

واکاوی الگوهای همدید- پویایی بارش‌های ابرسنگین فراگیر تابستانه جنوب شرق ایران

فرامرز خوش اخلاق^۱، قاسم عزیزی^۲، حسن لشکری^۳، محمدحسن ماهوتچی^{۴*}

^۱استادیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

^۲دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

^۳دانشیار دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی

^۴دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۵

چکیده

هدف این پژوهش شناسایی و واکاوی الگوهای همدید - پویایی رخداد بارش‌های ابرسنگین فراگیر تابستانه در جنوب شرق ایران است. برای نیل به هدف ذکر شده، داده‌های بارش ۱۴ ایستگاه همدید و ۱۲۶ ایستگاه باران‌سنجی در دوره آماری ۲۶ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۹) مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، معیار بارش ابرسنگین فراگیر تابستانه، بارشی است که طی ۲۴ ساعت میزان آن صدک ۹۹ و بالاتر و از نظر مکانی ۵۰ درصد و بیشتر از پهنه مورد بررسی را پوشش دهد. با توجه به شرایط مورد نظر ۲۲ روز بارش ابرسنگین در جنوب شرق ایران شناسایی گردید. در ادامه به منظور استخراج الگوهای همدید مؤثر در رخداد بارش‌های ابرسنگین داده‌های $0.7/75 \times 0.7/75$ درجه شامل فشار تراز دریا؛ ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال؛ مؤلفه زناری و نصف‌النهاری شارش باد در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال و نم‌ویژه ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از مرکز اروپایی پیش‌بینی‌های جوئی میان‌مدت برای هر روز بارشی دریافت و در محیط برنامه GrADS ترسیم گردید. در نهایت، واکاوی نقشه‌های همدید در ترازهای یادشده نشان داد که سه الگوی همدید شامل؛ الگوهای ناوه، پراارتفاع و کم‌فشار موسمی نقش اصلی را در رخداد بارش‌های ابرسنگین تابستانه جنوب شرق ایران به عهده دارند. نکته دارای اهمیت در الگوهای شناسایی شده مقدار نم بین ۱۰ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم در ترازهای دریا و ۸۵۰ هکتوپاسکالی است که در صورت مهیایی شرایط فرازش (گرمایی یا پویایی) امکان رخداد بارش‌های ابرسنگین را فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: بارش ابرسنگین و فراگیر، صدک، کم‌فشار موسمی، نم‌ویژه، جنوب شرق ایران.

مقدمه

رفتار ناهنجار و بی‌قاعدۀ بارش است (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۴۸). در واقع بارش به‌عنوان یکی از پرنمودترین پدیده‌های جوئی، از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه‌ای در ایران برخوردار است. برهمکنش مداوم سیستم‌های گردشی برون‌حاره، جنب‌حاره و حاره در ایران، در طول سال به‌طور برجسته و گسترده‌ای چنین تنوعی را موجب گردیده است (علیچانی، ۱۳۷۴، ۴۲). وقوع بارش‌های شدید و رگباری در دوره گرم و کم‌بارش تابستانی در جنوب شرق کشور از مظاهر برجسته تنوع بارش و در عین حال از

بارش پدیده برهمکنش‌های پیچیده‌ی جوی است که در میان رخدادهای محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و نسبت به سایر پدیده‌های جوی و اقلیمی، پیچیدگی بیشتری دارد. اهمیت پژوهش بارش زمانی آشکارتر است که در جایگاه‌های جغرافیایی ریزش ناچیز یا قابل توجه و یا ناگهانی حجم زیادی از بارش رخ دهد. ایران از جمله مناطقی است که شاهد

*نویسنده مسئول: mhmahoutchi@ut.ac.ir

ایشان نشان داد که بیشتر بارش‌های سنگین این ناحیه به علت گذر سامانه‌های کم‌فشار متعدد و سامانه‌های جبهه‌ای بوده است، و در این ناحیه بارش‌های همرفتی، اهمیت کمتری دارند. بارش‌های شدید شمال چین در ارتباط با سامانه گردشی موسمی است. هنگامی که این سامانه توسعه پیدا می‌کند، بارش‌های شدید به سمت شمال چین گسترش و برعکس خشکسالی‌ها در شمال چین هنگامی رخ می‌دهند که سامانه موسمی تضعیف و گسترشی به سمت شمال ندارند (تیو و دانگ، ۲۰۱۰: ۲۹).

در ارتباط با رخداد بارش‌ها در جنوب شرق ایران پژوهش‌های مختلفی انجام گردیده است: اسنید^۸ (۱۹۶۸: ۳۱۶) رخداد بارش تابستانه منطقه بلوچستان پاکستان و سواحل جنوب شرقی ایران را در درجه اول ناشی از وقوع توفان‌های همرفتی و سپس ناشی از گسترش غرب‌سوی کم‌فشارهای موسمی هند دانسته است. ایشان همچنین معتقد بود تقویت فعالیت همرفتی و افزایش میزان صعود رطوبت در زیر پرفشار جنب‌حاره در جنوب شرق ایران، کف لایه وارونگی را به ارتفاع بالاتر انتقال داده و در نهایت به وقوع بارش‌های همرفتی منجر خواهد شد. تقی‌زاده (۱۳۶۶: ۲۶) در تحلیل بارش مرداد ماه ۱۳۶۶ به نقش اندرکنش دینامیکی بین سامانه‌های فشاری عرض‌های میانی و پایینی اعتقاد دارد. پروند (۱۳۷۰) با مطالعه بارش‌های سیل‌آسای مرداد ۱۳۳۵ نقش موسمی‌ها را در بارش‌های ایران مطالعه کرد. وی چنین نتیجه‌گیری کرد که این بارش‌ها به دلیل گسترش موسمی‌های جنوب‌غربی هند صورت گرفته که این گسترش با تغییر مکان پرفشار تبت به سمت غرب محل نرمال خود همراه بوده است. این وضعیت موجب شده تا در وردسپهر (تروپوسفر) زیرین جریانات شرقی موسوم به موسمی به درون ایران کشیده شوند و ناوهای وردسپهر میانی و بالایی که مربوط به سیستم‌های چرخندی بسته عرض‌های جغرافیایی بالا هستند، بلوکه شده و به صورت شبه‌ایستا در غرب دریای خزر باقی بمانند. الگوی امواج غربی وردسپهر بالایی در

موضوعات بحث‌برانگیز در حوزه مطالعات اقلیمی ایران محسوب می‌گردد (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۰).

در ارتباط با بارش سنگین و ابرسنگین می‌توان به پژوهش‌هایی که در ادامه می‌آید توجه کرد: هارناک و همکاران^۱ (۱۹۹۸: ۷۰۱). رابطه شرایط جوی را با رخداد بارش‌های سنگین تابستان ایالت یوتا^۲ در امریکا را بررسی نموده‌اند، و نقش عوامل مستقیم و غیرمستقیم همدید را مهم دانسته و همچنین به این نتیجه رسیده‌اند که انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس در ایجاد بارش‌های سنگین اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در بررسی همدید که در ارتباط با بارش‌های فصل گرم شمال شرقی آفریقا انجام گرفته، مشخص شده که این بارش‌ها بر اثر رخداد ال‌نینو و پدیده موسمی اتفاق می‌افتند و اقیانوس اطلس هم در ایجاد این بارش‌ها مؤثر است (کمبرلین^۳، ۱۹۹۵: ۷۷۳). همچنین مادوکس و همکاران^۴ (۱۹۷۸: ۳۷۵) با مقایسه‌ای که بین سیل‌های سنگین بیگ تامپسون^۵ و راپیدسیتی^۶ از نظر همدید انجام داده‌اند، دریافتند که عامل آن‌ها بادهای تراز پائین جو هستند که رطوبت فراوانی را به این دو منطقه ترابرد کرده‌اند و عامل ناهمواری باعث فرازش (صعود) رطوبت و ایجاد بارش‌های سنگین شده است. در بررسی همدید که مادوکس و همکاران (۱۹۸۰: ۱۸۶۶) در ارتباط با خصوصیات سیل‌های سنگین غرب ایالات متحده امریکا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که از تعداد ۶۱ رخداد سیل که مورد واکاوی قرار گرفته، تعداد ۴۱ سیل در اثر حرکت کُند امواج کوتاه تراز ۵۰۰ هپ (هکتوپاسکال) رخ داده و چهار الگو را برای ایجاد این سیل‌ها ارائه کردند. ماتلیک و پست^۷ (۲۰۰۸: ۱۹۵) طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۱ به بررسی بارش‌های سنگین استونی پرداخته‌اند. نتایج مطالعات

1. Harnack & et al
2. Utah
3. Camberlin
4. Madox & et al
5. Bighthompson
6. Rapid city
7. Matlic & post

8. Snead

عرض‌های میانی نیز به صورتی بودند که موجب ایجاد واگرایی در سطوح بالایی شده و هوای موسمی بر فراز ایران به وسیله‌ی سازوکار دینامیکی، صعود می‌نماید. به علاوه نفوذ هوای سردتر عرض‌های شمالی باعث لغزیدن هوای موسمی گرم و مرطوب بر روی هوای سردتر عرض‌های بالاتر گردیده و با کمک صعود دینامیکی به تشدید بارندگی کمک کرده است. سلیقه (۱۳۷۷: ۱۴) به منظور بررسی بارش مردادماه ۱۳۷۴ (۱ تا ۴ مرداد ۱۳۷۴) در جنوب و جنوب‌شرق کشور به این نتیجه رسید که به دلیل مجاورت با منطقه هندوستان سیستم‌های موسمی تابستانه از سمت جنوب از روی اقیانوس هند و دریای عمان به جنوب-شرق کشور وارد و بارندگی‌های تابستانه را باعث می‌گردند. پژوهش همدید بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران نشان داد که گسترش و نفوذ سیستم کم‌فشار مونسونی از سمت جنوب و جنوب‌شرق و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است. در سطوح بالای جو، امواج بادهای غربی نقش بسیار مهمی را ایفاء کرده است. سیستم پرفشار سبب ریزش هوای سرد به داخل کشور و سیستم کم‌فشار موسمی باعث ورود رطوبت اقیانوس هند به داخل کشور شده است. ناهه غربی نیز بر روی ایران حرکت کرده و به وسیله پرفشار جنب‌حاره بلوکه شده است (عربی، ۱۳۸۵: ۲).

مکانیسم بارش در جنوب‌شرق کشور تحت تأثیر سه سامانه سینوپتیکی قرار می‌گیرد. اولین سامانه چرخندهایی هستند که همراه بادهای غربی منطقه معتدله از سمت غرب به منطقه نفوذ می‌کنند و ۵/۵ درصد از بارش‌های این ناحیه را به وجود می‌آورند. دومین سامانه موج‌های کوتاه بادهای غربی هستند که ۳۳/۶۸ درصد از بارش‌های منطقه را موجب می‌گردند و سومین سامانه زبانه کم‌فشار مونسونی هندوستان است که در یک چرخش وسیع رطوبت اقیانوس هند را به منطقه رسانده و ۸/۸ درصد از بارش‌های منطقه را به وجود می‌آورد (سلیقه، ۱۳۸۵: ۱). توزیع بارش‌های موسمی با توزیع سکونتگاه‌های روستایی ناحیه

جنوب‌شرق کشور ارتباط نزدیکی دارد به طوری که کانون‌های اصلی سکونتگاه‌های روستایی در اندازه‌های بزرگ ۴۰۰ تا ۹۹۹ خانوار عمدتاً بر کانون‌های اصلی و فرعی بارش‌های تابستانه قرار دارد (سلیقه و بریمانی، ۱۳۸۶، ۲۵). بارش‌های تابستانه نیمه جنوبی ایران تحت تأثیر دو الگوی کلی قرار می‌گیرند، در الگوی نوع اول حرکت چرخندی سامانه موسمی رطوبت اقیانوس هند و دریاهای مجاور را به سطوح پایین تروپوسفر انتقال داده و در سطوح میانی ناهه غربی به سمت نیمه جنوبی ایران گسترش و سبب وقوع بارش‌های این الگو می‌شود. در الگوی نوع دوم سامانه موسمی به سمت نیمه جنوبی ایران گسترش یافته و همزمان با عقب‌نشینی سامانه پارتفاع جنب حاره شرایط صعود هوای مرطوب موسمی فراهم و سبب ایجاد بارش‌های همرفتی می‌شود (سلیقه و صادقی‌نیا، ۱۳۸۹: ۸۴). علیجانی و همکاران (۱۳۸۶: ۷ و ۱۳۹۰: ۲۰۵) به‌منظور درک سازوکار حاکم بر وقوع بارش‌های تابستانه جنوب‌شرق ایران به تعیین ساختار گردش جو و شناسایی الگوهای همدید حاکم در دهه اول جولای ۱۹۹۴ پرداخته‌اند. یافته‌های ایشان بیانگر این است که گسترش شرق‌سوی مرکز پرفشار جنب‌حاره‌ای در ترازهای میانی وردسپهر و افزایش گردش واچرخندی بر جانب شمالی شبه‌قاره و پاکستان، جابه‌جایی غرب سوی کم‌فشارهای موسمی و ورود آن‌ها به منطقه دریای عرب امکان‌پذیر شده است. در پی آن کم‌فشارهای موسمی با ایجاد و یا تقویت مراکز همگرایی روی جنوب و جنوب‌شرق کشور، در افزایش گردش چرخندی و وقوع بارش نقش داشته‌اند. تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین سیستان و بلوچستان در فصل تابستان بیانگر این است که زبانه چرخندی ناشی از کم‌فشار جنوب آسیا رطوبت را به منطقه مورد مطالعه فرارفت و قرارگیری ناهه در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ بر فراز منطقه شرایط صعود را تأمین می‌کند (لشکری و خزائی، ۱۳۹۳: ۷۰).

نتایج حاصل از پژوهش حلیبان (۱۳۹۴: ۳۱) در رابطه با شناسایی الگوهای گردشی بارش‌های شدید موجد سیل در منطقه فارس نشان داد که در روزهای

اوج بارش بر روی منطقه فارس استقرار سامانه کم فشار دینامیکی سازو کار اصلی رخداد بارش را رقم می زند. در عین حال، یافته‌ها حاکی از این است که رخداد بارش‌های شدید سیل‌زا در منطقه فارس ناشی از حضور فرودی بسیار عمیق بر روی دریای سیاه و شرق مدیترانه در تراز میانی جو است. نقشه‌های همگرایی شار رطوبت نیز نشان داد که بارش‌های شدید منطقه ناشی از اثر پهنه‌های رطوبتی خلیج فارس، دریای عرب و دریای سرخ می‌باشد. تحلیل ترمودینامیک-همدید رخداد تگرگ روز ۲۰ مهرماه ۱۳۸۹ در شهر گرگان (خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲۵) بیانگر این مطلب است که سامانه موجد رگبار مذکور ناوه کم فشار و تاوه قطبی بود که پس از تشکیل به یک موج کوتاه تبدیل گردید و در ضمن تکامل و آبگیری از پیکره‌های آبی، مسیر هوای سرد و نسبتاً مرطوب را بر روی منطقه منتقل و تضاد حرارتی شدیدی بین بسته هوای گرم و مرطوب جنوبی ایجاد نمود که در اثر آن جبهه‌ای ایجاد و توسط این جبهه، هوای گرم و مرطوب به سرعت به ارتفاعات بالا رانده و ابرهای کومولونیمبوس شکل گرفت. ارزیابی همدید بارش سنگین ۹ فروردین ۱۳۸۶ استان خراسان رضوی (داداشی‌رودباری، ۱۳۹۷: ۷۵) نشان داد که الگوی وردسپهر در هنگام رخداد بارش سنگین، ناوه ژرف مدیترانه است که محور فرود آن در شرق دریای مدیترانه قرار گرفته و دریای سرخ به عنوان منبع اصلی این بارش‌ها ایفای نقش می‌نماید. در زمان رخداد چنین شرایطی یک سیستم مانع (بندالی) بر روی شمال ایران مستقر و باعث خواهد شد تا شاخه جنوبی سامانه غربی از روی دریای عرب و خلیج فارس به نواحی غربی کشور کشیده شود. در چنین شرایطی، میزان رطوبت در نواحی سودان و دریای سرخ بالاست و نحوه وزش باد نیز به گونه‌ای است که رطوبت را از دریای سرخ و عرب به نواحی غربی ایران هدایت می‌کند. مسیر کلی سامانه یادشده در بدو تشکیل غربی-شرقی بوده، اما پس از ورود به ایران مسیر آن به سمت شمال شرق تغییر جهت خواهد داد.

در رابطه با رخداد بارش‌های سنگین و آبرسنگین به دلیل اهمیت آنها از جنبه‌های متفاوت، می‌بایست یا به شناسایی شرایط همدید مسبب این رخدادهای فرین و یا به پیامدهای ناشی از آنها پرداخت. با توجه به مطالب بیان شده هدف از این پژوهش شناسایی الگوهای همدید و دینامیکی (پویشی) مؤثر بر وقوع بارش‌های آبرسنگین تابستانه جنوب شرق ایران و به عبارتی شناخت ساختار گردش جو در زمان وقوع بارهای آبرسنگین است. واکاوی شرایط همیددی و پویشی الگوهای گردش جوی در شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع بارش‌های آبرسنگین، بسیار حائز اهمیت است؛ به‌ویژه آن که این نوع بارش با ایجاد رواناب، می‌تواند سبب سیلاب و مخاطرات مصیبت‌باری شود؛ بنابراین لازم است الگوهای موجد بارش‌های آبرسنگین، حرکت و گسترش سامانه‌های بارش‌زا را شناخت و از آثار مثبت آن سود جست و از نتایج زیان‌بار آن دوری کرد و یا آن را به حداقل ممکن رساند (باراحمدی و مریانجی، ۱۳۹۰: ۱۰۷). به دلیل پیامدهای هیدرولوژیک، اقتصادی و اجتماعی که این رخدادها دارند شناخت آن‌ها ارزشمند (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۱۰) و به طور مسلم مشخص شدن ابعاد مختلف این موضوع در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب و کنترل و مهار این گونه بارش‌ها به منظور استفاده بهینه از آن‌ها نقش مهمی را ایفاء خواهد کرد. به عبارت دیگر، با توجه به اهمیت پژوهش پیرامون بارش‌های آبرسنگین و با توجه به این که علم آب‌وهواشناسی همدید به تبیین سامانه‌های فضایی اقلیم روی زمین بر اساس الگوهای غالب حرکت‌های اتمسفری (علیجانی، ۱۳۷۴: ۴۵) می‌پردازد، به‌منظور کاهش خسارات وارد شده به جان و مال (محصولات کشاورزی، باغ‌ها و...) انسان‌ها، ضروری است تا الگوهای رخداد بارش‌های آبرسنگین شناسایی شود. به عنوان نمونه می‌توان به چند مورد از رخداد بارش‌های آبرسنگین در منطقه مورد مطالعه اشاره کرد: رخداد بارش سنگین در سراوان در تاریخ ۱۱ و ۱۲ تیرماه ۱۳۹۴ سبب تخریب برخی دیوارهای منازل مسکونی و خسارت به برخی تاسیسات شده

است (پارسینه، ۱۳ تیرماه ۱۳۹۴). بارش باران و وقوع سیل در ۲ شهرستان «ایران شهر» و «سیب و سوران» سیستان و بلوچستان ۴۵ نفر را بی‌خانمان کرد؛ همچنین بر اثر سیلاب در شهرستان زرنند ۲۵۰ رأس گوسفند تلف و سیلاب به برخی از باغ‌های نخیلات این شهرستان خسارت زد (ایران آنلاین، ۶ مرداد ماه ۱۳۹۵). در تاریخ ۲۲ تیرماه ۱۳۹۶ بارش آبرسنگین رخ داده در شهرستان ایران شهر موجب تخریب ۴۰ تا ۹۰ درصدی ۱۰۰۰ واحد مسکونی گردید و ۵۰ تیر برق را شکست (خبرگزاری تسنیم، ۲۳ تیرماه ۱۳۹۶). همان گونه که بیان گردید از مسائل حائز اهمیت در ارتباط با جنوب شرق کشور شناخت الگوهای همدید و پویشی مؤثر بر بارش تابستانه به ویژه بارش‌های آبرسنگین فراگیر تابستانه می‌باشد. لذا با توجه به امکان دسترسی به داده‌های جدید این موضوع میسر گردیده و نیازمند پژوهش‌های مرتبط با این بخش از ایران است اما کماکان مشاهده می‌گردد که پژوهشگران تمایل چندانی به مطالعه پیرامون جنوب شرق کشور ندارند و عمده‌ی پژوهش‌های انجام گردیده مربوط به سال‌های نه چندان نزدیک است؛ بنابراین پژوهش حاضر در ارتباط با منطقه جنوب شرق ایران از حیث نوع بارش‌ها (آبرسنگین بودن)، روش انتخاب بارش (صدک) و داده‌های مورد استفاده جدید است. در واقع می‌توان این پژوهش را به منظور شناخت منطقه‌ای که ناشناخته‌های بسیاری دارد در زمره پژوهش‌های بنیادی در نظر گرفت زیرا تاکنون بارش‌های آبرسنگین منطقه با وجود این که مشکل عمده بارش‌ها در جنوب شرق ایران همین بارش‌هاست به دقت مورد مطالعه قرار نگرفته بود؛ بنابراین این امر به نوبه خود موجب شناخت سامانه‌ها و الگوهای همدید مؤثر بر منطقه پژوهش می‌شود و در پی آن می‌توان در فصل تابستان با مشاهده وضعیت‌های شناخته شده تصمیم‌های مناسبی را اتخاذ و آمادگی بیشتری برای اقدامات بهینه در جهت کاهش خسارات و هشدار و آگاهی‌های بعدی داشت.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش جنوب شرق ایران است که منظور از جنوب شرق در این پژوهش، شرق نصف‌النهار ۵۶:۳۰ درجه شرقی تا مرزهای شرقی و جنوب‌مدار ۳۱ درجه شمالی تا مرزهای جنوبی ایران که شامل استان سیستان و بلوچستان و بخش‌هایی از استان‌های کرمان و هرمزگان می‌باشد (شکل ۱).

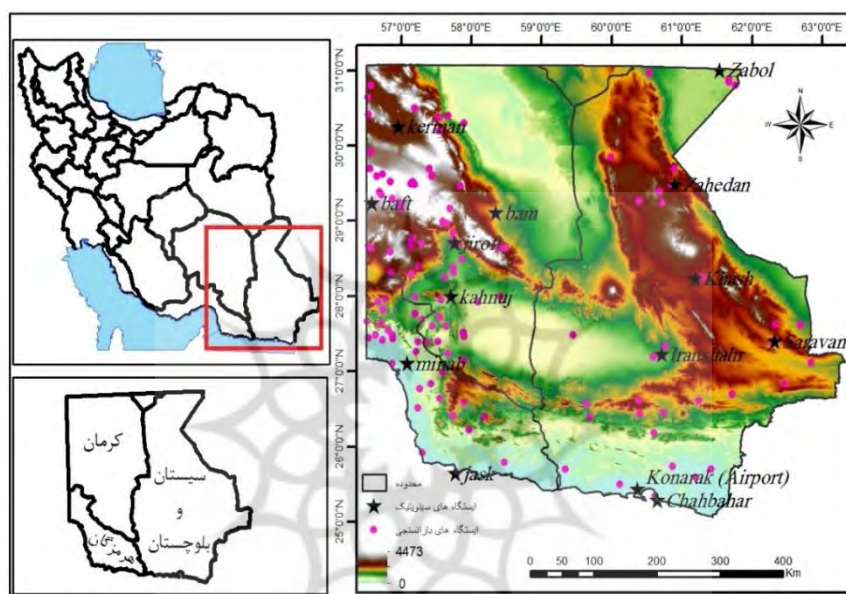
در پژوهش‌های اقلیمی، تعاریف متعدد و مقادیر متفاوتی برای بارش شدید و فرین (حدی) ارائه شده و پژوهش‌هایی که تاکنون در این زمینه در کشور صورت گرفته، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای را از جهت معیار تعیین بارش‌های شدید و فرین نشان می‌دهند (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶). شاخص‌هایی که توسط پژوهشگران، برای تعیین بارش‌های حدی و شدید مورد استفاده قرار گرفته‌اند، را می‌توان در ۴ دسته: الف) شاخص آستانه‌ی مطلق یا اختیاری (علیجانی و همکاران ۱۳۸۹؛ خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱؛ لشکری و خزائی، ۱۳۹۳؛ براتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ خوشحال و همکاران، ۱۳۸۸)؛ ب) شاخص مساحت منحنی هم‌بارش خاص (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹)؛ ج) شاخص آستانه درصدی (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۱) و د) شاخص پایه یا «صدک» (سورلند و سورترگ، ۲۰۱۵: ۵؛ خورشیددوست و همکاران، ۱۳۹۵) جای داد. شاخص پایه یا «صدک»: این شاخص که در حال حاضر رایج‌ترین روش محاسبه و تعیین بارش‌های شدید و فرین محسوب می‌شود، عمدتاً برای تعیین تعداد روزهای دارای بارش شدید، خیلی شدید و فرین، براساس آستانه صدک خاص، کاربرد دارد. براساس توافقی بین‌المللی، از تعداد کل روزهای بارشی روزهای برابر یا بالاتر از صدک ۹۵ام یا ۹۹ام به ترتیب به مثابه روزهای دارای بارش شدید و حدی در نظر گرفته می‌شوند (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶). براساس چندک‌های یک توزیع (دهک یا صدک)، نوعی تقسیم‌بندی کلی برای عناصر اقلیمی امکان‌پذیر می‌گردد. برای مثال در یک مجموعه مشاهدات می‌توان خشکسالی‌ها، ترسالی‌ها، بارش سیلابی، سال

بدین ترتیب داده‌های موردنیاز از سازمان هواشناسی کل کشور و مدیریت منابع آب ایران که به ترتیب شامل ایستگاه‌های همدید و باران سنجی است، دریافت گردید. در ادامه با بررسی داده‌های دریافتی با توجه به شرایط یادشده، دوره آماری ۲۶ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۹) شامل ۱۴ ایستگاه همدید و ۱۲۶ ایستگاه باران‌سنجی انتخاب شد (شکل ۱).

سرد، سال گرم و ... را با استفاده از این نمایه‌ها برآورد نمود (عساکره، ۱۳۹۰).

بدین ترتیب یکسری معیارهایی به منظور استخراج بارش ابرسنگین در جنوب‌شرق ایران تعریف گردید:

۱- در این پژوهش به منظور تبیین و شناسایی الگوهای همدید بارش‌های ابرسنگین فراگیر در جنوب‌شرق ایران تلاش گردید تا دوره آماری مشترک تعریف گردد که هم از نظر زمانی طولانی و هم تعداد ایستگاه‌های مناسبی را در برگیرد.



شکل ۱- موقعیت و ایستگاه‌های منطقه پژوهش.

۲- سوم از ایستگاه‌ها و...) می‌دانستند که به نظر می‌رسد معیار تعداد ایستگاه چندان مناسب نباشد، زیرا گاهی ایستگاه‌های درگیر فقط در یک بخش از منطقه قرار دارند و فراگیری به معنای واقعی خود رخ نمی‌دهد.

با توجه به معیارهای پیش‌گفته، تمامی بارش‌های ۲۴ ساعته با آستانه حداقل ۰/۱ میلی‌متر مربوط به ایستگاه‌های موجود در منطقه در بازه ۲۶ ساله استخراج و سپس با استفاده از روش Z استاندارد و تبدیل داده‌های بارشی به نمره استاندارد، بارش‌هایی که صدک ۹۹ام و بالاتر را در بر می‌گرفت، به عنوان بارش‌های ابرسنگین جنوب‌شرق ایران شناسایی و استخراج گردید. در ادامه معیار مکانی (فراگیری) در

روز بارشی در جنوب‌شرق ایران روزی است که حداقل یک ایستگاه در مدت ۲۴ ساعت، حداقل ۰/۱ میلی‌متر بارش دریافت کرده باشد.

۳- میزان بارش ابرسنگین حداقل در یک ایستگاه طی ۲۴ ساعت برابر یا بیشتر از صدک ۹۹ام بارش ایستگاه در فصل تابستان باشد.

۴- فراگیری بارش زمانی است که در ۵۰ درصد و بیشتر از پهنه پژوهش با توجه به پراکنش ایستگاه‌ها حداقل بارش (۰/۱ میلی‌متر) رخ داده باشد. این در حالی است که برخی از پژوهش‌ها (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹) معیار فراگیری را تعداد ایستگاه‌های درگیر (۳۰ درصد از ایستگاه‌های منطقه پژوهش و یا یک

یافته‌ها

در مطالعه بارش‌های شدید و فرین، شرایط جوی همدیدمقیاس نقش قابل‌ملاحظه‌ای را دارند؛ بنابراین به منظور آشکار ساختن برخی از خصوصیات اصلی بارش‌های شدید، بررسی‌های همدید از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳۵). در مطالعات همدید، مبنا قرار دادن گردش جو بر این اصل استوار است که هر الگوی گردش در جو می‌تواند یک ویژگی اقلیمی خاصی را در سطح زیرین خود رقم بزند؛ بنابراین استخراج الگوهای غالب گردش جو در هر منطقه امکان شناسایی پدیده‌ها و ویژگی‌های خاص اقلیمی در آن منطقه را به راحتی فراهم خواهد ساخت (خورشیددوست و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۶). پس از استخراج ۲۲ روز بارش ابرسنگین فراگیر تابستانه در جنوب‌شرق ایران، واکاوی نقشه‌های همدید مختلف در ترازهای متفاوت انجام و در نهایت سه الگوی همدید مؤثر شناسایی گردید. پنج روز بارشی الگوی ناوه، ۱۲ روز بارشی الگوی پرارتفاع و ۵ روز بارشی الگوی کم فشار موسمی چیره بوده است. در ادامه تلاش می‌گردد یک روز نمونه از هر کدام از الگوها تشریح گردد.

الگوی کم‌فشار موسمی: نقشه فشار تراز دریا روز ۲۳ جولای ۱۹۹۵ نشان می‌دهد که منحنی ۱۰۰۲/۵ ه پ ناشی از سامانه کم‌فشار موسمی^۳ شرق هندوستان تا شرق مدیترانه را در بر گرفته و با گذر از غرب عربستان به سمت هندوستان برگشته است. سامانه یادشده دارای چندین یاخته (سلول) کم‌فشار است که یکی از این یاخته‌ها بر فراز شمال‌شرق عمان با فشار ۹۹۵ ه پ واقع شده است. البته یاخته یادشده از روز قبل با حرکت به طرف غرب در موقعیت فعلی مستقر شده است. دیده می‌شود که زبانه‌های ۹۹۷/۵ و ۱۰۰۰ ه پ ناشی از یاخته کم‌فشاری واقع بر فراز عمان منطقه پژوهش را در بر گرفته و بدین ترتیب شرایط ناپایداری و تأمین رطوبت را در جنوب‌شرق ایران با توجه به حرکت چرخندی فراهم می‌آورد (شکل ۲ الف) که با توجه به نقشه نمونه تراز دریا میزان نم در بخش‌های وسیعی از جنوب‌شرق ایران بین ۱۶ تا ۲۰

رابطه با تمامی بارش‌های استخراج شده اعمال و بارش‌هایی که ۵۰ درصد و بیشتر از منطقه پژوهش را پوشش داده بودند، شناسایی شدند. توجه به معیار مکانی بیانگر این است که بارش‌ها محلی نیستند؛ بلکه با گردش عمومی جو پیوند داشته و امکان بررسی پدیده‌ی جوی در ترازهای مختلف با روش‌های همدید فراهم می‌گردد (براتی و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۱؛ محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۵۰). البته باید در بارش‌های ابرسنگین به نقش مسلم تشدید و یا تضعیف بارش بر اثر عوامل محلی توجه داشت و از آن غافل نبود (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۵۰).

در نهایت منظور از بارش ابرسنگین در جنوب‌شرق ایران بارشی است که مقدار آن حداقل در یک ایستگاه طی ۲۴ ساعت برابر یا بیشتر از صدک ۹۹ام و در ۵۰ درصد و بیشتر از پهنه‌ی پژوهش حداقل بارش (۰/۱ میلی‌متر) رخ داده باشد. در مجموع با بکارگیری معیارهای پیش‌گفته ۲۲ روز که بارش ابرسنگین رخ داده استخراج گردید.

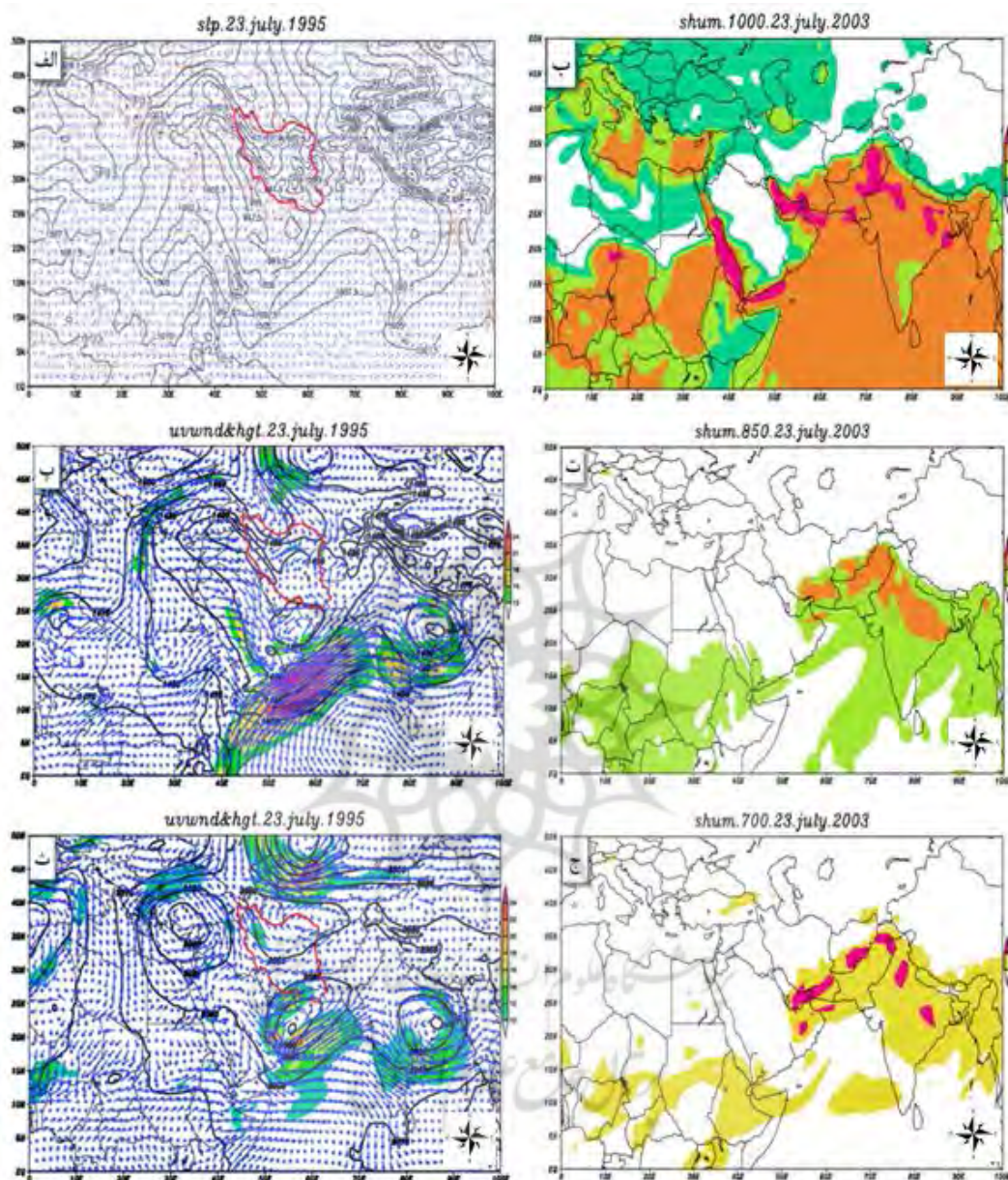
باید توجه داشت که بارش‌های ابرسنگین در شرایط همدید ویژه‌ای رخ می‌دهند. لذا مطالعه این شرایط همدید جهت شناخت و پیش‌بینی شرایط محیطی لازم است. بدین ترتیب به منظور شناسایی الگوهای همدید و پوششی مؤثر در رخداد بارش‌های یادشده، داده‌های ۰/۷۵ × ۰/۷۵ درجه شامل فشار تراز دریا؛ ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ ه پ؛ مؤلفه‌ی زناری و نصف‌النهار شارش باد در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ ه پ و نمونه‌ی ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ ه پ طی ۴ بازه‌ی زمانی (۰۰، ۰۶، ۱۲ و ۱۸ UTC) از مرکز اروپایی پیش‌بینی‌های جوی میان‌مدت^۲ برای هر روز بارشی دریافت و در محیط برنامه GrADS ترسیم شد. در نهایت با واکاوی نقشه‌های ترسیمی، الگوهای مؤثر در رخداد بارش ابرسنگین در جنوب‌شرق ایران مشخص و نقشه پهنه‌بندی بارش هر روز با استفاده از روش میان‌یابی IDW ترسیم گردید.

۲. ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

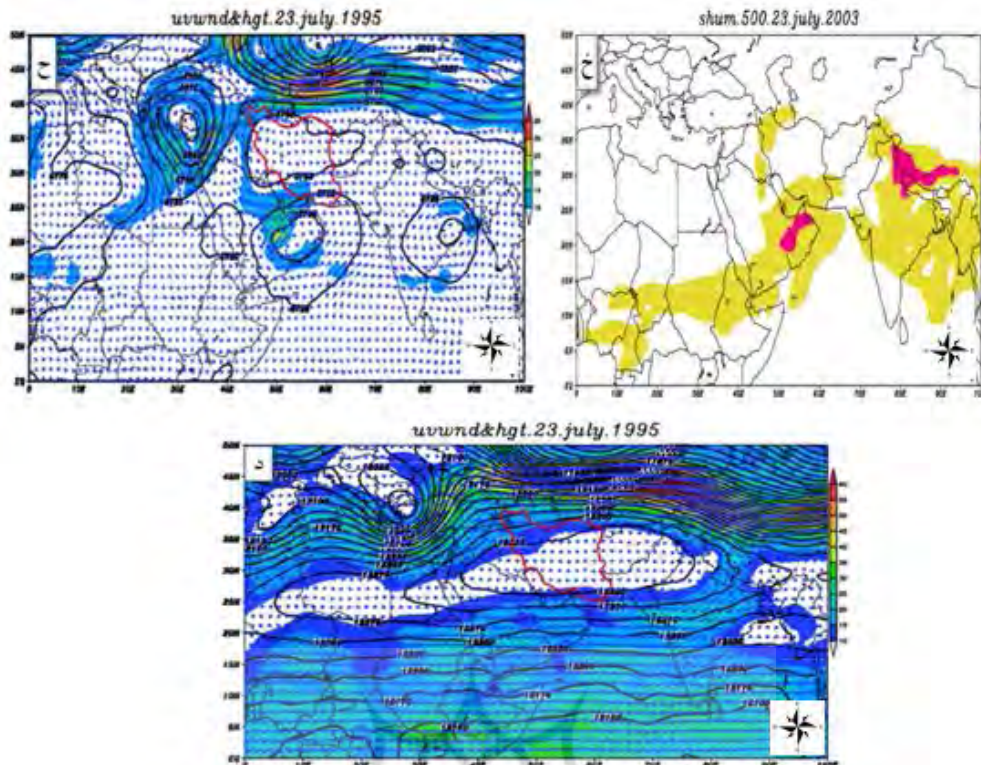
۳. Monsoon Low

در بخش‌های شمالی منطقه از ۸ تا ۱۲ گرم در کیلوگرم متغیر است (شکل ۲-ب).

گرم در کیلوگرم و در بخشی از جنوب غرب منطقه به بیش از ۲۰ گرم هم می‌رسد و این در حالی است که



شکل ۲: الف: فشار و شارش باد تراز دریا، ب: نمویژه تراز دریا؛ پ: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۸۵۰ ه پ، ت: نمویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال؛ ث: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۷۰۰ ه پ، ج: نمویژه تراز ۷۰۰ ه پ؛ ح: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۵۰۰ ه پ، خ: نمویژه تراز ۵۰۰ ه پ؛ د: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۲۰۰ ه پ.



ادامه شکل ۲: الف: فشار و شارش باد تراز دریا، ب: نم‌ویژه تراز دریا؛ پ: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۸۵۰ ه پ، ت: نم‌ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال؛ ث: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۷۰۰ ه پ، ج: نم‌ویژه تراز ۷۰۰ ه پ؛ ح: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۵۰۰ ه پ، خ: نم‌ویژه تراز ۵۰۰ ه پ؛ د: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۲۰۰ ه پ.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود سامانه‌ی کم‌ارتفاعی که در ۲۳ جولای ۱۹۹۵ سامانه کم‌ارتفاعی با دو پرند بسته و پرند مرکزی ۲۹۷۵ ژئوپتانسیل‌متر بر فراز کشور عمان واقع شده است. با دقت در نقشه‌های تراز ۸۵۰ و تراز دریا در می‌بایم که سامانه کم‌ارتفاع مورد بحث یاخته کم‌فشار موسمی است که تا تراز ۷۰۰ ه پ کشیده شده است. زبانه‌های ۳۰۰۰ و ۳۰۲۵ ژئوپتانسیل‌متری ناشی از این سامانه کم‌ارتفاع منطقه پژوهش را متأثر ساخته و با توجه به نقشه وزش باد، شارش چرخندی چیره در کم‌ارتفاع، فرارزش و فرارفت رطوبت را تشدید می‌کند (شکل ۲ ث). با توجه به نقشه نم‌ویژه، میزان نم در تراز ۷۰۰ ه پ در بخش‌های مرکزی منطقه پژوهش بیش از ۱۲ گرم در کیلوگرم رسیده است (شکل ۲ ج).

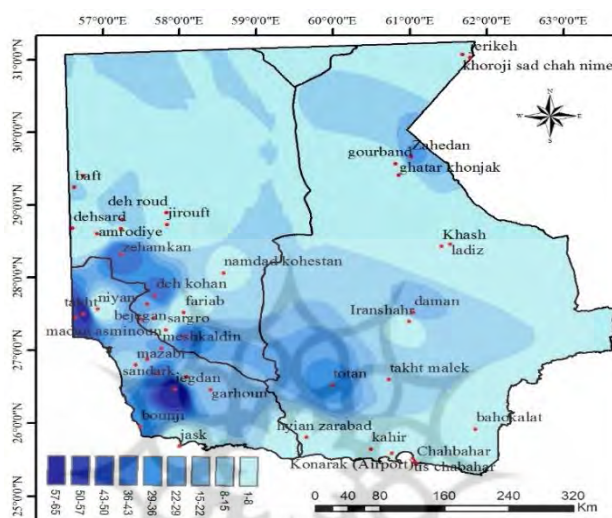
ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ ه پ ۲۳ جولای ۱۹۹۵ سامانه کم‌ارتفاعی با دو پرند بسته که پرند مرکزی آن ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل‌متر ارتفاع دارد را بر فراز کشور و دریای عمان در جنوب ایران نشان می‌دهد.

ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ ه پ روز ۲۳ جولای ۱۹۹۵ سامانه کم‌ارتفاعی با دو یاخته بسته را بر فراز جنوب‌غرب آسیا نشان می‌دهد. سامانه کم‌ارتفاع یادشده دارای دو یاخته بسته است که یکی از این یاخته‌ها بر فراز غرب ایران، شرق عراق و جنوب ترکیه واقع شده و یاخته دیگر با پرند ۱۳۷۵ ژئوپتانسیل‌متر در حاشیه جنوبی ایران بر فراز امارات، شمال‌شرق عمان و دریای عمان قرار گرفته است. یاخته کم‌ارتفاع مورد بحث بر فراز دریای عمان بر فراز یاخته کم‌فشار تراز دریا واقع و با توجه به حرکت چرخندی موجود در سامانه کم‌ارتفاع، ناپایداری و رطوبت را به جنوب‌شرق ایران تزریق خواهد کرد (شکل ۲ پ). نم‌ویژه تراز ۸۵۰ در ۲۳ جولای ۱۹۹۵ از ۱۲ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم در نوسان است (شکل ۲-ت).

ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ ه پ ۲۳ جولای ۱۹۹۵ سه یاخته کم‌ارتفاع با چند پرند بسته را بر فراز جنوب و جنوب‌غرب آسیا به تصویر کشیده است.

سامانه پراتفافی با پربند مرکزی ۱۲۳۵۲ ژئوپتانسیل متر را نشان می‌دهد که شمال غرب هندوستان، بیشتر بخش‌های ایران پایین‌تر از مدار ۳۵ درجه عرض شمالی و شمال شرق عربستان را در برگرفته و شارش و اچرخندی را بر جو این منطقه چیره کرده است (شکل ۲ د). نقشه پهنه‌بندی بارش ۲۳ جولای ۱۹۹۵ پراکنش بارش در منطقه را به تصویر کشیده است (شکل ۳).

زبانۀ ۵۷۲۵ ژئوپتانسیل متری ناشی از سامانه یادشده منطقه جنوب شرق ایران را در برگرفته که با توجه به حرکت پادساعتگرد چیره در سامانه کم‌ارتفاع ناپایداری و تزریق رطوبت به نحو مطلوبی به منطقه پژوهش انجام می‌گیرد (شکل ۲ ح). میزان نم‌ویژه در تراز ۵۰۰ ه پ بر فراز منطقه پژوهش از ۴ تا ۶ گرم در کیلوگرم در تغییر است (شکل ۲ خ). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۲۰۰ ه پ ۲۳ جولای ۱۹۹۵



شکل ۳: پهنه‌بندی بارش ۲۳ جولای ۱۹۹۵

پربند ۱۴۲۵ ژئوپتانسیل متر در غرب منطقه پژوهش و همچنین زبانۀ ناشی از یک سامانه کم‌ارتفاع که مرکز آن در جنوب افغانستان واقع شده بخش‌های شرقی منطقه را در نوردیده به گونه‌ای که سرعت باد تا ۱۴ متر بر ثانیه نیز در این بخش از منطقه رسیده است. در مجموع شرایط چرخندی چیره بر فراز منطقه، فعالیت پوششی و فرازش رطوبت و شکل‌گیری بارش را در پی داشته است (شکل پ). میزان نم‌ویژه موجود بر فراز منطقه در تراز ۸۵۰ از ۸ تا ۱۶ گرم در کیلوگرم است (شکل ۴ ت).

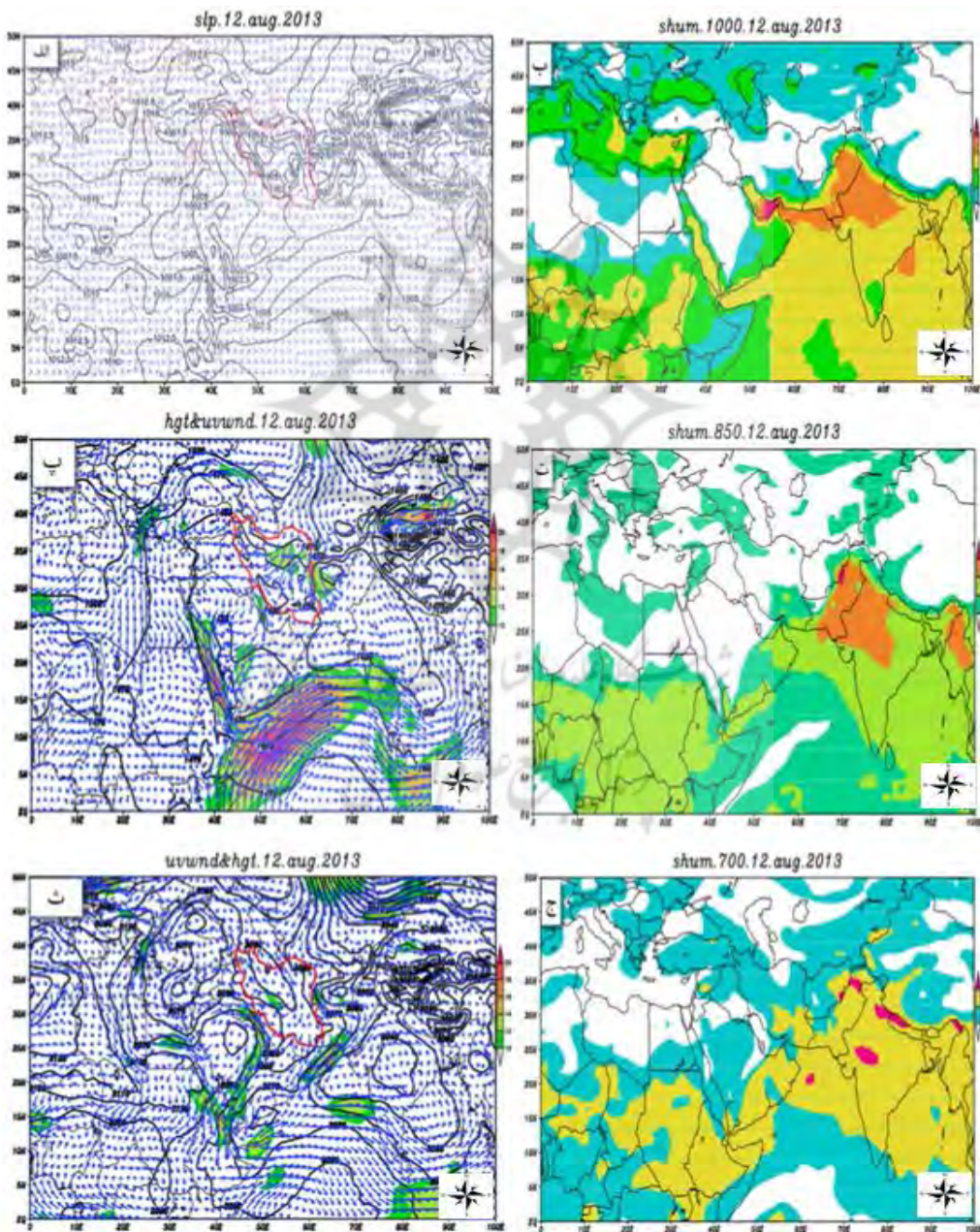
در روز ۱۲ آگوست ۲۰۱۳ در تراز ۷۰۰ ه پ به دلیل ریزش هوا از تراز ۵۰۰ ه پ به پایین سامانه‌ی پراتفافی با پربند مرکزی ۳۱۵۰ ژئوپتانسیل متر به تبعیت از تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی بر فراز شمال غرب آفریقا ایجاد و زبان‌های ناشی از سامانه‌ی مورد بحث به سمت شرق حرکت نموده لذا پربند ۳۰۸۰

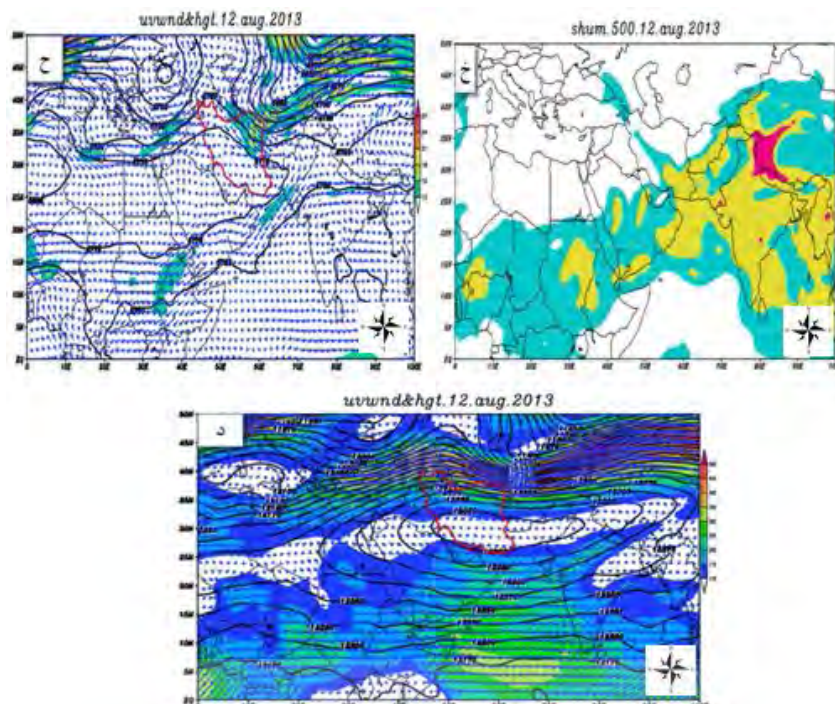
الگوی پراتفافی: در تراز دریا روز ۱۲ آگوست ۲۰۱۳، سامانه کم‌فشاری با منحنی ۱۰۰۵ ه پ شرق هندوستان تا شرق مدیترانه را در برگرفته و در این میان هسته سامانه کم‌فشار با منحنی فشاری ۹۹۷/۵ ه پ بر فراز جنوب شرق عربستان واقع گردیده و زبانۀ ناشی از این سامانه جنوب شرق ایران را نیز در برگرفته و با توجه به حرکت چرخندی شرایط بسیار مناسبی به منظور ایجاد ناپایداری و فرارفت رطوبت از منابع رطوبتی جنوب کشور فراهم گردیده است (شکل ۴-الف). با توجه به نقشه نم‌ویژه میزان نم در ناحیۀ ساحلی منطقه پژوهش از ۱۶ تا ۲۴ گرم در کیلوگرم و در سایر بخش‌های منطقه پژوهش میزان نم از ۸ تا ۱۶ گرم در کیلوگرم در نوسان خواهد بود (شکل ۴-ب).

نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ ه پ روز ۱۲ آگوست ۲۰۱۳، بیانگر تشکیل سامانه‌ای کم‌ارتفاع با

گردیده که زبانه‌های ناشی از سامانه پیش‌گفته با حرکت به سمت شرق شارش ساعت‌گرد را بر بخش‌های زیادی از جو در مسیر خود چیره کرده‌اند. زبانه‌ی ۵۷۷۵ ژئوپتانسیل‌متری ناشی از سامانه‌ی پراتفاج جنوب‌شرق ایران را نیز در برگرفته و شارش واچرخندی و فرونشینی را چیره کرده است (شکل ۴ ج). در این روز میزان نم‌ویژه بر فراز منطقه پژوهش در تراز ۵۰۰ ه پ بین ۴ تا ۶ گرم در کیلوگرم در نوسان است (شکل ۴ خ).

ژئوپتانسیل‌متری ناشی از این سامانه منطقه پژوهش را در برگرفته و حرکت واچرخندی بر فراز منطقه چیره و مانع از فرازش هوا در این ناحیه از ایران گردیده است (شکل ۴ ث). میزان نم‌ویژه در تراز یادشده بر فراز جنوب‌شرق ایران عمدتاً ۸ تا ۱۲ گرم در کیلوگرم و در بخش‌هایی از جنوب‌غرب منطقه به ۴ تا ۸ گرم در کیلوگرم هم رسیده است (شکل ۴ ج). در روز ۱۲ آگوست ۲۰۱۳ در تراز ۵۰۰ ه پ بر فراز شمال‌غرب آفریقا سامانه‌ی پراتفاجی تشکیل

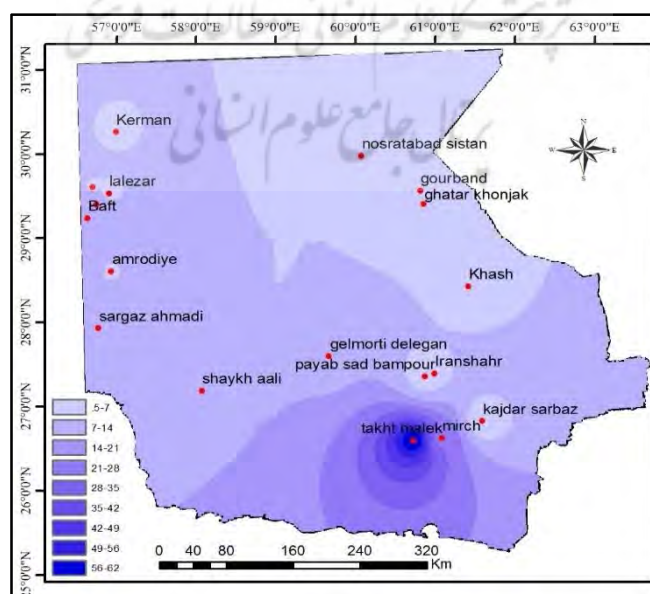




شکل ۴: الف: فشار و شارش باد تراز دریا، ب: نمویژه تراز دریا؛ پ: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۸۵۰ ه پ، ت: نمویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال؛ ث: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۷۰۰ ه پ، ج: نمویژه تراز ۷۰۰ ه پ؛ ح: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۵۰۰ ه پ، خ: نمویژه تراز ۵۰۰ ه پ؛ د: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۲۰۰ ه پ.

سرعت باد بر فراز منطقه تا ۲۰ متر بر ثانیه نیز رسیده است (شکل ۴ د). نقشه پهنه‌بندی بارش ۱۲ آگوست ۲۰۱۳ پراکنش بارش در منطقه نشان می‌دهد (شکل ۵).

در تراز ۲۰۰ ه پ روز ۱۲ آگوست ۲۰۱۳ سامانه پرارتفاعی با پربند مرکزی ۱۲۸۶۰ ژئوپتانسیل‌متر نیمه جنوبی ایران تا شمال‌غرب هندوستان را در بر گرفته و بدین ترتیب شارش فرونشینی بر فراز منطقه پژوهش ایجاد و این در حالی است که میزان



شکل ۵: پهنه‌بندی بارش ۱۲ آگوست ۲۰۱۳

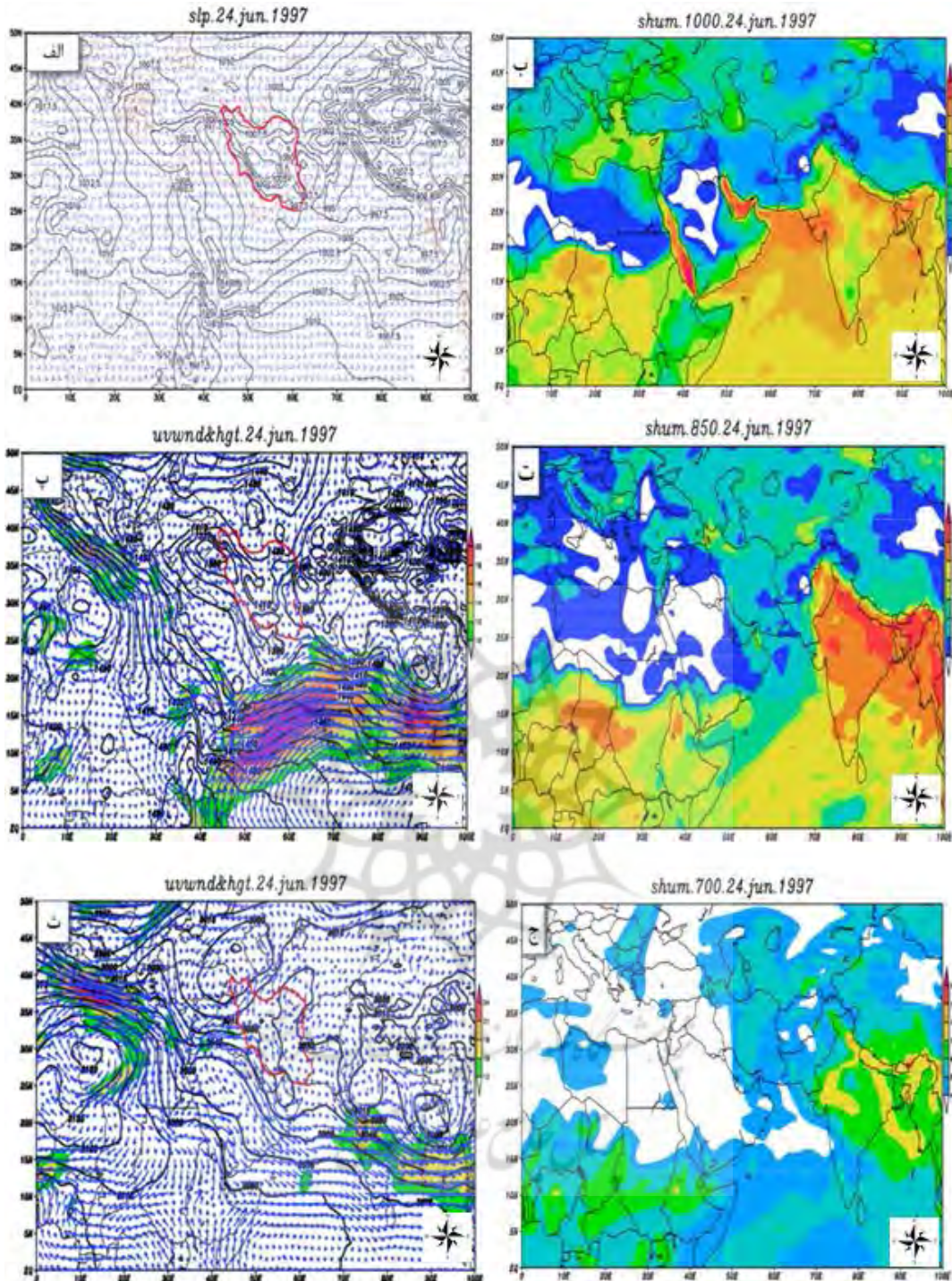
نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ ه پ روز ۲۴ جون ۱۹۹۷، ناوه‌ای با پربند ۳۰۳۰ ژئوپتانسیل متر را در جنوب و غرب منطقه پژوهش به تصویر می‌کشد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود جلوی ناوه یادشده بر فراز منطقه قرار گرفته و بدین ترتیب واگرایی بالایی شکل‌گیری ناپایداری و تشدید فعالیت‌های پویشی و در پی آن فرازش شدید را به دنبال داشته که با توجه به تزریق رطوبت مناسب از ترازهای زیرین بارش پیامد نهایی آن خواهد بود (شکل ۶ ث). میزان نم‌ویژه در تراز یادشده در بیشتر بخش‌های منطقه پژوهش از ۴ تا ۶ گرم در کیلوگرم متغیر است (شکل ۶ ج).

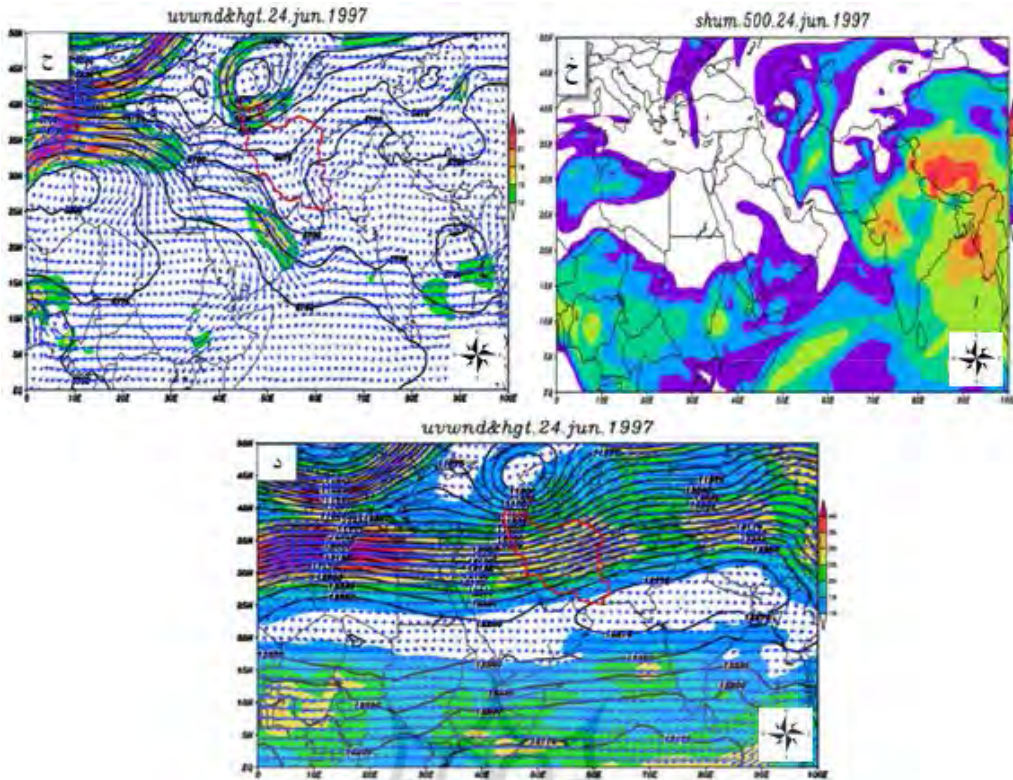
ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ ه پ روز ۲۴ جون ۱۹۹۷، ناوه‌ای با پربند ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر را نشان می‌دهد که محور آن در جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی کشیده شده و جلوی ناوه دقیقاً بر مرکز منطقه پژوهش واقع گردیده است؛ بنابراین قرارگیری جلوی ناوه شرایط پویشی بسیار مناسبی را بر فراز منطقه مهیا و لذا ناپایداری را تشدید و موجب رخداد بارش فراگیر در جنوب‌شرق ایران شده است (شکل ۶ ح). میزان نم‌ویژه در تراز ۵۰۰ ه پ روز مورد بحث در شرق، شمال و غرب و مرکز منطقه پژوهش از ۱ تا ۴ گرم در کیلوگرم در نوسان است و این در حالی است که جنوب و جنوب‌غرب منطقه میزان نم‌ویژه به کمتر از ۱ گرم در کیلوگرم می‌رسد (شکل ۶ خ).

ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۲۰۰ ه پ روز ۲۴ جون ۱۹۹۷ بیانگر قرارگیری سامانه پراتفعا با پربند مرکزی ۱۲۲۷۵ ژئوپتانسیل متر بر فراز تبت که دریای عمان و شمال‌شرق کشور عمان را نیز در برگرفته است. مشاهده می‌گردد که در تراز ۲۰۰ ه پ کشور ایران و به ویژه منطقه پژوهش در جلوی ناوه واقع شده و با توجه به نقشه شارش باد میزان سرعت باد از ۱۰ متر بر ثانیه در جنوب تا ۳۵ متر بر ثانیه در شمال منطقه پژوهش در تغییر خواهد بود و این مطلب نقش مهم فراسنجهای پویشی در رخداد بارش در الگوی ناوه را به خوبی روشن می‌سازد (شکل ۶ د). نقشه پهنه‌بندی بارش ۲۴ جون ۱۹۹۷ پراکنش بارش در منطقه را به نمایش گذاشته است (شکل ۷).

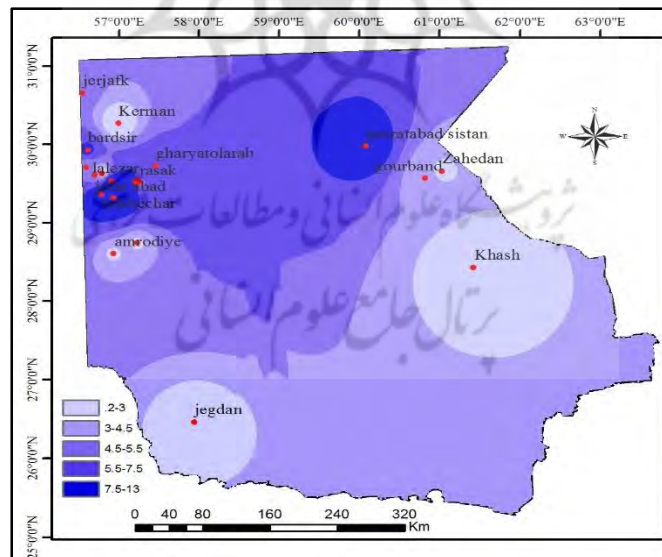
الگوی ناوه: نقشه فشار تراز دریا روز ۲۴ جون ۱۹۹۷ نشان می‌دهد سامانه موسمی بخش وسیعی از جنوب تا جنوب‌غرب آسیا را در برگرفته به گونه‌ای که زبانه ۱۰۰۲/۵ ه پ ناشی از سامانه پیشگفته با حرکت چرخندی از غرب ایران به شمال عراق رسیده و سپس در جهت جنوب از غرب عراق گذر و در نهایت به سمت هند برگشته است. سامانه یادشده دارای چندین یاخته بسته کم‌فشاری است که یکی از یاخته‌ها در شمال‌شرق منطقه و یاخته کم‌فشار دیگری نیز که دارای جهت جنوب‌شرقی - شمال‌غربی است بر فراز خلیج فارس قرار گرفته که با گذر از دریای عمان به جنوب منطقه پژوهش رسیده است؛ همچنین قرارگیری سامانه پرفشار بر فراز بخش‌های مرکزی و غربی ایران گرادیان فشاری مناسبی را به منظور ایجاد ناپایداری بر فراز منطقه ایجاد نموده است. باید توجه داشت که یاخته‌های کم‌فشاری چیره بر منطقه با توجه به حرکت پادساعت‌گرد خود نقش بسیار مهمی را در ایجاد شرایط ناپایدار و تزریق رطوبت به منطقه خواهند داشت (شکل ۶ الف) که ناشی از این موضوع میزان نم در بخش‌های وسیعی از منطقه از ۴ تا ۱۰ و در نواحی ساحلی و جنب ساحلی تا ۱۸ گرم در کیلوگرم در نوسان خواهد بود (شکل ۶ ب).

نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل روز ۲۴ جون ۱۹۹۷ نمایانگر این مطلب است که در تراز ۸۵۰ ه پ سامانه کم‌ارتفاعی با پربند ۱۴۰۰ ژئوپتانسیل متر در جهت شمال‌غربی از شرق هند حرکت و با گذر از ایران تا عراق رسیده و سپس به سمت جنوب آسیا تغییر مسیر داده است. در درون سامانه مورد بحث چندین یاخته کم‌ارتفاع واقع شده که از آن جمله می‌توان به یاخته کم‌ارتفاعی با پربند ۱۳۹۰ ژئوپتانسیل متر بر فراز بخش‌های غربی منطقه پژوهش اشاره کرد. یاخته یادشده با توجه به حرکت چرخندی خود که در نقشه شارش باد به خوبی مشهود است، ایجاد شرایط ناپایداری و تزریق رطوبت به منطقه را بر عهده خواهد داشت (شکل ۶ پ) که در نتیجه‌ی این تأثیر میزان نم‌ویژه در بیشتر بخش‌های منطقه پژوهش تا ۸ گرم در کیلوگرم رسیده است (شکل ۶ ت).





شکل ۶: الف: فشار و شارش باد تراز دریا، ب: نمویژه تراز دریا؛ پ: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۸۵۰ ه پ، ت: نمویژه تراز ۸۵۰ ه پ؛ ح: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۷۰۰ ه پ، ج: نمویژه تراز ۷۰۰ ه پ؛ د: ارتفاع ژئوپتانسیل، شارش باد و رودباد تراز ۲۰۰ ه پ.



شکل ۷: پهنه بندی بارش ۲۴ جون ۱۹۹۷

دوره آماری مورد بررسی (۱۹۸۹-۲۰۱۴) با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده، ۲۲ روز بارشی وجود دارد که واگوی نقشه‌های همدید فراسنج‌های مختلف

نتیجه گیری

مطالعه انجام شده در رابطه با بارش آبرسنگین فراگیر تابستانه‌ی جنوب شرق ایران نشان داد که در

داده‌های متنوع اطمینان‌بخش‌تر است. در صورت مهیایی شرایط فرازش (گرمایی و پویشی)، به دلیل نمونه‌یژه بالا در تراز دریا و تراز ۸۵۰ ه پ امکان رخداد بارش‌های آبرسنگین دور از انتظار نیست. از دیگر نتایج جالب این پژوهش نقش ویژه ناوه بادهای غربی در بارش‌های آبرسنگین فراگیر تابستانه است. در الگوی ناوه قرارگیری ناوه بر فراز منطقه پژوهش زمینة ناپایداری و رخداد فعالیت‌های پویشی (به ویژه فرازش) شدید و در نهایت بارش آبرسنگین را فراهم می‌آورد (شکل ۶) که با نتایج عربی (۱۳۸۵) همخوانی دارد. در مجموع در سه الگوی شناسایی شده در تراز دریا بدون استثنا سامانه موسمی چیرگی مطلق داشته است و در تراز ۲۰۰ ه پ به جز در الگوی ناوه در تمامی روزهای مربوط به الگوی کم‌فشار موسمی و الگوی پرارتفاع، یاخته پرارتفاع و شارش و اچرخندی جو ایران را پوشانده است.

منابع

۱. براتی، غلامرضا؛ محمد مرادپورقیه سلیمی. ۱۳۹۴. واکاوی همدید بارش‌های سنگین بهاره‌ی استان زنجان. مجله مخاطرات محیط طبیعی. سال چهارم. شماره ششم. زمستان. صص ۷۷-۸۸.
۲. پروند، حسین. ۱۳۷۰. اثر مونسون جنوب‌غربی بر روی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. استاد راهنما: حسین اردکانی و احمد زندنیپور، دانشگاه تهران. مؤسسه ژئوفیزیک. گروه هواشناسی.
۳. تقی‌زاده، حبیب. ۱۳۶۶. تحلیلی بر بارندگی ۱ مرداد ماه سال ۱۳۶۶. رشد آموزش زمین‌شناسی. سال سوم، م. ۲۶-۳۷.
۴. حلییان، امیرحسین. ۱۳۹۴. شناسایی الگوهای گردشی بارش‌های شدید موجد سیل در منطقه فارس. مجله آمایش جغرافیایی فضا. سال پنجم، شماره هجدهم، زمستان، صص ۳۱-۴۶.
۵. خوش‌اخلاق، فرامرز. سیدامید نبوی و اسماعیل عباسی. ۱۳۹۱. تحلیل سامانه‌های همدید بارش‌های شدید دوره‌ی سرد سال در استان‌های خراسان رضوی و شمالی، نشریه‌ی علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی در ترازهای متفاوت نقش سه الگوی همدید را در رخداد این بارش‌ها نمایان می‌سازد. الگوهای همدید مؤثر شامل کم‌فشار موسمی، پرارتفاع و ناوه که به ترتیب ۵، ۱۲ و ۵ روز بارش آبرسنگین را به خود اختصاص داده‌اند. با انجام این پژوهش چند نکته کلیدی حاصل گردید:
 ۱. سامانه کم‌فشار موسمی با گسترش غرب‌سوی خود از عوامل مؤثر بر بارش‌های آبرسنگین فراگیر تابستانه‌ی جنوب‌شرق ایران است. الگوی کم‌فشار موسمی نشان‌دهنده یاخته کم‌فشاری است که با فشار ۹۹۲/۵ تا ۱۰۰۰ ه پ در حوالی دریای عمان واقع شده است. کم‌فشارهای موسمی با ایجاد و یا تقویت مراکز همگرایی روی جنوب و جنوب‌شرق کشور، در افزایش گردش چرخندی و وقوع بارش نقش داشته‌اند و به دلیل شدت زیاد تا تراز ۵۰۰ ه پ نیز کشیده می‌شود و به تنهایی حجم زیادی از رطوبت را به منطقه مورد مطالعه شارش و با توجه به فرازش شدید، شرایط تخلیه باران و رخداد بارش آبرسنگین فراهم می‌نماید (شکل ۲). نتایج حاصله در ارتباط با نقش سامانه موسمی با نتایج پژوهش‌های راماسوامی (۱۹۶۵) اسنید (۱۹۶۸)، پروند (۱۳۷۰)؛ سلیقه (b۱۳۷۷)؛ خوشحال (۱۳۷۸)؛ سلیقه (۱۳۸۰)؛ سلیقه (b۱۳۸۰)؛ سلیقه و صادقی‌نیا (۱۳۸۹) و علیجانی و همکاران، (۱۳۸۶ و ۱۳۹۰) هماهنگ است.
 ۲. واکاوی نقشه‌های نمونه‌یژه نشان داد مقدار نم بین ۱۵ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم در تراز دریا در جنوب‌شرق وجود دارد که به گونه‌ای بیانگر تأمین رطوبت بسیار مناسب جنوب شرق ایران ناشی از منابع رطوبتی جنوب کشور است، به عبارت بهتر منبع بارش‌ها منابع رطوبتی جنوب کشور مانند دریای عمان، دریای عرب و خلیج فارس است و این در حالی است که راماسوامی (۱۹۶۵): خلیج بنگال؛ سلیقه (b۱۳۷۷)؛ ۱۳۸۰؛ (b۱۳۸۰): اقیانوس هند و خلیج بنگال و سلیقه (۱۳۸۵): اقیانوس هند را منابع رطوبتی بارش‌ها می‌دانند اما به نظر می‌رسد نتیجه این پژوهش با توجه به استفاده از

- ۵۵: ۱۳-۱. (دانشگاه تبریز)، سال ۱۶، شماره ۴۰، تابستان، صص ۹۷-۱۱۸.
۶. خوشحال دستجردی، جواد. عبدالقدیر نظری و ابوطالب عبدی. ۱۳۹۵. تحلیل ترمودینامیک - همدید رخداد تگرگ روز ۲۰ مهرماه ۱۳۸۹. در شهر گرگان. مجله آمایش جغرافیایی فضاء. سال ششم، شماره بیست و دوم / زمستان، صص ۲۴۴-۲۲۵.
۷. خوشحال، جواد. ۱۳۷۸. تأثیر پرفشار جنب‌حاره ای بر بارش‌های موسمی جنوب شرق و سواحل جنوبی ایران. مجله علمی-پژوهشی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان. ۱۸-۱۹، ۱۳۷-۱۶۴.
۸. خوشحال، جواد. محمود خسروی و حمید نظری‌پور. ۱۳۸۸. شناسایی منشاء و مسیر رطوبت بارش‌های فوق‌سنگین استان بوشهر. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۶. زمستان. صص ۲۸-۷.
۹. خورشیددوست، علی محمد. عباس مفیدی و علی‌اکبر رسولی و کامل آزر. ۱۳۹۵. تحلیل همدیدی سازوکار وقوع بارش‌های سنگین بهاره در شمال غرب ایران. مجله مخاطرات محیط طبیعی. سال پنجم. شماره هشتم. تابستان. صص ۸۲-۵۳.
۱۰. داداشی‌رودباری، عباسعلی. عبدالرضا کاشکی. ۱۳۹۷. ارزیابی همدیدی بارش سنگین ۹ فروردین ۱۳۸۶ استان خراسان رضوی. مجله آمایش جغرافیایی فضاء. سال هشتم، شماره بیست و نهم، پاییز، صص ۹۰-۷۵.
۱۱. سلیقه، محمد. ۱۳۷۷. بررسی بارش مرداد ماه ۱۳۷۴ جنوب و جنوب شرق ایران. مجله رشد آموزش جغرافیا. ۱۷-۱۳.
۱۲. سلیقه، محمد. ۱۳۷۷. الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران. رساله دکتری جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شناسی. استاد راهنما: بهلول علیجانی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده علوم انسانی. گروه جغرافیای طبیعی.
۱۳. سلیقه، محمد. ۱۳۸۰. الگوی سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۱۴-۱۲۵.
۱۴. سلیقه، محمد. ۱۳۸۰. اندر گنش دینامیکی سیستم‌های فشار عرض‌های میانی و عرض‌های پایینی در ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، ۲۱-۲۴.
۱۵. سلیقه، محمد. ۱۳۸۵. مکانیزم‌های بارش در جنوب شرق کشور. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۵: ۱۳-۱.
۱۶. سلیقه، محمد؛ علیرضا صادقی نیا. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات مکانی پرفشار جنب حاره در بارش‌های تابستانه نیمه جنوبی ایران. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۷: ۹۸-۸۳.
۱۷. سلیقه، محمد، فرامرز بریمانی. ۱۳۸۶. اثرات سیستم‌های آب و هوایی موسمی در کشاورزی بلوچستان. جغرافیا و توسعه. شماره ۹. صص ۳۸-۲۵.
۱۸. عساکره، حسین. ۱۳۹۰. مبانی اقلیم‌شناسی آماری. چاپ اول. زنجان. انتشارات دانشگاه زنجان.
۱۹. علیجانی، بهلول. ۱۳۷۴. علم اقلیم‌شناسی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، صص ۵۵-۴۰.
۲۰. علیجانی، بهلول. ۱۳۹۲. آب و هوای ایران. تهران. انتشارات دانشگاه پیام نور. صفحه ۲۲۱.
۲۱. علیجانی، بهلول. زین‌العابدین جعفرپور و عباسعلی علی‌اکبری بیدختی و عباس مفیدی. ۱۳۸۶. تحلیل سینوپتیکی الگوهای گردشی بارش‌های موسمی جولای ۱۹۹۴ در ایران. نشریه علوم جغرافیایی. جلد ۷. شماره ۱۰. پاییز و زمستان. صفحات ۳۸-۷.
۲۲. علیجانی، بهلول. عباس مفیدی و زین‌العابدین جعفرپور و عباسعلی علی‌اکبری بیدختی. ۱۳۹۰. الگوهای گردش جو بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران در ماه ژوئیه ۱۹۹۴. مجله فیزیک زمین و فضا. دوره ۳۷. شماره ۳. صص ۲۲۷-۲۰۵.
۲۳. علیجانی، بهلول. محمود خسروی و مرتضی اسمعیل‌نژاد. ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. سال اول. شماره سوم و چهارم. پاییز و زمستان. صص ۱۲-۱.
۲۴. عربی، زهرا. ۱۳۸۵. تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۶. تابستان. صص ۱۵-۱.
۲۵. لشکری، حسن. مهدی خزائی. ۱۳۹۳. تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین استان سیستان و بلوچستان. مجله اطلاعات جغرافیایی. دوره بیست و سوم. شماره نودم. صص ۷۹-۷۰.
۲۶. محمدی، بختیار. سیدابوالفضل مسعودیان. ۱۳۸۹. تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران مطالعه موردی: آبامه ۱۳۷۳. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۹. صفحات ۴۷-۷۰.

- 1961-2005", Estonian Journal of Engineering, pp: 195-208.
34. Pierre Camberlin, 1995. June – September rainfall in north eastern africa and atmospheric signals over the tropics: A zonal perspective. International journal of climatology, 15(7): 773–783.
35. Ramaswamy, C. 1965. On a remarkable case of dynamical and physical interaction between middle and low latitude weather systems over Iran, Indian J. Meteorol. Geophys. 16(2): 178-200.
36. Robert, P., Harnack, Donald T., Jensen, Joseph R, Cermak III. 1998. Investigation of upper – air conditions occurring with heavy summer rain in Utah, International Journal of Climatology, Int. J. Climatol. 18: 701–723.
37. Sawyer, J.S. 1947. The structure of the intertropical front over NW India during the SW monsoon, Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 73: 346-369.
38. Sørland, S.L., and Sorteberg, A. 2015. The dynamic and thermodynamic structure of monsoon low-pressure systems during extreme rainfall events. Tellus, Series A: Dynamic Meteorology and Oceanography, 67(1): 0–17. <http://doi.org/10.3402/tellusa.v67.27039>
39. Snead, R. 1968. Weather patterns in southern-west Pakistan, Arch. Meteorol. Geophys. Bioclimatol, Ser. B, 16: 316-346.
40. <http://yon.ir/JhXP7>
41. <http://yon.ir/S1D72>
42. <http://www.ion.ir/News/120817.html>
۲۷. مفیدی، عباس. آذر زرین و غلامرضا جانباز قبادی. ۱۳۸۶. تعیین الگوی همدیدی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله فیزیک زمین و فضا. دوره ۳۳. شماره ۳. صص ۱۵۴-۱۳۱.
۲۸. مفیدی، عباس. آذر زرین و غلامرضا جانباز قبادی. ۱۳۹۱. تبیین علل کاهش یافتن مقدار و شدت بارش‌های زمستانه در قیاس با بارش‌های پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله فیزیک زمین و فضا. دوره ۳۸. شماره ۱. صص ۲۰۳-۱۷۷.
۲۹. یاراحمدی، داریوش. زهره مریانجی. ۱۳۹۰. تحلیل الگوی دینامیکی و همدیدی بارش‌های سنگین جنوب غرب خزر و غرب ایران (مطالعه موردی: بارش مورخه ۱۳۸۳/۰۸/۱۴). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۷۶. تابستان. صفحات ۱۲۰-۱۰۵.
30. Kai, TU, Zhongwei, YAN, Wenjie DONG, climatic jumps in precipitation and extremes in drying north china during 1954-2006", Journal of the meteorological Society of Japan, 1, 29-42.
31. Maddox, R.A., Canova, F. and Hoxit, L.R. 1980. Meteorological characteristics of flash flood events over the western United States. Mon. Wea. Rev., 108: 1866-1877.
32. Maddox, R.A., Hoxit, L.R., Chapell, C.F. and Caracena, F. 1978. Comparison of meteorological aspects of the Big Thompson and Rapid City flash floods. Mon. Wea. Rev., 106: 375-389.
33. Matlik, Olga, Piia, Post, 2008. Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period