

# تحلیل سینوپتیکی توزیع زمانی - مکانی بارش‌های شدید استان‌های خراسان رضوی و شمالی

قاسم عزیزی - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران  
سید امید نبوی\* - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای دانشگاه تهران  
اسماعیل عباسی - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای دانشگاه تهران

دریافت مقاله: 1397/9/7<

پذیرش نهایی: 1398/5/1<

## چکیده

بررسی سینوپتیکی شرایط جوی همزمان با بارش‌های شدید استان‌های خراسان رضوی و شمالی و همچنین چگونگی توزیع زمانی - مکانی آنها، هدف اصلی این مطالعه است. در این مطالعه بارش بیشتر از ۲ میلی‌متر به عنوان معیار روزهای دارای بارندگی شدید مشخص شده است. از پارمترهای فشار سطح دریا و دما سطحی به منظور بررسی شرایط سطح زمین در هنگام وقوع بارش‌های شدید استفاده شده است، نم ویژه و جهت باد در سطح ۴۲۲ هکتوپاسکال به منظور رهگیری منبع رطوبتی این بارش‌ها مورد بررسی قرار گرفته، ضمن آن که سطح ۲۲۲ هکتوپاسکال به عنوان سطح مطلوب در بررسی الگوهای سینوپتیک مطالعه شده است. جهت و سرعت باد در سطح ۲۲ هکتوپاسکال نیز برای بررسی نقش رود باده‌ها در ایجاد بارش‌های شدید، ارزیابی شده‌اند. داده‌های مذکور در بازه زمانی ۱۱ ساله (۱۶۶۲-۲۰۲۲) و به صورت روزانه اخذ شده‌اند. شناسایی سه الگوی توزیع زمانی - مکانی بارش‌های شدید و شرایط جوی همزمان با آنها از نتایج این مطالعه است که عبارتند از: ۱- دوره سرد: کانون بارش‌های شدید در جنوب منطقه مورد مطالعه، که الگوی سینوپتیکی همزمان با آن فرود بلند مدیترانه می‌باشد و دریای سرخ نیز به عنوان منبع رطوبتی این بارش‌ها شناسایی شده‌اند. در سطح زمین نیز تشکیل یک سیکلون قابل مشاهده است - دوره گرم: کانون بارش‌های شدید در شمال منطقه مورد مطالعه، که دارای سه الگوی سینوپتیکی فرود شرق خزر، سیستم بندالی واقع در شمال شرق خزر و عقب نشینی کانون‌های پرفشار جنب حاره می‌باشد و منبع رطوبتی این بارش‌ها دریای خزر بوده و وجود گرادیان شدید فشار در سطح زمین نیز قابل شناسایی می‌باشد - دوره گذار: کانون بارش‌های شدید در مرکز منطقه مورد مطالعه، که تمام شرایط جوی آن ترکیبی از شرایط جوی دو دوره قبلی است. ضمن آنکه در تمامی دوره‌ها وجود رودباد نقش قابل توجهی در وقوع بارش‌های شدید دارد.

**واژگان کلیدی:** بارش شدید، الگوهای سینوپتیک، توزیع زمانی - مکانی بارش شدید، استان‌های خراسان رضوی و شمالی

## 1. مقدمه

فلات ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص خود در نقطه‌ای انتقالی نسبت به الگوهای بزرگ مقیاس گردش عمومی و ردسپهری (تروپوسفری) قرار دارد و محل استقرار سامانه‌های برون حاره، جنب حاره و حاره‌ای است. این ویژگی، همراه با توپوگرافی پیچیده آن موجب گردیده تا ساز و کارهای بارش‌زا در ایران، از تنوع و تفاوت زمانی و مکانی زیادی برخوردار باشند. همجواری استان خراسان بزرگ با توده هوای سرد سبیری و همچنین تأثیر پذیری از الگوهای گردش عمومی جو و در نهایت توپوگرافی خاص منطقه باعث شکل‌گیری ناحیه اقلیمی منحصر به فرد گردیده است. در جهت شناسایی شرایط همزمان با بارش‌های شدید عمده کارهای انجام شده در غالب مطالعات هواشناسی و عمدتاً بر روی چند نمونه خاص بارش‌های سنگین صورت گرفته است. در این مطالعات غالباً رویکرد مطالعاتی هواشناختی بوده و به بررسی شرایط متوسط اتمسفری همزمان با بارش‌های سنگین پرداخته نشده است. هر چند که اینگونه مطالعه شرایط را برای بیان صریح‌تر و آسانتر نتایج مهیا می‌سازد اما تشریح یک یا چند نمونه از شرایط اتمسفری نمی‌تواند ما را به یک دید کلی در مورد پدیده‌های جوی رهنمون سازد. ضمن آن که در اکثر مطالعات پراکندگی زمانی- مکانی بارش‌های سنگین نادیده گرفته شده است که سعی شده در این مطالعه به آن پرداخته شود. علاوه بر آن سیستم‌های سینوپتیکی همزمان با بارش‌های سنگین، محل استقرار رودباد جبهه قطبی و جنب حاره‌ای، شرایط سطح زمین در هنگام وقوع بارش‌ها شدید و منابع رطوبتی تأمین‌کننده آنها نیز مورد توجه قرار گرفته است.

## 5. پیشینه تحقیق

رزاکوا و همکاران (۲۰۰۵ قعمرغ پ بع کبع هغد د) به مطالعه بارش‌های سیل‌زا در آگوست ۲۰۲۰ به عنوان شدیدترین بارش منجر به سیل در کشور چک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ریزش باران سنگین در منطقه به وسیله گرادیان قابل ملاحظه افقی در بخش عقب سیکلون که با حرکت خیلی کند به سمت شمال شرقی اروپای مرکزی پیشروی می‌کند، صورت می‌گیرد. کاهانا و همکاران (قعمرغ رد بع کبع هغد د) در تحقیق خود با عنوان پیش‌بینی جوی سیل‌های مهم در صحرای نقب اسرائیل، سیل‌های مهم صحرای نقب را مطالعه کردند. مطالعات آنها نشان داد که بیش از ۴۲ درصد سیل‌های مهم منطقه بین سال‌های ۱۶۳۲-۱۶۶۱ به وقوع پیوسته است که علت آن ناوه فعال روی دریای سرخ بیان شده است. تیکسریا و ساتیامورتی (۲۰۰۵ رخش رد زچش راذ رچ ر ادثپسث پر) ویژگی‌های

سینوپتیکی و دینامیکی همزمان با بارش‌های سنگین جنوب برزیل مورد بررسی قرار داده اند که نتایج بدست آمده عبارتند از: ۱- شکل‌گیری یک ترف عمیق در تروپوسفر میانی سه روز قبل از وقوع بارش سنگین، که از سمت اقیانوس آرام به قاره آمریکای جنوبی نزدیک می‌شود. ۲- کم فشار سطحی ایجاد شده در شمال آرژانتین یک روز قبل از بارش سنگین در برزیل جنوبی. ۳- جت استریم با جهت جنوبی- شمالی، تشکیل شده بر روی پاراگوئه دو روز قبل از وقوع بارش سنگین ۱- همگرایی رطوبتی شدید ایجاد شده در جنوب برزیل یک روز قبل از وقوع بارش سنگین. در مطالعه‌ای دیگر بارش‌های سنگین منطقه نیوجرسی آمریکا توسط هارناک و همکارانش (خ ر دپد ۱۹۹۸مغ جی احداث) مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه ۵۱ مورد از بارش‌های سنگین شناسایی شده و هرگونه پارامتر جوی که گمان می‌رود می‌تواند در میزان بارندگی تأثیر گذار باشد. در این تحلیل جای می‌گیرد. در بین عوامل مورد بررسی، انحراف معیار ۳ عامل در هنگام وقوع بارش‌های سنگین بسیار بالا بوده است. ۱- رطوبت موجود بین سطوح ۵۲۲-۱۲۲ هکتوپاسکال، ۲- همگرایی رطوبت در لایه‌های پائین اتمسفر، ۳- همگرایی سطوح زیرین اتمسفر و واگرایی بالایی، ۱- فرارفت مثبت رطوبت در مکان مورد مطالعه، ۲- فرارفت حرارتی در اتمسفر پائینی ۳- دمای بالا در اکثر سطوح اتمسفری. در ایران مطالعات مختلفی به منظور شناسایی شرایط محلی، متوسط مقیاس و سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید صورت گرفته است. سبزی پرور (۱۰۴۲) با بررسی سینوپتیکی سامانه‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران ۳۲ سیل انتخابی را بر حسب ویژگی‌هایشان به سه گروه سیلابهای فروردین، آذر و بهمن تقسیم بندی کرد. خوشحال دستجردی (۱۰۴۳) در رساله خود با عنوان (تحلیل و ارائه مدل‌های سینوپتیک کلیماتولوژی) برای بارش‌های بیش از صد میلیمتر در سواحل جنوبی دریای خزر، یکصد و پانزده سامانه سینوپتیکی را از سطح زمین تا تراز ۲۲۰ ه.پ در طی یک دوره ۲۰ ساله (۱۶۴۲-۱۶۵۶) بررسی کرده است. او نتیجه گرفت که باران‌های بیش از صد میلیمتر در اثر ورود جبهه‌های تقویت شده نسیم دریا به وسیله سیستم‌های سینوپتیکی و اثر اوروگرافیک البرز بوجود می‌آید. نصیری (۱۰۴۵) در رساله خویش با عنوان (تحلیل الگوی سینوپتیکی و دینامیکی بارش در حوضه‌های کرخه و دز)، به این نتیجه دست یافت که تفاوت بارندگی از نظر شدت، تداوم و فراوانی وقوع سیلاب مربوط به تفاوت سامانه‌های سینوپتیکی است که این دو حوزه را متأثر می‌سازد. عربی (۱۰۴۶) با تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۱-۳ تیر ماه ایران به این نتیجه رسید که گسترش و نفوذ سیستم کم فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب شرق و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است. علیحاجی (۱۰۵۲) به منظور شناسایی تیپ‌های هوای باران آور تهران روزهای بارش یک

میلیمتر و بیشتر تهران را در دوره ۱۶۶۲ تا ۱۶۶۲ استخراج کرد. وی به این نتیجه رسید که استفاده از محاسبات چرخندگی دقیقتر از روش‌های دیگر و در بین سطوح اتمسفری سطح ۲۲۲ ه.پ مهمتر از سطوح دیگر است. سلیقه نجار سلیقه (۱۰۵۲) با مطالعه الگوی سینوپتیکی بارش‌های تابستانی جنوب شرق ایران به این نتیجه رسید که نفوذ زبانه کم فشار موسمی از سمت شرق در سطوح زیرین تروپوسفر باعث انتقال رطوبت اقیانوس هند و خلیج بنگال می‌شود و چنانچه شرایط مساعدی برای صعود توده‌های مرطوب در لایه‌های میانی تروپوسفر وجود داشته باشد، بارش‌های رگباری شدید حاصل می‌شود. مرادی (۱۰۵۱) نیز به مطالعه بارش‌های ساحل شمالی ایران براساس نقشه‌های ماهانه سطح زمین و تراز ۲۲۲ ه.پ در شش ماه سرد سال طی دوره آماری (۱۶۴۱-۱۶۵۶) پرداخت. بابائیان (۱۰۵۱) نیز در یک کار مشابه با سایر مطالعات یاد شده، به بررسی ۱۵ مورد بارش منجر به سیل پرداخته و موفق به شناسایی شرایط اتمسفری همزمان با این بارش‌ها گشته است. عزیزی (۱۰۵۱) به مطالعه زمانیابی آغاز فعالیت پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر پرداخت. وی به این نتیجه رسیده است که دهه دوم اکتبر برابر با دهه سوم مهر با بیشترین فراوانی این سیستم به میزان ۲۲ درصد در طول دوره آماری (۱۶۴۱-۱۶۵۲) آغاز فعالیت پرفشار سیبری و آغاز بارش‌های سنگین در منطقه است. لشکری و همکارانش (۱۰۵۲) در مطالعه‌ای با عنوان (عوامل ایجاد بارش‌های سیل زا استان گلستان) به بررسی این موضوع پرداختند که نتایج به دست آمده بیانگر آن است که پنج سامانه جوی در ریزش بارش شدید در جنوب شرق دریای خزر مؤثر است. عزیزی و صمدی (۱۰۵۲) در مطالعه‌ای با عنوان (تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۵-مهرماه ۱۰۵۰ استان‌های گیلان و مازندران) سعی در شناسایی الگوی همزمان با سیل مذکور را داشته‌اند که بررسی‌های انجام شده بر روی الگوی فوق نشان می‌دهد که وجود ناوه عمیق در شمال شرق اروپا و امتداد محور آن بر روی دریای خزر، موجب فرا رفت هوای سرد قطبی از عرض‌های شمالی بر روی دریای خزر گردیده است. حضور آنتی سیکلون مهاجر با کشیدگی شمال غرب - جنوب در غرب ناوه و سیکلون جبهه‌ای در شرق ناوه و در نتیجه هم جهت شدن حرکت آنتی سیکلونی آن با حرکت سیکلونی جلو ناوه نیز باعث تقویت آن گردیده است. از سوی دیگر حرکت نصف النهاری قابل ملاحظه جریانات سطوح میانی جو موجب تقویت تاوایی شده است. همزمانی عوامل مذکور و نیز تشدید حداکثر اختلاف حرارتی بین هوای سرد قطبی و سطح آب دریا در این فصل (پاییز) در منطقه، فاکتورهایی هستند که ایجادکننده بارش شدید و سیل آسای فوق می‌باشند. اردکانی، زمانیان و هاشمی دوین (۱۰۵۳) در تحقیقی با عنوان (مطالعه همدیدی و دینامیکی بیشترین بارش روی منطقه خراسان)، به بررسی سینوپتیکی - دینامیکی

شرایط جوی همزمان با بارش‌های سنگین استان خراسان بزرگ پرداخته‌اند. و در نهایت به سه الگوی کلی دست یافته‌اند.

## 6. مواد و روش‌ها

در این مطالعه از تعداد بیست ایستگاه سینوپتیکی، اقلیمی و باران‌سنجی بمنظور بررسی میزان بارندگی استفاده شده است. داده‌های روزانه آنها اخذ گردیده و مطالعات در بازه زمانی یازده سال (۱۶۶۲-۲۰۲۲) انجام پذیرفته است. در این مطالعه معیار بارش شدید عدد ۲ میلیمتر و بیشتر در ۱ ساعت است. در تمامی کارهای صورت گرفته معیار بارش شدید با توجه به خصوصیات محل مورد مطالعه تعیین شده است. چنان که در مناطق پر باران این عدد بیشتر و در مناطق دارای بارش کمتر پایین تر بوده است که تعیین آن با نظر شخصی خود محقق صورت می‌گیرد. در استان‌های خراسان شمالی و رضوی میانگین شدت بارش روزانه عدد ۲ میلیمتر (بر اساس مطالعه انجام شده توسط محقق) است. عدد تعیین شده فوق در منطقه خراسان چهار برابر میانگین و مبنای مناسبی برای تعیین بارش‌های شدید محسوب می‌شود. که بر اساس این معیار در مجموع ۱۳ روز دارای بارش شدید می‌باشند. نکته قابل توجه آنکه که اگر حتی یک ایستگاه دارای بارش شدید بوده و سایر بارش‌ها هیچ بارندگی نداشتند، آن روز نیز بعنوان روز دارای بارش شدید محسوب شده است. چراکه حتی بارش‌های محلی ناشی فرآیندهای ترمودینامیک نیز بدون همراهی شرایط فوقانی و سینوپتیکی و دینامیکی امکان وقوع نخواهند داشت از این روست که این بارش‌های محلی نیز جزء روزهای مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. در مرحله بعد ۱۳ مورد بارش شدید از لحاظ زمان وقوع آنها به ۱۰ ماه سال تفکیک گردیده است. چگونگی توزیع زمانی بارش‌های شدید را در جدول یک مشاهده می‌نمائید.

جدول ۱. توزیع زمانی بارش‌های شدید در ماه‌های سال

ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون
51	1:	65	5<	19	7
جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
8	1	7	8	17	17

چنانکه قابل مشاهده است بیشترین بارش شدید در ماه مارس با ۶۵ مورد و کمترین آن در ماه اوت با ۱ مورد می‌باشد. پس از مشخص شدن چگونگی توزیع موارد بارش شدید به صورت ماهانه، با توجه به وجود سه دوره کلی سرد، گرم و گذار (بین دوره‌های گرم

وسرد) در سال هر یک از ماه‌ها همراه با موارد بارشی آنها به یکی از این دوره‌ها اختصاص یافتند. چنان که ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس به دوره سرد، ماه‌های آوریل، می، اکتبر و نوامبر به دوره‌ی گذار و در نهایت ماه‌های جون، جولای، اوت و سپتامبر به دوره گرم اختصاص یافتند. در نتیجه این تقسیم بندی از میزان تمام بارش‌ها در هر ایستگاه و برای هر دوره میانگین گیری بعمل آمد تا میزان متوسط بارش دریافتی هر ایستگاه در روزهای دارای بارش شدید برای هر دوره مشخص شود جدول (۴). به عنوان مثال ایستگاه کاشمر دارای بارش متوسط ۶.۲ میلیمتر در دوره سرد، ۲.۲ میلیمتری در دوره گذار و ۲.۵ میلیمتری در دوره گرم است. همان طور که پیداست اعداد فوق از عدد ۲ میلیمتر فاصله دارند که بدین دلیل است که این اعداد میزان متوسط بارش دریافتی ایستگاه کاشمر در هنگام وقوع بارش شدید در منطقه است، شرایطی که ممکن است با عدم وقوع بارش شدید و یا حتی متوسط در کاشمر همراه بوده باشد. بدین وسیله ایستگاه‌هایی که در هر دوره میزان بارش بیشتری در هنگام وقوع بارش شدید از آن خود نمودند مشخص خواهند شد (بنابر تعریف ارائه شده ممکن است در هنگام وقوع بارش شدید تنها یک ایستگاه دارای بارش شدید باشد و سایر ایستگاه دارای بارش شدید نبوده و یا حتی بارشی در آنها رخ نداده باشد).

جدول ۴. میزان متوسط بارش دریافتی هر ایستگاه در روزهای دارای بارش شدید برای هر دوره

ایستگاه	سرد	گذار	گرم
Kashmar	9.5	3.5	0.8
Gonabad	6.6	2.1	0.0
Golmakan	5.9	5.8	1.1
Mashhad	7.4	6.3	2.0
Neyshabour	8.1	7.1	0.7
Sabzevar	8.0	4.7	1.7
Sarakhs	6.5	4.7	1.0
Torbat hey	11.9	6.3	0.8
Torbat jam	6.7	3.9	0.4
Bojnord	4.6	7.1	11.9
Arask	3.9	1.8	0.0
Asda tor	6.2	6.7	0.3
Bajestan	7.6	3.4	0.0
Bar	10.4	7.3	4.3
Fathabad	14.6	3.0	0.0
Ashraf dar	4.2	8.7	22.1
Charbid	6.4	4.9	2.2
Mangoli	5.2	4.3	0.6
Abiz	5.4	2.2	0.0
Khaf	7.0	2.1	0.0

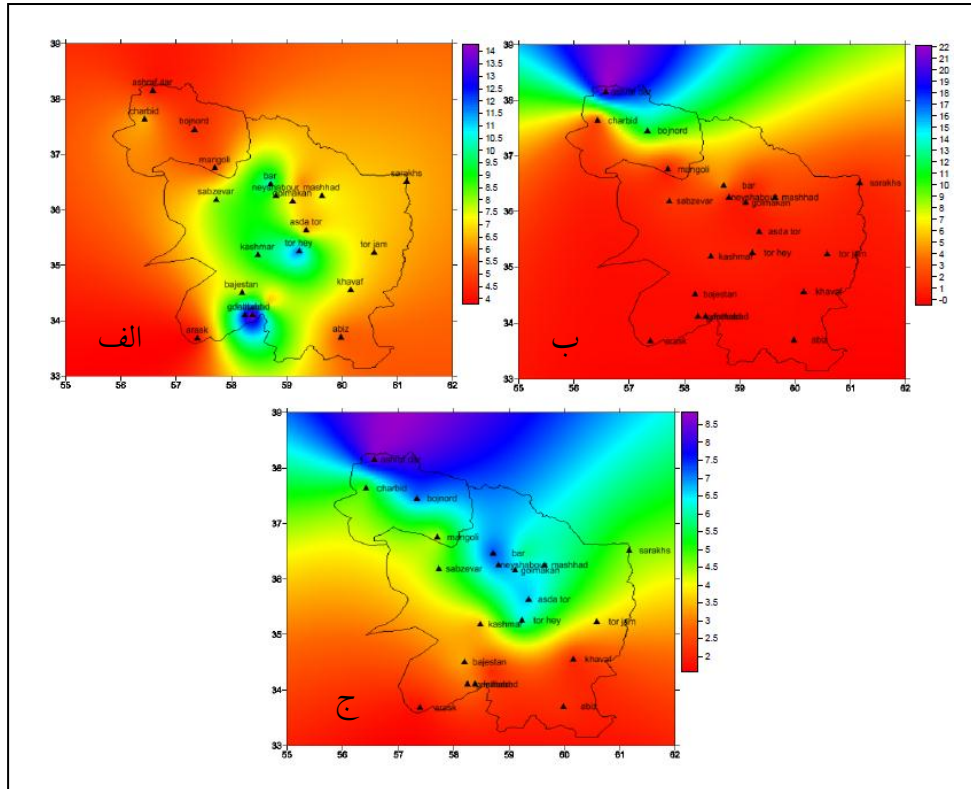
برای انجام این مطالعه از پارمترهای فشار سطح دریا و دما سطحی به منظور بررسی شرایط سطح زمین در هنگام وقوع بارش‌های شدید استفاده شده است. به منظور شناسایی منبع رطوبتی بارش‌های شدید منطقه مورد مطالعه، فرارفت رطوبت جو در تراز ۴۲۲ از طریق بررسی جهت باد و نم ویژه که دو عنصر سازنده فرارفت رطوبت در جو می‌باشند استفاده شده است. انتخاب این سطح برای مطالعه فرارفت رطوبت بر اساس بررسی تمامی نقشه جوی مربوط به بارش‌های شدید بوده است. چنان که در تمامی رخدادهای بارش شدید فرارفت رطوبت در این تراز بر خلاف سایر ترازها قابل مشاهده است. سطح ۲۲۲ هکتوپاسکال در بررسی الگوهای سینوپتیکی مورد مطالعه قرار گرفته است، سطحی که در اکثر مطالعات سینوپتیکی به عنوان تراز میانی جوی برای تعیین الگوهای سینوپتیکی از اهمیت خاصی برخوردار است. و در نهایت جهت و سرعت باد در سطح ۲۲۰ هکتوپاسکال که به منظور بررسی نقش رودبادهای در ایجاد بارش‌های شدید، ارزیابی شده است. داده‌های فوق نیز همچون داده‌های بارش به دوره‌های سه گانه گرم، سرد و گذار اختصاص یافته و میانگین گیری شدند. رویکرد مطالعاتی در این تحقیق انجام تحلیل بر پایه نقشه‌های سینوپتیکی ترسیم شده می‌باشد. که تمامی نقشه‌ها ارائه شده نیز بوسیله نرم افزار ( **دپت‌دزد** ) ترسیم گردیده‌اند. داده‌های روزانه ی بارش از آرشیو اطلاعاتی سازمان هواشناسی و سایر پارامترهای اتمسفری از تارنمای ( **۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰/۴۴۰** ) به صورت روزانه اخذ شده است.

## 7. یافته‌ها

### 7-1. توزیع زمانی - مکانی بارش‌های شدید

چگونگی توزیع زمانی - مکانی بارش‌های شدید در استان‌های خراسان رضوی و شمالی را می‌توان به سه دوره تقسیم نمود:

- ۱- دوره سرد: کانون بارش‌های شدید در جنوب منطقه مورد مطالعه (استان خراسان رضوی)، در چهار ماه دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس (شکل ۱. الف)
- ۲- دوره گرم: کانون بارش‌های شدید در شمال منطقه‌ی مورد مطالعه (استان خراسان شمالی)، در چهار ماه جون، جولای، اوت، سپتامبر. (شکل ج)
- ۳- دوره گذار: کانون بارش‌های شدید در مرکز منطقه‌ی مورد مطالعه (استان‌های خراسان رضوی و شمالی)، در چهار ماه آوریل، می، اکتبر، نوامبر (شکل ب)



شکل ۱. چگونگی توزیع متوسط بارش ایستگاه‌های دارای بارش شدید در منطقه مورد مطالعه - در سه دوره سرد (الف)، گرم (ب) و گذار (ج).

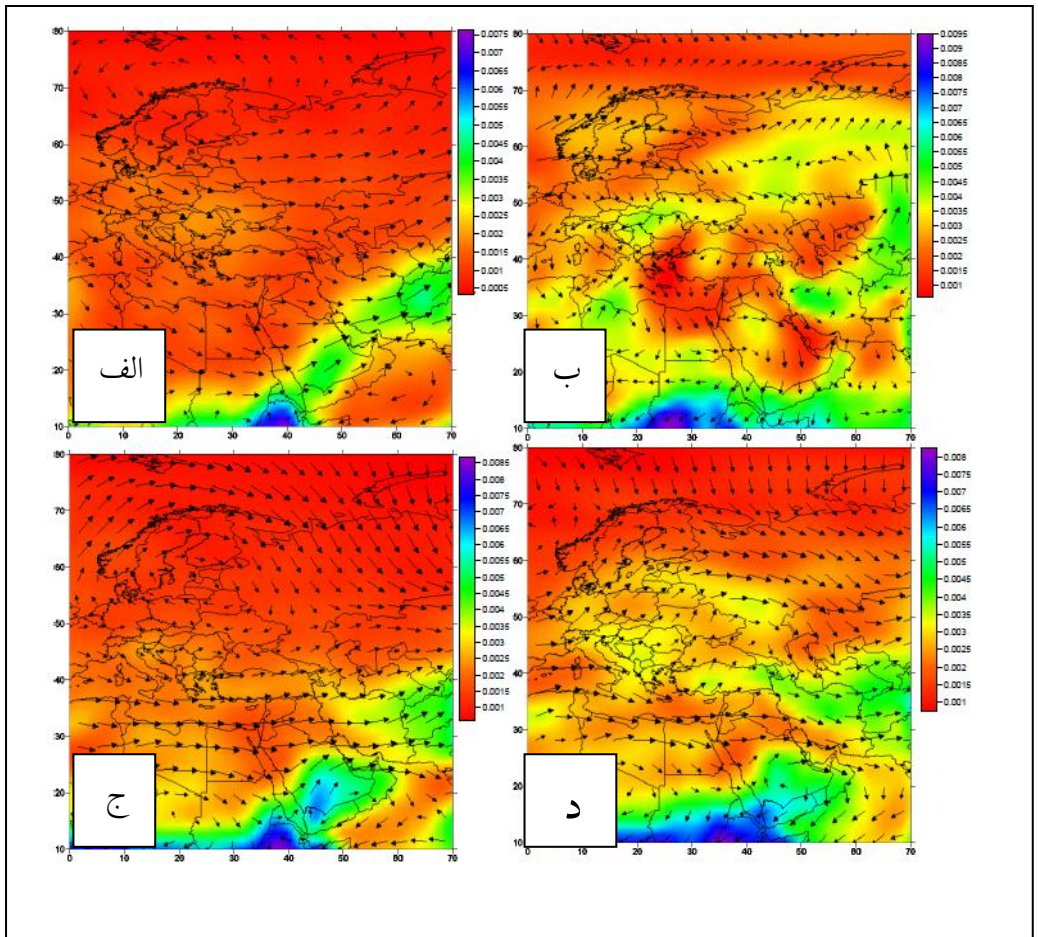
نکته قابل توجه دیگر بالا بودن میانگین بارش در دوره گرم است. دلیل اصلی آن را می توان در شدت بسیار زیاد بارشها در این دوره جستجو نمود. چنانکه در این دوره بارشهای بالاتر از ۱۰۲ میلیمتر نیز در برخی ایستگاهها گزارش شده، که با توجه به تعداد روزهای اندک دارای بارش شدید، میانگین بارش دریافتی نیز بالا خواهد بود. این در حالی است که تعداد بارش شدید در دوره های سرد و گذار بیشتر است اما میزان آنها از بارشهای واقع شده در دوره ی گرم کمتر است که باعث کاهش میانگین بارشها در این دو دوره نسبت به دوره ی گرم خواهد شد. با مشخص شدن چگونگی توزیع زمانی - مکانی بارشهای شدید به بررسی منابع رطوبتی، الگوهای سینوپتیک حاکم، شرایط سطح زمین و رودباد جبهه قطبی در هنگام وقوع بارشهای شدید خواهیم پرداخت.

#### ۱- منابع رطوبتی بارشهای شدید



منبع رطوبتی بارش‌های شدید در دوره‌های سه گانه از دو الگوی کلی پیروی می‌کند:

۱- رطوبت فرارفت شده از دریای سرخ ▪ - رطوبت فرارفت شده از دریای خزر. در دوره سرد منبع اصلی رطوبت بارش‌های شدید (که عمدتاً در جنوب منطقه رخ می‌دهد) دریای سرخ می‌باشد (شکل ▪، الف). این در حالی است که رطوبت مورد نیاز بارش‌های شدید دوره گرم (که عمدتاً در شمال منطقه رخ می‌دهد) از طریق رطوبت فرارفت شده از دریای خزر تأمین می‌گردد (شکل ▪، ب). و در نهایت در دوره گذار منابع رطوبتی بین دریای سرخ و دریای خزر تقسیم شده و رطوبت بارش‌های شدید بخش جنوبی از دریای سرخ و شمال منطقه از دریای خزر تأمین می‌گردد (شکل ▪ ج و د). در اینجا توجه به دو نکته ضروری بنظر می‌رسد، اول آنکه الگوهای سینوپتیکی فرارفت رطوبت یکسان نمی‌باشند. به عنوان مثال گاهی از اوقات عامل فرارفت رطوبت خزر سیستم بندالی واقع در شمال شرق آن و عمیق شدن بادهای غربی در اتمسفر میانی و گاه ورود کم فشار پاکستان از سمت جنوب شرق کشور و ایجاد گرادیان شدید فشار در اتمسفر پائینی است و یا الگوهای دیگری که در زمان مقتضی به آنها پرداخته خواهد شد. و دوم آن که در دوره‌های گرم، سرد و گذار مواردی وجود داشتند که از شرایط کلی مطرح شده تبعیت نمی‌کردند به این معنی که در موارد اندکی منبع رطوبت بارش‌های شدید دوره گرم دریای سرخ یا در دوره گذار تعداد محدودی از بارش‌های جنوب منطقه از دریای خزر تأمین رطوبت شده اند اما از آنجا که هدف اصلی این مطالعه بیان شرایط غالب جوی در هنگام وقوع بارش‌های شدید است از این موارد نادر چشم‌پوشی شده است (شکل ▪).



شکل ۱. چگونگی فرارفت رطوبت در سطح ۴۲۲ هکتوپاسکال در سه دوره سرد (الف)، گرم (ب) و گذار (ج) و (د)

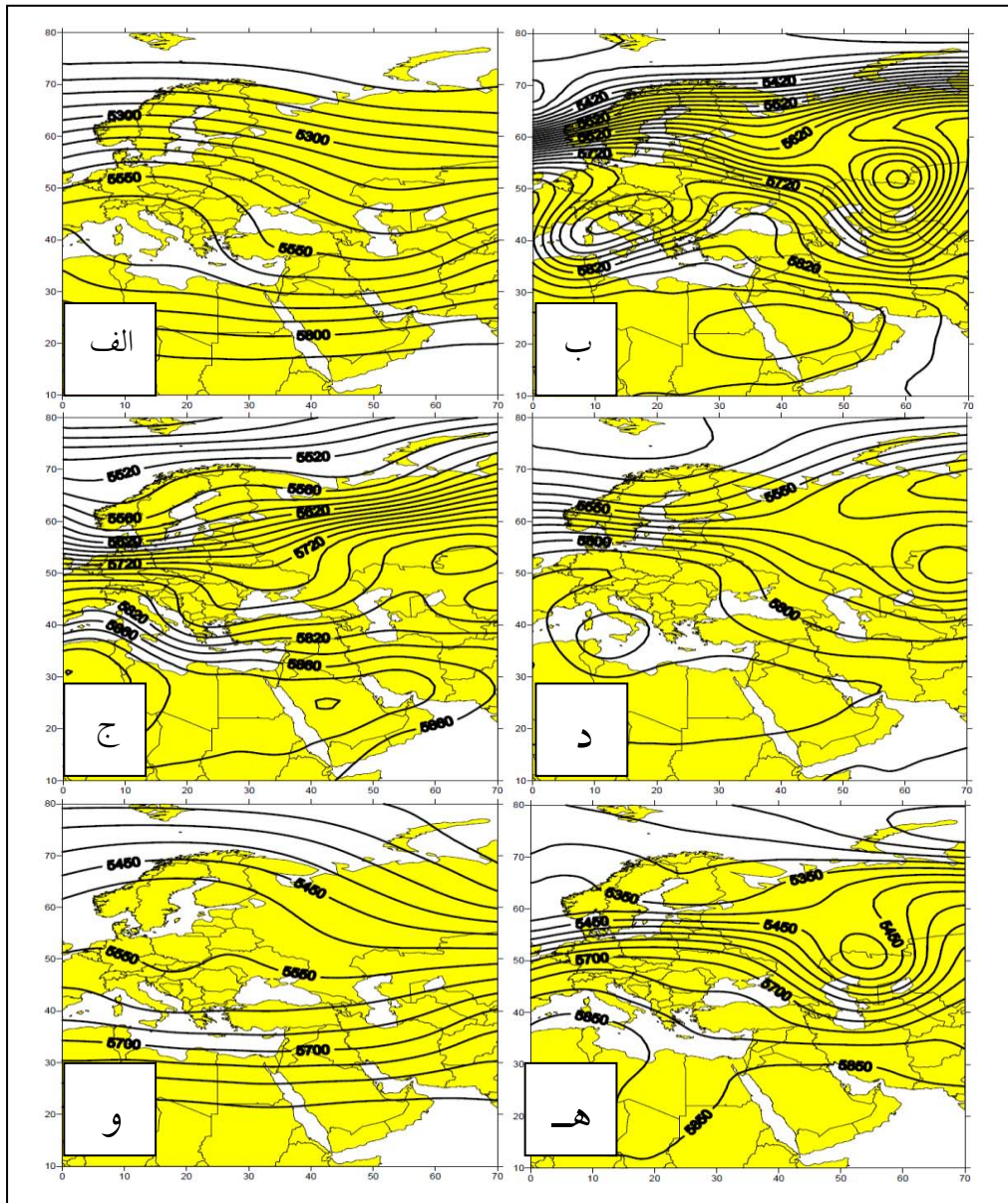
### ۱- الگوی سینوپتیکی همزمان با وقوع بارش‌های سنگین

برای تعیین الگوهای سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید از نقشه‌های فشار در سطح ۲۲۲ هکتوپاسکال استفاده شده و تعیین این الگوها با روش دستی و توسط محقق صورت گرفته است.

الگوهای سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید دوره سرد، در دو استان از شرایط تقریباً یکسان تبعیت می‌کنند. چنان که فرود بلند مدیترانه در بیشتر نقشه‌های سینوپتیکی مربوط به این دوره قابل تشخیص است با این توضیح که در اکثر موارد فرود مدیترانه نسبت به شرایط متوسط عمیق تر بوده و محور آن در شرق مدیترانه و بر روی دریای سرخ قرار گرفته است، که باعث تقویت منطقه همگرایی موجود بر روی دریای

سرخ می‌شود، شرایطی که از آن با عنوان سیستم کم فشار حرارتی - دینامیکی سودانی یاد می‌کنند. این الگو باعث فرارفت رطوبت دریای سرخ به عرض‌های بالاتر خواهد شد (شکل ۴، الف).

در دوره گرم الگوهای سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید دارای تنوع بیشتری نسبت به دوره سرد می‌باشند. سه الگوی کلی در این دوره قابل شناسایی است، به عنوان اولین الگو می‌توان به عمیق شدن فرود بادهای غربی در شرق خزر و حتی تشکیل سردچال بالایی در این منطقه اشاره نمود که باعث وزش بادهای شمال غربی به سمت خراسان شمالی و رضوی و فرارفت رطوبت خزر به منطقه مذکور می‌شود. ضمن آنکه قرارگیری خزر در زیر یال غربی فرود، باعث تشکیل پرفشار دینامیکی یا آنتی سیکلونی می‌شود که در نقشه‌های سطحی کاملاً مشهود می‌باشد و در نتیجه آن گرادیان شدید فشار بین منطقه مورد مطالعه و دریای خزر بوجود می‌آید. این شرایط باعث تشدید و فراگیری فرارفت رطوبت در سطوح پائینی اتمسفر خواهد شد (شکل ۴، ب) و یا در الگویی شاهد عقب نشینی پرفشار جنب حاره از منطقه مورد مطالعه می‌باشد. شرایطی که برای صعود هوای گرم و ناپایدار سطحی بسیار مناسب است. تشخیص این عقب نشینی با بررسی نقشه‌های میانگین امکان‌پذیر است، چنان که نقشه‌های میانگین نشان دهنده آن می‌باشند که پریند حاکم بر منطقه به صورت متوسط ۲۲۲۲ می‌باشد (نقشه ارائه نشده است) اما در نقشه ارائه شده پریند ۲۵۰۲ از شمال منطقه عبور می‌کند که عقب نشینی پر فشار جنب حاره از منطقه به ویژه شمال آن را نشان می‌دهد (شکل ۴، ج). و در نهایت الگوی که بیانگر تشکیل سیستم بندالی دو قطبی کاملاً مشخصی بوده که شرایطی مشابه با الگوی ب ایجاد می‌نماید (شکل ۴، د) الگوهای سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید در دوره گذار را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود: الگوهای سینوپتیکی بارش شدید مشابه با الگوهای سینوپتیکی دوره سرد (شکل ۴، و) و الگوهای سینوپتیکی مشابه با الگوهای سینوپتیکی دوره گرم (شکل ۴، ه). توضیحات ارائه شده، در شکل (۴) به تصویر کشیده شده است.

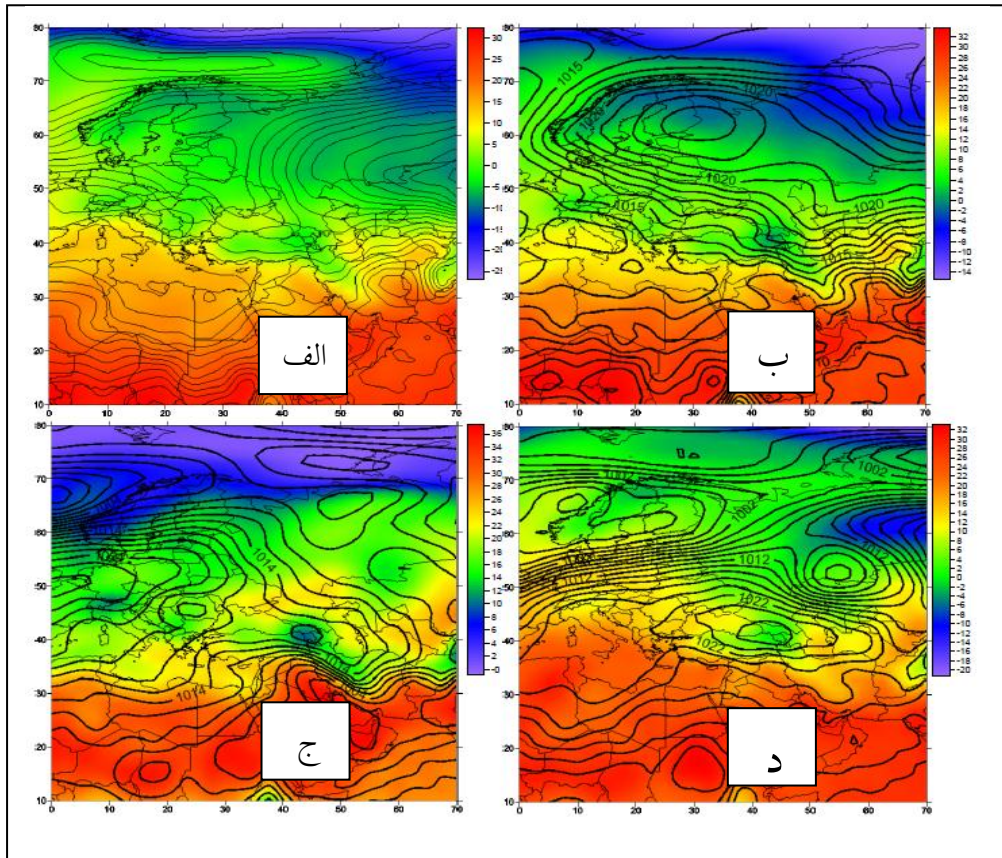


شکل ۱. پربندهای سطح ۲۲۲ هکتوپاسکال نشان دهنده الگوهای سینوپتیکی همزمان با بارش‌های شدید در دوره‌های سرد (الف)، گرم (ب، ج، د) و گذار (ه و) می‌باشند.

۱-۱. شرایط سطح زمین در هنگام وقوع بارش‌های شدید  
 در این مطالعه شرایط سطحی همزمان با وقوع بارش‌های شدید از طریق بررسی  
 نقشه‌های دما سطحی و فشار متوسط سطح دریا (خچد) شناسایی می‌شود.

شرایط سطحی حاکم در دوره سرد نشان دهنده تشکیل سیکلون سطحی بر روی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. ضمن آنکه مرکز کم فشار دریای سرخ در اکثر بارش‌های شدید به ویژه در دوره سرد قابل تشخیص است. این مرکز کم فشار منشأ حرارتی داشته که با قرار گیری آن در زیر یال شرقی فرود بادهای غربی حرکات صعودی در آن تقویت می‌شود. این شرایط باعث تزریق رطوبت در بادهای غربی خواهد شد که در مراحل بعدی به محل مورد نظر فرارفت شده و رطوبت بارش‌های شدید را تأمین می‌نماید. ضمن آن که سیکلون مستقر در منطقه مورد مطالعه نیز از حرکت این فرود به سمت شرق و استقرار یال شرقی آن بر روی این ناحیه شکل می‌گیرد. شرایط حرارتی سطحی نیز نشان دهنده فرارفت هوای گرم از جنوب و جنوب شرق کشور و هوای سرد از شمال، شمال غرب و غرب کشور است. شرایطی که با ساختار حرارتی یک کم فشار دینامیکی تطابق کامل دارد. قطاع سرد شمالی این سیستم سیکلونی از پرفشار سیبری نشأت گرفته و عمدتاً بر روی خراسان شمالی قرار می‌گیرد، که این شرایط وقوع تعداد کمتر بارش شدید در خراسان شمالی نسبت به خراسان رضوی در دوره سرد را توجیه می‌نماید (شکل ۱، الف).

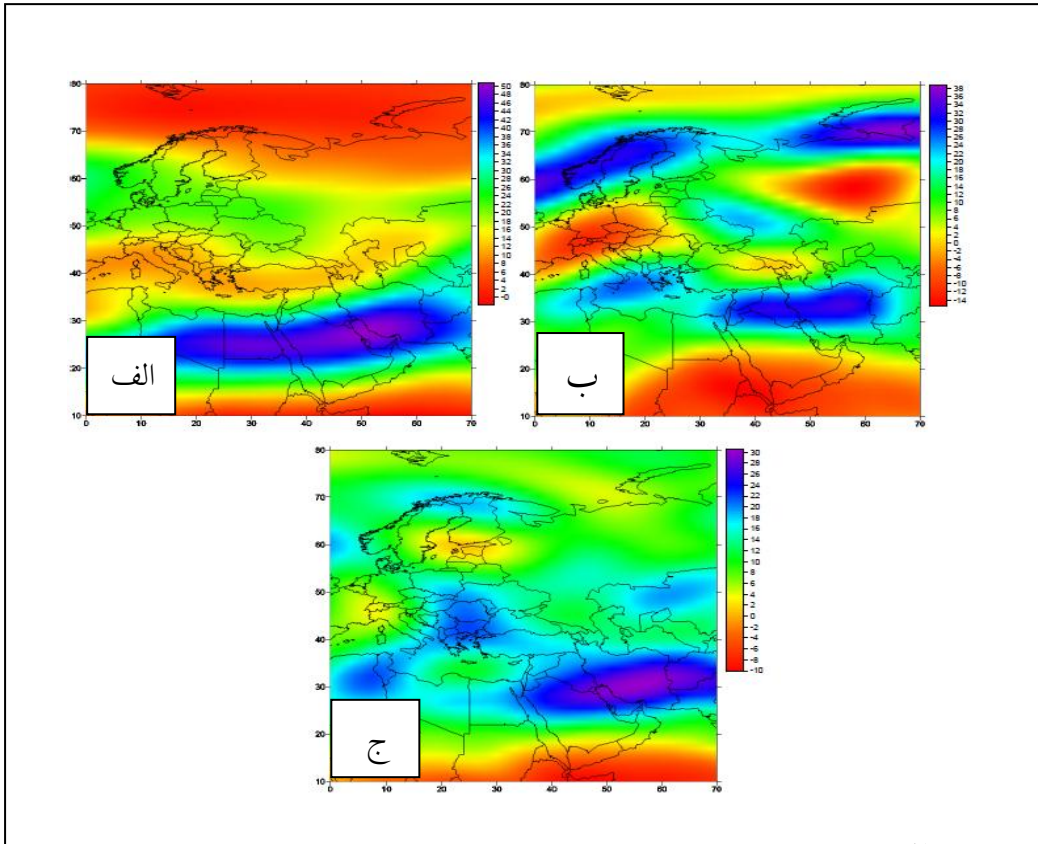
همزمان با بارش‌های شدید دوره گرم، گرادبان شدید فشار بین خزر و کرانه‌های جنوب و جنوب شرقی آن وجود دارد. این شرایط باعث ایجاد جریان‌های شمال غربی به سمت خراسان شمالی می‌شود. عمق این جریان‌ات گاه‌ها تا سطح ۴۲۲ هکتوپاسکال نیز قابل تشخیص است. گرادبان شدید فشار بدلیل تشکیل پرفشار حرارتی بر روی خزر و تقویت آن به وسیله حرکات نزولی قسمت عقب فرود بادهای غربی و ورود سیستم کم فشار پاکستان از سمت جنوب شرق می‌باشد هر چند گاه‌ها این سیستم کم فشار با کم فشار کویر مرکزی ایران ادغام شده که بر گرادبان فشار خواهد افزود. شرایط مذکور تعداد بیشتر بارش‌های شدید در خراسان شمالی به ویژه شمالی ترین نقاط آن در دوره گرم را نسبت به خراسان رضوی توجیه می‌نماید. چرا که عمده رطوبت فرارفت شده در مناطق ساحلی و علی‌الخصوص ارتفاعات خراسان شمالی به بارش‌های شدید تبدیل خواهد شد و در کمتر مواردی شاهد رسیدن این رطوبت به مناطق جنوبی تر هستیم (شکل ۱، ب). در دوره گذار شرایط حرارتی همچون سایر عناصر اقلیمی دارای دو الگوی بینابینی بین دو دوره سرد و گرم می‌باشد. چنان که در برخی از رخدادهای بارش شدید در جنوب منطقه کم فشار حرارتی تشکیل می‌شود (شکل ۱، ج) و یا آنکه فرارفت هوای مرطوب از سمت خزر بر روی منطقه شکل می‌گیرد و باعث ایجاد بارش‌های شدید در منطقه می‌شوند (شکل ۱، د).



شکل ۱. متوسط دما و فشار سطح دریا (ج، د) هنگام وقوع بارش‌های سنگین منطقه مورد مطالعه در دوره‌های سرد (الف)، گرم (ب) و گذار (ج و د).

### ۱-۱. رودباد جبهه قطبی

به طور کلی می‌توان گفت که در تمامی موارد بارش‌های شدید استان‌های خراسان شمالی و رضوی هسته پر سرعت باد بر روی منطقه مستقر می‌باشد که سرعت متوسط آنها عمدتاً از ۲ متر بر ثانیه (حداقل سرعت رودباد) بیشتر است. در واقع نقطه مشترک تمامی بارش‌های شدید دوره‌های سرد، گرم و گذار وجود هسته پرسرعت باد در جریان‌های غربی است. هر چند که این هسته پر سرعت با رودباد جنب حاره ای تلفیق و هسته ای پر سرعتی بر روی خلیج فارس شکل می‌دهد. در شکل (۲) چگونگی شرایط مذکور به تصویر کشیده شده است هر چند که موقعیت رودباد تنها در یک الگوی سینوپتیکی مرتبط با هر دوره ارائه شده است.



شکل ۲. موقیت متوسط سرعت باد همزمان با بارش‌های شدید دوره‌های سرد (الف)، گرم (ب) و گذار (ج).

## ۲. نتایج و بحث

توزیع مکانی بارش‌های شدید استان‌های خراسان رضوی و شمالی به سه دوره تقسیم می‌شود: ۱) دوره سرد (■) دوره گذار (■) دوره گرم. که هر چه از دوره سرد به سمت دوره گرم پیش می‌رویم کانون بارش‌های شدید نیز از استان خراسان رضوی به شمال منطقه مورد مطالعه و به عبارتی استان خراسان شمالی منتقل می‌گردد.

در دوره سرد منبع اصلی رطوبت بارش‌های شدید دریای سرخ تعیین و الگوی غالب سینوپتیکی فرود بلند مدیترانه شناسایی گردید که محور فرود آن بر شرق دریای مدیترانه قرار می‌گیرد. فشار و دمای سطحی نیز نشان دهنده تشکیل سیکلون‌های قوی و استقرار پر فشار حرارتی سبیری در هنگام بارش‌های شدید است که باعث جریان شدید باد و تشکیل جبهه‌های گرم و سردی می‌شود که در نهایت نزول شدید بارش را به همراه دارد.

در دوره گذار که ماه‌های ورود و خروج از دوره‌های سرد و گرم را شامل می‌شود، توزیع مکانی بارش نشان دهنده تغییر مکانی کانون بارش‌های شدید به مرکز منطقه مورد مطالعه می‌باشد. منبع رطوبت بارش‌های شدید این دوره تلفیقی از دریای خزر و دریای سرخ است که خزر عمدتاً منبع اصلی بارش‌های شمال منطقه و دریای سرخ نیز بارش‌های شدید خراسان رضوی را سامان می‌دهند. نوع الگوها در این دوره نیز تلفیقی از الگوهای دوره‌های سرد و گرم است، الگوهایی همچون فرود شرق دریای خزر و یا فرود اتمسفرمیانی. گرادیان شدید فشار در نتیجه شکل‌گیری پرفشار برروی خزر و کم فشار بر روی منطقه است که تلفیقی از شرایط حرارتی و دینامیکی می‌باشند.

دوره گرم که کانون بارش شدید به شمال منطقه و به عبارتی دیگر استان خراسان شمالی منتقل می‌شود. منبع اصلی بارش در این ماه دریای خزر می‌باشد. الگوی سینوپتیکی غالب تراف شرق خزر و یا جریانات بادهای شمال غربی است که به دلیل تشکیل سیستم بندالی به سمت عرض‌های پائین آمده و باعث عقب نشینی پر فشار جنب حاره و شکل‌گیری جریانات مرطوب شمال غرب خزر به منطقه مورد مطالعه می‌گردد. علاوه بر آن عقب نشینی مراکز پرفشار جنب حاره (با توجه به میانگین پربندهای حاکم بر منطقه) و امکان صعود هوای گرم سطحی نیز یکی دیگر از الگوی قابل شناسایی این دوره است. گرادیان شدید فشار بر منطقه قابل تشخیص است که تحت تأثیر همجواری کم فشار حرارتی سطحی و پرفشار دینامیکی - حرارتی خزر بوجود می‌آید. در نهایت آن که جزء ثابت اکثر بارش‌های شدید در هر سه دوره وجود روداد در سطوح فوقانی می‌باشد.



## 9. منابع

1. اردکانی، ح.، زمانیان، م.، ت.، هاشمی دوین، م (۱۰۵۲)، مطالعه همدیدی و دینامیکی بیشترین بارش روی منطقه خراسان، مقاله.
۲. بابائیان، ا.، بنی وهاب، ع (۱۰۵۱)، الگوهای سینوپتیکی وقوع سیل در استان خراسان، مقاله، پژوهشکده اقلیم استان خراسان رضوی.
۳. سبزی پرور، ع (۱۰۴۱) بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل زا در جنوب غرب ایران؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
1. حجازی زاده، ز (۱۰۴۰)، بررسی سینوپتیکی نوسانات فشار زیاد جنب حاره در تغییر فصلی ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
۲. عربی، ز (۱۰۴۶)، تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره 51 تا 59 تیرماه؛ 16 در ایران؛ پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۲۳.
۳. عزیزی، ق (۱۰۴۲)، بلوکینگ و اثرات آن بر بارش‌های ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
۴. عزیزی، ق و صمدی، ز (۱۰۵۲)، تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل 5؛ مهرماه 16؛ 5 استان‌های گیلان و مازندران.
۵. عزیزی، ق و یوسفی ح (۱۰۵۰)، زمانبندی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر؛ مدرس علوم انسانی، ش ۱۶، پیاپی ۱۰.
۶. علیجانی، ب (۱۰۵۲)، شناسایی تیپ‌های هوای باران آور تهران بر اساس چرخندگی، فصل-نامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۲۰۲، پیاپی ۱۲.
۱۲. لشکری، ح.، اصغر پور، م.، متکان، ع.، (۱۰۵۲)، تحلیل سینوپتیکی عوامل ایجاد بارش‌های سیل زا در استان گلستان، مقاله.
11. لشکری، ح (16:8)، بررسی الگوهای سینوپتیکی توفان‌های جنوب غرب کشور، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
۱۰. مرادی، ح.، ر (۱۰۵۱)، تحلیل همدیدی بارش‌های ساحل جنوبی دریای خزر در شش ماه-سرد سال؛ مدرس علوم انسانی، ش ۲.
۱۰. مفیدی، ع.، ذرین، آ (۱۰۵۰)، بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل زا در ایران، مقاله، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۴.
۱۱. نجار سلیقه، م (۱۰۵۲)، الگوی سینوپتیکی بارش‌های تابستانی جنوب شرق ایران؛ فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۰۱.
۱۲. نصیری، ب. (۱۰۴۵)، تحلیل الگوی سینوپتیکی و دینامیکی بارش‌ها در حوزه‌های کرخه و دز؛ پایان نامه دکتری، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران،

16. Kahana, R., Ziv, B., Dayan U., EnzeL Y.; (2004). Atmospheric predictors for major floods in the Negev desert, ISRAEL; International Journal of Climatology

17. Rezacova, D., Kaspar, M., Muller, M. Sokol, Z., Kakos, V., Hanslian, D. Pesice P.; (2005) A comparison of the flood

- precipitation episode in August 2002 with historic extreme precipitation events on the Czech territory; Elsevier Science
18. ROBERT P. HARNACK, KIRK APFFEL, AND JOSEPH R. CERMAK, (1998). Heavy Precipitation Events in New Jersey: Attendant Upper-Air Conditions, journal, weather and forecasting
19. TEIXEIRA, M., SATYAMURTY, P., (2005). Dynamical and Synoptic Characteristics of Heavy Rainfall Episodes in Southern Brazil, journal, monthly weather review, volume 135.
20. [http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day\\_net](http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day_net)

Archive of SID