نشریه هواشناسی و علوم جوّ جلد ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷ صفحات ۷۷-۹۶

مطالعه بارش‌های شدید و حدی استان بوشهر از دیدگاه همدیدی–دینامیکی

زهرا راستگو[۱*] - عباس رنجبر سعادت آبادی[۲]

[۱] کارشناس ارشد هواشناسی، مرکز تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی بوشهر، بوشهر، ایران
[۲] دانشیار پژوهشکده هواشناسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۸

چکیده

دراین پژوهش ابتدا با استفاده ازداده های بارندگی ۸ ایستگاه هواشناسی طی یک دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰) و بکارگیری شاخص پایه صدک، حداقل مقدار باران در بارش های شدید و حدی به ترتیب ۴۲/۸ و ۸۴/ ۲ میلیمتر تعیین گردید. از مجموع ۶۱۲ روز بارانی، روزهایی که حداقل در ۳۰ درصد ایستگاه های استان بارش شدید و یا حدی رخ داده است،۱۳ روز تعیین شد که با در نظرگرفتن پراکنش زمانی و مکانی بیشتر،۴ مورد جهت بررسی همدیدی انتخاب شد.در ادامه داده‌های بازتحلیلی شامل پارامترهای فشار سطح دریا، میدان باد، ارتفاع ژئوپتانسیل و .. در ترازهای مختلف فشاری از پایگاه داده ای NOAA استخراج و با استفاده از نرم افزار GRADS نقشه های همدیدی موردنظر ترسیم گردید.

تحلیل نقشه ها نشان می دهد وقوع بارشهای شدید و حدّی در استان بوشهر، نتیجه استقرار یک سامانه بندالی از نوع رِکس یا اُمِگا در تراز میانی جو و سامانه کم فشار سودانی سطح زمین در جنوب غرب ایران می باشد. محدود شدن کم فشارسودانی درجنوب غرب ایران توسط دو مرکز پرفشار یکی ازروی شمال تا جنوب ایران ودیگری از روی اروپا تا شمال آفریقا، سبب ایجاد یک منطقه همگرایی قوی و در نتیجه صعود دینامیکی هوا و ریزش بارش حدّی درشمال خلیج فارس می شود. همچنین نتایج نشان می دهد که منابع ا صلی رطوبت این بارش‌ها دریای عرب، دریای عمان، دریای سرخ و خلیج فارس و گاهی مدیترانه می باشد.

کلمات کلیدی: *شاخص صدک، بارش حدّی، بندال رِکس، بندال اُمِگا، الگوی همدیدی.*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *zhr_rastgoo@yahoo.com*

مقدمه

بارش پدیده ی حاصل از اندرکنش های پیچیده ی جو است. در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن اهمیت ویژه ای دارد و نسبت به پدیده های اقلیمی دیگر از پیچیدگی رفتاری چشمگیرتری برخوردار است. ایران از جمله مناطقی است که بارش در آن از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه ای برخوردار است. برهم کنش مداوم سامانه های گردش اتمسفری در طول سال بطور برجسته و گسترده ای چنین تنوعی را موجب گردیده است (علیجانی، ۱۳۷۲). عوامل ایجاد بارندگی شامل عوامل صعود، هوای مرطوب و هستک های چگالش است که توسط گردش عمومی جوّ فراهم می شوند. جهت ایجاد بارندگی های شدید عامل رطوبت مهم تر از عامل صعود می باشد (علیجانی، ۱۳۸۱ به نقل از خوشحال). بالا بودن رطوبت ورد سپهر در مکان بارش و تزریق رطوبت از طریق فرارفت نقش اساسی در رخداد بارشهای سنگین دارند (هارنک[1] و همکاران، ۱۹۹۸). به همین دلیل بارش های شدید و سنگین بیشتر در سواحل دریاها و جزایر اتفاق می افتد.

در سواحل خلیج فارس و از جمله استان بوشهر و شهرهای ساحلی آن عامل رطوبت کافی بوده ولی عامل صعود بسیار ناچیز و نادر می باشد و به همین دلیل این سواحل بارش کمی دریافت می کنند. کمبود بارش سالانه در استان بوشهر بسیار محسوس است و میانگین سالانه آن نسبت به کل کشور، کمبود را نشان می دهد. امّا به علت وجود بخارآب فراوان در منطقه، به هنگام ورود عوامل صعود قوی، باران های سنگین اتفاق می افتد که عامل اصلی سیلاب ها می باشد. البته عوامل صعود همیشه نمی توانند به این منطقه وارد شوند. عوامل صعود در موارد نادر و در ماه های خاصی به این منطقه وارد می شوند و باعث ریزش بارش های سنگین می شوند (خوشحال و همکاران، ۱۳۸۸). وقوع بارش های با شدت زیاد در نواحی بدون پوشش گیاهی مثل استان بوشهر با خطرهای بیشتری همراه است؛ زیرا نفوذپذیری در این مناطق کمتر است و مقدار قابل توجهی از چنین بارش هایی به رواناب و سیل تبدیل شده و موجب بروز خسارات گسترده ای می شود. در این راستا شناخت چگونگی تکوین، تقویت، مکانیسم فعالیت، قانونمندی حاکم بر حرکت الگوهای سینوپتیکی منجر به بارش های سنگین و سیل زا، زمینه لازم برای پیش بینی به موقع چنین توفان هایی و در نتیجه زمینه بکارگیری مدیریت ریسک به جای مدیریت بحران در زمینه مسائل مربوط به بارشهای شدید را فراهم می کند.

در زمینه بارش های شدید و حدی در سطح جهان مطالعات بسیاری به انجام رسیده است. در این خصوص می توان به کار روبرت[2] و همکاران (۵۹:۱۹۹۸) اشاره نمود که رابطه شرایط جو بالا را با رخداد بارش های سنگین تابستان در ایالت «یوتا[3]»آمریکا بررسی نموده و به این نتیجه رسیده استکه انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس در ایجاد بارش های سنگین این منطقه اهمیت فوق العاده ای دارد.جنسا[4] و همکاران (۲۰۰۱) با یک رویکرد آماری، تأثیر چرخندهای غرب مدیترانه بر روی ۹۴۸ بارش سنگین بیش از ۶۰ میلیمتر و ۲۵۹ بارش ابرسنگین بیش از ۱۰۰ میلیمتر که در طی ۵ سال، از ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶ در غرب مدیترانه ثبت شده بود را مطالعه کردند که نتایج پژوهش آن ها نشان داد در ۹۰ درصد موارد، مراکز چرخندی در مجاورت و همسایگی محل وقوع بارش های سنگین غرب مدیترانه واقع شده اند. این مراکز در موقعیتی قرار می گرفتند که برقراری جریان هوای مدیترانه به سوی محل وقوع بارش سنگین را تقویت می کردند.ماتلیک[5] و پیاپوست[6](۲۰۰۸)، بارش های سنگین و رابطه این بارش ها را با انواع الگوهای آب و هوایی در استونیا در دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ مورد مطالعه قرار داده اند. آن ها در این پژوهش با به کار گیری روش های تحلیل دستی و طبقه بندی موقعیت های سینوپتیکی و همچنین مشخص کردن مسیرهای سیکلونی و جبهه ها شرایط

1- Harnack

2- Robert
3- Utah
4- Jansa
5- Matlik
6- Piia post

منجر به بارش های سنگین را مشخص کرده اند. آن ها در پایان نتیجه گرفته اند که اغلب بارش های سنگین توسط عبور کم فشارهای مختلف و سامانه های جبهه ای به وقوع پیوسته اند.

در ایران نیز مطالعات بسیاری در ارتباط با تحلیل بارش های سنگین به انجام رسیده است. لشکری (۱۳۷۵)، در پژوهشی به بررسی و مطالعهٔ الگوهای سینوپتیکی بارش های سنگین جنوب غرب ایران پرداخته است. ایشان پس از تحلیل سینوپتیکی نقشه های سطح زمین، سطح ۸۵۰ ،سطح ۷۰۰ و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نتیجه گرفته است که وقوع بارش های سنگین و سیل آسا در جنوب غرب ایران نتیجهٔ تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم فشار مونسون سودانی و منطقهٔ همگرایی دریای سرخ و تبدیل آنها به سیستم دینامیکی و ترمودینامیکی می باشد.مفیدی و همکاران (۱۳۸۶)، در پژوهشی الگوی سینوپتیکی بارش های سنگین وشدید پاییزه رادر ساحل جنوبی دریای خزر بررسی کرده اند. در این پژوهش داده های میانگین روزانه و ۶ ساعته بارش، فشار، شدت حرکت عمودی، رطوبت ویژه و مولفه های مداری و نصف النهاری باد در سطوح مختلف، از دو روز قبل از بارش به کار گرفته شده است. نتایج نشان می دهد که همه بارش های سنگین می تواند در سه الگوی پرفشار، کم فشار و ترکیبی طبقه بندی شوند و از ۲۸ روز مورد بررسی ۱۶ روز (۵۷/۱ درصد) بارش های سنگین در نتیجه وجود پرفشار و چرخش منفی وابسته به تأثیر زبانه پرفشار مستقر بر روی سواحل خزر بوده است.در مقابل فقط ۶ روز (۲۱/۴ درصد) با الگوی کم فشار منطبق بوده است و ۶ روزبارش های سنگین (۲۱/۴ درصد) به الگوی ترکیبی مربوط می شود.همچنین خاطر نشان می کنند در الگوی پرفشار و ترکیبی مهمترین مکانیسم بارش وجود همرفت محلی در سواحل جنوبی خزر بوده است. در حالی که در الگوی کم فشارمهمترین مکانیسم بارش وجود سیکلون در منطقه است.عزیزی و همکاران (۱۳۸۸) در تحلیل سینوپتیکی بارش غرب کشور مطالعه موردی ۱۶ تا ۱۷ اسفند ۸۵ به این نتیجه رسیدند که مدیترانه ای و زبانه کم فشار سودانی باعث ایجاد بارش در این دوره شده اند که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سامانه ها در سطح زمین نقش داشته اند.

محمدی و مسعودیان (۱۳۸۹) به بررسی یکی از سنگین ترین و فراگیرترین بارش های کشور (آبان ۱۳۷۳) پرداختند و نقش الگوی پرفشار اروپا – کم فشار عراق در رویداد این بارش مؤثر دانسته اند و اذعان می دارند که در زمان بارش، زبانه ای از پرفشار اروپا و دریای سیاه از شمال غرب کشور نفوذ کرده و با کم فشار عراق شیو فشاری شدیدی را ایجاد می کنند و با ادغام رودباد جنب حاره و جبهه قطبی بر روی عراق، فرود عمیق روی قبرس و تغذیه رطوبتی خلیج فارس در ترازهای پایین و دریای سرخ و مدیترانه و سیاه در ترازهای بالاتر، این بارش سنگین رخ داده است.. امیدوار (۱۳۸۶)، شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش درمنطقه ی شیرکوه یزد را مطالعه کرده و نتیجه می گیرد که سه نوع سیستم سینوپتیکی منطقه را تحت تاثیر قرار می دهد :۱- استقرار کم فشار سودانی روی شبه جزیرهٔ عربستان ۲- سیستم های ترکیبی سودانی و مدیترانه ای و۳- سیستم های مدیترانه ای. نجار سلیقه (۱۳۸۰)،سبزی پرور (۱۳۷۰)، ایزدنگهدار(۱۳۷۱)، باقری (۱۳۶۴)، جوانبخش (۱۳۷۴) و عربی (۱۳۷۹)، مرادی (۱۳۸۳)، کاویانی و همکاران (۱۳۸۵) محققان دیگری هستند که هر کدام عوامل سینوپتیک مؤثر در بارش های سنگین و سیل زای بخش های مختلف ایران را بررسی نموده اند.در این پژوهش سعی شده است که ابتدابارش های سنگین و فوق سنگین استان بوشهر طی دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ شناسایی و ویژگی ها و مشخصات آماری و سپس شرایط همدیدی این بارش ها بررسی شود.

مواد و روش ها

قبل از تشریح مراحل انجام کار، توجه به دو مطلب زیر ضروری است:

۱. در متون اقلیمی، تعاریف متعدد و مقادیر متفاوتی برای بارش شدید و بارش حدی ارائه شده است و

پژوهش هایی که تا کنون در این زمینه در کشور صورت گرفته، تفاوت های قابل ملاحظه ای را از جهت معیار تعیین بارش های شدید و حدّی نشان می دهد. به نقل از مفیدی و همکاران (۱۳۸۶) شاخص هایی را که پژوهشگران برای تعیین بارش های شدید و حدی مورد استفاده قرار داده اند، عبارتند از: شاخص **آستانه «مطلق»**یا آستانه «اختیاری»، شاخص**«مساحت منحنی هم بارش خاص»**، شاخص **آستانه «درصدی»** وشاخص پایه **«صدک»**. در این پژوهش به منظور تعیین بارش های شدید و حدّی ، برای اولین بار در کشور از شاخص پایه **«صدک»** استفاده شده است.

شاخص پایه صدک که درحال حاضر رایج ترین روش محاسبه و تعیین بارش های شدید و حدّی محسوب می شود، عمدتاًبرای تعیین تعداد روزهای دارای بارش شدید و خیلی شدید (حدّی)، براساس آستانه صدک خاص کاربرد دارد (پترسن و همکاران، ۲۰۰۱ ؛ الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶). بر اساس توافقی بین المللی، از تعداد کل روزهای بارشی، روزهای دارای بارش برابر یا بالاتر از مقدار صدک ۹۵ ام و ۹۹ ام به ترتیب به مثابه روزهای دارای بارش شدید و بارش حدّی در نظرگرفته می شوند (نیکولز و همکاران، ۲۰۰۰؛ پترسن و همکاران، ۲۰۰۱؛ زانگ[7]و همکاران، ۲۰۰۵؛ الکساندر و همکاران ، ۲۰۰۶).

۲. صدک ها (چندک ها) به طور کلی به شرح زیر تعریف و محاسبه می شوند:

عدد Q_p را که در آن $0<p<1$، چندک مرتبه p می نامند، هرگاه تقریباً $100p$ درصد داده ها کوچکتر از آن باشند. صدک ها که به ازای $p=0.01,0.02,\ldots,0.99$ به دست می آیند و آن ها را با $P_1,P_2,\ldots,P_{99}$ نشان می دهند. مثلاً $Q_{0.99}$ را که با P_{99} نشان می دهند، صدک مرتبه ۹۹ ام می گویند هرگاه تقریباً ۹۹ درصد داده ها کوچکتر از آن باشند. حال محاسبه این چندکها به شرح زیر می باشد[۱].

فرض کنید n داده گسسته داشته باشیم که به ترتیب غیر نزولی یعنی بهصورت $x_1 \le x_2 \le \ldots \le x_n$ تنظیم شده باشند. برای به دست آوردن Q_p با تقریبی خوب بدین طریق عمل می کنیم: اگر $(n+1)p$ مساوی عدد صحیح r باشد، فرض می کنیم $Q_p = x_r$. در غیر این صورت بزرگترین عدد صحیح در $(n+1)p$ را مساوی r و اختلاف آن را با r برابر w می گیریم. واضح است که $0 \le w \le 1$. حال $w(x_{r+1}-x_r)$، یعنی کسری از طول فاصله (x_r,x_{r+1}) را به x_r اضافه می کنیم. در نتیجه Q_p به صورت زیر محاسبه می شود[۱]:

$$Q_p = (1-w)x_r + wx_{r+1} \qquad (۱)$$

با توجه به مطالب فوق، در این پژوهش در **مرحله اوّل**برای تعیین رژیم فصلی و ماهانه بارش استان، داده های بارش روزانه ۸ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی در استان بوشهر (جدول ۱) برای دوره ۱۴ ساله اخیر (۱۳۹۳-۱۳۸۰) از بانک اطلاعاتی هواشناسی بوشهر دریافت و مورد بررسی قرار گرفت و روزهای بارشی با توجه به آستانه حداقل ۱ میلی متر برای ایستگاه های انتخابی استخراج شد. سپس برای تعیین روزهای دارای بارش شدید و حدی معیارهای زیر در نظر گرفته شد:

الف- در این بررسی یک روز بارشی در استان بوشهر روزی است که حداقل یک ایستگاه در مدت ۲۴ ساعت، حداقل ۱ میلیمتر بارش دریافت کرده باشد. دلیل انتخاب آستانه ۱ میلی متر آن است که به خصوص در استفاده از شاخص صدک، از غیر واقعی شدن تعداد روزها و مقدار بارش شدید و حدی جلوگیری شود.

ب- در پژوهش حاضر، برای تعیین روزهای بارش شدید از مقدار صدک ۹۵ ام($Q_{0.95}=P_{95}$) و برای روزهای بارش حدی از مقدار صدک ۹۹ ام ($Q_{0.99}=P_{99}$) که روش محاسبه آن در بالا و رابطه (۱) آمده است، استفاده شد. به عبارت دیگر بارشی شدید تلقی می شود که مقدار آن در طی ۲۴ ساعت برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۵ ام (از میان تعداد روزهای بارشی ۱۴ سال اخیر) باشد و بارشی، بارش حدّی محسوب می شود که مقدار آن در طی ۲۴ ساعت برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۹ ام باشد.

ج- از تعداد کل روزهای بارشی، روز دارای بارش

7- Zhang

جدول۱: مشخصات ایستگاه های مورد بررسی در این پژوهش

نام و مشخصات ایستگاه	نوع ایستگاه	سال تأسیس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
بوشهر	سینوپتیک دریایی	۱۳۶۳	۵۰°-۴۹'	۲۸°-۵۴'	۸/۴
دیر	سینوپتیک دریایی	۱۳۷۲	۵۱°-۵۶'	۲۷°-۵۰'	۴
جم	سینوپتیک فرودگاهی	۱۳۶۷	۵۲°-۲۲'	۲۷°-۴۹'	۶۵۹
عسلویه	سینوپتیک فرودگاهی	۱۳۸۴	۵۲°-۳۷'	۲۷°-۲۸'	۷
برازجان	سینوپتیک	۱۳۸۴	۵۱°-۱۴'	۲۹°-۱۹'	۹۱
دیلم	سینوپتیک	۱۳۸۰	۵۰°-۱۰'	۳۰°-۰۳'	۳/۹
آبپخش	اقلیم‌شناسی	۱۳۳۰	۵۱°-۰۶'	۲۹°-۲۰'	۴۰
چاهکوتاه	اقلیم‌شناسی	۱۳۷۶	۵۱°-۰۹'	۲۹°-۰۳'	۳۰

شدید در استان بوشهر، روزی است که مقدار بارش در حداقل ۳ ایستگاه از ۸ ایستگاه مورد بررسی، برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۵ ام باشد. بر همین اساس روز دارای بارش حدّی در استان بوشهر، روزی است که مقدار بارش در حداقل ۳ ایستگاه از ۸ ایستگاه مورد بررسی، برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۹ ام باشد.

در **مرحله دوّم** پس از تعیین مقدار صدک ۹۵ ام و ۹۹ ام و در نظر گرفتن معیارهای یاد شده در مرحله اول، خصوصیات زمانی و مکانی بارش های شدید و حدی در استان بوشهر مورد بررسی قرار گرفت و روزهای دارای بارش شدید و حدّی برای بررسی های همدیدی انتخاب شد.

در **مرحله سوّم**، به منظور تعیین الگوی همدیدی برای هر روز بارش شدید و حدّی در استان بوشهر، ابتدا داده های بازتحلیلی[8] با شبکه بندی ۲/۵×۲/۵ درجه ازپایگاه داده های NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملّی جو و اقیانوس شناسی ایالات متحده از دو روز قبل تا یک روز بعد از اوج بارش به صورت ۶ ساعته تهیه شد. برای هر روز مورد نظر داده های فشار سطح دریا (SLP[9])،داده های ارتفاع ژئوپتانسیل ، مؤلفه باد مداری (U) و باد نصف النهاری (V)، نم نسبی، سرعت قائم (اُمگا) و درجه حرارت (دما) در ترازهای مختلف فشاری (۵۰۰، ۷۰۰، ۸۵۰ و ۱۰۰۰ میلی باری) به صورت ۶ ساعته در محدوده عرض جغرافیایی ۰ تا ۶۰ درجه شمالی و محدوده طول جغرافیایی ۰ تا ۸۰ درجه شرقی استخراج شد. سپس در **مرحله آخر**، با نوشتن اسکریپت مربوط به هر تراز و اجرای آن در محیط نرم افزارGRADS، نقشه های فشار سطح دریا و نقشه های مربوط به هر تراز فشاری رسم گردید و مورد تحلیل قرار گرفت.

8- ReanalysisData
9- SeaLevelPressure

نتایج و بحث

الف- بررسی آماری بارش های شدید و حدّی در استان بوشهر

بررسی تعداد روزهای دارای بارش برابر یابیشتر از یک میلی متر در ایستگاه های مورد مطالعه در دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰)، نشان می دهد که :

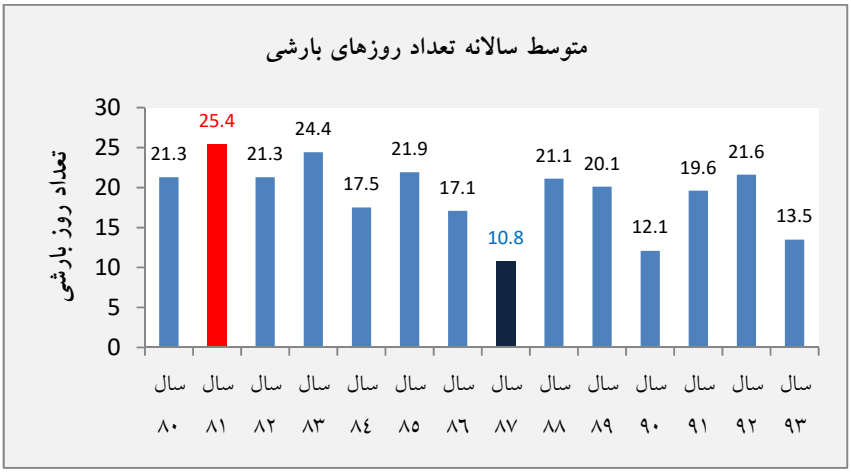
۱. استان بوشهر به طور متوسط در ۱۹ روز از سال بارش دریافت می کند. در این بین ایستگاه آبپخش با ۲۳ روز بارشی، بیشترین و ایستگاه عسلویه با ۱۳ روز بارشی، کمترین تعداد روزهای بارانی را به خود اختصاص داده اند (جدول ۲).

۲. در بررسی سالانه ۸ ایستگاه، سال ۱۳۸۱ با متوسط ۲۵ روز بارشی و سال ۱۳۸۷ با متوسط ۱۱ روز بارشی ، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد روزهای بارانی بوده اند (شکل ۱).

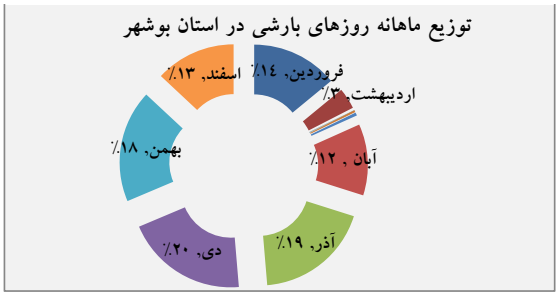
۳. از جهت توزیع ماهانه روزهای بارشی، دیماه ۲۰ درصد، آذرماه ۱۹ درصد و بهمن ماه ۱۸ درصد، به ترتیب دارای بیشترین سهم از مجموع تعداد روزهای بارشی استان بوشهر طی ۱۴ سال دوره آماری هستند (شکل ۲).

جدول ۲: متوسط تعداد روزهای بارشی در ایستگاه های استان در دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰)

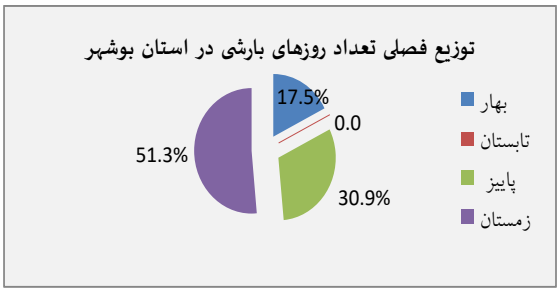
نام ایستگاه	بوشهر	دیر	جم	دیلم	برازجان	عسلویه	چاهکوتاه	آبپخش	متوسط سالانه استان
متوسط روزهای بارشی(برابر یا بیشتر از ۱ میلی‌متر)	۲۰/۱	۱۵/۴	۱۹/۷	۲۰/۲	۲۱/۱	۱۳/۱	۲۰/۱	۲۳/۲	۱۹/۱



شکل ۱: متوسط سالانه تعداد روزهای دارای بارش برابر یا بیشتر از ۱ میلی متر در استان بوشهر



شکل ۲ : توزیع ماهانه تعداد روزهای دارای بارش برابر یا بیشتر از ۱ میلی متر در استان بوشهر طی دوره آماری ۱۳۹۳-۱۳۸۰



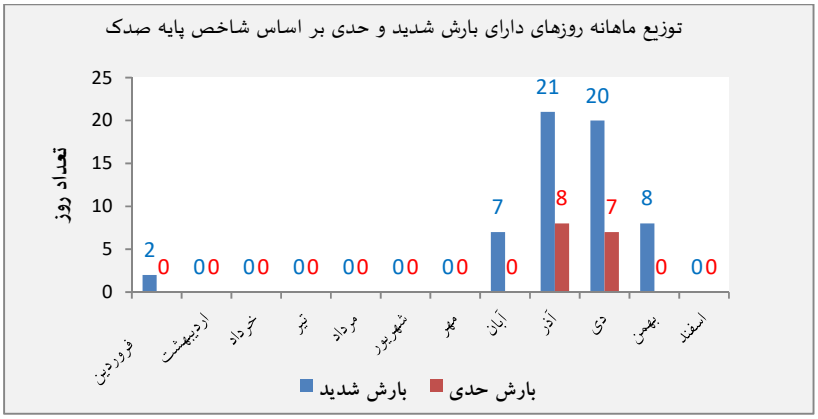
شکل ۳: توزیع فصلی تعداد روزهای دارای بارش برابر یا بیشتر از ۱ میلی متر در استان بوشهر طی دوره آماری ۱۳۹۳-۱۳۸۰

۴. از جهت توزیع فصلی روزهای بارشی، فصل زمستان با ۵۱/۳ درصد بیشترین سهم از تعداد روزهای بارشی سالانه استان بوشهر را دارد و بعد از آن فصل پاییز ، ۳۰/۹ درصد از تعداد روزهای بارشی سالانه استان را به خود اختصاص داده است. فصل تابستان نیز که معمولاً هیچ سهمی در بارندگی های استان ندارد (شکل ۳).

به منظور فراهم ساختن درک مناسبی از خصوصیات بارش در استان بوشهر، جدول (۳)، فراوانی تعداد روزهای بارشی در استان بوشهر برای دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰)را بر اساس آستانه های مطلق متعدد و در صورتی که حداقل یک ایستگاه دارای بارشی برابر یا بیشتر از مقدار آستانه باشد؛ نشان می دهد.همانطور که در جدول مشاهده می شود با افزایش آستانه بارش ضمن اینکه از نقش فصل بهار کاسته می شود، بر نقش فصل پاییزافزوده

جدول۳: تعداد روزهای بارشی در استان بوشهر برای دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰) بر اساس آستانه های اختیاری متفاوت و در صورتی که حداقل یک ایستگاه دارای بارشی برابر یا بیشتر از مقدار آستانه باشد.

تعداد روزهای بارشی استان در فصول مختلف بر اساس آستانه مطلق متعدد	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	مجموع ۱۴ ساله
برابر یا بیشتر از ۱ میلی متر	۱۰۷	۲	۱۸۹	۳۱۴	۶۱۲
برابر یا بیشتر از ۵ میلی متر	۴۶	۲	۱۳۶	۱۸۷	۳۷۱
برابر یا بیشتر از ۱۰ میلی متر	۲۴	۱	۱۰۹	۱۳۱	۲۶۵
برابر یا بیشتر از ۲۰ میلی متر	۱۱	۰	۶۹	۷۸	۱۵۸
برابر یا بیشتر از ۳۰ میلی متر	۳	۰	۴۷	۴۹	۹۹
برابر یا بیشتر از ۴۰ میلی متر	۲	۰	۳۰	۳۰	۶۲
برابر یا بیشتر از ۵۰ میلی متر	۱	۰	۱۸	۲۴	۴۳
برابر یا بیشتر از ۱۰۰ میلی متر	۰	۰	۵	۵	۱۰
برابر یا بیشتر از ۱۵۰ میلی متر	۰	۰	۰	۳	۳
برابر یا بیشتر از ۲۰۰ میلی متر	۰	۰	۰	۰	۰



شکل ۴: توزیع ماهانه روزهای دارای بارش شدید و حدی در دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰) به ترتیب بر اساس مقدار صدک ۹۵ ام و صدک ۹۹ ام.

می شود.به عبارت دیگر در استان بوشهر، شدت بارندگی در فصل بهار متوسط وغالباً در محدوده کمتر از ۳۰ میلی متر می باشد.امّا بارش های با آستانه بیش از ۴۰ میلی متر عمدتاً در فصل پاییز و زمستان رخ می دهند.

در ادامه با در نظر گرفتن معیارهای ذکر شده در بخش قبلی برای تعیین روزهای دارای بارش شدید و حدّی و محاسبه مقدار صدک ۹۵ ام (میلیمتر۴۲/۸ $= Q_{0.95}$) و صدک ۹۹ ام (میلیمتر۸۴/۲ $= Q_{0.99}$)، از میان ۶۱۲ روز بارشی در استان (جدول ۳) ، تعداد روزهای دارای بارش شدید و حدّی در دوره آماری یاد شده به ترتیب ۵۸ و ۱۵ روز تعیین گردید. شکل ۴ توزیع ماهانه و سالانه ی روزهای دارای بارش شدید و حدّی را بر اساس شاخص پایه صدک و در صورتی که حداقل یک ایستگاه دارای بارشی برابر یا بیشتر از مقدار صدک مربوطه باشد، نشان می دهند. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود همه بارش های حدّی (۱۵ روز) و بخش بزرگی (حدود ۷۱%) از بارش های شدید استان بوشهر (۴۱ روز از ۵۸ روز) به ماه های دی و آذر تعلق دارند. به عبارت دیگر غالب بارش های شدید و حدّی استان در ماه های دی و آذر رخ می دهند.

جدول ۴:مشخصات بارش های شدید و حدی در استان بوشهر برای دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰). در روزهای زیر حداقل سه ایستگاه از هشت ایستگاه استان بوشهر، برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۵ ام (۴۲/۸ میلی متر) بارش دریافت نموده اند. علامت (*)، بیانگر روزهای دارای بارش حدّیاست.

تاریخ	بوشهر	دیر	جم	عسلویه	دیلم	برازجان	آبپخش	چاهکوتاه
***۸۰/۱۰/۲۱**	۲۳/۹	۴۹/۹	۷/۴	۲/۲	۳۱/۷	۰	۱۶۰	۱۳۸/۱
***۸۰/۱۰/۲۲**	۱۶۶/۹	۰	۵۸	۵۴/۱	۶/۷	۵۵	۱۳	۳۰
***۸۲/۰۹/۱۵**	۷۸/۵	۶۱/۱	۱۲۱/۲	۲۷/۲	۴۰/۴	۴۱	۴۲	۱۳/۵
***۸۲/۱۰/۱۹**	۱۲/۳	۹۶/۳	۱۵۵/۴	۲۱/۵	۶/۶	۴۲/۵	۴۷/۵	۶۸/۳
***۸۲/۱۰/۲۱**	۴۲/۷	۷/۴	۰	۰	۱۱۰/۹	۷۲	۷۳	۴۷/۵
۸۳/۰۹/۱۹	۱۶/۹	۷۰/۵	۸۳/۴	۲۲/۷	۵۰	۲۹	۷۶	۲۴
***۸۳/۰۹/۲۳**	۸۵/۲	۳۲/۶	۵۸	۷۲/۷	۹/۷	۱۴۷	۴۲	۵۹
۸۳/۰۹/۲۵	۳۹	۴/۶	۰	۰	۴۴/۲	۷۸	۶۴/۵	۵۷/۷
۸۳/۱۱/۰۴	۳/۲	۱۵/۹	۵۲	۳۳	۴۵/۳	۵۲	۵۳	۲۸/۴
***۸۵/۰۹/۲۶**	۴۴/۲	۳۸/۷	۱۲۴/۶	۷۰/۵	۵۷	۴۷/۹	۴۲/۵	۳۱
۸۸/۰۹/۱۶	۲۶	۷۳/۸	۴۰	۲۹/۷	۴۱/۹	۶۰/۸	۵۰/۱	۳۸/۸
***۹۱/۰۹/۰۷**	۰	۰	۳/۵	۰	۲	۶۲/۱	۱۵۲	۵۵
***۹۲/۱۰/۱۶**	۷۱/۷	۹۰/۸	۸۵/۷	۵۰/۱	۵۱/۲	۱۳۵/۲	۷۶	۱۴۳

جدول ۵: مشخصات روزهای دارای بارش شدید و حدی که برای بررسی همدیدی انتخاب شدند.

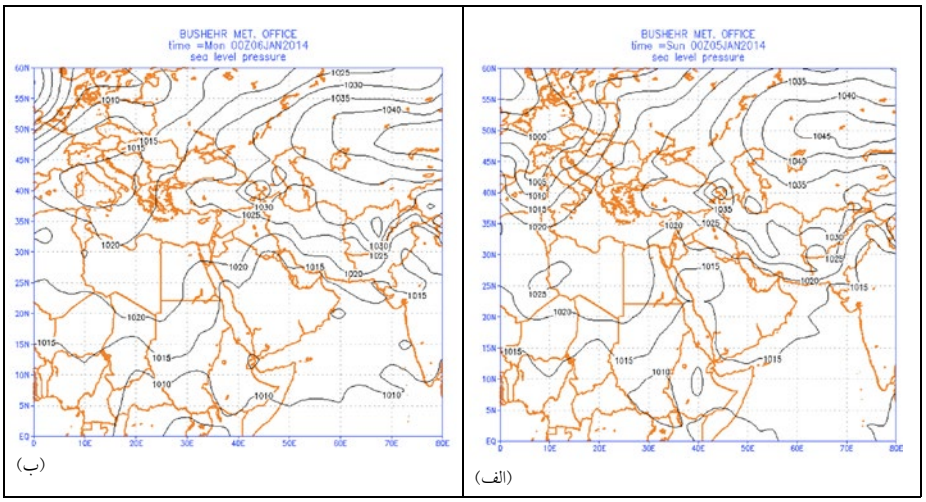
ردیف	تاریخ شمسی	تاریخ میلادی	علت انتخاب جهت بررسی همدیدی
۱	۹۲/۱۰/۱۶	۶ ژانویه ۲۰۱۴	فراگیر بودن بارش شدید (۴ ایستگاه) و یا بارش حدّی (۴ ایستگاه) در همه ایستگاه های موردر مطالعه
۲	۸۰/۱۰/۲۱ و ۸۰/۱۰/۲۲	۱۱ و ۱۲ ژانویه ۲۰۰۲	گستردگی بارش و رخداد سنگین ترین بارش (۱۶۶/۹ میلی‌متر) طی دوره ۱۴ ساله و تداوم بارش سنگین طی دو روز متوالی
۳	۸۵/۹/۲۶	۱۷ دسامبر ۲۰۰۶	گستردگی بارش در همه ایستگاه ها و رخداد بارش شدید و یا حدی در ۶ ایستگاه
۴	۸۳/۰۹/۲۳	۱۳ دسامبر ۲۰۰۴	گستردگی بارش و رخداد بارش شدید و یا حدی در ۵ ایستگاه

جدول ۶: مقادیر بارندگی (به میلی متر) ایستگاه های مورد مطالعه در تاریخ های ۱۵ الی ۱۷ دیماه ۱۳۹۲

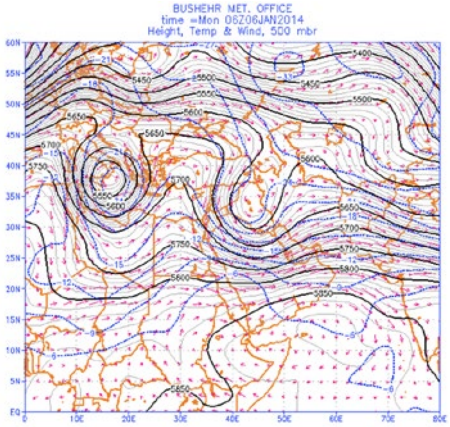
تاریخ	بوشهر	دیر	جم	عسلویه	دیلم	برازجان	آبپخش	چاهکوتاه
۹۲/۱۰/۱۵	۱۸/۶	۷/۷	۰	۴	۰	۵/۶	۷	۴/۵
۹۲/۱۰/۱۶	۷۱/۷	۹۰/۸	۸۵/۷	۵۰/۱	۵۱/۲	۱۳۵/۲	۷۶	۱۴۳
۹۲/۱۰/۱۷	۰	۰	۵۵/۱	۰	۰	۳/۵	۱	۰
مجموع	**۹۰/۳**	**۹۸/۵**	**۱۴۰/۸**	**۵۴/۱**	**۵۱/۲**	**۱۴۴/۳**	**۴۸**	**۱۴۷/۵**

ب-بررسی همدیدی بارش های شدید و حدّی بر اساس شاخص صدک

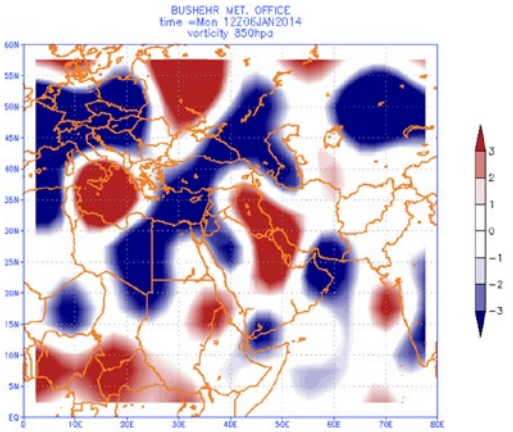
در بررسی بارش های شدید، شرایط جوّی مقیاس همدیدی عمدتاً نقش قابل ملاحظه ای دارند. به همین دلیل به منظور آشکار ساختن خصوصیات اصلی بارش های شدید در استان بوشهر، روزهایی که مقدار بارش حداقل در ۳ ایستگاه از ۸ ایستگاه (۳۰% ایستگاه های مورد مطالعه) برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۵ ام (۴۲/۸ میلی متر) بود، برای انجام بررسی های همدیدی استخراج شد. بر این اساس از ۵۸ روز بارش شدید در دوره آماری ۱۴ ساله ۱۳۹۳-۱۳۸۰ ، فقط ۱۳ روز (۲۲%) این ویژگی را داشتند. در جدول (۴) مشخصات بارش های این ۱۳ روز



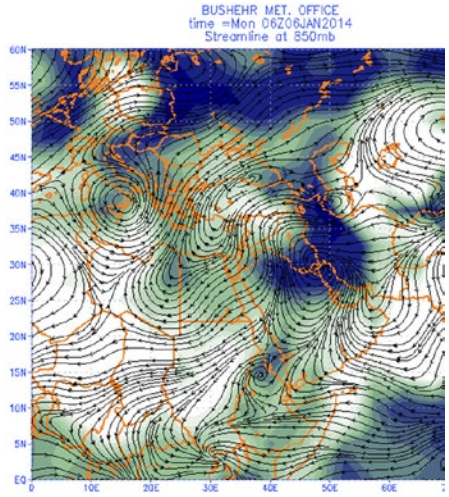
شکل ۵: نقشه فشار در سطح دریا (الف) ۵ ژانویه ۲۰۱۴(۱۵ دیماه ۱۳۹۲) و (ب) ۶ ژانویه ۲۰۱۴ (۱۶ دیماه ۱۳۹۲)



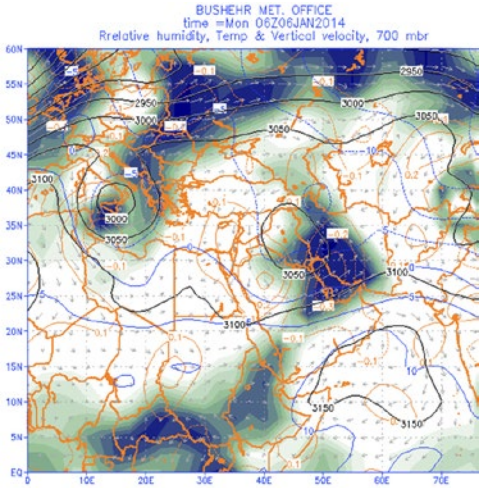
شکل۶: نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۶ ژانویه ۲۰۱۴(۱۶ دی ۱۳۹۲)



شکل ۷: نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۶ ژانویه ۲۰۱۴ (۱۶ دی ۱۳۹۲)



شکل ۸: نقشه خطوط جریان و رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۶ ژانویه ۲۰۱۴ (۱۶ دی ۱۳۹۲)



شکل ۹: نقشه همدیدی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۶ ژانویه ۲۰۱۴ (۱۶ دی ۱۳۹۲)

آمده است. شایان ذکر است که ۹ روز (۶۰%) از ۱۵ روز بارش های حدّی، جزء روزهای مورد بررسی است که در جدول ۴ با علامت (*) مشخص شده است.

از روزهای ذکر شده در جدول ۴، با در نظر گرفتن میزان گستردگی بارش های شدید در تعداد بیشتری از ایستگاه ها، ۴ مورد برای بررسی های همدیدی انتخاب شد که این موارد با ذکر مشخصات در جدول ۵ آمده است.

در این ۴ مورد، نقشه های فشار سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکالی به ترتیب برای تعیین الگوی فشار در سطح زمین و وردسپهر میانی مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش حاضر برای بررسی دقیق تر بارش های خیلی شدید و حدّی از پارامتر رطوبت نسبی در نقشه های سطوح مختلف جو به منظور تعیین مقدار رطوبت و منشأ آن استفاده شده است. استفاده از نقشه های خطوط جریان[10] در کنار نقشه های رطوبت نسبی دید جامعی در خصوص موقعیت مراکز پرفشار و کم فشار و شدت جریان و نحوه انتقال و فرارفت رطوبت و منشأ رطوبت بارش ها فراهم می کنند.

۱. تحلیل الگوی بارش روز ۱۶ دی ماه ۱۳۹۲ (۶ ژانویه ۲۰۱۴)

با توجه به جدول ۶ ، بارش این الگو از روز ۱۵ دی ماه ۱۳۹۲ (۵ ژانویه ۲۰۱۴) آغاز می شود، در روز ۱۶ دی ماه ۱۳۹۲ (۶ ژانویه ۲۰۱۴) به اوج می رسد و در روز ۱۷ دی ماه ۱۳۹۲ (۷ ژانویه ۲۰۱۴) نیز بتدریج این بارش ها کاهش و در نهایت خاتمه می یابد. در روز ۱۶ دی ماه در همه ایستگاه های مورد مطالعه، بارش بیش از ۵۰ میلی متر رخ داده است. بیشترین میزان بارش در ایستگاه های چاهکوتاه و برازجان به ترتیب ۱۴۳ و ۱۳۵/۲ میلی متر ثبت شده است و در ۴ ایستگاه از ۸ ایستگاه مورد مطالعه (جم و دیّر در جنوب استان و برازجان و چاهکوتاه در شمال شرق و مرکز استان) مقدار بارش، حدّی و بسیار شدید بوده است.

بررسی همدیدی نقشه فشار سطح زمین در شکل (۵- الف)نشان می دهد که در روز ۱۵دی سال ۱۳۹۲(۵ ژانویه ۲۰۱۴) ، بریده کم فشار سودان با هم فشار بسته مرکزی ۱۰۱۰ هکتوپاسکالی در جنوب دریای سرخ تشکیل که زبانه های آن همزمان با آغاز بارش ها در استان، وارد جنوب غرب ایران می شود. در ۱۶ دی ماه سال ۱۳۹۲ (۶ ژانویه ۲۰۱۴) روز اوج بارندگی ها زبانه ۱۰۱۵ هکتوپاسکالی از این مرکز کم فشار بر جنوب غرب ایران و بر روی خلیج فارس حاکم بوده است (شکل ۵- ب). نقشه فشار سطح زمین در روز ۶ ژانویه (۱۶ دی ماه) نشان می دهد که نفوذ زبانه های پرفشار دریای خزر تا مرکز و حتی جنوب ایران و همچنین زبانه های یک پرفشار با همفشار بسته مرکزی ۱۰۲۵ هکتوپاسکال در مرز الجزایر و لیبی تا شمال سودان سبب محدود شدن بریده کم فشار سودانی بر روی شبه جزیره عربستان ، خلیج فارس و جنوب غرب ایران شدهکه این وضعیت سبب گردش چرخندی قویو وسیع در این مناطق می شود.

نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۶ ژانویه (شکل ۶)همزمان با شدت گرفتن بارشها در منطقه، استقرار یک سامانه بندالی از نوع **بندال اُمِگا** را نشان می دهد. به واسطه گسترش نصف النهاری (شمالی یا جنوبی) جریان های غربی در این الگو، ناوه سمت راست این بندال همراه با جریانات شمالی سردبه سمت جنوب توسعه یافته و بر روی عراق تا شبه جزیره عربستان قرار می گیرد به طوری که خلیج فارس و مناطق جنوب غربی ایران تحت نفوذ امواج ناپایدار این ناوه قرار می گیرند . همزمان بیشینه تاوایی مثبت در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) در جانب راست محور ناوه روی شمال عربستان و خلیج فارس و جنوب غرب ایران، موجب افزایش همگرایی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تقویت کم فشار سطح زمین در این ناحیه می شود.

با بررسی نقشه خطوط جریان در ترازهای ۱۰۰۰ هکتوپاسکال از یک روز قبل از شروع بارش تا روز اوج بارش ها، مبدأ و منشأ تغذیه رطوبتی این سامانه مشخص

10- Streamline

جدول ۷: مقادیر بارندگی (بر حسب میلیمتر) ایستگاه های مورد مطالعه در تاریخ ۲۱ و ۲۲ دیماه ۱۳۸۰ (۱۱و ۱۲ ژانویه ۲۰۰۲)

تاریخ	بوشهر	دیر	جم	عسلویه	دیلم	برازجان	آبپخش	چاهکوتاه
۸۰/۱۰/۲۱	۲۳/۹	۴۹/۹	۷/۴	۲/۲	۳۱/۷	۰	۱۶۰	۱۳۸/۱
۸۰/۱۰/۲۲	۱۶۶/۹	۰	۵۸	۵۴/۱	۶/۷	۵۵	۱۳	۳۰
مجموع بارندگی	**۱۹۰/۸**	**۴۹/۹**	**۶۵/۴**	**۵۶/۳**	**۴۰/۴**	**۵۵**	**۱۷۳**	**۱۶۸/۱**

و شناسایی می شود. با توجه به شکل ۸ ، منابع تأمین رطوبت این سامانه دریاهای شمال و جنوب می باشد که نقش دریاهایی مثل دریای سرخ، دریای عمان، دریای عرب و خلیج فارس بیشتر می باشد. یک جریان رطوبتی با وزش جریانات شمال – جنوب از روی دریای مدیترانه و تغذیه رطوبتی وارد دریای سرخ شده و با جریانات مرطوب جنوب غربی دریای سرخ ادغام و از سمت شمال دریای سرخ وارد عربستان می شود. همچنین یک وزش رطوبتی قوی از سمت دریای عمان و دریای عرب وارد دریای سرخ شده و از سمت جنوب غرب دریای سرخ وارد عربستان می شود. این دو جریان رطوبتی بر روی عربستان با هم ادغام و همگرا شده و در راستای جنوب غربی - شمال شرقی وارد جنوب عراق و شمال خلیج فارس می شود. بنابراین یک هسته رطوبتی قوی بر روی خلیج فارس تشکیل می شود. صعود شدیداین هوای مرطوب با مقادیر اُمِگای منفی[11]در تراز ۷۰۰ میلی باری (شکل ۹)،باعث بارش های سنگین روز ۱۶ دیماه ۱۳۹۲ در منطقه خلیج فارس گردید.در این الگو، محدود شدن کم فشار سودانی در جنوب غرب ایران و از جمله منطقه مورد مطالعه توسط دو مرکز پرفشار از سمت شمال و شرق ایران و همچنین سامانه بندالی اُمِگا[12] در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نقش اصلی را در وقوع بارش ها دارد.

۲. *تحلیل الگوی بارش روزهای ۲۱ و ۲۲ دی ماه ۱۳۸۰ (۱۱ و ۱۲ ژانویه ۲۰۰۲)*

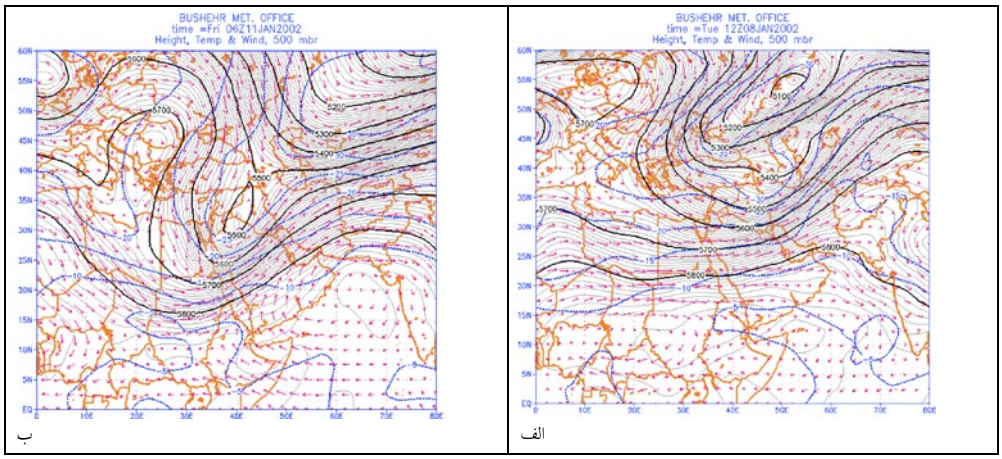
بارش این دو روز در ایستگاه های مورد مطالعه در جدول (۷) آمده است. بررسی آمارهای بارندگی در ایستگاه های مورد مطالعه نشان می دهد که بارندگی این الگو از روز ۱۱ دی ماه ۱۳۸۰ خورشیدی (۱ ژانویه ۲۰۰۲) در ایستگاه جم شروع و ضمن شدت گرفتن در روزهای ۲۱ و ۲۲ دی ماه ، تا پایان روز ۲۲ دی ماه (۱۲ ژانویه ۲۰۰۲) به مدت ۱۲ روز در سایر نقاط استان ادامه یافته است که طولانی ترین و سنگین ترین بارش طی این دوره آماری ۱۴ ساله محسوب می شود.در ادامه به بررسی و تحلیل الگوی همدیدی این سامانه بارشی می پردازیم.

شکل (۱۰- الف) الگوی فشار در تراز میانی ورد سپهر مربوط به ۱۸ دی ماه ۱۳۸۰ یا ۸ ژانویه ۲۰۰۲ (در حدود سه روز قبل از اوج گرفتن بارش ها)، بیانگر استقرار یک سامانه بندالی از نوع بندال رِکس[13] درحد فاصل عرض های جغرافیایی ۲۰ تا ۶۰ درجه شمالی است.در این نوع بندال که شبیه حرف S می باشد؛ همان طور که در شکل (۱۰-الف) مشاهده می شود، پشته قوی از سامانه ای پرارتفاع (به مرکز بسته ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر) در شمال ناوه ی قوی ازسامانه ای کم ارتفاع (به مرکز بسته ۵۱۰۰ ژئوپتانسیل متر) مستقر است. در این سامانه بندالی به دلیل حرکت نصف النهاری جریانات غربی، بتدریج پشته از عرض جغرافیایی ۵۵ درجه شمالی در شمال اروپا (کشور نروژ) به عرض جغرافیایی در حدود ۴۰ تا ۴۵ درجه شمالی (بر روی کشور یونان) منتقل شده و ناوه نیز با محور شمال شرقی – جنوب غربی از غرب روسیه تا شمال آفریقا کشیده شده است. این ناوه در مسیر حرکت خود به سمت شرق به دو شاخه جنوبی و شمالی تقسیم شده که شاخه جنوبی آن ابتدا مناطق غرب و جنوب غرب و بتدریج مناطق شرقی ایران را تحت تأثیر قرار می دهد.شکل (۱۰- ب)، الگوی فشار در تراز میانی

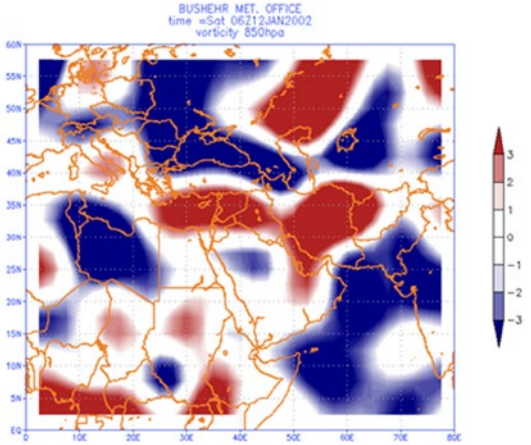
۱۱- اُمگای منفی سرعت بالاسو و امگای مثبت سرعت پایین سو را می سنجد.

12- Omega Block

13- Rex Block



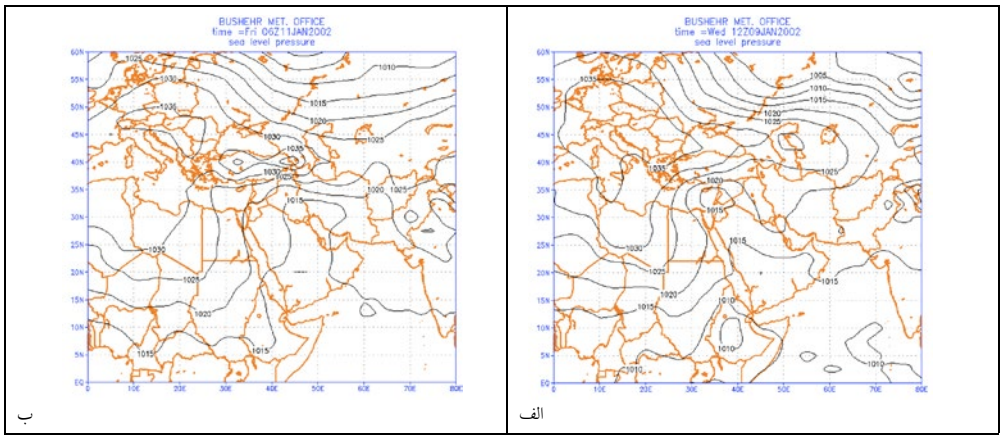
شکل ۱۰: نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز (الف)۸ ژانویه ۲۰۰۲ (۱۸ دی ۸۰) و (ب)۱۱ ژانویه ۲۰۰۲ (۲۱ دی ۸۰)



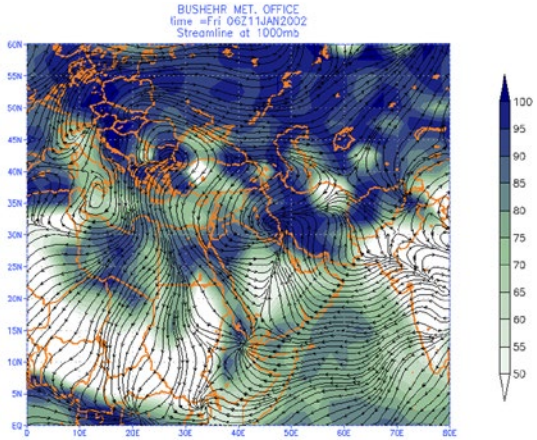
شکل ۱۱: نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۲ ژانویه ۲۰۰۲ (۲۲ دی ۸۰)

جوّ را همزمان با شدت گرفتن بارش ها در روز ۲۱ دی ماه (۱۱ ژانویه ۲۰۰۲) نشان می دهد. ویژگی بارز این الگو وجود پشته ای در عقب این ناوه روی یونان و یک مرکز واچرخندی در جلوی این ناوه روی دریای عرب می باشد که این وضعیت باعث تقویت جریانات نصف النهاری و در نتیجه تشدید بلاکینگ در منطقه می شود. بدین ترتیب با انتقال هوای گرم و مرطوب دریای عمان، دریای عرب و اقیانوس هند به جلوی ناوه توسط واچرخند مستقر در دریای عرب و ریزش هوای سرد به عقب ناوه توسط پشته مستقر بر روی یونان و افزایش گرادیان حرارتی، ناوه مذکور تقویت شده و حالت دینامیکی به خود گرفته و با جهت شمال شرقی- جنوب غربی تا خاورمیانه نفوذ و گسترش می یابد. در روزهای ۲۱ و ۲۲ دی ماه سال ۱۳۸۰(۱۱و ۱۲ ژانویه سال ۲۰۰۲)، اکثر مناطق ایران از غرب تا شرق تحت نفوذ امواج ناپایدار ناشی از این ناوه قرار دارند. استقرار این وضعیت در تراز میانی ، با بیشینه تاوایی مثبت در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالدر جانب راست محور ناوههمراه شده است. با توجه به شکل ۱۱، بیشینه تاوایی مثبت در عراق و غرب و جنوب غرب تا شرق ایران در روزهای۲۱ و ۲۲ دی ماه سال ۱۳۸۰(۱۱ و ۱۲ ژانویه ۲۰۰۲)،باعث افزایش همگرایی در سطح زمین و در نتیجه تقویت کم فشار سطح زمین در این نواحی می شود.

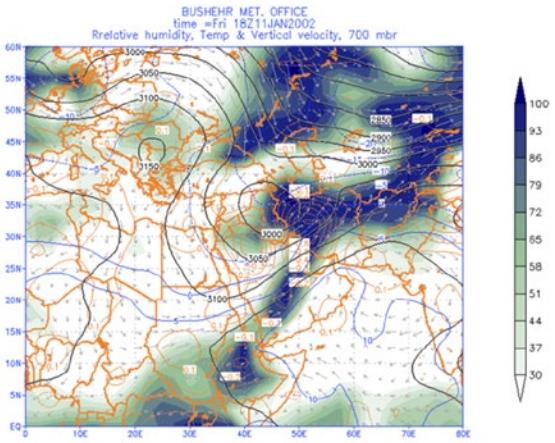
بررسی نقشه های هم فشار تراز دریا دو روز قبل از شدت گرفتن بارشها نشان دهنده حاکم بودن همزمان کم فشار سودانی و کم فشار مدیترانه ای طی روزها و ساعات بارندگی است (شکل ۱۲- الف). در اوج بارندگیها در روز ۲۱ دی ماه (۱۱ ژانویه) هر دو کم فشار مدیترانه ای و سودانی با هم ادغام و یک کم فشار بسیار قوی تشکیل می دهند. همزمان یک مرکز پرفشار به طور گسترده در شمال غرب مدیترانه و روی اروپا واقع شده است که زبانه های این مرکز با جهت شمالی غربی- جنوب شرقی تا عرض ۵ درجه ی شمالی(تا غرب اتیوپی) گسترده شده است. قرارگیری این پرفشار در عقب کم فشار ادغامی که در جنوب دریای سرخ قراردارد، باعث تقویت



شکل ۱۲: نقشه فشار در سطح دریا در روز (الف) ۹ ژانویه ۲۰۰۲ (۱۹ دی ۱۳۸۰) و (ب) ۱۱ ژانویه ۲۰۰۲ (۲۱ دی ۱۳۸۰)



شکل ۱۳: نقشه همدیدی خطوط جریان و رطوبت نسبی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، ۱۱ ژانویه ۲۰۰۲ (۲۱ دی ۱۳۸۰)



شکل ۱۴: نقشه همدیدی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۱۱ ژانویه ۲۰۰۲ (۲۱ دی ۱۳۸۰)

و بالا کشیدن زبانه های کم فشار در راستای محور جنوب غربی- شمال شرقی و توسعه آن بر روی خلیج فارس و منطقه مورد مطالعه می شود. این کم فشارادغامی در جهت شمال شرقی حرکت کرده و از سمت جنوب غرب وارد منطقه مورد مطالعه می شود (شکل ۱۲- ب). قرار گرفتن این کم فشار سطح زمین در جانب شرقی ناوه ی تراز میانی جو، صعود دینامیکی و قوی هوا در منطقه را موجب می شود. با توجه بهنقشه همدیدی خطوط جریان و نم نسبی تراز ۱۰۰۰ میلی بار در شکل ۱۳، منابع عمده تأمین رطوبت بارش روزهای ۲۱ و ۲۲دی ماه ، مناطق حارّه ای شرق آفریقا، دریای عرب ، خلیج عدن و دریای عمان می باشد که رطوبت حاصل از آن ها در مسیر خود وارد دریای سرخ شده و با رطوبت دریای سرخ در جنوب غرب دریای سرخ ادغام می شود. یکی دیگر از منابع مهم رطوبت این سامانه دریای مدیترانه می باشد . این دو جریان رطوبتی در راستای مسیر حرکت خود به سمت خلیج فارس و جنوب غرب ایران ، در شمال خلیج فارس با هم ادغام شده و در نتیجه یک هسته رطوبتی قوی بر روی خلیج فارس مستقر می شود که با توجه به وجود مقادیر منفی سرعت قائم یا اَمِگای منفی[۱۴] در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۴) در روزهای اوج بارش

۱۴- خط چین های مدور قهوه ای رنگ با اعداد منفی در شکل ۱۴ ، مقادیر امگای منفی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می دهد.

بر روی خلیج فارس و استان بوشهر واقع در قسمت شرقی ناوه ی تراز میانی جو، این هوای مرطوب به صورت دینامیکی صعود کرده و در پی آن بارشهای سنگین و حتی فوق سنگین در این مناطق رخ می دهد. بنابراین در این الگو هم اثرات بلاکینگ در ایجاد بارشهای شدید و حدی در استان بوشهر کاملاً مشهود است.

۳. *تحلیل الگوی بارش روز ۲۶ آذرماه سال۱۳۸۵ (۱۷ دسامبر۲۰۰۶)*

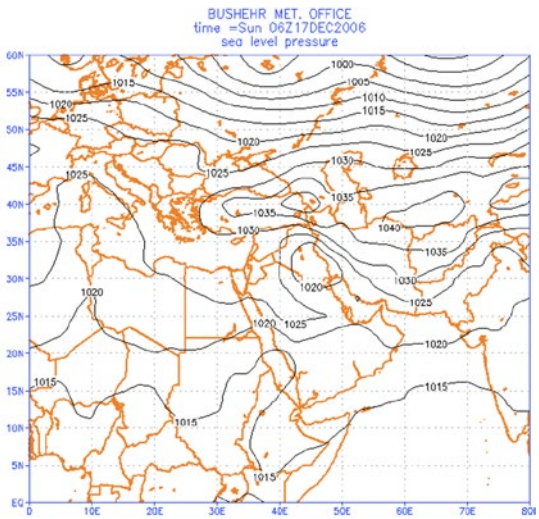
در جدول ۸ میزان بارش دریافتی هر یک از ایستگاه های منتخب منطقه مورد مطالعه در روز ۲۶آذرماه ۱۳۸۵و یک روز قبل و بعد از اوج بارش، نشان داده شده است. بیشترین میزان بارش این الگو در ایستگاه های جم و عسلویه واقع در جنوب شرق استان ثبت شده است. بنابراین هسته بارش در جنوب شرقی استان قرار دارد.

در این الگو نیز استقرار سامانه کم فشار دینامیکی ساز و کار وقوع بارش است. شکل های ۱۵ و ۱۶ نقشه های همدیدی تراز میانی جو و همچنین نقشه های فشار سطح زمین را در روز ۲۶ آذرماه سال ۱۳۸۵ (۱۷ دسامبر ۲۰۰۶) نشان می دهد. بارش سنگین این الگو نیز همانند الگوی بارش شماره ۱ (۱۶ دی ماه ۱۳۹۲)، متأثر از استقرار یک سامانه بندالی از نوع بندال اُمِگا در تراز میانی جو و بریده کم فشار سودانیدر سطح زمین می باشد.

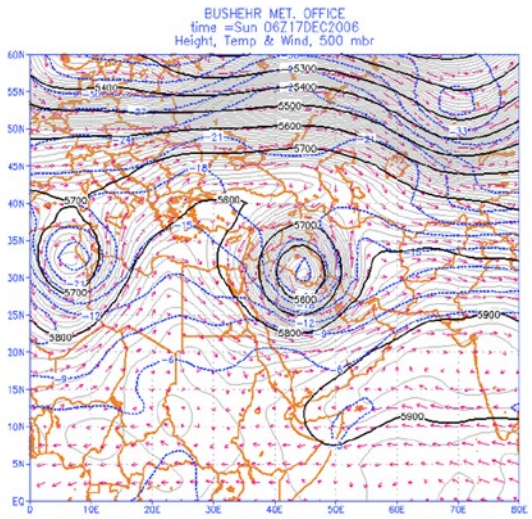
شکل ۱۵ ، الگوی فشار در تراز میانی ورد سپهر در ۲۶ آذرماه ۱۳۸۵ (۱۷ دسامبر ۲۰۰۶) همزمان با بارندگی شدید در منطقه، استقرار یک سامانه بندالی از نوع بندال اُمِگا را نشان می دهد که چرخندهای دو قطبی آن یکی در غرب مدیترانه و دیگری در شرق مدیترانه و غرب ایران و پشته آن بر فراز اروپا واقع شده است. به واسطه گسترش نصف النهاری (شمالی - جنوبی) جریان های غربی در این الگو،

جدول ۸: مقادیر بارندگی ایستگاه های مورد مطالعه در تاریخ های ۲۵ لغایت ۲۷ آذرماه ۱۳۸۵

تاریخ	بوشهر	دیر	جم	عسلویه	دیلم	برازجان	آبپخش	چاهکوتاه
۸۵/۰۹/۲۵	۴/۳	۲۵/۷	۱/۴	۷/۸	۰	۰	۰	۰
*۸۵/۰۹/۲۶	۴۴/۲	۳۸/۷	۱۲۴/۶	۷۰/۵	۵۷	۴۷/۹	۴۲/۵	۳۱
۸۵/۰۹/۲۷	۰	۰	۱۳	۰	۹/۹	۰	۱	۰

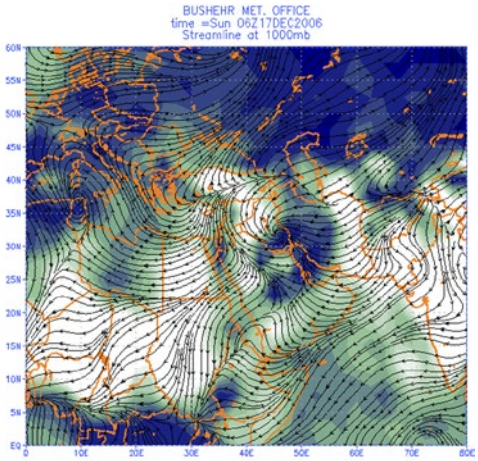


شکل ۱۵: نقشه فشار در سطح دریا روز ۱۷ دسامبر ۲۰۰۶(۲۶ آذرماه ۱۳۸۵)



شکل ۱۶: نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ، روز ۱۷ دسامبر ۲۰۰۶ (۲۶ آذرماه ۱۳۸۵)

چرخند واقع در جنوب شرق بندال امگا، با کنتورهای بسته و گرادیان شدید حرارتی به سمت جنوب توسعه یافته و بر روی عراق تا شبه جزیره عربستان قرار می گیرد به طوری که نیمه غربی ایران در سمت راست محور این چرخند قرار می گیرد. همزمان یک مرکز واچرخندی با مرکز بسته ۵۹۰۰ هکتوپاسال در جلوی این ناوه، روی دریای عرب و دریای عمان قرار گرفته که این وضعیت باعث تقویت جریانات نصف النهاری و در نتیجه تشدید بلاکینگ در منطقه می شود. در سطح زمین (شکل ۱۶) نیز یک بریده کم فشار (cut of low) سودانی با مرکز بسته ۱۰۲۰ میلی بار در شمال خلیج فارس و جنوب عراق مستقر شده است. از طرفی زبانه های ناشی از دو مرکز پرفشار یکی در افغانستان به مرکز بسته ۱۰۴۰ میلی بار از شرق کشور تا دریای عمان و دیگری در جنوب شرق دریای سیاه و شرق ترکیه به مرکز



شکل ۱۷: نقشه وزش رطوبت نسبی تراز ۱۰۰۰ میلی بار روز ۱۶ دسامبر ۲۰۰۶ (۲۶ آذرماه ۸۵)

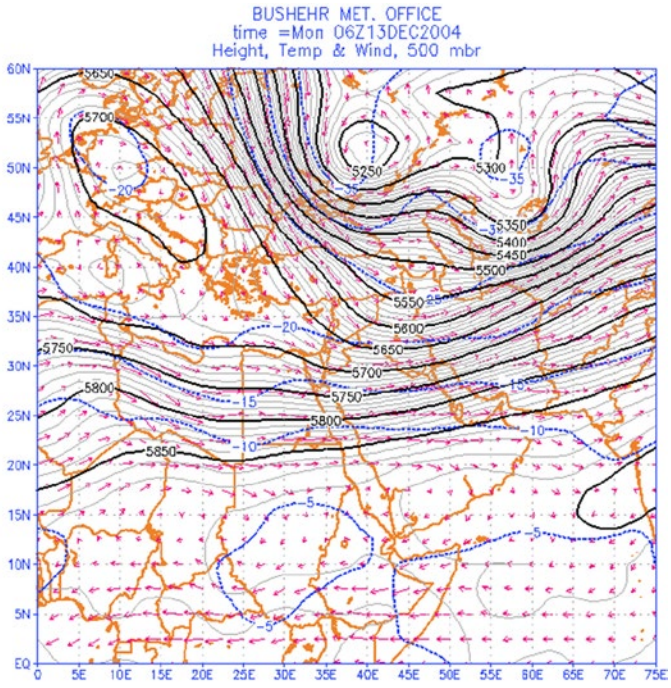
بسته ۱۰۴۰ میلی بار ، از شمال غرب تا شمال شرق کشور را تحت نفوذ قرار داده است و در عقب این بریده کم فشار نیز زبانه ۱۰۲۵ میلی باری از یک مرکز پرفشار قوی روی اروپا به شمال غرب عربستان نفوذ کرده است. بنابراین استقرار سه مرکز پرفشار قوی از سمت شمال و در دو طرف غرب و شرق سامانه بریده کم فشار و افزایش قابل ملاحظه شیب فشاری در منطقه، ضمن تقویت و تکوین سامانه کم فشار سودانی در سطح زمین و ایجادیک منطقه همگرایی و گردش چرخندی قوی در شمال خلیج فارس در ترازهای زیرین جوّ ، سبب توسعه زبانه های آن در نوار غربی ایران در راستای جریانات شدید و گسترده جنوبی- شمالی گردیده است. منبع اصلی رطوبت این سامانه کم فشار دینامیکی در منطقه دریاهای جنوبی مثل دریای عمان، خلیج فارس و دریای عرب می باشد. مسیر ورود رطوبت به منطقه مورد مطالعه در نقشه وزش رطوبت نسبی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در ۲۶ آذرماه ۱۳۸۵ (۱۷ دسامبر ۲۰۰۶) در شکل ۱۷ نشان داده شده است. جریانات گسترده جنوبی- شمالی، باعث فرارفت رطوبت از دریای عمان و دریای عرب به روی خلیج فارس و منطقه مورد مطالعه شده است . صعود دینامیکی و قوی این هوای مرطوب از سطح زمین تا ترازهای فوقانی جو، ریزش بارش های سنگین روز ۲۶ آذرماه سال ۱۳۸۵ را در این مناطق موجب گردید .

۴. تحلیل الگوی بارش روز ۲۳ آذر ماه سال ۱۳۸۳ (۱۳ دسامبر ۲۰۰۴)

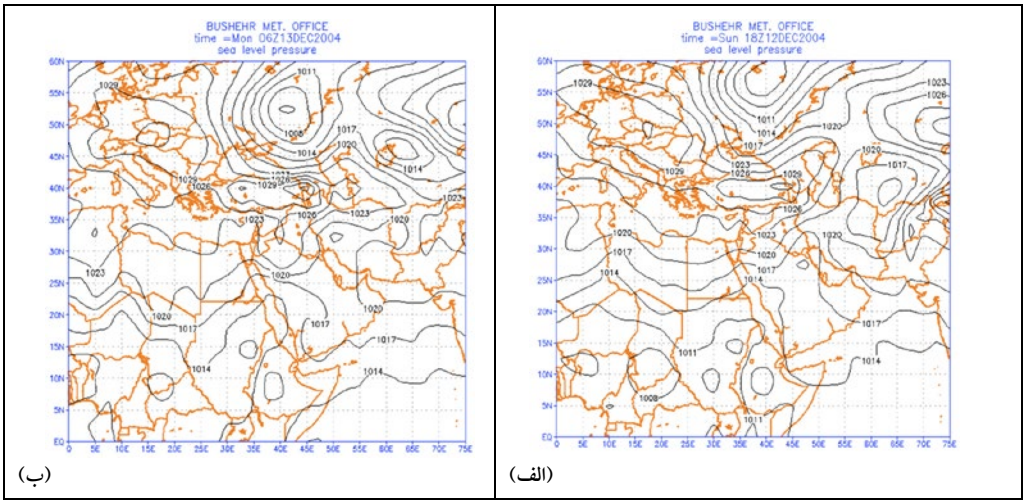
بررسی آمار بارندگی ایستگاه های مورد مطالعه در محدوده تاریخ فوق، نشان می دهد که شروع بارش

جدول ۹: مقادیر بارندگی ایستگاه های مورد مطالعه از تاریخ ۲۳ لغایت ۲۷ آذرماه ۱۳۸۳

تاریخ	بوشهر	دیر	جم	عسلویه	دیلم	برازجان	آبپخش	چاهکوتاه
۸۳/۰۹/۲۳*	۸۵/۲	۳۲/۶	۵۸	۷۲/۷	۹/۷	۱۴۷	۴۲	۵۹
۸۳/۰۹/۲۴	۱۲/۳	۱/۶	۱۶/۶	۰	۰	۰	۱/۵	۰
۸۳/۰۹/۲۵	۳۹	۴/۶	۰	۰	۴۴/۲	۷۸	۶۴/۵	۵۷/۷
۸۳/۰۹/۲۶	۲۶/۷	۱۰/۷	۳۲/۹	۱۰	۰	۴۱	۲۲/۵	۳۴
۸۳/۰۹/۲۷	۰	۰	۸/۲	۰	۰	۲	۰	۰
مجموع	۱۶۳/۲	۴۹/۵	۱۱۵/۷	۸۲/۷	۵۳/۹	۲۶۸	۱۳۰/۵	۱۵۰/۷

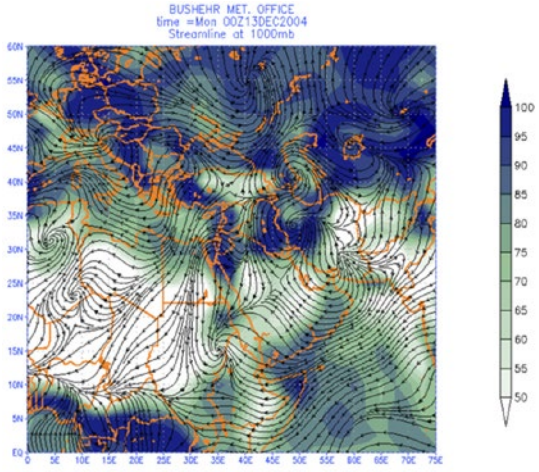


شکل ۱۸: نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذرماه ۱۳۸۳)



شکل ۱۹: نقشه فشار سطح دریا در روز(الف) ۱۲ دسامبر ۲۰۰۴(۲۲ آذرماه ۱۳۸۳) (ب) ۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذرماه ۱۳۸۳)

سامانه بارشی از همان روز ۲۳ آذرماه بوده که تا روز ۲۷ آذرماه به مدت ۵ روز در استان بارندگی با شدت وضعف ادامه داشته است. میزان بارش ثبت شده در هر یک از ایستگاه های منتخب منطقه مورد مطالعه از روز ۲۳ لغایت ۲۷ آذرماه سال ۱۳۸۳ در جدول ۹ آمده است. همان طور که مشاهده می شود بارش ها در روز ۲۳ آذرماه از شدت بیشتری برخوردار بوده است. در مجموع طی مدت این ۵ روز بارندگی، بیشترین میزان بارش دریافتی در برازجان ۲۶۸ میلی متر، بوشهر ۱۶۳/۲ میلی متر، آب پخش ۱۳۰/۵ میلی متر و در جم ۱۱۵/۷



شکل ۲۰- نقشه وزش رطوبت نسبی تراز ۱۰۰۰ میلی بار روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذرماه ۸۳)

میلی متر ثبت شده است. با توجه به بارندگی شدید و حدّی طی ۵ روز متوالی، به نظر می رسد الگوی این سامانه بارشی نیز از نوع الگوهای بندالی بوده است.

ساز و کار اصلی بارش در این الگو نیز همانند موارد قبلی سامانه کم فشار دینامیکی است. بررسی نقشه های تراز میانی جوّ مربوط به روز۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذرماه ۱۳۸۳) همانند الگوی بارش شماره ۲، بیانگر استقرار یک سامانه بندالی از نوع بندال رِکسمی باشد که پشته این بندال در شمال ناوه و بر روی اروپا قرار دارد و ناوه آن از شمال دریای سیاه تا خاورمیانه کشیده شده است (شکل ۱۸).نکته حائز اهمیتدر این الگو در روز ۱۳ دسامبر (۲۳ آذرماه) روز شروع بارندگی در منطقه، وجود پشته ای در عقب این ناوه روی آلمان و یک مرکز واچرخندی در جلوی این ناوه روی دریای عربمی باشد که این وضعیت باعث تشدید بلاکینگ در منطقه می شود. بدین ترتیب با انتقال هوای گرم و مرطوب دریای عمان، دریای عرب و اقیانوس هند به جلوی ناوه توسط واچرخند مستقر در دریای عرب و ریزش هوای سرد به عقب ناوه توسط پشته مستقر بر روی آلمان، ناوه مذکور تقویت شده و با جهت شمال - جنوب تا خاورمیانه نفوذ و گسترش می یابد و نیمه غربی ایران را تحت تأثیر ناپایداری ها قرار می دهد.

در شکل (۱۹- الف) مربوط به نقشه های تراز دریا در روز ۱۲ دسامبر ۲۰۰۴ ساعت ۱۸ گرینویچ (۶ ساعت از قبل از شروع بارندگی شدید)، یک مرکز کم فشار به مرکز بسته ۱۰۱۴ میلی بار در شمال شرق شبه جزیره عربستان و در غرب کویت مشاهده می شود که به نظر می رسد یک بریدهاز سامانه کم فشار(cut of low)سودانی باشد . در روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذرماه ۱۳۸۳) منطقه مورد مطالعه کاملاً تحت تأثیر زبانه های این بریده کم فشار قرار دارد (شکل ۱۸- ب). درشکل ۲۰، مسیر ورود رطوبت به منطقه مورد مطالعه در نقشه های تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۴ (۲۳ آذر ۱۳۸۳) نشان داده شده است. گردش واچرخندی جریانات بر روی دریای عمان سبب انتقال رطوبت از دریای عمان و دریای عرب به روی خلیج فارس شده سپس رطوبت ترکیبی از دریاهای عمان ، دریای عرب و خلیج فارس با توجه به منطقه همگرایی، برروی استان بوشهر متمرکز شده و یک هسته رطوبتی در این منطقه تشکیل می دهد کهبا توجه به وجود اَمِگای منفی در ترازهای مختلف جو بویژه در تراز ۷۰۰ میلی باری، این توده هوای مرطوب به صورت دینامیکی و قوی صعود کرده و سبب ریزش بارش هایشدید و حدّیدر این تاریخ شده است.

نتیجه گیری

شناخت ساختار بزرگ مقیاس گردش جووتبیین نحوه برهمکنش آن با خصوصیات و ویژگی های مقیاس منطقه ای و محلی، درک نظام اقلیمی حاکم بر هر منطقه ای را ممکن می سازد. بارش از مهم ترین عناصراقلیمی است که تغییرات آن تأثیر شدیدی بر منابع آبی هر منطقه دارد و شناسایی ویژگی های بارشی هر منطقه نقش شایانی در برنامه ریزی منابع آبی آن دارد. در این پژوهش به بررسی آماری و همچنین به شناسایی عوامل همدیدی ایجاد بارش های شدید و حدّی در استان بوشهر پرداخته شد. برای این منظور با بررسی بارش های ایستگاه های منتخب استان بوشهر، سنگین ترین و فراگیرترین بارش ها در دوره آماری در استان بوشهر

شناسایی و جهت بررسی و شناخت شرایط همدیدی آن انتخاب شد. یافته های تحقیق، ویژگیهای زیر را در خصوص بارشهای شدید و حدّی استان بوشهر نشان می دهد:

۱. بررسی بارش های برابر یا بیشتر از یک میلی متردر دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰)، بیانگر آن است که استان بوشهربه طور متوسط در ۱۹ روز از سال بارش دریافت می کند.

۲. در بررسی ماهانه روزهای بارشی، ماه های دی و آذر به ترتیب با متوسط ۴/۵ و ۴/۲ روز، بیشترین روزهای بارشی را به خود اختصاص دادند. این در حالی است که ماه های خرداد، تیر، مرداد، شهریور ومهر تقریبا فاقد بارندگی بوده اند.

۳. از جهت توزیع فصلی روزهای بارشی، فصل زمستان با ۵۱/۳ درصد بیشترین سهم از تعداد روزهای بارشی سالانه استان بوشهر را دارد و بعد از آن فصل پاییز ، ۳۰/۹ درصد از تعداد روزهای بارشی سالانه استان را به خود اختصاص داده است.

۴. در استان بوشهر، شدت بارندگی در فصل بهار متوسط و غالباً در محدوده کمتر از ۳۰ میلی متر می باشد. اما بارش های با آستانه بیش از ۴۰ میلی متر عمدتاً در فصل پاییز و زمستان رخ می دهند.

۵. بر اساس شاخص پایه صدک تعداد روزهای دارای بارش شدید و حدّی در دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰) به ترتیب ۵۸ و ۱۵ روز می باشد که همه بارش های حدّی (۱۵ روز) و بخش بزرگی (حدود ۷۱%) از بارش های شدید استان بوشهر به ماه های دی و آذر تعلق دارند. به عبارت دیگر غالب بارش های شدید و حدّی استان در ماه های دی و آذر رخ می دهند.

۶. یافته ها بیانگر آن است که بلاکینگ نقش بسیار مهمی در بارشهای شدید و حدّی استان بوشهر دارد.وقوع چنین بارشهایی در استان بوشهر، در اکثر موارد برآیند یک سامانه بندالی از نوع بندال رِکس یا اُمِگا در تراز میانی جو و توسعه سامانه کم فشار سودانی سطح زمین در جنوب غرب و نوار غربی ایران می باشد. همچنین محدود شدن (بلاکینگ) زبانه های کم فشار سودانی در جنوب غرب ایران توسط زبانه های دو مرکز پرفشار از سمت شمال و شرق ایران و زبانه های یک پرفشار روی اروپا (که تا شمال آفریقا نفوذ می کند)، سبب ایجاد یک منطقه همگرایی و گردش چرخندی قوی و در نتیجه تقویت کم فشار و صعود دینامیکی هوا در شمال خلیج فارس می شود.

۷. یافته های این پژوهش نشان داد که منابع اصلی رطوبت این گونه بارش های سنگین و مداوم در استان بوشهر، عمدتاً دریاهای جنوبی مثل دریای عمان، دریای عرب، دریای سرخ ، خلیج فارس همچنین مناطق حارّه ای شرق آفریقا، اقیانوس هند و گاهی دریای مدیترانه می باشد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان"**تحلیل و تعیین الگوهای همدیدی بارش های سنگین و حدی در استان بوشهر**" و به شماره طرح **۲۹۲۴۲۶۸L۰۰۱۵۱۳۲۹۹۲۶۱۸** می باشد که در زمستان ۹۴ با همکاری پژوهشکده هواشناسی در اداره کل هواشناسی بوشهر به اجرا درآمده است. بدین وسیله از آقای **دکنر عباس رنجبر** (مجری علمی پروژه) که با راهنمایی های ارزنده و مفیدشان من را در اجرای شایسته این پروژه یاری نمودند ، کمال قدردانی را دارم.

منابع

بهبودیان، جواد. ۱۳۸۲: آمار و احتمال مقدماتی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ هجدهم، صص ۴۲-۴۱.

خوشحال، جواد؛ م. خسروی، ح. نظری پور،۱۳۸۸: شناسایی منشأ و مسیر رطوبت بارش های فوق سنگین استان بوشهر، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶، زمستان ۱۳۸۸.

عربی، زهرا، ۱۳۸۵: تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۱۲ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۶، صص ۱۵-۱.

عزیزی، قاسم؛ م. نیری، ش. رستمی جلالیان. ۱۳۸۸:تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین درغرب کشور (مطالعه موردی: بارش دوره ۲۴-۱۶

اسفند ۱۳۸۵)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۴، تابستان ۱۳۸۸.

علیجانی، بهلول. ۱۳۷۲: مکانیزم صعود بارندگی های ایران، مجله دانشکده ادبیات دانشگاه تربیت معلم، ش ۸۵.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۱:اقلیم شناسی سینوپتیک ، انتشارات سمت.

علیجانی، بهلول. ۱۳۷۴: آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور.

علیجانی، بهلول؛ م. خسروی، م. اسمعیل نژاد،۱۳۸۹: تحلیلهمدیدی بارش سنگین ژانویه۲۰۰۸درجنوب شرقایران،نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، شماره سوم و چهارم، پاییز و زمستان ۱۳۸۹.

قشقایی، قاسم . ۱۳۷۵:بررسی اثر فرابار سیبری بر بارش های پاییزی سواحل جنوبی دریای خزر، استاد راهنما: دکتر بهلول علیجانی. استاد مشاور: زهرا حجازیزاده. پایاننامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم. گروه جغرافیا. گرایش اقلیم و برنامه ریزی محیطی.

کاویانی، محمدرضا؛ ب. علیجانی.۱۳۷۱: مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، تهران.

گندمکار، امیر. ۱۳۸۹: بررسی همدیدی بارش های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر، مجله چشم انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره ۱۰، بهار ۱۳۸۹.

لشکری، حسن. ۱۳۷۵:الگوی سینوپتیکی بارش های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، پایاننامه دکتری. استاد راهنما: دکتر هوشنگ قائمی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده علوم انسانی. گروه جغرافیا.

لشکری، حسن. ۱۳۸۴:تحلیل سینوپتیکی دو نمونه از الگوی بارش های زمستانه جنوبشرق ایران، فصلنامه مدرس علوم انسانی. دوره ۹. شماره ۱. بهار ۱۳۸۴.

محمدی، بختیار؛ ا. مسعودیان. ۱۳۸۹:تحلیل همدیدی بارش های سنگین ایران مطالعه موردی آبان ماه ۱۳۷۳، جغرافیا و توسعه ، شماره ۱۹، ص ۷۰–۴۷.

مفیدی، عباس؛ ا. زرّین، غ. جانباز قبادی، ۱۳۸۵: تعیین الگوی همدیدی بارش های شدید و حدّی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۳، شماره ۳، ۱۳۸۶، صفحه ۱۳۱-۱۵۴.

نجارسلیقه، محمد. ۱۳۸۸:الگوهای سینوپتیکی بارش های تابستانه جنوبشرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۲. پاییز ۱۳۸۰.

یارنال، برنت. ۱۳۸۵: اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه سید ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان.

Alexander, L. V., and 23Co-authors, 2006, Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, J. Geophys.Res., 111, D05109, doi:10.1029/ 2005J D006290.

Benwell, R., 1967, The Jet stream at 500 mb as a predictor of heavy rain, Meteorol. Mag., 96(1134), 4-10.

Groisman, P. Y., Knight, R. W., Easterling, D.R., Karl, T. R., Hegerl, G. C., and Razuvaev,V. N., 2005, Trends in intense precipitation in the climate record, J. Climate., 18, 1326-1350.

Harnack, R. P., Apffel, K., and Joseph, R. C., 1999, Heavy Precipitation Events in New Jersey: Attendant Upper-Air Conditions, Weather. Forecast.,14, 933-954.

Haylock, M., and Nicholls, N., 2000, Trends in extreme rainfall indices for an updated high quality data set for Australia, 1910-1998, Int. J. Climatol., 20, 1533-1541.

Jansa, A, and 6 Co-authors, 2001, Western Mediterranean cyclones and heavy rain.Part 2: Statistical approach, Meteorol. Appl. 8, 43–56 (2001).

Junker, N. W., Schneider, R. S., and Fauver, S., 1999, A Study of Heavy Rainfall Events during the Great Midwest Flood of 1993, Weather.Forecast, 14, 701-712.

Karl, T. R., Knight, R. W., Easterling, D. R., and Quayle, R. G., 1996, Indices of Climate change for the United States, B. Am.

Matlik, O., and Pia Post, 2008,Synoptic Weather types that have caused heavyprecipitation in Estonia in the period 1961-2005 ,Estonia Journal of Engineering , 195-208.

Nicholls, N., Trewin, B. and Haylock, M., 2000, Climate Extremes: Indicators for State of the Environment Monitoring, Australia: State of the Environment, Second Technical Paper Series (The Atmosphere), Department of the Environment and Heritage, Canberra, 20p

Peterson,T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., and Plummer, N., 2001, Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001, World

Pierre camberlin. 1995,june – september rainfall in north eastrn affrica and atmospheric signals over the tropics: A zonal prespective. International jornal ofclimatology vol. 15.

Robert P , Harnack, Donald T, jensan and joseph R, Cermak III. 1998,investigation of upper – air

conditions occuring with heavy summer rain in utah , international journal of climatology int. j climatol.

Seibert, P, A. Frank and H. Formayer., 2006, Synoptic and regional patterns of heavy Precipitation in Austria, Theoretical and Applied Climatology, 87, 139–153.

Svensson, C., Jakob, D and W. Reed, D., 2001, Diurnal characteristics ofheavy precipitation according to weather type at an upland site in Scotland ,Internationalof climatology ,22:569-585.

Yarnal, B., 1993, Synoptic Climatology in Environmental Analysis, Belhaven press, pp118.

Zhang, X., and 23Co-authors, 2005, Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003, J. Geophys. Res., 110, D22104, doi:10.1029/2005JD006181. http://www.esrl.noaa.gov

Journal of Meteorology and Atmospheric Sciences *Volume 1, Issue 1, Spring 2018*

Study of heavy and extreme rain in Bushehr province in term of synop ic- dynamic

Z. Rastgoo [1*], A. Ranjbar Saadatabdi [2]

[1]Bushehr Meteorological Office, Bushehr, Iran. [2]Associate Prof. of Atmospheric Science and [2]Meteorological Research Center (ASMERC), Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: *zhr_rastgoo@yahoo.com*

Received: 16 March 2018, accepted: 18 June 2018

ABSTRACT

In this study, the minimum values of precipitation in heavy and extreme rainfalls are determined to be 42.8 and 84.2 mm, respectively, by applying the percentile index to the daily rainfall data of 8 meteorological stations during the years 2001 to 2015. Subsequently, 30% of the 612 rainy days were selected, where heavy and extreme rainfalls occurred in at least 3 out of 8 stations. Moreover, out of these, 13 days were selected considering more time and space distribution and 4 days were selected for synoptic analysis. Furthermore, the reanalysis data of some parameters such as sea level pressure, wind and geopotential height were extracted from the NOAA database at different pressure levels. The synoptic maps were then designed using the GrADS software and finally these were analyzed in terms of synoptic – dynamic.
The analysis of the maps shows that the occurrence of heavy and extreme rain in Bushehr province results from the establishment of a blocking system of Rex or Omega blocking type at 500hPa level, and the development of Sudan's low-pressure system in the southwest and western strip of Iran. The limitation of low pressure in the southwest of Iran by two high pressure centers, one from the north to the south of Iran, and the other from Europe to north Africa, creates a strong convergence area, and results in the dynamic climb of air and extreme rainfall in the north of the Persian Gulf. The results also indicate that the main sources of moisture are the Arabian Sea, the Oman Sea, the Red Sea, as well as the Persian Gulf, and in some cases the Mediterranean Sea.

Keywords: *Percentile Index, Extreme Rain, Rex Blocking, Omega Blocking Synoptic Pattern*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Rastgoo, Z.; Ranjbar Saadatabadi, A. (2018). Study of heavy and extreme rain in Bushehr province in term of synoptic- dynamic. J. Meteorol. Atmos. Sci., 1(1): 77-96.

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/).