تحلیل سینوپتیکی امواج گرما و سرما در سواحل جنوبی دریای خزر

الهام قاسمی فر [۱]　　سمیه ناصر پور [۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۱۲/۲۳　　تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۵/۰۱

****

چکیده

پایداری دوره امواج سرد (گرم) با به همراه داشتن روزهای حدی بسیار سرد (گرم)، اثرات زیان باری بر تمامی جنبه‌های زندگی از جمله کشاورزی و اکولوژی دارند. یک موج گرما (سرما) یک دوره گرم (سرد) است که از چند روز تا چند هفته به طول می‌انجامد که به ترتیب با رطوبت بالا و بادهای سرد شدید همراه است و با آستانه‌های متفاوتی قابل تعیین است. در این مطالعه برای شناسایی رخدادهای حدی سرد (گرم) در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از داده‌های دمای حداقل و حداکثر پنج ایستگاه دارای کامل‌ترین آمار طی دوره مطالعاتی ۲۰۱۰-۱۹٦۱، امواج سرد با صدک ۰/۰۲ ام و امواج گرم با صدک۰/۹۸ ام شناسایی شد و در ادامه چند موج سرد و گرم که شدت بالایی داشتند انتخاب و نقشه‌های مرکب (فشار سطح دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) فراگیر آن با استفاده از نرم افزار Grads ترسیم و تحلیل شد. نتایج نشان داد روند تغییرات دما برای دمای حداقل مثبت بوده و برای دمای حداکثر در بیشتر ایستگاه‌ها با کاهش همراه بوده است. در سال‌های ۱۹٦۳، ۱۹٦٤، ۱۹٦۹، ۱۹۷۲، ۱۹۷۳، ۱۹۸۹، ۱۹۹۱و سال ۲۰۰۸ موج‌های سرد به حداکثر فراوانی خود در هر ۵ ایستگاه رسیده و تداوم آن‌ها در سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹٦٤ بسیار بالا بوده است. در سال‌های ۱۹٦۲، ۱۹٦٦، ۱۹۸۰، ۱۹۸۳، ۲۰۰۰، ۲۰۰۹ و۲۰۱۰ موج‌های گرم حداکثر فراوانی را داشته‌اند و پایداری آنها (تعداد روز) در سال‌های ۱۹٦٦و ۱۹۷۱ نسبت به دیگر سال‌های مورد مطالعه بیشتر بوده است. ایستگاه رامسر برای امواج سرد و همچنین گرم بالاترین فراوانی را داشته است. ایستگاه گرگان کمترین فراوانی موج گرم و ایستگاه‌های انزلی و رشت کمترین فراوانی موج سرد را ثبت نموده‌اند. سه مرکز پرفشار اروپای شرقی، سیبری، پرفشار کوه‌های آلپ وکم فشار اورال با مرکزیت روی جلگه سیبری غربی موج‌های سرد حدی را رقم زده‌اند. مرکز فشار کم عربستان، پاکستان و خلیج فارس در مواقع حدی خود ایجاد کننده اصلی موج گرم ناحیه مورد مطالعه بوده است.

واژه‌های کلیدی: امواج گرما، امواج سرما، GRADS، تحلیل سینوپتیک، سواحل جنوبی دریای خزر

****

۱-کارشناس‌ارشد کاربرد اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی.دانشگاه خوارزمی. تهران، ایران (نویسنده مسئول) elham.ghasemifar65@modares.ac.ir

۲-کارشناس‌ارشد کاربرد اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی.دانشگاه خوارزمی. تهران، ایران snaserpour@ymail.com

مقدمه

یک رویداد حدی رویدادی است که به ندرت نسبت به حالت نرمال اتفاق می‌افتد. رخدادهای حدی همانند امواج گرما و سرما اثرات بسیار جدی اجتماعی، اقتصادی، کشاورزی، اکولوژیکی و...دارند. وقایع حدی، تغییرات در سیستم طبیعی و انسانی را بیشتر از میانگین شرایط اقلیمی تحریک می‌کنند.*(Peterson et al,2008)*

موج سرما و گرما یک پدیده جوی است که توسط سردی و گرمی هوا یا استیلای هوای سرد یا گرم در یک ناحیه بزرگ مشخص می‌شود. این رخدادها می‌توانند در یک دوره مشخص با هوای بشدت سرد یا گرم همراه باشند. رطوبت بالا می‌تواند اثر موج گرما را افزایش دهد در حالی که بادهای شدید اثر موج سرما را افزایش می‌دهند*(Stocks et al,2004)*. موج گرماهای استثنایی در چندین قسمت از اوراسیا در طول تابستان نیمکره شمالی ثبت شده اند که شدیدترین موج گرما در روسیه غربی قرار داشت و نقطه اوج آن از اوایل ماه ژوئیه تا میانه ی ماه اوت گزارش شده است.*(WMO,2010)*

از جمله پیامدهای موج‌های گرمایی که تاکنون در جهان رخ داده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: دردهای قلب، کمبود شدید آب ،گرما زدگی، افزایش قیمت مواد غذایی، قطع برق، افزایش بلایای طبیعی، شیوع برخی حشرات مانند پشه، آتش‌سوزی و از دست رفتن جان موجودات زنده. همچنین سرمازدگی، یخبندان، آسیب به محصولات کشاورزی و مرگ ومیر از پیامدهای موج سرما می‌باشد. درچین بر اساس دمای سطحی روزانه با بررسی حوادث حدی نیمه دوم قرن ۲۰ نشان داده شد. تعداد روزهای با دمای حداکثر بالای۳۵ درجه سانتیگراد، بطور اندکی کاهش و از ۱۹۹۰ روزهای حدی گرم به تدریج افزایش داشته‌اند روند افزایش برای صدک۹۵ام دمای حداکثر روزانه و روند کاهش برای صدک ۵ام دمای حداقل روزانه کاملاً آشکار بوده است *(Panmao and Xiaohua,2003)*. مقادیر حدی آنومالی دمای روزانه‌ی داده‌های جهانی مشخص کرد از سال۱۹۵۰، دمای حداکثر و حداقل بیشتر نواحی جهان بالا رفته است. بالاترین روند مثبت در کانادا و اوراسیا مشخص شده و در برخی مناطق، نواحی بیشتری را برای دمای حداقل پوشش می‌دهد *(Brown et al,2008)*.

درنیمه دوم قرن۲۰، در نواحی مرکز و شرق اروپا (مجارستان) روند افزایشی شدیدی بویژه درمورد تعداد سالانه روزهای گرم، روزهای تابستانی، روزها و شب‌های گرم و شاخص طول امواج گرما آشکار است. بیشتر شاخص‌ها، قبل از دوره گرمایش در ربع آخر قرن ۲۰، دوره ی سرما را تا میانه دهه۱۹۷۰ نشان داده‌اند *(Bartholy and Pongracz,2007)*.

در مراویان جنوبی[1] در جمهوری چک اسلوواکی با انتخاب ۳ فاکتور از جمله دارا بودن حداقل ۳ روز با دمای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد برای بررسی امواج گرما مطالعه ای صورت گرفت که نتایج گرمای غیر عادی در ژوئیه و اوت ۱۹۹٤ را نشان داد که در بیشتر ایستگاه ها بیش از یکماه به طول انجامیده است*(Kysely et al,2000)*.

در اوکلاهاما، نتایج بررسی اثرات جزیره حرارتی شهر بعد از یک موج گرما در سال ۲۰۰۸ نشان داد جزیره حرارتی در هسته شهر نسبت به نواحی روستایی در طول روز۰/۵درجه و در شب ۲درجه گرمتر است و در ارتباط با رطوبت و امواج گرما حرارت بیشتری تولید می‌کند *(Basara et al,2010)*.

بوئنوس آیرس آرژانتین در دو هفته آخر ماه مارس سال۱۹۸۰گرمای شدیدی را تجربه کرد که محققان حضور واچرخند و پشته بزرگ را در ارتباط با باد گرم و مرطوبی که از آمازون و آتلانتیک می‌آید مسئول دانسته و حرکت افقی هوا را نیز مزید بر علت می‌دانند*(Campetella and Rusticucci,1998)*.

در استرالیا با مطالعه‌ای روند فراوانی سالانه رخدادهای حدی دوره ۱۹۹۹-۱۹۵۷مشخص شد رخدادهای حدی گرم افزایش و رخدادهای حدی سرد کاهش داشته است و روند قوی‌تری برای شاخص‌های بر اساس دمای حداقل مشخص شد *(Collins et al,2000)*. در فرانسه با استفاده از مدل ARPEGE به شبیه‌سازی دوره پایه ۹۰-۱۹۶۱و دوره آینده

1- South Moravian

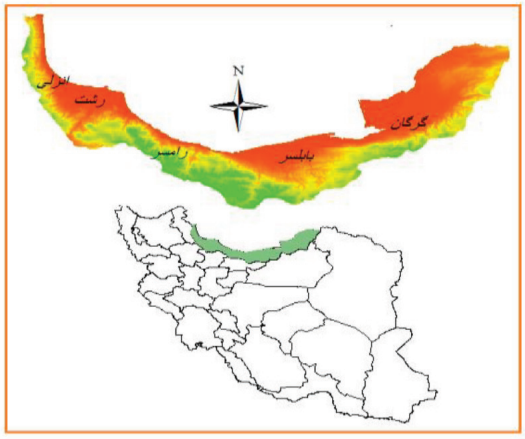
۲۱۰۰-۲۰۷۱با سناریوی A2 پرداخته شد که نتایج از افزایش بارش سنگین فصل زمستان و افزایش طول حداکثر خشکی تابستانه خبر داد *(Deque,2007)*.

پژوهشی در ایالات متحده در بررسی دمای آینده و مشاهداتی مشخص کرد تابستان‌های گرم در شرق ایالات با سرمای نامتعارف دمای سطحی دریای آرام شرقی همزمان است که سبب ایجاد پشته بزرگ و کاهش فراوانی بارش می‌شود و نتایج تأیید کرد بارش شب هنگام گرمتر از بارش روز هنگام بوده است*(Lynn et al,2007)*.

در مناطق مرتفع و پست آلپ سویس آنالیز دمای حدی چند مورد را مشخص کرد: تغییرات مشخص در روند چندک ها در قرن ۲۰، تفاوت در رفتار ارتفاعی دمای حداقل و حداکثر و ارتباط نزدیک بین میانگین و چندک‌های حدی دمای روزانه*(Beniston and Stephenson,2004)*. همچنین نتایج پژوهشی معتبر روی امواج سرما ،گرما، سیل و...در ایالات متحده مشخص نمود امواج گرما درحال افزایش و امواج سرما درحال کاهش هستند *(Peterson et al.,2013)*. در ایران نیز در این زمینه مطالعات بسیاری صورت گرفته است از آن جمله در مورد موج سرمای فراگیر ایران در آذر ۸۲ پژوهشی صورت گرفت که علت آن نفوذ زبانه‌ای از پرفشار سیبری و کاهش بسیار زیاد دما عنوان شد *(لشکری ،۱۳۸۷)*. با استفاده از داده‌های دمای حداقل ۱۳ایستگاه سینوپتیک طی دروه ۱۳۸۹-۱۳۶۸ونمره Z به مطالعه روزهای حدی سرد والگوی سینوپتیک آن در شمال شرق ایران پرداخته شد که علت بیشتر موج‌ها، ورود فرود بلند، موج کوتاه و سردچال‌ها شناسایی شد *(صادقی و دیگران،۱۳۹۱)*. با توجه به این موارد هدف از این پژوهش شناسایی و تحلیل سینوپتیک امواج گرما و سرما طی پنج دهه ۲۰۱۰-۱۹۶۱در سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد.

داده‌ها و روش کار

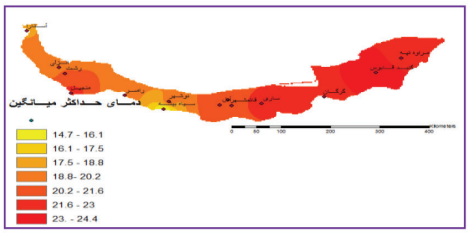
بر اساس گزارش IPCC، تحلیل از روند دمای جهانی با استفاده از بالون‌ها در تروپوسفر میانی و پایینی از سال ۱۹۵۸، گرمایش حدود ۰/۱+ درجه سانتیگراد در هر دهه را نشان می‌دهد و نکته جالب اینکه روند دمای سطحی برای سال‌های ۱۹۷۹تا۲۰۰۰ بطور معنی‌داری مثبت بوده و۰/۰۶± ۰/۱۶ سانتیگراد به ازای هر دهه می‌باشد، همچنین داده‌های دمای زیر سطح اقیانوس ها نیزنشان می‌دهد گرمای جهانی اقیانوس ها از اواخر سال۱۹۵۰میلادی افزایش یافته است *(Folland et al,2002)*.

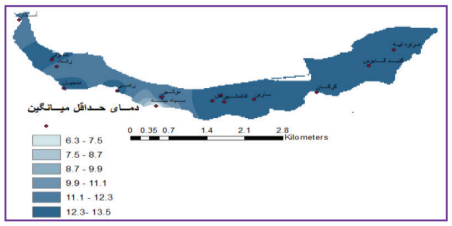


نگاره ۱: نقشه موقعیت ایستگاه‌ها

سواحل جنوبی خزر در محدوده‌ای بین ۳۶/۲۸ تا۳۸/۳۶ درجه عرض شمالی و ۴۸/۵۲ تا۵۴/۲۶ طول شرقی واقع می‌باشند. روند افزایشی دردمای دوره پایه و آینده این منطقه کاملاً مشهود است *(قاسمی فر،۱۳۹۱)*. بدلیل نقش تعدیل کننده دریای خزر تفاوت دمایی ایستگاه‌های این ناحیه محسوس نیست.

از آنجا که این ناحیه ساحلی ناحیه حاصلخیز کشت محصولاتی نظیر برنج، سبزیجات و صیفی جات می‌باشد و موج گرما و سرما اثر مستقیم در کشاورزی، مرگ ومیر، مصرف انرژی و غیره دارد، به شناسایی و تحلیل سینوپتیک موج‌های گرم و سرد با استفاده از داده‌های روزانه دمای حداقل و حداکثر میانگین پنج ایستگاه که دارای کاملترین آمار بین سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۶۱بودند پرداخته می‌شود. نقشه موقعیت ایستگاه‌ها در (نگاره ۱،جدول۱) نشان داده شده است.





نگاره ۲: نقشه دمای حداقل میانگین(راست) و دمای حداکثرمیانگین(چپ)

جدول۱: موقعیت ایستگاه‌ها

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع
انزلی	۳۷/۲۸	٤۹/۲۸	-۲٦/۲
رشت	۳۷/۱۲	٤۹/۳۹	۳٦/۷
بابلسر	۳٦/٤۳	۵۲/۳۹	-۲۱
رامسر	۳٦/۵٤	۵۰/٤۰	-۲۰
گرگان	۳٦/۵۱	۵٤/۱٦	۱۳/۳

پس از دریافت داده از سازمان هواشناسی و مرتب کردن آنها، ابتدا مقادیر داده‌های گمشده توسط روش میانگین‌گیری در هر پنج ایستگاه بدست آمد. روند تغییرات دمایی دوره مورد مطالعه با استفاده از معادلات رگرسیونی مشخص شد. تعیین آستانه مشخص برای امواج سرما و گرما همواره با عدم قطعیت هایی همراه است و تعیین آن در ارتباط با ویژگی اقلیمی هر ناحیه متفاوت خواهد بود. برای یافتن روزهای حدی بسیار سرد و بسیار گرم با استفاده از آزمون و خطا، صدک ۰/۰۲ ام برای روزهای حدی سرد و صدک۰/۹۸ ام برای روزهای حدی گرم انتخاب شد.

در این مطالعه دوره حدی گرم دوره‌ای است که دمای بالاتر یا مساوی صدک ۰/۹۸ام داشته باشد و دوره موج، به سه دوره تقسیم شد.

بر این اساس، موج‌های بلندمدت (بیشتر از ٦روز)، میان مدت (۳ تا ٦ روز) و کوتاه مدت (کمتر از سه روز) دوام داشته‌اند. همچنین دوره حدی سرد دوره‌ای است که دمای پایین‌تر یا مساوی صدک۰/۰۲ام داشته باشد و دوره موج آن هم همانند موج گرم به سه دوره تقسیم شد. سپس فراوانی و تداوم (پایداری) هر موج روی نمودار ترسیم گردید. برای مشخص شدن دوره‌های فراگیر امواج گرم و سرد ناحیه، دوره‌های مشترک بین هر پنج ایستگاه استخراج شد. برای تحلیل سینوپتیک امواج گرما و سرمای فراگیر در این ناحیه داده‌های روزانه فشار سطح دریا[1] و ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از منبع داده‌ای جهانی NCEP/ NCAR Reanalysis با وضوح ۲/۵در۲/۵درجه طول و عرض برای عرض جغرافیایی ۲۰تا ۷۰ درجه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۱۰تا۸۰ درجه طول شرقی به دست آمد و نقشه‌های فراگیر مرکب مربوطه با استفاده از نرم افزار Grads ترسیم و تحلیل شد. آستانه‌های دمایی هر ایستگاه در جدول۲ نشان داده شده است.

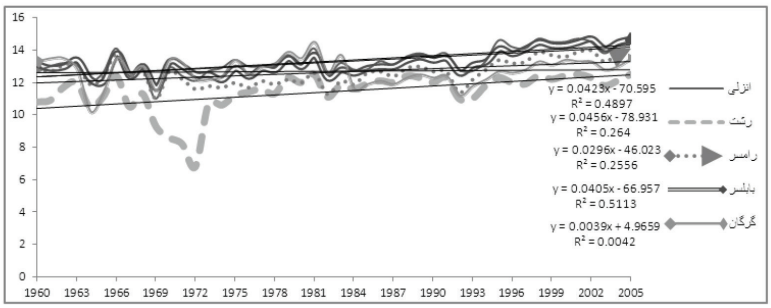
نتایج و یافته‌ها

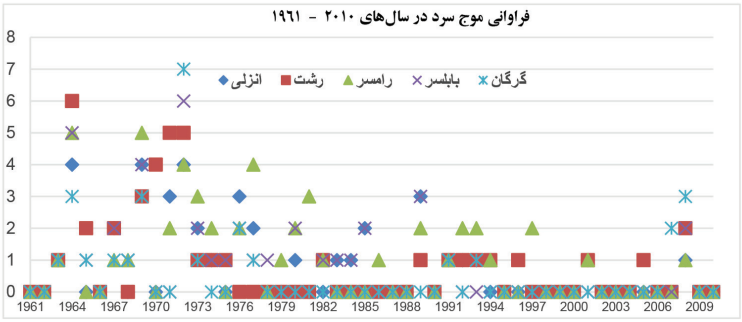
ابتدا داده‌های میانگین سالانه دمای حداقل و حداکثر ١٤ ایستگاه سینوپتیک منطقه مطالعه با استفاده از نرم افزار GIS به نقشه تبدیل شد و نقاط بیشینه و کمینه ی دمایی در منطقه به نمایش درآمد، همانطور که ملاحظه می‌شود تفاوت دمایی در این ناحیه چشمگیر نیست و تنها ایستگاه سیاه‌بیشه که دارای دماهای بسیار پایین است از دیگر ایستگاه‌ها تمایز قابل توجهی را نشان می‌دهد.

تغییرات دمایی با توجه به نمودارها و معادلات رگرسیونی بدست آمده موارد زیر را مشخص می‌کند، دمای حداقل میانگین روند افزایشی را در هر پنج ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهد. ایستگاه گرگان روند ملایم‌تری را نشان داده در صورتی که چهار ایستگاه دیگر روند افزایشی چشمگیرتری را نشان می‌دهند.

با توجه به نمودار فراوانی دمای حداقل، می‌توان این

1- Sea Surface Temperature(SLP)

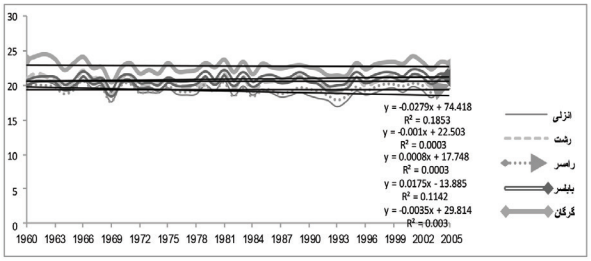




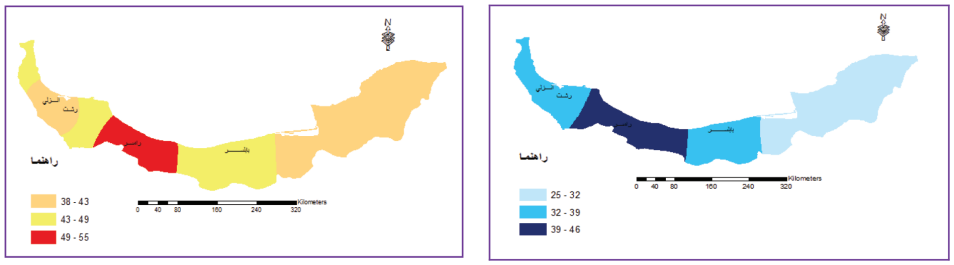
نگاره ۳: نمودار سری زمانی دمای حداقل (بالا) و فراوانی موج سرد (پایین)

نتیجه را استنباط نمود که سال‌های۱۹۶۳، ۱۹۶٤، ۱۹۶۹ ، ۱۹۷۲، ۱۹۸۹، ۱۹۹۱ وهمچنین سال۲۰۰۸که کاهش دمای محسوسی را در نمودار سری زمانی نشان می‌دهد بیشترین تعداد موج سرد با کاهش دمای بی سابقه را طی دوره مطالعاتی به طور مشترک در هر پنج ایستگاه داشته است و سال‌هایی که کاهش دما محسوس نبوده و یا نسبت به سال‌های با کاهش دمای شدید، دما ملایم‌تر بوده، فراوانی موج سرماها فروکش نموده است. در همه ایستگاه‌ها بیشترین فراوانی موج‌های سرد مربوط به ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و دسامبر است. در سال ۱۹۷۲ موج سرمای شدید ناحیه مورد مطالعه را فراگرفته که از ۱۹ژانویه تا ۱۷فوریه پایدار بوده است. همچنین این موج سرما نسبت به دیگر موج‌های سرد منطقه فراوانی بیشتری را ثبت نموده است. پس از آن موج سرمای ۹تا۲۸ژانویه ۱۹٦٤بیشترین فراوانی و تداوم را داشته است و بیشترین پایداری موج بعد از سال۱۹۷۲مربوط به این سال طی دوره مطالعه است.

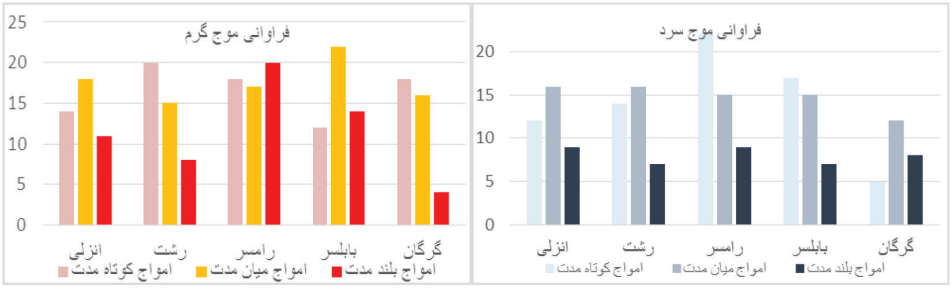
روند دمای حداکثر میانگین با توجه به معادلات رگرسیونی و با استنباط شهودی بر اساس نمودارها، روندی کاملاً ملایم و جز در رامسر و بابلسر روندی کاهشی داشته که آن نیز چشمگیر نبوده و می‌توان این نتیجه را گرفت که دمای حداکثر روندی نسبتاً یکنواخت و بدون تغییر را داشته است و همانطور که مشخص است در مواقعی که نقطه اوجی در روند مشاهده می‌گردد، تعداد موج‌های گرم افزایش قابل‌توجهی را از خود نشان‌داده است. همانند سال‌های ۱۹٦۲، ۱۹٦٦، ۱۹۸۰، ۱۹۸۳، ۲۰۰۰ ، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ در همه ایستگاه ها بیشترین فراوانی موج گرم مربوط به ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت است.



نگاره٤: نمودار سری زمانی دمای حداکثر (بالا) و فراوانی موج گرم (پایین)



نگاره ۵: نقشه فراوانی تعداد کل موج‌ها، موج گرم(چپ) و موج سرد (راست)



نگاره ٦: نمودار فراوانی امواج گرما (چپ)و سرما(راست)

سال ۱۹٦٦موج گرمای فراگیر ناحیه، بیشترین فراوانی و پایداری (تعداد روز) را در طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹٦۱داشته است. نگاره ۵ فراوانی موج‌های سرد و گرم ناحیه را که با استفاده از نرم‌افزار GIS ترسیم شده نمایش می‌دهد. تداوم و تعداد موج‌ها در جدول۳ نمایش داده شده است.

همانطور که در نقشه فراوانی کل موج‌های سرد و گرم (نگاره ۵) طی دوره مطالعاتی مشاهده می‌گردد موج‌های سرد فراوانی بیشتری دارند، به طوری که در ایستگاه رامسر فراوانی تعداد موج‌های سرد به عدد ٤٦ موج طی سال‌های۲۰۱۰-۱۹٦۱ می‌رسد. این ایستگاه در مورد موج‌های گرم نیز بالاترین تعداد موج (۵۵موج) را نسبت به بقیه داشته است. در ایستگاه گرگان کمترین تعداد موج گرم (۲۳موج) ثبت شده است.

با توجه به روند تغییرات دمای این ناحیه ساحلی چون دمای حداقل میانگین روند افزایشی بیشتری داشته، تعداد موج‌های سرد رکورد بالاتری نسبت به دمای حداکثر با روند آرام و موج‌های گرم داشته‌اند.

جدول۲: آستانه دمایی صدک۰/۰۲ام و۰/۹۸ام

ایستگاه	انزلی	رشت	رامسر	بابلسر	گرگان
دمای حداقل	۰/۲	-۲	۰	۰	-۲
دمای حداکثر	۳۲	۳۳/٦	۳۱	۳۳	۳۷

تحلیل سینوپتیک امواج سرما وگرما

الف-امواج سرما

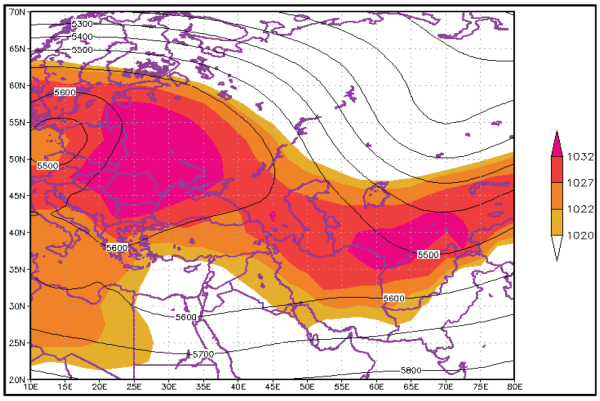
در نقشه سطح دریا (رنگی) سال ۱۹٦٤سه مرکز فشار با اهمیت برای ناحیه قابل مشاهده است. یک مرکز فشار کم با حاکمیت روی کوه‌های اورال با مرکزیت ۱۰۰۰هکتو پاسکال مشاهده می‌شود و دو مرکز با فشارزیاد ۱۰۳۵هکتوپاسکال بر روی مجارستان، اتریش وآلمان (پرفشار کوه‌های آلپ) ودیگری روی سواحل شرقی خزر در امتداد پرفشار کوه‌های آلپ شکل گرفته است. با توجه به ترکیب و ادغام هسته‌های پرفشار شرق اروپا (پرفشار کوه‌های آلپ) و پرفشار واقع بر شرق دریای خزر در این سال دمای حداقل ناحیه در ایستگاه انزلی به حداقل۷-، در رشت به۱۹-، در رامسر به۱۰-، در بابلسربه۷- ودرگرگان به۹-درجه سانتی گراد نزول کرد. ناوه عمیق در نقشه سطح ۵۰۰ (نقشه منحنی میزان) گویای این حقیقت است که هوای سرد از کوه‌های آلپ و همچنین از عرض‌های ٦۰ درجه و زمین‌های خشک و سرد شمالی به ناحیه وارد شده و موج‌های سردی را ایجاد کرده است که تأثیر حاکمیت کم ارتفاع را در این تراز نشان می‌دهد(نگاره ۷).

در نقشه مربوط به سال ۱۹۷۲سه مرکز فشار شکل گرفته است. مرکز کم فشار بر روی جلگه سیبری غربی و کوه‌های

جدول۳:تعداد وپایداری موج ها(٤سال موج سرد و۳سال موج گرم)

پایداری(روزهای با آستانه مورد نظر)	تعداد موج	ماه	ایستگاه	سال
22,29;24;23;29	3;5;5;6;4	ژانویه،فوریه،دسامبر	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۱۹٦٤
22;26;29;22;34	3;4;5;3;4	ژانویه و فوریه	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۱۹٦۹
33;42;52;70;53	7;6;4;5;4	ژانویه، فوریه،مارس و دسامبر	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۱۹۷۲
30;15;18;15;17	3;2;1;2;1	فوریه و ژانویه	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۲۰۰۸
22;13;28;21;31	3;2;3;4;5	ژوئیه، اوت وژوئن	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۱۹٦٦
6;7;18;11;26	0;2;2;1;2	ژوئیه و اوت	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۱۹۷۱
37;52;54;30;18	3;2;2;1;2	ژوئیه و اوت	انزلی،رشت،رامسر،بابلسروگرگان	۲۰۱۰

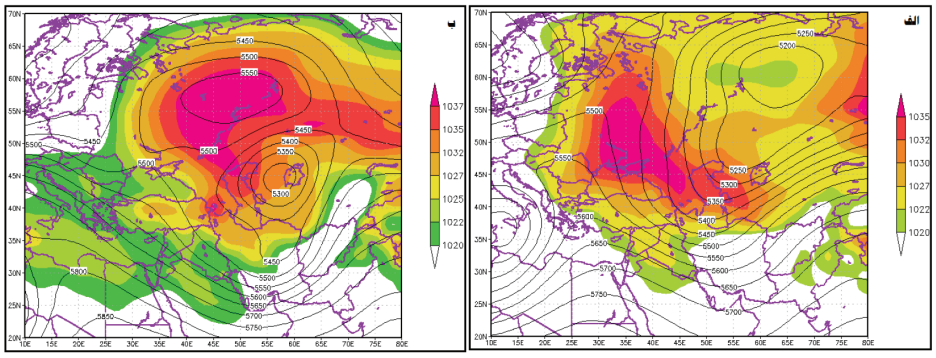
اورال و دو مرکز پر فشار با اهمیت در ایجاد موج سرد این سال با فشار مرکزی ۱۰۳۸هکتوپاسکال بر روی شمال دریای سیاه و اروپای شرقی و دیگری سیبری قابل مشاهده است. پرفشار اروپای شرقی هوای سرد ومرطوب را به همراه دارد و باعث سرمای شدید، نزول زیاد دما و بارش برف می‌شود.



نگاره ۷: نقشه مرکب فشار سطح دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح۵۰۰ (منحنی میزان) ۹تا۲۸ ژانویه ۱۹٦٤
(مأخذ:نگارنده)

نقشه منحنی میزان ۵۰۰ هکتوپاسکالی بر روی منطقه مورد مطالعه نشان دهنده دنباله‌ای از دو کم ارتفاع است که در عرض ٦۰ درجه شمالی بسته شده است. این آرایش از خطوط کنتوری منجر به ورود هوای سرد عرض‌های شمالی از اروپای شمالی و اروپای شرقی و همچنین سیبری به سمت منطقه مورد مطالعه شده است. زبانه‌های پرفشار اروپای شرقی می‌تواند عرض‌های پایین ایران را نیز تحت تأثیر قرار دهد و با هوای سردی که همراه دارد سبب افت شدید دما در بسیاری از نقاط کشور ایران می‌شود، به طوری که در سال ۱۹۷۲مربوط به روزهای ۱۹ژانویه تا ۱۷فوریه کاهش شدید دما تا حدود یک ماه به طول انجامید و در انزلی دما به حداقل مقدار خود۱۱-، در رشت به ۱۸-، در رامسر به ۹-، در بابلسر به ٤- و در گرگان به۷-رسید(نگاره۸-الف).

در نقشه سال ۲۰۰۸ با موج سرد شدید و فراگیر حاکمیت و نفوذ پرفشار CP باعدد ۵۳۰۰ ژئوپتانسیل متری در روی نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال و ۱۰۲۰تا۱۰۳۷ (گاهی تا۱۰۵۰هکتوپاسکال نیز می‌رسد) هکتوپاسکال برروی نقشه سطح دریا کاملاً بر قسمت وسیعی از ناحیه مورد مطالعه مشخص است. این پرفشار بسیار قوی با آغاز دوره سرد به اطراف پخش می‌شود و بیشترین نزول و پیشروی آن مربوط به ماه ژانویه می‌باشد. عدد فشار سطح دریا بر روی این ناحیه بین ۱۰۲۰تا ۱۰٤۰متغیر است. مرکز این پرفشار بر روی سیبری و بالای دریای خزر به عدد ۱۰٤۰رسیده است که با حرکت ساعتگرد خود هوای سرد عرض‌های بالا را به ناحیه منتقل می‌کند. حرکت شمال شرق-جنوب غرب این پرفشار قوی باعث شده که قسمت اعظم ایران تحت استیلای آن در بیاید. در سال ۲۰۰۸ موج مربوط به



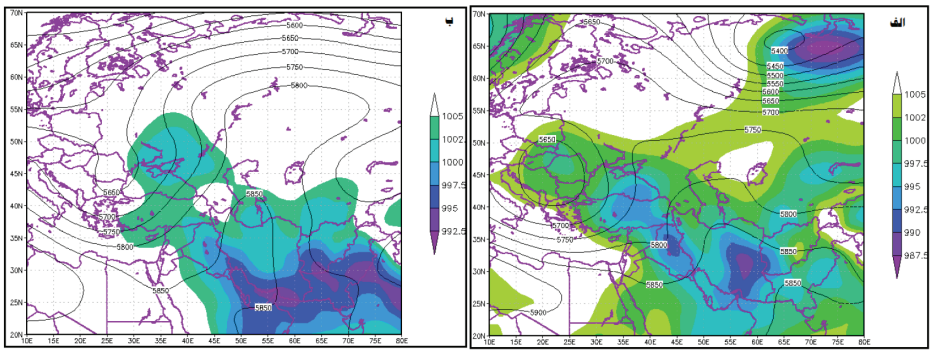
نگاره ۸: الف-نقشه مرکب فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰، ۱۹ژانویه تا۱۷فوریه۱۹۷۲،ب- نقشه مرکب فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح۵۰۰، ۷ تا ۱۷ژانویه ۲۰۰۸(مأخذ:نگارنده).

روزهای ۷تا ۱۷ژانویه باعث کاهش دمای شدید در ایستگاه انزلی به حداقل ٦-درجه،در رشت به ۱۲-، در رامسر به ۳-، در بابلسر به ۲- و درگرگان به۹-درجه سانتیگراد شد. راه ورود توده هوای پرفشار CP به ناحیه از طریق زبانه است که در اطراف دریاچه بایکال به حداکثر فشار خود رسیده، و گسترش آن تا شمال ترکیه و دریای سیاه ادامه دارد، هوای سرد عرض‌های بالا را به مناطق پایین تر سرازیر نموده است. این توده هوا بسیار سرد و خشک است و تنها قادر است از دریای گرم رطوبت را جذب کند و با ایجاد ناپایداری در ناحیه بارش را فراهم کند. همچنین پرفشار دیگری در غرب دریای خزر نیز با فشار ۱۰۳۰با مرکزیت روی ترکیه و دریای سیاه (پرفشار آرارات) با پرفشار سیبری یکی شده و سرمای منطقه را دامن زده است. در کنار آن مرکز کم فشاری نیز در روی نقشه سال ۲۰۰۸ قابل مشاهده است که در شمال فنلاند و سوئد می‌باشد که کم فشار از نوع سرد هوای سرد عرض‌های بالا را به منطقه سرازیر می‌کند. از سوی دیگر همراهی یک هسته کم ارتفاع (با فشار کم) با ۵۳۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی دریاچه آرال، منجر به ایجاد یک سردچال جوی و تشدید شرایط سرما در منطقه مورد مطالعه شده است(شکل۸-ب).

ب-امواج گرما

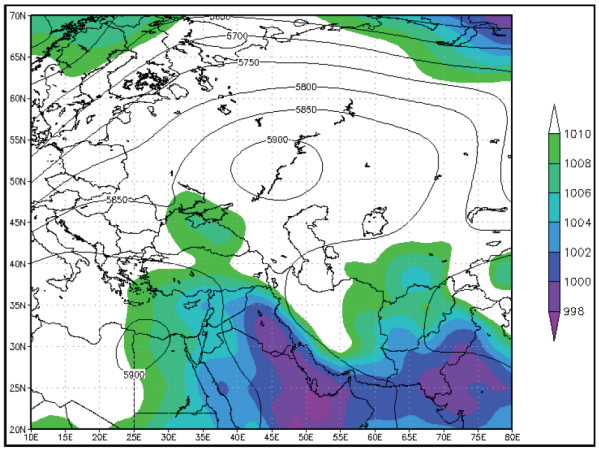
موج گرمای ۱۹٦٦که از ۲٤تا۱۹ژوئیه در ناحیه رخ داده سبب افزایش دمای بیش از حد در انزلی به۳٤درجه، در رشت به ۳٦، در رامسر ۳۳، در بابلسر به ۳٤ودر گرگان به۴۰درجه سانتیگراد نگاره ۹-الف نقشه مرکب این موج گرما را نمایش می‌دهد. در نقشه ۵۰۰ هکتو پاسکال، وجود پشته بسیار قوی در ناحیه با ارتفاع ۵۸۰۰تا۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر منجر به پایداری کامل هوا بدلیل فرونشینی و بدنبال آن گرمایش بی درو هوا در ناحیه شده است. همچنین دو کم ارتفاع روی جلگه سیبری غربی و بالای دریای مدیترانه شدت این گرمایش را سبب شده است که با کم فشارهای سطح دریا همراهی مشخصی را نشان می‌دهند. نقشه سطح دریا نیز چندین مرکز کم فشار حرارتی که ناحیه را احاطه کرده مشخص می‌کند. مرکز کم فشار بر روی جلگه سیبری غربی با فشار ۹۹۰هکتوپاسکال، مرکز کم فشار بر روی پاکستان با فشار داخلی ۹۹۸هکتوپاسکال، مرکز فشار کم بر روی جنوب شرق(منطبق بر بیابان لوت) و جنوب ایران و عربستان با فشار ۹۹۱، مرکز فشار کم عراق با فشار ۹۹۳هکتو پاسکال، مرکز کم فشار دیگری بر روی ترکیه شکل گرفته است. هوای گرم از کم فشار حرارتی منطقه عربستان و آفریقا به ناحیه منتقل شده و باعث افزایش دمای بیش از حد خود و پایدار شدن شرایط جوی گشته است. پیشروی این پشته به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا نسبت به موج گرمای سال ۱۹۷۱ بیشتر بوده است.

در نقشه سال۲۱تا۲۸ژوئیه ۱۹۷۱ مرکز کم فشار روی دریای سیاه با فشار داخلی ۱۰۰۱، مرکز فشار کم بر روی پاکستان ، عربستان و خلیج فارس قابل مشاهده است. سه مرکز بسته فشار بر روی این نقشه در قسمت‌های شمال شرق، شمال غرب و شمال ایران پدیدار است که مرکز



نگاره ۹: الف-نقشه مرکب فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ ،۲۴تا۲۹ژوئیه ۱۹۶۶، ب- نقشه مرکب فشار سطح دریاو ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰، ۲۱ تا۲۸ژوئیه ۱۹۷۱
(مأخذ:نگارنده).

بسته شمالی و شمال غرب مربوط به کم‌فشار دریای سیاه است. پشته مرتفع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال که ناحیه را فرا گرفته (نگاره۹-ب) باعث استمرار و ریزش هوای بسیار گرم جنب حاره به ناحیه می‌شود و منجر به افزایش مدت و تداوم آن شده است. موج گرمای ۲ تا ۲۱ اوت۲۰۱۰ (نگاره۱۰) دمای ناحیه را بین ۳۱ تا۴۰ درجه از انزلی تا گرگان افزایش داد با توجه به این نقشه ها، مراکز کم فشار عربستان و پاکستان در بخش‌های جنوبی ایران قابل مشاهده است، این دو مرکز فشار، با وجود اینکه در نقشه‌های جوی به منطقه نفوذ مشخصی نداشته اند، (و یا اینکه نسبت به دو موج قبل کم فشار حرارتی نفوذ کمتری به منطقه مورد مطالعه داشته است) اما بسته شده منحنی پرارتفاع ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر (مبین وجود پر ارتفاع بسیار قوی بر روی شمال دریای خزر) موجب پدید آیی این موج گرما در سال ۲۰۱۰ شده است.



نگاره۱۰: نقشه مرکب فشار سطح دریاو ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰، ۲ تا ۲۱اوت۲۰۱۰(مأخذ:نگارنده)

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر امواج حدی بسیار سرد وگرم با صدک ۰/۰۲ام و۰/۹۸ام طی دوره۲۰۱۰-۱۹۶۱ در ۵ایستگاه واقع در سواحل جنوبی دریای خزر مورد شناسایی و تحلیل سینوپتیک قرار گرفت. نتایج نشان داد در سال‌های ۱۹۶۴، ۱۹۷۲ و ۲۰۰۸ امواج سرمای شدید در هر پنج ایستگاه رخ داده که با فراوانی و پایداری بالا همراه بوده است همچنین سال‌های ۱۹۶۶، ۱۹۷۱ و۲۰۱۰ موج‌های گرمای شدید با تداوم بالا رخ داده اند. نقشه‌های مرکب ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد پرفشار کوه‌های آلپ، اروپای شرقی، پرفشار سیبری و کم فشار اورال، کم ارتفاع‌های با بسته‌های ۵۳۰۰ تا ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر علت اصلی ایجاد کننده امواج سرد ناحیه بوده است در صورتیکه کم فشار عربستان، پاکستان، خلیج فارس در نقشه‌های سطح دریا و پرارتفاع واقع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با بسته‌های بین ۵۰۰۰ و ۵۹۰۰ ژئو پتانسیل متر علت اصلی ایجاد موج گرم بوده است. این مراکز فشار واقع در سطح زمین (که غالباً از نوع حرارتی می‌باشند) موجب فرارفت هوای سرد و گرم به منطقه سواحل جنوبی دریای خزر شده اند. از سوی دیگر همراهی یک الگوی مناسب در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (وجود کم ارتفاع یا سردچال جوی و وجود پرارتفاع که منجر به فرونشینی بی در رو بسته هوا می‌شود) مکمل شرایط فشار تراز دریا شده و سبب بروز امواج گرمایی و سرمایی در منطقه مورد مطالعه شده است.

منابع و مآخذ

۱- صادقی، حسین‌زاده، دوستان، آهنگرزاده؛ سلیمان، سیدرضا، رضا، زهرا ؛۱۳۹۱، تحلیل همدیدی امواج سرمایی در شمال شرق ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۳، صص.۱۲۳-۱۰۷.

۲- قاسمی‌فر، الهام،۱۳۹۱، ناحیه‌بندی تغییرات اقلیم در سواحل دریای خزر با تأکید بر مقادیر دما، راهنما: دکتر بهلول علیجانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران، گروه جغرافیا.

۳-لشکری، حسن، ۱۳۸۷، تحلیل سینوپتیک موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ٦٦، صص ۱-۱۸.

4- Bartholy, J., Pongracz, R., 2007, Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001, Global and Planetary Change,57,Issue1-2,pp.83-95.

5-Basara,J.B.,Basara,H.G.,Illston,B.G.,Crawford,k .C., 2010, The Impact of the Urban Heat Island during an Intense HeatWave in Oklahoma City, Advances in Meteorology, Volume 2010, Article ID 230365, 10 pages.

6- Beniston,M.,Stephenson,D.B.,2004, Extreme climatic events and their evolution under changing climatic conditions, Global and Planetary Change,44,issue1-4,pp.1-9.

7- Brown, S.J., Caesar, J., Ferro, C.A.T., 2008, Global Changes in Extreme daily temperature since 1950, Journal of Geophysical Research: Atmospheres(1984–2012),113,Issue D5.

8- Campetella,C.,Rusticucci,M.,1998, Synoptic analysis of an extreme heat wave over

9- Collins,D.A.,Della-Marta, P.M.,Plummer,N.,Trewin, B.C.,2000, Trends in annual frequencies of extreme temperature events in Australia, Aust. Met.Mag, 49,pp.277-292.

Argentina in March 1980, Meteorol. Appl. 5,pp. 217–226.

10- Deque,M.,2007, Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values, Global and Planetary Change,57,issue1-2,pp.16-26.

11-Folland,C.K.,Karl,TH.R.,Salinger,M.J.,2002, Observed climate variability and change ,Weather, 57, pp. 269-278.

12- Kysely,J.,Kalvova,J.,Kveton,V., 2000, Heat Waves in the South Moravian Region During the period 1961-1995, Studia geoph. et geod,44,pp.57-72.

13-Lynn,B.H.,Healy,R.,Druyan,L.M.,2007, An Analysis of the Potential for Extreme Temperature Change Based on Observations and Model Simulations, American Meteorological Society,20,pp.1539-1554.

14- Panmao,Zh. Xiaohua,P., 2003, Change in Extreme Temperature and Precipitation over Northern China During the Second Half of the20th Century,Acta Geographica Sinica.

15- Peterson, T. C., and Coauthors.,2008, Why weather and climate extremes matter. Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands, T. R. Karl et al., Eds., U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, 11–33.

16- Stocks, J. M., Taylor ,N. A. S., Tipton, M. J., Greenleaf, J. E., 2004, Human physiological responses to cold exposure. Aviat. Space Environ. Med, 75,pp.444–457.

17- Peterson,T.C., Heim Jr,R.R., Hirsch,R., Kaiser,D. P., Brooks, H., Diffenbaugh,N.S., Dole,R.M., Giovannettone, J.P., Guirguis,K., Karl,T.R., Katz,R.W., Kunkel,K., Lettenmaier,D.,McCabe,G.J., Paciorek,C.J., Ryberg,K.R., Schubert,S., Silva,V.B.S.,Stewart,B.C., Vecc hia,A.V., Villarini,G., Vose,R.S., Walsh,J., Wehner,M.,Wolock ,D., Wolter,K., Woodhouse,C.A., and Wuebbles,D.,2013, Monitoring and understanding changes in heat waves,cold waves,floods,and droughts in the United states, American Meteorological Society,June2013,pp.821-834.

18- World Meteorological organization., 2011, WMO Statement on the status of the global climate in 2010, WMO-NO.1074.