

شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل هم‌دیدگی امواج گرمایی به‌منظور کاهش مخاطرات انسانی در شمال غرب ایران



سعید جهانبخش*

استاد آب‌وهواشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

فاطمه قویدل (fatemeh_ghavidel_63@yahoo.Com)

کارشناس ارشد آب‌وهواشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

محمد اشجعی (Ashjaei mohammad@yahoo.com)

کارشناس ارشد هواشناسی، سازمان هواشناسی تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲۱-تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۷)

چکیده

امواج گرمایی از تظاهرات اصلی تغییر آب‌وهوای جهان معاصرند که به‌لحاظ فراوانی وقوع و صدمات جانی و مالی ناشی از این پدیده، اهمیت زیادی دارند. هدف این پژوهش، شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل هم‌دیدگی امواج گرمایی است که در منطقه شمال غرب ایران به وقوع می‌پیوندد. در این مطالعه سامانه‌های هم‌دیدگی مؤثر در وقوع امواج گرمایی بررسی شده‌اند. از شاخص گرمایی معرفی شده توسط مرکز ملی داده‌های آب‌وهوایی ایالات متحده (NCDC) استفاده شد. بدین منظور ابتدا آمار بلندمدت ۲۳ساله دمای حداکثر روزانه و رطوبت نسبی روزانه برای پنج ماه گرم سال (اردیبهشت تا شهریور) برای ایستگاه‌های هم‌دیدگی شمال غرب ایران و ویژگی‌های آماری و هم‌دیدگی امواج گرمایی به‌وقوع‌پیوسته بررسی شد. امواج گرمایی مناطق مورد مطالعه براساس شاخص گرمایی مذکور در پنج سطح شدت، طبقه‌بندی و شناسایی شد. نتایج تحلیل نقشه‌های هم‌دیدگی نشان داد که الگوهای غالب در مناطق مورد مطالعه در زمان وقوع امواج گرمایی پرفشار جنب‌حاره‌ای، کم‌فشار عربستان و پاکستان‌اند. نقشه‌های شار رطوبتی نیز نشان دادند که حرکت واچرخندی روی دریای خزر و نیز حرکت چرخندی دریای مدیترانه، بیشترین تأثیر را در شار رطوبتی به منطقه شمال غرب ایران در زمان وقوع امواج گرمایی داشته‌اند. رطوبت در زمان وقوع امواج گرمایی روی منطقه شمال غرب وجود داشت که سبب تشدید مخاطرات امواج گرمایی به‌لحاظ مخاطرات انسانی شده است.

واژگان کلیدی: امواج گرمایی، تحلیل هم‌دیدگی، شمال غرب ایران، کاهش مخاطرات انسانی.

مقدمه

گرمایش شدید هوا یا حاکمیت و تهاجم هوای بسیار گرم در ناحیه‌ای وسیع را موج گرما می‌نامند [۱۹]. از نظر آماری، امواج گرمایی به نوسان‌های مثبت یا فرین‌های بالای میانگین دمای حداکثر روزانه گفته می‌شود که در طی روزها (گاه هفته‌ها و ماه‌های متوالی) در فضاهای جغرافیایی خاصی استمرار زمانی دارند [۸]. عوامل جوی که بیشترین تأثیر را بر آسایش انسان دارند دما، رطوبت، تابش و باد هستند که از این میان، تأثیر رطوبت و دما از همه مهم‌تر است و انسان از این دو جنبه احساس آسایش می‌کند [۹]. در روزهایی که هوا مه‌آلود و شرجی است، رطوبت نسبی بسیار زیاد است و تبخیر در چنین هوایی که به نسبت اشباع است به‌کندی صورت خواهد گرفت. هر چه رطوبت هوا زیادتر شود، درجه حرارت کمتری قابل تحمل خواهد بود؛ در چنین وضعیتی دمای بدن افزایش می‌یابد و انسان دچار عوارض جدی مثل سکته قلبی، گرم‌زدگی، گرفتگی عضلاتی و ... می‌شود [۶]. گرمایش همچنین یکی از عوامل کاهش بارش‌های جامد نسبت به مایع و نیز شتاب‌دهی به فرایند ذوب ذخایر برف در مناطق کوهستانی است. به‌نظر می‌رسد روند افزایش دما با محدودتر شدن انباره‌های آبی همراه باشد. با توجه به این واقعیت که بارش ایران در مجموع متمرکز بوده و در سراسر سال توزیع نشده است، کاهش وسعت انباره‌های آبی به‌معنای تشدید کم‌آبی در ماه‌های گرم و بدون بارش خواهد بود [۱۲]. امواج گرمایی طی دهه‌های اخیر روندی فزاینده داشته که از نظر مکانی تابع ارتفاع و رطوبت است و مناطق ساحلی دارای بیشترین تعداد روزهایی با موج گرما هستند [۳]. بنابراین کاهش پیامدهای امواج گرمایی آینده، در گرو شناسایی سازوکار امواج گرمایی سامانه‌های هواشناسی ایجادکننده آنها، پیش‌بینی و کشف راه‌هایی برای کاهش تأثیرات آزاردهنده امواج گرمایی بر سلامت عمومی و همچنین شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در ارتباط با امواج گرمایی است [۲۰]. در این پژوهش به‌دلیل اهمیت خطرهای انسانی و محیطی ناشی از وقوع امواج گرمایی اقدام به شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل هم‌دید امواج گرمایی رخ داده در شمال غرب ایران به‌منظور کاهش مخاطرات انسانی، سامانه‌های هم‌دید مؤثر در وقوع این امواج بررسی شد.

تاکنون مطالعات زیادی درباره مخاطرات محیطی امواج گرمایی صورت گرفته است. مارتین واید و همکاران [۲۱]، شبه‌جزیره اسپانیا را بر مبنای طول دوره‌های خشک از طریق روش زنجیره مارکف منطقه‌بندی کرده و بر اساس آن، نواحی مختلف این کشور را تقسیم کردند. چن‌فان و همکاران [۱۵]، به بیان علل هم‌دید امواج گرمایی کارولینای شمالی پرداختند و استقرار پرفشار برمودا و فرارفت هوای گرم و مرطوب اقیانوس اطلس را عوامل اصلی وقوع امواج

گرمایی ذکر کردند. بنیستون و همکاران [۱۴]، تغییرات رویدادهای حدی آب‌وهوایی را در اروپا با استفاده از مدل آب‌وهوایی منطقه‌ای تحلیل کردند. ژان روبن و همکاران [۲۲]، به بررسی مرگ‌ومیر ناشی از امواج گرمایی در تابستان ۲۰۰۳ در اروپا پرداختند. اونکاشویچ و توشیچ [۲۴]، ارتباط الگوی نوسانات اطلس شمالی با دماهای فرین تابستانه و زمستانه بلغراد را بررسی کردند. فتوداله و شوکلا [۱۷] طی مطالعاتی به بررسی امواج گرمایی شدید سال ۲۰۰۳ اروپا بر اثر افزایش سطح دمای آب دریای مدیترانه پرداختند. جانسون و همکاران [۱۸] در مطالعات خود به بررسی تغییرات فضایی و زمانی افراد در معرض خطر بهداشتی ناشی از گرما در غرب میانه ایالات متحده آمریکا پرداختند. تواردوژ و کوسوووسکا سزاک [۲۳] در اروپا به بررسی تابستان‌های گرم در چهار آستانه دمایی در یک دوره ۶۰ ساله پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فراوانی تابستان‌های گرم رو به افزایش است. آمنگوال و همکاران [۱۳] به پیش‌بینی امواج حرارتی با تأثیر زیاد بر سلامت انسان در تابستان ۲۰۰۳ اروپا پرداختند. علیائی [۷] در زمینه امواج گرمایی با دیدگاهی آماری ویژگی‌های زمانی و مکانی این امواج را در ایران مطالعه کرد. براتی و موسوی [۲] درخصوص جابه‌جایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران به مطالعه پرداختند. حدادی [۳] به بررسی ویژگی‌های زمانی و مکانی وقوع امواج گرما در ایران پرداخته است. قویدل رحیمی [۸] به تحلیل هم‌دیدگی موج ابرگرم تابستان سال ۱۳۸۹ در ایران پرداخت و نتیجه گرفت که در آن زمان کل خاورمیانه تحت استیلای پرفشار جنب‌حاره‌ای بوده و از طرفی نیز یک پراتفاح بسته بر روی ایران مستقر بوده است. یزدان‌پناه و همکاران [۱۲] در بررسی امواج گرمایی حادث‌شده بر کرمانشاه از روش ناپارامتری من-کندال استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که روند افزایشی و معناداری در آزمون من-کندال وجود دارد. اسمعیل‌نژاد [۱] به شناسایی رفتار مکانی امواج گرمایی استان سیستان و بلوچستان با برنامه Hot Spot در محیط GIS پرداخت و نتیجه گرفت که در دشت سیستان، ناحیه سرباز و در جنوب و جنوب غرب استان امواج گرما دارای نظم مکانی است و از رخداد بالایی برخوردار است. محمدیاریان و همکاران [۱۰]، به پهنه‌بندی مخاطرات دمایی در شمال شرق ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که برخلاف پدیده موج گرمایی دو پدیده یخبندان و سوزباد از فراوانی بیشتری برخوردار بوده است.

مجرد و همکاران [۱۱]، به تحلیل آماری - هم‌دیدگی امواج گرمایی بالای ۴۰ درجه سلسیوس در غرب ایران پرداختند و نتیجه گرفتند که پراتفاح آזור و پرفشار عربستان سبب ایجاد امواج گرمایی در منطقه بوده و زمان آغاز آن از مرداد است.

روش تحقیق و تحلیل

در این پژوهش از دو نوع داده استفاده شده است: داده‌های سطح زمین و داده‌های جو بالا. داده‌های سطح زمین شامل دمای حداکثر روزانه و میانگین رطوبت نسبی است که برای پنج ماه گرم سال (اردیبهشت تا شهریور) ایستگاه‌های همدیدی هواشناسی در منطقه شمال غرب ایران برای ۲۳ سال آماری (۱۳۹۲-۱۳۷۰) از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. بر این اساس ۲۲ ایستگاه که داده‌های کامل‌تری داشتند انتخاب شدند. سپس از شاخص گرمایی تأییدشده توسط مرکز ملی داده‌های آب‌وهوایی ایالات متحده برای تعیین آستانه گرمایی استفاده شد (رابطه‌های ۱ و ۲).

رابطه ۱:

محاسبه این شاخص گرمایی از پایش نتایج رگرسیون چندگانه که توسط Lans P. Rothfus پس از تجزیه و تحلیل و شرح سازمان خدمات ملی آب‌وهوای (NWS) در سال ۱۹۹۰ پیشنهاد شده است به دست آمده است. در معادله رگرسیونی Rothfus:

$$HI = -42,379 + 2,049901523 \times T + 10,14333127 \times RH - 0,022475541 \times T \times RH - 0,00683783 \times T \times T - 0,05481717 \times RH \times RH + 0,0122874 \times T \times T \times RH + 0,00085282 \times T \times RH \times RH - 0,00000199 \times T \times T \times RH \times RH$$

اگر مقدار به دست آمده از HI (رطوبت نسبی و دما) زیر ۸۰ درجه فارنهایت باشد معادله رگرسیونی Rothfus مناسب نیست برای اصلاحیه باید از شاخص گرمایی (رابطه ۲) استفاده کرد. شاخص گرمایی به دست آمده برای ایستگاه‌ها کمتر از ۸۰ درجه فارنهایت به دست آمد، از این رو برای اصلاح از شاخص گرمایی (رابطه ۲) استفاده شد.

رابطه ۲:

این شاخص گرمایی فرمول ساده‌ای است که برای محاسبه ارزش سازگاری با نتایج استدمن اعمال می‌شود:

$$HI = 0.5 \times \{T + 61/0 + [(T - 68/0) \times 1/2] + (RH \times 0.94)\}$$

در رابطه بالا، T دمای محیط بر حسب فارنهایت و RH رطوبت نسبی بر حسب درصد است. براساس نتایج محاسبات شاخص گرمایی و طبقه‌بندی سطح شدت خطرهای انسانی براساس جدول ۱، سه سطح مربوط به طبقه‌بندی امواج گرمایی بسیار شدید، شدید و متوسط به دلیل تأثیر زیاد بر مخاطرات انسانی، برای ایستگاه‌های منتخب منطقه تحقیق بعد از بررسی فراوانی وقوع آنها با استفاده از نقشه‌های همدیدی مطالعه شد.

جدول ۱. طبقه‌بندی امواج گرمایی براساس شدت و خطرهای انسانی توسط سازمان ملی خدمات آب‌وهوایی ایالات متحده [۱۶]

طبقه‌بندی امواج گرما	خطرهای انسانی	شاخص گرمایی	سطح شدت
خیلی خطرناک	سکته در اثر گرما و گرم‌زدگی گرم‌زدگی، گرفتگی عضلانی	۱۳۰ درجه فارنهایت یا بالاتر (۵۴ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر)	بسیار شدید
خطرناک	(گرم‌زدگی در اثر قرار گرفتن در معرض طولانی‌مدت آفتاب یا فعالیت بدنی باشد) گرم‌زدگی، گرفتگی عضلانی	۱۲۹-۱۰۵ درجه فارنهایت (۵۴-۴۱ درجه سانتی‌گراد)	شدید
احتیاط بالا	(گرم‌زدگی ممکن است در اثر قرار گرفتن در معرض طولانی‌مدت آفتاب یا فعالیت بدنی باشد)	۱۰۵-۹۰ درجه فارنهایت (۴۱-۳۲ درجه سانتی‌گراد)	متوسط
احتیاط	تمرین یا ورزش بیش از حد معمول	۹۰-۸۰ درجه فارنهایت (۳۲-۲۷ درجه سانتی‌گراد)	کم
این سطح براساس تأییدیه سرویس ملی آب‌وهوای ایالات متحده هیچ خطری ندارد. بدون خطر			

برای متغیرهای جو بالا داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل متر و داده‌های فشار سطح دریا و همچنین نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) برای نقشه‌های شار رطوبتی از پایگاه داده NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده آمریکا به صورت رقومی و با دقت مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه در محدوده ۰ تا ۸۰ درجه شمالی و ۰ تا ۱۰۰ درجه شرقی انتخاب و برداشت شد. زمان اجرای تحلیل‌های هم‌دیدگی مقارن با ساعت ۱۲ زولو به وقت گرینویچ که برابر است با ۱۵:۳۰ به وقت محلی (مقارن با گرم‌ترین موقع روز) انتخاب شد. زمان تحلیل‌های هم‌دیدگی نقشه‌های شار رطوبتی ۰۰:۰۰ زولو به وقت گرینویچ که برابر با ۳:۳۰ به وقت محلی است انتخاب شد، چراکه رطوبت هوا در این ساعت بیشترین مقدار را دارد. نوع روش تحلیل هم‌دیدگی به کار گرفته شده در این پژوهش محیطی به گردشی است.

برای استخراج روزهای موج گرمایی فراگیر در شمال غرب دو شرط به صورت زیر در نظر گرفته شد:

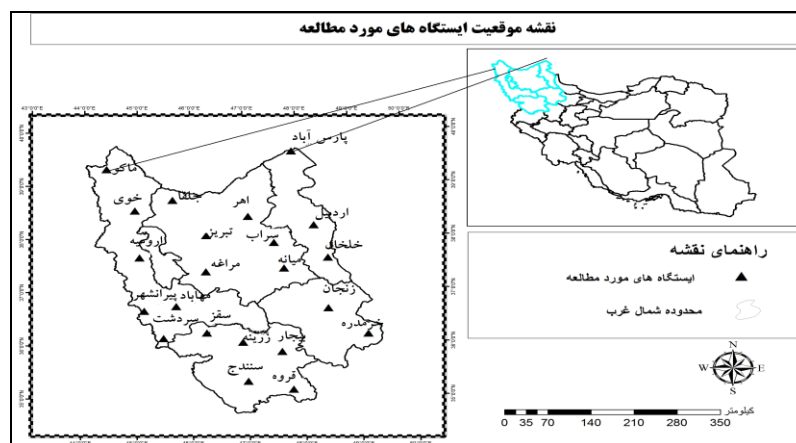
۱. برای انتخاب روز همراه با موج گرمایی باید دست کم ۵۰ درصد از ایستگاه‌ها موج گرمایی متوسط به بالا را گزارش دهند و از میان آنها دست کم باید دو ایستگاه موج گرمایی شدید یا یک ایستگاه موج گرمایی بسیار شدید را نشان می‌دادند.

۲. شرط دیگر آن بود که اگر بیش از ۷۰ درصد از ایستگاه‌ها موج گرمایی متوسط به بالا را نشان دهند و در میان آنها یک ایستگاه نیز موج شدید را نشان دهد، آن روز نیز به‌عنوان موج گرمایی انتخاب می‌شود. با این شروط ۵۷۷ روز استخراج شد. سپس برای استخراج الگوی همدید این ۵۷۷ روز، ارتفاع ژئوپتانسیل متر از ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ گرینویچ هر کدام از این روزها با استفاده از روش خوشه‌بندی با شگرد وارد به دو خوشه تقسیم شدند. سرانجام با اعمال همبستگی درون‌گروهی بین هر یک از خوشه‌ها یک روز نماینده که دارای بیشترین همبستگی با سایر روزهای داخل خوشه بود، به‌عنوان روز نماینده آن خوشه در نظر گرفته شد که نقشه‌های فشار آن برای تعیین الگوی موج گرمایی تحلیل می‌شود. روزهای نماینده هر یک از خوشه‌های امواج گرمایی در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

شمال غرب ایران در محدوده ۴۴° ۰۰' تا ۴۹° ۳۰' طول شرقی و ۳۴° ۴۰' و ۳۹° ۴۷' عرض شمالی واقع شده که در این پژوهش شامل پنج استان منتخب آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان، کردستان و اردبیل است. موقعیت مناطق و ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۲. خوشه‌های مورد تحلیل همدید

روز	ماه	سال	خوشه
۱۴	۵	۱۳۷۴	۱
۱۷	۴	۱۳۹۰	۲



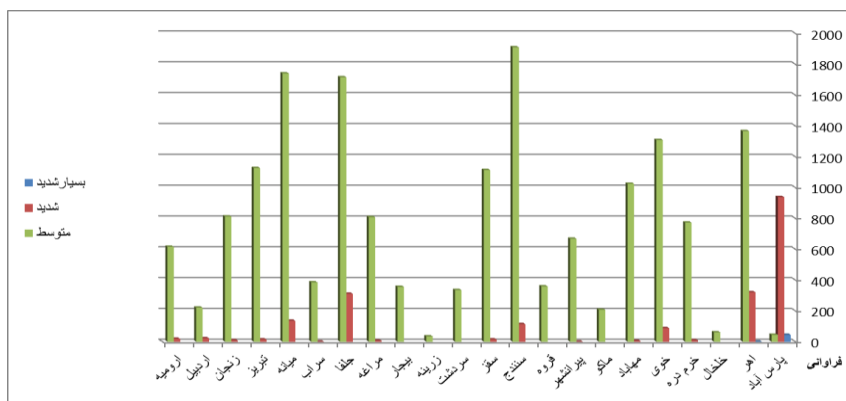
شکل ۱. موقعیت مناطق و ایستگاه‌های مورد مطالعه در شمال غرب ایران

بحث

جدول ۳ فراوانی وقوع امواج گرمایی ایستگاه‌ها را در سه سطح بسیار شدید، شدید و متوسط نشان می‌دهد و شکل ۲ نیز هیستوگرام جدول ۳ است.

جدول ۳. فراوانی وقوع امواج گرمایی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

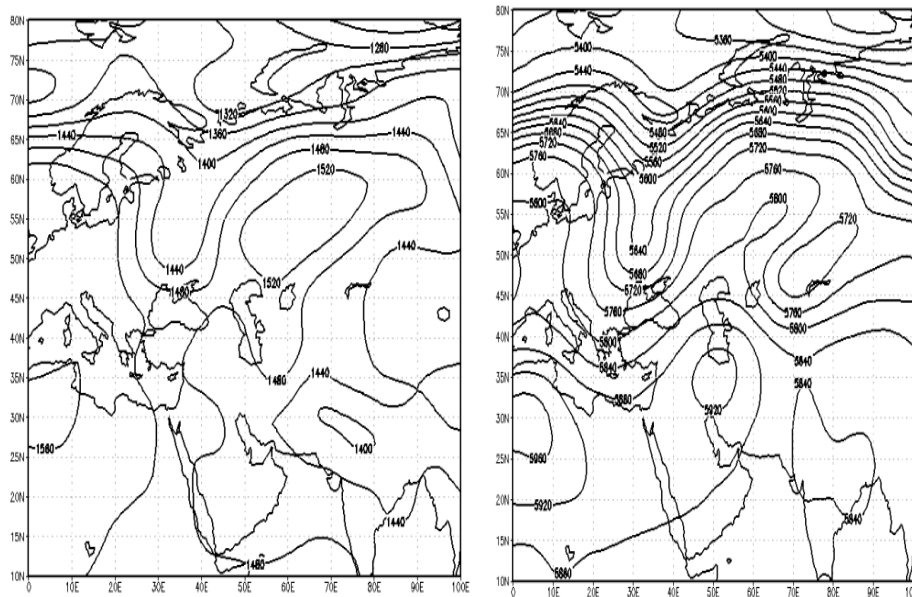
نام ایستگاه‌ها	بسیار شدید	شدید	متوسط	نام ایستگاه‌ها	بسیار شدید	شدید	متوسط
پارس آباد	۴۵	۹۳۸	۴۵	سردشت			۳۳۵
اهر	۱	۳۲۱	۱۳۶۶	زرینه			۳۵
خلخال			۶۱	بیجار			۳۵۶
خرم‌دره		۱۰	۷۷۳	مراغه	۷		۸۰۸
خوی		۸۸	۱۳۰۹	جلفا	۳۱۱		۱۷۱۶
مهاباد		۶	۱۰۲۵	سراب	۱		۳۸۵
ماکو			۲۰۷	میانه	۱۳۶		۱۷۴۱
پیرانشهر		۱	۶۶۸	تبریز	۱۵		۱۱۲۷
قروه			۳۵۹	زنجان	۹		۸۱۳
سنندج		۱۱۴	۱۹۱۰	اردبیل	۲۳		۲۲۱
سقز		۱۵	۱۱۱۴	ارومیه	۱۹		۶۱۶



شکل ۲. هیستوگرام طبقه‌بندی به‌دست‌آمده از فراوانی وقوع امواج گرمایی ایستگاه‌های جدول ۳

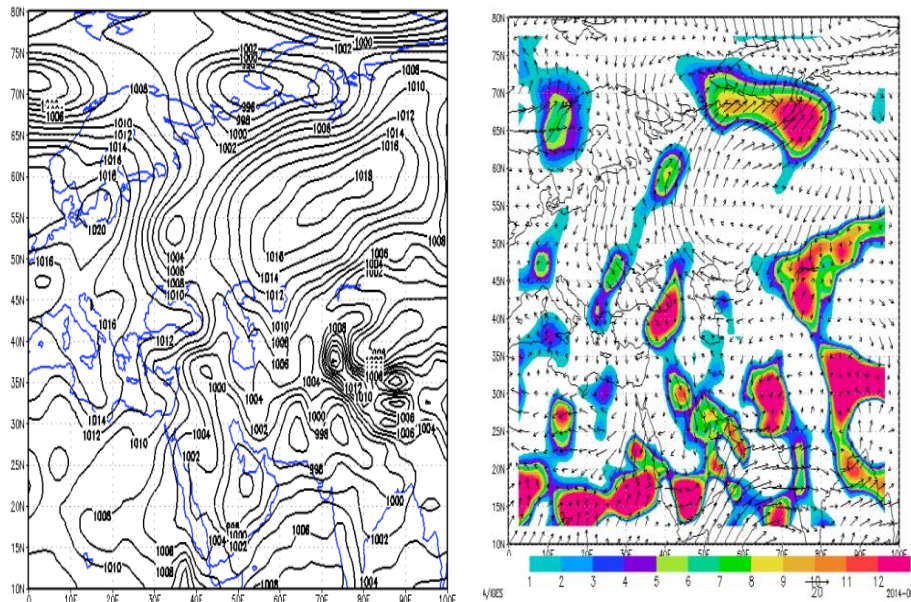
در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، فقط ایستگاه پارس‌آباد ۴۵ و اهر ۱ موج گرمای بسیار شدید دارند. در سطح شدید ایستگاه‌های پارس‌آباد، اهر، خرم‌دره، خوی، پیرانشهر، مهاباد، سنندج، سقز، مراغه، جلفا، سراب، میانه، تبریز، زنجان، ارومیه و اردبیل قرار دارند. سطح متوسط همه ایستگاه‌ها را شامل می‌شود. در این پژوهش تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به سبب داشتن نقش تعیین‌کننده جریان‌های این تراز جوی به عنوان لایه میانی جو در آرایش فشار سطحی و از دیگر سو به سبب نقش تعیین‌کننده الگوهای جریان‌های جوی این تراز در تغییرات نهاده‌های اصلی آب و هوایی (دما و بارش) انتخاب شد. نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکال (hp) نیز در روزهای وقوع امواج گرمایی به منظور بررسی بیشتر تحلیل شد. همچنین از نقشه‌های مربوط به شار رطوبت در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال، به سبب بیشتر بودن رطوبت در ترازهای پایینی استفاده شد. در شاخص مورد استفاده با توجه به اهمیت رطوبت بررسی این نقشه‌ها وجود رطوبت در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال در روزهای وقوع امواج گرمایی قابل تشخیص شد.

تحلیل همدید الگوی گردشی خوشه اول:



شکل ۴. نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

شکل ۳. نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۵. نقشه‌ی شار رطوبتی تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال

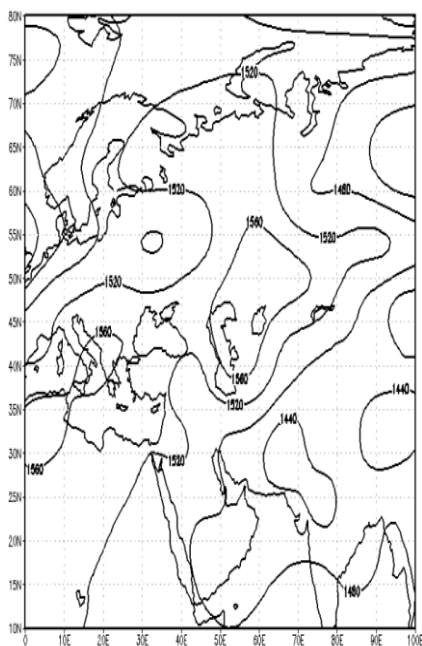
شکل ۶. نقشه‌ی سطح زمین

در نقشه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۳) تاریخ ۱۳۷۴/۵/۱۴ مشاهده می‌شود پراترفاعی که با کنتور ۵۹۲۰ ژئوپتانسیل متر بر روی ایران بسته شده در حال پیشروی به سمت شمال کشور است که مرکز آن در جنوب خزر قرار گرفته است. این پراترفاع روی دریای خزر به صورت پشته قرار گرفته که انتقال هوای گرم را به منطقه نشان می‌دهد. این پراترفاع، پرفشار جنب‌حاره‌ای آזור است که در فصل تابستان به صورت زبانه‌ای از طریق دریای مدیترانه بر بالای خاورمیانه از جمله ایران کشیده می‌شود و از هرگونه ناپایداری جلوگیری می‌کند و در دوره‌ی گرم سال بر اثر فرونشینی مداوم هوا در جنوب و زیر رودباد جنب‌حاره‌ای تشکیل می‌شود. پرفشاری که آب‌وهوای ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد بر روی مجمع‌الجزایر آזור (واقع در اقیانوس اطلس) مستقر بوده و در فصل تابستان به صورت زبانه‌ای از طریق دریای مدیترانه بر بالای خاورمیانه از جمله ایران کشیده می‌شود و از هرگونه ناپایداری جلوگیری می‌کند. نقشه‌ی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۴) تاریخ ۱۳۷۴/۵/۱۴ نشان می‌دهد زبانه‌ی مرکز کم‌فشاری که با کنتور ۱۴۰۰ ژئوپتانسیل متر روی ایران بسته شده، با کنتور ۱۴۸۰ ژئوپتانسیل متر تا شمال غرب کشور (منطقه‌ی آذربایجان) کشیده شده است. این کم‌فشار، کم‌فشار حرارتی موسمی است و

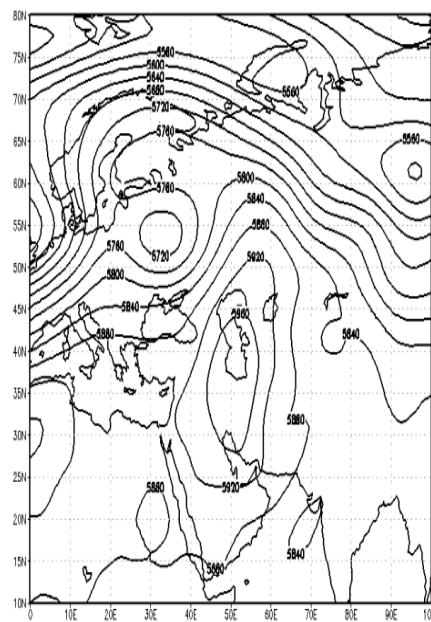
عامل ایجاد آن گرمایش شدید سطح زمین در اثر جابه‌جایی منطقه همگرایی حاره‌ای به نیمکره شمالی طی ماه‌های گرم است [۵]. در نقشه سطح زمین (شکل ۶) تاریخ ۱۳۷۴/۵/۱۴ زبانه کم‌فشاری با خط هم‌فشار ۱۰۰۰ هکتوپاسکال از خلیج فارس تا شمال غرب ایران کشیده شده است. این کم‌فشار، کم‌فشار عربستان است که موجب فرونشینی هوای گرم و گرمایش بیش از حد سطح زمین در شمال غرب شده است.

تحلیل نقشه شار رطوبتی تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال (شکل ۵) تاریخ ۱۳۷۴/۵/۱۴ نشان می‌دهد که هسته بیشینه رطوبتی با مقدار ۸ گرم بر کیلوگرم روی دریای خزر قرار گرفته که زبانه آن با مقدار ۳ گرم بر کیلوگرم بر روی مناطق جنوبی منطقه شمال غرب کشیده شده است. سرعت باد ۲۰-۱۵ متر بر ثانیه است.

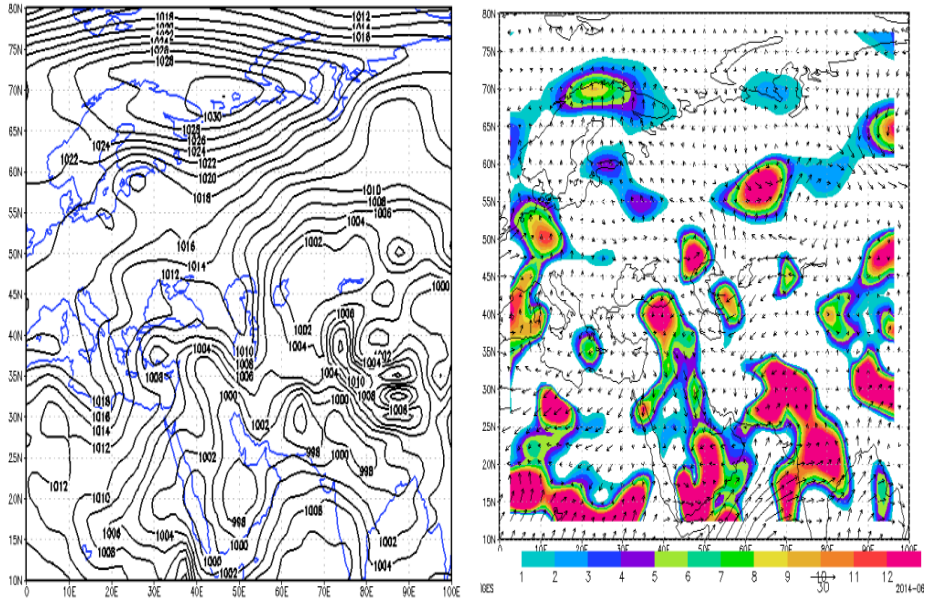
تحلیل همدید الگوی گردشی خوشه دوم:



شکل ۸. نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال



شکل ۷. نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۹. نقشه شار رطوبتی تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال

شکل ۱۰. نقشه سطح زمین

بررسی نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۷ نشان می‌دهد پرارتفاهی که روی ایران بسته شده سبب استقرار هوای گرم شده که زبانه آن در شمال غرب نیز دیده می‌شود و انتقال هوای گرم را به منطقه موجب شده است. این پرارتفاح، پرفشار جنب حاره آזור است. نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۸) تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۷ نشان می‌دهد که مرکز کم‌فشاری با کنتور ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل‌متر بر جنوب شرق ایران بسته شده و پشته آن با کنتور ۱۵۲۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی شمال غرب کشور (منطقه آذربایجان) کشیده شده است. در نقشه سطح زمین (شکل ۱۰) تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۷ زبانه کم‌فشاری از خلیج فارس تا شمال غرب ایران کشیده شده است. مرکز این کم‌فشار بر روی شبه‌جزیره عربستان و جنوب خلیج فارس قرار گرفته است. این کم‌فشار در فصل گرم ظاهر شده و گسترش آن به داخل ایران موجب حاکمیت هوای گرم و سوزان می‌شود. تحلیل نقشه شار رطوبتی تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال (شکل ۹) تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۷ نشان می‌دهد که هسته بیشینه روی شمال غرب به مقدار ۸ گرم بر کیلوگرم قرار دارد که به‌نظر می‌رسد حرکت چرخندی روی دریای مدیترانه و واچرخندی دریای خزر سبب شار رطوبت به شمال غرب کشور شده است. سرعت باد ۲۵-۳۰ متر بر ثانیه است.

نتیجه‌گیری

موج گرمایی سبب خسارت‌های زیادی از جمله آتش‌سوزی جنگل‌ها، گرم‌زدگی و آسیب به سلامت انسان‌ها، ذوب شدن برف‌ها در ارتفاعات، آسیب رساندن به محصولات کشاورزی، افزایش مصرف آب، تبخیر- تعرق، خشکسالی و ... می‌شود که روی سرزمین‌های پست، هموار و دشت‌ها هم از لحاظ شدت و هم از لحاظ دوام و فراوانی، امواج گرمایی روند رو به افزایشی را نشان می‌دهند [۴]. در پژوهش حاضر به شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل هم‌دید امواج گرمایی رخ داده در شمال غرب ایران به منظور بررسی سامانه‌های هم‌دید مؤثر در وقوع این امواج به دلیل خطرهای محیطی و انسانی آنها پرداخته شد. ارتباط بین وقوع امواج گرمایی منطقه شمال غرب ایران با وضعیت هم‌دید جو نشان داد که الگوی غالب در هر دو خوشه از روزهای نماینده امواج گرمایی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال پرفشار جنب‌حاره‌ای آזור بوده است که در فصل تابستان به صورت زبانه‌ای از طریق دریای مدیترانه بر بالای خاورمیانه از جمله ایران کشیده می‌شود و از هرگونه ناپایداری جلوگیری می‌کند. این عامل سبب شکل‌گیری آسمان صاف و افزایش درجه حرارت در منطقه شمال غرب ایران شده است.

در نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکال کم‌فشار پاکستان و در نقشه‌های سطح زمین کم‌فشار عربستان حاکم بوده و سبب حاکمیت امواج گرمایی بسیار شدید و شدید در منطقه شمال غرب ایران شده است. کم‌فشار عربستان غالب‌ترین الگوی موجد دماهای حدی گرم در منطقه تحقیق است. در نقشه شار رطوبتی سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال حرکت و اچرخندی روی دریای خزر و نیز حرکت چرخندی دریای مدیترانه بیشترین تأثیر را در شار رطوبتی به منطقه شمال غرب ایران دارا بودند. منبع تأمین رطوبت به‌طور کلی دریاهای مدیترانه و خزر بوده است. در کلیه نقشه‌های شار رطوبتی، رطوبت در زمان وقوع امواج گرمایی روی منطقه شمال غرب وجود داشته و سبب تشدید مخاطرات امواج گرمایی به‌لحاظ مخاطرات انسانی شده است؛ چراکه در روزهایی که هوا مه‌آلود و شرجی است، رطوبت نسبی بسیار زیاد است و تبخیر در چنین هوایی که به‌نسبت اشباع است به‌کندی صورت می‌گیرد. هرچه رطوبت هوا زیادتر شود درجه حرارت کمتری قابل تحمل خواهد بود در چنین شرایطی دمای بدن افزایش می‌یابد و انسان دچار عوارض جدی مثل سکته قلبی، گرم‌زدگی، گرفتگی عضلانی و ... می‌شود [۶]. نتایج فراوانی وقوع امواج گرمایی نشان داد که در بین ایستگاه‌ها، پارس‌آباد و اهر به‌لحاظ مخاطرات انسانی در سطح بسیار شدید قرار گرفته‌اند. آسیب‌های انسانی این سطح سکته در اثر گرما و گرم‌زدگی است، ایستگاه‌های جلفا، میانه، سنندج، خوی، اردبیل، تبریز، زنجان، سقز، مهاباد، ارومیه، خرم‌دره، سراب، پیرانشهر و مراغه در سطح شدید قرار گرفته‌اند؛

آسیب‌های انسانی این سطح گرم‌زدگی و گرفتگی عضلانی است. این ایستگاه‌ها در معرض آسیب‌های جدی در زمان وقوع امواج گرمایی‌اند.

منابع

- [۱]. اسمعیل‌نژاد، مرتضی (۱۳۹۲). شناسایی رفتار مکانی امواج گرمایی سیستان و بلوچستان با برنامه Hot Spot در محیط GIS. پوستر نخستین کنفرانس ملی آب‌وهواشناسی ایران، اردیبهشت ۱۳۹۲.
- [۲]. براتی، غلامرضا؛ موسوی، سید شفیق، (۱۳۸۴). جا به جایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران. مجله جغرافیا و توسعه، سال سوم، شماره ۵: ۴۱-۵۲.
- [۳]. حدادی، حسین (۱۳۸۸). تحلیل زمانی و مکانی امواج گرما در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۴]. دارند، محمد (۱۳۹۳). شناسایی و تحلیل زمانی - مکانی امواج گرمایی ایران‌زمین. جغرافیا و توسعه، شماره ۳۵، تابستان ۱۳۹۳: ۱۸۰-۱۶۷.
- [۵]. سلیقه، محمد (۱۳۸۲). مدل‌سازی اثرهای آب‌وهوایی کم‌فشارهای حرارتی در منطقه جنب حاره. تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۸: ۷۴-۹۰.
- [۶]. علیزاده، امین، (۱۳۹۱). اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضای مشهد، ویرایش ششم، چاپ ۳۴.
- [۷]. علیائی، سیدحسین (۱۳۸۲). مطالعه امواج گرمایی شدید در جنوب ایران. مجموعه گزارشات معاونت پژوهشی سازمان هواشناسی کشور: ۴۵-۱۵۶.
- [۸]. قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۰). شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل سینوپتیک موج ابرگرم تابستان ۱۳۸۹ در ایران. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال اول، شماره ۳، بهار ۱۳۹۰: ۸۵-۱۰۰.
- [۹]. کاویانی، محمدرضا؛ علیجانی، بهلول (۱۳۹۰). مبانی آب‌وهواشناسی. چاپ سیزدهم، تهران: انتشارات سمت.
- [۱۰]. محمدیاریان، محترم؛ مفیدی، عباس؛ حسین زاده، سیدرضا (۱۳۹۲). پهنه‌بندی مخاطرات دمایی در شمال شرق ایران. نخستین کنفرانس ملی آب‌وهواشناسی ایران. دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان: ۳۱ اردیبهشت و ۱ خرداد ۱۳۹۲.

- [۱۱]. مجرد، فیروز؛ معصوم پور، جعفر؛ رستمی، طیبه (۱۳۹۴). تحلیل آماری - همیدی امواج گرمایی بالای ۴۰ درجه سلسیوس در غرب ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۳، بهار ۹۴: ۵۷ - ۴۱.
- [۱۲]. یزدان پناه، حجت‌الله؛ مینو، نساء؛ احمدیان، سپندار؛ فدایی، سید پیام (۱۳۹۱). بررسی امواج گرمایی حادث شده در کرمانشاه. همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت، چالش‌ها و رهیافت‌ها، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۳۰ و ۳۱ فروردین ۱۳۹۱.
- [13]. Amengual;A, Homar;V, Romero;R, Brooks; H.E, Ramis;C, Gordaliza;M, Alonso;S (2014). Projections of heat waves with high impact on human health in Europe. *Global and Planetary Change*, Vol 119, August 2014, pp, 71–84, 0921-8181.
- [14]. Beniston, Martin; Stephenson, David B; Christensen, Ole B; Ferro, A.T; Frei, christoph; Goyette, stephane; Halsnaes, Kirsten; Holt, Tom; jyiha, kirsti; koffi, Brigitty; palutikof, jean; Scholl, Rigina; Semmler, Tido; Woth, Katja, (2007). Future extreme events in European climate. an exploration of regional climate model projections, *Climatechange* No,81, pp,71- 95, DOI 10.1007/s 10584-006-9226-z.
- [15]. Chen, Fan; Konrad II, Charles E, (2006). A Synoptic climatology of summertime heat and humidity in the Piedmont region of North Carolina. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Volume .45, pp, 674- 685.
- [16]. El Morjani, Zine El Abidine; Idbraim, Soufiane (2011). Heat wave hazard modelling, Methodology document for the WHO e-atlas of disaster risk. Volume 1, Exposure to natural hazards Version 2.0 Taroudant poly-disciplinary faculty of the Ibn Zohr University of Agadir, Morocco January 2011, No. 1, pp, 1-86.
- [17]. Feudale, L; Shukla, J; (2011). Influence of sea surface temperature on the European heat wave of 2003 summer. Part I: an observational study, *Climate Dynamics*, in press, DOI 10.1007/s00382-010-0788-0.
- [18]. Johnson, Daniel. P; Webber, J. Jeremy; Urs, Kavya; Beerval, Ravichandra; Vijay, Lulla ; stanforth, Austin C (2013); Spatiotemporal variations in heat relate health risk in three Midwestern US cities between 1990 and 2010. DOI: 10.1080/10106049.2013.799718, 23 Apr 2013.
- [19]. Kotlyakov, V M; Komarova, A I, (2007), Elsevier's Dictionary of Geography. Elsevier, ISBN: 9780080488783 0080488781.
- [20]. Koppe, Christina; Kovats, Sari; Jendritzky, Gerd and Mennen (2004). *Health and Global Environmental Change* Bettina. publication, WHO, Regional office for Europe scherfigsvej 8, DK 2004 Copenhagen, Denmark's, No. 6, pp, 592 – 599.
- [21]. Martin vide, Javier; Gomez, Lidia (1998). Regionalization of peninsular Spain based on the length of dry spells. *International Journal of climatology*, No 19, pp, 537-555, DoI: 0899-8418/99/050537.

-
- [22]. Robine, Jean; Marie, SiuLan K. Cheung; Sophie Le Roy, Herman Van Oyen, Clare Griffiths, Jean-Pierre Michel, François Herrmann, Richard (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*, Volume 331, No.2, pp.171–178, DoI:10.1016/j.crv.2007.12.001.
- [23]. Twardosz, Robert; Kossowska-Cezak, Urszula (2013). Exceptionally Hot Summers in Central and Eastern Europe (1951–2010). *Theor. Appl. Climatol*, Volume, 112, No: 3, pp, 617–628, DOI: 10.1007/s00704-012-0757-0.
- [24]. Unkašević, Miroslava; Tošić, Ivana (2009). An analysis of heatwaves in Serbia. *Global and Planetary Change*, Volum,65,pp, 17–26, No.1, DoI: 10.1016/j.gloplacha.2008.10.009.