نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۱، بهار۱۳۹۶

صفحات ۳۲- ۱۷

تحلیل فضایی امواج گرمایی ایران

الهه اعتمادیان، کارشناسی ارشد آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

رضا دوستان[1]، استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۲۶ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

مخاطرات آب و هوایی از جمله رخداده های آب و هوای کره زمین می باشند، یکی از این پدیده ها، وقوع موج گرما است. برای تعیین الگوی مکانی امواج گرمایی ایران، دمای حداکثر روزانه ۴۹ ایستگاه سینوپتیک در دوره ۲۰۱۰-۱۹۸۰ استفاده گردید. با استفاده از شاخص صدک۹۵ ام، آستانه های دمایی ماهانه، تعیین، و تداوم سه روز و بیشتر درهر ماه میلادی از ایستگاه، موج گرما تعریف شد. آستانه دمایی متفاوت ماهانه و ایستگاه، منجر به شناسایی موج گرما برای کل ایران گردید. بیشینه آستانه دما در نیمه جنوبی و کمینه در نیمه شمالی و نقش ارتفاعات چشمگیر است، اما بیش‌ترین امواج گرمایی ایران در نیمه غربی و به سمت شرق کاهش دارند. از منطقه کوهپایه داخلی ایران به سمت شمال و جنوب کشور (سواحل)و مناطق مرکزی، این پدیده اقلیمی کاهش دارد. سری‌های زمانی نشان می‌دهد، مجموع فراوانی دهه‌ای امواج گرما در تمام ماه‌ها روند افزایشی داشته است، با این تفاوت که ماه‌های دوره سرد سال روند افزایشی معنادارتری و دوره گرم سال معناداری کمتری دارند. فلات ایران طی دهه ۲۰۰۰ بیش‌ترین فراوانی امواج گرما را نسبت به دو دهه دیگر تجربه کرده است.

واژگان کلیدی: امواج گرمایی، تحلیل فضایی، صدک ۹۵ ام، ایران.

[1]- نویسنده مسئول: Email: doostan@um.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

مقدمه

دما یکی از مهم ترین عناصر آب و هواشناسی است و افزایش دما در قالب امواج گرما، زندگی انسان از جمله معماری، آسایش، حمل و نقل، کشاورزی و صنعت را تحت تأثیر قرار میدهد(مجرد و همکاران، ۱۳۹۴). پدیده‌های حدی اقلیمی ازقبیل، بارش شدید (سیل‌ها)، بادهای تند (طوفان)، دماهای بالا(امواج گرمایی)و غیره به سبب ندرت در وقوع و عدم سازگاری جوامع بشری و اکوسیستم با آن‌ها، خسارات زیادی را موجب می شوند (Diaz and Murnane,۲۰۰۸). امروزه یکی از مهمترین نگرانی‌ها از مخاطرات محیطی، رخداد شرایط حدی طولانی مدت و پرتداوم با دوره‌های بارشی کم و حداکثر دما، که به طور گسترده بر جوامع انسانی تاثیرگذار است(اسمعیل‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). امواج گرمایی از تظاهرات اصلی تغییرات اقلیمی، به لحاظ فراوانی وقوع و صدمات جانی و مالی، بسیار حائز اهمیت می باشند (Haddow et al,۲۰۰۸). امروزه به دو دلیل پدیده موج گرما مورد توجه پژوهشگران حوادث فرین قرار دارد، یکی به دلیل اثرات منفی بر انسان(Changnon et al,۱۹۹٦)و دیگری، افزایش وقوع، طول مدت و شدت این پدیده است(علیجانی، ۱۳۹۲). فراوانی وقوع امواج گرما در سا لهای اخیر، یکی از نمودهای نوسانات اقلیمی و فرین‌های جوی است(Matthies et al,۲۰۰۸)،که منجر به خسارت‌های فراوان مالی و افزایش مرگ و میر میشوند. دماهای بسیار گرم و یا بسیار سرد به عنوان عامل خطر یا بحران برای انسان تعریف شده‌اند. همه ساله افراد بیشتری به جهت گسترش و وقوع موج‌های گرما و یا بوران‌های سرمایی هلاک میشوند (علیجانی، ۲۰۰۸). از موج‌های گرمایی تعریف عمومی و روشنی وجود ندارد(Robinson,۲۰۰۱)، از منظر آماری امواج گرمایی به نوسانات مثبت یا فرین‌های بالای میانگین دمای حداکثر روزانه، که طی روزها یا هفته‌ها و ماه‌های متوالی در فضاهای جغرافیایی خاص استمرار دارند، گفته می شود. با توجه به تعاریف موجود، دو بعد زمانی و فضایی در وقوع یا عدم وقوع موج گرما اهمیت دارد (Smith,۲۰۱۳). بعد فضایی با تعیین آستانه دمایی در هر مکان مرتبط است. آستانه وقوع موج گرما در انگلستان، دمای ۲۷ درجه سلسیوس، ولی این آستانه دمایی در ایران، بیشتر است. بعد زمانی هم با تعداد روزهای تداوم موج گرما مرتبط است. در این رابطه هر دمایی بالاتر از یک آستانه مشخص، به صور منفرد و یک روزه موج گرما نیست، بلکه موج گرما با استمرار زمانی همراه است (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰). نخستین گام در جهت کنترل یا حداقل کاهش آسیب‌های ناشی از این دسته از امواج گرمایی، تعریف، شناخت و شناسایی آنها با روش‌های علمی و مطالعه سامانه‌های همدیدی ایجادکننده آنها، کشف راه‌هایی برای کاهش اثرات زیان بار امواج گرمایی بر روی سلامت عمومی و همچنین شناسایی مناطق آسیب پذیر در ارتباط با امواج گرمایی می باشند (Kovats and Hajat,۲۰۰۸). انتخاب شاخص‌های مناسب برای بررسی وقایع فرین در رابطه با تغییرات اقلیمی از موارد بسیار مهمی است، که باید مورد توجه محققان قرار گیرد. این شاخص‌ها باید مشخص و دقیق بوده و از داده‌های درازمدت و همگن به‌دست آیند (شیرمحمدی، ۱۳۹۱). موقعیت مکانی ایران به گونه‌ای است، که در محل تلاقی و حاکمیت سامانه‌های بسیار متفاوتی با منشأ حاره، برون‌حاره و جنب حاره‌ای قرار دارد (اسدی، ۱۳۹۳). این موقعیت جغرافیایی، دو پیامد مهم برای کشور ایران به دنبال دارد، نخست،کاهش بارش دریافتی به سبب حاکمیت پرفشار جنب حاره و پایداری جو در بخشی از سال، و اقلیم نسبتاً گرم در ایران است.،که البته، پیچیدگی ناهمواری ایران تفاوت دمایی بین بخش های مختلف کشور را موجب می شود(علیجانی، ۱۳۸۵). مطالعه امواج گرمایی، به ویژه برای مناطقی که به رویدادهای اقلیمی حساسند، امری بسیار ضروری و مهم است. بررسی این مخاطره اقلیمی در ایران، به جهت کمبود نسبی بارش،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

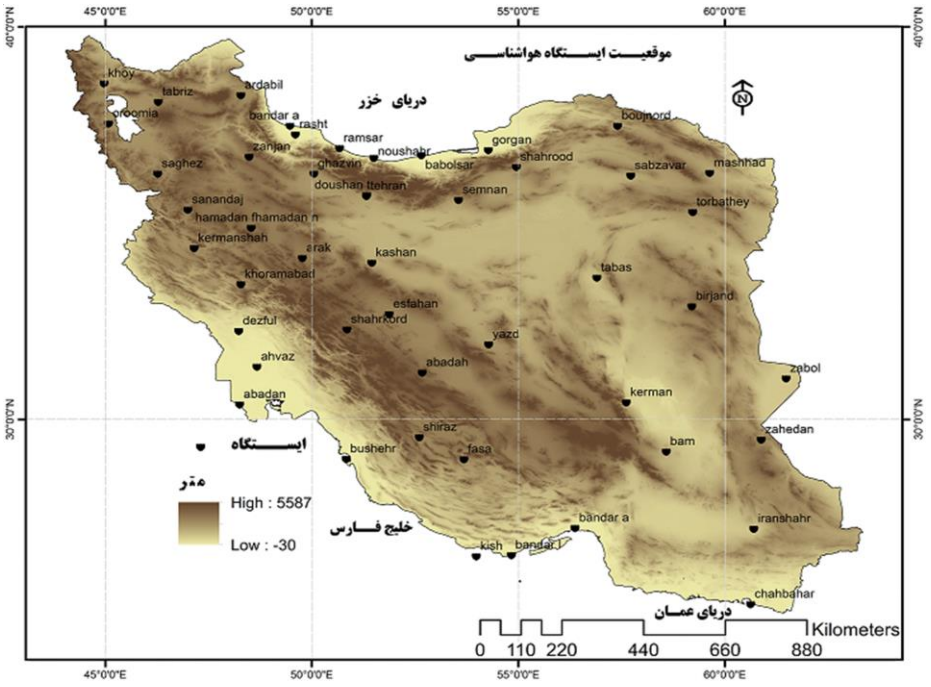
وابستگی فراوان منابع تأمین آب شیرین به ذخایر برف و ماندگاری زمستانی آنها، ضروری است (براتی، ۱۳۸۴). منتون و همکاران (۲۰۰۱)، با بررسی فراوانی دمای بیشینه و کمینه بالاتر از صدک ۹۹ در منطقه جنوب‌شرق آسیا، افزایش فراوانی روزهای داغ و شب های گرم را اثبات کردند. بررسی‌های دگاتانو و آلن (۲۰۰۲)، بر روی صدک ۹۰ ، ۹۵ ، ۹۹ دماهای کمینه و بیشینه روزانه به عنوان نمایه‌های فرین، نشان داد، تغییرات این نمایه‌ها در سراسر ایالات متحده ، به شدت تحت تأثیر توسعهٔ شهرنشینی می باشد. بررسی موج‌های گرم و روزهای گرم شمال مکزیک نشان داد، بیشینه‌های تابستانی از ۱۹۵۱ تا میانه ۱۹۸۰، دوره‌های گرمایشی و سرمایشی را تجربه کرده و بعد از این دوره، روند افزایشی دارند(Cueto et al, ۲۰۱۰). زانک و همکاران(۲۰۰۸)، مقادیر بالاتر از ۹۰ درصد دماهای فرین را به عنوان آستانه‌ی تفکیک بیشینه دماهای فرین در نظر گرفته و نشان داد، دماهای فرین در قسمتهای غربی و شمالی حوضه‌ی رودخانه‌ی زرد، روند افزایشی معنی‌داری داشته و در بیشتر ایستگاه‌های مرکزی و پایین دست حوضه، معنی‌دار مشاهده نشد. یونکاشویچ و توشیچ(۲۰۰۹) با استفاده از روش های زمین آماری، امواج گرمایی صربستان را بررسی و نشان داد، امواج گرمای تابستان ۱۹۵۲ با تداوم ۱۶ روز در شهر سمودروسکا و ۲۱ روز در شهر نیش و همچنین موج گرمای ۱۸ روزه ۱۹۹۴ در بلگراد، طولانی ترین امواج گرمایی صربستان می باشند. دینگ و همکاران (۲۰۱۰)، درمطالعه‌ای به بررسی روند تغییرات روزهای گرم و امواج گرمایی چین طی دوره ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۷ پرداختند. آنها دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد و مقادیر بالاتر از ۹۰ درصد دماهای حداکثر را به عنوان آستانه روزهای گرم قرار داده و نشان داد، که بعد از ۱۹۹۰، افزایش چشمگیری در روزهای گرم حادث گردید. دایکسایت و چن (۲۰۱۰)، دماهای فرین مناطق کشاورزی جنوب استرالیا (ویکتوریا)را ناحیه‌بندی کردند. نتایج آنها نشان داد، در سال ۲۰۰۳، حدود ۵۸درصد مناطق مورد مطالعه در معرض خطر دماهای فرین بالا و حدود ۷۳ درصد مناطق تحت تأثیر دماهای فرین پایین می باشند. در حالیکه در سال ۲۰۰۴، حدود ۴۶ درصد مناطق در معرض خطر دماهای فرین بالا و حدود ۳۹ درصد مناطق تحت تاثیر دماهای فرین پایین بوده اند. با توجه به شیب مثبت دما و افزایش فرین‌های دمایی (محمدی و تقوی، ۱۳۸۴) و تغییرات زیاد مقادیر حداکثر دما در ایران (جهانبخش و ترابی، ۱۳۸۳)، هدف اصلی این پژوهش، پراکنش زمانی و مکانی امواج گرمایی در فلات ایران می‌باشد.

داده ها و روش کار

به منظور تحلیل فضایی امواج گرمایی در ایران، دمای حداکثر روزانه ثبت شده از ۴۹ ایستگاه همدید کشور برای دوره نرمال اقلیمی ۳۱ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۰) استفاده شد (جدول۱،شکل۱). به منظور تعیین امواج گرمایی، ابتدا با استفاده از شاخص صدک ۹۵ ام، آستانه های دمایی برای هر ماه و در هر ایستگاه جداگانه مشخص گردید. دلیل مطالعه امواج گرمایی در مقیاس ماهانه، تفاوت های دمایی و پیامدهای متفاوت در مناطق مختلف ایران است، چنانکه به عنوان مثال، دمای حداکثر ۳۰ درجه در اردیبهشت ماه برای مناطق جنوبی ایران طبیعی است، اما برای مناطق شمالی ایران یک موج گرما بوده و خسارت به همراه دارد. از طرفی در یک ایستگاه نیز آستانه دمایی سالانه برای کل سال مناسب نیست، به عنوان مثال، فرضاً برای یک ایستگاه، آستانه دمایی ۴۰ درجه در سال به عنوان موج گرما تعریف می شود، اما در ماه اردیبهشت، دمای ۳۵ درجه در آن منطقه موجب خشک شدن گل گندم و پوک شدن دانه شده، که یک موج گرما بوده است. این در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

دیگر مناطق ایران به شکل های دیگر وجود داشته و خسارت می زند. بنابراین مبنا در این مطالعه تعیین امواج گرمایی و تفاوت های مکانی این پدیده در مقیاس ماهانه می باشد. آستانه های دمایی با شاخص ذکر شده برای هر ۱۲ ماه میلادی سال به طور جداگانه تعیین گردید، نقشه های مکانی آستانه ها، این تفاوت ها را در مناطق مختلف ایران آشکار می کند(شکل ۲و۳). در این مطالعه، موج گرما، دماهای بالای آستانه صدک ۹۵ ام در هر ماه با تداوم سه روز و بیشتر تعریف گردید(گسلینگ، ۲۰۰۷). بنابراین با تعیین آستانه دمایی برای هر ماه در هر کدام از ایستگاها در مناطق مختلف ایران، دماهای بالای آن آستانه با تداوم سه روز و بیشتر به عنوان یک موج گرما برای هر ماه تشخیص داده شد. تعداد این امواج در هر ایستگاه طی دوره مورد مطالعه(۳۱ سال) مشخص گردید و پراکندگی فضایی امواج گرمایی در کل پهنه فلات ایران برای هر ماه به طور جداگانه ترسیم شد. در ادامه به منظور تعیین تغییرات امواج گرمایی در کل ایران، تعداد موج گرما برای کل ایران در سه دهه(۸۰، ۹۰ و ۲۰۰۰) برای هر ماه مشخص گردید. همچنین با توجه به تعداد امواج گرما در طی ماهای مختلف در یک سال، نقشه فضایی امواج گرمایی برای کل ایران تهیه شد و با مقایسه با موقعیت ایستگاها در روی نقشه ارتفاع، مشخص گردید در مناطق مختلف ایران نقاط بیشینه و کمینه چه ارتباطی با ارتفاع و جهت ناهمواریها و یا موقعیت های جغرافیایی دیگر دارند. سری های زمانی امواج گرمایی ایران طی سالهای مختلف و میانگین های ۵ ساله و دهه ای ترسیم شد تا رفتار امواج گرمایی ایران را مشخص کند.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک روی فلات ایران.

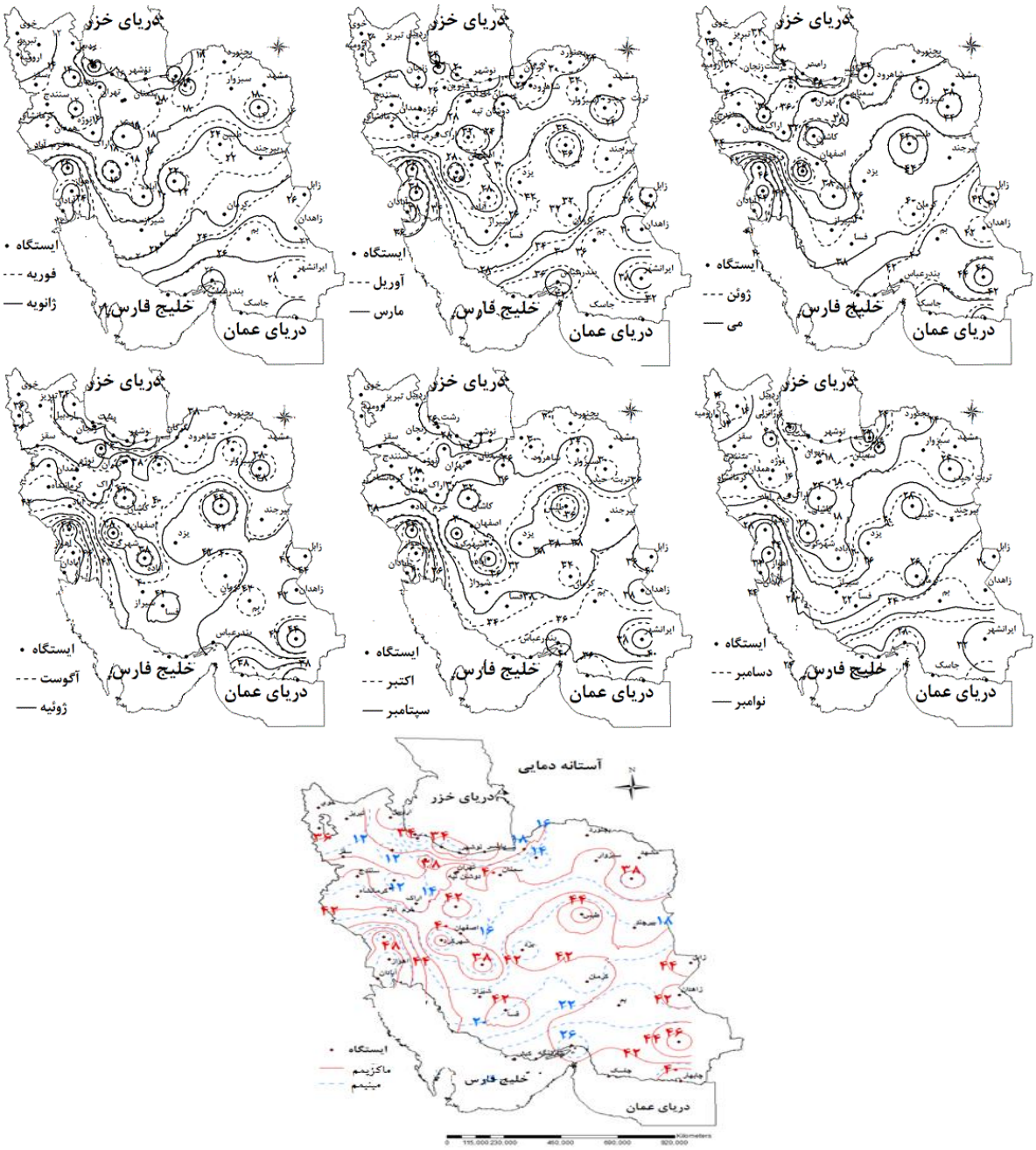
شرح و تفسیر نتایج

توزیع مکانی آستانه های دمایی: حداکثر و حداقل مقادیر آستانه های دمایی به منظور تعیین امواج گرمایی در مناطق مختلف ایران نشان داد(شکل۲)، بیشینه‌های آستانه دمایی مربوط به ایستگاه‌های جنوب‌شرقی، جنوب‌غربی وجنوبی بوده وکم‌ترین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

آستانه‌ها متعلق به ایستگاه‌های ساحلی شمال وکوهستانی شمال‌غرب می‌باشند. به طور کلی، کمینه‌های آستانه دمایی در نیمه شمالی و در راستای ارتفاعات و بیشینه‌ها در نیمه جنوبی کشور قابل مشاهده است. در این متغییر دمایی نیز، نقش عرض جغرافیایی و ارتفاعات در خطوط هم آستانه دماهای فرین مشابه دیگر ویژگیهای دمایی در ایران، مشهود است. چنانکه تغییرات مکانی این پارامتر دمایی در طول سال، از سواحل دریای خزر و شمال غرب ایران به جنوب شرق و جنوب غرب ایران، افزایش نشان می دهد. چنانکه، اگر از بیرجند به دزفول خطی افقی ترسیم کنیم، آستانه های فرین دمایی در همه ماهای سال از این عرض جغرافیایی به بالا کاهش و به طرف پایین، افزایش نشان می دهند(شکل۲). طوریکه در مقیاس ماهانه، سه ایستگاه ارومیه، تبریز و زنجان (ایستگاه‌های کوهستانی شمال‌غربی)، در ماه‌های ژانویه و فوریه به ترتیب با آستانه دمایی ۱۰ و ۱۲ درجه سلسیوس، کم‌ترین آستانه و ایستگاه آبادان در ژانویه، بم و بندرعباس در ماه فوریه با آستانه‌های دمایی ۲۳ و ۲۸ درجه سلسیوس بیش‌ترین آستانه دمایی و نوسان ۱۱ تا ۱۶ درجه ای در کل ایران مشهود است. در ماه مارس، ارومیه و انزلی با آستانه دمایی ۱۸ درجه و ایرانشهر با ۳۵ درجه سلسیوس کم‌ترین و بیش‌ترین آستانه دمایی با نوسان ۱۷ درجه ای را تجربه می کنند. در ماه‌های فصل بهاره، آوریل، مه و ژوئن، انزلی به صورت مشترک در هر سه ماه به ترتیب با آستانه دمایی ۲۲، ۲۶ و ۳۰ درجه سلسیوس کم‌ترین آستانه دمایی و در ژوئن علاوه بر ایستگاه انزلی، رامسر و نوشهر نیز کم‌ترین آستانه دمایی را دارند. در ماه آوریل، ایستگاه‌های آبادان، اهواز و زابل با ۳۹ درجه سلسیوس، در ماه مه ایستگاه‌های ایرانشهر، آبادان و اهواز با ۴۵ درجه سلسیوس، در ژوئن ایستگاه آبادان و اهواز با آستانه دمایی ۴۸ درجه سلسیوس، بیش‌ترین آستانه هایی دمایی در کل ایران را نشان می دهند. در ماه‌های مذکور بر خلاف ماه‌های زمستان، به استثنای مارس، مناطق کوهستانی با کمینه آستانه دمایی و ایستگاه‌های ساحلی شمال، کمترین آستانه دمایی را در کل ایران دارا می باشند. در ماه‌های تابستان، ژوئیه، اوت و سپتامبر، ایستگاه‌های رامسر، نوشهر به صورت مشترک با آستانه دمایی ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس، کم‌ترین آستانه دمایی، با این تفاوت که علاوه بر رامسر ونوشهر در ژوئیه ایستگاه اردبیل، ایستگاه اردبیل و انزلی در ماه اوت، و ایستگاه انزلی در سپتامبر، کمترین آستانه دمایی را تجربه می کنند. ایستگاه آبادان به صورت مشترک در هر سه ماه با آستانه دمایی ۴۶ و ۵۰ درجه سلسیوس، بیش‌ترین آستانه دمایی، و در ژوئیه علاوه بر آبادان، اهواز و دزفول نیز در زمره مناطق با بیش‌ترین آستانه دمایی قرار دارند. در ماه‌های تابستان، بیشتر ایستگاه‌های ساحلی شمال، کمینه و ایستگاه‌های دشت جنوب‌غربی(خوزستان) با بیش‌ترین آستانه دمایی مشهود است. در اکتبر، نوامبر و دسامبر (پاییز)، به ترتیب ایستگاه انزلی با آستانه دمایی ۲۵، ارومیه با ۱۸ و تبریز با ۱۳ درجه سلسیوس، کم‌ترین، و ایستگاه آبادان و اهواز با ۴۱، ایرانشهر و بندرعباس با ۳۴ و بندرعباس و چابهار با ۲۹ درجه سلسیوس، بیش‌ترین آستانه دمایی را در کل ایران دارند. طبیعی است، به طور کلی این پارامتر دمایی مرتبط با فرین های دمایی در ایران، مشابه پراکنش مناطق حداکثر دما در ایران، تابع عرض جغرافیایی و توزیع ارتفاعات در ایران است. اما پراکنش فضایی رخداد پدیده موج گرما به عنوان یک مخاطره طبیعی، متفاوت از پراکندگی آستانه های دمایی و حداکثر دماها در ایران می باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

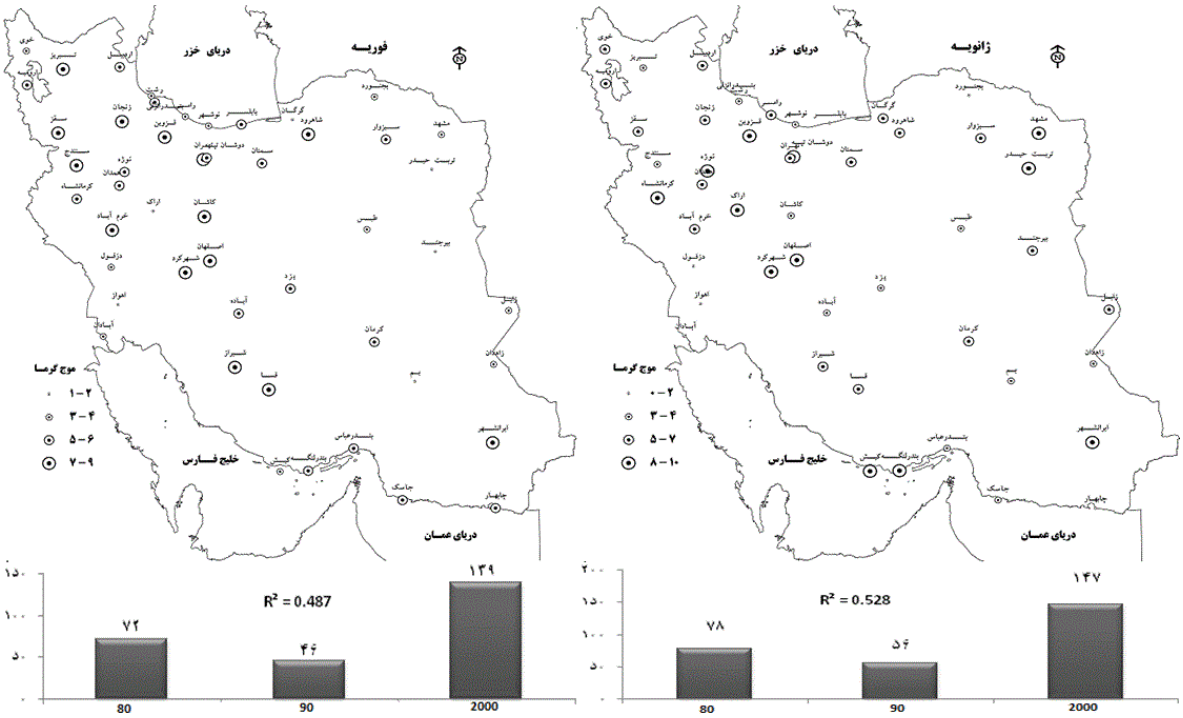


شکل۲: آستانه دمایی، ماهانه، حداقل و حداکثر در ایران

توزیع مکانی و دهه ای امواج گرمایی: پراکنش مکانی و دهه ای ماهانه امواج گرمایی در ایران نشان داد(شکل ۳-۹)، در ماه ژانویه، مناطق کوهستانی زاگرس مرکزی وکوهپایه‌ای غربی تا البرز میانی و کوهپایه‌ای شمال‌شرقی، بیش‌ترین فراوانی ها امواج گرمایی با بیش از ۹ موج را تجربه کرده اند و ایستگاه‌های پست جنوب‌غربی، کوهپایه‌ای جنوب‌شرقی و بعد از آن محدوده سواحل شمال، کم‌ترین رخداد موج گرما، طی دوره ۳۱ ساله را داشته‌اند. به عبارتی در این ماه، امواج گرمایی از غرب به شرق در جهت مداری روند کاهشی دارد. در ماه ژانویه، ایستگاه‌های اراک، اصفهان، خوی و ارومیه در سال ۲۰۱۰ با سه موج

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

گرما در سال بیش‌ترین فراوانی موج گرما، و در سال ۱۹۸۷ پس از ۲۰۱۰، بیشینه رخداد موج گرما حادث گردید. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه حاکی است، که دهه ۲۰۰۰ با ۱۴۷ موج گرما، بیش‌ترین فراوانی و دهه ۱۹۹۰ با ۵۶ رخداد، کم‌ترین فراوانی را طی دوره مطالعه نشان می‌دهد. مجموع فراوانی دهه‌ای موج گرما با مقدار R^2=۰/۵۳، روند افزایشی داشته است. در ماه فوریه نیز، بیش‌ترین موج گرما، مربوط به ایستگاه‌های کوهپایه‌ای جنوب البرز و منطقه کوهپایه ای غرب زاگرس و شمال غربی ایران با بیش از ۹ موج و کم‌ترین فراوانی در طی دوره مورد مطالعه با کمتر از ۶ موج گرما، متعلق به منطقه جنوب‌غربی، مناطق شرقی و سواحل خزری می‌باشد. دراین ماه از غرب یه شرق و به سمت سواحل شمال و جنوب کشور از فراوانی موج گرماکاسته می شود. در ماه فوریه، سنندج با فراوانی ۳ موج، بیش‌ترین وقوع و در این ماه از ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۵، پدیده موج گرما در ایران حادث نشد و در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۴، ۱۹۹۹و ۱۹۸۷، بیش‌ترین رخداد امواج گرما وجود دارد. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی سه دهه، حاکی از روند افزایشی در مجموع فراوانی دهه‌ای، با مقدار معناداری R^2=۰/۴۹ می‌باشد. در این ماه، دهه ۲۰۰۰ بیش‌ترین و دهه ۱۹۹۰، کم‌ترین فراوانی موج گرما در ایران حادث شد. در این دو ماه که جزء ماهای زمستان در ایران می باشند و مناطق بیشینه در غرب و شمال غرب در مسیر ورود سیکلونها و بادهای غربی قرار دارند، ریزش توده های هوا با رطوبت کم و افزایش دما منجر به موج گرما در مناطق کوهپایه ای می شود.

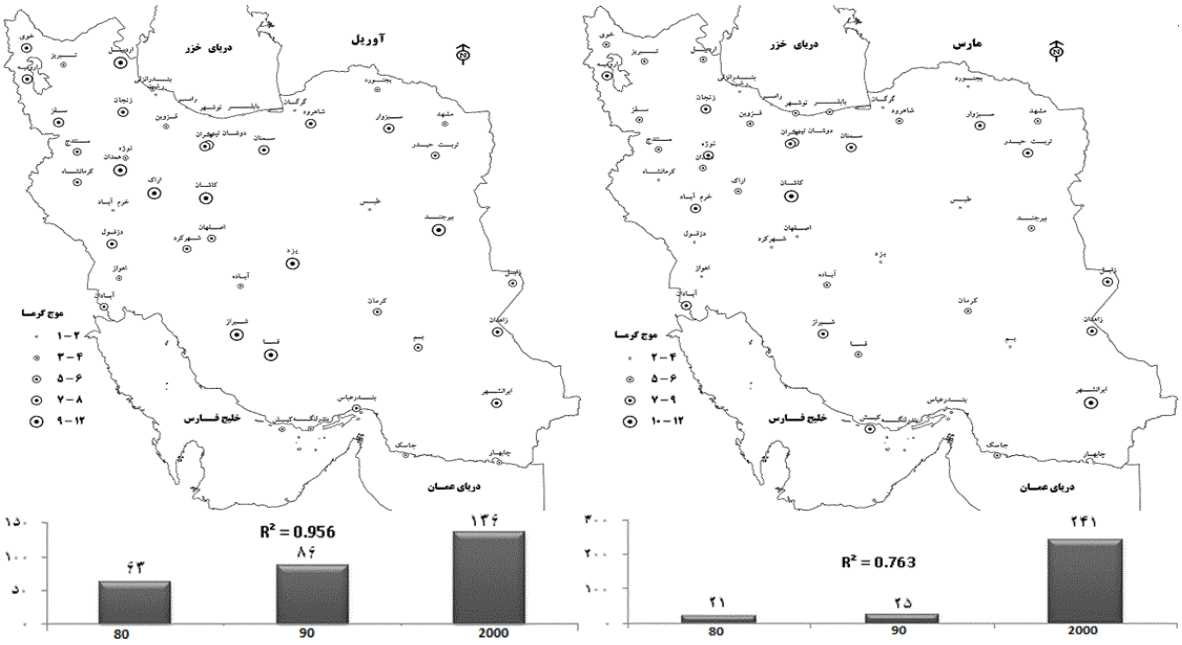


شکل۳: امواج گرمایی ماهانه ایران و تغییرات دهه ای امواج

در ماه مارس بیش‌ترین فراوانی موج گرما در ایستگاه‌های کوهپایه‌ای داخلی البرز مرکزی، غرب زاگرس میانی تا کاشان و شرق ایران مشاهده می‌شود. در این ماه، به سمت نیمه شمالی یا ایستگاه‌های پست جنوب‌غربی و مرکزی، فراوانی‌ها امواج گرمایی کمتر شده، و در سواحل ایران به حداقل می‌رسد. در این ماه، ایستگاه‌های آبادان و زابل در سال ۲۰۰۸ با فراوانی ۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

موج در سال، بیش‌ترین تعداد موج گرما را تجربه کرده اند. سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۴، بیشینه رخداد امواج گرمایی بوده و در دو دهه دیگر، امواج گرما بسیار کم است. بررسی زمانی امواج گرمای این ماه در ایران طی ۳ دهه نشان می‌دهد، دهه ۲۰۰۰ با ۲۴۱ موج گرما، بیش‌ترین فراوانی را داشته و نسبت به دو دهه دیگر، افزایش چشمگیری دارد. مجموع فراوانی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۷۶ ، روند افزایشی معناداری را در طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. با شروع فصل بهار، در ماه آوریل، تعداد موج گرما در کل ایران بجز سواحل دریای خزر افزایش نشان می دهد. در این ماه تابش و دامنه ها در ایجاد رویدادهای جوی و موج گرما، و به طور کلی عوامل محلی نقش تعیین کننده دارند. بنابراین ایستگاه‌هایی درراستای رشته کوه‌های زاگرس، منطقه کوهپایه‌ای شرقی، بیش‌ترین و ایستگاه‌های ساحلی شمال، کم‌ترین موج گرما را تجربه کردند. به عبارتی دیگر، از بخش‌های مرکزی ایران به سمت شمال و جنوب از فراوانی موج گرما کاسته می‌شود. در ماه آوریل در طی دوره مورد مطالعه، بیش‌ترین فراوانی موج گرما با ۳ مورد در سال مربوط به ایستگاه‌های بیرجند و دزفول به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۹۹ حادث گردید. همچنین در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸، بیشتر ایستگاه‌های ایران، موج گرما را تجربه کرده اند. بیشینه وقوع پدیده موج گرما در ایران در دهه ۲۰۰۰ با ۱۳۶ مورد بوده و نسبت به دو دهه دیگر افزایش داشته است. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه حاکی از وجود روند افزایشی در مجموع فراوانی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۹۶ ، که بیانگر روند معناداری امواج گرمایی ماه آوریل در طی زمان است.

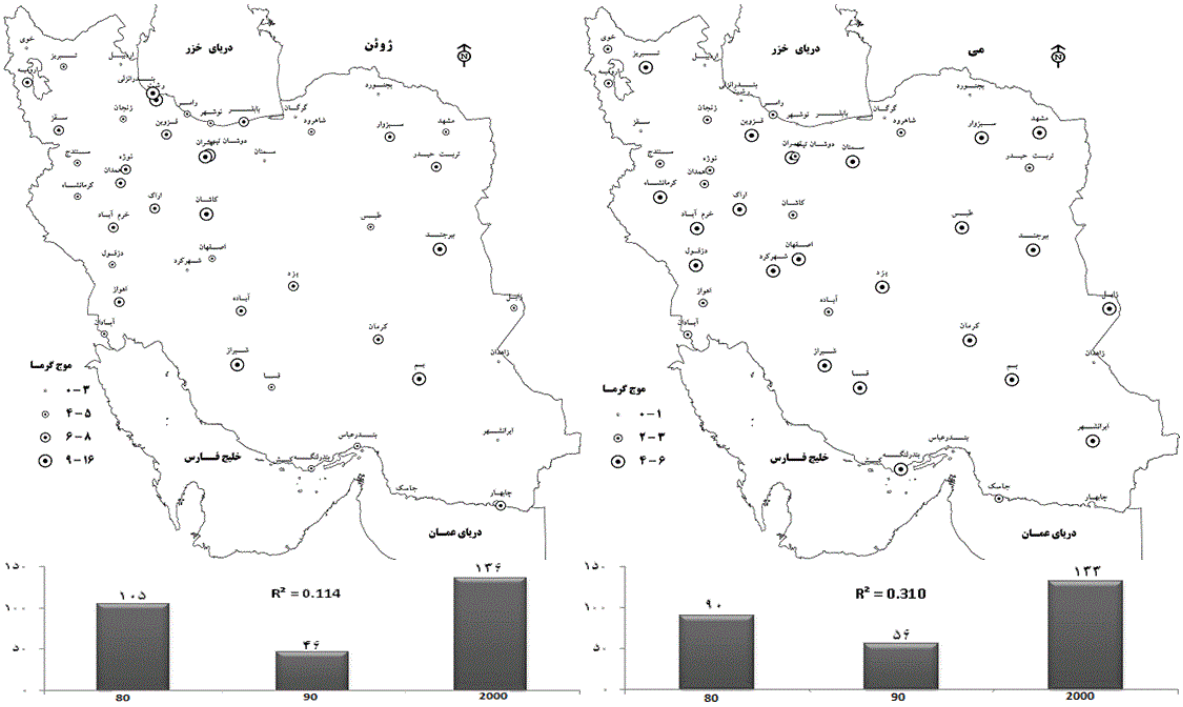


شکل۴: ادامه شکل قبل

در ماه مه، بیشینه وقوع امواج گرمایی در کوهپایه داخلی زاگرس و مرکز ایران قرار دارد و به اطراف کاهش نشان می دهد، در این ماه در ایران نسبت به دیگر ماهای سال در طی دوره مورد مطالعه، تعداد امواج گرمایی کاهش چشمگیری دارند. در این ماه، ایستگاه‌های کوهپایه‌ای داخلی شمالی و غربی بیش‌ترین و ایستگاه‌های ساحلی شمال و جنوب کم‌ترین فراوانی را

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

داراست و به سمت سواحل شمال و جنوب تعداد فراوانی موج گرما کاهش می‌یابد. ایستگاه‌های اردبیل، ایرانشهر و طبس به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۹ با فراوانی ۳ مورد در سال، بیش‌ترین موج گرما را دارند. طی بررسی وقوع، سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲، بیش‌ترین وقوع موج گرما در ایستگاه‌های ایران در این ماه مشاهده گردید. در این ماه نیز مشابه ماهای قبل، بیشینه وقوع پدیده موج گرما با ۱۳۳ مورد در ایران، در دهه ۲۰۰۰ حادث شد. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه، حاکی از وجود روند افزایشی در مجموع فراوانی با مقدار معناداری (R^2=۰/۳) می‌باشد. در ماه ژوئن ایستگاه چابهار در سال ۱۹۸۳، بیش‌ترین فراوانی امواج گرما،۳ مورد در سال، را تجربه کرده است. سال ۲۰۰۳ ، موج گرما در هیچ یک از ایستگاه‌های ایران رخ نداده است. در ماه ژوئن، تعداد امواج گرمایی نسبت به ماه قبل افزایش دارد و در بخش غالبی از البرز مرکزی و غربی تا مرکز ایران این افزایش وقوع مشاهده گردید(شکل ۵). ایستگاه‌های کوهپایه‌ای داخلی و کوهستانی غربی و شمالی و ایستگاه‌های اطراف دشت لوت، بیش‌ترین فراوانی را داشته است، و به سمت شمال و جنوب کشور (نواحی ساحلی)، فراوانی وقوع موج گرما کمتر می‌شود. به عبارتی، در این ماه فراوانی موج گرما بجز در تعدادی از ایستگاه‌های ساحلی شمال و کوهستانی شمال‌غرب در سایر نواحی زیاد بوده است، با این تفاوت که از بخش‌های مرکزی ایران به سمت سواحل جنوبی به نسبت از فراوانی آن کاسته می شود. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه حاکی از وجود روند افزایشی غیر معنادار در مجموع فراوانی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۱۱ می‌باشد. در بین ماهای سال در کل ایران، در ماه ژوئن تغییرات در طی سه دهه، کمتر بوده است.

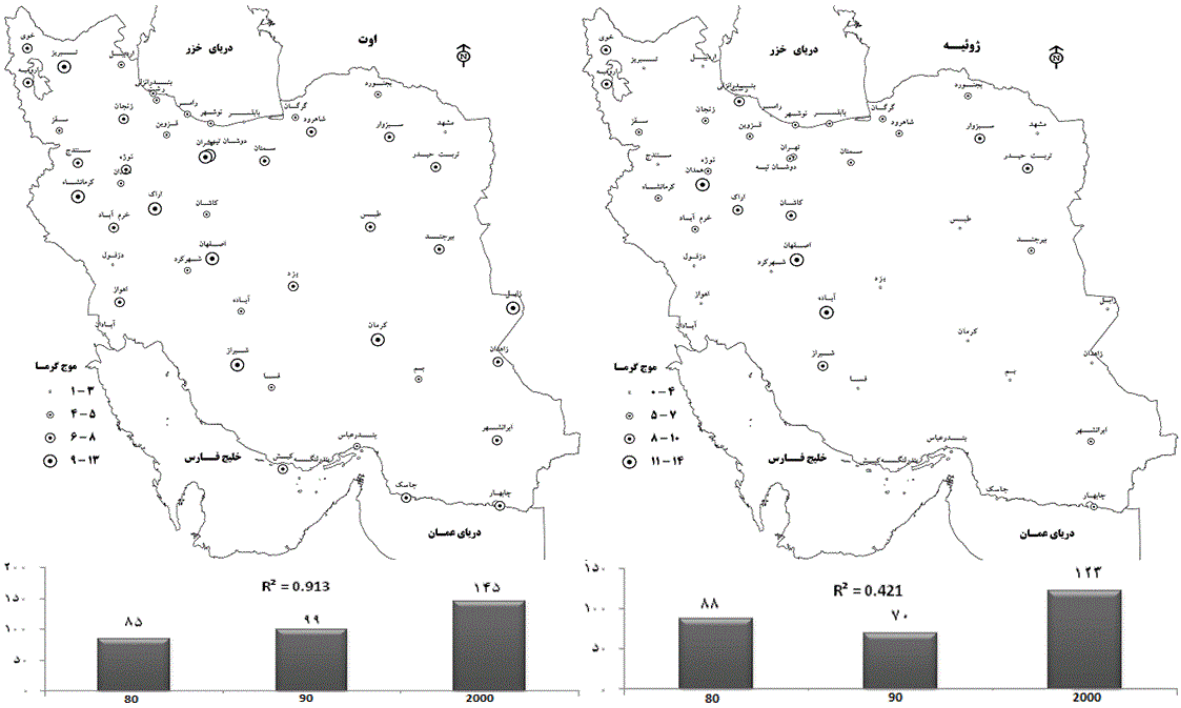


شکل۵: ادامه شکل قبل

در ماه ژوئیه، بیشینه امواج گرمایی در زاگرس و کوهپایه آن و شمال شرق مشاهده گردید و به سمت مرکز، شرق و جنوب ایران، تعداد موج گرما کاهش دارد(شکل۶). بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی امواج گرما به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

کوهپایه‌ای داخلی غربی، شمالی و پست جنوب‌غربی، ایستگاه‌های حاشیه دشت لوت و ایستگاه‌های ساحلی جنوب می‌شود. در این ماه از نواحی مرکزی ایران، به شمال و جنوب کشور موج گرما کاهش نشان می دهد. در ماه ژوئیه، ایستگاه‌های چابهار، اصفهان، خوی، سبزوار و سقز به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۳، ۲۰۰۳، ۱۹۸۰ و ۲۰۰۲، ۲۰۱۰ و ۱۹۸۰ دارای بیش‌ترین فراوانی با ۳ موج گرما در سال می‌باشند. در این ماه نیز در سال ۲۰۱۰ ، بیشینه موج گرما در ایران حادث کردید. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه نشان می‌دهد، که دهه ۲۰۰۰ با ۱۲۳ مورد بیش‌ترین فراوانی و روند افزایشی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۴ مشهود است. در ماه اوت، ایستگاه‌های راستای رشته کوه‌های البرز و زاگرس، فراوانی موج گرمای بیشتری داشته، و به سمت شمال کشور، تعداد موج گرما کاهش نشان می دهد(شکل ۶). در ماه اوت بیشینه فراوانی موج گرما در ایستگاه‌های چابهار و تربت در سال‌های ۱۹۹۳ و ۱۹۸۴، و در این ماه نیز فراوانی امواج گرما تا نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ بجز سال ۱۹۸۳ کاهش داشته است. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه نشان می‌دهد، دهه ۲۰۰۰ با ۱۴۵ مورد بیش‌ترین فراوانی را دارد و روند افزایشی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۹ ، طی دوره مطالعه مشاهده گردید.

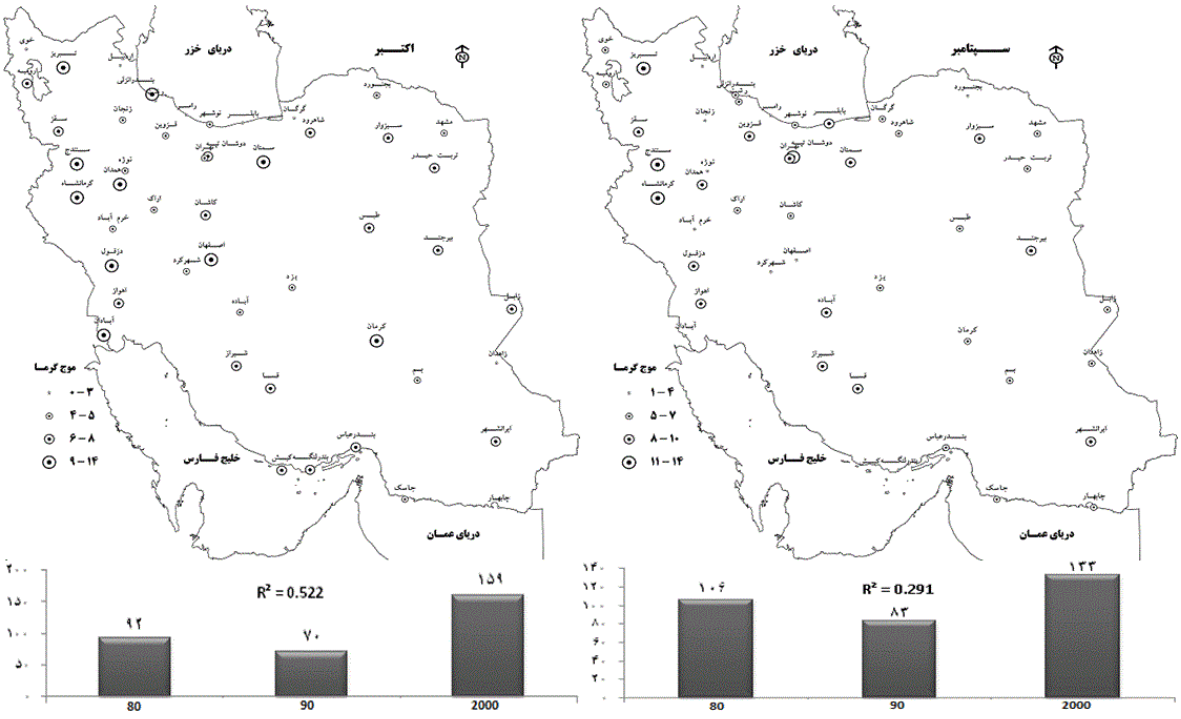


شکل۶: ادامه شکل قبل

در ماه سپتامبر، بخش غالبی از ایران دارای بیشینه موج گرما است و مناطق ساحلی جنوب و غرب دریای خزر، تعداد موج گرما کاهش نشان می دهد(شکل ۸). در این ماه، بیش‌ترین فراوانی با دو مورد در سال در تعداد زیادی از ایستگاه‌ها دیده می‌شود. در دهه ۲۰۰۰، بیش‌ترین فراوانی امواج گرمایی با ۱۳۳ موج حادث گردید. چنانکه ایستگاه‌های کوهپایه های البرز و زاگرس، بیش‌ترین فراوانی را داشته و ایستگاه‌های ساحلی جنوب کم‌ترین موج گرما را تجربه می کنند. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه حاکی از وجود روند افزایشی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۲۹ می‌باشد. در ماه اکتبر، ایستگاه‌های ساحلی شمال و جنوب و ایستگاه‌های کوهپایه‌ای جنوب‌شرق، کم‌ترین فراوانی و ایستگاه‌های کوهپایه‌ای و کوهستانی غربی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

و شمالی، بیش‌ترین موج گرما را دارند. به عبارتی دیگر فراوانی موج گرما از نیمه غربی به شرقی و از مرکز به سمت نیمه شمالی و جنوبی کشور کاهش نشان می دهد(شکل۷). بیشینه موج گرما در دو ایستگاه بندر انزلی در سال ۲۰۰۲ و مشهد در سال ۲۰۱۰ در ماه اکتبر با فراوانی ۳ موج می باشد. همچنین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ با کم‌ترین رخداد و سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۰ بیش‌ترین فراوانی موج گرما در ایران حادث گردید. دهه ۲۰۰۰ با ۱۵۹ موج، بیش‌ترین و دهه ۱۹۹۰ با ۷۰ موج، کم‌ترین وقوع می باشد. بررسی زمانی امواج گرما در ایران، طی ۳ دهه حاکی از وجود روند افزایشی در مجموع فراوانی دهه‌ای با مقدار معناداری R^2=۰/۵ می‌باشند.

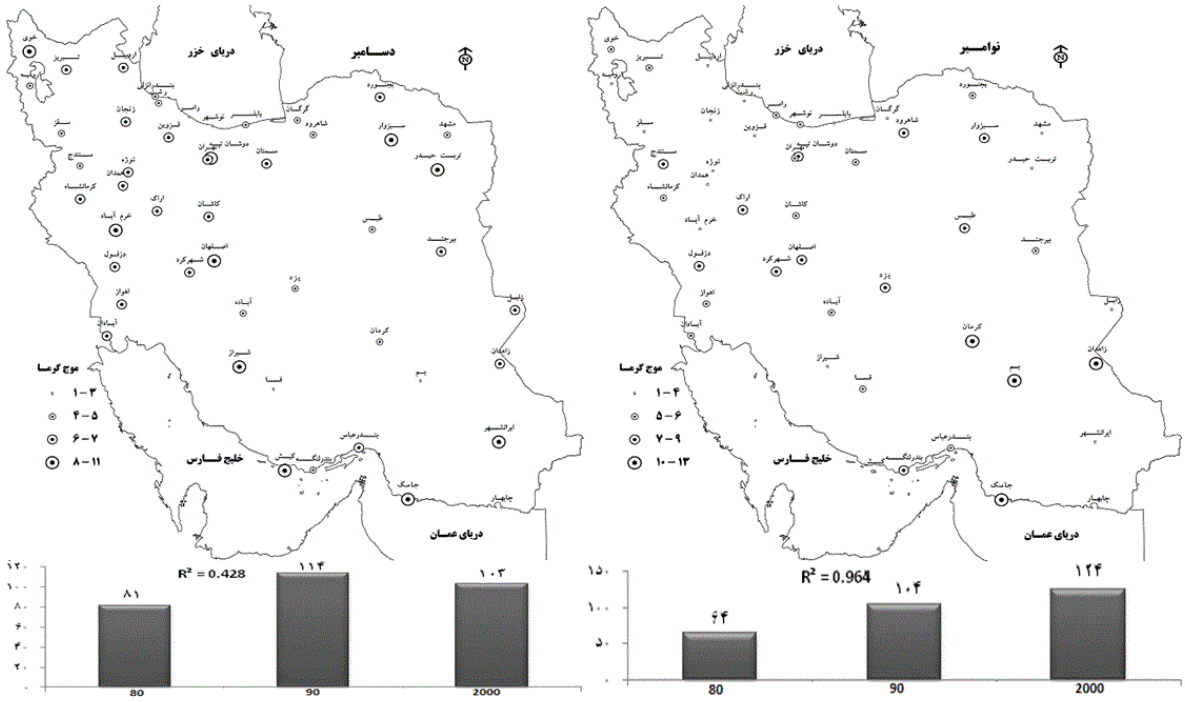


شکل۷: ادامه شکل قبل

در ماه نوامبر در بخش غالبی از مرکز ایران و زاگرس میانی، تعداد امواج گرمایی افزایش دارد، چنانکه ایستگاه‌های کوهپایه‌ای مرکزی (اطراف دشت لوت)، بیش‌ترین و به سمت شمال کشور و جنوب غربی و جنوب شرقی، فراوانی امواج گرما کاهش نشان میدهد(شکل۸). در ماه نوامبر بیشینه فراوانی امواج گرما ۲ موج در سال، در تعداد زیادی از ایستگاه‌ها مشهود است. درسال ۱۹۹۵بیشتر ایستگاه‌ها در معرض رخداد موج گرما بوده، از آنجمله، ایستگاه دوشان تپه، مشهد، تربت، تهران و سبزوار می‌باشند. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه مبین این است که، دهه ۲۰۰۰ با ۱۲۴ مورد بیش‌ترین فراوانی و روند افزایشی معنادار فراوانی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۹ مشهود است. در ماه دسامبر بخش عمده ای از غرب و زاگرس بعلاوه شرق و شمال غرب ایران بیشترین وقوع امواج گرمایی را تجربه کرده اند(شکل۸). در این ماه نیمه غربی کشور و ایستگاه‌های کوهپایه‌ای شمال‌شرق بیش‌ترین و نواحی ساحلی شمال و اطراف دشت لوت و کویر، کم‌ترین فراوانی را داشته است، و فراوانی موج گرما به سمت شمال روند کاهشی را نشان می‌دهد. بیشینه فراوانی با ۳ مورد در سال در سه ایستگاه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

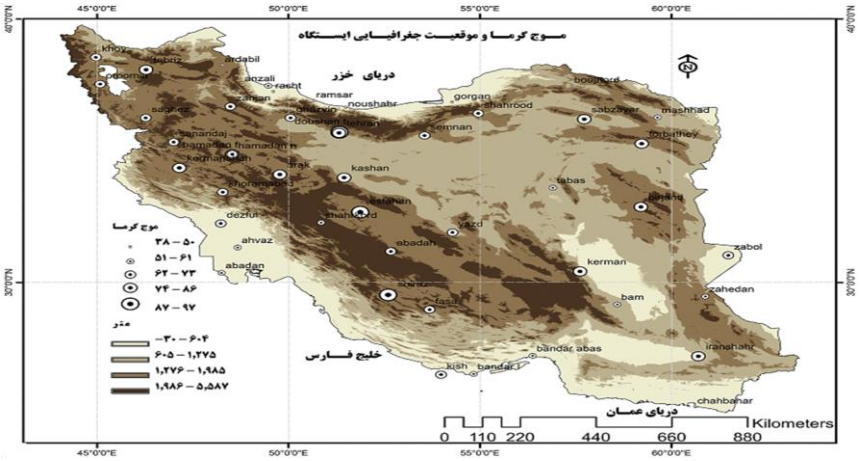
اصفهان و جاسک در سال‌های ۱۹۹۸ و تربت حیدریه در سال ۱۹۸۱ مشاهده گردید. در این ماه سال ۱۹۹۸ و پس از آن ۲۰۰۵، بیش‌ترین رخداد موج گرما و بیش‌ترین فراوانی دهه‌ای امواج گرما در دهه ۱۹۹۰ است. بررسی زمانی امواج گرما در ایران طی ۳ دهه حاکی از وجود روند افزایشی در فراوانی دهه‌ای با مقدار R^2=۰/۴ می‌باشد.



شکل۸: ادامه شکل قبل

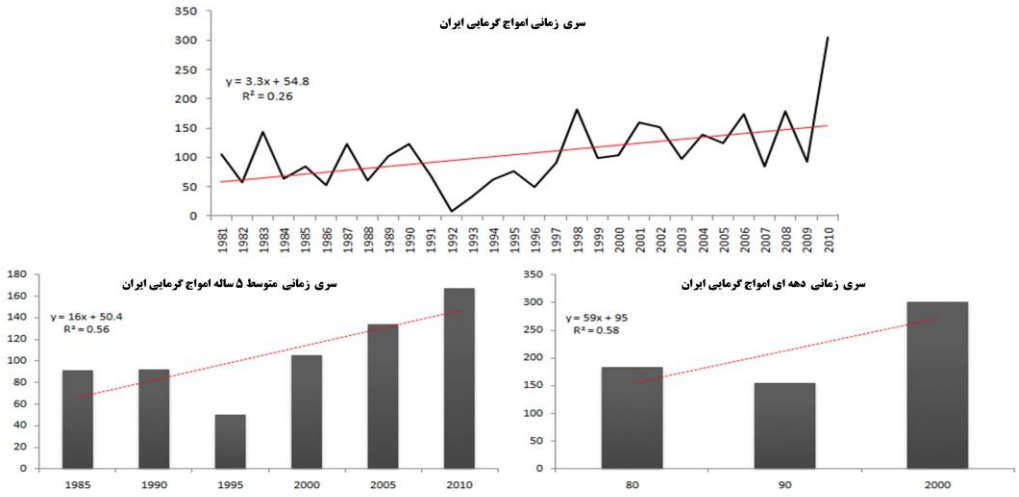
در کل دوره مورد مطالعه، وقوع تعداد موج گرما در نقاط مختلف ایران(شکل ۱۰) حاکی است، بیشترین امواج گرمایی در مناطق کوهپایه ای داخلی ایران بر طبق ناحیه بندی دمایی علیجانی(۱۳۸۵)، حادث گردید. چنانکه به ترتیب منطقه شیراز، دوشان تپه و اصفهان، بیشترین موج گرما با بیش از ۹۰ روز و به طور متوسط ۳ موج در سال طی دوره مطالعه دارند. در مرحله بعد دیگر مناطق کوهپایه داخلی ایران در شمال غرب، شمال شرق، جنوب البرز، کوهپایه های داخل زاگرس و شمال کوهای مکران، بیشینه موج گرما را تجربه کرده اند. از این منطقه به سمت مناطق ساحلی شمال و جنوب ایران از تعداد موج گرما کاسته شده و خزر شرقی و مرکزی کمترین تعداد موج گرما را در طی دوره مورد مطالعه در کل ایران دارند. ایستگاه گرگان و بجنورد به ترتیب با ۳۸ و ۴۳ موج ، کمترین موج گرما را تجربه کرده اند. در ساحل دریای خزر، بندر انزلی با تعداد ۵۴ موج گرما و تقریباً متوسط ۲ موج در سال بیشترین موج گرما را دارد، که با مشهد در شمال شرق ایران برابری می کند. تغییرات زمانی امواج گرمایی در ایران، روند افزایشی را نشان می دهد، چنانکه از اواسط دهه ۹۰ به بعد افزایش در تعداد وقوع امواج گرمایی مشهود است و این سال ۲۰۱۰ به بیشترین وقوع می رسد. همچنین متوسط های ۵ ساله و دهه ای امواج گرمایی، روند افزایشی معنی داری را نشان می دهند و دهه ۲۰۰۰، بیشترین وقوع امواج گرمایی در ایران حادث گردید.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل۱۰: تعداد موج گرما طی دوره مورد مطالعه در ایران

سری زمانی امواج گرمایی ایران روند افزایشی معنی داری را در طی زمان نشان می دهد(شکل۱۱). چنانکه از اواخر دهه ۹۰ به بعد متوسط مکانی امواج گرمایی ایران نسبت به متوسط قبل از این، افزایش داشته است. فلات ایران به ترتیب در سالهای ۱۹۹۲ و ۲۰۱۰ ، کمترین و بیشترین موج گرما را تجربه کرده است. طبق مطالعات گذشته از اواسط دهه ۹۰ اکثر مناطق ایران خشکسالی های فراگیر و شدیدی را تجربه کرده اند(دوستان،۱۳۹۴)، که این مساله، ارتباط بین این امواج گرمایی و خشکسالی های با ورود هوای گرم را تایید می کند. همچنین متوسط های پنج ساله از ۱۹۸۱ نشان می دهد که بعد از ۱۹۹۵ ، امواج گرمایی در ایران افزایش زیادی داشته است و سیر نزولی را طی کرده است. در این سری زمانی، پنج ساله ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ ، کمترین امواج گرمایی در ایران حادث گردید و پنج ساله ۲۰۰۶ تا۲۰۱۰، بیشترین امواج گرمایی را ، فلات ایران تجربه کرده است. این سری زمانی نیز ، روند افزایشی معنی داری را نشان می دهد. همچنین در سری زمانی دهه ای امواج گرمایی در ایران نیز، روند افزایشی معنی داری مشهود است. در این سری نیز، دهه ۲۰۰۰ بیشترین امواج گرمایی در ایران حادث گردید.



شکل(۱۱). تغییرات زمانی امواج گرمایی ایران

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

نتیجه‌گیری

کمینه آستانه های دمایی در نیمه شمالی و در راستای ارتفاعات و بیشینه، در نیمه جنوبی کشور وجود دارد. نقش عرض جغرافیایی و ارتفاعات در خطوط هم آستانه دماهای فرین مشابه دیگر ویژگیهای دمایی در ایران، مشهود است. بنابراین تغییرات مکانی این پارامتر دمایی در طول سال، از سواحل دریای خزر و شمال غرب ایران به جنوب شرق و جنوب غرب ایران، افزایش نشان می دهد. چنانکه، اگر از بیرجند به دزفول خطی افقی ترسیم کنیم، آستانه های فرین دمایی در همه ماهای سال از این عرض جغرافیایی به بالا کاهش و به طرف پایین، افزایش دارند. طبیعی است، به طور کلی این پارامتر دمایی مرتبط با فرین های دمایی در ایران، مشابه پراکنش مناطق حداکثر دما در ایران، تابع عرض جغرافیایی و توزیع ارتفاعات است، اما پراکنش فضایی رخداد پدیده موج گرما به عنوان یک مخاطره طبیعی، متفاوت از پراکندگی آستانه های دمایی و حداکثر دماها در ایران می باشد. به لحاظ زمانی در طول سال، وقوع امواج گرمایی بجز ماه می با حداکثر ۶ موج و ماه ژوئن با حداکثر ۱۶ موج گرما(به ترتیب ماهای حداقل و حداکثر وقوع)، در دیگر ماهای سال به طور متوسط بین ۹ تا ۱۴ موج گرما در ایران حادث می گردد، که در ماهای سرد سال، حداقل و در ماهای گرم سال افزایش نسبی را نشان می دهند. بنابراین در همه ماهای سال، دوره گرم و دوره سرد، امکان وقوع امواج گرمایی در ایران وجود دارد و تفاوت خیلی زیادی بین این دو دوره نیست. این نشان می دهد که در وقوع امواج گرمایی ایران، هم عوامل درونی(محلی)و هم عوامل بیرونی(توده های هوا) نقش دارند. به ترتیب از ماه ژانویه و فوریه، تعداد امواج گرمایی افزایش و از ماه ژوئن سیر نزولی دارد و این ترتیب زمانی را ماه می با کاهش شدید(۶ موج گرما کاهش نسبت به ماه قبل) بر هم می زند، در ماه می کمترین موج گرما در ایران اتفاق می افتد،که چرایی این مطلب، نیاز به مطالعه دقیق دارد. به لحاظ مکانی نیز در طول سال، بیشترین امواج گرمایی در مناطق کوهپایه ای شرق زاگرس، ارتفاعات زاگرس و جنوب البرزمیانی و غربی و کوهپایه های جنوب بینالود در شمال شرق وجود دارد، به سمت مرکز ایران و اطراف دشت های بزرگ(لوت و کویر) از تعداد امواج گرمایی کاسته می شود. هسته های موج گرم زمستان ایران نیز بر مناطق فوق منطبق است (براتی و همکاران (۱۳۸۴)، کمترین وقوع امواج گرمایی در سواحل خزر شرقی، مرکزی و غربی، سواحل جنوب ایران، جنوب غرب و غرب زاگرس و مرکز ایران مشهود است. در ساحل دریای خزر، گیلان بیشترین امواج گرمایی را در سال و خصوصاً ماه ژوئن، ژوئیه(رشت) و اکتبر(انزلی) تجربه می کنند. که در دیگر مطالعات و گزارشات مربوط به وقوع موج گرما در این منطقه نیز، مشاهده گردید(علیجانی و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین موج گرما چیزی جدای از حداکثرهای دمایی است، چرا که در ایران، برعکس مناطق بیشینه دمایی و بیشینه های آستانه دمایی فرین، مناطق بیشینه موج گرما، منطبق بر منطقه کوهپایه ای و مرتفع قرار دارند و به سمت مناطق پست ساحلی و مرکزی ایران از تعداد امواج گرمایی کاسته می شود. در شمال شرقی ایران دو ایستگاه تربت حیدریه و سبزوار نسبت به ایستگاه مشهد، موج گرمای بیشتری دارند، و آیا موقعیت ایستگاه نسبت به جهت ارتفاعات در وقوع امواج گرمایی موثرتر است؟ خزر غربی نسبت به خزر شرقی و میانی، موج گرمای بیشتری را تجربه می کند، در حالیکه اقلیم گیلان مرطوبتر بوده و شرق خزر خشک تر می باشد، پس اقلیم های مرطوب و جنگلی نیز در معرض وقوع موج گرما و خسارتهای محیطی بیشتری قرار دارند. از طرفی ایستگاهای پست مرکزی در حاشیه کویر های بزرگ ایران، تعداد موج گرمایی کمی دارند. بنابراین در درجه اول مناطق کوهپایه ای داخلی و مناطق مرتفع در زاگرس مناطق بیشینه موج گرما

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

می باشند و از مرکز به بیرون ایران اگر در نظر بگیریم، مناطق پست با موج گرمای کم، کوهپایه داخلی زیاد، مرتفع متوسط و کوهپایه بیرونی کم و سواحل ایران حداقل موج گرما را تجربه می کنند. ایستگاه زابل و بیرجند، موج گرمای بیشتری از زاهدان در عرض پایین تر دارند، بنابراین عرض جغرافیایی نمی تواند نقشی در وقوع امواج گرمایی در این منطقه داشته باشد، اما ایستگاه کرمان با ارتفاع ۱۷۰۰ متر نسبت به بم با ارتفاع ۹۰۰ متر، موج گرمای بیشتری را تجربه می کند. بنابراین ارتفاع ایستگاه عامل تعیین کننده در وقوع موج گرما در این منطقه است. ایستگاه سبزوار و مشهد با ارتفاع تقریباً ۱۰۰۰ متر در دو طرف کوه بینالود(مشهد در شمال و سبزوار در جنوب این رشته کوه در شمال شرقی ایران، امواج گرمایی متفاوتی را در طول سال تجربه می کنند و سبزوار یکی از مناطق بیشینه موج گرما در ایران است. بنابراین موقعیت منطقه نسبت به جهت قرار گیری رشته کوها در وقوع موج گرما تاثیر گذار است. انزلی و گرگان تقریباً ارتفاع آنها صفر است و در عرض ۳۷ درجه قرار دارند، آیا دوری و نزدیکی به دریا یا کوه در وقوع موج گرما و یا میزان رطوبت و یا طول جغرافیایی، مؤثرتر است؟ بنابراین این رخداد اقلیمی مثل دیگر پدیده های اقلیمی، ذاتاً با تغییرات مکانی زیادی در فلات متنوع ایران، حادث می گردد، وقوع این پدیده نیز مانند اقلیم ایران، متنوع بوده و با سوالات زیادی روبرو است، اما با کمی دقت متوجه می شویم که این پدیده در مناطق مختلف ایران و در زمانهای مختلف در طی سال، از رفتار منطقی برخوردار است که نیاز به مطالعه بیشتر و دقیق تر دارد. آیا می توان، مدلی برای چگونگی رفتار پراکنش مکانی امواج گرمایی در ایران نوشت؟ همچنین رفتار زمانی این مخاطره اقلیمی نیز مشابه دیگر مخاطرات محیطی در فلات ایران، معنی داری افزایشی است و کاهش پیامدهای زیست محیطی و انسانی این پدیده اقلیمی، نیاز به برنامه ریزی و مدیریت دارد.

منابع

اسدی، اشرف. ۱۳۹۳. بررسی پراکنش زمانی- مکانی دماهای فرین گرم در ایران. *پژوهش های محیط زیست*، **۹**: ۵۹-۷۲.

اسمعیل‌نژاد، مرتضی؛ محمود خسروی، بهلول علیجانی و ابوالفضل مسعودیان. ۱۳۹۲. شناسایی امواج گرمایی ایران. *جغرافیا و توسعه*، **۳۳**: ۳۹-۵۳.

براتی، غلامرضا؛ شفیع موسوی.۱۳۸۴. جابجایی مکانی موج های زمستانی گرما در ایران. *جغرافیا و توسعه*، **۵** :۴۱-۵۲.

جهانبخش، سعید؛ سیما ترابی. ۱۳۸۳. بررسی و پیش بینی دما و بارش در ایران. *تحقیقات جغرافیایی*، **۱۰۴**:۱۰۴-۱۲۵.

دوستان، رضا. ۱۳۹۴. تحلیلی بر خشکسالی های ایران در نیم قرن گذشته. *پژوهش های اقلیم شناسی*،**۲۳- ۲۴**: ۱-۱۸.

شیرمحمدی، زهرا؛ علی اکبر خانی، حسین انصاری، امین علیزاده و آزاده محمدیان. ۱۳۹۱. بررسی ارتباط پدیده انسو با مقادیر حدی بارش‌های فصلی در استان‌های خراسان، *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، **۱**، ۶۱-۷۹.

علیجانی، بهلول؛ محمدرضا ثروتی و عمران علی زاده ویلنی. ۱۳۹۲. طبقه بندی موج گرما در استان گیلان. *جغرافیای طبیعی*، **۱۹**: ۱-۱۶.

علیجانی،بهلول. ۱۳۸۵. *آب و هوای ایران*. چاپ دوم. انتشارات پیام نور، تهران.

قویدل رحیمی، یوسف. ۱۳۹۰. شناسایی، طبقه بندی و تحلیل همدید موج ابر گرم تابستان ۱۳۸۹ ایران. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، **۳**: ۸۵- ۱۰۰.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

مجرد، فیروز؛ جعفر معصوم‌پور و طیبه رستمی. ۱۳۹۴. تحلیل آماری- همدیدی امواج گرماییی بالای ۴۰ درجه سلسیوس در غرب ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۱۳**، ۴۱-۵۸.

محمدی؛ حسین و فرهناز تقوی. ۱۳۸۴. روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران. *پژوهش های جغرافیایی*،**۵۳**: ۱۵۱-۱۷۲.

Alijani, B.; J. O'brien and B.Yarnal.۲۰۰۸.Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran. *Theoretical and Applied Climatology,* **۹۴**: ۱۰۷-۱۲٤. **DOI** ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰۷۰٤-۰۰۷-۰۳٤٤-y

Changnon, S. A.; K. E. Kunkel and B. C. Reinke. ۱۹۹٦. Impacts and responses to the ۱۹۹۵ heat wave: A call to action. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **۷**, ۱٤۹۷-۱۵۰٦. **DOI** http://dx.doi.org/۱۰.۱۱۷۵/۱۵۲۰-۰٤۷۷(۱۹۹٦)۰۷۷<۱٤۹۷:IARTTH>۲.۰.CO;۲

Cueto, R. O. G.; A. T. Martínez and E. J. Ostos. ۲۰۱۰. Heat waves and heat days in an arid city in the northwest of Mexico: current trends and in climate change scenarios. *International journal of biometeorology*, **٤**, ۳۳۵-۳٤۵. **DOI** ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰٤۸٤-۰۰۹-۰۲۸۳-۷

DeGaetano, A. T and R. J. Allen. ۲۰۰۲. Trends in twentieth-century temperature extremes across the United States. *Journal of Climate*, **۲۲**, ۳۱۸۸-۳۲۰۵. **DOI** http://dx.doi.org/۱۰.۱۱۷۵/۱۵۲۰-۰٤٤۲(۲۰۰۲)۰۱۵<۳۱۸۸:TITCTE>۲.۰.CO;۲

Diaz, H. F and R. J. Murnane. ۲۰۰۸. *Climate extremes and society: Cambridge University Press*. http://www.cambridge.org/catalogue/catalogue.asp?isbn=۹۷۸۰۵۲۱۸۷۰۲۸۳

Ding, T.; W. Qian and Z. Yan. ۲۰۱۰. Changes in hot days and heat waves in China during ۱۹٦۱–۲۰۰۷. *International Journal of Climatology*, **۱۰**, ۱٤۵۲-۱٤٦۲. **DOI** ۱۰.۱۰۰۲/joc.۱۹۸۹

Dixit, P. N and D. Chen. ۲۰۱۰. Farm-scale zoning of extreme temperatures in Southern Mallee, Victoria, Australia. *Biosystems engineering*, **۲**, ۱۹۸-۲۰٤. **DOI** http://dx.doi.org/۱۰.۱۰۱٦/j.biosystemseng.۲۰۰۹.۱۰.۰۰۸

Gosling, S.; G. McGregor and J. Lowe. ۲۰۰۹. Climate change and heat-related mortality in six cities. *Part*, **۲**, ۳۱-۵۱ .**DOI** ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰٤۸٤-۰۰۷-۰۰۹۲-۹

Haddow, G.; J. A. Bullock and K. Haddow. ۲۰۰۸. *Global warming, natural hazards, and emergency management*: CRC Press.

Matthies, F.; G. Bickler, N.C.Marín and S.Hales. ۲۰۰۸. *Heat-health action plans: guidance*: World Health Organization.

Manton, M.; P. DellaMarta, M.Haylock, K.Hennessy, N.Nicholls, L. Chambers, D.Gunawan. ۲۰۰۱. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: ۱۹٦۱–۱۹۹۸. *International Journal of Climatology*, **۳**, ۲٦۹-۲۸٤. **DOI** ۱۰.۱۰۰۲/joc.٦۱۰

Robinson, P. J. ۲۰۰۱. On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology*, **٤**, ۷٦۲-۷۷۵. **DOI** http://dx.doi.org/۱۰.۱۱۷۵/۱۵۲۰-۰٤۵۰(۲۰۰۱)۰٤۰<۰۷٦۲:OTDOAH>۲.۰.CO;۲

Smith, K. ۲۰۱۳. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*: Routledge.

Kovats, R. S and S.Hajat. ۲۰۰۸. Heat stress and public health: a critical review. *Annu. Rev. Public Health*, **۲۹**, ٤۱-۵۵. **DOI** ۱۰.۱۱٤٦/annurev.publhealth.۲۹.۰۲۰۹۰۷.۰۹۰۸٤۳

Unkašević, M and I. Tošić. ۲۰۰۹. An analysis of heat waves in Serbia. *Global and Planetary Change*, **۱**, ۱۷-۲٦. **DOI** http://dx.doi.org/۱۰.۱۰۱٦/j.gloplacha.۲۰۰۸.۱۰.۰۰۹

Zhang, Q.; C.Y. Xu, Z. Zhang, G.Ren and Chen, Y. ۲۰۰۸. Climate change or variability? The case of Yellow river as indicated by extreme maximum and minimum air temperature during ۱۹٦۰–۲۰۰٤. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱-۲**, ۳۵-٤۳. **DOI**۱۰.۱۰۰۷/s۰۰۷۰٤-۰۰۷-۰۳۲۸-y

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]