

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲  
صص. ۷۰-۵۳

## تعیین الگوهای سینوپتیک و توده‌های هوای مؤثر بر فصول اقلیمی غرب ایران

حسن ذوالفقاری\* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه  
جعفر معصوم‌پور سماکوش - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه  
آذر جلیلیان - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی کرمانشاه  
امان... فتح‌نیا - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۵/۳۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۲/۰۷

### چکیده

در این پژوهش، ویژگی‌های سینوپتیکی فصل‌های اقلیمی در غرب ایران بر اساس داده‌های هواشناسی یک دوره‌ی زمانی ۲۸ ساله، از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۹ میلادی مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی ارتباط میان تغییرات الگوهای سینوپتیکی سطح دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با زمان و طول مدت هریک از فصول اقلیمی غرب ایران است. ابتدا با استفاده از تحلیل خوشه‌ای روی داده‌های میانگین فشار سطح دریا، ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و همچنین رطوبت نسبی و جهت باد سطوح مذکور، نوع و طول مدت هریک از فصول اقلیمی تعیین شد. سپس برای شناسایی نوع توده‌های هوا در هر فصل اقلیمی، از داده‌های ساعت‌های ۳، ۹، ۱۵ و ۲۱ UTC که عبارتند از: دمای هوا، دمای نقطه‌ی شبنم، میانگین پوشش ابر، بارش روزانه و فشار (QFF) و سمت و سرعت باد استفاده شد. برای کاهش متغیرها، از روش تحلیل عاملی و برای گروه‌بندی متغیرها، از روش تحلیل ممیزی استفاده شده است. سپس فراوانی هر توده هوا بر حسب درصد برای هریک از فصول طی ۲۸ سال محاسبه و ضمن معرفی توده هوای غالب هر فصل، الگوی سینوپتیکی توده‌های هوا و علت مغایرت زمان آغاز و پایان هریک از فصول اقلیمی با فصول نجومی تشریح شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که طولانی‌ترین فصول در غرب ایران، زمستان و تابستان هستند و اصلی‌ترین توده‌های هوای آنها نیز، به ترتیب توده‌های هوای معتدل خشک (DM) و حاره‌ای خشک (DT) است. فصول بهار و پاییز نیز دو فصل گذار در میان این فصول به‌شمار می‌روند که در پاییز همانند فصل زمستان، توده هوای DM و در بهار توده هوای MM که توده هوای معتدل و مرطوب نامیده می‌شود، اصلی‌ترین الگوها را تشکیل می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: فصول اقلیمی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، الگوی سینوپتیکی، توده‌های هوا، غرب ایران.

## مقدمه

در اصل تقسیم‌بندی فصول بر اساس حرکت ظاهری خورشید انجام می‌گیرد. در نیمکره‌ی شمالی، فصل بهار در اعتدال بهاری (حوالی ۲۱ مارس) آغاز می‌شود. در این موقع از سال اشعه‌ی خورشید بر خط استوا عمود می‌تابد. فصل تابستان به‌طور رسمی از انقلاب تابستانی (حوالی ۲۲ ژوئن) آغاز می‌شود که در این هنگام، اشعه‌ی خورشید بر مدار رأس السرطان عمود می‌تابد. آغاز فصل پاییز حدود ۲۱ سپتامبر است. در این موقع از سال خورشید روی خط استوا عمود می‌تابد. در نهایت، انقلاب زمستانی در حوالي ۲۲ دسامبر رخ می‌دهد که نخستین روز زمستان است و اشعه‌ی خورشید بر مدار رأس‌الجدی عمود می‌تابد (ذوالفقاری، ۱۳۸۴: ۹۱). با توجه به اینکه در تمام مناطق کره‌ی زمین و عرض‌های معتدله از جمله ایران، فصول سال دارای هماهنگی کاملی با فصول نجومی نیستند؛ امروزه علاوه‌بر تعریف نجومی، تعاریف متعددی از فصل بر اساس معیارهای هواشناسی و اقلیم‌شناسی نیز ارائه شده است.

بر این اساس، فصل به قسمتی از سال گفته می‌شود که بر اثر تکرار منظم یک پدیده‌ی معین نجومی یا آب‌وهوایی، از قسمت‌های دیگر سال متمایز می‌شود (علیجانی، ۱۳۷۶: ۲۱). آلسوپ<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) یک دوره‌ی زمانی از سال تقویمی که به‌وسیله‌ی یک سری از هواهای همگن و متجانس قابل تفکیک باشد را یک فصل طبیعی می‌نامند. فصول طبیعی یعنی بهار، تابستان، پاییز و زمستان، فواصل زمانی تقویمی هستند که به‌طور طبیعی توسط انواع رژیم‌های هوایی متجانس مثل تغییرات دما و سرعت باد مشخص می‌شوند. در واقع در این تقسیم‌بندی‌های فصول بر اساس عناصر اقلیمی، مانند دما و باد تعریف می‌شوند که بازتابنده‌ی واقعیت‌های اقلیمی محل است و ممکن است با فصول تقویمی هماهنگی کامل نداشته باشند.

تعریف فصل بر اساس بررسی عناصر اقلیمی، کاری است که به جای تقسیم سال به دوره‌های قراردادی، سال به دوره‌های اقلیمی منطقی تقسیم می‌شود. در واقع تعریف فصول بر این اساس، منعکس‌کننده‌ی واقعیت‌های اقلیم محل است و فصول اقلیمی نامیده می‌شود (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۱۴). اولین نقش اقلیم‌شناسی سینوپتیک، شناسایی ویژگی‌های غالب اقلیمی روی زمین، طی ماه‌ها یا فصل‌های سال است (علیجانی، ۱۳۸۱: ۵-۶). اکثر الگوهای فشار نیز عمری حدود پنج تا دوازده روز دارند. در این مقاله، توده‌های هوا در هر فصل با استفاده از روش همدیدی فضایی تعیین شده است. توده‌های هوا در هریک از فصول اقلیمی از نظر درصد فراوانی و سایر مؤلفه‌ها که در جداول مربوط به آن ذکر شده است، با فصول دیگر متفاوت است. این امر در درجه‌ی نخست، به‌دلیل استقرار الگوهای متفاوت فشار است که سایر عناصر جوّی را نیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در نهایت، میزان تفاوت و تشابه تاریخ‌های آغاز و پایان فصول اقلیمی در مقایسه با فصول نجومی در این منطقه با استناد به الگوهای سینوپتیکی غالب در هر یک از فصول اقلیمی، تعیین شده است. نتایج حاصل از این پژوهش در کشاورزی و دامداری، گردشگری و مدیریت مصرف انرژی مفید خواهد بود.

آلسوپ (۱۹۸۹)، فصول طبیعی برای غرب ایالت‌های اورگون و واشنگتن در ایالات متّحده آمریکا را با استفاده از روش خوشه‌بندی رایانه‌ای تعیین کرده است. وی با استفاده از داده‌های حداکثر مطلق، حداقل مطلق و میانگین دمای

هفتگی، نتیجه می‌گیرد که در این دو ایالت فصول طبیعی، پیچیده‌تر و حتی بیشتر از چهار فصل مرسوم است. دیویس و کالکستاین<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای، روزهای سال ۱۹۸۴ را به دوره‌های اقلیمی مشابه تقسیم‌بندی کرده‌اند. در واقع آنها با استفاده از طبقه‌بندی توده‌های هوا، دوره‌های اقلیمی یا فصول اقلیمی را مشخص کرده‌اند که تعدادی از محققان نتایج حاصل از این‌گونه پژوهش‌ها را تیپ سینوپتیک می‌گویند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۶). شوارتز<sup>۲</sup> (۱۹۹۵: ۵۵۳-۵۶۸)، به بررسی و شناخت ساختار تغییر اقلیم بر اساس توده‌های هوا در شمال ایالات متحده آمریکا پرداخت و با استفاده از روش دسته‌بندی توده‌های هوا، یک روش عملی و کاربردی برای بررسی پدیده‌ی تغییر اقلیم در شمال ایالات متحده آمریکا را نوآوری کرد. چنگ و کالکستاین<sup>۳</sup> (۱۹۹۷)، ضمن تعیین فصول اقلیمی در شرق ایالات متحده آمریکا براساس طبقه‌بندی توده‌های هوا، به این نتیجه رسیدند که طول فصول چهارگانه، با تغییر عرض جغرافیایی در این مناطق دچار تغییراتی می‌شود. جاگاس و آهاس<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) به بررسی تغییرات فاصله‌ی زمانی فصول اقلیمی و ارتباط آن با افزایش تغییرات طبیعی زیست‌شناختی در استونی<sup>۵</sup> پرداختند و نشان دادند که زمان آغاز و پایان فصول چهارگانه از سال ۱۸۹۱ تا ۱۹۹۸ کاملاً بر یکدیگر منطبق نبوده و از سالی به سال دیگر متغیرند. بنابراین یک رابطه و همبستگی قوی میان تاریخ‌های آغاز فصول اقلیمی و پدیده‌های زیست‌شناختی وجود دارد.

آلپرت<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی فصول بر اساس دسته‌بندی سیستم‌های سینوپتیک روزانه در مدیترانه‌ی شرقی، نشان دادند که طول هریک از چهار فصل در این منطقه، سه ماه بوده و فصول هواشناختی سه هفته زودتر از فصول نجومی آغاز می‌شوند. هوندولا<sup>۷</sup> و همکارانش (۲۰۰۹)، ضمن بررسی توده‌های هوا در دره‌ی شناندوا<sup>۸</sup> در ایالات متحده آمریکا، شش نوع توده هوا را با روش طبقه‌بندی سینوپتیک فضایی شناسایی کرده و نتیجه گرفتند که انتقال هریک از این توده‌های هوا، نشان‌دهنده‌ی حاکمیت فصول خاصی از سال است. دراوینیس<sup>۹</sup> (۲۰۰۹) به بررسی نقش توده هوای شمالگان در تغییرات فصل در لاتویا و محاسبه‌ی فراوانی‌های این توده هوا، در عرض‌های جغرافیایی ۵۶ تا ۵۸ درجه شمالی از سال ۱۹۵۰-۲۰۰۵ پرداخت و تأثیر آن را در فصل زمستان بررسی کرد. او نتیجه می‌گیرد که در عرض‌های جغرافیایی بالا (۵۶ تا ۵۸ درجه شمالی) توده‌های هوای سرد باعث طولانی شدن فصل زمستان می‌شود. آودای و ناندھی<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۰: ۴۴۷-۴۶۰)، با بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر طول فصول در ایالت کارناتاکای<sup>۱۱</sup> هندوستان بیان کرد که تغییرات فصول و طول هر فصل، نشان‌دهنده‌ی تأثیر تغییر اقلیم است و نتیجه می‌گیرد که فصول سال براساس متغیرهای هواشناختی (بارش، دما و سرعت باد) تعریف می‌شوند. علیجانی (۱۳۷۶) با استفاده از داده‌های دما و نم نسبی

1. Davis and Kalkstein
2. Schwartz
3. Cheng and Kalkstein
4. Jaagus and Ahas
5. Estonia
6. Alpert
7. Hondula
8. Shenandoah
9. Draveniece
10. Avudai & Nandhi
11. Karnataka

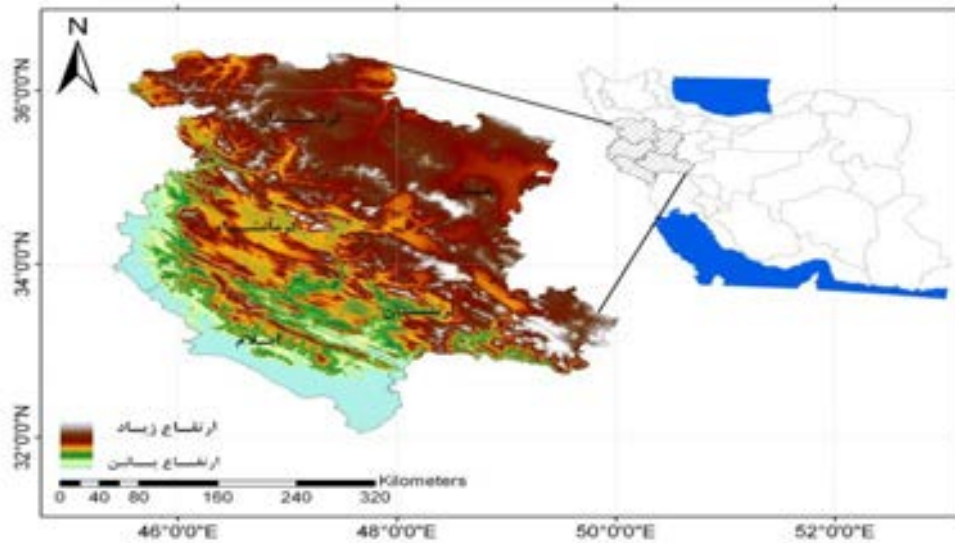
۱۰ ایستگاه سینوپتیک کشور، به بررسی فصول طبیعی در ایران پرداخته است. نتایج حاصل از پژوهش او نشان می‌دهد که ویژگی‌های حرارتی دوره‌های اقلیمی با فصول متداول در ایران مطابقت ندارد؛ به طوری که در دو ایستگاه بوشهر و جاسک، فصل تابستان به‌عنوان فصل اصلی و فصول بهار و پاییز به‌عنوان فصول گذار وجود دارد. وی همچنین برای دیگر نقاط کشور، چهار فصل رسمی با تداوم زمانی متفاوت شناسایی کرده است. ذوالفقاری (۱۳۸۴)، در بررسی فصول طبیعی استان کرمانشاه با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای، نشان داد که استان کرمانشاه دارای دو فصل اصلی و مهم یعنی تابستان و زمستان است و فصول پاییز و بهار، به‌عنوان دو فصل فرعی سال، بسیار کوتاه و زودگذر هستند. فتاحی و حجازی زاده (۱۳۸۶)، با بررسی توده‌های هوا در جنوب غرب ایران و تأثیر آنها در دوره‌های خشک و مرطوب، به این نتیجه رسیدند که تمامی نواحی ایران، به جز سواحل دریای خزر، دارای دو فصل مرطوب و خشک کاملاً مشخصی است و شرایط اقلیمی و دوره‌های اقلیمی هر منطقه به‌وسیله‌ی تکرار و آثار تجمعی توده‌های هوایی تعیین می‌شود که از آن ناحیه عبور می‌کنند. گندمکار (۱۳۸۶)، برای شناسایی فصول اقلیمی در اصفهان به‌روش تحلیل خوشه‌ای نشان داد که در این منطقه، فصل بهار از اواسط اسفند آغاز می‌شود و تا خرداد ادامه دارد. فصل تابستان از اواسط خرداد تا اواسط مهر ادامه دارد و طولانی‌ترین فصل است. فصل پاییز کوتاه‌ترین فصل سال است و از اواسط مهر تا اواسط آذر به طول می‌انجامد و فصل زمستان نیز از اواسط آذر آغاز می‌شود و تا اواسط اسفند تداوم دارد. در معرفی فصول اقلیمی زاهدان برای مدیریت مصرف انرژی با روش تحلیل خوشه‌ای، مشخص شد که چهار فصل اقلیمی متفاوت و متمایز از فصول تقویمی بر زاهدان حاکم است (نظری پور و خسروی، ۱۳۸۹: ۹).

با توجه به اینکه مناطق محدودی روی زمین و عرض‌های معتدله از چهار فصل مساوی نجومی برخوردار هستند، این پژوهش در پی یافتن تعریفی واقعی از هر فصل در غرب ایران است که این فصول، نه براساس تعریف نجومی، بلکه بر اساس واقعیت‌های آب‌وهوایی این منطقه تعریف خواهند شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه شامل استان‌های کرمانشاه، کردستان، همدان، ایلام و لرستان است (شکل شماره ۱). وسعت این منطقه در حدود ۱۲۱۰۰۰ کیلومتر مربع است و در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه‌ی شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴ دقیقه‌ی شرقی واقع شده است (آزغ، ۱۳۸۱: ۲۵). بر اساس پهنه‌بندی آب‌وهوایی ایران در سیستم کوپن که توسط گنجی صورت گرفته است، بخش اعظم زاگرس در شمال کردستان، همدان، کرمانشاه و لرستان دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای است و در نواحی مرتفع زاگرس نیز، آب‌وهوای سرد و خشک مشاهده می‌شود. بخش‌های دیگر منطقه از جمله بخش‌های جنوب غربی کرمانشاه و ایلام، دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک است (ابریفام، ۱۳۸۰: ۲۰). بر اساس تقسیم‌بندی که علیجانی (۱۳۸۱: ۱۷۳) برای تعیین نواحی آب‌وهوایی ایران انجام داده است، منطقه‌ی غرب ایران در محدوده‌ی رشته‌کوه‌های زاگرس واقع شده و به‌طورکلی دارای آب‌وهوای کوهستانی و پایکوهی است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

## مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی دریافت شده است. با توجه به اینکه شرایط اقلیمی و دوره‌های اقلیمی هر منطقه، به وسیله‌ی تکرار و آثار تجمعی توده‌های هوایی تعیین می‌شود که از آن ناحیه عبور می‌کند، برای بررسی و شناخت فصول اقلیمی، توده‌های هوا در منطقه‌ی مورد مطالعه نیز مشخص شد.

مقیاس زمانی داده‌ها برای تعیین و شناسایی توده‌های هوا، داده‌های شش ساعته‌ی روزانه برای متغیرهای دمای هوا، دمای نقطه‌ی شبنم، میانگین پوشش ابر، مجموع بارش روزانه، سمت و سرعت باد و فشار (QFF) استفاده شده است. انتخاب روزهای نمونه با استفاده از ارزیابی و مطالعه‌ی دقیق متغیرهای گرمایی و رطوبتی و نقشه‌های روزانه‌ی سطح زمین و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال انجام گرفت؛ زیرا الگوهای فشار و نحوه‌ی آرایش خطوط جریان و سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال، معرف انتقال توده‌های ویژه‌ای به سوی منطقه‌ی مورد مطالعه است (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۵).

گروه روزهای نمونه برای هر توده‌ی هوا، برحسب ویژگی‌هایی از نوسان‌های دمای هوا، سمت و سرعت باد میانگین و پوشش ابر انتخاب شدند. سپس با استفاده از روش تحلیل عاملی، متغیرهای وابسته به هم ادغام و ابعاد متغیرها کاهش داده شد. امتیاز این روش در این است که ضمن کاهش تعداد متغیرها، مقدار اولیه‌ی واریانس موجود در داده‌ها را نیز حفظ می‌کند (علیچانی و نجفی نیک، ۱۳۸۸). سپس یک ماتریس با آرایه‌ی  $P$  تشکیل شد. در این ماتریس  $n$  تعداد روزها و  $p$  تعداد متغیرها است. هدف اولیه در این مرحله، جایگزین کردن مؤلفه‌های جدید فاقد همبستگی (غیر همبسته) به جای متغیرهای اصلی دارای همبستگی است (لشکری و ربانی، ۱۳۸۳: ۲۱). سپس با استفاده از روش خوشه‌بندی تحلیل ممیزی، موارد جدید به گروه‌های از پیش تعیین شده نسبت داده شدند. در واقع این روش برای شناسایی گروهی محاسبه می‌شوند که مشاهدات (روزها) به آنها تعلق دارند.

در پژوهش حاضر، توده‌های هوا در هر یک از فصول اقلیمی با استفاده از روش همدیدی فضایی (SSC)<sup>۱</sup>، تعیین شد. در این روش اقلیم‌شناس ویژگی‌های اقلیمی سطح زمین مانند دما، دمای نقطه‌ی شبنم، ابرناکی، فشار و سمت و تندی باد و... را به‌طور جامع و همزمان بررسی می‌کند. این روش توده‌های هوا را بر اساس مؤلفه‌های دمای هوا، دمای نقطه‌ی شبنم، میانگین پوشش ابر، مجموع بارش روزانه، سمت و سرعت باد و فشار (QFF) گروه‌بندی می‌کند. (فتاحی و همکار، ۱۳۸۵). این روش می‌تواند برای تمام سال‌ها و ماه‌ها به‌کار گرفته شود. در این روش توده‌های هوا بر اساس منشأ و تعدیل آنها در مسیر حرکت طبقه‌بندی می‌شوند و در شش گروه قرار می‌گیرند که عبارتند از: توده‌های قطبی خشک<sup>۲</sup>، قطبی مرطوب<sup>۳</sup>، حاره‌ای خشک<sup>۴</sup>، معتدل خشک<sup>۵</sup>، معتدل مرطوب<sup>۶</sup> و حاره‌ای مرطوب<sup>۷</sup> (لشکری و ربانی، ۱۳۸۳). (۱۳۸۳).

مقادیر برآورد شده در نرم‌افزار SPSS وارد شدند و به گروه‌هایی تقسیم شدند که هر کدام یک توده هوا را مشخص می‌کند.

به‌دلیل اینکه توده‌های هوا معمولاً از ارتفاع و عوامل محیطی دیگر کمتر اثر می‌پذیرند، برای رسم نقشه‌های توده‌های هوا، از روش وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)<sup>۸</sup> استفاده شده است. این روش بیش از سایر روش‌ها مورد استفاده است و روشی کاملاً ریاضی است که بر پایه‌ی فاصله‌ی بین نقاط مشاهده شده و نقطه‌ای که باید درون‌یابی شود، وابسته است. این روش یک روش پیشرفته‌ی نزدیکترین همسایه است که اجازه می‌دهد تعدادی از نقاط همجوار در برآورد وزن‌های درون‌یابی سایر نقاط شرکت کنند و بدین ترتیب نزدیکترین نقطه بیشترین وزن را به‌دست می‌آورد و ایستگاه‌های دورتر برعکس. از نظر ریاضی IDW به‌صورت رابطه‌ی شماره‌ی ۱ بیان می‌شود (اولی و همکاران، ۲۰۰۲).

$$Z_j^* = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

$Z_j^*$ : ارزش ارزیابی شده در نقطه‌ی  $j$ ؛

$Z_i$ : ارزش در نقطه‌ی  $i$ ؛

$i$ : مختصات برای نقاط همسایه؛

$j$ : مختصات برای نقاط برآورد شده؛

$h_{ij}$ : مسافت بین نقطه‌ی برآورد شده و نقاط همسایه؛

$\beta$ : توان وزنی.

1. Spatial synoptic classification
2. Dry polar
3. Moist polar
4. Dry tropical
5. Dry moderate
6. Moist moderat
7. Moist tropical
8. Inverse Distance Weighted

### یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای نشان داد که در غرب ایران چهار فصل اقلیمی حاکم است. آغاز زمستان از ۱۴ آذر است و تا ۲۱ فروردین با ۱۲۷ روز تداوم، طولانی‌ترین و اصلی‌ترین فصل غرب ایران را تشکیل می‌دهد. فصل بهار (از ۲۲ فروردین تا ۸ خرداد) به مدت ۴۹ روز، کوتاه‌ترین فصل در غرب ایران است. فصل تابستان (۹ خرداد تا ۲۷ شهریور) دومین فصل مهم و طولانی در این منطقه به‌شمار می‌رود؛ زیرا ۱۱۲ روز به طول می‌انجامد و پاییز (۲۸ شهریور تا ۱۳ آذر) با مدت ۷۷ روز، سومین فصل از دید مدت تداوم در این منطقه است. نقشه‌هایی که برای تفسیر انتخاب شده‌اند، بر اساس فراوانی و غالب بودن نوع الگوهایی است که در روزهای مشخصی تکرار شده است و در این الگوها نیز، توده هوای مشخصی حاکمیت داشته است.

### توده‌های هوای فصل بهار اقلیمی

در جدول شماره ۱، فراوانی توده‌های هوایی که در فصل بهار اقلیمی در مدت ۲۸ سال وارد غرب ایران شده، بر حسب درصد بیان شده است.

جدول ۱. درصد فراوانی توده‌های هوا در فصل بهار اقلیمی در غرب ایران

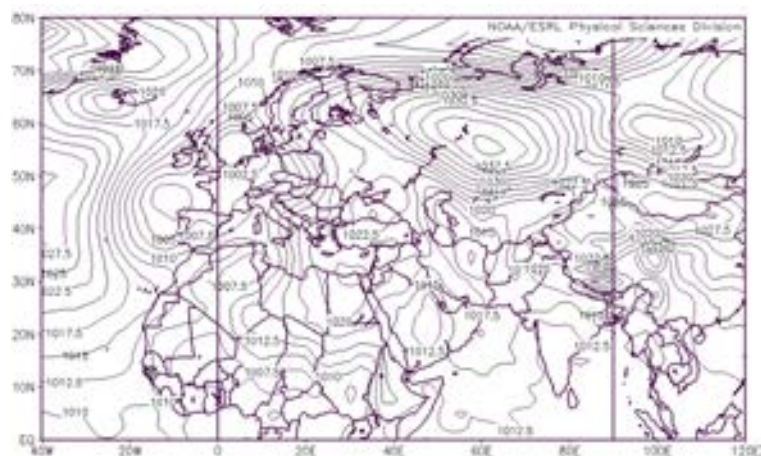
| ایلام | خرم آباد | سنندج | همدان | کرمانشاه | ایستگاه<br>پارامتر   |
|-------|----------|-------|-------|----------|----------------------|
| ۲     | ۳        | ۴     | ۵     | ۴/۲      | فراوانی توده هوای DP |
| ۱۹    | ۲۰       | ۱۹    | ۲۰    | ۲۱/۸     | فراوانی توده هوای DM |
| ۹     | ۱۲       | ۱۴    | ۱۳    | ۱۱/۲     | فراوانی توده هوای MP |
| ۲۰    | ۲۴       | ۲۳    | ۲۵    | ۲۲       | فراوانی توده هوای MM |
| ۳۰    | ۲۳       | ۲۲    | ۲۲    | ۲۲       | فراوانی توده هوای DT |
| ۲۰    | ۱۸       | ۱۸    | ۱۶    | ۱۸       | فراوانی توده هوای MT |

جدول ۲. ویژگی‌های متوسط توده‌های هوا در فصل بهار اقلیمی در ایستگاه‌های غرب ایران

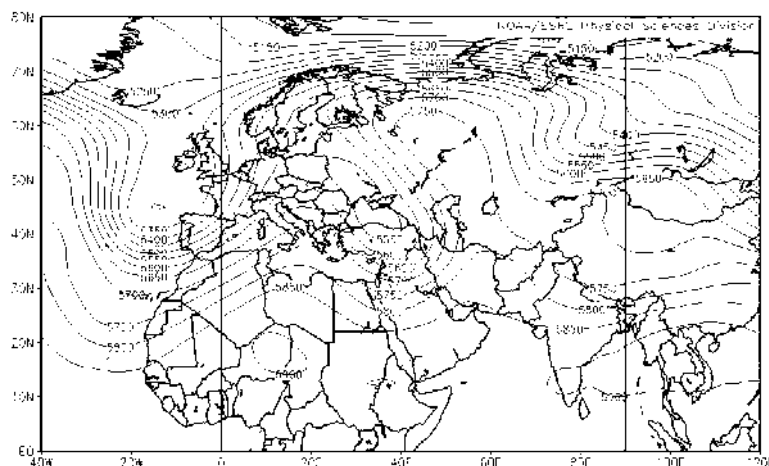
| توده هوا | میانگین دمای روزانه بر حسب سلسیوس | میانگین ابرناکی روزانه بر حسب اکتا(هشتم) | میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر | جهت باد           | میانگین فشار روزانه QFF بر حسب هکتوپاسکال |
|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|---|
| DP       | -۱                                | ۱/۲                                      | ۰/۰۴                                | شمالی و شمال شرقی | ۱۰۲۹                                      |
| DM       | ۱                                 | ۲  | ۰/۱                                 | شمالی             | ۱۰۲۷/۵                                    |
| MP       | ۲                                 | ۳  | ۰/۵                                 | شمالی و شمال غربی | ۱۰۲۰                                      |
| MM       | ۴                                 | ۴/۳                                      | ۱/۵                                 | غربی و شمال غربی  | ۱۰۱۵/۵                                    |
| MT       | ۷                                 | ۴/۴۵                                     | ۱/۵                                 | جنوبی و جنوب شرقی | ۱۰۱۳/۵                                    |
| DT       | ۱۵                                | ۰/۸                                      | ۰/۰۱                                | جنوبی             | ۱۰۱۲                                      |

از میان توده‌های هوای فصل بهار، توده هوای معتدل مرطوب (MM) بیشترین درصد فراوانی را در تمام ایستگاه‌ها به‌خود اختصاص داده است. کمترین فراوانی توده هوا نیز به توده هوای قطبی خشک (DP) تعلق دارد.





شکل ۲- الف. الگوی مربوط به توده هوای MM در ۱۹ آوریل ۱۹۸۳، سطح زمین



شکل ۲- ب. الگوی مربوط به توده هوای MM در ۱۹ آوریل ۱۹۸۳، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

در شکل ۲- الف، یک سلول پرفشار نه‌چندان قوی روی دریای سیاه تشکیل شده است و در واقع منحنی هم‌فشار ۱۰۱۷/۵ هکتوپاسکال که غرب ایران را تحت نفوذ خود قرار داده است، زبانه‌ای است که از این پرفشار منشأ می‌گیرد. در شکل ۲- ب، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز مشاهده می‌شود که هسته‌ای کم‌ارتفاع روی دریای سیاه و شمال شرق مدیترانه تشکیل شده است. این هسته‌ی کم‌ارتفاع نشان می‌دهد که در این تراز جهت جریان‌هایی که به غرب ایران می‌رسند، از جنوب غرب به شمال شرق حرکت کرده و هنگام عبور از منطقه‌ی غرب ایران، باعث می‌شوند توده هوایی معتدل و مرطوب منطقه را فرا بگیرد که MM نامیده می‌شود. جهت باد در این توده هوا از جانب شمال و شمال غرب است. ابرناکی و بارش این توده هوا بیشتر از توده‌های هوای DP، DM و MP است.

### توده‌های هوای فصل اقلیمی تابستان

درصد توده هواهای این فصل در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است.



جدول ۳. درصد فراوانی توده‌های هوا در فصل تابستان اقلیمی در غرب ایران

| ایلام | خرم آباد | سنندج | همدان | کرمانشاه | ایستگاه<br>پارامتر   |
|-------|----------|-------|-------|----------|----------------------|
| ۱     | ۱/۹      | ۲     | ۳     | ۱        | فراوانی توده هوای DP |
| ۸     | ۹/۱      | ۸     | ۸     | ۱۰/۵     | فراوانی توده هوای DM |
| ۲     | ۳/۹      | ۵/۳   | ۴/۵   | ۴        | فراوانی توده هوای MP |
| ۲/۵   | ۸        | ۸     | ۸     | ۵        | فراوانی توده هوای MM |
| ۶۴/۳  | ۵۹/۳     | ۶۷/۵  | ۶۸/۵  | ۶۹/۵     | فراوانی توده هوای DT |
| ۲۲/۲  | ۱۷/۸     | ۹/۲   | ۸     | ۱۰       | فراوانی توده هوای MT |

جدول ۴. ویژگی‌های متوسط توده‌های هوا در فصل تابستان اقلیمی در ایستگاه‌های غرب ایران

| توده هوا | میانگین دمای روزانه بر حسب سلسیوس | میانگین ابرناکی روزانه بر حسب اکتا(هشتم) | میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر | جهت باد           | میانگین فشار روزانه QFF بر حسب هکتوپاسکال |
|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|---|
| DP       | ۷                                 | ۱  | ۰/۰۳                                | شمالی و شمال شرقی | ۱۰۲۰                                      |
| DM       | ۹/۵                               | ۱/۵                                      | ۰/۱                                 | شمالی             | ۱۰۱۸/۵                                    |
| MP       | ۱۱                                | ۲/۱                                      | ۰/۹                                 | شمالی و شمال غربی | ۱۰۱۷                                      |
| MM       | ۱۲/۲                              | ۲/۵                                      | ۱/۸                                 | غربی و شمال غربی  | ۱۰۱۵                                      |
| MT       | ۱۷                                | ۲/۸                                      | ۰/۰۵                                | جنوبی و جنوب شرقی | ۱۰۰۸/۵                                    |
| DT       | ۲۲                                | ۰/۸                                      | ۰                                   | جنوبی             | ۱۰۰۲                                      |

مهم‌ترین توده هوای فصل تابستان در غرب ایران، توده هوای حاره‌ای خشک (DT) است که دارای بیشترین درصد فراوانی در تمام ایستگاه است.



ب



الف

شکل ۳. الگوی مربوط به توده هوای DT در ۲۰ ژوئیه ۱۹۸۲، الف) سطح زمین ب) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

در شکل ۳- الف، زبانه‌های کم‌فشار به‌طور کامل منطقه‌ی مورد مطالعه و حتی کل ایران را احاطه کرده‌اند. در واقع چون در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته‌ی پویا و قوی حاکم است، در سطح زمین انتظار داریم که کم‌فشار حرارتی استقرار یابد. در تابستان الگوی غالب پراکندگی فشار در سطح زمین، وضعیّت کم‌فشار بر اثر تابش خورشید است و در سطح بالا

هم بادهای غربی عقب‌نشینی کرده‌اند. در این فصل، منطقه‌ی کم‌فشاری که به فروبار پاکستان مشهور است، جنوب آسیا را فراگرفته و کم‌وبیش تمام ایران را هم دربرمی‌گیرد. در واقع دلیل فراوانی این توده هوا در تابستان اقلیمی، وجود همین مراکز کم فشار حرارتی است. در شکل ۳-ب، پشته‌ای بسیار قوی روی بخش غربی ایران با هسته‌ی ۵۹۰ ژئوپتانسیل دکامتر دیده می‌شود که استقرار درازمدت آن روی ایران، سبب به‌وجود آمدن توده هوای حاره‌ای خشک (DT) شده است. این الگو بیانگر این است که گسترش بادهای غربی در منطقه‌ی مورد مطالعه به‌طور کلی متوقف شده است و تمام منطقه تحت تسلط این سلول پرارتفاع پویا است. میانگین دمای روزانه در این توده هوا حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. میانگین ابرناکی روزانه کمتر از سایر توده‌های هوا است و کمابیش هیچ بارندگی‌ای در هنگام استقرار این توده هوا در منطقه رخ نمی‌دهد.

### توده‌های هوای فصل اقلیمی پاییز

درصد فراوانی توده‌های هوای این فصل نیز در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

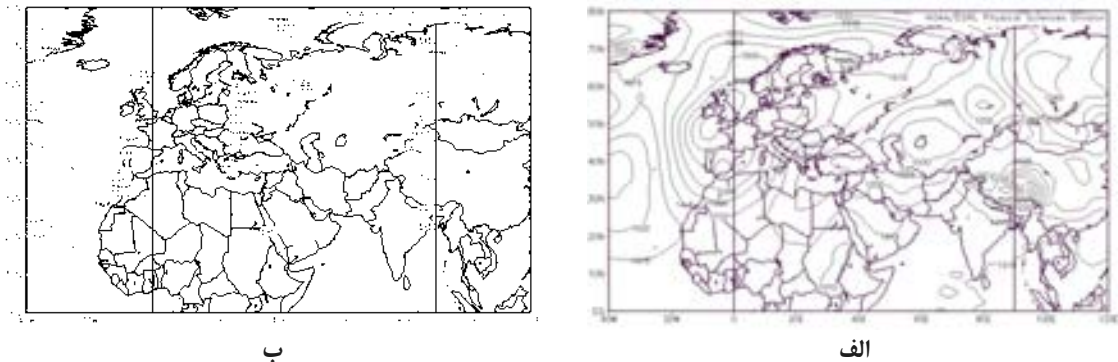
جدول ۵. درصد فراوانی توده‌های هوا در فصل پاییز اقلیمی در غرب ایران

| ایلام | خرم آباد | سنندج | همدان | کرمانشاه | ایستگاه              |
|-------|----------|-------|-------|----------|----------------------|
| ۴     | ۵/۵      | ۶/۳   | ۸/۱   | ۷        | فراوانی توده هوای DP |
| ۳۲    | ۳۳       | ۳۰/۷  | ۳۰    | ۳۱       | فراوانی توده هوای DM |
| ۲۴    | ۲۶/۷     | ۲۷    | ۲۶/۳  | ۲۷       | فراوانی توده هوای MP |
| ۲۳/۵  | ۲۷       | ۲۶/۶  | ۲۸/۵  | ۲۵       | فراوانی توده هوای MM |
| ۱۰    | ۳/۸      | ۴/۱   | ۲     | ۴/۵      | فراوانی توده هوای DT |
| ۶/۵   | ۴        | ۵/۳   | ۵/۱   | ۵/۵      | فراوانی توده هوای MT |

جدول ۶. ویژگی‌های متوسط توده‌های هوا در فصل پاییز در ایستگاه‌های غرب ایران

| توده هوا | میانگین دمای روزانه بر حسب سلسیوس | میانگین ابرناکی روزانه بر حسب اکتا(هشتم) | میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر | جهت باد           | میانگین فشار روزانه QFF بر حسب هکتوپاسکال |
|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|---|
| DP       | -۳                                | ۱  | ۰/۰۵                                | شمالی و شمال شرقی | ۱۰۲۷                                      |
| DM       | -۲                                | ۲/۱                                      | ۰/۷۵                                | شمالی             | ۱۰۲۲                                      |
| MP       | -۰/۰۵                             | ۳  | ۱                                   | شمالی و شمال غربی | ۱۰۲۰                                      |
| MM       | ۲                                 | ۳/۵                                      | ۲/۵                                 | غربی و شمال غربی  | ۱۰۱۸/۵                                    |
| MT       | ۵                                 | ۴/۹                                      | ۲                                   | جنوبی و جنوب شرقی | ۱۰۱۵                                      |
| DT       | ۶                                 | ۰/۱                                      | ۰/۱                                 | جنوبی             | ۱۰۱۳                                      |

در فصل پاییز توده هوای معتدل خشک (DM) بیشترین فراوانی را در غرب ایران و در تمام ایستگاه‌ها دارد.



شکل ۴. الگوی مربوط به توده هوای DM در ۱۵ نوامبر ۲۰۰۲ (الف) سطح زمین ب) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

همان‌گونه که شکل ۴-الف نشان می‌دهد، پُرفشار حرارتی سیبری در سطح زمین با فشار مرکزی ۱۰۴۰ هکتوپاسکال در شمال دریاچه‌ی بایکال تشکیل شده و با ارسال زبان‌های خود به سمت جنوب غرب، توانسته است بخش بزرگی از ایران و تمام منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش دهد. خصوصیت‌های این توده هوا عبارتست از، سردی و خشکی هوا که هنگام گسترش خود، به‌علت طبیعت کوهستانی منطقه، همین شرایط را ایجاد می‌کند. شکل ۴-ب، نقشه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال است که وجود یک پُراارتفاع را در روسیه و غرب دریاچه‌ی بایکال و یک پُراارتفاع قوی‌تر در غرب روسیه و شمال دریای سیاه نیز دیده می‌شود که با محور شمالی - جنوبی خود، باعث ریزش هوای سرد از سمت شمال و شمال غرب به منطقه‌ی مورد مطالعه می‌شود. این الگو باعث استقرار توده هوای DM در منطقه می‌شود که سرما و خشکی آن کمتر از توده هوای DP است. اصلی‌ترین جهت باد در این توده هوا، جهت شمالی است و میانگین روزانه‌ی دما در هنگام استقرار آن ۲- درجه‌ی سانتی‌گراد است.

### توده‌های هوای فصل اقلیمی زمستان

برای شناخت بهتر فصل زمستان اقلیمی، همانند دیگر فصول، توده‌های هوای حاکم در این فصل، بررسی و درصد فراوانی آنها در جدول شماره‌ی ۷ نشان داده شده است.

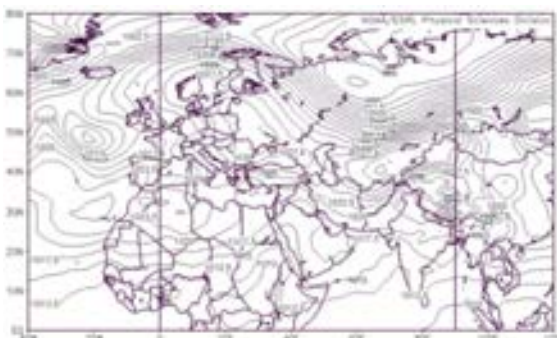
جدول ۷. درصد فراوانی توده‌های هوا در فصل زمستان اقلیمی در غرب ایران

| ایلام | خرم‌آباد | سنندج | همدان | کرمانشاه | ایستگاه<br>پارامتر   |
|-------|----------|-------|-------|----------|----------------------|
| ۸     | ۹        | ۹/۲   | ۱۱/۱  | ۱۰       | فراوانی توده هوای DP |
| ۳۳/۳  | ۳۳/۸     | ۳۴/۴  | ۳۳    | ۳۴       | فراوانی توده هوای DM |
| ۳۰    | ۲۶/۷     | ۲۵/۵  | ۲۸/۳  | ۲۷       | فراوانی توده هوای MP |
| ۲۵/۲  | ۲۸/۵     | ۲۷/۷  | ۲۵    | ۲۷       | فراوانی توده هوای MM |
| ۵     | ۱/۵      | ۱/۱   | ۱۱    | ۱        | فراوانی توده هوای DT |
| ۳/۵   | ۲        | ۲/۱   | ۱/۶   | ۱        | فراوانی توده هوای MT |

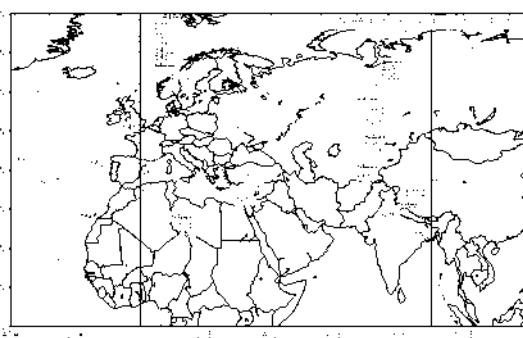
جدول ۸. ویژگی‌های متوسط توده‌های هوا در فصل زمستان ایستگاه‌های در غرب ایران

| توده هوا | میانگین دمای روزانه بر حسب سلسیوس | میانگین ابرناکی روزانه بر حسب اکتا(هشتم) | میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر | جهت باد           | میانگین فشار روزانه QFF بر حسب هکتوپاسکال |
|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|---|
| DP       | -۱۰                               | ۱/۶                                      | ۰/۰۵                                | شمالی و شمال شرقی | ۱۰۳۲                                      |
| DM       | -۵                                | ۲  | ۰/۲                                 | شمالی             | ۱۰۲۹/۵                                    |
| MP       | -۳/۲                              | ۳/۵                                      | ۱/۶                                 | شمالی و شمال غربی | ۱۰۲۲                                      |
| MM       | ۱                                 | ۴  | ۳/۵                                 | غربی و شمال غربی  | ۱۰۱۸/۵                                    |
| MT       | ۲/۲                               | ۴/۸                                      | ۳                                   | جنوبی و جنوب شرقی | ۱۰۱۴                                      |
| DT       | ۳                                 | ۰/۵                                      | ۱/۸                                 | جنوبی             | ۱۰۱۶                                      |

بیشترین درصد فراوانی از میان توده‌های هوای فصل زمستان، مربوط به توده هوای معتدل خشک (DM) است. این توده هوا دارای دما و دمای نقطه‌ی شبنم پایینی است، اما از توده هوای قطبی خشک گرم‌تر است. در این توده هوا بادهای دارای جهت شمالی هستند و باعث ریزش هوای سرد و خشک به منطقه می‌شوند. همان‌طور که جدول شماره ۸ نشان می‌دهد، در این توده هوا ابرناکی به نسبت کم و بارش آن ناچیز است. از میان توده‌های هوای زمستانه، توده هوای DP کمترین فراوانی و کمترین دمای روزانه را نسبت به سایر توده‌های هوا در منطقه دارد. در توده هوای اخیر، جهت بادهای بیشتر شمالی و شمال شرقی بوده و میانگین ابرناکی روزانه بسیار کم است. میزان بارندگی روزانه بسیار کم و این توده هوا با آسمان صاف همراه است. در ادامه به دلیل اینکه توده هوای DM بیشترین فراوانی را در فصول پاییز و زمستان دارد و تفسیر الگوی مربوط به آن در فصل پاییز اقلیمی شرح داده شد، برای زمستان اقلیمی به شرح و تفسیر توده هوای MP در غرب ایران می‌پردازیم.



ب

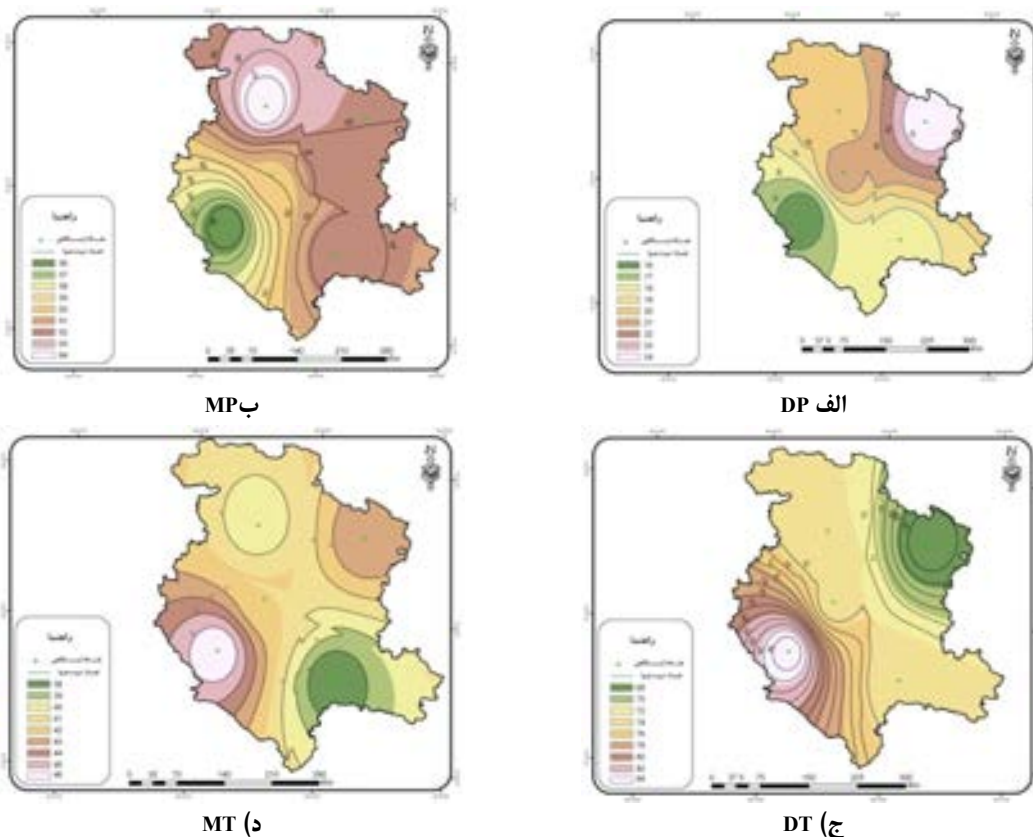


الف

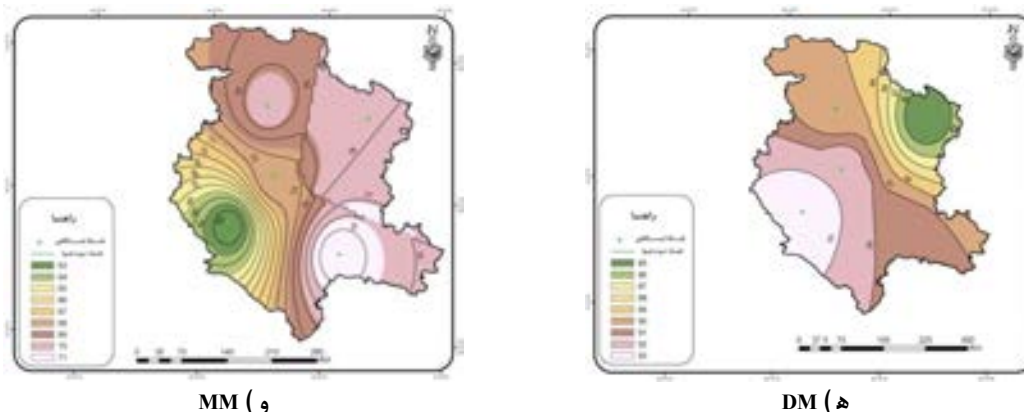
شکل ۵. الگوی مربوط به توده هوای MP در ۱۷ ژانویه ۲۰۰۱، (الف) سطح زمین ب) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

الگوی فشار سطح زمین نماینده‌ی توجیه فراوانی توده هوای MP است. همان‌گونه که شکل ۵-الف، نشان می‌دهد، در تراز دریا، پُرفشار سیبری با فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال، زبانه‌های خود را در جهت جنوب غربی و غرب به سوی ایران گسترش داده است، اما غرب ایران تحت تأثیر زبانه‌ی فشاری است که از شمال دریای سیاه منشأ گرفته

است. در همین الگو دیده می‌شود که یک سلول پرفشار ۱۰۳۰ هکتوپاسکالی نیز در غرب اروپا و شمال دریای سیاه تشکیل شده است که زبانه‌ی ۱۰۲۲/۵ هکتوپاسکالی آن به منطقه‌ی مورد مطالعه رسیده است. این زبانه‌ی پرفشار ضمن عبور از دریای سیاه و مدیترانه، هنگام رسیدن به غرب ایران معتدل تر و مرطوب‌تر از توده‌های هوای DP و DM و بارش آن نیز بیشتر از دو توده هوای مذکور است. دمای این توده هوا به‌طور میانگین حدود  $3/2$  - درجه‌ی سانتی‌گراد است و جهت باد در آن شمالی و شمال غربی است. بارش این توده هوا به‌طور میانگین بیشتر از توده‌های هوای DP و DM است. در شکل ۵- ب نیز دیده می‌شود که در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال جهت جریان‌ها با عبور از مدیترانه، به غرب ایران می‌رسند. در واقع در این نقشه، یک کم‌ارتفاع به‌نسبت عمیق در دریای مدیترانه تشکیل شده است که محور آن با جهت شمالی - جنوبی، از وسط این دریا می‌گذرد. غرب ایران در جلوی محور فرود قرار دارد. به‌طور کلی هرگاه در سطح زمین، یک پرفشار در شمال دریای سیاه یا دریای مدیترانه تشکیل شود که زبانه‌های خود را به غرب ایران هدایت کنند و جهت جریان‌ها در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، به‌گونه‌ای باشد که محور یک کم‌ارتفاع در دریای مدیترانه باعث جریان هوا از جنوب غرب به سمت شمال شرق شود و این جریان از منطقه مورد مطالعه عبور کند، نوع توده هوا MP است. در شکل ۶، تعداد توده‌های هوا بر حسب میانگین تعداد آنها در دوره‌ی مورد مطالعه نمایش داده شده است.



شکل ۶. میانگین تعداد توده‌های هوا در دوره‌ی آماری (۱۹۸۲-۲۰۰۹) در غرب ایران بر حسب نوع توده‌های هوا: الف) توده هوای قطبی خشک (DP)، ب) توده هوای قطبی مرطوب (MP)، ج) توده هوای حاره‌ای خشک (DT)، د) توده هوای حاره‌ای مرطوب (MT).



ادامه‌ی شکل ۶. میانگین تعداد توده‌های هوا در دوره‌ی آماری (۱۹۸۲-۲۰۰۹) در غرب ایران بر حسب نوع توده‌های هوا؛ (ه) توده هوای معتدل خشک (DM)، (و) توده هوای معتدل مرطوب (MM)

### بحث و نتیجه‌گیری

از جمع‌بندی نتایج حاصل از توده‌های هوا و الگوهای سینوپتیکی سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، مشخص شد که فصل بهار یک فصل انتقالی و گذار از زمستان به تابستان است. گواه این حالت وجود توده‌های هوای گرم و خشک (DT) و توده‌های هوای معتدل خشک (DM)، توده هوای معتدل مرطوب (MM)، توده هوای قطبی مرطوب (MP) و توده هوای حاره‌ای مرطوب (MT) است. یکی از دلایل کوتاهی این فصل، انتقال سریع پرفشار جنب حاره‌ای از عرض‌های جنوبی‌تر به عرض‌های شمالی است. روزهای ابتدایی این فصل، غرب ایران بیشتر تحت تأثیر توده‌های هوای متعددی چون MP، MM و DM بوده، در حالی که در هفته‌های پایانی بهار اقلیمی، توده هوای DT البته با شدت خشکی و گرمای کمتر از این توده هوا، در فصل تابستان غرب ایران را فرا می‌گیرد. مهم‌ترین توده هوای بهار اقلیمی نیز توده هوای MM است که هرگاه یک پرفشار در شمال دریای مدیترانه یا دریای سیاه تشکیل شود و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز جهت جریان‌ها با عبور از مدیترانه غرب ایران را فرا گیرد، این توده هوا در منطقه توده هوای معتدل مرطوب (MM) نام می‌گیرد که از دارای جهت غربی و شمال غربی است. توده هوای MM، شرایط مرطوبی نسبت به توده‌های هوای DP، DM و MP دارد. میانگین ابرناکی این توده هوا در فصل زمستان در مقایسه با سه توده هوای اخیر بیشتر و میانگین فشار روزانه در این توده هوا نسبت به توده‌های هوای قبلی کمتر است.

با آغاز فصل تابستان اقلیمی، بادهای غربی و سیستم‌های همراه آنها نیز به عرض‌های شمالی‌تر عقب‌نشینی می‌کنند. توده هوای DT اصلی‌ترین توده هوا در این فصل است. مقادیر دو متغیر دمای هوا و دمای نقطه‌ی شبنم، باعث ایجاد شرایط گرم و خشک در این توده هوا می‌شود. میانگین ابرناکی آن بسیار کم است، به‌گفته‌ای توده هوای حاره‌ای خشک، با شرایط گرم و خشک و آسمان صاف در تابستان همراه است. به‌طور کلی هرگاه در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته‌ی پویا حاکم است و در سطح زمین نیز به‌دلیل تابش آفتاب، کم‌فشار حرارتی مستقر باشد، این توده هوا شکل می‌گیرد که گرما و خشکی هوا از ویژگی‌های بارز آن است.

فصل پاییز نیز همانند فصل بهار یک فصل انتقالی در میان فصول تابستان و زمستان است که علت آن شباهت توده‌های هوای این فصل با دو فصل زمستان و تابستان است. در پاییز اقلیمی همانند زمستان اقلیمی، اصلی‌ترین توده هوای غرب ایران، توده هوای DM است. این توده هوا نشان‌دهنده‌ی ورود توده‌های هوا از عرض‌های بالا به غرب ایران است. در این توده هوا، دمای هوا و دمای نقطه‌ی شبنم پایین است، اما در کل این توده هوا نسبت به توده هوای DP گرم‌تر است. ویژگی‌های گرمایی و رطوبتی این توده هوا نسبت به توده هوای DP ملایم‌تر است. جهت بادها در این توده هوا به‌طور عمده شمالی و شمال شرقی است که باعث ریزش هوای سرد و خشک به منطقه می‌شود. میانگین بارندگی روزانه در این توده هوا در فصل پاییز، حدود  $0/75$  میلی‌متر است. در کل شدت خشکی این توده هوا نسبت به توده هوای DP کمتر است. الگویی که باعث استقرار این توده هوا شده است، وجود پرفشاری در عرض‌های بالا است که هوا در جلوی محور فراز آن از شمال غرب وارد منطقه می‌شود و در سطح زمین نیز زبان‌های پرفشار عرض‌های بالا منطقه را فرا می‌گیرند.

فصل زمستان اصلی‌ترین و طولانی‌ترین فصل اقلیمی در این منطقه است و بیشترین توده هوای این فصل نیز، توده هوای DM (معتدل خشک) است. چون توده هوای DM در فصل پاییز بررسی شد، در زمستان توده هوای MP مورد بررسی قرار گرفت. در این توده هوا، مقدار پوشش ابر نسبت به توده‌های هوای قطبی خشک و معتدل خشک بیشتر است. ویژگی‌های گرمایی و رطوبتی توده هوای قطبی مرطوب، شرایط ملایم‌تر و مرطوب‌تری را نسبت به توده هوای قطبی خشک و معتدل خشک نشان می‌دهد. هرگاه در سطح زمین زبان‌های پرفشار برای رسیدن به غرب ایران از دریای مدیترانه عبور کنند، با جذب رطوبت این پهنه‌های آبی، معتدل و مرطوب می‌شوند. در تراز  $500$  هکتوپاسکال نیز وجود یک کم‌ارتفاع در دریای مدیترانه به هدایت جریان‌ها به سوی منطقه‌ی غرب ایران کمک می‌کند.

در فصل زمستان، وجود ناهموازی‌ها و هسته‌های پرفشار به‌دلیل سرمای شدید زمین در ارتفاعات غرب ایران، می‌تواند اثر توده‌های هوای سرد را تشدید کند و این امر می‌تواند یکی از دلایل مهم طولانی بودن این فصل در منطقه باشد.

نتایج حاصل از بررسی الگوهای سینوپتیک و توده‌های هوا نشان داد که الگوهای سینوپتیکی که باعث استقرار توده‌های هوای غالب در هر فصل می‌شوند با فصول دیگر متفاوت هستند. برای نمونه، الگویی که در فصل تابستان توده هوای DT را تشکیل می‌دهد، از نظر میانگین فشار روزانه، ابرناکی، دما و نیز از لحاظ ارتفاع در ترازهای بالاتر از سطح زمین با الگویی که به استقرار توده هوای DT در فصل بهار منجر می‌شود، متفاوت است. به‌طوری که شدت خشکی و گرمای هوا در هنگام استقرار این توده هوا در فصل بهار، کمتر از تابستان است و میانگین فشار روزانه در این توده هوا در بهار، بیشتر از تابستان است. این امر برای سایر توده‌های هوا نیز صادق است. یعنی توده‌های هوای سرد در فصل زمستان نسبت به توده‌های هوای سرد در فصل پاییز نیز از شدت سرما و خشکی بیشتری برخوردارند و میانگین فشار روزانه در آنها بالاتر است. این نشان می‌دهد که همیشه برای آغاز فصل زمستان اقلیمی، الگوهای فشار و ارتفاع در سطح زمین و سطوح بالای جو باید به اوج گسترش و قدرت خود برسند که این شرط برای آغاز پاییز اقلیمی ضرورتی ندارد. به بیان بهتر، الگوهای فشار (مثل زبان‌های پرفشار سیبری) و ارتفاع در سطح زمین و تراز بالا، با آغاز پیشروی خود به سوی



عرض‌های جنوبی‌تر، هنگام رسیدن به منطقه‌ی غرب ایران، زمینه را برای آغاز پاییز اقلیمی فراهم می‌کنند و هرگاه به نهایت شدت خود رسیدند، زمستان اقلیمی آغاز می‌شود. یادآوری این نکته الزامی است که تمام توده‌های هوای معرفی شده در هر یک از فصول اقلیمی در جداول مربوطه، متعلق به منطقه‌ی غرب ایران است. با توجه به اینکه برای تعیین توده‌های هوا در این مقاله از آمار ایستگاه‌های سینوپتیکی منطقه استفاده شده است، توده‌های هوای معرفی شده نیز، فقط برای غرب ایران تعیین شده‌اند و مربوط به سایر نواحی ایران نیستند. با توجه به اینکه غرب ایران موقعیت کوهستانی دارد، کمابیش یک منطقه‌ی متجانس از لحاظ ناهمواری است، بنابراین مرز توده‌های هوای معرفی شده در این مقاله کمابیش منطبق با مرز منطقه‌ی غرب ایران (کرمانشاه، کردستان، همدان، سنندج و ایلام) است.

## منابع

- آزغ، مسعود. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی در غرب ایران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد به راهنمایی فیروز مجرد، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- ابریقام، محمد رضا. ۱۳۸۰. تحلیل سینوپتیک توده‌های هوای ورودی به غرب ایران در سال ۱۳۸۳-۸۴. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد به راهنمایی غلامرضا براتی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- جانسون، ریچارد آ. و دین دلیو ویچرن. ۱۳۸۶. تحلیل آماری چند متغییری کاربردی، ترجمه: دکتر حسینعلی نیرومند، چاپ سوم، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ذوالفقاری، حسن. ۱۳۸۴. بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۷۶، صص. ۹۱-۱۰۶.
- علیجانی، بهلول و نجفی نیک، زهرا. ۱۳۸۸. بررسی الگوهای سینوپتیکی اینورژن در مشهد با استفاده از تحلیل عاملی، جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ۱۲، صص. ۱-۱۱.
- علیجانی، بهلول. ۱۳۷۶. تعیین فصول طبیعی در ایران، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۳۵، صص. ۳۳-۲۱.
- علیجانی، بهلول. ۱۳۸۱. اقلیم‌شناسی سینوپتیک، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.
- فتاحی، ابراهیم و حجازی زاده، زهرا. ۱۳۸۵. تحلیل زمانی، مکانی توده‌های هوا و کاربرد آن در پایش دوره‌های خشک و مرطوب در حوضه‌های جنوب غربی ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۸۱، صص. ۹۹-۱۱۹.
- گندمکار، امیر. ۱۳۸۶. شناسایی فصول اقلیمی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (مطالعه‌ی موردی: شهر اصفهان)، فصلنامه‌ی سپهر، شماره‌ی ۶۱، صص. ۶۳-۶۴.
- لشکری، حسن و ربانی، فاطمه. ۱۳۸۳. طبقه‌بندی همدیدی فضایی توده‌های هوای مؤثر بر یخبندان‌های بهاره شمال خراسان، جغرافیا، شماره‌ی ۳، صص. ۱۹-۳۴.
- مسعودیان، سید ابوالفضل. ۱۳۸۴. شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۵۲، صص. ۴۷-۶۱.

- نظری پور، حمید و خسروی، محمود. ۱۳۸۹. تعیین فصول اقلیمی زاهدان جهت مدیریت مصرف انرژی با روش تحلیل خوشه‌ای، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، صص. ۱-۱۰.
- Abriefam, M.R., 2001, **the Synoptic Analysis of Entranced Air Masses to the West of Iran (2004-2005)**, Supervisor: Gholamreza Barati, Master of Science in Climatology, Razi University of Kermanshah.
- Alijani, B., 1997, **Determining of Natural Seasons in Iran**, Geography Research Quarterly, No. 35, PP. 21-33.
- Alijani, B., 2002, **Synoptic Climatology**, Edition 1th, Samt Press, Tehran.
- Alijani, B., and Najafi nik, Z., 2009, **a Study Synoptic Pattern of Inversion in Mashhad by Factor Analysis**, Journal of Geography and Regional Development, No. 12, PP. 1-11.
- Alpert, P., Osetinsky, I., Ziv, I and Shafir, H., 2004, **a New Seasons Definition Based on Classified Daily Synoptic Systems: an Example for the Eastern Mediterranean**, International Journal of Climatology, No. 24, PP. 1013-1021.
- Alsop, T., 1989, **the Natural Seasons of Western Oregon and Washington**, Journal of Climate, Vol. 2, PP. 888-896.
- Avudai, A., Nandhi, A., 2010, **Assessing Impact of Climate Change on Season Length in Karnataka for IPCC SRES Scenarios**, Journal of Earth System Science, Vol. 119, No. 4, PP. 447-460.
- Azhagh, M., 2002, **the Study of Drought Spatial and Temporal Changes in the West of Iran**, Supervisor: Firoz Mojarrad, Master of Science in Climatology, Razi University of Kermanshah.
- Cheng, S., Kalkstein, L., 1997, **Determination of Climatological Seasons for the East Coast of the U.S. Using an Air Mass- Based Classification**, Climate Research Clim Res, Vol. 8, PP. 107-116.
- Davist, R. and Kalkstein, L., 1990, **Development of an Automated Spatial Synoptic Climatological Classification**, International Journal of Climatology, Vol. 10, PP. 769-794.
- Draveniece, A., 2009, **Detecting Changes in Winter Seasons in Latvia: the Role of Arctic Air Mass**, Boreal Environmental Research, No. 14, PP. 89-99.
- Fatahi, E., and Hejazi zadeh, Z., 2006, **the Temporal-Spatial analysis of Air Masses and its Application in Monitoring Dry and Wet Periods in Basins of South-West of Iran**, Geography Research Quarterly, N. 81, PP. 99-119.
- Gandomkar, A., 2007, **the Identification of Climatic Seasons Using Cluster Analysis (Case Study: Esfahan City)**, Sepehr Quarterly, No. 61, PP. 63-64.
- Hondula, D., Sitka, L., Davis, R., Knight, D. B., Gawtry, S. D., Deaton, M. L., Lee, T. R., Normile, C. P and Stenger, P. J., 2009, **A Back-Trajectory and Air Mass Climatology for the Northern Shenandoah Valley (USA)**, International Journal of Climatology, Vol. 10, PP. 4-7.
- Jaagus, J., and Rein, A., 2000, **Space-Time Variations of Climatic Seasons and Their Correlation with the Phenological Development of Nature in Estonia**, Climate Research, Vol. 15, PP. 207-219.

- Johnson, R.A & Wichern, D.W., 2007, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, Translation by Hosein Ali Niroomand, Ferdowsi University Press, Mashhad.
- Lashkari, H., and Rabani, F., 2005, **Spatial synoptic Classification of Air Masses Effects on Spring Freezing in North Khorasan**, Geography (Iranian Geographical Association), No. 3, PP. 19-34.
- Masoodian, S.A., 2005, **Identifying of Precipitation Regimes of Iran by Cluster Analysis Method**, Geographical Research Quarterly, No. 52, PP. 47-61.
- Nazaripour, H., & Khosrawi, M., 2010, **Determining of Zahedan Climatic Seasons for Management of Energy Consumption by Cluster Analysis Method**, the 4<sup>th</sup> International Conference of Islamic World Geographers, PP. 1-10.
- Schwartz, M. D., 1995, **Detecting Structural Climate Change: an Air Mass- Based Approach in the North Central United States (1958-1992)**, Annals of the Association of American Geographers 85th, PP. 553-568.
- Tveito, O. E., & Schoner, W., 2002, **Applications of Spatial Interpolation of Climatological and Meteorological Elements by the Use of Geographical Information**, Norwegian Meteorological Institute Press, Norway.
- Zolfaghari, H., 2005, **the Study of Natural Seasons in Kermanshah Province**, Geographical Research, No. 76, PP. 91-106.

## *Studying and Determining of Synoptic Patterns of Climatic Seasons in the West of Iran*

**Zolfaghari H. \***

Associate Prof., Dep. of Geography, Razi University, Kermanshah, Iran

**Masoumpour Samakosh J.**

Assistant Prof., Dep. of Geography, Razi University, Kermanshah, Iran

**Jalilian A.**

M.Sc. in Climatology – Razi University, Kermanshah, Iran

**Fathnia A.**

Assistant Prof., Dep. of Geography, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 21/08/2012

Accepted: 27/04/2013

### **Extended Abstract**

#### **Introduction**

Classifying the seasons is mainly carried out based on the daily movement of the sun. Around the world and especially within the middle latitudes as in Iran, there is not a full coordination between the seasons of a year and planetary seasons. Accordingly, in addition to planetary definitions, numerous definitions have been offered for seasons based on meteorology and climatology criteria. Therefore, season is part of a year which is distinct from other parts, because of a regular frequency of the planetary or climatologic phenomena. In other word, natural season is a time period of calendar year distinguished by homogenous and congruent weather. The natural seasons i.e. spring, summer, fall and winter are calendar time intervals which are naturally determined through different types of the congruent climatic regimes like temperature and wind speed changes. In fact, in such a classifying the seasons are defined based upon climatic elements e.g. temperature and wind representing the climatic facts of that place, with or without connection to the calendar seasons. Based on the above statement, this paper aims to find out a real definition for each season in the west of Iran, in which the seasons will be defined based on the climatic facts of the region, not on the basis of a planetary definition.

#### **Methodology**

---

\*E-mail: [h\\_zolfaghari2002@yahoo.com](mailto:h_zolfaghari2002@yahoo.com)

The studied region consisted of Kermanshah, Kurdistan, Hamedan, Ilam and Lorestan provinces (Fig. 1). The area of the region is about 121000 Km<sup>2</sup> and situated between 31° and 51' to 36° and 28' north latitudes, and 45° and 27' to 50° and 4' east longitudes. In this research, we have employed the average weekly maps of pressure, relative humidity and wind direction for surface and geopotential height, temperature, relative humidity and wind direction at the level of 500 hPa. The main structure of 7-days average data have been arranged based on the Jalaali calendar as well. For example, periods of 21<sup>st</sup> -27<sup>th</sup> March, have been selected as the first week in accordance with 1<sup>st</sup>-7<sup>th</sup> Farvardin in Jalali calendar. In this division, the last week for each year has been considered from 12<sup>th</sup> - 20<sup>th</sup> March, regardless of the calculation of Leap years, equals with 22<sup>nd</sup> - 29<sup>th</sup> Esfand.

Cluster analysis has been used for statistical analyses. For cluster analysis, the mean surface pressure and 500 hPa geopotential height maps were employed as the most important climatic variables. Finally, we obtained weeks and climatic season's duration by computing the prevailing weekly pattern in each of these clusters. At first, the prevailing pattern of air-mass for each season was computed by calculating the air-mass frequency in every climatic season, and presented in terms of percentage. Then, the prevailing air-mass frequency and flow patterns of the surface and 500 hPa maps were determined and one pattern was discussed as a representative for each season.

### Results and Discussion

The obtained results of charts show that the climatic 4-seasons control the western parts of Iran. Winter with 18-weeks duration, was recognized as the longest and the main season, while spring with 7-weeks duration identified as the shortest season in the west of Iran. The summer is considered as the second important and long season in the region, as it takes around 16-weeks long, and fall with 11-weeks, is the third season in the view of duration in the study area. The climatic summer lasts from 11-weeks to the end of 26-weeks in the west of Iran, and generally it takes 16-weeks long. In fact, this season starts around 3-weeks earlier than the planetary summer time in the northern hemisphere which is the first of Tir. Furthermore, the end of summer usually takes place about 4-days sooner than 31<sup>st</sup> of Shahrivar, which is the end of planetary summer season. The most percentage of the summer season's air-masses is dedicated to the continental-tropical air-mass (CT) around 72.7%.

### Conclusion

The winter is the most important and the longest climatic season in the region and the continental polar air-mass was identified as the most air-mass of this season. This air-mass represents the arrival of air-masses from higher latitudes towards the west of Iran. In winter, topography and high-pressure centers in the west of Iran intensify the cooling of air-masses and their impacts. The results show that winter is the longest season in the west of Iran, and their prevailing patterns include CP and CT air-masses respectively. The reason for CP air-mass frequency during the winter season is the Siberia high reinforcement and extension of its

troughs towards the west of Iran where the movement is much more during the winter rather than fall. In addition, the reason for CT air-mass frequency during the summer season is the Azores dynamic high-pressure predominant in the middle levels of the atmosphere. The prevailing air-masses of the spring are similar to those of the summers' and the fall season also looks highly alike to the climatic winter's air-masses in the region.

***Keywords: Climatic Seasons, Cluster Analysis, Synoptic Pattern, Air-Masses, West of Iran.***