مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۸، زمستان ۱۳۹۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۲۴

صفحات: ۸۸ - ۶۹

اندرکنش تأثیر ارتفاعات زاگرس بر بارش تجمعی و سرعت قائم باد سامانه‌های غرب ایران

سعید بساطی[۱]، داریوش یاراحمدی[۲]*، بهروز نصیری[۳]، سمیه رفعتی[۴]

چکیده

با توجه به اهمیت ارتفاعات زاگرس در توزیع و میزان بارش ایران، در مطالعه حاضر با به‌کارگیری مدل اقلیمی میان‌مقیاس RegCM4 و انجام شبیه‌سازی، تأثیر ارتفاعات زاگرس بر بارش همرفتی تجمعی و سرعت قائم باد ترازهای مختلف جو بررسی گردید. داده‌های موردنیاز این پژوهش از داده‌های دوباره تحلیل‌شده مرکز پیش‌بینی‌های محیطی/ مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) و باقدرت تفکیک افقی ۲/۵ درجه برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵، از عرض جغرافیایی ۲۲ تا ۳۸ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۳۸ تا ۵۸ درجه شرقی اخذ گردید. شبیه‌سازی‌ها بر شبکه‌ای با تفکیک افقی ۱۰ km و گام زمانی ۳۰ ثانیه صورت گرفته است. در مرحله‌ی اول مدل با داده‌های واقعی اجرا، سپس رشته‌کوه زاگرس و کوه‌های مرکزی ایران حذف و مدل دوباره اجرا گردید. نتایج نشان داد هسته‌های بارش تجمعی ماه‌های دسامبر- ژانویه در شرق ارتفاعات زاگرس تضعیف شده است و ارتفاعات زاگرس باعث افزایش بارش در غرب ایران و کاهش آن در شرق شده است. در مقابل در ماه آوریل، بیشینه بارش در هر دو اجرا، در غرب ایران و منطقه زاگرس تمرکز داشته است و کمینه آن در شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران بوده است. همچنین با حذف ارتفاعات زاگرس، بر بارش همرفتی تجمعی این ماه در سواحل دریای خزر افزوده شده است. ارتفاعات زاگرس در ماه آوریل باعث جابجایی رودباد ترازهای بالای جو از تراز ۲۰۰ به ۴۰۰ هکتوپاسکال و سبب افزایش سرعت و وسعت آن‌ها شده است؛ بنابراین الگوی جریانات سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس و بارش همرفتی حاصل از آن‌ها متأثر از الگوی ارتفاعات بوده است و با تغییر شرایط دمایی از شرایط سرد به شرایط گرم، میزان و نحوه تبعیت از توپوگرافی و شرایط محلی تغییر کرده است؛ به‌گونه‌ای که در ماه دسامبر، ارتفاعات باعث کاهش سرعت باد ترازهای پایین جو و در ماه ژانویه و آوریل سبب افزایش آن شده است.

واژگان کلیدی: بارش همرفتی تجمعی، ارتفاعات زاگرس، سرعت قائم باد، مدل RegCM4، غرب ایران.

[۱]- دانش آموخته دکتری، رشته آب و هواشناسی، دانشگاه لرستان S.basati55@yahoo.com

[۲]- دانشیاراقلیم شناسی، گروه علوم جغرافیایی، دانشگاه لرستان (نویسنده مسئول) Yarahmadi.d@lu.ac.ir

[۳]- استادیاراقلیم شناسی، گروه علوم جغرافیایی، دانشگاه لرستان Behrouz.nasiri46@Gmail.com

[۴]- استادیاراقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی Rafatisomayeh@gmail.com

مقدمه

کشور ایران سرزمینی با ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی متنوع می‌باشد و بارش‌های شدید و کوتاه‌مدت در نواحی مختلف به‌ویژه در غرب و جنوب غرب ایران موجب سیلاب‌های مخرب و خسارت‌بار می‌شود که گاهاً ضررهای جانی و مالی زیادی را در پی داشته است. از طرف دیگر رشته‌کوه‌های زاگرس با کشیدگی شمال غرب- جنوب شرق و رشته‌های موازی و مرتفع بر شرایط آب و هوایی این مناطق تأثیرات قابل ملاحظه‌ای دارند و با قله‌های بلند و پر شیب و دره‌های عمیق باعث شکل‌گیری سیل‌های شدید و طغیان رودخانه‌ها می‌گردد. در مورد ارتباط عوامل طبیعی و بارش و تأثیرات آن‌ها مطالعات گوناگونی در داخل و خارج ایران صورت گرفته است. برخی پژوهشگران مانند کریچاک و همکاران[۱](۱۹۹۷)، آلپرت و کریچاک[۲] (۱۹۹۶)، چن و همکاران[۳] (۲۰۰۵) و دوران و کلمپ[۴](۱۹۸۳) با حل تحلیلی و شبیه‌سازی عددی معادلات حرکت، باد فراشیب و امواج ارتفاعات را در حالت‌های متفاوت بررسی کرده‌اند. برخی دیگر نیز نحوه برهمکنش ارتفاعات با رژیم بارندگی و چرخندزایی پس کوه را در رشته‌کوه‌های پهن و مرتفع بررسی کرده‌اند که از آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های توسی و فانتینی[۵] (۱۹۸۲) و چن و همکاران(۲۰۰۵) اشاره کرد. پاودا و مزا[۶] (۲۰۰۰) از تحلیل مجدد NCER/NCAR برای شناخت چرخه سالانه رودباد چوکو[۷] استفاده کردند و پیشنهاد دادند که توسعه‌ی همرفت در این ناحیه ناشی از همگرایی رطوبت با یک رودباد سطح پایین غربی به نام رودباد چوکو می‌باشد که با بادهای تجارتی، کم‌فشارهای سطح پایین و هوای گرم محلی ترکیب شده‌اند. کول[۸] (۲۰۰۳) بخش بادسوی کوه را با ارتفاع و پهنای کوهستان بررسی کرد و نتیجه گرفت که بیشینه بارش، تابعی از شیب کوه، پهنای آن و تندی باد است؛ به‌طوری‌که برای تندی باد ضعیف، بارش بیشینه تابعی از شیب کوه است. او همچنین روشن ساخت که در بخش بادسوی یک مانع کوهستانی کوتاه و باریک در مقایسه با یک مانع کوهستانی بلند و پهن، بارش بیشینه بیشتر است و هنگامی که تندی باد افزایش می‌یابد، بارش در روی کوه‌های پهن و مرتفع نیز بیشتر می‌شود.

رخداد بارش همرفتی از عواملی همچون جریان هوای ورودی، وجود رودباد سطح پایین، کوهستان پرشیب، حرکت قوی سینوپتیکی عمودی، جریان رطوبت افقی شدید، یک جریان هوای روبه بالای ناپایدار بالقوه تأثیر می‌پذیرد. غیر از عواملی همچون عمق چرخش قائم و حضور انرژی پتانسیل، عوامل دیگری مانند جت‌های بالایی و پایینی تروپوسفر، جبهه‌زایی و برخی مکانیسم‌های واداشتی، در همگرایی افقی توده هوا تأثیر دارند که این عوامل صعود همرفتی بسته‌های هوا را تأمین می‌کنند (باناکوس و همکاران[۹]، ۲۰۰۵). چن و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر بالاروندگی و انسداد کوهستان را در بارش شدید ۱۱ اکتبر ۲۰۰۹ در دشت لان یانگ در شمال شرق تایوان در طول فصل موسمی که

1- Krichak et al
2- Alpert,P& Krichak,S
3- Chen,C, et al
4- Durran, D & Klemp, J
5- Tosi, E & Fantini, M
6 Poveda and Mesa
7 –Choco Jet Stream
8- Cole, B
9- Banacos et al

۶۳۱/۵ میلی‌متر بارش داشته است را با استفاده از تحلیل داده‌های مشاهده‌ای و مدل‌سازی عددی WRF مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعه نشان داد به دلیل انسداد اروگرافیکی و باد غالب شرقی در دشت لان یانگ غربی، جریان رطوبت ایجادشده سطح زمین در دامنه روبه باد به علت وجود سامانه شبه ایستا برعکس می‌شود. همچنین در مطالعه دیگری ایوانکان پیک و همکاران[1] (۲۰۱۴) سازوکار بارش‌های سنگین در جنوب شرق ناحیه آدریاتیک را بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند بارش سنگین منتخب در این ناحیه به دلیل فرارفت هوای گرم و فرارفت تاوایی مثبت در تراز میانی جو بوده است. توپوگرافی منطقه اگرچه نقش مهمی در ایجاد بارش بیشینه داشته است؛ ولی در ایجاد بارش نقش اساسی بازی نکرده است.

در ایران نیز در زمینه بارش و تأثیر توپوگرافی، مطالعات مختلفی انجام گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌گردد. علیزاده و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از مدل MM5، تأثیر رشته‌کوه البرز در تقویت سامانه‌های همدیدی در نواحی پشت به باد را بررسی کرده‌اند. بررسی میدان سرعت قائم در این پژوهش نشان می‌دهد که با کاهش ارتفاع ناهمواری‌ها مقادیر دمای پتانسیل و سرعت قائم در پشت به باد کوه و همچنین بارش تجمعی در برخی نقاط کاهش می‌یابند. نتایج حاصل نشان‌دهنده افزایش سرعت قائم در پشت به باد کوه است؛ اما در برخی نقاط نیز سرعت قائم باد کاهش یافته است. بالالان فرد (۱۳۹۲) در مطالعه تأثیر توپوگرافی و دمای دریای خزر در بارش سنگین استان گیلان در ژانویه ۲۰۰۷ نشان داد که در شبیه‌سازی مدل عددی با حذف گرادیان دمای سطح دریا و دشت گیلان، بارش‌های تجمعی ۱۰روزه در حدود ۶۰ درصد کاهش یافته است. هم چنین مطالعات نشان می‌دهد حداکثر رخداد بارش‌های همرفتی در بهار و حداقل آن‌ها در تابستان است. در مقیاس ماهانه، بیش‌ترین تعداد وقوع در ماه‌های می و آوریل می‌باشد. در مجموع، پس از بررسی ۹۶ نمونه بارش دوره گرم سال مشخص شد که عامل همرفت، بیش‌ترین نقش را در رخداد بارش ماه‌های ژوئن و می داشته است (معصوم پور و همکاران، ۱۳۹۲).

یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند در مرحله شکل‌گیری سامانه‌ها شرایط سینوپتیک تأثیر بیشتری داشته و عامل غالب بوده است؛ اما در مرحله بلوغ تأثیر توپوگرافی و ارتفاعات زاگرس در شدت فعالیت مؤثرتر بود. یافته‌های این مطالعه نشان داد، در مرحله بلوغ، با افزایش درصد کسر همرفتی و کاهش دمای درخشندگی بر شدت فعالیت همرفتی افزوده شده؛ اما در مرحله زوال این وضعیت برعکس شده است. همچنین بساطی (۱۳۹۵) در پژوهشی با استفاده از مدل RegCM4 نشان داد در اجرای مرجع مراکزی از کمیت‌های تاوایی، همگرایی- واگرایی و امگا در زاگرس و غرب آن تشکیل که باعث بارش در این منطقه شده است. در مقابل در اجرای بدون کوهستان این مراکز به‌هم‌خورده و هسته بارش به شرق ارتفاعات زاگرس جابجا شده است. مطالعات یاراحمدی و همکاران(۱۳۹۵) و بساطی (۱۳۹۵) کمیت‌هایی مانند تاوایی، همگرایی و امگا در سامانه‌های بارشی با استفاده از مدل RegCM بررسی کرده‌اند؛ درحالی‌که در مطالعه حاضر، تأثیر ارتفاعات زاگرس بر بارش همرفتی تجمعی و نیم‌رخ سرعت قائم باد ترازهای مختلف جو موردبررسی قرار می‌گیرد.

1- Ivanc an Picek et al

امروزه تأثیر زیاد ریزش‌های جوی از نظر تأمین منابع آب و قرارگیری ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک کم باران، اهمیت مطالعه بارش‌های ایران و عوامل مؤثر بر آن‌ها را دوچندان نموده است. مطالعات بررسی‌شده نشان داد که تأثیر ارتفاعات بر الگوی قائم سرعت باد و بارش همرفتی سامانه‌های میان‌مقیاس موردبررسی قرار نگرفته است و در مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور، تکیه بر رشته‌کوه‌ها بوده است و عوامل تأثیرگذار همچون سرعت قائم باد بررسی نشده است؛ بنابراین در این پژوهش تأثیرات ارتفاعات زاگرس بر بارش و نیم‌رخ قائم باد سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس در ماه‌های گذار سال مورد واکاوی و تحلیل قرار می‌گیرد.

داده‌ها و روش‌ها

جهت تبیین نقش رشته‌کوه‌های زاگرس بر بارش تجمعی همرفتی و سرعت قائم باد سامانه‌های همرفتی غرب ایران از مدل اقلیمی میان‌مقیاس RegCM4 استفاده شد. در این مطالعه با توجه به اهداف تحقیق، داده‌های زیر مورداستفاده قرار گرفت و روش کار به شرح ذیل اجرا گردید.

داده‌ها

مدل اقلیمی RegCM4 که در این پژوهش مورداستفاده قرارگرفته نیاز به دو دسته داده دارد که همگی آن‌ها در تارنمایRegCM وجود دارد که قالب آن‌ها NC است. این داده‌ها بر دو نوع داده‌های سطح زمین و داده‌های جوی هستند که داده‌های جوی که به اصطلاح NNRP1 و NNRP2 گفته می‌شود و شامل دمای هوا، سیگمای دما، رطوبت نسبی، سرعت مداری و نصف‌النهاری، فشار سطح و ارتفاع ژئوپتانسیل می‌باشد. داده‌های سطح زمین پنج دسته‌اند که داده‌های توپوگرافی، کاربری زمین، داده‌های مربوط به بافت خاک، دمای سطح دریا و ذرات معلق را شامل می‌شود. در این پژوهش از داده‌های سطحی توپوگرافی، کاربری زمین و با قدرت تفکیک ۳۰ ثانیه‌ای و دمای سطح دریا استفاده شده است. داده‌های موردنیاز این پژوهش از داده‌های دوباره تحلیل‌شده مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی/ مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) و باقدرت تفکیک افقی ۲/۵ درجه اخذ گردید. شبیه‌سازی‌ها بر شبکه‌ای با تفکیک افقی ۱۰ km و گام زمانی ۳۰ ثانیه صورت گرفته است.

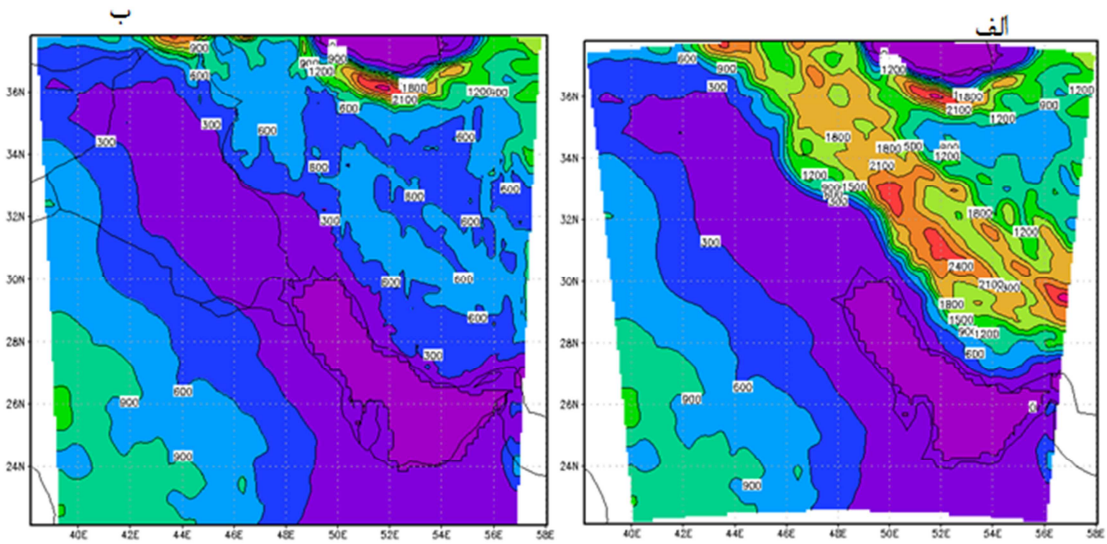
روش کار

ازآنجاکه هدف مطالعه حاضر بررسی اثر زاگرس بر شبیه‌سازی‌های مدل است، به‌منظور نمایش دقیق‌تر نتایج، این محدوده به شکلی انتخاب‌شده که مرکز آن با مختصات ۳۲ شمالی و ۴۸ شرقی بر ارتفاعات زاگرس و سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس واقع شود. به منظور تأثیر ارتفاعات زاگرس بر بارش تجمعی همرفتی و سرعت قائم باد، منطقه مورد مطالعه از طول جغرافیایی ۳۸ تا ۵۸ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۲ تا ۳۸ درجه شمالی انتخاب شد. قبل از اجرای شبیه‌سازی اقلیم منطقه، مرحله‌ی پیش‌پردازش وجود دارد که بایستی انجام شود. این مرحله شامل تعریف دامنه و فاصله نقاط شبکه، درون‌یابی پوشش سطح زمین و داده‌های ارتفاع بر روی نقاط شبکه مدل است. این کار با

ویرایش Name List امکان‌پذیر است. مهم‌ترین مسئله که در ویرایش Name List باید به آن توجه کرد انتخاب تعداد نقاط در شبکه در جهت x و y و انتخاب گام زمانی مناسب می‌باشد.

ایران‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که بهترین طرح‌واره برای بارش‌های همرفتی جنوب غرب و غرب کشور طرح‌واره کو- آنتس می‌باشد. درنتیجه در این پژوهش از طرح‌واره کو با اجراهای مختلف برای بررسی تأثیرات رشته‌کوه زاگرس بر سرعت قائم باد درسامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس و بارش همرفتی تجمعی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ استفاده شد. در مرحله‌ی اول مدل با تمامی داده‌های واقعی اجرا شد (اجرای مرجع یا اجرای اول). سپس با توجه به هدف تحقیق، رشته‌کوه زاگرس و همچنین کوه‌های مرکزی ایران از داده‌های توپوگرافی حذف و مدل دوباره اجرا گردید (اجرای دوم). در بررسی‌ها، اجرای یکم در حکم اجرای مرجع در نظر گرفته‌شده و نتایج اجرای دیگر (اجرای دوم) با آن مقایسه شده است. در حذف ارتفاعات از کار یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۵) و زرین (۱۳۸۶) استفاده‌شده است.

مدل برای بارش تجمعی همرفتی و سرعت قائم باد در ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ به‌صورت ماه به ماه جداگانه در دو شرایط متفاوت با زاگرس(کنترل) و بدون زاگرس اجرا گردید. دلیل انتخاب ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل این بود که در بررسی‌های انجام‌گرفته توسط رفعتی (۱۳۹۱) و حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۳) در ماه‌های ژوئن تا اکتبر سامانه‌ای با معیارهای تعیین‌شده (معیارهای مورداستفاده برای تعریف MCS) وجود نداشت و در کار آن‌ها رخداد سامانه‌های همرفتی ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل ازنظر فراوانی قابل‌توجه بوده است. همچنین در سایر ماه‌های سال سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس وجود نداشت. به‌منظور بررسی دقیق‌تر سامانه‌های همرفتی، بارش همرفتی تجمعی و نیم‌رخ سرعت قائم باد در سه مقطع زمانی شکل‌گیری، اوج فعالیت همرفتی (بلوغ) و زوال و یا مرگ سامانه بررسی گردید. شکل (۱) توپوگرافی مدل را در دو اجرای مرجع و اجرای دوم، پس از حذف رشته‌کوه زاگرس و کوه‌های مرکزی ایران نشان می‌دهد.



شکل ۱: توپوگرافی مدل الف. اجرای مرجع (اجرای اول) ب. اجرای حذف ارتفاعات زاگرس و کوه‌های مرکزی (اجرای دوم)

نتایج و بحث

الف. بررسی بارش سامانه‌های همرفتی

به‌منظور نشان دادن تأثیر ارتفاعات زاگرس بر چرخه عمر سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس، با انجام تفاضل گیری وضعیت بارش همرفتی سامانه ۷ دسامبر ۲۰۰۱ در شرایط حذف ارتفاعات و شرایط مرجع شبیه‌سازی و بررسی گردید تا تغییرات بارش در صورت حذف ارتفاعات آشکار گردد (شکل ۲). اختلاف بارش دو اجرا در نقشه‌های مربوط به تفاضل گیری بارش مشاهده می‌شود. در صورت حذف ارتفاعات، جنوب عراق و شرق زاگرس در مرحله بلوغ سامانه با مقادیر منفی روبرو بوده است که بیانگر افزایش بارش در این مرحله بوده است و این افزایش به‌طرف شرق زاگرس محسوس‌تر است. مقادیر مثبت حاصل از تفاضل گیری در خوزستان و منطقه زاگرس نشانگر کاهش بارش در صورت حذف ارتفاعات می‌باشد. هسته‌های منفی و مثبت تفاضل بارش در کنار همدیگر ناشی از تأثیرات کوهستان‌های بلند در کنار دشت‌های کم ارتفاع و توپوگرافی بر بارش‌های همرفتی می‌باشد. وجود دو هسته مثبت و دو هسته منفی از غرب به شرق در مرحله بلوغ و گسترش بارش به مرکز ایران در هنگام حذف رشته‌کوه زاگرس مهم‌ترین خروجی نقشه‌های میدان تفاضلی می‌باشد. در مرحله زوال هسته‌های منفی و مثبت این نقشه‌ها به یک هسته مثبت تبدیل و به سمت شرق در دشت‌های مرکزی ایران جابجا شده است. هرچند که حذف و یا تغییراتی دیگر در وضعیت منطقه و ارتفاعات زاگرس در حکم یک واقعیت فیزیکی در شبیه‌سازی‌ها ایفای نقش می‌کند، ولی در کنار عوامل فیزیکی فوق، نباید از نقش تعیین‌کننده منابع متفاوت خطاهای جزئی در طرح‌واره‌های مرتبط با بارش غافل شد. تأثیر خطاهای مختلف جزئی در مدل نیز می‌تواند ازجمله دلایل اصلی تغییرات جزئی در نتایج بارش اجراها باشد. اگرچه این تأثیر در کل محدوده شبیه‌سازی مشاهده نمی‌شود، ولی به نظر می‌رسد که مراکز تفاضلی پراکنده بارش در خارج از محدوده موردمطالعه، به دلیل وجود این دسته از عوامل می‌باشد.

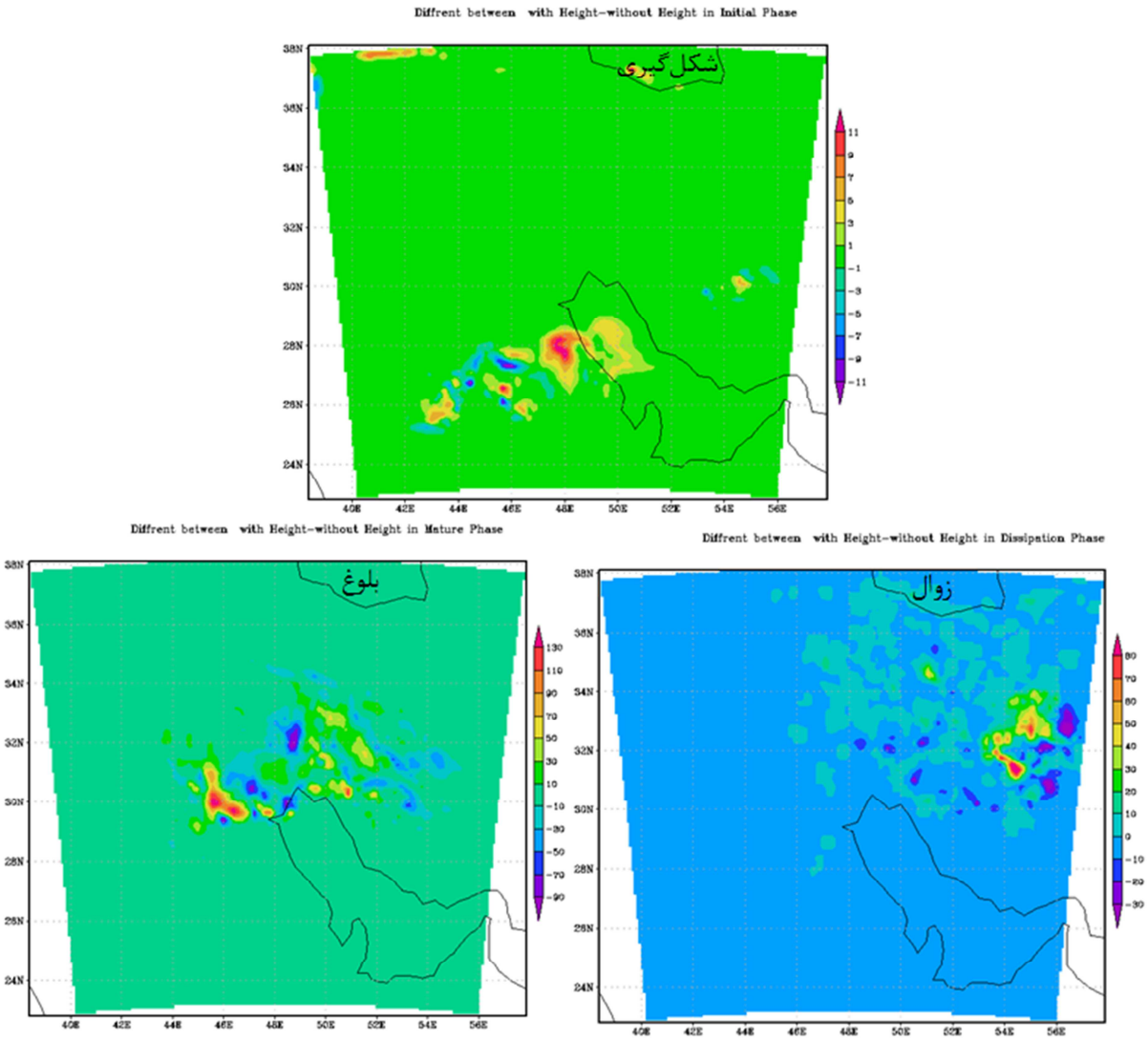
همان‌طور که از مقایسه شکل‌های فوق مشاهده می‌شود، با حذف رشته‌کوه زاگرس، بارش در نواحی رو به باد کوه کاهش‌یافته است؛ علت چنین وضعیتی شرایط مساعد برای تشکیل موج و درنتیجه صعود بیشتر هوا روی کوه در اجرای مرجع نسبت به اجرای حذف ناهمواری‌هاست. همچنین به دلیل کاهش اثر عامل واداشت کوهستان در صعود هوا، با حذف ارتفاع ناهمواری‌ها در اجرای دوم، بارش در مناطق غربی زاگرس کاهش‌یافته است. علت کاهش بارش اجرای حذف ارتفاعات در نواحی غربی زاگرس نیز می‌تواند انسداد جریان‌های ناوه به‌واسطه کوه باشد؛ چون با حذف ارتفاع در اجرای دوم، این انسداد جریان به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته است. درنتیجه بارش بیشینه به سمت شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران کشیده شده است.

شکل ۳ میدان تفاضلی بارش همرفتی اجرای مرجع از اجرای بدون ارتفاع برای سامانه ۲۳ آوریل ۲۰۰۴ نشان می‌دهد. نقشه مرحله بلوغ سامانه نشان می‌دهد هر چه سامانه به منطقه زاگرس نزدیک‌تر می‌شود مقادیر حاصل از تفاضل گیری افزایش‌یافته است؛ به‌طوری‌که با حذف ارتفاعات، نوار غربی ایران و مناطق منطبق بر محدوده ارتفاعات زاگرس شاهد کاهش بارش همرفتی بوده است. هم‌چنین نقشه‌های مرحله بلوغ و زوال سامانه نشان می‌دهد در صورت حذف ارتفاعات زاگرس، سامانه در این مرحله کاهش بارش همرفتی را تجربه کرده است. نقشه‌های مربوط به

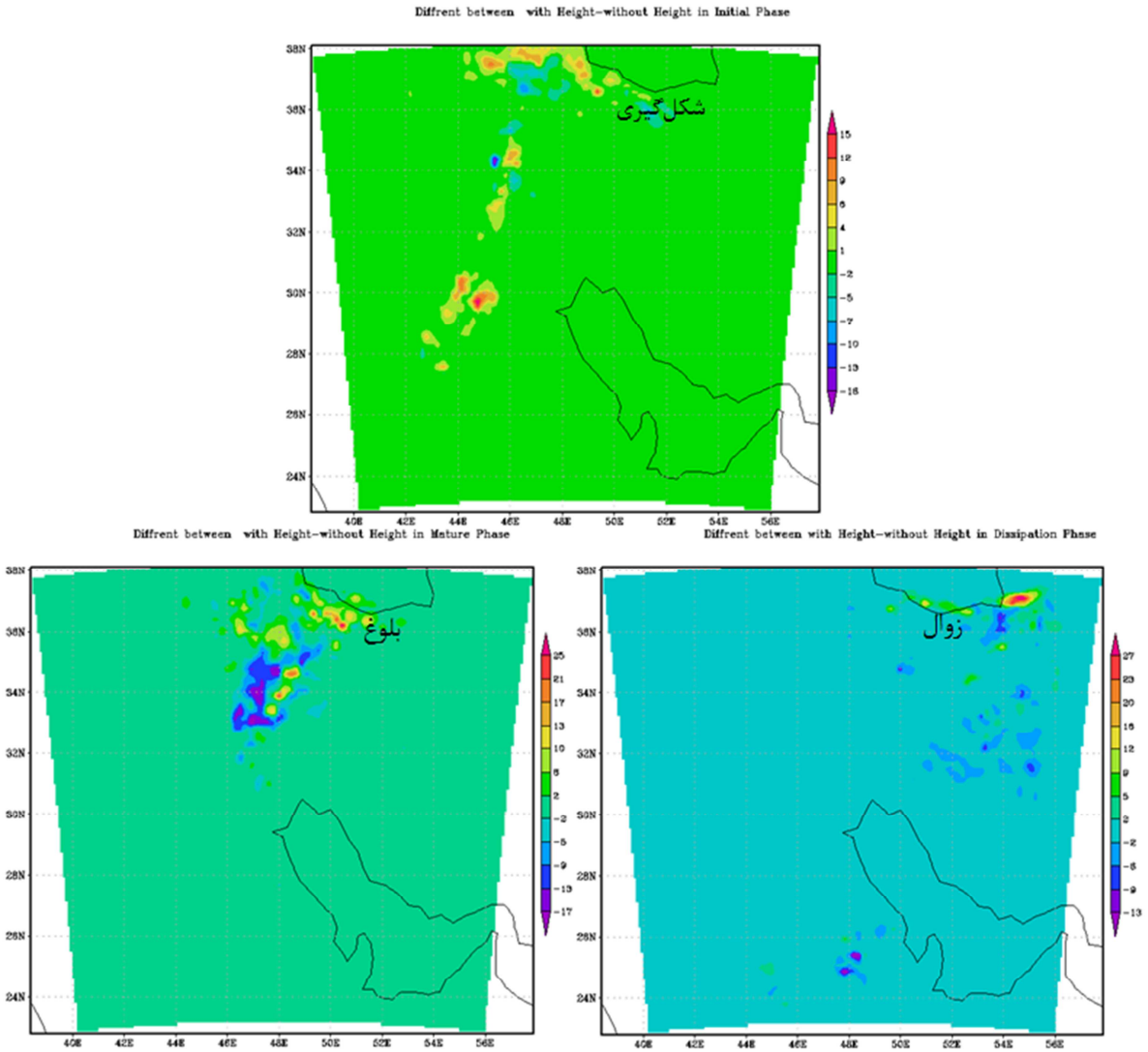
مرحله زوال سامانه نشان می‌دهد در هر دو اجرا، بارش همرفتی در دامنه‌های شرقی زاگرس و دشت‌های مرکزی بدون تغییر بوده است؛ به عبارتی دیگر ارتفاعات زاگرس در ماه آوریل تأثیری بر بارش همرفتی این مناطق نداشته است. همچنین با حذف ارتفاعات زاگرس، بارش در سواحل دریای خزر و محدوده جغرافیایی رشته‌کوه البرز به‌شدت افزایش یافته است.

شکل ۴ میدان تفاضلی بارش همرفتی اجرای مرجع از اجرای بدون ارتفاع برای سامانه ۱۱ ژانویه ۲۰۰۴ نشان می‌دهد. با حذف ارتفاعات زاگرس، بارش همرفتی سامانه ماه ژانویه در دامنه‌های غربی زاگرس و جلگه خوزستان با افزایش روبرو بوده است و منطقه زاگرس و دامنه‌های شرقی آن و دشت‌های مرکزی ایران کاهش بارش همرفتی را تجربه کرده است. وسعت هسته کاهشی بارش همرفتی این سامانه در مرحله زوال نسبت به وسعت آن در مرحله شکل‌گیری و بلوغ بیشتر است که نشان‌دهنده این واقعیت است که تأثیر ارتفاعات زاگرس بعد تضعیف شرایط دینامیکی – سینوپتیکی سامانه همرفتی شدیدتر می‌باشد.

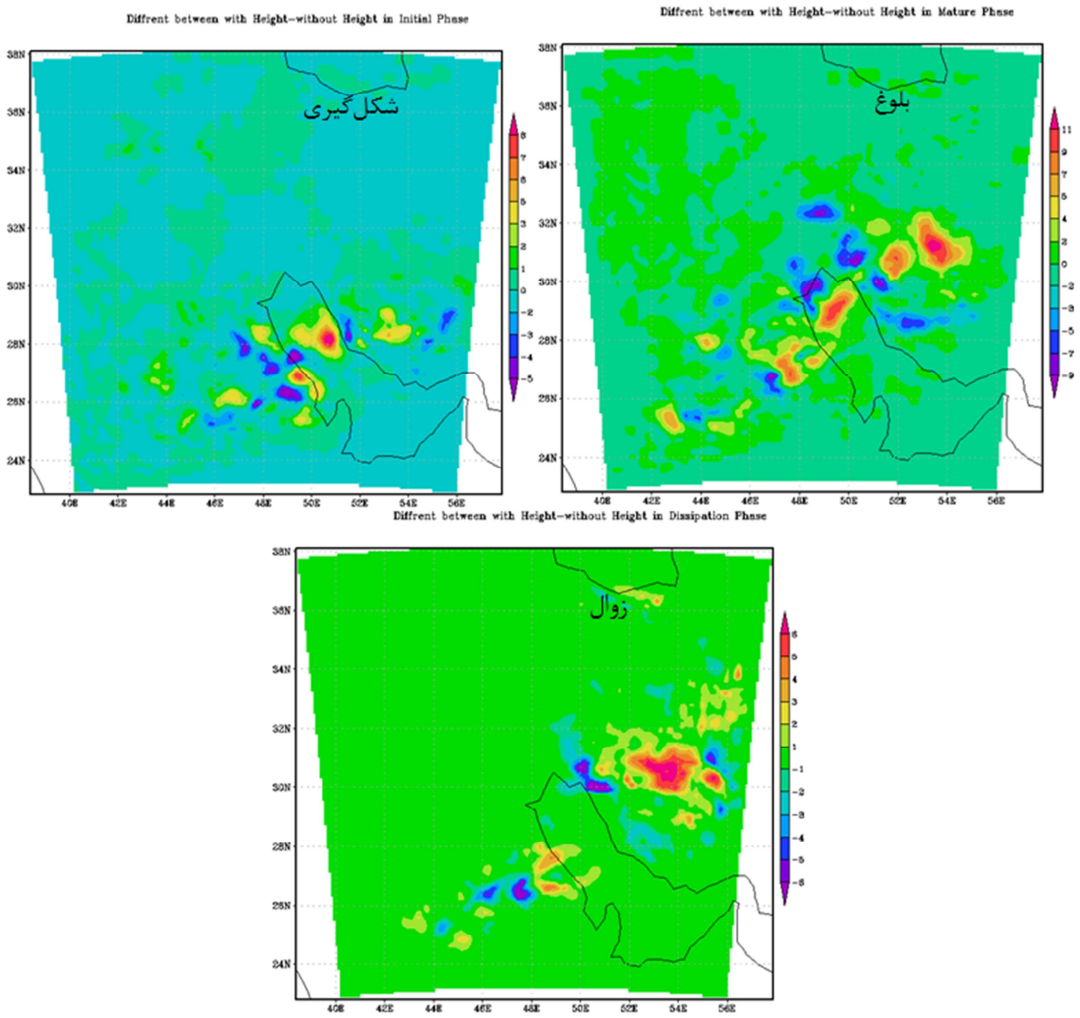
مقایسه نقشه‌های تفاضل گیری رخداد بارش همرفتی ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل نشان می‌دهد نقش و تأثیر ارتفاعات زاگرس در این ماه‌ها متفاوت می‌باشد به‌گونه‌ای که با حذف ارتفاعات زاگرس، بارش همرفتی شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی در ماه ژانویه کاهش یافته است؛ درحالی‌که در ماه‌های دسامبر و آوریل، در این مناطق افزایش بارش همرفتی مشاهده شده است.



شکل ۲: میدان تفاضلی بارش همرفتی اجرای مرجع از اجرای بدون ارتفاع برای سامانه ۷ دسامبر ۲۰۰۱



شکل ۳: میدان تفاضلی بارش همرفتی اجرای مرجع از اجرای بدون ارتفاع برای سامانه ۲۳ آوریل ۲۰۰۴



شکل ۴: میدان تفاضلی بارش همرفتی اجرای مرجع از اجرای بدون ارتفاع برای سامانه ۱۱ ژانویه ۲۰۰۴

ب. نیم‌رخ قائم سرعت باد سامانه‌های همرفتی

بادها و جریان‌های هوا در ترازهای مختلف جو در هر تیپ هوای غالب دارای ویژگی‌های خاصی می‌باشند. یکی از عوامل مؤثر در تقویت بارش، سرعت باد در ترازهای مختلف جو است؛ بنابراین در تحقیقات هواشناسی و آب و هواشناسی، مطالعه بادها و جریانات هوا در ترازهای مختلف جو از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از پارامترهای مؤثر در تکوین و ایجاد پدیده‌های ناپایدار، جریان‌های شدید لایه‌های زیرین تروپوسفر و سرعت باد می‌باشد، به‌طوری‌که سرعت ۲۰ نات نشانه ناپایداری ضعیف، ۲۵ تا ۳۴ ناپایداری متوسط و سرعت بیش از ۳۵ نات نشانه ناپایداری شدید می‌باشد (قائمی و عدل، ۱۳۷۱). بدین منظور در این پژوهش، به منظور بررسی سرعت قائم باد هنگام عبور سامانه‌های منتخب، مؤلفه‌های باد در ترازهای مختلف جو که از طریق مدل RegCM4 ریزمقیاس شده است مورداستفاده قرار گرفت. سپس آن‌ها را از حالت سیگما به ارتفاع تبدیل وضعیت داده شدند و نیم‌رخ قائم آن‌ها در عرض جغرافیایی که مسیر حرکت سامانه‌ها از مرحله شکل‌گیری تا زوال بود ترسیم گردید. شکل ۵ نیم‌رخ قائم باد

شبیه‌سازی‌شده به‌وسیله مدل RegCM4 را برای سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس منتخب برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل در دو اجرای مرجع و اجرای بدون ارتفاعات نشان می‌دهد. نقشه‌های اجرای مرجع نشان می‌دهد مقادیر بیشینه کمیت سرعت باد با محور رودبادهای بالای جو منطبق بوده است. هم‌چنین در زمان اوج فعالیت سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس در ترازهای مختلف جو الگویی از نیم‌رخ سرعت قائم باد به وجود آمده است که می‌تواند باعث ایجاد شرایط ناپایدار در لایه‌های مختلف جو شوند. این امر نشان می‌دهد جریانات رطوبت لازم و انرژی موردنیاز حرکت و انتقال سامانه‌های همرفتی به منطقه موردمطالعه را فراهم نموده‌اند. در مطالعه حاضر، سرعت باد در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به ۳۰ نات و در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال به ۲۵ نات رسیده است این در حالی است که امیدوار (۱۳۸۳) سرعت باد را در این ترازها برای توفان‌های تندری به ترتیب ۹۸ و ۵۴ نات به دست آورده است. از مقایسه نقشه‌های دو اجرای مرجع و اجرای بدون ارتفاعات در ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل نتایج زیر قابل‌استخراج می‌باشد (شکل ۵).

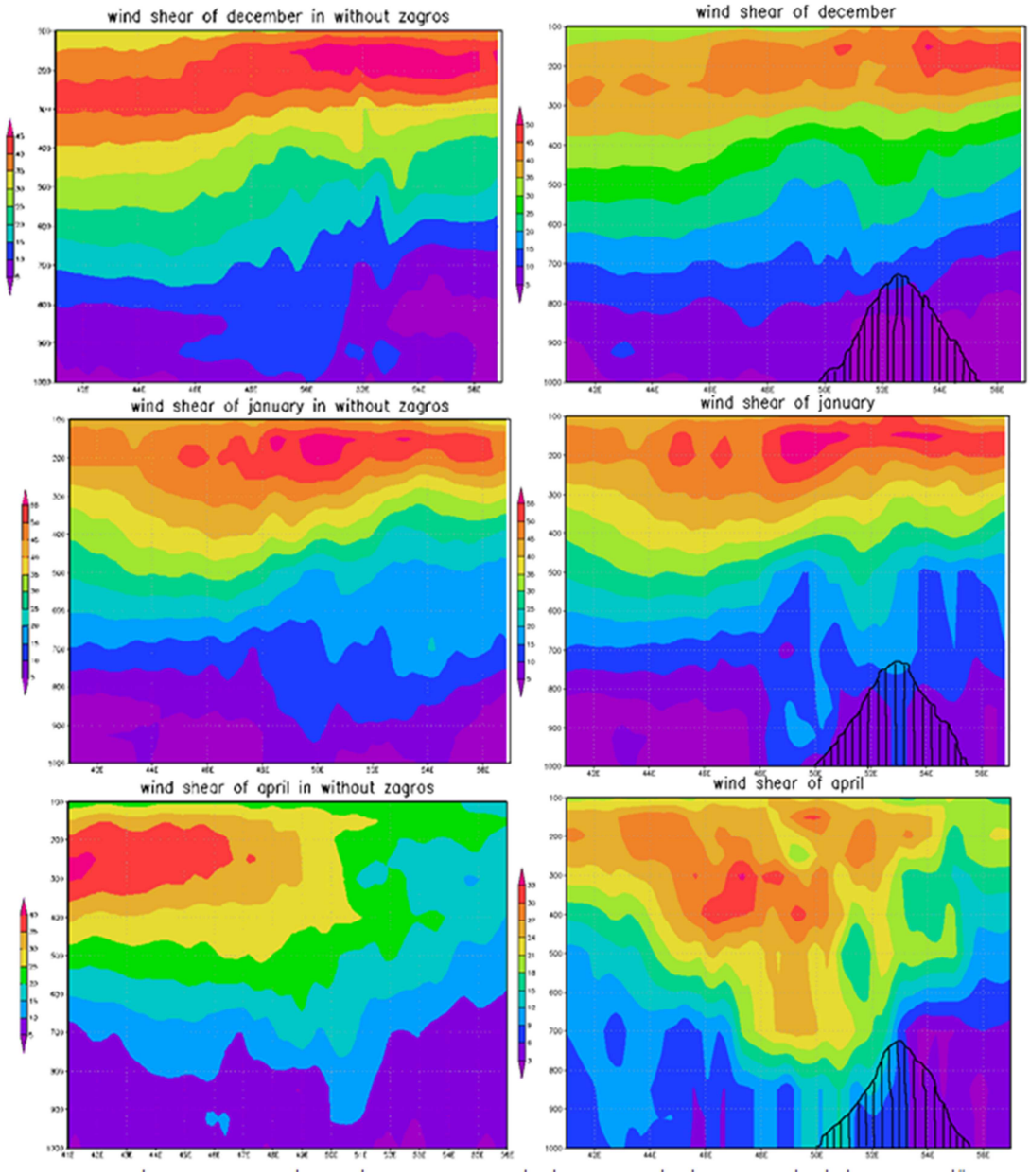
دسامبر: نیم‌رخ قائم باد اجرای مرجع در ماه دسامبر نشان می‌دهد خطوطی از سرعت باد به‌صورت نوارهای منظمی در ترازهای مختلف جو شکل‌گرفته است. مقایسه نقشه‌های دو اجرا نشان می‌دهد با حذف ارتفاعات زاگرس، نظم و الگوی قائم باد کاملاً از بین رفته است. هم‌چنین سرعت باد در ترازهای پایین‌تر از ۷۰۰ هکتوپاسکال از ۵ نات به ۱۵ تا ۲۰ نات افزایش یافته است. هم‌چنین وسعت هسته رودبادهای ترازهای بالا افزایش ولی سرعت آن‌ها بدون تغییر مانده است. با حذف ارتفاعات، الگوی نیم‌رخ قائم باد در مناطق غربی زاگرس دچار تغییرات محسوسی شده است.

ژانویه: سرعت سامانه همرفتی میان‌مقیاس این ماه با برخورد به زاگرس به ۲۰ نات رسیده است و با حذف ارتفاعات زاگرس سرعت آن به کمتر از ۱۰ نات کاهش یافته است یعنی در این ماه برعکس ماه دسامبر، با حذف ارتفاعات، سرعت باد در ترازهای پایین کاهش یافته است. هم‌چنین وسعت و سرعت هسته رودباد بدون تغییر بوده است.

آوریل: در اجرای مرجع این ماه سرعت باد در ترازهای پایین‌تر از ۵۰۰ هکتوپاسکال به ۲۵ نات رسیده است و سرعت در اجرای بدون ارتفاعات به کمتر از ۱۵ نات رسیده است. هم‌چنین با حذف ارتفاعات هسته رودباد از تراز ۴۰۰ به تراز ۲۵۰ ه. پ کشیده شده است. علاوه بر این وسعت و سرعت هسته رودباد نیز افزایش یافته است. پس می‌توان نتیجه گرفت تأثیر ارتفاعات در ماه‌های مختلف سال بر الگوی نیمرخ قائم باد در ترازهای پایین و سرعت و وسعت هسته رودباد ترازهای بالای جو متفاوت بوده است (جدول ۱).

جدول ۱: تأثیرات ارتفاعات زاگرس بر نیم‌رخ قائم سرعت باد

	ترازهای پایین	**ترازهای بالا (رودباد)**
دسامبر	کاهش سرعت باد	سرعت رودباد بدون تغییر
		کاهش وسعت رودباد
ژانویه	افزایش سرعت باد	سرعت رودباد بدون تغییر
		وسعت رودباد بدون تغییر
آوریل	افزایش سرعت باد	افزایش سرعت رودباد
		افزایش وسعت رودباد



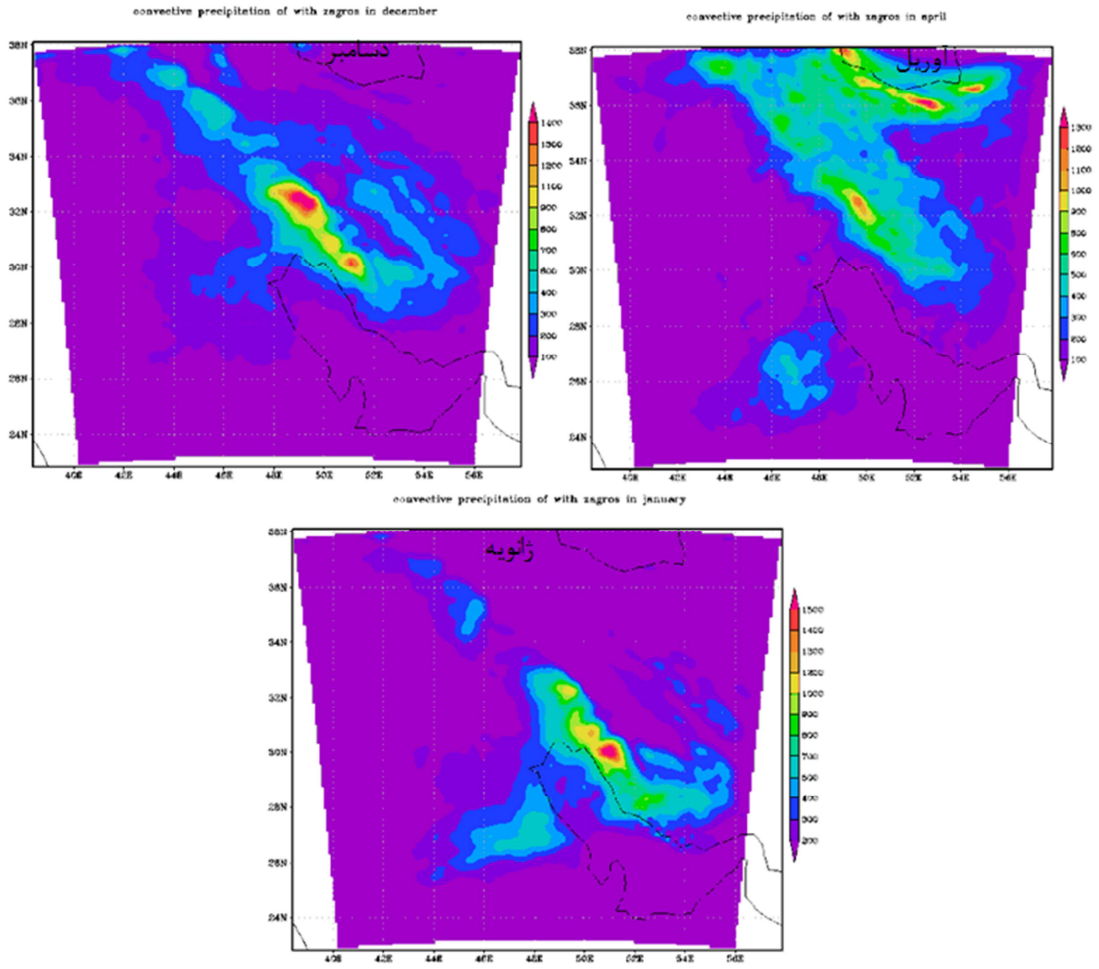
شکل ۵: نیم‌رخ قائم سرعت باد اجرای مرجع و اجرای دوم رخدادهای منتخب، ردیف اول دسامبر، ردیف دوم ژانویه و ردیف سوم آوریل

ج. تأثیر ارتفاعات بر بارش همرفتی تجمعی ماهیانه دوره آماری

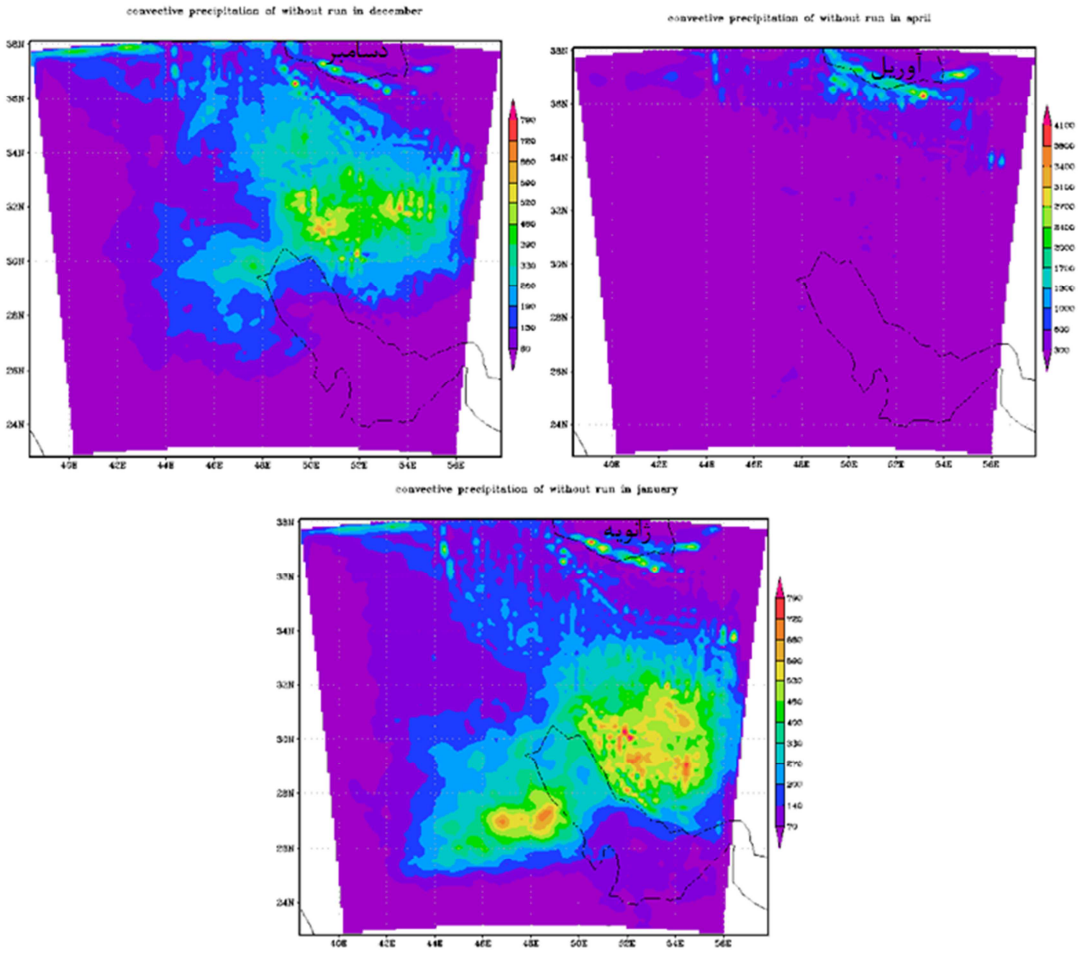
به منظور بررسی تأثیر ارتفاعات بر بارش همرفتی تجمعی ماهیانه دوره آماری، بارش همرفتی تجمعی ماه‌های دسامبر، ژانویه و آوریل سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ با استفاده از شبیه‌سازی‌های اجرای مرجع و اجرای بدون ارتفاعات در مدل اقلیمی RegCM4 بررسی گردید. شکل‌های ۶ و ۷ به ترتیب بارش همرفتی تجمعی میان‌مقیاس شبیه‌سازی‌شده را در دو شرایط اجرای مرجع و شرایط اجرای حذف ارتفاعات نشان می‌دهد. در اجرای مرجع ماه

دسامبر، بارش همرفتی تجمعی در جنوب غرب و غرب ایران تمرکز داشته است. بارش تجمعی ماه آوریل این اجرا در مناطق کوهستانی زاگرس تا ۱۲۰۰ و در سواحل خزر تا ۱۳۵۰ واحد بوده است. در اجرای بدون ارتفاعات، از بارش همرفتی تجمعی غرب ایران و منطقه زاگرس کاسته شده و بر بارش در شرق ارتفاعات زاگرس افزوده شده که هر چه از زاگرس به سمت شرق ایران فاصله بگیریم از افزایش بارش همرفتی شبیه‌سازی‌شده کاسته می‌شود.

نقشه‌های شبیه‌سازی‌شده شرایط اجرای حذف ارتفاعات و شرایط اجرای مرجع در ماه آوریل نشان می‌دهد بین بارش همرفتی تجمعی این دو اجرا در شرق زاگرس تفاوت محسوسی وجود ندارد و بیشینه بارش در هر دو اجرا، در غرب ایران و منطقه زاگرس تمرکز داشته است و کمینه آن در شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران بوده است؛ با این تفاوت که با حذف ارتفاعات زاگرس، بر بارش همرفتی تجمعی سواحل دریای خزر افزوده شده است و سایر مناطق (به جز شرق زاگرس) کاهش بارش همرفتی تجربه کرده‌اند. تفاوت شبیه‌سازی‌های ماه آوریل نسبت به شبیه‌سازی‌های ماه‌های دسامبر-ژانویه این است که مقدار کاهش بارش این مناطق در ماه آوریل نسبت به کاهش بارش همرفتی ماه‌های دسامبر و ژانویه کمتر بوده است (جدول ۲).



شکل ۶: بارش همرفتی تجمعی شبیه‌سازی‌شده ماهیانه اجرای مرجع



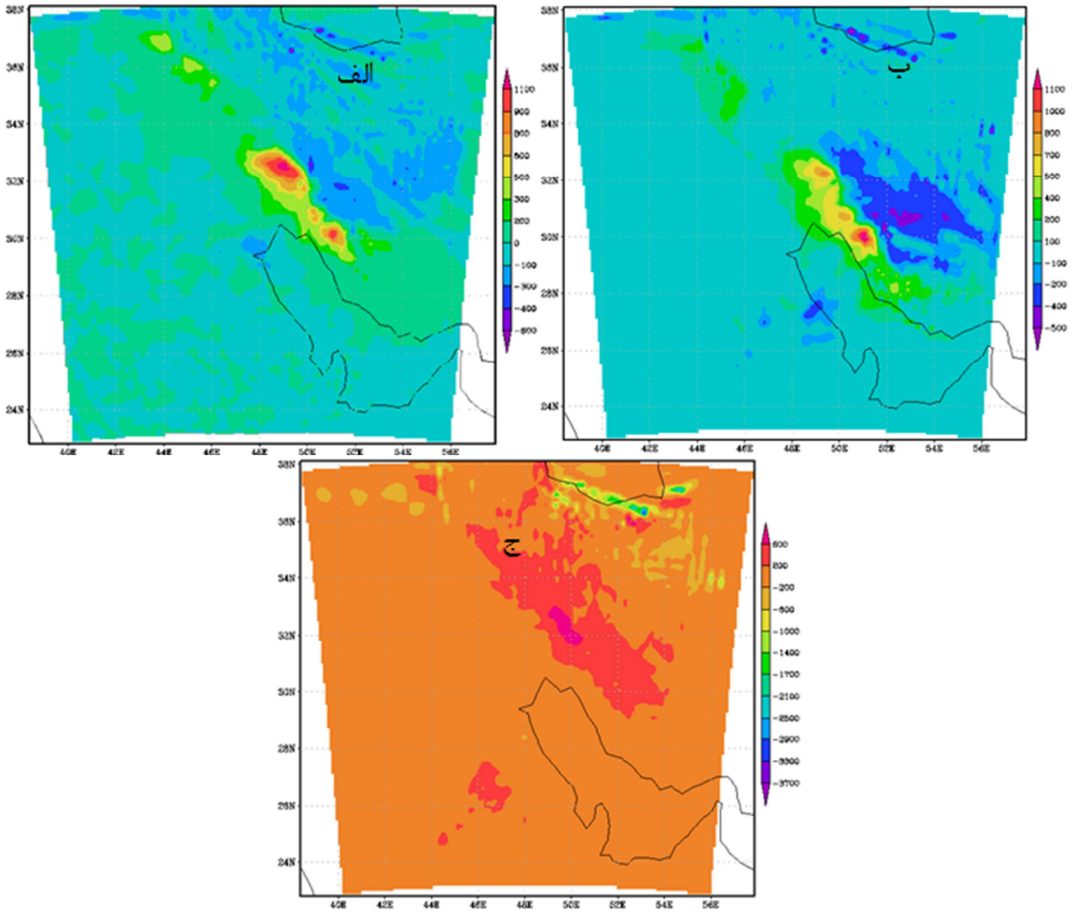
شکل ۷: بارش همرفتی تجمعی شبیه‌سازی‌شده ماهیانه اجرای حذف ارتفاعات

به منظور نشان دادن تأثیرات ارتفاعات زاگرس بر بارش همرفتی تجمعی غرب ایران، بارش همرفتی شبیه‌سازی‌شده ماهانه دوره آماری در شرایط مرجع و در شرایط حذف ارتفاعات با انجام تفاضل گیری اجرای مرجع از اجرای بدون کوهستان مورد بررسی قرار گرفت تا تغییرات زمانی و مکانی بارش همرفتی تجمعی مشخص شود (شکل ۸). تفاضل گیری بارش همرفتی تجمعی ماه دسامبر و ژانویه (شکل ۸ الف و ۸ ب) نشان داد در صورت حذف ارتفاعات، شاهد کاهش بارش همرفتی در مناطق غربی و محدوده زاگرس خواهیم بود این کاهش به‌صورت نواری با جهت شمال غربی – جنوب شرقی منطبق بر رشته‌کوه زاگرس می‌باشد؛ زیرا در نقشه‌ها مقادیر حاصل از تفاضل گیری این مناطق مثبت می‌باشد. بیشینه کاهش بارش همرفتی در زاگرس میانی که به زاگرس مرتفع معروف است مشاهده می‌شود. در مقابل با حذف ارتفاعات، شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران شاهد مقادیر منفی می‌باشند که بیانگر افزایش بارش همرفتی در ماه‌های سرد سال است. بیشینه مقادیر منفی ماه ژانویه در دشت‌های مرکزی ایران نسبت به بیشینه مقادیر منفی ماه دسامبر بیشتر است که نشانگر تأثیر شدیدتر کوهستان‌ها بر بارش همرفتی در ماه ژانویه می‌باشد.

به‌طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت که حذف ارتفاعات زاگرس باعث کاهش بارش همرفتی در غرب کشور و افزایش آن در دشت‌های مرکزی و شرقی ایران شده است.

شکل (۸ ج) وضعیت بارش همرفتی تجمعی ماه آوریل در شرایط مرجع و در شرایط حذف ارتفاعات با روش تفاضل گیری را نشان می‌دهد. وضعیت بارش همرفتی این ماه در مقایسه با ماه‌های سرد سال (دسامبر و ژانویه) متفاوت است به‌طوری‌که در صورت حذف ارتفاعات، غرب ایران در این ماه با کاهش کمتری از بارش همرفتی نسبت به دو ماه دیگر روبرو بوده است. پس می‌توان نتیجه گرفت حذف ارتفاعات زاگرس در ماه آوریل، با آنکه باعث کاهش بارش همرفتی در محدوده زاگرس شده است؛ ولی تأثیری بر بارش شرق و مرکز ایران نداشته است و در مقایسه این ماه با ماه‌های سرد سال، تأثیرات ارتفاعات بر بارش همرفتی ضعیف‌تر بوده است. دلیل این تفاوت‌ها در بارش همرفتی ماه‌های گرم و سرد سال را می‌توان در تفاوت سیکل تابشی و گرمایشی این ماه‌ها و ظرفیت پذیرش رطوبت بیشتر در ماه‌های گرم‌تر سال دانست. یافته‌های خلج (۱۳۸۱) که تأثیر زاگرس روی سامانه‌های سینوپتیکی مؤثر بر اقلیم مرکزی ایران را بررسی کرده است نشان می‌دهد سامانه‌های وارده از عرض‌های بالاتر (شمال غرب) بدون آنکه دچار تغییرات ساختاری یا کندی عمده‌ای شوند از کوهستان می‌گذرند؛ ولی جبهه‌هایی که از جنوب غرب به زاگرس نزدیک می‌شوند به‌ویژه زمانی که منطقه مرکزی زیر نفوذ پشته پرفشار قرار دارد توسط دیواره زاگرس کند و مخلوط می‌گردند. هم‌چنین علیجانی (۲۰۰۸) نشان داد تأثیر رشته‌کوه زاگرس بر توزیع مکانی بارش در فصل سرد بیشتر از فصل گرم است. نقشه تفاضل گیری ماه آوریل نشان می‌دهد با حذف ارتفاعات زاگرس، بارش همرفتی در سواحل دریای خزر و ارتفاعات البرز به‌شدت افزایش یافته است که در نوع خود قابل تأمل می‌باشد.

جدول (۲) نشان می‌دهد بیش‌ترین تأثیر ارتفاعات بر بارش همرفتی ماه دسامبر در غرب زاگرس و در ماه آوریل در سواحل دریای خزر رخ داده است؛ به‌گونه‌ای که بارش غرب زاگرس در ماه دسامبر تا ۹۵۰ واحد بارشی کاهش و سواحل خزر در ماه آوریل تا ۱۷۰۰ واحد بارشی افزایش داشته است. نکته دیگر اینکه با حذف ارتفاعات زاگرس، الگوی پراکنش هسته‌های بارش همرفتی در ماه‌های دسامبر- ژانویه بدون تغییر بوده است. همچنین حذف ارتفاعات باعث افزایش بارش دشت‌های مرکزی ایران و شرق زاگرس در این ماه‌ها شده است؛ درحالی‌که در ماه آوریل، با آنکه الگوی هسته‌های بارش به‌هم‌خورده ولی ارتفاعات تأثیری بر مقدار بارش شرق زاگرس نداشته است.



شکل ۸: تفاضل گیری بارش همرفتی تجمعی ماهانه اجرای مرجع از اجرای حذف ارتفاعات الف. دسامبر ب. ژانویه ج. آوریل

جدول ۲: مقادیر تغییرات بارش دو اجرای مرجع و بدون ارتفاع و تفاضل بارش دو اجرا

	اجرای مرجع		اجرای بدون ارتفاعات		تفاضل بارش دو اجرا	
	موقعیت	مقدار	موقعیت	مقدار	موقعیت	مقدار
دسامبر	زاگرس میانی	۱۴۰۰	زاگرس میانی	۷۰۰	غرب زاگرس	+۹۵۰
					زاگرس	-۴۰۰
			شرق زاگرس	۶۰۰	شرق زاگرس	-۳۵۰
					سواحل خزر	-۳۵۰
ژانویه	زاگرس جنوبی	۱۵۵۰	زاگرس جنوبی	۷۳۰	غرب زاگرس	+۷۵۰
					شرق زاگرس	-۵۰۰
			شرق زاگرس	۵۵۰	سواحل خزر	-۴۵۰
آوریل	زاگرس میانی	۱۰۵۰	زاگرس میانی	۵۰۰	زاگرس میانی	+۶۰۰
					شرق زاگرس	بدون تغییر
	سواحل خزر	۱۳۵۰	سواحل خزر	۳۰۰۰	سواحل خزر	-۱۷۰۰

نتیجه‌گیری

تأثیر ارتفاعات زاگرس بر بارش همرفتی سامانه‌های میان‌مقیاس و سرعت قائم باد در ماه‌های گرم و سرد سال از طریق مدل RegCM4 موردبررسی قرار گرفت. همچنین تأثیر ارتفاعات زاگرس در ماه‌های گرم و سرد سال بر بارش همرفتی تجمعی دوره آماری ۲۰۰۰- ۲۰۰۵ نیز با اعمال اجرای مرجع و اجرای بدون ارتفاع بررسی گردید.

مطالعه سامانه‌های همرفتی نشان داد نقش و تأثیر ارتفاعات زاگرس در طول ماه‌های سال متفاوت است به‌گونه‌ای که در ماه ژانویه، با حذف ارتفاعات زاگرس، بارش همرفتی سامانه ها در شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران کاهش یافته است؛ درحالی‌که در این مناطق سامانه‌های ماه‌های دسامبر و آوریل با افزایش بارش همرفتی روبرو بوده اند.

شبیه‌سازی بارش همرفتی تجمعی ماهیانه دوره آماری نشان داد در ماه‌های دسامبر- ژانویه، حذف ارتفاعات زاگرس باعث کاهش بارش همرفتی در غرب و افزایش بارش دشت‌های مرکزی و شرقی ایران شده است؛ اما حذف ارتفاعات زاگرس در ماه آوریل (ماه گرم‌تر) تأثیری بر بارش شرق و مرکز ایران نداشته است و در مقایسه این ماه با ماه‌های سرد سال، تأثیرات ارتفاعات بر بارش همرفتی تجمعی ضعیف‌تر بوده است. همچنین نوع و نحوه تأثیرات ارتفاعات بر بارش همرفتی تجمعی ماه‌های دسامبر- ژانویه با سامانه‌های ماه آوریل متفاوت بوده است؛ به‌گونه‌ای که با حذف ارتفاعات، بارش همرفتی تجمعی ماه‌های دسامبر- ژانویه در منطقه زاگرس و غرب ایران کاهش یافته (تا ۷۰۰ واحد بارشی) و بر بارش همرفتی شرق زاگرس در دشت‌های مرکزی ایران تا ۶۰۰ واحد بارشی افزوده شده است؛ اما با حذف ارتفاعات در ماه آوریل، در بارش همرفتی شرق زاگرس و دشت‌های مرکزی ایران تغییری مشاهده نشده است. هم‌چنین تأثیرات ارتفاعات زاگرس در این ماه بر بارش همرفتی سواحل دریای خزر زیادتر (برخلاف ماه‌های دسامبر- ژانویه) بوده است؛ بنابراین بررسی بارش همرفتی تجمعی دوره آماری نشان داد که الگوی جریانات سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس و بارش همرفتی حاصل از آن‌ها متأثر از الگوی ارتفاعات بوده است و با تغییر شرایط دمایی از شرایط سرد به شرایط گرم، میزان و نحوه تبعیت از توپوگرافی و شرایط محلی تغییر کرده است.

به منظور بررسی و شناسایی الگوی قائم سرعت باد ترازهای مختلف جو هنگام عبور سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس، مؤلفه‌های باد از طریق مدل RegCM4 ریزمقیاس و از سیگما به ارتفاع ژئوپتانسیل تبدیل شد و تغییرات آن‌ها در عرض جغرافیایی ثابتی که مسیر عبور سامانه‌ها بود ترسیم گردید. نتایج این بررسی حکایت از تأثیرات متفاوت ارتفاعات زاگرس بر الگوی قائم سرعت باد در ترازهای مختلف ماه‌های مورد بررسی دارد؛ به‌گونه‌ای که ارتفاعات باعث کاهش سرعت باد در ترازهای پایین جو در ماه دسامبر و افزایش آن در ماه‌های ژانویه و آوریل شده است. همچنین ارتفاعات باعث کاهش وسعت هسته رودبادهای ترازهای بالای جو در ماه دسامبر شده است و برعکس سرعت هسته رودبادها در ماه‌های دسامبر- ژانویه بدون تغییر بوده است. مطالعه حاضرثابت کرد رودبادهای ترازهای بالای جو در ماه‌های مختلف از ارتفاعات تأثیرات متفاوتی می‌پذیرند. در ماه دسامبر با حذف ارتفاعات سرعت باد در ترازهای پایین تر از ۷۰۰ ه. پ از ۵ نات به ۲۰ نات افزایش یافت؛ درحالی‌که در ماه‌های ژانویه و آوریل با حذف ارتفاعات سرعت باد به ترتیب به کمتر از ۱۰ و ۱۵ نات کاهش یافته است.

منابع

ایران‌نژاد، پرویز؛ احمدی گیوی، فرهنگ؛ پازوکی، روزبه (۱۳۸۸) نقش روش‌های متفاوت پارامتر سازی همرفت در شبیه‌سازی میدان‌های دما و بارش زمستانی با مدل منطقه‌ای -اقلیمیRegCM در ایران، مجله فیزیک زمین و فضا. شماره ۱، صص ۱۰۱-۱۲۰.

امیدوار، کمال (۱۳۸۳) مطالعه و تحلیل بادها و جریان‌های هوا در ترازهای مختلف جو در ماه‌ها و روزهای بارشی در منطقه شیرکوه یزد، تحقیقات جغرافیایی. شماره ۳، صص ۱۵۹-۱۷۷.

بالالان فرد، علی. (۱۳۹۲). بررسی اثر ارتفاعات شمالی و دمای سطح آب دریا در رخداد برف سنگین سال۲۰۰۷ گیلان مطالعه موردی با استفاده از مدل پیش‌بینی عددی WRF . پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

بساطی، سعید. (۱۳۹۵). بررسی شرایط و ویژگی‌های رخداد سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس در غرب ایران. پایان‌نامه دکتری. استاد راهنما: یاراحمدی. دانشگاه لرستان.

خلج، علی. (۱۳۸۱). تحلیلی بر تأثیر رشته‌کوه زاگرس روی سامانه‌های سینوپتیکی مؤثر بر اقلیم مرکزی ایران مرکزی. رساله دکتری. دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما محمد خیراندیش.

حجازی زاده، زهرا؛ کریمی، مصطفی؛ ضیاییان، پرویز؛ رفعتی، سمیه (۱۳۹۳) بررسی سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس با استفاده از تصاویر دمای درخشندگی در جنوب غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. سال چهاردهم، شماره3 ، ۶۹-۴۵.

رفعتی، سمیه. (۱۳۹۱). تحلیل سامانه‌های همرفتی و بررسی الگوهای فضایی و زمانی آن‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. رساله دوره دکتری. دانشگاه خوارزمی. استاد راهنما زهرا حجازی زاده.

زرین، آذر. (۱۳۸۶). تحلیل پرفشار جنب‌حاره‌ای تابستانه بر روی ایران. رساله دکتری جغرافیای طبیعی–گرایش اقلیم‌شناسی. راهنما: هوشنگ قائمی. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

علیزاده چوبری، امیر؛ آزادی، مجید؛ علی‌اکبری بیدختی، عباسعلی (۱۳۸۷) بررسی نقش رشته‌کوه البرز در تقویت سامانه‌های همدیدی، فیزیک زمین و فضا. شماره ۳۴(۱)، صص ۹-۲۴.

قائمی، هوشنگ؛ عدل (۱۳۷۱) بادهای شدید سطوح فوقانی منطقه خاورمیانه، نشریه هواشناسی. شماره ۸.

معصوم پور سماکوش، جعفر؛ میری، مرتضی؛ ذوالفقاری، حسن؛ یاراحمدی، داریوش (۱۳۹۲) تعیین سهم بارش‌های همرفتی تبریز بر اساس شاخص‌های ناپایداری. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. شماره ۳۱. صص ۲۴۵-۲۲۷.

یاراحمدی، داریوش؛ بساطی، سعید؛ نصیری، بهروز؛ رفعتی، سمیه (۱۳۹۵) بررسی تأثیرات ارتفاعات زاگرس بر چرخه عمر سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس غرب ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۱۸، صص ۱۰۴-۸۷.

یاراحمدی، داریوش؛ بساطی، سعید؛ نصیری، بهروز؛ رفعتی، سمیه (۱۳۹۵) واکاوی ویژگی‌های سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس غرب ایران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. شماره ۴۲، صص ۱۵۴-۱۳۳.

Alpert, P., Krichak, S. O., (1996), The relative roles of lateral boundaries, initial conditions, and topography in Mesoscale simulations of Lee Cyclogenesis, J. Appl. Meteor., Vol.35, PP.1091-1099.

Alijani, B., (2008), Effect of the Zagros Mountains on the Spatial Distribution of Precipitation, Journal of Mountain Science, Vol 5, No 3.

Banacos, P., Schultz, D., (2005), The use of moisture flux convergence in forecasting convective initiation, Historical & Operational Perspectives, Forecaster's Forum, PP. 351.

Chen, C., Lin, Y., Zeng, H., Chen, Y., Liu, C., (2013), Orographic effects on heavy rainfall events over northeastern Taiwan during the northeasterly monsoon season, Atmospheric Research. Vol. 122,PP.310–335.

Chen, C. C., Durran, D. R. Hakim, G. J., (2005), Mountain-wave momentum flux in an evolving synoptic-scale flow, J. Atmos. Sci., Vol.62, PP.3213-3231.

Cole, B. A., (2003), Sensitivity of orographic precipitation to changing ambient conditions and terrain geometries, an idealized modeling precipitation, J. Atmos. Sci., Vol. 61, PP.588-606.

Durran, D. R., Klemp, J. B., (1983), A compressible model for the simulation of moist mountain waves, J. Atmos. Sci.,Vol. 111, PP. 2341-4032.

Ivanc˘an-Picek, B., Horvath, K., Strelec Mahovic, N., Gajic´-C˘apka, M., (2014), Forcing mechanisms of a heavy precipitation event in the southeastern Adriatic area, Nat. Hazards, Vol.72, PP. 1231-1252.

Krichak, S. O., Alpert, P., Krishnamurti, T., (1997), Interaction of topography and tropospheric flow possible generator for the red sea trough, Mete. Atmos. Phy., Vol. 63, PP.149-158.
Poveda, O., Mesa, J., (2000), On the existence of Llor´o (the rainiest locality on earth): enhanced ocean-land-atmosphere interaction by a low-level jet, Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 11, PP. 1675–1678.
Tosi, E., Fantini, M., (1982), Numerical experiments on orographic cyclogenesis: the relationship between the development of the lee cyclone and the basic flow characteristics, Mon. Weather. Rev., Vol. 111, PP.799-814.

Interaction of Zagros heights effects on precipitation and wind vertical velocity of convective systems in the west of Iran

Saeed Basati[1], Dariuosh Yarahmadi*[2], Behrouz Nasiri[3], Somayeh Rafati[4]

Received: 15-04-2017 Accepted: 15-07-2018

Abstract

Considering the significance of Zagros heights in precipitation distribution, the present study using the RegCM4 model and its simulations, the effect of Zagros heights on convective Cumulative precipitation and vertical velocity of different levels of the atmosphere was investigated. The required data was obtained from NCEP/NCAR with a 2.5 resolution from 22 to 38 latitude and from 38 to 58 longitudes on a grille with a horizontal resolution of 10 KMs and 30 SEC time steps for 2000 to 2005. Comprehensive cumulative convective systems were evaluated in two control run an experimental run and, effects of the Zagros heights in warm and cold seasons of the year was examined on these parameters. Results indicated that cores of rainfall during December-January after crossing system have been weakened, while April systems in East Zagros have continued to operate with the same power. Zagros heights in the months of December-January increased rainfall in West Iran and reduced in the Zagros East. In contrast, in April, there is no significant difference between the two runs in the Zagros East between convective precipitations. And maximum precipitation in both runs, is focused in West Iran and Zagros region and its minimum is focused Zagros East and Iran's central plains; But by eliminating the Zagros heights, the convective rainfall this month has increased on the shores of the Caspian Sea. The Zagros heights has to effect on vertical wind velocity profiles of Low levels and the speed and extent of the jet stream cores of high levels of the atmosphere; So that in April resulted movement atmospheric jet stream from level 200 to 400 hp and increases their speed and extent; So, the flows pattern of the mesoscale convective systems and the convective precipitation resulting from them were influenced by the elevation pattern; and kind and how the Zagros heights effects on convective precipitation and vertical profiles of wind speed in the warm and cold months of year is different; in a way that, the wind slowed down at low levels of the atmosphere in December and increased in January and April.

Keywords: Convective Cumulative Precipitation, Zagros Heights, Wind vertical velocity, RegCM4 Model, West of Iran.

[1]- Ph.D Graduated of Climatology, Lorestan University, Iran.
[2]*- Associate Professor of Climatology, Lorestan University, Department of Geographical Science, Iran. Email: yarahmadi.d@lu.ac.ir
[3]- Assistant Professor of Climatology, Lorestan University, Department of Geographical Science, Iran.
[4]- Assistant Professor of Climatology, Seyed Jamaleddin University, Asadabad, Hamedan, Iran.