

ارزیابی تطبیقی روند برف و سری‌های دمایی در شهرستان کوهرنگ

هوشمند عطایی^۱، راضیه فنایی^۲، زهرا الله گانی^۳

۱- دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه پیام نور، گروه جغرافیا، تهران، ایران

۲- مدرس دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان

۳- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی

چکیده

از آنجا که تغییرات فصلی سطح پوشش برف در مناطق کوهستانی به عنوان یک عامل مهم اقتصادی بیان می‌شود؛ در پژوهش حاضر روند ارتفاع برف و سری‌های دمایی (متوسط دما، دمای کمینه و کمینه مطلق دما) ایستگاه کوهرنگ در مقیاس سالانه و فصلی طی دوره آماری ۱۳۶۹-۱۳۹۰ بررسی شد. ابتدا سنجش بهنجاری سری‌های دما و ارتفاع برف سالانه و فصلی با استفاده از آزمون رایان-جونیر انجام شد. سپس روند پارامترهای مذکور با توجه به نوع توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون‌های t و تاو- کندال بررسی گردید. در ادامه ارتباط سنجی بین میزان برف با سری‌های دمایی با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون انجام پذیرفت. نتایج حاصل از پژوهش در مقیاس سالانه و فصلی نشان از روند کاهشی ارتفاع برف و روند افزایشی سری‌های دما طی دوره مورد مطالعه دارد. نتایج ارتباط سنجی‌ها نیز حاکی از همبستگی معکوس متوسط دما و دمای کمینه با برف سالانه و فصل پاییز در سطح ۹۵ درصد و با برف فصول زمستان و بهار در سطح ۹۹ درصد می‌باشد. در رابطه با کمینه مطلق دما نیز نتایج بیانگر همبستگی معکوس با برف سالانه و فصول زمستان و بهار و عدم همبستگی در فصل پاییز می‌باشد.

کلمات کلیدی: آزمون t، آزمون تاو - کندال، برف، دما، روند، کوهرنگ

۱- مقدمه

برف به عنوان نوعی از بارندگی، مخزن طبیعی مناسبی جهت ذخیره‌سازی آب برای هفته‌ها و ماه‌ها است و یکی از اجزای متغیر اکوسیستم در فصل سرد و منبع مهم رواناب در فصل بهار به حساب می‌آید. ریزش‌های جوی منجمد در مقایسه با باران تأثیرات متفاوتی در حجم و تداوم رواناب و ایجاد سیلاب داشته و رفتار خاصی را بر سیستم آب شناختی حوضه تحمیل می‌کنند. منابع برف برای ذخیره آب کشاورزی، صنعت و تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته و به دلیل عکس‌العمل کند آب‌شناختی آن، مدیریت متفاوتی با باران دارد. ارائه راهبردهای مناسب جهت تخصیص منابع آب، مقابله با فرسایش و کاهش خطرات سیلاب در مناطقی که قسمت عمده‌ای از ریزش‌های جوی آن به صورت منجمد می‌باشند، بدون مطالعه فراگیر منابع برف ممکن نیست. مطالعات صورت گرفته در مورد پارامترهای برف و دما همبستگی معنی‌دار بین این دو پدیده را تأیید کرده و در ارتباط با روند آن‌ها موضوع تغییر اقلیم را بازگو می‌کنند. بررسی پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که در بیشتر نقاط دنیا تغییر اقلیم باعث افزایش دما، کاهش بارندگی، افزایش وقایع حدی و آنتروپی می‌شود. همچنین در اثر تغییر اقلیم مقادیر بارش برف کاهش می‌یابد و طول دوره ریزش برف زودتر به پایان می‌رسد، به همین دلیل حجم رواناب در زمستان افزایش می‌یابد و در بهار کاهش خواهد یافت. سین^۱ و همکاران بین سطح پوشش برف حوضه هیمالیا و دمای متوسط تجمعی رابطه‌ای با ضریب همبستگی بالا (۹۸ درصد) بدست آوردند. میلر^۲ و همکاران با در نظر گرفتن شرایط تغییر اقلیم در حوضه‌های رودخانه‌های ایالت کالیفرنیا آمریکا پیش‌بینی کردند که تا پایان قرن حاضر ذوب برف هر سال زودتر آغاز می‌گردد و ذخایر برف زمستانه به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. موت^۳ و همکاران روند تغییرات بارش برف را در دوره ۲۰۰۲-۱۹۱۶ در شمال غرب آمریکا بررسی نمودند. نتایج حاصله نشان داد در بیشتر مناطق برف بهاره

کاهش داشته و بیشترین کاهش در زمانی اتفاق افتاده که دمای زمستان معتدل بوده است. چانگ^۴ و همکاران به بررسی اثر تغییر اقلیم بر دما، بارش و سطح پوشش برف و روند تغییرات آن‌ها در حوضه رودخانه تاریم چین پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش جهشی در دما و بارش در میانه‌های دهه ۱۹۸۰ مشاهده می‌شود، ولی تغییر سطح پوشش برف قابل توجه نیست. کینگ^۵ کی و همکاران روند تغییرات بارش برف در استان کاتنگ‌های چین در خلال سال‌های ۱۹۵۷ تا ۲۰۰۷ را در ۲۵ ایستگاه هواشناسی در مقیاس ماهانه و سالانه مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که بارش برف در ماه ژانویه در بیشتر مناطق این استان به ویژه قسمت‌های شمالی و جنوبی از یک روند افزایشی معنی‌دار پیروی می‌کند، در مقیاس سالانه در مناطق شرقی این استان یک روند کاهشی معنی‌دار و در مناطق شمالی روند صعودی معنی‌دار در بارش برف مشاهده گردیده است. ضیائی‌ان و حسنعلیزاده روند تغییرات بارش و نوع آن را در شهر زنجان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان بارش سالانه شهر زنجان روند معنی‌داری نداشته ولی میزان بارش برف و درصد آن از کل بارش‌ها در مقیاس سالانه از یک روند صعودی پیروی می‌کند. حجام و همکاران با استفاده از دو آزمون من-کندال و سن استیمیتور^۶ بارندگی فصلی و سالانه ۴۸ ایستگاه در حوضه مرکزی ایران را طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۵۰ بررسی کردند. نتایج نشان داد که روند خاصی در بارش‌های این منطقه وجود ندارد و هر دو آزمون عملکرد نسبتاً مشابهی دارند. مطالعات غیور و همکاران در حوضه رودخانه تجریش نشان می‌دهد که برف‌گیری در این حوضه از ماه اکتبر شروع شده و در ژانویه به حداکثر می‌رسد. شریفی و همکاران به بررسی تأثیر ارتفاع، جهت و تندی شیب بر عمق برف در حوضه صمصامی پرداختند و با استفاده از روش تحلیل همبستگی نشان دادند که همبستگی عمق برف با ارتفاع تا ۲۷۸۰ متر، مستقیم و در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. حال آنکه در ارتفاعات بالاتر این ارتباط

4- Chang chan

5- Qing Ke

6- sen,s Estimator

1- Singh

2- Miller

3- Mote

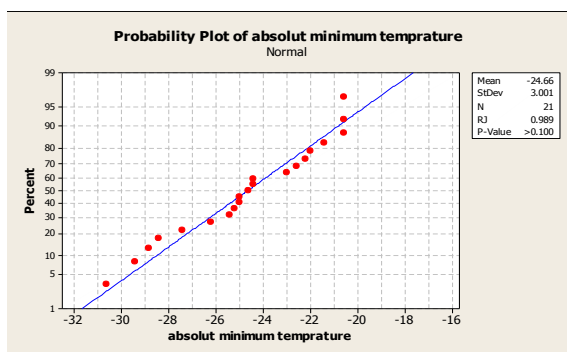
آزمون رایان - جونیر که در مورد متوسط دما و کمینه مطلق دما (۰/۹۸) می‌باشد می‌توان به بهنجاری و نرمال بودن سری‌ها پی برد. در شکل (۲) نمودار توزیع نرمال دمای کمینه و ارتفاع برف سالانه ایستگاه کوهرننگ ارائه شده است. همچنان که در این شکل مشهود است با توجه به مقدار ضریب آزمون که در مورد میانگین حداقل دما (۰/۹۷) و در مورد ارتفاع برف سالانه ایستگاه کوهرننگ (۰/۹۷) می‌باشد و میزان پراکنش متغیرها می‌توان گفت سری داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

1- Kendall tau

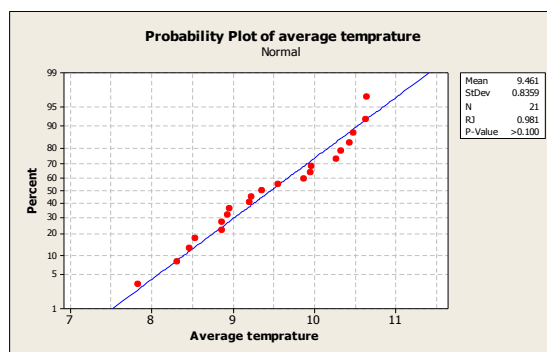
۳- نتایج و بحث

۳-۱- سنجش بهنجاری داده‌های مورد مطالعه

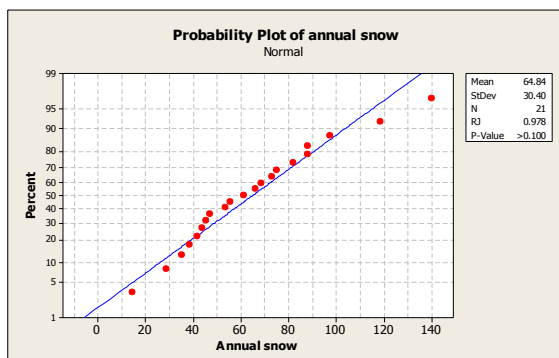
سنجش بهنجاری سری‌های دمایی مورد مطالعه توسط آزمون رایان- جونیر انجام پذیرفت. در شکل (۲) نمودار توزیع نرمال متوسط دما و کمینه مطلق دمای ایستگاه کوهرننگ ارائه شده است، با توجه به میزان پراکنش متغیرهای ذکر شده و همچنین با توجه به مقدار ضریب



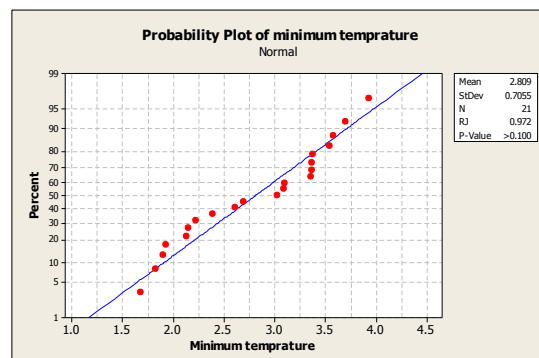
ب) سنجش بهنجاری کمینه مطلق دما



الف) سنجش بهنجاری متوسط دما ایستگاه کوهرننگ



د) نمودار سنجش بهنجاری ارتفاع برف سالانه

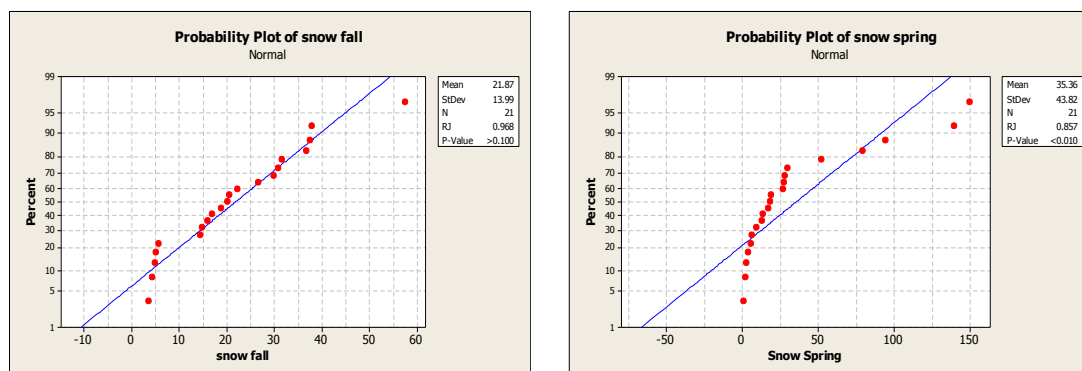


ج) نمودار سنجش بهنجاری میانگین حداقل دما

شکل شماره ۲- سنجش بهنجاری داده‌ها در مقیاس سالانه با استفاده از آزمون رایان - جونیر

جونیر (۰/۸۵) توزیع آنها نرمال نمی‌باشد ولی فصول پاییز و زمستان با توجه به نحوه پراکنش و مقدار عددی آزمون رایان - جونیر (۰/۹۷) از شرایط نرمال پیروی می‌کنند (شکل ۴).

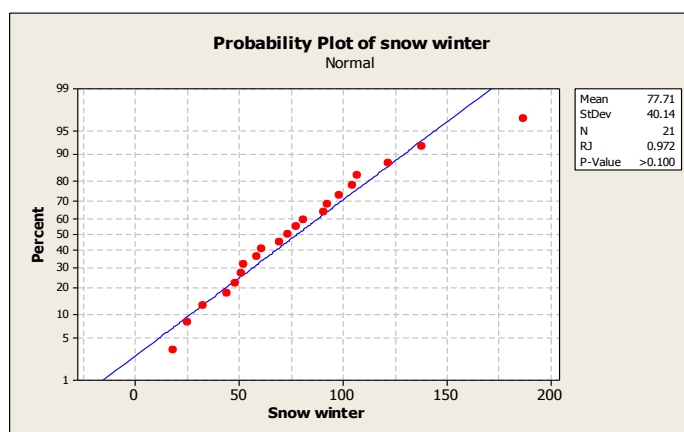
شکل (۳) نیز بیانگر شرایط بهنجاری ارتفاع برف در فصول بهار و پاییز می‌باشد. طبق شکل مذکور در فصل بهار با توجه به نحوه پراکنش داده‌ها و مقدار عددی آزمون رایان -



ب) سنجش داده‌های فصل پاییز

الف) سنجش داده‌های فصل بهار

شکل شماره ۳- سنجش بهنجاری داده‌ها در مقیاس فصلی با استفاده از آزمون رایان - جویئر



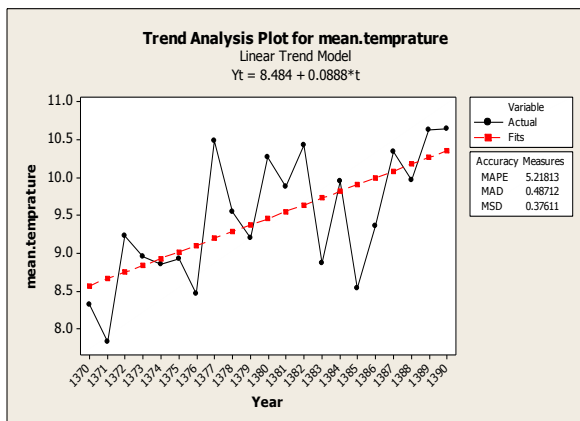
شکل شماره ۴- سنجش داده‌های فصل زمستان

چهارمحال و بختیاری می‌باشد که این امر موجب شکوفه دادن درختان میوه شده و اثرات سرمازدگی را بالا می‌برد. بررسی‌های حاصل از پارامتر دمایی کمینه مطلق نیز در شکل (۷) حاکی از آن است که با توجه به قاعده تصمیم‌گیری و میزان عددی بدست آمده از آزمون، کمینه مطلق دما در سطح معنی‌داری ۱۰٪ از روند برخوردار می‌باشد ولی نسبت به متوسط دما و دمایی کمینه روند آن قابل توجه نیست. در ارتباط با دمای کمینه در اکثر نقاط ایران و از جمله در استان چهارمحال و بختیاری تحقیقات متعددی صورت گرفته و نتایج بدست آمده همگی حاکی از افزایش دمای کمینه به خصوص در دهه‌های اخیر است که نشان‌دهنده رخداد تغییرات اقلیمی در این مناطق می‌باشد. از جمله، جهانبخش و ترابی (۱۳۸۴) گرمایش اقلیمی و روند افزایش

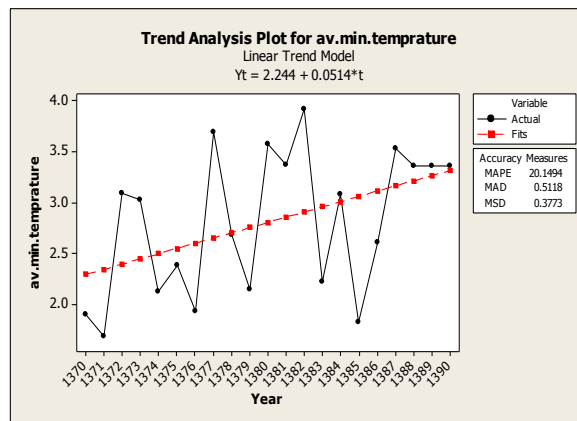
۳-۲- بررسی روند سری‌های دما و برف

با توجه به بهنجاری داده‌های سری‌های دمایی، از آزمون پارامتری t جهت محاسبه و تحلیل روند استفاده شد. طبق نتایج حاصل از این آزمون و با توجه به قاعده تصمیم‌گیری می‌توان بیان نمود، دمای کمینه با توجه به میزان عددی حاصل از آزمون و قاعده تصمیم‌گیری در سطح معنی‌داری ۱٪ دارای روند می‌باشد و روند آن میل صعودی دارد (شکل ۵). در ارتباط با متوسط دمای سالانه ایستگاه کوهرنگ طی دوره آماری مورد مطالعه در سطح معنی‌داری ۵٪ دارای روند و روند آن سیر صعودی داشته است (شکل ۶). این امر مطابق با یافته‌های قطره سامانی (۱۳۸۰)، مبنی بر افزایش دماهای کمینه به خصوص در فصل زمستان در استان

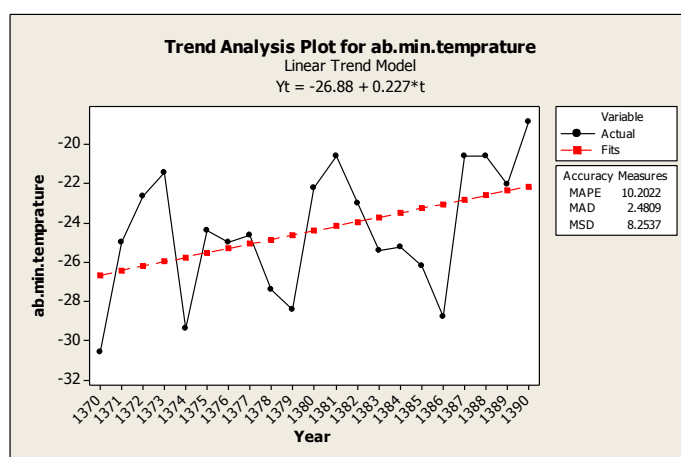
دمای کمینه را در اکثر نقاط ایران مطرح کرده‌اند. شکل‌های (۵) تا (۷) روند سری‌هایی در ایستگاه کوهرنگ را به تصویر می‌کشد.



شکل شماره ۶- روند سری میانگین دما ایستگاه کوهرنگ



شکل شماره ۵- روند سری دمای کمینه ایستگاه کوهرنگ



شکل شماره ۷- روند سری کمینه مطلق دمای ایستگاه کوهرنگ

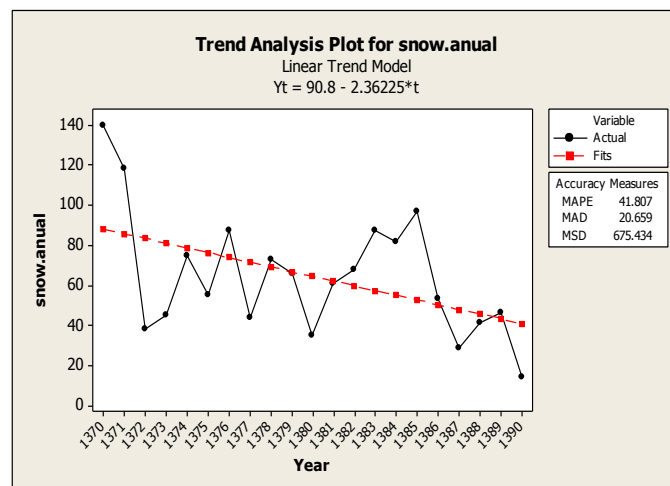
حداکثر و سال ۱۳۷۰ به میزان $30/6$ - درجه سانتی‌گراد از حداقل دما برخوردار می‌باشند. نتایج حاصله نشانگر افزایش سری‌های دما به ویژه در سال‌های اخیر می‌باشد. بررسی نوسانات برف طی دوره مورد مطالعه بیانگر آن است که در مقیاس سالانه حداکثر ارتفاع برف در سال ۱۳۷۰ به میزان $140/2$ سانتی‌متر و حداقل آن در سال ۱۳۹۰ با $14/41$ سانتی‌متر رخ داده است. در مقیاس فصلی نیز در فصل بهار حداقل ارتفاع برف در سال ۱۳۸۹ به میزان ۱ سانتی‌متر و حداکثر آن در ۱۳۷۰ به میزان 106 سانتی‌متر مشاهده شده

با توجه به بررسی‌های حاصل از نوسانات سری‌های دمایی طی دوره مورد مطالعه می‌توان اذعان نمود، حداکثر متوسط دمای سالانه مربوط به سال ۱۳۸۹ به میزان $10/63$ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن مربوط به سال ۱۳۷۱ به میزان $7/8$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در پارامتر دمای کمینه، حداکثر آن در سال ۱۳۸۲ به میزان $3/93$ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در سال ۱۳۷۱ به میزان $1/67$ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. بررسی‌های پارامتر کمینه مطلق دما نیز حاکی از آن است که سال ۱۳۹۰ به میزان $18/8$ - درجه سانتی‌گراد از

می‌باشد. منشأ اصلی این بارش‌ها جریانات مرطوب غربی هستند و از آنجایی که ارتفاعات منطقه کوهرنگ عمود بر این جریانات مرطوب هستند موجب تخلیه بار آن‌ها شده و حداکثر ریزش‌ها عمود بر این ارتفاعات و عمدتاً بصورت برف می‌باشند. در فصول بهار و پاییز ناپایداری‌های محلی ناشی از ارتفاعات بر میزان این بارش‌ها تأثیر بسزایی دارند.

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون t، درجه آزادی و همچنین قاعده تصمیم‌گیری آزمون مذکور، ارتفاع برف سالانه ایستگاه کوهرنگ در سطح معنی‌داری ۱٪ دارای روند می‌باشد و روند آن میل نزولی دارد؛ شکل (۸) گویای این مطلب می‌باشد.

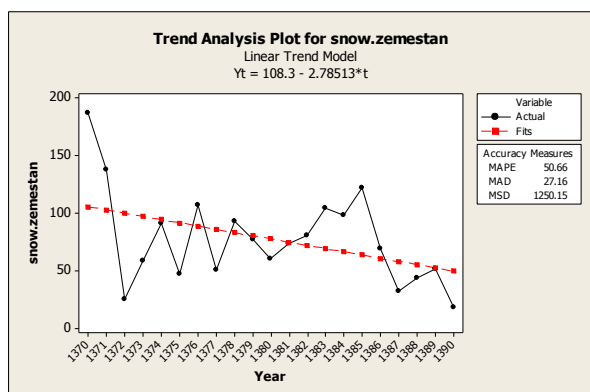
است. طی فصل پاییز در سال ۱۳۸۴ حداقل ارتفاع برف به میزان ۳/۵۳ سانتی‌متر و حداکثر آن به میزان ۴۵/۵ سانتی‌متر در سال ۱۳۸۵ به وقوع پیوسته است. حداقل ارتفاع برف طی فصل زمستان در سال ۱۳۹۰ به میزان ۲۳ سانتی‌متر و حداکثر آن در سال ۱۳۷۰ به میزان ۱۷۷/۸۴ سانتی‌متر ملاحظه گردیده است. همچنین این ایستگاه با بیش از ۷۰ درصد ریزش برف بیشترین درصد ریزش‌های جامد از کل بارندگی‌های سالانه استان را دارا می‌باشد، که سهم قابل ملاحظه‌ای از مقدار بارش برف سالانه در فصل زمستان می‌بارد؛ به طوری که طبق محاسبه ضریب همبستگی پیرسون رابطه مثبت و معنی‌داری بین بارش برف سالانه و ارتفاع برف در فصل زمستان برقرار



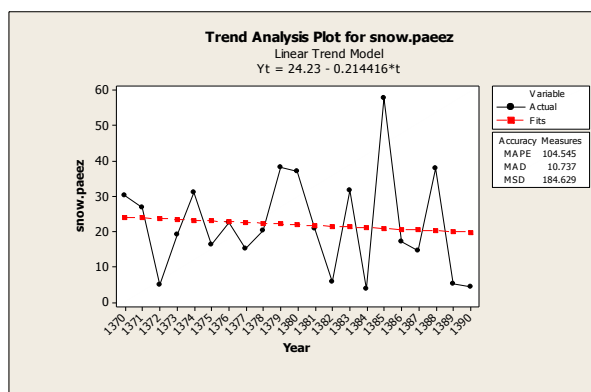
شکل شماره ۸- روند ارتفاع برف سالانه ایستگاه کوهرنگ

روند آن میل نزولی دارد (شکل ۹). ارتفاع برف فصل زمستان نیز با توجه به قاعده مذکور در سطح معنی‌داری ۱٪ از روند برخوردار و روند آن میل نزولی دارد. شکل (۱۰) نمایانگر روند ارتفاع برف در فصل زمستان می‌باشد.

مطالعات صورت گرفته از بررسی روند برف در مقیاس فصلی حاکی از آن است که طبق نتایج بدست آمده از آزمون t و نیز قاعده تصمیم‌گیری آزمون مذکور، ارتفاع برف فصل پاییز در سطح معنی‌داری ۵٪ دارای روند بوده و



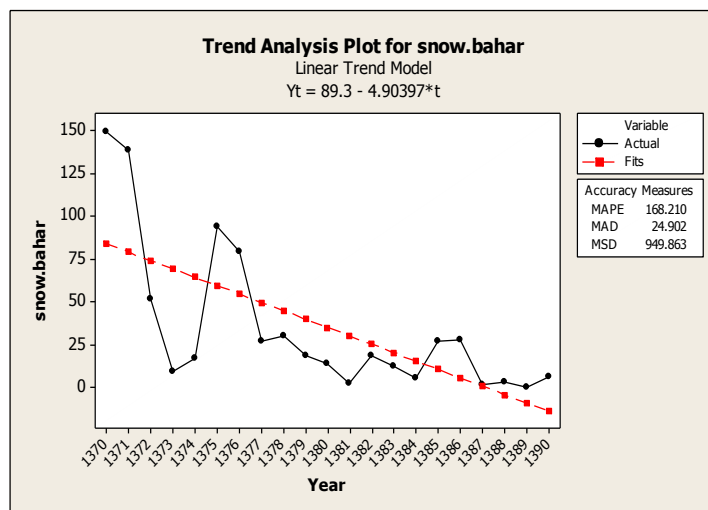
شکل شماره ۱۰- روند ارتفاع برف فصل زمستان



شکل شماره ۹- روند ارتفاع برف فصل پاییز

فصل بهار در سطح معنی داری ۱٪ دارای روند می باشد و روند آن سیر نزولی دارد؛ شکل (۱۱) گویای این مطلب می باشد.

در ارتباط با ارتفاع برف فصل بهار با توجه به غیر نرمال بودن داده های مورد مطالعه، از آزمون ناپارامتری تاو-کندال استفاده گردید. با توجه به میزان Z بدست آمده از آزمون مذکور و همچنین قاعده تصمیم گیری آن، ارتفاع برف طی



شکل شماره ۱۱- روند ارتفاع برف در فصل بهار

۲-۴- ارتباط سنجی برف و دما

ارتفاع برف ایستگاه کوهرنگ در مقیاس‌های سالانه و فصلی در ارتباط با پارامترهای مختلفی است که یکی از پارامترهای مهم، دمای کمینه می‌باشد؛ ضریب همبستگی بین ارتفاع برف و دمای کمینه دلایل خوبی جهت اثبات این امر می‌باشد. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد که ضریب همبستگی بین ارتفاع برف سالانه با متوسط دما و دمای کمینه در سطح اطمینان ۹۹٪ معکوس و معنی‌دار می‌باشد. همچنین ارتفاع برف فصل زمستان و بهار با سری‌های متوسط دما و دمای کمینه نیز در سطح اطمینان ۹۹٪ معکوس و معنی‌دار می‌باشند؛ این در حالی است که ارتفاع برف فصل پاییز با سری‌های متوسط دما و دمای کمینه در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در ارتباط با کمینه مطلق دما نیز این پارامتر ضریب همبستگی معکوس و معنی‌داری با ارتفاع برف سالانه و فصل زمستان دارد، در حالی که در ارتباط با ارتفاع برف فصل پاییز هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری نداشته است. پارامتر مذکور با ارتفاع برف فصل بهار در سطح اطمینان ۹۰٪ از همبستگی معکوس برخوردار می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر سعی بر آن شد تا روند ارتفاع برف و سری‌های دمایی در ایستگاه هواشناسی کوهرنگ طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۶۹ بررسی گردد. همچنین عناصر اقلیمی مؤثر در کاهش یا افزایش ارتفاع برف شناسایی شود. از آنجا که منطقه کوهرنگ یکی از قطب‌های پربارش کشور و سرچشمه رودخانه‌های کارون و زاینده رود می‌باشد، لذا ذوب زود هنگام برف و یخ در اثر افزایش دما نسبت به گذشته، عامل ایجاد بسیاری از ناهنجاری‌های طبیعی است و یکی از عوامل اصلی خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و کاهش آب‌های زیرزمینی، همین عدم ماندگاری برف و یخ در اثر افزایش دما می‌باشد. بررسی تغییرات دما می‌تواند یکی از راه‌های بررسی این مشکل و عوامل مؤثر بر کاهش آن باشد. طبق بررسی‌های انجام گرفته مشخص گردید که سری‌های کمینه مطلق دما، دمای کمینه و متوسط دما در مقیاس سالانه از وضعیت نرمالی برخوردار می‌باشند. ارتفاع برف نیز در

مقیاس سالانه و همچنین فصول پاییز و زمستان دارای شرایط نرمال و در فصل بهار از شرایط غیرنرمال برخوردار می‌باشند. لذا جهت داده‌های نرمال، آزمون پارامتری t و جهت داده‌های غیرنرمال آزمون ناپارامتری تاوکندال مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل شده نشان می‌دهد ارتفاع برف در مقیاس سالانه و فصلی در ایستگاه کوهرنگ طی سال‌های اخیر کاهش قابل توجهی داشته و روند آن میل نزولی دارد. در مقیاس فصلی نیز فصول زمستان و بهار با احتمال ۹۹ درصد و فصل پاییز با احتمال ۹۵ درصد دارای روند نزولی می‌باشد. نتایج بررسی‌ها بر روی سری‌های دمایی نشان می‌دهد طبق آزمون t متوسط دما و حداقل دما و کمینه مطلق دما طی دوره آماری مورد مطالعه رونددار و روند آن افزایشی بوده است. در ادامه نوسانات سری‌های دما و برف طی دوره آماری مورد مطالعه بررسی گردید. نتایج حاصل بیانگر آن است در سال ۱۳۸۹ با مقدار $۱۰/۶۳$ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۷۱ با $۷/۸$ درجه سانتی‌گراد بیشترین و کمترین دمای سالانه مشاهده شده است. دمای کمینه نیز طی سال ۱۳۸۲ با مقدار $۳/۹۳$ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۷۱ با مقدار $۱/۶۷$ درجه سانتی‌گراد از بیشترین و کمترین میزان برخوردار بوده است. در رابطه با پارامتر کمینه مطلق دما، حداکثر آن در سال ۱۳۹۰ با مقدار $۱۸/۸-$ و حداقل آن در سال ۱۳۷۰ با مقدار $۳۰/۶-$ درجه به وقوع پیوسته است. با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان نمود کمترین میزان سری‌های دمایی مورد بررسی در سال ۱۳۷۱ و سپس ۱۳۷۰ مشاهده شده است. در رابطه با پارامتر برف نیز حداکثر برف سالانه در سال ۱۳۷۰ با ارتفاع $۱۴۰/۲$ سانتی‌متر و حداقل آن در سال ۱۳۹۰ رخ داده است. در مقیاس فصلی نیز حداکثر بارش برف فصل بهار در سال ۱۳۷۰ و حداقل آن در سال ۱۳۸۹ باریده است. در فصل پاییز نیز سال ۱۳۸۵ از حداکثر و سال ۱۳۸۴ از حداقل بارش برف برخوردار بوده‌اند. در فصل زمستان نیز حداکثر بارش برف در سال ۱۳۷۰ و حداقل آن در سال ۱۳۹۰ مشاهده شده است. با برقراری رابطه رگرسیون خطی دمای کمینه با ارتفاع برف سالانه و فصلی فرض وجود روند بین متغیرهای ذکر شده اثبات گردید. نتایج مذکور همچنین بیانگر همبستگی

۴- رحیم‌زاده، فاطمه، (۱۳۹۰)، روش‌های آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی، انتشارات سید باقر حسینی، چاپ اول.

۵- رئیس‌یان، ر. پرهت، ج. نجفی، ن (۱۳۸۹) تعیین رابطه درجه حرارت - روز و ذوب برف در سرشاخه‌های کارون شمالی (مطالعه موردی گردنه چری) دومین همایش ملی برف، یخ و بهمن ۱۳۸۹. شهرکرد.

۶- شریفی، م، آخوندعلی، ع، پرهت، ج، محمدی، ج، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر ارتفاع، جهت و تندی شیب بر عمق برف در حوضه صمصامی، تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم شماره ۳.

۷- ضیائی‌ان، ص. حسنعلیزاده. ا. ش. (۱۳۸۳) بررسی تغییر نوع و روند بارش در شهر زنجان. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشگاه شیراز.

۸- عطایی، هوشمند، فناپی، راضیه. ۱۳۸۹، تحلیل آماری روند تغییرات برف و دما در ایستگاه‌های منتخب استان کردستان دومین همایش ملی برف، یخ و بهمن. شهرکرد.

۹- غیور، حسنعلی، کاویانی، محمدرضا، محسنی، ب، ۱۳۸۳. برآورد سطح پوشش و مقدار ریزش برف در ارتفاعات شمال تهران مطالعه موردی حوضه رودخانه تجریش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵.

۱۰- نکونام، زری، مزیدی، ا، ۱۳۸۹. تحلیل پوشش برف در حوضه فخرآباد یزد، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام.

معکوس و معنی‌دار بین پارامترهای متوسط دما و دمای کمینه با برف سالانه و پاییز در سطح ۹۵ درصد و با برف فصول بهار و زمستان در سطح ۹۹ درصد می‌باشد. لازم به ذکر است پارامتر کمینه مطلق دما با برف سالانه و فصل زمستان همبستگی معکوس و معنی‌دار و با برف فصل پاییز فاقد همبستگی می‌باشد. به بیان دیگر همزمان با افزایش دما از بارش برف در ایستگاه کوه‌رنگک کاسته شده است.

پیشنهادات

با توجه به عدم وجود آمار و اطلاعات کافی در ایستگاه‌های هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری در ارتباط با پارامتر برف و نیز به دلیل اهمیت ریزش‌های منجمد و نقش مؤثر آن در هیدرولوژی منطقه و لزوم شناسایی آن برای مدیریت بهینه این منبع حیاتی پیشنهاد می‌گردد شبکه کارآمدی از ایستگاه‌های برف‌سنجی در سطح حوضه در ترازهای ارتفاعی مختلف تدارک دیده شود تا کار برف‌سنجی را در زمان ریزش، انباشت و ذوب انجام دهند و در مناطق غیرقابل دسترسی استفاده از ایستگاه‌های خودکار که از طریق کابل و یا علائم رادیویی به ایستگاه‌های قابل دسترس مربوط هستند و امکان برف‌سنجی را در این گونه نواحی تسهیل می‌کند، تدارک دیده شود.

منابع

۱- پرهت، ج، سفیان، ب، ۱۳۸۶. مقایسه دقت تصاویر ماهواره‌ای AVHRR، TM در تعیین پوشش برفی، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۶۰.

۲- جاوری، مجید. (۱۳۸۸) شیوه‌های تجزیه و تحلیل کمی در اقلیم‌شناسی با تأکید بر مدل‌های روند. انتشارات پیام‌رسان، چاپ اول.

۳- حجام، س. خوشخوالدین وندی، ر، (۱۳۸۴). تحلیل روند تغییرات بارندگی فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری. مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۴ ص ۱۵۷-۱۶۸.

11- Chang chan.x.Yaning. ch.weihong.L.and Hong tao.ch.Y.Ge.2007, Potential impact of climate change on snow area in the Tarim River basin.Jornal of Environmental Geology. Vol.53.no 7.p1465-1474.

12- Jon.R.N. and page .c.m.2001 .Assesing the risk of climate change on the water resources of the macqare riuver catchment .International congress on modeling and simulation .modelling and simulation society of Australia and Newzeland .canbera .pp:673-678.

13- Miller, N.I., Bashford, K.E. and Sterm, E., 2004. Potential impacts of climate change on

- King, L., 2009. *Snowfall trends and variability in Qinghai, China*. *Theor Appl Climatol*. 98:251-258.
- 16- Singh, P., Bengtsson, L., and Berndtsson, R., 2003. *relating Air Temperature to the Depletion of Snow Covered Area in a Himalayan Basin*. *Nordic Hydrology*. 34:267-280.
- California hydrology. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 39(4):771-784.
- 14- Mote, P.W., Hamlet, A.F., Clark, M.P. and Lettenmaier, D.P., 2005. *Declining Mountain Snowpack in Western North America*. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 86:39-49.
- 15- Qing Ke, C., Yu, T., Yu, K., Dong Tang, G.,