Journal of the Nivar Vol. 46, No. 1-13, Autumn and Winter 2022, P. 1-13

Homepage: https://nivar.irimo.ir (Research Article)

Statistical Analysis of Snow Cover Characteristics in the Middle Zagros Region

SeidyShahivandi, M.[1]✉ | Omidvar, K.[2]

1.**Corresponding Author**, Phd in Climatology, Secretary of Geography, Tehran, Iran. E-mail: m.shahivand@yahoo.com

2. Professor of Climatology, University of Yazd, yazd, Iran. E-mail: komidvar@yazd.ac.ir

(Received: 7 Mar 2022, Revised: 18 Sep 2022, Accepted: 13 Nov 2022, Published online: 13 Nov 2022)

Abstract

One of the most important forms of precipitation in the hydrological cycle of mountainous regions is snow. In this research, after collecting statistics and information related to days with snow during the statistical period (1989-2018) in stations located in the three provinces of Kermanshah, Ilam and Lorestan. Also, the time distribution and frequency of snowy days and their change process were discussed monthly and annually, In order to reveal the trend of annual changes in snowy days, Man-Kendall trend determination tests and Sen's slope estimator were investigated. These tests were carried out for the 30-year time series examined on an annual and monthly scale. The results snow days trend in Middle Zagros showed that the snow days have changed during the statistical period of the study, that the highest and lowest changes correspond to the highest and lowest frequency of snowy days in the studied region, In fact, the southeastern and northeastern regions of the region, which had the highest number of snowy days, have also had the greatest changes. In general, based on the results of the investigation of the trend of snow days in the Middle Zagros, it can be stated that the number of snow days in the study area has a decreasing trend, and this decreasing trend in some stations and some series (months of January and series annually), has become significant at the 95% confidence level. Based on the Sen's slope estimator method, the changes of snow days in the region are noticeable and significant.

Keywords: Middle Zagros, Statistical Analysis, Snow Cover, Characteristics.

Cite this article: SeidyShahivandi, M., Omidvar, K. (2022). Statistical Analysis of Snow Cover Characteristics in the Middle Zagros Region.Nivar, Vol. 46, No. 118-119. 1-13. DOI: 10.30467/nivar.2022.332572.1214

Publisher: Iran Meteorological Organization

DOI: http//doi.org/ 10.30467/nivar.2022.332572.1214

Print ISSN: 1735-0565

Online ISSN: 2645-3347

نیوار
دوره ۴۶، شماره ۱۱۸- ۱۱۹، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۱- ۱۳
نشانی اینترنتی مجله: https://nivar.irimo.ir
(مقاله پژوهشی)

تحلیل آماری ویژگی‌های پوشش برفی در منطقه زاگرس میانی

مسلم صیدی شاهیوندی[۱] ✉ | **کمال امیدوار**[۲]

۱. **نویسنده مسئول**، دکتری آب و هواشناسی، دبیر جغرافیا، تهران، ایران. رایانامه: m.shahivand@yahoo.com
۲. استاد آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.رایانامه:komidvar@yazd.ac.ir

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲، انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲)

چکیده

یکی از شکل‌های مهم بارش در چرخه آب شناسی مناطق کوهستانی برف است، که دارای نقش مهمی در تأمین منابع آب کشاورزی و آشامیدنی به شکل جریان‌های کمینه در فصول کم آبی و جریان‌های تأخیری در فصول پرآبی و تولید انرژی است. به دلیل کوهستانی بودن منطقه زاگرس میانی و همچنین سیل‌خیز بودن منطقه به جهت بارندگی همراه با رواناب‌های ناشی از ذوب فصلی برف مطالعه آماری پوشش برف در این منطقه اهمیت پیدا می‌کند. در این پژوهش پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات مربوط به روزهای همراه با برف در طول دوره آماری (۱۹۸۹-۲۰۱۸) در ایستگاه‌های واقع در سطح سه استان کرمانشاه، ایلام و لرستان به بررسی روند روزهای برفی با استفاده از روش های تحلیل آماری و نیز توزیع زمانی و فراوانی روزهای برفی و روند تغییرات آن‌ها به تفکیک ماهانه و سالانه پرداخته شد، به منظور آشکارسازی روند تغییرات سالانه روزهای برفی، آزمون‌های تعیین روند من- کندال و تخمینگر شیب سن مورد بررسی قرار گرفت. این آزمون‌ها برای سری زمانی ۳۰ ساله مورد بررسی در مقیاس سالانه و ماهانه برای ایستگاه‌های همدیدی دارای سری زمانی پیوسته صورت گرفت، به شکلی که به‌طور آماری تغییرات پارامترهای ذکر شده در مقیاس سالانه و ماهانه بررسی شود. نتایج حاصل از تحلیل روند روزهای برفی به صورت ماهانه و سالانه در زاگرس میانی نشان داد، روزهای برفی در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه تغییر کرده است که بیشترین و کمترین تغییرات با بیشترین و کمترین فراوانی روزهای برفی در سطح منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد، در واقع نواحی جنوب شرقی و شمال شرقی منطقه که دارای بیشترین فراوانی روزهای برفی بوده‌اند بیشترین تغییرات را نیز داشته‌اند. در مجموع بر اساس نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات روزهای برفی در زاگرس میانی می‌توان اظهار داشت که روزهای برفی در منطقه مورد مطالعه دارای روند کاهشی است که این روند کاهشی در برخی ایستگاه‌ها و برخی سری‌ها (ماه ژانویه و سری سالانه)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شده است. بر اساس روش تخمین‌گر شیب سن نیز تغییرات روزهای برفی در سطح منطقه محسوس و قابل توجه است.

کلمات کلیدی: زاگرس میانی، تحلیل آماری، پوشش برفی، ویژگی.

۱. مقدمه

سطح پوشش برف تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارد .حدود یک سوم آب مورد نیاز بخش کشاورزی در سرتاسر جهان از آب معادل برف تأمین می شود. سطوح برفی به علت ظرفیت گرمای بالای برف، سبب محافظت سطح خاک در برابر اثرات جو و کاهش فرآیند گرم شدن در فصل بهار می‌گردند، بنابراین برف با تحت تأثیر قرار دادن جذب انرژی نقش مهمی در مدل‌های گردشی جو در مقیاس بزرگ- اقلیم و ریزاقلیم دارد. مهمترین متغیرها در فرآیند تبادل گرما و رطوبت بین زمین و نیوار، رطوبت خاک و پوشش برف هستند.کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک جهانی دارای کمبود منابع آب است، این مشکل از گذشته دور نیز وجود داشته است، ولی امروزه با فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، رشد و افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و تقاضا برای آب، این کمبود بیش از پیش احساس می‌شود. بعلاوه برف یکی از فاکتورهای مهم کنترل‌کننده هیدرواقلیم هر ناحیه

استناد: صیدی شاهیوندی، مسلم؛ امیدوار، کمال (۱۴۰۰). تحلیل آماری ویژگی‌های پوشش برفی در منطقه زاگرس میانی. مجله نیوار، دوره ۴۶، شماره ۱۱۸-۱۱۹، ۱-
DOI:http//doi.org/ 10.30467/nivar.2022.332572.1214.۱۳

ناشر: سازمان هواشناسی کشور.
DOI: http//doi.org/ 10.30467/nivar.2022.332572.1214

جغرافیایی می‌باشد. در یک دید جهانی از نظر هواشناسان و اقلیم شناسان، پایش برف به دلیل تأثیر خصوصیات فیزیکی درون برف بر تغییرات روزانه و نیز تغییرات بلندمدت اقلیمی یک ضرورت است. پوشش برف اثرات قابل توجهی در آب و هوا، مانند اثر انرژی تابشی منطقه و گردش جوی و حرارتی دارد و هرگونه تغییردر اقلیم ممکن است موجب تغییر زمان، میزان و توزیع برف در درازمدت شود و عواقب زیست محیطی و اقتصادی به دنبال داشته باشد. زمستان سرد و بارانی و برفی از ویژگی های اقلیم کوهستانی منطقه زاگرس میانی ایران است، که دروازه ورود توده های هوای مختلف مرطوب از مدیترانه و اروپای شرقی به ایران است. با این ویژگی و کوهستانی بودن منطقه شاهد دماهای پایین و بارش برف در نواحی کوهستانی این منطقه می‌باشد. مطالعات متعددی اهمیت اندازه‌گیری دقیق خصوصیات برف و یخ را به دلیل اینکه به اقلیم زمین و تغییرات اقلیمی مرتبط می‌باشد نشان داده‌اند. لنینگ و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعات خود با بررسی روند تغییرات بارش برف در سال‌های مختلف در کشور چین بوسیله مدل های مربوط به ارزیابی پوشش برف به این نتیجه رسیدند که تغییرات معنی‌داری در میزان بارش برف در دهه‌های اخیر در این کشور اتفاق افتاده است و در مناطق برف‌گیر این کشور در سطح پوشش برف کاهش معنی‌داری مشاهده می‌شود. میلر و همکاران (۲۰۰۳) در اکثر پروژه‌های خود در کالیفرنیا نشان دادند که افزایش چرخه هیدرولوژی با افزایش دی‌اکسیدکربن زیاد می‌شود و تراز سطح یخبندان کوهستانی با افزایش دما بالا می‌رود و بیشتر بارشی که امروزبه صورت برف در ارتفاعات می‌بارد در آینده به شکل باران خواهد بارید و آب ذخایر برف به تدریج در بهار و تابستان جاری می‌شود. بنابراین افزایش قابل ملاحظه دما در فصل سرد علت کاهش بارش برف خواهد بود و این مسأله سبب جاری شدن سیلاب‌های بیشتری خواهد شد. این تغییرات همراه با رویدادهای بارش سنگین تر و شیب زیاد کوهستان می‌تواند منجر به افزایش فراوانی سیلاب در آینده شود. لاترنسر و همکاران (۲۰۰۳) ریزش برف را در کوه‌های آلپ فرانسه در دوره آماری (۲۰۰۳-۱۹۸۵) بررسی کرده است. تحقیقات نشان داد که از دهه ۹۰ به بعد میانگین دما حدود ۲/۵ درجه سانتی گراد افزایش و فراوانی ریزش برف نیز در آن منطقه کاهش یافته است. لنسر و همکاران(۲۰۰۳) در مطالعات خود در بخش آلپ سویس با بررسی روند تغییرات بارش برف به این نتیجه رسیدند که در دهه‌های اخیر در مناطق مرتفع این کشور تعداد روزهای برفی دارای روند کاهشی خواهد بود.زاگرس‌میانی به خاطر شرایط توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی آن یکی از مناطق برف‌خیز کشور بوده و تواتر برف‌های سنگین ثبت شده در این منطقه گویای این مسأله است. لذا با توجه به اهمیت موضوع و منطقه مورد مطالعه در این پژوهشبه تحلیل آماری ویژگی‌های پوشش برفی در منطقه زاگرس میانی پرداخته شد.بدین ترتیب، در بخش تحلیل آماری به مطالعه زمانی و فراوانی روزهای برفی و روند تغییرات آن‌ها طی دوره ۳۰ ساله مورد بررسی (۲۰۱۸-۱۹۸۹) به تفکیک ماهانه، و سالانه، پرداخته شده است. اسچیرر و همکاران (۲۰۰۴)روند روزهای برفی کوهای آلپ سویس را در قرن بیستم با استفاده از مدل رگرسیون مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در اواخر قرن ۲۰ شمار روزهای برفی برای ایستگاه‌های زیر ۱۳۰۰ متر از سطح دریا کاهش یافته که این کاهش بیشتر در فصل بهار و همزمان با افزایش معنی‌دار دما در مقیاس محلی است، بنابراین کاهش پوشش برف بیشتر به افزایش دما نسبت داده شد.

پتکاو (۲۰۰۵)، ارتباط کاهش ارتفاع برف و تغییرات دمای سطحی در شمال حوضه دانوب در دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۳۱) در کشور بلغارستان را بررسی کرده است. او با استفاده از آزمون من-کندال نشان داد که کاهش ارتفاع برف منطقه مورد نظر با افزایش قابل توجه دمای سطحی ایستگاه‌های منطقه سرد همراه است. اسچیرر (۲۰۰۶) در مطالعات خود تغییرات بارش برف در منطقه آلپ سویس را بوسیله تحلیل های آماری چند متغیره بررسی کردند. نتایج این مطالعات نشان داد که احتمال بارش برف با کاهش ارتفاع به میزان ۵۰۰ متر ۷/۹ درصد کاهش می‌یابد.فنگو همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعات خود تغییرات بارش برف را در ایالات متحده آمریکا بررسی کردند، نتایج این تحقیق نشان داد که در شمال غرب آمریکا بارش برف نسبتا کم تر شده و در مقابل باران جایگزین آن شده است.

هندریکس و همکاران (۲۰۱۲)، در ارزیابی کمی اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر برف فصلی نیوزیلند در مقیاس محلی و خرد به این نتیجه رسیدند که هر چند ارتفاع یک عامل مهم در تعیین تأثیر بالقوه تغییرات آب‌وهوا در برف فصلی است، اما اقلیم محلی هر مکان نیز نقش مهمی ایفا می‌کند، همچنین پیش بینی کردند، که شمار روزهای برفی از ۲۲۹ روز در دهه ۱۹۹۰ به ۱۷۶ روز در دهه ۲۰۴۰ و ۹۰ روز در دهه ۲۰۹۰ کاهش خواهد یافت. زرینیستاناک و همکاران (۲۰۱۵) روند تغییرات پوشش برف، دما و بارش ۵۰ ایستگاه بارش و ۳۹ ایستگاه دمای جنوب غربی ایران در فاصله زمانی پوشش برف برای یک دوره ۵۷ ساله(۲۰۰۷-۱۹۵۰)، با استفاده از رگرسیون خطی، آزمون ناپارامتری من کندال آشکارسازی نمودند، و سطح پوشش برف را با استفاده تصاویر ماهواره‌ای برای دوره ۱۹۸۷-۲۰۰۷ بررسی نمودند. نتایج این پژوهش روند افزایشی را برای دما در ابتدای دهه ۱۹۹۰ و روند کاهشی را برای بارندگی و سطح پوشش برف نشان داد.هانگ و همکاران (۲۰۱۷)، اثرات بارش برف و ارتفاع را بر پوشش برف در فلات تبت بررسی و دریافتند بارش برف در این نواحی در سطوح ارتفاعی پایینتر از ۲۰۰۰ متری روند افزایشی را نشان می‌دهد.قائمی و نوحی (۱۳۵۵) در کتاب "تجزیه و تحلیل آماری ریزش برف" مطالبی درباره دیدبانی‌های پوشش برف در سطح زمین در یک دوره ده ساله در ۲۱ ایستگاه کشور،به منظور پیش بینی ریزش برف و پارامترهایی نظیر دمای نقطه شبنم و رابطه بین دمای نقطه شبنم و برف را بررسی نمودند. عادلی (۱۳۸۴) در رساله خود با عنوان کلیماتولوژی و بارش برف در شمال غرب ایران با هدف توصیف آماری و گرافیکی مشاهدات، مطالعه توزیع آماری زمانی داده‌ها،مدلسازی مکانی بارش برف و تطبیق فراسنج های احتمالی با مقادیر بارش برف سالانه را انجام داد. نتایج تحقیق نشان داد که مقدار فراوانی بارش برف در ماه های ژانویه و دسامبر به حداکثر خود می رسد، به تدریج از مقدار آن کاسته می شود . امینی‌نیا (۱۳۸۹)، به منظور بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمالغرب ایران ، ازآمار روزانه دما و بارش ۱۰ ایستگاه همدیدی پربرف در محدوده مطالعاتی استفاده کرد، بارش برف سنگین در همه ایستگاه ها و در طول دوره آماری مشترک دارای نوسانات زیاد و دارای روند کاهشی بوده است. مزیدی و همکاران(۱۳۹۳)، تحلیل آماری از وضعیت روزهای برفی در ایستگاه شهرکرد با استفاده از تحلیل خوشه ای برای یک دوره ۲۷ ساله (۲۰۱۲-۱۹۸۶) را بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد که ماه های دی، بهمن و اسفند دارای بیشترین میزان ریزش برف و فراوانی روزهای برفی هستند. میرموسوی و همکاران(۱۳۹۳)، به بررسی تغییرات دراز مدت بارش های برف و میانگین دمای سالانه در شمالغرب ایران بر مبنای سری‌های زمانی و آزمونهای روند اسپیرمن ، من کندال و پیرسون پرداختند. نتایج حاصل از مقایسه بین بارش برفو روند تغییرات دما نشان داد با افزایش میانگین دمای سالانه، نسبت بارش برف به کل بارش سالانه دارای روند نزولی معنی‌داری می‌باشد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی تغییرات سطح پوشش برف در حوضه آبخیز زاینده رود را در فاصله زمانی بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ میلادی را محاسبه و تغییرات درصد پوشش برف ماه های مختلفی طی این دوره ۱۵ ساله مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان دهنده این موضوع است که بیشترین سطح پوشش برف این حوضه در ماه ژانویه مشاهده می‌شود. همچنین به منظور درک توزیع سالانه پوشش برف حوضه و یافتن روند تغییرات در ماه‌های مختلف دوره تجمع و ذوب برف شکل پراکندگی درصد پوشش برف در ماه های اکتبر تا می این بازه ۱۵ ساله ترسیم شد و تابع چند جمله‌ای با درجه شش و ضریب همبستگی ۹۶٪ بهترین برازش بین نقاط را نشان داد.اوجی و داودی (۱۳۹۴)، به بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند و تغییرپذیری بارش برف مطاله موردی(غرب میانی ایران) با استفاده از تغییرات سری زمانی (۱۹۵۶-۲۰۰۵)، تعداد روزهای برفی و بعضی عناصر مرتبط با آن پرداختند. دراین مطالعه با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال، روند سری‌های زمانی سالانه و ماهانه دوره سرد سال، در سطوح اطمینان ٪ ۹۵ و ٪ ۹۹ مورد ارزیابیقرار دادندنتایج حاکی از روند منفی معنی دار، کاهش تعداد روزهای برفی در ماههای مارس و نوامبر می‌باشد. در نتیجه، آنچه بطور مشخص در بارش و تعدادروزهای برفی به چشم می خورد کاهش دوره برفی است، که از هر دو طرف (یعنی شروع دوره برفی و پایان آن) به سمت دوره سرد جمع شده و از طرفی کاهش نسبی میزان بارش را در این دوره کوتاه

نشان داد که به نظر می‌رسد با روند صعودی دما همراه شده و ذوب سریعتر برف را به دنبال دارد. منتظری و فنایی (۱۳۹۷)، در تحقیقی به شناسایی قلمروهای برفی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای پرداختند، که در این تحقیق مشخص شد که ایستگاه‌های برفی ایران عمدتاً در سه خوشه اصلی شامل کوهستانی مرتفع، کوهستانی کم ارتفاغ و پایکوهی تقسیم‌بندی می‌شود.

در مجموع هدف از این پژوهش بررسی روند آماری ویژگی‌های پوشش برفدر زاگرس میانی بوسیله روش های آماری می‌باشد. هدفی که نتایج آن می تواند به منظور پیش بینی و برنامه‌ریزی منابع آب سطحی و زیرزمینی همچنین خشکسالی و جلوگیری از خسارت ناشی از سیل‌خیز بودن رودخانه های این منطقه که بخش عمده آن بخاطر ذوب برف در ارتفاعات این منطقه باشد کمک کند.

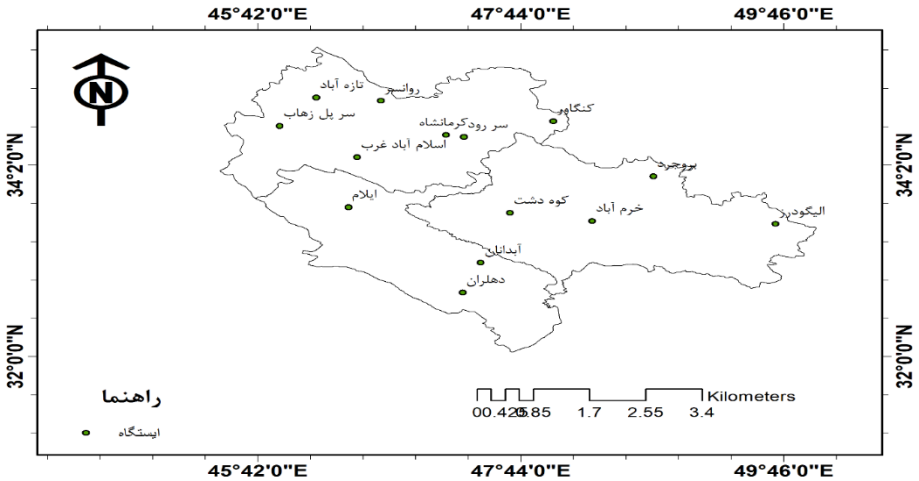
۲. مواد و روش‌ها

داده‌های ایستگاهی مورد استفاده شامل داده‌های روزهای همراه با برف ایستگاه‌های همدیدی واقع در منطقه مورد مطالعه (استان‌های ایلام، کرمانشاه و لرستان) است. آمار مذکور دوره بلندمدت (۱۹۸۹-۲۰۱۸) را در بر می‌گیرد. بعد از استخراج کدهای روزهای برفی(شامل کدهای ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵) مشخص شد در بین ایستگاه‌های موجود در سطح منطقه حدود ۱۴ ایستگاه دارای روزهای همراه با برف بوده‌اند که عبارتند از ایستگاه‌های الیگودرز، بروجرد، اسلام‌آبادغرب، ایلام، کنگاور، کرمانشاه، خرم‌آباد، روانسر، سرپل‌ذهاب، سرارود،تازه‌آباد، دهلران و کوهدشت. ایستگاه‌ها طوری انتخاب شدند که از نظر توزیع زمانی و مکانی دارای دوره آماری ۳۰ ساله باشند و کل زاگرس میانی را پوشش دهند. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی در شکل (۱) و مشخصات ایستگاه‌های مذکور نیز در جدول (۱) آورده شده است.

داده‌های مورد استفاده که مواد این پژوهش هستند، با توجه به اهداف پژوهش و روش‌های آماری مورد استفاده از جمله، آزمون‌های من -کندال و شیب سن مورد بررسی قرارمی‌گیرد.

۲-۱. آزمون ناپارامتری من-کندال

آزمون ناپارامتری من- کندال که توسط من در سال ۱۹۴۵ ارائه و سپس توسط کندال در سال ۱۹۷۰ تکمیل گردید، بر پایه مرتبه داده‌ها در یک سری زمانی استوار است. این آزمون برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها (عدم وجود روند) در مقابل وجود روند در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی و هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های تعیین روند، استفاده از مرتبه داده‌ها در سری زمانی بدون در نظر داشتن مقدار متغیرها می‌باشد که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می‌توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی نیز استفادهکرد و نیازی نیست که داده‌ها در قالب توزیع خاصی در آیند.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی

ردیف	استان	ایستگاه	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	ایلام	آبدانان	۹۲۰	۳۲/۹۹	۴۷/۴۲
۲	ایلام	دهلران	۲۳۲	۳۲/۶۸	۴۷/۲۸
۳	ایلام	ایلام	۱۳۳۷	۳۳/۵۸	۴۶/۳۹
۴	کرمانشاه	اسلام آباد غرب	۱۳۴۹	۳۴/۱۱	۴۶/۴۶
۵	کرمانشاه	کنگاور	۱۴۶۸	۳۴/۵	۴۷/۹۸
۶	کرمانشاه	کرمانشاه	۱۳۱۸/۵	۳۴/۳۵	۴۷/۱۵
۷	کرمانشاه	روانسر	۱۳۸۰	۳۴/۷۱	۴۶/۶۵
۸	کرمانشاه	سرود	۱۳۶۱/۷	۳۴/۳۳	۴۷/۲۹
۹	کرمانشاه	سر پل ذهاب	۵۴۵	۳۴/۴۵	۴۵/۸۶
۱۰	کرمانشاه	تازه آباد	۱۲۲۶	۳۴/۷۵	۴۶/۱۵
۱۱	لرستان	الیگودرز	۲۰۲۲/۱	۳۳/۴۰	۴۹/۷۰
۱۲	لرستان	بروجرد	۱۶۲۹	۳۳/۹۱	۴۸/۷۵
۱۳	لرستان	خرم آباد	۱۱۴۷/۸	۳۳/۴۳	۴۸/۲۸
۱۴	لرستان	کوهدشت	۱۱۹۷/۸	۳۳/۵۲	۴۷/۶۴

فرض موردبررسی در این آزمون به‌صورت زیر می‌باشد:

H_0: داده‌ها به‌صورت تصادفی توزیع شده‌اند (روند ندارند).

H_1: داده‌ها دارای روند هستند.

در این آزمون، اگر $x_1,x_2,\ldots,x_n$ مشاهدات موردنظر باشند، آنگاه داریم:

$$S=\sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n}\mathrm{sgn}\left(x_j-x_k\right) \qquad (۱)$$

که در آن x_j مقدار داده j ام و sgn تابع علامت می‌باشد که به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Sgn(xj-xk)=\begin{cases}+1 & if \quad (x_j-x_k)>0\\ 0 & if \quad (x_j-x_k)=0\\ -1 & if \quad (x_j-x_k)<0\end{cases} \qquad (۲)$$

در واقع در این آزمون هر داده با تمامی داده‌های پس از خود مقایسه می‌شود. در این مرحله می‌توان بجای استفاده از مقادیر اصلی داده‌ها، از مرتبه داده‌ها در مجموعه موردنظر (سری زمانی) استفاده کرده و مرتبه‌ها را به همین روش مقایسه نمود. به این دلیل، این آزمون یک آزمون برپایه مرتبه داده‌ها(Rank base)می‌باشد.

با فرض اینکه داده‌ها مستقل بوده و توزیع یکنواخت دارند، میانگین و واریانس S از روابط زیر بهدست می‌آید:

$$E(S)=0 \qquad (۳)$$

$$Var(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{m}t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \qquad (۴)$$

در رابطه بالا: n: تعداد داده‌ها، m: تعداد گره‌ها وt: تعداد داده در هر گره می‌باشد.

منظور از گره این است که اگر از یک مقدار داده، بیشتر از یکی وجود داشته باشد، این مقادیر مساوی، تشکیل یک گره را می‌دهند و تعداد این مقادیر مساوی در گرهm ام برابر t می‌باشد.

آماره این آزمون (Z) دارای توزیع نرمال بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Z=\begin{cases}\dfrac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S>0\\ 0 & if \quad S=0\\ \dfrac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S<0\end{cases} \qquad (۵)$$

این آزمون، یک آزمون دوطرفه است. بنابراین درصورتی‌که $|Z| \le Z_{1-\alpha/2}$باشد، در سطح معناداری α فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت، فرض صفر رد خواهد شد. در حالت رد فرض صفر (وجود روند)، درصورتی‌که$S>0$باشد، سری زمانی دارای روند مثبت (صعودی) و درصورتی‌که$S<0$ باشد، سری زمانی دارای روند منفی (نزولی) خواهد بود. اگر $|Z|>1.64$ در سطح معنی‌داری ۱۰ درصد، اگر $|Z|>1.96$ در سطح معنی‌داری ۵ درصد و اگر $|Z|>2.56$ در سطح معنی‌داری ۱ درصد فرض صفر (عدم وجود روند) رد می‌شود (کندال، ۱۹۷۵: ۲۷۲).

۲-۲. تخمین‌گر شیب سن

تخمین شیب‌خط روند ابتدا توسط تیل (۱۹۵۰) ارائه شد. سپس توسط سن (۱۹۶۸) برای تشخیص روند در یک سری زمانی بسط و گسترش داده شد. این روش یک روش ناپارامتری است که با استفاده از تحلیل تفاوت بین مشاهده‌های یک سری زمانی، یک شیب میانه را برای سری زمانی داده‌ها از رابطه (۶-۳) محاسبه می‌کند. در روش سن برای هر دو جفت داده متوالی یک شیب محاسبه می‌شود. شیب‌های محاسبه شده تشکیل یک سری زمانی می‌دهند که میانه آن‌ها شیب‌خط روند را نشان می‌دهد. در آزمون من- کندال شیب‌خط روند سری داده‌ها با روش تخمینگر سن از رابطه ناپارامتری زیر محاسبه می‌گردد.

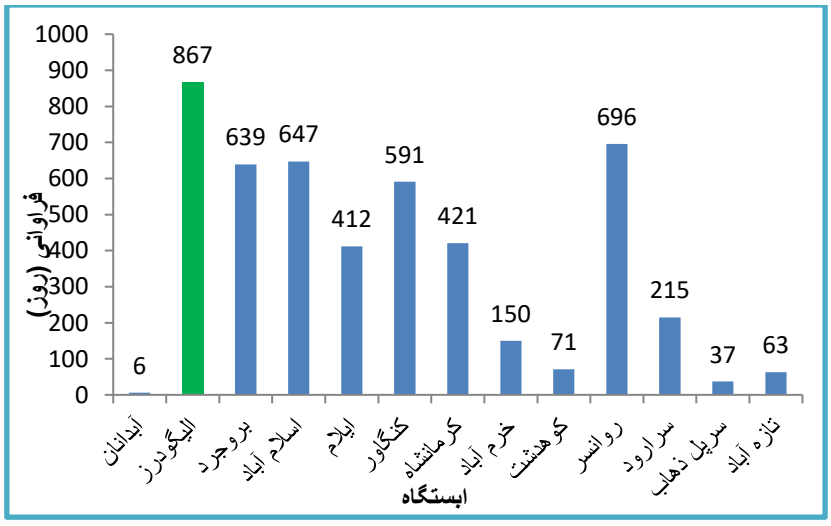
$$\boldsymbol{\beta = Median\left[\frac{X_j - X_i}{j-i}\right] (\forall j > i)} \qquad (۶)$$

که در آن $\boldsymbol{\beta}$ برآوردگر شیب‌خط روند، $\boldsymbol{X_j}$و$\boldsymbol{X_i}$ به ترتیب مقادیر مشاهداتی i ام و j ام می‌باشند و $\boldsymbol{j}$ یک واحد زمانی بعد از $\boldsymbol{i}$ می‌باشد. مقادیر مثبت و منفی$\boldsymbol{\beta}$نشان‌دهنده روند افزایشی و کاهشی در سری داده‌ها است (سن، ۱۹۶۸: ۱۳۸۲).

۳. بحث و نتایج

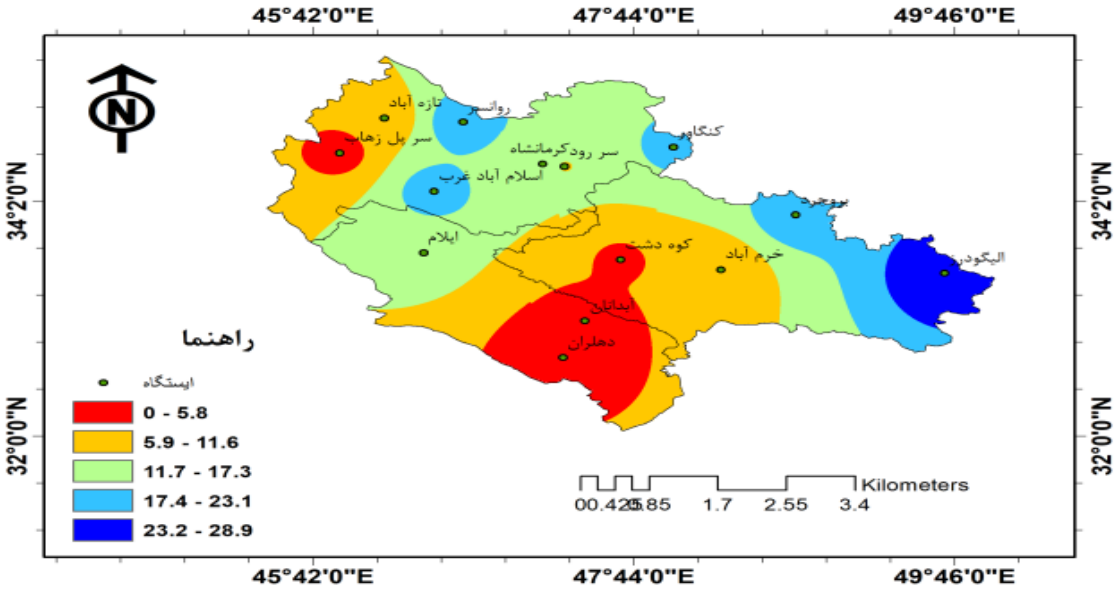
۳-۱. تحلیل آماری روزهای برفی

فراوانی روزهای همراه با برف دردوره آماری مورد مطالعه (۲۰۱۸-۱۹۸۹) در ایستگاه‌های مورد مطالعه در(شکل۲) مشخص شده است. باتوجه به نتایج حاصل بیشترین و کمترین فروانی روزهای برفی به ترتیب مربوط به ایستگاه الیگودرز با ۸۶۷ روز و ایستگاه آبدانان با ۶ روز برفی در طول دوره آماری مورد مطالعه است (شکل ۲).



شکل ۲. فراوانی روزهای برفی در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۲۰۱۸-۱۹۸۹)

توزیع مکانی متوسط روزهای برفی در پهنه مورد مطالعه نیز نشان می‌دهد که نواحی جنوب شرقی و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه از بیشترین روزهای برفی در سال برخوردارند و برعکس نواحی جنوب‌غربی و شمال‌غربی نیز کمترین تعداد روزهای همراه با برف را دارند(شکل۳).



شکل ۳. توزیع مکانی متوسط روزهای برفی در منطقه مورد مطالعه (۲۰۱۸- ۱۹۸۹)

۳-۲. روند تغییرات فراوانی روزهای برفی در منطقه مورد مطالعه

جهت آشکارسازی روند تغییرات سالانه فراوانی روزهای برفی، آزمون‌تعیین روند من- کندال و تخمینگر شیب سن مورد بررسی قرارگرفت. این آزمون برای سری زمانی ۳۰ ساله مورد بررسی (۱۹۸۹-۲۰۱۸) در مقیاس سالانه و ماهانه برای ایستگاه-های سینوپتیک دارای سری زمانی پیوسته صورت گرفت، به شکلی که به‌صورت آماری تغییرات پارامترهای ذکر شده در مقیاس سالانه بررسی شود؛ که نتایج حاصل از آن برای ماه‌ها و ایستگاه‌های دارای سری زمانی مناسب جهت آزمون در جداول (۲ تا ۵) آورده شده است. بر اساس نتایج در منطقه مورد مطالعه، ۴ ماه آذر تا اسفند (دسامبر ژانویه، فوریه و مارس) و ۸ ایستگاه از ۱۴ ایستگاه مورد مطالعه دارای سری زمانی مناسب جهت بررسی آزمون من کندال در طول دوره آماری مورد بررسی (۱۹۸۹-۲۰۱۸) هستند که در ادامه به تفکیک ماه به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود. بررسی روند روزهای برفی در ماه ژانویه نشان می‌دهد که روزهای برفی در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند کاهشی است ولی این روند کاهشی فقط در ایستگاه همدیدی روانسر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است ودر سایر ایستگاه از نوع نوسانات کوتاه مدت آب و هوایی است. ضرایب آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن برای ایستگاه مذکور نیز به ترتیب برابر با ۱/۹۶- و ۰/۲۵- است و بیشترین تغییرات شیب سن نیز مربوط به همین ایستگاه (روانسر) است(جدول۲).

تحلیل روند ماه فوریه نیز نشان می‌دهد که در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه روند کاهشی روزهای برفی وجود دارد. بیشترین و کمترین تغییرات کاهشی به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بروجرود و اسلام‌آبادغرب است با این وجود معنی‌داری روند کاهشی روزهای برفی در هیچکدام از ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه توسط آزمون من- کندال مورد تأیید قرار نگرفته است (جدول۳).

جدول ۲. تحلیل روند روزهای برفی ماه ژانویه در ایستگاه‌های مورد بررسی در دوره (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

ردیف	ایستگاه	من کندال	شیب سن	روند
۱	الیگودرز	-۱/۳۰	-۰/۲۰	کاهشی
۲	بروجرد	-۰/۶۲	-۰/۱۳	کاهشی
۳	اسلام آباد	-۱/۰۳	-۰/۱۳	کاهشی
۴	ایلام	-۱/۲۷	-۰/۱۴	کاهشی
۵	کنگاور	-۱/۶۹	-۰/۲۴	کاهشی
۶	کرمانشاه	-۱/۲۱	-۰/۱۳	کاهشی
۷	خرم آباد	-۱/۶۶	-۰/۰۷	کاهشی
۸	روانسر	-۱/۹۶	-۰/۲۵	* کاهشی

جدول ۳. تحلیل روند روزهای برفی ماه فوریه در ایستگاه‌های مورد بررسی در دوره (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

ردیف	ایستگاه	من کندال	شیب سن	روند
۱	الیگودرز	-۰/۹۸	-۰/۰۷۱	کاهشی
۲	بروجرد	-۱/۴۵	-۰/۱۲۵	کاهشی
۳	اسلام آباد	-۰/۶۶	-۰/۰۴۵	کاهشی
۴	ایلام	-۰/۶۸	۰/۰۰	کاهشی
۵	کنگاور	-۱/۰۰	-۰/۰۷۱	کاهشی
۶	کرمانشاه	-۱/۱۶	۰/۰۰	کاهشی
۷	خرم آباد	-۰/۶۸	۰/۰۰	کاهشی
۸	روانسر	-۰/۸۹	-۰/۰۹۱	کاهشی

روند تغییرات روزهای برفی در ماه مارس نیز بیانگر آن است که این پارامتر در همه ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی بوده است که بیشترین روند کاهشی نیز مربوط به ایستگاه الیگودرز با ضریب من- کندال و تخمین‌گر شیب سن به ترتیب برابر با ۱/۷۳- و ۰/۱۳- است. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهد که در هیچکدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه معنی‌داری روندهای مذکور مورد تأیید قرار نگرفته است و تغییرات حاصل از نوع نوسانات کوتاه‌مدت و تصادفی آب و هوایی می‌باشند (جدول ۴).

جدول ۴. تحلیل روند روزهای برفی ماه مارس در ایستگاه‌های مورد بررسی در دوره (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

ردیف	ایستگاه	من کندال	شیب سن	روند
۱	الیگودرز	-۱/۷۳	-۰/۱۳	کاهشی
۲	بروجرد	-۱/۳۹	۰/۰۰	کاهشی
۳	اسلام آباد	-۰/۴۵	۰/۰۰	کاهشی
۴	ایلام	-۱/۲۳	۰/۰۰	کاهشی
۵	کنگاور	۰/۰۰	۰/۰۰	کاهشی
۶	کرمانشاه	-۱/۰۰	۰/۰۰	کاهشی
۷	خرم آباد	-۰/۸۶	۰/۰۰	کاهشی
۸	روانسر	-۱/۵۷	۰/۰۰	کاهشی

نتایج بررسی ماه دسامبر نیز نشان می‌دهد که روزهای برفی در همه ایستگاه‌های موردبررسی دارای روند کاهشی است و معنی‌داری روند کاهشی این ماه نیز در هیچکدام از ایستگاه‌ها توسط آزمون من کندال مورد تأیید قرار نگرفته است.

بررسی روند سالانه در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که روزهای برفی در همه ایستگاه‌های موردبررسی روند کاهشی داشته است که این روند کاهشی فقط در ایستگاه‌های خرم آباد و روانسر به ترتیب با ضریب من کندال برابر با ۲/۰۲- و ۲/۳۷- دارای روند معنی‌دار در سطح ۵ درصد است و در سایر ایستگاه‌ها معنی‌داری روند کاهشی روزهای برفی براساس آزمون من کندال مورد تأیید قرار نگرفته است؛ به عبارت بهتر، روند کاهشی در سایر ایستگاه‌ها از نوع نوسانات کوتاه‌مدت آب و هوایی می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون تخمین‌گر شیب سن نیز حاکی از روند کاهشی روزهای برفی در بیشتر ایستگاه‌های مورد بررسی است. بیشترین میزان کاهش نیز مربوط به ایستگاه روانسر با شیب سن ۰/۶۱۵- در طول دوره آماری مورد بررسی می باشد(جدول ۶).

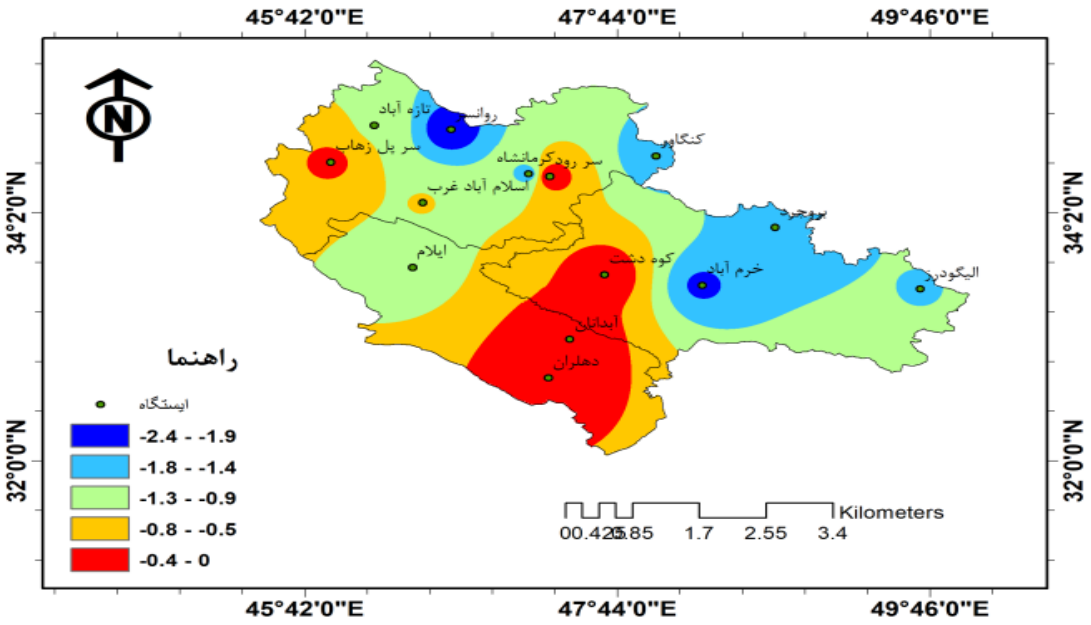
جدول۵. تحلیل روند روزهای برفی ماه دسامبر در ایستگاهای مورد بررسی در دوره(۱۹۹۸-۲۰۲۸)

ردیف	ایستگاه	من کندال	شیب سن	روند
۱	الیگودرز	-۰/۲۰	۰/۰۰	کاهشی
۲	بروجرد	-۱/۰۵	۰/۰۰	کاهشی
۳	اسلام آباد	-۱/۰۱	۰/۰۰	کاهشی
۴	ایلام	-۰/۶۸	۰/۰۰	کاهشی
۵	کنگاور	-۰/۴۱	۰/۰۰	کاهشی
۶	کرمانشاه	-۱/۳۶	۰/۰۰	کاهشی
۷	خرم آباد	-۰/۶۱	۰/۰۰	کاهشی
۸	روانسر	-۱/۱۶	-۰/۰۴۱	کاهشی

جدول ۶. تحلیل روند روزهای برفی در مقیاس سالانه در ایستگاه منتخب در دوره (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

ردیف	ایستگاه	من کندال	شیب سن	روند
۱	الیگودرز	-۱/۴۳	-۰/۴۶۲	کاهشی
۲	بروجرد	-۱/۷۳	-۰/۵۰۰	کاهشی
۳	اسلام آباد	-۰/۹۳	-۰/۲۴۰	کاهشی
۴	ایلام	-۱/۲۵	-۰/۲۲۲	کاهشی
۵	کنگاور	-۱/۸۴	-۰/۴۵۵	کاهشی
۶	کرمانشاه	-۱/۶۸	-۰/۲۶۳	کاهشی
۷	خرم آباد	-۲/۰۲	-۰/۲۰۰	کاهشی*
۸	روانسر	-۲/۳۷	-۰/۶۱۵	کاهشی*

نتایج حاصل از تغییرات مکانی روزهای برفی بصورت میانگین سالانه بر اساس آزمون من-کندال در منطقه مورد مطالعه نیز نشان می‌دهد که روزهای برفی در بیشتر پهنه مورد بررسی دارای روند کاهشی است، که بیشترین تغییرات کاهشی نیز مربوط به نواحی جنوب شرقی و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه می‌باشد(شکل۴). بر اساس نتایج بیشترین و کمترین تغییرات با بیشترین و کمترین فراوانی روزهای برفی در سطح منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد در واقع ایستگاه‌های دارای بیشترین روزهای برفی بیشترین تغییرات را نیز داشته‌اند.



شکل ۴.تغییرات مکانی روزهای برفی بصورت میانگین سالانه بر اساس آزمون من کندال در منطقه مورد مطالعه

٤. نتیجه‌گیری

زاگرس میانی به خاطر شرایط توپوگرافی وموقعیت جغرافیایی آن یکی از مناطق برف‌خیز کشور بوده لذا با توجه به اهمیت موضوع و منطقه مورد مطالعه در این پژوهش به تحلیل آماری ویژگی‌های پوشش برفی در منطقه زاگرس میانی پرداخته شد. بدین منظور از تحلیل‌های آماری بهره گرفته شد و تغییرات پوشش برفی در زاگرس میانی در طول دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۱۸-۱۹۸۹) بصورت ماهانه، و سالانه مورد بررسی قرار گرفت.در این تحقیق پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات مربوط به روزهای همراه با برف در طول دوره آماری در ایستگاه‌های واقع در سطح سه استان کرمانشاه، ایلام و لرستان روند روزهای برفی با استفاده از تکنیک‌های تحلیل آماری به توزیع زمانی و فراوانی روزهای برفی و روند تغییرات آن‌ها به تفکیک ماهانه و سالانه پرداخته شد، و جهت آشکارسازی روند تغییرات سالانه روزهای برفی، از آزمونهای آماری تعیین روند من- کندال و تخمینگر شیب سن مورد استفاده قرار گرفت.

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل روند روزهای برفی بصورت ماهانه و سالانه (جداول ۲ تا ۶) در زاگرس میانی مشخص گردید که بیشترین فراوانی روزهای برفی در قسمت‌های جنوب شرقی و شمال شرقی قرار دارد و کمترین فراوانی هم مربوط به قسمت‌های غرب و جنوب غربی منطقه می‌باشد. همچنین در مورد روند تغییرات برف پوشان در منطقه مورد مطالعه روند کاهشی و یا افزایشی منظمی در سری‌های ماهانه و سالانه مشاهده نشده است؛ اما آنچه مشخص است این است که روزهای برفی در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه تغییر کرده است، که بیشترین و کمترین تغییرات با بیشترین و کمترین فراوانی روزهای برفی در سطح منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد، در واقع نواحی جنوب شرقی و شمال شرقی منطقه که دارای بیشترین فراوانی روزهای برفی بوده اند بیشترین تغییرات را نیز داشته‌اند و برعکس نواحی غربی و جنوب غربی که کمترین فراوانی را داشته اند کمترین تغییرات را نیز داشته اند.این تغییر در برخی از سری های زمانی ماهانه و سالانه و برخی ایستگاه‌ها از نوع نوسانات کوتاه مدت و در برخی دیگر، از نوع تغییرات دارای روند معنی‌دار می‌باشد.در مجموع بر اساس نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات روزهای برفی در زاگرس میانی می‌توان اظهار داشت که روزهای برفی در منطقه مورد مطالعه دارای روند کاهشی است که این روند کاهشی در برخی ایستگاه‌ها و برخی سری‌ها (ماه ژانویه و سری سالانه)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شده است. بر اساس روش

تخمین‌گر شیب سن نیز تغییرات روزهای برفی در سطح منطقه در طول دوره مورد مطالعه کاملاً مشخص و واضح است.

۵. منابع

۱. امینی نیا، ک. (۱۳۸۹)، بررسی تحلیل نوسانات بارش برف سنگین شمالغرب ایران، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،تهران.

۲. اوجی، ر.، داودی، م.(۱۳۹۴)، اثر تغبیر اقلیم بر روند و تغییرپذیری بارش برف مطاله موردی (غرب میانی ایران)، پنجمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، تهران.

۳. بابائیان،ا.،نجفی نیک، ز.، زابل عباسی ، ف.، حبیبی نوخندان، م.،ادب، م.، بلوسی، ش. (۱۳۸۸)، ارزیابی تغییر اقلیم در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از ریزمقیاس نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو، مجله جغرافیا و توسعه، دوره ۷، شماره ۱۶، صص۱۵۲-۱۳۵.

۴. بیرودیان، ن.، جندقی، ن. (۱۳۸۴). برآورد رواناب ذوب برف به‌وسیله مدل اس.آر.ام و مقایسه نتایج آن با اطلاعات آبنمود رودخانه در آبخیز زیارت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۲، شماره ۶، صص ۱۸۸-۱۸۱.

۵. براتیان، ع.، رحیم زاده، ف. (۱۳۷۷)، پارامترهای موثر بر تغییر اقلیم ، مجله نیوار، شماره۳۷، صص ۵۸-۴۷.

۶. پدرام، م.، قائمی، ه.، دزفولی، ا.، مرتضوی، ا.(۱۳۹۰)، ریزش برف و ارتباط آن با دما در استان کردستان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، صص ۴۴-۲۸.

۷. خالدی، ش. (۱۳۸۱)، هیدروکلیماتولوژی برف و کاربرد آن در برنامه ریزی ناحیه ای با تاکید بر بهمن در ایران (جاده هراز)، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران.

۸. شرکت آمار پردازان. (۱۳۷۷). راهنمای کاربران SPSS for Windose 6.0.مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی، تهران، جلد ۲، ص ۴۱۷.

۹. عادلی، ا.ا. (۱۳۸۴)، کلیماتولوژی باش برف در شمال غرب کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۱۰. فرشادفر،ع. (۱۳۸۰)، اصول و روش‌های آماری چند متغیره. (چاپ اول). کرمانشاه: انتشارات طاق‌بستان.

۱۱. شریفی، م.ر.، آخوندعلی، ع.م.، پرهمت، ج. (۱۳۸۵)، بررسی تغییرات آب معادل برف با ارتفاع درمقیاس حوضه‌های کوچک(مطالعه موردی: حوضه صمصامی ازسرشاخه‌های کارون)، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه.

۱۲. قاسمی، م.، طاهریان، ا.، فتاحی نافچی، ر.ا. (۱۳۹۴)، بررسی تغییرات سطح پوشش برف حوضه آبریز زاینده رود با استفاده از تصاویر ماهواره ای مودیس، اولین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات، تهران.

۱۳. قائمی، ه. (۱۳۵۵)، تجزیه و تحلیل آماری ریزش برف، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.

۱۴. منتظری، م.، فنایی، ر. (۱۳۹۷)، شناسایی قلمروهای برفی ایران به روش تحلیل خوشه ای، نشریه مخاطرات محیط طبیعی، شماره ۱۶، صص ۲۵۸-۲۴۱.

۱۵. مزیدی، ا.، نادری بنی، ر.، جهانگیری، م. (۱۳۹۳)، تحلیل آماری از وضعیت روزهای برفی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (مطالعه موردی: شهرستان شهرکرد)، همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، همدان.

16. Akyürek, Z., &Şorman, A. Ü. (2002). Monitoring snow-covered areas using noaa-avhrr data in the eastern part of turkey. Hydrological Sciences Journal, 47(2), 243-252.

17. Australian Bureau of Meterology ,(2006). Annual Astraliancliamate statement 2005,http//ww bom.gov.au annooucements/ media- releases /climate change.

18. Bagheri Fahrji, R. (2011). Estimating the spatial distribution of snow water equivalent in mountain watersheds using geostatistic methods (Case study: Bidakhovid). M. Sc. thesis, Islamic Azad University Maybod branch.

19. Crawford, C. J., Manson, S. M., Bauer, M. E., & Hall, D. K. (2013). Multitemporal snow cover mapping in mountainous terrain for Landsat climate data record.

20. Feng. S, Hu, Q, (2007), chang in winter snowfall precipitation ratio the contiguous

2000. Hrevaski Meteor- OLISKI CASOPIS, 40(40), 662-665.
30. Scherrer,S.C, Appenzeller,C,&Laternser, M, (2004)Trends in Swiss Alpine snow days: The role of local- and large-scale climate variability. Geophysical Research Letters, 31 (13).
31. Scherrer,S,C& Appenzeller, C.(2006). Swiss Alpaine snow pack variability: major pattern and links to lical climate and large –scale flow, climate Research,32(3),187-199.
32. Sen, P.K (1968). Estimates of the regression coefficients based on Kendall's tau. Journal of the American Statistical Association, 63:1379–1389.
33. Sharifi, M., Akhund Ali, M., &Porhemat, J. (2007). Assess the linear correlation and ordinary kriging method to estimate the spatial distribution of snow depth in the watershed Samsami. Journal of Watershed Management Science & Engineering, 1(1), 24-38.
34. Thiel, H. 1950. A Rank-invariant method of linear and Polynomial Regression Analysis. Part 3. Proceedings of KoninalijkeNederlandse Akademie van Weinenschatpen, 53: 1397-1412
35. Vafakhah, M., MohseniSaravi, M., Mahdavi, M., &AlaviPanah, S.K. (2008). Geostatistics Application to Estimate Snow Depth and Density in the Watershed Ourazan. Journal of Watershed Management Science & Engineering, 4, 49-55.
36. Zarenistanak, M., Dhorde, A, G., Kripalani, R, H., &Dhorde A (2015). Trends and projection of temperature, precipitation, and snow during snow cover –obsserved period over southwestern Ian TheoreticaAplied Climatology,122(3-4),421-440.

united states. Journal of Geophysical research atmospheres, 112 (D15).
21. Hendrikx, J., Hreinsson, E, O, (2012) The potential impact of climate change on seasonal snow in New Zealand: part II industry valerabli and future snowmaking potential, Theoretical and Applied climatology,110(4), pp,619-630.
22. Huang, Xiaodong, Deng, Jie, Wang, Wei, Feng, Qisheng, Liang, Tiangang, 2017, Impact of climate and elevation on snow cover using integrated remote sensing snow products in Tibetan Plateau, Remote Sensing of Environment, Volume 190, PP 274–288.
23. Kendall, M.G., 1970, Rank Correlation Methods, 2nd Ed., New York: Hafner.
24. Lehning, M., Bartelt, P., Brown, B., Fierz, C .(2000). A physical SNOW- PACK model for the Swiss avalanche warning: Part III: Meterologicalfocing, thin Layer formation and evaluation. Cold Regions Science and Technology,35(3), 169-184.
25. Mann, H.B., 1945, Nonparametric tests against trend, Econometrica, 13: 245-259
26. Laternser, M., schaneebeli, M.(2003). Long-term snow climate trends of the Swiss Alps(1931-99). International Journal of climatology, 23(7),733-750.
27. Miller,N.L., Bashford, K . E., Strem ., E. (2003). impacts of climate change on the Trendsand variability in snowmelt runoff in the western United States. Journal of Hydrometeorology, 6(4), 476-482.
28. Mimmack, G.M., Mason, S.J., Galpin, J.S. (2001). Distance Metrics in hierarchical cluster analysis: defining regions. Journal of Climate, 14: 2790- 2797.
29. Petkova, N., Brown, R., Koleva, E., Alexandrov, V. (2005). Snow cover change in Bulgarian Mountainous regions, 1931-