

بررسی تأثیر الگوهای جوی مختلف بر تغییرات امواج گرمایی شهرستان نیر

بهروز سبحانی*، قدیر دل آرا^۲

۱. استاد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران.

Email: sobhaniardabil@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۹

چکیده

تغییرات ناگهانی دمای هوا تعادل زیستی هر محلی را می‌تواند دگرگون سازد لذا در این پژوهش سعی شده است با رویکرد محیطی به گردشی این پدیده مورد بررسی قرار بگیرد. در راستای تحقق این هدف ابتدا داده‌های آماری مربوط به پارامتر متوسط دمای روزانه (۲۰۲۱-۲۰۰۹) از سازمان هواشناسی کل برای شهرستان نیر دریافت گردید. با استفاده از صدک ۹۹٪ حد آستانه فرین دمای حداکثر مشخص گردید سپس برای روزهای فرین مقدار فشار تراز دریا از سایت نووا استخراج شد و بر روی این پارامتر الگوبندی با روش خوشه‌ای سلسله مراتبی Ward بر پایه فاصله اقلیدسی انجام گرفت. در نتیجه دو الگوی بزرگ مشخص شدند و یک روز نماینده از هر الگو مورد تحلیل سینوپتیکی قرار گرفت. برای این امر از داده‌های NCEP-NCAR جهت ترسیم نقشه‌های همدیدی در محیط نرم‌افزار گرس استفاده شد. نتایج نشان داد سامانه‌های کم‌فشار حرارتی که از سمت جنوب‌شرق و جنوب‌غرب وارد ایران شدند کل پهنه جغرافیایی ایران و بخصوص منطقه مورد مطالعه را تحت پوشش خود قرار داده‌اند و جوی ناپایدار به ارمغان آورده‌اند. در این هنگام هوای گرم عرض‌های جنوبی که توسط کانال ناوه غرب ایران به سمت شمال‌غرب ایران جریان یافته‌اند توسط بلاکینگ فراز مانع واقع در نیمه غربی ایران مسدود شده‌اند. وضعیت آنومالی دمای هوا نشان داد در روز مورد بررسی تغییرات دما تا ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به طول هفته افزایش یافته است. نقشه‌های زمینگرد دما و فرارفت دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز نشان دادند که منشأ حرکت موج گرما از سمت شمال‌شرق آفریقا بوده و به سمت منطقه مورد مطالعه کشیده شده‌اند و در منطقه مورد مطالعه همگرایی امواج گرما رخ داده و بر میزان دما افزوده شده است.

کلمات کلیدی: امواج گرما، تحلیل سینوپتیک، صدک، تحلیل خوشه‌ای، شهرستان نیر.

مقدمه

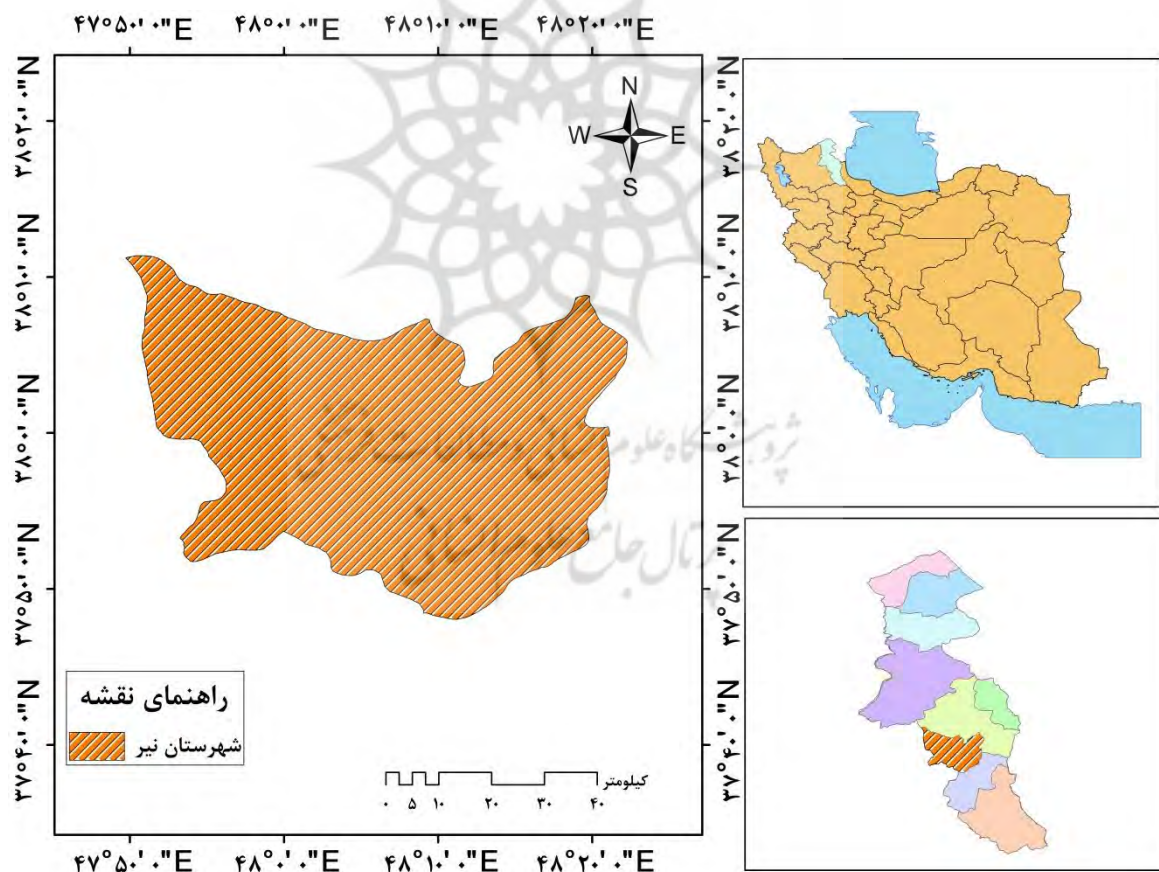
مخاطرات اقلیمی از جمله پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می شوند. امواج گرمایی و تعدد آن ها از جمله شواهد تغییرات اقلیمی و مخاطره مربوط به آن است که بر اثر رخداد عنصر اقلیمی با شدتی فراتر از نوسانات معمول آن پدیده در نظر گرفته می شود که شامل مجموعه مقدار میانگین و انحراف از معیار باشد. این افزایش یا کاهش شدید در بازه آماری ذکر شده پاسخ های غیرمعمولی نسبت به محرک از خود بروز می دهد. این ساختار محرک و پاسخ در مجموع اکوسیستم های طبیعی منجر به تغییرات می شود که اصطلاحاً به آن ها نوسان گفته می شود از طرفی نوسانات افزایشی و کاهش دما یکی از این ساختارهای نظام مند است که با کنش های مختلفی در سطح بیوسفر همراه می باشد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۴). امواج گرما آسیب های شدیدی به جوامع مختلف گیاهی، جانوری و انسانی وارد می کند. براساس مدل های اقلیمی مشخص شده که فراوانی، شدت و مدت زمان موج گرما در قرن اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است (Zhao et al., 2018). تشدید امواج گرمایی شدید در بسیاری از مناطق جهان از جمله بالکان (۲۰۰۷)، فرانسه (۲۰۰۳) و روسیه (۲۰۱۰) با افزایش مرگ و میر، ناراحتی انسانی و کاهش بهره‌وری کار همراه بوده است. نتایج پیش‌بینی یک مدل جهانی اقلیمی نشان داده است که با افزایش دمای هوا به اندازه ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، افزایش قابل توجهی در بزرگی موج گرما در آفریقا، آمریکای جنوبی و آسیای جنوب شرقی رخ خواهد داد. بطور میانگین ۱۳/۸ درصد از جمعیت جهان حداقل طی مدت ۵ سال در معرض امواج گرمای شدید قرار خواهند گرفت. با افزایش دمای هوا به میزان ۲ درجه سانتی‌گراد، این رقم به ۳۶/۹ درصد افزایش خواهد یافت (Dosio et al., 2018). همچنین براساس مدل های اقلیمی پیش بینی شده است که شدت امواج گرما در آینده نزدیک (۲۰۴۹-۲۰۲۰) به بیش از دو برابر دوره تاریخی (پایه) خواهد رسید (Lhotka et al., 2018). افزایش فراوانی روزهای توأم با موج گرمای شدید به میزان ۴ تا ۳۴ روز در هر فصل با افزایش یک درجه سانتی‌گراد دمای هوا در کره زمین نیز پیش‌بینی شده است (Perkins and Gibson, 2017). موج گرمایی به طور محلی در اقلیم یک ناحیه نیز رخ می دهد. تاکنون مطالعات زیادی در خصوص تغییرات اقلیمی و امواج گرمایی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است برای مثال، Baldi و همکاران (۲۰۰۴) مطالعه موج گرمایی بر فراز مدیترانه پرداختند و با استفاده از داده‌های NCEP/NCAR و داده های حداقل و حداکثر دما در سال های ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۳ دریافتند که موج گرمایی کوتاه مدت در ماه ژوئن و موج گرمایی بلندمدت در ماه اوت اتفاق می افتد. Diaz و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی اثرات موج گرمایی بر زندگی انسان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد که با استفاده از مطالعات هم‌دید، امواج گرمایی و پیش بینی آن امکان پذیر است. موج های گرمایی به دلیل مخاطرات و تهدیداتی که برای سلامت انسان ها، تولیدات کشاورزی، افزایش مصرف انرژی، نیاز آبی و تولید برق آبی ایجاد می کند در طی دهه اخیر به صورت جدی مطالعه شده است. Tamranzian و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی موج گرمایی در جنوب کالیفرنیا در رابطه با تکرار و مدت زمان این پدیده فرین پرداختند و نشان دادند که لس آنجلس در حال گرم شدن است. آنها با بررسی دمای حداقل و حداکثر روزانه در سال های ۱۹۰۶ تا ۲۰۰۶ همچنین دریافتند که متوسط حداکثر دما در ایستگاه مورد مطالعه ۲/۸ درجه سانتیگراد افزایش داشته است در حالی که متوسط حداقل دما ۳/۲ درجه بالاتر رفته است. Bumbaco و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تاریخیچه امواج گرمایی در شمال غربی اقیانوس آرام با استفاده از تحلیل روند و سینوپتیکی

پرداختند و معلوم کردند که فراوانی امواج گرمایی در بیشتر قسمتهای ایالاتمتحده در حال افزایش است. Ceccherini و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی امواج گرمایی و سرمایی در سراسر آمریکای جنوبی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بسامد و شدت دورههای گرم به ویژه طی ۱۰ سال اخیر افزایش یافته است؛ اما تغییرات قابل توجهی در امواج سرمایی ایجاد نشده است. Rohini (۲۰۱۹) به بررسی امواج گرمایی هند با استفاده از مدل CMIP5 پرداختند. نتایج پژوهش آنان افزایش امواج گرمایی بلند را طی دهه های آتی تأیید کرده است. Tompson و همکاران (۲۰۲۲) موج گرمایی ۲۰۲۱ غرب آمریکای شمالی را بررسی نمودند و طبق پیش بینی آنان، توزیع آماری فرین ها افزایش خواهد یافت و مناطقی که اخیر موج گرمای شدید نداشته اند، ممکن است آمادگی کمتری برای حوادث احتمالی قریب الوقوع داشته باشند. در ایران نیز، اسمعیل نژاد و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از آمار روزانه حداکثر دما در ۶۶۳ ایستگاه همدید و اقلیمی طی دوره آماری ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۲ به شناسایی امواج گرمایی ایران پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که موج های گرمایی کوتاه رخداد بیشتری داشته است و تعداد امواج گرمایی پرتداوم کمتر بوده است. اسدی و مسعودیان (۱۳۹۳) به پهنه بندی بر پایه دماهای فرین بالا در دوره زمانی ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۳ پرداختند و نشان دادند که ایران را می توان به ۵ ناحیه از نظر گرمای فرین تقسیم کرد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به منظور تحلیل ساختار امواج گرمایی در غرب و جنوب غرب ایران پرداختند. نتایج تحلیل نقشه های همدید نشان داد امواج گرمایی با استقرار سامانه های کم فشار حرارتی خلیج فارس و گنگ (موسومی ها) همراه با رطوبت، استقرار سیستم مانع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی و گسترش پرفشار پوششی آזור، تاوایی منفی و رودباد جنب حاره ای بر روی منطقه شکل می گیرند. صلاحی و قدرتی (۱۳۹۷) به پیش بینی و تحلیل امواج گرمایی شهر زنجان با استفاده از ریز گردان WG-LARS و شاخص بالدی پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که براساس مقادیر MAE ، $RMSE$ ، R^2 و آزمون کولموگروف اسمیرنوف، شبیه سازی های صورت گرفته در ایستگاه مورد مطالعه از دقت قابل قبولی برخوردارند. همچنین نتایج نشان داد که در شهر زنجان بر اساس دو مدل BCM2 و HadCM3، موج کوتاه گرمایی در هر دو بازه روند افزایشی داشته است. درگاهیان و همکاران (۱۴۰۰) بررسی روند تغییرات ویژگی های امواج گرمایی مرتبط با تغییر اقلیم در شهرستان یزد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که در دو دهه اخیر بزرگی موج گرما به بیش از ۳۱ درجه سانتیگراد رسیده است. بررسی ارتباط بین تمام شاخص های مربوط به موج گرما و آنومالی دمای یزد همبستگی خوبی را نشان داد و ضریب تبیین آنومالی دما و فراوانی روزهای همرا با موج گرما بیشتر از سایر شاخص ها و ضریب تعیین آن تقریباً ۰/۶۱۰۸ شد. بهطورکلی نتایج حکایت از تشدید، تداوم و شدت امواج گرما در شهرستان یزد دارد که می تواند حاکی از وقوع رخداد تغییر اقلیم به ویژه در دو دهه اخیر در این منطقه از کشور به عنوان نماینده مناطق خشک کشور باشد. ملکی مرشت و سبحانی (۱۴۰۲) جهت شناسایی و تحلیل امواج گرمایی شهرهای تبریز و اردبیل و پیش بینی آن تحت سناریوهای مدل اقلیمی CanEsm2 پرداختند. نتایج مطالعه آن ها نشان داد که امواج گرمایی در هر دو دوره (۲۰۱۸-۲۰۲۰) و (۲۰۲۰-۲۰۵۰) در هر دو شهر تبریز و اردبیل کوتاه مدت بوده و بالاترین تداوم آن در ۱۶ سال گذشته در هر دو شهر حداکثر ۴ روز بوده و در دوره پیش بینی شده در اردبیل ۴ روزه و در تبریز ۵ روزه خواهد بود. همچنین طبق نتایج، در هر دو دوره، امواج گرمایی کوتاه مدت ۲ روزه بیشترین فراوانی را نشان داد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر الگوهای جوی مختلف بر تغییرات امواج گرمایی شهرستان نیر می باشد.

روش تحقیق

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان نیر در محدوده ۳۹ کیلومتری غرب اردبیل و بین ۴۷ درجه ۵۱ دقیقه تا ۴۸ درجه ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه ۴۷ دقیقه تا ۳۸ درجه ۴۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است که از شمال به شهرستان اردبیل، از شرق به بخش هیر و از جنوب و غرب به شهرستان سراب محدود می شود. مساحت شهرستان ۱۲۲۴ کیلومتر مربع می باشد که ۶/۹ درصد مساحت استان اردبیل را تشکیل می دهد و دارای دو بخش مرکزی و کورائیم است (یاری حصار و باختر، ۱۳۹۵). ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۱۶۸۷ متر و ارتفاع مرکز شهرستان (نیر) ۱۶۳۰ متر می باشد. توده های هوایی تاثیرگذار بر اقلیم منطقه شامل توده هوای سبیری و جریان های غربی می باشد. مهمترین عامل محلی موثر در اقلیم منطقه وجود ارتفاعات سبلان در منطقه می باشد. میانگین بارش سالانه ایستگاه نیر ۳۵۶/۴۲ و میانگین دمای سالانه آن ۹/۱۵ درجه سانتی گراد می باشد و در نتیجه مطابق فرمول دمارتن، ضریب خشکی این ایستگاه ۱۸/۶۱ می باشد که نشان دهنده حاکمیت اقلیم نیمه خشک در سطح منطقه می باشد (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۰). در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان نیر در سطح کشور و استان اردبیل ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان نیر در سطح کشور و استان اردبیل، منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

در تحقیق حاضر با رویکرد محیطی به گردشی سعی شد تأثیر الگوهای جوی موجد امواج گرمایی در شهرستان نیر مورد بررسی قرار گیرد. در ابتدا داده‌های مربوط به پارامتر متوسط دما از اداره هواشناسی کل دریافت گردید و برای این که روزهای فرین مشخص گردد از روش صدک ۹۹٪ استفاده گردید در واقع با این روش داده‌ها به صد قسمت تقسیم می‌شوند. صدک p ام مجموعه داده‌ها، مقادیری هستند که وقتی داده‌ها از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین مقدار مرتب شوند، حداقل p درصد از مشاهدات از آن کوچکتر و $1-p$ درصد از آن بزرگتر می‌باشند. با این روش حد آستانه حداکثر دما مشخص شد. در روزهایی که بالاتر از حد آستانه دما گزارش شده بود به عنوان روزهای فرین انتخاب گردیدند. در جهت بررسی آماری توزیع ماهیانه و روند فراوانی روزهای فرین با روش رگرسیون خطی ساده بررسی گردید و پس از آن در جهت تحلیل سینوپتیکی مقدار فشار تراز دریا برای روزهای فرین از سایت نووا برداشته شد و با روش خوشه‌ای سلسله‌مراتبی Ward بر پایه فاصله اقلیدسی مقادیر فشار تراز دریای روزهای فرین الگوبندی شدند. روش خوشه‌ای برای پیدا نمودن همانندی بین افراد یک مجموعه استفاده می‌شود یکی از روش‌های محاسبه درجه همانندی در مطالعات اقلیم‌شناسی استفاده از فاصله اقلیدسی است که طبق رابطه ۱، به دست می‌آید:

$$d_{i,j} = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_{i,p} - x_{j,p})^2} \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه فوق، n شماره افراد، $x_{i,p}$ مقدار متغیر p ام در روز i ام، $x_{j,p}$ مقدار متغیر p ام در روز j ام. بعد از اندازه‌گیری درجه همانندی با روش‌هایی مانند ادغام Ward^۱ پیوند داده‌ها انجام می‌گیرد و در آن میزان پراش درون‌گروهی کمینه شده و همگنی گروه‌های حاصله بیشینه می‌شود (منتظری و فنایی، ۱۳۹۷: ۲۴۶).

در وهله آخر از هر الگو یک روز نماینده انتخاب و تحلیل گردید. برای این کار از وبسایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی (NCEP-NCAR) داده‌های NETCDF مؤلفه‌های $Vwnd^۱$ ، $Uwnd^۲$ ، $Air^۳$ ، $Hgt^۴$ ، $Slp^۵$ برای روزهای منتخب اخذ شدند و نقشه‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، آنومالی دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، شار دما و زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در محیط نرم‌افزار گرس ترسیم گردید.

یافته‌های تحقیق

بر اساس داده‌های متوسط دمای ثبت شده در ایستگاه سینوپتیکی شهرستان نیر در طی دوره آماری (۲۰۰۹-۲۰۲۱) حد آستانه فرین حداکثر دما با روش صدک ۹۹٪ مشخص گردید و این مقدار ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد به دست آمد همانطور که در جدول یک، ذکر گردیده است برای ۵۰ روز نماینده در طی دوره آماری مورد مطالعه بالای ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد دما گزارش شده است. در جدول ۱ نتایج حاصل از صدک ۹۹٪ ارائه شده است.

1- Ward linkage

2- مؤلفه فشار تراز سطح دریا، Sea level pressure

3- مؤلفه ارتفاع ژئوپتانسیل، Geopotential Height

4- مؤلفه دمای هوا

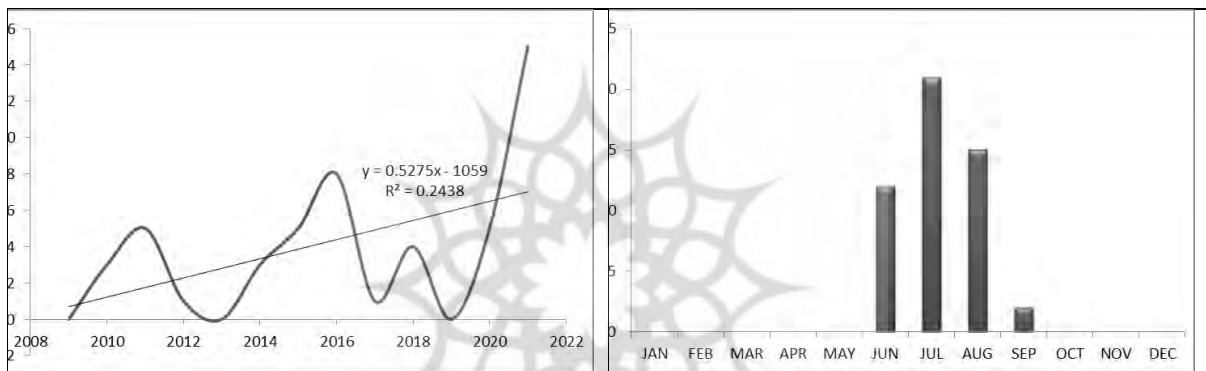
5- مؤلفه باد مداری

6- مؤلفه باد نصف‌النهاری

جدول ۱: نتایج حاصل از صدک ۹۹٪، منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

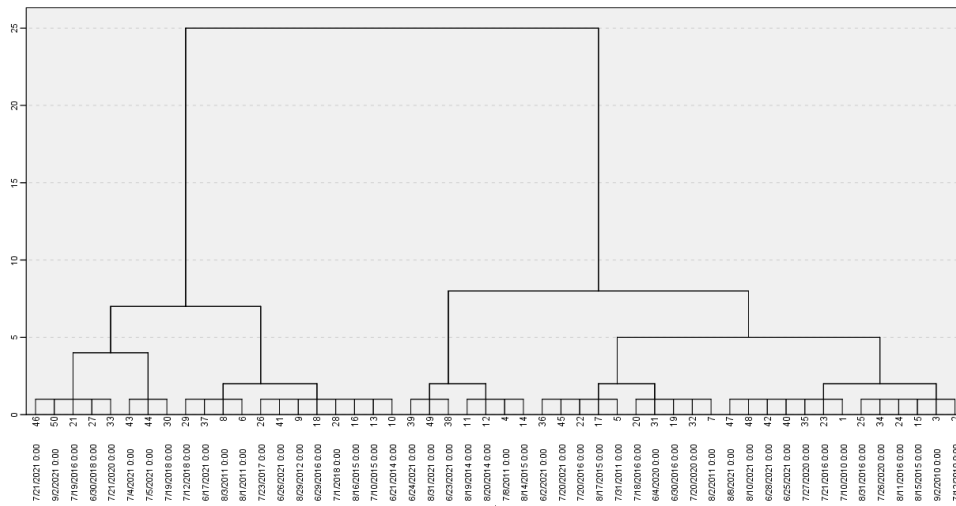
ایستگاه	صدک	آستانه دمای حداکثر (درجه سانتی گراد)	تعداد رخداد (روز)
نیر	۹۹٪	۲۶/۸	۵۰

شکل ۱ الف، توزیع ماهیانه فراوانی روزهای فرین که بالای ۲۶/۸ درجه سانتی گراد داشته‌اند به نمایش در آمده است. همانطور که مشخص است ماه جولای مصادف با تیرماه بیش‌ترین فراوانی را داشته است و بعد از آن آگوست (مرداد)، ژوئن (خرداد) و سپتامبر (شهریور) بقیه روزهای فرین را در خود جای داده‌اند. اما شکل ب، رگرسیون خطی ساده فراوانی روزهای فرین را از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۱ نشان می‌دهد و همان‌طور که مشخص است در سالیان اخیر بر تعداد روزهای فرین افزوده شده و یک شیب صعودی نسبتاً زیادی را داشته است. فزونی روزهای فرین از سال ۲۰۱۹ به بعد شیب تند صعودی را نشان می‌دهد.



شکل ۲: الف) توزیع ماهیانه فراوانی روزهای فرین ب، روند سری زمانی روزهای فرین در دوره آماری (۲۰۲۱-۲۰۰۹) ، منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

پس از مشخص شدن تعداد روزهای فرین برای هر روز نماینده میزان فشار تراز دریا استخراج شد و با روش خوشه‌ای سلسله‌مراتبی Ward که بر روی این داده‌ها انجام گرفت الگوهای جوی مختلفی که بر افزایش دما تأثیر می‌گذارند طبقه‌بندی شدند. شکل مربوطه دو الگوی جوی بزرگی را نشان داده که در زمان ازدیاد دما در منطقه مورد مطالعه حاکم بوده است. در خوشه اول ۲۰ روز نماینده و در خوشه دوم ۳۰ روز نماینده قرار گرفته است که دارای الگوی مشابهی بوده‌اند. در نهایت برای هر الگوی یک روز نماینده انتخاب گردید و به تحلیل آن پرداخته شد.

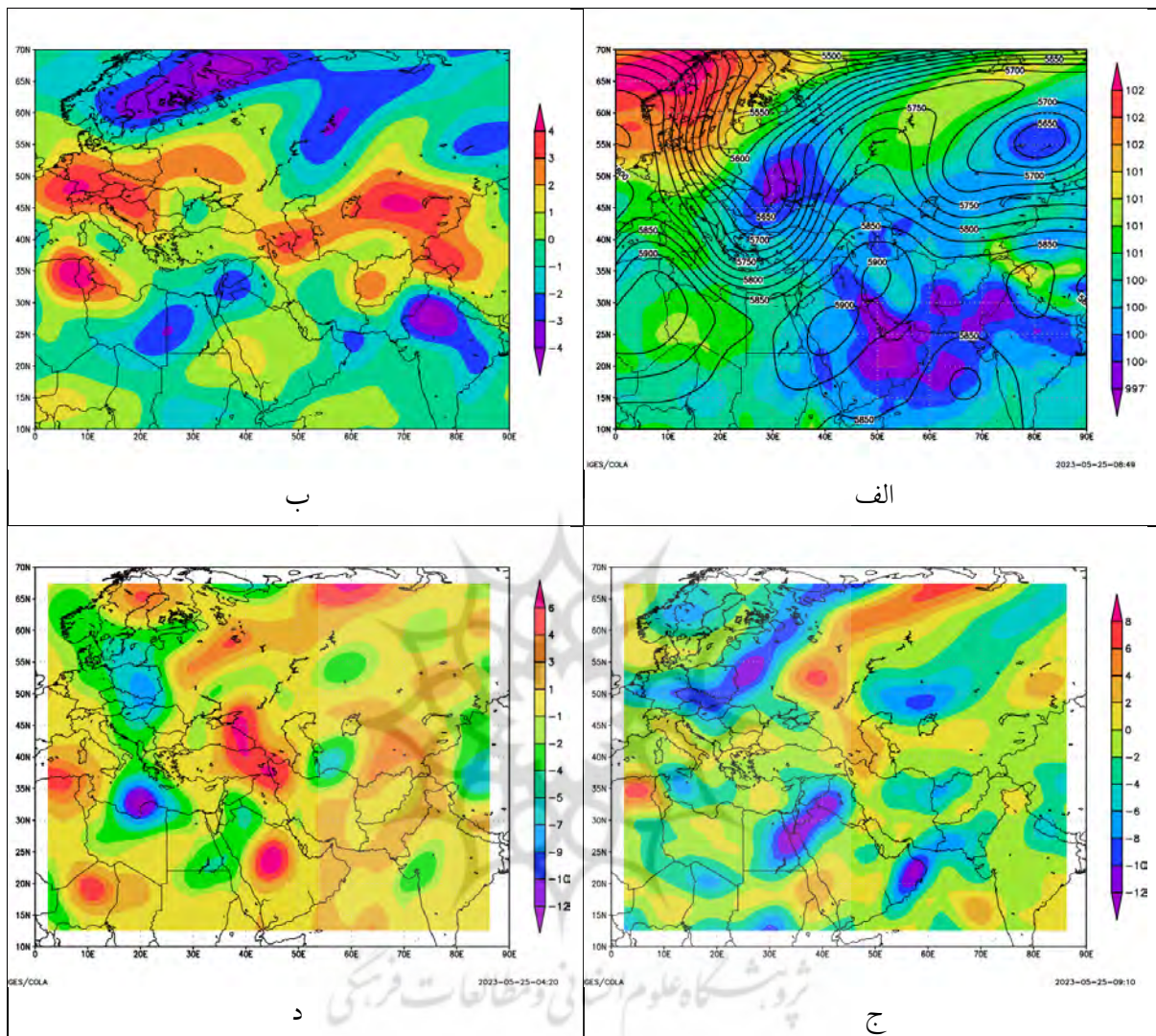


شکل ۳: نمودار دندروگرام سلسله مراتبی ward روزهای فرین منتخب از صدک ۹۹٪. منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

تحلیل سینوپتیکی روز نماینده الگوی اول (۳۰ ژوئن ۲۰۱۸)

مطابق شکل ۲ الف، نقشه فعالیت هسته‌های فشار تراز دریا و آرایش خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به صورت ترکیبی به نمایش درآمده است. مشخص است یک سامانه کم‌فشار وسیعی از سمت جنوب کشور وارد ایران شده و کانون آن در جنوب دریای خلیج فارس با قدرت ۹۹۷ هکتوپاسکال فعالیت نموده است. گسترش زبانه‌های سامانه مزبور به سمت عرض‌های بالا باعث ادغام گشتن آن با سامانه کم‌فشار شمال دریای سیاه شده بنابراین کل پهنه جغرافیایی ایران و بخصوص شهرستان نیر زیر نفوذ این سامانه واقع گشته و مقدار فشار آن به ۱۰۰۵ هکتوپاسکال رسیده است. با توجه به این‌که سامانه کم‌فشار حاکم بر منطقه مورد مطالعه حرکت درونگردی داشته و باعث جریان توده هوای گرم عراق به سوی منطقه مورد مطالعه شده است. با توجه به حاکمیت وضعیت چرخندی جوی باروکلینیک در منطقه مورد مطالعه به وجود آمده است. توجه به وضعیت خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل نشان می‌دهد در شرق دریای مدیترانه یک ترفای تشکیل یافته و منطقه مورد مطالعه در جلوی محور ناوه قرار گرفته است. کانال ایجادشده توسط این ناوه جریان هوای گرم و سوزان آفریقای شمالی و عراق را وارد منطقه مورد مطالعه نموده است. هم‌چنین روی منطقه مورد مطالعه یک بلوکینگ فراز مانع تشکیل یافته و هوای گرم نفوذی را به دام خود انداخته است. شکل ب، نقشه آنومالی دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز مورد بررسی نشان می‌دهد همانطور که مشخص است در عرض‌های ۳۵ تا ۵۵ درجه شمالی دمای هوا تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش دما را نسبت به دمای طول هفته تجربه کرده و این مقدار در شهرستان نیر نیز مشهود است و به بیشینه خود رسیده است. در شکل ج، نقشه فرارفت دما برای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز مورد بررسی نشان داده است که همگرایی دما در شمال‌غرب ایران رخ داده و هسته‌هایی از همگرایی به صورت چندین کانون در جهت نصف‌النهاری تشکیل یافته است. می‌توان گفت شار دما از سمت جنوب‌غرب ایران بوده که توسط کانال ناوه توده هوای گرم آفریقای شمالی به سمت شهرستان نیر هدایت یافته و در این روز تا ۴ درجه سانتی‌گراد بر میزان دما افزوده شده است. در نقشه د، که مربوط به زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد منشأ حرکت و نفوذ توده هوای گرم به منطقه مورد مطالعه را شاهد هستیم و در می‌یابیم یک هسته هوای گرمی در شرق دریای سیاه تشکیل یافته و به سمت شمال‌غرب ایران کشیده شده است و در

نهایت توده هوای گرمی با ۶ درجه سانتی گراد بر منطقه مورد مطالعه شارش یافته است. مجموع شرایط فوق الذکر باعث شده دمای هوا در روز مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه به ۲۶/۹ درجه سانتی گراد برسد.

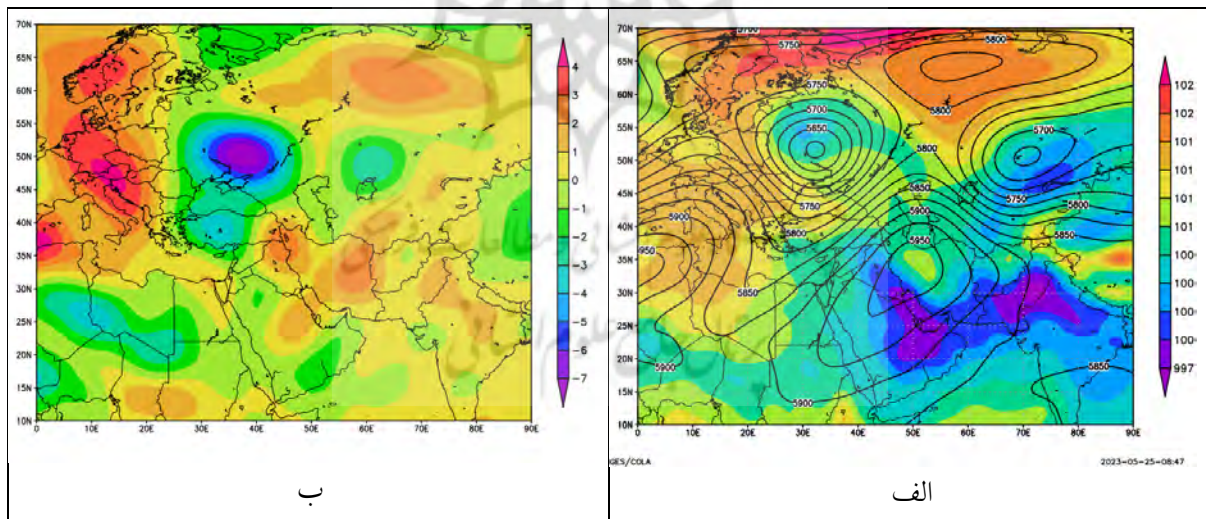


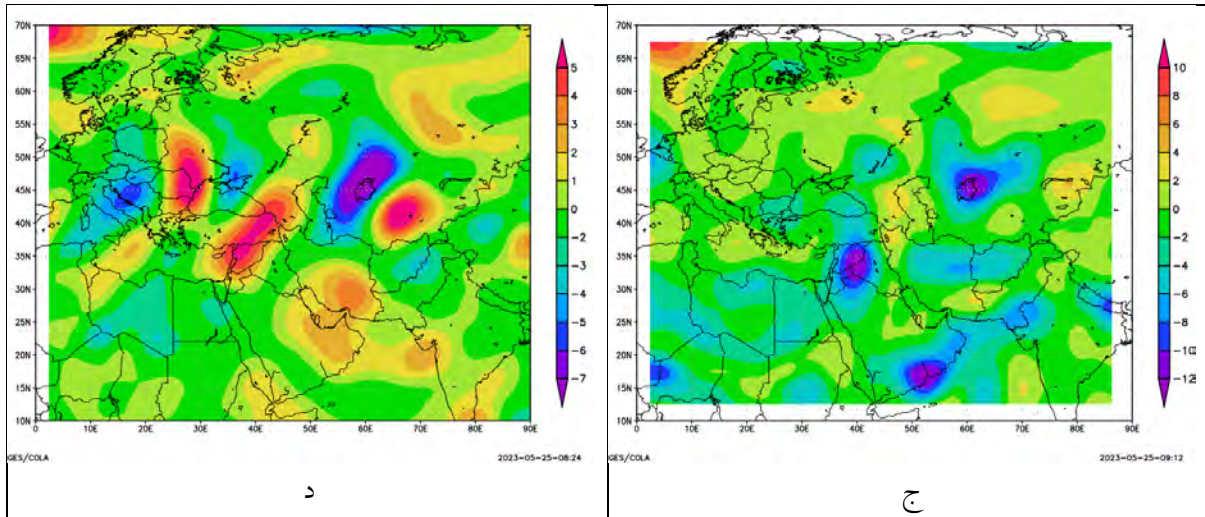
شکل ۴: الف) نقشه ترکیبی فشار تراز دریا با ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب) نقشه آنومالی دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج) نقشه فرافت دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د) نقشه زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۳۰ ژوئن ۲۰۱۸، منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

تحلیل سینوپتیکی روز نماینده الگوی دوم (۲۱ جولای ۲۰۱۶)

بر اساس شکل ۴، الف، آرایش الگوهای جوی ترسیم شده برای روز ۲۱ جولای ۲۰۱۶ نشان می‌دهد یک سامانه کم فشاری از سمت جنوب ایران وارد کشور شده و مراکز فعال آن عرض‌های پایین کشور را در بر گرفته است. گسترش این سامانه در بخش اعظمی از آسیا حاکی از تشکیل شرایط چرخندی بوده و زبانه ۱۰۰۷/۵ هکتوپاسکال آن شهرستان نیر را تحت پوشش خود قرار داده است. سامانه‌های پرفشاری در مجاورت کم فشار مزبور تشکیل یافته و باعث هدایت جریان هوا به صورت پادساعتگرد به سمت منطقه مورد مطالعه شده است. این شرایط جوی باعث

صعود هوا و ناپایداری شده است. اما وضعیت خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز موردبررسی نشان می‌دهد یک بلوکینگ فراز مانع در نیمه غربی ایران به وجود آمده و باعث انسداد توده هوای گرم شده است هم‌چنین یک پشته‌ای در بالای بلوکینگ مذکور به وجود آمده و منطقه مورد مطالعه در پشت محور فراز واقع گشته و همگرایی در عرض‌های پایین و واگرایی در ورود سپهر منجر به ناپایداری هوا گشته است. پیش از این فراز، یک ناوهای در شمال آفریقا تشکیل یافته و چرخندگی مثبت آن باعث شار گرمای شمال آفریقا به سمت منطقه مورد مطالعه شده است. در شکل ب، نقشه آنومالی دمای روز موردبررسی نسبت به طول هفته ترسیم گشته و مشخص است در شمال‌غرب و شرق ایران تغییرات دما افزایش یافته و حدود ۲ درجه سانتی‌گراد در منطقه مورد مطالعه بر متوسط دما افزوده شده است. نقشه فرارفت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل ج، شار دما را به سمت منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد و مشخص است در غرب دریای خزر و شمال‌غرب ایران هسته‌های هوای گرمی تشکیل یافته و تا ۴ درجه سانتی‌گراد بر میزان دما افزوده‌اند جریانات غربی حامل توده هوای گرم آفریقای شمالی در شار دما نقش مؤثری داشته‌اند. اما در شکل د، که وضعیت زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز موردبررسی نشان می‌دهد در می‌یابیم منشأ حرکت توده هوای گرم نفوذی به شهرستان نیر از سمت شرق شمال‌شرق آفریقا بوده و در جهت شمال‌شرقی به موازات کانال ناوه وارد منطقه مطالعاتی شده است در طی حرکت توده هوای مهاجم گرما که کانون آن در روی ترکیه واقع گشته و زبانه‌های آن بر منطقه مطالعاتی چیره شده است و حدود ۱ درجه سانتی‌گراد نفوذ گرما را بر جو منطقه داشته‌ایم. مجموع شرایط فوق‌الذکر منجر به حاکمیت متوسط دمایی در حدود ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد در شهرستان نیر شده است.





شکل ۵: الف) نقشه ترکیبی فشار تراز دریا با ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب) نقشه آنومالی دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج) نقشه فرافت دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د) نقشه زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۱ جولای ۲۰۱۶، منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲.

نتیجه گیری

به منظور بررسی تأثیر الگوهای جوی موجد امواج گرمایی در شهرستان نیر با رویکرد محیطی به گردش سعی در شناخت عوامل جوی رخداد این پدیده شد. با استفاده از صدک ۹۹٪ حد آستانه دمای حداکثر برای دوره آماری (۲۰۰۹-۲۰۲۱) مقدار ۲۶/۸ درجه سانتی گراد به دست آمد که برای ۵۰ روز از دوره آماری مورد بررسی بیشتر از این مقدار دما گزارش شده بود. پراکندگی روزهای فرین در طول ماه‌های سال نشان داد ماه تیر بیش‌ترین فراوانی را در بر داشته است اما روند فراوانی روزهای فرین با رگرسیون خطی ساده مشخص شد که شیب صعودی زیادی داشته و از سال ۲۰۱۹ به بعد این شیب تندتر شده و تعداد روزهای فرین افزایش چشم‌گیری داشته است. بررسی سینوپتیکی بدین صورت بود که مقدار فشار تراز دریای روزهای فرین استخراج شد و روش خوشه‌ای سلسله‌مراتبی Ward سامانه‌های جوی را به دو الگوی بزرگی تقسیم‌بندی نمود پس از انتخاب روز نماینده از هر الگو تحلیل سینوپتیکی روی روزهای مورد مطالعه انجام گرفت و نتایج نشان داد هرگاه سامانه‌های کم‌فشار حرارتی مهاجم از سمت جنوب ایران وارد کشور شده شرایط چرخندی بر کل پهنه جغرافیایی ایران و بخصوص منطقه مورد مطالعه مستولی گشته و وضعیت ناپایداری به ارمغان آورده است. وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد در نیمه غربی ایران در هر روز نماینده مراکز بلاکینگ فراز مانع تشکیل یافته و هوای گرم عرض‌های پایین را به دام خود انداخته است. ناوه واقع در شمال شرق آفریقا و چرخندگی مثبت دینامیک هوا در جلوی محور آن باعث روانه شدن جریانات گرم هوا به سمت منطقه مورد مطالعه شده و از طرفی دیگر چون منطقه در جلوی محور این ناوه قرار داشته همگرایی در عرض‌های پایین و واگرایی در ورود سپهر رخ داده و هوا ناپایدار شده است. وضعیت آنومالی دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای هر روز نماینده نشان داد در شمال غرب ایران تغییرات دما نسبت به دمای متوسط طول هفته افزایش یافته و در منطقه مورد مطالعه دما حدود ۲ تا ۳ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. نقشه‌های مربوط به فرافت دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد همگرایی دما در شمال غرب ایران رخ داده و شار امواج گرما توسط کانال ناوه

شمال شرق آفریقا بوده که باعث هدایت امواج گرمایی در حدود ۴ درجه سانتی گراد به سمت منطقه مورد مطالعه شده است. بررسی وضعیت زمینگرد دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده نشان داد منشأ حرکت امواج گرمایی شمال شرق آفریقا بوده که توسط کانال ناوه مذکور به سمت منطقه مورد مطالعه هدایت یافته است هسته‌های مرکزی آن در شمال غرب ایران استقرار یافته و زبانه‌های آن بر منطقه مورد مطالعه کشیده شده است و در نهایت بین ۳ تا ۶ درجه سانتی گراد نفوذی گرما را بر جو منطقه مورد مطالعه شاهد بوده‌ایم.

منابع

- اسدی، ا.، مسعودیان، ا. ۱۳۹۳. پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای فرین بالا، فیزیک زمین و فضا، ۴۰(۴): ۴۳۸-۴۵۳.
- اسمعیل نژاد، م؛ خسروی، م؛ علیجانی، ب؛ مسعودیان، س. ا. ۱۳۹۲. شناسایی امواج گرمایی ایران. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، ص ۵۴ - ۳۹.
- پزاوه، ع.ج. ۱۴۰۲. بررسی خشکسالی و ترسالی شهرستان چابهار با استفاده از شاخص SPI، جغرافیا و روابط انسانی، ۵(۴): ۱۱۰-۱۲۷.
- درگاهیان، ف.، حیدرنژاد، س.، رضوی زاده، س. ۱۴۰۰. بررسی روند تغییرات ویژگی های امواج گرمایی مرتبط با تغییر اقلیم (مطالعه موردی: شهرستان یزد)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸(۳): ۵۶۴-۵۷۷.
- رحیمی، د.، میرهاشمی، ح.، علیزاده، ت. ۱۳۹۶. تحلیل ساختار امواج گرمایی در غرب و جنوب غرب ایران، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۸(۳): ۶۹-۸۰.
- سناریوهای مدل اقلیمی CanEsm2، مطالعات علوم محیط زیست، ۸(۳): ۷۰۵۳-۷۰۶۳.
- صلاحی، ب.، قدرتی، ز. ۱۳۹۷. پیش بینی و تحلیل امواج گرمایی شهر زنجان با استفاده از ریزگردان LARS-WG و شاخص بالدی، جغرافیای طبیعی، ۱۱(۴۰): ۳۵-۴۸.
- عابدینی، م.، پیروزی، ا.، شکرزاده، ا. ۱۴۰۰. ارزیابی و پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از الگوریتم تطبیقی MABAC و ANP، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، ۱۰(۲): ۱۳۶-۱۵۵.
- مجید منتظری، راضیه فنایی. ۱۳۹۷. شناسایی قلمروهای برفی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۷، شماره ۱۶، ص ۲۴۱-۲۵۸.
- مسعودیان، س. ۱۳۹۰. آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، چاپ اول.
- ملکی مرشت، ر.، سبحانی، ب. ۱۴۰۲. شناسایی و تحلیل امواج گرمایی شهرهای تبریز و اردبیل و پیشبینی آن تحت
- یاری حصار، ا.، باختر، س. ۱۳۹۵. ارزیابی شاخص های گردشگری پایدار روستایی از منظر جامعه محلی و گردشگران (مطالعه موردی: شهرستان نیر)، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، ۶(۲۲): ۱۲۱-۱۳۴.

- Baldi, M., Massimiliano, P., Francesco, C., Giovanna, Ch. 2004. Heat Wave In The Mediterranean Region Analysis and Model Results, Institute of Biometeorology, CNR.ROM.ITALY, 10(5).
- Bumbaco, K., Kathie, D., Nicholas, B. 2013. History of Pacific Northwest Heat Waves, Synoptic Pattern and Trends, J. Appl. Meteor. Climatol, 52.
- Ceccherini, G., Russo, S., Ameztoy, I., Patricia Romero, C., Carmona-Moreno, C. 2016. Magnitude and frequency of heat and cold waves in recent decades: the case of South America. Nat. Hazards Earth System. Vol. 16. p. 821–831.
- Diaz, J., Cristina, L., Aurelio, T. 2006. A Critical comment on heat Wave response plans. European Journal of publication health, 16(6): 600.
- Ding, T., Qian, W., and Yan, Z. (2010). Changes in hot days and heat waves in China during 1969–2007. International Journal of Climatology, Vol. 68: p. 9220-9260.
- Lhotka, O., Kyselý, J. and Farda, A. 2018. Climate change scenarios of heat waves in Central Europe and their uncertainties. Journal of Theoretical and applied climatology, 131(3-4): 1043-1054.
- Perkins, S.E. Gibson, P.B., 2017. Changes in regional heat wave characteristics as a function of increasing global temperature. Journal of Scientific reports, 7(1): 12256.
- Rohini, P., Pajeevan, m. and Mukhopahay, P. 2019. Future projections of heat waves over India from CMIP5 models, Climate Dynamics, Vol. 53. p. 975–988.
- Thompson, V., Kennedy-Asser, A T, Vosper, E., Eunice Lo, Y. T. Huntingford, Ch., Oliver Andrews, M, Hegerl, G., & Mitchell, D. 2022. The 2021 western North America heat wave among the most extreme events ever recorded globally, Science Advances. Pp. 1-10.
- Zhao, L., Oppenheimer, M., Zhu, Q., Baldwin, J. W., Ebi, K. L., Bou-Zeid, E. and Liu, X. 2018. Interactions between urban heat islands and heat waves. Journal of Environmental research letters, 13(3): 034003.