

## بررسی پراکنش زمانی – مکانی دماهای فرین گرم در ایران

اشرف اسدی\*<sup>1</sup>، سید ابوالفضل مسعودیان<sup>2</sup>

1 استادیار گروه جغرافیا دانشگاه پیام نور

2 استاد گروه اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

(تاریخ دریافت: 1390/4/5؛ تاریخ تصویب: 1393/4/30)

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی زمانی- مکانی روند گرماهای فرین ایران انجام شده است. برای این کار از داده‌های روزانه‌ی دمای 663 ایستگاه اقلیمی و همدید کشور در بازه‌ی زمانی 1340/1/1 تا 1383/10/11 بهره‌برداری شده است. با استفاده از روش کریگینگ داده‌ها بر روی یاخته‌های 15×15 کیلومتر درون‌یابی شدند. به این ترتیب، آرایه‌ای به ابعاد 15992×7187 تشکیل شد. برای شناسایی روزهای فرین گرم از نمایه‌ی انحراف بهنجار شده‌ی دما (NTD) بهره بردیم. پس از شناسایی روزهای فرین گرم، روند آن برای پهنه ایران در ماه‌های مختلف سال در طول دوره آماری مورد مطالعه محاسبه شد. نتایج نشان داد که به غیر از ماه بهمن و اسفند در دیگر ماه‌ها بخش بزرگی از کشور روزهای فرین گرم روند مثبت نشان می‌دهند. بیشترین درصد گسترش روند مثبت از نظر روزهای همراه با گرماهای فرین به ترتیب مربوط به ماه‌های شهریور، دی و اردیبهشت است و به صورت پهنه‌ای وسیع و یکپارچه در بیشتر مناطق شرق، جنوب، مرکز و جنوب شرق کشور قرار گرفته‌اند. درحالی‌که بیشترین درصد گسترش روند منفی تعداد روزهای همراه با گرماهای فرین، مربوط به ماه‌های اسفند و بهمن است که بخش‌هایی کوچک از کشور را بیشتر در غرب و شمال به صورت پراکنده در بر گرفته‌اند.

**کلید واژه‌ها:** گرماهای فرین، نمایه‌ی انحراف بهنجار شده‌ی دما، روند زمانی- مکانی، ایران

## سرآغاز

از آن‌جا که دما از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم است، تغییرات آن می‌تواند ساختار آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد. به همین دلیل است که بررسی روند دما در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از ادبیات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است. در سال‌های اخیر توجه به تغییرات اقلیمی به علت پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و خسارت‌های اقلیمی مربوط به رویدادهای فرین جوی، اهمیت زیادی پیدا کرده است. از اثرات تغییر اقلیم افزایش تکرار رویدادهای فرین است. تغییرات در تکرار و شدت رویدادهای فرین آثار شدیدتری بر فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست آن نسبت به تغییرات در متوسط اقلیمی در کوتاه مدت خواهد داشت. برای مثال، 20 درصد مرگ و میر در 4 شهر کانادا در روزهایی که مرگ و میرها بالاتر از حد معمول می‌باشد، در سال‌های 2000-1954 ناشی از دماهای فرین است (Shouquan et al., 2008). دماهای تابستانی خیلی بالا می‌توانند خسارت‌های شدیدی به محصولات ذرت وارد کنند و دماهای خیلی پایین زمستانی نیز می‌توانند منجر به از بین رفتن درختان مرکبات شوند (Brwon & Katz et al., 1995). برای فهم چگونگی زمانی- مکانی تغییر اقلیم باید فراوانی فرین‌های اقلیمی مطالعه شوند.

رویداد فرین (Extreme Events)، عبارت است از پدیده‌ی نادری که از دیدگاه آماری در ناحیه‌های بالا و پایین توزیع آماری قرار گیرد و از این‌رو، احتمال وقوع آن رویداد خیلی کم است. برای مثال، کلمه نادر می‌تواند به مفهوم مقادیر پایین و بالای صدک‌های (5 و 95)، (90 و 10) و یا به‌صورت مقادیر بالاتر از یک آستانه و یا تداوم یک شرایط ویژه تعریف شود. نمایه‌های فرین ساده و شفاف مبتنی بر داده‌های بلندمدت و همگن، وضعیت رویدادهای فرین را بیان می‌کنند. این نمایه‌ها باید جنبه‌هایی از رویداد تغییر اقلیم و آثار آن را نمایش دهند (رحیم‌زاده و همکاران، 1388).

تغییر اقلیم یکی از مسایل مهم محیط‌زیستی بشر به حساب می‌آید که در سال‌های اخیر نظر بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. یکی از نشانه‌های تغییر اقلیم افزایش فراوانی رویداد و شدت رویدادهای فرین اقلیمی مانند گرماهای فرین می‌باشد. دماهای فرین (Extreme Temperatures) حاصل تعامل بین گردش‌های جوی بزرگ مقیاس و ویژگی‌های محلی

(ناهمواری و ارتفاع از سطح دریا) می‌باشند. یکی از رویدادهای فرین اقلیمی رویداد گرماهای فرین (Extreme Warm Events) می‌باشد. این پدیده در هر یک از فصول سال می‌تواند روی دهد. وقوع این پدیده در فصل تابستان می‌تواند منجر به افزایش تقاضا برای مصرف انرژی یا افزایش تقاضا برای آب جهت مصارف شرب، صنعتی و کشاورزی شود که در جای خود دارای اهمیت می‌باشد. اما، طی فصل زمستان، تکرار و افزایش فراوانی آن می‌تواند منجر به ذوب زود هنگام ذخایر برفی در ارتفاعات شود. با توجه به این که کشور ما برای تأمین آب جهت مصارف گوناگون انسانی و محیط‌زیستی، به آب‌های سطحی و زیرزمینی و چشمه‌ها وابسته می‌باشد و این‌گونه منابع توسط ذوب تدریجی ذخایر برفی تأمین می‌شود، از دست رفتن زود هنگام این ذخایر توسط تکرار و افزایش فراوانی گرماهای فرین طی فصل زمستان و بهار علاوه بر ایجاد سیلاب و خسارت‌های انسانی و محیط‌زیست آن می‌تواند با از دست رفتن یا کاهش این ذخایر به گونه‌ای تدریجی منجر به تغییر اقلیم و از بین رفتن زیستگاه‌ها و افزایش نرخ مهاجرت گونه‌ها و کاهش تنوع گونه‌ای در محیط‌زیست شود.

در سال‌های اخیر، رویدادهای دمایی فرین بسیار خطرناکی اتفاق افتاده که منجر به افزایش نرخ مرگ و میر، خشکسالی و سیلاب شده و از این جهت کشورها خسارت‌های مالی فراوانی را متحمل شده‌اند. بنابراین، مطالعه دماهای فرین به‌ویژه برای مناطقی که به رویدادهای اقلیمی بسیار حساس هستند، امری بسیار ضروری و مهم به نظر می‌رسد.

Mearns و همکاران، وقایع فرین دماهای بالا و تغییرات احتمالی در متوسط دما را با استفاده از داده‌های بیشینه‌ی دما در روزهایی که دما بیش از 35 درجه سانتی‌گراد بوده، در 4 ایستگاه واقع در کمربند ذرت ایالات متحده طی سال‌های 1910-78 مطالعه نموده و دریافته‌اند که ارتباط بین تغییر در متوسط دما و رویدادهای دمایی فرین کاملاً غیرخطی است (Mearns et al., 1984). Stafford و همکاران دمای شبانه، روزانه، شبانه‌روزی و دامنه نوسان دمای 25 ایستگاه هواسنجی آلاسکا را به روش رگرسیون حداقل مربعات در فاصله سال‌های 1949 تا 1998، بررسی کرده‌اند. این بررسی نشان می‌دهد که در تمام ایستگاه‌ها دما روند افزایشی داشته و بیشترین افزایش در زمستان و در

شده در فاصله سال‌های 1900 تا 1996، بین 0/51 تا 2/77 درجه سلسیوس افزایش یافته است (Yue, 2003).

Rusticucci & Barrucanda، روند تغییرات دماهای فرین در آرژانتین را بررسی کردند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی تعداد روزهای گرم و شب‌های سرد در تابستان روند منفی را نشان می‌دهد. در حالی که تعداد شب‌های گرم و روزهای سرد در برخی مکان‌ها روند مثبتی را نشان می‌دهد (Rusticucci & Barrucanda, 2004). Su و همکاران، روند دما و بارش فرین در حوضه رودخانه یانگ تسه‌ی چین را بررسی کردند. آنها از آزمون من- کندال و رگرسیون خطی ساده جهت شناسایی روند فرین‌های سالانه و فصلی بهره بردند. نتایج نشان داد که میانگین دمای حداقل و حداکثر در منطقه مورد مطالعه، دارای روند مثبت می‌باشد (Su et al., 2006).

Tzanakou & Deligiorgi، روند دمای بیشینه روزانه در ارتباط با تغییر اقلیم و شهرنشینی در حوزه آتن را مطالعه نموده‌اند و دریافته‌اند که یک افزایش در تعداد روزهای با دمای بالا نسبت به متوسط اقلیمی در حوزه آتن مشاهده شده است که احتمالاً به دلیل آثار شهرنشینی در این حوزه می‌باشد (Tzanakou & Deligiorgi, 2006). Brunet و همکاران، تغییرات بلند مدت دما و بارش فرین اسپانیا را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که دماهای فرین سرد و گرم در اسپانیا طی قرن بیستم افزایش یافته است. Zhang و همکاران، تغییر یا تغییرپذیری اقلیم را در حوضه رودخانه زرد به کمک مطالعه دمای فرین سرد و گرم طی بازه زمانی 1960 تا 2004 بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که روند رویداد گرماهای فرین در سطح اطمینان 95 درصد، در بیشتر ایستگاه‌های مرکزی و پایین دست حوضه معنی دار نیست (Zhang et al., 2008). سیر دمای میانگین روزانه در کشور بحرین توسط Elagib و همکاران در دوره 1947 تا 2005، در ایستگاه فرودگاه بین‌المللی منامه نشان داده که روند گرمایشی مهمی در دمای فصل خشک در حدود 1/66 درجه سانتی‌گراد، به‌ویژه در ماه‌های تابستان (می تا جولای و اکتبر) در حدود 0/17 تا 0/24 درجه سانتی‌گراد در دهه آخر روی داده است (Elagib et al., 2009).

در ایران (تقوی و محمدی، 1386)، دوره بازگشت رویدادهای اقلیمی حدی را به‌منظور شناخت پیامدهای محیط‌زیستی بررسی نموده‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که دوره‌ی بازگشت

میان‌ه‌ی آلاسکا به میزان 2/2 درجه سلسیوس در 50 ساله مورد

بررسی مشاهده شده است (Stafford et al., 2000).

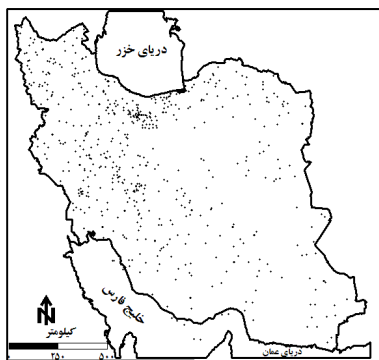
Chung و همکاران، دمای سالانه شبه جزیره کره را در فاصله سال‌های 1974 تا 1997 بررسی کرده‌اند. ایشان نشان می‌دهند که دمای منطقه طی این دوره 0/96 درجه سلسیوس افزایش یافته است (Chung et al., 2000). Bonsal و همکاران، ویژگی‌های دماهای فرین روزانه بر روی کانادا را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و نشان دادند که روزهای همراه با دماهای فرین سرد در زمستان، بهار و تابستان روند نزولی و روزهای همراه با دماهای فرین گرم در زمستان و بهار روند صعودی را نشان می‌دهند (Bonsal et al., 2001). Horton و همکاران، تغییر رویدادهای فرین در جهان و دمای انگلستان مرکزی در پایان قرن بیستم را مطالعه نموده‌اند. بر اساس مطالعه ایشان بر اساس دمای سطحی اقیانوس، فرین‌های گرم افزایش و فرین‌های سرد در جهان کاهش یافته‌اند. اما، در انگلستان مرکزی رویدادهای فرین نسبت به متوسط دمای ماهانه به طور منحصر به فردی کاهش داشته است (Horton et al., 2001). Degaetano & Allen، روند دماهای فرین قرن بیستم را در ایالات متحده بررسی کردند. نتایج نشان داد که طی دوره آماری 1910-1996 تقریباً در همه ایستگاه‌ها رویداد سرماهای فرین روند کاهشی نشان می‌دهند (Degaetano & Allen, 2002).

Yan و همکاران، روند دماهای فرین در اروپا و چین برپایه مقادیر روزانه را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که سه دوره تغییرات دماهای فرین در اروپا و چین دیده می‌شود (Yan et al., 2002). Klein Tank & Konnen، روند شاخص دما و بارش فرین در اروپا طی دوره 1946-1999 را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که طی سال‌های 1947-1975، هوا تا حد بسیار اندکی خنک شده است. تعداد دماهای فرین گرم در طول سال کاهش یافته است. در حالی که تعداد دماهای فرین سرد در طول سال روندی را نشان نمی‌دهد. این امر بیان‌گر کاهش تغییرپذیری دما می‌باشد (Klein Tank & Konnen., 2003). Yue و Konnen، روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه‌ی ژاپن در صد سال گذشته را بررسی کرد و نشان داد که دمای سالانه 46 ایستگاه که روند آنها با آزمون من- کندال ارزیابی

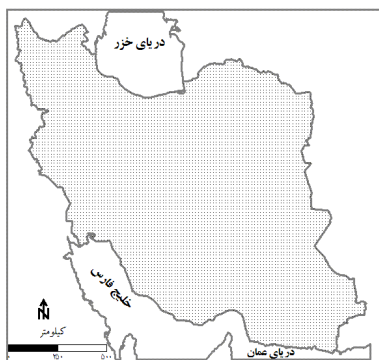
پژوهش تحلیل زمانی-مکانی روند تعداد روزهای فرین گرم ایران است.

### روش‌شناسی گردآوری داده‌ها

برای بررسی روند گرماهای فرین ایران، در این پژوهش از پایگاه داده اسفزاری<sup>(1)</sup> بهره برده‌ایم. پایگاه داده اسفزاری بر پایه داده‌های میانگین دمای روزانه 663 ایستگاه همدید و اقلیمی کشور از 1340/1/1 تا 1383/10/11 تهیه شده است (شکل 1). یاخته‌های این پایگاه داده 15×15 کیلومتر و به روش کریگینگ محاسبه شده است (شکل 2). بنابراین، ابعاد آرایه‌ی دمای روزانه ایران در پایگاه داده اسفزاری 15992×7187 است. در این پایگاه، سطرها (15992 روز) نماینده زمان و ستون‌ها (7187 یاخته) نماینده مکان هستند.



شکل (1): ایستگاه‌های همدید و اقلیمی



شکل (2): یاخته‌های 15×15 کیلومتر

برای شناسایی دماهای فرین نمایه‌های گوناگونی تعریف شده و استفاده می‌شود. اما، در بیشتر این منابع به استفاده از دمای بیشینه و کمینه سالانه پرداخته شده که فقط نماینده کوچکی از یک قسمت از سال می‌باشد. در این پژوهش، برای شناسایی رویداد گرماهای فرین از نمایه‌ی انحراف بهنجار شده‌ی دما بهره

شاخص‌های حدی گرم و بارش ده ساله و دوره بازگشت شاخص‌های حدی سرد طولانی‌تر شده است و فراوانی وقوع شاخص‌های حدی گرم و بارش بیشتر و شاخص‌های حدی سرد کمتر شده است. مطالعه‌ی دیگری توسط (کاوایانی و عساکره، 1380) بر روند دما طی سده گذشته در ایستگاه جاسک انجام شد. آن‌ها نشان دادند که دمای جاسک طی 104 سال گذشته (سال‌های 1893-1996) روندی افزایشی نشان می‌دهد. (جهانبخش و ترابی، 1383) تغییرات دما و بارش ایران را بررسی و پیش‌بینی کردند که مقادیر حداقل دما در مناطق شمالی (سواحل دریای خزر) و نواحی کوهستانی ایران دارای تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بوده است، ولی در دیگر مناطق کشور تغییرات زیادی ندارد. از طرف دیگر مقادیر حداکثر دما در کلیه مناطق به جز نواحی جنوبی کشور (مجاورت خلیج فارس و دریای عمان) دارای تغییرات زیادی است. (رحیم‌زاده و عسکری، 1383)، نیز اختلاف آهنگ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه‌روزی دما در ایران را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که الگوی تغییرات دماهای حداقل، حداکثر و میانگین در سطح کشور یکسان نیست با وجود این که روند افزایش دمای حداقل در اکثر ایستگاه‌ها رو به افزایش بوده است. دامنه تغییرات شبانه‌روزی دما در برخی از شهرهای بزرگ نرخ کاهشی قابل ملاحظه‌ای داشته است. (شیرغلامی و قهرمان، 1384) نیز روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران را بررسی کردند و نشان دادند که در 59 درصد ایستگاه‌ها تغییرات دما دارای روند مثبت و در 41 درصد ایستگاه‌ها دارای روند منفی می‌باشد و با توجه به سطح معنی‌داری 0/05، 44، 15 و 41 درصد از ایستگاه‌ها به ترتیب روند مثبت، منفی و بدون روند را نشان می‌دهند. با توجه به این نتایج می‌توان، گفت که بیشتر مناطق در سال‌های آتی با افزایش دما رو به رو خواهد بود. (مسعودیان، 1383) روند دمای ایران را در نیم سده‌ی گذشته بررسی کرده و نشان داده است که دمای ایران در نیم سده‌ی گذشته روندهای مثبت و منفی داشته است. به نظر وی در نیم سده‌ی گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانه‌روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. روندهای افزایش دما بیشتر در سرزمین‌های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهشی بیشتر در رشته کوه‌ها دیده می‌شوند. هدف این

سرانجام نمایه‌ی تفاضل دمای بهنجار شده (NTD) که با نمایه  $x_*$  نموده شده است، به کمک رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$x_*(i, j, n) = \Delta T_*(i, j, n) \div \overline{\sigma_*(i, j)} \quad (3)$$

که در آن  $\overline{\sigma_*(i, j)} = \sqrt{\sigma_*^2(i, j)}$  می‌باشد.

این نمایه، برای 7187 یاخته (شکل 2) و بر روی هر یاخته برای 15992 روز محاسبه شد. سپس برای هر یک از 15992 روز بررسی شده میانگین مکانی نمایه  $x_*$  بر روی ایران و درصد مساحتی از ایران که  $x_* \geq 2$  داشته استخراج شد. به این ترتیب، یک آرایه‌ی  $2 \times 15992$  به دست آمد که بزرگی و گستره‌ی گرماهای ایران برای هر یک از روزهای بازه‌ی 1340/1/1 تا 1383/10/11 را نشان می‌دهد. سپس تعداد آن برای هر ماه سال جداگانه محاسبه شد و روند آن طی دوره مورد مطالعه برای تک تک یاخته‌ها در سطح اطمینان 0/95 به دست آمد و نقشه‌های روند ترسیم شد. این نقشه‌ها، نشان می‌دهند که در هر ماه کدام بخش‌های کشور با 95 درصد اطمینان طی دوره آماری روند کاهشی یا افزایشی گرماهای فرین را داشته‌اند و کدام بخش‌ها روند نشان نمی‌دهند. سپس مساحت نواحی دارای روند و بدون روند بر روی آن‌ها برای هر یک از ماه‌ها محاسبه شده است.

### بحث روی یافته‌ها

سری زمانی شاخص NTD<sup>(2)</sup> برای پهنه ایران طی دوره مورد مطالعه در شکل (3) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روند شاخص به دست آمده ناهنجاری زیادی را طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. به‌طور کلی می‌توان گفت که از سال 1340 تا 1351 دما در ایران روند نزولی از خود نشان می‌دهد. ولی از سال 1351 به بعد، به‌طور کلی دارای روند صعودی است و طی سال‌های اخیر این روند شتاب بیشتری داشته است. اگر ما آستانه‌ی دمای فرین سرد و گرم را 2 انحراف معیار از میانگین بلند مدت خود در نظر بگیریم، با توجه به این شکل می‌توان گفت که دماهای فرین سرد طی دوره مورد مطالعه روند نزولی داشته است، در حالی که دماهای فرین گرم روند صعودی از خود نشان می‌دهد. از سال 1371 و 1372، روند صعودی دماهای فرین گرم کاملاً آشکار است. شکل (4) میزان این شاخص را در یاخته 1096 طی دوره نشان می‌دهد.

بردیم. این نمایه توسط (Fujibe et al., 2007) معرفی شده است. برای دستیابی به این نمایه نخست باید میانگین بلند مدت دما برای هر یک از روزهای تقویمی سال محاسبه شود. چنان‌که گفتیم دوره‌ی مورد مطالعه از 1340/1/1 تا 1383/10/11 می‌باشد که برابر با 15992 روز می‌باشد. پس برای محاسبه‌ی میانگین بلند مدت دمای هر کدام از روزهای مورد نظر از مقادیر دمای مربوط به 44 سال میانگین گرفته می‌شود. پس از محاسبه‌ی میانگین بلند مدت برای از بین بردن نوفه‌های موجود در میانگین دمای روزانه، میانگین متحرک 9 روزه، سه بار بر روی این داده‌ها اعمال می‌شود. پس از انجام این مراحل انحراف دمای هر یک از 15992 روز مورد بررسی از میانگین بلند مدت همان روز محاسبه می‌شود.

مقدار انحراف از میانگین بلند مدت نماینده‌ی انحراف مطلق دمای هر روز هر محل (یاخته) نسبت به میانگین بلند مدت دمای همان روز همان محل است و برحسب زمان و مکان متفاوت خواهد بود. از آن‌جا که بر روی هر نقطه‌ی جغرافیایی معین دامنه‌ی تغییرات دما در هر یک از روزهای سال می‌تواند بسیار متفاوت باشد، بنابراین مقادیر مطلق انحراف دما از میانگین بلند مدت هر روز نمی‌تواند مبنای مقایسه‌ی دماهای فرین زمان‌های مختلف باشد. همین استدلال در مورد تشخیص اهمیت مقادیر مطلق انحراف دما از میانگین بلند مدت که در نقاط جغرافیایی مختلف محاسبه شده‌اند نیز صادق است. بنابراین، برای آن که مقادیر انحراف دمای زمان‌های مختلف در یک نقطه‌ی جغرافیایی و مکان‌های مختلف در یک زمان معین با یکدیگر قابل مقایسه باشند، لازم است مقادیر مطلق انحراف دما به کمک پراش دما استانداردسازی شوند. پراش انحراف از میانگین بلند مدت روی پنجره 31 روزه برای هر روز تقویمی به کمک رابطه‌ی (1) به دست آمده و میانگین متحرک 9 روزه سه بار بر روی آن اعمال می‌شود تا نوفه‌ها (Noise) از بین برود.

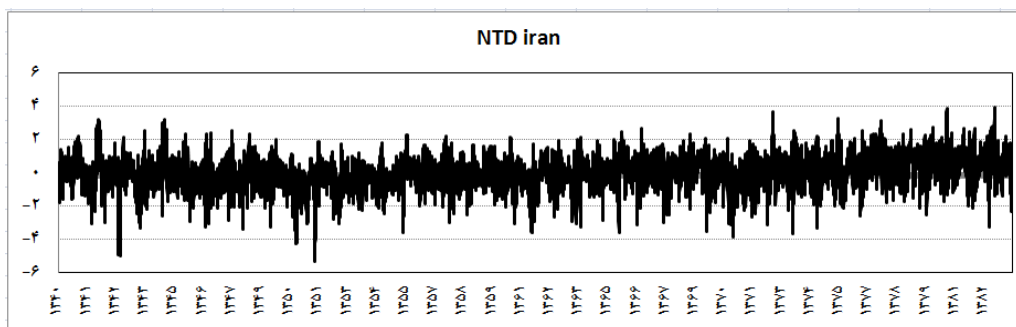
$$\overline{\sigma^2(i, j)} = \sum_{n=1340}^{1383} \sum_{j=j-15}^{j+15} [\Delta T_*(i, j, n) - \overline{\Delta T(i, j)}]^2 \div 31N \quad (1)$$

میانگین انحراف دما روی پنجره 31 روزه است و از رابطه‌ی (2) به دست می‌آید.

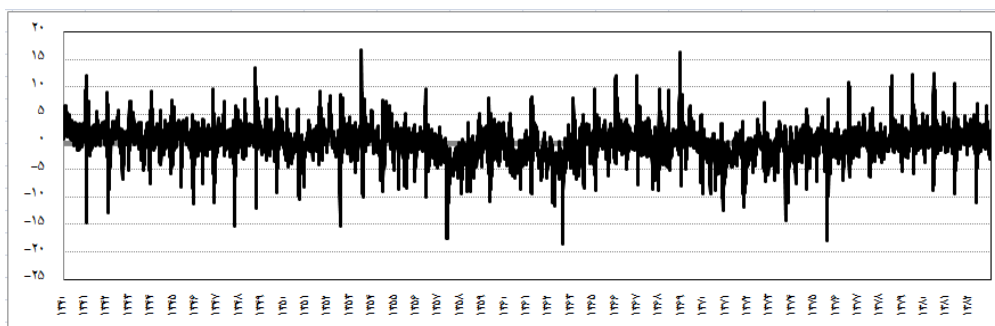
$$\overline{\Delta T_*(i, j)} = \sum_{n=1340}^{1383} \sum_{j=j-15}^{j+15} \Delta T_*(i, j, n) \div 31N \quad (2)$$

در ماه فروردین، رویداد گرماهای فرین بر روی حدود 64/1 درصد از پهنه ایران در سطح اطمینان 95 درصد روند نشان نمی‌دهد. حدود 3/1 درصد ایران دارای روند منفی بوده که بیشتر گوشه‌هایی از شرق و بخش‌های کمی از ارتفاعات کشور را در

این یاخته دارای بالاترین میزان شاخص NTD در کل یاخته‌هاست و در نیمه غربی کشور (در جنوب ایستگاه خرم‌آباد) قرار دارد. همان‌طور که در قسمت داده و روش‌شناسی ذکر شد، روند شاخص NTD در سطح اطمینان 0/95 محاسبه شده است. بنابراین، به لحاظ آماری کاملاً معنی‌دار است.



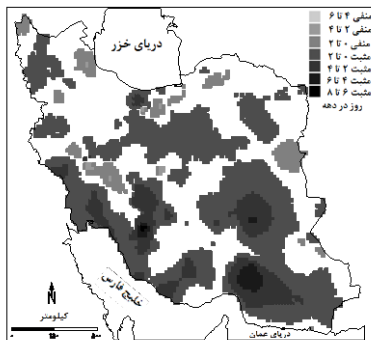
شکل (3): سری زمانی شاخص NTD برای پهنه‌ی ایران



شکل (4): سری زمانی شاخص NTD برای یاخته‌ی 1096 ایران (این یاخته در نزدیک شهر خرم‌آباد قرار گرفته است) رفتار زمانی - مکانی رویداد گرماهای فرین ایران در فصل بهار

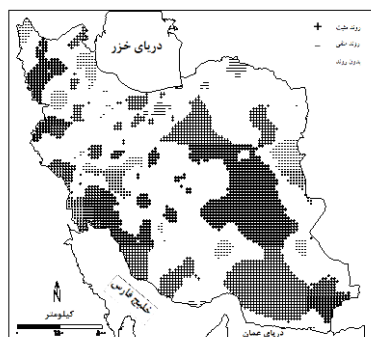
در ماه اردیبهشت، رویداد گرماهای فرین در 50 درصد از پهنه ایران بدون روند است. در این ماه، روند مثبت گرماهای فرین ایران در ردیف سوم از نظر وسعت قرار دارد که حدود 45/5 درصد از مساحت ایران را در بردارد. به طور تقریبی، تنها مناطق مرتفع کشور روند مثبتی را از خود نشان نمی‌دهد. حدود 4/5 درصد از گستره کشور نیز نشان‌دهنده روند منفی است (جدول 1). 70/9 درصد از گستره مناطق دارای روند (35/5) درصد از

برگرفته است (در شکل‌های 5 تا 28 روند و شیب روند دمای فرین در ماه‌ها و فصل‌های مختلف قابل مشاهده است). 32/9 درصد از گستره کشور نیز شاهد روند مثبت رویداد گرماهای فرین در این ماه می‌باشد. این مناطق بیشتر بر نواحی کم ارتفاع جنوب‌شرق و جنوب‌غرب و به صورت پراکنده در گوشه‌هایی از مرکز کشور قرار گرفته است (جدول 1). 88/3 درصد از مناطقی که در سطح اطمینان 95 درصد دارای روند بوده (31/8 درصد از کشور)، دارای شیب کمتر از 2 روز در دهه است. به بیان دیگر، در این قلمرو تعداد روزهای گرم فرین در هر دهه حداکثر 2 روز افزایش یافته است. مناطق با شیب بیشینه‌ی مثبت بیشتر بر ارتفاعات بارز، سپیدان فارس و بخش کوچکی از دماوند قرار گرفته است (شکل 6 و جدول 2).

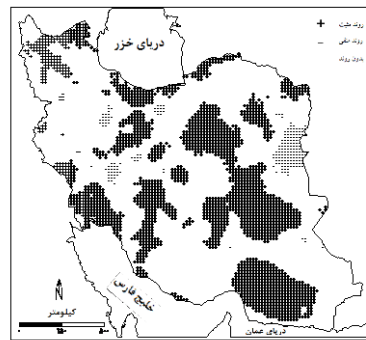


شکل(8): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه اردیبهشت

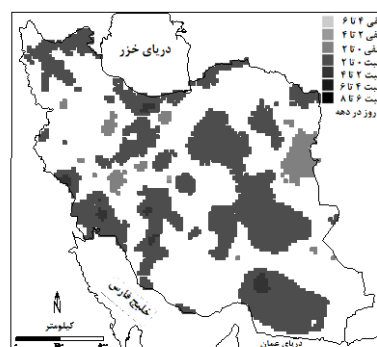
در خرداد ماه، گرماهای فرین در 57/2 درصد ایران روندی از خود نشان نمی‌دهند. اما، حدود 35/5 درصد ایران که بیشتر در مناطق جنوبی، شرقی و بخش‌های کمی از غرب کشور قرار دارد، روند مثبت و 7/2 درصد ایران نیز گویای روند منفی است (شکل 17 و جدول 1). 68/6 درصد از مناطقی که دارای روند مثبت (29/3 درصد از ایران)، شیب 0 تا 2 روز در دهه یا به عبارتی کمتر از 20 روز در قرن را نشان می‌دهد. در این ماه مقدار شیب 2 تا 4 روز در دهه نسبت به اردیبهشت کاهش یافته است. اما، شیب 4 تا 6 و 6 تا 8 روز در دهه به مقدار قابل ملاحظه‌ای رسیده و شایان توجه می‌باشد. در این ماه، شیب کاهش 2 روز در دهه نیز به 16 درصد رسیده و گویای کاهش رویدادهای فرین گرم در این ماه در برخی مناطق کشور است. از این جهت خرداد ماه در ردیف سوم بین دیگر ماه‌ها قرار می‌گیرد. مناطق با شیب بیشینه مثبت در این ماه بیشتر بر ارتفاعات بارز و دشت لوت البته با وسعت بیشتر از 2 ماه اول سال، مستقر شده است.



شکل(9): روند دمای فرین گرم در ماه خرداد

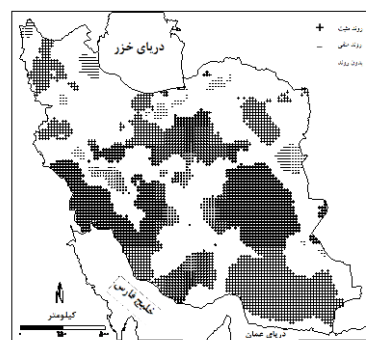


شکل (5): روند دمای فرین گرم در ماه فروردین

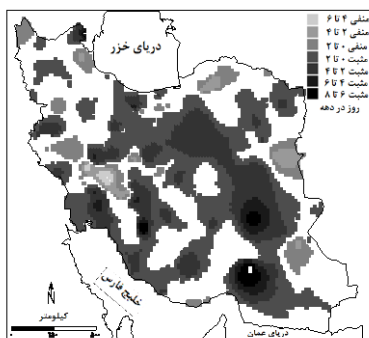


شکل (6): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه فروردین

کشور)، شیب 0 تا 2 روز در دهه را نشان می‌دهد. نزدیک به 18 درصد از مناطق دارای روند (9 درصد از کشور) نیز شیب 2 تا 4 روز در دهه را نشان می‌دهد که مساحت پوشیده شده توسط این شیب حدود 15 درصد بیش از ماه فروردین افزایش داشته است. در این ماه، روزهای فرین گرم به میزان بزرگی (بیش از 4 روز در دهه) در بخش‌هایی از کشور خودنمایی می‌کند. مناطق با شیب بیشینه مثبت در این ماه مانند فروردین است، اما با گستردگی بیشتر و البته ارتفاعات اطراف کرمان نیز به آن اضافه شده است.



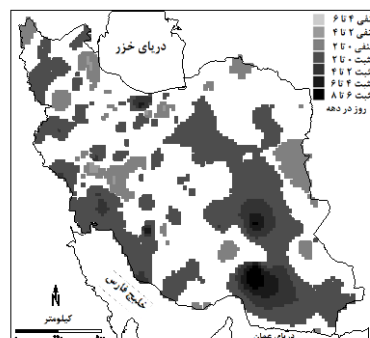
شکل(7): روند دمای فرین گرم در ماه اردیبهشت



شکل (12): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه تیر

قرار دارد.

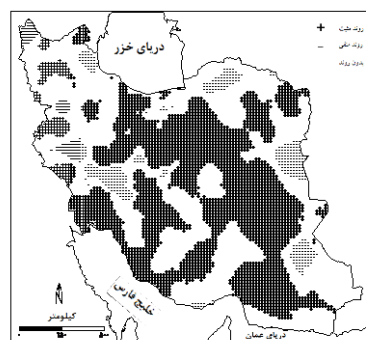
در ماه مرداد، رویداد گرماهای فرین در 49/4 درصد از پهنه ایران بدون روند است. در این ماه، روند مثبت گرماهای فرین ایران حدود 43/7 درصد از مساحت ایران را در بر دارد. در این ماه نیز به طور تقریبی تنها مناطق مرتفع کشور روند مثبتی را از خود نشان نمی‌دهد. 6/9 درصد ایران نیز دارای روند منفی است (جدول 1). 45/1 درصد از مناطق دارای روند (22/8 درصد از پهنه ایران)، دارای شیب کمتر از 2 روز در دهه است. شیب 4 تا 8 روز در دهه در این ماه نسبت به دیگر ماه‌های سال، در بیشینه‌ی خود قرار دارد. یعنی در این ماه، ما شاهد بیشینه‌ی افزایش روزهای گرم فرین در ایران در 15/2 درصد از کشور می‌باشیم، اما از جهتی نیز در برخی مناطق به میزان 40 تا 60 روز در قرن نیز شاهد کاهش روزهای گرم فرین هستیم (در 0/5 درصد کشور) که از این جهت نیز این ماه در ردیف اول قرار دارد. به طور کلی، این ماه هم از نظر بیشینه‌ی کاهش و هم بیشینه‌ی افزایش گستره‌ی روزهای گرم فرین در ردیف اول است. مناطق با شیب بیشینه منفی یا کاهش روزهای فرین گرم در این ماه بر ارتفاعات زردکوه، اشترانکوه و بخش‌هایی از کرمانشاه و لرستان و گوشه‌ی کوچکی از شمال‌غرب و بخش‌هایی نیز از شرق کشور در مرز کشور افغانستان منطبق است. اما مناطق با شیب بیشینه مثبت یا افزایش روزهای فرین گرم مانند ماه‌های قبل می‌باشد.



شکل (10): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه خرداد

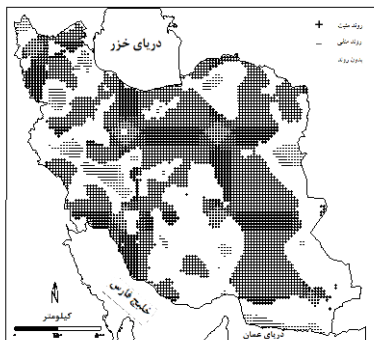
### رفتار زمانی - مکانی رویداد گرماهای فرین ایران در فصل تابستان

در ماه تیر، رویداد گرماهای فرین در 46/3 درصد از پهنه ایران بدون روند است. در این ماه، روند مثبت گرماهای فرین ایران در ردیف چهارم از نظر وسعت قرار دارد که حدود 46/2 درصد از پهنه‌ی ایران را در بر دارد. در این ماه، به طور تقریبی تنها مناطق مرتفع کشور روند مثبتی را از خود نشان نمی‌دهد. 7/5 درصد ایران نیز گویای روند منفی است (جدول 1). نزدیک به 60 درصد از گستره مناطق دارای روند (27/3 درصد از فضای ایران)، شیب مثبت 0 تا 0/2 روز در سال یا به عبارتی حدود 2 روز در دهه دارد. وسعت مناطق با شیب 2 تا 4 روز در دهه نیز (یا 20 تا 40 روز در قرن) به 15/5 درصد کشور رسیده و شیب 4 تا 8 روز در دهه نیز به 2 درصد پهنه ایران افزایش یافته است. مناطق با شیب بیشینه مثبت در این ماه مانند ماه‌های قبل بر ارتفاعات نیمه جنوبی کشور و بخش‌هایی از دشت خوزستان و دشت مغان

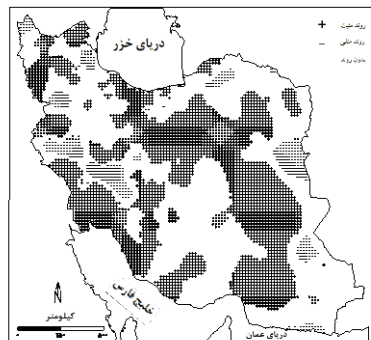


شکل (11): روند دمای فرین گرم در ماه تیر

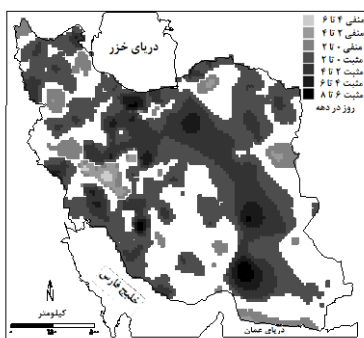




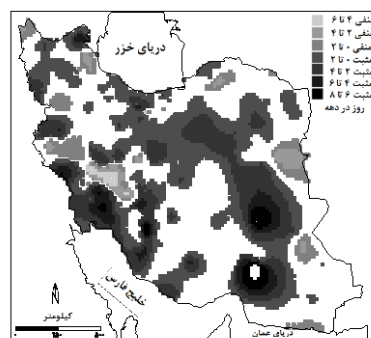
شکل (15): روند دمای فرین گرم در ماه شهریور



شکل (13): روند دمای فرین گرم در ماه مرداد



شکل (16): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه شهریور



شکل (14): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه مرداد

بخش سال شاهد افزایش تعداد روزهای فرین گرم با شیب 6 تا 8 روز در دهه (یا 60 تا 80 روز در قرن) در برخی نقاط ایران هستیم. نکته قابل توجه دیگر این است که باز هم تنها در فصل تابستان و مهر ماه کاهش این رویدادهای گرم را در برخی نقاط ایران با شیب 4 تا 6 روز در قرن می‌بینیم (جدول 2). پس این نیمه سال هم از نظر روند افزایش و هم روند کاهش رویدادها قابل توجه است. بیشینه‌ی شیب مثبت در نیمه اول سال بیشتر بر ارتفاعات جنوبی کشور منطبق می‌باشد. اما بیشینه‌ی شیب منفی بیشتر بر ارتفاعات زردکوه و نیمه غربی کشور و سواحل دریای عمان منطبق است.

### رفتار زمانی- مکانی رویداد گرماهای فرین ایران در فصل پاییز

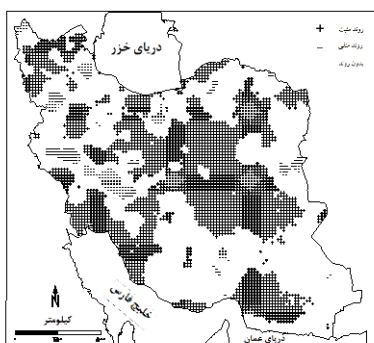
در مهر ماه، رویداد گرماهای فرین در 47/7 درصد از پهنه ایران بدون روند است. در این ماه، روند مثبت گرماهای فرین ایران حدود 46 درصد از مساحت ایران را در بر گرفته است. در این ماه نیز به طور تقریبی تنها مناطق مرتفع کشور روند مثبتی از خود نشان نمی‌دهد. به‌طور کلی، 6/3 درصد ایران نشان دهنده روند

در ماه شهریور، رویداد گرماهای فرین در 41/6 درصد از پهنه ایران روندی از خود نشان نمی‌دهد. در این ماه، گسترش مناطق با روند مثبت گرماهای فرین در ردیف اول قرار دارد که حدود 52/3 درصد از فضای کشور را در بردارد. 6/1 درصد ایران هم نشان دهنده‌ی روند منفی است (جدول 1). 51/7 درصد از وسعت ایران که دارای روند بوده (30/1 درصد کشور)، دارای شیب 0 تا 0/2+ روز در سال (0 تا 2 روز در دهه) است. بیشینه‌ی شیب 2 تا 4 روز در دهه نیز نسبت به 6 ماهه اول سال (در 18 درصد کشور) در این ماه دیده می‌شود. بیشینه‌ی شیب مثبت و منفی در این ماه مانند مرداد می‌باشد. اما، سواحل دریای عمان در جنوب شرق کشور به مناطق دارای شیب منفی یا کاهش روزهای فرین گرم اضافه شده است.

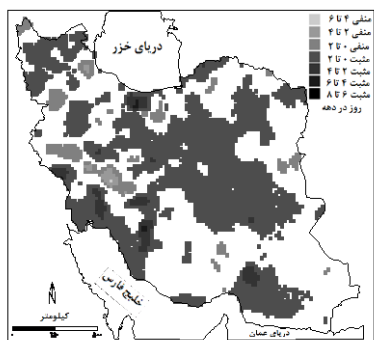
بررسی آهنگ روند روزهای فرین گرم در 6 ماه اول سال،

بیان‌کننده آن است که این رویدادها در فصول گرم سال با مقدار بسیار بزرگی در حال افزایش است. به این معنی که تنها در این

2 روز در دهه است که از این جهت نسبت به دیگر ماه‌های سال در ردیف سوم قرار می‌گیرد. از این ماه سال به بعد، کاهش روزهای فرین گرم با شیب بیش‌تر از 4 روز در دهه و افزایش آن نیز با شیب بیش‌تر از 4 روز در دهه در حد صفر باقی مانده است، یعنی در نیمه سرد سال به استثنای ماه‌های بهمن و اسفند در ایران روزهای فرین گرم در محدوده افزایشی کم‌تر از 4 روز در دهه باقی مانده است. در این ماه، مناطق حاوی شیب روند مثبت در بیشتر مناطق دارای روند تقریباً یکنواخت است و تفاوت زیادی به جز در بخش‌های کوچک از خود نشان نمی‌دهد. مناطق دارای شیب روند منفی نیز مانند ماه قبل بر مناطق مرتفع غرب کشور قرار دارد.



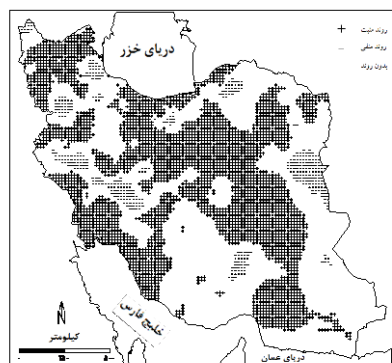
شکل (19): روند دمای فرین گرم در ماه آبان



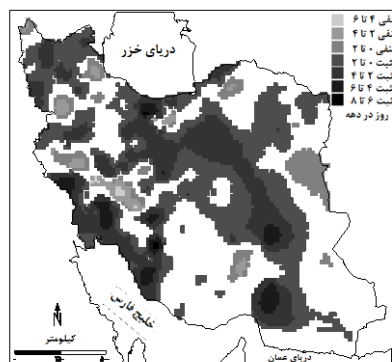
شکل (20): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه آبان

در ماه آذر، رویداد گرماهای فرین در  $64/2$  درصد از پهنه ایران بدون روند است. در این ماه، روند مثبت گرماهای فرین ایران حدود  $32/8$  درصد از مساحت ایران را در بر دارد. این مناطق بیشتر در نیمه جنوبی کشور قرار گرفته‌اند. گوشه‌های کوچکی از شمال کشور نیز روند منفی از خود نشان می‌دهد. 3 درصد ایران نیز نشان دهنده روند منفی است (جدول 1). در  $86/2$  درصد از وسعت نواحی دارای روند (31 درصد ایران)، رویدادهای فرین

منفی است (جدول 1).  $48/2$  درصد از وسعت ایران که از خود روند نشان می‌دادند ( $25/2$  درصد از کشور)، شیب افزایشی کم‌تر از 2 روز در دهه دارد. اما نکته قابل توجه این ماه افزایش زیاد روزهای فرین گرم با شیب 2 تا 4 روز در دهه (در 18 درصد ایران) می‌باشد. پس از این ماه در آبان و آذر این مقدار شیب به سرعت افت نموده است. به دلیل داشتن این مقدار شیب در برخی نقاط ایران، مهر ماه در بین دیگر ماه‌های سال در ردیف اول قرار می‌گیرد. مناطق با شیب بیشینه منفی نسبت به ماه قبل کم‌تر شده و بر زردکوه مستقر شده است البته شیب کم‌تر آن بر ارتفاعات کرمانشاه و بخش‌های کوچکی از ارتفاعات شرق و غرب کشور قرار گرفته است. مناطق با شیب بیشینه مثبت مانند ماه‌های قبل بر ارتفاعات نیمه جنوبی کشور مستقر شده اما نسبت به ماه‌های قبل به سمت عرض‌های جنوبی‌تر حرکت کرده است.



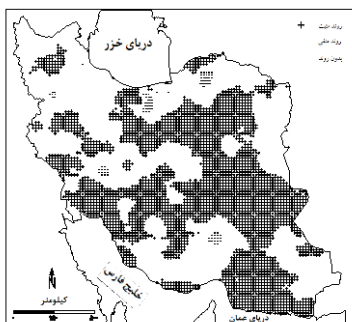
شکل (17): روند دمای فرین گرم در ماه مهر



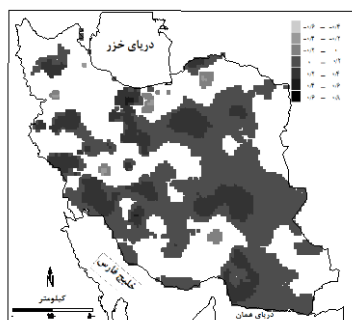
شکل (18): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه مهر

در ماه آبان، رویداد گرماهای فرین در 54 درصد از پهنه ایران بدون روند است. روند مثبت گرماهای فرین نیز حدود  $41/9$  درصد از سطح ایران را در بر گرفته است.  $4/1$  درصد ایران نیز روند منفی نشان می‌دهد (جدول 1).  $85/9$  درصد از گستره دارای روند (نزدیک به 40 درصد ایران)، گویای شیب کم‌تر از

می‌دهد. در این ماه، پس از 2 ماه آخر پاییز که شاهد کاهش گسترش شدید مقدار شیب افزایشی 4 تا 6 روز در دهه بودیم، باز شاهد افزایش گسترش این مقدار شیب (به میزان 26/5 درصد ایران) در مناطق دارای روند هستیم. با توجه به این که دی‌ماه تقریباً در سراسر ایران سردترین ماه سال محسوب می‌شود، این نتیجه قابل توجه است. شیب بیشینه‌ی مثبت بر دماوند، ارتفاعات سهند و دشت گرگان و ارتفاعات سپیدان فارس متمرکز شده است.



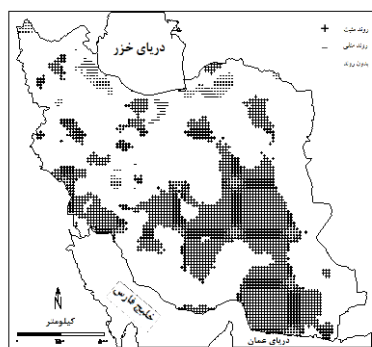
شکل (23): روند دمای فرین گرم در ماه دی



شکل (24): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه دی

در بهمن ماه، رویداد گرماهای فرین بر روی حدود 86/5 درصد از پهنه‌ی ایران در سطح اطمینان 95 درصد روند نشان نمی‌دهد که از این نظر بین دیگر ماه‌ها در ردیف اول قرار می‌گیرد. حدود 11/6 درصد ایران نیز روند منفی دارد که از این نظر نیز بین سایر ماه‌ها در ردیف دوم قرار می‌گیرد. کمترین روند مثبت رویداد گرماهای فرین به میزان 49/2 درصد از گستره‌ی کشور در این ماه می‌باشد. 10/4 درصد از میزان مساحتی که در سطح اطمینان 95 درصد دارای روند بوده، دارای شیب کمتر از 2 روز در دهه است، اما، نکته‌ی قابل توجه دیگر این ماه آن است که 80 درصد مناطق دارای روند (10 درصد ایران) شیب منفی

گرم شیب افزایشی کمتر از 2 روز در دهه را نشان می‌دهد. نزدیک به 8 درصد از مناطق دارای روند (3 درصد کشور) نیز نشان‌دهنده شیب کاهش‌ی کمتر از 2 روز در دهه است. مناطق با شیب منفی بر خلاف ماه‌های قبل در این ماه بر ارتفاعات شمالی کشور قرار گرفته است (ارتفاعات طالش و آلاداغ). اما، منطقه با شیب بیشینه مثبت بر دماوند مستقر شده است.

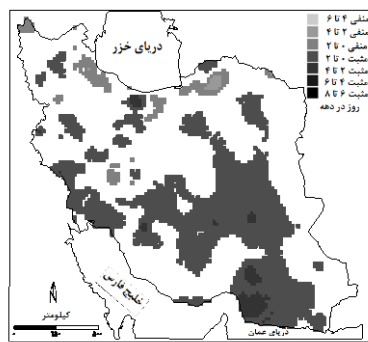


شکل (21): روند دمای فرین گرم در ماه آذر

رفتار زمانی- مکانی رویداد گرماهای فرین ایران در فصل زمستان

در دی‌ماه، رویداد گرماهای فرین بر روی حدود 49/6 درصد از پهنه ایران در سطح اطمینان 95 درصد روند نشان نمی‌دهد

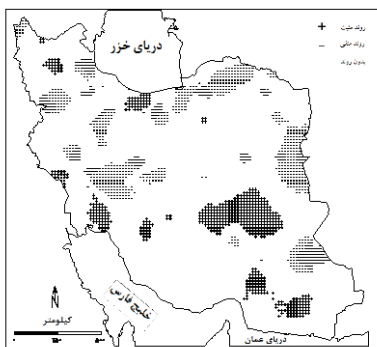
9



شکل (22): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه آذر

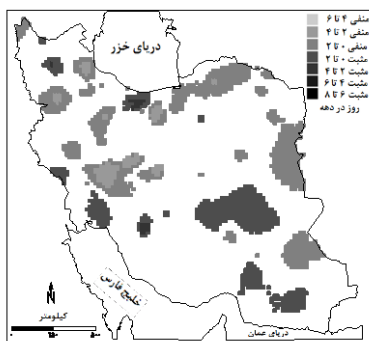
حدود 1/2 درصد ایران نیز دارای روند منفی است. 49/2 درصد از گستره کشور شاهد روند مثبت رویداد گرماهای فرین در این ماه می‌باشد، به طور تقریبی، نیمی از مناطق کشور در این ماه دارای روند مثبت است. همچنین، 71 درصد از گستره‌ی نواحی که در سطح اطمینان 95 درصد دارای روند بوده (36 درصد ایران)، شیب افزایشی کمتر از 2 روز در دهه را نشان

عبارتی، در 12 درصد از گستره ایران در این ماه شاهد کاهش روزهای فرین گرم هستیم و فقط در 9 درصد آن روزهای فرین گرم در حال افزایش است. مناطق با شیب بیشینه منفی در این ماه مانند بهمن می‌باشد، اما وسعت بیشتری یافته‌اند. مناطق با شیب بیشینه مثبت نیز بر ارتفاعات مهم کشور از جمله دماوند، سهند و سپیدان و دشت لوت و بخشی از ارتفاعات بشاگرد و چاله‌ی جازموریان قرار گرفته‌اند.



شکل (27): روند دمای فرین گرم در ماه اسفند

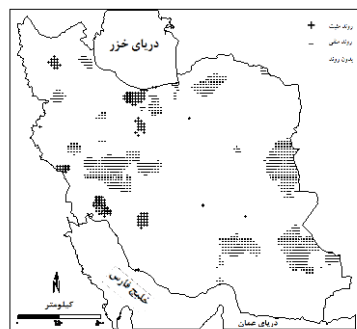
در فصل زمستان، در دی ماه در 39 درصد از گستره کشور روزهای فرین گرم با آهنگ کمتر از 2 روز در دهه در حال افزایش است، اما در بهمن و اسفند بر خلاف دی ماه بیشتر مناطق دارای روند نشان‌دهنده آهنگ کاهش روزهای فرین گرم



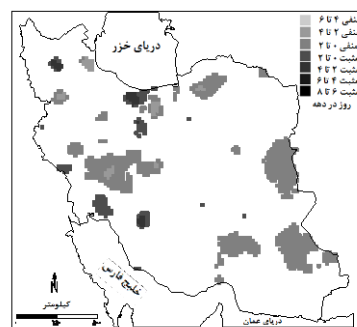
شکل (28): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه اسفند

است و مناطق افزایشی این رویدادها گستره‌ی کمتری را می‌پوشاند. در ماه‌های فصل زمستان بیشینه‌ی شیب مثبت بر ارتفاعات مهم کشور از جمله دماوند، سهند و سپیدان فارس قرار دارد، اما بیشینه شیب منفی بیشتر در مناطق مرتفع غرب و شمال کشور مشاهده می‌شود.

(کاهش) کمتر از 2 روز در دهه را نشان می‌دهد که از این نظر نیز در ردیف اول نسبت به دیگر ماه‌های سال قرار می‌گیرد. شیب بیشینه‌ی منفی در این ماه بر ارتفاعات طالش، چهل چشمه (آذربایجان غربی)، زاگرس (اطراف زردکوه) و ارتفاعات بارز و گوشه‌هایی از ارتفاعات شرق کشور متمرکز شده است. با این که مناطق با شیب مثبت در این ماه کم می‌باشد، اما بر ارتفاعات مهم کشور از جمله دماوند، سهند و سپیدان قرار گرفته‌اند.



شکل (25): روند دمای فرین گرم در ماه بهمن



شکل (26): شیب روند تعداد روزهای فرین گرم در ماه بهمن

در اسفند ماه، رویداد گرماهای فرین بر روی حدود 77/7 درصد از پهنه ایران در سطح اطمینان 95 درصد روند نشان نمی‌دهد که از این نظر بین سایر ماه‌ها در ردیف دوم قرار می‌گیرد. حدود 14 درصد ایران دارای روند منفی می‌باشد که از این نظر نیز بین سایر ماه‌ها در ردیف اول قرار می‌گیرد. روند مثبت رویداد گرماهای فرین 8/3 درصد از گستره کشور را در این ماه می‌پوشاند. 35/8 درصد از مقدار مساحتی که در سطح اطمینان 95 درصد دارای روند بوده (نزدیک به 9 درصد از گستره ایران)، دارای شیب کمتر از 2 روز در دهه است. اما، 54/3 درصد آن نشان‌دهنده‌ی شیب منفی کمتر از 2 روز در دهه است. به

**جدول (1): درصد گسترش روند روزهای فرین گرم در ماه‌های مختلف (در سطح اطمینان 95 درصد)**

ماه	درصد گسترش روند مثبت	درصد گسترش روند منفی	درصد گسترش بدون روند
فروردین	32/9	3/1	64/1
اردیبهشت	45/5	4/5	50
خرداد	35/5	7/2	57/2
تیر	46/2	7/5	46/3
مرداد	43/7	6/9	49/4
شهریور	<b>52/3</b>	6/1	41/6
مهر	46	6/3	47/7
آبان	41/9	4/1	54
آذر	32/8	3	64/2
دی	<b>49/2</b>	1/2	49/6
بهمن	1/9	<b>11/6</b>	<b>86/5</b>
اسفند	8/3	<b>14</b>	<b>77/7</b>

**نتیجه گیری**

سری زمانی نمایه‌ی انحراف بهنجار شده‌ی دما برای پهنه‌ی ایران طی دوره مورد مطالعه بیان‌گر آن است که روند شاخص به‌دست آمده ناهنجاری زیادی را طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. روزهای فرین گرم طی دوره مورد مطالعه روند صعودی از خود نشان می‌دهد. بیشترین روند مثبت تعداد روزهای همراه با گرماهای فرین مربوط به ماه‌های شهریور، دی و اردیبهشت

است که وسعت زیادی داشته و بیشتر در مناطق جنوبی کشور قرار دارند. بیشترین درصد پهنه ایران که روند منفی تعداد روزهای همراه با گرماهای فرین را نشان می‌دهد، مربوط به ماه‌های اسفند و بهمن می‌باشد. بیشینه‌ی شدت افزایش تعداد روزهای گرم فرین مربوط به ماه فروردین است که حدود

32

**جدول (2): گستره گروه‌های روندی مختلف در طی ماه‌های سال (بر حسب درصد)**

ماه	4 تا 6 روز کاهش در دهه	2 تا 4 روز کاهش در دهه	0 تا 2 روز کاهش در دهه	0 تا 2 روز افزایش در دهه	2 تا 4 روز افزایش در دهه	4 تا 6 روز افزایش در دهه	6 تا 8 روز افزایش در دهه
فروردین	0	0	8/5	<b>88/3</b>	3/1	0	0
اردیبهشت	0	0/5	8/5	<b>70/9</b>	17/8	2/3	0/1
خرداد	0	0/6	16/3	<b>68/6</b>	9/9	3/3	1/2
تیر	0/6	3/7	9/7	<b>50/9</b>	<b>28/9</b>	3/4	1/9
مرداد	1	4/2	8/5	<b>45/1</b>	<b>30/1</b>	<b>7/9</b>	3/2
شهریور	0/4	2/2	8	<b>51/7</b>	<b>31</b>	<b>5/5</b>	1/2
مهر	0/3	3/4	8/3	<b>48/2</b>	<b>34/3</b>	5/3	0/2
آبان	0	1/1	7/7	<b>85/9</b>	5	0/2	0
آذر	0	0/9	7/5	<b>86/2</b>	5/4	0	0
دی	0	0/4	2	<b>70/9</b>	26/5	0/2	0
بهمن	0	<b>5/8</b>	<b>80</b>	<b>10/4</b>	3/8	0	0
اسفند	0	<b>8/3</b>	<b>54/3</b>	<b>35/8</b>	1/6	0	0

درصد از کشور گرماهای فرین با شیب کمتر از 2 روز در دهه در حال افزایش است. پس از فروردین به ترتیب ماه‌های آذر و

اردیبهشت قرار می‌گیرند، البته گسترش مکانی آن‌ها بیش از ماه فروردین است. بررسی آهنگ روند روزهای فرین گرم در نیمه

صورت پراکنده بیشتر در غرب، شمال و بخش‌هایی از شرق کشور گسترده شده‌اند. بیشینه‌ی گستره مناطق بدون روند نیز در ماه‌های اسفند و بهمن قرار گرفته است. در فصل زمستان، بیشینه‌ی شیب مثبت بر ارتفاعات مهم کشور از جمله دماوند، سهند و سپیدان فارس قرار دارد و بیشینه‌ی شیب منفی بیشتر در مناطق مرتفع غرب و شمال کشور مشاهده می‌شود. به طور کلی، 3 بررسی آهنگ روند در ماه‌های مختلف گویای آن است که در اکثر نقاط ایران افزایش تعداد روزهای فرین گرم از 2 روز در دهه فراتر نمی‌رود.

### یادداشت‌ها

1. پایگاه داده‌ی اسفزاری یک پایگاه داده اقلیمی ملی است که داده‌های دمای متوسط، دمای شبانه، دمای روزانه، بارش روزانه و یخبندان را در مقیاس روزانه و تفکیک مکانی  $15 \times 15$  کیلومتر در خود جای داده است. این پایگاه داده در دانشگاه اصفهان توسط مسعودیان تهیه شده است.

## 2. Normalized Temperature Departure

اول سال بیان کننده آن است که این رویدادها در فصول گرم سال با مقدار بسیار بزرگی در حال افزایش است. به این معنی که تنها در این بخش سال شاهد افزایش تعداد روزهای فرین گرم با شیب 6 تا 8 روز در دهه (یا 60 تا 80 روز در قرن) در برخی نقاط ایران هستیم. نکته قابل توجه دیگر این است که باز هم تنها در فصل تابستان و مهر ماه کاهش این رویدادهای گرم را در برخی نقاط ایران با شیب 4 تا 6 روز در قرن می‌بینیم. بیشینه‌ی شیب مثبت در نیمه اول سال بیشتر بر ارتفاعات جنوبی کشور منطبق می‌باشد. اما، بیشینه‌ی شیب منفی بیشتر بر ارتفاعات زردکوه و نیمه غربی کشور و سواحل دریای عمان منطبق است. در فصل زمستان در دی ماه در بخش بزرگی از کشور روزهای فرین گرم با آهنگ کمتر از 2 روز در دهه در حال افزایش است. اما، در بهمن و اسفند بر خلاف دی ماه بیشتر مناطق دارای روند نشان دهنده آهنگ کاهش روزهای فرین گرم است و مناطق افزایشی این رویدادها گستره‌ی کمتری را می‌پوشاند. در اسفند و بهمن، روند گرماهای فرین در بخش کوچکی از کشور با آهنگ کمتر از 2 روز در دهه در حال کاهش است. این مناطق به

### فهرست منابع

- جهانیخس، س. و ترابی، س. 1383. بررسی و پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در ایران، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره 74، 104-125.
- تقوی، ف. و محمدی، ح. 1386. بررسی دوره بازگشت رویدادهای اقلیمی حدی به منظور شناخت پیامدهای زیست محیطی، مجله محیط شناسی، شماره 43، ص 12.
- رحیم‌زاده، ف. و عسگری، ا. 1383. نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه‌روزی دما در کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره 73، 155-171.
- رحیم‌زاده، ف. عسگری، ا. فتاحی، ا. محمدیان، ن. تقی‌پور، ا. 1388. روند نمایه‌های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره 1951-2003، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره 93، 144-119.
- شیرغلامی، ه. و قهرمان، ب. 1384. بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 1، 9-23.
- کاویانی، م. ر. و عساکره، ح. 1380. بررسی و مدل‌سازی روند دما طی سده گذشته (مطالعه موردی ایستگاه جاسک)، مطالعات و پژوهش‌های دانشکده ادبیات و علوم انسانی، اصفهان، پاییز و زمستان (26-27)، 38-19.
- مسعودیان، س. ا. 1383. بررسی روند دمای ایران در نیم سده‌ی گذشته، مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان، 2 (پیاپی 3)، 106-89.
- Bonsal, B. R; Zhang, X; Vincent, L. A. & Hogg, W. D. 2001. Characteristics of Daily and Extreme Temperatures over Canada, Journal of Climate, Vol. 14, 1959-1979.
- Brown, B. G. & Katz, R. W. 1995. Regional Analysis of Temperature Extreme: Spatial Analogue for Climate Change?, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, Journal of Climate, Volume 8, 108pp
- Brunet, M.; Sigro, J.; Jones, P. D.; Saladie, O.; Aguilar, E.; Moberg, A.; Lister, D. & Walther, A. 2007. Long-term changes in extreme temperatures and precipitation in Spain, Contribution to Science, 3, 331-342.
- Chung, Y. S. & Yoon, M. B. 2000. Interpretation of recent temperature and precipitation trends observed in Korea, Theor. Appl. Climatol. 67, 171-180

- Degaetano, A. T. & Allen, R. J. 2002. Trends in Twentieth- Century Temperature Extremes across the United States, *Journal of Climate*, Vol. 15, 3188- 3205.
- Elagib, N.; Ahmad, A. A. & Anwar, S. 2009. Development of temperatures in the Kingdom of Bahrain from 1947 to 2005, *Theor Appl Climatol*, 269-279.
- Fujibe, F.; Yamazaki, N.; Kobayashi, K. & Nakamigawa, H. 2007. long-term changes of temperature extremes and day-to-day variability in Japan, *papers in Meterology and Geophysics*, Vol 58.63-72.
- Horton, E. B.; Folland, C. K. & Parker, D. E. 2001. The Changing Incidence of Extremes in Worldwide and Central England Temperatures to the End of the Twentieth Century, *Climatic Change*, Kluwer Academic Publishers, 267-295.
- Klein Tank, A. M. G. & Konnen, G. P. 2003. Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99, *Journal of Climate*, Vol. 16, 3665-3680.
- Mearns Linda, O.; Schneider, K. & Schneider, S. 1984. Extreme High-Temperature Events :Changes in their Probabilities with Changes in Mean Temperature ,*American Meteorology Society*, Vol 23, 1603.
- Rusticucci, M. & Barrucanda, M. 2004. Observed Trends and Changes in Temperature Extremes over Argentina. *Journal of Climate*, Vol. 17, 4099-4107.
- Shouquan Cheng, C. H.; Cambel, M.; Li, Q; Li ,G. H.; Day, N.; Pengelly, D.; Gingrich, S.; Kalaassen, J.; Maclver, D.; Comer, N.; Mao, Y.; Thompson, W. & Lin. H. 2008, Differential and combined impacts of extreme temperatures and air pollution on human mortality in south–central Canada. Part II: future estimates, *Air Qual Atmos Health*, 1:223–235
- Stafford, J. M.; Wendler, G.; Curtis, J. 2000. Temperature and precipitation of Alaska: 50 year trend analysis, *Theor. Appl. Climatol*. 67, PP. 33-44
- Su, B. D.; Jiang, T.; Jin, W. B. 2006. Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. *Theor. Appl. Climatol*, 83, 139– 151.
- Tzanakou, M. & Deligiorgi, D. 2006. Trends of the Daily Maximum Temperature in Relation with the Climatic Change and the Urbanization in the Athens Basin, *Global NEST Journal*, Vol 8, No 3, pp186-194.
- Yan, Z.; Jones, P. D.; Davies, T. D.; Moberg, A.; Bergstrom, H.; Camuffo, D.; Cocheo, C.; Maugeri, M.; Demaree, G. R.; Verhoeve, T.; Thoen, E.; Barriendos, M.; Rodriguez, R.; Martin-Vide, J. & Yang, C. 2002. Trends of extreme temperatures in Europe and China based on daily observations, *Climatic Change*, 53, 355–392.
- Yue, S. & Hashino, M. 2003. Temperature trends in Japan: 1900– 1996, *Theor. Appl. Climatol*. 75, 15–27
- Zhang, Q.; Xu, C. Y.; Zhnag, Z.; Ren, G. & Chen, Y. D. 2008. Climate change or variability? The case of Yellow river as indicated by extreme maximum and minimum air temperature during 1960–2004, *Theor. Appl. Climatol*, 93, 35–43.