

بررسی رابطه ارتفاع ابر با رخداد بارش سنگین در استان فارس

محمود احمدی^۱، مهدی نارنگی‌فرد^۲، مصطفی عیسی‌پور^۳

۱- استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

۲- دانشجوی دوره دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، ایران.

۳- کارشناس ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

ma_ahmadi@sbu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش رابطه ارتفاع ابر (بالا و پایین ابر پایین) با بیشترین میزان بارش در ۵۷ سال گذشته (۱۳۹۲-۱۳۳۵) مطالعه گردید. بدین منظور داده‌های بارش روزانه ۲۲ ایستگاه همید استان فارس و داده‌های مربوط به ارتفاع ابر مستخرج از پایگاه باز تحلیل NCEP/NCAR در بازه زمانی ۵ الی ۸ آوریل سال ۲۰۱۳، استفاده شد؛ سپس ارتباط میزان بارش با ارتفاع ابر با ترسیم نقشه‌های مربوطه در محیط نرم افزار Grds ترسیم و مورد پردازش قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد بیشینه بارشی با پهنه همبارش ۵۶-۷۱ میلی‌متر متعلق به شهرستان شیراز در روز اوج بارش (۷ آوریل) می‌باشد. همچنین ارتفاع بالای ابر پایین با ۶۷۰ هکتوپاسکال و پایین ابر پایین با ۸۲۰ هکتوپاسکال در روز اوج بارش به پایین ترین ارتفاع در بازه زمانی مورد مطالعه رسیده است.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع ابر، استان فارس، بارش سنگین، پهنه‌بندی بارش، کریجینگ معمولی

Investigating the Relationship between the Height of the Cloud and Heavy Rainfall in Fars

M. Ahmadi^{*1}, M.Narenngi Fard², M. Eysa Pour³

Assistant Professor Meteorological Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Meteorological PhD candidate, University of Yazd, Iran

MA climate, martyr Beheshti University, Tehran, Iran

Abstract

This study investigates the relationship between the cloud height (above and below the low cloud) and the highest rainfall in past 57 years (1956-2013). For this purpose, the daily rainfall data of 22 synoptic station in Fars province were collected and the relevant data extracting from the open analysis database of NCEP / NCAR to the height of cloud in 2013 April 5-8 were used. Then, the relationship between rainfall rate and cloud height were plotted and analyzed by drawing the relevant maps in Grds software. The results show that the maximum rainfall with the isorain zoning of 56-71mm is belong to Shiraz on the peak of rainfall (April 7th). The above height of the low cloud with 670 hPa and 820 hPa in below the low cloud reached to the lowest height in the studied time interval.

Keywords: Cloud height, Fars Province, heavy rainfall, rainfall zoning, and ordinary kriging.

* Corresponding Author's E-mail (ma_ahmadi@sbu.ac.ir)

الف - مقدمه

بارش به عنوان یکی از پر نمودترین پدیده های جوی، از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه ای در ایران برخوردار است.

برهم کنش مداوم سامانه های گردش جوی در طول سال به طور برجسته و گسترش دهای چنین تنوعی را موجب گردیده است (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از موضوعات مهم آب و هواشناسی، تغییرات میزان و آهنگ بارش است. بارش به عنوان یکی از نعمت های الهی، آبادانی و سرسبزی طبیعت را به همراه دارد؛ ولی هنگامی که بشر با فعالیت های نادرست خود، بستر نزول این نعمت را خراب کرده باشد، پیامدهای آن بیشتر زیان بار خواهد بود (براتی و همکاران، ۱۳۹۱). شناخت دقیق تر ساز و کار و نحوه عمل الگوی گردش جوی و عناصر مؤثر در وقوع بارش های حدى، اهمیت بسیاری دارد، به ویژه آنکه این نوع بارش می تواند پدیده سیل و عواقب مصیبت بار آن را ایجاد کند. بنابراین لازم است با شناخت ساز و کار تکوین، تقویت و قانون مندی حاکم بر حرکت و گسترش سامانه های اقلیمی بارش زما، از آثار مثبت آن سود جست و از نتایج زیانبار آن دوری کرده یا آن را به حداقل رساند (حلیان و پورجزی، ۱۳۹۱). بالا بودن رطوبت وردسپهر در مکان بارش و تزریق رطوبت از طریق وزش، نقش اساسی در رخداد بارش سنگین دارند (مزیدی و همکاران، ۱۳۹۱). تغییرات بارش ناشی از تغییرات عوامل تولید کننده آن است. بی نظمی موجود در عوامل ایجاد بارش به توزیع مکان و زمانی بارش منجر می شود، که شامل عوامل صعود، هوای مرطوب و هستک های چگالش است که توسط گردش عمومی هواسپهر فراهم می شود (امیدوار و ترکی، ۱۳۹۱).

محرك اصلی اقلیم زمین، انرژی خورشیدی است و ابرها انتقال این انرژی به زمین را در کنترل خود دارند. ابرها در تعامل با دمای سطح دریا، تغییرات انرژی و گرما و در نتیجه بارش و اقلیم مناطق را به شدت متاثر کرده و گردش های جوی و اقیانوسی کره زمین را به وجود می آورند. برای تشکیل ابرها و ایجاد بارش در هر مکان وجود رطوبت و عامل صعود لازم است (نوری و همکاران، ۱۳۹۱). از سوی دیگر تخمین دقیق پراکندگی فضایی بارش برای پیش بینی سیل، مدیریت منابع آب و زمین و درک سامانه های هم رفتی بسیار مهم است (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۹۱). اطلاعات مربوط به توزیع بارش با توجه به کاربردهای گوناگون هیدرولوژیکی از جمله مدیریت صحیح منابع آب، برآورد حداقل بارش محتمل و تخصیص الگوی مناسب کشت، از اهمیت زیادی برخوردار است (بیات و همکاران، ۱۳۹۰). بارش های سنگین یکی از پدیده های خسارت بار محیط می باشد که در بیشتر مکان ها به ویژه در مناطق کم باران اتفاق می افتد (غیور و همکاران، ۱۳۹۱).

سامانه های بارش زما در تامین منابع آب نقش عمده ای دارند، از این رو شناخت ویژگی های آن ها مانند نحوه شکل گیری، منابع رطوبتی و محل فعالیت آن ها از اهمیت زیادی برخوردار می باشد (غفاریان و همکاران، ۱۳۸۹). ابرها از مهم ترین



عناصر اقلیمی تاثیرگذار بر سامانه‌های اقلیمی سطحی کره زمین به شمار می‌آیند، چرا که از یک طرف در مجموعه سامانه‌های همدید، باعث انتقال مقادیر متنابه‌ی از رطوبت اقیانوس‌ها به خشکی‌های سطح زمین می‌گردد و از طرف دیگر نقش تعیین کننده‌ای در توزیع این رطوبت به صورت بارش در سطح زمین دارد (رسولی و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی میزان تأثیرگذاری فرآیند تکامل و تحول ابر بر رخداد بارش به ویژه بارش‌های سنگین کمک موثری در پیش-بینی وقوع این چنین رویدادها می‌نماید. از این رو شناخت دقیق پراکندگی مکانی بارش و پی بردن به علل آن ضروری به نظر می‌رسد.

عمده پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه ابر در ایران مربوط به امکان‌سنگی باروری ابر توسط (امیدوار، ۱۳۸۰؛ ۱۳۸۱؛ ۱۳۸۳؛ ۱۳۸۶) انجام پذیرفته است. در رابطه با بارش‌های سنگین نیز می‌توان به پژوهش‌های لیتمان^۱ (۲۰۰۰)؛ ناچامکین^۲ و همکاران (۱۳۸۵) و ژائو^۳ (۲۰۱۲) و در ایران مسعودیان (۱۳۸۷)؛ عزیزی و همکاران (۱۳۸۸)؛ محمدی و مسعودیان (۱۳۸۹)؛ مسعودیان و محمدی (۱۳۸۹) اشاره کرد. با توجه به مطالب عنوان شده هدف مورد نظر در این پژوهش پهنه‌بندی رویداد بارش سنگین در استان فارس به همراه بررسی ارتباط ارتفاع بالا ابر پایین (Low Cloud) و پایین ابر پایین (Top Cloud Bottom) در بازه زمانی مورد مطالعه می‌باشد.

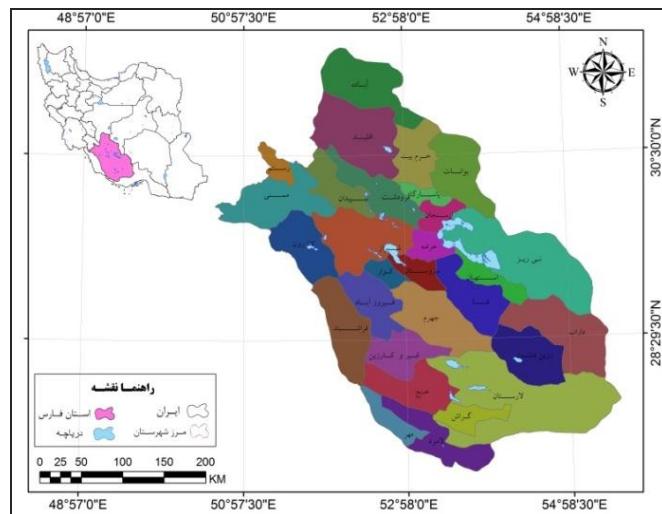
ب- مواد و روش‌ها

محدوده استان فارس بین طول‌های جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه غربی تا ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲ دقیقه و ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). این استان حدود ۷ درصد از کل مساحت ایران را تشکیل می‌دهد. میانگین بارش ماهانه استان، ۴۸ میلی‌متر بوده که بیشتر در محدوده آبان ماه هر سال تا اردیبهشت ماه سال بعد رخ می‌دهد. بیشترین و کمترین مقدار بارش برابر با ۱۸۴ و صفر میلی‌متر به ترتیب مربوط به آذر ماه و تیر ماه است. وقوع بارش‌های استان فارس عموماً به حرکت شرق سوی جریان‌های باران‌زا در ماه‌های سرد سال بستگی دارد (ناظم‌السادات و قائدامینی، ۱۳۹۰).

¹ - Littmann

² - Nachamkin

³ - Zhao



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

ایستگاه‌های منتخب مورد مطالعه در منطقه، شامل ۲۲ ایستگاه همدید شیراز، تخت جمشید، اقلید، سد درودزن، فسا، زرقان، آباده، لار، سپیدان، ایزدخواست، بوانات، جهرم، داراب، صفاشهر، کازرون، لامرد، استهبان، کازرون، فراشبند، فیروزآباد، قیروکارزین و نیریز می‌باشد، که مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد پژوهش در (جدول ۱) نشان داده شده است.

در انجام این پژوهش، از داده‌های روزانه بارش ۲۲ ایستگاه همدید استان فارس و همچنین داده‌های شبکه‌ای باز تحلیل ارتفاع ابر (LCT) و (LCB) در بازه زمانی ۵ الی ۸ آوریل سال ۲۰۱۳، مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی آمریکا (NCAR- NCEP) استفاده شد، همچنین نقشه‌ها و نمودارهای مربوطه در نرم افزار Grads ترسیم گردید. جهت انجام پهنه‌بندی بارش روزهای مورد نظر با استفاده از تکنیک‌های زمین‌آمار پهنه‌بندی به روش کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging) در محیط نرم افزار ArcGIS انجام پذیرفت.

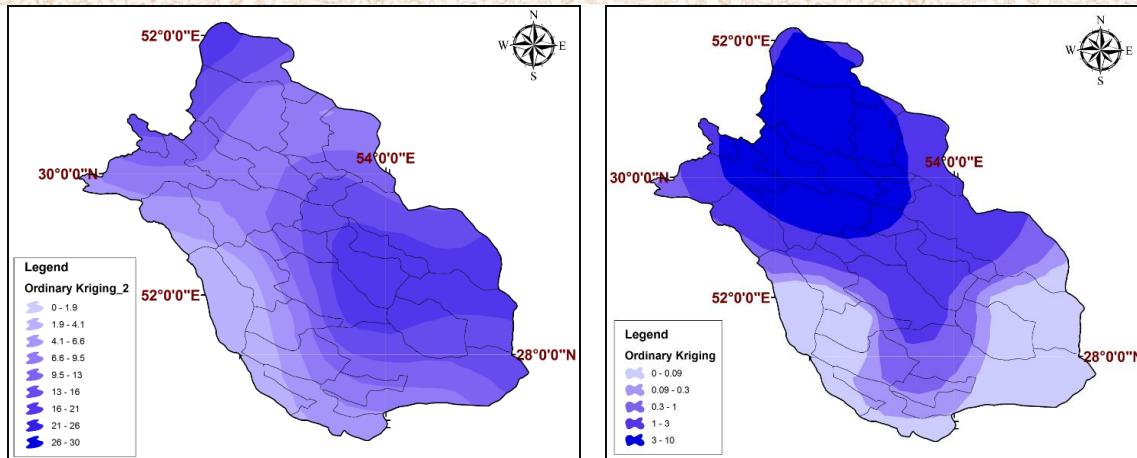
جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	شهر	.	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	شهر	.
۳۱ : ۵	۵۲ : ۱	ایزدخواست	۱۲	۲۹ : ۵۵	۵۲ : ۶	شیراز	۱
۲۹ : ۲	۵۴ : ۳۲	لامرد	۱۳	۲۹ : ۸۸	۵۲ : ۸۱	تخت جمشید	۲
۳۰ : ۴۷	۵۳ : ۶۱	جهرم	۱۴	۳۰ : ۸۸	۵۲ : ۶۸	اقلید	۳
۲۹ : ۶۱	۵۱ : ۶۳	قیروکارزین	۱۵	۳۰ : ۲	۵۲ : ۴۳	سد درودزن	۴
۲۸ : ۸۳	۵۲ : ۵۳	فیروزآباد	۱۶	۲۸ : ۹	۵۳ : ۷۱	فسا	۵
۲۸ : ۸۶	۵۲ : ۱۱	فراشبند	۱۷	۲۹ : ۸	۵۲ : ۷	زرقان	۶
۲۹ : ۱	۵۴	استهبان	۱۸	۲۷ : ۷	۵۴ : ۳	آباده	۷
۳۰ : ۳	۵۲ : ۰۵	سپیدان	۱۹	۲۹ : ۱۶	۵۴	بوانات	۸
۲۹ : ۶۱	۵۱ : ۶۳	صفاشهر	۲۰	۲۸ : ۴۴	۵۳ : ۵۲	داراب	۹
۲۹ : ۹۴	۵۳ : ۳۱	ارسنجان	۲۱	۲۹ : ۱۶	۵۴ : ۳۲	نیریز	۱۰
۲۷ : ۱۸	۵۳ : ۷	کازرون	۲۲	۳۱ : ۱۸	۵۲ : ۶۶	لار	۱۱

ج- نتایج و بحث

یافته‌ها در این پژوهش شامل سه بخش، شامل پراکنش بارش در بازه زمانی مورد مطالعه در استان فارس، ارتفاع بالای ابر پایین و بالا در محدوده ۲۴ تا ۳۴ عرض شمالی و ۵۰-۵۶ طول شرقی در روز اوج بارش (۷ آوریل ۱۳۹۳)؛ همچنین روند تغییرات ارتفاع ابرها به هکتوپاسکال و متر از تاریخ ۵ الی ۸ آوریل می‌باشد.

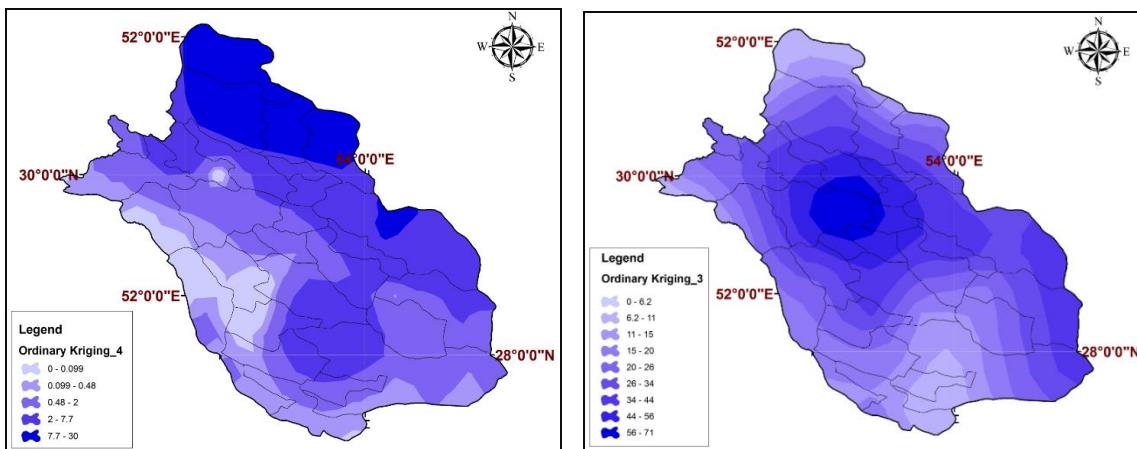
بیشینه بارشی (پهنه هم بارش ۱۰-۳ میلی‌متر) در روز ۵ آوریل متعلق به مناطق شمال باختری استان (شکل ۲)، و در روز بعد مناطق شرقی استان با پهنه هم بارش ۳۰-۲۶ میلی‌متر بیشترین میزان بارش را به خود اختصاص داده است (شکل ۳).



شکل ۳- پهنه‌بندی بارش در روز ۶ آوریل ۲۰۱۳

شکل ۲- پهنه‌بندی بارش در روز ۵ آوریل ۲۰۱۳

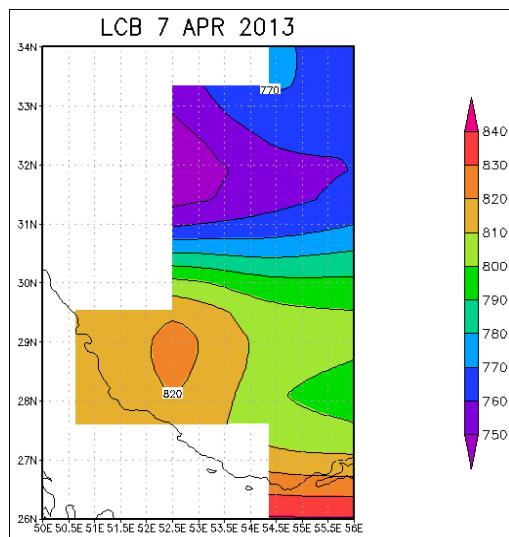
اما در روز ۷ آوریل ۲۰۱۳ (روز اوج بارش) بیشینه بارشی (پهنه هم بارش ۵۶-۷۱ میلی‌متر) متعلق به مناطق مرکزی استان شهرستان شیراز می‌باشد (شکل ۴). پهنه بارشی ۷ تا ۳۰ میلی‌متر در روز پایانی بارش (۸ آوریل) به مناطق شمالی استان تعلق دارد (شکل ۵).



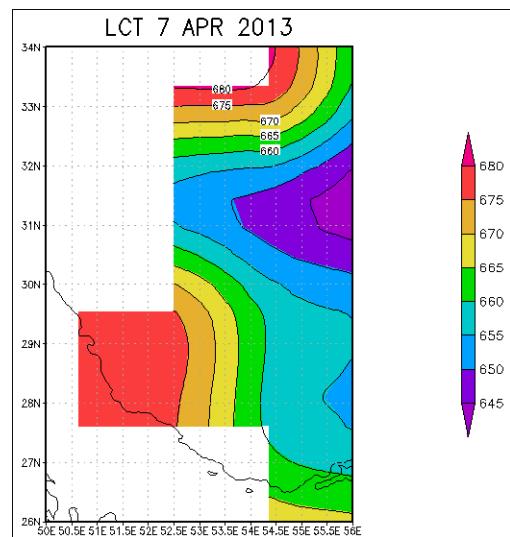
شکل ۵- پهنه‌بندی بارش در روز ۷ آوریل ۲۰۱۳

شکل ۴- پهنه‌بندی بارش در روز ۷ آوریل ۲۰۱۳

با توجه به اینکه ابرهای پایین عامل اصلی بارش می‌باشند، ارتفاع بالای ابر پایین و پایین ابر پایین در روز اوج بارش ترسیم شد (شکل ۶ و ۷). برابر این اشکال ارتفاع بالای ابر پایین ۶۷۰ هکتوپاسکال (شکل ۶) و پایین ابر پایین ۸۲۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) می‌باشد. ابرهای پوششی (Stratus)، پوشش کومهای (Cumulus)، کومهای (Cumulonimbus) و کومهای بارا (Cumulonimbus) جز این دسته قرار می‌گیرند.

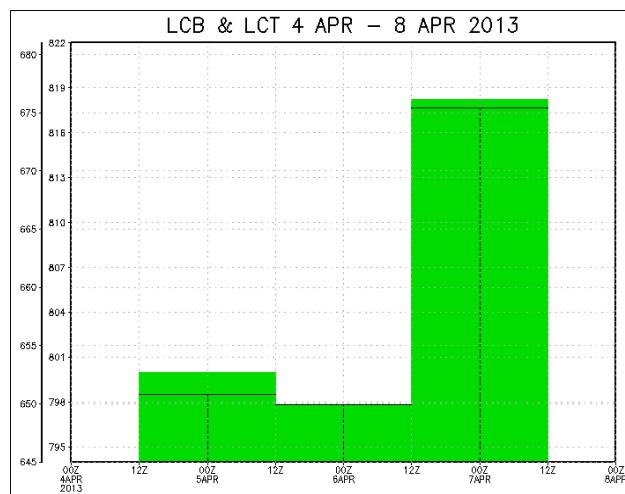


شکل ۷- ارتفاع پایین ابر پایین در روز ۷ آوریل ۲۰۱۳



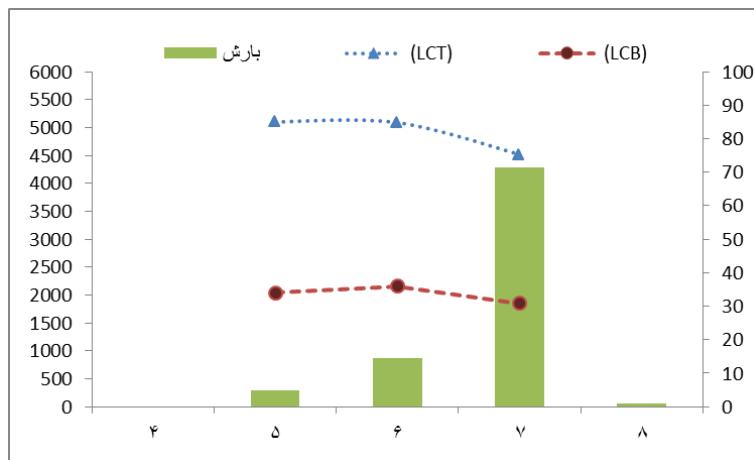
شکل ۶- ارتفاع بالا ابر پایین در روز ۷ آوریل ۲۰۱۳

سری زمانی ارتفاع ابر (۴ الی ۸ آوریل ۲۰۱۳) در (شکل ۸) نمایش داده شده است. برابر این شکل ارتفاع بالای ابر بالا (LCT) ۶۷۵ هکتوپاسکال همچنین ارتفاع پایین ابر پایین (LCB) ۸۱۹ هکتوپاسکال در روز اوج بارش به پایین ترین ارتفاع در بازه زمانی مورد مطالعه رسیده است. ارتفاع بالای ابر بالا در روز ۵ آوریل ۸۰۰ هکتوپاسکال و در روز ۶ آوریل ۷۹۸ هکتوپاسکال و ارتفاع پایین ابر پایین در روز ۵ آوریل ۶۵۱ هکتوپاسکال و در روز ۶ آوریل ۶۵۰ هکتوپاسکال می باشد.



شکل ۸- ارتفاع ابر به هکتوپاسکال (۴ الی ۸ آوریل سال ۲۰۱۳)

ارتفاع بالای ابر بالا و پایین ابر پایین به متر همچنین میزان بارش در روزهای ۴ الی ۸ آوریل سال ۲۰۱۳ در (شکل ۸) قابل مشاهده است. که ارتفاع بالای ابر بالا ۴۵۱۷ متر به عبارت دیگر پایین ترین ارتفاع و پایین ابر پایین ۱۸۴۹ متر در روز ۷ آوریل رسیده است.



شکل ۹- میزان ارتفاع بالا و پایین ابر پایین به متر و میزان بارش به میلی متر (۴ الی ۸ آوریل سال ۲۰۱۳)

۵- منابع

- امیدوار، ک. ۱۳۸۰. تحلیل سینوپتیکی سیستم‌های باران‌زا و امکان افزایش بارش آن‌ها به وسیله باروری ابرها در کرمان.
- پژوهش‌های جغرافیایی. ۳۳(۴۰): ۳۲-۱۹.
- امیدوار، ک. ۱۳۸۱. برخی ویژگی‌های اقلیم‌شناسی ابر در ارتفاعات جنوبی کرمان به منظور ارزیابی امکان اجرای پروژه‌های افزایش بارش. مدرس علوم انسانی، ۶(۴): ۳۷-۴۹.
- امیدوار، ک. ۱۳۸۳. اقلیم‌شناسی بارش در منطقه کرمان جهت انتخاب جایگاه باروری ابرها". پژوهش‌های جغرافیایی. ۴۷(۱۵-۲۹):
- امیدوار، ک. ۱۳۸۳. تحلیل بادها و جریان‌های جوی در دوره‌های بارانی به منظور تعیین جایگاه مناسب بارورسازی ابرها در ایران مرکزی: استان‌های یزد و کرمان. مدرس علوم انسانی، ۸(۳۵): ۳۰-۱.
- امیدوار، ک؛ ترکی، م. ۱۳۹۱. شناسایی الگوهای ریزش بارش‌های سنگین در استان چهارمحال بختیاری. مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضای، ۱۶(۴): ۱۳۵-۱۶۲.
- امیدوار، ک. ۱۳۸۶. بررسی و تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه". پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۹(۳۹): ۸۱-۹۸.
- براتی، غ؛ بداق جمالی، ج؛ ملکی، ن. ۱۳۹۱. نقش واچرخندها در رخداد بارش‌های سنگین دهه‌ی اخیر غرب ایران.
- پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۴(۸۰): ۸۵-۹۸.
- بیات، ب؛ زهرا، ب؛ تقی، ف؛ ناصری، م. ۱۳۹۰. ارزیابی روش‌های زمین‌آماری مکانی در تعیین الگوی فضایی بارش: تحقیق موردی حوضه آبریز دریاچه نمک. مجله ژئوفیزیک ایران، ۵(۴): ۸۹-۱۱۰.
- حجازی‌زاده، ز؛ علیجانی، ب؛ ضیاییان، پ؛ کریمی، م؛ رفعتی، س. ۱۳۹۱. ارزیابی بارش ماهواره ۳B43 و مقایسه آن با مقدار حاصل از تکنیک درونیابی کریجینگ. سنجش از دور و GIS ایران، ۴(۳): ۴۹-۶۴.
- حلبیان، ا؛ حسینعلی پور‌جزی، ف. ۱۳۹۱. شناسایی شرایط همدید بارش‌های حدی و فراغیر در کرانه‌های غربی خزر با



تأکید بر الگوهای ضخامت جو. جغرافیا و پایداری محیط، (۳): ۱۰۱-۱۲۲.
رسولی، ع.ا؛ جهانبخش، س؛ قاسمی، ار. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر در ایران. فصلنامه تحقیقات
جغرافیایی، ۲۸ (۳): ۸۷-۱۰۴.

عزیزی، ق؛ نیری، م؛ رستمی جلیلیان، ش. ۱۳۸۸. تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی:
بارش دوره ۷-۱۴ مارس ۲۰۰۵، ۱۶ تا ۲۴ اسفند ۱۳۸۵). جغرافیای طبیعی، ۱ (۴): ۱-۱۳.
علیجانی، ب؛ جعفرپور، ز؛ علی‌اکبری بیدختی، ع؛ مفیدی، ع. ۱۳۸۶. تحلیل سینوپتیکی الگوهای گردشی بارش‌های
موسمی جولای ۱۹۹۴ در ایران. نشریه علوم جغرافیایی، ۷ (۱۰): ۷-۳۸.
علیجانی، ب؛ خسروی، م؛ اسماعیل نژاد، م. ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق
ایران. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۱ (۳ و ۴): ۱-۱۲.
غفاریان، پ؛ مشکوati، ا؛ آزادی، م؛ مزرعه فراهانی، م؛ رحیم‌زاده، ف. ۱۳۸۹. بررسی همدیدی بارش در شمال غرب
ایران - مطالعه موردی بارش فرین ایستگاه ارومیه. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۱ (۴ و ۳): ۱۳-۲۴.
غیور، ح؛ حلبیان، ا؛ صابری، ب؛ حسین‌علی پور جزی، ف. ۱۳۹۱. بررسی رابطه بارش‌های سنگین با الگوهای گردشی
جو بالا (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). مجله مخاطرات محیطی، ۱ (۲): ۱۱-۲۷.
محمدی، ب؛ مسعودیان، ا. ۱۳۸۹. تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران مطالعه موردی: آبان ماه ۱۳۷۳. جغرافیا و
توسعه، (۱۹): ۴۷-۷۰.

مزیدی، ا؛ کوشکی، ح؛ نصر آزادانی، م. ۱۳۹۱. تحلیل سینوپتیکی بارش‌های بیش از ۳۰ میلی‌متر شهر خرم‌آباد از
۲۰۰۰-۲۰۰۵. اندیشه جغرافیایی، ۶ (۱۱): ۱۰۷-۱۲۰.
مسعودیان، ا. ۱۳۸۷. شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب
ایران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز.
مسعودیان، ا؛ محمدی، ب. ۱۳۸۹. تحلیل فراوانی تابع همگرایی شار رطوبت در زمان رخداد بارش‌های ابرسنگین ایران.
چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ایران.
ناظم‌السداد، مج؛ قائدامیانی اسدآبادی، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر پدیده مادن جولیان (MJO) بر رخداد دوره‌های خشک
و تر در استان فارس. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵ (۵۵): ۱۳-۲۵.
نوری، ح؛ غیور، ح؛ مسعودیان، ا؛ آزادی، م. ۱۳۹۱. بررسی ابرهای مولد بارش‌های فوق سنگین و سنگین سواحل
جنوبی خزر. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۳ (۳): ۱-۲۲.

<http://www.cdc.noaa.gov>

Littmann, T., (2000). "An empirical classification of weather types in the Mediterranean Basin and their relation with rainfall". Journal of theoretical and applied climatology, (66): 161-171.

Nachamkin, J. E., Chen, S., & Schmidt, J., (2005), "Evaluation of Heavy Precipitation Forecasts Using Composite-Based Methods: A Distributions-Oriented Approach". Monthly Weather Review, (8): 2163-2177.

Zhao, Y., (2012), "Numerical investigation of a localized extremely heavy rainfall event in complex topographic area during midsummer". (113): 22-39.