Archive of SID

مجلهٔ مخاطرات محیط طبیعی، سال چهارم، شماره ششم، زمستان ۹۴
تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۱/۳۱
صفحات: ۸۸- ۷۷

واکاوی همدید بارش‌های سنگین بهارهٔ استانِ زنجان

دکتر غلامرضا براتی*[۱]، دکتر محمدمرادی[۲]، رقیه سلیمی[۳]

چکیده

استان زنجان بخشی از گسترهٔ ناهموار شمالِ باختری ایران است که با مساعدت عرض جغرافیایی، ارتفاع و جهت‌گیری ناهمواری‌ها در مسیر سامانه‌های بارش‌زای باختری است. با حرکت خاور سوی موج‌های کوتاه در بستر موج مدیترانه و تناوب فرازها و فرودها، امکان تغذیهٔ سامانه‌های پدیدآورندهٔ بارش‌های سنگین از پهنه‌های آبی هم عرض فراهم است. دراین تحقیق با هدف تعیین سامانه‌های عامل این بارش‌ها در ترازهای میانی وردسپهر و پایینی؛فرض«دریای مدیترانه به عنوان مهم‌ترین خاستگاه تأمین کنندهٔ نم این بارش‌ها» آزمون شد. برای انجام این آزمون در مرحلهٔ نخست، مقادیر بارش روزانهٔ ۹ ایستگاه داده سنجی جوّی داخل و پیرامون استان برای ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد از سامانهٔ داده‌های محیطی سازمان هواشناسی تهیه شد. تنظیم جداول روزانهٔ بارش‌ها بر مبنای آستانهٔ ۳۰ میلی‌متر در روز، امکان استخراج ۱۳ مورد بارش سنگین را فراهم کرد. بررسی‌ها،گویای رخداد بیشترین فراوانی‌ها درفروردین ماه بود. در مرحله دوم، بر پایهٔ معیارهای دوام روزانهٔ بارندگی، جمع مقادیر ایستگاه‌ها طی روز ا وج و نیز فراوانی ایستگاه‌های درگیر، ۸ موج بارندگی به عنوان بارندگی‌های شاخص تعیین شد. آخرین مرحلهٔ تحقیق تهیهٔ داده‌های فشار تراز دریا، ارتفاع، دما، نم نسبی و ویژه، بادهای مداری و نصف‌النهاری از مرکز جهانی داده‌کاوی و نهایتاً رسم الگوهای روزانه این داده‌ها بود. نتایج تحلیل نقشه‌های وضع هوا طی روزهای بارندگی سنگین، گویای سمت یابی شار رطوبت در لایهٔ زیرین پوش سپهر از خاور دریای مدیترانه روی استان بود. همچنین نتایج گویای تشکیل هسته‌های نم نسبی ۸۰ درصدی روی سرزمین طی روزهای بارندگی بود. واکاوی فرضیهٔ تحقیق، مشخص نمود که بیشترین فراوانی بارندگی های سنگین استان زنجان طی بهار در فروردین‌ماه رخ داده‌اند و دریای مدیترانه در میان پهنه‌های آبی پیرامون ایران، مهم‌ترین نقش را در شار رطوبت برای بارش‌های سنگین شاخص استان داشته است.

کلیدواژه‌ها: بارش سنگین، دریای مدیترانه، شار رطوبت، استان زنجان.

۱- *استادیار استادیار آب و هواشناسی همدیددانشکدهٔ علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی G_Barati@sbu.ac.ir
۲- استادیار هواشناسی دینامیکی پژوهشکدهٔ هواشناسی بلوار پژوهش تهران
۳- دانش‌آموختهٔ کارشناس ارشد آب و هواشناسی دانشگاه شهید بهشتی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب و هوا یکی از عوامل اصلی اثرگذار بر زندگی بشر است، از میان عناصر و عوامل آن، دما و بارش جایگاهی برجسته دارند. انجیل از بارش چهل شبانه‌روزی باران در زمان توفان نوح در پاسخ به تبهکاری و نافرمانی قوم در برابر احکام الهی و فراگیری آب در پهنه میان رود (بین‌النهرین) تا کوهستان اورارتو (آرارات) می‌گوید. در ارتباط با این بارشِ سنگین، تحقیقات گویای رخداد فراگیر و بارش پیاپی ۲۰ تا ۳۰ روزه در گستره‌ای از شمالِ عراق تا جنوبِ ترکیه و از غرب ایران تا اردن در دوره‌های تاریخی است. از نمونه‌های مشابه این بارش‌ها در منطقهٔ خاورمیانه، بارش سنگین ۲۴ روزه سال ۱۹۶۹ حوزه اردن در جنوب ترکیه است که طی ۱۵۰ سال اخیر بی‌سابقه بوده‌است *(هیل، ۲۰۰۶: ۵۸)*. پدیدهٔ بارش‌های جوّی به ویژه نوع سنگین آن در قرآن کریم به عنوان یکی از آیات و نشانه های پروردگار یاد شده است. در بیان سرگذشت حضرت نوح (ع)، قرآن از آغاز توفان و بارش با تعبیر «فارَ التَّنّور» با معنای فوران کننده و ریزندهٔ پرحجم یاد می‌کند. با توجه به یافته‌های جدید از سازوکار، مقطع و نحوهٔ هم‌گرایی بادهای مرطوب حاوی انرژی نهان در سیکلن‌ها، تعبیر قرآن از توفان نوح با واژهٔ تنور با شناختی که از نحوهٔ چرخش انرژی و گرمای درون تنور می‌شناسیم بسیار شگفت می‌نماید.

تا آنجا که بشر به کمک ابزارهای ابداعی خود دریافته است، بارش پدیده‌ای جوّی حاصل از اندرکنش‌های پیچیده است و چنانچه مانند پدیدهٔ جوّی غبار (*براتی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳*)و یخبندان (*براتی و علیجانی، ۱۳۷۵: ۴۰*)، با حجمی زیاد در منطقه‌ای وسیع و طی چند روز پیاپی رخ دهد می‌تواند به عنوان «موج بارش» معرفی شود. هنگامی‌که چنین بارش‌هایی از معیار زمانی مانند دوام بیش از دو روز و معیار مکانی مانند رخداد در بیش از دو ایستگاه با فاصلهٔ ۲ درجه در طول و عرض جغرافیایی برخوردارند، نمی‌توانند محلی باشند؛ بلکه با گردش عمومی جوّ پیوند داشته، پویشی هستند.پویشی بودن پدیدهٔ جوّی، امکان بررسی آن را در ترازهای مختلف با روش‌های همدید فراهم می‌کند. شدت ناپایداری ناشی از چرخندگی مثبت (*علیجانی، ۱۳۸۱: ۶۴*)، شرایط سرزمین *(کاویانی و حجتی‌زاده، ۱۳۸۰: ۲۷)* مهیایی رطوبت و سرمایش از شرایط لازم برای رخداد بارندگی جوّ ذکر می‌شوند و برای رخداد بارش سنگین مجموعهٔ این شرایط باید در قوی‌ترین حالت خود ظهور کنند*(علیجانی، ۱۳۷۲)*.

موج‌های بارشِ‌سنگین و آَبرسنگین به عنوان رویدادهایی هستند که اغلب درون سامانه‌های بزرگ مقیاس پنهان بوده و می‌تواند انرژی و رطوبت خود را در غالب شار یا جریان از مناطق دور دست کسب کنند. این بارش‌ها با وجود خسارت بار زیاد، بنا به گفته گرویسمن (۱۹۹۹: ۴۲)، سهمی کوچک در رویدادهای بارشی برون‌حاره‌ای دارند. به طور کلی دو نوع شار رطوبتی قائم و افقی در جوّ وجود دارد. البته این دو همیشه با یکدیگر بوده، تنها ممکن است در شرایطی خاص میزان یکی از دیگری فزونی یابد. شار افقی در فرا رفت هوا رخ می‌دهد ولی شار عمودی به وسیله صعود هوا در جهت قائم انجام می‌پذیرد(*مسعودیان و همکاران،۱۳۸۹*).

تحقیقاتی که به واکاوی علل رخداد بارش‌های سنگین در ایران پرداخته‌اند، به عوامل جوی مختلفی اشاره دارند. شکل‌گیری نفوذ زبانه پرفشار در شمال کشور هنگام بارش‌های سواحل جنوبی دریای خزر (*خوشحال و قائمی؛ ۱۳: ۱۴۷۶*)، شکل‌گیری الگوی پرفشار باختر روسیه و فرود عربستان – عراق (*عسگری و همکاران، ۱۳۸۶: ۳*)، شکل‌گیری الگوی

www.SID.ir

Archive of SID

پرفشاری دریای سیاه تا جنوب‌خاوری ایران و کم‌فشار عراق *(مسعودیان و محمدی، ۱۳۸۹: ۱۹)* هنگام رخدادِ بارش‌های سنگین در گسترهٔ ایران، نقش سردچال‌ها در رخداد بارش‌های سنگین جنوب غرب و مرکز ایران *(امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹)*، شکل‌گیری الگوی سودانی هنگام رخداد بارش‌های شمال شرقی ایران *(حمیدیان پور و همکاران، ۱۳۸۹)*و بارش‌های استان بوشهر (گندمکار، ۱۳۸۹) و سرانجام کُند شدن حرکت سامانه کم‌فشار خاور سو روی آب‌های دریای مدیترانه و شمال دریای سرخ هنگام پیدایش الگوی پرفشار روی زاگرس و در نتیجه امکان تغذیهٔ بیشتر از سطح این دریاها *(براتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۰)*از جمله نتایج تحقیقات مورد اشاره هستند.

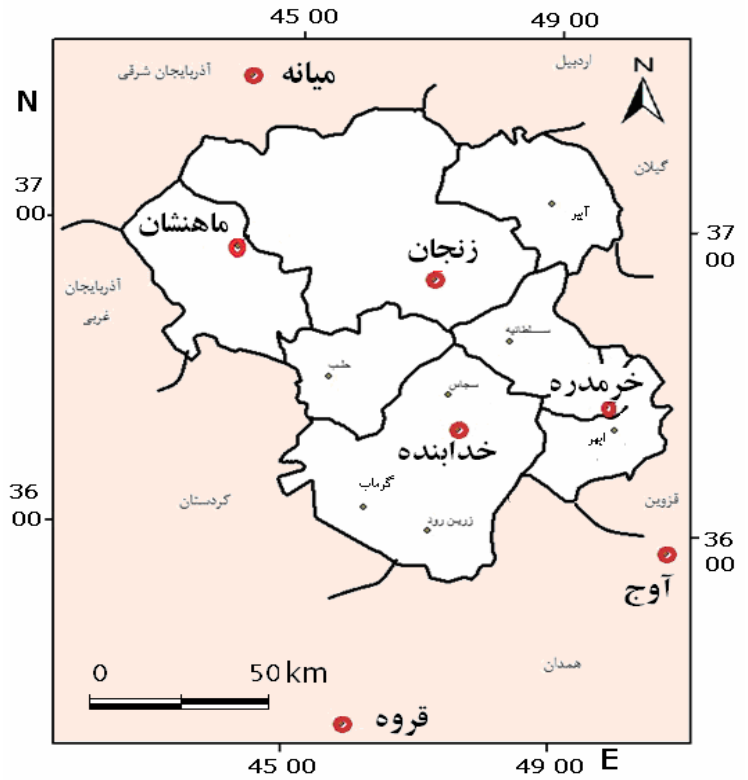
مرور تحقیقات یاد شده گویای تأثیرات انکارناپذیر همدید ترازهای بالای جوّ بر آب‌وهوای سطح زمین است *(علیجانی، ۱۳۸۸: ۸۱)*. در این تحقیق، هدف آن است که با تعیین سنگین‌ترین بارش‌های استان زنجان طی دههٔ اخیر، تأثیرات ارتفاع تراز ۵۰۰، موقعیت رودبادهای غربی تراز ۲۵۰ ، هسته‌های نم نسبی، نم ویژه و سمت و سرعت باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال طی روزهای رخداد و روزهای اوج مدل‌سازی شود.

داده‌ها و روش شناسی

دو روش بنیادی در مطالعات آب‌وهواشناسی با عنوان «محیطی به گردش» و «گردش به محیطی» وجود دارد *(مفیدی، ۱۳۸۴: ۶)*. در این تحقیق برای آزمون فرض «دریای مدیترانه به عنوان مهم‌ترین خاستگاه تأمین‌کنندهٔ نم بارش‌های سنگین استان زنجان»، با روش محیطی به گردشی، سری نخست داده‌های این پژوهش از نوع محیطی شامل داده‌های روزانهٔ بارش ۷ ایستگاه همدید و باران‌سنجی در گسترهٔ استان زنجان و پیرامون (شکل ۱)، طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ –که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد- بود و پس از رفع نواقص و طبقه‌بندی در محیط Excel قابل استفاده برای مراحل بعد که شامل تنظیم جداول روزانه، تعیین موج‌های بارش بر پایهٔ توالی روزهای دارای بارش بالای آستانهٔ ۳۰ میلی‌متر در روز به عنوان موج بارش سنگین و نهایتاً تعیین روز اوج بارش‌ها باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: منطقه مورد پژوهش

پیشتر، علیجانی (۱۱۸:۱۳۷۵) واشجعی باشکند (۱۳۷۹) آستانهٔ روزانهٔ ۳۰ میلی‌متر را برای بارش‌های سنگین معرفی کرده‌اند. همچنین کردوانی (۱۳۷۱: ۱۲۱) مرتبط با موضوعِ توان فرسایش‌زایی بارندگی‌ها، از رقم ۳۰ میلی‌متر بارش یادمی‌کند. هر چند در تحقیق (ابوالحسنی ،۱۳۸۹) آستانهٔ بیش از ۴۰ میلی‌متر ذکر شده است.

پس از اینکه مشخص شد بارش‌های فراتر از آستانه یاد شده، لزوماً در مرطوب‌ترین بهار دوره، یعنی بهار سال ۲۰۰۷ دوره رخ نداده‌اند، ارقام آستانه در مجموعهٔ روزهای بهارِ همهٔ سال‌ها جستجو شد و مشخص گردید۱۳ مورد بارش روزانهٔ برابر ۳۰ میلی‌متر و بیشتر در قالب ۸ موج طی ماه‌های فروردین تا اردیبهشت سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ رخ داده‌اند.

تهیه سری دوم داده‌ها با هدف تعیین سامانه‌های عامل بارش‌های سنگین استان زنجان در ترازهای پایین و میانی وردسپهر و آزمون فرض دریای مدیترانه به عنوان مهم‌ترین خاستگاه تأمین کنندهٔ نم بارش‌های سنگین به همراه استان زنجان انجام شد. داده‌های ترازی این مرحله برای روزهای دوام بارش شامل ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر،نم نسبی بر حسب درصد، نم ویژه بر حسب گرم بر کیلوگرم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، بادمداری وباد نصف‌النهاری بر حسب متر بر ثانیه در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بودند. این داده‌ها از بایگانیNCEP/NCARدر تارنمایCDC\REANALYSIS گرفته شده است تا امکان اعمال مؤلفه‌های لازم بر آنها برای مدل‌سازی فراهم شود. پس از تعریف پهنهٔ جغرافیایی برای

www.SID.ir

Archive of SID

رسم مدل‌ها در عرض و طول جغرافیایی بر حسب درجه در محیط GrADS برای داده‌های یاد شده بـه تفکیـک عملیـات زیر انجام گرفت:

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، با تعیین ناوهٔ عامل بارش طی روز اوج، مسیر آن طی روزهای قبل و بعد ترسیم شد؛ در تـراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، موقعیت هسته‌ها و پهنه‌های بیشینهٔ نم نسبی و نم ویژه طی روزهای اوج و استثنائاً بـرای مـوج هفـتم یک روز پیش از اوج مدل‌سازی شد. در این دو تراز میانگین دو عنصر یاد شده نیـز در محـدودهٔ ۳۵ تـا ۳۷ درجـهٔ عـرض شمال و ۴۷ تا ۵۰ درجهٔ طول غربی جغرافیایی که استان زنجان را در برمی‌گیرد محاسبه شد.

در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال، موقعیت رودبادها برای روزهای اوج هشتگانه و موقعیت میانگین بـرای مـدل‌سـازی آرایـش غالب بردارهای باد ترسیم شد.

بحث و نتایج

جدول (۱) گویای مشخصات عمومی هشت موج بارش سنگین رخ داده در استان زنجان طـی سـال‌هـای ۱۳۸۱ تـا ۱۳۸۸ است. سنگین‌ترین بارش رخ داده مربوط به ۱۱ فروردین ۱۳۸۳ است که با مجموع ۱۶۱ میلی‌متر بارش، ۳ شـهر از شـش شهر مورد مطالعه را درگیر کرده است.

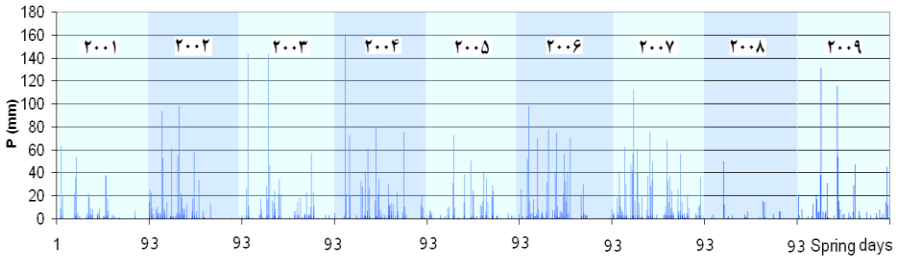
جدول۱:مشخصات آماری و همدید بارش‌های سنگین استان زنجان طی روز اوج

روز بارش	فراوانی شهرها	موقعیت دو رودباد جبهه قطبی و جنب حاره در ۲۵۰ ه.پ	خاستگاه نم ویژه بادهای نزدیک سطح دریا	میانگین نم در تراز ۷۰۰ ه.پ	
				نم نسبی (٪)	نم ویژه g/kg
۲۶ مارس۲۰۰۳	۱۴۳	ادغام دو رودباد در شمال خاوریدریای مدیترانه	مدیترانه	۷۹	۵,۲
۱۶ آوریل ۲۰۰۳	۱۴۳	ادغام دو رودباد روی دریای مدیترانه	مدیترانه – سیاه	۹۰	۴,۵
۳۱ مارس ۲۰۰۴	۱۶۱	رودباد جبهه قطبی	سیاه-مدیترانه	۹۵	۴/۸
۰۴ آوریل ۲۰۰۴	۷۲	ادغام دورودباد در شمال خاوریدریای مدیترانه	مدیترانه	۹۲	۴/۶
۳۰ می ۲۰۰۴	۷۵	رودباد جنب حاره	مدیترانه	۷۴	۴/۲
۲۹ مارس ۲۰۰۶	۹۷	آثار ادغام دو رودباد	سرخ	۷۴	۳
۱۲ آوریل ۲۰۰۷	۴۲	ادغام دو رودباد روی مدیترانه مرکزی	سرخ	۵۹	۴
۱۳ مارس ۲۰۰۹	۷۶	آثار ادغام دو رودباد	مدیترانه	۸۷	۳/۵

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۲) پراکندگی مقادیر تجمعی بارش روزانه را در سه ماه بهار و طی بازۀ مورد مطالعه نشان می‌دهد. پربارش‌ترین بهار مربوط به سال ۲۰۰۷ و کم‌بارش‌ترین بهار مربوط به سال بعد از آن یعنی سال ۲۰۰۸ است، بقیه سال‌ها شرایطی بینابین دارند.



شکل ۲: پراکندگی مقادیر تجمعی بارش روزانه هفت شهر منتخب استان زنجان طی فصل بهار

بررسی همدید بارش‌های سنگین در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

به نظر می‌رسد در مناطق هموار و سرزمین‌های خشک و نیمه‌خشک، بارش‌های سنگین می‌تواند بدون حضور سامانه‌ای بزرگ‌مقیاس مانند یک ناوۀ غربی رخ دهد. این بارش‌ها عموماً ناشی از بجا ماندن لایه‌ای از هوای مرطوب در پایین وردسپهر است که طی ساعات عصر و با اوج گرفتن زمین‌تاب، امکان صعود ناگهانی یافته و سنگین‌ترین و در عین حال کوتاه‌ترین بارش‌ها را پدید می‌آورد. در این زمینه هنگامی‌که سخن از رویداد بارش سنگین هم‌زمان در چند شهر و گاه بیش از یک روز است، در مقیاسی همدید باید انتظار افزایش نم هوا در حدی چشم‌گیر با نزدیک شدن ناوه‌ای از غرب را داشت.

در این تحقیق با بررسی نقشه‌های ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال طی آغازین روز بارش و روزهای بعد تا روز اوج و گاه تا یک روز پس از پایان بارش، مشخص گردید برای همه موج های بارشی، الگوی جابه‌جایی پادساعتگرد و خاورسوی ناوۀ تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال حاکم بوده است. شکل (۳) به عنوان الگوی مسیر ناوه باختری طی روزهای بارش سنگین در استان زنجان، موقعیت استان (مربع سرخ) طی روزهای بارش و به‌ویژه طی روز اوج (مربع سرخ نشان‌دار) در زیر یال خاوری ناوه، یعنی در بخش تشدید ناپایداری‌ها مشاهده می‌شود.

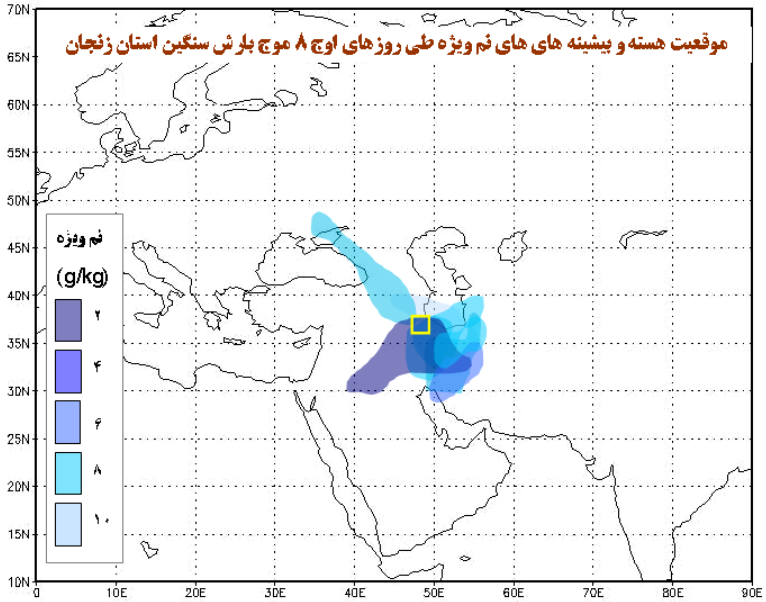
بررسی همدید هسته‌های بیشینۀ نم ویژه

به حسب موقعیت منطقه در عرض‌های میانی، تغییرات دمای هوای وردسپهر اجتناب‌ناپذیر است. از این رو ضرورت دستیابی به الگوی نم ویژۀ تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال پیش می‌آید تا مقدار مطلق بخار آب موجود در لایۀ هوای مماس با

www.SID.ir

Archive of SID

زمین، امکان ناآرامی آن و رخداد بارش سنگین آشکار شود. این مهم با بررسی مقادیر نم ویژه بر حسب گرم بر کیلوگرم در نقشه‌های روزانهٔ اوج بارش به دست آمد. نتایج گویای وجود نم ویژه بین ۲ تا ۱۰ گرم بر کیلوگرم در این لایه است (شکل۴).



شکل۴: الگوی موقعیت مقادیر هسته‌ها و بیشینه‌های نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم طی روزهای اوج بارش

بررسی شرایط همدید رودبادها

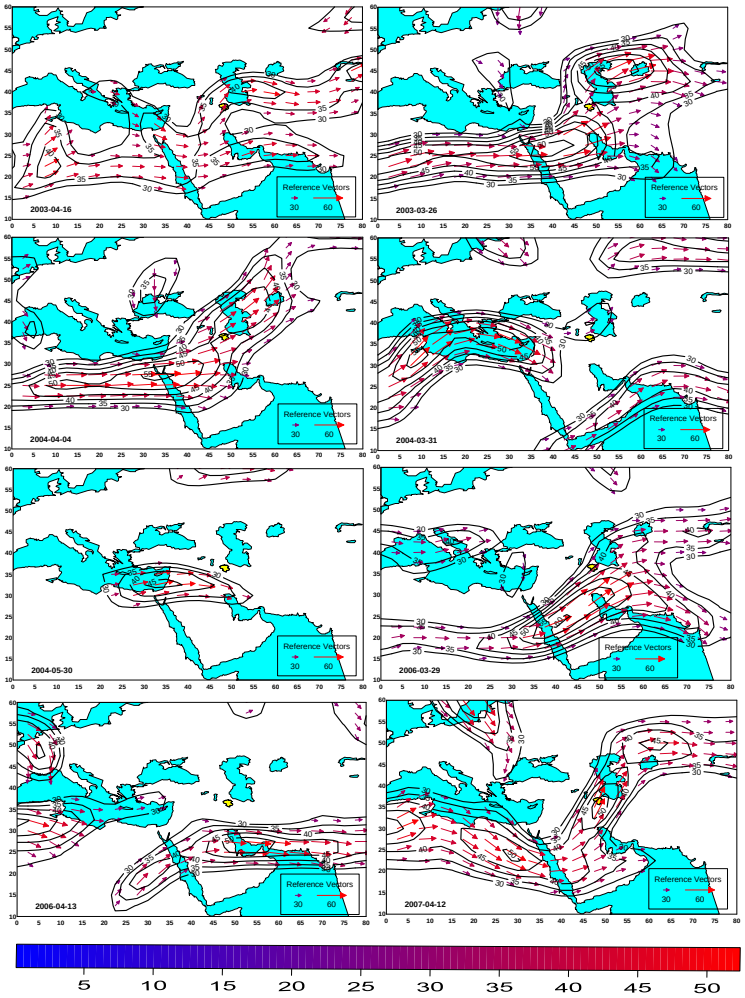
رودبادها با جریان بادهای غربی همراه هستند و بنا به نظر تامپسون (۱۳۸۲: ۱۹۵) به عنوان محل تراکم انرژی جنبشی جوّ شناخته می‌شوند. بر پایهٔ الگوهای رودباد، هوای آکنده از رطوبتی که در تحلیل همدید ترازهای پیشین روی سرزمین مورد پژوهش شناسایی شد، زیر منطقهٔ واگرایی تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال، امکان صعود یکپارچه یافته، بارش‌های سنگین را در استان زنجان به دنبال آورده است. موقعیت رودباد در ۷ مورد از ۸ موج بارش سنگین مورد بررسی با امتداد یکی از موقعیت‌های متوسط سه گانه هستهٔ رودباد جبههٔ قطبی در نیمکره شمالی که مورد اشاره (علیجانی و کاویانی ،۱۳۷۱: ۲۸۱) در شمال افریقا است، انطباق دارد. در شکل‌های ۶ - الف تا ۶ - ح، سمت صعودی جریان و بادهای جنوب-جنوب‌غربی روی منطقهٔ مورد مطالعه عموماً در شمالِ غرب هستهٔ رودباد است. در ۶ مورد از موج‌ها، منطقهٔ مطالعاتی در بخش شمالی انحناء چرخندی هستهٔ رودباد قرار گرفته است. این شرایط از طریق افزایش حرکت چرخندی و در نتیجه افزایش حرکت‌های بالاسو سبب تقویت سامانهٔ بارشی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجا که انرژی جنبشی به سرعت باد و انرژی پتانسیل به ارتفاع بستگی دارد، افزایش سرعت باد در منطقه سبب افزایش انرژی جنبشی می‌شود. برای اینکه انرژی پایستار بماند، این شرایط سبب کاهش انرژی پتانسیل و در نتیجه کاهش ارتفاع می‌گردد.

در حالت موردی سی و یکم مارس ۲۰۰۴، تندی باد در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال به نسبت دو حالت موردی شانزدهم آوریل و بیست و ششم مارس ۲۰۰۳، کاهش زیادی داشته است. در نتیجه میدان ارتفاع در منطقهٔ مطالعاتی کاهش یافته، سبب تقویت سامانهٔ چرخندی در منطقه شده است.



شکل ۶: الگوی موقعیت رودبادها در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال طی روزهای اوج بارش‌های سنگین استان زنجان

www.SID.ir

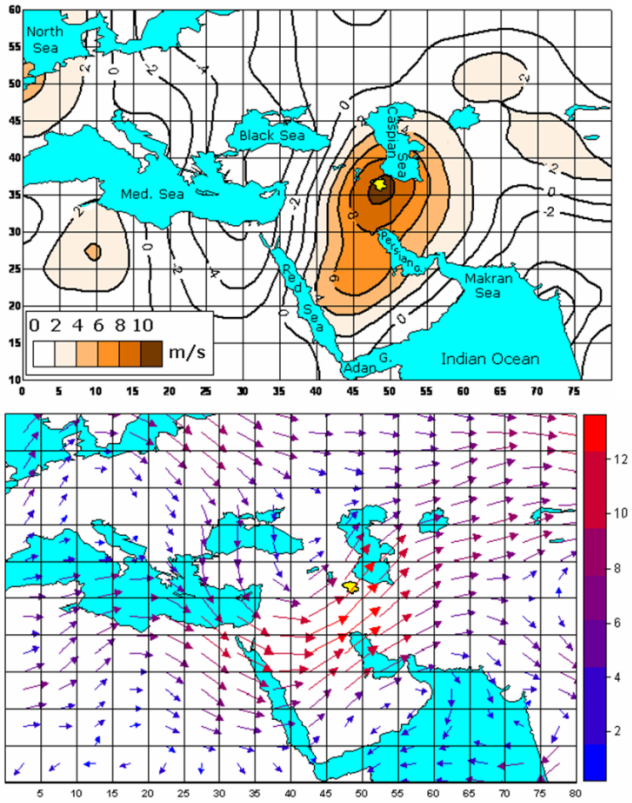
Archive of SID

زمستان فصلی است که گاه رودباد قطبی به عنوان کنترل کنندهٔ الگوهای هوای تراز زمین در عرض‌های میانی (قویدل؛ ۱۳۸۹: ۱۵۳) و رودباد جنب حاره در عرض‌های پایین‌تر با هم ادغام می‌شوند؛ این رخداد زمانی است که رودباد قطبی بیشترین گسترش را تا عرض‌های جنوبی جغرافیایی یافته باشد. نتایج تحقیق کنونی گویای رخداد ادغام رودبادها طی روزهای اوج بارش‌های سنگین استان زنجان روی عراق است. این موقعیت روی مدل ترکیبی میانگین میدان باد در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال که مربوط به مجموعهٔ روزهای اوج بارش‌های سنگین است با بلندترین بردارهای باد برحسب متر بر ثانیه (شکل ۷- سمت راست) روی محدودهٔ استان زنجان مشاهده می شود.

مدل ترکیبی میانگین مؤلفهٔ باد نصف‌النهاری نیز در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷- سمت چپ) هسته بیشینه باد را با کمیت بیش از ۱۰ متر بر ثانیه روی استان زنجان نشان می‌دهد. پیش از این در بحث همدید بارش‌های آبَرسنگین ایران (مسعودیان و محمدی ،۱۳۸۹: ۱۹)، به این محل اشاره کرده‌اند. در هر حال انحنای واچرخندی و شیب شمال سوی رودباد به عنوان دو مشخصهٔ معرفی شده برای رخداد بارش سنگین در عموم الگوهای روز اوج بارش‌های سنگین استان زنجان نیز مشاهده گردید. چنین بر می‌آید که جریان‌های شمالی ناشی از تغییر جهت رودباد قطبی از حالت مداری به نصف‌النهاری و ترکیب آن با رودباد جنب حاره عامل افزایش حرکت چرخندی سامانه و در نتیجه افزایش فرایند بارش شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷. مدل‌های ترکیبی میانگین میدان باد در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه (سمت راست) و میانگین مؤلفه باد نصف‌النهاری درتراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه (سمت چپ) طی روزهای اوج بارش‌های سنگین استان زنجان

نتیجه‌گیری

بر پایهٔ مقیاس همدید مورد استفاده در این تحقیق که عموماً ابعاد زمینی ۲۵۰ تا ۲۶۰ کیلومتر دارد، جابه‌جایی شرق سوی ناوهٔ تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، مهیایی ۲ تا ۱۰ گرم در کیلوگرم نم ویژه در این تراز روی استان زنجان، ادغام یال صعودی رودباد جبههٔ قطبی و رودباد جنب حاره و سرانجام شکل‌گیری بادهای جنوب - جنوبِ غربی به سمت منطقه هنگام رخداد بارش‌های سنگین در ترازهای متوالی پوش‌سپهر مشاهده شد.

به نظر می‌رسد با جمع شدن مجموعهٔ شرایط یاد شده، نم موجود در لایه‌های پایین، میانی و بالای پوش‌سپهر در ستونی از هوا، یکپارچگی یافته و امکان ریزش و تخلیه یکپارچه مقادیر بالای ۳۰ میلی‌تر را ایجاد کرده‌است. از مجموع ۸ مورد بارش سنگین استان زنجان، طی روزهای اوج ۶ مورد، ادغام رودبادها به طور آشکار یا نسبی در سمت باختر استان زنجان بازیابی شد و در راستای تأیید فرض تحقیق مبنی بر «دریای مدیترانه به عنوان مهم‌ترین خاستگاه تأمین‌کنندهٔ نم بارش‌های سنگین استان زنجان»، مشخص گردید سمت بادهای نزدیک به سطح دریای مدیترانه در تراز ۷۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

هکتوپاسکال، گویای انتقال نم ویژه از این دریا طی ۵ موج بارش به عنوان خاستگاه اصلی تأمین‌کننـده و طـی ۲ مـوج بـه عنوان یکی از خاستگاه‌های تأمین‌کنندهٔ رطوبت در کنار دریای سیاه است.

– منابع

- ابوالحسنی، حسین (۱۳۷۹). بررسی انرژی پتانسیل در یک سیستم همرفتی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، رشتهٔ جغرافیای طبیعی، گرایش آب و هواشناسی دانشگاه تربیت مدرس.
- اشجعی باشـکند،محمد (۱۳۷۹).بررسـی وارای مـدلهای سـینوپتیک بارشـهای سـنگین در شـمالغرب ایـران؛ پایـان نامـه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- امیدوار، کمال،فرشادصفرپور،مهدی محمودآبادی و سعید الفتـی(۱۳۸۹). تحلیـل همدیـدی اثرهـای سـرد چـال در وقـوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران، برنامه ریزی و آمایش فضا، فصلنامه مدرس علوم انسـانی.۶۸، صـص: ۱۸۹-۱۶۱.
- براتی، غلامرضا، جواد بداق جمالی و ناصر ملکی (۱۳۹۱). نقش واچرخندها در رخداد بارش های سنگین دهه اخیـر غـرب ایران (۱۹۹۷تا ۲۰۰۶)، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۸۰ ، صص: ۸۵-۹۸.
- براتی، غلامرضا و ایرج حیدری(۱۳۹۰). رتبه‌بندی بارش‌های غرب ایران بر پایهٔ خاستگاه کم‌فشارهای بارش‌زا، پژوهش‌های دانش زمین، ۳، صص: ۶۱-۷۱.
- براتی، غلامرضا، حسن لشکریو فریبا کرمی (۱۳۹۰). نقش همگرایی سامانه‌های فشار بر رخداد توفان هـای غبـاری اسـتان خوزستان، جغرافیا و توسعه، ۲۲، صص: ۳۹-۵۶.
- تامپسون، ر. د. (۱۳۸۲). فرایندها و سیستم های جوی، ترجمه حسین مراد محمدی، تهران، دانشگاه تهران.
- حمیدیان‌پور، محسن، بهلول علیجانی و علیرضا صادقی(۱۳۸۹). شناسایی الگوهای همدیدی بارش‌های شدید شمال شرق ایران، مطالعه جغرافیایی مناطق خشک، ۱(۱)، صص: ۱-۱۶.
- خوشحال، جواد و هوشنگ قائمی (۱۳۷۷). تحلیل و ارایهٔ یک مدل سینوپتیک ـ اقلیمی برای بارش‌های بیش از صد میلی متر در سواحل جنوبی دریاچه ی خزر، نشریه دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان،۱۴صص:۵۳-۵۳.
- عسگری، احمد، فاطمه رحیم‌زاده،نوشین محمدیان و ابراهیم فتاحی (۱۳۸۶). تحلیل روند نمایه‌های بـارش‌هـای حـدی در ایران، تحقیقات منابع آب، ۳، صص: ۴۲-۵۵.
- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). شناسایی تیپ‌های هوایی باران آور تهران بر اساس چرخندگی، تحقیقات جغرافیایی، ۶۴ ، صص: ۱۳۲-۱۱۴.

www.SID.ir

Archive of SID

- علیجانی، بهلول (۱۳۸۸). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، تهران، نشر سمت .
- علیجانی، بهلول و غلامرضا براتی(۱۳۷۵). تحلیل سینوپتیک یخبندان بهاره یک‌هزار و سیصد شصت و شش ایران، تحقیقات جغرافیایی،۴۰ ، صص:۱۲۱-۱۳۵.
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۲). مکانیزم های صعود بارندگی‌های ایران، مجله دانشکده علوم انسانی ،دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱، صص: ۸۵-۱۰۱.
- قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۹). نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم افزار GrADS، تهران، نشر سها دانش.
- کاویانی، محمدرضا و رحیم حجتی‌زاده(۱۳۸۰). تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک واقعه سیل اسفندماه ۱۳۷۱ در حوزهٔ آبی کارون، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۲ (۲۷)، صص: ۱-۱۸.
- گندمکار، امیر (۱۳۸۹). بررسی همدید بارش شدید روزهای سوم و چهارم اردیبهشت سال یکهزار و سیصد و هشتاد و نه؛ مجموعه مقالات همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی.
- مسعودیان، سیدابوالفضل و بختیار محمدی(۱۳۸۹). تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران – مطالعه موردی آبانماه ۱۳۷۳، جغرافیا و توسعه، ۱۹، صص: ۳۷-۷۰.
- مفیدی، عباس وآذرزرین(۱۳۸۴). تحلیل سینوپتیک ماهیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی، سرزمین، ۶، صص: ۲۴-۴۸.

- ۲۰-Hirschboeck, K. ۱۹۸۷. Catastrophic Flooding and Atmospheric Circulation Anomalies, In L. Mayers D. Nash (Eds), Catastrophic Flooding, the Binghamton Symposia in Geomorphology International Series; No.۱۸, London: Allen and Unwind.
- Hill, C. A. ۲۰۰۶: Qualitative Hydrology of Noah’s Flood. Perspectives on Science and Christian Faith. Vol. ۵۸ (۲): ۱۲۰-۱۲۹.
- Inbar, M. ۱۹۸۷: Effects of a High Magnitude Flood in a Mediterranean Climate: A Case Study in the Jordan River in Catastrophic Floods, ed. L. Mayer and D. Nash. Boston: Allen and Unwin.
- Groisman, R. Y. ۱۹۹۹: Changes in the probability of heavy precipitation-important indicators of climatic change. Climate Change. ۴۲: ۲۴۳-۲۸۳.

www.SID.ir