نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲

تحلیل آماری امواج گرمایی در دامنه‌های جنوبی البرز

دریافت مقاله: ۹۸/۲/۱۵ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۸/۲۲

صفحات: ۹۸-۸۱

زینب حسین‌پور: دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
Email: Z.hoseinpoor@ut.ac.ir
علی اکبر شمسی‌پور: دانشیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
Email: Shamsipr@ut.ac.ir
مصطفی کریمی: استادیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، تهران، ایران[1]
Email: Mostafakarimi.a@ut.ac.ir
فرامرز خوش اخلاق: دانشیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، تهران، ایران
Email: Fkhosh@ut.ac.ir

چکیده

هدف این پژوهش تبیین فراوانی، توزیع زمانی، استمرار امواج گرمایی و شناسایی روند رخداد آن در دامنه-های جنوبی البرز مرکزی است. بنابراین با استفاده از روش‌های آماری و داده‌های دمای بیشینه روزانه ایستگاه‌های همدیدی تهران(مهرآباد)، قزوین و سمنان برای دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۶) مشخصه-های پیش‌گفته استخراج گردید، در گام نخست برای شناخت میزان تغییرپذیری و آگاهی از روند ماهانه دماهای بیشینه در دوره مورد پژوهش از روش ناپارامتری من کندال استفاده گردید. در ادامه برای شناسایی شدت، دوام و بسامد رخداد امواج گرمایی از نمایه‌های صدک (۹۵. ۹۸) و انحراف نرمال شده دما (NTD) استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که فراوانی موج‌های گرمایی کوتاه مدت بیشتر بوده است. بیشترین فراوانی مربوط به امواج ۲ روزه بوده، و به ترتیب ایستگاه‌های تهران (مهرآباد)، سمنان و قزوین فراوانی رخداد بیشتری دارند. بیشترین فراوانی رخداد سالانه به ترتیب در ایستگاه تهران (۱۱موج در سال ۲۰۱۰)، در سمنان (۹ موج در سال ۲۰۱۵) و قزوین (۷ موج در سال ۲۰۱۵) شناسایی شد. بالاترین فراوانی ماهانه رخداد امواج گرمایی در ماه‌های ژوئن و سپتامبر ثبت شده است. بیشترین تداوم (۱۵ روزه) در ماه مارس ۲۰۰۸ با روش صدک در ایستگاه مهرآباد به دست آمد. در روش انحراف نرمال شده دما در سال ۲۰۰۸ به صورت یک موج گرم (۱۲روزه) محاسبه شد. بالاترین فراوانی سالانه رخداد امواج گرمایی در هر سه ایستگاه در سال ۲۰۱۵ رخداد داده است. واکاویی روند حاکی از افزایش رخداد امواج گرمایی در دوره سرد سال بوده، اما در دیگر فصل‌ها روند تغییرات معنی‌داری به دست نیامد. نتایج گویای کاهش شدت سرمای زمستانه در دامنه-های جنوب البرز است. نتایج حاصل از دو روش نشان داد که در روش انحراف نرمال شده دما تعداد موج‌های گرمایی بیشتری نسبت به روش صدک ثبت گردید، ولی با این وجود در روش صدک شناسایی موج‌های گرمایی در دوره سرد سال نمایان‌تر بوده است.

کلید واژگان: موج گرما، تحلیل روند، شاخص صدک، انحراف نرمال شده دما، البرز مرکزی

---

۱ . **نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه تهران، خیابان وصال شیرازی، دانشکده جغرافیا، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

مقدمه

دما از ارکان اصلی سامانه اقلیم است که تمامی سامانه‌های زیستی و غیرزیستی را متأثر می‌کند. به این ترتیب تغییرات آرام و تدریجی(روند) و تغییرات ناگهانی(مانند روزهای گرم و موج‌های گرمایی) می‌توانند پیامدهای گوناگون و عموماً مخربی در پی داشته باشند. در این بین تغییرات ناگهانی و شدید مانند موج‌های گرمایی اثرات شدیدتری در پی دارند. چنین رخدادهایی از جمله رویدادهای فرین دمایی هستند که در واقع یک ناهنجاری شدید دمایی می‌باشند. با توجه به روند گرمایش جهانی و افزایش رخداد حالت‌های فرین پدیده‌های اقلیمی و هواشناختی می‌توان انتظار داشت که در آینده مشکلات و پیامدهای حاصل از روزهای گرم و موج‌های گرمایی نیز افزایش یابد(شادمان،۵:۱۳۹۱؛ امیدوار و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۱۳). افزایش دما در قالب امواج گرما زندگی انسان از جمله معماری، آسایش، ترابری، کشاورزی و صنعت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مجرد و همکاران، ۵۸:۱۳۹۴) به این ترتیب موج‌های گرمایی می‌توانند منجر به خسارات جانی و مالی گسترده‌ای شوند و روشن است که ایران نیز به مثابه دیگر مناطق کره زمین از چنین رویدادهایی بی‌نصیب نیست (شادمان،۵:۱۳۹۱). موج گرمایی به صورت یک توده هوای عمیق با دمای بالا یک منطقه را در بر می‌گیرد، این هوای گرم گاهی به مدت چند روز در منطقه‌ای مستقر شده و سبب افزایش دما می‌شود. موج گرمایی می‌تواند به طور محلی در اقلیم یک ناحیه نیز رخ دهد (یزدان‌پناه و علیزاده،۵۲:۱۳۹۰). تعاریف جدید ارائه شده در سال‌های اخیر، موج گرما را با توجه به روش‌های آماری و ریاضی مشخص می‌کند؛ به عنوان مثال موج گرما بر اساس روش انحراف از میانگین روزانه دما (رافائل وهمکاران، ۳۳۵:۲۰۰۹)[1]، افزایش دما همراه با کاهش بارش (کارل وکویل،۲۰۵۵:۱۹۸۱)[2] و صدک‌ها برای تمام مشاهدات (کواتس وابی،۵۹۲:۲۰۰۶)[3] محاسبه شده است. از منظر آماری امواج گرمایی به نوسانات مثبت یا فرین‌های بالای میانگین دمای بیشینه روزانه که طی روزها یا هفته‌ها و ماه‌های متوالی در فضاهای جغرافیایی خاص استمرار دارند گفته می‌شود. با توجه به تعاریف موجود دو بعد زمانی و فضایی در وقوع موج گرما اهمیت دارد (اسمیت،۸۵:۲۰۱۳)[4]. بعد زمان با تعداد روزهای تداوم موج گرما مرتبط است، در این رابطه هر دمایی بالاتر از یک آستانه مشخص به صورت منفرد و یک روزه موج گرما نیست، بلکه موج گرما با استمرار زمانی همراه است (قویدل رحیمی،۸۵:۱۳۹۰). مطالعه امواج گرمایی، به ویژه برای مناطقی که به رویدادهای اقلیمی حساس‌اند بسیار ضروری و مهم است. مطالعه این پدیده اقلیمی در ایران به جهت کمبود نسبی بارش، وابستگی فراوان منابع تأمین آب شیرین به ذخایر برف و ماندگاری زمستانی آن‌ها ضروری است (براتی و موسوی، ۶۰:۱۳۸۴).

از مطالعات انجام شده نمونه‌های زیر قابل توجه هستند؛ تغییرات شاخص‌های امواج گرمایی در رومانی در دوره ۲۰۱۵ تا ۱۹۶۱، که در آن از داده‌های بیشینه و کمینه دمای دوره تابستان استفاده شد (کروتر و همکاران،۱۰۹:۲۰۱۶)[5].

1 Rafael and etal, 2009
2 Karl and Quayle, 1981
3 Kovats and Ebi, 2006
4 Smith 2013
5 Croitoru and et al, 2016

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

همچنین در پژوهشی دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس و مقادیر بالاتر از صدک ۹۰ دماهای بیشینه را به عنوان آستانه‌ی روزهای گرم قرار داده و به این نتیجه رسیدند که بعد از سال ۱۹۹۰ افزایش ملموسی در روزهای گرم چین رخ داده است (تینگ وهمکاران،۱۴۵۲:۲۰۱۰). [1]در مطالعه‌ای با آستانه قرار دادن ۵ درصد بالایی توزیع احتمال آماری، فراوانی دماهای فرین بیشینه محاسبه گردید که نتیجه به دست آمده مشخص می‌کرد که روزهای گرم در بخش‌های غربی اروپا روند افزایشی دارد(کانی ومارتین، ۲۹۵:۲۰۱۰)[2]. در پژوهشی با مبنا قرار دادن ۲ انحراف معیار از کمینه و بیشینه دماهای روزانه و فراوانی آن، شاخص دماهای فرین کمینه و بیشینه برای ژاپن پیشنهاد گردید(کادوکورا و کاتو، ۶۹:۲۰۰۵)[3]. در مطالعه‌ای صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ دماهای کمینه و بیشینه روزانه به عنوان نمایه‌های فرین در سراسر ایالات متحده بررسی شد، که دریافتند تغییرات این نمایه‌ها به شدت تحت‌تأثیر رشد شهرنشینی کشور است (دگاتانو و آلن،۳۱۸۸:۲۰۰۲)[4]. زمستان‌ها و تابستان‌های گرم استرالیا با استفاده از صدک ۹۰ به عنوان آستانه‌های بالا و پایین مطالعه شد (کستین،۸۰:۲۰۰۰)[5]. در پژوهشی روی شهرهای نیمه شمالی ایالات متحده از سه شاخص موج‌های گرمایی: ۱) دمای بیشینه برای دستکم سه روز بیش از صدک ۹۷/۵ام، ۲) میانگین دمای کمینه برای دست کم سه روز بیش از صدک ۹۷/۵ ام و ۳) دمای بیشینه در کل دوره بیش از صدک ۸۱ باشد، استفاده شود (هوت وپوکورنا، ۲۰۰۰: ۲۹)[6]. با به کارگیری روش‌های زمین آمار، امواج گرمایی صربستان مورد تحلیل قرار گرفت (یونکاسویک و توسیک، ۱۷:۲۰۰۹)[7]. در پژوهشی با استفاده از آستانه صدک ۹۰درصد دوره‌های امواج گرمایی در دو زمان روز و شب و سه روز و شب پیاپی به بررسی فراوانی روزها و شب‌های گرم پرداخته شد(پلومروهمکاران، ۱۹۹۹: ۱۸۳)[8]. روند تغییرات مقادیر حدی دمای کمینه، بیشینه و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیم ایران با داده‌های دمای ۴۴ ساله هشت ایستگاه همدید کشور مطالعه شد که صدک‌های پایین (۵، ۱۰، ۱)، صدک‌های بالای (۹۹، ۹۵، ۹۰) تعداد روزهای کمتر از صدک‌های پایین و تعداد روزهای بیشتر از صدک‌های بالا به دست آمد. تحلیل روند برای همه سری‌های زمانی به کمک آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری انجام شد (ورشاویان و همکاران،۱۶۹:۱۳۹۰). همچنین امواج گرمایی ایران با شاخص آماری انحراف دمای بهنجار، در یک دوره ۴۲ ساله برای شناسایی و توزیع مکانی آن‌ها مطالعه شد، که تعداد رخداد موج‌های گرم کوتاه مدت را بیشتر، و بیشترین رخداد روزهای گرم در گذر بین فصل گرم و سرد به دست آمد (اسماعیل‌نژاد و همکاران، ۳۹:۱۳۹۲) در مطالعه‌ای رفتار و تغییرات فراوانی رخداد امواج گرمایی شهر اهواز واکاویی شد و روزهایی که گرما دستکم ۳ روز تداوم داشت و دمای آن ۲+ انحراف معیار بالاتر از میانگین بود به عنوان موج گرم تعریف شد، بدین ترتیب ۸۷ موج گرم ۳ تا ۱۴روزه شناسایی و دسته‌بندی شد (الماسی و همکاران، ۱۳۷:۱۳۹۵). برای تحلیل فضایی – زمانی امواج گرمایی خراسان رضوی با داده‌های دمای بیشینه روزانه برای ۱۰ ایستگاه همدید استان از شاخص

1 Ting and et al. 2010
2 Cony and Martin, 2010
3Kadokura and Kato, 2005
4 Degaetano and Allen, 2002
5 Kestin, 2000
6 Huth and Pokorna, 2000
7 Unkasevic and Tosic, 2009
8Plummer and et al, 1999

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

صدک ۹۵ استفاده گردید (صادقی و همکاران، ۱۷:۱۳۹۴). تحلیل نوسانات زمانی امواج گرمایی منطقه‌ی شمال غرب ایران و ارتباط آن با گازهای گلخانه‌ای و بی‌هنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش همبستگی پیرسون، رگرسیون خطی و پلی نومیال نشان داد که بین فراوانی وقوع و شدت موج گرم با داده‌های گازهای گلخانه‌ای ارتباط معناداری وجود ندارد (حاتمی‌رزنه و همکاران، ۱۳۹۸ :۵۲).

بررسی آماری و همدید امواج گرمایی فرین غرب ایران با استفاده از شاخص انحراف نرمال شده دما یا NTD نشان داد که وقوع امواج گرمایی فرین در منطقه غرب کشور روند کاهشی معنی‌داری داشته و الگوی همدیدی غالب به وجود آورنده امواج گرمایی فرین در سطح زمین کم فشارهای حرارتی گنگ و عربستان و پرارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال هستند (قویدل‌رحیمی و همکاران ،۱۳۹۳ :۱۸). شرایط همدید رخداد امواج سرد شامل وضعیت پرفشار در سطح زمین و ناوه عمیق در سطح فوقانی جو می‌باشد (قویدل رحیمی وهمکاران، ۱۳۹۵: ۴۰). مطالعه سامانه‌های همدیدی مؤثر در زمان وقوع امواج گرمایی شمال‌غرب علاوه بر پرفشار جنب حاره‌ای، کم‌فشار عربستان و پاکستان بوده‌اند (جهان بخش وهمکاران ،۱۳۹۵: ۴).

پژوهش حاضر سعی دارد ضمن بررسی توزیع زمانی، تداوم و شدت رخداد موج‌های گرمایی استخراج شده از دو روش صدک و انحراف نرمال شده دما و همچنین تحلیل روند تغییرات آن‌ها در دامنه‌های جنوبی البرز، نتایج حاصله از این دو روش را نیز مقایسه نماید.

روش تحقیق

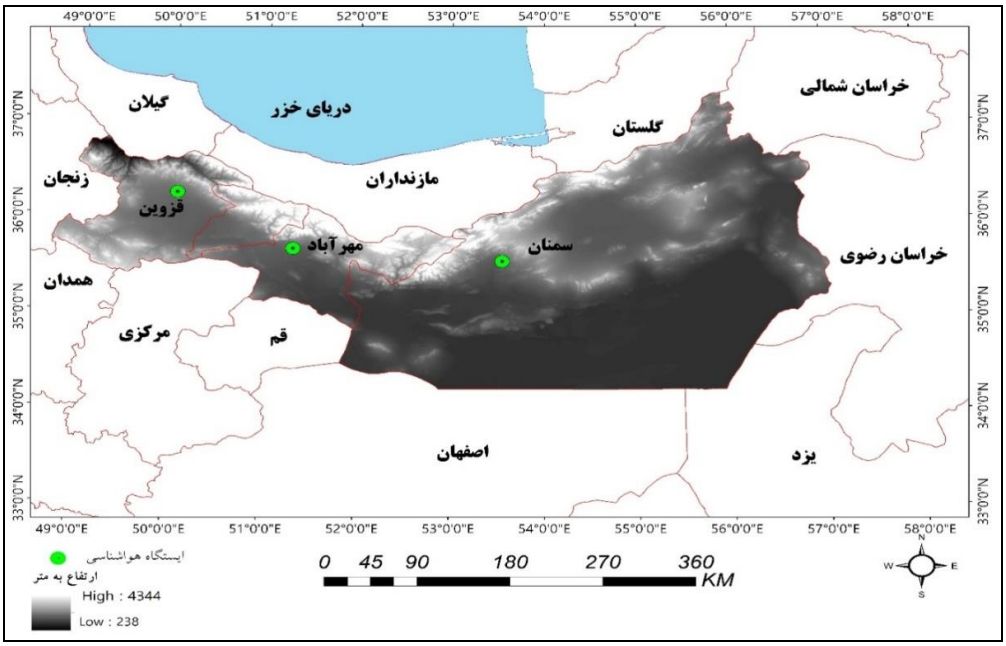
منطقه مورد مطالعه

ارتفاعات البرز مرکزی از تنوع توپوگرافی چشمگیری برخوردار است، کوهستان البرز با قرار گرفتن در میان دو اقلیم متفاوت گرم و خشک دامنه‌های جنوبی و معتدل و مرطوب شمالی و با برخورداری از تنوع بالای زمین-شناسی و ناهمواری‌ها خود شرایط خرداقلیمی متفاوتی را به وجود می‌آورد. منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۳۵۵۰۷۷. ۷۱ کیلومتر مربع در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۴ درجه و۰. ۵ دقیقه طول شرقی در محدوه استان‌های سمنان، تهران، البرز و قزوین واقع شده است. این منطقه در محدوه حوضه‌های آبریز سفیدرود (طالقان و الموت)، دریاچه نمک (قزوین، هشتگرد و تهران –کرج) و کویر مرکزی (سمنان و حبله‌رود) قرار دارد. پست‌ترین و مرتفع‌ترین ارتفاع منطقه به ترتیب ۶۳۴ و ۴۳۴۴ متر و متوسط ارتفاع آن ۲۴۷۰متر می باشد شکل(۱) و جدول(۱).

جدول(۱). مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه منطقه

ایستگاه	قزوین	تهران	سمنان
ارتفاع به متر	۱۲۷۹	۱۱۹۱	۱۱۲۷
دما (۲۰۱۶-۱۹۸۶)	۲۲	۲۳,۴	۲۱
تعداد موج	۷۰	۱۳۳	۱۰۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

برای دست‌یابی به اهداف پژوهش، داده بیشینه دمای روزانه ۳ ایستگاه همدید منطقه شامل ایستگاه‌های همدیدی مهرآباد تهران، قزوین و سمنان شکل(۱). از سال۲۰۱۶ تا ۱۹۸۶ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. با توجه به این‌که عناصر و پارامترهای اقلیمی در مقیاس زمان و مکان به دلایل زیادی تغییر می‌کنند، برای شناسایی نحوه تغییرات آن‌ها از روش‌های آماری استفاده می‌شود. آزمون من کندال جزء متداول‌ترین و پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری زمانی هیدرومتئولوژیکی به شمار می‌رود (حجام و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به هدف تحقیق در گام نخست روند تغییرات دمای سه ایستگاه با آزمون من کندال بررسی، در گام بعد با روش‌های آماری صدک[1] و انحراف نرمال شده‌ی دما (NTD)[2] رخداد موج های گرمایی در منطقه و تمام سال در دوره مطالعه استخراج، و در نهایت نتایج دو روش مذکور با هم مقایسه گردید.

در اغلب مطالعات انجام شده با شناسایی روزهای امواج گرمایی در ایران از نمایه‌های انحراف نرمال شده دما (NTD)، شاخص Z نرمال، و صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ استفاده شده است (اسدی و مسعودیان،۱۳۹۳، دارند؛ ۱۳۹۳، براتی و موسوی؛ ۱۳۸۴ و دوستان و اعتمادیان؛۱۳۹۶). بر این اساس در این پژوهش از نمایه‌های انحراف نرمال شده دما (NTD) و شاخص صدک که از فهرست شاخص‌های استاندارد توصیه شده توسط گروه آشکارسازی تغییر اقلیم و برنامه تحقیقاتی تغییرپذیری و پیش‌بینی اقلیم حدی برای بررسی رفتار رویدادهای اقلیمی حدی با استفاده از شاخص‌های دما تهیه شده، استفاده گردید. بر این اساس آستانه دمایی برای داده-

1 Percentil
2 Normalized Temperature Deviation

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

های تمام روزهای هر سال محاسبه و داده‌های برابر با صدک (۹۵، ۹۸) و در بعضی موارد صدک ۹۰ با دستکم دو روز تداوم (حاتمی رزنه و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۱) به عنوان موج گرما در نظر گرفته شد. صدک‌ها با استفاده از مقیاس ۱۰۰، موقعیت داده را بدون استفاده از تعداد داده‌های توزیع، تعیین می‌کند(چراغی به نقل از دلاور، ۱۳۸۶). برای محاسبه صدک‌ها از رابطه(۱) استفاده می‌شود.

رابطه(۱)

$$PR=\frac{cf+\frac{fi}{2}}{n}*100$$

که PR، صدک داده مورد نظر.

Cf، فراوانی تراکمی طبقه ای که قصد محاسبه‌ی آن را داریم

Fi، فراوانی طبقه‌ای که قصد محاسبه‌ی صدک را برای آن داریم.

n، تعداد کل داده ها در توزیع

هم زمان در منطقه مورد مطالعه از شاخص فومیاکی که توسط (فوجیبه،۲۰۰۷)[1] ارائه شده است، به عنوان شاخص انحراف نرمال شده دما (NTD) استفاده گردید.

برای محاسبه شاخص NTD این مراحل انجام می‌شود:

محاسبه میانگین بلند مدت دما برای هر یک از روزهای سال رابطه(۲).

رابطه(۲)

$$T(i,j)=\frac{1}{N}\sqrt{n}=N\,T(i.j,n)$$

که تعداد کل سال‌ها در این دوره آماری است و روز و ماه و سال را نشان می‌دهد.

محاسبه انحراف دمای هر روز نسبت به میانگین بلند مدت دما برای هر یک از روزهای سال رابطه (۳)

رابطه(۳)

$$T(I,j,n)=T(I,j.\ n)-T(I,j)\Delta$$

در رابطه(۳) $T\Delta$ انحراف دمای روز، ماه و سال، نسبت به میانگین بلند مدت دمای همان روز تقویمی است که به تغییرات روزانه وابسته است و بر حسب منطقه و فصل متفاوت خواهد بود، لذا نمی‌تواند نماینده شدت انحراف دمای آن روز نسبت به سایر روزهای سال باشد. برای رفع این مشکل لازم است مقادیر انحراف دما به کمک واریانس دما استاندارد سازی شود (اسماعیل نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

در نهایت محاسبه شاخص NTD از رابطه ($NTD=\frac{\Delta Tmax_{ikn}}{\sqrt{\sigma-2_{ik}}}$) به دست می‌آید.

در این پژوهش، مطابق با مراحل ذکر شده، NTD برای هریک از روزهای سال در محیط نرم افزار متلب محاسبه و روزهای با مقادیر بیشتر از ۱,۶۴ انحراف از نرمال دما یا $NTD_{ijn}>$۱,۶۴ که استمرار بیش از یک روز دارند به عنوان موج گرما معرفی شدند.

[1] Fujibe et al. ,2007

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

نتایج

الف: روند ماهانه دماهای بیشینه منطقه: نتایج حاصله از ارزیابی میزان تغییرپذیری و آگاهی از روند تغییرات دما با آزمون من کندال در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است. تغییرات مکانی به دست آمده از آماره من کندال؛ روند متوسط دما در اکثر ماه‌های سال و همچنین در مقیاس سالانه را مثبت نشان می‌دهد. روند افزایشی در اواخر زمستان و فصل بهار از شدت بیشتری برخوردار است. در ماه ژانویه در غرب منطقه (ایستگاه قزوین) و مرکز (ایستگاه تهران) روند دما مثبت است. البته این روند افزایشی از نظر آماری معنادار نیست. در همین زمان روند متوسط دما در شرق منطقه (سمنان) با شیب شدیدی کاهشی است، به طوریکه مقدار آماره من کندال با نمره ۳٫۴- در سطح ۹۹ درصد معنادار است. از این‌رو در این ماه روند دما از غرب به شرق کاهش یافته است. در ماه فوریه روند دمای هر سه ایستگاه افزایشی است که در سمنان و قزوین معنادار می‌باشد. روند دمای ماه مارس به‌طور چشمگیری افزایش پیداکرده و در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه روند دما با شیب شدیدی مثبت و آماره من کندال به بیشترین مقدار خود می‌رسد. در ماه‌های فصل بهار وضعیت دمای منطقه به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است که این شرایط در ماه می به بیشترین حد خود رسیده است و در هر سه ایستگاه مطالعاتی، نمره آماره من کندال بیشتر از دو ماه دیگر فصل است. همچنین متوسط دمای این ماه در هر سه ایستگاه معنادار است.

در اوایل تابستان (ژوئیه) هم روند میانگین دما در منطقه مورد مطالعه با شیب بالایی مثبت است و در سطح ۹۰ و ۹۵ درصد معنادار است. بیشینه افزایش دما مربوط به ایستگاه سمنان می‌باشد. وضعیت دمای ماه آگوست تغییرات چندانی ندارد و مقدار آماره من کندال در قزوین ۰٫۵، تهران ۰٫۱ و سمنان ۱٫۵ است که معنادار نیست. در سپتامبر شیب افزایشی دما مجدد بالاست و در ایستگاه سمنان در سطح ۹۵ درصد معنادار می‌شود.

با آغاز فصل پاییز شدت افزایش دما در منطقه کاهش می‌یابد. به طوریکه در قزوین و تهران مقدار شاخص z من کندال کمتر از یک است. در این ماه هم فقط روند مثبت دما در سمنان معنادار است. بر خلاف سایر ماه-های سال، در نوامبر روند دمای منطقه مورد مطالعه کاهشی است، که این روند از شرق به غرب از شدت بیشتری برخوردار است، به طوریکه مقدار شاخص z من کندال در سمنان به ۱٫۲-، در تهران به ۱٫۶۷ – و در قزوین به ۲٫۴۱ – (معنادار در سطح ۹۵ درصد) رسیده است. در دسامبر تغییرات شرایط دمایی چندان قابل توجه نیست. البته روند ایستگاه قزوین و سمنان با شیبی ضعیف افزایشی و در ایستگاه تهران با شیبی ضعیف کاهشی است.

روند متوسط دمای سالانه نشان می‌دهد که وضعیت دمای منطقه مورد مطالعه با شیب بسیار شدید مثبت است، به طوریکه مقدار آماره من کندال هر سه ایستگاه بیشتر از ۳ است که از نظر آماری معنادار است. بیشترین شدت روند افزایشی در مقیاس سالانه مربوط به ایستگاه سمنان با نمره ۳٫۶۷ (معنادار در سطح ۹۹ درصد) و کمترین آن متعلق به ایستگاه تهران با نمره ۳ (معنادار در سطح ۹۰ درصد) است. پس به طور کلی آزمون فوق در منطقه مورد مطالعه افزایش دما را در طی دوره مورد مطالعه تأیید می‌کند، که منجر به افزایش روزهای گرم و در پی آن افزایش موج‌های گرمایی می‌شود. احتمالا ارتباط معناداری بین موج‌های گرمایی و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

گرمایش جهانی وجود داشته باشد، و احتمال رخداد گرمایش سطحی و شکل‌گیری کم فشارهای حرارتی که شاید در شکل‌گیری امواج گرمایی نقش داشته باشد، وجود دارد.

جدول(۲). روند ماهانه دمای حداکثر منطقه مورد مطالعه براساس من کندال

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن
قزوین	۵۸ .۱	۴۵ .۲*	۶۰ .۲**	۵ .۱	۷۴ .۲**	۶۹ .۲**
تهران	۷۸ .۰	۷۳ .۱+	۶۵ .۲**	۰	۵۵ .۲*	۹۴ .۱+
سمنان	۴۰ .۳***	۳۸ .۲*	۶۰,۳**	۹۲ .۰	۸۱ .۲*	۴۱ .۲*

***معناداری ۹۹درصد، **معناداری ۹۵درصد، *معناداری ۹۰درصد

جدول(۳). روند ماهانه دمای حداکثر منطقه مورد مطالعه براساس من کندال

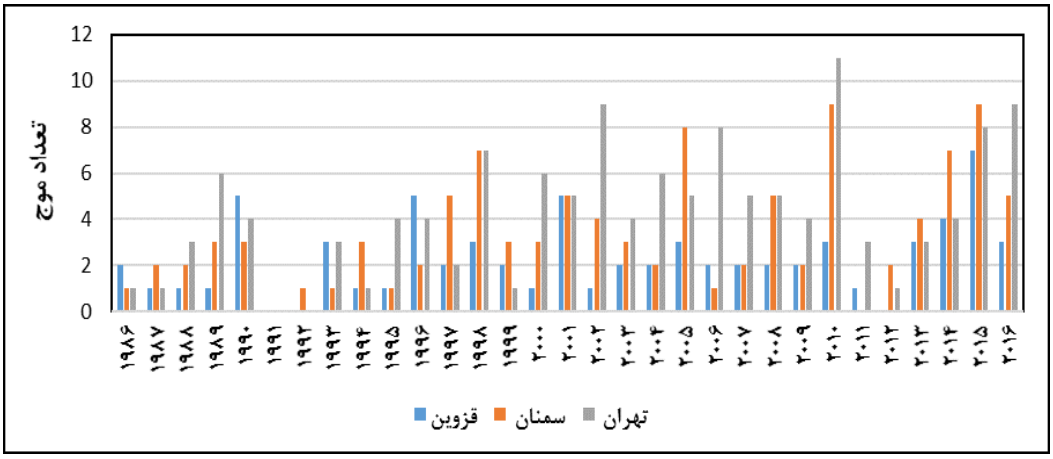
ایستگاه	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
قزوین	۹۱ .۲**	۴۹ .۰	۷۰ .۱+	۶۸ .۰	۴۱ .۲-	۵۴ .۰
تهران	۹۴ .۱+	۱۰ .۰	۱۶ .۱	۷۱ .۰	۶۷ .۱-	۱۴ .۰-
سمنان	۹۹ .۲**	۵۰ .۱	۴۸ .۲*	۱۰ .۲	۱۲ .۱-	۱۹ .۱

***معناداری ۹۹درصد، **معناداری ۹۵درصد، *معناداری ۹۰درصد

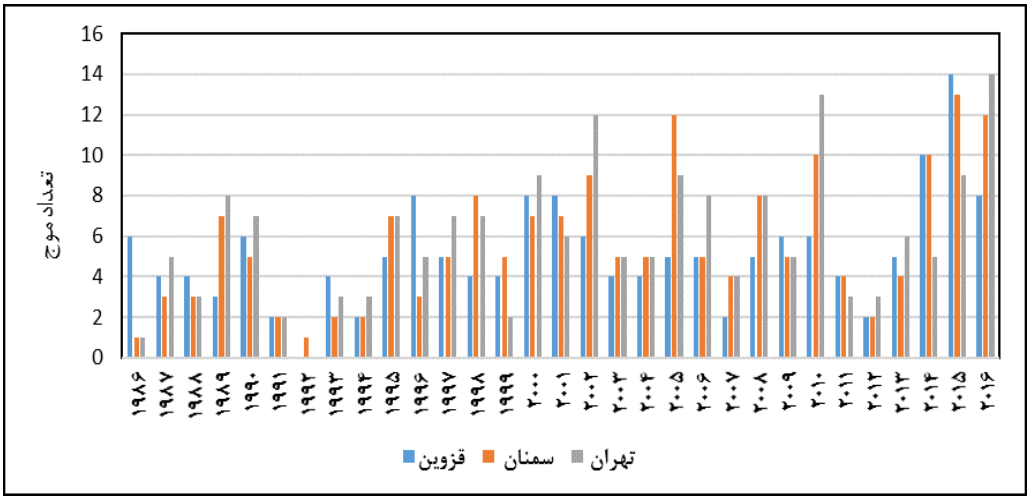
ب: توزیع سالانه امواج گرمایی: در شکل(۳) که فراوانی امواج گرمایی به روش صدک استخراج گردیده مشخص شده است از سال ۱۹۹۶تا ۲۰۱۶ بر تعداد امواج گرمایی افزوده شده، و این افزایش در سه ایستگاه مطالعاتی تفاوت چندانی ندارند، تعداد موج‌ها در سه ایستگاه از نظر فراوانی با اختلاف اندکی قابل شناسایی است. تنها در ایستگاه مهرآباد در سال (۲۰۱۰) یک روند افزایشی چشم‌گیری در فراوانی موج‌های گرمایی مشاهده شده است. شکل(۴) مربوط به فراوانی امواج گرمایی به روش انحراف نرمال شده دما (NTD) است. تعداد امواج گرمایی بیشتر بوده و تعداد سال‌هایی که فراوانی یکسانی داشته‌اند بیشتر مشاهده شده است. برای نمونه می‌توان به سال‌های (۱۹۹۱، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴) اشاره کرد. در هر دو روش بیشترین فراوانی امواج مربوط به سال (۲۰۱۵) بوده که با روش صدک (۲۴ مورد) و با روش NTD (۳۶ مورد) موج گرمایی شناسایی شد.

با بررسی دمای منطقه در طول دوره آماری(۲۰۱۶-۱۹۸۶) مشخص گردید که سال ۲۰۱۵ نسبت به سال‌های دیگر از بالاترین دما برخوردار بوده است. همچنین سال ۱۹۹۱که نسبت به سایر سال‌ها از پایین‌ترین دما برخوردار بوده است فاقد موج گرمایی بوده است اشکال (۲ و ۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]



شکل(۲). نمودار فراوانی سالانه موج‌های گرمایی (۲۰۱۶-۱۹۸۶)با روش صدک



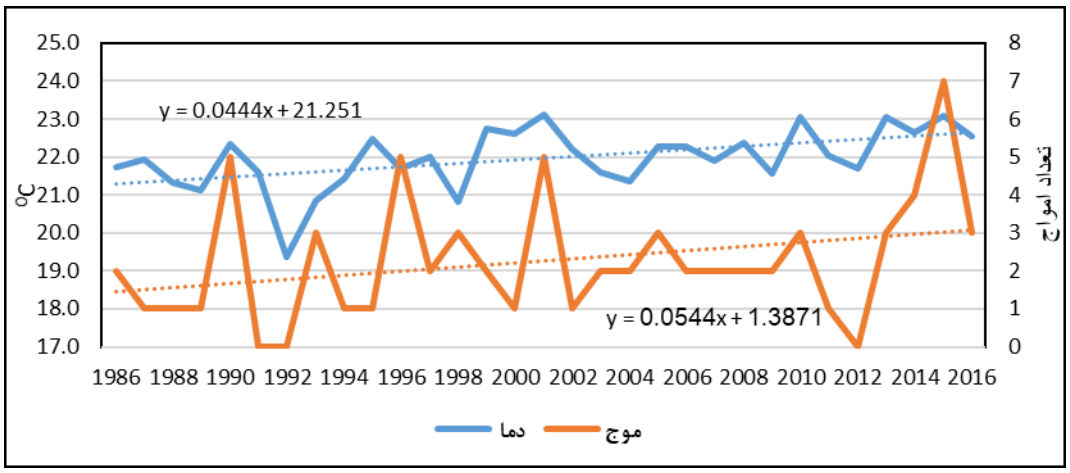
شکل(۳). نمودار فراوانی سالانه موج های گرمایی (۲۰۱۶-۱۹۸۶)با روش (NTD)

در اشکال(۴ تا ۶) ارتباط بین تغییرات دمای حداکثر در طول دوره آماری و موج‌های گرمایی هر ایستگاه نشان داده شده است، به موازات کاهش یا افزایش دمای حداکثر، موج‌های گرمایی نیز از این روند پیروی کرده و تغییر می‌کنند. دمای هوای هر مکان متأثر از مجموعه شرایطی مانند: ارتفاع، عرض جغرافیایی و توده‌های هوا قرار دارد. با تغییر هریک از این عوامل، دما نیز تغییر خواهد کرد. همچنین در بین سه ایستگاه در طول دوره آماری، تهران از دمای بالاتری برخوردار است و مطابق آن تعداد موج‌های گرمایی بیشتری نیز دارد. از نکات قابل توجه در جدول(۱) این است که ایستگاه سمنان از دمای کمتری نسبت به ایستگاه قزوین برخوردار است، اما از فراوانی امواج بیشتری برخوردار می‌باشد، جدا از اینکه عوامل محلی (ارتفاع) و موقعیت منطقه نسبت به جهت قرارگیری رشته کوه‌ها در وقوع موج گرما تأثیرگذار است. شکل‌گیری امواج گرمایی را به عوامل بیرونی (توده‌های هوا) هم می‌توان نسبت داد. در بعضی نواحی فراوانی امواج با بیشینه دمایی منطبق نیست و موج گرما چیزی جدا از حداکثرهای دمایی است. بنابراین در وقوع امواج گرمایی منطقه هم عوامل درونی (محلی) و

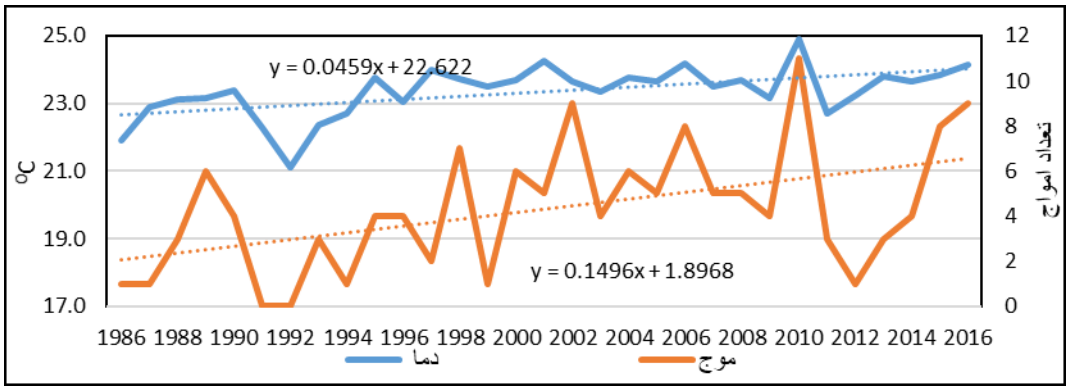
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

هم عوامل بیرونی (توده های هوا) نقش دارند. و مقایسه همزمان شیب تغییرات دما و امواج گرمایی در طی دوره مورد مطالعه نتیجه بالا را تایید می‌کند.

در ایستگاه قزوین بین شیب تغییرات دما ۰/۴و شیب تغییرت امواج گرمایی ۰/۵اختلاف بسیار اندکی وجود دارد و هر دو شیب تغییرات دما و امواج گرمایی یکنواخت هستند و نوسان زیادی ندارند. در ایستگاه سمنان بین شیب تغییرات دمایی ۰/۷و تغییرات امواج گرمایی ۰/۱۲ اختلاف زیادی وجود دارد، در مورد ایستگاه تهران نیز هر دو شیب تغییرات دمایی و امواج گرمایی یکنواخت و از نوسان‌های تقریبا یکسانی برخوردار هستند. شیب تغییرات دمایی و امواج گرمایی هرسه ایستگاه روند صعودی دارد اشکال(۴ تا ۶).

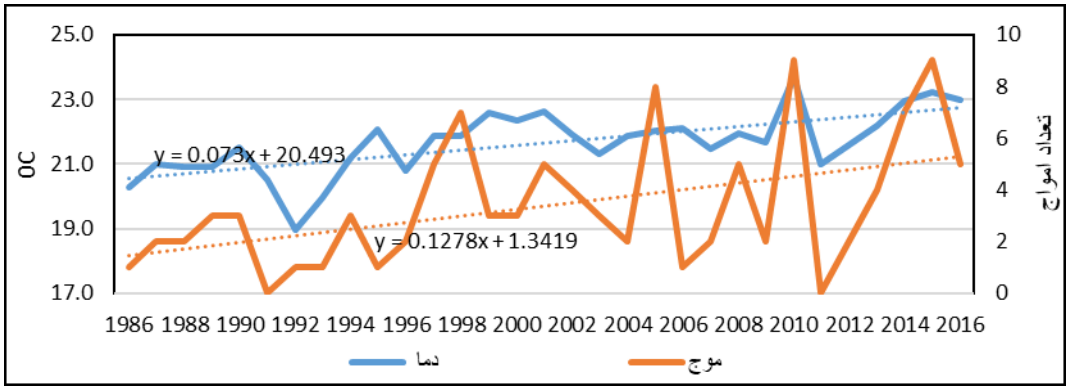


شکل(۴). مقایسه بین تغییرات متوسط سالانه حداکثر دما و فراوانی موج های گرم در ایستگاه قزوین (۲۰۱۶-۱۹۸۶)



شکل(۵). مقایسه بین تغییرات متوسط سالانه حداکثر دما و فراوانی موج های گرم در ایستگاه تهران (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]



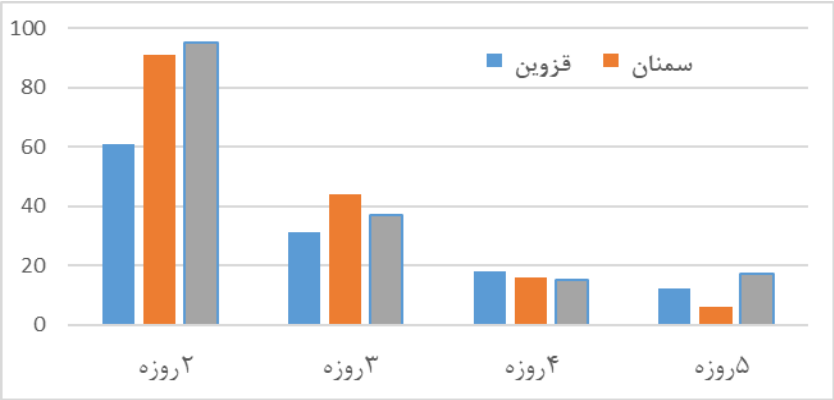
شکل(۶). مقایسه بین تغییرات متوسط سالانه حداکثر دما وفراوانی موج های گرم در ایستگاه سمنان (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

از آنجایی‌که استمرار زمانی (تداوم) ویژگی اصلی هر موج گرمایی است، در ادامه موج‌های گرمایی در چهار گروه موج‌های (۵، ۴، ۳، ۲) روزه براساس فراوانی ماهانه در طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۶) دسته‌بندی گردید. چون امواج ۲ روزه و ۳ روزه بیشترین فراوانی را داشته‌اند، تحلیل‌ها براساس این دو گروه امواج و با تأکید بیشتر بر امواج ۲ روزه انجام شده است. پس منظور از امواج گرمایی در این پژوهش بیشتر امواج ۲ روزه می‌باشد.

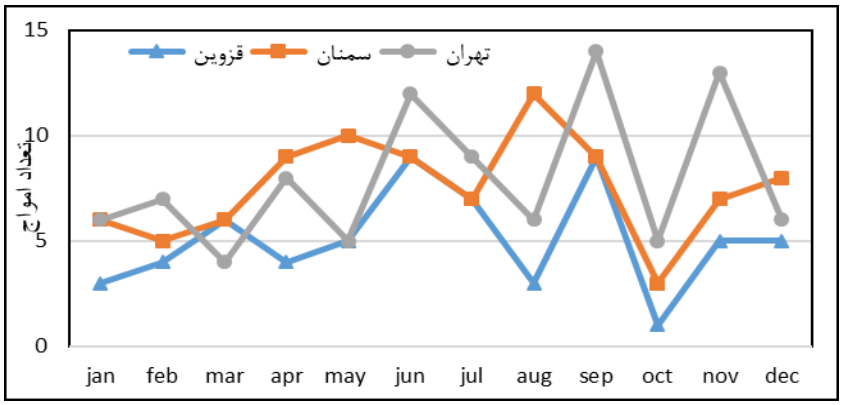
ج: توزیع زمانی و شدت (تداوم) امواج گرمایی براساس روش انحراف نرمال شده دما (NTD):

بیشترین فراوانی امواج در دو ایستگاه هواشناسی سمنان و قزوین مربوط به دوره گرم سال است؛ در ایستگاه هواشناسی قزوین این فراوانی مربوط به ماه‌های ژوئن و سپتامبر، در ایستگاه هواشناسی سمنان مربوط به ماه-های آگوست، می، آوریل، ژوئن و سپتامبر بوده، اما در ایستگاه مهرآباد فراوانی امواج علاوه بر دوره گرم در دوره سرد سال هم بالا بوده ،و در ماه‌های سپتامبر و نوامبر ثبت شده است. به طوریکه در ماه نوامبر با فراوانی (۱۳موج) و در ماه سپتامبر با یک اختلاف با (۱۴موج) شناسایی شد. امواج ۲ و ۳ روزه در ایستگاه تهران و قزوین در فصل سرد سال از گستره بیشتری برخوردار بوده‌اند ولی در ایستگاه سمنان بیشتر در فصل گرم نمایان‌تر بودند. نکته قابل توجه قابل استخراج از نمودارها، در مورد امواج ۳ روزه است؛ این امواج در ایستگاه سمنان در طول کل سال قابل مشاهده بوده اما در ایستگاه قزوین در ماه‌های (مارس، نوامبر) و در تهران در ماه (اکتبر) هیچ موجی مشاهده نشده است که می‌توان در اینجا نقش عوامل محلی و سامانه همدیدی تأثیرگذار بر شکل‌گیری آن‌ها را مورد بررسی قرار داد اشکال(۷ تا ۹).

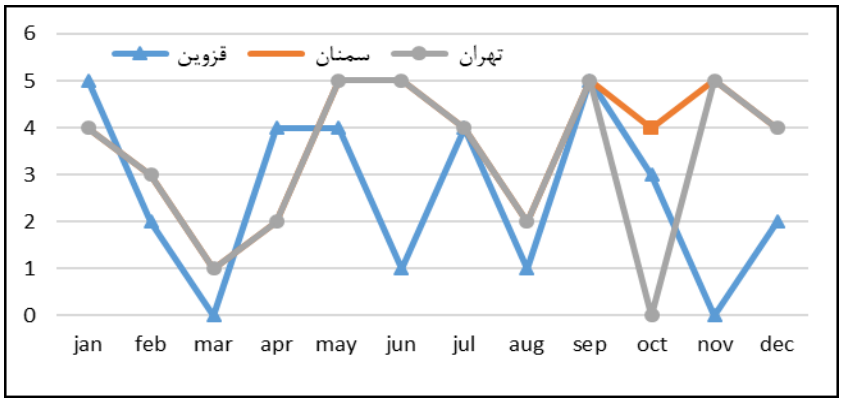
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]



شکل(۷). فراوانی تداوم موج گرمایی (روش NTD) در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۲۰۱۶-۱۹۸۶)



شکل(۸). فراوانی ماهانه موج گرمایی با تداوم ۲ روزه (روش NTD) (۲۰۱۶-۱۹۸۶)



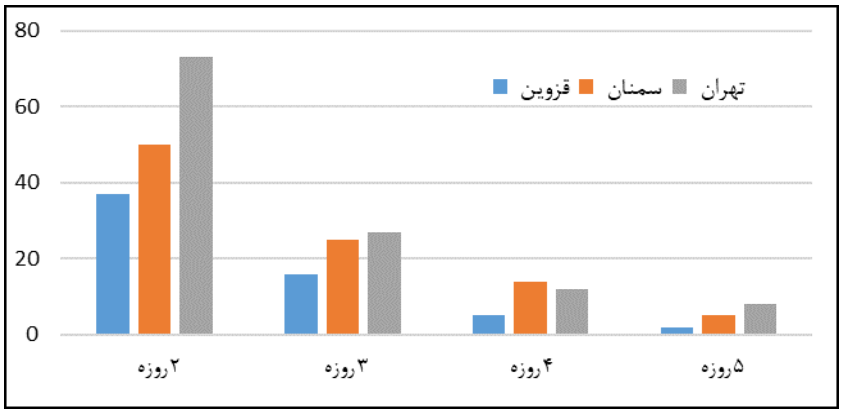
شکل(۹). فراوانی ماهانه موج گرمایی با تداوم ۳ روزه (روش NTD) (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

د: توزیع زمانی و شدت(تداوم) امواج گرمایی براساس روش صدک:

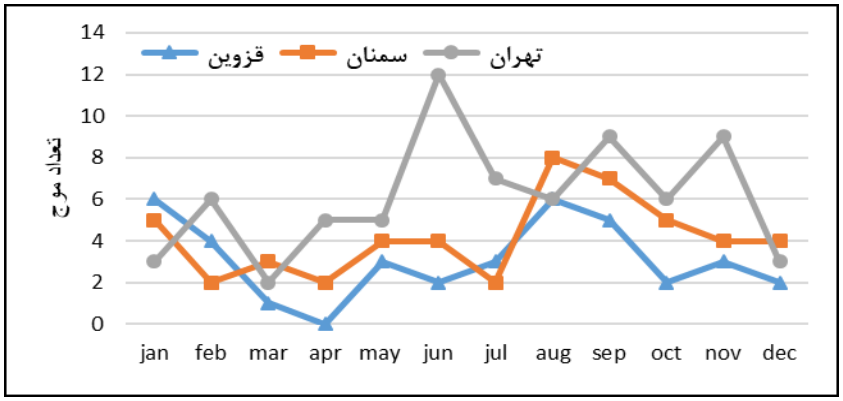
در روش صدک همانند روش انحراف نرمال شده دما (NTD) در منطقه مورد مطالعه فراوانی امواج در دوره گرم سال بیشتر از دوره سرد است. نکته قابل توجه این‌که، در روش صدک شناسایی امواج در دوره سرد سال

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

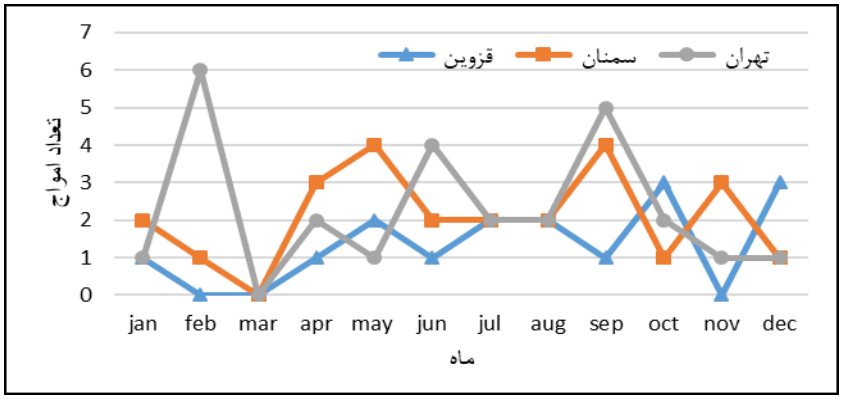
نسبت به روش انحراف نرمال شده دما نمود بیشتری دارد و امواج در هر دو دوره ازنظر فراوانی از اختلاف اندکی برخوردارند. اشکال(۱۰ تا ۱۲).



شکل(۱۰). فراوانی تداوم موج گرمایی (روش صدک) در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۲۰۱۶-۱۹۸۶)



شکل(۱۱). فراوانی ماهانه موج گرمایی با تداوم ۲ روزه روش صدک طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۶)



شکل(۱۲). فراوانی ماهانه موج گرمایی با تداوم ۳ روزه روش صدک طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

در ادامه مشخص شد که ماه ژوئن و سپتامبر در هر سه ایستگاه در طول دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۶) بیشترین فراوانی را داشتند، در ژوئن سال‌های (۲۰۰۶، ۲۰۱۵)، موج های گرمایی در تاریخ های مشترک همدیگر را هم-پوشانی کردند. جدول(۴) که در تاریخ ۱۷، ۱۸ ژوئن یک موج گرمایی شروع شده، که آستانه دمایی در هر سه ایستگاه بالای ۳۸ درجه بوده است. در ایستگاه سمنان تداوم این موج ۵ روزه بوده و از تاریخ ۱۷ تا ۲۱ ژوئن ادامه داشته است. ادامه این موج در ایستگاه تهران در همان تاریخ ۱۷ ژوئن تا سه روز تداوم داشته و ادامه آن از تاریخ ۲۴ ژوئن به صورت موج ۵ روزه دیگر ادامه یافت. در ایستگاه قزوین از تاریخ ۱۶ تا ۱۸ ژوئن به صورت یک موج سه روزه بود. از نظر دمایی برای هر سه ایستگاه از آستانه‌ی دمای بالای ۳۷ درجه استفاده شد. ایستگاه تهران دمای بالاتری داشت که دلیل طولانی‌تر بودن موج گرمایی آن را نسبت به دو ایستگاه دیگر توجیه می‌کند. آستانه دمایی در ایستگاه قزوین از کمتر بوده از طرف دیگر این ایستگاه در ارتفاع بالاتری نسبت به دو ایستگاه دیگر قرار دارد که می‌توان گفت نقش ارتفاع در کاهش دما و به دنبال آن کاهش استمرار زمانی موج گرمایی در ایستگاه قزوین مؤثر بوده است، در سال ۲۰۱۵ اموج‌های گرمایی در ایستگاه سمنان با استمرار زمانی ۳ روزه از تاریخ ۵ تا ۷ ژوئن ادامه داشته و در تاریخ ۹ و۱۰ ژوئن به صورت یک موج ۲ روزه نمایان شده و در ادامه در ایستگاه تهران از تاریخ ۴ ژوئن به صورت یک موج ۶ روزه نمایان شده و تا ۸ ژوئن ادامه داشته است. سپس با یک وقفه دو روزه در تاریخ ۱۲ و ۱۳ ژوئن به صورت یک موج ۲ روزه بوده که همین موج با یک فاصله زمانی ۸ روزه در تاریخ ۲۲ و ۲۳ ژوئن نمایان شد، با بررسی آستانه دمایی سه ایستگاه در تاریخ‌های مورد نظر مشخص شده است که ایستگاه تهران در تاریخ‌های ذکر شده از آستانه دمایی بالاتری نسبت به دو ایستگاه دیگر برخوردار بوده است و ایستگاه سمنان هم از کمترین آستانه دمایی برخوردار بوده است که این خود کمتر بودن تعداد موج‌های گرمایی آن را نسبت به دو ایستگاه دیگر توجیه می‌کند. این ماه بیشینه دمایی با بیشینه امواج گرمایی منطبق بوده است در ماه سپتامبر در سال‌های (۱۹۹۰، ۱۹۹۶، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵) تداوم امواج در تاریخ‌های یکسان در هر سه ایستگاه بوده که در جدول(۵) مشاهده می‌شود. سال ۲۰۱۵ از بیشترین فراوانی امواج برخوردار بوده است، در بررسی ماهانه بین دوماه سپتامبر و ژوئن مشخص شد که بیشترین فراوانی ماهانه هم در همین سال بوده است، از نظر میانگین دمایی سال (۲۰۱۵) از بالاترین دما برخوردار بوده است جداول(۴ و ۵).

جدول(۴). همپوشانی موج گرمایی ماه ژوئن ۲۰۰۶

ایستگاه	ژوئن ۲۰۰۶	آستانه دمایی	ژوئن ۲۰۱۵	آستانه دمایی
تهران	۱۷. ۱۸. ۱۹	۳۹,۴	(۳تا۸)	۳۹,۴
			۱۲. ۱۳	۳۹,۱
	۲۴. ۲۵. ۲۶. ۲۷. ۲۸	۴۰	۲۲. ۲۳	۴۰,۲
قزوین	۱۶. ۱۷. ۱۸	۳۷,۴	۳. ۴	۳۷,۱
			۶. ۷	۳۷,۱
			۱۱. ۱۲	۳۷,۱
			۲۹. ۳۰	۴۰
سمنان	۱۷. ۱۸. ۱۹. ۲۰. ۲۱	۳۷,۲۸	۵. ۶. ۷	۳۷,۱
			۹. ۱۰	۳۷,۴

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

جدول(۵). همپوشانی موج گرمایی ماه سپتامبر

ایستگاه	سپتامبر ۱۹۹۰	آستانه دمایی	سپتامبر ۱۹۹۶	آستانه دمایی	سپتامبر ۲۰۰۲	آستانه دمایی	سپتامبر ۲۰۰۵	آستانه دمایی
تهران	۱۴,۱۵,۱۶	۳۷,۱	۱۸,۱۹,۲۰	۳۷,۱	۲۳,۲۴,۲۵	۳۴,۳	۲۶,۲۷,۲۸	۳۴,۲
					۲۹,۳۰	۳۲,۱		
قزوین	۱۳,۱۴	۳۶,۲	۱۶,۱۷,۱۸	۳۴,۲	۲۷,۲۸	۳۲,۳	۲۱,۲۲	۳۳,۲
سمنان	۱۴,۱۵,۱۶	۳۶,۲	۱۸,۱۹,۲۰	۳۴,۲	۲۷,۲۸	۳۳,۳	۲۴,۲۵	۳۳,۱
							۲۷,۲۸	۳۲,۳

با کاربرد همزمان دو روش صدک و انحراف نرمال شده دما در منطقه برای شناسایی موج گرمایی مشخص شد، در روش انحراف نرمال شده دما تعداد موج‌های گرمایی بیشتری نسبت به روش صدک ثبت گردید، ولی در روش صدک شناسایی موج‌های گرمایی در دوره سرد سال نمایان‌تر بوده است. به طوری‌که علاوه بر اینکه موج-های با تداوم بالای ۷ روز بیشتر در دوره سرد سال مشاهده شد، یک موج گرمایی با تداوم ۱۵ روزه در ماه مارس ۲۰۰۸ در ایستگاه تهران با روش صدک مشاهده شده است. با وجود این‌که بر اساس روش صدک یک نوع احتمال یکسان از وقوع دماهای حدی در سراسر سال وجود دارد، بنابراین امکان وقوع این رویداد در فصول مختلف سال به راحتی قابل مقایسه و ارزیابی است. با روش صدک امواج گرمایی در فصل سرد نمود بیشتری داشته و همچنین در بعضی سال‌ها امواج با تداوم بالای ۷ روزه در دوره سرد با روش صدک نمایان‌تر بوده‌اند انتخاب روش صدک در مقابل روش انحراف نرمال شده دما برای شناسایی امواج گرمایی منطقه پیشنهاد می-شود، هرچند با قطعیت کامل نمی‌توان بر این امر تأکید کرد و ممکن است در تحقیقات آینده نتایج متفاوت دیگری دست یافت که زمینه های تحقیقاتی مختلفی را در اختیار پژوهشگران دیگر قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش مطالعه رفتار اقلیمی امواج گرمایی نظیر فراوانی، شدت و تداوم آن‌ها در فصل‌های مختلف سال است. یافته‌ها نشان داد که توزیع تعداد امواج گرمایی طی دوره مورد مطالعه (۲۰۱۶-۱۹۸۶) در هر سه ایستگاه روبه افزایش است. بیشترین رخداد را امواج ۲ روزه داشتند که در همه فصول سال شناسایی شده‌اند، در پی آن امواج (۳، ۴ و ۵) روزه هم شناسایی شده‌اند، اما این امواج نسبت به موج‌هایی گرمایی که در همه فصول نمایان بوده‌اند در بعضی از ماه‌های سال نمود نداشتند. سهم موج‌های ۷روز به بالا کمتر بوده است. در بعضی سال‌ها در دوره سرد سال فراوانی امواج همانند دوره سرد سال بالا بوده است. به عنوان مثال در ایستگاه تهران در ماه نوامبر ۱۳موج گرمایی و در ماه سپتامبر ۱۴ موج گرمایی رخ داده است. احتمال رخداد روزهای توام با امواج گرما از فصل تابستان به سمت فصل زمستان از افزایش قابل‌توجهی برخوردار است. وقوع موج گرما به ویژه طی فصل سرد سال از جمله برجسته‌ترین عواملی است که می‌تواند ماندگاری ذخایر برف را در حوضه-های کوهستانی ایران کاسته آهنگ رطوبتی خاک را نیز دچار تنش سازد. (براتی و موسوی، ۱۳۸۴) از جمله این مناطق کوهستانی، می‌توان به دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی اشاره کرد. در توزیع ماهانه ژوئن و سپتامبر بالاترین رخداد امواج گرمایی را نسبت به سایر ماه‌ها داشته‌اند. در همه ماه‌های سال امکان وقوع امواج گرمایی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

وجود دارد و تفاوت زیادی بین دو دوره سرد و گرم وجود ندارد و این نشان می‌دهد که در وقوع امواج گرمایی هم عوامل درونی (محلی) و هم عوامل بیرونی (توده‌های هوا) نقش دارند (دوستان، ۱۳۹۶) و موج‌های گرمایی می‌تواند جدا از حداکثرهای دمایی باشد. نکته قابل‌توجه در مورد امواج بلند بالای ۷روزه است، این موج‌های گرمایی در فصول سرد سال فراوانی بیشتری نسبت به فصل گرم سال داشته است. در واقع انحراف ناهنجاری-های دمای روزانه در دوره سرد نسبت به دوره گرم تداوم طولانی‌تری داشته است. دوام بیشتر یک موج گرما در فصل سرد سال بر ذخایر برف مناطق مرتفع و کوهستانی اثرگذار است. اثر چنین موجی به خاطر تأثیرات فزاینده‌ی عوامل گرمایشی مانند افزایش تراز مثبت دمای خاک در روزهای پیاپی، فراتر از موجی است که دارای اوجی تک افتاده[1] و ناگهانی است (براتی و موسوی، ۱۳۸۴). در پایان می‌توان گفت شدت، تداوم و فراوانی امواج گرمایی در سال‌های اخیر در دامنه های جنوبی البرز مرکزی روند افزایشی را نشان می‌دهد که این حالت خود باعث افزایش بیماری‌ها، کاهش فعالیت‌های روزانه افراد، تنش‌های گرمایی انسان و دیگر موجودات زنده، افزایش نیاز آبی که نتیجه آن کاهش کیفیت محصولات زراعی و باغی و بروز آفات و افت محصولات کشاورزی است، می‌شود.

منابع

اسدی، اشرف؛ مسعودیان، ابولفضل. (۱۳۹۳.) **پهنه‌بندی ایران بر پایه دماهای فرین بالا، مجله فیزیک زمین و فضا، ۴۰(۴)**: ۱۶۸-۱۵۵.

اسماعیل‌نژاد، مرتضی؛ خسروی، محمود؛ علیجانی، بهلول؛ مسعودیان، ابولفضل. (۱۳۹۲). **شناسایی امواج گرمایی ایران**، مجله جغرافیا و توسعه ، **۱۱ (۳۳)**: ۵۴-۳۹.

امیدوار، کمال؛ ابراهیمی، رضا؛ کیخسروی کیانی، محمد؛ لکزاشکور، قاسم. (۱۳۹۵). **اثر گرمایش جهانی برتغییرات دمای ایران تحت مدل دینامیکی** EH5OM، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶(۴۳): ۱۹۵-۲۱۶.

براتی، غلامرضا؛ موسوی، سید شفیع. (۱۳۸۴). **جابجایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران**، مجله جغرافیا و توسعه، **۳(۵)**:۵۲-۴۱.

جهانبخش، سعید؛ قویدل، فاطمه؛ اشجعی، محمد. (۱۳۹۵). **شناسایی، طبقه بندی و تحلیل همدیدی امواج گرمایی به منظور کاهش مخاطرات انسانی در شمال غرب ایران**، دانش مخاطرات، **۲ (۴)**:۳۹۱- ۳۷۷.

چراغی رودی، مسلم. (۱۳۹۱). **تحلیل سینوپتیک امواج سرما و گرما در ایستگاه‌های منتخب جنوب غرب ایران**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی.

حاتمی‌زرنه، داریوش؛ حجازی زاده، زهرا ؛ ناصرزاده، محمدحسین. (۱۳۹۸). **تحلیل نوسانات زمانی امواج گرمایی منطقه‌ی شمالغرب ایران و ارتباط آن‌ها با گازهای گلخانه‌ای و ناهنجاری‌های دمایی کره‌ی زمین**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی **۱۹ (۵۲)**: ۵۶-۳۵.

1singular

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

حجام، سهراب؛ خوشخو، یونس؛ شمس‌الدین وندی، رضا. (۱۳۸۷). **تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری**، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، (**۶۴**): ۱۶۸-۱۵۷.

دارند، محمد. (۱۳۹۳). **شناسایی و تحلیل زمانی- مکانی امواج گرمایی ایران زمین**، فصلنامه جغرافیا و توسعه، **۱۹(۳۵)**: ۱۸۰- ۱۶۷.

دوستان، رضا؛ اعتمادیان، الهه. (۱۳۹۶). **تحلیل فضایی امواج گرمایی ایران**، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، **۴(۱)**: ۳۲-۱۷.

شادمان، حسن. (۱۳۹۱). **تحلیل همدید موج‌های گرمایی فراگیر در ایران**، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان.

صادقی، سلیمان؛ دوستان، رضا؛ صانعی، معصومه. (۱۳۹۴). **تحلیل فضایی- زمانی امواج گرمایی خراسان رضوی**، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، **۱۲(۴۷)**: ۳۲-۱۷.

قویدل رحیمی، یوسف؛ سپه وند، راضیه؛ فرج زاده اصل، منوچهر.(۱۳۹۳). **شناسایی و تحلیل همدید امواج گرمایی فرین غرب ایران**، پژوهش‌های دانش زمین، **۵(۱۸)**: ۱۰-۱.

قویدل رحیمی، یوسف؛ فرج زاده، منوچهر؛ مطلبی، سلماز. (۱۳۹۵).**تحلیل آماری و سینوپتیک امواج سرمایی منطقه شمال‌غرب**، نشریه تحقیقات کاربری علوم جغرافیایی،**۱۶ (۴۰)**:۴۶- ۲۹.

قویدل‌رحیمی، یوسف. (۱۳۹۰). **شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل همدید موج ابرگرم تابستان ۱۳۸۹ ایران**، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، **(۳)**: ۱۰۰-۸۵.

الماسی، فائقه؛ طاوسی، تقی؛ حسین‌آبادی، نسرین. (۱۳۹۵). **واکاوی رفتار و تغییرات بسامد رخداد امواج گرمایی شهر اهواز**، مجله آمایش جغرافیایی فضا، **۶ (۱۹)**:۱۵۰-۱۳۷.

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

ورشاویان، وحید؛ خلیلی، علی؛ قهرمان، نوذر؛ حجام، سهراب. (۱۳۹۰). **بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در نمونه اقلیمی ایران**، مجله فیزیک زمین و فضا، **۳۷(۱)**: ۱۷۹-۱۶۹.

یزدان‌پناه، حجت الله؛ علیزاده، تیمور. (۱۳۹۰). **برآورد احتمال وقوع امواج گرمایی با دوره‌های تداوم مختلف در استان کرمان به کمک زنجیره مارکوف**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، **(۳)**: ۷۱-۵۲.

Croitoru A, Piticar A, Ciupertea A, Rosca C. 2016**. Change in heat waves indices in Romania over the period1961-201**5, Journal of Global and Planetary Change, Romania, **146**: 109-121.

Cony M, Martin L. 2010. **Synoptic patterns that contribute to extremely hot days in Europe**, Journal of Atmosfera, Mexico, **23**: 295-306.

Degaetano A, Allen J. 2002. **Trends in twentieth-century extremes across the United States**, Journal of Climate, **15**: 3188-3205.

Fujibe F, Yamazaki N, Kobayashi K, Nakamigawa H. 2007. **long-term changes of temperature extremes and day-to-day variability in Japan**, Journal of Meteorology and Geophysics, **58**: 63-72, DOI: 10.2467/mripapers.58.63.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]

Huth R, Pokorna L. 2000. **AGCM simulation of heatwaves, dry spells, and thire relationships to circulation**, Journal of Climate Change, **46**: 29-60.

Kadokura S, Kato, H. 2005. **Seasonal/Regional variation of variability characteristic of daily maximum/minimum temperatures in Japan observed and reproduced by RegCM nested in NCAR- CSM**, Journal of the Meteorological Society of Japan, **83**: 69-87.

Karl T, Quayle R. 1981. **Heat wave and in historical perspective**, Journal of Monthly Weather Review, **109:** 2055-2073.

Kestin T. 2000. **Variations of Australian Climate and Extremes**, PhD Thesis, Monash University.

Kovast SR, Ebi LK. 2006. **Heat waves and public health in Europe**, Journal of Public Health, **16**: 592-599.

Plummer N, Salinger M, Nicholls N, Suppiah R, Hennessy K, Leighton R, Trewin B, Page C, Lough J. 1999. **Changes in Climate extremes over the Australian region and New Zealand during the Twentiethcentury**, Journal of climate change, **42**: 183-202.

Rafael O, Garcla C, Adalberto M, Ernesto J. 2009, **Heat Waves and heat days in an arid city in the northwest of Mexico current trends and in Climate Change Scenarios**, Int ernational Journal of Biometeorol, **54**: 335- 354.

Robinson P. 2001. **on the definition of a heat wave**, Journal of Applied Meteorology.Carolina, **40**: 762-775.

Ting D, Weihong Q, Zhongwei Y. 2010. **Changes in hot days and heat waves in China during 1967-2007**, International Journal of Climatology, **30**: 1452-1462.

Smith k. (6th Edition). 2013. **Environmental Hazards Assessing Risk and Reducing Disaster**, Routledge, New York.

Unkasevic M, Tosic I. 2009. **an analysis of heat waves in Serbia**, Journal of Global and planetary change, **65**: 17-26.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.56.9]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.81]