

دیباچه‌ای بر پیشینه مطالعات منابع برف در ایران و جهان (مأخذ شناسی برف)

دکتر محمد مسیبی (دکترای اقلیم شناسی)

۱- مقدمه

مطالعات مدون مربوط به آب و هوا با اختراع رطوبت‌سنج و بادسنج توسط داوینچی در سال ۱۵۰۰ میلادی شروع گردید و با اختراع دماسنج در ۱۵۹۳ میلادی توسط گالیله، شکل کامل‌تری به خود گرفت. ریزش باران در ایتالیا در ۱۶۳۹ میلادی توسط باران‌سنج کاستلی اندازه‌گیری شد. در سال ۱۶۵۳ فردیناند^۱ یک شبکه از ایستگاههای دیدبانی را ایجاد کرد. طولانی‌ترین مشاهدات اقلیمی در پاریس از ۱۶۶۴ آغاز شد (لیسکر^۲، ۱۹۹۲). دیدبانی‌های مربوط به آب و هوا، بالندگی خود را همزمان با پیشرفت تکنولوژی ادامه داد. امروزه شبکه‌های جهانی هواشناسی سرتاسر کره ارض را در تاروپود خود گرفته است و عناصر هواشناسی هر شبانه‌روز چندین نوبت دیدبانی شده و به سازمانهای هواشناسی کشوری و جهانی مخابره می‌شوند و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و آمارها و نقشه‌های مربوطه هر ساله منتشر می‌گردند.

در مورد ریزشهای متجمد بالاخص برف در کشور ما عنایت کمتری شده است و کارهای جامع و فراگیر بر روی این پدیده اقلیمی کمتر صورت گرفته است. صمیمیت کار و مطالعه در مناطق کوهستانی که گستره اصلی ریزشهای متجمد است، امکان پژوهش در این زمینه را محدود ساخته است.

برف یکی از عوامل مهم محیط زیست بوده و به عنوان فرمی از بارش، مخزن طبیعی مناسبی جهت ذخیره‌سازی آب برای مدتی طولانی است. (سوروک^۳، ۱۹۹۳). عکس العمل کند هیدرولوژیکی، تولید بهمن، ایجاد میکروکلیمای ویژه، انعکاس شدید انرژی خورشید و عوامل متعدد دیگر، برف را در شمار یکی از مهمترین و جالب‌ترین پدیده‌های اقلیمی قرار داده است.

۲- ۱ تاریخچه مطالعات جهانی برف

مطالعات مربوط به برف و کریستالهای آن در اواسط قرن سیزدهم به کمک چشم غیر مسلح از اروپا گزارش شده است. طرح اولیه کریستالهای برفی اولین بار در حدود سال ۱۳۵۰ میلادی توسط اولوس ماگنوس^۴ مشاهده شد. کپلر^۵ اولین کسی بود که خاطر نشان ساخت کریستالهای برف به گروهی از سیستم‌های شش‌گوش متقارن تعلق دارند. چند سال بعد در سال ۱۶۳۵ میلادی دسکارت^۶ طرحهای کریستالهای برف را در آمستردام منتشر ساخت.

هنگامی که در نیمه دوم قرن هفدهم میکروسکوپ اختراع شده، مشاهده طبیعت با این ابزار جدید به سرعت پیشرفت نمود و رابرت هوک^۷ در سال ۱۶۶۵ کتاب میکروگرافی در طرحهای انگاره‌های برف و کریستالهای یخ را منتشر ساخت. کار وی به وسیله فردریش مارتنز^۸ که یک سیاح آلمانی بود دنبال شد. فردریش گزارشی از کریستالهای برف در نواحی قطبی جنوب که در شرایط آب و هوایی مختلف تشکیل شده بودند تهیه نمود. در سال ۱۶۸۱ دونالد روستی^۹ ریاضی‌دان و کشیش ایتالیایی طرحهایی از ۶۰ کریستال برف را فراهم آورد و اولین کوشش برای طبقه‌بندی آنها را شروع نمود. جزئیات مربوط به فرمهای مختلف کریستالهای برف به وسیله یک نفر انگلیسی به نام ویلیام اسکارسبای^{۱۰} در سال ۱۸۲۰ تهیه شد. پس از وی در سال ۱۸۳۲ در ژاپن در رابطه با کریستالهای مزبور کتابی تحت عنوان تصویر شکوفه‌های برف به وسیله توشیت سورابونوکامی^{۱۱} منتشر شد. در سال ۱۹۳۱ حدود ۳۰۰ تصویر از کریستالهای برف که توسط بنتلی^{۱۲} آمریکایی تهیه شده بود منتشر شد. یک سال بعد برخی روابط بین انواع بلورهای برف و شرایط جو بالا توسط دیبرولسکی^{۱۳} کشف شد. وی در سال ۱۹۴۴ موفق به ایجاد مصنوعی

بلورهای یخ در آزمایشگاه شد. در سال ۱۹۵۴ کتابی تحت عنوان کریستالهای طبیعی و مصنوعی برف توسط یوکی شیرو^{۱۴} و ناکایا منتشر شده که در آن به تشریح ویژگیهای بلورهای مزبور پرداخته است. در سال ۱۹۶۲ کتاب دیگری تحت عنوان کریستالهای برف به وسیله بتلی و همفریز^{۱۵} منتشر گردید.

ویژگی های ذوب برف در سال ۱۹۳۱ به وسیله کلاید^{۱۶} در مقاله ای تشریح شد. در سال ۱۹۳۴ رابطه درجه - روز در بالاتر از نقطه انجماد و رواناب ناشی از ذوب توسط کولینز^{۱۷} منتشر گردید. در سال ۱۹۴۳ لینسلی^{۱۸} روش ساده درجه روز را برای پیش بینی رواناب ناشی از ذوب ارائه داد. (کرهون^{۱۹}، ۱۹۴۴). در سال ۱۹۵۱ ریختر^{۲۰} از آکادمی علوم روسیه با انتشار کتاب پوشش برف و کمربندهای محافظ، مشکلات اندازه گیری پوشش برف را در جغرافیای طبیعی و چگونگی رفع آنها را توضیح داد. چند سال بعد هموطن وی (کنگر تسیف^{۲۱}، ۱۹۵۶) انباشت برف، مشکلات حمل و نقل و مقابله با حمل برف توسط باد را تشریح نمود. توزیع اندازه دانه های برف و ویژگی آنها در سال ۱۹۵۸ به وسیله گان^{۲۲} و مارشال^{۲۳} ارائه گردید. گروه مهندسی ارتش آمریکا در زمینه مطالعات برف فعالیت های زیادی انجام داد که حاصل آن انتشار کتاب های هیدرولوژی برف در سال ۱۹۵۶ و رواناب ناشی از ذوب برف و روابط حاکم بر آن در سال ۱۹۶۰ می باشد. دو سال بعد (پاکر^{۲۴}، ۱۹۶۲) وضعیت ارتفاعات و تأثیرات پوشش جنگل را در حداکثر آب توده برف در جنگل های کاج سفید منتشر ساخت. در همین سال فیزیک و مکانیک برف به عنوان یک ماده توسط بادر^{۲۵} ارائه گردید.

در سال ۱۹۶۰ برف سنجی به کمک ماهواره برای اولین بار در شرق کانادا توسط ماهواره تیروس^۱-۲۶ در ماه آوریل صورت پذیرفت. (بارنو^{۲۷} و اسمال وود^{۲۸}، ۱۹۷۵)

تجمع پوشش برف در رابطه با، هواشناسی، توپوگرافی و متغیرهای جنگلی در مرکز سیرانوادای کالیفرنیا در سال ۱۹۶۲ توسط آندرسن^{۲۹} مطالعه و نتیجه آن در همان سال منتشر گردید.

در بیست و نهمین اجلاس کمیته هیئت رئیسه WMO^{۳۰} در سال ۱۹۶۸ موافقت کرد که برنامه WWW^{۳۱} برنامۀ مطالعه بر روی برف به وسیله ماهواره را تدارک ببیند. اهداف این کمیته عبارت بودند از:

- ۱- ارزیابی مزایای استفاده از ماهواره برای تعیین پوشش برف و دیگر ویژگی های آن.
- ۲- ایجاد روشهای استاندارد برای زمان حال و مبادله داده های مربوط به برف از طریق ماهواره و پیشنهاد برنامه های سازمان یافته برای مطالعات بعدی مربوط به برف سازمان هواشناسی جهانی. (شماره ۱۹)

در مورد منابع برف مطالعه و پژوهش های متعددی صورت پذیرفته است که برخی از آنها عبارتند از: سنجش از دور (فوستر^{۳۲} و همکاران ۱۹۸۷)، تأثیر پوشش برف اوراسیا بر روی اقلیم جهانی (بارنت^{۳۳} و همکاران،

۱۹۸۷)، نمونه های پوشش برف جهانی برگرفته از نیمبوس - (چنج^{۳۴} و همکاران ۱۹۸۷) رابطه بین ساختمان گلوله های برفی و شرایط هواشناسی (هارمایا^{۳۵}، ۱۹۸۸)، حجم آب معادل برف و اندازه گیری رطوبت خاک به وسیله انتقال هوایی اشعه گاما و اندازه گیری پوشش برف از طریق ماهواره (کارول^{۳۶} و همکار، ۱۹۸۸)، مساحی برف از یک ناحیه پوشیده از جنگل و یک توده برف عمیق با کمک اشعه گاما (کلین^{۳۷} و همکاران، ۱۹۸۸)، طبقه بندی چند طیفی تصاویر نوآ برای استفاده برف سنجی (هاریسون^{۳۸} و همکار ۱۹۸۹)، مشاهده ریزش ابتدایی دانه های برف (کاجی کاوا^{۳۹}، ۱۹۸۹)، تهیه نقشه پوشش برف از تصاویر ماهواره ای، مقایسه نتایج سنجنده های سه گانه (هالروید^{۴۰} و همکار، ۱۹۸۹)، مبانی شبیه سازی ذوب برف از روی نقشه پوشش برف داده های روفمی لندهست و داده های نوآ (بوم گارتنر^{۴۱}، ۱۹۹۰)، تهیه نقشه پوشش برف و شبیه سازی رواناب ناشی از ذوب آن در ریزکامپیوتر (بوم گارتنر، ۱۹۹۰)، تصحیح دوباره سنجش از دور نواحی پوشیده از برف (هالروید و همکار، ۱۹۹۰)، مشاهده برف از ماهواره (لوکس^{۴۲} و همکار ۱۹۹۰)، تأثیر تغییر اقلیم (ایکاوا^{۴۳} و همکاران، ۱۹۹۱)، ارزیابی غیرمستقیم ذخیره برف حوضه های کوهستانی (مارتیک^{۴۴} و همکار، ۱۹۹۱)، داده های پوشش برف نوآ (ماتسون^{۴۵}، ۱۹۹۲)، آزمایش مدل رواناب ذوب برف سطح زمین برای پیش بینی اثرات تغییر اقلیم (رنگو، ۱۹۹۱)، تخمین برف، کاربرد برای پیش بینی منابع (مکمانون^{۴۶} و همکاران، ۱۹۹۳)، فرایند هیدرولوژی برف و سنجش از دور (رنگو، ۱۹۹۳)، پوشش برف (فوستر و همکار، ۱۹۹۳)، اطلاعات به هنگام پوشش برف سطح سیاره زمین (رابینسون^{۴۷} و همکاران، ۱۹۹۳)، سنجش از دور برف به وسیله ماهواره (بیلز^{۴۸} و همکاران، ۱۹۹۳)، مطالعه برای تهیه نقشه برف و آگاهی از آن به وسیله ماهواره (بارت^{۴۹} و همکاران ۱۹۹۴)، شناسایی پوشش برف با استفاده از اندازه گیری های SSM/1 (گردوی^{۵۰} و همکار ۱۹۹۴)، توسعه استفاده اطلاعات پوشش برف از داده های امواج کوتاه غیرفعال ماهواره در کانادا (گودیسون^{۵۱} و همکار ۱۹۹۴)، پوشش برف و اقلیم (کوهن^{۵۲}، ۱۹۹۴)، مطالعه امواج کوتاه غیر فعال برف از نوآ، برنامه اقلیم و تغییرات جهانی آن (استنلی^{۵۳} و همکار ۱۹۹۴)، ساختمان میکروفیزیکی ابرهای همرفتی بر فراز روی دریای ژاپن (مورااکامی^{۵۴} و همکاران ۱۹۹۴)، کاربرد عملی مدل ذوب برف (رودریگس^{۵۵}، ۱۹۹۴)، بکارگیری امواج کوتاه غیرفعال و داده های نوری در مقیاس بزرگ برابر تهیه نقشه پوشش برف (سالمنسون^{۵۶} و همکاران، ۱۹۹۵)، تخمین پوشش برف و جرم آن از طریق سنجش از دور (رنگو و همکار، ۱۹۹۵)، تعیین واقعی پوشش برف نواحی با استفاده از اطلاعات لندهست (هال^{۵۷} و همکاران، ۱۹۹۵).

سازمان یونسکو در برنامه ریزی چهارمین برنامه بین المللی آبشناسی که در سالهای ۱۹۹۰ - ۱۹۹۵ اجرا شد. در نهمین اجلاس بین الدول دو پروژه تحت عنوان نقش یخ و برف در سیکل جهانی آب را تصویب نمود وزارت نیرو، (۶۸ - ۱۳۶۷). به این ترتیب مطالعات مربوط به برف و یخ جنبه بین المللی پیدا کرده است.

۳- ۱ تاریخچه مطالعات منابع برف در ایران

علیرغم اینکه کشور ایران در مجموع سرزمین مرتفع و کوهستانی است، و بالتبع قسمت عمده‌ای از ریزشهای جوی آن به صورت منجمد فرو می‌ریزد، اما به مطالعات مربوط به ریزشهای جوی منجمد و منابع برف عنایت کمی شده است. با وجود اینکه ریزش برف یکی از منابع عمده تأمین کننده آب رودخانه‌های دائمی است، اما به دلیل مشکلات دسترسی به این مناطق، خصوصاً در فصل زمستان که زمان ریزش برف است، کمبود امکانات، سختی اندازه‌گیری برف و نبودن ابزار دقیق در این زمینه، پژوهش و بررسی برف را مشکل ساخته است.

مطالعات مربوط به منابع برف غالباً سازمان نیافته و بیشتر تأثیرات عامل مزبور در پیکرشناسی زمین مدنظر بوده و به مرز برفهای دائمی در دوره‌های سرد و گرم توجه شده است. بیشتر محققین و پژوهشگران سعی داشته‌اند مرز برفهای دائمی و حد بالا و پایین سولی فلوکسیون را در دوره‌های یخبجالی و بین یخبجالی تعیین کنند. (محمودی، ۱۳۶۷). این محققین مرز برفهای دائمی را در البرز از ۴۰۰۰ متر (سویک^{۵۸}، ۱۹۵۳)، تا ۴۲۰۰ متر (درش^{۵۹}، ۱۹۸۲)، در غرب ایران ۴۴۰۰ تا ۴۶۰۰ متر و در مرکز تا جنوب ایران از ۴۶۰۰ متر تا ۵۰۰۰ متر (شواپرز، ۱۹۷۲، به نقل از اهلرز، ۱۹۸۰) ذکر کرده‌اند.

در سال ۱۳۵۵، اولین اثر در زمینه تجزیه و تحلیل آماری ریزش برف با استفاده از پارامترهای جوی یک دوره ده ساله سطح زمین ۲۱ ایستگاه سینوپتیک سراسر کشور به زبان فارسی منتشر شد. (فاطمی و نوحی، ۱۳۵۵) همچنین در این زمینه دو مقاله به زبان انگلیسی در رابطه با حوضه‌های آبی ایران در مورد دستیابی روابط تجربی بین دبی‌های مختلف و عواملی مانند سطح پوشش برف و پیش‌بینی رواناب حاصل از ذوب برف به چاپ رسیده است. (مشایخی و محجوب، ۱۹۹۱)، (موسوی و فیه^{۶۰}، ۱۹۹۰). هیدرولوژی برف با استفاده از داده‌های برف‌سنجی ایستگاههای سد امیر کبیر و تصاویر ماهواره‌ای (شفیعی علویجه، ۱۳۶۷). مدل تحلیلی کمی ذوب برف... (فتاحی ۱۳۷۷، هیدرولوژی و مدیریت منابع برف... (مسببی، ۱۳۷۷) کارهای انجام شده توسط (کریمی، ۲۱۳۶۷)، (رتیسی اردکانی و پهرمت، ۱۳۷۴)، (پدرام، ۱۳۷۵)، (قائم و مرید، ۱۳۷۳) و (کاوایانی، ۱۳۷۳) در زمره مطالعات قابل توجهی هستند که تاکنون در ایران انجام شده است.

فعالیت‌های برف‌سنجی سازمان یافته توسط وزارت نیرو و در حوضه‌های رودخانه‌ای از سال ۱۳۳۶ شروع شده و تا سال ۱۳۵۰ حدود ۴۲ ایستگاه برف‌سنجی در مناطق کوهستانی کشور دایر شده است.

از سال ۱۳۴۹ اکیپ‌های شناسایی این وزارت، مطالعات صحرائی برای تهیه دستورالعمل‌های علمی، عملی و تجربی توسعه شبکه برف‌سنجی را شروع کردند و تا سال ۱۳۷۳ تعداد ۱۶۰ ایستگاه برف‌سنجی در حوضه‌های مختلف برفگیر کشور ایجاد نمودند که در فصل انباشت و ذوب چندین نوبت برف‌سنجی در ایستگاههای مزبور صورت می‌گیرد. در مورد این ایستگاه‌ها باید به عوامل ذیل اشاره نمود.

- تعدادی از ایستگاههای مذکور غیرفعالند و سابقه فعالیت

تعدادی نیز کمتر از ۵ سال است.

- بیشترین توزیع شبکه برف‌سنجی کشور در باند ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر می‌باشد.
- بیشترین نمونه‌برداری‌ها از ۱ تا ۲۰ نمونه در طول دوره آماری است.
- متوسط نمونه‌برداری در سال از ۵/۵ تا ۱/۵ نمونه است.
- بیشترین طول دوره آماری مربوط به ایستگاههایی باتداوم ۱ تا ۵ سال است.
- عدم وجود دستورالعمل واحد در مورد عملیات برف‌سنجی، همزمان نبودن عملیات و نبودن ایستگاههای برف‌سنجی در ارتفاعات مهم و ترازهای ارتفاعی بالای ۲۸۰۰ متر (رشتجی، ۱۳۷۳).

در سال ۱۳۷۳، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف به همت سازمان تحقیقات منابع آب در ارومیه برگزار شد که ۲۰ مقاله در زمینه‌های زیر در سمینار مذکور ارائه شد.

- ریزشهای جوی جامد و روشهای پیش‌بینی آن
- روشهای اندازه‌گیری و دیدبانی
- تأثیر یخ و برف در امور ناوبری، خطوط انتقال نیرو و سازه‌ها
- نقش ذوب برف و یخ در محیط‌زیست
- تأثیرات متقابل یخ و برف در محیط‌زیست
- مدیریت بهره‌برداری از مخازن حوضه‌های برفگیر
- مدل‌های ریاضی یخ و برف
- تعیین شرایط جوی ایجادبهمن و روشهای جلوگیری از عواقب آن
- در زمینه ریزش برف و اثرات زیست‌محیطی آن لازم است به مقالات ترجمه شده توسط (هدایاتی و اردکانی ۱۳۷۴) و (قائدی و حیدری، ۱۳۶۸) اشاره نمود.
- در ضمن در مورد بهمن و شرایط ایجاد آن موارد ذیل قابل ذکر هستند.
- مطالعه اصول هواشناسی و هیدرولوژی برف در نقاط بهمن‌گیر ایران (بهنیا، ۱۳۷۴)
- شرایط جوی سقوط بهمن در راه هراز (فخاری، ۱۳۷۳)
- مطالعه برف و بهمن در آبخیزداری (محمدی، ۱۳۷۳). □

پاورقی:

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1) Ferdinand | 2) Linacre |
| 3) Sevruc | 4) Olaus Magnus |
| 5) Kepler | 6) Descartes |
| 7) Robert Hooke | 8) Friedrich Martens |
| 9) Donat Rossetti | 10) William Scaersby |
| 11) Toshitsura Oinokami | 12) Bentley |



۴- رئیسی اردکانی، عزت الله و پرهمت، جهانگیر، (۱۳۷۴)، بررسی ذوب برف در ارتفاعات زاگرس ایران، فصلنامه آب و پژوهش، سال سوم شماره ۹، تهران، امور آب و وزارت نیرو، صص ۳۸-۵۰.

۵- شفیع علیویجه، رحمت اله، (۱۳۶۷)، هیدرولوژی برف (مطالعه برف در حوضه آبریز سد امیرکبیر)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی کرج، صص ۱-۷۸.

۶- فتاحی، ابراهیم، (۱۳۷۷)، مدل تحلیل کمی ذوب برف (مطالعه موردی حوضه سدلتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، تهران، دانشکده ادبیات، صص ۴۵.

۷- فخاری، حسین، (۱۳۷۳)، شرایط جوی سقوط بهمن در راه هراز، مجموعه مقالات اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، تماب، وزارت نیرو، صص ۱۵۶-۱۶۸.

۸- قائمی، هوشنگ و نوحی، احمد، (۱۳۵۳)، تجزیه و تحلیل آماری ریزش برف، سازمان هواشناسی کشور، تهران.

۹- قائمی، هوشنگ و مرید، سعید (۱۳۷۳)، تحلیل برف در حوضه آبخیز رودخانه دماوند، مجله نیوار، شماره ۲۴، تهران، سازمان هواشناسی کشور، صص ۲۲-۳۷.

۱۰- کساویانی، محمدرضا، (۱۳۷۳)، مقدمه‌ای بر میکروکلیماتولوژی برف و یخ، مجموعه مقالات اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، تماب، وزارت نیرو، صص ۲۶۸-۲۸۱.

۱۱- کریمی، مهدی، (۱۳۶۷)، مطالعات جامع احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی حوضه آبخیز شمالی کارون، جلد دوم: هوا و اقلیم‌مهندسی مشاور یکم، وزارت کشاورزی، معاونت طرح و برنامه صص ۵۰-۵۶.

۱۲- محمدی، اقبال، (۱۳۷۳)، مطالعه برف و بهمن در آبخیزداری، مجموعه مقالات اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، تماب، وزارت نیرو، صص ۲۰۳-۲۲۲.

۱۳- محمودی، فرج اله، (۱۳۶۷)، تحول ناهمواریهای ایران در کواثرترن، پژوهشهای جغرافیایی شماره ۲۳، مؤسسه جغرافیا، دانشگاه تهران صص ۸-۱۳.

۱۴- مسیعی، محمد، (۱۳۷۷)، هیدرولوژی و مدیریت منابع برف در حوضه سد زاینده رود، پایان نامه دکتری گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان.

۱۵- هدایتی، اکرم و اردکانی، حسین (۱۳۷۴)، پیش‌بینی ریزش برف با استفاده از پارامترهای فیزیکی، مجله نیوار، دوره جدید شماره ۲۵، تهران: سازمان هواشناسی کشور، صص ۵۲-۶۷.

14) Ukichiro
16) Clyde
18) Linsley
20) Rikhter
22) Gunn
24) Packer
26) Bader
28) Smallwood
13) Dobrowolski
15) Hümphreys
17) Collins
19) Korhonen
21) Kungurtsev
23) Marshall
25) TIROS-I
27) Barnes
29) Anderson
30) World Meteorological Organization
31) World Weather Watch
32) Foster
34) Chang
36) Carroll
38) Harrison
40) Hloroyd
42) Lucus
44) Martinec
46) Memananao
48) Bailes
50) Grody
52) Cohen
54) Murakami
56) Salomonson
58) Bobek
60) Feyer
33) Barnett
35) Harimaya
37) Glynn
39) KajiKava
41) Boumgartner
43) Ikawa
45) Matson
47) Rabinson
49) Barrett
51) Goodison
53) Stanley
55) Rodriguez
57) Hall
59) Dresch

منابع:

۱- بهنیا، عبدالکریم، (۱۳۷۴)، تحلیلی از شرایط جوی نقاط بهمن‌گیر ایران، مجله نیوار، شماره ۲۷، تهران، سازمان هواشناسی کشور، صص ۵۸-۷۰.

۲- پدرام، مزده، (۱۳۷۵)، الگوی سینوپتیکی پیش‌بینی برف در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه فیزیک فضا، دانشگاه تهران، صص ۴۶.

۳- رشتچی، ژاله، (۱۳۷۳)، معرفی شبکه ایستگاههای برف‌سنجی کشور، مجموعه مقالات اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، تماب، وزارت نیرو، صص ۲۴۰-۲۶۶.