روند بارش برف در جلگه مرکزی گیلان و پیامدهای ناشی از آن

پرویز رضائی * – استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
غلامرضا جانبازی قبادی– استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
علیرضاجعفرزاده– دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه اکادمی علوم آذربایجان

دریافت مقاله: ۸۹/۳/۱۴ **پذیرش نهایی: ۸۹/۶/۲۵**

چکیده

نزول برف سنگین در مناطق پست و جلگه‌ای عرض‌های میانه غیرمنتظره و تا حدودی غافلگیرانه بوده و تداوم چند روزه آن در این مناطق، عملاً تأثیرات منفی را در تمام سطوح زندگی ساکنین این مناطق به همراه خواهد داشت. بر این اساس بررسی این پدیده از دیدگاه‌های مختلف دارای ارزش است. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، جلگه‌ی مرکزی گیلان است. در این گستره، بدلیل شرایط مناسب طبیعی شهرها و سکونتگاه‌های زیادی استقرار یافته‌اند.

داده‌های مورد استفاده در تحقیق شامل نزولات جوی و ویژگی‌های آن شامل: میزان بارش، میزان برف و روزهای همراه برف است که از ۴ ایستگاه سینوپتیک مستقر در سطح جلگه استخراج شده است. دوره آماری در ایستگاه رشت و انزلی بیش از ۵۰ سال و در سایر ایستگاه‌ها براساس آزمون آماری ماکوس کفایت لازم را جهت مطالعه دارد. روش تحلیل داده‌ها بر اساس روش‌های آماری و بررسی روند تغییرات برف از طریق آزمون گرافیکی من-کندال صورت گرفته است. نتایج حاصل از آزمون گرافیکی من-کندال، بیانگر روند مثبت و افزایشی در ایستگاه رشت و روند منفی و کاهش برف در سایر ایستگاه‌ها است. این ویژگی در دهه اخیر بیشتر مشهود است. همچنین بر اساس نتایج، ریزش برف در استان گیلان یک ویژگی طبیعی است که هر چند سال یکبار با حجم زیاد نزول می‌نماید و با خسارت‌های مالی و گاه جانی نیز همراه است.

واژگان کلیدی: دریای خزر، جلگه گیلان، برف، نزولات جوی، آزمون من-کندال

---

*نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۳۸۳۵۱۴ *E-mail: rezaei@ iaurasht.ac.ir*

۱.مقدمه

برف دارای اثرات عمیقی بر بیلان تابش است و به دلیل آلبدوی زیاد و قابلیت تشعشعی بالا، درصد قابل ملاحظه‌ای از انرژی ورودی را مجدداً به جو منعکس می‌نماید. اما آیا حجم برف و ذوب ناشی از آن بر آب وهوا و ساخت و سازهای شهری تاثیر دارد؟ و آیا روند وقوع برف در عرض‌های میانه از نظم خاصی پیروی می‌کند؟ برای پاسخ مناسب به این پرسش‌ها برف سنگین سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۶ استان گیلان که به «بحران سفید» معروف گشت مورد مطالعه قرار گرفته است.

محدوده مطالعاتی در این تحقیق، بخشی از استان گیلان در شمال ایران، واقع در اراضی جلگه‌ای حاشیه دلتای سفیدرود است. کانون اصلی نزول برف، شهرهای رشت و انزلی بوده که تقریباً بیشترین خسارت را در این بحران متحمل شدند. این محدوده بدلیل شرایط مناسب طبیعی، بیشترین جمعیت استان را در خود جای داده و مهمترین شهرهای استان و مراکز روستائی در آن قرار دارند. ارتفاع عمومی سطح جلگه کمتر از سطح آبهای آزاد بوده و عریض‌ترین بخش نوار ساحلی دریای خزر در این قسمت قراردارد. از مهمترین ویژگی‌های طبیعی دره سفیدرود، انتقال هوا و رطوبت از سمت دریای خزر به سوی فلات مرکزی ایران است.

پژوهش‌های موجود در خصوص موضوع تحقیق در قالب پایان‌نامه‌های تحصیلی و یا گزارش‌های پژوهشی و طرح‌های اجرائی بوده که اغلب نیز مربوط به مناطق سردسیر، کوهستانی و برفگیر است. از جمله این پژوهش‌ها نیز می توان به «شناسائی و معرفی الگوهای آب و هوایی بزرگ مقیاس مؤثر بر تنوع بارش برف در شرق ایالات متحده» اشاره نمود که توسط جنیفر مورن[1] و همکاران (۲۰۰۸) انجام گرفته است. در این مطالعه تنوع بارش برف و ارتباط آن با گردش عمومی آب و هوا در شرق ایالات متحده مورد بررسی قرار گرفته است. متغیرهای تحقیق شامل تعداد فصلی بارش برف (***TSF***) و تعداد روز برف (***NSD***) است که از ۱۲۴ ایستگاه مستقر در سطح منطقه جمع آوری و برای تجزیه و تحلیل به محیط نرم افزار منتقل گردیده است. حالت برجسته تنوع برای هر دو متغیر ***TSF*** و ***NSD*** مربوط به الگوی نوسان آتلانتیک شمالی (***NÃO***) است. الگوی دوم نیز برای تنوع ***TSF*** مربوط به اقیانوس آرام و شمال الگوی آمریکایی (***PNA***) است.

امینی‌نیا و همکاران (۱۳۸۹) نیز در تحقیقی به «بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمال غرب ایران» پرداخته‌اند. امینی نیا به منظور تحلیل و بررسی تغییرات بارش برف سنگین در منطقه شمال غرب کشور با استفاده از آمار روزانه دما و

1- Jennifer Morin

بارش۱۰ ایستگاه سینوپتیک پر برف محدوده مطالعاتی به این نتیجه رسیده که بارش برف سنگین در همه ایستگاه‌ها و در طول دوره آماری مشترک، دارای نوسانات زیاد و روند کاهشی بوده است. استفاده از آزمون رتبه‌ای من- کندال در مورد ایستگاه‌های دارای آمار طولانی مدت، وجود روند نزولی در دریافت بارش برف سنگین را برای ایستگاه‌های تبریز و ارومیه و عدم وجود روند در اردبیل و خوی را نشان داد. همچنین آزمون گرافیکی من- کندال نشان داد که در دهه اخیر بارش برف سنگین به جز در تبریز، در سه ایستگاه دیگر در جهت کاهشی، تغییر ناگهانی داشته، اما این تغییر، معنی‌دار نبوده است. بررسی تغییرات ماهانه بارش برف سنگین، وقوع این نزولات در بازه زمانی طولانی هشت ماهه (اکتبر تا می) را برای ایستگاه‌های اردبیل، اهر و خلخال نشان می‌دهد. از نظر نسبت بارش برف سنگین به کل بارش‌های سنگین برای ۵ ماه برفی سال، اردبیل با ۹۰ درصد و مراغه فقط با ۴۱درصدبه ترتیب بیشترین‌وکمترین نسبت را دارا بوده اند.

همچنین عادلی (۱۳۸۴) در خصوص «کلیماتولوژی بارش برف در شمال‌غرب کشور» مطالعه و سازمان هواشناسی کشور نیز در گزارشی به «بررسی ریزش برف» پرداخته و به منظور تعیین پیش‌بینی ریزش برف روشی پیشنهاد گردیده است.

آنت سمادنی- دیویس[1](۲۰۰۰) استاد دانشگاه لوند سوئد در پژوهشی به «اثر متقابل آب و هوایی شهری و برف» پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که برف به دلیل آلبدوی زیاد تاثیر بسیار زیادی بر توازن تابش شهری دارد. همچنین ذوب ناشی از برف از دیگر تاثرات آن بر اقلیم شهری است.

استانداری گیلان (۱۳۸۴) نیز پس از برف سال ۱۳۸۳ گزارشی را تحت عنوان «بحران سفید» منتشر نمود که عمدتاً شامل ابعاد و میزان تلفات مربوط به برف و اقدامات صورت گرفته در زمان بحران مذکور است. بررسی اسناد و منابع نیز احتمال وقوع چنین پدیده‌ای را کمتر پیش‌بینی و بر این اساس اقدامات لازم در خصوص مقابله با چنین پدیده‌ای در ساخت و سازهای شهری و زیر بنائی و هچنین تاسیسات روبنائی دیده نشده است. چنانکه بررسی دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های مهندسی نیز بیانگر بی‌توجهی به این پدیده در محدوده تحقیق است و استانداردهای مهندسی نیز برای مقابله با برف سنگین منظور نشده است و علت اصلی زیان‌ها و تلفات غافلگیر شدن مسئولین و مردم عنوان شده است. در این مقاله با توجه به ابعاد خسارت و اهمیت موضوع به بررسی این پدیده ازدید علمی و اقلیمی پرداخته شده است.

1- Annette Semadeni-Davies

۲.داده‌ها و روش‌ها

بستر مناسب در مطالعات اقلیمی و هواشناسی، دسترسی به داده‌های مطمئن از یک شبکه مناسب ایستگاهی در یک دوره مطلوب آماری است. این بستر مناسب از نزولات جوی برای مطالعه روند وقوع نزولات جوی از داده‌های شبکه ایستگاه‌های سازمان هواشناسی بهره‌گیری شده است که به طور عمده از سال ۱۹۵۱ کار دیدبانی عناصر اقلیمی (جوی) را در چارچوب دستورالعمل‌های سازمان هواشناسی جهانی شروع کرده‌اند. گرچه در گیلان تعداد محدودی ایستگاه با داده‌های آماری حدود ۵۰ سال و آن هم به صورت ناقص وجود دارد که در مقایسه با بعضی از کشورها که بیش از ۲۰۰ سال آمار داده‌های هواشناسی دارند دوره کوتاه‌تری است. مسلم است بررسی نزولات جوی و سایر عناصر اقلیمی در دوره‌های طولانی‌تر می‌تواند نتایج قابل قبول‌تری را به دنبال داشته باشد.

به رغم اینکه روش‌های مجاز و توصیه شده‌ای از سوی سازمان هواشناسی جهانی (***WMO***)[1] و محافل برجسته آماری برای بازسازی شکاف‌های کوتاه وجود دارد ولی بازسازی بیش از حد داده‌های گم شده در رابطه با تغییر اقلیم توصیه نمی‌شود (***WMO***، ۱۹۸۳: ۱۱).

۲-۱.داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، داده‌های خام و آمارهای ثبت شده است که از چهار ایستگاه بندر انزلی، رشت (فرودگاه) ، آستارا و منجیل (جدول ۱ و شکل ۱) استخراج و مورد استفاده قرار گرفته است.

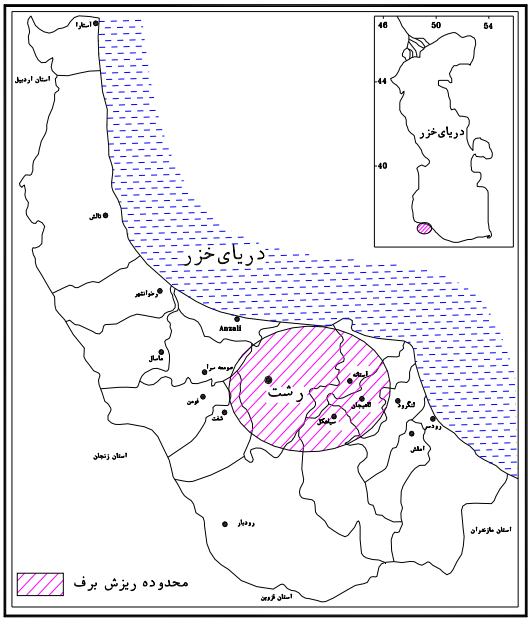
جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

نام ایستگاه	سال تاسیس	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع ایستگاه
انزلی	۱۳۲۸	-۲۳/۶	۳۷°۲۸´۰۰´´	۴۹°۲۷´۰۰´´	سینوپتیک دریایی
رشت (فرودگاه)	۱۳۳۴	-۸/۶	۳۷°۱۹´۰۰´´	۴۹°۳۷´۰۰´´	سینوپتیک فرودگاهی
آستارا	۱۳۶۴	-۲۱/۱	۳۸°۲۱´۰۰´´	۴۸°۵۱´۰۰´´	سینوپتیک اصلی
منجیل	۱۳۷۱	۳۳۸/۳	۳۷°۱۱´۰۰´´	۴۹°۲۴´۰۰´´	سینوپتیک اصلی

مأخذ: سازمان هواشناسی

1-World Meteorological Organization

عناصر مورد مطالعه شامل: میزان بارش ماهانه، سالانه، روزهای برفی و بارانی است که به تناسب در مراحل مختلف تحقیق جهت تحلیل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین جهت بررسی سابقه نزول برف، علاوه بر آمار ایستگاه‌های فوق، اطلاعات آماری ایستگاه‌های کوهستانی و برفگیر ایران استخراج و با هم مقایسه شده است. جهت بررسی علل خسارت نیز آئین‌نامه‌های مربوطه و ضوابط مربوط به ساخت و سازها مورد بحث قرار گرفته است.



شکل ۱. موقعیت منطقه متأثر از بحران برف در استان گیلان

۲-۲.روش‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده در تحقیق

روش مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات در این تحقیق بر اساس مطالعات میدانی و روش‌های آماری است و تعیین روند تغییرات نیز بر اساس آزمون رتبه‌ای من - کندال است که در ادامه به تشریح این روش پرداخته خواهد شد. جهت تحلیل داده‌ها نیز از نرم افزار ***Excel*** و ***Spss*** استفاده شده است.

آزمون رتبه‌ای من - کندال

یکی از متداول‌ترین روش‌های همبستگی رتبه‌ای، استفاده از ضریب همبستگی کندال است (مهدوی و طاهرخانی، ۱۳۸۵: ۱۶۶). این آزمون نیاز به توزیع فراوانی نرمال یا خطی بودن رفتار داده‌ها نداشته و در برابر مقادیر فرین۱ برای مثال داده‌هایی که کشیدگی۲ زیاد دارند مانند داده‌های بارندگی و داده‌هایی که از رفتار خطی انحراف چشمگیری دارند بسیار قوی بوده و به منظور ارزیابی روند بکار می‌روند (عساکره و کاویانی، ۱۳۸۲: ۲۵۵). مراحل اجرای آزمون به طور اختصار به شرح زیر است: داده‌ها را رتبه بندی نموده و آماره t_i (نسبت رتبه I به رتبه‌های ماقبل) را محاسبه نموده، سپس فراوانی تجمعی آماره $(\sum t_i)_i$ به دست می‌آید. امید ریاضی، واریانس و شاخص من ـ کندال براساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند (تورکش و همکاران، ۱۹۹۶: ۱۰۶۲؛ لانا و همکاران، ۲۰۰۳، ۳۲۰؛ لانا و همکاران، ۲۰۰۴: ۶۲۷ ؛ سلشی و همکاران، ۲۰۰۴: ۹۷۶).

(Č)

$$E_i = \frac{n_i(n_i - 1)}{4}$$

(č)

$$V_i = \frac{n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)}{72}$$

Ď)

$$U_i = \frac{(\sum t_i - E_i)}{\sqrt{V_i}}$$

در روابط (۲) و (۳) n_i ترتیب زمانی داده‌ها می‌باشد. این شاخص دارای توزیع نرمال است، لذا جهت شناسایی معنی‌دار بودن از جدول منحنی نرمال استفاده می‌شود.

برای بررسی تغییرات باید شاخص U_I' نیز تعیین شود . مراحل محاسبه U_i' بدین شرح است:

داده‌ها را رتبه بندی نموده و آماره t_I' (نسبت رتبه I به رتبه‌های مابعد) را مشخص کرده و سپس فراوانی تجمعی $(\sum t_i')_{t_i'}$ محاسبه می‌شود. امید ریاضی، واریانس و شاخص U_I' به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

1- Extreme Values
2- Skewenes

(d')

$$E_i' = \frac{[N-(n_i-1)](N-n_i)}{4}$$

(Đ)

$$V_i' = \frac{[N-(n_i-1)](N-n_i)[2(N-(n_i-1))]+5}{72}$$

(đ)

$$U_i' = \frac{-(\sum t_i' - E_i')}{\sqrt{V'_i}}$$

در روابط شماره ۴ و ۵، N حجم نمونه‌ی آماری مورد مطالعه است. محل تلاقی شاخص U_i و U_i' با محدوده ۹۵ درصد اطمینان نشان دهنده تغییرات سری زمانی بوده و رفتار U_i بعد از محل تلاقی وضعیت روند کاهشی یا افزایشی سری را نشان می‌دهد. عدم تلاقی دو شاخص معرّف عدم روند سری می‌باشد.

۳.بحث و نتایج تحقیق

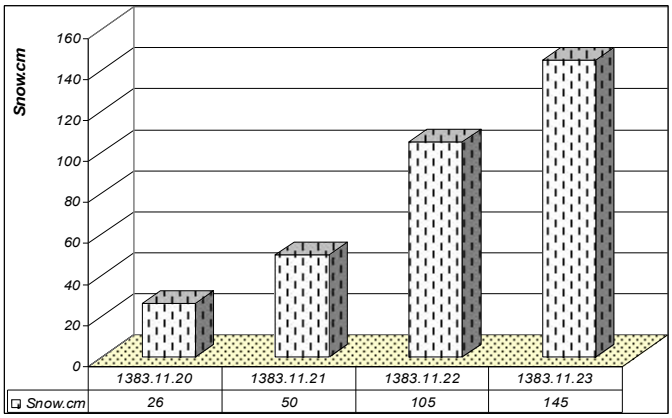
محدوده مطالعاتی در مثلثی که در حد فاصل امام زاده هاشم ـ کیاشهر و حسن‌رود تشکیل می‌شود، در امتداد دره سفیدرود قرار دارد. این محدوه بر خلاف جلگه‌های شرقی و شمال غربی استان دارای وسعت زیادی است. میزان بارش سالانه آن تا ۱۶۰۰ میلی‌متر در سواحل می‌رسد، به سمت خشکی به تدریج از میزان بارندگی کاسته می‌شود و در فاصله کوتاهی از انزلی تا جنوب رشت میزان بارش۳۰۰ میلی‌متر کاهش یافته و منحنی۱۳۰۰ میلی‌متر از جنوب رشت عبور می‌کند. این روند کاهش تا اطراف شهر سنگر ادامه داشته و به میزان ۱۲۰۰ میلی‌متر می‌رسد. در جنوب شهر سنگر با توجه به برخورد توده هوا به ارتفاعات البرز غربی و تالش جنوبی، صعود اروگرافیک صورت گرفته و به طور موضعی مجدداً میزان بارندگی حدود ۱۰۰ میلی‌متر افزایش یافته و به ۱۴۰۰ میلی‌متر می‌رسد (خوشرفتار،۱۳۸۴). دره سفیدرود درجنوب دریای خزر نقش مهمی در انتقال و هدایت رطوبت به سمت جلگه گیلان دارد و هر زمان که سیستم‌های باران‌زا در امتداد دره فوق از روی دریای خزر عبور نمایند بارش‌های

سنگین و استثنائی را بوجود می‌آورند. سیستم‌های فوق اگر در فصل زمستان به منطقه وارد شوند نزولات به صورت برف و به دلیل رطوبت زیاد مسیر حرکت دارای وزن سنگین نیز می‌باشند.

۳-۱.بررسی آماری وضعیت اقلیمی محدوده تحقیق

۳-۱-۱. سابقه بارندگی برف در گیلان

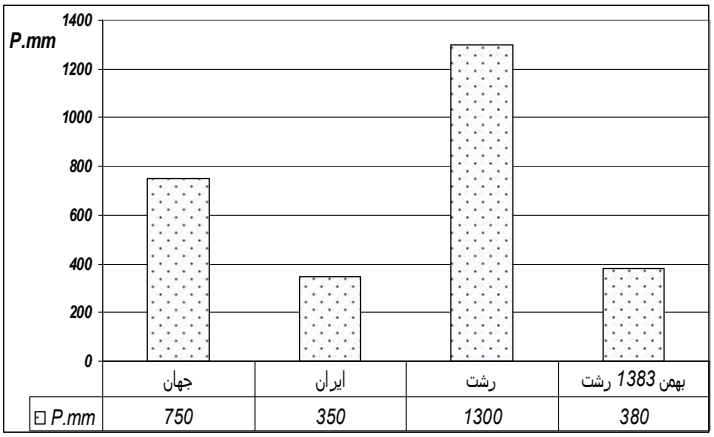
بررسی داده‌های آماری و اسناد موجود نشان می‌دهد که ریزش برف سنگین در جلگه‌ی گیلان حالتی کاملا استثنائی دارد، ولی از اهمیت زیادی برخوردار بوده و گاه بحران شدیدی را ایجاد می‌کند. مثلاً در بهمن ۱۳۳۸ (فوریه۱۹۵۹) پوششی از برف به ضخامت بیش از یک متر چندین روز دوام آورد (بازن، ۱۹۷۹ :۷۶). در زمستان سال۱۳۵۰ (۱۹۷۱میلادی) نیز ضخامت برف در قسمت عمده‌ای از جلگه‌ی گیلان تا حدود ۱/۵ متر بوده است، این برف در طی ۶ روز تداوم داشته و میزان آب به دست آمده از برف حدوداً ۲۶۸ میلی‌متر برآورد شده است. برف سنگین روزهای۲۰ الی ۲۳ بهمن ۱۳۸۳ (۷ تا۱۰ فوریه ۲۰۰۴) در طی ۴ روز به ارتفاع متوسط ۱/۶ متر در شهر رشت و مناطق اطراف آن اتفاق افتاد (سازمان هواشناسی کشور،۱۳۸۳). بارش برف در روزهای اول آرام ولی در روزهای پایانی غیرقابل پیش‌بینی و غافلگیرکننده بوده است (شکل۲).



شکل۲. ارتفاع برف بهمن ماه ۱۳۸۳(فوریه ۲۰۰۴) درایستگاه رشت به تفکیک روز

ضخامت برف در دلتای سفیدرود بین یک تا دو متر بوده است که به تدریج از رأس دلتا به سوی ساحل از ضخامت برف کاسته شده است و حدود ۱۰روز دوام داشته است. به طوری که در رأس دلتا حدود ۲ متر، در امتداد جاده رشت به آستانه حدود ۱/۵ متر و در بندر کیاشهر حدود ۱۵ سانتیمتر برف باریده و مقدار آب حاصل از ذوب برف در رشت معادل ۳۸۰ میلی‌متر بارش بوده است. در شکل (۵) ارتفاع آب حاصل از برف فوق

با متوسط سالانه جهان، ایران و رشت مقایسه شده است، به طوری که ارتفاع برف بهمن ۱۳۸۳ (فوریه ۲۰۰۴) بیشتر از میزان سالانه ایران، حدود نصف بارش سالانه جهان و بیشتر از یک چهارم بارش سالانه ایستگاه رشت است.

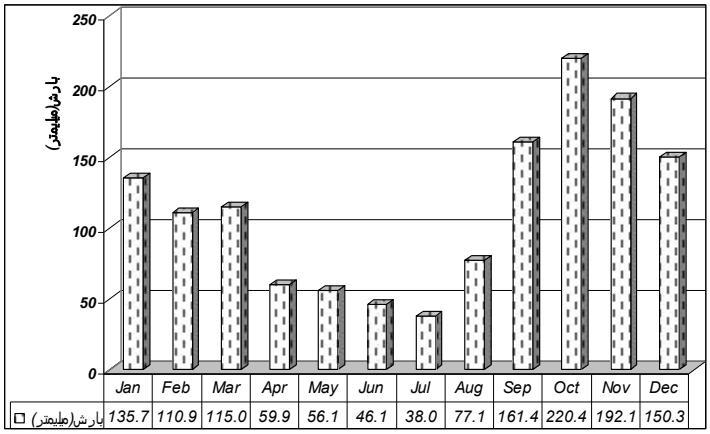


شکل۳. مقایسه ارتفاع بارش ۱۳۸۳ با متوسط سالانه جهان، ایران و رشت

فاصله زمانی بین برف سنگین بهمن ماه ۱۳۸۳ و برف سنگین قبلی، ۴۴ سال بوده است. بررسی ساخت و سازه‌ها نشان می‌دهد که بناها، دکل‌های برق و تاسیسات شهری، هیچ یک برای چنین برفی محاسبه نشده‌اند. نه تنها مسئوولین بلکه مردم نیز چنین برفی را به فراموشی سپرده بودند. علیرغم اشاره به سابقه برف در اغلب گزارش‌ها، علت خسارت‌ها در برف سال۱۳۸۳، غافلگیری اعلام شده است. تکرار این وضعیت در سه سال بعد نیز غیر عادی بودن این مسئله را بهتر نشان می‌دهد.

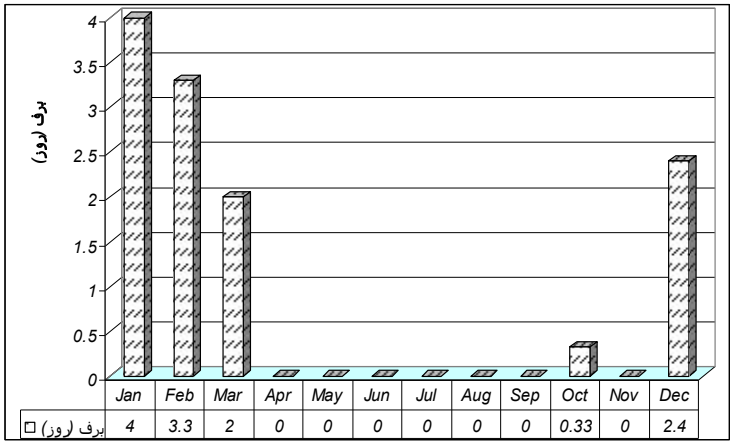
۳-۱-۲. نزولات جوی

ایستگاه سینوپتیک رشت در مرکز این محدوده به عنوان ایستگاه شاخص انتخاب و بر مبنای آن به بررسی نزولات جوی در منطقه پرداخته شده است. توزیع ماهانه و فصلی بارش ایستگاه رشت بیانگر ریزش بارش در تمام ماه‌های سال است. اما این توزیع در طول سال یکنواخت نبوده، به طوری که اکتبر با ۲۲۰ میلی‌متر پرباران‌ترین و ژوئیه با ۳۸ میلی‌متر کم باران‌ترین ماه است. این ویژگی بیانگر رژیم بارش مدیترانه‌ای با شرایط محلی است (شکل۴).



شکل ۴. توزیع ماهانه بارش رشت(۲۰۰۲-۱۹۶۱)

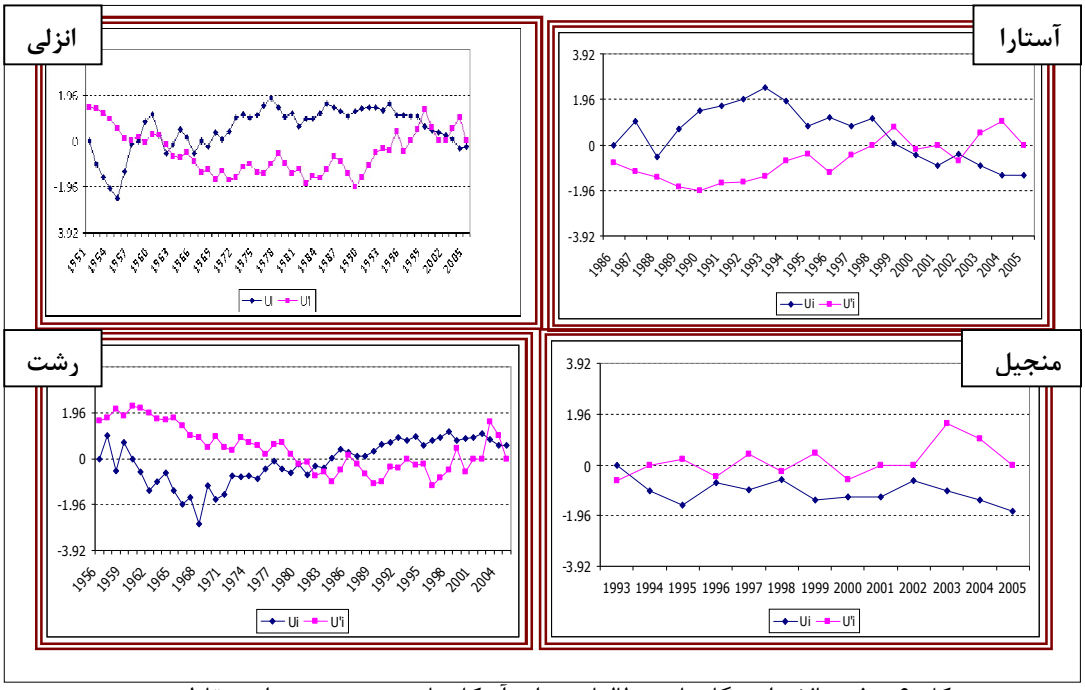
حداکثر بارش روزانه ایستگاه رشت با میزان ۲۰۰ میلی‌متر (در ماه نوامبر در سال ۱۹۷۶) و سپس با میزان ۱۷۰ میلی‌متر در سال ۱۹۸۵ در ماه اکتبر به ثبت رسیده است. متوسط بارش سالانه دررشت با میزان ۱۳۶۴ میلی‌متر بین ۹۵۸ تا ۱۹۶۸میلی‌متر در نوسان است. روزهای همراه بارش این ایستگاه درطول سال ۱۳۷ روز بوده، به طوری که از ماه سپتامبر تا آوریل حدود یک سوم روزهای سال بارانی و در ماه مارس ۱۵ روز دارای بارش گزارش شده است. متوسط سالانه تعداد روزهای همراه برف نیز در منطقه کم است. به طوری که در اغلب سال‌ها میزان برف کم و متوسط روزهای برفی بین دو تا پنج روز در فاصله ماه‌های دسامبر تا مارس نوسان دارد؛ ولی در حالت‌های استثنایی به بالای۱۰ روز نیز بالغ می‌گردد اما در مجموع به دلیل دمای بالای صفر، مدت دوام برف بسیار کوتاه و به کمتر از ۱روز می‌رسد (شکل۵).



شکل ۵. روزهای همراه با برف ایستگاه رشت به تفکیک ماه(۲۰۰۲-۱۹۶۱)

۳-۲.آزمون روندیابی ارتباط رتبه ای آماره t به روش کندال

برای تشخیص و تعیین وجود روند و یا عدم وجود روند و تعیین نوع تغییرات و زمان در جلگه‌ی گیلان از آزمون رتبه‌ای من-کندال استفاده می‌گردد. برای دست‌یابی به چنین هدفی نیاز به آزمون گرافیکی من-کندال است. بدین صورت اگر α -۰/۰۵ در نظر گرفته شود، هرگاه اندازه U بیشتر از ۱/۹۶ باشد روند معنادار است، حال اگر روند معنادار بود و مثبت، روند افزایش و اگر منفی، روند کاهشی است (طباطبایی، حسینی، ۱۳۸۲: ۹۱). از ضرورت‌های بنیادی در شناخت تغییرات زمانی و مکانی بارش تحلیل سری‌های زمانی است. در این راستا با استفاده از آزمون آماری و گرافیکی من - کندال، بررسی گام به گام روند برای تشخیص و تعیین وجود و یا عدم وجود تغییرات اقلیمی در جلگه‌ی گیلان به صورت سالانه برای کلیه سری‌های زمانی محاسبه گردید که در این روش با محاسبه مقادیر Ui و $U'i$ و ترسیم نمودارهای آنها امکان تعیین روند تغییر، نوع تغییرات و زمان بر روی داده‌ها فراهم می‌گردد و سپس معنی‌داری این آماره در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد آزمون قرار می‌گیرد. با توجه به پراکندگی ایستگاه‌ها و حجم داده‌ها و تحلیل آنها با استفاده از روش من-کندال نتایج حاصل روند متغیری را در ایستگاه‌ها به شرح ذیل نشان می‌دهد:



شکل ۶. برف سالانه ایستگاههای مطالعاتی برای آشکارسازی روند معنی دار و نقاط جهش

با توجه به شکل (۶) روند تغییرات روزهای همراه با برف در ایستگاه انزلی از سال ۱۹۵۱ تا ۱۹۵۷ روند منفی را طی کرده به طوری که در سال ۱۹۵۷ از محدوده بحرانی ۱/۹۶- خارج شده و سپس روند مثبت را می‌پیماید که در سال ۱۹۵۹ بر اثر تغییر ناگهانی روند مثبت را به صورت نوسانات افزایشی و کاهشی پیوسته در داخل محدوده بحرانی ۱/۹۶+ طی کرده است که از سال ۲۰۰۰ روند منفی را تا انتهای دوره طی می‌کند. روند تغییرات برف ایستگاه آستارا در محدوده بحرانی ۱/۹۶± بوده است و در اثر تغییر ناگهانی بر میزان برف در سال ۲۰۰۲ کاسته شده است همچنین بیشترین مقدار برف در فاصله سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۲ می‌باشد که از محدوده بحرانی ۱/۹۶+ خارج شده است و دوباره روند منفی را در داخل محدوده بحرانی تا انتهای دوره طی می‌کند. روند تغییرات برف سالانه ایستگاه رشت از ابتدای دوره به صورت نوسانات افزایشی و کاهشی و روند منفی را طی می‌کند که در سال ۱۹۷۰ از محدوده بحرانی ۱/۹۶- خارج شده و سپس در سال ۱۹۷۱ روند مثبت را تا انتهای دوره در محدوده بحرانی ۱/۹۶+ ادامه می‌دهد. این روند در ایستگاه منجیل از نوع روند معنی‌داری و کاهشی بوده است و زمان آغاز آن از سال ۱۹۹۳ است و تا انتهای دوره در حد بحرانی۱/۹۶- مشاهده شده است.

۴.بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با توجه به اهمیت موضوع تحقیق و بررسی روند وقوع برف در سطح جلگه‌ی گیلان سعی گردید، روند وقوع برف با استفاده از ایستگاه‌های مستقر در سطح منطقه مورد بررسی قرار گیرد. برای نیل به چنین اهدافی نزول برف‌های سنگین از چند جنبه مورد بررسی قرار گرفتند.

- بررسی میزان نزولات جوی در سطح جلگه و مقایسه آن با نقاط برفگیر کشور
- بررسی روند وقوع برف و ارزیابی روزهای برفی بر اساس آزمون گرافیکی من - کندال

میزان نزولات جوی و روزهای برفی در دوره‌های زمانی موجود از داده‌های خام موجود از آرشیو سازمان هواشناسی استان استخراج گردید. بر اساس روش‌های آماری مورد بررسی و سپس روند وقوع آن بر اساس آزمون گرافیکی من-کندال مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه روند نزول برف سنگین و روزهای همراه با برف در همه ایستگاه‌ها و در دوره آماری دارای نوسانات زیاد و عمدتاً کاهشی است. استفاده از آزمون رتبه‌ای من- کندال وجود روند کاهشی در دریافت بارش برف سنگین و روزهای همراه با نزول برف را در کلیه ایستگاه‌ها و وجود روند افزایشی را در ایستگاه رشت نشان داد. همچنین آزمون گرافیکی من-کندال نشان داد که در دهه اخیر بارش برف سنگین در سه ایستگاه

آستارا، انزلی و منجیل در جهت کاهشی است. در ایستگاه منجیل این روند منفی و همراه با کاهش تقریباً در تمام دوره است اما در ایستگاه انزلی در ابتدا روند کاهشی تا حدودی نامنظم، سپس افزایشی و در دهه اخیر نیز دارای روند کاهشی است. در ایستگاه آستارا و رشت تقریباً این روند عکس هم بوده است. در ایستگاه آستارا در ابتدا روند افزایشی و در دهه اخیر همراه با کاهش و در ایستگاه رشت در ابتدا روند منفی و کاهشی است اما در دهه اخیر بر خلاف سایر ایستگاه‌ها وجود روند مثبت همراه با افزایش را نشان می‌دهد.

نتایج نزول برف سنگین در مناطق مسکونی و سطح جلگه بویژه در مناطقی که انتظار چنین برفی نمی‌رود، خسارت فراوانی را به همراه داشته و از آنجایی که کلیه راه‌ها در سطح منطقه مسدود و تردد به سختی صورت می‌گیرد؛ بر این اساس نزول چنین برفی همواره سبب بحران خواهد گردید. در نتیجه با توجه به سوالات مطرح شده در طرح تحقیق می‌توان گفت:

۱.روند وقوع برف در سطح جلگه یکنواخت نیست و تا حدودی تابع شرایط محلی است. به طوری که نتایج آن در ایستگاه‌های مورد مطالعه باهم تفاوت دارد.

۲.نتایج مطالعات بیانگر روند منفی و کاهشی درتمام ایستگاه‌ها بر اساس آزمون گرافیکی من-کندال و روند مثبت و افزایشی در ایستگاه رشت است.

۳.نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد بارش برف در استان گیلان و بویژه جلگه سفیدرود یک ویژگی اقلیمی است که هر چند سال با حجم و وزن سنگین نزول می‌نماید. براساس گزارش سازمان هواشناسی وزن یک متر مکعب برف ۲۰۰ کیلوگرم بوده در حالی که در آیین‌نامه سازمان نظام مهندسی (۱۳۷۹)۱۵۰ کیلوگرم برای سقف‌های مسطح و ۱۱۵ کیلوگرم برای سقف‌های با شیب متوسط ۳۰ درجه پیش‌بینی شده است. بر این اساس عامل خسارت و تخریب‌ها را می‌توان به شرح زیر بیان نمود :

- واردآمدن بارثقلی برف بیش از بارهای طراحی مطابق با آیین‌نامه۵۱۹
- قدمت ساختمان‌ها و سقف‌ها در اکثر موارد
-کم توجهی در طراحی و ساخت سقف‌های شیروانی
- بارش زیاد در زمان کوتاه و کمبود زمان برای برف روبی
- عدم اطلاع رسانی و هشدار درباره بارش بیش از اندازه برف در رسانه‌های عمومی

۵.منابع

۱. استانداری گیلان(۱۳۸۴)، **بحران سفید**، نگاهی به حادثه بارش برف در بهمن ماه ۱۳۸۳ گیلان.

۲. امینی‌نیا، ک، لشکری، ح و علیجانی،ب(۱۳۸۹)، **بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمال غرب ایران**، مجله فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی اهر، شماره ۲۹، بهار .۱۳۸۹

۳.خوشرفتار، ر(۱۳۸۴)، **تکامل ژئومورفولوژیکی دلتای سفیدرود**، دانشگاه تهران، رساله دکتری.

۴. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان(۱۳۷۹)، معاونت آمار و اطلاعات، **سالنامه آماری استان گیلان**.

۵. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان(۱۳۸۱)، **سالنامه آماری استان گیلان۱۳۸۱**.

۶. سازمان نظام مهندسی(۱۳۷۹)، **آئین‌نامه ۵۱۹**.

۷. سازمان هواشناسی کشور، **سالنامه‌های آماری ۱۹۶۱الی ۱۹۹۸**.

۸. سازمان هواشناسی کشور(۱۳۸۳)، **ویژه نامه بارندگی سنگین برف** (بلیه طبیعی).

۹. طباطبایی،س‌ع‌وحسینی، م(۱۳۸۲)، **بررسی تغییرات اقلیم در شهر سمنان براساس پارامترهای بارش ماهانه و متوسط دمای ماهانه**، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۱۰. عادلی، ا(۱۳۸۴)،**کلیماتولوژی بارش برف درشمال‌غرب کشور، دانشگاه تبریز**، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، پایان نامه کارشناسی ارشد..

۱۱. عساکره، ح وکاویانی، م‌ر(۱۳۸۲)، **بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان**، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، دانشگاه اصفهان.

۱۲. مارسل، ب(۱۹۷۹)، **تالش منطقه قومی در شمال ایران**، جلد دوم، آستان قدس رضوی.

۱۳. مهدوی، م و طاهرخانی، م(۱۳۸۵)، **کاربرد آمار در جغرافیا**، چاپ دوم، انتشارات قومس

14.Annette Semadeni,2000, Interaction between urban climate and snow- Fifth Conference on Urban Environment –Davies, Lund University, Lund, Sweden

15.Jennifer Morin, a Paul Block, a* Balaji Rajagopalana,b and Martin Clarkb,.(2008) Identification of large scale climate patterns affecting snow variability in the eastern United States, INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY, Int. J. Climate l. 28: 315–328 (2008), Published online 19 July 2007 in Wiley InterScience, (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/joc.1534

16.Lana, X. Martinez, M.D and Burgeno, A. (2004), Spatial and Temporal Variability of the Daily Rainfall Regime in Catalonia (Northeastern Spain), 1950-2000, International Journal of Climatology, 24.

17.Lana, X. Sierra, C and Burguno, A. (2003) , Trends Affecting Pluviometric Indices at the Fabra Observatory (Barcelona , EN Spain) from 1917 to 1999 , International Journal of Climatology , 23 .

18.Seleshi, Y and Zanke, U. (2004); "Recent Changes in Rainfall and Rainy Days in Ethiopia", International Journal of Climatology. 20.

19.Turkish, M. (1996), Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, International Journal of Climatology, 16.