

جغرافیا و توسعه شماره ۲۳ تابستان ۱۳۹۰

وصول مقاله : ۱۳۸۹/۱/۲۹

تأیید نهایی : ۱۳۸۹/۱۱/۱۰

صفحات : ۹۸-۶۹

تحلیل تیپ‌های هوای زابل و ارتباط آنها با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

فرشته رزمجویی

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

دکتر امیرحسین حلبیان

استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه پیام نور مشهد

چکیده

در این پژوهش به منظور تحلیل تیپ‌های هوای زابل ۷ متغیر از اول فروردین‌ماه ۱۳۵۸ تا بیست و نهم اسفندماه ۱۳۸۲ در ایستگاه سینوپتیک زابل بررسی گردید. انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی آرایه‌ی داده‌های استاندارد شده (Std9088:18) و ادغام روزها بر اساس روش "وارد" نشان داد: زابل دارای ۶ تیپ هوا می‌باشد که عبارتند از: ۱- تیپ معتدل ۲- تیپ بارشی ۳- تیپ بسیار گرم و خشک ۴- تیپ گرم، خشک و بادی ۵- تیپ سرد و بادی و ۶- تیپ بادی. بر اساس یافته‌های این پژوهش تیپ هوای سرد و بادی و تیپ بادی فراوان‌ترین و بادوام‌ترین، تیپ بارشی، کم‌بسامدترین و تیپ بسیار گرم و خشک، کم‌دوام‌ترین تیپ‌های هوای زابل هستند. در ادامه برای هر تیپ یک روز به عنوان روز نماینده انتخاب گردید. فراوانی ماهانه و سالانه‌ی هر کدام از تیپ‌ها نیز محاسبه و مشخص گردید که فراوانی سالانه‌ی تیپ‌ها در سه دهه گذشته تغییر کرده است. در پایان به بررسی ارتباط این تیپ‌ها با الگوهای گردشی تراز میانی جو پرداخته شد و آشکار گردید که رخداد هر کدام از تیپ‌ها متأثر از الگوهای گردشی خاصی است. تحلیل هم‌دید ارتباط تیپ‌های هوای زابل با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که تیپ بادی (تیپ ۶) به عنوان گرم‌ترین تیپ غالباً متأثر از الگوهای گردشی ۱۴، ۱۵ و ۱۷ و تیپ‌های سرد و بادی (تیپ ۵) و بارشی (تیپ ۲) عمدتاً متأثر از الگوی گردشی ۱، ۲ و ۱۶ می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: تیپ هوا، تحلیل خوشه‌ای، الگوی گردشی، اقلیم‌شناسی هم‌دید، زابل.

مقدمه

یک تیپ هوا نماینده هواهایی است که از نظر متغیرهای جوی ممیز به اندازه‌ی کافی همانند یکدیگرند. به عبارت دیگر، یک تیپ هوا در برگیرنده‌ی تمام هواهایی است که از دیدگاه آماری آنقدر با یکدیگر همانندی داشته باشند که بتوان آنها را در یک گروه جای داد. اگر تحلیل تیپ‌های هوا در بازه‌ی روزانه انجام گیرد؛ یک تیپ هوا در برگیرنده‌ی روزهایی است که از هوای همانندی برخوردار بوده‌اند. ظهور یک تیپ هوا در یک مکان معین از یک‌سو به توده هوایی بستگی دارد که به آن محل وارد شده و

از دیگر سو، بازتاب شرایط جغرافیایی (ناهمواری، همسایگی با توده‌های آب و...) آن محل است. از آن جایی که شرایط جغرافیایی محل معمولاً ثابت است؛ تفاوت تیپ‌های هوایی که در یک محل از پس یکدیگر می‌آیند و می‌روند تابع توده‌های هوایی است که به آن محل وارد می‌شوند. در واقع، هر تیپ هوا را می‌توان برآیند سیطره و پایستگی یک الگوی گردشی معین دانست؛ هرچند محتمل است که یک الگوی گردشی معین در نقاط جغرافیایی مختلف تیپ‌های هوای متفاوتی ایجاد کند. هر چند ادبیات اقلیم‌شناسی همدید در باب شناسایی تیپ‌های هوا غنی است؛ اما در ایران پژوهش‌های مستقیم چندانی در این خصوص صورت نگرفته است. لمب^۱ (۱۹۵۰: ۴۲۹-۳۹۳) تیپ‌بندی هوای روزانه در مقیاس همدید را برای بریتانیا در دوره‌ی زمانی ۱۸۶۱-۱۷۷۱ انجام داده و هفت هوای اصلی را در آن محل شناسایی نموده است. لوند^۲ (۱۹۶۳: ۶۵-۵۶) پراکندگی فشار روزانه در شمال شرق ایالات متحده آمریکا را یک تیپ هوا نامید و با استفاده از روش همبستگی این روزها را گروه‌بندی و تیپ‌های غالب را شناسایی کرده است.

کالکستین و همکاران^۳ (۱۹۸۷: ۷۳۰-۷۱۷) توده‌های هوای حاکم بر شهر موبایل واقع در ایالت آلابامای آمریکا را بر اساس هفت متغیر دما، نقطه‌ی شبنم، میدان دید، ابرناکی آسمان، فشار تراز دریا، سرعت و جهت باد با استفاده از روش‌های "وارد"، فاصله‌ی مرکزی و فاصله‌ی متوسط شناسایی کردند. برناردی^۴ (۱۹۸۷: ۲۷۰-۲۵۹) به شناسایی تیپ‌های هوایی که وجود آورنده آلودگی‌ها در ونیز ایتالیا پرداختند تا از این طریق بتوانند زمان این آلودگی‌ها را پیش‌بینی کنند. شریدان^۵ (۱۹۹۱: ۳-۱) خصوصیات و روندهای جدید توده‌های هوا را مورد آزمایش قرار داده و سیستم طبقه‌بندی همدید را برای ۱۳ ایستگاه در تگزاس برای جون، جولای و آگوست از سال ۱۹۹۰-۱۹۶۱ به کار برده و روزهای بارانی را برای ۵ توده‌ی هوا (DP, DT, DM, MT, TR) با استفاده از متغیرهای هواشناسی دما، نقطه شبنم، فشار، یخبندان، سرعت و جهت باد شناسایی کرده است.

کریچاک و همکاران^۶ (۲۰۰۰: ۲۲۹-۲۱۵) رابطه‌ی الگوهای همدید و دوره‌های پربارش و کم‌بارش شرق مدیترانه را بررسی کرده‌اند. لیتمن^۷ (۲۰۰۰: ۱۷۱-۱۶۱) به کمک روش تحلیل خوشه‌ای، داده‌های فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را طبقه‌بندی کرده و رابطه‌ی تیپ‌های هوایی حاصله را

1-Lamb

2-Lund

3-Kalkstien&et al

4-Bernardi

5-Sheridan

6-Krichak&et al

7-Littmann

با بارش‌های حوضه‌ی مدیترانه بررسی نموده است. فاولر و کیلسبی^۱ (۲۰۰۲: ۱۹۲-۱۷۷) رابطه‌ی خشکسالی‌های هیدرولوژیک منطقه‌ی یورکشایر بریتانیا را با تیپ‌های هوای لامب بررسی کرده‌اند. مک‌کابی و مولر^۲ (۲۰۰۲: ۱۰۵-۹۵) به بررسی تیپ‌های هوای نئواورلئان در طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۲ پرداختند و همچنین اثرات انسو را بر روی فراوانی و ویژگی‌های این تیپ‌های هوا مطالعه کردند. شریدان^۳ (۲۰۰۲: ۶۶) روش طبقه‌بندی همدید مکانی را از جهات مختلف بازنگری کرده و معتقد است این روش ابزار سودمندی برای مطالعات محیطی است. همچنین، شریدان (۲۰۰۳: ۴۳) رابطه‌ی قوی بین تیپ‌های هوای امریکای شمالی و شاخص‌های پیوند از دور (نوسان اطلس شمالی NAO و اقیانوس آرام- امریکای شمالی PNA) یافته است. کاسمنوس و همکاران^۴ (۲۰۰۳: ۳۲۴-۳۰۹) تیپ‌های هوای سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۵۴ را در آتن شناسایی کردند و سپس ارتباط این تیپ‌های هوا را با ویژگی‌های کیفی هوا مورد بررسی قرار دادند.

مورابیتو و همکاران^۵ (۲۰۰۶: ۶۰-۵۲) به روش همدید به بررسی رابطه بین تیپ‌های هوای زمستانه‌ی فلورانس ایتالیا با بروز سکتة قلبی پرداختند و نشان دادند که بین تیپ‌های هوا و سکتة قلبی در فلورانس ارتباط آماری وجود دارد. بیسولی و همکاران^۵ (۲۰۰۶: ۱۳) پس از مطالعه تیپ‌های هوا در آلمان و مقایسه آن با رخداد توفند نتیجه گرفتند که بین فراوانی روزهای توفندی و تیپ هوا وابستگی معناداری وجود دارد. در ایران، علیجانی (۱۳۸۰: ۴۹-۲۱) تیپ‌های هوا و اثر آنها بر اقلیم ایران را به کمک داده‌های پایگاه NCEP/NCAR و با استفاده از روش تحلیل عاملی با ماتریس همبستگی آرایه‌ی S و چرخش واریماکس مورد مطالعه قرار داده است. در بین تیپ‌های هوا، تیپ مداری فراوان‌ترین و مداوم‌ترین تیپ است و تیپ‌های پرفشار شمالی و کم‌فشار غربی به ترتیب در درجه دوم اهمیت قرار دارند. نجارسلیقه (۱۳۸۰: ۱۲۵-۱۱۴) در پژوهشی به بررسی الگوهای همدید بارش‌های تابستانه‌ی جنوب‌شرق ایران پرداخت. بر اساس یافته‌های وی، چنانچه شرایط اولیه (ورود زبانه کم‌فشار موسمی) رطوبت را به ایران حمل کند ولی شرایط ثانویه (تمرکز کم‌ارتفاع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و واگرایی در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال) وجود نداشته باشد؛ ریزش‌های جوی به وقوع نخواهد پیوست. همچنین، علیجانی (۱۳۸۱: ۱۳۲-۱۱۴) تیپ‌های هوای باران‌آور تهران را بر اساس محاسبه‌ی چرخندگی و با استفاده از داده‌های بازسازی شده NCEP شناسایی کرد. نتایج این تحقیق ضمن شناسایی ۱۰ تیپ هوا نشان داد که برای تعیین تیپ‌های هوا در ایران، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مهم‌تر از ترازهای

1- Fowler & Kilsby
2- McCabe & Muller
3- Kassomenos & et al
4- Morabito & et al
5- Bissolli & et al

دیگر است. در این تراز، فرود سوریه نقش اصلی را در بارش‌های تهران دارد مسعودیان (۱۳۸۴: ۲۵-۱) هوای اصفهان را برای مدت ۴۴ سال بررسی نموده و ۹ تیپ هوا را در این محل شناسایی کرده است. پژوهش‌های فوق مبین این نکته است که شناسایی تیپ‌های هوا در گستره‌های مکانی مختلف با استفاده از روش‌های نوین آماری (تحلیل خوشه‌ای و عاملی) نتایج قابل قبولی دارد. مروری بر پژوهش‌های موجود بیانگر این است که تاکنون در خصوص شناسایی و تحلیل آماری تیپ‌های هوا در زابل و ارتباط آنها با الگوهای گردشی جو تحقیق خاصی صورت نگرفته است. با توجه به آن چه بیان گردید؛ در این پژوهش کوشش شده است تا برای شناسایی تیپ‌های هوای زابل ضمن استفاده از روش‌های نوین، تنها آن دسته از متغیرهای جوی که نماینده‌ی شرایط دمایی و رطوبتی جو می‌باشند، در تمامی ساعات دیده‌بانی به کار گرفته شوند. در عین حال، این پژوهش در صدد آن است تا به بررسی ویژگی‌های تیپ‌های هوای زابل نظیر فراوانی وقوع (ماهانه و سالانه)، احتمال رخداد هر تیپ در طول سال، پیاپی، تیپ‌های هوای ناسازگار و تیپ‌های هوای پی‌آیند، پایداری (مدت دوام هر تیپ)، احتمال رخداد و رخداد هر تیپ نیز بپردازد. از طرفی ارتباطی که بین الگوهای گردشی و تیپ‌های هوا وجود دارد از یک سو و آگاهی از این موضوع که حل بسیاری از مسایل و معضلات زیست‌محیطی (از قبیل خشکسالی، آلودگی هوا، هجوم آفات و...) در گرو شناسایی تیپ‌های هوا در این گستره‌ی مکانی است از دیگر سو، سبب گردید تا در این پژوهش چگونگی ارتباط تیپ‌های هوای شناسایی شده با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در کانون توجه نگارندگان قرار گیرد تا از این منظر نیز زمینه برای مطالعات بیشتر اقلیم‌شناسی کاربردی در آینده در این قلمرو جغرافیایی به دلیل ارتباطی که معمولاً بین تیپ‌های هوا و رویدادهای محیطی وجود دارد مهیا گردد.

داده‌ها

به منظور تیپ‌بندی هوای زابل از مجموعه داده‌های روزانه ایستگاه هواسنجی زابل ۷ متغیر اقلیمی شامل دمای خشک ساعات (۰۳-۰۹-۱۵)، دمای تر ساعات (۰۳-۰۹-۱۵)، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، بارش، نم نسبی ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) و سرعت و جهت باد در ساعات (۰۳-۰۹-۱۵) در طول دوره آماری ۱۳۵۸/۱/۱ تا ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ (به مدت ۲۵ سال) برگزیده شد که فهرست آنها در جدول (۲) آمده است. این متغیرها بدین سبب انتخاب شدند که نماینده‌ی شرایط دمایی و رطوبتی جو هستند. ابتدا، پایگاه داده‌ای از متغیرهای مورد بررسی در نرم‌افزار "متلب" 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 هوا بود؛ ابتدا آرایه داده‌ها با آرایش P (متغیرهای جوی بر روی ستون و روزها بر روی سطرها) به ابعاد ۱۸*۹۴ فراهم گردید. چون داده‌ها دارای یکاهای مختلفی هستند؛ پیش از انجام

تحلیل، استانداردسازی متغیرها ضروری است تا وزن همه‌ی متغیرها در تفکیک تیپ‌های هوا یکسان باشد. چون در اینجا هدف ما تنها هم وزن کردن متغیرها بود از رابطه‌ی 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 آرایه‌ی نهایی به ابعاد $۹۰۸۸ * ۱۸$ به دست آمد. این آرایه مبنای انجام تحلیل خوشه‌ای و محاسبه فواصل اقلیدسی قرار گرفت.

روش‌شناسی

چون قبل از انجام دسته‌بندی هیچ ایده‌ای درباره‌ی تعداد تیپ‌های هوا نداریم انجام تحلیل خوشه‌ای برای شناسایی تیپ‌های هوا 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 درجه‌ی همانندی آنها با یکدیگر آشکار شود. سپس تمامی t ها برحسب درجه همانندی با یکدیگر خوشه می‌شوند. بنابراین در یک تحلیل خوشه‌ای دو گام اساسی وجود دارد. گام اول محاسبه‌ی درجه همانندی افراد با یکدیگر است و گام دوم چگونگی ادغام افراد برحسب درجه همانندی آنها با یکدیگر. "در واقع، هدف اصلی روش خوشه‌بندی ایجاد گروهها و طبقاتی است که تنوع و تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق و پراکنش بین گروهی باشد (علیچانی، ۱۳۸۱: ۱۷۲)". بسته به روشی که برای محاسبه‌ی درجه همانندی و چگونگی ادغام انتخاب می‌کنیم؛ تحلیل خوشه‌ای را می‌توان به شیوه‌های مختلفی اجرا کرد. در این پژوهش، یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی انباشتی به روش ادغام "وارد" برای شناسایی تیپ‌های هوای زابل بر روی پایگاه داده انتخابی اعمال گردید. به منظور محاسبه‌ی درجه‌ی همانندی از میان روش‌های مختلف پیشنهادی از فاصله اقلیدسی و برای ادغام اقلامی که بالاترین همانندی را نشان می‌دهند؛ از شیوه‌ی پیوند "وارد" بهره گرفته شد. روشن است که برای n مشاهده $\frac{n(n-1)}{2}$ فاصله قابل محاسبه است. فرض کنید X_r بردار مشاهدات بر روی r و X_s بردار مشاهدات بر روی s باشد در این صورت فاصله‌ی اقلیدسی در بالا به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s)'$$

فاصله‌ی اقلیدسی :

در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه‌ی درجه ناهمانندی (همانندی) از فاصله‌ی اقلیدسی استفاده می‌شود. در روش "وارد" گروه‌های r و s در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آنها نسبت به ادغام هر یک از آنها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد؛ یعنی:

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)}$$

در اینجا d_{rs}^2 فاصله بین گروه r و گروه s است که به روش پیوند مرکزی به دست آمده باشد. در مطالعات اقلیم‌شناختی عمدتاً از روش ادغام "وارد" استفاده می‌شود؛ زیرا در این صورت میزان پراش درونگروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۷).

یکی دیگر از ویژگی‌های مهم تیپ‌های هوا که در این پژوهش مدنظر است؛ چگونگی پیاپی آنهاست. مقصود از پیاپی تعداد دفعاتی است که یک تیپ هوا پس از خود یا پس از یک تیپ هوای دیگر دیده می‌شود. با بررسی پیاپی می‌توان تیپ‌های هوای ناسازگار و تیپ‌های هوای پیاپند را شناسایی کرد. تیپ هوای i را ناسازگار با تیپ هوای j می‌نامیم؛ هرگاه هرگز پس از مشاهده تیپ هوای i تیپ هوای j مشاهده نشود.

ویژگی مهم دیگری که با شمارش پیاپی تیپ‌های هوا می‌توان تشخیص داد؛ میزان تداوم هر تیپ هوا است. طبیعی است که احتمال مشاهده‌ی یک تیپ هوا پس از رخداد همان تیپ بیشتر است؛ زیرا تیپ‌های هوای همانند تمایل دارند از پی هم ظاهر شوند؛ حتی برخی از تیپ‌های هوا که حد واسط تیپ‌های هوای کاملاً متباین هستند وظیفه‌ی گذار را بر عهده می‌گیرند.

اگر فراوانی وقوع هر تیپ هوا، پس از تیپ هوای دیگر (پیاپی) را برحسب درصد بیان کنیم؛ معیاری از یکپارچگی تیپ‌های هوا به دست می‌آوریم. این ویژگی را به شکل دقیق‌تری نیز می‌توان بیان کرد. اگر N تعداد روزهایی باشد که یک تیپ هوا مشاهده شده و n تعداد دفعات مشاهده آن تیپ هوا باشد؛ آنگاه شاخص رخداد OI را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$OI = 1 - \frac{n}{N}$$

در مورد تیپ‌های هوای کاملاً گسسته این شاخص برابر صفر و برای الگوهای کاملاً پیوسته برابر $1 - \frac{1}{N}$ خواهد بود (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۲۲).

مدت دوام هر تیپ هوای را در هر بار رخداد، به نام پایداری آن تیپ می‌شناسیم. در مقابل ویژگی‌های پایداری رخداد، می‌توان ویژگی‌های رخداد هر تیپ هوا را نیز بررسی کرد.

همچنان که ویژگی‌های رخدادهای معلوم می‌سازد که در صورت ظهور یک تیپ هوا تا چند روز باید انتظار ماندگاری آن را داشت؛ ویژگی‌های رخداد نیز معلوم می‌کند که پس از پایان یک تیپ هوا چه مدت باید سپری شود تا آن تیپ هوا دوباره ظاهر شود. بنابراین واژه‌ی رخداد در مقابل واژه رخداد قرار می‌گیرد. در این پژوهش کوشیده‌ایم تمامی موارد فوق نیز مورد بررسی قرار گیرد.

بحث

- تحلیل تیپ‌های هوای زابل

انجام تحلیل خوشه‌ای پایگانی انباشتی بر روی آرایه‌ی استاندارد شده به ابعاد (۱۸*۹۰۸۸) و ادغام روزها بر اساس روش "وارد" در طول دوره‌ی مورد بررسی نشان داد که زابل دارای شش تیپ هوای متمایز به شرح زیر است (شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۱):

جدول ۱: تیپ‌های هوای زابل

۱	تیپ معتدل	۳	تیپ بسیار گرم و خشک	۵	تیپ سرد و بادی
۲	تیپ بارشی	۴	تیپ گرم، خشک و بادی	۶	تیپ بادی

- تیپ معتدل

این تیپ که عمدتاً زمان آغاز آن ۱۴ مهر و زمان پایان آن ۱۸ اردیبهشت است؛ در فصول گذار (پاییز و بهار) تیپ غالب محسوب می‌شود و با فراوانی وقوع تقریباً ۱۸ درصد از نظر اوج فراوانی دارای یک توزیع دونمایی یکی در ۲۷ فروردین و دیگری در ۹ آبان است (شکل ۳ و جداول ۳ و ۴). بهترین روز نماینده‌ی این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۶۷/۸/۱۱ است. متوسط همبستگی این روز با دیگر روزهای همگروه خود ۰/۹۲ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۸۶ با یکدیگر می‌باشند (جدول ۳). با توجه به این که تمامی متغیرهای جوی در زمان پدیداری این تیپ به مقادیر میانگین خود گرایش دارند؛ چنین برداشت می‌شود که زابل در مدت رخداد این تیپ از هوای معتدلی برخوردار می‌باشد. نکته‌ی قابل توجه دیگر در خصوص این تیپ؛ کوتاهی دوره‌ی انتظار برای ظهور این تیپ است؛ زمانی که ظاهر می‌شود ۳ روز تداوم می‌یابد؛ سپس به مدت تقریباً ۱۴ روز ناپدید شده و در پی این مدت بار دیگر ظاهر می‌شود (جداول ۵ و ۶). وزش بادهای شدید در تمام طول سال ویژگی بارز تمامی تیپ‌های هوای زابل است. در این تیپ نیز بادهای نسبتاً شدیدی در تمام طول شبانه‌روز می‌وزد؛ اما سرعت آنها در بعدازظهر به بالاترین مقدار خود می‌رسد.

جهت غالب این بادهای در صبح‌هنگام، جنوب‌شرقی و در بعدازظهر و شب‌هنگام، جنوبی و جنوب‌غربی است (جدول ۲). تیپ مذکور بیشترین همانندی را با تیپ گرم، خشک و بادی دارد (جداول ۷ و ۸). فراوانی تیپ مزبور در دهه‌های اخیر نشان از میزان اندک نوسان فراوانی آن در طول دوره‌ی مورد بررسی دارد (شکل ۴).

- تیپ بارشی

این تیپ که غالباً امکان مشاهده‌ی آن از ۱۱ آبان تا ۱۹ فروردین وجود دارد از کمینه‌ی فراوانی در بین تیپ‌های هوای زابل برخوردار است. اوج فراوانی این تیپ نیز اغلب در ۲۹ دی است (شکل ۵ و جداول ۳ و ۴) که احتمال رخداد بارش در آن بر اساس دوره آماری مورد مطالعه تقریباً به ۴۵ درصد می‌رسد. بهترین روز نماینده این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۷۰/۹/۱۵ است. میانگین همبستگی این روز با دیگر روزهای همگروه خود ۰/۸۹ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی درون‌گروهی ۰/۸۰ با یکدیگر می‌باشند (جدول ۳). هرچند که میزان ریزش‌های جوی متعلق به این تیپ پایین است؛ اما نقش بسیار مهمی را در رخداد ریزش‌های جوی زابل ایفا می‌نماید و از این نظر بارشی‌ترین تیپ هوا در این قلمرو به شمار می‌آید. زابل در زمان آشکاری این تیپ دارای دو دوره‌ی بارشی سرد و گرم است؛ اما ریزش‌های این تیپ غالباً مربوط به دوره‌ی سرد سال می‌باشد. احتمال وقوع بارش تقریباً در ۳۷ درصد از مواردی که این تیپ هوا رخداد دارد امری محتمل است (جدول ۴). شایان ذکر است که در میان تیپ‌های حاصله بالاترین میزان نم نسبی نیز به این تیپ تعلق دارد که میزان آن در اوایل صبح بیش از ۸۰ درصد می‌باشد. در زمان حاکمیت این تیپ نیز وزش بادهای نسبتاً شدید که بیشینه‌ی سرعت خود را در بعدازظهر با جهت جنوبی آشکار می‌سازد واقعیتی عینی و ملموس است (جدول ۲). زمانی که تیپ مزبور پدیدار می‌شود ۲/۲ روز تداوم می‌یابد؛ سپس به مدت تقریباً ۲۱ روز ناپدید شده و در پی این مدت بار دیگر ظاهر می‌شود (جداول ۵ و ۶). در واقع، پایستگی کوتاه و بیشترین سازگاری با تیپ سرد و بادی از ویژگی‌های بارز این تیپ هوا در زابل است (جداول ۷ و ۸). بررسی سری سالانه‌ی فراوانی رخداد تیپ بارشی نشان از یک رفتار نوسانی کاملاً آشکار در طول دوره‌ی مورد مطالعه دارد. در مجموع، فراوانی این تیپ در سال ۱۳۶۳ نشانگر یک افزایش قابل ملاحظه و در سال‌های اخیر بیانگر یک کاهش شدید در دوره‌ی آماری مورد بررسی است (شکل ۶).

- تیپ بسیار گرم و خشک

این تیپ که عمدتاً زمان آغاز آن اول اردیبهشت و زمان پایان آن ۹ مهر است؛ در بین تیپ‌های هوای زابل پس از تیپ بارشی از کمترین فراوانی برخوردار می‌باشد. اوج فراوانی این تیپ نیز اغلب در ۸ خرداد است (شکل ۷ و جداول ۳ و ۴). بهترین روز نماینده‌ی این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۷۷/۳/۴ است. متوسط همبستگی این روز با روزهای همگروه خود ۰/۹۶ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۹۳ با یکدیگر می‌باشند. در واقع این تیپ پس از تیپ بادی دارای بالاترین همبستگی درون گروهی است (جدول ۳). گرما و خشکی شدید هوا از ویژگی‌های بارز این تیپ است. نگاهی اجمالی به مقادیر متغیرهای مورد مطالعه در زمان غلبه‌ی این تیپ خود گویای این موضوع است؛ به گونه‌ای که میزان درجه‌ی حرارت هوا در طی شبانه‌روز تقریباً بین ۲۳ تا ۴۱ درجه سلسیوس در نوسان بوده است. در عین حال، میزان نم نسبی نیز در بعدازظهرها به حدود ۱۷ درصد می‌رسد و هوا کاملاً خشک می‌گردد. در خلال استقرار این تیپ بادهای نسبتاً شدیدی در طی شبانه‌روز شروع به وزیدن می‌کنند که در هنگام صبح دارای بیشینه سرعت و در شب هنگام دارای کمینه سرعت هستند (جدول ۲). این تیپ در بین سایرین از کمترین پایستگی و دوام برخوردار است. به بیان دیگر، مدت زمانی در حدود ۲۰/۵ روز طول می‌کشد تا غالب می‌شود و هنگامی هم که غالب می‌گردد مدت زمان کوتاهی در حدود ۲/۱ روز تداوم دارد (جداول ۵ و ۶). این تیپ با تیپ‌های ۲ و ۵ (تیپ بارشی و تیپ سرد و بادی) اصلاً سازگاری و سنخیت ندارد و به عبارتی در زمان ظهور و حاکمیت تیپ مزبور احتمال رخداد این دو تیپ صفر است (جداول ۷ و ۸). بررسی درصد فراوانی سالانه این تیپ نشان از یک رفتار تناوبی در طول دوره مورد بررسی دارد (شکل ۸).

- تیپ گرم، خشک و بادی

این تیپ را که اغلب دارای یک توزیع زمانی دونمایی، یکبار تقریباً از اواخر فروردین تا اواسط خرداد و دگر بار از میانه شهریور تا اوایل آبان است؛ می‌توان تپیی چند اوجی با سه نمود فراوانی بیشینه، یکی در ۲۱ اردیبهشت و آن دو دیگر در ۱۶ و ۱۷ مهر دانست (شکل ۹ و جدول ۴). بهترین روز نماینده‌ی این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۷۴/۲/۳۱ است. میانگین همبستگی این روز با دیگر روزهای همگروه خود ۰/۹۴ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۸۹ با یکدیگر می‌باشند (جدول ۳). مهمترین ویژگی این تیپ گرمی و خشکی هوا همراه با وزش بادهای شدید با جهت جنوب‌شرقی است. در زمان رخداد این تیپ میزان درجه حرارت در طی شبانه‌روز تقریباً بین ۱۹ تا ۳۳ درجه سلسیوس در نوسان است. در عین حال، در طی این مدت میزان نم نسبی به طور محسوسی کاهش می‌یابد؛

به طوری که در بعدازظهرها مقدار آن به زیر ۲۰ درصد افت می‌نماید. علاوه بر این، در زمان آشکاری این تیپ بادهای شدیدی در طی شبانه‌روز شروع به وزیدن می‌کنند که در هنگام بعدازظهر دارای بیشینه شدت و در شب هنگام دارای کمینه شدت هستند (جدول ۲). به طور کلی در ۹۲ درصد مواردی که این تیپ خود را آشکار می‌سازد وزش بادهای شدید پدیده‌ای غالب و بدیهی است. سرعت وزش این بادهای گاهی به حدی می‌رسد که قادر به بلند کردن دانه‌های ماسه می‌باشند. در این هنگام غبار موجود در هوا به حدی است که سبب کاهش دید افقی می‌گردد. این تیپ به همراه تیپ بارشی پس از تیپ بسیار گرم و خشک از کمترین پایستگی و دوام برخوردار است. به بیان دیگر، مدت زمانی در حدود ۱۷ روز به طول می‌انجامد تا غالب می‌شود و هنگامی هم که مستولی می‌گردد مدت زمان کوتاهی در حدود ۲/۲ روز تداوم دارد (جداول ۵ و ۶). تیپ مذکور بیشترین همانندی را با تیپ بادی دارد (جدول ۷ و ۸). بررسی روند فراوانی سالانه‌ی این تیپ نیز حکایت از یک روند کاهشی و افزایشی تقریباً منظم در طی دوره‌ی مورد بررسی دارد (شکل ۱۰).

- تیپ سرد و بادی

این تیپ که در طول دوره‌ی آماری مورد بررسی به همراه تیپ بادی فراوان‌ترین تیپ هوای قابل مشاهده در زابل است و غالباً زمان آغاز آن ۲۵ مهر و زمان پایان آن ۷ فروردین می‌باشد را می‌توان یک تیپ پاییزه - زمستانه دانست (شکل ۱۱). تیپ مزبور با استقرار و اعمال حاکمیت خود در ۲۶ درصد از روزهای سال (بیش از یک چهارم از اوقات سال) اوج فراوانی خود را در ۹ آذر آشکار می‌سازد (جداول ۳ و ۴). بهترین روز نماینده‌ی این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۸۱/۹/۲۶ است. متوسط همبستگی این روز با دیگر روزهای همگروه خود ۰/۸۹ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۸۱ با یکدیگر می‌باشند (جدول ۳). میزان درجه‌ی حرارت هوا در زمان آشکاری این تیپ در طی شبانه‌روز تقریباً بین ۳ تا ۱۸ درجه‌ی سلسیوس در نوسان است؛ به طوری که گاهی اوقات هوا در طول شب به شدت رو به سردی می‌گراید (جدول ۲). احتمال وقوع یخبندان به عنوان مهمترین رویداد محیطی در حدود ۲۰ درصد از موارد رخداد این تیپ وجود دارد. نکته‌ی قابل ذکر دیگر در این تیپ، وجود ریزش‌های جوی است؛ به گونه‌ای که بالاترین احتمال رخداد بارش بعد از تیپ بارشی متعلق به این تیپ است (جدول ۴). شایان ذکر است در زمان پدیداری این تیپ نیز بادهای شدیدی با جهت جنوب‌شرقی در طی شبانه‌روز شروع به وزیدن می‌کنند که در هنگام بعدازظهر دارای بیشینه سرعت و در شب هنگام دارای کمینه سرعت هستند (جدول ۲). این تیپ به همراه تیپ بادی در بین سایرین از

بیشترین پایداری و دوام برخوردار است و از این جهت تیپی یکپارچه به شمار می‌آید. به بیان دیگر، مدت زمانی در حدود ۱۶ روز طول می‌کشد تا غالب شود و هنگامی هم که غالب می‌گردد مدت زمانی نسبتاً طولانی در حدود ۵/۷ روز تداوم دارد (جداول ۵ و ۶). این تیپ نیز با تیپ ۳ و ۶ (تیپ بسیار گرم و خشک و تیپ بادی) هیچگونه سازگاری و سنخیتی ندارد. این بدان معنا است که در زمان پدیداری تیپ مذکور؛ احتمال رخداد این دو تیپ صفر است (جداول ۷ و ۸). بررسی روند فراوانی سالانه‌ی این تیپ نشانگر میزان اندک نوسان فراوانی آن در طول بازه‌ی آماری مورد مطالعه است (شکل ۱۲).

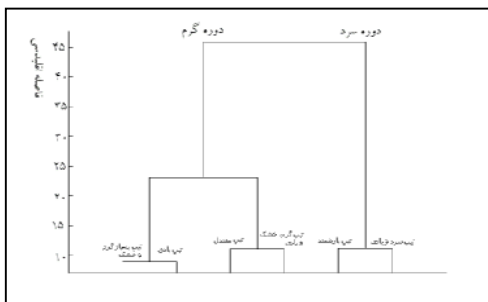
- تیپ بادی

این تیپ که به همراه تیپ سرد و بادی فراون‌ترین هوای قابل مشاهده در زابل می‌باشد و دوره‌ی فعالیت آن اغلب از ۲۴ اردیبهشت تا ۷ مهر است را می‌توان یک تیپ کاملاً تابستانه دانست (شکل ۱۳ و جدول ۴). بهترین روز نماینده‌ی این تیپ بر اساس روش همبستگی روز ۱۳۵۹/۵/۲۲ است. میانگین همبستگی این روز با دیگر روزهای گروه خود ۰/۹۷ است و در مجموع روزهای متعلق به این تیپ دارای همبستگی ۰/۹۴ با یکدیگر می‌باشند. این بدان معنا است که تیپ مزبور در میان تیپ‌های حاصله بالاترین همبستگی درون گروهی را به نمایش می‌گذارد و در واقع همگن‌ترین تیپ هوا در زابل به شمار می‌آید. نکته بارز و قابل توجهی که در این تیپ وجود دارد و بر همگان آشکار است وجود بادهای شدید ۱۲۰ روزه‌ی سیستان است. شاید بتوان به جرأت چنین گفت که شدیدترین و بادوام‌ترین بادهای در زابل یا حتی در ایران به این تیپ تعلق دارد. سرعت وزش این بادهای محلی که غالباً دارای جهت کاملاً جنوب‌شرقی هستند در صبح‌هنگام و بعدازظهرها به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد؛ به طوری که همراه خود دانه‌های شن و ماسه را حمل و جابه‌جا می‌کنند.

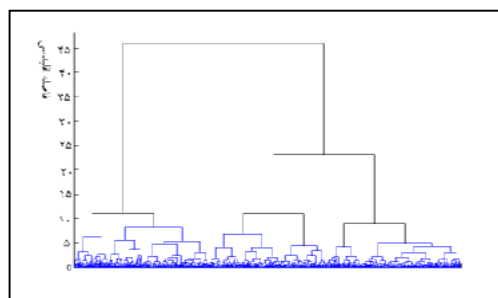
از دیگر ویژگی‌های مهم این تیپ هوا، گرمای فرین و خشکی شدید هوا همراه با وزش بادهای شدید ۱۲۰ روزه‌ی سیستان است. در زمان پدیداری این تیپ میزان درجه‌ی حرارت هوا در طی شبانه‌روز تقریباً بین ۲۶ تا ۴۰ درجه سلسیوس در نوسان است. در عین حال، در طی این مدت میزان نم نسبی نیز به حداقل میزان خود می‌رسد؛ به طوری که در بعدازظهرها مقدار آن تقریباً تا ۱۷ درصد افت می‌نماید و هوای فوق‌العاده خشکی بر زابل حاکم می‌گردد (جدول ۲). از آن جایی که ایران در دوره‌ی گرم سال زیر نفوذ پرفشار آزر در تراز میانی جو است (علیچانی، ۱۳۸۱: ۱۹ و مسعودیان، ۱۳۸۴: ۱۰)؛ این شرایط هم‌دید غالباً سبب رخداد بارش در هنگام استقرار این تیپ در زابل شده است. این وضعیت همراه با وزش شدید باد شرایط طاقت‌فرسایی را در زابل به دنبال دارد. در عین حال، چنین وضعیتی مؤید پژوهش‌های غیور و خسروی (۱۳۸۰: ۱۷۴-۱۴۱) است که ضمن بررسی تأثیر پدیده‌ی انسو بر

نابهنجاری‌های بارش تابستانی و پاییزی منطقه‌ی جنوب‌شرق ایران نشان دادند که در فصول تابستان طی فازهای گرم با استقرار قوی‌تر پرفشار جنب‌حاره‌ای عموماً شرایط خشکی تابستانه حاکم و استمرار می‌یابد. تیپ مزبور به همراه تیپ سرد و بادی در واقع خودسازگارترین تیپ هوا در زابل است؛ به طوری که تقریباً در ۸۳ درصد موارد در پی خودش ظاهر می‌شود و بیشترین سازگاری و همانندی را نیز با تیپ بسیار گرم و خشک دارد (جداول ۷ و ۸).

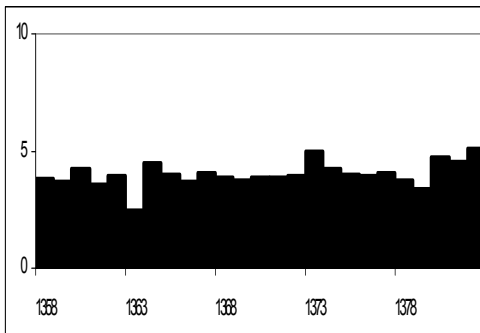
این تیپ به همراه تیپ سرد و بادی در بین سایرین از بیشترین پایداری و دوام برخوردار است و از این حیث تیپی کاملاً یکپارچه محسوب می‌گردد. به عبارت دیگر، مدت زمانی در حدود ۱۶/۲ روز طول می‌کشد تا مستولی شود و هنگامی هم که غالب می‌گردد مدتی در حدود ۵/۷ روز استمرار و تداوم دارد (جداول ۵ و ۶). تیپ مذکور هیچ‌گونه سنخیت و سازگاری با دو تیپ ۲ و ۵ (تیپ بارشی و تیپ سرد و بادی) ندارد و به عبارتی در زمان پدیداری تیپ مزبور احتمال رخداد این دو تیپ صفر است (جداول ۷ و ۸). بررسی سری سالانه فراوانی رخداد این تیپ نشانگر افزایش نسبی آن در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه است (شکل ۱۴). از این رو، به نظر می‌رسد که هوای زابل گرم‌تر شده است.



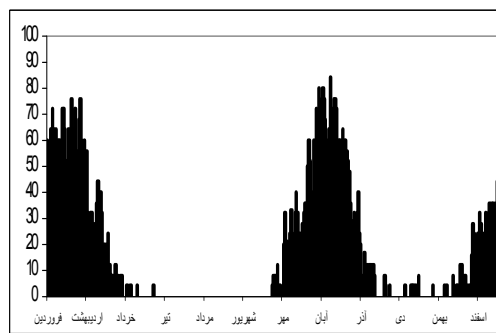
شکل ۲: دارنمای شش تیپ هوای زابل



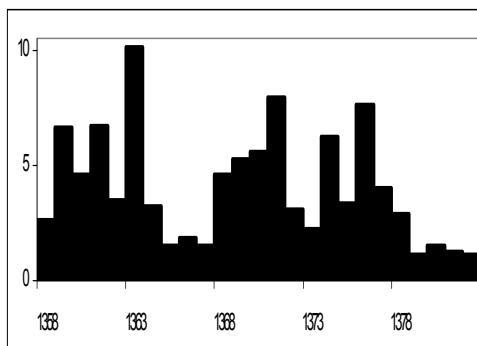
شکل ۱: دارنمای تیپ‌های هوای زابل



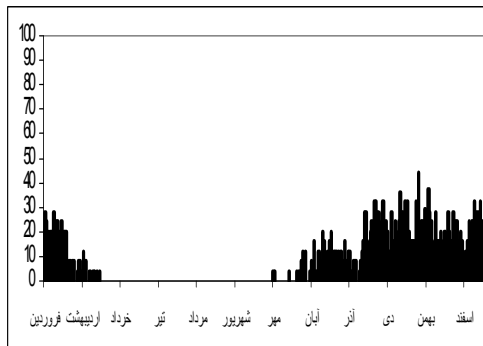
شکل ۴: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ معتدل



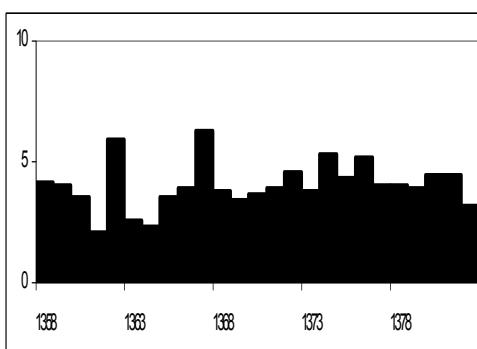
شکل ۳: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ معتدل



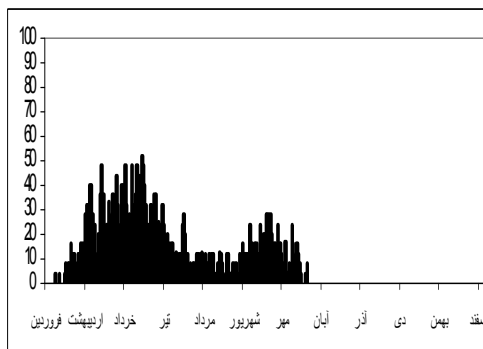
شکل ۶: نمودار درصد فراوانی سالانه‌ی تیپ بارشی



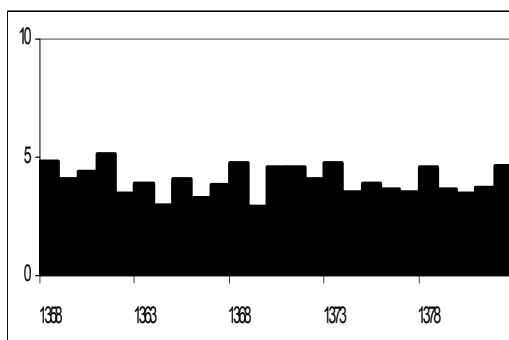
شکل ۵: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ بارشی



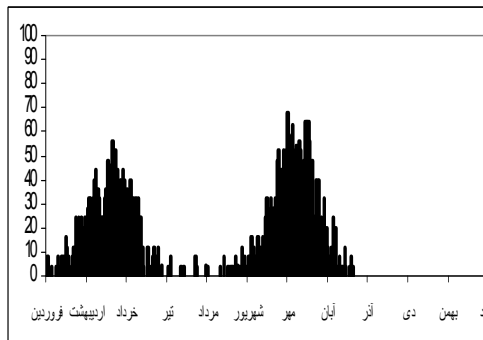
شکل ۸: نمودار درصد فراوانی سالانه‌ی تیپ بسیار گرم و خشک



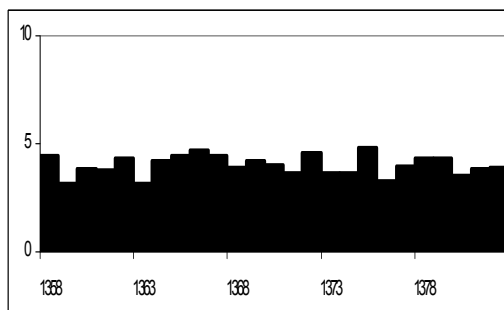
شکل ۷: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ بسیار گرم و خشک



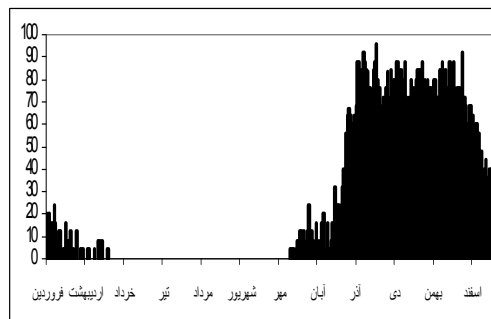
شکل ۱۰: نمودار درصد فراوانی سالانه‌ی تیپ گرم، خشک و بادی



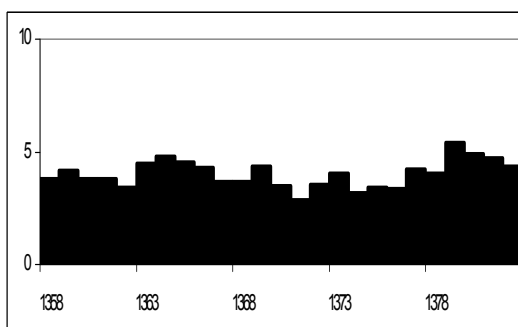
شکل ۹: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ گرم، خشک و بادی



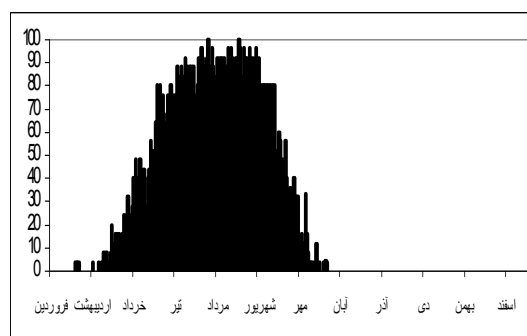
شکل ۱۲: نمودار درصد فراوانی سالانه‌ی تیپ سرد و بادی



شکل ۱۱: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ سرد و بادی



شکل ۱۴: نمودار درصد فراوانی سالانه‌ی تیپ بادی



شکل ۱۳: نمودار درصد فراوانی ماهانه‌ی تیپ بادی

جدول ۲: مقادیر داده‌های متغیرهای اقلیمی برای تحلیل تیپ‌های هوای زاہل

میانگین بارش روزانه	میانگین دمای کمینه	میانگین دمای بیشینه	دمای تر ۱۵	دمای تر ۰۹	دمای تر ۰۳	دمای خشک ۱۵	دمای خشک ۰۹	دمای خشک ۰۳	تیپ‌های هوا
۰/۰۵	۱۱/۹	۲۹/۳	۱۴/۴	۱۵/۴	۹/۳	۲۲/۹	۲۷/۲	۱۳/۲	تیپ معتدل
۱/۵	۸/۳	۱۹/۳	۱۱/۵	۱۲/۵	۷/۷	۱۴/۵	۱۷/۴	۹/۳	تیپ بارشی
۰/۰	۲۲/۷	۴۰/۷	۲۱/۳	۲۱/۴	۱۷/۰	۳۵/۲	۳۸/۸	۲۵/۲	تیپ بسیار گرم و خشک
۰/۰	۱۸/۶	۳۲/۵	۱۶/۱	۱۷/۰	۱۳/۰	۲۷/۱	۳۰/۶	۲۰/۱	تیپ گرم، خشک و بادی
۰/۰۸	۳/۳	۱۷/۵	۷/۰	۸/۶	۲/۰	۱۱/۷	۱۵/۶	۴/۲	تیپ سرد و بادی
۰/۰	۲۶/۰	۳۹/۹	۲۰/۳	۲۱/۰	۱۷/۴	۳۵/۰	۳۷/۹	۲۷/۸	تیپ بادی
۰/۱	۱۴/۸	۲۹/۵	۱۴/۶	۱۵/۶	۱۰/۵	۲۴/۰	۲۷/۵	۱۶/۲	میانگین

ادامه جدول ۲: مقادیر داده‌های متغیرهای اقلیمی برای تحلیل تیپ‌های هوای زاہل

تیپ‌های هوا	نم نسبی	نم نسبی	نم نسبی	سرعت باد	سرعت باد	سرعت باد	جهت باد	جهت باد	جهت باد
تیپ معتدل	۵۷/۹	۲۳/۲	۳۵/۲	۹/۴	۱۰/۵	۹	۱۶۷	۱۸۴	۱۹۳
تیپ بارشی	۸۰/۶	۵۷/۱	۷۰/۰	۱۰/۶	۱۱/۲	۱۱/۱	۱۹۶	۱۸۰	۱۶۹
تیپ بسیار گرم و خشک	۴۱/۶	۱۷/۱	۲۵/۷	۱۲/۶	۱۰/۸	۷/۲	۱۵۸	۱۷۷	۱۹۲
تیپ گرم، خشک و بادی	۳۹/۸	۱۹/۷	۲۶/۹	۱۸/۱	۱۹/۵	۱۴/۶	۱۴۸	۱۵۲	۱۵۲
تیپ سرد و بادی	۶۷/۳	۳۳/۳	۴۷/۲	۱۳/۴	۱۴/۶	۱۲/۲	۱۵۳	۱۷۰	۱۶۶
تیپ بادی	۳۱/۴	۱۷/۴	۲۱/۸	۲۲/۵	۲۳	۱۷	۱۴۸	۱۵۰	۱۴۸
میانگین	۵۱/۹	۲۶/۴	۳۶/۱	۱۴/۴	۱۴/۹	۱۱/۸	۱۵۷	۱۶۹	۱۷۰

جدول ۳: روز نماینده و درصد فراوانی تیپ‌های هوای زاہل

تیپ‌های هوا	سال	ماه	روز	سال	ماه	روز	همبستگی روز نماینده	همبستگی درونگروهی	فراوانی	درصد فراوانی
تیپ معتدل	۱۳۶۷	۸	۱۱	۱۹۸۸	۱۱	۲	۰/۹۲	۰/۸۶	۳۴۹۹	۱۸/۲
تیپ بارشی	۱۳۷۰	۹	۱۲	۱۹۹۱	۱۵	۶	۰/۸۹	۰/۸۰	۴۶۲۷	۸/۸
تیپ بسیار گرم و خشک	۱۳۷۷	۳	۵	۱۹۹۸	۴	۲۵	۰/۹۶	۰/۹۳	۶۹۸۸	۹/۰
تیپ گرم، خشک و بادی	۱۳۷۴	۲	۵	۱۹۹۵	۳۱	۲۱	۰/۹۴	۰/۸۹	۵۸۸۸	۱۱/۸
تیپ سرد و بادی	۱۳۸۱	۹	۱۲	۲۰۰۲	۲۶	۱۷	۰/۸۹	۰/۸۱	۸۶۵۵	۲۶/۰
تیپ بادی	۱۳۵۹	۵	۸	۱۹۸۰	۲۲	۱۳	۰/۹۷	۰/۹۴	۵۱۲	۲۵/۹

جدول ۴: زمانبندی وقوع تیپ‌های هوای زابل و درصد احتمال رخداد بارش، یخبندان،

مه‌پگاهی و وزش باد در این تیپ‌ها

تیپ پایان زمان	زمان اوج تیپ	زمان آغاز تیپ	درصد احتمال وزش باد	میانگین بارش در روز بارش	درصد احتمال مه‌پگاهی	درصد احتمال یخبندان	درصد احتمال بارش	تیپ‌های هوا
۲/۱۸	۸/۹ ۱/۲۷	۷/۱۴	۴۹/۳	۱/۴	۰/۲	۰/۰	۳/۵	تیپ معتدل
۱/۱۹	۱۰/۲۹	۸/۱۱	۵۲/۹	۴/۱	۰/۱	۲/۸	۳۶/۷	تیپ بارشی
۷/۹	۳/۸	۲/۱	۵۹/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۰	۰/۳	تیپ بسیار گرم و خشک
۳/۱۲ ۸/۸	۲/۲۱ ۷/۱۷ و ۱۶	۱/۲۴ ۶/۱۵	۹۱/۷	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۴	تیپ گرم، خشک و بادی
۱/۷	۹/۹	۷/۲۵	۵۲/۹	۱/۵	۰/۳	۲۰	۵/۱	تیپ سرد و بادی
۷/۷	۵/۱۸	۲/۲۴	۹۸/۶	۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	تیپ بادی

جدول ۵: رخداد تیپ‌های هوای زابل

تیپ بادی	تیپ سرد و بادی	تیپ گرم و خشک و بادی	تیپ بسیار گرم و خشک	تیپ بارشی	تیپ معتدل	تیپ‌های هوا
۵/۷	۵/۷	۲/۲	۲/۱	۲/۲	۳	میانگین پایستگی
۸/۷	۸/۲	۲/۱	۱/۵	۲/۰۸	۳/۲۴	انحراف معیار
۱۵۲	۱۴۴	۹۲	۷۵	۹۳	۱۰۶	تغییرپذیری
۷۴	۷۰	۱۸	۱۱	۱۶	۲۴	بیشینه
۱	۱	۱	۱	۱	۱	کمینه
۴۱۱	۴۰۰	۴۶۱	۳۷۲	۲۶۰	۴۶۱	رخداد
۲۲۶۳	۲۲۸۲	۱۰۵۲	۷۸۰	۵۷۸	۱۴۰۸	فراوانی
۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۶۷	شاخص رخداد

جدول ۶: رخدادهای تیپ‌های هوای زابل

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک	تیپ گرم و خشک و بادی	تیپ سرد و بادی	تیپ بادی
میانگین پایستگی	۱۴/۳	۲۱/۱	۲۰/۵	۱۷	۱۶	۱۶/۲
انحراف معیار	۳۳/۵	۵۲/۱	۴۸/۲	۳۸/۵	۴۶	۵۲/۵
تغییرپذیری	۲۳۴	۲۴۷	۲۳۴	۲۲۵	۲۸۷	۳۲۳
بیشینه	۱۷۷	۲۷۴	۲۴۲	۲۰۲	۲۴۷	۲۵۸
کمینه	۱	۱	۱	۱	۱	۱
رخدادهای	۴۵۱	۲۶۰	۳۷۲	۴۵۱	۴۰۰	۴۱۱
فراوانی	۶۴۶۸	۵۵۰۰	۷۶۵۶	۷۷۰۸	۶۴۱۶	۶۶۸۶
شاخص رخدادهای	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴

جدول ۷: فراوانی پیاپی تیپ‌های هوای زابل

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک	تیپ گرم، خشک و بادی	تیپ سرد و بادی	تیپ بادی
تیپ معتدل	۱۱۴۰	۱۲۴	۸۰	۱۷۵	۱۴۵	۵
تیپ بارشی	۱۰۰	۴۴۸	۰	۵	۲۵۰	۰
تیپ بسیار گرم و خشک	۳۸	۴	۴۲۹	۸۹	۰	۲۶۶
تیپ گرم و خشک و بادی	۲۰۷	۵	۱۰۰	۶۰۷	۱۷	۱۴۰
تیپ سرد و بادی	۱۷۷	۲۲۲	۰	۱۳	۱۹۶۳	۰
تیپ بادی	۷	۰	۲۱۷	۱۸۷	۰	۱۹۵۲

جدول ۸: درصد پیاپی تیپ‌های هوای زابل

تیپ‌های هوا	تیپ معتدل	تیپ بارشی	تیپ بسیار گرم و خشک	تیپ گرم و خشک و بادی	تیپ سرد و بادی	تیپ بادی
تیپ معتدل	۶۸/۳	۱۵/۴	۹/۶	۱۶/۲	۶/۱	۰/۲
تیپ بارشی	۵/۹	۵۵/۷	۰	۰/۴	۱۰/۵	۰
تیپ بسیار گرم و خشک	۲/۲	۰/۴	۵۱/۹	۸/۲	۰	۱۱/۲
تیپ گرم و خشک و بادی	۱۲/۴	۰/۶	۱۲/۱	۵۶/۴	۰/۷	۵/۹
تیپ سرد و بادی	۱۰/۶	۲۷/۶	۰	۱/۲	۸۲/۶	۰
تیپ بادی	۰/۴	۰	۲۶/۲	۱۷/۳	۰	۸۲/۶

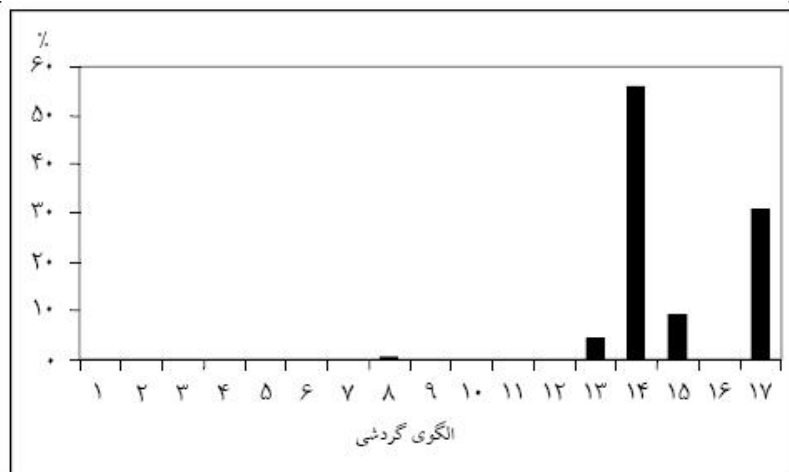
- ارتباط تیپ‌های هوای زابل با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

به منظور شناسایی ارتباط تیپ‌های هوای زابل با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از ۱۷ الگوی گردشی تراز میانی جو بهره‌جسته‌ایم. مسعودیان (۱۳۸۵: ۱۴۷-۱۳۷) با استفاده از داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل پایگاه NCEP/NCAR با دوره‌ی آماری (۲۰۰۳-۱۹۷۴) و به کمک روش‌های تحلیل مؤلفه مبنا و تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام "وارد" ۱۷ الگوی گردشی را در تراز میانی جو بر فراز ایران شناسایی کرده و آن را زیج اسفزاری نامیده است. در این پژوهش زیج اسفزاری را مبنای الگوهای گردشی قرار داده و آن را با گرمترین، سردترین و بارشی‌ترین تیپ‌های هوای زابل مقایسه کرده‌ایم. این مقایسه از طریق محاسبه‌ی درصد فراوانی الگوهای گردشی مرتبط با تیپ‌های یاد شده صورت گرفته است.

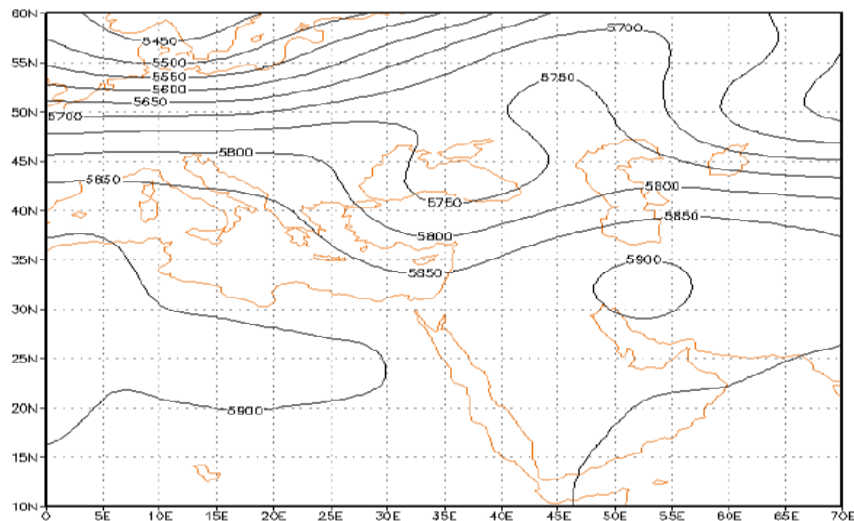
این مقایسه نشان داد که تیپ بادی (تیپ ۶) که تیپی کاملاً تابستانه است؛ به عنوان گرمترین تیپ غالباً متأثر از الگوهای گردشی ۱۴، ۱۵ و ۱۷ و تیپ‌های سرد و بادی (تیپ ۵) و بارشی (تیپ ۲) عمدتاً متأثر از الگوی گردشی ۱، ۲ و ۱۶ در زیج اسفزاری می‌باشند. در ذیل چگونگی ارتباط این الگوهای گردشی را با تیپ‌های هوای زابل (گرمترین، سردترین و بارشی‌ترین تیپ) بررسی کرده‌ایم:

- ارتباط تیپ بادی زابل با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

نگاهی اجمالی به نمودار درصد فراوانی الگوهای گردشی مرتبط با تیپ بادی زابل نشان از این دارد که در این تیپ فراوانی الگوهای گردشی ۱۴، ۱۵ و ۱۷ بیش از سایرین است که البته در این بین نیز الگوی گردشی ۱۴ از فراوانی بیشتری نسبت به دو الگوی دیگر برخوردار است (شکل ۱۵). الگوی گردشی ۱۴ که می‌توان آن را الگوی گردشی فرود دریای سیاه-مدیترانه نامید از یک سو نشانگر استقرار پراتفاح گسترده آزور بر شمال آفریقا و ایران و از دیگر سو بیانگر شکل‌گیری فرودی بر روی دریای سیاه و منتهی‌الیه شرق مدیترانه با تاثیرگذاری بر پهنه‌ی شمال غربی کشور است. در این الگوی گردشی مرکز پراتفاح آزور با ارتفاع مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی بخش‌های شمالی و شمال شرقی آفریقا متمرکز شده است. در عین حال، کانون دیگری از این مرکز پراتفاح بر روی مرکز ایران بسته شده و گسترش شمالی قابل توجهی در جهت نصف‌النهاری پیدا کرده است. در زمان رخداد این الگوی گردشی بخش عمده‌ای از قلمرو جغرافیایی ایران کاملاً تحت سیطره و استیلای این مرکز پراتفاح قرار گرفته و بدین سبب شرایط پایداری پویشی (دینامیکی) شدیدی بر گستره‌ی وسیعی از کشور حکمفرما می‌باشد (شکل ۱۶).

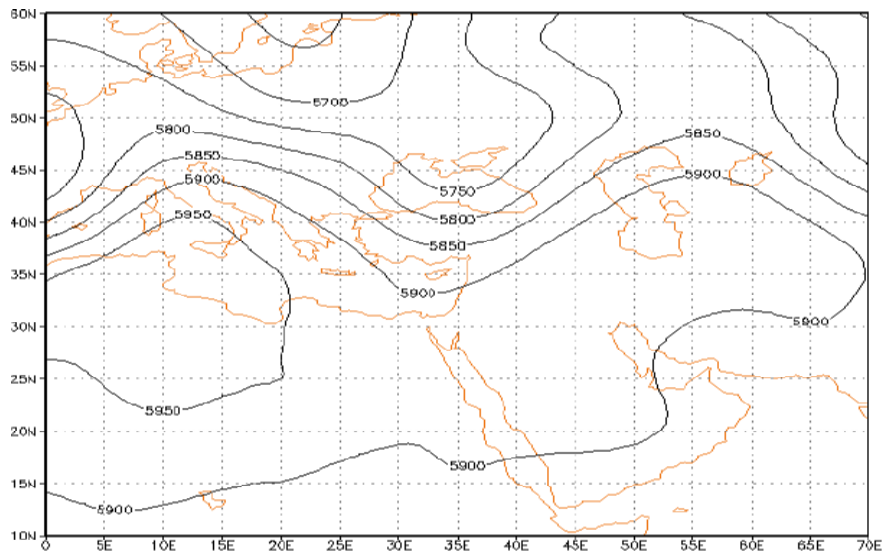


شکل ۱۵: درصد فراوانی الگوهای گردشی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) مرتبط با تیپ بادی زابل



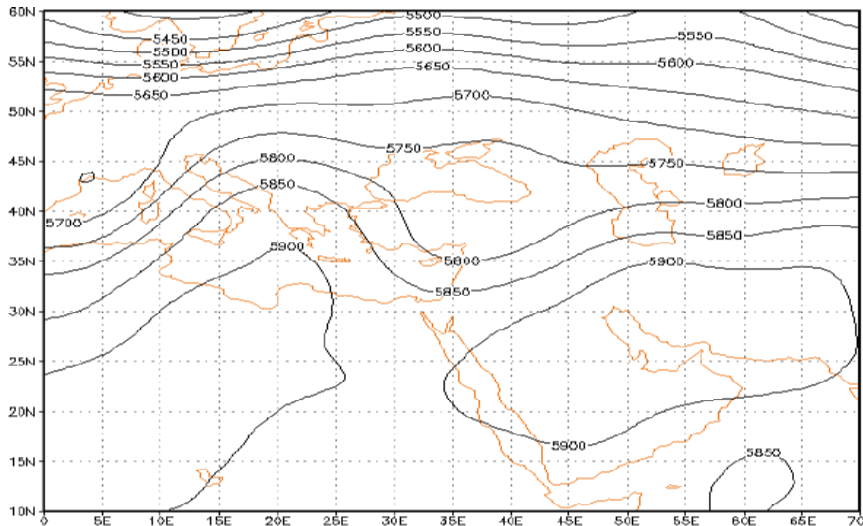
شکل ۱۶: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۱۴ (الگوی گردشی فرود دریای سیاه-مدیترانه)

تأثیرگذاری الگوی ۱۷ تحت عنوان الگوی گردشی فراز ایتالیا- فرود شرق مدیترانه بر رخداد تیپ بادی زابل در مقایسه با الگوی ۱۴ (الگوی گردشی دریای سیاه- مدیترانه) کمتر و نسبت به الگوی ۱۵ با نام فراز یونان- فرود شرق مدیترانه بیشتر است. این موضوع از بررسی نمودار درصد فراوانی الگوهای گردشی مرتبط با تیپ بادی زابل کاملاً قابل برداشت است (شکل ۱۵). این الگوی گردشی عرصه کنش و فعالیت فراز ایتالیا، فرود قبرس و فراز دریای خزر و در عین حال حاکمیت پرارتفاع آזור بر سراسر ایران و شمال آفریقا است. بر اساس این الگوی گردشی کانون پرارتفاع آזור با ارتفاع مرکزی ۵۹۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی بخش‌های شمالی، شمال شرقی آفریقا و جنوب مدیترانه واقع شده و زبانه‌های آن نیز در جهت شرقی گسترش مداری قابل توجهی پیدا کرده است؛ به گونه‌ای که تمامی پهنه‌های شمالی و شرقی آفریقا، بخش‌های زیادی از عربستان و گستره‌ی وسیعی از ایران را به طور کامل فرا می‌گیرد و به سبب این سیطره‌ی آشکار شرایط پایداری پویشی (دینامیکی) فوق‌العاده شدیدی را بر این مناطق تحمیل می‌نماید (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۱۷
(الگوی گردشی فراز ایتالیا - فرود شرق مدیترانه)

الگوی گردشی ۱۵ تحت عنوان الگوی فراز یونان - فرود شرق مدیترانه از فراوانی کمتری نسبت به دو الگوی فوق در زمینه‌ی تأثیرگذاری بر رخداد تیپ بادی زابل برخوردار است. آرایش گردشی این الگو نشان از غلبه‌ی پراتفاح آזור در نیمه‌ی جنوبی قلمرو مورد بررسی دارد که کانون بزرگی از آن نیز بر روی ایران گسترده شده است. در عین حال، در نیمه‌ی شمالی این قلمرو نیز آرایش فراز و فرودهای متوالی کاملاً مشهود است. به بیان دیگر، فرودی بر روی غرب مدیترانه که با فرازی بر روی یونان و فرود دیگری در شرق مدیترانه دنبال می‌شود، ویژگی مشخصه‌ی این الگوی گردشی است. در این الگوی گردشی کانونی از پراتفاح آזור بر روی عربستان، مرکز و شرق ایران نمودی آشکار دارد و کانون دیگری نیز بر روی بخش‌هایی از جنوب دریای مدیترانه و شمال آفریقا مشاهده می‌شود. پیشروی این مرکز پراتفاح سبب پس‌نشینی امواج بادهای غربی در جهت نصف‌النهاری به طرف عرض‌های بالاتر گردیده است. نتیجه این که گستره‌ی وسیعی از ایران به استثنای پهنه‌هایی از شمال غرب کشور تحت سیطره این مرکز پراتفاح قرار گرفته و شرایط پایداری پویشی (دینامیکی) شدیدی بر آن حکمفرما می‌باشد (شکل ۱۸). برقراری شرایط پایداری ناشی از استقرار پراتفاح پویشی (دینامیکی) آזור از یک سو به نفع افزایش تابش‌های کوتاه ورودی است و از این طریق جو را گرم می‌کند و از دیگر سو این گرمایش پویشی اثر گرمایش تابشی را تقویت می‌نماید. از این گذشته در حالت استقرار پایداری پویشی (دینامیکی) انباشت بخار آب در لایه‌های پایین جو موجب تقویت اثر گلخانه‌ای و سرانجام تشدید گرمایش هوا می‌گردد.

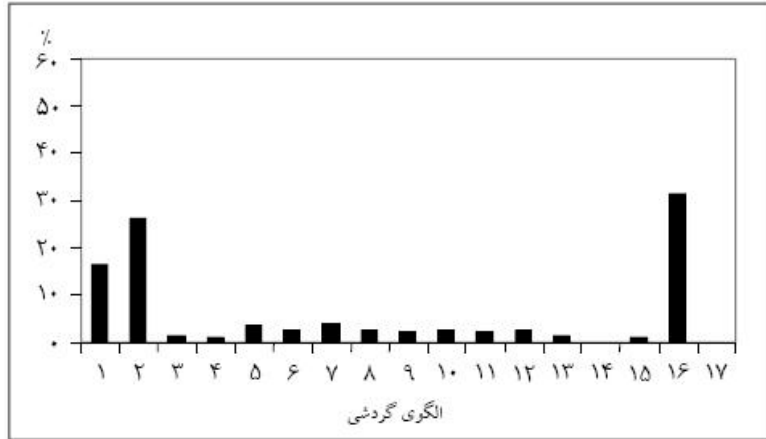


شکل ۱۸: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۱۵
(الگوی گردشی فراز یونان - فرود شرق مدیترانه)

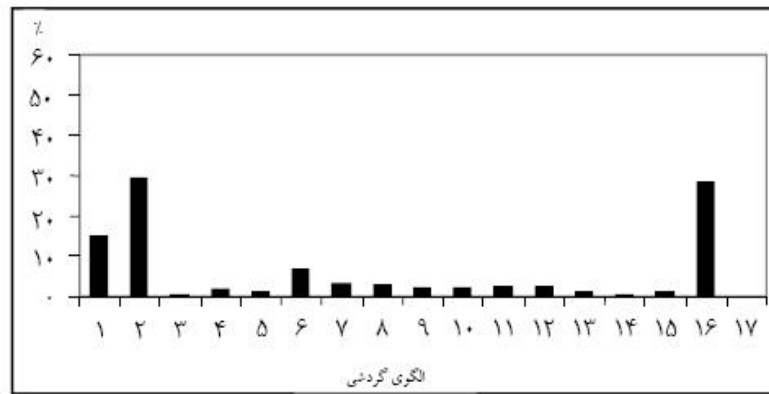
بررسی سه الگوی فوق مؤید پژوهش‌های علیجانی (۱۳۸۱: ۱۹) است که ضمن بررسی همدید الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه نشان داد که مهمترین ویژگی دوره‌ی گرم سال علاوه بر تضعیف بادهای غربی و پسروی آنها به طرف شمال، گسترش تدریجی پرفشار جنب حاره‌ای آזור از طرف غرب است که جابجایی آن ویژگی اصلی توپوگرافی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این دوره می‌باشد. در مجموع تحلیل همدید ارتباط الگوهای گردشی ۱۴، ۱۵ و ۱۷ با تیپ بادی زابل حاوی این واقعیت است که بین الگوهای گردشی مزبور و تیپ فوق‌الذکر ارتباط نزدیک و معناداری وجود دارد. بر این اساس الگوهای گردشی مذکور را می‌توان به عنوان الگوهای گردشی همزمان با رخداد تیپ بادی زابل معرفی نمود. در این خصوص ارتباط میان این الگوهای گردشی و تیپ مزبور تا آنجاست که با مشاهده الگوهای همزمان با رخداد این تیپ هم می‌توان به ماهیت دمایی آن پی برد.

– ارتباط تیپ‌های سرد و بادی و بارشی زابل با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

بررسی نمودارهای درصد فراوانی الگوهای گردشی مرتبط با این دو تیپ (سردترین و بارشی‌ترین تیپ هوای زابل) بیانگر این واقعیت است که در هر دو تیپ فراوانی الگوهای گردشی ۱، ۲ و ۱۶ نسبت به سایرین بیشتر است که در این میان نیز الگوی گردشی ۱۶ در سردترین تیپ و الگوی گردشی ۲ در بارشی‌ترین تیپ از فراوانی بیشتری در مقایسه با دو الگوی دیگر برخوردار می‌باشند (شکل‌های ۱۹ و ۲۰).



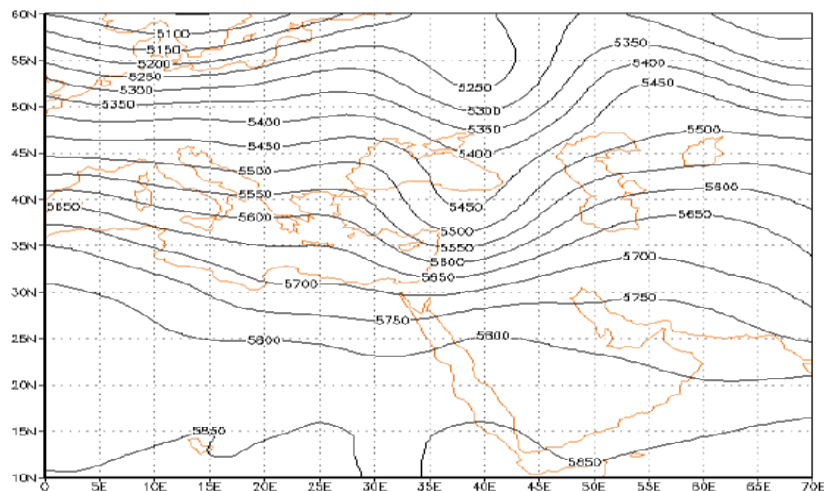
شکل ۱۹: درصد فراوانی الگوهای گردشی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) مرتبط با تیپ سرد و بادی زابل



شکل ۲۰: درصد فراوانی الگوهای گردشی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) مرتبط با تیپ بارشی زابل

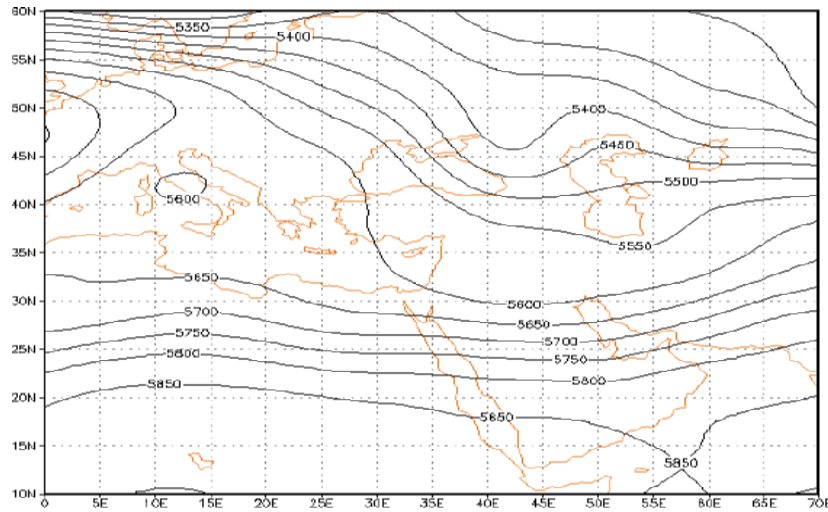
در الگوی گردشی ۱۶ که می‌توان آن را الگوی گردشی فرود سوریه نیز نامید؛ بارزترین پدیده‌ی همدید فرودی است که از سوریه آغاز می‌شود و تا روسیه ادامه می‌یابد. در دنباله این فرود آرایشی فرازی شکل گرفته که تقریباً محور آن از شرق ایران می‌گذرد. این محور در بخش‌های جنوبی‌تر کشور به سوی غرب متمایل می‌شود. در مجموع در زمان رخداد این الگوی گردشی بخش‌های غربی قلمرو مورد بررسی یک فرود را تجربه می‌کند ولی بخش‌های شرقی که ایران را نیز در برمی‌گیرد آرایش فرازی را به نمایش می‌گذارد. در این شرایط، جریان‌های جنوب غربی بر بخش‌های شمال غربی ایران و جریان‌های تقریباً غربی بر قسمت‌های جنوب غرب کشور حاکم هستند. در نیمه‌ی شرقی کشور نیز جریان‌های تقریباً شمال غربی حاکمیت دارند

(شکل ۲۱). فرود نسبتاً عمیق ایجاد شده بر روی سوریه موجب ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی مناطق واقع در عقب فرود می‌شود. با عمیق شدن این فرود زبانه‌های هم‌ارتفاع بر روی غرب و شمال غرب ایران جهت تقریباً جنوب غربی - شمال شرقی پیدا کرده‌اند و در نتیجه می‌توانند منجر به ایجاد ناپایداری‌هایی در غرب و شمال غرب کشور گردند.



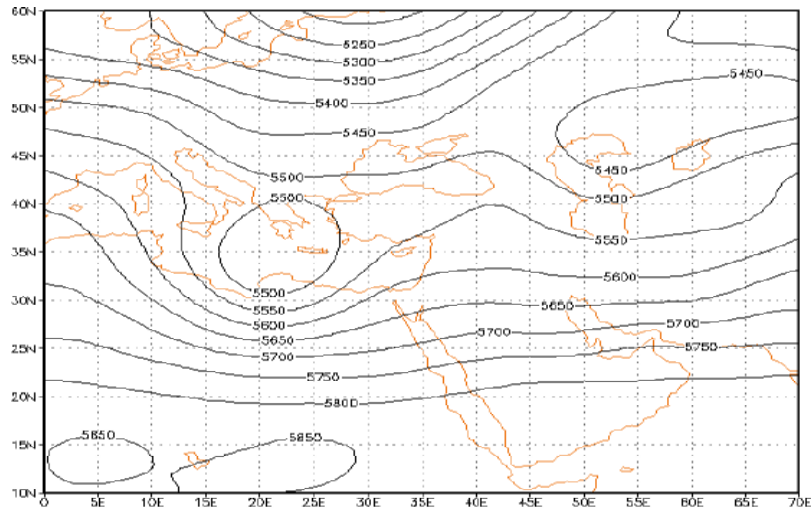
شکل ۲۱: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۱۶ (الگوی گردشی فرود سوریه)

الگوی گردشی ۲ و به عبارتی الگوی گردشی فرود دریای سیاه نشانگر استقرار فرازی بر روی اروپا و فرودی بر روی دریای سیاه است. در چنین شرایطی بر روی ایران تقریباً جریان‌های غربی تا جنوب غربی حاکم می‌شود (شکل ۲۲). در زمان رخداد این الگوی گردشی از یک سو هوای سرد شمالی از شمال غرب به ایران سرازیر می‌شود و از دیگر سو هوای گرم جنوبی از جنوب غرب به کشور وارد می‌گردد. در این شرایط و در صورت مناسب بودن عمق فرود زمینه برای ایجاد ناپایداری و رخداد بارش در ایران به ویژه در پهنه‌های غربی و شمال غربی فراهم می‌شود. این در حالی است که در بخش‌های شرقی و مرکزی کشور برقراری جریان‌های نسبتاً مداری شرایط پایداری را فراهم می‌آورد. در این هنگام از سال (دوره زمستانی) استقرار پایداری جوی به نفع خروج تابش‌های بلند و بروز سرمای تابشی است. بنابراین به نظر می‌رسد؛ غالباً این دو تیپ هوا از یک سو با شرایط گردشی و از دیگر سو با شرایط فیزیکی سطحی در ارتباط می‌باشند.



شکل ۲۲: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۲ (الگوی گردشی فرود دریای سیاه)

الگوی گردشی ۱ تحت عنوان الگوی گردشی فرود شرق مدیترانه از فراوانی کمتری نسبت به دو الگوی فوق برخوردار است. این الگوی گردشی در واقع حاکمیت جریان‌های تقریباً مداری بر روی ایران و استقرار فرودی عمیق بر روی شرق مدیترانه را آشکار می‌سازد که محور آن از یونان و کرت عبور می‌نماید (شکل ۲۳). محور این فرود با راستای شمالی - جنوبی تا شاخ آفریقا در طول ۲۵-۲۰ درجه‌ی شرقی قرار گرفته است. ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی مدیترانه و قرارگیری پراارتفاعی به ارتفاع مرکزی ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شمال آفریقا که کار انتقال هوای گرم و مرطوب را به جلوی فرود انجام خواهد داد باعث تقویت این فرود گردیده است. بر اساس این الگوی گردشی، اروپا شاهد یک آرایش فرازی است. از این رو، هوای سرد اروپا می‌تواند بر روی مدیترانه سرازیر شده و در تصادم با هوای گرم و مرطوب مدیترانه در دوره‌ی سرد سال شرایط تشکیل جبهه را فراهم آورد. در عین حال، استقرار و حاکمیت فرود بر روی مدیترانه شرایط پویایی (دینامیکی) ناپایداری را آماده می‌سازد؛ در نتیجه همراه با ناپایداری حاصل از ناپیوستگی جبهه‌ای امکان تشکیل سامانه‌های باران‌زا (کم‌فشارهای مدیترانه‌ای) مهیا می‌شود. این سامانه‌ها می‌توانند در بستر بادهای غربی موج با ورود به ایران موجبات بارش را فراهم سازند. بر اساس این الگوی گردشی فرازی نیز بر روی ترکیه و شرق دریای سیاه مشاهده می‌شود. در شرایطی که این فراز موقعیتی جنوبی‌تر پیدا کند نفوذ هوای سرد به داخل کشور امری محتمل است.



شکل ۲۳: آرایش گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد الگوی ۱ (الگوی گردشی فرود شرق مدیترانه)

بررسی سه الگوی فوق پژوهش‌های علیجانی (۱۳۸۱: ۷) را که ضمن بررسی همدید الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه معتقد است: مهمترین کانون‌های تحول منطقه در شرق مدیترانه، دریای سیاه و دریای خزر قرار دارند و در دوره‌ی سرد سال بادهای غربی قوی‌تر بوده و تقریباً تمامی منطقه را فرا می‌گیرند تأیید می‌کند. در مجموع تحلیل همدید ارتباط دو تیپ سرد و بادی و بارشی زابل با الگوهای گردشی ۱، ۲ و ۱۶ تبیین‌کننده‌ی این است که غالباً الگوهای گردشی ویژه‌ی در رخداد این تیپ‌ها مشارکت داشته‌اند. بر این اساس الگوهای گردشی ۱، ۲ و ۱۶ را می‌توان به عنوان الگوهای گردشی همزمان با رخداد این دو تیپ معرفی نمود.

نتیجه

در این پژوهش از مجموعه داده‌های روزانه مربوط به ۷ متغیر اقلیمی شامل دمای خشک ساعات (۱۵-۰۹-۰۳)، دمای تر ساعات (۱۵-۰۹-۰۳)، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، بارش، نم نسبی ساعات (۱۵-۰۹-۰۳) و سرعت باد در ساعات (۱۵-۰۹-۰۳) 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 گردید. سپس یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام "وارد" بر روی داده‌های استاندارد شده انجام شد و شش تیپ هوا برای زابل به دست آمد. در این بین تیپ بادی همگن‌ترین تیپ و دارای بهترین روز نماینده در بین تیپ‌های شناسایی شده می‌باشد.

بر اساس این پژوهش دو تیپ بادی و سرد و بادی غالب‌ترین تیپ‌های هوای قابل مشاهده در زابل است که هر یک در بیش از یک چهارم اوقات سال فعال بوده‌اند و به جهت بیشترین پایستگی و دوام، پرمهورترین و یکپارچه‌ترین تیپ‌ها به شمار می‌آیند. در عین حال، تیپ‌های مزبور خود سازگارترین تیپ‌های هوا در بین تیپ‌های هوای زابل می‌باشند؛ به گونه‌ای که تقریباً در ۸۳ درصد موارد در پی خودشان ظاهر می‌شوند. در مقابل، تیپ بارشی، کم‌بسامدترین و تیپ بسیار گرم و خشک، کم‌دوام‌ترین تیپ‌های هوای زابل هستند. برای هر کدام از تیپ‌های به دست آمده فراوانی ماهانه و سالانه نیز محاسبه شد و مشخص گردید که پدیداری فصول مختلف حاصل حاکمیت تیپ‌های مختلف هوا در این محل می‌باشد. به نظر می‌رسد به دلیل افزایش نسبی تیپ بادی در طی دوره‌ی مورد بررسی که تیپی کاملاً تابستانه با ویژگی‌های گرمای فرین و خشکی زیاد هوا همراه با وزش بادهای شدید است؛ هوای زابل گرم‌تر شده است. ادامه‌ی این وضعیت می‌تواند با محدودتر شدن انباره‌های آبی این گستره جغرافیایی همراه باشد. با توجه به این واقعیت که بارش زابل در مجموع متمرکز است و در سراسر سال توزیعی یکنواخت ندارد؛ کاهش وسعت انباره‌های آبی می‌تواند به معنای تشدید کم‌آبی در دوره گرم سال باشد. از آن جایی که در تمامی تیپ‌های هوای شناسایی شده درصد احتمال وزش باد از مقادیر قابل توجهی (با کمینه حدود ۵۰ درصد در تیپ معتدل تا بیشینه حدود ۹۹ درصد در تیپ بادی) برخوردار است؛ از این رو، وزش بادهای قوی و مداوم در اغلب اوقات سال بویژه در تابستان (بادهای ۱۲۰ روزه) منبع انرژی بسیار مهمی برای منطقه‌ی مورد مطالعه محسوب می‌شود.

بادخیزی در زابل در دوره گرم سال حاصل گرمایش سطح زمین و شکل‌گیری و گسترش سامانه کم‌فشار پاکستان و استقرار پرفشار آزور در تراز میانی جو بر فراز ایران در این دوره است. این سامانه‌ی پرفشار به سبب ممانعت از صعود هوا موجب انباشت انرژی در لایه‌ی سطحی شده و سامانه‌ی کم‌فشار عمیق‌تر می‌شود و جریان‌های افقی شدیدی رخ می‌دهد. به منظور تأمین انرژی مورد نیاز، پاک و در عین حال اقتصادی منطقه با توجه به سرعت بسیار مناسب وزش باد در اغلب اوقات سال بویژه در تابستان (که مصادف با اوج مصرف انرژی الکتریکی است) لازم است از یک سو نسبت به تولید برق بادی و اتصال آن به شبکه سراسری اقدام لازم صورت گیرد و از سوی دیگر با احداث مزارع بادی در نقاط مناسب نسبت به تولید برق برای روستاهای دور افتاده و مرزی، صنایع کوچک محلی و همچنین پمپاژ آب برای مزارع کشاورزی و احشام اهتمام جدی صورت پذیرد.

تحلیل هم‌دید ارتباط الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با تیپ‌های هوای زابل (گرم‌ترین، سردترین و بارشی‌ترین تیپ) نیز آشکار ساخت که الگوهای ۱۴، ۱۵ و ۱۷ را می‌توان به عنوان الگوهای گردشی هم‌زمان با رخداد تیپ بادی زابل (گرم‌ترین تیپ) و الگوهای ۱، ۲ و ۱۶ را نیز می‌توان به عنوان

الگوهای گردشی همزمان با رخداد دو تیپ سرد و بادی و بارشی زابل معرفی نمود. به عبارت دیگر از طریق این بررسی می‌توان به این مهم دست یافت که رخداد این تیپ‌ها غالباً متأثر از الگوهای گردشی ویژه‌ای بوده است. تیپ‌های هوای شناسایی شده را نیز می‌توان با رویدادهای محیطی متعددی همچون خشکسالی، مرگ و میر و مسایل بهداشتی، شیوع آفات و بیماری‌های گیاهی و جانوری، مسایل آلودگی و... که تأثیر بسزایی در زندگی انسان و فعالیت‌های او در این منطقه دارد مرتبط ساخت و ضمن آشنایی با این روابط و برنامه‌ریزی عقلایی راه‌کارهای مناسبی را برای کاهش معضلات محیطی اتخاذ نمود.

سپاسگزاری

در انجام این پژوهش از راهنمایی‌های بسیار ارزشمند جناب آقای دکتر سیدابوالفضل مسعودیان بهره‌ی وافر گرفته شده است. نگارنده بدینوسیله از ایشان سپاسگزاری و قدردانی می‌نماید.

منابع

- ۱- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، چاپ اول. تهران. انتشارات سمت.
- ۲- علیجانی، بهلول (۱۳۸۰). تیپ‌های هوا و اثر آنها بر اقلیم ایران، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی. دانشگاه یزد (کاوش‌نامه). شماره ۳.
- ۳- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). شناسایی تیپ‌های هوایی باران‌آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره‌های پیاپی ۶۳ و ۶۴.
- ۴- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). بررسی سینوپتیک الگوهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه در دوره‌ی ۱۹۹۰-۱۹۶۱. مجله نیوار. شماره‌های ۴۴ و ۴۵.
- ۵- غیور، حسنعلی و محمود خسروی (۱۳۸۰). تأثیر پدیده‌ی انسو بر نابهنجای‌های بارش تابستانی و پاییزی منطقه جنوب‌شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۲.
- ۶- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۵). پیش‌بینی و برآورد سیلاب در استان چهارمحال و بختیاری، گزارش دوم: شناسایی الگوهای همدید گردشی. طرح پژوهشی استانداری چهارمحال و بختیاری.
- ۷- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۴). شناسایی تیپ‌های همدید اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۸- نجارسلیم، محمد (۱۳۸۰). الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب‌شرق، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۲.
- ۹- یارنال، برنت (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، سیدابوالفضل مسعودیان، چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان.
- 10- Bernardi, Adriana (1987). Pollution Episodes At Venice Elated To Weather Types: An Analysis For A Better Predictability, Science of the Total Environment, Volum 63.
- 11- Bissolli, Peter, Jürgen Grieser, Nikolai Dotzek, Marcel Welsch, Tornadoes In Germany 1950–2003 And Their Relation To Particular Weather Conditions, Global and Planetary Change, in press, 2006.
- 12- Fowler, H.J, C.G. Kilsby (2002). A Weather Type Approach To Analyzing Water Resource Drought In The Yorkshire Region From 1881 To 1998, Journal of Hydrology, 262.
- 13- Kalkstien, L.S.& et al (1987). "An Evaluation Of Three Clustering Procedures For Use In Synoptic Climatological Classification".
- 14- 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.

- 15- 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.
- 16- Lamb, H. H (1950). "Types And Spells Of Weather Around The Year In The British Isles: Annal Trends Seasonal Structure Of The Year, Singulaities", *Quart.J.Roy. Met.Soci.* Vol. 76.
- 17- Littmann, T (2000). An Empirical Classification Of Weather Types In The Mediterranean Basin And Their Interrelation With Rainfall, *Theor. Appl.Climatol.* 66.
- 18- Lund, I.A (1963). "Mapp-Pattern Classification By Statistical Method", *J. Apple. Meteorology*, Vol.2.
- 19- Mc cabe GJ, Muuller RA (2002). Effects Of ENSO On Eather-Type Frequencies And Properties At New Orleans, *Climate Research*, Volume 20.
- 20- Morabito, Marco& et al (2006). Winter Air- Mass- Based Synoptic Climatological Approach And Hospital Admissions For Myocardial Infarction In Florence, Italy, *Environmental Research*.
- 21- Sheridan,S. C (1997)."Using A Synoptic Classification System To Asees Climate Trends And Variability, *Texa*.
- 22- Sheridan, Scott C (2002). The Redevelopment Of A Weather-Type Classification Scheme For North America, *International Journal of Climatology*, No. 22.
- 23- Sheridan, Scott C (2003). North American Weather-Type Frequency And Teleconnection Indices, *International Journal of Climatology*, No. 23.