مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره ششم، شماره ۱۴، زمستان ۱۳۹۶
تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۷/۲۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۴/۱۱
صفحات: ۸۶-۶۳

روند تغییرات دمائی و پهنه بندی آغاز و پایان یخبندان شهر تهران*

حسن لشکری[1*]، قاسم کیخسروی[2]

چکیده

شهر تهران در جنوب ارتفاعات البرز و در واقع در یکی از قسمت های مرتفع این رشته کوه قرار دارد. به همین دلیل در طول دوره سرد سال به کرات تحت تاثیر یخبندان های شدید و ضعیف قرار می گیرد. تهران با جمعیتی بیش از ۸ میلیون نفر و بیش از ۳ میلیون خودرو در زمان وقوع یخبندان دچار اختلالات فراوانی از لحاظ ترددهای روزانه قرار می گیرد. در این پژوهش جهت بررسی ویژگی های یخبندان شهر تهران، با بررسی کلیه ایستگاه های هواشناسی شهر تهران در یک دوره آماری مشترک(۱۳۹۰-۱۳۶۴)، ابتدا میزان شباهت دمایی ایستگاه های تهران بررسی گردید. سپس تعداد روزهای یخبندان ملایم(دمای حداقل بین ۰ تا ۱/۱- ،یخبندان متوسط بین ۱/۱-تا ۲/۲- ،یخبندان شدید کمتر از ۲/۲-) استخراج گردید. بعد از آن نقشه تعداد روزهای یخبندان، فصل یخبندان ،یخبندان ملایم ،متوسط، شدید و همراه با احتمال وقوع آنها ترسیم گردید. نتایج بیانگر آن است که با احتمال ۵۰ درصد احتمال وقوع اولین یخبندان متوسط در ایستگاه های امین آباد و شمال تهران آذر ماه و در ایستگاه های مهرآباد، دوشان تپه و ژئوفیزیک دیماه و در ایستگاه چیتگر بهمن ماه می باشد. تاریخ وقوع اولین یخبندان شدید در سطح احتمال ۵۰ درصد در کلیه ایستگاه ها دی ماه، ولی تاریخ وقوع آخرین یخبندان در ایستگاه ها در ماه های بهمن و اسفند مشاهده می شود. از لحاظ تعداد کل روزهای یخبندان پهنه بیش از ۵۰ روز یخبندان به منتهی الیه شمالی شهر تهران محدود می شود که در برگیرنده قسمت های شمالی مناطق ۱،۲،۵،۱۴ و ۲۲ می باشد. تعداد کل روزهای یخبندان بصورت پهنه هایی شبیه موج دریا که بخوبی با منحنی تراز توپوگرافی انطباق دارد، به سمت جنوب شهر تهران کاهش می یابد. فقط جنوب شرق تهران بدلیل همجواری با ارتفاعات این نظم را بهم می زند. منطقه بندی شهر تهران عموماً امتداد شمالی- جنوبی دارد، در حالی که بررسی الگوهای تغییرپذیری زمانی و مکانی پارامترهای دمائی نشان می دهد که پهنه یخبندان، الگوی گسترش غربی- شرقی دارد. بنابراین خط برف و یخبندان در امتداد خطوط تراز پیشروی و پسروی می کند.

واژگان کلیدی: دما، شاخص های یخبندان، پهنه بندی، تهران

* این پژوهش مستخرج از طرح پژوهشی تحت عنوان "مطالعه و پهنه بندی آغاز و پایان یخبندان شهر تهران" در دانشگاه شهید بهشتی می باشد.

۱- دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی(نویسنده مسئول) dr_lashkari61@yhaoo.com
۲- استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی Gh_keikhosravi@sbu.ac.ir

مقدمه

کلان شهر تهران با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع در دامنه های جنوبی کوههای البرز واقع شده است. ارتفاع شهر در جنوب در فرودگاه مهرآباد ۱۲۰۰ و در شمال تهران به بیش از ۲۰۰۰ متر می رسد. اگرچه شیب عمومی شهر به طرف جنوب است ولی در داخل شهر هم ناهمواری های بسیاری است. ارتفاعات البرز دیواره شمالی و کوه های محدوده بی بی شهربانو دیواره جنوبی شهر را تشکیل می دهند. اما نواحی غربی تهران چندان مرتفع نیستند(صفوی و علیجانی،۱۳۸۵).

با وجود اینکه میکروکلیمای ایجاد شده در شهر تهران در چند دهه اخیر وقوع برف های سنگین و یخبندان را بصورت یک پدیده اتفاقی در آورده است، ولی تجربه نشان می دهد وقوع یک برف یا دو برف سنگین، حتی متوسط نیز در هر زمستان همه سازمان ها را غافلگیر کرده و زندگی روزمره مردم را دچار اختلال می کند و با توجه به اینکه شرایط توپوگرافی شهر تهران در همه قسمت های آن یکسان نیست، بنابراین مشکلات حاصل از وقوع یخبندان نیز در همه مناطق تهران یکسان نیست. همه ساله به دلیل عدم شناخت از پهنه یخبندان مراکز آموزشی و بعضاً اداری مناطق یا نواحی از شهر که پدیده یخبندان نیز متاثر نیستند تعطیلی اعلام شده و خسارت های زیادی را به بار می آورد. در صورتی که بتوان پهنه های همگن از لحاظ ریزش برف و یخبندان و تاریخ شروع و پایان را بدست آورد، می توان با اتخاذ روش های مناسب برای مقابله با این پدیده و کاهش اثرات زیانبار آن به شهروندان یاری نمود. لذا در این تحقیق سعی بر آن است با درجه بندی و پهنه بندی انواع یخبندان(ملایم،متوسط، شدید) و تاریخ شروع ، پایان هر کدام از یخبندان ها و درجه بندی مناطق و نواحی شهری تهران از لحاظ طول دوره یخبندان، ویژگیهای یخبندان در شهر تهران بررسی شود.

مطالعات بیشماری در جهان و ایران در زمینه سرما و یخبندان انجام گرفته است. از جمله وستال[1](۱۹۷۱) احتمال وقوع اولین و آخرین یخبندان ها را که به ترتیب در پائیز و بهار اتفاق می افتد، بر اساس آستانه های مورد نیاز در ایالت های ساحلی و جنوب شرقی اقیانوس اطلس مورد بررسی قرار داده است. او یک روش احتمالی را برای ایجاد سریهای اولین و آخرین آستانه های دمائی بکار گرفته است. او با استفاده از یک مثال عددی برازندگی تاریخ های وقوع یخبندان های زودرس پائیزه و دیررس بهاره را با توزیع نرمال مورد بررسی قرار داده است. بوتسما[2](۱۹۷۶) درجه حرارت کمینه و احتمال وقوع خطر یخبندان را در زمینه های کوهستانی واقع در کشور کانادا مورد بررسی قرار داده است.او درجه حرارت کمینه بین ایستگاه هواشناسی مبناء و مزرعه را در مناطق کوهستانی، مرتبط با عوامل متعدد اقلیمی می داند که باید از طریق روشهای همبستگی و رگرسیون خطی چند گانه و گام به گام تعیین شوند. آویسار[3] و ماهرر[4](۱۹۷۸) یک مدل سه بعدی را در مقیاس محلی برای شبیه سازی خرد اقلیم نزدیک سطح زمین مناطق غیر یکنواخت (ناهمگن) در طول رخدادهای یخبندان تابشی توسعه داده اند. این مدل بر اساس معادلات

[1]- Vestal
[2]- Bootsma
[3]- Avissar
[4]- Mahrer

حرکت،حرارت،رطوبت و پیوستگی در اتمسفر و نیز معادلات انتشار حرارت و رطوبت در خاک پایه ریزی شده است. تام[۱] و شاو[۲](۱۹۸۵) نشان دادند که تاریخ وقوع اولین یخبندان در پاییز و آخرین یخبندان در بهار از توزیع تصادفی نرمال تبعیت می کند. میچالسکا[۳](۱۹۸۶) با مطالعه احتمال زمانی وقوع یخبندان های دیررس بهاره در هلند، تاریخ کاشت مناسب ذرت در بهار را مورد بررسی قرار داد. وی در این مطالعه، تاثیر دمای خاک را نیز در تعیین کاشت ذرت را نیز مورد بررسی قرار داده است. کاجفز[۴](۱۹۸۹) تاریخ های وقوع یخبندان های زودرس پائیزه را در ۹ مکان در منطقه گورنجسکا در اسلوونی در طول سالهای ۱۹۴۷ تا ۱۹۸۷ مورد مطالعه قرار داده است. وی یخبندان های متوسط اولین یخبندان را به دست آورده است. همچنین رابطه تاریخ وقوع اولین یخبندان و ارتفاع محل نیز در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. بوئر[۵] و همکاران(۱۹۹۳) ارتفاع را بهترین کنترل کننده ویژگیهای یخبندان و عامل مهم در پیش بینی این ویژگیها می دانند. همچنین آنها در مناطق گندم خیز استرالیا در مورد شروع و خاتمه یخبندان تحقیقاتی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که در منطقه مورد مطالعه اولین یخبندان در پائیز اتفاق می افتد. فریچ و همکاران (۲۰۰۲) شواهدی مبنی بر طولانی تر شدن فصل رشد و کاهش تعداد روزهای یخبندان را برای بسیاری از نواحی عرض های میانی و بالای نیمکره شمالی در طی ۵۰ سال اخیر ارائه داده اند. دوب[۶] و پرکساریو[۷](۲۰۰۵) به تحلیل حوداث اقلیمی شدید از قبیل سیل، خشکسالی، سیکلون ها، توفان تگرگ، تندر، موج گرما و سرما در ۱۰۰ سال گذشته در هند پرداختند. در نهایت نتیجه گرفتند که این عوامل بر اثر رشد جمعیت و مهاجرت به سوی شهرها افزایش می یابد. و میزان زیان های اقتصادی را حدود ۵۰-۱۰۰ بیلون تخمین زدند و در نهایت پس از بررسی حوادث ، نتیجه گرفتند که حدود ۲۵۰۰۰۰ نفر جان خود را در طی این ۱۰۰ سال از دست داده اند. ژائو و همکاران(۲۰۱۲) به تحلیل منطقه ای نمایه های فرین دمای حوضه رودخانه هایهی چین طی دوره ۲۰۰۹-۱۹۶۰ پرداختند. نتایج بررسی، نشان داد که در سراسر حوضه نمایه های فرین سرد روزهای یخبندان، روزهای یخی، شب های سرد، روزهای سرد، دوام امواج سرما و دامنه دمای شبانه روزی روند منفی معناداری را نشان می دهند.

علیجانی(۱۳۷۲) طی مطالعه ای بر روی پرفشار سیبری و اثر آن بر روی اقلیم شرق ایران متوجه شد که پرفشار سیبری پدیده غالب دوره سرد سال آسیا است. وی نتیجه گرفت که پرفشار سیبری در اوایل دوره سرد در اطراف دریاچه بایکال و به تدریج همزمان با پیشرفت زمستان گسترده تر و قوی تر می شود و در اوج فعالیت خود زبانه هایی به خاورمیانه فرستاده و اقلیم منطقه و ایران را در شرق کوههای زاگرس کنترل می کند. براتی (۱۳۷۵) الگوهای همدید ایجاد کننده یخبندان های بهاره ایران را مورد مطالعه قرار داد و اعتقاد دارد که جابجایی سامانه های فشار از عرض های بالاتر به سوی ایران یخبندان های شدید و فراگیر را باعث می شود و استقرار ناوه در ساحل شرقی دریای

---

[1]- Tham
[2]- Show
[3]- Michalska
[4]- Kajfez
[5]- Boor
[6]- Dobe
[7]- Prakasa Rao

مدیترانه غالباً نشانه ورود موج یخبندان در همان روز به ایران است. وی عقیده دارد که جابجایی محورهای فرود در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و پرفشار مهاجر در سطح زمین از غرب مدیترانه به سوی ایران و سپس ادغام آنها با فرود و پرفشار معمول و شدید سیبری به وقوع یخبندان های بهاره می انجامد . در روزهای اوج یخبندان های بهاره محور فرود با جهت شمال شرقی ، جنوب غربی بر روی آذربایجان مشاهده می گردد.کمالی (۱۳۸۱) یخبندان ها را به سه گروه ملایم(صفر تا ۱/۱-)،متوسط(۱/۱-۳ تا۳/-)،و شدید(کمتر از ۳/۳-) تقسیم بندی کرد.نتایج نشان داد که به طور متوسط تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهاره در تهران روز ۱۹ مارس و اولین سرمای پاییزه نیز بطور متوسط در ۳۰ نوامبر اتفاق می افتد. رحیم زاده و عسگری (۱۳۸۲)، در الگوی تغییرات دمایی کشور به این نتیجه رسیدند که، الگوی تغییرات دماهای حداقل، حداکثر و میانگین در سطح کشور یکسان نیست، هر چند روند افزایشی دمای حداقل در اکثر ایستگاه ها به ویژه ایستگاه های واقع در شهرهای بزرگ و رو به گسترش، قابل ملاحظه می باشد که به عنوان مثال می توان به روند شهر اصفهان اشاره نمود. علاوه بر آن در دهه ۱۹۷۰ جهش دما در بسیاری از نقاط رخ داده است که در انطباق با جهش دما در دیگر نقاط دنیا می باشد. دامنه تغییرات شبانه روزی دما در برخی از شهرهای بزرگ کشور مثل شیراز، تهران و اصفهان نرخ کاهشی قابل ملاحظه ای داشته است که به عنوان نمونه می توان به کاهش حدود ۴ درجه ای آن در شهر اصفهان اشاره نمود. پنجعلی زاده (۱۳۸۴) به تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان های فراگیر شهر اردبیل پرداخت و به این نتیجه رسید که اکثر یخبندان های فراگیر از نوع فرافتی و ترکیبی می باشند.. ضیایی و همکاران (۱۳۸۵) در استان فارس بر اساس داده های ۲۵ ایستگاه موجود اقدام به تهیه اطلس احتمال وقوع کمینه دمای استان نمودند، آن ها نشان دادند که هر چه عرض جغرافیایی ایستگاه کمتر شود، اولین یخبندان ها دیرتر و آخرین یخبندان ها زودتر اتفاق می افتد.لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷) در تحقیقی تحت عنوان تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۸-۱۵ دیماه ۱۳۸۵ در ایران به نتیجه رسیدند که در ایام وقوع موج سرما ۷۵ تا ۸۰ درصد از پهنه کشور در معرض یخبندان بوده است. و در تراز های دریا و ۸۵۰ هکتوپاسکال زبانه سردی از نزدیک قطب تا نیمه جنوبی ایران امتداد دارد که سبب انتقال هوای سرد قطبی و جنب قطبی تا جنوب کشور شده است. مظفری(۱۳۹۲)، در بررسی روند تاریخ آغاز و خاتمه آستانه های دمای صفر و پنج درجه سانتیگراد در ایران به این نتیجه رسید که تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتیگراد در ۱۱ ایستگاه دارای روند مثبت، برای خاتمه دمای ۵ درجه سانتیگراد در ۱۰ ایستگاه روند منفی مورد تایید قرار گرفت. برای تاریخ آغاز دمای صفر در جه سانتیگراد روند مثبت برای ۱۰ ایستگاه و برای خاتمه دمای صفر درجه سانتیگراد روند منفی برای ۶ ایستگاه تایید شد. آزمون گرافیکی من کندال نیز نشان داد که روندها در کشور بصورت آرام، ناگهانی و هر یک از آنها نیز به صورت صعودی و یا نزولی است. احمدی و همکاران(۱۳۹۴) در تحلیل شاخص های حدی دما در خراسان بزرگ به این نتایج رسیدند که ایستگاه های محدودی از جمله قوچان و سبزوار در تعدادی از نمایه های حدی دما روند کاهشی را نشان می دهند، در بین شاخص ها، در مرتبه اول شاخص روزهای تابستانی، روزهای گرم، حداکثر دمای حداکثر، شب های گرم، طول دوره گرم، ۱۰۰ درصد روند افزایشی و شاخص روزهای سرد ۱۰۰ درصد روند کاهشی را نشان می دهند. همچنین شاخص های شب های حاره ای و حداکثر دمای حداقل، حداقل دمای حداقل با بیش از ۸۵ درصد روند افزایشی و شاخص شب های سرد با ۸۵ درصد روند کاهشی در مرتبه دوم قرار دارند. در مرتبه سوم شاخص های حداقل دمای حداکثر،

طول فصل رشد به ترتیب با ۷۱ و ۶۹ درصد روند افزایشی و شاخص روزهای یخبندان با ۷۱ درصد روند کاهشی قرار دارند.

داده‌ها و روش‌ها

برای تحلیل روند تغییرات یخبندان شهر تهران، آمار مورد نیاز شامل، دمای حداقل روزانه برای تمام روزهای سال از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۰ برای ایستگاه های سینوپتیک چیتگر، شمال تهران، دوشان تپه، مهرآباد، ژئوفیزیک و ایستگاه کلیماتولوژی امین آباد، از بانک اطلاعات سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. در انتخاب ایستگاه های مورد مطالعه به وجود آمار طولانی مدت و صحیح توجه گردید و نواقص آماری از طریق بازسازی با روش نسبت تفاضل ها و معادله خطی رگرسیون توسط نرم افزار SPSS انجام شد. جهت بررسی ویژگیهای یخبندان شهر تهران، با بررسی کلیه ایستگاه های هواشناسی شهر تهران(شکل۱) در دوره آماری مشترک، ابتدا میزان شباهت دمایی ایستگاه های تهران بررسی گردید. سپس تعداد روزهای یخبندان ملایم(دمای حداقل بین ۰ تا ۱/۱- ،یخبندان متوسط بین ۱/۱- تا ۲/۲- ،یخبندان شدید کمتر از ۲/۲-) استخراج گردید. بعد از آن نقشه تعداد روزهای یخبندان، فصل یخبندان ،یخبندان ملایم ،متوسط، شدید و همراه با احتمال وقوع آنها ترسیم گردید. به منظور بررسی قابلیت وقوع یخبندان در منطقه شهر تهران، خصوصیات فضایی برخی از شاخص های یخبندان مورد بررسی قرار گرفت تا علاوه بر مطالعه خود شاخص که از لحاظ کاربردی در برنامه ریزی مربوط قابل استفاده است تصویر مناسبی از خطر وقوع یخبندان در منطقه را ارائه کند. از جمله شاخص های که در این پژوهش بررسی می شود، می توان به تعداد کل روزهای یخبندان، فصل یخبندان ، آغاز و خاتمه یخبندان ملایم، تعداد روزهای یخبندان ملایم، آغاز و خاتمه یخبندان متوسط، تعداد روزهای یخبندان متوسط، آغاز و خاتمه یخبندان شدید، تعداد روزهای یخبندان شدید اشاره کرد.

شکل ۱: موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه در شهر تهران

منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)

نتایج و بحث

برای طبقه بندی رژیم دمایی در منطقه متغییرهای مختلفی از جمله دما های میـانگین، میـانگین حـداقل، میـانگین حداکثر، میانگین حداکثر مطلق، میانگین حداقل مطلق و میانگین دمای سطح زمین سالانه مورد بررسی قرار گرفت و ایستگاه ها بر مبنای تشابه در ملاک فوق الذکر طبقه بندی گردید. جدول شماره (۱) مقادیر هریک از پارامترهـا را در ایستگاه های منطقه نشان می دهد. بطور کلی آن دسته از داده هایی که بایستی در معـرض تجزیـه خوشـه ای قـرار گیرند ماتریسی را تشکیل می دهند، در این ماتریس هر X_{ij} نمره متغییر j است که آن متغییر یا صفت فرد یا ماده i ام گویند.

جدول شماره(۲) بارهای هر یک از عامل ها را نشان می دهد که استاندارد شده انـد. کـه هـدف از اسـتاندارد کـردن بیانگر آن می باشد، واحدی که برای اندازه گیری صفات انتخاب می شود شباهت ها را تحت تاثیر قرار دهد.

فرایند تابع استانداد کردن بر اساس رابطه های زیر مشخص می گردد.

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \overline{X}_i}{S_i} \quad (۱)$$

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{t} X_{ij}}{t} \quad (۲)$$

$$S_i^{\,2} = \frac{\sum_{j=1}^{t} \left[x_{ij} - \overline{x}\right]}{t-1} \quad (۳)$$

در فرمول های بالا، Z_{ij} مقدار استاندارد شده صفت i ام و ماده j ام، مقدار x_{ij} را از ماتریس اصلی داده ها می گیریم، $\overline{x}_i$ میانگین صفت i ام و S_i انحراف معیار صفت i ام است که از جذر واریانس $S_i^{\,2}$ بدست می آید.

میانگین هر ردیف ماتریس داده های استاندارد شده یعنی $\overline{Z}_i$ بایستی برابـر صـفر و انحـراف معیـار S_i' برابـر یـک باشد.ازجمله

$$\overline{Z}_i = \frac{-0/889 + (-0/917) + 0/806 + 0/944 + 0/917 + (-0/944)}{6} = 0$$

$$S_1' = \left[\frac{(-0/889)^1 + (-0/917)^2 + (0/806)^2 + (0/944)^2 + (0/917)^2 + (-0/944)^2}{6-1}\right]^{\frac{1}{2}} = 1$$

جدول۱: مقادیر ارتفاع و دما در ایستگاه های مورد مطالعه(۱۳۹۰-۱۳۶۴)

پارامترها	تهران مهرآباد	شمال تهران	ژئوفیزیک	چیتگر	امین اباد	دوشان تپه
ارتفاع ایستگاه به متر	۱۱۹۰/۸	۱۵۴۹/۱	۱۴۱۸/۶	۱۳۰۵/۲	۱۰۴۰	۱۲۰۹/۲
دمای میانگین سالیانه	۱۸/۱	۱۵/۳	۱۶/۶	۱۷/۱	۱۷/۲	۱۸/۳
میانگین حداکثر سالیانه	۲۲/۹	۲۰	۲۰/۹	۲۲/۲	۲۴	۲۳/۲
میانگین حداقل سالیانه	۱۳/۱	۱۰/۴	۱۲/۷	۱۲/۵	۱۰	۱۳/۱
میانگین حداکثر مطلق سالیانه(بالاترین دما گزارش شده)	۲۸/۶	۲۵/۸	۲۳/۷	۲۷/۳	۲۹/۴	۲۸/۶
میانگین حداقل مطلق سالیانه(کمترین دما گزارش شده)	۶/۷	۴/۹	۱۰/۳	۵/۷	۴/۷	۵/۵
میانگین سالیانه دمای سطح زمین	۱۰/۷	۶/۵	۸	۹/۶	۱۲	۱۲/۱۶

جدول۲: بارهای عاملی مولفه های اقلیمی(دما) منطقه مورد مطالعه

پارامترها	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
دمای میانگین سالیانه	-۰/۸۸۹	-۰/۹۱۷	۰/۸۰۶	۰/۹۴۴	۰/۹۱۷	-۰/۹۴۴
میانگین حداکثر سالیانه	-۰/۴۶۷	-۱/۴۶۷	-۰/۸۶۷	۰۰۰۰	۱/۲۰۰	۰/۶۶۷
میانگین حداقل سالیانه	۰/۷۸۶	-۱/۱۴۳	۰/۵۰۰	۰/۳۵۷	-۱/۴۲۹	۰/۷۸۶
میانگین حداکثر مطلق سالیانه(بالاترین دما)	۰/۶۶۷	-۰/۶۶۷	-۱/۶۶۷	۰/۰۴۸	۱/۰۴۸	۰/۶۶۷
میانگین حداقل مطلق سالیانه(کمترین دما)	۰/۱۹۰	-۰/۶۶۷	۱/۹۰۵	-۰/۲۸۶	-۰/۷۶۲	-۰/۳۷۶
میانگین سالیانه دمای سطح زمین	۰/۴۰۹	-۱/۵۰۰	-۰/۸۱۸	-۰/۰۹۱	۱/۰۰۰	۱/۰۴۵

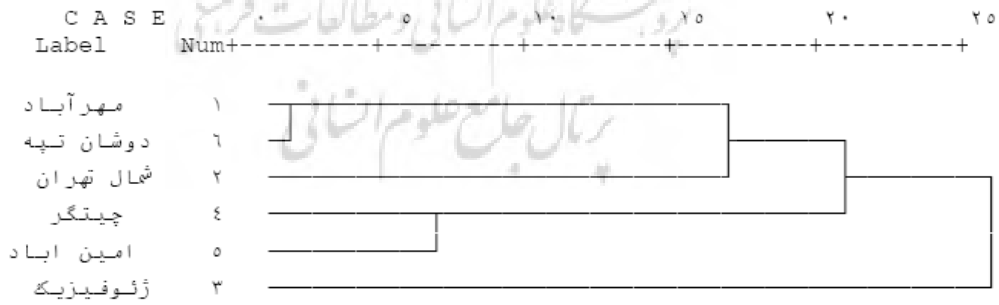
با توجه به نمودار خوشه ای(نمودار۱) و مشخصات ایستگاه ها (شکل و جدول شماره۱)، رژیم های دمایی بیشتر از ارتفاع تاثیر می پذیرند تا عرض جغرافیائی، با افزایش ارتفاع متوسط دمای میانگین حداقل سالانه کاهش و اختلاف

متوسط دماهای میانگین حداقل و میانگین حداکثر سالانه گروه ها افزایش می یابد. در نهایت بر مبنای ویژگیهای مشابه گروه ها، رژیم های دمای تهیه شده است.

با توجه به اینکه داده ها به ۵ خوشه تقسیم شده اند. می توان با کمک روش آنالیز واریانس یک طرفه بررسی کرد که آیا اختلاف معنی داری بین خوشه ها وجود دارد یا خیر جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس را نشان می دهد. در این جدول میانگین مربعات بین گروهی(داخل خوشه ها) و میانگین مربعات درون گروهی(داخل خوشه ها) آورده شده است، چون ۵ خوشه داریم لذا درجه آزادی(df) مجموع مربعات بین گروهی برابر ۴ و تعداد کل داده ها برابر ۶ است، لذا درجه آزادی کل، برابر ۵ است و در نتیجه درجه آزادی مجموع مربعات درون گروهی برابر ۱ می شود. مقدار F از تقسیم میانگین مربعات بین گروهی بر میانگین مربعات درون گروهی به دست می آید.

جدول۳:آنالیز واریانس یک طرفه ایستگاه های منطقه

ایستگاه	میانگین مربعات بین گروهی	میانگین مربعات درون گروهی	F
تهران-مهراباد	۸۸/۱۸۹	۲/۸۸	۳۰/۶۲۱
شمال تهران	۸۱/۴۰۲	۷/۶۰۵	۱۰/۷۰۴
ژئوفیزیک	۴۴/۵۲۹	۱۱/۰۴۵	۴/۰۳۲
جیتگر	۸۰/۶۹۴	۴/۲۰۵	۱۹/۱۹
امین آباد	۱۰۵/۶۰۲	۲/۰۰	۵۲/۸۰۱
دوشان تپه	۹۳/۰۴۳	۰/۴۴۲	۲۱۰/۶



نمودار۱: درخت خوشه بندی دمای شهر تهران

منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)

تعداد روزهای یخبندان ایستگاه مهرآباد تهران:

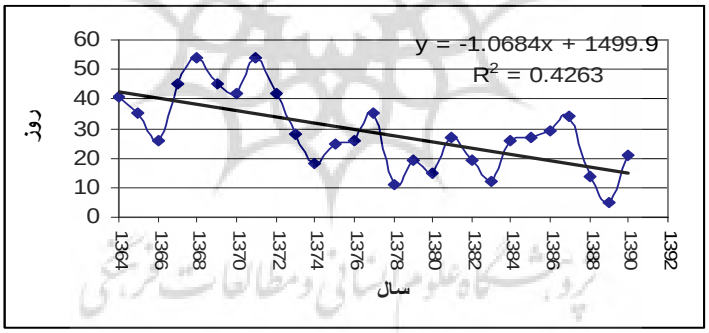
اگر داده های زمانی تحت کنترل فرآیند خاصی قرار نگیرند و با همدیگر رابطه ای نداشته و مستقل از همدیگر عمل نمایند،آمار تصادفی نامیده می شوند. اما در بیشتر موارد سری های زمانی آب و هوایی روند خاصی پیدا می کند که

عموماً ویژگی غیر تصادفی گفته می شود. این ویژگی غیر تصادفی بودن به صورت ثبات مداوم آماری، تغییر دوره های فصلی، تغییر تدریجی خطی(روند)، تغییر ناگهانی و یا نوسانات زمانی ظاهر می شود.

به منظور آشکارسازی روند تغییرات زمانی روزهای یخبندان ایستگاه مهرآباد مقایسه ای بین تعداد روزهای یخبندان ،میانگین سالانه دما و حداقل مطلق دمای سالانه انجام شد. در نهایت مشاهده شد که بین میانگین سالانه دما و دمای مطلق سالانه روند صعودی مشاهده می شود و یک همبستگی کلی بین این دو وجود دارد.با این وجود با روند صعودی دمای ایستگاه تعداد روزهای یخبندان نیز روند نزولی یافته است.

با توجه به نمودار(۲) سال ۱۳۶۸ و ۱۳۷۱ با ۵۴ روز یخبندان بیشترین و سال ۱۳۸۹ با ۵ روز یخبندان کمترین تعداد را از نظر فراوانی داشته است. چنین تضادی در ایستگاه نشان دهنده افزایش دما در سالهای اخیر بوده است.

در مجموع دو موج بلند کامل و یک موج ناقص در ابتدای دوره وجود دارد که فاز های افزایشی یخبندان می باشد.فرود تغییرات از اوایل ۱۳۷۳ با فراوانی ۲۸ روز یخبندان شروع شده و در سال ۱۳۹۰ به ۵ روز در سال رسیده است.



نمودار۲: تعداد روزهای یخبندان ایستگاه مهرآباد تهران(۱۳۹۰-۱۳۶۴) *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*

تعیین تاریخ های شروع و خاتمه آستانه های دمای یخبندان:

برای تعیین تاریخ های شروع و خاتمه آستانه های دمای مورد نظر، ابتدا تاریخ وقوع اولین و آخرین آستانه ها برای هر یک از ایستگاه ها و برای هر سال آماری مشخص شد و آنگاه با استفاده از نرم افزار spss و توزیع نرمال احتمالات وقوع شروع و خاتمه آستانه ها محاسبه گردید. جداول شماره های (۴ تا ۹) برآورد تاریخ شروع و خاتمه آستانه های دمای ایستگاه های مورد مطالعه را در سطوح احتمالاتی مختلف نشان می دهد.

تاریخ وقوع اولین و آخرین آستانه دمایی یخبندان ملایم:

با توجه به جداول (۴و ۵) تاریخ وقوع اولین آستانه دمای یخبندان در سطوح احتمالاتی مختلف فرق می کند در سطح احتمال ۱۵ درصد به غیر از ایستگاه چیتگر که تاریخ وقوع آن ۸ آذر می باشد باقیمانده ایستگاه ها ماه آبان

شروع می شود و تاریخ وقوع آخرین آستانه ها در همان سطح احتمال در ایستگاه های مهرآباد، شمال تهران و چیتگر در اسفند و در ایستگاه های دوشان تپه،ژئوفیزیک و امین اباد در بهمن ماه می باشد.

در سطح احتمال ۵۰ درصد با دوره برگشت تقریباً یک سال تاریخ وقوع آستانه دمایی در کلیه ایستگاه ها به ماه آذر منتقل می شود و تاریخ وقوع آخرین آستانه دمایی، هم ماه اسفند می باشد.

تاریخ وقوع اولین و آخرین آستانه دمایی یخبندان متوسط:

با توجه به جداول(۶ و۷) در سطوح احتمالی ۵۰ درصد با دوره برگشت ۱ سال تاریخ وقوع اولین آستانه دمایی در ایستگاه های شمال تهران و امین اباد در ماه آذر و در ایستگاه های مهرآباد، دوشان تپه و ژئوفیزیک در ماه دی و در ایستگاه چیتگر در ماه بهمن می باشد و تاریخ وقوع آخرین آستانه دمای با همان سطح احتمالاتی به جزء ایستگاه دوشان تپه که ماه بهمن می باشد در باقیمانده ایستگاه ها در ماه اسفند رخ می دهد.

در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد به دوره برگشت (۱) سال تاریخ وقوع اولین آستانه دمایی در ماه های بهمن و دی می باشد و تاریخ وقوع آخرین آستانه دمایی به غیر از ایستگاه ژئوفیزیک که در ماه اسفند می باشد باقیمانده ایستگاه ها در ماه فروردین اتفاق می افتد.

تاریخ وقوع اولین و آخرین آستانه دمایی یخبندان شدید:

بر اساس جداول(۸و ۹) تاریخ وقوع اولین آستانه دمایی یخبندان شدید در سطح احتمالاتی ۵۰ درصد در کلیه ایستگاه ها در ماه دی و تاریخ وقوع آخرین آستانه دمای در همان سطح احتمالاتی در ایستگاه ها متفاوت می باشد به گونه ای که در ایستگاه مهرآباد ،دوشان تپه و ژئوفیزیک در ماه بهمن و در ایستگاه شمال تهران و امین اباد در ماه اسفند می باشد.

در سطح احتمالی ۹۵ درصد با دوره برگشت هر یک سال، تاریخ شروع در ماه بهمن و تاریخ آخرین وقوع آستانه دمای بیشتر در ماه اسفند می باشد. بطور کلی کلیه دوره های شروع آستانه دمایی در ایستگاه ها که دارای ارتفاع زیاد می باشند(به غیر از ایستگاه امین اباد) در ماه های پائیز و تاریخ وقوع آخرین آستانه های دمایی تا به فصل بهار کشیده می شود. یعنی بطور کلی طول فصل یخبندان در این ایستگاه ها بیشتر و طول فصل رشد کمتر است. در ایستگاه های که ارتفاع آنها کمتر است طول فصل یخبندان کم و طول فصل رشد زیادتر می باشد که حکایت از کم بودن تعداد روزهای یخبندان می باشد.

جدول ۴: برآورد تاریخ وقوع اولین آستانه دمائی یخبندان ملایم(۲- تا ۰) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۲۹مهر	۲۴آبان	۹آذر	۱۴آذر	۱۸دی	۲۰بهمن
شمال تهران	۲۱آبان	۲۳آبان	۳آذر	۸آذر	۲۴آذر	۲۹آذر
دوشان تپه	۲۱آبان	۲۴آبان	۱۳آذر	۲۱آذر	۱۳دی	۳بهمن
ژئوفیزیک	۱۲آبان	۱۴آبان	۲۶آبان	۵آذر	۹دی	۱۰دی
چیتگر	۲۹آبان	۸آذر	۹آذر	۱۴آذر	۶دی	۱۲دی
امین آباد	۳۰مهر	۱۴آبان	۲۴آبان	۹آذر	۴دی	۱۱بهمن

جدول ۵: برآورد تاریخ وقوع آخرین آستانه دمائی یخبندان ملایم(۲- تا ۰) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۲۸بهمن	۵اسفند	۱۶اسفند	۲۶اسفند	۵فروردین	۱۱فروردین
شمال تهران	۱اسفند	۷اسفند	۱۶اسفند	۲۵اسفند	۶فروردین	۱۳فروردین
دوشان تپه	۶بهمن	۲۸بهمن	۵اسفند	۲۰اسفند	۴فروردین	۶فروردین
ژئوفیزیک	۲۰بهمن	۲۱بهمن	۳اسفند	۱۶اسفند	۲۵اسفند	۲۷اسفند
چیتگر	۱اسفند	۵اسفند	۱۴اسفند	۲۵اسفند	۷فروردین	۱۰فروردین
امین آباد	۱۰دی	۲۹بهمن	۱۵اسفند	۲۴اسفند	۱۱فروردین	۱۹فروردین

جدول ۶: برآورد تاریخ وقوع اولین آستانه دمائی یخبندان متوسط(۴- تا ۲-) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۱۳آذر	۱۴آذر	۲۳آذر	۶دی	۵بهمن	۲۲بهمن
شمال تهران	۲۱آبان	۲۹آبان	۶آذر	۱۴آذر	۶دی	۲۹دی
دوشان تپه	۱۴آذر	۲۳آذر	۸دی	۲۰دی	۱۰بهمن	۱۵بهمن
ژئوفیزیک	۱۰آذر	۱۲آذر	۱۸آذر	۳دی	۳۰دی	۲۴بهمن
چیتگر	۸آذر	۱۳آذر	۲۱آذر	۳بهمن	۱۲بهمن	۲۳بهمن
امین آباد	۱۷مهر	۲۵مهر	۱۴آبان	۹اذر	۵دی	۱۳دی

جدول ۷: برآورد تاریخ وقوع آخرین آستانه دمائی یخبندان متوسط(۴- تا ۲-) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۵دی	۲۰بهمن	۲۵بهمن	۶اسفند	۲۷اسفند	۱۱فروردین
شمال تهران	۱اسفند	۵اسفند	۸اسفند	۲۲اسفند	۳فروردین	۱۱فروردین
دوشان تپه	۲۴آذر	۱۴دی	۱۱بهمن	۲۵بهمن	۱۹اسفند	۳فروردین
ژئوفیزیک	۲۱آذر	۴دی	۱۹بهمن	۲اسفند	۲۲اسفند	۲۵اسفند
چیتگر	۳بهمن	۲۸بهمن	۳۰بهمن	۱۱اسفند	۱فروردین	۶فروردین
امین آباد	۲۷آذر	۱۰دی	۱۰بهمن	۵اسفند	۲فروردین	۳فروردین

جدول ۸: برآورد تاریخ وقوع اولین آستانه دمائی یخبندان شدید(۴- و کمتر) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۱۵آذر	۲۳آذر	۸دی	۲۱دی	۱۰بهمن	۲۲بهمن
شمال تهران	۲۴آبان	۶آذر	۲۷آذر	۷دی	۱۰بهمن	۱۵بهمن
دوشان تپه	۱۵آذر	۲۳دی	۲۴دی	۲۸دی	۱۰بهمن	۲۵بهمن
ژئوفیزیک	۵آذر	۱۴آذر	۱۰دی	۱۳دی	۱۰بهمن	۲۴بهمن
چیتگر	۲۳آذر	۲۴آذر	۲۸آذر	۲۳دی	۸بهمن	۱۰بهمن
امین آباد	۲۹آبان	۲آذر	۲۹آذر	۸دی	۲۸دی	۱بهمن

جدول ۹: برآورد تاریخ وقوع آخرین آستانه دمائی یخبندان شدید(۴- و کمتر) در ایستگاه های مورد مطالعه با احتمال و دوره برگشت های مختلف با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۸۵	۹۵
دوره برگشت(سال)	۲۰	۵	۲/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۰۵
مهرآباد	۱۹آذر	۲۳دی	۱بهمن	۲۵بهمن	۱۸اسفند	۲۱اسفند
شمال تهران	۷دی	۱۲بهمن	۲۰بهمن	۳اسفند	۱فروردین	۱۱فروردین
دوشان تپه	۲۰آذر	۲۳دی	۲۸دی	۲۵بهمن	۲۵بهمن	۲۹بهمن
ژئوفیزیک	۱۱آذر	۱۴دی	۳۸دی	۱۳بهمن	۱۲اسفند	۱۴اسفند
چیتگر	۲۴دی	۱۰بهمن	۱۲بهمن	۱اسفند	۱۱اسفند	۱۹اسفند
امین آباد	۹آذر	۱آذر	۱۲آذر	۱۰اسفند	۹اسفند	۲۰اسفند

بررسی داده های مربوط به طول دوره آماری کلیه ایستگاه ها نشانگر آن است که زمان تقریب آغاز وقوع یخبندان ملایم ماه آبان، یخبندان متوسط ماه آذر و یخبندان شدید در اواخر ماه آذر در منطقه مورد مطالعه بوده و در دیماه و بهمن ماه به حداکثر خود می رسد و آنگاه بتدریج از تعداد روزهای یخبندان کاسته می شود و در ماه فروردین خاتمه می یابد.

نقشه تعداد کل روزهای یخبندان

درون یابی فرایندی است که در آن با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده در نقاط معلوم، مقادیر نقاط مجهول برآورد می شود. از جمله از روش های درون یابی می توان به روش وزن دهی عکس فاصله(IDW)،اشاره کرد. در این روش فرض اساس بر این است که میزان همبستگی و تشابه بین همسایه ها با فاصله بین آنها متناسب است که می توان آن را بصورت تابعی یا توان معکوس از فاصله هر نقشه ار نقاط همسایه تعریف کرد(کیخسروی،میرزایی،۱۳۹۵)

شکل شماره(۲) تعداد کل روزهای یخبندان را به روش درون یابی(IDW)، در طی دوره آماری مورد نظر در سطح شهر تهران نشان می دهد. بر اساس این نقشه تعداد روزهای کمتر از ۲۵ روز یخبندان شامل مناطق (۱۴-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۱۶-۱۷-۱۸-۱۵-۱۹-۲۰و قسمتی از منطقه ۱۳) می باشد. مناطقی که بین ۳۰-۲۵ تا۴۰-۳۰ روز یخبندان دارند بصورت نواری در مناطق (۱۳-۸-۷-۶-۴-۲-۵-۲۲-۲۱) کشیده شده اند. در قسمت جنوب شرقی شهر تهران نیز منطقه ۱۵ جز این طبقه دمای یخبندان می باشد. مناطق بیشتر از ۵۰ روز یخبندان بیشتر شامل مناطق کوهستانی شهر تهران می باشد که بیشتر شامل قسمت های شمالی مناطق (۱۴-۱-۲-۵-۲۲) می باشند که کلاً حدود ۱۰۲/۷ کیلومتر مربع از مساحت شهر تهران را در بر می گیرد. بطور کلی به استثناء جنوب شرقی شهر تهران تعداد روزهای یخبندان تابعی از عرض جغرافیائی و ارتفاع می باشد، بطوریکه با افزایش این دو عامل بر تعداد روزهای یخبندان افزوده شده است.

نقشه فصل یخبندان:

فصل یخبندان که عبارت است از فاصله زمانی بین آخرین روز غیر یخبندان اواخر پائیز یا اوائل زمستان و اولین روز غیر یخبندان در اوایل و اواخر زمستان. در تمامی این روزها دما های حداقل روزانه معادل آستانه یا پائین تر از آن قرار دارند.

بر اساس شکل (۳) قسمت های جنوب و جنوب شرقی شهر تهران، فصل یخبندان آن دارای روزهای کمتر از ۹۲ روز می باشد. قسمت عمده منطقه را روزهای بین ۹۴-۹۲ روز یخبندان می باشد که شامل شمال، شمال شرقی، شرق و مرکز شهر تهران می باشد و قسمت غرب شهر دارای روزهای بین ۱۰۰-۹۴ روز یخبندان می باشد که مناطق (۲۲-۲۱-۹-۱۸-۱۷ و قسمتی از منطقه ۱۰) را در بر می گیرد.

نقشه تعداد روزهای یخبندان ملایم:

بر اساس شکل (۴) متوسط سالانه تعداد روزهای یخبندان ملایم در قسمت جنوب شهر تهران (مناطق ۲۰-۱۹-۱۶) کمتر از ۱۵ روز و قسمت شمال شهر (مناطق ۲۲-۵-۲-۱) دارای ۴۰ روز یخبندان می باشد. بدین ترتیب اختلاف بین جنوب شهر با شمال آن به ۳۰ روز می رسد.

مناطق مرکزی و جنوب شرقی شهر(۱۵-۱۴-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۲۱ و قسمت های از مناطق ۸-۷-۶-۲-۵-۲۲) دارای روزهای یخبندان ملایم بین ۱۵ تا ۲۰ می باشند و حدود ۲۵۵/۹کیلومتر مربع از وسعت شهر(۸-۷-۶-۴-۳-۱-۲-۵-۲۲) دارای روزهای بین ۲۰ تا۳۰ روز یخبندان می باشند. در این نقشه پراکندگی مقادیر تعداد روزهای یخبندان ملایم با ارتفاع ایستگاه ها رابطه خطی معنی داری وجود دارد و بر اساس رابطه ذیل اقدام به تهیه نقشه گردید.

$$R^2= 0/67 \quad y = 0.0287x - 16.956 \qquad (۴)$$

که با استفاده از این رابطه با افزایش ارتفاع بر تعداد روزهای یخبندان ملایم در سطح شهر تهران افزوده می شود.

نقشه درصد احتمال وقوع یخبندان ملایم:

برای ترسیم نقشه رقومی که بتواند اهمیت ایستگاه ها را نسبت به همدیگر مشخص نماید ابتدا تعداد کل دفعات وقوع را در دوره آماری مشترک در سطح احتمال ۹۵ درصد(۲۹آذر تا ۱۳ فروردین) حساب و سپس احتمال وقوع آنها را به درصد برآورد کردیم و از طرفی به علت اینکه یک رابطه مستقیمی بین ارتفاع و دمای ۲- تا۰ درجه سانتیگراد در منطقه مورد مطالعه مشاهده می شود بین مقادیر دمای ۲- درجه و ارتفاع ایستگاه های فوق رابطه رگرسیونی برقرار گردید، با توجه به عدد حاصل از این رابطه اقدام به تهیه نقشه یخبندان ملایم در سطح شهر تهران گردید.

$$R^2= 0/72 \quad y = 0.0309x - 22.422 \qquad (۵)$$

جدول ۱۰: توزیع احتمال وقوع یخبندان ملایم

گروه	درصد احتمال وقوع	درصد پوشش منطقه	مساحت به کیلو مترمربع
۱	<۱۵	۳۷/۴	۲۶۰/۷
۲	۱۵-۲۰	۲۸/۸	۲۰۰/۹
۳	۲۰-۲۵	۱۷/۲	۱۲۰/۲
۴	>۲۵	۱۶/۵	۱۱۵/۲

با توجه به جدول (۱۰) و شکل(۵) مشاهده می شود که مناطق شهری(۱۴-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰ و بخشی از منطقه ۲۱) در معرض کمتر از ۱۵ درصد این آستانه دمایی می باشند. در این مورد فقط جنوب شرقی شهر به علت وجود ارتفاعات دارای احتمال وقوع بیشتری است.

حدود ۱۱۵/۲ کیلومتر مربع از مساحت شهر که ارتفاعات شمال تهران را در بر می گیرند در معرض بیشتر از ۲۵ درصد این آستانه دمایی می باشند که عموماً قسمت های شمالی مناطق(۴-۱-۲-۵-۲۲) را در بر می گیرد. بطور

کلی بررسی نقشه پراکنش دمای یخبندان ملایم نشان می دهد که وقوع یخبندان ملایم تقریباً از وضعیت توپوگرافی منطقه تبعیت می کند و با افزایش ارتفاع احتمال وقوع یخبندان افزایش می یابد، در تبعیت از همین نکته بر روی نقشه در قسمت جنوب شرقی و شمال شهر تهران بر احتمال وقوع یخبندان از ۲۹ آذر تا ۱۳ فروردین افزوده می شود.

نقشه تعداد کل روزهای یخبندان متوسط:

با توجه به شکل(۶) میانگین سالانه اعداد روزهای یخبندان متوسط در جنوب شهر تهران کمتر از ۸ روز و در قسمت شمال آن تا ۱۵ روز می رسد. بدین صورت اختلاف بین شمال و جنوب شهر تهران به ۷ روز می رسد، ضریب همبستگی(۰/۷۵) بین مقادیر یخبندان با ارتفاع ایستگاه ها نشان دهنده این امر می باشد که بین روزهای یخبندان با ارتفاع ایستگاه ها رابطه خطی معتبری وجود دارد.

بطور کلی مناطق شهری(۱۳-۱۴-۱۵-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۲۱-۱۷-۱۸-۱۶-۱۹-۲۰) بطور کامل و قسمتی از مناطق(۸-۷-۲۶-۵-۱۲) دارای کمتر از ۸ روز یخبندان و باقیمانده مساحت شهر بین ۸ تا ۱۲روز یخبندان متوسط در سال مشاهده می شود. تعداد روزهای یخبندان بیشتر از ۱۲ روز که حدود ۳۷/۸ کیلومتربع از مساحت شهر را در بر می گیرد بصورت نواری بر روی ارتفاعات شمال تهران کشیده شده است.

نقشه احتمال وقوع یخبندان متوسط در سطح اطمینان ۹۵ درصد:

برای ترسیم نقشه یخبندان متوسط ابتدا تعداد کل دفعات وقوع را در دوره آماری مشترک در سطح احتمال ۹۵ درصد(۲۹دی تا ۱۱ فروردین) محاسبه و سپس احتمال وقوع آنها به درصد برآورد شد. با توجه به شکل(۷) مشاهده می گردد که مناطق شهری(۱۴-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸ و بخشی از مناطق ۸-۷-۶-۲-۵-۱۳-۲۱) در معرض کمتر از ۱۵ درصد یخبندان متوسط می باشند. فقط بخش شمالی شهر تهران دارای یخبندان بیش از ۳۰ درصد می باشد که کلاً ۱۶۶/۵کیلومتر مربع از وسعت شهر را اشغال کرده است که عموماً ارتفاعات منطقه را در بر می گیرد.

الگوی عمومی نقشه پراکنش جغرافیای وقوع یخبندان متوسط تقریباً همانند نقشه یخبندان ملایم می باشد با این تفاوت که بطور متوسط این نوع یخبندان با ۲۹ روز دیرتر از یخبندان ملایم شروع می شود یعنی از ۲۹ دی شروع و تا ۱۱ فروردین ادامه می یابد. مساله دیگر در این نقشه تعداد کمتر روزهای یخبندان متوسط نسبت به یخبندان ملایم می باشد.

نقشه تعداد روزهای یخبندان شدید:

مطابق با شکل(۸) بیشتر مناطق شهری شهر تهران(۱۳-۱۴-۱۵-۱۲-۱۱-۱۶-۲۰-۱۷-۱۰-۱-۱۸-۹-۲۱) که حدود ۳۹۲/۲۲ کیلو متر مربع از مساحت شهر را در بر می گیرند در کل سال کمتر از ۵ روز یخبندان شدید اتفاق می افتد. بر عکس قسمت شمالی شهر حدود ۲۰ روز یخبندان شدید مشاهده شده است که اختلاف آن بین شمال و جنوب شهر به ۱۲ روز می رسد. ضریب همبستگی بین مقادیر یخبندان شدید با ارتفاع ایستگاه ها ۰/۸۳ می باشد که نشان

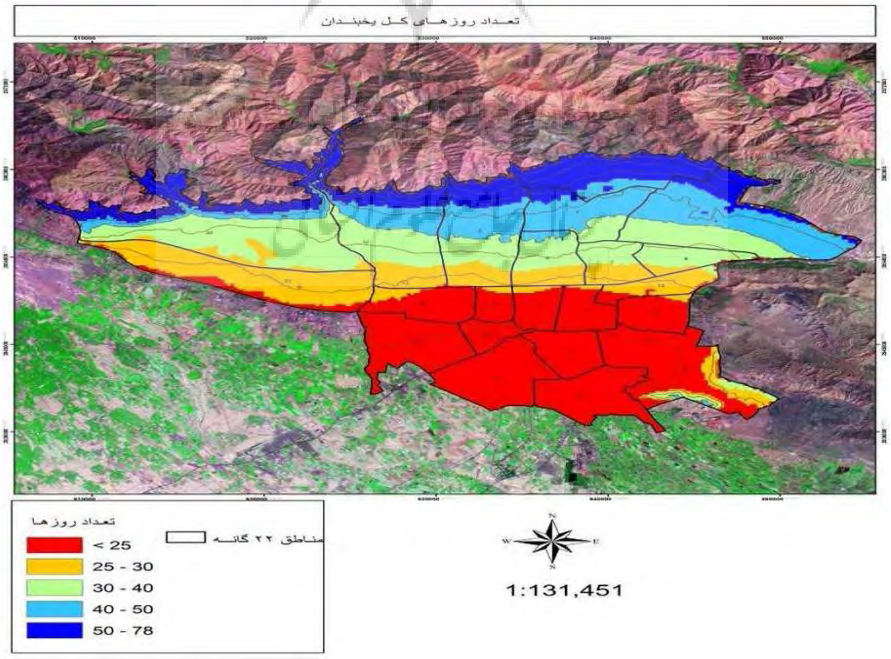
می دهد که با افزایش ارتفاع و عرض جغرافیای به دلیل سردتر شدن هوا، تعداد روزهای یخبندان شدید زیادتر می شود.

بطور کلی تعداد روزهای یخبندان شدید نسبت به دو یخبندان دیگر (ملایم و متوسط) کمتر است که این امر حکایت از آن دارد که ورود سامانه های سرد به منطقه تابع شرایط سینوپتیکی خاصی است که از سالی به سال دیگر متفاوت می باشد و وقوع چنین پدیده ای را در شهر تهران باید در مرزهای بیرون از شهر جستجو کرد. در صورتی که یخبندان های ملایم بیشتر به شرایط توپوگرافی منطقه بستگی دارند.

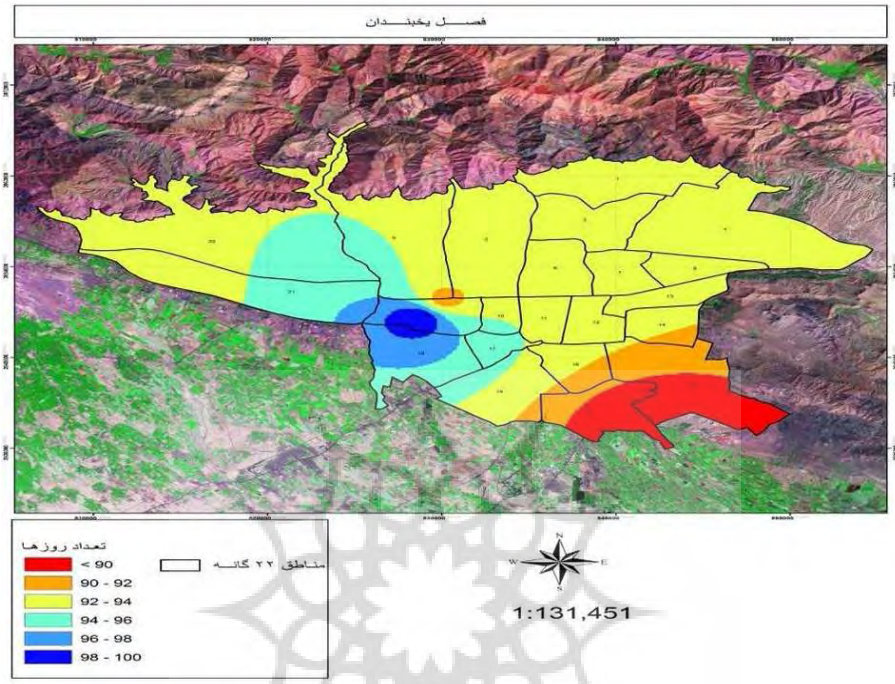
نقشه یخبندان شدید:

برای ترسیم این نقشه همانند نقشه های دیگر تعداد روزهای یخبندان شدید در سطح ایستگاه ها در سطوح مختلف احتمالات حساب شد و بعد از آن در سطح احتمال ۹۵ درصد اقدام به تهیه نقشه یخبندان شدید گردید.

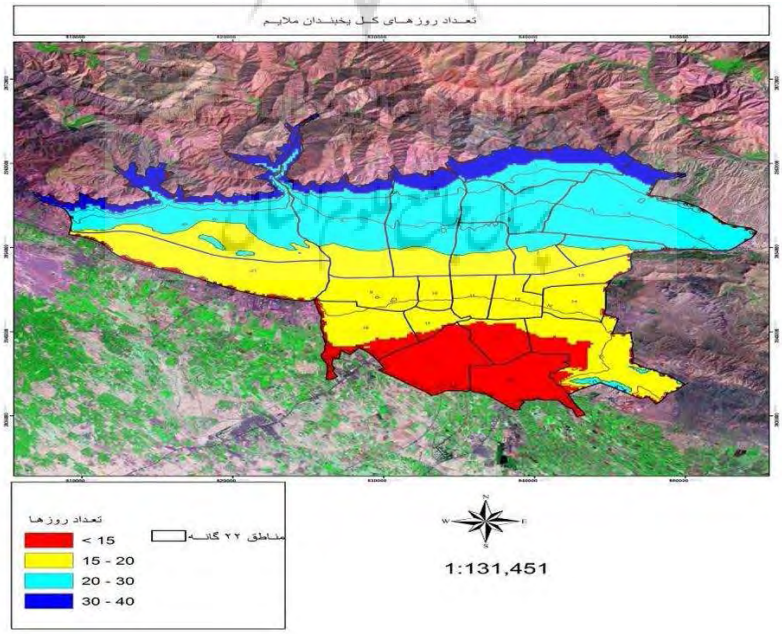
با توجه به شکل(۹) حدود ۴۱۴/۲۵ کیلومتر مربع از مساحت شهر تهران که عموماً مناطق شهری(۲۱-۱۵-۲۰-۱۹-۱۸-۱۷-۱۶-۱۴-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹) در بر می گیرد، در معرض کمتر از ۱۵ درصد یخبندان شدید می باشند. حدود ۹۳/۸ کیلومتربع از وسعت شهر در معرض یخبندان ۲۰ درصد می باشد که بصورت نواری قسمت های شمالی مناطق شمالی شهر تهران را در بر می گیرد. منتهی الیه شمالی شهر که عموماً ارتفاعات شمالی شهر تهران را شامل می شود در معرض بیش از ۲۵ درصد یخبندان شدید قرار می گیرند که ۵۵/۳ کیلومتر مربع از مساحت شهر را در بر می گیرد.



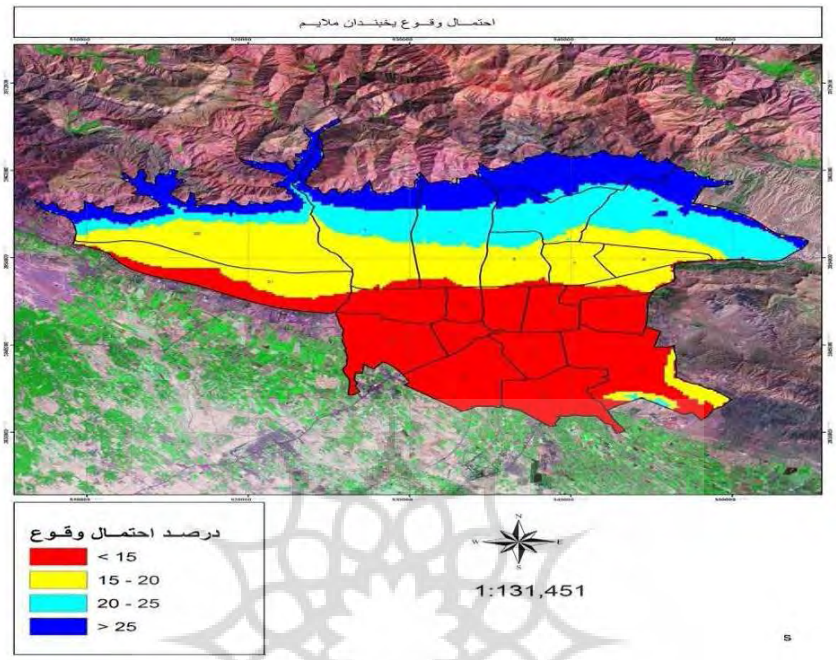
شکل ۲: متوسط تعداد روزهای یخبندان درسطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



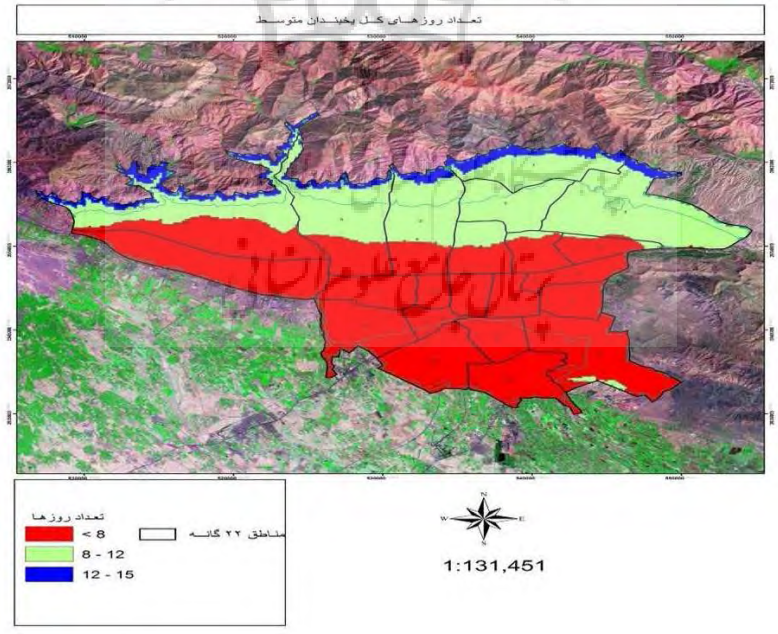
شکل ۳: نقشه فصل یخبندان بر حسب روز در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



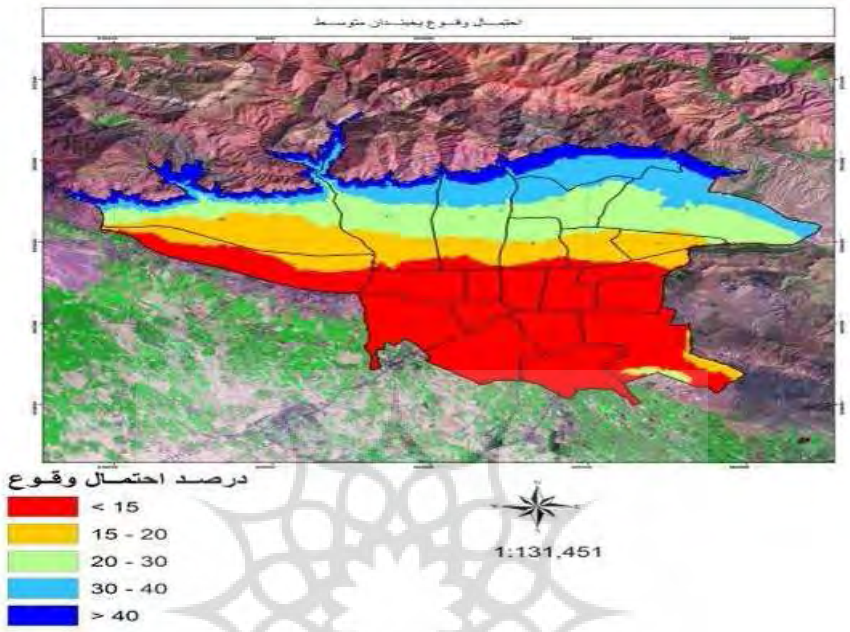
شکل ۴: متوسط تعداد روزهای یخبندان ملایم در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



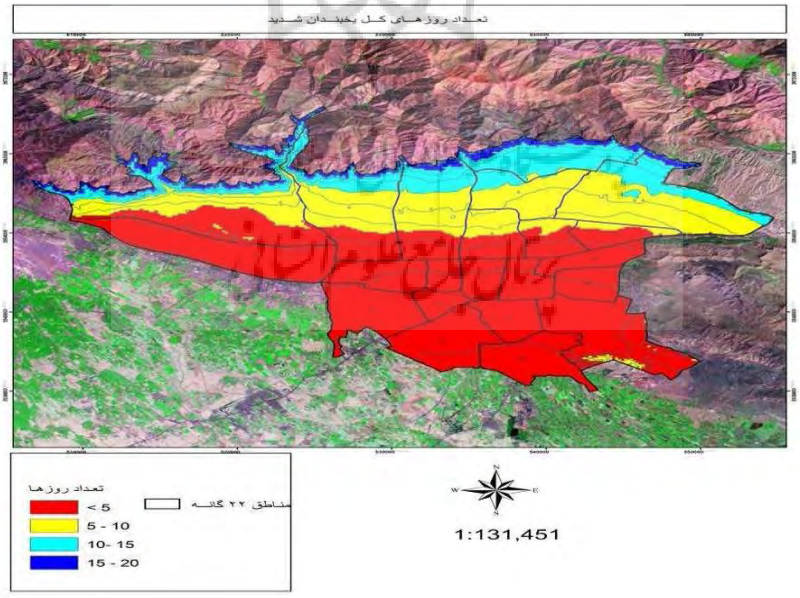
شکل ۵: احتمال وقوع یخبندان ملایم در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



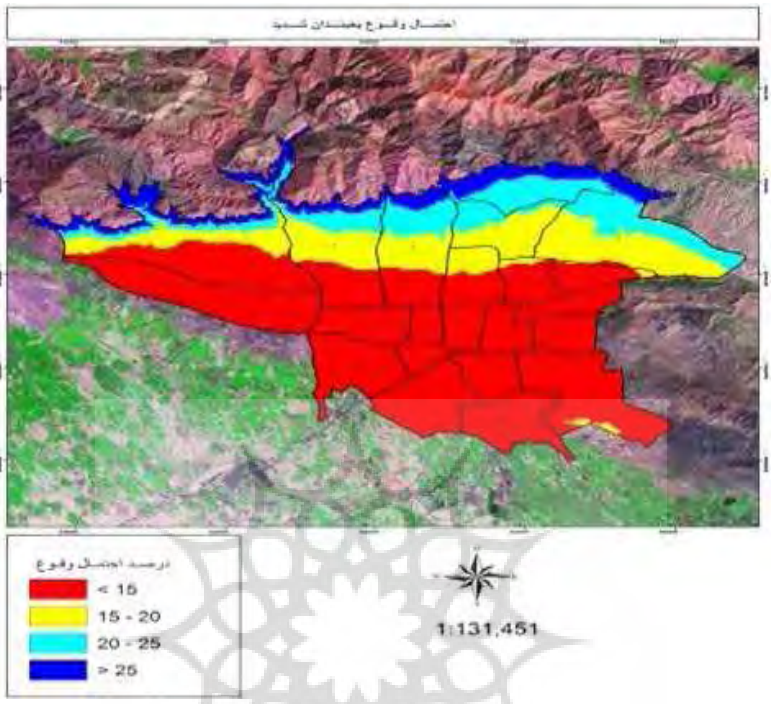
شکل ۶: متوسط تعداد روزهای یخبندان متوسط در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



شکل ۷: احتمال وقوع یخبندان متوسط در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



شکل ۸: متوسط تعداد روزهای یخبندان شدید در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*



شکل ۹: احتمال وقوع یخبندان شدید در سطح شهر تهران *منبع: (نگارندگان،۱۳۹۶)*

نتیجه‌گیری

تغییر دما زیر صفر درجه سانتیگراد در طول زمان سبب به وجود آمدن پدیده بنام یخبندان می شود که یکی از پدیده های مهم مورد مطالعه در اقلیم شناسی است. از دیدگاه کاربردی این پدیده به بسیاری از فعالیت های انسانی از جمله صنعت، جهانگردی و حمل نقل ارتباط پیدا می کند. شهر تهران با جمعیتی بیش از ۸ میلیون نفر و بیش از ۳ میلیون خودرو در زمان وقوع یخبندان دچار اختلالات فراوانی از لحاظ ترددهای روزانه قرار می گیرد.آمار تصادفات بشدت افزایش یافته و راه بندان های طولانی مدت اتفاق می افتد. با اولین یخبندان مدارس در مقاطع مختلف تعطیل شده و ادرات دیگر با تاخیرهای طولانی کار خود را شروع می کنند. در این پژوهش جهت بررسی ویژگی های یخبندان با بررسی کلیه ایستگاه های هواشناسی شهر تهران نتایج ذیل حاصل گردید.

۱- با اعمال تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی و روش ward بر روی نمرات مؤلفه ها، چهار قلمرو دمایی در شهر تهران مشخص شد. با توجه به کمک روش آنالیز واریانس یک طرفه،(میانگین مربعات بین گروهی و میانگین مربعات درون گروهی) اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها مشاهده می شود که بطور کلی از شرایط ارتفاعی منطقه تاثیر می پذیرند.

۲- برای هر کدام از ایستگاه ها تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان(ملایم،متوسط،شدید) و همچنین فصل رشد، فصل یخبندان،روزهای انجماد و ذوب محاسبه گردید. با مشاهده تاریخ های ذکر شده در جداول مختلف معلوم شد که تاریخ وقوع یخبندان های مختلف از هیچ قاعده و قانون خاصی پیروی نمی کند. مثلاً در یک سال یخبندان ملایم

در ماه آذر و در سال دیگر در مهر ماه اتفاق می افتد که این امر برای کلیه ایستگاه ها صدق می کند. با توجه به اینکه وقوع یخبندان های شهر تهران عموماً یخبندان های حاصل از سامانه های سرد انتقالی از خارج از مرزهای شهر تهران می باشد.و ورود این سامانه ها از شرایط سینوپتیکی حاکم بر کل کشور پیروی مـی کنـد. در نتیجـه تـاریخ شـروع و پایان یخبندان از قاعده منظمی پیروی نمی کند.

۳- پس از محاسبه احتمال وقوع یخبندان در سطح احتمالاتی مختلف، بنا به اهمیت در ابتدا برای تعیین معنی داری روابط بین ارتفاع و وضعیت های مختلف جوی در این ماهها پرداخته شد. در این محاسبه رابطه معنی داری با ارتفـاع مشاهده شد. بعد از آن در سطح احتمال ۹۵ درصد مبادرت به ایجاد نقشه های وقوع یخبندان گردید.

۴- با توجه به بررسی های انجام شده بین مقادیر متوسط شاخص ها و ارتفاع ایستگاه ها در بیشتر مـوارد همبسـتگی هـای خطـی و معنـی داری(یخبنـدان ملایـم بـا ضـریب همبسـتگیR^2=0/67 ،یخبنـدان متوسـط بـا ضـریب R^2=0/75،یخبندان شدید با ضریب R^2=0/83) برقرار بوده است که این امر حکایت از آن دارد که وقوع یخبنـدان در منطقه از عامل ارتفاع تاثیر زیادی می پذیرد.

قسمت شمال شهر که یخبندان ها زودتر آغاز و دیرتر خاتمه می یابنـد، تعـداد روزهـای یخبنـدان و تعـداد روزهـای انجماد- ذوب بیشتر و طول فصل یخبندان طولانی تر و فصل رشد کوتاهتر از سایر نقاط است.

۵- با احتمال ۱۵ درصد تاریخ وقوع اولین یخبندان ملایم در ایستگاه چیتگر آذرماه و در سایر ماهها آبان ماه می باشد. تاریخ خاتمه یخبندان با همین احتمال در ایستگاه های تهران شمال- مهرآباد و چیتگر اسفند و در ایستگاه های دوشان تپه، امین آباد و ژئوفیزیک بهمن ماه است. با احتمال ۵۰ درصد تاریخ وقوع اولین یخبندان آذر ماه و پایان آن به اسفند منتقل می شود.

۶- با احتمال ۵۰ درصد احتمال وقوع اولین یخبندان متوسط در ایستگاه های امین آباد و شمال تهران آذر ماه و در ایستگاه های مهرآباد، دوشان تپه و ژئوفیزیک دیماه و در ایستگاه چیتگر بهمن ماه می باشد.

۷- تاریخ وقوع اولین یخبندان شدید در سطح احتمال ۵۰ درصد در کلیه ایستگاه ها دیماه، ولی تاریخ وقوع آخرین یخبندان در ایستگاه ها متفاوت است. در ایستگاه امین آباد(آذر ماه)، دوشان تپه و ژئوفیزیک (بهمن ماه) و در ایستگاه شمال تهران اسفند می باشد.

۸- از لحاظ تعداد کل روزهای یخبندان همانطور که نقشه شماره (۲) نشان می دهد پهنه بیش از ۵۰ روز یخ بندان به منتهی الیه شمالی شهر تهران محدود می شود که در برگیرنده قسمت های شمالی مناطق ۱،۲،۵،۱۴ و ۲۲ می باشد. همانطور که ملاحظه می شود تعداد کل روزهای یخبندان بصورت پهنه هایی شبیه موج دریا که بخوبی با منحنی تراز توپوگرافی انطباق دارد. به سمت جنوب شهر تهران کاهش می یابد. فقط جنوب شرق تهران بدلیل همجواری با ارتفاعات این نظم را بهم می زند.

۹- شرایطی شبیه پهنه تعداد کل روزهای یخبندان در مورد پهنه تعداد کل روزهای یخبندان ملایم، متوسط و شدید نیز صادق است(نقشه های شماره ۴،۶،۸).

۱۰- بطور کلی تقریباً کلیه نقشه های تهیه شده نشان دهنده این امر می باشند که ارتفاع و عـرض جغرافیـائی نقـش موثری در وقوع شاخص های یخبندان(کل روزهای یخبندان،فصل یخبندان،تعداد روزهای یخبندان ملایم ،متوسـط و شدید، احتمال وقوع یخبندان ملایم، متوسط و شدید) دارند، و با افزایش این دو عامل، احتمال وقوع این شاخص هـا نیز بیشتر می شود.

تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی به دلیل حمایت های مالی در انجام این پژوهش تشکر می شود.

منابع

احمدی محمود؛ لشکری حسن؛ کیخسروی قاسم؛ آزادی،مجید (۱۳۹۴). تحلیل شاخص های حدی دما در آشکارسازی تغییر اقلیم خراسان بزرگ،مجله جغرافیا،سال۱۳،شماره۴۵،صص ۷۵-۷۳.

براتی غلامعلی (۱۳۷۵). طراحی و پیش بینی الگو های سینوپتیکی یخبندان های بهاره در ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت مدرس.

پنجعلی زاده محمد (۱۳۸۴). تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان های فراگیر شهر اردبیل، رساله ارشد،دانشگاه آزاد واحد اردبیل

رحیم زاده فاطمه؛ عسگری احمد (۱۳۸۲). نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه روزی دما در کشور، نشریه تحقیقات جغرافیایی، دوره۱۹،شماره۲،صص ۱۷۱-۱۵۵.

سازمان هواشناسی کشور(www.irimo.ir).

صفوی سید یحیی؛ علیجانی بهلول (۱۳۸۵). بررسی عوامل جغرافیائی در آلودگی هوای تهران ،مجله پژوهش های جغرافیائی دانشگاه تهران،شماره۵۸۵.صص۱۱۲-۹۹.

ضیایی علی رضا؛ کامگار حقیقی علی اکبر؛ سپاسخواه علی رضا؛ رنجبر سعید (۱۳۸۵). تعیین اطلس احتمال وقوع کمینه دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی،مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،سال دهم،شماره سوم.صص۲۷-۱۳.

علیجانی بهلول (۱۳۶۹). چگونگی تشکیل فرابار سیبری و اثرات آن بر اقلیم شرق ایران،فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، سال پنجم ، شماره۱۷.صص۵۱-۴۱.

کیخسروی قاسم؛ میرزایی سهام (۱۳۹۵).کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات هوا و اقلیم شناسی، تهران،انتشارات پیام مولف.

کمالی غلامعلی (۱۳۸۱). سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی،مطالعه موردی تهران،فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،شماره ۱-۴.صص۱۶۵-۱۴۹.

لشکری حسن؛ کیخسروی قاسم (۱۳۸۵). تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۸-۱۵ دیماه ۱۳۸۵ در ایران،مجله مدرس، دانشگاه تربیت مدرس،صص۱۷۷-۱۵۳.

مظفری غلامعلی (۱۳۹۲). بررسی روند آغاز و خاتمه آستانه های دمای صفر و پنج درجه سانتیگراد در ایستگاه های منتخب ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،سال۲۸،پیاپی۱۰۹،صص۱۱۲-۹۳.

Avisar,R.&.Y.Mahrer. (1978)."Mapping frost-sensitive areas with a three-dimemsional local-scal numerical model.partI" :Phisicaland numercial .J.Applied Meteorol.27:400-413.

Boostsma,A.(1976).Estimating minimum temperature and climatological freeze risk in hilly terrain.Agricul.Meteoral.16:425-443.

Boor,R.compebell,.C.and fletcher,D.J.(1993).Characteristics of frost in a major wheat growing region of Australia, Aust.J.Agric.Res,44(8):1731-1743.

Dube, R. K. & Prakasa Rao, G.S., (2005),"Extreme Weather Events Over India in the Last 100 years", J. Ind. Geophys. Union, Vol. 9, No.3, pp173-187.
Frich, P. L. V. Aiexander, P. Della Marta, B. Gleason, M. Haylock, A., Klin Tank and T., Peterson, (2002), Global changes in climatic extremes during the 2nd half of the 20th century, climate, Res,193-212.
Kajfez, B.I,(1989),"Earlyoutamn frost in Upper Caroniola Slovenia.Zbornik "Biotenhniske Univerze 9yOGOLAVIA0.53:19-26.
Michalska, B.(1986).Suggested terms of corn showing in the main yield in Poland dependent on soil temperature and frosts.Agrotechniczna(Poland)106:97-102.
Thom,H.C.S.& R.H.Shaw .(1958).Climatological analysis of freeze data for IOWA.Monthly weather review.99(8).
Vestal,c.k.(1971).First and last occurrences of low temperatures during the cold season.Monthly weather review.99(8).
Zhao, C., Wang, W., and Xing, W. (2012), Regional Analysis of Extreme Temperature Indices for the Haihe River Basin from 1960 to 2009. International Conference on Modern Hydraulic Engineering. 28: 604-607.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Changing Temperature Trend and zoning beginning, end of the Glacial in Tehran

Hasan Lashkari*[1], Ghasem Keikhosravi[2]

Received: 2016-10-15 Accepted: 2017-07-02

Abstract

Tehran has in the South of Alborz Mountains and located, in one of the higher parts of the mountain. That's why during the cold period frequently affected by severe frosts and poorly placed. Tehran, with a population of over 8 million people and more than 3 million vehicles at the time of freezing disorders are plenty of daily transportation. for study the characteristics of ice in Tehran, by examining all the weather stations in Tehran during a period of (2011-1985), First, was investigated the same amount of thermal stations Tehran. Then light frost days Was extracted (minimum temperature between 0 to-1/1, Ice average between -1/1 to- 2/2, severe frosts less than -2/2). Then map the number of days of frost, frost season, and ice, mild, moderate, severe and associated with the likelihood of them is drawn. The results indicate that the probability of 50%, the probability first frost in northern Tehran stations Aminabad is December, and in Mehrabad, Doshantape and Geophysics stations, are January and Cheetgar station is February. It can be seen on the first severe frosts in January probability level of 50 percent in all stations, but the date of the last frost in the station can be seen in the months of February and March. In terms of the total number of frost days, over 50 days area the ice to the northern end in Tehran is limited, which includes the northern regions is 1, 2,5,14 and 22. The total number of frost days zone like sea waves as well corresponds with topographic contour line, to the south of Tehran is reduced. Only the South East of Tehran because of its proximity to the heights of this order is disturbed. Zoning in Tehran is generally along the north-south. While examining patterns of spatial and temporal variability of temperature parameters show that Ice Area, West-East is spread pattern. So, the snow and ice the advance and retreat. Along the contours.

Keywords: Temperature, Glacial indicators, Zoning, Tehran.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]*- Associate Professor of Climatology, Earth Sciences Department Shahid Beheshti University Email: dr_lashkari61@yahoo.com
[2]- Assistant Professor of Climatology, Earth Sciences Department Shahid Beheshti University