

روند تغییرات دمایی و یخبندان در شهر تهران و میزان شباهت ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از ضرایب آماری و اقلیمی، طی دوره‌ی آماری (۱۳۸۴-۱۳۶۴)

حسن لشکری^۱

قاسم کیخسروی^۲

چکیده

در این تحقیق، هدف بررسی روند تغییرات دمایی (میانگین، حداکثر و حداقل، حداکثر و حداقل مطلق، تعداد روزهای یخبندان) و پیدا کردن یک راه ساده و مؤثر می‌باشد که میزان شباهت را بین سری‌های زمانی درجه‌ی حرارت در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان دهد.

بر اساس تجزیه خوشه‌ای ایستگاه‌های شهر تهران، از لحاظ شرایط دمایی به چهار گروه تقسیم می‌شوند.

۱- ایستگاه مهرآباد و دوشان تپه؛

۲- ایستگاه چیتگر؛

۳- ایستگاه امین‌آباد؛

۴- ایستگاه ژئوفیزیک و شمال تهران.

با بررسی الگوهای تغییرپذیری زمانی و مکانی پارامترهای دمایی، مشخص شد که شهر تهران با آهنگ رشد افزایشی دما در چند دهه‌ی اخیر مواجه بوده است.

واژگان کلیدی: دما، ضریب متوسط فاصله‌ی اقلیدسی، ضریب کسینوس، ضریب بری‌کرتیس، لتن مایر، تهران.

Email: dr_lashkari61@yahoo.com.

Email: q_keikhosravi60@yahoo.com.

۱- دانشیار دانشکده‌ی علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

۲- مربی دانشکده‌ی علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

مقدمه

شهر تهران با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومترمربع در دامنه‌های جنوبی کوه‌های البرز واقع شده است. ارتفاع شهر در جنوب ۱۲۰۰ و در شمال به ۲۰۰۰ متر می‌رسد. اگرچه شیب عمومی شهر به طرف جنوب است ولی در داخل شهر هم ناهمواری‌های بسیاری است. ارتفاعات البرز دیواره‌ی شمالی و کوه‌های محدوددهی بی‌بی‌شربانو دیواره‌ی شرقی شهر را تشکیل می‌دهند. اما نواحی جنوبی و غربی تهران چندان مرتفع نیستند (صفوی و علیجانی، ۱۳۸۵)

دما کمیتی است که در محیط‌های شهری نسبت به سایر کمیت‌های هواشناختی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (اوکی، ۱۹۷۳).

عوامل متعددی از جمله شرایط وضع هوا، عرض جغرافیایی، زمان، توپوگرافی، پایداری باد، آلودگی هوا، منابع گرمای مصنوعی و دست‌ساز بشر، ارتفاع ساختمان‌ها هندسه خیابان‌ها و شرایط تخلیه‌ی هوای شهر سبب تغییر وضع هوا در محیط‌های شهر می‌شوند (اوکی و هنل، ۱۹۷۳). در سال‌های اخیر با توجه به نارسایی‌های روش‌های طبقه‌بندی سنتی، از شیوه‌های طبقه‌بندی جدید مانند تکنیک‌های آماری چندمتغیره استفاده می‌شود. که اثرات متقابل تعداد زیادی از مؤلفه‌های اقلیمی را ملاک تقسیم‌بندی قرار می‌دهند. این شیوه‌ی تقسیم‌بندی اقلیمی برای اولین بار توسط استاینر در سال ۱۹۵۵ در ایالات متحده امریکا به کار گرفته شد و از آن بعد در سطح جهان به طور گسترده‌ای مبنای تقسیم‌بندی‌های دمایی اقلیمی قرار گرفت.

موهر (۱۹۸۴) ترکیبی از تحلیل عوامل و خوشه‌بندی را برای طبقه‌بندی در ناحیه‌ی تسالونیکه یونان مورد استفاده قرار داد که در آن ماتریسی به ابعاد ۸ متغیر هواشناسی را به ۶ محور کاهش داد.

گالینی و فیلیپینی (۱۹۸۵) روش خوشه‌بندی را جهت گروه‌بندی مقدار بارش روزانه و حداقل و حداکثر دما در یک ناحیه‌ی همگن در ایتالیا به کار گرفتند.

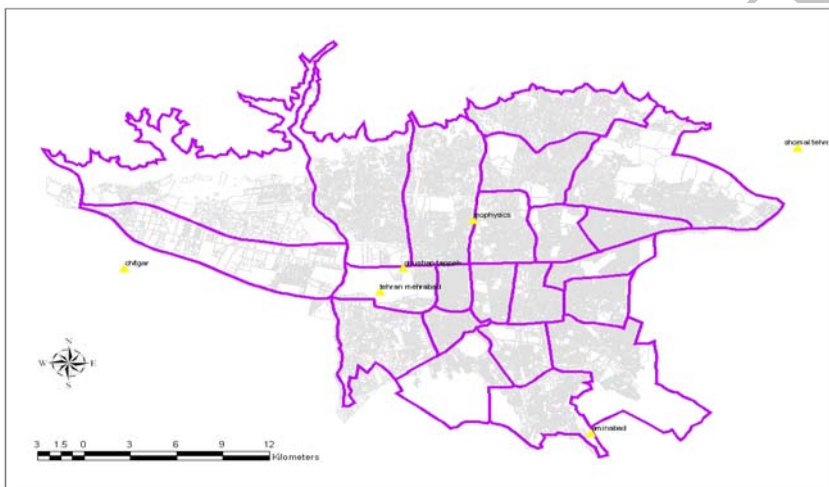
کالکستین و همکاران (۱۹۸۷) مدلی را که بر پایه‌ی توده‌های هوا بود تنظیم کردند. آنها توده‌های هوای حاکم بر شهر موبایل واقع در ایالات آلابامای امریکا را بر اساس هفت متغیر دما، دمای نقطه شبنم، میدان دید، ابرناکی آسمان، فشار هوا در سطح دریا، سرعت و جهت باد و با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی Ward فاصله‌ی مرکزی و فاصله متوسط شناسایی کردند.

برمن و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از روش آماری چندمتغیره به مطالعه‌ی توده‌های هوا پرداختند. این گروه به سرپرستی برمن به منظور بررسی و تشخیص عوامل فیزیکی مؤثر بر انتقال آلودگی در زمان حداکثر تمرکز آلودگی از روش طبقه‌بندی همدیدی فضایی و مدل‌های رقومی استفاده کردند.

فتاحی (۱۳۸۳) با استفاده از روش آماری (تحلیل عاملی و تحلیل ممیزی) و سینوپتیکی به طبقه‌بندی توده‌های هوای جنوب غرب ایران پرداخته است و توده‌های هوای مؤثر بر جنوب غرب ایران را در ۶ گروه طبقه‌بندی نمود.

در انتخاب ایستگاه‌های مورد مطالعه به وجود آمار طولانی مدت و صحیح توجه شد و نواقص آماری از طریق بازسازی با روش نسبت تفاضل‌ها و معادله‌ی خطی رگرسیون توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. و در نهایت با بررسی کلیه ایستگاه‌های

شهر تهران، دوره‌ی آماری مشترک ۲۱ ساله (۱۳۶۴-۱۳۸۴) انتخاب شد. داده‌های مورد استفاده در این قسمت عبارتند از میانگین دمای سالانه، دمای حداکثر، دمای حداقل، دمای حداکثر مطلق، دمای حداقل مطلق و دمای سطح زمین.



شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه‌ی در شهر تهران

روش تحلیل خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای یک عنوان کلی برای یک سری از روش‌های ریاضی است که برای پیدا کردن شباهت بین داده‌ها در یک مجموعه به کار می‌رود. هدف بسیاری از فعالیت‌های تحقیقاتی پی بردن به این است که کدامیک از مواد موجود در یک مجموعه‌ی مشابه و یا متفاوت هستند. بدین منظور بهترین روش استفاده از طبقه‌بندی^۱ است.

1- Classification

در روش تجزیه خوشه‌ای معمولاً p صفت بر روی n ماده‌ی اندازه‌گیری می‌شود و بعد یک ماتریس $n \times p$ از داده‌های خام تشکیل می‌شود. سپس ماتریس داده‌های خام به ماتریس شباهت‌ها یا فاصله‌ها تبدیل شده و با استفاده از یکی از تکنیک‌های طبقه‌بندی، مواد را بر اساس شباهت بین آنها گروه‌بندی می‌کنند. هدف از تشکیل کلاسترها یا دسته‌ها آن است که در هر دسته موادی را قرار دهیم که دارای واریانس یا تنوع کمتری نسبت به واریانس و تنوع موجود بین دسته‌ها باشند. در نهایت دسته‌ها را با استفاده از مقادیر میانگین متغیرها و با استفاده از نمودار در مقابل هم قرار می‌دهیم.

هدف تجزیه‌ی خوشه‌ای اولاً پیدا کردن دسته‌های واقعی افراد و ثانیاً کاهش تعداد داده‌ها است. به عبارت دیگر هدف شناسایی تعداد کمتری از گروه‌هاست به طوری که گروه‌هایی که دارای شباهت بیشتری به یکدیگر هستند در یک گروه قرار گیرند.

برای طبقه‌بندی رژیم دمایی در منطقه متغیرهای مختلفی از جمله دماهای میانگین، میانگین حداقل، میانگین حداکثر، میانگین حداکثر مطلق، میانگین حداقل مطلق و میانگین دمای سطح زمین سالانه مورد بررسی قرار گرفت و ایستگاه‌ها بر مبنای تشابه در ملاک فوق‌الذکر طبقه‌بندی شد. جدول شماره‌ی (۱) مقادیر هر یک از پارامترها را در ایستگاه‌های منطقه نشان می‌دهد. به طور کلی آن دسته از داده‌هایی که بایستی در معرض تجزیه خوشه‌ای قرار گیرند ماتریسی را تشکیل می‌دهند، در این ماتریس هر X_{ij} نمره‌ی متغیر j است که آن متغیر یا صفت فرد یا ماده i ام گویند. بر اساس این جدول بیشترین میانگین دمای سالانه به ترتیب متعلق به ایستگاه دوشان‌تپه و مهرآباد با $۱۸/۳$ و $۱۸/۱$ درجه‌ی سانتی‌گراد و کمترین آن

متعلق به ایستگاه شمال تهران با $۱۵/۳$ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. بیشترین دمای حداکثر در ایستگاه امین‌آباد و کمترین آن متعلق به ایستگاه شمال تهران می‌باشد و همچنین بیشترین دمای سطح زمین متعلق به ایستگاه‌های دوشان‌تپه و امین‌آباد می‌باشد. به طور کلی در ایستگاه‌های شهر تهران با افزایش عرض جغرافیایی و ارتفاع، مؤلفه‌های دمای کاهش پیدا می‌کنند.

جدول شماره‌ی (۲) بارهای هر یک از عامل‌ها را نشان می‌دهد که استاندارد شده‌اند. هدف از استاندارد کردن این است که یکی آن که، واحدی که برای اندازه‌گیری صفات انتخاب می‌شود شباهت‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و لذا به وسیله‌ی استاندارد کردن این اثر را از بین می‌بریم و دیگر آنکه استاندارد کردن سبب می‌شود که شباهت بین مواد به طور یکسان اندازه‌گیری شود. در این جدول نمرات عامل دوم و سوم (شمال تهران، ژئوفیزیک) منفی می‌باشد در صورتی که نمرات ایستگاه‌های که دارای ارتفاع پایین‌تری می‌باشد، بیشتر مثبت می‌باشد. دمای میانگین حداقل در کلیه ایستگاه‌ها منفی می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی وقوع دمای تقریباً یکسان در طول دوره‌ی سرد دوره‌ی آماری مورد نظر می‌باشد.

تابع استاندارد کردن بر اساس رابطه‌های زیر مشخص می‌شود.

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

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

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

در فرمول‌های بالا، Z_{ij} مقدار استاندارد شده صفت i ام و ماده j ام، مقدار x_{ij} را از ماتریس اصلی داده‌ها می‌گیریم، \bar{x}_i میانگین صفت i ام و S_i انحراف معیار صفت i ام است که از جذر واریانس S_i^2 به دست می‌آید.

میانگین هر ردیف ماتریس داده‌های استاندارد شده یعنی \bar{Z}_i بایستی برابر صفر و انحراف معیار S'_i برابر یک باشد. از جمله:

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

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

جدول (۱) مقادیر دماها در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۳۶۴-۱۳۸۳)

دوشان‌تپه	امین‌آباد	چینگر	ژئوفیزیک	شمال تهران	تهران مهرآباد	
۱۸/۳	۱۷/۲	۱۷/۱	۱۶/۶	۱۵/۳	۱۸/۱	دمای میانگین سالانه
۲۳/۲	۲۴	۲۲/۲	۲۰/۹	۲۰	۲۲/۹	میانگین حداکثر
۱۳/۱	۱۰	۱۲/۵	۱۲/۷	۱۰/۴	۱۳/۱	میانگین حداقل
۲۸/۶	۲۹/۴	۲۷/۳	۲۳/۷	۲۵/۸	۲۸/۶	حداکثر مطلق
۵/۵	۴/۷	۵/۷	۱۰/۳	۴/۹	۶/۷	حداقل مطلق
۱۲/۱۶	۱۲	۹/۶	۸	۶/۵	۱۰/۷	دمای سطح زمین

جدول (۲) بارهای عاملی مؤلفه‌های اقلیمی (دما) منطقه‌ی مورد مطالعه

عامل ششم	عامل پنجم	عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	
۱/۰۰۰	۰/۰۹۱	۰/۰۰۰	-۰/۴۵۵	-۱/۷۲۷	۰/۹۰۹	دمای میانگین سالانه
۰/۶۶۷	۱/۲۰۰	۰۰۰۰	-۰/۸۶۷	-۱/۴۶۷	۰/۴۶۷	میانگین حداکثر
-۰/۳۰۰	-۳/۴۰۰	-۰/۹۰۰	-۰/۷۰۰	-۳/۰۰۰	-۰/۳۰۰	میانگین حداقل
۰/۶۶۷	۱/۰۴۸	۰/۰۴۸	-۱/۶۶۷	-۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	حداکثر مطلق
-۰/۳۷۶	-۰/۷۶۲	-۰/۲۸۶	۱/۹۰۵	-۰/۶۶۷	۰/۱۹۰	حداقل مطلق
۰/۱۰۰	۰۰۰۰	-۲/۴۰۰	-۴/۰۰۰	-۵/۵۷	-۱/۳۰۰	دمای سطح زمین

محاسبه‌ی ضریب شباهت بین ایستگاه‌ها

ضریب متوسط فاصله‌ی اقلیدسی:

این ضریب را با d_{jk} نشان می‌دهند، از مزایای این ضریب این است که اگر ماتریس داده‌ها دارای مقادیر از دست رفته‌ای باشد باز هم می‌توان از آن استفاده کرد. این ضریب از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$e_{jk} = \left[\sum_{i=1}^2 (X_{ij} - X_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۴)$$

برای محاسبه‌ی ضریب متوسط اقلیدسی از داده‌های جدول (۲) و یا ماتریس داده‌های استاندارد شده (جدول ۳) استفاده می‌کنیم و صفت به صفت تفاوت مقادیر آنها را به دست می‌آوریم.

مقدار e_{jk} بین صفر و بی‌نهایت متغیر است یعنی $0 \leq e_{jk} \leq \infty$ می‌باشد. بر اساس رابطه‌ی زیر هم می‌توان ضریب اقلیدسی محاسبه کرد. در واقع از هر دو فرمول یک نتیجه به دست می‌آید. برای این که ثابت کنیم دمای ایستگاه‌های شهر تهران از ارتفاع و عرض جغرافیایی پیروی می‌کنند، مبادرت به محاسبه‌ی ضریب متوسط فاصله‌ی اقلیدسی بین ارتفاع بالاترین و کمترین ایستگاه‌ها به صورت دو به دو نمودیم. جدول (۳) نتایج حاصله از این روش را نشان می‌دهد. آن اعدادی که به صفر نزدیک باشند بیشترین شباهت را دارند. همان طور که مشاهده می‌شود اعدادی که به صفر نزدیک می‌باشند خیلی کم هستند، تنها ایستگاه ژئوفیزیک و چیتگر از لحاظ میانگین حداکثر دما، بیشترین شباهت را نشان می‌دهد.

$$e_{jk} = \left[\frac{\sum_{i=1}^2 (X_{ij} - X_{ik})^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۵)$$

جدول (۳) تفاوت ضریب متوسط اقلیدسی بین ایستگاه‌ها

تهران مهرآباد- شمال تهران	ژئوفیزیک- چیتگر	امین‌آباد- دوشان تپه	
۲/۹	۰/۷۰	۱	دمای میانگین سالانه
۰/۵۶	۰/۲	۴/۶	میانگین حداکثر
۶/۷	۳/۱	۰/۵	میانگین حداقل
۲/۹	۲/۸	۴/۲	حداکثر مطلق
۱/۳	۳/۶	۱/۶	حداقل مطلق
۰/۸	۰/۸	۰/۱۶	دمای سطح زمین

ضریب کسینوس

این ضریب را با C_{jk} نمایش می‌دهند و دامنه‌ی آن بین یک و منهای یک است یعنی $-1 \leq C_{jk} \leq 1$ که اگر مقدار آن مساوی ۱ باشد یعنی مقدار شباهت حداکثر است و اگر مقدار -۱ باشد در آن صورت مقدار شباهت حداقل و مقدار تفاوت حداکثر خواهد بود. فرمول محاسبه‌ی ضریب کسینوس به صورت زیر است:

$$C_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij} X_{ik}}{(\sum_{i=1}^n X_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} (\sum_{i=1}^n X_{ik}^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (6)$$

مواد j و k دو نقطه در محور مختصات یعنی در فضا هستند که هر نقطه توسط یک خط به مبدأ مختصات وصل می‌شود و C_{jk} نیز کسینوس بین این دو خط است. بر اساس این میزان شباهت ایستگاه تهران و شمال تهران، تهران و دوشان تپه محاسبه شده است.

$$\sum_{i=1}^6 X_{i1}X_{i2} = (18/1)(15/3) + (22/9)(20) + (13/1)(10/4) + (28/6)(25/8) + (6/7)(4/9) + (10/7)(6/5) = 1711/338$$

$$\sum_{i=1}^6 X_{i1}^2 = (18/1)^2 + (22/9)^2 + (13/1)^2 + (28/6)^2 + (6/7)^2 + (10/7)^2 = 1997/91$$

$$\sum_{i=1}^6 X_{i2}^2 = (15/3)^2 + (20)^2 + (10/4)^2 + (25/8)^2 + (4/9)^2 + (6/5)^2 = 1473/91$$

$$C_{12} = \frac{1711/33}{(1997/9)^{\frac{1}{2}}(1473/9)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1711/33}{(44/669)(38.31708)} = 0/99$$

براساس ضریب کسینوس شباهت بین ایستگاه مهرآباد تهران و شمال تهران نزدیک به حداکثر است.

$$\sum_{i=1}^6 X_{i1}X_{i6} = (18/1)(18/3) + (22/9)(23/2) + (13/1)(13/1) + (28/6)(28/6) + (6/7)(5/5) + (10/7)(12/6) = 11235 + 53128 + 17161 + 81796 + 3691 + 13482 = 202392$$

$$\sum_{i=1}^6 X_{i1}^2 = (18/1)^2 + (22/9)^2 + (13/1)^2 + (28/6)^2 + (6/7)^2 + (10/7)^2 = 1997/97$$

$$\sum_{i=1}^6 X_{i6}^2 = (18/3)^2 + (23/2)^2 + (13/1)^2 + (28/6)^2 + (5/5)^2 + (12/6)^2 = 2051/627$$

$$C_{12} = \frac{2023/92}{(1997/9)^{\frac{1}{2}}(2051/62)^{\frac{1}{2}}} = \frac{2023/92}{(44/6)(45/2)} = \frac{2023/9}{2020/14} = 0/99$$

براساس ضریب کسینوس شباهت بین ایستگاه مهرآباد تهران و دوشان‌تپه نزدیک به حداکثر است. به طور کلی این ضریب شباهت بین ایستگاه‌ها را بالا در نظر می‌گیرند، لذا این ضریب از کارآیی چندانی برخوردار نیست.

ضریب بری - کرتیس^۱

برای پی بردن به اینکه کدامیک از مواد موجود در بین ایستگاه‌ها، در یک مجموعه مشابه و یا متفاوت قرار می‌گیرند، مبادرت به استفاده از ضریب بری - کرتیس کردیم.

این ضریب را با b_{jk} نمایش می‌هند و مقدار تفاوت بین داده‌ها را اندازه‌گیری می‌کنیم مقدار این ضریب در دامنه‌ی بین صفر و یک قرار دارد یعنی $0 \leq b_{jk} \leq 1$ است. اگر $b_{jk} = 0$ باشد یعنی حداکثر شباهت وجود دارد و این زمانی اتفاق می‌افتد که نمودار یکسانی ترسیم شود. براساس این میزان تفاوت ایستگاه تهران و شمال تهران، تهران و دوشان‌تپه محاسبه شده است.

(۷)

$$b_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n [X_{ij} - X_{jk}]}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{ik})}$$

$$b_{12} = \frac{|181-153|+|229-20|+|131-104|+|286-258|+|67-49|+|107-65|}{(181+153)+(229+20)+(131+104)+(286+258)+(67+49)+(107+65)} = \frac{0/1+2/9+2/7+2/8+1/8+4/2}{2/3+4/29+23/5+54/4+11/6+17/2} = \frac{17/2}{183} = 0/093$$

1- Bray-curtis coefficient

$$b_6 = \frac{|181-183|+|229-232|+|131-131|+|286-286|+|6/7-5/5|+|107-126|}{(181+183)+(229+232)+(131+131)+(286-286)+(6/7+6/7)+(107+107)} = \frac{0/2+0/3+0+0+1/2+1/9}{2007} = \frac{3/6}{2007} = 0/017$$

بر اساس این ضریب بین ایستگاه تهران و شمال تهران که مقدار آن ۰/۰۹۳ می‌باشد دارای شباهت کمتر وجود دارد این مقدار بین ایستگاه تهران و دوشان‌تپه (۰/۰۱۷) است که دارای تفاوت می‌باشند. بر اساس جدول (۴) بیشترین تفاوت عمده را بین ایستگاه شمال تهران و امین‌آباد مشاهده می‌کنیم. به طوری که ضریب بری آن نزدیک به یک (حداکثر اختلاف) می‌باشد که در نمودار (۱) نیز در درخت خوشه‌بندی مشخص شده است.

جدول (۴) میزان شباهت ایستگاه‌ها بر اساس ضریب کسینوس و بری کرتیس

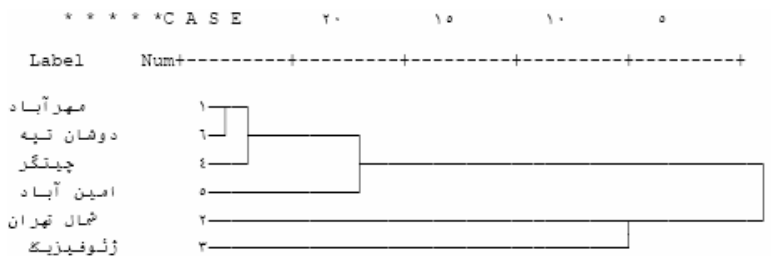
ایستگاه	شمال تهران - امین‌آباد	مهرآباد - شمال تهران	مهرآباد - دوشان‌تپه	شمال تهران - ژئوفیزیک
ضریب کسینوس	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸
ضریب بری-کرتیس	۰/۸۰	۰/۰۸۴	۰/۰۱۹	۰/۰۷۷

با توجه به دندوگرام (نمودار ۱) شمالی - جنوبی گروه‌ها نشان می‌دهد که رژیم‌های دمایی بیشتر از ارتفاع تأثیر می‌پذیرند تا عرض جغرافیایی، با افزایش ارتفاع متوسط دمای میانگین حداقل سالانه کاهش و اختلاف متوسط دماهای میانگین حداقل و میانگین حداکثر سالانه گروه‌ها افزایش می‌یابد. در نهایت بر مبنای ویژگی‌های مشابه گروه‌ها، رژیم‌های دمایی تهیه شده است.

با توجه به اینکه داده‌ها به ۵ خوشه تقسیم شده‌اند. می‌توان با کمک روش آنالیز واریانس یک طرفه بررسی کرد که آیا اختلاف معنی‌داری بین خوشه‌ها وجود دارد یا خیر جدول (۵) نتایج آنالیز واریانس انجام شده را نشان می‌دهد. در این جدول میانگین مربعات بین گروهی (داخل خوشه‌ها) و میانگین مربعات درون‌گروهی (داخل خوشه‌ها) آورده شده است، این جدول نشان می‌دهد که چون ۵ خوشه داریم لذا درجه‌ی آزادی (df) مجموع مربعات بین گروهی برابر ۴ است. از طرفی تعداد کل داده‌ها برابر ۶ است، لذا درجه‌ی آزادی کل، برابر ۵ است و در نتیجه درجه‌ی آزادی مجموع مربعات درون‌گروهی برابر ۱ می‌شود. مقدار F از تقسیم میانگین مربعات بین گروهی بر میانگین مربعات درون‌گروهی به دست می‌آید. Sig سطح معنی‌دار بودن آزمون است.

جدول (۵) آنالیز واریانس یک طرفه ایستگاه‌های منطقه

ایستگاه	میانگین مربعات بین گروهی	درجه‌ی آزادی df	میانگین مربعات درون گروهی	درجه‌ی آزادی df	F	سطح معنی‌داری Sig
تهران-مهرآباد	۲۵۲/۸	۴	۱۹	۱	۱۳/۳	۰/۰۲۲
شمال تهران	۲۵۷/۴	۴	۱۷/۸	۱	۱۴/۴	۰/۰۱۹
ژئوفیزیک	۱۵۲	۴	۹/۱	۱	۱۶/۶	۰/۰۱۵
چینگر	۲۵۲/۲	۴	۱۸/۱	۱	۱۳/۹	۰/۰۲۰
امین آباد	۳۲۱/۲	۴	۲۵/۸	۱	۱۲/۴	۰/۰۲۴
دوشان تپه	۲۵۷/۸	۴	۲۱/۸	۱	۱۱/۸	۰/۰۲۶



نمودار (۱) درخت خوشه‌بندی دمای شهر تهران

جدول (۶) گروه‌بندی ایستگاه‌ها

نام ایستگاه	تعداد طبقات
مهرآباد- دوشان تپه	گروه اول
چیتگر	گروه دوم
امین آباد	گروه سوم
ژئوفیزیک- شمال تهران	گروه چهارم

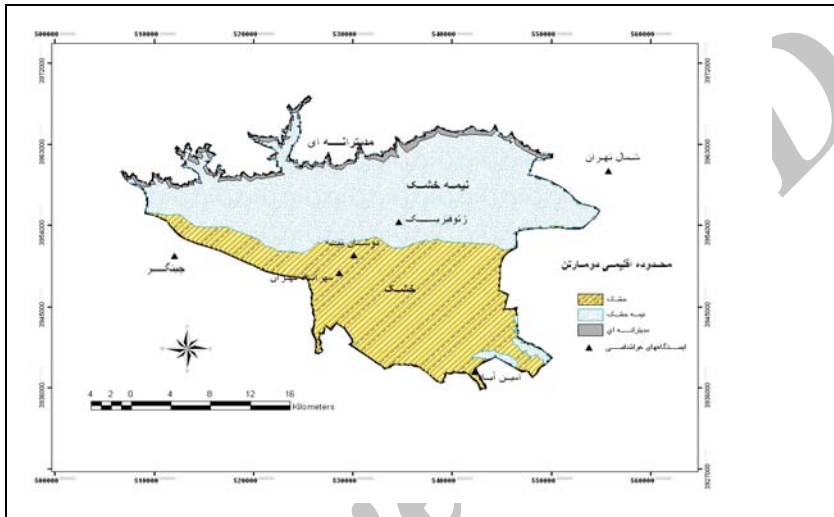
دندوگرام مربوط به نتایج این تحلیل که ایستگاه‌ها را بر مبنای تشابهات دسته‌بندی نموده است در نمودار (۱) و گروه‌بندی ایستگاه‌ها بر مبنای طبقه‌بندی انجام یافته در جدول (۶) آورده شده است.

به منظور تعیین اقلیم شهر تهران مبادرت به پهنه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن، با استفاده از رابطه‌ی ذیل اقدام شد.

$$y = .019X - 13.456 \quad R^2 = .93$$

بر اساس شکل (۲) در سطح شهر تهران سه نوع اقلیم مشخص می‌باشد، اقلیم خشک با مساحت ۲۹۸/۳۶ کیلومتر مربع، اقلیم نیمه‌خشک با مساحت ۳۷۵/۴۶

کیلومترمربع و اقلیم مدیترانه‌ای که عموماً به سمت ارتفاعات منطقه کشیده شده است و ۲۲/۹۷ کیلومتر مربع، از مساحت شهر تهران را در بر گرفته است.



شکل (۲) پهنه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن

رژیم دماهای میانگین، حداکثر و حداقل ماهانه

بر طبق جدول (۸)، بیشترین دمای میانگین ماهانه در طی دوره‌ی آماری در کلیه‌ی ایستگاه‌ها مربوط به ماه‌های ژوئیه و اوت می‌باشد که از این میان ایستگاه چیتگر با مقدار ۲۹/۸ درجه‌ی سانتی‌گراد در ماه اوت دارای بیشترین مقدار و ایستگاه شمال تهران با مقدار ۲۱/۹ درجه‌ی سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار می‌باشد.

کمترین میانگین دما در کلیه‌ی ایستگاه‌ها مربوط به ماه ژانویه می‌باشد. که در این میان ایستگاه شمال تهران با ۱/۶- درجه‌ی سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار و

ایستگاه امین‌آباد با مقدار $4/4$ درجه‌ی سانتی‌گراد در این ماه دارای بیشترین مقدار می‌باشد.

رژیم دمایی حداکثر ماهانه

بیشترین دمای حداکثر ماهانه در کلیه ایستگاه‌ها مربوط به ماه‌های اوت و ژوئیه می‌باشد که در این میان ایستگاه امین‌آباد با مقدار $37/8$ درجه‌ی سانتی‌گراد در ماه اوت دارای بیشترین و ایستگاه شمال تهران به مقدار $31/6$ درجه سانتی‌گراد در ماه ژوئیه دارای کمترین مقدار می‌باشد.

کم‌ترین حداکثر ماهانه در کلیه‌ی ایستگاه‌ها مربوط به ماه فوریه می‌باشد که در این میان ایستگاه شمال تهران به مقدار $5/9$ درجه سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار و ایستگاه امین‌آباد با مقدار $9/2$ درجه‌ی سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار در این ماه می‌باشد.

رژیم دمایی حداقل ماهانه

در کلیه‌ی ایستگاه‌ها بیشترین دمای حداقل ماهانه مربوط به ماه ژوئیه می‌باشد و فقط ایستگاه چیتگر در ماه اوت مشاهده شده است. که در این میان ایستگاه مهرآباد با مقدار $24/7$ درجه‌ی سانتی‌گراد در ماه ژوئیه دارای بیشترین مقدار و ایستگاه امین‌آباد با مقدار $21/4$ درجه‌ی سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار می‌باشد و کمترین دمای حداقل ماهانه در کلیه‌ی ایستگاه‌ها مربوط به ماه ژانویه است که در این میان ایستگاه شمال تهران با مقدار $1/7$ - دارای کمترین و ایستگاه دوشان‌تپه با مقدار $0/9$ درجه‌ی سانتی‌گراد دارای بیشترین مقدار در این ماه می‌باشد.

جدول (۸) دماهای میانگین، حداکثر و حداقل ماهانه در ایستگاه‌های شهر تهران (۲۰۰۵ - ۱۹۸۵)

ایستگاه	دما	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مهرآباد	دمای حداکثر	۸/۲	۱۰/۸	۱۵/۲	۲۲/۶	۲۸	۳۴/۲	۳۶/۷	۳۵/۹	۳۱	۲۴/۷	۱۶/۷	۱۰/۵
	دمای حداقل	۱	۲/۴	۶/۲	۱۲/۵	۱۷	۲۲/۲	۲۴/۷	۲۴/۵	۲۰/۶	۱۴/۷	۸/۳	۳/۳
	میانگین ماهانه	۵/۴	۵/۱	۹/۷	۱۵/۱	۲۰/۹	۲۶/۶	۳۰/۴	۳۰/۵	۲۷/۷	۲۱/۵	۱۴/۸	۸/۲
شمال تهران	دمای حداکثر	۵/۹	۸/۰	۱۲/۵	۱۹/۸	۲۴/۹	۳۱/۱	۳۳/۹	۳۳/۴	۲۹/۱	۲۲/۲	۱۴/۳	۸/۵
	دمای حداقل	-۱/۷	-۰/۳	۳/۷	۹/۸	۱۴	۱۹/۵	۲۲/۷	۲۱/۹	۱۷/۵	۱۱/۶	۵/۴	۱
	میانگین ماهانه	۳/۱	۲/۷	۶/۸	۱۲/۶	۱۷/۸	۲۳/۷	۲۷/۹	۲۷/۹	۲۵/۱	۱۸/۵	۱۲/۲	۵/۹
ژئوفیزیک	دمای حداکثر	۶/۹	۹	۱۳/۳	۲۰/۳	۲۵/۳	۳۱/۶	۳۴/۵	۳۴/۱	۲۹/۸	۲۲/۲	۱۴/۷	۸/۸
	دمای حداقل	۰/۸	۲	۵/۶	۱۱/۶	۱۵/۸	۲۱/۷	۲۵	۲۲/۷	۲۰/۶	۱۴/۵	۷/۶	۲/۹
	میانگین ماهانه	۴/۷	۴/۲	۸	۱۳/۸	۱۹/۱	۲۴/۹	۲۹/۳	۲۹/۵	۲۶/۸	۲۰/۴	۱۳/۵	۶/۹
دوشان تپه	دمای حداکثر	۸/۹	۱۱/۱	۱۵/۴	۲۲/۹	۲۸/۱	۳۴/۱	۳۶/۷	۳۶	۳۲/۲	۲۵	۱۷/۱	۱۱
	دمای حداقل	۰/۹	۲/۳	۵/۹	۱۲/۴	۱۷/۱	۲۲/۴	۲۵/۳	۲۴/۶	۲۰/۶	۱۱/۶	۸/۲	۳/۳
	میانگین ماهانه	۶/۳	۶/۲	۱۰/۱	۱۵/۴	۲۰/۸	۲۶/۶	۳۰/۷	۳۰/۹	۲۸/۱	۲۲	۱۴/۹	۸/۳
چیتگر	دمای حداکثر	۷/۸	۱۰/۵	۱۴/۹	۲۱/۴	۲۷/۱	۳۳/۱	۳۵/۳	۳۵/۴	۳۱/۲	۲۴/۲	۱۵/۲	۱۰/۳
	دمای حداقل	۰/۴	۱/۷	۵/۸	۱۱/۸	۱۶/۴	۲۱/۴	۲۳/۴	۲۴/۳	۲۰/۳	۱۴/۹	۶/۹	۲/۷
	میانگین ماهانه	۵/۴	۴/۵	۹	۱۴/۳	۲۰/۱	۲۵/۶	۲۹/۲	۲۹/۷	۲۵/۷	۲۱/۷	۱۳/۶	۷/۴
امین آباد	دمای حداکثر	۹/۲	۱۱/۶	۱۶/۲	۲۳/۵	۲۸/۹	۳۵/۴	۳۷/۸	۳۷	۳۳/۶	۲۵/۹	۱۸	۱۱/۴
	دمای حداقل	-۱	۰	۴/۲	۹/۸	۱۴/۴	۱۸/۶	۲۱/۴	۱۹/۹	۱۵/۶	۱۰/۲	۴/۸	۱/۵
	میانگین ماهانه	۴/۴	۶/۱	۱۰/۱	۱۶/۵	۲۲/۱	۲۶/۹	۲۹/۳	۲۵/۱	۲۵/۱	۱۸/۶	۱۱/۸	۶/۷

برای بررسی روند تغییرات دما و پیش‌بینی آن در سال‌های بعدی، در شهر تهران اقدام به بررسی روند دماهای سالانه و کمینه در ایستگاه‌ها نمودیم که در اینجا به علت زیاد بودن تعداد نمودارها فقط به روند دمای ایستگاه مهرآباد می‌پردازیم. نمودار (۸) روند خطی مثبت و افزایشی دماهای متوسط سالانه ایستگاه مهرآباد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این نمودار روند خطی دمای سالانه ایستگاه مهرآباد را به دو روش خطی و نمایی بر اساس روابط (۱۱ و ۱۲) نشان می‌دهد:

$$y = mx + b \quad \text{روند خطی} \quad (11)$$

$$y = \text{متغیر وابسته} \quad (12)$$

$$m = \text{شیب خط}$$

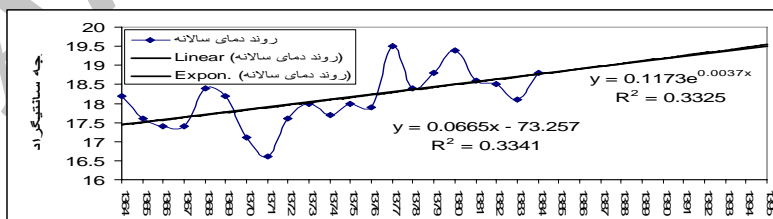
$b =$ عرض از مبدا (ضریب زاویه)

$$y = ce^{bx} \quad (۱۲) \text{ روند نمایی}$$

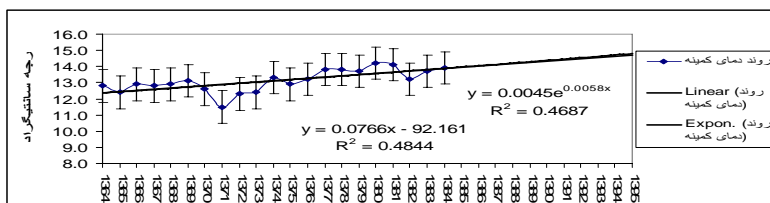
C و b ثابت هستند و e الگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸۳) می‌باشد.

در هر دو روند دما رو به افزایش است. کمترین دماهای سالانه در طی دوره آماری مورد نظر مربوط به سال ۱۳۷۱ با مقدار ۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد و بیشترین آنها مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۸۴ با مقدار ۱۹/۴ و ۱۸/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با استفاده از این دو روند تا سال ۱۳۹۵ دمای سالانه ایستگاه پیش‌بینی می‌شود. همانطور که از نمودار پیداست روند خطی و نمایی دمای کمینه رو به افزایش است و هر دو در یک راستا حرکت می‌کنند. برای مثال در روش خطی دمای سال ۱۳۹۰، ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد و در روش نمایی ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی می‌شود.

بر اساس نمودار (۹) کمترین دماهای کمینه در طی دوره آماری مورد نظر مربوط به سال ۱۳۷۱ با مقدار ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد و بیشترین آنها مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۸۱ با مقدار ۱۴/۲ و ۱۴/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس روند خطی دمای کمینه در سال ۱۳۹۰، ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد و در روش نمایی ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی می‌شود.



نمودار (۸) پیش‌بینی روند دمای سالانه به صورت خطی و نمایی تا سال ۱۳۹۵



نمودار (۹) پیش‌بینی روند دمای سالانه‌ی کمینه به صورت خطی و نمایی تا سال ۱۳۹۵ (ایستگاه مهرآباد)

دماهای حداقل و حداکثر مطلق ایستگاه‌ها در طی دوره‌ی آماری (۱۳۸۴-۱۳۶۴)

احتمالات وقوع دماهای سرد و غیرطبیعی از طریق تحلیل سردترین دما در هر سال (سری‌های حد یا سری‌های کرانه‌ای) محاسبه می‌شود (هایکینز و وایت، ۱۹۷۵). از معایب چنین روشی می‌توان به این موارد اشاره کرد.

- ۱- محدود کردن نمونه‌ها به یک مشاهده در سال.
- ۲- حذف دماهایی که به میزان قابل ملاحظه‌ای از میزان عادی فصلی پایین‌تر هستند و ممکن است حایز اهمیت اقتصادی باشد اما به سردی دماهای حداقل سالانه نیستند (ویلن و لبتیلیر، ۱۹۸۸). برای حذف معایب فوق در جدول ۹) دماهای حداقل و حداکثر مطلق ماهانه ایستگاه‌ها در طی دوره‌ی آماری مذکور ذکر شده است.

در ایستگاه مهرآباد تهران بطور کلی حداکثر و حداقل مطلق دما از اول سال یعنی آوریل تا اواسط ماه سپتامبر افزایش و سپس کاهش می‌یابد. کمترین حداقل مطلق دما مربوط به ماه ژانویه با مقدار ۴/۸- و بعد از آن ماه فوریه با مقدار ۴- درجه‌ی

سانتی‌گراد می‌باشد. بیشترین حداکثر مطلق دما نیز با مقدار $40/6$ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به ماه ژوئیه می‌باشد.

در ایستگاه شمال تهران کمترین دماهای حداقل مطلق که به زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده است از ماه نوامبر شروع و تا اواخر مارس ادامه داشته است. کمترین حداقل مطلق دما در این ایستگاه مربوط به ماه ژانویه با مقدار -7 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. و بیشترین حداکثر مطلق دما مربوط به ماه‌های ژوئیه و اوت به ترتیب با مقدار $37/7$ و $36/9$ درجه سانتی‌گراد است.

در ایستگاه ژئوفیزیک کمترین حداقل مطلق دما با مقدار $-2/5$ مربوط به ماه ژانویه و بعد از آن با مقدار $-0/5$ مربوط به ماه فوریه است و بیشترین حداکثر مطلق دما مربوط به ماه‌های ژوئیه و اوت به ترتیب به مقدار $36/6$ و $35/6$ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد.

در ایستگاه دوشان‌تپه عموماً دماهای زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد در طول دوره‌ی آماری از ماه دسامبر شروع شده و تا اواخر مارس ادامه می‌یابد. در این ایستگاه کمترین دما مربوط به ماه ژانویه با مقدار $-4/14$ درجه‌ی سانتی‌گراد و بیشترین دمای حداکثر مطلق در ماه ژوئیه و اوت به ترتیب با مقدار $40/6$ و $39/6$ درجه‌ی سانتی‌گراد را شاهد هستیم.

در ایستگاه چیتگر کمترین حداقل مطلق دما با مقدار $-1/6$ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به ماه ژانویه می‌باشد. به طور کلی در این ایستگاه ماه‌های سپتامبر، ژانویه و مارس دما زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش شده است و بیشترین حداکثر مطلق دما با مقدار 37 درجه سانتی‌گراد مربوط به ماه ژوئیه می‌باشد.

در ایستگاه امین‌آباد طول دوره‌ی رشد دماهای زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد به ۵ ماه می‌رسد. که کمترین آن مربوط به ماه ژانویه و مارس به ترتیب با مقدار $6/8-$ و $5/6-$ درجه‌ی سانتی‌گراد و بیشترین حداکثر مطلق دما نیز مربوط به ماه‌های ژوئیه و اوت به مقدار $14/2$ و $40/2$ درجه سانتیگراد می‌باشد.

نتایج حاصله از مطالعه‌ی دماهای حداقل و حداکثر مطلق ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که یک روند ثابتی در ایستگاه‌ها شاهد هستیم. به طور کلی در کلیه ایستگاه‌ها کمترین حداقل مطلق دما در ماه ژانویه و بعد از آن در ماه فوریه و بیشترین حداکثر مطلق دما را در ماه‌های ژوئیه و اوت شاهد هستیم.

جدول (۹) دماهای حداکثر و حداقل مطلق ایستگاه‌های شهر تهران در طی دوره‌ی آماری (۱۳۸۴-۱۳۶۴)

ایستگاه	دما	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مهرآباد	حداکثر مطلق	۱۴/۴	۱۷/۴	۲۲/۴	۲۹/۳	۳۳/۹	۳۸/۶	۴۰/۶	۳۹/۶	۳۶/۲	۳۰/۵	۲۳/۳	۱۶/۷
	حداقل مطلق	-۴/۸	-۴	-۲/۱	۴/۴	۹/۶	۱۵/۵	۱۸/۸	۱۹/۵	۱۴/۹	۹	۲	-۲/۶
شمال تهران	حداکثر مطلق	۱۱/۹	۱۴/۶	۲۰	۲۶/۲	۳۱	۳۵/۵	۳۷/۷	۳۶/۹	۳۶/۶	۲۷/۴	۲۰/۴	۱۴/۵
	حداقل مطلق	-۷	-۶/۳	-۳/۱	۲/۶	۷/۷	۱۴/۶	۱۸/۱	۱۸/۴	۱۲/۴	۶/۹	-۱	-۴/۴
ژئوفیزیک	حداکثر مطلق	۹/۹	۱۲/۵	۱۷/۱	۲۳/۸	۲۹	۳۳/۲	۳۶/۶	۳۵/۶	۳۲/۲	۲۶/۳	۱۹/۱	۱۳/۷
	حداقل مطلق	-۲/۵	-۰/۵	۱/۱	۹/۱	۱۲/۱	۱۹/۶	۲۳	۲۲/۳	۱۷/۷	۱۴/۴	۵/۲	۰
دوشان‌تپه	حداکثر مطلق	۱۴/۷	۱۸	۲۲/۹	۲۹/۳	۳۳/۸	۳۸/۵	۴۰/۶	۳۹/۶	۳۶/۴	۳۰/۴	۲۳/۲	۱۶/۹
	حداقل مطلق	-۴/۱	-۳/۱	-۱	۴/۸	۱۰/۱۷	۱۷	۲۰/۲	۲۰/۲	۱۵/۶	۹/۶	۲/۱	-۲
چیتگر	حداکثر مطلق	۱۰	۱۳/۵	۱۸/۲	۲۴/۹	۳۰/۳	۳۴/۴	۳۷	۳۶/۷	۳۳/۲	۲۷/۴	۱۹/۹	۱۴/۱
	حداقل مطلق	-۱/۶	-۰/۶	۳/۲	۹/۵	۱۳/۹	۱۹/۵	۲۱/۶	۲۲/۶	۱۸/۸	۱۲/۶	۵/۵	-۰/۶
امین‌آباد	حداکثر مطلق	۱۵/۵	۱۸/۴	۲۳	۳۰/۲	۳۴/۷	۳۹/۱	۴۱/۲	۴۰/۲	۳۷/۹	۳۱/۷	۲۳/۸	۱۷/۱
	حداقل مطلق	-۶/۸	-۵/۶	-۲/۶	۲/۵	۸	۱۳/۴	۱۷/۳	۱۶/۸	۱۲/۲	۵/۹	-۰/۵	-۴/۲

برای بررسی میزان روابط و اثرات مؤلفه‌های دما و تعیین همبستگی اقدام به محاسبه‌ی ضریب همبستگی بر اساس رابطه‌ی (۱۳ و ۱۴) با هریک از پارامترهای دمای حداقل، حداکثر و میانگین ماهانه با ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی ایستگاه‌ها در طی دوره‌ی آماری نمودیم. که نتایج حاصله از آن در جدول (۱۰) آورده شده است. بعد از مشاهده کردن همبستگی بین عوامل فوق رابطه‌ی هریک برای هر ماه در جدول (۱۱) ذکر شده است. در این میان در ایستگاه امین‌آباد در محاسبه‌ی همبستگی دمای حداقل ماهانه به علت اختلاف فاحشی که با دیگر ایستگاه‌ها داشت کنار گذاشته شد.

اگر در این روش مقدار ضریب همبستگی را با (r) نشان دهیم، C_{xy} کوواریانس دو جامعه σ_x و σ_y ریشه‌ی دوم واریانس‌های دو جامعه X و Y خواهند بود.

$$r = \frac{C_{xy}}{\delta_x \delta_y} \quad (13)$$

C_{xy} کوواریانس دو جامعه است و کوواریانس عبارت است از میانگین حاصل ضرب انحرافات از میانگین دو جامعه

$$r = \frac{1/N \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\delta_x \delta_y} \quad \text{یا} \quad C_{xy} = \frac{\sum Ni(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N} \quad (14)$$

جدول (۱۰) ضریب همبستگی پیرسون بین دمای حداقل، حداکثر و میانگین ماهانه با ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی

پارامتر	ماه	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
دمای حداکثر	ژانویه	-۰/۹۵۱**	-۰/۸۶۶**	-۰/۱۹۹
	فوریه	-۰/۹۷۲**	-۰/۸۷۱**	-۰/۰۵۹
	مارس	۰/۹۸۴**	-۰/۸۹۹**	-۰/۰۴۹
	آوریل	-۰/۹۳۹**	-۰/۸۶۹**	-۰/۲۶۱
	می	-۰/۹۶۰**	-۰/۸۷۴*	-۰/۱۳۳
	ژوئن	-۰/۹۷۱**	-۰/۹۱۷*	-۰/۱۷۹
	ژوئیه	-۰/۹۴۵**	-۰/۹۰۹*	-۰/۳۰۳
	اوت	-۰/۹۸۸**	-۰/۹۲۶**	-۰/۱۱۰
	سپتامبر	-۰/۹۵۰**	-۰/۹۲۸**	-۰/۰۸۶
	اکتبر	-۰/۹۸۶**	-۰/۹۰۲**	۰/۰۱۶
دمای حداقل	نوامبر	-۰/۹۰۱*	-۰/۸۷۸*	-۰/۳۸۳
	دسامبر	-۰/۹۵۸**	-۰/۸۵۹*	-۰/۰۵۶
	ژانویه	-۰/۷۹۸	-۰/۸۸۸*	۰/۲۲۰
	فوریه	-۰/۸۲۸	-۰/۹۰۹*	-۰/۲۴۱
	مارس	۰/۸۹۴*	-۰/۹۶۰**	-۰/۰۸۰
	آوریل	-۰/۹۱۹*	-۰/۹۶۵**	-۰/۱۸۸
	می	-۰/۹۵۴*	-۰/۹۸۰**	-۰/۱۱۵
	ژوئن	-۰/۸۳۸	-۰/۹۰۲	-۰/۲۹۷
	ژوئیه	-۰/۵۱۳	-۰/۶۱۱*	-۰/۶۳۶
	اوت	-۰/۸۶۴	-۰/۹۳۱*	-۰/۱۳۵
میانگین دما	سپتامبر	-۰/۸۱۳	-۰/۸۹۰*	-۰/۰۲۶
	اکتبر	-۰/۸۴۹	-۰/۹۱۳*	۰/۰۶۵
	نوامبر	-۰/۷۷۹	-۰/۸۶۰	-۰/۴۴۷
	دسامبر	-۰/۹۰۵*	-۰/۹۵۴*	-۰/۲۱۰
	ژانویه	-۰/۹۲۰	-۰/۹۱۰*	-۰/۰۶۵
	فوریه	-۰/۸۸۵	-۰/۸۱۰	-۰/۲۹۵
	مارس	۰/۹۵۹**	-۰/۹۴۲*	-۰/۱۲۸
	آوریل	-۰/۹۶۴**	-۰/۹۴۱**	-۰/۳۶۱
	می	-۰/۹۸۶**	-۰/۹۴۲**	-۰/۱۷۰
	ژوئن	-۰/۹۳۷**	-۰/۸۴۷*	-۰/۲۴۴
	ژوئیه	-۰/۸۶۹	-۰/۸۹۲*	-۰/۳۷۱
	اوت	-۰/۹۰۳*	-۰/۹۲۳**	-۰/۲۶۸
	سپتامبر	-۰/۹۳۷*	-۰/۹۵۲**	-۰/۱۳۰
	اکتبر	-۰/۹۶۶**	-۰/۹۶۰**	۰/۰۷۸
	نوامبر	-۰/۸۸۴*	-۰/۹۱۰*	-۰/۳۶۸
	دسامبر	-۰/۹۴۲*	-۰/۹۴۴*	-۰/۲۲۶

** در سطح ۰/۰۱ معنی دار است، * در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

جدول (۱۱) رابطه‌ی دمای حداکثر، حداقل و میانگین ماهانه با ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی (۱۳۸۴-۱۳۶۴)

رابطه	پارامتر	
Temmax=24/032latitude-altitude0/011-longitude1/366-759/536	ژانویه	دمای حداکثر
Temmax=27/359latitude-altitude0/012-longitude0/702-907/267	فوریه	
Temmax=20/063latitude-altitude0/011-longitude0/522-655/303	مارس	
Temmax=25/069latitude-altitude0/012-longitude1/99-748/57	آوریل	
Temmax=28/447latitude-altitude0/014-longitude1/273-897/96	می	
Temmax=14/24latitude-altitude0/011-longitude1/39-385/711	ژوئن	
Temmax=10/344latitude-altitude0/009-longitude2/017-215/187	ژوئیه	
Temmax=11/411latitude-altitude0/009-longitude0/720-320/499	اوت	
Temmax=-7/325latitude-altitude0/006-longitude0/369+317/72	سپتامبر	
Temmax=16/499latitude-altitude0/010-longitude0/083-542/866	اکتبر	
Temmax=8/675latitude-altitude0/009-longitude2/473-153/479	نوامبر	
Temmax=22/997latitude-altitude0/010-longitude0/578-761/686	دسامبر	
Temmin=-106/836latitude+altitude0/010-longitude0/44+3795/269	ژانویه	
Temmin=-91/006latitude+altitude0/007-longitude0/652+3249/807	فوریه	
Temmin=-82/760latitude+altitude0/007-longitude0/022+2928/067	مارس	
Temmin=-53/777latitude+altitude0/001-longitude0/756+1953/89	آوریل	
Temmin=-39/423latitude-altitude0/002-longitude0/714+1451/90	می	
Temmin=-63/436latitude+altitude0/003-longitude1/207+2327/1	ژوئن	
Temmin=-61/368latitude+altitude0/005-longitude2/505+2320/71	ژوئیه	
Temmin=-87/426latitude+altitude0/007-longitude0/263+3126/42	اوت	
Temmin=-138/885latitude+altitude0/013+longitude0/574+4893/87	سپتامبر	
Temmin=-132/266latitude+altitude0/012-longitude0/994+4633/43	اکتبر	
Temmin=-71/058latitude+altitude0/004-longitude1/868+2615/305	نوامبر	
Temmin=-45/291latitude+altitude0/001-longitude0/74+1643/798	دسامبر	
Temaverage=6/634latitude-altitude0/008-longitude0/811-177/902	ژانویه	میانگین دما
Temaverage=26/515latitude-altitude0/011-longitude1/032-815/82	فوریه	
Temaverage=28/806latitude-altitude0/013-longitude1/492-918/86	مارس	
Temaverage=1/310latitude-altitude0/007-longitude1/457+51/901	آوریل	
Temaverage=7/093latitude-altitude0/009-longitude1/118+162/164	می	
Temaverage=28/115latitude-altitude0/012-longitude1/678+869/341	ژوئن	
Temaverage=-0/589latitude-altitude0/006-longitude2+161/361	ژوئیه	
Temaverage=-8/936latitude-altitude0/006-longitude1/572+434/28	اوت	
Temaverage=-20/136latitude-altitude0/004-longitude0/871+790/518	سپتامبر	
Temaverage=-22/401latitude-altitude0/005+longitude0/061+818/51	اکتبر	
Temaverage=-4/520latitude-altitude0/006-longitude2/001+284/59	نوامبر	
Temaverage=7/657latitude-altitude0/007-longitude1/326-186/379	دسامبر	

تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نمودار (۸) تعداد روزهای وقوع یخبندان را به تفکیک سال در ایستگاه مهرآباد تهران را نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار مشاهده می‌شود دو فرکانس موج بلند یخبندان در سال‌های ۱۳۷۰ با تعداد ۶۴ روز و سال ۱۳۶۷ با ۶۱ روز در سال مشاهده می‌شود.

اگر این سری زمانی را به دو دوره تقسیم کنیم از سال ۱۳۶۷-۱۳۶۴ میانگین تعداد روزهای یخبندان برابر با $39/4$ روز می‌باشد و میانگین دوره‌ی دوم از سال ۱۳۸۴-۱۳۶۷ برابر با $23/8$ می‌باشد در واقع در دوره‌ی اول جهش در میانگین سری زمانی مشاهده می‌شود. در دوره‌ی دوم روزهای وقوع یخبندان کاهش یافته و شاهد یک سیکل نزولی در سری زمانی می‌باشیم.

برای اثبات فرض که بین دو دوره جهش وجود داشته است از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

اگر $y_t = t = 1, \dots, N$ یک سری ناهمبسته و نرمال با میانگین μ و انحراف معیار σ باشد (در مسایل اقلیمی سری‌های سالانه بیشتر ناهمبسته است) بخواهیم جهش در میانگین سری را فقط در یک نقطه بررسی نماییم می‌توانیم سری را به دو دسته N_1 و N_2 تایی تقسیم نماییم. اولین زیر نمونه دارای میانگین μ و انحراف معیار σ $y_t = t = 1, \dots, N$ و دومین زیر نمونه دارای میانگین μ و انحراف معیار σ $y_t, t = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N$ می‌باشد.

آزمون T می‌تواند برای فرض $\mu_1 = \mu_2$ وقتی که دو زیرنمونه دارای انحراف معیار مساوی σ باشد، به کار رود. رد این فرض می‌تواند در آشکارسازی جهش استفاده شود. آماره در این حالت به وسیله‌ی:

$$T_c = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{S \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \quad (15)$$

و

$$S = \frac{\sqrt{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}}{N - 2} \quad (16)$$

در حالی که $S_1^2, S_2^2, \bar{y}_1, \bar{y}_2$ به ترتیب میانگین و واریانس اولین و دومین زیر نمونه هستند به دست می‌آید.

T_c دارای توزیع T-Student با $\nu = N - 2$ درجه‌ی آزادی است اگر $T_c > T_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu)$ باشد فرض $\mu_1 = \mu_2$ رد می‌شود احتمال دارد واریانس دو یا چند سری که جهش میانگین در آنها دیده می‌شود برابر نباشد و سری بطور معنی‌داری به یکدیگر وابسته باشد، در هر حالت باید آزمون مناسب با فرضیات در نظر گرفته شود (رحیم‌زاده و رستمی‌فر، ۱۳۷۶). لذا برای آزمون جهش روزهای یخبندان بین سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۴ مقادیر میانگین و انحراف معیار را برای دو دوره‌ی خاص (۱۳۷۰-۱۳۶۴) و (۱۳۸۴-۱۳۷۰) محاسبه و در رابطه T_c قرار می‌دهیم.

۱۳۷۰-۱۳۸۴	۱۳۶۴-۱۳۷۰	پریود مشخصه‌های آماری
۲۳/۸	۳۹/۴	میانگین
۱۰۲/۱۳	۲۸۸/۲۸	واریانس

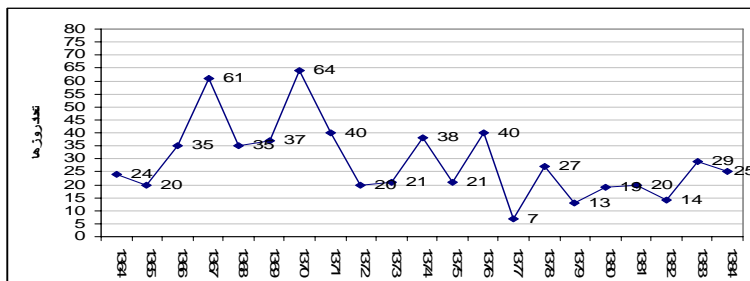
بنابراین:

$$S = \sqrt{\frac{7 \times 288/28 + 14 \times 102/13}{21}} = \sqrt{164/18} = 12/81$$

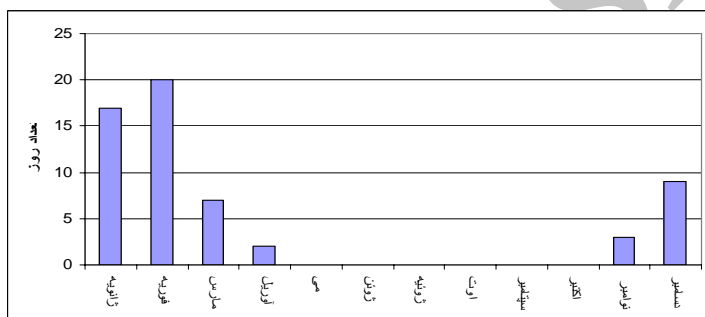
$$T_c = \frac{|39/4 - 23/85|}{12/81 \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{15}}} = \frac{15/55}{12/81 \times 0/437} = \frac{15/55}{5/6} = 2/7$$

با توجه به اینکه مقدار $T_c > T_{0.975}$ است یعنی $1/72 > 2/7$ فرض برابری دو میانگین رد می‌شود که این معادل است با آنکه بگوییم جهش با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ اتفاق افتاده است.

نمودار (۹) تعداد روزهای وقوع یخبندان را به تفکیک ماه‌ها نشان می‌دهد طول دوره‌ی یخبندان در ایستگاه ۶ فصل می‌باشد که ماه فوریه با میانگین ۱۲ روز یخبندان بیشترین و آوریل با ۱ روز یخبندان در طی سال دارای کمترین تعداد روزهای یخبندان در سال می‌باشد.



نمودار (۸) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه مهرآباد تهران (۱۳۶۴-۱۳۸۴)



نمودار (۹) تعداد روزهای یخبندان در طی سال در ایستگاه مهرآباد تهران (۱۳۶۴-۱۳۸۴)

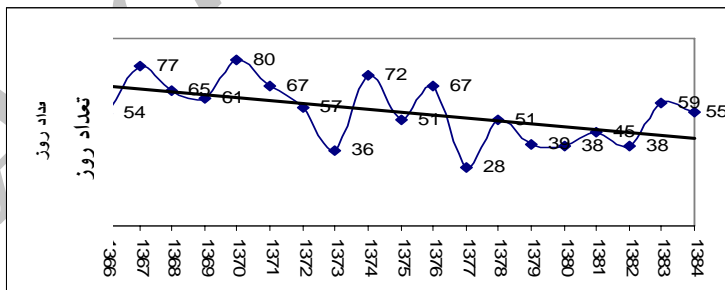
نمودار (۱۰) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه شمال تهران از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۴ نشان می‌دهد. بیشترین روزهای یخبندان متعلق به سال‌های ۱۳۶۷ به تعداد ۸۰ روز و سال ۱۳۷۰ با ۷۷ روز می‌باشد و کمترین روزهای یخبندان هم متعلق به دو سال ۱۳۷۷ با ۲۸ و سال ۱۳۷۳ با ۳۶ روز یخبندان می‌باشد. با توجه با این نمودار روند سالانه‌ی روزهای یخبندان ایستگاه شمال تهران حالت نوسانی را طی می‌کند. به عبارت دیگر اگر یک سری زمانی با مشاهدات متوالی واقع در دو طرف میانگین، میل به تناوب داشته باشد آنگاه همبستگی نگار آن نیز متمایل با تناوب خواهد بود. نمودار (۱۱) نتایج این امر را نشان می‌دهد. این همبستگی نگار که در آن مقادیر

r_k با سرعتی معقول به صفر نزدیک شده و از آن گذاشته است ایستایی را در سری نشان می‌دهد که از طریق رابطه زیر محاسبه شده است.

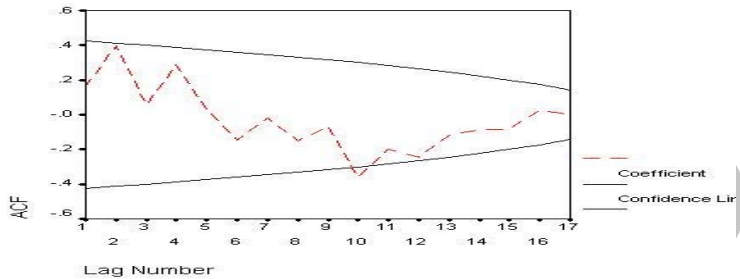
$$r_1 = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} (x_t - \bar{x}_{(1)})(x_{t+1} - \bar{x}_{(2)})}{\sqrt{\left[\sum_{t=1}^{N-1} (x_t - \bar{x}_{(1)})^2 \sum_{t=1}^{N-1} (x_{t+1} - \bar{x}_{(2)})^2 \right]}} \quad (17)$$

نظر به اینکه این ضریب همبستگی بین مشاهدات متوالی را اندازه می‌گیرد، آن را ضریب خود همبستگی یا ضریب همبستگی پیاپی می‌نامند (نیرومند و بزرگ‌نیا، ۱۳۸۱).

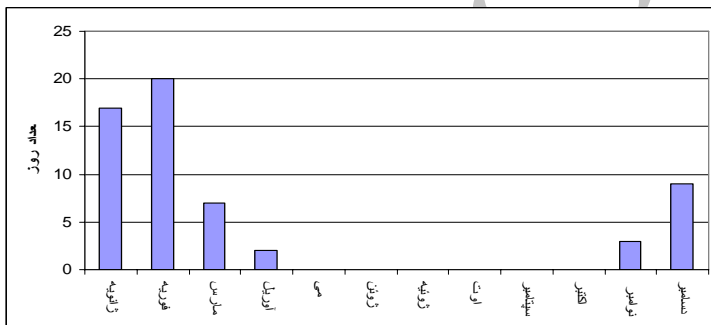
نمودار (۱۲) تعداد روزهای یخبندان را به تفکیک ماه نشان می‌دهد، طول فصل یخبندان در این ایستگاه ۶ ماه می‌باشد که بیشترین روزهای یخبندان در ماه فوریه با میانگین ۲۰ روز در سال و کمترین آن را در آوریل ماه با ۲ روز در سال مشاهده می‌شود.



نمودار (۱۰) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه شمال تهران (۱۳۸۴-۱۳۶۴)



نمودار (۱۱) همبستگی نگار سری زمانی ایستگاه شمال تهران



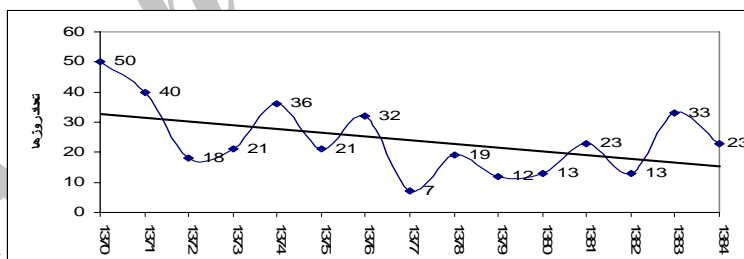
نمودار (۱۲) تعداد روزهای یخبندان در طی سال در ایستگاه شمال تهران (۱۳۸۴-۱۳۶۶)

نمودار (۱۳) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه دوشان‌تپه را نشان می‌دهد در این سری زمانی اگر طول دوره را به دو دوره تقسیم کنیم یعنی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۴ و از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۷۴ مشاهده می‌شود که بین تعداد روزهای یخبندان جهش در میانگین و واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود. یعنی میانگین تعداد روزهای دوره‌ی اول ۳۳ روز و دوره دوم ۲۰ روز می‌باشد. سال ۱۳۷۰ با ۵۰ روز بیشترین و سال ۱۳۷۷ با ۷ روز کمترین فراوانی را از نظر روزهای یخبندان دارا می‌باشد. در هر صورت روند نزولی تعداد روزهای یخبندان در این سری زمانی مشاهده می‌شود.

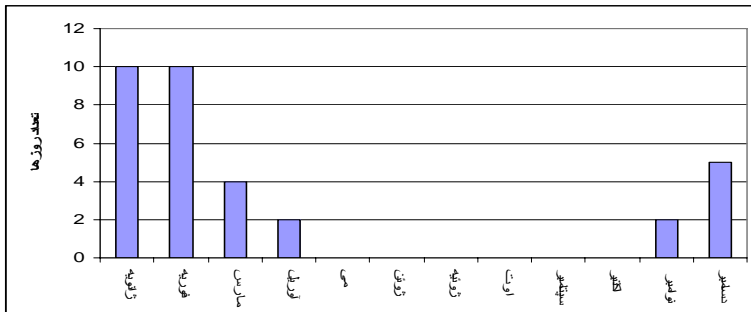
در طول کل دوره، فقط ۵ سال تعداد روزهای یخبندان از میانگین سالانه بیشترین است. در مجموع در طول سری شاهد ۴ فاز افزایشی و سه فاز کاهشی در تعداد روزهای یخبندان می‌باشیم.

به منظور مشخص نمودن تغییر کل روزهای یخبندان ایستگاه ژئوفیزیک، در دوره‌ی مورد مطالعه ضریب همبستگی و معادله‌ی رگرسیون روزهای یخبندان و سال‌های آماری محاسبه شد و مقدار ضریب همبستگی برابر با ۰/۲۱ و معادله‌ی رگرسیون به صورت $y = -1/2429x + 1735/5$ به دست آمد. با استفاده از رابطه‌ی چنین استنباط شد که داده‌های مذکور روند خطی مداوم شدیدی از خود نشان نداده بلکه بیشتر رفتار نوسانی داشته‌اند.

نمودار (۱۴) تعداد روزهای یخبندان را به تفکیک ماه نشان می‌دهد. طول فصل یخبندان در این ایستگاه ۶ ماه می‌باشد که بیشترین روزهای یخبندان متعلق به ماه‌های ژانویه و فوریه و کمترین آن متعلق به ماه‌های آوریل و نوامبر می‌باشد.



نمودار (۱۳) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه دوشان‌تپه (۱۳۸۴-۱۳۷۰)



نمودار (۱۴) تعداد روزهای یخبندان در طی سال در ایستگاه دوشان‌تپه (۱۳۷۰-۱۳۸۴)

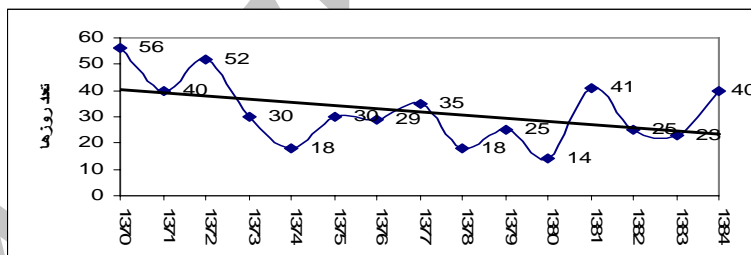
در بررسی تغییرات زمانی داده‌های آماری، هدف اصلی شناسایی وجود هر نوع ماهیت یا ویژگی خاص به غیر از تصادفی بودن آنهاست. اگر داده‌های زمانی تحت کنترل فرآیند خاصی قرار نگیرند با همدیگر رابطه‌ای نداشته و مستقل از همدیگر می‌باشند که در این حالت آمار تصادفی نامیده می‌شود. اما در بیشتر موارد سری‌های زمانی آب و هوایی روند خاصی پیدا می‌کند که عموماً ویژگی غیرتصادفی گفته می‌شود. این ویژگی غیرتصادفی بودن به صورت ثبات مداوم آماری، تغییر دوره‌های فصلی، تغییر تدریجی خطی (روند)، تغییر ناگهانی و یا نوسانات زمانی ظاهر می‌شود (علیجانی، ۱۳۷۸).

به منظور آشکارسازی روند تغییرات زمانی روزهای یخبندان ایستگاه ژئوفیزیک مقایسه‌ای بین تعداد روزهای یخبندان، میانگین سالانه‌ی دما و حداقل مطلق دمای سالانه انجام شد. در نهایت مشاهده شد که بین میانگین سالانه‌ی دما و دمای مطلق سالانه روند صعودی مشاهده می‌شود 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 (۱۵) سال ۱۳۷۰ با ۵۶ روز یخبندان بیشترین و سال

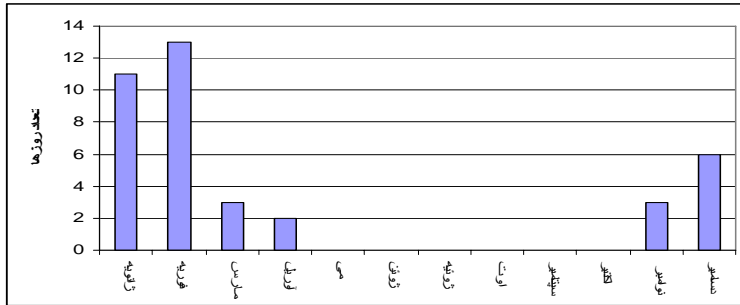
۱۳۸۰ با ۱۴ روز یخبندان کمترین تعداد را از نظر فراوانی داشته است. چنین تضادی در ایستگاه نشان‌دهنده‌ی افزایش دما در سال‌های اخیر بوده است.

در مجموع سه موج بلند کامل و یک موج ناقص در انتهای دوره وجود دارد که فازهای افزایشی یخبندان می‌باشد. فرود تغییرات از اوایل ۱۳۷۴ با فراوانی ۱۸ روز یخبندان شروع شده و در سال ۱۳۸۰ به ۱۴ روز در سال رسیده است.

به منظور مشخص کردن تعداد کل روزهای یخبندان ضریب همبستگی و معادله‌ی آن به صورت زیر مشخص شد. $R^2 = 0/19$ $y = -1/2071x + 1694$ که حکایت از رفتار نوسانی سری زمانی می‌باشد و از یک رابطه‌ی خطی مداومی پیروی نمی‌کند. نمودار (۱۶) تعداد روزهای یخبندان را به تفکیک ماه‌ها نشان داده است. طول دوره‌ی یخبندان در این ایستگاه ۶ ماه می‌باشد که ماه فوریه بیشترین و ماه آوریل کمترین فراوانی را دارا می‌باشند.

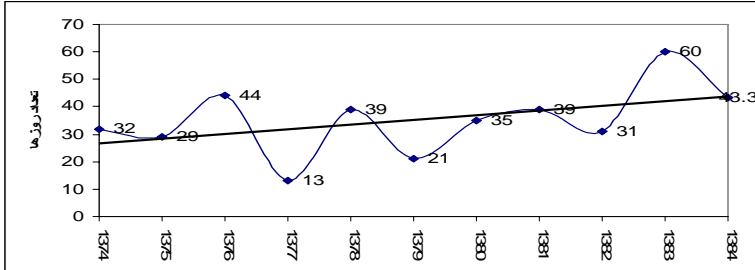


نمودار (۱۵) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه ژئوفیزیک (۱۳۷۰-۱۳۸۴)

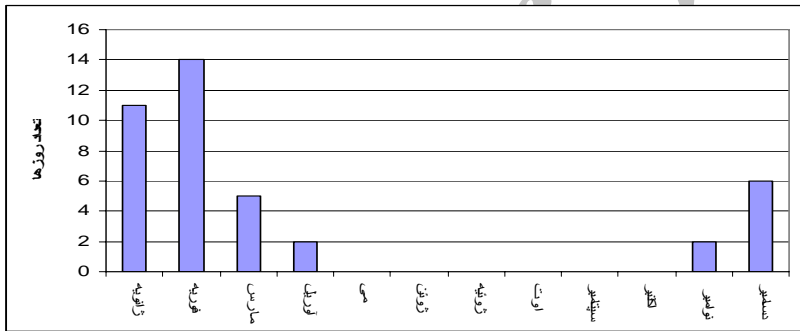


نمودار (۱۶) تعداد روزهای یخبندان در طی سال در ایستگاه ژئوفیزیک (۱۳۸۴-۱۳۷۰)

در ایستگاه چیتگر برخلاف دیگر ایستگاه‌ها یک روند افزایشی محسوسی را از نظر تعداد روزهای یخبندان شاهد هستیم. شاید یکی از دلایل آن وجود دوره‌ی آماری کوتاه است که از سال ۱۳۷۴ شروع می‌شود. چون در تمامی ایستگاه‌ها تقریباً از سال ۷۴ به بعد روند کاهشی روزهای یخبندان را شاهد هستیم. بر اساس نمودار (۱۷) بزرگترین موج افزایشی تعداد روزهای یخبندان متعلق به سال ۱۳۸۳ با ۶۰ روز یخبندان در سال و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۷۷ با ۱۳ روز یخبندان می‌باشد. در مجموع روند سری زمانی حالت نوسانی داشته و از یک رابطه‌ی خطی قوی پیروی نمی‌کند و در بیشتر سال‌ها شاهد جهش در میانگین و واریانس داده‌ها می‌باشیم. نمودار (۱۸) روزهای یخبندان را به تفکیک ماه‌ها نشان می‌دهد بیشترین روزهای یخبندان متعلق به ماه فوریه با مقدار ۱۴ روز در سال و کمترین آن به ماه آوریل با مقدار ۲ روز در سال می‌باشد.



نمودار (۱۷) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه چیتگر (۱۳۷۴-۱۳۸۴)



نمودار (۱۸) تعداد روزهای یخبندان در طی سال در ایستگاه چیتگر (۱۳۷۴-۱۳۸۴)

نتیجه گیری

در میان فاکتورهای اقلیمی عنصر دما نقش مؤثری در ویژگی های آب و هوای هر منطقه ایفاء می کند. لذا به منظور آشکارسازی روند تغییرات دمای شهر تهران مبادرت به بررسی عناصر دمایی (دمای میانگین سالانه، میانگین حداکثر، میانگین حداقل، حداکثر مطلق، حداقل مطلق، دمای سطح زمین و تعداد روزهای یخبندان) در هر یک از ایستگاه های شهر تهران شد.

با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و روش ward بر روی نمرات مؤلفه‌ها، چهار قلمرو دمایی در شهر تهران مشخص شد که به طور کلی از شرایط ارتفاعی منطقه تأثیر می‌پذیرند.

در بررسی رژیم‌های دمای میانگین، حداکثر و حداقل ماهانه، بیشترین دمای میانگین ماهانه در طی دوره آماری در کلیه ایستگاه‌ها مربوط به ماه‌های ژوئیه و اوت می‌باشد.

بیشترین حداکثر دمای ماهانه مربوط به ماه‌های اوت و ژوئیه و بیشترین دمای کمینه در کلیه ایستگاه‌ها در ماه ژوئیه مشاهده شده است.

برای بررسی میزان دماهای میانگین و حداکثر و حداقل ماهانه اقدام به محاسبه ضریب پیرسون با ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی گردید و مشخص شد که عامل طول جغرافیایی دارای کمترین و ارتفاع دارای بیشترین ضریب همبستگی است.

پیش‌بینی رفتار آینده دما بستگی به شیوه و ابزار مطالعه دارد. برآورد جهت افت و خیزهای بلند مدت معمولاً به وسیله مدل‌های آماری و غالباً با استفاده از تحلیل رگرسیونی انجام می‌گیرد. اگر مدل‌های آماری روند را نشان داده و باقیمانده‌های حاصل مدل خود همبستگی معنی‌داری نداشته باشد می‌توان قطعیت تغییرات را، از روند افت و خیزهای کمابیش منظم از باقیمانده‌ها استنباط کرد (نیرومند، ۱۳۷۱). لذا با استفاده از روابط ارائه شده می‌توان روند دمای سالانه و کمینه‌ی سالانه را تا سال ۱۳۹۵ در هر یک از ایستگاه‌ها به دو روش خطی و نمایی پیش‌بینی کرد، که در آن e الگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸۳) و x سال مورد نظر می‌باشد. نتایج آن به شرح جدول (۱۲) می‌باشد.

جدول (۱۲) روند پیش‌بینی میانگین دمای سالانه و کمینه تا سال ۱۳۹۵ در ایستگاه‌های شهر

تهران

روش خطی	$y = 0/0665x - 73/257$	میانگین دمای سالانه	مهرآباد
روش نمایی	$y = 0/1173e^{0/0037x}$		
روش خطی	$y = 0/0766x - 92/161$	میانگین دمای سالانه کمینه	شمال تهران
روش نمایی	$y = 0/0045e^{0/0058x}$		
روش خطی	$y = 0/0895x - 107/67$	میانگین دمای سالانه	امین‌آباد
روش نمایی	$y = 0/0047e^{0/0059x}$		
روش خطی	$y = 0/0598x - 71/909$	میانگین دمای سالانه کمینه	دوشان‌تپه
روش نمایی	$y = 0/003e^{0/0059x}$		
روش خطی	$y = 0/0115x + 1/486$	میانگین دمای سالانه	چیتگر
روش نمایی	$y = 6/1047e^{0/0008x}$		
روش خطی	$y = 0/0343x - 37/136$	میانگین دمای سالانه کمینه	ژئوفیزیک
روش نمایی	$y = 0/0331e^{0/0041x}$		
روش خطی	$y = 0/057x - 60/5$	میانگین دمای سالانه	چیتگر
روش نمایی	$y = 0/2562e^{0/0031x}$		
روش خطی	$y = 0/1001x - 124/44$	میانگین دمای سالانه کمینه	ژئوفیزیک
روش نمایی	$y = 0/0004e^{0/0076x}$		
روش خطی	$y = 0/0466x - 46/977$	میانگین دمای سالانه	چیتگر
روش نمایی	$y = 0/3987e^{0/0027x}$		
روش خطی	$y = 0/0683x - 81/908$	میانگین دمای سالانه کمینه	ژئوفیزیک
روش نمایی	$y = 0/0047e^{0/0057x}$		
روش خطی	$y = 0/1056x - 128/5$	میانگین دمای سالانه	ژئوفیزیک
روش نمایی	$y = 0/0025e^{0/0064x}$		
روش خطی	$y = 0/1925x - 252/39$	میانگین دمای سالانه کمینه	ژئوفیزیک
روش نمایی	$y = 0/0002e^{0/0163x}$		

در بررسی تعداد روزهای یخبندان در کلیه‌ی ایستگاه‌ها شاهد نوسان در تعداد روزهای یخبندان در بین سال‌ها می‌باشیم. تاریخ وقوع یخبندان‌ها بیانگر آن است که آغاز وقوع یخبندان در منطقه‌ی مورد مطالعه در ماه نوامبر بوده و در ماه‌های ژانویه و فوریه به حداکثر خود می‌رسد و آنگاه به تدریج از تعداد روزهای یخبندان کاسته می‌شود. در مجموع با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات توپوگرافی نقش بسیار مؤثری در نوسانات زمانی و مکانی دماها ایفاء می‌کند.

Archive of SID

منابع

- ۱- اسماعیلیان، مهدی (۱۳۸۵)، *راهنمای جامع SPSS 14*، انتشارات دیباگران تهران.
- ۲- چتفلید، سی (۱۳۸۱)، *مقدمه‌ای بر تحلیل سری‌های زمانی*، مترجمان: حسنعلی نیرومند و ابوالقاسم بزرگ‌نیا، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳- رحیم‌زاده، فاطمه؛ رستمی‌فر، فریبا (۱۳۷۶) *تحلیل سری‌های زمانی اقلیمی*، سازمان هواشناسی کشور.
- ۴- صفوی، سیدیجی؛ علیجانی، بهلول (۱۳۸۵)، *بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران*، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره‌ی ۵۸، زمستان، صص ۹۹-۱۱۲.
- ۵- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱)، *اقلیم‌شناسی سینوپتیک*، تهران: نشر سمت.
- ۶- فتاحی، ابراهیم (۱۳۸۳)، *طبقه‌بندی همدیدی فضایی توده‌های هوا با تأکید بر دوره‌های خشک و مرطوب*، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- ۷- فرشادفر، عزت‌الله (۱۳۸۴)، *اصول و روش‌های آماری چندمتغیره*، انتشارات دانشگاه رازی.
- ۸- کرایر، جانانان‌دی (۱۳۷۱)، *تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی*، مترجم: حسینعلی نیرومند، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- گرامی مطلق، علیرضا؛ شبانکاری، مهراں (۱۳۸۵)، *بهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر*، مجله‌ی پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد ۲۰، شماره ۱، صص ۱۸۷-۲۱۰.

۱۰- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۲)، *نواحی اقلیمی ایران*، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان، صص ۱۷۱-۱۸۳.

۱۱- مهدوی، مسعود؛ طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۳)، *کاربرد آمار در جغرافیا*، نشر قومس.

- 13- Berman, S.N. et al (1998), *PM-10 Air Quality in Nogales*, Srizo Na State University.
- 14- Galliani, G. and F. Filippini (1985), Climate in A Small Area, *Journal of Climatology*, Vol. Pp.47-63.
- 15- Kalkstein, L.S. et al, (1987), An Evaluation of Three Clustering Procedures for Use in a Synoptic Climatological Classification, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, Vol. 26. Pp. 381-395.
- 16- Maheras, P. (1984), Weather-Type Classification by Factor Analysis in the Thessaloniki Area, *Journal of Climatology*, Vol. 4, 437-443.
- 17- Oke, T.R. (1973), City and the Urban Heat Island, *Atmos, Environ*, 7.769-779.
- 18- Oke, T.R. and Hannell, F.G. (1970), The Form of the Urban Heat Island in Hamiltan, Canada in Urban Climates. *WMO Tech Note* 108: 113-126.

- 19- Robeson, Scat. M. (1997), Statistical Consideration. In Russell.d. Thompson and Allen. Perry Applid Climatology Principles 352p. First Published Landon.
- 20- White, E. (1981), *Classification of Climate Regionalization*, Journal of Environmental Management 13.
- 21- Waylen, P.R. and Lebouillier, D.W. (1988), Stochastic Analysis of Cold Spell, *J. Appl. Metror*, 27(1): 67-76.
- 22- Yin, Z.Y.P.A. Knapp (1999), *Winter Temperature Variability Warning and Cooling Periods in the Conterminous United Stated*, 1947-1992, Appl, 20.

Archive of SID