

تحلیل هم‌دید موقعت استقرار پرفشار سیبری و مسیرهای ورودی آن به کشور ایران در فصل سرد

حسن لشکری* - دانشیار گروه جغرافیا و اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی
زهرا یارمرادی - دانشجوی کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۷ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۴/۰۹

چکیده

پرفشار سیبری از توده‌های هوای بزرگ‌مقیاس جهان است که روی پهنه وسیعی از سیاره زمین اثر می‌گذارد و به دلیل نقش دوگانه آن در سواحل شمالی ایران و سایر قسمت‌های کشور اهمیت زیادی دارد. در پژوهش حاضر مسیر ورود پرفشار سیبری به ایران در فصل سرد با روش سینوپتیکی مطالعه شد. در این مطالعه، نقشه‌های فشار سطح متوسط دریا (slp)، طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ برای شش ماه سرد سال با قدرت تفکیک مکانی ۲/۵ درجه از پایگاه داده (NCEP/NCAR) دریافت شد. به منظور سنجش اعتبار داده‌ها، سال ۲۰۰۰ به‌منزله سال نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت و تأیید شد. سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار GIS شده و در سه بخش شناسایی هسته، محور گسترش و مسیر ورود، تجزیه و تحلیل شدند. نتایج پژوهش نشان داد، هسته مرکزی سلول پرفشار سیبری در اوایل پاییز روی تبت شکل گرفته و با نزدیک شدن به فصل زمستان، به محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش منتقل می‌شود. زبانه پرفشار سیبری در ابتدای پاییز از سمت شرق وارد ایران شده و تا دامنه‌های شرقی البرز گسترش می‌یابد، ولی با شروع فصل زمستان و انتقال هسته‌های مرکزی به عرض‌های بالاتر، پشته فشاری این سامانه از شمال شرق وارد ایران شده و گاهی تا دریای عمان گسترش می‌یابد؛ روند کلی گسترش پرفشار سیبری نیز شرقی - غربی بوده و در زمستان گسترش هسته‌ها به عرض‌های بالاتر بیشتر است؛ به گونه‌ای که تا ۴۰ درجه طول جغرافیایی را دربرمی‌گیرد؛ در حالیکه در فصل پاییز هسته‌ها روی فلات تبت قرار دارند و به دلیل توپوگرافی خاص منطقه، توده پرفشار محدود شده و قلمرو عملکرد آن کاهش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: الگوی سینوپتیکی، ایران، پرفشار سیبری، محور گسترش، مسیر ورود، هسته مرکزی.

مقدمه

پرفشار سیبری از سامانه‌های مهم دنیا است و به دلیل پهنه گسترش و حوضه نفوذ آن، مورد توجه همه اقلیم‌شناسان

جهان بوده است. خصوصیات منحصربه‌فرد این سامانه، از جمله پهنة گسترش، شدت فشار مرکزی (گاه مقدار فشار در هسته آن به بیش از ۱۰۷۵ هکتوپاسکال می‌رسد)، خصوصیات دمایی و رطوبتی و پهنة نفوذ زبانه‌های آن (گاه بین مرکز اروپا تا اقیانوس آرام در شرق بوده و از قطب تا جنوب ایران و حتی شبه‌جزیره عربستان را دربرمی‌گیرد)، توجه اکثر محققان را به خود جلب کرده است. ایران به دلیل همجواری با این سامانه قوی، بیش از نیمی از سال به‌طور مستقیم و غیر مستقیم از این سامانه متأثر می‌شود و ورود آن به کشور همراه با افت شدید دما، یخبندان‌های دور از انتظار و گاه خسارت‌های گسترده‌ای همراه است، بنابراین نیاز به مطالعه دقیق‌تر و آشنایی بیشتر با رفتارها، مسیرهای ورود و حوضه نفوذ آن روی ایران محسوس است. با وجود اینکه در مطالعات گسترده‌ای به‌طور غیر مستقیم به این سامانه پرداخته شده، ولی آثاری از مطالعه تخصصی آن به چشم نمی‌خورد (علیجانی، ۱۳۸۱).

پرفشار سیبری از توده‌های هوای بزرگ‌مقیاس جهان است که بر پهنة وسیعی از سیاره زمین اثر می‌گذارد. در طول دوره سرد سال، سرزمین پهناور آسیای مرکزی، شرقی و به‌ویژه سیبری، به دلیل فاصله زیاد از منابع آبی و فقدان رطوبت لازم و صاف بودن آسمان، از طریق تشعشع موج بلند، انرژی زیادی از دست داده و در نتیجه هوای مجاور زمین به شدت سرد شده و مرکز پرفشاری به وجود می‌آید (علیجانی، ۱۳۶۹). اولین نشانه تشکیل این پرفشار، ایجاد یک منحنی بسته در ماه سپتامبر در اطراف دریایچه بایکال است و به تدریج با تداوم فصل سرد بر شدت آن افزوده می‌شود؛ به طوری که در ماه دسامبر، متوسط فشار مرکزی آن به ۱۰۳۵ هکتوپاسکال می‌رسد (علیجانی، ۱۳۷۶). در این زمان بیشتر مناطق ایران را در مدار ۳۰ درجه اشغال می‌کند. ورود این پرفشار از شمال شرق آغاز می‌شود و کم‌کم تمام نواحی فلات مرکزی را اشغال می‌کند. به دلیل همجواری ایران با این توده هوا، در بخش عمده‌ای از سال این سامانه اقلیمی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در زمان گسترش این پرفشار، دمای هوای ایران کاهش یافته و هوای سرد و خشکی حاکم می‌شود (الشکری، ۱۳۷۵). فرابار سیبری در تشکیل و حرکت چرخندهای ایران و خاورمیانه هم اثر دارد. در اوج گسترش خود هوای سرد را به دریای مدیترانه می‌ریزد و سبب تشکیل جبهه و در نهایت چرخندهای مدیترانه‌ای می‌شود و هنگام عقب‌نشینی، راه را از ایران برای عبور چرخندها باز می‌کند. گاهی هم به شکل مانع در مقابل هوای مرطوب مدیترانه‌ای عمل می‌کند. در چنین مواقعی هوای معتدل مدیترانه از روی هوای سرد سیبری صعود کرده و پس از رسیدن به مرحله اشباع و تراکم، ایجاد بارندگی می‌کند (علیجانی، ۱۳۷۴).

از آنجایی که نحوه تشکیل و ورود پرفشار سیبری در مناطق مختلف آسیای میانه اهمیت ویژه‌ای دارد، از این رو پژوهشگران خارجی و داخلی همواره از دیدگاه‌های مختلف به این سامانه توجه کرده‌اند که در ادامه به چند نمونه از مطالعات انجام‌گرفته در سال‌های اخیر اشاره می‌شود.

یوهی دینگ و کریشنامورتی (۱۹۸۷) طی پژوهشی با عنوان «شار گرمایی پرفشار سیبری و مونسون زمستان» اظهار داشتند که سرمای ناشی از بازتابش زمین و حرکت نزولی هوا در مقیاس بزرگ، در تشکیل سامانه مذکور مؤثر بوده و اثر گرمای محسوس در تغییر شکل پرفشار بی‌تأثیر نیست. تاکاهاشی (۱۹۹۰) در پژوهشی، منطقه دریایچه بایکال - مغولستان را مهم‌ترین محل پرفشار سرد معرفی کرده است. زانگ، اسپربر و بویل (۱۹۹۶) ضمن بررسی اقلیم‌شناسی موسمی‌ها و امواج سرد در شرق آسیا، دریافتند که پرفشار سیبری در ماه‌های دسامبر و ژانویه قوی‌تر ظاهر می‌شود. تاکایا

و ناکامورا (۲۰۰۵)، ضمن نشان دادن ارتباط بین تقویت پرفشار سیبری با وقوع بندالی در غرب آن، نتیجه گرفتند که برهمکنش بین ناهنجاری‌های تاوایی پتانسیلی بالای ورود سپهر با ناهنجاری‌های تاوایی پتانسیلی ناشی از هوای سرد سطح زمین، در تقویت پرفشار سیبری اهمیت زیادی دارند.

لینگیس و تامپسون (۲۰۰۷) با بررسی ارتباط بین پرفشار سیبری و بارش قبرس به این نتیجه رسیدند که بین میانگین فشار تراز دریا، گرادیان فشار و منطقه حداکثر فشار سامانه سیبری با بارش نواحی مختلف قبرس در ماه‌های متفاوتی از سال ارتباط وجود دارد. المودی، حسینیان و المزروعی (۲۰۱۳) با استفاده از شاخص (SHI) و سطح اطمینان ۹۵ درصد، به بررسی پیوند از دور پرفشار سیبری و گردش‌های استوایی و ارتباط آن با دمای هوای عربستان پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که مرکز عمل پرفشار سیبری رفتار دوره‌ای ندارد و تحت تأثیر گردش سلول هدلی قرار گرفته است؛ ضمن اینکه پایین‌ترین فراوانی به دمای سطح دریا بر منطقه ال‌نینو مربوط است و همچنین نوسانات دمای سطح دریا در طول ال‌نینو روی سیبری تأثیر دارد.

در ایران نیز چندین کار در زمینه پرفشار سیبری و تأثیر آن بر اقلیم کشور صورت گرفته است. بلیغی (۱۳۷۵) ضمن بررسی تأثیر پرفشار سیبری بر اقلیم خراسان، نتیجه گرفت که بیش از ۹۰ درصد از یخبندان‌های پاییزه خراسان، به سبب سامانه مذکور ایجاد شده است. چو‌خاچی‌زاده (۱۳۷۶) با آثار سینوپتیکی پرفشار سیبری روی دمای شمال شرقی ایران در بازه زمانی چهارساله، نتیجه گرفت که ماه اکتبر همزمان با تشکیل پرفشار سیبری بوده است.

عزیزی و یوسفی (۱۳۸۴) در پژوهشی با استفاده از داده‌های حداقل فشار سه ایستگاه انزلی، بابلسر و همدان، در یک دوره آماری نُه‌ساله به زمان‌یابی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی خزر اقدام کردند. براین اساس دهه دوم اکتبر برابر با دهه سوم مهر با بیشترین فراوانی، آغاز مرحله فعالیت پرفشار سیبری در منطقه شناخته شد.

مفیدی و ذرین (۱۳۸۵) به تحلیل ماهیت و ساختار مراکز پرفشار و کم‌فشار پرداختند. آنها مراکز فشار را به دو دسته دینامیکی و حرارتی تقسیم کردند. در این بررسی مشخص شد که مراکز فشار حرارتی تابع شدت تابش خورشید، عرض جغرافیایی و فصل سرد سال هستند، به همین دلیل مراکز پرفشار حرارتی در عرض‌های بالا و در دوره سرد سال تشکیل می‌شوند.

مهماندوست (۱۳۸۵) ضمن مطالعه شدت و گسترش پرفشار سیبری روی ایران با استفاده از GIS، نتیجه گرفت که حداکثر گسترش پرفشار مربوط به ماه فوریه است. خسروی و اسماعیلی (۱۳۸۶) با بررسی الگوهای هم‌دید یخبندان‌های دیررس شمال شرق کشور در یک دوره آماری بیست‌ساله، به این نتیجه رسیدند که شدیدترین یخبندان‌ها زمانی رخ می‌دهد که پرفشار سیبری با پرفشارهای غربی مهاجر در هم ادغام شوند. عامل اصلی وقوع یخبندان‌ها در همه الگوها پرفشار سیبری است که باعث ریزش هوای سرد از شمال شرق کشور و افت رطوبت نسبی و دما و درنهایت، بروز یخبندان‌های وزشی در این منطقه می‌شود.

ایران‌نژاد و همکاران، ضمن بررسی بازه‌های نوسان سالانه کمربند پرفشار جنب حاره و پرفشار سیبری بر چرخندزایی مدیترانه و بارش ایران، به این نتیجه دست یافتند که بازه‌های نوسان سالانه پرفشار جنب حاره و پرفشار سیبری، در سال‌های تر بیشتر از میانگین بلندمدت است (ایران‌نژاد، احمدی گیوی و محمدنژاد، ۱۳۸۸). مسعودیان،

کاشکی و حسینی (۱۳۹۰) در بررسی تیپ‌های هم‌دید اقلیم شمال شرق کشور و ارتباط آن با سامانه‌های گردشی روز در یک دوره آماری بیست‌وساله، به این نتیجه رسیدند که با توجه به نقشه‌های الگوهای گردشی، نقش سامانه‌های پرارتفاع عربستان و جنوب ایران در دوره گرم و خشک و نقش فرود مدیترانه، فرود سیبری و فرود شمال شرق در دوره سرد سال مؤثر است.

احمدی گیوی و احمدی حجت (۱۳۹۱) با بررسی دینامیکی و ترمودینامیکی ساختار پرفشار سیبری به این نتیجه رسیدند که پرفشار سیبری فقط یک سامانه محدود به سطح زمین نیست و می‌تواند با میدان‌های هواشناختی در بالای جو نیز در ارتباط باشد. در تحلیل امواج سرماهای فراگیر مشخص شد که الگوی حاکم بر این موج سرمای شدید، الگوی پرفشار سیبری بوده است (لشکری، ۱۳۸۷؛ عزیزی، اکبری، داودی و اکبری، ۱۳۸۹؛ علیجانی، طاووسی، نگارش و کریمی، ۱۳۹۱؛ امیدوار و ابراهیمی، ۱۳۹۱). از بررسی مطالعات انجام شده، می‌توان این‌گونه برداشت کرد که پرفشار سیبری یک مرکز پرفشار حرارتی است که از اوایل دوره سرد سال (اکتبر) در محدوده جغرافیایی بین ۶۰-۱۲۰ طول شرقی و ۴۰-۶۰ عرض شمالی روی خشکی‌های وسیع آسیا و سیبری تشکیل شده است و در اطراف مدار ۴۷ درجه شمالی به سوی شمال و جنوب نوسان می‌کند. این سامانه در راستای شرقی و غربی گسترش چشمگیری دارد و پشته فشاری آن مناطق مختلفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این حالت سلول مرکزی آن تحت تأثیر شرایط ترمودینامیکی سطوح میانی تروپوسفر (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) تشدید یا تضعیف می‌شود.

با مرور مطالعاتی که تا کنون در مورد پرفشار سیبری انجام گرفته است، به موقعیت واقعی استقرار هسته مرکزی این سامانه در طول سال و جابه‌جایی آن در دوره فعالیت، الگوی گسترش و مسیرهای اصلی ورود این سامانه به ایران، کمتر توجه شده است که در این پژوهش تلاش می‌شود تا این شکاف مطالعاتی پر شده و جزئیات هم‌دید مربوط به گسترش آن، روشن شود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش پیش رو با توجه به اینکه فقط نوسانات و حرکات یک سیستم خاص مد نظر بوده، بنابراین دوره یازده‌ساله، به خوبی می‌تواند انتظار ما را از پژوهش برآورده کند. برای بررسی نقش پرفشار سیبری، ابتدا از نقشه‌های محدود به طول جغرافیایی ۴۵ تا ۱۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۰ تا ۶۰ درجه شمالی در یک دوره آماری یازده‌ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) استفاده شده است. همچنین داده‌های مربوط به ماه‌های سرد سال؛ یعنی اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس، در این محدوده به کار گرفته شده است. داده‌های مورد استفاده، فشار تبدیل شده به سطح متوسط دریا (slp) است که از پایگاه داده مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی پژوهش‌های جوی ایالات متحده آمریکا (NCEP/NCAR) با قدرت تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه به دست آمده است. برای تعیین دقت موقعیت استقرار پرفشار سیبری، به تحلیل این داده‌ها در محیط GIS ARC پرداخته شد. هسته، مسیر و محورهای گسترش به صورت لایه‌های رقمی درآمده و به نقشه‌های

تفسیرشدنی در اقلیم‌شناسی تبدیل شدند. در تحلیل این نقشه‌ها، ابتدا موقیعت متوسط هسته مرکزی، الگوی گسترش و محور اصلی پرفشار سیبری در یک دوره یازده ساله مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله هسته مرکزی پرفشار سیبری با استفاده از اولین منحنی بسته‌شده در هر یک از ماه‌های سرد سال مشخص شد. همچنین محور گسترش و مسیر ورود آن به سمت ایران با استفاده از انتهای آخرین منحنی هم‌فشار بسته‌شده به دور مرکز پرفشار سیبری، مشخص شد. برای اطمینان از صحت کار و الگوی واقعی گسترش، هسته مرکزی پرفشار در سال ۲۰۰۰ به صورت روزبه‌روز در هر یک از ماه‌های سرد سال ترسیم شده است.

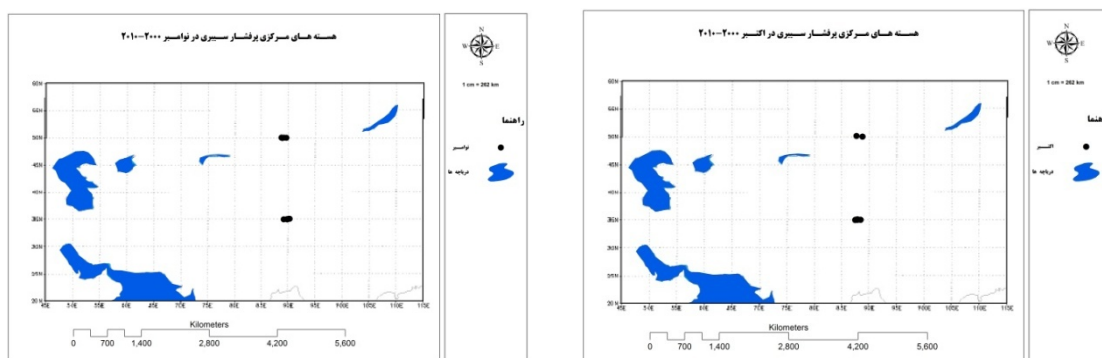
یافته‌های پژوهش

تحلیل موقیعت هسته مرکزی پرفشار در دوره سرد سال (موقیعت متوسط)

همان‌طور که پیش از این گفته شد، در این بررسی موقیعت هسته مرکزی (اولین منحنی بسته‌شده دور هسته پرفشار) به‌طور متوسط ماهانه در یک دوره یازده‌ساله تعیین شده است.

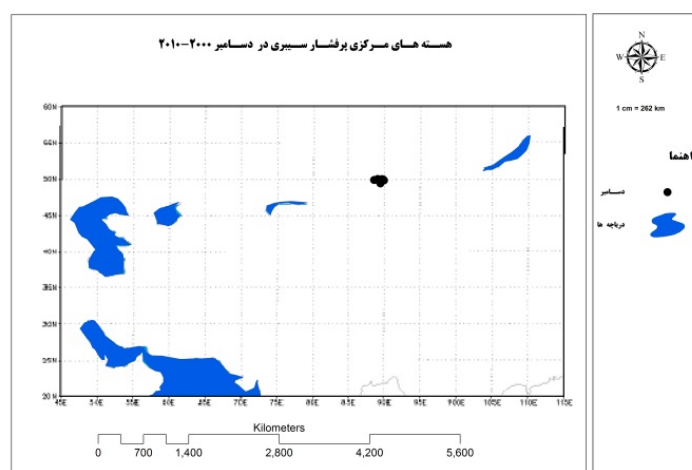
فصل پاییز

شکل‌های ۱ تا ۳ موقیعت هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری را به ترتیب در ماه اکتبر، نوامبر و دسامبر نشان می‌دهد. در این شکل‌ها دیده می‌شود که هسته‌های مرکزی در محدوده‌ای بین ۳۴ تا ۵۱ درجه شمالی (محدوده فلات تبت و محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش) و طول‌های ۸۷ تا ۸۹ درجه شرقی پراکنده شده‌اند. در ماه اکتبر (شروع فصل سرد) عمده مراکز (هشت هسته از هسته‌های یازده‌گانه) روی فلات تبت بسته شده است. به نظر می‌رسد هنوز دمای هوا روی خشکی‌های سیبری بالا نیست و زمینه لازم برای تکوین این سامانه آماده نشده، ولی ارتفاع زیاد فلات تبت این شرایط را بهتر فراهم کرده است. در اکتبر، بیشتر هسته‌ها در محدوده فلات تبت با متوسط فشار مرکزی ۱۰۲۹/۵ هکتوپاسکال بسته شده، همچنین یک هسته در محدوده صحرای سیبری، بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش و یک هسته در شمال غرب دریاچه مازندران (از نوع پرفشار ادغامی) بسته شده‌اند، در حالیکه در ماه نوامبر فراوانی هسته‌های پرفشار بین فلات تبت و دریاچه‌های بایکال و بالخاش با فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال متعادل‌تر شده است. در نتیجه با پایین‌تر رفتن زاویه تابش و بیلان منفی انرژی روی عرض‌های جغرافیایی بالاتر، شرایط بهتری برای شکل‌گیری پرفشار سیبری فراهم شده است. در ماه دسامبر نیز هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری با فشار متوسط ۱۰۳۷/۵ هکتوپاسکال به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر (طول‌های ۸۷ تا ۹۱ درجه شرقی و عرض‌های ۴۷ تا ۵۱ درجه شمالی) جابه‌جا شده‌اند. با نزدیک شدن به ماه سرد سال در نیمکره شمالی، مراکز هم به عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده و روی جنوب صحرای سیبری متمرکز شده‌اند.



شکل ۱. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری متوسط اکتبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰

شکل ۲. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری متوسط نوامبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰

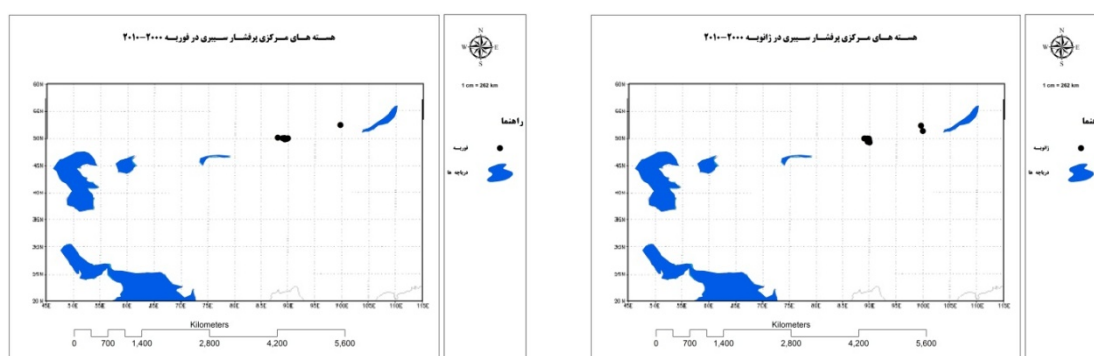


شکل ۳. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری متوسط دسامبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰

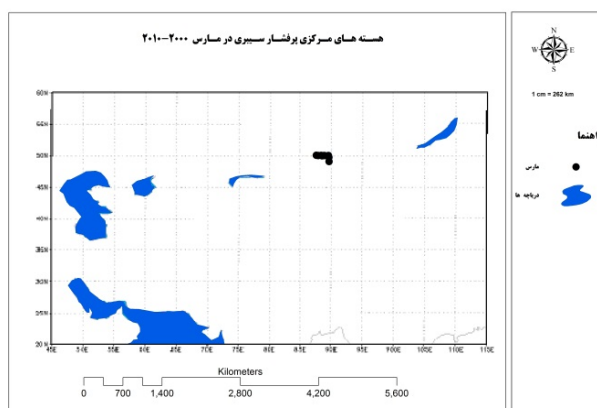
فصل زمستان

شکل‌های ۴، ۵ و ۶ موقعیت هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری را در ماه ژانویه، فوریه و مارس نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود موقعیت هسته‌ها در ماه ژانویه نسبت به ماه‌های قبل، منظم‌تر شده و از تمرکز بیشتری برخوردار هستند. بیشتر هسته‌ها در این ماه در یک محدوده کوچک بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش (طول‌های ۸۵ تا ۹۱ درجه شرقی و عرض‌های ۴۷ تا ۵۳ درجه شمالی) متمرکز شده‌اند. در این ماه بیلان انرژی منفی روی سیبری به اوج خود رسیده و دمای هوا به حداقل ممکن می‌رسد. همچنین نفوذ زبان‌های سرد قطبی از عرض‌های بالاتر، موجب افزایش شدت سرما شده و از سوئی، وجود برف روی این منطقه انعکاس را تشدید کرده و بر سرمایش هوا در لایه زیرین بیش از پیش می‌افزاید؛ در این ماه به دلیل سردی بیش از حد هوا، هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری محدوده بیشتری را اشغال کرده است، در حالیکه در ماه فوریه با برگشت به سمت اعتدال و افزایش نسبی دمای هوا و کاهش منفی بیلان تابش، هسته‌ها از حالت تراکم درآمد و به سمت شمال دریاچه بالخاش و عرض‌های پایین جابه‌جایی داشته‌اند؛ به طوری که بیشتر

هسته‌ها در محدوده طول ۹۰ درجه شرقی و عرض ۵۲ درجه شمالی بسته شده‌اند. پدیده جالب توجه، فشردگی بسیار زیاد مراکز هسته‌ها روی سیبری است. در عمده موارد هسته مرکزی در محدوده کوچکی بین طول‌های ۸۵ تا ۹۱ درجه شرقی (تعداد دو هسته نیز روی طول ۱۰۰ درجه شرقی) و عرض‌های ۴۸ تا ۵۳ درجه شمالی بسته شده‌اند. در ماه مارس با وجود اینکه هنوز اکثر هسته‌های پرفشار بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش قرار دارند، ولی به دلیل نزدیک شدن اعتدال نسبی دمای هوا، مراکز هسته‌ها نسبت به ماه‌های قبل فشردگی بیشتری داشته و اینک هسته‌های بسته شده روی صحرای سیبری نسبت به ماه‌های قبل، کمی به سمت پایین جابه‌جایی داشته‌اند.



شکل ۴. هسته مرکزی پرفشار سیبری متوسط ژانویه ۲۰۱۰-۲۰۰۰
شکل ۵. هسته مرکزی پرفشار سیبری متوسط فوریه ۲۰۱۰-۲۰۰۰



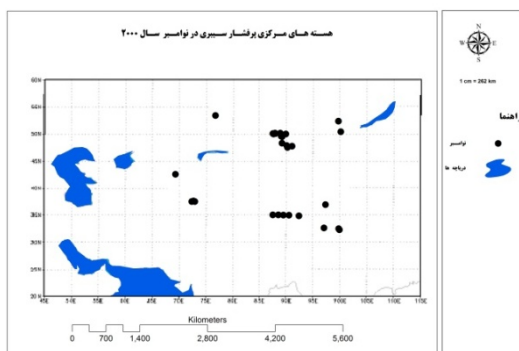
شکل ۶. هسته مرکزی پرفشار سیبری متوسط مارس ۲۰۱۰-۲۰۰۰

موقعیت هسته‌های مرکزی پرفشار در سال نمونه (۲۰۰۰)

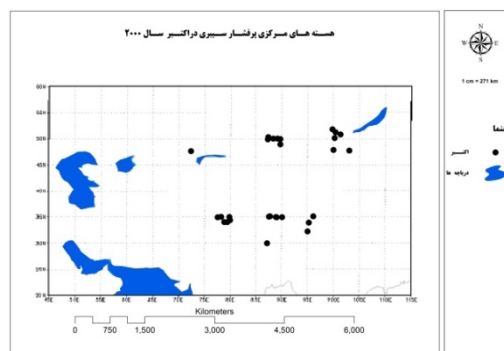
با توجه به اینکه در بررسی قبلی، موقعیت متوسط هسته مرکزی پرفشار در یک دوره یک‌ماهه متوسط گرفته شد، برای دقت در موقعیت واقعی یا پراکنش واقعی هسته‌ها، سال ۲۰۰۰ را به‌منزله سال نمونه انتخاب کرده و این بار موقعیت روزانه هسته مرکزی پرفشار در شش ماه سرد سال تعیین شد. پراکنش هسته مرکزی در هر یک از ماه‌های سرد سال به شرح زیر بوده است.

فصل پاییز

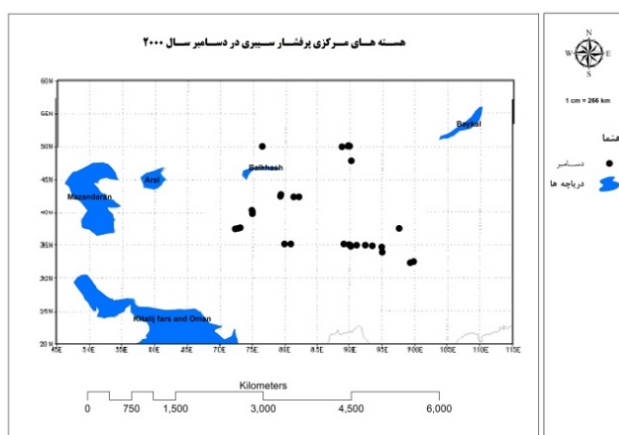
شکل‌های ۷، ۸ و ۹، موقعیت هسته مرکزی پرفشار را در هریک از روزهای فصل پاییز سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، هسته‌ها در محدوده‌ای بین عرض‌های ۳۰ تا ۵۲ درجه شمالی (محدوده بین فلات تبت تا دریاچه بایکال و بالخاش) و طول‌های ۷۱ تا ۱۰۴ درجه شرقی پراکنده شده‌اند؛ به دلیل ورود پرفشار مهاجر غربی و ادغام آن با پرفشار سیبری، تعدادی از هسته‌ها نیز در غرب و جنوب غرب دریاچه آرال بسته شده‌اند. ملاحظه می‌شود که در ماه اکتبر ابتدا هسته‌ها در محدوده فلات تبت شکل گرفتند که با افزایش سرما به سمت عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده و پراکندگی بیشتری پیدا کرده‌اند. در این ماه به نظر می‌رسد که هنوز دمای هوا روی خشکی‌های سیبری زمینه لازم را برای تشکیل این سامانه فراهم نکرده است. در ماه‌های نوامبر و دسامبر هسته‌ها از حالت تمرکز بین دو منطقه بیرون آمده و قدری پراکنده‌تر شده‌اند و محدوده طولی بیشتری را اشغال کرده‌اند. تعدادی هسته نیز در شمال شرق افغانستان تشکیل شده است، ولی با نزدیک شدن به ماه سرد سال در نیمکره شمالی، تراکم هسته‌های مرکزی پرفشار به سمت عرض‌های بالاتر بیشتر شده است.



شکل ۸. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری
نوامبر سال ۲۰۰۰



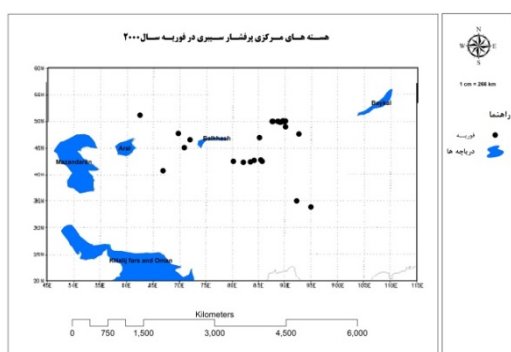
شکل ۷. هسته مرکزی پرفشار سیبری
اکتبر سال ۲۰۰۰



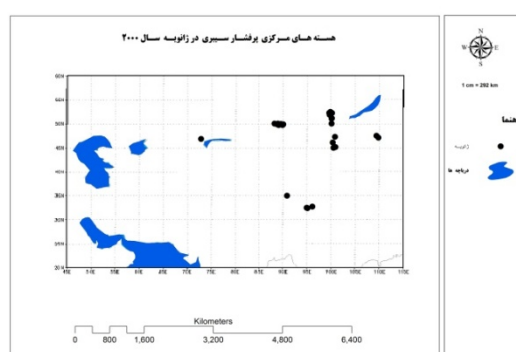
شکل ۹. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری دسامبر سال ۲۰۰۰

فصل زمستان

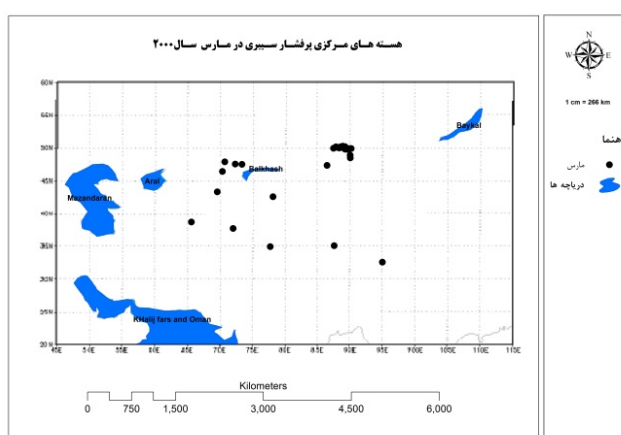
با مشاهده شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲، می‌توان دریافت که هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری در زمستان در دو منطقه اصلی متمرکز شده‌اند. هسته اصلی تمرکز هسته‌های پرفشار بین دریاچه بایکال و بالخاش قرار دارد. این پدیده در هر سه ماه زمستان نیز به چشم می‌خورد. هسته دوم در محدوده طول‌های ۹۰ تا ۹۷ درجه شرقی و عرض ۳۱ تا ۳۵ درجه شمالی (روی فلات تبت) متمرکز دارند. بنابراین الگوی حاکم در پراکنش هسته‌های پرفشار در حالت متوسط با نمونه مطالعاتی سال ۲۰۰۰ که به صورت روزانه بررسی شد نیز، هماهنگی نشان می‌دهد. به همین دلیل می‌توان گفت، هسته‌های اصلی پرفشار سیبری که روی ایران تأثیر می‌گذارند، در دو منطقه اصلی بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش و شمال تبت بسته شده‌اند.



شکل ۱۱. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری فوریه سال ۲۰۰۰



شکل ۱۰. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری ژانویه سال ۲۰۰۰



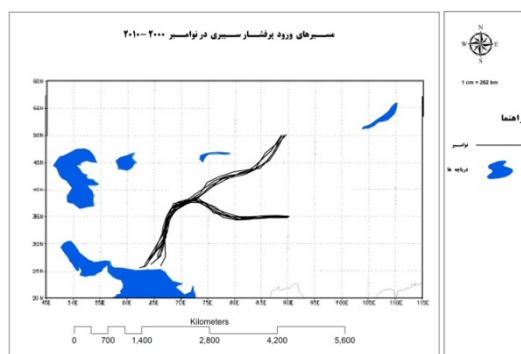
شکل ۱۲. هسته‌های مرکزی پرفشار سیبری مارس سال ۲۰۰۰

تحلیل مسیر ورودی پرفشار سیبری در دوره سرد سال (موقیعت متوسط)

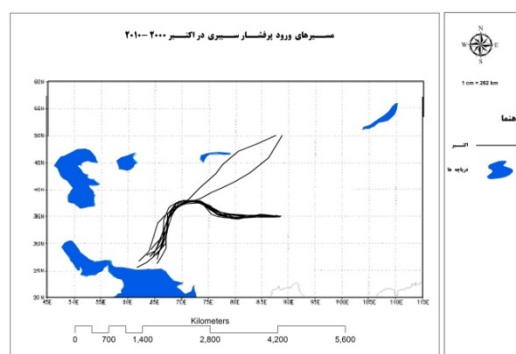
در این مرحله از پژوهش، در یک دوره یازده‌ساله مسیر ورود سامانه پرفشار سیبری با میانگین‌گیری مسیره‌ها برای تمام ۳۰ روز بررسی شده است.

فصل پاییز

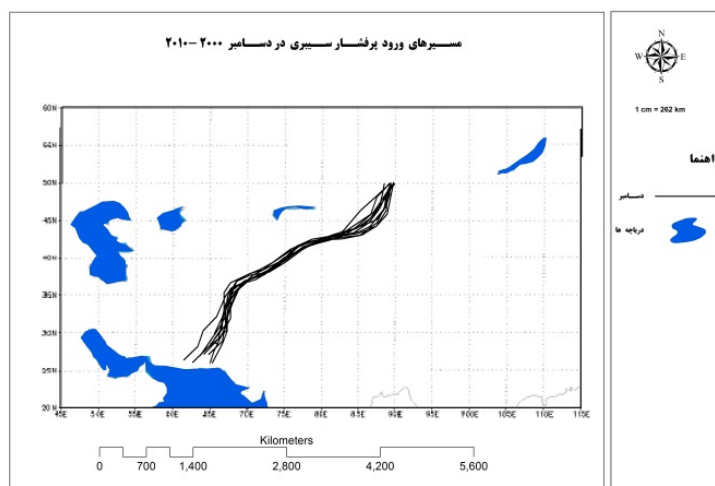
شکل‌های ۱۳ تا ۱۵ مسیر ورود پرفشار سیبری را در فصل پاییز نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود که الگوی زبانه پرفشار سیبری کاملاً شمال شرقی - جنوب غربی است و زبانه پس از عبور از روی افغانستان و شمال پاکستان، از سمت شرق و شمال استان سیستان و بلوچستان وارد ایران شده است. انتهای زبانه در این ماه به‌طور کلی تا طول ۶۰ درجه (شمال استان هرمزگان و مرکز استان فارس) امتداد یافته است. ملاحظه می‌شود که این الگوها با الگوی گسترش هسته‌ها هماهنگی دارد؛ یعنی در ماه اکتبر، همزمان با تشکیل پرفشار سیبری، بیشتر زبانه‌ها از سمت فلات تبت (محدوده ۸۷ درجه شرقی و ۳۵ درجه شمالی) به کشور ایران گسیل شده‌اند، در حالیکه هرچه دمای هوا رو به سردی رفته، زبانه‌ها نیز به سمت عرض‌های بالاتر (محدوده دریاچه بایکال و بالخاش) جابه‌جا شده‌اند؛ به طوری که در ماه دسامبر تمام زبانه‌های یازده‌گانه به سمت عرض‌های بالا (محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش) حرکت کرده‌اند، به این معنا که با افزایش تعداد روزهای تشکیل پرفشار سیبری، مقادیر فشار مرکزی آن نیز افزایش یافته و در نتیجه با گسترش نصف‌النهاری، زبانه جنوب غربی سامانه مذکور وارد کشور می‌شود.



شکل ۱۴. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط نوامبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰



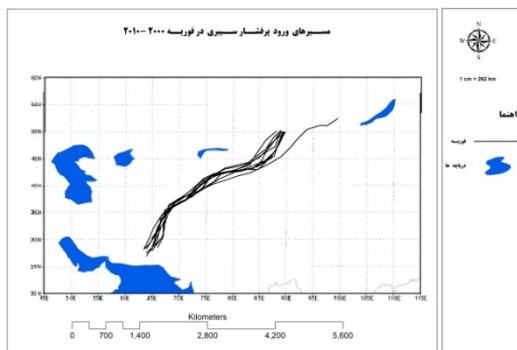
شکل ۱۳. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط اکتبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰



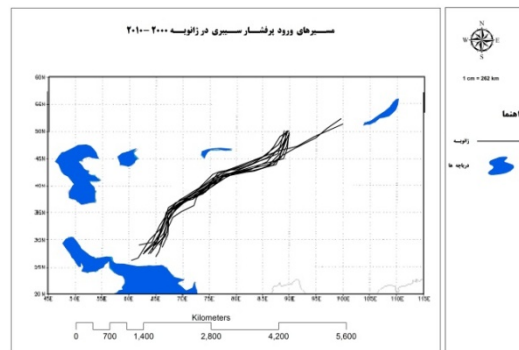
شکل ۱۵. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط دسامبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰

فصل زمستان

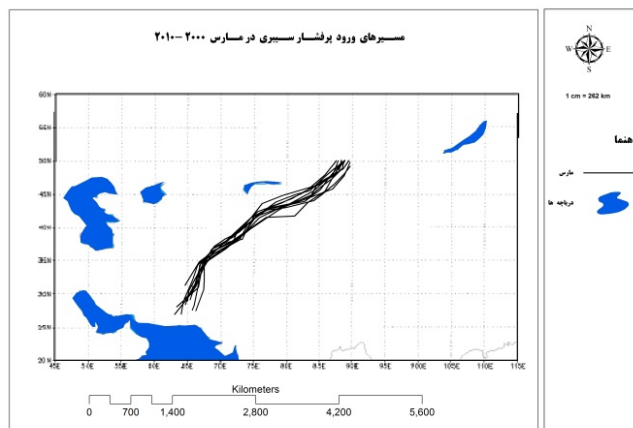
شکل‌های ۱۶ تا ۱۸ مسیر ورود پرفشار سیبری را در فصل زمستان نشان می‌دهند. در این فصل نیز همانند فصل قبل، مسیر ورود زبانه مذکور شمال شرقی - جنوب غربی است و با الگوهای قبلی نیز هماهنگی کامل دارد. این زبانه‌ها پس از عبور از روی افغانستان و شمال پاکستان، از سمت شرق و جنوب شرق وارد ایران می‌شوند. در واقع با پیشروی دوره سرد و سردتر شدن دمای هوا، بر شدت این پرفشار افزوده می‌شود؛ به طوری که در ماه ژانویه به حداکثر شدت و گسترش خود می‌رسد. فشار مرکزی این فرابار به طور متوسط بیش از ۱۰۳۹ هکتوپاسکال است. با افزایش نسبی دمای هوا، از فشار مرکزی هسته‌ها کاسته می‌شود؛ به طوری که این فشار در ماه فوریه به ۱۰۳۵ و در ماه مارس به ۱۰۳۲ هکتوپاسکال کاهش داشته است.



شکل ۱۷. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط فوریه ۲۰۱۰-۲۰۰۰



شکل ۱۶. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط ژانویه ۲۰۱۰-۲۰۰۰



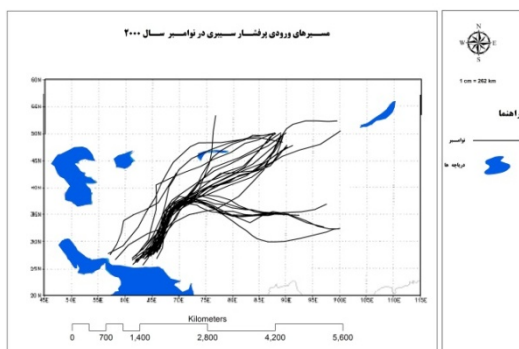
شکل ۱۸. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری متوسط مارس ۲۰۱۰-۲۰۰۰

تحلیل مسیر ورودی پرفشار سیبری در سال نمونه ۲۰۰۰

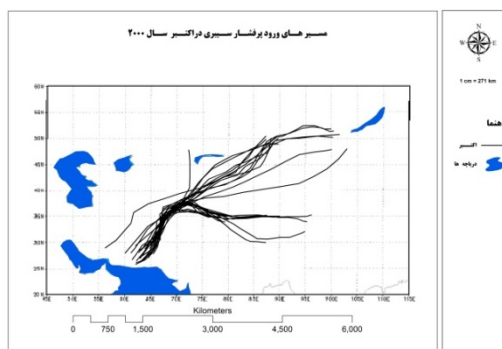
فصل پاییز

شکل‌های ۱۹، ۲۰ و ۲۱ مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری را در فصل پاییز سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهند. این فصل با نقشه‌های متوسط ماهانه همخوانی داشته و زبانه پرفشار سیبری با الگوی کاملاً شمال شرقی - جنوب غربی، پس از

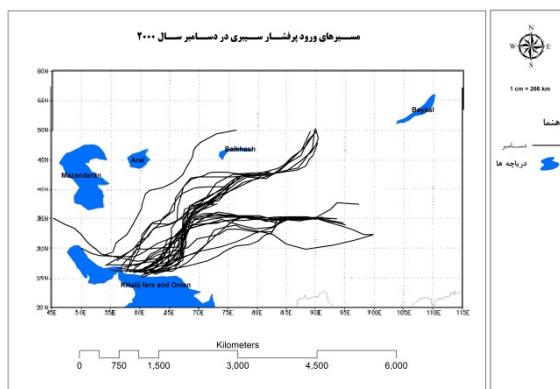
عبور از افغانستان و شمال پاکستان، از سمت شرق و شمال شرق وارد ایران شده است. حد انتهایی گسترش این زبانه به سمت مرکز و غرب ایران در حال امتداد است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقادیر فشار مرکزی پرفشار سیبری در اوایل شکل‌گیری (ماه اکتبر) کم بوده و فلات تبت شرایط لازم را برای ایجاد این پرفشار فراهم کرده است؛ در حالیکه با سرد شدن هوا و کمبود بیلان انرژی در عرض‌های بالا، این سامانه به محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش منتقل شده است. حد گسترش زبانه‌ها به حدی است که تمام نواحی ایران را دربرگرفته و هوای سرد را برای این مناطق به ارمغان می‌آورد.



شکل ۲۰. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری
نوامبر سال ۲۰۰۰



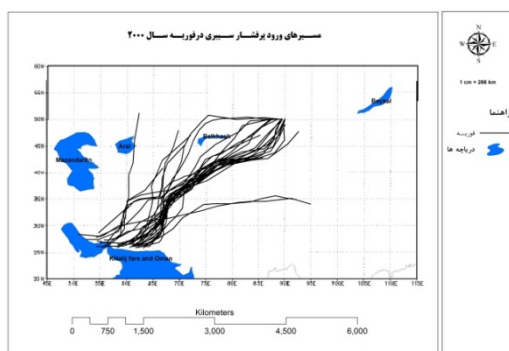
شکل ۱۹. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری
اکتبر سال ۲۰۰۰



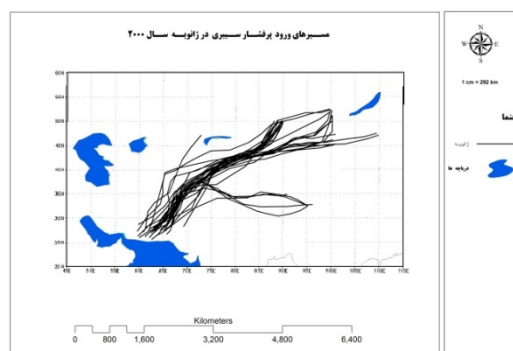
شکل ۲۱. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری
دسامبر سال ۲۰۰۰

فصل زمستان

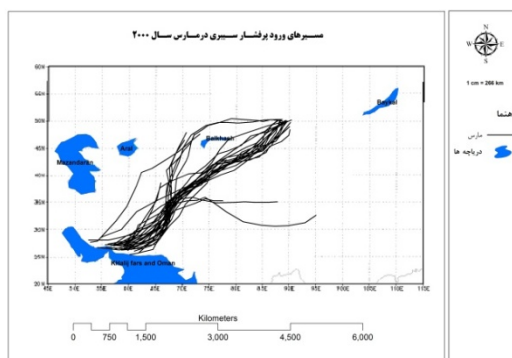
شکل‌های ۲۲ تا ۲۴ مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری به ایران را در سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهند. زبانه‌ها با الگوی شمال شرقی - جنوب غربی پس از عبور از ترکمنستان، افغانستان و پاکستان، از سمت شرق و شمال شرق وارد ایران شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشتر این زبانه‌ها در فصل زمستان در محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش تشکیل شده‌اند.



شکل ۲۳. مسیر ورود پرفشار سیبری فوریه سال ۲۰۰۰



شکل ۲۲. مسیر ورود زبانه پرفشار سیبری ژانویه سال ۲۰۰۰



شکل ۲۴. مسیر ورود پرفشار سیبری مارس ۲۰۰۰

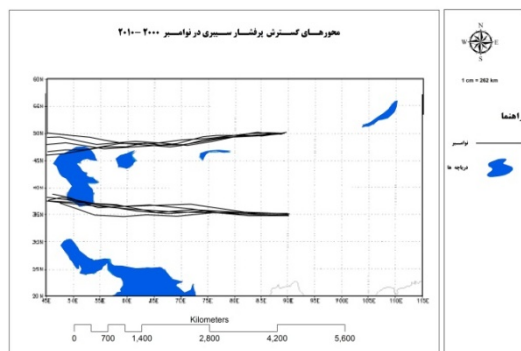
تحلیل محور گسترش پرفشار سیبری در دوره سرد سال (موقعیت متوسط)

در این مرحله از پژوهش، محور اصلی گسترش زبانه‌های پرفشار سیبری (ابتدا و انتهای آخرین منحنی بسته‌شده به دور پرفشار) بررسی می‌شود.

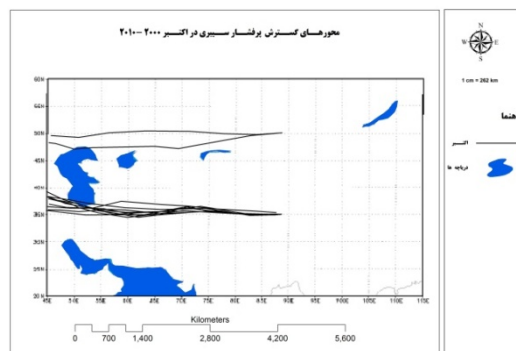
فصل پاییز

شکل‌های ۲۵ تا ۲۷ محور گسترش پرفشار سیبری را در فصل پاییز نشان می‌دهد. محور گسترش پرفشار در این فصل در دو منطقه اصلی متمرکز شده‌اند. ماه اکتبر، هسته اصلی در محدوده فلات تبت (۳۴ تا ۳۶ درجه عرض شمالی) بسته شده است. این زبانه‌ها دارای الگوی شرقی - غربی (مداری) بوده که پس از عبور از افغانستان، از سمت شرق و استان خراسان رضوی به ایران وارد شده و تا مرکز عراق (طول ۴۴ درجه غربی) امتداد یافته است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، هرچه به ماه‌های سرد سال نزدیک می‌شویم، این زبانه‌ها نیز به سمت عرض‌های بالاتر (محدوده بین دریاچه بایکال تا بالخاش) جابه‌جا می‌شوند؛ به طوری که در ماه دسامبر، زبانه‌های مذکور کاملاً در محدوده صحرای سیبری قرار گرفته‌اند. در تعدادی از هسته‌ها که در محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش بسته شده‌اند نیز، محور گسترش شرقی - غربی بوده که به سمت شمال دریای سیاه (طول ۳۷ درجه غربی) امتداد یافته است. بیشترین محورهای گسترش در

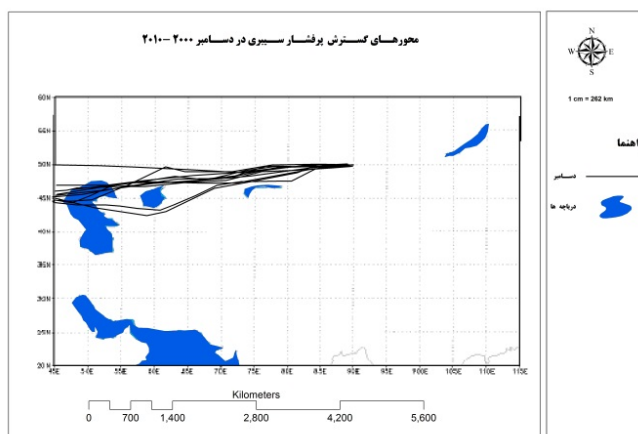
این فصل در محدوده فلات تبت است که با فرارسیدن ماه‌های بعدی، این محورها به سمت عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده‌اند.



شکل ۲۶. الگوی گسترش پرفشار سیبری متوسط نوامبر
۲۰۱۰-۲۰۰۰



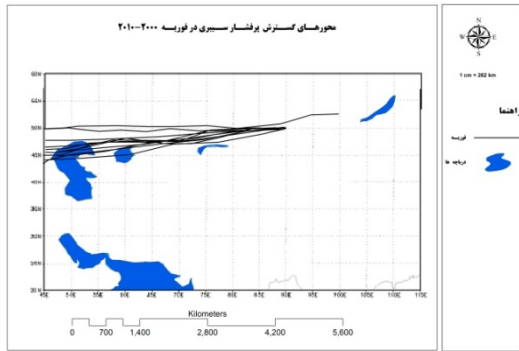
شکل ۲۵. محور گسترش پرفشار سیبری متوسط
اکتبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰



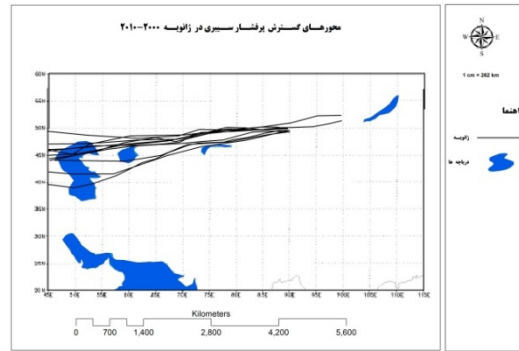
شکل ۲۷. محور گسترش پرفشار سیبری دسامبر ۲۰۱۰-۲۰۰۰

فصل زمستان

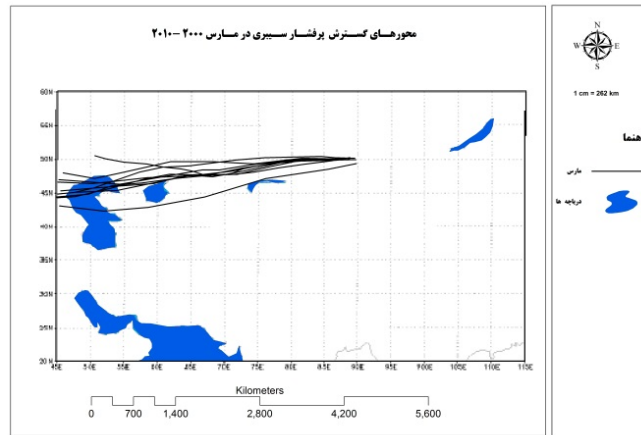
شکل‌های ۲۸ تا ۳۰ محور گسترش پرفشار سیبری را در فصل زمستان نشان می‌دهند. در این فصل نیز محور گسترش پرفشار، شرقی - غربی بوده و تمرکز هسته‌ها در دو محدوده فلات تبت و دریاچه‌های بایکال و بالخاش قرار دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در ماه ژانویه کل زبانه‌های مذکور در محدوده دریاچه بایکال تا بالخاش بسته شده‌اند که غربی‌ترین حد گسترش آن تا طول ۳۷ درجه غربی (شمال دریای سیاه) است. در ماه فوریه تعداد هسته‌ها نسبت به ماه قبل، کمی به سمت غرب جابه‌جایی داشته‌اند و امتداد این زبانه‌ها از سمت شمال شرق با فرستادن موج سرما وارد مناطق شمال شرق کشور می‌شوند. با وجود افزایش نسبی دما در ماه مارس، تمرکز بیشتر هسته‌های پرفشار در محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش (عرض‌های ۴۸ تا ۵۱ درجه شمالی) بوده که به سمت غرب و شمال دریای سیاه (طول ۳۸ درجه غربی)؛ یعنی غربی‌ترین حد گسترش آن، امتداد یافته است.



شکل ۲۹. محور گسترش پرفشار سیبری متوسط فوریه ۲۰۱۰-۲۰۰۰



شکل ۲۸. محور گسترش پرفشار سیبری متوسط ژانویه ۲۰۱۰-۲۰۰۰

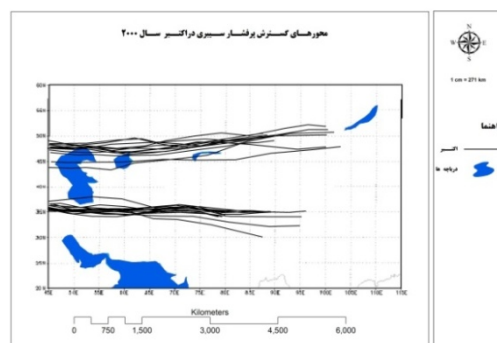
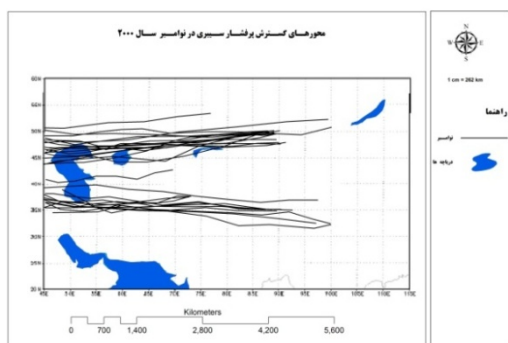


شکل ۳۰. محور گسترش پرفشار سیبری متوسط مارس ۲۰۱۰-۲۰۰۰

تحلیل محور گسترش پرفشار سیبری نمونه سال ۲۰۰۰

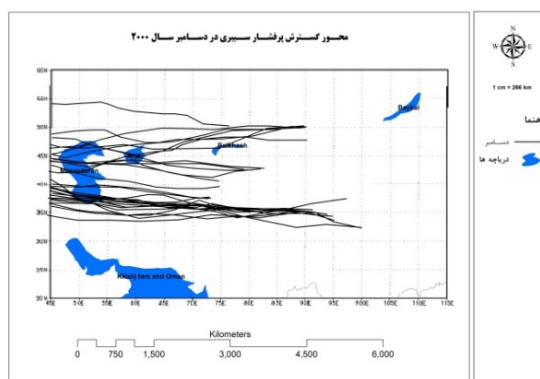
فصل پاییز

شکل‌های ۳۱ تا ۳۳ محور گسترش پرفشار سیبری را در فصل پاییز نشان می‌دهند. مشاهده می‌شود که الگوی گسترش این سامانه در راستای شرقی - غربی بوده است و با میانگین گسترش یازده‌ساله هماهنگی دارد. در ماه اکتبر بیشترین تمرکز هسته‌ها در محدوده فلات تبت (عرض‌های ۳۰ تا ۳۷ درجه شمالی و طول‌های ۸۷ تا ۱۰۴ درجه شرقی) بوده که از سمت شرق کشور با عبور از افغانستان وارد ایران شده و به سمت مرکز عراق گسترش یافته است؛ در مقابل هسته‌هایی که در محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش تشکیل شده با عبور از دریاچه آرال و دریای مازندران، به سمت دریای سیاه گسترش یافته است. در ماه نوامبر و دسامبر تمرکز هسته‌ها در محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش (عرض‌های ۴۷ تا ۵۳ درجه شمالی و طول ۱۰۰ درجه شرقی) بوده که به سمت غرب تا مرکزیت عراق پیش رفته است.



شکل ۳۲. محور گسترش پرفشار سیبری نوامبر ۲۰۰۰

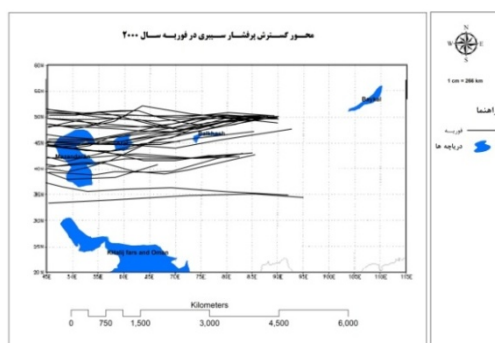
شکل ۳۱. محور گسترش پرفشار سیبری اکتبر ۲۰۰۰



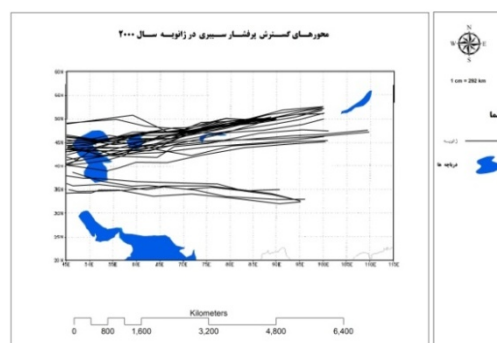
شکل ۳۳. محور گسترش پرفشار سیبری دسامبر سال ۲۰۰۰

فصل زمستان

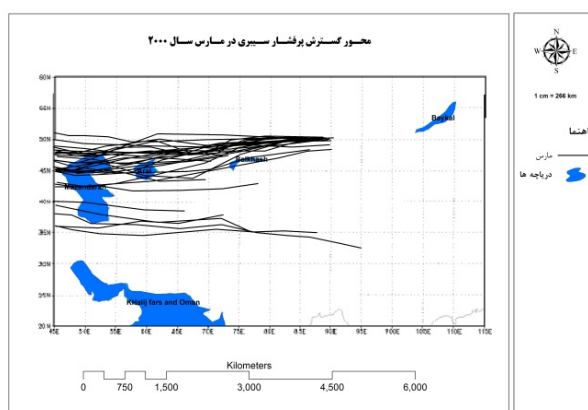
شکل‌های ۳۴، ۳۵ و ۳۶ محور گسترش پرفشار سیبری را در فصل زمستان نشان می‌دهند. در این فصل الگوی گسترش پرفشار سیبری نیز کاملاً شرقی - غربی است. هسته‌های اصلی تمرکز پرفشار در محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش قرار دارد که به سمت غرب و شمال دریای سیاه (طول ۳۰ درجه غربی) امتداد یافته است. چند مورد از هسته‌ها در این ماه نیز روی فلات تبت (۳۳ تا ۳۷ درجه شمالی) شکل گرفته‌اند که پس از عبور از افغانستان، از سمت شرق و از سمت خراسان رضوی وارد ایران شده و تا مرکز عراق پیش رفته‌اند. فشردگی هسته‌ها در محدوده بین دریاچه‌های بایکال و بالخاش جالب توجه است و با میانگین یازده‌ساله مطابقت دارد.



شکل ۳۵. محور گسترش پرفشار سیبری فوریه ۲۰۰۰



شکل ۳۴. محور گسترش پرفشار سیبری ژانویه ۲۰۰۰



شکل ۳۶. محور گسترش پرفشار سیبری مارس سال ۲۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

پرفشار سیبری یکی از سامانه‌های مهم و تأثیرگذار بر آب و هوای بخش گسترده‌ای از ایران، به‌خصوص در دوره سرد سال یا دوره بارشی ایران است. الگوهای سطح فوقانی جو در شکل‌گیری این سامانه نقش بسزایی دارند؛ به‌طوری که عامل عمده تشکیل پرفشار سیبری، آرایش مکانی فرود بادهای غربی در سیبری است. پرفشار سیبری، در زیر منطقه وزش چرخندگی منفی و در عقب فرود بادهای غربی تشکیل می‌شود. در بسیاری از موارد امکان ورود یا عدم ورود سامانه‌های بارشی از غرب و جنوب غرب به الگوی گسترش زبانه پرفشار و شدت فشاری این پرفشار بستگی دارد. چنین برمی‌آید که این زبانه پرفشار به‌طور مستقیم در ورود موج‌های سرد به ایران، به‌خصوص موج سرمای زودرس و دیررس و موج‌های سرد زمستانه نقش مهمی دارد. علاوه بر آن، بر شدت و پهنه گسترش بارش‌های سواحل شمالی ایران نیز اثر مستقیم دارد. به‌طور کلی این پژوهش نتایج زیر را در برداشته است:

۱. هسته مرکزی سلول پرفشار مؤثر بر آب و هوای ایران، از اوایل پاییز از روی تبت شروع شده که با افزایش سرما و نزدیک شدن به فصل زمستان، کم‌کم به سمت عرض‌های بالاتر حرکت کرده و در محدوده‌ای بین دریاچه بایکال و بالخاش مستقر می‌شود. در این ماه به نظر می‌رسد که هنوز دمای هوا روی خشکی‌های سیبری زمینه لازم را برای تشکیل این سامانه فراهم نکرده است. در مقابل با نزدیک شدن به ماه سرد سال در نیمکره شمالی، تراکم هسته‌های مرکزی پرفشار به سمت عرض‌های بالاتر بیشتر شده است. این پدیده، هم در بررسی الگوی متوسط دوره‌ای و هم در بررسی روزانه هسته مرکزی پرفشار مشاهده شد. در اغلب موارد فشار هسته مرکزی به بیش از ۱۰۳۵ هکتوپاسکال می‌رسد.
۲. زبانه پرفشار سیبری کاملاً شمال شرقی - جنوب غربی دارد که در آغاز پاییز، از سمت شرق محدوده‌ای بین افغانستان و پاکستان وارد ایران شده و تا دامنه‌های شرقی البرز گسترش می‌یابد. با نزدیک شدن به فصل زمستان و انتقال هسته مرکزی پرفشار به عرض‌های بالاتر، زبانه پرفشار سیبری از سمت شمال شرق وارد ایران شده و گاهی تا جنوب ایران و حتی دریای عمان نیز گسترش می‌یابد. در اوایل شکل‌گیری پرفشار سیبری (ماه اکتبر)، مقادیر فشار مرکزی این سامانه کم بوده و فلات تبت شرایط لازم را برای ایجاد این پرفشار فراهم کرده است، در حالیکه با سرد شدن هوا و کمبود بیلان انرژی در عرض‌های بالا، این سامانه به محدوده بین دریاچه بایکال و بالخاش منتقل شده است. حد

انتهایی گسترش این زبانه به سمت مرکز و غرب ایران در حال امتداد است؛ به طوری که تمام نواحی ایران را دربر گرفته و هوای سرد را برای این مناطق به ارمغان می‌آورد.

۳. الگوی اصلی گسترش پرفشار سیبری الگویی شرقی - غربی است. به گفته دیگر، محور طویل پرفشار عموماً شرقی - غربی است. این محور در زمانی که هسته روی دریاچه بایکال و بالخاش قرار دارد، بسیار گسترده‌تر است؛ به طوری که گاهی پهنه‌ای بیش از ۴۰ درجه طول جغرافیایی را دربرمی‌گیرد، ولی وقتی روی فلات تبت قرار می‌گیرد، محور گسترش آن به دلیل عوامل توپوگرافی، در شرق و غرب گسترش قابل توجهی ندارد.

منابع

- ایران‌نژاد، پ.؛ احمدی گیوی، ف. و محمدنژاد، ع. (۱۳۸۸). اثر بازه‌های نوسان سالانه کمربند پرفشار جنب حاره و پرفشار سیبری بر چرخندزایی مدیترانه و بارش ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۵، شماره ۴، صص. ۱۱۵-۱۳۰.
- احمدی گیوی، ف.؛ احمدی حجت، م. (۱۳۹۱). بررسی دینامیکی و ترمودینامیکی ساختار پرفشار سیبری و عوامل مؤثر در تقویت آن در دوره ۲۰۰۸-۱۹۴۸، مجله ژئوفیزیک ایران، دوره ۶، شماره ۱، صص. ۱۰۷-۱۲۷.
- امیدوار، ک.؛ ابراهیمی، ع. (۱۳۹۱). تحلیل هم‌دید موج سرمای شدید ۱۶ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۸۶ در ایران مرکزی، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره ۱، صص. ۸۹-۸۱.
- بلیغی، م. (۱۳۷۵). ورود پرفشار سیبری به خراسان و تأثیر آن بر اقلیم منطقه. رساله کارشناسی ارشد با راهنمایی بهلول علیجانی، تهران: دانشگاه تربیت معلم.
- چوخابی زاده مقدم، م. ب. (۱۳۷۶). تحلیل سینوپتیکی اثر پرفشار سیبری بر دمای شمال شرق ایران. رساله دکتری با راهنمایی بهلول علیجانی، تهران: دانشگاه تهران.
- خسروی، م. و اسماعیلی، ر. (۱۳۸۶). بررسی الگوهای هم‌دید یخبندان‌های دیررس شمال شرق. مجله علوم جغرافیایی، شماره ۷، صص. ۷۵-۵۳.
- شاهرخوندی، س. م.؛ حسعلی، غ.؛ کاویانی، م. ر. (۱۳۸۶). گردش به‌هنگار جو و پارامترهای شاخص مراکز عمل در فصل زمستان بر روی ایران. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، شماره ۱، پیاپی، ۲۲، صص. ۱۰۰-۸۵.
- عزیزی، ق. و یوسفی، ح. (۱۳۸۴). زمان‌یابی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۹، شماره ۴، صص. ۱۰۰-۸۱.
- عزیزی، ق.؛ اکبری، ط.؛ داودی، م.؛ اکبری، م. (۱۳۸۸). تحلیل هم‌دید موج سرمای شدید دی ماه ایران ۱۳۸۶. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۰، صص. ۱۹-۱.
- علیجانی، ب. (۱۳۶۹). چگونگی تشکیل فرا‌بار سیبری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷، صص. ۲۵۱-۲۴۱.
- علیجانی، ب. و هوشیار، م. (۱۳۸۷). شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید منطقه شمال غرب ایران. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۵، صص ۱۶-۱.
- علیجانی، ب.؛ طاووسی، ت.؛ نگارش، ح.؛ کریمی، ص. (۱۳۹۱). تحلیل هم‌دید امواج سرماهای فراگیر ایران. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۹، دوره ۱۰، صص. ۷۶-۵۵.
- علیجانی، ب.؛ محمودی، پ.؛ خسروی، م.؛ مسعودیان، ا. (۱۳۹۱). نابهنجاری‌های هم‌دید منجر به یخبندان‌های فراگیر ایران. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱، صص. ۳۴-۱۷.

- عیسی‌زاده، ش؛ معماریان، م. ح؛ میررکنی، م؛ تقی‌زاده، ا. (۱۳۸۹). تحلیل هم‌دید یخبندان‌های استان آذربایجان شرقی، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، موسسه ژئوفیزیک، اربیهشت ۱۳۸۹، شماره ۱۴، صص. ۲۳۸-۲۴۱.
- لشکری، ح. (۱۳۷۵). مطالعه پراکندگی جغرافیایی وقوع آنتی سیکلون‌ها بر روی ایران. رشد جغرافیا، شماره ۴۱، صص. ۱۴-۴.
- لشکری، ح. (۱۳۸۷). بررسی تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، صص. ۱-۱۸.
- مسعودیان، ا؛ کاشکی، ع. و حسینی، م. (۱۳۹۰). بررسی تیپ‌های هم‌دید اقلیمی شمال شرق کشور و ارتباط آن با سامانه‌های گردشی روز، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵، صص. ۷۸-۵۹.
- مفیدی، ع؛ ذرین، آ. (۱۳۸۵). تحلیلی بر ساختار و ماهیت مرکز کم فشار و پرفشار. مجله زمین‌شناسی، دوره ۱۲، شماره ۱، صص. ۶۰-۵۳.
- مهماندوست، خ. (۱۳۸۵). مطالعه شدت و گسترش پرفشار سیبری بر روی ایران با استفاده از جی. آی. اس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی بهلول علیجانی، تهران: دانشگاه تربیت معلم.
- Alamoudi A. A., Hasanean, H. M., Almazroui, M., 2013, **Siberian High Variability and its Teleconnections with Tropical Circulations and Surface Air Temperature over Saudi Arabia**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, No. 10, PP. 1-16.
- Alijani, B., Hoshyar, M., 2009, **Identification of synoptic Patterns Intense cold region North West Iran**, Journal of Geographical Research, Tehran University, No. 65, PP. 16-1.
- Alijani, B., Mahmoudi, P., Khosravi, M., Masoudian, A., 2011, **Anomalysynoptic Resulting Pervasive Glacials in Iran**, Journal of Geography Hazards Environmental, No. 1, PP. 34-17.
- Alijani, B., Tavooosi, T., Negaresh, H., Karimi, S., 2011, **Synoptic analysis of the Synoptic Waves rmahay Iran**, Journal of Geography and Development, Vol. 10, No. 29, PP. 76-55.
- Alijani, B., 1990, **How Formation Siberian High-pressure and its Effecton the Climate of East Iran**, Journal Geographical Research, No. 7, PP. 241-251.
- Azizi, G., Akbari, T., Davoodi, M., Akbari, M., 2011, **Synoptic Analysis of Severe Cold Wave Iran in January 2008**, Journal of Physical Geography, No. 70, PP. 1-19.
- Azizi, G., Youseph, H., 2006, **Time Pressure Siberia The Southern Coast of the Caspian Sea**, Journal Research University, Vol. 9, No. 4, PP. 100-81.
- Balighi, M., ۱۹۹۶, **Entry into Khorasan Siberian High-pressure and its Impact on Regional Climate**, MA Thesis, Supervisor doctor Alijani, B., University of Teacher Education, Tehran.
- Chokhachyzade Moghadam, M., 1997, **Synoptic Analysis of Temperature Effect on the North-East Siberian High-pressure Iran**, Ph.D. Thesis, Supervisor doctor Alijani, B., Tehran University.
- Ding, Y., and Krishnamurti, T. N., 1987, **Heat Budget of the Siberian High and Winter Monsoon**, Mon. Wea. Rev., No. 115, PP. 2428-2449.
- Esazade, SH., Memarian, M.H., Mir rokni, M., Taghizadeh, E., 2010, **Synoptic analysis glaciation of East Azarbaijan Province**, Iran Geophysics Conference, No. 14, PP. 23-21.
- Iran-Nejad, Parviz, Ahmadi-Givi, F., Mohammad Nejad, A., 2010, **Effect Annual fluctuation range Subtropical high pressurebelt and high Pressure Siberian over Rotate Birth the Mediterranean and Iran Rain Fall**, Earth and Space Physics, Vol. 35, No. 4, PP. 130-115.
- Khosravi, M., Ismail, R., 2008, **Synoptic patterns of Late Glacial North East**, Journal of Geographical Sciences, PP. 75-53.
- Lashkari, H., 1996, **Study of the Geographical Distribution of anti-cyclones on Iran**, Grow Geography, No. 41, Spring.Pp.14-4.
- Lashkari, H., 2009, **Synoptic Analysis of the Cold Wave Pervasive the 2009 Iran**, Studies Geography, No. 66, PP. 18-1.
- Lydolph, P., 1977, **Climates of Soviet Union Word of Climatology Boloume**, Department of Geography University of Wisconsin-mil Wake.

- Masoudian, A., Kashki, A., Hosseini, M., 2012, **Check Type of Synoptic Weather Systems in the North East of the Country and its Relationship with Daily Circulation**, Journal of Geography and Development, No. 25, PP. 78-59.
- Mehmandoust, Kh., 2007, **studiedthe intensity of the Siberian high pressureon Iran using GIS**, M.Sc. Thesis, University of Teacher Education, Tehran.
- Mofidi, A., Zarin, A., 2006, **Analysis of the Structure and Nature of the Low Pressure and High Pressure**, The Journal of Geology, Vol. 12, No. 1, PP. 53-60.
- Omidvar, K.,Ebrahimi,A., **Synoptic Analysis of Severe Cold Wave Iran in date 16-25 January 2008**, , Journal of Geography and Environmental planning, Vol. 45, No. 1, PP. 81-98.
- Shahrokhvandy, M., Hasanali, GH., Kaviani, M., 2008, **Atmospheric Circulation Tonormal and the Parameters of the Action Centerson Iranin Winter**, Journal of Isfahan, No. 1, PP. 100-85.
- Takahashi H., 1990, **Migration of the Cold Air Mass Related to Rain Belt Formation of the Chienese Continent and Atmospheric Circulation System during the Baiu Season (in Japanese)**, Geographic Review of Japan, P. 64.
- Takaya, K., and Nakamura, H, 2005, **Mechanism of Interseasonal Amplification of the Cold Siberian High**, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 62, PP. 4423-4440.
- Zhang, Y.,Sperber, K.; Boyle, J., 1996, **Climatology of East Asia Winter Monsoon and Cold Surges Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison (PCMDI)** , No. 38, PP 1-4.