نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۳، شماره ۶۸، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۴۵-۲۳

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۹/۱۵

شناسایی و تحلیل همدیدی تیپ‌های هوای شهر اهر

کریم امینی نیا[۱]
علی محمودی [۲]

چکیده

یکی از کارهایی که در زمینه اقلیم شناسی همدید انجام می‌شود تیپ بندی هواست. دراین پژوهش به منظور شناسایی تیپ‌های هوای‌ایستگاه اهر ، داده‌های روزانه مربوط به ۱۶ پارامتر جوی طی دوره آماری ۱۳۶۵/۱/۱ تا ۱۳۹۱/۱۰/۱۰ استفاده شده است. برای‌این کار یک تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی ماتریس استاندارد شده با آرایه P(۱۶ ×۹۲۲۷)، انجام گرفت که دراین آرایه روزها در سطرها ومتغیرها 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 بارش۲- تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم‌بارش۳- تیپ خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش۴- تیپ معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم‌بارش۵- تیپ سرد، بسیار مرطوب و پربارش. 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 پربارش 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 اقلیم شناسی،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 نسبتا فراوانی در سطح جهان و کمی درایران انجام گرفته است. که از جمله قدیمی‌ترین آنها می‌توان به کار لمب[۱] (۱۹۵۰: ۴۲۹-۳۹۳) و همچنین لوند[۲] (۱۹۶۳: ۶۵-۵۶) وکالکسیتین 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 دراین زمینه می‌توان به شریدان[۵] (۱۹۹۷ : ۳-۱)، لیتمن[۶] (۲۰۰۰: ۱۷۱- ۱۶۱) و مک کابی و مولر[۷] (۲۰۰۲: ۱۰۵-۹۵) اشاره نمود که در کاری متفاوت به بررسی تیپ‌های هوای نئواورلئان 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

---

1 . Lamb
2- Lund
3- Kalkstien et al
4-- Bernardi et al
5- Sheridan
6- Littmann
7- Mc cabe and Muller
8-- Kassomenos et al
9- Morabito et al
10- 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 وحلبیان (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 درمحدوده 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 معمولا ثابت است تفاوت تیپ‌های هوایی که در یک محل از پس یکدیگر می‌ایند 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 گردشی بوده ، شناخت ویژگی، شدت و فراوانی هرکدام از تیپ‌ها می‌تواند ما را از زمان حاکمیت و دوره استیلای آن آگاه نموده و ما را در برنامه ریزی‌ها یاری نماید.

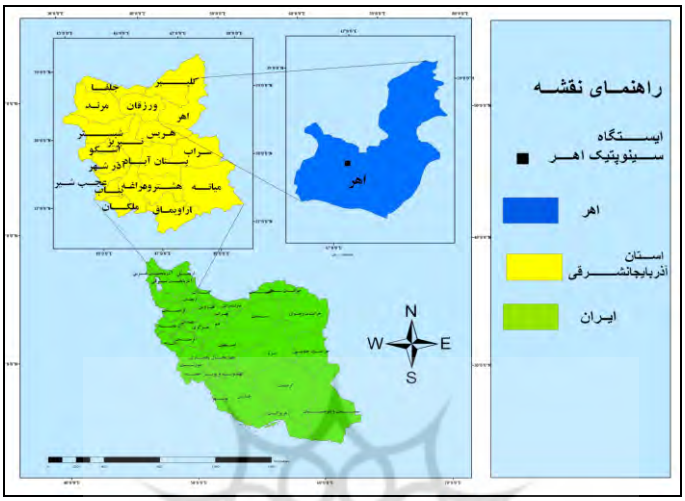
در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های چند متغیره آماری نظیر تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) یا تحلیل عاملی(FA)و تحلیل خوشه‌ای(CA)مورد توجه بسیاری از محققین علوم و اقلیم شناسی قرار گرفته است. با توجه به حجم بسیار زیاد داده‌های هوا و اقلیم شناسی که عموما در حوضه‌های وسیع جغرافیایی و در فواصل زمانی کوتاه جمع آوری میگردد؛ روش تحلیل مولفه‌های اصلی از خانواده بردارهای ویژه است که عمدتا 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 که‌این 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. ازاین روش‌ها جهت اهداف مختلفی همانند طبقه بندی الگوهای پراکندگی فشار، ناحیه بندی اقلیمی و شناسایی توده‌های هوا استفاده میگردد. در اکثر موارد نتایج نهایی فرایند تحلیل عاملی، یعنی نمرات عامل‌ها، به عنوان داده‌های اولیه روش خوشه بندی استفاده می‌شوند. اگر چه محصول روش تحلیل عاملی در روش خوشه بندی 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 معمولا 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 وایجاد زمینه لازم برای پیش بینی بهتر، به تقسیم بندی متغیرها در داخل گروه‌های همانند نیاز است، به گونه-ای 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 واقع‌این 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. دراین 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. دراین تحقیق از روش موسوم به وارد استفاده گردیده است. دراین 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 ۳۰۷۳.۹۳ 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 روزانه‌ایستگاه هواسنجی اهر۱۶ متغیر اقلیمی شامل: دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه، رطوبت نسبی، حداقل رطوبت، حداکثر رطوبت، ابرناکی، دیدافقی، دمای نقطه شبنم، فشار تراز دریا، فشار ترازایستگاه، 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 ۹۲۲۷×۱۴ با آرایشP در نرم‌افزار متلب‌ایجاد شد. با توجه به‌اینکه هدف ازاین پژوهش تیپ-بندی همدید هوا بود ماتریس داده‌ها با آرایشP 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 دراینجا 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 j ام در روز i ام؛ $Data_{ij}$ مقدار متغیر j ام در روز i ام ؛ Min_i مقدار کمینه متغیر j ام؛ Max_j مقدار بیشینه متغیر j ام.

به منظور طبقه‌بندی مشاهدات از تحلیل‌خوشه‌ای با استفاده از فاصله اقلیدسی و تکنیک وارد استفاده شد. مهم‌ترین عملیات انجام شده بر روی‌این 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-شناسی‌این روش در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار خواهد گرفت. تحلیل‌خوشه‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که به طور گسترده و فزاینده برای تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره استفاده می‌شود. دراین روش دسته‌بندی کردن بر اساس مشابهت‌ها یا فواصل (عدم شباهت‌ها)انجام می‌شود. در تحقیق حاضر جهت تشخیص فاصلهٔ بین افراد از روش فاصله اقلیدسی به شرح زیر بهره گرفته شد.

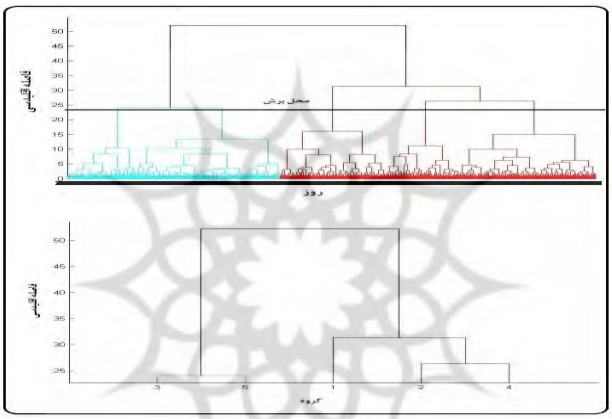
$$e_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

دراین رابطه e_{jk} ضریب فاصله اقلیدسی، X_{ij} مقدار صفت iام بر روی فرد jام 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-دراین 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 ۰/۵ تا ۰/۷ تغییر می‌کند. دراین پژوهش روزهای نماینده بر پایه آستانه ۰/۵ 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 می‌ایند 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. دراین پژوهش پس از اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی آرایه استاندارد شده به ابعاد۱۶×۹۲۲۷ و ادغام روزها بر اساس روش وارد در طول دوره مورد بررسی، ۵ تیپ هوای متمایز برای شهر اهر مشخص شد(شکل ۲ و جدول ۱).



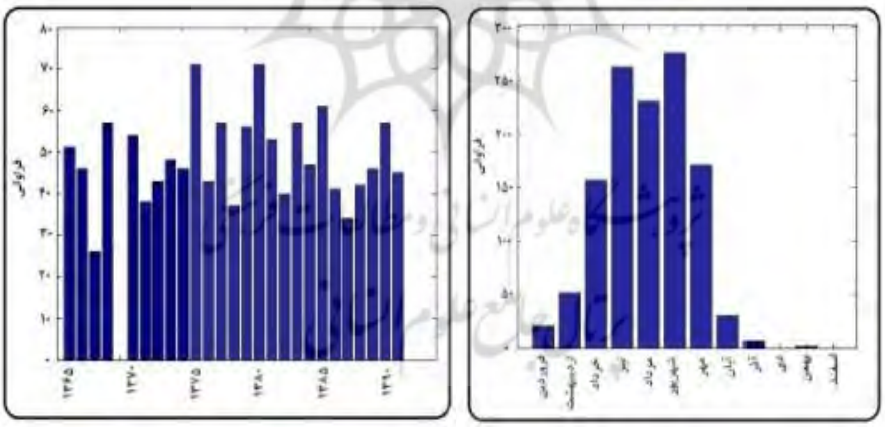
شکل(۲) دارنمای کامل تیپ‌های هوای شهر اهر

جدول(۱) اسامی تیپ‌های شهر اهر

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

تیپ گرم، نیمه خشک و بدون بارش

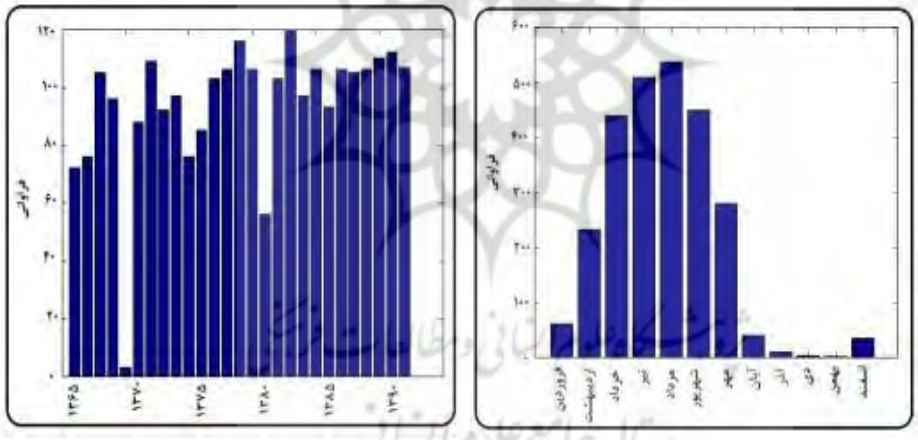
بیشینه فراوانی‌این تیپ هوا در سه ماه تابستان بوده اما ممکن است از اواخر خرداد تا مهر هم ملاحظه گردد. خصوصیات‌این تیپ، هوای گرم، رطوبت پایین و بارش ناچیز می-باشد. فراوانی‌این تیپ ۱۳/۰۵ درصد روزهای مورد بررسی است. میانگین بارش‌این تیپ هوا ۰/۰۱ میلی‌متر، میانگین دمای آن ۲۰/۰۳، حداقل دما ۱۱/۴ و حداکثر آن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



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

تیپ معتدل، نیمه مرطوب و کم بارش

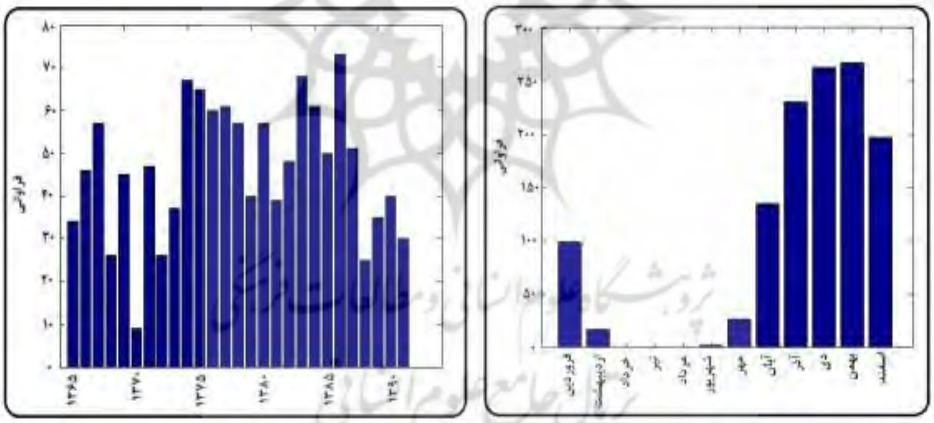
طی دوره مورد بررسی‌این تیپ هوا در نیمه اول سال رخ داده است. بیش‌ترین فراوانی آن در تابستان در تیر و مرداد ماه بوده است. شرایط دمایی دراین تیپ هوا نسبت به تیپ قبل خنک‌تر و میزان رطوبت بیشتر می‌باشد. میانگین دما حدود ۱۸/۵، حداکثر ۲۴/۸و حداقل آن ۱۲/۷ درجه سلسیوس است. متوسط بارش ۰/۴ میلی‌متر و رطوبت ۵۶ درصد می‌باشد. فراوانی وقوع‌این 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) وسالانه(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 حاکمیت‌این تیپ هوا، شهر اهر هوای سردی را تجربه می‌کند. میانگین بارش‌این تیپ هوا ۰/۳ میلی‌متر و رطوبت ۵۵/۵درصد 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 وقوع‌این تیپ ۱۳/۴ درصد می‌باشد.این تیپ بیشترین سازگاری را با تیپ سرد، بسیار مرطوب و پربارش دارد. روز نماینده آن ۱۳۷۲/۱۰/۲۸می‌باشد. بررسی سالانه‌این 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 روزاین سال دیده شده است(شکل ۵).

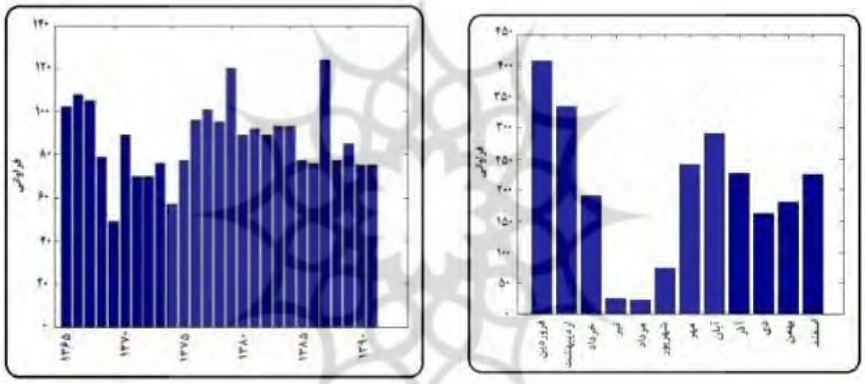


شکل(۵) – فراوانی ماهانه(راست) وسالانه(چپ) تیپ خیلی سرد و یخبندان، نیمه مرطوب و بدون بارش

تیپ معتل 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 وقوع‌این تیپ ۲۵/۷ درصد روزهای مورد بررسی است. فراوانی آن در کل دوره ۲۳۷۲ روز بوده است. میانگین بارش‌این 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 وقوع‌این تیپ روندکاهشی را نشان می‌دهد. بیش‌ترین فراوانی آن درسال۱۳۸۷ می‌باشد که در۱۲۴ روز آن‌این تیپ غالب بوده است وکم‌ترین آن درسال ۱۳۶۹بوده است(شکل ۶).

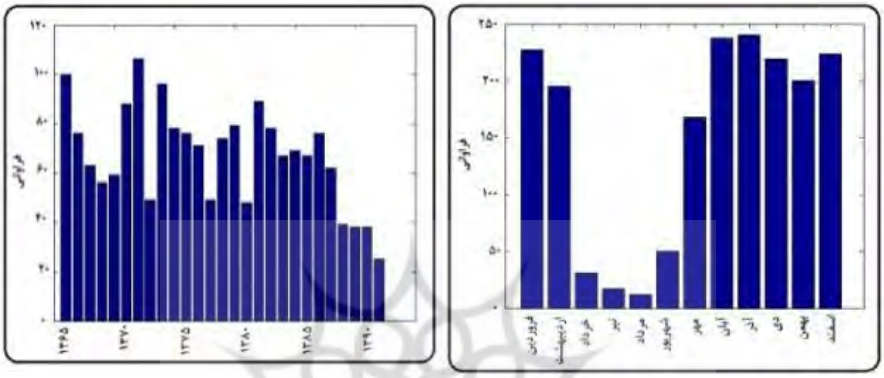


شکل(۶) فراوانی ماهانه(راست) وسالانه(چپ) تیپ معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم‌بارش

تیپ سرد، بسیارمرطوب 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 می-باشد. میانگین بارش دراین تیپ هوا ۲/۶ میلی‌متر و میزان رطوبت ۸۷ درصد می‌باشد. پربارش‌ترین تیپ در بین تیپ‌های اهراین تیپ می‌باشد. فراوانی وقوع‌این 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 ۱۳۹۱دیده می‌شود(شکل ۷).



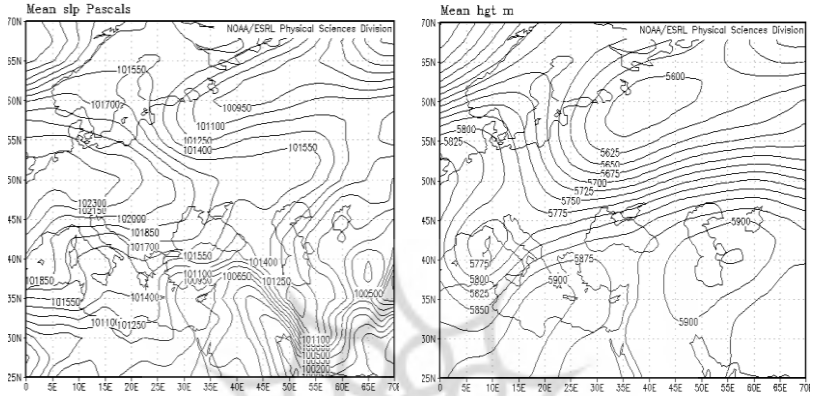
شکل(۷)- فراوانی ماهانه(راست) وسالانه(چپ) تیپ سرد، بسیارمرطوب و پربارش

تحلیل همدیدی الگوهای بدست آمده:

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

بررسی نقشه فشار سطح دریـا در روز نمونـه الگـوی اول(۱۵ جـولای ۱۹۸۶) حـاکی از فعالیت سامانه کم فشار سطح زمین بر روی عربستان و خلیج فارس و نفوذ زبانه‌های آن بـه سمت مناطق غربی و شمال غربی‌ایران 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 کل‌ایران در تراز میانی جو، تمایل به افـزایش دما همراه با رطوبت پایین را بیشتر می‌کند(شکل ۸). در نقشه تراز میانی جو، سامانه پرارتفاع جنب حاره به طور مشخص با خط هم ارتفاع مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسـیل متـر کـل منـاطق غربی ، و شمالی‌ایران را در برگرفته است که چنین وضعیتی از آرایش خطوط هم ارتفاع تراز

میانی جو، انتقال هوای بسیار گرم و خشک مناطق جنوبی و بـویژه عـراق و عربسـتان را در محدوده مورد مطالعه تسهیل می‌نماید.

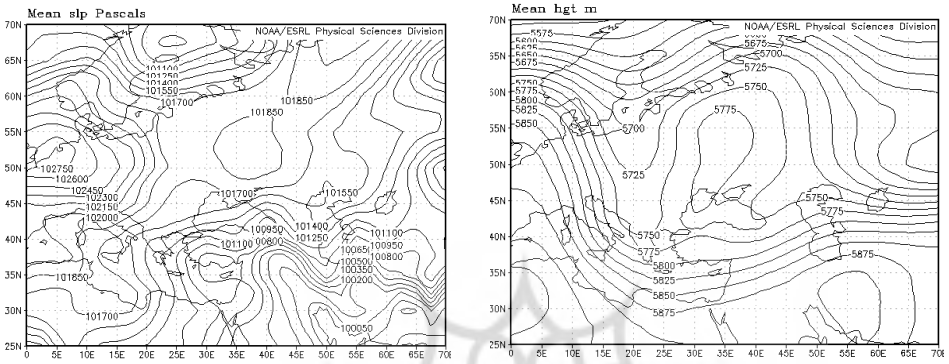


شکل شماره۸ – نقشه فشار سطح دریا(سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو(سمت راست)روز نمونه الگوی اول

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

پراکندگی خطوط هم فشار سطح دریا در روز نمونه الگوی دوم (معتدل نیمـه مرطـوب 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 بسـته پرفشـار ضـعیفی کـه در منـاطق شمالی دریای سیاه با خط همفشار مرکزی ۱۰۱۸/۵ واقع گردیده اسـت و زبانـه 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 پرارتفاع مانع بر روی شرق اروپا می‌باشد که نفوذ زبانه ضعیفی از موج کوتاه بازوی راسـت‌ایـن سـامانه ، وقـوع ناپایـداری و بـارش‌هـای رگباری سبک برای محدوده مورد مطالعه را می‌تواند فراهم نمایـد. سـامانه دیگـری کـه در شکل گیری الگوی‌این تراز موثر میباشد پرارتفاع جنب حاره می‌باشد کـه بـا تشـکیل مرکـز

بسته بر روی مرکز و جنوب‌ایران بـا خـط هـم ارتفـاع مرکـزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسـیل دکـامتر، افزایش نسبی دما و کاهش ناپایداری در محدوده مورد مطالعه را سبب می‌گردد(شکل ۹).

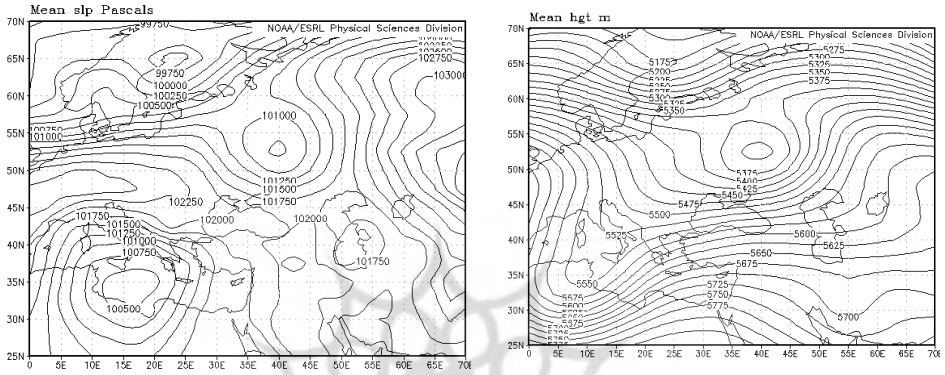


شکل شماره۹ - نقشه فشار سطح دریا(سمت چپ) و آرایش توپوگرافی تراز میانی جو(سمت راست)در روز نمونه الگوی دوم

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 وسردی هوا از اثرات شکل گیری چنین الگویی در سطح زمین می‌تواند باشد. به همین دلیل است که در بین تمامی الگوهای بدست آمده ، کمترین دمای میانگین گروه و روزنمونه متعلق به همین الگو می‌باشد. در تراز میانی جو استقرار سامانه پرارتفاع قدرتمندی که مناطق شرقی تا غرب و شمال غرب‌ایران 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(شکل۱۰). بر اساس نتایج بدست آمده شکل گیری چنین الگوی از سامانه‌های جوی بیشتر در فصول سرد سال بوده ودر 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 دراین‌ایام از سال مواجه گردیده است.این امر معمولا به دنبال جابجایی پرارتفاع مانع اروپا از مرکز اروپا به

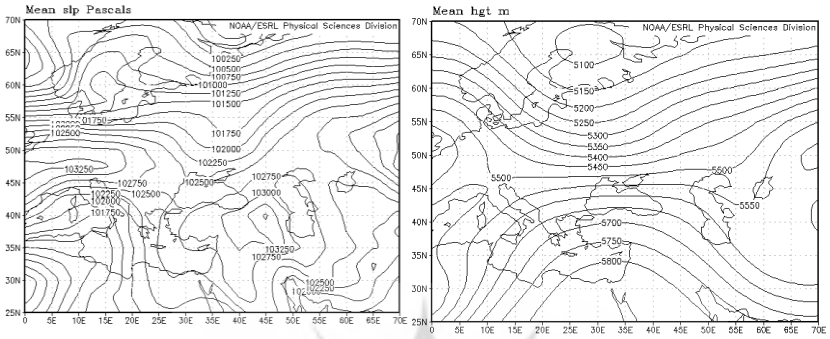
سمت شرق مدیترانه دراین سال‌ها صورت می‌پذیرد که سردی و خشک بودن هوا از تبعات آن می‌باشد.



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):

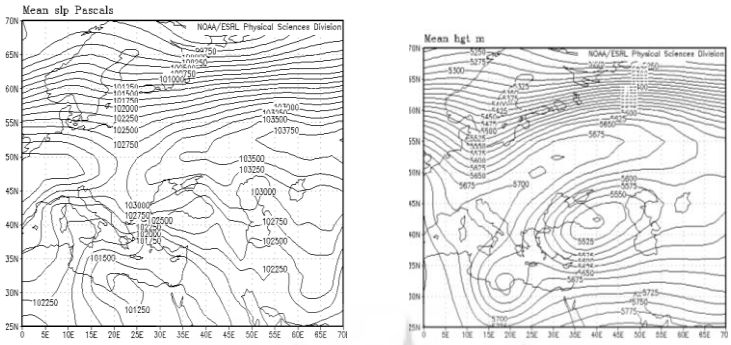
۶ دسامبر ۱۹۹۷ به عنوان روز نمونه تیپ هوای معتدل سرد، نیمه مرطوب و کم بارش ، حاکی از استقرار سامانه پرفشار ضعیفی بر روی مناطقی از شرق ترکیه ،عراق و غرب و شمالغرب‌ایران می‌باشد که پایداری نسبی هوا و عدم فعال بودن سامانه‌های باران زا و تاثیر گذار بر روی محدوده مورد مطالعه را موجب گردیده است. بررسی نقشه 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 شکل گیری چنین الگویی، فرود بلند مدیترانه موجب شکل گیری 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 پرارتفاع نسبتا فعال بر روی مناطق غربی‌ایران، توانایی لازم برای ورود به‌این مناطق وایجاد ناپایداری همراه با ریزش‌های جوی مناسب پیدا نمی کند(شکل۱۱).



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 وهفتم نوامبر ۱۹۸۶ به عنوان روز نماینده تیپ هوای بسیار مرطوب سرد و پربارش که در بین تمامی تیپ‌های هوای بدست آمده و همچنین روزهای نماینده‌این تیپ‌ها ، بیشترین مقدار بارش و رطوبت را دارا می‌باشد نشان دهنده حاکمیت بهترین شرایط الگوهای جوی برای وقوع بارش در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. دراین 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 راست‌این موج فعال شاهد ناپایداری‌های شدید و متوالی میگردد که به دلیل بهره گیری از منابع رطوبتی متعدد بویژه دریای مدیترانه، خزر و گاها دریای سیاه، با بارش‌های مناسب و قابل توجهی همراه می‌گردد. محور چنین ناوه‌هایی معمولا شمال شرقی- جنوب غربی و یا گاها 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 هوای‌ایستگاه اهر از داده‌های روزانه ۱۶ پارامتر اقلیمی‌این‌ایستگاه طی دوره آماری ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۱ استفاده شده است. برای‌این 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 هوای‌ایستگاه اهردر فصول مختلف اقلیمی، حاکی از تاثیر پذیری آنها از شرایط کوهستانی، عرض جغرافیایی ، موقعیت نسبی‌ایستگاه 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 حداکثری‌این تیپ هوا همزمان باایام گرم سال که تقویت و استیلای سامانه پرارتفاع جنب حاره را در اکثر مناطق‌ایران(حتی مناطق شمال غرب کشور) شاهد هستیم(مسعودیان ومحمدی،۱۳۸۶،۲۱)، حاکی از شرایط متفاوت اقلمی منطقه به دلیل وضعیت خاص توپوگرافی و بویژه جهت گیری ارتفاعات منطقه(قوشا داغ در جنوب و قره داغ در شمال منطقه) می‌باشد. دراین 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 زبانه‌های ضعیف سامانه‌های پرفشار مهاجر اروپا ویا آزور در سطح زمین به ویژه درایام گرم سال ؛ شرایط برای تعدیل دما وافزایش 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 پرارتفاع 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 زبانه‌های پر فشار 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 گاها دریای سیاه، اجازه دوام و ثباط بیشتراین تیپ هوا را بر عکس مناطق جنوبی تر و حتی هم عرضی همانند خوی را نمی دهد. 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 فراوانی‌این تیپ‌های هوا حاکی از کاهش نسبی در طول دوره آماری به ویژه در سال‌های پایانی‌این 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،۱۳۹۰،۲۲۸ و قائمی و همکاران،۱۳۹۱،۹۰). با توجه به نتایج‌این تحقیق، تیپ‌های هوای شناسایی شده را می‌توان با پدیده‌هایی همانند وقوع یخبندان، امواج و یا دوره‌های طولانی مدت سرما یا گرما ، گرد وغبار و ..... مرتبط دانست و با اتخاذ تدابیر لازم، تا حدی از اثرات زیانبار آن‌ها جلوگیری به عمل آورد.

منابع و مآخذ

- باقری، (۱۳۸۷)، شناسایی تیپ‌های هوای منطقه‌ی اقلیمی کوهستانی‌ایرا ن، رساله‌ی کارشناسی ارشد،گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان.

- باقری،(۱۳۸۷)، شناسایی تیپ‌های هوای‌ایستگاه همدید اراک ، ***مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*** ، جلد ۳۲، شماره ۴، صص۱۳۱-۱۵۰ .

- جعفرپور، ابراهیم، (۱۳۷۹)، ***مبانی اقلیم شناسی*** ، تهران، انتشارات پیام نور، ص ۱۹۳

- حلبیان،امیر حسین،رزمجویی ،فرشته (۱۳۹۰)، تحلیل تیپ‌های هوای زابل وارتباط آن‌ها با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال، ***مجله جغرافیا و توسعه***، شماره ۲۳ ،صص۶۹-۹۸.

- رزمجویی، شهرام، برومند، صلاحی (۱۳۹۰)، شناسایی تیپ‌های هوای‌ایستگاه 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 ، صص۲۳۰-۲۱۰ .

- رزمجویی،فرشته، (۱۳۸۷)، شناسایی تیپهای هوای‌ایستگاه سینوپتیک بم طی دوره زمانی-۱۳۵۸ ۱۳۸۲و 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 برنامه ریزی***، شماره ۴۵، صص۱۲۴.

- 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،ص ۱۱۴-۱۳۲.

- علیجانی، بهلول،(۱۳۸۲)، ***اقلیم شناسی سینوپتیک***، انتشارات سمت.

- فرشادفر، عز ا...، 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 هوای‌ایستگاه سنندج (طی سال‌های ۱۳۴۳-۷۳)، ***مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای***، شماره هفتم

- مسعودیان، (۱۳۸۴)، شناسایی تیپ‌های همدید اصفهان، ***طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان***.

- مسعودیان،ابوالفضل وهمکاران،(۱۳۸۹)،شناسایی تیپ‌های همدید کرانه جنوبی خزر و ارتباط آن با الگوهای گردشی،چهارمین کنفرانس تغییر اقلیم،تهران،صص۳۷۹-۳۸۹.

- 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، صص۲۳۳-۲۱۵.

- یارنال، برنت، ترجمه مسعودیان ، سیدابوالفضل، ۱۳۸۵ ، ***کاربرد اقلیم شناسی درمطالعه 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 el, (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 el, (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 el,(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 Asess Climate Trends And Variability, Texas, pp:1-3.

.Marco Morabito, et el,(2007), Winter classification of air masses and eather types for the forcasting of hospital admissions for Myocardial infaraction 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), Polluation 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.

-Mc cabe ,et el,(2002),Effects of ENSO on eather_type frequencies and properties at New Orleans, Climate Research, Volume 20, p 95-105.

-Kassomenos,et el,(2003),On the relation between seasonal Synoptic circulation types and sptial 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 el, (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 el, (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, Annal 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.

- Mc cabe, et el , (2002), "Effects of ENSO on eather - 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