

مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)

جلد ۳۲ - شماره ۴ - سال ۱۳۸۷

صص ۸۵-۱۰۸

شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه سینوپتیک بم طی دوره زمانی ۱۳۵۸-۱۳۸۲ و بررسی ارتباط تیپ‌ها با الگوهای گردشی تراز میانی جو (۵۰۰ هکتوپاسکال)

فرشته رزمجویی*

* دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

در این پژوهش از مجموعه داده‌های روزانه مربوط به ۷ متغیر اقلیمی شامل دمای خشک، دمای تر، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، بارش، نم نسبی، سرعت و جهت باد از تاریخ ۱۳۵۸/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ به مدت ۲۵ سال استفاده شده است. ابتدا پایگاه داده‌ای از متغیرهای مورد بررسی در نرم‌افزار «متلب» ایجاد شد. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش تیپ‌بندی هوا بود ماتریس داده‌ها با آرایش P آماده شد. آرایش P آرایشی از ماتریس پایگاه داده است که در آن سطرها زمان و ستون‌ها عناصر اقلیمی هستند. بعد از انتخاب روش طبقه‌بندی یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی آرایه‌های استاندارد شده انجام شد و چهار تیپ هوای متمایز برای ایستگاه بم بدست آمد. برای هر تیپ یک روز به عنوان روز نماینده انتخاب گردید. فراوانی ماهانه و سالانه هر کدام از تیپ‌ها محاسبه شد و مشخص گردید که حاکمیت فصول مختلف حاصل حاکمیت تیپ‌های مختلف هوا در یک محل می‌باشد و فراوانی سالانه تیپ‌ها در سه دهه گذشته

تغییر کرده است. در پایان به بررسی ارتباط این تیپ‌ها با الگوهای گردشی تراز میانی جو پرداخته شد و چنین نتیجه شد که رخداد هر کدام از تیپ‌ها متأثر از الگوی گردشی خاصی هستند.

واژه‌های کلیدی: اقلیم‌شناسی همدید، الگوی گردشی، تحلیل خوشه‌ای، تیپ هوا، بم.

Identification of Weather Types of Bam Synoptic Station during 1358-1382 and the Survey Relation Weather Types with Circulation Patterns in Atmosphere Middle Level (500 HP).

F. Razmjooei

M.A. student of Climatology Department, the University of Isfahan

Abstract

In this research a data base has been provided using daily observations for seven climatic variables including relative humidity, daily rain, wet temperature, dry temperature, maximum temperature, minimum temperature, the wind speed and direction during 1358-1382. At first, a data base of the investigating variables was established in "mat lab" software. Considering the goal of the research, which was weather type recognition, the researcher prepared a matrix with "P" decoration. "P" decoration is a decoration of data base matrix in which the rows are time and the columns are the indicators of climatic elements. Having chosen the classification method, the researcher carried on a cluster analysis with combination method on standardized Bam station. For every type, one day was selected as the representative day. Monthly and yearly frequency of each type was estimated. It was found that the yearly frequency of types has changed since the last three decades. At the end, the relationship of these types to circulation patterns of the middle level of atmosphere was investigated. Based on the findings, it was found that the event of each type is affected by the specific circulation pattern.

Key words: synoptic climatology, circulation pattern, cluster analysis, weather type, Bam

چگونگی تاثیر تغییرات گردش‌های جوی بر سطح زمین
یعنی زیستگاه‌های جوامع بشری است (یارنال، ۱۳۸۵: ۱).
از جمله تحقیقاتی که در اقلیم‌شناسی همدید قرار می
گیرد تیپ‌بندی همدید هوا است. تیپ‌بندی همدید هوا
عبارت است شناسایی هواهایی که از لحاظ متغیرهای

مقدمه

اقلیم‌شناسی همدید علمی است که رابطه میان
گردش‌های جوی را با محیط سطحی یک منطقه بررسی
می‌کند. این علم به نوعی اقلیم‌شناسی کاربردی محسوب
می‌شود چرا که انگیزه مطالعات همدید روشن ساختن

هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، مسایل زیست محیطی، پزشکی و بسیاری از فعالیت‌های انسانی و رویدادهای طبیعی که به نحوی در زندگی انسانها و سایر موجودات زنده موثرند کاربرد دارد.

پیشینه تحقیق

درباره شناسایی تیپ‌های هوا در جهان تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته ولی در ایران پژوهش‌های قابل ملاحظه‌ای صورت نگرفته است. در زیر به بررسی تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته پرداخته شده است.

لوند^۱ (۱۹۶۳:۱۶۳) پراکندگی فشار روزانه در شمال شرق ایالات متحده آمریکا را یک تیپ هوا نامید و از روی روش همبستگی این روزها را گروه‌بندی و تیپ‌های غالب را شناسایی کرده است.

لمب^۲ (۱۹۵۰: ۳۹۳-۴۲۹) تیپ‌بندی هوای روزانه در مقیاس همدید را برای بریتانیا در دوره ۱۸۶۱-۱۷۷۱ انجام داده و هفت هوای اصلی را در آن محل شناسایی کرده است.

- کالکستین و همکاران^۳ (۷۳۰- ۷۱۷: ۱۹۸۷) (توده‌های هوای حاکم بر شهر موبایل واقع در ایالت آلابامای آمریکا را بر اساس هفت متغیر دما، نقطه شبنم، میدان دید، ابرناکی آسمان، فشار سطح دریا، سرعت باد و جهت باد با استفاده از روش‌های وارد، فاصله مرکزی و فاصله متوسط شناسایی کردند. وی پس از بررسی نتایج

اقلیمی با یکدیگر همانند باشند تیپ‌های همدید تجسم یک توده هوا هستند یک توده هوا حجم عظیمی از هوا است که خصوصیات فیزیکی آن به ویژه از نظر دما و رطوبت و آهنگ کاهش دما در سطح افقی برای صدها کیلومتر تقریباً همسان باشند (علیچانی، ۱۳۸۵: ۲۷۵). توده‌های هوا خصوصیات اصلی خود را از سطحی که روی آن تشکیل می‌شوند کسب می‌کنند برای اینکه توده‌های هوا شکل بگیرند لازم است هوا به مدت طولانی در یک منطقه ثابت باقی بماند در نهایت گردش‌های عمومی هوا موجب به حرکت درآمدن آنها می‌شود. خصوصیات توده‌های هوا ضمن حرکت و عبور از مناطق مختلف تغییر کرده و تعدیل شده و به هوای دیگری تبدیل می‌شوند (جعفرپور، ۱۳۷۹: ۱۵۴). حل بسیاری از مسایل محیطی مانند آلودگی هوا، طغیان رودخانه‌ها، هجوم آفات در گرو این است که از قبل تیپ‌های همدید محل شناسایی شده باشند تا بتوان رابطه این تیپ‌های همدید با رویدادهای محیطی را ارزیابی کرد. بنابراین مساله که در این پژوهش به دنبال حل آن هستیم شناسایی تیپ‌های همدید هوا در ایستگاه هواسنجی بم است تا از این طریق راه برای مطالعات اقلیم‌شناسی کاربردی باز شود. اگر دانشمندان، متخصصان برنامه‌ریزی محیطی و سیاستمداران بدانند که گردش‌های جوی چگونه رفتار محیط را متأثر می‌سازند می‌توانند راه‌های بهتری برای کاهش معضلات محیطی پیدا کنند (یارنال، ۱۳۸۵: ۱). بنابراین می‌توان گفت که نتایج حاصل از این پژوهش در کشاورزی، راه و ترابری،

1-Lund

2-Lamb

3-Kalkstien et al

را طبقه‌بندی کرده و رابطه تیپ‌های هوای حاصله را با بارش‌های حوضه مدیترانه بررسی کرده است. وی ۲۰ هوای مختلف را شناسایی کرده و معتقد است این تیپ‌ها الگوی بارش مدیترانه را تا اندازه زیادی تبیین می‌کنند.

مک‌کابی و مولر^۵ (۱۰۵ - ۹۵ : ۲۰۰۲) به بررسی تیپ‌های هوای نئوآورلئان در طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۲ پرداختند و همچنین اثرات انسو را بر روی فراوانی و ویژگی‌های این تیپ‌های هوا مطالعه کردند.

کاسمنوس و همکاران^۶ (۳۲۴ - ۳۰۹ : ۲۰۰۳) تیپ‌های هوای همدید سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۵۴ را در آتن شناسایی کردند و سپس ارتباط این تیپ‌های هوای را با ویژگی‌های کیفی هوا مورد بررسی قرار دادند.

بیسولی و همکاران^۷ (۱۳ : ۲۰۰۶) پس از مطالعه تیپ‌های هوا در آلمان و مقایسه آن با رخداد توفند نتیجه گرفتند که بین فراوانی روزهای توفندی و تیپ هوا وابستگی معنادار وجود دارد.

مسعودیان (۱۳۸۴، ۲) هوای اصفهان را برای مدت ۴۴ سال بررسی نموده و ۹ تیپ هوا را در این محل شناسایی کرده است.

داده و روش شناسی

برای تیپ‌بندی همدید هوای ایستگاه هواسنجی بم از مجموعه داده‌های روزانه مربوط به ۷ متغیر اقلیمی شامل دمای خشک ساعات (۰۳-۰۹-۱۵)، دمای تر ساعات (۰۳-۰۹-۱۵)، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه،

به دست آمده دریافت که روش فاصله متوسط نتایج منطقی‌تری ارائه می‌کند و توده‌های هوای حاصل به واقعیت نزدیک‌ترند.

برنادی و همکاران^۱ (۲۷۰-۲۵۹ : ۱۹۸۷) به شناسایی تیپ‌های هوای به وجود آورنده آلودگی‌ها در ونیز ایتالیا پرداختند تا از این طریق بتوانند زمان این آلودگی‌ها را پیش‌بینی کنند.

شریدان^۲ (۳۶۰-۳۴۷ : ۱۹۹۷) خصوصیات و روندهای جدید توده‌های هوا را مورد آزمایش قرار داده و سیستم طبقه‌بندی همدید را برای ۱۳ ایستگاه در تگزاس برای جون، جولای، آگوست از سال ۱۹۹۰-۱۹۶۱ به کار برده است و روزهای بارانی را برای ۵ توده هوا DP, DT, DM, MT, TR با استفاده از پارامترهای هواشناسی دما، نقطه شبنم، فشار، یخبندان، سرعت باد و جهت باد شناسایی کرده است.

کریچاک و همکاران^۳ (۲۱۵ : ۲۰۰۰) رابطه الگوهای همدید و دوره‌های پربارش و کم‌بارش شرق مدیترانه را بررسی کرده‌اند. ایشان نشان داده‌اند که ناهنجاری‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تبیین‌کننده رخداد دوره‌های پربارش و کم‌بارش شرق مدیترانه است.

لیتمن^۴ (۱۶۹ : ۲۰۰۰) به کمک تحلیل خوشه‌ای، داده‌های فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

5-Mc cabe and Muller
6-Kassomenos et al
7-Bissolli et al

1-Bernardi et al
2-Sheridan
3-Krichak et al
4-Littmann

چون قبل از انجام دسته‌بندی هیچ ایده‌ای درباره تعداد تیپ‌های همدید نداریم انجام تحلیل خوشه‌ای برای شناسایی تیپ‌های همدید عملی به نظر می‌رسد. در این صورت مثلاً k متغیر متعلق به یک روز (t_1) با k متغیر متعلق به روزی دیگر (t_2) تک تک با یکدیگر مقایسه می‌شوند تا درجه همانندی آنها با یکدیگر آشکار شود. سپس تمامی t ها برحسب درجه همانندی با یکدیگر خوشه می‌شوند. بنابراین در یک تحلیل خوشه‌ای دوگام اساسی وجود دارد. گام اول محاسبه درجه همانندی افراد با یکدیگر است و گام دوم چگونگی ادغام افراد برحسب درجه همانندی آنها با یکدیگر.

در مطالعات اقلیم‌شناختی بیشتر از روش ادغام وارد^۲ استفاده می‌شود زیرا در این صورت میزان پراش درون‌گروهی به حداقل می‌رسد و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. (مسعودیان، ۱۳۸۴، ۳:۴)

موقعیت جغرافیایی بم:

شهرستان بم یکی از ده شهرستان استان کرمان است، حدود تقسیمات کشوری آن از شمال به شهرستان کرمان و از شرق به شهرستان زاهدان و از جنوب به شهرستان‌های ایرانشهر و جیرفت و از غرب به بخش راین که امروزه به شهرستان کرمان الحاق یافته منتهی می‌گردد. براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۷۴ هـ.ش، شهرستان بم شامل ۵ شهر، ۴ بخش، و ۱۳ دهستان و بیشتر از ۹۹۸ آبادی می‌باشد. این شهرستان بین ۵۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی

بارش، نم نسبی ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) و سرعت باد در ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) از تاریخ ۱۳۵۸/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ به مدت ۲۵ سال استفاده شده است. ابتدا پایگاه داده‌ای از متغیرهای مورد بررسی در نرم‌افزار «متلب»^۱ ایجاد شد. این پایگاه داده شامل روزهایی بود که مقدار متغیرهای مورد بررسی به طور کامل در آن ثبت شده بودند. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش تیپ‌بندی همدید هوا بود ماتریس داده‌ها با آرایش P آماده شد. آرایش P آرایشی از ماتریس پایگاه داده است که در آن سطرها زمان و ستون‌ها عناصر اقلیمی هستند. بعد از انتخاب روش طبقه‌بندی چون داده‌ها دارای یکاهای مختلفی هستند پیش از انجام تحلیل انجام استانداردسازی ضروری است تا وزن همه متغیرها در تفکیک تیپ‌های همدید یکسان باشد. چون در اینجا هدف ما تنها هم وزن کردن متغیرها بود از رابطه زیر برای استانداردسازی بهره بردیم:

$$STND_{ij} = \frac{Data_{ij} - Min_j}{Max_j - Min_j}$$

$STND_{ij}$ مقدار استاندارد شده متغیر j ام در روز i ام؛ $Data_{ij}$ مقدار متغیر j ام در روز i ام؛ Min_j مقدار کمینه متغیر j ام؛ Max_j مقدار بیشینه متغیر j ام. پس از استانداردسازی سطرهایی که دارای نبود آماری بودند (ولو بر روی یک متغیر) از آرایه حذف شدند و آرایه نهایی را برای هر ایستگاه جداگانه بدست آوردیم.

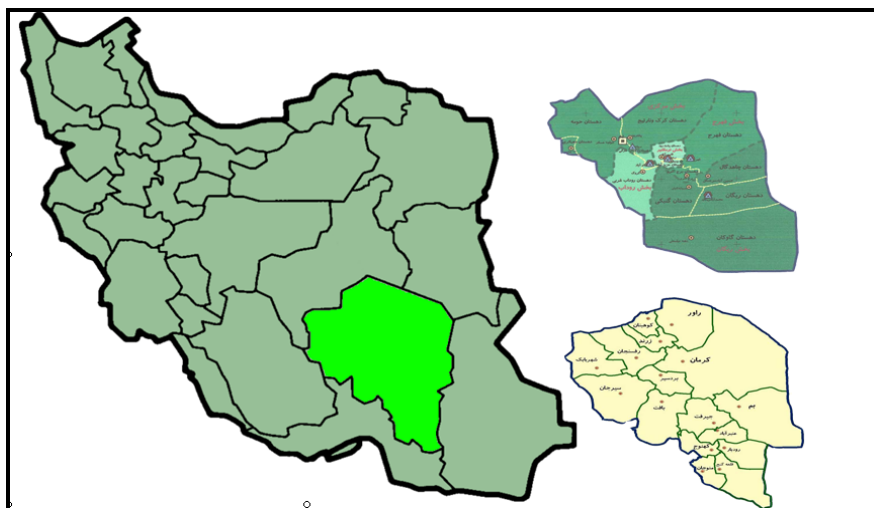
چون گردنه معروف دهبکری است) و کوه هزار در جنوب غربی راین که مرتفع ترین کوه این ناحیه است. دیگری ناحیه پست کویری است که مشتمل بر شنزار و نمکزار لوت و اطراف آن بوده و پست ترین نقطه آن با ارتفاع ۳۳۰ متر از سطح دریا در حد بین شوره گز و فهرج واقع است، لذا بم از نظر آب و هوا به دو منطقه تقسیم می شود:

- ۱ - آب و هوای صحرائی: که منطقه وسیع پست کویری را در بر می گیرد. بارندگی کم و اختلاف درجه حرارت شب و روز زیادی دارد و فصول آن متغیر است.
- ۲ - آب و هوای کوهستانی: که شامل نواحی راین و دهبکری است. در تابستان بیلاق اهالی شهرستان بم محسوب می شود.

از نصف النهار مبدأ و ۲۸ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است. مساحت این شهرستان در حدود ۱۷.۷۵۵ کیلومتر مربع است.

حدود طبیعی آن از شمال به کوه‌های شرقی کرمان و چال تکاب و چاله هامون شور گز و از شرق به شنزارهای شورگز و چاله ریگان و از جنوب به خط الرأس کوه‌های شاهسواران و سلسله جبال بارز و کوه‌هزار و از غرب به دشت پایکوبی راین ختم می‌گردد. این شهرستان که ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۶۲ متر است از نظر ارتفاعات دو وضعیت متفاوت دارد: یکی ناحیه کوهستانی که ادامه رشته کوه‌های مرکزی ایران و مشهور به جبال بارز (این کوه‌ها چون سدی بین بم و جیرفت واقع شده اند و تنها راه عبور از آنها گردنه هایی

شکل (۱) موقعیت جغرافیایی بم



با توجه به هدف این پژوهش که شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه هواسنجی بم است. از مجموعه عناصر اقلیمی که در جدول (۲) مشاهده می‌شود استفاده شده

شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه سینوپتیک بم:

است (شکل ۲ و شکل ۳). که در زیر به شرح این تیپ‌ها پرداخته‌ایم.

است. انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی آرایه استاندارد شده به ابعاد (۱۸*۹۱۰۰) و ادغام روزها بر اساس روش وارد نشان داد که بم دارای چهار تیپ هم‌مدید متمایز

جدول (۱) تیپ‌های هوای بم

۱	تیپ معتدل	۲	تیپ گرم و خشک	۳	تیپ سرد و بارشی	۴	تیپ بسیار گرم و خشک و بادی
---	-----------	---	---------------	---	-----------------	---	----------------------------

فراوانی این تیپ از سال ۷۲ به بعد یک افزایش نسبی را نشان می‌دهد (نمودار ۲).

تیپ گرم و خشک

تیپ گرم و خشک از اواخر اسفندماه تا اواسط خردادماه و دوباره از شهریور تا اواسط آبان‌ماه حاکم شده و در ۲۷ فروردین به اوج فراوانی می‌رسد. این تیپ حدود ۲۴ درصد روزهای سال فعال است (شکل ۶). با توجه به محاسبه بر روی اعضای تیپ گرم و خشک روز ۱۳۸۰/۷/۹ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. تیپ مزبور بیشترین سازگاری را با تیپ بسیار گرم و خشک و بادی دارد (جدول ۸). از ویژگی‌های برجسته این تیپ گرمی و خشکی هوا است. در زمان حاکمیت این تیپ میزان درجه حرارت بین ۲۰ تا ۳۳ درجه سلسیوس در نوسان می‌باشد. میزان نم نسبی در این زمان به کمتر از ۳۰ درصد می‌رسد و مقدار آن فقط در اوایل صبح اندکی افزایش می‌یابد و در ساعات ظهر و بعدازظهر از میزان آن به شدت کاسته شده و هوای گرم و خشکی حاکم می‌شود (جدول ۲). فراوانی این تیپ در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است (شکل ۷).

تیپ سرد و بارشی

تیپ معتدل

این تیپ از ۱۶ مهر ماه تا ۱۳ اردیبهشت ماه یعنی فصول گذار (بهار و پاییز)، تیپ غالب شمرده می‌شود. اوج فراوانی آن یکبار در ۱۹ آبان ماه و بار دیگر در ۱۳ اسفندماه می‌باشد (شکل ۴). با توجه به محاسبه بر روی اعضای تیپ معتدل روز ۱۳۷۰/۸/۱۹ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. تیپ معتدل غالب‌ترین تیپ هوا بعد از تیپ بسیار گرم و خشک در بم می‌باشد که در بیش از یک چهارم اوقات سال یعنی ۳۰ درصد روزهای سال فعال است (جدول ۳). بالاترین سازگاری بین این تیپ با تیپ سرد و بارشی وجود دارد (جدول ۸). زمانی که این تیپ حاکم می‌شود بم معتدلترین روزهای خود را سپری می‌کند. میانگین درجه حرارت در این زمان ۱۴ درجه سلسیوس می‌باشد (جدول ۲). با توجه به جدول (۶) تیپ مذکور از پایین‌ترین دوره انتظار برای ظهور مجدد برخوردار است. زمانی که ظاهر می‌شود ۴/۳ روز دوام می‌آورد و سپس به مدت ۱۰/۵ روز ناپدید می‌شود تا بار دیگر ظاهر شود. نکته قابل توجه در این تیپ وزش بادهای شدید در اوایل صبح است که از شدت این بادهای در اوایل ظهر و بعدازظهر کاسته می‌شود (جدول ۲).

خردادماه تا ۲۷ تیرماه در بالاترین اوج فراوانی قرار دارد و حدود ۳۰ درصد روزهای سال فعال است که غالبترین تیپ قابل مشاهده در بزم است که در بیش از یک چهارم روزهای سال فعال است (شکل ۱۰). روز ۱۳۸۲/۵/۲۶ به عنوان روز نماینده تیپ بسیار گرم و خشک محسوب شده و بهترین روز نماینده در بین تیپ‌های هوای بزم شمرده می‌شود. تیپ مزبور همگن‌ترین تیپ بزم به شمار می‌آید. این بدان معناست که در طی تابستان هوا از ثبات برخوردار است و تفاوت هوا از روزی به روز دیگر محسوس نیست (جدول ۳). متوسط همبستگی روز نماینده ۰/۹۷ و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۹۶ با یکدیگر می‌باشند. این تیپ کم‌ظاهر می‌شود و در زمان ظهورش مدت طولانی دوام می‌آورد. این تیپ یک تیپ یکپارچه است که در حدود ۹۰ درصد موارد در پی خودش دیده می‌شود بدین معنی که خودسازگارترین تیپ در بین تیپ‌های هوای بزم است (جدول ۸). تیپ نامبرده بیشترین سازگاری را با تیپ گرم و خشک و بیشترین ناسازگاری را با تیپ سرد و کم‌بارش دارد (جدول ۸).

از مهمترین ویژگی‌های این تیپ گرمی و خشکی هوا و وزش باد است. میزان درجه حرارت در طی شبانه‌روز بین ۲۱ تا ۳۹ درجه سلسیوس در نوسان است به طوری که میزان رطوبت نسبی در این زمان به کمترین مقدار خود می‌رسد و میزان آن حتی در اوایل صبح از ۲۵ درصد هم کمتر می‌شود. باد از اوایل صبح تا بعدازظهر شروع به وزیدن می‌کنند که از سرعت این بادهای در شب

تیپ سرد و بارش‌مندانز اواسط آبان ماه تا اوایل فروردین ماه دیده می‌شود. به طوری که می‌توان گفت یک تیپ زمستانه است (شکل ۸). فراوانی این تیپ از همه تیپ‌های هوا کمتر بوده به طوری که تقریباً در ۱۴ درصد روزهای سال فعال می‌باشد (جدول ۳). این تیپ عمر کمی دارد و یک تیپ پریشان به شمار می‌آید که به طور مداوم رخ داده، سپس قطع شده و بار دیگر رخ می‌دهد و نقش بسیار مهمی را در ریزش‌های جوی بزم ایفا می‌کند. اگر چه میزان بارش این تیپ بسیار کم می‌باشد ولی در ۲۱ درصد مواردی که این تیپ دیده شده با ریزش‌های جوی همراه بوده است و هوا در زمان حاکمیتش سرد می‌شود (جدول ۲). با توجه به محاسبه بر روی اعضای تیپ سرد و بارش‌مندانروز ۱۳۷۱/۱۱/۲۰ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. این تیپ ناهمگن‌ترین تیپ قابل مشاهده در بزم می‌باشد که از بدترین روز نماینده برخوردار است و در زمان حاکمیتش هوا از ثبات برخوردار نیست و از یک روز به روز دیگر تغییر می‌کند (جدول ۳). تیپ نامبرده بیشترین سازگاری را با تیپ معتدل دارد بدین معنی که محتمل‌ترین تیپ قابل مشاهده بعد از تیپ سرد و بارش‌مندی باشد و بیشترین ناسازگاری را با تیپ بسیار گرم، خشک و بادی دارد (جدول ۸). فراوانی این تیپ در طی سال‌های اخیر رو به کاهش بوده است (شکل ۹).

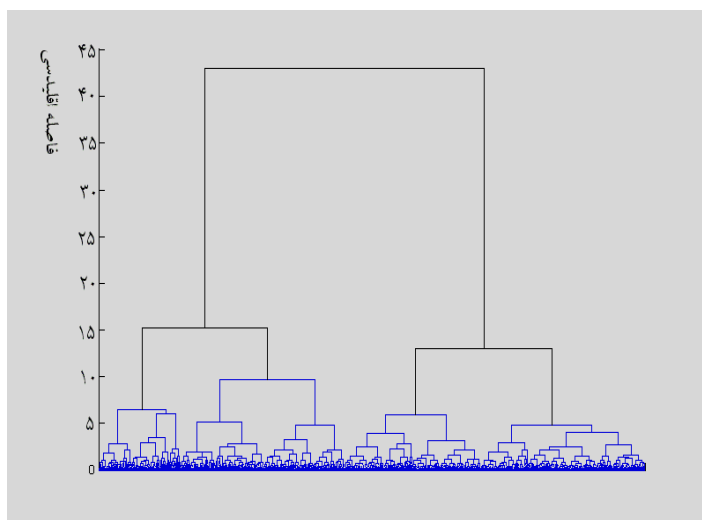
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی

این تیپ از اوایل اردیبهشت‌ماه تا اوایل مهرماه دیده شده و یک تیپ کاملاً تابستانه شمرده می‌شود و از ۳۱

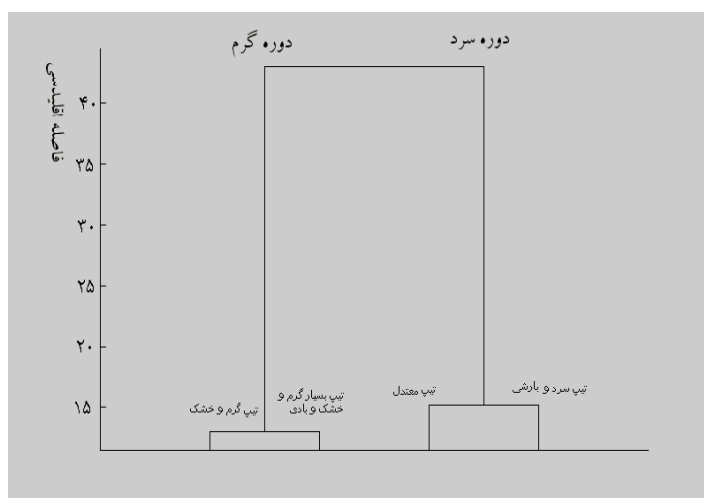
بعد از ظهرها از جهت جنوب غربی می‌وزند (جدول ۲). از نکته‌های قابل ذکر افزایش فراوانی این تیپ در طی سال‌های اخیر می‌باشد (شکل ۱۱).

تا حدودی کاسته می‌شود. مهمترین خصوصیت این بادهای تغییر جهتشان در طی شبانه‌روز است به طوری که در اوایل صبح و شب از جهت جنوب شرقی و در

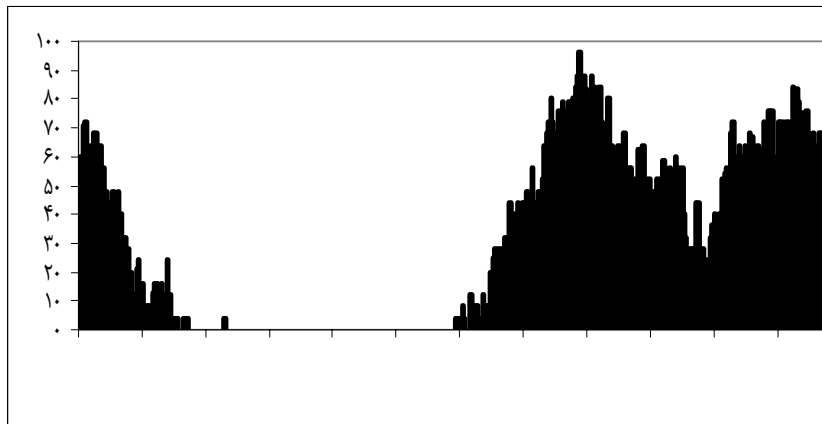
شکل (۲) دارنمای کامل تیپ‌های هوای بم



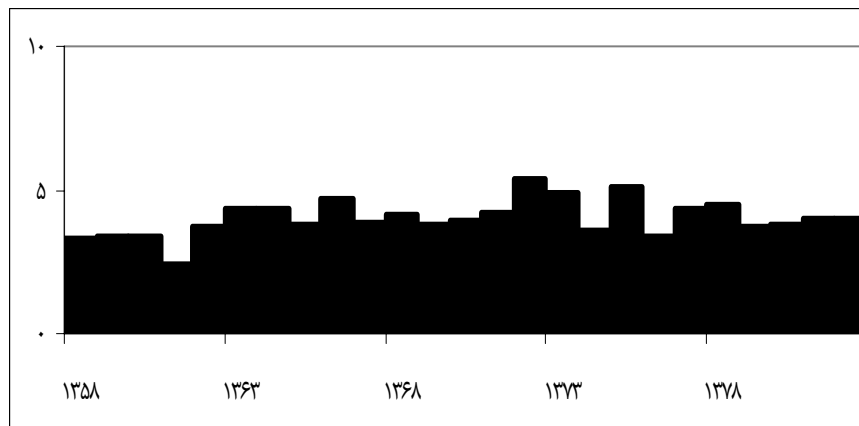
شکل (۳) دارنمای چهار تیپ هوای بم



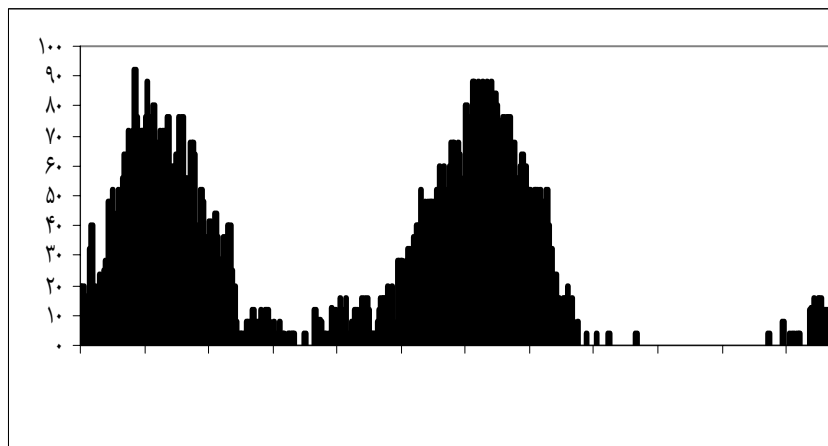
شکل (۴) نمودار درصد فراوانی ماهانه تیپ معتدل



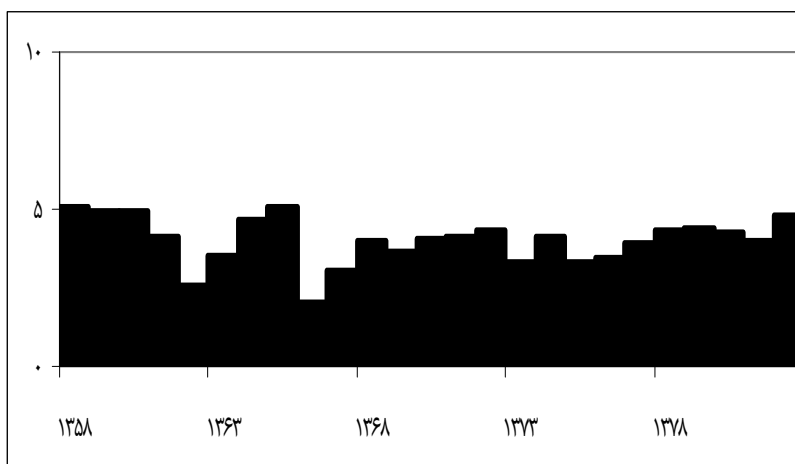
شکل (۵) نمودار درصد فراوانی سالانه تیپ معتدل



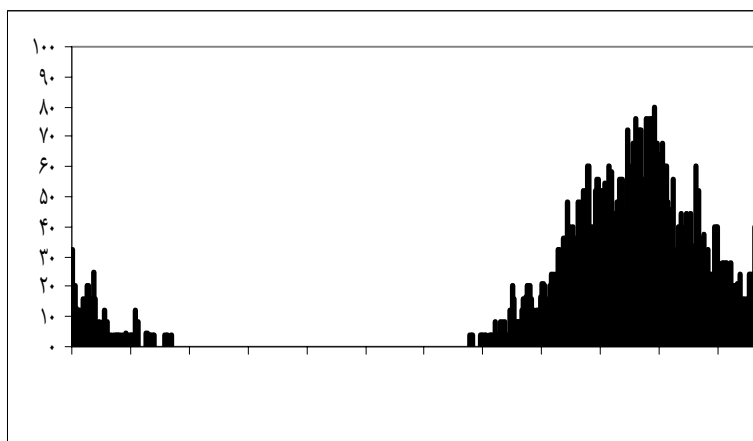
شکل (۶) نمودار درصد فراوانی ماهانه تیپ گرم و خشک



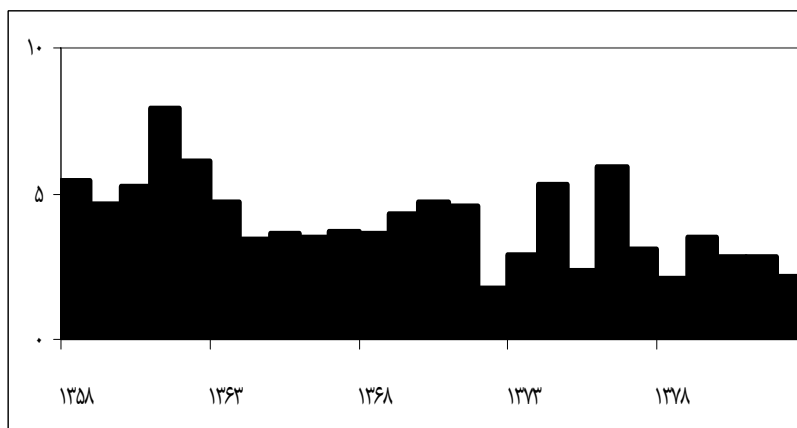
شکل (۷) نمودار درصد فراوانی سالانه تیپ گرم و خشک



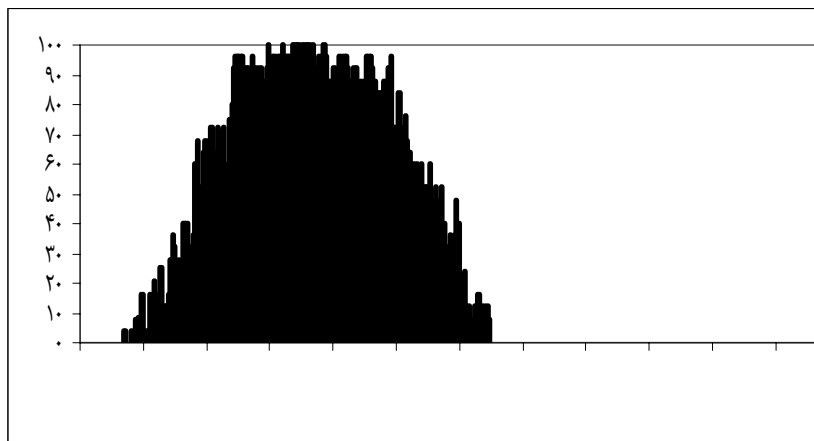
شکل (۸) نمودار درصد فراوانی ماهانه تیپ سرد و بارشی



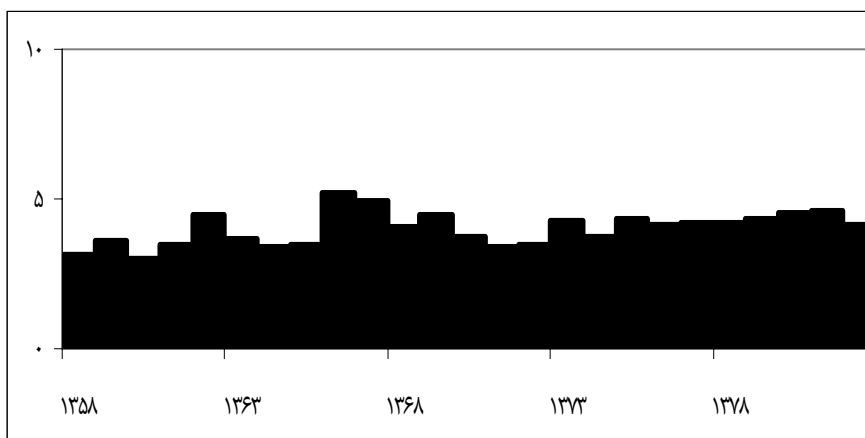
شکل (۹) درصد فراوانی سالانه تیپ سرد و بارشی



شکل (۱۰) نمودار درصد فراوانی ماهانه تپ بسیار گرم و خشک و بادی



شکل (۱۱) نمودار درصد فراوانی سالانه تپ بسیار گرم و خشک و بادی



جدول (۲) مقادیر داده‌های عناصر هواسنجی برای شناسایی تپ‌های هوای ایستگاه بم

تپ‌های هوا	دمای خشک ۰۳	دمای خشک ۰۹	دمای خشک ۱۵	دمای تر ۰۳	دمای تر ۰۹	دمای تر ۱۵	میانگین دمای بیشینه	میانگین دمای کمینه	میانگین بارش روزانه mm
تپ معتدل	۱۱/۶	۲۱/۶	۱۷/۷	۵/۷	۱۰/۷	۹/۳	۲۳/۰	۱۰/۷	۰/۰
تپ گرم و خشک	۲۱/۳	۳۱/۸	۲۸/۵	۱۱/۶	۱۶/۰	۱۵/۰	۳۳/۰	۲۰/۳	۰/۰
تپ سرد و بارشی	۶/۵	۱۴/۷	۱۱/۶	۳/۸	۸/۲	۶/۸	۱۶/۳	۵/۹	۰/۷

ادامه جدول (۲)

تیپ‌های هوا	دمای خشک ۰۳	دمای خشک ۰۹	دمای خشک ۱۵	دمای تر ۰۳	دمای تر ۰۹	دمای تر ۱۵	میانگین دمای بیشینه	میانگین دمای کمینه	میانگین بارش روزانه mm
تیپ بسیار گرم، خشک و بادی	۲۸/۲	۳۸/۰	۳۵/۸	۱۵/۵	۱۹/۲	۱۸/۶	۳۹/۶	۲۶/۹	۰/۰
میانگین	۱۸/۲	۲۸/۱	۲۴/۹	۹/۹	۱۴/۲	۱۳/۱	۲۹/۴	۱۷/۳	۰/۱

جدول (۳) مقادیر داده‌های عناصر همدید برای شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه بم

تیپ‌های هوا	نم نسبی ۰۳	نم نسبی ۰۹	نم نسبی ۱۵	سرعت باد ۰۳	سرعت باد ۰۹	سرعت باد ۱۵	جهت باد ۰۳	جهت باد ۰۹	جهت باد ۱۵
تیپ معتدل	۳۷/۵	۱۹/۶	۲۸/۱	۹	۹/۱	۹/۴	۱۰۹	۲۱۳	۱۵۴
تیپ گرم و خشک	۲۷/۰	۱۴/۸	۱۹/۸	۹/۹	۹/۱	۸	۱۰۸	۲۰۹	۱۶۳
تیپ سرد و بارشی	۶۴/۷	۳۸/۰	۴۷/۹	۶/۷	۸	۸	۱۲۱	۲۲۷	۱۷۲
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی	۲۲/۰	۱۳/۵	۱۵/۶	۹/۷	۹/۸	۸/۳	۱۱۱	۲۰۶	۱۸۲
میانگین	۳۴/۱	۱۹/۳	۲۵/۲	۸/۸	۹	۸/۵	۱۱۲	۲۱۳	۱۶۸

جدول (۴) روز نماینده تیپ‌های هوای ایستگاه بم

شماره تیپ	سال	ماه	روز	سال	ماه	روز	نماینده	همبستگی روز	درون‌گروهی	همبستگی	فراوانی	درصد فراوانی
تیپ معتدل	۱۳۷۰	۹	۱۸	۱۹۹۱	۱۱	۱۰	۰/۸۸		۰/۷۸		۲۷۳۷	۳۰
تیپ گرم و خشک	۱۳۸۰	۹	۷	۲۰۰۱	۱۰	۱	۰/۹۵		۰/۹۲		۲۲۶۴	۲۴
تیپ سرد و بارشی	۱۳۷۱	۱۱	۲۰	۱۹۹۳	۲	۹	۰/۸۵		۰/۷۴		۱۳۵۶	۱۴
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی	۱۳۸۲	۵	۲۶	۲۰۰۳	۸	۱۷	۰/۹۷		۰/۹۶		۲۷۴۳	۳۰

جدول (۵) زمانبندی وقوع تیپ‌های هوا در فصول سال

تیپ‌های هوا	درصد احتمال بارش	درصد احتمال یخبندان	درصد احتمال مه پگاهی	میانگین بارش در روز بارش	درصد احتمال باد	زمان آغاز تیپ	زمان اوج تیپ	زمان پایان تیپ
تیپ معتدل	۳/۵	۰/۸۷	۰/۱۴	۱/۴	۵۱/۲	۷/۱۲	۸/۲۹ ۱۲ ۱۳	۲/۱۴
تیپ گرم و خشک	۳/۱	۰/۰	۰/۰۸	۲/۵	۶۴/۸	۱۲/۱۷	۱/۲۷ ۷/۷ تا ۴	۳ ۱۴
تیپ سرد و بارشی	۲۰/۷۹	۸/۱۱	۰/۲۲	۳/۷	۳۲/۸	۸/ ۱۶	۱۱/ ۲	۱/ ۱۲
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی	۹/۱	۰/۰	۰/۱	۱/۴	۷۱/۹	۲/۹	۴/ ۲۱ تا ۱۲	۷/ ۲
میانگین	۵/۲	۱/۴	۰/۱					

جدول (۶) رخداد تیپ‌های هوا

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ گرم و خشک	تیپ سرد و بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک و بادی
میانگین پایستگی	۴/۳۶	۴/۶۲	۳/۵۳	۱۰/۲۰
انحراف معیار	۵/۰۳	۵/۸۸	۳/۹۵	۱۷/۶۷
تغییرپذیری	۱۱۵	۱۲۷	۱۱۲	۱۷۳
پیشینه	۳۶	۵۱	۳۱	۱۱۹
کمینه	۱	۱	۱	۱
رخداد	۴۰۲	۲۶۰	۳۷۲	۲۶۹
فراوانی	۱۷۵۳	۱۲۰۱	۱۳۱۲	۲۷۴۳
شاخص رخداد	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۲	۰/۹۰

جدول (۷) رخداد تیپ‌های هوا

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ گرم و خشک	تیپ سرد و بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک و بادی
میانگین پایستگی	۱۰/۵۴	۱۳/۷۸	۱۹/۷۳	۲۳/۵۱
انحراف معیار	۳۱/۶۰	۲۹/۸۲	۵۲/۹۱	۶۱/۴۲
تغییرپذیری	۳۰۰	۲۱۶	۲۶۸	۲۶۱
پیشینه	۱۸۶	۱۵۸	۲۶۹	۲۳۷
کمینه	۱	۱	۱	۱
رخداد	۴۰۵	۲۶۰	۳۷۲	۲۶۹
فراوانی	۴۲۷۰	۳۵۸۴	۷۳۳۹	۶۳۲۵
شاخص رخداد	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۶

جدول (۸) فراوانی پیاپی تیپ‌های هوا

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ گرم و خشک	تیپ سرد و بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک و بادی
تیپ معتدل	۲۱۳۷	۲۹۹	۳۷۰	۰
تیپ گرم و خشک	۲۱۶	۱۷۶۳	۱۶	۲۶۹
تیپ سرد و بارشی	۳۸۰	۷	۹۶۹	۰
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی	۳	۲۶۵	۱	۲۴۷۴
جمع	۲۷۳۷	۲۲۶۴	۱۳۵۶	۲۷۴۳

شکل (۹) درصد پیاپی تیپ‌های هوا

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ گرم و خشک	تیپ سرد و بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک و بادی
تیپ معتدل	۸۷/۱	۱۰/۱	۲۷/۲	۰
تیپ گرم و خشک	۷/۸	۷۷/۷	۱/۱	۹/۸
تیپ سرد و بارشی	۱۳/۸	۰/۳	۷۱/۴	۰
تیپ بسیار گرم و خشک و بادی	۰/۱	۱۱/۷	۰	۹۰/۱

رابطه تیپ‌های هوا با الگوهای گردش

اقلیم‌شناسی همدید شاخه اصلی علم اقلیم‌شناسی است زیرا نه تنها شرایط جامع و غالب هوای سطح زمین را در درازمدت تعیین می‌کند بلکه تغییرات زمانی و مکانی آن را بر اساس عامل مستقیم آن یعنی تغییرات فشار توجیه و تبیین می‌کند و علاوه بر تأکید بر اقلیم سطح زمین کلیه ویژگی‌های محیط زیست انسان را نیز مطالعه می‌کند (علیجانی، ۱۳۸۱، ۱۸). در واقع اقلیم‌شناسی همدید سعی دارد رابطه بین تغییرات الگوهای گردش جو

و پدیده‌ها و فرآیندهای محیط زیست را شناسایی کند (علیجانی، ۱۳۸۱، ۱۱). ساتکلیف^۱ (۱۹۵۲) هدف اقلیم‌شناسی همدید را کسب یک تصویر سه بعدی جامع و همزمان از شرایط جو در یک مکان خاص بیان کرد. به نظر وی تغییرات هوای سطح زمین با تمام ویژگی‌های ستون جو ارتباط دارد و مطالعه و تبیین وضع هوای سطح زمین بدون درک رابطه آن با سایر ویژگی‌های جو معنی ندارد و منطقی نخواهد بود (علیجانی، ۱۳۸۱، ۵). پس از تعیین و شناسایی الگوهای گردش یا تیپ‌های هوای

1-Sutcliffe

در این بخش بر آن شدیم که این ارتباط یعنی ارتباط بین تیپ‌های هوای سطح زمین را با الگوهای گردشی سطوح بالا بررسی کنیم.

مسعودیان (۱۳۸۵) هفده الگوی گردشی در تراز میانی جو ایران شناسایی کرده و آن را زیج اسفزاری نامیده است. بدین ترتیب ما زیج اسفزاری را مبنای الگوهای گردشی قرار داده و آن را با تیپ‌های هوای ایستگاه سینوپتیک بم که قبلاً بررسی شده مقایسه کرده‌ایم (مسعودیان، ۱۳۸۵، ۸).

تیپ معتدل

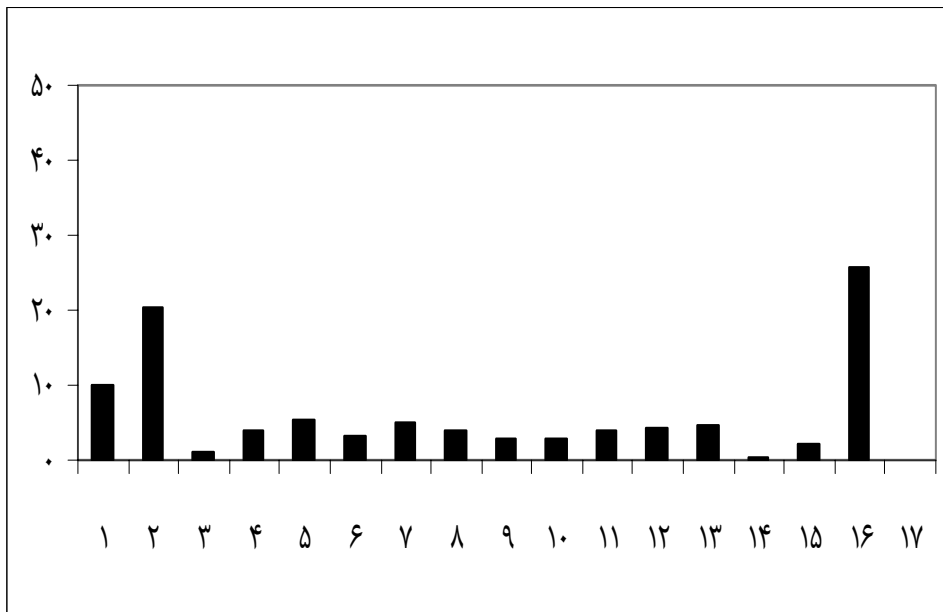
در تیپ معتدل تمامی الگوهای گردشی دارای فراوانی بوده ولی فراوانی الگوهای گردشی ۱۶، ۲ و ۱ به ترتیب از دیگر الگوهای گردشی بیشتر می‌باشد. در بین این سه الگو نقش الگوی گردشی ۱۶ از همه بیشتر است (شکل ۱۲). در این الگو سلول بسته‌ای بر روی عرض‌های بالا دیده نمی‌شود. ناوه نسبتاً عمیق ایجاد شده بر روی شرق مدیترانه و اروپای سیاه باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی مناطق واقع در عقب ناوه می‌شود. با عمیق شدن ناوه زبانه‌های هم ارتفاع بر روی غرب و شمال غرب ایران، جهت جنوب غربی - شمال شرقی پیدا کرده و می‌تواند منجر به ایجاد ناپایداری‌هایی در غرب و شمال غرب کشور گردیده، در حالیکه در بخشهای شرقی و مرکزی کشور به علت برقراری جریان‌های مداری شرایط پایداری را فراهم می‌آورد. در این هنگام از سال (دوره زمستانی) استقرار پایداری جوی به نفع خروج تابش‌های بلند و بروز

جو، اقلیم‌شناسی همدیدسعی دارد که ویژگیهای اقلیم سطح زمین را در دوره استیلای هر کدام از الگوها یا تیپ‌های هوا شناسایی کند (علیچانی، ۱۳۸۱، ۱۵).

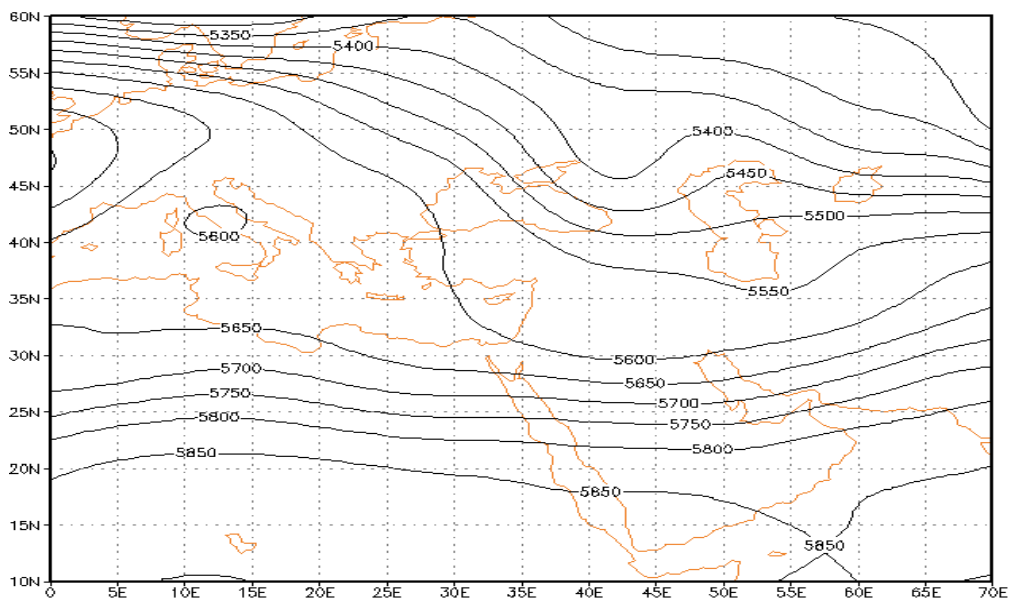
پس همانگونه که گفته شد اقلیم‌شناسی همدیدالگوهای اقلیم منطقه را بر اساس الگوهای گردش هوا تبیین می‌کند. الگوهای گردش هوا روی نقشه‌های هوا، در سطح زمین و در سطوح بالای جو، مشاهده می‌شوند. اقلیم‌شناسی همدیدالگوهای گردشی هوا را از نظر فراوانی زمانی و مکانی مطالعه می‌کند. الگوی گردش هوا بر اثر تغییرات پراکنندگی فشار حاصل می‌شوند. بنابراین داده‌های اصلی آن فشار و جریان هوا و منبع اطلاعات، نقشه‌های هواست. در سطوح بالا به جای فشار از ارتفاع سطوح همفشار استفاده می‌شود، مانند ارتفاع سطح ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال. هر الگوی فشار در واقع یک تیپ هوا نامیده می‌شود. که بر اساس نقشه‌های هوای ساعتی یا روزانه الگوهای فشار شناسایی شده و فراوانی آنها در درازمدت به صورت درصد محاسبه می‌شود. هر گروه فراوانی به عنوان یک تیپ هوا تعیین می‌شود. تیپ‌های هوا را هم برای یک مکان در دوره‌های زمانی مختلف می‌توان شناسایی کرد و هم می‌توان تیپ‌های هوای حاکم بر قسمتهای مختلف یک منطقه وسیع را در زمان معینی تعیین کرد. امروزه بیشتر محققان در تلاشند که با توجه به الگوهای گردشی، آب و هوای مناطق، پدیده‌های محیطی و تغییرات شرایط محیطی را شناسایی و پیش‌بینی کنند.

سرمایش تابشی است. بنابراین به نظر می‌رسد تیپ‌های سرد ایستگاه‌های بررسی شده از یک سو با شرایط گردشی (ریزای هوای سرد) و از سوی دیگر با شرایط فیزیکی سطحی (سرزمین‌های بری که از رطوبت جوی کمی برخوردارند و پرت تابش شبانه در آنها شدید است) در ارتباط است (شکل ۱۲).

شکل (۱۲) نمودار درصد فراوانی الگوهای گردشی تیپ معتدل



شکل (۱۳) الگوی گردشی ۱۶

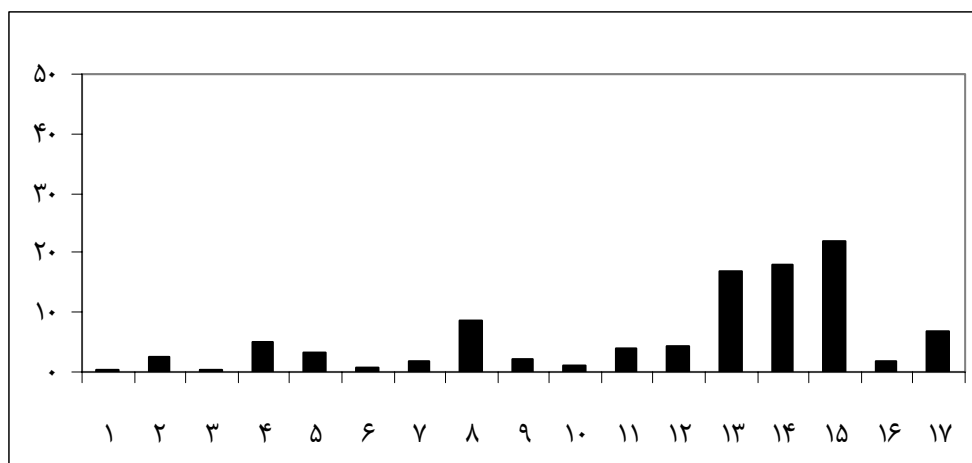


تیپ گرم و خشک

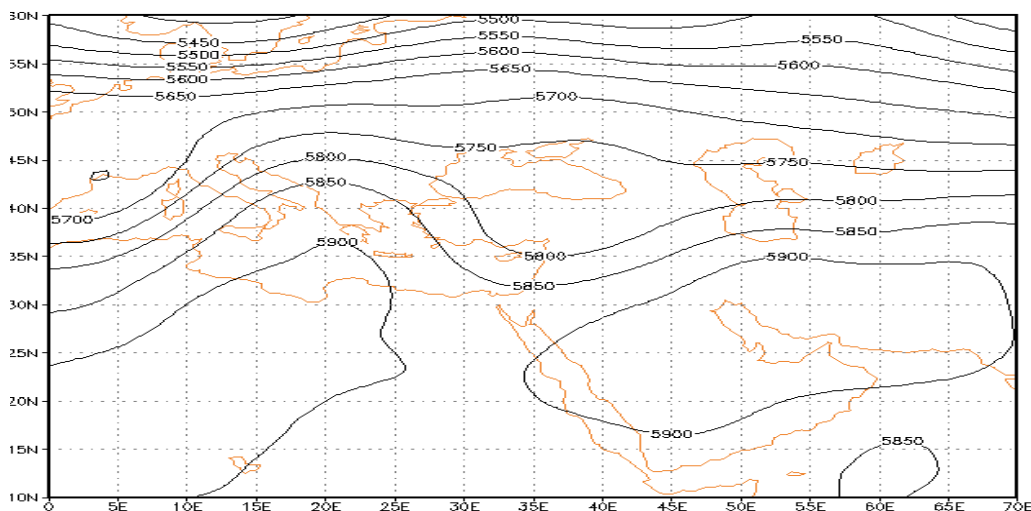
در تیپ گرم و خشک مانند تیپ معتدل تمامی الگوهای گردش دارای فراوانی بوده اما فراوانی این الگوهای نسبت به تیپ معتدل دارای فراوانی کمتری است. در این تیپ به ترتیب فراوانی الگوی ۱۵، ۱۴ و ۱۳ بیشتر از دیگر الگوهاست. الگوی گردش ۱۵ از فراوانی بیشتری نسبت به دو الگوی دیگر برخوردار است (شکل ۱۴). در این الگو یک هسته پر ارتفاع بر روی عربستان، مرکز و شرق ایران دیده می شود و یک

هسته دیگر بر روی قسمت‌هایی از جنوب دریای مدیترانه و شمال آفریقا دیده می شود. پیشروی این مرکز پراارتفاع باعث پس روی موج های بادهای غربی به سمت عرض‌های بالاتر گردیده، نتیجه اینکه بجز قسمتهایی از شمال غرب کشور بقیه نقاط کشور، تحت سیطره این مرکز پراارتفاع قرار گرفته و شرایط پایداری شدید حکمفرما می باشد (شکل ۱۵).

شکل (۱۴) نمودار درصد فراوانی الگوهای گردش تیپ گرم و خشک



شکل (۱۵) الگوی گردش ۱۵

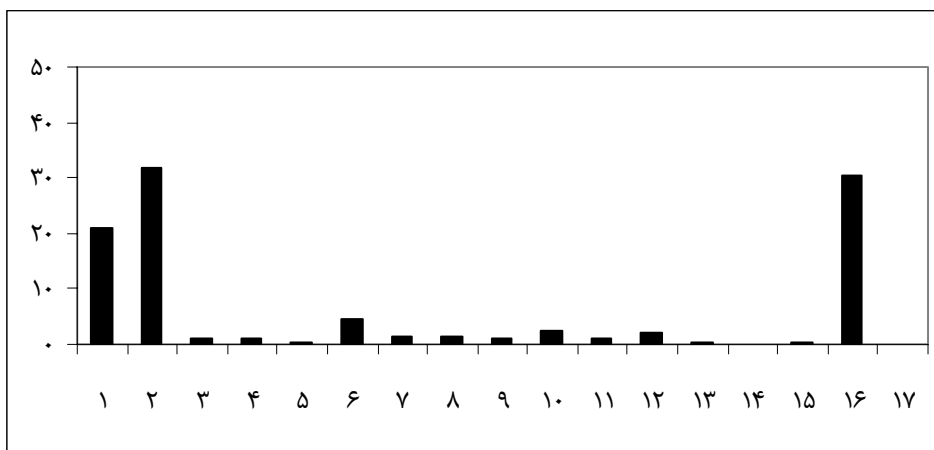


تیپ سرد و بارشی

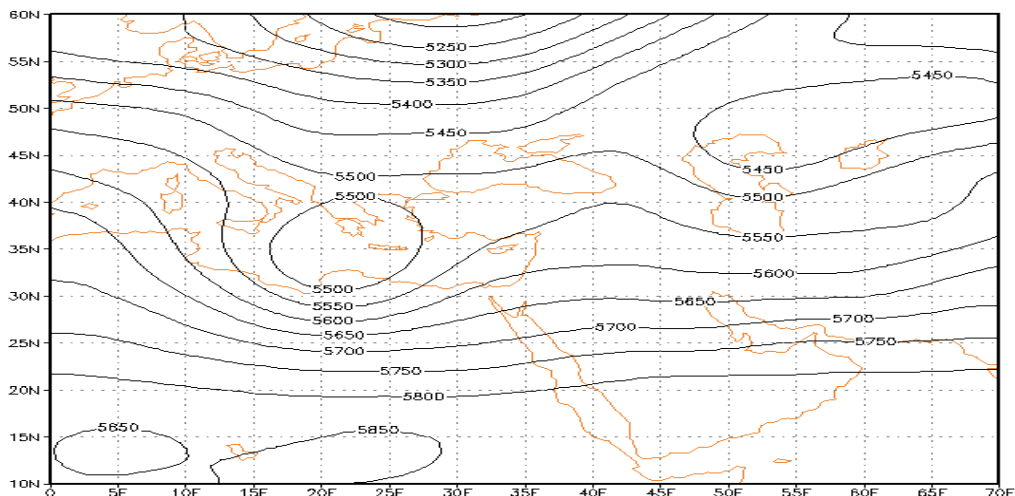
در تیپ مزبور الگوهای گردش همچون تیپ معتدل حاکم است. با این تفاوت که در این تیپ فراوانی الگوی گردشی نسبت به تیپ معتدل دارای شدت کمتری است. در این تیپ الگوی گردشی ۲، ۱۶ و ۱ بیشتر است. از بین این سه الگو الگوی ۲ از فراوانی بیشتری برخوردار است. پس در واقع می‌توان گفت تیپ سرد و بارش‌مند با همان الگوی گردش مرتبط با تیپ معتدل پیوند دارد (شکل ۱۶). در این الگو پشته‌ای بر روی ترکیه و شرق دریای سیاه

دید می‌شود. بنابراین در قسمتهایی از غرب و شمال غرب کشور شاهد ریزش هوای سرد می‌باشیم. در شرایطی که این پشته موقعیتی جنوبی‌تر پیدا می‌کند. نفوذ این هوای سرد به بخش‌های مرکزی کشور نیز کشیده می‌شود شکل‌گیری سامانه کم‌فشار بر روی یونان و شیب شدید ژئوپتانسیل در جنوب این سامانه نمایانگر فعال شدن سامانه‌های بارانزای مدیترانه مرکزی است و بارش‌های بزم نیز با همین سامانه توجیه می‌شود (شکل ۱۷).

شکل (۱۶) نمودار درصد فراوانی الگوهای گردش تیپ سرد و بارشی



شکل (۱۷) الگوی گردش ۲

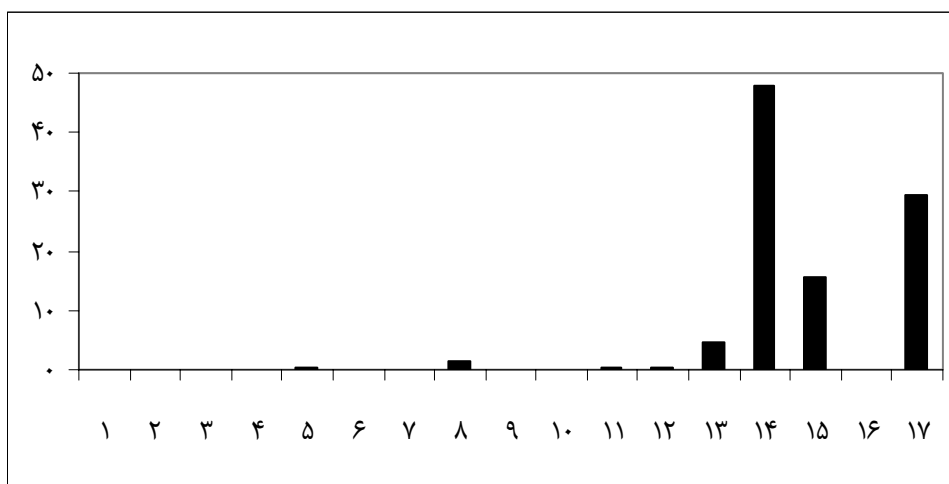


تیپ بسیار گرم، خشک و بادی

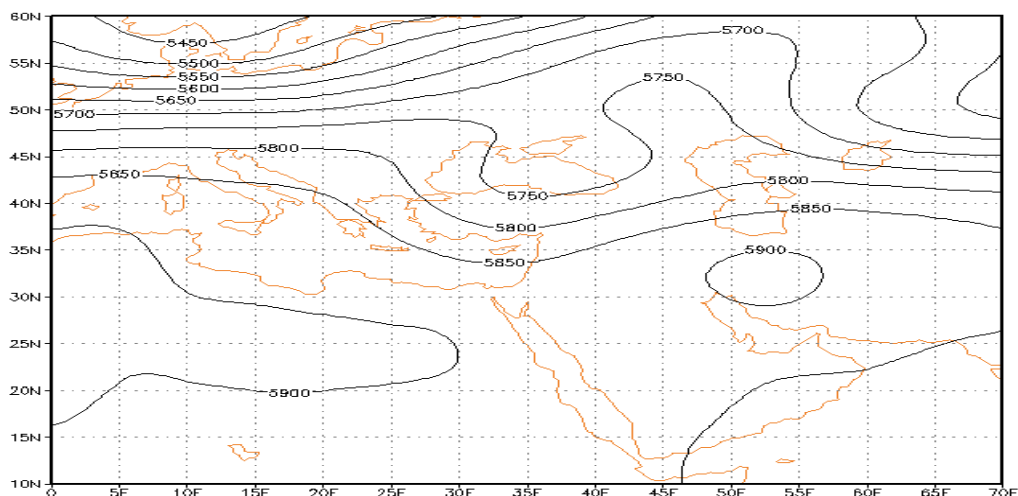
در این تیپ تا حدودی شرایطی همچون تیپ گرم و خشک حاکم است. با این تفاوت که در این تیپ الگوی گردش ۱۳ با فراوانی کمتری دیده می‌شود در حالی که الگوی گردش ۱۷ نمود بیشتری دارد. فراوانی الگوهای گردش ۱۴، ۱۷، ۱۵ و ۱۳ از دیگر الگوهای گردش بیشتر است. اما فراوانی الگوی گردش ۱۴ از همه بیشتر است (شکل ۱۸). در این الگو مرکز فشار زیاد با ارتفاع

مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی قسمت‌های شمالی و شمال شرقی آفریقا بسته شده است. هسته دیگری از این مرکز پراارتفاع بر روی مرکز ایران واقع شده است و گسترش شمالی قابل توجهی پیدا کرده است. در این زمان بخش عمده ایران کاملاً تحت سلطه این مرکز پراارتفاع قرار گرفته و شرایط پایداری فوق‌العاده شدیدی حاکم می‌باشد (شکل ۱۹).

شکل (۱۸) نمودار درصد فراوانی الگوهای گردش تیپ بسیار گرم، خشک و بادی



شکل (۱۹) الگوی گردشی ۱۴



نتیجه گیری

در این پژوهش از مجموعه داده‌های روزانه مربوط به ۷ متغیر اقلیمی شامل دمای خشک ساعات (۰۳-۰۹-۰۹)، دمای تر ساعات (۰۳-۰۹-۱۵)، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، بارش، نم نسبی ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) و سرعت باد در ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) از تاریخ ۱۳۵۸/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ به مدت ۲۵ سال استفاده شده است. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش شناسایی تیپ‌های هوا بود ماتریس داده‌ها با آرایش P آماده شد. سپس یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی داده‌های استاندارد شده انجام شد و چهار تیپ هوا برای ایستگاه بم بدست آمد. با توجه به بررسی انجام شده مشخص شد که هر کدام از تیپ‌های هوا در یک دوره زمانی خاص در سال دیده می‌شوند به

عنوان مثال تیپ بسیار گرم و خشک در تابستان حاکم می‌شود و حاکمیت همین تیپ با همین ویژگی‌ها در زمان دیگر در سال مشاهده نشده است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که روند فراوانی سالانه تیپ‌ها در سه دهه اخیر تغییر کرده است به عنوان نمونه فراوانی تیپ سرد و بارشی در سال‌های اخیر رو به کاهش و تیپ گرم و خشک رو به افزایش بوده است. قابل ذکر است که تیپ بسیار گرم و خشک همگن‌ترین تیپ بم و دارای بهترین روز نماینده و تیپ سرد و بارشی ناهمگن‌ترین تیپ و دارای بدترین روز نماینده است این بدان معنا است که هوا در طی تابستان از ثبات برخوردار است و تفاوت هوا از روزی به روز دیگر محسوس نیست. اما در طی تابستان شرایط جوی بسیار متغیر است و ممکن است در یک روز چندین تیپ با یکدیگر

Tornadoes in Germany 1950–2003 and their relation to particular weather conditions, Global and Planetary Change, in press

8- Bernardi, Adriana, et al., (1987), Pollution Episodes at Venice Elated to Weather types: an Analysis for a better Predictability, Science of the Total Environment, Volum 63,p 259-270.

9- Kalkstien, L.S.et al. (1987); "An Evaluation of Three Clustering Proccedures for Use in Synoptic Climatological Ciassification", pp: 717-730.

10- Kassomenos, Pavlos A, et al, (2003), On the relation between seasonal synoptic circulation types and spatial air quality characteristics in Athens, Greece, Air and Waste Management Association, Volume 53, p 309-324.

11- Krichak, S. O., M. Tsidulko, and P. Alpert (2000), Monthly Synoptic Patterns Associated with Wet/Dry Conditions in the Eastern Mediterranean, Theor. Appl. Climatol. 65, pp 215-229.

دیده شوند. در پایان به بررسی ارتباط تیپ‌های هوا با الگوهای گردشی پرداخته شد و مشخص شد که هر کدام از این تیپ‌ها با بیش از یک الگوی گردشی مرتبط می‌باشند.

منابع

- ۱- جعفرپور، ابراهیم، (۱۳۷۹)، مبانی اقلیم شناسی، تهران، انتشارات پیام‌نور، چاپ دوم.
- ۲- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، اقلیم‌شناسی سینوپتیک، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول.
- ۳- علیجانی، بهلول، کاویانی، محمدرضا، (۱۳۸۵)، مبانی آب و هواشناسی، تهران، انتشارات سمت، چاپ دوازدهم.
- ۴- مسعودیان، سیدابوالفضل، (۱۳۸۵)، زیج سی‌ساله الگوهای گردشی تراز میانی جو ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره پنجم.
- ۵- مسعودیان، سیدابوالفضل، (۱۳۸۴)، شناسایی تیپ‌های همدید اصفهان، طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان.
- ۶- یارنال، برنت، (۱۳۸۵)، کاربرد اقلیم‌شناسی در مطالعات محیطی، ترجمه مسعودیان، سیدابوالفضل، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اول.
- 7- Bissolli, Peter, Jürgen Grieser, Nikolai Dotzek, Marcel Welsch (2006),

12- Lamb, H.H. (1950); "Types and Spells of Weather around the Year in the British Isles: Annal Trends Seasonal Struture of the Year, Singulaities", pp: 393-429.

13- Lund, I.A. (1963), "Mapp- Pattern Classification by Statistical Method ", pp: 56-65.

14- Littmann, T. (2000), an empirical classification of weather types in the Mediterranean Basin and their interrelation with rainfall, Theor. Appl. Climatol. 66, pp: 161-171.

15- Mc cabe GJ, Muuller RA, (2002), Effects of ENSO on eather _ type frequencies and properties at New Orleans, Climate Research, Volume 20, p 95-105.

16- Sheridan, S. C. (1997); "Using Asynoptic Classification System to Asees Climate Trends And Variabilityw Texas, pp: 1-3.

17- Sutcliffe, R. C. (1964); Expansions of Meteorological Office Research in Dynamic Climatology", Met. Mag.; Vol. 93, pp. 3-4.