

دانش‌افزایی معلمان

تعیین دوره‌های اقلیم

علیرضا جوشنی

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی

چکیده

به منظور تعیین فصل‌های طبیعی یا آب و هوایی دامنه شرقی زاگرس (سه ایستگاه قم، اراک و خرم‌آباد)، آمار متوسط روزانه دمای خشک، دمای تر، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی، ساعت آفتابی، بارش و سرعت باد هر سه ایستگاه برای یک دوره آماری ۱۹ ساله از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ انتخاب و پس از بررسی و اطمینان از مناسب بودن کیفیت و کمیت آنها برای این مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های آماده شده هفت متغیر فوق از طریق «روش خوشه‌بندی

می دامنۀ شرقی زاگرس

مطالعه موردی (قم- اراک- خرم آباد)

مقدمه

بشر از دیرباز به حرکت ظاهری خورشید و تغییرات دمایی حاصل از ارتفاع آن طی یک دوره زمانی خاص، توجه ویژه‌ای مبذول داشته است. به همین منظور، یک دوره کامل حرکت خورشید در آسمان را سال و یک سال را به چهار فصل با تغییرات دمایی متفاوت تقسیم کرد. در ایران باستان نیز این چهار فصل مورد توجه قرار داشتند که یادگار یونانیان است. این تقسیم‌بندی از زمان قدیم به ما ارث رسیده است و به عنوان فصلهای رسمی در جهان پذیرفته شده‌اند. در آن زمان برای هر فصل سال تاریخ شروع و ختم معینی اختصاص دادند و به برنامه‌ریزی و انجام فعالیتهای اقتصادی و اجتماعی به فراخور هریک از فصلها می‌پرداختند. براساس گفته‌های ترنبرث^۱ (۱۹۸۲)، یک فصل اقلیمی، دوره‌ای از هفته‌ها و یا ماههاست که به وسیله الگوهای غالب آب‌وهوایی مرتبط، از یکدیگر متمایز می‌شوند. به طور کلی فصلهای نجومی و اقلیمی با هم منطبق نمی‌شوند. به نظر آل‌سوپ^۲ (۱۹۸۹) نیز، یک دوره زمانی از سال تقویمی که به وسیله یک سلسله از هواهای همگن و متجانس

تجمعی وارد^۳ که یکی از متداول ترین روشهای خوشه‌بندی است و اتصال متوسط بین گروهی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج به دست آمده براساس هفت شاخص مورد استفاده نشان می‌دهد که در این منطقه، اساساً سال به دو فصل اصلی گرم و سرد، یعنی تابستان و زمستان تقسیم می‌شود. فصلهای انتقالی پاییز و بهار بسیار کوتاه و زودگذر هستند و فصلهای طبیعی در این منطقه با تاریخ آغاز فصلهای رسمی مطابقت نمی‌کند. به صورت کلی، بهار (۸۴ روز) با زمان بیشتری نسبت به پاییز از ۳۰ بهمن وارد منطقه و در ۲۳ اردیبهشت از منطقه خارج می‌شود. تابستان (۱۶۰ روز) به عنوان طولانی‌ترین فصل سال، از ۱۷ اردیبهشت شروع و تا ۲۱ مهر همان این منطقه است. فصل پاییز با کوتاه‌ترین زمان (۷۰ روز) از ۲۵ شهریور تا ۳ آذر و فصل زمستان (۱۴۳ روز) نیز با مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تابستان از ۱۷ آبان تا ۹ فروردین منطقه را تحت سیطره خویش دارند.

کلیدواژه‌ها: فصلهای طبیعی، تحلیل خوشه‌ای، دمای خشک، دمای تر، دمای نقطه شبنم، ساعت آفتابی، بارش، سرعت باد.

قابل تفکیک است، یک فصل نامیده می‌شود. عمدتاً دو طبقه از فصول شناسایی شده‌اند که عبارت‌اند از فصلهای طبیعی و فرهنگی. فصلهای فرهنگی (فصل آنفلوآنزا، فصل تعطیلات و فصل فوتبال) حالتی از واکنشهای گوناگون انسانی به نوسانات درجه حرارت سالانه (و بعضی اوقات بارش) هستند. تقریباً این فصلهای شمارند.

چهار تاریخ کلیدی در ارتباط با موقعیت سطح زمین در گردش به دور خورشید وجود دارد. هر کدام از این تاریخها آغاز یک فصل تقویمی یا رسمی به‌شمار می‌رود. در نیم‌کره شمالی، فصل بهار در اعتدال بهاری یا اعتدال ربیعی (حوالی ۲۹ اسفند) شروع می‌شود. در این موقع از سال، اشعه خورشیدی بر خط استوا عمود می‌تابد. فصل تابستان به‌طور رسمی در انقلاب تابستانی (حوالی ۳۱ خرداد) شروع می‌شود. در این موقع از سال، اشعه خورشیدی بر مدار رأس‌السرطان واقع در نیم‌کره شمالی عمود می‌تابد. اعتدال پاییزی یا اعتدال خریفی در ۳۱ شهریور شروع می‌شود. این موقع از سال، آغاز فصل پاییز است و خورشید مجدداً روی خط استوا عمود می‌تابد. نهایتاً، انقلاب زمستانی در ۳۰ آذر رخ می‌دهد. در این موقع از سال که اولین روز زمستان است، اشعه خورشیدی بر مدار رأس‌الجدی واقع در نیم‌کره جنوبی عمود می‌تابد. تاریخهای شروع و ختم به‌طور مشابه در نیم‌کره جنوبی به‌کار می‌روند، اما فصلهای طبیعی دقیقاً برعکس هستند. در اکثر مواقع در درون هر کدام از این چهار فصل طبیعی، فصلهای فرعی با خصوصیات هوایی متفاوت وجود دارند [Lamb, 1950].

پیشینه تحقیق

در زمینه تعیین فصلهای اقلیمی در اقصا نقاط جهان، افرادی به بررسی و انجام این امر براساس معیارهای گوناگون آب‌وهوایی مبادرت ورزیده‌اند که به پاره‌ای از آنها در ادامه اشاره می‌شود. **بری و پری**^۳ (۱۹۷۳)، تاریخ شروع فصلهای طبیعی ایالات متحده آمریکا را با استفاده از داده‌های هواشناسی تعیین کردند. در این مطالعه معلوم شد که تفاوت‌های مهمی در تاریخهای آغاز و خاتمه فصلهای طبیعی در سرتاسر این کشور وجود دارد.

یاگوس و آهاس^۴ تغییرپذیری زمانی و مکانی فصلهای طبیعی و مراحل فنولوژیک را در کشور «استونی» براساس متغیرهای اقلیمی مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی و تحلیل روابط نشان داد که در نواحی ساحلی این کشور، فصل پاییز ۱ تا ۵ هفته دیرتر از بخش‌های قاره‌ای آن شروع می‌شود و تأثیر حرارتی دریای بالتیک و دریای سیاه در تأخیر و آغاز فصلهای اقلیمی، قابل ملاحظه و حائز اهمیت فراوانی است. آنها همچنین برای این منطقه، علاوه بر چهار فصل اصلی بهار، تابستان، پاییز و زمستان، دو فصل انتقالی بین پاییز و زمستان (پاییز دیررس-زمستان زودرس) و دو فصل انتقالی بین بهار و زمستان (زمستان دیررس-بهار زودرس) را تشخیص دادند.

ترو^۵ و همکارانش (۲۰۰۳)، با استفاده از میانگین دمای روزانه ایستگاهها به بررسی زمان شروع و ختم و مدت فصلهای اقلیمی در شرق اروپا پرداختند.

آنان برای این منطقه شش فصل بهار، تابستان، پاییز، زمستان، بهار زودرس و پاییز دیررس را شناسایی کردند. این محققان در مقاله خود بیان داشتند که فصلهای اقلیمی به‌وسیله تاریخ شروع و مدتشان مشخص می‌شوند و تاریخ شروع آنها را در زمان‌های متفاوت به شرایط آب‌وهوایی نسبت دادند و ایشان در ادامه مطرح داشتند که فصلهای اقلیمی را می‌توان به‌عنوان یک پدیده فنولوژیکی^۶ [محمدی، ۱۳۸۴: ۱۸۳] مشاهده شود.

از طرف دیگر، **آلسوپ**^۷ (۱۹۸۹) با استفاده از تکنیکهای خوشه‌بندی رایانه‌ای و با در نظر گرفتن متغیرهای داده‌های متوسط حداکثر مطلق، حداقل مطلق و میانگین دمای هفتگی، فصلهای طبیعی اورگون و واشنگتن را در ایالات متحده مورد مطالعه قرار داد. از نتایج این مطالعه برمی‌آید که در این دو ایالت، فصلهای طبیعی پیچیده‌تر و حتی بیشتر از چهار فصل مرسوم هستند. برای مثال، معلوم شده است که زمستان در این منطقه ۱۹ هفته دوام دارد، ولی دو فصل فرعی بهار و پاییز به‌ترتیب به مدت ۹ و ۶ هفته نیز بین هفته‌های ۱۱ تا ۴۵ وجود دارند. به‌علاوه، دوره‌های تقویمی رسمی با هیچ‌یک از فصلهای چهارگانه به‌ویژه فصلهای بهار و پاییز با واقعیت‌های حرارتی آنها مطابقت نمی‌کند.

برایسون و لاهی^۸ (۱۹۵۸) با استفاده از داده‌های گوناگون اقلیمی ۱۲ زیرمجموعه فصلی را بین چهار فصل اصلی تعیین کردند. آنها همچنین تغییرات ناگهانی را در الگوهای گردشی جو از یک فصل به فصل دیگر پیدا کردند. فصلهای اقلیمی با تأثیر مهمی که در کشاورزی دارند، به‌طور گسترده در آب‌وهواشناسی کاربرد دارند. عمومی‌ترین فصل اقلیمی، فصل حرارتی رشد گیاهان است که در خیلی از نقاط جهان مطالعه شده است. (Jones & Briffa, 1995; Carter, 1998; Menzel & Fabian, 1999; Roltsch, et. Al., 1999; Menzel, 2000; Schwartz & Reiter, 2000).

معمولاً از آستانه حرارتی ثابت به‌عنوان یکی از این معیارها استفاده می‌شود. برای مثال، **اسلادک**^۹ (۱۹۹۰) تنها از آستانه حرارتی ۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای نشان دادن اختلاف چهار فصل استفاده کرد و پژوهشگرانی چون **کارتر**^{۱۰} (۱۹۹۸) و **جونز و بریفا**^{۱۱} (۱۹۹۵) نیز شاخص شروع فصلهای حرارتی رشد را دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفتند. **لمب**^{۱۲} (۱۹۵۰) در انگلستان با توجه به دوره‌های استقرار انواع بادها و سیستم‌های فشار، به بررسی فصلها پرداخت و سال را براساس استقرار آنها به هفت فصل تقسیم کرد.

در ژاپن، **یوشینو**^{۱۳} (۱۹۶۸) براساس وضعیت فشار دوره‌های پنج روزه یا «پنجک»، سال را به چند فصل متمایز تقسیم کرده است. در جنوب لهستان، **لویک**^{۱۴} (۱۹۹۶) به بررسی فصلهای حرارتی با استفاده از معیارهای حرارتی پرداخته است.

در چین، **چنگلان**^{۱۵} (۱۹۸۷) نیز در مطالعه هواشناسی سینوپتیک براساس دمای متوسط پنجگانه، فصلهای سال را به شرح زیر مشخص کرده است:

با توجه به اهمیت تغییر فصلها در فعالیتهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کشاورزی، پزشکی و آسایش انسان، تاکنون هیچ نوع مطالعه‌ای در زمینه طبیعی ایران بالاخص در دامنه شرقی زاگرس انجام نشده است

لذا با توجه به اهمیت تغییر فصلها در فعالیتهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کشاورزی، پزشکی و آسایش انسان، و نظر به این که تاکنون هیچ نوع مطالعه‌ای در زمینه طبیعی ایران بالاخص در دامنه شرقی زاگرس انجام نشده است، در تحقیق حاضر سعی شد تا فصلهای طبیعی حاصل از شرایط آب و هوایی منطقه را شناسایی کرده تا باشد که برنامه ریزان شهری با توجه به تعداد، نوع و ویژگی هریک از فصلها برنامه ریزی کنند. از سوی دیگر، براساس این الگو در اقصا نقاط کشور چنین تحقیقی انجام پذیرد و مدیران

- در زمستان متوسط دمای پنجگن کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد.
- در تابستان بیشتر از ۲۲ درجه سانتی گراد.
- دمای دو فصل بهار و پاییز ۱۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد.

البته تنظیم یک تاریخ شروع و یا خاتمه برای فصلهای طبیعی در مقیاس جهانی با توجه به اهمیت مستقل رویدادهای اقلیمی در سطح کره زمین امکان پذیر نیست. (Allen et al, 1940)

در زمینه تعیین فصلهای طبیعی یا اقلیمی در ایران کار زیادی انجام نگرفته است. مهم ترین کار در این زمینه مطالعه‌ای است که **علیجانی (۱۳۷۶)** انجام داده است. وی با استفاده از داده‌های دما و نم نسبی (۳۰ ساله) به دست آمده از ۱۰ ایستگاهها سینوپتیک منتخب کشور فصلهای طبیعی ایران را بررسی کرده است. نتایج تحقیق که با استفاده از خوشه بندی دوره‌های پنج روزه (پنجگن) صورت گرفته است نشان می دهد که ویژگیهای حرارتی دوره‌های اقلیمی با فصلهای متداول در ایران مطابقت نمی کند؛

جدول ۱. مختصات جغرافیایی و برخی ویژگیهای اقلیمی ایستگاههای مورد مطالعه (۱۹۸۷-۲۰۰۵)

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	میانگین سالانه دما (سانتی گراد)	میانگین سالانه دمای خشک	میانگین سالانه دمای تر	میانگین سالانه رطوبت نسبی (درصد)	میانگین سالانه ساعات آفتابی	میانگین سالانه باد سرعت متوسط (متر بر ثانیه)	میانگین سالانه سرعت باد (متر بر ثانیه)	بارش (میلی متر)
قم	۳۴-۳۸	۵۰-۵۳	۸۷۷	۱۸	۱۸/۱	۱۰/۱	۱/۹	۴۱/۶	۸/۷	۳/۹	۱۴۶/۸
اراک	۳۴-۰۵	۴۹-۴۱	۱۷۰۸	۱۳/۸	۱۳/۸	۷/۱	-۰/۷	۴۵/۱	۸/۲	۲/۹	۳۰۵/۸
خرم آباد	۳۳-۲۹	۴۸-۲۱	۱۵۷۵	۱۱/۹	۱۶/۵	۹/۷	۲/۳	۴۷/۱	۸/۵	۳/۶	۴۹۰/۶

و برنامه ریزان به فراخور فعالیت خویش از این رهنمود بهره گیرند.

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مطالعه با وسعت تقریبی ۶۹/۲۸۹ کیلومتر مربع ۴/۲۴ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است و تقریباً در قسمت غربی کشور بین ۳۲-۳۷ تا ۳۵-۳۵ عرض شمالی و ۴۶-۵۱ تا ۵۲-۳۰ طول شرقی قرار گرفته و شامل استانهای قم، مرکزی و لرستان است. به طور کلی ناهمواریهای این منطقه را می توان به سه بخش کوهستانی، پایدکوهی و دشت تقسیم کرد؛ به گونه ای که از سمت قم به خرم آباد بر وسعت مناطق کوهستانی افزوده و از وسعت دشتهای کاسته می شود. در این منطقه براساس «طبقه بندی اقلیمی دمارتن»، سه نوع اقلیم خشک (قم)، نیمه خشک (اراک) و مدیترانه ای (خرم آباد) و پوشش گیاهی جنگلی و مراتع قشلاقی، میانبند و بیلاقی، متناسب با این شرایط آب و هوایی، به چشم می خورد. به طوریکه این پوشش از سمت قم به خرم آباد دچار تجمع بیشتری می شود. درواقع اهمیت این منطقه را می توان در تنوع آب و هوایی، جمعیت قابل توجه، وسعت اراضی جنگلی و مرتعی و حاصل خیزی خاک دانست. در این منطقه

به طوری که در سواحل جنوبی کشور دو فصل تابستان و بهار وجود دارد، در حالی که در بقیه نقاط کشور، چهار فصل رسمی با تداوم زمانی متفاوت قابل شناسایی هستند.

ذوالفقاری (۱۳۸۴)، با استفاده از داده های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه چهار ایستگاه سینوپتیک استان کرمانشاه، به بررسی فصلهای طبیعی در استان کرمانشاه پرداخت. بررسی وی نشان داد که براساس شاخصهای حرارتی مورد استفاده، در استان کرمانشاه، اساساً سال را می توان به دو فصل اصلی گرم و سرد، یعنی تابستان و زمستان تقسیم کرد و فصلهای انتقالی پاییز و بهار بسیار کوتاه و زودگذر هستند. از طرف دیگر، **مسعودیان (۱۳۸۴)**، براساس معیار متوسط بارش ماهانه (۵۰ ساله) به شناسایی فصلهای بارشی ایران پرداخت که بررسی به تشخیص پنج ناحیه بارشی با فصلهای تقریباً متمایز از یکدیگر در ایران منجر شد. در این نواحی حداقل دو فصل و حداکثر سه فصل بارش قابل تفکیک شناسایی شد. و **بلیغی (۱۳۷۵)**، در شمال شرق ایران فصل زمستان را با ورود و گسترش پرفشار سبیری شناسایی کرده است.

اگر واحدهای سنجش متغیرها با هم متفاوت باشند، در این صورت باید تمام آنها به واحدهای استاندارد تبدیل شوند تا امکان مقایسه بین آنها فراهم شود

که در ادامه برای معرفی مختصر روش خوشه‌بندی مطالبی ارائه می‌شود. روشهای آماری چندمتغیره، از جمله تحلیل خوشه‌ای، کاربرد وسیعی در طبقه‌بندی و ناحیه‌بندی اقلیمی پیدا کرده‌اند. شاید هیچ روشی به اندازه تحلیل خوشه‌ای برای آب و هواشناسان جذابیت نداشته باشد. به گونه کلی، هرگاه بخواهیم انبوهی از اطلاعات را به صورت توده‌های بامعنا و قابل کنترل تنظیم کنیم، تحلیل خوشه‌ای می‌تواند تدبیر مفید و ارزنده‌ای باشد. به عبارت دیگر، تحلیل خوشه‌ای یکی از روشهای آماری است که در زمینه کاهش داده‌ها و پیدا کردن گروههای واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تحلیل خوشه‌ای (که اصطلاح آن نخستین بار توسط تریان در سال ۱۹۳۹ به کار برده شد)، یک تکنیک طبقه‌بندی برای تشکیل گروههای همگون در مجموعه پیچیده‌ای از داده‌هاست. این روش آماری یک ابزار تحلیل اکتشافی داده‌ها برای حل مسائل طبقه‌بندی، و هدف آن، مرتب کردن مشاهدتها (اشخاص، چیزها، پشامدها و غیره) به شکل گروهها یا خوشه‌ها به گونه‌ای است که درجه هم‌خوانی بین اعضای یک خوشه قوی و درجه هم‌خوانی بین اعضای خوشه‌های مختلف ضعیف باشد. این روش سعی دارد گروههای نسبتاً همگنی از متغیرها و یا افراد را که در این مطالعه روزهای سال هستند، براساس ویژگی‌های انتخابی کنار هم قرار بدهد. تحلیل خوشه‌ای این کار را با الگوریتمی که با هر فرد یا متغیر در یک خوشه مستقل شروع می‌شود، انجام می‌دهد و خوشه‌ها را با هم ترکیب می‌کند؛ به طوری که در نهایت فقط یک خوشه واحد به دست می‌آید.

اگر واحدهای سنجش متغیرها با هم متفاوت باشند، در این صورت باید تمام آنها به واحدهای استاندارد تبدیل شوند تا امکان مقایسه بین آنها فراهم شود. روش «خوشه‌بندی درختی» یا «اتصال زنجیره‌ای»^{۱۶} برای تشکیل خوشه‌های افراد یا چیزها، به گونه کلی عدم شباهتها یا فاصله‌های بین آنها را به کار می‌برد.

فاصله اندازه‌ای است که نشان می‌دهد، دو چیز تا چه حد جدا از یکدیگرند، درحالی که شباهت شاخص نزدیکی آنها با یکدیگر است. در گروه‌بندی مشاهدات براساس فاصله بین آنها، محققان دو روش متفاوت پیشنهاد می‌کنند:

روش سلسله‌مراتبی^{۱۷}: این روش که کاربرد فراوان دارد، یک نظام بالقوه از درخت خوشه‌بندی به دست می‌دهد؛ به گونه‌ای که خوشه‌های کوچک‌تر به گونه متوالی درون خوشه‌های بزرگ‌تر آرایش داده می‌شوند. **روش غیرسلسله‌مراتبی**^{۱۸}: این روش در مواردی مناسب است که

مکان‌های

زیارتی و جاذبه‌های

طبیعی بسیاری به چشم

می‌خورند. در جدول ۱ مختصات جغرافیایی و

بعضی از ویژگیهای اقلیمی ایستگاههای مورد مطالعه ارائه شده‌اند.

داده‌ها و روشها

از آن‌جا که بررسی تاریخهای شروع و خاتمه فصلهای اقلیمی بر مبنای داده‌های روزانه صورت می‌گیرد، لذا در این تحقیق که به روش کتاب‌خانه‌ای و آماری صورت پذیرفته است، به منظور بررسی بهتر فصلهای اقلیمی منطقه مورد مطالعه، داده‌های روزانه درجه حرارت خشک، درجه حرارت تر، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی، بارش، ساعت آفتابی و سرعت متوسط باد، طی یک دوره ۱۹ ساله از ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵، از سازمان هواشناسی تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب دوره طولانی‌تر به دلیل فقدان داده‌های اقلیمی روزانه ایستگاههای قم و خرم‌آباد که سال تأسیس آنها ۱۹۸۶ بود، امکان پذیر نشد. به ناچار محقق با بهره‌گیری از روش نمونه‌گیری از نوع نظری یا قضوتی، به یک دوره ۱۹ ساله، آن هم از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ بسنده کرد. بدین ترتیب، پژوهشگر برای هر ایستگاه به‌طور جداگانه با حجم زیادی از اطلاعات (ماتریسی به ابعاد 6935×7) روبه‌رو شد. به منظور کاهش ابعاد ماتریس، محقق داده‌های اقلیمی مربوط به اولین روز اولین ماه سال میلادی (ژانویه) را برای ۱۹ سال با هم جمع کرد و با استفاده از فرمول میانگین، معدل روزانه هریک از متغیرهای اقلیمی مورد نظر را به دست آورد. این کار برای تمام روزها و ماههای سال انجام گرفت که در نهایت ۱۹ سال، به یک سال ۳۶۶ روز تبدیل شد. به دلیل این که ماه فوریه دچار تغییرات ۲۸ روزه و ۲۹ روزه می‌شد و این امر در تعداد روز سال تأثیر می‌گذاشت، در نتیجه سال را ۳۶۶ روزه در نظر گرفت تا اثر آن یک روز نیز لحاظ شده باشد.

پس از خلاصه کردن آمار داده‌ها (انتقال فایل‌های «NotePae» دریافتی از سازمان هواشناسی کشور به محیط «Ex-cell»، برای هر ایستگاه ماتریسی به ابعاد 366×7 به دست آمد. سپس برای انجام تحلیلهای آماری از تکنیک خوشه‌بندی نرم‌افزار SPSS، نسخه ۱۱/۵ تحت ویندوز XP استفاده شد. در نهایت با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی «Ward» و اتصال متوسط بین گروهی، آزمون فیش (F) و تست توکی (HSD) به شناسایی و جدایی خوشه‌ها براساس متغیرها انجام گرفت (برای هر سه ایستگاه، روزهای سال برحسب هفت متغیر به‌طور یکجا خوشه‌بندی شدند تا روزهایی که از لحاظ پارامترهای مورد نظر شبیه به هم هستند، در کنار هم و در یک خوشه قرار گیرند)

است،

روزهای دارای

مشابهت زیاد در کنار هم

قرار گرفته و فقط توسط قوس کوتاهی

از هم جدا شده‌اند و خوشه‌های فصلی به‌وسیله

قوسهای بلندتر که نشان‌دهنده خطوط اتصال هستند، از همدیگر

تشخیص داده می‌شوند. اگر قوس اتصالی بلندتر باشد، نشان‌دهنده

بیشترین عدم مشابهت بین موضوعات خوشه‌بندی شده است. (در

فرایند خوشه‌بندی، فقط روزهای نسبتاً مشابه با هم جمع می‌شوند).

براساس دندروگرام حاصله (ایستگاه قم) سال به سه خوشه (چهار

فصل) تقسیم شده است، به‌طوری‌که فصل زمستان به مدت ۱۰۱ روز

درباره تعداد احتمالی خوشه‌ها دانش قبلی در دست باشد، و ما مایل

باشیم یک طبقه‌بندی پیش‌تجربی را بیازماییم.

یک روش متداول که کاربرد آن فراوان است، تحلیل خوشه‌ای

سلسله‌مراتبی نامیده می‌شود. در این روش، خوشه‌ها به دو طریق

جدول ۲. مقایسه دو فصل نجومی و اقلیمی براساس هفت شاخص روزانه- ایستگاه قم

نوع	فصل	میانگین دمای خشک	میانگین دمای تر	میانگین دمای نقطه شبنم	میانگین رطوبت نسبی	میانگین ساعات آفتابی	مجموع بارش	میانگین سرعت باد
رسمی	زمستان	۶/۲۰	۳/۰۷	-۲/۰۸	۶۰/۱	۶/۵۳	۷۱/۳۱	۳/۳۱
	بهار	۲۱/۸۹	۱۲/۵۵	۳/۱۲	۳۴/۹۷	۹/۴۱	۳۷/۷۸	۵/۲۷
	تابستان	۳۰/۳۴	۱۶/۸۳	۵/۷۶	۲۳/۹۶	۱۱/۲۹	۱/۸۵	۴/۷۲
	پاییز	۱۳/۶۱	۷/۷۷	۰/۸۳	۴۸/۰۷	۷/۳۱۶	۳۵/۸۳	۲/۳۷
اقلیمی	زمستان	۵/۶۵	۲/۶۸	-۱/۹۴	۶۲/۳۶	۶/۱۷	۶۹/۲۳	۲/۵۴
	بهار	۱۴/۷۷	۸/۷۹	۱/۱۰	۴۵/۴۵	۷/۷۰	۵۴/۳۶	۴/۸۴
	تابستان	۲۹/۳۶	۱۶/۳۳	۵/۳۵	۲۵/۱۳	۱۱/۲۳	۷/۶۸	۵/۰۳
	پاییز	۱۸/۶	۱۰/۶۶	۲/۰۳	۳۸/۱	۸/۴۹	۱۵/۴۹	۲/۷۹

تشکیل می‌شوند:

۱. از طریق گروه‌بندی مشاهده‌ها به‌صورت مشاهده‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تر تا موقعی که همه مشاهده‌ها اعضای انحصاری یک خوشه واحد باشند.

۲. ابتدا مشاهده‌ها در یک خوشه واحد گروه‌بندی و سپس خوشه‌ها تقسیم می‌شوند تا موقعی که به تعداد مشاهده‌ها خوشه وجود داشته باشد.

نخستین روش که با همه مشاهده‌ها به‌عنوان خوشه‌های انفرادی شروع می‌شود با یک خوشه بزرگ خاتمه می‌یابد، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تراکمی^{۱۹}، و دومین روش که با یک خوشه بزرگ شروع می‌شود و با خوشه‌های مشاهده‌های انفرادی پایان می‌پذیرد، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بخش‌پذیر^{۲۰} خوانده می‌شود. در این مطالعه بعد از بررسیها و مقایسه نتایج به‌دست آمده، روش خوشه‌بندی طبقاتی تجمعی «Ward» مورد استفاده قرار گرفت.

بحث و نتایج

در خروجی روش تحلیل خوشه‌ای که یک نمودار درختی یا «دندروگرام»

با میانگین دمای خشک ۵/۶۵ درجه سانتی‌گراد از ۲۴ آبان شروع و به ۴ اسفند ختم، بهار به مدت ۷۳ روز با میانگین دمای خشک ۱۴/۷۷ درجه سانتی‌گراد از ۵ اسفند شروع و به ۱۶ اردیبهشت ختم، تابستان به مدت ۱۳۲ روز با میانگین دمای خشک ۲۹/۳۶ درجه سانتی‌گراد از ۱۷ اردیبهشت شروع و به ۲۴ شهریور ختم و فصل پاییز به مدت ۶۰ روز با میانگین دمای خشک ۱۸/۶ درجه سانتی‌گراد از ۲۵ شهریور شروع و به ۲۳ آبان ختم می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فصل تابستان بیشترین تعداد روز و پاییز کمترین تعداد روز را به خود اختصاص داده‌اند. در این خوشه‌بندی، فصلهای بهار و پاییز هم که فصلهای انتقالی بین فصلهای گرم و سرد هستند نیز ظاهر شده‌اند. بهار و پاییز در مجموع فصلهای کوتاه و گذرا محسوب می‌شوند.

براساس نتایج خوشه‌بندی Ward، فصل زمستان از هفته ۱ تا هفته ۸ و از هفته ۴۷ تا ۵۲ تقریباً به مدت ۱۴ هفته ادامه دارد. فصل بهار از هفته ۹ تا ۱۸ تقریباً به مدت ۱۰ هفته دوام می‌یابد. تابستان که فصلی طولانی است، از هفته ۱۹ تا هفته ۳۷ به مدت ۱۹ هفته دوام دارد و پاییز فصل کوتاهی است که تقریباً ۸ هفته از هفته ۳۸ تا هفته ۴۵ ادامه دارد. هفته ۴۶ نیز در اشتراک دو فصل پاییز و زمستان قرار دارد. با توجه

به هفت شاخص روزانه، فصلهای اقلیمی ایستگاه قم دارای ویژگیهایی است که در جدول ۲ آمده است.

همچنین در مورد فصلهای اقلیمی استان اراک به این نتایج می‌رسیم:

- زمستان به مدت ۸۶ روز با میانگین دمای خشک ۰/۹۳ درجه سانتی‌گراد از ۴ آذر شروع و به ۲۹ بهمن ختم می‌شود.
 - بهار به مدت ۷۸ روز با میانگین دمای خشک ۹/۵۱ درجه سانتی‌گراد از ۳۰ بهمن شروع و به ۱۶ اردیبهشت ختم می‌شود.
 - تابستان به مدت ۱۶۰ روز با میانگین دمای خشک ۲۳/۶۴ درجه سانتی‌گراد از ۱۷ اردیبهشت شروع و به ۲۱ مهر ختم می‌شود.
 - پاییز به مدت ۴۲ روز با میانگین دمای خشک ۱۰/۹۳ درجه سانتی‌گراد از ۲۲ مهر شروع می‌شود و در ۳ آذر پایان می‌پذیرد.
- براساس نتایج خوشه‌بندی Ward، فصل زمستان از هفته ۱ تا ۷ و از هفته ۴۸ تا ۵۲ به مدت ۱۲ هفته، فصل بهار از هفته ۸ تا ۱۸ به مدت ۱۱ هفته، تابستان به عنوان طولانی‌ترین فصل سال از هفته ۱۹ تا هفته ۴۱ به مدت ۲۳ هفته، و پاییز که کوتاه‌ترین فصل سال است، از هفته ۴۲ تا هفته ۴۷ به مدت ۶ هفته ادامه دارد. با توجه به هفت شاخص روزانه، فصلهای طبیعی ایستگاه اراک با ویژگیهایی که در جدول ۳ آمده است، مشخص می‌شود.
- و به همین ترتیب در مورد فصلهای اقلیمی ایستگاه خرم‌آباد این نتایج حاصل می‌شود:

- زمستان به مدت ۱۴۳ روز با میانگین دمای خشک ۶/۸۶ درجه سانتی‌گراد، از ۱۷ آبان شروع و به ۹ فروردین ختم می‌شود.
 - بهار به مدت ۴۵ روز با میانگین دمای خشک ۱۵/۴۹ درجه سانتی‌گراد، از ۱۰ فروردین شروع و به ۲۳ اردیبهشت ختم می‌شود.
 - تابستان به مدت ۱۵۲ روز با میانگین دمای خشک ۲۵/۹۴ درجه سانتی‌گراد، از ۲۴ اردیبهشت شروع و به ۲۰ مهر ختم می‌شود.
 - پاییز به مدت ۲۶ روز با میانگین دمای خشک ۱۵/۸۹ درجه سانتی‌گراد، از ۲۱ مهر شروع و به ۱۶ آبان ختم می‌شود.
- براساس نتایج خوشه‌بندی وارد، زمستان از هفته ۱ تا ۱۳ و از هفته ۴۶ تا هفته ۵۲ به مدت ۲۰ هفته، بهار از هفته ۱۴ تا ۱۹ به مدت ۶ هفته، تابستان که طولانی‌ترین فصل است، از هفته ۲۰ تا ۴۱ به مدت ۲۲ هفته و پاییز که کوتاه‌ترین فصل سال است، از هفته ۴۲ تا ۴۵، تقریباً به مدت ۳ هفته ادامه دارد. سرانجام با توجه به هفت شاخص روزانه فصلهای طبیعی، ایستگاه خرم‌آباد با ویژگیهای مندرج در جدول ۴ مشخص شد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در پی آن بود که فصلهای اقلیمی سه ایستگاه قم، اراک و خرم‌آباد را که در دامنه شرقی سلسله جبال زاگرس قرار دارند، شناسایی کند تا مورد استفاده برنامه‌ریزان شهری، سازمانهای کشاورزی، وزارت راه و ترابری، شبکه بهداشت و آموزش پزشکی، صنعت گردشگری و... قرار

جدول ۳. مقایسه دو فصل نجومی و اقلیمی براساس هفت شاخص روزانه- ایستگاه اراک

نوع	فصل	میانگین دمای خشک	میانگین دمای تر	میانگین دمای نقطه شبنم	میانگین رطوبت نسبی	میانگین ساعات آفتابی	مجموع بارش	میانگین سرعت باد
رسمی	زمستان	۱/۴۹	-۰/۹۱	-۵/۳۵	۶۵/۶۳	۵/۷۹	۱۲۳/۱۳	۲/۲۴
	بهار	۱۶/۷۱	۹/۲۸	۰/۴۷	۳۹/۴۴	۹/۱۸	۹۸/۰۵	۳/۹۷
	تابستان	۲۶/۰۵	۱۴/۳۴	۳/۲۵	۲۵/۷۴	۱۰/۷۷	۴/۲۲	۳/۱۸
	پاییز	۱۰/۵۶	۵/۴۷	-۱/۳۶	۵۰/۳۳	۶/۹۷	۸۰/۳۸	۲/۰۴
اقلیمی	زمستان	۰/۹۳	-۱/۱۶	-۵/۰۰	۶۸/۵۴	۵/۲۴	۱۰۹/۰۳	۱/۶۹
	بهار	۹/۵۱	۴/۷۸	-۲/۰۸	۵۰/۶۰	۷/۳۳	۱۳۳/۴۱	۳/۸۴
	تابستان	۲۳/۶۴	۱۲/۹۹	۲/۲۱	۲۸/۲۸	۱۰/۵۴	۲۴/۸۲	۳/۲۴
	پاییز	۱۰/۹۳	۶/۰۷	-۰/۴۶	۵۰/۸۰	۷/۰۲	۳۸/۵۳	۲/۰۳

جدول ۴. مقایسه دو فصل نجومی و اقلیمی براساس هفت شاخص روزانه- ایستگاه خرم‌آباد

نوع	فصل	میانگین دمای خشک	میانگین دمای تر	میانگین دمای نقطه شبنم	میانگین رطوبت نسبی	میانگین ساعات آفتابی	مجموع بارش	میانگین سرعت باد
رسمی	زمستان	۵/۷۵	۴/۳۴	-۰/۸۴	۶۶/۳۹	۵/۹۵	۲۲۸/۰۹	۳/۳۱
	بهار	۱۸/۲۹	۱۱/۱۹	۴/۱۷	۴۶/۷۶	۹/۰۳	۱۲۱/۴	۴/۰۱
	تابستان	۲۷/۹۸	۱۵/۱۶	۴/۱۲	۲۴/۳۲	۱۱/۴۴	۰/۷۷	۳/۹۸
	پاییز	۱۳/۴۶	۷/۹۸	۱/۷۵	۵۱/۸۲	۷/۳۲	۱۴۰/۱۱	۲/۹۹
اقلیمی	زمستان	۶/۸۶	۴/۷۷	-۰/۱	۶۵/۴۸	۶/۰۲	۳۶۸/۳۴	۳/۱۴
	بهار	۱۵/۴۶	۱۰/۲۵	۴/۹۱	۵۵/۲۴	۷/۷۵	۸۳/۳	۳/۸۴
	تابستان	۲۵/۹۴	۱۴/۲۴	۳/۵۵	۲۷/۶۳	۱۰/۸۸	۶/۹	۴/۰۱
	پاییز	۱۵/۸۹	۹/۶۶	۲/۶۲	۴۶/۸۵	۷/۶۲	۳۱/۸۴	۳/۰۸

14. Lewike
15. Chenglan
16. Tree Clustering
17. Hierarchical method
18. Partitioning method
19. Agglomerative
20. divisive

منابع

۱. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی سینوپتیک. انتشارات سمت. تهران. چاپ اول.
۲. علیجانی، بهلول (۱۳۸۳). مبانی آب و هواشناسی. سمت. تهران. چاپ دهم.
۳. دلاور، علی (۱۳۸۶). روشهای آماری در روانشناسی و علوم تربیتی. پیام نور، تهران. چاپ دوم.
۴. ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۴). «بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه». تحقیقات جغرافیایی، آستان قدس رضوی. شماره ۷۶.
۵. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). «آب‌وهوای ایران». پیام نور. تهران. چاپ پنجم.
۶. علیجانی، بهلول (۱۳۷۶). «تعیین فصول طبیعی ایران». پژوهشهای جغرافیایی. دانشگاه تهران. شماره ۳۵.
۷. گلدسته، اکبر و همکاران (۱۳۷۷). راهنمای کاربران SPSS 6.0 For windows (ج ۲). حامی. تهران. چاپ اول.
۸. محمدی، حسین‌مراد (۱۳۸۴). مفاهیم و اصطلاحات آب و هواشناسی. دانشگاه تهران. تهران.
۹. مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۴). «شناسایی فصول بارشی ایران». فصل‌نامه پژوهشی دانشگاه اصفهان. شماره ۱.
۱۰. هومن، حیدرعلی (۱۳۸۵). «تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش رفتاری». پیک فرهنگ. تهران. چاپ دوم.
۱۱. بلینی، مهدی (۱۳۷۵). «زمان‌بانی ورود فرابار سیبری به خراسان و تأثیر سینوپتیکی آن بر اقلیم منطقه». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران.
12. Alsop, T., 1989: **The natural seasons of western Oregon and Washington**. Journal of climate. Vol. 2, PP. 888-896.
13. Barry, R. G., and A. H. Perry, 1973: **Synoptic Climatology**. Methods and Applications, London: Methuen & Co., Ltd.
14. Bryson, R. A., and J. F. Lahey, 1958: **The March of The seasons**. University of Wisconsin, 41 PP.
15. Carter, T. R., 1998: **Changes in the thermal growing season in Nordic countries during the past century and prospects for the future**. Agric Food Sci Finland, 7, 161-179.
16. Chenglon, B. (ed.) 1987: **Synoptic Meteorology in china**. China ocean press, Beijing.
17. Galahov, N. N., 1959: **Study on Structure of Climatic Seasons of a year**. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moscow (in Russian).
18. Jaagus, J. Ahas R., 2000: **Space-time Variations of climatic seasons nad their correlation with the phonological development of nature in Estonia**. Clim Res Is: 207-219.
19. Jaagus, J. Truu, J. Ahas, R. and Aasa, A., 2003: **Spatial and temporal Variability of climatic seasons on the East European Plain in relation to Large-Scale atmospheric circulation**. Climatic Research, 23, 111-129.
20. Jones, P. D., Briffa, K. R., 1995: **Growing season temperatures over the former soviet union**. Int. J. climatol, 15, 943-959.
21. Trendberth, K. E., 1983: **What are the seasons**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 64: 1276-1282.
22. Youshino, M. M., 1968: **Pressure pattern calender of east Asia**, Met, Rund; Vol. 21, PP. 162-169.

گیرد. به‌علاوه از همه مهم‌تر، آب‌وهوای قسمت کوچکی از کشور عزیزمان شناسایی شود. بر این اساس تلاش شد تا ضمن اشاره به کلیات هر منطقه، فصلهای اقلیمی این منطقه مشخص شوند. خلاصه نتایج این تحقیق به شرح زیر است:

۱. در این منطقه اساساً سال به دو فصل گرم و سرد تقسیم می‌شود. فصلهای پاییز و بهار به‌عنوان دو فصل فرعی سال، کوتاه‌مدت و زودتر گذر هستند

۲. تاریخ آغاز فصلهای رسمی با فصلهای طبیعی متفاوت است.

۳. هیچ تاریخی را نمی‌توان به‌عنوان شروع قطعی یک فصل طبیعی برای کل ایستگاههای منطقه تعیین کرد. هر ایستگاه با توجه به شاخصهای مورد استفاده، تاریخ شروع و خاتمه متفاوتی را نشان می‌دهد.

۴. برخلاف تصور عمومی که ایستگاه قم نسبت به دو ایستگاه اراک و خرم‌آباد باید تابستان طولانی‌تری داشته باشد، دارای تابستان کوتاه‌تری نسبت به آن دو ایستگاه است.

۵. برخلاف تصویری که در ابتدای تحقیق مبنی بر طولانی‌بودن مدت زمستان در اراک نسبت به قم وجود داشت، مشاهده شد که اراک نسبت به قم دوره زمستان کوتاه‌تری را پشت‌سر می‌گذارد.

۶. قم نسبت به دو ایستگاه اراک و خرم‌آباد، پاییز طولانی‌تری را سپری می‌کند.

۷. بیشترین و کمترین روزهای تک‌افتاده را به ترتیب ایستگاههای اراک (۲۲ روز) و خرم‌آباد (۹ روز) دارند.

۸. خرم‌آباد زودتر از دو ایستگاه قم و اراک به استقبال زمستان می‌رود.

۹. اراک زودتر از دو ایستگاه دیگر به استقبال فصل بهار می‌رود و از شرایط اقلیمی این فصل برخوردار می‌شود.

۱۰. قم و اراک زودتر از خرم‌آباد و با هم به استقبال فصل تابستان رهسپار می‌شوند.

۱۱. فصل پاییز، خود را به ایستگاه قم زودتر از دو ایستگاه دیگر می‌رساند و مدت بیشتری در این استان نسبت به دو ایستگاه دیگر مهمان می‌ماند.

۱۲. به‌طور کلی در منطقه، زمستان از هفته ۴۸، بهار از هفته ۱۴، تابستان از هفته ۲۰ و پاییز از هفته ۴۲ آغاز می‌شود.

پی‌نوشت

1. Trenberth
2. Alsop
3. Barry and perry
4. Jaagus and Ahas
5. Truu
۶. «فنونلژی» اصطلاحی است که به مراحل متفاوت رشد گیاه از مرحله جوانه‌دهی، گل‌دهی و میوه‌دهی تا برداشت گفته می‌شود.
7. Alsop
8. Bryson and Lahey
9. Sladek
10. Carter
11. Jones & Briffa
12. Lamb
13. Youshino