بسم الله الرحمن الرحیم

گروه جغرافیا طبیعی

تحلیل سینوپتیکی و آماری بارش‌های برف استان زنجان

استاد راهنما:

دکتر بهروز سبحانی

اساتید مشاور:

دکتر برومند صلاحی

مهندس علی دولتی مهر

توسط:

سمیه قاسمی

دانشگاه محقق اردبیلی

تیر ۹۱

تقدیم به

دو محراب دلم

دو عبادتگاه جانم

پدر و مادرم

و

همسر مهربان و صبورم

تقدیر و تشکر

در ابتدای این رساله سپاس و قدردانی از عزیزانی که کمک و همدلی شان یاری گر من بوده است را بر خود واجب می دانم :

از همسر عزیزم که در طول تحصیل همراه و مشوقم بود تشکر و قدردانی می نمایم .

از خانواده مهربانم که سهم بزرگی را در تکمیل این پژوهش داشته اند سپاسگزارم .

از استاد راهنمای ارجمندم آقای دکتر بهروز سبحانی که با همکاری صمیمانه خود راهنمایی این پایان نامه را به عهده داشتند سپاسگزاری می نمایم .

از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر برومند صلاحی که اینجانب را از راهنمایی های خود بهره مند نموده اند تقدیر و تشکر می نمایم .

از مشاوره ی فاضلانه استاد ارجمندم جناب آقای دولتی مهربانی نهایت سپاسگزارم .

از همراهی و همدلی دوستان خوبم خانم بیان خالدی، منیره بالازاده، اکرم کاظمی، فاطمه سهامی، راحیل تمیمی و همه دوستانی که اسمشان به دلیل محدودیت در تدوین از قلم افتاده و اینجانب را مورد لطف و محبت خود قرار داده اند صمیمانه سپاس گذاری می نمایم .

سمیه قاسمی-تیر ۱۳۹۱

نام خانوادگی دانشجو: قاسمی **نام:** سمیه

عنوان پایان نامه: تحلیل سینوپتیکی و آماری بارش‌های برف استان زنجان

استاد راهنما: دکتر بهروز سبحانی
اساتید مشاور: دکتر برومند صلاحی - مهندس علی دولتی‌مهر

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** جغرافیای طبیعی- گرایش اقلیم شناسی **دانشگاه:** محقق اردبیلی
دانشکده: ادبیات و علوم انسانی **تاریخ فارغ التحصیلی:**۱۳۹۱/۴/۱۴ **تعداد صفحه:**۱۰۷
کلید واژه‌ها: تحلیل آماری، تحلیل سینوپتیکی، برف، استان زنجان

چکیده:

ایران سرزمین کم آبی است که در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته و بارش برف مهمترین عامل تاثیرگذار در میزان ذخایر آب، به ویژه در فصول گرم سال محسوب می‌شود و به عنوان یکی از فاکتورهای کنترل‌کننده هیدرواقلیم هر ناحیه جغرافیایی است. علاوه بر آن، از بارش برف می‌توان به عنوان بلایای طبیعی نام برد که باعث ایجاد یخبندان، لغزندگی سطح جاده‌ها، اختلال در خطوط ارتباطی، فرسایش و زهکشی زمین‌ها می‌شود و به سازه‌های شهری و روستایی آسیب می‌رساند این سطوح به عنوان یکی از متغیرهای اساسی پیش‌بینی سیلاب ناشی از ذوب در پهنه‌های برف‌گیر است. استان زنجان که جزء مناطق کوهستانی کشور محسوب می‌شود بخش زیادی از ریزش‌های جوی استان به صورت بارش برف می‌باشد لذا برای استفاده بهینه از این منبع و کاهش خسارت‌های ناشی از آن، مطالعه و پیش‌بینی روند بارش برف در طی سال‌های گذشته لازم می‌باشد. در این پژوهش، تعداد روزهای برفی استان زنجان از دیدگاه آماری و سینوپتیکی در بازه زمانی ۱۵ ساله (۲۰۰۸-۱۹۹۴) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و با استفاده از روش‌های آماری شامل مدل نوسانی پلی نومیال، من‌کندال و اسمادا و تحلیل سینوپتیکی روند بارش برف و عوامل سینوپتیکی ایجادکننده بارش برف مشخص شد. نتایج حاصله از روش‌های آماری(روند خطی و من کندال) نشان داد که تعداد روزهای برفی در طی دوره آماری ۱۵ ساله، سیر افزایشی داشته است. بررسی‌های سینوپتیکی نشان داد که استقرار سامانه پرفشار سیبری روی دریای خزر و دریافت رطوبت، به استان زنجان نفوذ و هماهنگ با ناوه تشکیل شده بر شرق اروپا به صورت مورب که از شمال‌شرق روسیه تا جنوب دریای سرخ تداوم می‌یابد سبب فرارفت شمالی و شمال‌غربی در منطقه و بارش برف می‌شود.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فصل اول: کلیات و مبانی نظری پژوهش ۱

۱ - ۱- بیان مسأله ۲
۱ - ۲- فرضیات پژوهش ۳
۱ - ۳- ضرورت پژوهش ۳
۱ - ۴- اهداف پژوهش ۴
۱ - ۵- پیشینه پژوهش ۴
۱ - ۶- تعاریف و مفاهیم ۸
۱ - ۶- ۱- اقلیم‌شناسی سینوپتیک و کاربرد آن ۸
۱ - ۶- ۲- نقشه های سینوپتیک ۸
۱ - ۶- ۳- الگوهای گردشی ۹
۱ - ۶- ۴- توده هوا ۹
۱ - ۶- ۵- فشار هوا ۱۰
۱ - ۶- ۶- کم فشار و سیکلون ۱۰
۱ - ۶- ۷- پرفشار و آنتی‌سیکلون ۱۰
۱ - ۶- ۸- زبانه کم فشار و زبانه پرفشار ۱۱
۱ - ۶ - ۹- بادهای غربی ۱۱
۱ - ۶- ۱۰- سیستم ناوه ۱۱
۱ - ۶- ۱۱- سیستم پشته ۱۱
۱ - ۶- ۱۲- سردچال‌های جوی ۱۲
۱ - ۶- ۱۳- برف ۱۲
۱ - ۶- ۱۴- روزهای برفی ۱۳

فصل دوم: موقعیت و کلیات اقلیمی منطقه مورد مطالعه ۱۵

۲- ۱- موقعیت و وسعت منطقه مورد مطالعه ۱۵
۲- ۲- ویژگی‌های توپوگرافی منطقه ۱۵

عنوان ..... صفحه

۲- ۴- ویژگی‌های اقلیمی منطقه ۱۶
فصل سوم: مواد و روش شناسی پژوهش ۲۴
۳- ۱- داده‌ها و روش‌های پژوهش ۲۵
فصل چهارم: بررسی آماری پژوهش ۲۷
۴- ۱- آزمون نرمال بودن داده‌ها ۲۸
۴- ۱- ۱- آزمون گلموگراف - اسمیرنوف ۲۸
۴- ۱-۲- آزمون qq – pp ۲۸
۴- ۲- تحلیل آماره‌های توصیفی ۳۱
۴- ۲- ۱- ایستگاه زنجان ۳۱
۴- ۲- ۲- ایستگاه خرم دره ۳۳
۴- ۲- ۳- ایستگاه خدابنده ۳۵
۴- ۳- تحلیل روندی داده‌ها ۳۷
۴- ۳- ۱- ژانویه ۳۷
۴- ۳- ۲- فوریه ۳۸
۴- ۳-۳- مارس ۴۰
۴- ۳-۴- آوریل ۴۲
۴- ۳- ۵- نوامبر ۴۳
۴- ۳- ۶- دسامبر ۴۵
۴- ۳- ۷- سالانه ۴۷
۴- ۴- آزمون من‌کندال ۴۹
۴- ۴- ۱- نتایج آزمون رتبه ای من‌کندال ۵۱
۴- ۴ ۲- نتایج آزمون گرافیکی من‌کندال..... ۵۱
٤-٤-۳- برآورد تاریخ‌های وقوع بارش برف ۵۱
فصل پنجم: بررسی سینوپتیکی پژوهش ۶۱

عنوان ..... صفحه

۵- ۱- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۹ دسامبر ۱۹۹۴ میلادی ۶۲
۵- ۲- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۳ فوریه ۱۹۹۵ میلادی ۶۳
۵- ۳- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲ فوریه ۱۹۹۶میلادی ۶۴
۵- ۴- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۱۱ فوریه ۱۹۹۶ میلادی ۶۵
۵- ۵- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۶ ژانویه ۱۹۹۷ میلادی ۶۶
۵- ۶- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۹ فوریه ۱۹۹۷ میلادی ۶۷
۵- ۷- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۸ مارس ۱۹۹۷ میلادی ۶۸
۵- ۸- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۲۹ مارس ۱۹۹۷ میلادی ۶۹
۵- ۹- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱ دسامبر ۱۹۹۷ میلادی ۷۰
۵- ۱۰- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۴ دسامبر ۱۹۹۷ میلادی ۷۱
۵- ۱۱- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۵ ژانویه ۱۹۹۸ میلادی ۷۲
۵- ۱۲- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۱۱ فوریه ۱۹۹۸ میلادی ۷۳
۵- ۱۳- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۵ فوریه ۱۹۹۸ میلادی ۷۴
۵- ۱۴- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۹ ژانویه ۱۹۹۹ میلادی ۷۵
۵- ۱۵- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۲۸ ژانویه ۲۰۰۰ میلادی ۷۶
۵- ۱۶- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۱۱ دسامبر ۲۰۰۰ میلادی ۷۷
۵- ۱۷- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۴ دسامبر ۲۰۰۰ میلادی ۷۸
۵- ۱۸- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱ دسامبر ۲۰۰۱ میلادی ۸۹
۵- ۱۹- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۴ دسامبر ۲۰۰۱ میلادی ۸۰
۵- ۲۰- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۵ دسامبر ۲۰۰۱ میلادی ۸۱
۵- ۲۱- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۴ فوریه ۲۰۰۲ میلادی ۸۲
۵- ۲۲- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۲ آوریل ۲۰۰۲ میلادی ۸۳
۵- ۲۳- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۲ میلادی ۸۴
۵- ۲۴- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۹ ژانویه ۲۰۰۵ میلادی ۸۵
۵- ۲۵- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۳ ژانویه ۲۰۰۵ میلادی ۸۶
۵- ۲۶- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۷ نوامبر ۲۰۰۵ میلادی ۸۷
۵- ۲۷- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۸ ژانویه ۲۰۰۶ میلادی ۸۸

عنوان ..... صفحه

۵- ۲۸- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۹ ژانویه ۲۰۰۶ میلادی ۹۸
۵- ۲۹- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۹ نوامبر ۲۰۰۶ میلادی ۹۰
۵- ۳۰- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۴ فوریه ۲۰۰۷ میلادی ۹۱
۵- ۳۱- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۱۷ فوریه ۲۰۰۷ میلادی ۹۲
۵- ۳۲- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲ مارس ۲۰۰۷ میلادی ۹۳
۵- ۳۳- تحلیل سینوپتیک نقشه روز۶ مارس ۲۰۰۷ میلادی ۹۴
۵- ۳۴- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۷ مارس ۲۰۰۷ میلادی ۹۵
۵- ۳۵- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲ آوریل ۲۰۰۷ میلادی ۹۶
۵- ۳۶- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲ دسامبر ۲۰۰۷ میلادی ۹۷
۵- ۳۷- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲ ژانویه ۲۰۰۸ میلادی ۹۸
۵- ۳۸- تحلیل سینوپتیک نقشه روز ۲۳ دسامبر ۲۰۰۸ میلادی ۹۹

فصل ششم: نتیجه گیری و آزمون فرضیات ۱۰۰

۶- ۱- نتایج آماری ۱۰۱
۶- ۲- نتایج سینوپتیکی ۱۰۲
۶- ۳- آزمون فرضیات ۱۰۳
منابع و مآخذ ۱۰۴

فهرست شکل ها

فهرست ..... صفحه

شکل۲- ۱- نمودار متوسط، حداکثر و حداقل دمای سالانه (درجه سلسیوس) ایستگاه زنجان ۱۹
شکل۲- ۲- نمودار متوسط، حداکثر و حداقل دمای سالانه (درجه سلسیوس) ایستگاه خرم دره ۱۹
شکل۲- ۳- نمودار متوسط، حداکثر و حداقل دمای سالانه (درجه سلسیوس) ایستگاه خدابنده ۱۹
شکل۲- ۴- روند تغییرات متوسط حداقل ، حداکثر و روزانه دمای سالانه ایستگاه زنجان ۲۰
شکل۲ - ۵- روند تغییرات متوسط حداقل ، حداکثر و روزانه دمای سالانه ایستگاه خرم دره ۲۰
شکل ۲ - ۶- روند تغییرات متوسط حداقل ، حداکثر و روزانه دمای سالانه ایستگاه خدابنده ۲۰
شکل ۲- ۷- نمودار میانگین ماهانه بارش به میلیمتر ایستگاه های مورد مطالعه (۱۹۹۴- ۲۰۰۸) ۲۲
شکل ۲- ۸- روند تغییرات بارش سالانه (میلیمتر) ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۹۹۴- ۲۰۰۸) ۲۲
شکل ۲- ۹ - نمودار میانگین ماهانه متوسط رطوبت نسبی (به درصد) (۱۹۹۴- ۲۰۰۸) ۲۳
شکل ۲- ۱۰- روند تغییرات رطوبت نسبی سالانه (به درصد) ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۳
شکل ۳- ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۵
شکل۴- ۱- نمودار نرمال q-q داده‌های برف ایستگاه‌ها ۳۰
شکل۴-۲- نمودار نرمال p-p داده‌های برف ایستگاه‌ها ۳۰
شکل۴-۳- هیستوگرام‌های توزیع ماهانه تعداد روزهای برفی ایستگاه زنجان ۳۲
شکل۴- ۴- هیستوگرام‌های توزیع ماهانه تعداد روزهای برفی ایستگاه خرم دره ۳۴
شکل۴- ۵- هیستوگرام‌های توزیع ماهانه تعداد روزهای برفی ایستگاه خدابنده ۳۶
شکل۴- ۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه زنجان ۳۷
شکل۴- ۷- روند خطی و پلی نومیال درجه۶ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه خرم دره ۳۸
شکل۴- ۸- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه خدابنده ۳۸
شکل۴- ۹- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه زنجان ۳۹
شکل۴- ۱۰- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه خرم دره ۳۹
شکل۴- ۱۱- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه خدابنده ۴۰
شکل۴- ۱۲- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه زنجان ۴۱
شکل۴- ۱۳- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه خرم دره ۴۱
شکل۴- ۱۴- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه خدابنده ۴۱

فهرست ..... صفحه

شکل۴- ۱۵- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه آوریل ایستگاه زنجان ۴۲
شکل۴- ۱۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه آوریل ایستگاه خرم دره ۴۳
شکل۴- ۱۷- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه آوریل ایستگاه خدابنده ۴۳
شکل۴- ۱۸- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه نوامبر ایستگاه زنجان ۴۴
شکل۴- ۱۹- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه نوامبر ایستگاه خرم دره ۴۴
شکل۴- ۲۰- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه نوامبر ایستگاه خدابنده ۴۵
شکل۴-۲۱- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه زنجان ۴۶
شکل۴-۲۲- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه خرم دره ۴۶
شکل۴-۲۳- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه خدابنده ۴۶
شکل۴- ۲۴- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه زنجان ۴۷
شکل۴- ۲۵- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه خرم دره ۴۸
شکل۴- ۲۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه خدابنده ۴۸
شکل ۴- ۲۷- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه زنجان ۵۳
شکل ۴- ۲۸- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه خرم دره ۵۳
شکل ۴- ۲۹- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه ژانویه ایستگاه خدابنده ۵۳
شکل ۴- ۳۰- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه زنجان ۵۴
شکل ۴- ۳۱- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه خرم دره ۵۴
شکل ۴- ۳۲- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه فوریه ایستگاه خدابنده ۵۴
شکل۴- ۳۳- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه زنجان ۵۵
شکل ۴- ۳۴- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه خرم دره ۵۵
شکل ۴- ۳۵- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه مارس ایستگاه خدابنده ۵۵
شکل ۴- ۳۶- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه زنجان ۵۶
شکل ۴- ۳۷- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه خرم دره ۵۶
شکل ۴- ۳۸- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی ماه دسامبر ایستگاه خدابنده ۵۶
شکل ۴- ۳۹- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه زنجان ۵۷
شکل ۴- ۴۰- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه خرم دره ۵۷

عنوان ..... صفحه

شکل ۴- ۴۱- تغییرات آماره u و u´ تعداد روزهای برفی سالانه ایستگاه خدابنده ۵۷
شکل ۴- ۴۲- برازش داده‌های برف ایستگاه زنجان بر روی لوگ پیرسون تیپ ۳ ..... ۶۰
شکل۴- ۴۳- برازش داده‌های برف ایستگاه خرم دره بر روی لوگ پیرسون تیپ ۳ ..... ۶۰
شکل ۴- ۴۴- برازش داده‌های برف ایستگاه خدابنده بر روی لوگ پیرسون تیپ ۳ ..... ۶۰
شکل ۵- ۱- نقشه روز ۲۹ دسامبر ۱۹۹۴ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۲
شکل۵- ۲- نقشه روز ۲۳ فوریه ۱۹۹۵ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۳
شکل۵- ۳- نقشه روز ۲ فوریه ۱۹۹۶سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۴
شکل ۵- ۴- نقشه روز۱۱ فوریه ۱۹۹۶ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۵
شکل ۵- ۵- نقشه روز ۱۶ ژانویه ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۶
شکل ۵- ۶- نقشه روز ۱۹ فوریه ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۷
شکل۵- ۷- نقشه روز ۲۸ مارس ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۸
شکل۵- ۸- نقشه روز۲۹ مارس ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۹
شکل۵- ۹- نقشه روز ۱ دسامبر ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۰
شکل۵- ۱۰- نقشه روز ۱۴ دسامبر ۱۹۹۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۱
شکل ۵- ۱۱- نقشه روز ۲۵ ژانویه ۱۹۹۸ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۲
شکل ۵- ۱۲- نقشه روز۱۱ فوریه ۱۹۹۸ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۳
شکل۵- ۱۳- نقشه روز ۱۵ فوریه ۱۹۹۸ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۴
شکل۵- ۱۴- نقشه روز۹ ژانویه ۱۹۹۹ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۵
شکل۵- ۱۵- نقشه روز۲۸ ژانویه ۲۰۰۰ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۶
شکل ۵- ۱۶- نقشه روز۱۱ دسامبر ۲۰۰۰ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۷
شکل ۵- ۱۷- نقشه روز ۲۴ دسامبر ۲۰۰۰ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۸
شکل۵- ۱۸- نقشه روز ۱ دسامبر ۲۰۰۱ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۹
شکل۵- ۱۹- نقشه روز۴ دسامبر ۲۰۰۱ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۰
شکل ۵- ۲۰- نقشه روز۵ دسامبر ۲۰۰۱ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۱
شکل۵- ۲۱- نقشه روز ۱۴ فوریه ۲۰۰۲ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۲
شکل ۵- ۲۲- نقشه روز ۱۲ آوریل ۲۰۰۲ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۳
شکل۵- ۲۳- نقشه روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۲ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۴

عنوان ..... صفحه

شکل۵- ۲۴- نقشه روز ۱۹ ژانویه ۲۰۰۵ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۵
شکل۵- ۲۵- نقشه روز ۲۳ ژانویه ۲۰۰۵ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۶
شکل۵- ۲۶- نقشه روز ۱۷ نوامبر ۲۰۰۵ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۷
شکل۵- ۲۷- نقشه روز ۸ ژانویه ۲۰۰۶ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۸
شکل۵- ۲۸- نقشه روز ۹ ژانویه ۲۰۰۶ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۹
شکل۵- ۲۹- نقشه روز ۱۹ نوامبر ۲۰۰۶ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۰
شکل۵- ۳۰- نقشه روز۴ فوریه ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۱
شکل۵- ۳۱- نقشه روز ۱۷ فوریه ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۲
شکل۵- ۳۲- نقشه روز ۲ مارس ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۳
شکل۵- ۳۳- نقشه روز۶ مارس ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۴
شکل۵- ۳۴- نقشه روز ۲۷ مارس ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۵
شکل۵- ۳۵- نقشه روز ۲ آوریل ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۶
شکل۵- ۳۶- نقشه روز ۲ دسامبر ۲۰۰۷ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۷
شکل۵- ۳۷- نقشه روز ۲ ژانویه ۲۰۰۸ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۸
شکل۵- ۳۸- نقشه روز ۲۳ دسامبر ۲۰۰۸ سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۹۹

فهرست جدول ها

فهرست ..... صفحه
جدول۲- ۱- آب و هوای ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۷
جدول۲- ۲- مقادیر متوسط سالانه حداکثر، حداقل و روزانه دما ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۸
جدول۲-۳- میانگین بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه به میلیمتر ۲۱
جدول ۲- ۴- توزیع فصلی بارش به میلیمتر و درصد در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۱
جدول۲- ۵- میانگین رطوبت نسبی سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه به درصد ۲۳
جدول ۳- ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۵
جدول ۴- ۱- آزمون کلموگراف و اسمیرنوف ایستگاه زنجان ۲۸
جدول ۴- ۲- آزمون کلموگراف و اسمیرنوف ایستگاه خرم دره ۲۸
جدول۴- ۳- آزمون کلموگراف و اسمیرنوف ایستگاه خدابنده ۲۹
جدول۴- ۴- نتایج آماره توصیفی داده‌های برف ماهانه ایستگاه زنجان ۳۱
جدول۴- ۵- نتایج آماره توصیفی داده‌های برف ماهانه ایستگاه خرم دره ۳۳
جدول۴- ۶- نتایج آماره توصیفی داده‌های برف ماهانه ایستگاه خدابنده ۳۵
جدول۴- ۷ - مقادیر آماره T و آماره بحرانی t(T) سالانه و ماهانه ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۱
جدول ۴- ۸- احتمالات وقوع بارش برف در ایستگاه زنجان ۵۹
جدول ۴- ۹- احتمالات وقوع بارش برف در ایستگاه خرم دره ۵۹
جدول ۴- ۱۰- احتمالات وقوع بارش برف در ایستگاه خدابنده ۵۹

فصل اول

کلیات و مبانی نظری پژوهش

۱- ۱- بیان مسئله:

اقلیم‌شناسی عبارت است از مطالعه اقلیم، یعنی توصیف و نمایش اقلیم‌ها، تجزیه و تحلیل عوامل، تفاوت بین اقلیم‌ها و کاربرد اطلاعات اقلیمی در حل مسائل جامعه. به عبارت دیگر، هدف از اقلیم‌شناسی کشف و تبیین رفتار طبیعی اتمسفر و بهره‌برداری از آن در راستای منافع انسان است (محمدی،۱۳۸۵: ۱). آب و هوا به طور مستقیم بر بنیان عوامل سازنده محیط‌های جغرافیایی تاثیر می‌گذارد و به عنوان یک علت اساسی در چشم اندازهای جغرافیایی تجلی نموده و بعضی ساختارهای فضایی و اکولوژیکی را باعث می‌شود (حجازی زاده، ۱۳۸۱: ۱۱) . دگرگونی از ویژگی‌های پایدار و همیشگی اقلیم است. که این دگرگونی‌ها در بازه-های زمانی مختلفی به وقوع می‌پیوندد و بسیاری از آن‌ها تدریجی و آرام بوده و آثار ناشی از آنها به صورت آنی به منصه ظهور نرسیده، بلکه به طور تدریجی در طی زمان بروز کرده است که این حالت با واژه نوسان بهتر تبیین می‌شود (عساکره،۱۳۸۶: ۳۰،۶۳). عناصر متفاوت هواشناسی از قبیل دما، رطوبت، فشار و باد به دلیل فرایندهای متغیر جو غالباً در فواصل زمانی معین دستخوش نوسان می‌شوند (کاویانی، علیجانی،۱۳۸۲: ۴۷۵) . برف نیز نوعی بارش جامد محسوب می‌شود که از نوسان برخوردار می‌باشد. برف از بلورهای شش‌گوشی تشکیل شده است که حاصل تصعید بخارآب در دمای کمتر از نقطه انجماد آن است، ریزش برف جامد به دمای محیط بستگی دارد، در یک دمای معین سهم برف نسبت به کل بارش با کاهش دما یا افزایش ارتفاع بیشتر می‌شود (کاویانی، علیجانی، ۱۳۸۲: ۲۶۱).

بخش زیادی از بارش درسطح کره زمین به صورت برف می‌بارد و برای مدت کم یا زیاد در سطح زمین باقی مانده و در نهایت در چرخه هیدرولوژی قرار می‌گیرد. در بسیاری از مناطق سطح زمین آب حاصل از ذوب برف منبع اصلی ذخیره آب سطح-الارضی و عامل اصلی سیلاب است و به عنوان یکی از نمودهای مهم فیزیکی سطح زمین در شکل گیری میکرواقلیم نقش اساسی ایفا می‌کند (کاویانی،۱۳۸۱: ۱۲۱). پارامترهای نظیر پوشش، ضخامت، شدت، طول دوره بارش و شروع و پایان بارش دارای اهمیت فراوانی است و از پارامترهای اصلی در برنامه ریزی‌های محیطی و اقلیمی است.

اقلیم‌شناسی سینوپتیک شاخه اصلی علم اقلیم‌شناسی است زیرا نه تنها شرایط جامع و غالب هوای روی زمین را در درازمدت تعیین می‌کند بلکه تغییرات زمانی و مکانی آن را بر اساس عامل مستقیم آن یعنی تغییرات فشار توجیه و تبیین می‌کند، منبع اولیه اطلاعات مورد نیاز آب و هواشناسی سینوپتیک نقشه‌های هواست. هر نقشه هوا پراکندگی هوای یک منطقه یا ناحیه را در یک لحظه زمانی نشان می‌دهد (علیجانی،۱۳۸۱ :۲۱).

استان زنجان که در منطقه شمال‌غرب کشور بین ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه و ۴۹ درجه و ۲۶ دقیقه طول جغرافیایی قرار دارد و میانگین ارتفاع آن بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است و جزء مناطق کوهستانی کشور محسوب می‌شود که بخش زیادی از ریزش‌های جوی آن به صورت بارش برف می‌باشد و

برای استفاده بهینه از این منبع و کاهش خسارت‌های ناشی از آن، مطالعه و پیش‌بینی روند بارش برف در طی سال های گذشته لازم می‌باشد. از آنجا که پیش‌بینی سیستم‌های سینوپتیکی سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ایجادکننده بارش برف با بررسی نقشه‌های هوا قابل انجام است، لذا در این پژوهش سعی شده است که الگوهای سینوپتیکی سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ایجادکننده بارش برف استان زنجان شناسایی و سهم هر یک از الگوها در ایجاد بارش برف مشخص شود.

۱- ۲- فرضیات پژوهش:

۱- ۲- ۱- تعداد روزهای برفی در طی دوره آماری موردنظر، روند کاهشی دارد.

۱- ۲- ۲- گسترش و نفوذ سامانه پرفشار سیبری به منطقه موردنظر می‌تواند سرمایش لازم جهت بارش برف را مهیا کند .

۱- ۲- ۳- بروز بارش‌های برفی در منطقه مورد مطالعه با دینامیک تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرتبط است.

۱- ۳- ضرورت پژوهش :

یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی، بارش برف می‌باشد. بارندگی‌هایی که به شکل برف صورت می‌گیرد به تجزیه و تحلیل ویژه‌ای نیاز دارند زیرا در عرض‌های جغرافیایی بالا و کوهستان‌ها تاثیر کلی دارند و یخچال‌ها از برف تغذیه می‌کنند (رجایی،۱۳۶۶ :۱۶۴). برف اغلب در مناطق کوهستانی کشور دیده می‌شود، در مناطق کوهستانی در فصول سرد سال، بیشتر نزولات جوی به صورت برف است که به صورت توده‌ای برف وجود دارد که با شروع فصل بهار و افزایش دما برف‌ها ذوب شده و به صورت رواناب جریان یافته و باعث تقویت آبهای زیرزمینی، تغذیه دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، منابع آبی و سدها می‌شود. تقریباً نیمی از آبهای زیر زمینی و سطحی کشور از ذوب برف تغذیه می‌شوند از مزایای اقتصادی برف، تولید نیروی برق از جریان‌های حاصل از ذوب برف است. برف یکی از مخاطرات طبیعی است که موجب یخبندان، لغزندگی سطح جاده‌ها، اختلال در خطوط ارتباطی، فرسایش و زهکشی زمین‌ها می‌شود و به سازه‌های شهری و روستایی آسیب می‌رساند. سطوح پوشیده از برف می‌تواند در بخش مخاطرات طبیعی مورد بحث قرار گیرد این سطوح به عنوان یکی از متغیرهای اساسی پیش‌بینی سیلاب ناشی از ذوب برف در پهنه‌های برف‌گیر است (لشنی زند، ۱۳۸۹:۳).

استان زنجان نیز جزء قطب‌های بارش برف در کشور می‌باشد که آب شرب آن از سدها تامین می‌شود. بارش برف در زمستان تاثیر بسیاری بر افزایش میزان آب ذخیره شده در پشت سد و استفاده از آن در فصل تابستان دارد. بارش برف خصوصاً در فصل پاییز که معمولاً میزان ماندگاری آن در کوه‌ها بیشتر است و اوایل فصل بهار نیز ذوب شده و از اثر گذاری بهتری نیز برخوردار می‌باشد برای بخش کشاورزی استان زنجان اهمیت خاصی دارد. از طرفی بارش برف

سنگین در این منطقه باعث خسارت فراوان به باغات و اراضی زارعی، دامداری و راه‌های ارتباطی در طی فصول ریزش می‌شود. لذا می‌توان با شناخت و پیش‌بینی روند بارش برف استان در بسیاری از مسائل محیطی و برنامه‌ریزی منابع آبی از آن استفاده کرد.

۱- ۴- اهداف پژوهش:

۱- ۴-۱- هدف اصلی در این پژوهش، تعیین سینوپتیکی و آماری بارش‌های برف استان زنجان و الگوهای سینوپتیکی مولد بارش برف در سطح دریا و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقش آن در ایجاد بارش‌های برف منطقه مورد مطالعه.

و اهداف فرعی :

۱- ۴-۲- بررسی روند تعداد روزهای بارش برف در استان زنجان.

۱- ۴-۳- تعیین ویژگی‌های زمانی و مکانی بارش برف استان زنجان.

۱- ۵- پیشینه پژوهش :

بررسی‌های زیاد و مطالعات متعددی در مورد موضوع در داخل و خارج از کشور بـعمل آمده که به چند مورد اشاره می‌گردد:

مدرس‌پور (۱۳۶۹) برای پیش‌بینی بارش به صورت برف، از نقشه ضخامت هوای زیر صفر استفاده کرده است و به این نتیجه رسید هر گاه در این نقشه‌ها دمای هوا در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال، زیر صفر درجه باشد ریزش‌های جوی به صورت برف می‌باشند. هدایتی و همکاران (۱۳۷۴) پیش‌بینی ریزش برف با استفاده از پارامترهای فیزیکی، روی استان کبک کشور کانادا انجام داده و به این نتیجه رسیده‌اند که فرارفت تاوایی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال توسط باد، حرارت، آب قابل بارش و لایه ضخامت (۱۰۰۰-۵۰۰) هکتوپاسکال به همراه سامانه‌های سینوپتیکی ریـــــزش برف را می‌توان در آن منطقه پیش‌بینی نموده‌اند. ضیائیان و حسنعلیزاده (۱۳۸۳) روند تغییر بارش و نوع بارش در شهر زنجان را با استفاده از روش من‌کندال در طی دوره آماری ۵۰ ساله مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیده‌اند که میزان بارش سالانه زنجان به علت جهش‌هایی که در میزان مجموع مشاهده می‌شود روند معنی‌داری نداشته اما بارش برف و درصد آن دارای روند افزایشی در مقیاس سالانه بوده است. عادلی (۱۳۸۴) با هدف تعیین رژیم بارش برف در شمال‌غرب کشور، مقدار فراوانی بارش برف در این منطقه را با استفاده از نرم افزار هایفا محاسبه کرده است و نتایج محاسبات نشان داد که مقدار فراوانی بارش برف در ماه های ژانویه و دسامبر به حداکثر خود می‌رسد و به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود. بیشترین مقدار بارش برف در ایستگاه‌هایی رخ داده است که دارای ارتفاع و عرض جغرافیایی بالایی بوده‌اند. شکوهی جم (۱۳۸۵، به نقل از صفری،۱۳۹۰) در تحلیل همدیدی بارش برف سنگین شمال‌غرب کشور، به وجود ناوه‌ی ژرف بر فراز منطقه در تراز میانی وردسپهر اشاره می‌کند که در اثر گسترش

سامانه‌ی بندالی بر روی کوه‌های اورال همراه با نفوذ شدید و شمال سوی زبانه‌ی کم فشار سودانی در تراز زیرین و برقراری شدید گرادیان پربندها بصورت همگرا ایجاد می‌شود به نحوی که تقابل هوای بسیار سرد عرض‌های بالا با هوای گرم عرض‌های جنب استوایی سبب ریزش برف می‌گردد. فهیمی‌نژاد (۱۳۸۶) بارش برف سنگین ۱۳۸۳ گیلان را با استفاده از تحلیل سینوپتیکی و تصاویر ماهواره‌ای مودیس بررسی و با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک رشت، در طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۹۵) و تحلیل خوشه‌ای وارد، سه الگوی بارش برف برای رشت تعیین نمود که الگوی اول پرفشار بالکان. الگوی دوم پرفشار سیبری و الگوی سوم پرفشار ترکیبی. که الگوی سوم مسبب بارش برف ۲۰۰۵ گیلان شناخته شد. مجتهدی و همکاران (۱۳۸۸ به نقل از صفری،۱۳۹۰) برف سنگین زمستان ۱۳۸۳ استان گیلان را از دیدگاه همدیدی بررسی کردند و به این نتیجه رسیده‌اند که استقرار پرفشار شبه بندالی در شمال‌شرق دریای خزر و حرکت غرب سوی آن به اروپای شرقی و همزمان با حرکت شرق سوی انتهای ناوه اسکاندیناوی - شرق مدیترانه و قرارگیری آن به سوی ناوه مورب در شمال ایران سبب رخداد باران‌های زیاد در خزر و در نهایت با تضعیف سامانه‌ی شبه بندالی زوجی و حرکت شرق سوی آن سبـب نفوذ پربند تاوه پیراقطبی به منطقه و ریـزش هوای سرد از عرض‌های بالاتر و اسکاندیناوی و بر روی خزر، به ویژه در سواحل جنوب غربی آن در گیلان و در نهایت ریزش برف سنگین گردیده است. امینی نیا و همکاران (۱۳۸۹) تغییرات بارش برف سنگین شمال‌غرب کشور را با استفاده از آمار روزانه دما و بارش ۱۰ ایستگاه سینوپتیک که شامل ایستگاه‌های پر برف منطقه بوده‌اند با آزمون من‌کندال بررسی نمودند و به این نتیجه رسیده‌اند که بارش برف سنگین در ایستگاه‌های تبریز و ارومیه روند نزولی و در ایستگاه‌های اردبیل و خوی فاقد روند می‌باشد و در دهه اخیر بارش برف سنگین به جز در تبریز، در سه ایستگاه دیگر (ارومیه، اردبیل و خوی) در جهت کاهشی، تغییر ناگهانی داشته و نسبت بارش برف سنگین به کل بارش های سنگین برای ۵ ماه برفی سال، اردبیل با۰/۹۰ و مراغه با ۰/۴۱ به ترتیب بیشترین وکمترین نسبت را دارا بوده‌اند. لشنی زند و همکاران (۱۳۸۹) در تحلیل آماری وقوع بارش برف ایران، با استفاده از داده‌های سالانه فراوانی روزهای برفی ۵۰ ایستگاه سینوپتیک کشور، در طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۷۹-۱۳۴۹) و با استفاده از روش‌های آماری شاخص‌های گرایش مرکزی و رگرسیونی به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین میانگین روزهای برفی به ترتیب به شهر زنجان، اردبیل و تبریز اختصاص داشته است و شهرهای ابوموسی، جاسک، چابهار و آبادان فاقد روزهای برفی بوده‌اند و در بررسی ماهانه، شمار روزهای برفی در ایستگاه‌های ساحلی به دلیل تاخیر حرارتی، بهمن ماه دارای بیشترین روزهای برفی و در ایستگاه‌های دور از ساحل، دی ماه دارای بیشترین روزهای برفی بوده است، همچنین در مقیاس فصلی بیشترین روزهای برفی به ترتیب در فصل‌های زمستان، پاییز، بهار و تابستان بوده است و در رگرسیون چند متغیره مشخص شد که متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی، هر دو در سطح ۰/۵ و ۰/۱ با شمار روزهای برفی رابطه معنی‌دار داشتند. صلاحی و صفری (۱۳۸۹) تحلیل همدیدی مسبب بارش برف سنگین شهرستان کرمانشاه را با استفاده از داده‌های دما، بارش و تعداد روزهای برفی در طی دوره آماری ۲۰ ساله و نقشه‌های هم فشار سطح زمین،

۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مطالعه کردند و به این نتیجه رسیده‌اند که بسیاری از بارش برف سنگین این شهرستان با زبانه‌های پرفشاری و قرارگیری این شهرستان در زیر جلو فراز موج بادهای غربی در ارتباط است و شکل‌گیری پرفشار در دریای خزر و گسترش ناوه‌ای از اسکاندیناوی تا شرق مدیترانه و به صورت مورب و شرق سو تا غرب در شمال‌غرب ایران، سبب ریزش برف در منطقه موردمطالعه بوده است. عطایی و فنایی (۱۳۸۹) در تحلیل آماری روند تغییرات برف و دما در ایستگاه‌های کردستان با استفاده از داده‌های بارش برف و دمای ایستگاه‌های سنندج و سقز در طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۰ و سپس با سنجش و اطمینان از بهنجار بودن داده‌ها با استفاده از آزمون پارامتری Tو انجام محاسبات آماری به این نتیجه رسیده‌اند که بارش برف سنندج روند مشخصی ندارد ولی دمای سنندج و سقز، دارای روند نزولی و بارش برف سقز، دارای روند صعودی می‌باشد و ایستگاه سقز دارای بارش برف بیشتر و دمای کمتر نسبت به ایستگاه سنندج می‌باشد. پدرام و هدایتی (۱۳۸۹) در بررسی آستانه دمایی بارش برف استان کردستان، از داده‌های زمان‌های رخداد بارش‌های برف در طول دوره آماری ۷ ایستگاه همدیدی استان به همراه دما و نقطه شبنم در همان ساعت دیدبانی استفاده و سپس با توزیع نرمال، بهترین توزیع برای برازش به داده‌های دما مشخص و بررسی‌ها نشان داد که به هنگام ریزش برف، دما به طور میانگین در بیشتر ایستگاه‌های موردمطالعه منفی است و به سبب گذر دما از فاز مثبت به منفی، فراوانی بارش برف در دماهای ۵ درجه سانتی‌گراد بیش از گستره‌های دیگر است و بارش برف در دماهای ۳ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌ها به ندرت رخ می‌دهد و بیشینه احتمال بارش برف در دماهای مثبت، حدود ۰/۲۵ برای دماهای بین ۱ درجه تا ۳ درجه سانتی‌گراد بوده است. پروانه و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی الگوهای سینوپتیک روزانه بارش برف سنگین غرب ایران پرداختند در این پژوهش، روزهای با بارش برف ۲۵ سانتی‌متر، طی ۲۴ ساعت، به عنوان روز بارش برف سنگین انتخاب شد و با استفاده از مولفه‌های اصلی و خوشه‌ای، الگوهای روزانه گردش اصلی ریزش برف سنگین در منطقه شناسایی شد. ابوطالبی و دولتی‌مهر (۱۳۸۹) تحلیل بارش‌های برف دیر هنگام بهاره مشگین‌شهر را با استفاده از داده‌های عناصر جوی از قبیل دما، رطوبت، بارش، یخبندان و روزهای برفی در بازه زمانی ۱۲ ساله (۱۳۸۵-۱۳۷۵)مشکین شهر و با معادلات رگرسیونی چند متغیره و توزیع ویبول انجام دادند، نتایج حاصله بیانگر این است که در رگرسیون چند متغیره، با ضریب اطمینان ۰/۸۰ خاتمه ریزش برف دهم فروردین و بر اساس توزیع ویبول، خاتمه ریزش برف در دهه اول اردیبهشت می‌باشد. رادفر (۱۳۸۹) وضعیت برف منطقه کوهرنگ را با داده‌های ریزش‌های جوی ماهیانه و تبخیر از تشتک موجود از ایستگاه‌های هواشناسی کوهرنگ، در طی دوره آماری (۱۹۸۷ - ۲۰۰۸) مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که ریزش‌های جوی از حالت برف به باران تغییر فرم داده‌اند. بینستون[1] (۱۹۹۷) تغییرات عمق و طول دوره بارش برف آلپ را در طی ۵۰ سال گذشته در چند ایستگاه هواشناسی آلپ سوئیس مورد مطالعه قرار داد و نتایج نشان داد که در پاییز و زمستان یک پرفشار بر منطقه آلپ به طور مداوم و پیوسته مستقر بوده و نوسان سالانه و ماهانه فشار در منطقه آلپ با نابهنجاری‌های شاخص اطلس شمالی

[1] - Beniston