نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۶۴، بهار ۱۴۰۱

نقش تغییر اقلیم در جابه‌جایی فصول اقلیمی ایران

دریافت مقاله: ۹۶/۳/۲۰ **پذیرش نهایی**: ۹۶/۹/۲۵

صفحات: ۱۶-۱

مهناز عزیز ابراهیم: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: mahnazazizebrahim@yahoo.com
محمد سلیقه: دانشیار آب وهواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: saligheh@khu.ac.ir
محمدحسین ناصرزاده: استادیار آب وهواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[1]
Email: nasserzadeh2100@yahoo.com
بهلول علیجانی: استاد آب وهواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: bralijani@gmail.com

چکیده

هدف این مطالعه بررسی تغییرات و جابه‌جایی‌های احتمالی در فصول اقلیمی ایران با توجه به تغییر اقلیم است. داده‌های دما، رطوبت نسبی، فشار بخار آب، باد و ابرناکی برای ۳۶ ایستگاه، طی ۴۰ سال از سازمان هواشناسی دریافت شد. داده‌ها به دو سری ۲۰ ساله تقسیم شدند تا امکان مقایسه فراهم شود. داده‌های روزانه دمای هر سری زمانی خوشه‌بندی، سپس با در نظر گرفتن توالی‌های ۷ روزه، آغاز و پایان فصول مشخص شد. زمان‌های تعیین شده از طریق مدل ریمن مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه فصول در دو سری زمانی حاکی از آن بود که در تمامی ایستگاه‌ها تغییرات در فصول اقلیمی از ناچیز تا چشم‌گیر رخ داده است. فصول اقلیمی در ایران با فصول تقویمی تطابق ندارد و تغییرات اقلیمی به ویژه تغییر دما طی دهه‌های اخیر باعث جابه‌جایی و کوتاه و بلند شدن فصل‌ها شده است. با وجود اینکه آغاز و پایان فصل‌ها به طور کلی با تاریخ‌های تقویمی آن‌ها مطابقت ندارد، اما عمده روزهای این فصل‌ها در دوره‌های تقویمی آن رخ می‌دهند. تغییرات رخ داده تنها بر روی طول فصول تاثیر نداشته و این جابه‌جایی‌ها باعث تغییر در کیفیت فصول طبیعی نیز شده است.

کلید واژگان: تغییر اقلیم، فصول طبیعی، تحلیل خوشه‌ای، مدل ریمن .

۱. **نویسنده مسئول:** تهران، مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

مقدمه

فصل به قسمتی از سال گفته می‌شود که بر اثر تکرار منظم یک پدیده معین نجومی یا آب و هوایی از قسمت‌های دیگر سال متمایز می‌شود(علیجانی،۱۳۷۶. ۳۳-۲۱). تقویم جدید ما نتیجه هزاران سال آزمایش و خطا در یافتن نوعی توالی منظم در روزها، هفته‌ها و سال‌ها برای تعیین فصول طبیعی می‌باشد. یکی از علل پیدایش تقویم را، یافتن وسیله‌ای برای نگاهداری زمان جهت پرداختن به امر کشاورزی دانسته‌اند. یونانیان با استفاده ار تغییر زاویه تابش سطح زمین را به سه ناحیه گرم، معتدل و سرد، همچنین سال را در قالب چهار فصل تقسیم نمودند(حیدری و علیجانی،۱۳۷۸. ۷۴-۵۷). هر چند که در اصل تقسیم‌بندی فصول بر اساس حرکت ظاهری خورشید انجام می‌گیرد، اما امروزه علاوه بر تعریف نجومی تعاریف متعددی از فصل بر اساس معیارهای هواشناسی و اقلیم‌شناسی نیز ارائه شده است. 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. در واقع در این تقسیم‌بندی‌ها فصول بر اساس عناصر اقلیمی مانند دما و باد تعریف می‌شوند که بازتابنده واقعیت‌های اقلیمی محل است و ممکن است با فصول تقویمی هماهنگی نداشته باشند(ذوالفقاری و دیگران،۱۳۹۲. ۷۰-۵۳).

عدم تطابق میان فصول اقلیمی و فصول تقویمی امکان برنامه‌ریزی صحیح و مطلوب را در زمینه با فعالیت‌هایی چون کشاورزی، توریسم، عمران و... دشوار ساخته است. به علاوه تغییرات اقلیمی دهه‌های اخیر باعث بی‌نظمی-هایی در این فصول طبیعی شده است که می‌تواند موجب افزایش طول دوره رشد گیاهان در بعضی نقاط و کاهش آن در نقاطی دیگر شود. همچنین امکان استفاده از برداشت دوباره محصول را به عنوان جایگزین شیوه‌های فعلی فراهم آورد. علاوه بر این افزایش یا کاهش روزهای مناسب به لحاظ آسایش دمایی می‌تواند باعث توسعه یا عدم توسعه صنعت گردشگری و عامل افزایش و یا کاهش کارآمدی نیروی کار در بخش صنعت و عمران شود(راوند، ۱۳۹۹: ۲۵۲). تغییر در میزان و نوع انرژی مصرفی در سطح جامعه نیز بی‌ارتباط با این موضوع نیست(افزایش طول فصول سرد میزان مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش طول فصول گرم میزان مصرف نیروی برق را افزایش خواهد داد)، که با توجه به اهمیت بالای موضوع، ارزیابی مسئله و نتایج حاصل از آن بسیار ارزشمند و راهبردی می‌باشد. هنوز در بسیاری از زمینه‌های کشاورزی و در نقاط مختلف کشور، کشاورزان تقویم کشاورزی خود را بر اساس تجربه شخصی و مسافران برنامه سفر خود را بر اساس فصول تقویمی تنظیم می‌کنند. با توجه به عدم تطابق فصول اقلیمی و تقویمی و مشکلاتی که پیامد این عدم تطابق به وقوع می‌پیوندد، لذا آگاهی سیاست‌گزاران و تصمیم سازان صنایع ذینفع با تاریخ شروع و پایان فصول اقلیمی، می‌تواند تأثیر به سزایی در برنامه‌ریزی، اجرا و ممیزی فعالیت‌های مرتبط آنها داشته باشد. به طور مثال در صنایع کشاورزی، تغییر اقلیم به دنبال خود تغییر فصول طبیعی، تغییر در مولفه‌های بارشی، رطوبتی و دمایی را به همراه خواهد داشت. همچنین تغییر طول دوره رشد و آستانه‌های رشد گیاهان، افزایش نیاز آبی و آبیاری، تغییر در تقویم کشت و نیز افزایش نیاز به انرژی در صنایع مرتبط، تغییر در نوع انرژی مصرفی را در پی خواهد داشت.

عدم هماهنگی بین فصول اقلیمی و تقویمی، دست مایه پژوهش برخی از محققان را فراهم آورده است.در سطح بین المللی فیلیپ(۲۰۰۸)[1]، در تحقیقی به مقایسه روش تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل خوشه ای برای طبقه

1 Philip

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

بندی الگوهای گردشی(با هدف تعیین فصول طبیعی) در منطقه اروپا پرداخته شد. نتایج نشان داد که روش تحلیل مولفه های اصلی الگوهای فرعی بیشتری را ارائه می کند، در حالی که روش تحلیل خوشه ای الگوی اصلی تر را نشان می دهد. روستنوجا [1] و همکاران(۲۰۲۰)، مطالعه بررسی فصول گرمایی در شمال اروپا در آب و هوای پیش بینی شده آینده اقلیم، انجام شد در این کار، تغییرات آینده در طول و زمان چهار فصل حرارتی در شمال اروپا، با آستانه درجه حرارت ۰ و ۱۰ درجه سانتیگراد که با استفاده از داده های خروجی تنظیم شده از ۲۳ مدل آب و هوای جهانی CMIP5 حاصل می شود، استفاده شد. در این تحقیق سه دوره آینده و دو سناریوی (RCP) مورد بحث قرار گرفته است. تمرکز بر روی دوره ۲۰۶۹-۲۰۴۰ تحت سناریوی RCP4.5 است ، که در این سناریو تقریباً گرم شدن کره زمین ۲ درجه سانتیگراد نسبت به دوران قبل از صنعت برآورد شده است. نتایج نشان داد که در دوره ۲۰۶۹-۲۰۴۰ ، متوسط طول تابستان گرمایی تقریباً ۳۰ روز افزایش می یابد و زمستان گرمایی ۳۰-۶۰ روز نسبت به ۲۰۰۰-۱۹۷۱ کوتاه می شود. زمان بهارهای گرمایی افزایش می یابد در حالی که درپاییز به تأخیر می افتد. در درون مجموعه مدل ها، همبستگی خطی بالایی بین افزایش درجه حرارت میانگین سالانه مدل شده و تغییرات در فصول گرم وجود دارد. تابستان های گرمایی حدود ۱۰ روز طولانی تر می شوند و زمستان ها به ازای هر ۱ درجه سانتیگراد گرم شدن محلی، ۱۰ تا ۲۴ روز کوتاه می شوند. در اواسط قرن بیست و یکم پیش بینی می شود که حدود دو سوم از همه تابستان ها (زمستان ها) مطابق با استانداردهای دوره پایه بسیار طولانی (بسیار کوتاه) شوند و ناهنجاری بیشتر از ۲۰ روز نسبت به اواخر قرن بیستم رخ دهند. نسبت سالهای بدون زمستان گرمایی به طور چشمگیری در کشورهای بالتیک و شبه جزیره اسکاندیناوی جنوبی افزایش می یابد.

اولین بررسی که در ایران به طور مستقیم به موضوع فصول اقلیمی پرداخته، مقاله دکتر بهلول علیجانی(۱۳۷۶) است. وی به منظور تعیین فصول طبیعی یا آب و هوایی ایران، آمار متوسط روزانه دما و نم نسبی ۱۰ ایستگاه را در دوره۱۹۹۰-۱۹۶۱ مورد بررسی قرار داده است. متوسط‌های روزانه به متوسط‌های پنج روزه به نام پنجک تبدیل و وجود روند فصلی با روش تحلیل هارمونیک سنجیده شد. سپس با استفاده از روش خوشه‌بندی در همه ایستگاه‌های کشور دوره‌های اقلیمی شناسایی گردید. در اکثر ایستگاه‌ها بر اساس الگوی تقویمی، چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان مشخص شد. حسن ذوالفقاری(۱۳۸۴) در تحقیق خود داده‌های چهار ایستگاه کرمانشاه، اسلام آباد غرب، سرپل ذهاب و کنگاور را مورد بررسی قرار داده است. وی داده‌های حرارتی را در قالب متوسط‌های هفت روزه مرتب کرده و سپس از طریق روش خوشه‌بندی تجمعی(Ward) به تحلیل آنها پرداخت. نتیجه اینکه 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 تداوم دارند. به علاوه فصول طبیعی در استان کرمانشاه با تاریخ آغاز فصول رسمی مطابقت نمی‌کند. گندمکار (۱۳۸۶) برای شناسایی فصول اقلیمی در شهر اصفهان از آمار پنجاه ساله(۲۰۰۰-۱۹۵۱) ایستگاه سینوپتیک اصفهان استفاده نمود. در این پژوهش میانگین ماهانه چهل عنصر اقلیمی به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. این داده‌ها مربوط به پارامترهای مختلف دما، رطوبت، بارندگی، باد، ابرناکی، فشار و تابش خورشیدی است. ابتدا تمام داده‌ها استاندارد گردید، سپس با استفاده از خوشه‌بندی

1 Ruosteenoja

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

سلسله مراتبی تجمعی و استفاده از هر سه روش فاصله‌یابی و روش پیوند محدوده‌ای (Ward) خوشه‌بندی انجام گرفت. نتیجه این‌که بهار از اواسط اسفند آغاز و تا اواسط خرداد ادامه می‌یابد. فصل تابستان از اواسط خرداد ماه تا اواسط مهر ماه می‌باشد. فصل پاییز از اواسط مهر ماه تا اواسط آذر ماه و فصل زمستان تقریبا از اواسط آذر ماه تا اواسط اسفند ماه است. حجازی زاده و پروین (۱۳۸۸) در مقاله خود تحت عنوان بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر از روش آماری-گرافیکی من-کندال جهت بررسی تغییرات دما و بارش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تهران و مطالعه انحراف احتمالی آن از حالت نرمال استفاده کرده‌اند. از دیگر موارد استفاده از این روش در مطالعات، می توان به بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان اشاره کرد که نتایج حاصل از آن نشان داد که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است(باهک، ۱۳۹۲). نظری پور و سعید آبادی(۱۳۹۱) در پژوهش خود جهت تعیین فصول اقلیمی زاهدان از مجموعه داده‌های روزانه و ساعتی پارامترهای حرارتی در قالب ۲۱ متغیر در دوره آماری ۳۵ ساله(۱۳۸۳-۱۳۴۹) استفاده کردند. ماتریس داده‌ها با آرایش P تهیه گردید. سپس میانگین دراز مدت روزانه‌ی متغیرهای اقلیمی در دوره‌ی مورد مطالعه برای هر یک از روزهای سال محاسبه گردید. در نهایت اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس استاندارد شده با محاسبه فاصله به روش اقلیدسی و ادغام به روش Ward نشان داد که چهار فصل اقلیمی متمایز و متفاوت از فصل تقویمی بر زاهدان حاکم می‌باشد. در جدیدترین مطالعه در زمینه با فصول طبیعی، به منظور تعیین فصول طبیعی نواحی جنوب غربی دریای خزر، داده‌های متوسط دمای حداکثر، حداقل و میانگین ماهانه ۳۹ ایستگاه محدوده مورد نظر مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تحلیل داده‌ها از تحلیل هارمونیک و خوشه‌ای استفاده گردید. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در جنوب دریای خزر اساساً سال را می‌توان به سه فصل اصلی گرم، انتقالی و سرد تقسیم کرد(رضایی و دیگران، ۱۳۹۴). در پژوهشی که توسط عطایی و رحیمی پاطاق(۱۳۹۴) صورت گرفته، اقدام به شناخت پهنه‌های اقلیمی در استان کردستان شده است. برای نیل به این هدف با استفاده از تحلیل عاملی داده‌های میانگین ماهانه‌ی دمای هفت ایستگاه سینوپتیک، مولفه‌های اصلی حاصل شد. که براساس تحلیل خوشه‌ای به روش Ward، معرف سه پهنه‌ی دمای گرم، معتدل و سرد در استان گردید. رضایی و همکاران(۱۳۹۴) در تحقیقی به تعیین فصول طبیعی جنوب دریای خزر به روش آماری چند متغیره (مطالعه موردی استان گیلان) پرداخته شد. داده های متوسط دمای حداکثر، حداقل و میانگین ماهانه ۱۳ ایستگاه محدوده موردنظر برای یک دوره ۲۰ ساله (۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵) مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تحلیل داده ها از تحلیل هارمونیک و خوشه ای استفاده گردید. نتایج حاصل از تحلیل داده ها نشان می دهد که در جنوب دریای خزر اساسا سال را می توان به سه فصل اصلی گرم، انتقالی و سرد تقسیم کرد. در اکثر ایستگاه ها، هر کدام از فصول گرم، سرد و مجموع انتقالی سرد و گرم از چهار ماه تشکیل شده، ولی فصول طبیعی در جنوب دریای خزر با تاریخ آغاز فصول تقویمی مطابقت نمی کند. تعداد ماه های مربوط به فصل گرم در هر ایستگاه، چهار یا پنج ماه بوده و شامل ماه های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر می باشند و ماه های مربوط به فصل انتقالی در برخی ایستگاه ها بین ۲ تا ۵ ماه بوده و فروردین، اردیبهشت، مهر، آبان و اسفند را در بر می گیرند. نهایتا تعداد ماه های مربوط به فصل سرد در ایستگاه ها از سه تا پنج ماه متغیر بوده و آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین را شامل می شوند. علی رغم این که زنجان سردترین و گیلوان گرم ترین ایستگاه های محدوده تحقیق می باشند

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

اما سه فصله بودن در این دو ایستگاه مصداق عینی دارد باید گفت که تغییر فصول از گرم به سرد در ایستگاه های مرطوب تر ساحلی تدریجی و در مدت طولانی تری رخ می دهد ولی همین مساله در ارتباط با ایستگاه های دور از ساحل و مرتفع تر در بازه زمانی کوتاه تری رخ می دهد

کریمی (۱۳۹۷)، در مطالعه ای به تعیین آغاز و پایان فصول دمایی با رویکرد دقیق سازی فصول طبیعی (مطالعهٔ موردی: نواحی مختلف استان کرمان) پرداخت. به همین منظور پس از تهیهٔ پایگاه داده های روزانه، برای تهیهٔ ماتریسِ پنجکی ۷۳ سطری و ۱۲ ستونه در طول سال، از داده های دمایِ میانگین ایستگاه های همدید لاله زار، بافت، شهربابک، کرمان، سیرجان، زرند، انار، رفسنجان، بم، میانده جیرفت، کهنوج و شهداد استفاده شد. سپس با استفاده از تحلیل های آماری و روش دستی، آغاز و پایان دوره های دمایی در نواحی مختلف استان کرمان تعیین و فصول دمایی این نواحی استخراج گردید. نتایج پژوهش نشان داد به استثنای ناحیهٔ لاله زار که دارای سه فصل دماییِ منطبق با فصول طبیعیِ زمستان، بهار و پاییز است، بقیهٔ نواحی استان کرمان دارای چهار فصل دمایی مجزاست. این در حالی است که به لحاظ زمانی، آغاز و پایان فصل ها در نواحی مختلف استان کرمان متفاوت است. طولانی ترین تابستان های طبیعی را شهداد و کهنوج و بلندترین زمستان های طبیعی را لاله زار داراست. درکنار وجود ظرفیت تنوع دمایی در نواحی مختلف استان، رخدادهایی از مخاطرات اقلیمی نظیر سرماهای دیررس بهارهٔ انار قابل تشخیص است

از میان عوامل بسیاری که بر کیفیت فضا و استفاده از فضا اثر می‌گذارد، آسایش حرارتی از سوی هواشناسان و برنامه‌ریزان با افزایش توجه مواجه شده است(لیاگ‌چن[1] و همکاران، ۲۰۱۵: ۶۴۵) که در این رابطه از سویی استفاده از شاخص‌های آسایشی برای تعیین کیفیت فصول طبیعی روشی معقول است و از سویی دیگر تعیین زمان واقعی فصول طبیعی می‌تواند عامل تسهیل این مطالعات باشد.

از آنجا که تا کنون در ایران، مطالعات جامعی در زمینه با تغییر فصول اقلیمی، صورت نگرفته و بررسی‌های انجام شده از لحاظ تعداد کم و محدود به نواحی جغرافیایی خاصی می‌باشد. لذا تحقیق و تعیین زمان آغاز و پایان فصول اقلیمی و مشخص کردن سیر جابه‌جایی فصول اقلیمی به لحاظ تقویمی(در صورت وجود) تحت تأثیر تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کیفیت و کمیت فصول، در پهنه وسیع کل کشور می‌تواند راه گشا و عامل تسهیل و تسریع کار سایر محققان در رابطه با موضوعات مرتبط باشد. همچنین به دلیل اینکه در حال حاضر امکان تطبیق دادن اقلیم با برنامه‌های بشر وجود ندارد پس مطلوب است تا به شناسایی دقیق تغییرات ایجاد شده در آن پرداخته و مطابق با شرایط جدید اقلیم برنامه‌ریزی نمود تا از این ویژگی‌ها استفاده بهنیه شود. تحقیقات انجام شده تا به امروز به تعیین محدوده و طول فصل‌های اقلیمی و تشریح تأثیر الگوهای سینوپتیک بر عدم تطابق فصول اقلیمی و تقویمی پرداخته‌اند. در تحقیقی که انجام خواهد شد درصدد انجام مقایسه‌ای بین میزان عدم تطابق فصول اقلیمی و تقویمی در دو سری زمانی، اخیر و قدیمی‌تر خواهیم بود، تا میزان جابه‌جایی در آن را سنجیده و نقش تغییر اقلیم در آن مشخص گردد. همچنین شرایط هر ایستگاه در فصول مختلف و در دو دوره مورد مطالعه به لحاظ شاخص‌های آسایشی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

1 Liang Chen and et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

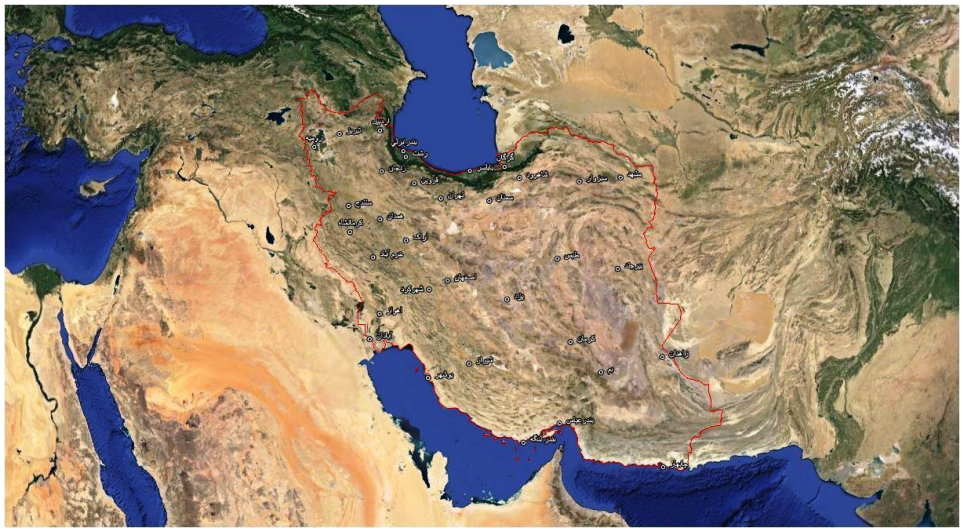
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

بنابراین در این تحقیق بر آن خواهیم بود تا اولاً به تعیین زمان آغاز و پایان فصول اقلیمی و مشخص نمودن جابه‌جایی در این تاریخ‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم پرداخته، ثانیاً به شرح شرایط کیفی ایجاد شده در فصول طبیعی نسبت به دوره‌های اقلیمی گذشته بپردازیم.

روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شامل ۳۶ ایستگاه سینوپتیک است که به لحاظ پراکندگی سراسر کشور را در بر می‌گیرد. **شکل(۱)**.



شکل(۱). منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

داده‌های بارش و کمینه، بیشینه و میانگین درجه حرارت برای تمامی ایستگاه‌ها از سازمان هواشناسی تهیه شد و پس از بررسی داده‌های این ایستگاه‌ها، یک دوره ۴۰ ساله، شامل سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ برای پژوهش انتخاب شد و مورد استفاده قرار گرفت. برای مشخص شدن جهت روند، نوع و زمان تغییر در سری زمانی چهل ساله، از روش آماری-گرافیکی من-کندال استفاده شد. بدین منظور معمولا از جدول ویژه ای استفاده می شود که در این جدول ابتدا داده های آماری به ترتیب سال (ستون اول) وارد شده و در ستون دوم داده ها شماره ردیف می گیرند. سپس در ستون سوم مقادیر پارامتر مورد نظر نوشته می شود و در ستون چهارم، مقادیر عددی ستون سوم به ترتیب صعودی تنظیم می گردد. جهت تکمیل جدول مورد نظر نیاز به محاسبه ضریب t آزمون کندال می باشد؛ که از رابطه(۱). بدست می آید:

$$t_i=\sum_{(i=1)}^{n} n_i \qquad \text{رابطه(۱).}$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

که تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد از لحاظ مجانبی با میانگین و واریانس برابر است. برای محاسبه ستون های بعدی روابط(۲ تا ۷) به ترتیب محاسبه و برای هر ردیف جداگانه نوشته می شود (عزیزی و روشنی،۱۳۸۷).

$$E=(ni(ni-1))/4$$ رابطه(۲).

$$V=(ni(ni-1)(2ni+5))/V2$$ رابطه(۳).

$$U=(\Sigma ti-E)/\sqrt{V}$$ رابطه(۴).

$$E^{\wedge}'=((N-ni+1)(N-ni))/V2$$ رابطه(۵).

$$V^{\wedge}'=((N-ni+1)(N-ni)(2(N-ni+1)+5))/V2$$ رابطه(۶).

$$U=(-\Sigma ti-E)/\sqrt{(V^{\wedge}')}$$ رابطه(۷).

پس از محاسبات فوق و ترسیم نمودارهای مربوط وجود هرگونه روند در سری ها بصورت منفی ظاهر می شود و زمانی که روند معنی داری در داده ها وجود داشته باشد، خطوط ui و u′i همدیگر را قطع می کنند. اگر خطوط مذکور در محدوده بحرانی (۱/۹۶ ±) همدیگر را قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتیکه خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند بیانگر وجود روند در سریهای زمانی است (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷). تمامی مراحل ذکر شده برای دو دوره بیست ساله ی اول و دوم تمامی ایستگاه ها اجرا شد و نتایج برای مقایسه نهایی و نیز استفاده در مدل ریمن مشخص شدند. در زیر ایستگاه ارومیه برای نمونه آورده شده است.

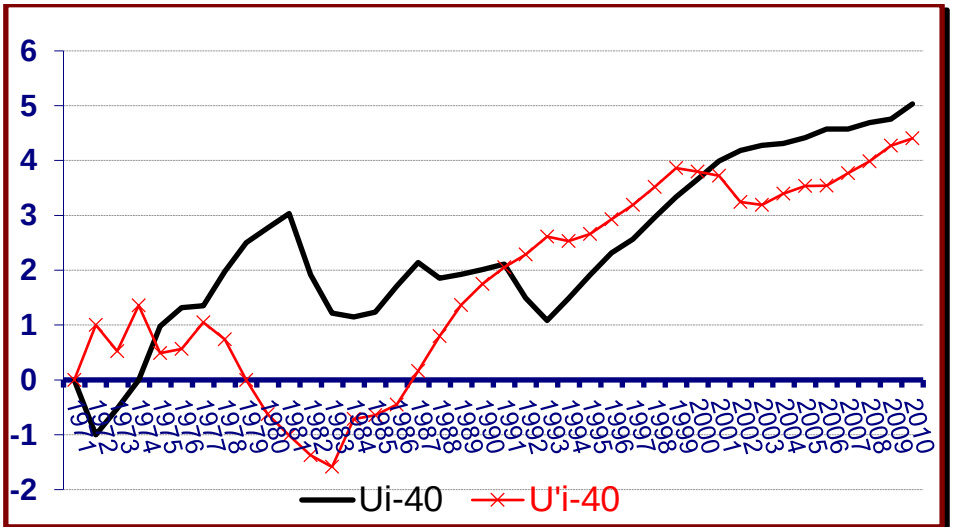
جدول(۱). مشخصات ایستگاه سینوپتیک ارومیه

ایستگاه	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین سالانه دما (سانتی گراد)	میانگین سالانه بارش (میلیمتر)
ارومیه	۳۷° ۳۲′ N	۴۵° ۵′ E	۱۳۱۵,۹	۱۱,۶	۳۳۸,۹

همان‌طور که پیش از این بیان شد، یکی از اهداف تحقیق پیش رو تعیین زمان آغاز و پایان فصول اقلیمی و مشخص نمودن جابه‌جایی در این تاریخ‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم می‌باشد. لازمه این کار نیز بررسی روند در سری‌ها و یافتن نقطه آغاز تغییرات و فراهم آوردن شرایط مقایسه‌ای، میان دو سری زمانی از داده‌های اقلیمی است. برای مشخص شدن جهت روند، نوع و زمان تغییر در سری زمانی چهل ساله، از روش آماری-گرافیکی من-کندال استفاده شد. از آنجا که در بین عناصر اقلیمی مختلف، دما و بارش از اهمیت خاصی برخوردار هستند و نیز تغییر فصول در طول سال همگام با تغییر دماست(منتظری، ۱۳۹۰). برای ترسیم نمودارهای من-کندال از متوسط دما و بارش سالانه ایستگاه‌ها استفاده شد شکل(۲).

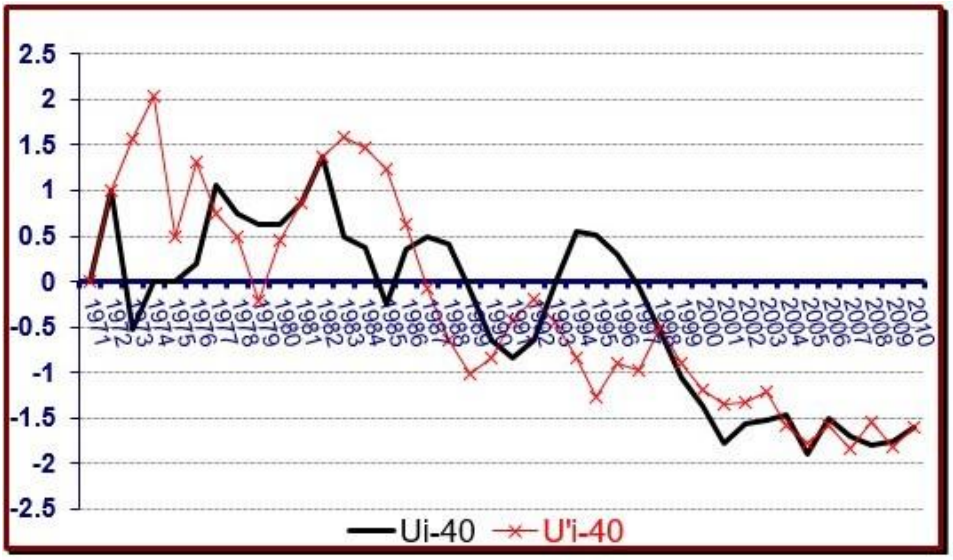
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]



شکل(۲). نمودار تعیین نقاط جهش چهل ساله دما، به روش من-کندال، ایستگاه ارومیه

مطابق شکل(۳) ایستگاه ارومیه دارای سه برخورد می‌باشد. اولین برخورد یک جهش در محدوده بحرانی ۱/۹۶ ± است که نشان دهنده تغییری ناگهانی در سال ۱۹۷۴ می‌باشد. برخورد بعدی در سال ۱۹۹۱ و خارج از محدوده بحرانی ۱/۹۶ ± است که در ابتدا نشانگر روند کاهشی و بعد نشانگر آغاز روند افزایشی دما در این ایستگاه می‌باشد. آخرین برخورد نیز در سال ۲۰۰۰ مشاهده می‌شود که دلیل بر روند افزایشی دیگری در این ایستگاه است.



شکل(۳). نمودار تعیین نقاط جهش چهل ساله بارش، به روش من-کندال، ایستگاه ارومیه

همان‌طور که در شکل(۳) مشاهده می‌شود، ایستگاه ارومیه بیشترین جهش و تغییرات ناگهانی را در عنصر بارش، طی سال‌های دهه ۷۰ و ۸۰ تجربه می‌کند. در دهه ۷۰، سه جهش در سال ۱۹۷۱،۱۹۷۲،۱۹۷۳ وجود دارد که اولی کاهشی، دومی افزایشی و سومی نیز کاهشی است. در دهه ۸۰ جهش‌ها افزایشی است. جهش‌ها در سال‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

۱۹۹۰ و ۱۹۹۸ کاهشی و در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۳ افزایشی است. در ادامه در این ایستگاه شاهد روند معنی دار در بارش هستیم. این روندها در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ کاهشی و در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ افزایشی است.

به این دلیل که نمودارهای من-کندال بارش غیر از دو ایستگاه ارومیه و خوی، فاقد روند مشخص هستند، در تعیین نقطه شروع تحولات اقلیمی چندان قابل اتکا نبودند. اما با بررسی روند دمایی ایستگاه ها و تعداد نقاط شروع این روند ها در سال های مختلف، مشاهده می شود که سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ بیشترین نقاط شروع را در بر می گیرند و در مقابل دهه ۷۰ فاقد روند معنی دار و دهه ۸۰ تنها شامل ۳ ایستگاه با روند دمایی معنی دار می باشد. این بدان معنی است که بیست سال اول (۱۹۷۱ تا ۱۹۸۰) نسبت به بیست سال دوم (۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰) به لحاظ اقلیمی شاهد تحولات کمتری است. بنابراین و نیز از آنجا که هدف نهایی مقایسه میان دو سری زمانی از داده های اقلیمی است، سال ۱۹۹۰ به عنوان سالی که منطقه وارد تحولات آب و هوایی شده، انتخاب گردید و سیر تحولات اقلیمی و نقش آن بر جا به جایی فصول طبیعی در دوره ی قبل و بعد از این سال مورد بررسی قرار گرفته شد. پس از این مرحله، بیست سال اول داده‌های ماکسیمم، مینیمم و میانگین دما یعنی از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۰ توسط نرم افزار Spss در چهار گروه طبقه‌بندی شدند. که هر گروه نماینده یک فصل و هر فصل شامل تاریخ هایی با دماهای نسبتاً مشابه بود. پس از بررسی گروه‌ها، طبقه‌ای که دارای کمترین دماها بود به عنوان زمستان و طبقه‌ای که شامل بالاترین دماها بود به عنوان تابستان در نظر گرفته شد. از آنجا که یک پدیده مستقل جوی معمولاً در طبیعت طی چند روز تا یک هفته به طول می‌انجامد(ذوالفقاری، ۱۳۸۴)، برای تعیین زمان آغاز فصل در این طبقات، بازه‌ی حداقل یک هفته‌ای، جهت اطمینان از استقرار هوای خاص آن فصل در نظر گرفته شد. به طور مثال در جدول (۲) که مربوط به بیست سال اول ایستگاه ارومیه است، کلاس ۱ نشانگر فصل زمستان بوده و این فصل در سال ۱۹۷۲، از روز ۱۴ دسامبر سال قبل یعنی ۱۹۷۱ آغاز شده - بنا بر تقویم میلادی آغاز سال اول ژانویه یا همان اولین روز زمستان تقویمی است اما همانطور که مشاهده می‌شود در سال ۱۹۷۲ ما شاهد زمستان زود هنگام هستیم که از فصل پاییز سال پیش شروع شده است - که دارای هفت روز متوالی در این طبقه است. به این ترتیب اولین روز از این توالی هفت روزه به عنوان آغاز فصل زمستان در نظر گرفته شد جدول(۲).

جدول(۲). تاریخ آغاز فصل زمستان در ایستگاه ارومیه

Date	YEAR	MONTH	MIN	MAX	MEAN	Clu 1
۱۹۷۱/۱۲/۱۴	۱۹۷۱	۱۲	-۲	۷	۲,۵	۱
۱۹۷۱/۱۲/۱۵	۱۹۷۱	۱۲	-۸	-۱	-۴,۵	۱
۱۹۷۱/۱۲/۱۶	۱۹۷۱	۱۲	-۸	-۳	-۵,۵	۱
۱۹۷۱/۱۲/۱۷	۱۹۷۱	۱۲	-۱۲	-۳	-۷,۵	۱
۱۹۷۱/۱۲/۱۸	۱۹۷۱	۱۲	-۱۱	-۳	-۷	۱
۱۹۷۱/۱۲/۱۹	۱۹۷۱	۱۲	-۸	-۲	-۵	۱
۱۹۷۱/۱۲/۲۰	۱۹۷۱	۱۲	-۷	۱	-۳	۱
۱۹۷۱/۱۲/۳۰	۱۹۷۱	۱۲	-۲	۴	۱	۱
۱۹۷۱/۱۲/۳۱	۱۹۷۱	۱۲	-۳	۳	۰	۱
۱۹۷۲/۰۱/۰۱	۱۹۷۲	11	-۷	۰	-۳,۵	۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

برای پایان هر فصل نیز به ترتیبی که اشاره شد، اقدام گردید. با این تفاوت که روز پایانی از آخرین توالی هفت روزه، به عنوان روز پایان فصل در آن کلاس در نظر گرفته شد. به همین ترتیب آغاز و پایان فصل تابستان و زمستان در هر سال مشخص گردید. نتیجه، نوزده تاریخ برای شروع و نوزده تاریخ برای پایان هر فصل بود که از آنها برای تعیین میانگین، حد بالا و حد پایین آغاز و پایان فصول استفاده شد جدول(۳).

جدول(۳). تاریخ آغاز و پایان فصل زمستان در نخستین بیست سال ایستگاه ارومیه

	START	FINISH
	۱۹۷۱/۱۲/۱۴	۱۹۷۲/۰۳/۱۲
	۱۹۷۲/۱۱/۲۹	۱۹۷۳/۰۳/۱۱
	۱۹۷۳/۱۱/۲۴	۱۹۷۴/۰۳/۱۱
	۱۹۷۴/۱۲/۱۴	۱۹۷۵/۰۲/۲۰
	۱۹۷۵/۱۱/۲۹	۱۹۷۶/۰۳/۱۴
	۱۹۷۶/۱۲/۱۸	۱۹۷۷/۰۲/۱۸
	۱۹۷۷/۱۲/۰۸	۱۹۷۸/۰۲/۱۴
	۱۹۷۸/۱۱/۱۰	۱۹۷۹/۰۳/۰۸
	۹۷۹/۱۲/۱۷	۱۹۸۰/۰۳/۰۹
	۱۹۸۰/۱۲/۱۰	۱۹۸۱/۰۳/۰۵
	۱۹۸۲/۰۱/۱۰	۱۹۸۲/۰۳/۰۹
	۱۹۸۲/۱۱/۰۸	۱۹۸۳/۰۳/۰۴
	۱۹۸۳/۱۲/۱۳	۱۹۸۴/۰۲/۲۹
	۱۹۸۴/۱۱/۳۰	۱۹۸۵/۰۳/۱۶
	۱۹۸۵/۱۲/۰۲	۱۹۸۶/۰۲/۲۱
	۱۹۸۶/۱۱/۲۰	۱۹۸۷/۰۲/۱۶
	۱۹۸۷/۱۱/۲۸	۱۹۸۸/۰۲/۲۲
	۱۹۸۸/۱۲/۱۶	۱۹۸۹/۰۳/۰۱
	۱۹۸۹/۱۲/۰۲	۱۹۹۰/۰۲/۲۸
AVERAGE	۲۰۱۷/۱۲/۰۴	۲۰۱۷/۰۳/۰۲
STDEV.S	۱۴,۰	۹,۷
SE	۳,۲	۲,۲
Limit-	۲۰۱۷/۱۱/۲۸	۲۰۱۷/۰۲/۲۶
Limit+	۲۰۱۷/۱۲/۱۱	۲۰۱۷/۰۳/۰۶

از آن‌جا که فصل تابستان در تقویم میلادی تماماً در یک سال قرار گرفته و در صورت آغاز زود هنگام و یا پایان دیر هنگام خود در فصل‌های بهار و پاییز همان سال قرار می‌گیرد، تاریخ آغاز و پایان فصل تابستان از سال ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۰ استخراج شد تا همانند فصل زمستان نوزده ساله باشد.

تمامی مراحل ذکر شده برای بیست سال دوم ایستگاه ها نیز اجرا شد و نتایج برای مقایسه نهایی و نیز استفاده در مدل ریمن مشخص شدند. مدل ریمن که از طریق نرم افزار ریمن قابل اجر است، شامل سه شاخص PMV

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

(متوسط نظرسنجی پیش بینی شده) PET (دمای معادل فیزیولوژیکی) وSET(دمای موثر استاندارد) است که از مهمترین شاخص‌های دما - فیزیولوژی محسوب می‌شوند و در مطالعات مربوط به تعیین زمان مناسب برای توسعه توریسم کاربرد وسیعی دارند. از آنجا که محاسبه معادلات مربوط به این مدل پیچیده و وقت‌گیر است، برای بدست آوردن شاخص‌های مورد نظر، بعد از اینکه بازسازی‌ها و آزمون‌های لازم بر روی پارامترهای اقلیمی انجام شد این داده‌ها به عنوان ورودی‌های مدل ریمن وارد نرم‌افزار شدند. در ادامه خروجی‌های مربوط به سه شاخص PET,PMV وSET جداگانه مورد بررسی قرارگرفت. بر طبق جداول (۳ و ۴)، میانگین، حد بالا و حد پایین برای زمان آغاز و پایان فصل‌های زمستان و تابستان استخراج شد. در این مرحله برای آزمودن درستی تاریخ‌های فوق از مدل ریمن استفاده شد. بدین ترتیب که میانگین درازمدت؛ دمای هوا، رطوبت نسبی، فشار بخار آب، سرعت باد و میزان ابرناکی آسمان، طی ۱۹ سال مورد مطالعه، محاسبه گردید و با استفاده از مدل ریمن مقادیر شاخص‌هایSET، PET وPMV برای تاریخ‌های مشخص شده در مرحله قبل تعیین گردید. پس از آن نتایج به دست آمده بر طبق استانداردهای جداول(۴ و ۵)مورد بررسی قرار گرفت. طبیعتاً شاخص‌های آسایش دمایی برای تاریخ آغاز و پایان فصل زمستان می‌بایست حاکی از تنش‌های سرمایی و در تاریخ‌های آغاز و پایان فصل تابستان، نشان دهنده تنش‌های گرمایی باشد.

جدول(۴). مقادیر آستانه شاخص های PET و PMV در درجات مختلف حساسیت انسان

درجه تنش فیزیولوژیک	حساسیت حرارتی	PET	PMV	رنگ مشخصه
تنش سرمای بسیار شدید	خیلی سرد	۴<	-۳,۵<	----
تنش سرمای شدید	سرد	۴	-۳,۵	---
تنش سرمای متوسط	خنک	۸	-۲,۵	--
تنش سرمای اندک	کمی خنک	۱۳	-۱,۵	-
بدون تنش سرما	راحت	۱۸	-۰,۵	0
تنش گرمای اندک	کمی گرم	۲۳	۰,۵	+
تنش گرمای متوسط	گرم	۲۹	۱,۵	++
تنش گرمای شدید	خیلی گرم	۳۵	۲,۵	+++
تنش گرمای بسیار شدید	داغ	۴۱	۳,۵	++++

جدول(۵). مقادیر آستانه شاخص SET در درجات مختلف حساسیت انسان

ضریب آسایش	SET	رنگ مشخصه
فوق العاده گرم	بیشتر از ۳۰	
شرجی	۳۰-۰۲۷,۵	
خیلی گرم	۲۷,۵-۲۵,۶	
گرم	۲۵,۶-۲۲,۲	
آسایش	۲۲,۲-۱۷,۸	
خنک	۱۷,۸-۱۵,۵	
خیلی خنک	۱۵,۵-۱,۶۷	
سرد	۱,۶۷-(-۱۰)	
خیلی سرد	-۱۰-(-۲۰)	
فوق العاده سرد	کمتر از ۲۰-	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

یک نمونه از جداول مربوط به محاسبه مقادیر PMV , PET و SET و مقایسه آن‌ها با مقادیر آستانه این شاخص‌ها در زیر آمده است. همان‌طور که مشاهده می شود این محاسبات برای تاریخ های مربوط به آغاز و پایان فصل زمستان در ایستگاه ارومیه است که به سهولت هماهنگی یا عدم هماهنگی این تاریخ ها را با نتایج مورد انتظار نشان می دهد جدول(۶).

جدول(۶). شاخص های آسایش دمایی برای تاریخ آغاز و پایان فصل زمستان در ایستگاه ارومیه

Start date	PMV	PET	SET	PMV	PET	SET
۱۹۷۱/۱۱/۲۸	-۲,۶	۸,۵	۱۰	--	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۱/۲۹	-۳,۳	۵,۲	۶	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۱/۳۰	-۳,۵	۴,۵	۵,۲	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۱	-۳,۵	۴,۵	۵,۲	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۲	-۳,۵	۴,۵	۵,۲	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۳	-۳,۸	۳	۳,۴	----	----	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۴	-۲,۲	۶,۶	۹,۹	-	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۵	-۳,۷	۳,۴	۳,۹	----	----	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۶	-۴,۱	۲,۶	۲,۳	----	----	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۷	-۳,۶	۴,۱	۴,۶	----	----	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۸	-۳,۴	۴,۴	۵,۱	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۰۹	-۳,۴	۴,۴	۵,۱	---	--	خ خنک
۱۹۷۱/۱۲/۱۰	-۳,۸	۳	۳,۴	----	----	خ خنک
Finish date	PMV	PET	SET	PMV	PET	SET
۱۹۷۱/۰۲/۲۶	-۱,۹	۶,۱	۸,۵	-	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۲/۲۷	-۳,۴	۵,۱	۷,۱	--	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۲/۲۸	-۱,۸	۶,۴	۸,۸	-	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۱	-۳,۳	۶	۷,۴	--	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۲	-۳,۲	۶,۶	۸,۲	--	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۳	-۱,۶	۷,۷	۱۰	-	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۴	-۳,۲	۶,۸	۸,۵	--	--	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۵	-۱,۵	۸,۱	۱۰,۴	-	-	خ خنک
۱۹۷۱/۰۳/۰۶	-۳	۷,۴	۹,۴	--	--	خ خنک

پس از انجام مراحل فوق برای بیست سال اول و بیست سال دوم زمان آغاز و پایان فصل زمستان و تابستان در هر ایستگاه مشخص شد. از روی تاریخ آغاز و پایان زمستان و تابستان، تاریخ آغاز و پایان بهار و پاییز نیز تعیین شد. در نهایت با مقایسه بیست سال اول و دوم تغییرات در طول و شدت، کمیت و کیفیت فصول مشخص گردید.

نتایج

پس از استفاده از داده های کلاس بندی شده، خروجی های مربوط به هر ایستگاه شامل دو گروه از جداول می باشد. گروه اول که نشان دهنده زمان آغاز و پایان فصل های تابستان و زمستان است که با استفاده از آنها تاریخ آغاز و پایان بهار و پاییز نیز مشخص می شود. گروه دوم که نشان دهنده تطبیق یا عدم تطبیق این تاریخ ها با شاخص های دما – فیزیولوژیک است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

جدول(۷). تغییرات کمی ایستگاه ها در دوره دوم (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰) نسبت به دوره اول (۱۹۷۱ تا ۱۹۹۰)

ردیف	عنوان ایستگاه	میزان جابه‌جایی	ردیف	عنوان ایستگاه	میزان جابه‌جایی
۱	آبادان	۳	۱۹	ارومیه	۴۲
۲	تربت حیدریه	۷	۲۰	سمنان	۴۳
۳	اصفهان	۱۲	۲۱	تهران	۴۴
۴	شیراز	۱۲	۲۲	همدان	۴۶
۵	فسا	۱۴	۲۳	گرگان	۴۷
۶	کرمان	۱۵	۲۴	بم	۴۷
۷	خوی	۱۵	۲۵	رشت	۵۳
۸	سنندج	۱۶	۲۶	خرم آباد	۵۴
۹	اهواز	۱۶	۲۷	مشهد	۵۴
۱۰	زابل	۱۸	۲۸	کاشان	۵۵
۱۱	یزد	۲۰	۲۹	قزوین	۵۹
۱۲	شاهرود	۲۰	۳۰	سبزوار	۶۰
۱۳	اراک	۲۳	۳۱	بیرجند	۶۰
۱۴	شهرکرد	۲۷	۳۲	زاهدان	۶۰
۱۵	کرمانشاه	۳۱	۳۳	بندرعباس	۷۴
۱۶	رامسر	۳۳	۳۴	زنجان	۸۶
۱۷	تبریز	۳۹	۳۵	بابلسر	۸۸
۱۸	سقز	۴۱	۳۶	بندرلنگه	۹۴

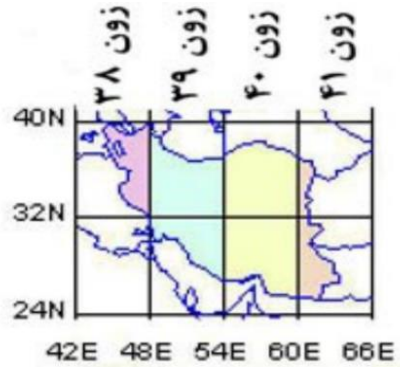
در جدول(۷) تمامی ایستگاه ها بر اساس میزان تغییرات کمی که در آن‌ها به وقوع پیوسته، از کم به زیاد مرتب شده‌اند در این میان ایستگاه آبادان با ۳ روز و ایستگاه بندر لنگه با ۹۴ روز جابه‌جایی به ترتیب کمترین و بیشترین تغییرات را شاهد بوده‌اند. با توجه به دامنه تغییرات موجود، ایستگاه‌هایی که ۱۴ تا ۱۶ روز جابه‌جایی را تجربه کرده‌اند جزو ایستگاه‌های با جابه‌جایی ناچیز در نظر گرفته شدند.

طبق شکل(۴) ایستگاه‌هایی که در عرض‌های بالاتر از ۳۲ درجه هستند در نیمه شمالی کشور و ایستگاه‌های با عرض جغرافیایی کمتر از ۳۲ در نیمه جنوبی کشور قرار می‌گیرند. با توجه به مطالب فوق، ۴۵ درصد ایستگاه‌های جنوبی جزو گروهی هستندکه تغییرات ناچیزی را تجربه کرده‌اند این در حالی که تنها ۱۶٪ ایستگاه‌های نیمه شمالی جزو گروه تغییرات ناچیز قرار دارند. با توجه به تغییرات بیشتر در نیمه شمالی کشور و نیز با در نظر گرفتن این موضوع که نواحی کشاورزی عمده ایران در نیمه شمالی آن قرار دارد، شایسته است تا برنامه‌ریزی جدیدی در ارتباط با زمان و دوره کشت محصولات و نیز امکان کشت محصولات جایگزین در این نواحی صورت گیرد. شکل(۵) نیز نشان می‌دهد که بیشترین میزان جابه‌جایی در ایستگاه‌ها مربوط به فصل گرم است. فصول انتقالی در رتبه دوم و فصل سرد در رتبه سوم جای دارند بنابراین و با در نظر گرفتن تغییرات ایجاد شده در فصول گرم و انتقالی می‌توان برنامه ریزی دقیق تری با استفاده از جابجایی ساعات کار ادارات و دستگاه های دولتی، بانک ها، شهرداری ها و سایر مؤسسات عمومی غیردولتی به منظور مدیریت بهینه مصرف انرژی انجام داد.

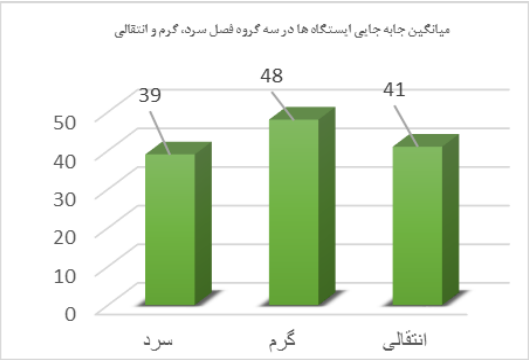
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

۹۱=۳-۹۴ دامنه تغییرات ۹۱ =۱۰۰٪ روز ۱۴=۱۵٪ روز



شکل(۴). نقشه طول و عرض جغرافیایی ایران



شکل(۵). میانگین جابه جایی ایستگاه ها در سه گروه فصل سرد، گرم و انتقالی

پس از انجام بررسی‌ها و تحلیل نتایج، مشاهده شدکه در تمامی سی و شش ایستگاه مورد مطالعه تغییرات در فصول طبیعی از ناچیز تا چشم‌گیر رخ داده است. فصول طبیعی در ایران با فصول اقلیمی تطابق ندارد و تغییرات اقلیمی بویژه تغییر دما طی دهه‌های اخیر باعث جابه‌جایی و کوتاه و بلند شدن فصل‌ها شده است. با وجود اینکه آغاز و پایان فصل‌ها به طور کلی با تاریخ‌های تقویمی آنها مطابقت ندارد، اما عمده روزهای این فصل‌ها در دوره‌های تقویمی آن رخ می‌دهند. تغییرات رخ داده تنها بر روی طول فصول تاثیر نداشته و این جابه‌جایی‌ها باعث تغییر در کیفیت فصول اقلیمی نیز شده است. به طور مثال با چند درجه افزایش دما در بعضی از ایستگاه‌ها ما شاهد اضافه شدن روزهای ابتدایی فصل تابستان به انتهای دوره بهار و در نتیجه طولانی‌تر و گرمتر شدن فصل بهار هستیم. ویا بالعکس. با توجه به مطالب بیان شده در بالا، تغییرات ایجاد شده در هر فصل و عدم تطبیق فصول اقلیمی و تقویمی در کشور به اندازه‌ای است که در خور ایجاد تقویم گردشگری نوینی به تفکیک هر استان می‌باشد. تقویمی که بنابر نوع فعالیت مطلوب برای گردشگران بازه‌های زمانی مشخصی را در اختیار کاربر قرار دهد. توجه به این تغییرات گامی در جهت رضایت از سفر و در نتیجه پیشرفت صنعت گردشگری کشور خواهد بود.

نتیجه گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات و جابه جایی های احتمالی در فصول اقلیمی ایران با توجه به تغییر اقلیم انجام گرفت. اولین یافته پژوهش نشان داد که تغییرات رخ داده در کمیت و کیفیت فصول اقلیمی ایران هماهنگ با گرمایش جهانی است و این موضوع لزوم برنامه ریزی‌های جدید در زمینه با صنایع و فعالیت‌های مرتبط با اقلیم را ایجاب می‌کند. هماهنگی با اقلیم نواحی و مناطق مختلف کشور، شرایط را برای صرفه‌جویی و استفاده بهینه از منابع طبیعی و انسانی فراهم می‌آورد. با توجه به یافته های تحقیق و با تطبیق دادن جداول مربوط به زمان آغاز، پایان و طول فصول با جداول مربوط به شاخص های آسایش دمایی این نتایج مشخص شدکه تاریخ های بدست آمده برای آغاز و پایان فصول طبیعی با شاخص های آسایش دمایی مطابقت دارند و با مقایسه دو سری زمانی بیست ساله در دو دوره مشخص شده، شاهد تغییرات اساسی در طول و شدت –کمیت و کیفیت- این

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

فصول هستیم. اگرچه آغاز و پایان هیچکدام از فصلهای طبیعی به طور کلی با تاریخ های تقویمی آنها مطابقت ندارد اما عمده روزهای این فصل ها در فواصل تقویمی آن رخ می دهند. همچنین مششخص شد که مهمترین تغییرات کمی در فصل گرم رخ داده است. فصول انتقالی و فصل سرد در رتبه های بعدی قرار دارند. با وجود اینکه مهمترین تغییرات کمی در فصل گرم رخ داده اما تعداد ایستگاه های که دچار جابه جایی در فصل گرم خود شده اند نسبت به فصل سرد و فصول انتقالی کمتر هستند و ایستگاه های نیمه شمالی کشور نسبت به ایستگاه های جنوبی دچار جابه جایی و تغییرات بیشتری شده اند. علاوه بر این افزایش دمای رخ داده در تمامی فصل ها بصورت یکنواخت در طول دوره فصل بوده است. نتایج نشان داد که تغییرات اقلیمی باعث تغییر در کمیت و کیفیت فصول طبیعی شده است. این تغییر اگرچه در نیمه شمالی نسبت به نیمه جنوبی یا در هر ایستگاه نسبت به ایستگاه دیگر تفاوت-هایی دارد اما آنچه که مهم می نماید رخ دادن این تغییرات است. حال که این تغییرات رخ داده جا دارد تا به مطالعه دوباره در زمینه با فعالیت هایی که بطور مستقیم با اقلیم در ارتباط اند پرداخته شود.

منابع

باهک، بتول. (۱۳۹۲). **بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من-کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان)**، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۳۹: ۷۲-۶۵.

حجازی زاده، زهرا و نادر پروین. (۱۳۸۸). **بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر**، جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، پیش شماره، ۵۶-۴۳.

حیدری، حسن و بهلول علیجانی (۱۳۷۸). **طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره.** فصلنامه پژوهش های جغرافیایی، ۳۷: ۸۴-۵۷.

راوند انوشیروان، خالدی شهریار، حسن‌آبادی داود. (۱۴۰۰). **پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر روی اقلیم‌آسایش شهر میانه با استفاده از مدل اقلیمی(SDSM)**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۲۱ (۶۳):۲۷۰-۲۵۱.

ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۴). **بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۲۰(۱). ۹۰-۱۰۶.

ذوالفقاری، حسن؛ جعفر، معصوم پور سماکوش؛ آذر، جلیلیان و امان ا...، فتح نیا (۱۳۹۲). **تعیین الگوهای سینوپتیک و توده های هوای موثر بر فصول اقلیمی غرب ایران**، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱: ۵۳-۷۰.

رضایی، پرویز؛ محمود، روشنی و مهناز، محمدی مقدم (۱۳۹۴). **تعیین فصول طبیعی جنوب دریای خزر به روش آماری چند متغیره (مطالعه موردی استان گیلان)**، فضای جغرافیایی، ۵۰: ۱۶۵-۱۸۲.

عطایی، هوشمند و حسنا، رحیمی پاطاق (۱۳۹۴). **پهنه‌بندی دمایی آغاز و خاتمه فصول استان کردستان با استفاده از روش‌های نوین آماری**، کنفرانس بین المللی در معماری، شهرسازی، مهندسی عمران، هنر، محیط زیست.

علیجانی، بهلول (۱۳۷۶). **تعیین فصول طبیعی ایران**، پژوهش های جغرافیایی، ۳۵ :۳۳-۲۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]

کریمی، صادق (۱۳۹۷). **تعیین آغاز و پایان فصول دمایی با رویکرد دقیق سازی فصول طبیعی (مطالعهٔ موردی: نواحی مختلف استان کرمان)**. مخاطرات محیط طبیعی، ۷(۱۸)، ۱۴۷-۱۶۸.

گندمکار، امیر (۱۳۸۶). **شناسایی فصول اقلیمی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (مطالعه موردی: شهر اصفهان)**، فصلنامه سپهر، ۱۶: ۶۴-۶۲.

نظری پور، حمید و رشید، سعید آبادی (۱۳۹۱). **تعیین فصول اقلیمی زاهدان با روش تحلیل خوشه ای**، جغرافیا و توسعه، ۲۶: ۹۷-۸۷.

Liang Chen, Yongyi Wen, Lang Zhang, Wei-Ning Xiang, (2015). **Studies of thermal comfort and space use in an urban park square in cool and cold seasons in Shanghai.** Building and Environment, 94,644-653.

Philip, A., (2008). **Comparison of principal component and cluster analysis for classifying circulation pattern sequences for the European domain**, Theor Appl. climatological. No.96, pp.31-41.

Ruosteenoja K, Markkanen T, Räisänen J., (2020). **Thermal seasons in northern Europe in projected future climate**. Int J Climatol. 2020; 40:4444–4462. https:// doi. Org/10. 1002/joc.6466 4462 RUOSTEENOJA ET AL.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.1]