دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال نوزدهم، شماره‌ی ۶۷
پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۱۵۹-۱۴۷

*فاطمه درگاهیان[۱]
مهدی دوستکامیان[۲]

واکاوی تداوم و تواتر نوسانات و جهش‌های امواج سرمایی (مطالعه موردی: موج‌های سرمایی شمال شمال‌غرب ایران)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲٤

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل تغییرات مکانی هسته‌های امواج سرمایشی شمال‌غرب ایران طی دوره‌های مختلف می‌باشد. برای این منظور دمای کمینه ٤۲ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی که دارای بیش‌ترین طول دوره آماری بوده‌اند از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید، سپس داده‌های مربوط به ایستگاه‌های با طول دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۰ که دارای بیش‌ترین طول دوره آماری بوده‌اند میان‌یابی گردید. برای انجام محاسبات از امکانات برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب و نیز برای انجام عملیات ترسیمی از نرم‌افزار سورفر بهره گرفته شد. به‌منظور تحلیل نوسانات موج‌های سرمایی از تحلیل طیفی بهره گرفته شد که نتایج بیانگر حاکمیت چرخه‌های کوتاه مدت ۲ تا ۵ ساله نسبت به سایر چرخه‌ها بر سرمای شمال‌غرب داشته است. همچنین بعد از آن چرخه‌های بلندمدت بیش‌ترین حاکمیت را دارند. علاوه بر این تغییرپذیری بالای امواج سرمایشی در تدام‌های دو روزه و بیش‌تر می‌باشد و واریانس‌های بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ بر چرخه‌های امواج سرمایشی شمال‌غرب ایران حاکم می‌باشد. درنهایت نتایج حاصل از آماره الکساندرسون برای موج‌های سرمایشی شمال‌غرب کشور نشان داد در میانگین فراوانی امواج سرمایشی هیچ‌گونه جهشی رخ نداده است. این وضعیت برای سایر تداوم‌ها هم صادق می‌باشد.

کلید واژه‌ها: هسته‌های امواج سرمایی، تحلیل طیفی، واریانس، آماره الکساندرسون، شمال‌غرب ایران.

*۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات بیابان موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
E- mail: nazmfar@uma.ac.ir
۲- دکتری تغییر اقلیم دانشگاه زنجان.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

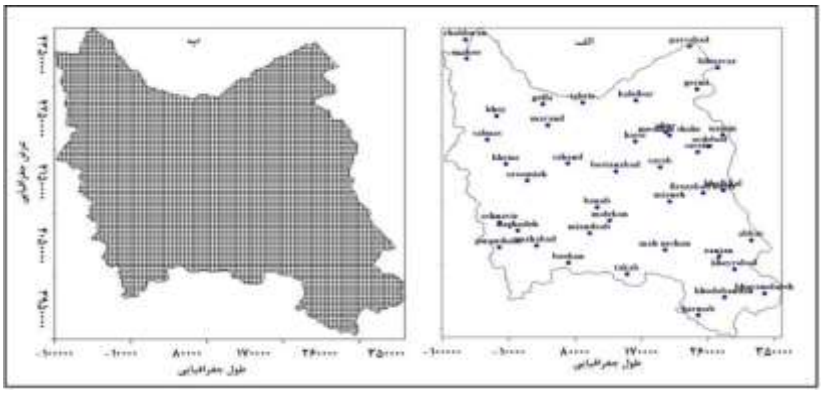
یکی از انواع دگرگونی‌های اقلیمی چرخه‌های نهان، تدریجی و آرام است. یکی از ابزارهای مفید برای جستجو و ارزیابی این نوع نوسانات اقلیمی تحلیل طیفی است (Asakereh, 2009: 11-24). جنبه متمایزکننده نوسان، در الگوی تکراری آن است. بسیاری از نوسان‌های اقلیمی در یک دوره ثابت؛ مثلاً یک سال، به‌صورت میانگین‌های ماهانه یا فصلی مشخص می‌شوند. این نوع چرخه‌ها را چرخه‌های آشکار می‌نامند. بسیاری از چرخه‌های دیگر اقلیمی به‌صورت آنی به منصهٔ ظهور نرسیده، بلکه به‌تدریج در طی زمان بروز کرده‌اند. این نوع چرخه‌ها را چرخه‌های نهان می‌نامند (Asakereh, 2007: 32-28). تغییر عناصر اقلیمی به اشکال مختلفی قابل ردیابی است. در بسیاری مواقع این تغییرات نهان و از طریق مطالعه روند، آشکار نمی‌شوند. در بسیاری مواقع تغییر عناصر اقلیمی در شکل توزیع فراوانی و عمدتاً در دنباله توزیع فراوانی (فرین‌ها) نمایان می‌شوند. بنابراین بررسی شکل توزیع فراوانی عناصر اقلیمی، نکات بسیار مهمی در خصوص رفتار بلندمدت این عناصر نشان می‌دهد (Asakereh, 2011: 51-66). این رویه مطالعه‌ی نوسانات اقلیمی، از مقبولیت و رواج قابل‌توجهی در جهان برخوردار است؛ اما در کشور ما کم‌تر مورد توجه بوده است. ردیابی چرخه‌های اقلیمی و به‌ویژه چرخه‌های دمایی امکان برنامه‌ریزی مبتنی بر داده‌های اقلیمی-دمایی را مهیا می‌سازد (Asakereh, 2009: 11-24). ازآنجا که دما یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که حالات مختلف آن می‌تواند سایر عناصر را متأثر سازد (Doust Kamian et al., 2013) و شاخص مناسبی برای ردیابی تغییرات اقلیم به شمار می‌آید (Jalali and Kargar, 2010: 173-198)، بر این اساس نوسان‌ها و تغییرپذیری دما دارای اهمیت فوق‌العاده‌ی علمی-کاربردی است (Alijani and Ghavidel, 2055: 22). در دهه‌های اخیر کاربرد تحلیل طیفی در نوسانات اقلیمی توجه ویژه‌ای را در مقیاس جهانی به‌خود اختصاص داده است (Mann and Park, 1994: 25832-25819; Mann et al., 1995: 266-270; Mitchell et al., 1996: 42-36; Madden and Jones, 2001: 3997). پژوهشگرانی با استفاده از روش‌های سری زمانی نوسان‌های دمایی و بارش را بررسی کرده‌اند (Anthony et al., 2004: 449). درحالی‌که Stafford et al (2000) این نوسان‌های دمایی را به روش رگرسیون حداقل مربعات بررسی کرده‌اند (Stafford et al., 2000: 36). Allen et al (2004: 587) با استفاده از روش‌های سری زمانی روند افزایش دمای کره زمین را مورد بررسی قرار داده‌اند. در رابطه با روند افزایش دما Griever et al (2002: 172) دمای صدسال اروپا را مورد مطالعه قرار داده و نشان داده‌اند که در غرب اروپا چرخه دمای سالانه عقب و در شرق اروپا جلو افتاده است. در شرق اروپا نوسان سالانه دما افزایش معناداری را نشان می‌دهد و تقریباً در سراسر منطقه دما روند افزایشی را داشته است. در ایران مطالعات متفاوتی با استفاده از روش‌های سری زمانی انجام شده است. پژوهشگرانی با استفاده از روش‌های سری زمانی نوسان‌های دمایی را بررسی کردند تا تغییرات و نوسان‌های احتمالی موجود میسر می‌گردد (Abbasi et al., 2008: 170-147; Jalali and Khanjar, 2009: 115; Khorshidoust, 2009: 13; Bakhtiari et al., 2002: 181). در پژوهش‌های دیگری نوسان‌های دما با استفاده از مدل تابع تبدیل (Mirmosavi, 2008: 98) و مدل آریما (Babapour, 2002: 42; Torabi et al., 2000: 185) که جز روش‌های تحلیل سری زمانی می‌باشد بررسی شد. Azizi

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

and Roshani (2008) تغییر اقلیم سواحل جنوبی خزر مطالعه نمودند. نتایج به‌دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد که زمان شروع بیش‌تر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. در اکثر ایستگاه‌ها دمای حداقل روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی نشان می‌دهد. بدین ترتیب از دامنه نوسان دما در طول دوره کاسته شده است. همچنین نتایج نشان داد که درصد تغییر در فصل زمستان و تابستان نسبت به بهار و پاییز بیش‌تر است و زمان شروع تغییرات در ایستگاه‌های منطقه یکسان نیست (Azizi and Roshani, 2008: 13-28). پژوهشگرانی نیز تغییرات دمایی کره زمین را با استفاده از روش‌های سری زمانی بررسی کردند (Asakereh and Ghayour, 2002: 83-99). همچنین Asakereh (2008: 35-50) استخراج چرخه‌های دمایی را با استفاده از روش تحلیل طیفی بررسی کرد و نوسانات اقلیمی را شناسایی نمود. Jalali and Khanjar (2009: 115) نیز از روش‌های آماری متفاوتی برای شناسایی رفتار (روند، افت‌وخیز و نوسانات) دمای شهر بوشهر استفاده کردند. نتایج نشان داد با استفاده از تحلیل طیفی جهت برآورد چرخه‌های نهان در دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌جز همساز اول، همسازهای ۱۸ و ۲۱، همسازه‌های معنی‌دار دیگری در سری زمانی دما می‌باشند. با توجه به آنچه بیان شده است تاکنون نوسانات امواج سرمایی مورد بررسی و تحلیل قرار نگرفته است. از این‌رو در راستای تکمیل کار همکاران سعی شده است به بررسی نوسانات و چرخه‌های امواج سرمایی طی دهه‌های اخیر در منطقه شمال‌غرب ایران پرداخته شود.

محدوده مورد مطالعه

در این مطالعه به منظور بررسی و تحلیل مکانی هسته‌های امواج سرمایشی، دمای کمینه ٤٢ ایستگاه سینوپتیکی از سازمان هواشناسی کشور استخراج گردیده است. با توجه به این‌که ارزش و دقت اطلاعات دانسته‌های اقلیمی با طول دوره آماری بیش‌تر نتایج بهتر و دقیق‌تری می‌دهد. برای دستیابی به این منظور در این پژوهش ایستگاه‌هایی انتخاب شده‌اند که بیش‌ترین طول دوره آماری را دارند. پس از مرتب‌سازی، کنترل کیفی داده‌ها، آزمون کفایت ایستگاه‌ها و انتخاب سال پایه (۱۹۸۰) جهت میان‌یابی داده‌ها با استفاده از امکانات برنامه‌نویسی به روش کریجینگ دمای حداقل میانیابی شده است. در این رویه ماتریسی به ابعاد ٣٦٥×٤٢ از متغیرها تشکیل گردید. در ماتریس مذکور ایستگاه در ٤٢ ستون و روزه‌ها در ٣٦٥ ردیف برای هرسال جای گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱: پراکنش ایستگاه‌ها (الف) پایگاه شبکه‌بندی دما حداقل و (ب) برای شمال‌غرب ایران

Figure 1: Distribution of stations (a) Minimum temperature networking base and (b) Northwest Iran

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

مواد و روش‌ها

در این مطالعه روزی به عنوان موج سرمایی انتخاب شد که علاوه بر اینکه نمره استاندارد آن کم‌تراز ۱/۲- باشد، دارای ارزشی پایین‌تر از صدک ۵ همان روز و گستره مکانی ۵۰ درصد پوشش داشته باشد. بعد از همه این مراحل در نهایت اقدام به استخراج موج‌های سرمایشی برای تداوم‌های دو، سه، چهار، پنج، شش و هفت روزه برای دوره آماری ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ میلادی استخراج گردیده است. دلیل این‌که فقط این تداوم‌ها مورد بررسی قرار گرفتند این است که از تداوم‌های هفت روز به بالا فقط در محدوده خاصی از منطقه رخ داده است، از این رو در این پژوهش صرف‌نظر شده است. تحلیل نوسانات سری‌های زمانی یک سری زمانی را می‌توان در دو رویکرد مورد مطالعه و بررسی قرارداد. یکی رویکردهای زمانی و دیگری رویکردهای فرکانسی تحلیل سری‌های زمانی است (Wilks, 1992: 67-84).

تحلیل رویکرد فرکانس، نوسانات سری زمانی را برحسب رفتار سینوسی در فرکانس‌های مختلف بیان نموده، فراوانی وقوع داده‌ها را مدنظر قرار داده و موج‌ها و طول موج‌های مختلف درروند سری زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابزاری که به‌وسیله آن می‌توان رفتار چرخه‌ای یک سری را به مدل درآورد توابع مثلثاتی است؛ بنابراین در این فن، تک‌تک موج‌ها، استخراج و سهم هر یک از آن‌ها در واریانس کل تعیین و در نهایت، پس از استخراج واریانس، تک‌تک موج‌ها از لحاظ معنی‌داری آماری بررسی می‌شود. شکل (۲) نسبت‌های توابع مثلثاتی کسینوس (cosine) و سینوس (sin) را در بازه زاویه‌ای ۰ تا ٤٥٠ درجه (رادیان $\frac{5\pi}{2}$تا 0) نشان می‌دهد. با این حال برای استخراج چرخه‌ها باید سری‌های زمانی به سری مثلثاتی (فرکانسی) تبدیل شود. به‌طور کلی برای استخراج چرخه‌ها توسط تحلیل طیف رابطه ۱ و ۲ انجام می‌شود.

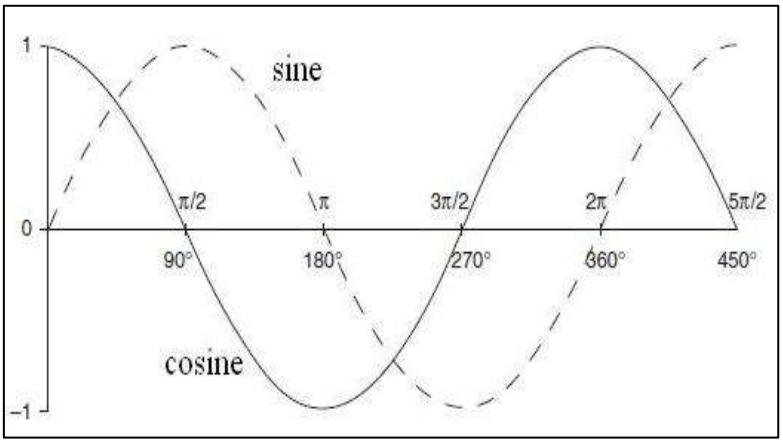
رابطه (۱)
$$a_i = \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} x_t \cos\left(\frac{2\,\pi\, q}{n} t\right) \quad q = 1,2, \ldots, \frac{n}{2}$$

رابطه (۲)
$$b_i = \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} x_t \sin\left(\frac{2\pi q}{n} t\right) \quad q = 1,2, \ldots . n$$

در رابطه‌ی فوق X_i دما q تعداد هارمونیک‌ها (هم‌سازها) است که برای سری‌های زوج به تعداد (q=n/2) و برای سری‌های زمانی فرد (q=n-1/2) هم ساز خواهیم داشت؛ بنابراین در این فن تک‌تک موج‌ها را استخراج کرده و سهم هر یک از موج‌ها در واریانس کل تعیین گردیده و در نهایت پس از استخراج واریانس، تک‌تک موج‌ها از لحاظ معنی‌داری آماری بررسی می‌شود. با استفاده از رابطه (۳) واریانس هر یک از بسامدها حساب می‌شود (Nesbitt & Zipser, 2003: 1475-1456).

رابطه (۳)
$$I(f_i) = \frac{n}{2}(a_i^2 + b_i^2)$$

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]



شکل ۲: نسبت‌های توابع مثلثاتی سینوسی و کسینوسی در بازه ۰ تا ٤٥٠ درجه (ویلکس، ۱۹۹۲: ٦٧- ٨٤)

Figure 2: The ratios of sine and cosine trigonometric functions in the range 0 to 450 degrees (Wilks, 1992: 84-67)

برای آزمون معنی‌داری ابتدا باید سه مرحله زیر را به انجام رساند:

الف: محاسبه میانگین طیف ($\bar{S}$): محاسبه خودهمبستگی مرتبه اول برای مشاهدات سری زمانی داده‌ها (r_1) جهت محاسبه طیف برای یک سری تصادفی با مشخصات ($\bar{S}$) و (r_1) سری موجود با استفاده از رابطه‌ی (٤) به‌دست می‌آید (Mirmosavi and Dostkamian, 2015: 131-146).

رابطه (٤)

$$I(F_i) = \bar{s}\left[\frac{1-r_1^2}{1+r_1^2-2r_1\,cos(\frac{\pi \times i}{q})}\right] \quad i = 1, 2, \ldots . q$$

در ادامه به منظور بررسی جهش های موج های سرمایی $I(F_i) = \bar{s}\left[\frac{1-r_1^2}{1+r_1^2-2r_1\,cos(\frac{\pi \times i}{q})}\right] \quad i = 1, 2, \ldots . q$

از روش الکسان

رابطه (٥)

$$\mathrm{T\,(K)} = \mathrm{K} \times \bar{\mathrm{Z}}_1^2 + (\mathrm{n} - \mathrm{K}) \times \bar{\mathrm{Z}}_2^2$$

در این فرمول $\bar{Z}_1^2$ و $\bar{Z}_2^2$ از طریق رابطه (٦) و (٧) محاسبه می‌شود:

رابطه (٦)

$$\bar{\mathrm{Z}}_1^2 = \frac{1}{\mathrm{K}}\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{k}}(\mathrm{Y_i} - \bar{\mathrm{Y}})/\mathrm{S}$$

رابطه (٧)

$$\bar{Z}_2^2 = \frac{1}{n-K}$$

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

در این رابطه‌های (٦) و (۷) در روابط فوق Y_i مقادیر سری سالانه (از ۱ تا n) $\overline{Y}$ میانگین سری S انحراف معیار می‌باشد. آماره آزمون جهت رد فرض صفر به‌صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود:

$$T_o = \max\left(T(K)\right) = \max(\overline{Z}_1^2 + (n-K)\,\overline{Z}_2^2 \qquad 1 \le k \le n-1$$

رابطه (۸)

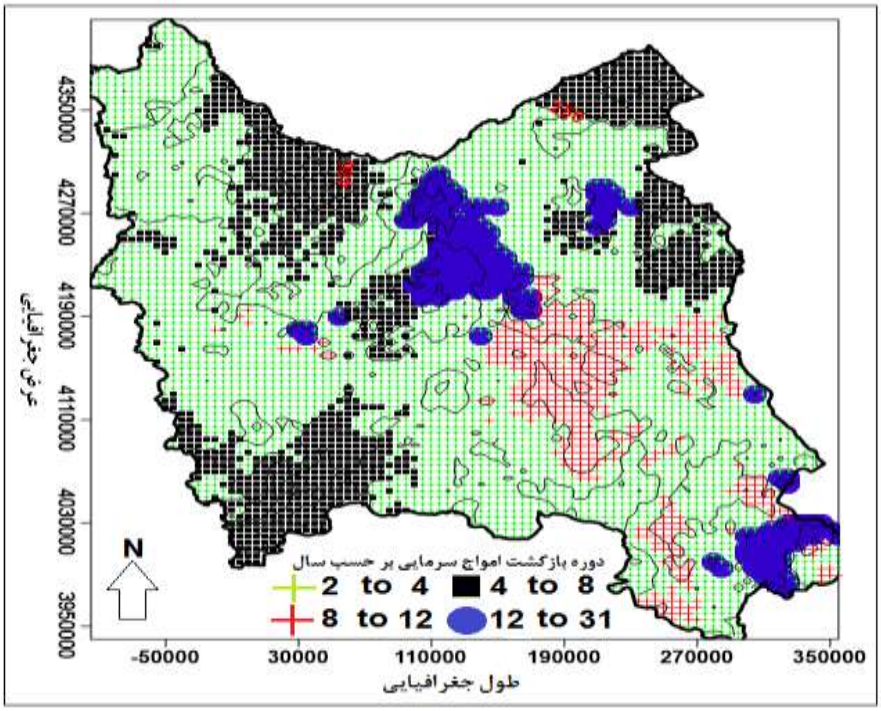
در رابطه‌ی (۸) اگر T_o بزرگ‌تر از یک سطح بحرانی مشخص باشد می‌گوییم فرض صفر در سطح معنی‌داری مورد نظر رد شده است.

یافته‌ها و بحث

- تحلیل نوسانات موج‌های سرمایی

به‌منظور تحلیل دقیق‌تری نسبت به تغییرات درون دهه‌ای امواج سرمایشی شمال‌غرب، چرخه‌های حاکم بر هر دوره با استفاده از تحلیل طیفی مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. اساس روش‌های تحلیل طیفی، تقسیم‌بندی تغییرپذیری در سری‌های زمانی به اجزاء یا بخش‌های حاوی دوره‌های مختلف یا فرکانس است که به‌عنوان یکی از روش‌های استخراج و تحلیل نوسانات آشکار و نهان با طول‌موج‌های مختلف، مطرح می‌باشد. همان‌طوری که مشاهده شد چرخه‌های کوتاه‌مدت ۲ تا ۸ ساله بیش‌ترین حاکمیت را بر بارش ایران داشته است. بعضی از دانشمندان، این نوع چرخه‌ها را به رخداد ال–نینو نسبت داده‌اند؛ برای مثال Kalaycı Serdar (2004) چرخه‌های ۵–۲ ساله را در بارش ترکیه را به رخداد ال–نینو مربوط دانسته‌اند. بیش‌تر دانشمندان چرخه‌های ۲ تا ٤ ساله را به ال نینو– نوسانات جنوب الگوی بزرگ‌مقیاس گردش عمومی جو و جریانات مداری و سایر فرآیندهای اقلیمی–اقیانوسی نسبت داده‌اند (Hartman, 2008: 156). با این وجود به سمت کرانه‌های شمالی منطقه مورد مطالعه واریانس چرخه‌ها بیش‌تر می‌باشد این بیانگر این است که به سمت عرض‌های بالاتر نوسانات موج‌های سرمایی از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی دیگر در قسمت‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه چرخه‌های امواج سرمایشی برای تداوم‌های مختلف از واریانس کم‌تری برخوردار است. تغییرپذیری درون دهه‌ای (دهه به دهه) فقط در بخش‌هایی که دارای چرخه‌های ۱۱ سال به بالا هستند قابل مشاهده است. وجود چرخه‌های ۱۱ سال و بالاتر (تغییرات درون دهه‌ای) در پهنه‌های کم وسعتی واقع در جنوب‌شرقی پهنه و در پهنه منطبق بر اطراف دریاچه ارومیه، تأییدی بر یافته‌های Jahan Bakhsh (2008) مبنی بر تأثیر چرخه فعالیت لکه‌های خورشیدی بر فرکانس وقوع بارش پهنه آذربایجان در این بخش از منطقه می‌باشد. با این تفاسیر همان‌طوری که اشاره شده است موج‌های سرمایی شمال‌غرب برای تداوم‌های مختلف از چرخه‌های کوتاه‌مدت تبعیت می‌کند (شکل ۳). این در حالی می‌باشد که چرخه‌های بلندمدت بیش‌تر در قسمت‌های ارومیه (شمال‌غرب منطقه مورد مطالعه حاکمیت دارد) مشاهده می‌شود. چرخه‌های بلندمدت درمجموع ٤/۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]



شکل ۳: توزیع مکانی واریانس و دوره بازگشت‌های موج‌های سرمایی شمال‌غرب ایران

Figure 3: Spatial distribution of variance and period of returns of northwest cold wave Iran

این در حالی می‌باشد که برای سایر تداوم‌ها به‌طور متوسط ٦ درصد از مساحت منطقه دارای چرخه بلندمدت می‌باشد. اگر چرخه‌های ۵ تا ۱۰ ساله را چرخه‌های میان‌مدت به‌حساب بیاوریم می‌توان اذعان کرد که بعد از چرخه‌های کوتاه‌مدت، چرخه‌های بلندمدت بیش‌ترین حاکمیت را داشته است. به‌طوری‌که به‌طور متوسط در هر تداوم بر ۳۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه حاکمیت دارد. در تداوم‌های ۲ تا ۷ روزه بیش‌تر مساحت منطقه را واریانس‌های ٤۰۰ به بالا بر نوسانات موج‌های سرمایشی حاکمیت دارد و این بیانگر تغییرپذیری بالای امواج سرمایشی در تداوم‌های دو روز و بیش‌تر می‌باشد. این در حالی می‌باشد که در مجموع واریانس‌های بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ بر چرخه‌های موج سرمایشی شمال‌غرب ایران حاکم می‌باشد.

جدول ۱- درصد مساحت تحت پوشش چرخه‌های موج‌های سرمایی برای تداوم‌های مختلف

Table 1- Percentage of area covered by cold wave cycles for different continuities

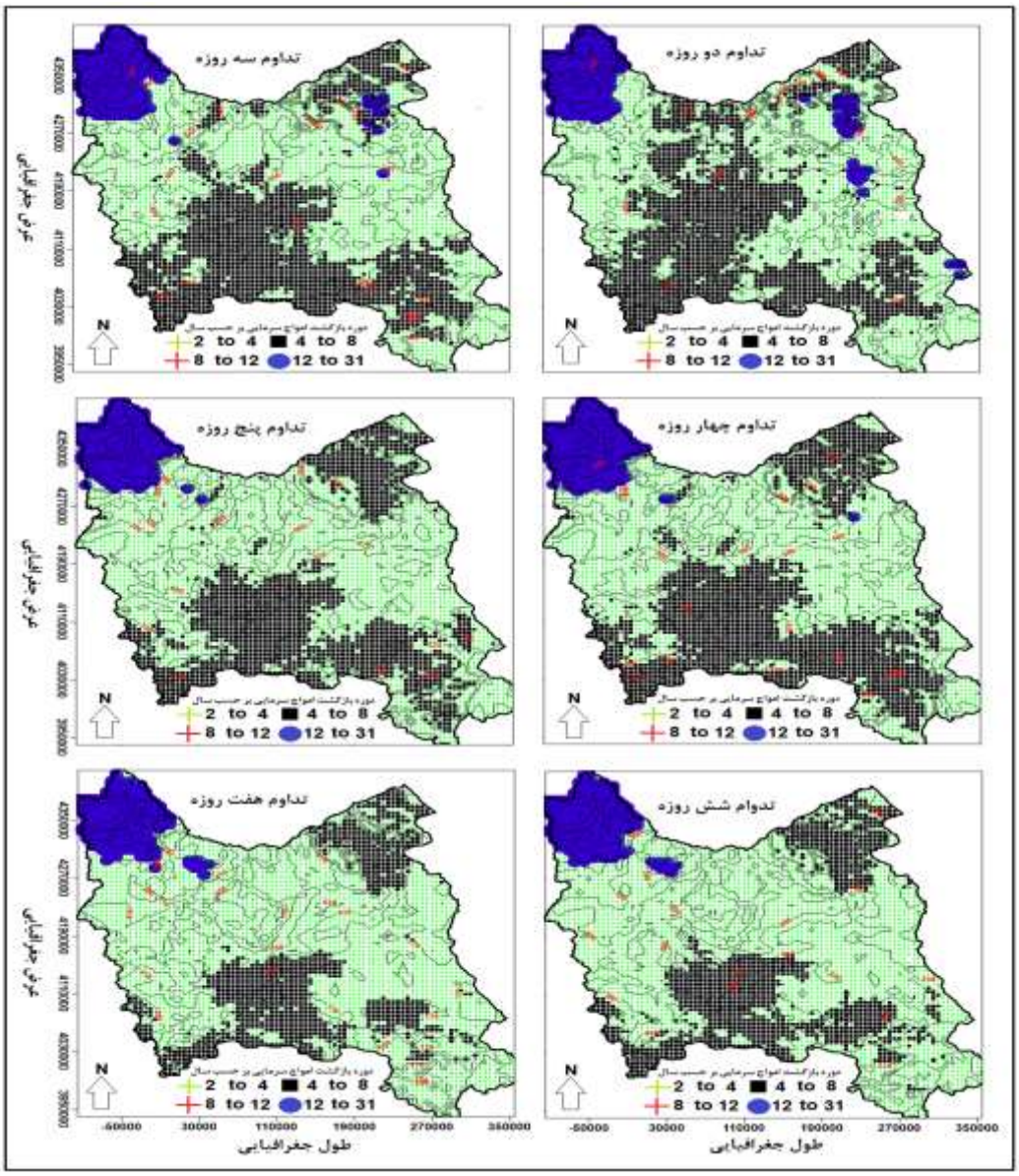
	کل دوره	تداوم دوروزه	تداوم سه‌روزه	تداوم چهارروزه	تداوم پنج‌روزه	تداوم شش‌روزه	تداوم هفت‌روزه
۵-۱	٦۵/۸	۵٦/٦	۵۸/٦	۵۷/۳	٦۲/۵	۷۰/٦	۷۵/۵
۱۰-۵	۲۰/۱	۳۷	۳۵/۱	۳٦/٤	۳۱/۳	۳۲/۲	۱۸/٦
۱۵-۱۰	۹/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵>	٤/۲	٦/٤	٦/۳	٦/۳	٦/۱	٦/۲	۵/۹

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۲- درصد مساحت تحت پوشش واریانس موج‌های سرمایی برای تداوم‌های مختلف

Table 2- Percentage of area covered by cold wave variance for different continuities

	کل دوره	تداوم دوروزه	تداوم سه‌روزه	تداوم چهارروزه	تداوم پنج‌روزه	تداوم شش‌روزه	تداوم هفت‌روزه
۱-۱۰۰	٤/٤	۰۰	۰۰	۰	۰	۰	۰/۱
۱۰۱-۲۰۰	٦۷/۷	۱۸	۹/۵	۸	۹	۱۲/۳	۱۸/۳
۲۰۱-۳۰۰	۲۱/۸	۳۲/۵	۱۷/۲	۱۳	۱۷/۵	۲۰/۸	۲۲/٦
۳۰۱-٤۰۰	٤/۱	۲۹/۱	۳٤/٦	۳۱	۲٦/۸	۳۲/۵	۲۱/٤
٤۰۰>	۲/۱	۲۰/۳	۳۸/۷	٤۸/۱	٤٦/۷	٤۳/۳	۳۷/٦

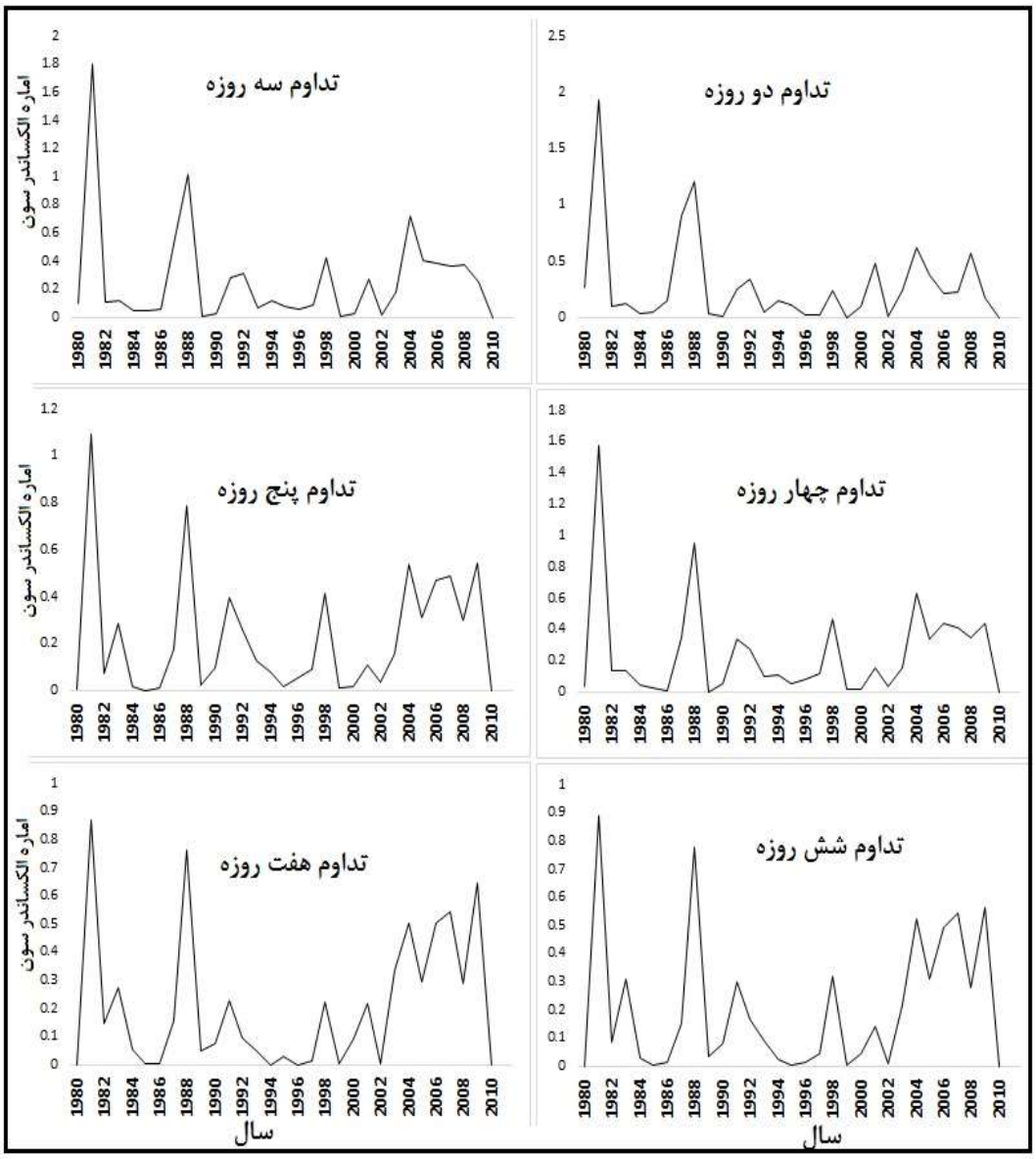


شکل ٤: توزیع مکانی واریانس و دوره بازگشت‌های تداوم موج‌های سرمایی شمال‌غرب ایران

Figure 4: Spatial distribution of variance and return period of persistence of northwestern Iranian cold waves

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

اولین گام در مطالعات مربوط به تغییر اقلیم بر اساس سری داده‌های بلندمدت اقلیمی، آزمون همگنی داده‌های اقلیمی است. یک سری اقلیمی همگن عبارت است از سری که تغییرات موجود در آن تنها ناشی از تغییرات طبیعی باشد اندازه‌گیری پارامترها همیشه بایستی با روش‌های یکسان، با تجهیزات یکسان، در زمان‌های مشخصی از شبانه‌روز و در یک محیط و مکان مشخص انجام شود. شکل (۵) نتایج حاصل از آماره الکساندرسون را طی دوره‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. تغییرات دوره‌ای عبارت از تکرار حرکات رو به بالا و پایین حول سطح روند است. به‌عبارت‌دیگر حرکات نوسانی در یک دوره با نوسان بیش‌تر از یک سال را تغییرات دوره‌ای گویند. این تغییرات در سری‌های زمانی به‌واسطه‌ی افت‌وخیزهایی است که بعد از یک دوره‌ی بیش‌تر از یک سال بازگشت دارند.

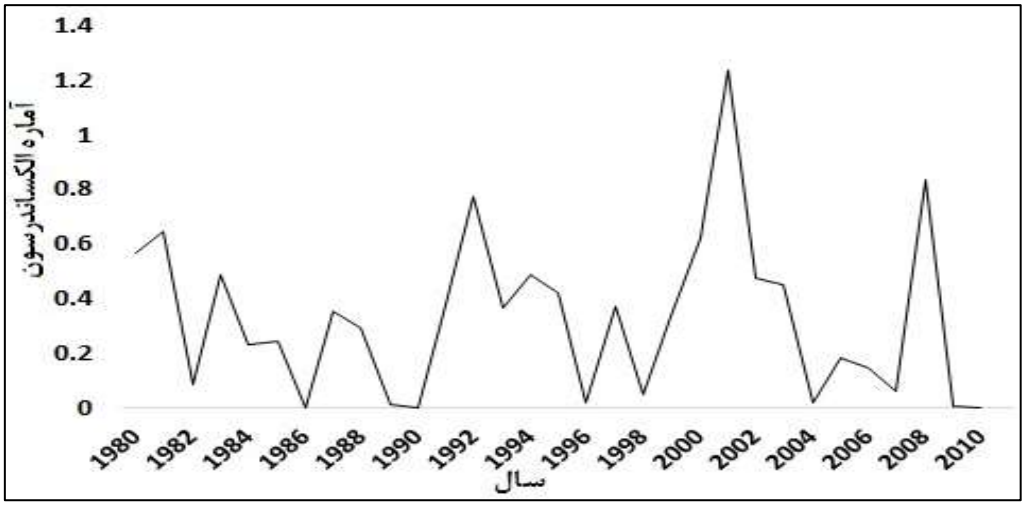


شکل ۵: آماره الکساندرسون برای موج‌های سرمایی شمال‌غرب طی تداوم‌های مختلف با گستره ۵۰ درصد پوشش

Figure 5: Alexanderson statistics for northwest cold waves over different continuities with 50% coverage range

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

بنابراین می‌توان گفت که به‌طورکلی عوامل مختلفی باعث ناهمگنی در سری‌های اقلیمی می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از جابجایی ایستگاه‌های هواشناسی، تغییر در زمان ثبت پارامترها، تغییر تجهیزات و ادوات، تغییر روش‌ها و تکنیک‌های اندازه‌گیری، تغییرات محیطی و احداث ساختمان‌ها و سایر تأسیسات در اطراف ایستگاه‌های هواشناسی و غیره. از آنجایی‌که موج‌های سرمایشی به‌طور مستقیم تحت تأثیر دما می‌باشد بنابراین وجود جهش در امواج سرمایشی علاوه بر این‌که از سامانه‌های محلی تأثیر می‌پذیرید می‌تواند از خطای انسانی ناشی از ثبت و اندازه‌گیری داده ها باشد. بااین‌وجود نتایج آماره الکساندر سون برای موج‌های سرمایشی بیانگر این بوده است که در میانگین فراوانی امواج سرمایشی هیچ‌گونه جهشی رخ نداده است. این وضعیت برای سایر تداوم‌ها هم صادق می‌باشد. با این‌وجود در هر سری زمانی رفتار دیگری وجود دارد که آن را تغییرات نامنظم یا تصادفی گویند. این تغییرات کاملاً تصادفی بوده و نتیجه‌ی عوامل غیرقابل پیش‌بینی هستند که به طریقی نامنظم عمل می‌کنند. این‌گونه تغییرات هیچ‌گونه طرح مشخصی ندارند و زمان وقوع آن‌ها نامنظم و معمولاً کوتاه‌مدت بوده است گاهی تأثیر آن‌ها به‌اندازه‌ای زیاد است که باعث پیدایش تغییرات دوره‌ای و تغییرات دیگر می‌شود.



شکل ٦: آماره الکساندرسون برای موج‌های سرمایی شمال‌غرب طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۸۰

Figure 6: Alexanderson statistics for northwest cold waves during 1980–2010

نتیجه‌گیری

دما یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی می‌باشد که افت خیزهای آن همواره سبب شکل‌گیری فرآیندهای اقلیمی می‌گردد. یکی از مهم‌ترین افت‌وخیزهای دما حرکات پایین‌سو می‌باشد که چنان‌که از یک حد تعیین‌شده‌ای بگذرد منجر به موج‌های سرما می‌گردد. امواج سرمایی به دلیل این‌که تأثیر مستقیمی بر فعالیت‌های انسانی به‌ویژه 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 هسته‌های امواج سرمایشی شمال‌غرب ایران طی دهه‌های مختلف

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

می‌باشد. بدین منظور دمای کمینه ٤٢ ایستگاه سینوپتیک که از طول دوره آماری بیش‌تری برخوردار بودند استخراج و مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. در این مطالعه روزی به‌عنوان موج سرمایی 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 ترتیب این شرط‌ها برای تداوم‌های دو تا هفت روزه استخراج سپس با استفاده تحلیل طیفی، نوسانات و دوره‌های بازگشت هسته‌های امواج سرمایشی برای تداوم‌های دو تا هفت روزه استخراج و موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این است که:

نتایج تحلیل نوسانات موج‌های سرمایی نشان داد چرخه‌های کوتاه مدت ۲ تا ۵ ساله بیش‌ترین حاکمیت را بر سرمای شمال‌غرب داشته است که به سمت عرض‌های بالاتر نوسانات افزایش پیدا می‌کند. همچنین موج‌های سرمایی شمال‌غرب برای تداوم‌های مختلف از چرخه‌های کوتاه‌مدت تبعیت می‌کند که بعد از آن چرخه‌های بلندمدت بیش‌ترین حاکمیت را دارند. علاوه بر این تغیرپذیری بالای امواج سرمایشی در تدام‌های دو روزه و بیش‌تر می‌باشد و واریانس‌های بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ بر چرخه‌های امواج سرمایشی شمال‌غرب ایران حاکم می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از آماره الکساندرسون برای موج‌های سرمایشی شمال‌غرب نشان داد در میانگین فراوانی امواج سرمایشی هیچ‌گونه جهشی رخ نداده است. این وضعیت برای سایر تداوم‌ها هم صادق می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

References

Abbasi, F., Smari, M., Rasooli, A. A., Malbousi, Sh., (2008), "Preliminary analysis of Mashhad air temperature time series (1951-2009)", ***Journal of Geographical Sciences***, 11: 147-1 170. [In Persian].

- Alijani, B., Ghavidel Rahimi, Y., (2005), "Comparison and prediction of Tabriz annual temperature changes with spherical temperature anomalies using linear regression and artificial neural network", ***Journal of Geography and Development***, 3 (6): 21-38. [In Persian].

- Allen, M. R., Booth, B., Frame, D. J., Gregory, J. M., Kettleborough, J. A., Smith, L. A., Stott, P. A., (2004), "Observational constraints on future climate: distinguishing robust from model-dependent statements of uncertainty in climate forecasting", In IPCC risk and uncertainty workshop, maynooth, Ireland (Vol.11).

- Anthony, C., Anuforom Juddy, N., (2004), "The influence of climate variability and climate, change on agricultural production in Nigeria, EMS annual meeting abstracts, Vol 1, PP 449.

- Asakereh, H., (2007), "***Climate Change***", Zanjan: Zanjan university press.

- Asakereh, H, (2009), "Spectral analysis of Tabriz annual temperature time series", ***Journal of Geographical Research***, No. 76: 35-50. [In Persian].

- Asakereh, H., Khoshroftar, R., Sotoudeh, F., (2012), "Analysis of time series cycles of discharge and precipitation of machining Station (Gorgan river talesh catchment)", ***Journal of Water and Soil***, 5: 1139-1128. [In Persian].

- Asakereh, H., (2010), "Analysis of Zanjan annual temperature mean cycles", ***Geography And Development***, 19: 24-27. [In Persian].

- Asakereh, H., (2011), "Changing frequency distribution of downstream zanjan precipitation", ***Journal of Geography and Environmental Planning***, 1: 66-51. [In Persian].

- Asakereh, H., Ghayyur, H., (2003), "Global temperature changes in the past century", Third conference on climate change, University of Esfahan, 21 October 2003. [In Persian].

- Azizi, GH., Roshani, M., (2008), "Studying climate change on the south coast of the caspian sea by Man-Kendall method", ***Geographical Research***, 64: 28-13. [In Persian].

- Babapour, A. A., (2003), "Study of thermal climate change in northwest of Iran and forecasting", Ph.D thesis, Faculty of social and human sciences, University of Tabriz. [In Persian].

- Bakhtiari, B., (2003), "An analytical approach to climate change in Kerman's rainfall and Temperature", Third conference on climate change, University of Esfahan, 21 October 2003. [In Persian].

- Bayati, A., (2010), "Analysis of zanjan annual precipitation time series", MSc thesis, Faculty of Social and Human Sciences, University of Zanjan". [In Persian].

- Doustkamian, M., (2013), "General characteristics of irrigated Barley water", MSc thesis, Department of natural geography, Zanjan University. [In Persian].

- Doustkamian, M., Ashrafi, S., Akbari, H., (2013), "Investigating the spatial pattern of Iran's decadal ice age", ***Journal of Geographical Research***, 43: 1-16. [In Persian].

- Griever, J. S., Tromel, C., Schonwiese, D., (2002), Statistical time series decomposition significant components and application to European temperature, theor, ***Appl, Climatol***, 71: 171-183.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]

- Hartmann, S., (2008), "Quasi-periodicities in Chinese precipitation time series", ***Appl. Climatol***, 92: 155-163.
- Jahanbakhsh, S., Edalatdoost, M., (2008), "The study of climate change in Iran (A case study of the north atlantic fluctuations as an indicator of the impact of solar activities on Precipitation changes in the azerbaijan region "Third conference Iran water resources Management, Tabriz University,14-16 October 2008. [In Persian].
- Jalali, A., Khangar, S., (2009), Investigation of temperature fluctuations using time series model and probabilistic distribution (Case Study: Kermanshah), ***Journal of Geographical Space***, 27:115. [In Persian].
- Jalali, M., Kargar, H., (2010), "Statistical Analysis and modeling of Bushehr station temperature (1951-2005)", ***Journal of Geographical Space***, 33: 173-198. [In Persian].
- Kalayci, S., Karabörk, M. Ç., Kahya, E., (2004), "Analysis of El Nino signals on Turkish streamflow and precipitation patterns using spectral analysis", ***Fresenius Environmental Bulletin***, 13 (8): 719-725.
- Khorshidoust, A., Zighi, R., Ghavidel Rahimi, Y., (2009), "Esfahan cranking temperature forecasting using time series", ***Journal of Geographical Space***, 26: 33-48 (In persion).
- Madden, R., Jones, R., (2001), "A quantitative estimate of the effect of aliasing in climatological time series", ***Journal of Climate***, 13: 3987-3993.
- Mann, M.E., Park, J., (1994), "Global-scale modes of surface temperature variability on interannual to century timescales", ***Journal of Geophys.res***, l 99: 25819-25833.
- Mann, M. E, Park, J., Bradley, R., (1995), "Global interdecadal and century-scale oscillations during the past five centuries", ***Nature***, 27: 378- 266.
- Mirmosavi, H, (2008), "Study of annual temperature and precipitation fluctuations in Northwestern Iran", ***Natural Geography Research***, 66: 80- 98. [In Persian].
- Mirmosavi, H., Dostkamian, M., (2015), "Cluster analysis and analysis of thresholds of high precipitation in Iran", ***Geography and Development***, 41: 141-131. [In Persian].
- Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N., Wallén, C. C., (1966), "Climatic change", ***Technical Note***, No. 79. World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland.
- Nesbitt, S., Zipser, E., (2003), "The diurnal cycle of rainfall and convective intensity according to three years of TRMM measurements", ***Journal of Climate***, 16: 1456-1475.
- Stafford J. M., Wendler, G., Curtis, J., (2000), "Temperature and precipitation of Alaska: 50 year trend analysis", ***Appl, Climatol***, 67: 33-44.
- Torabi, S., (2001), "Investigation and forecasting of temperature and precipitation changes in Iran", Ph.D thesis, Faculty of humanities and social sciences, Tabriz University. [In Persian].
- Wilks D. S., (1992), "Adapting stochastic weather generation algorithms for climate change Studies", ***Journal of Climate Change***, 22: 67-84.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-02]