دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۶
زمستان ۱۳۹۵، صفحات ۳۲-۱۹

بهلول علیجانی[۱]
پیمان محمودی[۲]
دوست محمد کلیم[۳]

اقلیم شناسی روزهای ذوب-یخبندان ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۰٤/۱۱

چکیده

یخبندان دارای ویژگی‌های آماری مختلفی است که روزهای ذوب-انجماد یکی از این ویژگی‌ها است. در این مطالعه هدف بر آن است که با استخراج فراوانی روزهای ذوب-انجماد، توزیع زمانی و مکانی این ویژگی از یخبندان در مقیاس‌های سالانه و ماهانه در ایران بررسی شود. لذا برای دسترسی به این هدف، داده‌های مربوط به دماهای حداقل و حداکثر روزانه ٦۲ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره ۱۵ ساله از سال ۹۱-۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵-۲۰۰٤ برای ماه‌های اکتبر تا می از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. سپس بر اساس تعریف روزهای ذوب-انجماد به‌عنوان روزهایی که در آن دمای حداکثر صفر یا بالای صفر درجه سانتی‌گراد و دمای حداقل ۲/۲- و یا پایین‌تر از آن باشد، فراوانی‌های ماهانه و سالانه آن استخراج گردید و نقشه‌های پهنه‌بندی آن رسم شدند.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در مقیاس سالانه حداکثر فراوانی روزهای ذوب-انجماد، با بیش از ۷۰ روز، در غرب، شمال‌غرب و ایستگاه‌های مرتفع زاگرس میانی مشاهده می‌شود. ماه ژانویه نیز اوج میانگین فراوانی وقوع روزهای ذوب-انجماد در ایران است. در این ماه از بین ٦۲ ایستگاه مورد مطالعه ۵۱ ایستگاه یعنی حدود ۸۲ درصد ایستگاه‌ها حداقل یک روز ذوب-انجماد داشته‌اند.

کلید واژه‌ها: ایران، روزهای ذوب، انجماد، توزیع زمانی-مکانی، اقلیم‌شناسی، یخبندان.

۱- استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه تربیت معلم. E-mai: alijani@tmu.ac.ir
۲- استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان‌وبلوچستان، زاهدان، ایران.
۳- کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان سیستان‌وبلوچستان.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

یکی از عوامل مهم آب‌وهوایی که در طی دوره سرد سال در بیش‌تر مناطق کشور بروز می‌کند پدیده سرما و یخبندان است (قبادی دارابخانی، ۱۳۸۰: ۲). یخبندان دارای ویژگی‌های آماری مختلفی است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: آغاز و خاتمه یخبندان، فصل رشد، فصل یخبندان، دوره‌های کوتاه یخبندان و غیر یخبندان، فراوانی وقوع یخبندان، شدت یخبندان، تداوم یخبندان و روزهای ذوب–انجماد است. همچنین عوامل مختلفی بر روی توزیع زمانی و مکانی این ویژگی‌ها در سطح یک منطقه تأثیرگذار هستند که می‌توان آن‌ها را به دو دسته عوامل مکانی و زمانی تقسیم‌بندی نمود. از عوامل مکانی می‌توان به ارتفاع زمین، وضعیت توپوگرافی، عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به دریا، وضعیت خاک، پوشش زمین، پوشش برف، باد و ابرآلودگی و از عوامل زمانی می‌توان به فصل و طول مدت شب و روز اشاره نمود. لازم به ذکر است که این عوامل غالبا جدا از هم نبوده و همگی در ارتباط باهم عمل می‌کنند به‌طوری که برخی از آن‌ها همدیگر را تشدید یا تضعیف می‌کنند (مجرد قره‌باغ، ۱۳۷٦).

با توجه به این‌که اولین سرماهای پاییزه و آخرین سرماهای بهاره به‌علت غافلگیر نمودن کشاورزان و عدم اتخاذ تدابیر لازم توسط آن‌ها، می‌تواند خسارت بارترین نوع سرمازدگی باشد. لذا از دیرباز اطلاع از این تاریخ‌ها مورد توجه محققان بخش کشاورزی و هواشناسی بوده است. به‌طوری که تام و شاو[4] (۱۹۵۸: ۲۵۷–۲۵۱)، روزنبرگ و مایرز[5] (۱۹٦۲: ٤۷٦–٤۷۱) و ویلن[6] (۱۹۸۸: ٦۲۸–٦۰۷) به‌ترتیب برای ایالت‌های آیوا، نبراسکا و فلوریدای آمریکا این تاریخ‌ها را مشخص کرده‌اند. استفاده از روش‌های آماری پیشرفته و تکنیک‌های زمین آمار نیز برای پهنه‌بندی و مدل‌سازی روابط بین ویژگی‌های آماری یخبندان‌ها با عوامل زمین–اقلیم همچون ارتفاع از سطح دریا، دوری و نزدیکی به دریا، شیب و جهت شیب زیاد مورد استفاده قرار گرفته است (بوئر[7] و همکاران، ۱۹۹۳: ۱۷٤۳–۱۷۳۱؛ لیندکوئیست و لندکوئیست[8]، ۱۹۹۷: ۱۵۳–۱۳۹؛ زینونی[9] و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۱۰۱–۱۰۹۱؛ لوگینوف[10] و همکاران، ۲۰۰۷: ٤۷٦–٤۷۱).

از میان کارهای انجام شده در داخل نیز قدیمی‌ترین کار مربوط به هاشمی (۱۳٤۸) است. وی با استفاده از آمار ٦۰ ساله تهران، احتمالات وقوع سرما و تاریخ‌های اولین و آخرین یخبندان‌ها را در چهار آستانه حرارتی با استفاده از توزیع نرمال بررسی کرده است. غلامی بیرقدار (۱۳٦٦: ٥٦–۳۸) هم در یک مطالعه توصیفی علاوه بر تشریح انواع یخبندان‌ها و علل به‌وجود آمدن آن‌ها، انواع روش‌های مختلف پیش‌بینی را با توجه به امکانات و دانش زمان خود معرفی کرده و در نهایت یک مدل ساده تجربی را برای پیش‌بینی یخبندان پیشنهاد داده است. سمیعی و همکاران نیز

4- Tom and Shaw
5- Rosenberg and Myers
6- Waylen
7- Boer
8- Lindkvist and Lindkvist
9- Zinoni
10- Loginov

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در سال ۱۳٦۷ با اعتقاد به این‌که مطالعات هاشمی که در سال ۱۳٤۸ انجام شده است دارای اشکالاتی است، به این اشکالات در گزارش خود اشاره کرده و در نهایت با استفاده از یک نرم‌افزار کامپیوتری، بر مبنای توزیع نرمال، آغاز و خاتمه یخبندان‌ها را در دوازده آستانه حرارتی بررسی و نتایج محاسبات خود را به‌صورت نمودارها و جداولی ارائه کرده‌اند. بعد از آن مطالعات زیادی در خصوص تعیین وقوع اولین و آخرین روز یخبندان در نقاط مختلف ایران انجام شده است که می‌توان به کارهای علیزاده و همکاران (۱۳۷۳: ٥٦-۳۸)، حجازی زاده و ناصرزاده (۱۳۸٤: ۱٥۰-۱۳۹)، ضیایی و همکاران (۱۳۸٥: ۲٦-۱۳)، خسروی و همکاران (۱۳۸۷: ۱٦۲-۱٤٥) و میان‌آبادی و همکاران (۱۳۸۸: ۹۰-۷۹) اشاره نمود.

تداوم روزهای یخبندان در گستره ایران زمین نیز با استفاده از مدل زنجیره مارکوف توسط علیجانی و همکاران (۱۳۸۹: ۲۰-۱) مطالعه شده است. آن‌ها در این مطالعه بعد از استخراج تداوم‌های ۲، ۳ و ٤ روزه یخبندان و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی آن‌ها به این نتیجه رسیدند که وقوع روزهای یخبندان در ایران به‌جز نواحی شمالی و جنوبی کشور که عموما فاقد یخبندان هستند دارای ویژگی زنجیره مارکوف هستند یعنی وقوع روز یا روزهای یخبندان به شرایط اقلیمی روزهای گذشته وابسته است؛ اما علاوه بر آسیب‌های فراوانی که در صورت کاهش دما و وقوع پدیده یخبندان به گیاهان مختلف وارد می‌شود، نوسانات دما خصوصا در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت، می‌تواند منجر به خسارات بیش‌تری به بافت‌های گیاهی شود. مثلاً اگر در یک روز، دما از حد معینی پایین‌تر رود در اثر انقباض سلولی حالت هیپرتونیک ایجاد شده و آب میان بافتی از پروتوپلاسم خارج می‌شود. با افزایش دما در طی همان روز، حالت یخزدگی از بین می‌رود و در اثر شیب پتانسیل ایجاد شده، آب مجددا وارد سلول‌های گیاه می‌شود. عدم تحمل کاهش و افزایش مداوم حجم سلول در اثر وقوع این تنش که چرخه ذوب-انجماد نام دارد موجب پارگی غشاء سلول و تخریب بافت‌های گیاه می‌شود (موسوی‌بایگی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۸۳-۸۷٤). همچنین از دیدگاه کاربردی مطالعه روزهای ذوب-انجماد یا نوسانات دما در اطراف نقطه انجماد برای کشاورزان، مهندسان، زمین‌شناسان، جغرافیدانان و سایر متخصصان از اهمیت زیادی برخوردار است چرا که حرکت آب در خاک، انجماد خاک، رواناب سطحی، فرسایش، هوازدگی مکانیکی و سیلاب‌های احتمالی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

لذا با مطالعه پیشینه تحقیق مشاهده می‌شود که این پدیده که یکی از ویژگی‌های بسیار مهم یخبندان است بسیار کم به آن توجه شده است؛ به نحوی که در داخل کشور به جز مطالعه (موسوی‌بایگی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۸۳-۸۷٤)؛ که آن هم بر روی استان خراسان رضوی انجام گرفته است، مطالعات دیگری صورت نگرفته و در خارج از کشور نیز مطالعات انجام یافته بر روی آن نسبت به سایر مطالعات یخبندان چندان قابل توجه نیست. به‌طوری که مهم‌ترین مطالعه در این خصوص مربوط به کار اشمیدلین[11] (۱۹۸٦: ۱٥٥-۱٤۲) است. این محقق برای بررسی توزیع زمانی و مکانی روزهای ذوب-انجماد در ایالت‌های شمال‌شرقی آمریکا، داده‌های روزانه دمای حداکثر و حداقل ۳۰ زمستان (۱۹۸۰-۱۹٥۰) مربوط به ۲۲۸ ایستگاه را در ۹ ایالت شمال‌شرقی آمریکا جمع‌آوری و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد.

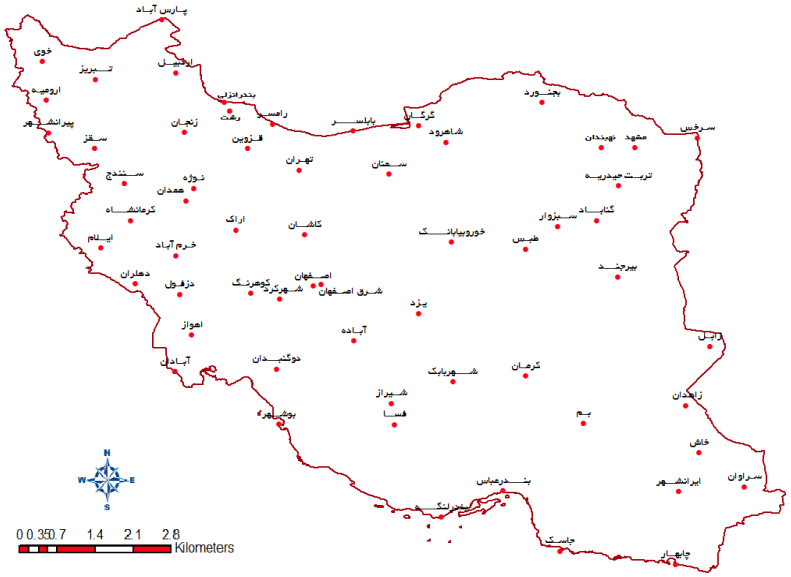
11- Schmidlin

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین روزهای ذوب-انجماد دامنه‌ایی در حدود بیش از ۹۰ روز در ارتفاعات شمالی و کم‌تر از ۵۰ روز در سواحل نیوجرسی دارد. لذا در این مطالعه هدف بر این است که توزیع زمانی و مکانی این ویژگی از یخبندان در ایران بررسی و سپس نقشه‌های پهنه‌بندی آن به تفکیک ماه، فصل و سال تهیه گردد.

مواد و روش‌ها

به دلیل در دسترس نبودن مشاهدات ساعتی دما، محاسبه نوسانات احتمالی دما در اطراف نقطه انجماد در طول یک روز تقریبا غیرممکن به نظر می‌رسید. لذا در این زمینه معمولا از روزهای ذوب-انجماد که تنها از دو رقم مشاهداتی دمای حداقل و حداکثر روزانه در یک روز بهره می‌گیرد، استفاده می‌شود. برای بررسی و پهنه‌بندی روزهای ذوب-انجماد در ایران، داده‌های مربوط به دماهای حداقل و حداکثر روزانه ٦٢ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره ۱۵ ساله از سال ۹۱-۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵-۲۰۰٤ برای ماه‌های اکتبر تا می از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. توزیع و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح کشور در (شکل ۱) آورده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

در گام بعدی نیاز به تعریف یک آستانه جهت تفکیک روزهای ذوب-انجماد از روزهای دیگر بود. تعاریف متعددی برای مشخص کردن یک روز ذوب-انجماد از روزهای دیگر توسط محققان مختلف ارائه شده است. به‌طوری که ویشر[12] (۱۹٤٥: ۷۳٦-۷۱۳) روزی را یک روز ذوب-انجماد تعریف می‌کند که دمای حداکثر به صفر درجه یا بالاتر برسد و دمای حداقل به صفر درجه یا پایین‌تر نزول کند؛ اما فریزر[13] (۱۹۵۹: ۵۲-٤۰) معتقد است که روزی روز

12-Visher
13- Fraser

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ذوب-انجماد است که دمای هوا به ۱/۲ درجه یا بالاتر افزایش یابد و متعاقب آن به ۲/۲- درجه یا پایین‌تر نیز نزول کند. در نهایت بر اساس تعریف اشمیدلین (۱۹۸۷: ۱۵۵-۱۴۲) روزهای ذوب-انجماد به‌عنوان روزهایی تعریف می‌شود که در آن دمای حداکثر صفر یا بالای صفر درجه سانتی‌گراد و دمای حداقل ۲/۲- و یا پایین‌تر از آن باشد. در این تحقیق از تعریف اخیر برای مشخص کردن روزهای ذوب-انجماد استفاده شده است.

بعد از مشخص کردن آستانه مورد نظر و تشکیل بانک اطلاعاتی آن در محیط نرم‌افزاری Excel، فراوانی تعداد سالانه و ماهانه روزهای ذوب-انجماد برای هر ایستگاه به‌صورت جداگانه مستخرج گردیدند. سپس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ARC/GIS) و با استفاده از روش میان‌یابی کریجینگ نقشه‌های پهنه‌بندی آن‌ها تهیه گردید.

در نهایت رابطه بین توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد با سه عامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی با استفاده از مدل‌های رگرسیونی چند متغیره با روش ورود گام‌به‌گام متغیرها مدل‌سازی گردید. مدل‌های رگرسیونی مدل‌هایی هستند که جهت مطالعه روابط بین متغیرها به‌ویژه نحوه وابستگی یک متغیر با متغیرهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مدل‌های آماری فرض بر این است که رابطه بین متغیرهای مستقل (ارتفاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی) و متغیرهای وابسته (روزهای ذوب-انجماد) به‌صورت زیر است:

رابطه (۱) $$y = b_0 + b_1(x_1) + b_2(x_2) + ... + b_p(x_p)$$

که در این معادله پارامترهای $b_1, b_2, ..., b_p$، ضرایب رگرسیون جزیی و b_0 مقدار عرض از مبداء است که مقدار ثابت رگرسیون نیز نامیده می‌شود. دقت مدل‌های به‌دست آمده نیز با چهار فرض بنیادی:

- فرض وجود رابطه خطی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل
- فرض نرمال بودن خطاها
- فرض ثابت بودن واریانس خطاها و
- فرض ناهمبسته بودن خطاها

مورد توجه قرار گرفت. محاسبه مدل‌های رگرسیونی و انجام فرض‌های چهارگانه آن توسط نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت؛ اما جهت اطلاع از تئوری و نحوه محاسبات انجام این فرض‌ها به منبع شماره ۱۳ مراجعه شود.

یافته‌ها و بحث

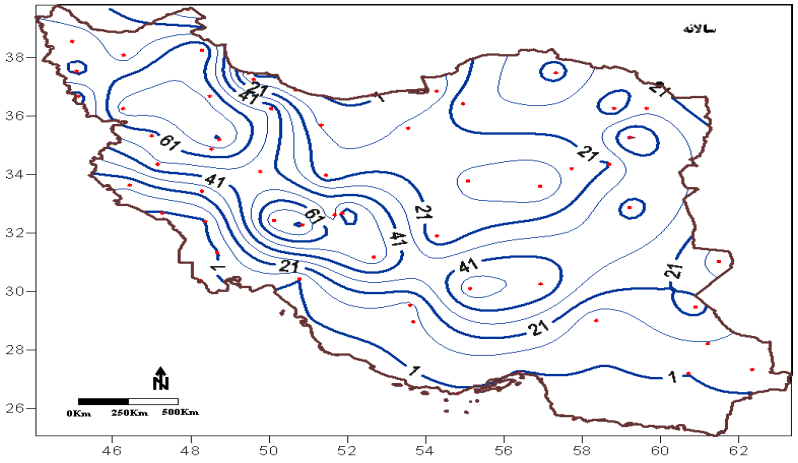
توزیع میانگین فراوانی سالانه روزهای ذوب-انجماد

میانگین توزیع فراوانی سالانه روزهای ذوب-انجماد ایران در (شکل ۲) نشان داده شده است. حداکثر فراوانی روزهای ذوب-انجماد، با بیش از ۷۰ روز، در غرب، شمال‌غرب و ایستگاه‌های مرتفع زاگرس میانی مشاهده می‌شود به‌طوری که ایستگاه‌های شهرکرد، نوژه همدان، کوهرنگ، سقز و اردبیل هر کدام با ۸۴، ۸۳، ۸۰، ۷۶ و ۷۲ روز به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ترتیب بالاترین تعداد روزهای ذوب-انجماد را در ایران به‌خود اختصاص داده‌اند. خطوط هم‌چند ۲۰ تا ٤۰ روز نیز بیش‌تر مساحت ایران مرکزی را در حد فاصل دامنه جنوب رشته‌کوه‌های البرز تا نیمه جنوبی ایران و همچنین از دامنه شرقی رشته‌کوه‌های زاگرس تا شرق و شمال‌شرق ایران را در برگرفته است.

صرف‌نظر از نوار ساحلی جنوب ایران و برخی ایستگاه‌های نواحی گرم و خشک غرب ایران همچون دهلران و دزفول که فاقد هرگونه رخداد روزهای ذوب-انجماد است خطوط هم‌چند کم‌تر از ۲۰ روز مربوط به سواحل شمالی ایران و نیمه جنوبی آن است. به‌طوری که ایستگاه‌های دوگنبدان، انزلی و ایرانشهر دارای یک روز ذوب-انجماد بوده‌اند.

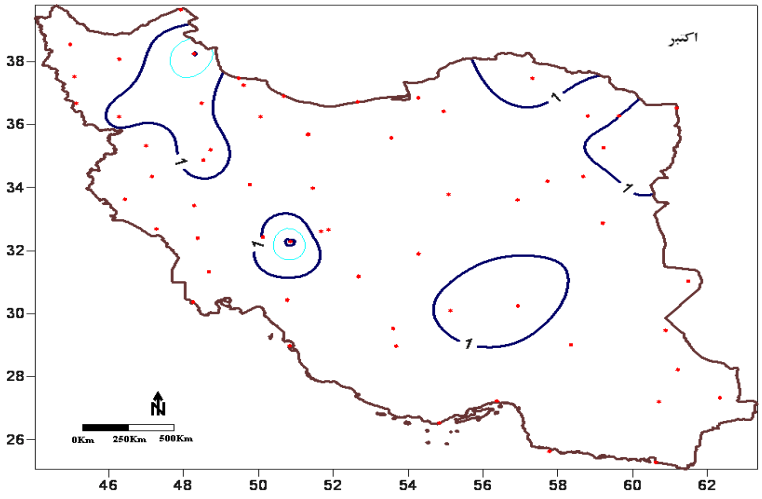


شکل ۲: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد سالانه ایران

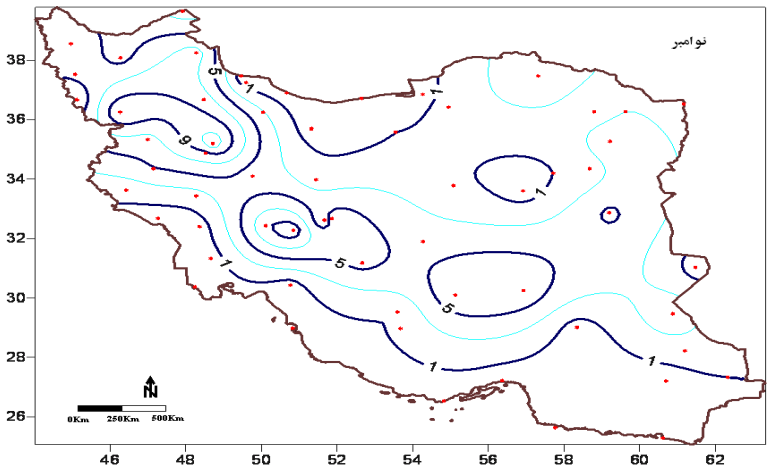
توزیع میانگین فراوانی ماهانه روزهای ذوب-انجماد

اولین ماهی که روزهای ذوب-انجماد در آن مشاهده می‌شود ماه اکتبر است (شکل ۳). توزیع میانگین روزهای ذوب-انجماد این ماه نشان می‌دهد که ایستگاه‌های مرتفع واقع در زاگرس میانی و همچنین شمال‌غرب و شمال‌شرق ایران اولین ایستگاه‌هایی هستند که وقوع روزهای ذوب-انجماد در آن‌ها مشاهده می‌شود به طوری که بیش‌ترین فراوانی این پدیده در این ماه متعلق به دو ایستگاه شهرکرد و اردبیل با میانگین ٤ و ۳ روز است. بعد از این دو ایستگاه، ایستگاه‌های همدان، کرمان، تربت حیدریه، بجنورد، نوژه همدان، شهر بابک و سقز ایستگاه‌هایی هستند که میانگین روزهای ذوب-انجماد آن‌ها ۲ روز است. پنج ایستگاه زنجان، مشهد، بیرجند، سرخس و کوهرنگ نیز تنها ۱ روز دارای شرایط ذوب-انجماد در این ماه بوده‌اند. با ورود به ماه نوامبر مشاهده می‌شود که نزدیک به ٦٦ درصد از ایستگاه‌ها شرایط ذوب-انمجاد را حداقل برای یک‌بار در این ماه تجربه می‌کنند (شکل ٤). ۳٤ درصد ایستگاه‌های باقی‌مانده که شرایط ذوب-انجماد را در این ماه نداشتند تقریبا ایستگاه‌هایی بوده‌اند که در نوار ساحلی جنوب و شمال ایران بوده‌اند. ۳ ایستگاه نوژه همدان، سقز و شهرکرد به ترتیب با ۱۳، ۱۱ و ۱۰ روز بیش‌ترین میانگین تعداد روزهای ذوب-انجماد را داشته‌اند.

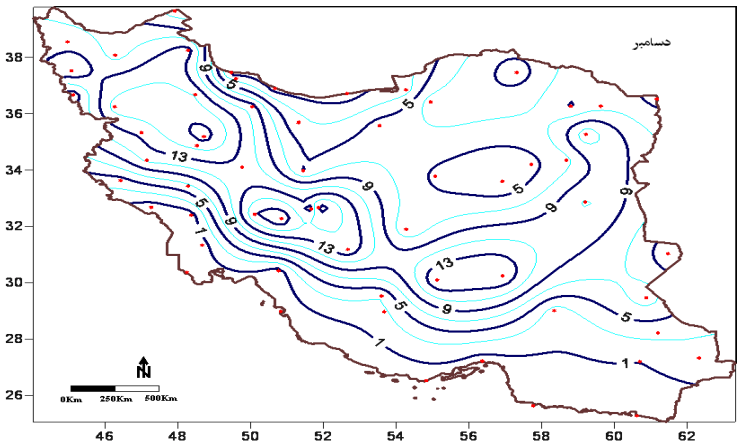
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۳: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه اکتبر ایران



شکل ٤: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه نوامبر ایران

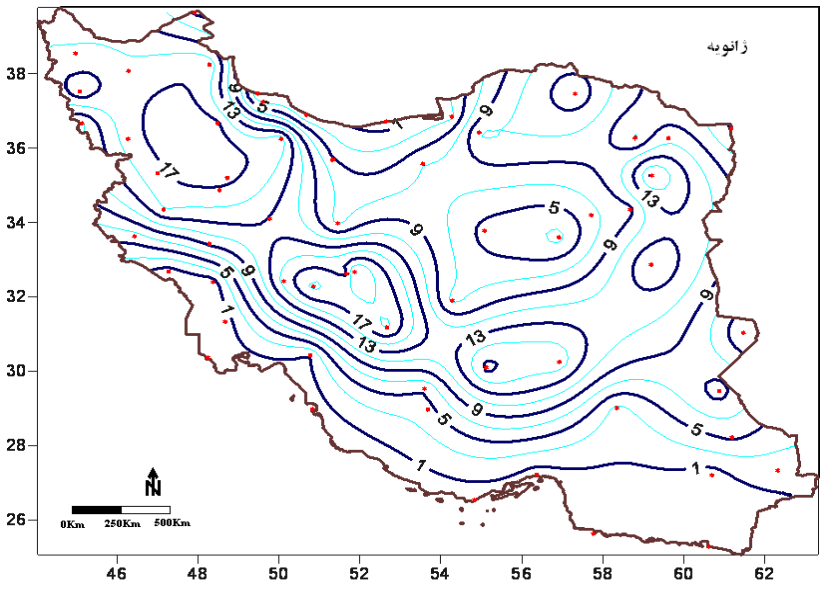


شکل ٥: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه دسامبر ایران

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

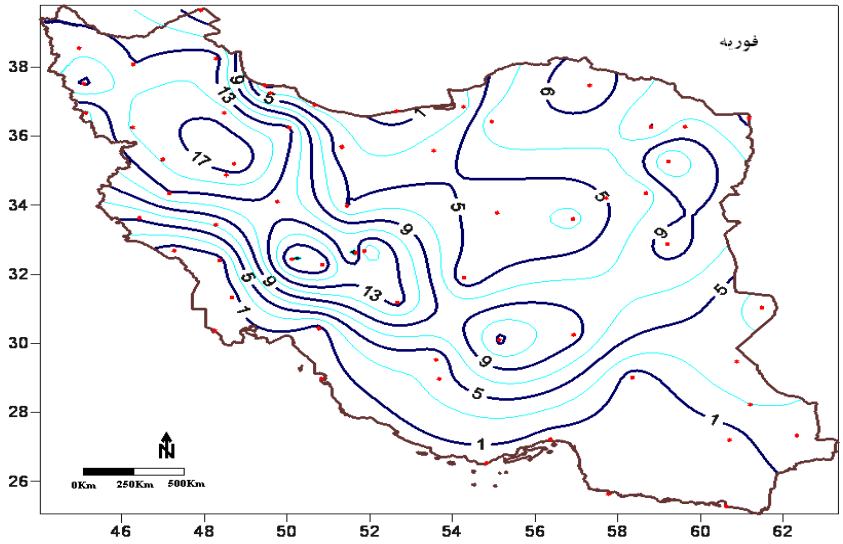
ورود به ماه دسامبر قاعدتا با سردتر شدن هوا در ایران همراه است. همین سردتر شدن هوا باعث می‌شود که ۷۹ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه شرایط ذوب-انجماد را اما با فراوانی‌های مختلف داشته باشند (شکل ۵). بیش‌ترین میانگین فراوانی روزهای ذوب-انجماد مربوط به ایستگاه‌هایی بوده‌اند که در امتداد رشته‌کوه زاگرس پراکنده شده‌اند که ایستگاه‌های شهرکرد با ۱۹ روز، شرق اصفهان با ۱۹ روز، نوژه همدان با ۱۸ روز، کوهرنگ با ۱۷ روز، سقز با ۱۶ روز و همدان با ۱۶ روز دارای بیش‌ترین فراوانی بوده‌اند. سه ایستگاه سواحل شمالی ایران یعنی بابلسر، بندر انزلی و بابلسر به همراه ۱۰ ایستگاه واقع در سواحل جنوبی ایران نیز هیچ‌گونه روز ذوب-انجمادی را تجربه نکردند. ماه ژانویه اوج میانگین فراوانی وقوع روزهای ذوب-انجماد ایران است. در این ماه از بین ۶۲ ایستگاه مورد مطالعه ۵۱ ایستگاه یعنی حدود ۸۲ درصد ایستگاه‌ها حداقل یک روز ذوب-انجماد داشته‌اند (شکل ۶). در این ماه برخلاف ماه‌های گذشته، هسته بیش‌ترین فراوانی روزهای ذوب-انجماد به‌جای غرب و شمال‌غرب ایران به ایستگاه‌های مرکزی ایران تعلق گرفته است به‌طوری که سه ایستگاه شرق اصفهان، آباده و شهرکرد هرکدام با ۲۲، ۲۰ و ۲۰ روز دارای بیش‌ترین فراوانی روزهای ذوب-انجماد بوده‌اند.

در این ماه برخی از ایستگاه‌های شمالی ایران همچون بندرانزلی و رامسر اولین روز ذوب-انجماد را تجربه نمودند. از ماه فوریه به بعد با توجه به طولانی‌تر شدن طول روزها و گرمایش بیش‌تر زمین به همراه جابجایی سیستم‌های سینوپتیکی به طرف عرض‌های جغرافیایی بالاتر کم‌کم نشانه‌هایی از کاهش روزهای ذوب-انجماد مشاهده می‌شود. در این ماه هسته بیش‌ترین فراوانی همچون ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر به ایستگاه‌های مرتفع زاگرس میانی و غرب و شمال‌غرب ایران تعلق دارد. به‌طوری که سه ایستگاه کوهرنگ، نوژه همدان و شهرکرد با ۲۰، ۱۹ و ۱۹ روز بیش‌ترین فراوانی روزهای ذوب-انجماد این ماه را داشته‌اند. در این ماه ۷۸ درصد از ایستگاه‌ها حداقل یک روز ذوب-انجماد داشته‌اند (شکل ۷).



شکل ۶: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه ژانویه ایران

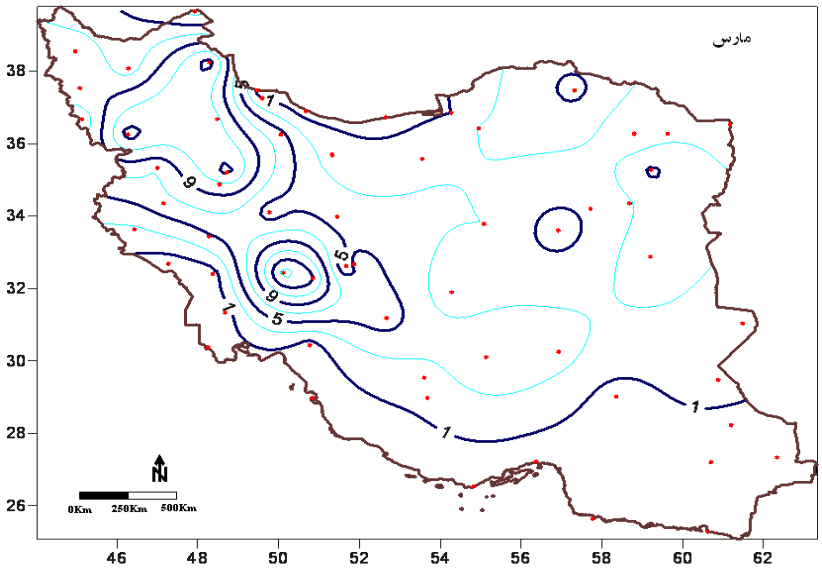
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۷: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه فوریه ایران

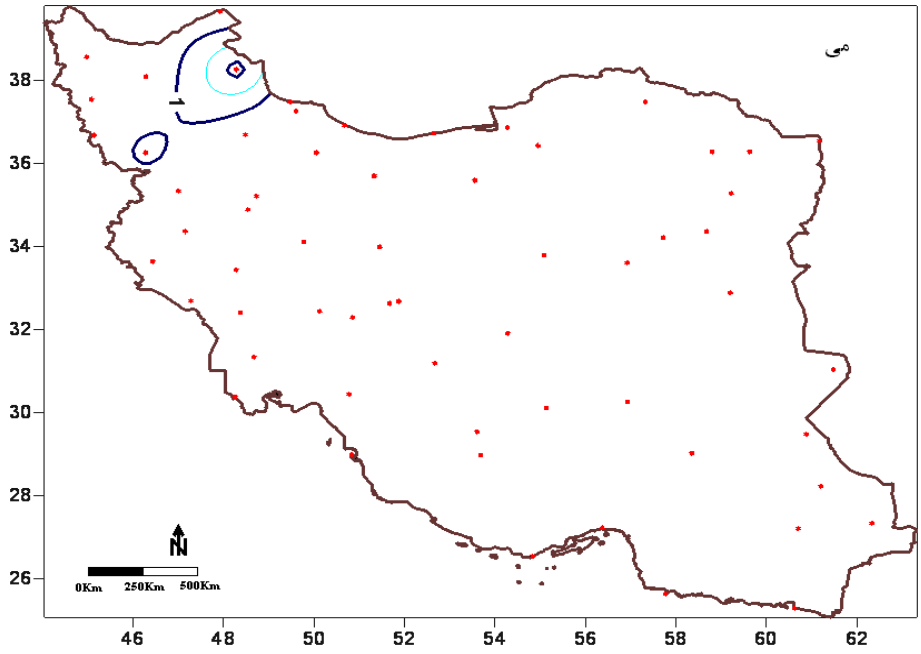
در ماه مارس نسبت به ماه فوریه ۷ درصد کاهش در تعداد ایستگاه‌های دارای شرایط ذوب-انجماد مشاهده می‌شود یعنی ۷۱ درصد ایستگاه‌ها روز ذوب-انجماد داشته‌اند. در این ماه هسته بیش‌ترین فراوانی روزهای ذوب-انجماد بر روی زاگرس مرتفع یعنی دو ایستگاه کوهرنگ و شهرکرد هرکدام با ۱۶ و ۱٤ روز متمرکز بوده است (شکل ۸).

ماه آوریل ماهی است که بیش‌تر ایستگاه‌ها دیگر روز ذوب نخواهند داشت. در این ماه فقط ٤۲ درصد ایستگاه‌ها برابر با ۲٦ ایستگاه حداقل یک روز ذوب-انجماد داشته‌اند. ایستگاه‌های اردبیل و کوهرنگ هر دو با ٤ روز و ایستگاه‌های سقز، نهبندان و شهرکرد نیز هر کدام با ۳ روز در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند.



شکل ۸: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه مارس ایران

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۹: توزیع مکانی فراوانی روزهای ذوب-انجماد ماه می ایران

در نهایت ماه می آخرین ماه دوره مورد مطالعه است که دارای کم‌ترین روزهای ذوب-انجماد هستند. در این ماه تنها ایستگاه‌های اردبیل، سقز و شهرکرد بودند که روزهای ذوب-انجاد داشته‌اند. در این ماه اردبیل ٤ روز و ایستگاه‌های سقز و اردبیل نیز تنها یک روز داشته‌اند (شکل ۹).

رابطه توزیع مکانی روزهای ذوب-انجماد با عوامل زمین-اقلیم

با توجه به این‌که یخبندان و بسیاری از ویژگی‌های آماری آن همچون روزهای ذوب-انجماد می‌توانند تابعی از ترکیب سامانه‌های همدید و عوامل زمین-اقلیم همچون ارتفاع، طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ... باشند. لذا جهت شناسایی اثرگذارترین عوامل زمین-اقلیم (ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی) بر روی توزیع زمانی و مکانی روزهای ذوب-انجماد در ایران از مدل‌های رگرسیونی چندمتغیره با ورود گام‌به‌گام متغیرها به مدل بهره گرفته شد. ویژگی این مدل‌ها در این است که ابتدا متغیرها تک‌به‌تک به مدل وارد شده و در صورت معنی‌دار بودن آن‌ها ازلحاظ آماری، در مدل نگه داشته می‌شوند و در غیر این صورت از مدل خارج می‌شوند و این کار تا بررسی تمام متغیرها ادامه می‌یابد.

بنابراین با وارد کردن گام‌به‌گام سه متغیر ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی به مدل‌های رگرسیونی چند متغیره، مشاهده گردید که برای مقیاس سالانه ترکیب سه متغیر ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی توان تبیین ۷۰ درصد تغییرات مکانی روزهای ذوب-انجماد ایران را دارند که در این بین نقش عرض جغرافیایی در بین سه متغیر مورد مطالعه بارزتر است به طوری که با افزایش هر ۵ درجه عرض جغرافیایی ٦ روز بر روزهای ذوب-انجماد افزوده می شود (جدول ۱).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۱- میزان ضریب همبستگی و ضریب تبیین مدل‌های رگرسیونی چند متغیره

مقیاس زمانی	متغیرهای معنادار آماری	ضریب همبستگی	ضریب تبیین
سالانه	ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی	۰/۸۳۵	۰/۷۰
اکتبر	ارتفاع	۰/٤۲	۰/۱۸
نوامبر	ارتفاع و طول جغرافیایی	۰/۷۷۳	۰/٦
دسامبر	ارتفاع و عرض جغرافیایی	۰/۸۵۳	۰/۷۳
ژانویه	ارتفاع و عرض جغرافیایی	۰/۸٦۹	۰/۷۵
فوریه	ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی	۰/۸٦۷	۰/۷۵
مارس	ارتفاع و طول جغرافیایی	۰/۷۸۱	۰/٦۱
آوریل	ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی	۰/۷۱۹	۰/۵۲

همچنین در مقیاس‌های ماهانه مشاهده می‌شود که برای ماه‌های دسامبر و ژانویه ترکیب دو عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی، برای ماه‌های نوامبر و مارس ترکیب دو متغیر ارتفاع و طول جغرافیایی، برای ماه‌های فوریه و آوریل مجموع سه متغیر ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و برای ماه اکتبر تنها متغیر ارتفاع توان بیش‌ترین تبیین تغییرات مکانی روزهای ذوب-انجماد ایران را دارند (جدول ۱). در (جدول ۱) میزان همبستگی و ضریب تبیین بین فراوانی روزهای ذوب-انجماد و عوامل زمین اقلیم ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

یکی از ویژگی‌های آماری یخبندان‌ها که از لحاظ مطالعاتی کم‌تر بدان توجه شده است روزهای ذوب-انجماد و ویژگی‌های زمانی و مکانی آن است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در مقیاس سالانه حداکثر فراوانی روزهای ذوب-انجماد، با بیش از ۷۰ روز، در غرب، شمال‌غرب و ایستگاه‌های مرتفع زاگرس میانی مشاهده می‌شود به‌طوری که ایستگاه‌های شهرکرد، نوژه همدان، کوهرنگ، سقز و اردبیل هر کدام با ۸٤، ۸۳، ۸۰، ۷٦ و ۷۲ روز به‌ترتیب بالاترین تعداد روزهای ذوب-انجماد را در ایران به‌خود اختصاص داده‌اند.

در مقیاس ماهانه وقوع اولین روزهای ذوب-انجماد در ماه اکتبر و در ایستگاه‌های مرتفع واقع در زاگرس میانی و همچنین شمال‌غرب و شمال‌شرق ایران رخ می‌دهند به‌طوری که بیش‌ترین فراوانی این پدیده در این ماه متعلق به دو ایستگاه شهرکرد و اردبیل با میانگین ٤ و ۳ روز است. ماه ژانویه نیز اوج میانگین فراوانی وقوع روزهای ذوب-انجماد در ایران است. در این ماه از بین ٦۲ ایستگاه مورد مطالعه ۵۱ ایستگاه یعنی حدود ۸۲ درصد

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ایستگاه‌ها حداقل یک روز ذوب-انجماد داشته‌اند. بیش‌ترین فراوانی در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه در این ماه متعلق به سه ایستگاه شرق اصفهان، آباده و شهرکرد هرکدام با ۲۲، ۲۰ و ۲۰ روز بوده است. ماه می نیز آخرین ماه دوره مورد مطالعه است که دارای کم‌ترین روزهای ذوب-انجماد بوده است. در این ماه تنها ایستگاه‌های اردبیل، سقز و شهرکرد بودند که روزهای ذوب-انجماد داشته‌اند.

آرایش فضایی روزهای ذوب-انجماد ایران چه در مقیاس سالانه و چه در مقیاس ماهانه نشان می‌دهد که در نیمه جنوبی ایران، آرایش این ویژگی از یخبندان تابعی از عرض جغرافیایی است هرچند که در بعضی قسمت‌ها ارتفاعات این نظم را به هم می‌زنند. قاعدتاً این نظم در این قسمت از ایران حاصل دوری و نزدیکی به دریای عمان و خلیج‌فارس و اثر تعدیلی آن‌ها بر روی فراوانی روزهای ذوب-انجماد می‌باشد. همین نظم و قانون نیز برای سواحل شمالی ایران هم حاکم است؛ اما در نیمه شمالی ایران، این آرایش روزهای ذوب-انجماد ایران تابعی از ارتفاعات می‌باشد به‌طوری که در نقشه‌های به‌دست آمده به‌خوبی نقش رشته‌کوه‌های زاگرس و البرز در این آرایش قابل مشاهده است و نتایج مدل‌های رگرسیونی نیز این نظم و آرایش را که تابعی از عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشند تایید می‌کنند؛ اما علاوه بر عوامل زمین-اقلیم تاثیر سامانه‌های همدید ورودی به ایران را نیز نباید فراموش کرد. چون نظم زمانی گسترش مکانی این ویژگی از یخبندان‌ها دقیقاً منطبق بر زمان ورود و خروج سامانه‌های سرد از شمال‌غرب، شمال و شمال‌شرق به ایران است. به‌طوری که صرف‌نظر از دو ماه اکتبر و می که تعداد روزهای ذوب-انجماد آن بسیار کم هستند و می‌توانند ناشی از سرمایش تابشی در ایستگاه‌های مرتفع باشند در دیگر ماه‌ها به خصوص از نوامبر تا آوریل این گسترش به‌خوبی قابل مشاهده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

- حجازی‌زاده، زهرا؛ ناصرزاده، محمدحسین (۱۳۸٤)، «محاسبه و تجزیه‌وتحلیل ساعت‌های تداوم یخبندان با استفاده از برنامه‌نویسی به زبان دلفی (مطالعه موردی: استان لرستان)»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۷٦، صص ۱۳۹-۱۵۰.

- خسروی، محمود؛ حبیبی‌نوخندان، مجید؛ اسماعیلی، رضا (۱۳۸۷)، پهنه‌بندی اثر سرمازدگی دیررس بر روی باغات مطالعه موردی: شهرستان مه‌ولات، ***فصلنامه جغرافیا و توسعه***، شماره ۱۲، صص ۱٦۲-۱٤۵.

- سمیعی، محمود؛ عسگری، مهدی؛ باستانی، خداداد (۱۳٦۷)، «شروع و خاتمه یخبندان در ایران»، گزارش فنی شماره ۱۱، تهران، سازمان هواشناسی کشور.

- ضیایی، علیرضا؛ کامگارحقیقی، علی‌اکبر؛ سپاس‌خواه، علیرضا؛ رنجبر، سعید (۱۳۸۵)، «تعیین اطلس احتمال وقوع حداقل دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی»، ***فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی***، شماره ۱۰ (۳)، صص ۲٦-۱۳.

- علیجانی، بهلول؛ محمودی، پیمان؛ ریگی‌چاهی، الهبخش؛ خسروی، پرویز (۱۳۸۹)، «بررسی تداوم روزهای یخبندان در ایران با استفاده از مدل زنجیره مارکوف»، ***پژوهش‌های جغرافیای طبیعی***، شماره ۷۳، صص ۲۰-۱.

- علیزاده، امین؛ موسوی‌بایگی، محمد؛ غلامعلی، کمالی (۱۳۷۳)، «تاریخ وقوع اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره در خراسان»، ***نیوار***، شماره ۲۲، زمستان، ٥٦-۳۸.

- غلامی‌بیرقدار، محمدعلی (۱۳٦٦)، «خطر یخبندان و پیش‌بینی آن در امر کشاورزی»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ٤، صص ۱٦۳-۱٤٤.

- قبادی‌دارابخانی، غلام‌حسین (۱۳۸۰)، «بررسی و پیش‌بینی تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی جوانه‌زنی گندم در غرب ایران»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه رازی کرمانشاه.

- مجردقره‌باغ، فیروز (۱۳۷٦)، «تحلیل و پیش‌بینی یخبندان در آذربایجان»، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

- موسوی‌بایگی، محمد؛ اشرف، بتول؛ نظامی، احمد (۱۳۸۹)، «تعیین چرخه‌های یخ و ذوب و پهنه‌بندی مناطق مستعد آن با GIS در استان خراسان رضوی»، ***نشریه آب‌وخاک***، شماره ۲٤، صص ۸۸۳-۸۷٤.

- میان‌آبادی، آمنه؛ موسوی‌بایگی، محمد؛ ثنایی‌نژاد، حسین؛ نظامی، احمد (۱۳۸۸)، «بررسی و پهنه‌بندی یخبندان‌های زود هنگام پاییزه، دیرهنگام بهاره و زمستانه با استفاده از GIS در استان خراسان رضوی»، ***مجله آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)***، شماره ۲۳، صص ۹۰-۷۹.

- هاشمی، فریدون (۱۳٤۸)، «***تجزیه‌وتحلیل استاتیستیکی از سرمای تهران***»، تهران، انتشارات تحقیقات و بررسی‌های علمی سازمان هواشناسی کشور.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- هومن، حسین‌علی (۱۳۸۰)، «***تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش‌های رفتاری***»، تهران، نشر پارسا.
- Boer, R., Campbell., L. C., Fletcher, D. J., (1993, "Characteristics of frost in a major wheat–growing region of Australia", ***Australian journal of agricultural research***, 44 (8): 1731-1743.
- Fraser, J. K., (1959), "Freeze-thaw frequencies and mechanical weathering in Canada", ***Arctic***, 12: 40-52.
- Lindkvist, L., Lindkvist, S., (1997), "Spatial and temporal variability of nocturnal summer frost in elevated complex terrain", ***Agricultural and forest meteorology***, 87: 139-153.
- Loginov, V. F., Mikutskii, V. S., Kuznetsov, G. P., (2007), "Statistical and probability analysis of frost in Belarus", ***Russian Meteorology and Hydrology***, 32 (10): 651-657.
- Rosenberg, N. J., Myers, R. E., (1962), "The nature of growing season frosts in and along the Platte Valley of Nebraska", ***Monthly weather review***, 90 (11): 471-476.
- Schmidlin, T. W., (1986), "Freeze-thaw days in the northeastern United States", ***Journal of Climate and Applied Meteorology***, 26: 142-155.
- Thom, H. C. S., Shaw, R. H., (1958), "Climatological analysis of freeze data for Iowa", ***Monthly weather review***, 86 (7): 251-257.
- Visher, S. S., (1945), "Climatic maps of geologic interest. ***Geol. Soc. Amer. Bull***., 56: 713-736.
- Waylen, P. R., (1988), "Statistical analysis of freezing temperatures in central and southern Florida", ***Journal of climatology***, 8: 607-628.
- Zinoni, F., Antolini, G., Campisi, T., Marletoo, V., Rossi, F., (2002), "Characterisation of Emilia-Romagna region in relation with late frost risk", ***Physics and Chemistry of the Earth***, 27: 1091-1101.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]