

# تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک یخبندان‌های جاده‌ای در استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری

حمیده دالایی؛ کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری و کارشناس ارشد سازمان هواشناسی کشور  
بهلول علیجانی؛ استاد اقلیم‌شناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه تربیت معلم تهران

محمود احمدی، استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

Email: hamidehdalaei@gmail.com

## چکیده

با هدف تحلیل آماری ویژگی‌های یخبندان در زاگرس مرکزی با تاکید بر منطقه لرستان و چهارمحال و بختیاری، داده‌های دمای حداقل روزانه ۱۴ ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک و کلیماتولوژی) در منطقه مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس این داده‌ها تاریخ زودترین و دیرترین شروع و خاتمه یخبندان و طول دوره یخبندان محاسبه شد. نتایج پردازش نشان می‌دهد که یخبندان در شمال غرب لرستان و شمال شرق چهارمحال و بختیاری زودتر از بقیه نقاط شروع و در شمال و شمال شرق چهارمحال و بختیاری و شمال غرب و شرق لرستان دیرتر خاتمه می‌یابد. طول دوره یخبندان نیز در این مناطق بیشتر از سایر نقاط می‌باشد. علی‌رغم اینکه تاریخ شروع اولین یخبندان در شمال استان لرستان با شرق استان چهارمحال و بختیاری همزمان است ولی خاتمه یخبندان در شرق چهارمحال و بختیاری دیرتر از شمال استان لرستان می‌باشد. مناطق شمالی و شرقی چهارمحال و بختیاری نیز از فراوانی بالای تداوم روزهای با شدت یخبندان بین صفر تا ۱۰- درجه سلسیوس نسبت به سایر نقاط برخوردارند. مناطق دارای بیشترین فراوانی تداوم یخبندان یک، دو و هفت روز به بالا در شمال غرب لرستان، شمال و شمال شرق چهارمحال و بختیاری می‌باشد. علاوه بر آن نتایج نشان می‌دهند که تغییر پذیری تاریخ شروع یخبندان به‌طور قابل ملاحظه‌ای از تاریخ خاتمه آن بیشتر است. بیشترین ریسک و عدم اعتماد به تاریخ میانگین شروع اولین یخبندان در ایستگاه‌های شهر کرد، بروجن، عدل دزک، امام قیس و خرم‌آباد می‌باشد. لذا لازم است احداث شبکه ایستگاه‌های هواشناسی در مناطق کوهستانی شمالغرب و شرق لرستان و شمال، شمال شرق و شرق چهارمحال و بختیاری در اولویت قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: یخبندان جاده‌ای، فراوانی و شدت یخبندان، لرستان و چهارمحال و بختیاری، تحلیل آماری یخبندان

## ۱. مقدمه

می‌باشد، که حدود ۱۵۰ سال پیش به رشته تحریر در آمده است و در آن شرایط فیزیکی و هواشناختی موثر در یخبندان‌های دیررس بهاره ناشی از تابش انرژی سطح زمین به همراه آسمان صاف و بادهای آرام ذکر شده است [۶].

همچنین مطالعه در زمینه اثر یخبندان بر سطح جاده‌ها نشان داده است که ریزش برف و یخبندان در سطح جاده‌ها نقش موثری در کاهش اصطکاک بین سطح جاده و تایر اتومبیل‌ها دارد. در مناطقی که این پدیده از فراوانی بیشتری برخوردار است، مشکل هنگامی شدت می‌یابد که رانندگان از رانندگی در چنین شرایطی آگاهی نداشته باشند. روزهای زمستانی با دمای زیر صفر به همراه بارش برف مشکلاتی چون کاهش سرعت خودروها، افزایش خطر تصادفات و افزایش هزینه مدیریت و نگهداری راه‌ها را به دنبال دارد. علاوه بر برف‌روبی، مصرف مقدار قابل توجهی نمک به منظور بازگشایی جاده‌ها بعد از ریزش برف نیز می‌تواند مفید واقع شود [۵].

تعداد تصادفات رابطه مستقیمی با نسبت بارش به دما دارد. لارسون و براد معتقد بودند که مقایسه تصادفات به هنگام ریزش باران بازمانی که بارندگی نباشد وابسته به دمای هوا است، به طوری که حداکثر تعداد تصادفات هنگامی رخ می‌دهد که بارندگی با دمای صفر درجه سانتی‌گراد و یا کمتر همراه است. تعداد تصادفات در جاده‌های یخبندان و برفی همزمان با افزایش دما افزایش می‌یابد. این تعداد در طی شب دو برابر بیشتر از ساعات روز است. اما در شرایط ریزش برف و یخبندان (بدون شرایط ذوب) تفاوتی بین تعداد آن در هنگام شب و روز وجود ندارد [۷].

آندرسون به بررسی اثرات کاربرد نمک بر تعداد سوانح جاده‌ای بین سال‌های ۷۴-۱۹۷۰ که توسط پلیس گزارش شده بود، پرداخت و دریافت که تعداد تصادفات در هنگام ریزش برف و یخبندان از سطح جاده خشک، ۳ تا ۲۰ برابر بیشتر است. همچنین در این تحقیقات مشخص شد که رابطه‌ای بین مقدار نمک‌پاشی و تعداد تصادفات وجود ندارد به علاوه تعداد تصادفات در جاده‌های نمک‌پاشی شده مشابه جاده‌های نمک‌پاشی نشده در طی ماه‌های نوامبر و فوریه، ۵۲ درصد و در ماه‌های مارس، آوریل و اکتبر ۲۲

رخداد مخاطرات اقلیمی جزء ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه از زمین محسوب می‌شود. این مخاطرات نتیجه رفتارهای نابهنجار اقلیمی است که عمدتاً از ماهیت تصادفی برخوردار بوده و از این رو، امکان پیش‌بینی آن با مشکلات جدی مواجه است [۱]. یخبندان با پایین آمدن دما و نزول آن به یک آستانه بحرانی مشخص شروع می‌شود و با اثراتی که در سطح زمین ایجاد می‌کند، زندگی انسان‌ها، فعالیت‌های عمرانی و زیربنایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۲]. رخداد سرما و یخبندان از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا بر شبکه حمل‌ونقل کشور خصوصاً در فصل زمستان می‌باشد و محورهای مواصلاتی کشور را در این ایام با خطری جدی روبه‌رو می‌سازد [۳] با توجه به ساختار جو، نقش ارتفاع در سطح زمین دارای اهمیت ویژه‌ای است و عملاً می‌توان ارتباط منطقی بین ارتفاع و ویژگی‌های یخبندان در هر منطقه برقرار کرد و با استفاده از آن پیش‌بینی‌ها، یخبندان و سرماهای بحرانی را ساماندهی کرد [۴]. لذا لازم است ابتدا این پدیده شناخته شده و سپس تحلیل و نهایتاً کنترل گردد. در این مقاله به مطالعه خصوصیات و ویژگی‌های یخبندان دو استان لرستان و چهارمحال و بختیاری که از مناطق کوهستانی ایران می‌باشند، پرداخته شده و نگاهی مبتنی بر مدیریت ریسک یخبندان در منطقه به مسئولان امر جهت برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و ملی ارائه می‌نماید [۳]. از آنجا که ارتفاع زیاد جاده‌های کوهستانی و تفاوت‌های اقلیمی در طول مسیرهای ارتباطی مشکلات بی‌شماری را در ماه‌های سرد سال برای راهداران و کاربران جاده‌ها به بار می‌آورد، این دوره و متغیرهای اقلیمی مربوط به آن بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. آگاهی از زمان آغاز و خاتمه یخبندان نقش موثری در مدیریت عملیات راهداری زمستانه، اقدامات ایمنی پلیس راه، آمادگی بیشتر رانندگان و کلیه افرادی که به نوعی با شبکه حمل‌ونقل در ارتباط هستند دارد [۵]. در این راستا مطالعات متفاوتی در زمینه سرمازدگی و یخبندان در نقاط مختلف جهان و ایران انجام شده است. یکی از قدیمی‌ترین نوشته‌های علمی در این زمینه توسط پروفیسور ریکنگل در مورد یخبندان‌های دیررس بهاره و روش‌های جلوگیری از خسارت آنها

## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...

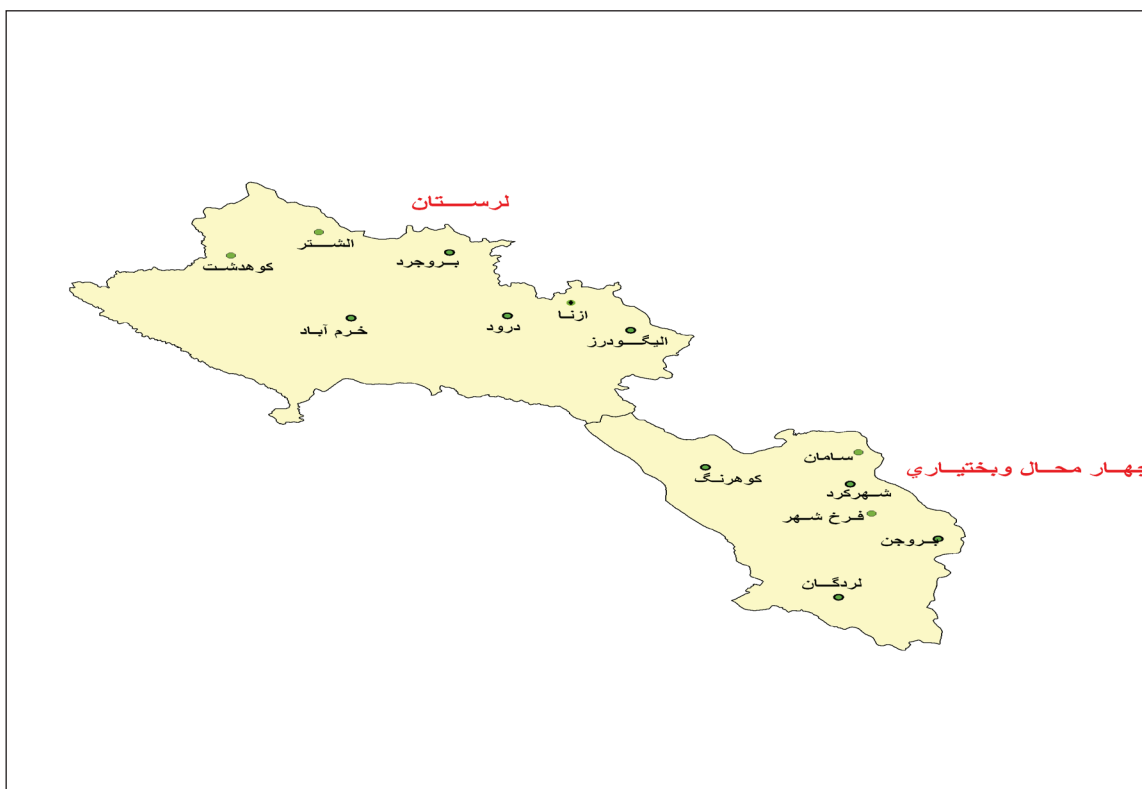
یا شرایط یخبندان تنظیم نمی‌کنند. در مجموع کل تصادفات در ماه‌های مارس و آوریل از ماه‌های اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و سپتامبر کمتر است [۷]. اصولاً برای ایجاد یخبندان‌های سطح جاده‌ها باید سه عامل با یکدیگر عمل کنند. در صورت نبود یک عامل پدیده یخبندان اتفاق نمی‌افتد که عبارتند از: ۱- هوای سرد زیر صفر درجه سانتی‌گراد، ۲- خاک نسبتاً ریزدانه که دارای خاصیت مویبستگی زیاد باشد، ۳- منابع آب زیرزمینی در عمق حداکثر ۳ متر باشد [۸].

### ۲. محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه قسمتی از زاگرس میانی بین طول‌های جغرافیایی ۵۰° و ۴۶° تا ۲۶' و ۵۱° شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۰۹' و ۳۱° تا ۲۳' و ۳۴° شمالی قرار دارد که شامل استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری می‌باشد و مناطق مسطح و دشت‌های آن محدود است. ارتفاعات به عنوان یکی از مهم‌ترین

درصد جاده‌های نمک‌پاشی نشده بوده است.

لارسون و براد یک شاخص تصادف (۱۹۷۷ و ۱۹۷۳) را برای تعدادی از راه‌های برفگیر و یخبندان بررسی کردند که در آن متغیرهای دما، بارش، عمق برف و تغییرات آن، ماه سال، روز هفته و همچنین ایام تعطیل در نظر گرفته شد. آنها در سال ۱۹۸۱ گزارشی در ارتباط با همبستگی بین شرایط جوی، شرایط جاده و تصادفات جاده‌ای در فصل زمستان، ارائه کردند که بر پایه داده‌های آماری سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۷ استوار بود. آنها مطابق آمار سال‌های مورد مطالعه، جاده‌ها را به سه گروه تقسیم کردند: گروه A؛ جاده‌هایی که در زمستان نمک‌پاشی شده‌اند، گروه B؛ جاده‌هایی که در بهار و پاییز نمک‌پاشی شده‌اند و گروه C؛ جاده‌هایی که نمک‌پاشی نشده‌اند. جاده‌های در معرض یخبندان وقتی که نمک‌پاشی شده باشند دو برابر دیگر جاده‌ها تصادف دارند که احتمالاً دلیل آن این است که راننده‌ها متوجه یخبندان جاده‌ای که نمک‌پاشی شده است نمی‌شوند و سرعت خود را



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

سپس فراوانی تداوم‌های یخبندان‌های ۱ روزه، ۲ روزه، و بیشتر از ۷ روز محاسبه شد. از نظر شدت هم روزهای با شدت یخبندان صفر تا ۵- درجه و ۵/۱- تا ۱۰- درجه سلسیوس محاسبه شد. پراکندگی فضایی متغیرها و پهنه‌بندی منطقه از نظر پارامترهای محاسبه شده در محیط Arc GIS تهیه شدند.

#### ۴. نتایج تحقیق

##### ۴-۱ آغاز و خاتمه یخبندان

از ۱۴ ایستگاه اقلیمی - همدیدی مورد بررسی ۹ ایستگاه دارای ضریب تغییرات کمتر از ۲۰ می‌باشد. مقدار کم ضریب تغییرات برای این نه ایستگاه نشان می‌دهد که پراکنش داده‌ها در این ایستگاه‌ها تقریباً کم و قابلیت اعتماد به این سری داده‌ها برای شروع یخبندان زیاد می‌باشد و می‌توان با آمادگی نسبی قبلی تاریخ آغاز یخبندان را برای برنامه‌ریزی جهت شروع عملیات راهداری با هدف مقابله و کاهش اثرات یخبندان‌های جاده‌ای تدارک دید. اما در ۵ ایستگاه باقی‌مانده تغییرپذیری شروع اولین یخبندان نسبتاً زیاد است، به طوری که تغییرپذیری در ایستگاه عدل دزک ۴۳/۶ درصد است که نشان‌دهنده عدم اعتماد به تاریخ شروع یخبندان است و در این ایستگاه ریسک شروع یخبندان‌های جاده‌ای بیشتر از بقیه ایستگاه‌ها می‌باشد. اما تاریخ خاتمه یخبندان دارای اعتمادپذیری بیشتری است به طوری که بجز در یک مورد (خرم‌آباد ۱۰/۴ درصد) تغییرپذیری در سایر ایستگاه‌ها کمتر از ۱۰ درصد است، لذا با اعتماد بیشتری می‌توان برنامه‌های راهداری را در ارتباط با خاتمه یخبندان‌های جاده‌ای اجرا کرد. در این ارتباط جدول ۲، تاریخ آغاز و پایان یخبندان و تغییرپذیری آنها را نشان می‌دهد.

در شکل‌های ۲ و ۳ زودترین تاریخ شروع یخبندان بر اساس روز ژولویوسی ترسیم شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود زودترین تاریخ شروع در ایستگاه‌های مرتفع واقع در جنوب شرق این ناحیه آغاز و دیرترین آن در ناحیه جنوب‌غربی که دارای ارتفاع کمی می‌باشد، خاتمه می‌یابد. بیشترین تغییرپذیری در تاریخ شروع یخبندان در ایستگاه‌های واقع در مناطق مرتفع

عوامل محلی، نقش عمده‌ای در تعیین شرایط اقلیمی منطقه دارند [۳]. در استان لرستان اختلاف ارتفاع بسیار زیاد است، به طوری که در منطقه پلدختر ارتفاع به ۷۱۳/۵ متر و در منطقه شمال شرقی استان، ارتفاع به بیش از ۴۰۰۰ متر می‌رسد [۹]. بلندترین نقطه استان چهارمحال و بختیاری در زردکوه بختیاری به ارتفاع ۴۲۳۶ متر و پست‌ترین نقطه آن در ناحیه شرقی استان واقع شده است [۱۰]. به دلیل ماهیت کوهستانی منطقه همه‌ساله خسارات فراوانی از یخبندان‌های شدید رخ می‌دهد که به کشاورزی، حمل‌ونقل و امور زیربنایی منطقه ضررهای جبران‌ناپذیری وارد می‌کند [۱۱]. بدین جهت برای شناخت این یخبندان‌ها و ایجاد امکان پیش‌بینی آنها و جلوگیری از بروز خسارات از مجموع ۱۹ ایستگاه هواشناسی منطقه ۱۴ ایستگاه با طولانی‌ترین دوره آماری موجود انتخاب شدند. ایستگاه پلدختر با ۷ سال آمار فقط به لحاظ پوشش ارتفاعی منطقه مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات ایستگاه‌ها در جدول شماره ۱ و موقعیت آنها در شکل ۱ آمده است.

#### ۳. روش تحقیق

آمار روزهای یخبندان با استفاده از زبان برنامه‌نویسی فرترن ۷۷ و با در نظر گرفتن آستانه صفر درجه سلسیوس برای کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج گردید. برای اینکه بتوان داده‌های تقویمی آغاز و پایان یخبندان را پردازش کرد آنها را نسبت به روز مبنای اول سپتامبر (روز ژولویوسی) [۵]. تبدیل نمودیم. در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های منطقه در دوره پیش از روز اول سپتامبر یخبندانی صورت نگرفته است. برای هر سال آماری هر ایستگاه تاریخ شروع و خاتمه یخبندان استخراج شد [۳]. اولین روز شروع یخبندان اولین روزی است که دمای کمینه به زیر صفر درجه سلسیوس رفته است. آخرین روز یخبندان هم آخرین روزی است که دمای کمینه به زیر صفر درجه سلسیوس رفته و بعد از آن تاریخ یخبندانی مشاهده نشده است [۱۱].

در هر ایستگاه زودترین روز آغاز و دیرترین روز پایان با احتمال ۹۵ درصد با استفاده از روش‌های آماری محاسبه شد. طول دوره یخبندان هر سال فاصله بین روزهای آغاز و پایان منظور شد.



## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...

جدول ۱. شبکه ایستگاه‌های استنادی مورد مطالعه در استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	طول دوره آماری
۱	الشترو	۳۳ ۴۹	۴۸ ۱۵	۱۵۶۷/۲	۱۹۹۷-۲۰۰۶
۲	الیگودرز	۳۳ ۲۴	۴۹ ۴۲	۲۰۲۲	۱۹۸۶-۲۰۰۶
۳	بروجن	۳۱ ۵۷	۵۱ ۱۸	۲۱۹۷	۱۹۸۸-۲۰۰۶
۴	بروجرد	۳۳ ۵۵	۴۸ ۴۵	۱۶۲۹	۱۹۸۹-۲۰۰۶
۵	خرم‌آباد	۳۳ ۲۶	۴۸ ۱۷	۱۱۴۷/۸	۱۹۵۱-۲۰۰۶
۶	کوه‌رنگ	۳۲ ۲۶	۵۰ ۰۷	۲۲۸۵	۱۹۸۷-۲۰۰۶
۷	کوه‌دشت	۳۳ ۳۱	۴۷ ۳۹	۱۱۹۷/۸	۱۹۹۷-۲۰۰۶
۸	لردگان	۳۱ ۳۱	۵۰ ۴۹	۱۵۸۰	۱۹۹۵-۲۰۰۶
۹	شهرکرد	۳۲ ۱۷	۵۰ ۵۱	۲۰۴۸/۹	۱۹۵۵-۲۰۰۶
۱۰	پلدختر	۳۳ ۹	۴۷ ۴۳	۷۱۳/۵	۲۰۰۰-۲۰۰۵
۱۱	عدالت ارگان	۳۱ ۵۳	۵۰ ۵۶	۲۳۲۳	۱۹۹۰-۲۰۰۴
۱۲	عدل دزک	۳۲ ۴	۵۱ ۳	۲۲۸۰	۱۹۷۳-۲۰۰۶
۱۳	امام قیس	۳۱ ۴۴	۵۱ ۲۱	۲۱۹۵	۱۹۵۸-۲۰۰۶
۱۴	ناصرالدین	۳۳ ۲	۴۹ ۷	۱۱۸۲	۱۹۸۷-۲۰۰۰

و بختیاری دیرتر از شمال استان لرستان می‌باشد.

می‌باشد. تاریخ شروع اولین یخبندان در شمال این ناحیه با جنوب شرق همزمان بوده و خط هم ارزش ۲۰ (نسبت به اول سپتامبر) از این دو ناحیه عبور می‌کند.

### ۴-۲ طول دوره یخبندان

مناطق دارای طول دوره یخبندان بیشتری هستند که یخبندان در آنها زودتر شروع و دیرتر خاتمه یافته است. میانگین طول دوره یخبندان نیز در شکل شماره ۶ نشان داده شده است بر اساس این شکل کمترین طول دوره یخبندان به طور میانگین برای

در شکل‌های ۴ و ۵ تاریخ دیرترین خاتمه یخبندان (بر اساس روز ژولوسسی) آورده شده است. علی‌رغم اینکه تاریخ شروع اولین یخبندان در شمال استان لرستان با شرق استان چهارمحال بختیاری همزمان است ولی خاتمه یخبندان در شرق چهارمحال

حمیده دالایی، بهلول علیجانی، محمود احمدی

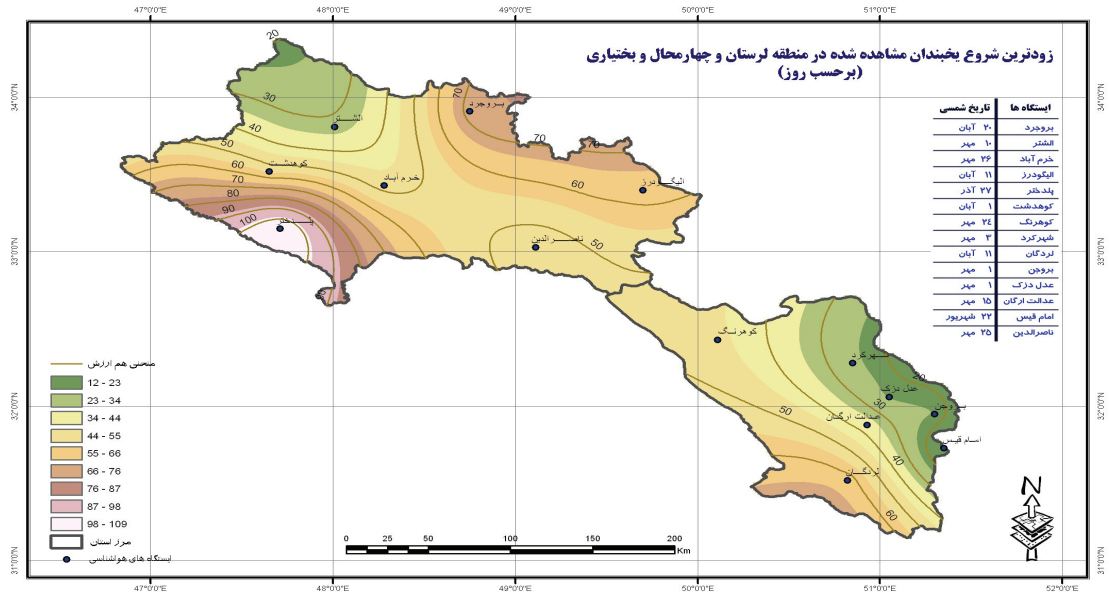
دوره یخبندان بین ۱۹۸ تا ۱۷۶ روز را دارا می‌باشند. زیادبودن طول دوره یخبندان در بعضی از ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که یخبندان در این ایستگاه‌ها زودتر شروع می‌شود و دیرتر هم خاتمه می‌یابد پس لزوم برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای در ارتباط با راه‌داری در این

ایستگاه‌های خرم آباد (۱۰۵روز) و پلدختر (۱۰روز) در طول سال است. ایستگاه‌های لردگان و ناصرالدین دارای ۱۳۶ تا ۱۳۸ روز طول دوره و ایستگاه کوه‌رنگ ۱۷۱ روز، ایستگاه‌های الشتر، شهرکرد، عدالت ارگان، امام قیس و بروجن دارای بیشترین طول

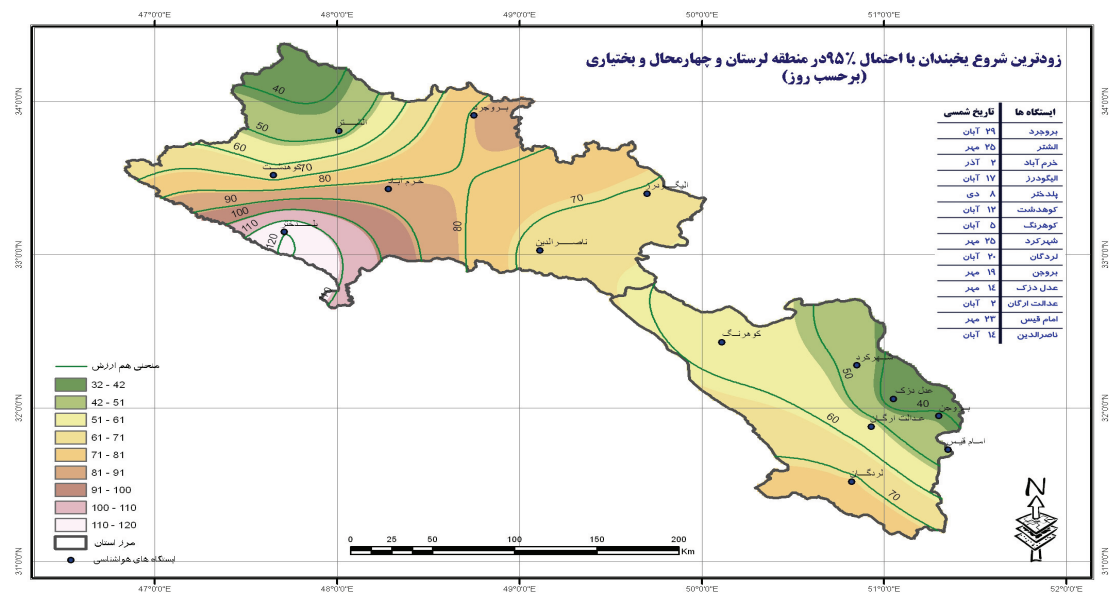
جدول ۲. تاریخ‌های آغاز و پایان یخبندان و تغییرپذیری‌های آنها

خاتمه یخبندان		شروع یخبندان			نام ایستگاه	ردیف
تغییرپذیری	دیرترین خاتمه با احتمال ۹۵ درصد	دیرترین خاتمه	تغییرپذیری	زودترین شروع با احتمال ۹۵ درصد		
۴/۴	۱۲ فروردین	۲۴ فروردین	۱۰/۴	۲۹ آبان	۲۰ آبان	۱ بروجرد
۳/۷	۳ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۱۵/۸	۲۵ مهر	۱۰ مهر	۲ الشتر
۱۰/۴	۲۶ اسفند	۲۵ فروردین	۲۰/۴	۲ آذر	۲۶ مهر	۳ خرم آباد
۴/۴	۲۶ فروردین	۱۱ اردیبهشت	۸/۵	۱۷ آبان	۱۱ آبان	۴ الیگودرز
۶/۲	۱۸ بهمن	۲۴ بهمن	۱۴/۴	۸ دی	۲۷ آذر	۵ پلدختر
۳/۹	۱۷ فروردین	۲۳ فروردین	۱۵/۱	۱۲ آبان	۱ آبان	۶ کوه‌دشت
۶/۳	۲ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۱۲/۹	۵ آبان	۲۴ مهر	۷ کوه‌رنگ
۴	۳۰ فروردین	۱۹ اردیبهشت	۲۲/۵	۲۵ مهر	۳ مهر	۸ شهرکرد
۴/۸	۱۷ فروردین	۲۹ فروردین	۸/۹	۲۰ آبان	۱۱ آبان	۹ لردگان
۲/۹	۲ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۲۴/۴	۱۹ مهر	۱ مهر	۱۰ بروجن
۷	۱۵ اردیبهشت	۱۷ خرداد	۴۳/۶	۱۴ مهر	۱ مهر	۱۱ عدل دزک
۵/۳	۱۲ اردیبهشت	۳ خرداد	۱۷/۵	۲ آبان	۱۵ مهر	۱۲ عدالت ارگان
۴	۳۱ فروردین	۱۵ اردیبهشت	۲۹/۱	۲۳ مهر	۲۲ شهریور	۱۳ امام قیس
۵	۱۶ فروردین	۲۶ فروردین	۱۷	۱۴ آبان	۲۵ مهر	۱۴ ناصرالدین

## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...



شکل ۲. پهنه‌بندی زودترین شروع یخبندان مشاهده شده در لرستان و چهارمحال و بختیاری (برحسب روز ژوئوسمی)



شکل ۳. پهنه‌بندی زودترین شروع یخبندان با احتمال ۹۵ درصد در لرستان و چهارمحال و بختیاری (برحسب روز ژوئوسمی)

هواشناسی جاده‌ای هستند.

### ۳-۴ توالی یخبندان‌ها

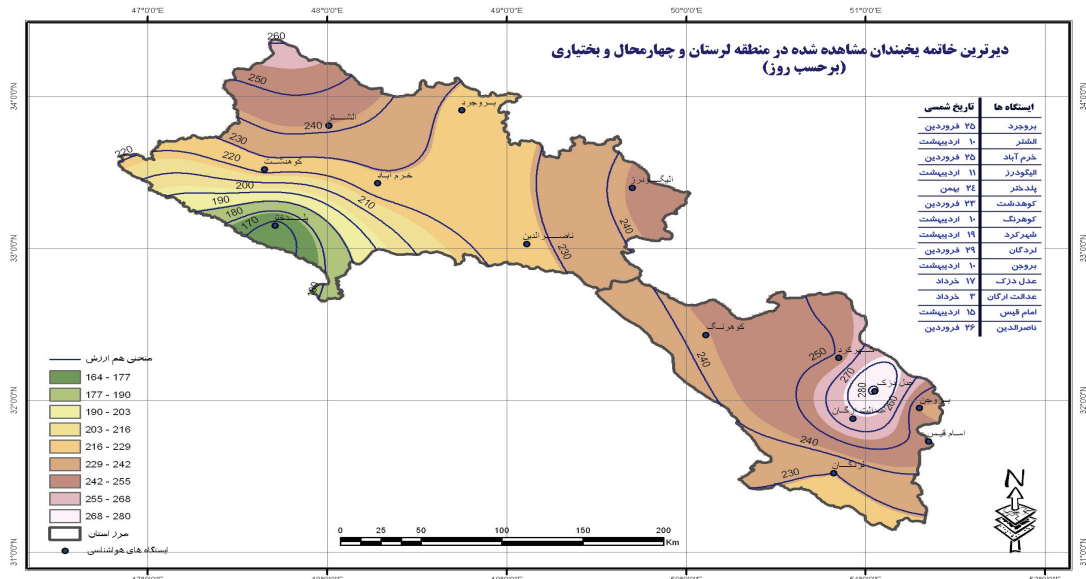
فراوانی سالانه یخبندان‌ها با تداوم یک، دو و بیش از هفت روز در کل دوره آماری هر ایستگاه به وسیله برنامه فرترن ۷۷ و مطابق جدول ۳ استخراج و نقشه‌های پهنه‌بندی بر اساس فراوانی سالانه

مناطق بیشتر باید مورد توجه مدیران و مسئولان قرار گرفته و تجهیزات و امکانات بیشتری نسبت به سایر مناطق و شهرستان‌ها به این مناطق اختصاص یابد. طول دوره یخبندان به‌عنوان یکی از عوامل موثر در تعیین محل نصب ایستگاه‌های هواشناسی جاده‌ای می‌باشد. بنابراین دو منطقه شمالی و شمال‌غرب لرستان و شرق و شمال شرق چهارمحال بختیاری در اولویت نصب ایستگاه‌های

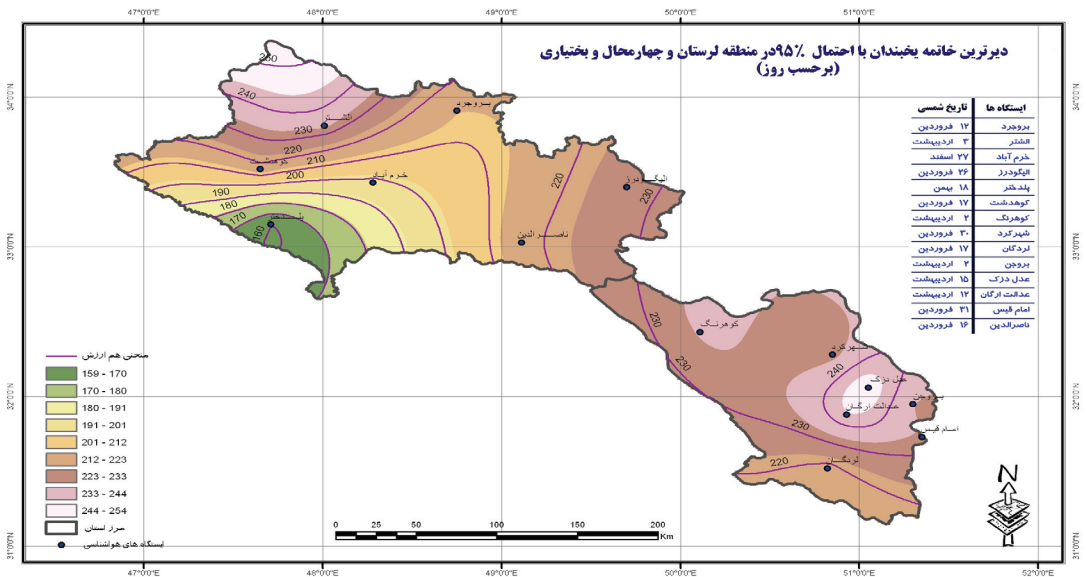
## حمیده دالایی، بهلول علیجانی، محمود احمدی

یخبندان در ایستگاه‌های ناصرالدین، عدالت ارگان، عدل دزک، لردگان و کوه‌دشت (۶ و ۵ بار در سال) و کمترین فراوانی در بقیه ایستگاه‌ها با (۳ و ۴ بار در سال) رخ می‌دهد. بیشترین فراوانی تداوم بیش از هفت روزه یخبندان در ایستگاه‌های عدالت ارگان،

تهیه شده است. بر این اساس بیشترین فراوانی تداوم یک روزه یخبندان در ایستگاه‌های ناصرالدین، کوه‌دشت و الشتر (۱۰ و ۸ بار در سال) و کمترین فراوانی در ایستگاه‌های پلدختر و امام قیس (۱ و ۴ بار در سال) می‌باشد بیشترین فراوانی تداوم دو روزه



شکل ۴. پهنه‌بندی دیرترین خاتمه یخبندان مشاهده شده در لرستان و چهارمحال و بختیاری (برحسب روز ژولیوسی)



شکل ۵. پهنه‌بندی دیرترین خاتمه یخبندان با احتمال ۹۵ درصد در لرستان و چهارمحال و بختیاری (برحسب روز ژولیوسی)

الی ۹ پهنه‌بندی منطقه را از نظر تداوم یک، دو و بیش از هفت روز در منطقه نشان می‌دهد.

عدل دزک، امام قیس و کوه‌رنگ (۸ و ۵ بار در سال) و کمترین فراوانی در ایستگاه خرم آباد ۱ بار در سال رخ می‌دهد. شکل ۷

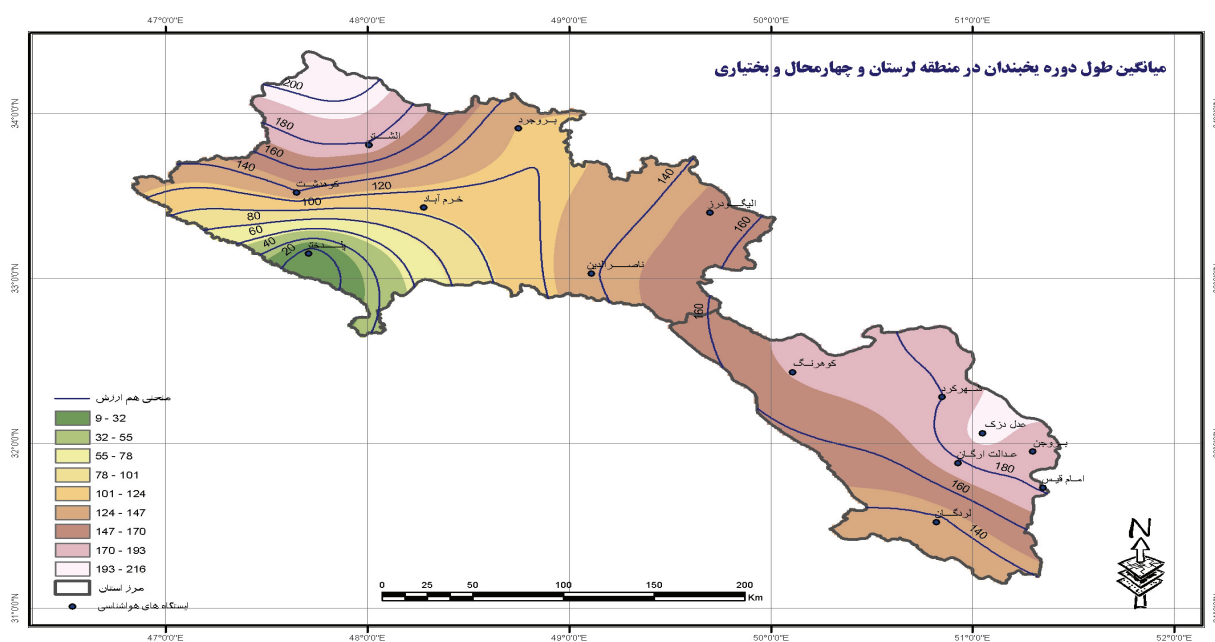
## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...

کشور دارد.

برای این منظور داده‌های دمای حداقل دو استان لرستان و چهارمحال و بختیاری از سازمان هواشناسی اخذ و مشخصات اقلیمی و رفتار آماری آنها استخراج گردید. در این راستا کلیه تاریخ‌های یخبندان نسبت به اول سپتامبر (۱۰ شهریور) شماره‌گذاری شدند و تاریخ زودترین شروع و دیرترین خاتمه

## ۴-۴ شدت یخبندان‌ها

بر اساس جدول ۴ بیشترین فراوانی سالانه دمای یخبندان صفر تا ۵- درجه سلسیوس در ایستگاه‌های عدالت ارگان، امام قیس و بروجن (۱۱۵، ۷۰ و ۶۷ بار در طول سال) و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه‌های پلدختر، خرم‌آباد و بروجرد (۱، ۳۴ و ۴۵ بار در سال) می‌باشد.



شکل ۶. میانگین طول دوره یخبندان در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)

یخبندان مشاهده شده و شروع و خاتمه یخبندان با احتمال ۹۵ درصد محاسبه شد. طول دوره یخبندان از تفاضل تاریخ‌های خاتمه و شروع یخبندان محاسبه شد. سپس در محیط برنامه‌نویسی فرترن ۷۷ فراوانی شدت‌های یخبندان صفر تا ۵- و ۵/۱- تا ۱۰- درجه سلسیوس محاسبه و تداوم یخبندان‌های یک، دو و بیش از ۷ روز نیز محاسبه شدند.

زودترین شروع یخبندان در منطقه در شمال غرب لرستان و شمال شرق چهارمحال و بختیاری در ایستگاه‌های الشتر، شهرکرد، عدل دزک، بروجن و امام قیس در تاریخ‌های ۱۰ مهر، ۳ مهر، ۱ مهر و ۲۲ شهریور زودتر از بقیه مناطق به وقوع می‌پیوندد و به تدریج سراسر منطقه را فرا می‌گیرد.

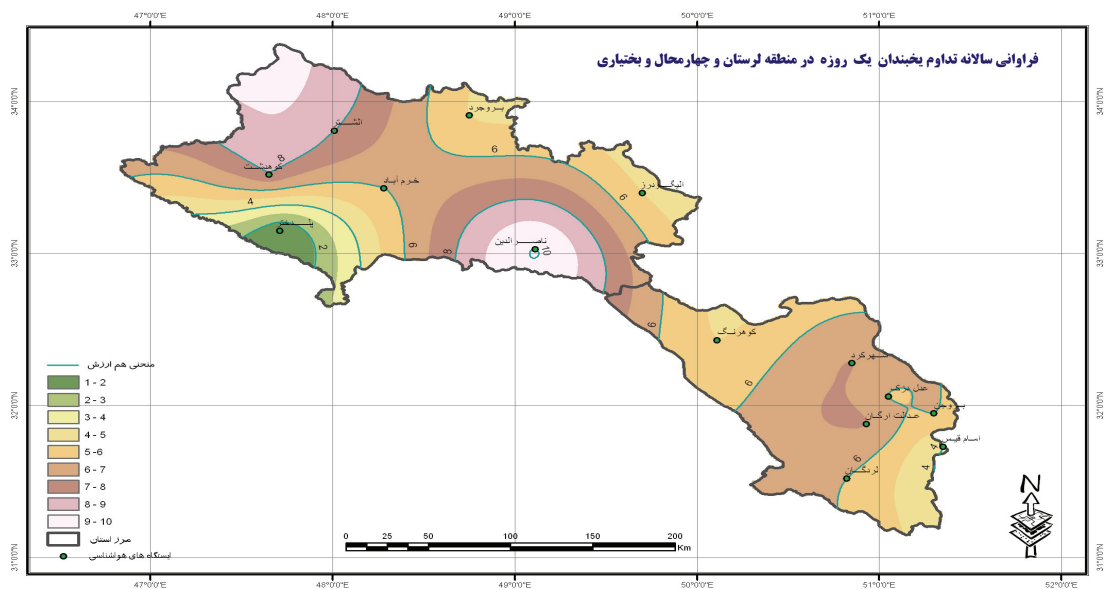
بیشترین فراوانی سالانه شدت یخبندان ۵/۱- تا ۱۰- درجه سلسیوس در ایستگاه‌های عدالت ارگان، عدل دزک و امام قیس در چهارمحال و بختیاری با (۵۸، ۴۳ و ۳۹ بار در طول سال) و کمترین آن در پلدختر، خرم‌آباد و کوه‌دشت با (صفر، ۴ و ۸ بار در سال) مشاهده شده است. شکل ۱۰ و ۱۱ پهنه‌بندی منطقه را از نظر فراوانی دماهای یخبندان نشان می‌دهد.

## ۵. خلاصه و نتیجه‌گیری

شناخت خصوصیات و ویژگی‌های یخبندان نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های راه‌داری، انجام به موقع عملیات امداد و نجات جاده‌ای و اتخاذ تمهیدات لازم برای مقابله با این بلیه در جاده‌های

جدول ۳. توالی یخبندان‌های یک، دو و ۷ روز به بالا در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	طول دوره آماری	۱ روزه	۲ روزه	۷ روز به بالا
۱	بروجرد	۱۷	۵	۳	۲
۲	الشتر	۹	۸	۴	۴
۳	خرم اباد	۵۵	۶	۴	۱
۴	الیگودرز	۲۰	۵	۳	۳
۵	پلدختر	۷	۱	۰	۰
۶	کوهدشت	۹	۸	۵	۲
۷	کوهرنگ	۱۹	۵	۳	۵
۸	شهرکرد	۵۱	۷	۳	۴
۹	لردگان	۱۱	۶	۵	۲
۱۰	بروجن	۱۸	۶	۴	۴
۱۱	عدل دزک	۳۳	۶	۵	۵
۱۲	عدالت ارگان	۱۵	۷	۵	۸
۱۳	امام قیس	۴۸	۴	۳	۵
۱۴	ناصرالدین	۱۳	۱۰	۶	۲



شکل ۷. فراوانی سالانه تداوم یخبندان یک روزه در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)

مناطق دیرتر تمام می‌شود و لزوم برنامه‌ریزی و عملیات مبارزه با یخبندان در سطح جاده‌ها و تامین ایمنی عبور و مرور را نمایان می‌سازد. شروع و خاتمه یخبندان تبعیت از ارتفاع دارد یعنی در نقاط مرتفع یخبندان زودتر شروع و دیرتر هم خاتمه یافته است. به‌طورکلی میزان اعتماد به میانگین تاریخ خاتمه یخبندان از تاریخ

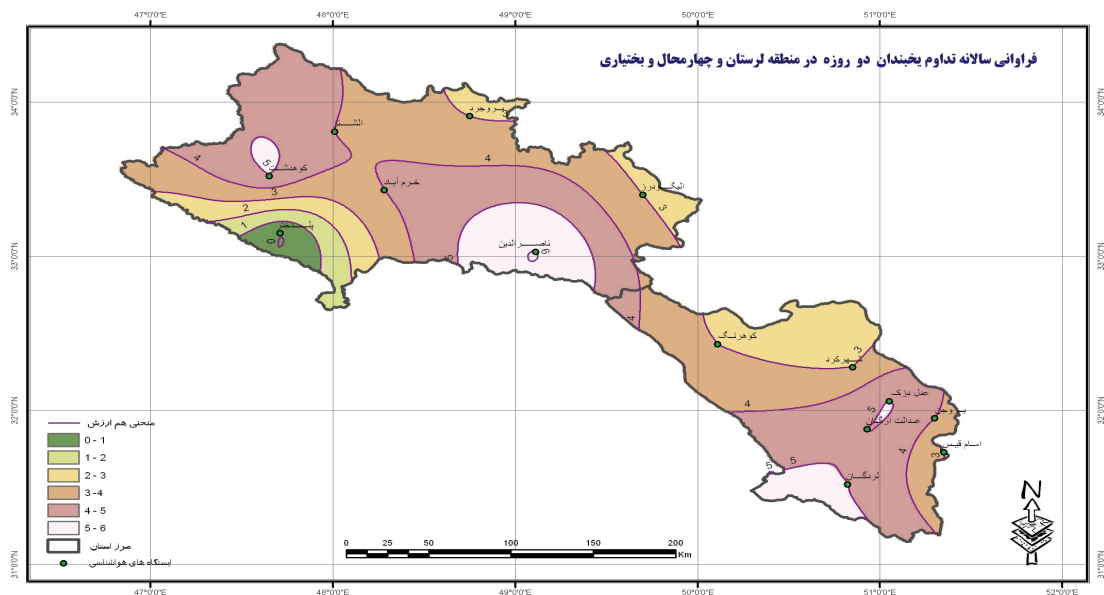
دیرترین خاتمه یخبندان مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه در شمال و شمال شرق استان چهارمحال و بختیاری و شمال غرب و شرق لرستان در ایستگاه‌های عدل دزک، عدالت ارگان، شهرکرد، امام قیس، بروجن و الشتر در تاریخ‌های ۱۷ خرداد، ۳ خرداد، ۱۹ ، ۱۵ و ۱۰ اردیبهشت بوده و نشان می‌دهد که یخبندان در این

## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...

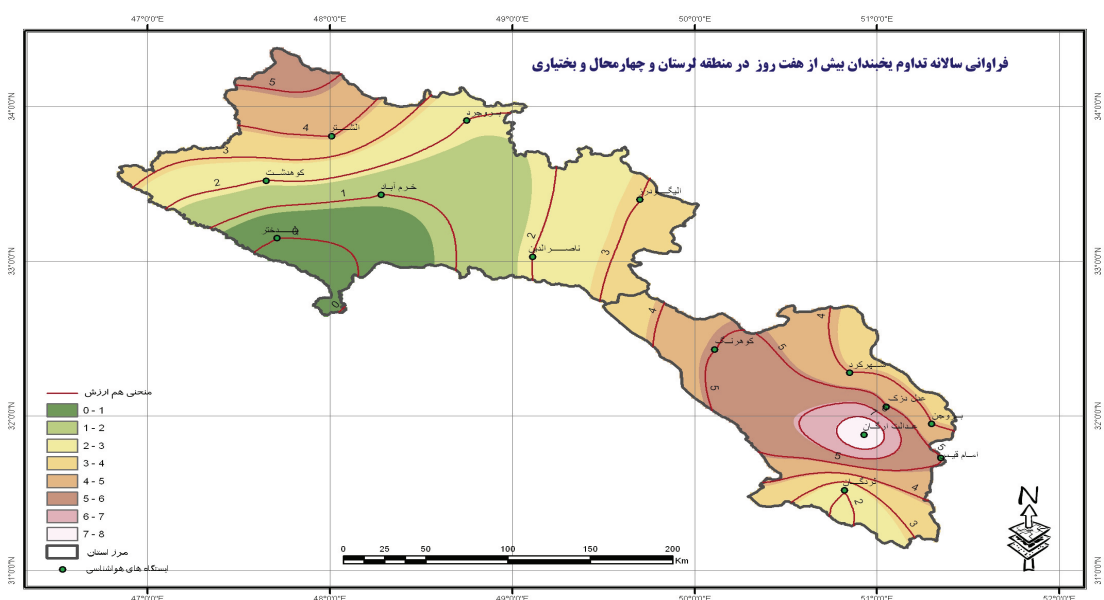
این مناطق بیشتر است چون یخبندان در این مناطق زودتر شروع و دیرتر خاتمه می‌یابد.

بیشترین فراوانی سالانه تداوم ۱ و ۲ روزه یخبندان در شمال غرب

شروع آن بیشتر است. درحالی‌که حداکثر تغییرپذیری تاریخ خاتمه یخبندان در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۰/۴ درصد است، اما بیشترین تغییرپذیری شروع یخبندان ۴۳/۶ درصد می‌باشد. طول



شکل ۸. فراوانی سالانه تداوم یخبندان دو روزه در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)



شکل ۹. فراوانی سالانه تداوم یخبندان بیش از هفت روز در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)

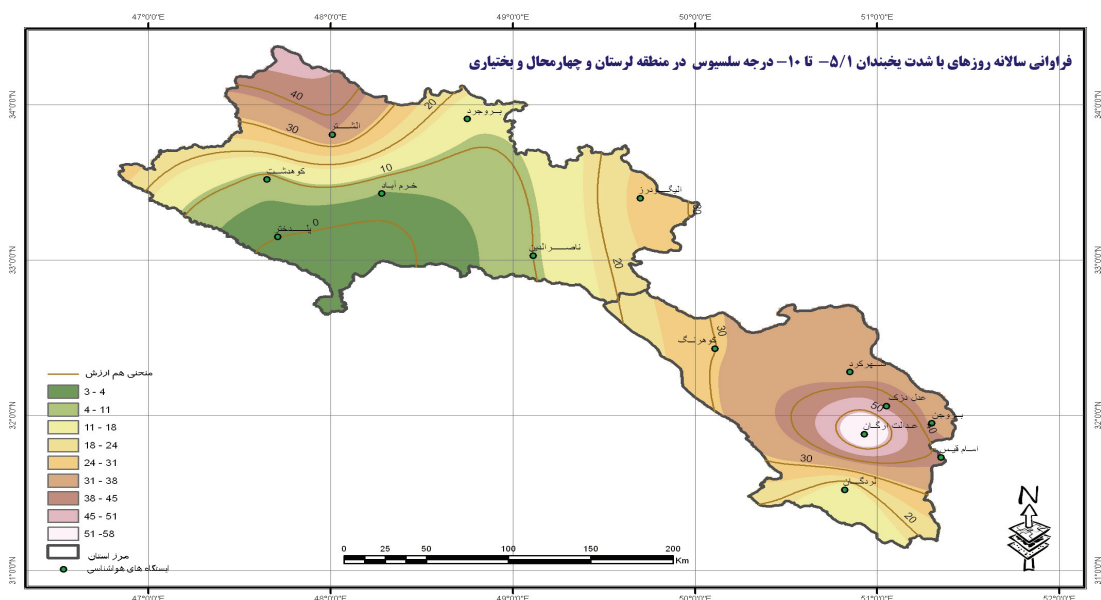
و جنوب شرق لرستان، شمال شرق، جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب چهارمحال می‌باشد.

بیشترین فراوانی سالانه تداوم یخبندان‌های بیش از هفت روز

دوره یخبندان نیز در منطقه شمال غرب و شرق لرستان، شمال، شمال شرق و شرق چهارمحال و بختیاری نسبت به بقیه منطقه بیشتر است و لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک یخبندان در

جدول ۴. فراوانی سالانه دماهای یخبندان بین صفر تا ۱۰- درجه سلسیوس با فاصله طبقات ۵ تایی

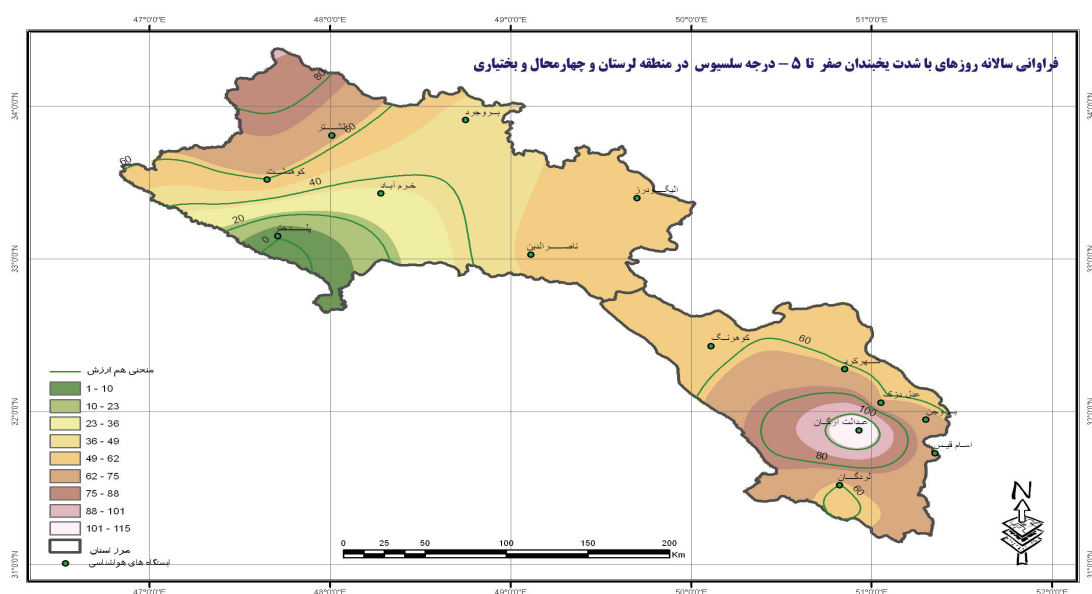
ردیف	طول دوره آماری	نام ایستگاه	۰-(-۵)	(-۱۰)-(-۵/۱)
۱	۱۷	بروجرد	۴۵	۱۳
۲	۹	النشر	۶۵	۳۷
۳	۵۵	خرم‌آباد	۳۴	۴
۴	۲۰	الیگودرز	۵۸	۲۶
۵	۷	پلدختر	۱	۰
۶	۹	کوهدشت	۶۰	۸
۷	۱۹	کوهرنگ	۵۴	۳۰
۸	۵۱	شهرکرد	۶۲	۳۴
۹	۱۱	لردگان	۶۰	۱۲
۱۰	۱۸	بروجن	۶۷	۳۷
۱۱	۳۳	عدل دزک	۶۳	۴۳
۱۲	۱۵	عدالت ارگان	۱۱۵	۵۸
۱۳	۴۸	امام قیس	۷۰	۳۹
۱۴	۱۳	ناصرالدین	۵۲	۱۰



شکل ۱۰. فراوانی سالانه روزهای با شدت یخبندان صفر تا ۵- درجه سلسیوس در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)



## تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک ...



شکل ۱۱. فراوانی سالانه روزهای با شدت یخبندان ۵/۱- تا ۱۰- درجه سلسیوس در منطقه مورد مطالعه (برحسب روز)

مدیریت یخبندان در جاده‌های این دو استان مورد استفاده قرار گیرد.

### ۷. پانویس‌ها

#### 1- Professor Reeknagle

### ۸. منابع

۱- حسینی، سید امیر و فرج‌زاده، محمود (۱۳۸۷) «پهنه‌بندی مکانی یخبندان در ایران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

۲- نوحی، کیوان (۱۳۷۴) «تعیین تاریخ‌های عبور دمای حداقل هوا در آستانه‌های حرارتی در کرج»، مجله نیوار، شماره ۲۷، سازمان هواشناسی کشور، ص. ۵۷-۵۳

۳- دالایی، حمیده؛ علیجانی، بهلول و احمدی، محمود (۱۳۸۸) «تحلیل آماری دماهای یخبندان در زاگرس مرکزی با تاکید بر لرستان و چهارمحال و بختیاری»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

در شمالغرب لرستان، مرکز، شرق و جنوب غرب چهارمحال می‌باشد. بیشترین فراوانی روزهای با شدت یخبندان صفر تا ۱۰- درجه سلسیوس در شمالغرب لرستان، مرکز و شرق چهارمحال و بختیاری است.

### ۶. پیشنهادها

با توجه به اهمیت داده‌های هواشناسی در مدیریت ریسک بلایای هواشناسی جاده‌ای، به نظر می‌رسد احداث شبکه ایستگاه‌های هواشناسی در مناطق کوهستانی شمالغرب و شرق لرستان و شمال، شمال شرق و شرق چهارمحال و بختیاری در اولویت قرار گیرند.

مناطق یخبندان خیز به ایستگاه‌های هواشناسی جاده‌ای مجهز شوند و تابلوهای اطلاع‌رسانی جهت آگاه‌سازی رانندگان از وضعیت جاده‌ها در مسیر تردد نصب شوند.

استفاده از سیستم نمک‌پاش جاده‌ای در مواقعی که سطح جاده یخ‌زده است جهت کاهش تصادفات جاده‌ای توصیه می‌شود.

یافته‌های این مقاله در رابطه با زمان آغاز، خاتمه و طول دوره یخبندان و توزیع فضا زمانی آن می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های بخش راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و اتخاذ تمهیدات لازم برای

۷- ادیبی، هادی و بهبهانی، حمید (۱۳۷۳) «پهنه‌بندی ایران از نقطه نظر عوامل موثر آب و هوایی بر روسازی راه» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران

۸- «اطلس اقلیمی استان لرستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی» (۱۳۸۵)، اداره کل هواشناسی استان لرستان

۹- قطره سامانی، سعید و همکاران (۱۳۸۲)، «سرمایه‌های تأثیرگذار بر تولید بادام در منطقه سامان»، سازمان هواشناسی کشور، پژوهشکده هواشناسی و علوم جو  
۱۰- «پهنه‌بندی اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری» (۱۳۸۲)، پژوهشکده هواشناسی و علوم جو

۴- کمالی، غلامعلی و حبیبی نوخندان، مجید (۱۳۸۴) «بررسی توزیع مکانی و زمانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل و نقل جاده‌ای»، پژوهشنامه حمل و نقل، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۴، ص. ۱۳۵-۱۲۷

۵- کمالی، غلامعلی و مرادی، اسحاق (۱۳۸۴) «تابش خورشید اصول و کاربردها در کشاورزی و انرژی‌های نو»، انتشارات پژوهشکده هواشناسی و علوم جو

۶- رحیمی، محمد (۱۳۷۸) «بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندان‌های بهاره و زودرس پاییزه در البرز مرکزی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران

11- WMO (1978) «Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection», No.487

6- Wallaman , C- Wretling ,p . and Oberg, G. (1999) « Effects of winter road maintenance», Finland Road Administration, pp 86-88