

شناسایی الگوهای همدید بارش‌های سنگین در حوضه مارون (مطالعه موردی: بارش ۲۹ آبان ۱۳۹۲)

رضا برنا*

دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۹

چکیده

در این پژوهش باهدف تحلیل همدید بارش سنگین ۲۹ آبان ۱۳۹۲ حوضه مارون، نخست رفتار زمانی بارش روزانه ۸ ایستگاه حوضه طی دوره زمانی مورد مطالعه بررسی شد. تحلیل نقشه‌های فشار تراز دریا آشکار کرد که رخداد بارش سنگین ۲۹ آبان ۱۳۹۲ حوضه مارون غالباً متأثر از حضور فرود دریای سرخ و سامانه کم‌فشار سودانی منطبق بر خاستگاه فضایی دریاهای سرخ، خلیج فارس و جنوب غربی ایران بوده و بیشتر منشأ سودانی دارد. وقوع این بارش‌ها در سطح $70+hpa$ با استیلای الگو و زبانه‌های پر ارتفاع بر روی جنوب غربی ایران و در سطح $50+hpa$ با حضور ناوه عمیق در غرب خاورمیانه همراه است. بررسی نقشه‌های رطوبت و بردار باد نشان داد که مهم‌ترین کانون‌های رطوبتی تأثیرگذار بر بارش‌های منطقه در دریاهای سرخ و مدیترانه قرار دارند. انطباق حرکت زبانه‌های هم سرعت باد (جنوب غربی - شمال شرقی) با هسته‌های بیشینه نم ویژه مستقر در دریای سرخ و مدیترانه باعث تزریق رطوبت به منطقه شده است. بررسی نقشه ادغامی تاوایی نسبی و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز میانی جو نشان داد که در هنگام وقوع بارش یاد شده، مرکز بیشینه تاوایی نسبی بر روی خلیج فارس و جنوب غرب ایران شکل گرفته است.

واژگان کلیدی: حوضه مارون، الگوهای همدید، بارش سنگین، نقشه‌های هوا.

مقدمه

اهمیت بارش‌های شدید و گاهی سیل‌آسا برای کشوری مانند ایران با ویژگی‌های آب‌وهوای خاص خود که تغییرات زمانی- مکانی بارش از ویژگی‌های اصلی آن می‌باشد، محرز بوده و همواره یکی از عواملی است که در مناطق مختلف جغرافیایی از نظر مالی و جانی اثرات قابل توجهی به همراه داشته و انسان و طبیعت را در سطح وسیعی متأثر ساخته است. هر ساله چندین نفر در اثر جاری شدن سیل جان خود را از دست می‌دهند، پل‌های ارتباطی ویران می‌شود و هزاران مترمکعب آب شیرین وارد دریاها و دریاچه‌ها می‌شود، سیلاب‌ها باعث تخریب پوشش گیاهی و جنگل‌ها شده و اثرات غیرقابل جبرانی به محیط‌زیست و چشم‌اندازها وارد می‌نماید. هوای گرم و بدون بارش و یا هوای مرطوب با بارندگی سیل‌آسا که توأم با طوفان و رعدوبرق است، همه‌چیز را نابود می‌کند. به‌ویژه ارزش خاک را از بین می‌برد. پیش‌بینی

شدت این‌گونه بارش‌های سنگین یک امر مهم در پیش‌بینی آب و هوایی و جریان‌ات سیلابی رودخانه‌ها به‌ویژه زمانی که به بررسی حوضه آبریز می‌پردازیم محسوب می‌شود. بارش سیل‌آسا به میزان بارندگی روزانه ۳۰ میلی‌متر یا بیشتر گفته می‌شود. محل حدوث بارش‌های سنگین اهمیت عوامل صعود و به‌ویژه دسترسی به بخار آب را به‌خوبی معلوم می‌کند، به‌خصوص اگر به فصل حدوث هم توجه شود (علیچانی، ۱۳۸۲). به علت شرایط مساعد رطوبتی در صورت ورود عوامل صعود قوی، باران‌های سنگین اتفاق می‌افتد که عامل اصلی سیلاب‌ها می‌باشد. بدین منظور شناسایی سامانه‌های موجد این‌گونه بارش‌ها و زمان رخداد آن‌ها در منطقه می‌تواند برای استفاده بهینه از آب ناشی از آن‌ها و همچنین آمادگی در برابر اثرات مخرب و کاهش خسارات ناشی از آن‌ها و هشدار به مسئولین و ساکنان مؤثر باشد. نقش و اثر عوامل طبیعی در ایجاد و گسترش فقر و توسعه نیافتگی جوامع بسیار حیاتی است. در جهان امروز بیش از ۴۰ نوع مخاطره طبیعی شناخته‌شده است که در ایران احتمال وقوع ۳۰ نوع آن وجود دارد. در استان خوزستان مخاطرات طبیعی متعددی روی می‌دهد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: سیل، خشک‌سالی، طوفان گردوغبار و سرمازدگی. بر این اساس و با توجه به آمار سیلاب‌های رخ داده در استان خوزستان در این تحقیق به بررسی سیستم‌های ایجاد کننده این‌گونه بارش‌ها پرداخته شده است. در این پژوهش به دنبال آن هستیم که بدانیم کدام سامانه‌های سینوپتیکی در بارش‌های سنگین ۲۹ آبان ۱۳۹۲ حوضه مارون مؤثر بوده‌اند. حوضه آبی مارون از نظر آب‌وهوایی در یک منطقه حد واسط (بین ارتفاعات زاگرس در شرق و شمال، بیابان عربستان و دریای سرخ در جنوب غربی و خلیج فارس در جنوب) قرار گرفته است. حوضه مارون به دلیل شرایط خاص جغرافیایی، در طول سال مورد هجوم توده‌های هوایی و سامانه‌های سینوپتیکی با منشأ مختلف و خصوصیات فیزیکی گوناگون قرار می‌گیرد که با ورود به منطقه، موجب تنوع و تغییر در عناصر آب و هوایی از جمله بارش می‌گردند. با توجه به ویژگی‌های حوضه مارون، یعنی تراکم جمعیت بالا، وسعت زیاد، زمین‌های حاصلخیز، تنوع آب و هوایی، وقوع سیل و خشک‌سالی و داشتن توان‌های محیطی قابل بهره‌برداری بسیار در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و توریستی، بررسی و شناخت دقیق پتانسیل‌های هیدرو اقلیمی از جمله بارش جهت برنامه‌ریزی‌های محلی - منطقه‌ای لازم و ضروری به نظر می‌رسد. از آنجایی که شناسایی الگوهای فشار مسبب بارش (منشأ تولید، مسیر تأمین رطوبت، شدت آن‌ها در ایجاد بارش و تکرار و تداوم آن‌ها) در حوضه مارون از عوامل پایه برای شناخت کامل شرایط اقلیمی آن می‌باشد، در این پژوهش به دنبال تحلیل همدید بارش‌های سنگین حوضه مارون به‌صورت موردی (بارش ۲۹ آبان ۱۳۹۲) هستیم. در مورد بارش‌های سنگین می‌توان به این پژوهش‌ها اشاره کرد: روبرت و همکاران (۱۹۹۸) رابطه شرایط جو بالا با رخداد بارش‌های سنگین تابستان را در ایالت یوتا بررسی نموده‌اند، ایشان به این نتیجه رسیده‌اند که انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس در ایجاد بارش‌های فرین اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. بارث و استینکل (۲۰۰۴) نشان دادند که تقویت توده‌های هوای مرطوب مدیترانه‌ای به علت فعالیت‌های فرا رفتی در کشور عراق و نیز اثر رشته‌کوه‌های زاگرس در فصل سرد سال نقش بسیار مهمی در تغییرات زمانی و مکانی بارندگی در ایران دارد. در ارتباط با موضوع رویدادهای حدی، افزایش ۳-۴ درصدی سرعت باد و فراوانی تعداد وقوع بلایای طبیعی بزرگ و مخرب و شمار کشته‌شدگان ناشی از وقوع آن‌ها در طی ۵۰ سال گذشته در کشور ایران نیز صدق می‌کند (باراتی

و همکاران، ۲۰۱۳: ۳۰ و براور و همکاران، ۲۰۱۳: ۳). بسیاری از پژوهشگران به وجود روند رو به افزایش تعداد رویدادهای حدی و خسارات ناشی از آن‌ها در نیمکره شمالی کره زمین پی برده‌اند (اردرن و همکاران، ۲۰۱۴: ۱). ندهام و همکاران (۲۰۱۵: ۵۴۵) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که بیشترین رویدادهای نادر به‌ویژه بادهای بسیار شدید توسط هاریکن‌ها به وجود می‌آیند. پژوهشگران متعددی به شکل مطالعه موردی تغییرات سرعت باد و توفان را با اهداف مختلف و با استفاده از شاخص‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (توین و همکاران، ۲۰۱۵: ۱۰۴۶، کولین ۲۰۱۶: ۸۵۹، ماس و همکاران، ۲۰۱۶: ۱). حیدری و براتی (۱۳۹۲: ۶۱) با توجه به بارش‌های سنگین غرب ایران و با استفاده از نقشه‌های سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال نتیجه گرفته‌اند که دریای مدیترانه بیشترین سهم را در تأمین رطوبت بارش‌های سنگین غرب ایران داراست و دریا‌های سرخ و سیاه در رده‌های بعدی قرار دارند. قادری و علیجانی (۱۳۸۹: ۱۷) ضمن تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید لارستان دریافتند که الگوهای فشار مؤثر در بارش‌های شدید فصل سرد، در سطح زمین ورود سیکلون‌های غربی، کم‌فشار سودانی و در فصل گرم، نفوذ کم‌فشار مونسون، عقب نشینی پرفشار جنب حاره، استقرار کم‌فشار حرارتی و ایجاد ناپایداری شدید است و در سطوح بالا نفوذ بادهای غربی، ورود فرود عمیق به همراه ریزش هوای مرطوب می‌باشد. منتظری (۱۳۸۸: ۱۲۵) نیز در تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی، ایران را به ۴ قلمرو تقسیم کرد و مشخص نمود که قلمروهای سوم و چهارم که بین ۶۰ تا ۱۰۰٪ و ۱۰۰ تا ۱۷۰٪ بارش سالانه در یک شبانه روز می‌تواند رخ بدهد، بیشتر در معرض خطر هستند. این دو منطقه، نیمه جنوبی کشور در امتداد سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان را در بر می‌گیرد و امکان وقوع بارش‌های فرین روزانه در سراسر ایران به جز سواحل خزر وجود دارد. عزیززی و همکاران (۱۳۹۰: ۱) در تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی بارش ۱۶-۲۴ اسفند سال ۱۳۸۵) یافتند که سیستم کم‌فشار دریای مدیترانه و زبانه کم‌فشار سودانی باعث بارندگی‌های این دوره شده که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سیستم‌ها در سطح زمین نقش داشته‌اند. سعادت آبادی و امینی (۱۳۸۹: ۵۷) در مطالعه بارش‌های شدید فصل تابستان استان گلستان (۱۳۸۶-۱۳۸۰) یافتند که نیروهای واداشتی همدیدی ناشی از امواج کم دامنه تراز میانی و نفوذ زبانه پرفشار بر روی دریای خزر نقش مؤثری در ایجاد این بارش‌های شدید تابستانه داشته است و نفوذ زبانه پرفشار که سبب ایجاد جریان‌ات سرد و خشک شمالی بر روی خزر و انتقال رطوبت بیشتر به شیب‌های شمالی البرز (جنوبی خزر) می‌شود، همراه با فرا رفت هوای سرد در ترازهای پایین جو به‌ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی و عبور امواج کم دامنه تراز میانی (۵۰۰ هکتوپاسکالی) از عوامل اصلی ایجاد بارش‌های سیل‌آسا در فصل تابستان در منطقه می‌باشد. گندمکار (۱۳۸۹: ۱۴۳) به بررسی همدید بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر پرداخت و نتیجه گرفت که عامل اصلی رخداد بارش‌های شدید و سیل‌زا در نواحی جنوبی استان بوشهر، ورود سامانه کم‌فشار سودانی از جنوب و جنوب کشور به منطقه است. اگر سامانه سودانی با سیستم‌های مدیترانه‌ای همراه شود، بارش‌های شدیدتری در جنوب استان رخ می‌دهد. خوشحال و همکاران (۱۳۸۸: ۷) به شناسایی منشأ و مسیر رطوبت بارش‌های فوق سنگین استان بوشهر پرداختند و یافتند که منابع تأمین رطوبت این‌گونه بارش‌ها، مناطق حاره‌ای شرق آفریقا، اقیانوس هند، دریای عرب و خلیج عدن، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس می‌باشد.

مسیرهای ورود رطوبت به منطقه نیز عمدتاً جنوبی، جنوب شرقی و جنوب غربی می‌باشد. غفاریان و همکاران (۱۳۸۹: ۱۵) در پژوهش خود ضمن بررسی بارش‌های فرین ایستگاه ارومیه نشان دادند که برهم‌کنش دو رود باد جنب حاره و قطبی باعث چرخندزایی در منطقه شمال شرق دریای مدیترانه می‌شود و مشخص گردید که بی‌هنجاری فشار در سطح متوسط دریا، ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و دمای سطح آب می‌تواند، ابزاری برای پیش‌بینی بارش‌های شدید استفاده شوند. لشکری و خوزانی (۱۳۹۰: ۱۲۳) جهت بررسی سینوپتیکی بارش‌های سنگین در جنوب ایران (مطالعه موردی بارش ۳۱ دسامبر ۱۹۸۴ لغایت ۴ ژانویه ۱۹۸۵ حوضه آبریز رودخانه دالکی) ابتدا نقشه‌های روزانه سطح زمین و ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش استخراج و مورد بررسی و تحلیل قرار دادند و این نتایج حاصل گردید: بر روی نقشه سطح زمین، نقش اصلی و کنترل کننده با پرفشار سیبری، پرفشار دینامیکی آزر و حالت ادغام شده دو سیستم کم‌فشار سودان و مدیترانه می‌باشد. در ترازهای بالاتر نیز سیستم‌های اصلی کنترل کننده، مرکز ارتفاع زیاد آزر در پشت سیستم و مرکز ارتفاع زیاد عربستان در جلو سیستم و تراف عمیق شمال آفریقا می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند در پیش‌بینی بارش‌های سنگین و سیل زا و همچنین پیش‌آگاهی برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر منابع آب منطقه به‌کاربرده شود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۰: ۱۱۷) ضمن تحلیل اثر سامانه بلوکینگ در ایجاد بارش‌های شدید (مطالعه موردی: بارش ۴ تا ۷ آبان ماه ۱۳۸۷ شمال غرب ایران) نشان دادند که استقرار سامانه بلوکینگ در غرب منطقه مورد مطالعه و جابجایی ناوه وابسته بدان به عرض‌های جنوبی‌تر سبب فعالیت مناسب ناوه کم ارتفاع جنوب سامانه در منطقه شمال غرب ایران شده و در نتیجه وقوع بارش شدید در منطقه مورد مطالعه را باعث گردیده است. باعقیده و همکاران (۱۳۹۱: ۱۱۳) در تحلیل سینوپتیکی بارش‌های حوضه‌های اترک و گرگان رود (۳۹ بارش فراگیر) ۶ الگوی سینوپتیکی در سطح زمین تشخیص دادند و یافتند که در الگوهای سطح زمین تقابل یک مرکز پرفشار نسبتاً قوی در سمت غرب یا شمال غرب و یک مرکز کم‌فشار در مرزهای شرقی ایران کاملاً مشهود است. علاوه بر آن الگوهای استخراج شده برای ارتفاع ژئو پتانسیل در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال نیز همواره حضور یک فرود را بر روی ایران نشان می‌دهد. غیور و همکاران (۱۳۹۱: ۱) ضمن بررسی رابطه بارش‌های سنگین با الگوهای گردشی جو بالا در استان خراسان جنوبی، چهار الگوی گردشی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شناسایی کردند. ایشان یافتند که دو الگوی گردشی به نام‌های فرود دریای خزر- سرخ و فرود مدیترانه- جنوب اروپا بیشتر بارش‌ها را توجیه می‌کنند و بیش از ۶۰ درصد بارش‌ها در این دو الگو رخ می‌دهد. از نظر رطوبت نسبی سه منطقه دریایی مدیترانه، دریای عرب و خلیج فارس در این بارش‌ها نقش داشته‌اند.

داده‌ها و روش‌ها

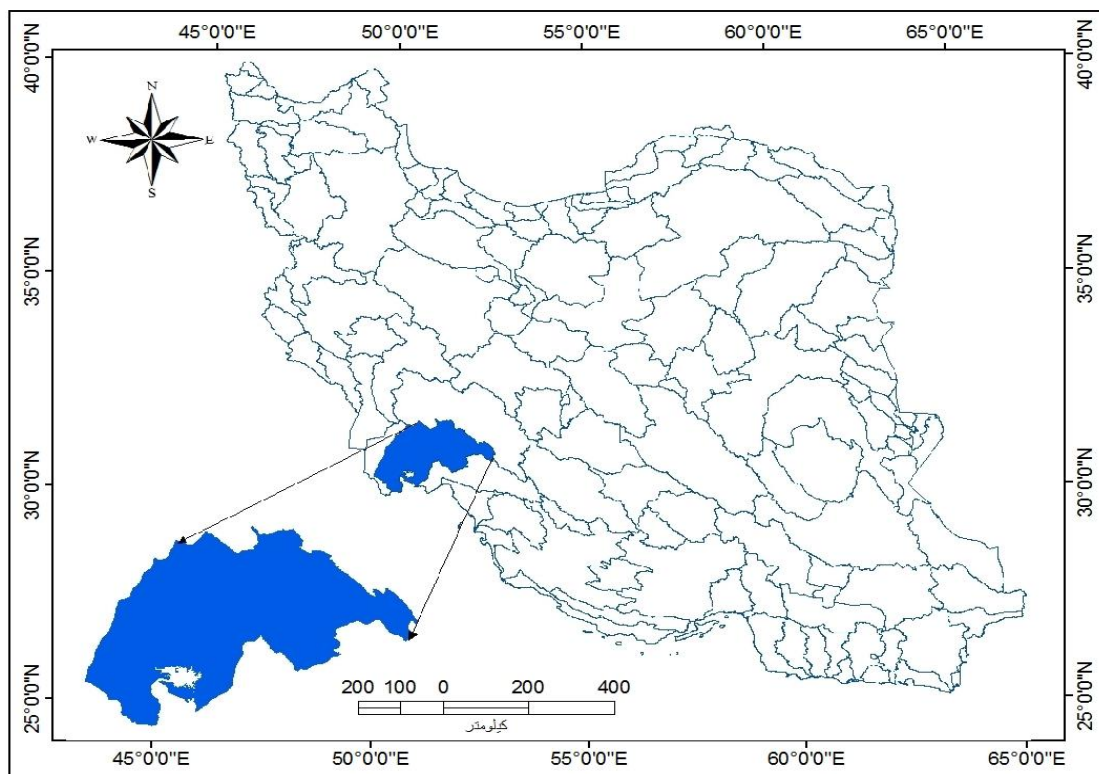
هدف از مطالعات همدید، یافتن رابطه بین پدیده‌های محیطی و الگوهای گردشی جو است، در این‌گونه مطالعات دو پایگاه داده مورد نیاز است. در این پژوهش، ابتدا از داده‌های بارش روزانه در دوره مورد مطالعه (۱۳۹۲/۸/۲۸ تا ۱۳۹۲/۸/۲۹) و سپس داده‌های مربوط به متغیرهای سطوح فشاری جو بالا استفاده شده است. در این پژوهش به بررسی و شناسایی میزان بارش روزانه در ایستگاه‌های سینوپتیک حوضه مارون و مناطق پیرامونی پرداخته‌ایم (جدول ۱). ابتدا مقدار بارش تمامی ایستگاه‌های

منتخب استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. سپس جهت شناسایی الگوهای گردشی ایجاد کننده بارش یاد شده با توجه به قرار گیری حوضه مارون در عرض میانه نیمکره شمالی، نحوه جریان بادهای غربی و موقعیت مکانی الگوهای فشار، چهارچوب مناسب برای شناسایی الگوهای گردشی را محدوده نیمکره شمالی (۲۰ تا ۵۰ درجه شمالی و ۲۰ درجه شرقی تا ۶۰ درجه شرقی) در نظر گرفتیم. سپس نقشه‌های همدیدی از پایگاه داده‌ای دوباره تحلیل شده با شبکه‌بندی ۲/۵ در ۲/۵ درجه از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا (NCEP/NCAR) اخذ شده است. برای شناسایی الگوها، نقشه‌های میانگین سطح فشار دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل در سطوح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، رطوبت ویژه (گرم بر گیلوگرم)، مؤلفه باد مداری (U) و باد نصف‌النهاری (V) (برحسب متر بر ثانیه) خطوط هم جریان و بارش اخذ گردید و مورد تحلیل شرایط بارشی و همدیدی قرار گرفت. در شکل ۱ موقعیت حوضه مارون در کشور ایران مشخص شده است.

جدول ۱: مشخصات و مقدار بارندگی ایستگاه‌های حوضه مارون و مناطق پیرامونی طی روزهای ۲۸ و ۲۹ آبان ۱۳۹۲

ایستگاه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (m)	بارش روز ۲۸	بارش روز ۲۹	میانگین بارش (روزهای ۲۸ و ۲۹)
	عرض	طول				
شادگان	۳۰ ۳۹	۴۸ ۴۴	۶	۳۹	۲۹	۳۴
بندر ماهشهر	۳۰ ۳۳	۴۹ ۹	۶/۲	۴۱	۱۶	۲۸/۵
بهبهان	۳۰ ۳۶	۵۰ ۱۴	۳۱۳	۳۳	۱۷	۲۵
هندیجان	۳۰ ۱۷	۴۹ ۴۴	۳	۴۸	۴	۲۶
امیدیه	۳۰ ۴۶	۴۹ ۳۹	۳۵	۳۰	۵	۱۷/۵
رامهرمز	۳۱ ۱۶	۴۹ ۳۶	۱۵۰	۱۰	۶	۸
ده دشت	۳۰ ۳۲	۵۰ ۱۲	۷۹۳	۲۷	۳۲	۲۹/۵
دو گنبدان	۳۰ ۲۶	۵۰ ۴۶	۶۹۹	۳۹	۳۷	۳۸
آغاچری	۳۰ ۴۶	۴۹ ۴۰	۲۷	۲۸	۶	۱۷

مأخذ: سازمان هواشناسی کشور: ۱۳۹۳



شکل ۱: موقعیت حوضه مارون در کشور ایران

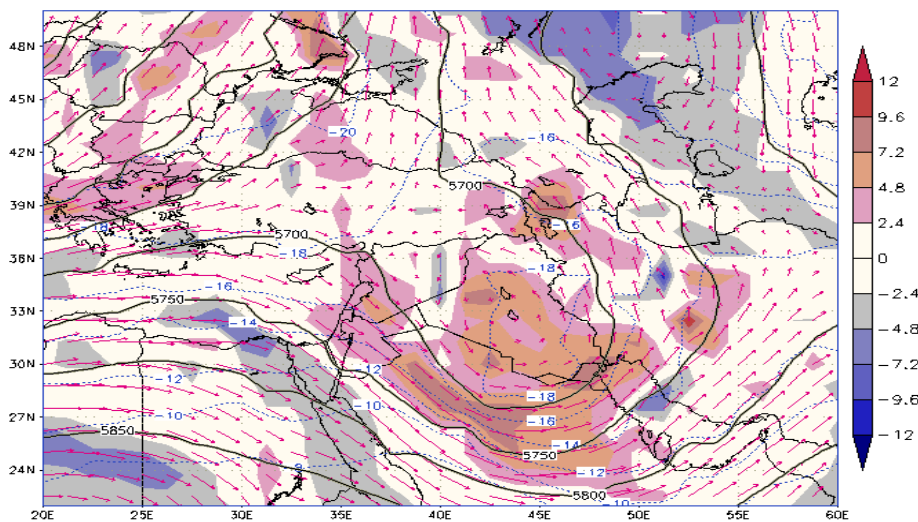
بررسی آمار بارندگی ایستگاه‌های حوضه مارون در هنگام رخداد خوشه بارش ۲۸ تا ۲۹ آبان ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که طی این روزهای بارشی در اکثر ایستگاه‌های درون و پیرامون حوضه، بارش ثبت شده است. به عبارت دیگر همه ایستگاه‌ها تحت تأثیر یک سامانه بارش زا قرار گرفته و به حضور آن پاسخ داده‌اند. از مجموع ایستگاه‌ها، طی روز ۲۸ آبان، ایستگاه‌های غربی حوضه (شادگان، ماهشهر و هندیجان) بارش سنگین بیش از ۳۰ میلی‌متر داشته‌اند و هندیجان با ۴۸ میلی‌متر بارش رکورد دار است. در روز ۲۹ آبان ایستگاه‌های شرقی حوضه (بهبهان، آغاچاری و ده دشت) بارش بیشتری داشته‌اند و دوگنبدان با ۳۸ میلی‌متر بارش رکورد دار است.

یافته‌های پژوهش

تحلیل همدید شرایط بارشی ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ در ساعت ۱۸

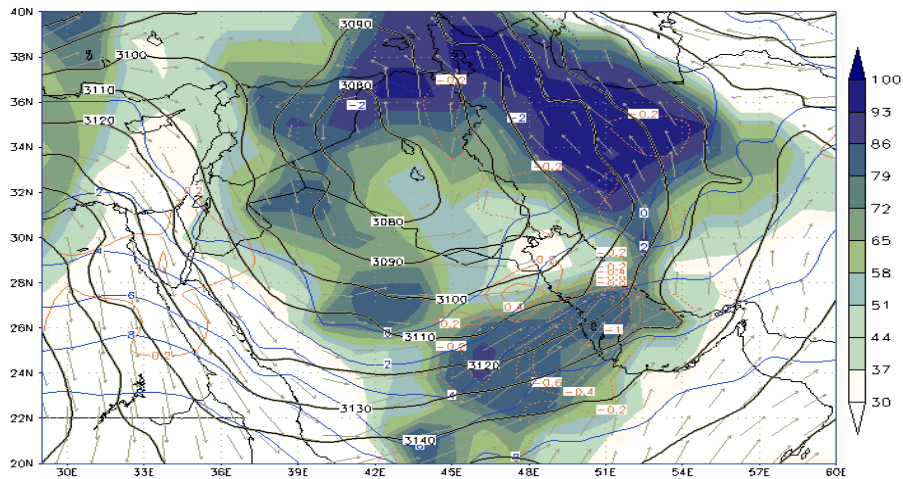
بررسی نقشه ارتفاع ژئو پتانسیل، دما و تاوایی سطح ۵۰۰ میلی بار ساعت ۱۸ روز ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ پوششی منطقه نشان می‌دهد که ناوه (فرود) نسبتاً عمیقی بر روی خاورمیانه واقع شده است. محور ناوه عمیق با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی در جهت نصف‌النهاری از روی ترکیه تا شمال عربستان و شمال غربی خلیج فارس گسترش یافته است و در جهت شرق در حال حرکت است. طی این مدت حوضه مطالعاتی در جلو محور فرود منطقه واگرایی بالایی (منطقه حداکثر چرخندگی مثبت) قرار دارد. متوسط ارتفاع ژئو پتانسیل روی حوضه حدود ۵۷۰۰ تا ۵۷۵۰ ژئو پتانسیل متر می‌باشد. بررسی مقادیر دما نشان می‌دهد که

هوای سرد عرض‌های بالاتر این فرود به عرض‌های پایین‌تر منتقل شده است. بررسی و شناسایی دقیق فرآیندهای دینامیکی جو و شرایط صعود و نزول هوا در نقشه ادغامی تاوایی نسبی و ارتفاع ژئو پتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که مقادیر مثبت تاوایی با محل ناه مستقر بر روی نیمه غربی ایران مطابقت داشته است. این بیشینه تاوایی نسبی در غرب ایران و حوضه مورد مطالعه، همراه با شرایط ناپایداری و بارش در این مناطق بوده است (شکل ۲). در ساعت ۱۸ روز بارشی ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ در سطح حوضه و منطقه پیرامونی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۳) سیستم پر ارتفاعی در منطقه مستقر گردیده که زبانه‌های آن مناطق غربی ایران را تحت تأثیر قرار داده است. گذر زبانه‌های پر ارتفاع از مناطق غربی ایران و کشیدگی به سمت جنوب باعث فرا رفت دمایی شده است. همچنین بررسی میزان رطوبت نسبی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان‌دهنده مسیر و منبع تأمین رطوبت بارش‌های این روز است. در این ساعت بارشی، زبانه رطوبتی با پتانسیل ۵۰ تا ۹۰ درصدی، رطوبت دریاهای پیرامونی به‌ویژه خلیج فارس را به منطقه وارد کرده است. در این زمان کم‌فشار سودانی بر شدت فعالیت و قلمرو مکانی‌اش افزوده است، به‌گونه‌ای که زبانه ۱۰۱۷ هکتوپاسکالی این کم‌فشار، سراسر جنوب غربی ایران و حوضه مارون را در بر گرفته است. خطوط هم‌دمای ۱۲ تا ۲۱ درجه حوضه مارون را پوشش داده است. جهت بردار باد عمدتاً در راستای انتقال رطوبت بر روی شبه‌جزیره عربستان است (شکل ۴). شکل ۵ شرایط بارش ساعت ۱۸ روز ۲۸ آبان ۱۳۹۲ در محدوده خاورمیانه را نشان می‌دهد. بررسی‌ها آشکار می‌سازند که در این زمان نیمه غربی ایران، بخش بزرگی از عراق، شرق سوریه و جنوب شرق ترکیه دارای پتانسیل بارشی هستند. یک هسته بیشینه بارشی با توان ۱۵ تا ۵۰ میلی‌متر بر روی خلیج فارس قرار گرفته است که زبانه‌های منشعب شده از آن با توان بارش ۱۵ تا ۵ میلی‌متری بر روی جنوب ایران گسترش یافته است. بررسی نقشه خطوط هم جریان در سطح زمین نشان از ورود انرژی و رطوبت به منطقه جنوب غرب ایران و حوضه مورد مطالعه است (شکل ۶).

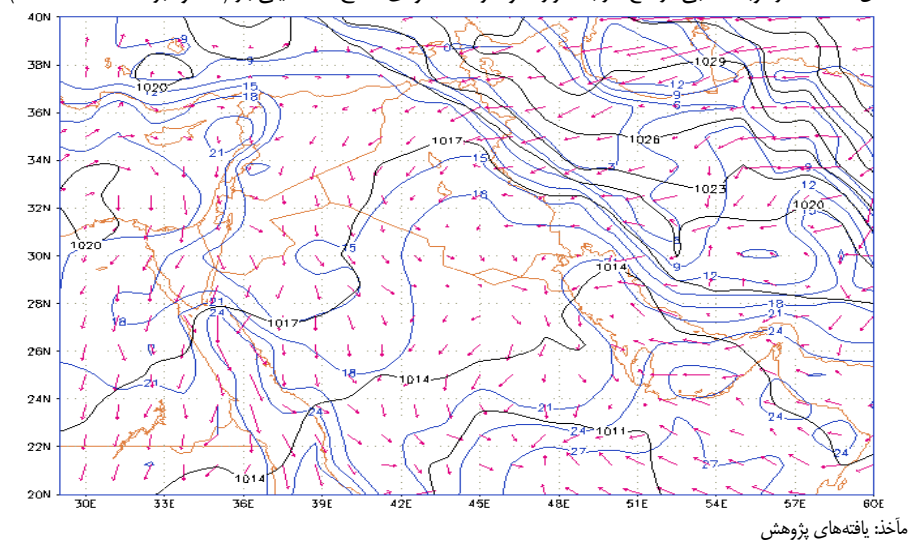


مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲: نقشه ارتفاع ژئو پتانسیل، دما و تاوایی سطح ۵۰۰ میلی بار (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۱۸)

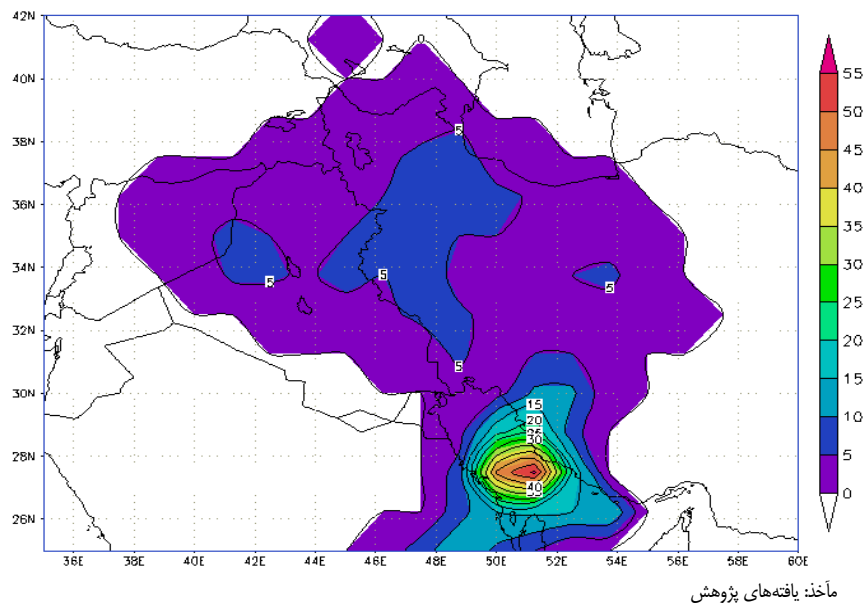


شکل ۳: نقشه رطوبت نسبی، ارتفاع، درجه حرارت و سرعت عمودی سطح ۷۰۰ میلی بار (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۱۸)



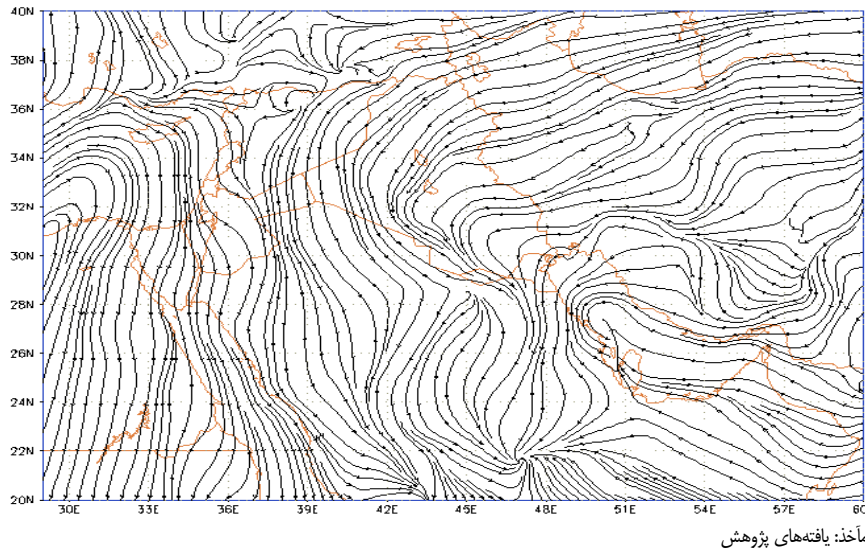
مآخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۴: نقشه باد، دما و فشار سطح زمین (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۱۸)



مآخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۵: نقشه بارش ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۱۸

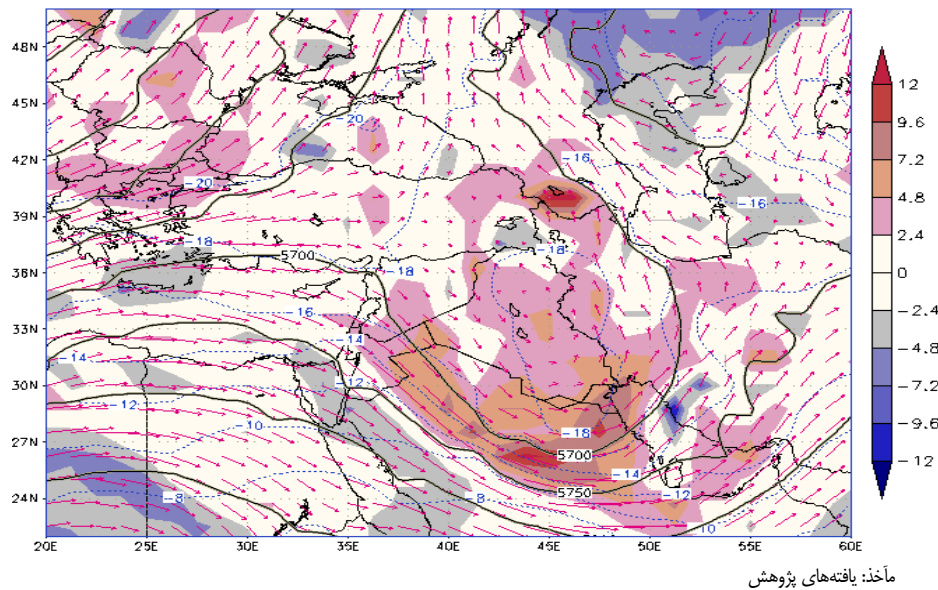


شکل ۶: نقشه خطوط هم جریان در سطح زمین ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۱۸
 مأخذ: یافته‌های پژوهش

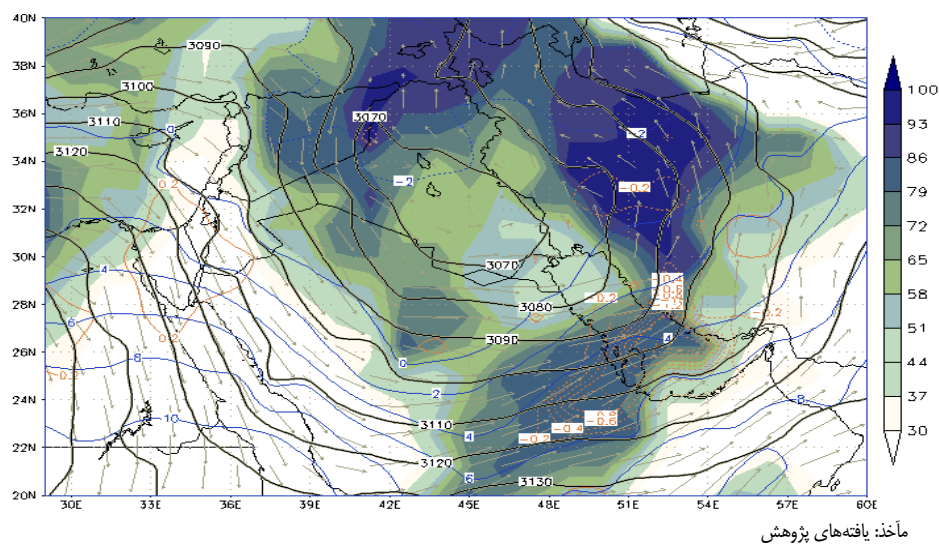
تحلیل همدید شرایط بارشی ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ در ساعت ۲۴

بررسی نقشه ارتفاع ژئو پتانسیل، دما و تاوایی سطح ۵۰۰ میلی بار ساعت ۲۴ روز ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ پوششی منطقه نشان می‌دهد که نسبت به ۶ ساعت گذشته، ناوه (فرود) نسبتاً عمیق حاکم بر روی خاورمیانه ضمن حرکت شرق سو، کمی به عرض‌های پایین‌تر منتقل و عمیق‌تر شده است. محور ناوه عمیق با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی در جهت نصف‌النهاری از روی ترکیه تا شمال عربستان و شمال غربی خلیج فارس گسترش یافته است و در جهت شرق بر روی عراق غربی جابجا شده است. طی این مدت حوضه مارون در جلو محور فرود منطقه واگرایی بالایی (منطقه حداکثر چرخندگی مثبت) قرار دارد و شرایط ناپایداری سطح بالایی جو برای بارندگی فراهم است. متوسط ارتفاع ژئو پتانسیل روی حوضه حدود ۵۷۰۰ ژئو پتانسیل متر می‌باشد. بررسی مقادیر دما نشان می‌دهد که هوای سرد عرض‌های بالاتر در این فرود عمیق به عرض‌های پایین‌تر منتقل شده است. بررسی فرآیندهای دینامیکی جو و شرایط صعود و نزول هوا در نقشه ادغامی تاوایی نسبی و ارتفاع ژئو پتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که مقادیر مثبت تاوایی با محل ناوه مستقر بر روی جنوب غربی ایران، در حوضه مورد مطالعه مطابقت داشته است و مسبب شرایط ناپایداری و بارش در این مناطق بوده است (شکل ۷). در ساعت ۲۴ روز بارشی ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳ در سطح حوضه و منطقه پیرامونی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۸) سیستم پر ارتفاعی در منطقه مستقر گردیده که زبانه‌های آن در غالب منحنی‌های ۳۰۷۰ تا ۳۰۸۰ ژئو پتانسیل متر مناطق جنوب غربی ایران و حوضه مارون را تحت تأثیر قرار داده است. گذر زبانه‌های پر ارتفاع از مناطق جنوب غربی ایران و کشیدگی به سمت جنوب باعث فرا رفت دمایی شده است و هوای سرد عرض‌های بالا را به منطقه منتقل نموده است. همچنین بررسی میزان رطوبت نسبی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان‌دهنده مسیر و منبع تأمین رطوبت بارش‌های این روز است. در این ساعت بارشی، زبانه رطوبتی با پتانسیل ۶۰ تا ۸۰ درصدی، رطوبت دریاهای پیرامونی سرخ، مدیترانه و خلیج فارس را به منطقه وارد کرده است. در این زمان کم‌فشار سودانی بردشت فعالیت و قلمرو مکانی‌اش افزوده است و به‌صورت فرودی عمیق در زبانه ۱۰۱۴ هکتوپاسکالی جنوب غرب ایران و

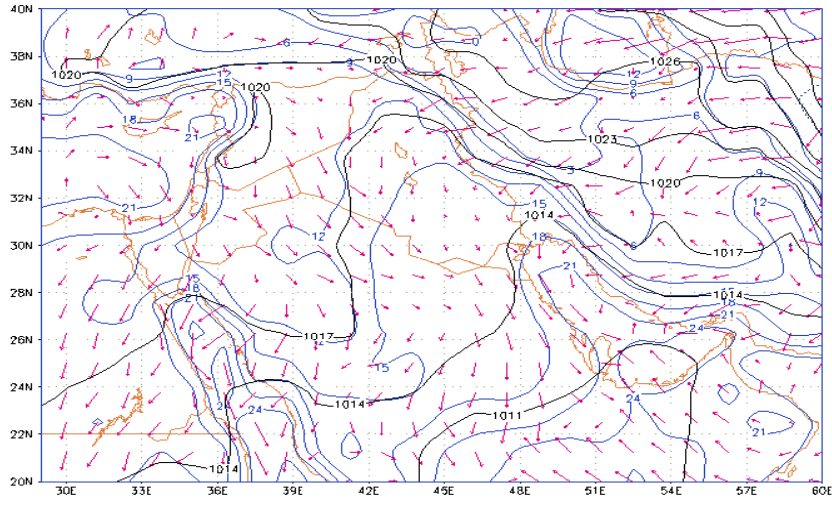
حوضه مارون را فراگرفته است. خطوط همدمای ۱۲ تا ۲۱ درجه حوضه مارون را پوشش داده است (شکل ۹). بررسی شرایط بارش ساعت ۲۴ روز ۲۸ آبان ۱۳۹۲ در محدوده خاورمیانه آشکار می‌سازد که در این زمان بخش وسیعی از ایران، بخش بزرگی از عراق، شرق سوریه و جنوب شرق ترکیه دارای پتانسیل بارشی هستند. یک هسته بیشینه بارشی با توان ۱۵ تا ۳۵ میلی‌متر بر روی خلیج فارس قرار گرفته است (شکل ۱۰). بررسی نقشه خطوط هم جریان در سطح زمین نشان از ورود انرژی و رطوبت به منطقه جنوب غرب ایران و حوضه است. درون پیچی و تمرکز روی منطقه بیشینه بارشی بر روی خلیج فارس قرار دارد (شکل ۱۱).



شکل ۷: نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل، دما و تاوایی سطح ۵۰۰ میلی بار (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۲۴)

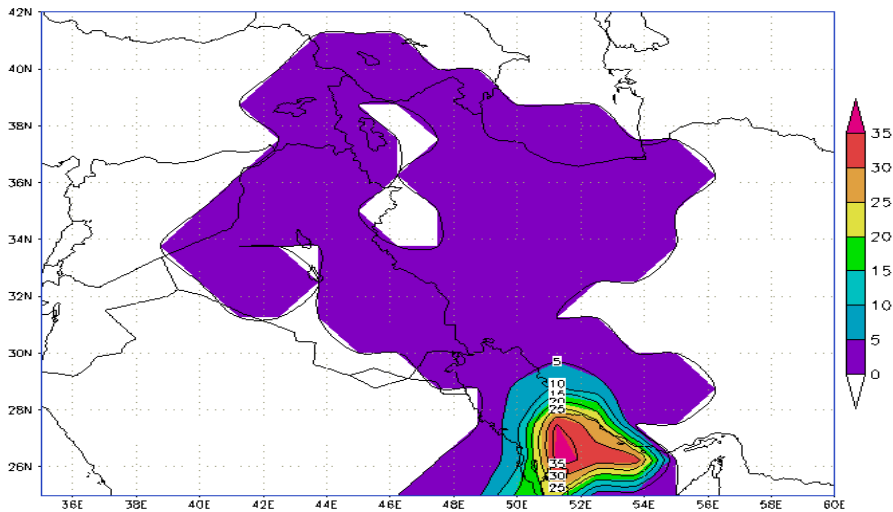


شکل ۸: نقشه رطوبت نسبی، ارتفاع، درجه حرارت و سرعت عمودی سطح ۷۰۰ میلی بار (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۲۴)



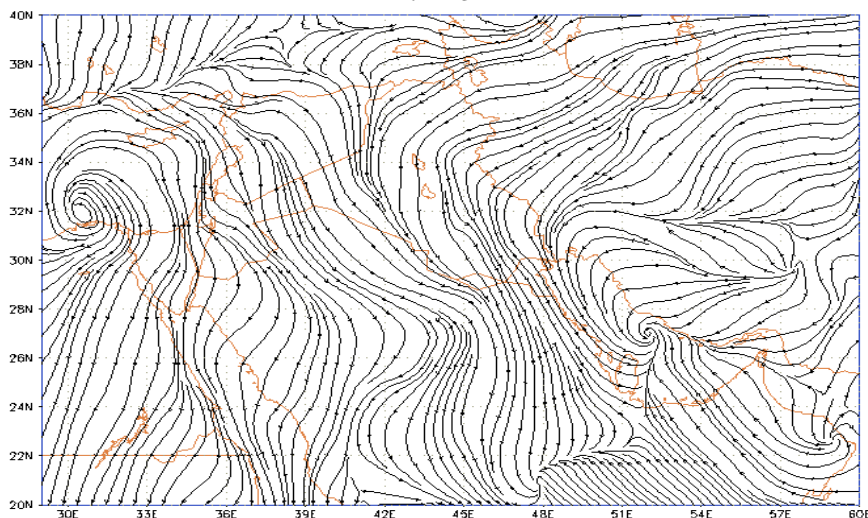
مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۹: نقشه باد، دما و فشار سطح زمین (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۲۴)



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۰: نقشه بارش ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۲۴



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۱: نقشه خطوط هم جریان در سطح زمین ۲۰ نوامبر ۲۰۱۳، ساعت ۲۴

نتیجه‌گیری

بررسی الگوهای گردشی فشار، سامانه‌ها و نقشه‌های جوی در سطح تراز دریا به‌صورت متناظر با روزهای خوشه بارش انتخابی آشکار نمود که رخداد بارش سنگین حوضه مارون در ۲۹ آبان ۱۳۹۲ (۲۰ نوامبر ۲۰۱۳) در تراز دریا غالباً متأثر از حضور فرود دریای سرخ و سامانه‌های کم‌فشار سودانی و منطبق بر خاستگاه فضایی دریا‌های سرخ، خلیج فارس و جنوب غربی ایران بوده است. به‌عبارت‌دیگر رخداد بارش سنگین در حوضه مورد مطالعه در نقشه‌های تراز دریا در غالب موارد تحت تأثیر سامانه کم‌فشار سودانی و زبانه‌های آن بوده است که با تشکیل این سیستم بر روی شاخ آفریقا و با عبور زبانه‌های آن از روی دریای سرخ و رسیدن به بخش جنوب غرب ایران هم‌زمان بوده است. بررسی نقشه‌های تاوایی سطح ۵۰۰ میلی بار، نقشه رطوبت نسبی و سرعت عمودی سطح ۷۰۰ میلی بار، پتانسیل بارش و خطوط هم‌جریان هم‌زمان با رخداد دوره بارشی حوضه مارون طی روز ۲۹ آبان ۱۳۹۲ نشان داد که هر چند منابع تأمین‌کننده رطوبت این‌گونه بارش‌ها دریای مدیترانه، نیمه شمالی دریای سرخ و خلیج فارس می‌باشند، اما مهم‌ترین کانون‌های رطوبتی تأثیرگذار بر بارش منطقه طی دوره مطالعاتی در دریا‌های سرخ و خلیج فارس قرار دارند. این نتایج همخوانی مطلوبی با نتایج به‌دست‌آمده توسط دیگر محققان از جمله بارث و استینکل (۲۰۰۴)، براتی و همکاران (۲۰۱۳: ۳۰)، براور و همکاران (۲۰۱۳: ۳)، اردن و همکاران (۲۰۱۴: ۱)، حیدری و براتی (۱۳۹۲: ۶۱)، قادری و علیجانی (۱۳۸۹: ۱۷)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۰: ۱)، گندمکار (۱۳۸۹: ۱۴۳)، خوشحال و همکاران (۱۳۸۸: ۷)، لشکری و خوزانی (۱۳۹۰: ۱۲۳) در ارتباط با شناسایی الگوهای همدید بارش‌های سنگین در حوضه مورد مطالعه دارد. بررسی توأم نقشه‌های رطوبتی و نقشه‌های بردار باد منطقه طی روزهای بارشی در سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی به‌وضوح آشکار نمود که جهت حرکت پهنه‌های رطوبتی منطبق با حرکت زبانه‌های هم‌سرعت بوده و رطوبت دریا‌های اطراف به‌ویژه دریای سرخ و خلیج فارس که در زمره دریا‌های گرم قرار دارند، از طریق وزش بادهای پر سرعت به منطقه رسیده و باعث تقویت متغیر رطوبتی بارش شده است.

منابع

- ۱- باعقیده، محمد و انتظاری، علیرضا و علیمردانی، فاطمه (۱۳۹۱): تحلیل سینوپتیکی بارش‌های حوضه‌های اترک و گرگان رود (۳۹) بارش فراگیر، مجله جغرافیا و توسعه، سال دهم، بهار ۱۳۹۱، شماره ۲۶، صص ۱۱۳-۱۲۴.
- ۲- خوشحال، جواد و خسروی، محمود و نظری پور، حمید (۱۳۸۸): شناسایی مشاء و مسیر رطوبت بارش‌های فوق سنگین استان بوشهر، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶، صص ۲۸-۷.
- ۳- حیدری، ایرج و براتی، غلامرضا (۱۳۹۲): رتبه‌بندی بارش‌های غرب ایران بر پایه خاستگاه کم‌فشارهای بارش زا، مجله پژوهش‌های علوم زمین، شماره ۲، صص ۷۱-۶۱.

- ۴- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۳): آمار عناصر اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک و کليماتولوژی حوضه مارون و مناطق پیرامونی در سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۰۸ میلادی.
- ۵- سعادت آبادی، عباس و امینی، نفیسه (۱۳۸۹): مطالعه بارش‌های شدید فصل تابستان استان گلستان (۱۳۸۶-۱۳۸۰)، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال اول، شماره اول و دوم، صص ۷۶-۵۷.
- ۶- عزیزی، قاسم و سلطانی، محسن و حنفی، علی و میرزایی، ابراهیم (۱۳۹۰): تحلیل اثر سامانه بلوکی‌نگ در ایجاد بارش‌های شدید (مطالعه موردی: بارش ۴ تا ۷ آبان ماه ۱۳۸۷ شمال غرب ایران) مجله تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و ششم، زمستان ۱۳۹۰، شماره ۱۰۳، صص ۱۴۷-۱۱۷.
- ۷- عزیزی، قاسم و نیری، معصومه و رستمی جلیلیان، شیما (۱۳۹۰): تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی بارش ۱۶-۲۴ اسفند سال ۱۳۸۵) مجله تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و ششم، زمستان ۱۳۹۰، شماره ۱۰۳، صص ۱۳-۱.
- ۸- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱): اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، ۲۵۷ صفحه.
- ۹- غفاریان، پروین و مشکواتی، امیرحسین و آزادی، مجید و مزرعه پراهانی، مجید و رحیم زاده، فاطمه (۱۳۸۹): بررسی هم‌دیدگی بارش در شمال غرب ایران، مجله پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، پاییز و زمستان ۱۳۸۹، شماره ۳-۴، صص ۲۶-۱۵.
- ۱۰- غیور، حسنعلی و حلبیان، امیرحسین و صابری، بیژن و حسنعلی پورجزی، فرشته (۱۳۹۱): بررسی رابطه بارش‌های سنگین با الگوهای گردشی جو بالا در استان خراسان جنوبی، مجله مخاطرات محیطی، شماره ۲، صص ۲۷-۱۱.
- ۱۱- گندمکار، امیر (۱۳۸۹): بررسی هم‌دیدگی بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر، مجله چشم‌انداز جغرافیایی، بهار ۱۳۸۹، شماره ۱۰، صص ۱۵۷-۱۴۳.
- ۱۲- قادری، حیدر و علیجانی، بهلول (۱۳۸۹): تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید لارستان، مجله جغرافیای طبیعی، شماره ۸، صص ۱۷-۳۶.
- ۱۳- لشکری، حسن و خوزانی، اکرم (۱۳۹۰): بررسی سینوپتیکی بارش‌های سنگین در جنوب ایران (مطالعه موردی بارش ۳۱ دسامبر ۱۹۸۴ لغایت ۴ ژانویه ۱۹۸۵ حوضه آبریز رودخانه دالکی)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیست و دوم، شماره ۱ (پیاپی ۴۱)، صص ۱۳۶-۱۲۳.
- ۱۴- منتظری، مجید (۱۳۸۸): تحلیل زمانی-مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره ۳۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، صص ۱۴۰-۱۲۵.

- 15- Barati, H., Haroonabadi, H., Zadehali, R. (2013): Wind Speed Forecasting in South Coasts of Iran, An Application of Artificial Neural Networks for Electricity Generation Using Renewable Energy, Bull. Env. Pharmcol, Life Sci, Vol. 6, PP. 30-37.
- 16- Brower, M. C., M.S., Barton, I., Jason, D. (2013): A Study of Wind Speed Variability Using Global Reanalysis Data, Aes True Power, PP. 3-12.
- 17- Barth, H j and F. Stein kohl, (2004): Origin of Winter Precipitation in the Central Coastal Lowlands of Suudi Arabia, Journal of Arid Environments 57.
- 18- Colin, M.Z. (2016): Tropical Cyclone Intensity Errors Associated With Lack of Two Way Ocean Coupling in High Resolution Global Simulation, Journal of Climate, 29, PP. 8590-8610.
- 19- Erdern, E., Shi, J., Yidong, P. (2014): Short-Term Forecasting of Wind Speed and Power – A Clustring Approach Industrial and Systems Engineering Research Conference, PP. 1-12.
- 20- Muis, S., Verlaan, M., Winsemius, H.C., Aerts, J. C. J., Ward, P. J. (2015): Aglobal Reanalysis of Storm Suges and Extreme Sea Levels, Nature Communications, J, PP. 1-12.
- 21- Needham, H.f., Keim, B. D., Sathiaraj, D. (2015): A Review of Tropical Cyclone Generated Storm Surges, Global Data Sovrces, Observation and Impact, Rev, Geophysics. 53, PP. 545-591.
- 22- Tuovinen, J. P., Rauhala, J., Schultz, D. M. (2015): Significant Hail Producing Storms in Finland, Convective Storm Environment and Mode, Watr and Forecasting, 30, PP. 1046-1079.

- 23- Robert P, Harnack, Donald T, jansen, Goseph, B, (1998): Investigation of Upper-Air Conditions Occurring with Heavy Summer Rain in Utah, International Journal of Climatology.