

## واکاوی همدید شهرهای رکورددار سرما در ایران

### غلامرضا براتی\*

دانشیار دانشکده علوم زمین، (گروه جغرافیای طبیعی)، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### محمد مرادی

استادیار پژوهشکده هواشناسی، (گروه هواشناسی)، تهران، ایران

### فاطمه شیری

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۸

### چکیده

عموماً طی دوره سرد سال، خبر سردترین شهر ایران و میزان دمای آن هر روز رسانه‌ای می‌شود. در این پژوهش چنین شهرهایی با تعریف شهرهای رکورددار سرما و مقادیر دمای آن‌ها با تعریف رکوردهای سرما پذیرفته شد. داده‌های این پژوهش شامل مقادیر دمای روزانه ۳۳ ایستگاه برحسب سلسیوس، طی ۷ ماه سال (اکتبر تا آوریل ۱۹۷۱-۲۰۱۰) بود. با رده‌بندی این داده‌ها در جداول روزانه برای هر ماه، پایین‌ترین مقدار دمای رخ داده طی هر روز برای مجموعه شهرها با تعریف «رکورد سرما» تعیین شد. بررسی فراوانی شهرهای رکورددار سرما در ایران نشان داد، از میان ۳۳ شهر منتخب، در نیمه باختری ایران زنجان و در نیمه خاوری ایران مشهد به ترتیب بالاترین فراوانی رکوردداری سرما را داشته‌اند. همچنین روند یابی داده‌ها نشان داد که هماهنگ با گرمایش جهانی، فراوانی شهرهای رکورددار سرما در ایران به‌کندی رو به کاهش است. همچنین الگوهای همدید طراحی شده برای محدوده اقیانوس اطلس تا میانه اقیانوس آرام در تراز ۱۰۰۰ هـ پ. نشان داد که هرگاه کانون‌های پرفشار سیبری در سرزمین میان دریاچه بایکال و دریاچه بالخاش (در باختر بامه مغولستان) گروه‌گرایی نشان دهند؛ می‌توان رخداد پایین‌ترین دما را در شهرهای ایران هشدار داد. نتایج نهایی پژوهش مشخص کرد که به ترتیب کوه‌های آلتایی در آسیای میانه، بامه پامیر و رشته کوه سلیمان پاکستان در هدایت جریان خزنده هوای سرد از باختر مغولستان به ایران و وقوع رکورد سرما در شهرهای مشهد و تربت‌حیدریه اثرگذارند.

واژگان کلیدی: رکوردهای سرما، پرفشار سیبری، ایران.

### مقدمه

آنچه این روزها از آن با عنوان افزایش دمای سطح کره زمین (کوهن و همکاران، ۲۰۱۴) یا گرمایش جهانی نام‌برده می‌شود، در حقیقت افزایش میانگین گرمای پوسته زمین به جهت جذب تابش آفتاب و در قالب زمین تاب است.

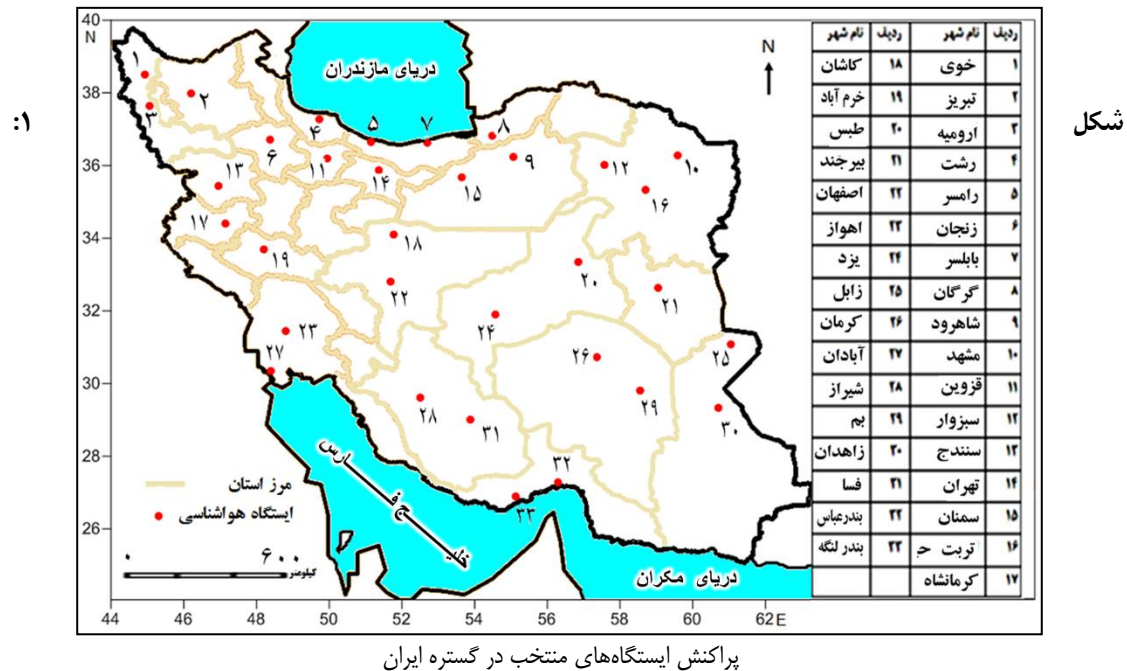
پژوهش‌ها گویای افزایش نیم (بوده‌و، ۲۰۰۳) تا ۰٫۶ درجه سلسیوس (ژنگو و ویانگ، ۲۰۰۴) دمای کره زمین و یا نیمکره شمالی طی دهه‌های اخیر است. این گرمایش می‌تواند با توجه به رفتار تغییر اقلیم، رکوردهای سرما را هم دچار ناهنجاری اعم از کاهش یا افزایش کند. رکورد سرما در این پژوهش به معنای پایین‌ترین دمای گزارش شده در مجموعه شهرهایی از ایران است که داده‌های آن‌ها در دست بوده است و شهر رکورددار سرما نیز شهری است که این رکورد در آن رخ داده است. برای نمونه شهر هزار کانیان در استان کردستان در تاریخ یکم دی‌ماه سال ۱۳۹۲ به‌عنوان شهر رکورددار سرمای ایران یعنی سردترین شهر کشور معرفی شد (ممتازنیوز، ۱۳۹۲).

در رخداد رکورد سرما مجموعه عواملی دست دارند که می‌توان آن‌ها را به دو دسته برجا و نابرجا تقسیم کرد. برای نمونه، از دسته عوامل برجا، مسعودیان (۱۳۸۲: ۱۵) الگوی دمای ایران را متأثر از عوامل بلندا از تراز دریای آزاد و عرض جغرافیایی می‌داند و آن‌ها را به ترتیب در رتبه نخست ذکر می‌کند. قاعدتاً از این یافته می‌توان دریافت که رکوردهای سرما نیز از این دو عامل متأثرند. برای رکوردهای سرما به‌جز عوامل یاد شده، سامانه‌های فشار از نوع سرمایشی نیز قابل ذکر هستند. از این دسته، پرفشار سیبری بیشترین نقش را در رخداد دماهای پایین ایران، طی دوره سرد سال مانند فصل پاییز (بلیغی، ۱۳۷۵)، فصل زمستان (فتاحی و صالحی پاک؛ ۱۳۸۸: ۱۳) و فصل بهار (براتی، ۱۳۷۸) دارد. نام پرفشار سیبری در ۴ الگو از ۵ الگوی اثرگذار بر سرماهای فرین ایران (مسعودیان و دارند، ۱۳۸۹) دیده می‌شود و به لحاظ مکانی آثار آن در عموم مناطق ایران مانند چهارمحال و بختیاری (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱) و حتی تا چابهار (لشکری، ۱۳۸۷) پژوهش شده است.

از آنجا که کشور ایران با گستردگی زیاد در عرض و طول جغرافیایی، تفاوت‌های شدید ارتفاعی و نیز عوامل دیگر دستخوش رکوردهای سرماست، در این پژوهش هدف بر این بوده است که الگوهای همدید رکوردهای سرما طراحی و تحلیل شود.

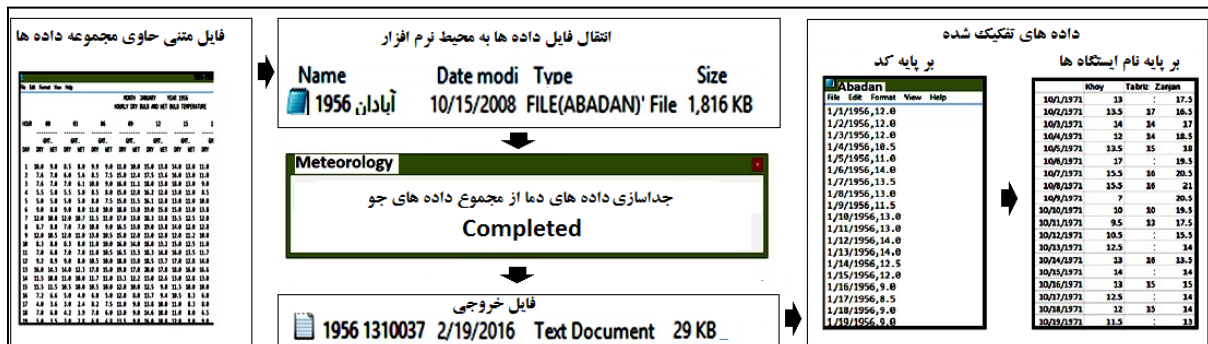
## داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش باهدف واکاوی همدید رکوردهای سرمای ۳۳ شهر در گستره ایران، داده‌های روزانه آن‌ها برای هفت ماه، از ۱ اکتبر تا ۳۰ آوریل از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ از سازمان هواشناسی تهیه شد. شکل (۱) پراکنش ایستگاه‌ها را در گستره ایران نشان می‌دهد.



پراکنش ایستگاه‌های منتخب در گستره ایران

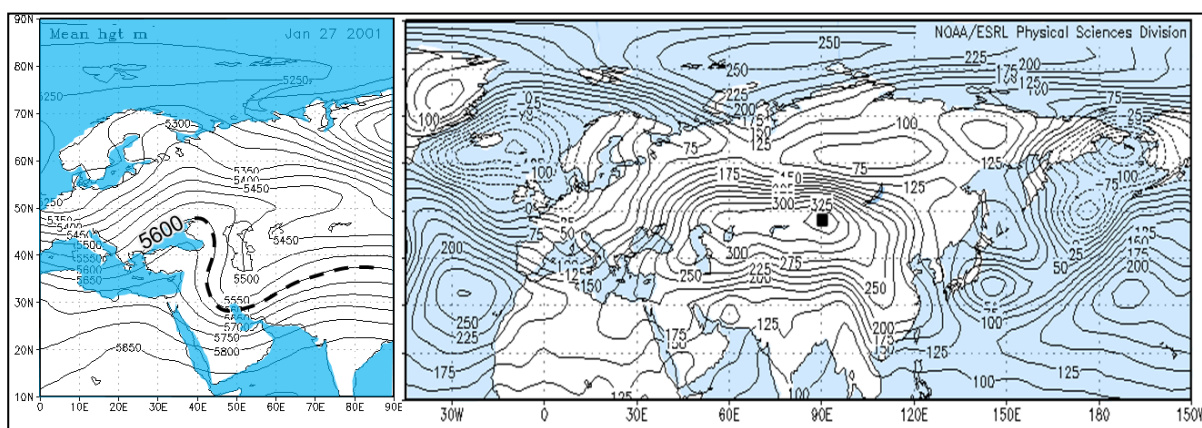
نرم‌افزاری طراحی شد تا از حجم سنگین داده‌های جوی هر ایستگاه، داده دمایی روزانه جدا شود و در خروجی نهایی، سه مشخصه شامل «نام شهرهای رکورددار»، «دما هر شهر برحسب درجه سلسیوس» و «فراوانی این شهرها» به دست آید. شکل (۲)، مراحل این کار را بر پایه نمونه داده‌های شهر آبادان (سال ۱۹۷۱) نشان می‌دهد. در خروجی نهایی این مرحله، این امکان فراهم شد که مشخص شود در هر روز کدام شهر از مجموعه شهرها، سردترین شهر ایران یعنی شهر رکورددار بوده است.



شکل ۲: مراحل تفکیک داده‌های دما از دیگر داده‌ها

در این پژوهش، رکورد به‌دست‌آمده طی دوره‌ای ۷ ماهه از هر سال (برای سال‌های معمول ۲۱۲ روز و برای سال‌های کبیسه ۲۱۳ روز) به‌اختصار «رکورد شاخص» نامیده شد. از آنجا که برخی سال‌ها مانند سال ۱۹۸۱ بجای یک رکورد، دارای ۳ رکورد شامل دمایی منفی ۷٫۵ درجه سلسیوس در سنندج طی ۴ و ۳۰ ژانویه و نیز رخداد همین دما در زنجان طی ۲ ژانویه بودند؛ فراوانی رکوردهای سالانه تعیین شده طی مجموعه سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ به ۴۷ مورد رسید.

در بخش همدید پژوهش، از تارنمای انسپانکار، نقشه‌های هوای روزانه در تراز ۱۰۰۰ ه. پ. برای روزهای رخداد رکوردهای شاخص و با تعیین بادوام‌ترین دوره غلبه رکوردهای زیر صفر، نقشه‌های ترکیبی هوا در تراز ۵۰۰ ه. پ. برای بازه بی گسست ۲۸ نوامبر تا ۲۹ مارس ۱۹۷۲ تهیه شد تا به ترتیب الگوی سامانه‌های فشار در تراز دریا و الگوی بادهای غربی در تراز میانی جو طراحی شود. از آنجا که بُرد تأثیر سامانه مؤثر پرفشار سیبری از خاور تا آن‌سوی تنگه برینگ (جونز و کوهن؛ ۲۰۱۱: ۲۴) و از باختر تا شمال دریای سیاه (گُنگ و هو؛ ۲۰۰۲: ۷۲) مشخص شده است، محدوده همدید این پژوهش از ۱۰ درجه شمالی تا شمالگان و از گرینلند تا میانه اقیانوس آرام انتخاب شد. در طراحی الگوهای تراز ۱۰۰۰ ه. پ. داخلی‌ترین پربند بسته، ملاک تعیین موقعیت کانون هر سامانه قرار گرفت و در طراحی الگوی ترکیبی تراز ۵۰۰ ه. پ. میانگین مقادیر بالاترین و پایین‌ترین پربندهای ارتفاع که از محدوده سرزمینی ایران گذشته بود، به میزان ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر محاسبه و منظور شد (شکل ۳).



**شکل ۳:** موقعیت پر ارتفاع سیبری در تراز ۱۰۰۰ ه. پ. (سمت راست) و پربند متوسط تراز ۵۰۰ ه. پ. برای طولانی‌ترین بازه بی گسست رکوردهای سرمای صفر و زیر صفر در ایران (سمت چپ) طی روز نمونه ۲۷ ژانویه ۲۰۰۱

در یک بررسی تکمیلی و طی آخرین مرحله، سعی شد تا الگوهای یاد شده برای روزهایی که بالاترین رکوردها در هر دوره سرد از سال رخ داده‌اند، طراحی شود تا از این طریق تفاوت نقش سامانه‌های یاد شده بر رخداد رکوردها آشکارتر شود. برای نمونه، بالاترین رکورد سرمای سال ۲۰۱۰ طی ۱ اکتبر از شهر ارومیه و با دمای ۱۸٫۹ درجه سلسیوس بود. در این روز ارومیه با این دمای نسبتاً بالا، سردترین شهر ایران در مجموعه شهرهای مورد بررسی بود.

## یافته‌ها و بحث

تغییرات دما در سرزمین ایران از ۵۰ تا ۳۰- درجه سلسیوس ذکر می‌شود (غلامی بیرقدار؛ ۱۳۷۲) است. به لحاظ میزان دما، نتایج نشان داد پایین‌ترین رکورد گزارش شده یعنی ۱۹٫۵- درجه سلسیوس مشترکات مربوط به دو روز ۱۱ فوریه و نیز ۲۴ ژانویه سال ۱۹۷۲ از شهر «خوی» و بالاترین رکورد گزارش شده یعنی ۱۸٫۹ درجه سلسیوس مشترکات مربوط به

۹ اکتبر ۲۰۰۲ از شهر «خوی» و نیز ۱ اکتبر ۲۰۱۰ از شهر ارومیه بوده است. همچنین به لحاظ فراوانی رکوردداری، نتایج نشان داد «زنجان» با فراوانی ۲۵۹۰ بار، بالاترین رکوردداری سردترین شهر ایران را داشته است. در این میان ۳ شهر تهران با دمای منفی ۱ درجه سلسیوس در تاریخ ۵ دسامبر ۱۹۷۴، بابلسر با دمای مثبت ۱۶ درجه در ۱۵ آوریل سال ۲۰۰۰ و کاشان با دمای مثبت ۶٫۵ درجه سلسیوس در ۳۰ نوامبر ۱۹۹۱ و هر یک با فراوانی ۱، کمترین میزان رکوردداری سرما را در ایران داشته‌اند (جدول ۱).

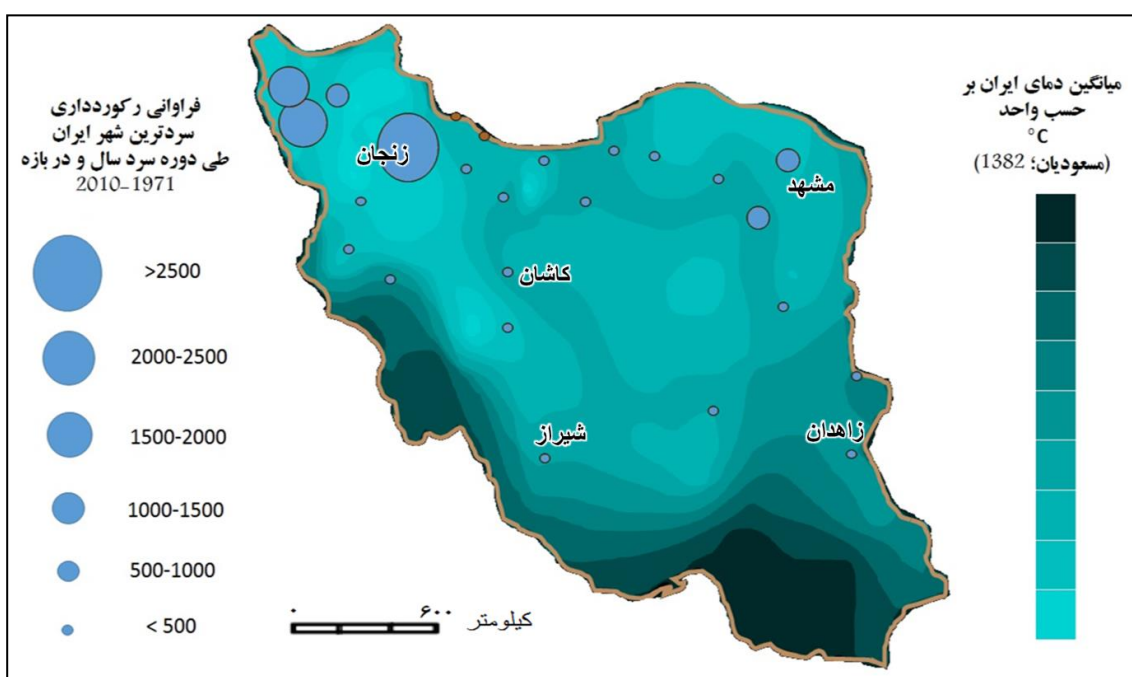
جدول ۱: شهرهای رکورددار سرما در ایران و فراوانی رکوردداری آن‌ها (۱۹۷۱-۲۰۱۰)

ردیف	شهرهای رکورددار	پایین‌ترین رکورد ثبت‌شده برای هر شهر (°C)	فراوانی رکوردها	ردیف	شهرهای رکورددار	پایین‌ترین رکورد ثبت‌شده برای هر شهر (°C)	فراوانی رکوردها
۱	خوی	-۱۹٫۵	۱۵۵۰	۱۴	سندج	-۱۹٫۵	۳۷۳
۲	تبریز	-۱۸٫۵	۵۵۰	۱۵	تربت‌حیدریه	-۱۳٫۹	۶۰۵
۳	ارومیه	-۱۸	۲۰۲۵	۱۶	کرمانشاه	-۱۷	۱۰۹
۴	رشت	-۲	۶۲	۱۷	کاشان	۶۶	۱
۵	رامسر	۷٫۵	۷۲	۱۸	خرم‌آباد	۳	۱۰
۶	گرگان	۵٫۵	۲	۱۹	بیرجند	-۱۱٫۵	۷۷
۷	بابلسر	۱۶	۱	۲۰	اصفهان	-۱۳٫۱	۳۶
۸	زنجان	-۱۹٫۵	۲۵۹۰	۲۱	سمنان	-۱۲٫۴	۲۲
۹	شاهرود	-۶٫۵	۱۰۴	۲۲	زابل	۷٫۲	۵
۱۰	مشهد	-۱۷٫۵	۵۱۳	۲۳	کرمان	-۱۶	۳۴۵
۱۱	قزوین	-۱۶	۱۵۰	۲۴	شیراز	۰	۲۱
۱۲	سبزوار	-۱۲	۲۱	۲۵	زاهدان	۶	۲
۱۳	تهران	-۱	۱				

پراکندگی فراوانی یاد شده روی نقشه ایران، اثر عوامل عرض جغرافیایی، بلندا از تراز دریا و نزدیکی به قلمرو سامانه‌های فشار سرمازا را نشان می‌دهد (شکل ۴). در این الگو رکورددارترین شهرها در پهنه‌هایی دیده می‌شوند که مسعودیان (۱۳۸۲: ۱۵)، میانگین دمای سالانه آن‌ها را پایین‌تر (در شکل شماره ۴ بارنگ روشن‌تر) نشان داده است. شایان ذکر است که بوشر (۱۳۷۳)، سامانه‌های فشار را عامل اصلی تغییر فرا سنج‌های جو می‌داند. برای نمونه می‌توان از اثر فرونشینی هوای گرم و خشک بر کاهش ابرناکی در کاهش پوشش ابر در جنوب و مرکز ایران (رسولی و همکاران؛ ۱۳۹۲: ۳)، تأثیر شرایط پرفشاری برافزایش مه طی سپتامبر و دسامبر در جنوب کره (چانگ و همکاران؛ ۱۹۹۹: ۱۱۱)، وقوع مه‌های طولانی در پُریا (جنوب دریاچه‌های پنج‌گانه) طی ماه‌های اکتبر تا مارس (وست کات؛ ۲۰۰۷: ۲۲)، تأثیر سامانه‌های فشار مهاجر بر تشکیل مه فرا رفتی (مک‌لوین؛ ۱۹۹۲: ۳۲۲) و اثر کم‌فشارهای مغولی<sup>۱</sup> بر وزش بادهای غبار

<sup>۱</sup>. Mongolian cyclones

آور شمال باختری روی دشت‌های مغولستان (شائو و دُنْگ؛ ۲۰۰۶: ۵۲) نام برد. پژوهشگران هر سه فرا سنج‌های ابرناکی (صحراییان و همکاران)؛ غبار (نصراللهی و همکاران؛ ۲۰۰۴: ۳۶۹) و مه را به صورت موردی یا کلی، تعدیل‌کننده رکوردهای سرما یافته‌اند و چنانکه در الگوی فراوانی رکوردداری سردترین شهرها (شکل ۳) مشاهده می‌شود؛ کرانه‌های ابرناک خزری (رضاییان؛ ۱۳۹۶: ۷۱)، کرانه‌های مه خیز جنوبی اعم از مه تابشی در کرانه‌های مکران و پوششی در کرانه‌های خلیج فارس (زندئ؛ ۱۳۸۹: ۷۹) و سرزمین‌های با فراوانی روزهای گردوغبار در جنوب غرب ایران (رسولی و همکاران؛ ۱۳۹۰: ۱۱)؛ عموماً خالی از رخداد رکوردها هستند.

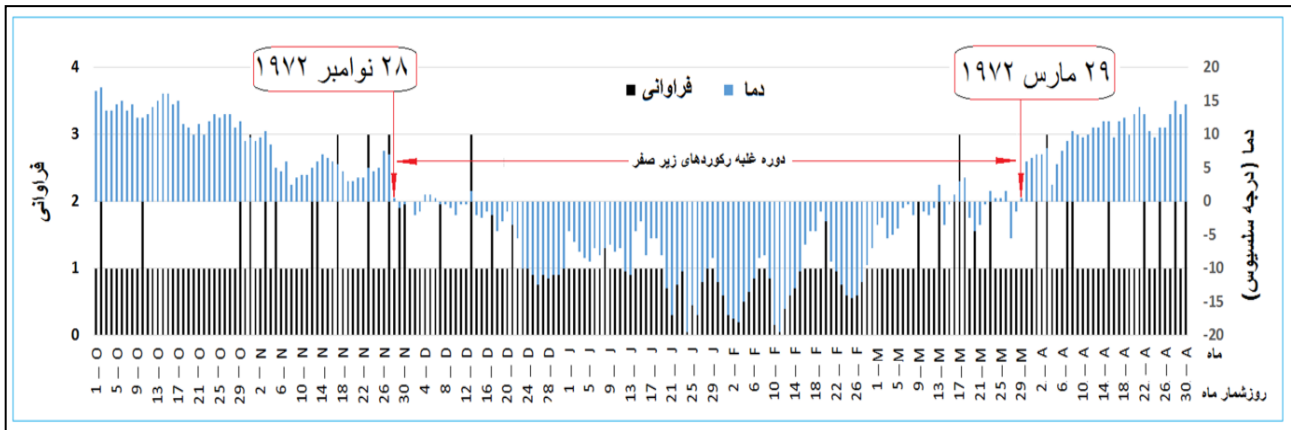


شکل ۴: فراوانی رکوردداری سردترین شهرها در پهنه میانگین دمای ایران

همچنین طی روزهایی که دما عموماً صفر و زیر صفر بود، فراوانی رکوردداری اکثر شهرها یک بود ولی طی روزهایی که فراوانی رکوردداری شهرها بیش از یک بود، دماها عموماً بالای صفر بود. از میان ۷ ماه مورد بررسی و در بازه چهل ساله، ماه ژانویه با فراوانی ۲۷ مورد، رکورددارترین ماه بوده است. پیش از این مسعودیان (۱۳۸۲: ۱۵) نیز با محاسبه متوسط ۵٫۷ درجه سلسیوس، پایین‌ترین دمای ماهانه را در مجموع ماه‌های سال برای ژانویه ذکر کرده است. در این میان ماه‌های دسامبر با فراوانی ۱۰ در رتبه دوم، فوریه با فراوانی ۶ در رتبه سوم و مارس با فراوانی ۱ در رتبه آخر بوده‌اند.

بررسی نمودارهای فراوانی شهرهای رکورددار و رکوردهای آن‌ها طی ۴۰ سال نشان داد که طی دوره‌ای از سال، عموم رکوردهای دما به زیر صفر درجه سلسیوس رفته است. این دوره در سال‌های متفاوت گاه کوتاه و بلند و گاه به چند

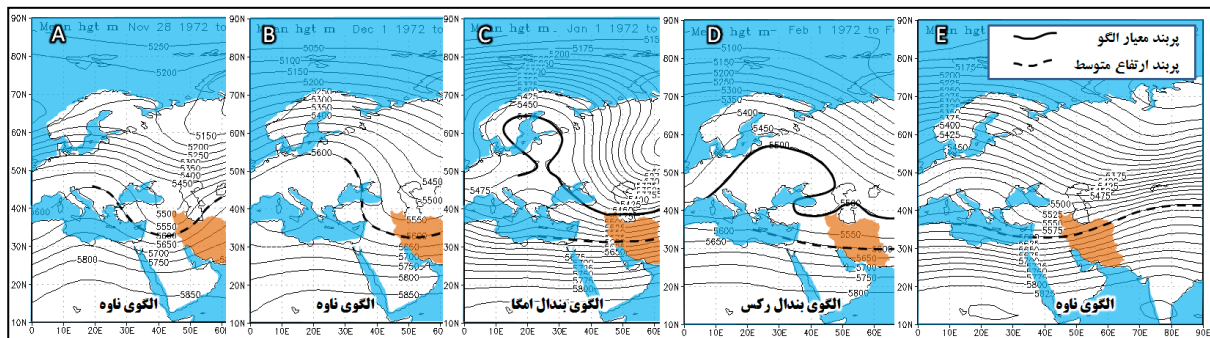
دوره کوچک تبدیل می‌شد. سال ۱۹۷۲، طولانی‌ترین دوره رکوردهای صفر و زیر صفر بوده است و از روز ۲۸ نوامبر سال ۱۹۷۲ آغاز شده، در روز ۲۹ مارس ۱۹۷۲ پایان یافته است؛ یعنی جمعاً ۱۲۳ روز طول کشیده است (شکل ۵).



شکل ۵: نمودار روزانه دما به درجه سلسیوس و فراوانی شهرهای رکورددار سرما (نمونه سال ۱۹۷۲)

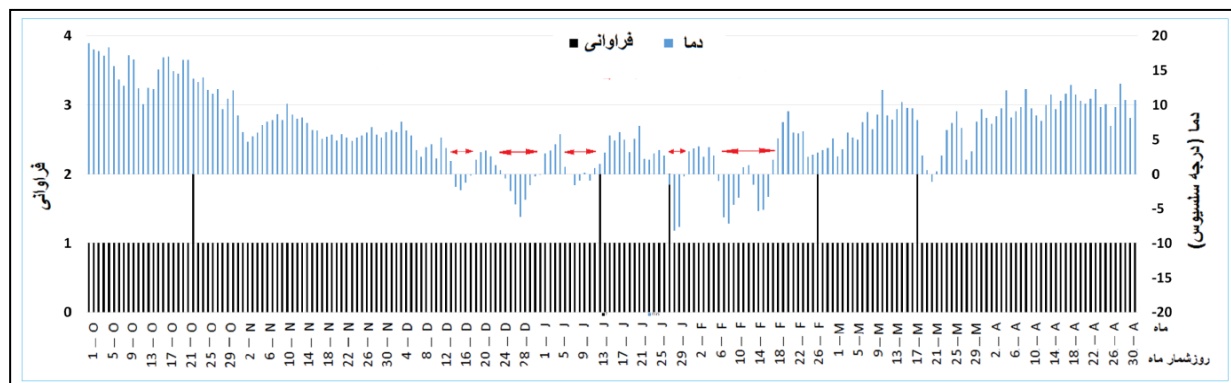
بررسی الگوهای همید این دوره ۱۲۳ روزه، در بازه‌های زمانی بی گسست (شکل ۵)، گویای حاکمیت ناوه باختری روی جلگه میانرود (عراق) طی آخرین روزهای ماه نوامبر (A) و سپس ماه دسامبر (B) است. این الگو طی ماه ژانویه به بندال امگا (C) و طی ماه بعد به بندال رکس (D) تبدیل شده است و دوباره در پایان دوره، طی ماه مارس به الگوی ناوه برگشته است (شکل ۵). پژوهشگران، الگوی بندال را از جمله عوامل دوام سرما و یخبندان در خاور آسیا (پارک و دینگ<sup>۲</sup>: ۲۰۱۴: ۴۳)، مرکز اروپا (پرویسکا و دونگ؛ ۲۰۱۳: ۵) و کشور کره (کیم و بیون؛ ۲۰۱۶: ۶۸) یافته‌اند. در پژوهش اخیر نفوذ بندال رکس (اس وارونه) عامل جابجایی غیرمعمول و جنوب سوی تاوه قطبی و فرا رفت‌های شمالی و شمال خاوری جریان‌های سرد روی کشور کره شناخته شد. چنانکه در ایران، لشکری (۱۳۸۷: ۶۶) سرمای فراگیر و بادوام ۱۳۸۲ و لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷: ۱) سرمای با دوام ۱۳۸۵ را نتیجه شکل‌گیری الگوی بندال به ترتیب در خاور و باختر ایران یافتند. الگوی همید (شکل ۶)، دوام رکوردهای سرما را طی ماه ژانویه ناشی از فرا رفت سنگین شمالی از روی روسیه باختری و از دالان قفقاز در زیر یال خاوری بندال امگا نشان می‌دهد (C). این بندال گستره‌ای را از حوزه اسکاندی و دریای بالتیک تا جلگه دانوب و بالکان در برگرفته است. پیش از این عزیزی و خلیلی (۱۳۹۰، ۷۷)، رخداد دماهای کمینه بسیار پایین ژانویه ۱۹۶۴ و ۲۰۰۸ را در ایران با موقعیت سامانه بندال امگا مطابق یافتند.

<sup>۲</sup> Park, t.w. Ho, C.H. Deng, Y. 2014. A synoptic and dynamical characterization of wave-train and blocking cold surge over East Asia, Clim 43:753-770.



شکل ۶: الگوی همید سامانه مؤثر بر طولانی‌ترین دوره دماهای صفر و زیر صفر ایران و رخداد رکوردهای سرما از ۲۸ نوامبر تا ۲۹ مارس ۱۹۷۲

طی سال ۲۰۱۰ نسبت به بقیه سال‌ها کوتاه‌ترین دوره دماهای زیر صفر رخ داده است؛ یعنی برخلاف دوره پیوسته سال ۱۹۷۲، در این سال دوره‌های کوچک رکوردهای زیر صفر به کرات و در فواصل کوتاه تکرار شده‌اند. فراوانی این دوره‌های کوچک در سال ۲۰۱۰، به پنج مورد رسیده است. طولانی‌ترین بازه دمای زیر صفر این سال ۱۱ روز بوده است. کمترین دمای زیر صفری که در این سال اتفاق افتاده ۸٫۲- درجه سلسیوس در روز ۲۷ ژانویه بوده است. شکل (۷) نمودار مربوط به دما به درجه سلسیوس و فراوانی شهرهای رکورددار در سال ۲۰۱۰ را نشان می‌دهد.

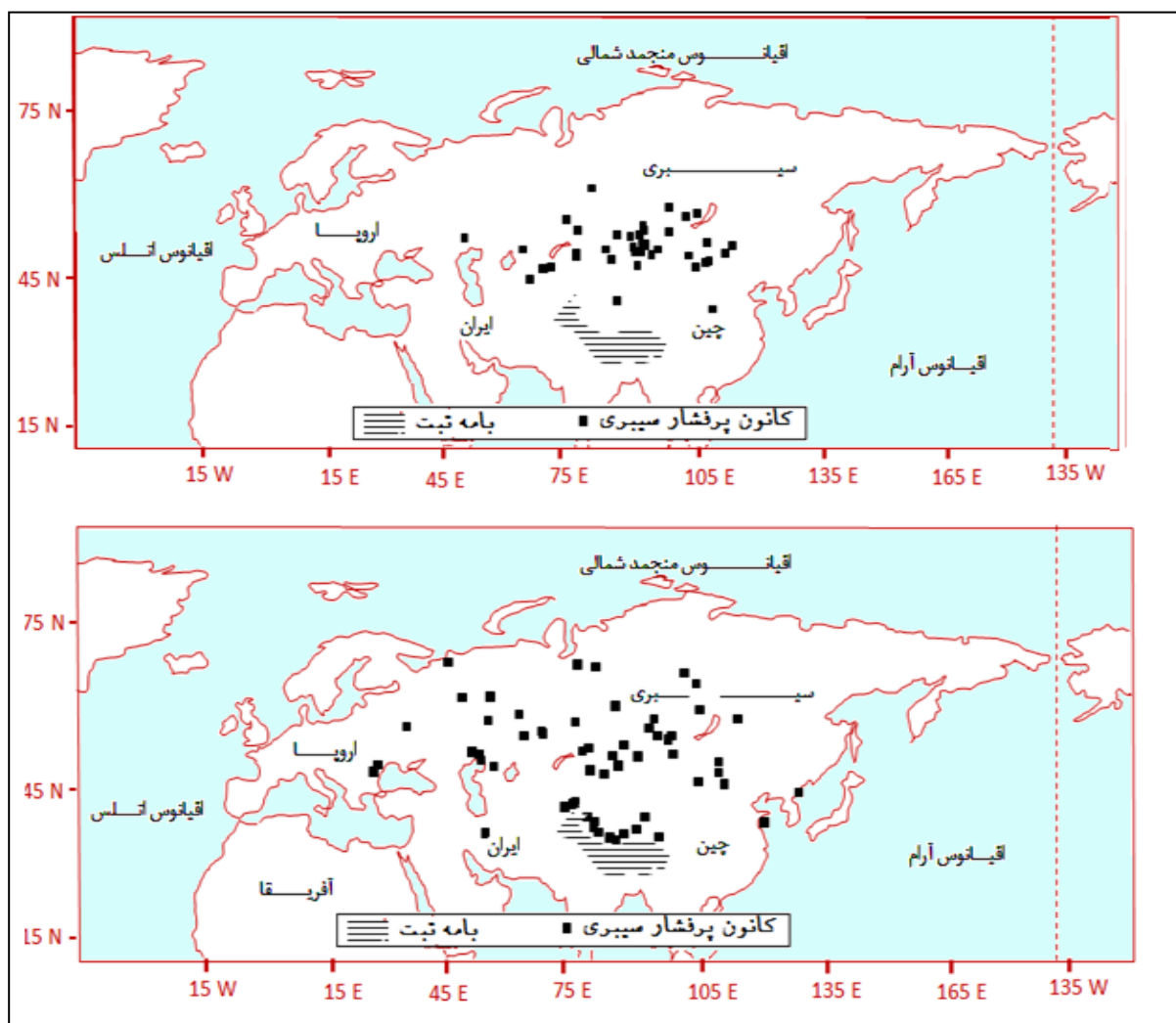


شکل ۷: نمودار روزانه دما به درجه سلسیوس و فراوانی شهرهای رکورددار سرما (نمونه سال ۲۰۱۰)

علیچانی (۱۳۶۹) پرفشار سیبری را پدیده غالب دوره سرد آسیا دانسته، بر این باور است که این پرفشار در اوایل دوره سرد، پیرامون دریاچه بایکال تشکیل و به تدریج هم‌زمان با پیشرفت زمستان گسترده و قوی‌تر می‌شود. این پرفشار در اوج فعالیت خود زبانه‌ای هم به خاورمیانه می‌فرستد و آب‌وهوای منطقه و ایران را در خاور رشته‌کوه زاگرس کنترل می‌کند. در پژوهش کنونی برای موقعیت کانون‌های پرفشار سیبری طی روزهای رخداد پایین‌ترین رکوردهای سرما (شکل ۸ - بالا) و نیز روزهای رخداد بالاترین رکوردهای سرما (شکل ۸ - پایین) دو الگوی جداگانه تهیه شد. هدف این بود که مشخص گردد آیا تفاوت آشکاری میان این دو می‌توان یافت؟ پاسخ چنانکه در الگوها مشاهده می‌شود مثبت بود. در پژوهش‌های پیش از این نیز مشخص شده بود که اثر تمرکز سامانه سرد سیبری بر کاهش دما در بامه ایران بیش از اثر نزدیک بودن آن است. ضمن اینکه این پرفشار در الگوی روزهایی که پایین‌ترین رکوردهای سال در ایران گزارش نشده



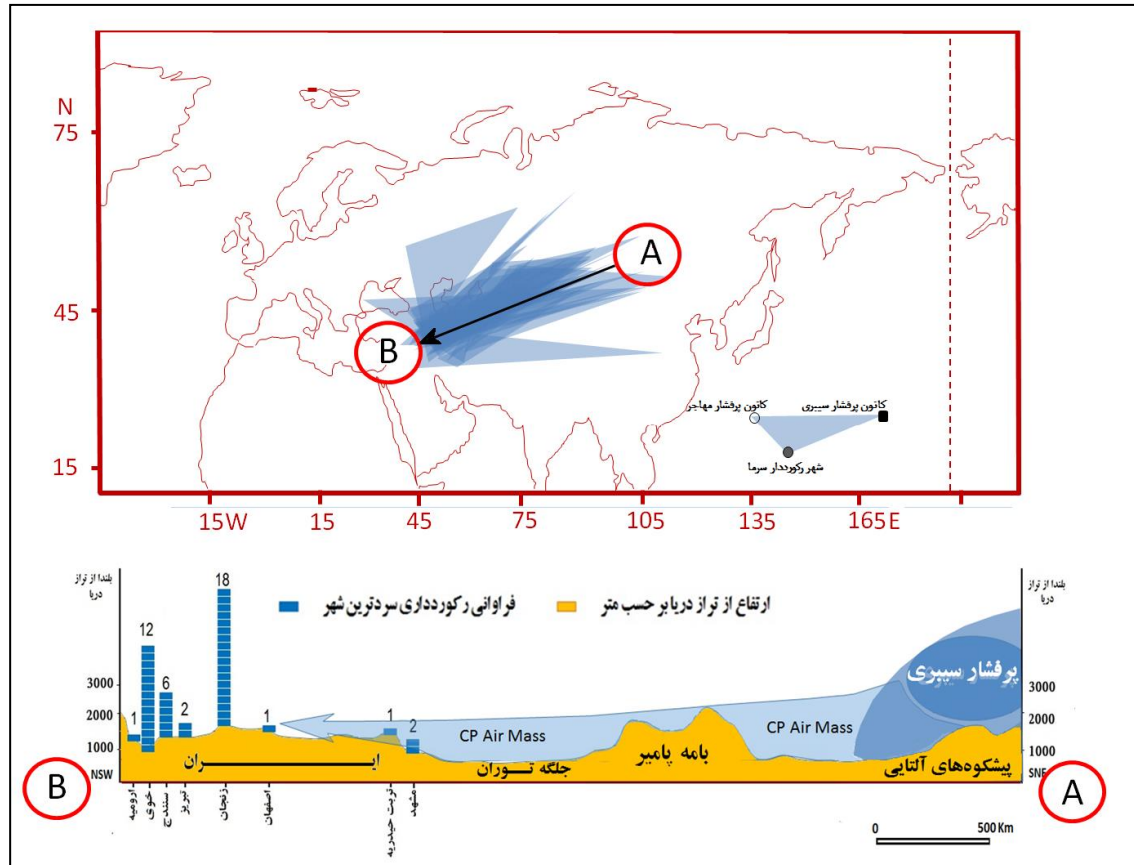
است، از ماهیت سرزمینی خود خارج شده، در دامنه‌های شمالی و پشت به آفتاب «بام جهان» یعنی تبت جای می‌گیرد. الگو نشان داد که هسته مرکزی پرفشار سیبری چنانکه لشکری و یارمرادی (۱۳۹۳) نیز پیش از این پژوهش کرده‌اند، طی پاییز روی بامه تبت شکل می‌گیرد. در چنین مواقعی کانون مستقلی حتی در حد یک پریند و هم‌فشار بسته در محدوده اصلی پرفشار سیبری یعنی باختر دریاچه بایکال دیده نشد. پیش از این پژوهشگران رؤیت این پرفشار را حتی در موقعیت‌های دورتر مانند جنوب شرق آسیا پژوهش کرده‌اند.



شکل ۸: الگوی موقعیت کانون‌های پرفشار سیبری در تراز ۱۰۰۰ ه. پ. طی روزهای پایین‌ترین (بالا) و بالاترین (پایین) رکوردهای سالانه سرما (۱۹۷۱-۲۰۱۰)

دورتر بودن کانون‌های پرفشار سیبری طی روزهای رکوردهای پایین سرما نسبت به روزهای رکوردهای بالا نشان می‌دهد که سامانه‌های دیگر نیز باید در سمت شرق با پرفشار سیبری مرتبط باشد. پژوهش این موضوع در الگوی روابط ارتفاع، مسافت و مسیر هوای سرد (شکل ۹) انجام گرفت. این ارتباط در قالب مثلی نمایان شد که در رأس جنوبی آن شهر رکورددار سرما، در رأس غربی آن کانون پرفشار سیبری در بالای کوه‌های آلتایی (هرن؛ ۲۰۱۳: ۱) و در رأس شرقی

آن کانون پرفشار مهاجر مشاهده شد. گو اینکه شماتیک روابط ارتفاع، مسافت و مسیر هوای سرد گویای اثر آشکار بلندای تراز دریای شهرها در فراوانی رکوردداری است ولی سمت‌گیری کانون یا زبانه پرفشار سیبری و حرکت شرق سوی پرفشار مهاجر، منشأ همدید رکوردها را نشان می‌دهد.



شکل ۹: روابط ارتفاع، مسافت و مسیر هوای سرد طی روزهای رخداد رکوردهای سرما در ایران

## نتیجه‌گیری

همانگ با نتایج پژوهش‌های پیشین؛ در این پژوهش، پاسخ این سؤال پژوهش شد که آیا میان الگوهای همدید روزهای پایین‌ترین رکوردهای سرما با روزهای بالاترین رکوردهای سرما در موقعیت کانون سامانه‌های فشار تفاوتی هست یا نه؟ الگوهای تهیه شده با آشکارسازی این تفاوت، نقش مشترک پرفشار سیبری و پرفشار مهاجر را در رخداد رکوردهای سرما نشان دادند. در کنار این نقش، مقایسه الگوهای همدید پایین‌ترین و بالاترین رکوردهای سرما، گروه‌گرایی کانون‌های پرفشار سیبری را در دامنه‌های شمالی بامه تبت طی روزهای بالاترین رکوردها نشان داد. این بامه به جهت ارتفاع زیاد به همراه امتداد آن که رشته‌کوه هیمالیاست، دیواری استوار در برابر یورش جریانات سرد و خشک پرفشار سیبری به سمت جنوب است. طی دوره‌ای از سال مانند پاییز که گستره سیبری از ذخایر برف و یخ سال پیش خالی است و هنوز ذخایر سال جدید آبی را نیز دریافت نکرده است، سامانه پرفشار مؤثر بر ایران بجای غرب مغولستان در دامنه‌های شمالی تبت

تشکیل می‌شود. این دامنه‌ها برخوردار از شرایط میل زیاد آفتاب و در نتیجه دوام ذخایر یخ و برف بوده، زبانه‌های پرفشار را به سوی شمال تا حوزه دریاچه بایکال و به سوی باختر تا ایران گسترش می‌دهد و گاه چندین پربند آن سامانه‌های فشار زیاد و سرد مهاجر از اروپا و حوزه قفقاز را در برمی‌گیرد. در این شرایط دمای هوای شهرهای نیمه شمالی و دور از پهنه‌های آبی در ایران به حد رکورد می‌رسد.

## منابع

- ۱- براتی، غ. (۱۳۷۸): روابط سیستمی پرفشارهای مهاجر و یخبندان‌های بهاره ایران؛ تحقیقات جغرافیایی، ۵۵: ۱۳۲-۱۵۰.
- ۲- بلیغی، م. (۱۳۷۵): زمان یابی ورود پرفشار سیبری به خراسان و تأثیر آن بر آب‌وهوا منطقه، رساله کارشناسی ارشد، به راهنمایی بهلول علیجانی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت‌معلم.
- ۳- بوشر، ک. (۱۳۷۳): آب و هوای کره زمین - منطقه برون حاره، ترجمه علیجانی بهلول، جلد دوم، تهران، نشر سمت.
- ۴- رسولی، ع. ا. جهانبخش، س. قاسمی، ا. ر. (۱۳۹۲): بررسی تغییرات زمانی مکانی مقدار پوشش ابر در ایران، پژوهش‌های تحقیقات جغرافیایی، ۲۸ (۳): ۸۷-۱۰۴.
- ۵- رسولی، ع. ا. ساری صراف، ب. محمدی، غ. ح. (۱۳۹۰): تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گرد و غبار در غرب ایران در ۵۵ سال اخیر با به‌کارگیری روش‌های آماری پارامتری، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴ (۱۱): ۱-۱۶.
- ۶- رضاییان، ر. (۱۳۹۶): تحلیل پراکنش ابرناکی و ضخامت هوا در ایران مرتبط با پرتو *UV-B*؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد آب و هواشناسی همدید، به راهنمایی غلامرضا براتی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی: ۷۱.
- ۷- زندی، ر. (۱۳۸۹): مطالعه آماری فراوانی روزهای مه‌آلود مناطق جنوبی ایران، به راهنمایی غلامرضا براتی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی: ۷۹.
- ۸- صحرائیان، ف. رحیم زاده، ف. پدرام، م. (۱۳۸۳): روند میانگین سالانه پوشش ابری آسمان و کاهش میانگین سالانه دمای حداکثر در تعدادی از ایستگاه‌های کشور؛ نیوار، ۵۴ و ۵۵: ۷-۱۹.
- ۹- عزیزی، ق. خلیلی، م. (۱۳۹۰): نقش بلا کینگ در رخداد سرماهای فرین ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۷: ۳۹-۵۵.
- ۱۰- علیجانی، ب. (۱۳۶۹): چگونگی تشکیل فرا بار سیبری و اثر آن بر اقلیم ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۷: ۵۱-۴۱.
- ۱۱- غلامی بیرقدار، م. ح. (۱۳۷۳): اقلیم ایران و محدودیت‌های منابع آب ایران، نیوار، ۲۲: ۴۸-۳۸.
- ۱۲- فتاحی، ا. صالحی پاک، ت. (۱۳۸۸): تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های زمستانه ایران، جغرافیا و توسعه، ۱۳: ۱۳-۱۲۷-۱۳۶.
- ۱۳- کریمی، ص. نگارش، ح. طاووسی، ت. علیجانی، ب. (۱۳۹۱): تحلیل هم‌دید امواج سرماهای فراگیر ایران مورد: موج سرمای دی و بهمن ۱۳۸۳ استان چهارمحال و بختیاری، جغرافیا و توسعه، ۲۹: ۷۶-۵۵.
- ۱۴- لشکری، ح. (۱۳۸۷): تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۶: ۱-۱۸.
- ۱۹- لشکری، ح. یارمادی، ز. (۱۳۹۳): تحلیل هم‌دید موقعیت استقرار پرفشار سیبری و مسیرهای ورودی آن به کشور ایران در فصل سرد، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۲: ۲۱۸-۱۹۹.
- ۲۰- لشکری، ح. (۱۳۸۷): تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۶: ۱-۱۸.
- ۲۱- لشکری، ح. کیخسروی، ق. (۱۳۸۹): تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۸-۱۵ دی‌ماه ۱۳۸۵ در ایران، مدرس علوم انسانی، ۱۱(۱): ۱۱۴-۱۷۷.
- ۲۲- مسعودیان، س. ا. دارند، م. (۱۳۸۹): تحلیل هم‌دید سرماهای فرین ایران، جغرافیا و توسعه، ۲۲: ۱۸۵-۱۶۵.

- ۲۳- مسعودیان، س.ا. (۱۳۸۲): تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران؛ پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، ۱۵ (۱ و ۲): ۸۷-۹۶.
- 24- Boodhoo, Y. (2003): In Preparation For Climate Change. Proceeding of The International Symposium on Climate Change (ISCC). China: 46-56.
- 25- Chung, Y. S. Kim, H. S. Yoon, M. B. (1999): Observation of Visibility and Chemical Compositions Related to Fog, Mist and Haze in South Korea, *Water, Air, and Soil Pollution*, 111: 139-157.
- 26- Cohen, J. Screen, J. A. Furtado, J. C. Barlow, M. Whittles Ton, D. Coumou, D. Francis, J. Dethloff, K. Entekhabi, D. Overland, J. Jones, J. (2014): Recent Arctic Amplification and Extreme Mid-Latitude Weather. *Nature Geoscience Advance Online Publication*. WWW.nature.com/naturegeoscience.
- 27- Gong, D. Y. Ho, C. H. (2002): The Siberian High and Climate Change Over Middle to High Latitude Asia. *Theory. Appl. Climatology*. 72: 1-9.
- 28- Herren, P. A. (2013): Ice Core Based Climate Reconstruction From The Mongolian Altai. Inaugural Dissertation Der Philosophisch-Natur Wisentschaftlichen Fakultät Der Universität Bern, I: 1-160.
- 29- Jones, J. E. Cohen, J. (2011): A Diagnostic Comparison of Alaskan and Siberian Strong Anticyclones. *Journal of American Meteorological Society*, 24: 2599-2611
- 30- Kim, J. Byun, H. (2016): Spatiotemporal Variability of The Latest Frosts in Korean Peninsula and Causes of Atmospheric Circulation, *Meteorol Atmos Phys*, 68: 1-13.
- 31- McIlveen, R. (1992): *Fundamentals of Weather and Climate*, Champan & Hall Press.
- 32- Nasrallah, H. A. Nieplovab, E. Ramadanc, E. (2004): Warm Season Extreme Temperature Events in Kuwait, *Journal of Arid Environments*, 56: 357-371.
- 33- Park, T. W. Ho, C. H. Deng, Y. (2014): A Synoptic and Dynamical Characterization of Wave-Train and Blocking Cold Surge Over East Asia, *Clim* 43: 753-770.
- 34- Porebska, M. Zdunek, M. (2013): Analysis of Extreme Temperature Events in Central Europe Related to High Pressure Blocking Situations in 2001-2011, *Meteorologische Zeitschrift*, 22(5): 533-540.
- 35- Shao, Y. Dong, C.H. (2006): A Review on East Asian Dust Storm Climate, Modelling and Monitoring; *Global and Planetary Change*, 52: 1-22.
- 36- Westcott, N. E. (2007): Some Aspects of Dense Fog in The Midwestern United States. *Weather and Forecasting*. 22: 457-465.
- 37- Zhenguo, H. Weiqiang, Zh. (2004): Climatic Fluctuation and Disasters during Recent 100 Years in China's Tropics. *J. of Geographical Science*, 14 (7): 12-20.
- 38- www.momtaznews.com