مجله علمی و ترویجی نیوار، دوره ۴۳، شماره ۱۰۵-۱۰۴، بهار و تابستان ۱۳۹۸ (دو فصلنامه) DOI:10.30467/NIVAR.2019.90510

بررسی موردی بارش‌های سیل‌آسای ایران در ماه مارس ۲۰۱۹

محمد مرادی*[۱]، عباس رنجبر سعادت‌آبادی[۲]

۱- استادیار، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو
۲-دانشیار، پژوهشگاه هواشناسی و علو جو

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴، بازنگری: ۱۳۹۸/۰۴/۱۰، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹، انتشار آنلاین: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹)

چکیده

در ماه مارس ۲۰۱۹ در اثر عبور متوالی چند سامانه بارشی قوی از ایران، طغیان رودخانه‌ها، سیلاب و آبگرفتگی شدیدی در مناطق مختلف کشور ایجاد شد که در طول دوره آماری ایستگاه‌های هواشناسی کم سابقه بود. در این مطالعه سه سامانه هواشناسی که در اثر فعالیت بارشی آنها، خسارات فراوانی در مناطق مختلفی از استان‌های گلستان، لرستان، فارس و خوزستان وارد شد، بررسی شده است. نتایج آماری نشان داد که بیشترین بارش روزانه ایستگاه‌های گرگان و پلدختر در ماه مارس از نوع بارش‌های حدی با دوره برگشت به ترتیب ۵۰۰ و ۲۹ سال است ولی بیشترین بارش روزانه ایستگاه شیراز در مارس ۲۰۱۹ دوره برگشتی کمتر از ۲ سال دارد. از بررسی اقلیمی کمیت‌های هواشناسی دیده شد که در روی ایران ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی در مارس ۲۰۱۹ نسبت به میانگین سی ساله این کمیت‌ها منفی و در روی اروپا مثبت بود که معرف افزایش فراوانی تشکیل سامانه‌های بارشی در جنوب غرب دریای مدیترانه و نیز افزایش فراوانی عبور این سامانه‌ها از روی ایران است. نتایج بررسی همدیدی نیز نشان داد که حرکت بالاسوی شدید همراه با نم نسبی مناسب شرایط مساعدی برای بارش‌های همرفتی متوسط و شدید در استان‌های گلستان و لرستان فراهم کرده است.

کلمات کلیدی : بارش شدید، سیل، گرگان، شیراز، پلدختر

۱- مقدمه

در ماه مارس ۲۰۱۹، در تراز میانی جو تعداد چهارده ناوه با شکل‌های مختلف در اطراف دریای مدیترانه تشکیل شد که در حین حرکت شرق سو، سیزده مورد از آنها از روی ایران عبور کرد و مورد چهاردهم در در اواخر مارس و اوایل آوریل جنوب غرب ایران را تحت تأثیر قرار داد. در اثر عبور متوالی این ناوه‌ها از روی ایران، مناطق مختلف کشور تحت تأثیر فعالیت بارشی این سامانه‌ها قرار گرفت و دستخوش سیلاب و طغیان رودخانه‌ها شد. در روز ۱۸ مارس مطابق با ۲۷ اسفند ۹۷ در استان گلستان و غرب مازندران، در روز بیست و پنجم مارس ۲۰۱۹ مطابق با پنجم فروردین ۹۸ در اثر بارش سنگین همرفتی، حجم آب رودخانه‌ها در استان فارس و مناطق مختلف غرب و جنوب غرب کشور، افزایش یافت و سیلاب مناطق مختلفی به ویژه شیراز را در بر گرفت. در روزهای دوازدهم و سیزدهم فروردین ۹۸ مطابق با سی و یکم مارس و اول آوریل نیز بارش شدید سبب طغیان رودخانه‌ها و سیلاب در استان‌های‌غرب، جنوب غرب و جنوب ایران به ویژه در شهرستان پلدختر شد که این سیل نیز خسارت‌های زیادی به بار آورد. شایان ذکر است که به دلیل آبگیری بیش از ظرفیت سدهای واقع در حوضه‌های آبریز استان گلستان و جنوب غرب کشور، رها سازی آب با دبی بالا توسط مسئولان ذیربط آغاز شد که با ریزش بارش‌های متوسط و شدید همراه شد. این شرایط سبب شد تا مناطق مسکونی، دشت‌ها و زمین‌های کشاورزی زیادی در پایین دست سدها مناطق زیر آب قرار گیرد و این استان‌ها را با بحران مواجه کند.

* نگارنده رابط: moradim36@gmail.com

در این تحقیق با نگاهی کوتاه به بارش‌های دیدبانی شده در چند ایستگاه هواشناسی، نحوه محاسبه دوره برگشت این بارش‌ها، ناهنجاری کمیت‌های هواشناسی ماه مارس نسبت به میانگین سی ساله و سامانه‌های همدیدی منجر به این بارش‌ها از دیدگاه همدیدی بررسی می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

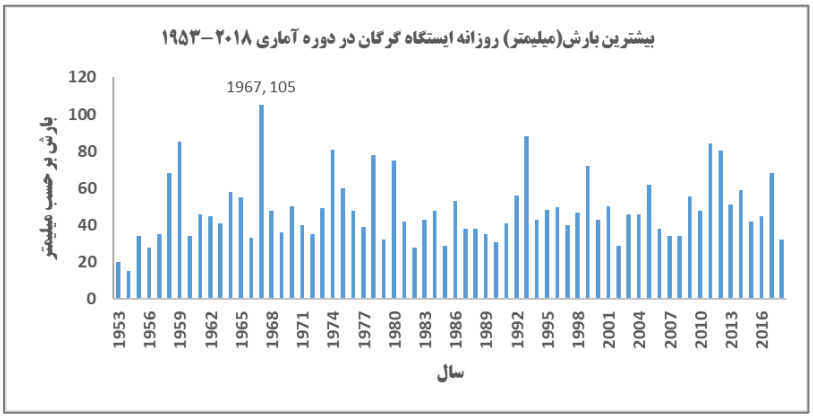
برای بررسی آماری، در هر منطقه یک ایستگاه هواشناسی با دوره آماری بلند مدت، انتخاب شد و بیشترین بارش روزانه ماه مارس این ایستگاه‌ها تحلیل شد. برای بررسی سیل گلستان و شرق مازندران به ترتیب از داده‌های بارش ایستگاه‌های گرگان و بابلسر استفاده شد. در حالت موردی دوم، بارش ایستگاه‌های کوهرنگ، یاسوج و شیراز بررسی شد و در بررسی سیل پلدختر مقدار بارش روزانه ایستگاه‌های خرم‌آباد و پلدختر تحلیل شد. در حالت‌های موردی دوم و سوم بارش ایستگاه اهواز نیز بررسی شد تا تغییرات بارش این ایستگاه برای تحلیل بحران استان خوزستان ارزیابی شود. کمیت بیشترین مقدار بارش روزانه ماه مارس ایستگاه‌های فوق از بدو تاسیس تا سال ۲۰۱۹ از سازمان هواشناسی کشور گرفته شد. در این بررسی ابتدا با استفاده از نرم افزار آماری مینی تب و بر اساس آزمون آندرسن-دارلینگ، بر داده‌های فوق بهترین تابع چگالی احتمال برازش شد و سپس ۵ درصد بالای منحنی برای تعیین مقادیر حدی بارش به دست آمد. در ادامه با استفاده از تابع چگالی، دوره بازگشت بیشترین بارش روزانه نیز به دست آمد تا احتمال ریزش بارش‌های ایستگاه‌های همدید نیز بررسی شود. این کار با استفاده از نرم افزار دیسترب نسخه دو انجام شد. مجموع بارش روزانه ایستگاه‌ها از جمع جبری بارش‌های گزارش شده در ساعت‌های ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۰۰۰۰ گرینویچ به دست آمده است. در بررسی اقلیمی، میانگین ماهانه کمیت‌های فشار سطح متوسط دریا، ارتفاع تراز میانی و میدان باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال به دست آمد و این کمیت‌ها از میانگین ماهانه ماه مارس دوره بلند مدت ۲۰۱۰-۱۹۸۱ کم شد تا ناهنجاری این کمیت ها تحلیل شود. برای بررسی همدیدی از داده‌های بایگانی NCEP/NCAR استفاده شد. فشار سطح متوسط دریا، باد و دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، ارتفاع و دما در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نم نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، مولفه قائم سرعت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و میدان باد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال از جمله کمیت‌هایی هستند که در این تحقیق بررسی می‌شوند.

۳- بررسی آماری بارش در ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

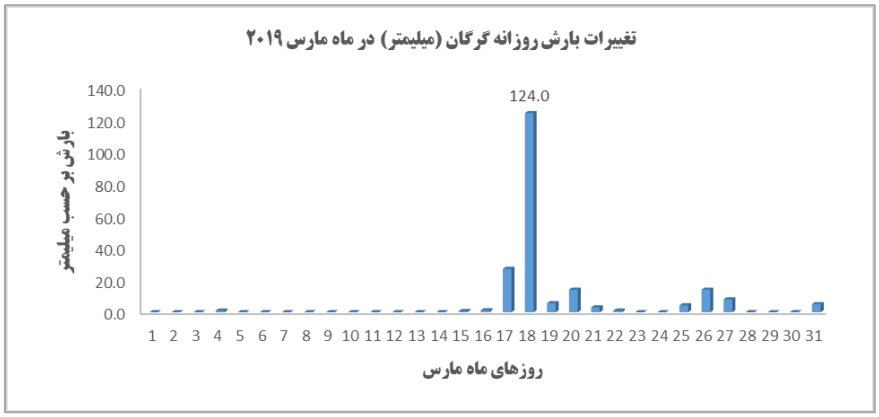
۳-۱- تحلیل آماری بارش در سیل گلستان

شکل ۳-۱-۱ بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۳ را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که بیشترین بارش روزانه در این ایستگاه در سال ۱۹۶۷ ریزش کرده است که مقدار آن ۱۰۵ میلیمتر است. در مارس ۲۰۱۹ بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان ۱۲۴ میلیمتر ثبت شده است. این مقدار مطابق شکل ۳-۱-۲ در روز ۱۸ مارس ریزش کرده است. در این روز در ایستگاه بابلسر نیز ۵۴ میلیمتر بارش ثبت شده است. همچنین مجموع بارش ماه مارس ۲۰۱۹ در ایستگاه گرگان ۲۰۹/۹ و در ایستگاه بابلسر ۱۱۸/۵ میلیمتر ثبت شده است. بر اساس آزمون آندرسن-دارلینگ، تابع احتمال لوگ نرمال، برای داده‌های بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان، انتخاب (شکل ۳-۱-۳) و بر پایه آن مقادیر حدی

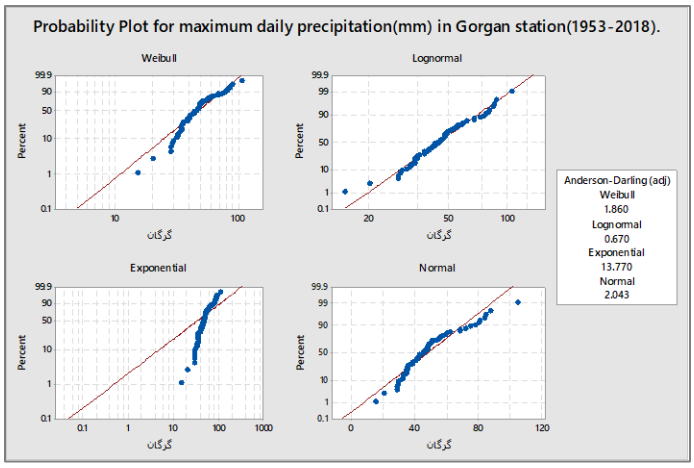
مجموع بارش ایستگاه فوق تعیین شد (شکل ۳-۱-۴). از شکل ۳-۱-۴ دیده می‌شود که در ایستگاه گرگان ۹۵ درصد داده‌های بیشترین بارش روزانه از ۶۰/۸۳ میلیمتر و ۹۹ درصد آنها از ۷۷/۳۶ میلیمتر کمتر است. این در حالی است که در مارس ۲۰۱۹ مقدار این کمیت ۱۲۴/۰ میلیمتر ثبت شده است. در نتیجه بارش فوق یک مقدار حدی بارش است که در این ماه در گرگان رخ داده است. بر اساس تابع احتمال لوگ نرمال برای داده‌های بیشینه بارش روزانه ایستگاه گرگان، دوره برگشت بر حسب سال محاسبه شد. نتایج در جدول ۳-۱-۱ آورده شده است. از این جدول دیده می‌شود که دوره برگشت این بارش بیش از ۵۰۰ سال است. به عبارت دیگر احتمال رخداد این بارش ۰/۲ درصد است و می‌توان گفت این مقدار بارش در گرگان در دوره آماری این ایستگاه بی‌سابقه است.



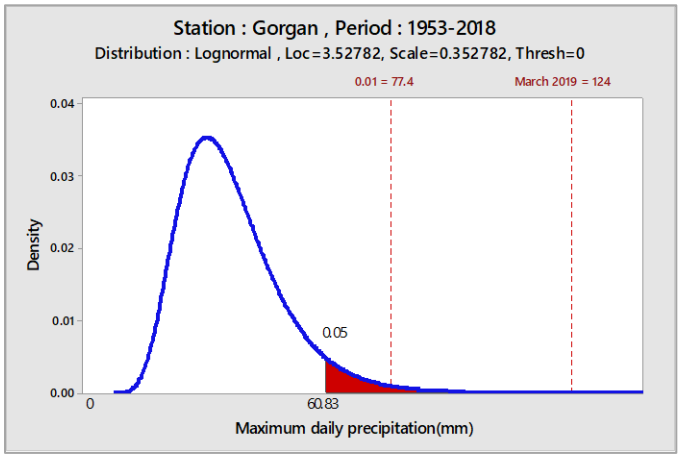
شکل ۳-۱-۱ - تغییرات بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان بر حسب میلیمتر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۳



شکل ۳-۱-۲- تغییرات بارش روزانه ایستگاه گرگان در ماه مارس ۲۰۱۹ بر حسب میلیمتر



شکل ۳-۱-۳ – تعیین بهترین تابع احتمال بر بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه گرگان در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۳



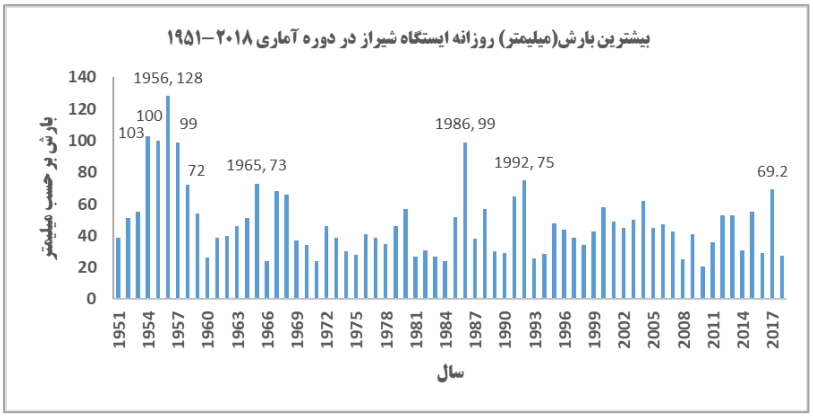
شکل ۳-۱-۴ – تعیین مقادیر حدی بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان بر اساس توزیع لوگ نرمال(۲۰۱۸-۱۹۵۳)

جدول ۳-۱-۱- دوره برگشت (سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه گرگان در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۳

بیشترین بارش ایستگاه گرگان، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۳			
احتمال	دوره برگشت (سال)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)
0.999	1000	134.92	124.0
0.998	500	125.21	
0.997	333.3	119.59	
0.996	250	115.62	
0.995	200	112.56	
0.99	100	103.09	

۳-۲- تحلیل آماری بارش در سیل شیراز

شکل ۳-۲-۱ بیشترین بارش روزانه ایستگاه شیراز در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱ را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که بیشترین بارش روزانه در این ایستگاه در سال ۱۹۵۶ ریزش کرده است که مقدار آن ۱۲۸ میلیمتر است.آمار روزانه بارش در این ایستگاه در سال‌های ۱۹۵۴، ۱۹۵۵، ۱۹۵۶ و ۱۹۸۶ به ترتیب ۱۰۳، ۱۰۰، ۹۹ و ۹۹ میلیمتر ثبت شده است. همچنین در این ایستگاه تعداد زیادی بارش‌های روزانه بیش از ۷۰ میلیمتر ثبت شده است که می‌توان به سال‌های ۱۹۹۲، ۱۹۶۵ و ۱۹۵۸ اشاره کرد که به ترتیب مقدار بارش ۷۵ ، ۷۳ و ۷۲ میلیمتر بوده است. در مارس ۲۰۱۹ بیشترین بارش روزانه ایستگاه شیراز ۳۸ میلیمتر ثبت شده است. این مقدار در روز بیست و پنجم مارس مطابق با پنجم فروردین ریزش کرده است که ۱۳، ۴، ۶ و ۱۵ میلیمتر در ساعات به ترتیب ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۰۰۰۰ گرینویچ گزارش شده است. مجموع بارش ماه مارس سال ۲۰۱۹ در ایستگاه شیراز ۹۲ میلیمتر ثبت شده است. در روزهای بیست و پنجم و بیست و ششم مارس بارش‌های سنگینی در ارتفاعات زاگرس مرکزی و جنوبی ریزش کرده است به طوری که در این دو روز در ایستگاه کوهرنگ در استان چهارمحال و بختیاری به ترتیب ۱۵۳ و ۱۱۲ میلیمتر و در یاسوج در استان کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب ۸۴ و ۱۱۱ میلیمتر بارش ثبت شده است. در روز بیست و پنجم در ایستگاه پلدختر در استان لرستان نیز ۱۱۱/۴ میلیمتر بارش روزانه ثبت شده است. بر اساس آزمون آندرسن-دارلینگ، تابع احتمال لوگ نرمال، برای داده‌های بیشترین بارش روزانه ایستگاه شیراز، انتخاب و بر پایه آن مقادیر حدی مجموع بارش ایستگاه فوق تعیین شد. از این بررسی دیده شد که در ایستگاه شیراز ۹۵ درصد داده‌های بیشترین بارش روزانه از ۸۴/۷۷ میلیمتر کمتر است. این در حالی است که در مارس ۲۰۱۹ مقدار این کمیت ۳۸/۰ میلمتر ثبت شده که از میانگین بیشترین بارش روزانه نیز کمتر است (جدول ۱-۲-۳). در نتیجه بارش فوق در شیراز مقدار حدی محسوب نمی‌شود. بر اساس تابع احتمال لوگ نرمال برای داده‌های بیشینه بارش روزانه ایستگاه شیراز، دوره برگشت بر حسب سال محاسبه شد. نتایج نشان داد که دوره برگشت این بارش کمتر از ۲ سال است. به عبارت دیگر احتمال رخداد این بارش بیشتر از ۵۰ درصد است و می‌توان گفت این مقدار بارش در شیراز در دوره آماری این ایستگاه عادی محسوب می‌شود. برای داده‌های بیشینه بارش روزانه کوهرنگ، یاسوج و پلدختر نیز به ترتیب تابع احتمال نرمال و لوگ‌نرمال مناسب‌تر تشخیص داده شد و بر اساس آنها دیده شد که مقدار بارش ایستگاه‌های کوهرنگ و یاسوج کمتر و ایستگاه پلدختر بیشتر از پنج درصد بالای تابع احتمال است (جدول ۳-۲-۱). بنابراین مقدار بارش در دو ایستگاه کوهرنگ و یاسوج به عنوان بارش حدی در نظر گرفته نشد ولی برای ایستگاه پلدختر به عنوان بارش حدی در نظر گرفته شد. دوره برگشت این کمیت برای این ایستگاه‌ها نیز محاسبه شد. دوره برگشت بیشینه بارش روزانه ایستگاه کوهرنگ ۱۲/۵ سال، ایستگاه یاسوج ۱۱/۱ سال و ایستگاه پلدختر کمتر از ۲۹ سال برآورد شد. نتایج مربوط به برآورد دوره برگشت‌ها در جدول‌های ۳-۲-۲ تا ۳-۲-۴ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲-۱- تغییرات بیشترین بارش روزانه ایستگاه شیراز بر حسب میلیمتر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱

جدول ۳-۲-۱- مشخصات تابع احتمال برازش شده بر داده‌های بیشترین بارش روزانه ایستگاه‌های شیراز، کوهرنگ و یاسوج

ردیف	نام ایستگاه	مناسب‌ترین تابع احتمال و مشخصات آن	مقدار بارش ۵ درصد بالای منحنی	بیشترین بارش روزانه ماه مارس
۱	شیراز	لوگ نرمال	۸۴/۷۷	۳۸/۰
		پارامتر محل : ۳/۷۸ ، پارامتر مقیاس : ۰/۴۰		
۲	کوهرنگ	نرمال	۱۶۰/۷	۱۵۳/۰
		میانگین : ۱۰۶/۴، انحراف معیار : ۳۲/۹۶		
۳	یاسوج	لوگ نرمال	۱۲۰/۱	۱۱۱/۰
		پارامتر محل : ۴/۳۸، پارامتر مقیاس : ۰/۲۵		
۴	پلدختر	لوگ نرمال	۹۸/۶۲	۱۱۱/۴
		پارامتر محل : ۳/۸۷، پارامتر مقیاس : ۰/۴۴		

جدول ۳-۲-۲- دوره برگشت (سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه شیراز در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱

بیشترین بارش ایستگاه شیراز در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱			
بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	دوره برگشت (سال)	احتمال
38.0	92.41	25	0.960
	75.50	10	0.900
	62.46	5	0.800
	52.35	3	0.667
	43.48	2	0.500

جدول ۳-۲-۲- دوره برگشت (سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه کوهرنگ، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۸۷

بیشترین بارش ایستگاه کوهرنگ در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۸۷			
بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	دوره برگشت (سال)	احتمال
154.0	175.22	50.0	0.980
	153.50	12.5	0.920
	149.36	10.0	0.900

جدول ۳-۲-۴- دوره برگشت (سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه یاسوج، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۸۷

بیشترین بارش ایستگاه یاسوج در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۸۷			
بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	دوره برگشت (سال)	احتمال
111.0	123.90	25.0	0.960
	111.79	11.1	0.910
	98.63	5.0	0.800

جدول ۳-۲-۴- دوره برگشت (سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه پلدختر، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۹۸

بیشترین بارش ایستگاه پلدختر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۹۸			
بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	دوره برگشت (سال)	احتمال
111.4	124.78	50.0	0.980
	111.38	28.6	0.965
	91.16	12.0	0.917
	86.82	10.0	0.900

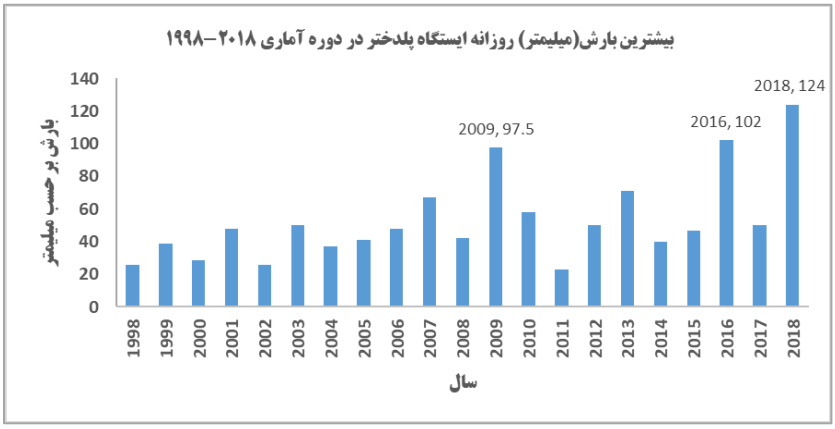
۳-۳- تحلیل آماری بارش در سیل پلدختر

شکل ۳-۳-۱ بیشترین بارش روزانه ایستگاه پلدختر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۹۸ را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که بیشترین بارش روزانه در این ایستگاه در سال ۲۰۱۸ ریزش کرده که مقدار آن ۱۲۴/۰ میلیمتر بوده است. همچنین بیشترین بارش روزانه ایستگاه پلدختر ۱۱۱/۴ میلیمتر گزارش شده که مربوط به بارش بیست و پنجم مارس ۲۰۱۹ است. این مقدار بارش به همراه بارش ۲۸ میلیمتری که در روز بیست و چهارم مارس ریزش کرده بود؛ و نیز بارش‌های مناسب در سطح استان، سبب افزایش حجم آب رودخانه‌ها در استان لرستان و به ویژه پلدختر شد. در روز سی و یکم مارس در ایستگاه خرم‌آباد ۷۵/۰ میلیمتر بارش ریزش کرده؛ هرچند بیشترین بارش روزانه این ایستگاه، ۹۴ میلیمتر در سال ۲۰۱۶ گزارش شده است (شکل ۳-۳-۲). در این ایستگاه در روز یکم آوریل نیز ۶۲/۴ میلیمتر بارش ثبت شده است. در ایستگاه پلدختر بیشترین بارش روزانه در روز سی و یکم مارس ۷۵ میلیمتر

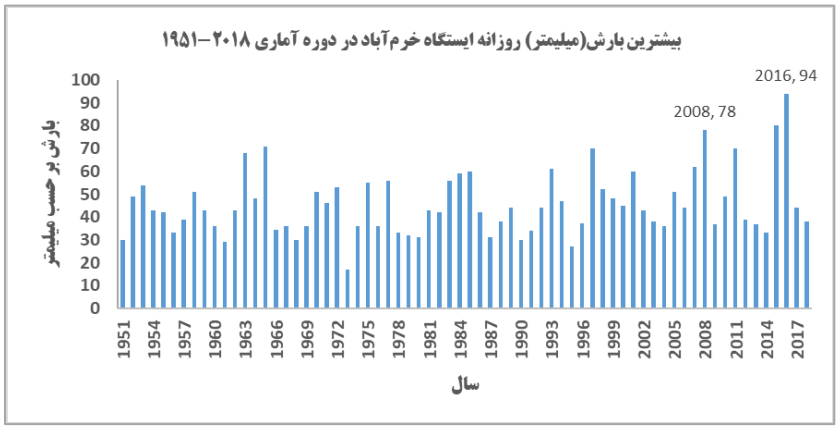
ریزش کرده است. در ۶ ساعت اول روز یکم آوریل ۷۷/۴ میلیمتر و در ۶ ساعت دوم ۱۳/۶ میلیمتر بارش ثبت شده که مجموع آنها ۹۱/۰ میلیمتر است. این بارش‌ها با توجه به حجم انبوه آب موجود در رودخانه‌ها، سبب طغیان و سیلاب شد و خسارت زیادی به مناطق معمولان و پلدختر در جنوب غرب لرستان وارد کرد. برای داده‌های بیشینه بارش روزانه ایستگاه‌های پلدختر، خرم‌آباد و اهواز نیز به ترتیب تابع احتمال لوگ نرمال مناسب‌تر دیده شد که بر اساس آن مقدار بارش ایستگاه خرم‌آباد در ماه مارس، بیشتر از پنج درصد بالای تابع احتمال است و این مقدار بارش در این ایستگاه به عنوان بارش حدی در نظر گرفته شد ولی در دو ایستگاه پلدختر و اهواز چنین نیست (جدول ۳-۳-۱). دوره برگشت بیشترین بارش روزانه برای دو ایستگاه پلدختر و خرم‌آباد بر اساس تابع احتمال تعیین شده، محاسبه شد که نتایج آن در جدول‌های ۳-۳-۲ و ۳-۳-۳ نشان داده شده است. برای بیشترین بارش روزانه ۹۱/۰ میلیمتر ایستگاه پلدختر در این مورد، دوره برگشت ۱۲ سال و برای ایستگاه خرم‌آباد ۲۷/۸ سال برآورد شده است.

جدول ۳-۳-۱- مشخصات تابع احتمال برازش شده بر بیشترین بارش روزانه ایستگاه‌های خرم‌آباد و پلدختر

ردیف	نام ایستگاه	مناسبترین تابع احتمال و مشخصات آن	مقدار بارش ۵ درصد بالای منحنی	بیشترین بارش روزانه ماه مارس
۱	**پلدختر**	لوگ نرمال پارامتر محل : ۳/۸۷، پارامتر مقیاس : ۰/۴۴	**۹۸/۶۲**	**۹۱/۰**
۲	**خرم‌آباد**	لوگ نرمال پارامتر محل : ۳/۷۸، پارامتر مقیاس : ۰/۳۰	**۷۰/۹۵**	**۷۵/۰**
۲	**اهواز**	لوگ نرمال پارامتر محل : ۳/۵۵، پارامتر مقیاس : ۰/۴۳	**۷۰/۷۱**	**۱۵/۳**



شکل ۳-۳-۱- تغییرات بیشترین بارش روزانه ایستگاه پلدختر بر حسب میلیمتر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۹۸



شکل ۳-۳-۲- تغییرات بیشترین بارش روزانه ایستگاه خرم‌آباد بر حسب میلیمتر در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱

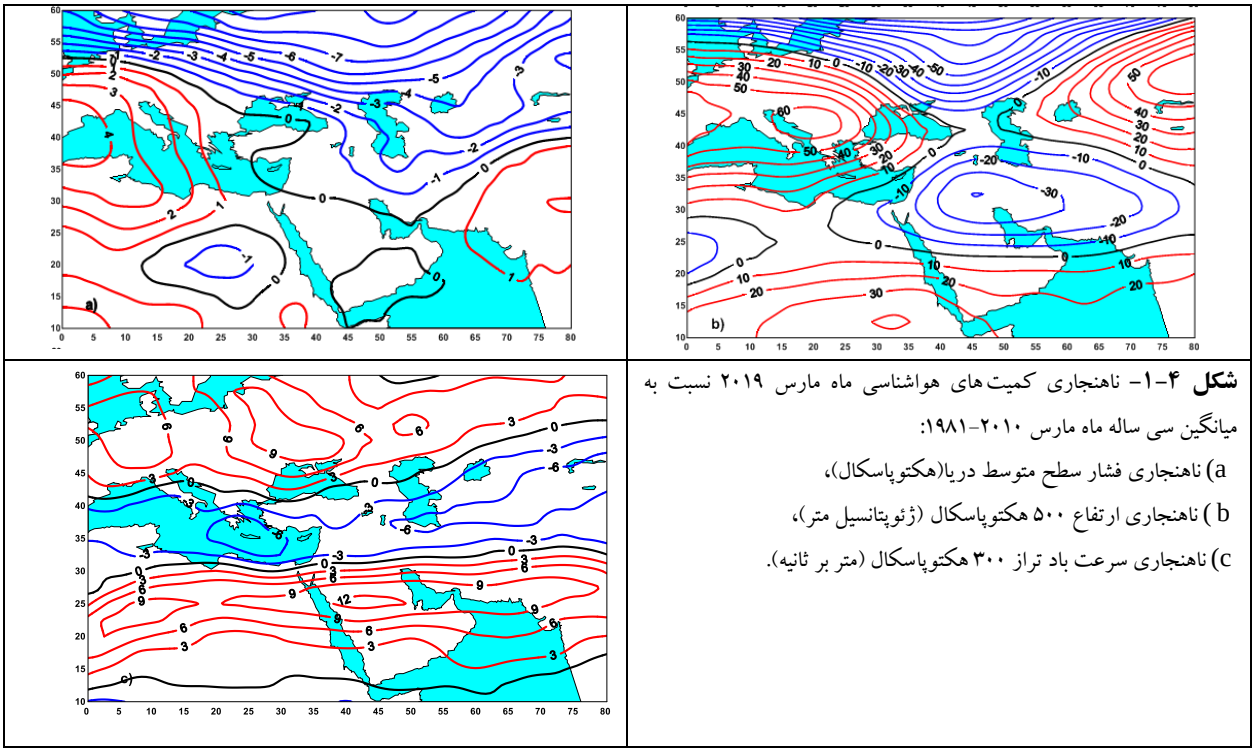
جدول ۳-۳-۲- دوره برگشت(سال) برای بیشترین بارش روزانه ماه مارس ایستگاه خرم‌آباد، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱.

بیشترین بارش ایستگاه خرم‌آباد، در دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۱			
بیشترین بارش ۲۴ ساعته در مارس ۲۰۱۹ (میلیمتر)	بیشترین بارش روزانه (میلیمتر)	دوره برگشت (سال)	احتمال
75.0	80.97	50.0	0.980
	75.00	27.8	0.964
	64.18	10.0	0.900

۴-تحلیل اقلیمی

شکل۴-۱-a ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که کمینه مقدار ناهنجاری منفی در شمال دریای سیاه و شمال دریای خزر قرار گرفته است که ناوه آن سراسر اطراف مدار ۵۵ درجه شمالی را در بر گرفته است. بخشی از این ناوه تا شمال دریاچه اورال امتدا یافته و با عبور از دریای خزر تا غرب ایران گسترش یافته است. در غرب دریای سرخ نیز ناهنجاری فشار منفی است. هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار روی دریای مدیترانه قرار گرفته است. این شرایط نشان می‌دهد که در ماه مارس ۲۰۱۹ فراوانی عبور یا ماندگاری کم‌فشارها در اطراف مدار ۵۵ درجه شمالی، شمال دریای سیاه، شمال دریای خزر و روی ایران بیشتر و فراوانی عبور یا ماندگاری پرفشارها در روی دریای مدیترانه بیشتر از متوسط ماه مارس دوره بلند مدت است. شکل ۴-۱-b ناهنجاری ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که کمینه مقدار ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی در شمال دریای سیاه و شمال دریای خزر قرار گرفته که ناوه آن به سوی جنوب امتداد یافته است. همچنین هسته ناهنجاری منفی در غرب ایران است که به طور مداری به سوی شرق و غرب امتداد یافته است. همچنین دیده می‌شود که ناهنجاری مثبت

ارتفاع در راستای مدار ۴۵ درجه شمالی از غرب به شرق امتداد یافته است. هسته بیشینه این کمیت با پربند ۶۰ ژئوپتانسیل‌متر روی ایتالیا و شمال دریاچه بالخاش قرار گرفته است. در اطراف مدار ۱۰ درجه شمالی نیز ناهنجاری ارتفاع مثبت است. این شرایط معرف ماندگاری یا عبور ناوه‌های ارتفاعی یا کم‌ارتفاع‌ها در شمال دریای سیاه و دریای خزر است. به علاوه می‌توان گفت که روی ایران نیز فراوانی عبور ناوه‌های ارتفاعی افزایش داشته است. شکل ۴-۱-c ناهنجاری سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال را بر حسب متر بر ثانیه نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که ناهنجاری مثبت بزرگی برای سرعت باد در موقعیت جت جنب حاره در اطراف مدار ۲۰ درجه شمالی، وجود دارد. این ناهنجاری در شرق دریای سرخ دارای هسته بیشینه ۱۲ متر بر ثانیه و در جنوب دریای مدیترانه دارای هسته بیشینه ۹ متر بر ثانیه است. در موقعیت جت جنب قطبی نیز ناهنجاری مثبت ۹ و ۶ واحدی دیده می‌شود که بیانگر تقویت جریان‌های جتی در این ماه است. در اطراف مدار ۳۵ درجه شمالی نیز ناهنجاری منفی مشاهده می‌شود. به‌علاوه بررسی موقعیت هسته جریان‌های جتی تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که سرعت باد در هسته جت جنب حاره ۱۰ متر بر ثانیه نسبت به میانگین بلند مدت افزایش دارد. در این ماه، هسته جت جنب قطبی نیز مشخص‌تر شده و به سوی جنوب نیز امتداد یافته است.



شکل ۴-۱- ناهنجاری کمیت‌های هواشناسی ماه مارس ۲۰۱۹ نسبت به میانگین سی ساله ماه مارس ۲۰۱۰-۱۹۸۱:
a) ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا(هکتوپاسکال)،
b) ناهنجاری ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال (ژئوپتانسیل متر)،
c) ناهنجاری سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال (متر بر ثانیه).

۵-بررسی همدیدی

۵-۱- تحلیل همدیدی بارش در سیل گلستان

از بررسی وضع هوای ایستگاه‌های بابلسر و گرگان دیده شد که ابرهای باراپوشنی همراه با ریزش باران متوسط در بابلسر و ابرهای کومه ای‌بارا با بارش متوسط و شدید در گرگان از اواخر روز هفدهم مارس آغاز می‌شود و در روز هجدهم مارس نیز به طور پیوسته در گرگان ادامه می‌یابد. مقدار بارش در اواخر روز هفدهم در بابلسر ۲۸ و در گرگان ۲۷ میلیمتر است. در حالی که در روز هجدهم مجموع بارش روزانه بابلسر و گرگان به ترتیب ۵۶ و ۱۲۴ میلیمتر گزارش شده است. بنابراین در منطقه مطالعاتی، بیشترین فعالیت بارشی سامانه فشاری در روز هجدهم مارس رخ داده است. بررسی همدیدی الگوی فشار سطح متوسط دریا نشان داد که در این حالت موردی یک مرکز کم‌فشار با سه خط هم فشار بسته روی استان گلستان قرار دارد. استان گلستان از اواخر روز هفدهم مارس تحت فعالیت نقطه سه‌گانه جبهه مخلوط قرار گرفته که این جبهه در روز هجدهم نیز همچنان در منطقه فعالیت داشته است. شکل ۵-۱-۱-a موقعیت تقریبی جبهه‌های این سامانه را در ساعت ۰۰۰۰گرینویچ روز ۱۸ مارس ۲۰۱۹ نشان می دهد. خط قرمز معرف جبهه گرم، خط آبی معرف جبهه سرد و ترکیب آنها برای مشخص کردن جبهه بند آمده (اکلوده) استفاده شده است. در شکل b میدان باد و دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نشان داده شده است. از این شکل دیده می‌شود که فرارفت هوای گرم که با کادر بسته قرمز نشان داده شده است، از جنوب شرق ایران آغاز و تا شمال خراسان شمالی امتداد یافته است و سپس با جریان چرخندی به سوی شرق دریای خزر و استان گلستان کشیده شده است. فرارفت هوای سرد نیز که با کادر بسته آبی رنگ مشخص شده است، از شرق دریای مدیترانه آغاز و تا جنوب خلیج فارس امتداد یافته است. از بررسی ارتفاع تراز میانی دیده شد که یک ناوه ارتفاعی در شرق دریای مدیترانه قرار دارد که در اثر وجود پشته ارتفاعی شرق ایران که تا شرق دریای خزر نیز امتدا یافته است، نمی‌تواند با سرعت زیادی به سوی شرق حرکت کند و در روز هفدهم مارس در شمال غرب ایران قرار می‌گیرد و دامنه آن به جنوب دریای خزر نفوذ می‌کند. یک ناوه ارتفاعی نیز از شمال اروپا به سوی جنوب دریای مدیترانه امتداد یافته است. بخش شمالی آن با سرعت بیشتری حرکت می‌کند و بخش جنوبی آن سرعت کمتری دارد. در اثر ترکیب بخش شمالی این ناوه با ناوه ارتفاعی شرق دریای مدیترانه در روز هفدهم، یک ناوه ارتفاعی عمیق از شمال دریای سیاه تا جنوب دریاچه ارومیه امتداد می‌یابد و سپس به جنوب دریای خزر نفوذ می‌کند و هسته کم‌ارتفاع بسته‌ای در جنوب دریای خزر تشکیل می‌شود. در این حالت استان گلستان در شمال این هسته قرار می‌گیرد (شکل ۵-۱-۱-c). از بررسی مولفه قائم سرعت بالاسو در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز هجدهم مارس که در شکل ۵-۱-۱-d نشان داده شده است، دیده شد که هسته بیشینه سرعت بالاسو روی استان گلستان قرار گرفته است. این شرایط با هسته بیشینه نم نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال منطبق است (شکل ۵-۱-۱-e) و بیانگر بارش‌های سنگین همرفتی در منطقه مطالعاتی است. از بررسی میدان باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال دیده شد که جریان جتی جنب حاره‌ای در اطراف مدار ۲۲/۵ درجه شمالی قرار دارد و هسته بیشینه سرعت باد آن با خط هم مقدار ۶۰ متر بر ثانیه در جنوب ایران قرار گرفته است. شاخه‌ای از جریان جتی جنب قطبی نیز به سوی شمال دریای سیاه شارش یافته است که با عبور از آن، در غرب ایران با بخش شمالی جریان جتی جنب حاره‌ای ترکیب می‌شود. جریان‌های برگشتی از روی استان گلستان به جهت شمالی در امتداد دریای خزر به سوی شمال آن دریا شارش یافته است. این شرایط یک انحنای عمیق چرخندی در جنوب دریای خزر و منطقه مطالعاتی ایجاد کرده است که با خط پررنگ در شکل نشان داده شده است(شکل ۵-۱-۱-f). چنین به نظر می‌رسد که این شرایط

سبب تقویت حرکت چرخندی در شمال محور جریان جتی جنب حاره، در جنوب منطقه مطالعاتی شود.

۵-۲- تحلیل همدیدی بارش در سیل شیراز

از بررسی وضع هوای ایستگاه شیراز دیده شد که در ساعت ۱۰:۳۰ محلی ابرهای کومه‌ای‌بارا (کومولونیمبوس) همراه با رگبار باران متوسط یا شدید ثبت شده است که در ساعات گذشته با رعد و برق نیز همراه بوده است. در شش ساعت اول روز مقدار بارش در ایستگاه شیراز سیزده میلیمتر ثبت شده است. در دوازده ساعت بعدی مقدار بارش ده میلیمتر و در شش ساعت پایانی روز بیست و پنجم مارس نیز پانزده میلیمتر باران ریزش کرده است. بارش باران در ایستگاه شیراز در روز بیست و ششم مارس نیز سی و هشت میلیمتر گزارش شده است. بنابراین در شیراز، بیشترین فعالیت بارشی سامانه فشاری در روزهای بیست و پنجم و بیست و ششم مارس رخ داده است. بررسی همدیدی الگوی فشار سطح متوسط دریا در روز بیست و دوم مارس نشان داد که در این حالت موردی یک پشته فشاری ناشی از مرکز پرفشار روی اروپا با محور مداری روی ایران قرار گرفته است که به تدریج در اثر نفوذ یک مرکز کم‌فشار عرض‌های جنب قطبی به شمال دریای خزر، تضعیف می‌شود. ناوه فشاری جنوب دریای مدیترانه نیز در اثر توسعه جنوب سوی مرکز پرفشار روی اروپا، در جنوب دریای مدیترانه به صورت وارون توسعه می‌یابد. به تدریج یک منطقه کم‌فشار در اطراف نصف النهار ۳۵ درجه شرقی، از شمال دریای سیاه تا جنوب دریای سرخ ایجاد می‌شود. در روزهای بعد که مرکز پرفشار اروپا توسعه می‌یابد، یک ناوه فشاری در شمال دریای خزر و یک مرکز کم‌فشار با دو خط هم‌فشار بسته و گسترده روی عراق در روز بیست و پنج مارس تشکیل می‌شود. در این روز بخش شرقی این سامانه فشاری با جریان‌های جنوبی مناطق مختلف ایران را تحت تأثیر قرار داده است. شکل ۵-۲-۱-a الگوی فشاری و موقعیت تقریبی جبهه‌های کم‌فشار روی عراق در ساعت ۰۰۰۰گرینویچ روز ۲۵ مارس ۲۰۱۹ را نشان می‌دهد. در شکل ۵-۲-۱-b میدان باد و دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز نشان داده شده است. از این شکل دیده می‌شود که فرارفت هوای گرم (کادر بسته قرمز)، در جنوب، جنوب غرب و غرب ایران و فرافت هوای سرد (کادر بسته آبی رنگ)، در جنوب دریای مدیترانه تا غرب دریای سرخ معرف محدوده تقریبی جبهه‌های جوی این سامانه است. بزرگی اندازه سرعت باد، شیو(گرادیان) شدید دمایی و تعداد زیاد سیملوله‌ها در مناطق با فرارفت دمایی بیانگر شرایط کژفشاری شدید سامانه فوق است. فرارفت هوای گرم در ارتفاعات زاگرس مرکزی سبب افزایش دمای هوا و در نتیجه ذوب برف آن مناطق شده است به طوری که ارتفاع برف کوهرنگ که در روز اول فروردین ۱۱۳ سانتیمتر ثبت شده، در روز ششم فروردین مطابق با ۲۶ مارس به ۷۵ سانتیمتر رسیده است. این در حالی است که در این مدت ۱۰ سانتیمتر برف نیز ریزش کرده است. شایان توجه است که بادهای جنوبی بخش شرقی سامانه فوق می‌تواند نم ویژه مناسب از عرض‌های جنوبی خلیج فارس را به منطقه مطالعاتی انتقال دهد و در اثر همگرایی این کمیت در مناطق مرتفع رشته کوه البرز، شرایط را برای بارش مهیا کند. از بررسی ارتفاع تراز میانی در روز بیست و دوم مارس دیده می‌شود که یک مرکز کم‌ارتفاع بریده در جنوب دریای مدیترانه قرار گرفته است. یک ناوه ارتفاعی عمیق نیز در شمال دریای سیاه است که در آن منطقه به یک کم‌فشار بریده تبدیل می‌شود و ناوه آن تا شرق دریای مدیترانه امتداد یافته است. به تدریج کم‌فشار بریده

جنوب دریای مدیترانه باز می‌شود و با ناوه شرق آن دریا ترکیب می‌شود و یک مرکز کم‌ارتفاع در شمال دریای سیاه با ناوه‌ای عمیق با محور شمال شرقی - جنوب غربی ایجاد می‌کند. بخش جنوبی این ناوه در جنوب دریای مدیترانه به سوی غرب امتداد می‌یابد و با محور مداری تمام مناطق جنوبی دریای مدیترانه را تحت تأثیر قرار داده است. بخش شمالی مرکز کم‌ارتفاع با سرعت بیشتری به سوی شمال شرق حرکت می‌کند و بخش جنوبی آن در شرق دریای مدیترانه به صورت یک کم‌فشار بسته باقی می‌ماند. این شرایط در روز بیست و پنجم مارس مناطق مختلف عراق و ایران را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۵-۲-۱-c). از بررسی سرعت قائم بالاسو در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز بیست و پنجم مارس که در شکل ۵-۲-۱-d نشان داده شده است، دیده می‌شود که هسته بیشینه سرعت بالاسو روی استان های کردستان و کرمانشاه قرار گرفته و دامنه این هسته بیشینه به سوی جنوب امتداد یافته است. این شرایط با هسته بیشینه نم نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز منطبق است (شکل ۵-۱-۱-e) و بیانگر بارش های سنگین همرفتی ریزش شده در غرب و جنوب غرب کشور است. از این نقشه شرایط ویژه‌ای در استان فارس دیده نمی‌شود. از بررسی میدان باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که جریان جتی جنب حاره‌ای در اطراف مدار ۲۵ درجه شمالی قرار دارد و هسته بیشینه سرعت باد آن با خط هم مقدار ۶۰ متر بر ثانیه در غرب دریای سرخ قرار گرفته است. شاخه‌ای از جریان جتی جنب قطبی نیز به سوی شمال دریای سیاه شارش یافته است که با عبور از آن، در شمال غرب ایران با گردش چرخندی به سوی شرق دریای خزر شارش می‌یابد. جت جنب حاره‌ای در جنوب ایران به دوشاخه تبدیل می‌شود. شاخه جنوبی آن از جنوب خلیج فارس به سوی چابهار و شاخه شمالی آن به سوی شمال خلیج فارس و جنوب غرب ایران شارش یافته است(شکل ۵-۲-۱-f). از بررسی نمودار اسکیوتی روز بیست و پنجم مارس ایستگاه شیراز دیده شد که چون در این روز فشار ایستگاه ۸۴۶ هکتوپاسکال ثبت شده است، از این رو شاخص‌های ناپایداری به سبب در دسترس نبودن دما و دمای نقطه شبنم تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال قابل محاسبه نبوده است. از این نمودار، وجود هوای مرطوب در ترازهای نزدیک زمین، وجود هوای خشک در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، وجود هوای مرطوب در تراز میانی و مقدار آب قابل بارش قابل ملاحظه قابل توجه بود. همچنین دیده شد که منحنی دمای محیط از تراز ۴۷۰ هکتوپاسکال تا سطح وردایست که در تراز ۲۱۲ هکتوپاسکال قرار داشت، به طور بی دررو تغییر کرده است.

۵-۳- تحلیل همدیدی بارش در سیل پلدختر

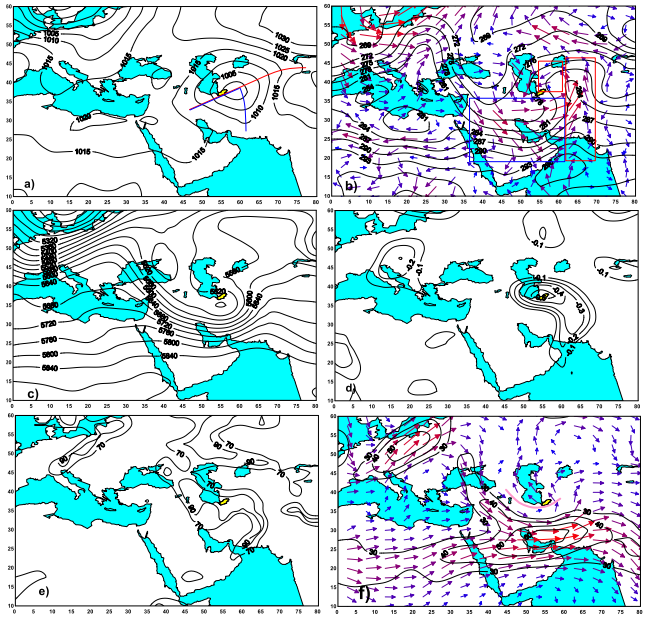
از بررسی وضع هوای ایستگاه خرم‌آباد دیده شد که بارش پیوسته باران از اوایل صبح روز سی و یکم مارس آغاز می‌شود که به تدریج با تشکیل ابرهای کومه ای بارا (کومولونیمبوس) و افزایش رشد قائم آنها، رعدوبرق با شدت متوسط و شدید همراه با رگبار باران و تگرگ منطقه را فرا می‌گیرد به طوری که در شش ساعت اول بارندگی ۵، در شش ساعت دوم ۲۹، در شش ساعت سوم ۱۸ و در شش ساعت پایانی این روز ۲۳ میلیمتر بارش ثبت شده است. در روز یکم آوریل نیز در شش ساعت اول ۳۸ و در شش ساعت دوم ۲۴ میلیمتر بارش ریزش کرده است. به دلیل اینکه بیشترین بارش روزانه در سی و یکم مارس رخ داده است، این روز برای بررسی همدیدی این سیل انتخاب شد. از بررسی میدان فشار سطح متوسط دریا دیده می‌شود که یک مرکز کم‌فشار در جنوب ایتالیا با خط هم فشار ۱۰۱۵

هکتوپاسکال در روز بیست و هشتم مارس تشکیل شده است. این مرکز به تدریج در اثر گسترش جنوب سوی پرفشار مستقر بر اروپا روی دریای مدیترانه به سوی شرق آن حرکت می‌کند و در روز سی و یکم مارس در شرق دریای مدیترانه قرار می‌گیرد. جریانات جنوب سوی بخش شرقی این سامانه مناطق مختلف نیمه غربی ایران را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۵-۱-۳-a). در شکل ۵-۱-۳-b میدان باد و دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز نشان داده شده است. از این شکل دیده می‌شود که فرارفت هوای گرم و مرطوب (کادر بسته قرمز)، در جنوب، جنوب غرب و غرب ایران و فرافت هوای سرد (کادر بسته آبی رنگ)، در جنوب دریای مدیترانه تا غرب دریای سرخ معرف محدوده تقریبی جبهه‌های جوی این سامانه است. بزرگی اندازه سرعت باد، گرادیان شدید دمایی و تعداد زیاد سیملوله ها در مناطق با فرارفت دمایی بیانگر شرایط کژفشاری شدید سامانه فوق است. بررسی میدان ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد هنگامی که سامانه فشاری منجر به سیل شیراز از روی ایران عبور می‌کند، یک مرکز کم‌ارتفاع بسته در جنوب دریای مدیترانه تشکیل می‌شود و به تدریج در روی آن دریا با شکل‌های متفاوتی که به خود می‌گیرد، با حرکت آهسته در روز سی و یکم مارس در شرق دریای مدیترانه قرار می‌گیرد. این سامانه در بخش شرقی الگوی امگا شکلی قرار دارد که مرکز پرارتفاع بسته آن روی اروپا قرار گرفته است (شکل ۵-۱-۳-c). از بررسی مولفه قائم سرعت بالاسو در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز سی و یکم مارس که در شکل ۵-۱-۳-d نشان داده شده است، دیده شد که هسته بیشینه سرعت بالاسو در غرب استان‌های ایلام و خوزستان قرار گرفته است و دامنه این هسته بیشینه در امتداد زاگرس تا جنوب بوشهر امتداد یافته است. این شرایط در حالی است که هسته بیشینه نم نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در شمال استان کردستان قرار گرفته است ولی نم نسبی بیش از ۷۰ درصد، استان‌های کرمانشاه، لرستان، خوزستان و ایلام را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۵-۱-۳-e). از بررسی میدان باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال دیده شد که جریان جتی جنب حاره‌ای در اطراف مدار ۲۷/۵ درجه شمالی قرار دارد و هسته بیشینه سرعت باد آن با خط هم مقدار ۷۰ متر بر ثانیه در جنوب دریای مدیترانه قرار گرفته است. این محور با گردش چرخندی در جنوب شرق دریای مدیترانه و عبور از شمال دریای سرخ، به سوی جنوب غرب ایران شارش می‌یابد و بردارهای باد در جنوب غرب و غرب ایران واگرا می شوند (شکل ۵-۱-۳-f).

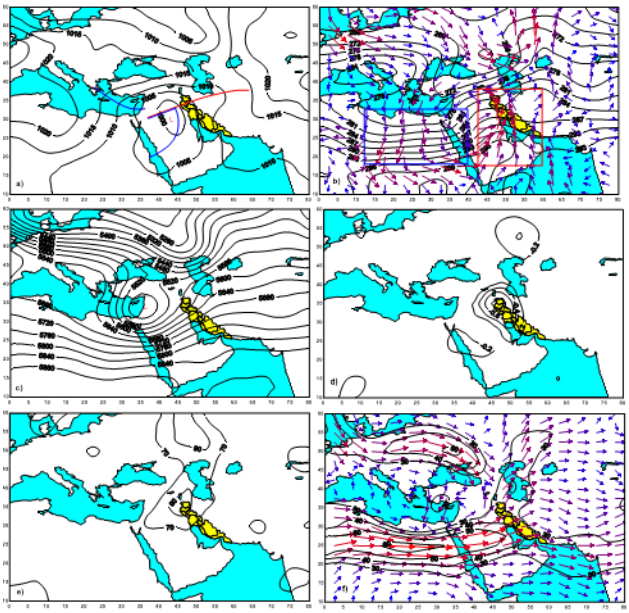
۶- جمع بندی

در ماه مارس ۲۰۱۹، وجود ناهنجاری منفی فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی در شمال دریای سیاه، دریای خزر و ایران، وجود ناهنجاری مثبت نم نسبی در شمال ایران، ناهنجاری مثبت بزرگ سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال و افزایش سرعت باد در هسته جریان های جتی همراه با شارش جنوب‌سوی جریان جتی جنب قطبی به سوی شمال دریای سیاه، سبب شد تا تشکیل سامانه‌های بارشی در جنوب دریای مدیترانه افزایش یابد و این سامانه‌ها در حرکت شرق سوی خود از روی ایران عبور کنند. در این ماه ۱۴ موج در تراز میانی در جنوب دریای مدیترانه شناسایی شد که از این تعداد سیزده مورد در ماه مارس از روی ایران عبور کرد و مورد چهاردهم نیز در اواخر مارس و اوایل آوریل جنوب غرب ایران را تحت تأثیر قرار داد. در اثر فعالیت بارشی این سامانه‌ها استان های مختلفی در کشور با سیلابی شدن رودخانه‌ها و پر شدن سدها مواجه شد.

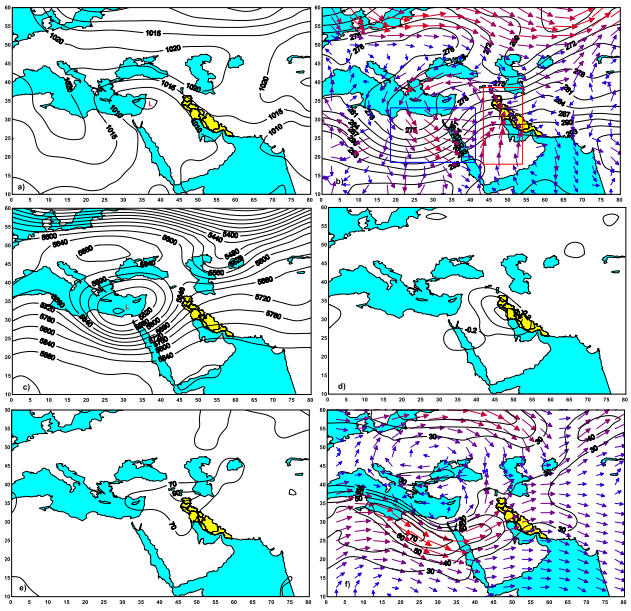
بررسی آماری مقدار بارش سه سیل گرگان، شیراز و پلدختر نشان داد که دوره برگشت بیشترین بارش روزانه ایستگاه گرگان ۵۰۰ سال، ایستگاه پلدختر در بارش ۲۵ مارس، ۲۹ سال و در بارش ۳۱ مارس، ۱۲ سال برآورد شد. محاسبات نشان داد که در ایستگاه شیراز این کمیت کمتر از دو سال است. سه مورد از این سامانه‌ها که منجر به سیل در مناطق مختلف ایران بود از دیدگاه همدیدی تحلیل شد. در هر سه مورد وجود ناوه عمیق ارتفاعی ناشی از کم‌ارتفاع شمال دریای سیاه و امتداد آن تا جنوب غرب دریای مدیترانه و تشکیل کم‌ارتفاع بریده در جنوب آن دریا، همراه با حرکت صعودی و نم نسبی مناسب در ترازهای پایین و میانی جو، سبب بارش‌های سنگین همرفتی در استان‌های مختلف کشور شده است. شایان گفتن است که آبگیری زیاد سدهای واقع در استان‌های گلستان و خوزستان بدون توجه به سهم بارش‌های بهاره، بارش شدید و ذوب برف، افزایش حجم آب رودخانه‌های منطقه، بازکردن دریچه سدها با دبی زیاد و سر ریز شدن سدها از جمله عواملی بوده که سبب آبگرفتگی شدید مناطق شهری و زمین‌های کشاورزی مناطق مختلف استان‌های گلستان و خوزستان شده است.



شکل ۵-۱-۱- a) میدان فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال)، b) میدان باد (متر بر ثانیه) و دما (کلوین) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال)، c) گرته ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (ژئوپتانسیل‌متر)، d) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد (پاسکال بر ثانیه)، e) رطوبت نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (درصد) و f) میدان باد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال (متر بر ثانیه) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز ۱۸ مارس ۲۰۱۹.



شکل ۵-۲-۱- a) میدان فشار سطح متوسط دریا(هکتوپاسکال)، b) میدان باد (متر بر ثانیه) و دما (کلوین) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، c) گرته ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (ژئوپتانسیل‌متر)، d) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد (پاسکال بر ثانیه)، e) رطوبت نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال(درصد) و f) میدان باد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال (متر بر ثانیه) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز ۲۵ مارس ۲۰۱۹.



شکل ۵-۳-۱- a) میدان فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال)، b) میدان باد (متر بر ثانیه) و دما (کلوین) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، c) گرته ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (ژئوپتانسیل‌متر)، d) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد (پاسکال بر ثانیه)، e) رطوبت نسبی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (درصد) و f) میدان باد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال (متر بر ثانیه) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روز ۳۱ مارس ۲۰۱۹.

Studying Causes of Heavy Rainfall Event over Iran during March 2019

M. Moradi[*1], A. Ranjbar Saadat Abadi[2]

1- Assistant Prof. of Atmospheric Science and Meteorological Research Center (ASMERC), Tehran
2- Associate Prof. of Atmospheric Science and Meteorological Research Center (ASMERC), Tehran

(Received: 25 May 2019, Revised: 01 Jul 2019, Accepted: 10 Jul 2019, Published online: 10 Jul 2019)

Abstract

In March 2019, passing frequently baroclinic waves over many parts of the country caused severe rainfall, resulting in flooding of rivers and extensive waterlogging in some of these areas. The incidence of these heavy and extensive rainfalls has been rare during the statistical period. In this study, three atmospheric systems resulted in severe rainfall in Golestan, Lorestan, Fars and Khuzestan provinces, which caused a great deal of damage to some part of these provinces, from the statistical and synoptically approaches have been investigated. The statistical results showed that the highest daily precipitation in March 2019 at Gorgan and Poldokhtar stations were extreme precipitation with a return period of 500 and 29 years respectively, but at Shiraz Station return period is less than 2 years. The climatological study showed that the abnormality in mean sea level pressure and geopotential height at level of 500 hPa, in March 2019 were negative over Iran and positive over Europe. This indicates an increase in cyclone formation in the southwest of the Mediterranean Sea and increase in the frequency of passage of these systems from Iran. The results of the synoptic survey showed that the high ascending motions with adequate moisture feed have created favorable conditions for occurrence of moderate and severe convective precipitation in Golestan and Lorestan provinces.

Keywords: Heavy rainfall, Flood, Gorgan, Shiraz, Poldokhtar.

[*] Corresponding author:
Email Address: moradim36@gmail.com