نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال اول، شماره پیاپی ٤، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۹۰-۷۵

تحلیل آماری و سینوپتیکی کولاک برف در استان آذربایجان غربی

بهرام ملازاده، دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی
محمد سلیقه، دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی
بهلول علیجانی[1]، استاد آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی
محمدحسین ناصرزاده، استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی

پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۸/۱۳ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۲۱

چکیده

هدف این تحقیق تحلیل آماری و سینوپتیکی کولاک برف در استان آذربایجان غربی است. بدین منظور، از سازمان هواشناسی کشور داده‌های مربوط به کدهای هوا طی دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ اخذ شد. با استفاده از نرم‌افزار **Excel** و **Spss** کدهای مربوط به کولاک برف (کدهای ۳۶ تا ۳۹) مشخص و به بررسی آماری داده‌ها پرداخته شد. سپس، نقشه‌های مربوط به فشار، امگا (ناپایداری)، دما و جهت و سرعت باد از سایت **cdc.noaa.gov** جمع‌آوری شدند و تحلیل سینوپتیکی آن‌ها صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۳۲۲ روز همراه با کولاک برف بود که سال ۱۹۹۲ دارای بیشترین و سال ۱۹۹۹ دارای کمترین روز همراه با پدیده‌ی کولاک برف بود. با توجه به این‌که رخداد پدیده‌ی کولاک برف مربوط به فصل سرد سال است، مطالعه‌ی حاضر نشان داد که ماه‌های ژانویه و فوریه زمان اوج رخداد پدیده‌ی کولاک برف هستند. با توجه به شرایط سینوپتیکی حاکم بر منطقه، ارتفاع و عامل توپوگرافی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در رخداد پدیده‌ی کولاک برف بودند. از هفت ایستگاه سینوپتیکی مورد مطالعه، ایستگاه سردشت دارای بیشترین و ایستگاه خوی دارای کمترین روز همراه با پدیده‌ی کولاک برف بودند. سرانجام، نتایج حاصل از تحلیل سینوپتیکی نشان داد که طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه در استان آذربایجان‌غربی دو الگوی گردشی در رخداد پدیده‌ی کولاک برف نقش داشته‌اند که شامل الگوی گردشی کم‌فشار دریای خزر ـ پرفشار اروپای شرقی و الگوی کم‌فشار شمال دریای سیاه است.

واژگان کلیدی: کولاک برف، فشار، تحلیل آماری، تحلیل سینوپتیکی، استان آذربایجان‌غربی.

[1]. نویسنده مسئول Email:bralijani@gmail.com

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

مقدمه

آب و هوا یکی از عوامل مهم طبیعی است که در همه‌ی مراحل زندگی بخصوص نحوه‌ی بهره‌برداری انسان از منابع تأثیر فراوان می‌گذارد. انتخاب نوع لباس، مسکن، نوع کشت، نوع معماری و عمران و انتخاب سکونتگاه‌ها متأثر از عوامل آب و هوایی است. می‌توان گفت شرایط اقلیمی سطح زمین و، نهایتاً، الگوهای گردش اتمسفر نقش مهمی در شکل‌دهی و سازمان‌دهی محیط زیست دارند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۹). انسان از زمانی که در عرض‌های جغرافیایی متوسط ساکن شد، متحمل تغییرات بسیار آب و هوایی شد. علت این امر حاکم بودن الگوی گردش اتمسفری متفاوت هر ساله در عرض‌ها متوسط است که هر کدام از الگوها شرایط آب و هوایی خاصی را ایجاد می‌کردند. در بعضی از مواقع، شرایط آب و هوایی از حالت عادی خارج و سبب خسارت‌های فراوانی می‌شوند که جزو بلایای طبیعی هستند. بیشتر این بلایا مربوط به آب و هوای هستند، مانند تگرگ، یخبندان، موج‌های گرما و سرما، سیل، طوفان. کولاک برف از جمله پدیده‌های جوی است که در نتیجه‌ی ریزش برف همراه با باد (۱۵ متر بر ثانیه) و درجه‌ی حرارت‌های پایین (زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد) رخ می‌دهد و سبب زیان‌های شدید می‌شود. طبق مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته است، بیشترین خسارات ناشی از این پدیده‌ی جوی در ایالات متحده بوده است که موجب زیان‌های بسیار جانی و مالی شده است. بیشترین بررسی‌های صورت گرفته درباره‌ی کولاک برف نیز در ایالات متحده است.

کشور ایران، با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص خود، در منطقه‌ی انتقالی نسبت به الگوهای بزرگ‌مقیاس گردش عمومی تروپوسفری قرار دارد و محل بر هم کنش سیستم‌های گردش برون‌حاره‌ای و حاره‌ای است. این ویژگی همراه با توپوگرافی پیچیده آن سبب گردیده تا ایران تنوع آب و هوایی درخورِ توجهی داشته باشد. نحوه‌ی حضور و بر هم کنش سیستم‌های گردش بزرگ‌مقیاس جو با مؤلفه‌های گردش مقیاس منطقه‌ای و محلی بروز چنین تنوع اقلیمی را میسر می‌کند و پیدایش نواحی اقلیمی متعدد و متفاوت را در این سرزمین سبب می‌شود (مفیدی، ۱۳۸۳). این تنوع اقلیمی موجب شده که پدیده‌های اقلیمی گوناگونی با شدت، انرژی و فراوانی‌های متفاوت مشاهده شود. پدیده‌های اقلیمی با شدت بالا همواره موجب خسارت و آسیب به منابع طبیعی و تمدن‌های بشر می‌شود. این پدیده‌ی نامطلوب مخاطرات اقلیمی خوانده می‌شوند. در جهان چهل نوع از مخاطره‌ی طبیعی شناسایی شده است که امکان وقوع ۳۱ نوع از آن‌ها در کشور ایران وجود دارد. از این تعداد مخاطره ۹۰ درصد آن‌ها منشأ اقلیمی دارند (عابدی، ۱۳۷۷). استان آذربایجان‌غربی جزو مناطق کوهستانی واقع در عرض‌های بالاست. از این رو، در این استان، مخاطرات اقلیمی فراوانی از جمله سیل، تگرگ، کولاک برف روی می‌دهد. بنابراین، کولاک برف از جمله پدیده‌هایی است که هر سال یا هر چند سال به دلیل ویژگی‌های خاص منطقه رخ می‌دهد و سبب خساراتی در زمینه‌های حمل و نقل، انرژی، دامداری، تعطیلی مدارس و ادارات می‌شود. رخداد کولاک برف در دوره‌ی سرد بر اثر عبور هوای سرد از عرض‌های بالا به سمت عرض‌های پایین‌تر سبب افت شدید دما و گرادیان شدید دما بین ناحیه‌ی کم‌فشار و پرفشارها و سبب تشکیل جبهه و ناپایداری شدیدی می‌شود. همچنین، بر اثر این ناپایداری سرعت زیاد به وجود می‌آید که موجب رخداد این پدیده می‌شود. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که در فصل زمستان با توجه به هماهنگی بین سیستم‌های سینوپتیکی سطوح میانی جو با کم‌فشارهای سطح زمین این پدیده، که الگوی گردشی سبب شکل‌گیری آن است، رخ می‌دهد. در این زمینه در ایران و در خارج مطالعاتی صورت گرفته است. کولاک های برفی سواحل

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

شرقی ایالات متحده مورد بررسی قرار گرفت و شرایط وقوع هر کولاک را با توجه به الگو های شناخته شده در سطح زمین، اتمسفر سطوح پایین و بالا ترسیم و نشان داده شد که رخداد و گسترش هر کولاک ویژگی خاص خود را دارد و تحت تاثیر شرایط خاصی صورت می گیرد(Kocin et al., ۱۹۹۰). بین سال‌های ۱۹۵۰-۲۰۰۰، کلیماتولوژیِ مسیر سیکلون‌های مرتبط با کولاک‌های شرق آمریکا بررسی شد. ناحیه‌ی شمال شرق با تعداد ۱۴۸، شمال غرب با تعداد ۱۳۶ و مرکز با تعداد ۱۳۳ کولاک دارای بیشترین روزهای همراه با کولاک برف بودند. مسیرهای سیکلونی ایجاد کولاک از سمت بادپناه جنوب کوهستان راکی به سمت دریاچه‌ی بزرگ، از قسمت‌های پایین حوضه‌ی رودخانه‌ی می‌سی سی‌پی به سمت دریاچه‌ی بزرگ و در امتداد منطقه‌ی ساحلی آتلانتیک به سمت مین[1] است. حداقل فشار سطحی این کولاک‌ها در دامنه‌ی بین ۹۸۰ تا ۲۹۹ هکتوپاسکال بوده است (Changnon et al, ۲۰۰۸).

در پژوهشی، شرایط سینوپتیکی مرتبط با میزان بارندگی‌های شدید در یونان بررسی شد. نتایج نشان داد که رابطه‌ی الگوهای بارش سنگین با فعالیت سیکلونی شدید در بالا یا نزدیک ناحیه‌ی گریگ یونان است. بر این اساس، نُه ساختار گردشی مختلف مشخص شدند که، عمدتاً، به موقعیت و شدت سیستم‌های سینوپتیکی هوای بالا و سطح زمین برمی‌گردند (Hossos and Lolis, ۲۰۰۸). بررسی کولاک‌های فوق‌العاده در نواحی شمال شرق ایالات متحده صورت گرفت. کولاک‌های فوق‌العاده‌ی شمال شرق طوفان‌های زمستانی هستند که، در مقیاس بالا، ساحل شرقی ایالات متحده را متأثر می‌کنند. ریزش فراوان برف به همراه بادهای شدید خسارات بسیار زیادی را در این مناطق به بار می‌آورد. برای مثال، کولاک برف سه روزه در ماه مارس ۱۹۹۳ بزرگ‌ترین کولاکی بود که در قرن آخر خسارات فراوانی را به این مناطق وارد کرد. کولاک مذکور در بعضی از مکان‌ها نزدیک به ۶۰ اینچ برف انباشت کرد و حدود ۶ تا ۱۰ میلیارد دلار خسارت نیز در بر داشت (Karvetski et al, ۲۰۰۹).

از دیگر مطالعات، بررسی خصوصیات دَه کولاک برتر در ایستگاه‌های درجه‌ی اولِ ایالات متحده است. بررسی این کولاک‌ها نشان داد که شرایط آب و هوایی، نظیر بارش‌های منجمد و بادهای پرسرعت، اغلب سبب تشدید مقدار تلفات وارده می‌شود. همچنین، این مطالعه نشان داد این دَه کولاک بزرگ به همان اندازه که زودتر در ماه سپتامبر امکان رخ دادن آن وجود دارد به همان اندازه نیز امکان تأخیر آن در ماه ژوئن وجود دارد که ماه ژانویه اوج رخداد حادثه است. در این مطالعه، کل بارش در زمان کولاک ۲/۳ میلی‌متر محاسبه و اندازه‌گیری شد (Houston and Changnon, ۲۰۰۹).

بررسی شرایط سینوپتیکی مرتبط با رویداد کولاک برف در نیوانگلند جنوبی انجام شد. برای این کارشرایط سینوپتیکی در سطوح بالایی و پایینی تروپوسفر با روش Grided.ncep/ncar مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. این نتیجه به دست آمد که هفت کولاک سنگین که در منطقه رخ داده‌اند از شرایط سینوپتیکی متاثرند(Jankot, ۲۰۰۹).

بررسی سینوپتیکی موج سرمای ۱۳۸۲ در ایران نشان داد که موج سرمای ۲۰ تا ۲۵ آذرماه ۱۳۸۲ خسارت‌های فراوانی بر جای گذاشت (از جان باختن انسان‌ها تا تلف شدن حیوان‌ها). همچنین، به دلیل نفوذ موج سرمای شدید در روزهای ۲۱ تا ۲۳ آذرماه ۷۰ تا ۷۵/۵ درصد از پهنه‌ی کشور دچار یخبندان شد. در این تاریخ، به دلیل نفوذ زبانه‌ای از پرفشار سیبری، که در اطراف دریاچه‌ی بایکال شکل گرفته بود، دمای هوا افت فراوانی پیدا کرد. کاهش دما در اکثر ایستگاه‌ها بیشتر از

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

۱۵ درجه سلسیوس بوده است. در ترازهای ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال مرکز ارتفاع زیادی، قبل از شروع موج سرما، بر روی شرق اروپا قرار داشت که در روزهای بعد در محدوده‌ی شمال غرب دریای خزر و شرق اوکراین استقرار پیدا کرده و سبب حرکت کند ناوه و بلوکه شدن آن در شرق ایران و افغانستان شده بود. برای مدت ۴ تا ۵ روز بخش اعظم کشور (به‌خصوص نیمه‌ی غربی آن) تحت تأثیر پشته‌ی عمیق قرار گرفت و این امر سبب تداوم ریزش هوای سرد بر روی ایران گردید (لشکری، ۱۳۸۷). تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۸ تا ۱۵ دی ماه ۱۳۸۵ نشان داد که این موج سرما سبب آسیب تعداد بسیاری از انسان‌ها و حیوان‌ها گردید. همچنین، فشار گاز در بخش‌های زیادی از کشور تقلیل پیدا کرد و رفت و آمد جاده‌ای در بسیاری از شهرها و روستاهای کشور با مشکل مواجه شد. به دلیل نفوذ یک موج سرمای گسترده به داخل کشور در روزهای مذکور، ۷۵-۸۰ درصد از پهنه‌ی کشور دچار یخبندان شد. هدف از تحقیق صورت‌گرفته شناخت عوامل مؤثر دینامیکی و همدیدی پدیده‌ی یخبندان در کشور ایران بود تا بتوان با پیش‌بینی پدیده در آینده شدت خسارت‌ها را کاهش داد. یافته‌های این پژوهش نشان داد عمده‌ی سامانه‌های منجر به یخبندان از شرایط سینوپتیکی پیروی کرده بودند (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۷).

در مطالعه‌ای دیگر به تحلیل آماری و سینوپتیکی سوزبادهای فراگیر شمال غرب ایران پرداخته شد. داده‌های اقلیمی دما و سرعت باد روزانه مربوط به ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه در طی دوره‌ی آماری۱۹۸۰-۲۰۰۵ برای ایستگاه‌های سینوپتیک شمال غرب کشور استخراج شدند. همچنین، داده‌های مربوط به فشار، دما، مؤلفه‌های باد در ترازهای متفاوت به‌صورت روزانه از پایگاه NCEP برای روزهای منتخب استخراج گردید. پس از تهیه‌ی نقشه‌های مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار Grads و تحلیل و تفسیر نقشه‌ها، این نتایج به دست آمد که عامل ایجاد تمامی سوزبادهای فراگیر منطقه طی دوره‌ی آماری مذکور فرارفت هوای سرد با پشته‌ای از عرض‌های بالا بود که به دو الگوی پشته‌ی بندالی و پشته‌ی گذرا تقسیم می‌شد. فرارفت هوای سرد در هر دو الگو از عرض‌های ۴۵ درجه‌ی شمالی صورت گرفته و جهت باد در روزهای رخداد سوزباد از نصف‌النهاری تا مداری متغیر بوده است. سرعت باد در بین ۶ تا ۸ متر بر ثانیه همه‌ی منطقه را تحت پوشش قرار می‌داد. همچنین، در همه‌ی روزها یک پرفشار با فشار مرکزی حداقل ۱۰۳۰ و حداکثر ۱۰۴۰ هکتوپاسکال بر روی غرب و شرق اروپا و یک کم‌فشار بر روی دریای بارنتز استقرار داشته است (روستا، ۱۳۸۹).

در بررسی دیگری، تحلیل سینوپتیکی و پهنه‌بندی بارش تگرگ در خراسان بزرگ (دوره‌ی آماری ۱۹۹۶-۲۰۰۵) صورت گرفت. نتایج بررسی نشان داد که در دوره‌ی ۱۰ ساله بیشترین فراوانی بارش تگرگ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های نیشابور، بجنورد و بیرجند بود. در مقابل، ایستگاه‌های سرخس، تربت جام و مشهد از کمترین فراوانی برخوردار بودند (لشکری و امینی، ۱۳۸۹). همچنین، تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های تندری استان کرمانشاه طی دوره‌ی آماری ۱۹۸۷-۱۹۹۴ بررسی شد. داده‌های مربوط به طوفان‌های تندری و داده‌های سینوپتیکی فشار، نم ویژه و امگا در فشار تراز دریا ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی‌بار تحلیل شد. با استخراج آمار بارندگی این طوفان‌ها و مطابقت دادن آن‌ها با داده‌های هیدرومتری، چهار سیلاب در دوره‌ی آماری مذکور شناسایی شدند. در کل، سه مورد از سیلاب‌های ایجاد شده (۲۵ و ۲۶ اکتبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴) از یک الگو پیروی می‌کنند و سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ از الگوی دیگری پیروی می‌کند. نتایج مطالعه نشان

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

داد که سیلاب‌های ایجاد شده از شرایط سینوپتیکی متأثر هستند. مضاف بر این، در بررسی نقشه‌های نم ویژه مشخص شد که بیشترین فرارفت رطوبت در چهار سیلاب مذکور از طریق دریای عرب تأمین شده است (خالدی و همکاران، ۱۳۸۹).

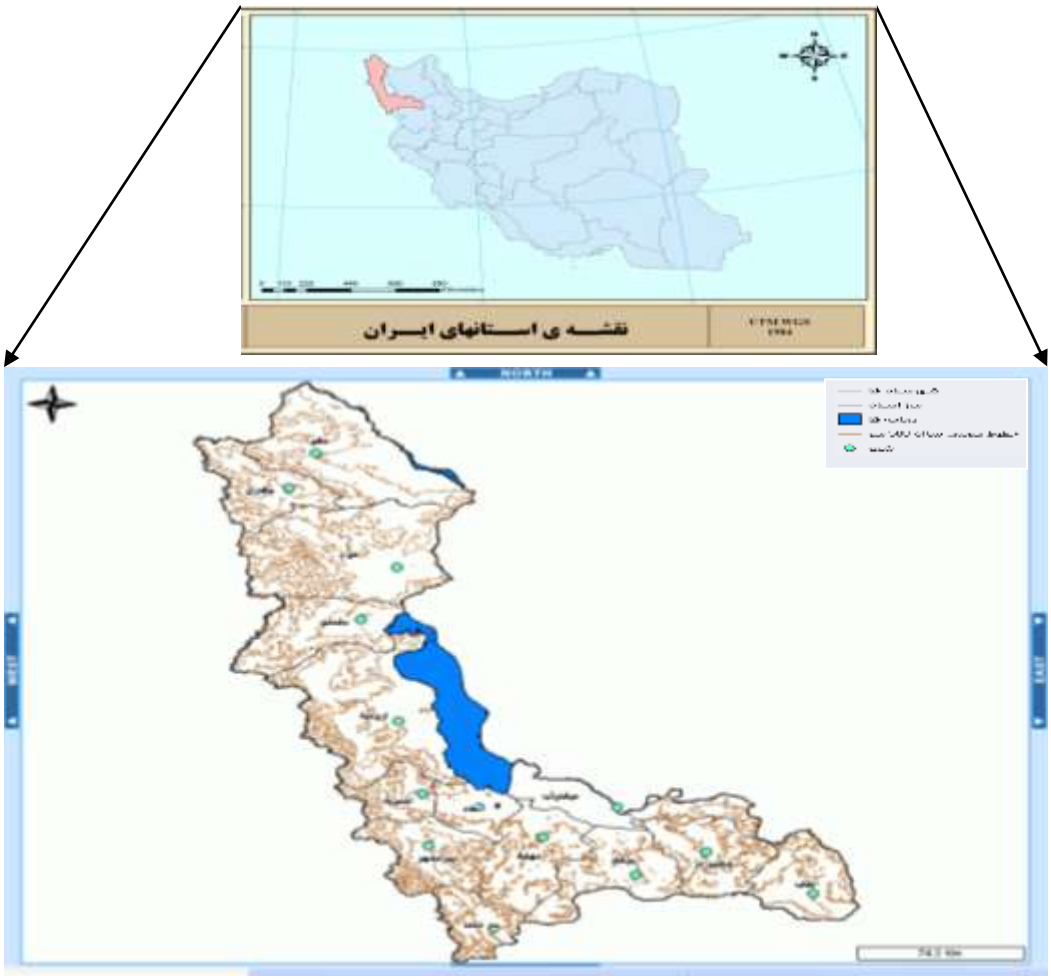
در تحقیقی، تحلیل سینوپتیکی کولاک برف در استان کردستان طی دوره‌ی آماری (۱۹۷۰-۲۰۰۸) بررسی شد. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که سال ۱۹۹۲ با میانگین ۱۶ روز از مجموع ایستگاه‌ها دارای بیشترین کولاک شدید و سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۰ با میانگین ۲ روز دارای کمترین کولاک شدید برف بود. تیپ‌های هوای کم‌فشار دریای خزر ـ پرفشار اروپای شرقی، کم‌فشار اورال ـ پرفشار اروپای شرقی (آلپ) و کم‌فشار دریای سیاه بیشترین تأثیر را در رخداد کولاک‌ها در این منطقه داشته است (اصغری،۱۳۹۰). در پژوهشی به منظور بررسی الگوی سینوپتیکی یخبندان شدید و دیر هنگام دوره ۲۳ تا ۲۶ فروردین ماه ۱۳۸۸، نقشه های هواشناسی میانگین فشار سطح دریا، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این بررسی با استفاده از نقشه های همدیدی، موقعیت و جابجایی سیستم های جوی همچون: سیکلون ها، آنتی سیکلون ها و میدان های باد مطالعه شد. یافته های پژوهش نشان داد که الگوی سینوپتیکی نقشه¬های هواشناسی در روز ۲۳ فروردین نشان از یک سامانه کم فشار با مرکز فشاری حدود ۸۰۵ هکتوپاسکال همراه با سه هسته مرکزی در امتداد شمال غرب – جنوب شرقی در منطقه قفقاز تا جنوب غرب ایران در امتداد رشته کوه های زاگرس را نشان می دهد که زبانه آن تا غرب ترکیه کشیده شده است و بخش هایی از غرب و شمال غرب ایران را زیر نفوذ این سامانه قرار گرفته است(عزیزی و همکاران،۱۳۹۰). در پژوهشی تحلیل فضایی مخاطره‌ی مربوط به طوفان‌های تندری بهاره‌ی ایران صورت گرفت. برای این کار داده‌های ماهیانه‌ی فراوانیِ وقوع طوفان‌های تندری ۲۵ ایستگاه سینوپتیک کشور در بازه‌ی زمانی ۵۱ ساله از ۱۹۶۰-۲۰۱۰ از طریق روش‌های تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی جمع‌آوری شد. همچنین از روش زمین‌آمار کریجینگ برای طبقه‌بندی و شناسایی مکان‌های اصلی رخداد مخاطره‌ی طوفان‌های تندری فصل بهار در ایران استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای، مناطق گوناگون کشور به پنج ناحیه‌ی همگن مجزا مشتمل بر نواحی شمالی، میانی، شمال شرق؛ نواحی مرکزی و شرقی؛ شمال غرب؛ غرب و نیمه‌ی جنوبی با روند مشابه خوشه‌بندی گردید. پس از انجام پهنه‌بندی، مشخص شد که کانون‌های اصلی رخداد این پدیده بیشتر در نواحی شمال غرب و غرب کشور متمرکز شده‌اند (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). در این پژوهش نیز سعی شده است کولاک های برفی شمال غرب کشور از نظر آماری و سینوپتیکی مطالعه شود تا بتوان در زمینه کاهش مخاطرات این نوع کولاک ها اقدام موثری برداشت.

داده‌ها و روش کار

آذربایجان غربی در شمال غرب واقع شده که با وسعت ۳۷۱۱۳/۴ کیلومتر مربع معادل ۲/۲۵ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است (معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، ۱۳۷۸: ۲). محدوده‌ی جغرافیایی استان بین ۴۴ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۳ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه‌ی عرض شمالی واقع شده است. شمالی‌ترین و غربی‌ترین نقطه‌ی جغرافیایی ایران شهرستان ماکو است که در این استان قرار دارد. این استان از شمال به جمهوری خود مختار نخجوان و از شمال غرب به کشور عراق و از طرف شرق با استان آذربایجان شرقی و

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

از جنوب به استان کردستان محدود است و شامل ۱۴ شهرستان (شکل ۱) به اسامی شهرستان‌های ماکو، چالدران، خوی، سلماس، ارومیه، نقده، میاندوآب، مهاباد، پیرانشهر، شاهین‌دژ، بوکان، اشنویه، تکاب و سردشت است (آریانپور و سبزی پرور، ۱۳۸۴).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان غربی با توپوگرافی (http://www.ngdir.ir).

اقلیم‌شناسی سینوپتیک همه‌ی اطلاعات را به صورت کل یا هم‌زمان در مورد مکان‌ها کسب می‌کند و نتیجه‌ی نهایی پردازش‌ها و تحلیل‌های سینوپتیک بیان رفتار اتمسفر در مقیاس‌های متوسط مکانی است و هدف از مطالعات سینوپتیکی استناد و استدلال تغییرات شرایط محیطی سطح زمین از روی تغییرات الگوهای فشار است(علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۱-۱۰). از این روی، برای انجام دادن مطالعات سینوپتیکی دو دسته داده نیاز است: ۱) داده‌های سطحی شامل دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ است که از هفت ایستگاه سینوپتیکی استان برداشت شد و کل منطقه‌ی مطالعه را پوشش داد. از طریق این داده‌ها، پدیده‌ی کولاک برف، که شامل کدهای۳۶ تا ۳۹ است، در طول دوره‌ی آماریِ مطالعه انتخاب و تحلیل شدند؛ ۲) داده‌ها و متغیرهای جو بالا که سه مورد از کولاک‌های شدید و فراگیر (کدهای ۳۷ و ۳۹) انتخاب شدند و مورد تحلیل سینوپتیکی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

قرار گرفتند (جدول ۱) که از این طریق الگوهای سینوپتیکی تأثیرگذار در منطقه شناسایی شدند. بنابراین، در این مطالعه از هر دو دسته داده سطحی و داده جو بالا استفاده شد.

جدول ۱: کدهای هوای حاضر (۳۶ تا۳۹) پدیده‌ی کولاک برف

کد	شرح پدیده
۳۶	کولاک خفیف یا متوسط برف- معمولاً پایین (زیر سطح افقی چشم دیدبان)
۳۷	کولاک شدید برف- معمولاً پایین (زیر سطح افقی چشم دیدبان)
۳۸	کولاک خفیف یا متوسط برف- معمولاً بالا (بالاتر از سطح افقی چشم دیدبان)
۳۹	کولاک شدید برف- معمولاً (بالاتر از سطح افقی چشم دیدبان)

داده‌های مربوط به کدهای هوای حاضر در محیط Excel وارد شد و داده‌های مربوط به کولاک برف از طریق ابزار Filter و جداسازیِ کدهای مربوط به کولاک‌های شدید (کدهای ۳۷ و ۳۹) و کولاک‌های ضعیف (کدهای ۳۶ و ۳۸) انتخاب شد. سپس، داده‌های مربوط به کولاک برف در محیط Spss وارد شد و تحلیل آماری داده‌ها صورت گرفت. در مرحله‌ی بعدی سه مورد از کولاک شدید و فراگیر (کدهای ۳۷ و ۳۹) برای تحلیل سینوپتیکی انتخاب شد. سپس، نقشه‌های سینوپتیکی لایه‌های مختلف جو برای نمونه‌های کولاک‌های شدید انتخاب‌شده، برای روزهای قبل از رخداد پدیده، روز رخداد پدیده و روز بعد از رخداد پدیده، از سایت cdc.noaa.gov با دقت ۲/۵ درجه استخراج شد. محدوده‌ی مطالعه۱۰ تا ۸۰ درجه‌ی عرض شمالی و ۱۵ تا ۹۰ درجه‌ی طول شرقی انتخاب شد تا الگوهای تأثیرگذار در اقلیم آذربایجان غربی شناسایی شود. همچنین، داده‌های مربوط به جهت و سرعت باد به صورت رقومی از سایت مرکز ملی پیش‌بینی زیست‌محیطی (NCEP) اخذ شد. در ادامه، نقشه‌های جهت و سرعت باد در محیط Grads تهیه گردید. سرانجام، تحلیل و تفسیر نقشه‌های روزانه فشار (سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا)، ناپایداری (سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین)، دمای سطح زمین و نقشه‌های جهت و سرعت باد در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال و شناسایی الگوهایی صورت گرفت که سبب ایجاد کولاک برف در استان آذربایجان غربی شده‌اند.

شرح و تفسیر نتایج

تحلیل آماری و سینوپتیکی پدیده‌ی کولاک برف در استان آذربایجان غربی طی دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ صورت گرفت. برای این کار با استفاده از کدهای ۳۶ تا ۳۹، که بیانگر انواع کولاک برف (ضعیف و شدید) است، فراوانی روزهای انواع کولاک برف بر حسب میانگین ماهیانه و سالیانه و پراکندگی کولاک‌ها در سطح ایستگاه‌ها استخراج شد. همچنین، فراوانی کولاک‌های شدید (کدهای ۳۷ و۳۹) و ضعیف (کدهای۳۶ و۳۸) و انواع کولاک‌ها (کدهای ۳۶ تا۳۹) و فراوانی کولاک در سطح ایستگاه با هم مقایسه شدند. از تعداد ۳۲۲ کولاک رخ داده طی دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ در هفت ایستگاه سینوپتیک، ۱۰۸ کولاک شدید (کدهای ۳۷ و ۳۹) و ۲۱۴ کولاک ضعیف (کدهای ۳۶ و ۳۸) مشخص گردید. با توجه به این‌که هدف اصلی اقلیم‌شناسی سینوپتیک توجیه و تبیین تمام پدیده‌ها و فرایندهای بر هم زننده‌ی وضعیت عادی محیط است، بدین منظور برای تحلیل سینوپتیکی کولاک برف در استان آذربایجان غربی ابتدا کولاک‌های شدید و فراگیر

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

شناسایی شدند. سپس، پنج مورد از کولاک‌های شدید و فراگیر برای تحلیل سینوپتیکی انتخاب گردیدند که کولاک‌های انتخابی بدین شرح هستند: کولاک روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶، کولاک روز ۱۹ ژانویه‌ی ۲۰۰۰، کولاک روز ۷ فوریه‌ی ۱۹۹۲، کولاک روز ۵ فوریه‌ی ۱۹۹۷، کولاک روز ۲۵ دسامبر ۱۹۹۰. این کولاک‌ها با توجه به تعریف سازمان هواشناسی کشور و سازمان هواشناسی جهانی انتخاب شدند که باید دارای مشخصات زیر باشند:

- منشأ آن‌ها فرامحلی باشد. بدین معنی که کدهای ۳۷ و ۳۹ (کولاک‌های شدید و فراگیر) در هنگام رخداد کولاک گزارش شده باشد؛
- در هنگام رخداد پدیده‌ی کولاک برف، در منطقه‌ی مطالعه حداقل سه ایستگاه از ۷ ایستگاه سینوپتیک مطالعه گزارش داده باشند؛
- در هنگام رخداد پدیده‌ی کولاک برف، دما زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، سرعت باد ۱۵ متر بر ثانیه (۵۴ کیلومتر بر ساعت) و ریزش برف از طبقات بالا گزارش شده باشد.

برای انجام این مطالعه نقشه‌های فشار (سطح۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا)، امگا (سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین)، دمای سطح زمین و نقشه‌های جهت و سرعت باد در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال بررسی و تحلیل شدند و الگوها و شرایطی شناسایی گردیدند که سبب ایجاد این پدیده در استان آذربایجان غربی شده بودند.

الف) تحلیل آماری

- **فراوانی سالیانه و ماهیانه انواع کولاک برف (شدید و ضعیف) با کدهای ۳۶ تا ۳۹**

با توجه به میانگین سالیانه و ماهیانه انواع کولاک برف در دوره‌ی آماری مطالعه، در کلِ ایستگاه‌های سینوپتیک مشخص شد که سال ۱۹۹۲ با میانگین ۶۹ روز کولاک برف از مجموع ایستگاه‌ها دارای بیشترین و سال ۱۹۹۹ با میانگین صفر و سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ با میانگین ۱ روز از مجموع فراوانی تعداد روزها دارای کمترین کولاک برف در استان آذربایجان غربی بودند.

- **فراوانی سالیانه و ماهیانه کولاک برف (شدید) با کدهای ۳۷ و ۳۹**

مطالعه‌ی میانگین سالیانه‌ی کولاک برف شدید نشان می‌دهد که در دوره‌ی آماری مورد مطالعه در کلِ ایستگاه‌های سینوپتیکی ۱۰۸ کولاک رخ داده است. با توجه به میانگین سالیانه و ماهیانه کولاک برف مشخص گردید که سال ۱۹۹۲ و ۱۹۹۷ به ترتیب با تعداد ۲۳ و ۱۸ روز از مجموع ایستگاه‌ها دارای بیشترین و سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۳، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ با میانگین صفر و سال‌های ۱۹۹۶، ۱۹۹۸، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ با میانگین ۱روز از مجموع ایستگاه‌ها دارای کمترین کولاک برف شدید بود.

- **پراکندگی کولاک‌های شدید (کدهای ۳۷ و ۳۹) در سطح ایستگاه‌ها**

تعداد روزهای کولاک برف شدید در سطح کل ایستگاه‌های مطالعه‌شده در دوره‌ی آماری مذکور نشان داد که، از هفت ایستگاه انتخابی مورد مطالعه، ایستگاه سردشت و ماکو به ترتیب با تعداد ۷۵ و ۲۱ روز دارای بیشترین تعداد و ایستگاه خوی با نداشتن این پدیده و ایستگاه‌های تکاب، مهاباد، ارومیه و پیرانشهر به ترتیب با تعداد۲ ،۲، ۳، ۵ دارای کمترین تعداد روزهای کولاک برف شدید بوده‌اند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

- **مقایسه‌ی انواع کولاک‌ها در سطح ایستگاه‌ها**

از مقایسه‌ی کولاک‌های برف در سطح ایستگاه‌ها مشخص شد که ایستگاه سردشت از تعداد ۱۷۵ کولاک ۷۵ مورد، ایستگاه پیرانشهر از تعداد ۴۴ کولاک ۵ مورد، ایستگاه مهاباد از تعداد ۲ کولاک ۲ مورد، ایستگاه ارومیه از تعداد ۳ کولاک ۳ مورد، ایستگاه تکاب از تعداد ۲۱ کولاک ۲ مورد و ایستگاه ماکو از تعداد ۷۷ کولاک ۲۱ مورد کولاک شدید بوده‌اند. ایستگاه‌های سردشت، ماکو، پیرانشهر و تکاب بیشترین تعداد کولاک‌های برف را در سطح استان داشتند. با وجود این، بیشتر کولاک‌ها از نوع ضعیف بودند. در واقع، شرایط برای ایجاد کولاک‌های برف در ایستگاه‌های مذکور مهیاتر است. اما ایستگاه‌های ارومیه و مهاباد کمترین تعداد کولاک‌های برف را در سطح استان داشتند. با این همه، بیشتر کولاک‌ها از نوع شدید بودند که در دو ایستگاه مذکور کولاک‌های ضعیف رخ نداده‌اند. در واقع، شرایط مناسب برای ایجاد کولاک برف در این دو ایستگاه مهیا نیست و فقط در شرایط خیلی شدید در این دو ایستگاه کولاک‌های برف رخ می‌دهند. در دوره آماری مطالعه‌شده از هفت ایستگاه سینوپتیکی در سطح استان، در ایستگاه خوی هیچ نوع کولاک برفی رخ نداده است. چنین امری دال بر این است که در ایستگاه مذکور شرایط برای تشکیل کولاک برف مهیا نیست. در واقع، می‌توان گفت که نقاط گوناگون استان شرایط اقلیمی، توپوگرافی و موقعیتِ یکسانی برای تشکیل این پدیده‌ی اقلیمی ندارند. تحلیل صورت‌گرفته در استان آذربایجان غربی نشان می‌دهد که شهرهای سردشت، پیرانشهر و ماکو شرایط بهتری برای ایجاد این پدیده‌ی اقلیمی دارند. دلیل این امر را می‌توان توپوگرافی و ارتفاع زیاد این ایستگاه‌ها دانست که از عوامل محلی تأثیرگذار بر این پدیده هستند. بنابراین، می‌توان گفت که ایستگاه‌های استان به لحاظ این عوامل متفاوت از هم هستند که سبب شده این پدیده در ایستگاه‌ها درجه، شدت و فراوانی یکسانی نداشته باشد.

ب) تحلیل سینوپتیک

تحلیل سینوپتیکی پنج کولاک استخراج شده صورت گرفت که در این‌جا برای اجتناب از طولانی شدن مطلب یک مورد آن توضیح داده می‌شود.

ب-۱- کولاک برف روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶

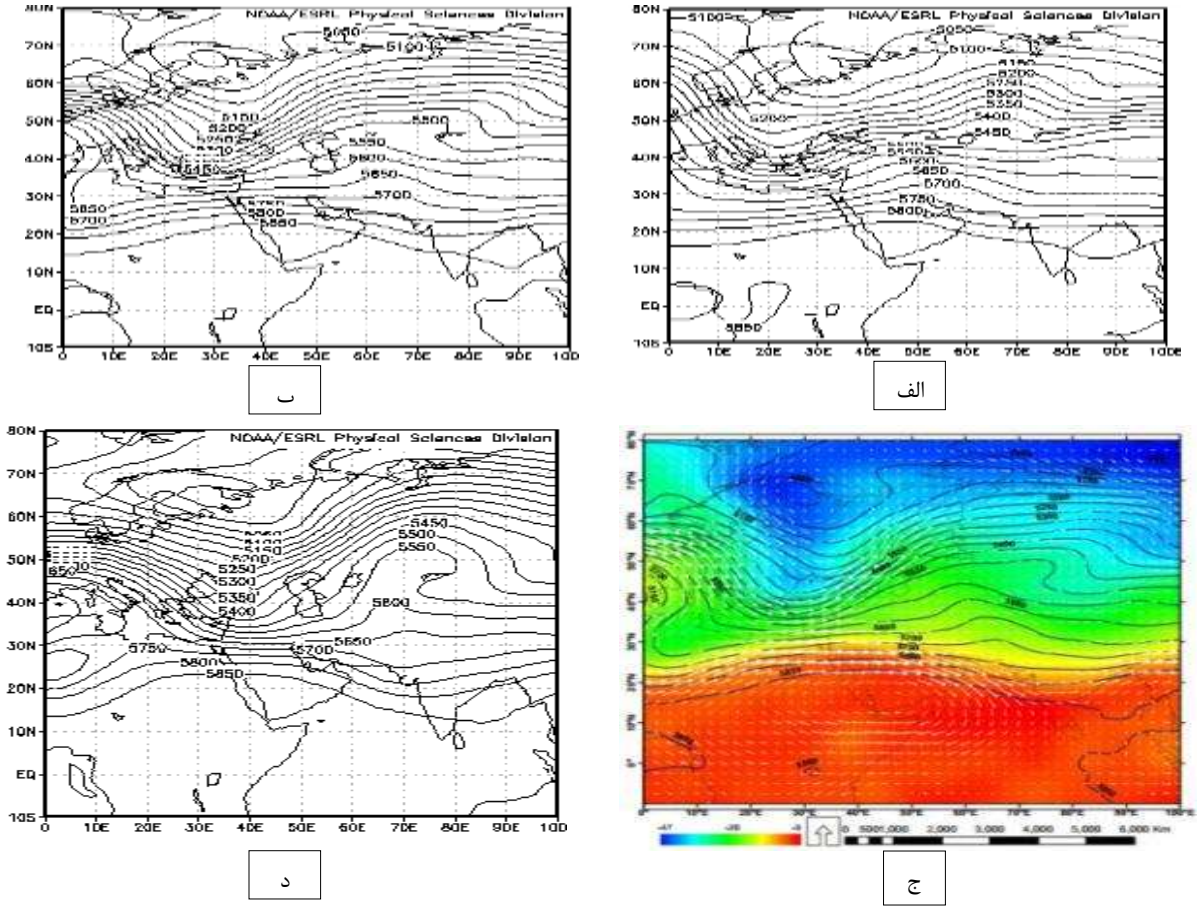
- **بررسی الگوهای فشار سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال**

شکل ۲ـ الف نقشه‌ی فشار سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ نشان می‌دهد. در روز قبل از وقوع کولاک هسته‌ی کم‌ارتفاعی در نواحی شمالی اروپا شکل گرفته است که محورهای این هسته‌ی کم‌ارتفاع تا عرض‌های ۳۵ درجه‌ی شمالی در جهت شمال شرق ـ جنوب غرب و دیگری در جهت شمال غرب ـ جنوب شرق کشیده شده است. همین محور است که، در روز قبل از کولاک، سرما را به کشور ایران منتقل کرده است. این هسته‌ی کم‌ارتفاع منطبق بر کم‌فشار شکل گرفته در سطح زمین در نواحی شمالی اروپاست. در این روز، پشته‌ی ضعیفی در جهت قرینه‌ی تراف بر روی نواحی شمال غرب ایران شکل گرفته که ریزش هوای گرم و آرام را از عرض‌های پایین به استان آذربایجان غربی سبب شده است. از این رو، شرایط برای رخداد کولاک با جابه‌جایی تراف سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در حال شکل‌گیری است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

شکل ۲ـ ب نقشه‌ی فشار سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶نشان می‌دهد. در روز رخداد کولاک با جابه‌جایی تراف سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به سمت نواحی شرقی و قرار گرفتن نواحی شمال غرب و جنوب غرب ایران در جلو یا شرق این تراف، علاوه بر ناپایداری (که سبب افزایش سرعت باد در استان آذربایجان غربی شده)، سبب ریزش هوای سرد این مناطق به سمت ایران نیز شده است. طبق نقشه‌ی سطح زمین مرکز پرفشاری روی شمال غرب ایران قرار گرفته است که علت این امر را می‌توان ناشی از وجود ارتفاعات از یک سو و ورود هوای سرد عرض‌های شمالی با چرخند مستقر در ترکیه و شمال مدیترانه از سوی دیگر دانست که موجب تقویت آن شده است. فعالیت این هسته کم‌ارتفاع منطبق بر چرخند شکل گرفته در سطح زمین است که بر روی نواحی شمالی دریای سیاه شکل گرفته است. بنابراین، ناپایداری به همراه کاهش دما و افزایش سرعت باد سبب رخداد کولاک در منطقه شده است.

شکل ۲ـ ج نیز نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح۵۰۰ هکتوپاسکال با دما و باد آشکارا این شرایط را نشان می‌دهد که ریزش هوای سرد از عرض‌های جغرافیایی بالا با دمای پایین (رنگ آبی) و سرعت باد با جهت شمال غرب ـ جنوب شرق به منطقه‌ی مطالعه است.



شکل ۲: نقشه‌ی الگوی فشار سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال. الف) روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز قبل از وقوع کولاک)؛ ب) روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز رخداد کولاک)؛ ج) نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح ۵۰۰ با دما و باد روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز رخداد کولاک)؛ د) روز ۱۹ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز بعد از رخداد کولاک).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

شکل ۲ـ د نقشه‌ی فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز ۱۹ ژانویه‌ی نشان می‌دهد که روز بعد از وقوع کولاک است. در این روز، جابه‌جایی محور تراف سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به سمت نواحی شرقی‌تر سبب شده که نیمه‌ی غربی کشور در غرب تراف سطح بالا قرار گیرد. چنین شرایطی ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به این نواحی و پایداری هوا را به همراه داشته است. به دلیل عدم رطوبت دریافتی از طریق مدیترانه فقط هوای سرد اروپا و نواحی جنب قطبی به ایران وارد شده و شرایط را برای رخداد کولاک به‌شدت کاهش داده است. شرایط پایداری به علت انطباق ناحیه‌ی همگرایی سطح بالاست و در درجه‌ی دوم این‌که در آذربایجان اولاً روی سطح زمین هسته‌ی کم‌فشاری با فشار مرکزی ۱۰۰۹ هکتوپاسکال قرار گرفته است و ثانیاً در سطح بالا هم در آذربایجان جلوِ محور فرود قرار گرفته که شرایط برای رخداد کولاک برف ضعیف شده است.

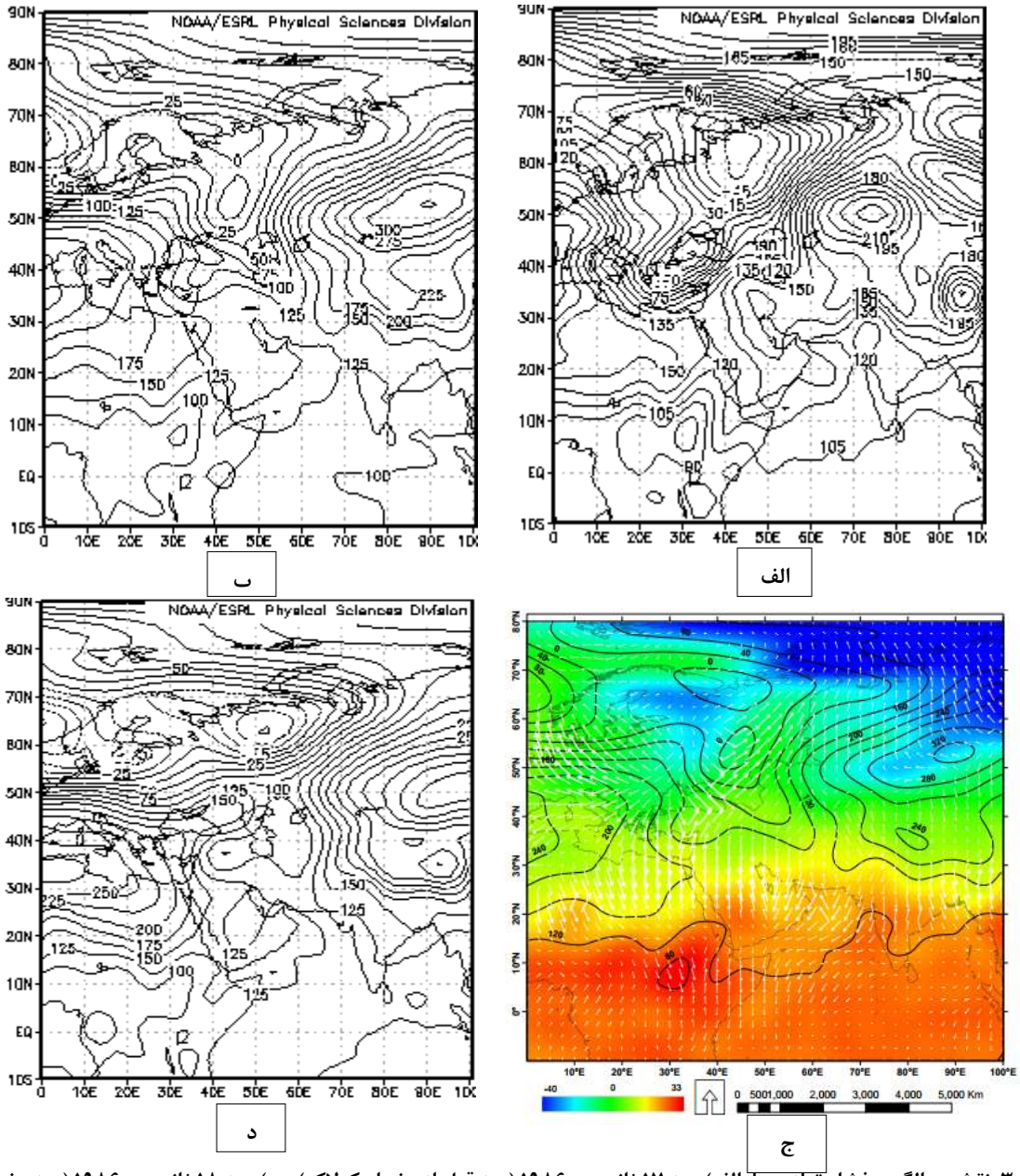
- **بررسی الگوهای فشار تراز دریا**

شکل ۳ـ الف نقشه‌ی فشار تراز دریا را برای روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ نشان می‌دهد. در روز قبل از وقوع کولاک، هسته‌ی کم‌فشاری در شمال دریای سیاه بر روی مناطق اروپای شرقی شکل گرفته است که فشار مرکزی این چرخند ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. این چرخند، که منطبق با منطقه واگرایی سطح بالاست، با حرکت سیکلونی خود هوای سرد عرض‌های بالا را به سمت عرض‌های پایین کشانده است. چرخند مذکور علاوه بر ریزش هوای سرد، کاهش دما و ناپایداری را در استان آذربایجان غربی سبب شده و شرایط را برای رخداد کولاک فراهم کرده است.

شکل ۳ـ ب نقشه‌ی فشار تراز دریا را برای روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶نشان می‌دهد. در روز رخداد کولاک هسته‌ی کم‌فشار شکل گرفته بر روی دریای سیاه علاوه بر جابه‌جایی به سمت شرق به عرض‌های پایین نیز کشیده شده است. این چرخند با حرکت چرخندی خود (پادساعت‌گرد) هوای سرد مناطق اوکراین و آذربایجان را به همراه فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به سمت نواحی شمال غرب کشانده است. چرخند مذکور علاوه بر افت شدید دما، به دلیل انطباق کم‌فشار سطح زمین با شرق تراف سطح بالا سبب ناپایداری و افزایش سرعت باد در استان آذربایجان غربی شده و شرایط را برای رخداد کولاک فراهم کرده است. شکل شماره‌ی ۳ـ ج، که نقشه‌ی ترکیبی این سطح با دما و باد است، به خوبی ریز هوای سرد و سرعت و جهت پیکان‌های باد این موضوع را تایید می‌کند.

شکل ۳ـ د نقشه‌ی فشار تراز دریا را برای ۱۹ ژانویه نشان می‌دهد که روز بعد از وقوع کولاک است. در این روز، یک هسته‌ی کم‌فشار با فشار مرکزی کمتر از ۱۰۰۹ هکتوپاسکال بر روی عراق و ترکیه و یک هسته‌ی پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی آذربایجان و غرب دریای خزر قرار گرفته است. هسته‌ی پرفشار علاوه بر ریزش آرام هوای سرد این مناطق به سمت نواحی شمال غرب ایران و استان آذربایجان غربی سبب پایداری هوا در این مناطق نیز شده و از سرعت بادها تا حد زیادی کاسته است، به طوری که شرایط را برای رخداد کولاک ضعیف کرده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۳: نقشه‌ی الگوی فشار تراز دریا. الف) روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز قبل از رخداد کولاک)؛ ب) روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز رخداد کولاک)؛ ج) نقشه‌ی ترکیبی فشار سطح ۱۰۰۰ با دما و باد (در روز رخداد کولاک)؛ د) روز ۱۹ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز بعداز رخداد کولاک).

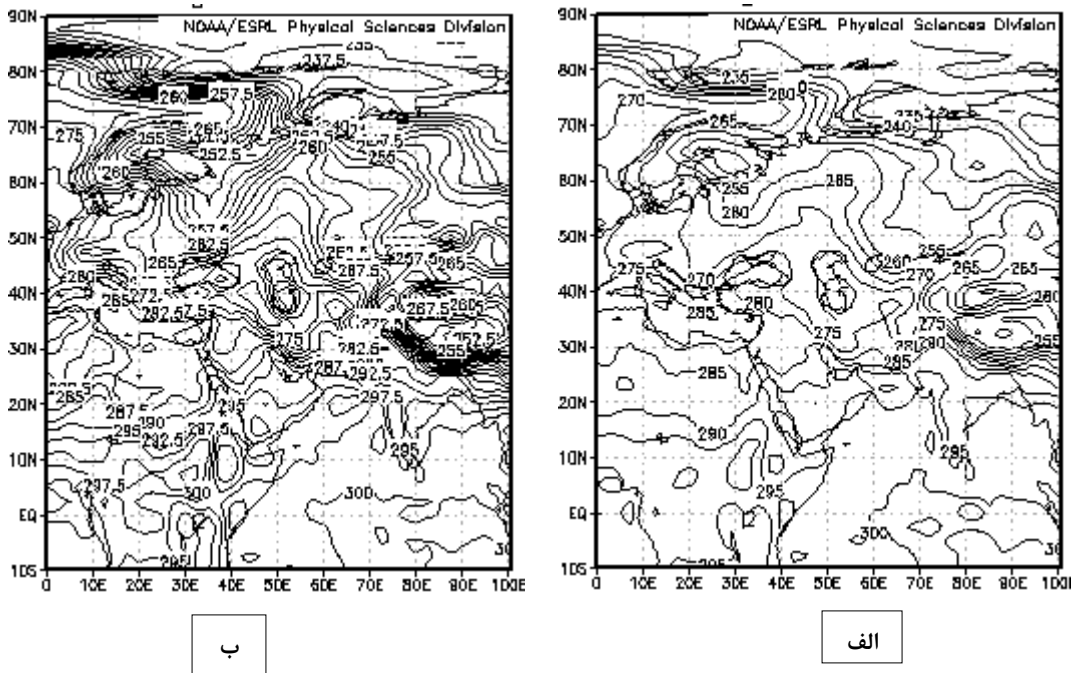
- **بررسی الگوهای دمای سطح زمین**

شکل ۴ـ الف نقشه‌ی دمای سطح زمین را برای روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ نشان می‌دهد. در این روزف هسته‌ی کم‌دمایی بر روی نواحی شمال دریای سیاه و اروپای شرقی شکل گرفته است. زبانه‌های این هسته‌ی کم‌دما تا نواحی شمال و شمال غرب کشور کشیده شده و سبب افت دما در این مناطق شده است. قرار گرفتن این مناطق در عقب تراف سطح بالا شرایط ریزش

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

هوای سرد و پایدار عرض‌های بالا را به استان آذربایجان غربی سبب شده است، به طوری که مقدار دما در این ناحیه‌ی ۲۷۲ کلوین (۱/۵- درجه‌ی سلسیوس) است. از این رو، شرایط برای رخداد کولاک در روز ۱۸ ژانویه در حال شکل گیری است.

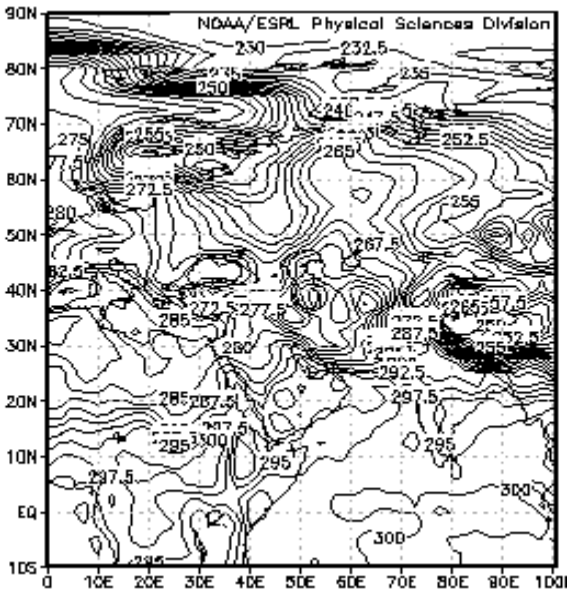
شکل ۴ـ ب نقشه‌ی دمای سطح زمین را برای روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ نشان می‌دهد. در روز رخداد کولاک با جابه‌جا شدن محور سطوح بالا به طرف شرق و عمیق‌تر شدن آن سبب شکل‌گیری هسته‌ی کم‌دمایی در جلوِ این تراف در شرق دریای سیاه شده است. این هسته‌ی کم دما منطبق بر شرق تراف سطوح فوقانی جو و کم‌فشار شکل گرفته در سطح زمین است که با چرخش چرخندی خود (پادساعت‌گرد)، علاوه بر ورود هوای سرد و افت شدید دما در استان آذربایجان غربی، ناپایداری و صعود شدید هوا را نیز به همراه داشته است و شرایط را برای رخداد کولاک فراهم کرده است (مرکز کمینه‌ی دما ۲۷۲/۵ معادل ۱/۵- درجه‌ی سلسیوس در شمال غرب ایران).



شکل ۴: نقشه‌ی الگوی دمای سطح زمین. الف) روز ۱۷ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز قبل از رخداد کولاک)؛ ب) روز ۱۸ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز رخداد کولاک).

شکل ۵ نقشه‌ی دمای سطح زمین را برای روز ۱۹ ژانویه نشان می‌دهد که روز بعد از وقوع کولاک است. در این روز، بیشینه‌ی منفی دمایی بر روی ناحیه‌ی آذربایجان و قفقاز شکل گرفته است. زبانه‌های این هسته‌ی کم‌دما با جهت شمال شرق ـ جنوب غرب هوای سرد عرض‌های بالا را در بستر بادهای غربی سطوح بالا به سمت نواحی شمال غرب و استان آذربایجان غربی کشانده و افت دمایی را سبب شده است. در این روز، نیمه‌ی غربی در عقب تراف سطوح فوقانی جو قرار داشته و در سطح زمین نیز به دلیل پرفشار شکل‌گرفته در نواحی آذربایجان این ریزش هوای سرد و افت دما به آرامی صورت گرفته و پایداری را در استان آذربایجان غربی سبب شده است. مقدرا امگا بر روی استان ۲۷۲ کلوین (۱/۵- درجه‌ی سلسیوس) است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۵: نقشه‌ی الگوی دمای سطح زمین روز ۱۹ ژانویه‌ی ۱۹۸۶ (روز بعد از رخداد کولاک).

نتیجه‌گیری

از نظر سازمان هواشناسی جهانی شرایط هم‌زمانی آب و هوا، ریزش برف توأم با باد (سرعت ۵۴ کیلومتر در ساعت) و درجه‌ی حرارت‌های پایین (زیر صفر درجه) منجر به رخداد کولاک می‌شود. کولاک برف از نظر سازمان هواشناسی کشور وقتی است که باد شدیدی بر روی سطح پوشیده از برف (به‌خصوص برف پوک) بوزد، برف را از سطح زمین بلند کند، در هوا بپراکنده و با خود حمل کند. همچنین، کولاک برف همراه با ریزشِ ابرها نیز می‌تواند شکل بگیرد.

در این پژوهش، برای تحلیل آماری و سینوپتیکی کولاک برف در استان آذربایجان غربی داده‌های آماری از هفت ایستگاه سینوپتیکی در دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ بررسی شد. نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان داد که:

- از مجموع ۳۲۲ روز رخداد کولاک برف از هفت ایستگاه سینوپتیکی در دوره‌ی آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹، ۱۰۸ روز کولاک برف شدید و ۲۱۴ روز کولاک ضعیف بود.
- بررسی سالیانه و ماهیانه‌ی کولاک برف در دوره‌ی آماری مورد مطالعه نشان داد که سال‌های ۱۹۹۲، ۱۹۹۷و ۱۹۸۹ با مجموع ۶۹، ۲۹ و ۲۵ روز بیشترین و سال‌های ۱۹۹۹، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ با مجموع ۰، ۱و ۱ روز کمترین تعداد روز همراه با کولاک برف را داشتند. بررسی آماری نشان داد که ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، نوامبر و دسامبر دارای رخداد پدیده‌ی کولاک برف بودند. ماه ژانویه با تعداد ۱۱۹ روز دارای بیشترین تعداد کولاک بود و ماه آوریل با تعداد ۳ روز کمترین تعداد کولاک برف را داشت. ماه فوریه با تعداد ۳۹ روز بیشترین کولاک شدید را داشت و ماه‌های آوریل و نوامبر با تعداد ۰ و ۱ روز کمترین روز همراه با کولاک شدید را داشتند.
- پراکندگی کولاک‌ها در سطح ایستگاه‌ها نشان داد که از هفت ایستگاه سینوپتیکی مطالعه‌شده ایستگاه‌های سردشت و ماکو بیشترین روزهای همراه با کولاک برف را داشتند. ایستگاه خوی پدیده‌ی کولاک برف را نداشته

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

است. در این میان، مهاباد و ارومیه کمترین روزهای همراه با کولاک برف را داشتند. علاوه بر شرایط سینوپتیکی حاکم بر منطقه، عامل توپوگرافی و ارتفاع در رخداد کولاک برف تأثیر فراوانی داشته است.

- نتایج حاصل از نقشه‌های سطوح مختلف جوی و سطح زمین در روزهای قبل از شروع کولاک، روز رخداد و روز بعد از آن برای الگوی کولاک برف انتخاب‌شده نشان داد که در فصل زمستان به دلیل انطباق کم‌فشارهای شکل‌گرفته در سطح زمین با الگوهای سینوپتیکی سطوح میانی جو شرایط برای رخداد کولاک فراهم کرده‌اند، به طوری که از نمونه‌های انتخابی کولاک‌های شدید رخ داده در سطح استان آذربایجان غربی دو الگوی گردشی در شکل‌گیری این مخاطره طبیعی نقش داشته است که عبارت‌اند ازالگوی کم‌فشار دریای خزر ـ پرفشار اروپای شرقی و الگوی کم‌فشار شمال دریای سیاه.

منابع

آریانپور، جمشید و پرویز سبزی‌پرور. ۱۳۸۴. *جغرافیای استان آذربایجان غربی*، چاپ ششم. وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه آموزشی ، تهران.

اصغری، آزاد. ۱۳۹۰. *تحلیل سینوپتیکی کولاک برف در استان کردستان*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت معلم.

خالدی، شهریار؛ فرامرز خوش اخلاق و محمد خزایی. ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی طوفان‌های تندری سیلاب‌زای استان کرمانشاه. *مجله‌ی چشم انداز جغرافیایی*، **۱۳**: ۱۲-۳۳.

روستا، ایمان. ۱۳۸۹. *تحلیل آماری و سینوپتیکی سوزبادهای فراگیر شمال غرب ایران*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران.

عابدی، قاسم. ۱۳۷۷. بررسی بلایای طبیعی و نقش آن در توسعه‌ی پایدار با تاکید بر ایران. *نشریه‌ی سپهر*، **۲۸** : ۶۴-۵۲.

عزیزی، قاسم.؛ علی حنفی، محسن سلطانی و موسی آقاجانی. ۱۳۹۰. تحلیل سینوپتیکی یخبندان شدید، دیر هنگام و فراگیر فروردین ماه ۱۳۸۸. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، **۱**: ۱۴-۱.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۱. *اقلیم شناسی سینوپتیک*. چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

قویدل رحیمی، یوسف؛ پرستو باغبانان و منوچهر فرج زاده اصل. ۱۳۹۳. تحلیل فضایی مخاطره‌ی طوفان‌های تندری بهاره‌ی ایران. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۳**: ۵۹-۷۰.

لشکری، حسن، ۱۳۸۷. تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر ۱۳۸۲ در ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۶۶**: ۱-۱۸.

لشکری، حسن و قاسم کیخسروی. ۱۳۸۷. تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۱۵-۸ دی ماه ۱۳۸۵ ایران. *فصلنامه‌ی مدرس علوم انسانی*، **۱** : ۱۵۱-۱۷۷.

لشکری، حسن و میترا امینی. ۱۳۸۹. تحلیل سینوپتیکی و پهنه بندی بارش تگرگ در خراسان بزرگ در دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶. *جغرافیا و برنامه ریزی*، **۳۱** : ۵۱-۱۰۸.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی. ۱۳۷۸. *مطالعه سنتز استانی طرح جامع توسعه کشاورزی آذربایجان غربی، جلد سیزدهم*، ص ۱-۱۹.

مفیدی، عباس. ۱۳۸۳. اقلیم شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه‌ی دریای سرخ. *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*، **۷۵** : ۷۵-۹۳.

Changnon, D.; Merinsky, C. and Lawson, Michael. ۲۰۰۸. Climatology of Surface Cyclone Tracks Associated with Large Central and Eastern U.S. Snowstorms, ۱۹۵۰–۲۰۰۰. Notes and Correspondence, *Monthly Weathers Review*, **۱۳٦**: ۳۱۹۳-۳۲۰۲.

Hossos, E.; C. Jlolis, and A. Batzakas. ۲۰۰۸. 'Atmospheric circulation patterns associated with extremes'. *Precipitation in the U.S Nat Hazards*,**۱٤٦**: ۱۰۱- ۱۱۳.

Houston, Tamara G, Changnon, Stanly. ۲۰۰۹. Characteristics of the top ten snowstorms at first-order station in the U.S *Natural Hazards*, **٤۸:** ۱۰۱-۱۱۳.

http://www cdc.noaa.gov

http://www.ngdir.ir/States/PStateDetail.asp?PID=۲

Jankot, J. ۲۰۰۹. Synoptic analysis of large snowstorms affecting Boston, Massachusetts. Thesis for Degree Masters of Science in the Graduate School of The Ohio State University, *Atmospheric Sciences Program*, The Ohio State University.

Christopher Karvetski, Robert B. Lund and Francis Parisi. ۲۰۰۹. A statistical study of extreme nor'easter snowstorms. *Mathematical sciences publishers,* **۲ (۳) :** ۳٤۱–۳٥۰. DOI: ۱۰.۲۱٤۰/involve.۲۰۰۹.۲.۳٤۱

Paul J. Kocin and Louis W. Uccellini. ۱۹۹۰. Snowstorms along the northeastern coast of the United States: ۱۹۹٥ to ۱۹۸٥. Meteorological monograph. No. ٤٤, American Meteorological society. ۲۸۰pp.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]