

بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه

چکیده

داده‌های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه چهار ایستگاه کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، سرپل ذهاب و کنگاور به عنوان نمایندگان اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه برای یک دوره آماری ۱۵ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰ میلادی انتخاب و پس از بررسی و اطمینان از مناسب بودن کیفیت و کمیت آنها برای این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های حرارتی روزانه در قالب متوسط‌های ۷ روزه مرتب گردیدند به طوری که از این طریق ۵۲ عدد برای دمای حداقل، ۵۲ عدد برای دمای حداکثر و ۵۲ عدد نیز برای میانگین دما معین گردید. در مرحله بعد داده‌های آماده شده از طریق روش خوشه‌بندی تجمعی "وارد" که یکی از متداول‌ترین روش‌های خوشه‌بندی است مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج به دست آمده براساس شاخص‌های حرارتی مورد استفاده نشان می‌دهند که در استان کرمانشاه اساساً سال را می‌توان به دو فصل اصلی گرم و سرد یعنی تابستان و زمستان تقسیم کرد. فصول انتقالی پاییز و بهار بسیار کوتاه و زودگذر هستند. بر اساس شاخص مرکب حداکثر، حداقل و متوسط دما در استان کرمانشاه، زمستان ۱۶ هفته و تابستان ۱۹ هفته دوام دارند. فصول بهار و پاییز نیز به ترتیب ۹ و ۸ هفته دوام دارند.

فصول طبیعی در استان کرمانشاه با تاریخ آغاز فصول رسمی مطابقت نمی‌کند. بر اساس شاخص مرکب حرارتی، فصل زمستان از هفته ۴۸، بهار از هفته ۱۲، تابستان از هفته ۲۱ و پاییز از هفته ۴۰ شروع می‌شود. بر اساس شاخص متوسط حرارتی در بخش گرمسیری استان که ایستگاه سرپل ذهاب آن را نمایندگی می‌کند، بهار موقعی شروع می‌شود که دمای هوا به $24/3$ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. تابستان با $36/5$ درجه، پاییز با $34/5$ و زمستان با $21/3$ شروع می‌شود. در بخش سردسیری استان نیز که ایستگاه کنگاور

آن را نمایندگی می‌کند بهار با ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد، تابستان با ۱۹/۳ درجه، پاییز با ۱۵/۸ درجه و زمستان با ۷/۷ درجه سانتی‌گراد آغاز می‌شود. علی‌رغم تصور عمومی درباره طولانی بودن فصل زمستان در بخش سردسیری و طولانی بودن تابستان در بخش گرمسیری استان کرمانشاه، نتایج این مطالعه موضوع را به اثبات نمی‌رسانند.

کلید واژه‌ها: فصول طبیعی، تحلیل خوشه‌ای، شاخص‌های حرارتی، استان کرمانشاه، ایران.

مقدمه

دوره زمانی مشخصی که با توجه به مدت تابش خورشید و شرایط جوی حاصل از تغییرات زمانی و شدت تشعشع خورشید تقسیم‌بندی شده است فصل نامیده می‌شود. همچنین یک دوره زمانی که برای امری مناسب می‌باشد مثل فصل فوتبال نیز یک فصل به شمار می‌رود (شایان، ۱۳۶۹، ۳۴۷). به نظر Alsop (۱۹۸۹) یک دوره زمانی از سال تقویمی که به وسیله یک سری از هواهای همگن و متجانس قابل تفکیک می‌باشد یک فصل نامیده می‌شود. فصول طبیعی یعنی بهار، تابستان، پاییز و زمستان فواصل زمانی تقویمی هستند که به طور طبیعی توسط انواع رژیم‌های هوایی متجانس مثل تغییرات دما و سرعت باد مشخص می‌شوند. تقویم جدید ما نتیجه هزاران سال آزمایش و خطا در یافتن نوعی توالی منظم در روزها، هفته‌ها و سال‌ها برای تعیین فصول طبیعی می‌باشد. بشر اولیه احتمالاً تغییر فصول را براساس مشاهده رشد گیاهان تعیین می‌کرده است (Jaagus & et al, 2003, 111).

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 به شمار می‌روند. در نیمکره شمالی فصل بهار در اعتدال بهاری (حوالی ۲۱ مارس) شروع می‌شود. در این موقع از سال اشعه خورشیدی بر خط استوا عمود می‌تابد. فصل تابستان به طور رسمی در انقلاب تابستانی (حوالی ۲۲ ژوئن) شروع می‌شود. در این موقع از سال، اشعه خورشیدی بر مدار رأس‌السرطان عمود می‌تابد. اعتدال پاییزی در ۲۱ سپتامبر شروع می‌شود. این موقع از سال، آغاز فصل پاییز است و خورشید مجدداً بر روی خط استوا عمود می‌تابد. نهایتاً، انقلاب زمستانی در حوالی ۲۲ دسامبر رخ می‌دهد و در این موقع از سال که اولین روز زمستان است اشعه خورشیدی بر مدار رأس‌الجدی عمود می‌تابد.

وضعیت سالانه پدیده‌های هواشناختی بسیار متغیرتر و پویاتر از شروع و خاتمه هر کدام از این تاریخ‌های رسمی سالیانه است. اکثر مواقع در درون هر کدام از این چهار

فصل طبیعی، فصول فرعی با خصوصیات هوایی متفاوت وجود دارد. با استفاده از شواهد حرارتی، انحرافات کوتاه مدت نسبت به روندهای فصلی یکنواخت را در قالب دوره‌های گرم و سرد داخل فصول طبیعی می‌توان مشخص نمود.

هدف این مقاله، شناسایی فصول طبیعی در استان کرمانشاه بر اساس شاخص‌های حرارتی حداکثر، حداقل و میانگین ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، کنگاور و سرپل ذهاب می‌باشد. به نظر می‌رسد که قسمت گرمسیری استان دارای تابستان‌های بسیار گرم‌تر و زمستان‌های ملایم و کوتاه است. فصول انتقالی بهار و پاییز نیز در این قسمت از استان کوتاه هستند. بخش سردسیری استان دارای زمستان‌های سرد و طولانی هستند. در این مطالعه با استفاده از روش آماری تحلیل خوشه‌ای، مرزهای طبیعی (حرارتی) هرکدام از فصول رسمی سال تعیین خواهد شد.

پیشینه تحقیق

تعیین فصول طبیعی بر اساس شاخص‌های هواشناسی به ویژه درجه حرارت، توجه برخی از محققان را به خود جلب نموده است. آقایان Barry and Perry (۱۹۷۳) تاریخ شروع فصول طبیعی ایالات متحده آمریکا را با استفاده از داده‌های هواشناسی تعیین نمودند. در این مطالعه معلوم شد که تفاوت‌های مهمی در تاریخ‌های آغاز و خاتمه فصول طبیعی در سرتاسر این کشور وجود دارد. تغییرپذیری زمانی و مکانی فصول طبیعی و مراحل فنولوژیک در کشور استونی بر اساس متغیرهای اقلیمی مورد بررسی قرار گرفته است (Jaagus and Ahas, 2000, 207). نتایج بررسی و تحلیل روابط نشان می‌دهد که در نواحی ساحلی این کشور فصل پاییز ۱ تا ۵ هفته دیرتر از بخش‌های قاره‌ای آن شروع می‌شود. تأثیر حرارتی دریای بالتیک در این زمینه حائز اهمیت فراوانی است. Alsop (۱۹۸۹) با استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی رایانه‌ای، فصول طبیعی اورگون و واشنگتن را در ایالات متحده مطالعه کردند. ایشان در این مطالعه از داده‌های متوسط حداکثر مطلق، حداقل مطلق و میانگین دمای هفتگی استفاده نموده است. از نتایج این مطالعه بر می‌آید که در این دو ایالت آمریکا، فصول طبیعی پیچیده‌تر و حتی بیشتر از ۴ فصل مرسوم هستند. به طور مثال معلوم شده است که زمستان در این منطقه ۱۹ هفته تداوم دارد ولی دو فصل فرعی نیز در بین هفته‌های ۴۵ تا ۱۱ وجود دارد. فصل بهار ۹ هفته و پاییز فقط ۶

هفته تداوم دارد. بنابراین دوره‌های تقویمی رسمی با هیچ یک از فصول چهارگانه به ویژه فصول بهار و پاییز با واقعیت‌های حرارتی آنها مطابقت نمی‌کند. علاوه بر دما، معیارهای اقلیمی دیگری نیز برای فصل‌بندی سال به کار رفته است. لمب^۱ در سال ۱۹۵۰ دوره‌های استقرار انواع بادها و سیستم‌های فشار را در انگلستان مطالعه کرده است. سال را بر اساس استقرار آنها به هشت فصل مختلف تقسیم نموده است. یوشینو^۲ در سال ۱۹۶۸ بر اساس وضعیت فشار دوره‌های پنج روزه یا پنجک‌ها در ژاپن، سال را به چند فصل متمایز تقسیم کرده است. بررسی فصول حرارتی در لهستان جنوبی نیز از جمله مهمترین تحقیقاتی است که از معیارهای حرارتی برای تعیین فصول طبیعی استفاده نموده است (Lewike P, 1996, 355). بررسی تغییرات دوره رشد گیاهان بر اساس متغیرهای اقلیمی به ویژه درجه حرارت مورد توجه تعدادی از محققان قرار گرفته است. در این رابطه می‌توان به بررسی درجه حرارت‌های فصل رشد در گستره اتحاد جماهیر شوروی سابق (Jones P D and Briff K R, 1995, 944) و توسعه فصل رشد در اروپا (Menzel and Fabian, 1999, 597) اشاره کرد. در زمینه تعیین فصول طبیعی یا اقلیمی در ایران کار زیادی انجام نگرفته است. مهمترین کار در این زمینه مطالعه‌ای است که دکتر علیجانی (۱۳۷۶) انجام داده است. وی با استفاده از داده‌های دما و نم نسبی ۱۰ ایستگاه سینوپتیک منتخب از کشور، فصول طبیعی ایران را بررسی کرده است. نتایج تحقیق که با استفاده از خوشه‌بندی دوره‌های پنج روزه (پنجک‌ها) صورت گرفته است نشان می‌دهد که ویژگی‌های حرارتی دوره‌های اقلیمی با فصول متداول در ایران مطابقت نمی‌کند به طوری که در سواحل جنوبی کشور دو فصل تابستان و بهار وجود دارد درحالی که در بقیه نقاط کشور، چهار فصل رسمی با تداوم زمانی متفاوت قابل شناسایی است.

کلیات منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه با وسعتی حدود ۲۴۴۰۰ کیلومتر مربع در غرب ایران بین ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. اهمیت این استان را باید در تنوع آب و هوایی، جمعیت قابل توجه، وسعت اراضی زراعی، جنگلی و مرتعی، حاصلخیزی خاک و آب کافی دانست.

1. Lamb.

2. yoshino.

مجاورت با عتبات عالیات و موقعیت حساس این استان بین غرب و شرق ایران از دیگر جنبه‌های اهمیت این استان محسوب می‌شود.

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان استان کرمانشاه را از نظر اقلیمی به دو بخش مجزای گرمسیری و معتدل کوهستانی تقسیم نمود. شهرستان‌های قصر شیرین، سرپل ذهاب، سومار و نفت شهر و به طور کلی نوار مرزی عراق جزو بخش گرمسیری استان و بخش‌های مرکزی و شرقی استان که بخش بزرگتری از نواحی دشت‌های مرتفع و بخش‌های کوهستانی استان را نیز شامل می‌شود. از جمله شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، کنگاور، پاوه و جوانرود جزو بخش معتدل استان می‌باشند (مرادی، ۱۳۸۲، ۲۷). بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، ایستگاه‌های کرمانشاه، روانسر، کرند غرب، اسلام‌آباد غرب و کنگاور، نیمه خشک سرد و ایستگاه‌های قصر شیرین و سرپل ذهاب نیمه خشک گرم می‌باشند (میلادی، ۱۳۷۴، ۳۵). نزدیکی به جلگه بین‌النهرین و بیابان‌های عراق و عربستان از یک طرف و ارتفاع کم بخش‌های غربی این استان پیامدهای اقلیمی مهمی برای ساکنان به بار آورده است. گرد و غبار متراکم و مشکل آفرین جوی که یکی از مخاطرات طبیعی استان نیز می‌باشد (براتی، ۱۳۷۹، ۱۵) و وقوع درجه حرارت‌های حداکثر مطلق ۵۰ درجه بالای صفر که پدیده غیر عادی در قصر شیرین و سرپل ذهاب به شمار نمی‌رود، از دیگر پیامدهای اقلیمی موقعیت جغرافیایی این قسمت از استان کرمانشاه است (علیچانی، ۱۳۷۴، ۵۴). در جدول ۱ مختصات جغرافیایی و بعضی از ویژگی‌های اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه ارایه شده است.

جدول ۱ مختصات جغرافیایی و برخی ویژگی‌های اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه

عرض جغرافیایی دقیقه - درجه	طول جغرافیایی دقیقه - درجه	ارتفاع (متر)	متوسط دمای حداقل (سانتی‌گراد)	متوسط دمای حداکثر (سانتی‌گراد)	میانگین سالانه دما (سانتی‌گراد)	بارش سالانه (میلی‌متر)
۳۴ - ۱۷	۴۸ - ۰۷	۱۳۲۲	۶/۳	۲۲/۵	۱۴/۴	۵۰۰/۷
۳۴ - ۰۸	۴۶ - ۲۶	۱۳۴۶	۴/۷	۲۱/۷	۱۳/۲	۴۹۰/۷
۳۴ - ۳۰	۴۸ - ۰۰	۱۴۶۰	۴/۱	۲۰/۹	۱۲/۵	۴۱۸/۹
۳۴ - ۲۷	۴۵ - ۵۲	۵۴۵	۱۱/۴	۲۷/۳	۱۹/۳	۴۸۷/۳

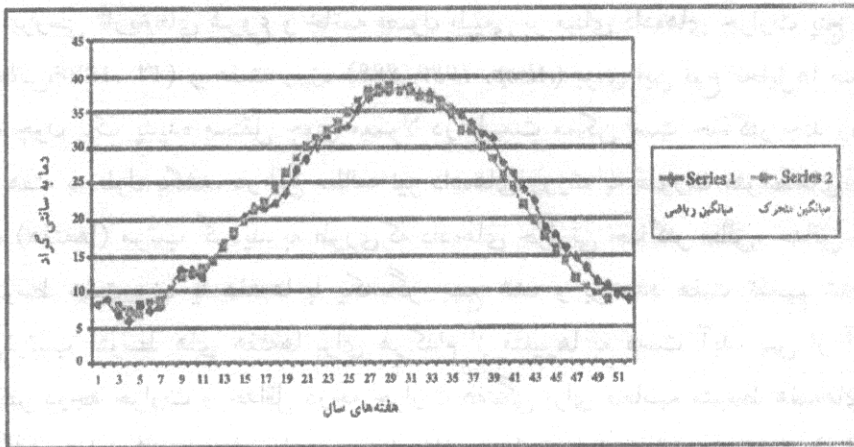
داده‌ها و روش‌ها

داده‌های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه برای ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، کنگاور و سرپل ذهاب (جدول ۱) طی یک دوره ۱۵ ساله از ۱۹۸۶ تا

۲۰۰۰ میلادی از سازمان هواشناسی، تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب دوره آماری طولانی‌تر به دلیل عدم دسترسی به داده‌های اقلیمی روزانه سه ایستگاه اسلام‌آباد غرب، کنگاور و سرپل ذهاب امکان‌پذیر نبود به ناچار به یک دوره ۱۵ ساله اکتفا شده است.

بررسی تاریخ‌های شروع و خاتمه فصول طبیعی بر مبنای داده‌های حرارت پنج روزه (علیجانی، ۱۳۷۶، ۲۱) و هفت روزه (Alsop, 1989, 888) برای این نوع تحلیل‌ها مناسبتر است چون یک پدیده مستقل جوی معمولاً در طبیعت ممکن است حداکثر چند روز تا یک هفته به طول بکشد. در این مطالعه نیز داده‌های روزانه به صورت متوسط‌های هفت روزه (هفته‌ها) مرتب گردید. به طوری که داده‌های حرارتی حداکثر مطلق، حداقل مطلق و متوسط هفت‌روزه یا هفته‌ها با یکدیگر جمع شده و بر عدد هفت تقسیم شدند تا بدین ترتیب متوسط‌های هفته‌ها برای هر کدام از متغیرها به دست آید. پس از آن از حداکثر درجه حرارت و حداقل درجه حرارت هفتگی برای محاسبه متوسط هفته‌های هر ایستگاه استفاده شد. فرمول ساده مورد استفاده در این رابطه عبارت است از (میانگین حداقل + میانگین حداکثر / ۲). بدین ترتیب ۵۲ حداکثر درجه حرارت هفتگی، ۵۲ حداقل درجه حرارت هفتگی و ۵۲ متوسط درجه حرارت هفتگی برای هر ایستگاه هواشناسی محاسبه و در قالب جدول‌هایی مرتب گردید. جدول‌های آماده شده در تحلیل خوشه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. محاسبه ضریب تغییرپذیری داده‌های هفتگی برای ۵۲ هفته سال مربوط به هر کدام از متغیرهای حرارتی محاسبه گردید. ضریب تغییرپذیری زیر ۲۰ درصد برای متوسط‌های ۵ روزه یا پنجک‌ها مجاز شناخته شده است (علیجانی، ۱۳۷۶، ۲۳). در این مطالعه نیز با توجه به معیار ۲۰ درصد مجاز ضریب تغییرپذیری معلوم گردید که به غیر از موارد بسیار اندک در بقیه موارد ضریب تغییرپذیری هفته‌ها کمتر از این آستانه تعیین شده می‌باشد. بنابراین با اطمینان، عملیات خوشه‌بندی بر روی داده‌ها انجام گرفت. از سوی دیگر وجود دوره‌های اقلیمی متفاوت بر اساس روش میانگین متحرک بر روی داده‌های هفتگی مورد آزمون قرار گرفت. نمودارهای میانگین متحرک متغیرهای حرارتی برای هر کدام از ایستگاه‌ها ترسیم گردید (شکل ۱). روند تغییرات حرارتی در ایستگاه‌ها مؤید وجود دوره‌های اقلیمی متفاوت در ایستگاه‌ها بر اساس هر کدام از متغیرهای حرارتی می‌باشد. همان‌گونه که ذکر شد در تحلیل‌های آماری واحد زمانی هفت روزه یا هفته مورد استفاده قرار گرفته است. قالب اصلی متوسط داده‌های هفت روزه بر مبنای تقویم میلادی

تنظیم شده است مثلاً دوره زمانی ۱ تا ۷ ژانویه به عنوان هفته اول و دوره زمانی ۸ تا ۱۴ ژانویه، هفته دوم و غیره می‌باشد. برای انجام تحلیل‌های آماری از تکنیک خوشه‌بندی نرم‌افزار SPSS نسخه ۹ تحت ویندوز XP، استفاده شده است.



شکل ۱ نمودار میانگین متحرک متوسط‌های حداکثر دمای هفتگی کرمانشاه

روش‌های آماری چند متغیره 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 ندارد (Griffith and Amrhein, 1997, 125). تحلیل خوشه‌ای سعی می‌کند گروه‌های نسبتاً همگنی از متغیرها و یا افراد را که در این مطالعه هفته‌های سال می‌باشند بر اساس 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 باشد در این صورت باید تمام آنها به واحدهای استاندارد تبدیل شوند تا امکان مقایسه بین آنها فراهم گردد (حیدری و علیجانی، ۱۳۷۸، ۷۶). از آنجایی که در این مطالعه تمام واحدها یکسان بوده و همگی بر اساس درجه سانتی‌گراد سنجیده شده‌اند بنابراین نیازی به تبدیل واحدها نبود و به شکل اولیه مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

الگوریتم‌های زیادی برای تحلیل خوشه‌ای پیشنهاد شده است که دو نوع از آنها مهم‌تر از بقیه هستند. گروه اول روش‌های طبقاتی هستند که بر اساس یک دندروگرام

نتایج را ارایه می‌کنند. این روش با محاسبه فاصله هر فرد از سایر افراد شروع می‌شود سپس گروه‌های افراد با استفاده از فرآیند تجمیع یا تقسیم تشکیل می‌گردند. در روش تجمعی هر فرد ابتدا یک گروه مجزا را تشکیل می‌دهد و سپس گروه‌های نزدیک به هم به تدریج با هم ترکیب می‌شوند تا در نهایت تمام افراد در یک گروه قرار بگیرند. در روش تقسیم ابتدا کلیه افراد در یک گروه قرار می‌گیرند سپس این گروه به دو گروه و دو گروه به چند گروه تقسیم می‌شود به طوری که در نهایت هر فرد در جای خود قرار می‌گیرد (Gong and Richman, 1995, 495).

نوع دوم تحلیل خوشه‌ای عبارت از تقسیم‌بندی است. در این حالت افراد را می‌توان در مراحل مختلف وارد گروه‌ها نمود و یا از گروه‌ها خارج نمود. برای شروع، تعدادی از مراکز گروهی کم و بیش اختیاری را انتخاب نموده و افرادی را که به مراکز آنها نزدیکتر هستند در این گروه‌ها قرار می‌دهند سپس مراکز جدید یا افراد موجود در هر گروه محاسبه می‌شود. این عملیات آنقدر تکرار می‌شوند تا اینکه یک حالت پایدار به دست بیاید و گروه‌ها به طور کامل از هم تفکیک شوند (مانلی، ۱۳۷۳، ۱۳۰).

در این مطالعه بعد از بررسی‌ها و مقایسه نتایج به دست آمده، روش خوشه‌بندی طبقاتی تجمعی مورد استفاده قرار گرفت. یکی از شیوه‌های مرسوم خوشه‌بندی اعضا، روش "وارد" (Ward) است که به لحاظ تطبیق بهتر با داده‌های اقلیمی، مورد استفاده بیشتری بین اقلیم‌شناسان دارد. در این روش یک عضو در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که واریانس درون خوشه جدید، کمترین مقدار ممکن می‌باشد (علیجانی، ۱۳۸۱، ۱۷۲). در این تکنیک با استفاده از الگوریتم طبقاتی تجمعی با شروع از ۵۲ هفته مشخص، در هر مرحله از تکنیک خوشه‌بندی، دو هفته خیلی مشابه را به هم وصل می‌کند تا اینکه تمام هفته‌ها در نهایت در یک خوشه یا کلاستر قرار می‌گیرند.

بحث و نتایج

الف) متوسط دمای حداکثر مطلق هفتگی

داده‌های حداکثر دمای هفتگی در قالب ماتریسی برای ۴ ایستگاه استان تنظیم گردید. در خروجی روش که یک نمودار درختی یا دندروگرام می‌باشد (شکل ۲ برای نمونه در این رابطه ارایه شده است) هفته‌های دارای حداکثر دمای مشابه در کنار هم قرار گرفته و

فقط توسط یک قوس کوتاهی از هم جدا شده‌اند. خوشه‌های هفتگی فصلی به وسیله قوس‌های بلندتر که نشان‌دهنده خطوط اتصال هستند از همدیگر تشخیص داده می‌شوند. اگر قوس اتصالی بلندتر باشد نشان‌دهنده بیشترین عدم مشابهت در بین موضوعات خوشه‌بندی شده است. بر اساس دندروگرام مربوطه اساساً سال به دو فصل گرم و سرد تقسیم شده است به طوری که فصل سرد از هفته ۱ تا ۱۹ و از هفته ۴۲ تا ۵۲ و فصل گرم سال از هفته ۲۰ تا ۴۲ تداوم دارد. در مرحله بعدی، طبقات یا خوشه‌های فرعی‌تر هر کدام از این فصول ظاهر شده‌اند. بدین ترتیب فصول بهار و پاییز هم که فصول انتقالی ما بین فصول گرم و سرد هستند ظاهر شده‌اند. بهار و پاییز در مجموع فصول کوتاه و گذرا محسوب می‌شوند. بر اساس نتایج خوشه‌بندی "وارد" فصل بهار از هفته ۱۵ شروع شده و در هفته ۱۹ به پایان می‌رسد. فصل پاییز هم از هفته ۴۲ تا هفته ۴۵ یعنی فقط ۴ هفته دوام دارد. در جدول ۲، نتایج خوشه‌بندی درجه حرارت‌های حداکثر هفتگی هر یک از ۴ ایستگاه مورد مطالعه و برای کل استان (ترکیب همه ایستگاه‌ها) ارایه شده است. بر اساس نتایج جدول در سطح استان، فصل زمستان از هفته ۱ تا هفته ۱۴ و از هفته ۴۵ تا ۵۲ به مدت ۲۲ هفته ادامه دارد. بهار فقط ۵ هفته دوام می‌یابد. تابستان یک فصل طولانی است که از هفته ۲۰ تا ۴۲ به مدت ۲۲ هفته دوام دارد. پاییز فصل کوتاهی است که فقط ۴ هفته از هفته ۴۲ تا ۴۵ ادامه دارد. نتایج خوشه‌بندی هر کدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه در مقایسه با نتایج استانی اختلافاتی را نشان می‌دهد. مثلاً در اسلام‌آباد بر اساس این شاخص حرارتی، تابستان ۲۲ هفته، در کرمانشاه ۲۲ هفته، در سرپل ذهاب ۱۷ هفته و در کنگاور ۳۱ هفته دوام دارد. یا اینکه زمستان اسلام‌آباد ۱۷ هفته، کنگاور ۱۰ هفته، کرمانشاه ۱۶ هفته و سرپل ذهاب ۲۲ هفته دوام دارد و این در حالی است که طول مدت زمستان برای کل استان ۲۲ هفته تعیین شده است.

با توجه به شاخص حداکثر درجه حرارت هفتگی، بهار در کرمانشاه با $21/8$ درجه سانتی‌گراد، در کنگاور با $10/7$ درجه، در اسلام‌آباد با $15/7$ درجه و در سرپل ذهاب این فصل با $24/3$ درجه آغاز می‌شود. تابستان فصل گرما در تمام ایستگاه‌هاست ولی شدت گرما در تمام ایستگاه‌ها یکسان نیست. تابستان در کرمانشاه با $26/9$ درجه، در کنگاور با $19/3$ درجه، در اسلام‌آباد با $26/3$ درجه و در سرپل ذهاب با $36/6$ درجه شروع می‌شود. فصل پاییز نیز با توجه به این شاخص حرارتی در اسلام‌آباد با $23/4$ درجه، در کرمانشاه

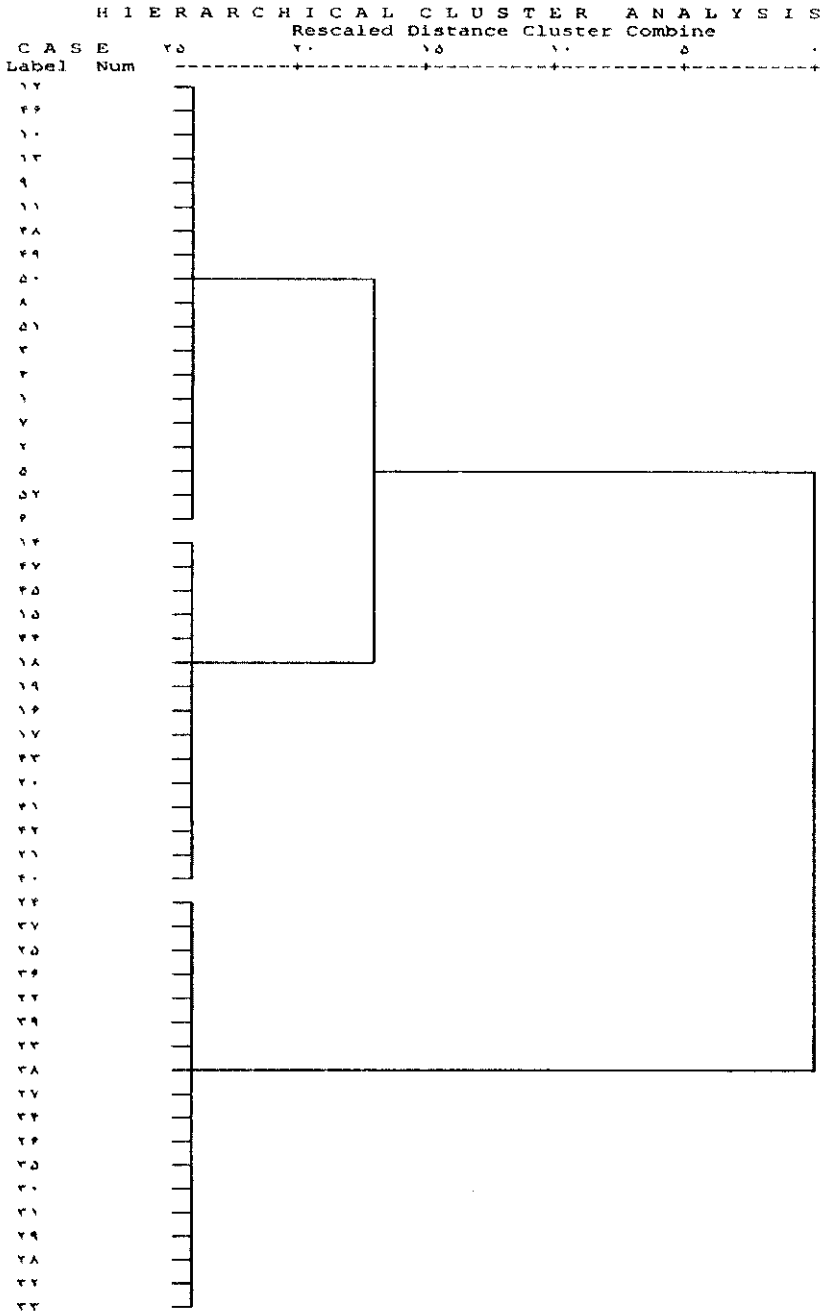
با ۲۴/۲ درجه، در سرپل ذهاب با ۳۴/۵ درجه و در کنگاور با ۱۵/۶ درجه شروع می‌شود. زمستان نیز در اسلام‌آباد با ۱۲/۶ درجه، در کرمانشاه با ۱۳/۲ درجه، در سرپل ذهاب با ۲۱/۳ درجه و در کنگاور با ۷/۷ درجه آغاز می‌شود (جدول ۳).

جدول ۲ خوشه‌بندی متوسط درجه حرارت حداکثر هفتگی ایستگاه‌های استان بر اساس روش "وارد"

ز= زمستان، ب= بهار، ت= تابستان و پ= پاییز

استان	سرپل	کرمانشاه	کنگاور	اسلام‌آ	هفته
ز	ز	ز	ز	ز	۱
ز	ز	ز	ز	ز	۲
ز	ز	ز	ز	ز	۳
ز	ز	ز	ز	ز	۴
ز	ز	ز	ز	ز	۵
ز	ز	ز	ز	ز	۶
ز	ز	ز	ز	ز	۷
ز	ز	ز	ز	ز	۸
ز	ز	ز	ب	ز	۹
ز	ز	ز	ب	ز	۱۰
ز	ز	ز	ب	ز	۱۱
ز	ز	ب	ب	ز	۱۲
ز	ز	ب	ب	ب	۱۳
ز	ز	ب	ب	ب	۱۴
ب	ب	ب	ت	ب	۱۵
ب	ب	ب	ت	ب	۱۶
ب	ب	ب	ت	ب	۱۷
ب	ب	ب	ت	ب	۱۸
ب	ب	ب	ت	ب	۱۹
ت	ب	ت	ت	ت	۲۰
ت	ب	ت	ت	ت	۲۱
ت	ت	ت	ت	ت	۲۲
ت	ت	ت	ت	ت	۲۳
ت	ت	ت	ت	ت	۲۴
ت	ت	ت	ت	ت	۲۵
ت	ت	ت	ت	ت	۲۶
ت	ت	ت	ت	ت	۲۷

استان	سرپل	کرمانشاه	کنگاور	اسلام‌آ	هفته
ت	ت	ت	ت	ت	۲۸
ت	ت	ت	ت	ت	۲۹
ت	ت	ت	ت	ت	۳۰
ت	ت	ت	ت	ت	۳۱
ت	ت	ت	ت	ت	۳۲
ت	ت	ت	ت	ت	۳۳
ت	ت	ت	ت	ت	۳۴
ت	ت	ت	ت	ت	۳۵
ت	ت	ت	ت	ت	۳۶
ت	ت	ت	ت	ت	۳۷
ت	ت	ت	ت	ت	۳۸
ت	پ	ت	ت	ت	۳۹
ت	پ	ت	ت	ت	۴۰
ت	پ	ت	ت	ت	۴۱
پ	پ	پ	ت	پ	۴۲
پ	پ	پ	ت	پ	۴۳
پ	پ	پ	ت	پ	۴۴
ز	ز	پ	ت	پ	۴۵
ز	ز	پ	پ	پ	۴۶
ز	ز	ز	پ	ز	۴۷
ز	ز	ز	پ	ز	۴۸
ز	ز	ز	پ	ز	۴۹
ز	ز	ز	پ	ز	۵۰
ز	ز	ز	ز	ز	۵۱
ز	ز	ز	ز	ز	۵۲



شکل ۲ دندروگرام خوشه‌بندی داده‌های متوسط هفتگی حداکثر دمای کرمانشاه

جدول ۳ تاریخ شروع فصول طبیعی ایستگاه‌ها براساس شاخص متوسط حداکثر مطلق دمای هفتگی (دما برحسب درجه سانتی گراد)

ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	دما	هفته	دما	هفته	دما	هفته	دما	هفته
کرمانشاه	۴/۱۰	۲۱	۲/۱۹	۲۱	۳/۱۸	۴۰	۵/۶	۴۸
اسلام‌آباد	۲/۱۲	۲۰	۱/۲۴	۲۰	۶/۱۵	۴۱	۶/۱۰	۴۵
سرپل ذهاب	۱/۱۰	۱۵	۴/۱۷	۱۵	۱۵	۴۵	۵/۹	۴۹
کنگاور	۳/۴	۱۵	۹/۱۱	۱۵	۲/۱۰	۴۵	۳/۱	۵۱

ب) متوسط دمای حداقل مطلق هفتگی

در دندروگرام مربوطه (دندروگرام ارایه نشده است) و جدول ۴ نتایج خوشه‌بندی ۳ راه حلی روش "وارد" ارایه شده است. جدول مذکور، تداوم فصول طبیعی در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه و استان را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که به طور کلی فصل زمستان در استان کرمانشاه ۲۱ هفته از هفته ۴۶ تا ۵۲ و از هفته ۱ تا ۱۴ ادامه دارد. فصل بهار به مدت ۶ هفته از هفته ۱۵ تا ۲۰، تابستان از هفته ۲۱ تا ۳۸ به مدت ۱۸ هفته و پاییز نیز ۷ هفته از هفته ۳۹ تا ۴۵ تداوم دارد. در جدول ۳ تاریخ شروع فصول طبیعی و متوسط دمای حداقل شروع هر فصل در هر ایستگاه ارایه شده است.

بر اساس نتایج جدول ۵، تاریخ شروع فصل‌های چهارگانه در بین ایستگاه‌های استان با هم دیگر تطابق چندانی ندارند. بهار در کرمانشاه با دمای ۶/۱ درجه در هفته ۱۵، در اسلام‌آباد با ۳/۰- درجه در هفته ۱۰، در سرپل ذهاب با ۶/۳ درجه در هفته ۱۰ و در کنگاور با ۱۵ درجه در هفته ۱۵ شروع می‌شود. به طور مثال می‌توان گفت که بهار در سرپل ذهاب ۵ هفته زودتر از کرمانشاه و اسلام‌آباد شروع می‌شود. تابستان نیز در بین ایستگاه‌ها از هفته ۱۵ تا ۲۱ متفاوت است. در سرپل ذهاب و اسلام‌آباد زودتر از دو ایستگاه دیگر شروع می‌شود. پاییز نیز با اختلافاتی در بین ایستگاه‌ها از هفته ۳۹ تا ۴۳ شروع می‌شود. در کنگاور و کرمانشاه زودتر از دو ایستگاه دیگر شروع می‌شود. شروع فصل زمستان در بین ایستگاه‌ها به هم نزدیکتر است. زمستان در اسلام‌آباد و کنگاور از هفته ۴۶ و در سرپل ذهاب از هفته ۴۹ و در کرمانشاه از هفته ۴۷ شروع می‌شود.

جدول ۷ تاریخ شروع فصول طبیعی در استان بر اساس شاخص متوسط دمای هفتگی (دما برحسب درجه سانتی گراد)

ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	دما	هفته	دما	هفته	دما	هفته	دما	هفته
کرمانشاه	۵/۱۶	۱۳	۹/۲۶	۲۰	۲/۲۴	۴۲	۲/۱۳	۴۸
اسلام آباد	۸/۱۵	۱۳	۳/۲۶	۲۰	۴/۲۳	۴۲	۶/۱۲	۴۸
سرپل ذهاب	۳/۲۴	۱۵	۶/۳۶	۲۲	۵/۳۴	۳۹	۳/۲۱	۴۵
کنگاور	۷/۱۰	۹	۳/۱۹	۱۵	۸/۱۵	۴۶	۷/۷	۵۰

جدول ۸ خوشه‌بندی ترکیب شاخص‌های حرارتی بر اساس روش خوشه‌بندی "وارد"

ز = زمستان، ب = بهار، ت = تابستان و پ = پاییز

استان	هفته	استان	هفته	استان	هفته
ت	۳۷	ب	۱۹	ز	۱
ت	۳۸	ب	۲۰	ز	۲
ت	۳۹	ت	۲۱	ز	۳
پ	۴۰	ت	۲۲	ز	۴
پ	۴۱	ت	۲۳	ز	۵
پ	۴۲	ت	۲۴	ز	۶
پ	۴۳	ت	۲۵	ز	۷
پ	۴۴	ت	۲۶	ز	۸
پ	۴۵	ت	۲۷	ز	۹
پ	۴۶	ت	۲۸	ز	۱۰
پ	۴۷	ت	۲۹	ز	۱۱
ز	۴۸	ت	۳۰	ب	۱۲
ز	۴۹	ت	۳۱	ب	۱۳
ز	۵۰	ت	۳۲	ب	۱۴
ز	۵۱	ت	۳۳	ب	۱۵
ز	۵۲	ت	۳۴	ب	۱۶
		ت	۳۵	ب	۱۷
		ت	۳۶	ب	۱۸

در جدول ۷ تاریخ شروع و متوسط دمای هفتگی آغاز هر فصل در هر ایستگاه نشان داده شده است. تاریخ‌های آغاز فصول در بین ایستگاه‌ها از نظر شاخص متوسط دما، تطابق چندانی نشان نمی‌دهد. اختلاف در شروع بهار در استان ۶ هفته است. در کنگاور قبل از بقیه

در هفته ۹ و در سرپل بعد از همه در هفته ۱۵ شروع می‌شود. تابستان نیز در سرپل ذهاب دیرتر از بقیه یعنی هفته ۲۲ شروع می‌شود. در کنگاور تابستان نیز با تأخیر زمانی ۷ هفته‌ای در هفته ۲۲ شروع می‌شود. پاییز در سرپل ذهاب زودتر از بقیه فرا می‌رسد. هفته ۳۹ آغاز فصل پاییز است در حالی که در کنگاور این تاریخ تا هفته ۴۶ به تأخیر می‌افتد. زمستان در سرپل ذهاب با ۲۱/۳ درجه در هفته ۴۵ شروع می‌شود ولی در کنگاور تا هفته ۵۰ به تأخیر می‌افتد. در کرمانشاه و اسلام‌آباد نیز زمستان در هفته ۴۸ شروع می‌شود.

در جدول ۸ نتایج خوشه‌بندی بر مبنای ترکیب شاخص‌های سه گانه حرارتی برای استان ارایه شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که به طور کلی بر اساس سه متغیر مورد استفاده، فصل زمستان در تمام استان مدت ۱۶ هفته از هفته ۴۸ تا ۵۲ و از ۱ تا ۱۱ تداوم دارد. بهار کوتاه مدت است و ۹ هفته از هفته ۱۲ تا ۲۰ دوام دارد. تابستان مدت ۱۹ هفته از هفته ۲۱ تا ۳۹ ادامه یافته و نهایت اینکه پاییز به صورت یک فصل کوتاه فقط ۸ هفته از هفته ۴۰ تا ۴۷ ماندگار است.

نتیجه‌گیری

۱. در استان کرمانشاه اساساً سال به دو فصل گرم و سرد تقسیم می‌شود. فصول پاییز و بهار به عنوان دو فصل فرعی سال بسیار کوتاه مدت و زودگذر هستند.
۲. بر اساس شاخص مرکب حداکثر مطلق، حداقل مطلق و میانگین هفتگی دما در استان کرمانشاه، زمستان ۱۶ هفته و تابستان ۱۹ هفته دوام دارد. فصول بهار و پاییز به ترتیب ۹ و ۸ هفته تداوم می‌یابند.
۳. تاریخ آغاز فصول رسمی با فصول طبیعی متفاوت است. فصل زمستان در استان از هفته ۴۸، بهار از هفته ۱۲، تابستان از هفته ۲۱ و پاییز از هفته ۴۰ شروع می‌شود. این تاریخ‌ها برای کل استان معتبر هستند. تاریخ‌های شروع و خاتمه فصول برای هر یک از ایستگاه‌ها به طور جداگانه محاسبه شده است.
۴. بر اساس شاخص میانگین دمای هفتگی، در بخش سردسیری استان که کنگاور به نمایندگی آن انتخاب شده است، بهار با ۱۰/۷ درجه، تابستان با ۱۹/۳ درجه، پاییز با ۱۵/۸ درجه و زمستان با ۷/۷ درجه شروع می‌شود. در بخش گرمسیری استان نیز که سرپل ذهاب آن را نمایندگی می‌کند، بهار با ۲۴/۳ درجه، تابستان با ۳۶/۶ درجه، پاییز با ۳۴/۵ درجه و زمستان با ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد آغاز می‌شود.

۵. هیچ تاریخی را نمی‌توان به عنوان شروع قطعی یک فصل طبیعی برای همه ایستگاه‌ها تعیین نمود. هر کدام از ایستگاه‌ها با توجه به نوسانات حرارتی خود در طول سال و شاخص حرارتی مورد استفاده تاریخ شروع و خاتمه متفاوتی را نشان می‌دهند. از این جهت تفاوت‌های قابل توجهی در بین ایستگاه‌های استان مشاهده می‌شود.

۶. برخلاف تصور عمومی که به نظر می‌رسد زمستان در بخش سردسیری طولانی و تابستان در بخش گرمسیری طولانی‌تر است. نتایج بررسی فصول طبیعی بر اساس شاخص‌های حرارتی این موضوع را تأیید نمی‌کند.

منابع و مآخذ

۱. براتی، غلامرضا (۱۳۷۹)؛ شناخت مخاطرات محیطی استان کرمانشاه، خلاصه مقالات همایش توسعه اجتماعی استان کرمانشاه، کرمانشاه.
۲. حیدری، حسن و علیجانی، بهلول (۱۳۷۸)؛ طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، مجله پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۳۷، دانشگاه تهران.
۳. شایان، سیاوش (۱۳۶۹)؛ فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی، انتشارات مدرسه، ۵۰۸ ص.
۴. علیجانی بهلول (۱۳۷۶)؛ تعیین فصول طبیعی در ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۳۵، دانشگاه تهران، صص ۲۱-۳۳.
۵. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱)؛ اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، تهران، ۲۵۸ ص.
۶. علیجانی، بهلول (۱۳۷۴)؛ آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ۲۲۱ ص.
۷. مانلی، ب، اف، جی، ترجمه محمد مقدم و همکاران (۱۳۷۳)؛ آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره، انتشارات پیشناز علم تبریز، ۲۰۸ ص.
۸. مرادی، فرشاد (۱۳۸۲)؛ تعیین درجه آسایش و ویژگی‌های معماری اقلیمی در استان کرمانشاه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه رازی.
۹. منتظری، علیرضا (۱۳۷۷)؛ کتاب آموزشی SPSS در محیط ویندوز، کانون نشر علوم تهران، ۳۶۸ ص.
۱۰. میلادی، مجتبی (۱۳۷۴)؛ طبقه‌بندی اقلیمی منطقه غرب، فصلنامه هواشناسی منطقه غرب، شماره ۳، صص ۳۴-۴۳.
11. Alsop, T (1989); *The natural seasons of western Oregon and Washington*. Journal of climate. vol 2. pp.888-896
12. Barry, R.G and A.H.Perry (1973); *Synoptic Climatology*. Methuen & Co.Ltd.
13. Gong, X and M,B.Richman (1995); *On the application of cluster analysis to growing season precipitation in north America, east of the Rockies*. Journal of climate (8).
14. Griffith, D, A and C, G, Amrhein (1997); *Multivariate statistical analysis for geographers*. Printic-hall inc. USA
15. Jaagus J, Jruu J, Ahas, R and Aasa A (2003); *Spatial and temporal variability of climatic seasons on the east European plains in relation to large scale atmospheric circulation*. climatic research 23:111-129.
16. Jaagus J, Ahas, R (2000); *Space-Time variation of climatic seasons and their correlation with the phenological development of nature in Estonia*. climatic research 15:207-219.
17. Jones P D and Briff K R (1995); *Growing season temperatures over the former soviet union*. J.of climate 15:943-959.
18. Menzel and Fabian P (1999); *Growing season extended in Europe*, Nature 39:597-615.
19. <http://www.tradamis.co.uk/natural.htm>.
20. Lewik P (1996); *Thermal seasons of year in southern Poland*. Geographiczne 102:355-358.