

دکتر سید ابوالفضل مسعودیان (نویسنده اصلی)

بختیار محمدی

شناسایی تیپ‌های هم‌دید هوای ایستگاه سنندج

(طی سال‌های ۷۳-۱۳۴۳)

چکیده

در این نوشتار، داده‌های هفت میغّر اقلیمی (بارش، نم نسبی، ساعات آفتابی، میانگین دما، میانگین کمینه‌ی دما، میانگین بیشینه‌ی دما، فشار تراز ایستگاه) ایستگاه سنندج، در طول سال‌های ۷۳-۱۳۴۳، بررسی شده است. ضمن بررسی زمان مورد مطالعه، ۱۰۹۶۶ روز دارای داده‌های کاملی از میغّرهای مذکور بودند. با انجام تحلیل مله‌ی اصلی (PCA) روی این داده‌ها، پنجه‌ی فله‌ی اصلی، که بالاتر از یک درصد پراش را تبیین می‌کردند، انتخاب شدند. روی ماتریس (۵*۱۰۹۶۶)، که طول آن تعداد روزها و عرض آن تعداد مله‌ی اصلی بود، تحلیل خوشه‌ای صورت گرفت و پنج تیپ هم‌دید هوا به‌دست آمد. با توجه به پراش زیادی که تیپ‌های یک و پنج داشتند، روی این دو تیپ نیز یک تحلیل خوشه‌ای صورت گرفت که تیپ ۱ و ۵ به سه تیپ فرعی و تیپ پنجم به پنج تیپ فرعی تقسیم شدند و در مجموع یازده تیپ هم‌دید برای ایستگاه سنندج به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: تیپ هم‌دید، تحلیل مله‌ی اصلی، تحلیل خوشه‌ای، روز نماینده، هم‌بستگی درون‌گروهی، سنندج.

درآمد

شناسایی تیپ‌های هوا یا تیپ بندی بر اساس عناصر اقلیمی (دما، بارش، نم نسبی و...)، امروزه به‌صورت بسیار فراگیر در میان اقلیم شناسان و هواشناسان رایج شده است. به‌نظر می‌رسد یکی از عواملی که باعث توسعه و گسترش تیپ بندی هم‌دید هوا شده است، توانایی آن در حل مسائل اقلیم شناسی کاربردی در سطح بسیار

1. Principal Components Analysis

وسیع است و یکی از مفیدترین ابزارهایی است که می‌توان به کمک آن از بسیاری معطلات و بلایایی که ناشی از گردش‌های وّی است، آگاهی پیدا کرد. اگر دانشمندان و متعضّصان برنامه ریزی محیطی و سیاست مداران بدانند که گردش‌های وّی چگونه رفتار محیط را متأثر می‌سازد، می‌توانند راه‌های بهتری برای کاهش معطلات محیطی پیدا کنند (یارنال، ۱۹۹۳).

در زمینه‌ی شناسایی تیپ‌های هوا، تحقّیلت نسبتاً فراوانی در سطح جهانی و تا حدود کمی در ایران انجام شده است. لامب (۱۹۷۲) تیپ بندی هوای روزانه در مقیاس هم‌دید را برای بریتیش آیلز در دوره‌ی ۱۸۶۱-۱۷۷۱ انجام داد و هفت تیپ هوای اصلی را در آن محل شناسایی کرد (یارنال ۱۹۹۳). مولر (۱۹۷۷) به تیپ بندی هم‌دید هوای گولف کوست ایالات متحده پرداخت و هشت تیپ هوا را در این منطقه تشخیص داد (یارنال ۱۹۹۳). شریدن (۲۰۰۲) به توسعه‌ی مدّ طرح طبقه بندی تیپ‌های هوا در شمال آمریکا پرداخت و هفت تیپ هوا را در آفا مشخّص نمود. شریدن (۲۰۰۳) فراوانی تیپ‌های هوایی و شاخص‌های پیوند از دور اقلیمی شمال آمریکا را بررسی کرد و ارتباط تیپ‌های هوا را با این شاخص‌ها مورد بررسی قرار داد. مارکو مورایتو و همکاران (۲۰۰۴) به تیپ بندی هوا و توده‌های هوای زمستانی فلورانس ایتالیا طیّ دوره‌ی ۲۰۰۳-۱۹۹۸ پرداخته و اثر این تیپ‌های هوایی را روی سکنه‌ی قلبی بررسی کرده است. برناردی آدریانو و همکاران (۱۹۸۷) به شناسایی تیپ‌های هوایی به‌وجود آورنده آلودگی‌ها در ونیز ایتالیا پرداختند، تا از این طریق بتوانند زمان این آلودگی‌ها را پیش بینی کنند. مک کابی و مولر (۲۰۰۲) به بررسی تیپ‌های هوایی نواورلثاظ طیّ سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۲ پرداختند و همچنین اثرات انسو را روی فراوانی و ویژگی‌های این تیپ‌های هوا مطالعه کردند. کاسومنوس و همکاران (۲۰۰۳) تیپ‌های هوای هم‌دید سال‌های ۹۹-۱۹۵۴ را در آتن شناسایی کردند و سپس ارتباط این تیپ‌های هوایی را با ویژگی‌های کیفی هوا مورد بررسی قرار دادند. علیجانی (۱۳۸۱) هوای تهران را برای یک سال نمونه بررسی کرده و هشت تیپ هوا را معرفی کرده است. در این مقاله نیز به شناسایی تیپ‌های هم‌دید هوای ایستگاه سنندج در طول سال‌های ۷۳-۱۳۴۳ پرداخته شده است و در پایان یازده تیپ هوا شناسایی شد.

داده‌ها و روش شناسی

برای تیپ بندی هوای ایستگاه سندج از مجموعه‌ی داده‌های روزانه مربوط به هفت میتر اقلیمی (بارش، نم نسبی، میانگین دما، میانگین کمینه‌ی دما، میانگین بیشینه‌ی دما، ساعات آفتابی و فشار تراز ایستگاه) در طول سال‌های آماری ۷۳-۱۳۴۳ استفاده شده است. در طول این دوره‌ی آماری، ۱۰۹۶۶ روز که دارای داده‌های کاملی از هفت میتر مورد بررسی بودند، مورد تحقیق قرار گرفتند (شکل ۱).

شماره‌ی پایگاه	پیشینه دما	کمینه دما	بزرگترین باد	ساعات آفتابی	نم نسبی	بارش	روز	ماه	سال	شماره‌ی روز
1	845.7	13	5	9	5.5	2	1	1	1343	1
2	846.5	13	1	7	6.3	7	2	1	1343	2
3	850	15	1	8	9.2	0	3	1	1343	3
4	851.2	18	2	10	45.8	0	4	1	1343	4
5	849.1	21	3	12	39.6	0	5	1	1343	5
6	848.2	18	4	11	66	5	6	1	1343	6
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	859.3	15.2	2.4	8.8	1.4	0	24	12	1373	10961
12	857	12.2	2.8	7.5	1.8	2	25	12	1373	10962
13	856.2	12.2	1	6.6	7.2	19	26	12	1373	10963
14	859.4	12.2	5.6	8.9	4.1	0	27	12	1373	10964
15	860.3	11.4	4	7.7	2.9	4	28	12	1373	10965
16	863.3	10	2	6	0.1	14.7	29	12	1373	10966

شکل ۱) پایگاه داده متغیرهای مورد بررسی

ابتدا داده‌های هفت متغیر روزانه به صورت ماتریس با آرایش P تنظیم و ماتریس هم‌پراش محاسبه شد. سپس یک تحلیل طیف اصلی (PCA) روی ماتریس هم‌پراش انجام شد که نتیجه‌ی کار به دست آمدن سه ماتریس E (بردارهای ویژه، شکل ۲)، Y (نمات طیف‌ها که نشان دهنده‌ی الگوی زمانی مؤلفه هاست) و L (مقادیر ویژه که مقدار پراش تبیین شده به وسیله هر طیف اصلی را نشان می‌دهد، شکل ۳) بود. از میان هفت طیفی به دست آمده پنج طیف که بالاتر از یک درصد از پراش را تبیین کرده بودند، به عنوان طیف اصلی انتخاب شدند. این پنج طیف در حدود ۹۹/۱ درصد از پراش را تبیین می‌کنند. سرانجام روی ماتریس Y (شکل ۴) که دارای ابعاد (5×10966) بود، یک تحلیل خوشه‌ای انجام و نمودار درختی آن ترسیم شد (شکل ۵). با توجه به نمودار درختی، پنج تیپ هوا به عنوان تیپ‌های اصلی انتخاب شدند (شکل ۶) که تیپ شماره یک به سه تیپ فرعی و تیپ شماره پنج به پنج تیپ فرعی تقسیم شدند. تقسیم بندی این دو تیپ برای کاهش پراش درون‌گروهی و بالا

بردن هم‌بستگی روز نماینده با هر یک از اعضای تیپ بوده است (برای هر یک از تیپ‌های اصلی به‌دست آمده یک روز به عنوان روز نماینده، که دارای بیشترین همبستگی با روزهای هم‌گروه خود بود، به‌دست آمد).

	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم	مولفه پنجم	مولفه ششم	مولفه هفتم
1	-0.061038	-0.26109	0.017548	-0.64809	0.71103	0.04696	9.2429e-006
2	-0.77873	-0.51696	0.20732	0.27107	-0.021134	0.09713	-2.5337e-...
3	0.091689	0.073416	-0.14402	0.6665	0.66453	-0.2822	2.5255e-006
4	0.34818	-0.39263	0.22159	0.082436	-0.04391	-0.010805	0.8165
5	0.27188	-0.50573	0.13572	-0.060511	-0.17654	-0.67113	-0.40823
6	0.42448	-0.27953	0.30749	0.22536	0.088731	0.64946	-0.40826
7	-0.078268	0.41369	0.87971	-0.032038	0.10687	-0.19078	1.3279e-005

شکل ۲) ماتریس بردارهای ویژه حاصل از تحلیل طیفی اصلی روی پایگاه داده

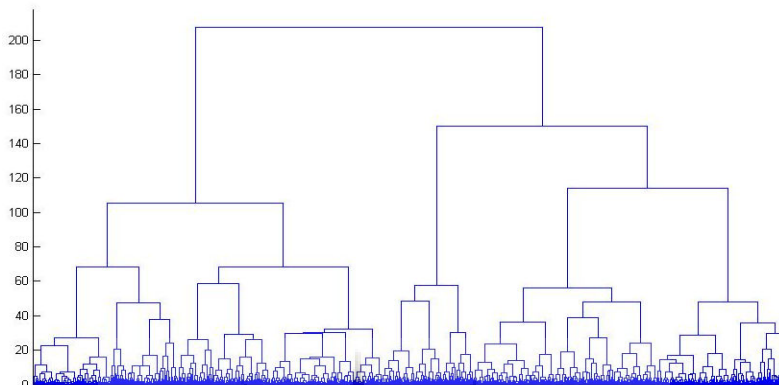
شماره ویژه	مولفه اصلی اول	مولفه اصلی دوم	مولفه اصلی سوم	مولفه اصلی چهارم	مولفه اصلی پنجم
1	-11.395	-6.2528	-12.903	-0.52439	-2.4128
2	-19.382	-8.2893	-11.637	-1.12	2.3929
3	-13.716	-3.0644	-9.3401	4.361	-0.039722
4	-1.9765	1.6828	-9.4564	2.4625	1.0127
5	5.1201	1.7795	-10.872	0.62981	-0.075645
6	-17.518	-13.217	-6.3331	0.15622	-1.1619
7					
8					
9					
10					
11	10961	-23.293	-6.7611	2.7569	1.9808
12	10962	-23.959	-6.49	-0.6733	-0.080737
13	10963	-23.84	-9.6688	-2.6734	-7.9268
14	10964	-18.282	-3.9286	0.62163	1.1286
15	10965	-28.932	-9.1815	3.3323	0.6678
16	10966	-42.008	-15.642	8.1997	-5.013

مقادیر ویژه هر مولفه	
1	81.752
2	8.8354
3	5.3035
4	1.7254
5	1.4925
6	0.8914
7	0

شکل ۳) ماتریس مقادیر ویژه که پراش تبیین شده توسط هر طیف را نشان می‌دهد.

شکل ۴) ماتریس مؤلفه‌های اصلی انتخاب شده از ماتریس نمرات به‌دست آمده در تحلیل طیف اصلی با توجه به شکل ۳ (بالتر از یک درصد) برای وارد کردن در تحلیل خوشه‌ای.

شکل ۵) نمودار درختی تیپ‌های هم‌دید اصلی ایستگاه سندج



معرفی تیپ‌های هوا

با مطالعه‌ی فراوانی گذشته عناصر اقلیمی، امکان محاسبه‌ی درصدی احتمال وقوع هر عنصر یا عناصر اقلیمی در طول دوره‌ی مورد بررسی به وجود می‌آید و بر اساس آن می‌توان احتمال وقوع آن عناصر را، که تشکیل یک تیپ هم‌دید هوا را می‌دهند، پیش‌بینی کرد. هر طبقه یا الگوی هوا که با هواهای دیگر تفاوت داشته باشد، یک الگوی هم‌دید نامیده می‌شود. به عبارت دیگر یک تیپ هم‌دید یک مجموعه‌ی متمایزی از ویژگی‌های اتمسفر است که با مجموعه‌های دیگر تفاوت دارد. بر این اساس یک توده‌ی هوایی، که در یک مکان مشاهده می‌شود، یک تیپ هم‌دید است. تیپ هم‌دید هوا، بر اساس طبقه‌بندی یا خوشه‌بندی همه‌ی عناصر هوا حاصل می‌شود. بنابراین تیپ هم‌دید هوا، با تیپ هوا که از طبقه‌بندی فشار حاصل می‌شود و الگوی فشار یا جریان هواست متفاوت می‌باشد (علیچانی، ۱۳۸۱: ۵ و ۲۳۲). اکنون تیپ‌های هم‌دید هوای به‌دست آمده از ایستگاه سندج معرفی می‌شوند:

شکل ۲) نمودار درختی ارتباط تیپ‌های اصلی هم‌دید هوا با یکدیگر



تیپ هوای شماره ۱ (پریشان):

با توجه به محاسبه‌ی انجام شده روی اعضای تیپ پریشان، روز ۱۳۴۶/۷/۶ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. در محاسبه‌ی متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود، ۰/۵۲، به دست آمد و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای هم‌بستگی ۰/۲۷ با یکدیگر هستند. فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز حاکی از بیشینه‌ی رخداد آن در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و آذر می باشد و در ماه‌های دیگر بخصوص در فصل گرم سال رخداد این تیپ هوا به کمینه‌ی خود می‌رسد. به‌طور متوسط این تیپ هوا در ۱۹/۷ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است. این تیپ هوا نماینده‌ی هوای با نم نسبی ۵۱/۳ درصد، میزان ساعات آفتابی ۶/۲ ساعت، بارش ۱۴/۹ درصد در سال و میانگین دمای ۱۰/۱ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی ۲/۵ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی ۱۷/۸ درجه‌ی سلسیوس و فشار ایستگاه ۸۵۹/۵ هکتو پاسکال می‌باشد. می‌توان گفت که این تیپ هوا نمایش دهنده‌ی شرایط هوای تا حدود کمی خشک و کم باران است. با توجه به مقدار هم‌بستگی کم روز نماینده و هم‌بستگی درون گروهی این تیپ و برای بالا بردن مقادیر مربوط و کاهش پراش، روی آن تحلیل خوشه‌ای صورت گرفت و این تیپ در سه تیپ جداگانه به شرح زیر معرفی می‌شوند، هم‌چنان که از داده‌های به دست آمده از خوشه بندی تیپ پریشان مشاهده می‌شود، مقدار هم‌بستگی‌های ذکر شده پس از خوشه بندی به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت و در نتیجه نسبت به حالت اول، تیپ‌های همگن‌تری به دست آمد.

تیپ شماره ۱-۱:

با توجه به محاسبه‌ی انجام شده روی اعضای تیپ شماره ۱-۱، روز ۱۳۴۹/۱۲/۱۷ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۷۹ به دست آمد و روزهای متعلق به این تیپ دارای هم‌بستگی ۰/۶۳ با یکدیگر هستند. با توجه به نمودار فراوانی سالانه، می‌توان گفت که این تیپ در برخی سال‌ها رخ داده و در برخی سال‌های دیگر ظاهر نشده است. به عبارت دیگر، رویدادی تناوبی داشته است. در سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۴۹ این تیپ هوا به مقدار قابل ملاحظه‌ای رخ داده است. ۲ در سال‌های دیگر مورد بررسی رخداد این تیپ هوا به کمینه‌ی ممکن خود در سال رسیده است (شکل ۳). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز حاکی از بیشینه‌ی رخداد آن در ماه‌های اسفند و فروردین می‌باشد و در ماه‌های دیگر بخصوص در فصل گرم سال شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۴). به‌طور متوسط این تیپ هوا در ۴/۴ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است. این تیپ هوا نماینده‌ی هوای بانم نسبی ۴۶/۳ درصد، میزان ساعات آفتابی ۷/۲ ساعت، بارش ۱/۴ درصد در سال و میانگین دمای ۸/۳ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی ۱/۲ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی ۱۵/۳ درجه‌ی سلسیوس است. همچنین کمینه‌ی فشار تراز ایستگاه در میان تیپ‌های هوای مورد بررسی مربوط به این تیپ هوا به مقدار ۸۴۹/۹ هکتوپاسکال می‌باشد. می‌توان گفت که این تیپ هوا نمایش‌دهنده شرایط هوای خشک، آسمانی صاف و با فشار بسیار کم است (جدول ۲).

تیپ شماره ۱-۲:

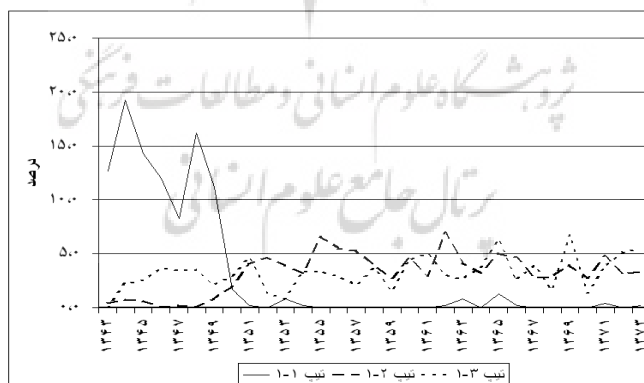
برای تیپ شماره ۱-۲، روز ۱۳۵۴/۸/۲۲ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی روز نماینده با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۸۲ به دست آمد و در مجموع هم‌بستگی درون‌گروهی این تیپ دارای ۰/۶۳ می‌باشد. در سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۵۰ این تیپ هوا گسترش بسیار کمی نسبت به دوره‌های دیگر داشته است. در سال‌های دیگر مورد بررسی رخداد، این تیپ هوا افزایش یافته (شکل ۳) و فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز حاکی از بیشینه‌ی رخداد آن در ماه‌های آبان، اسفند و فروردین است و در ماه‌های دیگر بخصوص در خرداد و فصل گرم سال شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۴). این تیپ هوا در ۸/۸ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است. در این تیپ هوا بانم نسبی به مقدار ۴۷/۷ درصد، میزان ساعات آفتابی ۶/۴ ساعت، بارش ۱/۶ درصد در سال و میانگین دمای ۸/۲ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۰/۲- درجه‌ی سلسیوس،

میانگین بیشینه‌ی دما $16/7$ درجه‌ی سلسیوس می باشد. همچنین فشار تراز ایستگاه در این تپ بعد از تپ ۴-۵ با 864 هکتوپاسکال، دارای بالاترین مقدار می باشد. به نظر می رسد می توان گفت که در زمان استیلای این تپ هوا، ما شاهد هوای خشک و کم باران و استقرار پرفشار حرارتی در ایستگاه سنندج هستیم (جدول ۲).

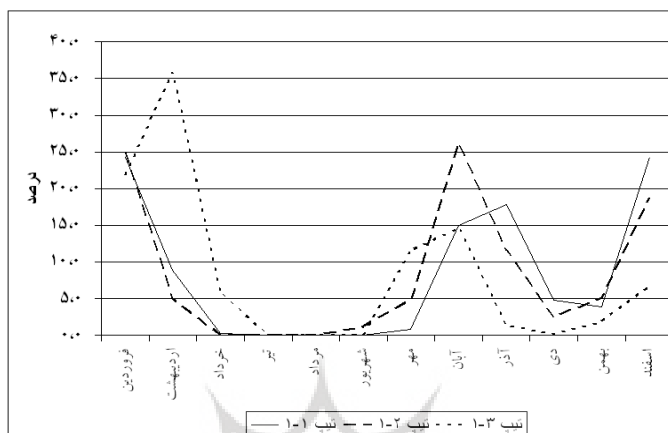
تپ شماره ۳-۱:

در تپ شماره ۳-۱، روز $1371/2/14$ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. هم‌بستگی درون گروهی این تپ $0/79$ می باشد و در مجموع روزهای متعلق به این تپ دارای هم‌بستگی $0/63$ با یکدیگر هستند. با توجه به نمودار فراوانی سالانه، می توان گفت که این تپ در دوره‌ی مورد بررسی تقریباً دارای روند یکنواختی بوده است (شکل ۳). فراوانی ماهانه‌ی این تپ نیز حاکی از بیشینه‌ی رخداد آن در ماه‌های فروردین و اردیبهشت است و در ماه‌های دیگر، به‌ویژه در فصل زمستان و تابستان، میزان رخداد این تپ به مقدار کمینه می‌رسد (شکل ۴). به‌طور متوسط این تپ هوا در $6/5$ درصد از روزهای مورد بررسی حاکم بوده است. این تپ هوا نماینده هوای بانم نسبی $59/3$ درصد، میزان ساعات آفتابی $5/3$ ساعت، بارش $11/9$ درصد در سال، میانگین دمای 14 درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی $7/1$ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی $20/8$ درجه‌ی سلسیوس و متوسط فشار تراز ایستگاه نیز در این تپ $859/9$ هکتوپاسکال است. به‌طور کلی می توان گفت این تپ نماینده‌ی هوای گرم و کم باران است (جدول ۲).

شکل ۳) فراوانی سالانه تپ هوای گروه پریشان در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳-۷۳)



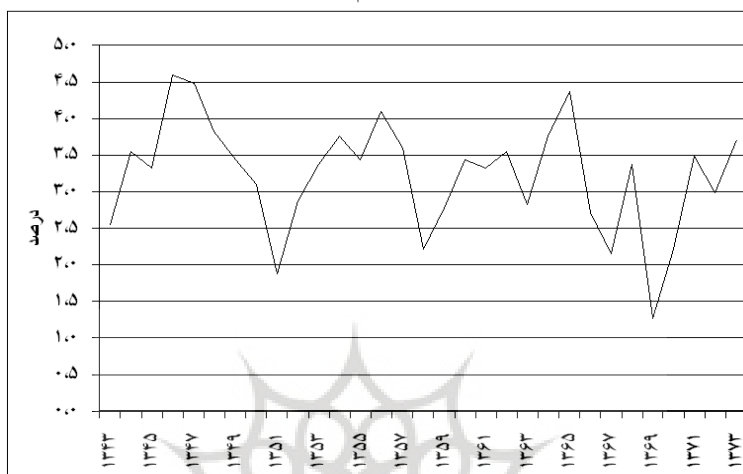
شکل ۴) فراوانی ماهانه تیپ هوای گروه پریشان در طول دوره‌ی آماری (۷۳-۱۳۴۳)



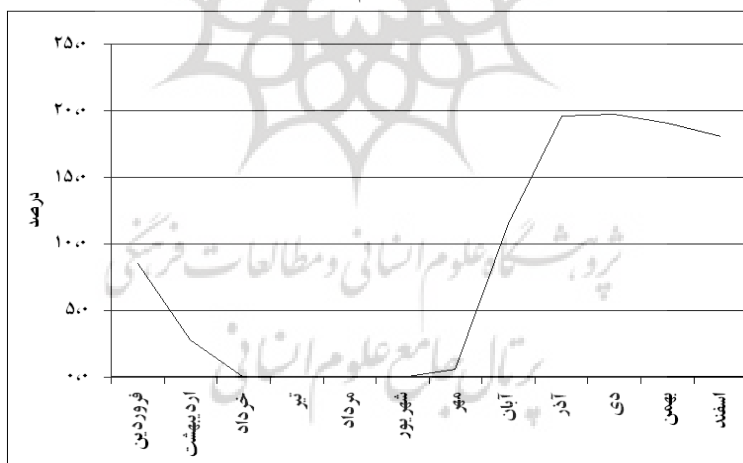
تیپ شماره ۲ (زمستانی کم باران):

با توجه به محاسبه‌ی انجام شده روی اعضای تیپ شماره ۲ (تیپ زمستانی کم باران)، روز ۱۳۷۳/۱۱/۲۱ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم گروه خود ۰/۸۹ است و روزهای متعلق به این تیپ دارای هم‌بستگی ۰/۸۰ با یکدیگر است. با توجه به نمودار فراوانی سالانه، می‌توان گفت که این تیپ در تمام سال‌های مورد بررسی به مقدار قابل ملاحظه‌ای رخ داده است (شکل ۵). اما برخلاف فراوانی سالانه‌ی آن که کمترین تغییر پذیری فراوانی را داشته است، فراوانی ماهانه‌ی این تیپ حاکی از بیشینه‌ی رخداد آن در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است و در نیمه‌ی اول سال شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۶). به‌طور متوسط این تیپ هوا در ۱۶/۵ درصد از روزهای مورد بررسی حاکم بوده است. این تیپ هوا نماینده‌ی هوای با نم نسبی ۶۳/۴ درصد، میزان ساعات آفتابی ۴/۹ ساعت، بارش ۱۳/۳ درصد در سال و میانگین دمای ۳/۹ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۲/۴- درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۱۰/۲ درجه‌ی سلسیوس است. فشار تراز ایستگاه در این تیپ هوای مورد بررسی به مقدار ۸۶۰/۴ هکتوپاسکال می‌باشد. این تیپ هوا نمایش دهنده‌ی شرایط هواشناسی مرطوب، آسمانی تا حدودی ابری و سرد کم باران است (جدول ۲).

شکل ۵) فراوانی سالانه‌ی تیپ هوای زمستانی کم باران در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



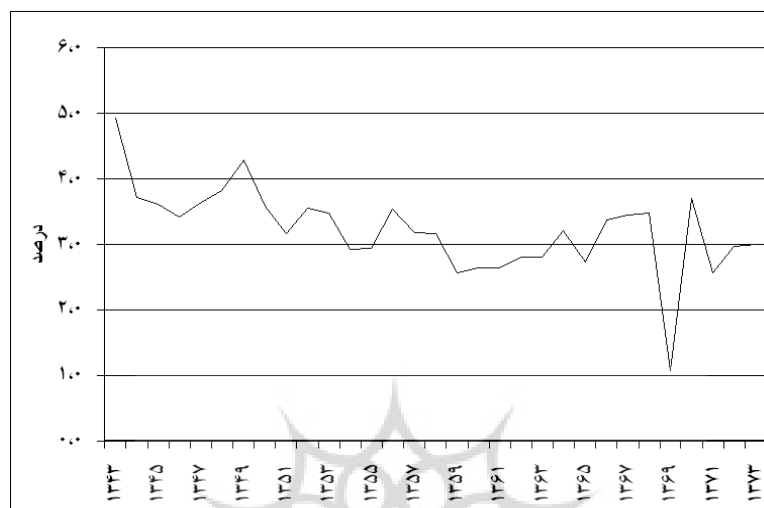
شکل ۶) فراوانی ماهانه‌ی تیپ هوای زمستانی کم باران در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



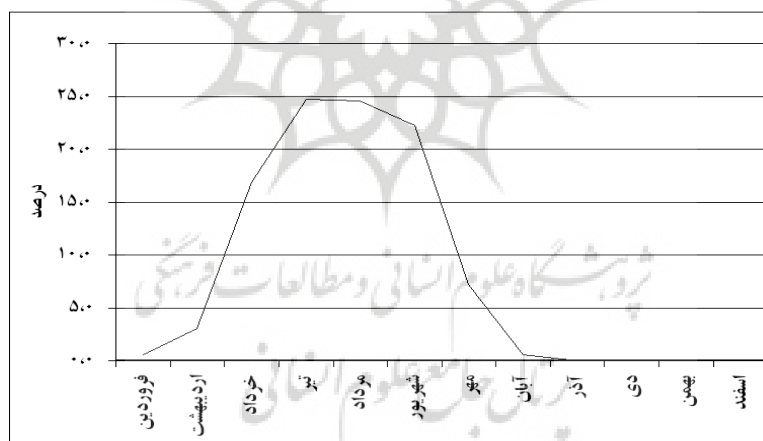
تپ شماره ۳ (تابستانی):

در تپ تابستانی، روز ۱۳۶۵/۵/۳ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۹۵ است و هم‌بستگی درون‌گروهی این تپ ۰/۹۱ می‌باشد. این تپ در تمام سال‌ها دارای فراوانی تقریباً کسائی بوده و اختلاف فراوانی این تپ در سال‌های مختلف بسیار کم است (شکل ۷). فراوانی ماهانه‌ی این تپ نیز نشان از بیشینه‌ی رخداد آن در طول ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و خرداد است و در ماه‌های آبان و آذر و بخصوص در فصل زمستان سال شاهد کمینه‌ی استیلای این تپ هوا هستیم (شکل ۸). این تپ هوا در ۳۴/۱ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است، که در میان دیگر تپ‌ها بالاترین مقدار را داراست. با توجه به ضریب هم‌بستگی بسیار بالای روز نماینده این تپ و همچنین هم‌بستگی درون‌گروهی که دارد همگن‌ترین تپ است و در واقع عناصر اقلیمی این تپ دارای کمترین پراش هستند. در این تپ هوا نم نسبی ۲۴/۸ درصد، میزان ساعات آفتابی ۹/۴ ساعت، بارش ۰/۴ درصد در سال و میانگین دما ۲۳/۹ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۱۳/۸ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۳۳/۹ درجه‌ی سلسیوس است. همچنین فشار تراز ایستگاه ۸۵۵/۳ هکتوپاسکال است. می‌توان گفت که این تپ هوا شرایط هوای بسیار خشک و گرم، آسمانی صاف و آفتابی و بسیار کم باران را بیان می‌کند. به نظر می‌رسد شرایط این تپ هوا در درجه‌ی ول به اقل‌تار منظم پرفشار جنب‌ها ره‌ای آزرور بستگی دارد، که همه ساله در فصل گرم سال به‌طور کامل منطقه را زیر پوشش خود دارد و با جلوگیری از صعود هوا و تشکیل ابر، گرم، خشک، و آفتابی‌ترین روزهای سال را باعث می‌شود (جدول ۲).

شکل ۷) فراوانی سالانه تپ هوای تابستانی در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



شکل ۸) فراوانی ماهانه تپ هوای تابستانی در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



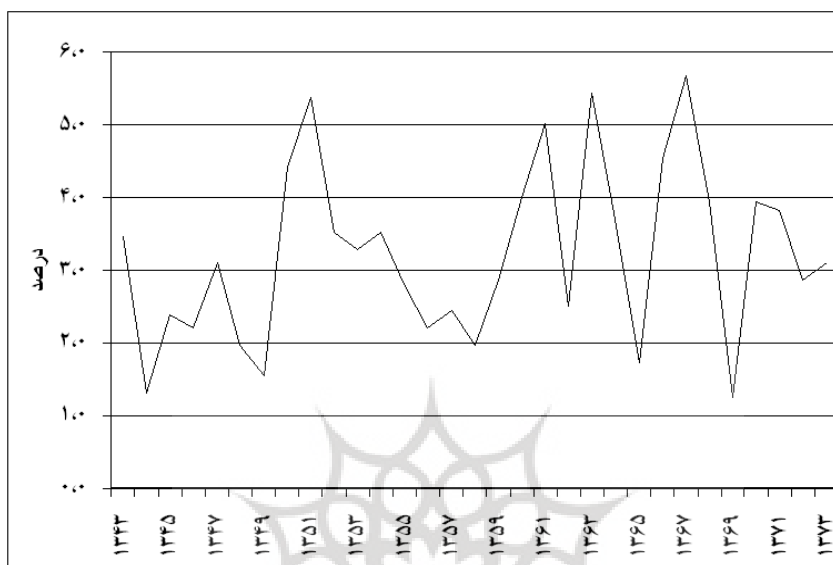
تپ شماره ۴ (زمستانی پرباران):

در تپ شماره ۴ (تپ زمستانی پرباران)، روز ۱۳۵۱/۱۱/۳ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۹۲ است و هم‌بستگی درون‌گروهی این تپ ۰/۸۵

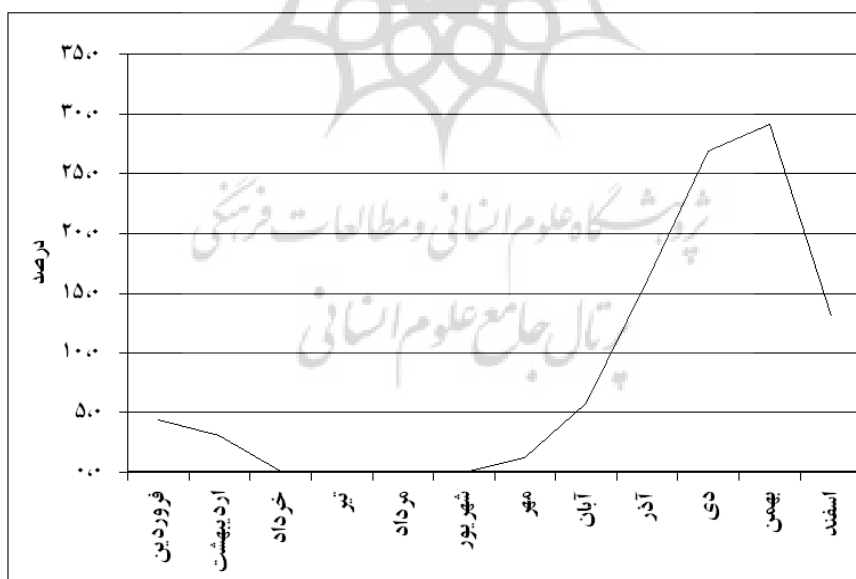
می‌باشد. با توجه به نمودار فراوانی سالانه می‌توان گفت که این تیپ دارای روند افزایشی کاهشی منظمی بوده و اختلاف فراوانی این تیپ در سال‌های مختلف تا حدودی زیاد است و به نظر می‌رسد به دلیل استقرار نامنظم سیستم‌های هم‌دید آورنده توسط بادهای غربی باشد که ممکن است در برخی سال‌ها گسترش زیادی داشته باشند و در برخی سال‌های دیگر به مقدار کمتری گسترش داشته باشند (شکل ۹). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز نشان از بیشینه‌ی رخداد آن در طول ماه‌های بهمن، دی، آذر و اسفند است و در ماه‌های دیگر به‌ویژه در فصل تابستان، شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۱۰). این تیپ هوا در ۱۵/۳ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است. علی‌رغم فراوانی کم این تیپ هوا در سال می‌توان گفت یکی از مهمترین تیپ‌های هوایی است که اثرات زیادی را روی منطقه می‌گذارد و اثرات محسوس این شرایط هوایی را اغلب در فصل زمستان می‌توان دید.

در هنگام استیلای این تیپ هوا نم نسبی ۷۸/۴ درصد، میزان ساعات آفتابی ۲/۷ ساعت، بارش ۷۰/۰ درصد در سال و میانگین دما ۱/۲ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۳/۴- درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۵/۹ درجه‌ی سلسیوس و همچنین فشار تراز ایستگاه ۸۶۰/۶ هکتوپاسکال است. این تیپ هوا شرایط هوایی بسیار مرطوب و سرد بسیار ابری را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد شرایط این تیپ هوا با موج‌های کوتاه بادهای غربی و سیکلون‌های که در زیر این موج‌ها تقویت می‌شوند، ارتباط داشته باشند. بدین صورت که این عوامل باعث ناپایداری شدید هوا و صعود هوای مرطوبی می‌شوند که از مدیترانه و اقیانوس اطلس به منطقه آورده شده‌اند و همچنین توده‌ی هوای mP اقیانوس اطلس نیز که از طریق دریای مدیترانه به ایران می‌آید، رطوبت بیشتر بارندگی‌های زمستانه‌ی کشور و از جمله سندج را فراهم می‌کند (علیجانی، ۱۳۷۹: ۴۶) در نتیجه ابرناکی و بارش زیاد و دماهای پایین را باعث می‌شوند (جدول ۲).

شکل ۹) فراوانی سالانه‌ی تیپ هوای زمستانی پر باران در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



شکل ۱۰) فراوانی ماهانه‌ی تیپ هوای زمستانی پر باران در طول دوره‌ی آماری (۱۳۴۳_۷۳)



تیپ شماره ۵ (بهاری - پاییزی)

در تیپ شماره ۵ (تیپ بهاری- پاییزی)، روز ۱۳۴۶/۱۱/۸ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۶۶ است و هم‌بستگی درون‌گروهی این تیپ ۰/۴۳ می‌باشد. با توجه به نمودار فراوانی سالانه‌ی می‌توان گفت که این تیپ دارای روند بسیار نامشخصی بوده و اختلاف فراوانی این تیپ در سال‌های مختلف زیاد است و فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز نشان از بیشینه‌ی رخداد آن در طول ماه‌های مهر و اردیبهشت است و در ماه‌های دیگر بخصوص در فصل تابستان و زمستان شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم. به‌طور متوسط این تیپ هوا در ۱۴/۵ درصد از روزهای مورد بررسی وجود داشته است. در شرایط اقلیمی این تیپ هوا نم‌نسیبی ۳۷/۶ درصد، میزان ساعات آفتابی ۷/۲ ساعت، بارش ۱/۴ درصد در سال و میانگین دما ۱۶/۱ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۶/۵ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۵/۷ درجه‌ی سلسیوس و همچنین فشار تراز ایستگاه ۸۶۱/۷ هکتوپاسکال است. می‌توان گفت که این تیپ هوا شرایط هوای گرم و بسیار خشک و کم‌باران را نشان می‌دهد. این تیپ هوا نیز همچون تیپ پرباران، البته نه به اندازه آن، دارای ضریب هم‌بستگی نسبتاً پایینی است و برای هم‌گن کردن آن، تحلیل خوشه‌ای روی آن انجام داده و به پنج تیپ تقسیم‌بندی شد و علی‌رغم خوشه‌بندی آن، تیپ ۳-۵ باز هم در میان تیپ‌های به‌دست آمده، دارای کمترین هم‌بستگی روز نماینده و درون‌گروهی است در این حالت به خاطر زیاد شدن تعداد تیپ‌های هوا و پیچیدگی بیشتر و مشکل مطالعه‌ی آن به همین تیپ‌های موجود بسنده کرده و آنها را بررسی می‌کنیم.

تیپ شماره ۱-۵:

با توجه به محاسبه‌ی انجام شده روی اعضای تیپ شماره ۱-۵، روز ۱۳۴۷/۱/۲۹ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۹۱ به‌دست آمد و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ، دارای هم‌بستگی ۰/۸۳ با یکدیگر هستند. با توجه به نمودار فراوانی سالانه می‌توان گفت که این تیپ در بعضی سال‌ها رخ داده است و در برخی سال‌های دیگر ظاهر نشده است. در سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۴۹ این تیپ هوا به مقدار قابل ملاحظه‌ای رخ داده است، اما در سال‌های دیگر مورد بررسی رخداد

این تیپ هوا به کمینه‌ی ممکن خود در سال رسیده است (شکل ۱۱). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز حاکی از رخداد آن در فصول بهار و پاییز است و در ماه اردیبهشت بیشتر از ماه‌های دیگر رخ داده است. در فصل تابستان و زمستان شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۱۲). این تیپ هوا با فراوانی ۱/۸ درصد در سال، دارای حداقل فراوانی در میان تیپ‌های هوای به‌دست آمده می‌باشد. این تیپ هوا نماینده‌ی هوای بانم نسبی ۳۷/۵ درصد، میزان ساعات آفتابی ۸/۹ ساعت، بارش ۰/۲ درصد در سال و میانگین دمای ۱۶/۵ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۸/۶ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۴/۴ درجه‌ی سلسیوس و فشار تراز ایستگاه نیز ۸۵۱/۳ هکتوپاسکال است. می‌توان گفت که این تیپ هوا نمایش دهنده‌ی شرایط هوای بسیار خشک، آسمانی صاف و آفتابی با فشار بسیار کم است (جدول ۲).

تیپ شماره ۲-۵:

در تیپ شماره ۲-۵، روز ۱۳۶۳/۷/۶ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۹۵ است و هم‌بستگی درون‌گروهی این تیپ ۰/۹۰ می‌باشد. نمودار فراوانی سالانه نشان می‌دهد که این تیپ دارای تغییرپذیری زیادی در فراوانی سالانه نیست و اختلاف فراوانی این تیپ در سال‌های مختلف کم بوده است (شکل ۱۱). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز نشان از بیشینه‌ی رخداد آن در طول مهر ماه است و در بقیه‌ی ماه‌های سال به‌ویژه در فصل زمستان و تابستان شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۱۲). به‌طور متوسط این تیپ هوا در ۲/۸ درصد از روزهای مورد بررسی حاکم است. در این تیپ هوا بانم نسبی ۲۹/۲ درصد، میزان ساعات آفتابی ۷/۲ ساعت، بارش تقریباً ۰/۰ درصد در سال و میانگین دما ۱۶/۷ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۶/۱ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۷/۴ درجه‌ی سلسیوس و فشار تراز ایستگاه ۸۶۳/۷ هکتوپاسکال است. به‌طو کلی این تیپ هوا شرایط هوای بسیار خشک و گرم را بیان می‌کند (جدول ۲).

تیپ شماره ۳-۵:

با توجه به محاسبه‌ی انجام شده روی اعضای تیپ شماره ۳-۵، روز ۱۳۶۱/۲/۶ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود ۰/۵۵ و هم‌بستگی درون‌گروهی آن ۰/۳۱ است. با توجه به این دو ضریب، که مقدار آنها نسبت به تیپ‌های دیگر پایین تر است، می‌توان گفت که روز نماینده تا حد کمی می‌تواند گویای تیپ هوای ۳-۵ باشد. همچنین هم‌بستگی درون‌گروهی نیز حاکی از مقدار پراش بالای این تیپ هوا می‌باشد. با توجه به نمودار فراوانی سالانه، می‌توان گفت که این تیپ در سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۵۱ در کمینه‌ی مقدار خود بوده و در سال‌های دیگر هم فراوانی تیپ تا حدودی زیادی می‌تواند بوده است (شکل ۱۱). نمودار فراوانی ماهانه نیز مقدار بیشینه‌ی را در فصل بهار به‌ویژه در اردیبهشت نشان می‌دهد و در بقیه‌ی روزهای سال این تیپ هوا بسیار کم رخ می‌دهد. این تیپ هوا در ۳/۵ درصد از روزهای مورد بررسی حاکم بوده است (شکل ۱۲). در زمان استقرار این تیپ هوا نم نسبی ۴۵/۸ درصد، میزان ساعات آفتابی ۷/۶ ساعت، بارش ۰/۵ درصد در سال و میانگین دما ۱۵/۸ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۶/۸ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۴/۷ درجه‌ی سلسیوس و فشار تراز ایستگاه ۸۶۲/۷ هکتوپاسکال است. این تیپ هوا نمایش دهنده‌ی شرایط هوای بسیار خشک و گرم و بسیار کم باران است (جدول ۲).

تیپ شماره ۴-۵:

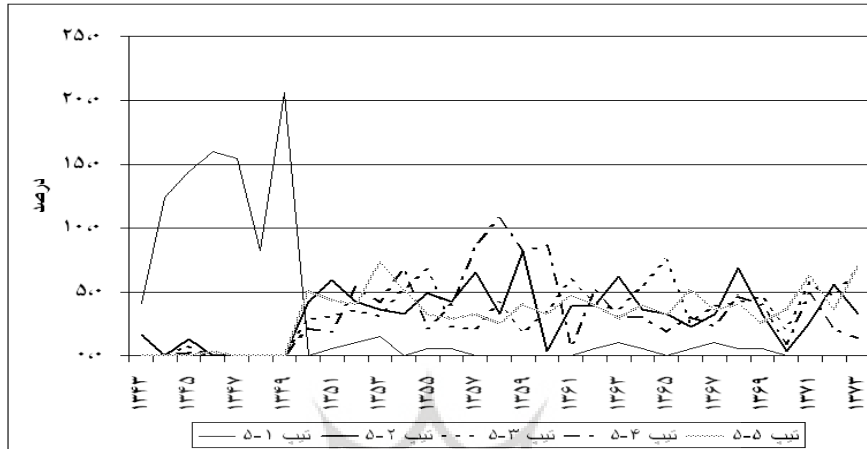
برای تیپ شماره ۴-۵، روز ۱۳۶۵/۷/۱۳ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم‌گروه خود، ۰/۸۹ به‌دست آمد و در مجموع رهیضای متعلق به این تیپ، دارای هم‌بستگی ۰/۷۹ با یکدیگر هستند. نمودار فراوانی سالانه‌ی این تیپ، حاکی از تغییرات زیاد سالانه‌ی آن می‌باشد (شکل ۱۱). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ در مهر ماه به بیشینه می‌رسد. رخداد آن در ماه‌های دیگر سال بسیار کم و به کمینه می‌رسد (شکل ۱۲). این تیپ هوا در ۳/۹ درصد از روزهای مورد بررسی حاکم است. تیپ هوای ۴-۵ شرایط هوایی با نم نسبی ۳۵/۶ درصد، میزان ساعات آفتابی ۵/۳ ساعت، بارش ۰/۳ درصد در سال و میانگین دما ۱۴/۳ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۴/۱ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۴/۵ درجه‌ی

سلسیوس را بیان می‌کند و فشار تراز ایستگاه در این تیپ به بالاترین مقدار در میان تیپ‌های مورد بررسی با ۸۶۴/۳ هکتوپاسکال می‌رسد. می‌توان گفت این تیپ هوا نمایش دهنده‌ی شرایط هوای بسیار خشک و گرم، بسیار کم باران و پر فشار است (جدول ۲).

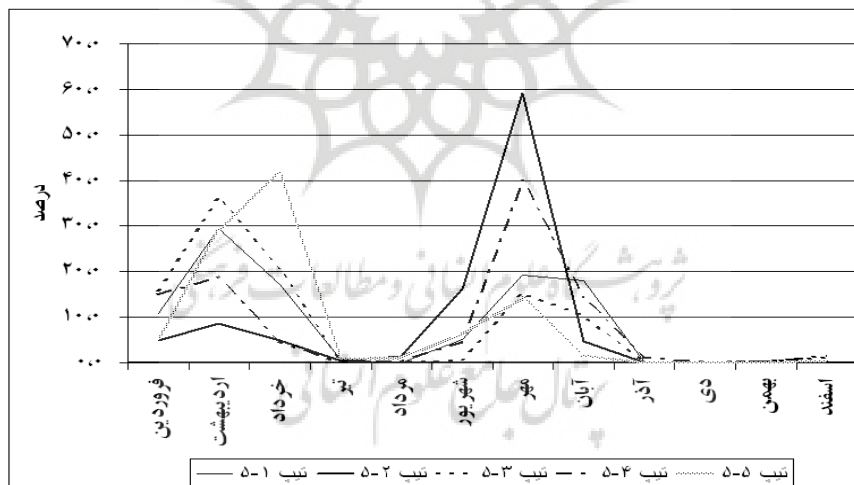
تیپ شماره ۵-۵:

در تیپ شماره ۵-۵، روز ۱۳۳۳/۲/۱ به عنوان روز نماینده انتخاب شد. متوسط هم‌بستگی این روز با دیگر روزهای هم گروه خود ۰/۹۱ و هم‌بستگی درون گروهی این تیپ ۰/۸۲ می‌باشد. با توجه به نمودار فراوانی سالانه می‌توان گفت که این تیپ در تمام سال‌ها به استثنای سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۵۱ که دارای کمینه‌ی فراوانی بوده اند تقریباً فراوانی یکنواختی داشته است (شکل ۱۱). فراوانی ماهانه‌ی این تیپ نیز نشان از بیشینه‌ی رخداد آن در طول ماه‌های اردیبهشت و خرداد است و در ماه‌های دیگر سال شاهد کمینه‌ی استیلای این تیپ هوا هستیم (شکل ۱۲). این تیپ هوا در ۲/۵ درصد از روزهای مورد بررسی گسترش دارد. در این تیپ هوای نسبی ۳۸/۵ درصد، میزان ساعات آفتابی ۸/۱ ساعت، بارش ۰/۳ درصد در سال و میانگین دما ۱۸/۶ درجه‌ی سلسیوس، میانگین کمینه‌ی دما ۹/۱ درجه‌ی سلسیوس، میانگین بیشینه‌ی دما ۲۸/۱ درجه‌ی سلسیوس و مقدار فشار آن نیز ۸۶۱/۳ هکتوپاسکال است. می‌توان گفت که این تیپ هوا شرایط هوای بسیار خشک و گرم و بسیار کم باران را بیان می‌کند (جدول ۲).

فراوانی سالانه تیپ‌های شماره ۵-۵ در طول دوره آماری (۱۳۴۳_۷۳)



فراوانی ماهانه تیپ‌های شماره ۵-۵ در طول دوره آماری (۱۳۴۳_۷۳)



جدول شماره (۱)

نام تپ هوا	روز نماینده تپ هوا	هم‌بستگی روز نماینده با روزهای دیگر آن تپ	هم‌بستگی درون گروهی تپ‌های هوا	فراوانی تپ‌های هوا به درصد	اوانی تجمعی تپ‌های هوا به (درصد)
۱-۱	۱۳۴۹/۱۲/۱۷	۰/۷۹	۰/۶۳	۴/۴	۴/۴
۱-۲	۱۳۵۴/۸/۲۲	۰/۸۲	۰/۶۷	۸/۸	۱۳/۲
۱-۳	۱۳۷۱/۲/۱۴	۰/۷۹	۰/۶۳	۶/۵	۱۹/۷
۲	۱۳۷۳/۱۱/۲۱	۰/۸۹	۰/۸۰	۱۶/۵	۳۶/۲
۳	۱۳۶۵/۵/۳	۰/۹۵	۰/۹۱	۳۴/۱	۷۰/۲
۴	۱۳۵۱/۱۱/۳	۰/۹۲	۰/۸۵	۱۵/۳	۸۵/۵
۵-۱	۱۳۴۷/۱/۲۹	۰/۹۱	۰/۸۴	۱/۸	۸۷/۳
۵-۲	۱۳۶۳/۷/۶	۰/۹۵	۰/۹۰	۲/۸	۹۰/۱
۵-۳	۱۳۶۱/۲/۶	۰/۵۵	۰/۳۱	۳/۵	۹۳/۶
۵-۴	۱۳۶۵/۷/۱۳	۰/۸۹	۰/۷۹	۳/۹	۹۷/۵
۵-۵	۱۳۷۳/۲/۱	۰/۹۱	۰/۸۲	۲/۵	۱۰۰/۰

جدول شماره (۲)

نام تپ هوا	درصد بارش سالانه	میانگین نم‌نسی (درصد)	ساعات آفتابی	میانگین دما (درجه‌ی سلسیوس)	کمینه‌ی دما (درجه‌ی سلسیوس)	پیشینه‌ی دما (درجه‌ی سلسیوس)	فشار تراز ایستگاه (هکتوپاسکال)
۱-۱	۱/۴	۴۶/۳	۷/۲	۸/۳	۱/۲	۱۵/۳	۸۴۹/۹
۱-۲	۱/۶	۴۷/۷	۶/۴	۸/۲	-۰/۲	۱۶/۷	۸۶۴/۰
۱-۳	۱۱/۹	۵۹/۴	۵/۳	۱۴/۰	۷/۱	۲۰/۸	۸۵۹/۹
۲	۱۳/۳	۶۳/۴	۴/۹	۳/۹	-۲/۴	۱۰/۲	۸۶۰/۴
۳	۰/۴	۲۴/۸	۹/۴	۳۳/۹	۱۳/۸	۳۳/۹	۸۵۵/۳
۴	۷۰/۰	۷۸/۴	۲/۷	۱/۲	-۳/۴	۵/۹	۸۶۰/۶
۵-۱	۰/۲	۳۷/۵	۸/۹	۱۶/۵	۸/۶	۲۴/۴	۸۵۱/۳
۵-۲	۰۰/۰	۲۹/۲	۷/۲	۱۶/۷	۶/۱	۲۷/۴	۸۶۳/۷
۵-۳	۰/۵	۴۵/۸	۷/۶	۱۵/۸	۶/۸	۲۴/۷	۸۶۲/۷
۵-۴	۰/۳	۳۵/۶	۵/۳	۱۴/۳	۴/۱	۲۴/۵	۸۶۴/۳
۵-۵	۰/۳	۳۸/۵	۸/۱	۱۸/۶	۹/۱	۲۸/۱	۸۶۱/۳

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این پژوهش، شناسایی تیپ‌های هم‌دید هوای ایستگاه سنندج بود که پس از انجام محاسبات روی داده‌های موجود، در طی دوره‌ی آماری (۷۳-۱۳۴۳) اقلیم سنندج به یازده تیپ هم‌دید تقسیم شد. به نظر می‌رسد این تیپ‌های هم‌دید به دست آمده تا حدود زیادی گویای شرایط زمانی اقلیم این ایستگاه باشد. تغییرات زمانی هر یک از عناصر اقلیمی و به عبارت دیگر هر تیپ هوای هم‌دید به دست آمده به مجموعه‌ی عواملی وابسته بوده‌اند که می‌توان آنها را تحت عنوان «عوامل محلّی» و «عوامل یلوه‌ای» نام برد. حاکمیت عوامل محلّی (ارتفاع از سطح دریا، زاویه‌ی تابش، ناهمواری‌ها و ...) در تابستان به دلیل استقرار پر فشار جنب حاره‌ای آزر که باعث آسمانی صاف، هوای گرم و پایدار در ایستگاه می‌شود، بیشتر می‌شود. در نتیجه تیپ هم‌دید که در تابستان بیشتر از تیپ‌های هم‌دید دیگر رخ می‌دهد. تحت تأثیر عوامل محلّی کنترل کننده آب و هوای ایستگاه است، که از سالی به سال دیگر نوسان کمتری پیدا می‌کند. همین عامل باعث شده است که فراوانی تیپ هم‌دید که در تابستان یا به عبارت صحیح تر در زمان استیلای پر فشار جنب حاره‌ای آزر رخ داده است (تیپ هم‌دید تابستانی) بیشتر از تیپ‌های هم‌دید دیگر باشد. اما در فصل‌های دیگر عوامل کنترل کننده آب و هوا بیشتر از مناطق برون حاره‌ای به منطقه آمده و آب و هوا را متأثر می‌سازند و به خاطر متغیر بودن و همچنین متعدد بودن آنها، این عوامل ممکن است در یک یا چند سال به مقدار زیادی ظاهر شوند و در سال‌های دیگر ظاهر نشوند و یا دامنه‌ی فراوانی ماهانه‌ی آنها بلو متغیر باشد. همچنان که دامنه‌ی تغییر پذیری سالانه‌ی تیپ شماره ۱-۵ و دامنه‌ی تغییر پذیری ماهانه‌ی تیپ هوای ۲-۵ بیشتر از تیپ‌های دیگر بوده است البته شدت دامنه‌ی تغییر پذیری سالانه کل کمتر از شدت دامنه‌ی تغییر پذیری ماهانه است که به نظر می‌رسد خود به شرایط اقلیمی متفاوتی بستگی دارد که توسط بادهای غربی (شامل سیکلون‌ها، آنتی سیکلون‌ها، فراز و فرودهای موج‌های کوتاه و ...) به منطقه آورده می‌شوند، در نتیجه باید عوامل کنترل کننده اصلی آب و هوای ایستگاه سنندج و حتی سراسر ایران را در این فصول با الگوهای گردشی سیاره‌ای مرتبط دانست که توسط بادهای غربی و در قالب فرود بلند مدیترانه به منطقه آورده می‌شوند. در این مقاله، تنها تیپ‌های هم‌دید اصلی ایستگاه شناسایی شدند و این تحقیق می‌تواند شالوده‌ای برای انجام تحقیقات بعدی باشد. بدین صورت که تیپ‌های هم‌دید به دست آمده را می‌توان با رویدادهای محیطی متعددی، همچون: مرگ و میر و مسائل بهداشتی، شیوع آفات و بیماری‌های گیاهی و جانوری، مسائل آلودگی، رویدادهای فرین و ...، که تأثیر بسزایی در محیط زیست انسان، زندگی و

فیلگ های او داشته باشد مرتبط ساخت و با آشنایی به این روابط می توان از بسیلی از آنها تا حدی جلوگیری و یا اثرات زیان بار آنها را کاهش داد.

در پایان از همکاری صمیمانه کارکنان اداره هواشناسی سندج به ویژه آقای بهرام چاره خواه، به خاطر ارائه‌ی داده‌های مورد نیاز تشکر می شود.

منابع و مآخذ

۱. علیجانی، بهلول، (۱۳۷۹)، آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور: ۴۶.
۲. علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت: ۵ و ۲۳۲.
۳. یارنال، برنت، (۱۹۹۳)، کاربرد اقلیم شناسی در مطالعات محیطی، ترجمه‌ی مسعودیان، سید ابوالفضل، زیر چاپ.
4. Marco Morabito, Daniele Grifoni, simone Orlandini, Lorenzo Cecchi, Pietro Amedeo Modesti, Alfonso Crisci, Giampiero Maracchi, Gian Franco Gensini, (2007), *Winter classification of air masses and weather types for the forecasting of hospital admissions for Myocardial infarction in Florence, Italy*, American meteorology society.
5. Sheridan, Scott C. (2002), *The redelopment of a Weather_type classification schome for North America*, *International Journal of Climatology*, Volume 22, p 51- 68.
6. Bernardi, Adriana, at all, (1987), *Polluation Episodes at Venice Elated to Weather types: an Analysis for a better Predictability*, *Science of the Total Environment*, Volume 63, p 259-270.
7. Sheridan, Scott C. (2003), *North American Weather- type frequency and teleconnection indices*, *International Journal of Climatology*, Volume 23, p_2745.
8. Mc cabe GJ, Muller RA, (2002), *Effects of ENSO on eather_type frequencies and properties at New Orleans*, *Climate Research*, Volume 20, p 95-105.
9. Kassomenos, Pavlos A, at all, (2003), *On the relation between seasonal Synoptic circulation types and spial air quality characteristics in Athens, Greece*, *Air and Waste Management Association*, Volume 53, p 309-324.

مشخصات نویسندگان:

دکتر سید ابوالفضل مسعودیان استاد اقلیم شناسی و عضو هیأت علمی گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان.

پست الکترونیکی: porcista@geog.ui.ac.ir

بختیار محمد مدی، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان.

پست الکترونیکی: b.mohammadi@geog.ui.ac.ir