

## مطالعه جابه‌جایی هسته‌های زمانی و مکانی دماهای حداقل در غرب و شمال غرب ایران

**بهلول علیجانی:** استناد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران  
**پیمان محمودی:** دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران\*  
**علی پناهی:** کارشناس ارشد هواشناسی، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی، سنج، ایران

### چکیده

تغییر آب و هوا، یکی از چالش‌های برجسته سده جاری است. در این میان تغییرات دما به عنوان پایه‌ای‌ترین عنصر آب و هوایی هر ناحیه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه، فرضیه جابه‌جایی هسته‌های زمانی و مکانی موج‌های هوای سرد در قالب پایین‌ترین دماهای ماهانه برای ناحیه کوهستانی غرب و شمال غرب ایران بررسی شد. در جهت دستیابی به این هدف، داده‌های پایین‌ترین دماهای ثبت شده ماه‌های نوامبر تا می برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۷۶-۲۰۰۵) برای ۱۱ ایستگاه منتخب از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. سپس با انتخاب موج‌های شاخص سرماهای سالانه که بر پایه معیارهایی همچون حداقل چهار ایستگاه در قالب یک گروه دارای پایین‌ترین دماهای حداقل و همچنین دو روز فاصله میان موج انتخاب شده با گروه ایستگاه‌های قبل، جابه‌جایی‌های زمانی و مکانی موج‌های سرما و روند تغییرات آنها بررسی شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که: یک جابه‌جایی در هسته‌های مکانی موج‌های شاخص سرما در طول دوره مورد مطالعه (۱۹۷۶-۲۰۰۵) از عرض‌های جغرافیایی حدود ۳۵ درجه به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۳۶ درجه انجام شده است. همچنین نتایج حاصل از تحلیل روند هسته‌های زمانی موج‌های شاخص نیز نشان دهنده از یک جابه‌جایی در هسته‌های زمانی وقوع سرماهای شدید در غرب و شمال غرب ایران است؛ بدین صورت که هسته‌های زمانی شاخص سالانه از اوایل ماه فوریه و اواخر ماه ژانویه به سوی اوایل ماه ژانویه و حتی اواخر ماه دسامبر جابه‌جایی نشان می‌دهند، اما شایان ذکر است که این جابه‌جایی‌ها در سطح احتمالاتی ۵ درصد تأیید نشده است. نکته دیگری که از این پژوهش منتج گردیده، این است که با توجه به جابه‌جایی هسته‌های مکانی و زمانی موج‌های سرماهای شاخص در غرب و شمال غرب ایران، دمای موج‌های شاخص روندی کاهشی داشته‌اند؛ یعنی به سمت سردتر شدن سوق پیدا کرده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** هسته‌های مکانی سرما، هسته‌های زمانی سرما، غرب و شمال غرب ایران، تغییر اقلیم، موج‌های سرما

### مقدمه

بود. تا کنون محققان بسیاری کوشیده‌اند تا در تحلیل‌های خود به تبیین دقیق تغییرات اقلیم در حوضه‌های مختلف بپردازند. در این تحقیقات با توجه به هدف‌های مورد نظر از عناصر مختلف اقلیمی، طول دوره‌های مختلف و شیوه‌های مختلف استفاده شده

آب و هوا یکی از ارکان بنیادین زندگی بشر محسوب می‌شود که با پیشرفت و توسعه در جهان، حفاظت از آن روز به روز اهمیت بیشتری یافته است. تغییر آب و هوا یکی از پیچیده‌ترین مشکلاتی است که بشر در حال حاضر و آینده با آن مواجه خواهد

هند طی دهه ۱۹۵۰ میلادی (راگاساکی و ساندرول، ۴، ۲۰۰۳)، افزایش کمینه دما در شرق آسیا (ژایو زونگ و دیگران، ۵، ۲۰۰۳) و روند افزایش دما به طور متوسط ۰/۷ درجه سانتی‌گراد در بخش اعظم قاره آفریقا (دومرس و تتاوی، ۶، ۲۰۰۵) از دیگر نتایجی است که محققان در گوشه و کنار جهان به آن دست یافته‌اند.

در ایران نیز در چند سال اخیر مطالعات گسترده‌ای در زمینه تغییر اقلیم انجام پذیرفته است. عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) با استفاده از روش رتبه‌ای من - کندال تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر را مطالعه نموده، نتیجه گرفتند که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه، دمای حداقل، روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی داشته است. محمدی و تقوی (۱۳۸۴) نیز با مطالعه روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران مشاهده نمودند که روندی کاهشی در شاخص‌های حدهای سرد و روندی کاملاً افزایشی در روند دماهای حداقل و متوسط روزانه قابل مشاهده است. همچنین براساس مطالعات جهان‌بخش و ترابی (۱۳۸۳) مشاهده گردیده است که در مناطق شمالی و نواحی کوهستانی کشور مقادیر حداقل دما دارای تغییرات قابل ملاحظه، ولی در مناطق دیگر کشور تغییرات زیادی مشاهده نشده است. به علاوه، مقادیر حداکثر دما در کلیه مناطق کشور به استثنای نواحی جنوبی کشور دارای تغییرات زیادی بوده است. تغییرات درجه حرارت در دشت مشهد نیز توسط ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از

است. تورکش و همکاران (۱۹۹۶) تغییر پذیری روند میانگین دمای سالانه را در یک دوره ۶۳ ساله در ۸۵ ایستگاه ترکیه مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مطالعات آنان در مقیاس ناحیه‌ای نشان می‌دهد که در سری‌های میانگین دمای ناحیه آناتولی شرقی، روند افزایش دما و در نواحی ساحلی آن روند کاهش دما، به خصوص در دو دهه اخیر صورت گرفته است. لیت و پیکسوتو (۱۹۹۶) در مطالعات خود به این نتیجه رسیده‌اند که مدل‌های اتورگرسیو در بررسی تغییرات دما کاربردی اساسی دارند. نامبردگان با استفاده از این مدل، بلندترین سری زمانی دمای کشور پرتغال را بررسی کرده، نشان دادند که مقادیر دما تغییر پذیری درخور توجهی هم در مقیاس سالانه و هم در مقیاس دهه‌ای داشته است. آنها همچنین نتیجه گرفته‌اند که وجود روند افزایش دما در مقیاس جهانی را نمی‌توان به اثر گازهای گلخانه‌ای نسبت داد. وینکلر و همکارانش (۱۹۹۷) تغییرات دما را با میزان CO<sub>2</sub> با استفاده از مدل GCM بررسی نموده‌اند. آنها در تحلیل خود از شاخص‌های آماری مختلفی برای بررسی تغییرات دمای مناطقی از آمریکای شمالی (میشیگان) و اروپا (اسپانیا) استفاده کرده‌اند. آنها در قالب سناریوهای مختلف به تحلیل‌های خطی و غیر خطی متغیرهای اقلیمی پرداخته‌اند.

افزایش ۰/۶ درجه سلسیوسی دمای میانگین جهانی طی سده بیستم (WHO، ۲۰۰۳)، بالای تراز آب دریا به طور میانگین ۲/۵ میلیمتر در سال در اقیانوس

<sup>4</sup> - Ragasakthi and Sundarvel.

<sup>5</sup> - Zhao Zong et al

<sup>6</sup> - Domroes and Tantawi

<sup>1</sup> - Turkes et al

<sup>2</sup> - Leite and Peixoto

<sup>3</sup> - Winkler et al

چون تغییرات محور زمین و ظهور لکه‌های خورشیدی (علیجانی و کاویانی، ۱۳۸۶) به طور متوسط در دوره‌های یازده ساله را در بر می‌گیرد.

غرب و شمال غرب ایران که یکی از مناطق کوهستانی و پوشیده از برف به شمار می‌آید، همواره به عنوان منشأ و منبع تامین کننده آب رودخانه‌های بزرگ و همچنین سفره‌های آب زیر زمینی مطرح بوده است. لذا هر گونه تغییر اقلیمی در آب و هوای این قسمت از ایران، به ویژه در فصل سرد سال، نه تنها باعث تغییراتی در چرخه هیدرولوژیک، بلکه باعث تغییراتی در رژیم بارش، رژیم رطوبتی خاک، الگوی کشت، افزایش یا کاهش مخاطرات اقلیمی و... می‌گردد. لذا شناخت و مطالعه هرگونه تغییر و نوسان در پارامترهای مختلف اقلیمی در بازه‌های مختلف زمانی می‌تواند چشم انداز بسیار خوبی برای برنامه ریزی‌های آینده فراهم آورد. بنابراین، اهدافی که این تحقیق در پی دست یافتن به آنهاست، عبارتند از:

- تعیین هسته‌های زمانی و مکانی سرماهای شدید در غرب و شمال غرب ایران؛

- روندیابی جابه جایی هسته‌های سرما در طول

زمان و مکان در غرب و شمال غرب ایران.

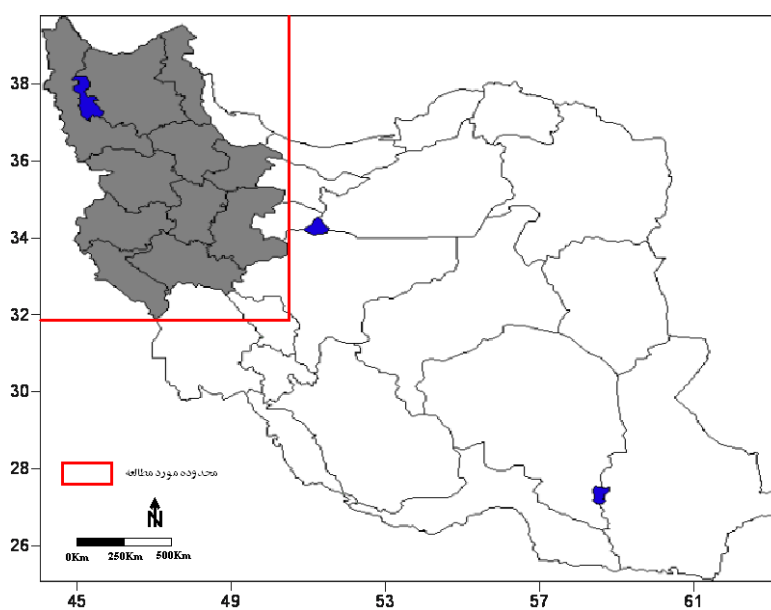
#### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه غرب و شمال غرب ایران که در این تحقیق مطالعه شده قسمتی از سرزمین پهناور ایران در جنوب غربی آسیاست که در حد فاصل بین دو عرض جغرافیایی ۳۲ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۵۱ درجه طول شرقی قرار گرفته است. مساحت این منطقه در حدود ۲۴۵۰۰۰ کیلومتر مربع است که حدود ۱۵

روش‌های آماری، همچون رگرسیون خطی، من - کندال و لیتن مایر مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید که در هر سه پارامتر درجه حرارت؛ یعنی حداقل، حداکثر و میانگین، روندی صعودی وجود دارد. براتی و موسوی (۱۳۸۴) نیز با مطالعه جابه جایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران به این نتیجه رسیدند که شدت روند افزایشی دما در ایستگاه‌های مناطق کوهستانی و برفگیر شمال غرب، شمال و تا حدودی غرب از مناطق جنوب ایران بیشتر است. با همین روش، زندی (۱۳۸۴) به مطالعه موج‌های سرمای ایران پرداخت و نتیجه ای که گرفت، این بود که هسته‌های سرما به سمت روزهای پایانی آبان و آذر جابه جا شده‌اند و بیشترین فراوانی هسته‌های سرما، در اواخر آبان، آذر و اوایل دی ماه مشاهده شده است. از آن طرف مطالعات ایشان جابه جایی معنی داری در هسته‌های سرما را گزارش نمی‌دهد. به علاوه، افزایش میانگین سالانه دمای کمینه در یک دهه برای تهران تا حد ۰/۶۸ درجه سانتی گراد (بیدختی و همکاران، ۱۳۸۲)، تایید افزایش ۲ درجه سلسیوس دمای شبانه روزی ایران در صد سال (مسعودیان، ۱۳۸۳) و پیش بینی افزایش تا ۲/۷۵ درجه ای برای شمال شرق ایران و استان خراسان (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۱) نیز نمونه‌هایی از نتایج مطالعات در مقیاس منطقه‌ای هستند، اما در مورد علل تغییرات آب و هوایی بحثی بسیار گسترده و به مراتب جنجالی تر وجود دارد که طیفی از عوامل زمینی، مانند فعالیت آتشفشان‌ها، تغییر بلندای قاره‌ها و فعالیت‌های انسانی، (نادرصفت، ۱۳۷۵؛ عزیز، ۱۳۸۳) و عوامل فرازمینی،

بختیاری است. این منطقه از سمت غرب به کشور عراق و ترکیه، از شمال به کشورهای آذربایجان و ارمنستان و از طرف شرق و جنوب به دیگر استان‌های داخلی ایران محدود شده است (شکل ۱).

درصد از مساحت ایران را شامل می‌شود. از نظر تقسیمات اداری، منطقه مورد مطالعه شامل ۹ استان (اردبیل، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، مرکزی، کردستان، کرمانشاه، همدان، قزوین، لرستان و ایلام) به اضافه قسمت شمالی استان چهارمحال و



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه غرب و شمال غرب ایران

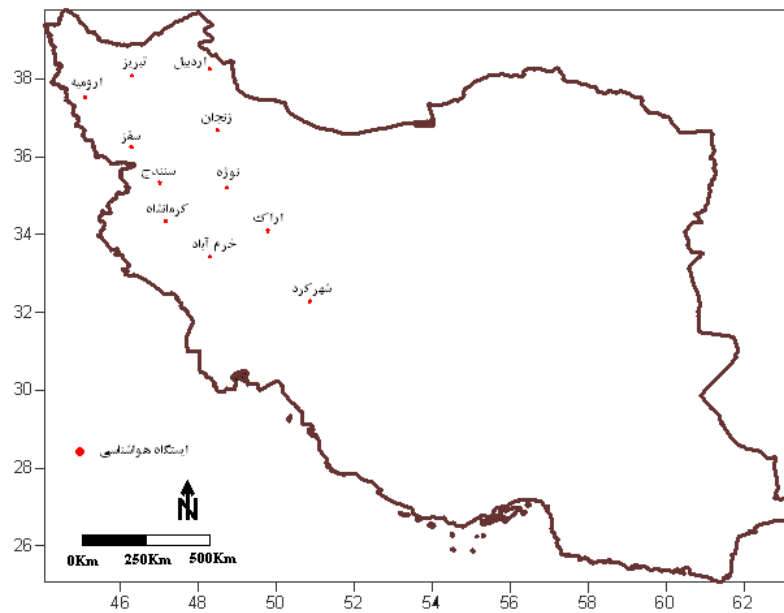
### داده‌ها و روش تحقیق

برای بررسی جابه جایی هسته‌های زمانی و مکانی دماهای حداقل در غرب و شمال غرب ایران و در جهت دستیابی به اهداف تحقیق، داده‌های مربوط به پایین‌ترین دماهای ثبت شده ماه‌های نوامبر تا می برای یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۷۶) برای ۱۱ ایستگاه منتخب از قسمت خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور در تهران دریافت گردید. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۱) و پراکنش آنها در شکل (۲) آورده شده است.

این منطقه در مجموع یک منطقه کوهستانی به هم پیوسته است که فلات مرتفع آذربایجان و بخش عمده‌ای از ارتفاعات زاگرس را در بر می‌گیرد. از لحاظ آب و هوایی نیز، این منطقه محل عبور سیستم‌ها و توده‌های مختلف اقلیمی است که حاصل آن، به وجود آمدن پهنه‌های گوناگون اقلیمی بر روی آن بوده است. همین تنوع در اقلیم باعث شده که تجمع انسانی در این منطقه نسبت به دیگر مناطق کشور بسیار متراکم باشد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هوا شناسی مورد استفاده در مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	دوره آماری
۱	اردبیل	۳۸° ۱۵'	۴۸° ۱۷'	۱۳۳۲	۱۹۷۶-۲۰۰۵
۲	تبریز	۳۸° ۰۵'	۴۶° ۱۷'	۱۳۶۱	۱۹۵۱-۲۰۰۵
۳	ارومیه	۳۷° ۳۲'	۴۵° ۰۵'	۱۳۱۵/۹	۱۹۵۱-۲۰۰۵
۴	زنجان	۳۶° ۴۱'	۴۸° ۲۹'	۱۶۶۳	۱۹۵۵-۲۰۰۵
۵	سقز	۳۶° ۱۵'	۴۶° ۱۶'	۱۵۲۲/۸	۱۹۶۱-۲۰۰۵
۶	سنندج	۳۵° ۲۰'	۴۷° ۰۰'	۱۳۷۳/۴	۱۹۵۹-۲۰۰۵
۷	نوزه	۳۵° ۱۲'	۴۸° ۴۳'	۱۶۷۹/۷	۱۹۵۱-۲۰۰۵
۸	کرمانشاه	۳۴° ۲۱'	۴۷° ۰۹'	۱۳۱۸/۶	۱۹۵۱-۲۰۰۵
۹	اراک	۳۴° ۰۶'	۴۹° ۴۶'	۱۷۰۸	۱۹۵۵-۲۰۰۵
۱۰	خرم آباد	۳۳° ۲۶'	۴۸° ۱۷'	۱۱۴۷/۸	۱۹۵۱-۲۰۰۵
۱۱	شهرکرد	۳۲° ۱۷'	۵۰° ۵۱'	۲۰۴۸/۹	۱۹۵۵-۲۰۰۵



شکل ۲- نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

با عنوان جدول پایین ترین دماها و روز رخداد آنها وارد شد. برای نمونه پایین ترین دماهای سال ۲۰۰۵ در جدول (۲) نشان داده شده است.

بعد از جمع آوری داده‌های مورد نیاز، برای دسته بندی، پردازش و تحلیل آنها مراحل زیر انجام شد: ابتدا در هر ایستگاه و در هر ماه دوره مطالعه پایین ترین دمای ثبت شده ماهانه و روز مربوطه در جدولی

جدول ۲- جدول پایین‌ترین دماهای نمونه و روز وقوع آنها در ایستگاه‌های ۱۱ گانه در سال ۲۰۰۵

ایستگاه	دما-روز	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می
اردبیل	دما	-۹	-۱۱/۶	-۱۳	-۲۰/۸	-۱۴	-۷/۸	۲/۲
	روز	۲۵	۲۹	۱۳	۱۱	۲۶	۶	۲۳
تبریز	دما	-۱/۶	-۸	-۱۰/۶	-۱۳	-۶/۷	-۰/۴	۶/۴
	روز	۱۱	۳۰	۱۳	۱۳	۲۶	۶	۶
ارومیه	دما	-۳/۴	-۹/۶	-۱۱	-۱۰/۴	-۱۱	-۰/۲	۲/۴
	روز	۲۵	۳۱	۲۱	۱۳	۲۶	۸	۶
زنجان	دما	-۶	-۱۰/۳	-۲۰/۶	-۱۸/۴	-۶/۶	-۶/۶	-۰/۳
	روز	۱۸	۳۰	۱۵	۱۳	۲۵	۶	۶
سقز	دما	-۵/۴	-۱۳	-۲۲	-۲۷/۶	-۹/۳	-۴	-۱/۴
	روز	۲۵	۲۸	۲۶	۱۳	۲۶	۸	۱۰
سنتدج	دما	-۳	-۶/۶	-۱۱/۷	-۱۵/۳	-۳/۵	-۰/۶	۴/۶
	روز	۱۳	۲۷	۲۶	۱۱	۲۵	۸	۶
نوزه	دما	-۶/۶	-۸/۸	-۲۱/۴	-۲۳/۸	-۷/۴	-۵/۸	۱/۸
	روز	۲۶	۳۱	۲۶	۱۳	۲۷	۸	۶
کرمانشاه	دما	-۱/۸	-۵/۸	-۱۳/۶	-۱۷	-۶/۳	-۱/۶	۱/۸
	روز	۱۳	۲۷	۱۵	۱۱	۲۶	۵	۶
اراک	دما	-۳/۴	-۶	-۲۳/۶	-۱۶/۶	-۲/۶	-۰/۸	۵/۴
	روز	۲۵	۲۹	۱۵	۱۱	۲۶	۸	۶
خرم‌آباد	دما	-۱	-۳/۸	-۴/۶	-۶/۸	-۲	۲/۳	۵/۴
	روز	۲۵	۲۹	۱۴	۱۱	۲۵	۶	۷
شهرکرد	دما	-۷/۴	-۱۱/۸	-۳۱	-۱۹/۳	-۸/۶	-۳/۶	-۰/۳
	روز	۲۵	۲۸	۱۵	۱۵	۶	۷	۷

محسوب می‌شوند که بین آنها روز عاری از پایین‌ترین دما نباشد. دوره‌هایی که در آنها تعداد ایستگاه‌ها کمتر از ۴ باشد، موج شمرده نمی‌شوند. تعداد روزهای هر موج طول آن را تشکیل می‌دهد. روزی که کمترین دما مشاهده شده است، روز اوج موج تعریف شد.

- هسته مکانی موج سرما، ایستگاهی است که سردترین دما را گزارش کرده است. هسته موج سرمای روزهای ۶ و ۷ فوریه، ایستگاه زنجان است. شدت موج بر اساس دمای کمینه روز اوج تعریف شد. فراوانی ایستگاه‌های سرد در روز اوج به عنوان شاخص فراگیری مکانی موج تعریف شد.

در مرحله دوم، جداول مرحله اول که در ۳۰ برگ تنظیم شده بودند، در یک جدول جامع ادغام شدند. در این جدول، ستون اول سال و ستون دوم ماه و ستون سوم روز است. در ستون‌های بعدی نام ایستگاه‌ها درج شده‌اند. برای نمونه، پایین‌ترین دمای ماهانه ایستگاه‌ها در ماه فوریه سال ۱۹۸۸ در جدول (۳) آورده شده است.

بر اساس این جدول، موجهای سرما به شرح زیر تعیین شدند (زندى، ۱۳۸۴؛ براتی و موسوی، ۱۳۸۴):  
- از نظر زمانی روزهایی که در طول آنها حداقل ۴ ایستگاه پایین‌ترین دمای ماه را داشته است، به عنوان یک موج سرما تعریف شد. در جدول ۳ روزهای ۶ و ۷ به عنوان یک موج سرما تعریف می‌شوند. این روزها زمانی جزو یک دوره

جدول ۳- پایین ترین دماهای ایستگاه‌ها در ماه فوریه ۱۹۸۸

شهر کرد	خرم آباد	اراک	کرمانشاه	نورژه	سنندج	سقز	زنجان	ارومیه	تبریز	اردبیل	روز	ماه	سال
											۱	۲	۱۹۸۸
											۲	۲	۱۹۸۸
											۳	۲	۱۹۸۸
											۴	۲	۱۹۸۸
											۵	۲	۱۹۸۸
-۱۵			-۶					-۹			۶	۲	۱۹۸۸
		-۸		-۱۶			-۲۳			-۲۰	۷	۲	۱۹۸۸
											۸	۲	۱۹۸۸
											۹	۲	۱۹۸۸
											۱۰	۲	۱۹۸۸
	-۳										۱۱	۲	۱۹۸۸
											۱۲	۲	۱۹۸۸
					-۱۳						۱۳	۲	۱۹۸۸
									-۱۱		۱۴	۲	۱۹۸۸
											۱۵	۲	۱۹۸۸
											۱۶	۲	۱۹۸۸
											۱۷	۲	۱۹۸۸
											۱۸	۲	۱۹۸۸
											۱۹	۲	۱۹۸۸
											۲۰	۲	۱۹۸۸
											۲۱	۲	۱۹۸۸
											۲۲	۲	۱۹۸۸
											۲۳	۲	۱۹۸۸
											۲۴	۲	۱۹۸۸
											۲۵	۲	۱۹۸۸
											۲۶	۲	۱۹۸۸
						-۲۰					۲۷	۲	۱۹۸۸
											۲۸	۲	۱۹۸۸
											۲۹	۲	۱۹۸۸

زمانی در محیط نرم افزار Minitab انجام شد. در این مدل، هسته‌های زمانی موج‌های شاخص سالانه به عنوان متغیر وابسته و سال وقوع آنها به عنوان متغیر مستقل تعریف شدند.

### بحث و نتایج

#### موج‌های شاخص

طبق جدول ۴ برای هر سال دوره مطالعه یک موج شاخص شناسایی شد. طول موجها از ۱ تا ۶ روز تفاوت می‌کند. اکثر موجها در ماههای دسامبر تا فوریه اتفاق افتاده‌اند. در ماههای نوامبر و مارس موج سردی اتفاق نیفتاده است. فقط یک موج در سال ۱۹۷۶ در ماه مارس رخ داده است؛ بیشترین موجها در منطقه اردبیل و همدان رخ داده است. یعنی اینکه این دو منطقه سردترین مکان هستند. منطقه کردستان علی‌رغم عرض جغرافیایی بالا در همه سالها کانون سرما نبوده است. شدت سرما از ۱۵- تا ۳۲- درجه تغییر می‌کند و در بیشتر موارد در محدوده ۲۰- تا ۳۰ دور می‌زند.

- ویژگی‌های موج‌های سرما بر اساس هسته مکانی، طول موج، هسته زمانی، و شدت هسته زمانی در کل منطقه بررسی و پراکندگی آنها ترسیم شد.

- موج شاخص هر سال بر اساس طول موج، شاخص فراگیری مکانی موج، و شدت موج یا اندازه کمترین دمای روز اوج موج در کل دوره تعیین شدند.

- برای بررسی جابه‌جایی مکانی موج‌های سرما، دوره مورد مطالعه به سه زیر دوره ۱۰ ساله تقسیم و تغییرات هسته‌های مکانی سرماهای سالانه در هر زیر دوره محاسبه شد و در محیط نرم افزاری SURFER و با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ به نقشه تبدیل گردید.

- برای اندازه‌گیری جابه‌جایی زمانی موج‌های سرما، روز وقوع هر موج به صورت روزشمار از اول نوامبر به صورت اعداد ژولیوسی چیده شد. برای نمونه، موجی که هسته زمانی آن ۱۶ ژانویه تشخیص داده شده بود، بر اساس چیش مورد نظر در هفتاد و هفتمین روز از اول نوامبر قرار گرفته بود. تغییرات زمانی موج‌های سرما با استفاده از مدل رگرسیونی



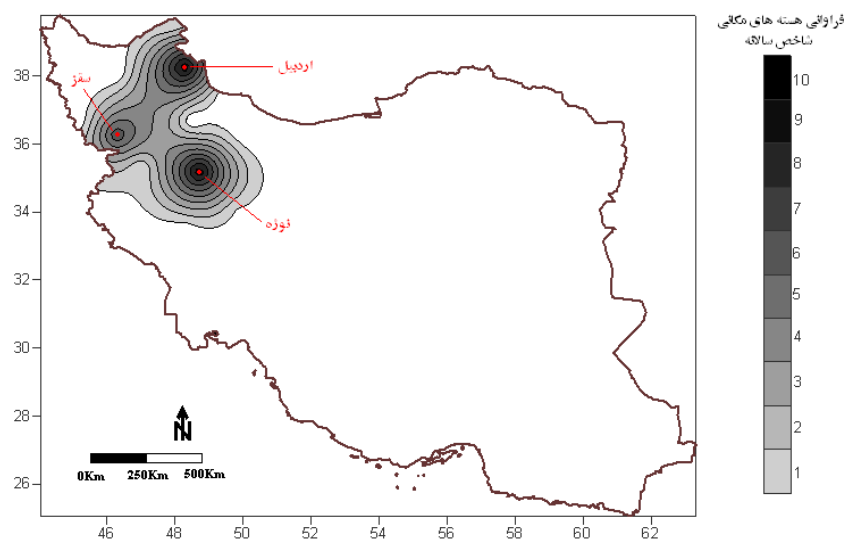
جدول ۴- مشخصات موج‌های شاخص سالانه در دوره مورد مطالعه

سال	روز شروع	روز پایان	طول موج	روز اوج	هسته مرکزی	دمای هسته	شناسه
۱۹۷۶	01-Mar	03-Mar	۳	۲	نوزه	-۲۱	۷
۱۹۷۷	14-Jan	15-Jan	۲	۱۴	نوزه	-۲۷	۱۴
۱۹۷۸	13-Jan	16-Jan	۴	۱۶	نوزه	-۱۹	۲۴
۱۹۷۹	22-Dec	24-Dec	۳	۲۴	سنتندج	-۱۵	۲۴
۱۹۸۰	01-Feb	03-Feb	۳	۱	نوزه	-۲۸	۴۶
۱۹۸۱	01-Jan	02-Jan	۲	۱	سقز	-۲۰	۵۲
۱۹۸۲	17-Feb	21-Feb	۵	۱۹	نوزه	-۲۸	۶۳
۱۹۸۳	27-Jan	29-Jan	۳	۲۸	نوزه	-۳۰	۷۱
۱۹۸۴	01-Feb	01-Feb	۱	۱	اردبیل	-۳۱	۸۰
۱۹۸۵	01-Mar	03-Mar	۳	۳	اردبیل	-۲۹	۹۳
۱۹۸۶	24-Jan	25-Jan	۲	۲۵	نوزه	-۲۶	۱۰۰
۱۹۸۷	31-Jan	31-Jan	۱	۳۱	اردبیل	-۲۷	۱۰۹
۱۹۸۸	29-Dec	29-Dec	۱	۲۹	اردبیل	-۲۷	۱۱۹
۱۹۸۹	16-Feb	17-Feb	۲	۱۷	اراک	-۳۱	۱۲۹
۱۹۹۰	27-Dec	30-Dec	۴	۲۷	نوزه	-۲۸	۱۳۵
۱۹۹۱	24-Jan	29-Jan	۶	۲۵	اردبیل	-۲۴	۱۴۶
۱۹۹۲	27-Jan	29-Jan	۳	۲۹	سقز	-۲۹	۱۵۴
۱۹۹۳	20-Jan	22-Jan	۳	۲۱	اردبیل	-۲۵	۱۶۵
۱۹۹۴	06-Dec	08-Dec	۳	۷	اردبیل	-۲۳	۱۷۳
۱۹۹۵	19-Dec	21-Dec	۳	۲۱	اردبیل	-۲۲	۱۸۲
۱۹۹۶	21-Jan	23-Jan	۳	۲۲	نوزه	-۲۳۰	۱۹۳
۱۹۹۷	28-Feb	31-Jan	۴	۲۹	سقز	-۳۳	۲۰۳
۱۹۹۸	14-Jan	18-Jan	۵	۱۵	سقز	-۲۶	۲۱۲
۱۹۹۹	01-Dec	06-Dec	۶	۵	نوزه	-۲۲	۲۱۹
۲۰۰۰	08-Feb	10-Feb	۳	۹	اردبیل	-۲۵	۲۳۳
۲۰۰۱	27-Jan	30-Jan	۴	۲۹	سقز	-۲۹	۲۴۱
۲۰۰۲	14-Dec	15-Dec	۲	۱۴	اردبیل	-۲۷	۲۴۹
۲۰۰۳	18-Jan	21-Jan	۴	۱۸	سقز	-۱۷	۲۶۳
۲۰۰۴	29-Dec	30-Dec	۲	۳۰	شهرکرد	-۳۲	۲۷۱
۲۰۰۵	11-Feb	13-Feb	۳	۱۱	سقز	-۲۸	۲۸۰

### جابه‌جایی هسته‌های مکانی

بر اساس شکل (۳) مشاهده می‌گردد که دو ایستگاه اردبیل و نوزه همدان، هر کدام با بیشترین فراوانی در دوره مورد مطالعه، ۱۰ بار هسته امواج شاخص سرما را تجربه نموده‌اند. بعد از آن، ایستگاه

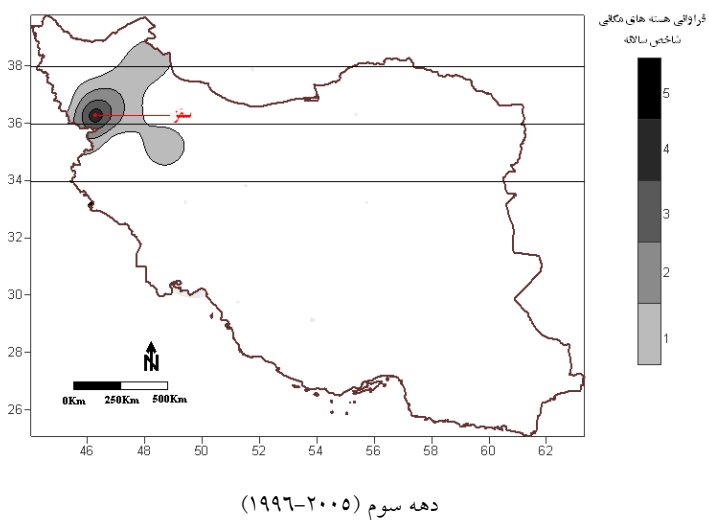
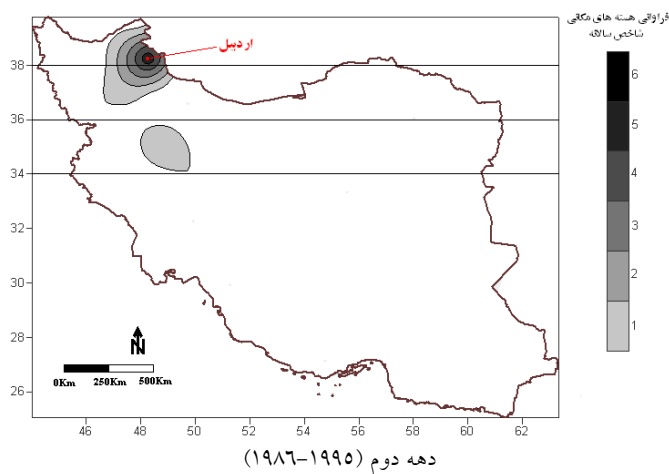
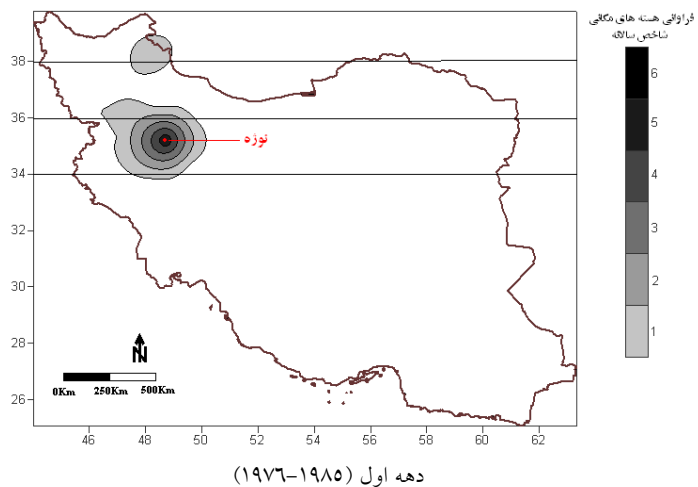
سقز با ۷ بار و ایستگاه‌های سنندج، اراک و شهرکرد هر کدام با یک بار، در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. بنابراین ایستگاه‌های اردبیل، نوزه همدان و سقز به عنوان سه جایگاه اصلی هسته‌های سرما در غرب و شمال غرب ایران شناسایی شدند.



شکل شماره ۳- نقشه پراکنش هسته‌های مکانی سرماهای شاخص سالانه غرب و شمال غرب ایران (۲۰۰۵-۱۹۷۶)

در بررسی جابه‌جایی هسته‌های مکانی موج‌های شاخص سالانه، مشخص شد که در دهه اول جایگاه اصلی هسته‌های سرما، ایستگاه نوزه همدان با ۶ بار تکرار بوده است. در دهه دوم این جایگاه از نوزه همدان به اردبیل با ۶ بار تکرار و در دهه سوم از اردبیل به سقز با ۵ بار تکرار جابه‌جا شده‌اند. این جابه‌جایی در جایگاه‌های اصلی هسته‌های سرما در شکل شماره ۴ به وضوح نشان داده شده است. با مشاهده این نقشه‌ها مشخص می‌شود که یک جابه‌جایی مکانی در هسته‌های سرما از عرض‌های

جغرافیایی حدود ۳۵ درجه به عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۳۶ درجه رخ داده است. این جابه‌جایی‌ها از عرض‌های جنوبی‌تر به عرض‌های شمالی‌تر بر اساس گزارش سازمان هواشناسی جهانی برای منطقه غرب و شمال غرب ایران می‌تواند نشانه‌هایی از گرمایش جهانی و تاثیر آن بر اقلیم منطقه مورد مطالعه به خصوص طی سال ۲۰۰۱ باشد (براتی و حیدری، ۱۳۸۲: ۱۶).



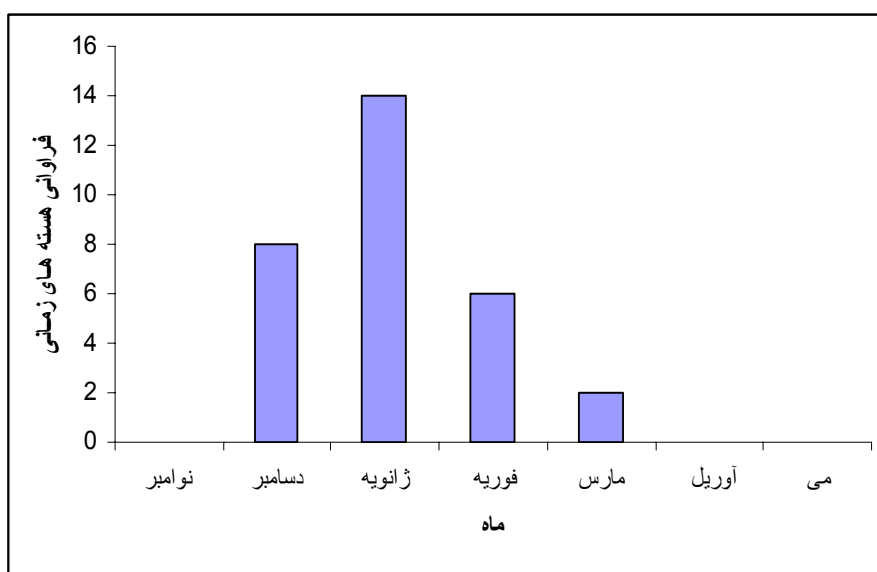
شکل ۴- جابه‌جایی هسته‌های مکانی سرماهای شاخص سالانه در غرب

و شمال غرب ایران در دوره آماری ۱۹۷۶-۲۰۰۵

### جابه‌جایی هسته‌های زمانی

بر اساس شکل (۵) مشاهده می‌شود که بیشترین فراوانی وقوع هسته‌های زمانی سرماهای شدید در ماه ژانویه با ۱۴ بار تکرار بوده است. بعد از ماه ژانویه، ماه‌های دسامبر با ۸ بار تکرار، فوریه با ۶ بار تکرار و

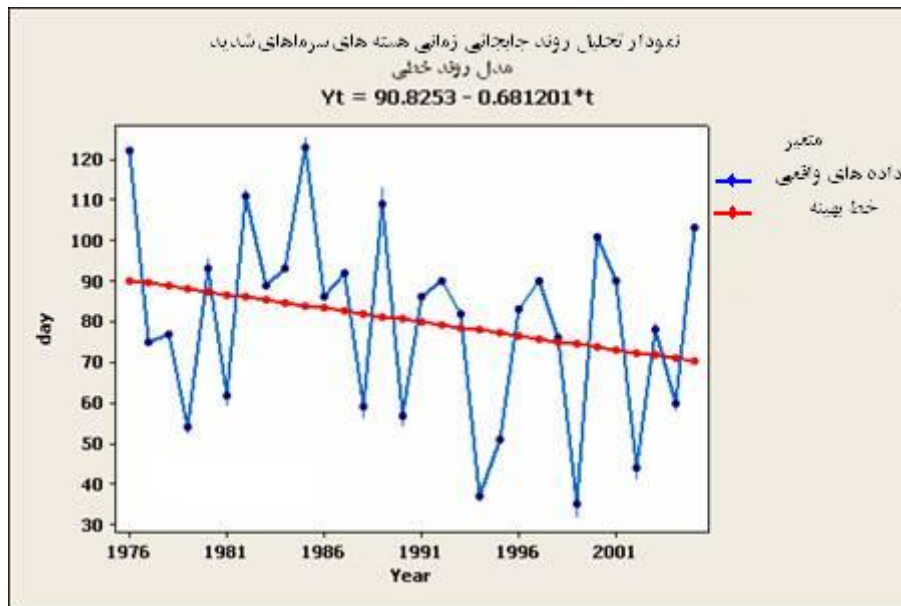
ماه مارس با ۲ بار تکرار در رده‌های بعدی واقع شده‌اند. بنابراین، ژانویه و دسامبر سردترین ماه‌های دوره سرد در منطقه غرب و شمال غرب ایران بوده است.



شکل ۵- توزیع فراوانی هسته‌های زمانی موج‌های سرد شاخص سالانه در ماه‌های مورد مطالعه در غرب و شمال غرب ایران

با استخراج موج‌های شاخص سالانه و تعیین سردترین هسته‌های سرماهای هر موج، روزهای وقوع هر موج در دوره مورد مطالعه به دست آمد. برای تحلیل جابه‌جایی زمانی هسته‌های سرما، سال‌ها به عنوان متغیر مستقل و روز وقوع آنها به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از تحلیل روند سری زمانی نشان می‌دهد که یک جابه‌جایی در

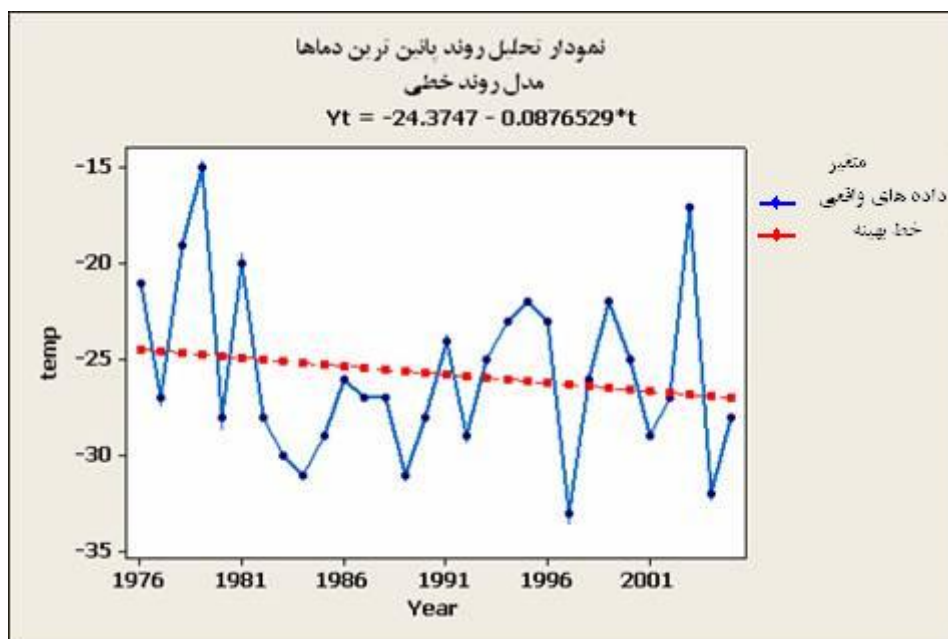
هسته‌های زمانی وقوع سرماهای شدید در غرب و شمال غرب ایران روی داده است؛ بدین شکل که هسته‌های زمانی شاخص سالانه از اوایل ماه فوریه و اواخر ماه ژانویه به سوی اوایل ماه ژانویه و حتی اواخر ماه دسامبر جابه‌جایی نشان می‌دهند. شایان ذکر است که این جابه‌جایی در سطح احتمالاتی ۵ درصد تأیید نشده است (شکل شماره ۶).



شکل ۶- نمودار روند جابه جایی هسته‌های زمانی سرماهای شدید غرب و شمال غرب ایران

نیز در کاهش تدریجی دماهای هسته‌های شاخص سرما در دوره مورد مطالعه وجود دارد. شایان ذکر است که این جابه جایی در سطح احتمالاتی ۵ درصد تأیید نشده است (شکل ۷).

در ادامه، با استخراج دمای هسته موج‌های شاخص سالانه دوره مورد مطالعه و قرار دادن آن در رگرسیون خطی به عنوان متغیر وابسته و سال‌های دوره به عنوان متغیر مستقل، مشاهده گردید که روندی بسیار ضعیف



شکل ۷- نمودار تحلیل روند پایین ترین دماهای هسته‌های شاخص در دوره مورد مطالعه

در غرب و شمال غرب ایران

## نتیجه‌گیری

بررسی پایین‌ترین دماهای سالانه ۱۱ ایستگاه غرب و شمال غرب ایران در یک بازه ۳۰ ساله (۱۹۷۶-۲۰۰۵) در قالب موج‌های سرماهای شدید، نشان از تغییراتی در برخی ویژگی‌های موج‌های شاخص سالانه در طول دوره سرد سال دارد. نتایجی که از این تحقیق به دست آمد، به طور خلاصه عبارتند از:

- عمده‌ترین هسته مکانی سردترین موج‌های شاخص سالانه در غرب و شمال غرب ایران در دوره مورد مطالعه دو ایستگاه اردبیل و نوژه همدان هستند.

- برای بررسی جابه‌جایی هسته‌های مکانی موج‌های شاخص سالانه با تقسیم دوره ۳۰ ساله به سه زیر دوره ۱۰ ساله مشاهده گردید که در دهه اول، ایستگاه نوژه همدان، در دهه دوم ایستگاه اردبیل و در دهه سوم ایستگاه سقز دارای بیشترین هسته‌های مکانی موج‌های سرما بوده‌اند.

- با بررسی نقشه‌های تهیه شده برای بررسی جابه‌جایی هسته‌های مکانی موج‌های سرما مشاهده گردید که یک جابه‌جایی در هسته‌های مکانی از عرض‌های جغرافیایی حدود ۳۵ درجه به عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۳۶ درجه روی داده است.

- بیشترین فراوانی وقوع هسته‌های زمانی سرماهای شدید در ماه ژانویه با ۱۴ بار تکرار بوده است. بعد از آن ماه‌های دسامبر با ۸ بار تکرار، فوریه با ۶ بار تکرار و ماه مارس با ۲ بار تکرار در رده‌های بعدی واقع شده‌اند.

- نتایج حاصل از تحلیل روند هسته‌های زمانی موج‌های شاخص نشان می‌دهد که یک جابه‌جایی در هسته‌های زمانی وقوع سرماهای شدید در غرب و

شمال غرب ایران روی داده است؛ بدین صورت که هسته‌های زمانی شاخص سالانه از اوایل ماه فوریه و اواخر ماه ژانویه به سوی اوایل ماه ژانویه و حتی اواخر ماه دسامبر جابه‌جایی نشان می‌دهند.

- نکته جالبتر اینکه با توجه به جابه‌جایی هسته‌های مکانی و زمانی موج‌های سرماهای شاخص در غرب و شمال غرب ایران، دمای موج‌های شاخص روندی کاهشی داشته‌اند؛ یعنی به سمت سردتر شدن سوق پیدا کرده‌اند.

لذا با توجه به جابه‌جایی‌های رخ داده هم در هسته‌های مکانی و هم در هسته‌های زمانی موج‌های سرمای شاخص سالانه که می‌تواند نشانه‌هایی از گرمایش جهانی در منطقه باشد، قاعدتاً می‌تواند تغییراتی در دیگر پارامترهای اقلیمی، همچون بارش، تبخیر و تعرق، رطوبت و غیره به وجود آورد که نمودهای آن را می‌توان در کاهش بارش‌های جامد نسبت به بارش‌های مایع، شتاب دهی به فرایند ذوب ذخایر برف در مناطق کوهستانی، تغییر در رژیم رطوبتی خاک، افزایش فرسایش آبی، کوتاه تر شدن فصول سرما و تغییر در فصول رشد مشاهده نمود.

بنابراین، با توجه به هشدار اقلیم‌شناسان در خصوص اینکه مناطق درونی خشکی‌ها از مناطق کناری و نیز دوره‌های سرد از دوره‌های گرم، حساسیت بیشتری به روند گرمایش آب و هوای کره زمین دارند (براتی و موسوی، ۱۳۸۴) لذا مطالعات همه‌جانبه‌ای در خصوص این تغییرات اقلیمی، به خصوص بر روی کشاورزی و منابع آب منطقه ضروری به نظر می‌رسد، تا بتوان بر اساس آن در آینده به درستی سیاست‌گذاری نمود.

## منابع

- دکتری اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- رسولی، اکبر، (۱۳۸۱)، تحلیل مقدماتی سربهای زمانی دمای هوای شهر تبریز، نیوار، شماره‌های ۴۶ و ۴۷.
- زندى، عبدالواسع، (۱۳۸۴)، تغییرات آب و هوایی و سرماهای شدید ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- عزیزی، قاسم، (۱۳۸۳)، تغییر اقلیم، تهران، انتشارات قومس.
- عزیزی، قاسم و محمود روشنی، (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان، ۱۳-۲۸.
- علیجانی، بهلول و محمدرضا کاویانی، (۱۳۸۶)، مبانی آب و هواشناسی، تهران، انتشارات سمت.
- علیزاده، امین و غلامعلی کمالی، (۱۳۸۱)، اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال هفدهم، شماره پیاپی ۶۵-۶۶، تابستان و پاییز، ۱۸۹-۲۰۱.
- محمدی حسین و فرحناز تقوی، (۱۳۸۴)، روند شاخصهای حدی دما و بارش در تهران، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۳، پاییز، ۱۵۱-۱۷۲.
- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۳)، بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، مجله جغرافیایی و توسعه، سال دوم، شماره پیاپی ۳، بهار و تابستان، ۸۹-۱۰۶.
- نادرصفت، محمدحسین، (۱۳۷۵)، جغرافیای کواترنز، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ابراهیمی، حسین، علیزاده، امین و سهیلا جوانمرد، (۱۳۸۴)، بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۰، شماره ۴، پیاپی ۷۹، ۵-۱۸.
- براتی، غلامرضا و ایرج حیدری، (۱۳۸۲)، رده بندی منابع رطوبتی بارشهای غرب ایران (سال آبی ۱۹۸۵-۱۹۸۴) مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس تغییر اقلیم، اصفهان.
- براتی، غلامرضا و سید شفیق موسوی، (۱۳۸۴)، جابجایی مکانی موجهای زمستانی گرما در ایران، مجله جغرافیا و توسعه، سال سوم، شماره پیاپی ۵، بهار و تابستان.
- بیدختی، علی اکبر، عبسعلی رنجبر و عباس سعادت، (۱۳۸۲)، مطالعه اثر اقلیمی جزیره گرمایی تهران، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان.
- جاوری، مجید، (۱۳۸۰)، تغییرات زمانی دما و بارش ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- جهانبخش سعید و سیما ترابی، (۱۳۸۳)، بررسی و پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره پیاپی ۷۴، پاییز، ۱۰۴-۱۲۵.
- حیدری، حسن، (۱۳۷۸)، تحلیل عناصر اقلیمی ایران به منظور ارائه یک الگوی طبقه بندی، رساله

- Domroes, M. & Attia E .T. (2005). Recent Temporal and Spatial Temperature Changes in Egypt. *International journal of climatology*, Vol 25, Issue 1, Pages 51-63.
- Leite. S. M., & Peixoto, J. P. (1996). The Autoregressive Model of Climatological Time Series: an Application to the Longest Time Series in Portugal. *International journal of climatology*, Vol 16, Issue 10, Pages 1165-1173.
- Ragasakthi, S., & Sundarvel, U. (2003). Anthropogenic Induced Climate Change in India. *Proceeding of the International Symposium of Climate Change (ISCC)*. Beijing: China.
- Rasouli, A. A. (2002). Preliminary time series analysis of Tabriz air temperatures. *Nivar*, No 46 and 47, 7-26.
- Turkes, M., U. M. Sumer, & Kilic, G. (1996). Observed changes in Maximum and Minimum temperatures in Turkey. *International journal of climatology*, Vol 16, Issue 4, Pages 463-477.
- Winkler, J. A., & Palutikof, J. P., Andresen, J. A., & Goodess, C. M. (1997). the Simulation of Daily Temperature Time Series from GCM Output. Part II: Sensitivity Analysis of an Empirical Transfer Function Methodology. *Journal of Climate*, Vol 10, Issue 10, Pages 2514-2352.
- WHO. (2003). *Climate Change and Human Health – Risks and Responses*. Summery. <http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/>
- Zhao Zong, S. A., Chikako, H., & Toto, N. (2003). Projections of Extreme Temperature over East Asia for the 21st Century as Simulated by the CCSR/NIES2 Coupled Model; *Proceeding of the International Symposium of Climate Change (ISCC)*. Beijing: China.



# Investigation of Displacement of Minimum Temperatures Temporal and Spatial Cores in West and Northern West of Iran

**B. Alijani. P. Mahmoudi. A. Panahi**

Received: 26 October 2009 / Accepted: 17 August 2010, 13-16 P

## Extended Abstract

### 1- Introduction

One of the prominent challenges in current century is climate changes. Among weather parameters, temperature changes as the most basic element of the weather in every district have special importance.

The west and the north-west of Iran, where is a mountainous region and full of snow, consider as water sources for great rivers and also underground water supply.

Therefore, every climatic change in these parts particularly in a cold season, not only causes changes in a hydrology cycle also in a rainfall regime, soil

moisture regime, cultivation pattern, increase or decrease of climatic crisis.

So, recognition and enquiry of changes and fluctuations in different climatic parameters according to different intervals can provide a very noticeable outlook for future programs.

As a result, 2 goals which this research has been pursuing are

- To appoint temporal and spatial cores of severe colds in the west and the north-west of Iran.
- Understand a process of replacement of temporal and spatial cores of severe colds in the west and the north-west of Iran.

---

### Author

---

**B. Alijani.**  
Professor of climatology, Tarbiat Moallm University, Tehran, Iran.

**P. Mahmoudi. (✉)**  
PhD student of climatology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.  
email: paymanasia@yahoo.com

**A. Panahi**  
M.A. of Meteorology, Applied Meteorology Research Centre, Sanandaj, Iran.

### 2- Methodology

For investigation a replacement of temporal and spatial cores of minimum temperatures in the west and the north-west of Iran and for achieving the aims of this study, data related to absolute

minimum temperatures in November to May for 30 years (1976-2005) were collected from 11 select stations from Meteorological organization of Iran.

Cold indicator waves were extracted in related to factors such as, set at least four stations in one group that have the lower minimum temperature and also 2 days intervals exist between elected heads and a group in former stations. The number of collected heads was 283. After appointing cold waves; wavelength was defined for all of them based on the number of days and timely core. The coldest station that had the lowest temperature in every group was specified according to the maximum stations in one day in every single head and timely core.

For recognizing the spatial displacement of cold cores, have been divided the study into three interval subgroups during 10 years and changes of spatial cores of annual cold were computed in every interval subgroups and by using "SURFER" and kriging method changed them to maps and then movements of spatial cores were interpreted using maps. Also computed timely movements of coldness cores by using regression method.

### 3- Discussion

Investigation of displacement of spatial cores of annual indicator heads indicated that the principal place for cold cores is "Nozhe Hamedan" station which showed 6 times frequency in the first decade.

In second decade this place changed from Nozhe Hamedan to Ardebil with 6 times frequency and in third decade from Ardebil to Saghez with 5 times frequency.

So, we can see that one movement in coldness cores happened from approximately 35 degree latitudes to higher than 36 degree ones.

For analyzing the timely displacement of cold cores, consider "years" as independent variable and "a day of happening" as a dependent variable.

Consequences from this analysis show that one displacement in temporal cores cause severe cold in the west and the north-west of Iran. In a way that temporal cores of annual indicator show displacement from early February and late January to late December. It should be mention that this displacement in a 5 percent possible level is not definite.

### 4- Conclusion

The result of this study showed that one displacement in spatial cores of cold indicator heads in a duration of study (1976-2005) is observable in away that this displacement is from 35 degree geographical latitudes to higher than 36 ones.

Also consequences of analysing the process of temporal cores of indicator heads indicate one movement in temporal cores that cause a severe colds in the west and the north-west of Iran in a manner that temporal cores of annual indicator show displacement from early February and late January to early January and even late December.

It should be mention that these displacements in 5 percent possible level are not definite.

Another point that also originates from the research is when displacement of spatial and temporal cores of cold indicator heads in the west and the north-west of Iran happen, the temperature of indicator heads becomes decreases, which means become colder.

**Key words:** temporal core of cold-spatial core of cold, West and Northwest Iran, climate change, Cold wave

### References

- Alijani, A., M. R. Kaviani (2006). Principles of Climatology. SAMT Organization, Tehran, Iran.
- Alizadeh, A., GH. Kamali (2002). Effect of climate change of agricultural water use in Mashhad valley. *Geographical Research*, (2-3) (65-66): 189-201.
- Azizi, Gh (2004). Climate Change. Ghoomes Publishing Company Ltd, Tehran, Iran, 264p.
- Azizi, Gh., M. Roushani (2008). Using Mann-Kendall test to recognize of climate change in Caspian Sea southern coasts. *Geographical Research Quarterly*, 40(64): 13-28.
- Barati, Gh., S. Sh. Mosavi (2005). The displacement position of heat waves during winter in Iran. *Geography and Development*, 3(5): 41-52.
- Barati, Gh., I. Haidari (2003). Classification of humidity resources of Iran western precipitation (184-1985). *Proceeding of the 3rd regional conference on climate change*, Isfahan, Iran.
- Bidokhti, A., A. A. Ranjbar, A. Sa'adat Abadi (2003). Study of climatic effect of heat Island of Tehran. *Proceeding of the 3rd regional conference on climate change*, Isfahan, Iran.
- Domroes, Manfred. And Attia El-Tantawi (2005). Recent Temporal and Spatial Temperature Changes in Egypt. *International journal of climatology*, Vol 25, Issue 1, Pages 51-63.
- Ebrahimi, H., A. Alizadeh, S. Javanmard (2006). The study of temperature variation in the plain of Mashhad as the index of climate change in the region. *Geographical Research*, 20(4(79)): 5-18.
- Jahanbakhsh, S., S. Torabi (2004). Review and prediction of temperature and precipitation in Iran. *Geographical Research*, 19(3(74)): 104-125.
- Javari, M. (2001). Climate changes of temperature and precipitation in Iran. PhD Thesis. Tehran University.
- Leite. S. M., and J. P. Peixoto., (1996). The Autoregressive Model of Climatological Time Series: an Application to the Longest Time Series in Portugal. *International journal of climatology*, Vol 16, Issue 10, Pages 1165-1173.
- Masoudian, S. A. (2004). Temperature trends in Iran the last half century. *Geography and Development*, 2(3): 89-106.
- Mohammadi, H., F. Taghavi (2005). Trends in indices of temperature and precipitation extreme in Tehran. *Geographical Research Quarterly*, 37(53): 151-172.
- Nader sefat, M. H. (1996). *Quaternary Geography*. Payam Noor University Press.
- Ragasakthi. S., Sundarvel. U., (2003). Anthropogenic Induced Climate Change in India. *Proceeding of the International Symposium of Climate Change (ISCC)*. Beijing: China.
- Rasouli, A. A. (2002). Preliminary time series analysis of Tabriz air temperatures. *Nivar*, No 46 and 47, 7-26.
- Turkes, M., U. M. Sumer, and G. Kilic (1996); Observed changes in Maximum and Minimum temperatures in Turkey. *International journal of climatology*, Vol 16, Issue 4, Pages 463-477.
- Winkler, J. A., and J. P. Palutikof. J. A. Andresen., and C. M. Goodess., (1997); the Simulation of Daily Temperature Time Series from GCM Output. Part II: Sensitivity Analysis of an Empirical Transfer Function Methodology. *Journal of Climate*, Vol 10, Issue 10, Pages 2514-2352.

WHO (2003). Climate Change and Human Health  
– Risks and  
Responses. Summery. <http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/>

Zandi, A (2005). Climate change and extreme  
colds in Iran. MSc thesis, Razi University.

Zhao Zong, Sumi Akimasa, Harada Chikako,  
Nozawa Toto (2003). Projections of Extreme  
Temperature over East Asia for the 21st  
Century as Simulated by the CCSR/NIES2  
Coupled Model; Proceeding of the  
International Symposium of Climate Change  
(ISCC). Beijing: China.