مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هفتم، بهار ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۶
صفحات: ۱۷۶ - ۱۵۹

مقاله (علمی پژوهشی)

فراوانی ورود چرخندهای مدیترانه‌ای به ایران و اثر آن‌ها بر بارش‌های فراگیر

حسین عساکره*[1]، آتوسا خجسته[2]

۱*. استاد دانشگاه زنجان
۲. کارشناس ارشد آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه زنجان

چکیده

نوسان بارش در سطح کشور بحران‌های زیست- محیطی زیادی را در سال های اخیر ایجاد نموده است. در این پژوهش به‌منظور بررسی روزهای توأم با بارش فراگیر در ایران، دو گروه پایگاه داده شامل داده‌های جو بالا و داده‌های سطح زمین مورد واکاوی قرار گرفت. داده‌های جو بالا شامل؛ ارتفاع ژئوپتانسیل (متر)، فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) که برای دوره‌ی آماری ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲ (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۳) در ابعاد مکانی، ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۴۰- تا ۸۰ درجه طول شرقی از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا و پژوهش‌های جوی (NCEP\NCAR) اخذ گردید. این ابعاد به‌منظور شناسایی سیرچرخندهایی که از دریای مدیترانه به ایران انتقال‌یافته انتخاب شد. داده‌های سطح زمین، از داده‌های میان‌یابی شده‌ی بارش روزانه‌ی ۲۹۳۹ ایستگاه و ۱۹۷۲۴ روز بر روی یاخته‌هایی به ابعاد ۱۴×۱۴ کیلومتر به روش کریجینگ در طی دوره‌ی آماری به دست آمد. به‌منظور تحلیل بارش‌های فراگیر منطقه، نمایه پایه‌ی صدک ۲۵ ام برای بررسی انتخاب شد. بر اساس این صدک هرگاه ۵ درصد از ایران دارای بارش باشد به‌عنوان روز بارش فراگیر برگزیده خواهد شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که بر اساس مسیر چرخندهای انتقال‌یافته به ایران هرگاه این مسیرها با دریای سرخ و سیاه ادغام گردد بر تأثیر آن‌ها بر رخداد بارش و فراوانی آن‌ها افزوده می‌شود. در زمان رخداد بارش در نواحی غرب و شمال غرب ایران بارش‌های یکنواختی تجربه شد، درحالی‌که نواحی شرق و شمال شرق ایران تحت تأثیر سیکلون‌های کم‌توان قرار گرفت و درنتیجه رخداد بارش در این نواحی بطور چشم گیری سیر نزولی پیدا کرد.

واژگان کلیدی: چرخند، روزهای بارشی، کم‌فشار مدیترانه، ایران.

*- حسین عساکره (نویسنده مسئول) Email: asakereh@znu.ac.ir

مقدمه

اقلیم دستگاه بسیار بزرگی است که خود از اندرکنش میـان چنـدین دسـتگاه دیگـر (هوا سپهر، آب‌سپهر، یخ سپهر، سنگ‌سپهر و زیست سپهر) پدید می‌آید. اگر دریکی از این دستگاه‌ها تغییری پدید آید دیگر دستگاه‌ها به‌سرعت یا به‌آرامی خـود را بـا آن هماهنگ می‌سازند. بارش یکی از متغیرترین عناصر اقلیمی است که همواره از این دستگاه تأثیر پذیرفته است، و برآن نیز تأثیر می گذارد و مقدار آن در زمان و مکان پیوسته تغییر می‌کند. یکی از شرایط جوی که اقلیم را شکل می‌دهد و خود نیز تحت تأثیر اقلیم است، عنصر"بارش"می‌باشد (عساکره و رزمی، ۱۳۹۰). شناخت پراکنش زمانی و مکـانی بـارش، ابـزاری سودمند برای درک چگونگی پراکنش غیریکنواخت منابع آب و پوشش گیاهی در هـر منطقه است (حجازی زاده و صداقت، ۱۳۸۸). با ارائه نظریه‌ی جبهه‌ی قطبی در سال ۱۹۲۰ که تا دهه‌ی ۱۹۵۰، الگوی غالب برای تبیین چرخندهای برون حاره بوده است، شناخت پدیده‌ی چرخندزایی را به افق جدیدی وارد کرده است (جهانبخش و همکاران،۱۳۹۷). چرخندها جزو عوامل بیرونی کنترل‌کننده آب‌وهوا هستند و ورود این سامانه‌ها تابع عوامل آورنده‌ی آن‌هاست (علیجانی،۱۳۸۵). چرخندها مهم‌ترین عامل اغتشاش در منطقه برون حاره‌اند که عمدتاً با موج‌کوتاه در سطوح بالا، هستهٔ رودباد و وجود هوای گرم و مرطوب در یک‌طرف جبهه توأم هستند (کاویانی وعلیجانی، ۱۳۹۱). در هرجایی از سطح زمین که شرایط چرخندزایی به‌صورت جمعی یا فردی یافت شوند، احتمال تشکیل چرخند وجود دارد و بنابراین تمام چرخندها در منطقه قلمرو بادهای غربی، به‌ویژه در فصل زمستان تشکیل می‌شود (کاویانی، علیجانی، ۱۳۹۱).

هدف از پژوهش فوق شناسایی نحوه‌ی جریان یافتن چرخندهای مدیترانه‌ای به ایران و تأثیرگذاری این چرخندها بر بارش ایران است. سبب انتخاب این موضوع و نوآوری آن در این است که، پژوهش‌های بسیار زیادی درزمینه‌ی چرخندها، روند تغییرات و تأثیر آن‌ها در خارج از ایران صورت گرفته، ولی تعداد مطالعات بسیار ناچیزی در ایران صورت گرفته است، درحالی‌که بخشی از بارش‌های زمستانه ایران تحت تأثیر چرخندهای مدیترانه‌ای به وقوع می‌پیوندد. در سال ۱۳۶۶ دکتر علیجانی جزو اولین اشخاصی بود که در ارتباط با چرخندهای خاورمیانه و نحوه‌ی جریان یافتن آن‌ها مطالعه‌ای را انجام داد. در طی این سال‌ها تا به امروز در ایران تنها ایران نژاد و همکاران و همچنین علیزاده و همکاران مطالعه‌ای درزمینه‌ی چرخندهای مدیترانه‌ای انجام داده‌اند. پژوهش حاضر نسبت به دو پژوهش مطرح‌شده دارای تفاوت‌هایی است که عبارت‌اند از؛۱- علیزاده و همکاران به بررسی تغییرات زمانی و مکانی چرخندها پرداخته‌اند؛ در اینجا تأکید بر تغییرات فراوانی چرخندها و تأثیرات آن بر رخداد بارش‌های ایران بوده است. ۲- در پژوهش حاضر تلاش شده است تا طول دوره‌ی آماری به‌گونه‌ای انتخاب شود که نسبت به پژوهش ایران نژاد و همکاران که دوره‌ای ۴۲ ساله (۱۳۳۸ تا۱۳۸۰) را موردمطالعه قرار داده‌اند به زمان حاضر و به واقعیت نزدیک‌تر باشد.

لشکری (۱۳۸۱) در مسیریابی کم‌فشار سودانی ورودی به ایران به این نتیجه دست یافت که سامانه‌ها پس از فعال شدن به سمت شمال حرکت کرده و بعد از ورود به شرق مدیترانه با سامانه هایی که در قبرس(یا عراق) ایجاد شده است، ادغام می‌گردند. ایران نژاد و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهش خود به بررسی فراوانی سالانه مراکز چرخندی بر بارش سالانه‌ی ایران در دوره‌ی آماری ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که به‌جز مناطق جنوب شرقی، شرق و قسمتی از مرکز ایران، بقیه‌ی کشور تحت تأثیر معنی‌دار فراوانی چرخندهای(شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ)قرار گرفته و بارش سالانه تغییر می‌نماید. علیزاده و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی تغییرات زمانی

و مکانی چرخندهای قوی مدیترانه را برای دوره‌ی آماری ۱۹۸۰تا ۲۰۱۳ با بهره گیری از الگوریتم عددی موردواکاوری قرار دادند. نتایج تحقیق بیانگر آن است که با حرکت چرخندهای قوی به سمت شرق از شدت تاوایی آن‌ها کاسته می‌شود و تا مرز ایران از بین می‌روند. بررسی روندسالانه‌ی چرخند بیانگر این مسئله بوده است که فراوانی چرخندهادر غرب مدیترانه نسبت به شرق آن در حال افزایش است. حیدری و خوش اخلاق(۱۳۹۴) به بررسی اثر گرمایش جهانی بر چرخندهای مدیترانه برای ۱۹۶۰تا ۲۰۵۰ بصورت ماهانه با استفاده از مدل‌های RCMوGCM پرداخته‌اند. درمجموع نتایج پژوهش بدین شرح است: افزایش دما و فشار جو در منطقه‌ی شرق دریا در دوره‌ی ۶۵ ساله‌ی اخیر که براساس مدل‌سازی‌ها تا سال ۲۰۵۰ افزایش خواهدیافت. در ایران پژوهش‌های بسیار زیادی در ارتباط با بارش فراگیر بدون تأکید بر چرخندها صورت گرفته است در این بخش از تحقیق تنها به تعدادی از این پژوهش ها اشاره خواهد شد: الف)بررسی و تحلیل الگوی فرارفت رطوبتی بارش‌های فراگیر ایران که توسط خسروی و همکاران در سال ۱۳۹۶ انجام‌شده است. ب)تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید و فراگیر ایران در سال۱۳۹۴ به نویسندگی مصطفائی و همکاران که در نشریه‌ی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی به چاپ رسیده است . پ) علیزاده و همکاران در سال ۱۳۹۱ پژوهشی را با موضوع واکاوی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال جو هنگام رخداد بارش‌های فراگیر و غیر فراگیر در ایران به چاپ رسانده‌اند. ت) تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش‌های حدی و فراگیر در کرانه های غربی خزرکه توسط حلبیان و همکاران بررسی شده است. ث) سلیقه و همکاران در پژوهشی با بهره‌گیری از شاخص‌های NCPIو CACO به بررسی بارش‌های فراگیر پاییزه پرداخته اند.

تریگو و همکاران[1](۱۹۹۸) در پژوهش خود دریافتند مناطقی که چرخندزایی های آن‌ها حاصل از ناهمواری‌هاست از جمله خلیج جنوا، جنوب کوه‌های اطلس مهم‌ترین مکان‌ها برای رخداد رویدادهای فرین حاصل از چرخندزایی‌ها هستند. رامیس و همکاران[2](۱۹۹۸) به بررسی بارش‌های سنگین و سیلابی در روزهای ۹ و ۱۰ اکتبر۱۹۹۴ در ایالت کاتولونیای اسپانیا پرداختند. ایشان مطرح نموده‌اند که غرب مدیترانه و سیکلون‌های آن به همراه نیروی اروگرافیک منجر به رخداد بارش سیلابی در جنوب کاتولونیا شده است. اشل و همکاران[3](۲۰۰۰) با استفاده از میانگین فشار سطح دریا در نقاطی از اقیانوس اطلس شمالی، خشک‌سالی در شرق مدیترانه را با استفاده از روش‌های آماری، از ۷/۵ تا ۱۳ ماه قبل از رخداد آن پیش‌بینی کرده‌اند. لیونل و همکاران[4](۲۰۰۲) به بررسی چرخندهای مدیترانه و تأثیر آن برافزایش CO_2 با بهره‌گیری از داده‌های ERA-15 برای دوره‌ی آماری ۳۰ ساله پرداختند. این پژوهش با استفاده از دو سناریو؛ سناریوی اول: انتشار Co_2 و سناریوی دوم: CPR به واکاوی تأثیر چرخندهای مدیترانه‌ای بر افزایش CO_2 را انجام داده‌اند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود به این نتیجه دست پیدا کردندکه هنگامی‌که چرخندها قوی‌تر در نظر گرفته می‌شوند، تعداد آن‌ها در داده‌های ERA-15 به سناریوی Co_2 نسبت به سناریوی CPR نزدیک‌تر است. همچنین شدت چرخندها در سناریوی Co_2 بسیار بالاتر از CPR است. در این پژوهش هیچ نشانه‌ای از تغییر آب‌وهوا در شبیه‌سازی‌ها به چشم نمی‌خورد. زنگویل و زنگویلان[5](۲۰۰۳) مطالعه‌ی خود را با استفاده از داده‌های NCEP/NCAR انجام

[1] - Trigo.etc
[2] - Ramis.etc
[3] - Eshel.etc
[4] - Lionello.etc
[5] - Zangvil.etc

داده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که؛ عامل جو (اتمسفر) بطورمستقیم مسئول این تغییرات در توزیع بارندگی است. واکاوی صورت گرفته در این پژوهش نشان می‌دهد که سامانه‌های جوی با یکپارچگی فاز مثبت از نوسانات اقیانوس اطلس شمالی (NAO) ازیک‌طرف، با آخرین پیش‌بینی‌های IPCC از الگوهای بارش در حوزه‌ی دریای مدیترانه شرقی از طرف دیگر سازگار است. بنگتسون و همکاران[۱](۲۰۰۶) در پژوهش خود با استفاده از مدل ECHAM5و داده‌های ERA-40 به بررسی چرخندها پرداختند. براساس خروجی مدل، کانون‌های چرخندزایی را غرب مدیترانه، شرق مدیترانه و روسیه‌ی مرکزی دانسته‌اند. کمپینزو همکاران[۲](۲۰۰۶) با استفاده از داده‌های HIRLAM-INM-0/5 به بررسی جابه‌جایی چرخندهای غرب دریای مدیترانه پرداخته‌اند. کوستوپالو و جونز[۳] (۲۰۰۷) در بخش دوم مطالعه‌ی خود در رابطه با بررسی تغییرات اقلیمی در شرق مدیترانه به تأکید بر عناصر آب‌وهوایی پرداختند. نتایج نشان داد که دماهای منفی است که در گردش چرخندها مؤثر است. بدین صورت که در فصل سرد سال با تهاجم توده‌های هوای مرطوب به مدیترانه شرقی موجب افزایش دمای سطح زمین می‌گردد، در مقابل، در فصل گرم سال از مقادیر دما کاسته می‌شود. نیسن و همکاران[۴](۲۰۱۰)، تأثیر چرخندها بر شکل‌گیری بادهای قوی در منطقه‌ی مدیترانه و ارتباط آن با پیوند از دور را برای دوره‌ی آماری ۱۹۵۷-۲۰۰۲(فصل زمستان) با استفاده از داده‌هایERA_40 مورد تجزیه و تحلیل قراردادند. نتیجه‌ی این پژوهش بیان می‌دارد هیچ ارتباط خطی بین قدرت چرخند ازلحاظ لاپلاسین فشار و تأثیر آن در منطقه مدیترانه وجود ندارد. نتایج حاصل از بررسی های نوسانات اطلس شمالی نیز نشان داد که در طی فاز مثبت این نوسان تعداد بادهای شدید در سراسر حوضه دریای مدیترانه به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد، در حالی که در طی فاز منفی، تعداد آهنگ‌های باد شدید در سراسر حوضه دریای مدیترانه به شکل محسوسی کاهش یافته است. در پژوهش های خارج از ایران تحقیقاتی در زمینه مسیر حرکت چرخندها انجام شده است، که در ادامه از تعدادی از آن‌ها نام برده می‌شود: الف) بلندر و شوبرت[۵] به بررسی سیرچرخندها با رزولوشن فضایی و زمانی مختلف با بهره‌گیری از داده‌های ECHAM4 پرداخته‌اند. ب) هوسکینگ و هودگس[۶] طوفان‌های نیم‌کره‌ی شمالی را بررسی کردند. ت)تریگو و همکاران[۷] بررسی سیرچرخندها در جزیره‌ی کرت (مدیترانه‌ی شرقی)را انجام دادند. لیونلو و همکاران[۸] با بهره‌گیری از داده‌های ERA-Interim بررسی مسیر طوفان‌های مدیترانه‌ای را مورد واکاوی قرار داده‌اند. پژوهشگرانی همچون الپرت و همکاران[۹] (۱۹۹۰)، کمپینز وهمکاران[۱۰](۲۰۰۰)، فلوکاس و همکاران[۱۱] (۲۰۱۰)، تریگو و همکاران (۲۰۰۶)، پیکورنلو همکاران[۱۲] (۲۰۰۱) به تحقیقاتی در زمینه‌ی توزیع ماهانه‌ی چرخندهای مدیترانه به همراه تعداد آن‌ها و مراکز چرخندزایی در شرق و غرب مدیترانه پرداخته‌اند.

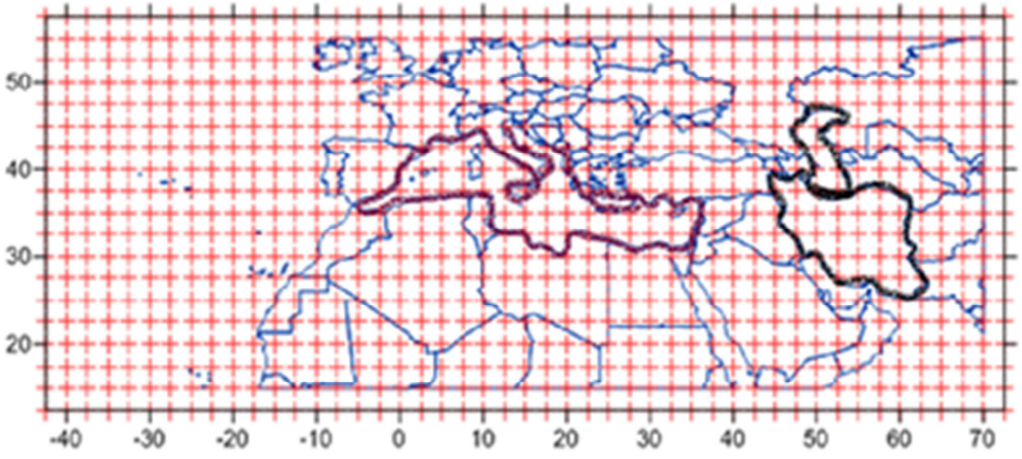
داده‌ها و روش‌ها

[1] - Bengtsson.etc
[2] - Campins.etc
[3] - Kostopoulou.etc
[4] - Nissen.etc
[5] - Blender.etc
[6] - Hoskins.etc
[7] - Trigo.etc
[8] - Lionell
[9] - Alpert.etc
[10] - Campins
[11] - Flocas.etc
[12] - Picornell.etc

در پژوهش حاضر به‌منظور دست‌یابی به نتیجه‌ی مطلوب از دو پایگاه داده بهره برده شده است که عبارتند از داده‌های جو بالا و داده‌های سطح زمین. در ذیل به بیان هریک می‌پردازیم:

الف- داده‌های جو بالا:

برای این بخش از ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) و فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) متعلق به مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا و مرکز ملی پژوهش‌های جوی NCEP/NCAR در تراز ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال با تفکیک مکانی ۲/۵ × ۲/۵ درجه قوسی و تفکیک زمانی شش‌ساعته برای دوره‌ی آماری ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲ (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۳) بهره گرفته‌شده است. در هرروز داده‌های چهار دیده‌بانی در ساعت‌های ۰۰، ۰۶، ۱۲ و ۱۸ زولو که برابر ۳/۵، ۹/۵، ۱۵/۵ و ۲۲/۵ به‌وقت‌ایران است بررسی‌شده‌اند. به سبب آنکه هدف، شناسایی چرخندهایی که از جانب دریای مدیترانه به ایران حرکت کرده و مسبب رخداد بارش گشته‌اند می باشد، درنتیجه داده‌ها در محدوده‌ی ۱۰ تا ۵۰ درجه‌ی عرض شمالی و ۴۰- تا ۸۰ درجه‌ی طول شرقی تنظیم‌شده است (شکل: ۱).



شکل ۱: شبکه‌بندی محدوده‌ی موردمطالعه

برای شناسایی چرخندها دو شرط در نظر گرفته شد:۱) ارتفاع ژئوپتانسیل مورد بررسی نسبت به هشت همسایه‌ی خود کمینه باشد؛ ۲) میانگین شیو ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی یاخته‌ی موردبررسی و هشت همسایه‌ی آن برابر یا کمتر از صد متر بر هزار کیلومتر باشد. شرط دوم تمامی چرخندهای ضعیف را حذف می‌نماید (به عبارتی تعداد زیادی از چرخندهای ضعیف گرمایی و چرخندهای گذاری را کنار می‌گذارد). به عبارت دیگر این شرط به سود چرخندهای ایستا (خواه دینامیکی و خواه گرمایی) هست. به‌این‌ترتیب برای هر یک از دیدبانی‌ها (سال، ماه، روز و ساعت دیده‌بانی) طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع ژئوپتانسیل، میانگین منطقه‌ای شیو ارتفاع ژئوپتانسیل مراکز چرخندی (مراکز کمینه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل) به دست آمد.(لازم به ذکر است که برای هرسال، در سال‌های نرمال ۱۴۶۰و در سال‌های کبیسه ۱۴۶۴ دیده‌بانی به تفکیک روز، ماه و ساعت دیده‌بانی حاصل گردید). این پایگاه داده که ویژگی مراکز چرخندی را در خود دارد اساس واکاوی‌های بعدی چرخندها قرار گرفت.(مسعودیان، ۱۳۹۱: ۲۵)

برای محاسبه‌ی شیو منطقه‌ای ارتفاع ژئوپتانسیل مقدار شیو در مرکز کمینه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل و هشت همسایه‌ی آن به کمک رابطه‌ی(۱و۲) محاسبه شد:

$$\nabla z = \frac{\partial z}{\partial x}\hat{\imath} + \frac{\partial z}{\partial y}\hat{\jmath} \quad (۱)$$

$$|\nabla z| = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad (۲)$$

به‌این‌ترتیب میانگین وزنی این ۹ شیو به‌عنوان شیو منطقه‌ای منظور شد. برای محاسبه‌ی شیو منطقه‌ای میانگین کسینوس مدار گذرنده از شمال و جنوب هر یاخته را به‌عنوان وزن هر یاخته لحاظ می‌کنند. درنتیجه میانگین منطقه‌ای شیو ارتفاع ژئوپتانسیل از طریق رابطه (۳و۴) محاسبه می‌گردد.

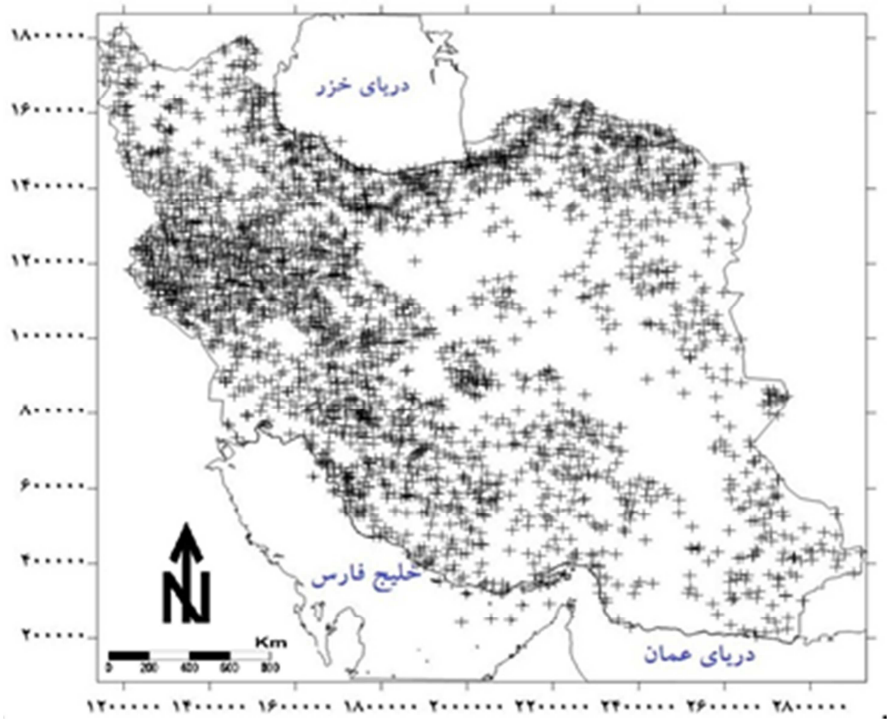
$$MRGPG = \frac{1}{\sum_{i=1}^{9} w_i} \sum_{i=1}^{9} w_i \, |\nabla z|_i \quad (۳)$$

$$w_i = \frac{1}{2}(\cos \emptyset_n + \emptyset_s) \quad (۴)$$

Φ_n عرض جغرافیایی مدار گذرنده از شمال یاخته‌ی هدف و Φ_s عرض جغرافیایی مدار گذرنده از جنوب یاخته‌ی هدف است. $|\nabla Z|_i$ مقدار شیو ارتفاع ژئوپتانسیل یاخته‌ی i ام درون پنجره‌ی کرنل ۳ × ۳ است.

ب- داده‌های محیطی:

در این بخش از داده‌های میان‌یابی شده بارش با به‌کارگیری ۲۹۳۹ ایستگاه استفاده شد. این داده‌ها از ابتدای سال ۱۳۳۸ تا انتهای سال ۱۳۹۲ (۱۹۶۰ تا ۲۰۱۳) با بهره‌گیری از روش کریجینگ به‌عنوان روش بهینه میان‌یابی به‌دست‌آمده‌اند. تفکیک مکانی داده‌ها ۱۴×۱۴ کیلومتر است که در سامانه تصویر مخروطی نگاشته شده‌اند و سراسر ایران با ۸۲۸۹ پیکسل پوشیده می‌شود. درنتیجه داده‌ها در ابعاد ۸۲۸۹ × ۱۹۷۲۴ که زمان‌بر روی سطرها و مکان بر روی ستون‌ها قرار دارد جای گرفته‌اند. فرایند میان‌یابی داده‌ها با استفاده از زبان برنامه‌نویسی متلب انجام‌شده است (شکل۲).



شکل ۲: پراکنش ایستگاه‌های به‌کار رفته در تهیه‌ی پایگاه داده‌های میان‌یابی

این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد گردشی به محیطی، به استخراج روزهای توأم با بارش فراگیر بر اساس چرخندهای انتقالی به ایران پرداخته است. به‌منظور دست‌یابی به اهداف پژوهش؛ در ابتدا به استخراج مسیر چرخندهای وارد و خارج‌شده از مدیترانه به ایران پرداخته‌شده است. پس از حصول مسیرهای چرخندی، این مسیرها تبدیل به تاریخ گشت (تاریخ آغاز و پایان) و با در دست داشتن تاریخ، هریک از مسیرها بررسی شد که چگونه هر چرخند در طول زمان عبور در روزهای متفاوت بر ایران تأثیرگذار بوده است. در ادامه به استخراج مقادیر فشار هسته‌ی مرکزی در هر یک از روزهای متأثر پرداخته شد. در مرحله دوم به تعیین روزهای بارشی و پهنه‌ی تحت پوشش آن‌ها اقدام گردید. برای تعیین هریک از این موارد روش‌ها و معیارهای متفاوتی توسط محققان مختلف مطرح گشته است که در پژوهش حاضر روزی به‌عنوان روز بارشی برگزیده‌شده است که دارای بارش یک میلی‌متر یا بیشتر باشد. این آستانه پیش‌تر نیز به‌وسیله برخی محققان مورداستفاده قرارگرفته است. برای مثال رجوع شود به عزیزی و علیزاده (۱۳۹۳). پهنه‌ی تحت پوشش با بهره‌گیری از شاخص صدک‌ها انتخاب گردید. ازاین‌رو صدک ۲۵ به‌عنوان صدک مطلوب مورداستفاده قرار گرفت این صدک بدین سبب انتخاب گردید که برای مطالعه‌ی فراگیر بودن بارش می‌بایست یک‌چهارم پایین داده‌ها (حد پایین) حذف می‌گردید. بر اساس این شاخص پهنه‌ای که بیش از ۵ درصد مساحت ایران بارش داشته باشد روز بارشی در نظر گرفته می‌شود. براین اساس ۲۰۴۲ روز بارشی در طی این مرحله برای محاسبه‌ی مشخصات توصیفی داده‌ها همچون؛ میانگین حسابی، انحراف معیار، ضریب تغییرات و صدم‌ها به منظور ارائه‌ی تصویری واضح‌تر و روشن‌تر از بارش فراگیر ایران در نظر گرفته شده است.

نتایج و بحث

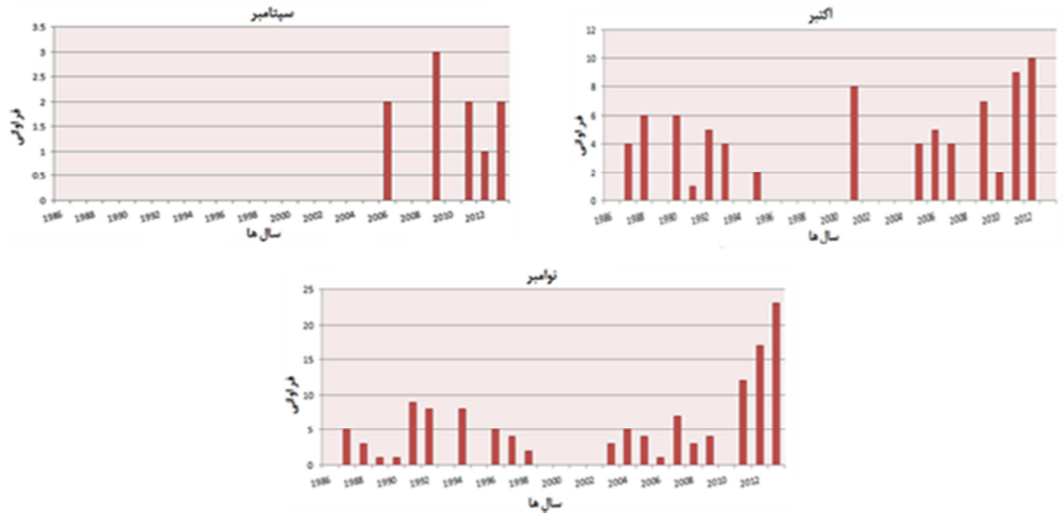
به سبب آن که ایران در مسیر چرخندهای خاورمیانه قرار دارد و نقش دریای مدیترانه در رخداد ریزش‌های جوی در خور توجه است، در پژوهش حاضر پس از حصول سیر سامانه‌های چرخندی انتقال‌یافته به ایران، به بررسی فراوانی رخداد بارش در ایران در طول دوره‌ی آماری موردمطالعه پرداخته شد که نتایج آن به شرح ذیل هست؛

فصل پاییز: در طی ماه سپتامبر ۱۰ چرخند و ۱۵ سامانه چرخندی، در ماه اکتبر ۷۷ چرخند و ۴۰ سامانه چرخندی وارد ایران شده است. در ماه نوامبر فروانی چرخندهای انتقال‌یافته به ایران ۱۲۵ چرخند و ۳۷ سامانه‌ی چرخندی است. بر این اساس در فصل پاییز، ماه اکتبر با ۴۰ سامانه‌ی چرخندی، همچنین ماه نوامبر با اختلاف ناچیزی با ۳۷ سامانه بیشترین سامانه‌ی چرخندی نفوذ یافته به ایران را به خود اختصاص داده‌اند و بیشترین فراوانی چرخندهای واردشده به ایران متعلق به ماه نوامبر با ۱۲۵ چرخند هست. در این شرایط با نزدیک شدن به فصل زمستان بر فراوانی چرخندها افزوده می‌شود.

سه سامانه چرخندی ثابت اثرگذار بر ایران در ماه سپتامبر به ترتیب فراوانی عبارت‌اند از: ۱- مرکز دریای مدیترانه، ۲- سیسیل و حوالی آن، ۳- بارسلون و حوالی آن. بیش‌ترین فراوانی چرخندها در سپتامبر مختص مرکز دریای مدیترانه است. در این شرایط بازوی بالارونده‌ی فرود دریای مدیترانه بر روی شرق این دریا قرارگرفته و پشته‌ی ترازهای بالایی جو با قرارگیری بر روی ایران شرایط رخداد بارش در ایران را کاهش می‌دهد. سیسیل، بارسلون و حوالی آن نیز به سبب فاصله‌ی بسیار زیاد از ایران، تأثیرگذاری آن‌ها کاهش‌یافته یا به صفر می‌رسد. در اکتبر هریک از سامانه‌های چرخندی از موقعیت‌های مختلفی در دریای مدیترانه به‌سوی ایران حرکت نموده‌اند که می‌توانند شرایط متفاوت بارشی را در ایران ایجاد نمایند. .این سامانه‌ها عبارت‌اند از: ۱- بارسلون و حوالی آن، ۲- تونس، ۳- سیسیل، ۴- مرکز دریای مدیترانه، ۵- شرق دریای مدیترانه. با در نظرگرفتن سامانه‌ها و فراوانی و موقعیت آنهانسبت به ایران درماه اکتبر در طول دوره‌ی آماری موردنظر انتظار افزایش فراوانی رخداد روزهای بارش در ایران نمی‌رود. در ماه نوامبر دوره‌ی آماری موردمطالعه، ۳۷ سامانه چرخندی به ایران واردشده است عبارت‌اند از: ۱) حوالی بارسلون با انتقال ۱۰ چرخند، ۲) تونس با ۵ چرخند، ۳) سیسیل و حوالی آن با تعداد ۸ چرخند، ۴) مرکز دریای مدیترانه با ۸ چرخند، ۵) شرق دریای مدیترانه با ۶ چرخند. سامانه‌ی نشأت گرفته از شرق دریای مدیترانه که مؤثرترین سامانه‌ی ورودی به ایران است تعداد اندکی چرخند به ایران انتقال داده است که انتظار فراوانی بالای روزهای توأم با بارش فراگیر را منتفی می سازد. از سوی دیگر بیشترین فراوانی چرخندی انتقال‌یافته به ایران متعلق به سامانه‌ی نشأت گرفته از بارسلون و حوالی آن هست،که این سامانه به سبب دوری از ایران تأثیر بسیار ناچیزی (حتی صفر) بر ایران برجای می‌گذارد.

بر اساس شکل ۳ در ماه سپتامبر که مصادف با اوایل شهریور تا اوایل مهرماه می‌باشد؛ کمترین فراوانی ماهانه مسیرهای چرخندی رخداده است. در طی این ماه فراوانی ماهانه‌ی سامانه چرخندی برابر ۱۵ مورد می‌باشد. بیشترین فراوانی بارش در سال ۲۰۰۹ با فراوانی ۳ روزبه وقوع پیوسته است. در این ماه هیچ جریانی از شرق دریای مدیترانه نشأت نگرفته است. در سپتامبر به دلیل بیشینه جریان‌های نشات گرفته از مرکز دریای مدیترانه رخداد بارش‌های محدود در ایران دور از انتظار نیست. کمترین میزان فراوانی در این ماه نیز متعلق به سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ است که دارای فراوانی صفر روز هست. ماه اکتبر مصادف با اوایل مهر تا اوایل آبان (اوایل

پاییز ایران) هست. در این ماه ۴۰ جریان از سوی مدیترانه به ایران انتقال‌یافته است. از میان این ۴۰ سامانه‌ی چرخندی انتقال‌یافته به ایران شش سامانه‌ی چرخندی از شرق مدیترانه آغاز گشته است. به دلیل کاهش فراوانی جریان‌های آغازشده از شرق دریای مدیترانه، احتمالاً در طی این ماه بارش‌های رخداده ناشی از جریان‌هایی است که از شرق مدیترانه نشأت می‌گیرد. بیشینه‌ی فراوانی در ماه اکتبر در سال ۲۰۱۲ با فراوانی ۱۰ روزبه وقوع پیوسته است. کمینه فراوانی در این ماه نیز متعلق به سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۸۹،۱۹۹۴، ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۳ است که دارای فراوانی صفر روز هست. این مقدار بیانگر آن است که هیچ‌یک از نقاط ایران بارش فراگیری را تجربه نکرده است. ماه نوامبر مصادف با اوایل آبان تا اوایل آذر است. در این ماه ۳۷ سامانه‌ی چرخندی انتقال‌یافته به ایران از سوی بارسلون می‌باشد و شرق دریای مدیترانه در اولویت چهارم قرار می‌گیرد (با فراوانی شش جریان) و درنتیجه انتظار وقوع بارش کم در این ماه دور از انتظار نیست. با توجه به شکل ۴ هریک از مستطیل‌های موجود در نمودار بیانگر رخداد بارش در هریک از سال‌های موردبررسی است، در طی این ماه مقادیر این مستطیل‌ها (فراوانی) کاهش‌یافته است. بیشینه‌ی فراوانی در طی این ماه مربوط به سال ۲۰۱۳ با فراوانی ۲۳ روز هست. کمینه‌ی فراوانی را سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۳، ۱۹۹۵، ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ و ۲۰۱۰ به خود اختصاص داده‌اند. مقادیر این فراوانی‌ها برابر با صفر روز می‌باشد. بنابراین در طی سال‌های مذکور هیچ‌یک از نقاط ایران بارش فراگیر نداشته است.



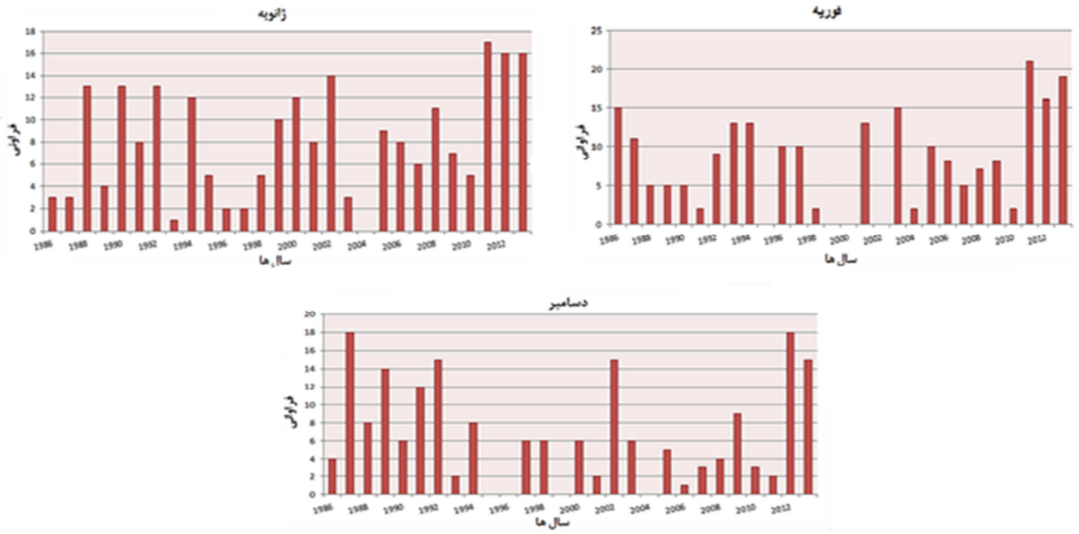
شکل ۳: نمودار فراوانی رخداد بارش در فصل پاییز برای طول دوره‌ی آماری (۱۹۸۶-۲۰۱۳)

فصل زمستان: در طی ماه دسامبر ۱۸۸ چرخند و ۵۵ سامانه‌ی چرخندی وارد کشور شده‌اند؛ در ژانویه فراوانی چرخندها به ۲۲۶ و سامانه‌های چرخندی به ۸۴ مورد افزایش داشته است؛ در ماه فوریه فروانی چرخندهای انتقال‌یافته به ایران به همان میزان ماه ژانویه هست، این در حالی است که سامانه‌های چرخندی نفوذی در این ماه به میزان ۵۲ سامانه کاهش‌یافته است. بر این اساس بیشترین سامانه‌ی چرخندی نفوذ یافته به ایران در ماه دسامبر و بیشترین فراوانی چرخندی مصادف با ماه‌های ژانویه و فوریه هست.

در طی ماه‌های ژانویه در دوره‌ی آماری موردمطالعه (۱۹۸۶-۲۰۱۳)، چرخندهای انتقال‌یافته به ایران از نقاط خاصی از دریای مدیترانه نشأت گرفته که عبارتند از: اقیانوس اطلس، حوالی بارسلون، دریای یونان و حوالی سیسیل. با توجه

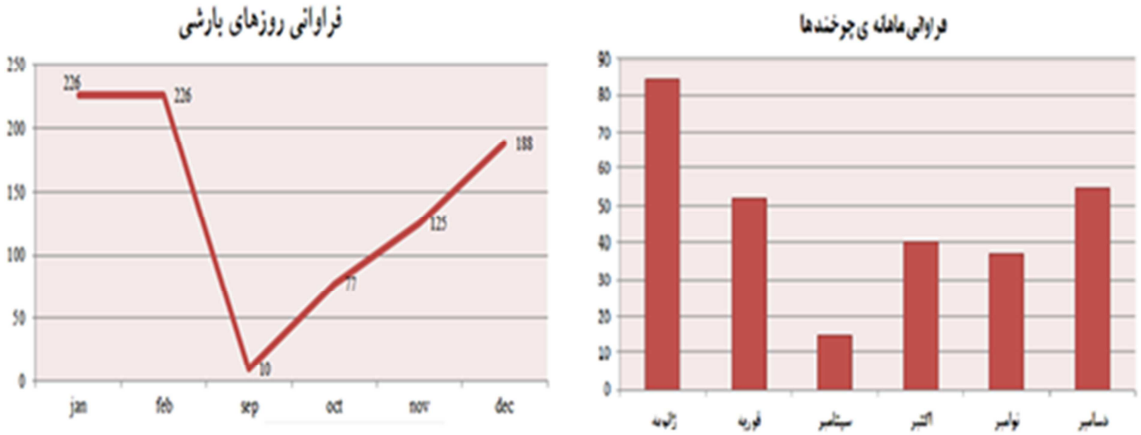
به اینکه انتقال چرخند از شرق دریای مدیترانه همراه با انتقال بازوی بالارونده‌ی فرود بر ایران هست درنتیجه در طی بیشترین تأثیرگذاری را در رخداد بارش ایران دارد. در ماه‌های فوریه‌ی دوره‌ی آماری، سامانه‌های مذکور با سرمنشأهای متفاوتی همچون ماه ژانویه، تأثیرگذاری متفاوتی را بر ایران داشته‌اند، این سرمنشأها عبارت‌اند از؛ بارسلون و حوالی آن، تونس، سیسیل، مرکز دریای مدیترانه، شرق دریای مدیترانه. در طی این ماه بیشترین چرخندها از شرق دریای مدیترانه و کمترین آن‌ها از سیسیل و حوالی آن آغاز گشته است. به سبب تأثیرگذاری زیاد مسیر نشأت گرفته از شرق دریای مدیترانه بر ایران می‌توان استنباط نمود که در طی این ماه نیز فراوانی رخداد بارش قابل‌توجه باشد. در سومین ماه از فصل زمستان که مصادف با ماه دسامبر است، سامانه‌هایی که به ایران نفوذ نموده‌اند عبارتنداز؛ بارسلون و حوالی آن، سیسیل و دریای یونان، تونس و حوالی آن، مرکز دریای مدیترانه، شرق دریای مدیترانه. این ماه نیز شرایطی همچون ماه نوامبر در فصل پاییز را تجربه می‌نماید، با این تفاوت که در این ماه شرق دریای مدیترانه در رتبه‌ی دوم ازنظر تعداد چرخندهای انتقالی به ایران قرار می‌گیرد. به‌بیان‌دیگر شرایط به زمانی بازمی‌گردد (ژانویه و فوریه) که چرخندهای انتقالی از شرق دریای مدیترانه بیشترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج حاصل از بررسی فراوانی رخداد بارش‌های همراه با حضور چرخندها در فصل زمستان هر یک از سال‌ها در شکل ۴ آمده است. بر طبق این شکل در طی ماه ژانویه می‌توان یک فرایند شبه نوسانی (کاهشی–افزایشی، افزایشی–کاهشی) را در فراوانی‌ها مشاهده نمود. در طی این ماه بیشترین فراوانی رخداد در سال ۲۰۱۱ به وقوع پیوسته است که فراوانی ۱۷ روز را به خود اختصاص داده است. از میان ۸۴ سامانه چرخندی که در طول ژانویه‌ی موردبررسی وارد ایران شده‌اند؛ خواستگاه ۳۲ سامانه، شرق دریای مدیترانه (تأثیرگذارترین مکان انتقال چرخندها) بوده است. ازاین‌رو وجود فراوانی بالای رخداد بارش در این ماه، در کشور دور از انتظار نیست؛ همچنین کم‌ترین میزان این فراوانی متعلق به سال ۲۰۰۴ هست. در طی ژانویه‌ی این سال هیچ بارش فراگیری در کشور مشاهده نمی‌شود. در ماه فوریه که مصادف با اوایل بهمن تا اوایل اسفند هست. در طی فوریه نیز همچون ماه گذشته بیشترین فراوانی بارش متعلق به سال ۲۰۱۱ است که مقدار این فراوانی برابر با ۲۱ روز هست. در طی این ماه ۵۲ سامانه چرخندی به‌سوی ایران جریان یافته‌اند؛ که بیشترین اثرگذاری شامل جریان‌هایی است که از شرق مدیترانه وارد ایران شدند؛ از میان این ۵۲ چرخند ۱۵ سامانه به شرق مدیترانه اختصاص دارد. کمترین میزان فراوانی این ماه در سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ که برابر با صفر روز بوده است دیده می‌شود. در طی این سال‌ها نیز هیچ بارش فراگیری در ماه فوریه مشاهده نمی‌شود. ماه دسامبر مصادف با اوایل آذر تا اوایل دی‌ماه می‌باشد. بیشترین فراوانی سامانه‌های چرخندی انتقال‌یافته، از منطقه‌ی بارسلون دریای مدیترانه به‌سوی ایران در جریان بوده است و شرق دریای مدیترانه در رتبه‌ی دوم با فراوانی ۱۴ جریان، قرارگرفته است. این شرایط دور از انتظار نیست؛ چراکه بیشترین فراوانی جریان‌های انتقال‌یافته از شرق مدیترانه به ایران، در ماه ژانویه به وقوع می‌پیوندد و همین امر نیز سبب رخداد بارش‌های زیاد در طی این ماه است. بیشترین فراوانی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۲ با فراوانی ۱۸ روز، رخداده است. کمترین فراوانی در طی سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۶، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۴ به وقوع پیوسته است. مقادیر این فراوانی‌ها برابر با صفر روز می‌باشد. این مقادیر حاکی از آن است که در طی سال‌های مذکور هیچ‌یک از نقاط ایران بارش فراگیری نداشته است.



شکل ۴: فراوانی رخداد بارش فصل زمستان برای طول دوره‌ی آماری (۱۹۸۶-۲۰۱۳)

شکل ۵ فراوانی ماهانه‌ی روزهای بارشی و سامانه‌های چرخندی در ماه‌های موردبررسی را به تصویر می‌کشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، بیشینه چرخندزایی در ماه ژانویه و کمینه چرخندزایی در ماه سپتامبر رخ می‌دهد، از سپتامبر تا ژانویه بر فراوانی چرخندها افزوده می‌شود. بیشترین فراوانی چرخندهای انتقال‌یافته به ایران متعلق به ماه ژانویه هست. کمترین میزان این سامانه‌های چرخندی برای ماه سپتامبر هست. در یک نتیجه‌گیری کلی بیشترین فراوانی مسیرها به ترتیب شامل: ۱- ماه ژانویه، ۲- دسامبر، ۳- فوریه، ۴- اکتبر، ۵- نوامبر و ۶- سپتامبر است.

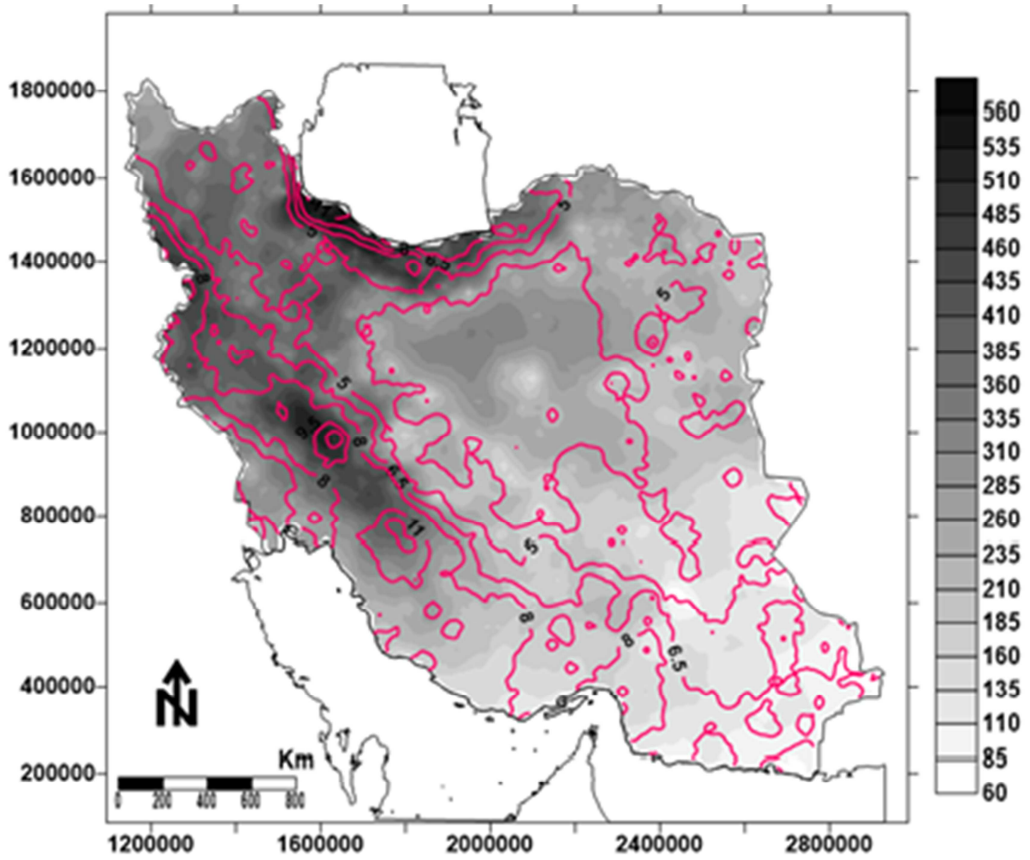


شکل ۵: نمودار فراوانی ماهانه‌ی چرخندها و روزهای بارشی (۱۹۸۶-۲۰۱۳)

شکل ۶ شرایط را در زمان رخداد بارش فراگیر به تصویر می‌کشد. در پس‌زمینه‌ی این نقشه فراوانی رخداد بارش‌های بیش یا برابر یک میلی‌متر برای هر پیکسل و منحنی میزان‌ها نشانگر میانگین بارش هر پیکسل در طی دوره آماری در ایران می‌باشند. با توجه به نقشه، مناطقی از ایران ازجمله: شمال، شمال غرب، بخش‌هایی از غرب ایران دارای

فراوانی و میانگین بالای بارش هستند. این شرایط نشان از تأثیر بیشتر چرخندها و بارش‌های یکنواخت در این مناطق است. مناطق شمال شرق و شرق ایران دارای فراوانی بین ۲۳۵ -۲۶۰ روز هست. با توجه به فراوانی و میانگین پایین بارش در این نواحی که نشانه‌ی تأثیرگذاری چرخندهای کم‌توان است سبب رخداد بارش‌های کم در این مناطق از ایران بوده است.

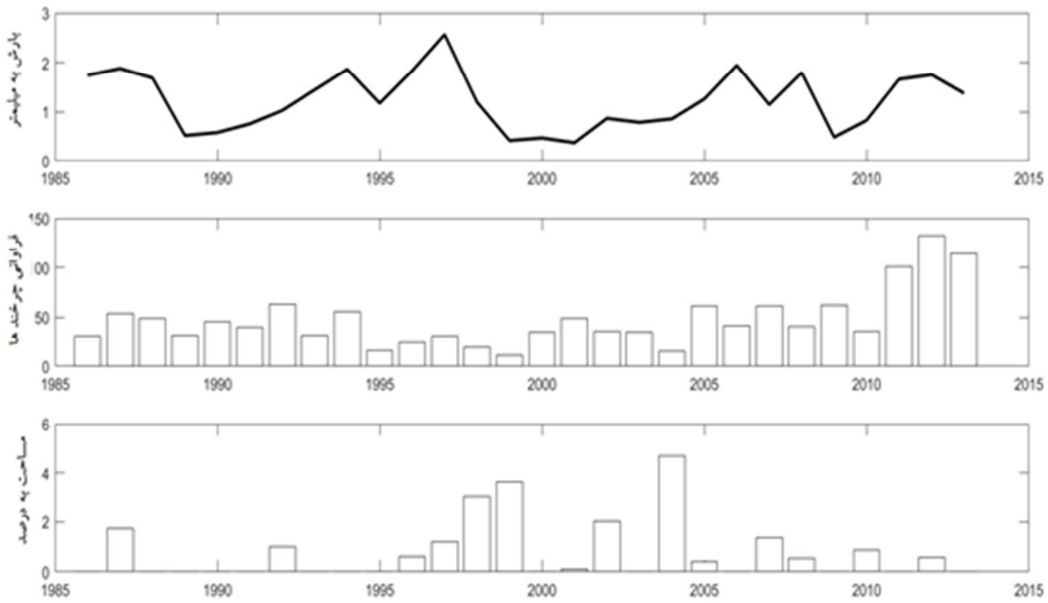
استان‌هایی ازجمله؛ قم، مرکزی، اصفهان، یزد نیز شرایطی همچون نواحی شمال شرق و شرق ایران و سیستان و بلوچستان شرایطی کاملاً متفاوت با دیگر نقاط ایران را دارد. این تفاوت بدین‌صورت است که؛ در این منطقه از ایران فراوانی بسیار کم، بین ۶۰—۸۵ روز بوده است. باوجود فروانی بسیار کم نسبت میانگین بارش به فراوانی وقوع در این منطقه زیاد است. این شرایط حاکی از آن است که در این منطقه از ایران رخداد بارش‌های سیلابی دور از انتظار نیست. برای شرق کرمان شرایط به شکل حادتری خود را نشان داده است. چراکه فراوانی رخداد بارش بیش یا برابر یک میلی‌متر در این منطقه به کمترین حد ممکن خود رسیده و از جانب دیگر وقوع میانگین (تقریباً) بالای حدود ۵ میلی‌متر در این بخش از ایران شرایط وقوع بارش‌های سیلابی را بیش‌ازپیش تشدید می‌کند، چراکه فراوانی کم بارش برابر یا بیشتر از یک میلی‌متر تنها در یک پیکسل محدود از ایران و میانگین بالای بارش در این پیکسل نشان از رخداد بارش نسبتاً بالا در این منطقه می‌باشد. این شرایط زمینه را برای سیلابی بودن بارش فراهم می‌کند.



شکل ۶: نقشه فراوانی رخداد بارش برابر یا بیش از یک میلی‌متر (پس‌زمینه)، نقشه‌ی میانگین بارش به میلی‌متر (منحنی میزان‌ها)

شکل ۷ نمایش‌دهنده‌ی روند تغییرات بارش، فراوانی چرخندها، درصد پهنه‌ی تحت تأثیر بارش (لازم به توضیح است که پهنه‌های کمتر از یک درصد در نمودار نادیده گرفته‌شده‌اند) هست. بر اساس نمودار بارش می‌توان یک تناوب (افزایشی-کاهشی) را در داخل دوره آماری در مقدار بارش، فراوانی رخداد بارش و در پهنه‌ی تحت تأثیر بارش مشاهده نمود. با توجه به نمودار فراوانی رخداد بارش، در سه سال انتهایی در دوره‌ی موردمطالعه جهشی بزرگ رخداده است و تعداد زیادی چرخند به ایران انتقال‌یافته است که به همان میزان بارش نیز افزایش‌یافته است. این در حالی است که پهنه تحت تأثیر بارش در سه سال انتهایی کاهش نشان داده است. به بیان ساده‌تر بااین که میزان چرخندهای نفوذ کرده در طی سه سال انتهایی مقدار قابل‌توجهی بوده است، ولی درصد بسیار کمی از ایران را متأثر کرده است. این شرایط برای سال ۱۹۹۹ که میزان چرخندها بسیار کم و فقط در طی ماه ژانویه به ایران نفوذ کرده است نیز صادق است. بر اساس نمودار سال ۱۹۹۹که دارای کمترین میزان چرخندهای انتقال‌یافته به ایران و کمترین بارش است، میزان پهنه‌ی تحت تأثیر بارش مقدار زیادی را به خود اختصاص داده است.

بر طبق نمودار مذکور بهترین حالت ممکن برای پهنه‌ی تحت تأثیر بارش در سال ۲۰۰۴ با ۵ درصد پهنه‌ی تحت تأثیر رخداده است. در طی این سال تعداد چرخندهای نفوذی به ایران کم و میزان بارش در حال افزایش بوده است. در طی دوره‌ی آماری موردمطالعه بین میزان چرخندهای نفوذی و میزان بارش، با پهنه‌ی تحت تأثیر آن رابطه‌ی معکوس وجود دارد، یعنی هرگاه میزان چرخندهای نفوذی به ایران کم باشد، میزان بارش‌ها نیز کم بوده ولی پهنه‌ی تحت تأثیر آن افزایش می‌یابد. به بیان ساده‌تر بارش‌ها در پهنه‌ی ایران توزیع‌شده و در یک مکان متمرکز نمی‌شود عکس این مسئله نیز صادق است.



شکل ۷: نمودار تحلیل روند تغییرات بارش و پهنه‌ی تحت تأثیر آن

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر ساز وکار تأثیر چرخندهای مدیترانه در بارش‌های فراگیر فصل زمستان ایران ارائه شده است. این هدف بدین منظور انتخاب گردیده که یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر بارش فصل سرد سال ایران چرخندهای نشأت گرفته از دریای مدیترانه است. با این وجود پژوهش‌های بسیارکمی در این ارتباط صورت گرفته است. در پژوهش حاضر ابتدا مسیر حرکت و انتقال هریک از چرخندهای مدیترانه‌ای حاصل گردید و پس از آن با بهره‌گیری از ویژگی‌های آماری روزهای بارش فراگیر، تأثیر چرخندهای مدیترانه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در نهایت براساس پژوهش فوق این امر تأیید گردید که چرخندهای مدیترانه‌ای نقش بسزایی در بارش‌های فصل سرد سال(زمستان و پاییز) ایفا می‌کند. تأثیرگذاری این چرخندها در طی فصول زمستان و پاییز دارای شدت و ضعف می‌باشد(در برخی سال‌ها یا ماه‌ها شدت بیشتر بوده و در برخی دیگر شدت کمتر می‌باشد)، لازم به ذکر است که براساس نتیجه حاصل از پژوهش نمی‌توان تنها دریای مدیترانه را مسبب رخداد بارش‌ها معرفی کرد. براساس موقعیت جغرافیایی ایران ادغام چرخندهای نشأت گرفته از دریای سیاه، سرخ، اقیانوس هند و دریای مدیترانه با یکدیگر و عواملی همچون: عامل صعود، وجود هستک‌های بارشی،توپوگرافی از عوامل موثر بر رخداد بارش‌ها است. در طی دوره آماری مورد مطالعه علاوه بر ورود چرخندها، عوامل زمینه‌ساز بارش نیز وجود داشته که منتهی به رخداد بارش در ایران شده است. علاوه بر مطالب مطرح شده در بالا قرارگیری محور فرود دریای مدیترانه در غرب، مرکز و یا شرق این دریا نیز در تأثیرگذاری هرچه بیشتر چرخندها نقش مهمی ایفا می‌کند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که وجود محور فرود دریای مدیترانه در شرق این دریا و انتقال بازوی بالارونده فرود آن بر ایران از تأثیرگذارترین حالت‌های انتقال چرخندها به ایران است که مسبب رخداد بیشترین بارش‌ها در ایران شده است. نتیجه پژوهش جعفربیگلو و همکاران(۱۳۸۶) هم تأییدگر پژوهش حاضر است که چرخندزایی شرق دریای مدیترانه (اطراف جزیره قبرس و کرت) بیشترین تأثیر را در دوره‌های ترسالی ایران دارد. در پژوهش حاضر، بر کانون‌های اصلی چرخندزایی دریای مدیترانه و تأثیر آن پرداخته شده است در حالی که نیکولاید و همکاران[1](۲۰۰۴) علاوه بر تأیید این مسئله که غرب و شرق دریای مدیترانه کانون‌های اصلی چرخندزایی هستند به مطالعه‌ی مناطق چرخندزایی ثانویه پرداختند. در این تحقیق به بهره گیری از تمامی چرخندهای تولید شده در دریای مدیترانه اشاره شده ولی کمپینزو و همکاران[2](۲۰۰۶) تنها با تأکید بر جابه جایی چرخندهای غرب دریای مدیترانه به این موضوع اشاره کردند.

با در نظر گرفتن این مسئله که از یک سو تفکیک زمانی و مکانی داده‌ها و از سوی دیگر معیارها و شرایطی که پژوهشگران برای جایابی و ردگیری می‌پذیرند سبب دگرگونی نتایج پژوهش می‌شود. بنابراین داوری نتایج این پژوهش‌ها باید با در نظر داشتن همین نکات انجام پذیرد. بر طبق نتایج حاصل از پژوهش فوق در طول دوره‌ی آماری مورد بررسی مدت ماندگاری چرخندها بطور متوسط چهار روز بوده است. بر این اساس تعداد سامانه‌های چرخندی منتقل شده در طی فصل زمستان کمتر از تعداد روزهای بارشی در ماه‌های مورد مطالعه است. این موضوع تأیید کننده‌ی این مسئله است که لزماً وجود چرخندها زمینه‌ساز رخداد بارش نیست بلکه عوامل دیگری همچون وجود رطوبت کافی، شرایط مناسب صعود، هستک‌های بارش نقش تعیین کننده‌ای در وقوع بارش‌های چرخندی ایفا

[1] - Nicolaides.etc
[2] - Campins.etc

می‌کنند. چنان‌که علیجانی (۱۳۶۶) نیز اثبات کرده است، تنها وجود توپوگرافی عامل کنترل کننده‌ی پراکندگی سیکلونی نمی‌باشد بلکه عواملی همانند بادهای سطح بالای جو در نفوذ سیکلون‌ها به مکان‌های مختلف و رخداد بارش نقش موثری دارند.

بررسی‌های صورت گرفته بر تغییرات بارش حاکی از آن است که دوره‌ی آماری به دو نیم دوره تقسیم می‌گرددکه شامل: نیم دوره‌ی اول از ۱۹۸۶-۲۰۰۰ و نیم دوره‌ی دیگر از۲۰۰۱-۲۰۱۳ می‌باشد. در طی نیم دوره‌ی اول، فراوانی چرخندها پایین اما میانگین بارش مقدار بالایی را به خود اختصاص داده است. این شرایط برای نیم دوره‌ی دوم معکوس گردیده است و فراوانی چرخندها افزایش یافته و از میزان میانگین بارش کاسته شده است. به بیان دیگر رابطه بین میانگین بارش رخداده با فراوانی ورود چرخندها معکوس می‌باشد. همانطورکه گنگ و سوگی[1] در سال ۲۰۰۱ نشان دادند رابطه‌ی نزدیکی بین تغییرات عمودی و افقی دما با فعالیت‌های سیکلونی وجود دارد. در نتیجه میتوان شرایط رخ داده در دوره آماری مورد مطالعه را به گرمایش جهانی نسبت داد. با توجه به اینکه چرخندها بخشی از انرژی خود را از گرما می‌گیرند درنتیجه‌ی‌گرمایش جهانی(افزایش دما)، چرخندزایی بیشتری را شاهد هستیم.

نتایج حاصل شده از بررسی فراوانی چرخندها، میانگین بارش و پهنه تحت تأثیر بارش نشان می‌دهد که رابطه‌ای مستقیم بین چرخندهای ورودی و میانگین بارش و رابطه معکوس بین میزان چرخندهای نفوذی و پهنه‌ی تحت تأثیر بارش وجود دارد. به بیان ساده‌تر هرگاه ورود چرخندها افزایش یابد پهنه‌ی تحت تأثیر هریک از آن‌ها کاهش می‌یابد و در عوض مقدار بارش در این منطقه افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر هرگاه بارش در ایران افزایش یابد این بارش پهنه‌های کمتری از ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد، درنتیجه‌ی این اتفاق، احتمال رخداد بارش سیلابی در ایران افزایش می‌یابد.

بررسی فراوانی رخداد بارش فراگیر در طی شش ماهه‌ی مورد نظر بیانگر آن است که در ماه‌های آتی پس از ژانویه از فراوانی بارش‌های فراگیر کاسته شده است. این سیر نزولی تا ماه نوامبر ادامه دارد و از ماه اکتبر به بعد از شدت کاهش این فراوانی کاسته می‌شود. در ماه دسامبر ایران شرایطی همچون ماه فوریه را تجربه می‌نماید این وضعیت متناظر با زمان‌هایی است که بیشترین بارش‌ها در ایران به وقوع می‌پیوندد. تغییرات فراوانی بارش‌های فراگیر با افزایش حضور بادهای غربی در کشور که عامل اصلی هدایت چرخندها هستند هماهنگی دارد. مناطقی از ایران مثل شمال،شمال‌غرب و بخش‌هایی از غرب بیشتر تحت تأثیر چرخندها قرار گرفته و بارش یکنواختی را تجربه می‌کنند. این در حالی است که سیستان و بلوچستان مقدار چرخندهای ورودی بسیار پایین اما میانگین بارش بالایی راشاهد است. این شرایط می‌تواند منجر به رخداد بارش‌های سیلابی بیش‌تری در این منطقه گردد. در یک نگاه کلی ایران دارای سه منطقه متفاوت بارشی است که عبارتند از: مناطقی که بارش‌های یکنواخت و مناسبی دارند، مناطقی که دارای بارش بسیار کم هستند و نهایتا مناطقی که بارش‌های سیلابی را تجربه می‌کنند.

[1] - Geng& Sugi

منابع

ایران نژاد پرویز، احمدی گیوی فرهنگ، محمد نژاد علیرضا، (۱۳۸۸)،" اثر مراکز چرخندزای مدیترانه بر بارش سالانه ایران در دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲ "، مجله‌ی ژئوفیزیک، شماره ۱: ۹۱-۱۰۵.

جهانبخش سعید، خورشید دوست علی‌محمد، میر هاشمی حمید، (۱۳۹۷)، "ساز وکارشکل گیری چرخند در بادپناه کوهستان زاگرس"، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره۱: ۱۷۷-۱۹۲.

حجازی زاده زهرا، صداقت مهدی، (۱۳۸۸)،"مسیریابی رقومی سیکلون‌های خاورمیانه در دوره سرد سال"،پژوهش‌های جغرافیای طبیعی ،شماره ۶۹. ۱-۱۷.

حیدری محمدامین، خوش‌اخلاق فرامرز، (۱۳۹۴)،" اثر گرمایش جهانی بر مرکز چرخندزایی شرق مدیترانه و ارتباط آن با ناهنجاری بارش نیمه‌ی غربی ایران "، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره۲۲: ۷۲-۸۸.

حلبیان امیرحسین، حسینعلی پورجزی فرشته، (۱۳۹۳)، " تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش‌های حدی و فراگیر در کرانه های غربی خزر"، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱: ۲۰۵-۲۲۰.

خسروی یونس، دوستکامیان مهدی، طاهریان اله مراد، (۱۳۹۶)، "بررسی و تحلیل الگوی فرارفت رطوبتی بارش‌های فراگیر ایران"، جغرافیا، شماره ۵۳: ۲۵۱-۲۶۴.

سلیقه محمد، ناصر زاده محمدحسین، چهره‌آرا تهمینه، (۱۳۹۵)، "بررسی رابطه شاخص های NCPI و CACO با بارش‌های فراگیر پاییزه، سواحل خزر جنوبی"، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیا، شماره ۴۳: ۲۱۷-۳۲۸.

عساکره حسین، رزمی رباب، (۱۳۹۰)، "اقلیم‌شناسی بارش شمال غرب ایران"، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵: ۱۳۸- ۱۵۸.

علی زاده تیمور، عزیزی قاسم، محب الحجه علیرضا، خوش‌اخلاق فرامرز، (۱۳۹۴)،" شناسایی تغییرات زمانی مکانی چرخندهای شدید در مدیترانه، با یک الگوریتم عددی "، فیزیک و زمین و فضا، شماره ۲: ۴۰۵-۴۱۷.

علی زاده تیمور، عزیزی قاسم، روستا ایمان، (۱۳۹۱)، "واکاوی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکتال جو هنگام رخداد بارش‌های فراگیر و غیر فراگیر در ایران"، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، شماره۴: ۱-۲۴.

علی زاده تیمور، عزیزی قاسم، (۱۳۹۳)، "ارتباط بین تیپ الگوهای گردشی تراز دریا، با بارش‌های فراگیر در ایران"، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره۴۶: ۳۱۰-۲۹۷ .

علیجانی بهلول، (۱۳۸۵)، "اقیلم شناسی سینوپتیک"، انتشارات سمت، تهران، صص ۲۷۲.

علیجانی بهلول، (۱۳۶۶)،" رابطه‌ی پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های هوایی سطح بالا"، مرکز تحقیقات نورمگس، شماره ۴: ۱۲۵-۱۴۳.

کاویانی محمدرضا، علیجانی بهلول، (۱۳۹۱)، "مبانی آب‌وهواشناسی"، چاپ ۱۷، تهران:انتشارات سمت، ۵۳۲.

مصطفائی حسن، علیجانی بهلول، سلیقه محمد، (۱۳۹۴)، "تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید و فراگیر در ایران "، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شماره۴: ۶۵-۷۶.

Alpert, P., Neeman, B. U. and Shay-El, Y., (1990), "Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data", TellusA, 42, 65-77.

Alpert, P. Osetinky, I. Ziv,B .Shafir, H ,(2004),"Semi-Objective ClassifIcation For Daily Synoptic System:Application To The Eastern Mediterranean climate Change", International journal of climatology, 24:1001–101.

Blender R, Schubert.M ,(1999), "Cyclone Tracking in Different Spatial and Temporal Resolutions", American Meteorological Society: 377-384.

Bengtsson, L., Hodges, K.I., Roeckner, E., (2006), "Storm Tracks and Climate Change, Journal of Climate", 19, 3518-3543.

Campins, J., Genove´s, A., Guijarro, J. A. Jansa`, A., and Ramis, C., (2000), "A catalogue and a classification of surface cyclones for the Western Mediterranean", Int. J. Climatol., 20, 969-984.

Campins, J., Genoves, A., Jansa, A., (2006), "Three-Dimentional Structure of Western Mediteranean Cyclones", J. Climatol. 26: 323–343.

Eshel, G., Cane, M. A and Farrell, B. F., (2000), "Forecasting eastern Mediterranean droughts", Mon. Wea. Rev., 128, 3618-3630.

Flocas, H., Kouroutzoglou, j., keay, K., Simmonds, I., (2010), "On Cyclonic Tracks over the Eastern Mediterranean", Journal of Climate, Volume 23, October 2010.

Geng.Quanzhen, Sugi. Masato, (2001), "Possible Change of Extratropical Cyclone Activity due to Enhanced Greenhouse Gases and Sulfate Aerosols—Study with a High-Resolution AGCM", Journal of climate, NO 16. 2262-2274.
Hoskins. Brian J, Hodges. Kevin I., (2001), "New Perspectives on The Northern Hemisphere Winter Storm Tracks". American Meteorological Society, 1041-1061.
Kostopoulou. E., Jones. P. D., (2007), "Comprehensive analysis of the climate variability in theeastern Mediterranean. Part II: relationships betweenatmospheric circulation patterns and surface climatic elements",International Journal Of Climatology, 27: 1351-1371.
Lionello. P, Dalan . F, Elvini. E., (2002), "Cyclones in the Mediterranean region: the present and the doubled co_2 climate scenarios",CLIMATE RESEARCH, 147–159.
Lionello. Piero, Trigo . Isabel F, Etc., (2016), "Objective climatology of cyclones in the Mediterranean region: a consensus view among methods with different system identification and tracking criteria", JOURNAL TELLUS,68: 1_18.
Michaelides, S. C., Karacostas T. and Nicolaides, K. A. (2004). "Spatial Distribution of some Dynamic Parameters during the Evolution of Selected Depressions over the Area of Cyprus", Intern. J. Climatol, 24, 1829.
Nissen.K.M , Leckebusch. G. C, Etc., (2010), "Cyclones causing wind storms in the Mediterranean: characteristics, trends and links to large-scale patterns",Natural Hazards and Earth System Sciences, 10: 1379–1391.
Picornell, M. A., Campins, J., Genoves, A. and Jansa`, A., (2001), "Automated database of mesoscyclones from the HIRLAM (INM) 20.58 analyses in the Western Mediterranean", Int. J. Climatol., 21, 335-354.
Ramis, C.; R. Homar, M. Alarcon, Serigo. S. Romero and V. Alonso, (1998)," Diagnosis and numerical simulation of a torrential precipitation event in Catalonia (Spain)", Meteorology and Atmospheric Physics, 69: 1–21.
Trigo. Isabel F, Bigg. Grant R, Davies. Trevor D, (2001), "Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean", American Meteorological Society:549-569.
Trigo, I. F., (2006), "Climatology and interannual variability of storm-tracks in the EuroAtlantic sector: a comparison between ERA-40 and NCEP/NCAR reanalyses", Climate Dyn., 26, 127-143.27
Talukder. Ashit, Liu. Timothy.Etc, (2006), "Global Cyclone Detection and Tracking using Multiple Remote Satellite Data":1_9.
Zangvil. Abraham, Karas.Svetlana,Sasson.Anat, (2003), "Connection Between Eastern Mediterranean Seasonal Mean 500 HPA Height And Sea-Level Pressure Patterns And The Spatial Rainfall Distribution Over Israel",International Journal Of Climatology, 23:1567–1576.

Research Article

Frequency of entrance Mediterranean Cyclones to Iran and Their Impact on Widespread precipitation

Hussein Asakereh[1*], Atoosa Khojasteh[2]

1*. Professor, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran
2. Masters of Synoptic climatology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran

Received: 02-03-2020 Final Revised: 31-07-2020 Accepted: 16-08-2020

Abstract

The fluctuation of rainfall across the country has created many environmental crises in recent years. In this study, in order to investigate the widespread rainy days of Iran, two groups of data centers including high atmosphere data and ground level data were investigated. The high atmosphere data include: geopotential height (in meters) and sea level pressure (hectopascal) that were gathered from the National Centers for Environmental Prediction of U.S. and National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) for the statistical periods of 1363 to 1392 (1986 to 2013) for the area of 10 to 60 degrees north and 40 to 80 degrees east. The ground level data were gathered from interpolated data of daily rain from 2939 stations and 19724 days on cells with the area of 14 in 14 kilometers. To analyze the widespread rainfall of the area based on index, the 25th percentile was chosen. Based on this percentile every time 5 percent of Iran is seeing rain to itself, that day will be chosen as the day with widespread rainfall. The results of this study indicate that based on the trajectory of the transferred cyclones to Iran, any time this trajectory is combined with the Red and Black seas, it will add to their impact and occurrence. When the rainfall occurs, the western and north western regions of Iran experience the same amount of rainfall, while eastern and north eastern regions are hit by weaker cyclones and thus the amount of rainfall is less in these areas.

Keywords: Cyclones, Rainy Days, Low Pressure Mediterranean, Iran.

* Corresponding Author Email: asakereh@znu.ac.ir

References

References (in Persian)

Alijani, Behlul, (1988), “Using Dispersion Using Middle East Cyclone Locations with High-Level Air Systems", Nurmax Research Center, No. 4: 125-143. [In Persian]
Alijani, b., (2006), “Synoptic Climatology”, Publishing the right to Tehran. [In Persian]
Asakereh, h. Razmi, r. (2012), “Climatology of Western Iran Western Region”, Geography and Development, No. 25: 138-158. [In Persian]
Alizadeh, T. Azizi, ah. Village, A., (2012), "Probable circulation analysis of 500 hectares atmospheric circulation where visitor restriction occurs without visiting Iran”, Space planning and testing, Issue 4: 1-24. [In Persian]
Alizadeh, T. Azizi, gh. Rosta, A., (2012), “Probable circulation analysis of 500 hectopascal atmospheric circulation where visitor restriction occurs without visiting Iran”, Space planning and testing, Issue 4: 1-24. [In Persian]
Alizadeh, T. Azizi, (2014), “The Relationship Between Intertidal Type of Lake Alignment, Evaluation of Visits in Iran”, Natural Geography Survey, No. 46: 310-297. [In Persian]
Alizadeh, t. Azizi, hg. Mahbub-Hajah, A. Khoshakh akhlagh, f., (2016), “the spatial temporal perspective of the rotations in the Mediterranean with a numerical algorithm.”, Physics, Earth and Space, Issue 2: 405-417. [In Persian]
Ahanbakhsh, Q. Khourshidoost, A. Mir Hashimi, h., (2019), "Mechanism of cycling in the Zagros Mountains.”, Geography and Environmental Planning, Issue 1: 177-192. [In Persian]
Hejazi Zadeh, Z. Sedaghat, M., (2009), "Digital tracking of Middle Eastern in Cold Period ", Natural Geography Research, No. 69. 1-17. [In Persian]
Heydari, M.P. Khosh akhlagh, f., (2015), “The effect of global warming on the cyclone center of the eastern Mediterranean and its relation to the precipitation of the western half of Iran”, Geographical studies of arid regions, No. 22: 72-88. [In Persian]
Halabian, A. Hosseinali Pourjazi, F., (2015), "Frequency analysis of jetstrem in precipitaion associated with partial and pervasive precipitation in the Caspian West Bank”, Geographical Research, Issue 1: 205-220. [In Persian]
Kaviani, M. Alijani, b., (2013), “The Basics of Meteorology", Issue 17, Tehran: Khome Publications, 532. [In Persian]
Khosravi, y. Doostkamian, M. Taherian, A., (2018), "Investigation and Analysis of Moisture Advection Pattern of Overall Rainfall in Iran", Geography, No. 53: 251-264. [In Persian]
Mostafaei, h. Alijani, b. Saligh, m., (2015), “Synoptic analysis of browser limit in Iran”, Spatial Analysis of Environmental Reports, Issue 4: 65-76. [In Persian]
Ran nejad, p. Ahmadi Givi, F. Mohammad Nejad, A, (2009), “The Effect of Modern Shopping on Iran's Annual Rainfall in the Period 1960 to 2002”, Geophysical Journal, Issue 1: 91-105. [In Persian]
Saligheh, m. Nasserzadeh, M. Chehreh ara., (2017), “Investigation of the Relationship between NCPI and CACO Indicators with Autumn Rainfall, South Caspian Coast”, No. 43: 217-328. [In Persian]

References (in English)

Alpert, P., Neeman, B. U. and Shay-El, Y., (1990), "Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data", TellusA, 42, 65-77.
Alpert, P. Osetinky, I. Ziv,B .Shafir, H ,(2004),"Semi-Objective ClassifIcation For Daily Synoptic System:Application To The Eastern Mediterranean climate Change", International journal of climatology, 24:1001–101.
Blender R, Schubert. M, (1999), "Cyclone Tracking in Different Spatial and Temporal Resolutions", American Meteorological Society: 377-384.
Bengtsson, L., Hodges, K.I., Roeckner, E., (2006), "Storm Tracks and Climate Change, Journal of Climate", 19, 3518-3543.
Campins, J., Genove´s, A., Guijarro, J. A. Jansa`, A., and Ramis, C., (2000), "A catalogue and a classification of surface cyclones for the Western Mediterranean", Int. J. Climatol., 20, 969-984.
Campins, J., Genoves, A., Jansa, A., (2006), "Three-Dimentional Structure of Western Mediteranean Cyclones", J. Climatol. 26: 323–343.
Eshel, G., Cane, M. A and Farrell, B. F., (2000), "Forecasting eastern Mediterranean droughts", Mon. Wea. Rev., 128, 3618-3630.
Flocas, H., Kouroutzoglou, j., keay, K., Simmonds, I., (2010), "On Cyclonic Tracks over the Eastern Mediterranean", Journal of Climate, Volume 23, October 2010.
Geng.Quanzhen, Sugi. Masato, (2001), "Possible Change of Extratropical Cyclone Activity due to Enhanced Greenhouse Gases and Sulfate Aerosols—Study with a High-Resolution AGCM", Journal of climate, NO 16. 2262-2274.
Hoskins. Brian J, Hodges. Kevin I., (2001), "New Perspectives on The Northern Hemisphere Winter Storm Tracks". American Meteorological Society, 1041-1061.
Kostopoulou. E., Jones. P. D., (2007), "Comprehensive analysis of the climate variability in theeastern Mediterranean. Part II: relationships betweenatmospheric circulation patterns and surface climatic elements",International Journal Of Climatology, 27: 1351-1371.
Lionello. P, Dalan. F, Elvini. E., (2002), "Cyclones in the Mediterranean region: the present and the doubled co_2 climate scenarios",CLIMATE RESEARCH, 147–159.
Lionello. Piero, Trigo. Isabel F, Etc., (2016), "Objective climatology of cyclones in the Mediterranean region: a consensus view among methods with different system identification and tracking criteria", JOURNAL TELLUS,68: 1_18.

Michaelides, S. C., Karacostas T. and Nicolaides, K. A. (2004). "Spatial Distribution of some Dynamic Parameters during the Evolution of Selected Depressions over the Area of Cyprus", Intern. J. Climatol, 24, 1829.

Nissen. K.M, Leckebusch. G. C, Etc., (2010), "Cyclones causing wind storms in the Mediterranean: characteristics, trends and links to large-scale patterns",Natural Hazards and Earth System Sciences, 10: 1379–1391.

Picornell, M. A., Campins, J., Genoves, A. and Jansa`, A., (2001), "Automated database of mesoscyclones from the HIRLAM (INM) 20.58 analyses in the Western Mediterranean", Int. J. Climatol., 21, 335-354.

Ramis, C.; R. Homar, M. Alarcon, Serigo. S. Romero and V. Alonso, (1998)," Diagnosis and numerical simulation of a torrential precipitation event in Catalonia (Spain)", Meteorology and Atmospheric Physics, 69: 1–21.

Trigo. Isabel F, Bigg. Grant R, Davies. Trevor D, (2001), "Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean", American Meteorological Society:549-569.

Trigo, I. F., (2006), "Climatology and interannual variability of storm-tracks in the EuroAtlantic sector: a comparison between ERA-40 and NCEP/NCAR reanalyses", Climate Dyn., 26, 127-143.27

Talukder. Ashit, Liu. Timothy.Etc, (2006), "Global Cyclone Detection and Tracking using Multiple Remote Satellite Data":1_9.

Zangvil. Abraham, Karas.Svetlana,Sasson.Anat, (2003), "Connection Between Eastern Mediterranean Seasonal Mean 500 HPA Height And Sea-Level Pressure Patterns And The Spatial Rainfall Distribution Over Israel",International Journal Of Climatology, 23:1567–1576.