

واکاوی مقدار و فراوانی بارش روزانه‌ی غرب – جنوب غرب ایران در رابطه با فعالیت کم فشار دریای سرخ طی دوره‌ی آماری ۱۹۷۹–۲۰۱۶

حسین عساکره^۱

سکینه خانی تملیه^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

چکیده

بارندگی یک عنصر مهم و تأثیرگذار بر جوامع و فعالیت‌های انسانی است؛ به طوری که امروزه رکن اصلی مطالعات در کلیه برنامه‌ریزی‌های محیطی و اقتصادی به‌شمار می‌رود. نظر به اهمیت این عنصر اقلیمی، در پژوهش حاضر تلاش شده است که تغییرات مقدار، فراوانی بارش روزانه‌ی غرب، جنوب غرب ایران طی دوره‌ی آماری (۱۹۷۹–۲۰۱۶) ارزیابی شود. در راستای انجام این پژوهش از دو نوع پایگاه داده، پایگاه داده محیطی شامل بارش، (مستخرج از پایگاه داده اسفزاری) و پایگاه داده‌های جوی شامل ارتفاع ژئوپتانسیل (مستخرج از پایگاه داده مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جوی موسوم به ECMWF) استفاده شده است. همچنین به منظور شناسایی چرخندها از یک الگوریتم عددی استفاده شد. براساس این الگوریتم طی کل دوره‌ی آماری، ۴۵۹ مرکز چرخندی شناسایی شد. نتایج نشان داد که کمینه‌ی میانگین بارش روزانه در محدوده مورد بررسی در طی کل دوره‌ی آماری، بخش‌هایی از جنوب، جنوب غرب و شمال شرق را در بر گرفته است. در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ بخش‌های جنوب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه زیر پوشش بارش قرار می‌گرفته است. بیشینه‌ی بارش در شرایط عمومی و نیز به هنگام فعالیت کم فشار دریای سرخ در بخش‌هایی از شمال غرب، غرب و شرق محدوده‌ی مورد مطالعه (منطبق بر ارتفاعات زاگرس) با پهنه‌های زیر پوشش مختلف متمرکز بوده است. درصد مساحت توأم با بیشینه بارش در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ بیشتر بوده است. کمینه‌ی شمار روزهای بارانی نیز در طی کل دوره و نیز در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ در قسمت‌های جنوب و جنوب غرب منطقه‌ی مورد مطالعه با درصد مساحت‌های متفاوت برتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: میانگین روزانه‌ی بارش، شمار روزهای بارانی، کم فشار دریای سرخ، غرب و جنوب غرب ایران

۱- استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه زنجان، ایران asakereh1@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری تغییر اقلیم، دانشگاه زنجان، ایران (نویسنده مسئول) sham.khani@yahoo.com

۱- مقدمه

و بعضاً ترکیبی یا «ترمودینامیک» عامل عمده ناپایداری جوی و در نتیجه بارش و نیز تأمین منابع آب در کره زمین می‌باشند (Hoskins & Hodges, 2002: 1061); (حیدری، ۱۳۹۷: ۹۲).

بارش در کشور ایران و به‌ویژه در ناحیه غرب و جنوب‌غرب کشور تحت تأثیر مراکز کم‌فشار گرمایی، دینامیک و ترمودینامیک است. یکی از این مراکز فشار عمده و مهم، کم‌فشار دریای سرخ است (عساکره، ۱۳۹۵: ۷؛ مفیدی، ۱۳۸۳: ۹۱؛ لشکری، ۱۳۸۲: ۱). مطالعه اقلیم‌شناسی کم‌فشار دریای سرخ نشان داد که فرود ایجاد شده در ناحیه دریای سرخ زبانه‌ای از کم‌فشار سودانی است که فشار مرکزی آن حدود ۱۰۰۶ هکتوپاسکال است؛ کانون اول این کم‌فشار در حوالی بحرالجبیل در ۸۰۰ کیلومتری جنوب‌غربی خارطوم و کانون دوم آن در ۳۰۰ کیلومتری جنوب‌شرقی خارطوم قرار می‌گیرد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۲۹). کشیدگی جنوب‌شرقی - شمال‌غربی دریای سرخ موجب ارتباط مناطق حاره‌ای و برون‌حاره‌ای شده است (فانیدی و دیگران، ۱۳۹۰: ۶۴).

کم‌فشارهای منطقه دریای سرخ اساساً در محیطی کژفشار شکل می‌گیرند. در واقع می‌توان گفت که، کم‌فشارهای منطقه دریای سرخ الزاماً منشأ اولیه گرمایی ندارند، بلکه تحت تأثیر الگوی گردش منطقه‌ای (کمربند همگرایی حاره‌ای در شرق آفریقا) یا شرایط دینامیکی محلی (برهمکنش جریان‌های هوا با توپوگرافی) شکل می‌گیرند و به واسطه مقیاس همدیدی الگوهای جریان تشدید شده و گسترش می‌یابند. هرچند که برخی از این کم‌فشارها صرفاً با جابه‌جایی به سمت جنوب و تشدید و تقویت جت جنب‌حاره به‌وجود می‌آیند (در برخی موارد جت تا عرض ۱۰° شمالی به سمت جنوب منتقل می‌شود)، اما غالباً نفوذ ناوه عرض‌های میانی به همراه تقویت جت جنب‌حاره بر روی منطقه موجب تشکیل، تکوین و گسترش کم‌فشاری منطقه دریای سرخ می‌شود (مفیدی، ۱۳۸۳: ۹۱-۷۳).

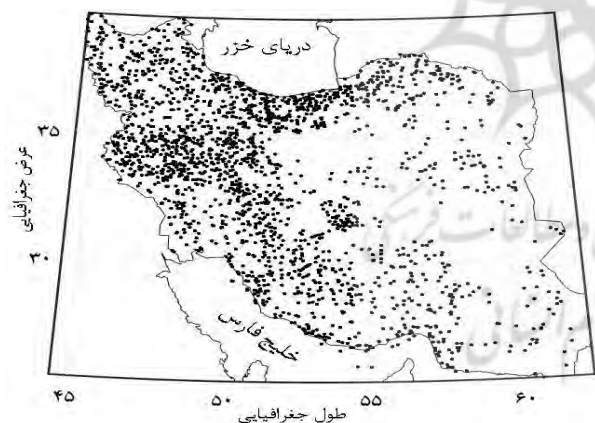
در مقیاس اقلیم‌شناختی فرود دریای سرخ از ۴ آبان تا ۲۴ بهمن به مدت ۸۸ روز فعال است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۲۹). بارش‌های ناشی از این سامانه نه تنها در ایران،

اقلیم دستگاه بسیار سترگی است که خود از اندرکنش میان چندین خرده دستگاه دیگر (هواسپهر، آب سپهر، یخ سپهر، سنگ سپهر و زیست سپهر) پدید می‌آید. اگر در یکی از این خرده دستگاه‌ها تغییری پدید آید، دیگر اجزاء و خرده دستگاه‌ها به سرعت یا به آرامی خود را با آن هماهنگ می‌سازند (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱). هریک از این خرده دستگاه‌ها خود شامل عناصر، عوامل، فرآیندها و پدیده‌های مختلف و متنوعی است. برای مثال بارش یکی از عناصر و فرآیندهای جوی (هواسپهر) است که برخی ویژگی‌های این دستگاه را بیان می‌دارد. بارش یکی از متغیرترین عناصر اقلیمی است که همواره از تغییرات این ابر دستگاه تأثیر پذیرفته، بر آن نیز تأثیر می‌گذارد و مقدار آن در زمان و مکان پیوسته تغییر می‌کند (غیور و دیگران، ۱۳۹۲: ۲). به عبارت دیگر می‌توان گفت که بارش از الگوی زمانی و مکانی آشفته‌ای برخوردار است (Tan & et al, 2018: 20). این آشفستگی در مطالعات بسیاری (برای مثال، Yonglin & Junping, 2016: 693; Lan & et al, 2012: 989) تأیید شده است. یکی از نمودهای آشفستگی رفتار بارش در روند تغییرات بلندمدت آن مشهود است. برای مثال، همه‌ی حوضه‌های رودخانه‌ای حتی در یک کشور نظیر کشور چین، روند یکسانی از بارش را تجربه نکرده‌اند. در برخی حوضه‌های رودخانه‌ای نظیر حوضه‌ی رودخانه‌ی Haihe روند کاهش (Jianting, 2010: 260) و در حوضه «Hexi» روند افزایشی (Xiuqing & et al, 2013: 653-667) ولی در ارتفاعات «Yunnan» چین روند بارش ایستا بوده است (Hui & et al, 2013: 1107-1122). تغییرپذیری مکانی و زمانی بارش که در مقیاس‌های مختلف سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها را به همراه دارد، پیامدهای اقتصادی و بعضاً اجتماعی فراوانی را بر نهادها و نهادهای انسانی برجای می‌گذارد (گندمکار و خادم‌الحسینی، ۱۳۸۸: ۶۶). به دلیل اهمیت تغییرپذیری بارش و پیامدهای آن، این پدیده به‌ویژه طی سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است (Nastos & Zerefos, 2009: 2). چرخندها و مراکز کم‌فشار (گرمایی و دینامیک

۲- مواد و روش

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش حاضر از دو پایگاه داده (جوی و محیطی) استفاده شده است. برای بررسی هم‌دیدگی و دینامیک از داده‌های جو بالا، شامل داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) از پایگاه داده ECMWF با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه و تفکیک زمانی ۶ ساعته (۰۰، ۰۶، ۱۲، ۱۸ زولو) استفاده شده است.

برای مطالعه بارش روزانه غرب و جنوب غرب کشور پایگاه داده‌ای اسفزاری نسخه سوم به کار گرفته شد. این پایگاه داده‌ای حاصل تلاش مسعودیان (۱۳۹۸) در تهیه نقشه‌های هم‌بارش روزانه ایران با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر و برای بازه زمانی ۱۳۴۹/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۲/۲۹ (۴۶ سال و معادل ۱۶۸۰۱ روز) است که حاصل میان‌یابی داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه هم‌دید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی است. توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده در این میان‌یابی در نگاره ۱ ارائه شده است.



نگاره ۱: توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده در ایجاد پایگاه داده‌ای بارش اسفزاری نسخه سوم (مسعودیان، ۱۳۹۸)

باتوجه به مطالعات گسترده‌ای که پیش از این در زمینه ارزیابی انواع روش‌های میان‌یابی برای تهیه نقشه‌های هم‌بارش ایران انجام گرفته است (عساکره، ۱۳۸۷: ۲۵-۴۲؛ مسعودیان و دیگران، ۱۳۹۳: ۱۵-۳۱)، روش میان‌یابی کریجینگ

بلکه در نواحی شرقی مدیترانه و حتی ترکیه تأثیرگذار است. از این رو مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور، در این زمینه انجام شده است. به عنوان مثال در خارج از کشور (Alpert, 1990: 1478), (Dayan & Abramsky, 1983: 1138), (Kidron & Pick, 200: 281), (Bitan & Saaroni, 1992: 773) و این کم‌فشار را مطالعه کرده‌اند.

پژوهشگران ایرانی از جمله مفیدی و زرین (۱۳۸۴: ۱۱۳)، گندمکار (۱۳۹۱: ۱۶۱)، پرک و دیگران (۱۳۹۴: ۱۷۵)، فنودی و دیگران (۱۳۹۶: ۶۱)، جهانبخش اصل و دیگران (۱۳۹۹: ۸۹) نیز به بررسی اثرات بارشی این سامانه پرداخته‌اند. ناهنجاری بارش در غرب و جنوب غرب ایران رابطه‌ی معناداری با تغییرات فشار هوا در منطقه‌ی سودان و دریای سرخ دارد (حیدری و خوش‌اخلاق، ۱۳۹۷: ۹۱). با توجه به این‌که سامانه فرود دریای سرخ از سامانه‌های اصلی در رخداد بارش‌های ناحیه غرب و جنوب غرب ایران است، هرگونه تغییر در ویژگی‌های این سامانه پیامدهای بارشی مختلفی بر روی منطقه مورد مطالعه خواهد داشت. به دلیل اهمیت و نقش سامانه کم‌فشار دریای سرخ در بارش‌های غرب، جنوب غرب، بررسی بارش‌های این ناحیه از کشور به هنگام فعالیت این سامانه، شناخت دقیق‌تری از اقلیم این ناحیه از کشور ارائه خواهد داد.

در راستای انجام این پژوهش از دو نوع داده؛ داده‌های محیطی، شامل بارش (مستخرج از پایگاه داده اسفزاری) و داده‌های جوی، شامل ارتفاع ژئوپتانسیل (برگرفته از پایگاه داده مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جوی موسوم به ECMWF) طی دوره‌ی آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۹ استفاده شده است. همچنین رویکردی که در پژوهش حاضر به کار برده شده، رویکرد گردشی به محیطی است. به منظور شناسایی چرخندها از یک الگوریتم عددی استفاده شده است که بر اساس این الگوریتم طی کل دوره‌ی آماری ۴۵۹ مرکز چرخندی شناسایی شد. برخی ویژگی‌های آماری (مقدار و فراوانی) بارش برای کل دوره مورد بررسی و نیز طی دوره فعالیت کم‌فشار دریای سرخ بررسی شد.

مطالعه وجود دارد. این دو رویکرد را می‌توان رویکرد گردشی به محیطی و محیطی به گردشی نامید. تفاوت این دو رویکرد با یکدیگر در روشی است که الگوهای گردشی و محیط سطحی با یکدیگر مرتبط می‌شوند. در رویکرد گردشی به محیطی داده‌های محیطی بر اساس الگوهای گردشی ارزیابی می‌شوند، ولی در رویکرد محیطی به گردشی الگوهای گردشی باید معیارهایی که بر اساس متغیرهای محیطی تعیین می‌شوند را تأمین کنند. طبقه‌بندی داده‌های محیطی تقریباً مستقل از پاسخ محیطی مورد بررسی است. برخلاف این رویکرد در رویکرد محیطی به گردشی محقق الگوهای گردشی جو را برحسب شرایط محیطی خاصی که در سطح زمین رخ می‌دهد، تعیین می‌کند. در این رویکرد محقق بر مبنای شرایط محیطی معیارهایی را برای وارد کردن داده‌های گردشی در فرآیند طبقه‌بندی بنا می‌کند (یارنال، ترجمه مسعودیان، ۱۳۸۵: ۱۰).

در مطالعه‌ی حاضر از رویکرد گردشی به محیطی استفاده شده است. به این ترتیب داده‌های محیطی بر اساس الگوی گردشی ارزیابی شده‌اند. نظر به این که هدف اصلی مطالعات هم‌دید کسب یک تصویر سه‌بعدی جامع و هم‌زمان از شرایط جو در یک مکان خاص است (علیچانی، ۱۳۸۵)، محدوده‌ی مورد مطالعه برای شناسایی چرخندهای دریای سرخ، مختصات جغرافیایی بین ۰ درجه تا ۷۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی بین صفر تا ۶۰ درجه‌ی شمالی است. در پژوهش حاضر به منظور شناسایی و آشکارسازی کم‌فشار دریای سرخ هر یاخته در نقشه با شعاع ۳۰۰ کیلومتر در مقایسه با ۸ یاخته‌ی مجاور آن مقایسه شد. اگر این یاخته نسبت به ۸ یاخته‌ی مزبور دارای فشار کمینه بود، به عنوان مرکز کم‌فشار فعال تلقی می‌شد. این الگوریتم با شناسایی مراکز بیشینه چرخندگی با آستانه مشخص و نیز دنبال کردن این مراکز در ۸ همسایه مجاور به شناسایی مرکز کم‌فشار می‌پردازد و تا وقتی که میزان چرخندگی از آستانه مورد نظر کم‌شده ردیابی مرکز کم‌فشار دنبال می‌شود. میزان آستانه چرخندگی نسبی مطابق با نظر، (Blender et al, 1997: 727-741)

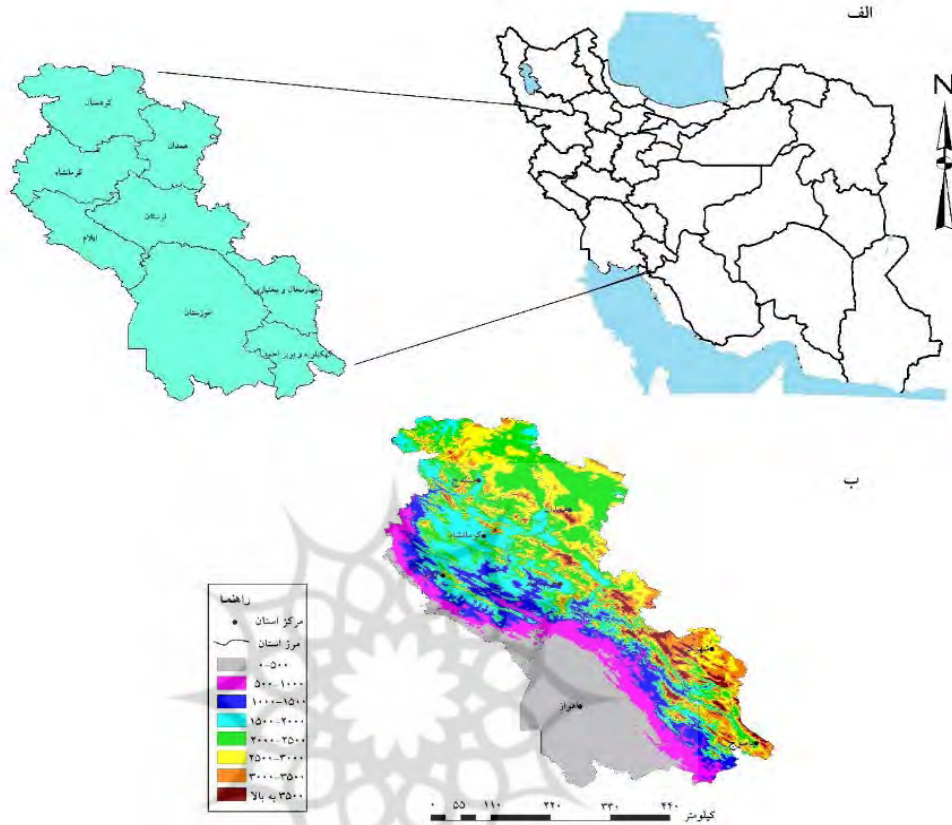
همگانی با مدل نیم‌پراش خطی برای میانمایی برگزیده شد. درعین حال کریجینگ از لحاظ نظری نیز بهترین برآوردگر ناریب خطی شناخته می‌شود. سیستم تصویر این پایگاه داده لامبرت مخروطی هم‌شکل است.

مشخصات کارتوگرافیک این سیستم تصویر با توجه به مختصات جغرافیایی ایران که بین مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه شرقی قرار گرفته است، براساس بیضوی مرجع (WGS84) و تفکیک مکانی ده کیلومتر شبکه جغرافیایی پایگاه داده به ابعاد ۱۶۷×۲۰۵ به دست آمد. تعداد کل یاخته‌های درون این شبکه ۳۴۲۳۵ است که ۱۶۲۰۳ یاخته از آن‌ها در درون مرزهای خاک اصلی ایران جا می‌گیرد. از سوی دیگر با توجه به زمان آغاز و پایان پایگاه داده که مشتمل بر ۱۶۸۰۱ روز است ابعاد نهایی پایگاه داده ۱۶۷×۲۰۵×۱۶۸۰۱ خواهد بود. در مطالعه حاضر داده‌های بارش برای مختصات ۴۵/۴۰ تا ۵۱/۸۹ درجه‌ی طول شرقی و عرض ۲۹/۸۸ تا ۳۶/۴۶ درجه‌ی شمالی از پایگاه داده‌ای مزبور استخراج شد.

جامعه آماری مورد بررسی غرب و جنوب غرب شامل هشت استان کردستان، کرمانشاه، همدان، لرستان، ایلام، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد است (نگاره ۲- الف). ارتفاع این منطقه در دامنه‌ای بین ۳۵۰۰-۰ متر را شامل می‌شود (نگاره ۲- ب).

رشته کوه‌های زاگرس که از شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده است، مهم‌ترین ویژگی محدوده‌ی مورد مطالعه به شمار می‌رود. این منطقه که در ناحیه انتقالی مسیر اصلی بادهای غربی قرار دارد، عمدتاً به وسیله‌ی ناهمواری‌های زاگرس که در مسیر عبور بادهای باران‌زای غربی، و سامانه‌ی کم‌فشار دریای سرخ قرار گرفته، پوشیده شده است. به علت گسترش و وسعت قابل ملاحظه منطقه در عرض جغرافیایی و نیز تنوع ناهمواری‌ها، مقدار و توزیع بارندگی در این منطقه از تغییرات مکانی زیادی برخوردار است (رضیعی و عزیززی، ۱۳۸۷: ۹۷).

در همه‌ی مطالعات هم‌دید دو رویکرد اصلی برای



نگاره ۲: الف) موقعیت مکانی منطقه ی مورد مطالعه در کل کشور (ب) موقعیت ارتفاعی محدوده ی مورد مطالعه

انتخاب شد. همچنین جنوب سلول و مدار گذرنده از شمال سلول است.

$$\overline{GF} = \frac{1}{\sum_{i=1}^9 w_i} \times \sum_{i=1}^9 w_i GF_i$$

$$w_i = \frac{1}{2} (\cos \varphi_s + \cos \varphi_n) \quad (2)$$

با اعمال شرایط فوق در محیط برنامه نویسی Matlab مراکز کم فشار شناسایی شدند. و براساس ملاک های تعریف شده از کل دوره ی آماری (۲۰۱۶-۱۹۷۹) ۴۵۹ مرکز شناسایی شد. شمار این مراکز برای هر ماه سال و طی دوره ی آماری در جدول ۱ ارائه شده است.

واکاوی و تفسیر توزیع مکانی میانگین بارش روزانه برای کل دوره ی آماری (۲۰۱۶-۱۹۷۹) و شرایط بارشی توأم با فعالیت دریای سرخ در منطقه ی مورد مطالعه

شیبو ارتفاع ژئوپتانسیل از طریق رابطه (۱) محاسبه گردیده است (بیات و دیگران، ۱۳۹۶: ۴؛ براتی، ۱۳۸۹: ۲۸-۲۹).

$$GF = - \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \hat{j} \right)$$

$$\varphi = hgt \times g$$

$$G = \frac{9}{8} m.s^{-2} \quad (1)$$

در تابع فوق ∂x بیانگر مختصات متریک طول جغرافیایی و ∂ بیانگر مختصات متریک عرض جغرافیایی است، میانگین وزنی شیبو ارتفاع ژئوپتانسیل هر سلول نیز از طریق رابطه (۲) محاسبه شده است. در رابطه (۲) \overline{GF} میانگین وزنی، w_i وزن هر سلول، φ_s مدار گذرنده از

انجام شد. همچنین میزان ناهنجاری بارش روزانه طی زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ برآورد شد. علاوه بر این فراوانی روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر در کل دوره آماری و طی دوره فعالیت کم فشار دریای سرخ مورد واکاوی قرار گرفته است.

۳- یافته‌های پژوهش

جدول ۱، توزیع زمانی شمار روزهای توأم با فعالیت کم فشار دریای سرخ را نشان می‌دهد. به وضوح می‌توان مشاهده نمود شمار روزهای توأم با فعالیت کم فشار دریای سرخ، در ماه‌های فصل تابستان (۱۹۸ روز) به‌ویژه ماه اوت

جدول ۱: شمار روزهای توأم با فعالیت کم فشار دریای سرخ طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۷۹)

سال	دسامبر	ژانویه	فوریه	زمستان	مارس	آوریل	می	بهار	ژوئن	جولای	اوت	تابستان	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دائیز	مجموع سالانه
۱۹۷۹	-	-	-	۰	-	۱	۲	۳	۱	۲	۵	۸	۲	۱	۵	۱۶	
۱۹۸۰	-	-	۵	۵	-	۱	۲	۳	۳	۳	۶	۱۲	۱	-	۱	۲۲	
۱۹۸۱	-	-	۱	۱	۱	-	۱	۲	۲	۱	۴	۷	۱	-	-	۱۱	
۱۹۸۲	۱	-	۱	۲	۱	-	۱	۲	-	۱	۴	۵	۳	-	-	۱۲	
۱۹۸۳	-	۱	-	۱	-	-	۱	۱	-	-	۵	۵	۳	۱	-	۱۱	
۱۹۸۴	-	-	-	-	۳	۲	۳	۸	۱	۱	۳	۵	۱	۱	-	۱۵	
۱۹۸۵	-	-	-	-	۱	۵	۲	۸	۱	۱	۵	۷	۳	۱	-	۱۹	
۱۹۸۶	-	-	-	-	-	۹	۱	۱۰	۱	۳	-	۴	-	-	-	۱۵	
۱۹۸۷	-	-	-	-	-	۲	۳	۴	۲	۲	۲	۴	۱	-	-	۹	
۱۹۸۸	-	-	-	-	-	۳	۳	۶	۲	۵	۵	۱۰	۳	-	-	۲۱	
۱۹۸۹	-	-	-	-	-	۱	-	۱	۱	-	-	۱	۲	-	-	۴	
۱۹۹۰	-	۲	-	۲	-	۳	۴	۷	-	-	۱	۱	-	-	-	۱۰	
۱۹۹۱	-	۱	۲	۳	۱	۲	۲	۵	-	۲	۲	۴	-	۳	-	۱۵	
۱۹۹۲	-	-	-	-	۲	۲	۳	۷	۴	۳	۲	۸	-	-	-	۱۶	
۱۹۹۳	۱	-	-	۱	-	-	-	-	۳	-	۳	۶	۲	۳	۶	۱۳	
۱۹۹۴	۱	-	-	-	-	-	-	-	۳	-	۲	۶	۱	۲	۳	۱۳	
۱۹۹۵	-	-	۱	۱	۲	۴	۳	۹	۱	۵	۶	۱۳	-	-	-	۲۲	
۱۹۹۶	-	-	-	-	-	۴	۱	۵	۲	-	۵	۷	-	-	-	۱۲	
۱۹۹۷	-	-	۱	۱	-	۳	۵	۸	۲	۴	-	۶	۳	۱	۵	۲۰	
۱۹۹۸	-	-	-	-	-	۱	۱	۵	-	۴	۲	۶	۲	-	-	۱۳	
۱۹۹۹	-	-	-	-	۳	۳	۲	۵	۳	۳	۳	۹	۲	۱	-	۱۷	
۲۰۰۰	-	-	-	-	-	۳	۱	۵	۱	۲	۴	۷	-	-	-	۱۴	
۲۰۰۱	-	-	-	-	-	۲	۲	۵	-	۲	۴	۶	۱	-	-	۱۳	
۲۰۰۲	-	-	۱	۱	-	۱	۱	۲	۱	۲	۴	۷	-	-	-	۱۰	
۲۰۰۳	-	-	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۳	-	-	-	۷	
۲۰۰۴	-	-	-	-	-	۳	۲	۵	۱	۲	۲	۳	-	-	-	۸	
۲۰۰۵	-	-	-	-	-	۳	۱	۴	۱	۳	۲	۳	-	-	-	۷	
۲۰۰۶	-	۱	۱	۳	-	۳	۳	۶	۱	۳	۲	۳	-	-	-	۱۲	
۲۰۰۷	-	-	-	-	۱	۱	۲	۵	۴	۲	۵	۱۱	-	-	-	۱۹	
۲۰۰۸	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	-	۱	۱	-	-	-	۳	
۲۰۰۹	-	-	-	-	-	۱	۱	۴	۲	۱	۱	۱	-	-	-	۵	
۲۰۱۰	-	-	-	-	-	۴	۶	۹	۳	۶	۲	۴	-	-	-	۱۳	
۲۰۱۱	-	-	-	-	-	-	-	۴	-	۴	-	۵	-	-	-	۹	
۲۰۱۲	-	-	-	-	-	-	-	۴	-	۳	-	۱	-	-	-	۵	
۲۰۱۳	-	-	-	-	-	۵	۱	۳	۱	۲	۴	۵	۲	-	-	۱۰	
۲۰۱۴	-	-	-	-	-	۴	۶	۶	۲	۲	-	۴	-	-	-	۱۰	
۲۰۱۵	-	-	-	-	-	-	-	۵	-	-	-	-	-	-	-	۸	
۲۰۱۶	-	-	-	-	-	۲	۲	۴	۱	۱	۱	۳	-	-	-	۷	
مجموع	۳	۶	۱۶	۲۵	۲۶	۷۸	۷۴	۱۷۸	۴۱	۵۸	۹۹	۱۹۸	۳۲	۱۸	۱۱	۴۵۹	

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

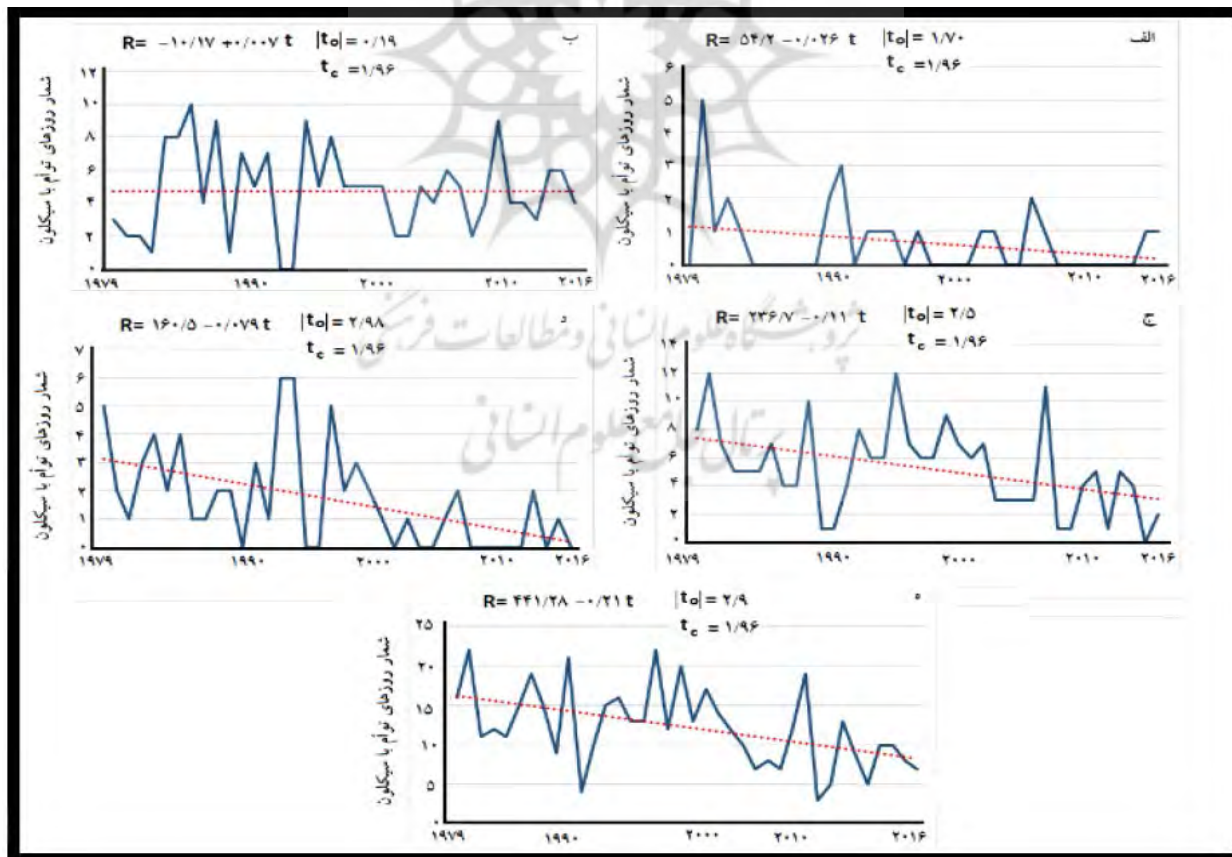
واکاو و مقدار فراوانی بارش روزانه غرب - جنوب غرب ایران در رابطه با ... / ۱۵۷

(۱۳۹۶: ۷۳)، پور آتشی و دیگران (۱۳۹۷: ۲۳۹) نیز بر این باورند که با افزایش دما، فراوانی چرخندهای دریای سرخ در گذر زمان کاهش یافته است. یکی از نمودهای تغییر اقلیم، اثر آن بر مراکز فشار و بالطبع آن تأثیر بر شیو فشار و دما است. بدین صورت که در یک اقلیم گرمتر شیو دمایی و فشار کاهش پیدا می‌کند. لذا این خود باعث کاهش شمار چرخندها و نوسانات زمانی - مکانی بارش می‌شود (Chang et al, 2002: 642-658)؛ (Collins, Collins 2013: 1029-1136).

همچنین میزان آماره t مشاهده شده ($t_0 = 2.9$) برای آزمون علیه روند بزرگتر از آماره t بحرانی ($t_0 = 1.96$) است؛ در نتیجه شواهد کافی برای رد کردن فرض صفر (فقدان روند) وجود دارد. بنابراین روند سالانه معنی‌دار است. همچنین روند فصلی شمار روزهای توأم با این سامانه به سمت دهه‌های اخیر طی فصول زمستان (نگاره ۳- الف) و پاییز

(۹۹ روز) و سپس ماه‌های فصل بهار (۱۷۸ روز) به‌ویژه ماه آوریل بیشتر از دو فصل دیگر سال است. با توجه به این که این مراکز کم‌فشار زیر تأثیر شرایط دمایی است (لشکری، ۱۳۸۲: ۱؛ محمدی و دیگران، ۱۳۹۱: ۷؛ عساکره و دیگران، ۱۳۹۵: ۷۷؛ محمدی، ۱۳۹۷: ۱۷؛ کیانی و دیگران، ۱۳۹۸: ۳۸) معقول به نظر می‌رسد که بیشینه‌ی شمار روزهای توأم با فعالیت کم‌فشار دریای سرخ در این فصول اتفاق بیافتد. فصل پاییز و زمستان کمترین شمار فعالیت مرکز فرود دریای سرخ را داشته‌اند.

بیشترین شمار روزهای توأم با فعالیت این سامانه در سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۹۵ (۲۲ روز) و کمترین آن (۳ روز) در سال ۲۰۰۸ رخ داده است. همچنین با توجه به (نگاره ۳- ه) می‌توان گفت که روند سالانه‌ی شمار فعالیت فرود دریای سرخ طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه کاهش یافته است. رسولی و دیگران (۱۳۹۱: ۷۷)، و فنودی و دیگران



نگاره ۳: روند شمار روزهای توأم با سیکلون در فصل زمستان (الف)، فصل بهار (ب)، فصل تابستان (ج)، فصل پاییز (د) و روند سالانه (ه)

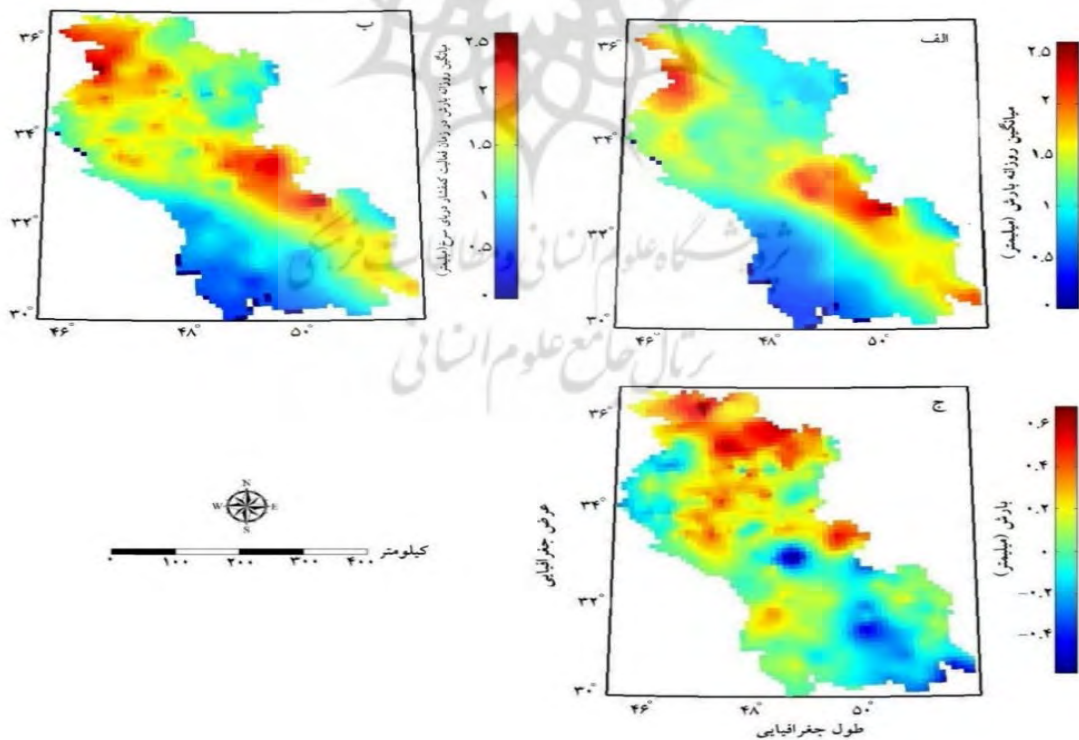
نیز در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ (نگاره ۴ - ب) به همراه توزیع مکانی ناهنجاری این دو نقشه را (نگاره ۴ - ج) نشان می‌دهد. جدول‌های ۱ و ۲ پهنه‌های زیر پوشش هریک از گروه‌های بارشی را نشان می‌دهند.

با توجه به نگاره ۴ - الف میانگین بارش روزانه در پهنه مورد بررسی برای کل دوره آماری مورد مطالعه بین ۰ تا ۲/۵ میلی‌متر در نوسان بوده است. کمینه میانگین بارش (کمتر از ۱ میلی‌متر) در بخش‌هایی از جنوب، جنوب غرب و شمال شرق ناحیه است که ۲۹/۵۸ درصد (جدول ۲) از مساحت منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. همچنین بیشینه آن (بیشتر از ۲ میلی‌متر) در بخش‌های کوچکی از شمال غرب، غرب و شرق منطقه مورد مطالعه است. این میزان از بارش ۳/۶۴ درصد از پهنه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه ۶۶/۸۷ درصد) با میانگین روزانه بارش ۱ تا ۲ میلی‌متر

(نگاره ۳ - د) با شیبی تقریباً ملایم کاهش یافته است. میزان آماره t مشاهده شده (t_0) در سه فصل (پاییز، زمستان و بهار) کوچکتر از آماره t بحرانی (t_c) است؛ در نتیجه شواهد کافی برای رد کردن فرض صفر (فقدان روند) وجود ندارد. در فصل بهار روند فراوانی فعالیت کم فشار دریای سرخ ایستا است. در فصل تابستان (نگاره ۳ - ج) شیب کاهش شدید و معنی‌دار می‌توان مشاهده نمود. این روند کاهش در فصل‌های یاد شده موجبات شکل‌گیری روند کاهش در مقادیر سالانه را مهیا کرده است. بدیهی است که نقش روند کاهش در فصل تابستان بسیار مؤثرتر از فصل‌های دیگر است.

۳-۱- توزیع مکانی مقدار بارش

نقشه‌های ارائه شده در نگاره ۴ توزیع مکانی مقدار بارش روزانه را طی دوره آماری مورد مطالعه (نگاره ۴ - الف) و



نگاره ۴: الف) میانگین روزانه بارش طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۹، ب) میانگین روزانه بارش طی زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ، ج) میزان ناهنجاری را در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ

جدول ۲: درصد مساحت تحت پوشش میانگین روزانه بارش طی دوره ی آماری مورد مطالعه و زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ و ناهنجاری آن

مساحت (درصد)	طبقات	
۲۹/۵۸ ۶۶/۷۸ ۳/۶۴	کمتر از ۱ میلی متر بارش بین ۱ تا ۲ میلی متر بیشتر از ۲ میلی متر	میانگین بارش روزانه طی دوره ی اماری ۲۰۱۶-۱۹۷۹
۲۴/۲۸ ۷۰/۸۸ ۴/۸۴	کمتر از ۱ میلی متر بارش بین ۱ تا ۲ میلی متر بیشتر از ۲ میلی متر	میانگین روزانه بارش در زمان فعالیت کم فشار سرخ
۰/۷۴ ۶/۸۷ ۲۶/۰۳ ۳۷/۹۷ ۲۲/۰۳ ۶/۳۶	کمتر از ۰/۴ - بزرگتر مساوی ۰/۴ - تا کمتر از ۰/۲ - بزرگتر مساوی ۰/۲ - تا کمتر از ۰ بزرگتر مساوی ۰ تا کمتر از ۰/۲ بزرگتر مساوی ۰/۲ تا کمتر از ۰/۴ بزرگتر از ۰/۴	میزان ناهنجاری

غربی اشاره کرد (علیچانی، ۱۳۱۵: ۱۲۵). بارش در این منطقه به سازوکارهای بارش کوهستانی و روابط بین ناهمواری و سامانه های بارشی وابسته است. یکی از سامانه های مؤثر در وقوع بارش های این محدوده سامانه ی کم فشار دریای سرخ است. به طوری که رشته کوه های زاگرس به مثابه ی مانعی طبیعی در مسیر ورود این سامانه قرار می گیرد و با تقویت حرکات صعودی هوا شرایط مناسب ترمودینامیکی برای رشد و تقویت ابرهای همرفتی بر سطح ناهمواری های این منطقه را فراهم می کند و در نهایت بخش عمده ای از رطوبت فرارفت شده از سمت منطقه ی سودان و دریاهای نزدیک آن را به شکل بارش در محدوده ی ناهمواری های زاگرس تخلیه می کند (کیانی و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۹). همچنین فاروقی و دیگران (۱۳۹۷: ۱۱۸۱) معتقدند که بیشترین میزان بارش در این مناطق زمانی اتفاق می افتد که، سامانه های مدیترانه ای و سودانی ادغام شوند.

نگاره ۴- ب، میانگین روزانه بارش را در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ نشان می دهد. در این نگاره نیز مشابه نگاره ۴- الف کمینه ی بارش (کمتر از ۱ میلی متر) با ۲۴/۲۸

مشخص می شود. وجود رشته کوه های زاگرس در این محدوده با گستره ی شمال غرب- جنوب شرق خود در مسیر جریان های مداری قرار دارند و می تواند آن ها را تحت تأثیر قرار دهد. رشته کوه های این پهنه با بیشینه ی ارتفاع خود که با طیف های رنگی مختلف نشان داده شده است (نگاره ۲- ب) تأثیر بسزایی در سامانه های ورودی به این پهنه را دارند (ستوده و دیگران، ۱۳۹۷: ۶۵۰؛ رضیعی و عزیز، ۱۳۸۷: ۱۰۲).

نقش ناهمواری در آرایش و سوگیری بارش های این قسمت در نگاره ۲- ب به وضوح دیده می شود. ارتفاعات زاگرس واقع در منطقه مورد مطالعه اثر زیادی بر وقوع بارش های غرب ایران داشته و موجب شیو شدید بارش در این نواحی شده است (مظفری و شفیع، ۱۳۹۵: ۷۷؛ جهان بخش اصل و ذوالفقاری، ۱۳۸۰: ۲۳۵؛ حسینی دولت قلعه، ۱۳۹۰: ۴). بیشترین مقدار بارندگی در محل ورود بادهای غربی به داخل کشور و در دامنه بادگیر موانع کوهستانی قرار دارد. با این وجود عامل افزایش بارندگی در این مناطق تنها کوه نمی تواند باشد و باید در جست و جوی عوامل دیگری بود که از بین آن ها می توان به مسیر چرخندهای مدیترانه و بادهای

ناهنجاری ۶/۳۶ درصد (جدول ۲) است. بنابراین می‌توان استنباط کرد که عمده بارش این محدوده از منشأ دریای سرخ حاصل می‌شود. به نظر می‌رسد وجود رشته کوه‌های زاگرس با ارتفاع ۲۵۰۰-۱۵۰۰ متر (نگاره ۲-ب) تأثیر مهمی در بارش‌های این پهنه داشته است. این رشته کوه‌ها با ایجاد مانع در مسیر حرکت سامانه‌های بارشی ورودی از غرب و جنوب‌غرب می‌تواند در سازو کار سامانه‌ها مؤثر باشد. زبانه کم‌فشار دریای سرخ و یا حرکت کم‌بسامد آن با این رشته کوه‌ها برخورد می‌کند؛ در نتیجه بخش زیادی از رطوبت این سامانه در دامنه رو به باد این کوه‌ها ریزش می‌کند (محمدی و لشکری، ۱۳۹۷: ۱۸). همچنین با افزایش ارتفاع به دلیل کاهش دما و رسیدن به نقطه‌ی شبنم میزان بارش افزایش می‌یابد (جعفرپور، ۱۳۸۱: ۲۴). به نظر می‌رسد که با بالا رفتن عرض جغرافیایی نیز میزان بارندگی این مناطق افزایش یافته است (رضیعی و عزیزی، ۱۳۸۷: ۱۰۴).

میزان ناهنجاری منفی (کمتر از ۰/۴- میلی‌متر)، به معنی نواحی که از بارش‌های حاصل از کم‌فشار دریای سرخ متأثر نمی‌شوند، به صورت نواحی پراکنده در بخش‌هایی از استان‌های خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد (۰/۷۴ درصد از مساحت ناحیه) مشاهده می‌شود. این ویژگی بر این واقعیت دلالت دارد که بارش توأم با فعالیت کم‌فشار دریای سرخ کم‌تر از کل بارش بوده است و قسمت عمده‌ی بارش این مناطق از منشأهای دیگری نیز تأمین می‌شود.

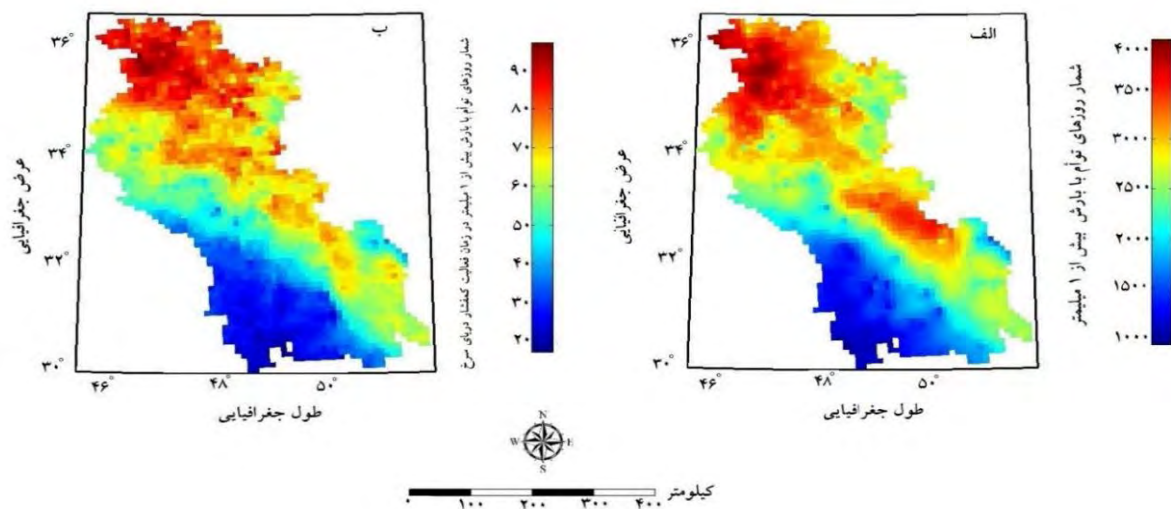
۳-۲- شمار روزهای بارانی

نگاره ۵ توزیع مکانی فراوانی روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی‌متر (نگاره ۵-الف) را طی کل دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۷۹) و فراوانی روزهای مذکور را به هنگام فعالیت کم‌فشار دریای سرخ (نگاره ۵-ب) در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داده است. این نقشه نشان می‌دهد که طی دوره آماری مورد بررسی (۱۶۸۰۱ روز) روزهای توأم با بارش بیش از ۱ میلی‌متر در نواحی مختلف از ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ روز در نوسان است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود،

درصد از مساحت (جدول ۲) منطقه‌ی مورد مطالعه همچنان در قسمت جنوب و جنوب‌غرب است. این خود نشانگر تأثیر نسبی کمتر کم‌فشار دریای سرخ در این محدوده است. بیشینه‌ی میانگین روزانه‌ی بارش (بیشتر از ۲ میلی‌متر) در بخش‌های غربی، شمال‌غربی و شرقی محدوده‌ی مورد مطالعه است. حدود ۷۰/۸۸ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه بارشی بین ۱ تا ۲ میلی‌متر را پوشش می‌دهد. در مقایسه با نگاره ۴-الف بیشینه‌ی میانگین بارش گستره‌ی بیشتری (۴/۸۴ درصد، جدول ۲) را در بر گرفته هم‌زمان با فعال شدن کم‌فشار دریای سرخ بارش در این بخش از ناحیه‌ی مورد مطالعه افزایش یافته است.

لشکری (۱۳۷۵: ۵۰۴) و کیانی (۱۳۹۱: ۳۷) وقوع این بارش‌ها را در غرب منطقه مورد مطالعه نتیجه‌ی تقویت و تشدید مراکز کم‌فشار مونسونی سودان و منطقه‌ی همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن‌ها به سامانه‌ی دینامیکی و ترمودینامیکی می‌دانند. به عبارت دیگر چنانچه فرارفت تاوایی نسبی مثبت در شرق دریای مدیترانه یا شمال دریای سرخ صورت گیرد، ناوهای فشاری دریای سرخ به سوی شرق دریای مدیترانه حرکت می‌کند و سامانه آب و هوایی که شکل می‌گیرد غرب و شمال‌غرب ایران را متأثر می‌نماید. چنانچه فرارفت تاوایی نسبی مثبت در شمال‌شرق دریای سرخ صورت گیرد، سلول‌های کم‌فشار کوچکی از ناوهای فشاری دریای سرخ جدا شده و به سوی شمال‌شرق حرکت می‌کند؛ غرب و جنوب‌غرب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین، پژوهش‌های مختلف (نظیر انصاری، ۱۳۸۲: ۲۰۴؛ محمدی و لشکری، ۱۳۹۱: ۳۸۳)، حاکی از نقش سامانه کم‌فشار سودانی به عنوان مهم‌ترین عامل بارش‌های این بخش است.

نگاره ۴-ج ناهنجاری حاصل از تفاضل میانگین بارش روزانه طی دوره آماری مورد مطالعه از میانگین بارش روزانه هم‌زمان با فعالیت کم‌فشار دریای سرخ را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در قسمت‌های شمالی و شمال‌شرق منطقه‌ی مورد مطالعه میزان ناهنجاری مثبت (بیشتر از ۰/۴ میلی‌متر) بوده است. درصد مساحت تحت پوشش این میزان



نگاره ۵: الف) شمار روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر طی دوره آماری ۱۹۷۹-۲۰۱۶، ب) شمار روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر طی زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ

های غربی را ناچار به صعود می کند و در نهایت موجب افزایش تعداد روزهای بارانی در این بخش از ناحیه مورد مطالعه می شود (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۲۹).

نگاره ۵ - ب فراوانی روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر در دوره فعالیت کم فشار دریای سرخ است. با توجه به این نگاره می توان استنباط نمود که، هسته ی بیشینه ی شمار روزهای بارشی (۷۰ تا بیش از ۹۰ روز) زمانی که کم فشار دریای سرخ فعال است، در شمال و شمال غرب محدوده ی مورد مطالعه (کردستان، کرمانشاه، همدان) شکل گرفته همچنین نوار باریکی از استان های لرستان و بخش اندکی از استان چهارمحال و بختیاری دومین هسته آن در منطقه را تشکیل می دهد. نکته ی قابل توجه اینکه بیشینه ی شمار روزهای بارشی در زمان فعالیت این سامانه در امتداد رشته کوه های زاگرس است. این محدوده حدود ۳۳/۵۳ درصد (جدول ۳) مساحت کل را به خود اختصاص داده است. به طوری که لشکری در مطالعات خود (۱۳۳۱: ۱۳۳)، (لشکری، ۱۳۸۲: ۱-۱۸) ضمن بررسی ساز و کار تکوین، تقویت و توسعه ی مرکز کم فشار سودان - دریای سرخ، نقش این سامانه را بر روی بارش های این مناطق مطالعه نموده است.

کمینه ی (۱۵۰۰-۱۰۰۰ روز) آن در جنوب و جنوب غرب ۱۲/۴۹ درصد (جدول ۳) از پهنه را شامل می شود. بیشینه ی آن (۴۰۰۰-۲۵۰۰ روز) در قسمت های شمال، شمال غرب، غرب و شرقی منطقه ی مورد بررسی است که ۶۱/۱۱ درصد (جدول ۳) از مساحت منطقه ی مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. بیشینه ی بیش از ۳۵۰۰ روز مربوط به استان کردستان است که مسعودیان (۱۳۸۱: ۸۷) این استان را در ناحیه ای با عنوان زاگرس شمالی، جزء نواحی نیمه پربارش ایران طبقه بندی می کند.

ناحیه نیمه پربارش که در بخش های زاگرس جای گرفته و به وسیله ارتفاعات اصلی زاگرس از بخش های شرقی (شامل استان های زنجان و همدان) جدا شده است (رضیعی و عزیز، ۱۳۸۶: ۶). در واقع به نظر می رسد که بیشینه ی بارش در این محدوده به دلیل گذر توده هواهای مختلفی است؛ زیرا بیش از ۷۳ درصد از عوامل توأم با بارش ایران به ویژه در شمال غرب، غرب و جنوب غرب ایران، سامانه های همدیدی (چرخندها و موج های کوتاه) هستند که به همراه موج بادهای غربی از مدیترانه وارد کشور می شوند (علیچانی، ۱۳۸۵: ۱۳) و وجود توده کوهستانی زاگرس، جریان -

جدول ۳: شمار روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر طی دوره آماری مورد مطالعه و زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ

مساحت (به درصد)	طبقات	
۰/۰۹	کمتر از ۱۰۰۰	شمار روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۷۹)
۱۲/۴۰	بزرگتر مساوی ۱۰۰۰ تا کمتر از ۱۵۰۰	
۱۰/۶۹	بزرگتر مساوی ۱۵۰۰ تا کمتر از ۲۰۰۰	
۱۵/۷۱	بزرگتر مساوی ۲۰۰۰ تا کمتر از ۲۵۰۰	
۳۱/۰۲	بزرگتر مساوی ۲۵۰۰ تا کمتر از ۳۰۰۰	
۲۱/۶۱	بزرگتر مساوی ۳۰۰۰ تا کمتر از ۳۵۰۰	
۸/۴۳	بزرگتر مساوی ۳۵۰۰ تا کمتر از ۴۰۰۰	
۰/۰۵	بزرگتر از ۴۰۰۰	
۰/۱۶	کمتر از ۲۰	شمار روزهای توأم با بارش بیش از یک میلی متر در دوره فعالیت کم فشار دریای سرخ
۱۳/۲۰	بزرگتر مساوی ۲۰ تا کمتر از ۳۰	
۱۱/۶۵	بزرگتر مساوی ۳۰ تا کمتر از ۴۰	
۱۰/۹۵	بزرگتر مساوی ۴۰ تا کمتر از ۵۰	
۱۶/۲۶	بزرگتر مساوی ۵۰ تا کمتر از ۶۰	
۱۴/۲۵	بزرگتر مساوی ۶۰ تا کمتر از ۷۰	
۱۷/۸۷	بزرگتر مساوی ۷۰ تا کمتر از ۸۰	
۱۳/۵۵	بزرگتر مساوی ۸۰ تا کمتر از ۹۰	
۲/۱۱	بزرگتر از ۹۰	

۴- نتیجه گیری

در مطالعه حاضر تلاش شد که تغییرات مقدار و فراوانی بارش روزانه غرب و جنوب غرب ایران طی دوره آماری (۱۹۷۹-۲۰۱۶) بررسی و تحلیل شود. نتایج نشان داد که میانگین بارش روزانه برای کل دوره آماری مورد مطالعه بین ۰ تا ۲/۵ میلی متر در نوسان بوده است. به این صورت که کمینه میانگین بارش (کمتر از ۱ میلی متر) در بخش‌هایی از جنوب، جنوب غرب و شمال شرق ناحیه است که ۲۹/۵۸ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. همچنین بیشینه آن (بیشتر از ۲ میلی متر) در بخش‌هایی از شمال غرب، غرب و شرق منطقه مورد مطالعه (۳/۶۴ درصد مساحت پهنه مورد مطالعه) است. نتایج نشان داد که توزیع مکانی بارش‌های این پهنه از محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر ناهمواری‌ها، آرایش آن‌ها و همچنین سامانه‌های همدید است. تأیید این ادعا با آرایش بیشینه میانگین بارش روزانه با تبعیت از توپوگرافی منطقه مشخص می‌شود

وی بر این باور است که هیچ سامانه مدیترانه‌ای به تنهایی نمی‌تواند بارش‌های سنگینی را در این مناطق تولید کند؛ مگر آن‌که با سامانه سودانی ادغام شود. ریزش باران در این مناطق زمانی اتفاق می‌افتد که، تراف دریای سرخ عمیق شده و پرفشاری بر روی دریای عرب (پرفشار عربستان) مستقر شود. بنابراین عمده منبع رطوبتی بارش‌های سنگین این مناطق دریا‌های جنوبی (عمان، خلیج فارس، دریای سرخ) بوده و در زمان شدت گرفتن جریانات جنوبی میزان بارش‌ها افزایش یافته و بارش‌های فراگیری اتفاق می‌افتد (دوستان و دریکوند، ۱۳۹۲: ۷). کمینه‌ی شمار روزهای بارشی (کمتر از ۲۰ تا ۳۰ روز) در بخش‌هایی از جنوب و جنوب غرب مشاهده می‌شود. این مناطق منطبق بر بخش‌های جلگه‌ای است که، ۱۳/۳۵ درصد از مساحت پهنه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که اثرات بارشی فعالیت کم فشار دریای سرخ در این مناطق نسبت به سایر نقاط کمتر است.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

واکاوی مقدار و فراوانی بارش روزانه غرب - جنوب غرب ایران در رابطه با ... / ۱۶۳

زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ، طی دوره آماری مورد مطالعه) نیز در قسمت های جنوب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه با درصد مساحت های متفاوت متمرکز شده است. توضیح این که شمار روزهای بارانی کم در کل دوره آماری ۱۲/۴۹ درصد از مساحت پهنه مورد مطالعه را پوشش می دهد؛ ولی در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ فراوانی روزهای بارشی (۳۰-۲۰ روز) به ۱۳/۳۵ درصد افزایش یافته است. این مناطق منطبق بر جلگه‌ی خوزستان می باشند؛ اما بیشینه فراوانی ها هم در شمار و هم درصد مساحتی که پوشش می دهند متفاوت است.

۵- منابع و مآخذ

- ۱- انصاری، سپهدار، (۱۳۸۲). بررسی سینوپتیکی سیستم های سیلزا در حوضه های آبریز کهگیلویه و بویر احمد، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش اقلیم شناسی و برنامه ریزی محیطی، استاد راهنما، علیجانی، بهلول؛ دانشگاه تربیت معلم، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- ۲- براتی، محمد، (۱۳۸۹). بررسی همدید کنش های چرخندی بر روی ایران در سال ۱۳۷۲، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش اقلیم شناسی، استادان راهنما، موحدی، سعید، مسعودیان، سید ابوالفضل؛ دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- ۳- بیات، سلیقه، اکبری؛ علی، محمد، مهری، (۱۳۹۶). اقلیم شناسی سیکلون های بارانزای زمستانه ی ایران، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۲.
- ۴- پرک، روشنی، علیجانی؛ فاطمه، احمد، بهلول، (۱۳۹۴). واکاوی همیدی سامانه کم فشار سودانی در رخداد ترسالی ها و خشکسالی های نیمه جنوبی ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پانزدهم، صص ۷۵-۹۰.
- ۵- پورآتشی، مرادی، فتاحی؛ محبوبه، محمد، ابراهیم، (۱۳۹۷). بررسی اثر تغییر دما و باد در سامانه های کم فشار جنوبی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۷، صص ۲۴۱-۲۲۳.

(جهانبخش اصل و دیگران، ۱۳۹۹: ۱۰۳). همچنین نتایج حاصل از تحلیل و تفسیر نقشه ی میانگین روزانه بارش در زمان فعالیت کم فشار دریای سرخ نشان داد که، کمینه ی بارش (کمتر از ۱ میلی متر) در قسمت جنوب و جنوب غرب است که ۲۴/۲۸ درصد از مساحت منطقه ی مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. این خود نشانگر فعالیت کمتر کم فشار دریای سرخ در این محدوده است. همچنین، بیشینه ی میانگین روزانه ی بارش (بیشتر از ۲ میلی متر) در بخش های غربی، شمال غربی و شرقی محدوده ی مورد مطالعه است. تفاوت بین مراکز بیشینه و کمینه به دلیل اختلاف عرض جغرافیایی قابل توجه بین شمال تا جنوب منطقه، توپوگرافی متعارض و ناهمگون بخش های مختلف، به عبارتی دیگر وجود رشته کوه های زاگرس است که باعث به وجود آمدن دو ناحیه ی بارشی متفاوت در محدوده ی مورد مطالعه شده است (صاری صراف و حاتمیان، ۱۳۸۷: ۵۶؛ رضی و عزیزی، ۱۳۸۷: ۱۰۷؛ ستوده و دیگران، ۱۳۹۷: ۶۵۰؛ جهانبخش اصل و دیگران، ۱۳۹۹: ۱۰۳). نکته ای که برای تأیید این ادعا وجود دارد این است که، کمینه ی بارش طی فعالیت دریای سرخ منطبق بر قسمت اعظمی از استان خوزستان و بخش های جنوبی استان ایلام است که با توجه به نقشه ی توپوگرافی (نگاره ۲- ب) که در متن آمده است، این مناطق عاری از ارتفاعات می باشند. ناهنجاری حاصل از تفاضل بارش سالانه و بارش هم زمان با فعالیت کم فشار دریای سرخ نشان داد در قسمت های شمالی و شمال شرق منطقه ی مورد مطالعه میزان ناهنجاری مثبت (بیشتر از ۰/۴ میلی متر) بوده است. درصد مساحت تحت پوشش این میزان ناهنجاری ۶/۳۶ درصد است. همچنین کمترین میزان ناهنجاری (کمتر از ۰/۴ میلی متر) به صورت نواحی پراکنده در بخش هایی از استان های خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد (۰/۷۴ درصد از مساحت ناحیه) مشاهده می شود. بنابراین بارش توأم با فعالیت کم فشار دریای سرخ، کم تر از بارش کل است. بخش عمده ای از بارندگی این مناطق از منشأیی غیر از دریای سرخ تأمین می شود. کمینه شمار روزهای بارانی در طی دو دوره (در

- ۶- جعفرپور، ابراهیم، (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، صص ۳۷۲.
- ۷- جهانبخش اصل، ذوالفقاری؛ سعید، حسن، (۱۳۸۱). بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱-۴، دوره ۱۷-۱۶، صص. ۲۳۴-۲۵۸.
- ۸- جهانبخش اصل، ساری صراف، عساکره، شیرمحمدی؛ سعید، بهروز، حسین، سهیلا، (۱۳۹۹). واکاوی تغییرات زمانی- مکانی بارش‌های بحرانی (فرین بالا) در غرب ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۶۵، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۱، صص ۱۰۶-۸۹.
- ۹- حسینی دولت‌قلعه، حسین، (۱۳۹۱). نگرشی بر الگوهای همدیدی مولد بارش‌های سنگین استان کردستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، صلاحی، برومند، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی.
- ۱۰- حیدری، خوش‌اخلاق؛ محمدامین، فرامرزی، (۱۳۹۷). واکاوی اثر گرمایش جهانی بر منطقه کم‌فشار سودان - دریای سرخ و ارتباط آن بر بارش‌های جنوب غرب ایران، شماره ۲، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، صص ۹۱-۱۱۲.
- ۱۱- دوستان، دریکوند؛ رضا، محمد، (۱۳۹۲). تحلیل سینوپتیکی بارندگی‌های سنگین و فراگیر غرب ایران، دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، صص ۱-۹.
- ۱۲- رسولی، بابائیان، قائمی، زواررضا؛ علی اکبر، ایمان، هوشنگ، پیمان، (۱۳۹۷). تحلیل سرهای زمانی فشار مراکز الگوهای سینوپتیکی مؤثر بر بارش‌های فصلی ایران، شماره ۲۷، جغرافیا و توسعه، صص ۷۷-۸۸.
- ۱۳- رضیئی، عزیزی؛ طیب، قاسم، (۱۳۸۷). بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران، شماره ۶۵، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، صص ۱۰۸-۹۳.
- ۱۴- ساری صراف، حاتمیان؛ بهروز، کیوان، (۱۳۸۷). تعیین عوامل مؤثر در ناحیه‌بندی بارش‌های غرب ایران، شماره ۱، فصلنامه جغرافیای طبیعی، صص ۷۰-۵۵.
- ۱۵- ستوده، علیجانی، سلیقه، اکبری؛ فاطمه، بهلول، محمد، مهربی، (۱۳۹۷). اثر کوه‌های زاگرس بر چرخندهای بارش-زای ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۴، دوره ۵۰، صص ۶۵۳-۶۳۹.
- ۱۶- عساکره، حسین، (۱۳۸۷). کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش مطالعه موردی: میان‌یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین، شماره ۱۲، جغرافیا و توسعه، صص ۴۲-۲۵.
- ۱۷- عساکره، قائمی، رضایی؛ حسین، هوشنگ، شیما، سرخ، شماره ۲۱، مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان، سال ششم، صص ۸۹-۷۷.
- ۱۸- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱). شناسایی تیپ‌های هوای باران‌آور شهر تهران بر اساس محاسبه چرخندگی، شماره ۶۴ و ۶۳، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، صص ۱۳۲-۱۱۴.
- ۱۹- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ دوم، صص ۲۵۸.
- ۲۰- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۵). آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، تهران.
- ۲۱- غیور، مسعودیان، آزادی، نوری؛ حسنعلی، سید ابوالفضل، مجید، حمید، (۱۳۹۲). تحلیل زمانی و مکانی رویدادهای بارشی سواحل جنوبی خزر، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، (۲۵) ۱۰۰: ۱-۳۰.
- ۲۲- فاروقی، زرین، مفیدی؛ آیدا، آذر، عباس، (۱۳۹۷). بررسی بارش حاصل از سامانه‌های کم‌فشار عبوری از جنوب غرب آسیا (فصل زمستان ۲۰۱۴-۲۰۱۰)، دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی، صص ۱۱۷۷-۱۱۸۲.
- ۲۳- فنودی، امیدوار، مزیدی؛ محسن، کمال، احمد، (۱۳۹۶). واکاوی تأثیر سامانه کم‌فشار سودانی بر بارش‌های رگباری ناحیه کوهپایه‌ای داخلی ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۳۵، صص ۷۴-۶۱.
- ۲۴- قائدی، موحدی، مسعودیان، رحیمی؛ سهراب، سعید، سید ابوالفضل، داریوش، (۱۳۹۰). تأثیر فرود دریای سرخ بر بارش ایران. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۱، صص ۷۸-۶۳.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

واکاوی مقدار و فراوانی بارش روزانه‌ی غرب - جنوب غرب ایران در رابطه با ... / ۱۶۵

در منطقه‌ی جنوب غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره‌ی ۵۱، شماره ۲، صص ۳۸۷-۳۷۳.

۳۴- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۸). نواحی بارشی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص ۹۱-۷۹.

۳۵- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۹۰). آب و هوای ایران، چاپ اول، مشهد، انتشارات شریعه توس.

۳۶- مسعودیان، رعیت پیشه، کیخسروی کیانی؛ سید ابوالفضل، فاطمه، محمد صادق، (۱۳۹۳). معرفی و مقایسه‌ی پایگاه داده‌ی بارشی TRMM3B43 و پایگاه داده‌ی بارش اسفزاری، مجله ژئوفیزیک ایران. شماره ۴. صص ۳۱-۱۵.

۳۷- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۹۸). گزارش بارش‌های اسفند ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ حوضه‌های سیل زده ایران، هیأت ویژه گزارش ملی سیلاب. کارگروه اقلیم‌شناسی و هواشناسی. منتشر نشده.

۳۸- مظفری، شفیعی؛ غلامعلی، شهاب، (۱۳۹۵). واکاوی زمانی - مکانی بارش‌های حدی مناطق غربی ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۵۲، صص ۹۴-۷۷.

۳۹- مفیدی، عباس، (۱۳۸۳). اقلیم‌شناسی بارش‌های سیل‌زا با منطقه دریای سرخ در خاورمیانه. تحقیقات جغرافیایی. شماره ۱۹. صص ۹۱-۷۳.

۴۰- مفیدی، زرین؛ عباس، آذر، (۱۳۸۴). بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۷۷. صص ۱۳۶-۱۱۳.

۴۱- یارنال، برت، اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۵، چاپ اول دانشگاه اصفهان.

۴۲- Alpert, P., Neeman, B. U., & Shay - El, Y. (1990): Intermonthly Variability of Cyclone Tracks in the Mediterranean. Journal of Climate, 3, 1474-1478.

۴۳- Bitan, A., & Saaroni, H. (1992): the horizontal and vertical extension of the Persian gulf pressure trough. International Journal Of climatology, 12, 733-747.

۴۴- Blender, R.; K. Fraedrich, & F. Lunkeit. (1997). Identification of cyclone track regimes in the North

۲۵- کیانی، لشکری، قائمی؛ مهرداد، حسن، هوشنگ، (۱۳۹۸). واکاوی اثر رشته‌کوه‌های زاگرس بر تغییرات بارش‌های سودانی در غرب ایران، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۳۰، پیاپی ۷۵، شماره ۳، صص ۴۰-۱۷.

۲۶- گندمکار، امیر، (۱۳۹۱). مدیریت بحران وقوع سیل در شهر اصفهان با استفاده از سامانه‌های جوی، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره دوم، صص ۱۸۱۷۵-۱۸۱۶۱.

۲۷- گندمکار، خادم‌الحسینی؛ امیر، احمد، (۱۳۸۸). بررسی روند تغییرات بارش در زابل، نشریه آمایش محیط، (۲) ۶: ۶۵-۷۶.

۲۸- لشکری، حسن، (۱۳۷۵). الگوهای سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، رساله دکتری

۲۹- لشکری، حسن، (۱۳۸۲). مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مراکز کم‌فشار سودانی و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۶، صص ۱۸-۱.

۳۰- لشکری، متکان، آزادی، محمدی؛ علی اکبر، مجید، زینب، حسن، (۱۳۹۵). تحلیل هم‌دید نقش پرفشار عربستان و رودباد جنب‌حاره‌ای در کوتاه‌ترین طول دوره بارشی جنوب و جنوب غرب ایران، فصلنامه علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره ۴، صص ۵۹ - ۷۴.

۳۱- محمدی، فتاحی، شمسی‌پور، اکبری؛ حسین، ابراهیم، علی اکبر، مهری، (۱۳۹۱). تحلیل دینامیکی سامانه‌های سودانی و رخداد بارش‌های سنگین در جنوب غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال دوازدهم، شماره ۲۴، صص ۲۴-۷.

۳۲- محمدی، لشکری؛ زینب، حسن، (۱۳۹۷). نقش توپوگرافی در تشدید بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران مطالعه موردی: روز ۳ دسامبر ۲۰۱۵، فصلنامه جغرافیایی طبیعی، سال یازدهم، شماره ۴۰، صص ۳۳-۱۷.

۳۳- محمدی، لشکری؛ فهیمه، حسن، (۱۳۹۸). بررسی تغییرات بارش سامانه‌ی کم فشار سودان طی روند تاریخی

- Variability of Consecutive Dry and Wet Days in Greece, *Atmospheric Research* -01976, 1-13.
- 55- Tan, X.; Gan, T.Y.; Chen, S. & Liu, B. (2018). Modeling distributional changes in winter precipitation of Canada using Bayesian spatiotemporal quantile regression subjected to different teleconnections, *Climate Dynamics*, pp. 1-20.
- 56- Xiujing, M.; Shifeng, Z.; Yongyong, Z. & Cuicui, W. (2013). Temporal and spatial changes of temperature and precipitation in Hexi Corridor during 1955–2011, *Journal of Geographical Sciences*, 23(4): 653-667.
- 57- Yonglin, L.; Junping, Y.; Minyi, C.; Qunsheng, F.; Zhengyao, L. & Yingjie, Li. (2016). A graded index for evaluating precipitation heterogeneity in China, *Journal of Geographical Sciences*, 26(6): 673- 693.
- Atlantic. *Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society*, 123: 727–741.
- 45- Chang. E. K. M., & Y. Fu. (2002) . Interdecadal Variations in Northern Hemisphere Winter Storm Track Intensity. *Journal of Climate* 15 (6).pp 642- 658.
- 46- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J. L., Fichefet, T., Friedlingstein, P., ... & Shongwe, M. (2013). Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility. In *Climate Change 2013-The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1029-1136). Cambridge University Press.
- 47- Dayan, U., & R. Abramsky. (1983) . Heavy rain in the Middle east related to unusual jetstream properties. *Bull.Amr.Met.Soc.*, Vol 64, No.10,pp. 1138-1140.
- 48- Hewson, T. D. & Titley, H. A., (2010) . objective identification, typing and tracking of the complete life-cycles of cyclonic features at high spatial resolution, *Meteor. Appl.*, 17, 355-381.
- 49- Hoskins, B.; & K. Hodges . (2002) . New Perspectives on the Northern Hemisphere Winter Storm Tracks. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 59: 1041–1061.
- 50- Hui, F.; Jinming, H.U. & Daming, H.E. (2013). Trends in precipitation over the low latitude highlands of Yunnan, China, *Journal of Geographical Sciences*, 23(6): 1107-1122.
- 51- Jianting CHU, XIA Jun, XU Chongyu, LI Lu., & WANG Zhonggen. (2010). Spatial and temporal variability of daily precipitation in Haihe River basin, 1958–2007, Springer-Verlag, *J Geogr Sci*, 20(2): 248-260.
- 52- Kidron, G.J., & Pick, K. (2000): the limited role of localized convective storms in runoff production in the western negev desert. *Journal of hydrology*, 229, 281-289.
- 53- Lan, F.; Changhe, L.; Biao, Y. & Zhao, C. (2012). Long-term trends of precipitation in the North China Plain, *Journal of Geographical Sciences*, 22(6): 989-1001.
- 54- Nastos. P,T, Zerefos, C,S. 2009. Spatial and Temporal