کاربرد مدل RegCM4 در تحلیل ساختار سینوپتیک موج گرمای جولای 2000 استان خوزستان

یوسف قویدل‌رحیمی[1*]، هادی ظرافتی[2]، منوچهر فرج‌زاده‌ی‌اصل[3]

1. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
2. دانشجوی کارشناسی‌ارشد مخاطرات آب و هوایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
3. استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت: 92/6/1 **پذیرش**: 94/8/11

چکیده

هدف این پژوهش، تحلیل سینوپتیک و بررسی ساختار امواج گرمایی استان خوزستان است. برای شناسایی ساختار گردش جو، هنگام وقوع موج گرما در این منطقه، از بررسی‌های آماری، سینوپتیک و ریزگردانی استفاده شده است؛ بدین منظور داده‌های خام روزانه بیشترین دمای دوره‌ی گرم سال (ژوئن-سپتامبر) 13 ایستگاه سینوپتیک در منطقه‌ی جنوب‌غرب ایران با طول دوره‌ی آماری مختلف از سازمان هواشناسی کشور دریافت و استفاده شده است. براساس نتایج بررسی‌های آماری، روز 1 جولای 2000 به‌عنوان گرم‌ترین روز در گرم‌ترین موج دوره‌ی آماری به‌منظور انجام بررسی‌های دقیق‌تر و ریزگردانی انتخاب شد. نتایج تحلیل سینوپتیک نشان داد که از یک‌سو در سطح زمین به‌دلیل وجود شرایط وضعیت کم‌فشار با منشأ کم‌فشارهای حرارتی گنگ و شبه‌جزیره‌ی عربستان و پرارتفاع مستقل غرب آسیا در تراز 500 هکتوپاسکال و از طرف دیگر به‌دلیل انتقال هوای گرم، از عرض‌های پایین و هم از مناطق خشک داخل ایران به‌سوی منطقه‌ی مورد مطالعه، گرمای شدید روز یادشده به‌وقوع پیوسته است. نتایج خروجی از ریزگردانی مدل RegCM4 نشان داد که در سطح زمین بر زاگرس کم فشار قوی و در ترازهای بالای جو یک پرارتفاع دقیقاً بر آن منطبق شده است که این پرارتفاع سبب نزول بی‌درو هوای خشک شده و گرمای شدیدی را ایجاد کرده است. در این مطالعه معلوم شد که نقش پرارتفاع زاگرس در وقوع و تشدید امواج گرمایی خوزستان کاملاً بارز است.

واژگان کلیدی: **موج گرما، تحلیل سینوپتیک، ریزگردانی دینامیک، مدل اقلیمی RegCM4،**

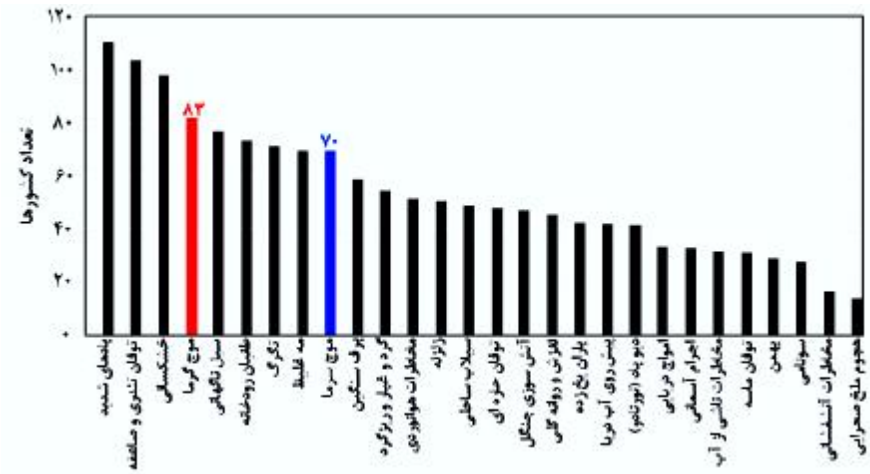
---

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: Email: ghavidel@modares.ac.ir

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

1. مقدمه

بر اثر گرمایش جهانی، فراوانی و شدت وقوع مخاطرات جوی افـزایش چشـم‌گیـری پیـدا کـرده است. افزایش یادشده در مخاطرات ناشی از عنصر دما که به مخـاطرات دماهـای فـرین مشـهور شده است، بسیار روشن و جالب توجه بوده و اهمیت آن به اندازه‌ای اسـت کـه از اثـر گرمـایش جهانی بر مقادیر فراوانی وقوع، شدت، استمرار زمانی و وسعت فضایی دماهـای فـرین بـه‌عنـوان یکی از نشانه‌های اصلی تغییر آب‌وهوا در مناطق مختلف دنیا یاد مـی‌شـود. آمـار بانـک جهـانی نشان می‌دهد که از کل ممالک دنیا 82 کشور با مخاطره‌ی امواج گرمایی و هفتاد کشور بـه‌طـور مداوم با امواج سرمایی روبه‌رو بوده و در سال‌های مختلـف از مخـاطرات دمـایی یـادشـده تـأثیر پذیرفته‌اند (شکل 1).



شکل 1. تعداد کشورهای مواجه با انواع مخاطرات طبیعی، به‌ویژه امواج گرمایی و سرمایی
(World Bank, 2010: 4)

مخاطره‌ی جوی موج گرما سبب ایجاد تلفـات شـدید در زنـدگی بشـر، تخریـب محصـولات کشاورزی، از بین رفتن جوامع گیاهی و اکوسیستم‌ها، آسیب به تأسیسات و سـازه‌هـا، بـه خطـر افتادن امنیت غذایی و درنهایت بیماری و مرگ انسان‌ها می‌شود. شناخت ویژگی‌های محیطی و بررسی سنوپتیک سامانه‌هایی که امواج گرمایی را به‌وجـود مـی‌آورنـد، مـی‌توانـد حـداقل بـرای پیش‌آگاهی و آمادگی روبه‌روشدن با آن‌ها مفید باشد. ویژگی‌های محیطی مانند نـاهمواری‌هـای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

منطقه، نزدیکی به دریا و ارتفاع پایین منطقه‌ی جنوب‌غرب ایران (خوزستان)، می‌تواند بر وقـوع و تشدید امواج گرمایی محدوده‌ی مورد مطالعه، تأثیر بسیاری بگذارد. نخستین اقدام بـه‌منظـور پیشگیری و کاهش آسیب‌های ناشی از آن شناسایی است؛ بنابراین نخستین گام در این مطالعه، تعریف موج گرماست؛ هرچند به‌دلیل متغیربودن شدت، گستردگی و تـداوم امـواج گرمـا معیـار دقیقی برای آن تعریف نشده است (اسماعیل‌نژاد و همکاران، 1392).

این مطالعه بـا دودسـته از مطالعـات دربـاره‌ی امـواج گرمـایی سـروکار دارد کـه مطالعـات سینوپتیک امواج گرمایی و شـبیه‌سـازی و ریزگردانـی امـواج گرمـایی بـا مـدل میـان مقیـاس RegCM است.

در آب و هواشناسی عموماً از مدل RegCM بیشتر برای شبیه‌سازی دینامیک- سینوپتیک و همچنین ریزگردانی دینامیک پدیده‌های جوی استفاده می‌شود؛ چون RegCM مدلی میان-مقیاس است، به‌راحتی این امکان را به پژوهشگر می‌دهد که با ریزگردانی دینامیک پدیـده‌هـای جوی، بسیاری از جزئیات حذف‌شده به‌دلیل توان تفکیک کمتر داده‌های جو بالا که عمومـاً 2/5 در 2/5 درجه هستند، قابل مشـاهده شـده و در تفسـیر بـه‌کـار گرفتـه شـوند. از ایـن دیـدگاه، عمده‌ترین کاربرد RegCM در آب و هواشناسی سینوپتیک بالابردن توان تفکیـک نقشـه‌هـای جوی در تفسیر سینوپتیک است. در این ارتباط، کارهای زیادی در سطح دنیـا انجـام شـده کـه هریک از دیدگاهی خاص به موضوعات اقلیمی پرداختـه‌انـد؛ امـا در مطالعـات یـادشـده، امـواج گرمایی مورد توجه و مطالعه قرار نگرفته‌اند. سـلطان‌زاده و همکـاران (1386: 51) تـأثیر تغییـر مقیاس شبکه‌ای مدل سطح جفت‌شده با مدل منطقه‌ای RegCM3 بر شبیه‌سازی دمای سطح زمین و بارش در ایران را بررسی کـرده و بـه ایـن نتیجـه رسـیده‌انـد کـه مـدل RegCM در شبیه‌سازی و ریزگردانی دما، در اجرای مرجع و همچنین در اجـرای زیـرشـبکه‌ای موفـق عمـل کرده است. نتایج بررسی ایران‌نژاد و همکاران (101،1388) نشان داده است که توان پیش‌بینی مدل RegCM3 برای میدان دما بالاتر از بارش است. مقادیر بارش مدل تفاوت بسیار زیا ی با مشاهدات دارد؛ ولی مدل توزیع جغرافیایی بارش را به‌درستی شبیه‌سازی مـی‌کنـد. مـدیریان و همکاران (1386: 7) برای شبیه‌سازی عددی بارش و دمای جنـوب‌شـرق از مـدل RegCM3 استفاده کرده‌اند. شبیه‌سازی‌ها با دقت مکانی پنجاه کیلومتر و برای تابستان 1995 انجـام شـده است. نتایج نهایی خروجی مدل نشان داده که مدل RegCM3 قابلیت‌های بسیار خوبی بـرای شبیه‌سازی میانگین دمای ماهانه‌ی فصل تابستان دارد. مدیریان و همکاران (1388: 107) برای شبیه‌سازی بارش و دمای پاییزی استان خراسان از مدل RegCM3 استفاده کـرده و بـه ایـن نتیجه رسیده‌اند که د زمینه‌ی پیش‌بینی‌های بارش و دما، مـدل RegCM3 در آغـاز دوره‌ی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

پیش‌بینی، بیشترین خطا و اریبی را دارد که ناشی از درنظر نگرفتن زمان سازگاری و تنظیم مدل است. زمان تنظیم، مد زمان لازم برای تنظیم داده‌های شرایط مرزی و اولیه‌ی مدل، متناسب با شرایط اقلیمی منطقه است. علاوه‌بر خطای یادشده، باتوجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی، مناطق مختلف کره‌ی زمین با طرح‌واره‌های بارشی مختلفی هماهنگ و سازگار است که باید در مدل لحاظ شود. مرتبط‌ترین مطالعه‌ی انجام‌شده با این تحقیق، مربوط به مقاله‌ی زرین و مفیدی (1390) است. نام‌بردگان وضعیت سی ساله‌ی جو تابستانه‌ی غرب آسیا را با هدف مطالعه و پی‌بردن به این پرسش مهم بررسی کرده‌اند که آیا پرفشار جنب حاره‌ای مستقر بر ایران در تابستان زبانه‌ای از پرفشار آزور هست یا نه؟ در پژوهش یادشده از داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای 1000، 850، 700 و 500 هکتوپاسکال استفاده و با استفاده از مدل RegCM4 ثابت شده است که نخست، پرفشار مستقر بر ایران و غرب آسیا در تابستان، مستقل از پرفشار جنب حاره‌ای آزور است؛ دوم، سلسله‌جبال زاگرس نقش مهمی در گرمایش محسوس تابستانی ایران دارد. این نتایج با استفاده از شبیه‌سازی ازطریق مدل RegCM4 انجام شده و شرایط گرمایی ایران باوجود سلسله‌جبال زاگرس و بدون وجود آن شبیه‌سازی و نتایج مقایسه شده‌اند.

به‌طور کلی، پژوهش‌های انجام‌شده درخصوص شبیه‌سازی و ریزگردانی امواج گرمایی با استفاده از مدل RegCM4 در سطح دنیا بسیار اندک است. بیشتر بررسی‌های مرتبط با امواج گرما و مدل RegCM4 مربوط به شبیه‌سازی امواج گرمایی سال‌های آینده با استفاده از ریزگردانی خروجی‌های مدل‌های گردش جهانی پیوندی جوی- اقیانوسی با مدل RegCM و سایر مدل‌های میان مقیاس هستند. کوفی و کوفی (2008: 153) بااستفاده از خروجی‌های مدل‌های گردش عمومی جو، شاخص‌های متفاوت مربوط به موج گرما مانند شاخص دوام، شاخص فراوانی و شاخص شدت را تحت سناریوهای سه‌گانه‌ی انتشار ریزگردانی و شبیه‌سازی و پیش‌بینی کرده‌اند که در آینده افزایش چشم‌گیری در شاخص‌های یادشده به‌وجود خواهد آمد. به‌همین منطور، لمونسو و همکاران (2014: 75) تحول امواج گرمایی پاریس را در سه‌دوره‌ی مجزای 1961- 1989، 2020- 2049 و 2070- 2099 با استفاده از خروجی‌های متوسط مدل‌ها در قالب سه سناریوی اصلی انتشار ریزگردانی و ساختار موج گرمایی را شبیه‌سازی کرده‌اند. دساری و همکاران (2014: 1) با استفاده از مدل میان مقیاس WRF-ARW، رخدادهای فرین دمایی اروپا را شبیه‌سازی کرده‌اند. نام‌بردگان با ریزگردانی پنجاه کیلومتری رخدادهای فرین دمایی ازجمله امواج گرمایی توانسته‌اند ساختار دینامیک- سینوپتیک رخدادهای یادشده را به‌درستی شبیه‌سازی کنند. شبیه‌سازی انجام‌گرفته نشان داده که مدل

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

توانسته هشتاد درصد امواج گرمایی و سرمایی وقوع‌یافته در بازه زمانی 1970- 2010 را در بخش‌های شرقی و مرکزی اروپا به‌خوبی شبیه‌سازی کند. تطابق ضعیفی هم میان شبیه‌سازی‌ها با داده‌های مشاهداتی در محدوده‌ی شبه‌جزیره‌ی ایبری و منطقه‌ی مدیترانه دیده شده است که به‌دلیل پیچیدگی توپوگرافی سطحی و تنوع بیش از حد آن شبیه‌سازی را مختل کرده است.

مطالعات متعددی در جهان، درباره‌ی موج گرما انجام شده که ازجمله‌ی آن‌ها پژوهش بالدی و همکاران (2004،1) است که موج‌های گرمایی در منطقه‌ی مدیترانه را بررسی کردند. آن‌ها آستانه‌ی موج گرمای کوتاه‌مدت را فراتر رفتن دما از میانگین روزانه‌ی دما برای حداقل 3 تا 6 روز و آستانه‌ی موج گرمای بلندمدت را فراتر رفتن دما از میانگین روزانه‌ی دما برای حداقل هفت روز و بیشتر تعریف کرده‌اند. براساس پژوهش یادشده، موج‌های گرمایی مدیترانه بیشتر در ماه‌های ژوئیه و آگوست اتفاق افتاده و بیشتر آن‌ها با سامانه‌های واچرخندی در سطح زمین و هماهنگی با ترازهای میانی همراه بوده‌اند. هانت (2006،3802) به‌منظور بررسی وقوع موج گرما در سراسر جهان یک شبیه‌سازی 10 هزارساله انجام داد. برای مناطقی که در آن امواج گرما به‌صورت نسبتاً مکرر، شدید و طولانی‌مدت رخ می‌دهند، توجیهات و دلایل خاص جغرافیایی وجود دارد. نقشه‌های منطقه‌ای از امواج گرما در فواصل ماهانه نشان‌دهنده‌ی توسعه‌ی قابل-توجه فضایی امواج گرما و تنوع در شدت آن‌هاست. مارشال و همکاران (2014: 1915) احتمال وقوع گرمای شدید سراسر استرالیا را در ارتباط با مدل گردش جنوبی (SAM)، آنتی سیکلون‌های پایدار روی دریای تاسمانی و نوسان مادن جولیان (MJO) ارزیابی کردند. بیشترین تأثیر MJO بر موج گرمای شدیدی است که در جنوب استرالیا (ازجمله مناطق روستایی) رخ می‌دهد.

تا این اواخر در ایران درباره‌ی موج گرما پژوهش‌های زیادی انجام نشده بود؛ اما اخیراً این مخاطره به‌دلیل وقوع بسیار در مناطق مختلف ایران، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است؛ با وجود این، پژوهشی درباره‌ی موج گرما انجام نشده است که در آن از مدل اقلیمی RegCM4 استفاده شده باشد؛ ازجمله پژوهش‌های انجام‌شده در ایران و در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: نتایج تحقیق قویدل‌رحیمی (85،1390) نشان‌دهنده‌ی وجود یک کم‌فشار حرارتی بر شبه‌جزیره‌ی عربستان است که اثرات ناشی از فعالیت و مهاجرت کم‌فشار یادشده به‌سمت ایران، عامل اصلی گرمایش و گسیل موج اَبر گرم بوده است. نتایج پژوهش عساکره و همکاران (35،1392) بیانگر اثر شرایط جوی مانند حضور متباین فشار، قرارگرفتن یک ناوه در نواحی گرم و خشک، قرار گرفتن ایران در قسمت جلوی ناوه و وزش گرم در وقوع امواج گرمایی ایران است. تحلیل مخاطره‌ی اقلیمی امواج ابر گرم سال 1389 استان خوزستان نشان داد که استقرار

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

یک کم‌فشار در سطح زمین و استیلای پرارتفاع در سطوح میانی تا 500 هکتوپاسکال و افزایش ضخامت جو موجب گرمایش بیش از حد سطح زمین می‌شود و فرارفت و انتقال هوای سوزان و خشک آفریقا، شبه‌جزیره‌ی عربستان و عراق منشاء ورود گرما به خوزستان است (قویدل‌رحیمی، 1394،289). علی‌رغم مطالعات انجام‌شده هنوز ساختار گردش مقیاس منطقه‌ای جو در زمان وقوع امواج گرمایی چندان آشکار نیست. بر اساس مبانی نظری تحقیقات انجام گرفته در خصوص امواج گرمایی ایران، دوره شروع و تداوم گرما با ورود زبانه ای از پرفشار آزور به ایران در ارتباط است که این مساله در این مقاله از طریق مدل RegCM4[1] بررسی و به چالش کشیده شده است. بر این اساس هدف این پژوهش، تحلیل و بررسی ویژگی‌های امواج گرمایی در جنوب‌غرب ایران با روش سینوپتیک و ریزگردانی به‌منظور بالاتر بردن دقت نقشه‌های جوی است.

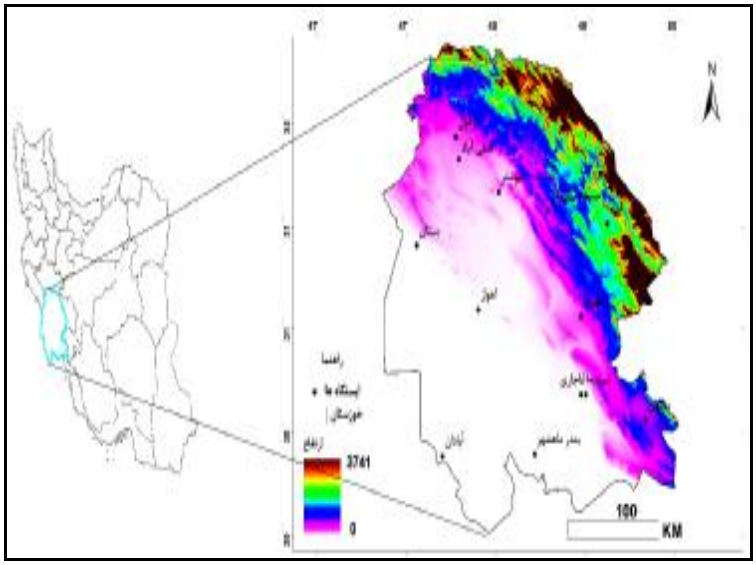
2. داده‌ها و روش‌ها

داده‌های خام روزانه بیشترین دمای دوره‌ی گرم سال (ژوئن- سپتامبر) 13 ایستگاه سینوپتیک در منطقه‌ی جنوب‌غرب ایران با طول دوره‌ی آماری مختلف از سازمان هواشناسی کشور برای انجام بررسی‌های آماری و انتخاب روز شاخص برای تحلیل سینوپتیک و ریزگردانی [2] دریافت شد. در شکل 2 پراکندگی جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان خوزستان نشان داده شده است. از داده‌های یادشده میانگین منطقه‌ای گرفته و بااستفاده از شاخص نمرات استانداردشده دمای حداکثر (شاخص z)، آستانه‌ی موج گرما (46 درجه‌ی سانتی‌گراد) به‌عنوان آستانه‌ی موج گرما تعیین شد. پس از محاسبه‌ی تعداد امواج گرمایی، گرم‌ترین روز در گرم‌ترین موج ممکن، یعنی روز 1 جولای 2000 (50/23 درجه‌ی سانتی‌گراد) در موج گرم 3 روزه 30 ژوئن تا 2 جولای (میانگین دمای موج، 49/23 درجه‌ی سانتی‌گراد)، در طول دوره‌ی آماری 1961 تا 2010، به‌منظور انجام بررسی‌های دقیق‌تر انتخاب شد.

1- این مدل در بخش داده ها و روش ها توضیح داده شده است.

2. Downscaling

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل 2. نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی و پراکندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه

به‌منظور تعیین الگوی سینوپتیک روز بسیار گرم 1 جولای 2000 از داده‌های دوباره تحلیل‌شده در مقیاس زمانی 6 ساعته از مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) استفاده شد. داده‌ها شامل داده‌های فشار سطح زمین، ارتفاع ژئوپتانسیل، دمای هوا، مؤلفه‌های مداری (u) و نصف‌النهاری (v) باد برای روزهای 30 ژوئن، 1 و 2 جولای (موج گرمای سه‌روزه) در سال 2000 است. بااستفاده از داده‌های بالا نقشه‌های وزش دمایی در ترازهای 500، 700، 850 و 1000 هکتوپاسکال، نقشه‌ی ضخامت و نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح زمین و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال ترسیم و تحلیل شد. در این تحقیق، تنها نقشه‌های زمان اوج موج گرمای یادشده، یعنی ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000 مطرح شده است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

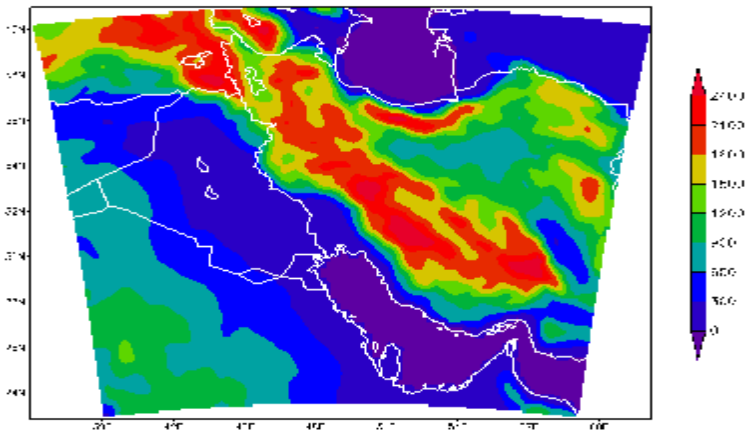
جدول 2 . مشخصات مربوط به اجرای مدل RegCM4

داده‌های مورد استفاده	**داده‌های وضع جوی (NNRP1): air, air.sig 995, hgt, pres.cfc, rhum, uwnd, vwnd داده‌های سطح دریا (SST): داده‌ی دمای سطح آب داده‌های سطح زمین (SURFACE): ETOPO (عمق دریا)، GLCC (پوشش گیاهی)، CLZB (بافت و رطوبت خاک) و DEM (توپوگرافی)**		
طول مرکزی	49 درجه‌ی شرقی	عرض مرکزی	32 درجه‌ی شمالی
تعداد شبکه‌ها در راستای طول جغرافیایی (iy)	120	تعداد شبکه‌ها در راستای عرض جغرافیایی (jx)	100
قدرت تفکیک افقی (ds)	20 کیلومتر	تعداد ترازها	18
مدل تابش (radfrq)	30	مدل پخش (abemh)	18
مدل اتمسفری (abatm)	120	شرایط مرزی (dt)	60
دوره‌ی تطبیق (spin-up)	23 روز	طرح‌واره‌ی فیزیکی	گرل
سیستم تصویر	lamcon	گام زمانی (ibdyfrq)	6 ساعته

از دهه‌ی 1980 مدل‌های اقلیمی برای ارائه‌ی پیش‌بینی‌های فصلی، شناسایی رفتار اقلیم منطقه‌ای، واسنجی مدل‌ها و ریزگردانی خروجی مدل‌های گردش عمومی جو استفاده شدند. هسته‌ی دینامیک مدل RegCM4 از مدل MM5 گرفته شده که ناهمواری آن از مختصات سیگما پیروی می‌کند و درواقع، یک مدل هیدروستاتیک با مختصات سیگما در امتداد قائم است. مدل یاددشده با دو هدف کلی، استفاده می‌شود: 1- ریزگردانی: داده‌های جهانی را براساس قدرت تفکیک تعیین‌شده ریزتر و دقیق‌تر می‌کند. 2- شبیه‌سازی فرایندهای گوناگون اقلیمی: اگر لازم باشد می‌توان در محیط مدل تغییراتی داد. هدف از مدل‌سازی شناخت و ارزیابی هرچه بیشتر رفتار مدل نسبت به فرایندهای فیزیکی و محاسباتی است. مدل از سه قسمت اصلی پیش‌پردازشگر، بدنه‌ی اصلی مدل و پس‌پردازشگر تشکیل شده است (مفیدی و کمالی، 1391). در این پژوهش، مدل اقلیمی RegCM4 با مشخصاتی که در جدول 2 بیان شده است، برای محدوده نشان داده‌شده در شکل 3 با هدف ریزگردانی به اجرا درآمد. خروجی مدل نیز شامل سه‌دسته‌ی اصلی داده به شرح: 1- داده‌های اتمسفری (ATM)، 2- داده‌های

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

سطحی (SRF) 3- داده‌های تابش (RAD) است کـه داده‌ی مـورد اسـتفاده در ایـن مطالعـه، اتمسفری است.



شکل 3 نقشه‌ی ارتفاعی و محدوده‌ی اجرای مدل RegCM4

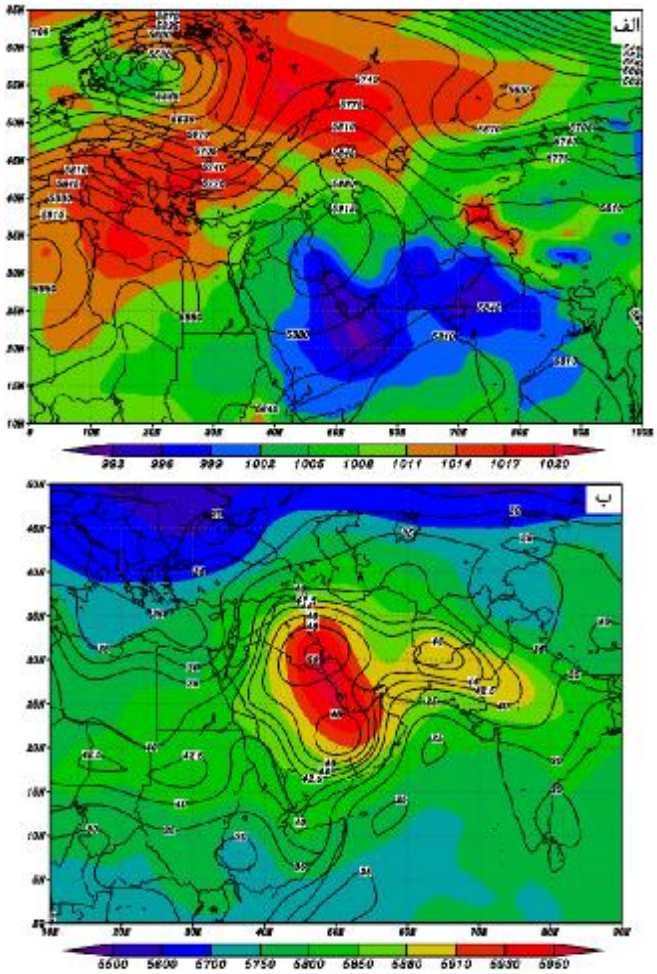
3. یافته‌های تحقیق

باتوجه به بررسی‌های آماری بلندمدت درطول دوره‌ی آماری 1961 تـا 2010 بـر ایسـتگاه‌هـای منتخب در منطقه‌ی مـورد مطالعـه، روز 1 جـولای 2000 (گـرم‌تـرین روز در گـرم‌تـرین مـوج گرمایی) به‌عنوان مورد مطالعاتی در این تحقیق انتخاب شد.

تحلیل سینوپتیک روز 1 جولای 2000

به‌منظور تحلیل سینوپتیک روز یاشده، ابتدا نقشه‌ی فشـار سـطح دریـا و الگـوی تـراز 500 هکتوپاسکال به‌صورت ترکیبی (الف) و وضعیت ضخامت جـو (ب) ترسـیم شـد کـه در شـکل 4 می‌توان دید. همان‌گونه که دیده می‌شود، الگوی فشـار حـاکم بـر جنـوب‌غـرب ایـران در روز 1 جولای 2000، وضعیت کم‌فشاری بوده که منشاء آن کم‌فشارهای ادغامی گنگ و شـبه‌جزیـره‌ی عربستان و خلیج‌فارس است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

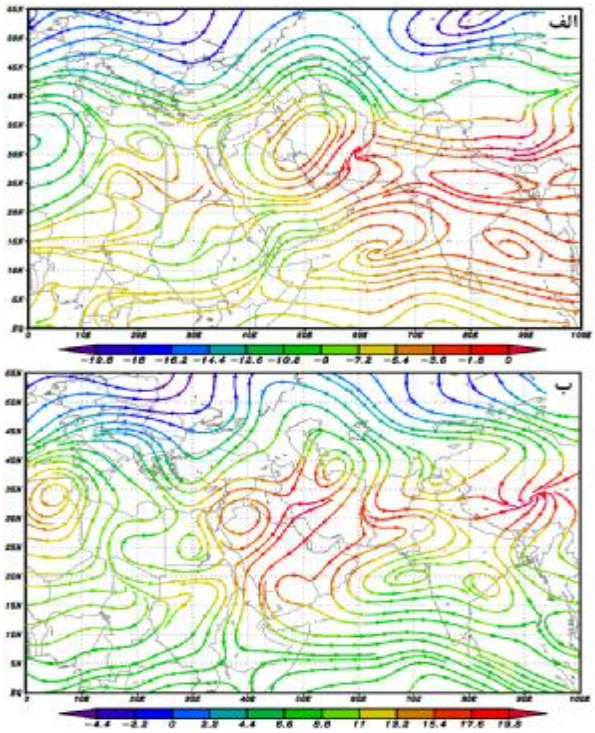


شکل 4. نقشه‌های ترکیبی ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000 برای الف) فشار سطح زمین (نقشه‌ی رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال (منحنی میزان‌های سیاه)، ب) وضعیت ضخامت جو (نقشه‌ی رنگی) و دمای تراز 1000 هکتوپاسکال (منحنی میزان‌های سیاه)

به‌دلیل قرارداشتن وضعیت کم‌فشار، جریان‌ها در منطقه همگـرا بـوده اسـت. در ایـن زمـان زبانه‌های پرارتفاع جنب حاره‌ای با هسته‌ی پرارتفاع با 5925 ژئوپتانسـیل متـر بـر جنـوب‌غـرب ایران قرار گرفته است. گردش جو بر این پرارتفاع آنتی‌سیکلونی بوده و فرونشینی هوای زیر ایـن

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

پرارتفاع موجب افزایش بی‌درو دما شده و گرمایش سطح زمین را تشدید می‌کند. نقشه‌ی وضعیت ضخامت جو نیز نشانگر مطابقت با آرایش الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل بوده و ضخامت جو به‌دلیل گرمایش سطح زمین بالا بوده است. برای آگاهی از سرچشمه‌های گرمایی، نقشه‌های وزش یا فرارفت دمای ترازهای 500 (الف) و 700 (ب) هکتوپاسکال در روز 1جولای 2000 ترسیم شد (شکل 5).



شکل 5 . نقشه‌های وزش دمایی ترازهای الف) 500 و ب) 700 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000

همان‌گونه که از شکل برمی‌آید در تراز 500 هکتوپاسکال پیکان‌های وزش دما نشان‌دهنده‌ی یک چرخش آنتی‌سیکلون روی کشور ایران است که از یک‌طرف هوای گرم عرض‌های پایین (عراق و عربستان) و ازسوی دیگر، هوایی که از روی بیابان‌های داخل ایران عبور کرده‌اند، به‌سمت منطقه‌ی مورد مطالعه سوق داده شده‌اند. در تراز 700 هکتوپاسکال نیز یک چرخش

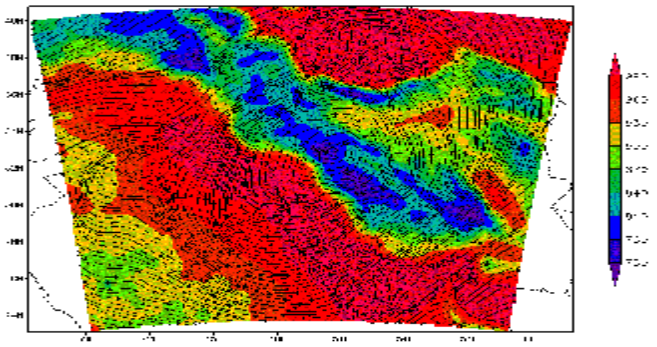
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

پادساعت‌گرد در قسمت شرق دریای خزر شکل گرفته و هوای گرم بیابان‌های داخلی را به‌سمت منطقه سوق می‌دهد، همچنین آنتی‌سیکلونی که در عرض 30 درجه‌ی شمالی در شمال دریای سرخ قرار گرفته، موجب انتقال هوای گرم عرض یادشده به منطقه‌ی جنوب‌غرب ایران شده است.

4. ریزگردانی روز 1 جولای 2000 به‌عنوان گرم‌ترین روز موج گرما

در این مرحله از کار با استفاده از مدل اقلیمی RegCM4 ساختار جو در روز 1 جولای 2000 بررسی شد. برای انجام این کار و به‌دست آوردن نتایج بهتر، داده‌های جهانی که به خورد مدل داده شد، برای مدت 23 روز و با تفکیک فضایی 20 کیلومتر اجرا شد. بااستفاده از داده‌های خروجی مدل RCM4 به تهیه‌ی نقشه در مقیاس منطقه‌ی موردنظر پرداخته شد؛ برای این کار از متغیرهای t (دما)، ps (فشار سطح زمین)، u (باد مداری) و v (باد نصف‌النهاری) از سری خروجی‌های ATM استفاده شد. باتوجه به شکل 6 (نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح زمین و خطوط جریان تراز 500 هکتوپاسکال) دیده می‌شود که بر رشته‌کوه زاگرس در سطح زمین کم‌فشار قوی (کمتر از 780 هکتوپاسکال) قرار گرفته و در تراز 500 هکتوپاسکال نیز یک پرارتفاع دقیقاً بر آن منطبق شده است.

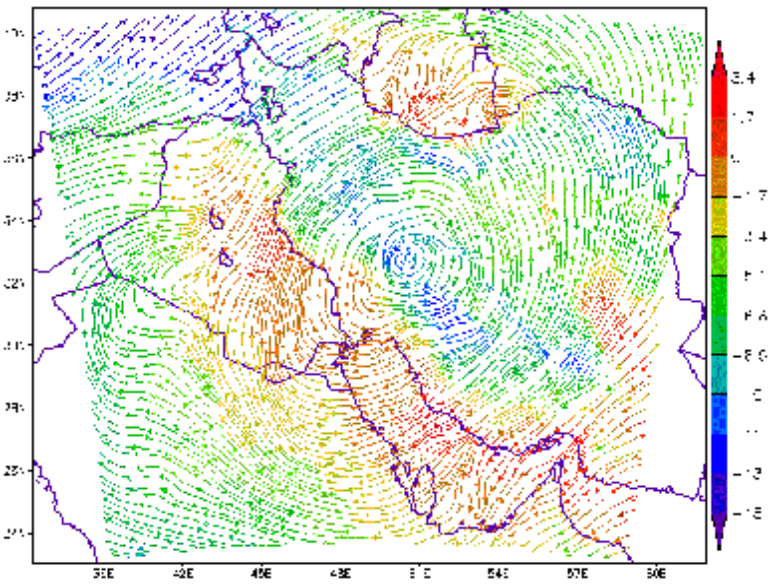
این پرارتفاع با گردش واچرخندی سبب نزول بی‌درو هوای خشک شده و گرمای شدیدی را در روز 1 ژوئیه 2000 ایجاد کرده است.



شکل 6 . نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح زمین و خطوط جریان (وزش) تراز 500 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000

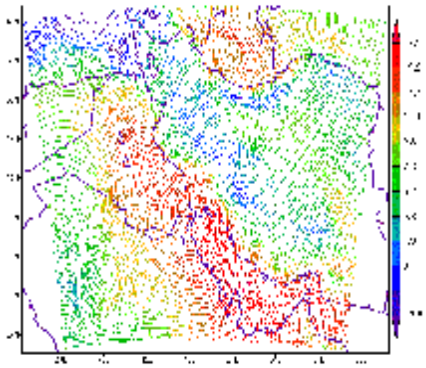
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

در شکل‌های 7 تا 10 نقشه‌های وزش دمایی ترازهای 500 (شکل 7)، 700 (شکل 8)، 850 (شکل 9) و 1000 (شکل 10) هکتوپاسکال ترسیم و نشان داده شده‌اند که باتوجه به نقشه‌های بالا، نقش توپوگرافی و رشته‌کوه زاگرس در وقوع و تشدید گرمای شدید در روز 1 ژوئیه 2000 بسیار بارز است. در ترازهای 1000 و 850 هکتوپاسکال در منطقه‌ی جنوب‌غرب همگرایی دمایی رخ داده و تفاوت میزان وزش دمای منطقه با سایر مناطق کشور بر اثر نقش رشته‌کوه زاگرس مشخص است. در تراز 700 هکتوپاسکال نیز دقیقاً یک جریان واچرخندی بر منطقه‌ی مورد مطالعه قرار گرفته که متأثر از توپوگرافی منطقه است. باتوجه به نقشه‌ی وزش دما در تراز 500 هکتوپاسکال، جریان واچرخندی مستقر بر فراز سلسله‌جبال زاگرس موجب وزش دمایی شده و در اثر نزول بی‌درو هوای خشک زیر این پرارتفاع، منطقه‌ی جنوب‌غرب در روز یاددشده شاهد شدیدترین روز موج گرما بوده است. در اشکال مربوط به نقشه‌های ریزگردانی‌شده اختلاف دمای دامنه‌های جنوب‌غربی زاگرس (منطقه‌ی مورد مطالعه) با دیگر مناطق ایران فاحش است.

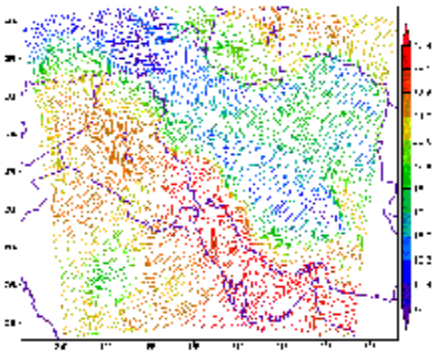


شکل 7 . نقشه وزش دمایی تراز 500 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000

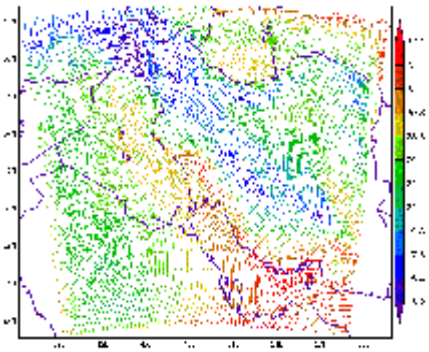
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل 8 نقشه‌ی وزش دمایی تراز 700 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000



شکل 9 نقشه‌ی وزش دمایی تراز 850 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000



شکل 10 نقشه‌ی وزش دمایی تراز 1000 هکتوپاسکال در ساعت 15/30 روز 1 جولای 2000

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

5. نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌های آماری بلندمدت در طول دوره‌ی آماری 1961 تا 2010 بر ایستگاه‌های منتخب در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داد که باتوجه به آستانه‌ی آماری درنظر گرفته‌شده برای امواج گرمایی در این پژوهش، یعنی 46 درجه‌ی سانتی‌گراد، موج سه‌روزه‌ی 30 ژوئن تا 2 جولای با میانگین دمای 49/23 درجه سانتی‌گراد، به‌عنوان گرم‌ترین موج گرما و روز 1 جولای 2000 با مقدار دمای 50/23 درجه‌ی سانتی‌گراد، به‌عنوان گرم‌ترین روز در طی دوره‌ی آماری یادشده هستند. در تبیین ساختار سینوپتیک گرم‌ترین روز موج که روز 1 جولای 2000 است، تفسیر نقشه‌های سینوپتیک مشخص کرد که در اثر گرمایش سطح زمین، ضخامت جو زیاد شده است. الگوی فشار حاکم بر منطقه‌ی جنوب‌غرب ایران در زمان وقوع موج گرمایی مورد مطالعه، وضعیت کم‌فشار با منشأ کم‌فشارهای حرارتی گنگ و شبه‌جزیره‌ی عربستان و خلیج-فارس هستند. در تراز 500 هکتوپاسکال نیز پرارتفاع ایران که برخلاف تصور بسیاری از محققان مستقل از پرفشار جنب حاره‌ای آزور بوده و زبانه‌ای از آن نیست (زرین و مفیدی، 1390)، بر منطقه‌ی مورد مطالعه قرار گرفته است که گردش جو بر این پرارتفاع آنتی‌سیکلونی بوده و فرونشینی هوای زیر آن سبب نزول بی‌درو هوای خشک و گرمایش سطح زمین شده است. اگر قرار است نامی برای سیستم فشار نام‌برده قایل شویم، بهتر است نام آن را پرفشار جنب حاره‌ی غرب آسیا بگذاریم. نقشه‌های وزش دمایی نیز نشان‌دهنده‌ی انتقال هوای گرم عرض‌های پایین از یک‌سو و گسیل هوای گرم بیابان‌های داخلی ایران از طرف دیگر به‌سمت منطقه‌ی مورد مطالعه است. درنهایت، نتایج خروجی مدل RegCM4 نشان داد که در سطح زمین بر زاگرس کم‌فشار قوی و در ترازهای بالای جو یک پرارتفاع دقیقاً بر آن منطبق شده است که این پرارتفاع سبب نزول بی‌درو هوای خشک شده و گرمای شدیدی را ایجاد کرده است. نقش پرارتفاع زاگرس در وقوع و تشدید امواج گرمایی منطقه (سلسله‌جبال زاگرس موجب جذب و نگه‌داشت گرمای هوا شده و سبب دوام بیشتر موج گرما می‌شود) مورد مطالعه کاملاً بارز است. در یک نتیجه‌گیری کلی از کاربرد مدل RegCM4 در ایران می‌توان اذعان کرد که به‌طور عام مدل RegCM4 در شبیه‌سازی و ریزگردانی دما، چه در اجرای مرجع و چه در اجرای زیرشبکه‌ای موفق عمل کرده (سلطان‌زاده و همکاران، 63،1386) و توصیه می‌شود که برای شبیه‌سازی‌های دمای سطحی در زمستان نیز بررسی شود.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

6. منابع

- اسماعیل‌نـژاد، مرتضـی، محمـود خسـروی و بهلـول علیجـانی و سیدابوالفضـل مسـعودیان، «شناسایی امواج گرمایی ایران»، *مجلـه‌ی جغرافیـا و توسـعه*، شـماره‌ی 33، صـص 39-54، 1392.
- زرین، آذر، عباس مفیدی، «آیا پرفشار جنـب حـاره‌ی تابسـتانه بـرروی ایـران پرفشـار آزور است؟»، *یازدهمین کنگره‌ی جغرافی‌دانان ایران*، دانشـگاه شـهید بهشـتی، تهـران، 24- 25 شهریور 1390.
- سلطان‌زاده، ایمان، فرهنگ احمدی‌گیوی و پرویز ایران‌نژاد، «بررسی سه‌ماهه‌ی تأثیر رشـته-کوه‌های زاگرس بر جریان‌هـای میـان مقیـاس منطقـه‌ی شـرق زاگـرس بااسـتفاده از مـدل منطقه‌ای RegCM4»، *مجله‌ی فیزیک زمین و فضا*، شماره 33، صص 51-33، 1386.
- عساکره، حسین، سیدابوالفضل مسعودیان و حسـن شـادمان، «تحلیـل سـینوپتیک پویشـی فراگیرترین روز گرم ایران طی سال 1340 تا سال 1386»، *جغرافیـا و مخـاطرات محیطـی*، شماره‌ی 7، صص 35-52، 1392.
- قویدل رحیمی، یوسف، «تحلیلی از مخـاطره‌ی اقلیمـی امـواج ابرگـرم سـال 1389 اسـتان خوزستان»، *نشریه‌ی علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال 19، شـماره‌ی 51، صـص 289-309، 1394.
- —قویدل رحیمی، یوسف، «شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل سینوپتیک موج اَبرگرم تابسـتان 1389 ایران»، *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، سـال اول، شـماره‌ی 3، صـص 85-100، 1390.
- مدیریان، راهله، ایمان بابائیان و مریم کریمیان، «شبیه‌سازی عددی بـارش و دمـای جنـوب شرق ایران با استفاده از مدل اقلیمیRegCM3»، *مجلـه نیـوار*، شـماره 68، صـص 25-7، 1386.
- مدیریان، راهله، ایمان بابائیان و مریم کریمیان، «پیکربندی بهینه‌ی مدل RegCM3 برای شبیه‌سازی بارش و دما در فصل پاییز منطقه‌ی خراسان در دوره‌ی 1991- 2000»، *مجلـه-ی پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره‌ی 70، صص 120-107، 1388.
- مفیدی، عباس و سمیه کمالی، «بررسی و تحلیل ساختار توفان‌های گـرد و غبـار در دشـت سیستان بااستفاده از مدل مقیاس منطقه‌ای RegCM4 (مطالعـه‌ی مـوردی؛ 30 ژوئیـه‌ی 2001)»، *اولین همایش ملی بیابان*، دانشگاه تهران، 1391.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

- Asakereh, H., S. A. Masoodian & H. Shadman., "Synoptic and Dynamic Analysis of Most Pervasive Hot Day in Iran During 1964 to 2009", *Journal of Geography and Environmental Hazards*, No. 7, pp. 35-52, 2013. (in Persian فارسی)
- Baldi, M., M. Pasqui, F. Cesarone & G. De Chiara, "Heat Wave in the Mediterranean Region: Analysis and Model Result", *Institute of biometeorology*, pp. 1-12, 2004.
- Dasari, H. P., R. Salgado, J. Perdigao & V. Srinivas Challa, "A Regional Climate Simulation Study Using WRF-ARW Model over Europe and Evaluation for Extreme Temperature Weather Events", *International Journal of Atmospheric Sciences*, 2014.
- Esmaeilnejad, M., M. Khosravi, B. Alijani & S. A. Masoudian, "Identifying Heat Waves of Iran", *Journal of Geography and Development*, No. 33, pp. 39-53, 2014. (in Persian فارسی)
- Ghavidel Rahimi, Y., "An Analysis of Super Heat Wave Climatic Hazard Occurred in 2010 Summer in Khuzestan Province", *Journal of Geography and Planning*, No. 51, pp. 289-309, 2015. (in Persian فارسی)
- Ghavidel Rahimi, Y., "Identification, Classification and Synoptic Analysis of Iran Super Heat", *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, No.3, pp. 85-100, 2011. (in Persian فارسی)
- Hunt, B. G., "A Climatology of Heat Waves from a Multimillennial Simulation", *Journal of Climate*, No. 20, pp. 3802–3821, 2006.
- Koffi, B. & E. Koffi, "Heat Waves across Europe by the End of the 21st Century: Multiregional Climate Simulations", *Climate Research*, No. 36, pp. 153-168, 2008.
- Lemonsu, A., A. L. Beaulant, S. Somot & V. Masson, "Evolution of Heat Wave Occurrence over the Paris Basin (France) in the 21st Century", *Climate Research*, No. 61, pp. 75–91, 2014.
- Marshall, A. G., D. Hudson, M. C. Wheeler, O. Alves, H. H. Hendon, M. J. Pook & J. S. Risbey, "Intra-seasonal Drivers of Extreme Heat Over Australia in Observation and POAMA-2", *Climate Dynamics*, No. 43, pp. 1915-1937, 2014.
- Modirian, R., I. Babaeian & M. Karimian., "Simulation Rainfall and Temperature of South Eastern Part of Iran Using Regional Climate Model (RegCM)", *Journal of Nivar*, No.68, Pp. 7-25,

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

2008. (in Persian فارسی)

- Modirian, R., I. Babaeian & M. Karimian., "The Optimum Configuration of Regcm3 Model for Simulation of Precipitation and Temperature at Autumn over Khorasan Region in 1991-2000", *Quarterly Journal of Physical Geography*, No. 70, pp. 107-120, 2010. (in Persian فارسی)
- Mofidi, A. & S. Kamali., "Investigating the Structure of Dust Storm Events in Sistan Region Using Regional Climate Model RegCM4; Case Study July 30, 2001", in *The 1st National Desert Conference*, Desert International Research Center, University of Tehran, Tehran, Iran, June 17-18, pp. 1-16, 2012. (in Persian فارسی)
- Soltanzadeh, I., P. Irannezhad & F. Ahmadi Givi, "A Three-month Study of the Effects of Zagros Mountain Range on Meso-scale Currents in East of Zagros Using Regional Model, RegCM", *Journal of the Earth & Space Physics*, No. 33, pp. 31-50, 2007. (in Persian فارسی)
- World Bank, "Natural Hazards, Unnatural Disasters: the Economics of Effective Prevention", Washington, DC: The World Bank Publications, 2010.
- Zarrin, A. & A. Mofidi., "Does Summertime Subtropical Anti-cyclone over Iran is an Extension of Azors High?", in *11th Congress of Iranian Geographers*, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, September 15-16, pp. 1-15, 2011. (in Persian فارسی)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]