Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas 14 (2023) 155-172

Online ISSN: 2717-2325

Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas

Journal homepage: http://www.gsma.lu.ac.ir

Lorestan University

Research Paper

Synoptic-satellite analysis of heavy snowfall in Guilan province

Sedigheh Ganji [a] Parviz Rezaei [*b], Amir Gandomkar [c], Alireza Abbasi [d]

[a] Ph.D. in climatology, Department of Geography, Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf Abad, Iran
[b] Associate Professor of climatology, Department of Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[c] Associate Professor of climatology, Department of Geography, Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf Abad, Iran
[d] Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography, Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf Abad, Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 30 January 2023;
Accepted: 10 June 2023
Available online 06 August 2023

Keywords:
Synoptic pattern, Environment-Circulation, Heavy snowfall, NDSI, Guilan province.

ABSTRACT

Extreme weather events cause serious problems in the normal course of human life due to their scope and time span. Heavy snowfall in the Guilan coastal plain is one of the most dangerous phenomena. In this research, three heavy snows in Guilan province during the statistical period of 1998 to 2018 (20 years) have been analyzed synoptically and satellite. For this purpose, snowfall data were obtained from the Meteorological Organization of Guilan Province, data used for synoptic maps from the NOAA site (NCEP/NCAR reanalysis 1) and satellite images from the Modis sensor site. Then, with the environmental to circulation approach, the synoptic systems were identified according to the origin of formation from a few days before to the day of snowfall. The results showed that three heavy snowfalls were caused by the coordinated expansion of two Siberian dynamic and thermal anticyclone and European anticyclone, bipolar blocking and European high pressure. Also, the study of the snow area by using the Terra satellite Modis images showed that three heavy snowfalls cover more than 70% of the province's area. Therefore, heavy snowfalls in 2005, 2008 and 2017 covered 70.94, 90.44 and 81.46 percent of Guilan province, respectively.

1. Introduction

Snow is one of the climatic advantages of every region. Because its sufficient snowfall feeds underground water tables, aquifers and surface water network. Also, the sudden and heavy snowfall causes life and financial risks that mankind has experienced many losses from this phenomenon throughout history. Heavy snowfall in Guilan province has caused a lot of damage in various economic sectors, agriculture, infrastructure (transportation network, power transmission network) and others. Considering the dangers caused by the heavy snows of the last few decades, the accurate identification of the patterns that have occurred will greatly help in predicting the future of the patterns as well as the necessary warnings to reduce the resulting damages. In this research, a synoptic-satellite analysis of three heavy snows in Guilan province has been carried out, which are significant in terms of depth and extent of coverage and damages.

2. Methodology

In this research, three heavy snows of Guilan province (dates: 2005/10/02, 2008/10/13 and 2017/02/17) were selected for synoptic-satellite analysis during the years 1998 to 2018. The data for synoptic analyzes were received from the

*Corresponding Author.
Email Adresses: Sedigheh.ganji95@gmail.com (S.Ganji), rezaei@iaurasht.ac.ir ,(P.Rezaei), aagandomkar@gmail.com (A.Gandomkar), Abbasi.ara@gmail.com , (A. Abbasi)

To cite this article:
Ganji, S. Rezaei, P. Gandomkar, A. Abbasi, A (2023), Synoptic-satellite analysis of heavy snowfall in Guilan province. Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas, 4(14), 155-172

Doi:10.52547/gsma.4.2.155

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

NOAA site under NCEP/NCAR reanalysis1. In this regard, using Grad's software, synoptic maps were drawn from a few days before until the day of heavy snowfall. Also, the extent of snow cover was calculated in ENVI software through MOD021 images of MODIS sensor and normalized difference snow index (NDSI).

3. Results

In this research, snowfall heavy days in Guilan province on 2005/10/02, 2008/10/13 and 2017/02/17 are analyzed from a synoptic point of view and three systems 1) the common effect of Siberian-European Anticyclone, Bipolar blocking and European high pressure have caused heavy snowfall in this region of the country. Then, the extent of the snow cover of each of the patterns was calculated by using Modis sensor images. The snow survey using MODIS sensor images showed that three systems covered 70.94, 90.44 and 81.46% of the area of Guilan province with snow, respectively. In other words, 9962/81, 12701/39 and 11440/24 km^2 out of 14044 km^2 of the province area were covered with snow, so the amount of snow on the last day at Rasht airport station was measured as 145, 93 and 60 cm. The most important issue in heavy snow is the longevity of the systems in this area. Because due to the creation of blocking, the movement of the system is slowed down and the convection of cold and moist air from higher latitudes to this area causes precipitation and its continuation in Guilan province.

4. Discussion

Guilan province is one of the country's crashing provinces for various reasons. One of these phenomena that causes loss of life and property is heavy snowfall. Due to the diversity of the topography of this range, the frequency and depth of snow in its different areas is different. In some plain stations, snowfall may not occur for several consecutive years, but the mountainous areas of this province benefit from snowfall every year. In this research, using the environmental-circulation approach, the synoptic patterns of heavy snow in Guilan province, three patterns of Siberian-European high pressure, bipolar blocking and European high pressure have played a major role in heavy snow fall.

5. Conclusion

Based on the studies conducted by researchers on snowfall in different regions of Iran (Jahanbakhsh et al., 2014; Molazadeh et al., 2013), the role of Siberian and European anticyclones seems to be very obvious and key. Of course, the formation of fronts where the anticyclone systems collide with the Sudanese-Red Sea low pressure systems will intensify the snowfall. Also, the presence of the Caspian Sea is very important in strengthening the first to third patterns through energy transfer to the air mass passing over it. In addition to the synoptic patterns of heavy snowfall, satellite images of snow extent showed that the area affected by heavy snow using the NDSI index is over 70% of the area of Guilan province.

Acknowledgments

This article is taken from the doctoral dissertation of Sedigheh Ganji, Department of Natural Geography, Islamic Azad University, Najaf-Abad branch, and has no financial sponsor.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

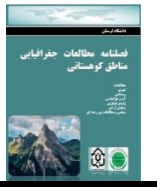
سال چهارم، شماره دوم (پیاپی ۱۴)، تابستان ۱۴۰۲، ۱۷۲-۱۵۵.

شاپای الکترونیکی: ۲۳۲۵-۲۷۱۷

فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی

http://www.gsma.lu.ac.ir

دانشگاه لرستان



مقاله پژوهشی

واکاوی همدیدی ـ ماهواره‌ای بارش برف سنگین در استان گیلان

صدیقه گنجی[۱]؛ پرویز رضایی*[۲]؛ امیر گندمکار[۳]؛ علیرضا عباسی[۴]

[۱] دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

[۲]* دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

[۳] دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

[۴] استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

چکیده

رخدادهای جوی شدید هر از گاهی با توجه به وسعت و بازه زمانی‌شان، مشکلات جدی در روند عادی زندگی بشر ایجاد می‌کنند. بارش برف سنگین در منطقه جلگه ساحلی گیلان یکی از پرمخاطره ترین این پدیده‌ها است. در این پژوهش سه برف سنگین استان گیلان در طی دوره آماری ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ (۲۰ سال) مورد واکاوی همدید و ماهواره‌ای قرار گرفته است. بدین منظور داده‌های برف از سازمان هواشناسی استان گیلان، داده‌های مورد استفاده برای نقشه‌های همدید از سایت نوآ (NCEP/NCAR reanalysis 1) و تصاویر ماهواره‌ای از سایت سنجنده مودیس اخذ گردید. سپس با رویکرد محیطی به گردشی، سامانه‌های همدید با توجه به منشاء شکل‌گیری از چند روز قبل تا روز بارش برف شناسایی شد. نتایج نشان داد سه برف سنگین این ناحیه در اثر گسترش هماهنگ دو واچرخند دینامیکی-حرارتی سیبری و واچرخند اروپایی، بلوکینگ دو قطبی و پرفشار اروپایی ایجاد شده‌اند. همچنین بررسی پهنه برفی با بکارگیری تصاویر مودیس ماهواره تراً نشان داد سه برف سنگین بیش از ۷۰ در صد وسعت استان را در بر گرفته و به ترتیب ۷۰/۹٤، ۹۰/٤٤ و ۸۱/٤٦ مساحت استان گیلان را در سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۷ پوشش داده‌اند.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله:
۱۴۰۱/۱۱/۱۰

پذیرش نهایی:
۱۴۰۲/۰۳/۲۰

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۰۵/۱۵

واژگان کلیدی:
الگوی همدید، محیطی-گردشی، برف سنگین، NDSI، استان گیلان.

۱. مقدمه

برف یکی از مزیت‌های اقلیمی هر منطقه محسوب می‌شود. زیرا بارش کافی آن باعث تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، آبخوان‌ها و شبکه آبهای سطحی می‌شود. بارش ناگهانی و سنگین برف باعث خطرات جانی و مالی می‌شود که بشر در طول تاریخ خسارات زیادی از این پدیده متحمل شده است. در سال‌های اخیر بعلت تغییر شرایط اقلیمی کره زمین و وقوع پدیده‌های اقلیمی شدید، بنظر می‌رسد بارش برف از لحاظ فراوانی و تداوم دچار تغییراتی شده است.

*نویسنده مسئول:

پست الکترونیک نویسندگان: Sedigheh.ganji95@gmail.com (ص، گنجی)؛ rezaei@iaurasht.ac.ir (پ، رضائی): aagandomkar@gmail.com (ا، گند مکار).

Abbasi.ara@gmail.com (ع، عباسی).

نحوه استنادهی به مقاله: گنجی، صدیقه؛ رضائی، پرویز؛ گندمکار، امیر؛ عباسی، علیرضا. (۱۴۰۲). واکاوی همدیدی- ماهواره ای بارش برف سنگین در استان گیلان . فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی. سال چهارم، شماره ۲ (۱۴)، صص ۱۷۲-۱۵۵.

Doi:10.52547/gsma.4.2.155

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

این تغییر برروی وسعت پهنه درگیر با برف و مرز آن تاثیر گذاشته و بنوعی چرخه هیدرولوژیکی مناطق مختلف کره زمین را دچار مشکل کرده است (Movahhed-Danesh, 2013).

قرارگیری کشور ایران در شمال منطقه جنب حاره و جنوب منطقه معتدله و تنوع توپوگرافی آن باعث ایجاد شرایط مختلف اقلیمی و گذر انواع الگوهای جوی سرد و گرم از این سرزمین شده است. از اینرو پدیده‌های مختلف اقلیمی از جمله بارش برف‌های سنگین، امواج گرم و سرد، خشکسالی‌های طولانی‌مدت و غیرو در کشور ایران به وقوع می‌پیوندند. شمال کشور و بطور ویژه استان گیلان در اثر ورود توده‌های هوای سرد از غرب، شمال و شمال شرق، بارش‌های شدید برف با مدت و وسعت متفاوت را در طی سالیان مختلف تجربه کرده است. بارش‌های سنگین برف در استان گیلان باعث خسارات زیادی به بخش‌های مختلف اقتصادی، کشاورزی، زیرساخت‌ها (شبکه حمل و نقل، شبکه انتقال نیرو) و غیرو شده است. از این رو ارتباط بین الگوهای جوی و ساختار آنها و همچنین شناسایی کانون‌های اصلی شکل‌گیری آنها می‌تواند در جهت پیش آگاهی، تجهیز امکانات و آمادگی بخش‌های مرتبط جهت مقابله با آثار زیانبار آن بسیار مفید باشد.

در زمینه شناسایی سیستم‌های همدید برفی مطالعات گسترده‌ای در سرتاسر دنیا و کشور انجام شده است. بررسی ویژگی‌های ریزش برف در نیمه شرقی ایالات متحده و رابطه آن با مدهای کم تکرار و تغییرپذیر جو نشان داد که سه مولفه منطقه‌ای آرام – آمریکای شمالی (PNA)، حاره‌ای – نیمکره شمالی (TNH) و الگوهای پیوند از دور شرق آرام (EP) بارش برف این ناحیه را کنترل می‌کنند (Serreze etal, 1998). الگوهای گردش جوی همراه با روزهای برف سنگین آندورا (واقع در پیرنه) به روش PCA و خوشه‌بندی k میانگین طبقه‌بندی و مشخص شد که هفت الگوی گردشی که اکثرا با مولفه باد اطلس و بقیه با همرفت مدیترانه‌ای همراهند، قادر به ترکیب با هوای سرد قاره‌ای هستند (Esteban et al, 2005). مطالعه همدیدی شدیدترین بارش‌های برف در پوزنان از ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ نشان داد که این بارش‌ها نتیجه ایجاد جبهه در بخش سردتر سیکلون‌های مدیترانه با هوای گرم و مرطوب با منشاء جنوبی هستند که برروی توده هوای قطبی سردتر و پایدار از سمت شمال یا شرق صعود می‌کنند. همچنین دیگر مکان سامانه‌های کم‌فشار برف‌زا نیز منطقه دریای بالتیک تعیین شد (Bednorz, 2014). بررسی ریزش برف در شمال غرب شبه جزیره ایبری با استفاده از تحلیل مولفه‌های مبنا و تکنیک خوشه‌ای نشان داد که چهار الگوی همدید عامل ریزش برف این ناحیه هستند (Merino etal, 2014). طبقه‌بندی الگوهای همدید گردشی رخدادهای شدید برف شهر ساپورو واقع در ژاپن شمالی به روش PCA و خوشه‌بندی k میانگین نشان داد که قویترین رویدادهای برف در اثر همرفت توده هوای بسیار سرد سیبری شرقی، رطوبت زیاد غیرمعمول با بادهای قوی شمالی، فروبار فعال و ساکن آلئوت و فروبار هسته سرد عمیق ۵۰۰ هکتوپاسگال برروی هکایدوی جنوبی ایجاد می‌گردند (Farukh & Yamada, 2014). با مطالعه انباشت برف و شرایط همدید مرتبط با آن در شمالگان روسیه براساس داده‌های عمق برف از سال ۱۹۵۰ تا سال ۲۰۱۳ توسط موسسه تحقیقات جهانی اطلاعات هیدرو-هواشناسی مشخص شد که انباشت برف با ناهنجاری‌های منفی فشار سطح دریا و ناهنجاری‌های مثبت دمای هوا همراه بوده و به معنی افزایش فعالیت سیکلونی در منطقه مورد بررسی است. این سیکلون‌ها بسته به سطح بارش برف از لحاظ شدت و محلی بودن متفاوت هستند. در قسمت غربی شمالگان روسیه، سیکلون‌ها از شمال آتلانتیک و در قسمت شرقی علاوه بر اقیانوس آتلانتیک، از توده‌های هوائی که از دریای برینگ، دریای اوختسک یا اقیانوس آرام شمالی می‌آیند منشاء گرفته و باعث ریزش برف می‌شوند (Bednorz & Wibig, 2016). همچنین فاروق و یامادا اقلیم‌شناسی همدید حدهای دمای روزانه فصل زمستان شهر ساپورو را با PCA و خوشه‌بندی k میانگین مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند، الگوهای گردشی که غالبا در بارندگی زمستانه سهیم هستند از سیکلون‌های واقع برروی دریای ژاپن و ناپایداری همراه با گرما و رطوبت فراوان اقیانوس و آنومالی مثبت و قوی ارتفاع ۵۰۰

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

هکتوپاسگال روی هکایدو منشاء می‌گیرند (Farukh & Yamada, 2018). با تجزیه و تحلیل شرایط همدیدی برف‌های سنگین شمال غرب ایران با استفاده از PCA و تحلیل خوشه‌بندی مشخص شد که شش الگوی همدید این بارش‌ها را ایجاد می‌کنند. نقشه‌های مرکب این الگوها در سطح دریا، تاثیر جریانات جنوبی رطوبت به سبب فعالیت سامانه کم‌فشار برروی عراق مشهود است. اکثر این گروه‌ها با جریان هوای سرد شرقی و شمال شرقی مختلط شده و عامل این گونه بارش‌ها هستند (Amininia et al, 2010). با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی تمام رخدادهای بلاکینگ منجر به ریزش برف‌های سنگین و مداوم ایران بررسی و نشان داد که در بین الگوهای غالب بلاکینگ ۴ الگو بر بارش تاثیر دارند که از این چهار الگو تنها یک الگو بر بارش برف مداوم و شدید موثر بوده است. بعبارتی تنها الگوی بلاکینگ امگا تراف سمت راست منجر به بارش برف مداوم و سنگین شده و ریزش هوای سرد از عرض‌های بالا سبب تقویت سامانه بارشی و فراهم بودن سایر شرایط همدیدی لازم از قبیل پرفشار قوی در سطح زمین باعث بارش برف سنگین شده است (Dargahian & Alijani, 2013). تحلیل آماری و همدیدی کولاک برف در استان آذربایجان غربی نشان داد که دو الگوی گردشی کم‌فشار دریای خزر–پرفشار اروپای شرقی و الگوی کم‌فشار شمال دریای سیاه در رخداد پدیده‌ی کولاک برف نقش داشته‌اند (Molazadeh etal, 2015). مراکز فعالیت و الگوهای همدیدی بارش برف سنگین در شمال غرب ایران نشان داد که مراکز فعالیت نیز تاوه قطبی، اروپای غربی–سیبری مرکزی، بالکان، آسیای مرکزی و آناتولی هستند و این مراکز با الگوی فرود عمیق آسیای غربی، مانع اروپا، فراز آسیای مرکزی و سردچال قفقاز مرتبط بوده و با همگرایی و کاهش شدید دما باعث ریزش برف سنگین می‌شوند (Shakiba et al, 2016). جهانبخش و همکاران معتقدند برف ناحیه شمال غرب ایران تحت دو شرط عمده یعنی نفوذ زبانه‌های پرفشار سیبری و ورود پرفشار دریای سیاه به این ناحیه رخ می‌دهد. البته در الگوی دوم درصورت فعالیت شدید پرفشار دریای سیاه، کم‌فشار ایسلند، پرفشار آزور و کم‌فشار سودان، برف‌های سنگین در این ناحیه اتفاق می‌افتد (Jahanbakhsh etal, 2016). ارتفاع ژئوپتانسیل ۲۷۳ روز برفی سنگین در غرب کشور به روش فاصله اقلیدوسی و ادغام به روش وارد در سه خوشه طبقه‌بندی شد. واکاوی همدید الگوها نشان داد استقرار ناوه‌ای عمیق در غرب ایران و قرارگیری شرق ناوه یا سردچال بالایی برروی منطقه مورد مطالعه در تراز میانی جو و حاکمیت کم فشار در تراز دریا و حرکات قائم جو (امگای منفی) نقش اساسی در شکل‌گیری بارش دارند. اما کاهش دما در ترازهای پایین (۸۵۰ هکتوپاسگال) و رسیدن به آستانه‌های ۵- و کمتر، بارش را به شکل پدیده برف رخنمون می‌سازد (Safarpur et al, 2015). علت بارش برف استان یزد ناشی از سه الگوی همدیدی است. در الگوی اول سامانه‌های ترکیبی شرق مدیترانه و سودانی به همراه ناوه عمیق مدیترانه و نفوذ هوا سرد عرض‌های بالا، در الگوی دوم پدیده بلوکینگ به همراه ناوه شرق مدیترانه و دریای سرخ و فعالیت همزمان جبهه بین این دو توده هوا و الگوی سوم با استقرار و نفوذ پرفشار دریای خزر و سیبری و ایجاد کم فشار بریده (سرد چال) عامل اصلی ریزش برف در این استان هستند (Omidvar, 2016). نقش و تاثیر پدیده بلاکینگ برروی برف بهمن ۹۲ نشان داد که ایران تحت تاثیر تراف قوی و عمیق سمت راست بلاکینگ امگا با یک پشته بسیار قوی تا عرض‌های ۷۰ درجه شمالی قرار دارد. همچنین استقرار پرفشار قوی در شمال دریای خزر و ریزش هوای سرد عرض‌های بالا شرایط دمایی ویژه-ای در تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسگالی ایجاد کرده و باعث کسب رطوبت بیشتر از دریای خزر و در نهایت ریزش برف سنگین شده است (Dargahian & Alijani, 2017). با شناسایی و تحلیل الگوهای همدید موجد کولاک فراگیر برف در شمال غرب ایران مشخص شد که دو الگوی متفاوت باعث کولاک برف در این ناحیه می‌شود. بطوریکه در ترازهای زیرین جو شیو فشار بین پرفشار شمال اروپا و کم‌فشار مدیترانه سبب ایجاد ناپایداری شده و در ترازهای بالایی جو گسترش ناوه شمال روسیه شرایط واگرایی

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

بالایی را فراهم کرده است (Khushal Dastjardi & Kamiar, 2017).

با توجه به خطرات ناشی از برف‌های سنگین چند دهه اخیر در استان گیلان، شناسایی دقیق الگوهای رخ داده، کمک بسزایی در پیش‌بینی آینده الگوها و همچنین هشدارهای لازم جهت کاهش خسارات ناشی از آن خواهد کرد. در این تحقیق اقدام به واکاوی همدیدی–ماهواره‌ای سه برف سنگین در استان گیلان شده است که از نظر ارتفاع و وسعت پوشش و خسارات وارده نیز قابل توجه هستند.

۲. روش تحقیق

در این پژوهش داده‌های برف از سازمان هواشناسی استان گیلان در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ تهیه گردید. سپس برای تعیین روز برف سنگین، برف‌های استان گیلان در ایستگاه‌های مورد بررسی بصورت توالی ۱ تا n روزه مرتب و در محیط صفحه گسترده اکسل ترسیم گردید. در این راستا، براساس معیار بالاترین ضخامت برف و کاهش آن در روزهای متوالی بعدی، ۳ برف سنگین استان در تاریخ‌های ۲/۱۰/ ۲۰۰۵، ۲۰۰۸/۱۰/۱۳ و ۲۰۱۷/۰۲/۱۷) از لحاظ ضخامت و وسعت جهت بررسی و واکاوی همدیدی–ماهواره‌ای انتخاب گردید. برای الگوهای همدید برف سنگین، از داده‌های بازتحلیل سایت نوآ یعنی NCEP/NCAR reanalysis1 استفاده شد. در این راستا با استفاده نرم‌افزار Grads اقدام به ترسیم نقشه‌های همدید چند روز قبل بارش سنگین تا روز برفی گردید. همچنین با استفاده از تصاویر MOD021 سنجنده مودیس، وسعت پوشش برف در محیط نرم‌افزار ENVI محاسبه شد. برای این کار از شاخص تفاضل نرمال شده برف (Normalized Difference Snow Index (NDSI) که براساس باند ۴ و ۶ سنجنده MODIS طراحی شده، استفاده شد. زیرا این شاخص، پوشش ابر را حذف و اثرات جوی را کاهش می‌دهد.

$$NDSI = \frac{(Green - SWIR)}{Green + SWIR)} \quad (۱)$$

Green = مقادیر پیکسل‌های باند سبز و SWIR = مقادیر پیکسل‌های موج کوتاه مادون باند قرمز در رابطه بالا هستند. مفهوم NDSI از این واقعیت ناشی می‌شود که برف و یخ از قسمت مرئی طیف اکترومغناطیسی (باند ۴ سنجنده مودیس: ۰/۵۵۵ میکرومتر) تاثیر بیشتری نسبت به بخش طول موج کوتاه IR (باند ۶ سنجنده مودیس: ۱/۶۴۰ میکرومتر) می‌گیرد. در مقابل، میزان انعکاس ابرها در بخش موج کوتاه IR از طیف الکترمغناطیسی همچنان بالاست. NDSI محاسبه شده بین ۱- و ۱+ قرار دارد و مقادیر بالاتر از ۰/۴ پیکسل‌هایی را نشان می‌دهد که حداقل ۵۰٪ پوشیده از برف هستند. لین و همکاران شاخص‌های مختلف برف را با استفاده از داده‌های مودیس تحلیل کردند تا رابطه بین کسر پوشش برف(SCF) و شاخص‌ها (مثل: NDSI) را نشان دهند. پراکندگی شدید SCF در مقابل NDSI بسته به سطح نشان داده می‌شود. برای SCF ۵۰ درصد، مقادیر NDSI بین ۰/۲- و ۰/۷ تغییر می‌کند، اما معادلات بازیابی رگرسیون، کسر پوشش برف ۰/۵۵۷ با NDSIی ۰/۴ را نتیجه می‌دهد (Lin et al, 2012). بعلاوه، میشرا و همکاران بطور جزئی رابطه بین کسر پوشش برف و NDSI را تشریح کرده و با طبقه‌بندی‌های مختلف مقایسه کردند. آنها رابطه شدیدی بین NDSI و SCF بدست آوردند. بطوریکه NDSIی ۰/۴ با پوشش برف ۴۰٪ تا ۶۰٪ همراه است. بنابراین آستانه ۰/۴ بطور گسترده‌ای برای داده‌های سنجنده مودیس ماهواره ترآ استفاده می‌شود (Mishra et al, 2009; Wunderle et al, 2016).

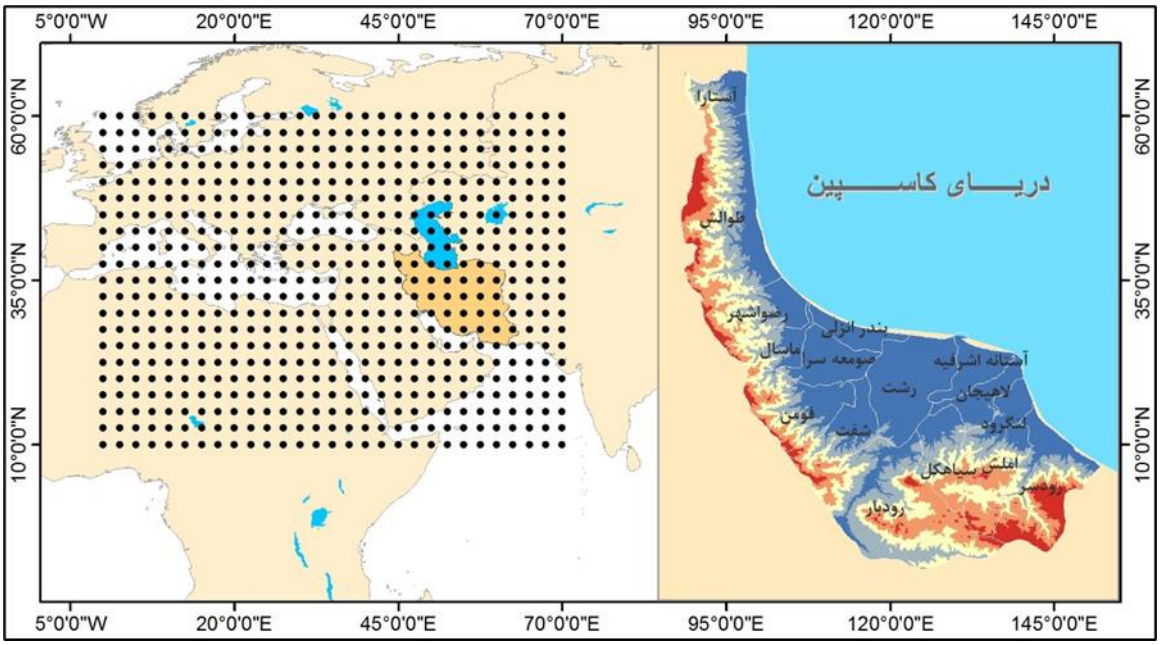
۲. ۱. معرفی محدوده مورد مطالعه

استان گیلان بین عرض‌های جغرافیایی °۳۶ و ´۳۴ تا °۳۸ و ´۲۷ شمالی و طول‌های جغرافیایی °۴۸ و ´۵۳ تا °۵۰ و ´۳۴ خاوری قرار گرفته است و از سمت شمال توسط دریای خزر با کشورهای مستقل آسیای میانه و از راه زمینی با جمهوری آذربایجان، از سمت شرق با استان مازندران، از جنوب با استان‌های زنجان و قزوین و از

۱ Snow cover fraction

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

سمت غرب با استان اردبیل هم‌جوار می‌باشد. به لحاظ توپوگرافی دارای سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی است. مجاورت با دریای خزر، وزش بادهای محلی، ارتفاع و امتداد کوه‌های البرز غربی و تالش، جابجایی توده‌های هوایی شمالی و غربی و پوشش متراکم جنگلی، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آب و هوای استان گیلان است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه در شبکه $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ درجه (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

۳. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش روزهای برف سنگین استان گیلان در تاریخ‌های ۲۰۰۵/۲/۱۰، ۲۰۰۸/۱۰/۱۳ و ۲۰۱۷/۰۲/۱۷ از نقطه نظر همدیدی مورد بررسی قرار گرفته و سه سامانه ۱) اثر توامان واچرخند سیبری-واچرخند اروپایی، بلوکینگ دو قطبی و پرفشار اروپایی باعث ایجاد برف سنگین در این ناحیه از کشور شده‌اند. سپس با استفاده از تصاویر سنجده مودیس وسعت پهنه برفی هر کدام از الگوها محاسبه گردید. در ادامه نیز چگونگی عملکرد سامانه‌های فوق مورد بحث و بررسی بیشتر قرار می‌گیرد.

- واچرخند سیبری-واچرخند اروپایی

در روز ۱۰ فوریه سال ۲۰۰۵ بطور بی‌سابقه‌ای بارش برف سنگین در استان گیلان اتفاق می‌افتد و باعث خسارات مالی و جانی زیاد در این ناحیه می‌گردد. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود نقشه مرکب ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسگال، تاوایی و الگوی فشار سطحی (SLP) از سه روز قبل و نقشه مرکب تراز ۷۰۰ هکتوپاسگال روز بارش به همراه نقشه ضخامت، دما و رطوبت ویژه آن در محیط Grads ترسیم و آورده شده است. شروع بارش برف در این ناحیه از تاریخ ۲۰۰۵/۲/۶ تا ۲۰۰۵/۲/۱۰ بوده و در طی این ۵ روز به ترتیب ۴، ۲۴، ۵۰، ۱۰۵ و ۱۴۵ سانتی‌متر برف باریده است. در روز ۷ فوریه ۲۰۰۵ مرکز پرفشاری در شمال غرب دریای سیاه با فشار مرکزی ۱۰۴۷ هکتوپاسگال مشاهده می‌شود. بخش شمال غرب دریای سیاه تحت تاثیر حرکت واچرخندی و قسمت جنوب و جنوب شرق آن متاثر از حرکت چرخندی سطوح میانی جو است که در اثر حرکت چرخندی، ناپایدار بوده و تا شرق دریای مدیترانه کشیده شده است. این چرخند به آهستگی رطوبت جذب کرده و

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

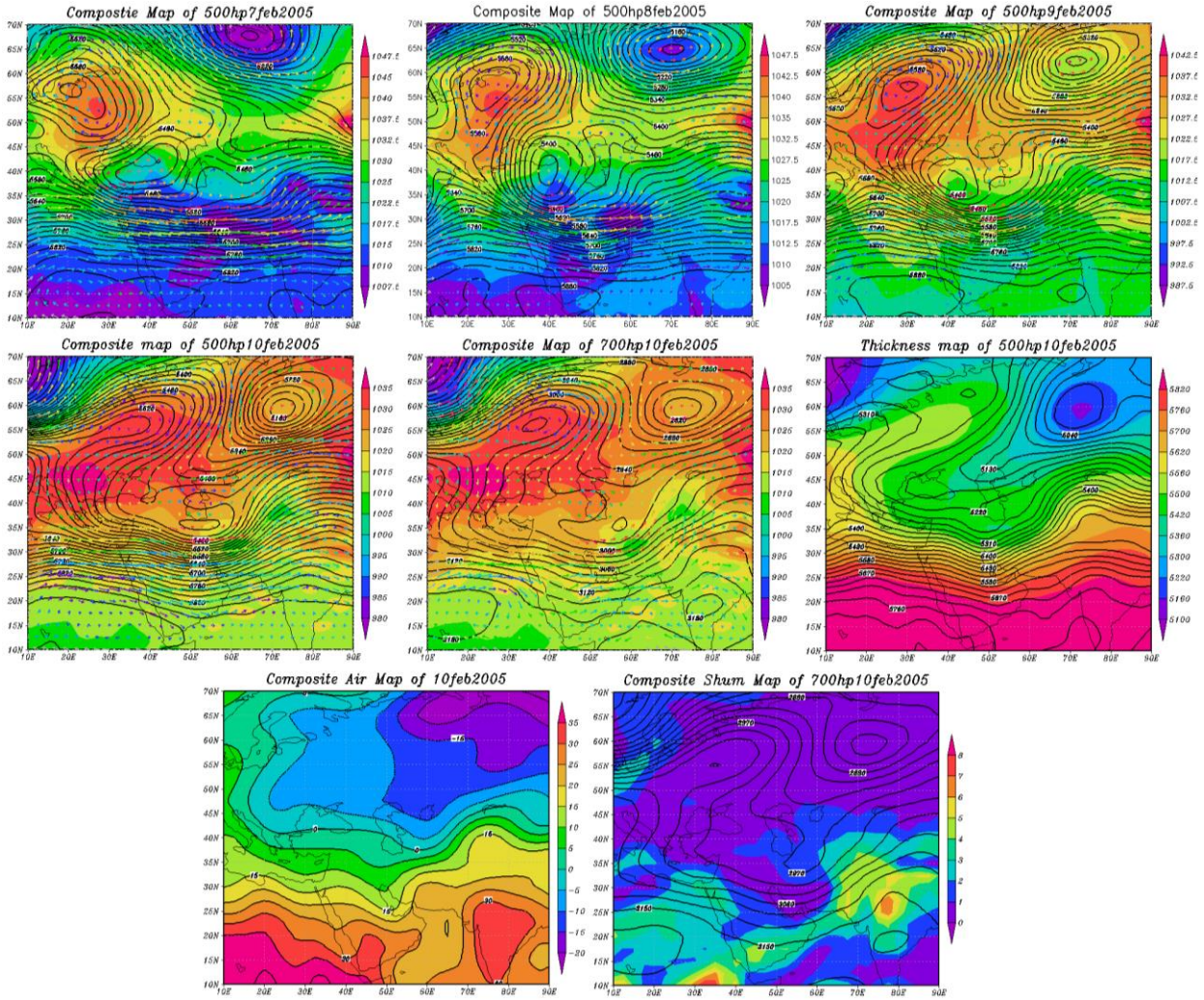
دارای محور گسترش شمال شرق-جنوب غرب است. در این روز به میزان ۲۴ سانتی‌متر در ایستگاه رشت برف باریده است. همچنین در روز فوق، دو پرفشار شمال دریای سیاه و پرفشار سیبری با هم ادغام می‌گردند. ورود زبانه پرفشار شمال غرب دریای سیاه به ناحیه از سمت شمال و شمال غرب و ریزش هوای مرطوب به سمت دریای خزر از سمت شرق چرخند باعث بارش برف شده است. در روز ۸ فوریه ۲۰۰۵ تغییرات آشکاری در آرایش الگوهای جوی ایجاد نشده است و تنها تغییر ایجاد شده این است که محور چرخند نسبت به روز قبل در راستای شمالی-جنوبی گسترش یافته است. ارتفاع برف به ۵۰ سانتی‌متر در این روز افزایش می‌یابد. با نفوذ زبانه‌های پرفشار شمال غرب دریای سیاه به محدوده مورد مطالعه در اثر عبور از روی دریا خزر، رطوبت کافی جهت بارش برف فراهم می-شود. در ۹ فوریه ۲۰۰۵ هسته پرفشار اروپایی (شمال غرب دریای سیاه) در راستای شمال غرب جابجایی داشته و محور پشته ایجاد شده در تراز میانی جو شمال شرق-جنوب غرب می‌شود. چرخند واقع برروی بخش جنوبی دریای سیاه و شرق دریای مدیترانه به سمت شرق جابجا شده و هسته آن در شرق ترکیه و شمال غرب ایران قرار دارد. زبانه‌های پرفشار اروپایی نسبت به روز قبل در ناحیه فشرده‌تر شده است. پرفشار اروپایی و سیبری در راستای شرقی-غربی حالت ادغام شده روز قبل را دارا هستند و نفوذ زبانه‌های پرفشار برروی دریای خزر برقرار بوده و از سمت شرق چرخند واقع بر شمال غرب ایران، هوای مرطوب بسوی دریای خزر در حال وزیدن است. در این روز به میزان ۱۰۵ سانتی‌متر برف باریده است. استقرار سامانه پرفشار اروپایی روی دریا، سبب پدیده فرارفت هوای سرد برروی سطح دریا و همچنین عبور توده هوای سرد موجب تبخیر آب و تغذیه توده هوای سرد و خشک می‌شود. در این فرایند میزان جذب رطوبت به دو عامل مدت استقرار و یا طول مسیر پیمایش توده هوا روی دریا و اختلاف دمای توده هوا و آب دریا بستگی دارد. این شرایط برای جریانات جوی ناشی از پرفشارهایی که از سمت شمال شرق یا شمال و شمال غرب از طولانی‌ترین مسیر ممکن به دریای خزر می‌رسند و سطح آن را می‌پیمایند، به بهترین وجه تامین می‌شود. زاویه ورود زبانه هوای سرد و عبور آن از روی سطح گرم و مرطوب دریای خزر، محبوس شدن هوای سرد میان کوه‌های تالش، ماسوله داغ، دیلمان و اشکورات، سبب صعود مکانیکی بر دشت مرکزی و برخی نواحی شرق و جنوب شرق استان گیلان و بیشترین بارش در این مناطق می‌شود

(FahimiNezhad et al;2013).

در ۱۰ فوریه ۲۰۰۵ یا آخرین روز بارش سنگین برف، چرخند واقع در شمال غرب ایران به جنوب رشته ارتفاعات البرز حرکت کرده و بصورت شرقی-غربی گسترش یافته و از بخش شمالی آن جریان هوا بسمت ناحیه گیلان در حال وزش است. در همین زمان زبانه پرفشار اروپایی به بخش جنوبی ساحل دریای خزر نفوذ کرده است. در تراز میانی جو جریانات بخش شمالی چرخند واقع برروی البرز و بخش جنوبی واچرخند اروپایی در جنوب دریای خزر به هم رسیده و ناپایداری جو تشدید می‌شود. در این روز میزان بارش برف در

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

ایستگاه رشت ۱۴۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسگال شرایط مشابه تراز ۵۰۰ هکتوپاسگال است و تفاوت بارزی بین ارتفاع ژئوپتانسیل این تراز با تراز ۵۰۰ مشاهده نمی‌شود. بررسی نقشه ضخامت در این روز نشان می‌دهد خطوط ضخامت در ناحیه مورد مطالعه کمتر از ۵۴۰۰ است و بیانگر وقوع برف است. اما نکته اساسی در اینجا کاهش شیو خطوط هم ارتفاع (نقشه ضخامت) در ناحیه جنوبی دریای خزر است. در این راستا نقشه دمای هوا در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال نشان از قرارگیری ناحیه بین خطوط همدمای ۰ و ۵ درجه سانتی‌گراد است. از اینرو شرایط دمای سطح زمین برای بارش برف بسیار مناسب است. نقشه رطوبت ویژه تاریخ ۱۰ فوریه ۲۰۰۵ نشان می‌دهد دو توده هوای سیبری و اروپایی بسیار خشک هستند. اما رطوبت در بخش جنوبی دریای خزر نسبت به بخش شمالی آن بیشتر است. همچنین رطوبت از جنوب شرق ایران در راستای جنوب شرق–شمال غرب به این ناحیه انتقال می‌یابد (شکل ۲).



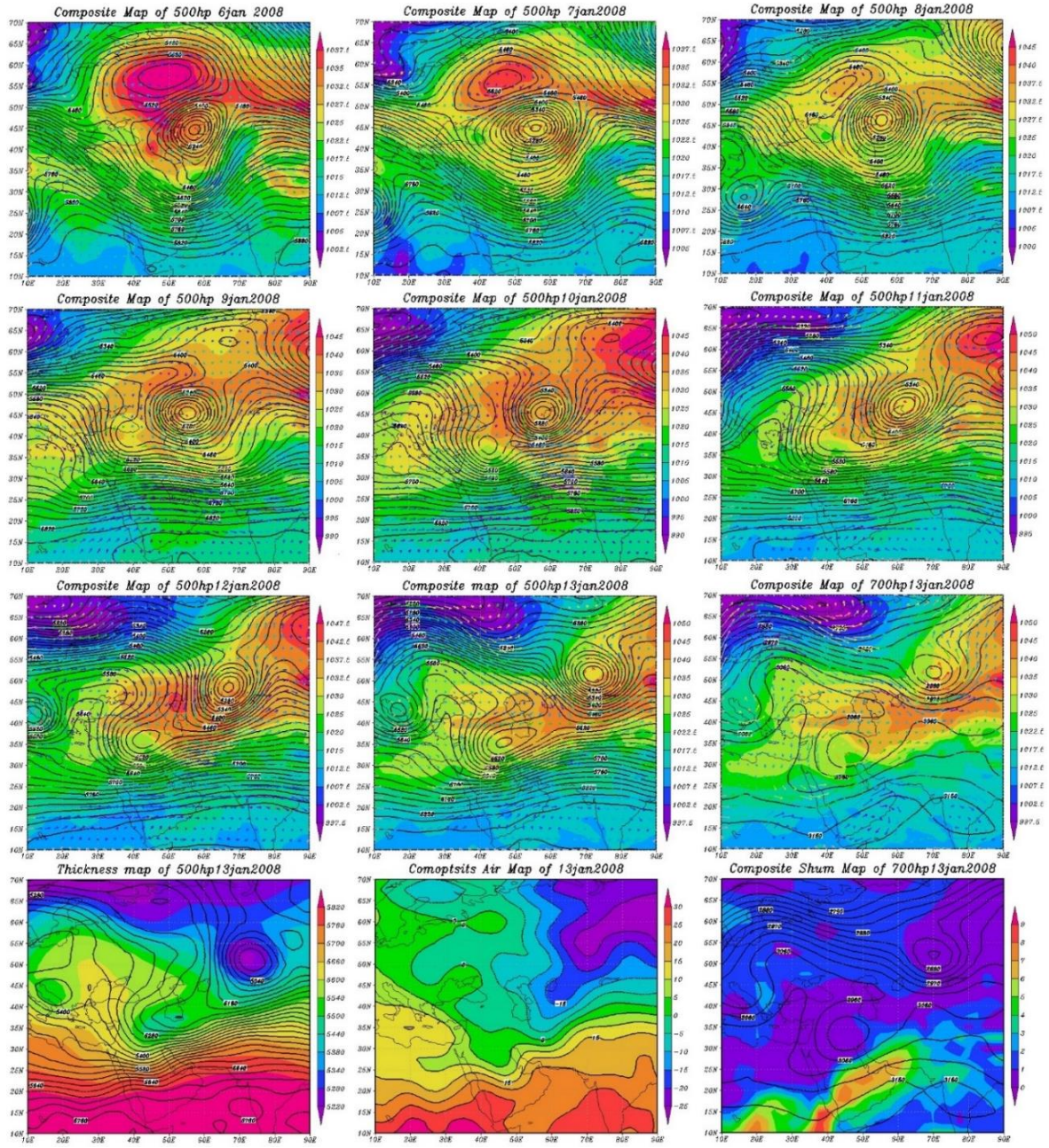
شکل ۲. نقشه ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰، ۷۰۰ (Hgt)، ضخامت و فشار سطح دریا (Slp) برف سنگین ۱۰ فوریه ۲۰۰۵ (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

- بلوکینگ دو قطبی

در مورخ ۱۳ ژانویه ۲۰۰۸ در حدود ۹۳ سانتی‌متر برف در ایستگاه فرودگاه رشت اندازه‌گیری شده است. البته بارش فوق در چندین روز متوالی باریده است. بارش برف از ۶ ژانویه شروع شده و در ۱۴ ژانویه خاتمه می‌یابد. در روز اول، ۱۹ سانتی‌متر برف باریده است که در اثر بلوکینگ دو قطبی رخ داده است. علت طولانی بودن روزهای بارش به دلیل حرکت کند سامانه فوق از ناحیه مورد نظر است. بررسی نقشه‌های

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

الگوی فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسگال جو از ۶ تا ۱۳ ژانویه (شکل ۳) نشان می‌دهد که در روز ۶ ژانویه بادهای غربی در غرب دریای سیاه به دو شاخه شمالی و جنوبی تقسیم شده است، بطوریکه شاخه شمالی آن منطبق بر پشته بادهای غربی و شاخه جنوبی آن منطبق بر ناوه این بادها است. در بخش پشته و در تراز میانی جو تاوایی منفی برقرار بوده و در سطح زمین پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۴۰ هکتوپاسگال تشکیل شده است. همینطور در قسمت جلویی ناوه بادهای غربی و در سطح زمین کم‌فشار حاکم است. جریان هوا در تراز میانی جو از هسته پرارتفاع به سمت هسته کم ارتفاع برقرار است. هسته کم ارتفاع در اراضی واقع بین دریاچه آرال و بخش شمالی دریای خزر قرار دارد و از بخش غربی آن هوا در اثر حرکت چرخندی در راستای شمالی–جنوبی به سمت سواحل دریای خزر جریان می‌یابد. در سطح زمین زبانه‌های پرفشار منشعب از هسته پرفشار واقع در بخش پشته شمالی از روی دریای خزر عبور کرده و بارش برف شروع می‌گردد. شرایط جو در روز ۷ ژانویه تغییر چندانی نکرده و ۶۵ سانتی‌متر برف باریده است.



[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

شکل ۳. نقشه ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰، ۷۰۰ (Hgt)، ضخامت و فشار سطح دریا (Slp) برف سنگین ۱۳ ژانویه ۲۰۰۸ (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

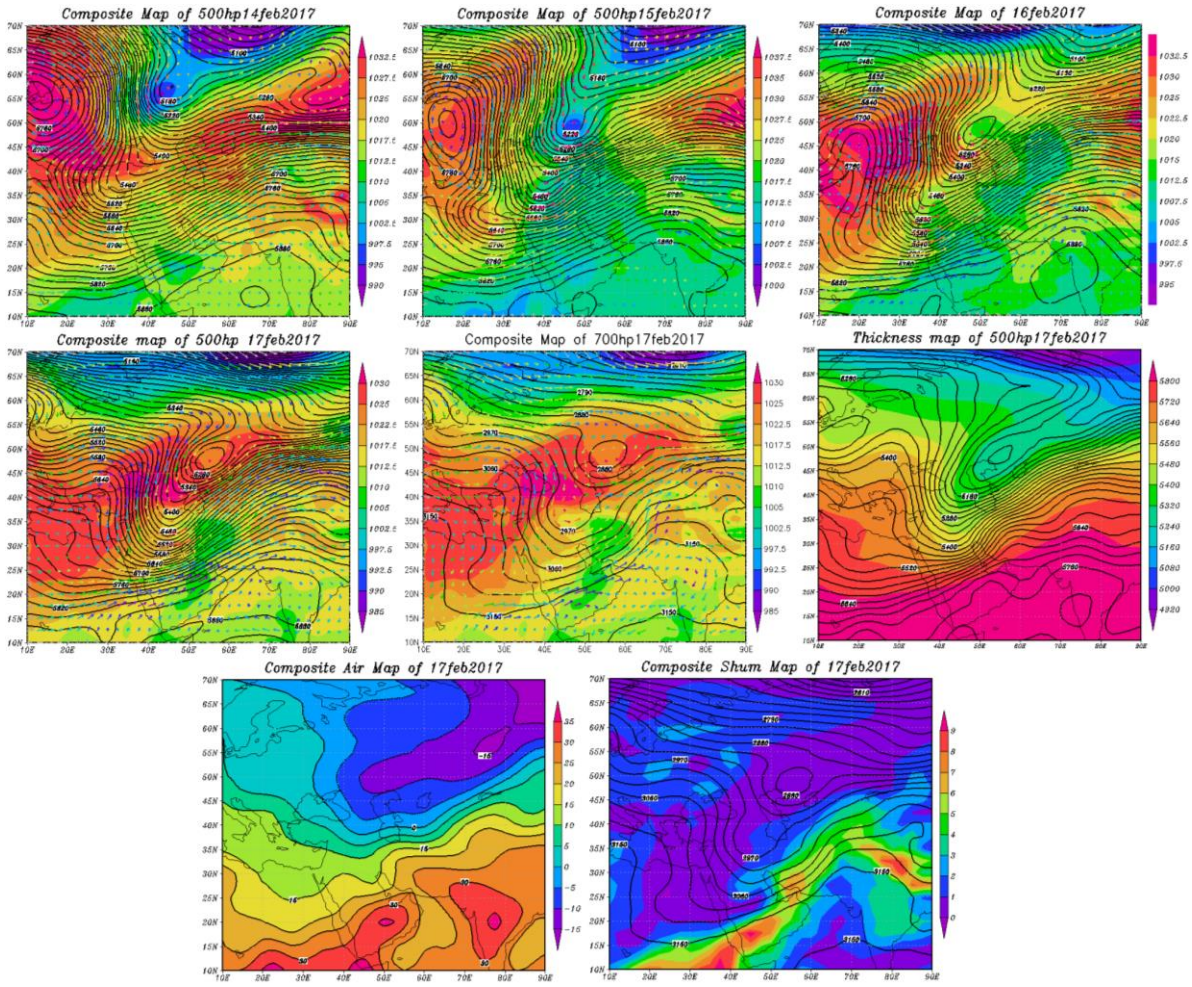
در ۸ ژانویه کل دریای خزر از شمال تا جنوب تحت تاثیر چرخند واقع در ناوه جنوبی است و واچرخند پشته شمالی نسبت به روز قبل ضعیف‌تر شده است. همچنین بلوکینگ بادهای غربی نیز همان حالت دو قطبی را حفظ می‌کند. قسمت جلویی پشته شمالی منطبق بر پرفشار سیبری بوده و در روزهای بعد تقویت پرفشار مذکور را در بر خواهد داشت. در ۹ ژانویه ۲۰۰۸ پشته شمالی بلوکینگ دو قطبی به سمت شرق جابه‌جا می‌شود. بدلیل ریزش هوای سرد عرض‌های بالا در بخش پشته شمالی برروی پرفشار سیبری، پرفشار فوق در راستای شرقی–غربی گسترش یافته است. چرخند واقع برروی ناوه جنوبی هنوز در موقعیت قبلی خود قرار دارد و جریان هوای مرطوب و سرد از روی دریای خزر به سمت ساحل آن برقرار است. بارش برف در این روز متوقف شده است، بعبارت دیگر برف ۷۰ سانتی‌متری روز ۸ ژانویه ذوب شده و ۵۹ سانتی‌متری از آن برروی زمین باقی مانده است. در روز ۱۰ ژانویه چرخند ناوه جنوبی کمی به سمت شرق حرکت کرده و زبانه پرفشار تقویت شده سیبری در اثر پشته شمالی از شمال دریای خزر بسمت جنوب آن نفوذ می‌کند. در این روز بارش برف اتفاق نیفتاده است. در روز ۱۱ ژانویه ناوه جنوبی بلوکینگ دو قطبی به سمت شرق دریاچه آرال جابه‌جا می‌گردد. در همین موقع هسته مستقلی از پرفشار در بخش عقب ناوه جنوبی تشکیل می‌شود که در تراز میانی جو هوای سرد اراضی شمالی دریای خزر را به سمت نواحی جنوبی از روی دریای خزر هدایت می‌کند. فشار هسته مرکزی پرفشار بخش شمالی دریای خزر ۱۰۴۵ هکتوپاسکال می‌باشد. در روز ۱۲ ژانویه هوای سرد از هسته پرفشار بخش شمالی دریای خزر به سمت ساحل جنوبی در حال ریزش است. بردار جریان هوا نشان‌دهنده سرعت بالای باد در راستای شمالی–جنوبی بوده و بارش سنگین برف در این روز اتفاق می‌افتد (۸۰ سانتی‌متر). مقدار فشار هسته مرکزی پرفشار شمال دریای خزر ۱۰۵۰ هکتوپاسکال است. البته باید گفت در شمال غرب ایران ناوه‌ای وجود دارد که در ۹ ژانویه برروی دریای سیاه تشکیل می‌شود و بعلت شرایط بلوکینگ دارای حرکت کند بوده است. محور این ناوه در روز ۱۲ ژانویه جهت شمال شرق–جنوب غرب دارد و زبانه پرفشار دریای خزر به شمال غرب ایران نفوذ کرده و تا شرق دریای مدیترانه کشیده شده است. در روز آخر هسته ناوه واقع روی شمال غرب ایران به سمت جنوب شرق تا نواحی غرب و مرکز ایران جابه‌جا شده و از بخش عقب ناوه ریزش هوای سرد در تراز میانی جو انجام می‌گردد. پرفشار واقع برروی دریای خزر نسبت به روز قبل تضعیف شده و اثری از آن برروی دریای خزر نیست. جریان هوا در تراز میانی جو شمال شرق–جنوب غرب است. در این روز به مقدار ۱۳ سانتی‌متر برف باریده و در مجموع ۹۳ سانتی‌متر برف در طی دو روز اتفاق می‌افتد (شکل ۳).

- پرفشار اروپایی

در تاریخ ۱۷ فوریه ۲۰۱۷ بارش برف سنگین در استان گیلان اتفاق می‌افتد. مقدار برف اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مختلف محدوده با هم تفاوت دارند بطوریکه در ایستگاه کشاورزی رشت، فرودگاه رشت و لاهیجان به ترتیب ۹۸، ۶۰ و ۶۳ سانتی‌متر برف باریده است. بررسی نقشه‌های همدید از چند روز قبل تا روز بارش برف نشان می‌دهد در روز ۱۴ فوریه ۲۰۱۷ فرود نسبتا عمیقی در شرق دریای مدیترانه تشکیل شده که محور ناوه از ارتفاعات اورال–دریای مدیترانه تا شمال شرق آفریقا کشیده شده است. موج بوجود آمده بسیار عمیق بوده و کشور ایران در جلوی محور ناوه قرار دارد. در همین موقع کم‌فشار سودانی با دو هسته مشخص برروی شاخ آفریقا و صحرای ربع‌الخالی عربستان در جلوی فرود بادهای غربی ایجاد شده است. در روز دوم (۱۵ فوریه ۲۰۱۷) در بخش

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

جلویی محور فرود بادهای غربی کم‌فشار سودانی بصورت مورب (جنوب غرب–شمال شرق) تا اراضی شمالی دریای خزر کشیده شده است. در بخش عقب فرود پرفشار قوی با فشار مرکزی ۱۰۳۷/۵هکتوپاسگال در جنوب اسکاندیناوی تشکیل شده و در راستای شمالی–جنوبی گسترش یافته است بطوریکه زبانه‌های پرفشار اروپایی تا شمال شرق آفریقا (کشور مصر) ادامه می‌یابند. هسته چرخند ناوه در شمال دریای خزر قرار دارد. در روز ۱۶ فوریه جابجایی اندکی در محور فرود بسمت شرق و جنوب می‌افتد، در این حالت زبانه پرفشار اروپایی در عقب محور فرود بادهای غربی به سمت دریای خزر نفوذ کرده است. کم‌فشار واقع در بخش جلوی محور فرود به سمت شرق ایران جابه‌جا شده است که بصورت مورب از آفریقا شروع شده و بعد از عبور از ایران (خوزستان–سرخس) تا ازبکستان ادامه می‌یابد. البته کم‌فشار فوق در این روز از روی دریای خزر ناپدید شده و پیشروی زبانه‌های پرفشار به این ناحیه اتفاق می‌افتد.



شکل ۴. نقشه ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰، ۷۰۰ (Hgt)، ضخامت و فشار سطح دریا (Slp) برف سنگین ۱۷ فوریه ۲۰۱۷ (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

در روز برفی محور فرود، تاحدودی به سمت شرق حرکت کرده و از بخش عقب محور فرود، پرفشار اروپایی به ناحیه جنوبی دریای خزر نفوذ کرده و هسته پرفشار از دریای سیاه تا دریای خزر در راستای شرقی–غربی گسترش یافته است. محور فرود با جهت شمال شرق–جنوب غرب از مرکز دریای خزر عبور می‌کند و این ناحیه در بخش جلویی فرود واقع است. از طرفی کم‌فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسگالی از بخش جنوبی عربستان تا ایران مرکزی و ناحیه جنوبی شمالی ارتفاعات البرز

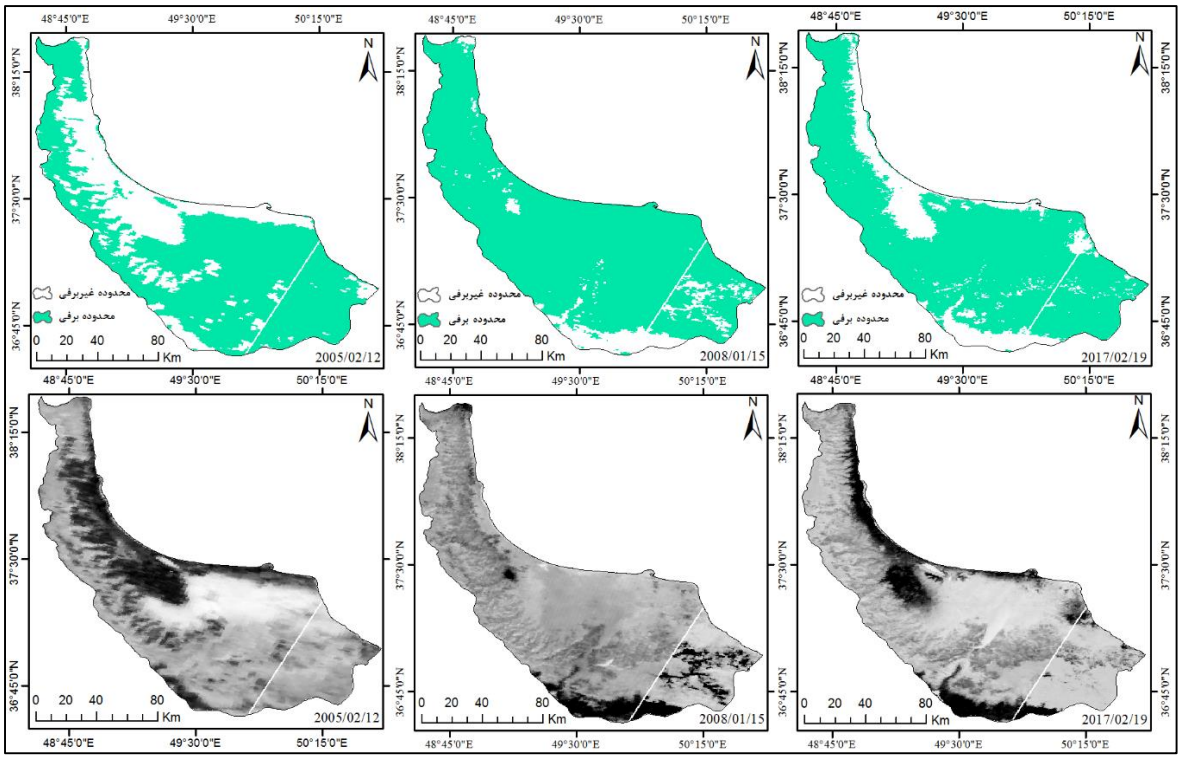
[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

شرقی پیشروی داشته و تضاد دمایی بین پرفشار شمالی و کم-فشار جنوبی شرایط لازم را برای ایجاد جبهه فراهم می‌کند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسگال، نفوذ پرفشار به محدوده مورد مطالعه و ریزش هوای سرد در تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ به ناحیه ساحلی خزر کاملا مشهود است. نقشه ضخامت برای روز بارش برف نشان-دهنده فشردگی خطوط هم‌ارتفاع و کاهش ضخامت جو در این ناحیه بوده و منحنی ۵۲۴۰ متر از روی آن عبور می‌کند. عمق فرود بادی غربی باعث شده هوای عرض‌های بالاتر به این ناحیه منتقل شده و افت شدید دما اتفاق بیفتد. منحنی همدمای واقع برروی شمالی‌ترین نقطه استان (آستارا) دارای دمای صفر درجه و جنوبی‌ترین نقطه آن یعنی ارتفاعات البرز دارای دمای ۵ درجه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال هستند. همچنین نفوذ زبانه-های خطوط همدمای هوای گرم واقع در بخش جنوبی البرز به سمت ناحیه کاملا مشخص بوده و تفاوت دما بین ناحیه شمالی و جنوبی ارتفاعات البرز در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. نقشه رطوبت ویژه در روز بارش گواه آن است که منبع تغذیه رطوبت در این روز و روزهای قبل از خلیج فارس و دریای سرخ بوده و مقدار رطوبت ویژه روز بارش در شکل ۴ گویای این موضوع است.

- وسعت برف سنگین

در تصویر ۵ برای نمایش فراگیری برف، تصویر ماهواره‌ای محدوده مطالعاتی آورده شده است. بدلیل شرایط ابری ناحیه جنوبی دریای خزر، نقشه برف برای یک روز یا دو روز بعد از خاتمه برف نیز برداشت شده است. فراگیری برف علاوه بر استان گیلان، در سایر استان‌های همجوار و غیرهمجوار مشاهده می‌شود. تصاویر فوق از داده‌های پردازش شده سنجنده مودیس بنام محصولات مودیس تهیه شده است. محصول مورد استفاده با نام MOD021 در سایت http://explorer.data.nasa.gov/ برای تمامی روزها از سال ۲۰۰۰ تاکنون وجود دارد. در این محصول مقدار شاخص نرمال شده پوشش برف (NDSI) محاسبه شده است. با توجه به اینکه تغییرات مقدار شاخص بین ۱+ و ۱- متغیر است. مناطقی که دارای NDSI بزرگتر از ۰/۴ داشتند بعنوان مناطق برفی در نظر گرفته شد. بدلیل قرارگیری استان گیلان در دو تصویر مجاور هم، ابتدا تصاویر در محیط ENVI موزاییک و سپس به محیط نرم افزار ArcGIS منتقل گردید تا مساحت محدوده برفی و غیر برفی محاسبه گردد. نتایج محاسبات برای برف‌های سنگین به همراه نقشه محدوده برفی و غیر برفی استان در جدول ۱ و شکل ۵ آورده شده است.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]



شکل ۵. تصویر ماهواره‌ای برف‌های سنگین در شمال ایران (استان گیلان) (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

نتایج نشان می‌دهد که در تاریخ ۲۰۰۵/۰۲/۱۲ در حدود ۷۰/۹۴ درصد مساحت استان گیلان را برف پوشانده و خسارات جانی و مالی ببار آورده است. بعبارتی از ۱۴۰۴۴ کیلومترمربع مساحت استان، ۹۹۶۲/۸۱ کیلومتر مربع دارای پوشش برف و ۴۰۸۱/۱۸ کیلومترمربع آن عاری از برف بوده است. ارتفاع برف در بعضی از نقاط به بیش از ۲ متر رسیده و ارتفاع برف در روز خاتمه بارش در ایستگاه فرودگاه رشت ۱/۴۵ متر اندازه‌گیری شده است. توزیع برف و ضخامت آن نشان می‌دهد که ارتفاع برف در رشت و شهرستان‌های اطراف آن نسبتا زیاد بوده است. همینطور ارتفاع برف به سمت شرق بخصوص لاهیجان، سیاهکل زیاد بوده و در ارتفاعات دیلمان به بیش ۲ متر رسیده است.

تصاویر مودیس بارش برف در تاریخ ۲۰۰۸/۱/۱۵ علاوه بر ارتفاع زیاد آن، در حدود ۹۰/۴۴ درصد استان را پوشش داده است. بعبارتی از کل مساحت استان، ۱۲۷۰۱/۳۹ کیلومتر مربع دارای پوشش برفی و ۱۳۴۲/۶ کیلومتر مربع آن دارای پوشش غیر برفی است. از لحاظ گستره مکانی، تمام مناطق استان به استثنای ارتفاعات جیرنده عاری از برف بودند. در ایستگاه‌های انزلی، فرودگاه و کشاورزی رشت و همچنین لاهیجان به ترتیب برابر با ۶۷، ۹۳، ۶۵ و ۶۳ سانتی‌متر برف ریزش کرده است. بنظر می‌رسد هسته پربارش برف در ناحیه جلگه‌ای نیز ایستگاه رشت است. البته مناطق کوهستانی استان بارش بیشتر از ایستگاه فوق دریافت می‌کنند. تصاویر ماهواره‌ای سومین برف سنگین در استان گیلان در تاریخ ۲۰۱۷/۲/۱۹ حاکی از آنست که نوار ساحلی غرب گیلان (یعنی شهرستان‌های رضوانشهر، تالش و آستارا)، شهرستان صومعه‌سرا و همچنین ارتفاعات جنوبی استان واقع در جیرنده و منجیل عاری از برف بوده و سایر نواحی استان از برف پوشانده شده است. مساحت محدوده برفی ۱۱۴۴۰/۲۴ کیلومتر مربع بوده و محدوده برفی ۸۱/۴۶ درصد مساحت استان را در بر می‌گیرد. همچنین ۱۸/۵۴ درصد مساحت استان، عاری از پوشش برف است. ارتفاع برف در ایستگاه فرودگاه و کشاورزی رشت و همچنین لاهیجان به

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

ترتیب برابر با ۶۰، ۹۸ و ۶۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. مهم‌ترین مسئله در برف‌های سنگین، طول مدت ماندگاری سیستم‌ها در این ناحیه است. زیرا در اثر ایجاد بلاکینگ حرکت سیستم کند شده و همرفت هوای سرد و مرطوب از عرض‌های بالاتر به این ناحیه باعث فراگیری بارش و تداوم آن در استان گیلان می‌شود.

جدول ۱. محدوده برفی و غیر برفی در استان گیلان در بارش برف سنگین (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

مساحت به درصد	مساحت اصلاح شده	مساحت کل	مساحت به کیلومتر مربع	تعداد پیکسل	تعریف محدوده	کد محدوده	تاریخ برف
۷۰/۹۴	۹۹۶۲/۸۱	۲۰۳۹۷	۱۴۴۶۹	۵۷۸۷۶	محدوده برفی	۱	۲۰۰۵/۰۲/۱۲
۲۹/۰۶	۴۰۸۱/۱۸		۵۹۲۸	۲۳۷۱۲	محدوده غیر برفی	۲	
۹۰/۴۴	۱۲۷۰۱/۳۹	۲۰۳۹۷	۱۸۴۴۷	۷۳۷۹۳	محدوده برفی	۱	۲۰۰۸/۰۱/۱۵
۹/۵۶	۱۳۴۲/۶۰		۱۹۵۰	۷۸۰۰	محدوده غیر برفی	۲	
۸۱/۴۶	۱۱۴۴۰/۲۴	۲۰۳۹۷	۱۶۶۱۶	۶۶۴۶۴	محدوده برفی	۱	۲۰۱۷/۰۲/۱۹
۱۸/۵۴	۲۶۰۳/۷۶		۳۷۸۱	۱۵۱۲۹	محدوده غیر برفی	۲	

۴. بحث و نتیجه‌گیری

استان گیلان به دلایل مختلف، از جمله استان‌های سانحه خیز کشور محسوب می‌شود. یکی از این پدیده‌ها که باعث خسارات جانی و مالی می‌شود بارش‌های سنگین برف است. با توجه به تنوع توپوگرافی این محدوده، فراوانی و ارتفاع برف در مناطق مختلف آن متفاوت است. در برخی از ایستگاه‌های جلگه‌ای ممکن است چندین سال متوالی بارش برف رخ ندهد، اما نواحی کوهستانی این استان هر ساله از بارش برف بهره‌مند می‌شوند. در این تحقیق برای شناسایی الگوهای همدید برف سنگین در استان گیلان از رویکرد محیطی–گردشی استفاده گردید. نتایج بدست آمده از واکاوی همدیدی سه روز برفی سنگین در استان گیلان نشان داد که الگوهای پرفشار سیبری در کنار پرفشار اروپایی، بلوکینگ دو قطبی و پرفشار اروپایی نقش اساسی در ریزش برف سنگین داشته‌اند. براساس مطالعات انجام شده توسط محققین داخلی در کنار پرفشار اروپایی، بلوکینگ دو قطبی و پرفشار اروپایی نقش اساسی در ریزش برف سنگین داشته‌اند. براساس مطالعات انجام شده برروی بارش برف نواحی مختلف ایران(Jahanbakhsh et al, 2016). نقش واچرخندهای سیبری و مهاجر بسیار بارز و کلیدی بنظر می‌رسد. البته تشکیل جبهه‌ها در محل برخورد سیستم‌های واچرخندی با سامانه‌های کم‌فشار سودانی–دریای سرخ باعث تشدید بارش برف می‌شوند. همچنین وجود دریای خزر در تقویت الگوهای اول تا سوم از طریق انتقال انرژی به توده هوای عبوری از روی آن بسیار مهم جلوه می‌کند. علاوه بر الگوهای همدید بارش برف سنگین، تصاویر ماهواره‌ای گستره برف نشان داد محدوده درگیر با برف سنگین با بکارگیری شاخص NDSI، بالای ۷۰ درصد مساحت استان گیلان است. بطوریکه سه برف سنگین سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۷ به ترتیب ۷۰/۹۴، ۹۰/۴۴ و ۸۱/۴۶ درصد از مساحت استان گیلان را پوشانده بودند. بعبارتی علاوه بر ارتفاع برف، قسمت اعظم استان زیر پوشش برف قرار داشت.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

البته تشکیل جبهه‌ها در محل برخورد سیستم‌های واچرخندی با سامانه‌های کم‌فشار سودانی-دریای سرخ باعث تشدید بارش برف می‌شوند. همچنین وجود دریای خزر در تقویت الگوهای اول تا سوم از طریق انتقال انرژی به توده هوای عبوری از روی آن بسیار مهم جلوه می‌کند. علاوه بر الگوهای همدید بارش برف سنگین، تصاویر ماهواره‌ای گستره برف نشان داد محدوده درگیر با برف سنگین با بکارگیری شاخص NDSI، بالای ۷۰ درصد مساحت استان گیلان است. بطوریکه سه برف سنگین سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۷ به ترتیب ۷۰/۹۴، ۹۰/۴۴ و ۸۱/۴۶ درصد از مساحت استان گیلان را پوشانده بودند. بعبارتی علاوه بر ارتفاع برف، قسمت اعظم استان زیر پوشش برف قرار داشت.

تقدیر و سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از رساله دکتری صدیقه گنجی، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد است و فاقد حامی مالی می‌باشد.

فهرست منابع

Alijani, B., Molazadeh, B., Saligheh, M., & Nassrzadeh, M, H., (2015). The Statistical and Synoptic Analysis of Snow Storms in Western Azerbaijan Province. Journal of spatial analysis of environmental hazards, 1 (4); 75-90. (In persian)

Amininia, K., Lashkari, H., Alijani, B., Khorshiddoust, A, M., (2010). Analysis and Review of Heavy Snow Synoptic Conditions in North West of Iran by Using PCA and Clustering. J. Int. Environmental Application & Science, 5 (1); 17-24. (In persian)

Bednorz, E., & Wibig, J., (2016). Spatial distribution and synoptic conditions of snow accumulation in the Russian Arctic. Polar Research, 35(1); 25916, DOI: 10.3402/polar. v35.25916.

Bednorz, E., (2014). Synoptic study of the heaviest snowfalls in Poznan since 1960/61 to 2009/2010, Acta climatologica ET chorological, Volume: 47-48, 7-16, http://acta.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/34893.

Dargahian, F., & Alijani, B., (2013). Investigate Blocking effect on snow event of heavy and continuous in Iran. Territory, 10 (38); 1-14. (In Persian)

Dargahian, F., & Alijani, B., (2017). Study of Synoptic and dynamic the occurrence of blocking on the snow in February 2014 in Iran. Journal of Natural Environmental Hazards, 6 (12); 19-36. Doi: 10.22111/jneh.2017.3117. (In Persian)

Esteban, P., Jones, P, D., Vide, J, M., and Mases, M., (2005). Atmospheric circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees. International journal of climatology, 25; 319–329, DOI: 10.1002/joc.1103.

Fahimi nezhd, E., Hejazi Zadeh, Z., Alijani, B., & Ziaeeyan, P. (2013). Synoptic-spatial analysis of a snowstorm in Guilan, February 2005. Journal of Geography and Regional Development, 10 (2); 281-302, Doi: 10.22067/geography. v0i0.23260. (In Persian)

Farukh, M. A and Yamada, T. J. 2018. Synoptic climatology of winter daily temperature extremes in Sapporo, northern Japan, International journal of climatology, 38: 2230–2238, DOI: 10.1002/joc.5329.

Farukh, M. A., & Yamada, T, J., (2014). Synoptic climatology associated with extreme snowfall events, DOI:10.1002/asl2.497.

Jahanbakhsh Asl, S., Rezaei Banafsheh, M., haghighi, E., & Rosta, I. (2016). The study relationship between large- scale circulation patterns of sea level and snow phenomenon in the North West of Iran. Territory, 12 (48); 19-35. (In Persian)

Khushal Dastjardi, J., & Kamiar, A. (2017). Identification and analysis of synoptic patterns of widespread snow blizzard in northwest Iran. Physical Geography Quarterly, 10 (37); 15-30. DOI: 20.1001.1.20085656.1396.10.37.2.3. (In Persian)

Lin, J., Feng, X., Xiao, P., Li, H., Wang, J., Li, Y., (2012). Comparison of snow indexes in estimating snow cover fraction in a mountainous area in northwestern China. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 2012, 9, 725–729.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

province. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 25 (98); 25-42. Doi: 10.22131/sepehr.2016.22136. (In Persian)

Safarpur, F., Khushal Dastjardi, J., Hatami, K., Bigelow, B., & Hashemi, A., (2015). Analysis of Spatial - Temporal Heavy Snowfall in West of Iran (Case Study: Kurdistan province). Journal of Applied Climatology, 2 (2); 69-82. (In Persian)

Serreze, M, C., Clark, M, P., & Mcginnis, D, L., (1998). Characteristics of Snowfall over the Eastern Half of the United States and Relationships with Principal Modes of Low-Frequency Atmospheric Variability, Journal of climate, Vol 11: 234-250.

Shakiba, A., Sadeghib, S., & Doostan, R., (2016). The Synoptic Activity Centers and Pressure Patterns of Heavy Snowfall in Northwest of Iran. Journal of Geography and Environmental Hazards, 4 (4); 87-104. Doi: 10.22067/geo. v4i4.36801. (In Persian)

Wunderle, D., Gross, T., & Husler, F., (2016). Snow Extent Variability in Lesotho Derived from MODIS Data (2000–2014). Remote sensing, 8 (448): 2-22. Doi: 10.3390/rs8060448.

Merino, A., Fernández, S., Hermida, L., López, L., Sánchez, J, L., Ortega, E, G., Gascón, E., (2014). Snowfall in the Northwest Iberian Peninsula: Synoptic Circulation Patterns and Their Influence on Snow Day Trends, The Scientific World Journal, Volume 2014, Article ID 480275, 14 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2014/480275.

Mishra, V, D., Negi, H, S., Rawat, A, K., Chaturvedi, A., Singh, R, P., (2009). Retrieval of sub-pixel snow cover information in the Himalayan region using medium and coarse resolution remote sensing data. Int. J. Remote Sens., 30; 4707–4731.

Molazadeh, B., Saligheh, M., Alijani, B., Nassrzadeh, M H., (2015). The Statistical and Synoptic Analysis of Snow Storms in Western Azerbaijan Province. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, 1 (4):75-90. (In Persian)

Movahhed-Danesh, A, A., (2013). The Hydrology of the Surface Waters of Iran. Samt Publications, Eighth edition, 384 Pages. (In Persian)

Omidvar, K., (2016). The Synoptic-Dynamic Study and Analysis of Snowfall in Yazd

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]