

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر فصلنامهی علمی فضای جغرافیایی

سال بیستودوم، شمار می ۷۷ بهار ۱۴۰۱، صفحات ۱۵۹–۱۳۹

DOI:10.52547/GeoSpa.22.1.139

برومند صلاحي ا

تحلیل ارتباط تغییرات روزهای برفی استان اردبیل با نوسانات دوفصلی الگوهای بزرگمقیاس گردشهای جوّی-اقیانوسی اقیانوسهای اطلس و آرام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۲

چکیدہ

الگوهای کلانمقیاس جو′ی-قیانوسی متغیری مناسب برای پیش بینی عناصر اقلیمی به خصوص روزهای برفی هستند. بارش های برفی سبک و نیمه سنگین تا سنگین استان اردبیل، علاوه بر تأثیر پذیری از عوامل محلی، با پدیده های کلان مقیاس گردش های جو′ی–اقیانوسی نیز در ارتباط هستند. در این پژوهش، ویژگی های آماری روزهای برفی ایستگاههای سینو پتیک استان اردبیل مورد مطالعه قرار گرفت. برای مقایسه میانگین دوره های روزهای برفی ایستگاههای مورد بررسی، از آزمون تی دو نمونهای مستقل استفاده شد. در این مطالعه، علاوه بر تحلیل های توصیفی، از روش همبستگی اسپیرمن، تحلیل روند خطی و پلی نومیال درجه ی شش و تحلیل رگرسیون چندگانه به روش پس رونده برای توجیه درصد تغییرات تبیین شده ی روزهای برفی استان اردبیل توسط ۲۷ الگوی کلان مقیاس گردش های جو′ی اقیانوسی اقیانوس های آرام و اطلس استفاده شد. نتایج روند خطی تغییرات روزهای برفی ایستگاه اردبیل، حاکی از افزایش آرام تعداد روزهای برفی ایستگاه مورد مطالعه در طول دوره ی آماری است. روزهای برفی اغلب ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ و ۵ درصد با یکدیگر بودند و این اعلب ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ و ۵ درصد با یکدیگر بودند و این اعلب ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ و ۵ درصد با یکدیگر بودند و این ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی می در مو می استان اردبیل است. نتایج نشان داد که در بین ایستگاههای مورد مطالعه، ایرش های برفی در سطح ایستگاههای استان اردبیل است. نتایج نشان داد که در بین ایستگاههای مورد مطالعه، ایستگاه خلخال همبستگی بیشتر و معنی دارتری با الگوهای جوک اقیانوسی اقیانوس آرام دارد. نتایج آزمون تی دو نمونه مستقل نشان داد که اختلاف میانگین روزهای برفی در تمامی ایستگاههای مورد بررسی در دو دوره مطالعاتی اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند. پراکنش مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای

E-mail: bromand416@yahoo.com

۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

مورد مطالعه با الگوهای جوّی-اقیانوسیِ اقیانوس اطلس و آرام نشان داد که در اغلب الگوهای مورد بررسی، میزان همبستگی روزهای برفی با الگوهای منتخب مورد مطالعه از جنوب به شمال استان افزایش مییابد.

کلید واژهها: استان اردبیل، روزهای برفی، الگوهای جوّی اقیانوسی، همبستگی چندگانه.

مقدمه

بارش برف بخش عمدهای از نزولات جوی را در بر می گیرد. برف در مناطق کوهستانی و عرض های جغرافیایی بالا دارای اهمیت ویژه ای از نظر حجم ذخایر آبی و فرسایش است. وقوع بارش برف می تواند با عوامل محلی و سیّارهای در ارتباط باشد. استان اردبیل به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و تأثیر پذیری از سامانه های شمالی و غربی، همواره شاهد بخشی از ریزش های جوّی خود به صورت برف های سبک تا سنگین و نیمه سنگین می باشد. این بارش ها علاوه بر تأثیر پذیری از عوامل محلی و سیّارهای، با پدیده های کلان مقیاس گردش های جوّی ⊣قیانوسی نیز در ارتباط هستند. پدیده های کلان مقیاس جوّی –قیانوسی، دگرگونی های اقلیمی زیادی را در جهان سبب شده اند (Ghavidel Rahimi et al., 2016: 42).

در خصوص بارش های برفی، روند تغییرات آن و ارتباط آن با الگوهای جوی اقیانوسی، مطالعات مختلفی در سطح جهان و ایران صورت گرفته است. (EOF) Rajagopalan and Simmonds با بهره گیری از شاخص EOF، تغییرات اتمسفری ایجاد شده توسط پوشش برف نیمکره ی شمالی را مدل بندی کردند. (1999) Rajagopalan and Cook (تعافی در طول قرن شاخص های Bajagopalan and Cook (تعافی یا با بهره گیری از شاخص Rajagopalan and Cook (تعافی ایمسفری ایجاد شده توسط پوشش برف نیمکره ی شمالی را مدل بندی کردند. (1999) Rajagopalan and Cook (تعافی و شاخص Rajagopalan and Cook (تعافی یا در مالی در مدل بر بارش های تابستانه یا الات متحده در طول قرن بیستم را بررسی و این ارتباط را تأیید کردند. (2000) Robinov and Raymond ارتباط بین الگوهای اتمسفری و شدت سرماهای زمستانه یا در بارش در یا در بررسی نمودند. (2003) Robinov and Raymond روند شدت سرماهای زمستانه یا نوسانات دمایی و فشار سطح دریا را مورد بررسی قرار دادند. (2009) Petkva et al (2000) ماهای زمستانی اروپای شمالی با نوسانات دمایی و فشار سطح دریا را مورد بررسی قرار دادند. (2003) Petkva et al روند. (2003) ماهای توجه دمای هوای ماهای زمستانی (دسامبر تا ویند) در کشور با در بازتین آ را بررسی قرار دادند. (2003) Petkva et al زمان دادند. (2003) ماهای زمستانی اروپای شمالی با نوسانات دمایی و فشار سطح دریا را مورد بررسی قرار دادند. (2003) Petkva et al زمین ارتفاع برف در کشور بلغارستان را همراه با افزایش قابل توجه دمای هوای ماههای زمستانی (دسامبر تا فوریه) برای دوره یا آماری (۲۰۰۰) اثبات نمود.

(2005) Turkes and Erlat طی مطالعه ای نشان دادند که یک همبستگی منفی بین تغییرات شاخص نوسان اطلس شمالی و بارش فصل زمستان ترکیه وجود دارد. (2007) Khoshakholagh et al بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر را بررسی نمودند. (2007) Yarahmadi and Azizi با بهره گیری از تحلیل های رگرسیونی، به بررسی ارتباط بین میزان بارش در فصول پاییز، زمستان و بهار ایران با شاخص های اقلیمی پرداختند. (2008) Sohn et al یارش برف سنگین هونام⁷ کره ی جنوبی در دسامبر ۲۰۰۵ را بررسی نمودند. (2008) ثابت نمود که ناهنجاری های مثبت قوی SLP منطقه ی اسکاندیناوی و اقیانوس اطلس شمالی، با

²⁻ Laurentian

³⁻ Honam

ناهنجاریهای مثبت ایسلند و ناهنجاریهای ضعیف منطقهی پرفشار آزور در ارتباط است. (2009) ماهانه روند تغییرات بارش برف در استان کینگهال^³ چین در خلال سالهای ۱۹۵۷ تا ۲۰۰۷ را در مقیاس سالانه و ماهانه مورد بررسی قرار دادند. (2009) Farid Mojtahedi et al رخداد برف سنگین فوریه ۲۰۰۵ استان گیلان را مورد NAO ،PNA قرار دادند. (2010) Khorshidoust et al الگوهای کلانمقیاس جوی اقیانوسی نظیر NAO ،PNA، مورد مورد مقیاس مورد ، و ماهانه الگوهای کلانمقیاس جوی الی مورد. (2010) مورد مقیاس سالانه و ماهانه و ماهانه مطالعه قرار دادند. (2009) Pol ،SCA ،ONI ،NOI ،AO ،EA و T را با نوسانات بارش ایستگاه سینوپتیک اهر مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که بارش های فصلی ایستگاه اهر، با الگوهای پیوند از دور، ارتباط معنی داری دارند.

مروند کاهشی بوده است. (Aminnia et al (2010) با استفاده از روش های آماری، بارش برف دارای نوسانات زیاد و روند کاهشی بوده است. (2010) Lashanizand et al (2010) با استفاده از روش های آماری، برخی از ویژگی های زمانی و مکانی بارش برف ایران را بررسی کردند. (2010) Aboutalebi and Dolatimehr (2010) در تحلیل بارش های برف دیرهنگام بهاره ی مشکین شهر، از معادلات رگرسیونی برای محاسبه متغیرهای بارش برف استفاده کردند. Attai and دیرهنگام بهاره ی مشکین شهر، از معادلات رگرسیونی برای محاسبه متغیرهای بارش برف استفاده کردند. معاد (2010) تشان دادند که بارش برف سنندج روند مشخصی ندارد ولی بارش برف سقز، دارای روندی صعودی می باشد. (2010) Attai et al کارش برف منطقه ی شمال غرب کشور، دریافتند که بارش برف در همه ی ایستگاه ها دارای روندی کاهشی بوده است. (2010) Kato and Kan (2010) به مطالعه ی تغییرات روزهای برف سنگین در منطقه ی هو کوریکوی ° ژاپن در نیمه ی دوم سال ۱۹۸۵ پرداختند.

(2003) NAO در ماههای سرد سال دارای همبستگی بیش تری با متغیرهای بارش و دمای استان لرستان است. (2016) Heydari روند تغییرات بارش برف و باران در ایستگاههای منتخب استان آذربایجانغربی را تحلیل نمود. (2019) Forootan et al به بررسی ارتباط بیلان آب جهان از سالهای منتخب استان آذربایجانغربی را تحلیل نمود. (2019) Nalley et al (2019) به بررسی ارتباط بیلان آب جهان از سالهای منفی تعدادی از شاخصهای جوی-اقیانوسی را با بارش ماهانه برخی از حوضههای آبخیز کانادا مورد تحلیل قرار دادند. (2019) Valley & Kahya به ارزیابی خشکسالی های کشاورزی و هیدرولوژیکی حوضه نیمه خشک با استفاده از بررسی نقش برخی شاخصهای اقلیمی نظیر NAO م و PDO در بارش های ترکیه پرداختند. (2019) Addibi می تعدادی از شاخصهای ترخی شاخصهای اقلیمی نظیر NAO، از مورد تعلیل قرار استفاده از بررسی نقش برخی شاخصهای اقلیمی نظیر NAO، م و PDO در بارش های ترکیه پرداختند. (2019) Addibi می ترخی شاخصهای اقلیمی نظیر OA، NAO و PDO در بارش های ترکیه پرداختند. (2019) Addibi می ترخی شاخصهای اقلیمی دوند تغییرات پوشش برف شمال غرب ایران تحت تأثیر تغییرات کردند. (2013) Addibi داورها از دیگری نظیر (2011) Addibi در 2013) Addibi در ایران تحت تأثیر تغییرات استفاده از بررسی نقش برخی شاخصهای اقلیمی دوند تغییرات پوشش برف شمال غرب ایران تحت تأثیر تغییرات کردند. (2013) Admazroui et al (2012) مانتها و AS در تغییرات بارش جنوب غرب آسیا را بررسی ماهی پرداختند. پژوهشگران دیگری نظیر (2011) Adizade et al (2012)، (2012) Adit مال غرب ایران تحت تأثیر تغییرات اقلیمی پرداختند. پژوهشگران دیگری نظیر (2013) در مانه مانه در مازه محالفری از کرد از کردان دیگری نظیر (2013) Aditade et al (2013)، (2013) در مامان غرب ایرا مان در ایرا بین در ماه محالی محالی (کردی از بایرسی در مازه و محالف محالی در ماه ماری در ماه مان در مان ماری از مال مار بین از مان ماری مان در ماری مان در ماره مان مان در ماز مان در ماره مان در مار ماین ماری در مان مان در ماری در ماری در ماز مان در ماری ماری ماری مان ماری در مانه مختلف مورایی ماری در مانه مختلف مورایی ماری در مان ماری ماری در مانه مختلف مورایایی ماری داختند. (2013) ماری ماری در مانه محالی مولیای در مانه ماری در مانه مختانی ماری در ماری در ماری در مای مان در مانه مان در مانه مان در مای ماری د

⁴⁻ Qinghal

⁵⁻ Hokuriku

پژوهش های مذکور نشان دادند که الگوهای کلان مقیاس جوّی⊣قیانوسی متغیری مناسب برای پیش بینی عناصر اقلیمی بخصوص روزهای برفی هستند. این پژوهش به دنبال تعیین میزان ارتباط بارش های برفی استان اردبیل با پدیده های کلان مقیاس گردش های جوّی-اقیانوسی است. بر اساس تبیین این روابط و با آگاهی از میزان ارتباط زمانی روزهای برفی استان اردبیل با این پدیده ها، میتوان پیش بینی های لازم در خصوص وقوع روزهای برفی در این استان را به عمل آورد.

مواد و روشها

در این پژوهش، از فراوانی ماهانه و سالانهی روزهای برفی ایستگاههای سینوپتیک اردبیل شامل ایستگاههای سینوپتیک اردبیل، خلخال، مشکینشهر و پارسآباد استفاده شده. دورهی آماری مورد استفاده در ایستگاههای مذکور بهترتیب از سال ۱۳۵۵، ۱۳۹۲، ۱۳۷۵ و ۱۳۹۶ تا ۱۳۹٦ بهترتیب ٤٢، ۳۱، ۲۲ و ۳۳ ساله بوده است. دادههای مربوط به شاخص های پدیدههای کلان مقیاس گردش های جوّی – اقیانوسی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، از وبسایت http://www.esrl.noaa.gov/data/climateindices اخذ شده است. این الگوها که نوعاً در اقیانوس های آرام و اطلس تعریف و محاسبه شدهاند عبارتاند از: NINA3 ،NINA1 ،MEI،EOF ،SENSO ،SOI، ATLTRI AMON AMM AO WP PNA PDO NP NOI EPO TNI PWP ONI NINA3.4 NINA4 WHWP ،TSA ،TNA ،NTA ،CAR و NAO. پس از کنترل دادهها، اقدام به تجزیهو تحلیل ویژگیهای آمار توصیفی روزهای برفی گردید. برای آگاهی از وضعیت افتوخیز دادهها در طول زمان، از روند خطی و پلینومیال مرتبهی ششم دادهها استفاده گردید. در این پژوهش، در تفکیک روزهای دارای برف سبک از نیمهسنگین تا سنگین، علاوه بر کدهای هواشناسی مربوطه، از مقدار آب معادل برف نیز استفاده شده است. معیار این تفکیک، ریزشهای برفی بود که حداقل، معادل ۱۰ میلیمتر آب تولید کرده باشند. در تعیین ارتباط بین روزهای برفی سبک و نیمهسنگین استان اردبیل با پدیدههای کلانمقیاس گردشهای جوّی–اقیانوسی، بعد از استانداردسازی آنها، از روش همبستگی اسپیرمن استفاده گردید. در تحلیل همبستگیها، سطح معنیداری ۱ و ۵ درصد مد نظر قرار گرفت. از آنجایی که بارشهای برفی استان اردبیل، عمدتاً متعلق به ماههای اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس و می میباشند، لذا به منظور جلوگیری از انجام خطا، از متوسط الگوهای کلانمقیاس گردشهای جوّی–اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس در همان بازهی زمانی استفاده شده است. برای مقایسه میانگین دورههای روزهای برفی ایستگاههای مورد بررسی، از آزمون T دو نمونهای مستقل استفاده شد. ابتدا فرضیات زیر مطرح گردید:

H0: μA=μB H1: μA≠μB

 $T=rac{\overline{x}_A-\overline{x}_B}{\sqrt{rac{S_A^2}{n_A}+rac{S_B^2}{n_B}}}$

رابطه (۱) آماره آزمون بهصورت زیر نوشته شد^۳. رابطه (۲)

⁶⁻ https://blog.faradars.org/t-test

نظور از ² واریانس امیخته برای دو جامعه A و B است که بهصورت زیر محاسبه می شود:
(۳) رابطه (۳)

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} (X_i - \overline{X}_A)^2 + \sum_{i=1}^{n_B} (X_i - \overline{X}_B)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

در این حالت آماره آزمون یعنی T دارای توزیع T با nA+nb-2 درجه آزادی است.
 $df = \frac{\left(\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}\right)^2}{S^4}$

$$\frac{S_A^4}{n_A^2(n_A-1)} + \frac{S_B^4}{n_B^2(n_B-1)}$$

برای تجزیهوتحلیل ارتباط الگوهای کلانمقیاس گردشهای جوّی-اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس با تغییرات روزهای برفی ایستگاههای استان اردبیل، از رگرسیون چندگانه استفاده گردید.

$$\hat{y} = \alpha + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \tag{0}$$

ابتدا روزهای برفی ایستگاههای مورد بررسی بهصورت جداگانه بهعنوان متغیر وابسته و الگوهای جوی ⊣قیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس بهعنوان متغیرهای مستقل وارد مدل رگرسیون شدند. از نمودار P-P برای آزمون فرض نرمال بودن ماندههای مدل رگرسیون بهره برده شد. برای تعیین میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل بر تغییرات روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه، از مدل رگرسیون پسرونده^۷ بهره گرفته شد (Mansourfar, 2006: 174). به منظور بررسی قطعیت وجود رابطهی خطی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوی اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس، از تحلیل واریانس یکراههی رگرسیون استفاده شد. میزان ضریب همبستگی چندمتغیره (R) و ضریب تبیین (²R) در شرایط ورود تمامی الگوها و الگوهای منتخب وارد شده به مدل انتخابی برای روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه، استخراج و تحلیل شدند.

يافتهها و بحث

جدول (۱)، ویژگیهای آمار توصیفی تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه را نشان میدهد. همانگونه که از این جدول پیداست، در ایستگاه اردبیل، ماههای فوریه، ژانویه، مارس و دسامبر، بیش از سایر ماهها دارای روز برفی هستند. در مقیاس سالانه نیز در ایستگاه اردبیل، به طور متوسط حدود ۳۵ روز برفی وجود دارد. تعداد روزهای برفی در ماههای ژانویه، فوریه، مارس، دسامبر و نیز در مقیاس سالانه، از توزیع تقریباً نرمالی برخوردار است. نرمال بودن نسبی توزیع تعداد روزهای برفی در مقیاس سالانه و شباهت آن به ماههای دسامبر تا مارس ایستگاه اردبیل، به دلیل سهم بسیار زیاد تعداد روزهای برفی این ماهها در تشکیل تعداد روزهای برفی سالانهی ایستگاه اردبیل است. ضریب تغییرات اغلب ایستگاهها نیز در ماههای می و اکتبر بیش از سایر ماههاست.

ایستگاه	شاخص	ژانو یه	فوريه	مارس	آوريل	مى	اكتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
	میانگین	٧/٣٨	V/ ٦ V	٧/١١	۲/۱۷	• /٣٢	• /٨٢	٣/٣٨	٦/٠٥	36/91
اردبيل	انحراف معيار	٣/٧٨	٣/٢٥	٣/٥٣	١/٨٦	•//	١/٤	٣/٤١	٣/٤٣	٩/٥٤
	ضريب تغييرات	٥١	٤٢	٤٩	۸٥	729	17.	۱۰۰	٥٦	77
	میانگین	٩/٣٣	٩/٢٥	V/Vô	7/17	•/٢٥	•/٢٩	۲/۹٦	٦/٧١	۳۸/۷۱
خلخال	انحراف معيار	٤/٨١	٤/٨	٣/٨٤	۲/•٤	•/٦٨	•/٦٢	۲/۸۹	٤/٥٧	10/70
_	ضريب تغييرات	٥١	٤٨	٤٩	٩٣	۲۷.	212	٩٧	٦٨	٣٩
	میانگین	۷/۱۳	۷/۱۳	٨/•٧	Y/AV	•/7٧	• /٦	٣/٢٧	٥/٧٣	۳٥/۰۷
مشكينشهر	انحراف معيار	۲/VV	٣/٥٨	٣/٣٩	۲/۲٦	٠/٥٩	1/72	١/٧٥	٣/٤٧	0/77
	ضريب تغييرات	٣٨	٥.	٤٢	V۸	777	۲.۷	٥٣	٦٠	١٦
	میانگین	7/07	٣/٦٥	1/19	•/• ٤	*	•	•/0	1/77	٩/٢٣
پارسآباد	انحراف معيار	۲/٤٥	٣/٣٥	١/٣٩	•/19	•	•	1/20	۲/٤٧	٦/٤٧
	ضريب تغييرات	1.0	1.0	٨٦	١٩	٠	•	٣٤	01	187

جدول ۱- ویژگی های آمار توصیفی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه Table 1- Characteristics of descriptive statistics of snowy days in the studied stations

در ایستگاه خلخال، ماه ژانویه، بیش ترین تعداد روزهای برفی در طول دوره آماری مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. در این ایستگاه، سالانه حدود ۳۹ روز برفی وجود دارد. حدود ۳۵ روز از سال در ایستگاه مشکین شهر، بارش ها به صورت برف هستند که از این نظر، از ایستگاه خلخال و اردبیل کمتر است که شاید دلیل آن را بتوان به کم بودن طول دوره ی آماری در این ایستگاه نسبت داد چرا که این ایستگاه، دقیقاً در پای کوه سبلان قرار دارد و این برفی ایستگاه مشکین شهر با ایستگاه نسبت داد چرا که این ایستگاه، دقیقاً در پای کوه سبلان قرار دارد و این برفی ایستگاه مشکین شهر با ایستگاه های خلخال و اردبیل در طول دوره ی آماری مشترک نیز قابل اثبات است. مقایسه ی تعداد روزهای برفی ایستگاه سینو پتیک پارس آباد با سایر ایستگاههای سینو پتیک مورد مطالعه، به صورت مقایسه ی تعداد روزهای برفی ایستگاه سینو پتیک پارس آباد با سایر ایستگاههای سینو پتیک مورد مطالعه، به صورت مقایسه ی تعداد روزهای برفی ایستگاه سینو پتیک پارس آباد با سایر ایستگاههای سینو پتیک مورد مطالعه، به صورت برفی سایر ایستگاه مشکین شهر با ایستگاه سینو پتیک پارس آباد با سایر ایستگاههای سینو پتیک مورد مطالعه، به صورت مقایسه ی تعداد روزهای برفی ایستگاه سینو پتیک پارس آباد با سایر ایستگاههای سینو پتیک مورد مطالعه، به صورت ماهانه در این ایستگاه مای مورد مطالعه است تا جایی که متوسط وقوع روزهای برفی در این ایستگاه در مقیاس سالانه و ماهانه در این ایستگاه، مستقیماً با ارتفاع کمتر این ایستگاه از سطح دریا و همجواری آن با دریای خزر که نقش تعدیل کننده دارد، در ارتباط است. در این ایستگاه، بارش برف به ماههای کمتری از سال محدود می شود تا جایی که در ماههای آوریل، می و اکتبر، تقریباً در ایستگاه، بارش برف به ماههای کمتری از سال محدود می شود تا جایی که

نتایج آزمون T دو نمونه مستقل برای روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که مقدار sig در آزمون لون بیشتر از ۰/۰۵ است لذا فرض برابری واریانسها رد نمی شود. مقدار sig آزمون T برای برابری میانگینها حاکی از این است که در ایستگاههای اردبیل و خلخال، فرض برابری میانگینها مورد تأیید است ولی در ایستگاههای خلخال و پارس آباد فرض مذکور رد می شود. رد فرض برابری میانگین ها در ایستگاههای خلخال و پارس آباد با توجه به نزدیک بودن آماره T به محدوده بحرانی و نیز تأیید آن در ایستگاههای اردبیل و خلخال حاکی از این است که اختلاف میانگین روزهای برفی در تمامی ایستگاههای مورد بررسی در دو دوره مطالعاتی اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند و نمی توان ادعا کرد که تعداد روزهای برفی در ایستگاههای مورد بررسی دمی ترسی دستخوش تغییر اقلیم شده است.

		آزمون	ا لون			آزمو	ن T برای برابر	ری میانگین،ا		
ار چار		برای ب	رابرى							
"Cumi		واريان	س،ھا							
		F	sig	Т	df	sig	اختلاف	خطای	۹۵ درصد ا	فاصله
							ميانگين	استاندارد	اطمينان تفاو	رتھا
								تفاوت	حد پايين	حد بالا
	فرض برابري واريانسها	۲/٦	•/11	•/00	٣٢	•/0٨	١/٨٢	٣/٣	- ٤/٩١	٨/٥٦
اردبيل	فرض نابرابري واريانسها			•/00	۲۲/٥	•/0٨	١/٨٢	٣/٣	-0/•Y	$\Lambda/\Im V$
خلخال	فرض برابري واريانسها	•/19	•/77	۲/۱۸	۲۲	•/• ٤	۱۲/٥٨	0/VV	•/٦١١	۲٤/٥٥
	فرض نابرابري واريانسها			۲/۱۸	۲۱/۹۸	•/• ٤	۱۲/٥٨	0/VV	•/٦١١	۲٤/٥٥
مشكين-	فرض برابري واريانسها	۲/۱٥	•/1٦	- ۰ /۳۹	١٣	•/٦٩	-1/19	٣	-V/JA	٥/٢٩
شهر	فرض نابرابري واريانسها			-•/٤١	11/30	・ /٦٨	-1/19	۲/۸۹	-V/0£	٥/١٥
پارسآباد	فرض برابري واريانسها	٣/٨١	•/•٦	۲/۱۳	٢٤	•/• ٤	0/•V	۲/۳۷	•/1VV	٩/٩٧
	فرض نابرابري واريانسها			۲/۱۳	۱٦/٣٤	•/• ٤	0/•V	۲/۳۷	•/•0	۱•/۱

جدول ۲- نتایج آزمون T دو نمونه مستقل برای روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه Table 2- T test results of two independent samples for snowy days of the studied stations

شکل (۱)، تغییرات روزهای برفی و روند خطی و مدل نوسانی (پلینومیال یا چندجملهای مرتبهی ۲) ایستگاه سینوپتیک اردبیل از سال ۱۹۷۷ تا سال ۲۰۱۷ را نشان می دهد. روند خطی مذکور، حاکی از افزایش آرام تعداد روزهای برفی ایستگاه مورد مطالعه در طول دورهی آماری است. مدل پلینومیال مرتبهی ۲، نتایج بهتری نسبت به مدل خطی در پیشبینی تغییرات تعداد روزهای برفی در ایستگاه سینوپتیک اردبیل ارائه داده است. با استفاده از این مدل، حدود ۲۷ درصد از تغییرات تعداد روزهای برفی ایستگاه مورد مطالعه، با متغیر زمان توجیه شده است. مشاهدهی سری زمانی، روند ماهانهی خاص و مشخصی در سری دادهها را آشکار نکرده و تغییرات زیاد سال به سال آن، بهنوبه خود، امکان پیشبینی تعداد روزهای برفی کاهشی است که به دلیل محدودیت صفحات مقاله، از ارائه و ایستگاههای مورد مطالعه، روند تغییرات روزهای برفی کاهشی است که به دلیل محدودیت صفحات مقاله، از ارائه و



شکل ۱: روند خطی و پلینومیال مرتبه شش روزهای برفی ایستگاه سینوپتیک اردبیل Figure 1: Linear and order 6 polynomial trend of snowy days in Ardabil synoptic station

جدول (۳)، مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه در ماههای نوامبر تا آوریل (NDJFMA) با یکدیگر را نشان می دهد. همان گونه که از جدول مذکور پیداست، اغلب ایستگاهها، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ و ۵ درصد با یکدیگر هستند. بیش ترین میزان همبستگی، متعلق به ایستگاه اردبیل و مشکین شهر است که با یکدیگر، دارای همبستگی ۹۳ درصدی بوده و در سطح اطمینان ۹۹ درصد، معنی دار است. همبستگی تعداد روزهای برفی در اغلب ایستگاهها با یکدیگر معنی دار است غیر از ایستگاه پارس آباد که با ایستگاه خاکا، همبستگی ضعیف و فاقد معنی داری دارد. به نظر می سد معنی دار بودن همبستگی تعداد روزهای برفی ایستگاه خاکا، مورد مطالعه با یکدیگر، به نزدیکی ایستگاهها با یکدیگر معنی دار بودن همبستگی تعداد روزهای برفی ایستگاه های مورد مطالعه با یکدیگر، به نزدیکی ایستگاهها به یکدیگر وابستگی زیادی داشته باشد. از طرف دیگر، این پدیده باشد. معنی دار، می تواند میتن فراگیری بارش های برفی در سطح ایستگاههای استان هنگام وقوع این پدیده باشد. معنی دار، می تواند میتن فراگیری بارش های برفی در سطح ایستگاه مای استان هنگام وقوع این این ایستگاهها از یکدیگر و متأثر بودن آنها از دو نوع توپوگرافی بسیار متفاوت از یکدیگر باشد. ماهیت کوهستانی ایستگاه خلخال به تشکیل و متأثر بودن آنها از دو نوع توپوگرافی بسیار متفاوت از یکدیگر باشد. ماهیت کوهستانی که ایستگاه پارس آباد در آن قرار دارد، با تغییر محسوس در نوع بارش (از برف به باران) به کاهش تعداد روزهای برفی منطقه کمک کرده و در نتیجه، همبستگی بین تعداد روزهای برفی این ایستگاه با سایر ایستگاههای مورد مطالعه را نیز پایین آورده است.

اردبيل	خلخال	مشكينشهر	پارسآباد	
۰/٦٣ ^{**}	• /٩٣**	• /V1 **	١	اردبيل
• /٣٨	•/٦• ^{**}	١	• /V1 **	خلخال
• / 07 ^{**}	1	•/٦• ^{**}	۰/٩٣ ^{**}	مشكينشهر
Ŋ	۰/۵٦ [*]	• /٣٨	۰ /٦٣ ^{**}	پارسآباد
درماره: دار است	م تگرد به ط-خطای ۱	درما مه: دار ار ت **	گ در سطح خطای ۵ د	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

جدول ۳- مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با یکدیگر Table 3- Correlation values of snowy days of the studied stations with each other

جدول (٤)، مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوس آرام در طول دورهی آماری مورد مطالعه را نشان میدهد. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، ایستگاه خلخال همبستگی بیش تر و معنی دارتری با الگوهای جوی اقیانوسی اقیانوس آرام دارد. تعداد روزهای برفی این ایستگاه، با تمامی شاخصهای مورد مطالعه غیر از شاخصهای PNA، PWP و PNA و WW، همبستگی معنی داری دارد. همبستگی تعداد روزهای برفی ایستگاه خلخال با الگوهای SOI، SOI و PNA، PWP و PDA و POO در خطای ۱ درصد و با الگوهای ایستگاه خلخال با الگوهای I درصد و با الگوهای NOI EPO. MEI EOF و SENSO در حطای ۱ درصد و با الگوهای خلخال، از ۱۷ شاخص مورد استفاده در اقیانوس آرام، ٤ شاخص دارای همبستگی معکوس معنی دار، ۳ شاخص فاقد معنی داری و ۱۰ شاخص دارای همبستگی معنی داری همبستگی معنی دار، ۳ شاخص فاقد معنی داری و ۱۰ شاخص دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۵ و ۱۰ شاخص دارای همبستگی معکوس معنی دار، ۳ شاخص معنی داری و ۱۰ شاخص دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۵ و ۱۰ درصد با تعداد روزهای برفی این ایستگاه

جدول ٤- مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با الگوهای جوّی⊣قیانوسیِ اقیانوس آرام
Table 4- Correlation values of snowy days of the studied stations with atmospheric-oceanic patterns of the Pacific Ocea

ایستگاه	اردبيل	خلخال	مشكينشهر	پارسآباد
الگو				
SOI	-•/٣٣	-•/V٣ **	-•/0·	-•/•٩
SENSO	•/7٧	•/V٦ **	•/٥٨ [*]	٠/٠٩
EOF-PAC	•/77	•/7/ **	٠/٤٩	•/• 1
MEI	•/٢٥	•/٦٧ **	•/07	•/•٢
NINA1	•/17	•/٤٢*	۰/۳٥	-•/ \ •
NINA3	•/ \ V	•/0٤*	•/01	-•/•∧
NINA4	• /٣٥ *	•/77 *	•/0•	•/•٣
NINA3.4	•/7٦	•/ ٦٤ [*]	• / ٥٣*	-•/•Y
ONI	•/7٦	•/٦٤ *	٠/٥٣	-•/•۲
PWP	•/•V	٠/٢٩	•/2٦	-•/٤٦ *
TNI	- • /٣٤	•/٤0*	-•/٤١	-•/17
EPO	۰۲۱	•/7/ **	• / ٤ ٥	-•/٦١ *
NOI	•/\•	• /٧٣ **	-•/0V	-•/٣٣
NP	-•/• 0	• /٤٧ *	-•/٤٣	-•/١١
PDO	•/77	•/٦٧ **	٠/٤٩	٠/١٩
PNA	• / • V	٠/٢٩	٠/٥٣	-•/17
WP	-•/•٦	-•/٢٥	-•/11	-•/٤٦ *

* همبستگی در سطح خطای ۵ درصد معنی دار است. 🛛 ** همبستگی در سطح خطای ۱ درصد معنی دار است.

در ایستگاه اردبیل، غیر از الگوی NINA4، سایر الگوهای مورد بررسی، همبستگی معنی داری را با تعداد روزهای برفی این ایستگاه نشان ندادند. جهت همبستگیهای به دست آمده بین تعداد روزهای برفی ایستگاه اردبیل با الگوهای مورد مطالعه، اغلب مثبت است. در ایستگاه مشکین شهر نیز غیر از الگوهای NINA3.4 و SENSO مایر الگوهای مورد مطالعه، همبستگی معنی داری با تعداد روزهای برفی نشان نمی دهند. در ایستگاه پارس آباد، الگوهای PWP، PO و WP به ترتیب دارای همبستگی برابر با ۲۵/۰–، ۲۱/۰– و ۲۵/۰– با تعداد روزهای برفی این ایستگاه هستند که در سطح اطمینان ۹۰ درصد نیز معنی دار هستند. از جدول (٤) پیداست که از بین الگوهای مورد مطالعه، فقط الگوهای SENSO دهمبستگی معنی دار هستند. از جدول (٤) پیداست که از بین الگوهای مورد مطالعه، همزمان دارند. پراکنش مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با تعدادی از الگوهای جوی-اقیانوسیِ اقیانوس آرام در شکل (۲) آمده است. همان گونه که از شکل پیداست در اغلب الگوهای مورد بررسی، میزان همبستگی روزهای برفی با الگوهای منتخب مورد مطالعه از جنوب به شمال استان افزایش می یابد.



Figure 2: Correlation values of snowy days of Ardabil province with some atmospheric-oceanic patterns of the Pacific Ocean

جدول (٥)، مقادیر همبستگی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با الگوهای جوی -اقیانوسی اقیانوس اطلس و برخی الگوهای پیوند از دور را نشان میدهد. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، فقط ایستگاه پارس آباد آن هم با شاخصهای AMON، AMM و CAR دارای همبستگی معکوس ناقص بهترتیب برابر با ٤٠٠-، ٨٨٠- و ١٠/٤٣ است که همگی در سطح خطای ٥ درصد معنی دار هستند. در ایستگاه سینوپتیک پارس آباد، غیر از الگوهای NAO و AO، سایر الگوهای مورد مطالعه، دارای همبستگی معکوس ناقص (منفی) با تعداد روزهای برفی این ایستگاه می باشند که البته مقادیر این همبستگیها عمدتاً ضعیف و بی معنی است.

جدول ۵- مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با الگوهای جوّی-اقیانوسیِ اقیانوس اطلس Table 5- Correlation values of snowy days of the studied stations with atmospheric-oceanic patterns of the Atlantic Ocean

nues of showy days of the studied stations with atmospheric-oceanic patterns								
ایستگاه ۱۱	اردبيل	خلخال	مشكينشهر	پارسآباد				
الكو								
AO	•/١٦	•/•٨	• / • ٢	•/•٦				
AMM	۲۳۲ - ۰	-•/٣٣	-•/٣٥	-•/٤• *				
AMON	-•/•V	-٠/٢٣	• / • V	-•/٤٨ *				
ATLTRI	-•/1٤	-•/YV	•/•٩	• /٣٦				
CAR	-•/•V	-•/17	•/10	-•/٤٣ *				
NTA	-•/•Y	-•/• O	•/11	-•/٣١				
TNA	-•/١•	-•/\•	•/•٩	-•/٣٦				
TSA	• /٣٠	-•/71	• / £ •	-•/10				
WHWP	•/١٣	٠/١٦	•/77	-•/1A				
NAO	٠/١٣	• /٣٣	•/•۲	•/•V				

^{*} همبستگی در سطح خطای ۵ درصد معنی دار است. 🛛 ** همبستگی در سطح خطای ۱ درصد معنی دار است.

در ایستگاههای اردبیل، خلخال و مشکین شهر، الگوهای جوی –اقیانوسی اقیانوس اطلس و سایر الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه، همبستگی معنی داری با تعداد روزهای برفی این ایستگاهها ندارند. در ایستگاه مشکین شهر، جهت اغلب همبستگیها، مثبت و در ایستگاههای اردبیل و خلخال، جهت همبستگی اغلب الگوهای مورد مطالعه، منفی است. به نظر می رسد وجود همبستگیهای مثبت و منفی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه، منفی و فاقد اطمینان لازم می باشند. مقایسه ی جداول (٤ و ٥) با یکدیگر نشان می دهد که روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه، با الگوهای جوی – اقیانوسی اقیانوس آرام همبستگی بیش تو معنی دارتری دارند تا الگوهای موالعه، با الگوهای جوی – اقیانوسی اقیانوس آرام همبستگی بیش تر و معنی دارتری دارند تا الگوهای جوی – اقیانوسی اقیانوس اطلس. آنچه مسلم است این است که وجود همبستگیهای به دست آمده با تغییر دورههای آماری می تواند به تغییر یابد یا حتی جهت رابطهها عوض شود. پراکنش مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با تعدادی از الگوهای جوی – اقیانوسی آیانوس اطلس در شکل (۳) آمده است. در این شکل نیز همانند



شکل (۲)، در اغلب الگوهای مورد بررسی، میزان همبستگی روزهای برفی با الگوهای منتخب مورد مطالعه از جنوب به شمال استان افزایش مییابد.



جداول (٦ و ۷)، بهترتیب مقادیر ضریب همبستگی چندگانه، ضریب تعیین (درصد تغییرات تبیین شده) و خطای استاندارد برآورد الگوهای جوّی–اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس با تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه، توسط مدل رگرسیون پسرونده در طول دورهی آماری مورد مطالعه را نشان میدهند. بر اساس جدول (٦)، در ایستگاه اردبیل، حدود ٥٠ درصد از تغییرات روزهای برفی این ایستگاه، توسط الگوهای جوّی–اقیانوسی اقیانوس آرام قابل توجیه است. این مقدار، در ایستگاههای خلخال، مشکینشهر و پارسآباد بهترتیب ۰/۹۹، ۲۵/۰ و ۸٪ است. در استان اردبیل، الگوهای جوی –اقیانوسی اقیانوس آرام، تغییرات روزهای برفی ایستگاههای سینوپتیک خلخال و پارسآباد را بیشتر از ایستگاههای اردبیل و مشکینشهر توجیه و معرفی میکنند. جدول (۷) نشان میدهد که در ایستگاه اردبیل، حدود ٤٨ درصد از تغییرات روزهای برفی این ایستگاه، توسط الگوهای جوی ⊣قیانوسی اقیانوس اطلس قابل توجیه است. در استان اردبیل، الگوهای جوی اقیانوسی اقیانوس اطلس، تغییرات روزهای برفی ایستگاههای سینوپتیک خلخال و مشکینشهر را بیشتر از ایستگاههای اردبیل و پارسآباد توجیه میکنند.

جدول ٦- مقادیر R² و R تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوّی - اقیانوسی اقیانوس آرام که توسط مدل رگرسیون پسرونده معرفی و توجیه شده است

 Table 6- R² and R values 0f number of snow days in the studied stations and atmospheric-oceanic patterns of the Pacific Ocean introduced and justified by regressive regression model

خطای استاندارد برآورد	درصد تغییرات تبیین شده (R ²)	ضریب همبستگی چندگانه (R)	ضریب ایستگاه
•/٩•	•/٤٨	•/٦٩	اردبيل
•/27	•/٩•	•/٩٥	خلخال
•/٢٢	•/٩٩	٠/٩٩	مشكينشهر
•/٩٨	•/0•	• /V •	پارسآباد
•/0V	٠/٩٥	•/٩٧	برف سنگين اردبيل

جدول ۷– مقادیر R² و R تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوّی – اقیانوسی اقیانوس اطلس که توسط مدل رگرسیون

پسرونده معرفی و توجیه شده است

Table 7- R² and R values 0f number of snow days in the studied stations and atmospheric-oceanic patterns of the Atlantic Ocean introduced and justified by regressive regression model

خطای استاندارد بر آورد	درصد تغییرات تبیین شده (R ²)	ضریب همبستگی چندگانه (R)	ضریب ایستگاه
1/1	•/0•	•/٧)	اردبيل
•/٢٥	• /٩٩	•/٩٩	خلخال
•/٦٧	• /٦٥	•/٨١	مشكين شهر
1/1	٠/٨٤	•/٩١	پارس آباد
•/0V	•/٩٥	•/٩٧	برف سنگین اردبیل

جداول (۸ و ۹)، تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطهی خطی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس را نشان میدهند. مقدار سطح معنی داری در اغلب ایستگاههای مورد مطالعه کمتر از ۵ درصد است لذا فرض خطی بودن ارتباط الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس (موجود در مدل های رگرسیون) با تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد بررسی تأیید می شود. در این جداول، مقادیر تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه که توسط مدل رگرسیونی قابل توجیهاند و مقادیری که غیر قابل توجیهاند (باقی ماندهها) به نمایش گذاشته شدهاند. در این جداول همچنین سطح خطای آزمون ۰۰/۰ در نظر گرفته شده است. شکل های (٤ و ٥) نیز تبعیت توزیع ماندههای مدل رگرسیون خطی از توزیع نرمال در خصوص تعداد روزهای برفی ایستگاه اردبیل را نشان می دهند. در سایر ایستگاهها نیز

جدول ۸- تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطهی خطی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس آرام

 Table 8- Regression analysis of variance to check the certainty of the existence of a linear relationship between the number of snowy days of study stations and atmospheric patterns of the Pacific Ocean

پارامتر ایستگاه		مجموع مربعات (SST)	درجەى آزادى (df)	میانگین مربعات (MS)	F	sig
اردبيل	رگرسيون	V/AV	٤	١/٩٦	۲/۱۸	•/١•
خلخال	ر گرسيون	17/22	١٣	1/222	٣٧/٧١٣	•/•••
مشكينشهر	رگرسيون	٧/•٨	١	٧/•٨	۱٥/۰	•/••0
پارس آباد	رگرسيون	\ • / • V	0	٢/•١٤	٢/٣٨٢	•/•٨

جدول ۹– تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطهی خطی بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه و الگوهای جوّی–اقیانوسی اقیانوس اطلس

 Table 9- Regression analysis of variance to check the certainty of the existence of a linear relationship between the number of snowy days of study stations and atmospheric patterns of the Atlantic Ocean

پارامتر ایستگاه		مجموع مربعات (SST)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	F	sig
اردبيل	رگرسيون	۱۳/۰۹	٣	٤/٣٦	٦/١٨٧	•/••٢
خلخال	رگرسيون	10/971	٦	7/777	12/772	•/•••
مشكين شهر	ر گرسيون	۱ • /٣٦٨	V	۲/٥٩٢	٧/١٨٣	•/•1٣
پارسآباد	رگرسيون	٤/٧٧	١	٤/VV	0/277	•/•79
برف سنگین اردبیل	ر گرسيون	1./٣٣٧	٥	۲/•٦٧	٨/٧٠٣	•/••٦





شکل ۵: توزیع باقیماندههای روزهای برفی ایستگاه اردبیل (اَرام) Figure 4: Distribution of snow day remnants at Ardabil station (Atlantic)

شکل ٤: توزیع باقیماندههای روزهای برفی ایستگاه اردبیل (اطلس) Figure 5: Distribution of snow day residuals at Ardabil station (Pacific)

مقادیر ضریب همبستگی چندگانه و درصد تغییرات تبیین شدهی معرفی شده توسط مدل رگرسیونی پسرونده در توجیه مقادیر تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه در شرایط ورود تمامی الگوهای جوّی⊣قیانوسی اقیانوس های آرام و اطلس و نیز در شرایط حذف برخی الگوهای جوی اقیانوسی کم اثر (ورود الگوهای پراثر) به ترتیب در جداول (۱۰ و ۱۱) آمده است. همانگونه که از جدول (۱۰) پیداست، در ایستگاه اردبیل، ورود تمامی الگوهای جوّی – اقیانوسی اقیانوس آرام (۱۷ الگو)، حدود ۵۰ درصد از تغییرات تعداد روزهای برفی این ایستگاه را توجيه مي كند در حالي كه خروج ١٣ الكو و باقي ماندن ٤ الكو (NINA3.4 ، ONI ، NINA3.4 و NINA1)، حدود ٢٦ درصد از این تغییرات را معرفی و توجیه نموده است. به عبارت دیگر، سهم ٤ الگوی اخیر نه تنها با سهم ١٣ الگوی دیگر جوی- اقیانوسی اقیانوس آرام در توجیه تعداد روزهای برفی ایستگاه اردبیل برابری میکند بلکه از آن هم بیشتر است. در ایستگاه خلخال، با ورود تمامی الگوها، حدود ۰/۹۹ از تغییرات تعداد روزهای برفی آن ایستگاه توسط تغییرات الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوس آرام توجیه شده است که در نوع خود، رقم بسیار خوبی تلقی می شود و خروج الگوهای NOI ،EPO و TNI از مدل، تغییر چندانی در درصد توجیه شده توسط مدل ایجاد نمی کند. در ایستگاه مشکین شهر، حدود ٦٥ درصد از تغییرات روزهای برفی آن ایستگاه توسط تغییر در مقادیر الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس آرام به وجود آمده است و ورود الگوی NP به تنهایی حدود ٦١ درصد از این تغییرات را عهدهدار بوده است. در ایستگاه پارس آباد نیز الگوهای NINA3.4 ،NP ،PNA ،NEI و NINA1، حدود ٤٤ درصد از تغییرات تعداد روزهای برفی این ایستگاه را معرفی کردهاند در حالی که ورود تمامی الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس آرام به مدل رگرسیون، حدود ۸٤ درصد از این تغییرات را توجیه نموده است. جدول ۱۰– مقادیر R² و R معرفی شده توسط مدل رگرسیون پسرونده در توجیه تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه در شرایط ورود تمامی الگوهای جوّی – اقیانوسی اقیانوس آرام و حذف الگوهای کم اثر (ورود الگوهای پر اثر)

Fable 10- The values of R ² and R introduced by the regressive regression model to justify the number of snowy days of the studied
stations in the conditions of entry of all atmospheric-oceanic patterns of the Pacific Ocean and elimination of ineffective patterns
(entry of effective patterns)

الگوها	درصد تغييرات	ضريب همبستگی	ضريب-پارامتر
	تبيين شده (R ²)	چند متغیره (R)	ایستگاه
با ورود كل الگوها	•/0•	•/V1	اردبيل
با ورود الگوهای NINA1-TNI-ONI-NINA3.4	•/٢٦	•/01	
با ورود كل الگوها	•/٩٩	٠/٩٩	خلخال
با خروج الگوهای TNI-NOI-EPO	٠/٩٩	٠/٩٩	
با ورود کل الگوها	•/٦٥	•/٨١	مشكينشهر
با ورود الگوی NP	•/٦١	• /VA	
با ورود کل الگوها	•/٨٤	•/٩١	پارسآباد
با ورود الگوهای NINA1-NINA3.4-NP-PNA-MEI	•/22	•/٦٦	

جدول (۱۱) نشان میدهد که در ایستگاه اردبیل، ورود تمامی الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس اطلس (۱۰ الگو)، حدود ٤٨ درصد از تغییرات تعداد روزهای برفی این ایستگاه را توجیه میکند در حالی که خروج ۷ الگو و باقی ماندن ۳ الگو (NTA ،WHWP و AMM)، حدود ٤٠ درصد از اين تغييرات را معرفي و توجيه نموده است. به عبارت دیگر، تفاوت سهم ۳ الگوی اخیر با تمامی الگوها در توجیه تعداد روزهای برفی ایستگاه اردبیل، فقط ۸ درصد است که نشان از اهمیت این سه مدل در تبیین و توجیه تعداد روزهای برفی ایستگاه اردبیل دارد. ورود تمامی الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس اطلس به مدل رگرسیونی پسرونده، حدود ۹۰ از تغییرات تعداد روزهای برفی ايستگاه خلخال را توجيه مي نمايد و ورود الگوهاي TSA ،WHWP و CAR ، AMON ،AMM و TNA و TNA و خروج سایر متغیرها از مدل رگرسیونی پسرونده، حدود ۸٦ درصد از این تغییرات را توجیه نموده است. در ایستگاه مشکین شهر، حدود ۹۹ درصد از تغییرات روزهای برفی آن ایستگاه توسط تغییر در مقادیر تمامی الگوهای جوی اقیانوسی اقیانوس اطلس به وجود آمده است و ورود الگوهای AMM ، ATLTRI ، WHWP و TNA حدود ۸۰ درصد از این تغییرات را عهدهدار بودهاند. در ایستگاه پارسآباد نیز ورود مقادیر تمامی الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس اطلس، حدود ۵۰ درصد از تغییرات تعداد روزهای برفی این ایستگاه را معرفی کردهاند در حالی که ورود الگوی AMON به مدل رگرسیون، به تنهایی حدود ۲۱ درصد از این تغییرات را توجیه نموده است. در مورد برفهای سنگین نیز حدود ۹۵ درصد از تغییرات روزهای دارای برف سنگین ایستگاه اردبیل، با ورود تمامی الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس اطلس، توجیه شده است و این در حالی است که ورود الگوهای NTA، AMM، TNA، NAO و TSA و خروج سایر متغیرها از مدل رگرسیونی پسرونده، حدود ۸۶ درصد از تغییرات روزهای دارای برف سنگین ایستگاه اردبیل را معرفی و توجیه نموده است.

جدول ۱۱– مقادیر ²R و R معرفی شده توسط مدل رگرسیون پسرونده در توجیه تعداد روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه در شرایط ورود تمامی الگوهای جوّی⊣قیانوسی اقیانوس اطلس و حذف الگوهای کم اثر (ورود الگوهای پر اثر)

Table 11- The values of R² and R introduced by the regressive regression model to justify the number of snowy days of the studied stations in the conditions of entry of all atmospheric-oceanic patterns of the Pacific Ocean and elimination of ineffective patterns (entry of effective patterns)

الگوها	درصد تغييرات	ضريب همبستگی	ضريب-پارامتر
	تبيين شده (R ²)	چند متغیره (R)	ایستگاه
با ورود كل الگوها	•/٤٨	•/٦٩	اردبيل
با ورود الگوهای AMM-NTA-WHWP	• / ٤ •	۳۲/۰	
با ورود كل الگوها	•/٩.	•/٩٥	خلخال
با ورود الگوهای AMM-AMON-CAR-TNA-TSA-WHWP	۰/۸٦	•/٩٣	
با ورود كل الگوها	٠/٩٩	•/ঀঀ	مشكينشهر
با ورود الگوهای AMM-ATLTRI-TNA-WHWP	• /٨•	•/٩•	
با ورود كل الگوها	•/0•	•/V•	پارسآباد
با ورود الگوی AMON	•/٢١	•/20	
با ورود كل الگوها	۰/٩٥	•/٩٧	برف سنگين
با ورود الگوهای AMM-NTA-NAO-TNA-TSA	•///٦	٠/٩٣	اردبيل

نتيجه گيرى

در این پژوهش، ویژگی های آمار توصیفی و ارتباط بین تعداد روزهای برفی ایستگاههای هواشناسی سینوپتیک استان اردبیل با الگوهای کلانمقیاس جوی-اقیانوسی اقیانوسهای آرام و اطلس بررسی گردید. روند خطی تغییرات روزهای برفی ایستگاه اردبیل حاکی از افزایش بسیار آرام و تقریباً فاقد روند تعداد روزهای برفی این ایستگاه بود. این یافته با نتیجه کار (2010) Attai and Fanaei که نشان دادند که بارش برف سنندج روند مشخصی ندارد همخوانی دارد. مدل پلی نومیال مرتبهی ٦، روزهای برفی ایستگاه اردبیل را بهتر پیش بینی کرد. در ایستگاههای خلخال، مشکین شهر و پارس آباد، کاهش نسبی در تعداد روزهای برفی در مقیاس سالانه دیده می شود که این یافته با کار (2010) Attai et al مرتبهی ٦، روزهای برفی ایستگاه اردبیل را بهتر پیش بینی کرد. در ایستگاههای نوسانات زیاد و روند کاهشی بوده است مطابقت دارد. این نتیجه همچنین با نتیجه مطالعه (2010) Attai برف دارای دریافتند که بارش برف در شمال غرب کشور دارای روندی کاهشی بوده است همسویی دارد. نتایج این بررسی نشان داد که روزهای برفی اغلب ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ درصد و ۵ درصد با یکدیگر هستند و این مسأله، ضمن بستگی به فاصلهی ایستگاهها با یکدیگر، بیان کنندهی فراگیری بارش های برفی داد که روزهای برفی اغلب ایستگاههای مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای ۱ درصد و ۵ درصد در سطح ایستگاههای استان اردبیل است. در بین ایستگاهها با یکدیگر، بیان کننده فراگیری بارش های برفی در سطح ایستگاههای استان اردبیل است. در بین ایستگاهها با یکدیگر، بیان کننده فراگیری بارش های برفی در سطح ایستگاههای استان اردبیل است. در بین ایستگاهها با یکدیگر، بیان کننده فراگیری بارش های برفی در سطح ایستگاههای استان اردبیل است. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، ایستگاه خلخال همبستگی بیش ر و معنی دارتری با الگوهای جوی اقیانوسی اقیانوس آرام نشان داد. فقط در ایستگاه پارس آباد، تعداد روزهای برفی با الگوهای جوی اقیانوس اطلس همبستگی معکوس ناقص معنی دار داشت. بررسیها همچنین نشان دادند که

روزهای برفی ایستگاههای استان اردبیل، با الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس آرام همبستگی بیشتر و معنیدارتری دارند تا الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس اطلس. در استان اردبیل، الگوهای جوّی-اقیانوسی اقیانوس آرام، تغییرات روزهای برفی ایستگاههای سینوپتیک خلخال و پارسآباد را بیشتر از ایستگاههای اردبیل و مشکینشهر توجیه و معرفی کردند. در ایستگاه اردبیل، خلخال، مشکین شهر و پارس آباد، بهترتیب ٤٨، ٩٠، ٩٩ و ٤٩ درصد از تغییرات روزهای برفی، توسط الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوس اطلس تبیین می گردند. در استان اردبیل، الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوس اطلس، تغییرات روزهای برفی ایستگاههای سینوپتیک خلخال و مشکینشهر را بیشتر از ایستگاههای اردبیل و پارس آباد توجیه میکنند. در کل، همبستگی روزهای برفی ایستگاههای استان اردبیل با الگوهای كلانمقياس جوّى –اقيانوسي متغير است كه اين يافته با كار (2019) Forootan et al و (2003) Cinita همسويي دارد. علیرغم همبستگیهای بهدست آمده و مقادیر توجیه شدهی روزهای برفی استان اردبیل با الگوهای کلانمقیاس جوّى-اقيانوسي اقيانوس هاي آرام و اطلس، بهتر است در كاربرد اين همبستگيها، احتياط لازم صورت پذيرد چرا كه اغلب این همبستگیها میتوانند تصادفی باشند. پیشنهاد میشود در مطالعات بعدی، الگوهای محلی مؤثر بر وقوع روزهای برفی این استان شناسایی گردد و با تفکیک بارشهای برفی مؤثر از الگوهای محلی از بارشهای برفی مؤثر از سیستمهای سیّارهای و منطقهای، مجدداً همبستگیهای مذکور، برقرار و تجزیهوتحلیل گردند. پراکنش مقادیر همبستگی روزهای برفی ایستگاههای مورد مطالعه با الگوهای جوی-اقیانوسی اقیانوس اطلس و آرام نشان داد که در اغلب الگوهای مورد بررسی، میزان همبستگی روزهای برفی با الگوهای منتخب مورد مطالعه از جنوب به شمال استان افزايش مى يابد.

References

- Aboutalebi, M., Dolatimehr, A., (2010), "Analysis of spring precipitation in Meshkinshahr with statistical model approach", <u>First National Conference on Snow, Ice and Avalanche, 18 and 19 March 2010, Shahrekord</u>. [In Persian].

- Ahmadi, M., (2013), "<u>Analyzing the relationship between Teleconnection Patterns and the occurrence of precipitation in Iran</u>", Ph.D Thesis, Faculty of Humanities. Tarbiat Modarres University. [In Persian].

- Alijani, B., Amininia, K., Lashkari, H., (2010), "Analysis of heavy snowfall changes in northwest of Iran", *Journal of Geographical Space*, 29: 47-56. [In Persian].

- Alizadeh, A., Erfanian, M., Ansari, H., (2011), "Investigation of effective round-link patterns on precipitation and temperature parameters (case study: Synoptic Station of Mashhad)", *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 5 (2): 176-185. [In Persian].

- Alizadeh-Choobari, O., Adibi, P., (2019), "Impacts of large-scale teleconnections on climate variability over Southwest Asia", *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 86: 41-51.

- Almazroui, M., Nazrul Islam, M., Jones, PD., Athar, H., Ashfaqur Rahman, M., (2012), "Recent climate change in the Arabian Peninsula: Seasonal rainfall and temperature climatology of Saudi Arabia for 1979-2009", *Atmospheric Research*, 111: 29-45.

- Aminnia, K., Lashkari, H., Alijani, B., (2010), "Investigation and analysis of heavy snowfall fluctuations in northwest of Iran", *Journal of Geographic Space*, 29: 145-163. [In Persian].

- Attai, H., Fanaei, R., (2010), "Statistical analysis of snow and temperature changes in selected stations of Kurdistan province", <u>First National Conference on Snow, Ice and Avalanche, 18 and 19 March 2010, Shahrekord.</u> [In Persian].

- Bednorz, E., (2008). "Synoptic reasons for heavy snowfall in the polish-german low land", *Theo. Appl. Climatol*, 92: 133-140.

- Chehre-Ara, T., Hoseini, A., Baghbanan, P., (2018), "Analysis of the relationship between the NAO and AO indexes with the widespread precipitation of the coastal regions of Iran", <u>The 3rd National Conference on Soil Conservation and watershed management-29 and 30 June 2018</u>, Tehran. [In Persian].

- Cinita, B., (2003), "Analysis and regionalization of Northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic Oscillation", *International Journal Climatology*, 23: 1185-1194.

- Farajzadeh Asl, M., Ahmadi, M., Alijani, B., Qavidel Rahimi, Y., Mofidi, A., Babaeian, I., (2013), "Study on variation of major teleconnection patterns (mtp) associated with Iran's precipitation", *Journal of Climate Research*, 15-16: 31-45. [In Persian].

- Farid Mojtahedi, N., Khoshkholagh, F., Nairi, M., Afsharmanesh, H., (2009), "Synoptic Investigation of heavy snowfall in February 2005 Guilan", *Geographical Sciences*, 4: 133-156. [In Persian].

- Fattahi, I., Moghimi, SH., (2019), "Investigating the trends of climate change in Northwest of Iran affected by Climate Change", *Geographical Sciences Applied Research*, 54: 47-63. [In Persian].

- Forootan, E., Khaki, M., Schumacher, M., Wulfmeyer, V., Mehrnegar, N., Dijk, A.I.J.M., Vanbrocca, L., Farzaneh, S., Akinluyi, F., Ramillien, G., Shum, CK., Awange, J., Mostafaie. A., (2019), "Understanding the global hydrological droughts of 2003–2016 and their relationships with teleconnections", *Science of the Total Environment*, 650: 2587-2604.

- Gelcer, E., Fraisse, C., Dzotsi, K., Hu, Z., Mendes, RL., Zotarelli, L., (2013), "Increasing streamflow forecast lead time for snowmelt-driven catchment based on large-scale climate patterns", *Advances in Water Resources*, 53: 150-162.

- Ghavidel Rahimi, Y., Farajzade ASL, M., HatamiKia, M., (2016), "The artic oscillation (AO) and its role on of wintertime monthly minimum temperatures variability in northeastern region of Iran". *Journal of Geographical Sciences*, 16 (42): 41-58. [In Persian].

- Goodarzi, M., Ahmadi, H., Hosseini, SA., (2017), "Examination of relationship between teleconnection indexes on temperature and precipitation components (Case study: Karaj synoptic Stations)", *Ecohydrology Journal*, 4(3): 641-651. [In Persian].

- Heidari, MA., Khoshaghlagh, F., (2017), "Modeling the relationship between teleconnection indexes with warm season temperature anomalies in Iran using multivariate regression", *Geography and Environmental Hazards*, 23 (6): 66-47. [In Persian].

- Heydari H., (2016). "Analysis of snowfall and rainfall changes in selected stations of west Azerbaijan province", *Geographical Studies of Arid Regions*, 26(7): 92-110. [In Persian].

- Kato, K., Kan, Y., (2010), "Synoptic climatological study on the decrease in heavy snowfall days in Hokuriku district of Central Japan after the latter half of 1980s", *Geophysical research*, 12: 6425-6435.

- Khorshidoust, A., Ghavidel Rahimi, Y., Abbaszadeh, K., (2010), "Application of large-scale atmospheric-oceanic patterns in analysis of precipitation fluctuations (Case study: Ahar station)", *Journal of Geographic Space*, 29: 28-95. [In Persian].

- Khoshakholagh, F., Ghanbari, N., Masoum Poursmakoush, J., (2007), "Study of the effects of the North Atlantic Oscillation on the temperature and temperature regime of the southern coast of the Caspian sea", *Geographical Research*, 66: 57-70. [In Persian].

- Lashanizand, M., Faramarzifard, S., Shahrokhvandi, S. M., (2010), "Statistical analysis of snow occurrence in Iran", <u>First National Conference on Snow and Ice, 18 and 19 February 2010, Shahrekord</u>. [In Persian].

- Mansourfar, K., (2006), "*Advanced statistical methods with computer programs*", Tehran: Tehran University Press, 459 pages. [In Persian].

- Nalley, D., Adamowski, J., Biswas, A., Gharabaghi, B., Hu, W., (2019), "A multiscale and multivariate analysis of precipitation and streamflow variability in relation to ENSO, NAO and PDO", *Journal of Hydrology*, 574: 288-307.

- Petkva, N., Koleva, E., Alexandrova, V., (2004), "Winter climate variability at danube plain, North Bulgaria", *Meteorolgische Zeitschrift*, 13: 907-922.

- Qing Ke, C.,Yu, TK., Dong Tang, G., King, L., (2009), "Snowfall trends and variability in Qinghal, China", *Theor Appl Climatol*, 98: 251-258.

- Rajagopalan, B., Cook, E., (1999), "Spatiotemporal variability of enso and sst teleconnections to summer drought over the United States during the twentieth century", *Journal of Climate*, 13: 244-255.

- Rodionov, S., Raymond, B., (2000), "Atmospheric teleconnection patterns and severity of winters in the Laurentian great lakes basin", *Atmosphere-Ocean*, 38(4): 601–635.

- Salahi, B., Hajizadeh, Z., (2003), "Analysis of relationship between North Atlantic Oscillation and surface temperature indices of Atlantic ocean with temperature fluctuations in Lorestan province", *Geographical Researches*, 110: 119-130. [In Persian].

- Sinan, S., Ivanov, M., Türkeş, M., (2018), "Control of dry and wet Januaries and winters in the Mediterranean basin by large-scale atmospheric moisture flux and its convergence", *Journal of Hydrology*, 566: 616-626.

- Sobhani, B., Salahi, B., Gol-Doost, A., (2014), "Relationship between the climatic index (NAO) with average, maximum and minimum of monthly temperature in northwest of Iran", *Journal of Applied Research in Geographic Sciences*, 33 (14): 75-90. [In Persian].

- Sohn, K.T., Lee, J. H., Cho, Y. S., (2008), "Ternary forecast of heavy snowfall in the honam area, korea", *Advances in Atmospheric Sciences*, 26: 2-26.

- Turkes, M., Erlat, E., (2005), "Limatological responses of winter precipitation in Turky to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1030-2001", *Thero. Apple. Climato*, 78: 33-46.

- Vazifehkhah, S., Kahya, E., (2019), "Hydrological and agricultural droughts assessment in a semi-arid basin: Inspecting the teleconnections of climate indices on a catchment scale", *Agricultural Water Management*, 217: 413-425.

- Walland, D. J., Simmonds, I., (1997), "Modelled atmospheric response to changes in Northern hemisphere snow cover", *Climate Dynamics*, 13: 25-34.

- Yarahmadi, D., Azizi, GH., (2007), "Multivariate analysis of relationship between seasonal precipitation of Iran and climate indicators", *Geographical Research University of Tehran*, 62: 161-174. [In Persian].