

## واکاوی همدید و تحلیل فضایی بارش‌های فرین حوضه دشت کاشان

نسرین نیک اندیش

استادیار آب و هواشناسی-گروه جغرافیا-دانشکده علوم اجتماعی- دانشگاه پیام نور-تهران-ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴

### چکیده

بارش‌های فرین با تخریب زیرساخت‌ها به عنوان تهدید و با افزایش حجم رواناب‌ها و آبخوان‌ها به عنوان فرصت مطرح می‌شوند. با شناخت این پدیده، امکان چرخش تهدید به فرصت فراهم می‌گردد. پژوهش حاضر در همین راستا و با هدف شناخت، پیش‌بینی و پیش‌آگاهی بارش‌های فرین در دشت کاشان انجام گردیده است. داده‌های بارش روزانه از ۱۳ ایستگاه همدمیدی و ۱۱ ایستگاه باران‌سنجی استخراج گردید. بارش‌های فرین ایستگاه همدمیدی کاشان در دوره اقلیمی ۱۹۷۱-۲۰۲۱ میلادی منطبق با سال آبی ۱۳۵۱-۱۳۵۰ تا ۱۴۰۰-۱۳۹۹ براساس صدک ۹۰، ۹۵ و ۹۹ محاسبه و شش مورد بارش فرین با روش‌های همدید و فضایی بررسی گردیدند. براساس مدل‌های واریوگرام و روش کریجینگ، نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه گردید. نتایج نشان داد که هنگام بارش‌های فرین در سطح زمین سامانه‌های کم‌فشار مستقر بر ایران که با کم‌فشارهای عربستان یا سودان غالباً بصورت ادغامی شکل می‌گیرند و سامانه‌های پرفشار اطرافشان به ویژه پرفشار سبیری و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه گسترده از مدیترانه تا ایران و بندال‌های امگا، بریده کم‌ارتفاع و رگس الگوهای غالب می‌باشند. نقشه‌های پهنه‌بندی نشان می‌دهد، بارش سوم آوریل ۲۰۰۲ و هشتم آوریل ۲۰۲۰، که تمرکز آنها بر نوار غربی و ارتفاعات حوضه می‌باشد سبب فرسایش ارتفاعات و ایجاد سیلاب در پایکوه‌ها و نواحی کم‌ارتفاع دشت می‌گردند. بارش‌هایی مانند بارش هشتم مارس ۲۰۱۹ که بیشترین تمرکز آنها در نواحی مرکزی می‌باشد، گرچه به واسطه شیب کم، سریع‌تر به آب‌های زیرزمینی می‌پیوندد و توان فرساینده کمی دارند اما برای ایجاد آبگرفتگی توان بالایی دارند.

کلمات کلیدی: حوضه دشت کاشان، بارش فرین، واکاوی همدید، بندال‌ها، تحلیل فضایی

## مقدمه

مجاورت دشت کاشان با کویر و دوری از دریا و منابع رطوبتی، سبب گردیده این منطقه از مناطق کم باران ایران به شمار آید. به استناد تحلیل داده‌های بارش ایستگاه همدیدی کاشان در سال‌های ۱۳۵۰-۱۴۰۰، میانگین مجموع بارش سالانه ۱۳۳/۸ میلیمتر می‌باشد که از میانگین بارش سالانه کشور کمتر است. با این حال به هنگام رخداد بارش‌های فرین، مقدار قابل توجهی از بارش سالانه در یک روز یا چند ساعت نازل می‌گردند که غالباً ناهنجاری‌های اقتصادی و اجتماعی را به همراه خواهند داشت. به عنوان مثال خسارت ناشی از سیلاب حاصل از بارش ۵۸ میلیمتری روز ۱۴ فروردین ۱۳۸۱ که ۳۵ میلیمتر آن در ساعت ۰۰ ثبت گردیده است (آمار سازمان هواشناسی<sup>۱</sup>)، ۲ کشته و صد میلیارد ریال برآورد شده است (پایگاه اطلاعات مدیریت بلایا طبیعی<sup>۲</sup>). میانگین سهم بارش‌های فرین در بارش‌های سالانه کاشان ۴۷/۵ درصد می‌باشد که در ۱۱ درصد روزهای بارشی سال نازل می‌گردد. این ارقام نشان می‌دهد که بارش‌های فرین می‌توانند برای دشت کاشان یک فرصت باشند و تبدیل تهدید بارش‌های فرین به فرصت در گرو علت‌یابی وقوع این پدیده خواهد بود. ضرورت انجام این پژوهش در این می‌باشد که واکاوی همدید و تحلیل فضایی از ابزارهای مهم و کارا برای رفتارسنجی، علت‌یابی، ردیابی، پیش‌بینی و پیش‌آگاهی این پدیده به شمار می‌آیند. آرایش سامانه‌های فشار سطح زمین و همسایگی پرفشارها و کم‌فشارها که توسط الگوی همدید سطوح بالای جو موجودیت می‌یابند، در اندرکنش با ویژگی‌های سطح زمین، تعیین‌کننده ماهیت و شعاع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بارش‌های فرین می‌باشند. در این فرآیند نحوه انتقال رطوبت از منابع رطوبتی حائز اهمیت می‌باشد. بندال‌ها، ناهه‌ها و فرودهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال با تقویت و تحریک کم‌فشارهای سطح زمین، نقش قاطعی در رخدادهای فرین دارند (بولینگر و همکاران ۲۰۱۷)<sup>۳</sup>. تحلیل فضایی یکی دیگر از ابزارهای مهم الگوهای پراکندگی رخدادها می‌باشد. یکی از بخش‌های اصلی تحلیل فضایی شناخت عوامل مؤثر در هر پراکندگی است (علیجانی،

۱۳۹۸). با توجه به اینکه اکثر نقاط روی زمین از حداقل یک مخاطره آسیب می‌بینند، مطالعه پراکندگی مخاطرات و میزان آسیب‌پذیری و عوامل تشدید و تعدیل این مخاطرات هم ضروری است (علیجانی، ۱۴۰۰). اندرکنش الگوهای همدید و ویژگی‌های فضایی دشت کاشان و مکان‌های مجاور آن، تعیین‌کننده الگوی توزیع بارش‌های فرین به شمار می‌آیند. نقشه‌های پهنه‌بندی بارش‌های فرین با دامنه‌های مختلف که حاصل درونیابی تحلیل‌های فضایی می‌باشند، می‌توانند سند مهمی را در اختیار مدیران و کاربران قرار دهند تا با استفاده از آنها بتوانند تهدیدهای ناشی از این پدیده را به فرصت‌های با ارزش تبدیل کنند. در زمینه واکاوی همدید بارش‌های فرین و تحلیل فضایی این پدیده، پژوهش‌هایی از سوی محققان صورت گرفته است. فلاوناس و همکاران (۲۰۱۹)<sup>۴</sup> بارش‌های فرین ناشی از چرخندهای مدیترانه‌ای را بررسی نمودند. محققین مزبور از بین ۵۰۰ چرخند ۱۰۰ چرخند را برای یک دوره ۱۱ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) انتخاب نمودند. این چرخندها در مرحله بلوغ در ۵ درجه غربی تا ۴۰ درجه شرقی و ۳۰ درجه شمالی تا ۴۶ درجه شمالی قرار می‌گیرند. نتایج تحقیق آنها نشان داد محل بارش‌ها با منطقه همگرایی شار رطوبتی منطبق می‌باشد. جن‌ریچ گرگوری و همکاران (۲۰۲۰)<sup>۵</sup> الگوی همدید بارش‌های فرین ۱۴ روزه را در شش منطقه همجوار در ایالات متحده آمریکا بین سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۸۱ بررسی نمودند. محققین داده‌های موردنیاز برای تحقیق خود را از پایگاه داده بازکاوی آرا-اینتریم<sup>۶</sup> بدست آوردند. ارتفاع ژئوپتانسیل و بادهای منطقه‌ای از متغیرهای مورد بررسی آنها بود. الگوهای پشته-ناوه مداری، رودباد جنب‌حاره تقویت شده و تزریق حجم زیادی از رطوبت از شاخص‌های همدیدی بود که در رخدادهای مزبور مشترک بود. لوپس سریگو و همکاران (۲۰۲۰)<sup>۷</sup> بارش‌های فرین و حرکات توده‌ای ناحیه فونچال در کشور پرتغال را مورد تحلیل فضایی قرار دادند. از آنجایی که بارش‌های شدید یکی از عوامل مهم محرک حرکات توده‌ای می‌باشند، ویژگی‌های آماری و فضایی این بارش‌ها تحلیل گردید تا به عنوان یک لایه اطلاعاتی اصلی در مدل ارزیابی و پهنه‌بندی حرکات توده‌ای مورد استفاده قرار

4 - Flaounas et al  
5 - Jennrich, G. et al.  
6 - ERA-Interim  
7 - Lopes et al.

1 - www.irimo.ir  
2 - DesInventar as a Disaster Information Management System  
3 - Bohlinger, et al.

برای تحلیل فضایی بارش‌های فرین کشور الجزایر، از داده‌های حداکثر بارش سالانه ۸۵۶ ایستگاه در مقطع زمانی ۲۰۱۲-۱۹۷۹ استفاده نمودند. با استفاده از مدل‌های واریوگرام و روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ نقشه پهنه‌بندی بارش‌های فرین تهیه نمودند. یاراحمدی و همکاران (۱۴۰۰) از داده‌های بارش شش ایستگاه همدیدی در مقطع زمانی ۱۹۶۱-۲۰۱۹ واقع در غرب ایران برای بررسی تغییرپذیری فضایی-زمانی بارش سالانه و بیشینه بارش روزانه در منطقه استفاده نموده‌اند. نتایج تحقیق‌شان نشان داد در سری زمانی بارش‌های سالانه ایستگاه‌های خرم‌آباد و همدان روند نایک‌ناوختی وجود دارد. اما در ایستگاه‌های کرمانشاه، دزفول، اهواز، و آبادان روند مشخص شده در همه طبقات کاهشی و یکنواخت بود. عساکره و همکاران (۱۳۹۹) برای واکاوی الگوی مکانی بارش‌های بهاره شمال غرب ایران، با روش‌های تحلیل فضایی، با استفاده از فراسنج‌های واریوگرام و رگرسیون وزن‌دار، الگوی بارش‌های فصل بهار ۱۲۱ ایستگاه هواشناسی شمال غرب ایران را در دوره آماری ۱۹۹۴-۲۰۱۴ بررسی نمودند. نتایج حاصل از آماره واریوگرام نشان داد که توزیع مکانی بارش از آوریل تا ژوئن کاهش یافته است. همچنین در تمام منطقه، ناهم‌آوری‌ها بیشترین اثر را در کنترل بارش دارند. هدف از پژوهش حاضر، علاوه بر واکاوی همدید بارش‌های فرین دشت کاشان، تحلیل فضایی و تعیین پهنه‌های بارش‌های فرین از طریق تحلیل واریوگرام و مدل نمودن تغییرات مکانی آن می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

حوضه دشت کاشان با مساحت ۶۹۵۰ کیلومترمربع در مختصات جغرافیایی ۵۰/۹ تا ۵۲/۱ درجه طول شرقی و ۳۳/۶ تا ۳۴/۵ درجه عرض شمالی قرار دارد و یکی از زیر حوضه‌های آبریز دریاچه نمک می‌باشد. از نظر تقسیمات کشوری در استان اصفهان و شمال آن قرار گرفته است. از شمال به دشت قم و دریاچه نمک، از شرق به قسمت‌های شرقی شهرستان آران و بیدگل، از جنوب به ارتفاعات منطقه نطنز و از غرب به ارتفاعات کرکس محدود می‌شود. حدود ۷۰ درصد حوضه ارتفاع کمتر ۱۵۰۰ متر دارند. (شکل ۱).

روش‌های مورد استفاده در این پژوهش روش‌های آماری،

گیرد. برای پهنه‌بندی بارش‌های فرین با روش درون‌یابی کریجینگ از داده‌های حداکثر بارش ساعتی، حداکثر بارش ۱۲ ساعته و بارش روزانه براساس صدک ۹۵ استفاده نمودند. ماستران تومز و همکاران (۲۰۲۱)<sup>۸</sup> ویژگی‌های فضایی-زمانی رخدادهای بارش‌های فرین سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۷۹ را در منطقه مدیترانه‌ای در ارتباط با الگوهای جوی در مقیاس بزرگ بررسی نمودند. محققین مزبور برای تحقیق خویش از داده‌های بارش، فشار سطح دریا، دمای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال اخذ شده از پایگاه واکاوی آرا<sup>۹</sup> استفاده کردند. نتایج نشان داد بسیاری از بارش‌های فرین منطقه مدیترانه در پاییز و زمستان رخ می‌دهند و با الگوهای همدید مانند کم‌ارتفاع، ناهه‌ها، جبهه سرد و گرم و چرخندهای مدیترانه‌ای ارتباط دارند. تانگ یانگ و همکاران (۲۰۲۱)<sup>۱۰</sup> در تحقیق خود در مورد محرک‌های بارش‌های فرین تابستانی در شرق چین، الگوهای همدید مرتبط با بارش‌های فرین سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۶۱ را با روش خوشه‌بندی بررسی نمودند تا با ردیابی رخدادهای مزبور بتوانند ساز و کار تشکیل آنها را مشخص نموده و بارش‌های فرین آتی را پیش‌بینی نمایند. نتایج نشان داد این رخدادهای تحت تأثیر جبهه میجوا<sup>۱۱</sup> مرتبط با بادهای تابستانی، کم‌فشارهای استوایی و پیچانه‌های کم‌فشار می‌باشند. چیکوهکتور و همکاران (۲۰۲۱)<sup>۱۲</sup> ساختار همدید یک رویداد بارش فرین و سیل همراه آنرا در توهویاندو<sup>۱۳</sup> در شماسرخی آفریقای جنوبی بررسی نمودند. در این رخداد در کمتر از ۴ ساعت در طول یک شبانه روز از ۱۳ تا ۱۴ فوریه ۲۰۱۹، ۳۰۰ میلیمتر بارش نازل گردید. نتایج نشان داد بارش‌های بیش از ۲۵ میلیمتر در روز در جلو ناهه و بارش‌های فرین بیش از ۱۰۰ میلیمتر در ساعت به صورت بارش‌های بسیار سنگین و ناگهانی همراه با رعد و برق محلی رخ داده‌اند. برهم‌کنش بادهای غالب سطحی و رودباد سطح پایین با توپوگرافی پرشیب رشته‌کوه‌های ساوت پاسنبرگ، همگرایی و صعود جریان‌های سطح پایین را تشدید نموده است. سالچی هیچام (۲۰۲۰)<sup>۱۴</sup>

8 - Mastrantonas, N. et al.

9 - ERA5

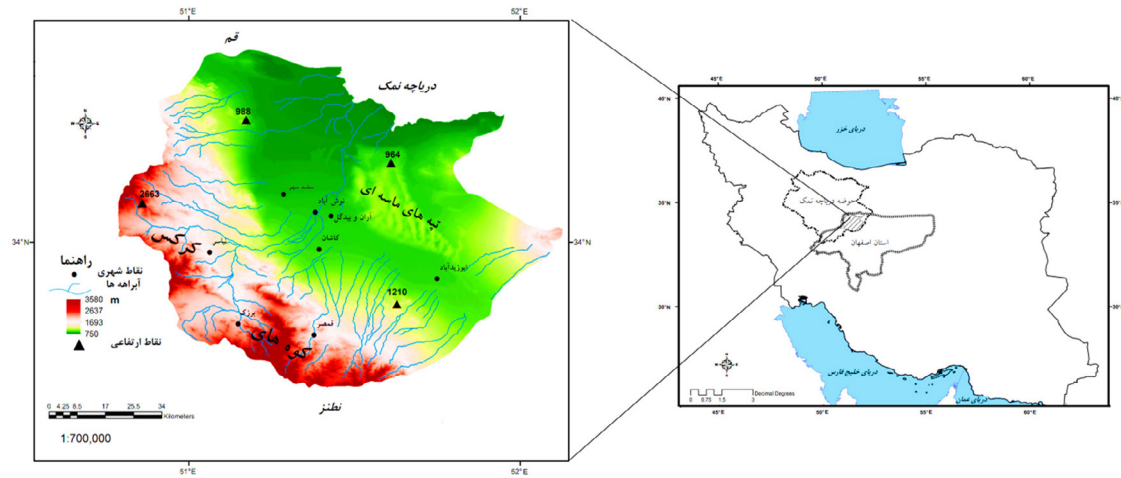
10 - Tang, Y. et al.

11 - Meiju

12 - Chikoore, H. et al

13 - Thohoyandoo

14 - Salhi, H.



شکل ۱. موقعیت حوزه دشت کاشان در استان اصفهان و حوزه دریاچه نمک

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

ایستگاه (همدید)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ایستگاه (باران سنجی)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
کاشان	۵۱/۴۵	۳۳/۹۸	فخره	۵۱/۶۸	۳۳/۹۲
داران	۵۰/۳۷	۳۲/۹۷	ایثار فجر	۵۱/۲۸	۳۴/۳۰
اصفهان	۵۱/۶۷	۳۲/۶۲	تقی آباد	۵۱/۴۹	۳۴/۱۳
اراک	۴۹/۷۷	۳۴/۱۰	ده زیره	۵۱/۷۵	۳۳/۷۵
میمه	۵۱/۱۷	۳۳/۴۳	حسین آباد	۵۱/۸۸	۳۳/۸۴
نطنز	۵۱/۹۰	۳۳/۵۳	کامو	۵۱/۲۷	۳۳/۶۲
اردستان	۵۲/۳۸	۳۳/۳۸	جوشقان قالی	۵۱/۲۰	۳۳/۵۷
گرمسار	۵۲/۳۵	۳۵/۲۳	فرقچی	۵۱/۰۹	۳۳/۵۲
ساوه	۵۰/۳۳	۳۵/۰۵	مراوند	۵۱/۴۴	۳۳/۵۴
مورچه خورت	۵۱/۴۷	۳۳/۱۰	حسن رباط	۵۰/۸۱	۳۳/۴۰
قم	۵۰/۸۵	۳۴/۷۰	ونداده	۵۱/۲۰	۳۳/۳۸
دلیجان	۵۰/۶۸	۳۳/۹۸			
سلفچگان	۵۰/۴۷	۳۴/۴۸			

از سطح آلفای ۰/۰۵ است، حاکی از تصادفی و همگنی داده‌ها می‌باشد. در مرحله دوم بارش ایستگاه همدید کاشان در مقطع زمانی ۱۹۷۱-۲۰۲۱ میلادی مطابق با سال آبی ۱۳۵۱-۱۳۵۰ تا ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مجموع ۱۸۲۵۲ روز بصورت نقطه‌ای، تحلیل گردید. در مرحله سوم به منظور تعیین مقدار آستانه بارش، نمایه های صدک ۹۰، ۹۵ و ۹۹ محاسبه گردید. صدک ۹۵ نمایه بارش بسیار سنگین<sup>۱۷</sup> و صدک ۹۹ نمایه بارش ابر سنگین<sup>۱۸</sup> می‌باشد (وارنر<sup>۱۹</sup> ۲۰۲۱). با توجه به ماهیت خشک

همدید و فضایی می‌باشند. داده مورد نیاز پژوهش شامل داده‌های جوی و بارش روزانه می‌باشد. داده‌های جوی لازم برای این پژوهش از داده‌های بازتحلیل شده مرکز پیش بینی و مدل سازی داده‌های اقلیمی<sup>۱۵</sup> NCEP/NCAR<sup>۱۶</sup> و بارش‌های روزانه از ۱۳ ایستگاه همدید و ۱۱ ایستگاه باران‌سنجی در دشت کاشان و اطراف آن اخذ گردیده‌اند (جدول ۱ و شکل ۲). در ابتدا آزمون همگنی و تصادفی بودن داده‌ها با آزمون ران تست انجام گردید. از آنجایی که مقدار  $p (0/۴۹۴)$  بزرگتر

17 - Heavy Rainfall  
18 - Extreme Rainfall  
19 - Warren

15 - National Centers for Environmental Prediction  
16 - National Center for Atmospheric Research



میانگین مربع خطا کوچکتر باشد (Ezugwu et al 2021).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{\hat{z}(s_i) - z(s_i)}{\sigma(s_i)} \right]^2}{n}} \quad \text{معادله ۳}$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=0}^n (\hat{z}(s_i) - z(s_i))}{n} \quad \text{معادله ۴}$$

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (\hat{z}(s_i) - z(s_i))^2}{n}} \quad \text{معادله ۵}$$

$$\gamma(h) = \sigma^2 \left| 1 - e^{-3 \left| \frac{h}{\phi} \right|} \right| \quad \text{معادله ۶ مدل نمایی}$$

$$\gamma(h) = \left\{ \sigma^2 \left[ \frac{3}{2} \left[ \frac{h}{\phi} \right] - \frac{1}{2} \left[ \frac{h}{\phi} \right]^3 \right] \right\} \quad \text{معادله ۷ مدل کروی}$$

$$\gamma(h) = \sigma^2 \left| 1 - e^{-3 \left| \frac{h^2}{\phi} \right|} \right| \quad \text{معادله ۸ مدل گوسین}$$

در فرمول فوق:  $\hat{z}(s_i)$  مقدار پیش بینی شده،  $z(s_i)$  مقدار واقعی،  $\sigma(s_i)$  خطای استاندارد  $\gamma(h)$  واریوگرام،  $h$  فاصله،  $\sigma^2$  آستانه و  $\phi$  شعاع تأثیر است. سپس مؤلفه‌های هر مدل واریوگرام محاسبه و بر اساس آن معادله واریوگرام و معادله رگرسیون برای هر بارش تعیین و نقشه پهنه‌بندی ترسیم گردید.

### نتایج و بحث

تحلیل همدید

بررسی و شناسایی الگوهای همدید بارش‌های فرین می‌تواند در پیش‌بینی و پیش‌آگاهی سیلاب‌ها، به عنوان ابزار مدیریت مورد استفاده قرار گیرند. موقعیت و آرایش سامانه‌های تأثیرگذار، نوع سامانه و مسیر حرکت آنها به هنگام بارش‌های فرین و فراوانی هریک از سامانه‌ها، بخشی از نتایج حاصل از بررسی همدید بارش‌های فرین می‌باشند.

$$f(x) = \frac{1}{x\beta\sqrt{2\pi}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta}\right)^2}} \quad x > 0 \quad \text{معادله ۱}$$

$\alpha$  و  $\beta$  به ترتیب میانگین و انحراف معیار داده‌های تبدیل یافته‌اند.

در گام دوم بهترین مدل‌های واریوگرام تعیین گردیدند. واریوگرام تابعی است که ساختار تغییرات مکانی یک متغیر را توصیف می‌نماید (معادله ۲) و دارای سه فرانسج اثر قطعه‌ای، آستانه و شعاع تأثیر است. نمونه‌های برداشت شده تا فاصله معینی که دامنه یا شعاع تأثیر نامیده می‌شوند در قالب ساختار مکانی به هم وابسته می‌باشند (صدق آمیز ۱۴۰۰). بعد از آن نمونه‌ها مستقل از هم رفتار می‌کنند (عساکره ۱۳۹۸). در این فاصله منحنی واریوگرام به آستانه یا حد ثابتی می‌رسد که نشان دهنده کل تغییرپذیری متغیر مورد نظر تا دامنه تأثیر می‌باشد. اثر قطعه‌ای یکی از اجزای واریوگرام محسوب شده که در واقع همان عرض از مبدأ است و بیانگر مؤلفه‌های تصادفی بدون ساختار می‌باشد (خسروی، ۱۳۹۵). بنابراین هر چقدر به صفر نزدیک باشد ایده آل تر است.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad \text{معادله ۲}$$

که در آن  $\gamma(h)$  واریانس جفت نقاطی که در فاصله  $h$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند،  $h$  فاصله بین نقاط نمونه‌برداری شده،  $n$  تعداد جفت نقاطی که در یک راستا به فاصله  $h$  از یکدیگر قرار دارند،  $Z(x_i)$  مقدار متغیر در نقطه  $x_i$  و  $Z(x_i + h)$  مقدار متغیر در نقطه  $x_i + h$  می‌باشد. سپس با استفاده از معیارهای ریشه میانگین مربع خطای استاندارد (RMSE)<sup>۲۰</sup> (معادله ۳)، میانگین مربع خطای استاندارد<sup>۲۱</sup> (MSE) (معادله ۴) و ریشه میانگین مربع خطا<sup>۲۲</sup> (RMS) (معادله ۵) برای سه مدل نمایی (معادله ۶)، کروی (معادله ۷) و گوسین (معادله ۸)، بهترین مدل بر اساس روش اعتبارسنجی متقابل انتخاب شد. معیار انتخاب مدل مناسب این است که ریشه میانگین مربع خطای استاندارد به یک نزدیکتر، میانگین خطای استاندارد به صفر نزدیکتر و ریشه

20 -Root Mean Square Standardized Error

21 -Mean Standardized Error

22 - Root Mean Square Error

رطوبت از طریق سوریه و عراق وارد ایران می‌گردد. کم‌فشار مستقر بر ایران با پرفشار سیبری دارای شیب فشار و حرارتی شدید بوده و جو باروکلینیک دارد. سامانه پرفشار ادغامی جنوب دریای مدیترانه و شمال سودان با هدایت رطوبت دریای مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس به ایران سبب تشکیل و تقویت جبهه گرم کم‌فشار مستقر بر ایران گردیده است. دو سامانه پرفشار سیبری (در شمال) و سودان (در جنوب) فعالیت این سامانه کم‌فشار را کنترل و بر ایران متمرکز نموده‌اند. دشت کاشان بیش از همه از رطوبت دریای مدیترانه متأثر گردیده است (شکل ۳).

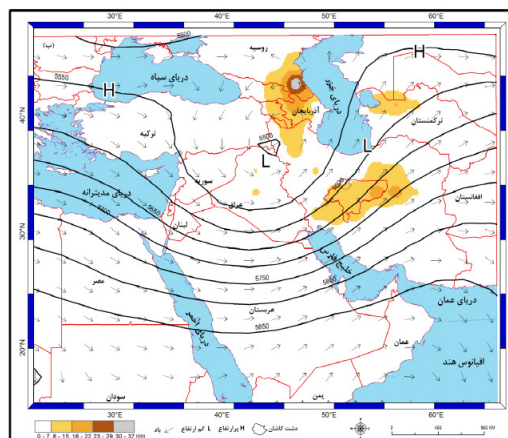
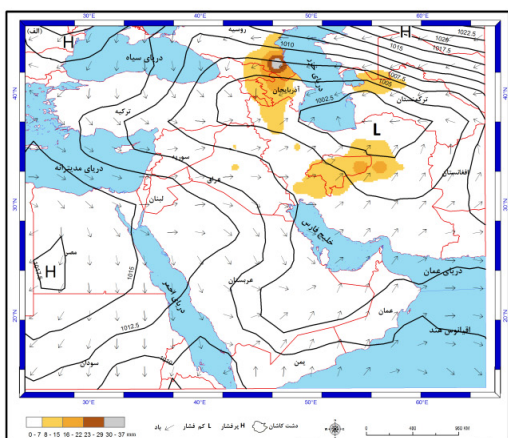
بندال بریده کم‌ارتفاع در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال سبب گردیده است که بادهای غربی از حالت نصف النهاری به حال مداری درآیند و به دو شاخه تقسیم شوند. شاخه جنوبی به صورت ناوهای از شرق مدیترانه تا شرق ایران، چرخند زمینی سطح زمین را موجودیت می‌بخشد. تمام قسمت‌های ایران در قسمت شرق این ناوه که محل بیشینه ناپایداری است، قرار دارد.

- تحلیل بارش فرین ۳ آوریل ۲۰۰۲ (۱۴ فروردین ۱۳۸۱) سامانه بارشی ۳ آوریل از روز قبل آغاز گردید و در تمام ایستگاه میزان بارش ثبت گردیده است. بیشترین بارش این روز در ایستگاه کاشان (۵۸ میلی متر) و پس از آن نطنز (۵۰ میلی‌متر) ثبت گردیده است (جدول ۳).

در این روز در سطح زمین سامانه کم‌فشاری با مرکزیت ۱۰۰۲ میلی‌بار بر ایران مستقر است. این کم‌فشار، سامانه ادغامی است و با کم‌فشار عربستان که روز قبل فعال بوده است، ادغام شده است. در مجاورت این سامانه کم‌فشار، سامانه پرفشار سیبری با مرکزیت ۱۰۳۵ میلی‌بار در شمال قزاقستان (سیبری) مستقر می‌باشد و در اوج گسترش خود اوراسیا را در بر گرفته است. این سامانه پرفشار از روز قبل فعال بود و در این روز با گسترش خود به عرض‌های پایین‌تر کشیده شده است. این پرفشار با حرکت خود هوای سرد را از عرض‌های شمالی (۶۰ درجه) به ایران و منطقه وارد می‌کند. در مسیر خود از دریای سیاه و شرق مدیترانه عبور کرده و پس از کسب

جدول ۳. میزان بارش ۳ آوریل ۲۰۰۲ در ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	بارش ۲ آوریل	بارش ۳ آوریل	مجموع (میلی‌متر)
کاشان	۱۰/۳	۵۸	۶۸/۳
داران	۲/۶	۱۹	۴۵
اصفهان	۵/۶	۱۶	۲۱/۶
اراک	۱۲/۴	۱۸/۱	۳۰/۵
میمه	۹	۴۶	۵۵
نطنز	۸	۵۰	۵۸
اردستان	۳	۱۳	۱۶



شکل ۳. سامانه‌های فعال سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۳ آوریل ۲۰۰۲ (۱۴ فروردین ۱۳۸۱)

این ناوه با گرادیان ارتفاعی ۳۰۰ متر از ۴۵ تا ۲۵ درجه عرض شمالی کشیده شده و رطوبت دریای سیاه، مدیترانه، احمر و خلیج فارس را به سمت ایران هدایت می‌نماید. همچنین بندانال بریده کم‌ارتفاع یا سردچال سبب استقرار و پایایی هوای سرد و افزایش شیب حرارتی گردیده است. شرایط ناپایدار روز قبل در وقوع بارش سنگین این روز مؤثر بوده است. داده‌های ایستگاه همدیدی کاشان نشان می‌دهد به علت بارش ۱۰/۳ میلی‌متر روز قبل و سرمای نسبی دما به واسطه کاهش ۵ درجه نسبت به روز قبل، رطوبت ویژه و رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد بوده که سبب تشدید بارش گردیده است.

- تحلیل بارش فرین ۳۱ مارس ۲۰۰۹ (۱۱ فروردین ۱۳۸۸)  
سامانه بارشی ۳۱ مارس از روز قبل آغاز گردید و در تمام ایستگاه‌ها میزان بارش ثبت گردیده است (جدول ۴). ایستگاه کاشان در این روز ۲۱/۸ میلی متر بارش دریافت نموده است. در این روز در سطح زمین سه سامانه کم‌فشار ایران-مدیترانه-سودان فعال می‌باشند. دو سامانه پرفشار اوراسیا با مرکزیت ۱۰۳۵ هکتوپاسکال در شمال قزاقستان (سیبری) و با مرکزیت ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر آلمان و لهستان مستقر می‌باشد. این دو سامانه با حرکت ساعتگرد خود هوای سرد را از عرض‌های شمالی (۶۰ درجه) به ایران و منطقه وارد می‌کند. در مسیر خود از دریای خزر، سیاه و شرق مدیترانه عبور کرده و جبهه سرد سامانه کم‌فشار با مرکزیت ۱۰۰۲ میلی‌بار بر ایران را تشکیل و تقویت می‌نمایند. جبهه گرم این کم‌فشار از عرض جغرافیایی ۲۵ درجه، با جاری نمودن هوای گرم و مرطوب خلیج فارس با توده هوای اوراسیا دارای شیب فشار و حرارتی شدید بوده و جو

باروکلینیک ایجاد می‌نماید. دشت کاشان در مرکز این کم‌فشار، از هوای سرد پرفشار سیبری و رطوبت دریای خزر و مدیترانه متأثر گردیده است. به طوری که با میانگین دمای ۸/۵، نسبت به روز گذشته ۶ درجه کاهش دما و با رطوبت نسبی بیش از ۸۵ درصد، ۳۰ درصد افزایش رطوبت را تجربه نموده است.

در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در این روز پشته ارتفاعی که از تونس تا اوکراین کشیده شده است، موجبات تشکیل الگوی امگا را فراهم آورده است. در بازوی جنوب غربی این الگو، یک کم‌ارتفاع بریده در محدوده جنوب اسپانیا تشکیل شده است. در بازوی جنوب شرقی آن یک ناوه و بندانال کم‌ارتفاع بریده بر مرکز ایران و دشت کاشان شکل گرفته است که سبب ریزش هوای سرد از عرض‌های شمالی حدود ۴۷ درجه به سوی ایران می‌گردد. این ناوه با گرادیان ارتفاعی ۲۵۰ متر از ۴۷ تا ۲۰ درجه عرض شمالی کشیده شده و رطوبت دریای سیاه، مدیترانه، احمر و خلیج فارس را به سمت ایران هدایت می‌نماید. این ناوه عمیق تمام ایران را دربر گرفته و محور اریب آن با محور شمال شرقی-جنوب غربی ایران تقریباً انطباق دارد. بخش اعظمی از ایران از جمله دشت کاشان در قسمت شرق این ناوه که منطقه واگرایی و تاوایی مثبت است، قرار گرفته است. سه بندانال امگا، کم‌ارتفاع بریده (سردچال) و رکس منطقه مطالعاتی را تحت تأثیر قرار داده‌اند. بازوی شرقی پشته بندانال امگا هوای سرد و مرطوب را که از دریاها و سیاه و مدیترانه عبور نموده است به سمت ناوه جنوب شرقی مستقر بر ایران و منطقه مطالعاتی، هدایت می‌کند. در پراارتفاع رکس که مستقر بر شمال قزاقستان (سیبری) می‌باشد هوای سرد و خشک ابتدا حول پراارتفاع سپس حول بریده کم‌ارتفاع و ناوه مستقر بر

جدول ۴. میزان بارش ۳۱ مارس ۲۰۰۹ در ایستگاه‌های مورد بررسی

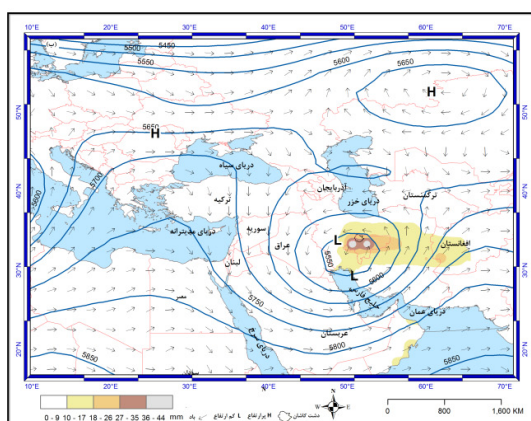
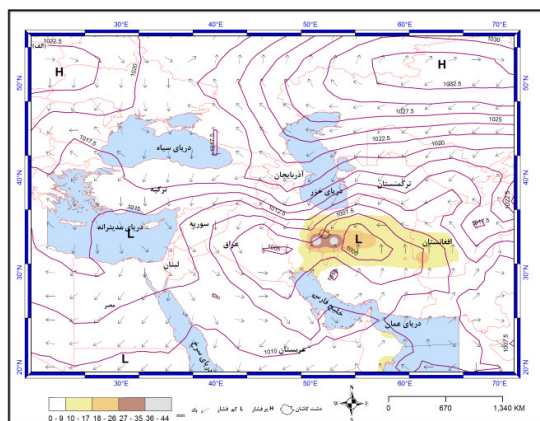
ایستگاه	بارش ۳۰ مارس	بارش ۳۱ مارس	مجموع (میلی‌متر)	ایستگاه	بارش ۳۰ مارس	بارش ۳۱ مارس	مجموع (میلی‌متر)
کاشان	۹/۲	۲۱/۸	۳۱	گرمسار	۰	۲۳	۲۳
داران	۵	۹	۱۴	قم	۵	۴۳	۴۸
اصفهان	۱۵	۶	۲۱	سمنان	۰	۲۲	۲۲
اراک	۶	۳۷	۴۳	ساوه	۰	۵۹	۵۹
میمه	۴	۲۶	۳۰	سلفچان	۱۲	۷۰/۶	۸۲/۶
نطنز	۵	۱۰	۱۵	چوپانان	۱	۱۳	۱۴
اردستان	۳	۸	۱۱	نابین	۱	۱۲	۱۳
دلیجان	۰	۲۱	۲۱	مورچه خورت	۹	۱۳	۲۲



دشت کاشان در یک مسیر منحنی از عرض‌های بالاتر به طرف عرض‌های پایین‌تر جریان یافته که در مسیرش با عبور از دریای خزر مرطوب می‌گردد. در جریان پیچشی توده‌های هوا، نه تنها برودت عرض‌های بالا بلکه رطوبت دریاهای خزر، سیاه و مدیترانه، برای مدتی ماندگار بوده که سبب افزایش ناپایداری می‌گردد.

- تحلیل بارش فرین ۸ مارس ۲۰۱۹ (۱۱/۱۸ سفند ۱۳۹۷)  
 آرایش سامانه‌های فشار سطح زمین در روز ۷ مارس به گونه‌ای است که دو سامانه پرفشار یکی با فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال بر مغولستان و دیگری با فشار مرکزی ۱۰۲۵ هکتوپاسکال بر روسیه قرار گرفته و زبانه‌های آن دریای سیاه، ترکیه، دریای مدیترانه، شمال آفریقا و عربستان را در بر گرفته است. در این روز ایران، عراق و نیمه جنوبی عربستان و سودان تحت سیطره پهنه کم‌فشاری با فشار مرکزی ۱۰۱۰

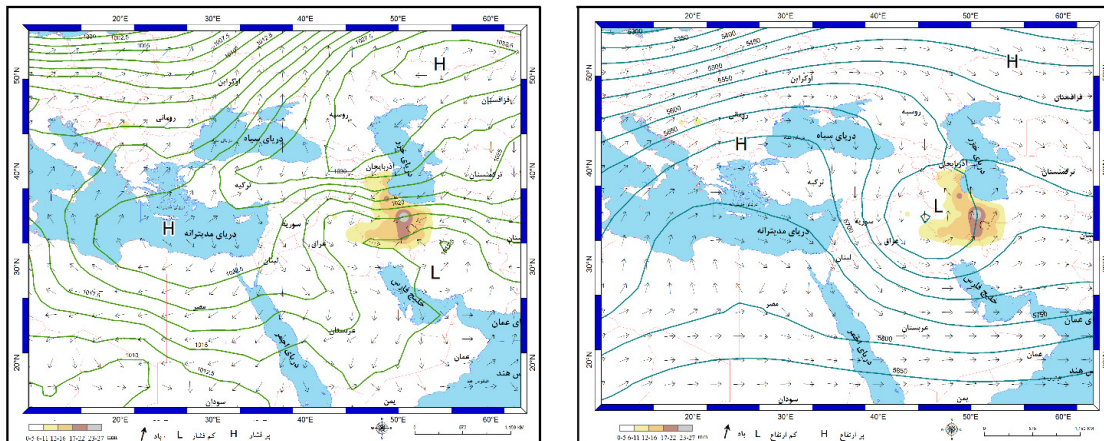
هکتوپاسکال بر دریای عمان می‌باشد. بارش این سامانه از روز ۸ مارس به مدت دو روز آغاز می‌گردد (جدول ۵). در این روز دو سامانه پرفشار شمالی ادغام و تقویت می‌گردند. گستره تقریبی آن از ۱۴ تا ۶۷ درجه طول جغرافیایی و ۳۰ تا ۶۰ درجه عرض جغرافیایی می‌باشد. جریان‌های هوا در جهت عقربه‌های ساعت از جانب قزاقستان، ازبکستان و ترکمنستان در جهت رسیدن به پهنه کم‌فشار ایران-عراق-عربستان وارد ایران گردیده و با عبور از دریای خزر با داشتن ماهیت سرد و مرطوب جبهه شمالی سامانه بارانزا را تشکیل می‌دهد. بخش دیگری از این سامانه گسترده پرفشار از طریق ترکیه، سوریه، عراق وارد ایران شده و با عبور از شرق مدیترانه و خلیج فارس جبهه گرم و مرطوب را تشکیل می‌دهد. دشت کاشان در مسیر جبهه سرد با کاهش ۹ درجه دما، دمای ۳/۷ درجه سلسیوس و با افزایش ۴۰ درصد رطوبت نسبی، رطوبت نسبی ۹۴ درصد را تجربه نموده است.



شکل ۴. سامانه‌های فعال سطح زمینو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۳۱ مارس ۲۰۰۹ (۱۱ فروردین ۱۳۸۸)

جدول ۵. میزان بارش ۸ مارس ۲۰۱۹ در ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	بارش ۸ مارس	بارش ۹ مارس	مجموع (میلیمتر)	ایستگاه	بارش ۸ مارس	بارش ۹ مارس	مجموع (میلیمتر)
کاشان	۲۴	۱۵/۲	۳۹/۲	گرمسار	۱/۱	۰	۱/۱
داران	۲/۶	۰/۱	۲/۷	قم	۱۰/۸	۲/۸	۱۳/۶
اصفهان	۰	۰	۰	سمنان	۰	۰	۰
اراک	۲۴/۵	۰/۹	۳۵/۴	ساوه	۱/۸	۰	۱/۸
میمه	۳	۰	۳	سلفچجان	۱۳/۷	۲/۴	۱۶/۱
نطنز	۱۸	۸/۲	۲۶/۲	چوپانان	۰	۰/۷	۰/۷
اردستان	۵/۴	۲۲/۱	۲۷/۵	نابین	۰	۰	۰
خور و بیاناتک	۰	۵/۹	۵/۹	مورچه خورت	۲	۰	۲



شکل ۵. سامانه‌های فعال سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۸ مارس ۲۰۱۹ (۱۱۸ اسفند ۱۳۹۷)

در قسمت شرق به دو سامانه جنوب شرقی و شرقی تفکیک شده است. زبانه‌های سامانه جنوب شرقی که مرکز آن با فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر جنوب دریای مدیترانه شکل گرفته تا شمال آفریقا امتداد دارد و هوای سرد را از عرض‌های ۶۰ درجه به عرض‌های ۲۰ درجه هدایت می‌کند. سامانه پرفشار شرقی با فشار مرکزی ۱۰۱۷/۵ هکتوپاسکال بر دریای خزر قرار گرفته و زبانه‌های آن روسیه، ترکیه، آذربایجان و شمال ایران را در بر دارد. سامانه پرفشار جنوب شرقی، جریان سرد و مرطوب را از طریق جریان بادهای غربی مدیترانه‌ای و سامانه پرفشار شرقی جریان‌های هوا سرد و مرطوب در جهت عقربه‌های ساعت را از جانب دریای‌های خزر و سیاه در جهت رسیدن به پهنه کم‌فشار گسترده‌ای که تقریباً شرایط روز قبل را دارد، تزریق می‌کند. موجودیت این سامانه فعال سطح زمین تحت تأثیر ناوه و بندال بریده کم‌ارتفاع در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال رقم می‌خورد. محور شمال‌غربی- جنوب‌شرقی این ناوه بر آذربایجان، ترکیه، سوریه و لبنان مستقر می‌باشد. این ناوه هوای سرد را از عرض جغرافیایی ۷۰ درجه از اقیانوس اطلس، اروپا، دریای مدیترانه و سیاه عبور داده و در حرکت پیچشی هوای گرم و مرطوب را از عرض‌های ۲۰ درجه به سامانه بارشی ایران تزریق می‌کند. محدوده مطالعاتی در تاوایی مثبت این ناوه قرار دارد. بریده کم‌ارتفاع که بر سوریه، لبنان و عراق قرار گرفته است سبب ماندگاری هوای سرد و مرطوب و افزایش ناپایداری سامانه بارشی می‌گردد (شکل ۶).

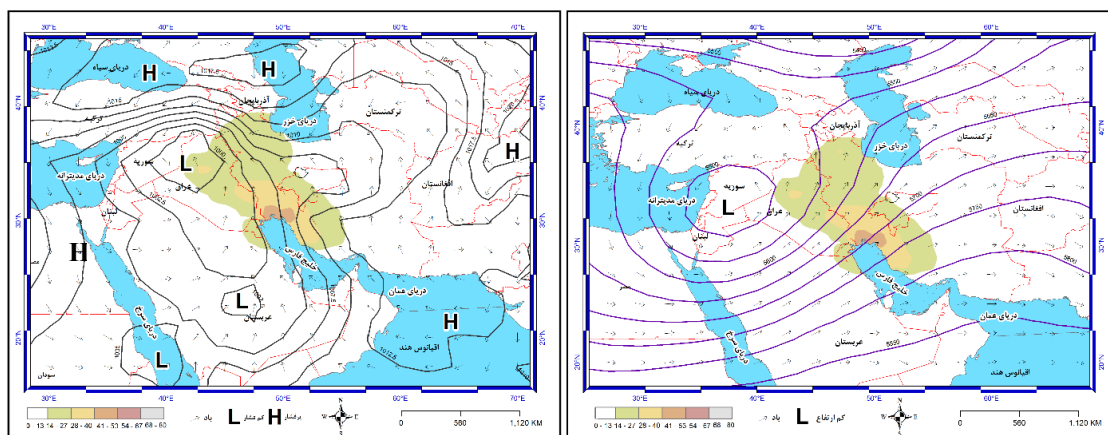
در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال بندال امگا شکل گرفته است که پشته آن بر اروپا و ناوه جنوب شرقی آن بر عراق، سوریه و نیمه غربی ایران مستقر می‌باشد. کنش پشته و ناوه نقش مهمی در ایجاد بارش این روز داشته است. از طریق بازوی شرقی پشته، هوای مرطوب دریای سیاه و مدیترانه به ناوه تزریق می‌گردد. محور این ناوه به صورت مایل از آذربایجان تا عربستان امتداد دارد و منطقه مطالعاتی با استقرار در شرق این محور و تاوایی مثبت دارای شرایط ناپایدار گردیده است.

- تحلیل بارش فرین ۲۵ مارس ۲۰۱۹ ( ۵ فروردین ۱۳۹۸ )  
بارش سنگین ۲۵ مارس ۲۰۱۹ حاصل فعالیت سامانه بارشی سه روزه، ۲۴ تا ۲۶ مارس، می‌باشد. اوج آن در بیشتر ایستگاه‌ها ۲۵ مارس است. مجموع بارش در ایستگاه کاشان در این سه روز ۳۲ میلیمتر می‌باشد (جدول ۶).

آرایش سامانه‌های فشار سطح زمین در روز ۲۴ مارس به گونه‌ای است که سامانه پرفشار گسترده‌ای با فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال بر اقیانوس اطلس شکل گرفته که علاوه بر اقیانوس اطلس، اوراسیا و شمال آفریقا را هم در بر گرفته است. سامانه کم‌فشار گسترده‌ای با فشار مرکزی ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال بر عراق و سوریه قرار گرفته و زبانه‌های آن سودان، عربستان، ایران، عراق و سوریه را در بر گرفته است. بارش این سامانه از این روز آغاز می‌گردد. در روز ۲۵ مارس چینش سامانه‌های فشار تغییر می‌کند. سامانه پرفشار اقیانوس اطلس

جدول ۶. میزان بارش ۲۵ مارس ۲۰۱۹ در ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	بارش ۲۴ مارس	بارش ۲۵ مارس	مجموع (میلیمتر)	ایستگاه	بارش ۲۴ مارس	بارش ۲۵ مارس	مجموع (میلیمتر)
کاشان	۲/۴	۲۴/۲	۲۶/۶	قم	۱۶/۴	۹/۸	۲۶/۲
داران	۱۸/۲	۶۲/۶	۸۰/۸	سمنان	۲	۱۱/۸	۱۳/۸
اصفهان	۰	۳۹/۹	۳۹/۹	ساوه	۲۰/۶	۸/۶	۲۹/۲
اراک	۳۳/۵	۳۰/۶	۶۴/۱	دلیجان	۱۳/۴	۶/۸	۲۰/۴
میمه	۳	۴۴/۴	۴۷/۴	سلفچگان	۲۵/۶	۶/۶	۳۲/۲
نطنز	۰/۹	۴۶/۱	۴۷	چوپانان	۰	۱۹	۱۹
اردستان	۰	۳۰/۲	۳۰/۲	نایین	۰	۱۳/۸	۱۳/۸
گرمسار	۲	۱۷/۷	۱۹/۷	مورچه خورت	۰/۵	۱۰/۴	۱۰/۹



شکل ۶. سامانه‌های فعال سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۲۵ مارس ۲۰۱۹ (۵ فروردین ۱۳۹۸)

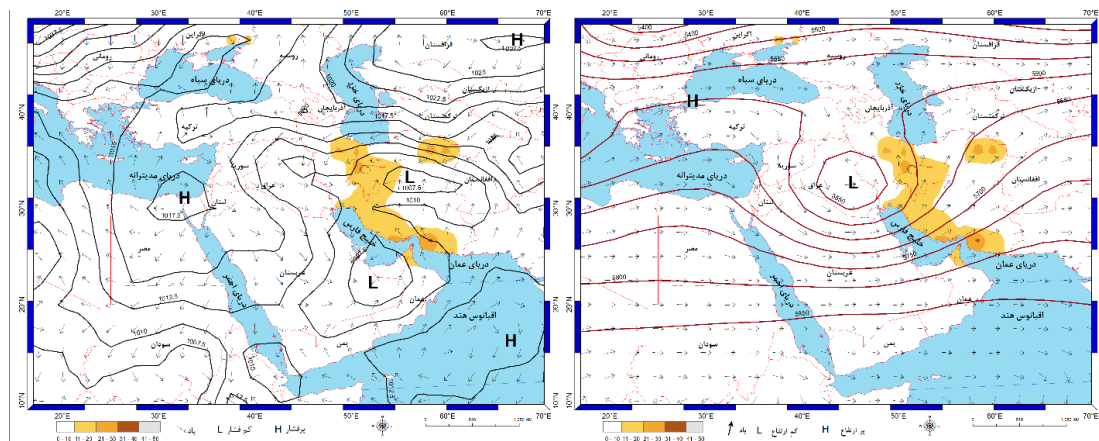
حرکت شرق سو و شمالی تقویت گردیده و مرکز پرفشار ۱۰۲۷ هکتوپاسکال بر قزاقستان قرار می‌گیرد. جریان‌های هوا از عرض جغرافیایی ۶۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت از جانب قزاقستان، ازبکستان و ترکمنستان در جهت رسیدن به پهنه کم‌فشار ادغام شده ایران و عربستان وارد ایران گردیده و با عبور از دریای خزر با داشتن ماهیت سرد و مرطوب جبهه شمالی را تقویت می‌کند و جریان‌های گرم و مرطوب پرفشار اقیانوس هند و کم‌فشارهای خلیج فارس و دریای عمان و جبهه گرم سامانه بارانزا را تقویت می‌کند. استقرار سه پرفشار قزاقستان در شمال، مدیترانه در غرب و اقیانوس هند در جنوب بر گستره، حرکت و سایر ویژگی‌های سامانه بارشی مستقر بر ایران ایفای نقش نموده‌اند. سامانه پرفشار شرق مدیترانه یکی از منابع مهم رطوبت بارش این روز دشت کاشان می‌باشد. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه و بندال بریده کم‌ارتفاع (سردچال) شکل گرفته و مرکز آن بر عراق و غرب ایران قرار گرفته است. این

- تحلیل بارش فرین ۲۲ مارس ۲۰۲۰ (۳ فروردین ۱۳۹۹) بارش سنگین ۲۲ مارس ۲۰۲۰ حاصل سامانه بارشی دو روزه می‌باشد که از روز قبل فعالیت آن آغاز گردیده است و مجموع بارش در ایستگاه کاشان در این دو روز ۳۲/۷ میلیمتر می‌باشد (جدول ۷).

آرایش سامانه‌های فشار سطح زمین در روز ۲۱ مارس، روز قبل از بارش فرین، به گونه‌ای است که یک سامانه پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر دریای خزر قرار گرفته و زبانه‌های آن جنوب روسیه و ترکیه و نیمه شمال ایران را در بر گرفته است. مجاور این سامانه پرفشار، سامانه کم‌فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر عربستان است که زبانه‌های آن عراق، سوریه و عربستان را در بر گرفته است. دو کم‌فشار بسته نیز با فشار مرکزی ۱۰۱۰ و ۱۰۱۲/۵ هکتوپاسکال بر جنوب غربی ایران، قرار گرفته‌اند. بارش این سامانه از این روز آغاز می‌گردد و در روز ۲۲ مارس سامانه پرفشار روز قبل با

جدول ۷. میزان بارش ۲۲ مارس ۲۰۲۰ در ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	بارش ۲۱ مارس	بارش ۲۲ مارس	مجموع (میلیمتر)	ایستگاه	بارش ۲۱ مارس	بارش ۲۲ مارس	مجموع (میلیمتر)
کاشان	۸/۳	۲۴/۴	۳۲/۷	قم	۰/۳	۳۳/۸	۳۳/۸
داران	۱۸/۱	۱۲	۳۰/۱	سمنان	۰/۶	۱۵/۴	۱۶
اصفهان	۱/۷	۱۰/۱	۱۱/۸	ساوه	۶/۴	۲۶/۲	۳۲/۶
اراک	۰/۸	۱۰/۴	۱۱/۲	دلیجان	۰/۵	۲۲/۴	۲۲/۹
میمه	۳/۱	۱۵/۹	۱۹	سلفچان	۰/۴	۲۹/۶	۳۰
نطنز	۸	۲۱/۴	۲۹/۴	چوپانان	۰/۳	۲/۲	۲/۵
اردستان	۰/۵	۵/۹	۶/۴	ناین	۱/۱	۸/۱	۹/۲
گرمسار	۰/۵	۵۲/۵	۵۳	مورچه خورت	۷	۴/۵	۱۱/۵



شکل ۷. سامانه‌های فعال سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۲۲ مارس ۲۰۲۰ (۳ فروردین ۱۳۹۹)

در بر گرفته است. مجاور این سامانه پرفشار، سامانه کم‌فشاری است که مرکز آن با ۱۰۰۷ هکتوپاسکال بر سودان قرار گرفته و زبانه‌های آن شمال آفریقا، عربستان سعودی، عراق، سوریه و بخش وسیعی از ایران را در بر گرفته است. در روز ۸ آوریل سامانه پرفشار روز قبل با حرکت شرقی - جنوبی جابه جا گردیده و مرکز آن ۱۰۳۲/۵ هکتوپاسکال بر دریای خزر قرار گرفته و زبانه‌های آن دریای سیاه و نیمه شمالی ایران را در بر می‌گیرد. از طرف دیگر سامانه کم‌فشار سودانی حرکت شرقی - شمالی داشته و به دو کم‌فشار مستقل عربستانی و سودانی تقسیم گردیده است. مرکز کم‌فشار عربستانی با ۱۰۰۷/۵ هکتوپاسکال بر شمال عربستان و جنوب عراق قرار دارد و زبانه‌های آن نیمه جنوبی ایران را در بر گرفته است. جریان‌های هوا سرد سامانه پرفشار از عرض‌های جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی با عبور از دریای خزر با حرکت به سوی چاله کم‌فشار عربستان، هوای سرد را به ایران و منطقه مطالعاتی وارد نموده که در برخورد

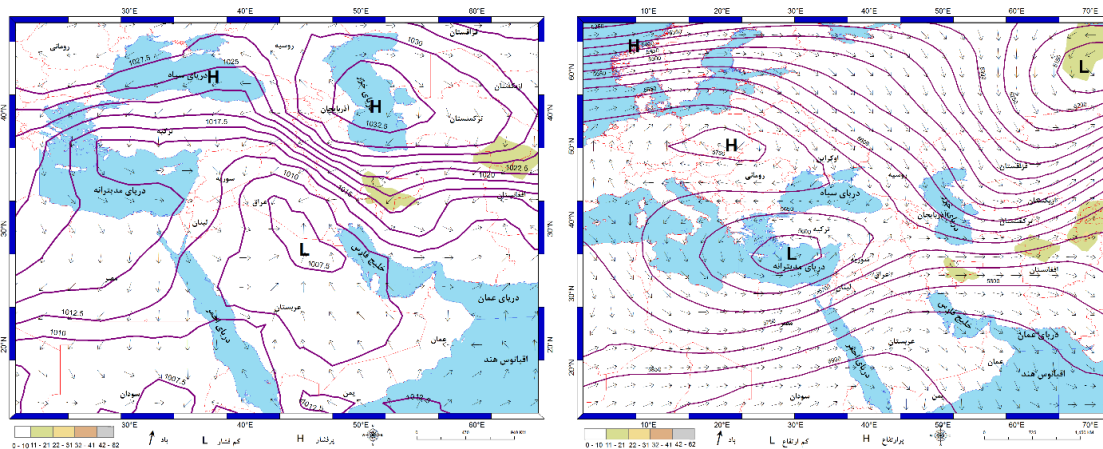
سردچال در روز قبل با گستره بیشتر در عرض‌های شمالی‌تر در ترکیه، سوریه و عراق قرار گرفته بود. دریای سیاه، مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس منابع رطوبتی در این سطح می‌باشند. منطقه مطالعاتی با استقرار در شرق محور ناوه و تاوایی مثبت دارای شرایط ناپایدار گردیده است (شکل ۷).

- تحلیل بارش فرین ۸ آوریل ۲۰۲۰ (۲۰ فروردین ۱۳۹۹)  
بارش فرین ۸ آوریل ۲۰۲۰ حاصل سامانه بارشی ۵ روزه می‌باشد که از روز ۷ تا ۱۱ آوریل فعال بوده است. مجموع بارش در ایستگاه کاشان در این دوره ۵۵/۶ میلیمتر و اوج بارش در روز ۸ آوریل ۳۴/۶ میلیمتر است (جدول ۸).

آرایش سامانه‌های فشار سطح زمین در روز ۷ آوریل، روز قبل از بارش فرین، به گونه‌ای است که مرکز سامانه پرفشار اوراسیایی با ۱۰۳۵ هکتوپاسکال بر روی اوکراین قرار گرفته و زبانه‌های آن اروپا، روسیه، ترکمنستان و نیمه شمال ایران را

جدول ۸. میزان بارش ۸ آوریل ۲۰۲۰ در ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	بارش ۷ آوریل	بارش ۸ آوریل	مجموع (میلیمتر)	ایستگاه	بارش ۷ آوریل	بارش ۸ آوریل	مجموع (میلیمتر)
کاشان	۱/۶	۳۴/۶	۳۶/۲	قم	۵/۷	۹/۹	۱۵/۶
داران	۲۰/۵	۱	۲۱/۵	سمنان	۴/۴	۱/۸	۶/۲
اصفهان		۵	۵	ساوه	۲/۴	۱۲/۹	۱۵/۳
اراک	۰/۸	۶۴/۱	۶۴/۹	دلیجان	۲/۶	۳۸/۷	۴۱/۳
میمه	۲/۲	۱۰	۱۲/۲	سلفچجان	۷/۱	۲۴/۷	۳۱/۸
نطنز	۳	۲۵/۵	۲۸/۵	چوپانان	۳	۳/۹	۶/۹
اردستان	۸/۱	۲۲/۷	۳۰/۸	نایین	۱	۱۷/۲	۱۸/۲
گرمسار	۱۲/۱	۱۱/۲	۲۳/۳	مورچه خورت	۴/۱	۴/۷	۸/۸



شکل ۸. سامانه‌های فعال سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش ۸ آوریل ۲۰۲۰ (۲۰ فروردین ۱۳۹۹)

تاوایی مثبت دارای شرایط ناپایدار گردیده است.

#### تحلیل فضایی

در این پژوهش نتیجه حاصل از تحلیل فضایی، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی بارش براساس کریجینگ معمولی می‌باشد. از آنجایی که این روش متکی بر مدل‌های واریوگرام می‌باشد، ساختار مکانی بارش‌ها و ساختار تغییر پذیری بارش‌ها نسبت به فاصله مکانی، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. بسته به تأثیرگذاری الگوهای همدید، تعداد ایستگاه‌های همدید و باران‌سنجی و میزان بارش دریافت شده در هر رخداد فرین، مدل‌های واریوگرام متفاوت می‌باشند. لذا در شش باران فرین منتخب از مدل واریوگرامی که بهترین تطبیق را داشته باشد برای پیش بینی بارش نقاط فاقد داده و تهیه نقشه پهنه‌بندی استفاده گردیده است (جدول ۹).

با جریان‌های گرم و مرطوب کم‌فشار عربستانی که از دریای خلیج فارس عبور نموده است، سامانه بارانزا را تشکیل می‌دهد. دمای هوای ایستگاه همدید کاشان نسبت به روز قبل ۱۰ درجه سلسیوس سردتر گردیده است. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال بندال رکس یا S شکل گرفته است. پر ارتفاع این بندال با ارتفاع مرکزی ۵۷۵۰ هکتوپاسکال بر مرکز اروپا (کشورهای لهستان، اوکراین، چک و اسلواکی) در شمال کم‌ارتفاع آن قرار دارد و شارش هوای سرد و مرطوب از عرض‌های بالاتر به طرف عرض‌های پایین‌تر جریان دارد. کم‌ارتفاع و سردچال این بندال با ارتفاع مرکزی ۵۶۰۰ هکتوپاسکال بر دریای مدیترانه واقع می‌باشد. این کم‌ارتفاع دارای محور شرقی-غربی می‌باشد، دریای سیاه، ترکیه و بخش غربی مدیترانه در غرب محور و شرق مدیترانه، عراق، لبنان، سوریه و نوار غربی ایران در شرق آن قرار دارند. منطقه مطالعاتی با استقرار در شرق محور آن و

نطنز و اردستان، سبب چنین آرایش پهناهای گردیده است. مدل نمایی واریوگرام بارش ۸ مارس ۲۰۱۹ پهناهای بارش را به گونه‌ای نشان می‌دهد که بارش‌های فرین با دامنه ۲۷-۳۳ میلیمتر بر مرکز و جنوب شرقی حوضه متمرکز گردیده و به سمت اطراف از میزان آن کاسته می‌شود. روند کاهشی در نوار غربی حوضه شدیدتر است. رخداد حداکثر بارش‌های فرین این روز در ایستگاه همدید کاشان و ایستگاه باران‌سنجی ده‌زیره روند و چینش پهناهای بارش را تحت تأثیر قرار داده‌اند. مدل کروی واریوگرام بارش ۲۵ مارس ۲۰۱۹ پهناهای بارش را به گونه‌ای نشان می‌دهد که بارش‌های فرین با دامنه ۳۴-۴۲ میلیمتر بر بخشی از جنوب غرب و غرب حوضه متمرکز، و به سمت شرق از شدت بارش‌ها کاسته می‌شود. اما دریافت کمترین بارش‌ها در ایستگاه باران‌سنجی ده‌زیره و فخره در جنوب حوضه باعث شده است پهناهای با کمترین بارش در جنوب قرار گیرد. مدل نمایی واریوگرام بارش ۲۲ مارس ۲۰۲۰ پهناهای بارش را به گونه‌ای نشان می‌دهد که بارش‌های فرین

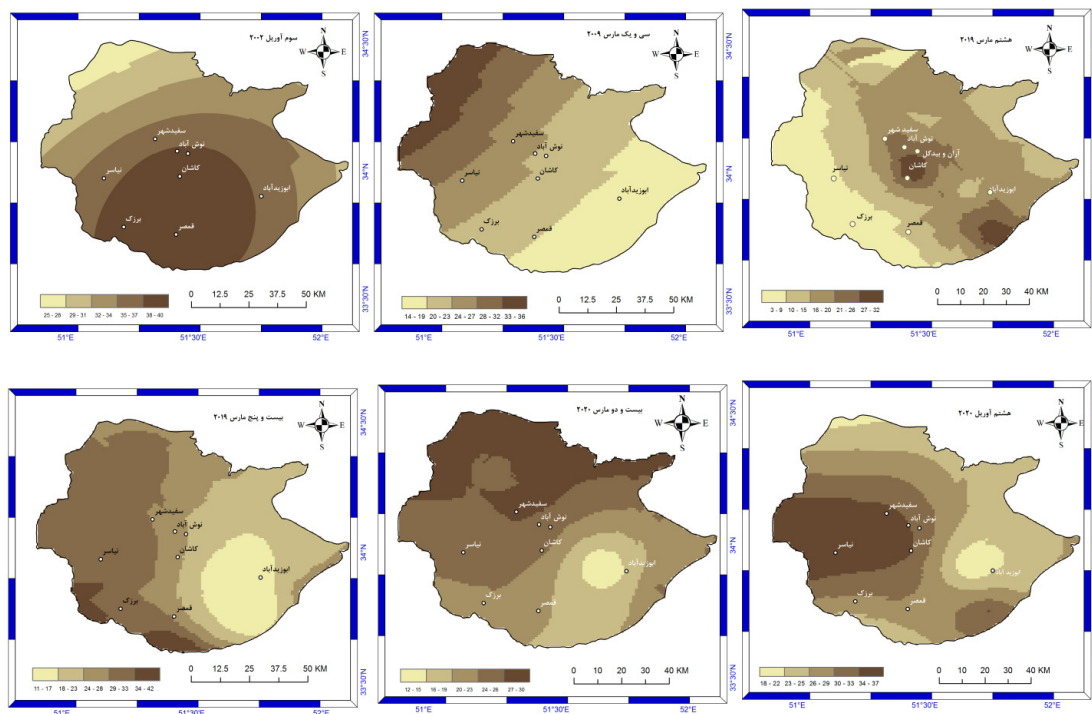
نقشه پهناهای بارش ۳ آوریل ۲۰۰۲ براساس مدل واریوگرام کروی تهیه شده است. اثر قطعه این بارش بیش از سایر بارش‌هاست، یعنی همبستگی و شباهت بین بارش ایستگاه اندک می‌باشد. نقشه‌های پهناهای بارش نشان می‌دهد بارش‌های فرین با دامنه ۴۰-۳۸ میلیمتر بر مرکز و جنوب حوضه متمرکز بوده، و به سمت اطراف از میزان آن کاسته می‌شود. به واسطه بارش کم در ایستگاه‌های قم و اراک، روند کاهشی به سمت شمال بیشتر می‌باشد. وقوع حداکثر بارش‌های فرین در ایستگاه‌های کاشان، نطنز و میمه سبب چنین آرایش پهناهای گردیده است. نقشه پهناهای بارش ۳۱ مارس ۲۰۰۹ که براساس مدل واریوگرام گوسین تهیه شده است، نشان می‌دهد بارش‌های فرین با دامنه ۳۳-۳۶ میلیمتر بر غرب و شمال غرب حوضه متمرکز بوده، و به سمت جنوب و جنوب شرق از میزان آن کاسته می‌شود. وقوع حداکثر بارش‌های فرین در ایستگاه‌های سلفچگان، ساوه، قم و اراک از یک طرف و وقوع حداقل بارش‌های فرین در ایستگاه‌های

جدول ۹. تعیین بهترین مدل واریوگرام از طریق اعتبارسنجی متقابل

واریوگرام گوسین			واریوگرام کروی			واریوگرام نمایی			زمان بارش فرین
RMSE	MSE	RMS	RMSE	MSE	RMS	RMSE	MSE	RMS	
۰/۶۹	۰/۱۱	۱۵/۱۵	۰/۷	۰/۱	۱۳/۹۳	۰/۶۵۶	۰/۱۰۹	۱۴/۱	۲۰۰۲/۴/۰۳
۰/۹	۰/۰۲۳	۱۰/۱۳	۰/۶۶۵	۰/۰۸	۱۰/۸	۰/۴۸۵	۰/۱	۱۱/۲	۲۰۰۹/۳/۳۱
۱/۸۶	-۰/۴۵	۱۰/۳۹	۰/۹۲	-۰/۲۸	۱۰/۸	۰/۹۲۷	-۰/۲۴	۱۰/۴	۲۰۱۹/۳/۰۸
۰/۶۵	۰/۰۶	۱۱/۹۶	۰/۶۶	۰/۰۳۹	۱۱/۵۳	۰/۵۸۶	۰/۰۶	۱۱/۵۴	۲۰۱۹/۳/۲۵
۰/۸۷	-۰/۰۱۶	۸/۷۸	۰/۹۴۷	-۰/۰۴۲	۸/۷۸	۰/۸۹۱	-۰/۰۱۵	۸/۴۷	۲۰۲۰/۳/۲۲
۱/۰۵	-۰/۱	۱۲/۶	۰/۹۸	-۰/۰۷	۱۲/۵۲	۰/۹۰۸	-۰/۰۸۱	۱۳/۴۵	۲۰۲۰/۴/۰۸

جدول ۱۰. مؤلفه‌ها و معادله مدل‌های واریوگرام و معادله رگرسیون بارش‌های فرین

معادله رگرسیون	معادله واریوگرام	آستانه	واریانس ساختار فضایی	اثر قطعه (واریانس تصادفی)	محدوده	زمان بارش
$0.164x + 23.08$	$0.226 * \text{Nugget} + 0.305 * \text{Spherical}(23496.0)$	۰/۳۰۵	۰/۰۷۹	۰/۲۲۶	۲۳۴۹۵۷/۳	۲۰۰۲/۴/۰۳
$0.837x + 0.74$	$0.082 * \text{Nugget} + 0.919 * \text{Gaussian}(31899.0)$	۱	۰/۹۱۹	۰/۰۸۱۹	۳۱۸۹۹۲	۲۰۰۹/۳/۳۱
$0.86x + 0.263$	$0.0 * \text{Nugget} + 1.374 * \text{Exponential}(41126)$	۱/۱۳	۱/۱۳	۰	۴۱۱۲۵/۵۳	۲۰۱۹/۳/۰۸
$21.12x + 0.364$	$0.0 * \text{Nugget} + 0.27 * \text{Spherical}(4025.0)$	۰/۲۷۰	۰/۲۷۰	۰	۴۰۲۵۰/۲۳	۲۰۱۹/۳/۲۵
$14.43x + 0.298$	$0.035 * \text{Nugget} + 0.252 * \text{Exponential}(10447.0)$	۰/۲۸۸	۰/۲۵۳	۰/۰۳۵۶	۱۰۴۴۶۸/۷	۲۰۲۰/۳/۲۲
$16.91x + 0.2$	$0.021 * \text{Nugget} + 1.169 * \text{Spherical}(24879.0)$	۱/۱۹	۱/۱۶۹	۰/۰۲۱۱	۲۴۸۷۸/۹	۲۰۲۰/۴/۰۸



شکل ۹. نقشه پهنه‌بندی بارش‌های فرین دشت کاشان

میان سامانه‌های کم‌فشار و پرفشار سطح زمین در روز بارش و روز قبل از آن، شرایط بالقوه ناپایداری را مهیا نموده است. سامانه‌های کم‌فشار مستقر بر ایران که با کم‌فشارهای عربستان یا سودان غالباً بصورت ادغامی شکل می‌گیرند در ارتباطی دو سویه و در هم تنیده، با سامانه‌های پرفشار اطرافشان به ویژه پرفشار سبیری که در برخی از بارش‌ها گستره اوراسیایی دارد، با تشکیل چرخندها، ایفای نقش می‌کنند. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال تشکیل ناوه از مدیترانه تا ایران الگویی غالب می‌باشد و استقرار آنها بر چرخندهای زمینی باعث گردیده شرایط بالقوه ناپایداری‌های جوی به شرایط بالفعل تبدیل گردند. این ناوه ها تحت تأثیر بلوکینگ‌ها یا بندال‌ها و به همراه آنها شکل می‌گیرند. سامانه‌های بندالی مسیر و ایستایی چرخندها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (لنگنهاگر و مارتیوس، ۲۰۱۹). بندال‌های امگا، بریده کم‌ارتفاع (سردچال) و رکس (S) سه نوع بندالی می‌باشند که با پردازش و هدایت بادهای غربی، وقوع بارش‌های فرین مورد مطالعه را تحت تأثیر قاطع قرار داده‌اند. قرارگیری ناوه جنوب شرقی بندال امگا که غالباً با

با دامنه ۲۷-۳۰ میلیمتر بر نوار شمالی حوضه متمرکز، و به سمت جنوب از میزان آنها کاسته شده است. این پهنه‌بندی متأثر از دریافت بیشترین بارش بیشینه در ایستگاه‌های همیدید گرمسار و قم که در خارج از حوضه در شمال آن قرار دارند از یکسو و دریافت کمترین بارش در ایستگاه باران‌سنجی فخره از سوی دیگر می‌باشد. در تاریخ ۸ آوریل ۲۰۲۰ وقوع حداکثر بارش‌های فرین در ایستگاه‌های همیدیدی دلیجان و اراک سبب گردیده، بارش‌های فرین با دامنه ۳۴-۳۷ میلیمتر در غرب حوضه متمرکز باشند. به این ترتیب میزان بارش‌ها از غرب به شرق کاسته می‌شود. نتایج حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی بارش‌های فرین با نقشه‌های ورونوی و نمودارهای روند فضایی هماهنگ می‌باشند (شکل ۹).

### جمع‌بندی

بررسی همیدیدی بارش‌های فرین حوضه دشت کاشان، نشان می‌دهد پیوند ناگسستگی میان سطوح مختلف جو عامل اصلی رخداد این پدیده می‌باشد. شیب فشار و دما

مرکزی می‌باشد، گرچه به واسطه شیب کم، سریع‌تر به آبهای زیرزمینی می‌پیوندند و توان فرساینده کمی دارند اما برای ایجاد آبگرفتگی از توان بالایی برخوردار می‌باشند. لذا می‌توانند سبب شور شدن و کاهش کیفیت زمین‌های کشاورزی گردند که با زهکش‌های مناسب و روش‌های دیگر می‌توان با این مشکل مقابله نمود.

### مراجع

- ۱- خسروی، یونس؛ اسماعیل عباسی. ۱۳۹۵. تحلیل فضایی داد‌های محیطی با زمین‌آمار، چاپ اول. انتشارات آذر کلک. زنجان.
- ۲- حسنی‌پاک، علی‌اصغر. ۱۳۸۹. زمین‌آمار (ژئواستاتستیک)، چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
- ۳- صدق‌آمیز، عباس. ۱۴۰۰. تخمین عمق آب زیرزمینی بر اساس داده‌های بارش با استفاده از روش‌های زمین‌آمار، مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۲۹(۲): ۷۱-۸۳  
<http://dorl.net/dor/20.1001.1.24235970.1400.9.2.6.0>
- ۴- عساکره، حسین؛ سپیده بارزمان، علی شهابی کوتنایی. ۱۳۹۹. واکاوی الگوی مکانی بارش‌های بهاره شمال غرب ایران با روش‌های تحلیل فضایی. نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. ۷۴: ۱۵۳-۱۶۴  
<https://www.doi.org/10.22034/gp.2021.23570.2259>
- ۵- عساکره، حسین. ۱۳۹۱. تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین شهر زنجان. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(۱): ۵۱-۶۶  
علیجانی، ب. ۱۳۹۸. روش‌شناسی کمی در جغرافیا. انتشارات سمت، تهران.
- ۶- علیجانی، بهلول. ۱۳۹۰. تحلیل فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۷(۲۰): ۹-۳۰
- ۷- علیجانی، بهلول. ۱۳۹۴. تحلیل فضایی در مطالعات جغرافیایی. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۲(۳): ۱-۱۴  
<http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.jsaeh.2.3.1>
- ۸- علیجانی، بهلول. ۱۴۰۰. جغرافیا و پارادایم توسعه پایدار. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳(۸): ۲۰-۱۵  
<http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-3251-fa.html>
- ۹- میرمریدی، عاطفه؛ داریوش یاراحمدی، حمید میرهاشمی. ۱۴۰۰. بررسی تغییرپذیری فضایی-زمانی بارش سالانه و بیشینه بارش روزانه در غرب ایران. پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۳۳(۳): ۳۳۵-۳۴۹  
[https://jphgr.ut.ac.ir/article\\_83618.html](https://jphgr.ut.ac.ir/article_83618.html)
- 10-Bohlinger, P., Sorteberg, A., & Sodemann, H. (2017). Synoptic conditions and moisture sources actuating extreme precipitation in Nepal. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122(23), 12-653.
- 11-Chikoore, H., Bopape, M. J. M., Ndarana, T., Muofhe, T. P., Gijben, M., Munyai, R. B., & Maisha, R. (2021). Synoptic structure of a sub-daily extreme precipitation and flood event in Thohoyandou, north-eastern South Africa. *Weather and Climate Extremes*, 33, 100327.
- 12-Drouard, M., Woollings, T., Sexton, D. M., and McSweeney, C. F.: Dynamical differences between short and long blocks in the Northern Hemisphere, J.

سردچال همراه می‌باشد بر ایران یا نزدیک آن، در حالی که پشته آن بر اروپا قرار گرفته است، نه تنها سبب فرارفت هوای سرد عرض‌های جغرافیایی بالا و هدایت رطوبت دریاهای سیاه و مدیترانه به سوی ایران می‌گردند، بلکه با استقرار شرق محور خود با داشتن تاوایی مثبت بر سامانه کم‌فشار سطح زمین، شرایط ناپایداری جوی را تثبیت می‌سازند. شکل‌گیری بندال رگس در یک مورد از بارش‌ها به نوعی دیگر ناپایداری سامانه‌های سطح زمین را تشدید ساخته است. این ناپایداری طی شارش هوای سرد و مرطوب از عرض‌های بالا توسط پراارتفاع این بندال که بر اروپای مرکزی مستقر می‌باشد به سوی کم‌ارتفاع و سردچال آن که در نواهای شرقی-غربی بر دریای مدیترانه شکل گرفته است، رخ می‌دهد. یکی از ویژگی‌های بندال‌ها ماندگاری آنها می‌باشد (دروارد و همکاران، ۲۰۲۱)، که می‌تواند سبب شدت و تداوم بارش گردند. لذا تعداد روزهای بندالی می‌تواند تأثیر رخدادهای هواشناسی را تشدید کند (اسکالر و همکاران ۲۰۱۸). در مجموع فعالیت سامانه‌های بارش‌های فرین در فضایی ویژه‌ای و مقطع زمانی مشخصی صورت می‌گیرد که قابل ردیابی، پیش‌بینی و پیش‌آگاهی می‌باشند. این ویژگی می‌تواند بارش‌های فرین را حتی با وجود داشتن ماهیتی ویرانگر، تحت مدیریت و کنترل درآورد. در این مرحله است که نقشه‌های پهنه‌بندی بارش‌های فرین که حاصل تحلیل فضایی می‌باشند، می‌توانند عنوان سند معتبر علمی در برنامه ریزی فضایی مورد استفاده مدیران و کاربران مختلف قرار گیرند. برنامه‌ریزی فضایی مهم‌ترین و بنیادی‌ترین زیرساخت هرناحیه است (علیجانی ۱۳۹۴). نقشه‌های پهنه‌بندی بارش‌های فرین منتخب نشان می‌دهد، تمرکز حداکثر بارش فرین در هر قسمت از حوضه دشت کاشان، با تهدیدها و فرصت‌های زیست محیطی همراه می‌باشد. بارش‌هایی مانند بارش ۳ آوریل ۲۰۰۲ و ۸ آوریل ۲۰۲۰، که تمرکز آنها بر نوار غربی و ارتفاعات حوضه می‌باشد هم سبب فرسایش ارتفاعات و هم ایجاد سیلاب در پایکوه‌ها و نواحی کم‌ارتفاع دشت می‌گردند. از طرفی می‌توان با کنترل رواناب‌های ناشی از این بارش‌ها، با تغذیه آبخوان‌ها، سطح سفره آب زیرزمینی را به ویژه در دشت افزایش داده و بخشی از کمبود آب کشاورزی را تأمین نمود. بارش‌هایی مانند بارش ۸ مارس ۲۰۱۹ که بیشترین تمرکز آنها در نواحی



- son, L., Pappenberger, F., & Matschullat, J. (2021). Extreme precipitation events in the Mediterranean: Spatiotemporal characteristics and connection to large-scale atmospheric flow patterns. *International Journal of Climatology*, 41(4), 2710-2728.
- 19-Salhi, H. (2022). Evaluation of the Spatial Distribution of the Annual Extreme Precipitation Using Kriging and Co-Kriging Methods in Algeria Country. In *Climate Issues in Asia and Africa-Examining Climate, Its Flux, the Consequences, and Society's Responses*. IntechOpen.
- 20-Schaller, N., Sillmann, J., Anstey, J., Fischer, E. M., Grams, C. M& Russo, S.(2018), تاقیقچه هیرشن، 17 دلجی یا یظارنج موله یدریراک 13 راهب، 20 هرامش، 17 دلجی یا یظارنج موله یدریراک Influence of blocking on Northern European and Western Russian heatwaves in large climate model ensembles, *Environ. Res. Lett.*, 13, 054015, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaba55>.
- 21-Sun, J., Yao, X., Deng, G., & Liu, Y. (2021). Characteristics and synoptic patterns of regional extreme rainfall over the central and eastern tibetan plateau in boreal summer. *Atmosphere*, 12(3), 379.
- 22-Tang, Y., Huang, A., Wu, P., Huang, D., Xue, D., & Wu, Y. (2021). Drivers of summer extreme precipitation events over East China. *Geophysical Research Letters*, 48(11), e2021GL093670.
- 23-Warren, R. A., Jakob, C., Hitchcock, S. M., & White, B. A. (2021). Heavy versus extreme rainfall events in southeast Australia. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147(739), 3201-3226.
- Geophys. Res.-Atmos., 126, e2020JD034082, <https://doi.org/10.1029/2020JD034082>, 2021.
- 13-Ezugwu, M. O.; and E.Atikpo.2021. Spatial dependency of groundwater quality in Benin City, Edo State, Nigeria using semi-variogram models. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2(2), 029-041. <https://doi.org/10.30574/wjaets.2021.2.2.0034>
- 14-Flaounas, E.; L. Fita, K.Lagouvardos and V.Kotroni.2019. Heavy rainfall in Mediterranean cyclones, Part II: Water budget, precipitation efficiency and remote water sources. *Climate Dynamics*, 53(5), 2539-2555. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-019-04639-x#:~:text=DOI-,https%3A//doi.org/10.1007/s00382%2D019%2D04639%2Dx,-Access%20options>
- 15-Jennrich, G. C., Furtado, J. C., Basara, J. B., & Martin, E. R. (2020). Synoptic characteristics of 14-day extreme precipitation events across the United States. *Journal of Climate*, 33(15), 6423-6440.
- 16-Lenggenhager, S. and Martius, O.: Atmospheric blocks modulatethe odds of heavy precipitation events in Europe, *Clim.Dynam.*, 53, 4155-4171, <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04779-0>, 2019.
- 17-Lopes, S., Fragoso, M., & Lopes, A. (2020). Heavy rainfall events and mass movements in the funchal area (Madeira, Portugal): Spatial analysis and susceptibility assessment. *Atmosphere*, 11(1), 104
- 18-Mastrantonas, N., Herrera-Lormendez, P., Magnus-

# Synoptic reanalysis and spatial analysis of extreme precipitation in the Kashan plain basin

**Nasrin Nikandish**

Assistant Professor of Climatology, Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran

\*Corresponding Author Email: [niknasrin@pnu.ac.ir](mailto:niknasrin@pnu.ac.ir)

Received: 30 August 2021 , accepted: 25 November 2021

## ABSTRACT

Extreme rains are presented as a threat by destroying infrastructure and as an opportunity by increasing the volume of runoff and aquifers. It is possible to turn threats into opportunities by recognizing this phenomenon. The current research has been carried out in this direction and with the aim of recognition, prediction and forewarning of extreme rainfall in the Kashan plain. Daily rainfall data have been extracted from 13 synoptic stations and 11 rain gauge stations. The extreme rainfalls of the Kashan synoptic station have been analyzed in the period 1971-2021 based on the 90th, 95th and 99th percentiles. Six cases of extreme precipitation were investigated by synoptic and spatial methods. Zoning maps were prepared based on variogram models and kriging method. The results showed that the dominant patterns are the low pressure systems on Iran, which often form together with the low pressures of Saudi Arabia or Sudan on the surface of the earth and the high pressure systems around them, especially the Siberian high pressure, and the extensive trough from the Mediterranean to Iran and Omega, low cut and Rex blockings at the level of 500 millibars. The zoning maps show that the precipitation of 3 April 2002 and 8 April 2020, which are concentrated on the western belt and the heights of the basin, cause erosion of the heights and flood in the foothills and low-lying areas of the plain. The precipitation such as 8 March 2019, which are most concentrated in the central areas, although due to the low slope, they join the groundwater faster and have little erosive power, but they have a high power to cause flooding.

**Keywords:** Kashan plain basin, extreme rainfall, synoptic reanalysis, blockings, spatial analysis

## HOW TO CITE THIS ARTICLE

Nikandish, N. (2021). Synoptic reanalysis and spatial analysis of extreme precipitation in the Kashan plain basin. *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 4(4): 339-355

## COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

