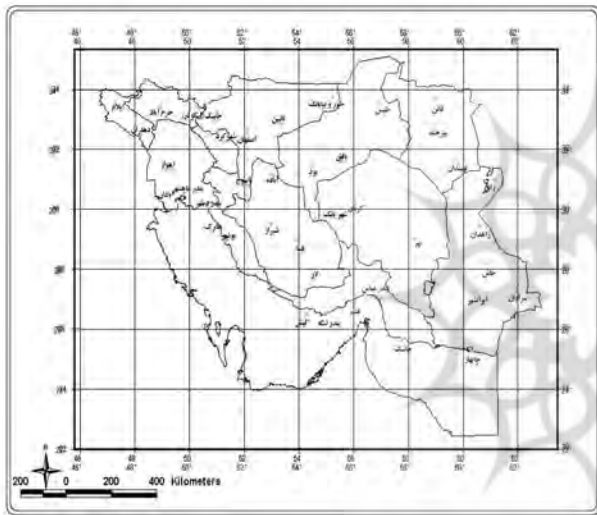
منبع: www.nws.noaa.gov/os/heat/index/

نگاره ۱: آمار مربوط به مرگ و میر ناشی از موج گرما در آمریکا (۱۹۹۸-۲۰۰۹)

بدن انسان گرما را به طرق مختلف دفع می‌کند؛ از طریق گردش خون، از دست دادن آب بدن به وسیله پوست و غدد تعرق مقدار زیادی از گرمای بدن هدر می‌رود. زمانی که دمای خون به ۹۸/۶ درجه فارنهایت یا ۳۷ درجه سانتیگراد و بیشتر برسد، پمپاژ بیشتر خون توسط قلب به رگ‌ها شروع می‌شود، رگ‌های خونی گشاد می‌شوند و خود را با افزایش جریان خون وفق می‌دهند و بر اثر فشار بیش از حد مویرگ‌های کوچک، لایه‌های میانی پوست پاره می‌شوند. خون بدن در نزدیک سطح پوست به گردش در می‌آید و گرمای اضافی در هوای خنک تر تخلیه می‌شود درحالی که به طور همزمان آب بدن نیز از طریق تعرق هدر می‌رود. پوست بدن اتلاف بیش از ۹۰٪ گرمای بدن را بر عهده دارد؛ بنابراین تعرق بدن باعث خنک شدن آن می‌شود اما در شرایطی که رطوبت زیاد باشد فرایند تعرق با تأخیر همراه است زیرا وقتی که بدن عرق می‌کند انرژی گرمایی لازم برای تبخیر عرق را از بدن تأمین می‌کند و به همین دلیل بدن خنک می‌شود. در شرایطی که دما و رطوبت نسبی بالاست بدن تلاش می‌کند تا دمای خود را به ۳۷ درجه سانتیگراد

چندان تفاوتی ندارد و دور از ساحل و منابع رطوبت هستند و دسته دیگر آنهایی هستند که تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند و در سواحل جنوبی کشور جایی که دما و رطوبت همزمان بالا است قرار دارند (نگاره شماره ۲).

در این پژوهش علاوه بر شناسایی مناطق تحت تأثیر به عنوان نمونه شرایط سینوپتیکی یک موج گرما و خطرات ناشی از آن نیز مورد مطالعه قرار گرفت آستانه‌های دمایی مرتبط با موج گرما و خطرات مرتبط با آن بر روی سلامتی انسان نیز استخراج و بررسی شده است.



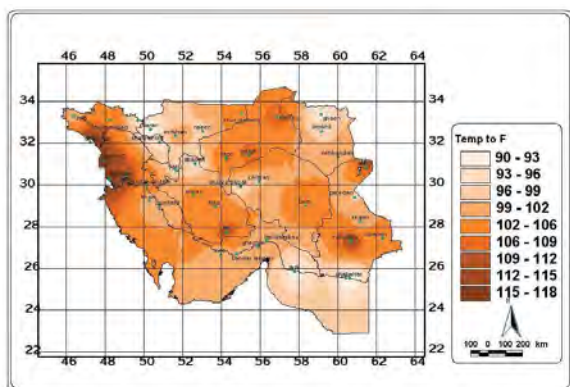
نگاره (۲): موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده‌ها و روش کار

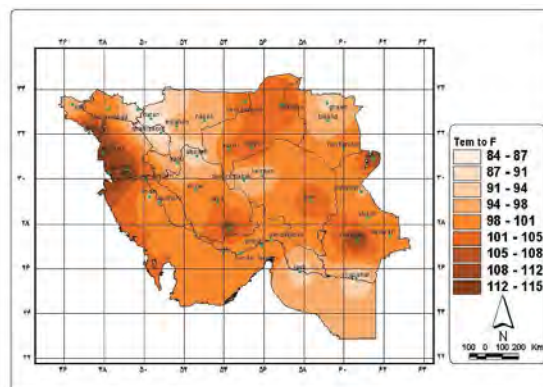
به منظور انجام این تحقیق ابتدا با توجه به هدف کار منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. با وجودی که هدف اصلی، ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای بود اما ایستگاه‌های واقع در عرض‌های بالاتر نیز جهت بهتر نشان دادن اثر رطوبت در این شاخص انتخاب گردید. بنابراین ۱۲ استان در نیمه جنوبی کشور شامل استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، فارس، بوشهر، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، ایلام، لرستان، اصفهان، یزد، کرمان و خراسان جنوبی به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد و ۴۰ ایستگاه سینوپتیک با توزیع مناسب در کل منطقه مورد

است. از نظر اجتماعی مناطقی که در آنها جرم و بزهکاری زیاد است و مردم به خاطر حفظ امنیت نمی‌توانند تهویه طبیعی و مساعدی را در طول شب داشته باشند در معرض خطر قرار دارند و از نظر اقتصادی نیز برخی از مردم در محل زندگیشان به علت ضعف توان مالی جهت خریداری وسایل برودتی، از هوای مطبوع برخوردار نیستند و در معرض هوای خوب و تهویه مناسب قرار ندارند. تأثیر افزایش دما به مدت زمانی که افراد در معرض شرایط محیطی نامساعد قرار می‌گیرند نیز بستگی دارد. زیرا امواج گرمای مداوم و بلندمدت برای مثال چند روز تا یک هفته تداوم، به افراد اجازه رهایی از گرما را نمی‌دهند (موج گرمای ۲۰۱۰ روسیه). نواحی متأثر از امواج گرما معمولاً مناطقی هستند که در زیر منطقه پایداری هوا و تحت تسلط توده هواهای پرفشار حرارتی قرار دارند، مانند نواحی جنوبی ایران که در فصل گرم تحت سلطه پایداری هوای ناشی از پرفشار آزور قرار دارد. در کشور ما این شاخص برآورد، اعلام و پیش‌بینی نمی‌شود و هیچ گونه اطلاعیه، اختاریه و هشداریه در این زمینه از طرف دستگاه‌های متولی بخصوص هواشناسی و ستاد حوادث غیر مترقبه در نواحی تحت تأثیر صادر نمی‌گردد. در زمینه مرگ و میر افراد طی وقوع امواج گرما هم اطلاع و آمار دقیقی در دسترس نیست و تاکنون کار تحقیقاتی در این زمینه صورت نگرفته است. در بیشتر کشورهای دنیا که دارای مناطقی با شرایط مناطق جنوب کشور ما با دما و رطوبت بالا در ماه‌های گرم و تحت تسلط پرفشار جنب حاره‌ای که شرایط را برای آن حاد تر کرده است، علاوه بر پیش‌بینی هوا پیش‌بینی دما واقعی احساسی نیز صادر می‌گردد و حتی اطلاعیه‌ها، اختاریه‌ها و هشدارهای به موقع برای مناطق ویژه صادر می‌گردد و این در حالی است که حتی این مناطق در کشور ما تاکنون شناسایی نشده‌اند.

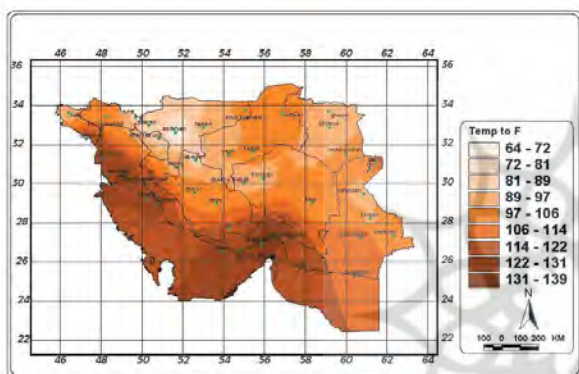
منطقه مورد مطالعه نیمه جنوبی کشور می‌باشد. برای یک دوره آماری ۱۰ ساله پارامترهای مورد نیاز شامل دما و رطوبت حداکثر روزانه برای ۴۰ ایستگاه سینوپتیک تجزیه و تحلیل شدند. ایستگاه‌ها شامل دو دسته هستند یکی ایستگاه‌هایی که دمای معمولی و واقعی احساسی در آنها



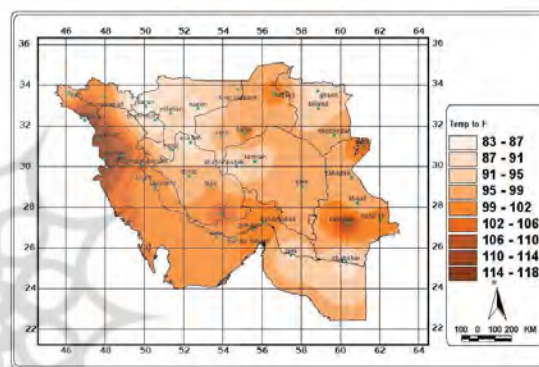
نگاره (۴): نقشه پهنه‌بندی دمای بلندمدت جولای



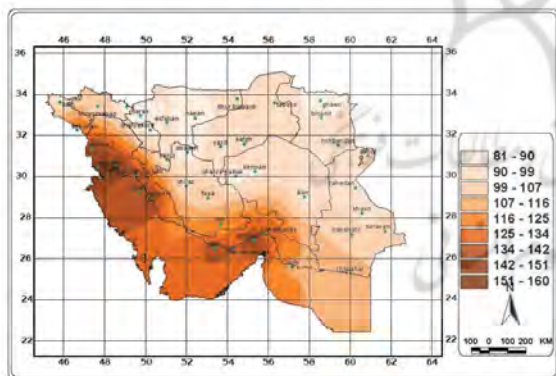
نگاره (۳): نقشه پهنه‌بندی دمای بلندمدت ژوئن



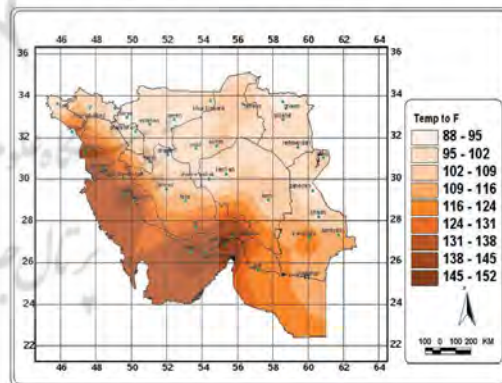
نگاره (۶): نقشه پهنه‌بندی دمای احساس بلندمدت ژوئن



نگاره (۵): نقشه پهنه‌بندی دمای بلندمدت آگوست



نگاره (۸): نقشه پهنه‌بندی دمای احساس بلندمدت آگوست



نگاره (۷): نقشه پهنه‌بندی دمای احساس بلندمدت جولای

آن جایی که دماهای احساسی همزمان با وقوع امواج گرما بیشتر شده و بر روی انسان و فعالیت‌های او اثرات زیادی دارد الگوی سینوپتیکی مربوط به یک موج گرما که در نیمه جنوبی کشور منجر به بالا رفتن دمای احساسی شده در سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و سطح در یک شبکه ۲/۵ در ۲/۵ از عرض ۸۰°N و ۸۰°E طول جغرافیایی که

مطالعه انتخاب گردید. موقعیت کل منطقه مورد مطالعه در نگاره ۲ نشان داده شده است. سپس شاخص گرما بر اساس فرمول آن برای یک دوره آماری ۱۰ ساله بصورت روزانه برای ماه‌های گرم سال (ژوئیه، ژوئن و آگوست) محاسبه گردید و نقشه همدمای معمولی و همدمای واقعی احساسی ترسیم و مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از

از سایت NCEP/NCAR دریافت شده بود مورد بررسی قرار گرفت. یک دوره آماری ۱۰ ساله در ماه‌های گرم و با رطوبت بالای ۴۰ درصد شاخص گرما محاسبه و سپس آستانه‌های دماهای احساسی به چهار گروه تقسیم و محدوده هر کدام مشخص شد و در ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای که دمای احساسی واقعی بالایی داشتند این آستانه‌ها با توجه به نوع خطراتی که ممکن است برای سلامتی انسان داشته باشند به چهار گروه: خطرات قابل توجه، فوق العاده قابل توجه، خطرناک و فوق العاده خطرناک تقسیم شدند که فراوانی آنها محاسبه و تعیین شد و مناطق با خطر بالا شناسایی گردید.

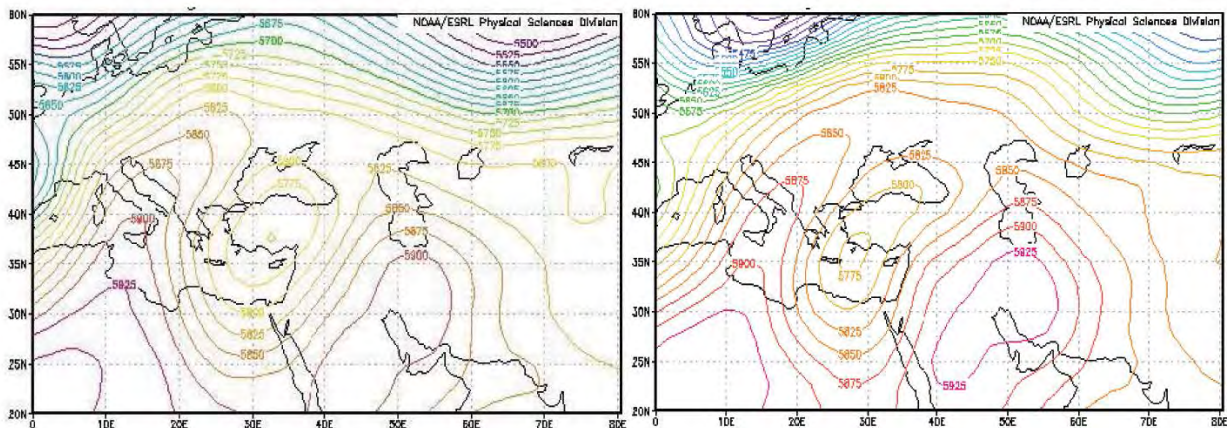
تجزیه و تحلیل یافته‌ها

مناطق جنوب کشور ما در ماه‌های گرم سال به واسطه موقعیتشان در عرض‌های جغرافیایی پایین و قرارگیری در کنار سواحل جنوبی دارای گرما و رطوبت زیادی نسبت به ایستگاه‌های عرض‌های بالاتر و دورتر از ساحل می‌باشند. وجود این شرایط و همچنین تسلط مراکز پرفشار جنب حاره‌ای که در این مناطق قبل از هر جای دیگر شروع شده و دیرتر از سایر قسمت‌های کشور از تسلط آن خارج می‌شوند با عدم اجازه صعود به گرما و رطوبتی که در بیشتر مواقع در ماه‌های گرم سال بیش از حد اشباع است باعث شده که گرمای واقعی احساسی در ایستگاه‌های ساحلی و ایستگاه‌های جزیره‌ای نظیر قشم و کیش بسیار بالا باشد. بررسی آمار روزانه در ماه‌های گرم سال دمای هوا را برای ایستگاه‌های جنوبی که در عرض‌های پایین‌تر از ۳۰ درجه واقع شده‌اند کمتر از دمای ایستگاه‌هایی که در عرض‌های ۳۰ درجه به بالا قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد. این موضوع با توجه به عرض جغرافیایی و عمودتر بودن زاویه تابش در عرض‌های پایین‌تر در ماه‌های گرم سال غیر طبیعی به نظر می‌رسد. نگاره‌های ۳، ۴ و ۵ دمای هوای معمولی را برای نیمه جنوبی کشور در ماه‌های گرم سال (ژوئن، جولای و اگوست) را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل نقشه‌ها نشان می‌دهد که ایستگاه‌های واقع در نواحی ساحلی و جزیره‌ای

دارای دمای‌های پایین‌تری نسبت به ایستگاه‌های واقع در عرض‌های جغرافیایی بالاتر هستند. در مناطق جنوبی کشور در ماه‌های گرم سال گرمای هوا به حدی است که افراد به راحتی نمی‌توانند بیرون رفته و فعالیت داشته باشند در این موقع از سال شرایط دما و بالا بودن رطوبت به حدی است که شرایط تنفس نیز دشوار بوده و حتی برای مردم بومی منطقه طاقت فرسا است. شاید بتوان دلیل آن را در شرایط بالا بودن دما و رطوبت به طور همزمان دانست به طوری که بالا بودن رطوبت باعث می‌شود دمای قرائت شده از ایستگاه‌های هواشناسی پایین نشان داده شود اما در عوض دمای احساس شده توسط انسان که همان دمای واقعی احساسی است بالا باشد. لذا ارائه شاخصی جهت نشان دادن دما با توجه به رطوبت، لازم و ضروری می‌باشد بنابراین شاخص گرما که در واقع اندازه‌ای از چگونگی احساس گرما، همزمان با تأثیر رطوبت می‌باشد به کار برده می‌شود. محاسبه شاخص گرما برای ماه‌های گرم سال در نگاره‌های ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل این نقشه‌ها نشان می‌دهد که بالاترین دماهای احساسی در سه ماه گرم سال بیشترین مقادیر را در سواحل جنوبی در ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای دارند و به موازات دور شدن از ساحل از مقدار دمای احساسی کاسته می‌شود به طوری که در ایستگاه‌های دورتر عامل رطوبت نه تنها باعث بالا رفتن دما نشده است؛ چون مقدار آن کم بوده در برخی موارد منجر به خنک شدن و کم شدن دما نیز در این ایستگاه‌ها شده است.

بررسی شرایط سینوپتیکی موج گرما و اثر آن بر روی افزایش دمای واقعی احساسی

تفاوت دمای احساسی واقعی و دمای معمولی که از دامسنج جعبه اسکرین واقع در ایستگاه هواشناسی ثبت می‌شود در ماه‌های گرم سال به بالاترین حد خود می‌رسد. نگاره‌های ۹ تا ۱۶ که همزمانی کم فشارحرارتی سطح زمین و بالا بودن رطوبت بخصوص نم ویژه و همراهی آن با پرفشار جنب حاره‌ای که در این موقع از سال بر روی بیشتر



نگاره (۱۰): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۳/۲۱

نگاره (۹): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۰

از گرمای شدید همراه با رطوبت است که دو روز یا بیشتر ادامه داشته باشد و منجر به بروز برخی از بیماری‌ها و سایر استرس‌ها بر افراد یک جامعه شود (خدمات ملی هواشناسی آمریکا). در این تحقیق الگوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال یک موج گرما در جنوب کشور مورخ ۱۳۸۹/۶/۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

بخش‌های کشور حاکم است موجب شده که شرایط ویژه‌ای در سواحل جنوب کشور پیش بیاید و بر خلاف دماهای ظاهری که کمتر از نواحی داخلی در عرض‌های بالاتر است دمای احساسی فوق‌العاده بالا باشد و منجر به مشکلاتی برای انسان شود. در این تحقیق الگوی سینوپتیکی یک موج گرما در جنوب کشور مورخ ۱۳۸۹/۴/۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

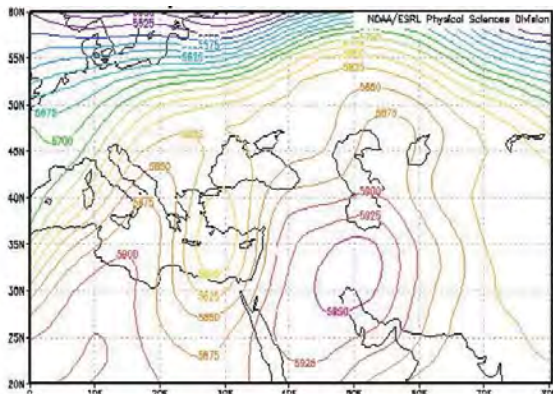
این موج گرما تقریباً ۱۰ روز طول کشیده که الگوی سطح ۵۰۰ آن برای ۸ روز نشان داده شده است (نگاره‌های ۹ تا ۱۶). همانطور که نقشه‌ها نشان می‌دهند خط هم‌ارتفاع ۵۹۰ ابتدا در جنوب غرب قرار گرفته و در روزهای بعد سواحل جنوبی را در بر گرفته که البته شدت آن در سواحل جنوب شرقی کمتر بوده است و پس از ۸ روز بتدریج موج ضعیف شده و خط هم‌ارتفاع ۵۹۰ بتدریج از سواحل جنوبی و سپس جنوب غربی خارج شده است.

سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

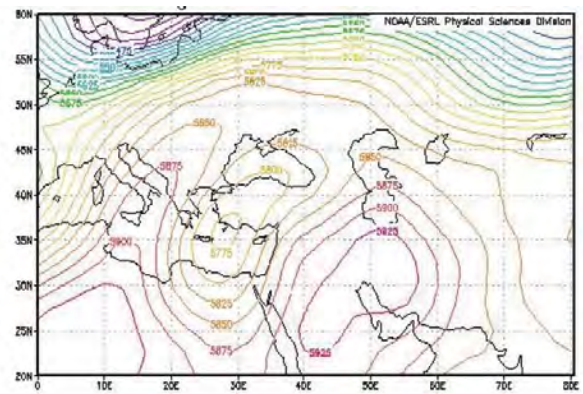
نواحی جنوبی کشور بخصوص نواحی ساحلی کمتر تحت تأثیر بادهای غربی و سیستم‌های ناشی از آن قرار دارند. به همین دلیل در فصل بهار جزء اولین مناطقی هستند که کم‌کم تحت تأثیر پرفشار جنب حاره‌ای قرار می‌گیرند به طوری که در ماه آخر فصل بهار مناطق جنوبی کشور به طور کامل تحت تسلط کامل پرفشار جنب حاره‌ای قرار دارند اما قابل توجه اینکه چون نحوه قرارگیری پرفشار جنب حاره‌ای بر روی کشور ما به حالت اریب می‌باشد سواحل جنوب شرق را کمتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. این موضوع در نمودار مربوط به فراوانی آستانه‌های خطر مربوط به دماهای احساسی نشان داده شده است، به طوری که در ایستگاه چابهار با وجود بالا بودن فراوانی روزهای قابل توجه از نظر دمای احساسی؛ فراوانی روزهای همراه با خطر فوق‌العاده در آن وجود ندارد. یک موج گرما، دوره‌ای

شرایط سطح زمین

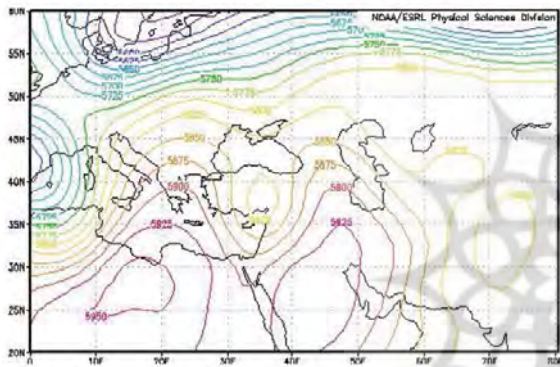
در دوره گرم سال به سبب گرمایش شدید سطح زمین مرکز کم فشاری بر روی خلیج فارس تشکیل می‌شود که هوای شبه جزیره عربستان را به داخل ایران می‌کشد (علیچانی، ۱۳۷۳) و منجر به بالارفتن دمای خوزستان از جمله آبادان و ماهشهر شده، به دلیل عبور از روی دریای گرم برای ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای جنوب ایران شرایط



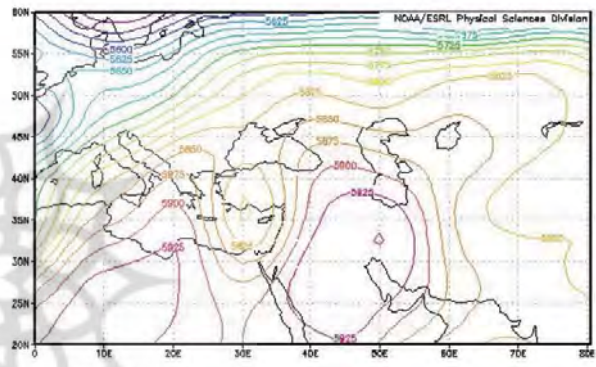
نگاره (۱۲): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۳



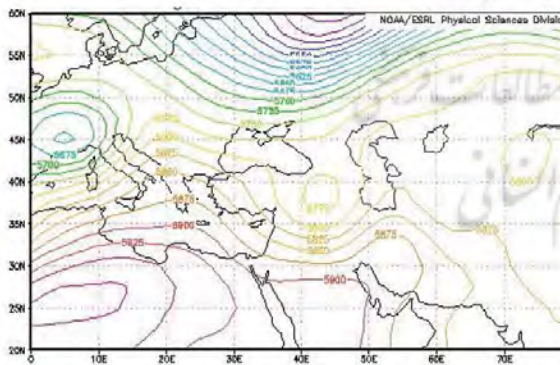
نگاره (۱۱): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۲



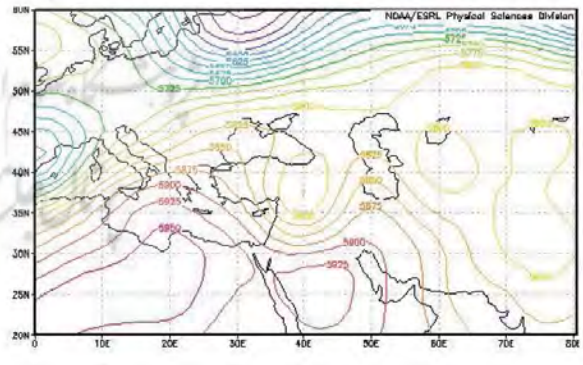
نگاره (۱۴): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۵



نگاره (۱۳): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۴



نگاره (۱۶): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۷



نگاره (۱۵): الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳۸۹/۴/۲۶

رطوبت

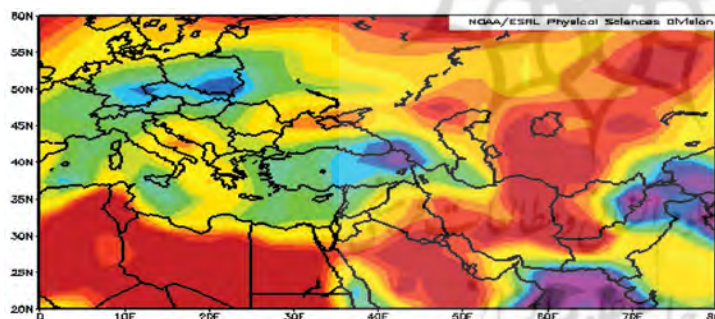
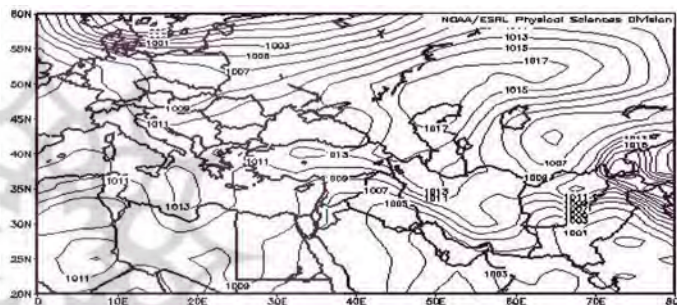
مقدار رطوبت هوا به دو صورت مطالعه می‌شود یکی نم نسبی که درجه اشباع و توان بارندگی را نشان می‌دهد و یکی نم ویژه یعنی مقدار بخار آب در برابر یک کیلوگرم هوای خشک. بیشترین نم ویژه در کشور ما در سواحل جنوبی می‌باشد و از نظر توزیع

شرجی را بوجود می‌آورد. در این مطالعه موردی از موج گرما یک نقشه ترکیبی ۸ روزه سطح زمین تهیه شده و نشان داده که در منطقه مورد مطالعه یک کم فشار حرارتی حاکم بوده که وجود این کم فشار حرارتی یکی از دلایل عمده بالارفتن دمای احساسی در این مناطق می‌باشد.

جدول ۱: محدوده‌های دمایی و مشکلات انسانی مرتبط با آنها

نوع بیماری	ناشی از گرما	اقدام لازم	
قرمز شدن، تورم، آگزمای پوست تب و سردرد	آفتاب سوختگی	احتیاط	۲۷-۳۲ درجه سانتیگراد ۸۰-۹۰ درجه فارنهایت
گرفتگی همراه با درد عضلات به خصوص ماهیچه‌های پا و شکم و عرق کردن زیاد	گرفتگی عضله	احتیاط فوق العاده	۳۲-۴۱ درجه سانتیگراد ۹۰-۱۰۵ درجه فارنهایت
عرق کردن زیاد، ناتوانی و ضعف، پوست سرد، نبض سنگین استفراف کردن	ازپافتادگی و ناتوانی	خطر	۴۱-۵۴ درجه سانتیگراد ۱۰۵-۱۲۹ درجه فارنهایت
دمای بدن تا ۴۱ درجه بالا می‌رود، پوست گرم و خشک نبض تند می‌زند و امکان بیهوشی بالاست	شوک مغزی	خطر فوق العاده	۵۴ درجه سانتیگراد و بیشتر ۱۳۰ فارنهایت و بیشتر

نگاره (۱۷): الگوی سینوپتیکی سطح زمین



نگاره (۱۸): میزان نم ویژه در سواحل جنوب کشور
 که بیشترین میزان را در کل کشور دارد

معرض شرایط گرما قرار دارند و نوع فعالیت‌هایی که انجام می‌دهند فرق می‌کند. اما به طور کلی با توجه به جدول شماره ۱ محدوده‌های دمایی با توجه به شاخص گرما در جدول شماره ۲ مشخص شده است. در صورتی که افراد در معرض هر کدام از این محدوده‌ها واقع شوند دچار مشکلات خاصی خواهند شد که با علائم ویژه‌ای همراه می‌باشد و انسان باید اقدامات لازم را با توجه به هر کدام از محدوده‌ها انجام دهد.

اولین ردیف افقی جدول شماره ۲ به درصد رطوبت اختصاص دارد که از ۴۰ درصد تا ۱۰۰ درصد تقسیم بندی شده است و اولین ردیف عمودی نیز به دما اختصاص دارد

زمانی در تیر ماه بیشترین مقدار را دارد به طوری که ساحل تنگه هرمز بیشترین رطوبت را در این ماه به خود اختصاص داده است. براساس مطالعه انجام شده نیز بالاترین دماهای احساسی در دوره گرم سال در این مناطق اتفاق افتاده است.

بررسی آستانه‌های دمای واقعی احساسی، خطرات و بیماری‌های مرتبط با آنها

با وجودی که شدت خطرات و بیماری‌های ناشی از گرما برای افراد از نظر سنی و شرایط فیزیکی بدنشان متفاوت است؛ تأثیر امواج گرما همچنین با توجه به مدت زمانی که افراد در

جدول ۲: محاسبه شاخص دما

F°	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰
۱۱۰	۱۳۶												
۱۰۸	۱۳۰	۱۳۷											
۱۰۶	۱۲۴	۱۳۰	۱۳۷										
۱۰۴	۱۱۹	۱۲۴	۱۳۱	۱۳۷									
۱۰۲	۱۱۴	۱۱۹	۱۲۴	۱۳۰	۱۳۷								
۱۰۰	۱۰۹	۱۱۴	۱۱۸	۱۲۴	۱۲۹	۱۳۶							
۹۸	۱۰۵	۱۰۹	۱۱۳	۱۱۷	۱۲۳	۱۲۸	۱۳۴						
۹۶	۱۰۱	۱۰۴	۱۰۸	۱۱۲	۱۱۶	۱۲۱	۱۲۶	۱۳۲					
۹۴	۹۷	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۶	۱۱۰	۱۱۴	۱۱۹	۱۲۴	۱۲۹	۱۳۵			
۹۲	۹۴	۹۶	۹۹	۱۰۱	۱۰۵	۱۰۸	۱۱۲	۱۱۶	۱۲۱	۱۲۶	۱۳۱		
۹۰	۹۱	۹۳	۹۵	۹۷	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۶	۱۰۹	۱۱۳	۱۱۷	۱۲۲	۱۲۷	۱۳۲
۸۸	۸۸	۸۹	۹۱	۹۳	۹۵	۹۸	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۶	۱۱۰	۱۱۳	۱۱۷	۱۲۱
۸۶	۸۵	۸۷	۸۸	۸۹	۹۱	۹۳	۹۵	۹۷	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۵	۱۰۸	۱۱۲
۸۴	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۸	۸۹	۹۰	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۱۰۰	۱۰۳
۸۲	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۴	۸۵	۸۶	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۳	۹۵
۸۰	۸۰	۸۰	۸۱	۸۱	۸۲	۸۲	۸۳	۸۴	۸۴	۸۵	۸۶	۸۶	۸۷

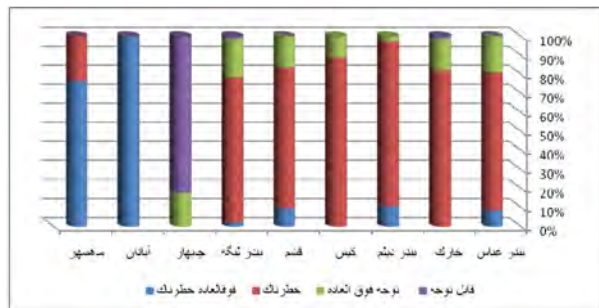
گرفتگی عضله

شوکه مغزی

آفتاب سوختگی

از پا افتادگی و ناتوانی

دمای بیش از ۱۰۸ درجه فارنهایت و رطوبت نسبی بیش از ۴۰ درصد به عنوان روزهای فوق العاده خطرناک به عنوان نمونه برای سال ۱۳۸۹ شناسایی شده است. که در نگاره شماره (۱۹) فراوانی هریک از محدوده ها برای ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای نشان داده شده است.



نگاره (۱۹): آستانه‌های دمایی با درجات متفاوت خطر برای ایستگاه‌های جنوبی در معرض خطر

که بر اساس واحد فارنهایت می‌باشد. بمنظور آگاهی از دمای احساسی و واقعی با در نظر گرفتن میزان رطوبت و دمای هوا در محل تلاقی این دو می‌توان براحتی و بدون استفاده از فرمول از این جدول استفاده کرد. با محاسبه شاخص گرما برای ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای فراوانی رخداد روزهایی که در محدوده‌های دمایی منجر به بروز هریک از مشکلات بود، شناسایی شد به طوری که روزهایی که در محدوده دمایی بین ۸۰-۹۰ درجه فارنهایت و رطوبت نسبی ۴۰ درصد و بالا بودند به عنوان روزهای قابل توجه و محدوده دمایی بین ۹۱-۹۷ درجه فارنهایت و رطوبت نسبی بیش از ۴۰٪ قرار داشتند به عنوان روزهای فوق العاده قابل توجه و روزهایی که دمای آنها بین ۹۸-۱۰۷، فارنهایت و با رطوبت بیش از ۴۰ درصد بود به عنوان روزهای خطرناک شناسایی شدند. روزهای با

می‌شود. محدوده هرکدام از این آستانه‌ها در زمان رخداد یک موج مورخ ۱۳۸۹/۴/۲۰ محاسبه و در یک نمودار نشان داده شد (نگاره ۱۹).

این شاخص در کشورهای دنیا در بخش سرویس‌های پیش‌بینی سازمان‌های هواشناسی بکار برده می‌شود، بطوری که این مراکز معمولاً علاوه بر صدور هشدارهای به موقع به افراد جامعه متناسب با سن و شرایط محیطی توصیه‌های لازم را می‌دهند. از آنجایی که شرایط نامطلوب و نامساعد مانند رخداد امواج گرما تأثیرات ناشی از گرما و رطوبت را افزایش می‌دهند، در معرض آفتاب بودن یا قرارگرفتن در جایی که تهویه هوا کم صورت می‌گیرد می‌تواند دمای احساسی را افزایش دهد از طرفی وجود باد بیشتر از ۳ متر در ثانیه پوشیدن لباس‌های سبک و روشن، نوشیدن آب زیاد، خوردن غذاهای سبک و انجام فعالیت‌های کم و قرار گرفتن در شرایط سایه می‌تواند دمای احساسی را کاهش دهد و خطر سلامتی ناشی از گرما را کم کند. نکته قابل توجه اینکه اثرات گرما در طول بروز این امواج بتدریج روند افزایش به خود گرفته، صدمات ناشی از آن تقریباً بعد از ماکزیمم مقادیر شاخص گرما به اوج خود می‌رسد. بنابراین با استفاده از نقشه‌های پیش‌یابی هوا می‌توان با صدور پیش‌آگاهی‌های لازم توسط سازمان هواشناسی کشور و هماهنگی با مراکز بهداشتی و درمانی، آسیب‌پذیری جامعه را در برابر امواج گرما کاهش داد.

پیشنهادات

- ۱- اخذ آیین‌نامه‌های اجرایی در زمینه صدور پیش‌بینی و هشدارهای لازم در کشور از مراکز سرویس‌های هواشناسی کشورهای دیگر.
- ۲- شناسایی مناطق با خطر بالا.
- ۳- صدور پیش‌بینی و هشدار ویژه در برخی از مناطق کشور که به نظر ضروری می‌رسد.
- ۴- مطالعه ارتباط مرگ و میر با امواج گرما در مناطق دارای پتانسیل خطر.

همانطور که نمودار نشان می‌دهد در طول فصل گرم این سال در تمام ایستگاه‌های آستانه دمایی خطرناک در درجه اول و آستانه فوق‌العاده قابل توجه در درجه دوم رخدادهای بیشتری را به خود اختصاص داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

به منظور محاسبه دمای واقعی و احساسی توسط انسان در فصول مختلف سال در نواحی مختلف دنیا از شاخص‌های راحتی اقلیمی استفاده می‌شود. این شاخص‌ها با توجه به فصل سال متفاوت بوده و پارامترهای جوی مختلفی در آنها دخیل می‌باشد. یکی از این شاخص‌های اقلیمی که برای درک و آگاهی دمای احساسی انسان در فصل گرم به کار می‌رود شاخص گرما می‌باشد.

شناسایی مناطقی از کشور که تحت تأثیر این شاخص واقع شده‌اند اولین گام در این پژوهش بود به منظور اثبات این ادعا علاوه بر مناطق تحت تأثیر ایستگاه‌هایی که تحت تأثیر این شاخص نبودند برای مقایسه بهتر در نظر گرفته شد و نتایج آن به صورت نقشه پهنه‌بندی شده هم در صورت احتساب شاخص و هم در صورت عدم احتساب شاخص (۸-۳) نشان داده شد.

نواحی ساحلی کشور در طول دوره گرم سال دارای رطوبت و دمای بالایی هستند از طرفی تسلط پرفشار جنب حاره‌ای نیز خود به تشدید این شرایط کمک می‌کند. از طرفی همزمان با رخداد امواج گرما، شرایط حادث می‌شود و دمای احساسی واقعی به طور چشمگیری بالامی‌رود که البته تأثیر آن بر تمام ایستگاه‌های ساحلی و جزیره‌ای یکسان نبوده و از غرب به شرق ساحل متفاوت بوده است. محاسبه شاخص گرما به صورت روزانه برای تمامی ایستگاه‌ها انجام شد و ایستگاه‌ها به نسبت دور شدن از ساحل و کم شدن رطوبت یا دوری از منبع رطوبت تأثیر پذیری کمتری را از این شاخص نشان می‌دادند. در زمان رخداد امواج گرما محدوده‌های دمایی یا آستانه‌هایی از نظر شاخص گرما در نظر گرفته شد که هر کدام منجر به مشکلاتی برای انسان

335:84-90.

16-Kevin E. Trenberth, John T. Fasullo. (2012) Climate extremes and climate change: The Russian heat wave and other climate extremes of 2010. *Journal of Geophysical Research* 117:D17

17- Lau, Ngar-Cheung, Mary Jo Nath, 2012: A Model Study of Heat Waves over North America: Meteorological Aspects and Projections for the Twenty-First Century. *J. Climate*, 25, 4761–4784.

18-Marcelo E. Seluchi, Federico A. 2010 Synoptic and thermodynamic analysis of an extreme heat wave over subtropical South America.

19-Pezza, P. van Rensch _ W. Cai (2012) Severe heat waves in Southern Australia: synoptic climatology and large scale connections. *Climate Dynamics* 38:209–224

20-Richard Grumm . South American Heat Wave of January 2009. National Weather Service Office State College, PA 16803

21 -Robert. B, Andrew. M, 2010: Urban heat island and human heat-stress values during the July 2006 Portland, Oregon heat wave. 18 January 2010. 20th Conference on Probability and Statistics Poster Session.

22-Schär, C., P. L. Vidale, D. Lüthi, C. Frei, C. Häberli , M. A. Liniger, and C. Appenzeller, 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*, 427, 332–336

23-Seluchi, M.E, F.A Norte, J.L. Gomes, and S.C Simonelli, 2006: Synoptic and Thermodynamic Analysis of an Extreme Heat Wave over Subtropical, South America. National Weather Service Office State College, PA 16803

24- www.crh.noaa.gov/om/bmx/tables/heat/index. National Weather Service Birmingham ,Alabama . Heat Index.

25- www.ggweather .com. Heat index and health problems.

26- www.idph.state.il.us/public books.heat. Missouri hot weather safty June 2008.

منابع و مأخذ

۱- اسماعیلی نژاد (۱۳۹۱): شناسایی امواج گرمایی و الگوهای سینوپتیک، رساله دکتری، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲- امیدوار، کمال (۱۳۸۹): اقلیم شناسی دینامیک.

۳- کاویانی، علیجانی؛ محمدرضا، بهلول (۱۳۷۱): مبانی آب و هواشناسی، سمت.

۴- محمدی، حسین (۱۳۸۲): فرآیندها و سیستم‌های جوی، دانشگاه تهران.

5-Andreas M, Panagiotis T. Nastos. (2010) Human-biometeorological assessment of heat waves in Athens. *Theoretical and Applied Climatology*.

6 -Brunet M, Wanner H (2007) Summer heat waves over western Europe 1880–2003, their relationship to large-scale forcings and predictability. *Clim Dyn* 29:251–275.

7-Buller et al, 2008. A real-time heat strain risk classifier using heart rate and skin temperature. *Physiol Meas*. 29(12):N79-85 (Dec).

8- Campetella, C., and M. Rusticucci, 1998: Synoptic analysis of an extreme heat wave over Argentina in March 1980. *Meteor.Appl.*, 5, 217–226.

9-Claudia. C, Matilde .R, 1998: Synoptic analysis of an extreme heat wave over Argentina in March 1980, *Meteorol. Appl.* 5, 217–226 .

10-Edward K. Vizy, Kerry H. Cook. (2012) Mid-Twenty-First-Century Changes in Extreme Events over Northern and Tropical Africa. *Journal of Climate* 25:17, 5748-5767.

11-Fink A, Brucher T, Kruger A, Leckebusch G, (2004) The 2003 European summer heatwaves and drought-synoptic diagnosis and impacts. *Weather* 59:209–216.

12-George.T,Katerina.P, 2010: Heat waves observed in 2007 in Athens, Greece: Synoptic conditions, bioclimatological assessment, air quality levels and health effects, *Environment Reserch*.volum 110, February 2010, Pages 152–161.

13- IPCC, 2012: Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. C. B. Fields et al., Eds., Cambridge University Press, 582 pp.

14- Jan C. Semenza , PH.D , Harvey B.Simon ,1993. Hypertermia ,The New England Journal of Medicine, Volum 329: 483-487, August 12,1993.

15- Jan. C,1996. Heat Related Deaths during the July 1995.heat wave in Chicago, *Journal of Medicine*, Volum