نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال اول، شماره پیاپی ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۱۰۷-۹۷

بررسی الگوهای گردش جوی روزهای همراه با بارش برف سنگین در غرب ایران

ابراهیم فتاحی، دانشیار آب و هواشناسی، سازمان آب و هواشناسی کشور*
هنگامه شیراوند، کارشناس ارشد اقلیم شناسی ، اداره کل هواشناسی استان لرستان

دریافت مقاله:۱۳۹۲/۱۱/۲۸ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۴/۲۵

چکیده

در دوره‌ی سرد سال، ریزش برف سنگین باعث بروز مشکلات و خسارات زیادی می‌شود. وسعت خسارات ناشی از ریزش برف‌های بسیار سنگین در بخش‌های مختلف پیامدهای دارد، از جمله تخریب ساختمان‌ها و تاسیسات، اختلال در بخش‌هایی نظیر حمل و نقل و توزیع سوخت و انرژی در فعالیت‌های بخش صنعتی و کشاورزی. همچنین، وقوع پدیده‌ی یخبندان در چنین شرایطی باعث تشدید خسارات می‌شود. در دوره‌ی سرد سال، لزوم شناخت و آگاهی از مکانیسم تشکیل چنین پدیده‌ای، که ریشه در الگوهای گردش جوی در مقیاس سینوپتیکی دارد، می‌تواند نقش موثری در مدیریت خطر و بحران داشته باشد. هدف اصلی این مطالعه شناسایی الگوهای گردش جوی مربوط به روزهای همراه با ریزش برف سنگین در حوضه‌های غرب ایران است. در این مطالعه، روزهایی را که حداقل ۱۵ سانتیمتر برف طی ۲۴ ساعت داشتند و ریزش برف در سطح فراگیری گزارش شده بود به منزله‌ی روز با ریزش برف سنگین انتخاب شد. سپس، برای شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای گردشی مربوط به روزهای فوق، داده‌های روزانه مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار تراز دریای روزها مذکور از مرکز داده‌های NCEP تهیه شد. برای طبقه‌بندی الگوهای روزهای همراه با برف سنگین از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی استفاده شد. سرانجام، الگوهای گردش اصلی ریزش برف سنگین در منطقه‌ی مطالعه شناسایی شد. الگوهای به دست آمده می‌تواند در امر پیش‌بینی روزهای همراه با برف سنگین کارایی داشته باشد.

واژگان کلیدی: برف سنگین، الگوهای گردش جوی، طبقه بندی، تحلیل مولفه‌های اصلی، خوشه بندی، غرب ایران.

---

* نویسنده مسئول ebfat۲۰۰۲@yahoo.com

مقدمه

ریزش برف سنگین، طی دوره‌ی سرد سال، باعث بروز مشکلات و خسارات زیادی می‌شود. وسعت خسارات ناشی از ریزش برف‌های بسیار سنگین پیامدهای در بخش‌های مختلف، از جمله تخریب ساختمان‌ها و تاسیسات و ایجاد اختلال در بخش‌هایی نظیر حمل و نقل، توزیع سوخت و انرژی و فعالیت‌های بخش صنعتی و کشاورزی، دارد. نوار غربی ایران به دلیل شرایط توپوگرافی و موقعیت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

جغرافیایی از مناطق برفگیر کشور بوده و تواتر برف‌های سنگین ثبت شده در این منطقه بیش از دیگر نقاط کشور است. با مطالعه رفتار و عملکردهای گذشته‌ی سیستم‌های اقلیمی حاکم در هر منطقه، می‌توان از جنبه‌های مثبت عناصر آب و هوایی منطقه‌ای سود جست و از مضرات آن دوری کرد و یا در مقابل آن واکنشی منطقی نشان داد.

الگوهای گردش جوی نقش مهمی در پیدایش پدیده‌های محیطی، به‌ویژه، در مناطق معتدله دارند.از این رو، شناسایی الگوهای گردش جوی کنترل‌کننده آب و هوای ایران و ویژگی‌های آنها بسیار ضروری است. با شناسایی الگوهای گردش جو می‌توان تغییرات، فراوانی، شدت و توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی مانند بارش را بررسی و دلایل فیزیکی آن را بیان کرد. ویسنته و همکاران (Vicente et al. ۲۰۰۶). به همین علت کوشش‌های بسیاری برای توسعه روش‌های گروه‌بندی الگوهای گردش جو و بررسی نقش و تأثیر آن‌ها بر متغیر بارش انجام شده است. بوگاردی و همکاران (Bogardi et al.۱۹۹۴)؛ رومرو و همکاران (Romero et al. ۱۹۹۹؛ سانتوس و همکاران (Santos et al. ۲۰۰۵) و استبان و همکاران (Esteban et al. ۲۰۰۶) با استفاده از روش خوشه‌بندی داده‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را خوشه‌بندی و ارتباط الگوهای به‌دست آمده را با بارش بررسی کردند. نتیجه بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که الگوهای گردش جوی نقش بسیار مهمی در وقوع، مقدار و توزیع مکانی بارش دارد. بررسی‌ها همچنین، نشان می‌دهد که تغییرات دما و بارش به تیپ‌های ویژه‌ای از الگوهای گردش جوی مرتبط است. باردوسی و همکاران (Bardossy et al. ۱۹۹۰)و بوگاردی و همکاران (Bogardi et al.**۱۹۹۲**) با بهره‌گیری از مدل‌های شرطی ارتباط میان الگوهای گردش جوی و وقوع بارش در ایستگاه‌های مطالعه خود را بررسی کردند. چن و هلستورم (Chen and Hellstrom, ۱۹۹۹) نیز نشان دادند که هر تیپ هوا، ویژگی‌های دمایی خاصی را پدید می‌آورد.

کرته‌ریل و همکاران (Corte-Real et al. ۱۹۹۸) و تریگو و داکامارا (Trigo and DaCamara, ۲۰۰۰) کاهش فراوانی تیپ‌های هوای باران‌زا و افزایش فراوانی تیپ‌های هوای خشکی‌زا را عامل اصلی کاهش بارش در پرتغال در نیمه دوم قرن بیستم می‌دانند. داکستاین و همکاران (Duckstein et al. ۱۹۹۳) نیز الگوهای گردشی مولد سیلاب را برای ایالت آریزونای آمریکا شناسایی کردند. رومرو و همکاران (Romero et al. ۱۹۹۹) به کمک روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی نوزده الگوی گردش جوی، وابسته به روزهای بارشی منطقه‌ی مدیترانه‌ای، اسپانیا را برای دو سطح ۹۲۵ و ۵۰۰ هکتوپاسکال تهیه و ارتباط آن‌ها را با الگوهای مکانی بارش منطقه را بررسی کردند. در مورد تحلیل سینوپتیکی بارش برف سنگین در سطح جهان مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. پلات و همکاران (Plaut et al. ۲۰۰۱) با استفاده از روش‌های چند متغیره الگوی گردشی ۷۰۰ هکتوپاسکال را، که با وقایع بارش‌های سنگین در ارتباط بودند (سیل‌ها، بارش شدید برف و بهمن)، برای مناطق آلپ تعیین کردند.

پری و همکاران (Perry et al. ۲۰۰۴)رابطه ی بارش برف و توپوگرافی جنوب آپالاش و ارتباط بین بارش برف و شارش جنوب غرب و تنوع توپوگرافی و جغرافیایی در جنوب رشته‌ی کوه آپالاش را بررسی و الگوهای بارش برف سنگین را در این منطقه شناسایی کردند. همچنین، پری و همکاران (Perry et al. ۲۰۰۴) در مطالعه‌ی دیگری تأثیر دریاچه‌های بزرگ در الگوهای بارش برف در جنوب آپالاش را مطالعه کردند. در این مطالعه، آن‌ها تأثیر رطوبت سطح پایین را در رویداد بارش برف سنگین از طریق تحلیل مسیر هوای برگشتی ارزیابی کردند.

استبان و همکاران (Esteban et al. ۲۰۰۶) نیز، با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی چند هسته‌ای، الگوهای گردش جوی سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای اروپای جنوب غربی تعیین و ارتباط آن‌ها را با بارش‌های برف سنگین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

در کشور آندورا بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها هفت الگوی گردشی را ارائه داد که بیشتر آنها جزو جریان‌های اطلس و بقیه با فرارفت مدیترانه‌ی همراه بود، که می‌تواند با هوای سرد قاره‌ای ترکیب شود.

در ایران طبقه‌بندی الگوهای گردشی بر اساس روش‌های مختلفی انجام شده است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. علیجانی (۱۳۷۸)، با استفاده از داده‌های میانگین ماهانه ارتفاع ۵۰۰ هکتو پاسکال، الگوهای گردش جو این تراز را برای منطقه‌ی مدیترانه تعیین و اثر آن را بر اقلیم ایران بررسی کرد. وی نتیجه گرفت، که در بیشتر زمان‌ها، ناوه بلندی بر روی مدیترانه حاکم است که با جابجایی خود اقلیم ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علیجانی (۱۳۸۰، الف) همچنین، با استفاده از داده‌های روزانه فشار سطح زمین پایگاه NCEP در ساعت ۱۲GMT طی دوره‌ی نوامبر تا مارس ۹۵ـ۱۹۶۶ و به کمک روش تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل ترکیبی، هجده تیپ هوایی را برای ایران شناسایی کرد (علیجانی ۱۳۸۰، ب). همچنین، با بهره‌گیری از روش جنکینسون ـ کولینز۱۹۷۷, Collison) (Jenkinson And توانست ۱۰ الگوی گردش جوی برای ایران شناسایی و ارتباط آن‌ها را با سه گروه بارشی سبک، متوسط و سنگین تهران ارزیابی کند. وی نتیجه گرفت که تیپ‌های سیکلونی از فراوانی وقوع بیشتری برخوردار هستند و بارش‌های سنگین‌تری ایجاد می‌کنند. علیجانی و زاهدی (۱۳۸۱) نیز به کمک روش همبستگی، یازده تیپ هوایی را ، که عامل بارش‌های با تداوم دو روزه در آذربایجان هستند، شناسایی و نتیجه گرفتند که تیپ مداری دارای بیش‌ترین فراوانی وقوع و تیپ سیکلونی مهم‌ترین تیپ باران‌زا در منطقه است.

علیجانی همچنین (Alijani, ۲۰۰۲)، با بررسی توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال توانست دو ناوه خزر و سوریه را شناسایی و معرفی کند که نقش مهمی در کنترل آب و هوای ایران دارند. وی در این بررسی نشان داد که ناوه‌هاو پشته‌هایی که در نزدیکی ایران قرار می‌گیرند، بیش‌ترین تأثیر را در آب و هوای ایران دارند که از این میان ناوه‌ی سوریه و مدیترانه مهم‌ترین نقش را، به‌ویژه در بارش غرب کشور، دارا هستند. حجازی زاده و فتاحی (۱۳۸۶) نیز با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی چند هسته‌ای هشت تیپ هوای اصلی را برای فصل زمستان ایران شناسایی و به کمک روش تحلیل همبستگی ارتباط آن‌ها را با بارش ایران تعیین کردند. همچنین فتاحی (۱۳۸۶)، ارتباط این تیپ‌های هوا را با فازهای مثبت و منفی ENSO بررسی کرد. رضیئی (۱۳۸۶) با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی چند هسته‌ای، الگوهای گردش جو زمستانه ایران را برای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال شناسایی کرد. او هجده الگوی گردشی برای این فصل در نظر گرفت و ارتباط آن‌ها را در غرب ایران با دوره‌های خشک و تر بررسی و الگوهای خشکی‌زا و بارش‌زای این فصل را شناسایی کرد.

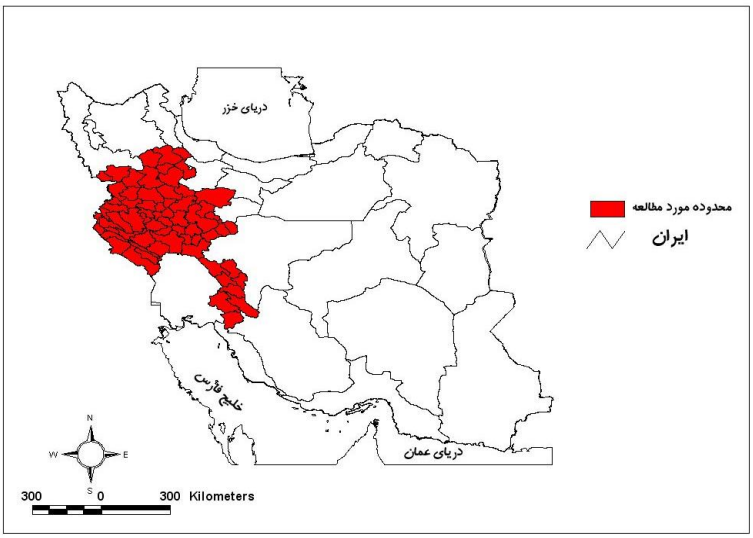
بررسی‌ها نشان می‌دهد که طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی در ایران اغلب برای شناسایی الگوهای بارش‌زا و خشکی‌زا و الگوهای بارش‌های شدید و سیل متمرکز است. رخداد برف سنگین یکی از مخاطرات جوی است که کشور ما را هر از چند گاهی تحت تأثیر قرار می‌دهد و خسارات فراوانی به همراه دارد . نمونه‌ی بارز این پدیده رخداد برف سنگین در بهمن ۱۳۹۲ در استان-های گیلان و مازندران است. در تحقیق حاضر، هدف شناسایی و بررسی الگوهای گردش جوی روزهای همراه با بارش برف سنگین در غرب ایران است.

داده ها و روش کار

در این پژوهش، موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعه غرب کشور ایران در محدوده‌ی عرض‌های ۳۰ تا ۳۷ درجه‌ی شمالی و طول‌های ´۵۷ °۴۵ تا ´۴۰ °۵۱ درجه‌ی شرقی است. این منطقه استان‌های کردستان،کرمانشاه، همدان، لرستان، ایلام، زنجان،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

مرکزی ،چهارمحال‌و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و قسمت‌هایی از استان آذربایجان غربی را شامل می‌شود. شکل شماره‌ی ۱ محدوده‌ی جغرافیایی منطقه‌ی مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعه در ایران

برای تهیه داده ها، ابتدا، کلیه‌ی ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در منطقه‌ی مطالعه مشخص شد. اداره‌ی خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور داده‌های روزهای برفی همه‌ی ایستگاه‌های فوق را با برنامه‌نویسی بر روی کد هوای حاضر استخراج کرد. با توجه به اینکه ایستگاه‌های سینوپتیک برف را به صورت مجموع گزارش می‌کنند. در مرحله بعد، برای به دست آوردن مقدار برف هر روز برفی، مقدار برف روز قبل از روز مورد نظر کم گردید. سپس، تمامی روزهای برفی ایستگاه‌های فوق که بارش بیش از ۱۵ سانتی‌متر طی ۲۴ ساعت داشتند، مشخص شد. برای انتخاب روزهای برفی فراگیر، با توجه به دامنه‌ی ارتفاع برف ثبت شده، روزهای برفی که هم‌زمان حداقل در سه استان مجاور ریزش برف گزارش شده بود و حداقل در ۳ ایستگاه میزان برف بیش از ۱۵ سانتی‌متر داشته‌اند، روزهای با بارش برف سنگین انتخاب شدند. به این ترتیب ۴۰ روز برفی شدید و فراگیر طی دوره‌ی مطالعه شناسایی شد.

در این پژوهش، برای بررسی و تحلیل الگوهای سینوپتیکی روزهای با بارش برف سنگین از داده‌های روزانه مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز سطح دریا در تلاقی‌های ۲/۵ درجه از مجموعه‌ی داده‌های بازسازی شده NCEP استفاده شد. محدوده‌ی انتخاب شده به گونه‌ای است که تمامی سامانه‌های مؤثر را بر روی منطقه‌ی مطالعه پوشش می‌دهد. این محدود شامل ۴۰۸ نقطه است و از عرض ۲۰ تا ۶۰ درجه‌ی شمالی و ۲۰ تا ۸۰ درجه‌ی شرقی را کاملاً در بردارد.

برای طبقه‌بندی و تحلیل الگوهای سینوپتیکی روزهای با بارش برف سنگین از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و روش خوشه-بندی استفاده شد. بعد از مشخص شدن الگوها در تراز سطح دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، برای تحلیل سینوپتیکی این الگوها از نقشه‌های ترکیبی سطوح ۸۵۰ و۷۰۰ متناظر با تراز سطح دریا استفاده شد و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از مرکز NCEP دریافت و تحلیل شد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

تحلیل مولفه‌های اصلی متغیرهای جدید یا عامل‌ها را ایجاد می‌کند، که شامل مجموعه‌های خطی عمود بر هم از متغیرهای اصلی است، و هر کدام نشان‌دهنده بخش کوچکی از واریانس کلی است که با مقادیر ویژه‌ی مربوط به آن نشان داده می‌شود. این روش مولفه‌های اصلی و معنی‌دار را حفظ می‌کند و سبب کاهش ابعاد ماتریس داده‌ها می‌شود. مراحل محاسبه‌ی تحلیل مولفه‌های اصلی به شرح زیر است:

۱. استخراج داده‌های میانگین روزانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز سطح دریا در تلاقی‌های ۲/۵ درجه از مجموعه‌ی داده‌های بازسازی شده NCEP مربوط به روزهای با بارش برف سنگین و فراگیر در منطقه‌ی مطالعه؛

۲. تشکیل ماتریس داده n*p که در آن n تعداد روزها و p ارتفاع ژئوپتانسیل طی روزهاست. گفتنی است که روش تحلیل مولفه‌های اصلی را می‌توان هم برای متغیرها و هم برای روزها (موردها) استفاده کرد. در هر دو حالت، هدف اولیه جانشین کردن مولفه‌های جدید فاقد همبستگی (غیر همبسته) به جای متغیرهای اصلی دارای همبستگی است. تشکیل و تنظیم ماتریس داده‌ها به هدف مطالعه بستگی دارد؛

۳. محاسبه‌ی نمره‌ی استاندارد متغییرها و تشکیل ماتریس همبستگی، در حکم ورودی تحلیل مولفه‌های اصلی، اجرا می شود. ماتریس همبستگی داده‌ها براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{xy} = \frac{\sum \left(xi - \bar{x}\right)\left(yi - \bar{y}\right)}{N_{sx}.sy}$$

ماتریس حاصل ماتریسی متقارن است. ضرایب همبستگی واقع در قطر ماتریس ۱ است، زیرا همبستگی هر متغیر با خودش را بیان می‌کند. اما، ضرایب دیگر کمتر از ۱ است. از روی این ماتریس می‌توان فهمید که کدام متغیرها و یا روزها همبستگی شدید یا ضعیف دارند؛

۴. برای تعیین تعداد عامل‌ها از آزمون کاتل استفاده شد. مقادیر ویژه یا واریانس تبیین شده برخلاف تعداد فاکتورها کشیده شده است و آن فاکتورهایی حذف شدند که در قسمت انتهای محور قرار می‌گیرند. به دلیل اینکه مقادیر ویژه چند عامل اول بسیار بزرگ‌تر از بقیه است. بنابراین، بهتر است از تست لگاریتمی غربالی استفاده شود. همچنین، می‌توانیم از نمودار گرافیکی مقادیر ویژه برای تعیین مقدار عامل‌های حفظ شده استفاده کرد؛

۵. ماتریس بارگویه‌ها محاسبه شد. بارگویه‌ها در واقع ارتباط بین عامل‌ها و متغیرهای اولیه را نشان می‌دهد؛

۶. خوشه بندی روزها همراه با بارش برف سنگین در محدوده‌ی مطالعه؛

۷. تهیه نقشه ترکیبی برای هر خوشه (الگوی گردشی)؛

۸. تحلیل و تفسیر الگوهای به دست آمده.

شرح و تفسیر نتایج

در این تحقیق، بر اساس داده‌های فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل روزانه تفکیک شده، حاصل از روش تحلیل عاملی و خوشه‌بندی، نقشه‌ی میانگین هر یک از الگوهای گردش هوا ترسیم و سرانجام، چهار الگوی گردش متمایز حاصل گردید. بررسی فراوانی روزهای همراه با برف سنگین مربوط به الگوهای چهارگانه نشان داد که الگوی CP۳ با ۳۹ روز بیش‌ترین و الگوی CP۴ با ۱۲ روز کم‌ترین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

فراوانی را در طی دوره‌ی مطالعه در بر داشته‌اند. همچنین، الگوی CP۱ و CP۲ نیز به ترتیب با ۱۳ و ۱۷ روز فراوانی روزهای با بارش برف سنگین را دارا بوده‌اند که در ادامه به تحلیل سینوپتیکی هر یک از الگوها اشاره می‌شود.

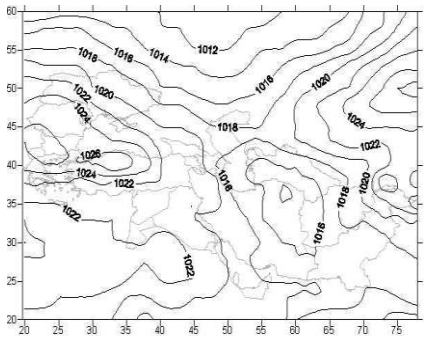
الگوی **CP۱**

الف) تراز سطح دریا

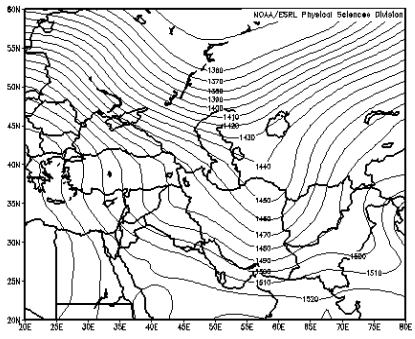
در این الگو، با توجه به شکل ۲، زبانه‌های پرفشار آزور تمامی اروپا، مدیترانه و شمال آفریقا را در برگرفته است. زبانه ۱۰۲۰ هکتوپاسکال آن نوار غربی ایران را تحت تأثیر قرار داده است و جریان شمالی و شمال غربی در کل منطقه حاکم است. زبانه‌های کم‌فشار مرکز ایران را در بر گرفته است. زبانه‌ی کم‌فشار شرق اروپا تا روی دریای خزر گسترش یافته و ریزش هوای سرد را در شمال ایران به همراه دارد.

ب) ترازهای میانی و بالایی

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۳)، بخش‌های غربی و جنوب غربی ایران در قسمت شرقی ناوه واقع شده که به صورت مورب از کشور عراق تا دریای سرخ کشیده شده است. در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۴ و ۵)، الگوی این دو تراز شبیه هم است، به طوری که کم ارتفاع موجود در شمال دریای خزر باعث ایجاد ناوه‌ای شده است که نوار غربی ایران در قسمت هم‌گرایی و بخش شرقی شاخه‌ی جنوبی این ناوه قرار دارد و به صورت مورب از شمال شرق عراق تا جنوب دریای سرخ امتداد یافته است. جریان-های شمال غربی در نوار غربی ایران برقرار هستند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این الگو، هم ارتفاع‌های ۵۵۲۰ تا ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر از منطقه‌ی مطالعه عبور می‌کنند.

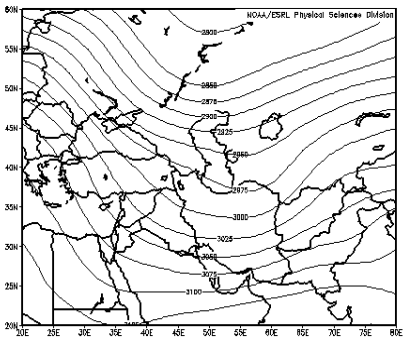


شکل ۲. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز سطح دریا در روز همراه با بارش برف سنگین (الگوی CP۱)

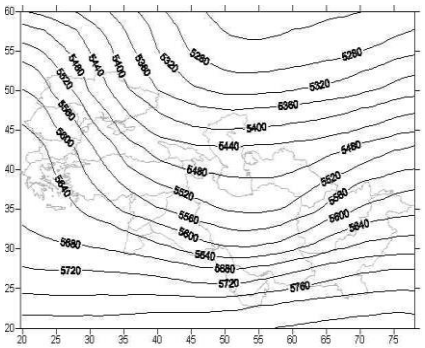


شکل ۳. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف سنگین (الگوی CP۱)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]



شکل۴. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۱)



شکل ۵. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۱)

الگوی CP۲

الف) تراز سطح دریا

با توجه به شکل ۶، در این الگو، کمربند پرفشار سیبری ـ آزور مدارهای ۴۰ تا ۵۰ درجه‌ی شمالی را در برگرفته است. در این کمربند، زبانه‌ی سلول پرفشار ۱۰۲۸ هکتوپاسکال سیبری تا قزاقستان و زبانه‌ی سلول پرفشار ۱۰۲۶ هکتوپاسکال آزور تا روی دریای سیاه دیده می‌شود. سامانه‌ی پرفشار ۱۰۱۸ و ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی عربستان و عراق امتداد یافته است. جریان شمال غربی و غربی هم‌فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در نوار غربی ایران جریان دارد.

ب) ترازهای میانی و بالایی

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) کمربند پرارتفاع در جنوب مدار ۴۰ درجه‌ی شمالی ۲ پشته در شمال مدیترانه و آسیا شکل داده است که عمیق شدن ناوه در ایران و بین‌النهرین را همراه دارد. در غرب ایران، وجود سردچاله‌ای در داخل شاخه جنوبی ناوه باعث شدت ناپایداری‌ها شده است.

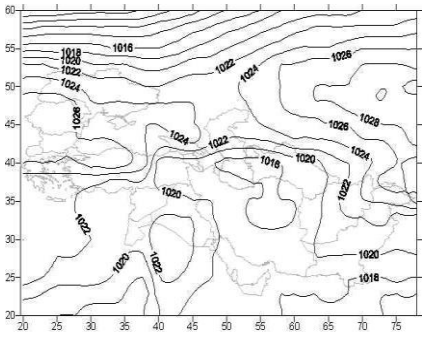
در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل‌های ۸ و ۹) این الگو وجود مرکز کم‌ارتفاع موجود در شمال مسکو سبب تشکیل ناوه موربی شده که از شمال مسکو تا جنوب دریای سرخ کشیده شده است. وجود دو پشته در تبت و غرب مدیترانه باعث عمیق شدن ناوه در بین‌النهرین شده است. جریان جنوب غربی ـ شمال شرقی در ایران برقرار است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این الگو، هم ارتفاع‌های ۵۵۶۰ تا ۵۶۴۰ ژئوپتانسیل متر از منطقه‌ی مطالعه عبور می‌کند.

الگوی CP۳

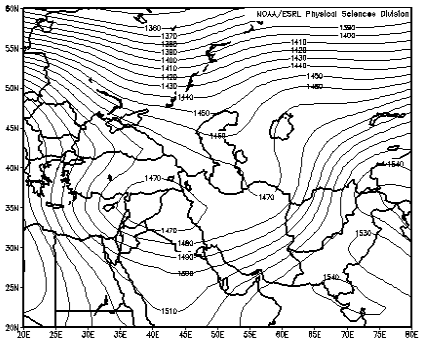
الف) تراز سطح دریا

با توجه به شکل ۱۰، در این الگو، پرفشار سیبری با میانگین فشار ۱۰۲۸ هکتوپاسکال در مدار ۴۰ تا ۵۰ درجه‌ی شمالی استقرار دارد و زبانه‌ی آن اروپا و شمال غربی ایران را تحت نفوذ خود دارد. زبانه‌های کم فشار از سودان تا مدیترانه و غرب ایران گسترش یافته است. عبور هم‌فشارهای ۱۰۱۸ تا۱۰۲۲ هکتوپاسکال با جریان شمال غرب ـ جنوب شرق در منطقه‌ی مطالعه جریان دارد.

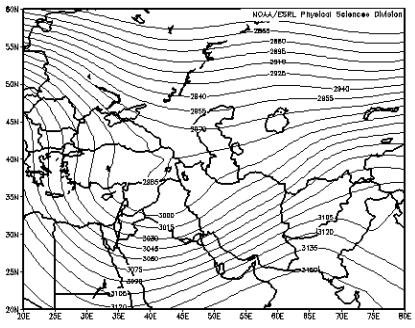
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]



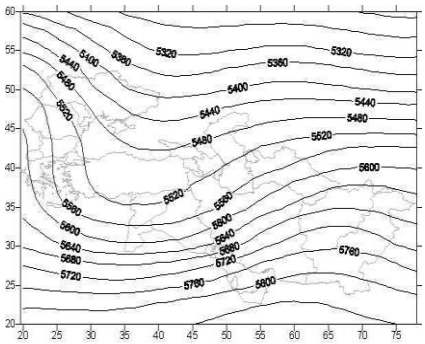
شکل ۶. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز سطح دریا در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۲)



شکل ۷. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۲)



شکل ۸. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۲)

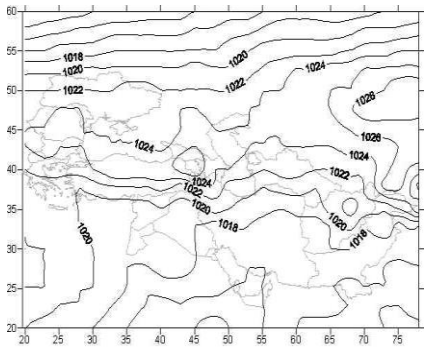


شکل ۹. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۲)

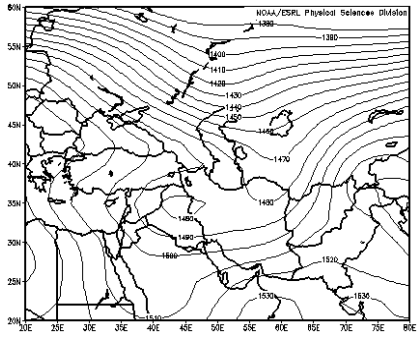
ب) ترازهای میانی و بالایی

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، سامانه‌ی پرارتفاع ۱۵۳۰ ژئوپتانسیل متر در غرب مدیترانه و تبت دو پشته در مدیترانه و آسیا شکل داده است که عمیق شدن ناوه در ایران و بین‌النهرین را به همراه دارد. در غرب ایران، وجود سردچاله‌ای در داخل شاخه جنوبی ناوه باعث شدت ناپایداری‌ها شده است. در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال این الگو، ایران در قسمت شرقی شاخه‌ی جنوبی ناوه موربی قرار دارد که از شمال غرب ایران تا مصرکشیده شده است و موجب جریان جنوب غربی ـ شمال شرقی در ایران است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این الگو، هم‌ارتفاع‌های ۵۵۲۰ تا ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر از منطقه‌ی مطالعه عبور می‌کنند.

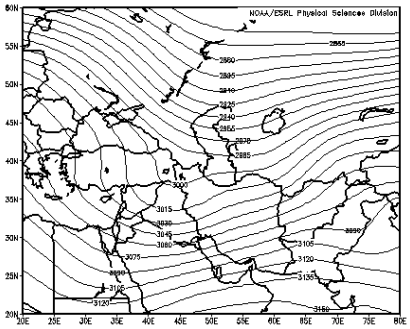
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]



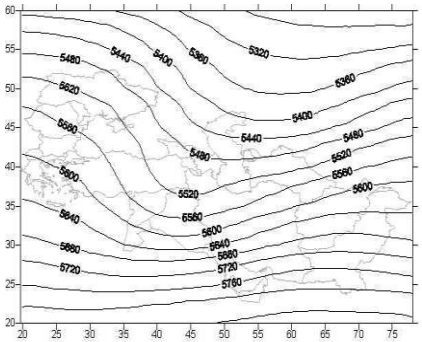
شکل ۱۰. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز سطح دریا در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۳)



شکل ۱۱. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۳)



شکل ۱۲. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۳)



شکل ۱۳. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۳)

الگوی CP٤

الف)تراز سطح دریا

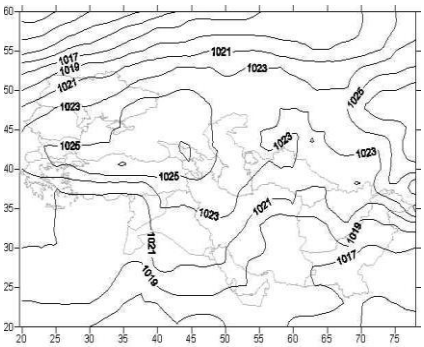
با توجه به شکل ۱۴، در این الگو، سلول پرفشار مانع ۱۰۲۷ هکتوپاسکال اروپای شرقی و زبانه‌های پرفشار سیبری کمربند پرفشاری را در امتداد مدار۴۰ تا ۴۷ درجه‌ی شمالی شکل داده‌اند. زبانه‌ی این کمربند پرفشار نیمه غربی ایران را فرا گرفته است.

ب)ترازهای میانی و بالایی

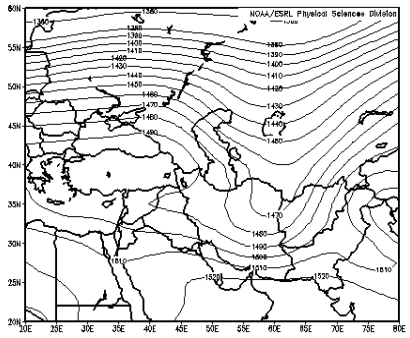
در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۵)، کمربند پرارتفاع جنب حاره‌ای با سامانه‌های پرارتفاع تبت، عربستان و غرب مدیترانه تا جنوب مدار ۴۰ درجه‌ی شمالی را فرا گرفته است. فرارفت هوای گرم در نیمه‌ی جنوبی ایران و فرارفت هوای سرد در نیمه‌ی شمالی آن برقرار است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۶)، کمربند پرارتفاع جنب حاره‌ای در جنوب مدار۳۰ درجه‌ی شمالی دو پشته را: یکی، فلات تبت و دیگری، اروپای شرقی شکل داده است. ناوه کج و کشیده شده آن تا بین‌النهرین سبب ریزش هوای سرد و شکل-گیری جریان جنوب غربی- شمال شرقی در ایران است.

تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۷) شبیه‌تر از ۷۰۰ هکتوپاسکال است. جریان جنوب غربی در غرب و جریان‌های مداری در بخش های مرکزی و شرقی گسترش یافته است. هم ارتفاع‌های۵۵۳۰ تا ۵۶۱۰ ژئوپتانسیل متر از ایران عبور می کنند.

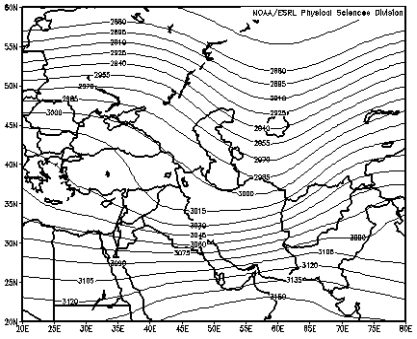
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]



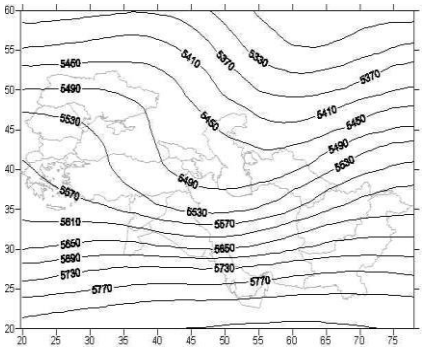
شکل ۱۴. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز سطح دریا در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۴)



شکل ۱۵. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۴)



شکل ۱۶. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۴)



شکل ۱۷. الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز همراه با بارش برف (الگوی CP۴)

نتیجه‌گیری

در روزهای همراه با بارش برف سنگین در غرب و جنوب غرب ایران، در بیشتر موارد، پرفشار سیبری گسترش وسیعی داشته است و زبانه‌ای از آن به شرق آرال و زبانه دیگری به سمت جنوب تا تبت گسترش و در مواردی نیز زبانه‌ی آن از طریق دریای خزر و نیمه‌ی شمالی ایران به سمت اروپا امتداد یافته است.

- اغلب، مرکز پرفشار آزور تقویت شده و زبانه‌ی آن تا دریای مدیترانه گسترش یافته است و زبانه‌ای از آن به مرکز اروپا و آفریقا و زبانه‌ی دیگر آن به سمت نیمه‌ی غرب ایران و بین‌النهرین کشیده می‌شود؛
- غالباً، گسترش مداری پرفشار سیبری از طریق نیمه‌ی شمالی ایران با پرفشار سرد شرق اروپا و آزور تشکیل کمربند پرفشاری را می‌دهد که چرخش آن در جهت عقربه‌های ساعت سبب ریزش هوای سرد از این سامانه می‌شود؛
- در مواقع بارش برف سنگین ،سامانه‌ی مانع تقریباً در میان کمربند پرفشار سیبری ـ آزور در شرق اروپا شکل می‌گیرد و زبانه آن شمال غرب و غرب ایران را پوشش می دهد؛

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

- زبانه کم‌فشار سودانی فعال بوده و با جهت شمال شرقی یا شمالی به نیمه‌ی شمالی کشور گسترش می‌یابد و زبانه نسبتاً قوی در ایران شکل می‌دهد و سبب پسروی زبانه‌ی پرفشار از ایران می‌شود. غرب ایران محل تلاقی زبانه‌های کم‌فشار و پرفشار، به عبارتی تداخل هوای سرد و گرم می‌شود؛
- در بیشتر مواقع، ناوه قوی در شرق اروپا قرار گرفته است. در اکثر مواقع، ناوه به صورت مورب از شمال شرق مسکو تا جنوب دریای سرخ کشیده می‌شود؛
- مرکز پرارتفاع جنب حاره‌ای غرب مدیترانه و فلات تبت تقویت می‌شود و با جابه جایی به عرض‌های جغرافیایی بالاتر به ایجاد پشته‌هایی قوی با محور شمالی ـ جنوبی در اروپا و آسیا کمک می‌کند. ایجاد این پشته‌هاو وجود مراکز کم ارتفاع یا سردچاله-ها در غرب ایران یا منطقه‌ی بین‌النهرین باعث تقویت ناوه شرق مدیترانه می‌شود و به عرضهای پایین تر کشیده می‌شود و سبب فرارفت سرد در منطقه‌ی مطالعه می‌شود؛
- ناوه قطبی، در چنین روزهایی، با محور شمالی ـ جنوبی یا شمال شرقی ـ جنوب غربی به عرض‌های پایین، از جمله شمال خزر و غرب ایران، امتداد می‌یابد و موجب ریزش هوای سرد در منطقه می‌شود؛
- دو پشته مدیترانه و تبت با جهت‌گیری جنوب غربی ـ شرقی، در اروپا، و شمالی ـ جنوبی، در آسیا، موجب مورب شدن محور ناوه به سمت عرض‌های پایین می‌شود؛
- با بررسی دماها، در ایستگاه‌های مطالعه ملاحظه می‌شود، که افت شدید دما در چنین روزهایی رخ می‌دهد.

منابع

حجازی‌زاده ، زهرا و ابراهیم فتاحی. (۱۳۸۶). تحلیل الگوهای سینوپتیکی بارش‌های زمستانه ایران. *مجله جغرافیا* ، **۳**.

رضیئی، طیب. ۱۳۸۶. *بررسی ارتباط الگوهای گردش جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و دوره‌ی های خشک و تر در غرب ایران*. پایان‌نامه‌ی دکتری. دانشگاه تهران.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۰. *اقلیم‌شناسی سینوپتیک*.تهران، سمت.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۰. تیپ‌های هوا و اثر آن‌ها بر اقلیم ایران. *فصلنامه‌ی کاوش نامه*. دانشگاه یزد. سال دوم. **۳**.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۰. شناسایی تیپ های هوایی باران آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی. *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*. **۶۴-۶۳**.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۱. تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان. *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*. *۶۶ـ۶۵*. صص ۲۰۳-۲۱۷.

علیجانی، بهلول. ۱۳۷۸. نوسانات مکانی و زمانی ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در مدیترانه و اثر آن بر اقلیم ایران در ماه فوریه. *دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم سازمان هواشناسی کشور*. ۱۳ و ۱۴ آبان ۱۳۷۸.

فتاحی، ابراهیم. ۱۳۸۶. تأثیر پدیده‌ی ENSO بر رفتار الگوهای گردش جوی ایران. *دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی*. دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران.

Alijani, B. ۲۰۰۲. Variation of ۵۰۰ hpa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with climate of Iran, *Theorical Applied Climatology*,**۷۱**, ۴۱-۴۹.

Bardossy, A. et al. ۱۹۹۰. Space-time model for daily rainfall using atmospheric circulation patterns"water Resources. Research. **۲۸**, PP ۱۲۴۷-۱۲۶۰.

Bogardi, I. et al. ۱۹۹۲. Estimating space-time hydrological quantities under climate change, fifth international

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

Meeting on statistical climatology, ۲۲-۲۶ June ۱۹۹۲, Toronto.

Bogardi, I. Matyasovszky, I. Bardossy, A. And Duckstein, L. ۱۹۹۴. A hydroclimatological model of areal drought, *Journal of Hydrology*, **۱۵۳**, ۲۴۵-۲۶۴.

Chen, D. and Hellstrom, C. ۱۹۹۹. The influence of the North Atlantic Oscillation on the regional temperature variability in Sweden: spatial and temporal variations. Tellus **۵۱**A (۴): ۵۰۵–۵۱۶.

Corte-Real J., Qian B., and Xu H. ۱۹۹۸. Regional climate change in Portugal: precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology* **۱۸**: ۶۱۹–۶۳۵.

Duckstein, L., Bárdossy, A. and Bogárdi, I. ۱۹۹۳. Linkage between the occurrence of daily atmospheric circulation patterns and floods: an Arizona case study, *Journal of Hydrology* **۱۴۳**, ۴۱۳-۴۲۸.

Esteban. P., Jones, PD., Mart´ın-Vide, J. and Mases M. ۲۰۰۵. Atmospheric circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees. *International Journal of Climatology* ۲۵: ۳۱۹–۳۲۹.

Esteban, P., Martin-Vide, J. and Mases, M. ۲۰۰۶. Daily atmospheric circulation catalogue for Western Europe using multivariate techniques, *International Journal of Climatology* **۲۶**: ۱۵۰۱–۱۵۱۵.

Jenkinson, A.F. and F. Collison. ۱۹۷۷. an initial climatology of gales over the North sea, synoptic climatology Branch Memorandum No. **۶۲**, Metorological Office, Bracknell.

Perry, L. Baker, and Charles E. Konrad. ۲۰۰۵. The Influence of the Great Lakes on Snowfall Pattern in the Southern Appalachians "Proceedings of the ۶۲ Eastern Snow Conference: ۲۷۹-۲۸۹

Perry, L. Baker, and Charles E. Konrad. ۲۰۰۶. Relationships between NW flow Snowfall and topography in Southern Appalachians, USA, Climate Research **۳۲**: ۳۵-۴۷

Plaut, G., Schuepbach, E. and Doctor M. ۲۰۰۱. Heavy Precipitation events over a few Alpine sub-regions and the links with large-scale circulation, ۱۹۷۱-۱۹۹۵. Climate Research **۱۷**: ۲۸۵-۳۰۲

Romero, R., Sumner, G., Ramis, C. and Genoves, C. ۱۹۹۹. A classification of the atmospheric circulation patterns producing significant daily rainfall in the Spanish Mediterranean area, *International Journal of Climatology* **۱۹**: ۷۶۵–۷۸۵.

Santos, J. A., Corte-Real, J. and Leite, S. M.۲۰۰۵. Weather regimes and their connection to the winter rainfall in Portugal, *International Journal of Climatology*. **۲۵**: ۳۳–۵۰.

Trigo, R. M., and DaCamara, C. C. ۲۰۰۰. Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal, *International Journal of Climatology*. **۲۰**: ۱۵۵۹–۱۵۸۱.

Vicente-Serrano, S. M., and Lopez-Moreno, J. I. ۲۰۰۶. The influence of atmospheric circulation at different spatial scales on winter drought variability through a semi-arid climatic gradient in northeast Spain, Int. International Journal of Climatology**. ۲۶**: ۱۴۲۷–۱۴۵۳.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]