

بررسی رابطه سامانه‌های همید مؤثر در بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران

سیدابوالفضل مسعودیان^۱
فاطمه جعفری شندی^۲

چکیده

در این پژوهش بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران با استفاده از رویکرد محیطی به گردشی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تحلیل این‌گونه بارش‌ها در این پهنه از پایگاه داده بارش اسفزاری استفاده شده است. ابتدا پایگاه داده‌ای از بارش روزانه از ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۱/۱۰ (شامل ۱۵۹۹۲ روز) تهیه شد. به کمک داده‌های بارش روزانه ۱۴۳۷ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی نقشه‌های هم‌بارش پهنه به‌روش کریگینگ روی یاخته‌های ۱۸×۱۸ کیلومتر محاسبه و یک ماتریس ۱۵۹۹۲×۳۶۲ حاصل شد. ۱۰۰ روز از سنگین‌ترین بارش‌های پهنه از پایگاه داده بارش روزانه جهت مطالعه انتخاب شد. انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی فواصل اقلیدسی این ماتریس به روش ادغام وارد نشان داد که چهار الگوی اصلی فشار سطح دریا در پهنه فعال هستند. بدین ترتیب ۱۰۰ مورد از رخداد‌های بارش سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران از لحاظ فشار سطح دریا، فراوانی تابع رودباد، همگرایی شار رطوبت و فراوانی تابع جبهه‌زایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. آرایش جغرافیایی این الگوها آشکار می‌سازد که واچرخند سبیری، واچرخند سیاه، فرود دریای سرخ و فرود خلیج فارس مسبب اصلی این‌گونه بارش‌ها بوده‌اند.

واژگان کلیدی: بارش سنگین، نقشه هم‌بارش، فشار سطح دریا، تحلیل خوشه‌ای، شار رطوبت.

مقدمه

از آن‌جا که هدف از مطالعات همدید، کشف رابطه میان الگوهای جریان‌های جوی با رویدادهای محیطی است، در این پژوهش نیز برای تبیین اندرکنش‌های میان جو و محیط سطحی، رابطه سامانه‌های همدید مؤثر در بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران مورد بررسی قرار گرفت. ملاک انتخاب بارش‌های سنگین، میانگین بارش پهنه مطالعاتی می‌باشد. مسعودیان (۱۵۷: ۱۳۹۰) پهنه کم‌بارش شمالی ایران را هم‌چون کمربندی می‌داند که از شمال غرب تا شمال شرق کشور گسترش یافته است، اما در تهران و شمال سمنان از پهنای آن بسیار کاسته می‌شود. بلندی‌های آذربایجان، دامنه‌های شرقی نیمه شمالی زاگرس، کوهپایه‌های جنوبی البرز و بلندی‌های خراسان در قلمرو این ناحیه جا می‌گیرند. میانگین بارش بر روی این ناحیه نزدیک ۳۰۰ میلی‌متر است و ۱۷/۱ درصد از مساحت ایران را می‌پوشاند. توزیع بارش در فصول مختلف سال (مگر تابستان) تقریباً یکنواخت است اما بارش‌های بهاره برتری نسبی دارند، به طوری که اردیبهشت، فروردین و اسفند پر بارش‌ترین ماه‌های سال هستند. جعفری (۱۳۸۹) نیز در تحقیق خود به این نتیجه دست یافته که، پهنه کم بارش شمالی ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی آن، جزو مناطقی از کشور است که تحت تأثیر انواع مختلفی از سامانه‌های جوی هم‌چون سامانه‌های فشار کم مدیترانه‌ای (سیکلون‌های مدیترانه‌ای)، فرود دریای سیاه، مرکز فشار زیاد آזור و مرکز فشار زیاد سبیری قرار دارد. به این ترتیب ویژگی‌های آب و هوایی (بارش) پهنه، نه تنها به شرایط محلی بلکه به عوامل بیرونی منطقه‌ای و سیاره‌ای سامانه‌ها ی گردش جوی بستگی دارد. این ویژگی‌ها سبب شده پهنه مورد مطالعه تحت تأثیر برخی پدیده‌های آب و هوایی شدید و ناگهانی هم‌چون بارش سالانه اندک، کوتاه بودن دوره بارش و نزول بارش‌ها به صورت رگبارهای شدید باشد. بدین ترتیب این احتمال وجود دارد که بارش‌های سنگین پهنه، از یک یا چند الگوی همدید متفاوت ناشی شده باشند. از آنجا که علیجانی (۱۱۴: ۱۳۸۱) رابطه بین الگوهای گردشی و بارش را رابطه معناداری می‌داند؛ برای تبیین این مسأله (پدیده‌های آب و هوایی شدید و ناگهانی پهنه مورد مطالعه) نیز، الگوهای همدید مؤثر در بارش‌های سنگین پهنه مورد بررسی قرار گرفت. بررسی و شناسایی سامانه‌های همدید پدیدآورنده بارش‌های

سنگین پهنه، از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد. در این زمینه تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان انجام گرفته است.

محققانی همچون روبرتو^۳ و همکاران (۲۰۰۴: ۶۰۱) رویداد بارش‌های سنگین شمال غربی ایتالیا و رابطه آن با الگوهای جوی بزرگ مقیاس و متوسط مقیاس را مطالعه کرده و بارش‌های پهنه را با سه آرایش مختلف نحوه قرارگیری جریان‌های جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه مرتبط دانسته‌اند. کهنوا^۴ و پاراجکا^۵ (۲۰۰۵) در تحقیقی به بررسی برآورد عمق حداکثر بارش روزانه کوه‌های منطقه اسلواکی طی دوره ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ برای ۲۵ ایستگاه باران‌سنجی پرداخته و عمق حداکثر بارش روزانه را برای چند محل برآورد کرده‌اند. سیبرت^۶ و همکاران (۲۰۰۷: ۱۳۹) الگوهای منطقه‌ای و همدید بارش‌های سنگین در اتریش را طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۳ مطالعه و الگوهای همدید بارش‌های سنگین را با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای شناسایی مطالعه کردند. لانا^۷ و همکاران (۲۰۰۷: ۲۷) الگوهای جوی به‌وجودآورنده بارش‌های سنگین جزایر بالریک^۸ را مطالعه کردند. آن‌ها پس از انجام تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی پایگاه داده‌های (۲۰۰۴-۱۹۹۵) مربوط به سطح ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال و تحلیل خوشه‌ای بر روی مؤلفه‌های اصلی به‌دست آمده هشت الگوی گردشی اصلی به‌دست آوردند. لی^۹ و همکاران (۲۰۰۸: ۳۱۳) یک رویداد بارش سنگین ۱۸ روزه (از ۳۱ ژوئیه تا ۱۷ اوت سال ۱۹۹۸) (روز ۱۳۷۷/۵/۹ تا روز ۱۳۷۷/۵/۲۶) گره جنوبی را به‌منظور درک و فهم ویژگی‌های همدید مقیاس تحلیل و سازوکارهای پیدایش این رویداد طولانی مدت را، بررسی کردند. فدریکو^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۸) در مقاله خود به بررسی الگوهای چرخش جوی وابسته به بارش‌های سنگین روزانه در کالابریای ایتالیای جنوبی طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۷ پرداختند. بر اساس یک تحلیل

3- Roberto
4- Kohnova
5- Parjka
6- Seibert
7- Lana
8- Balearic Island
9- Lee
10- Federico

خوشه‌ای بر روی متغیرهای جوی، ۱۱ الگوی جوی حاصل گردید که یک پیوستگی روشنی بین هر یک از تیپ‌های گردشی و الگوهای بارشی برای بارش‌های سنگین روزانه پدیدار گشت و این پیوستگی به‌واسطه کنش بین توپوگرافی منطقه، دوری و نزدیکی به دریا و جریان‌ات جوی در مقیاس سینوپتیک شرح داده شدند. کارلالیما^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی رویدادهای بارش سنگین در تابستان‌های گرم و مرطوبی پرداختند که در جنوب شرقی برزیل سبب بروز سیل و خسارت می‌شود. آن‌ها نشان دادند که این رویدادها اکثراً ناشی از دو نوع آشفتگی جوی هستند: جبهه و منطقه همگرایی آتلانتیک جنوبی. مولر^{۱۲} و همکاران (۲۰۰۹: ۴۴۱) الگوهای گردشی ایجادکننده بارش‌های سنگین و فراگیر اروپای مرکزی را که معمولاً از طریق حرکت چرخندها از جنوب به این مناطق حرکت می‌کنند بررسی کردند. نتایج نشان داد که الگوهای همدید می‌تواند به‌طرز درستی به‌وسیله شدت متغیرهای دینامیکی و ترمودینامیکی انتخاب شده، مورد توصیف قرار گیرد و ناپهنجاری‌ها با شدت بارش‌های فراگیر و سنگین و رخداد سیل در جمهوری چک همبستگی دارند. جهانبخش و ذوالفقاری (۱۹: ۱۳۸۱) الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه غرب کشور را با استفاده از داده‌های ۲۲ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۷۱ تا ۱۹۹۰) و با استفاده از روش آماری تحلیل عاملی، ماتریس بارش‌های روزانه ایستگاه‌های مذکور، ناحیه‌بندی کردند و بر اساس نتایج تحلیل عاملی پنج ناحیه بارش روزانه مشخص نموده و سپس الگوهای همدید حاکم بر هر کدام از نواحی بارش فوق را بر اساس نقشه‌های سینوپتیک کوچک مقیاس اطلس روسی در دو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج این بررسی، حاکی از اختلاف معنی‌دار در الگوی مراکز کم ارتفاع فرود موج کوتاه، محور فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و مراکز کم‌فشار، فراوانی وقوع و مسیر حرکت آن‌ها (سطح زمین) در بین نواحی می‌باشد. مسعودیان (۱۶۱: ۱۳۸۴) با استفاده از داده‌های بارش و رواناب روزانه حوضه کارون و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون را بررسی و نشان دادند که الگوهای کم‌ارتفاع و فرودها شرایط دینامیکی را برای ناپایداری فراهم می‌آورند

11- Carla Lima

12- Muller

و الگوهای پراارتفاع و فرازا شرایط دینامیکی را برای پایداری فراهم می‌آورند. عربی (۱۳۸۵) برای تحلیل شرایط همدیدی بارندگی دوزه ۲۱ تا ۲۶ تیر ماه سال ۱۳۷۸، نقشه‌های هوای روزانه ساعت صفر گرینویچ سطح زمین را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نتایج نشان داد که گسترش و نفوذ سامانه کم فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب‌شرق و سامانه‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است. مسعودیان (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای با عنوان شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران، بر روی بارش‌های یک روزه بیش از صد میلیمتر انجام دادند؛ مشخص شد که دو الگوی گردشی در پدید آمدن بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران نقش دارند. الگوی اول با استقرار یک پرفشار بر روی دریای سیاه و گسترش فرود خلیج فارس مشخص می‌شود. الگوی دوم با شکل‌گیری فرود بر روی عراق و رخنه زبانه پرفشار سیبری- سیاه به درون ایران همراه است. محمدی (۱۳۸۸) سازوکار همدید رویداد بارش‌های ابرسنگین ایران را به روش کریجینگ میان‌یابی کرد. وی نشان داد که کم‌فشار عربستان- عراق عامل اصلی فراهم نمودن شرایط لازم در سطح زمین، برای رخداد بارش‌های سنگین و فراگیر ایران است. در این پژوهش نیز تحلیل نقشه‌های فشار سطح دریا نشان داد که چهار الگوی همدید فشار سطح دریا عامل اصلی بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران بوده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش رابطه سامانه‌های همدید مؤثر در بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران بررسی و شناسایی شده است (شکل ۱). برای تجزیه و تحلیل سازوکار این گونه سامانه‌ها در این پهنه، از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شده است. دلیل اصلی انتخاب این رویکرد، از نظر یارنال^{۱۳} (۱۹۹۳، برگردان مسعودیان، ۱۳۸۵: ۵۱) این است که تغییرات مکانی و زمانی بارش بسیار شدیدتر از سایر متغیرهای آب و هوایی است و رویکرد گردشی به محیطی اغلب در تبیین ریزش‌های جوی کامیاب نمی‌شوند. با توجه به هدف اصلی مطالعات همدید، دو پایگاه داده برای انجام پژوهش حاضر مورد نیاز بود: اول، پایگاه داده

مربوط به رویداد محیطی (بارش) که شامل داده های بارش روزانه ۱۴۳۷ ایستگاه‌های همدید، کلیماتولوژی و بارانسنجی پهنه مطالعاتی طی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ (۱۵۹۹۲ روز) می‌باشد. (این داده‌ها از پایگاه داده بارش اسفزاری^{۱۴} انتخاب شده، که توسط مسعودیان (۱۳۸۵) فراهم شده است). دوم، پایگاه داده متغیرهای جو بالا مشتمل بر فشار سطح دریا (برحسب هکتوپاسکال)، بادمداری و باد نصف‌النهاری (بر حسب متر بر ثانیه)، نم‌ویژه (بر حسب گرم بر کیلوگرم) و دما (بر حسب کلوین) طی ساعت‌های ۰۰:۰۰، ۰۶:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۸:۰۰ گرینویچ در محدوده ۰ تا ۸۰ درجه ی شمالی و ۰ تا ۱۲۰ درجه شرقی با تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی است؛ که از پایگاه داده (NCEP/NCAR)^{۱۵} وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده آمریکا برداشت شده است. در بررسی داده‌های جو بالا، محدوده مورد مطالعه، گسترده‌تر از قلمرو مورد مطالعه (از صفر تا ۱۲۰ درجه شرقی و از ۰ تا ۸۰ درجه شمالی) انتخاب شد. دلیل انتخاب این محدوده گسترده، شناسایی پدیده‌های همدید و آگاهی از مسیر حرکت سامانه‌های گردشی و چگونگی گسترش و اثرگذاری آن‌ها بر روی پهنه مورد مطالعه بوده است.

بر مبنای پایگاه داده رویداد محیطی، بارش روزانه پهنه کم‌بارش شمالی ایران در ۱۵۹۹۲ روز با استفاده از نرم‌افزار مت لب^{۱۶} به روش گریکینگ میان‌یابی شد. به هنگام میان‌یابی بارش هر روز، پهنه مورد مطالعه به ۱۴۰۶ یاخته به اندازه ۱۴×۱۴ کیلومتر تبدیل شد؛ که حاصل آن تشکیل ماترسی از پایگاه داده بارش روزانه پهنه به ابعاد ۱۵۹۹۲ × ۳۶۲ بود. اطلاعات ۳۶۲ یاخته که برای ۱۵۹۹۲ روز فراهم شد، این امکان را به وجود می‌آورد که برای هر روز بدانیم:

- ۱- میانگین بارش پهنه چقدر بوده است؛
- ۲- چه درصدی از پهنه زیر بارش قرار گرفته است؛
- ۳- میانگین حجم آب بارش پهنه چقدر بوده است.

14- Sfazari

15- National Center Environmental/ National Climatic American Research

16- Matlab

برای محاسبه میانگین بارش پهنه در هر روز، مجموع بارش تمام یاخته‌ها بر تعداد کل این یاخته‌ها تقسیم شد و به این ترتیب میانگین بارش پهنه در روز مورد نظر به دست آمد. به عبارت دیگر میانگین بارش از رابطه زیر به دست آمد:

$$(۱) \quad \text{میانگین بارش} = \frac{\text{مجموع بارش تمام یاخته‌ها در یک روز معین}}{\text{تعداد کل یاخته‌ها (۱۴۰۶)}}$$

وسعت پهنه زیر بارش نیز برای هر روز از رابطه زیر محاسبه شد:

$$(۲) \quad \text{تعداد یاخته‌هایی که در روز مورد نظر بارش بیش از ۱ میلی‌متر داشتند} = \frac{\text{درصد پهنه زیر بارش پهنه در یک روز معین}}{\text{تعداد کل یاخته‌های حاصل از میانبایی (۱۴۰۶ یاخته)}}$$

در ادامه، میانگین حجم آب بارش از طریق $۱۰۰۰ / (\text{مساحت پهنه} \times \text{میانگین درصد پهنه زیر بارش} \times \text{میانگین بارش پهنه})$ محاسبه شد.

برای محاسبه مساحت پهنه نیز از رابطه زیر استفاده کردیم:

$$(۳) \quad \text{مساحت ایران} \times \text{تعداد یاخته‌های پهنه مورد مطالعه (۱۴۰۶ یاخته)} = \frac{\text{مساحت پهنه به کیلومتر مربع}}{\text{تعداد کل یاخته‌های ایران (۸۲۳۰ یاخته)}}$$

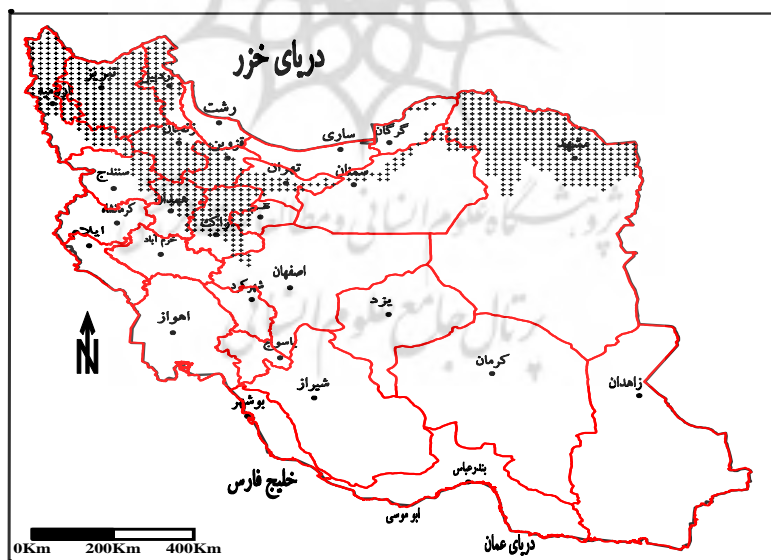
به این ترتیب برای هر روز، میانگین بارش، درصد پهنه زیر بارش محاسبه و در انتها پایگاه داده مزبور برحسب شدیدترین و فراگیرترین بارش‌ها از بزرگ به کوچک مرتب گردید.

به منظور بررسی بارش‌های سنگین پهنه، از پایگاه داده بارش روزانه مرتب شده، ۱۰۰ روز که میانگینی بیش از ۱ میلی‌متر در روز را ثبت کرده بودند (با آستانه بالای ۰/۹۹) که در حال حاضر رایج‌ترین روش محاسبه و تعیین بارش‌های سنگین محسوب می‌شود (مفیدی و همکاران، ۱۳۳ و ۱۳۴: ۱۳۸۶)، به عنوان نمونه مورد مطالعه جهت تجزیه و تحلیل انتخاب شد.

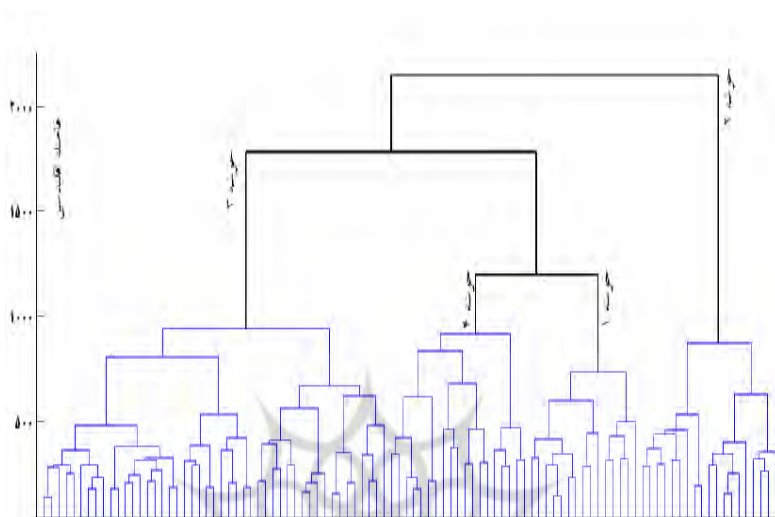
جهت بررسی همدید بارش‌های سنگین، از اقلیم‌شناسی همدید بهره گرفته و الگوهای فشارسطح دریا را بررسی و شناسایی کردیم تا بتوانیم مناطق پرفشار و کم‌فشار و دگرفشار را در نقشه‌های سطح دریا نشان دهیم. سپس بر اساس ضریب همبستگی با آستانه ۹۵ درصد روزهای نماینده این الگوها را تعیین کرده که در این روزها نقشه‌های فشارسطح دریا، رودباد،

تابع همگرایی شار رطوبت و جبهه‌زایی برای سطوح ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰، ۸۵۰، ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ترسیم شده و به تجزیه و تحلیل آن‌ها پرداختیم.

در این پژوهش با بهره‌گیری از روش ادغام وارد و فاصله اقلیدسی بر روی نقشه‌های فشار سطح دریا، با آرایه‌ای به ابعاد 1406×100 یاخته، تحلیل خوشه‌ای انجام گرفت. ابتدا نمودار شاخه درختی کل نقشه‌های فشار سطح دریا ترسیم شد و مجدداً نقشه‌ها به چهار گروه مجزا طبقه‌بندی شدند. در این نمودارها، بر روی محور افقی، نقشه‌های فشار سطح دریا برای ۱۰۰ رویداد بارشی مورد مطالعه قرار گرفتند و محور عمودی، فاصله اقلیدسی جهت محاسبه درجه همانندی و چگونگی ادغام (وارد) را نشان می‌دهد (شکل ۲). با محاسبه ضریب همبستگی برای هر چهار الگو، چهار روز نماینده تعیین گردید. برای الگوهای اول تا چهارم روزهای نماینده به ترتیب عبارتند از ۱۳۷۰/۱/۴، ۱۳۷۹/۱/۴، ۱۳۵۱/۲/۱۹ و ۱۳۷۱/۲/۲۳ (جدول ۱)؛ که به اختصار در این نوشتار به بررسی روزهای نماینده می‌پردازیم. ویژگی روزهای نماینده هر کدام از این الگوهای فشار سطح دریا نیز بررسی شد (جدول ۲). سپس به بررسی فراوانی روزهای نماینده در زمان رخداد هر کدام از الگوهای اصلی فشار سطح دریا پرداختیم (جدول ۳)



شکل (۱) نقشه پهنه مورد مطالعه



شکل (۲) دارنمای نقشه‌های فشار سطح دریا در پهنه کم بارش شمالی

جدول (۱) روز نماینده الگوهای فشار سطح دریا برای ۱۰۰ نقشه

| الگوی ۴ | الگوی ۳ | الگوی ۲ | الگوی ۱ | الگوهای فشار سطح دریا روز نماینده |
|-----------|-----------|----------|----------|--|
| ۱۳۷۱/۲/۲۳ | ۱۳۵۱/۲/۱۹ | ۱۳۷۹/۱/۴ | ۱۳۷۰/۱/۴ | روز نماینده (به خورشیدی) |
| ۱۵ | ۴۷ | ۱۹ | ۱۹ | تعداد نقشه‌های واقع در هر الگو |
| ۹ | ۱۴ | ۱۸ | ۱۲ | تعداد نقشه‌های هر الگو که با روز نماینده بیش‌ترین همبستگی را دارند |

جدول (۲) ویژگی الگوهای فشار سطح دریا و نقش آن‌ها در بارش پهنه کم‌بارش شمالی

| الگوهای فشار سطح دریا | میانگین بارش پهنه کم - بارش شمالی (میلی‌متر) | انحراف از میانگین بارش | مساحت زیر پهنه کم بارش شمالی (درصد) | میانگین حجم آب بارش الگو (میلیون مترمکعب) |
|-----------------------|--|------------------------|-------------------------------------|---|
| الگوی ۱ | ۸ | ۶/۴ | ۸۲/۵ | ۱۸۵۸۱/۷ |
| الگوی ۲ | ۷/۲ | ۶ | ۸۳ | ۱۶۸۲۴/۹ |
| الگوی ۳ | ۷/۵ | ۶ | ۸۵ | ۱۷۹۴۸/۳ |
| الگوی ۴ | ۷ | ۵/۴ | ۸۰ | ۱۵۷۶۶/۳ |

جدول (۳) فراوانی روزهای بارش سنگین ایران در زمان رخداد الگوهای اصلی فشار سطح دریا

| الگوهای فشار سطح دریا | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | جمع |
|-----------------------|---------|----------|-------|-----|-------|--------|-----|------|-----|----|------|-------|-----|
| الگوی ۱ | ۵ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۴ | ۲ | ۱۹ |
| الگوی ۲ | ۵ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۹ |
| الگوی ۳ | ۱۳ | ۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۵ | ۳ | ۴ | ۳ | ۸ | ۴۷ |
| الگوی ۴ | ۳ | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱۵ |
| جمع | ۲۶ | ۲۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۶ | ۱۰ | ۶ | ۵ | ۹ | ۱۳ | ۱۰۰ |

یافته‌ها و بحث

در این جا به تحلیل و بررسی سازوکار فعالیت مراکز فشار (فشار زیاد و فشار کم) در زمان رویداد بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران، می‌پردازیم؛

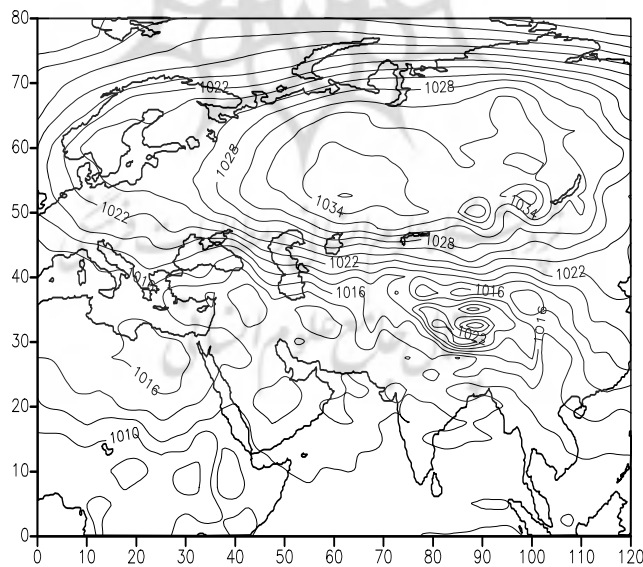
۱- الگوی ۱ فشار سطح دریا (پرفشار روسیه/کم‌فشار عربستان - عراق و سودان)

در زمان حاکمیت این الگو در روی نقشه سطح زمین پرفشار نسبتاً قوی سرتاسر روسیه را که دارای دو یاخته بسته با مرکز ۱۰۱۸ هکتوپاسکال یکی بین دریاچه بایکال و بالخاش و دیگری روی قزاقستان دیده می‌شود. پرفشار روسیه گسترش‌مداری نسبتاً زیادی دارد و از دریاچه بایکال تا جزیره اسکاندیناوی را در بر گرفته است. این پرفشار به سمت جنوب تا نیمه شمالی دریای خزر گسترش یافته است. همچنین کم‌فشاری بر روی عربستان - ترکیه و ایران مرکزی و همچنین سودان استقرار یافته و در حال ادغام با مرکز فشار گسترش یافته روسیه می‌باشد. تمام نقاط ایران را سیستم کم‌فشاری دربر گرفته که مرکز اصلی آن عربستان و نهایتاً سودان بوده است. بنابراین در شمال کشور رطوبت به‌وسیله زبانه پرفشار و در سایر نواحی کشور به‌وسیله سامانه عربستان و سودان به پهنه مورد مطالعه تزریق می‌شود. نتیجه حاصل از برخورد توده هوای سرد در شمال کشور و توده هوای گرم و مرطوب در جنوب، حاکی از استقرار کمربند جبهه‌ای در سراسر پهنه شمالی کشور می‌باشد. چون جبهه مرز میان دو توده هوای مختلف است و هر توده هوا چگالی مخصوص به خود را دارد. در نتیجه به دلیل گسترش این کمربند جبهه‌ای، ناپیوستگی شیو دما و شیو چگالی در سراسر پهنه،

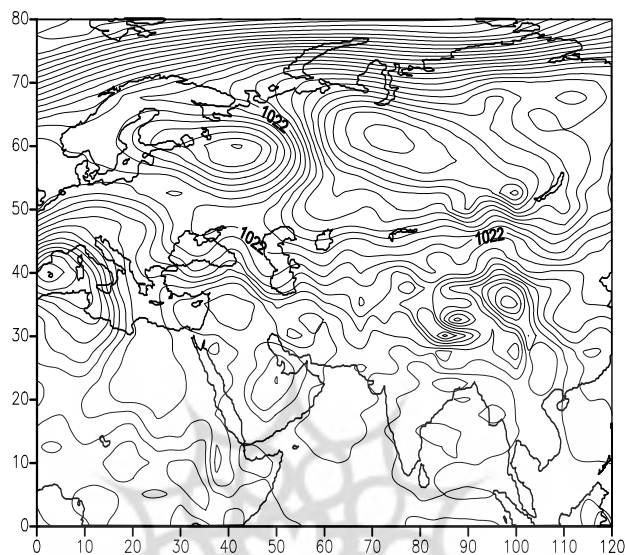
حائز اهمیت است که زمینه را برای گرادبان شدید حرارتی و کژفشاری و در نتیجه برای جو باروکلینیک پهنه فراهم ساخته است (شکل ۳).

– تحلیل نقشه فشارسطح دریا در روز نماینده الگوی ۱ (۱۳۷۰/۱/۴)

در روز نماینده الگوی ۱ فشار سطح دریا هسته پرفشار قوی تمام گستره روسیه را با بیش از ۱۰۴۴ هکتوپاسکال پوشانده است. زبانه‌هایی از این پرفشار قوی در شرق تا دریاچه‌های بایکال و بالخاش و آرال و در غرب تا منتهی‌الیه غرب روسیه کشیده شده است. همزمان بر روی ایران کم‌فشاری حاکم است که مرکز اصلی آن بر روی سودان قرار دارد؛ که از سودان به سمت عربستان و در نهایت به سمت ایران کشیده شده است. در نتیجه این دو توده هوا با چگالی متفاوت در سراسر پهنه شمالی ایران، با هم ادغام و خطوط هم فشار در این قسمت از ایران فشرده شده و زمینه را برای جبهه‌زایی فراهم ساخته است. در نهایت چون جبهه پرچمدار تغییرات شرایط جوی است؛ در این روز بخش بزرگی از تغییرات چشمگیر شرایط جوی در سراسر پهنه شمالی ایران رخ می‌دهد (شکل ۴).



شکل (۳) الگوی ۱ نقشه ترکیبی فشار سطح دریا



شکل (۴) روز نماینده الگوی ۱ فشار سطح دریا

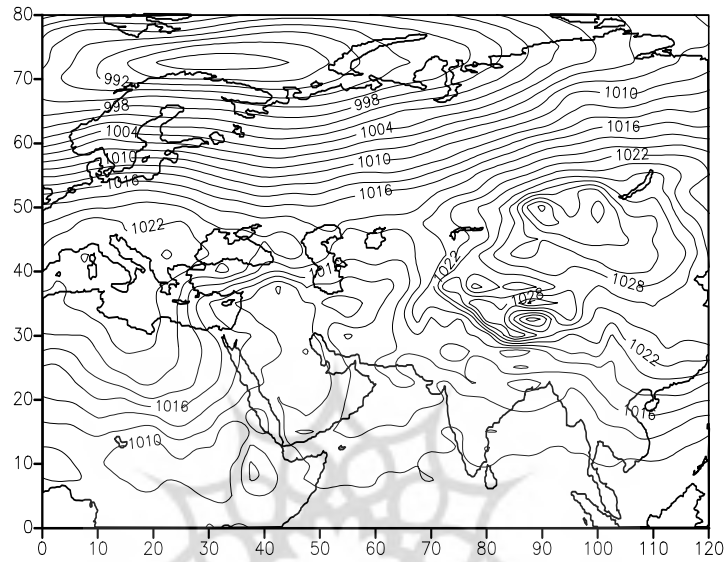
۲- الگوی ۲ فشار سطح دریا (پرفشار بین دریاچه بایکال و بالخاش / کم‌فشار عربستان-عراق و سودان)

در زمان رخداد این الگو، در شرق ایران دو هسته پرفشار قوی بر روی مناطق واقع بین دریاچه‌های بالخاش و بایکال (قسمت‌هایی از جنوب روسیه و مغولستان) حاکم است. این دو پرفشار به آرامی در حالت ادغام با یکدیگر می‌باشد. در سمت غرب نیز هسته پرفشار نسبتاً قوی بر روی مدیترانه و کشورهای سواحل شمالی و جنوبی آن تشکیل شده است. این دو مرکز پرفشار در محدوده جغرافیای خود ضمن گسترش نصف‌النهاری خود دارای گسترش مداری قوی نیز می‌باشند؛ گسترش مداری این دو پرفشار تا حدی بوده که پرفشار سیبری از سمت شرق تا دریاچه آرال و شرق دریای خزر و پرفشار مدیترانه از روی دریای سیاه تا دریای خزر کشیده شده‌اند و در این زمان دو زبانه پرفشار بر روی دریای خزر ادغام شده‌اند. از طرفی بر روی ایران مرکزی یاخته کم‌فشاری حاکم است که منشأ گرفته از کم‌فشار عربستان- ترکیه که خود ناشی از مرکز کم فشار سودان می باشد. در زمان حاکمیت این

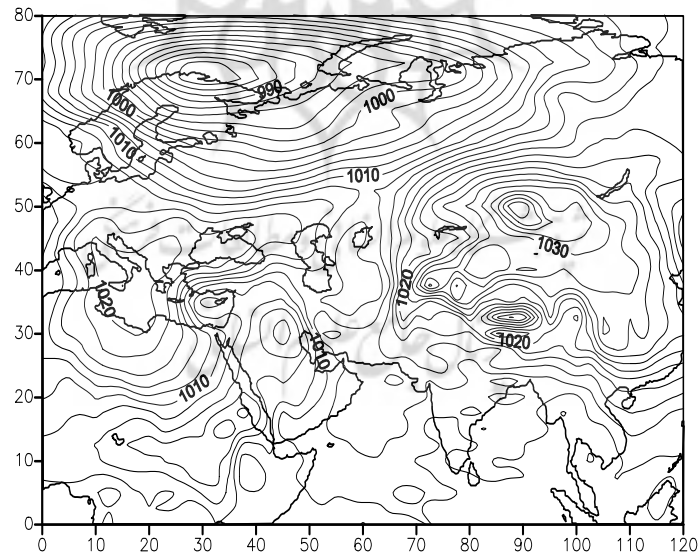
الگو دو منطقه با شیو فشار شدید بر روی ایران مشاهده می‌شود: یکی شیو فشار در شرق ایران که ناشی از برخورد هسته کم‌فشار ایران مرکزی با پرفشار گسترش یافته بین دریاچه بایکال و بالخاش است، و دیگری شیو فشار در پهنه شمال ایران که ناشی از رویارویی همین هسته کم‌فشار با زبانه پرفشاری است که از مدیترانه و دریای سیاه به ایران و به‌ویژه به سمت پهنه شمال ایران گسترش یافته است. بر روی این دو مرکز پرفشار، کم‌فشار گسترده‌ای حاکم است که تمام عرض جغرافیایی ۵۰ درجه به بالا را پوشش داده و جبهه گسترده‌ای را در این محدوده جغرافیایی به نمایش گذاشته است. در نتیجه در زمان حاکمیت این الگو، ایران تحت تأثیر کم‌فشاری است که مرکز اصلی آن بر روی کشور سودان است با این حال هسته ضعیف‌تر آن بر روی میانه عربستان و ترکیه تأثیر بیش‌تر بر روی ناپایداری‌های سطح زمین دارد (شکل ۵).

- تحلیل نقشه فشار سطح دریا در روز نماینده الگوی ۲ (۱۳۷۹/۱/۴)

در روز نماینده این الگو یک هسته پرفشار قوی با بیش از ۱۰۴۰ هکتوپاسکال بین دریاچه بایکال و دریاچه بالخاش مشاهده می‌شود؛ از طرفی هسته پرفشاری با مرکز بیش از ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی دریای‌های مدیترانه و سیاه و سواحل مجاور این دو دریا دیده می‌شود. از طرفی هسته کم‌فشار عربستان - ترکیه که ناشی از کم‌فشار سودان می‌باشد؛ در پهنه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. هسته کم‌فشار دیگری نیز که فشار آن نسبت به کم‌فشار عربستان - ترکیه بیش‌تر است؛ بر روی شمال شرق ایران واقع شده است. این هسته کم‌فشار به جهت این که با پرفشار واقع بین دریاچه‌های بالخاش و بایکال در این منطقه شیو شدیدی را به‌وجود آورده، دارای اهمیت می‌باشد. نتیجه وضعیت حاکم در این روز (برخورد پرفشار گسترش یافته دریای‌های مدیترانه و سیاه با زبانه کم‌فشار گسترش یافته عربستان) شیو فشار شدیدی است که در پهنه مطالعاتی مشاهده می‌شود؛ که زمینه را برای ناپایداری بیش‌تر فراهم کرده است (شکل ۶).



شکل (۵) الگوی ۲ نقشه ترکیبی فشار سطح دریا



شکل (۶) روز نماینده الگوی ۲ فشار سطح دریا

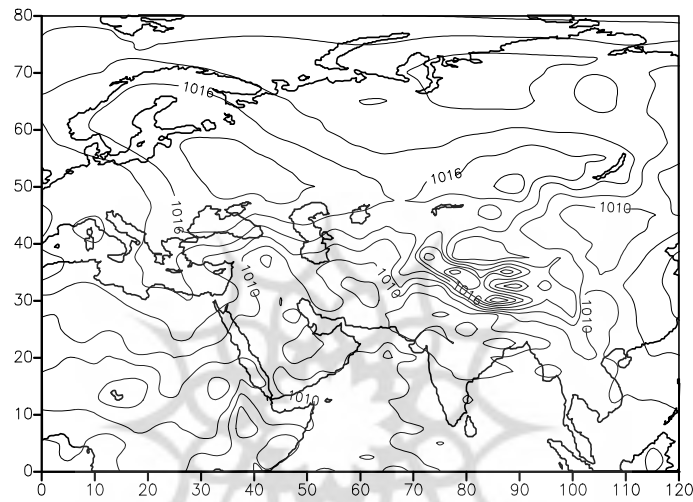
۳- الگوی ۳ فشار سطح دریا (پرفشار اروپا - سیاه/ کم‌فشار عربستان - عراق)

در زمان رخداد این الگو، هسته پرفشار نسبتاً قوی تمام پهنه اروپا را از منتهی‌الیه شمال غرب جزیره اسکاندیناوی تا نیمه شمالی ایران را از طریق دریای سیاه تحت سیطره خود قرار داده است. از سوئی دیگر دو یاخته بسته با مرکز ۱۰۱۸ هکتوپاسکال یکی بر روی مناطق واقع در بین دریاچه‌های بالخاش و بایکال و دیگری بر روی فلات تبت که زبانه خود را تا شرق ایران گسترش داده، واقع شده است. هسته پرفشار واقع بین دریاچه‌های بالخاش و بایکال گسترش‌مداری داشته و زبانه خود را تا شرق دریاچه آرال گسترش داده است. در این میان دریاچه آرال محل ادغام این دو مرکز پرفشار روسیه و اروپا می‌باشد. از طرفی بر روی ایران کم‌فشاری حاکم است که مرکز اصلی آن بر روی سودان قرار دارد و همچنین هسته کم‌فشاری دیگری نیز بر روی میانه عربستان دیده می‌شود. در واقع می‌توان گفت که کم‌فشار ایران ناشی از مرکز کم‌فشار عربستان می‌باشد. در زمان حاکمیت این الگو دو منطقه با شیو فشار شدید بر روی ایران مشاهده می‌شود: یکی شیو فشار در نیمه شرقی ایران که ناشی از برخورد هسته کم‌فشار ایران مرکزی با پرفشار گسترش یافته سبیری است (که تأثیر آن زیاد نیست)، و دیگری شیو فشار در تمام پهنه شمالی ایران که ناشی از رویارویی همین زبانه کم‌فشار با زبانه پرفشاری است که از اروپا به سمت پهنه مورد مطالعه گسترش یافته است. به‌طور کلی در زمان حاکمیت این الگو، ایران تحت تأثیر کم‌فشاری است که مرکز اصلی آن بر روی کشور سودان است با این حال هسته ضعیف‌تر آن بر روی میانه عربستان تأثیر بیشتری بر روی ناپایداری‌های سطح زمین داشته است. بدین ترتیب در زمان حاکمیت این الگو سرتاسر پهنه کم‌بارش شمالی ایران، در اثر برخورد دو توده هوای با چگالی متفاوت (پرفشار سبیری- اروپا و کم‌فشار عربستان) با شیو فشار شدید مشاهده می‌گردد (شکل ۷).

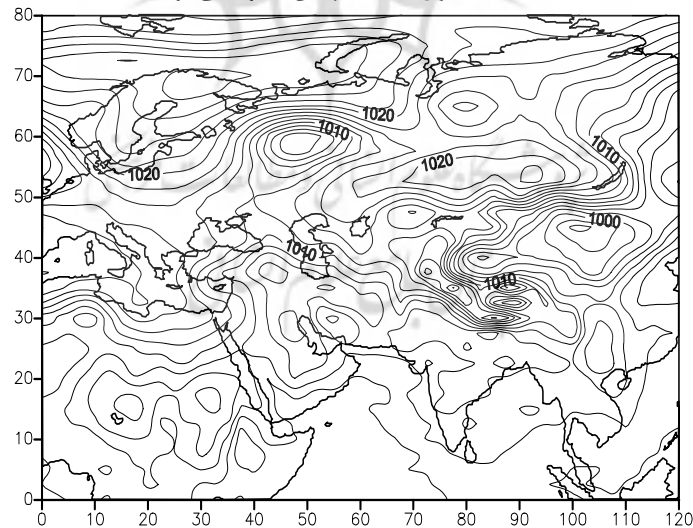
- تحلیل نقشه فشار سطح دریا در روز نماینده الگوی ۳ (۱۳۵۱/۲/۱۹)

در روز نماینده این الگو دو مرکز پرفشار یکی بر روی جزیره اسکاندیناوی و دیگری بر روی جنوب روسیه و قزاقستان که البته فشار این نسبت به پرفشار جزیره اسکاندیناوی کمتر است، در پهنه مورد مطالعه دیده می‌شود. در این زمان بر روی دریای مدیترانه نیز پرفشار مشاهده می‌شود. از طرفی تمام گستره ایران را کم‌فشار عربستان و ترکیه که خود ناشی از کم‌فشار

سودان می‌باشد، تحت سیطره خود قرارداد است؛ در نتیجه تمام پهنه کم‌بارش شمالی ایران دارای شیو شدید فشار بوده که این خود حاصل بر خورد کم‌فشار گسترش یافته عربستان با پرفشار سیبری و اروپاست (شکل ۸).



شکل (۷) الگوی ۳ نقشه ترکیبی فشار سطح دریا



شکل (۸) روز نماینده الگوی ۳ فشار سطح دریا

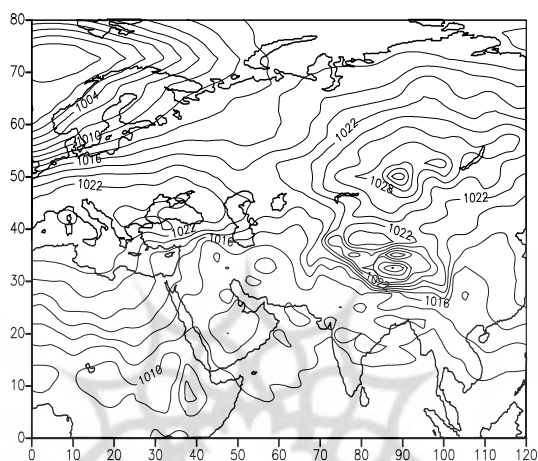
۴- الگوی ۴ فشار سطح دریا (پرفشار سبیری- دریای سیاه/ کم‌فشار عربستان - سودان)

در زمان رخداد این الگو، در شرق ایران دو هسته پرفشار قوی، یکی بر روی فلات تبت و دیگری بر روی مناطق واقع در بین دریاچه‌های بالخاش و بایکال حاکم است. این دو پرفشار در حالت ادغام با یکدیگر بوده و زبانه خود را تا شرق دریای خزر گسترش داده‌اند. از سمت غرب نیز زبانه‌ای از این پرفشار دریای سیاه، تا سواحل غربی دریای خزر کشیده شده و در این زمان دریای خزر، محل تلاقی دو زبانه پرفشار قوی بوده؛ از طرفی بر روی ایران کم‌فشاری حاکم است که مرکز اصلی آن بر روی سودان قرار دارد و همچنین هسته کم‌فشار دیگری نیز بر روی میانه عربستان دیده می‌شود. در واقع می‌توان گفت که کم‌فشاری که بر روی ایران کشیده شده است، زبانه از مرکز کم‌فشار عربستان بوده که حتی در ایران مرکزی نیز تا حد کمی تقویت شده و هسته کم‌فشاری بر روی آن درحال شکل‌گیری است. در زمان حاکمیت این الگو پهنه شمالی کشور با شیو فشار شدید همراه است که خود ناشی از برخورد زبانه کم‌فشار ایران مرکزی با پرفشار گسترش یافته سبیری و زبانه پرفشاری است که از غرب دریای سیاه به سمت ایران و به‌ویژه پهنه شمال و شمال‌غرب ایران گسترش یافته است. نتیجه حاکمیت این الگو، شیو فشار شدید در پهنه است که در اثر برخورد پرفشار شرق و شمال شرق ایران و پرفشار دریای سیاه با کم‌فشار عربستان می‌باشد. در این زمان با توجه به قرارگیری شیو فشار شدید در پهنه کم بارش شمالی ایران، زمینه برای ناپایداری‌های سطح زمین فراهم شده است (شکل ۹).

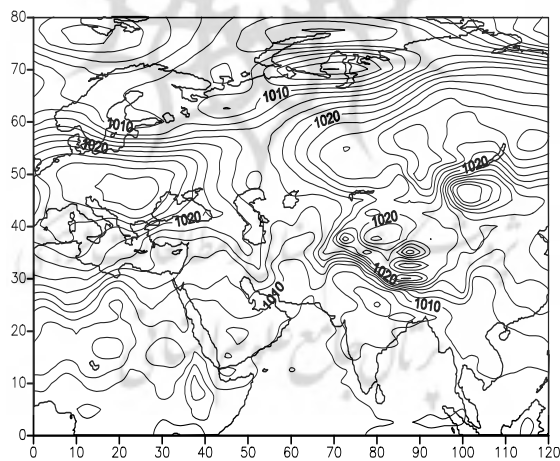
- تحلیل نقشه فشار سطح دریا در روز نماینده الگوی ۴ (۱۳۷۱/۲/۲۳)

در این روز در شرق ایران دو هسته پرفشار فلات تبت و دیگری پرفشار سبیری حاکم است. این دو پرفشار در حالت ادغام با یکدیگر بوده و زبانه خود را تا شرق دریای خزر گسترش داده‌اند. در سمت غرب نیز هسته پرفشار نسبتاً قوی بر اروپا و دریای سیاه و دریای مدیترانه دیده می‌شود. زبانه‌ای از این پرفشار گسترده، از روی دریای سیاه تا شمال‌غرب ایران و سواحل غربی دریای خزر کشیده شده و در این زمان دریای خزر، مرز میان دو زبانه پرفشار قوی می‌باشد. از طرفی بر روی شرق و جنوب ایران کم‌فشاری حاکم است که مرکز اصلی آن سودان بوده است. در نتیجه در این روز دو منطقه شیو فشار شدید در شرق و نیمه غرب ایران

حاکم است که این شیو ناشی از برخورد کم‌فشار ایران (گسترش یافته از عربستان و سودان) با زبانه پرفشار سبیری در شرق و زبانه پرفشار اروپا در نیمه غرب ایران می‌باشد (شکل ۱۰).



شکل (۹) الگوی ۴ نقشه ترکیبی فشار سطح دریا



شکل (۱۰) روز نماینده الگوی ۴ فشار سطح دریا

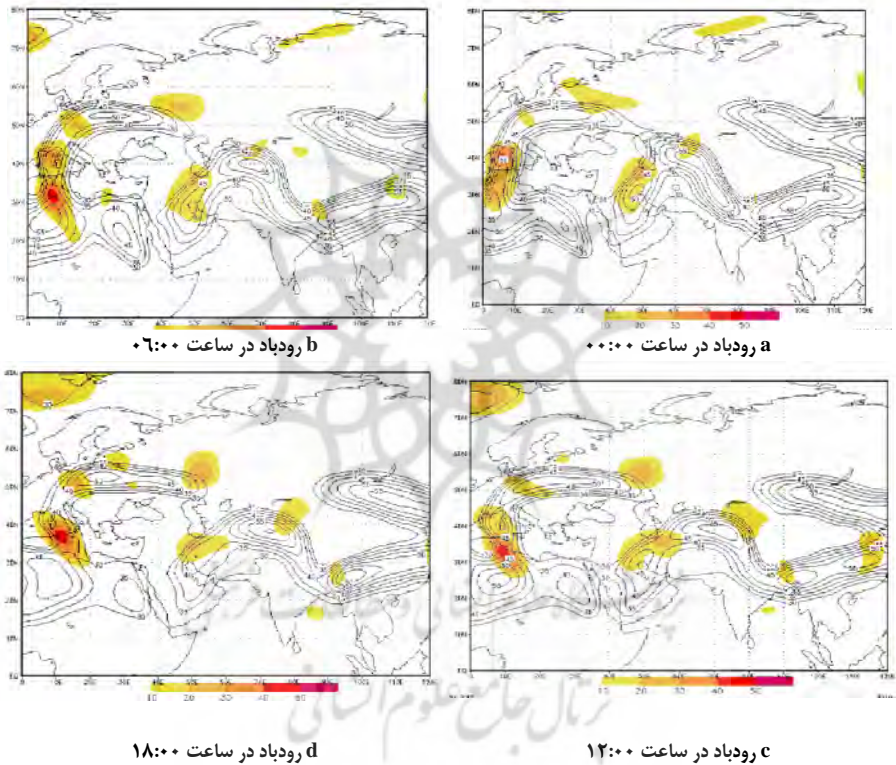
نتیجه حاصل از تحلیل و بررسی وضعیت فشار سطح دریا در نقشه‌های ترکیبی و روزانه در طی دوره مورد مطالعه (۱۰۰ روز) نشان داد که در زمان حاکمیت هر کدام از چهار الگوی

فشار، ریزش توده هوای سرد از عرض‌های بالایی و برخورد آن با جریان‌های جنوب‌غربی (توده هوای گرم گسترش یافته از عرض‌های پایین)، شیو فشار شدیدی را در محل پهنه مورد مطالعه به‌وجود آورده است. در واقع این شیو فشار شدید یکی از عوامل مهم در رویداد بارش‌های سنگین دوره مورد مطالعه می‌باشد.

هم‌چنین در این پژوهش نقشه‌های تابع رودباد، نقشه‌های تابع همگرایی شاررطوبت و نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در دوره مورد مطالعه (۱۰۰ روز)، در سطوح ۲۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰، ۸۵۰، ۹۲۵، ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و در چهار ساعت دیده‌بانی ۰۰:۰۰، ۰۶:۰۰ و ۱۲:۰۰ و ۱۸:۰۰ به وقت گرینویچ در زمان حاکمیت هر الگوی فشار سطح دریا، بررسی و ترسیم شد. در این جا به‌منظور احتراز از بسط کلام، تنها نقشه‌ای یک سطح از هر کدام از نقشه‌ای تابع رودباد، نقشه‌های تابع همگرایی شاررطوبت و نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در زمان حاکمیت الگوی ۱، به‌عنوان نمونه آورده شده است.

نقشه‌های تابع رودباد: تحلیل نقشه‌های تابع رودباد در سطوح مختلف جو نشان داد که در زمان بارش‌های سنگین دوره مورد مطالعه، بیش‌تر رودبادها در دو سطح ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال بر روی ایران و به‌ویژه پهنه کم بارش شمالی چشمگیرتر بوده است. تحلیل وضعیت رودبادها در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰:۰۰ نشان داد که رودباد با دو هسته یکی در شمال شرق ایران با سرعت ۵۵ متر بر ثانیه و دیگری با سرعت ۵۰ متر بر ثانیه تمام گستره ایران را فرا گرفته است. از طرفی بر روی غرب دریای مدیترانه و شمال افریقا هسته رودبادی با سرعت ۵۵ متر بر ثانیه دیده می‌شود. هم‌زمان با هسته‌های سرعت رودباد، وزش گرم نیز دیده می‌شود (شکل ۱۱ a). در ساعت ۰۶:۰۰ و ۱۲:۰۰ موقعیت هسته سرعت رودباد و وزش گرم همانند ساعت قبل بوده است (شکل ۱۱ b و ۱۱ c). در ساعت ۱۸:۰۰ رودباد به سمت شرق پیشروی کرده است. وزش گرم نیز همانند رودباد به سمت شرق متمایل شده است (شکل ۱۱ d). نتیجه حاصل از گسترش رودباد و وزش گرم در این روز، این است که در زمان رویداد این بارش‌ها، رودباد جنب حاره‌ای بر روی ایران و عراق قرار دارد و رودباد جبهه قطبی منطقه اروپای مرکزی را فرا گرفته است. با نزدیک شدن این دو رودباد به یکدیگر در شمال دریای خزر و دریای سیاه، مقدار بارش افزایش چشمگیری پیدا

می‌کند. به عبارت دیگر پهنه مورد مطالعه در نیمه چپ خروجی هسته رودباد جنب حاره‌ای قرار گرفته است (محل واگرایی بالایی که سبب ناپایداری می‌شود). روشن است که باد نازمینگرد^{۱۷} در وجه پشت‌باد فرود بالایی، واگراست و ستون هوای زیر این منطقه دستخوش حرکات صعودی می‌شود. به همین دلیل است که غالباً در وجه پشت‌باد محور فرود بالایی هوای خراب و زمینه برای رویداد بارش‌های سنگین فراهم شده است.

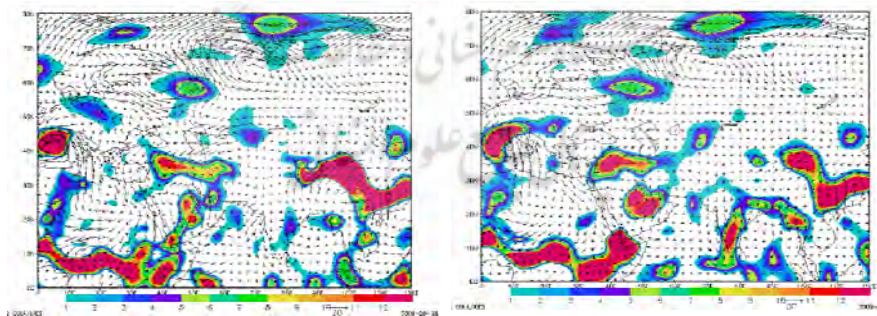


شکل (۱۱) نقشه‌های رودباد در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال برای روز نماینده الگوی ۱ فشار سطح دریا

۱۵- Ageostrophic wind: تفاضل برداری میان باد واقعی (دیده‌بانی) از باد زمینگرد ($\vec{v}_{ag} = \vec{v} - \vec{v}_g$)

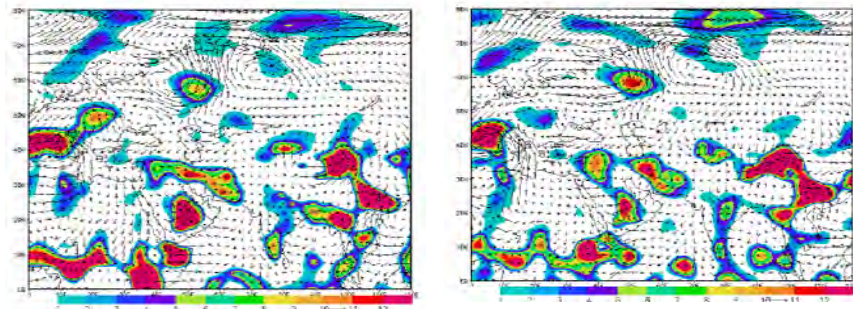
نقشه‌های تابع همگرایی شار رطوبت: بررسی نقشه‌های تابع همگرایی شار رطوبت نشان داد که شار رطوبت در هر چهار الگوی همدید فشار سطح دریا، تنها در دو سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال چشمگیر بوده است.

تحلیل نقشه‌های تابع همگرایی شار رطوبت سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰:۰۰ نشان داد که پهنه کم‌بارش شمالی ایران و خلیج فارس کانون تمرکز رطوبت بوده است و سرعت باد ۳۰ متر بر ثانیه می‌باشد (شکل ۱۲a). شرایطی که در ساعت ۰۰:۰۰ حاکم بود در ساعت ۰۶:۰۰ نیز دیده می‌شود. با این تفاوت که جنوب شرق ایران نیز دارای کانون رطوبت می‌باشد (شکل ۱۲b). در ساعت ۱۲:۰۰ هسته بیشینه فراوانی همگرایی شار رطوبت به صورت شمال غرب - جنوب شرق به جزو جنوب غرب ایران، تمام پهنه شمالی ایران را تحت سیطره خود قرار داده است (شکل ۱۲c). در ساعت ۱۸:۰۰، تمرکز رطوبت در محدوده مورد مطالعه نسبتاً کاهش یافته، به طوری که کانون رطوبت از غرب تا شرق ایران دیده می‌شود (شکل ۱۲d). با بررسی تابع همگرایی شار رطوبت در سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال به عنوان سطح مناسب جهت تشکیل هسته‌های رطوبتی، دریافتیم که جریانات عرض‌های بالایی هوای سرد را با خود به عرض‌های پائین وارد کرده؛ و با عبور از روی دریای سیاه، مدیترانه، خزر، سرخ و خلیج فارس رطوبت را وارد پهنه نموده است. در واقع این سطح منطقه اصلی همگرایی شار رطوبت بوده است.



b همگرایی شار رطوبت در ساعت ۰۶:۰۰

a همگرایی شار رطوبت در ساعت ۰۰:۰۰

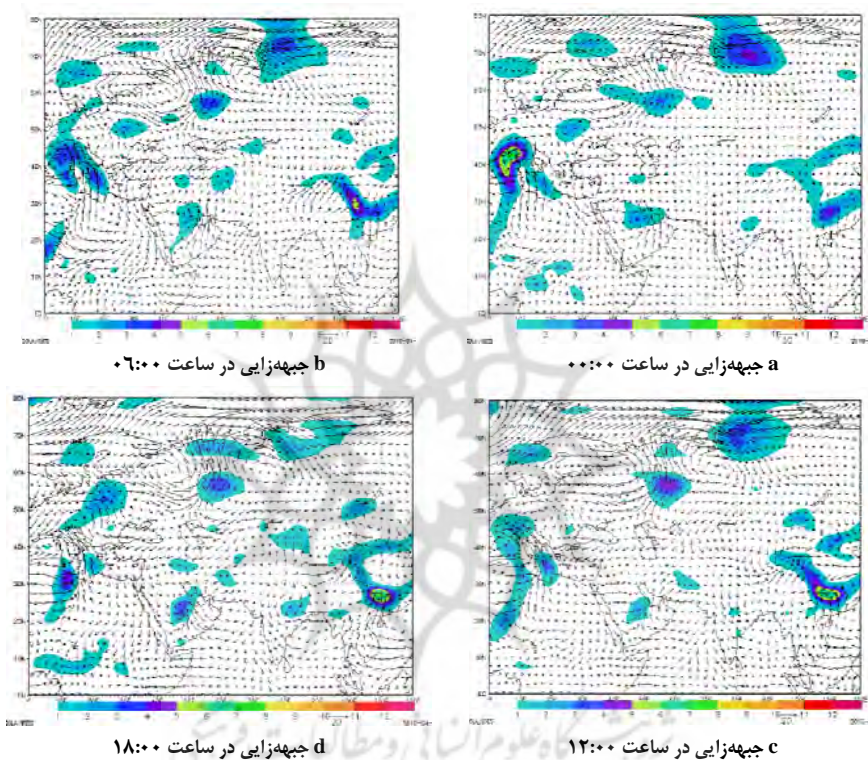


شکل (۱۲) نقشه‌های تابع همگرایی شار رطوبت در سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال برای روز نماینده الگوی ۱ فشار سطح دریا
 c همگرایی شار رطوبت در ساعت ۱۲:۰۰
 d همگرایی شار رطوبت در ساعت ۱۸:۰۰

نقشه‌های تابع جبهه‌زایی: بررسی نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در روزهای نماینده هر کدام از چهار الگو در چهار ساعت دیده‌بانی نشان داد که تنها در دو سطح ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شرایط ایجاد جبهه و جبهه‌زایی چشمگیر بوده است.

تحلیل نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال نشان داد که در ساعت ۰۰:۰۰ دو مرکز بیشینه جبهه‌زایی جداگانه، یکی بر روی جنوب غرب دریای خزر و دیگری بر روی شمال خلیج فارس با سرعت باد حدود ۳۰ متر بر ثانیه مشاهده می‌شود (شکل ۱۳a). شرایطی که در ساعت ۰۰:۰۰ دیده می‌شود در ساعت ۰۶:۰۰ تا حدودی تکرار می‌شود با این تفاوت که جبهه دیگری بر روی شمال شرق ایران مشاهده می‌شود (شکل ۱۳b). اما در ساعت ۱۲:۰۰ هیچ‌گونه جبهه‌ای در پهنه شمالی ایران دیده نمی‌شود (شکل ۱۳c). در ساعت ۱۸:۰۰ منطقه فعالیت جبهه بر روی غرب و شمال غرب دیده می‌شود (شکل ۱۳d). آنچه از تحلیل نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در دوره مورد مطالعه (۱۰۰ روز)، در سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال درمی‌یابیم این است که با کاهش ارتفاع، بر سرعت و محدوده گسترش جریانات جوی افزوده شده و ناپایداری بیش‌تر گشته است؛ و این در وحله ناشی از وزش دما بوده است. هم‌چنان که مسعودیان (۲۰۸: ۱۳۸۸) هر فرآیندی را که منجر به افزایش شیو دما (VT) شود؛ فرآیند جبهه‌زا و چنین عملی را جبهه‌زایی می‌نامند. در واقع مراکز جبهه‌زایی

در سطوح پایین‌تر (سطوح ۹۲۵، ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) در اطراف منطقه بارش سنگین قرار دارند.



شکل (۱۳) نقشه‌های تابع جبهه‌زایی در سطح ۹۲۵ هکتوپاسکال برای روز نماینده الگوی ۱ فشار سطح دریا

از آن‌جا که علیجانی (۳۰۵: ۱۳۷۹) جبهه سطح زمین را نشانه رودباد در بالای جبهه و توده هوای نسبتاً گرم و مرطوب دانسته است؛ تحلیل مربوط به داده‌های جو بالا نیز نشان داد که موقعیت قرارگیری رودبادها، جبهه‌ها و شار رطوبت در سطوح مختلف جو در دوره مطالعاتی به‌گونه‌ای بوده؛ که زمینه برای ایجاد ناپایداری و در نتیجه وقوع بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران فراهم شده است.

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین هدف این پژوهش گروه‌بندی و شناسایی اندرکنش بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی ایران و سازوکارهای همدید موجد این‌گونه رویدادها بوده است. نتایج حاصل از تحلیل همدید بارش‌های سنگین نشان داد که:

۱- الگوی ۱ فشار سطح دریا (پرفشار روسیه/کم‌فشار عربستان-عراق و سودان)

در زمان حاکمیت این الگو، ۱۹ درصد از بارش‌های سنگین پهنه رخ داده‌اند. میانگین بارش پهنه ۸ میلی‌متر بوده و به‌طور متوسط حدود ۸۲/۵ درصد از پهنه در زمان این الگو شاهد بارش سنگین بوده است (جدول ۲). از لحاظ پراکنش زمانی بیش‌تر آن‌ها در فروردین، اردیبهشت و بهمن ماه رخ داده‌اند (جدول ۳).

۲- الگوی ۲ فشار سطح دریا (پرفشار بین دریاچه بایکال و بالخاش/کم‌فشار عربستان-عراق و سودان)

در زمان حاکمیت الگوی ۲ نیز، ۱۹ درصد از بارش‌های سنگین پهنه رخ داده‌اند. میانگین بارش ۷/۲ میلی‌متر بوده و به‌طور متوسط حدود ۸۳ درصد از منطقه در زمان این الگو شاهد بارش بوده است (جدول ۲). پراکنش زمانی این الگو در فروردین، اردیبهشت، آبان و اسفند ماه بوده است (جدول ۳).

۳- الگوی ۳ فشار سطح دریا (پرفشار سیبری و اروپا / کم‌فشار عربستان - عراق و گنگ)

بررسی و تحلیل نقشه‌های سطح دریا در زمان حاکمیت الگوی ۳ نشان داد که ۴۷ درصد از بارش‌های سنگین پهنه کم‌بارش شمالی در این زمان رخ داده‌اند. میانگین بارش پهنه ۷/۵ میلی‌متر است. حدود ۸۵ درصد از پهنه در زمان این الگو شاهد بارش بوده است (جدول ۲). پراکنش زمانی این الگو به ترتیب در فروردین، اسفند و اردیبهشت ماه بوده است (جدول ۳). این الگو نقش بیش‌تری را در ایجاد بارش‌های سنگین پهنه ایفا نموده است.

۴- الگوی ۴ فشار سطح دریا (پرفشار سیبری- دریای سیاه/کم‌فشار عربستان - سودان)

تحلیل این الگوی فشار سطح دریا نشان داد که میانگین بارش پهنه در زمان رخ داد این الگو، ۷ میلی‌متر بوده و حدود ۸۰ درصد از پهنه مورد مطالعه را پوشش داده است (جدول ۲). این الگو دارای ۱۵ درصد فراوانی بوده است. از لحاظ پراکنش زمانی بیش‌تر آن‌ها را اردیبهشت و فروردین ماه رخ داده‌اند (جدول ۳).

به‌طور کلی تحلیل و بررسی الگوهای آرایش هم‌فشاری سطح دریا در دوره مورد مطالعه (۱۰۰ روز)، نشان داد که در زمان رویداد بارش‌های سنگین پهنه مورد مطالعه، چهار الگوی فشار سطح دریا حاکم بوده است. از بین این چهار الگو، الگوی پرفشار اروپا- دریای سیاه و کم‌فشار عربستان-عراق در ایجاد بارش‌های سنگین پهنه مطالعاتی مؤثرتر بوده است. هم‌چنان که این الگو نسبت به سه الگوی فشار دیگر بیش‌ترین درصد فراوانی بارش‌های سنگین را موجب شده است. در زمان حاکمیت این الگو زبانه‌ای از پرفشار اروپا که تمام دریای سیاه را فرا گرفته؛ از سمت شمال غرب به درون پهنه مطالعاتی نفوذ کرده است و با کم‌فشار گسترش یافته از عربستان-عراق در درون پهنه، شیو شدیدی را موجب شده است. تحت این شیو فشار شدید و ادغام رودبادهای جنب حاره‌ای و جبهه قطبی بر روی ایران و عراق، منابع رطوبتی دریای مدیترانه، سیاه، خزر، سرخ و خلیج فارس در سطوح مختلف جو به‌ویژه در دو سطح ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، رطوبت سامانه‌های هم‌دید را تأمین کرده و موجب بارش‌های سنگین پهنه مطالعاتی شده است.

منابع

- ۱- جهانبخش اصل، سعید و ذوالفقاری (۱۳۸۱)، «حسن، بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶۴-۶۳.
- ۲- جعفری، فاطمه (۱۳۸۹)، «شناسایی شرایط همدید همراه با بارش در پهنه کم‌بارش شمالی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده ادبیات، دانشگاه اصفهان.
- ۳- عربی، زهرا (۱۳۸۵)، «تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۶.
- ۴- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱)، «شناسایی تیپ‌های هوایی باران‌آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶۴-۶۳.
- ۵- علیجانی، بهلول (۱۳۷۹)، «مبانی آب و هواشناسی»، چاپ هفتم، تهران، انتشارات سمت.
- ۶- مارتین، جان‌تان (۱۳۸۸)، «دینامیک جو در عرض‌های میانه»، ترجمه سیدابوالفضل مسعودیان، چاپ اول، دانشگاه اصفهان، انتشارات سمت.
- ۷- محمدی، بختیار، (۱۳۸۸)، «تحلیل همدید بارش‌های ابر سنگین ایران»، پایان‌نامه دکتری اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده ادبیات، دانشگاه اصفهان.
- ۸- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۴)، «شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون»، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۵.
- ۹- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۵)، «زیج سی ساله الگوهای گردشی تراز میانی جو ایران»، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۵.
- ۱۰- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۷)، «شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران»، *سومین کنفرانس مدیریت منابع ایران*، ۲۳ الی ۲۵ مهرماه، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران.
- ۱۱- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۹۰)، «آب و هوای ایران»، چاپ اول، مشهد، انتشارات شریعه توس.
- ۱۲- مفیدی، عباس (۱۳۸۶)، زرین، آذر و جانباز قبادی، غلامرضا، «تعیین الگوی همدیدی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر»، *مجله فیزیک زمین فضا*، دوره ۳۳، شماره ۳.

۱۳- یارنال، برنت (۱۳۸۵)، «*اقلیم‌شناسی هم‌دید و کاربرد آن در مطالعات محیطی*»، ترجمه: سید ابوالفضل مسعودیان، چاپ اول اصفهان، دانشگاه اصفهان.

- 14- Kohnova S. and Parjka J. (2005), “*Estimation of Design Maximum Daily Precipitation Depths in a Mountain Region of Slovakia*”, Dept. of land and Water Resources Management, Slovak University of Technology.
- 15- Carla Lima, K., P. Satyamurty and J. P. Reyes Fernandez (2009), “Large-Scale Atmospheric Conditions Associated with Heavy Rainfall Episodes in Southeast Brazil”, *Theoretical and Applied Climatology*, Springer Wien, DOI. 10.1007/s00704-009-0207-9.
- 16- Federico. S., Avolio. E., Pasqualoni. L., and Bellecci. C. (2008), “Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in Calabria”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8, pp. 1173-1186
- 17- Lana, A.J. Campins, A. Genovés, and A. Jans., (2007), “Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in the Balearic Islands”, *Advances in Geosciences*, 12, 27-32.
- 18- Lee, Dong-Kyou., Jeong-Gyun PARK, and Joo-Wan KIM., (2008), “Heavy Rainfall Events Lasting 18 Days from July 31 to August 17, 1998, over Korea”, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, VOL, 86, No. 2, pp. 313-333.
- 19- M. Muller, M. Ka Spar, and J. Matschullat (2009), “Heavy Rains and Extreme Rainfall-runoff Events in Central Europe from 1951 to 2002”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 9, pp. 441-450.
- 20- Roberto Rudari, Dara Entekhabhi and Giorgio Roth (2004), Large-scale Atmospheric Patterns Associated with Mesoscale Features Leading to Extreme Precipitation Event in Northwestern Italy, *Advance in Water Resources* 28, 601-614.
- 21- Seibert, P., A. Frank, and H. Formayer (2007), “Synoptic and Regional Patterns of Heavy Precipitation in Austria”, *Theoretical and Applied Climatology*, 87, 139-152.