

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره دهم، زمستان ۱۳۹۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۸/۲۹

صفحات: ۴۳-۶۰

## تحلیل ساختار فضایی تغییرات زمانی-مکانی تداوم موج های سرمایه‌های طی دهه‌های اخیر

مسعود جلالی<sup>۱</sup>، مهدی دوستکامیان\*<sup>۲</sup>، فرشته محمدی بیگدلی<sup>۳</sup>

### چکیده

دما به عنوان شاخصی از شدت گرما یکی از عناصر اساسی شناخت هوا می باشد و نظر به دریافت نامنظم انرژی خورشیدی توسط زمین دستخوش تغییرات گسترده را شامل می شود. امواج سرما و یخبندان ها یکی از مهم ترین پدیده های مورد مطالعه در اقلیم شناسی است که از تغییرات روزانه دما در طول زمان ناشی می شود. هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل تغییرات مکانی هسته های امواج سرمایه‌های شمال غرب ایران طی دوره های مختلف می باشد. برای این منظور دمای کمینه ۴۲ ایستگاه سینوپتیکی و کلیما تولوژی که دارای بیشترین طول دوره آماری بوده اند از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. در این مطالعه روزی به عنوان موج سرمایه‌های تلقی گردیده است که دارای نمره استاندارد برابر و کوچکتر از ۱/۲- باشد. مطابق با این تعریف با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار متلب روزهای همراه با موج سرمایه‌های استخراج و به کمک تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی موران مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با وجود اینکه هسته های امواج سرمایه‌های از توزیع پراکنده مکانی زیادی برخوردار بوده است اما عمده تمرکز این هسته ها در نواحی شرقی منطقه مورد مطالعه تشکیل ساختار فضایی بالای داده است. از طرفی نتایج حاصل از تحلیل دوره ها نشان داد که به سمت دوره های اخیر علاوه کاهش محسوس گستره هسته های امواج سرمایه‌های، از شدت هسته های امواج سرمایه‌های برای تداوم های مختلف به ویژه تداوم پنج و شش روزه کاسته شده است.

واژگان کلیدی: هسته های موج سرمایه‌های، تداوم، الگوی فضایی، ناهنجاری ها، شمال غرب ایران

۱- استادیار گروه جغرافیا دانشگاه زنجان

۲- دانشجوی دکتری تغییر اقلیم - دانشگاه زنجان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی

s.mehdi@znu.ac.ir

o.jalali22@yahoo.com

f.bigdeli6727@gmail.com

## مقدمه

امواج سرما و یخبندان‌ها یکی از مهم‌ترین پدیده‌های مورد مطالعه در اقلیم شناسی است که از نوسانات (نوسانات روزانه) دما در طول زمان ناشی می‌شود و به افت درجه حرارت به زیر صفر درجه سانتی‌گراد و کمتر از آن اطلاق می‌شود که در آن دمای هوا در ارتفاع ۲ یا ۱ متری از سطح زمین، به صفر یا زیر صفر درجه سانتی‌گراد نزول کند (فرج زاده ۱۳۴۴). دما به عنوان شاخصی از شدت گرما یکی از عناصر اساسی شناخت هوا می‌باشد و نظر به دریافت نامنظم انرژی خورشیدی توسط زمین دستخوش تغییرات گسترده دیگری در سایر عناصر هواشناسی می‌شود (امیدوار و ابراهیمی ۱۳۹۱). و یک متغیر ترمودینامیک و مهم جوی است که تغییر آن منشأ بسیاری از تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی بوده و اندازه‌گیری آن در جو در مقایسه با سایر عناصر جوی از سابقه ی طولانی تری برخوردار است (کیونت چپو<sup>۱</sup> ۲۰۰۷). ساختار کلی دما تحت تأثیر عرض جغرافیایی، ارتفاع و توده های هوا قرار دارد، به طوری که با تغییر هر یک از این عوامل، دما نیز تغییر خواهد کرد (منتظری و مسعودیان ۱۳۸۹). در ایجاد آن، علاوه بر انرژی تابشی خورشید، عوامل متعددی از قبیل ماهیت فیزیکی، هدایت گرمایی، ناهموازی و ارتفاع زمین و همچنین وزش باد و شرایط ابرناکی دخالت دارند (کاوایانی و علیجانی ۱۳۸۷). هر چند به نظر می‌رسد که تغییرات دمایی از الگویی کلی پیروی می‌کنند که تابعی از تغییرات زاویه تابش خورشید و چگونگی توزیع انرژی گرمایی در طول ماه های سال است، اما با این حال دما در طی زمان ثابت نیست و افت و خیزهایی در آن مشاهده می‌شود (منتظری و مسعودیان ۱۳۸۹). امواج سرما و یخبندان‌های شدید در برخی سال‌ها مناطق وسیعی از کشور را در بر می‌گیرد. این یخبندان‌ها موج سرمایی نسبتاً پایدار و چند روزهای را با خود به همراه دارند که ممکن است آثار زیان باری را به دنبال داشته باشد (کریمی و همکاران ۱۳۹۱). اثرات زیانبار این سرماهای شدید در ابعاد مختلف، برنامه ریزی‌های توسعه ای کشور را دچار رکود نموده و بحران‌های گسترده ای را به لحاظ اجتماعی و اقتصادی ایجاد می‌کند (علیجانی و هوشیار ۱۳۸۷). مطالعات بسیاری از دانشمندان بیانگر این بوده است که شدت و رخداد روزهای فرین سرد و امواج سرما رو به افزایش بوده است (دوب و پرکساری<sup>۲</sup> ۲۰۰۵، وینسنت و همکاران<sup>۳</sup> ۲۰۰۵، واوروس و همکاران<sup>۴</sup> ۲۰۰۶، برونیت و همکاران<sup>۵</sup> ۲۰۰۷). این در حالی می‌باشد که بسیاری از پژوهش‌ها کاهش روزهای فرین سرد و امواج سرما را نشان می‌دهد (سالیانگر و گریفیتس<sup>۶</sup> ۲۰۰۱، الکساندر و همکاران<sup>۷</sup> ۲۰۰۶، جیودیت و ریتا<sup>۸</sup> ۲۰۰۶، سو و همکاران<sup>۹</sup> ۲۰۰۶: ۱۵۱-۱۳۹، اسلام و رحمان<sup>۱۰</sup> ۲۰۰۸). هامیلتون و تاریف<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۷)، رخداد هوای سرد

<sup>1</sup> Guentchev

<sup>2</sup> - Dobe and Prakasa

<sup>3</sup> - Vincent et all

<sup>4</sup> - Vavrus et all

<sup>5</sup> - Brunet et all

<sup>6</sup> -Salinger and Griffiths

<sup>7</sup> -Alexander et all

<sup>8</sup> -Judit and Rita

<sup>9</sup> - Su et all

<sup>10</sup> - Islam and Rehman

<sup>11</sup> - Hamilton and Tarifa

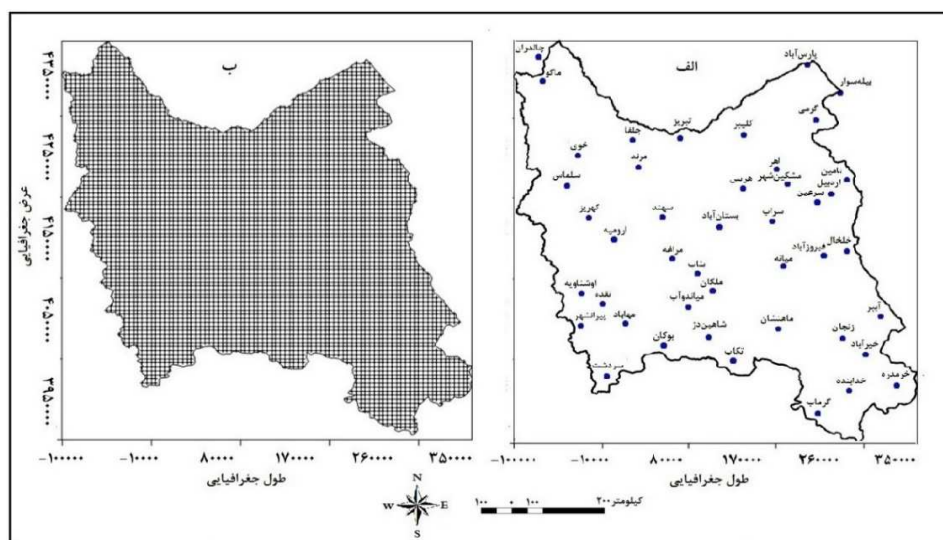
با منشأ قطبی و میهل<sup>۱</sup> (۲۰۰۴)، گسترش زبانه های پرفشار عرض های قطبی و بالا به سمت عرض های پایین تر را عامل اصلی امواج سرماهای شدید دانسته اند. در حالی که برخی نقش الگوی دریای شمال- خزر بر دما را عاملی موثر بیان کرده اند (کوتیل و ترکیس<sup>۲</sup> ۲۰۰۵: ۵۰۲، کوستوپولو و جونز<sup>۳</sup> ۲۰۰۷: ۱۳۵۲، هاتزاکی و همکاران<sup>۴</sup> ۲۰۰۷). محدوده ی دریاچه ی بایکال در مغولستان به عنوان یکی از مهم ترین مکان های گسترش و نفوذ پرفشار سرد و محل یورش سرمای شدیدی است که طی آن، دمای این مناطق به صورت ناگهانی افت کرده و در بخش هایی از چین یخبندان ایجاد می کند (چنگلان<sup>۵</sup> ۱۹۸۴، تاکاهاشی<sup>۶</sup> ۱۹۹۰). گیبیلیسکو<sup>۷</sup> ۲۰۰۶ در بررسی عوامل اصلی و شدید امواج سرد ناحیه مرکزی و شرقی ایالات متحده آمریکا به این نتیجه رسید که عامل اصلی امواج سرما، پرفشار اقیانوس آرام و رودبادها می باشند. در ایران نیز مطالعات همدیدی مختلفی، الگوی پرفشارسیبری و نفوذ زبانه هایی از این پرفشار را عامل اصلی افت دما و ریزش هوای بسیار سرد به کشور می دانند (یوسفی و عزیز<sup>۸</sup> ۱۳۸۴، هژبرپور و علیجانی<sup>۹</sup> ۱۳۸۶، کاویانی و همکاران ۱۳۸۷، لشکری<sup>۱۰</sup> ۱۳۸۷، لشکری و کیخسروی<sup>۱۱</sup> ۱۳۸۹، کریمی و همکاران<sup>۱۲</sup> ۱۳۹۱، مسعودیان و دارند<sup>۱۳</sup> ۱۳۹۰). بسیاری از این مطالعات نشان داد جریاناتی، هوای سرد قطبی و امواج سرد را از عرض های بالا به سوی عرض های پایین منتقل کرده و به دنبال آن یخبندان ها و سرماهای بسیار شدید در کشور به وقوع پیوسته است، مسعودیان و همکاران<sup>۱۴</sup> ۱۳۶۱، عزیز<sup>۱۵</sup> و همکاران<sup>۱۶</sup> ۱۳۹۰، صادقی و همکاران<sup>۱۷</sup> ۱۳۹۱). به طوری که برخی گسترش و جابه جایی نصف النهاری را موجب کاهش شدید دما و ریزش هوای سرد از عرض های بالا به سمت منطقه می دانند (چوخانی زاده<sup>۱۸</sup> ۱۳۷۶، ویسی<sup>۱۹</sup> ۱۳۸۷). و ارتباط نزدیک و معنی داری با الگوی دریای شمال- خزر دارند (مسعودیان و دارند<sup>۲۰</sup> ۱۳۹۲). این امواج سرمایشی طی دهه های اخیر به میزان قابل ملاحظه ای کاهش داشته است و روند منفی و نزولی از خود نشان می دهند (رحیم زاده و عسگری<sup>۲۱</sup> ۱۳۸۳، دارند<sup>۲۲</sup> ۱۳۹۳). در شمال ایران و خزر استقرار ناوه عمیق عامل سرمای شدید است (علیجانی و هوشیار<sup>۲۳</sup> ۱۳۸۷، امیدوار و ابراهیمی<sup>۲۴</sup> ۱۳۹۱). همان طوری که مشاهده شده در نواحی شمال غرب کمتر مطالعه راجع به تغییرات مکانی هسته های امواج سرمایشی انجام شده است. از این رو در این مطالعه به بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی امواج سرمایشی در شمال غرب ایران به کمک تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی پرداخته شده است.

## روش پژوهش

در این پژوهش جهت بررسی تغییرات زمانی مکانی تداوم های مختلف امواج سرمایشی شمال غرب کمینه دمای ۴۲ ایستگاه سینوپتیکی از سازمان هواشناسی کشور استخراج و مرتب سازی شده است. سپس با استفاده از کنترل کیفی

1 -Meehl  
2 -Kutiel and Turkes  
3 - Kostopoulou and Jones  
4 -Hatzaki et all  
5 - Chengelan  
6 -Takahashi  
7 - Gibilisco

داده‌ها آزمون کفایت ایستگاه‌ها جهت انتخاب سال پایه (۱۹۸۰) انجام گردید. لازم به ذکر است که داده‌های مورد مطالعه منتهی به ۲۰۱۰ میلادی می‌باشد. جهت میانبایی داده‌ها با استفاده از امکانات برنامه‌نویسی به کمک روش کریجینگ میانبایی انجام و ماتریسی به ابعاد  $42 \times 365$  برای متغیرها در هر سال تشکیل گردید. بدین ترتیب ۳۰ ماتریس در مجموع برای ۳۱ سال دوره آماری تشکیل گردیده است. سپس با استفاده از امکانات برنامه‌نویسی در سور فر برای هر سال میانبایی انجام گرفت به طوری که در مجموع  $5082 \times 4000$  یاخته به طوری که دارای ابعاد  $4000 \times 4000$  متر شکل گرفت. بعد از انجام مراحل میان بایی در نهایت ماتریسی به ابعاد  $11323 \times 5082$  برای یک دوره آماری ۳۱ ساله تشکیل شد که به عنوان پایگاه داده‌ای در مرحله بعد مورد استفاده قرار گرفت. در شکل ۱ پراکنش ایستگاه‌ها و پایگاه شبکه‌بندی دمای حداقل را برای شمال غرب نشان می‌دهد.



شکل ۱: پراکنش ایستگاه‌ها (الف) و پایگاه شبکه‌بندی دمای حداقل (ب)

بعد از آماده سازی و شبکه بندی منظم داده ها اقدام به استخراج امواج سرمایایی گردیده است. اکثر پژوهشگران در مطالعات خود برای مطالعه امواج سرمایایی آستانه های صدکی ۱۰، ۵ و ۱ ام را معرفی نموده و از آن بهره جسته اند. سپس در سطح اطمینان ۹۵ درصد معناداری روند نمایه ها بر روی هر یاخته را به کمک روش ناپارامتری من-کندال مورد آزمون قرار داده اند (کونی و همکاران، ۲۰۰۸، دارند، ۱۳۹۳). علیجانی و همکاران در بررسی های موج های سرمایایی شمال غرب بر اساس نمره استاندارد Z عمل کردند به این ترتیب که هر روزی که نمره استاندارد آن کمتر و مساوی با  $-1/2$  باشد به عنوان روز سرد انتخاب کرده اند (علیجانی و هوشیار ۱۳۸۷). در این مطالعه روزی به عنوان موج سرمایایی انتخاب شد که:

۱- نمره استاندارد آن کمتر از  $-1/2$  باشد.

۲- دارای ارزشی پایین تر از صدک ۵ همان روز

۳- گستره مکانی ۵۰ درصد پوشش با در نظر گرفتن شرط پیوستگی مکانی داشته باشد.

۴- حداقل دو روز توالی داشته باشد.

بعد از اجرای این شرایط در نهایت اقدام به استخراج هسته های امواج سرمایشی برای تداوم های دو، سه، چهار، پنج و شش روزه برای سه دوره ۱۹۸۹-۱۹۸۰، ۱۹۹۹-۱۹۹۰ و ۲۰۱۰-۲۰۰۰ استخراج گردیده است. دلیل اینکه فقط این تداوم ها مورد بررسی قرار گرفتند این است که از تداوم های هفت روز به بالا فقط در محدوده خاصی از منطقه رخ داده است. بعد از استخراج امواج سرمایشی جهت شناسایی هسته های امواج سرمایشی از روش های زمین آمار تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی تحلیل لکه های سرد و داغ  $G^*$  بهره گرفته شده است. در این رویه مقادیر پایین را که تشکیل الگوی خوشه ای پایین را داده است استخراج گردیده است. معمولاً اگر خودهمبستگی فضایی برای یک سنجی جوی (بارش یا دما و غیره) در یک منطقه ای وجود داشته باشد خود را به صورت مشابهت های مقادیر آن سنجی مورد نظر در نقاط مجاور نشان خواهد داد.

گیتس و آرد در سال ۱۹۹۲ آماره ی  $G^*$  را به عنوان شاخصی جهت اندازه گیری ارتباط فضایی در حالت های متعدد پیشنهاد کردند. آماره ی  $G_i(d)$  بر پایه ی رابطه ی زیر محاسبه می شود (آرد و گیتس، ۱۹۹۵):

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j} \quad j \neq i \quad (1)$$

که در آن  $w_{ij}(d)$  متناسب با ماتریس وزن فضایی یک یا صفر خواهد بود. عبارت یاد شده در صورتی یک خواهد بود که نقطه ی مورد نظر در داخل فاصله ی (d) که برای نقطه ی i در نظر گرفته شده است، باشد. در غیر این صورت اگر در خارج از شعاع دایره ی مورد نظر باشد، وزن صفر به آن تعلق خواهد گرفت. در نمایه ی G ارتباط هر نقطه ی با خودش نیز صفر در نظر گرفته می شود. حاصل جمع وزن ها به صورت زیر نوشته می شود:

$$W_i = \sum_{j \neq i} w_{ij}(d) \quad (2)$$

عملگر شمارنده سیگما در رابطه (۱) حاصل جمع همه ی  $x_j$  هایی است که در شعاع فاصله ی d از نقطه ی اُم هستند. لازم به ذکر است که خود  $x_i$  در نظر گرفته نمی شود. در مخرج کسر حاصل جمع همه ی  $x_j$  ها بدون در نظر گرفتن خود  $x_i$  می باشد. میانگین و پراش برای نقطه ی اُم نیز به کمک روابط زیر به دست خواهد آمد:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_j x_j}{(n-1)} \quad (3)$$

$$s^2(i) = \frac{\sum_j x_j^2}{(n-1)} - [x(i)]^2 \quad (4)$$

و پراش  $G_i$  به کمک رابطه ی زیر نیز به دست می آید:

$$Var(G_i) = \frac{W_i(n-1-W_i)}{(n-1)^2(n-2)} \left[ \frac{s(i)}{\bar{x}(i)} \right]^2 \quad (5)$$

مقادیر G و  $G^*$  از طریق این عمل آماری  $W_i/(n-1)$  و محاسبه ی ریشه ی دوم پراش آن استاندارد می شوند.

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j - W_i \bar{x}(i)}{s(i) \left\{ \left[ \frac{(n-1)S_{1i}}{n-2} - W_i^2 \right] / (n-2) \right\}^{\frac{1}{2}}}, \quad j \neq i \quad (6)$$

اگر ما وزن خود نقطه‌ی  $i$  را نیز در نظر بگیریم ( $w_{ii} \neq 0$ )، آماره‌ی استانداردشده‌ی  $G^*$  به کمک رابطه‌ی زیر به دست خواهد آمد.

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j - W_i^* \bar{x}}{s(d) \left\{ [(nS_{1i}^*) - W_i^{*2}] / (n-2) \right\}^{\frac{1}{2}}}, j = i \quad (7)$$

در رابطه‌های ۶ و ۷،  $W_i^* = W_i + w_{ii}$ ،  $S_{1i} = \sum_j w_{ij}^2$  که در آن  $j \neq i$  و  $S_{1i}^* = \sum_j w_{ij}^2$  که در آن  $j=i$  و  $\bar{x}$  و  $S^2$  به ترتیب میانگین و پراش نمونه را نشان می‌دهند. مقادیر استاندارد شده‌ی  $G$  یا  $G^*$  برپایه‌ی جدول نمره  $Z$  تفسیر می‌شوند. روشهای یاد شده نحوه‌ی پراکنش پدیده‌ها، یکنواخت یا خوشه‌ای را در فضا می‌سنجند و به لحاظ آماری آزمون می‌کنند که آیا پراکنش شناخته شده تصادفی است یا در سطح اطمینان مورد نظر معنادار است (گودچاپلید، ۱۹۸۶).

### بحث

در جدول ۱ مشخصات مکانی هسته‌های امواج سرمایشی برای تداوم‌های ۲ تا ۶ روزه نمایش داده شده است.

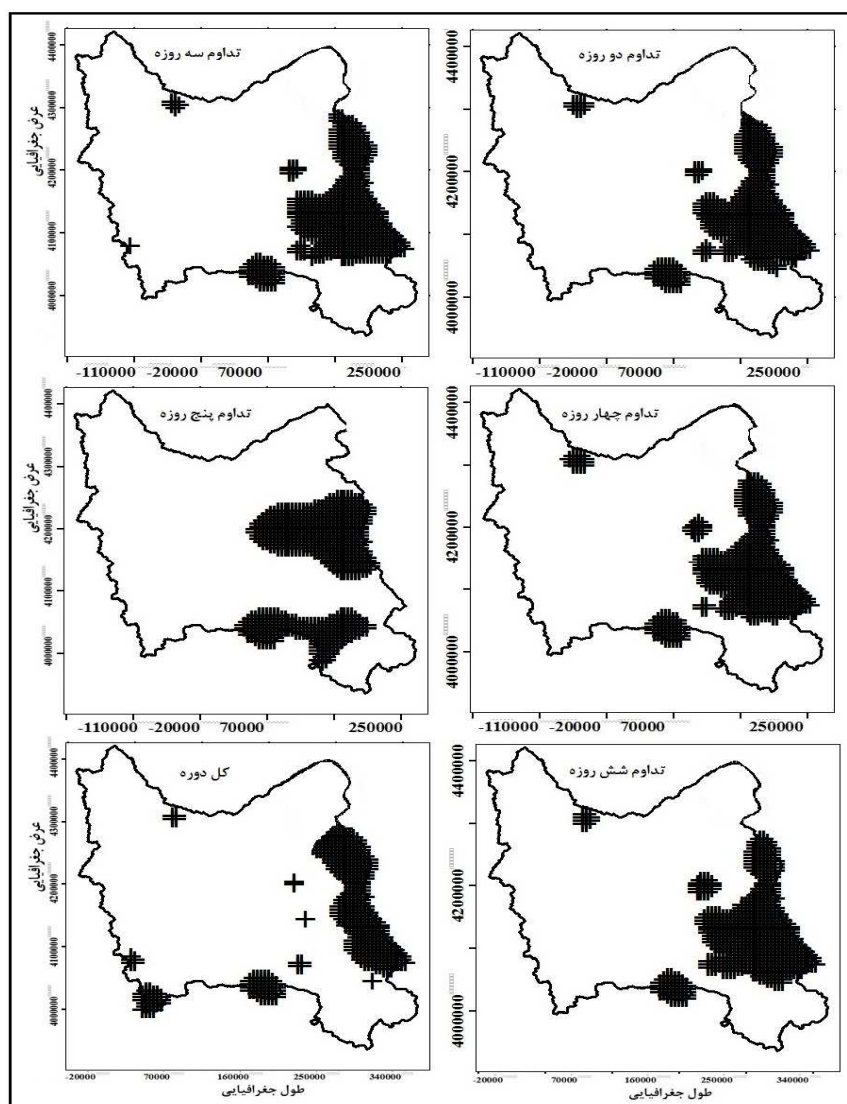
جدول ۱: مشخصات مکانی هسته‌های امواج سرمایشی برای تداوم‌های مختلف

نماینه	فراسنج	کل دوره	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه	پنج‌روزه	شش‌روزه
نماینه‌های مرکزی	میانگین	-8.03	-9.49	-9.79	-10.00	-12.05	-10.33
	میانه	-7.31	-8.67	-9.02	-9.25	-11.42	-9.61
	مد	-9.72	-19.76	-19.76	-19.76	-19.28	-12.32
نماینه‌های پراکندگی	پراش	29.15	31.92	32.37	33.00	28.08	33.61
	انحراف معیار	5.40	5.65	5.69	5.74	5.30	5.80
	ضریب تغییرات	67.20	59.54	58.13	57.45	43.97	56.10
	دامنه تغییرات	45.31	45.31	41.83	39.59	34.97	39.59
نماینه‌های شکل توزیع	چولگی	-0.66	-0.51	-0.47	-0.45	-0.48	-0.41
	کشیدگی	3.51	2.98	2.87	2.81	2.74	2.74
آستانه‌ها	بیشینه	11.85	11.85	8.37	6.13	1.51	6.13
	کمینه	-33.46	-33.46	-33.46	-33.46	-33.46	-33.46
مساحت تحت پوشش به درصد	۱۳/۸۹	۱۵/۸	۱۶/۰۵	۱۵/۹۹	۱۴/۹۳	۱۴/۰۵	
نوع روند	/۰۰۳۳	/۰۰۳	/۰۰۴۷	/۰۰۵۱	-/۰۰۸	-/۰۰۶۲	
سطح معنی‌داری	۰	۰	۰	۰	-	-	

میانگین امواج سرمایشی در پهنه شمال غرب ایران  $۸/۰۳-$  درجه سانتیگراد می‌باشد. با این وجود میانگین امواج سرمایشی در تداوم‌های مختلف به جز تداوم پنج روزه اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. ولی با این وجود با توجه به

میانگین دمای ۱۲/۰۵- درجه دوره پنجم به نظر می‌رسد که سیستم های تاثیر گذار بیرونی از زبانه های سردتری برخوردار بودند. نمایه های مرکزی (میانگین، میانه و مد) بری همه تدام ها اختلاف معنی داری باهم دارند. این وضعیت بیانگر این است که موج های سرماییه شمال غرب ایران از افت خیزهای روزانه شدیدی برخوردار بودند به طوری که ضریب تغییرات مکانی بالای ۵۰ درصد در اکثر تداوم ها تاییدی بر گفته فوق می‌باشد (جدول ۱).

همان طوری که مشاهده می‌شود بر اساس شاخص فضایی موران محلی هسته‌های امواج سرماییهی در تداوم‌های مختلف با مساحت اندکی در شرق منطقه مورد مطالعه قرار گرفتند. این در حالی می‌باشد که در بعضی از تداوم‌ها به‌ویژه تداوم چهار روزه به بالا این هسته‌های امواج سرماییهی با گستره بسیار ناچیزی به سمت نواحی جنوب منطقه مورد مطالعه کشیده شده است. میانگین امواج سرماییهی با تداوم دو روزه ۸/۰۳- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این در حالی می‌باشد که ضریب تغییرات هسته‌های مکانی با ۶۷ درصد تأییدی دیگری بر این گفته می‌باشد. با این تفاسیر از گستره الگوی فضایی هسته‌های امواج سرماییهی در تداوم‌های پنج و شش‌روزه کاهش نامحسوسی داشته است. این بیانگر این است که در این منطقه از کشور امواج سرماییهی با تداوم دو روز و بالاتر بیشتر حاکمیت دارد. البته تجمع و تنوع توپوگرافی‌های منطقه شمال غرب نقش اساس در تداوم امواج سرماییهی ایجاد کردند. به طوری که بر اساس مطالعات یکی از کانون‌های هسته‌ای یخبندان در کشور در شمال غرب کشور به‌ویژه محل هسته‌های امواج سرماییهی قرار داشته است (علیجانی ۱۳۸۵). با سیطره و گسترش امواج سرماییهی همان طوری که انتظار می‌رفت دمای منطقه شمال غرب با کاهش قابل محسوسی روبرو می‌شود به طوری که میانگین امواج سرماییهی در تداوم سه‌روزه ۹/۷۹- درجه سانتی‌گراد می‌باشد این در حالی می‌باشد که در این اختلاف در تداوم شش‌روزه به ۸۴- درجه سانتی‌گراد می‌رسد. از طرفی با حاکمیت امواج سرماییهی با تداوم سه‌روزه و بیشتر، اختلاف دمای کمینه و بیشینه امواج سرماییهی به کمتر شده است. برای مثال دامنه تغییرات امواج دو روزه ۴۵/۳۱ می‌باشد این در حالی می‌باشد که در تداوم شش‌روزه به ۳۹ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. این در حالی می‌باشد که بر اساس مطالعات امواج گرماییهی در مناطق شمال غرب ایران به سمت دهه‌های اخیر از افزایش قابل محسوسی برخوردار بوده است (اسمعیل نژاد و همکاران ۱۳۹۲).

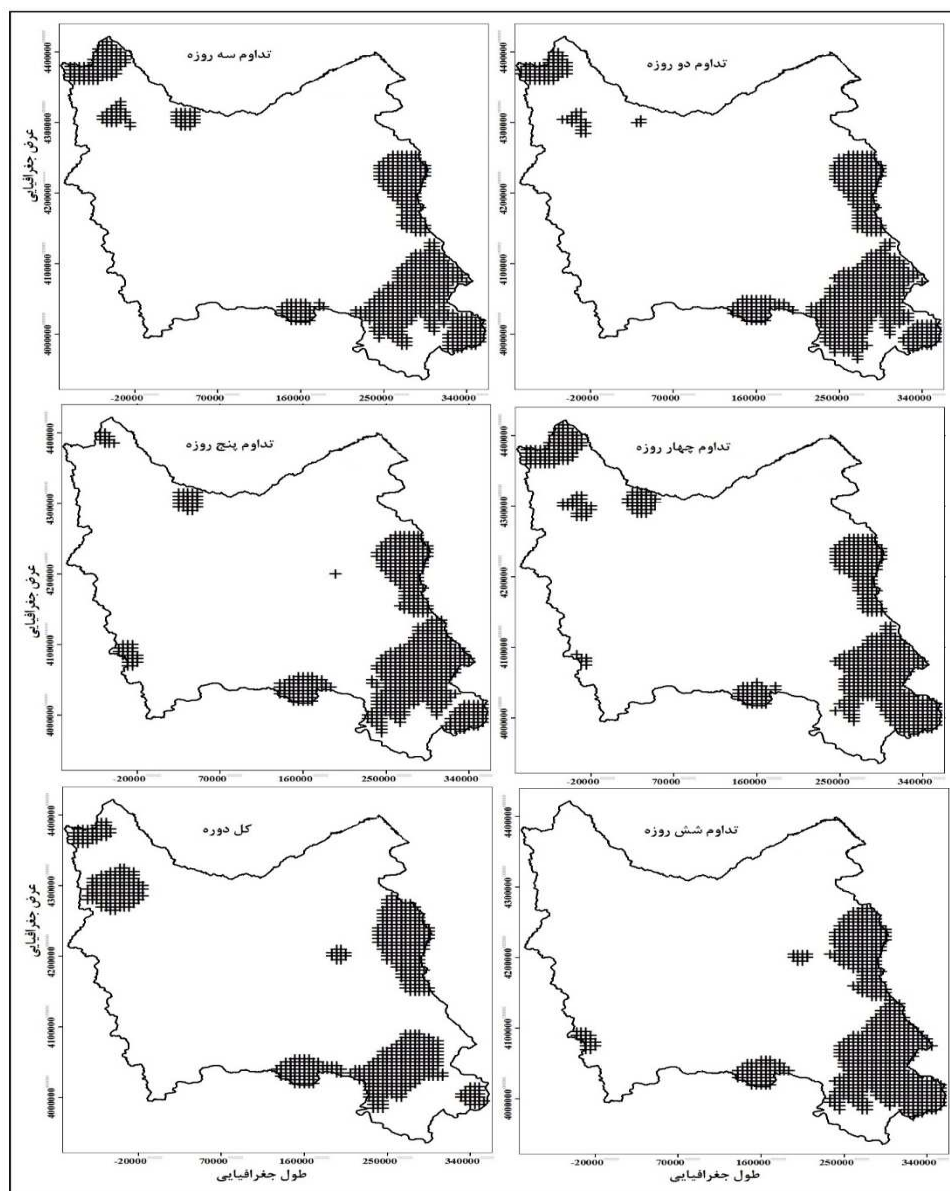


شکل ۱: هسته‌های امواج سرمایه‌ی با تداوم‌های مختلف طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۸۰

چولگی منفی برای موج‌های سرمایه‌ی در همه تداوم‌ها منفی می‌باشد. چولگی منفی بیانگر این است که مساحت بیشتری از منطقه مورد مطالعه دارای امواج سرمایه‌ی بالاتر از میانگین می‌باشد. حداقل دمای ثبت شده برای همه تداوم‌ها  $33/46$  - درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با این وجود امواج سرمایه‌ی به جز در تداوم پنج‌روزه که هسته‌های امواج سرمایه‌ی بیشتر در شمال شرق منطقه مورد مطالعه تمرکز پیدا کرده است در سایر تداوم‌ها هسته‌های امواج سرمایه‌ی به لحاظ مکانی از تغییرات قابل توجهی برخوردار نبوده است. هسته‌های موج‌های سرمایه‌ی با وجود اینکه بیشتر در مرکز منطقه مورد مطالعه تمرکز یافته است اما بیشتر به سمت غرب منطقه مورد مطالعه گسترش یافته است. از طرفی دیگر بعضی از محققین، بیشتر امواج سرمایه‌ی را ناشی از عوامل بیرونی به‌ویژه پرفشار سپیری می-



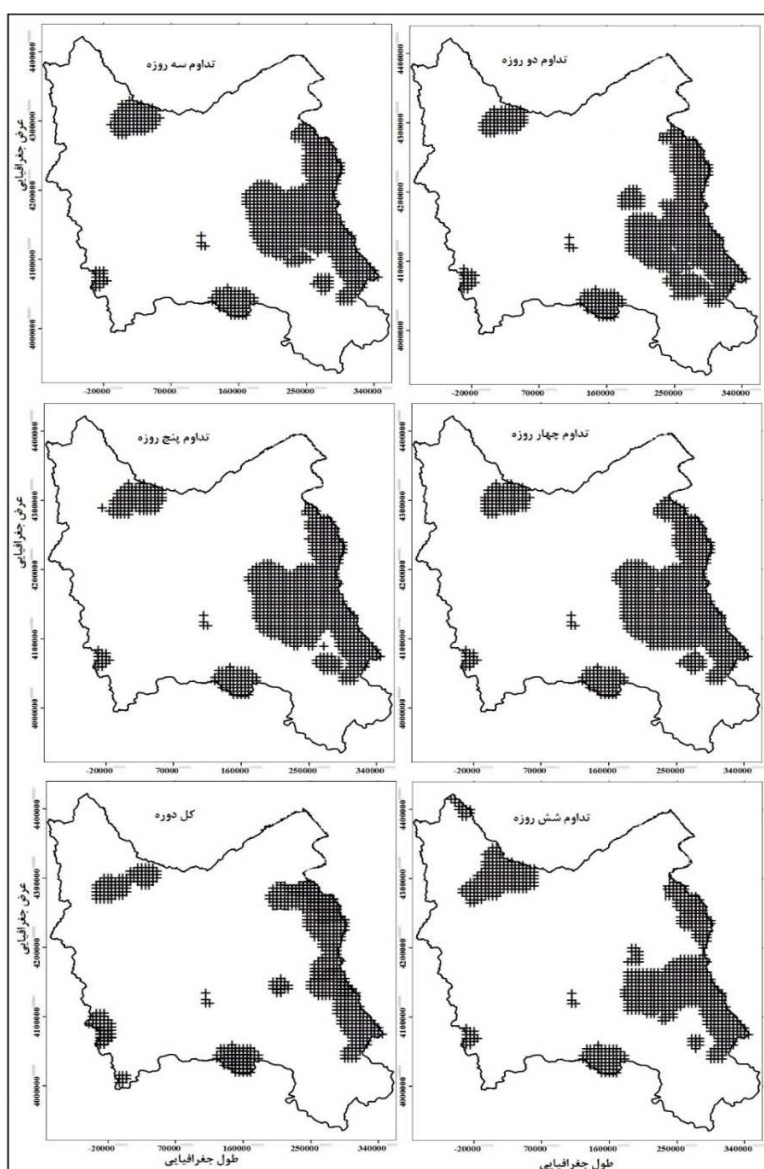
دانند. به طوری که پرفشار سیبری با هجوم به عرض‌های پایین، هفت موج سرمایی شدید و نادر را به منطقه مورد مطالعه تحمیل نموده است همزمان بانفوذ و گسترش زبانه پرفشار سیبری به منطقه، در ارتفاع ژئوپتانسیل تراز میانی جو، فرازهای تا ارتفاع ۵۸۰۰ متر تشکیل شد که ریزش هوای سرد در امتداد شرقی این فرازها توجیه می‌کند (کریمی و همکاران ۱۳۹۳). این در حالی می‌باشد که در بسیاری تحلیل‌ها هم‌دید امواج سرمایی فراگیر مشخص شد که الگوی حاکم بر این امواج فراگیر و شدید، الگوی پرفشار سیبری بوده است (امیدوار و همکاران ۱۳۹۱). به منظور اینکه تحلیل دقیق‌تری نسبت به هسته‌های مکانی امواج سرمایشی به دست بیایید، این هسته‌ها طی دهه‌های مختلف (۱۹۸۰-۱۹۸۹، ۱۹۹۰-۱۹۹۹ و ۲۰۱۰-۲۰۰۰) مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در ادامه مطالب نشان داده شده است. شکل ۲ هسته‌های امواج سرمایشی را برای دوره اول (۱۹۸۰-۱۹۸۹) نشان می‌دهد. با مراجعه به شکل ۲ می‌توان در مجموع استنباط کرد که هسته‌های مکانی در این دوره (۱۹۸۰-۱۹۸۹) تقریباً از الگوی سالانه تبعیت می‌کند با این تفاوت که در این دوره هسته‌های مکانی امواج سرمایشی از توزیع و پراکندگی بیشتری برخوردار است. به طوری که در این دوره هسته‌های امواج سرمایشی بیشتر به سمت جنوب منطقه مورد مطالعه گسترش پیدا کرده است. با این تفاسیر میانگین امواج سرمایشی در دوره اول ۱۰/۴۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد که نسبت به کل دوره تقریباً ۲- درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. از این رو می‌توان استنباط کرد که امواج سرمایشی طی دهه‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۹ در منطقه شمال غرب ایران از شدت بیشتری برخوردار بوده است. در سایر تداوم‌ها این اختلاف‌ها قابل لمس می‌باشد. البته در امواج سرمایشی با تداوم پنج‌روزه با وجود اینکه نسبت به تداوم پنج‌روزه کل دوره به لحاظ گستره مکانی از الگوی سالانه تبعیت می‌کند ولی مشاهده می‌شود که میانگین امواج سرمایشی تفاوت اندکی ندارد. با این وجود کمینه حداکثر امواج سرمایشی به طور متوسط ۳۲- درجه سانتی‌گراد می‌باشد که به نظر می‌رسد فراوانی این نوع داده‌ها در این دوره کم اتفاق افتاده است زیرا اگر فراوانی این بیشینه‌ها زیاد می‌بودند در میانگین تأثیر می‌گذاشتند به طوری که مد ۱۸- درجه سانتی‌گراد تأییدی بر گفته فوق می‌باشد. در این دوره بیشتر گستره هسته‌های امواج سرمایشی با ۱۵/۴۲ درصد مربوط به هسته‌های امواج سرمایشی با تداوم سه‌روزه می‌باشد. با این وجود بعضی از محققین علت سرماهای شدید شمال غرب را به خاطر استقرار ناهای عمیقی که بر روی شمال غرب استقرار یافتند می‌دانند (علیجانی و هوشیار ۱۳۸۷). همانند کل دوره چولگی برای تمامی تداوم‌های هسته امواج سرمایشی منفی می‌باشد. بیشترین ضرب تغییرات مکانی هسته‌های امواج سرمایشی با ۴۴/۷۹ درصد برای تداوم‌های پنج‌روزه می‌باشد. با این وجود اگر دقت شود هسته‌های امواج سرمایشی با تداوم‌های دو، سه و چهارروزه تا بخش‌های از ارومیه را در بر گرفته است. هسته‌های امواج سرمایشی فقط در نواحی شرقی و شمال منطقه مورد مطالعه گسترش پیدا کرده است که تقریباً از توزیع هسته‌ها مکانی در الگوی سالانه تبعیت می‌کند. همان طوری که مشاهده می‌شود الگوی خودهمبستگی فضایی هسته‌های امواج سرمایشی برخلاف کل دوره در تمام تداوم‌ها روند کاهشی داشته است (جدول ۲). با این وجود این روند کاهشی بیشتر برای تداوم‌های پنج و شش‌روزه محسوس‌تر می‌باشد به طوری که میزان روند به ترتیب ۰/۳۴۶- و ۰/۲۳۶- می‌باشد. کمترین روند کاهشی با ۰/۰۸- درجه سانتی‌گراد مربوط به کل دوره می‌باشد.



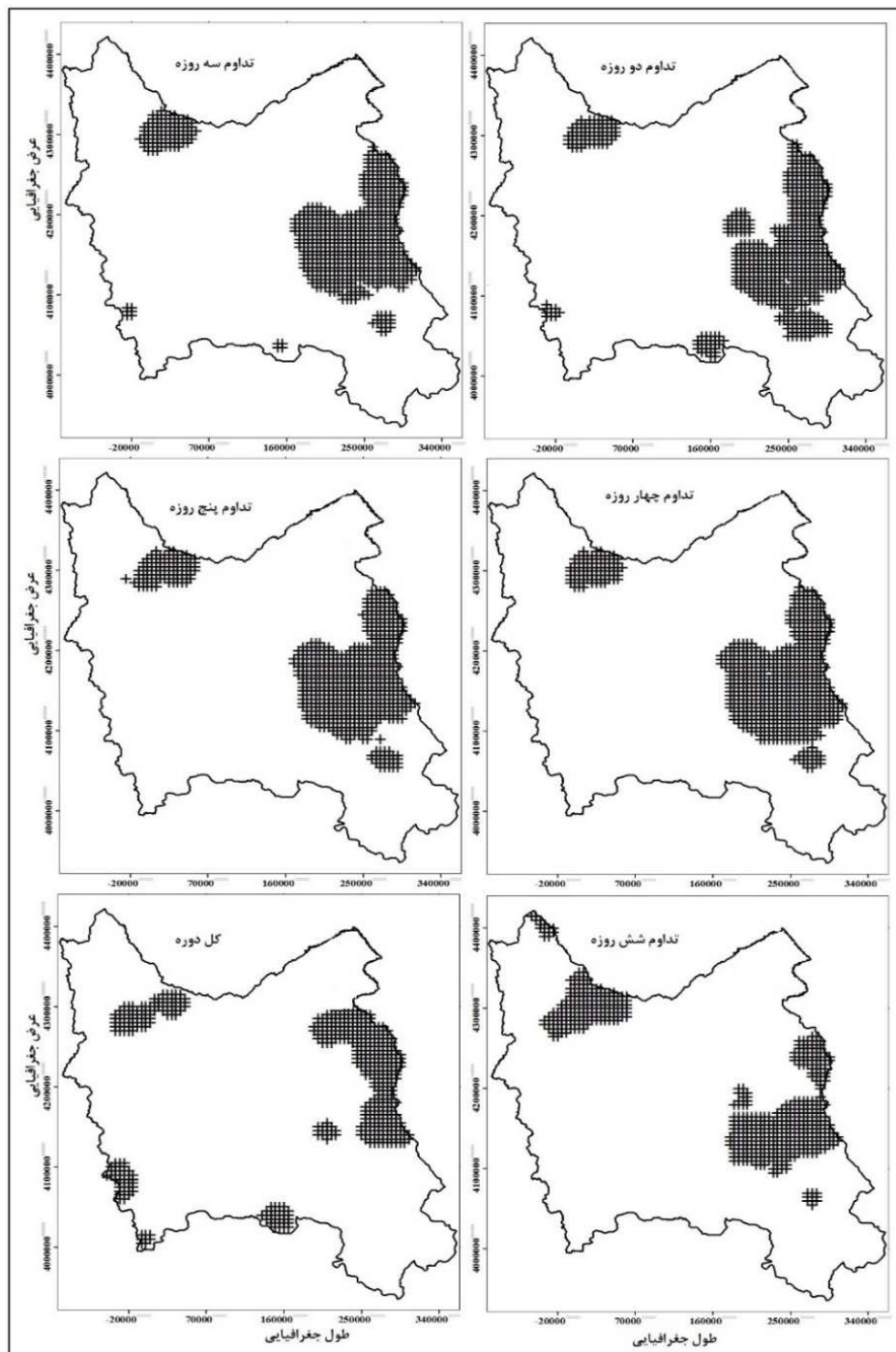
شکل ۲: هسته‌های امواج سرمایه‌ی برای دوره ۱۹۸۰-۱۹۸۹

در دوره دوم (۱۹۹۰-۱۹۹۹) مشاهده می‌شود که الگوی فضایی هسته‌های امواج سرمایه‌ی با وجود اینکه بیشتر در نواحی مرکز منطقه مورد مطالعه تشکیل خوشه دادند. با این وجود در این دوره (۱۹۹۰-۱۹۹۹) برخلاف دوره اول پراکندگی هسته‌های امواج سرمایه‌ی بیشتر شده است به طوری که بخش‌های از جنوب که در دوره قبل فاقد هسته بوده‌اند در این دوره به ویژه از تداوم چهارم به بعد لکه‌های از هسته‌ها دیده شده است. در این دوره علاوه بر از میانگین موج‌های سرمایه‌ی کاسته شده گستره مکانی امواج سرمایه‌ی به کاهش قابل محسوسی برخوردار بوده است.

برای مثال میانگین موج‌های سرمایه‌ی برای تداوم سه و چهار روزه به ترتیب  $-/۵۷$  و  $-/۴۳$  درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. علاوه بر این برخلاف سایر دوره‌ها موج‌های سرمایه‌ی در دهه‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۹ بیشتر به سمت جنوب منطقه مورد مطالعه گسترش پیدا کرده است و لی با این تفاوت که از شدت آن کاسته شده است. بیشترین مساحت گستره هسته‌های امواج سرمایه‌ی با  $۱۵/۵$  درصد برای هسته‌های پنج‌روزه می‌باشد.



شکل ۲: هسته‌های امواج سرمایه‌ی برای دوره ۱۹۹۰-۱۹۹۹



شکل ۴: هسته‌های امواج سرمایه‌سازی برای دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۰

در دوره سوم (۲۰۱۰-۲۰۰۰) از توزیع و پراکندگی هسته‌های مکانی کاسته شده است (در مقایسه با دوره اول) به طوری که هسته‌های امواج سرمایه‌ی بیشتر در شرق منطقه مورد مطالعه تمرکز یافته است. با این وجود این هسته‌های به صورت لکه‌های بسیار کوچکی در شمال غرب منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود. میانگین امواج سرمایه‌ی در دوره سوم (۲۰۱۰-۲۰۰۰) به شدت کاسته شده است به طوری که نسبت به دوره‌های قبل در بعضی از تداوم‌ها تا ۴- درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. برای مثال میانگین امواج سرمایه‌ی سه با تداوم سه‌روزه در دوره قبل ۱۰/۹۸- درجه سانتی‌گراد بود که در دوره سوم این مقدار به ۶/۹۳- درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است.

جدول ۲: مشخصات مکانی هسته‌های امواج سرمایه‌ی برای تداوم‌های مختلف در دوره ۱۹۸۹-۱۹۸۰

فراسنج	کل دوره	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه	پنج‌روزه	شش‌روزه	
نمایه‌های مرکزی	میانگین	-10.47	-11.75	-11.57	-11.68	-12.28	-12.34
	میانه	-9.41	-11.22	-11.00	-11.19	-11.95	-12.03
	مد	-18.56	-18.56	-18.56	-24.88	-17.03	-28.04
نمایه‌های پراکندگی	پراش	25.76	26.76	26.87	26.68	27.50	28.00
	انحراف معیار	5.08	5.17	5.18	5.17	5.24	5.29
	ضریب تغییرات	48.48	44.03	44.79	44.22	42.71	42.87
	دامنه تغییرات	34.94	34.28	33.89	33.36	33.17	33.17
نمایه‌های شکل توزیع	چولگی	-0.74	-0.49	-0.52	-0.50	-0.45	-0.47
	کشیدگی	3.29	2.81	2.85	2.84	2.71	2.72
آستانه‌ها	بیشینه	2.50	1.84	1.24	0.92	1.18	1.18
	کمینه	-32.44	-32.44	-32.66	-32.44	-31.99	-31.99
مساحت تحت پوشش به درصد	۱۴/۶۲	۱۵/۴۲	۱۵/۲۳	۱۴/۸۳	۱۳/۹۷	۱۴/۵۶	
نوع روند	-/۰۰۸۹	-/۰۱۴۵	-/۰۱۳۹	-/۰۱۴۵	-/۰۲۳۶	-/۰۳۴۶	
سطح معنی‌داری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	

برای سایر تداوم‌ها همان‌طوری که اشاره شد همین اتفاق رخ داده است که این بیانگر این است که از شدت امواج سرمایه‌ی کاسته شده است. در این دوره همانند دوره‌های قبل اختلاف بین نمایه‌های مرکزی خیلی محسوس می‌باشد. با این وجود این اختلاف‌ها در تداوم‌های سه، چهار و پنج‌روزه بسیار شدید می‌باشد. بنابراین تنوع و افت خیزهای روزانه هسته‌های امواج سرمایه‌ی بسیار شدید می‌باشد. با این وجود کمترین گستره مکانی هسته‌های امواج سرمایه‌ی با ۱۰/۸ درصد مربوط به هسته‌های دوروزه می‌باشد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود ضریب تغییرات مکانی امواج سرمایه‌ی در این دوره نسبت به دوره‌های قبل بسیار بالا می‌باشد. برای مثال ضریب تغییرات امواج سرمایه‌ی برای هسته‌های شش‌روزه ۹۶ درصد می‌باشد که این بیانگر تنوع مکانی بالای این هسته‌ها می‌باشد (جدول ۴). این در حالی می‌باشد که در مجموع در این دوره هسته‌های امواج سرمایه‌ی ضمن اینکه از تنوع مکانی برخوردار بوده است دارای ضریب تغییرات نزدیک به ۸۴ درصد می‌باشد. بنابراین اگر دقت کرده باشیم به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر

اینکه از گستره مکانی الگوی فضایی هسته‌های امواج سرمایه‌ی کاسته شده از شدت این موج‌ها هم کاسته شده است. در مجموع می‌توان گفت که به سمت دوره‌های اخیر هسته‌های امواج سرمایه‌ی بیشتر به سمت عرض‌های بالاتر تمایل پیدا کرده است.

جدول ۳: مشخصات مکانی هسته‌های امواج سرمایه‌ی برای تداوم‌های مختلف در دوره ۱۹۹۰-۱۹۹۹

فراسنج	کل دوره	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه	پنج‌روزه	شش‌روزه	
نمایه‌های مرکزی	میانگین	-9.14	-10.98	-11.18	-11.41	-11.46	-10.33
	میانه	-8.25	-10.12	-10.39	-10.68	-10.80	-9.48
	مد	-10.99	-16.08	-17.53	-17.53	-17.53	-8.05
نمایه‌های پراکندگی	پراش	26.92	29.80	30.03	30.98	31.23	28.08
	انحراف معیار	5.19	5.46	5.48	5.57	5.59	5.30
	ضریب تغییرات	56.79	49.71	49.02	48.76	48.76	51.29
	دامنه تغییرات	34.58	33.55	31.96	32.61	32.01	30.29
نمایه‌های شکل توزیع	چولگی	-0.70	-0.44	-0.38	-0.35	-0.35	-0.44
	کشیدگی	3.11	2.55	2.41	2.34	2.33	2.46
آستانه‌ها	بیشینه	3.67	3.67	2.08	2.01	1.41	1.41
	کمینه	-30.91	-29.87	-29.87	-30.60	-30.60	-28.87
مساحت تحت پوشش به درصد	۱۱/۳۵	۱۴/۷۳	۱۴/۱	۱۵/۵	۱۴/۴۴	۱۱/۹۸	
نوع روند	/۰۰۳۹	/۰۰۳۳	/۰۰۲۷	/۰۰۱۶	-/۰۰۰۳	-/۰۰۰۲۱	
سطح معنی‌داری	-	-	-	-	-	-	

جدول ۴: مشخصات مکانی هسته‌های امواج سرمایه‌ی برای تداوم‌های مختلف در دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۰

فراسنج	کل دوره	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه	پنج‌روزه	شش‌روزه	
نمایه‌های مرکزی	میانگین	-6.07	-6.93	-7.49	-7.83	-8.39	-4.77
	میانه	-5.37	-6.22	-6.81	-7.14	-7.54	-4.31
	مد	-11.78	-11.78	-21.68	-23.33	-21.68	-5.96
نمایه‌های پراکندگی	پراش	25.41	27.16	28.18	28.00	29.98	21.00
	انحراف معیار	5.04	5.21	5.31	5.29	5.48	4.58
	ضریب تغییرات	83.09	75.16	70.84	67.55	65.26	96.12
	دامنه تغییرات	41.61	38.77	35.58	35.58	34.66	40.79
نمایه‌های شکل توزیع	چولگی	-0.68	-0.64	-0.60	-0.61	-0.65	-0.64
	کشیدگی	3.67	3.35	3.11	3.14	2.98	4.08
آستانه‌ها	بیشینه	11.69	8.85	6.57	6.57	6.13	11.12
	کمینه	-29.91	-29.91	-29.00	-29.00	-28.53	-29.67
مساحت تحت پوشش به درصد	۱۱/۴۹	۱۰/۸۴	۱۱/۶	۱۱/۵	۱۱/۹	۱۱/۴	
نوع روند	/۰۰۰۴	/۰۰۰۱۲	/۰۰۲۴	-/۰۰۶۳	-/۰۱۲۷	-/۰۲۶۶	
سطح معنی‌داری	-	-	-	-	۰	۰	

### نتیجه‌گیری

دما یکی از مهمترین عناصر اقلیمی می‌باشد که افت و خیزهای آن همواره سبب شکل‌گیری فرایندهای اقلیمی می‌گردد. یکی از مهمترین افت و خیزهای دما حرکات نزولی - حرکات کاهشی می‌باشد که چنانکه از یک حد تعیین شده‌ای بگذرد منجر به موج‌های سرما می‌گردد. امواج سرمایایی به دلیل اینکه تاثیر مستقیمی بر فعالیت‌های انسانی به ویژه کشاورزی دارد همواره مورد توجه قرار می‌گیرد. این موج‌ها در صورت تداوم می‌توانند خسارات جبران‌ناپذیری را ایجاد کنند. هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل تداوم تغییرات مکانی - زمانی هسته‌های امواج سرمایایی شمال غرب ایران طی دهه‌های مختلف می‌باشد. بدین منظور دمای کمینه ۴۲ ایستگاه سینوپتیک که از طول دوره آماری بیشتری برخوردار بودند استخراج و مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. در این مطالعه روزی به عنوان موج سرمایایی انتخاب شد که علاوه بر اینکه نمره استاندارد آن کمتر از ۱/۲- باشد، پایین‌تر از صدک ۵ همان روز و گستره مکانی ۵۰ درصد پوشش داشته باشد. بدین این شرطها برای تداوم‌های دو تا شش روزه استخراج سپس با استفاده نمایه فضایی \*G هسته‌های امواج سرمایایی برای هر دوره استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این است که هسته‌های موج‌های سرمایایی بیشتر در نواحی شرقی، به ویژه بخش‌های توپوگرافی منطقه مورد مطالعه تمرکز یافتند. با این وجود در بعضی از تداوم‌های لکه‌های از هسته‌های موج‌های سرما به صورت ناچیزی در شمال منطقه مورد مطالعه دیده شده است.

نتایج حاصل از تحلیل مکانی هسته‌های درون دهه‌های بیانگر این بوده است که به سمت دوره‌های اخیر ۲۰۱۰ تا ۲۰۰۰ هسته‌های موج سرمای شمال غرب از توزیع و پراکندگی بیشتری برخوردار بوده است. علاوه بر این به سمت دوره‌های اخیر هم از گستره هسته‌های مکانی امواج سرمایایی و هم از شدت این موج‌ها برای تداوم‌های دو تا شش روزه کاسته شده است.

### منابع

- اسمعیل نژاد، مرتضی؛ محمود، خسروی؛ بهلول، علیجانی و سیدابوالفضل، مسعودیان (۱۳۹۲)، شناسایی امواج گرمایی ایران، جغرافیا و توسعه شماره ۳۳، صص ۳۹-۵۴.
- امیدوار، کمال و عاطفه ابراهیمی (۱۳۹۱)، تحلیل هم‌مدیدی موج سرمای شدید ۱۶ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۸۶ در ایران مرکزی (استان‌های اصفهان، کرمان و یزد)، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴۵، صص ۹۸-۸۱.
- چوخانی زاده مقدم، محمد (۱۳۷۶)، تحلیل سینوپتیکی اثر پرفشار سبیری بر دمای شمال شرق ایران، رساله دکتری دانشگاه تهران.
- خسروی، محمود؛ مهدی، دوستکامیان؛ سید حسین، میرموسوی؛ علی، بیات و احسان، بیگ رضایی، (۱۳۹۳)، طبقه‌بندی دما و بارش در ایران زمین با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و تحلیل خوشه‌ای، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، شماره ۱۳، صص ۱۳۲-۱۲۱
- خورشید دوست، علی محمد و علی اصغر، شیرزاد (۱۳۹۱)، بررسی و تحلیل بارش‌های ناحیه شمال ایران با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تجزیه تابع تشخیص، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۴۹، صص ۱۰۱-۱۱۸.
- دارند، محمد (۱۳۹۳)، شناسایی امواج سرما و تحلیل زمانی- مکانی آنها بر روی ایران زمین، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲، صص ۲۶۸-۲۵۳.

- رحیم زاده، فاطمه و احمد، عسگری (۱۳۸۳)، نگرشی بر تفاوت نرخ افزایشی دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه روزی دما در کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، صص ۱۷۱-۱۵۵.
- صادقی، سلیمان؛ سیدرضا، حسین زاده، رضا، دوستان؛ و زهرا، آهنگرزاده (۱۳۹۲)، تحلیل همبستگی امواج سرمایی در شمال شرق ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۳، صص ۱۰۷-۱۲۳.
- عزیزی، قاسم؛ علی، حنفی؛ محسن، سلطانی، موسی، آقاجانی (۱۳۹۰)، تحلیل سینوپتیکی یخبندان شدید دیرهنگام و فراگیر فروردین ۱۳۸۸، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، صص ۱۴-۱.
- عزیزی، قاسم و حسن، یوسفی (۱۳۸۴)، زمانبندی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر، مجله مدرس، شماره ۶۳-۶۴، صص ۱۴۹-۱۶۵.
- عساکره، حسین و مهدی، دوستکامیان (۱۳۹۳)، تحلیل تغییرات ناهنجاری‌ها و چرخه‌های آب قابل بارش جو ایران، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۴، صص ۴۴۴-۴۳۵.
- علیجانی، بهلول؛ مهدی، دوستکامیان؛ سعیده، اشرفی؛ فهیمه، شاکری (۱۳۹۴)، بررسی تغییرات الگوی خودهمبستگی فضایی درون دهه‌های بارش ایران طی نیم قرن اخیر، جغرافیا و آمایش شهری، شماره ۱۴، صص ۷۱-۸۷.
- علیجانی، بهلول و محمود، هوشیار، (۱۳۸۷)، شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۱۶-۱، صص ۶۵-۱.
- فرج زاده، منوچهر (۱۳۴۴)، مخاطرات اقلیمی ایران، چاپ اول، انتشارات سمت.
- کاویانی، محمدرضا و بهلول، علیجانی (۱۳۷۸)، مبانی آب و هواشناسی، چاپ سیزدهم، انتشارات سمت، تهران.
- کاویانی، محمدرضا؛ سیدابوالفضل، مسعودیان؛ محمود شبانکاری، (۱۳۸۷)، شناسایی رفتار زمانی- مکانی پرفشار سیبری در تراز دریا، مجله تحقیقات جغرافیایی، صص ۲۷-۴۸.
- کریمی، صادق؛ حسین نگارش؛ تقی طاوسی و بهلول، علیجانی (۱۳۹۱)، تحلیل همبستگی امواج سرماهای فراگیر ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۹، صص ۷۶-۵۵.
- کریمی، صادق؛ حسین نگارش؛ تقی، طاوسی و بهلول، علیجانی (۱۳۹۱)، تحلیل همبستگی امواج سرماهای فراگیر ایران (موردی موج سرمای دی و بهمن ۱۳۸۳ استان چهارمحال و بختیاری)، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۹، صص ۷۶-۵۵.
- لشکری، حسن (۱۳۸۷)، تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۶۶، صص ۱۸-۱.
- لشکری، حسن و قاسم، کیخسروی (۱۳۸۹)، تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۱۵-۸ دی ماه ۱۳۸۵ در ایران، مجله مدرس علوم انسانی، شماره ۱۴، صص ۱۷۷-۱۵۵.
- مسعودیان، ابوالفضل و محمد، دارند (۱۳۹۲)، ارتباط دو الگوی دریای شمال - خزر و شرق اروپا- شمال شرق ایران با بسامد رخداد سرماهای فرین دوره سرد سال ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۲، صص ۱۷۱-۱۸۶.
- مسعودیان، ابوالفضل و محمد دارند (۱۳۹۰)، تحلیل همبستگی سرماهای فرین ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۲، صص ۱۸۵-۱۶۵.
- مسعودیان، سیدابوالفضل؛ محمدحسین، قلی زاده و بختیار، محمدی، (۱۳۶۱)، سرماهای وزشی ایران (مطالعه موردی سرمای وزشی بهمن ۱۳۶۱ سنندج)، شماره ۷۲۵، صص ۱۵۰۹۴-۱۵۰۸۰.
- منتظری، مجید و سیدابوالفضل، مسعودیان (۱۳۸۹)، شناسایی الگوهای فرارفت دمایی ایران در سال‌های سرد، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۷۴، صص ۹۴-۷۹.
- نظری پور، حمید؛ مهدی، دوستکامیان؛ اسدی، آرزو و علی، بیات (۱۳۹۳)، بیات (۱۳۹۳)، ناحیه بندی اقلیمی جنوب و جنوب غرب ایران با رویکرد برنامه ریزی منطقه‌ای، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، شماره ۱۵، صص ۱۳۲-۱۱۹.
- ویسی، محمد (۱۳۸۷)، تحلیل سینوپتیکی دوره های یخبندان در استان کردستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه اقلیم شناسی سینوپتیک.
- هژبرپور، قاسم و بهلول، علیجانی (۱۳۸۶)، تحلیل همبستگی یخبندان های استان اردبیل، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص ۱۰۶-۸۹.



- Alexander, L.V et al, (2006), Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *Journal of Geophysical Research*, Vol.111:1-22.
- Alijani, B., Hoshyar, M., 2008, Synoptic Patterns of Sever Freezing in West of Iran, *Physical*
- Brunet, M., Sigro, J. Jones, P.D. Saladie, O. Aguilar, E. Moberg, A. Lister, D and Walther, A, (2007), Long-term changes in extreme temperatures and precipitation in Spain, *Contribution to Science*, 3, 331-342.
- Chengelan, B, (1984), *Synoptic Meteorology In China*. Beijing: China Ocean Press.
- Davis, J. C. (1986). *Statistics and Data Analysis in Geology*. New York: Wiley.
- Dube R.K, Prakasa Rao G. S, (2005), Extreme Weather Events Over India in the Last 100 years, *J.Ind. Geophysics*, Union Vol.9, No.3,(July2005), 178-173.
- Geography Researches Journal*, No. 65 , pp 1-6.
- Gibilisco, S, (2006), "Meteorological demystified ", McGraw Hill Book Co.10. Reiss, R; M, Thomas, (2007), "Statistical Analysis of Extreme Values ", Birkh?user Press, Berlin.
- Guentchev, G.S (2007), changes in atmospheric circulation over Europe and the relationship to temperature extreme in Bulgaria, a dissertation submitted to Michigan state university for degree of doctor of philosophy department of geography.
- Hamilton, M.G.and Tarifa, J.R, (1978), Synoptic aspect of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July 1972. *Monthly weather review*, Vol 106: 1545-1556.
- Hatzaki, M. Flocas, H. A. Asimakopoulou, D. N, and Maheras, P, (2007), The eastern Mediterranean teleconnection pattern: identification and definition, *Int. J. Climatol.*, 27: 727-737.
- Asakereh H., & Doostkamian M., & Sadrafshary S., (2015), Anomalies and cycles of perceptible water over Iran in recent decades, *Arabian Journal of Geosciences*, Vol 2, pp 1-10
- Islam, S.U. Rahman, N, (2008), Future change in the frequency of warm and cold spells durations over Pakistan simulated by the PRÉCIS regional climate model, *Young Scientist Conference*, November 5-12, (2006), Beijing China.
- Judit, B. P, Rita, (2006), Regional analysis of extreme temperature indices for the Carpathian Basin from 1964 to 2001, *Global and planetary change*, 91: 213-221.
- Kostopoulou, E. and Jones, P. D, (2007), Comprehensive analysis of the climate variability in the eastern Mediterranean, Partied: relationships between atmospheric circulation patterns and surface climatic elements, *Int. J. Climate.*, 27: 1351-1371.
- Kutiel, H. and Turkes, M, (2005), New evidence for the role of the North Sea-Caspian Patteron the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey, *Geography ski Annular: Series A, Phys Geography*, 87: 501-513.
- Meehl, A. C. Tebaldi and D. Nychka, (2004), Changes in frost days in simulations of twenty first century climate, *Climate Dynamics Journal*, Springer Berlin/ Heidelberg, 495-511.
- Salinger, M. J, and Griffiths, G.M, (2001), Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology*, Vol. 21: 1437-1452.
- Su, B.D, Jiang, T and Jin, W.B, (2006), Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. *Theory. Appl. Climate*, 83: 139-151.
- Takahashi, H, (1990), Migration of the cold air mass related to rain 23 belt formation of the 23 Chinese continent and atmospheric circulation system during the baiu season (in Japanese) geographic review of Japan, *juries A*, 64.
- Vavrus, S. Walsh, J. E. Chapman, W. L. and Portis, D, (2006), the behavior of extreme cold air outbreaks under greenhouse warming. *International Journal of Climatology*, 26: 1133-1147.
- Vincent, L. A. and Coauthors, (2005), Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America (1960-2000), *Journal of Climate*, Vol.18:5011-5023.
- Vitkheich V.I (1963), *Agriculture metrological*; Jerusalem, pp 183-305.

## **Analysis of the spatial structure of waves continued cooling space-time changes in recent decades**

**Masood Jalali<sup>1</sup>, Mehdi Doostkamian<sup>2\*</sup>, Fereshte Mohammadi Bigdeli<sup>3</sup>**

1- Assistant Prof., Department of Geography, University of Zanjan

2- PhD Student of Climate Change and Meteorological, University of Zanjan

Email: s.mehdi@znu.ac.ir

3- Graduate student Synoptic Climatology - University of Zanjan

Received: 2016.05.04

Accepted: 2016.11.19

---

### **Abstract**

As an indicator of the intensity of the heat temperature air is a basic element of understanding and view of the solar energy received by the Earth's irregular changes included extensive. Ice cold waves and one of the most important phenomena in Climatology is the study of daily temperature changes over time arises. The aim of this study was to analyze the spatial variability of core cooling in the North West of Iran during the various waves. For this purpose minimum temperature data and climatology station, 42 were the highest during the period of the country's Meteorological Agency. The day was considered as a cold wave that has a standard score equal to or less than 2 / -1. In accordance with this definition programming using MATLAB software environment days with cold wave extraction and analysis of spatial autocorrelation, Moran was studied and analyzed. The results of this study indicate that although core cooling waves of distributed heterogeneous spatial distribution have been but the major focus of this core cluster pattern in the eastern part of the study area is high. The results of the analysis showed that in the course of recent decades addition to the marked decline in the range of core cooling, The intensity of cooling cores for different durations, especially the continuation of five and six days has been reduced.

**Keywords:** Cores of Cold Wave, Continuity, Spatial Patterns, Anomalies, North West of Iran