



Technical Note

Frequency Analysis of Snowfall in Iran over
the past DecadesM. Montazeri^{1*}

Abstract

In order to investigate the frequency of snowfall in Iran over the past decades, the data of present hourly weather were used at 304 synoptic stations during the period of 1951-2010. First, 6 snowfall parameters were extracted and the time series of temperature, dew point, and percentage of snow codes were calculated. Also the temperature conditions of the dew point and the temperature of the dew point were considered in time of snowfall. The results showed that snowfall in Iran is a low frequency phenomenon and includes less than 2% of the present weather. On the other hand, shower snowfall and extreme snow are not common, and most of the snowfall is mild to moderate. In terms of time, snowing is possible in Iran from November to the beginning of April, but most snow events occur in months of January and February. There is a possibility of snow falling throughout the day and night, but the highest frequency of snow associates to the early hours of the day, especially between 6 to 10 am. The frequency distribution of snowfall has a negative skewness and its axis of symmetry is around zero degrees. So that the best temperature conditions in ground surface for snowfall is around zero degrees Celsius, especially in the temperature range of 1 to -5 degrees Celsius.

Keywords: Present Weather, Snow Codes, Frequency of Snowfall, Dry Temperature, Dew Point Temperature, Iran.

Received: July 26, 2017

Accepted: January 26, 2018

یادداشت فنی

واکاوی فراوانی بارش برف در ایران طی چند دهه گذشته

مجید منتظری^{۱*}

چکیده

به منظور بررسی فراوانی وقوع برف در ایران طی چند دهه گذشته از داده‌های ساعتی هوای حاضر، در ۳۰۴ ایستگاه همدید طی بازه زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰ استفاده گردید. ابتدا ۶ شناسه مربوط به بارش برف استخراج و سری زمانی دما، دمای نقطه شبنم و درصد بسامد شناسه‌های برف محاسبه و شرایط دمای خشک و دمای نقطه شبنم، هنگام ریزش برف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بارش برف در ایران پدیده‌ای کم بسامد است و کمتر از ۲ درصد هوای حاضر را شامل می‌شود. از طرف دیگر ریزش برف رگباری و شدید نیز چندان معمول نیست و بخش اعظم بارش برف، بصورت ملایم تا متوسط می‌بارد. به لحاظ زمانی امکان ریزش برف در ایران از آبان تا ابتدای فروردین فراهم است؛ اما بیشتر رویدادهای برفی در ماه‌های دی و بهمن حادث شده است. در تمامی ساعات شبانه روز امکان ریزش برف وجود دارد؛ اما بیشترین بسامد برف در ساعات اولیه روز، بویژه بین ساعت ۶ تا ۱۰ صبح روی می‌دهد. محور تقارن توزیع بسامد شرایط دمایی بارش برف، حول صفر درجه است. بطوریکه بهترین شرایط دمایی سطح زمین برای وقوع برف دمای نزدیک صفر درجه، بویژه در بازه دمایی ۱ تا -۵ درجه سلسیوس است.

کلمات کلیدی: هوای حاضر، شناسه‌های برف، بسامد برف، دمای خشک، دمای نقطه شبنم، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۵/۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۱/۶

1- Assistant Professor of Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Email: m.montazeri@geo.ui.ac.ir

*- Corresponding Author

۱- استادیار آب و هواشناسی شناسی، دانشگاه اصفهان.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پائیز ۱۳۹۷ امکانپذیر است.

۱- مقدمه

۱۳۳۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۹/۱۰/۱۰ (برابر با ۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۱۰/۱۲/۳۱ میلادی) معادل ۶۱ سال، در مقیاس ساعتی (سه‌ساعته) از پایگاه داده‌های سازمان هواشناسی کشور استخراج شد.

داده‌های خام پس از ورود به محیط نرم‌افزار MATLAB به چندین سری زمانی شامل سری زمانی وضع هوا، بسامد وضع هوا، سری زمانی دمای خشک و سری زمانی دمای نقطه شبنم، تبدیل شد. سپس از سری زمانی داده‌های وضع هوای حاضر، ۶ شناسه که مربوط به بارش برف بود، شامل: بارش برف ناپیوسته ملایم (شناسه ۷۰)، بارش برف پیوسته ملایم (شناسه ۷۱)، بارش برف ناپیوسته متوسط (شناسه ۷۲)، بارش برف پیوسته متوسط (شناسه ۷۳)، بارش برف ناپیوسته شدید، (شناسه ۷۴)، بارش برف پیوسته شدید (شناسه ۷۵)، استخراج شد. از داده‌های دمای خشک و دمای نقطه شبنم نیز به منظور کسب آگاهی از شرایط دمایی هنگام ریزش برف، بهره برده شد. در نهایت جهت درک شرایط زمانی وقوع هر یک از شناسه‌ها، یک نمودار سه بعدی در محیط نرم‌افزار MATLAB محاسبه و ترسیم شد بطوریکه زمان رخداد هر شناسه بارش برف شامل ماه، روز، ساعت و مقدار بسامد، مشخص گردید. در نهایت درصد بسامد و شرایط دمایی هر شناسه مورد واکاوی قرار گرفت.

۳- نتایج و تحلیل نتایج

بررسی‌ها نشان داد در دوره مورد مطالعه ۸۶۳۲۷ مورد بارش برف برای ۶ شناسه فوق‌الذکر، ثبت شده که بالاترین رخداد با ۳۳۷۷۷ مورد (حدود ۳۹ درصد) به صورت بارش برف پیوسته با ریزش ملایم (شناسه ۷۱) روی داده است. بارش برف در ایران بیشتر بصورت ملایم روی می‌دهد. بطوریکه حدود ۶۹ درصد بارش برف در ایران به صورت بارش برف پیوسته و ناپیوسته ملایم (شناسه ۷۱ و ۷۰) رخ داده است.

۳-۱- شناسه ۷۰، بارش برف ناپیوسته با ریزش ملایم

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۲۴۷ ایستگاه بارش برف ناپیوسته ملایم را گزارش کرده‌اند. سه استان هم‌مرز آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان، بیش از یک‌سوم بارش برف این شناسه را به خود اختصاص داده‌اند. از دلایل این امر سرشت کوهستانی منطقه، عرض جغرافیایی و مهیا بودن شرایط دمایی جهت ریزش برف در این استان‌ها است.

واکاوی شرایط دمایی هنگام بارش برف این شناسه نشان می‌دهد که در دمای بین +۵ تا -۱۰ درجه بیشترین فراوانی وقوع بارش برف ناپیوسته با ریزش ملایم حادث شده است. با افزایش دما از -۱۰ به

بارش برف، بویژه در شرایط آب و هوایی مناطق خشک، رویداد محیطی بسیار مهمی تلقی می‌شود و رفتار آب‌ساختی ویژه‌ای را به دنبال داشته و اثرات متفاوتی را نسبت به سایر بارش‌ها بر محیط زیست این مناطق بر جای می‌گذارد. بررسی سابقه پژوهشی برف نشان می‌دهد که بخش بزرگی از ادبیات پژوهشی برف در حیطه آب‌ساختی بوده و بیشتر ارتفاع و ذوب برف در مناطق کوهستانی کشور، مورد بررسی قرار گرفته است (Akbari et al., 2016; Miryaghouzadeh and Habibnejad, 2011; Hejam and Shareipour, 2003). برخی پژوهش‌ها نیز شرایط هم‌دید وقوع برف را واکاوی نموده‌اند (Fahiminejad et al., 2012; Doostan et al., 2016; Kashki and Haji mohammadi, 2017). برخی نیز به بررسی پوشش برف با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای پرداخته‌اند (Fattahi and Vazeifehdooost, 2011; Vafakhah et al., 2011; Masoudian and Kiani, 2017). برخی به بررسی وضعیت شرایط دمایی و بارش برف، پرداخته‌اند (Isaac and Stuart, 1991; Karl et al., 1992; Robert et al., 1999; Jillien et al., 2003). در یکی از معدود پژوهش‌ها در این زمینه در ایران (Pedram et al., 2011) ریزش برف و ارتباط آن را با دما در استان کردستان بررسی نموده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که هنگام ریزش برف، دما به طور میانگین در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه، منفی است. به سبب گذر دما از فاز مثبت به منفی، فراوانی بارش برف در دماهای ۰ تا -۰/۵ درجه سلسیوس بیش از گستره‌های دیگر است. بارش برف در دماهای بیش از ۳ درجه در سطح ایستگاه‌های استان به ندرت رخ می‌دهد.

بارش برف علاوه بر شرایط پویایی هواسپهر به شرایط دمایی سطح زمین نیز مربوط است. از اینرو پژوهش حاضر با هدف بررسی شرایط دمایی هم‌زمان با ریزش برف به انجام رسیده است. همچنین زمان وقوع و تغییرات توزیع فراوانی برف در قالب هر یک از شناسه‌های بارشی برف نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- روش تحقیق

برف به شکل‌های گوناگون می‌بارد از این‌رو در هواشناسی برای هر یک از حالت‌های وقوع برف، شناسه‌ای تعریف شده است. از ۱۰۰ شناسه هوای حاضر، شناسه‌های ۷۰ تا ۷۵ بطور مستقیم چگونگی و نحوه بارش برف را بیان می‌کند. در این پژوهش به منظور بررسی توزیع فراوانی برف در ایران داده‌های هوای حاضر، دمای خشک و دمای نقطه شبنم مربوط به ۳۰۴ ایستگاه هم‌دید کشور در بازه‌ی زمانی

دی و بهمن با فراوانی ۵/۵ درصد است. این شکل نشان می‌دهد که امکان وقوع بارش این شناسه در تمام ساعات شبانه روز وجود دارد؛ اما بین ساعات ۶ تا ۱۰ صبح که دمای کمینه به پایین‌ترین مقدار رسیده است و شرایط دمایی سطح زمین فراهم است، احتمال ریزش برف بسیار بیشتر است زیرا شرایط دمایی (+۵ تا -۵ درجه) در این هنگام برای وقوع برف مهیاتر از هر زمان دیگر است.

۳-۲- شناسه ۷۱، برف پیوسته با ریزش ملایم

حدود ۳۷ درصد بارش برف در کشور در قالب برف پیوسته ملایم حادث شده بررسی شرایط دمایی این شناسه نشان می‌دهد که در دامنه دمایی بین +۳ تا -۱۰ درجه امکان وقوع بارش برف پیوسته ملایم وجود دارد بویژه دمای بین صفر تا +۱ با ۳۵۰۰ مورد بیشترین فراوانی وقوع را داراست. دمای نقطه شبنم نیز بین دمای صفر تا -۱۰ درجه متغیر بوده و بیشترین فراوانی آن در دمای صفر درجه (با فراوانی بیش از ۶۰۰۰ مورد) بوده است (شکل ۵).

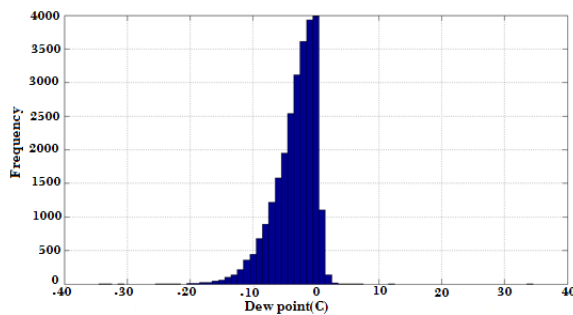


Fig. 2- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c70)

شکل ۲- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام بارش برف شناسه ۷۰

سمت دماهای نزدیک صفر، فراوانی به‌طور تدریجی افزایش می‌یابد. دمای نزدیک صفر با فراوانی ۲۲۵۰ مورد بیشترین فراوانی را دارد و به سمت دماهای بالای صفر، فراوانی به‌شدت کم می‌شود تا این که در دمای +۵ فراوانی بسیار کاهش یافته و به صفر نزدیک می‌شود (شکل ۱). شرایط دمای نقطه شبنم نیز مشابه است بطوریکه بیشینه فراوانی در دمای صفر درجه سلسیوس با ۴۰۰۰ فراوانی است. فراوانی نقطه شبنم در دماهای بالای صفر درجه بسیار ناچیز است. بیشترین فراوانی بین دمای صفر تا -۵ درجه سلسیوس مشاهده می‌شود (شکل ۲).

یکی از نکات مهم در مطالعه پدیده‌های آب و هوایی آگاهی از زمان وقوع آنهاست. بدین منظور نمودار سه بعدی فراهم گردید که امکان بررسی زمانی شناسه‌های برف را فراهم می‌سازد. در این نمودار محور افقی ماه‌های سال، محور عمودی سمت چپ ساعت روز و منحنی‌های روی نمودار درصد فراوانی بارش برف مربوط به شناسه مورد نظر را نشان می‌دهد. براساس شکل ۳ امکان وقوع بارش شناسه ۷۰ از اواسط آبان ماه تا اواخر اسفند وجود دارد. اوج بارش این شناسه در ماه‌های

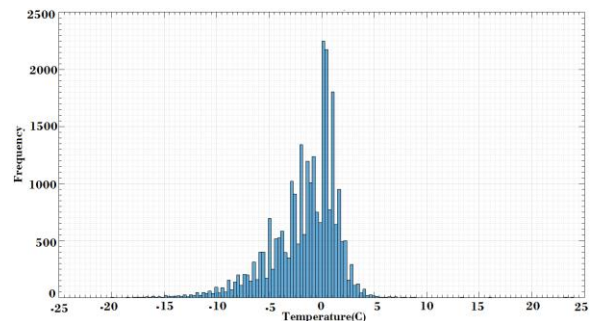


Fig. 1- Frequency distribution of temperature during snowfall (c70)

شکل ۱- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف شناسه ۷۰

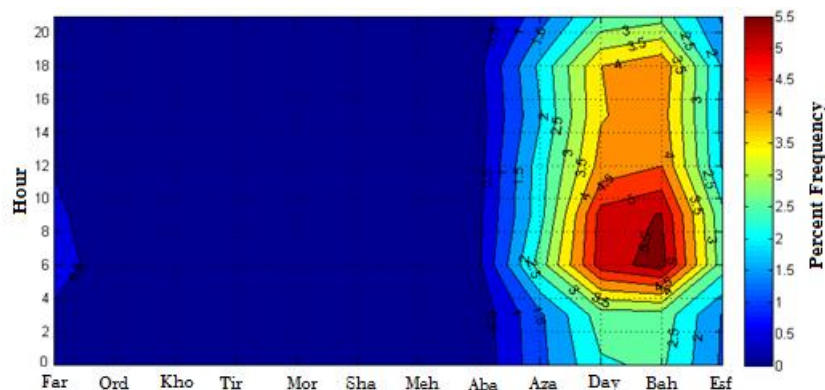


Fig. 3- Time distribution of discontinuous snowfall with gentle fall (c70)

شکل ۳- توزیع زمانی بارش برف ناپیوسته با ریزش ملایم (شناسه ۷۰)

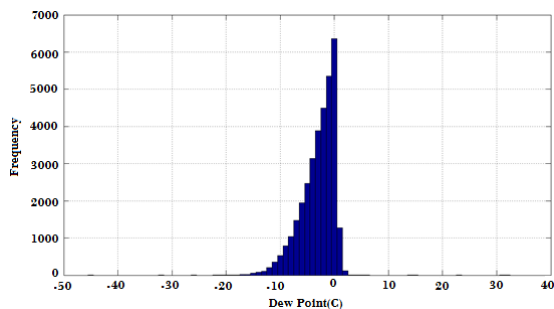


Fig. 5- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c71)

شکل ۵- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام برف (شناسه ۷۱)

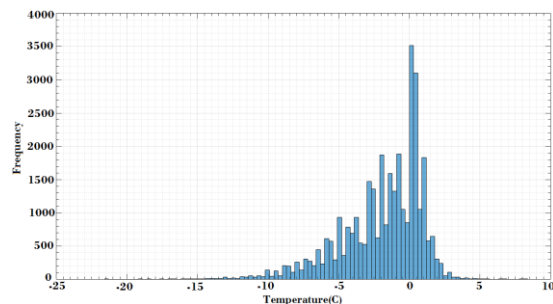


Fig. 4- Frequency distribution of temperature during snowfall (c71)

شکل ۴- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف (شناسه ۷۱)

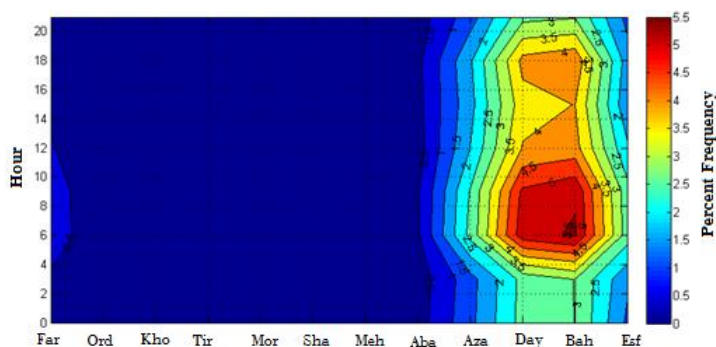


Fig. 6- Time distribution of continuous snowfall with gentle fall (c71)

شکل ۶- توزیع زمانی بارش برف پیوسته با ریزش ملایم (شناسه ۷۱)

۳-۳- شناسه ۷۲، بارش برف به طور ناپیوسته با ریزش متوسط با توجه به داده‌های مورد مطالعه تعداد ۲۱۹ ایستگاه این نوع بارش را به ثبت رسانده‌اند. شرایط دمایی بارش برف این شناسه بین +۳ تا -۸- درجه سلسیوس متغیر است؛ هرچند در خارج از این محدوده دمایی نیز بارش برف به ندرت رخ داده است.

بازه زمانی رخداد این شناسه از اواسط آبان آغاز و تا اواخر اسفند ماه ادامه می‌یابد. بیشترین فراوانی وقوع برف ملایم پیوسته در ماه‌های دی و بهمن بوده و تقریباً در تمامی ساعات شبانه روز امکان وقوع فراهم است؛ اما در ساعات ۶ تا ۱۰ صبح به لحاظ مساعد بودن شرایط دمایی فراوانی وقوع، بیشتر است (شکل ۶).

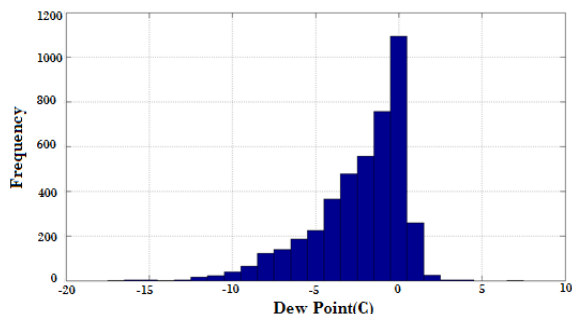


Fig. 8- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c72)

شکل ۸- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام برف (شناسه ۷۲)

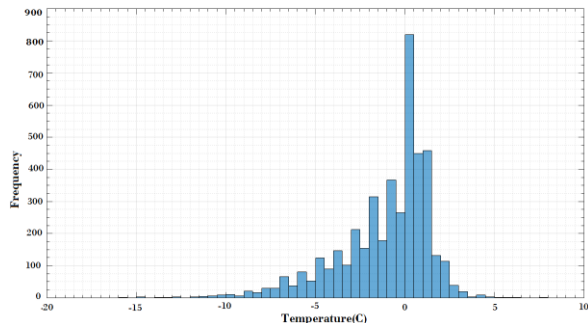


Fig. 7- Frequency distribution of temperature during snowfall (c72)

شکل ۷- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف (شناسه ۷۲)

۳-۴- شناسه ۷۳، بارش برف پیوسته با ریزش متوسط

طی بررسی‌های انجام‌گرفته در دوره آماری مورد مطالعه این شناسه بارشی در کشور بیش از ۱۸۰۰۰ بار رخ داده و در ۲۳۸ ایستگاه مشاهده شده است. ایستگاه اورمیه با فراوانی ۵۸۰ مورد، دارای بیشترین فراوانی است و پس از آن ایستگاه‌های کوه‌رنگ و آبعلی قرار دارند (جدول ۱). فراوانی دمای خشک بین دو دمای +۳ و -۱۰ درجه به‌طور نامساوی پراکنده شده است. دماهای بین +۲ و -۳ درجه دربرگیرنده فراوانی بیش از ۵۰۰ مورد است. اما بیشینه فراوانی در دمای +۱ با فراوانی ۲۵۰۰ مورد است که اختلاف چشمگیر فراوانی این دما با دیگر دماها را نشان می‌دهد (شکل ۱۰). فراوانی دمای نقطه شبنم بین دماهای +۲ تا -۱۴ درجه سلسیوس است هرچند به‌صورت موردی در خارج از این محدوده نیز فراوانی‌های بسیار کمی مشاهده می‌شود. فراوانی از دمای صفر تا -۱۵ درجه به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد. فراوانی دماهای بین صفر تا -۵ درجه بیش از ۱۰۰ مورد است. دمای صفر درجه با بیش از ۴۷۰۰ مورد، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. اما فراوانی در دماهای بالای صفر بسیار ناچیز است (شکل ۱۱).

بیشترین فراوانی وقوع بارش این شناسه در شرایط دمایی صفر تا +۱ بوده است که به سمت دماهای کمتر از صفر به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد (شکل ۱۰). شرایط دمای نقطه شبنم در دامنه بین +۲ تا -۱۰ درجه است و اوج آن در دمای صفر تا -۱ درجه است (شکل ۱۱). این موضوع از این واقعیت حکایت می‌کند که بهترین شرایط دمایی برای وقوع برف حول صفر درجه که به سمت دماهای زیر صفر میل می‌کند، می‌باشد.

بررسی زمانی وقوع این شناسه نشان می‌دهد که امکان رخداد این شناسه همزمان با شروع دوره سرد از آبان ماه آغاز و تا فروردین ماه ادامه می‌یابد. اوج فراوانی رخداد این شناسه در ماه‌های دی و بهمن است. همانند شناسه‌های قبلی این شناسه بارشی نیز در تمام ساعات شبانه روز امکان وقوع دارد اما در ساعات ۶ تا ۱۰ صبح بدلیل مهیا بودن شرایط دمایی، فراوانی وقوع آن بیشتر است.

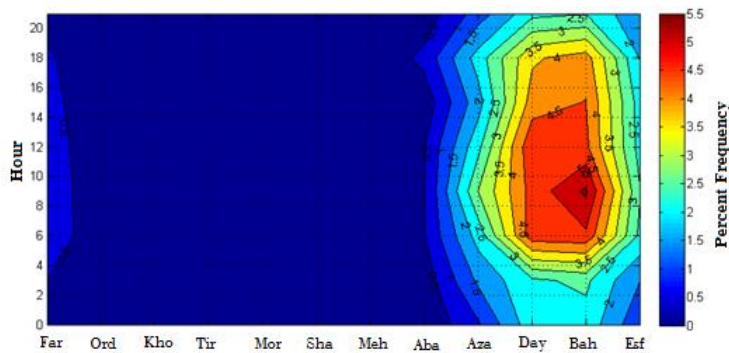


Fig. 9- Time distribution of snowfall is discontinuous and with moderate fall (c72)

شکل ۹- توزیع زمانی بارش برف به‌طور ناپیوسته و با ریزش متوسط

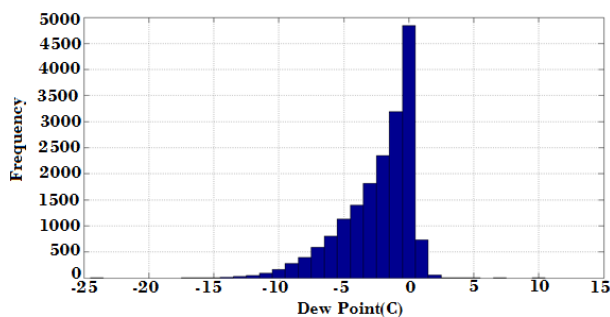


Fig. 11- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c 73)

شکل ۱۱- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام برف (شناسه ۷۳)

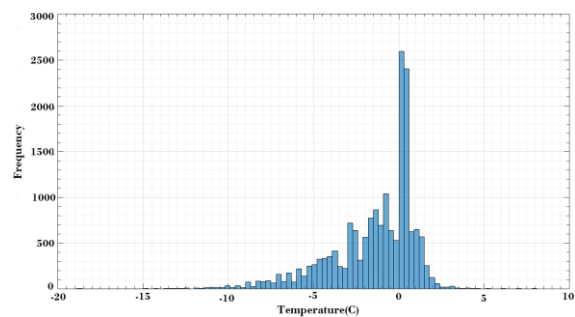


Fig. 10- Frequency distribution of temperature during snowfall (c 73)

شکل ۱۰- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف (شناسه ۷۳)

۹۷۰ بار اتفاق افتاده و در ۱۳۸ ایستگاه این شناسه به ثبت رسیده است. ایستگاه قره با ۴۸ گزارش بیشترین فراوانی را دارد (جدول ۱).

با توجه به شکل ۱۸ فراوانی دما در هنگام ریزش نشان می‌دهد که شرایط دمایی این شناسه بین +۵ و -۱۰ درجه است. دمای +۱ با فراوانی ۲۷۰ مورد دارای بیشترین فراوانی است. با کاهش دما به سمت دماهای منفی، فراوانی بصورت تدریجی کاهش می‌یابد و در دمای -۱۰ درجه به کمتر از ۵ مورد می‌رسد. در مجموع بیشینه فراوانی‌ها بین دمای +۲ تا -۵ درجه با فراوانی بیش از ۵۰ مورد می‌باشند. الگوی شرایط دمای نقطه شبنم نیز شبیه دمای خشک است دمای صفر درجه با فراوانی ۲۵۰ مورد بیشترین فراوانی دمای نقطه شبنم است که به سمت دماهای زیر صفر بصورت تدریجی کاهش می‌یابد (شکل ۱۳).

بررسی زمانی وقوع این شناسه نشان می‌دهد که امکان رخداد این شناسه همزمان با شروع دوره سرد از آبان ماه آغاز و تا فروردین ادامه می‌یابد. اوج فراوانی رخداد این شناسه در ماه‌های دی و بویژه بهمن ماه است.

بررسی زمانی وقوع شناسه ۷۳ نشان می‌دهد که بارش برف از آبان ماه شروع و تا فروردین ادامه می‌یابد. در ماه آذر معمولاً فراوانی از میانگین بیشتر است و در ماه دی با ۴/۵ درصد فراوانی، شدت بیشتری می‌گیرد. بازه‌ی زمانی ۴ ساعته‌ای (ساعت ۶ تا ۱۰) که بین ماه‌های دی و بهمن قرار گرفته با ۵ درصد فراوانی یکی از بازه‌های زمانی مهم از نظر فراوانی است. اما بیشترین فراوانی مربوط به هسته‌ای است که در درون این بازه قرار گرفته است. هسته‌ای که از نیمه‌ی دی ماه ساعت ۶ تا ۸ با ۵/۵ درصد فراوانی شروع می‌شود و تا بهمن ادامه می‌یابد. از آن پس فراوانی‌ها رو به کاهش می‌نهند و در ماه اسفند از میانگین پایین‌تر می‌آید و در نیمه‌ی ماه فروردین نیز خاتمه می‌یابد. همان‌گونه که انتظار می‌رفت از اردیبهشت تا آبان فراوانی این شناسه صفر بوده و بدون رخداد است.

۳-۵- شناسه ۷۴، بارش برف به‌طور ناپیوسته با ریزش شدید
طبق بررسی‌های آماری انجام شده طی دوره مورد مطالعه این بارش

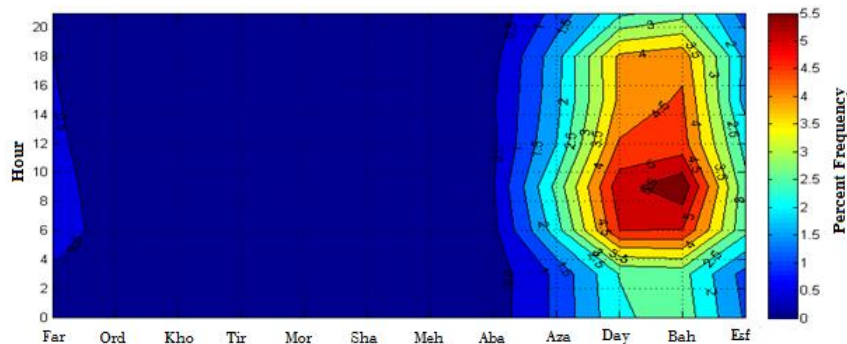


Fig. 12- Time distribution of continuous snowfall with mean fall (c 73)
شکل ۱۲- توزیع زمانی بارش برف پیوسته با ریزش متوسط (شناسه ۷۳)

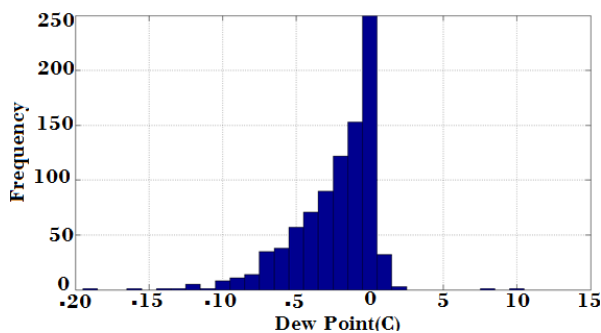


Fig. 14- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c 74)

شکل ۱۴- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام برف (شناسه ۷۴)

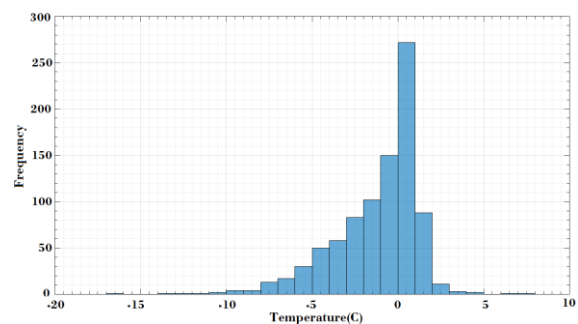


Fig. 13- Frequency distribution of temperature during snowfall (c 74)

شکل ۱۳- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف (شناسه ۷۴)

زیر صفر (با حرکت به سمت دمای سردتر) این فراوانی‌ها به آرامی کاهش می‌یابد فراوانی بیشتر از ۱۰۰ بین دماهای +۱ و -۷ درجه قرار دارند. دمای صفر تا -۳ درجه نیز فراوانی بیش از ۳۰۰ را در بردارد (شکل ۱۷).

همانند شناسه‌های قبلی این شناسه بارشی نیز در تمام ساعات شبانه روز امکان وقوع دارد؛ اما در ساعات ۸ تا ۱۰ صبح بدلیل مهیا بودن شرایط دمایی، فراوانی وقوع آن بیشتر است.

۳-۶- شناسه ۷۵، بارش برف پیوسته با ریزش شدید

به‌طور کلی بارش برف پیوسته با ریزش شدید از نیمه‌ی دوم فصل پاییز شروع می‌شود و با گذشت زمان فراوانی آن افزایش می‌یابد. در اواسط آذرماه فراوانی بارش از میانگین عبور می‌کند و در کمتر از یک ماه به بازه‌ی زمانی ۵ درصد می‌رسد. این بازه‌ی بزرگ که رخداد آن در ماه دی و قسمتی از ماه بهمن است از ساعت ۸ تا ۱۷ ادامه می‌یابد اما در درون این بازه‌ی زمانی بزرگ، بازه‌ی زمانی بسیار کوچکی نیز در ساعت ۱۵ و در دی ماه با ۶ درصد فراوانی وجود دارد که بالاترین فراوانی این بارش محسوب می‌شود. پس از ماه بهمن، از میزان فراوانی کاسته می‌شود و در نیمه‌ی بهمن با پایین‌تر قرار گرفتن از میانگین، فراوانی رو به زوال می‌نهد و در اواخر اسفند و اوایل فروردین (بین ساعت ۷ تا ۱۱) به پایان می‌رسد. از دهه‌ی دوم فروردین تا اوایل آبان شرایط برای وقوع این شناسه بارشی فراهم نیست (شکل ۱۸).

مطالعات نشان داد که این شناسه ۳۱۰۲ بار رخداد است و از ۳۰۴ ایستگاه همدید مورد بررسی، ۱۷۹ ایستگاه بارش برف شناسه ۷۵ را گزارش نموده‌اند. بررسی شرایط دمایی هنگام وقوع این شناسه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی دما بین +۲ و -۵ درجه است. دمای +۰/۵ درجه با ۸۰۰ مورد دارای بیشترین فراوانی است. فراوانی در دماهای زیر صفر بیش از دماهای بالای صفر است (شکل ۱۶). فراوانی‌های دمای نقطه شبنم بین دماهای +۳ تا -۱۰ درجه محدود شده است. دمای صفر درجه با فراوانی بیش از ۹۸۰ مورد دارای بیشترین رخداد دمایی است. پس از آن به مراتب دماهای سردتر از صفر درجه قرار دارد که به‌صورت پلکانی کاهش می‌یابد. در دماهای بالای صفر شکل فراوانی این رخداد بسیار کم است تا جایی که می‌توان گفت فقط فراوانی در دو دمای +۱ و +۲ درجه محدود شده است. اما در دماهای

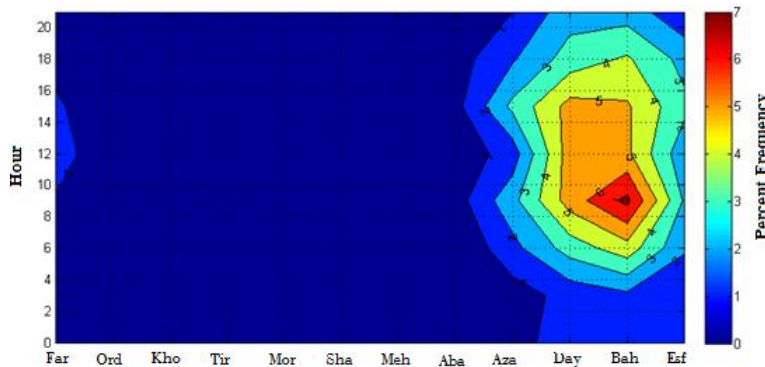


Fig. 15- Time distribution of snowfall discontinuously with severe fall (c 74)
شکل ۱۵- توزیع زمانی بارش برف به‌طور ناپیوسته با ریزش شدید (شناسه ۷۴)

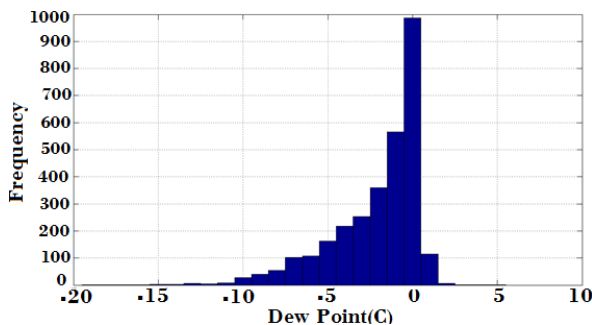


Fig. 17- Distribution of Dew point temperature during snowfall (c 75)
شکل ۱۷- توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم هنگام بارش برف (شناسه ۷۵)

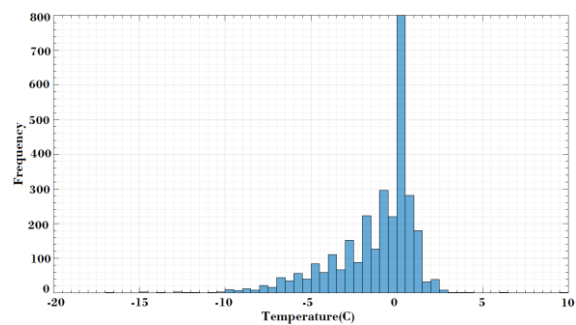


Fig. 16- Frequency distribution of temperature during snowfall (c 75)
شکل ۱۶- توزیع فراوانی دما هنگام بارش برف (شناسه ۷۵)

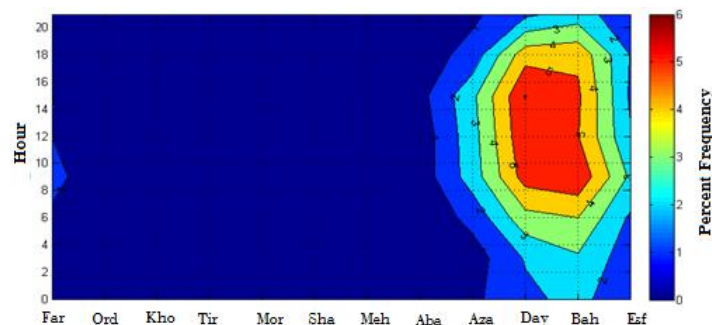


Fig. 18- Distribution of snowfall continuously with severe fall (c 75)
 شکل ۱۸- توزیع زمانی بارش برف پیوسته با ریزش شدید (شناسه ۷۵)

Table 1- Statistical characteristics of snow codes

جدول ۱- ویژگی‌های آماری شناسه‌های برف

Code number	Number of occurrences	Percent of occurrences	Number of stations	Max occurrences	Most abundant station	Max frequency of dry Temperature	Max frequency of dew point	Max event time	Max hours of occurrence	Share of each code of the current air (%)
70	26276	30.40	247	953	Tabriz	0	0	February	6-9	0.558
71	33777	39.11	242	1272	Mashhad	1	0	February	6-7	0.718
72	4378	5.07	219	116	Khalkhal	0	0	February	9	0.093
73	18000	20.84	238	580	Urmieh	1	0	February	8-10	0.382
74	896	1.04	138	48	Ghorveh	1	0	February	9	0.019
75	3027	3.50	179	178	Sardasht	0	0	January	15	0.064

برف بر می‌گردد (جدول ۱). بررسی‌ها نشان داد که امکان ریزش برف در کشور از آبان تا ابتدای فروردین فراهم است اما بارش برف بیشتر در ماه‌های دی و بهمن روی می‌دهد. به لحاظ زمانی در تمامی ساعات شبانه روز امکان ریزش برف وجود دارد؛ اما بیشترین فراوانی وقوع برف در ساعات اولیه روز که شرایط دمایی سطح زمین مناسب است، بویژه بین ساعت ۶ تا ۱۰ صبح روی می‌دهد. در مجموع توزیع فراوانی شرایط دمایی بارش برف در کشور دارای چولگی منفی (چپ) بوده و محور تقارن آن حول دمای صفر درجه است. بطوریکه می‌توان گفت بهترین شرایط دمایی سطح زمین برای وقوع برف دمای حول و حوش صفر درجه بویژه در بازه دمایی ۱ تا ۵- درجه سلسیوس است؛ زیرا در دماهای بسیار سرد امکان تشکیل بلورهای برف به حداقل رسیده و در دماهای بالای صفر نیز بدلیل گرمای هوا، برف قبل از رسیدن به سطح زمین، ذوب می‌شود. از سوی دیگر در دماهای نزدیک صفر درجه، ترکیب بخار آب و بلورهای برف امکان بهم چسبیدن بلورهای برف را فراهم نموده و موجب رشد آنها می‌شود. مسلم است که این شرایط دمایی در عرض‌های جغرافیایی بالا و بر روی کوهستان‌ها بیشتر فراهم

۴- خلاصه و جمع‌بندی

در این پژوهش فراوانی ۶ شناسه بارش برف در ۳۰۴ ایستگاه همدید کشور مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. پس از بررسی شناسه‌های ۷۰ تا ۷۵ مشخص شد که ۲۵۳ ایستگاه، دست کم یک شناسه را گزارش نموده‌اند. ۵۱ ایستگاه از ۳۰۴ ایستگاه همدید مورد بررسی که بیشتر در بخش‌های جنوبی کشور واقع‌اند، هیچیک از شناسه‌های برف در آنها گزارش نشده است. ایستگاه‌های آبعلی، فریدونشهر، لاله زار و کوهرنگ بیشترین درصد بارش برف را در بین ۶ شناسه مذکور داشته‌اند. استان آذربایجان غربی دارای بیشترین بارش برف در کشور است. دو استان هرمزگان و بوشهر، طی ۶۰ سال گذشته، بارشی از شناسه‌های ذکر شده نداشته‌اند. در ایران بارش برف شدید و رگباری، چندان معمول نیست و بیشتر بصورت ملایم روی می‌دهد. حدود ۶۹ درصد بارش برف در کشور در قالب شناسه ۷۱ و ۷۰ (بارش برف پیوسته ملایم و ناپیوسته ملایم) نازل شده است در حالیکه اگر مقدار شناسه ۷۳ را نیز (بارش متوسط پیوسته) را به آن اضافه نماییم در مجموع حدود ۹۰ درصد رویدادهای برف در ایران بصورت بارش ملایم تا متوسط بوده است این موضوع به ضعف محتوای رطوبتی توده‌های هوای موجد

Isaac G A, Stuart R A (1991) Temperature-precipitation relationships for Canadian stations. *Journal of Climate* 5(8):822-830

Jillien M Patten, Shawn R Smith and James J O'Brien (2003) Impacts of ENSO on snowfall frequencies in the United States. *Weather and Forecasting* 18(5):965-980

Karl Thomas R, Groisman P Ya, Knight R W, Heim R R (1993) Recent variations of snow cover and snowfall in North America and their relation to precipitation and temperature variations. *Journal of Climate* 6(7):1327-1344

Kashki A R, Haji mohammadi H (2017) Synoptic systems analysis took occurrence of heavy snow in the Northern provinces of Iran a case study is January 31 to February 3, 2014. *Iran-Water Resources Research* 13(2):170-181 (In Persian)

Masoodian S A, Kikhsravi Kiani M S (2017) Evaluation of changes in days with snow cover in altitudinal groups of Zayandehrood basin. *Natural hazards* 11:33- 46 (In Persian)

Miryaghoubzadeh M H, Ghanbarpoor M R, Habibnejad Roshan M (2011) Modeling of flood melting due to snow melt hydrological model (Case study: Karaj Dam Basin). *Iran-Water Resources Research* 7:40-52(In Persian)

Pedram M, Ghaemi H, Hedayati Dezfuli A, Mortazavi A (2011) Snowfall and its relationship with temperature in Kurdistan Province. *Geographical researches* 100:55-70 (In Persian)

Robert E Davis, Michael B Lowit and Paul C Knappenberg (1999) A climatology of snowfall-temperature relationships in Canada. *Journal of Geographical Research* 104:11, 985-11, 994

Vafakhah M, Mohseni Saravi M, Mahdavi M, Alavipanah S K (2011) Comparison of Snow cover surface in Novaya satellite and Modia sensor images (Case study of Taleghan Watershed). *Watershed management research* 24(92):80-94 (In Persian)

است که در این میان نقش ارتفاعات به مراتب مهم‌تر از عرض جغرافیایی است.

الگوی پراکندگی ایستگاه‌های برف‌گیر کشور به شدت تابع پیکربندی ناهمواری‌ها و در مرتبه بعدی تابع عرض جغرافیایی است. بطوریکه در مناطق پست عرض ۳۷ درجه، بارش برف بندرت روی می‌دهد در حالیکه در عرض ۳۰ درجه، در ارتفاعات ۴۰۰۰ متری کرمان، سهم بیشتری از بارش سالانه بصورت برف نازل می‌شود. بطوریکه ایستگاه لاله‌زار در ارتفاع ۲۷۷۵ متری از ایستگاه‌های برف‌گیر کشور محسوب شده و بالاترین درصد فراوانی شناسه ۷۰ را داشته است.

۵- مراجع

Akbari M, Ranaie E, Mirzakhani H, Daraqi A R (1395) Simulation of snowmelt runoff using SRM software (Case study: Kardeh dam watershed). *Water Resources Engineering* 9(30):63-73 (In Persian)

Doostan R, Eskandari M, Sadeghi S (2016) Analysis of heavy snowfall in the high mountains of the central Zagros (case study: Chelgerd-Shahrekord, Lordean Road). *Geographical Space* 16(56):221-239 (In Persian)

Fahiminejad E, Hejazizadeh Z, Alijani B, Ziaeiian P (2012) Synoptic and spatial analysis of snow storm in Geilan province (February 2005) *Geography and Regional Development* 10(19):281-302 (In Persian)

Fattahi E, Vazeifehdoost M (2011) Estimating snow cover temperature and snow cover coverage using MODIS images (Case study: Golestan province basins). *Geographical researches* 26(102):149-168 (In Persian)

Hejam S, Shareipour Z (2003) Snow melting in the Taleghan Basin. *Geographical Researches* 35(46):49-62 (In Persian)