

شناسایی تیپ‌های هوای شهر سقز

هوشنگ قائمی^۱، حسین عساکره^۲، مهین سجادی^۳

چکیده

در این پژوهش به منظور شناسایی تیپ‌های هوای شهر سقز از داده‌های روزانه چهارده پارامتر اقلیمی ایستگاه سقز، از تاریخ ۱۳۴۸/۱/۱ تا ۱۳۸۷/۱۲/۳۰ (روز استفاده شده است. برای این کار یک تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی ماتریسی با آرایه 14×13316 با آرایش P، یعنی روزها در سطرها و متغیرها در ستون‌ها بعد از استاندارد سازی داده‌ها انجام گرفته و در نهایت هشت تیپ هوای متمایز برای شهر سقز شناسایی شده است، که شامل: ۱- تیپ مرطوب، پر بارش و معتدل ۲- تیپ مرطوب، کم بارش و سرد ۳- تیپ مرطوب، کم بارش و خشک ۴- تیپ مرطوب، یخبندان و کم بارش ۵- تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش ۶- تیپ گرم، بسیار خشک و بدون بارش ۷- تیپ نیمه خشک، معتدل و بدون بارش ۸- تیپ خشک، معتدل و بدون بارش می‌باشند. برای هر کدام از این تیپ‌ها یک روز نماینده با آستانه $0/6$ تعیین شده است. فراوانی و روند سالانه هر کدام از تیپ‌ها بررسی گردید و نشان داد که تیپ‌های شناسایی شده دارای نوسان‌های متفاوتی در طول دوره مورد مطالعه بوده‌اند.

واژگان کلیدی: تیپ هوا، تحلیل خوشه‌ای، روز نماینده، شهر سقز

۱. استاد پژوهشکده هواشناسی کشور
۲. دانشیار اقلیم شناسی، دانشگاه زنجان asakereh@znu.ac.ir
۳. کارشناس ارشد اقلیم شناسی سینوپتیک، دانشگاه زنجان

مقدمه

اقلیم‌شناسی همدید مطالعه همزمان همه عناصر یک مکان و کشف رابطه آنها با الگوهای پراکنندگی فشار یا الگوهای گردش هوا می‌باشد. اقلیم‌شناسی همدید یک علم کاربردی است، زیرا با کشف رابطه بین تغییرات ویژگی‌های محیط زیست و الگوهای فشار، رخداد آنها را پیش‌بینی و از بروز خساراتی مانند آتش سوزی، سیلاب، بارش‌های سنگین، هاریکان‌ها و خشکسالی‌ها جلوگیری می‌کند (جاکوبس^۱، ۱۹۴۷: ۳۰۶). از جمله تحقیقاتی که در قلمرو اقلیم‌شناسی همدید قرار می‌گیرد، تیپ‌بندی هوا است. یک تیپ هوا، نماینده هوایی است که از نظر متغیرهای جوی ممیز به اندازه کافی همانند همدیگرند. به عبارت دیگر یک تیپ هوا در برگیرنده‌ی هوایی است که از دیدگاه آماری آنقدر با هم همانندی داشته باشند که بتوان آنها را در یک گروه جای داد. 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 آن جایی که شرایط جغرافیایی 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 (حلبیان و رمزجویی ۱۳۹۰: ۷۰-۶۹). آگاهی از این موضوع که حل بسیاری از مسائل و معضلات زیست محیطی از قبیل خشکسالی، آلودگی هوا، طغیان رودخانه‌ها، هجوم آفات، کیفیت هوای شهری، موج گرما و موج سرما، در گرو شناسایی و تحلیل تیپ‌های هوای یک گستره مکانی است. این امر انگیزه توجه به تیپ‌های هوای موثر بر شهر سقز گردید. بدین ترتیب زمینه لازم برای مطالعات بیش‌تر اقلیم‌شناسی کاربردی در این قلمرو جغرافیایی میسر خواهد شد. در زمینه شناسایی تیپ‌های هوا و ارتباط آن با الگوهای گردش، مطالعات زیادی صورت گرفته است. از آن جمله لمب^۲ (۱۹۵۰) تیپ‌بندی هوای روزانه در مقیاس همدید را برای بریتانیا در دوره زمانی ۱۸۶۱-۱۷۷۱ انجام داده و هفت هوای اصلی را

1- Jacobs

2- Lamb

در آن محل شناسایی کرده است. لوند^۱ (۱۹۶۳) پراکندگی فشار روزانه در شمال شرق ایالات متحده آمریکا را یک تیپ هوا نامید و با استفاده از روش همبستگی این روزها را گروه بندی و تیپ های غالب را شناسایی کرده است. کالکستاین^۲ و همکاران (۱۹۸۷) توده های هوای حاکم بر شهر موبیل واقع در ایالات آلابامای آمریکا را براساس هفت متغیر دما، نقطه شبنم، میدان دید، ابرناکی آسمان، فشار سطح دریا، سرعت باد و جهت باد با استفاده از روش های وارد، فاصله مرکزی و فاصله متوسط شناسایی کردند. ایشان پس از بررسی نتایج به دست آمده دریافتند که روش فاصله متوسط نتایج منطقی تری را ارائه می کند و توده های هوای حاصل به واقعیت نزدیک ترند. برناردی^۳ (۱۹۸۷) تیپ های هوای به وجود آورنده آلودگی در شهر ونیز ایتالیا را شناسایی کردند، تا از این طریق بتوانند زمان این آلودگی ها را پیش بینی کنند. شریدان^۴ (۱۹۹۷) خصوصیات و روندهای جدید توده های هوا را مورد آزمایش قرار داده و سیستم طبقه بندی همدید را برای ۱۳ ایستگاه در تگزاس طی ماه های ژوئن، جولای و آگوست از سال ۱۹۹۰-۱۹۶۱ به کار برده و روزهای بارانی را برای ۵ توده هوا با استفاده از متغیرهای هواشناسی دما، نقطه شبنم، یخبندان، سرعت و جهت باد شناسایی کرده است. کریچاک^۵ و همکاران (۲۰۰۰) رابطه الگوهای همدید بزرگ مقیاس اروپا و نواحی مجاور را با دوره های پر بارش و کم بارش شرق مدیترانه طی دوره ۱۹۹۵-۱۹۸۰ بررسی کرده اند. در این بررسی از فشار سطح دریا، ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و الگوهای بارش مرطوب، نرمال و خشک برای هر یک از ماه ها در طول ماه های مارس تا اکتبر استفاده کردند. ایشان نشان داده اند که ناهنجاری های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تبیین کننده رخداد دوره های پر بارش و کم بارش شرق مدیترانه است.

1- Lund
 2- Kalkstien
 3- Bernardi
 4- Sheridan
 5- Krichak

لیتمن^۱ (۲۰۰۰) به کمک روش تحلیل خوشه‌ای، داده‌های فشار و ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را طبقه‌بندی کرده و رابطه تیپ‌های هوای حاصله را با بارش‌های حوضه مدیترانه بررسی نموده است. وی ۲۰ تیپ مختلف را شناسایی کرده و معتقد است این تیپ‌ها الگوی بارش مدیترانه را تا اندازه زیادی تبیین می‌کنند. مورابتو^۲ و همکاران (۲۰۰۶) به روش همدید به بررسی رابطه بین تیپ‌های هوای زمستانه فلورانس ایتالیا با بروز حمله قلبی پرداختند و نشان دادند که هر چند به دلایل محدودیت‌های روش شناختی، نمی‌توانند یافته‌های خود را به دیگر مناطق جغرافیایی تعمیم دهند؛ به نظر می‌رسد بین تیپ‌های هوا و رخداد سکت قلبی در فلورانس ارتباط آماری وجود دارد. میشائیلیدو^۳ و همکاران (۲۰۰۹) با بهره‌گیری از پنج پارامتر کمی هواسنجی و دو متغیر کیفی وابسته به نوع چرخش غالب در طول ۴۳ سال (۱۹۵۸-۲۰۰۰) به مطالعه انواع آب و هواهای دو شهر آتن و تسولانیکی در یونان پرداخته‌اند. ایشان با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، ۶ تیپ هوا برای آتن، ۵ تیپ برای تسولانیکی و برای هر دو ایستگاه فقط دو نوع آب و هوا وابسته به وضعیت آنتی سیکلون شناسایی نموده‌اند. در ایران، علیجانی (۱۳۸۰)، تیپ‌های هوا و اثر آنها بر اقلیم ایران را به کمک داده‌های پایگاه (NCEP/NCAR)^۴ و با استفاده از روش تحلیل عاملی با ماتریس همبستگی آرایه S و چرخش واریماکس مورد مطالعه قراردادده است. مسعودیان (۱۳۸۴) هوای اصفهان را برای مدت ۴۴ سال بررسی نموده و با استفاده از یک تحلیل خوشه‌ای بر روی آرایه استاندارد و ادغام روزها براساس روش "وارد" نشان داد که اصفهان دارای نه تیپ همدید متمایز است. مسعودیان و محمدی (۱۳۸۶)، هفت متغیر اقلیمی ایستگاه سنندج را مورد بررسی قرارداد و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای یازده تیپ همدید را برای ایستگاه سنندج تشخیص داده‌اند.

1- littmann

2- Morabito

3- Michailidou

4- www.cdc.noaa.gov

باقری (۱۳۸۷)، با استفاده از تحلیل خوشه ای به روش ادغام "وارد" چهار تیپ اصلی را برای اراک شناسایی کرد. باقری (۱۳۸۷)، با استفاده از تحلیل خوشه ای به شناسایی تیپ های هوای شانزده ایستگاه همدید منطقه اقلیمی کوهستانی ایران پرداخته است و مشخص کرده که هر کدام از تیپ ها با بیش از یک الگوی گردشی مرتبط می باشد. رمزجویی (۱۳۸۷)، تیپ های هوای ایستگاه سینوپتیک بم را طی دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۵۸ بررسی کرده و با استفاده از تحلیل خوشه ای به روش ادغام وارد بر روی داده های استاندارد شده چهار تیپ هوا برای ایستگاه بم به دست آورد. قاسمی (۱۳۸۷)، با استفاده از روش تحلیل خوشه ای به شناسایی تیپ های هوای منطقه اقلیمی خزر ایستگاه های بابلسر، رامسر، رشت و بندر انزلی پرداخته و هشت تیپ اصلی برای بابلسر، هشت تیپ برای ایستگاه رامسر، هفت تیپ برای ایستگاه رشت و هفت تیپ اصلی برای ایستگاه بندر انزلی شناسایی کرده است. حلیان و رمزجویی (۱۳۸۹) با استفاده از روش تحلیل خوشه ای شش تیپ هوا را برای زاهدان شناسایی کردند. مسعودیان و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از روش تحلیل خوشه ای برای ۸ ایستگاه همدید کرانه خزر برای هر ایستگاه پنج تیپ هوا را شناسایی کردند. حلیان و رمزجویی (۱۳۹۰)، با استفاده از روش تحلیل خوشه ای بر روی داده های خود شش تیپ همدید را برای زابل شناسایی کردند. کاشکی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از داده های روزانه شش متغیر اقلیمی، پایگاه داده ها را در نرم افزار *MATLAB* به صورت آرایش ماتریس $p_{m \times n}$ تشکیل داده اند سپس با استفاده از تحلیل خوشه ای پنج تیپ متمایز را برای ایستگاه مشهد شناسایی کردند.

داده ها و روش ها

برای شناسایی تیپ های هوای ایستگاه سقز از داده های روزانه چهارده پارامتر اقلیمی ایستگاه سقز شامل تابش، دمای روزانه، حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه، درصد رطوبت نسبی، فشار بخار آب، دمای نقطه شبنم، ابرناکی، دید افقی، فشار تراز

ایستگاه، فشار تراز دریا، جهت و سرعت باد و بارش طی دوره آماری ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۷ استفاده شده‌اند. این داده‌ها به این دلیل انتخاب شده‌اند که نماینده شایسته‌ای از شرایط دمایی و رطوبتی جو می‌باشند. بعد از حذف روزهای فاقد داده از بین متغیرهای مورد بررسی ماتریسی با آرایه 14×13316 با آرایش P یعنی متغیرها در ستون‌ها و روزها در سطرها، در نرم افزار متلب ایجاد شده است. برای انجام تحلیل خوشه‌ای چون داده‌ها دارای یکاهای مختلفی بودند پیش از انجام تحلیل خوشه‌ای استاندارد سازی داده‌ها ضروری بوده است تا وزن همه متغیرها در تفکیک تیپ‌های هوا یکسان باشد. برای استاندارد سازی از رابطه زیر استفاده شده است.

$$STND_{ij} = \frac{Data_{ij} - Min_j}{Max_j - Min_j} \quad (1)$$

$STND_{ij}$ مقدار استاندارد شده متغیر i ام، در روز i ام، $Data_{ij}$ مقدار متغیر i ام در روز i ام، Min_j مقدار کمینه متغیر i ام، Max_j مقدار بیشینه متغیر i ام (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۴).

بسته به روشی که برای محاسبه درجه همانندی و چگونگی ادغام استفاده می‌کنیم، یک تحلیل خوشه‌ای را می‌توان به شیوه‌های مختلفی اجرا کرد. در این پژوهش از روش فاصله اقلیدسی استفاده شده است. ضریب فاصله اقلیدسی را که با e_{jk} نشان می‌دهند از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$e_{jk} = \left[\sum_{i=1}^2 (x_{ij} - x_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

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 (فرشادفر، ۱۳۸۹: ۵۶۳). پس از اندازه‌گیری درجه همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام اقلامی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند به کار برد. به دلیل مقبولیت پرشمار روش وارد در مطالعات اقلیم‌شناسی، در تحقیق حاضر از روش ادغام وارد استفاده شده است، زیرا در این صورت میزان پراش درون گروهی به

حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. در این روش برای ادغام افراد از مجموع مربعات اشتباه استفاده می‌شود. ابتدا هر فرد به عنوان عضو واحد یک دسته با مجموع مربعات اشتباه صفر در نظر گرفته می‌شود. در هر دسته‌بندی مجموع مربعات اشتباه (ESS) یک جفت دسته یا گروه ممکن تعیین می‌شود. افرادی که در یک جفت از دسته‌ها دارای حداقل مجموع مربعات اشتباه هستند در یک دسته قرار می‌گیرند. با استفاده از روش وارد مقدار ESS زیر فرمول زیر به دست می‌آید.

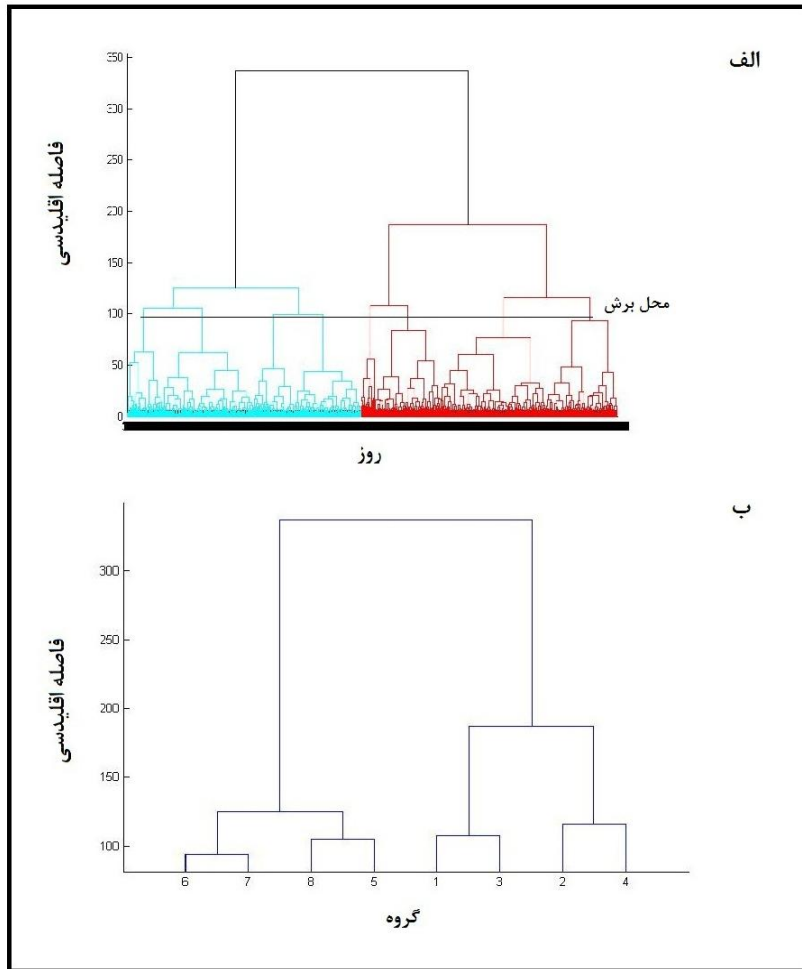
$$E.S.S = \sum_{i=1}^k \left[\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \frac{1}{n_j} \left[\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right]^2 \right] \quad (3)$$

در این فرمول x_{ij} امتیاز یا نمره فرد i ام است در دسته j ام، k تعداد کل دسته‌ها در هر مرحله، n_j تعداد افراد در هر دسته j ام است. این مجموع مربعات اشتباه را شاخص مجموع مربعات یا واریانس نیز گویند. بعد از انتخاب روش ادغام دندروگرام مربوط به آن ترسیم شد. سپس با توجه به واریانس بین گروه‌ها و همگنی گروه‌های حاصله و نیز انجام عملیات آزمون و خطا دندروگرام مربوطه از محل ۸ گروه برش داده شده است و تعداد ۸ تیپ هوا برای شهر سقز شناسایی شده است (شکل ۱). بعد از تعیین تعداد تیپ‌های هوا روزهای نماینده هر گروه یعنی روزهایی که بالاترین همبستگی را با گروه دارند استخراج شد. به منظور انتخاب روزهای نماینده گروه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی متغیرهای ایستگاه سقز از روش لوند استفاده گردید. به این ترتیب برای انتخاب روز نماینده روزی را که بیش‌ترین شباهت را با دیگر روزهای گروه دارد انتخاب می‌شود. در این تحقیق ضریب همبستگی $0/6$ برای استخراج روز نماینده انتخاب شد.

بحث

شناسایی تیپ‌های هوای سقز

انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریسی با آرایه 14×13316 با آرایش p و ادغام روز ها بر اساس روش وارد تعداد هشت تیپ هوا برای شهر سقز شناسایی شد (جدول ۱).



شکل (۱) دارنمای کامل تیپ‌های هوای شهر سقز (الف) دارنمای هشت تیپ هوای شهر سقز (ب)
 ۱- تیپ مرطوب، پر بارش و معتدل: این تیپ هوا که عمدتاً از اوایل پاییز تا اواخر بهار دیده می‌شود دارای دو اوج است. اوج اصلی آن در فصل بهار ماه‌های فروردین و اردیبهشت و اوج فرعی آن در آبان ماه مشاهده می‌شود. بیش‌ترین فراوانی این تیپ ۶۷ و ۶۶ روز به ترتیب در اردیبهشت و فروردین ماه می‌باشد (شکل ۲). فراوانی وقوع این

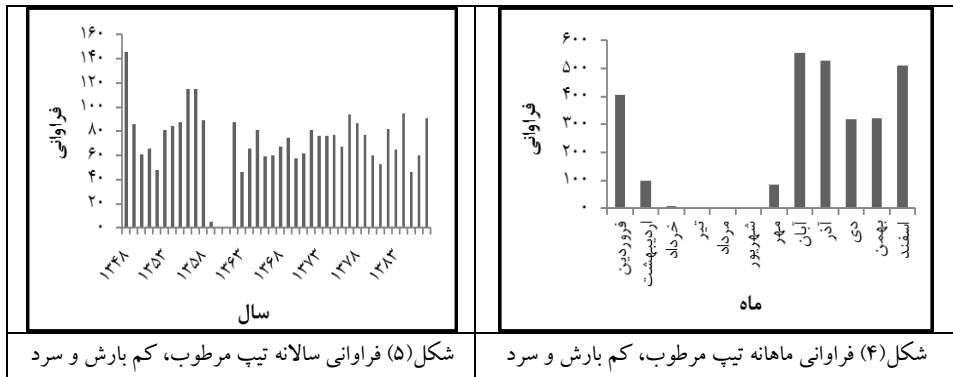
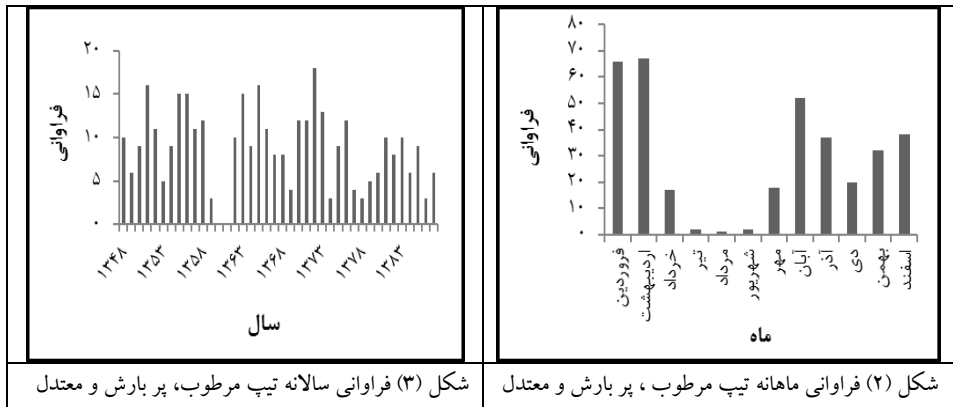
تیپ ۲/۶ درصد روزهای مورد بررسی است، بنابراین تیپ مذکور دارای کمترین فراوانی و پر بارش ترین تیپ هوا در بین تیپ های دیگر است. میانگین بارش این تیپ هوا ۲۲/۲ میلی متر، میانگین دمای آن ۷/۶، حداقل دما ۶ و حداکثر آن ۸ درجه سلسیوس می باشد (جدول ۲). این تیپ از نظر دمایی تیپ خنکی به شمار می رود. روز ۱۳۴۸/۱/۱۳ روز نماینده این تیپ است. بررسی سری سالانه وقوع این تیپ رفتاری تناوبی را نشان می دهد. روند کلی آن در طول دوره کاهشی بوده است. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۷۲ است که در ۱۸ روز آن این تیپ غالب بوده و کمترین آن در سال ۱۳۵۹ بوده که در ۳ روز آن این تیپ دیده شده است. که هر چند سال یک بار تکرار شده است (شکل ۳).

جدول (۱) تیپ های هوای سقز

ردیف	تیپ هوا	ردیف	تیپ هوا
۱	تیپ مرطوب، پر بارش و معتدل	۵	تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش
۲	تیپ مرطوب، کم بارش و سرد	۶	تیپ گرم، بسیار خشک و بدون بارش
۳	تیپ مرطوب، کم بارش و خنک	۷	تیپ نیمه خشک، معتدل و بدون بارش
۴	تیپ مرطوب، یخبندان و کم بارش	۸	تیپ خشک، معتدل و بدون بارش

۲- تیپ مرطوب، کم بارش و سرد: این تیپ هوا از اوایل پاییز تا اواخر اردیبهشت دیده می شود و دارای سه اوج در آبان، آذر و اسفند می باشد. بیشترین فراوانی آن در ماه های انتقالی (آبان، آذر و اسفند) مشاهده می شود (شکل ۴). شهر سقز در زمان حاکمیت این تیپ هوا، هوای خنک تری نسبت به تیپ اول دارد، دمای روزانه، حداقل، حداکثر و نیز بارش آن نسبت به تیپ قبلی خود کاهش یافته است. میانگین بارش این تیپ هوا کمتر از ۰/۵ میلی متر است. دمای هوا ۴/۹ و حداقل دما ۲/۲- درجه سلسیوس می باشد. فشار تراز دریا نسبت به تیپ قبلی افزایش یافته است (جدول ۲). این تیپ مختص فصل های خنک سال است، به طوری که از گرمای تابستان کاسته شده است و تا حدی روزهایی از فصل زمستان در آن دیده می شوند. فراوانی وقوع این تیپ ۲۱/۳ درصد است که نسبت به تیپ های دیگر بیشترین فراوانی را دارد. یعنی بیش تر از

تیپ‌های دیگر تکرار شده است. روز نماینده آن ۱۳۴۸/۱/۲ است. سری سالانه آن یک روند کاهشی در طول دوره نشان می‌دهد. بیش‌ترین فراوانی این تیپ هوا در سال ۱۳۴۸ بوده که در ۱۴۶ روز و کم‌ترین آن در سال ۱۳۵۹ بوده که در ۵ روز این سال دیده شده است (شکل ۵).



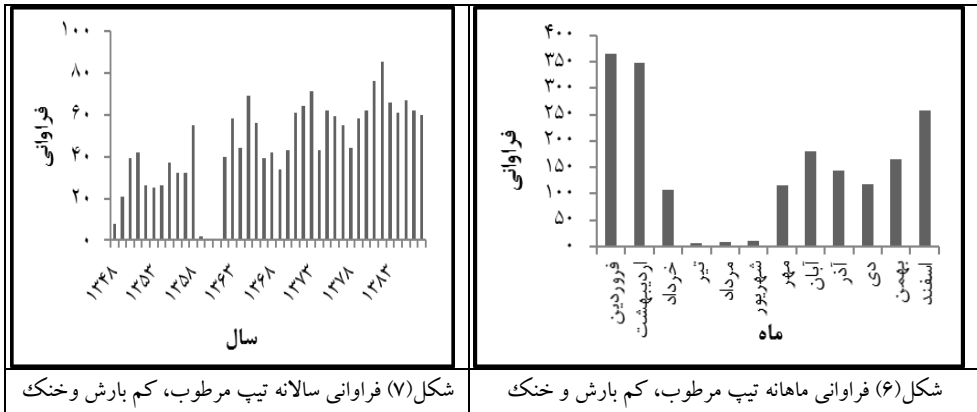
۳- تیپ مرطوب، کم بارش و خنک: این تیپ هوا از اوایل پاییز تا اواخر بهار دیده می‌شود، بیش‌ترین فراوانی آن در فروردین و اردیبهشت و البته در زمستان به نسبت کمتری مشاهده می‌شود (شکل ۶). به هنگام حاکمیت این تیپ، دمای هوا کاهش می‌یابد، میانگین دمای روزانه این تیپ هوا ۹/۲ و حداقل دما ۴/۲ درجه سلسیوس و میانگین بارش آن ۳ میلی‌متر می‌باشد که نسبت به تیپ دوم بیش‌تر است (جدول ۲). این تیپ در همه روزهای سال دیده می‌شود ولی نسبت آن در تابستان خیلی کمتر بوده که

این به دلیل دمای پایین آن است. فراوانی وقوع این تیپ ۱۳/۷ درصد می باشد. روز نماینده آن ۱۳۴۹/۱۱/۲۱ است. بررسی سری سالانه آن یک روند افزایشی را در طول دوره مورد مطالعه نشان می دهد. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۸۲ می باشد که در ۸۵ روز آن دیده می شود و کمترین آن در سال ۱۳۵۹ بوده که در ۲ روز این سال دیده شده است (شکل ۷).

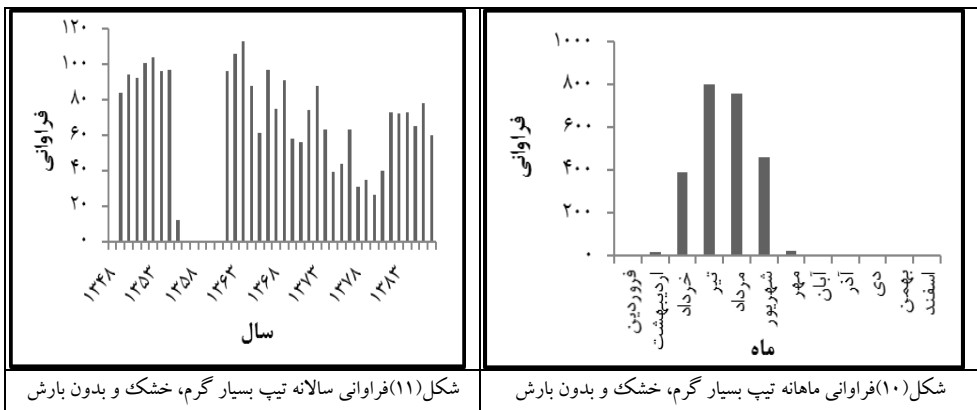
۴- تیپ مرطوب، یخبندان و کم بارش: این تیپ در طی دوره آماری مورد بررسی در اواخر پاییز و کل فصل زمستان رخ داده است. بیشترین فراوانی آن در دی و اسفند ماه به ترتیب برابر ۶۴۰ و ۵۶۹ روز می باشد (شکل ۸). بارش آن نسبتاً کم بوده و برابر ۱/۴ میلی متر است. از لحاظ دمایی دمای هوای آن نسبت به تیپ های دیگر پایین بوده و در بین همه تیپ ها کمترین دما را دارد. میانگین دمای آن ۳/۷- و حداقل آن ۹/۲- درجه سلسیوس می باشد. رطوبت نسبی هوا به دلیل سرما و گنجایش رطوبتی پایین، بالا است (جدول ۲). روز نماینده این تیپ هوا روز ۱۳۴۹/۱۰/۱۶ است که ویژگی های آن با روزهای مشابه آن در تمام طول دوره بسیار شبیه به هم می باشد. فراوانی وقوع این تیپ در طول دوره مورد بررسی ۱۴/۵ درصد است. بررسی سری سالانه آن یک روند کاهشی را در طول دوره مورد بررسی نشان می دهد و دارای یک رفتار تناوبی در طول دوره می باشد به طوری که هر چند سال یک بار یک افزایش داشته و دوباره روند آن کاهشی شده است. بیشترین فراوانی آن در سال های ۱۳۵۰ و ۱۳۵۲ دیده می شود (شکل ۹).

۵- تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش: این تیپ هوا با بیشینه فراوانی در تیر و مرداد مشخص می شود (شکل ۱۰). خصوصیات این تیپ، هوای گرم، رطوبت پایین و بارش کم است. میانگین بارش این تیپ هوا ۰/۱ میلی متر، میانگین دمای روزانه آن ۲۲/۴، حداکثر دمای روزانه آن ۳۲/۷ و حداقل آن ۱۲/۱ درجه سلسیوس می باشد. ساعت آفتابی در این تیپ هوا بالا بوده و ابرناکی آسمان ناچیز است (جدول ۲). فراوانی وقوع این تیپ ۱۸/۴ درصد است. در ۲۴۴۵ روز در طی دوره آماری مورد بررسی این تیپ

تکرار شده است. روز نماینده آن ۱۳۴۹/۳/۱۶ می باشد. بررسی سری سالانه این تیپ یک روند کاهشی را نشان می دهد. در دهه آخر دوره آماری مورد مطالعه شاهد افزایش آن می باشیم. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۶۴ بوده که در ۱۱۳ روز آن دیده می شود و کمترین آن هم در سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۵۹ است که در این سالها اصلاً مشاهده نشده است (شکل ۱۱).



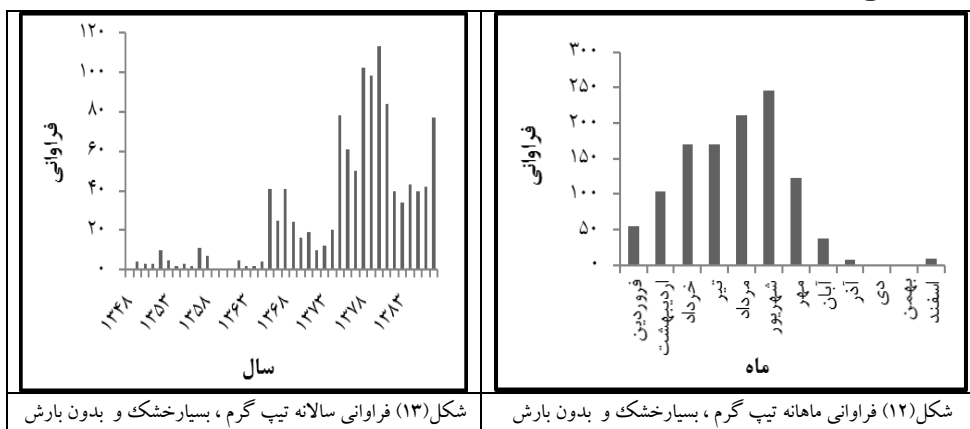
شکل (۷) فراوانی سالانه تیپ مرطوب، کم بارش و خنک



شکل (۱۱) فراوانی سالانه تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش

۶- تیپ گرم، بسیار خشک و بدون بارش: طی دوره مورد بررسی این تیپ هوا در نیمه اول سال رخ داده است. بیشترین فراوانی آن در تابستان در ماههای شهریور و مرداد به ترتیب برابر ۲۴۶ و ۲۱۱ روز بوده است (شکل ۱۲). شرایط دمایی در این تیپ نسبت به تیپ بسیار گرم و خشک خنک تر می شود. میانگین دما حدود ۱۹/۵ و حداکثر آن ۲۹/۳ درجه سلسیوس است، ولی از لحاظ رطوبتی خشک تر از آن می باشد. متوسط بارش

حدود ۰/۱ میلی متر و رطوبت نسبی در این تیپ هوای حدود ۲۶ درصد است (جدول ۲). فراوانی وقوع این تیپ هوا ۸/۵ درصد می باشد و تعداد ۱۱۳۳ روز از دوره مورد بررسی را شامل می شود. روز نماینده آن ۱۳۴۹/۳/۳۰ است. سری سالانه آن یک روند افزایشی را نشان می دهد به طوری که از سال ۱۳۴۸ تا سال ۱۳۶۵ کم ترین فراوانی ها را داشته است، و در دهه های آخر مورد مطالعه فراوانی آن بیش تر شده است. از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ اوج گرفته و دوباره روند کاهشی پیدا کرده است (شکل ۱۳).



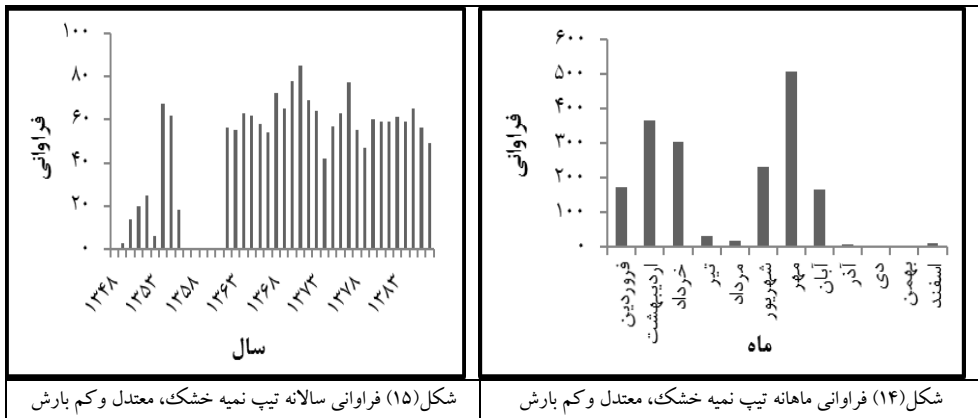
شکل (۱۳) فراوانی سالانه تیپ گرم، بسیارخشک و بدون بارش

شکل (۱۲) فراوانی ماهانه تیپ گرم، بسیارخشک و بدون بارش

۷- تیپ نیمه خشک، معتدل و بدون بارش: فراوانی رخداد این تیپ هوای دوره

آماري مورد بررسی دارای دو اوج یکی در بهار و دیگری در پاییز است. بنابراین از اوایل بهار شروع شده در تابستان کمتر و دوباره در اواخر تابستان اوج گرفته است. در طی دوره مورد بررسی این تیپ هوایی در زمستان مشاهده نشده است (شکل ۱۴). میانگین دمای روزانه آن ۱۴/۵ میانگین حداقل و حداکثر دما نیز به ترتیب ۴/۵ و ۲۴/۴ درجه سلسیوس می باشد که نسبت به تیپ ششم از دمای معتدل تری برخوردار است. رطوبت نسبی آن برابر ۳۹/۲ درصد، بارش آن ناچیز و برابر ۰/۱ میلی متر می باشد (جدول ۲). فراوانی وقوع آن ۱۳/۵ درصد است. این تیپ ۱۸۰۵ روز از ۱۳۳۱۶ روز مورد بررسی را در بر می گیرد. روز نماینده آن ۱۳۴۹/۶/۲۵ می باشد. سری سالانه این تیپ یک روند افزایشی را نشان می دهد. در اوایل دوره مورد بررسی اصلاً مشاهده نشده است و در سال های ۱۳۵۴ و ۱۳۵۵ اوج گرفته است. اوج دیگر آن در سال های ۱۳۷۰ و

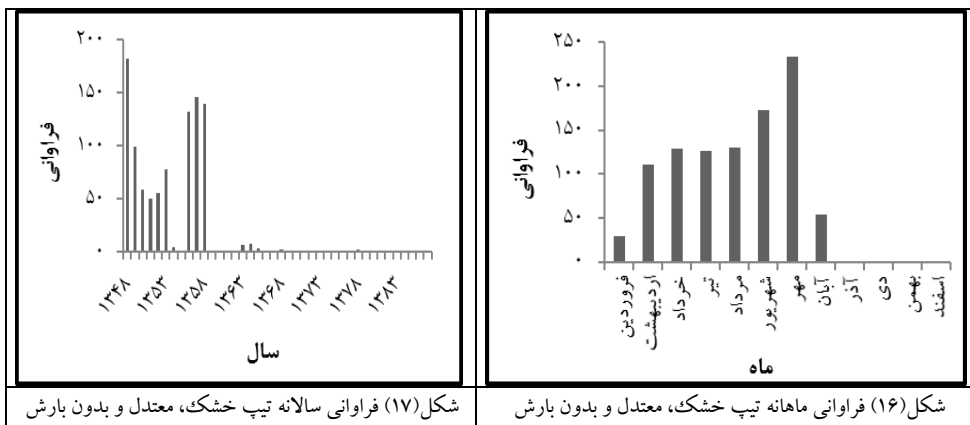
۱۳۷۱ بوده است. بیشترین فراوانی آن در سال ۱۳۷۱ بوده است که در ۸۵ روز آن دیده می‌شود (شکل ۱۵).



شکل (۱۵) فراوانی سالانه تپ نیمه خشک، معتدل و کم بارش

شکل (۱۴) فراوانی ماهانه تپ نیمه خشک، معتدل و کم بارش

۸- تپ خشک، معتدل و بدون بارش: براساس آمار موجود این تپ از اوایل بهار تا اواسط پاییز رخ داده است. دو فصل بهار و تابستان را کامل در بر می‌گیرد، بیشترین فراوانی آن در مهر ماه بوده که برابر ۲۳۳ روز است (شکل ۱۶). دمای هوا برابر ۱۸/۸ درجه سلسیوس، حداقل و حداکثر دمای آن نیز به ترتیب ۸/۷ و ۲۸/۹ درجه سلسیوس می‌باشد. رطوبت نسبی آن ۳۷/۷ درصد و بارش آن هم خیلی پایین بوده و برابر ۰/۱ میلی‌متر است (جدول ۲). فراوانی وقوع این تپ هوا ۷/۴ درصد می‌باشد. ۹۸۵ روز از کل دوره ۱۳۳۱۶ روز را شامل می‌شود. روز نماینده آن ۱۳۸۵/۳/۲ است. بررسی سری سالانه آن یک روند کاهشی را نشان می‌دهد. به طوری که فقط در دهه اول دوره مورد مطالعه دیده می‌شود. بیشترین فراوانی آن هم در سال هم در سال ۱۳۴۸ بوده است که در ۱۸۲ روز آن این تپ دیده شده است. در سال‌های بعدی روند آن کاهش یافته و دوباره در سه سال ۱۳۵۶ و ۱۳۵۷ و ۱۳۵۸ افزایش یافته است و در بیش‌تر از ۱۳۰ روز در هر کدام از این سال‌ها دیده شده است (شکل ۱۷).



جدول (۲) مشخصات عناصر جوی مورد مطالعه در انواع تیپ های هوا و روزهای نماینده آنها

تیپ	بارش	ساعت آفتابی	حداقل دما	دمای روزانه	رطوبت نسبی	دمای نقطه شبنم	فشار سطح دریا	فشار سطح ایستگاه	فشار بخار آب	سرعت باد	جهت باد	دید افقی	ابریابی	مشخصات عناصر جوی
تیپ مرطوب، پر بارش و معتدل	میانگین گروه	۲/۴	۱۱/۳	۳/۹	۷۶	۳/۱	۱۰۱۳/۲	۸۴۶/۲	۸	۲/۲	۲۹۳/۱	۸۶۶۰/۸	۶/۵	میانگین روز
	نماینده	۰	۸	۶	۹۱/۸	۳/۲	۱۰۱۵/۹	۸۵۰/۲	۷/۹	۰	۳۶۰	۱۸۰۰۰	۸	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۰/۲	۲/۴	-۳/۳	۲/۱	۱۵/۸	۰/۱	۲/۷	-۱	-۲/۲	۶۶/۹	۹۳۳۹/۲	۱/۵	ناهنجاری
تیپ مرطوب، کم بارش و سرد	میانگین گروه	۰/۳	۵/۸	۱۲	-۲/۲	-۳/۱	۱۰۲۱/۳	۸۵۱/۱	۵/۲	۱/۷	۳۱۱/۷	۱۲۸۰۹/۳	۲/۹	میانگین روز
	نماینده	۸	۰	۱	۸۷/۶	۲/۶	۱۰۱۷/۷	۸۵۰/۶	۷/۵	۲/۶	۳۱۲	۲۸۰۰۰	۷	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	۷/۷	-۵/۸	-۴	۳/۲	۳۰/۷	۷/۵	-۳/۶	۲/۳	۰/۹	۰/۳	۱۵۱۹۰/۷	۴/۱	ناهنجاری
تیپ مرطوب، کم بارش و خشک	میانگین گروه	۳	۴	۱۴/۱	۴/۲	۲/۴	۱۰۱۲/۸	۸۴۶	۷/۷	۳/۸	۲۶۰/۲	۱۰۰۴۹/۸	۵/۶	میانگین روز
	نماینده	۱۲	۱	۴	۷۹/۸	-۱/۶	۱۰۰۷/۴	۸۴۰/۸	۵/۲	۸/۴	۲۲۶	۳۴۴۹/۸	۸	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۹	-۳	-۱۰/۱	-۵/۲	۱۶/۳	-۵/۴	-۵/۲	-۲/۵	۴/۶	۳۴/۲	-۶۶۱۰	۲/۴	ناهنجاری
تیپ مرطوب، پهنایان و هم بارش	میانگین گروه	۱/۴	۳/۳	۱/۹	-۹/۲	-۷/۷	۱۰۲۶/۷	۸۵۰/۹	۳/۸	۰/۶	۳۴۲/۲	۹۸۸۳/۱	۴/۸	میانگین روز
	نماینده	۰	۰	-۱	-۴/۵	-۵/۴	۱۰۳۸/۳	۸۳۶/۶	۳/۹	۰	۳۶۰	۱۶۳۹/۴	۸/۶	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۱/۴	-۳/۳	-۲/۹	۱/۲	۱۷/۲	۱۱/۶	۱۲/۷	۰/۱	-۰/۶	۱۷/۸	۸۲۴۳/۷	۳/۸	ناهنجاری
تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش	میانگین گروه	-۰/۱	۱۱/۵	۳/۲	۱۲/۱	۷/۱	۱۰۰۳/۲	۸۴۵/۶	۱۱/۱	۲	۳۲۱/۶	۱۳۹۸۲/۸	۰/۷	میانگین روز
	نماینده	۰	۱۲/۵	۳۳	۱۰	۴۰	۱۰۰۵/۱	۸۴۹/۲	۱۳/۲	۰/۸	۳۱۲	۳۰۰۰۰	۰	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۰/۱	۱	-۰/۳	-۲/۱	۵/۶	۱/۹	۳/۵	۲/۱	-۱/۲	-۹/۶	۱۶۰۱۷/۲	-۰/۷	ناهنجاری
تیپ بسیار سرد، خشک و بدون بارش	میانگین گروه	-۰/۱	۱۰/۶	۲۹/۳	۹/۷	-۰/۴	۱۰۰۵/۳	۸۴۴/۹	۶/۹	۴/۸	۲۵۷/۶	۱۰۴۷۸/۳	۱/۲	میانگین روز
	نماینده	۰	۱۲/۵	۳۲	۹	۴/۴	۱۰۰۲	۴۸۶/۶	۸/۹	۹/۸	۲۸۲	۲۰۴۰۰	۰	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۰/۱	۱/۹	۲/۷	-۰/۷	۴/۸	-۳/۳	۱/۷	۲	۵	۲۴/۴	۹۹۲۱/۷	-۱/۲	ناهنجاری
تیپ نیمه ویدیان بارش	میانگین گروه	-۰/۱	۱۰/۴	۱۰/۴	۴/۵	۱/۴	۱۰۱۳/۷	۸۴۹/۵	۷/۴	۲/۱	۳۱۴/۹	۱۱۸۸۱/۷	۱/۲	میانگین روز
	نماینده	۰	۱۰	۲۶	۲۰	۷/۲	۱۰۰۹	۸۵۱/۴	۱۰/۶	۶/۷	۳۲۰	۲۰۰۰۰	۱/۴	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۰/۱	-۰/۴	۱/۶	۹/۵	۵/۸	-۴/۷	۱/۹	۳/۲	۴/۶	۵/۱	۸۱۱۸/۳	۰/۲	ناهنجاری
تیپ خشک، معتدل و بدون بارش	میانگین گروه	-۰/۱	۳/۵	۲۸/۹	۸/۷	۴/۷	۱۰۰۹/۷	۸۵۰/۸	۹/۴	۱/۱	۳۳۱/۴	۲۰۲۰۰/۴	۰/۹	میانگین روز
	نماینده	۰	۰	۲۶	۱۰	۲/۸	۱۰۱۰/۶	۸۴۹/۶	۸/۱	۳/۲	۳۰۶	۱۰۰۰۰	۰/۲	میانگین روز نماینده
	ناهنجاری	-۰/۱	-۳/۵	-۲/۹	۱/۳	-۳/۳	-۰/۹	-۱/۲	-۱/۳	۲/۱	-۲۵/۴	-۱۰۲۰۰/۴	-۰/۷	ناهنجاری

نتیجه گیری

در این پژوهش به منظور شناسایی تیپ‌های هوای شهر سقز از داده‌های روزانه چهارده پارامتر اقلیمی ایستگاه سقز طی دوره آماری ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۷ استفاده شده است. برای این کار ماتریسی از داده‌ها با آرایش P (پارامترها در ستون‌ها و روزها در سطرها) در نرم افزار متلب ایجاد شده است. با توجه به اینکه داده‌ها دارای یکاهای مختلفی هستند آن‌ها را استاندارد کرده و سپس با انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های استاندارد شده هشت تیپ متمایز برای شهر سقز شناسایی شد. هر کدام از تیپ‌های شناسایی شده در یک دوره زمانی خاصی دیده می‌شوند و هر کدام ویژگی خاص خود را دارند. پر بارش‌ترین تیپ، تیپ مرطوب، پر بارش و معتدل می‌باشد که کم‌ترین فراوانی را در بین تیپ‌های دیگر دارد. بیش‌ترین فراوانی مربوط به تیپ مرطوب، کم بارش و سرد می‌باشد. سردترین تیپ شناسایی شده تیپ مرطوب، یخبندان و کم بارش می‌باشد که میانگین دمای روزانه آن $-3/7$ درجه سلسیوس است و گرم‌ترین آن تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش می‌باشد. برای هر کدام از تیپ‌های شناسایی شده روز نماینده با ضریب همبستگی $0/6$ تعیین شد. رفتار سالانه تیپ‌ها در طول دوره آماری مورد بررسی متفاوت بوده و تیپ‌های مرطوب، کم بارش و خنک، تیپ گرم، بسیار خشک و بدون بارش و تیپ نیمه خشک، معتدل و کم بارش دارای روند افزایشی بوده و تیپ‌های مرطوب، پر بارش و معتدل، تیپ مرطوب، کم بارش و سرد، تیپ مرطوب، یخبندان و کم بارش، تیپ بسیار گرم، خشک و بدون بارش و تیپ خشک، معتدل و بدون بارش و تیپ خشک، معتدل و بدون بارش دارای یک روند کاهشی در طول دوره مورد مطالعه بوده‌اند.

منابع

- ۱- باقری، جلیل، ۱۳۸۷، شناسایی تیپ‌های هوای منطقه ی اقلیمی کوهستانی ایران، رساله ی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان.
- ۲- باقری، جلیل، ۱۳۸۷، شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه همدید اراک، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد ۳۲، شماره ۴، صص ۱۵۰-۱۳۱.

- ۳- حلبیان، امیرحسین، رمزجویی، فرشته، ۱۳۹۰، تحلیل تیپ های هوای زابل و ارتباط آنها با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳
- ۴- رمزجویی، فرشته، ۱۳۸۷، شناسایی تیپ های هوای ایستگاه سینوپتیک بم طی دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۵۸ و بررسی ارتباط تیپ ها با الگوهای گردشی تراز میانی جو (۵۰۰ هکتو پاسکال)، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد ۳۲، شماره ۴، صص ۱۰۸-۸۵.
- ۵- رمزجویی، فرشته، ۱۳۹۰، شناسایی و تحلیل تیپ های هوای زاهدان، فصل نامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، شماره ۳۴، صص ۲۳۰-۲۱۰.
- ۶- فرشادفر، عزت...، اصول و روش های آماری چند متغیره، طاق بستان، کرمانشاه، ۱۳۸۹.
- ۷- قاسمی، نرجس، (۱۳۸۷) شناسایی تیپ های هوای منطقه ی اقلیمی خزری، رساله ی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- ۸- کاشکی، عبدالرضا، مسعودیان، سید ابوالفضل، حسینی، سید محمد، ۱۳۹۰، بررسی تیپ های همدید اقلیمی شمال شرق کشور و ارتباط آن ها با سامانه های گردشی روز نماینده مطالعه موردی: مشهد، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵، صص ۷۸-۵۹.
- ۹- مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۴، شناسایی تیپ های همدید اصفهان، طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان.
- ۱۰- مسعودیان، سید ابوالفضل و محمدی بختیار، ۱۳۸۶، شناسایی تیپ های همدید هوای ایستگاه سندانج (طی سال های ۷۳-۱۳۴۳)، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره هفتم
- ۱۱- یارنال، برنت، ترجمه مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۵، کاربرد اقلیم شناسی در مطالعات محیطی، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.

12 - Bernardi, Adriana (1987). Pollution Episodes At Venice Elated To Weather Types:

An Analysis For A Better Predictability, Science of the Total Environment, Volum 63. 259-270.

13 - Jacobs, W. C. (1974). Wartime Developments in Applied Climatology, Amer. Met. Monogr, Amer. Met. Soci Vol. 1. 306

14- Kalkstien, L.S. Tan, G. and Skindlov, J.A (1987). " An Evaluation of Tree Clustering procedures For Use In Synoptic Climatological Classification", 717-730.

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, 215-229.

16- Lamb, H.H., (1950), "Types and Spells of Weather around the year in the British Isles, Annal trends seasonal structure of the year" , Singularities, PP: 393-429

17- 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.

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

19- Michailidou, C& P. Maheras & A. Arseni-Papadimitriou & F. Kolyva - Machera &C. Anagnostopoulou, (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

20- Morabito, Marco, Alfonso Crisci, Daniele Grifoni, Simone Orlandini, Lorenzo Cecchi, Laura Bacci, Pietro Amedeo Modesti, Gian Franco Gensini, Giampiero Maracchi,(2006), Winter air-mass-based synoptic climatological approach and hospital admissions for myocardial infarction in Florence, Italy, Environmental Research 102,pp 52-60.

21- Sheridan,S. C (1997)."Using A Synoptic Classification System To Assess Climate

Trends And Variability, Texas, pp:1-3.