

شناسایی و تحلیل همبندی تیپ‌های هوای شهر اهر

کریم امینی نیا^۱

علی محمودی^۲

چکیده

یکی از کارهایی که در زمینه اقلیم‌شناسی همبندی انجام می‌شود تیپ بندی هواست. در این پژوهش به منظور شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه اهر، داده‌های روزانه مربوط به ۱۶ پارامتر جوی طی دوره آماری ۱۳۶۵/۱/۱ تا ۱۳۹۱/۱۰/۱۰ استفاده شده است. برای این کار یک تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی ماتریس استاندارد شده با آرایه $P(16 \times 9227)$ انجام گرفت که در این آرایه روزها در سطرها و متغیرها در ستون‌ها قرار دارند و در نهایت ۵ تیپ هوا برای شهر اهر شناسایی شد که عبارتند از: ۱- تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش ۲- تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم‌بارش ۳- تیپ خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش ۴- تیپ معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم‌بارش ۵- تیپ سرد، بسیار مرطوب و پر بارش. نتایج مطالعه نشان داد تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم‌بارش بیشترین فراوانی را در شهر اهر و تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش کمترین درصد حاکمیت را دارا می‌باشند. همچنین بررسی تغییرات زمانی تیپ‌های شناسایی شده حاکی از سیر نزولی تیپ هوای سرد، مرطوب و پر بارش بوده و این در حالی است که تیپ‌های هوای متمایل به گرم، روند عکس (افزایشی) را نشان می‌دهد. همچنین تیپ‌های هوایی که در دوره سرد سال و در شش ماه دوم سال فعال هستند با ۵۸/۸ درصد بیشترین درصد حاکمیت را به خود اختصاص داده‌اند.

واژگان کلیدی: اهر، تیپ هوا، تحلیل خوشه‌ای

مقدمه

^۱ . استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، نویسنده مسئول Email: Araz183@yahoo.com

^۲ . دانش آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

اقلیم شناسی همدید مطالعه همزمان همه عناصر یک مکان و کشف رابطه آنها با الگوهای پراکندگی فشار یا الگوهای گردشی هوا در دراز مدت است. هدف اقلیم شناسی همدید کشف یک تصویر سه بعدی جامع و همزمان از شرایط اتمسفر در یک مکان خاص است. همچنین تغییرات هوای سطح زمین با تمام ویژگی‌های ستون اتمسفر ارتباط دارد و مطالعه تبیین وضع هوای سطح زمین بدون درک آن با سایر ویژگی‌های اتمسفر معنی دار و منطقی نیست. با بررسی پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط می‌توان دریافت که در زمینه شناسایی تیپ‌های هوا، تحقیقات نسبتاً فراوانی در سطح جهان و کمی در ایران انجام گرفته است. که از جمله قدیمی‌ترین آنها می‌توان به کار لمب^۱ (۱۹۵۰: ۴۲۹-۳۹۳) و همچنین لوند^۲ (۱۹۶۳: ۵۶-۶۵) و کالکستین و همکاران^۳ (۱۹۸۷: ۷۳۰-۷۱۷) اشاره نمود. برناردی و همکاران^۴ (۱۹۸۷: ۲۷۰-۲۵۹) نیز به شناسایی تیپ‌های هوای بوجود آورنده آلودگی‌ها در ونیز ایتالیا پرداختند. از کارهای دیگر در این زمینه می‌توان به شریدان^۵ (۱۹۹۷: ۱-۳)، لیتمن^۶ (۲۰۰۰: ۱۷۱-۱۶۱) و مک کابی و مولر^۷ (۲۰۰۲: ۱۰۵-۹۵) اشاره نمود که در کاری متفاوت به بررسی تیپ‌های هوای نئوآورلئان در طی سالهای ۲۰۰۰-۱۹۶۲ پرداختند. کاسمنوس و همکاران^۸ (۲۰۰۳: ۳۲۴-۳۰۹) نیز تیپ‌های هوای مابین سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۵۴ را در آتن شناسایی کردند. در کاری جدید و کاربردی، مورابیتو و همکاران^۹ (۲۰۰۶: ۶۰-۵۲) با روش همدید به بررسی رابطه بین تیپ‌های هوای زمستانه فلورانس ایتالیا با بروز سکته قلبی پرداختند و نشان دادند بین تیپ‌های هوا و سکته قلبی در فلورانس ارتباط آماری وجود دارد. بیسولی و همکاران^{۱۰} (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 معناداری وجود دارد. در تحقیقات داخلی، از جمله کارهایی که در زمینه شناسایی

^۱ . Lamb

^۲- Lund

^۳- Kalkstien et al

^۴- Bernardi et al

^۵- Sheridan

^۶- Littmann

^۷- Mc cabe and Muller

^۸- Kassomenos et al

^۹- Morabito et al

^{۱۰}- Bissolli et al

تیپ‌های هوا با استفاده از روش تحلیل عاملی و خوشه بندی انجام گرفته است می‌توان به کارهای علیجانی (۱۳۸۱: ۱۱۴)، مسعودیان (۱۳۸۴)، مسعودیان و محمدی (۱۳۸۶)، باقری (۱۳۸۷: ۱۳۱)، رزمجویی (۱۳۸۷: ۸۵)، قاسمی (۱۳۸۷)، رزمجویی و حلبیان (۱۳۸۹: ۲۱۰)، مسعودیان و همکاران (۱۳۸۹: ۳۷۹)، حلبیان و رزمجویی (۱۳۹۰: ۶۹)، کاشکی و همکاران (۱۳۹۰: ۵۹)، رزمجویی و صلاحی (۱۳۹۱)، قائمی و همکاران (۱۳۹۲: ۴۵) اشاره نمود. با توجه به بررسی‌های مذکور و همچنین موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه که وقوع بلایای طبیعی خسارات بالایی را در منطقه بوجود می‌آورد اهمیت مطالعات مربوط به شناسایی تیپ‌های هوای با استفاده از روش‌های معتبری مانند تحلیل خوشه‌ای در محدوده مورد نظر، دو چندان می‌باشد. در همین راستا با شناخت تیپ‌های حاکم می‌توان زمان و نوع کشت محصولات کشاورزی و در بخش صنعت با انتخاب تجهیزات سازگار با شرایط اقلیمی و انتخاب زمان مناسب اجرای عملیات گوناگون و همچنین مصالح مناسب در ساخت و سازها و جلوگیری از اختلال در حمل و نقل و ... اقدامات مناسب را انتخاب و مورد استفاده قرار داد.

مبانی نظری:

یک تیپ هوا نماینده هوایی است که از نظر متغیرهای جوی ممیز به اندازه کافی همانند یکدیگر هستند. ظهور یک تیپ هوا در یک مکان معین از یک سو 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 آنجایی که شرایط جغرافیای هر 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 خصوصیات توده‌های هوا ضمن حرکت و عبور از مناطق مختلف تغییر کرده، تعدیل شده و به هوای دیگری تبدیل می‌شوند (جعفرپور، ۱۳۷۹: ۱۵۴). با توجه به اینکه تکرار تیپ‌های هوا اقلیم یک مکان را مشخص می‌نماید لذا ضرورت شناسایی تیپ‌های هوا را بسیار با اهمیت می‌شمارد. چرا که بدون شناخت تیپ هوای حاکم بر یک محل امکان مدیریت و برنامه ریزی بسیار سخت و حتی غیر ممکن بوده در حالی که با شناسایی تیپ‌های هوا، می‌توان از وقوع و خسارات احتمالی

برخی از بلایای طبیعی در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و... جلوگیری بعمل آورد از آنجایی که هر تیپ در ارتباط با الگوهای گردش بوده، شناخت ویژگی، شدت و فراوانی هر کدام از تیپ‌ها می‌تواند ما را از زمان حاکمیت و دوره استیلای آن آگاه نموده و ما را در برنامه‌ریزی‌ها یاری نماید.

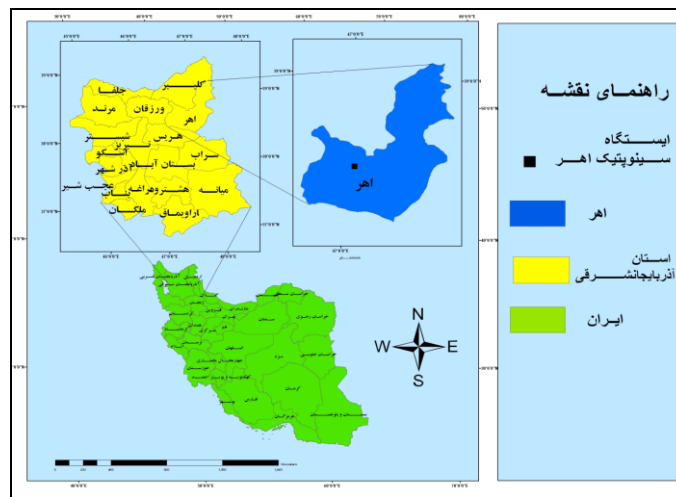
در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های چند متغیره آماری نظیر تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) یا تحلیل عاملی (FA) و تحلیل خوشه‌ای (CA) مورد توجه بسیاری از محققین علوم و اقلیم‌شناسی قرار گرفته است. با توجه به حجم بسیار زیاد داده‌های هوا و اقلیم‌شناسی که عموماً در حوضه‌های وسیع جغرافیایی و در فواصل زمانی کوتاه جمع‌آوری می‌گردد؛ روش تحلیل مولفه‌های اصلی از خانواده بردارهای ویژه است که عمدتاً به عنوان یک روش ریاضی برای کاهش حجم داده‌ها به کار گرفته می‌شود. این روش مجموعه متغیرهای اصلی را به مجموعه کوچکتری تبدیل می‌کند به طوری که این مجموعه کوچک بیشترین پراش موجود در داده‌ها را توجیه می‌نماید (عساکره و بیات، ۱۳۹۲: ۱۲۴). هدف از تحلیل مولفه‌های اصلی آن است که اولین مولفه تا آن جا که ممکن است بیشترین پراش موجود در داده‌ها، دومین مولفه بیشترین پراش ممکن بعد از مولفه اول و ال آخر را توجیه نماید (فرشادفر، ۱۳۸۴: ۳۱۶). روش تحلیل عاملی تمام متغیرهای وابسته را به عنوان یک عامل جدید با هم ادغام می‌کند. این عامل جدید در ورش تحلیل مولفه‌های اصلی، مولفه اصلی نامیده می‌شود. از این روش‌ها جهت اهداف مختلفی همانند طبقه‌بندی الگوهای پراکنندگی فشار، ناحیه‌بندی اقلیمی و شناسایی توده‌های هوا استفاده می‌گردد. در اکثر موارد نتایج نهایی فرایند تحلیل عاملی، یعنی نمرات عامل‌ها، به عنوان داده‌های اولیه روش خوشه‌بندی استفاده می‌شوند. اگر چه محصول روش تحلیل عاملی در روش خوشه‌بندی یا روش گروه‌بندی بر اساس فاصله، استفاده می‌شود، ساز و کار خود تحلیل عاملی بر اساس همبستگی بین متغیرها استوار است؛ یعنی عامل‌ها بر اساس میزان همبستگی بین متغیرها تعیین می‌شوند (علی‌جانی، ۱۳۸۲: ۱۸۰). تحلیل عاملی معمولاً در ۴ مرحله انجام می‌گیرد: ۱- برای کلیه متغیرها، ماتریسی از ضرایب همبستگی تولید می‌شود. ۲- از ماتریس همبستگی، عامل‌هایی استخراج می‌شود که متداول‌ترین روش آن استخراج عامل‌های اصلی است. ۳-

عامل‌ها چرخانده می‌شوند تا رابطه بین متغیرها و بعضی از عوامل به حداکثر برسد. ۴- امتیازات شرکت‌کننده‌ها در هر یک از عامل‌های بدست آمده از تحلیل، محاسبه میشود (میرموسوی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۲۰).

هم چنین در مطالعات جغرافیایی اغلب برای شناسایی خواص فیزیکی و ایجاد زمینه لازم برای پیش بینی بهتر، به تقسیم بندی متغیرها در داخل گروه‌های همانند نیاز است، به گونه‌ای که مشاهدات در گروه، مشابه هم و مشاهدات در گروه‌های مختلف نسبت به یکدیگر کمترین شباهت را داشته باشند. تحلیل خوشه‌ای، یکی از روش‌های چند متغیره است که برای دسته بندی داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در واقع این تحلیل ابزاری است برای توصیف و مشخص نمودن ساختار داده‌ها. تحلیل خوشه‌ای روشی است برای تقسیم یک مجموعه داده به زیر مجموعه‌ها یا خوشه‌های همگن و مفیدی که دارای ویژگی‌های مشابه هستند. در این روش گروه‌بندی بر اساس فاصله بین آن‌ها انجام می‌گیرد و اجزایی که با هم فاصله کمی دارند در یک گروه قرار می‌گیرند. هدف اصلی خوشه بندی کاهش تنوع و یا واریانس بین گروهی است (علی‌جانی، ۱۳۸۲: ۱۷۲). روش‌های مختلفی برای خوشه بندی داده‌ها وجود دارد. این روش‌ها، به معلوم یا مجهول بودن تعداد گروه‌ها و نوع متغیرها بستگی دارد. در این تحقیق از روش موسوم به وارد استفاده گردیده است. در این روش در بین تمام خوشه‌ها یا مشاهده‌ها، زوجی با هم ترکیب می‌شود که مجموع مربعات انحرافات اعضای خوشه ادغامی آن‌ها از میانگین مربوطه کمترین باشد (علی‌جانی، ۱۳۸۲: ۱۷۵).

داده و روش‌ها:

شهرستان اهر یکی از شهرهای قدیمی استان آذربایجان شرقی بوده که با وسعت ۳۰۷۳۰۹۳ کیلومتر مربع، ۶/۷۶ درصد از کل مساحت آذربایجان شرقی را به خود اختصاص داده است. این شهرستان از نظر مختصات جغرافیایی بین عرضهای شمالی ۳۸ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۵۵ دقیقه و طول شرقی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۳ دقیقه قرار گرفته و با متوسط ارتفاع ۱۳۹۰ متر از سطح دریا از سمت شمال به شهرستان کلیبر، از جنوب با هریس، از شرق با مشکین شهر و از غرب به ورزقان محدود شده است.



شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیای شهرستان اهر

به منظور تیپ‌بندی هوای شهر اهر از مجموعه داده‌های روزانه ایستگاه هواسنجی اهر ۱۶ متغیر اقلیمی شامل: دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه، رطوبت نسبی، حداقل رطوبت، حداکثر رطوبت، ابرناکی، دیدافتی، دمای نقطه شبنم، فشار تراز دریا، فشار تراز ایستگاه، جهت و سرعت باد، تابش، بارش و دمای سطح زمین طی دوره آماری ۱۳۶۵/۱/۱ تا ۱۳۹۱/۱۰/۱۰ برگزیده شد.

پس از حذف روزهای فاقد داده از بین متغیرهای مورد بررسی ماتریسی با آرایه 14×9227 P در نرم‌افزار متلب ایجاد شد. 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. پس از انتخاب روش طبقه بندی چون داده‌ها دارای یکاهای مختلفی هستند پیش از انجام تحلیل انجام استانداردسازی صورت گرفت 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 استاندارد سازی بهره بردیم:

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

$STND_{ij}$ مقدار استاندارد شده متغیر زام در روز i ام؛ $Data_{ij}$ مقدار متغیر زام در روز i ام؛ Min_i مقدار کمینه متغیر زام؛ Max_j مقدار بیشینه متغیر زام.

به منظور طبقه‌بندی مشاهدات از تحلیل خوشه‌ای با استفاده از فاصله اقلیدسی و تکنیک وارد استفاده شد. مهم‌ترین عملیات انجام شده بر روی این داده‌ها به شرح زیر است:

۱- دسته‌بندی و ادغام افراد: برای گروه‌بندی و ادغام افراد در گروه‌های همگن روش‌های مختلفی وجود دارد. به دلیل استفاده پرشمار و مقبولیت روش خوشه‌ای وارد در مجامع اقلیم-شناسی این روش در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار خواهد گرفت. تحلیل خوشه‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که به طور گسترده و فزاینده برای تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره استفاده می‌شود. در این روش دسته‌بندی کردن بر اساس مشابهت‌ها یا فواصل (عدم شباهت‌ها) انجام می‌شود. در تحقیق حاضر جهت تشخیص فاصله بین افراد از روش فاصله اقلیدسی به شرح زیر بهره گرفته شد.

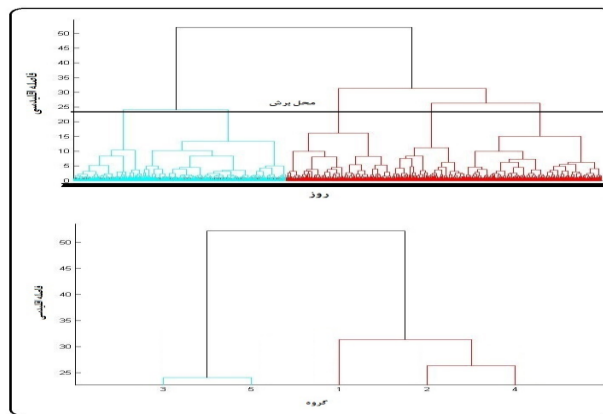
$$e_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

در این رابطه e_{jk} ضریب فاصله اقلیدسی، X_{ij} مقدار صفت i ام بر روی فرد j ام و X_{ik} مقدار صفت i ام روی فرد k ام است. برای ادغام افراد در گروه‌ها نیز از روش ادغام (وارد) استفاده شده است.

۲- در این مرحله به منظور انتخاب روزهای نماینده گروه‌های بدست آمده از روش همبستگی لوند استفاده شد. ضریب همبستگی معرف درجه همانندی الگوهای دو نقشه با همدیگر است. مقدار ضریب همبستگی معمولاً بین $0/5$ تا $0/7$ تغییر می‌کند. در این پژوهش روزهای نماینده بر پایه آستانه $0/5$ استخراج شد.

بحث و بررسی:

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 گردش معین دانست. در این پژوهش پس از اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی آرایه استاندارد شده به ابعاد 9227×16 و ادغام روزها بر اساس روش وارد در طول دوره مورد بررسی، ۵ تیپ هوایی متمایز برای شهر اهر مشخص شد (شکل ۲ و جدول ۱).



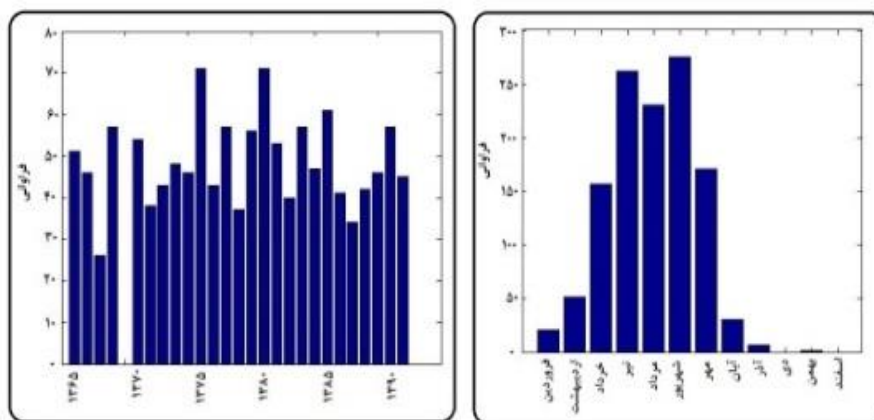
شکل (۲) دارنمای کامل تیپ‌های هوای شهر اهر

جدول (۱) اسامی تیپ‌های شهر اهر

ردیف	تیپ هوا
۱	گرم، نیمه خشک و بدون بارش
۲	معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش
۳	خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش
۴	معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم بارش
۵	سرد، بسیار مرطوب و پر بارش

تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش

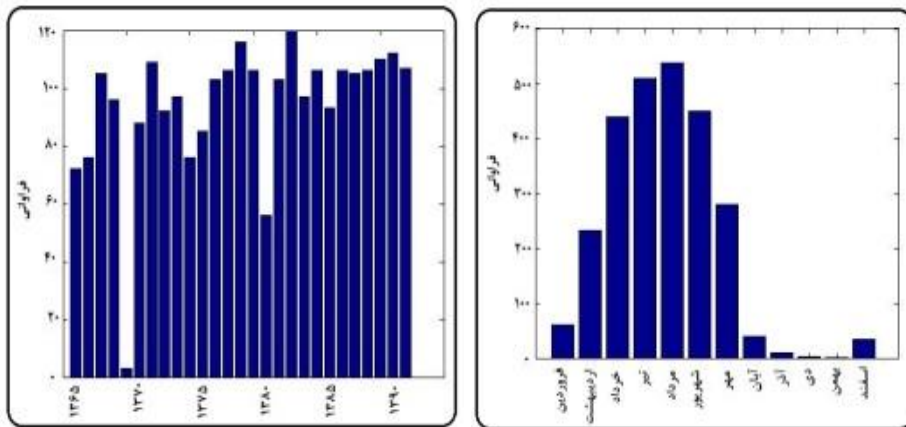
بیشینه فراوانی این تیپ هوا در سه ماه تابستان بوده اما ممکن است از اواخر خرداد تا مهر هم ملاحظه گردد. خصوصیات این تیپ، هوای گرم، رطوبت پایین و بارش ناچیز می‌باشد. فراوانی این تیپ ۱۳/۰۵ درصد روزهای مورد بررسی است. میانگین بارش این تیپ هوا ۰/۰۱ میلی‌متر، میانگین دمای آن ۲۰/۰۳، حداقل دما ۱۱/۴ و حداکثر آن ۲۷/۶ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت ۴۴/۵ درصد می‌باشد. ساعت آفتابی در این تیپ هوا بالا بوده و ابرناکی آسمان کم و ناچیز است. بالاترین سازگاری بین این تیپ با تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم‌بارش وجود دارد. در بین تیپ‌های شناسایی شده این تیپ درصد حاکمیت کمتری را به خود اختصاص داده است. بررسی سالانه وقوع این تیپ رفتاری تناوبی را نشان می‌دهد. بیش‌ترین فراوانی آن در سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ می‌باشد که در ۷۱ روز آن این تیپ غالب بوده است و کم‌ترین آن در سال ۱۳۶۹ بوده که در این سال اصلا مشاهده نشده است (شکل ۳).



شکل (۳) - فراوانی ماهانه (راست) و سالانه (چپ) تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش

تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش

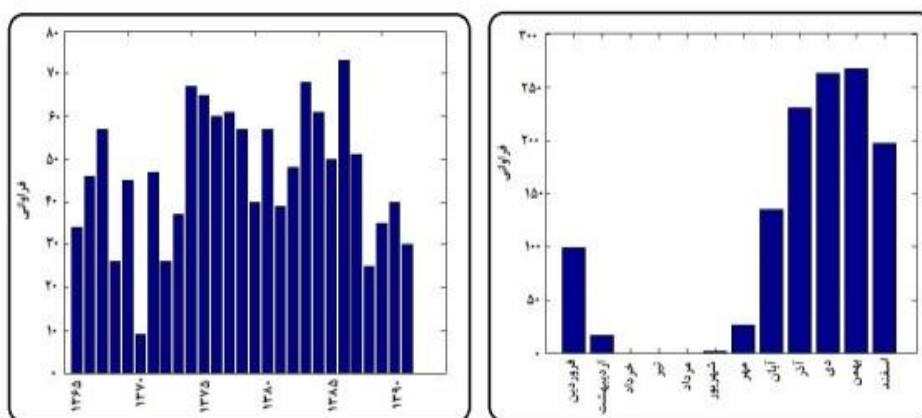
طی دوره مورد بررسی این تیپ هوا در نیمه اول سال رخ داده است. بیش‌ترین فراوانی آن در تابستان در تیر و مرداد ماه بوده است. شرایط دمایی در این تیپ هوا نسبت به تیپ قبل خنک‌تر و میزان رطوبت بیشتر می‌باشد. میانگین دما حدود ۱۸/۵، حداکثر ۲۴/۸ و حداقل آن ۱۲/۷ درجه سلسیوس است. متوسط بارش ۰/۴ میلی‌متر و رطوبت ۵۶ درصد می‌باشد. فراوانی وقوع این تیپ هوا ۲۸/۱ درصد است که نسبت به تیپ‌های دیگر دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشد یعنی بیش‌تر از تیپ‌های دیگر تکرار شده است. این تیپ بیش‌ترین سازگاری را با تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش دارد. روز نماینده آن ۱۳۸۰/۴/۱۱ است. سری سالانه آن روند افزایشی را نشان می‌دهد. بیش‌ترین فراوانی آن در سال ۱۳۸۲ می‌باشد و کم‌ترین آن در سال ۱۳۶۹ بوده است (شکل ۴).



شکل (۴) - فراوانی ماهانه (راست) و سالانه (چپ) تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش

تیپ خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش

این تیپ هوا از آبان تا اواخر اسفند دیده می‌شود. بیش‌ترین فراوانی آن در ماه‌های دی و بهمن مشاهده می‌شود. در زمان حاکمیت این تیپ هوا، شهر اهر هوای سردی را تجربه می‌کند. میانگین بارش این تیپ هوا ۰/۳ میلی‌متر و رطوبت ۵۵/۵ درصد است. میانگین دمای هوا ۱/۱، حداقل دما ۴/۴- درجه و حداکثر دما ۷/۱ درجه سلسیوس می‌باشد. این تیپ مختص فصل خنک و سرد سال است به طوری که در تابستان دیگر اثری از آن دیده نمی‌شود. فراوانی وقوع این تیپ ۱۳/۴ درصد می‌باشد. این تیپ بیشترین سازگاری را با تیپ سرد، بسیار مرطوب و پر بارش دارد. روز نماینده آن ۱۳۷۲/۱۰/۲۸ می‌باشد. بررسی سالانه این تیپ هوا روند کاهشی را در طول دوره نشان می‌دهد. بیش‌ترین فراوانی آن در سال ۱۳۸۶ است که در ۷۳ روز آن دیده شده است و کم‌ترین آن در سال ۱۳۷۰ بوده است که در ۹ روز این سال دیده شده است (شکل ۵).

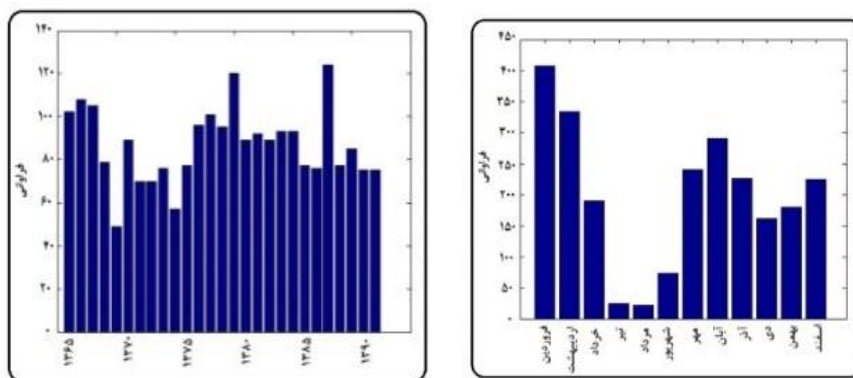


شکل (۵) - فراوانی ماهانه (راست) و سالانه (چپ) تیپ خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش

تیپ معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم بارش

این تیپ هوا عمدتاً از اوایل پاییز تا اواخر بهار دیده می‌شود و دارای دو اوج می‌باشد. اوج اصلی آن در فصل بهار ماه‌های فروردین و اردیبهشت و اوج فرعی آن در آبان ماه مشاهده

می‌شود. فراوانی وقوع این تیپ ۲۵/۷ درصد روزهای مورد بررسی است. فراوانی آن در کل دوره ۲۳۷۲ روز بوده است. میانگین بارش این تیپ هوا ۰/۵ میلی‌متر، میانگین دمای ۱۰/۱، حداقل دما ۴/۹ و حداکثر آن ۱۶/۱ درجه سلسیوس می‌باشد. این تیپ در همه روزهای سال دیده می‌شود ولی نسبت آن در تابستان خیلی کمتر می‌باشد. روز ۱۳۷۶/۹/۱۵ روز نماینده این تیپ است. بررسی سری سالانه وقوع این تیپ روند کاهشی را نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۸۷ می‌باشد که در ۱۲۴ روز آن این تیپ غالب بوده است و کمترین آن در سال ۱۳۶۹ بوده است (شکل ۶).

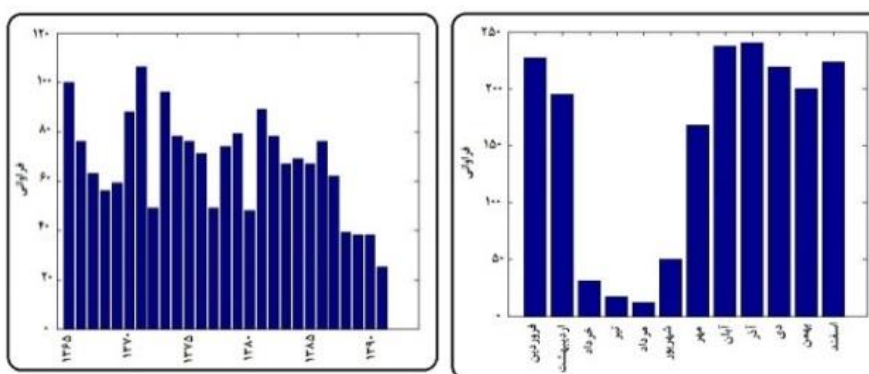


شکل (۶) فراوانی ماهانه (راست) و سالانه (چپ) تیپ معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم‌بارش

تیپ سرد، بسیار مرطوب و پربارش

این تیپ هوا از اوایل مهر تا اواخر اردیبهشت دیده می‌شود، بیشترین فراوانی آن در آبان و آذر است و البته در فصل زمستان به نسبت بیش‌تری مشاهده می‌شود. به هنگام حاکمیت این تیپ هوا، میانگین دمای روزانه ۳، حداقل دما ۰/۴ و حداکثر دما ۷ درجه سلسیوس می‌باشد. میانگین بارش در این تیپ هوا ۲/۶ میلی‌متر و میزان رطوبت ۸۷ درصد می‌باشد. پربارش‌ترین تیپ در بین تیپ‌های اهراین تیپ می‌باشد. فراوانی وقوع این تیپ ۱۹/۷ درصد است. روز نماینده آن ۱۳۶۵/۹/۶ است. بررسی سالانه آن یک روند کاهش را در طی دوره

مورد مطالعه نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۷۱ که در ۱۰۶ روز آن دیده می‌شود و کم‌ترین آن هم در سال ۱۳۹۱ دیده می‌شود (شکل ۷).



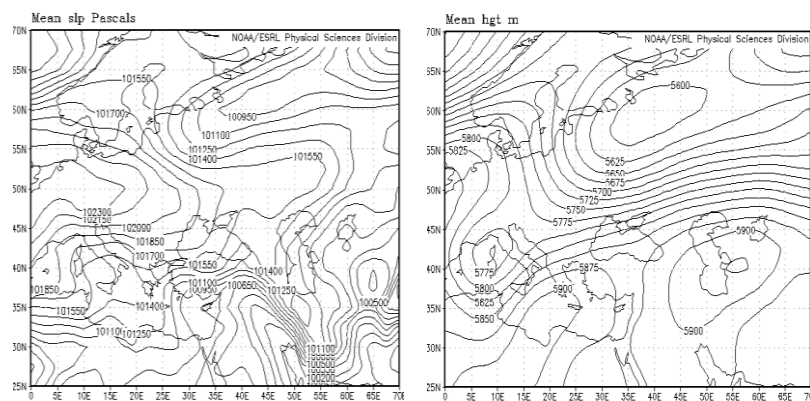
شکل (۷) - فراوانی ماهانه (راست) و سالانه (چپ) تیپ سرد، بسیار مرطوب و پربارش

تحلیل همیدی الگوهای بدست آمده:

الگوی اول (تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش):

بررسی نقشه فشار سطح دریا در روز نمونه الگوی اول (۱۵ جولای ۱۹۸۶) حاکی از فعالیت سامانه کم فشار سطح زمین بر روی عربستان و خلیج فارس و نفوذ زبانه‌های آن به سمت مناطق غربی و شمال غربی ایران و انتقال هوای گرم و خشک تابستانی مناطق جنوبی به سوی محدوده مورد مطالعه می‌باشد. این انتقال هوای گرم اگر چه مطابق نقشه همزمان با نفوذ زبانه‌های ضعیفی از پر فشار آزور می‌باشد اما به دلیل قدرت بیشتر کم فشار گرم جنوبی و بویژه نفوذ و استقرار پر ارتفاع جنب حاره در کل ایران در تراز میانی جو، تمایل به افزایش دما همراه با رطوبت پایین را بیشتر می‌کند (شکل ۸). در نقشه تراز میانی جو، سامانه پر ارتفاع جنب حاره به طور مشخص با خط هم ارتفاع مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر کل مناطق غربی، و شمالی ایران را در بر گرفته است که چنین وضعیتی از آرایش خطوط هم ارتفاع تراز

میانی جو، انتقال هوای بسیار گرم و خشک مناطق جنوبی و بویژه عراق و عربستان را در محدوده مورد مطالعه تسهیل می‌نماید.

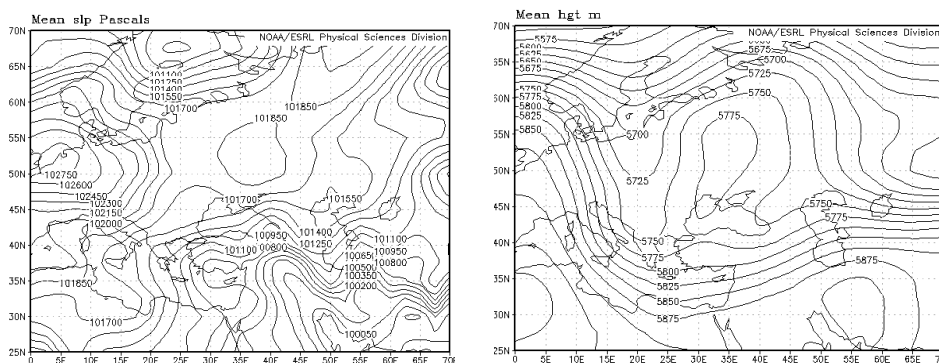


شکل شماره ۸ - نقشه فشار سطح دریا (سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو (سمت راست) روز نمونه الگوی اول

الگوی دوم (تیب معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش):

پراکندگی خطوط هم فشار سطح دریا در روز نمونه الگوی دوم (معتدل نیمه مرطوب و کم بارش) حاکی از نفوذ کم فشار مستقر بر روی مناطق گرم خلیج فارس به سمت مناطق غرب و شمالغرب کشور می‌باشد که با وجود سامانه بسته پرفشار ضعیفی که در مناطق شمالی دریای سیاه با خط همفشار مرکزی ۱۰۱۸/۵ واقع گردیده است و زبانه آن از روی قفقاز به محدوده مورد مطالعه نفوذ یافته است، دمای منطقه را افزایش داده و شرایط معتدل همراه با رطوبت نسبی متوسط را در سطح زمین فراهم نموده است. در تراز میانی جو آرایش توپوگرافی خطوط هم ارتفاع معرف وجود مرکز پراارتفاع مانع بر روی شرق اروپا می‌باشد که نفوذ زبانه ضعیفی از موج کوتاه بازوی راست‌این سامانه، وقوع ناپایداری و بارش‌های رگباری سبک برای محدوده مورد مطالعه را می‌تواند فراهم نماید. سامانه دیگری که در شکل گیری الگوی این تراز موثر می‌باشد پراارتفاع جنب حاره می‌باشد که با تشکیل مرکز

بسته بر روی مرکز و جنوب ایران با خط هم ارتفاع مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل دکامتر، افزایش نسبی دما و کاهش ناپایداری در محدوده مورد مطالعه را سبب می‌گردد (شکل ۹).

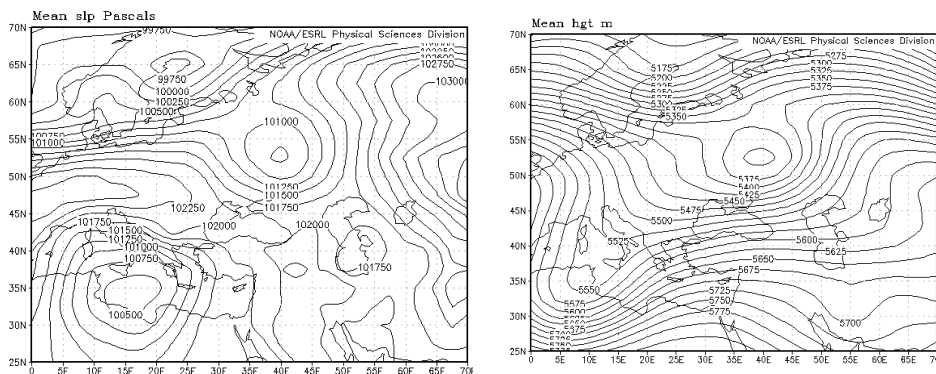


شکل شماره ۹ - نقشه فشار سطح دریا (سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو (سمت راست) در روز نمونه الگوی دوم

الگوی سوم (خیلی سرد، نیمه مرطوب و بدون بارش):

نقشه فشار سطح دریا در روز نمونه الگوی سوم نشان‌دهنده استقرار مرکز پرفشار بسته‌ای با خط هم فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال در محدوده مورد مطالعه می‌باشد که پایداری و سردی هوا از اثرات شکل‌گیری چنین الگویی در سطح زمین می‌تواند باشد. به همین دلیل است که در بین تمامی الگوهای بدست آمده، کمترین دمای میانگین گروه و روز نمونه متعلق به همین الگو می‌باشد. در تراز میانی جو استقرار سامانه پراارتفاع قدرتمندی که مناطق شرقی تا غرب و شمال غرب ایران را در بر گرفته است، تشدید پایداری و نزول دینامیکی جو را موجب گردیده و از وقوع نزولات جوی در منطقه جلوگیری به عمل می‌آورد (شکل ۱۰). بر اساس نتایج بدست آمده شکل‌گیری چنین الگوی از سامانه‌های جوی بیشتر در فصول سرد سال بوده و در سال‌هایی از طول دوره آماری اتفاق افتاده است که بارش ماههای سرد سال در محدوده مورد مطالعه کمتر از نرمال بوده و یا حتی با خشکی در این ایام از سال مواجه گردیده است. این امر معمولاً به دنبال جابجایی پراارتفاع مانع اروپا از مرکز اروپا به

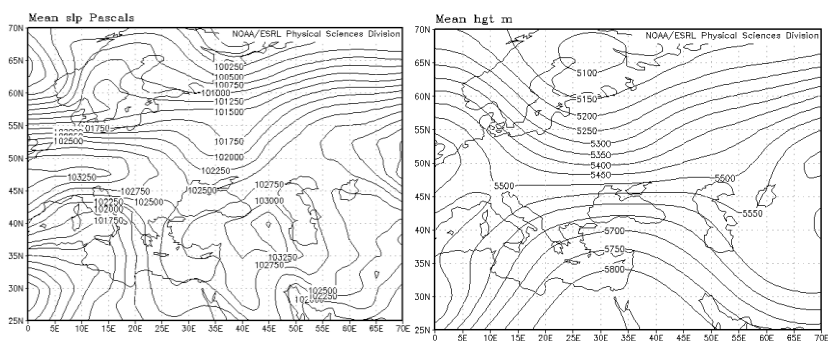
سمت شرق مدیترانه در این سال‌ها صورت می‌پذیرد که سردی و خشک بودن هوا از تبعات آن می‌باشد.



شکل شماره ۱۰- نقشه فشار سطح دریا (سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو (سمت راست) در روز نمونه الگوی سوم

الگوی چهارم (معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم بارش):

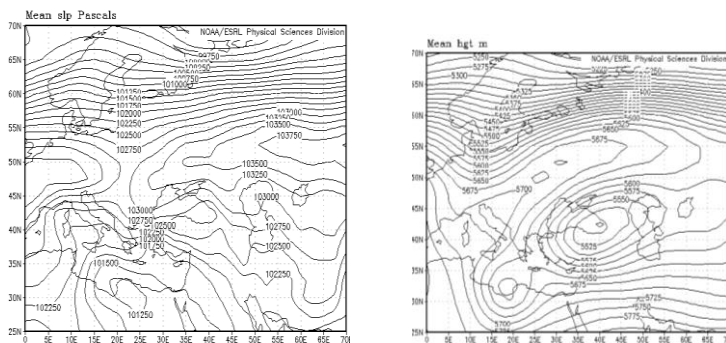
۶ دسامبر ۱۹۹۷ به عنوان روز نمونه تیپ هوای معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم بارش، حاکی از استقرار سامانه پرفشار ضعیفی بر روی مناطقی از شرق ترکیه، عراق و غرب و شمالغرب ایران می‌باشد که پایداری نسبی هوا و عدم فعال بودن سامانه‌های باران‌زا و تاثیر گذار بر روی محدوده مورد مطالعه را موجب گردیده است. بررسی نقشه خطوط هم ارتفاع تراز میانی جو، انطباق سامانه‌های مراکز فعال در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با سطح زمین را نشان می‌دهد به طوری که همان طوری که ملاحظه می‌گردد در زمان شکل‌گیری چنین الگویی، فرود بلند مدیترانه موجب شکل‌گیری دو مرکز فعال ناوهای در مرکز مدیترانه و مناطق شرق اروپا می‌گردد که موج اصلی آن با توجه به دور بودن نسبی از محدوده مورد مطالعه و همچنین وجود سامانه پراارتفاع نسبتاً فعال بر روی مناطق غربی ایران، توانایی لازم برای ورود به این مناطق و ایجاد ناپایداری همراه با ریزش‌های جوی مناسب پیدا نمی‌کند (شکل ۱۱).



شکل شماره ۱۱- نقشه فشار سطح دریا (سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو (سمت راست) در روز نمونه الگوی چهارم

الگوی پنجم (سرد بسیار مرطوب و پربارش):

روز بیست و هفتم نوامبر ۱۹۸۶ به عنوان روز نماینده تیپ هوای بسیار مرطوب سرد و پربارش که در بین تمامی تیپ‌های هوای بدست آمده و همچنین روزهای نماینده این تیپ‌ها، بیشترین مقدار بارش و رطوبت را دارا می‌باشد نشان دهنده حاکمیت بهترین شرایط الگوهای جوی برای وقوع بارش در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. در این تیپ هوا، در تراز میانی جو سامانه کم ارتفاع بسیار فعالی مابین دریای خزر و دریای سیاه فعال بوده و محدوده مورد مطالعه به سبب قرار گیری مکرر در بازوی سمت راست این موج فعال شاهد ناپایداری‌های شدید و متوالی می‌گردد که به دلیل بهره گیری از منابع رطوبتی متعدد بویژه دریای مدیترانه، خزر و گاهای دریای سیاه، با بارش‌های مناسب و قابل توجهی همراه می‌گردد. محور چنین ناوه‌هایی معمولا شمال شرقی- جنوب غربی و یا گاه شرقی- غربی می‌باشد. (شکل ۱۲).



شکل شماره ۱۲- نقشه فشار سطح دریا (سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو (سمت راست) در روز نمونه الگوی پنجم

نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، به منظور شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه اهر از داده‌های روزانه ۱۶ پارامتر اقلیمی این ایستگاه طی دوره آماری ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۱ استفاده شده است. برای این کار ماتریسی از داده‌ها با آرایش P (پارامترها در ستون‌ها و روزها در سطرها) در نرم‌افزار متلب- ایجاد شد. سپس با استانداردسازی داده‌ها و انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی آنها، پنج تیپ هوای متمایز برای شهر اهر شناسایی شد. حاکمیت تیپ‌های هوای ایستگاه اهر در فصول مختلف اقلیمی، حاکی از تاثیر پذیری آنها از شرایط کوهستانی، عرض جغرافیایی، موقعیت نسبی ایستگاه و عوامل سیاره‌ای می‌باشد به طوری که تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش؛ بیشترین فراوانی را در بین تیپ‌های شناسایی شده با وجود نوسانات کم در طول سالهای آماری، دارا می‌باشد. استقرار حداکثری این تیپ هوا همزمان با ایام گرم سال که تقویت و استیلای سامانه پراتفاح جنب حاره را در اکثر مناطق ایران (حتی مناطق شمال غرب کشور) شاهد هستیم (مسعودیان و محمدی، ۱۳۸۶، ۲۱)، حاکی از شرایط متفاوت اقلیمی منطقه به دلیل وضعیت خاص توپوگرافی و بویژه جهت گیری ارتفاعات منطقه (قوشا داغ در جنوب و قره داغ در شمال منطقه) می‌باشد. در این منطقه با توجه به شرایط کوهستانی و محلی ذکر شده و

وجود کوه سبلان در جنوبشرق محدوده مورد مطالعه، وجود جریانات شرقی و شمال شرقی از سمت دریای خزر و منطقه قفقاز به دلیل نفوذ زبان‌های ضعیف سامانه‌های پرفشار مهاجر اروپا ویا آזור در سطح زمین به ویژه درایام گرم سال؛ شرایط برای تعدیل دما و افزایش نسبی رطوبت هوا فراهم میگردد و استقرار مکرر تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش را درایام گرم سال موجب میگردد. بر خلاف تیپ قبلی، تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش، کمترین درصد تیپ‌های هوای شناسایی شده دراین تحقیق را به خود اختصاص داده است. در روزهای معدودی ازایام گرم سال، همزمان با پیشروی پارتفاع جنب حاره به سمت شمال غرب، هسته گرم کم فشار سطح زمین مناطق جنوبی توانایی نفوذ در محدوده مورد مطالعه را پیدا کرده و از نفوذ زبان‌های پرفشار شمالی ممانعت به عمل می‌آورد. چنین وضعیتی شرایط را برای افزایش دما و خشکی هوا فراهم آورده و موجب شکل گیری و استقرار تیپ هوای گرم، نیمه خشک و بدون بارش در محدوده مورد مطالعه می‌شود. البته همان طوری که ذکر گردید عرض جغرافیایی بالا، شرایط توپوگرافی خاص و بهره گیری نسبی از رطوبت دریای خزر و گاهای دریای سیاه، اجازه دوام و ثبات بیشترین تیپ هوا را بر عکس مناطق جنوبی تر و حتی هم عرضی همانند خوی را نمی‌دهد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که تیپ‌های هوایی که در دوره سرد سال فعال هستند با ۵۹٪ بیشترین حاکمیت تیپ‌های شناسایی شده را به خود اختصاص داده اند. با وجوداین تغییرات سالانه فراوانی این تیپ‌های هوا حاکی از کاهش نسبی در طول دوره آماری به ویژه در سال‌های پایانی این دوره می‌باشد. این در حالی است که افزایش نسبی در فراوانی دو نوع تیپ هوای گرم، نیمه خشک و بدون بارش و همچنین تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش در طول سال‌های آماری مورد مطالعه قابل ملاحظه است که تایید کننده نتایج تحقیقات قبلی در زمینه افزایش فراوانی تیپ‌های هوایی با ویژگی گرم و خشک می‌باشد (رزمجویی و حلبیان، ۲۲۸، ۱۳۹۰ و قائمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۹۰). با توجه به نتایج این تحقیق، تیپ‌های هوای شناسایی شده را می‌توان با پدیده‌هایی همانند وقوع یخبندان، امواج و یا دوره‌های طولانی مدت سرما یا گرما، گرد و غبار و مرتبط دانست و با اتخاذ تدابیر لازم، تا حدی از اثرات زیانبار آنها جلوگیری به عمل آورد.

منابع و مأخذ

- باقری، (۱۳۸۷)، شناسایی تیپ‌های هوای منطقه‌ی اقلیمی کوهستانی ایران، رساله‌ی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان.
- باقری، (۱۳۸۷)، شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه همدید اراک، *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، جلد ۳۲، شماره ۴، صص ۱۳۱-۱۵۰.
- جعفرپور، ابراهیم، (۱۳۷۹)، *مبانی اقلیم‌شناسی*، تهران، انتشارات پیام نور، ص ۱۹۳
- حلبیان، امیر حسین، رزمجویی، فرشته (۱۳۹۰)، تحلیل تیپ‌های هوای زابل و ارتباط آن‌ها با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۳، صص ۶۹-۹۸.
- رزمجویی، شهرام، برومند، صلاحی (۱۳۹۰)، شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه سینوپتیک اردبیل و ارتباط آن با الگوهای گردشی جو، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۸، صص ۱۵۲-۱۳۳.
- رزمجویی، فرشته، حلبیان، امیر حسین (۱۳۹۰)، شناسایی و تحلیل تیپ‌های هوای زاهدان، *فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی*، شماره ۳۴، صص ۲۳۰-۲۱۰.
- رزمجویی، فرشته، (۱۳۸۷)، شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه سینوپتیک بم طی دوره زمانی ۱۳۵۸-۱۳۸۲ و بررسی ارتباط تیپ‌ها با الگوهای گردشی تراز میانی جو ۵۰۰ (هکتو پاسکال)، *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، جلد ۳۲، شماره ۴، صص ۱۰۸-۸۵.
- عساکره، حسین، بیات، علی، (۱۳۹۲)، تحلیل مولفه‌های اصلی مشخصات بارش سالانه شهر زنجان، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ۴۵، صص ۱۲۴.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۷۹)، *آب و هوای ایران*، انتشارات پیام نور: ۴۶.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، شناسایی تیپ‌های هوایی باران آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی، *مجله تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶۴-۶۳، بهار ۱۳۸۱، صص ۱۱۴-۱۳۳.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۲)، *اقلیم‌شناسی سینوپتیک*، انتشارات سمت.
- فرشادفر، عز...، اصول و روش‌های آماری چند متغیره، انتشارات طاق بستان، کرمانشاه، ۱۳۸۹.

- قاسمی، نرگس ، ۱۳۸۷، شناسایی تیپ‌های هوای منطقه‌ی اقلیمی خزری، رساله‌ی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- قائمی، هوشنگ، عساکره، حسین، سجادی، مهین (۱۳۹۲)، شناسایی تیپ‌های هوای شهر سقز، *اندیشه جغرافیایی*، سال هفتم، شماره ۱۳، صص ۶۲-۴۵.
- کاشکی و همکاران، (۱۳۹۰)، بررسی تیپ‌های همدید اقلیمی شمال شرق کشور و ارتباط آن‌ها با سامانه‌های گردشی روز نماینده مطالعه موردی مشهد، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۵، صص ۷۸-۵۹.
- مسعودیان و همکاران ، (۱۳۸۶)، شناسایی تیپ‌های همدید هوای ایستگاه سنندج (طی سال‌های ۱۳۴۳-۷۳)، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، شماره هفتم
- مسعودیان، (۱۳۸۴)، شناسایی تیپ‌های همدید اصفهان، *طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان*.
- مسعودیان، ابوالفضل و همکاران، (۱۳۸۹)، شناسایی تیپ‌های همدید کرانه جنوبی خزر و ارتباط آن با الگوهای گردشی، *چهارمین کنفرانس تغییر اقلیم، تهران*، صص ۳۷۹-۳۸۹.
- میرموسوی، سید حسین، خائفی، ندا، آبختی گروسی، هوشنگ، (۱۳۹۳)، مطالعه ویژگی‌های اقلیمی استانهای کرمانشاه و کردستان بر مبنای تحلیل‌های عاملی و خوشه‌ای، *مجله جغرافیا و برنامه ریزی*، شماره ۴۸، صص ۲۳۳-۲۱۵.
- یارنال، برنت، ترجمه مسعودیان ، سید ابوالفضل، ۱۳۸۵، *کاربرد اقلیم‌شناسی در مطالعه محیطی* ، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- Bernardi, (1987). Pollution Episodes At Venice Elated To Weather Types: An Analysis For A Better Predictability, Science of the Total Environment, Volum 63. 259-270.
- Jacobs, (1974). Wartime Developments in Applied Climatology, Amer. Met. onogr, Amer. Met. Soci Vol. 1. 306
- Kalkstien, et el, (1987). " An Evaluation of Tree Clustering procedures For Use In Synoptic Climatological Classification", 717-730.

- Krichak, et al, (2000). Monthly Synoptic Patterns Associated With Wet/Dry Conditions In The Eastern Mediterranean, Theor. Appl.
- Lamb, (1950), "Types and Spells of Weather around the year in the British Isles, Annal trends seasonal structure of the year" , Singularities, PP: 393-429
- 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.
- Lund, (1963). "Mapp-Pattern Classification By Statistical Method", pp: 56-65.
- Michailidou, et al, (2009), A study of weather types at Athens and Thessaloniki and their relationship to circulation types for the cold-wet period, part I: two-step cluster analysis, Theoretical and Applied Climatology, 97,163.177
- Morabito, et al,(2006), Winter air-mass-based synoptic climatological approach and hospital admissions for myocardial infarction in Florence, Italy, Environmental Research 102,pp 52-60.
- Sheridan, (1997)."Using A Synoptic Classification System To Assess Climate Trends And Variability, Texas, pp:1-3.
- .Marco Morabito, et al,(2007), Winter classification of air masses and eather types for the forecasting of hospital admissions for Myocardial infarction in Florence, Italy,American meteorology society.
- Sheridan, (2002),The redelopment of a Weather_type classification schome for North America,International Journal of Climatology,Volume 22, p 51- 68.
- Bernardi, (1987), Pollution Episodes at Venice Elated to Weather types: an Analysis for a better Predictability, Science of the Total Environment,Volume 63, p 259-270.
- Sheridan, (2003), North American Weather- type frequency and teleconnection indices, International Journal of Climatology,Volume 23,p_2745.

- McCabe, et al, (2002), Effects of ENSO on weather type frequencies and properties at New Orleans, *Climate Research*, Volume 20, p 95-105.
- Kassomenos, 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.
- Bernardi, (1987), "Pollution episodes at Venice related to weather types: An analysis for a better predictability", *Science of the Total Environment*, Volume 63, p: 259-270.
- Bissolli, et al, (2006), "Tornadoes in Germany 1950-2003 and their relation to particular weather conditions", *Global and Planetary Change*.
- Kalkstien, et al, (1987); "An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification", pp: 717- 730.
- Kassomenos, 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.
- Krichak, et al, (2000), "Monthly synoptic patterns associated with wet/dry conditions in the Eastern Mediterranean", *Theor. Appl. Climatol.* 65, pp: 215- 229.
- Lamb, (1950), "Types and spells of weather around the year in the British Isles, Annual trends seasonal structure of the year", *Singulaities*, pp 393-429.
- Littmann, (2000), "An empirical classification of weather types in the Mediterranean Basin and their interrelation with rainfall", *Theor. Appl. Climatol.* 66, pp: 161-171.
- McCabe, et al, (2002), "Effects of ENSO on weather - type frequencies and properties at New Orleans", *Climate Research*, Volume 20, p: 95-105.
- Sheridan, (1997), "Using a synoptic classification system to assess climate trends and variability", Texas, pp:1-3