



May 9th, 2018
Ferdowsi University
of Mashhad

The 2nd National Conference on Climatology of Iran

دومین کنفرانس آب و هواشناسی ایران



۱۹ اردیبهشت ۱۳۹۷
دانشگاه فردوسی مشهد



مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری



تاریخ: ۱۳۹۷/۰۲/۱۹
شماره: ۲۰۰۱۴۲--SNCCI
کد مقاله: ۱۵۹

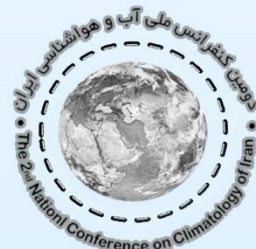
«کواهی ارائه مقاله»

بدین وسیله کواهی می‌شود سرکار خانم نرگس اسدی رحیم‌بیگی
و همکاران: فاطمه دانه‌چین و عباس مفیدی

در دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران که در ۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ توسط گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد برگزار گردید،
شرکت نموده و مقاله خود را با عنوان « تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های سنگین در ایران » ارائه نمودند. توفیق روز افزون ایشان را از خداوند تبارک و تعالی
مسئلت داریم.

خدیجه بوزرجمهری

رئیس دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران



عباس مفیدی

دیر علمی دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران

تحلیل زمانی- مکانی بارش های سنگین در ایران

نرگس اسدی رحیم بیگی^۱، فاطمه دانه چین^۲، عباس مفیدی^۳*

^۱دانشجوی کارشناسی آب و هواشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، asadinarges09@gmail.com

^۲دانشجوی کارشناسی آب و هواشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، fa.danehchin.abohava@mail.um.ac.ir

^۳استادیار آب و هواشناسی گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد، abbasmoftidi@um.ac.ir

چکیده

به منظور تحلیل زمانی- مکانی وقوع بارش های سنگین در ایران، از داده های بارش روزانه TRMM با تفکیک افقی ۰/۲۵ درجه برای یک دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸) استفاده شد و میزان بارش ۲۰ میلی متر و بیشتر جهت تعیین بارش سنگین لحاظ گردید. با بهره گیری از داده های فوق، فراوانی وقوع بارش های سنگین ایران در مقیاس فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت. یافته های پژوهش حاکی از آن است که عمده بارش های سنگین کشور در دو محدوده اصلی، شامل حوضچه جنوبی دریای خزر و محور کوهستانی رشته کوه زاگرس در غرب کشور بوقوع می پیوندد. در بررسی توزیع فصلی بارش ها، نتایج مبین آن است که در فصل بهار و تابستان از فراوانی وقوع بارش های سنگین کم شده، به طوری که بارش های سنگین بهاره عمدتاً در رشته کوه زاگرس و سواحل خزری بوقوع می پیوندند. از جمله مهمترین نتایج پژوهش حاضر آشکارسازی وقوع بیشینه بارش های سنگین ایران در حوضچه جنوبی دریای خزر می باشد. همچنین، یافته ها نشان داد که مرزهای غربی کشور همانند بخش های مرتفع رشته کوه زاگرس، بالاترین میزان بارش های سنگین دوره سرد ایران را به خود اختصاص می دهند.

واژه های کلیدی: بارش سنگین، پایگاه داده TRMM، ایران

Spatial-temporal analysis of heavy precipitation in Iran

Narges asadi rahim beygi¹, fatemeh danehchin² Abbas Mofidi³

¹ BA Student of climatology, Ferdowsi University of Mashhad

² BA Student of climatology, Ferdowsi University of Mashhad

³ Assistant Professor of Climatology, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Heavy rainfall is one of the most important climatic phenomena that, if sequenced and inclusive, causes damage. In order to analyze the temporal location of heavy rainfall in Iran, daily rainfall data of TRMM was used for a 19-year interval, and the rainfall was 20 mm or more for determining the heavy rainfall. To investigate rainfall, daily rainfall data from TRMM were used for the 19-year period. Using the above data, frequency of occurrence of heavy rainfall in Iran was investigated in seasonal and annual scale. The findings of the research indicate that the major heavy rainfall of the country occurs in two main areas, including the southern basin of the Caspian Sea and the mountainous axis of the Zagros Mountains in the west of the country.

Keywords: Heavy Precipitation, TRMM database, Iran, Spatial and Temporal Analysis.

۱ - مقدمه

بارش سنگین یکی از مهم ترین پدیده های اقلیمی است که در تمامی مناطق اقلیمی جهان امکان وقوع آن وجود دارد. میزان آستانه در نظر گرفته شده برای بارش سنگین، در مناطق اقلیمی مختلف متفاوت است، به طوری که نمی توان آستانه ی معینی را برای تمامی مناطق جهان معرفی نمود. این پدیده اقلیمی در صورت تکرار و فراگیر بودن، می تواند به ویژگی غالب اقلیمی یک منطقه بدل گشته و جوامع انسانی و غیر انسانی را به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تاثیر قرار دهد.

* نویسنده مسئول مکاتبات: عباس مفیدی ۰۹۱۵۳۲۵۳۹۷۱

تنوع اقلیمی ایران سبب گردیده تا وقوع بارش در این سرزمین، هم از منظر توزیع زمانی و هم از جهت تنوع مکانی بسیار متفاوت ظاهر گردد. در واقع، یکی از مظاهر برجسته تنوع اقلیمی ایران، وجود رژیم های بارشی متفاوت در این گستره سرزمینی است. در این میان، وقوع بارش های سنگین و تنوع زمانی و مکانی آن، خود از مظاهر تنوع اقلیمی ایران قلمداد می گردد.

در تحقیقات سال های اخیر، بارش های سنگین یکی از مظاهر پدیده گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی ناشی از آن دانسته شده اند (گرویس من و همکاران، ۱۹۹۹؛ ترنبرث و فاسالو، ۲۰۱۳). بارش های سنگین عمدتاً بخش کوچکی از روزهای بارشی را تشکیل می دهند، اما با این وجود، پدیده یادشده از منابع اصلی تامین آب محسوب می گردد (علیجانی و همکاران، ۲۰۰۷). بارش های سنگین هرساله در اقصاء نقاط جهان سبب بروز سیل و خسارات زیادی می گردند. از آن جمله، بارش باران به میزان ۹۹۴ میلی متر در روز ۲۶ ژوئیه ۲۰۰۵، خسارات جانی و مالی هنگفتی را در پرجمعیت شهر شبه قاره هند (شهر بمبئی) برجای گذاشته است (کومر و همکاران، ۲۰۰۸). در ایران نیز به کرات شاهد وقوع بارش های سنگین در اقصاء نقاط کشور می باشیم. از بارش های سیل آسای سواحل خزری در فصل پاییز گرفته (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۴) تا بارش های سنگین و رگباری تابستانه در جنوب شرق (لشکری، ۱۳۹۰) و بارش های سنگین زمستانه در جنوب غرب (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹)، تا بارش های همرفتی شدید بهاره در شمال غرب (آزم، ۱۳۹۵)، همگی حکایت از تنوع زمانی و مکانی بالای بارش های سنگین در ایران زمین دارند. در این راستا، ورود سامانه های بارش زای مدیترانه ای همراه با ناوه ای بسیار عمیق در ترازهای میانی و ردسپهر می تواند از دلایل اصلی وقوع بارش های سنگین و نیمه سنگین در مناطق غربی کشور باشد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۳). علیرغم مطالعات متعددی که در رابطه با وقوع بارش های سنگین در کشور به انجام رسیده است، هنوز هیچ یک از مطالعات، یک تحلیل فضایی از نحوه توزیع زمانی و مکانی بارش های سنگین در محدوده ی ایران ارائه ننموده است. بر این اساس، پژوهش حاضر سعی دارد به مطالعه نحوه پراکنش زمانی و مکانی بارش های سنگین در ایران بپردازد. برای نیل به این هدف از داده های بارش سنجنده ماهواره TRMM استفاده شده است. داده های یادشده این امکان را فراهم می آورند که نسبت به داده های ایستگاهی، مناطق کوهستانی، داخل دریاها، مناطق مرزی و بیابان ها به نحو مطلوب تری مورد بررسی قرار گیرند. با بهره گیری از نتایج چنین تحقیقاتی در فرآیند برنامه ریزی، می توان مانع از بروز خسارات ناشی از بارش های سنگین در مناطق مختلف کشور شد.

۲- داده ها و روش تحقیق

۲-۱- ویژگی های منطقه مورد مطالعه



شکل ۱- منطقه ی مورد مطالعه - ایران

ایران کشوری در جنوب غربی آسیا و در منطقه خاورمیانه با ۱۰۶۴۸،۱۹۵ کیلومتر مربع وسعت (شکل ۱) و بر پایه سرشماری سال ۱۳۹۵ دارای ۷۹،۹۲۶،۲۷۰ نفر جمعیت است که شامل ۷۸،۱۶۶،۸۲۲ ایرانی، ۱،۵۸۳،۹۷۹ افغانستانی، ۳۴،۵۳۲ عراقی، ۱۴،۳۲۰ پاکستانی، ۷۱۳ ترکیه ای، ۲۰،۸۴۴ سایر کشورها و ۱۰۵،۰۶۰ اظهار نشده می باشد. در

خصوص جمعیت ایران باید توجه کرد که این آمار مربوط به پایان زمان سرشماری در انتهای آبان ماه ۱۳۹۵ است. موقعیت اقلیمی ایران به گونه ای است که کمبود آب و خشکسالی از واقعیت های طبیعی آن محسوب می شود که قابل تامل می باشد. باتوجه به مطالب فوق، بارش سنگین در ایران موید این مسئله است که اهمیت و ارزش این پدیده اقلیمی را در میان سایر پدیده ها اقلیمی بیشتر کرده است. منطقه ی مورد مطالعه باتوجه به مطالب مذکور مورد توجه و بررسی قرار گرفت.

۲-۲- داده ها و روش پژوهش

به منظور بررسی زمانی و مکانی وقوع بارش های سنگین در گستره ایران زمین، از داده های بارش روزانه سنجنده TRMM با تفکیک افقی ۰,۲۵ درجه و برای یک دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸) استفاده شد. این داده ها، همانطوری که در بخش قبلی نیز اشاره شد، می توانند ارزش ویژه ای را برای سرزمین های پهناوری چون ایران که دارای توپوگرافی پیچیده ای بوده و در عین حال، توسط دریاها و دریاچه های متعدد محصور گردیده و از طرفی دارای وسعت قابل ملاحظه ای از سرزمین های خشک، بیابانی و کوهستان های مرتفع می باشند، داشته باشند. مضاف بر این، میری و همکاران (۱۳۹۵)، در مقایسه داده های TRMM با داده های ایستگاهی، کیفیت این داده ها را خوب و کاملاً قابل قبول ارزیابی نمودند. برای بررسی بارش های سنگین، ابتدا با استفاده از برنامه CDO در محیط لینوکس، داده های بارش روزانه شبکه بندی شده سنجنده TRMM به سری زمانی بارش ماهانه و سالانه و ۱۹ ساله تبدیل شد. سپس با معیار قرار دادن مقدار آستانه ۲۰ میلی متر (از شاخص های معرفی شده جهت بررسی تغییرات اقلیمی)، میزان فراوانی وقوع بارش ۲۰ میلی متر و بیشتر برای هر شبکه و برای تعداد ۶۹۴۰ روز محاسبه گردید. همچنین برای تعیین میزان فراوانی فصلی وقوع بارش های سنگین برای هر یک از فصول نیز محاسبات فوق به انجام رسید. بدین ترتیب، فراوانی مطلق وقوع بارش های سنگین برای تمامی شبکه های تشکیل دهنده ایران در مقیاس سالانه و فصلی محاسبه شد و به شکل نقشه های فراوانی وقوع بارش های سنگین ترسیم گردید. علاوه بر این، برای آن که سهم هر یک از فصول از مقادیر کلی بارش سنگین سالانه مشخص گردد، نقشه های فصلی درصد بارش های سنگین نیز تهیه و ترسیم شد.

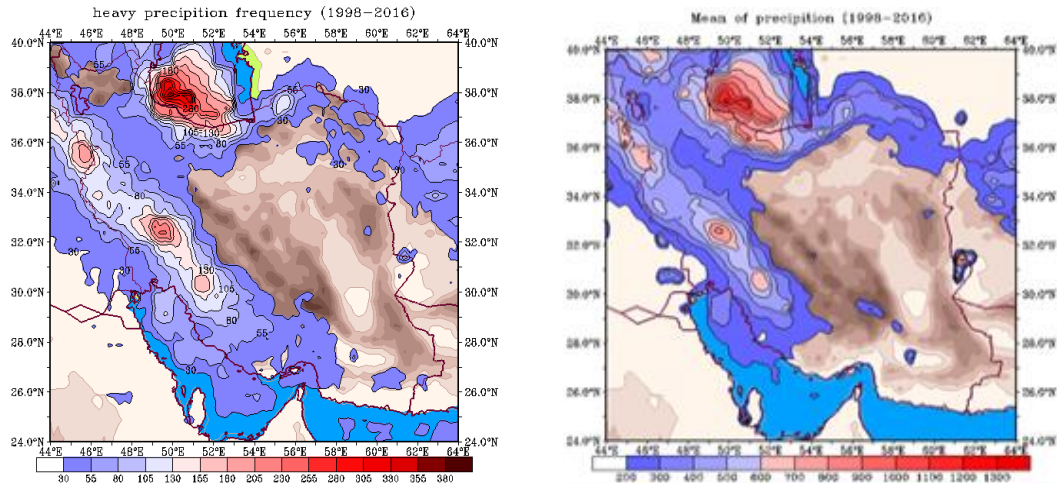
۳- نتایج و بحث

در این بخش از پژوهش ویژگی های بارش های سنگین ایران شامل: توزیع سالانه، فصلی و همچنین سهم هر یک از فصول از میزان کل فراوانی وقوع بارش های سنگین مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

۳-۱- فراوانی وقوع بارش های سنگین در مقیاس سالانه

بررسی فراوانی وقوع بارش های سنگین برای دوره ۱۹ ساله مبین آن است که، بارش های سنگین برابر و بیشتر از ۲۰ میلی متر دارای دو منطقه بیشینه در گستره جغرافیایی ایران زمین می باشد. نخستین منطقه، حوضچه جنوبی دریای خزر و سواحل جنوبی این دریا می باشد که فراوانی مطلق بارش های سنگین در مرکز آن به ۳۸۰ مورد بالغ می گردد. در واقع، با توجه به شکل ۱-الف و برخلاف تصور موجود، بیشینه وقوع بارش های سنگین در منطقه خزری مربوط به بخش جنوبی دریای خزر و یا به عبارتی حوضچه جنوبی آن است. این در حالی است که، در تحقیقات گذشته، بیشینه وقوع بارش ها با استفاده از داده های ایستگاهی، مربوط به سواحل جنوبی دریا دانسته شده است. شکل ۱-ب مقادیر متوسط بارش را برای ایران با بهره گیری از داده های ۱۹ ساله TRMM نشان می دهد. همانطوری که در شکل مشاهده می گردد، منطقه بیشینه بارش خزری با منطقه بیشینه فراوانی وقوع بارش های سنگین در حوضچه جنوبی دریای خزر کاملاً انطباق دارد. به سخنی دیگر، داده های سنجنده TRMM این امکان را فراهم نموده است تا تصویری دقیقی از توزیع فضایی بارش های منطقه خزری ارائه گردد. تصویری که برای سالیان متمادی، به جهت استفاده از داده های ایستگاهی به گونه دیگری در ذهن پژوهشگران تصویر گردیده بود. علاوه بر منطقه بیشینه خزری، دومین منطقه با بیشینه وقوع بارش های سنگین، محور رشته کوه زاگرس از جنوب غرب به سمت شمال غرب می باشد. نکته قابل ذکر در رابطه با منطقه دوم، فراوانی بالای وقوع بارش های سنگین در مرزهای غربی کشور است. با توجه شکل ۱-الف، فراوانی مطلق وقوع بارش های سنگین در مرزهای ایران و عراق در غرب دو استان کرمانشاه و کردستان به اندازه بخش میانی و مرتفع

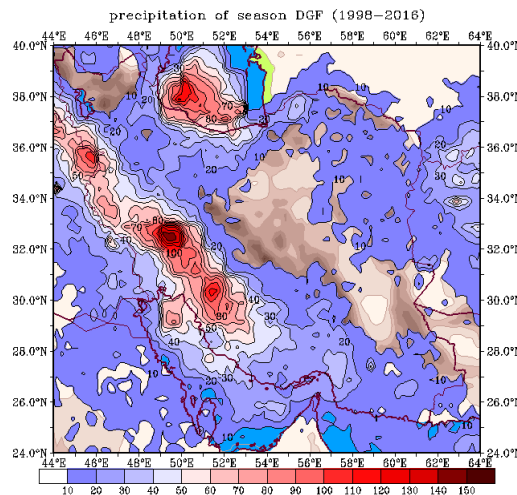
زاگرس می باشد. نتیجه ای که به واسطه بهره گیری از داده های بارش سنجنده TRMM به دست آمده است و در مطالعات قبلی که با داده های ایستگاهی به انجام رسیده است، قابل مشاهده نبوده است. بررسی فراوانی وقوع بارش های سنگین (شکل ۱-الف)، بیانگر آن است که، توزیع جغرافیایی بارش های سنگین در ایران زمین، بیش از هر عاملی به دریای خزر و رشته کوه زاگرس وابسته است.



شکل ۱- سمت راست، فراوانی مطلق وقوع بارش سنگین برای دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸). سمت چپ، مقادیر متوسط درازمدت بارش ایران با استفاده از داده های ۱۹ ساله TRMM

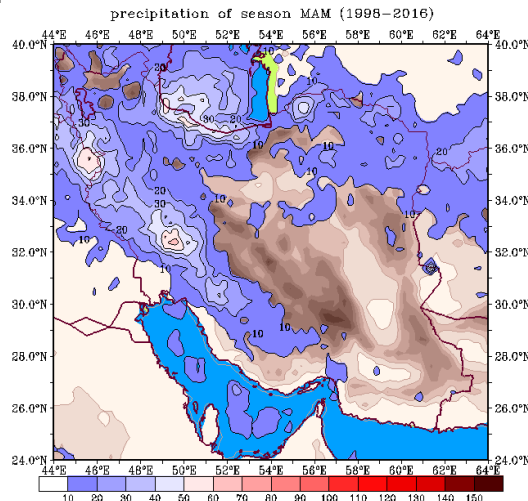
۳-۲- فراوانی وقوع بارش های سنگین در مقیاس فصلی

بررسی فراوانی مطلق وقوع بارش های سنگین در فصل زمستان مبین آن است که، الگوی کلی وقوع بارش های سنگین کشور، از فصل زمستان تبعیت می کند. انطباق بالای الگوی فضایی بارش های سنگین سالانه کشور (شکل ۱-الف) با الگوی فصل زمستان (شکل ۲) تأیید کننده این نظر است. همچون الگوی سالانه، در زمستان، بالاترین فراوانی وقوع بارش ها در ارتفاعات زاگرس و حوضچه جنوبی دریای خزر ثبت گردیده است. در این رابطه، بیشینه فراوانی وقوع بارش های سنگین در زاگرس میانی به بیش از ۱۴۰ مورد می رسد (شکل ۲).



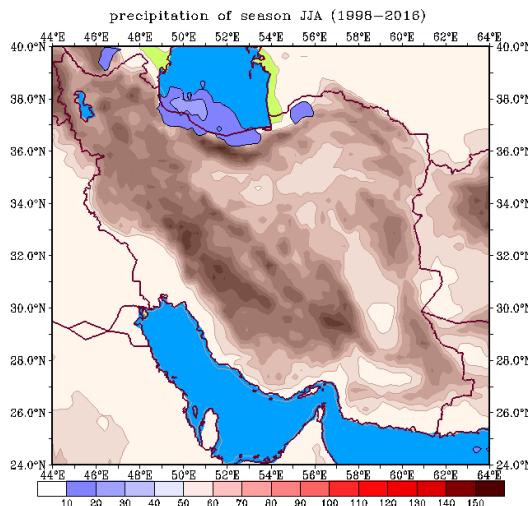
شکل ۲- فراوانی مطلق بارش سنگین در فصل زمستان (DJF) برای دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸).

در قیاس با فصل زمستان، میزان وقوع بارش های سنگین در فصل بهار بطور قابل ملاحظه کاهش می یابد (شکل ۳). علیرغم کاهش وقوع بارش های سنگین در فصل بهار، الگوی فضایی وقوع بارش های سنگین بهاره بسیار شبیه به الگوی زمستانه است. به عبارتی دیگر، مناطق دارای بالاترین میزان وقوع بارش ها در این فصل منطبق بر کانون های بارش های سنگین زمستانی هستند (شکل ۳ را با شکل ۲ مقایسه نمایید). بالاترین فراوانی وقوع بارش ها در این فصل به حدود ۷۰ تا ۸۰ مورد می رسد.



شکل ۳- فراوانی مطلق بارش سنگین در فصل بهار (MAM) برای دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸).

برخلاف فصول زمستان و بهار، در فصل تابستان به جز محدوده کوچکی در سواحل جنوبی دریای خزر، سایر مناطق ایران بارش سنگینی را در طی دوره ۱۹ ساله تجربه ننموده اند. در این فصل تنها سواحل جنوبی دریای خزر تعداد معدودی بارش سنگین را تجربه نموده است (شکل ۴). بررسی وضعیت بارش های سنگین در فصل پائیز مبین شکل گیری یک الگوی بسیار متفاوت در این فصل است. همانطوری که شکل ۵ نشان می دهد، در این زمان از سال، بارش های سنگین حوضچه جنوبی دریای خزر به طور مشخص و برجسته ای افزایش یافته اند. اگرچه در طول این فصل، دامنه های غربی رشته کوه زاگرس بارش های سنگینی را به میزان ۱۰ تا ۲۰ مورد در دوره ۱۹ ساله تجربه نموده اند، اما فراوانی مطلق وقوع بارش های سنگین در حوضچه جنوبی دریای خزر در این فصل به ۱۶۰ مورد بالغ می گردد. این الگوی فضایی از بارش های سنگین به خوبی تفاوت رژیم بارشی سواحل جنوبی دریای خزر و بطور کلی منطقه خزری را در قیاس با سایر مناطق اقلیمی ایران به نمایش می گذارد.

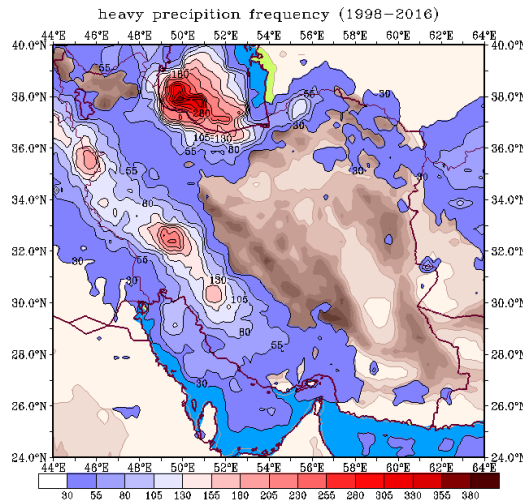


شکل ۴- فراوانی مطلق بارش سنگین در فصل تابستان (JJA) برای دوره ۱۹ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۸).

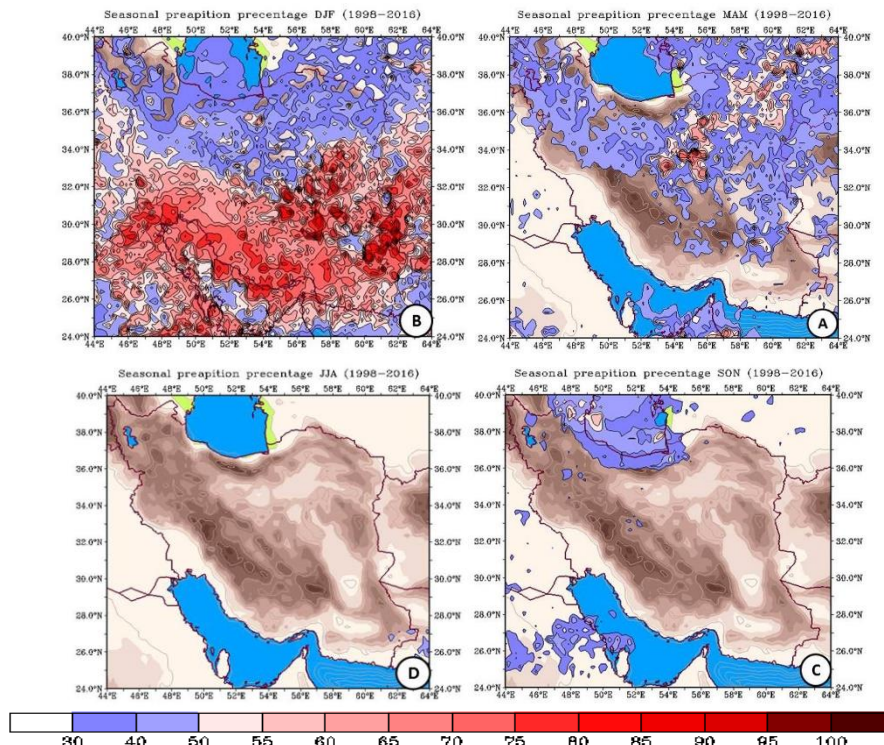
۳-۳- تعیین سهم فصول مختلف از بارش های سنگین

پس از بررسی فراوانی وقوع بارش های سنگین در مقیاس فصلی، در این بخش سهم درصدی هر یک از فصول از فراوانی کل بارش های سنگین در مقیاس سالانه مشخص خواهد شد. همانطوری که در شکل ۶ مشاهده می گردد، عمده بارش های سنگین کشور در فصل زمستان بوقوع می پیوندد. با این وجود، تمامی مناطق واقع در پایین تر از عرض ۳۳ درجه بیش از ۷۰ درصد از بارش های سنگین سالانه خود را در فصل زمستان تجربه می کنند. در این رابطه، اگرچه تعداد فراوانی وقوع بارش های سنگین در مرکز و شرق کشور بسیار کم است، اما از نظر درصد سهم، فصل زمستان بیش از ۸۰ درصد کل بارش های سنگین این مناطق را به خود اختصاص داده است (شکل ۶-الف). نکته جالب، مناطق واقع در

منتهی الیه شمال غرب، کمترین میزان بارش های سنگین خود را در فصل زمستان دریافت می نمایند. این در حالی است که، درصد سهم بارش های سنگین این منطقه در فصل بهار به حدود ۶۰ درصد از فراوانی کل بالغ می گردد (شکل ۶-ب). در مقام مقایسه بین فصول، تنها منطقه خزری بخش قابل توجهی از بارش های سنگین خود را در فصل پاییز دریافت می نماید (شکل ۶-د). بیشینه سهم این فصل در حوضچه جنوبی دریای خزر به حدود ۶۰ درصد بالغ می گردد. درصد سهم فصل تابستان از بارش سنگین سالانه، به استثنای محدوده های کوچکی در منتهی الیه جنوب شرق کشور کمتر از ۲۰ درصد از فراوانی کل سالانه است.



شکل ۵- فراوانی مطلق بارش سنگین در فصل پائیز (SON) برای دوره ۱۹ ساله (۱۹۹۸-۲۰۱۶).



شکل ۶- درصد سهم هر یک از فصول از فراوانی کل بارش های سنگین در طی دوره ۱۹ ساله (۱۹۹۸-۲۰۱۶). به ترتیب از راست به چپ و از بالا به پایین: فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز.

مروری بر نقشه های درصد سهم فصلی بارش سنگین مبین آن است که، فصل زمستان در بسیاری از نقاط ایران واقع در نیمه شمالی کشور، ۳۰ یا ۴۰ درصد از بارش سنگین را دربرمی گیرد، این در حالی است که در این فصل نیمه جنوب بیش از حدود ۷۰ درصد از بارش های سنگین ایران در نیمه جنوبی کشور است.

۴- نتیجه گیری و جمع بندی

یافته های تحقیق حاضر بیانگر آن است که عمده بارش های سنگین کشور در دو منطقه اصلی، شامل حوضچه جنوبی دریای خزر و محور کوهستانی زاگرس در غرب کشور فرو می ریزند. در مقام مقایسه، بالاترین میزان وقوع بارش های سنگین کشور متعلق به حوضچه جنوبی دریای خزر است که در طی فصول پائیز زمستان و بهار در این منطقه فرو می ریزد. نتایج این تحقیق برای نخستین بار نشان داد که بیشینه بارش های سنگین کشور نه در محدوده سرزمینی، بلکه در حوضچه جنوبی دریای خزر فرو می ریزد. در حقیقت، بکارگیری داده بارش سنجنده TRMM تصویر جدیدی از الگوی فضایی وقوع بارش در گستره ایران زمین را نشان داده است. تصویر جدید یادشده، علاوه بر کانون بیشینه حوضچه جنوبی دریای خزر، مبین تعداد بسیار بالای وقوع بارش های سنگین در منتهی الیه غرب کشور در محدوده مرز ایران و عراق در محدوده غرب استان های کرمانشاه و کردستان است. مضاف بر این، یافته های تحقیق حاضر بر نقش برجسته دریای خزر و رشته کوه زاگرس در توزیع فضایی وقوع بارش های سنگین در ایران حکایت دارد. همچنین، نتایج تحقیق حاضر مبین آن است که درصد سهم بارش های سنگین زمستانه از میزان کل بارش ها، در تمام کشور به قریب ۴۰ و بیشتر بالغ می گردد، این در حالی است، برای نیمه جنوبی کشور این میزان بیش از ۷۰ درصد بارش های سالانه است. در تمامی مناطق کشور تنها سواحل و حوضچه جنوبی دریای خزر است که میزان فراوانی بارش های سنگین پاییزه در آن به ۶۰ درصد بالغ می گردد.

۵- منابع

- آرم، کامل، (۱۳۹۵)، مطالعه اقلیم شناختی بارش های همرفتی در شمال غرب ایران، رساله دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز.
- اکبری، ز.، و همکاران (۱۳۹۳)، تحلیل الگوهای سینوپتیکی و شاخص های ناپایداری منجر به وقوع بارش های نیمه سنگین و سنگین در استان لرستان، سازمان هواشناسی کشور.
- دهقانی رضائی، گورابی، بهمن و ایزک مهری، سوده (۱۳۹۴)، کلاسه بندی زمانی و مکانی بارش سنگین در گیلان با استفاده از GIS، مجله علوم جغرافیایی، شماره ۲۲.
- لشکری، ح.، و قائمی، ح. (۱۳۹۰)، تحلیل سینوپتیکی بارش های سنگین استان سیستان و بلوچستان، مجله سپهر، دوره ۲۳، محمدی، ب.، و مسعودیان، ا. (۱۳۸۹)، تحلیل همدید بارش های سنگین ایران، مجله جغرافیا و توسعه - شماره ۱۹.
- میری، مرتضی، رضیئی، طیب، و رحیمی، مجتبی، (۱۳۹۵)، ارزیابی و مقایسه آماری داده های بارش TRMM و GPCC با داده های مشاهده ای در ایران، فیزیک زمین و فضا، (۳) ۴۲، ۶۷۲-۶۵۷.
- Alijani, B., O'Brien, J. and Yarnal, B., (2007), Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran, *Theor. Appl. Climatol.* DOI 10.1007/s00704007-0344-y.
- Anil Kumar, J. Dudhia, R. Rotunno, Dev Niyogi and U. C. Mohanty, (2008) Analysis of the 26 July 2005 heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 134: 1897-1910.
- Ravel Ya. Groisman, Thomas R Karl, David R EAsterling, Richard W Knight, Paul F Jamason, Kevin J Hennessy, Ramasmy Suppiah, Cher M Page, Joanna Wibig, Krzysztof Fortuniak, Vyacheslavn N Razuvaev, Arthur Douglas, Eirik Fqrland, and Pan-Mao Zhai, (1999), Changes in the Probability of Heavy Precipitation: Important indicators of climatic change, *Climate Change* 42: 243-283.
- Trenberth, K., (2013), The Impact of Climate Change and Variability on Heavy Precipitation, Floods, and Droughts, *climate change*.