شنشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۱

واکاوی همدید الگوهای جوی مرتبط با یخبندان های فراگیر در استان خوزستان

دریافت مقاله: ۹۷/۴/۲۵ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۸/۲۰

صفحات: ۲۱-۱

زهرا حجازی زاده: استاد گروه اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[۱].
Email:hejazizadeh@yahoo.com
فرشاد پژوه: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email:Pazhohf@gmail.com
فردین قدمی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email:Fardin.ghadami@gmail.com
هانیه شکیبا: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
Email:shakiba_2916@yahoo.com

چکیده

هدف از این مطالعه واکاوی همدید تعداد روزهای یخبندان در سال استان خوزستان است. بدین منظور با استفاده از داده‌های دمای کمینه روزانه ۱۲ ایستگاه همدید طی دوره آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی کشور، ۵۴ روز یخبندان فراگیر شناسایی گردید. داده‌های فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، باد مداری و نصف‌النهاری و دما با اندازه ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی از مرکز ملی اقیانوس و جوشناسی ایالات‌متحده آمریکا استخراج شدند. بر روی ماتریس داده‌های فشار تراز دریا در ۵۴ روز، تحلیل مؤلفه‌های مبنا انجام شد و ۱۰ مؤلفه که ۸۳ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کردند، شناسایی شد. سپس با اعمال روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی با روش ادغام وارد بر روی نمرات ۱۰ مؤلفه مذکور انجام و ۵ الگوی فشار تراز دریا شناسایی شد. نتایج نشان داد که پدیده یخبندان در استان خوزستان از ماه نوامبر تا مارس روی می‌دهد و روند آن طی دوره آماری موردبررسی کاهشی می‌باشد. همچنین نواحی شمالی و غربی استان نیز بیشترین فراوانی یخبندان را به خود اختصاص داده‌اند. واکاوی شرایط همدید وردسپهر نیز نشان داد که ۵ الگوی فشار تراز دریا با آرایش‌های متفاوت منجر به یخبندان‌های فراگیر استان خوزستان می‌شوند. یخبندان‌های ضعیف و متوسط با نفوذ سامانه‌های پرفشار سرد سیبری و اروپا شکل می‌گیرند. اما یخبندان‌های شدید با گسترش کم‌فشار ایسلند به سمت ایران همراه با پرفشارهای سرد قوی رخ می‌دهند. در این بین پرفشار قدرتمند سیبری در بیشتر الگوها حضور دارد که برهم‌کنش آن با کم‌فشارهای جنب قطبی و ایسلند، بیشترین نقش را در وقوع یخبندان‌های استان خوزستان ایفا می‌کنند. در تراز میانی جو نیز بیشترین نقش را نفوذ ناوه های عمیق از عرض های شمالی و بندال های عظیم شرق اروپا که هوای سرد را از جانب نیمه غربی ناوه ها بر روی کشور فرارفت و ضمن تشدید یخبندان بر تداوم آن نیز افزوده است.

کلید واژگان: یخبندان فراگیر، واکاوی همدید، تحلیل خوشه‌ای، پرفشار سیبری، خوزستان

---

۱. نویسنده مسئول: تهران، خیابان مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه اقلیم شناسی.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

مقدمه

یخبندان یکی از زیان‌آورترین بلایای طبیعی است که معمولاً با خسارت‌های فراوان مالی و حتی جانی همراه است. از بین عوامل اقلیمی، پدیده‌ی یخبندان نه تنها حیات تمامی موجودات زنده را با خطر مواجه می‌سازد بلکه نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی و عمرانی مانند جاده‌سازی، سدسازی و پل‌سازی دارد. یخبندان به‌عنوان یکی از مخاطرات اقلیمی، هرساله بیشتر نقاط کشور و در بعضی از سال‌ها حتی قسمت‌های جنوبی کشور را در برگرفته و خسارات زیادی را به بار می‌آورد (براتی، ۱۳۷۵: ۱۱۴). به‌خصوص وقوع ناگهانی آن در ابتدا و انتهای فصل سرما، می‌تواند برای بخش کشاورزی خطرآفرین باشد. بنابراین برای مدیریت کاهش اثرات این پدیده اقلیمی بر بخش کشاورزی توجه جدی به مطالعه دقیق این پدیده ضروری می‌باشد. دما، شاخصی از شدت گرما، یکی از عناصر اساسی شناخت هواست و نظر به دریافت نامنظم انرژی خورشید زمین دستخوش تغییرات بسیار است که خود سبب تغییرات گسترده دیگری در سایر عناصر هواشناسی می‌شود (کمالی، ۱۳۸۱: ۴۴). ازنظر جوشناسی و اقلیم‌شناسی، برودت هوا یا کاهش دما را سرما می‌نامند و یخبندان حالتی است که دمای هوا پایین‌تر از صفر درجه سانتیگراد برسد (جوادی، ۱۳۵۰: ۷۵). با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور، بهار فصلی است که گیاهان بعد از پشت سرنهادن دوره‌ای توقف در رشد، دوباره حیات تازه‌ای را شروع می‌کنند. در شروع چنین دوره‌ای، بروز سرمایی ناگهانی سبب ریزش شکوفه‌ها (در صورت بازشدن) یا تأخیر در شروع دوره‌ی رشد گیاهان می‌شود (عزیزی، ۱۳۸۳: ۹۹). اخیراً، با وقوع آشفتگی‌های اقلیمی، یکی از مهم‌ترین بلایای اقلیمی (تهدیدکننده‌ی جوامع بشری و خصوصاً مناطق گوناگون کشورمان) امواج سرما و یخبندان‌های شدید است که در برخی سال‌ها مناطق وسیعی از کشور را دربرمی گیرد. این یخبندان‌ها عموماً با توده هواهایِ دارای دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد به مناطق حادث می‌شود. یخبندان‌ها موج سرمای نسبتاً پایدار و چندروزه‌ای را با خود به همراه دارند که ممکن است آثار زیان باری در پی داشته باشند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۶). مطالعه در مورد یخبندان در جهان به مطالعه (بلنک[1] و همکاران، ۱۹۶۳)، به حدود ۵۰ سال قبل برمی‌گردد. گابریلا[2] و همکاران (۲۰۰۳: ۹۴۱) در مقاله‌ای تحت عنوان ارتباط گردش جریانات سطحی با یخبندان‌های منطقه پامپاس غربی، به بررسی و تحلیل یخبندان در این منطقه پرداخته‌اند. مطالعات بعدی با بررسی‌های وسیع‌تر، گردش انتشار موجی یخبندان از عرض‌های جغرافیایی بالا به سمت عرض‌های پایین (مناطق حاره‌ای) را به اثبات رساند (گابریلا و ترسیو[3]، ۲۰۰۷: ۹۸). پارک[4] و همکاران (۲۰۱۴: ۷۵۶) در بررسی همدید موج‌های سرمای شرق آسیا دوره آماری ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۵ فصل سرد روی شرق آسیا نشان دادند که در تراز دریا نفوذ پرفشار سرد سیبری از شمال آسیا و در ترازهای میانی جو نفوذ بندال‌های دوقطبی، رکس و ناوه عمیق از عرض‌های شمالی موجب رخداد موج‌های سرمای شدید و فراگیر در شرق آسیا می‌شوند. همچنین گسترش همزمان پرفشار سیبری و بندال های عظیم بر روی منطقه، موج‌های سرمای شدیدتری را در مقایسه با نفوذ الگوهای غیربندالی ایجاد می‌کند. گندمکار[5] و همکاران

1- Blanc
2- Gabriela
3- Gabriela and Tercio
4- Park
5-Gandomkar

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

(۲۰۱۴: ۳) نشان دادند که طی دوره مورد نظر بیش از ۱۶۸ روز یخبندان رخ داده، بیش از ۷۶ روز یخبندان شدید با میانگین دمایی ۲,۶۶- درجه سلسیوس بوده است. الگوی اصلی همدید در زمان بروز یخبندان‌های شدید در تراز میانی جو، گسترش محور ناوه با امتداد شمالی-جنوبی بوده است. پال[1] (۲۰۱۴: ۱۴۶۹) بروز شدیدترین و فراگیرترین امواج یخبندان و سرما در اروپا را با ناهنجاری‌های بندالی و سیکلونی از شمال اقیانوس اطلس و خشکی اروپا مرتبط می‌داند به‌طوری‌که هوای سرد با جهتی شمال شرقی روی سراسر خشکی اروپا فرارفت می‌گردد. در مطالعه دوره‌های یخبندان و بدون یخبندان در لهستان توسط آرکادیوس[2] و همکاران (۲۰۱۵: ۸۱۲) نشان داده شد که دوره‌های بدون یخبندان در طی دوره آماری ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ در بیش از ۵۱ درصد ایستگاه‌ها افزایش‌یافته است و استقرار گردش آنتی سیکلونی در سطح دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال منجر به شدیدترین یخبندان های لهستان می‌شود. کیم و بیون[3] (۲۰۱۶: ۶۷۵) در بررسی آخرین یخبندان‌های کره جنوبی دریافتند که نفوذ کم‌فشار قطبی از شمال اقیانوس آرام در تراز دریا و بندال عظیم رکس در تراز میانی جو از سمت کشور روسیه موجب رخداد یخبندان‌های دیررس در شبه‌جزیره کره می‌شود. روستا[4] و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی الگوهای ضخامت یخبندان‌های فراگیر ایران، ترکیب پرفشار سیبری با پرفشارهای شرق اروپا و آزور در تراز دریا و شکل‌گیری الگوهای مختلف بندالی در تراز میانی جو منجر به دوام و تشدید یخبندان‌های فراگیر ایران می‌شود. پاسچالیدو[5] و همکاران (۲۰۱۷: ۴۴۴) در بررسی همدید مرگ‌ومیرهای زمستانه در انگلستان دریافتند که بیشتر مخاطرات و مرگ‌ومیر زمستانه انگلستان مرتبط با امواج سرما و یخبندان است که قرارگیری الگوی بندالی در غرب اروپا و افزایش فشار در شرق و شمال اروپا منجر به کاهش شدید دما و بروز یخبندان می‌شود. هنگامی‌که از این منطقه، پرفشار سرد و قوی به سمت جنوب گسترش و نفوذ پیدا می‌کند، عامل یورش و سرمای شدید می‌شود و در این یورش، دما به‌شدت افت پیدا می‌کند. زنگ[6] و همکاران (۲۰۱۸: ۲۰۹) در واکاوی روند دماهای حدی شمال شرق چین طی دوره ۱۹۶۰- ۲۰۱۱ دریافتند که ارتفاع، عرض جغرافیایی و نوسان شمالگان بیشترین ارتباط را با رخداد دماهای حدی دارند. که دراین‌بین در طی فاز منفی نوسان شمالگان پرفشار سیبری و کم‌فشار جنب قطبی قوی شده و با نفوذ خود بر روی منطقه موجب رخداد موج های یخبندان فراگیر می‌گردند. میشل[7] و همکاران (۲۰۱۸: ۱۵۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان یخبندان‌های شدید غرب استرالیا در سپتامبر ۲۰۱۶ به این نتیجه رسیدند که با استقرار پرفشار سرد در غرب استرالیا و وزش هوای سرد شمال سو از سمت قطب جنوب و نفوذ بندال‌های عظیم ترازهای میانی جو موجب ثبت پایین‌ترین دماها و رخداد یخبندان‌های شدید می‌شود.

به نظر می‌رسد مطالعه (هاشمی، ۱۳۴۸)، قدیمی‌ترین کار درزمینه‌ی سرما و یخبندان در ایران باشد. هاشمی با انتخاب ۴ آستانه دمایی احتمال وقوع یخبندان را برای تهران تعیین کرده است. (عزیزی، ۱۳۸۳: ۹۹)، با ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر بهاری در نیمه غربی ایران به این نتیجه رسید تقریباً تمامی موارد

1-Pfahl
2- Arkadius
3-Kim and Byun
4-Rousta
5-Paschalidu
6- Zenf
7-Michael

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

یخبندان فراگیر مورد بررسی، هم‌زمان باوجود سامانه کم ارتفاع روی مناطق شمالی ایران بوده است. (صحرائیان و کمالی، ۱۳۸۴: ۲۰۸)، با استفاده از آمار ۱۳ ساله ۲۶ ایستگاه سینوپتیکی، اقلیمی و تبخیرسنجی تاریخ‌های آغاز و خاتمه نخستین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره در منطقه آذربایجان شرقی و غربی را تعیین و بررسی کرده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در مناطق منتهاالیه غرب و جنوب غربی آذربایجان شرقی در مجاورت کوه سهند، یخبندان‌ها زودتر آغاز و دیرتر خاتمه می‌یابند و طول دوره یخبندان نیز بیشتر است. هژبرپور و علیجانی (۱۳۸۶: ۸۹) معتقدند که یخبندان های شمال غرب ایران در دوره‌ی سرد سال بیشتر از نوع یخبندان های وزشی بوده که از آبان ماه تا فروردین اتفاق می افتد. استقرار یک پرفشار در سطح دریا و یک ناوه‌ی عمیق در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، عامل ایجاد این یخبندان های شدید و فراگیر است. در مطلعه ای دیگر برای این منطقه (مؤتمن، ۱۳۸۵: ۱۲۱)، یخبندان‌های شمال غرب آذربایجان را تحلیل کرده و دریافت، یخبندان‌های دیررس بهاره در منطقه موردمطالعه از نوع انتقالی بوده که به یخبندان‌های تشعشعی ختم می‌شوند و فراگیر هستند. (نوحی و همکاران، ۱۳۸۶: ۸۵)، تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان بر مبنای دمای حداقل را برای ۱۲ ایستگاه سینوپتیک منطقه آذربایجان در یک دوره مشترک ۱۳ ساله تعیین و یخبندان‌های فرارفتی را با کمک نقشه‌های سینوپتیک و بررسی ساعتی پارامترهای جوی از یخبندان‌های تابشی فرارفتی تفکیک کردند. (لشکری، ۱۳۸۷: ۱۸)، در بررسی علل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر آذرماه ۱۳۸۲ در کشور، هماهنگی و انطباق سامانه‌ها در تراز های زیرین و میانی جو را علت سرمای فراگیر در بخش اعظم کشور می‌داند و عامل اصلی افت نفوذ زبانه‌هایی از پرفشار سیبری در سطح زمین است که در اطراف دریاچه بایکالی شکل‌گرفته است. (علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷: ۱۶)، با بررسی سرماهای شدید منطقه شمال غرب کشور دریافتند در ۷۰ درصد از موارد سرماهای شدید در شمال غرب ایران، اکثراً با استقرار ناوه‌ای عمیق بر روی شمال ایران و قرار گرفتن منطقه موردمطالعه در قسمت عقب آن و همچنین وجود یک پرفشار در سطح زمین رخ می‌دهند. (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۹) به بررسی و تحلیل سرمای غیر معمول دی ماه ۱۳۸۶ در مقایسه با میانگین درازمدت دمای حداقل ژانویه کشور پرداختند. آن ها با بررسی شاخص استاندارد دمای حداقل ژانویه ۲۰۰۸ مشاهده کردند که به جز ۶ ایستگاه (اهواز، بوشهر، بندرعباس، شیراز، کرمان و ایرانشهر) در نیمه جنوبی کشور در سایر ایستگاهها ناهنجاری بیش از ۵ درجه سلسیوس نسبت به دوره آماری ۳۰ ساله برخوردار بوده است. پژوهنده (۱۳۹۰) یخبندان دیررس بهاره در نیمه باختری کشور را از دیدگاه اقلیمی- همدیدی مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره در مرکز منطقه بیشتر است و دیرترین یخبندان ها نیز در شمال منطقه مطالعاتی اتفاق می‌افتند و غالباً یخبندان‌ها ماهیت فرارفتی دارند. (امیدوار و ابراهیمی، ۱۳۹۱: ۹۷) در واکاوی همدید موج سرمای دی ماه ۱۳۸۶ در ایران مرکزی نشان دادند که این موج سرما از نوع فرارفتی بوده و با قرار گیری پرفشار در شمال دریای خزر و گسترش ناوه عمیق از شرق مدیترانه موجب رخداد سرمای شدید شده است. مسعودیان و دارند (۱۳۹۲: ۱۴۰) در تحلیل همدید یخبندان های بادوام و فراگیر ایران، ۵ الگوی فشار تراز دریا را با آرایش‌های متفاوت مسئول رخداد یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران می‌دانند. عزیزی و همکاران (۱۳۹۴: ۱۰۴) در واکاوی ناهنجاری دمایی ایران و اروپا، نقش مهم شکل‌گیری سامانه‌های بندالی و پشته قوی روی اروپا و اطلس را در وقوع دمای حداقل فرین

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

ایستگاه‌های واقع بر روی ایران مؤثر می‌دانند. دارند و مسعودیان (۱۳۹۴: ۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان مدت‌زمان انتظار رخداد یخبندان در ایران به این نتیجه رسیدند که در دی ماه زمان انتظار بسیار کوتاه است. در ماههای دیگر سال مدت‌زمان انتظار افزایش می‌یابد. در این ماه مدت زمان رخداد یخبندان در روی ارتفاعات زاگرس و شمال شرق کشور ۱ تا ۳ روز است. خسروی و همکاران (۱۳۹۴: ۱۴۰) در بررسی همدید یخبندان زمستان سال ۲۰۰۸ منطقه سیستان نشان دادند که استقرار سامانه چرخندی روی دریاچه بالخاش زمینه را برای ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی و کرانه غربی فرود را به منطقه سیستان فراهم کرده است. شدیدترین یخبندان‌ها زمانی رخ می‌دهند که منطقه سیستان در بخش غربی فرود قرار گرفته و از وزش هوای سرد مناطق شمالی برخوردار شود. قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۵: ۴۶) امواج سرمایی منطقه شمال غرب ایران را ناشی از نفوذ پرفشار در سطح زمین و ناوه عمیق در سطوح میانی وردسپهر می‌دانند و از نظر استمرار سرما تغییر وضعیت باد مداری به نصف‌النهاری که نشانی از بلوکینگ است، بسیار مؤثر می‌باشد. عساکره و شاهبایی (۱۳۹۶: ۱۲۴) در بررسی همدید موج‌های سرمای زمستانی در ایران نشان دادند که تمامی موج‌های سرما با تکوین یک الگوی پرفشار گسترده بر روی ایران و مناطق همجوار آن روی داده است. دوستکامیان و همکاران (۱۳۹۶: ۷۱۸) در مطالعه همدید امواج سرمایشی و فراگیر شمال غرب ایران نشان دادند که دو سامانه پرفشار مهاجر و سیبری نقش بسیار مهمی در هدایت هوای سرد عرض‌های شمالی به سمت منطقه شمال غرب ایفا کرده‌اند. که در بیشتر الگوها مهم‌ترین پدیده و عامل اصلی وقوع سرما استقرار ناوه عمیق بر روی منطقه است. در واکاوی همدید شهرهای رکورددار سرما در ایران توسط براتی و همکاران (۱۳۹۷: ۷۹) نشان داده شد که هرگاه کانون‌های پرفشار سیبری در میان دریاچه‌های بایکال و بالخاش مستقر شوند، می‌توان رخداد پایین‌ترین دما را در شهرهای ایران هشدار داد. همچنین کوههای آلتایی در آسیای میانه، بامه پامیر و رشته کوههای سلیمان در پاکستان نقش مهمی در هدایت هوای سرد از غرب مغولستان به ایران دارند. خسروی و همکاران (۱۳۹۷: ۳۶) در واکاوی فرارفت دمایی موج های سرمایی ایران نشان دادند که امواج سرمایی ایران بیشتر تحت تأثیر فرارفت دمایی ناشی از سامانه های پرفشار سرد ترکیبی سیبری، اروپا، تبت و ترکمنستان است که در این بین فرارفت دمایی پرفشار سیبری نسبت به سایر الگوها چشمگیرتر بوده است. هدف از این پژوهش تحلیل همدید روز های یخبندان استان خوزستان است و با توجه به این‌که تحقیقی در زمینه بررسی همدید روزهای یخبندان استان خوزستان صورت نگرفته، در این مقاله سعی شده است به علل بروز چگونگی شیوع سرمای فرا رفتی به منطقه جنوب غرب کشور پرداخته شود.

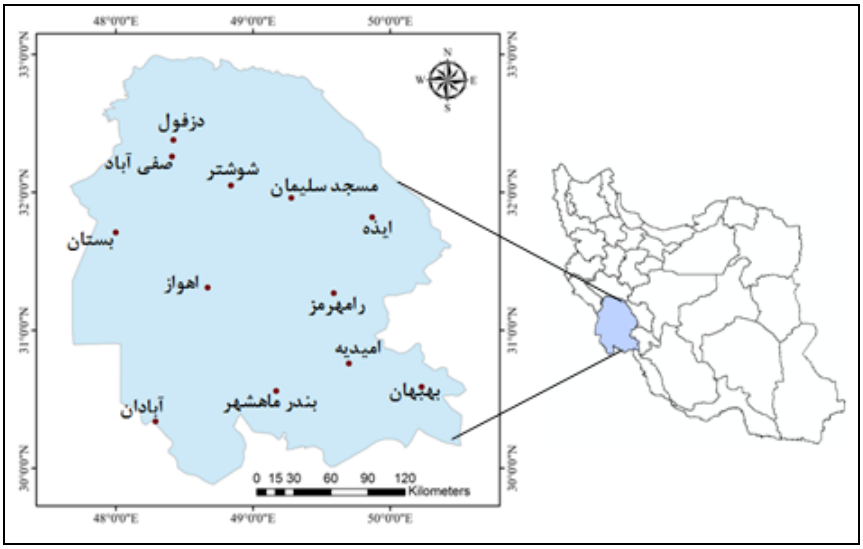
روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش با استفاده از روش محیطی به گردشی، الگوهای همدید توأم با روزهای یخبندان در استان خوزستان شناسایی و بررسی شده است. شکل(۱).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

برای انجام تحقیق به دودسته داده نیاز است. یکی داده‌های سطحی و دیگری داده‌های جو بالا. داده‌های دمای کمینه ایستگاه‌های استان خوزستان از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. پس از اخذ داده‌های دمای کمینه روزانه از سازمان هواشناسی کشور، یک پایگاه داده دمای کمینه، با آرایه‌ی ۱۲×۹۱۲۵ بدست آمد که بر روی ردیف ها روز و بر روی ستون ها ایستگاه‌ها قرار داشتند. با در نظر گرفتن دمای صفر و زیر صفر درجه سانتیگراد و فراگیری بیش از ۵۰ درصد، ۵۴ روز یخبندان طی دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۹۲ استخراج گردید. متغیرهای جو بالا شامل فشار تراز دریا ، ارتفاع ژئوپتانسیل ، باد مداری و نصف‌النهاری و دما به صورت شبکه بندی منظمی با اندازه یاخته های ۲,۵×۲,۵ درجه قوسی هستند. محدوده ای که برای ردیابی سامانه های همدید مقیاس انتخاب شد، مناطق بین طول جغرافیایی ۱۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۸۰ درجه شمالی را شامل می‌شود. همچنین، به‌منظور تحلیل الگوی همدید دوره‌های زمانی مذکور با استفاده از داده‌های مرکز پیش‌بینی‌های محیطی در کلرادوی امریکا، نقشه‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل با استفاده از نرم‌افزار Surfer و نقشه های وزش دما با نرم‌افزار Grads ترسیم و واکاوی گردید. سپس با اعمال روش تحلیل مؤلفه‌های مبنا بر روی روزهای همراه با یخبندان و تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس نمرات مؤلفه‌های شناسایی‌شده، الگوهای همدید موجد رخداد یخبندان شناسایی شدند در روش تحلیل مؤلفه‌های مبنا با آرایش S و چرخش واریماکس برای شناسایی تیپ های هوا استفاده شد. جدول (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه در استان خوزستان را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

جدول (۱). ایستگاه‌های مورد مطالعه و موقعیت آن‌ها در استان خوزستان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع	سال تأسیس
		دقیقه	درجه	دقیقه	درجه		
۱	صفی‌آباد	۴۱	۴۸	۲۶	۳۲	۸۴	۱۹۸۷
۲	آبادان	۲۹	۴۸	۳۴	۳۰	۱	۱۹۵۱
۳	اهواز	۵۸	۴۸	۳۱	۳۱	۲۰	۱۹۵۶
۴	ماهشهر	۱۷	۴۹	۵۶	۳۰	۵	۱۹۸۷
۵	بهبهان	۲۳	۵۰	۵۹	۳۰	۳۳۱	۱۹۹۲
۶	بستان	۰۰	۴۸	۴۸	۳۱	۹	۱۹۸۲
۷	دزفول	۴۲	۴۸	۳۸	۳۲	۱۴۲	۱۹۶۱
۸	ایذه	۵۰	۴۹	۵۲	۳۱	۸۴۷	۱۹۹۲
۹	مسجدسلیمان	۲۸	۴۹	۵۷	۳۱	۲۳۶	۱۹۹۲
۱۰	امیدیه	۵۹	۴۹	۵۰	۳۰	۲۴	۱۹۸۷
۱۱	رامهرمز	۵۷	۴۹	۲۷	۳۱	۱۶۶	۱۹۹۲
۱۲	شوشتر	۵۴	۴۹	۰۵	۳۲	۵۵	۱۹۹۲

نتایج

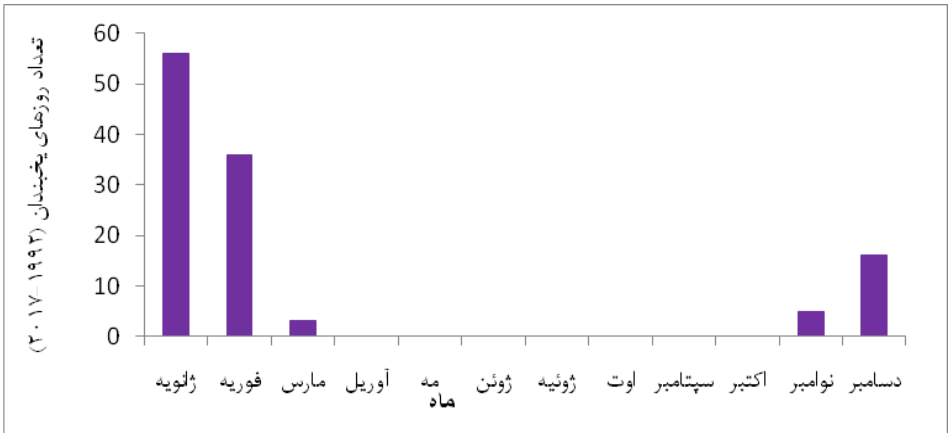
شکل (۲) فراوانی روزهای یخبندان ایستگاه‌های استان خوزستان را طی دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۹۲ نشان می‌دهد. ایستگاه ایذه با ۶۴ روز بیشترین رخداد و ایستگاه شوشتر با ۳ روز یخبندان به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. بیشتر ایستگاه‌های واقع در شمال و شرق منطقه موردمطالعه از فراوانی بیشتر یخبندان نسبت به دیگر نقاط استان خوزستان برخوردارند. شکل (۳) فراوانی ماهانه روزهای یخبندان را طی دوره آماری مورد بررسی نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از ماه نوامبر (آذر) به تدریج بر تعداد روزهای یخبندان افزوده می‌شود به‌نحوی‌که در ماه ژانویه با ۵۶ روز به‌صورت فراگیر در همه ایستگاه‌ها به اوج می‌رسد. از ماه آوریل تا اکتبر هیچ‌گونه روز یخبندانی رخ نداده است. همان‌طور که در بررسی فراوانی ماهانه نیز ذکر شد فصل پاییز همزمان با عقب نشینی سامانه‌های گرمازای جنب حاره و عربستان از روی ایران به سمت عرض‌های جنوبی و نفوذ بادهای غربی و هوای سرد از عرض‌های بالا، به تدریج بر تعداد روزهای یخبندان افزوده‌شده و در فصل زمستان به اوج خود در استان خوزستان می‌رسد. شکل (۴) فراوانی سالانه روزهای یخبندان استان خوزستان را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل در ابتدای دوره آماری تا سال ۲۰۰۰ روندی تقریباً افزایشی درمجموع سالانه روزهای یخبندان مشاهده می‌گردد اما از سال ۲۰۰۰ به بعد علی‌رغم رخداد ۲۲ روز یخبندان در سال ۲۰۰۸ اما فراوانی یخبندان روندی کاهشی به خود گرفته به صورتی که از سال ۲۰۱۰ تا انتهای دوره آماری به کمترین میزان خود در کل دوره ۲۷ ساله (۲۰۱۷-۱۹۹۲) رسیده است. که نشان از تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی و به تبع آن کاهش روزهای یخبندان منطقه مورد مطالعه می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

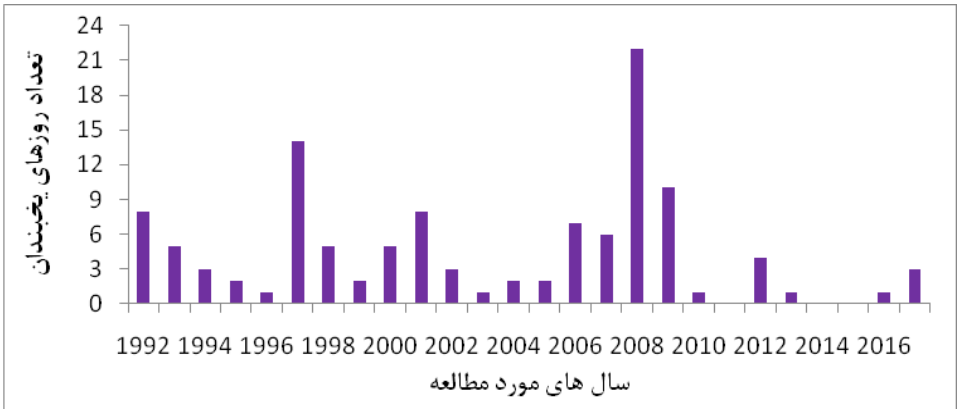
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]



شکل(۲). فراوانی روزهای یخبندان ایستگاه‌های استان خوزستان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲



شکل(۳). فراوانی ماهانه روزهای یخبندان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲



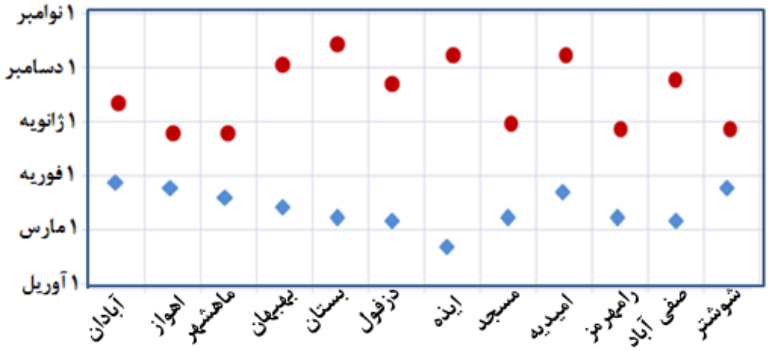
شکل(۴). فراوانی سالانه روزهای یخبندان استان خوزستان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲

شکل (۵) اولین و آخرین رخداد یخبندان هر یک از ایستگاه‌های مورد بررسی را طی دوره آماری ۱۹۹۲-۲۰۱۷ نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود ایستگاه‌هایی که روز یخبندان را زودتر تجربه کرده‌اند، با روزهای

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

یخبندان دیررس در اواخر زمستان نیز مواجه شده‌اند. ایستگاه‌های ایذه، بستان و بهبهان طولانی‌ترین دوره یخبندان و ایستگاه‌های اهواز، شوشتر و آبادان نیز کوتاه‌ترین طول دوره یخبندان را طی دوره موردبررسی را داشته‌اند. زودرس‌ترین روز یخبندان مربوط به ایستگاه بستان در ۲۱ نوامبر ۲۰۰۱ با دمای ۰/۱- درجه سلسیوس و دیررس‌ترین روز نیز در ایستگاه ایذه در ۱۰ مارس ۲۰۰۰ با دمای ۰/۴- درجه سلسیوس رخداده است. همچنین مشخص شد که در دوره آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷، طول دوره آغاز و پایان یخبندان از حدود ۱ ماه در ایستگاه اهواز تا بیش از ۳ ماه در ایستگاه ایذه متغیر است.



شکل (۵). دوره وقوع روز یخبندان در استان خوزستان، دایره‌های قرمز اولین رخداد روز یخبندان و لوزی‌های آبی آخرین رخداد روز یخبندان طی ماههای نوامبر تا مارس (۲۰۱۷-۱۹۹۲)

الگوهای فشار تراز دریا موجد روزهای یخبندان استان خوزستان

نتایج حاصل از تحلیل مؤلفه‌های مبنا بر روی ماتریس داده های فشار تراز دریا در روزهای همراه با یخبندان نشان داد که با ۱۰ مؤلفه مبنا می‌توان ۸۲/۳ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را در چارچوب موردبررسی تبیین کرد. جدول (۲). مؤلفه اول حدود ۲۱ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را در پی دارد. تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی نمرات ۱۰ مؤلفه نشان داد که روزهای یخبندان منطقه موردپژوهش ناشی از ۵ الگوی فشار تراز دریا هستند. در بیشتر الگوها نقش سامانه واچرخندی سیبری خودنمایی می‌کند. در ادامه هر یک از الگوی شناسایی‌شده، تشریح خواهند شد.

جدول (۲). درصد واریانس عامل‌های فشار تراز دریا

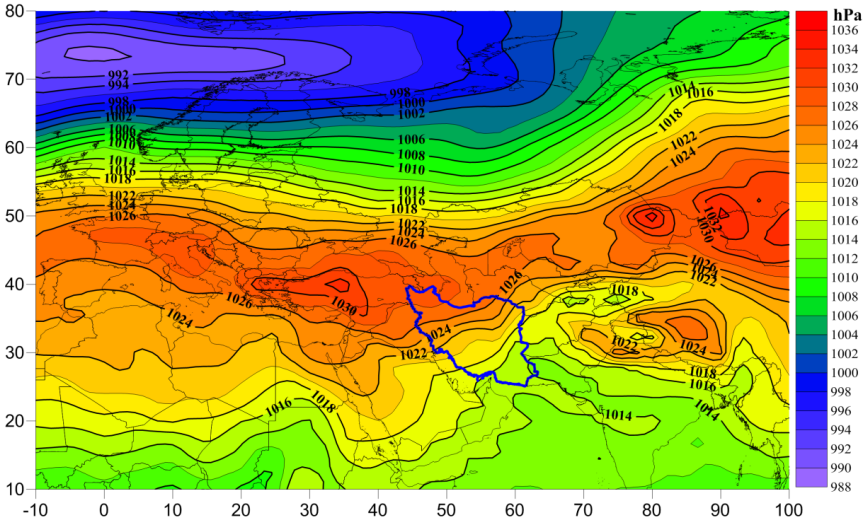
شماره مؤلفه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	کل
درصد تبیین	۲۱/۴	۱۴/۱	۱۱/۴	۱۰/۱	۶/۳	۵/۶	۴/۵	۳/۷	۳	۲/۲	۸۲/۳

الگوی اول

شکل (۶) نقشه فشار تراز دریای مرطوب به الگوی پرفشار را نشان می‌دهد. این الگو در ۲۲ درصد از روزهای یخبندان رخداده است. همان‌طور که دیده می‌شود در این الگو پرفشار اروپا با دو هسته ۱۰۳۲ و ۱۰۲۸ هکتوپاسکال بر روی ترکیه و جنوب اروپا قرار دارد. این پرفشار با راستایی شمال غربی به جنوب شرقی با عبور از روی دریای سیاه از گوشه شمال غرب و غرب کشور با خط هم فشار ۱۰۲۴ تا ۱۰۲۲ هکتوپاسکال منطقه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

مورد بررسی را فراگرفته است. در این الگو پرفشار قدرتمند سیبری هیچ‌گونه نفوذی به سمت کشور نشان نمی‌دهد. با عقب‌نشینی پرفشار سیبری، پرفشار اروپا توانسته که از نظر عرض جغرافیایی تا جنوب عربستان و از لحاظ طول شرقی تا شمال افغانستان گسترش یابد. می‌توان این الگو را پرفشار ترکیبی اروپا – کم‌فشار جنب قطبی نیز نامید به‌نحوی‌که قرارگیری کم‌فشار عظیم جنب قطبی در شمال پرفشار اروپا و همسو با آن هوای سرد را به سمت عرض‌های جنوبی فرارفت می‌کنند.



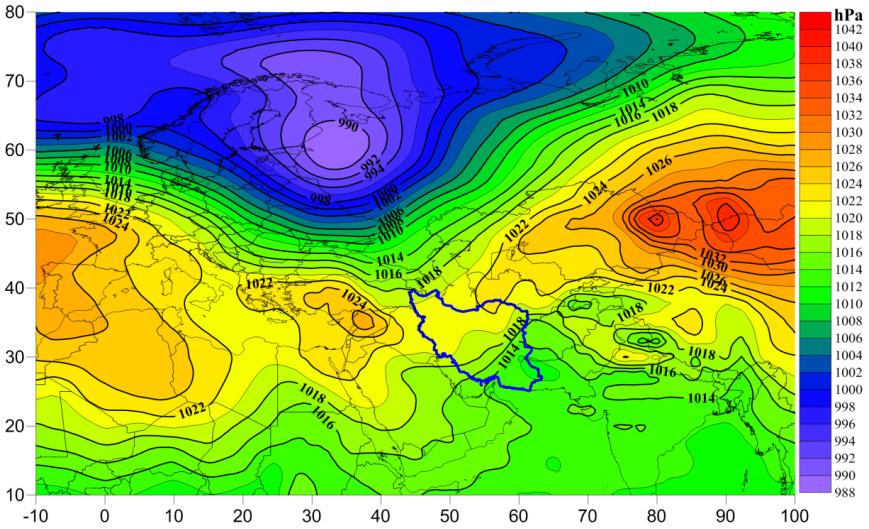
شکل(۶). نقشه میانگین فشار تراز دریای الگوی اول

الگوی دوم

شکل (۷) نقشه فشار تراز دریای مربوط به الگوی پرفشار سیبری- اروپا، کم فشار جنب قطبی را نشان می‌دهد. این الگو در بیش از ۱۴/۸۳ درصد از روزهای یخبندان حضورداشته است. در این الگو شاهد نفوذ سامانه‌های سرمازای متفاوتی به سمت کشور و منطقه مورد پژوهش می باشیم پرفشار اروپایی با سمتی شمال غربی به جنوب شرقی، کم‌فشار جنب قطبی با راستایی تقریباً شمال به جنوب و پرفشار سیبری نیز با راستایی شمال شرق به جنوب غرب منطقه مورد مطالعه را با فرارفت هوای سرد فرا گرفته‌اند. با نفوذ همه جانبه سامانه‌های ذکرشده، فراگیری قابل‌ملاحظه‌ای روزهای یخبندان استان خوزستان رخداده است و از لحاظ شدت دمای کمینه نیز بعضی ایستگاه‌ها دمای ۴- درجه سلسیوس را تجربه کرده است. علی‌رغم حضور کمتر این الگو نسبت به دیگر الگوها، اما با شکل‌گیری اینگونه آرایش فشار تراز دریا بر روی کشور و منطقه بیشتر ایستگاه‌ها دمای کمتر از ۲- درجه سلسیوس را ثبت کرده‌اند. میزان فشار واقع بر روی منطقه مرود مطالعه نسبت به الگوی اول کمتر و حدود ۱۰۱۸ هکتوپاسکال است. ملاحظه می‌شود که حد جنوبی کم‌فشار جنب قطبی تا گوشه شمال غرب کشور گسترش‌یافته است که در تقویت سامانه‌های پرفشار سیبری و اروپا نقش مهمی را ایفا می‌کند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

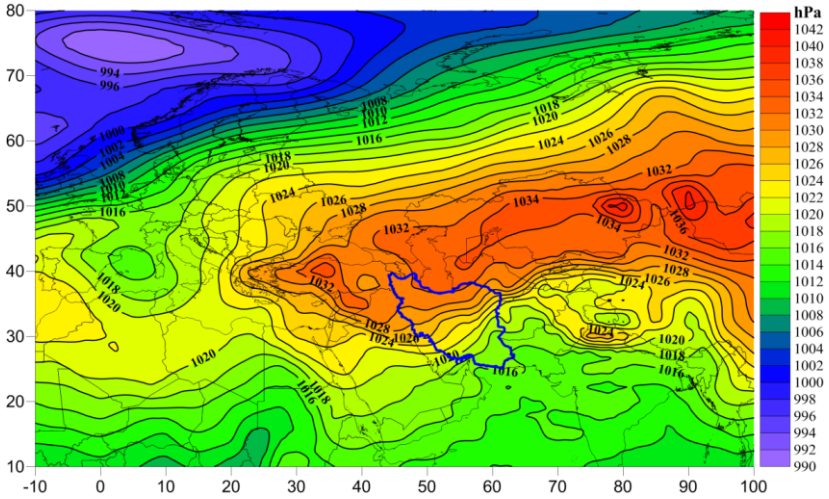
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]



شکل(۷). نقشه میانگین فشار تراز دریای الگوی دوم

الگوی سوم

همان‌طور که در شکل (۸) ملاحظه می‌شود بر خلاف الگوی های قبلی، در این الگو دیگر سامانه های پرفشار اروپایی و کم فشار جنب قطبی حضور ندارند و الگوی پرفشار سیبری به تنهایی با راستایی شمال شرق به جنوب غرب، سراسر ایران و بخش اعظمی از آسیا و اروپا را در بر گرفته است. به‌نحوی‌که مرکز بسته ۱۰۳۴ هکتوپاسکالی را بر روی غرب ترکیه ایجاد کرده است و خط هم فشار ۱۰۲۴ هکتوپاسکال از روی منطقه مورد بررسی عبور کرده است. پرفشار قدرتمند سیبری در این الگو به صورت چند هسته ای و از دو سمت شمال شرق و شمال غرب کشور به سمت استان خوزستان و منطقه جنوب غرب کشیده شده است. الگوی پرفشار سیبری با ۱۲/۹۶ درصد کمترین حضور را از میان الگوی دیگر به خود اختصاص داده است اما فراگیری بیشتر یخبندان ایستگاه‌ها را نسبت به دو الگوی قبلی نشان می‌دهد.



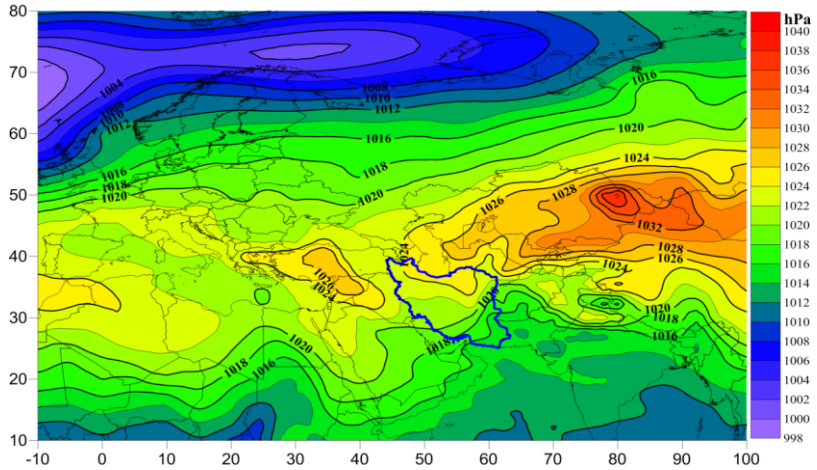
شکل (۸). نقشه میانگین فشار تراز دریای الگوی سوم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

الگوی چهارم

شکل (۹) نقشه میانگین فشار تراز دریا را مربوط به الگوی پرفشار سیبری – اروپا نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود پرفشار اروپا با مرکز بسته ۱۰۲۶ هکتوپاسکال با راستایی شمال غربی به جنوب شرقی بر روی کشور ترکیه مستقر شده است که خطوط هم فشار آن تا جنوب کشور توسعه یافته است. در مقابل نیز پرفشار سیبری با مرکز بسته ۱۰۳۶ هکتوپاسکال و با حضوری بیشتر و قدرتمندتر نسبت به پرفشار اروپایی به سمت منطقه موردبررسی نفوذ کرده است. در این الگو کم‌فشار جنب قطبی و ایسلند گسترشی به درون کشور نداشته است اما خط هم‌فشار آن تا شمال کشور ترکیه رسیده است و به صورت غیرمستقیم با تزریق هوای سرد به درون سامانه‌های پرفشار ذکرشده موجب تقویت جریان هوای سرد فرارفت شده به درون کشور شده است. در روز ۱۴ ژانویه ۱۹۹۸ یکی از روزهای یخبندان واقع در الگوی پرفشار سیبری- اروپا دمای ایستگاه ایذه به ۶/۸- درجه سلسیوس رسیده است. این الگو بیشترین درصد حضور را میان الگوهای فشار تراز دریای شناسایی‌شده با ۲۷/۷۷ درصد داشته است.



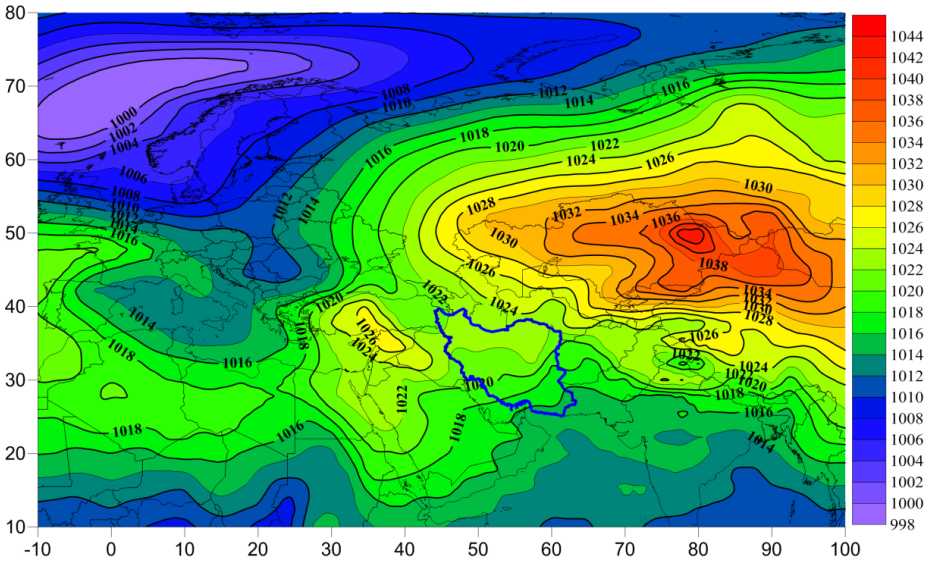
شکل(۹). نقشه میانگین فشار تراز دریای الگوی چهارم

الگوی پنجم

با توجه به شکل (۱۰) نقشه فشار تراز دریای الگوی پرفشار سیبری، کم‌فشار ایسلند- جنب قطبی ملاحظه می‌شود که آرایش خطوط فشار متفاوت‌تر از سایر الگوها می‌باشد به‌نحوی‌که مرکز بسته پرفشار سیبری در بالاترین حد شمالی خود در شمال مغولستان و دریاچه بالخاش قرار گرفته است و میزان فشار آن به ۱۰۴۲ هکتوپاسکال افزایش یافته است. همچنین با عقب نشینی پرفشار اروپایی، کم‌فشار ایسلند – جنب قطبی با نفوذ های متفاوت از شمال کشور روسیه تا شمال اروپا و اقیانوس اطلس در بیشتر روزهای مورد بررسی از شمال غرب کشور با فرارفت هوای سرد از سمت عرض های بالا به درون پرفشار سیبری موجب رخداد فراگیرترین و شدیدترین روزهای یخبندان در منطقه مورد مطالعه گردیده است. نکته قابل توجه اینکه روزهای یخبندان ایستگاه اهواز تنها در این الگو رخداده است. این الگو مانند الگوی اول در بیش از ۲۲ درصد از روزهای یخبندان استان خوزستان نقش داشته است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

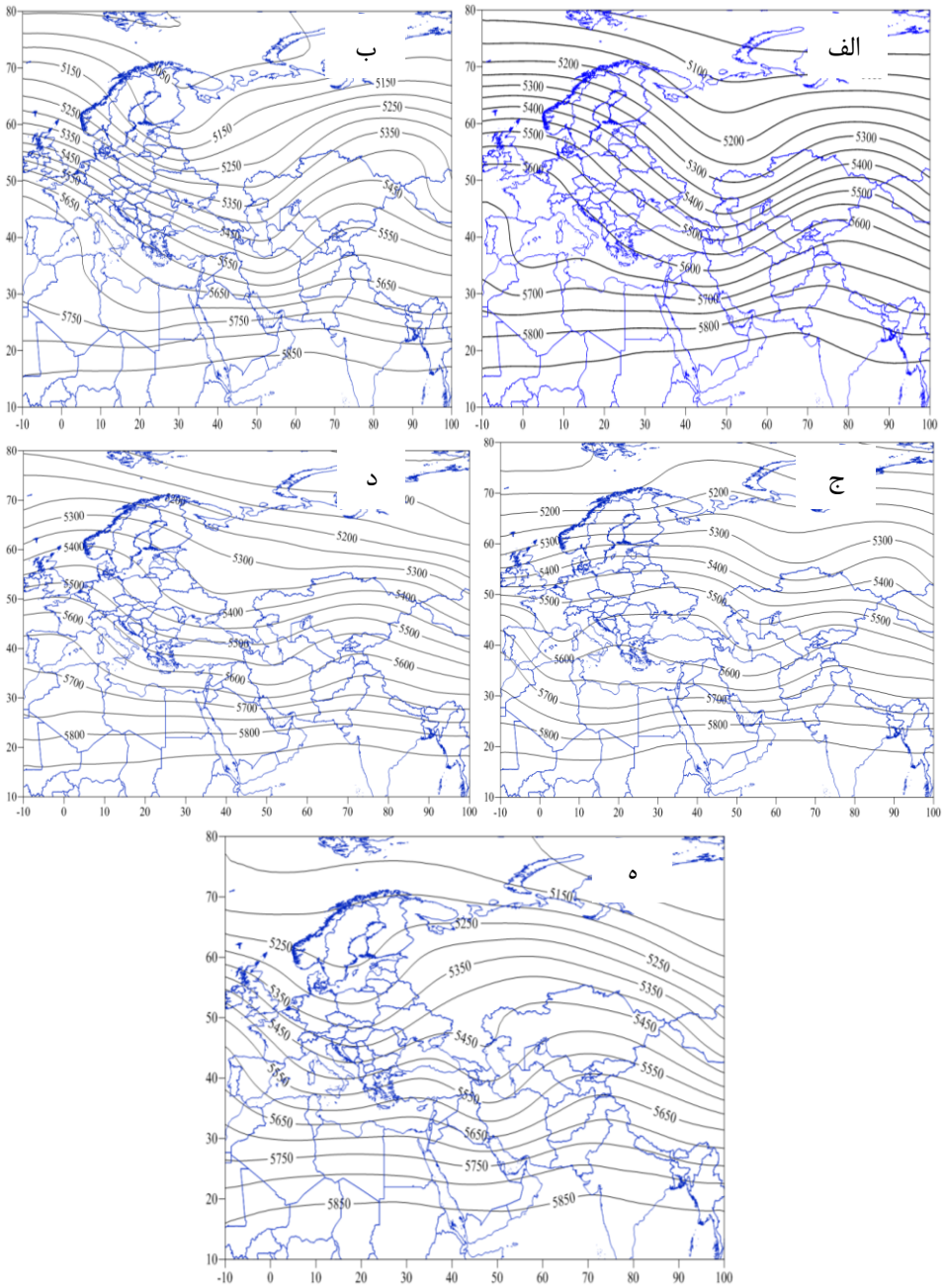


شکل(۱۰). نقشه میانگین فشار تراز دریای الگوی پنجم

شکل (۱۱) نقشه‌های میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در هر یک از الگوهای موجد یخبندان استان خوزستان نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد کشیده شدن ناوه حاصل از کم ارتفاع در شمال روسیه و اروپا تا مناطق مرکزی شبه‌جزیره عربستان و قرارگیری ایران و منطقه مورد مطالعه در پشت ناوه، هوای سرد شمالگان را به سمت عرض‌های پایین فرارفت می‌کند. در همه الگوها استقرار پشته‌ای عظیم بر روی اروپا و شمال آفریقا موجب انحراف بادهای غربی به سمت شمال اروپا، تضعیف چرخندزایی مدیترانه و ایجاد پربندهای مداری بر روی شبه‌جزیره عربستان شده است که ضمن قطع فرارفت هوای گرم و مرطوب از سمت دریای عرب و دریای سرخ، جریان‌های سرد را با راستایی شمال غربی به جنوب شرقی از سمت عرض‌های شمالی به طرق منطقه جنوب غرب ایران منتقل می‌کند. در الگوهای سوم و چهارم (شکل ۱۱- ج و د) که پرفشار قدرتمند سیبری در رخداد یخبندان نقش ایفا می‌کند، در تراز میانی وردسپهر ناوه‌های کم‌عمق و دو دامنه بر روی کشور گسترش می‌یابد. اما در الگوهای اول، دوم و چهارم (شکل ۱۱- الف، ب، ه) کم‌فشار ایسلند همراه با پرفشار سرد سیبری و اروپا، در تقویت فرارفت سرما و رخداد یخبندان بیشترین تأثیر را از خود نشان داده است، ناوه ها عمیق‌تر شده و با نصف‌النهاری‌تر شدن جریان هوا از عرض‌های شمالگان، یخبندان‌های شدید و فراگیرتری در منطقه رخ می‌دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]



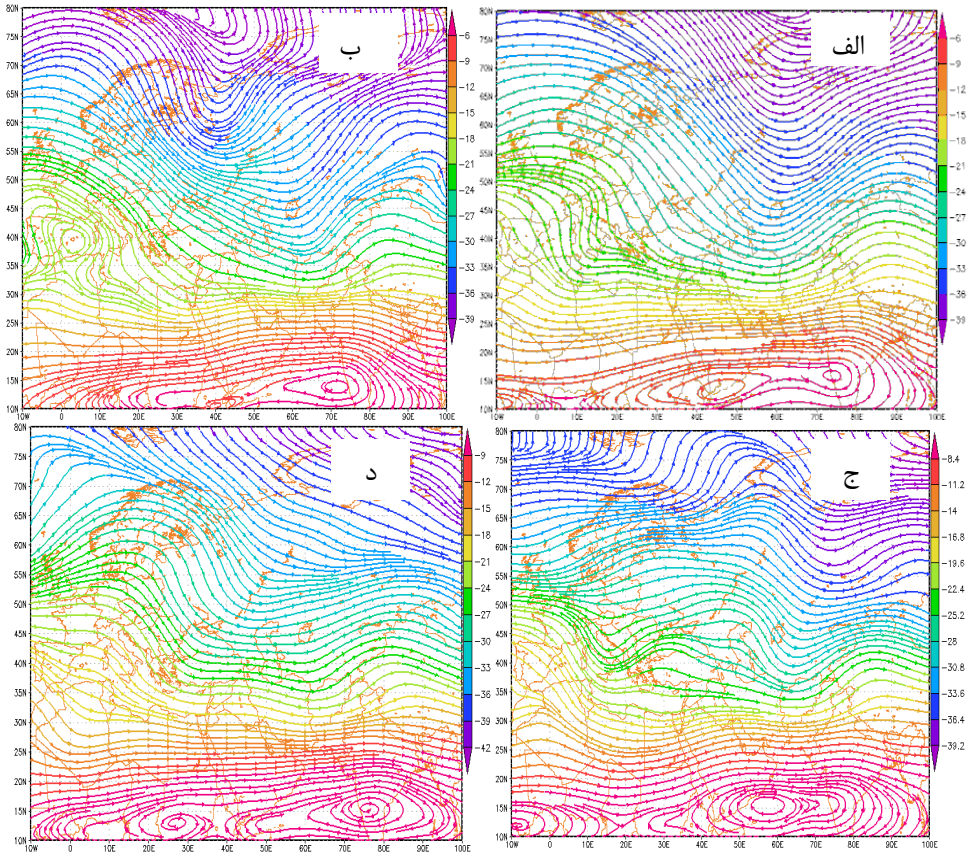
شکل (۱۱). نقشه‌های میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل الگوی های الف: اول، ب: دوم، ج: سوم، د: چهارم، ه: پنجم

شکل (۱۲) نقشه‌های وزش دمایی را در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ۵ الگوی موجد یخبندان نشان می‌دهد. با توجه به شکل زیر شکل‌گیری بندال‌های عظیم بر روی اروپا و قرارگیری منطقه جنوب غرب ایران در شرق محور پشته یا غرب محور ناوه، جریان هوای سرد با عبور از ترکیه و عراق فرارفت می‌شود. در الگوهای اول،

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

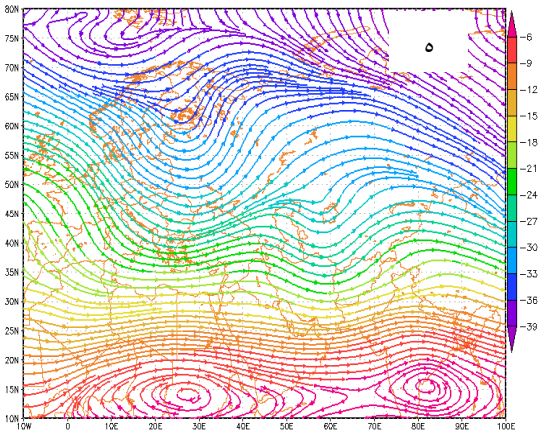
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

چهارم و سوم (شکل ۱۲- الف، د، ج) که به ترتیب ضعیف‌ترین امواج یخبندان را در استان خوزستان ایجاد کرده‌اند خطوط وزش دما مداری بوده و خط هم‌دمای ۲۱- درجه سلسیوس تا شمال غرب و غرب ایران گسترش‌یافته است. اما در الگوهای دوم و پنجم (شکل ۱۲- ب ، ه) که در شدیدترین و فراگیرترین روزهای یخبندان نقش داشته‌اند وزش هوای سرد نصف‌النهاری بوده و با شمالی‌تر بودن جریان هوا، شدت سرما و یخبندان نیز افزایش‌یافته است به‌نحوی‌که روزهای یخبندان ایستگاه اهواز تنها با شکل‌گیری الگوی پنجم رخداده است. در الگوی دوم و پنجم برخلاف دیگر الگوها که تنها نقش سامانه‌های پرفشار سرد سیبری و اروپا در بروز یخبندان دیده می‌شود، می‌توان گفت که مهم‌ترین سامانه در رخداد روزهای یخبندان منطقه متعلق به کم‌فشار ایسلند است. در این الگوها خط هم‌دمای ۲۱- درجه سلسیوس تا سواحل شمالی خلیج‌فارس نیز گسترش‌یافته است.



[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]



شکل(۱۲). نقشه‌های میانگین وزش دمایی الگوهای الف: اول، ب: دوم، ج: سوم، د: چهارم، ه: پنجم

جدول (۳) میانگین دمای کمینه روزانه ایستگاه‌های موردمطالعه را در هر یک از الگوی فشار تراز دریا نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود قوی‌ترین الگو مربوط به الگوی پرفشار سیبری، کم‌فشار ایسلند- جنب قطبی می‌باشد. در این الگو شدیدترین، بادوام‌ترین و فراگیرترین روزهای یخبندان منطقه موردمطالعه به وقوع پیوسته است. به‌نحوی‌که روزهای یخبندان ایستگاهی مثل اهواز فقط در این الگو رخداده است. بعد از الگوی پرفشار سیبری، کم‌فشار ایسلند- جنب قطبی، الگوی پرفشار سیبری- اروپا یخبندان‌های شدید و بادوامی را ایجاد می‌کنند. در این الگو مانند الگوی اول و پنجم ایستگاه‌های مثل آبادان و رامهرمز که به‌ندرت روزهای یخبندان را تجربه کرده‌اند با نفوذ این الگو با یخبندان بادوام و شدیدی مواجه می‌شوند. الگوی پرفشار اروپا- سیبری، کم‌فشار جنب قطبی یکی از الگوهایی هست که علی‌رغم فراگیری و دوام کمتر روزهای یخبندان اما از نظر ویژگی شدت بسیار قوی‌تر از دیگر الگوهای شناسایی‌شده، می‌باشد. به نحوی به محض استقرار این نوع الگو بر روی کشور کمترین مقادیر دمای کمینه رخ می‌دهند. اما الگوی سوم پرفشار سیبری که کمترین درصد فراوانی روزهای یخبندان را به خود اختصاص داده است از نظر شدت دمایی یخبندان‌های متوسط تا ضعیفی را ایجاد می‌کند ولی در هنگام نفوذ آن بر روی منطقه موردمطالعه فراگیری و دوام قابل‌ملاحظه‌ای را در پی دارد. ضعیف‌ترین روزهای یخبندان در هنگام شکل‌گیری و گسترش الگوی اول پرفشار اروپایی بر روی منطقه موردمطالعه رخداده‌اند. اما از فراگیری و دوام بیشتری نسبت به الگوی دوم پرفشار اروپا-سیبری، کم‌فشار جنب قطبی برخوردار است. جدول (۴) فراوانی ماهانه هر یک از الگوهای فشار تراز دریای شناسایی‌شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود روزهای یخبندان استان خوزستان از ماه آبان تا اسفند رخ می‌دهند و در دیگر ماههای سال در طی دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۹۲ اتفاق نیفتاده‌اند. ماه آبان با یک رخداد مربوط به الگوی اول و ماه دی با ۸ رخداد یخبندان مربوط به الگوی چهارم کمترین و بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. ماه بهمن بیشترین فراوانی ۴ الگو از ۵ الگوی فشار تراز دریا را تجربه کرده است. شکل (۱۳) نیز درصد فراوانی هر یک از الگوهای فشار تراز دریای را طی دوره آماری مورد بررسی نشان می‌دهد. در این شکل الگوی چهارم با ۲۷/۷۷ درصد، الگوی پنجم و اول به طور برابر با ۲۲/۲۲ درصد، الگوی دوم با ۱۴/۸۳ درصد و الگوی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

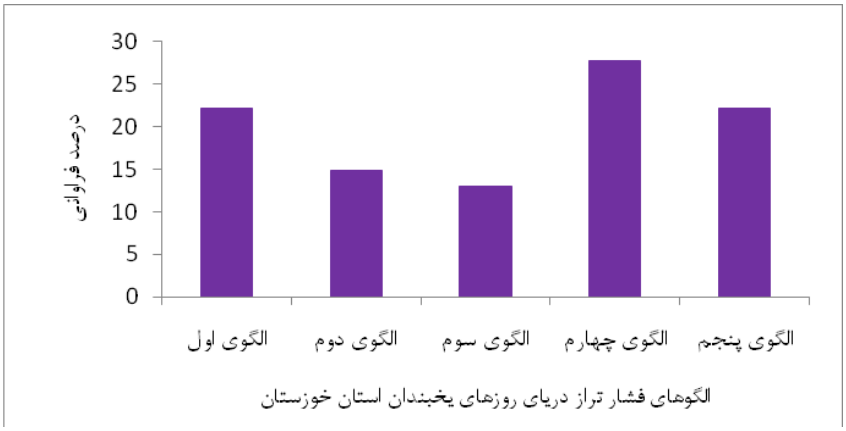
سوم با ۱۲/۹۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد فراوانی را در زمان رخداد روزهای یخبندان استان خوزستان داشته‌اند.

جدول(۳). میانگین دمای کمینه ایستگاه‌ها در هر یک از الگوهای استخراج‌شده روزهای یخبندان استان خوزستان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲

ایستگاه / الگوها	آبادان	اهواز	ماهشهر	بهبهان	بستان	دزفول	ایذه	مسجد	امیدیه	رامهرمز	صفی‌آباد	شوشتر
اول			۰		-۰/۵	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۸	-۰/۴	۰	-۰/۹	۰
دوم			-۲/۲	-۲/۸	-۱/۲	-۱/۲۵	-۰/۷		-۳/۵		-۱/۸	
سوم	-۰/۸		-۰/۲	-۰/۹	-۰/۸	-۰/۹	-۱/۲		-۰/۵		-۰/۹۵	
چهارم	-۰/۲		-۰/۴۷	-۰/۰۷	-۰/۸۳	-۰/۵۵	-۱/۳۸	-۰/۱	-۰/۲۵	۰	-۱/۶	
پنجم	۰	-۱/۲	-۱/۲	-۰/۶۷	-۱/۴۵	-۱/۲۳	-۰/۸	-۲/۳	-۰/۹۸		-۰/۶۵	

جدول(۴). فراوانی ماهانه هر یک از الگوهای گردشی فشار تراز دریا روزهای یخبندان فراگیر استان خوزستان

الگوها / ماه	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	مجموع
آبان					۱	۱
آذر	۲		۲	۳	۲	۹
دی	۲	۱	۲	۸	۴	۱۷
بهمن	۵	۵	۳	۳	۴	۲۰
اسفند	۳	۲		۱	۱	۷



شکل(۱۳). درصد فراوانی هر یک از الگوهای فشار تراز دریای موجد یخبندان

نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش شناسایی و واکاوی الگوهای فشار تراز دریا در هنگام رخداد یخبندان طی دوره آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ در استان خوزستان است. با توجه به هدف پژوهش از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شد. بررسی آماری روزهای یخبندان نشان می‌دهد که ایستگاه‌های ایذه، بستان، و دزفول در نیمه شمالی و غرب استان بیشترین تعداد روزهای یخبندان را ثبت کرده‌اند و ایستگاه‌های شوشتر، رامهرمز و اهواز نیز کمترین

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

روزهای یخبندان را تجربه کرده‌اند. روزهای یخبندان استان خوزستان در فصول پاییز و زمستان یعنی در ماههای نوامبر تا مارس رخ می‌دهند که بیشینه آن در ماه ژانویه با ۵۶ روز می‌باشد. بررسی فراوانی روزهای یخبندان در مقیاس سالانه در دوره آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۰ به بعد روزهای یخبندان روندی کاهشی را داشته به صورتی که از سال ۲۰۱۰ به بعد بیشترین کاهش طی دوره موردبررسی اتفاق افتاده است. جهت انجام بخش همدید ابتدا بر روی ماتریس داده‌های فشار تراز دریای ۵۴ روز یخبندان، تحلیل مؤلفه‌های مبنا انجام شد و ۱۰ مؤلفه که حدود ۸۳ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کردند، شناسایی شد. جهت شناسایی الگوهای همدیدی، بر روی نمرات مؤلفه‌ها، تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام شد. نتایج همدید الگوهای فشار تراز دریای شناسایی‌شده نشان داد که ۵ الگوی فشار تراز دریا: ۱- پرفشار اروپا ۲- پرفشار اروپا – سیبری و کم‌فشار جنب قطبی ۳- پرفشار سیبری ۴- پرفشار سیبری – اروپا ۵- پرفشار سیبری و کم‌فشارهای جنب قطبی – ایسلند موجب رخداد فرارفت هوای سرد و رخداد پدیده یخبندان در استان خوزستان می‌شوند. شدیدترین و فراگیرترین یخبندان‌ها در هنگام گسترش الگوی پنجم (پرفشار سیبری و کم‌فشار ایسلند- جنب قطبی) و ضعیف‌ترین یخبندان‌ها نیز در هنگام حاکمیت الگوی اول (پرفشار اروپا) رخ می‌دهند. از میان ۵ الگوی شناسایی‌شده، الگوی چهارم (پرفشار سیبری- اروپا) با ۲۷/۷۷ درصد بیش‌ترین نقش را بر وقوع روزهای یخبندان داشته است و الگوی سوم (پرفشار سیبری) با ۱۲/۹۶ درصد کمترین تأثیر را از خود نشان داده است. در بیشتر الگوها پرفشار سیبری حضورداشته که برهمکنش آن با سامانه‌های کم‌فشار جنب قطبی و ایسلند نقش مهمی در رخداد یخبندان به صورت فراگیر در سراسر خوزستان و گرم‌ترین نقاط مانند اهواز و آبادان دارد. در الگوهای دوم و پنجم کم فشارهای جنب قطبی و ایسلند به صورت مستقیم با فرارفت هوای سرد به سمت منطقه مورد بررسی و به صورت غیر مستقیم موجب تقویت و جا به جایی پرفشار سرد سیبری و مهاجر اروپایی به سمت عرض های پایین تر و افزایش فراگیری و شدت یخبندان ها می گردد. در بررسی نقشه های میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل و وزش دمایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز ناوه های عمیق نفوذ یافته از شمال روسیه و استقرار بندال های عظیم در مرکز و شرق اروپا ضمن اینکه هوای سرد را از طریق نیمه غربی ناوه ها و با راستایی شمال غربی به جنوب شرقی بر روی منطقه جنوب غرب کشور فرارفت کرده، موجب تقویت سامانه های پرفشار سرد سطحی نیز شده است. نتایج حاصل از تحقیقات عساکره و شاهبایی کوتنایی (۱۳۹۶) در بررسی موج‌های سرمای زمستانی در ایران، مسعودیان و دارند (۱۳۹۲) در بررسی همدید یخبندان‌های فراگیر و بادوام ایران و علیجانی و هوشیار (۱۳۸۷) در شناسایی الگوهای همدید سرماهای شدید شمال غرب ایران، تأییدی بر یافته‌های تحقیق کنونی است. اما برخلاف تحقیق خسروی و همکاران (۱۳۹۷) که سامانه های کوچک مقیاس تر مانند پرفشار شرق خزر و ترکمنستان و براتی و همکاران (۱۳۹۷) پرفشار سیبری و مهاجر اروپایی را نیز در وقوع سرماهای شدید ایران مؤثر می دانند. در این تحقیق نقش و تأثیر بیشتر سامانه‌های همدید و بزرگ مقیاس کم‌فشار جنب قطبی و ایسلند همراه با پرفشار های سرد در رخداد یخبندان‌های منطقه مورد مطالعه، آشکار گردید. نکته قابل توجه اینکه در بیشتر تحقیقات داخلی مرتبط با سرما و یخبندان جنوب غرب کشور را به عنوان منطقه فاقد روز یخبندان ذکر کرده اند. در حالی که در تحقیق کنونی سراسر استان خوزستان روز یخبندان را طی دوره آماری ثبت کرده اند. لذا واکاوی مخاطرات

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

آب و هوایی مانند موج سرما به صورت منطقه ای و در مناطقی که انتظار رخداد اینگونه پدیده ها کمتر از سایر پهنه های کشور است، ضروری بنظر می رسد. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در زمینه تحلیل همدید یخبندان‌های استان خوزستان انجام نشده است نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند مخاطرات احتمالی را در بخش‌های مختلف، به‌ویژه در بخش کشاورزی را در آینده به حداقل رساند.

منابع

امیدوار، کمال؛ ابراهیمی، عاطفه. (۱۳۹۱). **تحلیل همدیدی موج سرمای شدید ۱۶ تا ۲۵ دی‌ماه ۱۳۸۶ در ایران مرکزی (استان‌های اصفهان، کرمان و یزد)**، فصل‌نامه‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۵ (۱): ۸۱-۹۸.

براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). **طراحی و پیش بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان های بهاره ایران**، رساله دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

براتی، غلامرضا. (۱۳۸۷). **روابط سیستمی پرفشار مهاجر و یخبندان‌های بهاره‌ی ایران**، فصل‌نامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، ۵۳(۵۲): ۱۵۰-۱۳۲.

براتی، غلامرضا؛ مرادی، محمد؛ شیری، فاطمه. (۱۳۹۷). **واکاوی همدید شهرهای رکورددار سرما در ایران**، مجله جغرافیای طبیعی، ۱۱ (۳۹): ۶۹- ۸۰.

پژوهنده، محمود. (۱۳۹۰). بررسی **اقلیمی و سینوپتیکی مدت و شدت یخبندان دیررس بهاره در نیمه غربی کشور**، پایان نامه کارشناسی ارشد، براهنمایی جواد بذرافشان، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

جوادی، شهرام. (۱۳۵۰). **هواشناسی کشاورزی و اثرات سرما و گرما بر روی گیاهان**، انتشارات دانشگاه تبریز، تبریز.

خسروی، محمود؛ صفرزائی، نعمت ا...؛ آرامش، محسن. (۱۳۹۴). **تحلیل همدید یخبندان های زمستانه منطقه سیستان (مورد یخبندان ژانویه سال ۲۰۰۸)**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی، ۱۹(۵۲): ۱۱۳-۱۴۰.

خسروی، یونس؛ دوستکامیان، مهدی؛ طاهریان، اله مراد؛ شیری کریم وند، امین. (۱۳۹۷). **بررسی و تحلیل فرارفت دمایی امواج سرمایشی ایران**، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۵۰: ۱۷-۳۷.

دارند، محمد؛ مسعودیان، سید ابوالفضل. (۱۳۹۴). **مدت زمان انتظار رخداد یخبندان در ایران**، تحقیقات جغرافیایی، ۳۰ (۱): ۸۱-۹۴.

دوستکامیان، مهدی؛ جلالی، مسعود؛ طاهریان زاد، اله مراد. (۱۳۹۶). **تحلیل آماری- همدیدی امواج سرمایشی و فراگیر شمال غرب ایران**، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۹ (۴): ۶۹۹- ۷۱۸.

صحرائیان، فاطمه؛ کمالی، غلامعلی. (۱۳۸۴). **بررسی آماری وقوع سرما و یخبندان‌های بهاره و پاییزه در استان آذربایجان شرقی**، مجله‌ی دانش کشاورزی، ۴: ۲۰۹-۱۹۸.

عزیزی، قاسم. (۱۳۸۳). **ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر بهاری در نیمه‌ی غرب ایران**، فصل‌نامه‌ی مدرس علوم انسانی، شماره ۱: ۱۱۶-۹۹.

عزیزی، قاسم؛ اکبری، طیبه ؛ داودی، محمود ؛ اکبری، مهری. (۱۳۸۸). **تحلیل همدیدی موج سرمای شدید دی ماه ۱۳۸۶ ایران**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۰: ۱-۱۹.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

عزیزی، قاسم؛ میری، مرتضی؛ رحیمی، مجتبی. (۱۳۹۴). **شناسایی الگوهای همدیدی مؤثر در شکل‌گیری ناهنجاری‌های دمایی ایران و اروپا،** مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۷(۱): ۹۱-۱۰۴.

عساکره، حسین ؛ شاهبایی کوتنایی، علی. (۱۳۹۶). **تحلیل همدید الگوهای جوی توأم با موج‌های سرمای زمستانه در ایران،** جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۲۳: ۱۰۹- ۱۲۴.

علیجانی، بهلول؛ براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). **تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶،** فصل‌نامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، ۴۰: ۱۳۵-۱۲۱.

علیجانی، بهلول؛ هوشیار، محمود. (۱۳۸۷). **شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران،** فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی ایران، ۶۵: ۱۶-۱.

قویدل رحیمی، یوسف؛ فرج زاده اصل، منوچهر؛ مطلبی زاد، سولماز. (۱۳۹۵). **تحلیل آماری و سینوپتیک امواج سرمایی منطقه شمال غرب ایران،** مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۴۰: ۲۹-۴۶.

کریمی، صادق؛ نگارش، حسین؛ طاوسی، تقی ؛علیجانی، بهلول. (۱۳۹۱). **تحلیل همدید امواج سرماهای فراگیر ایران،** مجله‌ی جغرافیا و توسعه، ۲۹: ۷۶-۵۵.

کمالی، غلامعلی. (۱۳۸۱). **سرماهای زیان‌بخش به بخش کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالی،** فصل نامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، ۶۳ (۶۴): ۴۴-۳۰.

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

مسعودیان، سید ابوالفضل ؛ دارند، محمد. (۱۳۹۲). **تحلیل همدید یخبندان های فراگیر و بادوام ایران،** جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۴ (۲): ۱۲۹-۱۴۰.

مؤتمن، قادر. (۱۳۸۵). **تحلیل یخبندان‌های شمال غرب آذربایجان و تأثیر سرمای بهاره بر سردرختی‌های منطقه‌ی خوی،** پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

نوحی، کیوان؛ پدرام، مژده ؛ صحرائیان، فاطمه؛ کمالی، غلامعلی. (۱۳۸۶). **بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه‌ی یخبندان‌های تابشی ـ فرارفتی در استان آذربایجان غربی و شرقی،** پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۵: ۷۸-۸۵.

هاشمی، فریدون. (۱۳۴۸). **تجزیه و تحلیل استاتیستیکی از سرمای تهران،** انتشارات تحقیقات و بررسی علمی هواشناسی کشور، تهران.

هژبرپور، قاسم؛ علیجانی، بهلول. (۱۳۸۶). **تحلیل همدید یخبندان‌های استان اردبیل،** فصل‌نامه‌ی جغرافیا و توسعه، ۱۰: ۱۰۶-۸۹.

یارنال، برنت. (۱۹۹۳). **اقلیم‌شناسی همدید و کاربردهای آن در مطالعات محیطی،** ترجمه‌ی سید ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان.

Arkadius, M., Katarzyna, S.P., Agnieszka, M. (2015). **Frost periods and frost-free periods in Poland and neighbouring countries**, Journal of Open Geosciences, 7 (1): 812-823. DOI:10.1515/geo-2015-0061.

Blanc, M.L., Geslin, H., Holzberg, I.A. Mason, B. (1963). **Protection against frost damage**, Report of the CAgM WG, WMO, 133: 51-62.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]

Gabriela, M. and Tercio, A. (2007). **Dynamics of Wave Propagation Leading to Frost in the Extrtropical Latitude Versus Tropical Latitude**, Departement of de Ciencias Atmospherics, University of Sao Paulo, 67:86-98.

Gabriela, V. M.; Compagnucci, R. Maro, N. Nunez and Alejandra S. (2003). **Surface Cirulation Associated with Frost in the West PAMPAS**, International Journal of Climatology, International Journal Climatol. 23:941-961.

Gandomkar, A., Hasanzadeh, A., ziapour, A. (2014). **Synoptic Analysis of Spring Frost of Eslam Abad-E-Gharb (Cold spring, 1989 and 1993)**, Management and Humanity Sciences, 3: 3950-3961.

Kim, J.A., Byun, H.R. (2016). **Spatiotemporal variability of the latest frosts in Korean Peninsula and causes of atmospheric circulation**, Journal of Meteorol Atmos Phys, 128 (5): 663-675.

Michael R. G., Black, M., Risbey, J.S., Peter U., , Hope, P.K., Haustein, K., Mitchell, D. (2018). **Severe Frosts in Western Australia in September 2016**, Journal of Bulletin of the American Meteorological Society, 99 (1): 150-154.

Paschalidou, A.K., Kassomenos, P.A., McGregor, G R. (2017). **Analysis of the synoptic winter mortality climatology in five regions of England: Searching for evidence of weather signals**, Journal of Science of the Total Environment, 598: 432-444. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.276.

Park, T.W., Ho, C.H., Deng, Y. (2014). **A synoptic and dynamical characterization of wave-train and blocking cold surge over East Asia, Journal of Climate Dynamics**, 3: 753-770. DOI 10.1007/s00382-013-1817-6.

Pfahl, S. (2014). **Characterising the relationship between weather extremes in Europe and synoptic circulation features**, Journal of Nat Hazards Earth Syst. Sci, 14: 1461–1475.

Rousta, I., Doostkamian, M., Haghighi, E., Mirzakhani, B. (2016). **Statistical-Synoptic Analysis of the Atmosphere Thickness Pattern of Iran's Pervasive Frosts**, Journal of Climate, 52: 402-411. DOI: 10.3390/cli4030041.

Zeng, W., Yu, Z., Li, X. (2018). **The influence of elevation, latitude and Arctic Oscillation on trends in temperature extremes over northeastern China, 1961–2011**, Journal of Meteorology and Atmospheric Physics, 130 (2): 191-209.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.1]