

تحلیل همدید یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران

سید ابوالفضل مسعودیان: استناد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
محمد دارند: استناد اقلیم‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران*

وصول: ۱۳۹۰/۱۰/۲۴ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۰، صص ۱۴۰-۱۲۹

چکیده

در این پژوهش از داده‌های روزانه‌ی دمای کمینه‌ی درون یایی شده‌ی پایگاه داده اسفزاری در بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ استفاده شده است. برای تحلیل همدید و شناسایی روزهای همراه با یخبندان فراگیر و بادوام، دو معیار گستره و دوام در نظر گرفته شد. معیار فراگیری یخبندان روزی در نظر گرفته شد که دمای کمینه دست کم در ۵۰ درصد از گستره‌ی ایران زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد باشد و از لحاظ دوام دست کم سه روز ادامه داشته باشد. برای روزهایی که دو شرط یاد شده را داشتند، داده‌های فشار تراز دریا از پایگاه مرکز ملی جو و اقیانوس‌شناسی آمریکا (NCEP/NCAR) استخراج شد. سپس به کمک تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد داده‌های فشار تراز دریا دسته‌بندی شدند. نتایج نشان داد که ۵ الگوی فشار تراز دریا با آرایش‌های متفاوت منجر به رخداد یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران زمین می‌شوند. همزمان با رخداد هر کدام از الگوها نقشه‌ی مربوط به میانگین دمای کمینه‌ی ایران نیز ترسیم شد. شدت یخبندان در مناطق مختلف ایران هماهنگ با مسیر زبانه‌های سامانه‌های جوی واچرخندی است. به نظر می‌رسد که نحوه قرارگیری، شدت و جابجایی کم‌فشار جنب‌قطبی مهم‌تر از شدت سامانه‌های واچرخندی سیبری و اروپایی است.

واژه‌های کلیدی: یخبندان، الگوهای همدید، فراگیر، دوام، ایران

مقدمه

۱۹۸۷؛ لیناکره و گیرتس، ۱۹۹۷) این نوع از یخبندانها طی شب‌های آرام و صاف رخ می‌دهند و همراه با وارونگی دمایی هستند. اما یخبندانهای وزشی هنگامی رخ می‌دهند که یک توده هوای خشک، بسیار سرد و وسیع از منطقه عبور کند و همراه با جو آمیخته و بادی هستند و اغلب دما به زیر صفر درجه افت می‌کند و ممکن است طی روز نیز اتفاق بیافتد (اسچولیفیلد، ۱۹۹۴؛ داویدسون، ۱۹۹۷).

از دیدگاه هواشناسی هنگامی که دمای کمینه (شبانه) به زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد برسد، یخبندان رخ می‌دهد. در یک طبقه‌بندی کلی یخبندانها به دو گروه تقسیم می‌شوند: الف) یخبندانهای تابشی و ب) یخبندانهای وزشی (فرارفتی). در یخبندانهای تابشی، در فاصله‌ی زمانی غروب و طلوع خورشید، تابش موج بلند شبانه از سطح زمین منجر به کاهش دمای سطحی و هوای بلافصل آن می‌شود (اک،

جدول ۱- انواع یخبندان و ویژگی عمومی آنها

ویژگی	نوع یخبندان
جو آرام، صاف، همراه با وارونگی دمایی و طی روز(شب) دما بالای صفر(زیر صفر) درجه‌ی سلسیوس است	تابشی
جو بادی، بدون وارونگی دمایی و طی شب و روز دما به زیر صفر درجه‌ی سلسیوس می‌رسد	وزشی

منبع: اشناپایدر و میلو-آبریو(۲۰۰۵)

انجام دادند. آنها دلیل رخداد سرماهای منجر به یخبندان بهاره‌ی فروردین ۱۳۶۶ را بررسی کردند و ریشه‌ی این سرماها را یک موج عمیق غربی دانستند که با ورود آن امکان ریزش هوای سرد در نیمه غربی فرود فراهم شده و با خروج آن دما در سطح کشور به مقدار چشمگیری افزایش یافته بود(علیجانی و براتی، ۱۳۷۵، ۸۱). فتاحی و صالحی پاک نیز مطالعه‌ی مشابه‌ای بر روی یخبندان‌های ایران انجام دادند. آنها برای انجام این کار از داده‌های روزانه‌ی فشار تراز دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ فصل زمستان(دسامبر، ژانویه و فوریه) استفاده کردند. دوره‌ی آماری مورد بررسی ۲۰۰۰-۱۹۶۱ بود. نتایج آنها نشان داد که تیپ‌های هوای پرفشار اروپای شمالی، سبیری و پرفشار اروپای شرقی بیشترین تأثیر را در رخداد یخبندان‌های شدید و فراگیر ایران دارند(فتاحی و صالحی پاک، ۱۳۸۸، ۱۲۷). فورتون و کوسکی^۲ به بررسی همید رخداد دو یخبندان سخت در برزیل پرداختند. در زمان رخداد یخبندان یک طول موج بلند با جابجایی بسیار کند در مرکز اقیانوس آرام جنوبی یکی دو روز قبل از جبهه‌ی زاپی در امریکای جنوبی و چهارتا پنج روز قبل از رخداد یخبندان در برزیل تشکیل و تقویت شد. دامنه‌ی فراز موج بلند در کوه‌های آند به حداکثر گسترش خود رسیده و فرود آن در اقیانوس اطلس جنوبی در طول جغرافیایی برزیل قرار دارد. این چنین پیکربندی

عوامل زیادی بر روی فرایند افت دما موثرند که برای مثال می‌توان به الگوهای گردش جوی، بیلان تابش، رطوبت خاک، پیکربندی ناهمواری(مولر و همکاران، ۲۰۰۵) و عوامل محلی مثل دوری و نزدیکی به پهنه‌های بزرگ آب و عرض جغرافیایی اشاره کرد. یخبندان‌ها اثرات کاملاً آشکاری بر انرژی، ترابری، کشاورزی دارند که در بین آنها بیشترین تأثیر یخبندان بر روی کشاورزی است(ویگا و همکاران، ۱۹۹۴). پژوهش‌های فراوانی بر روی یخبندان در خارج و داخل ایران با نگاه همدید انجام شده است. هامیلتون و تاریف^۱ به بررسی همدید رخداد هوای سرد با منشأ قطبی که منجر به یخبندان جولای ۱۹۷۲ (تیر ۱۳۵۱) در برزیل حاره‌ی ای شد، پرداختند. این یخبندان فراگیر در شرایطی رخ داد که آسمان صاف، هوا خشک و جو در پایداری همرفتی به سر می‌برد و جریان‌های غربی در نیمه‌ی شرقی و اچرخند با هسته‌ی هوای سرد برقرار بود. و اچرخند در زیر ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل گرفته بود و جریان‌هایی که مسیری طولانی را بر روی خشکی پیموده بودند تا از جنوب آرژانتین به این محل برسند، این و اچرخند را تغذیه می‌کردند. همزمان یک چرخند در همسایگی این و اچرخند شکل گرفته بود. جبهه‌ی سرد سطحی تا ۱۰ درجه‌ی جنوبی نیز کشیده شد و دمای کمینه و بیشینه بر روی قلمروی گسترده ۱۰ تا ۱۵ درجه افت کرد (هامیلتون و تاریف، ۱۹۷۸، ۱۵۴۵). مشابه همین کار را علیجانی و براتی در ایران

²-Hamilton and Tarifa

¹-Hamilton and Tarifa

سرمایش تابشی سطح زمین عامل اصلی سرماهای شدید شمال غرب کشور می باشد (علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷، ۱). براتی در رساله‌ی خود علل، ویژگی‌ها و پیش بینی یخبندان‌های بهاره ایران را با روش همدید مورد بررسی قرار داد. نتایج وی نشان داد که همه یخبندان‌ها از نوع انتقالی (همدید) بودند. در تمام موارد جابجایی محورهای فرود در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و پرفشارهای مهاجر در سطح زمین از غرب مدیترانه به سوی ایران و سپس ادغام آنها با فرود و پرفشار سیبری منجر به وقوع یخبندان‌های بهاره ایران می شود (براتی ۱۳۷۵: ۱۸۱). مجرد نیز در رساله‌ی خود یخبندانهای آذربایجان را با روش آماری تحلیل و پیش بینی کرد. کاهش طول فصل یخبندان در منطقه، ارتباط معکوس بین شروع و پایان یخبندان در فصل پاییز و بهار و تأثیر بیشتر ارتفاع بر رخداد یخبندان نسبت به عرض جغرافیایی از نتایج این پژوهش بود (مجرد، ۱۳۷۶). ویسی با نگاه همدید دوری‌های یخبندان استان کردستان را مورد مطالعه قرار داد. مهم‌ترین عامل در ایجاد یخبندانها بخصوص یخبندانهای طولانی استان، سیستم‌های بلوکینگ و شبه بلوکینگ می باشد و به دلیل جابجای نصف النهاری و وضعیت استقرار آنها چندین روز در منطقه باقی مانده و باعث ریزش هوای سرد از عرضهای بالا به سمت منطقه شده اند و عموماً یخبندانهای شدیدی را به مدت چند روز به وجود آورده اند (ویسی، ۱۳۸۷). هژیرپور و علیجانی یخبندانهای استان اردبیل را به روش همدید بررسی کردند. ایشان به کمک آمار روزانه‌ی چهار پیمونگه همدید استان در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۵-۲۰۰۴ و با در نظر گرفتن دو معیار تداوم بیش از دو روز و در برگرفتن چهار پیمونگه، یخبندانهای فرارفتی را شناسایی کردند. نتایج ایشان نشان داد که بیشتر

سیستم‌ها، هوای قسمت‌های خشکی شمالی (جنب قطبی جنوبگان) را وارد عرض‌های جنب حاره ای می‌کند (فورتون و کوسکی، ۱۹۸۲، ۱۸۱). مولر و همکاران^۱ الگوهای تراز دریا را در ارتباط با یخبندان‌های آمریکای جنوبی (علفزارهای مرطوب) مطالعه کردند. آنها در ابتدا یخبندان‌ها را به لحاظ گستره‌ی رخداد یخبندان در پیمونگه‌ها به سه گروه دسته بندی کردند. به منظور شناسایی الگوهای همدید مکانی داده‌های ساعت ۱۲ گرینویچ فشار تراز دریا را با استفاده از تحلیل مولفه‌های مبنای دوران یافته و بدون دوران، خوشه بندی کردند و در نهایت نشان دادند که شش الگوی گردشی فشار تراز دریا مسئول رخداد یخبندان‌های آمریکای جنوبی است (مولر و همکاران ۲۰۰۳، ۹۴۳). مولر و بری در یک مطالعه‌ی دیگر الگوهای گردش جوی که منجر به یخبندانهای بادوام و گسترده آمریکای مرکزی می‌شود را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج بیانگر ناهنجاری و اچرخندی بر روی آمریکای جنوبی است که منجر به جریانهای جنوبی و وزش هوای سرد به سمت آمریکای جنوبی و یخبندانهای بادوام و گسترده را بهمراه دارد (مولر و بری، ۲۰۰۷). مشابه همین کار را علیجانی و هوشیار در ایران انجام دادند. آنها الگوهای همدید سرماهای شدید شمال غرب ایران را مطالعه کردند و نشان دادند که چهار الگوی پرفشار غربی، کم فشار اورال، الگوی مداری و پرفشار آرات بر سرماهای شدید شمال غرب ایران تأثیر دارند و در ۷۰ درصد موارد استقرار ناوه ای عمیق بر روی شمال ایران و قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه در قسمت عقب آن و همچنین وجود یک پرفشار در سطح زمین رخ می دهد. در بقیه موارد

¹ - Muller et all

یخبندان‌ها از نوع فرارفتی هستند که در دوره‌ی سرد سال از آبان تا فروردین اتفاق می‌افتند. یخبندان شدید و فراگیر در این استان ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوه عمیق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال است. در روزهای شدیداً سرد زبانه‌ی پرفشار سیبری عامل اصلی یخبندان است. همچنین ناوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز هوای سرد عرض‌های بالاتر را به استان سرازیر می‌کند (هژیرپور و علیجانی، ۱۳۸۶، ۸۹). عیسی زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز یخبندان‌های استان آذربایجان شرقی را با روش همدیدی مطالعه کردند و به نتایجی مشابه با هژیرپور و علیجانی دست یافتند. علیجانی و تقی‌لو به تحلیل همدید روزهای یخبندان استان زنجان پرداختند. نتایج نشان داد که شکل‌گیری ناوه بر روی دریای خزر، پرفشار سیبری، پرفشارهای گذرای غربی، بلوکی‌نگ-های ترازهای بالای جو و سردچالهای بریده شده مسئول یخبندان‌های استان زنجان هستند (علیجانی و تقی‌لو، ۲۰۱۰). در یک پژوهشی دیگر علیجانی و همکاران تداوم روزهای یخبندان ایران را به کمک مدل زنجیره مارکوف بررسی کردند و نشان دادند که رخداد یخبندان در ایران زمین تصادفی نیست، بیشتر تداوم یخبندان‌های زودرس و دیررس مربوط به تداوم‌های دو روزه است و ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه، مارس و آوریل ماه‌هایی هستند که دارای تداوم‌های بیشتر یخبندان ۲ الی ۴ روزه هستند (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹، ۱). هدف این پژوهش تحلیل همدید یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران زمین است.

داده و روشها

در این پژوهش از داده‌های روزانه‌ی دمای کمینه‌ی درون‌یابی شده‌ی پایگاه داده اسفزاری در بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ استفاده شده است. این

پایگاه داده به کمک داده‌های ثبت شده در ۶۶۳ پیمونگه همدید و اقلیمی کشور و روش زمین‌آمار کریگینگ، برای یاخته‌های ۱۵*۱۵ کیلومتر درون‌یابی شده‌اند. پایگاه داده‌ای به ابعاد ۷۱۸۷*۱۵۹۹۲ فراهم شد که بر روی ردیف‌ها روز و بر روی ستون‌ها یاخته‌ها قرار داشتند. این پایگاه داده مبنای محاسبات این پژوهش قرار گرفت. در این پژوهش از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شده است. ابتدا روزهای همراه با یخبندان‌های فراگیر شناسایی شدند. سپس فشار تراز دریا برای هر کدام از روزها استخراج شد و در نهایت با دسته‌بندی کردن فشار تراز دریا، الگوهای گردشی شناسایی شدند. برای انتخاب یخبندان‌های فراگیر و همدید ایران دو شرط در نظر گرفته شد. شرط اول این بود که یخبندان مورد نظر در بیش از ۵۰ درصد ایران رخ داده باشد. به بیانی دیگر فراگیر بوده و گستره‌ی وسیعی را در بر گرفته باشد. با گذاشتن این معیار آن دسته از یخبندان‌هایی که محلی بوده از یخبندان‌های فرامحلی و منطقه‌ای متمایز و قابل شناسایی هستند. معیار و شرط دوم این بود که در صورتیکه شرط اول برآورده شد (بیش از ۵۰ درصد ایران زیر یخبندان بود)، دست‌کم سه روز دوام داشته باشد. این معیار به نوعی یخبندان‌های همدیدی و فرارفتی را از یخبندان‌های تابشی جدا می‌سازد. جدول ۲ نتایج بعد از محاسبات را نشان می‌دهد. طی دوره مورد مطالعه ۱۹۶ مورد وجود داشت که دو شرط یاد شده را همزمان با هم داشته باشند. برای نمونه، در مورد اول ۴۶ روز بصورت پیاپی بطور متوسط ۷۲/۶ درصد از مساحت ایران زیر یخبندان بود. این ۱۹۶ مورد بطور کلی ۱۵۲۴ روز دوام داشتند. داده‌های فشار تراز دریا برای کرنل ۰ تا ۱۲۰ درجه‌ی طول شرقی و صفر تا ۸۰ درجه‌ی عرض شمالی در این ۱۵۲۴ روز

$$D_{ij} = \left[\sum_{p=1}^{1617} (SFED_{ip} - SFED_{jp})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

D_{ij} فاصله اقلیدسی روز i و روز j بر پایه‌ی میزان فشار تراز دریا بر روی یاخته‌ها

$SFED_{ip}$ میزان فشار تراز دریا در روز i بر روی نقطه‌ی p

$SFED_{jp}$ میزان فشار تراز دریا در روز j بر روی نقطه‌ی p

پس از اندازه‌گیری فواصل اقلیدسی، تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس D انجام گرفت. انتخاب روش وارد برای ادغام به این دلیل است که تضمین‌کننده‌ی کمترین پراش درون گروهی است و به همین دلیل همگنی درون گروهی افزایش می‌یابد. به این ترتیب گروه‌هایی حاصل می‌شود که از یکدستی درونی بالاتری برخوردارند (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۵، ۴). به بیان دیگر در روش وارد گروه‌های i و j در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آنها نسبت به ادغام هریک از آنها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد یعنی:

$$D(i,j) = \frac{n_i n_j D_{ij}}{(n_i + n_j)} \quad (2)$$

در اینجا D_{ij} فاصله بین گروه i و گروه j و n_i تعداد اعضای گروه i و n_j تعداد اعضای گروه j است (مسعودیان، ۱۳۸۶، ۴-۶).

جدول ۲- نمونه‌ای از ماتریس بدست آمده بعد از انجام محاسبات

ردیف	خورشیدی			میلادی			میانگین گستره ایران (درصد)	دوام (روز)
	سال	ماه	روز	سال	ماه	روز		
۱	۱۳۶۷	۱۰	۱۴	۱۹۸۹	۱	۴	۷۲/۵۹	۴۶
۲	۱۳۴۲	۱۰	۵	۱۹۶۳	۱۲	۲۶	۸۰/۹۰	۳۹

۱۹۵	۱۳۸۳	۱۰	۲	۲۰۰۴	۱۲	۲۲	۵۵/۷۱	۳
۱۹۶	۱۳۸۳	۱۰	۸	۲۰۰۴	۱۲	۲۸	۶۶/۵۳	۳

برداشت شد. تعداد یاخته‌های داخل کرنل مورد نظر ۱۶۱۷ یاخته با ابعاد $2/5 * 2/5$ درجه‌ی قوسی بود. برای شناسایی الگوهای همدید فشار تراز دریا در روزهای همراه با یخبندان فراگیر و بادوام ایران (۱۵۲۴ روز)، بر روی آرایه‌ی بدست آمده ۱۶۱۷ * ۱۵۲۴ (آرایش S یا زمان-مکان) تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد انجام شد. در یک تحلیل خوشه‌ای دوگام اساسی وجود دارد. گام اول محاسبه درجه همانندی افراد با یکدیگر است و گام دوم چگونگی ادغام افراد برحسب درجه همانندی آنها با یکدیگر. برای محاسبه درجه همانندی روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه ناهمانندی (همانندی) از فاصله اقلیدسی استفاده می‌شود (مسعودیان، ۱۳۸۶، ۴-۶). در ماتریس زمان-مکان، روزها براساس متغیر برداشت شده بر روی مکان دسته‌بندی می‌شوند. دو روز را در صورتی متعلق به یک گروه می‌دانیم که میزان فشار تراز دریا بر روی یاخته‌های کرنل مورد مطالعه به اندازه‌ی کافی به یکدیگر نزدیک باشند. نخست با اندازه‌گیری فاصله اقلیدسی درجه ناهمانندی روزها با یکدیگر را براساس میزان فشار تراز دریا بر روی یاخته‌های کرنل مورد مطالعه می‌سنجیم. بنابراین برای n مشاهده $\frac{n(n-1)}{2}$ فاصله قابل محاسبه است.

نتایج و یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای فشار تراز دریا در روزهای همراه با یخبندان فراگیر و بادوام ایران نشان داد که ۵ الگوی متفاوت فشار تراز دریا مسئول این نوع از یخبندانها هستند. یخبندانهای فراگیر و بادوام ایران در فصل سرد سال رخ می‌دهند. از ماه آبان شروع و در ماه اسفند خاتمه می‌یابند. بیشترین فراوانی رخداد یخبندانهای فراگیر ایران مربوط به ماه دی است.

الگوی اول: در این الگو دو سامانه‌ی واچرخندی قوی سیبری و اروپا دیده می‌شود که زبانه‌های آنها از سمت شمال‌شرق و شمال‌غرب وارد ایران شده‌اند. این الگو منجر به سخت‌ترین یخبندانهای ایران می‌شود. کم‌فشار جنب‌قطبی در این الگو بسیار قوی است و کاملاً به سمت عرض‌های جنوبی جابجا شده و تا حدود ۵۵ درجه‌ی جنوبی گسترش یافته است. گسترش و جابجایی کم‌فشار جنب‌قطبی منجر به جابجایی واچرخند اروپایی به سمت جنوب و راندن زبانه‌های واچرخند سیبری و اروپا به سمت ایران شده است. هماهنگ با مسیر ورود زبانه‌ها به سمت ایران، افت دمای شدیدی نیز در شمال‌غرب و شمال‌شرق کشور دیده می‌شود. بیشترین و شدیدترین افت دما بر روی مناطق کوهستانی استانهای همدان، اردبیل، سنندج، زنجان، تبریز و شهرکرد مشاهده می‌شود. دما در این مناطق (حدود ۵ درصد از گستره‌ی ایران) به ۱۶ درجه سانتی‌گراد زیر صفر رسیده است. بر روی استانهای ساحلی جنوبی کشور و نوار ساحلی کوچکی از جنوب دریای خزر، دما بالای صفر درجه است و یخبندان شکل نگرفته است. دلیل آن نزدیک بودن به پهنه‌های بزرگ آب و رطوبت جوی است که باعث تعدیل دمای هوا در این مناطق می‌شود. میانگین دمای

ایران هنگام رخداد این الگو ۲/۳- درجه‌ی سانتی‌گراد است. از لحاظ زمانی این الگو بیشتر در ماههای دی و بهمن دیده می‌شود.

الگوی دوم: در این الگو واچرخند سیبری با دوهسته‌ی قوی بین کشورهای مغولستان و قزاقستان مشاهده می‌شود. کم‌فشار جنب‌قطبی نیز در این الگو حضور دارد ولی نسبت به الگوی اول ضعیف شده است. زبانه‌ی واچرخند قوی سیبری از سمت شمال‌شرق کشور وارد ایران شده است. نکته‌ی قابل توجه این است که با عبور و گذر زبانه‌ی واچرخند سیبری از روی دریای خزر از شدت آن کاسته شده و با رسیدن دوباره آن به خشکی و مناطق کوهستانی شمال‌غرب ایران دوباره شدت می‌گیرد. در این الگو شدت واچرخند سیبری به بیشترین حد خود رسیده و فشار مرکزی برابر با ۱۰۴۵ هکتوپاسکال است. باوجود اینکه واچرخند سیبری در این الگو نسبت به الگوی اول شدت بیشتری دارد ولی به دلیل ضعیف شدن کم-فشار جنب‌قطبی میزان افت دمای ایران نسبت به الگوی اول کمتر است. چراکه کم‌فشار جنب‌قطبی در صورت قوی شدن و جابجایی به سمت عرض‌های جغرافیایی پایین منجر به راندن زبانه‌های واچرخندهای هرچند ضعیف سیبری و اروپایی به سمت ایران می‌شوند و منجر به افت شدید دما در ایران می‌شوند. هماهنگ با ورود زبانه‌ی سیبری به سمت ایران، بر روی شمال‌غرب و شمال‌شرق کشور افت دما و یخبندان شکل گرفته است. هنگام رخداد این الگو بر روی مناطق کوهستانی دمای ۱۶- درجه‌ی سانتی‌گراد نیز مشاهده می‌شود و میانگین دمای ایران ۱/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد است. همانند الگوی اول از لحاظ زمانی این الگو نیز بیشتر در ماههای دی و بهمن دیده می‌شود.

است. بنابراین واچرخند سیبری آزادانه عمل می‌کند و بیشتر در راستای شمالی - جنوبی و غربی گسترش پیدا کرده است و زبانه‌ی آن با گسترش غرب‌سوی آن از سمت شمال‌شرق وارد ایران شده است. همانند سایر الگوها هماهنگ با مسیر ورود زبانه‌ی سامانه‌ی سیبری بر روی شمال غرب و شمال شرق کشور دمای کمینه به شدت افت پیدا کرده است. میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد این الگو ۱/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد است. همانند الگوی دوم رخداد این الگو نیز در ماه آبان مشاهده شده است. بیشترین رخداد این الگو مربوط به ماه بهمن است. بعد از الگوی سوم این الگو سهم زیادی در رخداد یخبندانهای فراگیر و بادوام ایران دارد.

الگوی پنجم: آرایش مکانی سامانه‌ها در این الگو با دیگر الگوها بسیار متفاوت است. در این الگو دو سامانه‌ی واچرخندی سیبری و اروپای شرقی همزمان دیده می‌شوند. کم‌فشار جنب قطبی به شدت ضعیف شده است و در شمال روسیه بر روی اقیانوس منجمد شمالی بصورت یک مرکز کم‌فشار ضعیفی دیده می‌شود. همین کم‌فشار ضعیف نیز بر روی هدایت زبانه‌های دو سامانه‌ی واچرخندی سیبری و شرق اروپا به سمت ایران نقش دارد. میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد این الگو ۱/۹- درجه‌ی سانتی‌گراد است. بیشترین رخداد این الگو مربوط به ماه بهمن است.

الگوی سوم: در این الگو همانند الگوی اول واچرخند سیبری و اروپا دیده می‌شود. واچرخند اروپایی بر روی کشورهای اروپای شرقی شکل گرفته است و نسبت به الگوی اول ضعیف‌تر است. همچنین کم‌فشار جنب قطبی نیز در این الگو دیده می‌شود ولی هسته‌ی آن به سمت شرق جابجا شده و بر روی دریای بارنتز قرار دارد و ضعیف‌تر شده است. اما باوجود این این سامانه منجر به رانده شدن زبانه‌ی سامانه‌های واچرخندی سیبری و شرق اروپا به سمت ایران شده است. هماهنگ با مسیر ورود زبانه‌های سامانه‌ی واچرخندی بر روی شمال غرب و شمال شرق کشور دمای کمینه به شدت افت کرده است. بر روی ارتفاعات تبریز و همدان دمای کمینه حدود ۱۶- درجه‌ی سانتی‌گراد مشاهده می‌شود. رخداد این الگو بیشتر مربوط به ماههای دی و بهمن است. میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد این الگو ۲- درجه‌ی سانتی‌گراد است. بیشترین یخبندانهای فراگیر و بادوام (بیش از ۳ روز) ایران هنگام رخداد این الگو شکل می‌گیرد.

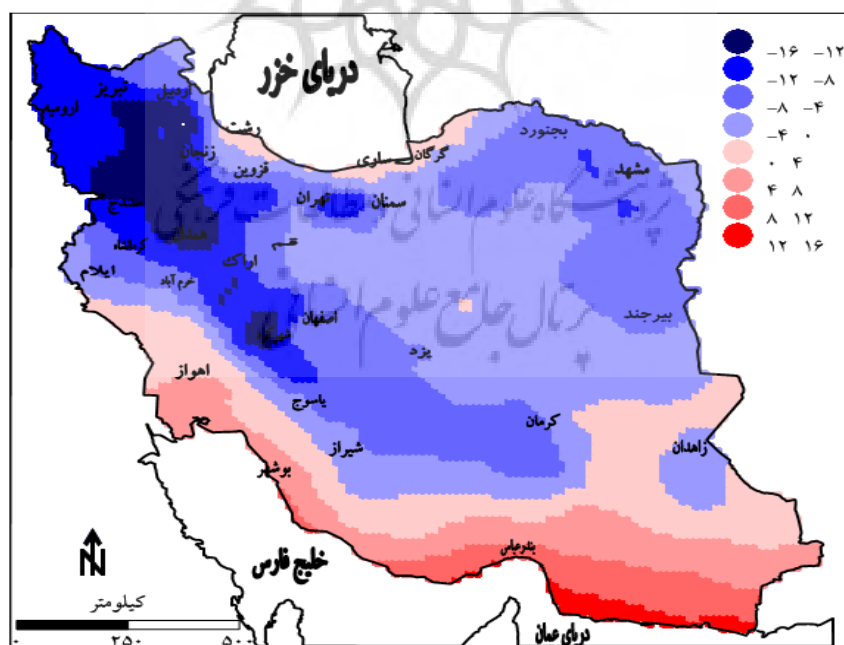
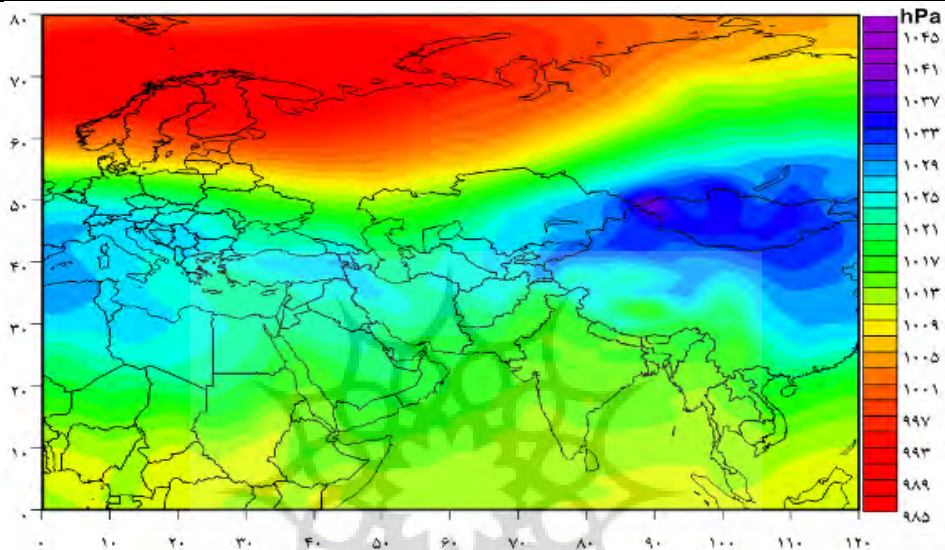
الگوی چهارم: همانند الگوی دوم در این الگو نیز واچرخند سیبری با دو هسته‌ی بسیار قوی بین کشور مغولستان و قزاقستان دیده می‌شود که فشار مرکزی آن به ۱۰۴۵ هکتوپاسکال است. برخلاف الگوی دوم کم‌فشار جنب قطبی در غربی‌ترین حالت خود بر روی دریای گروئنلند قرار دارد و به شدت ضعیف شده

جدول ۲- فراوانی ماهانه‌ی رخداد الگوهای فشار تراز دریا

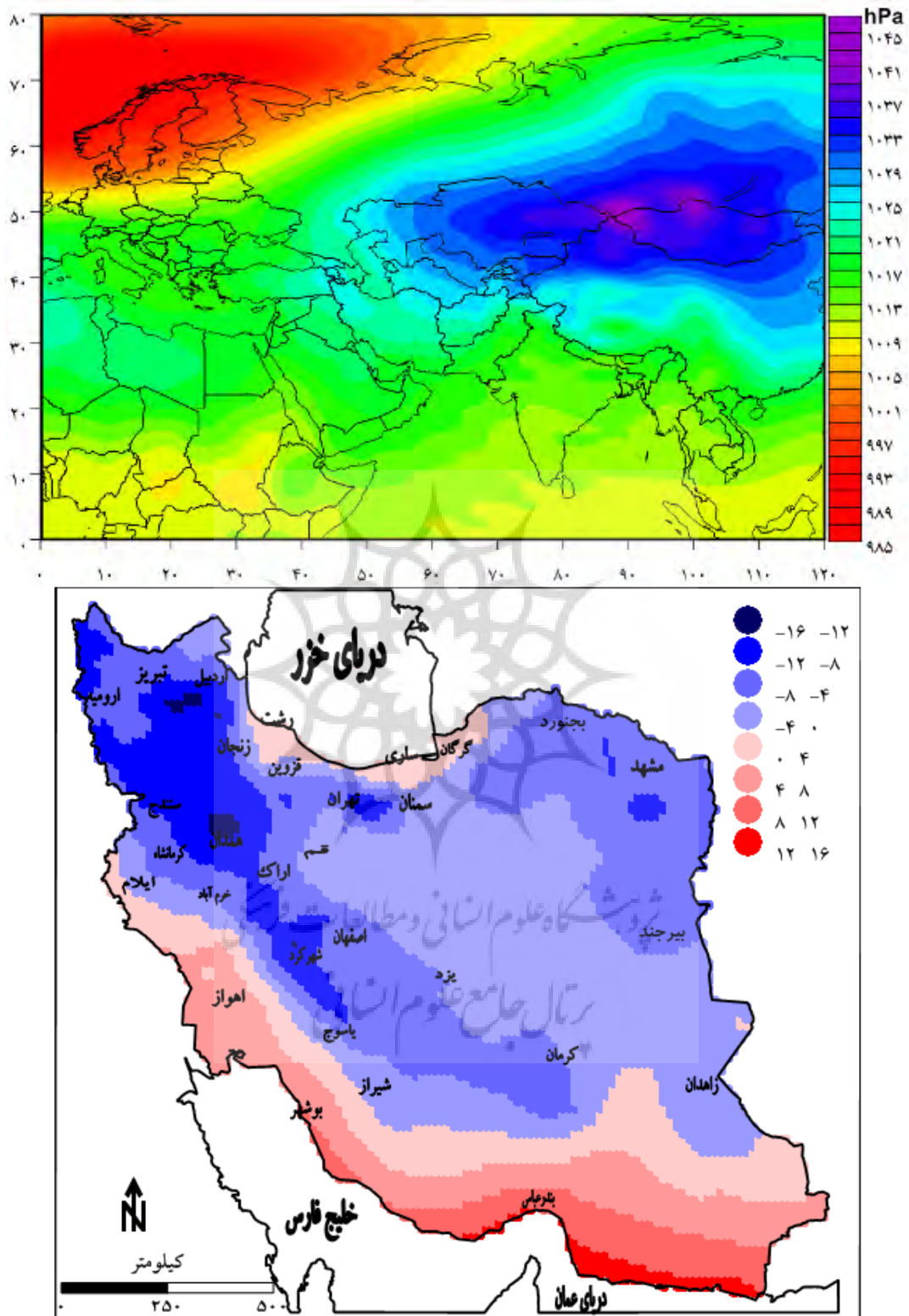
ماه الگو	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	امرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فراوانی
الگوی اول									۱۲	۷۶	۶۷	۸	۱۶۳
الگوی دوم								۸	۶۳	۱۳۵	۱۰۸	۲۴	۳۳۸
الگوی سوم									۸۹	۲۴۲	۱۱۳	۲۹	۴۷۳
الگوی چهارم								۴	۶۳	۱۵۶	۱۶۵	۱۹	۴۰۷
الگوی پنجم									۱۲	۵۲	۶۰	۱۹	۱۴۳
فراوانی								۱۲	۲۳۹	۶۶۱	۵۱۳	۹۹	۱۵۲۴

جدول ۳- مساحت زیرپوشش برحسب درصد در هر کدام از الگوهای فشار تراز دریا براساس دمای کمینه

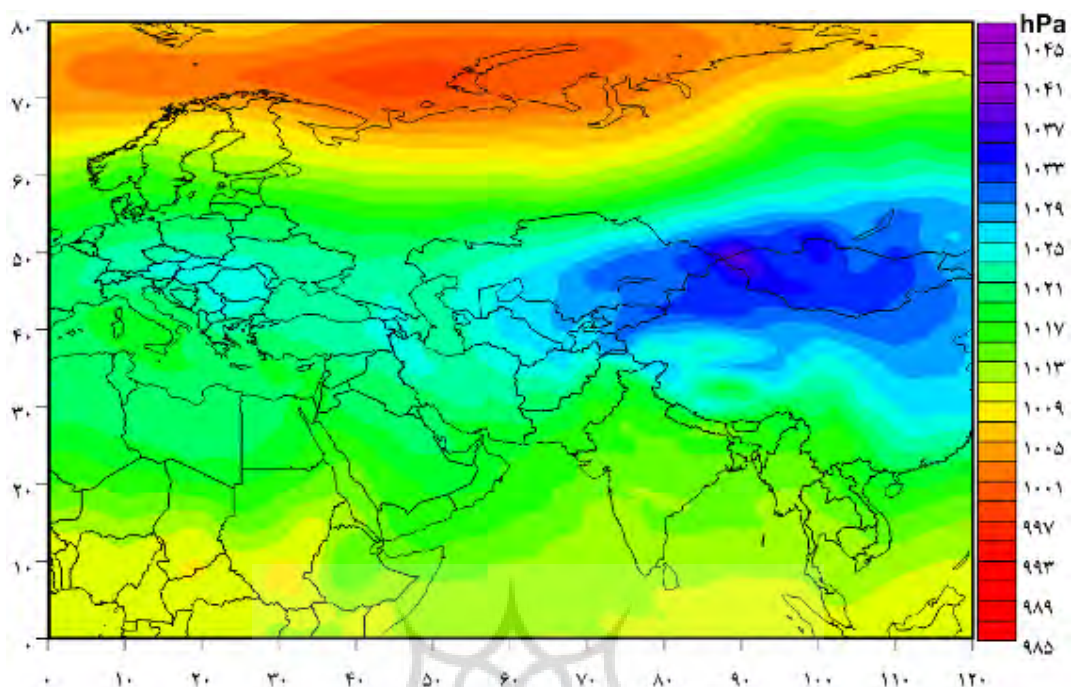
میانگین دمای کمینه ایران	۱۶ تا ۱۲	۱۲ تا ۸	۸ تا ۴	۴ تا ۰	۰ تا -۴	-۴ تا -۸	-۸ تا -۱۲	-۱۲ تا -۱۶	میانگین دمای کمینه الگوها
-۲/۳	۱/۳	۴/۵	۸/۷	۱۴/۶	۳۰/۹	۲۵/۱	۱۰	۴/۸	الگوی اول
-۱/۷	۱/۴	۴/۹	۱۰/۳	۱۲/۲	۳۴	۲۷/۳	۹/۶	۰/۴	الگوی دوم
-۲/۰	۱/۲	۴/۶	۸/۹	۱۲/۴	۳۳/۲	۲۸/۳	۱۰/۸	۰/۶	الگوی سوم
-۱/۷	۱/۴	۴/۹	۱۰	۱۲/۴	۳۴/۷	۲۷/۴	۸/۹	۰/۳	الگوی چهارم
-۱/۹	۱/۶	۵/۳	۱۰/۴	۱۱/۳	۳۱/۱	۲۸/۴	۱۱/۱	۰/۹	الگوی پنجم



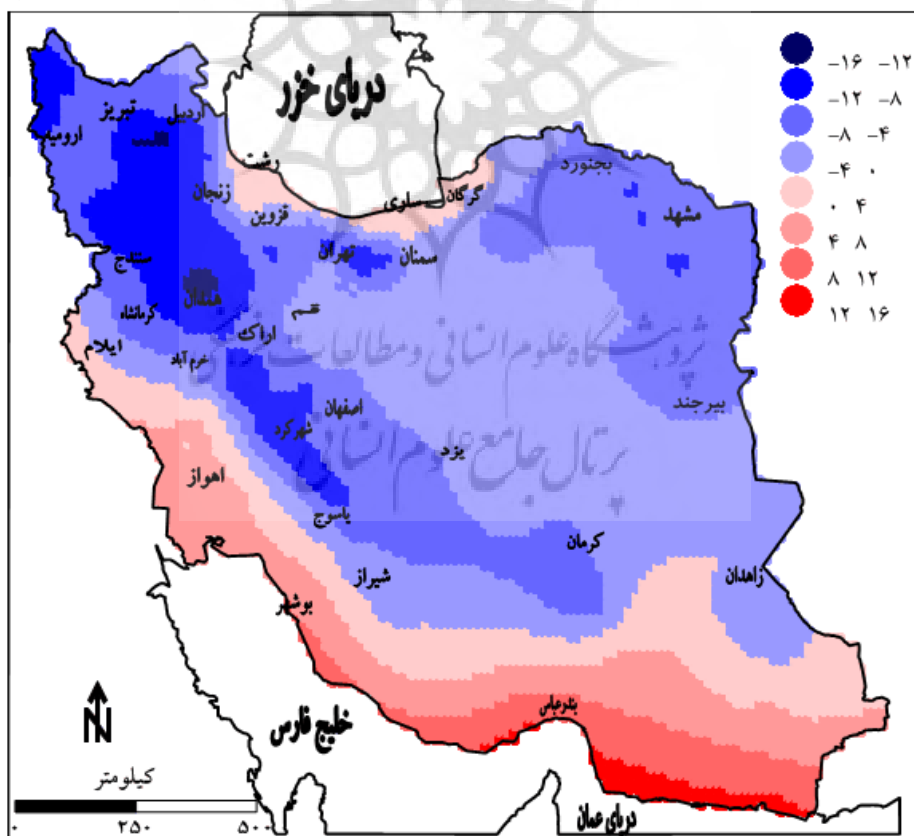
شکل ۱- نقشه‌ی ترکیبی فشار تراز دریا و میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد الگوی اول



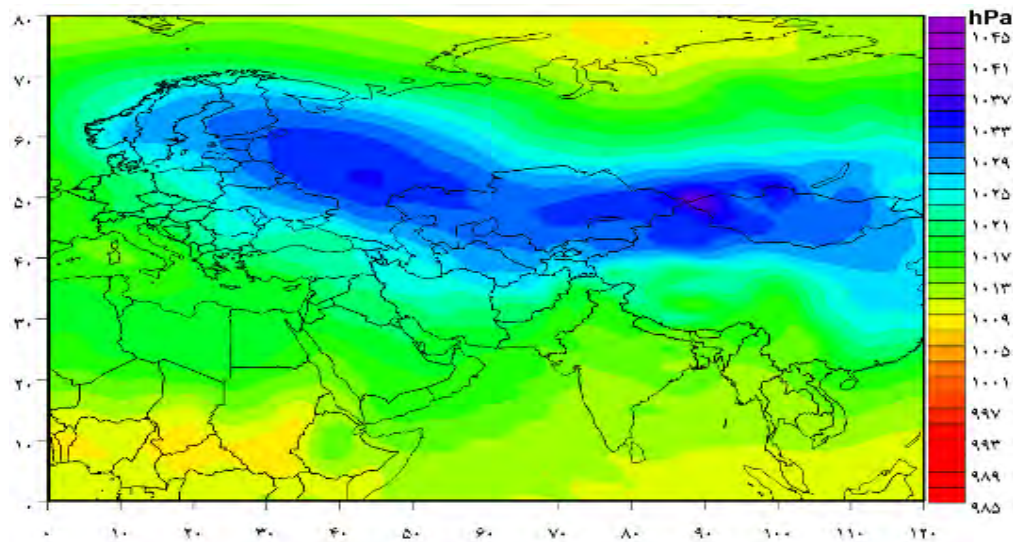
شکل ۲- نقشه‌ی ترکیبی فشار تراز دریا و میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد الگوی دوم



شکل ۳- نقشه‌ی ترکیبی فشار تراز دریا و میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد الگوی سوم



شکل ۴- نقشه‌ی ترکیبی فشار تراز دریا و میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد الگوی چهارم



شکل ۵- نقشه‌ی ترکیبی فشار تراز دریا و میانگین دمای کمینه‌ی ایران هنگام رخداد الگوی پنجم

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از طبقه‌بندی فشار تراز دریا هنگام رخداد یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران نشان داد که به نظر می‌رسد که ۵ الگوی فشار تراز دریا با آرایش‌های مختلف، مسئول رخداد این دسته از یخبندانها در ایران هستند. بطور کلی در برخی از الگوها سامانه‌ی واچرخندی سیبری به تنهایی و در برخی دیگر سامانه‌های سیبری و اروپایی بصورت ادغامی هنگام رخداد یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران دیده می‌شوند. نقش کم‌فشار جنب قطبی در هدایت زبانه‌ی سامانه‌های واچرخندی به سمت ایران بسیار موثر است. در صورتیکه کم‌فشار جنب قطبی قوی باشد و به سمت عرض‌های جنوبی جابجا شود، منجر به جابجایی سامانه‌های واچرخندی سیبری و اروپا به سمت عرض‌های پایین شده و زبانه‌ی آنها را به سمت ایران می‌راند. بنابراین می‌توان گفت که نقش کم‌فشار جنب قطبی بر روی رخداد یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران غیرمستقیم است. در صورتیکه کم‌فشار جنب قطبی قوی باشد ولی سامانه‌های سیبری و اروپایی

چندان قوی هم نباشند، ایران یخبندان‌های سختی را تجربه خواهد کرد. شدیدترین یخبندان‌های ایران هنگامی رخ خواهد داد که زبانه‌های سیبری و اروپایی بصورت ادغامی وارد ایران شوند (الگوی اول). شدیدترین یخبندانها بر روی ارتفاعات زاگرس، البرز و شمال‌شرق کشور رخ می‌دهد. باریکه‌ی ساحل جنوبی دریای خزر و سواحل جنوبی ایران حتی در شدیدترین یخبندان‌های ایران نیز عاری از یخبندان هستند. نزدیکی به پهنه‌های بزرگ آب، عرض جغرافیایی پایین سواحل جنوبی ایران و رطوبت جوی دلیل اصلی عدم رخداد یخبندان در این مناطق است.

منابع

براتی، غلامرضا، (۱۳۷۵)، طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره‌ی ایران، رساله‌ی دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

علیچانی، بهلول، محمودی، پیمان، ریگی، اله بخشی و خسروی، پرویز، (۱۳۸۹)، بررسی تداوم روزهای یخبندان در ایران، با استفاده از مدل زنجیره

ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه اقلیم‌شناسی.

هژیرپور، قاسم، بهلول علیجانی، (۱۳۸۶)، تحلیل هم‌دید یخبندانهای استان اردبیل، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص ۸۹-۱۰۶.

Alijani, B and Tagiloo, M (2010), Synoptic analysis of frost days in Zanjan province of Iran, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol, 7, EMS2010-167.

Davidson, D (1997), Frost and ways to minimise the risk, Australian Grapegrower and Winemaker, 403, 21-22.

Fortune, M.A & Kousky, V.E. (1983), Two severe freezes in Brazil: precursors and synoptic evolution, Monthly weather review, Vol 111, 181-196.

Hamilton, M.G. & Tarifa, J.R. (1978), Synoptic aspect of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July 1972. Monthly weather review, Vol 106, 1545-1556.

Linacre, ET and Geerts, B, (1997), Climates and Weather Explained, Routledge, London.

Müller GV & Berri GJ (2007), Atmospheric Circulation Associated with Persistent Generalized Frosts in Central-Southern South America, Mon. Wea. Rev., 135, 4, 1268-1289.

Müller GV and Ambrizzi T (2007), Teleconnection Patterns and Rossby Wave Propagation Associated to Generalized Frosts over Southern South America. Climate Dynamics, 29, 6, 633-645.

Müller GV, Nuñez MN & Seluchi M (2000), Relationship Between ENSO Cycles and Frost Events Within the Pampa Humeda Region. Int. Journal of Climatology, 20, 1619-1637.

Muller, G.V et al., (2003), Surface circulation associated with frost in the wet Pampas, International journal of climatology, Vol.23, 943-961.

Müller, GV, Ambrizzi, T & Nuñez, MN (2005), Mean atmospheric circulation leading to generalized frosts in Central Southern South America, Theor. Appl. Climat, 82, 95-112.

Oke, T, (1987), Boundary Layer Climates, Routledge, London.

Scholefield, P (1994), Frost - is this the year?, Australian Grapegrower and Winemaker, 370, 31-64.

Snyder, R.L and Melo-Abreu J.P., (2005), Frost protection: fundamentals, practice and economics, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Vega, A.T., Robbons, K.D. & Grymes, J.M. (1994), Frost/Freeze analysis in the Southern climate region. Southern Regional Climate Center.

مارکوف، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۳، صص ۱-۲۰.

علیجانی، بهلول و غلامرضا براتی (۱۳۷۵)، تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۰، صص ۱۳۵-۱۲۱.

علیجانی، بهلول و هوشیار، محمود، (۱۳۸۷)، شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، صص ۱-۱۶.

عیسی‌زاده، شاهرخ، معاریان، محمدحسین، میررکنی، سید مجید و تقی‌زاده، احسان، (۱۳۸۹)، تحلیل هم‌دید یخبندانهای استان آذربایجان شرقی، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران ۲۱-۲۳ اردیبهشت، صص ۲۳۸-۲۴۱.

فتاحی، ابراهیم و صالحی‌پاک، تمینه، (۱۳۸۸)، تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندانهای زمستانه ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص ۱۳۶-۱۲۷.

مجرد قره باغ، فیروز (۱۳۷۶)، تحلیل و پیش‌بینی یخبندان در آذربایجان، رساله‌ی دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۶)، شناسایی تیپ‌های هم‌دید اصفهان، طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان.

مسعودیان، سید ابوالفضل، قائدی، سهراب و محمدی، بختیار، (۱۳۸۵)، نواحی رطوبتی ایران، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی تبریز، ویژه‌نامه جغرافیا، شماره پیاپی ۲۰، صص ۱-۱۳.

ویسی، محمد، (۱۳۸۷)، تحلیل سینوپتیکی دوره‌های یخبندان در استان کردستان، پایان‌نامه کارشناسی

Synoptic analysis of extensive and persistent frosts in Iran

S.A. Masoodian, M. Darand

Received: January 14, 2012 / Accepted: May 9, 2012, 29-32 P

Extended Abstract

1- Introduction

In the point of meteorological view, frost occurs when minimum temperature is below 0° centigrade degree. In total, frosts classified in two groups: a) Radiative Frosts and b) Advection frosts. Radiative frost is the most common form of the phenomenon. Nocturnal long wave (heat) radiation loss from the surface leads to the progressive reduction of surface temperature (and that of the adjacent air) between sunset and sunrise (Oke, 1987; Linacre and Geerts, 1997). Advection frost occurs under meteorological conditions that typically include the passage across a region of a large mass of very cold, dry air followed by a well-mixed, windy atmosphere and a temperature that is often subzero, even during the daytime (Scholefield, 1994; Davidson, 1997). The combination of factors such as those related to atmospheric

circulation, radiative balance, soil humidity, topographic features (Muller et al., 2005) and local factors (for example, latitude and close to the big water resources) are an example of the multiple processes taking part to produce a marked drop in temperature. The frosts have obvious effects on the energy, transportation and agriculture that among the three above-mentioned issues, frost temperature have the most effect on agriculture (Vega et al., 1994). The aim of this study is the synoptic analysis of the extensive and persistent frosts in Iran.

2-Data and Method

In this study the interpolated minimum daily temperature data from Asfazari data base during 11/3/1962 to the 31/12/2004 has been used. The data base by using recorded minimum temperature in 663 synoptic and climatology stations and Kriging geostatistic method has been interpolated for 15*15 kilometer pixels over Iran. The matrix with 15706*7187 dimension created that days located on the rows and pixels were on the columns. This matrix was the base of calculation frost days in this study.

Author(s)

S.A. Masoodian
Professor of Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
M. Darand (✉)
Assistant Professor of Climatology, University of Kordestan,
Sanandaj, Iran
email: m.darand@uok.ac.ir

For recognition of extensive and persistent frosts, two criteria have been considered. The first one was that frost observed over 50 percent area of Iran. And the other one frost persistence over 3 days. These two criteria discriminate the Advective frost in contrast to Radiative frost type.

3- Discussion

The results of cluster analysis on the sea level pressure data in the extensive and persistent frost days showed that 5 different synoptic atmospheric circulation patterns result in extensive and persistent frosts in Iran. The extensive and persistent frosts observed during cold seasons so that starts in November and ending in March. The highest frequency occurrence observed in January.

Pattern 1: In this pattern two strong anticyclones observed over Siberia and Europe. The low pressure of sub-polar is very extensive and strong. The displacement of sub-polar low pressure to the southern and eastern part of study region result in displacement of two high pressures of Europe and Siberia to the south and drive to the Iran and occurrence of extensive frost.

Pattern 2: In this pattern the high pressure with the two strong cores between Mongolia and Kazakhstan country. The sub-polar low pressure has been weak rather than pattern 1. Although the Siberian high is very strong in this pattern but the temperature decrease in Iran is weak. The reason is weakness and location sub-polar low pressure in west part.

Pattern 3: In this pattern the geographic location of circulation atmospheric patterns is same as the pattern 1 but the sub polar low pressure is weak. The temperature decrease is accompanied to the occurrence and invasion of the cold air result in two

high pressures over Europe and Siberia.

Pattern 4: The geographic distribution of circulation atmospheric patterns in this pattern is same as the pattern 2 but the sub-polar low pressure is located in western statue. At the point of time view, the highest occurrence of this pattern is in February.

Pattern 5: In this pattern the geographic distribution of atmospheric systems is very different to the other ones. The two high pressures over the Siberia and eastern part of Europe are observed. On the northern part of Russia, a weak low pressure is formed that control the behaviour of high pressures over the Siberia and Eastern Europe.

4-Conclusion

The results of analyzing sea level pressure during the occurrence of extensive and persistent extreme frost over the Iran showed that five atmospheric circulation patterns with different geographic distribution observed. In total in the some patterns the Siberia high presence alone. In the other ones the Siberia and Europe high observed together. If the sub polar low pressure has been strong and displacement to the south, result in displacement of two high pressure of Siberia and Europe to the south and negative temperature anomaly in Iran. Therefore, the sub polar low pressure role is indirect on the occurrence of extensive and persistent extreme frost over the Iran. The extreme extensive frost observed when the Siberia and Europe are presence together. The highest negative temperature decrease is observed over the Zagros, Alborz and north-eastern range mountains. The southern part of Iran and the south

of Caspian Sea didn't experience any frost in the study period.

Keywords: Frost, Synoptic analysis, Extensive, Persistent, Iran

References

- Alijani, B & Barati, Gh.R (1996), Synoptic analysis of frost in 1987 spring, Geographical research Quarterly, Vol. 40, 121-135.
- Alijani, B and Tagiloo, M (2010), Synoptic analysis of frost days in Zanjan province of Iran, EMS annual Meeting Abstracts, Vol, 7, EMS2010-167.
- Alijani, B, Mahmmodi, Pyman, Regi Chahi, A.B & Khosravi, P (2009), Analysis of frost days persistence in Iran by using Markov Chain Model, Physical Geography Research Quarterly, Vol.73, 1-20.
- Alijani, B., M. Hoshiar, (2007), Recognition of Synoptic Patterns of Severe Colds of West North of Iran, Physical Geography Research Quarterly, Vol. 65. pp.1-16.
- Barati, G., (1996), Designing and Forecasting the Patterns of Spring Frost Days in Iran, Ph.D. Thesis of physical geography (climatology), Faculty of humanities sciences, Tarbiat Modarres University, p. 213.
- Barati, G., (1999), System Relationships of Migratory High Pressures and Spring Frosts of Iran, geographical Research Quarterly, 14 (3 and 4), pp. 132-150.
- Barati, GH. (1999). Migration systematic relationships and Iranian vernal frosts, quarterly journal of researches for geography, Isfahan, Iran, No. 53, pp 45-57.
- Davidson, D (1997), Frost and ways to minimise the risk, Australian Grapegrower and Winemaker, 403, 21 -22.
- Esazadeh, Sh, Memarian, M.H, Mirrokni, S.M & Taghizadeh, A(2009), Synoptic analysis of frosts in Eastern Azerbaijan province, 4th Iranian geophysics conference, Tehran 21-23 May, 238-241.
- Fatahi, I., and T. Salehi Pak., (2009), A Synoptic Patterns Analysis of Winter Freezing in Iran, geography and development, 7(13), pp. 127-136.
- Fortune, M.A & Kousky, V.E. (1983), Two severe freezes in Brazil: precursors and synoptic evolution, Monthly weather review, Vol 111, 181-196.
- Hajbarpour, GH & Alijani., B. (2007), Synoptic analysis of frosts in Ardabil province, geography and development magazine, Vol.10, 89-106.
- Hamilton, M.G. & Tarifa, J.R. (1978), Synoptic aspect of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, july 1972. Monthly weather review, Vol 106, 1545-1556.
- Linacre, ET and Geerts, B, (1997), Climates and Weather Explained, Routledge, London.
- Masoodian, S.A.,(2008), Recognition Isfahan weather Types, project of University of Isfahan.
- Masoodian, S.A, Ghaedi, S and Mohammadi, B., (2007), Regions of humidity of Iran, Literature and humanity Sciences Faculty journal of Tabriz, Geography, Vol.20, 1-13.
- Mojarad Ghareh Bagh, F., (1997), Analysis and Prediction of Frost in Azerbaijan, Ph.D. Thesis of physical geography (climatology), Faculty of humanities sciences, Tarbiat Modarres University, p. 186.
- Mojarad Karabakh, F. (1995). Analysis and forecasting frost in Azerbaijan. PhD thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

- Müller GV & Berri GJ (2007), Atmospheric Circulation Associated with Persistent Generalized frosts in Central-Southern South America, *Mon. Wea. Rev.*, 135, 4, 1268-1289.
- Müller GV, Nuñez MN & Seluchi M (2000), Relationship Between ENSO Cycles and Frost events Within the Pampa Humeda Region. *Int. Journal of Climatology*, 20, 1619-1637.
- Muller, G.V et al., (2003), Surface circulation associated with frost in the wet Pampas, *International journal of climatology*, Vol.23, 943-961.
- Müller, GV, Ambrizzi, T & Nuñez, MN (2005), Mean atmospheric circulation leading to generalized frosts in Central Southern South America, *Theor. Appl. Climat*, 82, 95-112.
- Müller GV and Ambrizzi T (2007), Teleconnection Patterns and Rossby Wave Propagation Associated to Generalized Frosts over Southern South America. *Climate Dynamics*, 29, 6, 633-645.
- Oke, T, (1987), *Boundary Layer Climates*, Routledge, London.
- Scholefield, P (1994), Frost – is this the year?, *Australian Grapegrower and Winemaker*, 370, 31-64.
- Snyder, R.L., Melo-Albreu, J.P (2005), *Frost Protection: fundamentals, practice and economics*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Vassi, M (2008), Synoptic analysis of frost periods in Kurdistan province, MA thesis, climatology department, geography faculty, Tehran University.
- Vega, A.T., Robbins , K.D. & Grymes, J.M. (1994), Frost/Freeze analysis in the Southern climate region. Southern Regional Climate Center.

