

تحلیل سینوپتیکی امواج گرمایی فصل سرد شهر تهران

۱

مه‌ری اکبری

دانشیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

سادخت خرمانی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

دما از عناصر اساسی اقلیم است و تغییرات ناگهانی یا کوتاه‌مدت و درازمدت آن می‌تواند ساختار آب‌وهوای هر منطقه را دگرگون سازد. امواج گرمایی از اثرات اصلی تغییر آب‌وهوای جهان معاصر است که به لحاظ فراوانی وقوع و صدمات جانی و مالی ناشی از این پدیده اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش محدوده مورد مطالعه کلانشهر تهران می‌باشد. روش مورد استفاده در این پژوهش، از نوع آماری و سینوپتیکی است. در این راستا داده‌های مربوط به دمای حداکثر روزانه ۵ ایستگاه تهران شامل (ایستگاه مهرآباد، ایستگاه چیتگر، ایستگاه ژئوفیزیک، ایستگاه دوشان‌تپه و ایستگاه شمیران) در فصل سرد سال، طی ۱۰ سال، از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. در این پژوهش از نرم‌افزار GIS برای تحلیل فضایی و از نرم‌افزار SPSS برای تعیین تعداد روزهای با موج گرما استفاده شده است. پس از تحلیل کلاستر مجموعاً ۶ موج گرمایی از نظر روند و فراوانی امواج گرمایی دسته‌بندی شدند و با الگوی سینوپتیکی ۳ موج گرمایی انتخاب شده و نقشه‌های سینوپتیکی ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار و ... روزهای مورد مطالعه در نرم‌افزار Grads ترسیم و همچنین نمودار هاف مولر مربوط به ۳ موج گرمایی مدنظر تهیه گردید. نتایج حاکی از آن است که روند امواج گرمایی در ۱۰ سال گذشته روندی افزایشی است و امواج گرمایی تهران در فصل سرد سال از الگوی پرفشار و باد فونی که روی منطقه ریزش می‌کند و همچنین استقرار پر ارتفاع جنب حاره‌ای و نفوذ پرفشارهای مهاجر اروپایی در سطح زمین پیروی می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: امواج گرمایی، تهران، تغییر اقلیم، فرین دمایی.

مقدمه

آب‌وهوا اثرات متنوعی بر فعالیت‌های انسانی می‌گذارد، بنابراین داده‌ها و اطلاعات اقلیمی به‌صورت گسترده در طیف‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی کاربرد دارند، از آنجاکه دما از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم محسوب می‌شود، تغییرات آن می‌تواند ساختار آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد. به همین دلیل است که بررسی روند دما در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از تحقیقات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است. از اثرات تغییر اقلیم افزایش تکرار رویدادهای امواج گرمایی است (هوشیار، ۱۳۹۶). موج‌های گرمایی بخشی از رویدادهای حدی جو هستند که باعث تلفات شدیدی در زندگی بشر شده و محیط زیست را تخریب می‌کنند. یک موج گرمایی دوره گرمی است که دوام و پایداری آن چند روز تا چند هفته است و ممکن است با رطوبت شدید همراه باشد. موج‌های گرمایی جزء

رویدادهای فرین محسوب می‌شوند که با روند افزایشی دما در دوره سرد و دوره گرم رخ می‌دهد. بر اساس گزارش IPCC، دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی به میزان ۵/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت و تغییر اقلیم جهانی در آینده با افزایش در فراوانی و شدت امواج گرما همراه خواهد بود (Delworth et al, 1999). امواج گرمایی در حال حاضر یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است که نسبت به سایر مخاطرات تلفات قابل توجهی در جهان بر جای می‌گذارد (مولودی و همکاران، ۱۳۹۵). از جمله این مخاطرات می‌توان به، افزایش خطر آتش‌سوزی، تشدید خشکسالی‌ها، بالا رفتن نرخ مرگ و میر و ... اشاره کرد (McCarthy et al, 2001). تلفات جانی و خسارات سنگین مالی ناشی از امواج گرمایی، دولت‌ها و محافل علمی و بین‌المللی را بر آن داشته است که پژوهش‌های گسترده و تمهیدات لازم را برای آگاهی عمومی و مقابله با آثار این پدیده برنامه‌ریزی کنند (رضایی، ۱۳۹۷: ۹۰).

نمونه‌ای از مطالعاتی که تا کنون در جهان و ایران صورت گرفته به شرح زیر می‌باشند:

مehil و Tebaldi (2004) با ارزیابی رفتارهای آینده موج‌های گرمایی با شبیه‌سازی گرمای گلخانه‌ای زمین، اظهار کردند که امواج گرمایی در نیمه دوم قرن ۲۱ شدیدتر، گسترده‌تر، فراوان‌تر و طولانی‌تر خواهد شد.

یونکاسویچ^۳ و توسیچ^۴ (۲۰۰۹) با استفاده از روش‌های زمین‌آماری، امواج گرمایی صربستان را مورد تحلیل قرار داده و امواج گرمای تابستان ۱۹۵۲ را که ۱۶ روز در شهر سمودروسکا و ۲۱ روز در شهر نیش‌تداوم داشته و هم‌چنین موج گرمای ۱۸ روزه سال ۱۹۹۴ در بلغراد را طولانی‌ترین امواج گرمایی صربستان شناخته‌اند.

فردریش و بیسولی^۵ (۲۰۱۲)، بررسی موج گرمای تابستان ۲۰۱۰ در آمریکای شمالی با استفاده از نقشه‌های آنومالی مشخص کرد که بیشترین میزان آنومالی مثبت روی گرینلند و شرق کانادا اتفاق افتاده است. این موج گرما ناشی از پشته پرفشار و پایداری بوده که از ماه ژوئن ۲۰۱۰ ابتدا به واسطه پرفشار دینامیکی آזור شکل گرفته، اما بعداً به وسیله جریان هوای گرم شرق مدیترانه تقویت شده است.

مارشال و همکاران^۶ (۲۰۱۴)، احتمال وقوع گرمای شدید سراسر استرالیا را در ارتباط با مدل گردش جنوبی، آنتی‌سیکلونهای پایدار روی دریای تاسمانی و نوسان ماندن جولیان بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تأثیر، نوسان ماندن جولیان بر موج گرمای شدیدی است که در جنوب استرالیا (از جمله مناطق روستایی) رخ می‌دهد.

رستمی (۱۳۸۹) دماهای بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد در منطقه غرب کشور را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و نقش الگوهای گردش جوی را در رابطه با آن را مطالعه کرده است.

² - Meehl & Tebaldi

³ - Unkasevic

⁴ - tosic

⁵ -Friedrich and Bissolli

⁶ - Marshall et al

یزدان پناه و علیزاده (۱۳۹۰)، امواج گرمایی در استان کرمان را با هدف برآورد احتمال وقوع، به کمک زنجیره مارکف مطالعه کردند.

اسمعیل نژاد و همکاران (۱۳۹۲) به شناسایی موج های گرمایی ایران و ویژگی های آنها مانند تداوم، شدت و فراوانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که موج های گرمایی کوتاه رخداد بیشتری داشته اند.

دارند (۱۳۹۳: ۱۶۷) در شناسایی امواج گرمایی و واکاوی زمانی-مکانی آنها در گستره ایران طی بازه زمانی ۱۹۶۲-۲۰۰۴ نشان داد که بسامد رخداد امواج گرمایی در ایران زمین رو به افزایش است.

اعتمادیان و همکاران (۱۳۹۶) در تحلیل فضایی امواج گرمایی ایران به این نتیجه رسیدند که بیشترین امواج گرمایی ایران در نیمه غربی رخ می دهد و به سمت شرق کاهش می یابد؛ به نحوی که از منطقه کوهپایه داخلی ایران به سمت شمال و جنوب کشور و مناطق مرکزی، این پدیده اقلیمی کاهش دارد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر تهران در ۵۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح آبهای آزاد بین ۱۸۰۰ متر در شمال تا ۱۲۰۰ متر در مرکز و ۱۰۵۰ متر در جنوب متغیر است. تهران در دو وادی کوه و کویر و در دامنه های جنوبی رشته کوه البرز گسترده شده است. از جنوب به کوه های ری و بی بی شهربانو و دشت های هموار شهریار و ورامین و از شمال توسط کوهستان محصور شده است.

داده ها و روش تحقیق

در این پژوهش جهت شناسایی امواج گرمایی، از دو دسته داده استفاده شد. دسته اول داده های روزانه حداکثر دمای ایستگاه های سینوپتیکی شهر تهران در یک دوره آماری ۱۰ ساله، که از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد،

دسته دوم، داده های مربوط به داده های جو بالا است که با مراجعه به وب سایت نووا داده های باز کاوی شده ی ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار سطح دریا، بردار باد و امگا اخذ گردید و در گام بعد، نقشه های میانگین فشار، ارتفاع ژئوپتانسیلی در ترازهای دریا ۵۰۰ هکتوپاسکالی و نقشه های بردار باد، امگا و نمودار هاف مولر با استفاده از نرم افزار GRADS ترسیم می شود.

روش مورد استفاده در این پژوهش، از نوع آماری و سینوپتیکی است. در این راستا داده های مربوط به دمای حداکثر روزانه ۵ ایستگاه تهران شامل (ایستگاه مهرآباد، ایستگاه چیتگر، ایستگاه ژئوفیزیک، ایستگاه دوشان تپه و ایستگاه شمیران) طی ۱۰ سال، از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. در این پژوهش از نرم افزار GIS استفاده شده و همچنین از نرم افزار SPSS برای تعیین تعداد روزهای با موج گرما استفاده شد که در نتیجه ۶ موج گرمایی از نظر روند و فراوانی امواج گرما دسته بندی شدند. در این پژوهش از تقویم اقلیمی استفاده شده است، طبق تقویم اقلیمی، دوره سرد سال از اوایل آبان آغاز و تا اواخر فروردین سال بعد طول می کشد (منتظری و مسعودیان، ۱۳۹۱: ۷). در این پژوهش یک موج گرما به عنوان یک دوره تداوم دار (با حداقل سه روز تداوم)، دارای دمای حداکثر برابر با صدک نود و پنجم و فراتر از آن تعریف شده است. بر این اساس امواج گرما از سری مشاهدات حداکثر دمای روزانه در طی دوره آماری مشترک بین ایستگاه های موجود استخراج شده است. به این ترتیب برای شناسایی امواج گرمایی، آستانه نسبی صدک نود و پنجم از داده های حداکثر دمای ایستگاه های منتخب بطور کلی انتخاب گردید.

این آستانه دمایی برای داده‌های تمام روزهای هر سال محاسبه و داده‌های برابر با صدک نود و پنجم و فراتر از آن با حداقل ۳ روز تداوم به عنوان موج گرما در نظر گرفته شد. برای استخراج امواج گرمایی فراگیر شهر تهران، وقوع موج گرما حداقل در ۳ ایستگاه در نظر گرفته شد. یعنی اگر یک موج گرمایی در یک بازه زمانی خاصی، در حداقل ۳ ایستگاه رخ داده باشد به عنوان یک موج گرم فراگیر در نظر گرفته شده است. نقشه‌های مربوط به ترازهای مختلف جو (نقشه‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، بردار باد در تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال و امگا) با مراجعه به پایگاه اینترنتی NOAA^۸ که ارائه‌دهنده داده‌های دوباره تحلیل شده NCEP/NCAR است دریافت گردید.

یافته‌ها و بحث

مطالعات مربوط به امواج گرمایی را میتوان به دو قسمت تقسیم کرد یکی مربوط به تحلیل آماری و دیگری مربوط به تحلیل سینوپتیکی می‌باشد. در مطالعات آماری به چگونگی توزیع پدیده‌های جوی چه از لحاظ زمانی و چه از لحاظ مکانی پرداخته می‌شود و در تحلیل‌های سینوپتیکی هم به درک چگونگی پراکندگی‌ها پرداخته می‌شود. در نتیجه در این فصل از پژوهش خود تحلیل‌های آماری و تحلیل‌های سینوپتیک ارائه شده است.

برای استخراج روزهای همراه با موج گرم تهران در فصل زمستان، در طول یک دوره ۱۰ ساله (۲۰۰۶-۲۰۱۵) آستانه نسبی صدک نود و پنجم انتخاب گردید. بررسی‌ها نشان داد تعداد ۶ موج گرمایی فراگیر رخ داده است. تاریخ وقوع این امواج گرمایی در جدول (۴-۱) نشان داده شده است. امواج گرمایی فصل زمستان تهران در سالهای ۲۰۰۵، ۲۰۰۶، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۳ رخ داده است، که با توجه به نمودار (۴-۱) بیشترین فراوانی وقوع امواج گرمایی در سال ۲۰۱۰ می‌باشد که در این سال، ۳ موج گرمایی فراگیر در فصل زمستان در تهران رخ داده است. علاوه بر تعداد امواج گرمایی، آنچه که اهمیت بسزایی دارد تعداد روزهای تداوم موج گرما است. زیرا هرچه قدر یک موج گرما روزهای بیشتری را تداوم یابد آسیب‌های آن بیشتر است. توزیع زمانی امواج گرمایی نشان می‌دهد بیشترین موج‌های گرم شهر تهران در فصل زمستان، در ماه فوریه رخ داده‌اند. از مجموع ۶ موج گرمایی، ۳ مورد (۵۰ درصد) مربوط به ماه فوریه می‌باشد. طولانی‌ترین موج گرمایی رخ داده مربوط به تاریخ ۳ تا ۱۰ دسامبر سال ۲۰۰۵ (۱۲ آذر تا ۱۹ آذر سال ۱۳۸۴) و همچنین ۱ تا ۷ دسامبر سال ۲۰۱۰ (۱۰ تا ۱۶ آذر سال ۱۳۸۹) می‌باشد.

جدول (۱): تاریخ وقوع موج‌های گرمایی فصل زمستان شهر تهران در طی دوره ۱۰ ساله (۲۰۰۶-۲۰۱۵)

تاریخ وقوع امواج گرمایی			
سال	دسامبر	ژانویه	فوریه
2005	۳-۱۰ ام	-	-
2006	-	-	۲۵-۲۸ ام
2010	۱-۷ ام	۱۶-۲۰ ام	۱۷-۱۹ ام
2013	-	-	۹-۱۱ ام

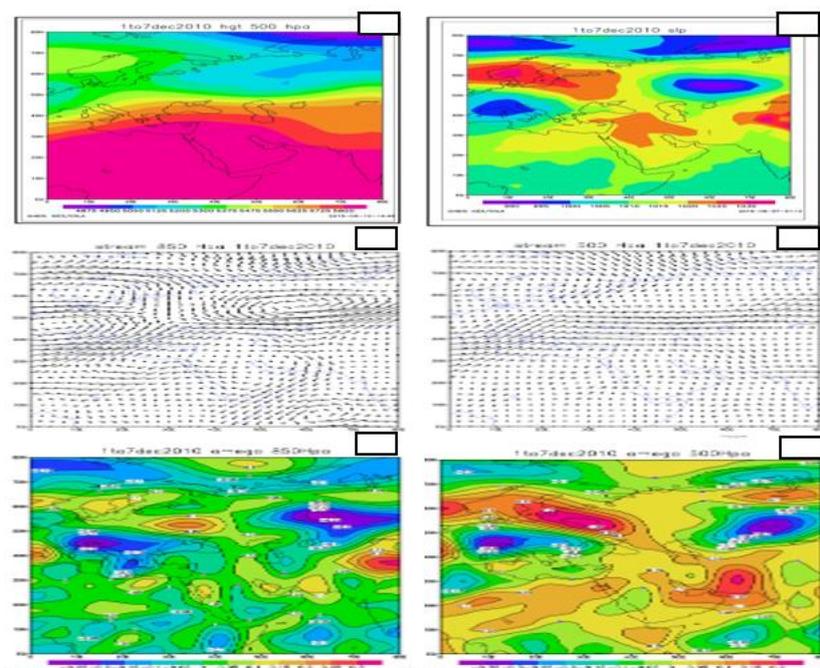
جدول (۲): میانگین دمای روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک در طی امواج گرمایی فصل زمستان شهر تهران به درجه سانتیگراد

سال ۲۰۱۳	سال ۲۰۱۰	سال ۲۰۰۶	سال ۲۰۰۵	
19	9/18	8/18	5/18	دوشان تپه
1/19	19	18	4/18	چیتگر
4/19	19	2/19	19	مهرآباد
7/18	6/18	5/17	7/17	ژئوفیزیک
8/18	7/18	2/18	7/17	شمیران

برای این که از ۶ موج گرمایی تهران الگویابی کنیم تاریخ ۶ موج گرمایی را وارد سایت نوآ کردیم و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل آنها را گرفتیم و با استفاده از فاصله اقلیدوسی و روش وارد نمودار خوشه‌ای گرفتیم که نرم افزار از بین ۶ موج گرمایی، ۳ موج اصلی به ما خروجی داد. سپس از بین ۳ موج اصلی آن امواجی که شدت و طول دوره بیشتری را داشتند انتخاب و تحلیل کردیم. که این ۳ موج به ترتیب: موج ۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰، موج ۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵ و موج ۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰ می‌باشد.

تحلیل سینوپتیکی

از آنجا که در طول سال سامانه‌های مختلفی وارد ایران می‌شوند، بنابراین الگوهای فشار هم در فصول مختلف با هم تفاوت‌هایی دارد برای تحلیل سینوپتیکی هر سه موج، ابتدا آرایش الگوهای متوسط فشار سطح دریا که منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار داده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۲: نقشه (۱): الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا، نقشه (۲): الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۳): نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۴): نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، نقشه (۵): نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۶): نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، مربوط به موج گرمایی (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰).

الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

شکل (۲): نقشه (۱): در این نقشه مشاهده می‌شود که پرفشاری با هسته ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر روی کشور عراق، شرق اردن و سوریه و شمال عربستان قرار گرفته که در این الگو زبانه آن تا روی مرکز ایران گسترده شده است که هسته این پرفشار با حرکت ساعتگرد خود سبب عبور توده هوا از روی سلسله جبال البرز و ایجاد باد گرم فون به سمت منطقه مورد مطالعه می‌شود و در نتیجه سبب ایجاد شرایط پایدار در منطقه شده است و تقویت آن در خود بیابان‌های جنوب تهران نیز می‌شود.

الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

شکل (۲): نقشه (۲): پر ارتفاع جنب حاره با ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۸۰ دکامتر بر روی جنوب غرب ایران باعث همگرایی هوا در سطح فوقانی جو شده و با جریانات نزولی خود هوا را به سمت پایین این منطقه روانه کرده و ایجاد فراز یا پشته در این منطقه می‌کند و محور پشته از سمت شمال شرقی به سمت جنوب غربی کشیده شده و چون گرادبان کنتوری نیز بین خطوط کنتوری ضعیف می‌باشد نشان از سکون هوا و عدم وزش باد است.

نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

نقشه (۳): وزش باد در این سطح از سمت غرب دریای مدیترانه از فراز یک پشته قوی که بر روی شمال آفریقا قرار گرفته به صورت موازی به سمت کشور ایران و شهر تهران حرکت کرده است که خود این حرکت هوا از روی پشته و تا حدودی نزولی شدن جریان هوا در این سطح نشان از یک پر ارتفاع بر فراز ایران می‌باشد و این وزش باد گرم در این سطوح شاید اثری بر سطح زمین نداشته باشد و فقط هوای این سطح با باد گرم از سمت آفریقا به سمت خاورمیانه همراه باشد.

نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

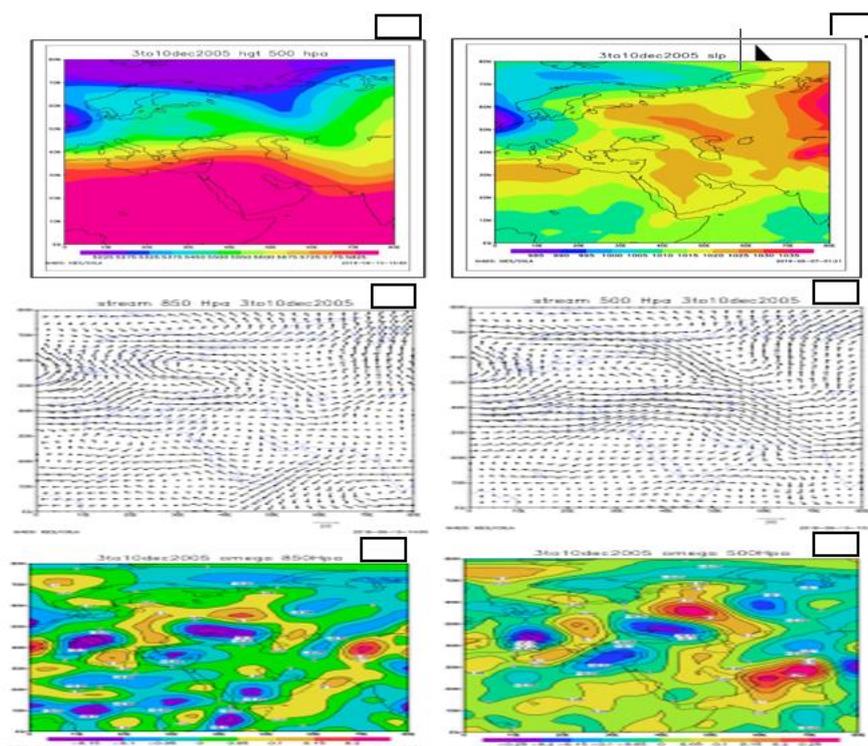
شکل (۴-۲): نقشه (۴): تا حدودی جریان وزش باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال از سوی جریان‌های هوا مشاهده می‌شود پر ارتفاعی با سوی جریانی ساعتگرد و با مرکزیت جنوب غرب ایران مستقر گشته و با حرکت ساعتگردی خود باد را به صورت موازی به اطراف خود پراکنده می‌کند که شهر تهران نیز در معرض وزش باد غربی متأثر از این پر ارتفاع قرار گرفته است.

نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

شکل (۲): نقشه (۵): شاخص امگا بر روی شهر تهران به سمت مثبت و عدد $(+0.5)$ پاسکال بر ثانیه میل پیدا کرده که این نشان می‌دهد که جریان هوا نزولی است و سرعت قائم هوا پایین سو می‌باشد و واگرایی را در سطوح هوا تقویت می‌کند، که باعث پراکندگی رطوبت سطح هوا در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی می‌شود، که نشان دهنده این است که هوای گرم و خشک در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی حاکم بوده و در تشدید گرما می‌تواند موثر باشد.

نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱ تا ۷ دسامبر ۲۰۱۰):

شکل (۲): نقشه (۶): در این سطح شاخص باز مثبت بوده که مقدار آن $(\text{بین } 0 \text{ تا } +0.5)$ می‌باشد که نشان از جریان نزولی هوا در منطقه تهران است که با سرعت قائم هوا پایین سو می‌باشد، که نشان می‌دهد این جریان نزولی تا سطح ۲۵۰۰ هکتوپاسکالی هر گونه صعود هوا را سرکوب می‌کند و هوای گرم مثل یک گلخانه در زیر این فشار هوای نزولی محبوس می‌شود.



شکل (۳): نقشه (۱): الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا، نقشه (۲): الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۳): نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۴): نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، نقشه (۵): نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۶): نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، مربوط به موج گرمایی (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵).

الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

شکل (۳): نقشه شماره (۱): در این نقشه مشاهده می‌شود که پرفشاری در سطح زمین بر روی منطقه خاورمیانه، کشور عراق، جنوب ترکیه، شرق اردن و سوریه و شمال عربستان و مرکز کشور ایران قرار گرفته است و حتی در مناطق شمالی کشور تضعیف گشته و با پرفشار سیبری ادغام شده است و هوا سطح زمین بخصوص شهر تهران در کانون پرفشار قرار گرفته و هوا از مرکز پرفشار به صورت ساعتگرد به سمت اطراف حرکت می‌کند.

الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

شکل (۳): نقشه شماره (۲): پربند پر ارتفاعی بر روی شهر تهران قرار گرفته و محور اصلی پشته این پرتافتع بصورت شمالی به جنوبی از روی کشور اوکراین و غرب روسیه تا شمال کشور عراق کشیده شده است که شهر تهران در دامنه این پشته قرار دارد که جریان هوا با حرکت نزولی خود در این منطقه باعث بلاک جوی و ایجاد جو باروتروپیک شده و از هر گونه ناپایداری در این منطقه جلوگیری می‌کند و خود می‌تواند عاملی برای گرم شدن هوا در این مناطق گردد. نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

شکل (۳): نقشه شماره (۳): وزش باد به سمت شهر تهران در این سطح به صورت نزولی از سمت کشور عراق به این طرف حرکت می‌کند که این وزش باد ناشی از وجود دو پشته بر روی کشور عربستان و کشور سودان می‌باشد که با حرکت ساعتگرد خود باد را از مناطق کشور مصر و شمال سودان به سمت کشور ایران و شهر تهران حرکت می‌دهد. نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

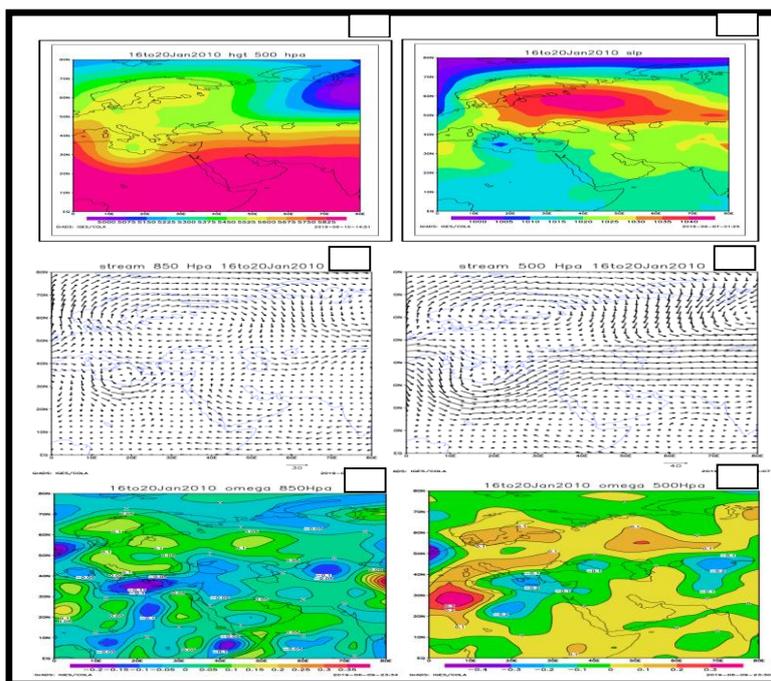
شکل (۳): نقشه شماره (۴): یک پر ارتفاع با سوی جریان ساعتگرد خود در روی منطقه شمال کشور عربستان قرار گرفته که جهت باد از بازوی شرقی آن به سمت شهر تهران بوده و جهت فلش نیز از نزولی بودن جریان هوا و عدم صعود هوا در این منطقه حکایت دارد.

-نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

شکل (۳): نقشه شماره (۵): شاخص امگا در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی حدوداً ۵۰۰۰ متری سطح زمین بر روی شهر تهران حدوداً $(+0.1)$ الی $(+0.5)$ پاسکال بر ثانیه است که نشان می‌دهد این شاخص مثبت بوده و نشان از نزولی بودن جریان هوا بر روی این منطقه می‌باشد که با نقشه‌های دیگر که تفسیر نمودیم هم خوانی دارد.

نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۳ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۵):

شکل (۳): نقشه شماره (۶): شاخص امگا در شهر تهران صفر بوده که نشان از عدم نزولی و یا صعودی بودن هوا در این منطقه دارد که هوا نه جریان صعودی داشته و نزولی و حالتی خنثی و ساکن داشته است و هیچ گونه حرکت هوا نه به سمت بالا و نه به سمت پایین داشته‌ایم و این نوع سکون هوا خود عاملی جهت ایجاد ماندگاری هوای گرم در صورت وجود شرایط می‌باشد.



شکل (۴): نقشه (۱): الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا، نقشه (۲): الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۳): نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۴): نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، نقشه (۵): نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه (۶): نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، مربوط به موج گرمایی (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰).

الگوی آرایش متوسط فشار سطح دریا (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): نقشه شماره (۱): هسته پرفشاری با هسته ۱۰۳۶ میلی‌باری بر روی شمال دریای سیاه و اوکراین، غرب روسیه و شمال اروپا گسترش پیدا کرده که زبانه‌های آن تا جنوب کشور ایران کشیده شده است و یک هسته بسته و با فشار ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر روی جنوب شهر تهران با حالتی از شمال غربی به سمت جنوب شرقی قرار دارد که با حرکت ساعتگرد خود هوا را از اطراف به خارج از منطقه مرکز فشاری خود حرکت می‌دهد.

الگوی آرایش متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): در این نقشه خطوط هم ارتفاع با ارتفاع ۵۷۵ دکامتر بر ثانیه به صورت موازی بر روی مناطق تهران حرکت کرده که خود این خطوط از یک فراز نسبتاً قوی با ارتفاع ۵۷۵ دکامتر نشأت گرفته که خط فراز از روی جنوب شرق یونان تا جنوب کشور یمن گسترش پیدا کرده که به این صورت جریان هوا به صورت نزولی به سمت کشور ایران روانه می‌شود.

نقشه بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): نقشه شماره (۳): وزش بادی متأثر از یک ناوه بر روی مرکز دریای مدیترانه به سمت کشور ایران حرکت کرده که وقتی این باد به کشور ایران می‌رسد از حالت صعودی خود به حالت موازی و هم راستا با خطوط هم دما قرار می‌گیرد که نشان می‌دهد هوا حالت پایدار به خود گرفته و باعث ایستایی هوا و حتی نزولی شدن هوا در این منطقه به دلیل سنگین شدن چگالی هوا می‌شود.

نقشه بردار باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): نقشه شماره (۴): سوی جریان‌های هوای که به سمت شهر تهران جریان دارند از یک پر ارتفاع که به صورت ساعتگرد از سمت دریایی عمان به سمت غرب منطقه خویش حرکت کرده و با وزشی که به سمت شهر تهران دارد به صورت سرعت کمی حالت صعودی ضعیفی گرفته است و ضعف صعودی به معنای صعود هوای ضعیف است که در این منطقه جریان دارد.

نقشه امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): نقشه شماره (۵): شاخص امگا در استان تهران مثبت بوده که نشان از این دارد که هوا جریان نزولی داشته و سرعت قائم هوا پایین سو می‌باشد که باعث می‌شود هوا به سمت پایین حرکت کرده و باز به دلایلی که در نقشه وزش باد ذکر شد به دلیل برخورد هوا به هوای پایین خود و اصطکاک ایجاد شده گرم شدن هوا را ایجاد می‌کند، لذا انتظار صعود هوا را در این منطقه نداریم.

نقشه امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۶ تا ۲۰ ژانویه ۲۰۱۰):

شکل (۴): نقشه شماره (۶): شاخص امگا بر روی منطقه تهران مثبت بوده که نشان از نزولی بودن جریان هوا و سرعت قائم هوا پایین سو می‌باشد که این جریان نزولی بودن هوا باعث عدم صعود هوا و بیشتر شدن فشار هوا و نوعی سکون هوا در زیر این فشار نزولی هوا می‌شود و خود این عامل می‌تواند باعث گرم شدن هوای سطح زمین گردد.

بحث و تحلیل یافته‌ها

خروجی نقشه‌های مربوط به هر سه موج گرمایی، با یکدیگر همخوانی و هماهنگی بسیاری را نشان می‌دهد. بنابراین در طی دوره سرد سال معمولاً انتظار دگرگونی‌های جوی زیادی هم وجود دارد. با استقرار سامانه‌های پرفشار در فصل زمستان، وضعیت جوی ایران حالت سکون و پایداری به خود می‌گیرد. نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال برای هر سه موج گرمایی منتخب شده نشان می‌دهد زبانه‌ای پر ارتفاع بر روی شهر تهران قرار گرفته که جریان هوا با حرکت نزولی خود در این منطقه باعث بلاک جوی و ایجاد جو باروتروپیک شده و از هر گونه ناپایداری در این منطقه جلوگیری می‌کند و چون این پرفشار باعث واگرایی هوا در سطح زمین می‌شود، در طی این مدت با وجود شرایط کم فشار در سطح زمین، هوای گرم لایه‌های پایینی توان صعود و جابجایی به ترازهای بالاتر را نداشته است و این وضعیت باعث شدت پایداری هوا شده است و وجود این پایداری هوا و تداوم آن برای چند روز در ارتباط با تشدید موج گرما قابل توجه است.

نتیجه‌گیری

افزایش فراوانی و بازه زمانی طولانی تر و افزایش شدت پدیده‌های جوی فرین، از نشانه‌ها و نتایج تغییرات اقلیمی چند دهه اخیر می‌باشد. و از بین پدیده‌های فرین، امواج گرمایی یکی از مهترین خطرات می‌باشد که وقوع آنها آسیب‌ها و خسارات بسیاری را به همراه دارد. بررسی نقشه‌های سطوح مختلف جوی مرتبط با این سه موج گرمایی نشان داد هر سه موج گرمایی از یک الگوی سینوپتیکی تبعیت کرده‌اند. وضعیت گسترده‌گی، ارتفاع و جهت جریان هوا در هر سه موج گرمایی با یکدیگر هماهنگ بوده است. نقشه‌های فشار سطح دریا نشان دهنده پرفشاری با فشار ۱۰۲۵ و ۱۰۳۵ میلی‌بار بر منطقه ایران است که با حرکت ساعتگرد خود در سطح زمین از مرکز هسته خود هوا را به اطراف پخش می‌کند. در ادامه در نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل مشاهده شد که بر ارتفاع جنب حاره بر روی جنوب غرب ایران و تا مرزهای استان قم دیده می‌شود که باعث همگرایی هوا در سطح فوقانی جو شده و با جریانات نزولی خود هوا را به سمت پایین این منطقه روانه کرده و ایجاد فراز یا پشته در این منطقه می‌کند و به دلیل وجود این جریان نزولی شدید در این مناطق و برخورد شدید مولکول‌های هوا به هم، باعث گرم شدن هوای ۵۰۰۰ متری زمین شده و چون جریان نزولی بوده از هرگونه صعود در این منطقه جلوگیری می‌نماید. در نقشه‌های باد نیز مشاهده شد که پراشایی با سوی جریانی ساعتگرد با حرکت ساعتگردی خود باد را به صورت موازی به اطراف خود پراکنده می‌کند که شهر تهران نیز در معرض وزش باد متاثر از این پراشایی قرار گرفته و نکته‌ای دیگر اینکه سوی جریان که به سمت استان تهران حرکت کرده موازی بوده و به نوعی میتوان ایستایی هوا و نزول هوا و عدم صعود را نیز مشاهده نمود. در نتیجه این پایداری هوا و افزایش دما در طی استقرار چنین الگوی سینوپتیکی، دمای محسوس در سطح شهر بالاتر می‌رود.

فهرست منابع

- ۱- اسمعیل‌نژاد، مرتضی؛ خسروی، محمود؛ علیجانی، بهلول؛ مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۲)، شناسایی امواج گرمایی ایران. جغرافیا و توسعه. شماره ۳۳. صص ۳۹-۵۴. زاهدان.
- ۲- اعتمادیان، الهه؛ دوستان، رضا، (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی امواج گرمایی ایران، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۱: ۱۷-۳۲.
- ۳- دارند، محمد، (۱۳۹۳)، شناسایی و تحلیل زمانی- مکانی امواج گرمایی ایرانزمین، جغرافیا و توسعه، ۳۵: ۱۶۷-۱۸۰.
- ۴- رستمی، طیبه (۱۳۸۹). "تحلیل آماری- سینوپتیکی دماهای بالای ۴۰ درجه سانتیگراد دوره گرم سال در غرب ایران". پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- ۵- رضایی، فرشته (۱۳۹۷)، "استانداردسازی شاخص حدی امواج گرمایی در دوره گرم سال بر اساس شرایط آب‌وهوایی ایران، پایاننامه دکتری تخصصی در رشته آبهواشناسی شهری، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- ۶- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۷)، داده‌های آماری متغیرهای اقلیمی در ایستگاههای مورد مطالعه.
- ۷- منتظری، مجید و مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۱)، تقویم دمای روزنگام ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۱، تابستان ۱۳۹۲.
- ۸- مولودی، گلانه، اسداله خورانی، و عباس مرادی (۱۳۹۵). "اثر تغییر اقلیم بر امواج گرمایی سواحل شمالی خلیج فارس". نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شماره ۱: ۱-۱۴.
- ۹- هوشیار، محمود؛ سبحانی، بهروز؛ پروین، نادر (۱۳۹۷)، تحلیل آماری سینوپتیکی امواج گرمایی زودرس در شمال غرب ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۴، پاییز ۹۸.

۱۰- یزدانپناه، حجت‌الله؛ علیزاده، تیمور، (۱۳۹۰)، برآورد احتمال وقوع امواج گرمایی با دوره‌های تداوم مختلف در استان کرمان به کمک زنجیره مارکف، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۶(۳): ۱۷۳۰۰-۱۷۳۲۲.

- 11- Delworth, T.L.; J. Mahlman, and T.R. Knutson.1999. Changes in heat index associated with CO2-induced global warming. *Climate Change*, 43: 369–386.
- 12- Friedrich, K, & Bissolli, P. (2012). Analysis of temperatures and precipitation recorded at station in Eastern Europe during the heat wave in summer 2010. Deutscher Wetterdienst, Business Area Climate and Environment. <http://www.dwd.de/bvbw/generator.pdf>. Accessed 09 February 2011.
- 13- IPCC (2007). Climate change 2007: the physical science basis, Working Group I Contribution to the IPCC fourth assessment report. In: Solomon S, Qin D, and Manning M, Chen Z, Marquis M.
- 14- McCarthy, J.; O. Canziani, N. Leary, D. Dokken, and K. White. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge United kingdom Press, 1032 pp.
- 15- Meehl, G.A.; and C. Tebaldi. 2004. More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Wave in the 21st Century. *Science Magazine*, 13(305): 994-997.
- 16- Marshall, A. G., D. Hudson, M. C. Wheeler, O. Alves, H. H. Hendon, M. J. Pook & J. S. Risbey, (2014): “Intra-seasonal Drivers of Extreme Heat Over Australia in Observation and POAMA-2”, *Climate Dynamics*, No. 43, pp. 1915-1937.
- 17- Unkasevic, M, I, Tosic,(2009) , An analysis of heat wave in Serbia, *Global and planetary Change*.

