فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، شماره پیاپی ۱۰۵

سید ابوالفضل مسعودیان، استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان
محمد دارند، استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه کردستان
S.A. Masoodian
M. Darand
E-mail: s.a.masoudian@geo.ui.ac.ir

شماره مقاله: ۸۵۶
شماره صفحه پیاپی ۱۸۰۹۹-۱۸۰۷۹

تحلیل زمانی- مکانی روند روزهای فرین سرد ایران

چکیده

در این پژوهش برای تحلیل زمانی- مکانی روند روزهای فرین سرد ایران، از داده‌های میانگین دمای روزانه۶۶۳ پیمونگاه اقلیمی و همدید ایران در بازه زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ استفاده شده است. به‌کمک روش کریگینگ داده‌ها برای یاخته‌های۱۵×۱۵- کیلومتر برای پهنه ایران میان‌یابی شدند و یک‌آرایه۷۱۸۷× ۱۵۷۰۵ به دست آمد. برای شناسایی روزهای همراه با دمای فرین از نمایه تفاضل دمای بهنجار شده (*NTD*) استفاده شد. روزهایی که میزان نمایه دست‌کم ۲- بود($NTD \leq -2$) به عنوان روزهای همراه با رخداد سرمای فرین برگزیده شدند و روند آن برای پهنه ایران در برج‌های مختلف سال محاسبه شد. نتایج نشان داد‌که گستره روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد طی دوره مورد مطالعه بیشتر از گستره روند مثبت است. روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد بر روی ناهمواری‌های مرتفع شهرکرد، سنندج، زنجان تا اردبیل و به صورت نوار باریکی بر روی رشته کوه‌های البرز قرار گرفته‌اند، در حالی که روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد، نیمه مرکزی و جنوبی کشور را در بر دارد. بیشترین وکمترین رخداد سرماهای فرین ایران به ترتیب مربوط به برج‌های دی و تیر است.

واژه‌های کلیدی: روند دماهای فرین، تحلیل زمانی-مکانی، ایران.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

پیشگفتار

اقلیم‌شناسان اغلب از میانگین پارامترهای اقلیمی برای توصیف اقلیم استفاده می‌کنند، در حالی که میانگین‌ها، نماینده، کاملی از اقلیم نیستند. تغییر اقلیم در صورتی رخ می‌دهدکه توزیع مقادیر فرین تغییر کند، نه خود میانگین‌ها(یان و همکاران[1]،۲۰۰۲، ۳۵۶). مطالعه تغییر اقلیم و نحوه پراکنش آن که حاصل فعالیت‌های بشر است، یکی از مهمترین موضوع‌های مطالعات اخیر اقلیم‌شناسی است. مطالعات اخیر افزایش دمای کره زمین را طی قرن بیستم، حدود ۰/۴ تا ۰/۸ درجه سانتی گراد گزارش کرده‌اند (کمیته نظارت بر دیده بانی دما[2]، ۲۰۰۰)، اما روند آن از لحاظ زمانی و مکانی یکسان توزیع نشده است. کمیته بین دول تغییر اقلیم (IPCC[3]) مطالعه روند و تغییرات دماهای فرین را به عنوان نمایه مهمی برای درک بهتر تغییر اقلیم درگذشته وآینده معرفی کرده است. یان[4] و همکاران روند دماهای فرین اروپا و چین را برپایه مقادیر روزانه بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که سه دوره تغییرات دماهای فرین در اروپا و چین دیده می‌شود،کاهش دماهای فرین گرم قبل از قرن نوزدهم کاهش دماهای فرین سرد از قرن نوزدهم به بعد و افزایش دماهای فرین گرم از دهه۱۹۶۰(یان و همکاران، ۲۰۰۲، ۳۵۵). لاوسون[5] روند دماهای فرین سرد بر روی علفزارهای کانادا را بررسی کرد. نتایج نشان داد که در ژانویه و فوریه، روند نزولی معنی داری در رخداد دماهای کمینه سرد روزانه طی دوره ۱۹۱۴-۱۹۹۴ مشاهده می‌شود. در ماه مارس برخی پیمونگاه‌ها، روند معنی داری نشان می دادند و در دسامبر روند معنی داری در هیچ کدام از پیمونگاه‌ها دیده نشد(لاوسون،۲۰۰۳ ،۲۳۳). روستیکیوسی و بروکندا[6] روند تغییرات دماهای فرین آرژانتین را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که به طور کلی تعداد روزهای گرم و شب‌های سرد در تابستان روند منفی نشان می‌دهند. تعداد شب‌های گرم و روزهای سرد در برخی مکان‌ها روند مثبتی نشان می‌دهد. در پاتاگونیا در بسیاری از پیمونگاه‌ها تعداد روزها و

1- Yan et al
2 -Panel on Reconciling Temperature Observation
3 -Intergovernmental Panel on Climate Change
4 -Yan
5 - Lawson
6 - Rusticucci and Barrucanda

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

شب‌های گرم در فصل زمستان افزایش یافته و تعداد روز و شب‌های سرد در تابستان کاهش یافته است(روستیکیوسی و بروکندا،۲۰۰۴، ۴۰۹۹). سو[۷] و همکاران روند دما و بارش فرین حوضه رودخانه یانگ تسه چین را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میانگین دمای کمینه و بیشینه در منطقه مورد مطالعه، دارای روند مثبت است. تعداد روزهای سرد با دمای کمتر و برابر با صفر درجه و دمای کمتر و برابر با ۱۰- درجه کاهش معنی داری را نشان می‌دهد، درحالی که تعداد روزهای گرم (مقادیر دما دست کم ۳۵ درجه) کاهش اندکی را نشان می‌دهد (سو و همکاران، ۲۰۰۶، ۱۳۱). برونیت[۸] 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. تغییرات روزانه دماهای فرین بیشتر از تغییرات شبانه دماهای فرین است(برونیت و همکاران، ۲۰۰۷، ۳۳۱). ژانگ[۹] و همکاران تغییر یا تغییرپذیری اقلیم را در حوضه رودخانه یلو(زرد) به کمک مطالعه دمای فرین سرد و گرم طی بازه زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۴ بررسی کردند. نتایج آنها نشان دادکه رخداد سرماهای فرین روبه کاهش است.گرمایش سالانه حوضه ناشی از افزایش دمای کمینه فصل زمستان است(ژانگ و همکاران،۲۰۰۸، ۳۵). روستیسیوسی و رینوم[۱۰] تغییرات و روند نمایه دماهای فرین روزانه را در اروگوئه بررسی‌کردند. نتایج ایشان نشان داد که روند رخداد شب‌های سرد و روزهای سرد طی دوره مورد مطالعه منفی است. بیشترین روند منفی مربوط به شب‌های سرد است. روند رخداد تعداد روزهای گرم و شب‌های گرم مثبت است (روستیسیوسی و رینوم،۲۰۰۸، ۱۰۸۳). مشابه همین کار را رحیم زاده و همکاران در ایران انجام دادند. آنها تغییرات دما و بارش فرین ایران را طی دهه‌های اخیر بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که نمایه‌های دماهای فرین نظیر روزهای همراه با یخبندان، روزهای سرد، شب‌های سرد و اختلاف دمای روزانه در بیشتر مناطق ایران روند منفی نشان می‌دهند، در حالی که روزهای تابستانی، روزهای گرم و شب‌های حاره‌ای در بیشتر مناطق ایران روند مثبت نشان می‌دهد

7 - Su
8 - Brunet
9 -Zhang
10 -Rusticucci and Renom

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

(رحیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸، ۱۳۲۴). وارفی[11] و همکاران ویژگی‌های آماری روزهای همراه با رخداد سرما و گرمای فرین یونان را بررسی کردند. آنها نشان دادند که میزان و شدت رخداد سرما و گرمای فرین در چهار دهه اخیر قرن بیستم، تغییرات معنی داری از خود نشان می‌دهد (وارفی و همکاران، ۲۰۰۹، ۴۵). چوی[12] و همکاران تغییرات رخدادهای فرین و میانگین دما و بارش را در مناطق آسیایی اقیانوس آرام طی دوره ۱۹۵۵-۲۰۰۷ بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که تغییرات بارش و دما نسبت به میانگین‌ها طی دوره مورد مطالعه بسیار زیاد است. روند معنی دار بارش‌های فرین در کمتر از ۳۰ درصد پیمونگاه‌ها مشاهده شد، درحالی که دماهای فرین در بیشتر از ۷۰ درصد پیمونگاه‌ها دارای روند معنی دار است (چوی و همکاران،۲۰۰۹، ۱۹۰۶). یونکیسوایس و توسیک[13] نیز تغییرات روزانه دماهای فرین را در فصل زمستان و تابستان بلجراد مطالعه کردند. دماهای مطلق کمینه(بویژه در فصل زمستان) نسبت به دماهای مطلق بیشینه افزایش بیشتری نشان می دهند(یونکیسوایس و توسیک،۲۰۰۹، ۲۷).لوسیو[14] و همکاران تغییرات رخداد دماهای فرین مناطق قاره‌ای پرتغال را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که فراوانی رخداد دماهای فرین قابل ملاحظه است. آنها علت این امر را تغییر پذیری طبیعی سیستم‌های اقلیمی و فعالیت‌های انسان می دانند که به افزایش گازهای گلخانه‌ای و تمرکز آن در جو منجر می‌شود (لوسیو و همکاران،۲۰۱۰، ۱۷۱). مارتینز[15] و همکاران نیز روند دماهای کمینه و بیشینه کاتالونیا را طی بازه زمانی ۱۹۷۵-۲۰۰۴ بررسی کردند (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۶۷). در ایران قائمی و عساکره روند تغییرات دمای مشهد را طی سده گذشته بررسی و رابطه آن را با نوسان‌های اطلس شمالی از دیدگاه آماری تحلیل کردند. آنها نشان دادند که دمای مشهد و نوسان‌های اطلس شمالی طی دوره مورد بررسی، سه فاز را تجربه نموده اند(قائمی و عساکره، ۱۳۸۲، ۱۱۶). جهانبخش و ترابی تغییرات دما و بارش ایران را بررسی و پیش بینی کردند و نشان دادند که مقادیر کمینه دما در مناطق شمالی (سواحل دریای خزر) و نواحی کوهستانی ایران دارای تفاوت‌های قابل

11 - Varfi
12 - Choi
13 - Unkasevice and Tosic
14 - Lucio
15 - Martinez

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

ملاحظه ای بوده، ولی در دیگر مناطق کشور تغییرات زیادی ندارد. از طرف دیگـر، مقـادیر بیشینه دما در کلیه مناطق ، به جز نواحی جنوبی کشور(مجاورت خلیج فارس و دریای عمان) دارای تغییرات زیادی است(جهانبخش و ترابـی، ۱۳۸۳، ۱۰۴). رحـیم زاده و عسـکری نیـز اختلاف آهنگ افزایش دمای کمینه و بیشینه وکاهش دامنه شـبانه روزی دمـا در ایـران را مطالعه کردند و نشان دادندکه دامنه تغییرات شبانه روزی دما در برخی از شـهرهای بـزرگ میزان کاهشی قابل ملاحظه ای داشته است (رحیم زاده و عسکری، ۱۳۸۳، ۱۵۵). شیر غلامـی و قهرمان نیز روند تغییرات دمای متوسط سالانه ایران را بررسی کردند و نشان دادند کـه در ۰/۵۹درصد پیمونگاه‌ها تغییرات دما دارای روند مثبت و در۰/۴۱ پیمونگاه‌ها دارای روند منفی است و بیشتر مناطق در سال‌های آتی با افزایش دمـا روبـه رو خواهـد بود(شـیر غلامـی و قهرمان،۱۳۸۴، ۹). مسعودیان روند دمای ایران را در نیم سده گذشته بررسی کرد. به نظر وی روندهای افزایش دما عمدتاً در سرزمین‌های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهشی عمـدتاً در رشته کوه‌ها دیده می‌شوند (مسعودیان، ۱۳۸۳، ۸۹). نتایج این پژوهش نیز یافته‌های مسعودیان را تأیید می‌کند.

داده‌ها و روش شناسی

در این پژوهش از داده‌های میانگین دمای روزانه ۶۶۳ پیمونگاه اقلیمی و همدید ایران در بازه زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ (برابر با ۱۵۷۰۵روز) استفاده شده است. داده‌هـای ۶۶۳ پیمونگاه به کمک روش کریگینگ برای یاخته‌های ۱۵×۱۵ کیلومتر برای پهنه ایران درون یابی شد و ۷۱۸۷ یاخته به دست آمد. در نهایت، آرایه‌ای با ابعاد ۷۱۸۷×۱۵۷۰۵ به دست آمد که بر روی سطرها روز و بر روی ستون‌ها یاخته‌ها قرار داشـتند. بـرای شناسـایی روزهـای همراه با دمای فرین از نمایه تفاضل دمای بهنجار شده(NTD[16]) بهره بـردیم. بـرای محاسـبه نمایهNTD، نخست به کمک فرمول۱ میانگین دمای هر یاخته در هـر روز تقـویمی محاسـبه شد.

$$\overline{T_*(i,j)} = \sum_{n=1340}^{1382} T_*(i,j,n) \div N \qquad (۱)$$

16 - Normalized Temperature Deviation

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

اگر سری زمانی داده‌های میانگین دمای روزانه را ترسیم کنیم، نوفه‌هایی در سری زمانی داده‌ها دیده می شود. برای حذف این نوفه‌ها میانگین متحرک ۹ روزه سه بار بر روی خروجی رابطه یک انجام گرفت. دلیل انتخاب این باند از میانگین متحرک با سه بار تکرار متوالی این است که کمتر از آستانه‌های ذکر شده نوفه‌ها به طور کلی حذف نخواهند شد. سرانجام انحراف دمای هر روز از میانگین بلند مدت دمای همان روز در همان مکان به کمک فرمول ۲ محاسبه شد.

$$\Delta T_*(i,j,n) = T_*(i,j,n) - \overline{T_*(i,j)}. \qquad (۲)$$

میزان انحراف دمای هر روز از میانگین بلند مدت برای نقاط مختلف و زمان‌های مختلف دارای اهمیت یکسانی نیست. انحراف دما در یک زمان مشابه، برای مناطقی که به طور کلی میزان پراش دما در آنجا بسیار اندک است، اهمیت بیشتری نسبت به مناطقی دارد که میزان پراش دما در آنجا زیاد است. بنابراین، برای اینکه میزان انحراف دما در نقاط مختلف با هم قابل مقایسه باشند، باید مقادیر مطلق انحراف دما به کمک پراش و انحذاف معیار دما استاندارد سازی شود. پراش هر روز طبق فرمول ۳ به دست آمد و دوباره میانگین متحرک ۹ روزه سه بار بر روی آن انجام شد.

$$\overline{\sigma^2(i,j)} = \sum_{n=1340}^{1382} \sum_{j'=j-15}^{j+15} [\Delta T_*(i,j',n) - \overline{\Delta T(i,j')}]^2 \div 31N \qquad (۳)$$

$$\overline{\Delta T_*(i,j)} = \sum_{1340}^{1382} \sum_{j'=j-15}^{j+15} \Delta T_*(i,j',n) \div 31N \qquad (۴)$$

در نهایت نمایه تفاضل دمای بهنجار شده(NTD) به کمک فرمول زیر محاسبه می شود:

$$x_*(i,j,n) = \Delta T_*(i,j,n) \div \overline{\sigma_*(i,j)} \qquad (۵)$$

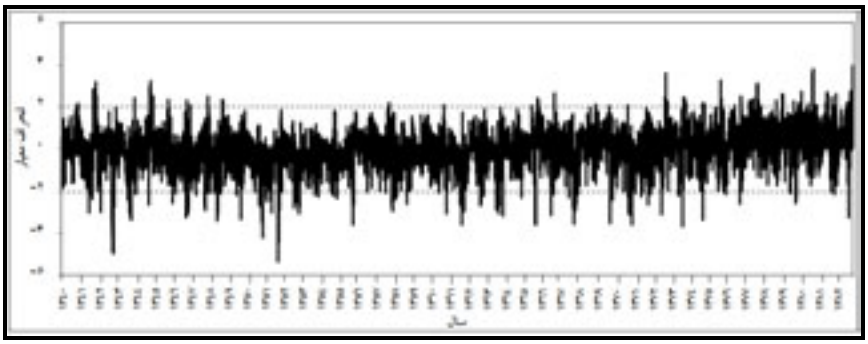
که $\overline{\sigma_*(i,j)} = \sqrt{\overline{\sigma^2{}_*(i,j)}}$ است. پس از محاسبه این نمایه در دوره مورد مطالعه (۱۵۷۰۵روز) برای تک تک یاخته‌های ایران (۷۱۸۷ یاخته) روزهایی که میزان نمایه به دست آمده دست کم ۲- بود($NTD \leq$۲) به عنوان روزهای همراه با رخداد سرمای فرین برگزیده شدند. سپس تعداد روزهایی که دارای چنین شرایطی بودند، در هر برج از سال،

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

جداگانه شمارش شد و روندآن طی دوره مورد مطالعه در سطح اطمینان ۰/۹۵ مـورد آزمـون قرارگرفت.

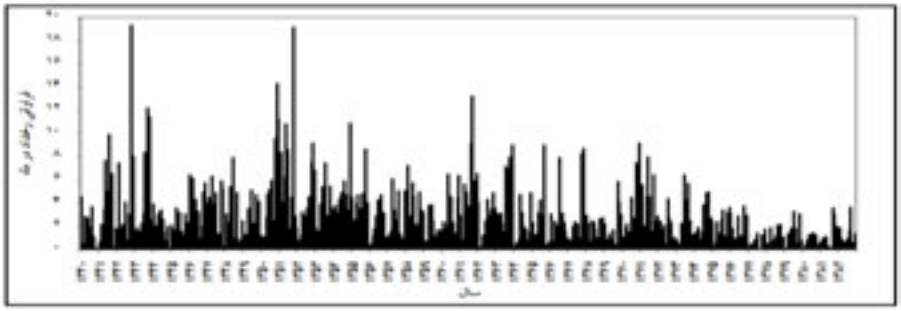
بحث

سری زمانی نمایه *NTD* برای پهنه ایران طی دوره مورد مطالعه در نگاره۱ نشان داده شده است. همان طور که دیده می شود، روند نمایه به دست آمده، ناهنجاری زیادی را طـی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. اگر آستانه دمای فرین سرد وگرم را براساس نمایه به دست آمده، به ترتیب ۲- و۲ در نظر بگیریم، با توجه به این شکل می توان گفـت کـه رخـداد دماهـای فرین سرد طی دوره مورد مطالعه دارای روند نزولی و رخداد دماهای فرین گرم دارای رونـد صعودی هستند. از سال۳۷۱ و۱۳۷۲ به بعد، روند صعودی دماهای فرین گـرم کـاملاً آشـکار است. نگاره۲ فروانی رخداد ماهانه دماهای فرین سرد را طی دوره مورد مطالعه نشان می دهد. این نگاره نیز نشان می دهدکه فراوانی رخداد سرماهای فرین در ایران رو به کـاهش اسـت. طی دوره مورد بررسی، در برخی از سال‌ها فراوانی رخداد سرماهای فرین بـه حـدود ۲۰ روز در برج می رسد(سال۱۳۴۲و۱۳۵۱)، اما در سال‌های اخیر فراوانی رخداد بـه حـدود ۳ روز در برج کاهش یافته است. همچنین، درصد فراوانی رخداد سرماهای فرین در برج‌هـای مختلـف سال نشان دادکه بیشتر سرماهای فرین ایران در برج دی(۲۷درصد) و کمترین آن مربوط بـه برج تیر(۰/۸ درصد) است(نگاره۳).

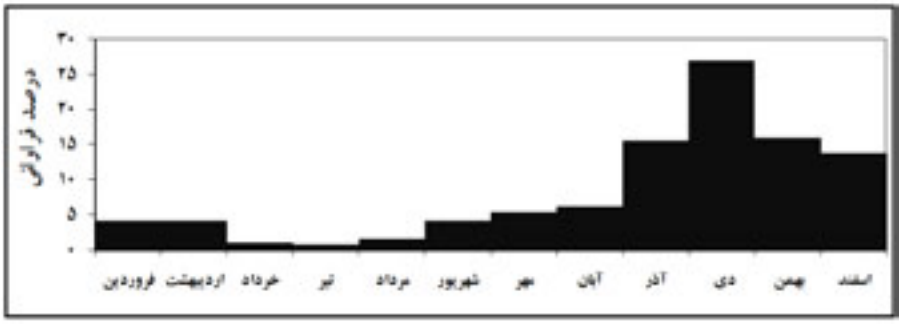


نگاره ۱) سری زمانی نمایه فومیاکی برای پهنه ایران طی دوره مورد مطالعه

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



نگاره ۲) فراوانی ماهانه رخداد سرماهای فرین طی دوره مورد مطالعه



نگاره ۳)درصد فراوانی رخداد سرماهای فرین در برج‌های مختلف سال

در این پژوهش در پی آنیم به این پرسش پاسخ دهیم که رفتار مکـانی- زمـانی رخـداد سرماهای فرین ایران چگونه است؟ آیا سرماهای فرین پهنه ایران رونـد نشـان مـی دهنـد؟ چقدر؟ و کجا؟

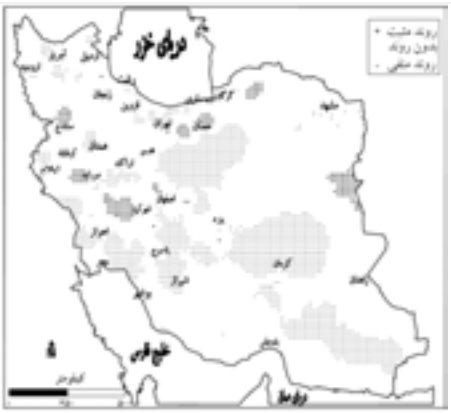
رفتار مکانی- زمانی رخداد سرمای فرین ایران در فصل بهار

در برج فروردین رخداد تعداد روزهای فرین سرد در ۷۴/۴ درصد از پهنه ایـران درسـطح اطمینان ۹۵ درصد بدون روند است که از لحاظ پراکنش مکانی شامل نیمه شرقی، شمال شرق و جنوب ایران است. در این برج از سال ۲/۹ درصد از پهنه ایران دارای روند مثبت است که به صورت پراکنده بر روی بخش‌های مرتفع زاگرس(شهرکرد، خرم آباد، سنندج)، کوه‌هـای شمالی سمنان(البرز) و خراسان جنوبی قرار دارند. حدود ۲۳ درصد از پهنه ایران روند منفـی نشان می دهد که شامل بخش‌هایی از جنوب غرب، جنوب شرق، کرمان و جنوب البرز است.

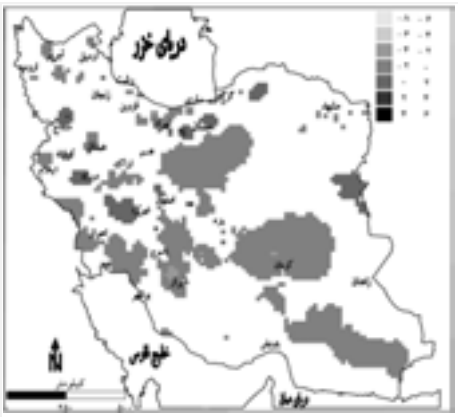
[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

به طور کلی، حدود ۲۶ درصد از پهنه ایران دارای روند است(نگاره۴). شیب روند ۸۸ درصد از بخش‌هایی از ایران که در این برج از سال در سطح ۹۵ درصد معنی دار هستند، ۰ تا ۲ روز در سال به ازای هر دهه تعداد روزهای فرین سرد کاهش و در ۱۱ درصد آن ۰ تا ۲ روز افزایش یافته است(نگاره۵). در برج اردیبهشت تعداد روزهای فرین سرد در حدود ۶۰ درصد از پهنه ایران بدون روند است که شامل بخش‌های جنوبی نیمه شمالی کشور است. روند تعداد روزهای فرین سرد حدود ۸ درصد از پهنه ایران مثبت است و شامل بخش‌های شمالی نیمه شمالی کشور است که به صورت نوار باریکی بر روی کوه‌ها قرار گرفته اند. بخش‌های دیگری از ایران به صورت پراکنده در این برج از سال، روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد را نشان می دهند. برای نمونه، می توان به شهرکرد، سنندج و شرق خراسان رضوی اشاره کرد. روند تعداد روزهای فرین سرد ۳۲ درصد از پهنه ایران منفی است و بیشتر شامل نیمه جنوبی کشور است(نگاره۶). حدود ۱۸ درصد مساحتی از ایران که در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای روند هستند، در هر دهه تعداد روزهای سرد فرین ۲تا ۴ روز کاهش و حدود ۱۹ درصد آن ۰ تا ۲ روز افزایش نشان می دهند(نگاره۷). تعداد روزهای فرین سرد حدود ۶۶ درصد از پهنه ایران در برج خرداد، بدون روند است. تنها ۵ درصد ایران روند مثبت نشان می دهد و از لحاظ پراکنش مکانی بر روی ارتفاعات شهرکرد، سنندج، شمال زنجان و به صورت نواری باریک بر روی کوه‌های البرز از تهران تا شمال شرق قرار دارند. حدود ۲۹ درصد از پهنه ایران روند منفی تعداد روزهای سرد فرین را در این برج نشان می دهد که شامل بخش‌های جنوبی کشور و جنوب رشته کوه‌های البرز هستند(نگاره۸). در ۱۵ درصد بخش‌هایی که در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای روند هستند، تعداد روزهای سرد فرین ۲ تا ۴ روز در سال به ازای هر دهه کاهش نشان می دهند(نگاره۹). به طور کلی، در فصل بهار درصدی از پهنه ایران که روند منفی تعداد روزهای فرین سرد را نشان می دهد، نسبت به روند مثبت بیشتر است. در برج اردیبهشت میزان شدت و گستره کاهش تعداد روزهای فرین سرد نسبت به دو برج دیگر بیشتر است(جدول۱ و۲).

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



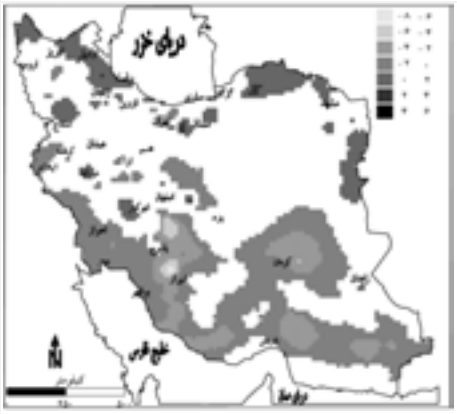
نگاره۴) روند تعداد روزهای فرین سرد برج فروردین



نگاره ۵) شیب روند برج فروردین



نگاره ۶) روندتعداد روزهای فرین سرد برج اردیبهشت

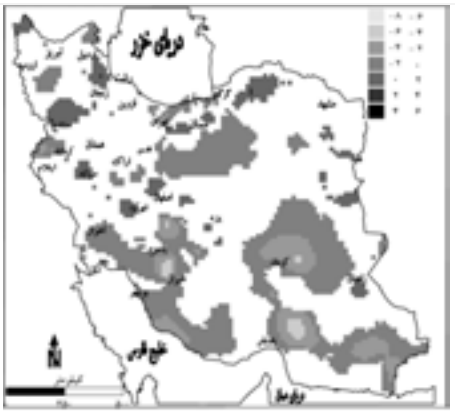


نگاره ۷) شیب روند برج اردیبهشت

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



نگاره ۸) روندتعداد روزهای فرین سرد برج خرداد



نگاره ۹) شیب روند برج خرداد

روند رخداد تعداد روزهای فرین سرد ایران در فصل تابستان

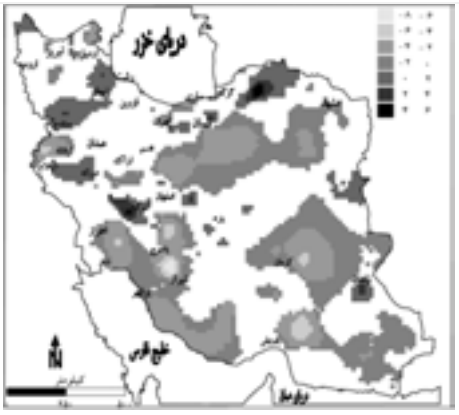
در سطح اطمینان ۹۵ درصد، تعداد روزهای فرین سرد برج تیر در ۵۶/۶ درصد از پهنه ایران بدون روند است. در برج تیر ،گستره روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد به اوج خود می‌رسد(۸ درصد پهنه ایران) که بر روی کوه‌های مرتفع شهرکرد، خرم آباد، سنندج تا زنجان، نوار باریکی بر روی کوه‌های البرز از تهران تا شمال شرق کشور و کوه تفتان زاهدان قرار گرفته است. همچنین ،گستره بدون روند نسبت به دیگر برج‌های سال به حداقل خود می رسد. روند تعداد روزهای فرین سرد ۳۵/۵ درصد از پهنه ایران منفی است که شامل بخش‌های مرکزی، جنوب غربی و جنوب کشور است(نگاره ۱۰). حدود ۵۰ درصد از پهنه ایران که در سطح اطمینان ۹۵ درصد از خود روند نشان می دهند، دارای شیب منفی روند ۰ تا ۲ روز در سال به ازای هر دهه است. همچنین، ۲/۵ درصد آن ۴ تا ۶ روز در سال به ازای هر دهه کاهش نشان می دهد(نگاره ۱۱). در برج اَمرداد تعداد روزهای فرین سردِ حدود ۶۱ درصد از پهنه ایران، روند خاصی از خود نشان نمی دهد. این مناطق در سطح کشور پراکنده هستند. حدود ۳۵ درصد کشور دارای روند منفی است که شامل بخش‌های جنوب غرب کشور، جنوب البرز و کرمان هستند. از کل پهنه ایران ۴/۴ درصد آن دارای روند مثبت است که همانند دیگر برج‌های سال بر روی بخش‌های مرتفع شهرکرد، سنندج و رشته

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

کوه‌های البرز و تفتان قرار دارد(نگاره۱۲). پهنه‌هایی که در سطح اطمینان ۹۵ درصد از خـود روند نشان می دهند، در نیمه جنوبی ایران دارای شیب نزولی شدیدی هستند. در برخی مناطق جنوبی کشور، مانند شیراز تعداد روزهای فرین سرد به ازای هـر دهـه ۶ تـا ۸ روز در سـال کاهش یافته است(نگاره۱۳). تعداد روزهای فرین سرد برج شهریور در ۵۹/۳ درصد از پهنـه ایران، بدون روند است. میزان گستره روند مثبت به دو برج دیگر تابستان کاهش یافته است و ۳/۳ درصد پهنه ایران را شامل می شود و همانند دیگر برج‌های سال به صورت هسته‌هـای بسیار کوچک بر روی ارتفاعات قرار دارند. در ۳۷/۳ درصد از پهنه ایران روند منفـی اسـت که شامل جنوب غرب، کرمان و جنوب شرق کشور است(نگاره ۱۴). از کل گستره‌ای کـه در سطح اطمینان ۹۵ درصد روند را تجربه کرده اند، تعداد روزهای فرین سـرد ۳۳/۵ درصـد آن، به ازای هر دهه ۲ تا ۴ روز در سال کاهش نشان می دهند و تنهـا ۲ درصـد آن ۲ تـا ۴ روز افزایش را نشان می دهد(نگاره ۱۵). به طور کلی، در فصل تابستان، بیشترین وسـعتی از ایران که روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد را نشان می دهد، مربوط به بـرج تیـر اسـت. شدت کاهش تعداد روزهای فرین سرد در برج آمرداد به اوج می رسد. از برج تیرتا شـهریور گستره روند مثبت کاهش و گستره روند منفی افزایش یافته است (جدول۱ و۲).

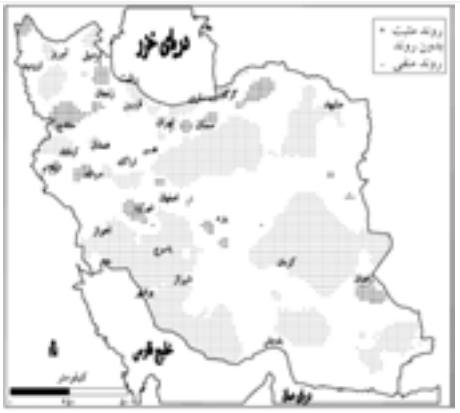


نگاره ۱۰) روندتعداد روزهای فرین سرد برج تیر

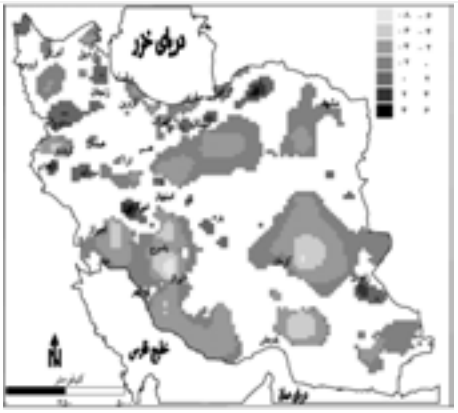


نگاره ۱۱) شیب روند برج تیر

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



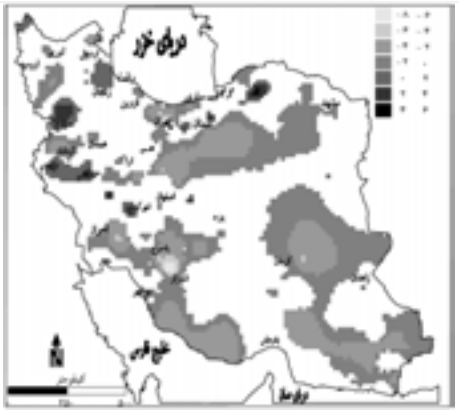
نگاره ۱۲) روندتعداد روزهای فرین سرد برج آمرداد



نگاره ۱۳) شیب روند برج آمرداد



نگاره ۱۴) روندتعداد روزهای فرین سرد برج شهریور



نگاره ۱۵)شیب روند برج شهریور

روند رخدادتعداد روزهای فرین سرد ایران در فصل پاییز

رخداد تعداد روزهای فرین سرد برج مهر در ۷۴/۴ درصد ایران، بدون روند است که بیشتر شامل نیمه شرقی و مرکزی کشور است. در این برج ، میزان گستره روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد دوباره افزایش می‌یابد و به ۷ درصد می رسد. این مناطق شامل بخش‌های غربی کشور(شهرکرد، خرم آباد، ایلام و سنندج)، شمال غرب (زنجان تا اردبیل) و نوار کوه‌های البرز(از تهران تا شمال شرق کشور) است. گستره روند منفی کاهش یافته است و

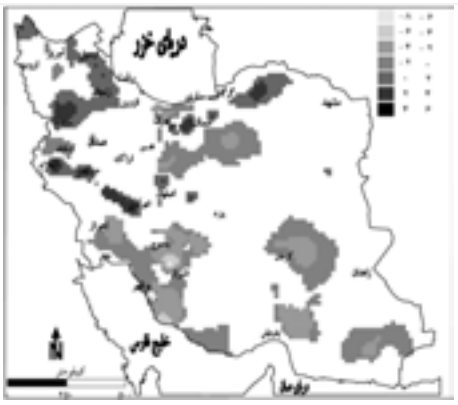
[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

۱۸/۷ درصد پهنه را در بر دارد. جنوب البرز، جنوب غرب و بخش‌های کوچکی از شرق کرمان و سیستان و بلوچستان را شامل می شود(نگاره ۱۶). حدود ۷ درصد از بخش‌هایی از ایران که در این برج از سال روند را در سطح اطمینان ۹۵ درصد تجربه کرده اند، ۲ تا ۴ روز در سال به ازای هر دهه تعداد روزهای فرین سرد افزایش یافته است (نگاره ۱۷). در برج آبان گستره روند مثبت کاهش یافته و۳/۱ درصد از پهنه ایران را در بر دارد. در این برج از سال زنجان و اردبیل بدون روند هستند، درحالی که گستره روند منفی بیشتر شده و به ۳۰/۶ درصد رسیده است و نیمه مرکزی، جنوبی و شرقی کشور را در بر دارد(نگاره۱۸). بخش بسیار بزرگی از مساحت ایران که روند را تجربه کرده‌اند، شیب کاهشی تعداد روزهای فرین سرد، ۰ تا۲ روز درسال به ازای هر دهه را نشان می‌دهد (نگاره ۱۹). در برج آذر رخداد تعداد روزهای فرین سرد در ۸۲/۵ درصد ایران بدون روند است که به لحاظ مکانی نیمه شرقی، مرکزی، غرب تا شمال غرب کشور را در بر دارد. تنها ۲/۷ درصد از پهنه ایران روند مثبت نشان می‌دهدکه شامل نوار باریکی بر روی رشته کوه‌های البرز (سمنان تا خراسان شمالی) است. میزان گستره روند منفی نسبت به برج آبان کاهش یافته و برابر با ۱۴/۸ درصد است و شامل بخش‌هایی از غرب کرمان، جنوب شرق و یاسوج، شیراز و بوشهر است. شیب روند در ۴/۵ درصد از بخش‌هایی که در سطح اطمینان ۹۵ درصد روند را تجربه کرده اند، برابر با شیب کاهشی ۲ تا ۴ روز در سال به ازای هر دهه است و ۲/۵ درصد آن شیب افزایشی ۲ تا ۴ روز در سال است(نگاره ۲۱). به طور کلی، در فصل پاییز، گستره روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد برج مهر، افزایش یافته و در برج‌های دیگر این فصل گستره روند مثبت کاهش یافته است. در برج آبان و آذر به ترتیب گستره روندکاهشی رخداد تعداد روزهای فرین سرد و گستره بدون روند افزایش یافته است(جدول ۱ و ۲).

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



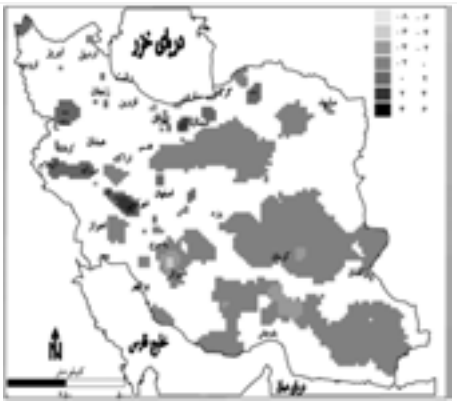
نگاره ۱۶) روندتعداد روزهای فرین سرد برج مهر



نگاره ۱۷)شیب روند برج مهر



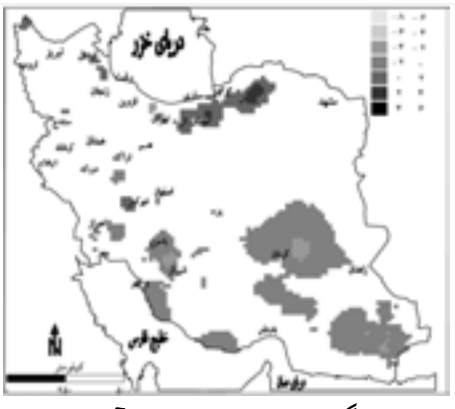
نگاره ۱۸) روندتعداد روزهای فرین سرد برج آبان



نگاره ۱۹) شیب روند برج آبان



نگاره ۲۰) روندتعداد روزهای فرین سرد برج آذر



نگاره ۲۱) شیب روند برج آذر

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

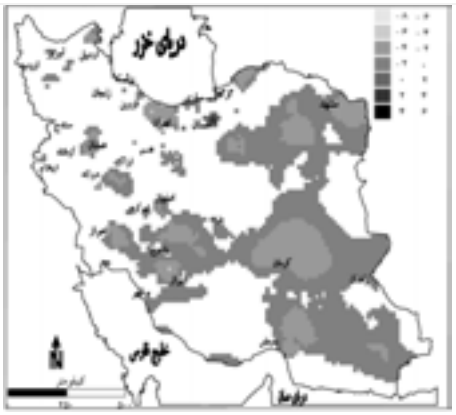
روند رخدادتعداد روزهای فرین سرد ایران در فصل زمستان

در برج دی ۵۸/۴ درصد از پهنه بدون روند است. به عبارتی دیگر، بیشتر گستره پهنه ایران در سطح اطمینان ۹۵ درصد روند را تجربه کرده اند و بعد از برج تیر در مرتبه دوم قرار دارد. در این برج ، روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد تنها در ۰/۲ درصد از گستره ایران دیده شده است. بنابراین ،گستره روند مثبت به شدت کاهش یافته است، درحالی که گستره روند منفی به شدت افزایش یافته و به ۴۱/۳ درصد رسیده است که شامل نیمه شرقی کشور از شمال شرق تا جنوب شرق، جنوب شرق و بخش‌های پراکنده در شمال و غرب است(نگاره۲۲). حدود ۲۶ درصد از گستره که روند را تجربه کرده اند، ۲ تا ۴ روز در سال به ازای هر دهه تعداد روزهای فرین سرد کاهش یافته است(نگاره۲۳). در برج بهمن نیز سهم گستره روند مثبت بسیار اندک است. گستره روند منفی نسبت به برج دی کاهش یافته و به ۱۷ درصد رسیده است که بیشتر شامل کرمان، جنوب شرق و بخش کوچکی از شمال غرب کشور است. در ۸۲/۵ درصدِ پهنه کشور، تعداد روزهای فرین سرد بدون روند است که شامل نیمه مرکزی، شمالی و غربی کشور است(نگاره۲۴). شیب روند ۶/۵ درصد از بخش‌هایی که روند را تجربه کرده اند، برابر با شیب نزولی ۲ تا۴ روز در سال به ازای هر دهه است که شامل نیمه شمالی ارومیه و تبریز است(نگاره۲۵). تعداد روزهای فرین سرد در برج اسفند در ۹۱/۸ درصد پهنه ایران بدون روند است. بیشترین گستره بدون روند مربوط به همین برج است. گستره روند منفی در این برج به حداقل خود می رسد و برابر با ۴/۷ درصد است و از لحاظ پراکنش مکانی بسیار متمرکز بوده و شامل بخش‌های شمالی و غربی کرمان است. روند مثبت در ۳/۵ درصد از پهنه ایران دیده می شود و از لحاظ پراکنش مکانی بسیار پراکنده و محدود است که بر روی کوه‌های شهرکرد، سنندج، نوار باریکی بر رشته کوه البرز و جنوب استان فارس قرار گرفته اند(نگاره۲۶). حدود ۲ درصد از بخش‌هایی که روند را تجربه کرده اند، ۲ تا ۴ روز در سال به ازای هر دهه تعداد روزهای فرین سرد کاهش یافته است(نگاره۲۷). به طور کلی، در فصل زمستان، از برج دی تا اسفند گستره روند منفی کاهش یافته و گستره روند مثبت تنها در برج اسفند قابل ملاحظه است(جدول ۱ و۲).

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



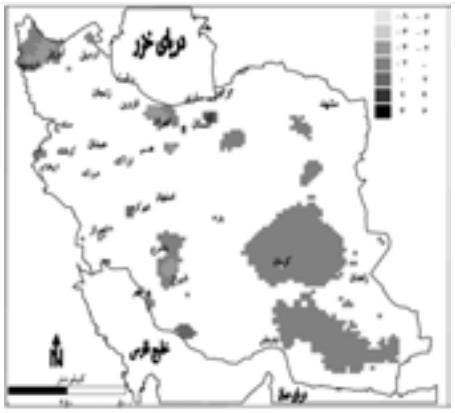
نگاره ۲۲) روندتعداد روزهای فرین سرد برج دی



نگاره ۲۳) شیب روند سرد برج دی



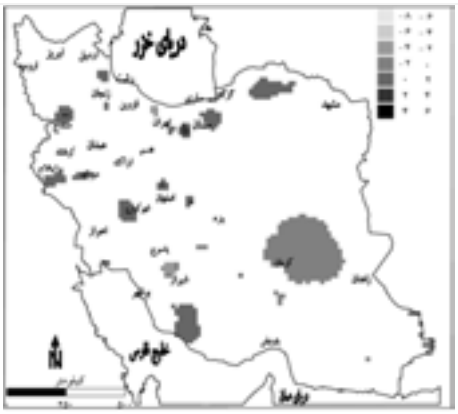
نگاره ۲۴) روندتعداد روزهای فرین سرد برج بهمن



نگاره ۲۵) شیب روند برج بهمن



نگاره ۲۶) روندتعدادروزهای فرین سرد برج اسفند



نگاره ۲۷) شیب روند برج اسفند

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

جدول ۱) درصد مساحت روند تعداد روزهای فرین سرد در برج‌های مختلف سال

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
روند منفی	۲۲/۷	۳۱/۷	۲۹/۳	۳۵/۵	۳۴/۷	۳۷/۳	۱۸/۷	۳۰/۶	۱۴/۸	۴۱/۳	۱۷	۴/۷
بدون روند	۷۴/۴	۶۰/۶	۶۵/۸	۵۶/۶	۶۰/۹	۵۹/۳	۷۴/۴	۶۶/۳	۸۲/۵	۵۸/۴	۸۲/۵	۹۱/۸
روند مثبت	۲/۹	۷/۷	۴/۹	۷/۹	۴/۴	۳/۳	۷	۳/۱	۲/۷	۰/۲	۰/۵	۳/۵

جدول ۲) درصد مساحت مقادیر شیب روند تعداد روزهای فرین سرد در برج‌های مختلف سال

برج / شیب	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۶- ۸-	۰	۰/۱	۰	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰
۴- ۶-	۰	۱/۳	۱/۷	۲/۵	۷/۶	۱	۱/۳	۰/۲	۰	۰/۱	۰	۰
۲- ۴-	۱	۱۷/۹	۱۵/۳	۲۹/۴	۳۵/۹	۳۳/۵	۲۲/۲	۴/۱	۴/۵	۲۵/۸	۶/۵	۲/۴
۰ ۲-	۸۷/۸	۶۱/۱	۶۸/۶	۴۹/۶	۴۴/۶	۵۷	۴۹/۳	۸۶/۵	۷۹/۸	۷۳/۵	۹۰/۷	۵۵
۲ ۰	۱۱	۱۹/۱	۱۴/۲	۱۵/۸	۹/۳	۶/۱	۲۰/۴	۷/۸	۱۳/۱	۰/۴	۲/۳	۴۰/۵
۴ ۲	۰/۳	۰/۵	۰/۲	۲	۱/۸	۲	۶/۷	۱/۳	۲/۵	۰/۱	۰/۵	۲
۶ ۴	۰	۰	۰/۶	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰

نتیجه گیری

سری زمانی نمایه تفاضل دمای بهنجار شده برای پهنه ایران طی دوره مورد مطالعه نشان داد که روند نمایه به دست آمده، ناهنجاری زیادی را طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. دماهای فرین سرد طی دوره روند نزولی داشته، درحالی که دماهای فرین گرم روند صعودی از خود نشان می‌دهد. فراوانی رخداد تعداد سرماهای فرین در برج‌های مختلف رو به کاهش است. در برخی سال‌ها، فراوانی رخداد سرمای فرین به حدود ۲۰ روز در برج می‌رسد (سال۱۳۴۲ و۱۳۵۱)، اما در سال‌های اخیر فراوانی رخداد به حدود ۳ روز در برج کاهش یافته است. بیشتر رخداد سرماهای فرین ایران در برج دی(۲۷ درصد) و کمترین آن مربوط به برج تیر(۰/۸درصد) است. در بیشترگستره ایران، تعداد روزهای همراه با رخداد سرمای فرین ایران در برج‌های اسفند،بهمن و آذر بدون روند است. بیشترین روند مثبت تعداد روزهای همراه با سرمای فرین مربوط به برج‌های تیر، اردیبهشت و مهر است که وسعتی کمّی داشته ،

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

بیشتر بر روی ناهمواری‌های مرتفع غربی و شمالی کشور قرار دارند. بیشترین درصد مساحت کشور که روند منفی تعداد روزهای همراه با سرمای فرین را نشان می دهد، مربوط بـه بـرج دی است که به صورت پهنه‌ای یکپارچه از شمال شرق تا جنوب شرق و جنوب غرب کشور را در بر دارد. همچنین ، بیشترین شدت کاهش تعداد روزهای فرین سـرد مربـوط بـه بـرج آمرداد است؛ به طوری که در ۷/۶ درصد از گستره ایران، تعداد روزهای فرین سرد ۴تا۶ روز به ازای هر دهه کاهش یافته است. بیشترین شدت افزایش تعداد روزهای سرد فرین مربـوط به برج مهر است. در این برج از سال تعداد روزهای فـرین سـردِحدود ۷ درصـد از گسـتره ایران، ۲ تا۴ روز در هر دهه افزایش نشان می‌دهد.

منابع

۱- جهانبخش، سعید و ترابی، سیما.(۱۳۸۳).« بررسی و پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۷۴، -۱۰۴-۱۲۵.

۲- رحیم زاده، فاطمه و عسگری، احمد.(۱۳۸۳).« نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه روزی دما در کشور»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۷۳، ۱۵۵-۱۷۱.

۳- شیر غلامی،هادی و قهرمان، بیژن .(۱۳۸۴).« بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران»، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ش۱، ۹ -۲۳.

۴- قائمی، هوشنگ و عساکره، حسین.(۱۳۸۲).« تحلیلی آماری بر روند تغییرات دمای مشهد طی سده گذشته و رابطه آن با نوسانهای اطلس شمالی»، مجله تحقیقات جغرافیایی، ش ۱۸ (پیاپی ۷۱) ،۱۱۶-۱۳۳.

۵- مسعودیان، سید ابوالفضل. (۱۳۸۳).« بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته»، مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان، ش ۲(پیاپی ۳) ، ۸۹-۱۰۶.

6- Brunet, M, Sigro, J, Jones, PD, 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.

7- Choi, G, Collins, D, R, Guoyu , T, Blair, B, Marina, F, Yoshikazu , Muhammad, A, Theeraluk, P, Purevjav, G, Pham , T T H, Norlisam, L, Won-Tae K, Kyung-On , B, Yu-Mi, C and Yaqing, Z, (2009), Changes in means and extreme events of temperature and precipitation in the Asia-Pacific Network region, 1955–2007, international journal of climatelogy, 29, 1906-1925.

8- Lawson, BD, (2003), Trends in winter extreme minimum temperature on the Canadian prairies, Atmosphere-Ocean, 41 (3) , 233–239.

9- Lucio, PS, Silva, AM and Serrano, AI, (2010), Changes in occurrences of temperature extremes in continental Portugal: a stochastic approach, Meterological Application, DOI: 10.1002/met.171.

10- Martinez, MD, Serra, C, Burgueno, A and Lana, X, (2010), Time trends of daily maximum and minimum temperatures in Catalonia (ne Spain) for the period 1975–2004, international journal of climatelogy, 30, 267-290.

11- Panel on Reconciling Temperature Observations, 2000: Reconciling Observations of Global Temperature Change, Climate Research Committee, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Commission on Geosciences, Environment, and Resources, National Research Council, National Academy Press, 104 pp.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

12- Rahimzadeh, F, Asgari, A and Fattahi, E, (2008), Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades, international journal of climatelogy, Vol 29, 329-343.
13- Rusticucci, M and Barrucanda, M, (2004), Observed Trends and Changes in Temperature Extremes over Argentina. Journal of Climate, Vol. 17,4099-4107.
14- Rusticucci, M and Renom, M, (2008), Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay. International Journal of Climatology, 28, 1083-1095.
15- Su, BD, Jiang, T and Jin, WB, (2006), Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. Theor. Appl. Climatol, 83, 139–151.
16- Unkasevice, M, Tosic, I, (2009), Changes in extreme daily winter and summer temperatures in Belgrade, Theoritical and applied climatology, 95,27-38.
17- Varfi, MS, Karacostas, TS, Makroglannis, TJ and Flocas, AA, (2009), Characteristics of the extreme warm and cold days over Greece, Advances in Geosciences, 20, 45-50.
18- Yan, Z, Jones, PD, Davies, TD, Moberg, A, Bergstrom, H, Camuffo, D, Cocheo, C, Maugeri, M, Demaree, GR, Verhoeve, T, Thoen, E, Barriendos, M, Rodriguez, R, Martin-Vide, J and Yang, C, (2002), Trends of extreme temperatures in Europe and China based on daily observations, Climatic Change, 53, 355–392.
19- Zhang, Q, Xu, CY, Zhnag, Z, Ren, G and Chen, YD, (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.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]