

# جابجایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران

سید شفیق موسوی  
کارشناس ارشد جغرافیا طبیعی

دکتر غلامرضا براتی  
استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه رازی

## چکیده

موج‌های هوای گرم طی دوره سرد سال از مؤثرترین پدیده‌های جوی بر بومسازمان‌های خشکی هستند. بررسی این پدیده در ایران هم به جهت کمبود نسبی بارش و هم وابستگی فراوان منابع تأمین آب شیرین به ذخایر برف و ماندگاری زمستانی آنها ضروری است. در این پژوهش داده‌های بالاترین دماهای ماهانه برای ۲۱ ایستگاه هواسنجی در گستره‌ی ایران طی سال‌های ۱۳۴۹ تا ۱۳۷۹، با هدف تعیین موج‌های هوای گرم دوره‌ی سرد سال از آبان تا اردیبهشت از سالنامه‌های هواشناسی استخراج شد. با شناسایی این موج‌ها و نیز محاسبه‌ی نمره‌ی Z داده‌های ایستگاه‌ها طی روزهای اوج آنها، هسته‌های مکانی گرما شناخته شد تا از این طریق الگوهای جابجایی مکانی آنها طی دوره‌ی ۳۱ ساله مورد مطالعه طراحی شود. نخستین نتایج نشان داد عموم ایستگاه‌های نزدیک منابع آب بویژه خلیج فارس هسته‌های گرم‌تری را در دوره‌ی سرد سال دارند ولی هنگامی که به‌جای ارقام بالاترین دمای ماهانه ایستگاه‌ها، از نمره Z آنها استفاده شد؛ هسته‌های گرما، عموماً در ایستگاه‌های درونی سرزمین ایران بویژه در محورهای کوهستانی زاگرس و البرز نمایان شدند. بدین ترتیب مشخص گردید شدت روند افزایشی دما در ایستگاه‌های مناطق کوهستانی و برفگیر شمال غرب، شمال و تا حدودی غرب از مناطق جنوب ایران بیشتر است و ذخایر سالانه‌ی برف آنها در آینده با شتاب بیشتری ذوب می‌شود و میزان رسوبات رودها افزایش می‌یابد. از این رو شایسته است روند پرشتاب سدسازی‌های این مناطق با توجه به روندهای اقلیمی با احتیاط بیشتری دنبال شود و ضرورت تقدم اجرای طرح‌های نفوذ دادن آب (آبخیزداری) بر جمع‌آوری آن (سدسازی) جدی‌تر گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: موج گرما، دوره‌ی سرد، جابجایی مکانی، هسته‌ی گرما، ایران.

## مقدمه

روند گرمایش جهانی آب و هوا یکی از برجسته‌ترین تغییرات آب و هوایی سده‌ی کنونی است که پژوهشگران در مقیاس‌های منطقه‌ای و سیاره‌ای به آن پرداخته‌اند. افزایش ۰/۶ درجه سلسیوس دمای میانگین جهانی طی سده‌ی بیستم (سازمان هواشناسی جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳: ۶)، بالای

بطور میانگین ۲/۵ میلی‌متر در سال تراز آب دریا در هند طی دهه‌ی ۱۹۵۰ (راگاساکی و ساندرول<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳: ۱۱۸) و پیش‌بینی افزایش خشکسالی‌ها و توفان‌ها در مناطق خشک کره‌ی زمین (پاشایی، ۱۳۸۲: ۱۹) در زمره یافته‌های سیاره‌ای است.

یافته‌هایی چون افزایش کمینه‌های دما در شرق آسیا (زیائو<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۰۳: ۱۵۸)، روند افزایش دما بطور متوسط ۰/۷ درجه‌ی سلسیوس در بخش اعظم قاره‌ی آفریقا (دمرس و تنتاوی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵)، افزایش میانگین سالانه دمای کمینه در یک دهه برای تهران تا حد ۰/۶۸ درجه سلسیوس (بیدختی و سعادت‌آبادی، ۱۳۸۲: ۱۱۱)، تأیید افزایش ۲ درجه سلسیوس دمای شبانه روزی ایران در صد سال (مسعودیان، ۱۳۸۳: ۳) و پیش‌بینی افزایش تا ۲/۷۵ درجه‌ای در واحد سلسیوس برای شمال شرق ایران و استان خراسان (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۱: ۶۶) نیز نمونه‌هایی در مقیاس منطقه‌ای هستند. این افزایش می‌تواند به تشدید بحران‌های محیطی مانند تبدیل بارش‌های برف به باران (منتظری و فهمی، ۱۳۸۲: ۲۹۰) برای نمونه در بلندی‌های هیمالیا (رحمان<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳: ۱۰۵) و گسترش بیابان‌های ایران به میزان یک درصد در سال (خسروشاهی و همکاران، ۱۳۸۲: ۲۶) بینجامد. البته علل تغییرات آب و هوایی بحثی بسیار گسترده‌تر و به مراتب جنجالی‌تر است و طیفی از عوامل زمینی مانند فعالیت آتشفشان‌ها تغییر بلندی‌های قاره‌ها و فعالیت‌های انسان (برایان<sup>۵</sup>، ۱۹۹۷: ۱۰۳)، (نادرصفت، ۱۳۷۵: ۱۳۰) (آبایی<sup>۶</sup>، ۲۰۰۳: ۱۴) و عوامل فرازمینی چون تغییرات محور زمین و ظهور لکه‌های خورشیدی (دیدلر<sup>۷</sup>، ۲۰۰۳) بطور متوسط در دوره‌های یازده ساله (عدالتی، ۱۳۷۷) (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۵: ۲۹) را در بر می‌گیرد.

کمتر بودن میانگین بارش‌های جوی ایران در حد ۲۱۲ میلی‌متر در سال (سازمان هواشناسی جهانی، ۲۰۰۲: ۳) در مقایسه با میانگین جهانی در حد ۱۱۳۱/۵ میلی‌متر در سال (صدقت، ۱۳۷۹: ۱۳) و به تبع محدودیت ذخایر آب شیرین کشور در حد ۰/۲۶ درصد در قیاس با ذخایر جهان، برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی از جمله حقایقی است که ضرورت شناخت عوامل مؤثر بر کاهش این ذخایر را مطرح می‌کند.

هر چند سازمان هواشناسی جهانی عدم امکان پیش‌بینی دقیق محل رخدادهایی مانند سیل و خشکسالی را یادآور می‌شود (جونز<sup>۸</sup>، ۲۰۰۱)، وقوع موج‌های گرم‌ا بویژه طی فصل سرد سال از جمله برجسته‌ترین عواملی است که می‌تواند ماندگاری ذخایر برف را در حوضه‌های

1- Ragasakthi S., Sundarvel S.

2- Zhao Zong

3- Domroes Manfred, El-Tantawi Attia

4- Rahman Aminur

5- Bryant Edward

6- Obasi G.O.P.

7- Deedler R. William

8- Jones Vanessa E.

9- Heat waves

کوهستانی ایران کاسته، آهنگ رطوبی خاک را نیز دچار تنش سازد. بر پایه پژوهش راگاساکی و ساندارول (۲۰۰۳: ۱۱۸) روند آینده گرمایش در عرض‌های بالای نیمکره‌ی شمالی نسبت به استوا و طی زمستان نسبت به تابستان و نیز در نواحی درونی خشکی‌ها نسبت به نواحی کرانه‌ای بیشتر خواهد بود. از این رو موقعیت جغرافیایی ایران در نیمه‌ی سرد سال که در این تحقیق مورد مطالعه است، از حساسیت بیشتری برخوردار می‌شود.

عموم مناطق برفگیر ایران ناهموار و مرتفع هستند و نیز بطور نسبی در عرض‌های جغرافیایی نسبتاً بالاتر قرار دارند. شاید این دو ویژگی باعث شده است که احتمال گرمایش زمستانی آنها در مقایسه با مناطق پربارش ولی دارای آب و هوای ملایم‌تر مانند کرانه‌های شمالی ایران جدی گرفته نشود. در این پژوهش تلاش به عمل آمد تا به کمک روش‌های آماری، ویژگی‌های موج‌های هوای گرم ایران در نیمه‌ی سرد سال شناسایی شده، مناطق مختلف کشور با هم مقایسه شود.

در این راستا بالاترین‌های دمای ماهانه<sup>۱</sup> از مهم‌ترین داده‌هایی بودند که می‌شد با آنها موج‌های هوای گرم را طی فصل سرد سال شناسایی نمود. این مهم با گزینش ۲۱ ایستگاه هواشناسی در گستره‌ی ایران طی پژوهش کنونی انجام یافت. از این رو:

- ۱- شناسایی هسته‌های مکانی گرمای ایران طی نیمه‌سرد سال، ۲- طراحی الگوی پراکنش و
- ۳- جابجایی مکانی آنها سه هدف این پژوهش بود.

## داده‌ها و روش

در این تحقیق فرضیه‌ی جابجایی مکانی<sup>۲</sup> موج‌های هوای گرم در ایران به سوی شمال کشور طی نیمه‌ی سرد سال مورد آزمون قرار گرفت. این آزمون بر پایه‌ی «بالاترین دمای ماهانه» بر حسب درجه‌ی سلسیوس (از این پس به اختصار بالاترین دما خوانده می‌شود) طی یک بازه ۳۱ ساله از ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ و در گستره‌ی کشور ایران انجام گرفت. ارقام یاد شده بر پایه‌ی نیمه‌ی سرد سال از سالنامه‌های هواشناسی استخراج گردید. در این تحقیق نیمه‌ی سرد سال برای ایستگاه‌های برگزیده از ماه نوامبر تا می تعریف شد. جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌ها را به ترتیب کاهش عرض جغرافیایی نشان می‌دهد.

1- Monthly highest temperature  
2- Spatial displacement

جدول ۱: مشخصات عمومی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	ایستگاه	بلندا از تراز دریا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	تبریز	۱۳۶۱	۴۶-۱۷	۳۸-۰۵
۲	ارومیه	۱۳۱۳	۴۵-۰۵	۳۷-۳۲
۳	رشت	۳۶/۷	۴۹-۳۹	۳۷-۱۲
۴	گرگان	۴۶۹/۷	۵۷-۴۲	۳۶-۰۵
۵	بابلسر	-۲۱	۵۲-۳۹	۳۶-۴۳
۶	زنجان	۲۱۴۲	۴۶-۵۵	۳۶-۰۴
۷	مشهد	۹۹۹/۲	۵۹-۳۸	۳۶-۱۶
۸	تهران	۱۱۹۰/۸	۵۱-۱۹	۳۵-۴۱
۹	سنندج	۱۳۴۳/۴	۴۷-۰۰	۳۵-۰۲
۱۰	همدان	۱۳۷۹/۷	۴۸-۴۳	۳۵-۱۲
۱۱	اراک	۱۷۰۸	۴۹-۴۶	۳۴-۰۶
۱۲	خرم‌آباد	۲۱۲۵	۴۸-۲۲	۳۳-۲۹
۱۳	بیرجند	۱۴۹۱	۵۹-۱۲	۳۲-۵۲
۱۴	اصفهان	۱۵۵۰/۴	۵۱-۰۴	۳۲-۳۷
۱۵	شهرکرد	۱۸۴۵/۲	۵۱-۰۵	۳۱-۵۹
۱۶	یزد	۱۲۳۷/۲	۵۴-۱۷	۳۱-۵۴
۱۷	اهواز	۲۲/۵	۴۸-۰۴	۳۱-۰۲
۱۸	کرمان	۱۷۵۳/۸	۵۶-۵۸	۳۰-۱۵
۱۹	شیراز	۱۴۸۱	۵۲-۳۶	۲۹-۳۲
۲۰	زاهدان	۱۳۷۰	۶۰-۵۳	۲۹-۲۸
۲۱	بندرعباس	۱۰	۵۶-۲۲	۲۷-۱۳

مراحل آزمون فرضیه تحقیق بدین شرح است:

#### - استخراج موج‌های هوای گرم در ایران طی نیمه‌ی سرد سال

استخراج ارقام از سالنامه‌های هواشناسی و چینش آنها در جداول پراکنش روزانه بالاترین دماها (نمونه جدول ۲)، تراکم و پراکندگی متناوب و معنی‌داری از آنها ارایه داد و تفکیک موج‌های هوای گرم را ممکن ساخت. سه معیار زیر برای شناسایی هر موج گرما استفاده شد:

- ۱- بر پایه‌ی میانگین فاصله‌ی ایستگاه‌ها از هم و حتی‌الامکان احتراز از تأثیر عوامل محلی و ناشناخته بر نتایج تحقیق؛ معیار «حداقل شمار ایستگاه‌های دارای بالاترین دما برای یک موج ۴ مورد» در نظر گرفته شد. برای نمونه در جدول (۲) ارقام بالاترین دما طی روزهای ۱۵ تا ۱۹ فوریه ۱۹۷۲ در قالب یک گروه هستند ولی ایستگاه‌های رشت، سنندج و اهواز در روزهایی پراکنده مشاهده می‌شوند و در نتیجه تشکیل یک موج نمی‌دهند.

۲- در کارهای تحقیقی دیگر برای نمونه روی موج‌های یخبندان (علیجانی و براتی، ۱۳۷۵: ۴۰) مشخص گردیده است که گاه آنچه محقق دو موج می‌پندارد، در حقیقت یک موج است که موقتاً دچار ضعف شده است. از این رو معیار «دست‌کم دو روز فاصله میان موج برگزیده با گروه ایستگاه‌های پیشین و گروه ایستگاه‌های بعدی» لحاظ گردید تا حتی‌الامکان اعضای جامعه‌ی آماری از هویتی مستقل‌تر برخوردار باشند.

جدول ۲: پراکنش بالاترین دماهای ماهانه - نمونه ماه فوریه سال ۱۹۷۲ (درجه سلسیوس)

ایستگاه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	
۱- تبریز																										
۲- ارومیه																										
۳- رشت																										
۴- گرگان																										
۵- بابلسر																										
۶- زنجان																										
۷- مشهد																										
۸- تهران																										
۹- سنندج																										
۱۰- همدان																										
۱۱- اراک																										
۱۲- خرم‌آباد																										
۱۳- بیرجند																										
۱۴- اصفهان																										
۱۵- شهرکرد																										
۱۶- یزد																										
۱۷- اهواز																										
۱۸- کرمان																										
۱۹- شیراز																										
۲۰- زاهدان																										
۲۱- بندرعباس																										

۳- هنگامی که تراکم ایستگاه‌های هر جدول در دو گروه مشاهده گردید، اگر بیوند این دو گروه تنها یک ایستگاه بود، حتی با فاصله‌ی یک روز دو موج محسوب گردید. سرانجام بر پایه‌ی معیارهای یاد شده ۳۵۴ موج گرما طی نیمه‌ی سرد ۳۱ سال ایران استخراج گردید. در جدول (۲) بر پایه‌ی معیارهای بالا، گروهی از ارقام در قالب موج پنج روزه‌ای از هوای گرم با سایه‌رنگ ملایم مشخص شده است. در جریان این موج همدان نخستین شهری است که بالاترین رقم دمای ماه فوریه را به میزان ۶ درجه سلسیوس نشان می‌دهد. تبریز، تهران، شهرکرد و زاهدان چهار شهری هستند که در واپسین روز موج به ترتیب دماهای ۲، ۱۱، ۸ و ۲۱ درجه سلسیوس نشان می‌دهند.

### -گزینش موج شاخص بر پایه‌ی بالاترین دما

در مرحله‌ی بعد می‌بایست از میان ۳۵۴ موج شناسایی شده، موج‌های شاخص تعیین شود. مراد از موج شاخص فراگیرترین موج گرمای هر ماه یا سال است. هر موج شاخص دوامی چندروزه دارد و طی هر روز یک و یا بیش از یک ایستگاه رقم بالاترین دما را نشان می‌دهند. نخست لازم بود تا یکی از روزهای هر موج به‌عنوان «روز اوج» تعیین شود. ضرورت گزینش روز اوج و در واقع «هسته‌ی زمانی» موج از آنجا ناشی شد که انتظار می‌رفت در یکی از روزهای موج شرایط گرمایی فراگیرتر یا شدیدتر باشد. شناسایی این روز توانست زمینه‌ی شناخت «هسته‌های مکانی» را برای بازیابی سمت جابجایی جغرافیایی آنها به عنوان هدف اصلی پژوهش فراهم کند. به این ترتیب شهری که در روز اوج هر موج دارای بزرگ‌ترین رقم در میان بالاترین دماها بود به عنوان «هسته‌ی مکانی» و دمای آن به اختصار و برحسب قرارداد به عنوان «دمای اوج» خوانده شد. هسته‌های شناسایی شده در این مرحله به عنوان سری اول در نظر گرفته شد. در جدول (۲) بر پایه‌ی معیارهای یادشده هجدهم فوریه روز اوج موج هوای گرم است. این روز دارای بیشترین شمار از ایستگاه‌ها یعنی ۱۰ مورد است و ایستگاه بندرعباس با داشتن رقم ۲۵ درجه سلسیوس یعنی دمای اوج، هسته‌ی مکانی موج محسوب می‌شود.

### - گزینش موج شاخص بر پایه‌ی شاخص گرما

از آنجا که عواملی چون بلندا از تراز دریا، عرض جغرافیایی، فاصله تا منابع آب بر آهنگ دمای ایستگاه‌ها اثرات انکارناپذیر دارند برای کاهش اثر آنها به‌جای محاسبه‌ی میانگین داده‌های خام بالاترین دماها، نمره‌ی  $Z$  متغیرها مبنا قرار گرفت و شاخص گرما محاسبه شد. برای نمونه در پژوهش دامرس و تنتاوی (۲۰۰۵) که با استفاده از داده‌های خام متغیر دما انجام شده است، این عنصر در سراسر کشور مصر از شمال به جنوب روند افزایشی نشان داده است. از این رو در روشی کامل‌تر نسبت به روش پژوهشگران یاد شده و بر پایه‌ی فرمول ساده‌ی زیر، ارقام خام بالاترین دماها به نمره‌های  $Z$  تبدیل شد.

$$z = \frac{xi - \bar{x}}{sd}$$

$Z$ : شاخص گرما برای هر ایستگاه در سال  $n$  ام.

$X_i$ : بالاترین دمای ایستگاه در سال  $n$  ام بر حسب درجه‌ی سلسیوس.

$\bar{x}$ : میانگین بالاترین دماهای هر ایستگاه در دوره ۳۱ ساله بر حسب درجه‌ی سلسیوس.

$Sd$ : انحراف از معیار هر ایستگاه طی دوره‌ی ۳۱ ساله.

ما در این مقاله از این نمره‌ها با اصطلاح «شاخص گرما» یاد کرده‌ایم. به سخن دیگر شاخص گرما عبارتست از فاصله‌ی بالاترین دمای هر ایستگاه نسبت به میانگین ۳۱ ساله و شامل مقادیری است که گاه مثبت و گاه منفی هستند.

ارقام مثبت حاکی از گرمای شدید و ارقام منفی نشانه‌ی موج گرمای ضعیف است. برای نمونه در حالی که در روش پیشین ایستگاه‌های جنوبی چون بندرعباس و اهواز ارقامی بسیار بالاتر از ایستگاه‌های شمالی چون تبریز نشان دادند (شکل ۱)؛ مبنای قرار گرفتن شاخص گرما باعث شد موج‌های گرما در شهرهای سردسیر نیز نمود بیابد. این نبود مگر به خاطر این که نمره‌های  $Z$  بر پایه‌ی فرمول زیر جانشین ارقام بالاترین دماها در این مرحله گردید و ارقام شاخص گرمای ۲۱ ایستگاه برگزیده به جای ارقام بالاترین دما مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از حاصل ضرب عدد دوره‌ی آماری بر حسب سال یعنی ۳۱ در تعداد ماه‌های نیمه‌ی سرد سال یعنی ۷، مجموع تعداد شاخص‌های گرما یعنی ۲۱۷ به دست آمد.

#### - شناسایی هسته‌ی زمانی و مکانی موج بر پایه بالاترین شاخص گرما

در این مرحله سری دوم هسته‌ها بر پایه‌ی معیار شاخص گرما شناسایی گردید تا هنگام مقایسه الگوهای آن (شکل ۲) با الگوی هسته‌های سری نخست (شکل ۱) بررسی تأثیرات عواملی چون عرض جغرافیایی بر پراکنش و جابجایی مکانی موج‌های گرما ممکن شود. برای شناسایی سری دوم هسته‌ها، روز دارای بالاترین میانگین شاخص گرما، ملاک تعیین هسته زمانی و سپس ایستگاه دارای بالاترین شاخص گرما، ملاک تعیین هسته مکانی در دو مقیاس سال و ماه قرار گرفت.

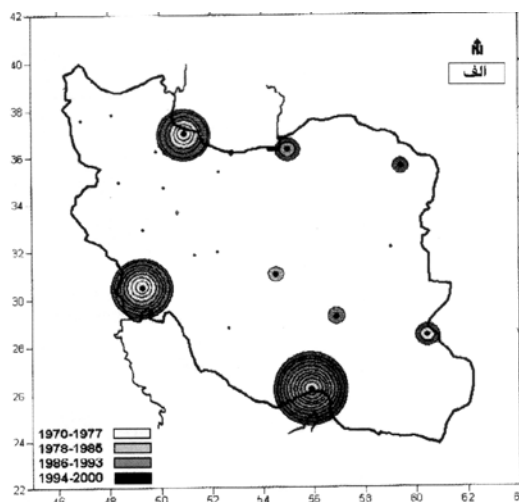
در پایان این مرحله با تقسیم دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۰۰-۱۹۷۰) به چهار زیردوره، بر پایه‌ی دایره‌های هم‌کانون و با اختلاف تن رنگ از روشن به تیره؛ جابجایی مکانی هسته‌ها به نمایش درآمد.

#### نتایج و بحث

با شناسایی هسته‌های مکانی موج‌های گرمای ایران طی نیمه سرد سال امکان مدل‌سازی آنها در گستره ایران و نیز بازیابی سمت جابجایی مکانی آنها فراهم شد.

#### - الگوهای پراکنش فراوانی هسته‌های گرما

شکل (۱) نمایانگر پراکنش مکانی هسته‌ها در روز اوج است. در این الگو بیشترین هسته‌های گرمای ایران در ایستگاه‌های کرانه‌ای در جنوب و شمال ایران هستند.



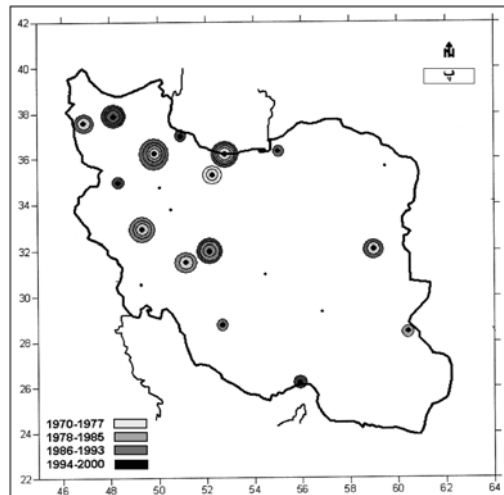
شکل ۱: پراکنش هسته‌های گرما در نیمه‌ی سرد سال بر پایه فراوانی دمای اوج

این شکل نشان می‌دهد که ایستگاه‌های عموماً با بلندای کمتر از تراز دریا و دارای عرض جغرافیایی پایین‌تر، استعداد بیشتری را برای نمایش هسته‌های گرمایی در نیمه‌ی سرد سال نشان می‌دهند ولی این پدیده روی دیگری نیز دارد که با شناسایی هسته‌های مکانی موج‌های گرما نسبت به میانگین بالاترین دماها و محاسبه نمره Z آنها مشخص می‌شود.

از این رو شکل (۲) به عنوان الگویی کاربردی‌تر نسبت به الگوی پیشین، بر پایه‌ی معیار بالاترین ارقام شاخص گرما طراحی شد. در این الگو به نوعی تمام روزهای موج شاخص در محاسبه شاخص گرما سهیم شده‌اند. این الگو در مقایسه با الگوی پیشین، نشان می‌دهد، شدیدترین هسته‌ها در مناطقی درونی‌تر از سرزمین ایران مشاهده می‌شوند. این پهنه‌ها به‌عنوان مناطق عموماً مرتفع و کوهستانی، دارای بیشترین دریافت بارش‌های آسمانی، پس از کرانه‌های جنوبی خزر (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۵: ۲۹)؛ از منابع مهم تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی کشور (صداقت، ۱۳۷۹: ۳۹) هستند. به نظر می‌رسد هنگامی که یک موج گرما طی فصل سرد دوام بیشتری بیابد، برای ذخایر برف مناطق مرتفع و کوهستانی زیانبارتر می‌شود. خسارتباری چنین موجی به خاطر تأثیرات فزاینده‌ی عوامل گرمایشی مانند افزایش تراز مثبت دمای خاک در روزهای پایانی، فراتر از موجی است که دارای اوجی تک افتاده<sup>۱</sup> و ناگهانی است. برای نمونه به نظر می‌رسد ذوب زمستانی برف در دامنه‌های پشت به آفتاب به افزایش عمومی دمای هوا بیشتر حساسیت نشان می‌دهد تا افزایش‌های کوچک‌تر از لحاظ زمانی و مکانی.

1- Singular

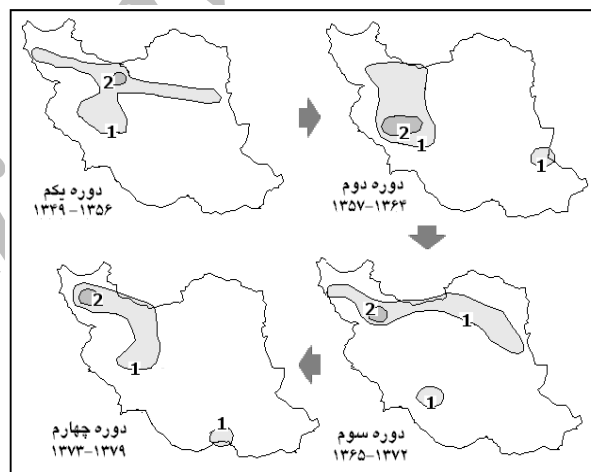




شکل ۲: پراکنش هسته‌های گرما در نیمه سرد سال بر پایه‌ی فراوانی بالاترین شاخص سالانه‌ی گرما

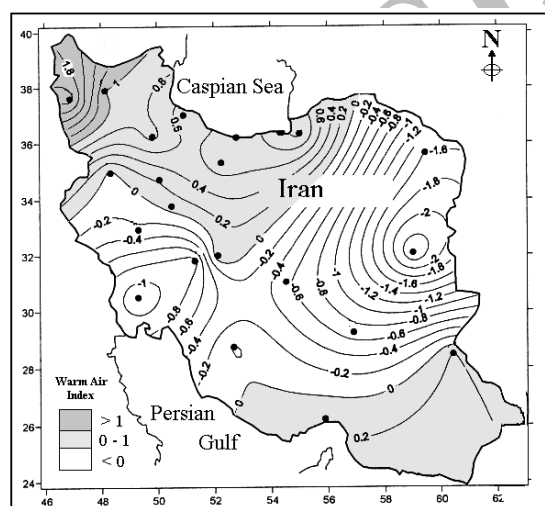
**جابجایی مکانی هسته‌های گرما**

بر پایه‌ی فراوانی بالاترین شاخص سالانه‌ی گرما (شکل ۳)، هسته‌های گرمای ایران طی نیمه‌ی سرد سال و از سال ۱۳۴۹ تا ۱۳۷۹ (۱۹۷۰-۲۰۰۰ میلادی)، از مناطق مرکزی و غربی به سوی مناطق شمال غرب و شمال به‌کندی جابجا شده‌اند. گرمایش بخشی از منطقه‌ی شمال غرب ایران، طی سال ۲۰۰۱، در گزارش سازمان هواشناسی جهانی نیز آمده است (براتی و حیدری، ۱۳۸۲: ۱۶).



شکل ۳: جابجایی هسته‌های گرما در نیمه‌ی سرد سال بر پایه‌ی فراوانی بالاترین شاخص سالانه‌ی گرما طی چهار دوره‌ی پیوسته‌ی آماری

چنانکه شکل (۴) به عنوان الگوی نهایی پراکنش هسته‌های گرمای ایران طی نیمه‌ی سرد سال بر پایه‌ی نمره Z نشان می‌دهد بیشترین فراوانی هسته‌ها به ترتیب در شمالغرب و شمال ایران است. به نظر می‌رسد لازم است نقش انسان در تغییر کاربری اراضی در این مناطق شامل قطع بی‌رویه‌ی جنگل‌ها و گسترش فضاهای شهری به افزایش اخیر در فراوانی موج‌های گرمای فصل سرد انجامیده باشد. آنچه می‌تواند وضعیت را در این مناطق نگران‌کننده‌تر کند، این است که از یک سو با توجه به وقوع بیشتر آتش‌سوزی‌های جنگل‌های شمال در پاییز و گاه اواخر زمستان و اوایل بهار (بهمنی، ۱۳۸۲)، سرمایه‌های بازمانده نیز تهدید می‌شوند و از سوی دیگر محققان (جوانمرد و همکاران، ۱۳۸۱: ۲۴) از کاهش بارش‌های آسمانی طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ در مناطقی چون شمال غرب ایران خبر می‌دهند.



شکل ۴: پراکنش هسته‌های گرمای ایران طی نیمه‌ی سرد سال بر پایه‌ی نمره Z

همچنین در این الگو مشخص شده است، جنوب شرق ایران گرایشی ضعیف به سوی گرمایش فصل سرد دارد. در اینجا پژوهش‌های دیگر در این خصوص می‌تواند انجام گیرد تا معلوم شود همزمانی این پدیده با پدیده‌های آب-اقلیمی دیگر در پهنه‌ی جنوب شرق ایران مانند رو به خشکی رفتن دریاچه‌های جازموریان و هامون، تا چه حد می‌تواند معنی‌دار باشد؟ چنانکه در راجستان هند (راگاساکسی و ساندروول، ۲۰۰۳: ۱۱۸)، چرای بی‌رویه به گسترش بیابان انجامیده است و قطع جنگل‌ها از عوامل تغییر آب و هوا در مقیاس متوسط یاد می‌شود.

### نتیجه‌گیری

آب و هواشناسان هشدار می‌دهند مناطق درونی خشکی‌ها از مناطق کناری و نیز دوره‌های سرد از دوره‌های گرم سال، حساسیت بیشتری به روند گرمایش آب و هوای کره‌ی زمین دارند. در این میان با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران، آنچه نتایج این پژوهش به عنوان بررسی الگوی مکانی هسته‌های گرمای شدید ایران بر پایه نمره Z ایستگاه‌ها نشان داد؛ اثبات فرضیه‌ی تحقیق مبنی بر جابجایی مکانی موج‌های هوای گرم ایران در مناطق کوهستانی و برفگیر کشور و بویژه جابجایی آنها به سوی شمال غرب طی نیمه‌ی سرد سال بود. این گرمایش می‌تواند یکی از عوامل کاهش بارش‌های جامد نسبت به مایع و نیز شتابدهی به فرایند ذوب ذخایر برف در مناطق کوهستانی شمال غرب، شمال و تاحدودی غرب باشد. از این‌رو شایسته است روند نگران‌کننده‌ی قطع جنگل‌ها و تخریب مراتع، به عنوان یکی از چالش‌های فراروی متخصصان محیط زیست ایران جدی گرفته شود چرا که این بومسامانه‌ها در تعادل‌بخشی به تغییرات شدید دما اثر گذارند. همچنین شایسته است در این حوزه‌ها که عموماً دارای آب و هوای نیمه‌خشک‌اند، روند پرشتاب سدسازی بازنگری شود چرا که فرایندهایی چون ذوب برف و افزایش بارش‌های مایع نسبت به جامد، آهنگ آبدهی رودخانه‌ها را دچار تغییرات شدیدتر کرده، نهایتاً بر میزان رسوب ورودی به مخازن سدها می‌افزاید. راهکار بنیادی و جایگزین، سوق دادن هزینه‌های سدسازی به سوی اجرای جدی‌تر و فراگیرتر طرح‌های آبخیزداری است. حوضه‌های آبخیزداری شده به آسانی جریان آب حاصل از ذوب را در مسیر دامنه‌ها به سازندهای زیرین نفوذ می‌دهند و جلوی حرکت شتابنده و مستقیم آنها را به همراه رسوبات به سمت پایاب می‌گیرند.

### منابع و مأخذ

- ۱- براتی، غلامرضا و ایرج حیدری (۱۳۸۲): «رده‌بندی منابع رطوبی بارش‌های غرب ایران (سال آبی ۱۹۸۴-۱۹۸۵)». مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.
- ۲- بهمنیری، -- (۱۳۸۱): «تحلیل سینوپتیک آتش‌سوزی‌های جنگل‌های شمال». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد تهران.
- ۳- بیدختی، علی‌اکبر، عباسعلی رنجبر و عباس سعادت‌آبادی (۱۳۸۲): «مطالعه اثر اقلیمی جزیره گرمایی تهران». مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.
- ۴- پاشایی، عباس (۱۳۸۲): «بررسی کهن خاک‌های تشکیل شده در رسوبات لسی شمال شرق ایران به عنوان شاهدهی برای چگونگی تغییرات شرایط جوی در عصر پلیوستوسن». خلاصه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.

- ۵- جوانمرد، سهیلا، جواد بداق جمالی و زهرا آهنگرزاده (۱۳۸۲): «مطالعه تغییرپذیری پارامترهای اقلیمی مناطق مختلف ایران». خلاصه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.
- ۶- خسروشاهی، محمد، مجید حسینی و سید عزیز کرمی (۱۳۸۲): «توسعه روشی برای شناسایی و تفکیک مناطق بیابانی از دیدگاه اقلیم‌شناسی». خلاصه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.
- ۷- صداقت، محمود (۱۳۷۹): «منابع و مسایل آب ایران». چاپ سوم. نشر پیام نور.
- ۸- عدالتی، تقی (۱۳۷۷): «زمین در فضا». نشر دانشگاه پیام نور.
- ۹- علیجانی، بهلول و غلامرضا براتی (۱۳۷۵): «تحلیل سینوپتیک یخبندان بهاره یک‌هزار و سیصد شصت و شش ایران». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۴۰.
- ۱۰- علیزاده، امین و غلامعلی کمالی (۱۳۸۱): «اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد». تحقیقات جغرافیایی ۶۶.
- ۱۱- غبور، حسنعلی و سید ابوالفضل مسعودیان (۱۳۷۵): «بررسی نظام تغییرات مجموع بارش سالانه در ایران زمین». مجله نیوار. شماره بهار.
- ۱۲- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۳): «بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته». مجله جغرافیا و توسعه ۳.
- ۱۳- منتظری، مریم و هدایت فهیمی (۱۳۸۲): «اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور». مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان.
- ۱۴- نادرصفت، محمدحسین (۱۳۷۵): «جغرافیای کواترنر». چاپ دوم. نشر پیام نور.
- 15- Bryant Edward, Climate Process and Change (1997) Cambridge University Press.
- 16- Deedler R. William, Strong El Niños Bring Mild and Relatively Dry Winters to Southeast Lower Michigan-But What of The Weak to Moderate El Niños? Weather Historian. May (2003).
- 17- Domroes Manfred, El-Tantawi Attia(2005) Recent Temporal and Spatial Temperature Changes in Egypt. Int. Journal of Climatology, 25
- 18- Jones Vanessa E., World Temperature Second Highest on Record. Copyright (2001) Reuters. December 18. [www.rense.com/general18/rec.htm](http://www.rense.com/general18/rec.htm).
- 19- Obasi G.O.P., The Role of MWO and National Meteorological and Hydrological Services in the Field of Climate Change. Proceedings of the International Symposium on Climate Change (ISCC). Beijing: China (2003) No1172.
- 20- Ragasakthi S., Sundarvel S (2003) Anthropogenic Induced Climate Change in India. Proceeding of the International Symposium on Climate Change (ISCC). Beijing: China.
- 21- Rahman Aminur (2003) Climate Change and Carbon Trading: The Case of Bangladesh. Proceeding of the International Symposium on Climate Change (ISCC). Beijing: China.
- 22- WHO (2002) The Drought in Central and Southern Asia. World Climate News, 20: January.
- 23- WHO (2003) Climate Change and Human Health- Risks and Responses- Summary. France: WHO Library Cataloguing- in-Publication Data.
- 24- Zhao Zong, Sumi Akimasa, Harada Chikako, Nozawa Totu (2003) Projections of Extreme Temperature Over East Asia for the 21<sup>st</sup> Century as Simulated by the CCSR/NIES2 Coupled Model; Proceeding of the International Symposium on Climate Change (ISCC). Beijing: China.