فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و سوم، شماره اول، بهار ۱۳۹۷، شماره پیاپی ۱۲۸

دکتر قاسم عزیزی، دانشیار،گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران **Dr. Gh. Azizi**
دکتر محمد مرادی، استادیار،گروه هواشناسی، پژوهشکده هواشناسی، تهران، ایران **Dr. M. Moradi**
حسین رضایی*، دانشجوی دکتری، آب و هواشناسی، دانشگاه تهران، ایران **H. Rezaei**
gh.rezaei@ut.ac.ir

اقلیم‌شناسی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران و ارتباط آن با ENSO و NAO

دریافت مقاله: ۹۶/۹/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۱/۱۹

DOI: 10.29252/geores.33.1.158

چکیده

کم ارتفاع‌های بریده[1] به‌عنوان یک کم ارتفاع بسته در تروپوسفر میانی و بالایی تعریف می‌شوند که به‌طور کامل از جریان اصلی بادهای غربی جداشده‌اند. کم ارتفاع بریده یکی از پدیده‌های اثرگذار بر اقلیم ایران می‌باشد. هدف از این مقاله بررسی میزان این اثرگذاری و ارتباط آن با برخی شاخص‌های پیوند از دور می‌باشد. ویژگی‌های کم ارتفاع‌های بریده در ایران، برای دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۶ مطالعه گردید. برای شناسایی این سیستم‌ها از الگوریتم رائول نی یتو، باقابلیت شناسایی خودکار، استفاده گردید. این الگوریتم از داده‌های میانگین روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۵۰۰ و ۶۰۰، باد مداری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و دمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، از پایگاه داده‌های مرکز ملی پژوهش‌های جوی[2] استفاده می‌کند. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در ایران، در فصل بهار و با یک بیشینه در ماه مارس می‌باشند. در دوره آماری ۴۰ ساله، فراوانی رخداد این سیستم‌ها، روندی مثبت دارد. بررسی طول عمر این سیستم‌ها نشان داد که بیشترین فراوانی را کم ارتفاع‌های بریده با ماندگاری ۲ روز دارند. در بررسی فصلی طول عمر، مشخص گردید که در فصول زمستان و بهار برتری با طول عمر ۲ روز و در فصول تابستان و پاییز بیشتر کم ارتفاع‌های بریده طول عمر یک روز داشته‌اند. در سال‌های لانینا، فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در ایران عموماً بالاتر از میانگین و در سال‌های ال نینو، فراوانی این سیستم‌ها کمتر از میانگین مشاهده گردید. در خصوص ارتباط با نوسان اطلس شمالی، فازهای منفی نوسان اطلس شمالی، همراه با فراوانی کمتر کم ارتفاع‌های بریده و فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی، همراه با فراوانی بیشتر این سیستم‌ها می‌باشند. همچنین در ماه‌هایی با فاز مثبت (منفی) نوسان اطلس شمالی، بیشترین رخداد کم ارتفاع‌های بریده در فصل گرم (سرد) مشاهده گردید. نهایتاً در این مقاله یک مطالعه موردی از رخداد کم ارتفاع بریده در شمال ایران، در فوریه ۱۹۹۱ که در بازوی شرقی بندال امگا شکل‌گرفته، بررسی گردید.

واژگان کلیدی: کم ارتفاع بریده، کم‌فشار بریده، سردچال، انسو، نوسان اطلس شمالی

مقدمه

زمانی که یک ناوه هوای سرد به سمت استوا توسعه‌یافته و از منبع اصلی خود در عرض‌های بالاتر بریده می‌شود، یک گردش بسته چرخندی را در وردسپهر میانی و بالایی شکل داده که منجر به شکل‌گیری کم ارتفاع‌های بریده می‌گردد (Palmen, Newton, 1969: 604). این سیستم‌ها عموماً در ترازهای میانی و بالایی، به‌وسیله کنتورهای ژئوپتانسیل بسته در اطراف مرکز کم

1Cutoff Low
2 NCEP

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

ارتفاع، قابل‌شناسایی هستند (Singleton, Reason, 2007:297). سیستم‌های کم ارتفاع بریده، پیچک‌های چرخندی بسته هستند که از جریان اصلی رود باد جداشده‌اند (Nieto et al, 2007:106). پارکر[1] و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند که روند فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ کاهش و از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۸۵ افزایش داشته است. کویی[2] و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر استرالیا، مسیرهای اصلی این سیستم‌ها را شمال شرق سو، شرق سو و جنوب شرق سو معرفی کردند. گوگت[3] و همکاران (۲۰۰۰) سیر تکاملی یک‌کم ارتفاع بریده را بررسی و مکانیسم انتقال هوای پوش سپهر را به تروپوسفر موردمطالعه قرار دادند. شابر[4] و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که وقتی NAO در فاز مثبت است یک جریان موجی شکل نصف‌النهاری تقویت‌شده (مناسب برای شکل‌گیری بندال) در باند ۷۰ الی ۹۰ درجه غربی (ناحیه شدت رخداد کم‌فشار بریده) وجود دارد. اسمیت[5] و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که پراکندگی مکانی کم ارتفاع‌های بریده در زمستان در نیمکره شمالی، در شمال غرب و شمال شرق اقیانوس آرام، جنوب غرب ایالات‌متحده، شرق کانادا و جنوب گرینلند و از شمال آفریقا تا فلات ترکیه می‌باشند. جیمنو[6] و همکاران (۲۰۰۷) رابطه زوال تاوه قطبی و رخداد کم ارتفاع بریده را در دوره ۱۹۹۸-۱۹۵۸ بررسی کردند و نشان دادند که در سال‌هایی که تاوه قطبی زودتر تخریب‌شده است، در عرض جغرافیایی پایین‌تر از ۴۵ درجه شمالی، فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در بهار و تابستان بعدی بیشتر بوده است. نی یتو[7] و همکاران (۲۰۰۸) مکان‌های اصلی رخداد کم ارتفاع‌های بریده را در نیمکره شمالی، جنوب غرب اروپا، شمال شرق سواحل اقیانوس آرام و شمال چین و ناحیه سیبری معرفی کردند. چانگزی[8] و همکاران (۲۰۱۳) خواص دینامیکی و شیمیایی کم ارتفاع بریده را در شمال شرق چین بررسی کردند. آن‌ها اظهار داشتند که آنالیز ازن تروپوسفر شواهدی از انتقال و ترکیب هوای غنی از ازن استراتسفر به درون تروپوسفر بالایی و در ناحیه جلویی مرکز کم ارتفاع بریده در این محل را نشان می‌دهد.

فویر[9] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در طول لانینا فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، بیش‌تر و در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، کم‌تر است. اوکلی[10] و ردموند[11](۲۰۱۴) اقلیم‌شناسی کم ارتفاع‌های بسته در شمال شرق اقیانوس آرام را در دوره ۲۰۱۱-۱۹۴۸ بررسی کردند. این محققین نشان دادند که فراوانی رخداد این سیستم‌ها در فازهای مثبت انسو بالاتر از میانگین است. در ایران عزیزی (۱۳۷۵) کم ارتفاع‌های بریده را زمانی که بیشتر از چند روز در یک مکان ماندگاری داشته باشند، بعنوان بندال معرفی نمودند. بنی‌هاشم و همکاران (۱۳۷۸)، عبور کم فشار بریده در بیستم فوریه ۱۹۹۷ را از ایران بررسی کرده و چگونگی توسعه چرخند سطح زمین، تغییرات کمیت‌هایی چون تاوایی پتانسیل و حرکت قائم را موردمطالعه قرار دادند. همچنین نامبردگان در مقاله دیگری (۱۳۷۹)، همان کم فشار بریده را از زاویه دیگری بررسی کرده و با محاسبه کمیت‌های تاوایی نسبی، مطلق و پتانسیل و نیز سرعت قائم بر روی این سیستم کوشیدند الگویی برای آن ارائه دهند. امیدوار و همکاران (۱۳۸۹) بارش‌های سنگین ناشی از پدیده سرد چال را با بررسی یک نمونه موردی در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران مطالعه نمودند. در تحقیق دیگری رئیس پور و همکاران (۱۳۹۲)، نقش سیستم‌های کم فشار بریده را در شکل‌گیری گردوغبارهای فراگیر جنوب غرب ایران بررسی کردند. راستی و امیدوار (۱۳۹۳) نیز اثر سرد چال در وقوع شدیدترین بارش مشهد طی دوره

1 .Parker
2 .Qi
3 .Gouget
4 .Shabbar
5 .Smith
6 .Gimeno
7 .Nieto
8. Chuanxi
9 .Favre
1 .Oakley 0
1 . Redmond 1

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

۴۹ ساله را بررسی کردند. در این مقاله توزیع ماهانه و سالانه کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران، ماندگاری و طول عمر آن‌ها و همچنین ارتباط این سامانه‌ها با برخی شاخص‌های پیوند از دور مطالعه گردیده است.

مواد و روش‌ها

داده‌ها برای یک دوره ۴۰ ساله (۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵) از مرکز ملی پژوهش‌های جوی[1] در شبکه‌های ۲,۵ در ۲,۵ درجه برای محدوده عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۶۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی صفرتا ۸۰ درجه شرقی استخراج گردید. در این تحقیق بررسی کم ارتفاع‌های بریده در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال انجام گرفت. جهت شناسایی کم ارتفاع‌های بریده، از روش رائول نی یتو (۲۰۰۵)[2] و روبیتا[3] (۲۰۱۰) استفاده گردید. مطابق با این روش، برای اینکه یک سیستم، کم ارتفاع بریده لحاظ گردد، می‌بایست حائز چهار ویژگی باشد که در ادامه به آن پرداخته‌شده است. لذا الگوریتمی توسط نرم‌افزار متلب نوشته شد تا پس از دریافت داده‌ها، با بررسی شرایط مندرج در الگوریتم به‌صورت خودکار سیستم‌های کم ارتفاع بریده را شناسایی کند. داده‌های استفاده شده در این الگوریتم برای شناسایی کم ارتفاع‌های بریده شامل ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ و ۶۰۰ هکتوپاسکال، باد مداری U در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و درنهایت دما در تراز۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشند.

الگوریتم شناسایی

در این الگوریتم کم ارتفاع بریده می‌بایست حائز چهار ویژگی باشد، که این ویژگی‌ها به شرح ذیل می‌باشند:

ـ گردش سیکلونی بسته(منحنی بسته): این مرحله شامل شناسایی کمینه ارتفاع ژئوپتانسیل نقاط در سطوح موردنظر است (۵۰۰ میلی بار). برای این کار برای هرروز، نقاطی در شبکه که ارتفاع ژئوپتانسیل آن‌ها حداقل از شش نقطه (از ۸ نقطه) اطرافشان کمتر باشند انتخاب‌شده، سپس آن نقاطی که تفاوت ارتفاع ژئوپتانسیل آن‌ها با نقاط اطراف حداقل ده ژئوپتانسیل متر باشد، برای مرحله بعدی حفظ‌شده و بقیه از الگوریتم حذف می‌گردند.

ـ جدا شدن منحنی بسته از جریان مداری اصلی (بریدن): برای این کار می‌بایست یک تغییر در جهت باد مداری در سطح موردنظر اتفاق بیفتد. یعنی حداقل یکی از دونقطه شمال سوی مجاور نقطه موردنظر (نقطه مینیمم ارتفاع ژئوپتانسیل) می‌بایست جهت مخالف (علامت مخالف) داشته باشند.

ـ ضخامت معادل[4]: که همان ضخامت لایه اتمسفر بین دو سطح فشاری است. در یک‌کم ارتفاع بریده این مشخصه به‌وسیله یک ضخامت برجسته در جلو کم ارتفاع مشخص است. بنابراین در الگوریتم، ضخامت معادل شرق نقطه مرکزی می‌بایست از نقطه مرکزی بیشتر باشد. برای لایه ضخامت ۶۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال، تفاوت مقادیر ارتفاع ژئوپتانسیل این دو سطح، محاسبه‌شده و می‌بایست مقدار نقطه شرق نقطه مرکزی از نقطه مرکزی بیشتر باشد.

۴ـ پارامتر جبهه دمایی[5]: که نشان‌دهنده تغییرات دما در امتداد خط گرادیان می‌باشد. در الگوریتم می‌بایست مقدار TFP شرق نقطه مرکزی از مقدار TFP نقطه مرکزی بیشتر باشد. زیرا کم ارتفاع‌های بریده به‌وسیله ناحیه کژفشار در جلوی کم ارتفاع که به یک باند ابر روبه‌جلو متصل است مشخص می‌شوند. تعریف ریاضی TFP به‌صورت زیر است:

$$TFP = -\nabla |\nabla T| \cdot (\nabla T / |\nabla T|) \qquad (۱)$$

1 .NCEP
2 .Nieto
3 .Reboita
4 .Tickness
5 .TFP

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

اولین بخش معادله $|\nabla T| - \nabla |\nabla T|$ تغییر گرادیان دما و دومین بخش ($\nabla T/|\nabla T|$) افزایش یا کاهش در جهت گرادیان دما را نشان می‌دهد. در این تحقیق به‌منظور مطابقت بیشتر با آب‌وهوای ایران، فصل‌های سال بدین‌صورت تعریف شده است:

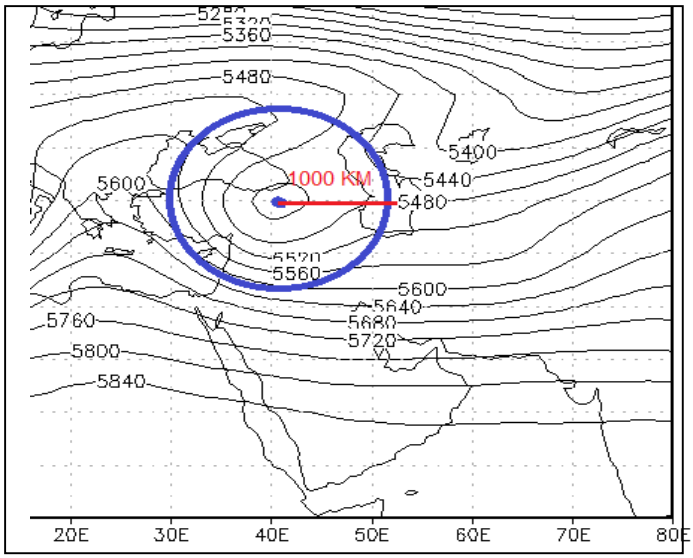
زمستان شامل ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه، بهار شامل ماه‌های مارس، آپریل و می، تابستان شامل ماه‌های ژوئن، ژوئیه و آگوست، پاییز شامل ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر.

در خصوص روش شناسایی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران، سیستم‌هایی اثرگذار بر ایران معرفی شدند، که دارای حداقل یکی از شرایط زیر باشند:

۱ـ تمام یا قسمتی از منحنی بسته کم ارتفاع بریده بر روی بخشی از ایران قرارگرفته باشد.

۲ـ مناطقی از ایران، در شعاع ۱۰۰۰ کیلومتری (یا ۱۰ درجه طول و عرض جغرافیایی) از مرکز کم ارتفاع بریده، قرار داشته باشد.

در این مرحله از بررسی دستی نقشه‌ها و نرم‌افزار GIS استفاده گردید.



شکل ۱ـ نمونه‌ای از یک کم ارتفاع بریده مؤثر بر ایران

بعد از شناسایی مراکز کم ارتفاع بریده توسط الگوریتم در طول دوره ۴۰ ساله و تفکیک کم ارتفاع‌های بریده مؤثر و غیر مؤثر بر ایران، فراوانی رخداد این سیستم‌ها در سال‌ها و ماه‌های مختلف، مشخص گردید. همچنین بر همین اساس فراوانی رخداد کم ارتفاع‌های بریده در سال‌هایی که انسو و نوسان اطلس شمالی در فاز مثبت و یا منفی بودند، بررسی گردید.

یافته‌های تحقیق

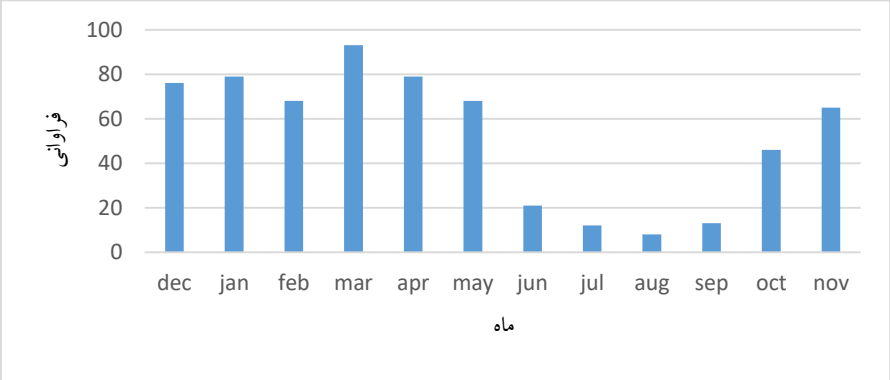
توزیع ماهانه و فصلی کم ارتفاع‌های بریده

در طول دوره آماری ۴۰ ساله درمجموع تعداد ۶۲۸ کم ارتفاع بریده مؤثر بر ایران با تداوم حداقل یک روز شناسایی شد. توزیع ماهانه آن‌ها در شکل ۲ نشان داده‌شده است. مطابق با شکل، ماه مارس با ۹۳ رخداد کم ارتفاع بریده، در طول ۴۰ سال، دارای بیشترین فراوانی می‌باشد. بعدازآن ماه‌های آپریل و ژانویه با فراوانی ۷۹ مورد و دسامبر با ۷۶ رخداد قرار دارند. ماه‌های فوریه و می نیز با ۶۸ مورد رخداد کم ارتفاع بریده مواجه بوده‌اند. بعدازآن ماه نوامبر با ۶۵، اکتبر با ۴۶، ژوئن با ۲۱، سپتامبر ۱۳ و ژوئیه با ۱۲ مورد در رده‌های بعدی قرار دارند. کمترین فراوانی مربوط به ماه آگوست با ۸ رخداد می‌باشد. ازلحاظ فصلی، فصل بهار با مجموع ۲۴۰ رخداد (۳۸/۲ درصد) بیشترین فراوانی وقوع کم ارتفاع بریده را داشته است که با تعاریف شکل‌گیری

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

دستگاه‌های کم ارتفاع بریده مبنی بر تضعیف رود باد در فصل بهار سازگار است. بعد از فصل بهار، زمستان با مجموع ۲۲۳ مورد (۳۵/۵ درصد)، بیشترین رخداد را دارد که به دلیل فراوانی سیستم‌های کم فشار و غلبه بادهای غربی در این فصل در ایران می‌باشد. در فصل پاییز نیز ۱۲۴ رخداد کم ارتفاع بریده (۱۹/۷ درصد) مشاهده گردید. در ماه های اولیه فصل پاییز هنوز این سیستم‌ها در عرض‌های بالاتر از محدوده ایران مشاهده می‌شوند که با نزدیک شدن به انتهای فصل پاییز، تعداد بیشتری از آن‌ها به عرض‌های پایین‌تر واردشده و در محدوده جغرافیایی ایران قرار می‌گیرند (سپتامبر ۱۳، اکتبر ۴۶ و نوامبر ۶۵). کمترین فراوانی حضور کم ارتفاع‌های بریده در ایران نیز مربوط به فصل تابستان است که این درست برعکس منطقه اروپا و به‌طور کل عرض‌های بالاتر نیمکره شمالی می‌باشد. زیرا در آن مناطق بیشترین رخداد این سیستم‌ها مربوط به فصل تابستان است. تفاوت فصلی وقوع این سیستم‌ها در ایران در مقایسه با اروپا و سایر نقاط در عرض‌های بالاتر، ناشی از حضور دائمی پرفشار جنب حاره در فصل تابستان در ایران است که اجازه ورود این سیستم‌های بارانزا را نمی‌دهد. لذا ایران از کم ارتفاع‌های بریده در فصل تابستان که بیشترین فراوانی را در نیمکره شمالی دارند بی‌بهره است.



شکل۲ـ توزیع ماهانه کم ارتفاع بریده در طول دوره آماری

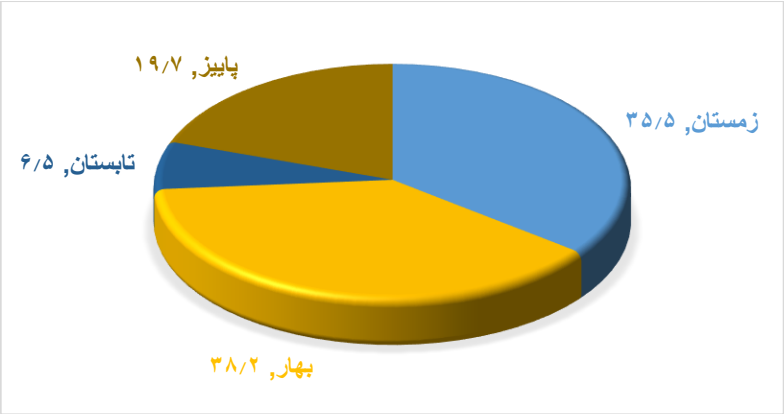
شکل ۳، درصد فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در فصول مختلف را نشان می‌دهد. فصل بهار با ۳۸/۲ درصد بیشترین فراوانی را دارد. فصل زمستان ۳۵/۵ درصد، فصل پاییز ۱۹/۷ و درنهایت فصل تابستان با ۶/۵ درصد فراوانی قرار دارند.

مطالعات نشان می‌دهد که بیشتر فراوانی وقوع کم ارتفاع‌های بریده در عرض‌های میانی و بالایی نیمکره شمالی در فصل تابستان است. یافته‌های کنتارچاس و دیویس[1] (۱۹۹۸، ۳۸۸) نشان دادند که ۳۷ درصد کم ارتفاع‌های بریده در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ در تابستان و کمترین آن‌ها با ۱۵ درصد در زمستان رخداده‌اند. آن‌ها سه منطقه عمده را شامل اروپا، آمریکا و آسیا در نظر گرفتند. بیشترین رخداد کم ارتفاع‌های بریده برای سه گروه در تابستان بوده که با ۴۴/۶ درصد در طول این فصل برای بخش اروپا، ۴۹/۵ درصد برای بخش آمریکا و ۵۸/۴ درصد برای بخش آسیا بوده است. در زمستان نیز کمترین رخداد کم ارتفاع بریده برای هر سه گروه اتفاق افتاده است.

[1] .Kentarchos & Davies

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]



شکل ۳ـ توزیع فصلی کم ارتفاع بریده در طول دوره آماری

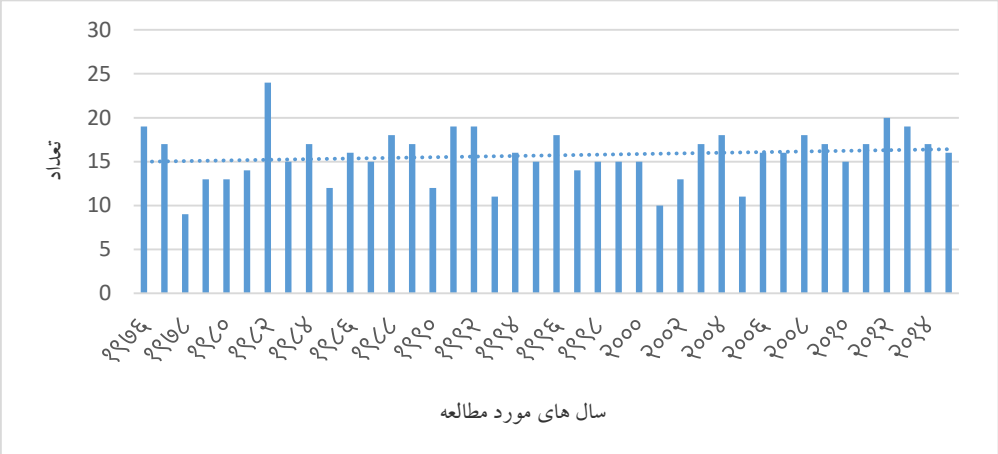
توزیع سالانه

در ایران درمجموع ۶۲۸ کم ارتفاع بریده در طول ۴۰ سال با تداوم حداقل یک روز شناسایی شد که دارای میانگین سالانه ۱۵/۷ کم ارتفاع بریده در هرسال می‌باشد. شکل ۴ توزیع سالانه فراوانی سیستم‌های کم ارتفاع بریده مؤثر بر ایران را در طول دوره موردمطالعه (۲۰۱۵-۱۹۷۶) نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی مربوط به سال ۱۹۸۲ با ۲۴ رخداد می‌باشد. بعدازآن سال ۲۰۱۲ با ۲۰ رخداد قرار دارد. سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۲ و ۲۰۱۳ با رخداد ۱۹ مورد کم ارتفاع بریده بالاتر از نرمال قرار دارند. سایر سال‌هایی که رخداد کم ارتفاع بریده در آن‌ها بالاتر از نرمال بوده است می‌توان به سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۸۴، ۱۹۸۸، ۱۹۹۶، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴ اشاره کرد. کمترین رخداد هم مربوط به سال ۱۹۷۸ با ۹ مورد، ۲۰۰۱ با ۱۰ مورد، ۱۹۹۳ و ۲۰۰۵ با ۱۱ مورد، ۱۹۸۵ و ۱۹۹۰ با ۱۲ مورد می‌باشند. سایر سال‌هایی که رخداد کم ارتفاع بریده در آن‌ها پایین‌تر از نرمال می‌باشند، شامل سال‌های ۱۹۷۹، ۱۹۸۰، ۱۹۸۱، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۲ می‌باشند. خط رگرسیون در شکل ۴ روند تغییرات رخداد این پدیده را در طول ۴۰ سال دوره آماری نشان می‌دهد. که دارای شیب ملایم مثبت می‌باشد. این نشان می‌دهد که فراوانی رخداد کم ارتفاع‌های بریده در طول این ۴۰ سال با شیب ملایم، صعودی بوده است. این مسئله می‌تواند ناشی از گرمایش تدریجی زمین و نتیجتاً تضعیف رود باد و پیرو آن رشد حرکات نصف‌النهاری و پیدایش بیشتر کم ارتفاع بریده باشد. در کارهای مشابهی که در این خصوص انجام‌گرفته، فویر[1] و همکاران (۲۰۱۲) روند فراوانی کم ارتفاع‌های بریده را در دوره ۱۹۷۹-۲۰۰۸ در کل نیمکره جنوبی بررسی کردند و نشان دادند که فراوانی آن‌ها در طول دوره رو به افزایش بوده و روند مثبتی داشته است. به‌طوری‌که از میانگین ۳۳۰ کم ارتفاع بریده در هرسال، خط رگرسیون، افزایش ۲۷ کم ارتفاع بریده در هر دهه را نشان داد.

1 .Favre

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

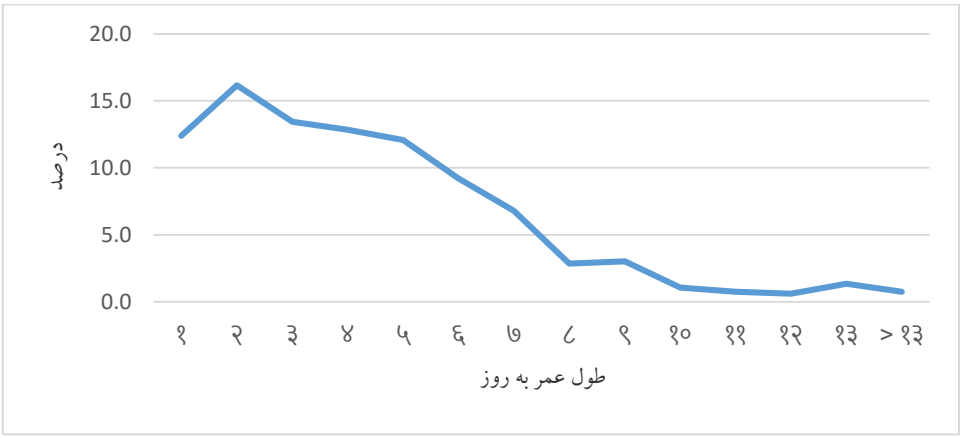
[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]



شکل ۴ـ توزیع سالانه کم ارتفاع بریده در طول دوره آماری

طول عمر کم ارتفاع‌های بریده مرتبط با ایران

شکل ۵ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران با طول عمرهای مختلف را نشان می‌دهد. در این تحقیق کم ارتفاع‌های بریده‌ای که حداقل یک روز ماندگاری داشته‌اند، محاسبه و دوره زندگی آن‌ها از زمان پیدایش تا زوال (اگرچه در بعضی از روزهای دوره زندگی، خارج از تأثیرگذاری بر ایران باشند) بررسی گردید. دوره زندگی این کم ارتفاع‌های بریده بین ۱ تا ۲۴ روز مشاهده گردید.



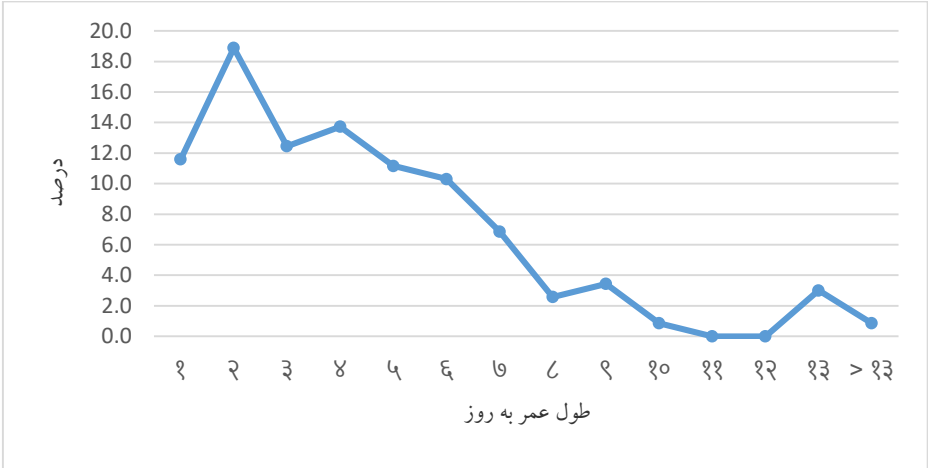
شکل ۵ـ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده با طول عمرهای مختلف برحسب درصد

از مجموع ۶۲۸ کم ارتفاع بریده شناسایی‌شده مؤثر بر ایران در دوره آماری ۴۰ ساله، کم ارتفاع‌های بریده با طول عمر ۲ روز، بیشترین فراوانی رادارند. بطوریکه ۱۰۷ رخداد (۱۶/۲ درصد کل فراوانی) را به خود اختصاص می‌دهند. بعدازآن طول عمر ۳ روز با ۱۳/۴ درصد، طول عمر ۴ روز با ۱۲/۸ درصد، و طول عمر یک روز با فراوانی ۱۲/۴ درصد قرار دارند. طول عمر ۵ روز و بالاتر به ترتیب و به‌صورت کاهنده ازنظر درصد فراوانی در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

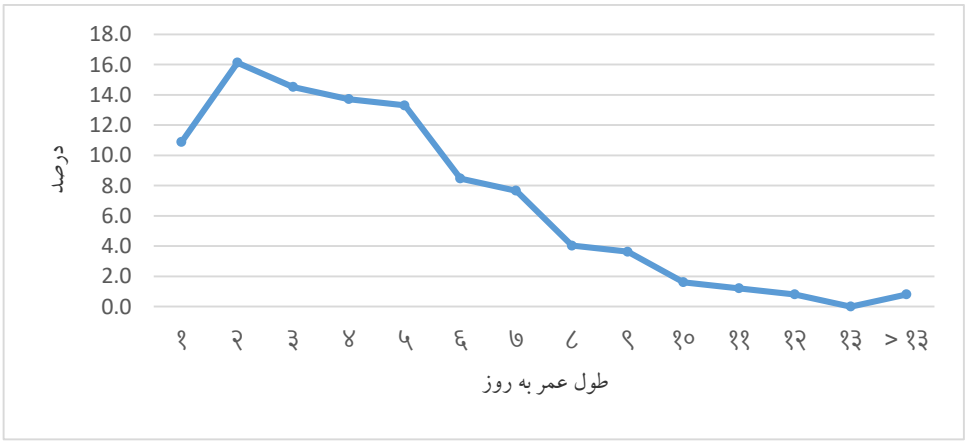
محققان درگذشته طول عمر کم ارتفاع‌های بریده را در تحقیقات مختلفی بررسی نموده‌اند. ازجمله کنتارچاس و دیویس (۱۹۹۸، ۳۸۸) نشان دادند که بیشتر کم ارتفاع‌های بریده دوره زندگی کوتاهی دارند و بیشتر آن‌ها طول عمری در حدود ۲ و ۳ روز داشته و تعداد کمی از آن‌ها بیش از ۱۰ روز عمر دارند. همچنین آن‌ها نشان دادند که از مجموع ۱۲۱۴ کم ارتفاع بریده رخ‌داده در نیمکره شمالی در یک دوره ۵ ساله ۱۹۹۴-۱۹۹۰ (با عمر حداقل یک روز)، ۶۲ درصد ۱ یا ۲ روز ماندگاری داشته‌اند. ۲۹ درصد نیز بین ۴ و ۷ روزبه طول انجامیده و تنها ۹ درصد از آن‌ها طول عمری بیش از ۷ روز داشته‌اند.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

به‌منظور بررسی دقیق‌تر طول عمر و ماندگاری کم ارتفاع‌های بریده، طول عمر آن‌ها در فصول مختلف بررسی گردید. شکل‌های ۶ و ۷ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران با طول عمرهای مختلف را در فصل‌های زمستان و بهار نشان می‌دهد. در این دو فصل کم ارتفاع‌های بریده با ماندگاری ۲ روز، بیشترین فراوانی را داشته‌اند. بعد از طول عمر ۲ روز، در فصل زمستان بیشترین فراوانی مربوط به طول عمر ۳ روز می‌باشد، درصورتی‌که در فصل بهار طول عمر ۴ روز در مرتبه دوم و طول عمر ۳ روز در مرتبه سوم قرار دارند.



شکل ۶ـ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده با طول عمرهای مختلف در فصل زمستان برحسب درصد

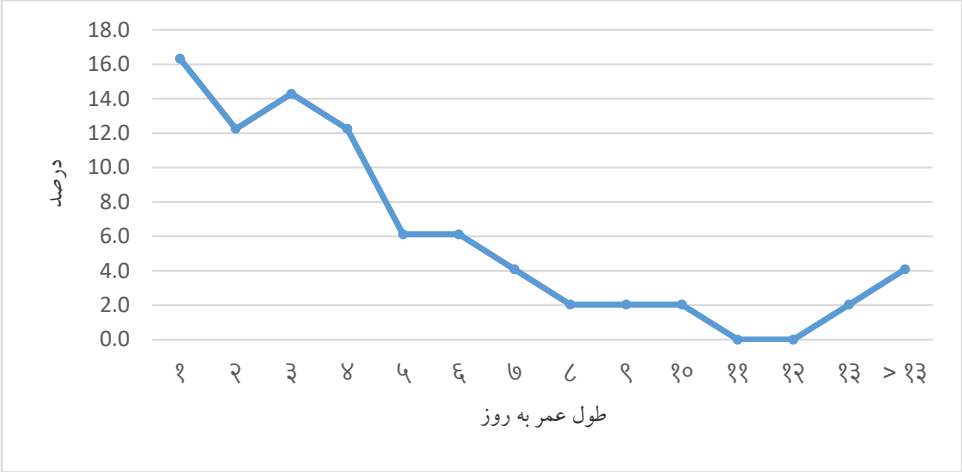


شکل ۷ـ توزیع فراوانی کم‌فشارهای بریده با طول عمرهای مختلف در فصل بهار برحسب درصد

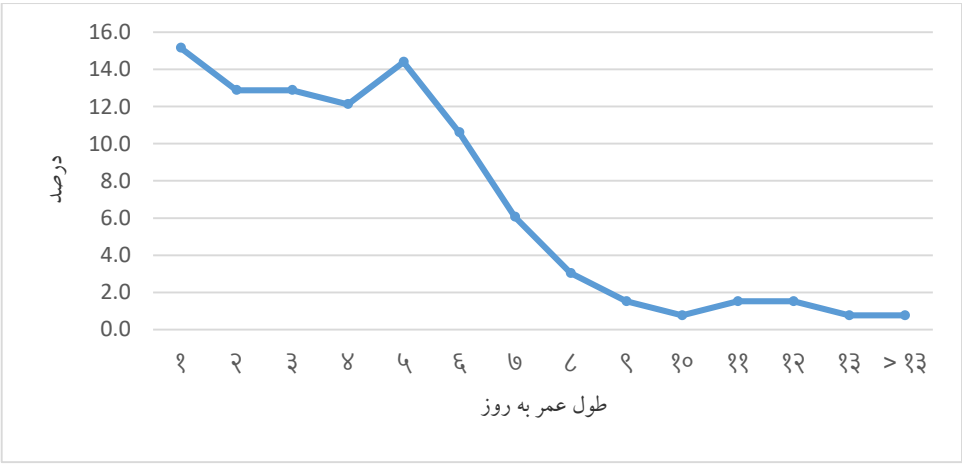
شکل‌های ۸ و ۹ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران با طول عمرهای مختلف را در فصل‌های تابستان و پاییز نشان می‌دهند. در این دو فصل کم ارتفاع‌های با ماندگاری یک روز، بیشترین فراوانی را داشته‌اند، که نشان‌دهنده این است که در فصل‌های گرم ماندگاری کم ارتفاع‌های بریده کمتر است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]



شکل ۸ـ توزیع فراوانی کم‌فشارهای بریده با طول عمرهای مختلف در فصل تابستان برحسب درصد



شکل ۹ـ توزیع فراوانی کم‌فشارهای بریده با طول عمرهای مختلف در فصل پاییز برحسب درصد

ارتباط کم ارتفاع‌های بریده با شاخص‌های پیوند از دور

نشانه‌هایی وجود دارد که سیستم‌های پیوند از دور مثل نوسانات جنوبی النینو[1] و نوسان اطلس شمالی[2] ممکن است در رخداد کم ارتفاع بریده تأثیر داشته باشد.

شاخص ENSO

ارتباط فازهای مختلف نوسان جنوبی با شدت و مداری بودن جریان رودباد مشهود است. فازهای منفی (مثبت) ENSO سبب شکل‌گیری جت ضعیف‌تر (قوی‌تر) و احتمال بالاتر (پایین‌تر) رخداد کم ارتفاع بریده می‌گردد (Nieto et al, 2005). فویر[3] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در طول لانینا فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، بیشتر و در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، کمتر است. این بدین معنی است که محدوده کم ارتفاع‌های بریده در طول لانینا به سمت استوا، و در طول ال نینو به سمت قطب جابجا می‌شود. این محققان در دوره مطالعاتی ۲۰۰۸-۱۹۷۹ در کل نیمکره جنوبی این ارتباط را بررسی کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که در ۵ سال لانینو به‌طور میانگین ۳۵۰ کم ارتفاع بریده رخداده است که بالاتر از

1 .ENSO
2 .NAO
3 .Favre

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

میانگین سالانه آن یعنی (۳۳۰) بوده است. که رابطه بین سال‌های لانینو و افزایش تعداد کم ارتفاع‌های بریده را تأیید می‌کند. همچنین بررسی‌های آن‌ها نشان داد که در ۵ سال ال نینو به‌طور میانگین ۳۳۱ کم ارتفاع بریده رخداده است که تقریباً به‌اندازه میانگین می‌باشد. لذا در خصوص ال نینو رابطه مشخصی بین سال‌های ال نینو و فراوانی رخداد کم ارتفاع‌های بریده یافت نگردید. سینگلتون[1] و ریسون[2](۲۰۰۷) در تحقیقی نشان دادند که در یک دوره ۳۰ ساله در آفریقای جنوبی، از ۷ سال لا نینو، پنج سال آن (۱۹۷۴، ۱۹۸۹، ۱۹۹۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) فراوانی کم ارتفاع بریده بالای میانگین، یک سال طبیعی و یک سال فراوانی کم ارتفاع‌های بریده زیر میانگین بوده است. ولی در تحقیق آنان در خصوص سال‌های ال نینو، رابطه آشکاری بین سال‌های ال نینو و فراوانی کم ارتفاع‌های بریده دیده نمی‌شود. با توجه به تحقیقات انجام‌گرفته، در سال‌های ای نینو که رودباد قوی است، فراوانی کم فشار بریده کمتر، و در سال‌های لانینو که رودباد ضعیف است، فراوانی کم‌فشارهای بریده بیشتر می‌گردد.

در این تحقیق با توجه به محدوده موردمطالعه ۲۰۱۵-۱۹۷۶ فراوانی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران در طول دوره آماری بررسی و ارتباط آن با فازهای مثبت و منفی انسو موردمطالعه قرار گرفت. درمجموع ۶۲۸ کم ارتفاع بریده در طول ۴۰ سال بر ایران تأثیرگذار بوده‌اند که دارای میانگین ۱۵/۷ کم ارتفاع بریده در هرسال می‌باشد (شکل ۳). از بین ۷ سال لانینو در دوره آماری ۴۰ ساله، ۵ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۹، ۲۰۰۸، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ فراوانی کم ارتفاع بریده بالای میانگین بوده است. دو سال (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) نیز فراوانی ۱۵ کم ارتفاع بریده پایین‌تر از میانگین ولی نزدیک به آن بوده‌اند. یعنی حدود ۷۱ درصد سال‌های لانینو این فرضیه را که "در سال‌های لانینو فراوانی کم ارتفاع‌های بریده بالای میانگین است." تأیید می‌کنند. در سال‌های ال نینو، از ۱۱ سال ال نینو در طول دوره آماری ۴۰ ساله، ۷ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۷۸، ۱۹۸۰، ۱۹۸۳، ۱۹۸۷، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ فراوانی کم ارتفاع‌های بریده زیر میانگین و ۴ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۸۸، ۱۹۹۲، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۷ بالای میانگین بوده‌اند. یعنی حدود ۶۳ درصد ارتباط سال‌های ال نینو با فراوانی کم ارتفاع‌های بریده (در سال‌های ال نینو فراوانی کم ارتفاع‌های بریده کمتر است) را تأیید می‌کند.

شاخص NAO

در خصوص نوسان اطلس شمالی، در فاز مثبت این نوسان، فشار سطحی بیش از میانگین در جنوب عرض ۵۵ درجه شمالی و یک‌کم فشار بی‌هنجار در ناحیه وسیعی در اطراف قطب شمال، سبب تشدید گرادیان نصف‌النهاری فشار می‌شود (نقل از نصراصفهانی و همکاران، ۱۳۸۷، ۵۲). شابر[3] و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که وقتی NAO در فاز مثبت است یک جریان موجی شکل نصف‌النهاری تقویت‌شده مناسب برای شکل‌گیری بندال و کم فشار بریده در اطلس شمالی و اروپا وجود دارد. در پژوهشی رائول نیتو و همکاران (۲۰۰۷) اثرات نوسان اطلس شمالی (NAO) را روی توزیع فضایی کم ارتفاع‌های بریده در نیمکره شمالی بررسی کردند. آن‌ها یک دروه ۴۱ ساله ۱۹۹۸-۱۹۵۸ را در نیمکره شمالی مطالعه و نشان دادند که درمجموع فاز مثبت NAO فراوانی بیشتری از کم ارتفاع‌های بریده را نسبت به فاز منفی نشان می‌دهد.

در تحقیق حاضر وضعیت رخداد کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران در فازهای مثبت و منفی NAO در دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۷۶ بررسی گردید.

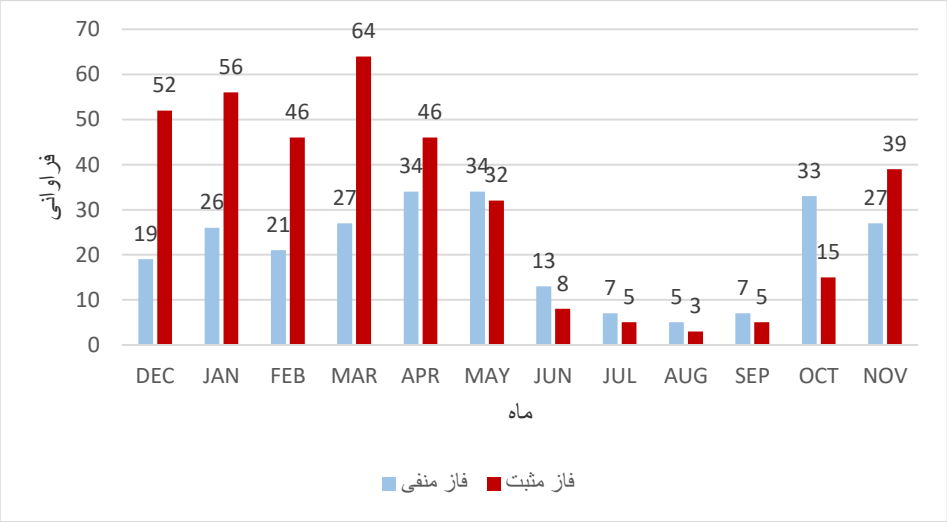
1 .Singleton
2 .Reason
3 .Shabbar

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

توزیع ماهانه

درمجموع ۳۷۱ کم ارتفاع بریده در ماه‌های با فاز مثبت NAO و ۲۵۳ کم ارتفاع بریده در ماه‌های با فاز منفی NAO رخداده است. به‌طوری‌که می‌توان گفت حدود ۶۰ درصد آن‌ها در فاز مثبت NAO بوده‌اند. شکل ۱۰ توزیع ماهانه آن‌ها را در دوره ۴۰ ساله نشان می‌دهد. در ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه، آگوست، سپتامبر و اکتبر تعداد کم ارتفاع‌های بریده رخداده در فاز منفی NAO بیشتر از تعداد آن در فاز مثبت NAO می‌باشد. و در بقیه ماه‌ها تعداد کم ارتفاع‌های بریده در فاز مثبت NAO بیشتر از تعداد آن در فاز منفی NAO است.



شکل ۱۰ـ توزیع ماهانه کم ارتفاع‌های بریده در فازهای مثبت و منفی NAO

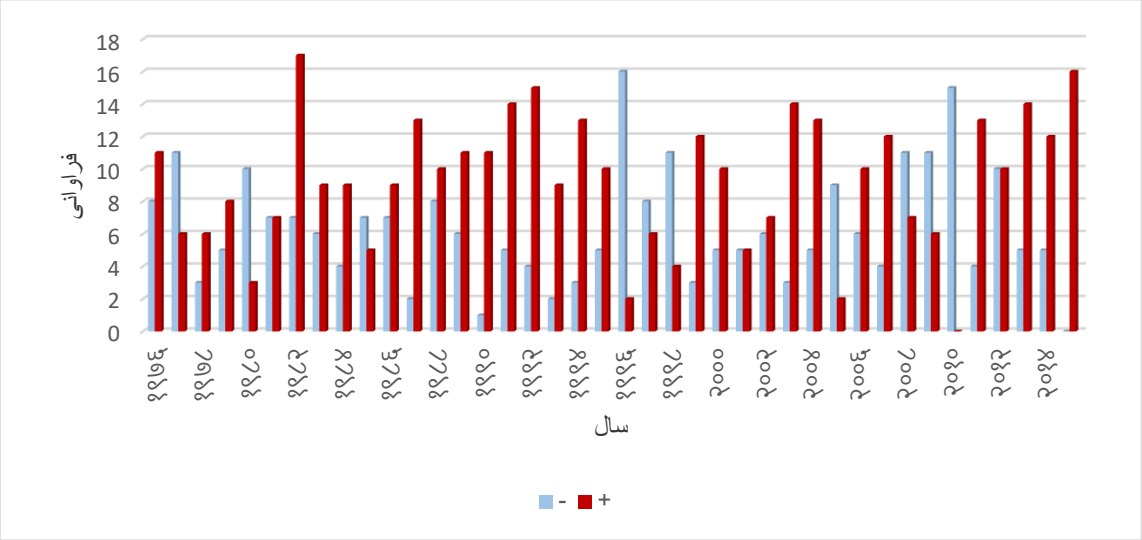
بیشترین فراوانی در فاز مثبت NAO مربوط به ماه مارس با تعداد ۶۴ کم ارتفاع بریده می‌باشد. کمترین آن نیز در ماه آگوست با ۳ رخداد می‌باشد. همچنین بیشترین فراوانی در فاز منفی NAO در ماه‌های آپریل و می با تعداد ۳۴ کم ارتفاع بریده و کمترین آن در ماه‌های ژوئیه و سپتامبر با ۷ رخداد می‌باشد. از ماه می تا سپتامبر تفاوت در تعداد کم ارتفاع‌های بریده در هرماه کم بوده ولی از ماه اکتبر تا آپریل این تفاوت زیاد می‌شود. درمجموع می‌توان گفت در فصول گرم سال برتری تعداد کم ارتفاع‌های بریده با فاز منفی NAO و در فصول سرد سال برتری با فاز مثبت NAO می‌باشد. از آن جا که در فاز مثبت نوسان اطلس شمالی، حرکات نصف‌النهاری شدیدتر می‌باشند، لذا در فصل سرد که کم ارتفاع‌های بریده حضور بیشتری در ایران دارند، در فاز مثبت نوسان اطلس شمالی، فراوانی بیشتری نسبت به فاز منفی آن دارند.

توزیع سالانه

شکل ۱۱ توزیع فراوانی کم ارتفاع‌های بریده را در دوره ۴۰ ساله برای فازهای مثبت و منفی NAO نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی کم ارتفاع‌های بریده در فاز مثبت NAO مربوط به سال ۱۹۸۲ با فراوانی ۱۷ رخداد می‌باشد. کمترین فراوانی آن نیز در همین فاز متعلق به سال ۲۰۱۰ بوده که فراوانی رخداد کم ارتفاع بریده در این سال، صفر می‌باشد. چندین دوره را که غلبه رخدادها با فاز مثبت است، می‌توان شناسایی کرد. یک دوره از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۵ به‌استثنای سال ۱۹۸۵ می‌باشد. دوره دیگر از سال ۱۹۹۹ شروع و تا سال ۲۰۰۷ ادامه دارد که البته سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۵ را می‌بایست مستثنا کرد. و درنهایت دوره آخر که از سال ۲۰۱۱ تا سال ۲۰۱۵ می‌باشد. در خصوص فاز منفی NAO بیشترین فراوانی مربوط به سال ۱۹۹۶ با تعداد ۱۶ کم ارتفاع بریده می‌باشد. کمترین فراوانی هم مربوط به سال ۲۰۱۵ بوده که در این سال هیچ سیستم کم ارتفاع بریده در فاز منفی NAO مشاهده نگردیده است. در فاز منفی نیز دو دوره کوتاه‌مدت را می‌توان مجزا کرد. یک دوره مربوط به سال‌های ۱۹۹۶، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

می‌باشد که در این سال‌ها غلبه رخداد کم ارتفاع‌های بریده با فاز منفی است. دوره دیگر، سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ را شامل می‌شود. به‌طورکلی در طول دوره آماری ۴۰ ساله، غلبه با رخداد کم ارتفاع بریده در فاز مثبت NAO می‌باشد، به‌طوری‌که از مجموع ۴۰ سال، در ۲۸ سال فراوانی رخداد کم ارتفاع‌های بریده در فاز مثبت NAO از فاز منفی آن بیشتر است. و فقط در ۱۰ سال فراوانی رخداد کم ارتفاع‌های بریده در فاز منفی بیشتر از فاز مثبت است. در دو سال نیز تعداد آن‌ها در فاز مثبت و منفی برابر است.



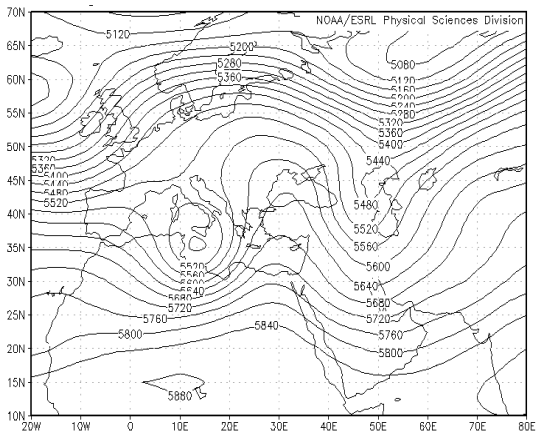
شکل ۱۱ـ توزیع سالانه کم ارتفاع‌های بریده در فازهای مثبت و منفی NAO

بررسی یک نمونه موردی کم ارتفاع بریده

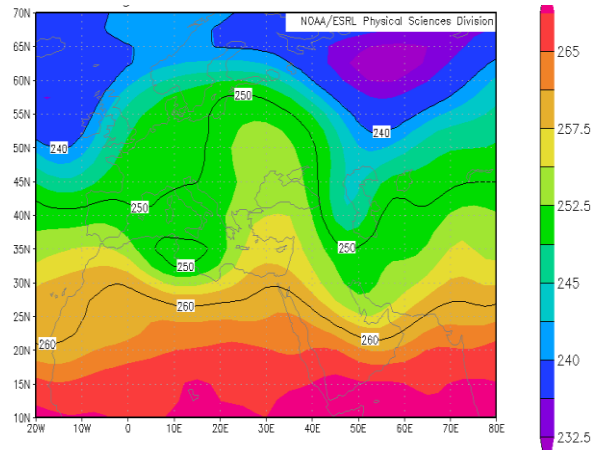
به‌منظور نشان دادن اثر کم ارتفاع بریده بر ایران، یک نمونه موردی که در تاریخ ۲۲ و ۲۳ فوریه ۱۹۹۱ به وقوع پیوسته و ایران را تحت تأثیر قرار داده، بررسی می‌گردد.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

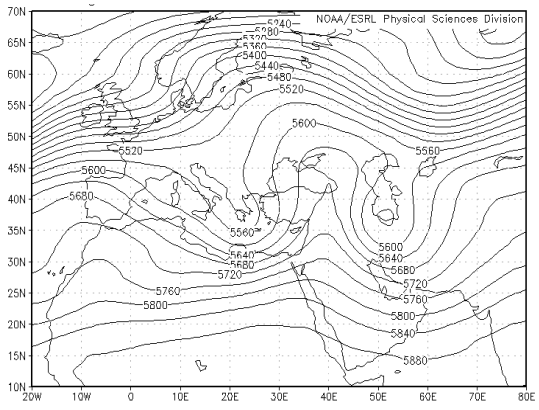
[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]



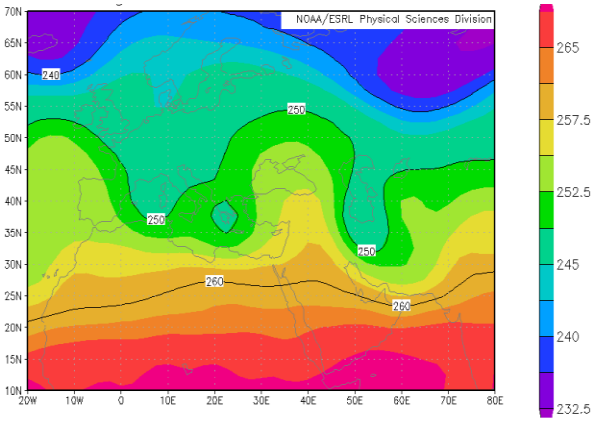
شکل۱۲ B: ارتفاع تراز ۵۰۰ (21 فوریه ۱۹۹۱)



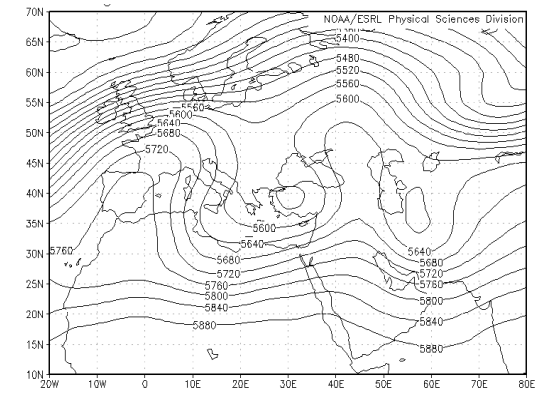
شکل۱۲ A: دما تراز ۵۰۰ (۲۱ فوریه ۱۹۹۱)



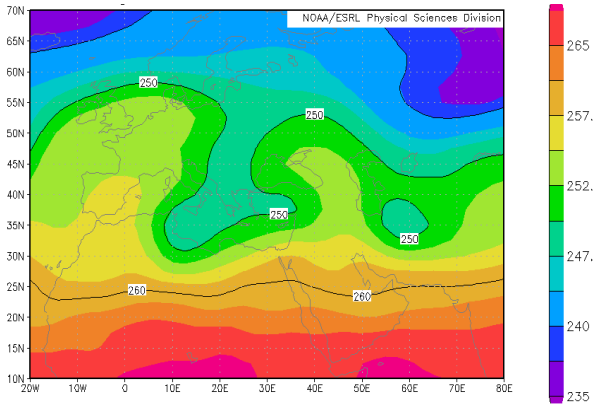
شکل۱۲ D: ارتفاع تراز ۵۰۰ (۲۲ فوریه ۱۹۹۱)



شکل۱۲ C: دما تراز ۵۰۰ (۲۲ فوریه ۱۹۹۱)



شکل ۱۲ F: ارتفاع تراز ۵۰۰ (۲۳ فوریه ۱۹۹۱)



شکل۱۲ E: دما تراز ۵۰۰ (۲۳ فوریه ۱۹۹۱)

شکل ۱۲- میدان ارتفاع(سمت چپ برحسب ژئوپتانسیل متر) و دما(سمت راست‌بر حسب کلوین) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از ۲۱ تا ۲۳ فوریه ۱۹۹۱. هم‌ارتفاع‌ها بافاصله ۴۰ ژئوپتانسیل متر و هم‌دماها بافاصله ۲/۵ کلوین می‌باشند

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

شکل ۱۲ میدان ارتفاع (سمت چپ) و دما (سمت راست) در تراز میانی جو را از روز ۲۱ فوریه ۱۹۹۱ تا ۲۳ فوریه ۱۹۹۱ نشان می‌دهد. در روز ۲۱ فوریه، پشته ارتفاعی که از مصر تا اوکراین کشیده شده است، موجبات تشکیل الگوی امگا را فراهم آورده است. در بازوی غربی این الگو، یک‌کم ارتفاع بریده در محدوده جنوب ایتالیا تشکیل‌شده است. ولی در بازوی شرقی آن در این روز تنها یک ناوه در غرب دریای خزر به چشم می‌خورد. نقشه میدان دما در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این روز، نشانگر فرارت هوای سرد از عرض‌های شمالی به‌سوی دو بازوی مدل امگا می‌باشد. به‌طوری‌که شدت این فرارفت در بازوی شرقی بیشتر از بازوی غربی است. این مسئله سبب می‌شود که در روز بعد (۲۲ فوریه)، بازوی شرقی مدل، از ناوه تبدیل به کم ارتفاع بریده گردد و یک منحنی بسته در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکل در مرکز این کم ارتفاع بریده تشکیل شود. این منحنی بسته درست در سواحل جنوبی دریای خزر قرار می‌گیرد. نقشه میدان دما در روز ۲۲ فوریه، نشان از ریزش هوای سرد از عرض‌های شمالی در بازوی شرقی امگا و در نواحی شمالی کشور می‌باشد. در این روز بیشترین بارش‌ها از ایستگاه‌های رشت با ۳۶/۸ میلی‌متر، مشهد با ۱۴/۶، سبزوار ۱۱، تهران ۱۰/۴، بیرجند با ۷/۶، بابلسر با ۷/۲، گرگان و اراک با ۵/۳ و خرم‌آباد با ۴ میلی‌متر گزارش‌شده است. در روز ۲۳ فوریه، کل مدل امگا حرکتی شرق سو داشته و کم ارتفاع بریده‌ای که در بازوی شرقی این مدل تشکیل‌شده، در شمال شرق ایران مستقر می‌شود. نقشه دما در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌خوبی سردچال مستقر در شمال شرق ایران را نشان می‌دهد. در این روز عمده بارش این سیستم در شهر بیرجند با حدود ۷ میلی‌متر بوده است. درنهایت در روز ۲۴ فوریه این کم ارتفاع بریده مستقر در بازوی شرقی مدل امگا از بین می‌رود.

نتیجه‌گیری

در بررسی توزیع ماهانه کم‌فشارهای بریده مشخص گردید که ماه مارس با ۹۳ رخداد کم فشار بریده، در طول ۴۰ سال، دارای بیشترین فراوانی بوده و بعدازآن ماه‌های آپریل و ژانویه با فراوانی ۷۹ رخداد قرار دارند. کمترین فراوانی مربوط به ماه آگوست با ۸ رخداد می‌باشد. ازلحاظ فصلی، فصل بهار با ۳۸/۲ درصد، بیشترین وقوع کم فشار بریده در ایران را داشته است که با تعاریف شکل‌گیری سیستم‌های کم فشار بریده مبنی بر تضعیف رودباد در فصل بهار سازگار است. بعد از فصل بهار، زمستان با ۳۵/۵ درصد، بیشترین رخداد را دارد که به دلیل فراوانی سیستم‌های کم فشار و غلبه بادهای غربی در این فصل است. در بررسی توزیع سالانه این سامانه‌ها، درمجموع ۶۲۸ کم فشار بریده در طول ۴۰ سال با تداوم حداقل یک روز در ایران شناسایی شد که دارای میانگین سالانه ۱۵/۷ کم فشار بریده در هرسال می‌باشد. بیشترین فراوانی مربوط به سال ۱۹۸۲ با ۲۴ رخداد می‌باشد. بعدازآن سال ۲۰۱۲ با ۲۰ رخداد قرار دارد. سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۲ و ۲۰۱۳ با رخداد ۱۹ مورد کم فشار بریده بالاتر از نرمال قرار دارند. کمترین رخداد هم مربوط به سال ۱۹۷۸ با ۹ مورد، ۲۰۰۱ با ۱۰ مورد، ۱۹۹۳ و ۲۰۰۵ با ۱۱ مورد، ۱۹۸۵ و ۱۹۹۰ با ۱۲ مورد می‌باشند. خط رگرسیون در شکل ۴-۲۰ روند تغییرات رخداد این پدیده را در طول ۴۰ سال دوره آماری نشان می‌دهد. که دارای شیب ملایم مثبت می‌باشد. این نشان می‌دهد که فراوانی رخداد کم‌فشارهای بریده در طول این ۴۰ سال با شیب ملایم، صعودی بوده است. واکاوی ماندگاری و طول عمر این سامانه‌ها نشان داد که کم‌فشارهای بریده با طول عمر ۲ روز، بیشترین فراوانی رادارند. به‌طوری‌که ۱۶/۲ درصد کل فراوانی را به خود اختصاص می‌دهند. بعدازآن طول عمر ۳ روز با ۱۳/۴ درصد بیشترین فراوانی را دارد. درمجموع ۶۷ درصد کم‌فشارهای بریده طول عمر یک تا ۵ روز داشته‌اند. ارتباط فازهای مختلف ENSO با شدت و مداری بودن جریان جت مشهود است. در سال‌های النینو، رودباد قوی‌تر و لذا جریان‌های مداری قوی‌تر، جریان‌های نصف‌النهاری ضعیف‌تر و درنتیجه رخداد کم‌فشارهای بریده کمتر است. در سال‌های لانینو رودباد ضعیف‌تر، جریان‌های نصف‌النهاری قوی‌تر و لذا فراوانی رخداد کم‌فشارهای بریده بیشتر است (نیتو و همکاران، ۲۰۰۸). از بین ۷ سال لانینو در دوره آماری ۴۰ ساله، ۵ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۹، ۲۰۰۸، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ فراوانی کم فشار بریده

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

بالای میانگین داشته‌اند. دو سال (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) با فراوانی ۱۵ کم فشار بریده پایین‌تر از میانگین ولی نزدیک به آن بوده‌اند. یعنی حدود ۷۱ درصد سال‌های لانینو فراوانی رخداد کم‌فشارهای بریده بالاتر از نرمال بوده است. در سال‌های ال نینو، از ۱۱ سال ال نینو در طول دوره آماری ۴۰ ساله، ۷ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۷۸، ۱۹۸۰، ۱۹۸۳، ۱۹۸۷، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ فراوانی کم‌فشارهای بریده زیر نرمال بوده است. و ۴ سال آن یعنی سال‌های ۱۹۸۸، ۱۹۹۲، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۷ دارای فراوانی بالای میانگین بوده‌اند. یعنی در حدود ۶۳ درصد سال‌های ال نینو فراوانی کم‌فشارهای بریده کمتر از نرمال است. لذا می‌توان انتظار داشت که در سال‌های النینو کم‌فشارهای بریده کمتر و در سال‌های لانینو کم‌فشارهای بریده بیشتری به ایران وارد شوند. در خصوص ارتباط با NAO، محققان نشان داده اند که در فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی فراوانی رخداد کم‌فشارهای بریده بیشتر از فاز منفی آن است. در ایران نیز حدود ۶۰ درصد کم‌فشارهای بریده در فاز مثبت NAO بوده‌اند. همچنین می‌توان گفت در فصول گرم سال برتری تعداد کم‌فشارهای بریده با فاز منفی NAO و در فصول سرد سال برتری با فاز مثبت NAO می‌باشد.

منابع و مآخذ

- امیدوار، کمال، صفر پور، فرشاد، محمودآبادی، مهدی، الفتی، سعید (۱۳۸۹)، تحلیل همدیدی اثرهای سرد چال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران، مدرس علوم انسانی-برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۴، شماره ۴، صص ۱۸۹-۱۶۱.
- بنی‌هاشم، تاج الدین، اردکانی، حسین، مرادی، محمد (۱۳۷۸)، حرکت و رفتار یک‌کم ارتفاع بریده از دیدگاه کژفشاری، فیزیک زمین و فضا، جلد ۲۵، شماره‌های ۱ و ۲، صص ۴۶-۳۷.
- بنی‌هاشم، تاج الدین، اردکانی، حسین، تاج بخش، سحر (۱۳۷۹)، رفتار و حرکت یک‌کم ارتفاع بریده، فیزیک زمین و فضا، جلد ۲۶، شماره ۱، صص ۲۵-۱۵.
- راستی، فاطمه، امیدوار، کمال (۱۳۹۳)، تحلیل همدیدی اثر سردچال در وقوع شدیدترین بارش مشهد طی دوره آماری ۴۹ ساله (۱۳۸۹-۱۳۴۰)، دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در جغرافیا و گردشگری.
- رئیس‌پور، کوهزاد، خسروی، محمود، طاووسی، تقی، شریفی کیا، محمد (۱۳۹۲)، بررسی نقش سیستم‌های کم ارتفاع بریده در شکل‌گیری گردوغبارهای فراگیر جنوب غرب ایران، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران.
- عزیزی، قاسم (۱۳۷۵)، بلوکینگ و اثرات آن بر بارش ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- نصراصفهانی، محمدعلی، محب الحجه، علیرضا، احمدی گیوی، فرهنگ (۱۳۸۷)، اثر نوسان اطلس شمالی (NAO) بر برخی کمیت‌های هواشناختی تروپوسفر در خاورمیانه و جنوب غرب آسیا، مجله ژئوفیزیک ایران، شماره ۲، صص ۶۴-۵۱.
- Chuanxi, L., YI, L., Liu, X., Chance, K. (2013), Dynamical and Chemical Features of a Cutoff Low Over Northeast China in July 2007, Results from Satellite Measurements and Reanalysis, Advances in Atmospheric Sciences, Vol. 30, No. 2, pp 525-540.
- Favre, A., Hewitson, B., Tadross, M., Lennard, C., Mota, R. (2012), Relationships Between Cut-Off Lows and The Semiannual and Southern Oscillations, Climate Dynamics, Vol. 38, pp. 1473-1487.
- Fuenzalida, H., Sanchez, R., Garreaud, R. (2005), A Climatology of Cutoff Lows in The Southern Hemisphere, Journal of Geophysical Research, Vol. 110, pp. 1-10.
- Gerald, D., Bell, L., Bosart, F. (1989), A 15-Year Climatology of Northern Hemisphere 500 Mb Closed Cyclone and Anticyclone Centers, Monthly Weather Review, Volume 117, pp. 2142-2163.
- Gimeno, L., Nieto, R. Trigo, R. (2007), Decay of The Northern Hemisphere Stratospheric Polar Vortex and The Occurrence of Ccut-Off Low Systems an Exploratory Study, Meteorology and Atmospheric Physics, Volume 96, pp. 21-28.
- Gouget, H., Vaughan, G., Marenco, A., Smit, H. (2000), Decay of A Cut-Off Low and Contribution to Stratosphere-Troposphere Exchange, Q. J. R. Meteorol. Soc, pp. 1117-1141.
- Hodgson, A., (2012), Case Study Analysis of a Cut-Off Low Weather System Over North-West Africa Observed During the Fennec Pilot Study, April 2011, Earth and Environment, Vol. 8, pp. 38-105.
- Kentarchos, A., Davies, T., (1998), A Climatology of Cut-Off Lows at 200 Hpa in The Northern Hemisphere 1990-1994, International Journal of Climatology, Vol. 18, pp. 379-390.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]

- Molekwa, S., Engelbrecht, C., Rautenbach, C. (2014), Attributes of Cut-Off Low Induced Rainfall Over the Eastern Cape Province of South Africa, Theoretical and Applied Climatology, Vol. 118, pp. 307-318.
- Ndarana, T., Waugh, D. (2010), The Link Between Cut-Off Lows and Rossby Wave Breaking in The Southern Hemisphere, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 136, pp. 869-885.
- Nieto, R., Gimeno, L., Anel, J., Torre, L., Gallengo, D., Barriopedro, D., Gallego, M., Gordillo, A., Redano, A., Delgado, G. (2007), Analysis of The Precipitation and Cloudiness Associated with COLS Occurrence in the Iberian Penensula, Meteorology and Atmospheric Physics, Vol. 96, pp. 103-119.
- Nieto, R., Gimeno, L., Torre, L., Ribera, P., Barriopedro, D., Herrera, R., Serrano, A., Gordillo, A., Redano, A., Lorente, J. (2007), Interannual Varibility of Cut-Off Low Systems Over the European Sector: The Role of Blocking and The Northern Hemisphere Circulation Modes, Meteorology and Atmospheric Physics, Vol. 96, pp. 85-101.
- Nieto, R., Gimento, L., Torre, L., Ribera, P., Gallego, D., Herrera, R., Garcia, J., Nunez, M., Redano, A, Lorente, J. (2005), Climatological Features of Cutoff Low Systems in The Northern Hemisphere, Journal of Climate, Vol. 18, pp. 3085-3103.
- Nieto, R., Sprenger, M., Wernli, H., Trigo, R., Gimeno, L. (2008), Identification and Climatology of Cut-Off Lows Near the Tropopause, Trend and Directions in Climate Research, Vol. 1146, pp. 256-290.
- Oakley, N., Redmond, K. (2014), A Climatology of 500-HPA Closed Lows in The Northeastern Pacific Ocean, 1948-2011, American Meteorological Socity, Vol. 53, pp. 1578-1592.
- Palmén, E., Newton, C. (1969), Atmospheric Circulation Systems, Academic Pub.
- Parker, S., Hawes, J., Colucci, S., Hayden, B. (1989), Climatology of 500 Mb Cyclones and Anticyclones, 1950-85, American Meteorological Society, Vol. 117, pp. 558-570.
- Qi, L., Wang, Y., Leslie, L. (2000), Numerical Simulation of a Cut-Off Low Over Southern Australia, Meteorology and Atmospheric Physics, Vol. 74, pp. 103-115.
- Reboita, M., Nieto, R., Gimeno, L., Rocha, R., Ambrizzi, T., Garreaud, R., Kruger, L. (2010), Climatological Features of Cutoff Low Systems in The Southern Hemisphere, Journal of Geophysical Research, Vol. 115, pp. 1-15.
- Shabbar, A., Huang, J., Higuchi, K. (2001), The Relationship Between the Wintertime North Atlantic Oscillation and Blocking Episodes in The North Atlantic, Int J Climatol, No. 21, pp. 355-369.
- Singleton, A., Reason, C. (2007), A Numerical Model Study of an Intense Cutoff Low Pressure System Over South Africa, Monthly Weather Review, Vol. 135, pp. 1128-1150.
- Singleton, A., Reason, C. (2007), Variability in The Characteristics of Cut-Off Low Pressure Systems Over Subtropical Southern Africa, International Journal of Climatology, Vol. 27, pp. 295-310.
- Smith, B., Bosart, L., Keyser, D., Jean, D. (2002), A Global 500 HPA Cutoff Cyclone Climatology 1953-1999, 19 Th CONF. On Weather Analysis and Forecasting, San Antonio.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/geores.33.1.158]