

## بررسی گرتة همدیدی بارش‌های سنگین بیست و چهار ساعته در استان خوزستان در دوره (1996 تا 2000)

الهام مبارک حسن<sup>1</sup>، کتابون ورشوساز<sup>2</sup>

1- دکتری هواشناسی، عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

2- دکتری محیط زیست، عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

### چکیده

استان خوزستان واقع در جنوب غرب ایران منطقه‌ای کم بارش می‌باشد اما در برخی مواقع از سال دستخوش بارش‌های سنگین قرار می‌گیرد. در این مطالعه به منظور شناخت ساز و کار شکل‌گیری، مسیر حرکت و محتوای رطوبت همراه با سامانه‌های آب و هوایی باران‌زا که نقش مهمی در تشخیص به موقع و کنترل سیلاب، آبگرفتگی‌های شهری و آبخیزداری و کاهش ضایعات و تخریب دارند، ابتدا تاریخ رخداد بارش‌های سنگین بیش از 70 میلی‌متر در طی سال‌های 1996 تا 2000 از ایستگاه‌های همدیدی استان خوزستان استخراج و با استفاده از داده‌های بازیابی در تارنمای NCEP\NCAR، ساختار همدیدی (گرتة فشار سطحی و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال) برای هر بارش بررسی شد. سپس از گرتة‌های مشابه میانگین‌گیری و ساختار ترکیبی همدیدی آن‌ها ارائه شده است. به طور کلی پنج گروه گرتة‌های همدیدی متفاوت می‌توانند در جنوب غرب ایران بارش‌های سنگین ایجاد نمایند، که به ترتیب سامانه‌های سودانی، حالت خاص سودانی (گسترش به شرق مدیترانه)، سودانی-مدیترانه‌ای، شمال آفریقا و مدیترانه‌ای نام‌گذاری شده‌اند. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که علاوه بر سامانه‌های سودانی، سامانه‌های مدیترانه‌ای نیز می‌توانند در جنوب غرب ایران بارش‌های سنگین ایجاد نمایند اگرچه تعداد وقوع آن‌ها بسیار کمتر از سامانه‌های سودانی است. همچنین برخی از سامانه‌ها که در شمال غرب آفریقا شکل گرفته و سپس با عبور از شمال شرق آفریقا و دریای سرخ به عربستان و ایران نزدیک می‌شوند، نیز در بارش‌های سنگین این منطقه نقش دارند. با توجه به اهمیت منطقه شکل‌گیری و محل عبور سامانه‌ها در بارش‌های سنگین، باید در تعیین نوع سامانه‌های موثر در بارش‌های خوزستان دقت بیشتری نمود.

**واژگان کلیدی:** گرتة همدیدی، بارش‌های سنگین، استان خوزستان.

### مقدمه

گرتة ناوه فشاری دریای سرخ و 33 درصد دیگر نیز با قرار گرفتن چرخند مدیترانه بر روی سوریه همراه هستند. دایان (1986) با بررسی یک دوره پنج ساله گرتة‌های فشاری سطح زمین و سطح 850 هکتوپاسکال سامانه‌های چرخندی فلسطین را با شش مسیر حرکت تعیین نمودند که یکی از آن‌ها ناوه دریای سرخ است که در محور شمالی-جنوبی توسعه یافته و شمال منطقه فلسطین را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در ایران نیز گرچه فرجی (1360)، خلیلی (1370) و سبزی پرور (1370) با بررسی مسیرهای عبور چرخندهای باران‌زا به این نتیجه رسیدند که 20 تا 30 درصد توده‌های باران‌زا از شمال آفریقا و دریای سرخ سرچشمه گرفته و پس از عبور از روی عربستان و خلیج فارس وارد ایران می‌شوند، اما خوش اخلاق (1377) نتیجه گرفت که به طور کلی سامانه‌های آب و هوایی در فاصله

از جمله اثرهای بارش‌های سنگین، وقوع حوادث طبیعی مثل سیل می‌باشد. شناخت سازوکار شکل‌گیری، مسیر حرکت و محتوای رطوبت همراه با آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در پیش‌بینی به موقع و کنترل سیلاب، آبگرفتگی‌های شهری و آبخیزداری و کاهش ضایعات و تخریب داشته باشد.

دایان و همکاران (2001) توفان‌های منطقه شرق مدیترانه را بررسی نمودند که نتایج آن‌ها نشان داد ژرف شدن ناوه ارتفاعی تراز میانی جو و امتداد آن به سمت عرض‌های جنوبی‌تر منجر به تقویت ناوه فشاری دریای سرخ می‌شود. کاهانا و همکاران (2002) نیز سیل‌هایی را در منطقه فلسطین در طی دوره آماری 1965-1994 بررسی نموده و نشان دادند که 38 درصد این سیل‌ها با

در حد فاصل شرق عربستان تا بخش های میانی دریای عرب امکان وقوع بارش های فراگیر و قابل ملاحظه را در بخش های وسیعی از غرب و جنوب غرب ایران فراهم می آورد. براساس مطالعه لشکری (1375) بارش های شدید جنوب غرب ایران تحت تأثیر سامانه های مدیترانه ای نیست، بلکه ناشی از تأثیر دو مرکز کم فشار سودان و منطقه همگرایی دریای سرخ می باشد.

امیدوار و همکاران (1389) معتقدند که سامانه های غربی با حرکت از روی آب های جنوبی کشور، رطوبت زیادی را کسب کرده و از سمت جنوب غرب به داخل کشور نفوذ می نمایند به این ترتیب در استان های جنوب غربی و مرکزی، بارش های قابل توجهی رخ می دهد.

استان خوزستان از شمال به استان لرستان، از شمال شرقی و شرق به استان چهارمحال و بختیاری، از شمال غربی به استان ایلام، از شرق و جنوب شرقی به استان کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس، و از غرب به کشور عراق محدود می شود. استان خوزستان از نظر ناهمواری ها به دو قسمت جلگه ای و کوهستانی تقسیم می شود. ناحیه جلگه ای خوزستان در قسمت جنوب و غرب استان از آبرفت های رودهای کارون، کرخه و جراحی تشکیل شده است. ناحیه کوهستانی خوزستان در قسمت شمال و شرق استان واقع شده و جزء بخش جنوبی رشته کوه زاگرس می باشد. استان خوزستان در مناطق کوهستانی و مرتفع تابستان های معتدل و زمستان های سرد و در نواحی کوهپایه ای آب و هوای نیمه بیابانی دارد. در نواحی پست و جلگه ای به طرف جنوب و جنوب شرقی خصوصیات آب و هوا از نیمه بیابانی به بیابانی کناره ای تبدیل می شود. زمستان های این ناحیه، کوتاه و معتدل و تابستان های آن طولانی و گرم است. استان خوزستان با مساحتی 64057 کیلومتر مربع در جنوب غرب ایران و در فاصله بین 47 درجه و 31 دقیقه تا 50 درجه و 39 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و 29 درجه و 58 دقیقه تا 33 درجه

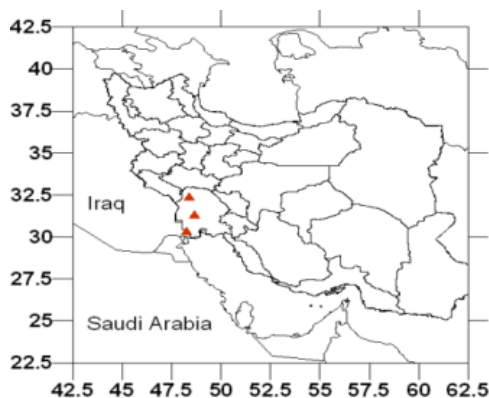
زمانی پاییز تا اواخر بهار از سه مسیر وارد ایران می شوند. سامانه های مدیترانه با 64 درصد از مسیر سوریه، اردن و عراق؛ سامانه های دریای سرخ از مسیر عربستان و خلیج فارس با فراوانی 22 درصد و سامانه های دریای سیاه از مسیر ترکیه و قفقاز با 12 درصد به نواحی غربی ایران نزدیک می شوند. امیدوار (1386)، شرایط همدیدی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه یزد را مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که سه نوع سامانه همدیدی منطقه را تحت تأثیر قرار می دهد؛ استقرار کم فشار سودانی روی شبه جزیره عربستان؛ سامانه های ترکیبی سودانی و مدیترانه ای و سامانه های مدیترانه ای.

ناظم السادات (1377) توده هوای سودانی را که ویژگی هایی شبیه توده هوای گرم و دریایی دارد را عامل مهم بارش های جنوب غرب ایران می داند. نصیری (1378) نتیجه می گیرد که بارش های حوضه کرخه و دز ناشی از سامانه های سودانی است که به دلیل داشتن رطوبت زیاد و دمای بالا موجب بارش در این حوضه ایجاد می شوند. مسیر این سامانه ها شمال عربستان، خلیج فارس و جنوب غرب ایران می باشد.

لشگری (1375) در بررسی همدیدی بارش های جنوب غرب ایران، یکی از ویژگی های توفان های شدید این منطقه را گسترش شمال و شمال شرق سوی ناوه فشاری دریای سرخ ذکر می نماید. در تکمیل این نظریه مرادی (1385) نیز ساختار همدیدی، دینامیکی سامانه های دریای سرخ و نحوه تأثیرگذاری آن ها بر ایران را بررسی نموده است. براساس نتایج به دست آمده با انتقال فرارفت تاوایی نسبی مثبت به شرق دریای مدیترانه یا شمال دریای سرخ، ناوه فشاری دریای سرخ به سوی شرق مدیترانه به حرکت در آمده و غرب و شمال غرب ایران را تحت تأثیر قرار می دهد. رضی و همکاران (1388) نیز نتایج پیش گفته را تأیید نموده اند به طوری که با عمیق شدن ناوه موج غربی و افزایش تاوایی مثبت در حد فاصل غرب ایران تا نیمه شمالی دریای سرخ به همراه شکل گیری و تقویت پرفشار

در 17 تراز و فشار سطحی تفکیک 2/5 درجه افقی، از سال 1948 تاکنون در دسترس می‌باشند.

شکل 1 موقعیت جغرافیایی استان خوزستان را در ایران و نسبت به کشورهای مجاور نشان می‌دهد. سامانه‌های منتخب به همراه با مقدار بارش در جدول 1 ارائه شده‌اند. اعداد داخل پرانتز در جدول 1 مربوط به مقدار بارندگی در روز بعد می‌باشد. محدوده جغرافیایی موردنظر از 15° N تا 55° E و 5° تا 55° انتخاب می‌شود، این محدوده شرق مدیترانه تا غرب ایران را در بر می‌گیرد.



شکل 1: موقعیت استان خوزستان

جدول 1: سامانه‌های منتخب همراه با بارش‌های شدید (میلی متر) در استان خوزستان، بازه زمانی 1996 تا 2000

سال	روز	ماه	نوع سامانه	بارش (میلی متر)				آبادان	بندر ماهشهر	امیدیه	بستان	اهواز	رامهرمز	دزفول	مسجد سلیمان
				آبادان	بندر ماهشهر	امیدیه	بستان								
1996	5	ژانویه	مدیترانه‌ای	2	30	5	4	13	23	4	51				
	14	آوریل	شمال آفریقا	49	37	24	53	16	6	53	16		34	19	
1997	29	مارس	شمال آفریقا	19	38	14	44	53	14	44	53	30	99	50	
	11	نوامبر	سودانی	23	9	3	28	107	43	28	107	10	23	7	
1998	20	دسامبر	سودانی	36	39	31	35	44	10	35	44		20	39	
	5	ژانویه	سودانی	29	49	85	27	68	10	27	68	48	49	59	
1999	12	ژانویه	خاص-سودانی	0	11	7	13	20	7	13	20	8	24	30	
1999	9	ژانویه	سودانی-مدیترانه‌ای	18	23	39	15	18	39	15	18	45	64	71	
	17	ژانویه	سودانی-مدیترانه‌ای	11	70	78	4	0	78	4	0	13	74	39	
	5	فوریه	سودانی	42	44	54	25	51	54	25	51	24	17	14	
	11	دسامبر	سودانی-مدیترانه‌ای	53	39	34	23	21	34	23	21	19	39	13	

## 1. Reanalysis

و 4 دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است (شکل 1).

استان خوزستان واقع در جنوب غرب ایران منطقه‌ای کم بارش می‌باشد اما در برخی مواقع از سال دستخوش بارش‌های سنگین قرار می‌گیرد، در این مطالعه به بررسی شرایط همدیدی همراه با بارش‌های سنگین در این استان پرداخته شده و با مطالعه‌های پیشین مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

## داده‌ها و روش کار

به منظور دستیابی به ساختارهای همدیدی همراه با بارش‌های سنگین در استان خوزستان، ابتدا داده‌های بارش ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی استان خوزستان از سازمان هواشناسی کشور تهیه شده و تاریخ‌های وقوع بارش‌های بیش از 70 میلی متر در طی سال‌های 1996 تا 2000 استخراج شد. داده‌های مورد نیاز در مرحله بعد از داده‌های بازتحلیل<sup>1</sup> موجود در تارنمای NCAR استخراج شده‌اند. این داده‌ها شامل ارتفاع ژئوپتانسیل، مولفه‌های مداری و نصف النهاری باد، نم و ویژه و سرعت قائم بالاسو

می‌دهد. این شکل حضور ناوه فشاری را بر روی سودان و بخشی از دریای سرخ نشان می‌دهد که با پشته ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال همراه می‌باشد. ناوه ارتفاعی ضعیفی نیز در غرب ایتالیا مشاهده می‌شود. پشته فشاری سبیری تا میانه مدیترانه و اروپا امتداد دارد. این شرایط چهار روز پیش از وقوع بارش در جنوب غرب ایران شکل می‌گیرد. پس از دو روز با نزدیک شدن ناوه ارتفاعی غرب ایتالیا به شرق مدیترانه تا شمال شرق آفریقا (مصر)، ناوه فشاری سودان توسعه یافته و به سمت شمال شرق گسترش می‌یابد به طوری که بخش هایی از شمال عربستان را در بر می‌گیرد (شکل 1-ب) و از گسترش غرب سوی پشته فشاری سبیری کاسته می‌شود. در روز وقوع بارش، ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال به سمت شرق انتقال یافته و با عبور از دریای سرخ به سمت عربستان نزدیک می‌شود، در نتیجه آن ناوه فشاری سودان نیز به سمت شمال شرق انتقال می‌یابد به طوری که خط هم فشار 1015 هکتوپاسکال از جنوب غرب ایران عبور می‌نماید. این شرایط با توسعه پشته فشاری سبیری در راستای جنوب شرق به سمت جنوب شرق ایران و شرق عربستان همراه بوده و منجر به تشدید گرادیان فشار در جنوب غرب ایران می‌شود. همچنین پشته فشاری آزرورز به ساحل شمالی آفریقا گسترش یافته است (شکل 1-پ). در این شرایط پشته فشاری آزرورز تا شمال ایران امتداد می‌یابد.

### سامانه‌های سودانی - مدیترانه‌ای

کم فشاری همراه با ناوه ارتفاعی بر روی مدیترانه و بر روی سودان و جنوب دریای سرخ نیز کم فشار سودانی مشاهده می‌شود. گسترش غرب سوی پشته فشاری سبیری و شرق سوی آزرورز دو کم فشار را از همدیگر جدا نموده‌اند (شکل 1-ت).

بررسی‌ها پنج گروه از سامانه‌های همدیدی منجر به بارش‌های سنگین در جنوب غرب ایران را نشان می‌دهند. که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. با استفاده از داده‌های بالا ساختار همدیدی (گرتة فشار سطحی و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال) برای هر بارش بررسی شده و سپس گرتة‌های همدیدی مشابه تعیین شدند (جدول 1). پس از آن، گرتة فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال در سامانه‌های با ساز و کار مشابه در سه روز شکل‌گیری ناوه فشاری، توسعه ناوه فشاری و در وقوع بارش متوسط‌گیری شدند. با این روش گرتة‌های ترکیبی<sup>1</sup> برای هر گروه از سامانه‌ها به دست آمده و با استفاده از نرم افزار Surfer ترسیم شدند. به این ترتیب گروه‌های مختلف سامانه‌هایی که منجر به شکل‌گیری بارش‌های استان خوزستان در این دوره زمانی شده‌اند، تعیین می‌شوند. در بیشتر موارد پیشینه توسعه سامانه بیست و چهار ساعت پیش از وقوع بارش رخ می‌دهد.

### نتیجه و بحث

در جدول 1 تاریخ‌های وقوع بارش، مقادیر بارش در شهرهای استان خوزستان و نوع سامانه‌های همدیدی همراه با آن‌ها ارائه شده است. در این سامانه‌ها به جز 12 ژانویه 1998، بیشتر نقاط استان بارش‌های بیش از 50 میلی‌متر را تجربه می‌نمایند. بیشترین بارش مربوط به شهر اهواز 107 میلی‌متر می‌باشد.

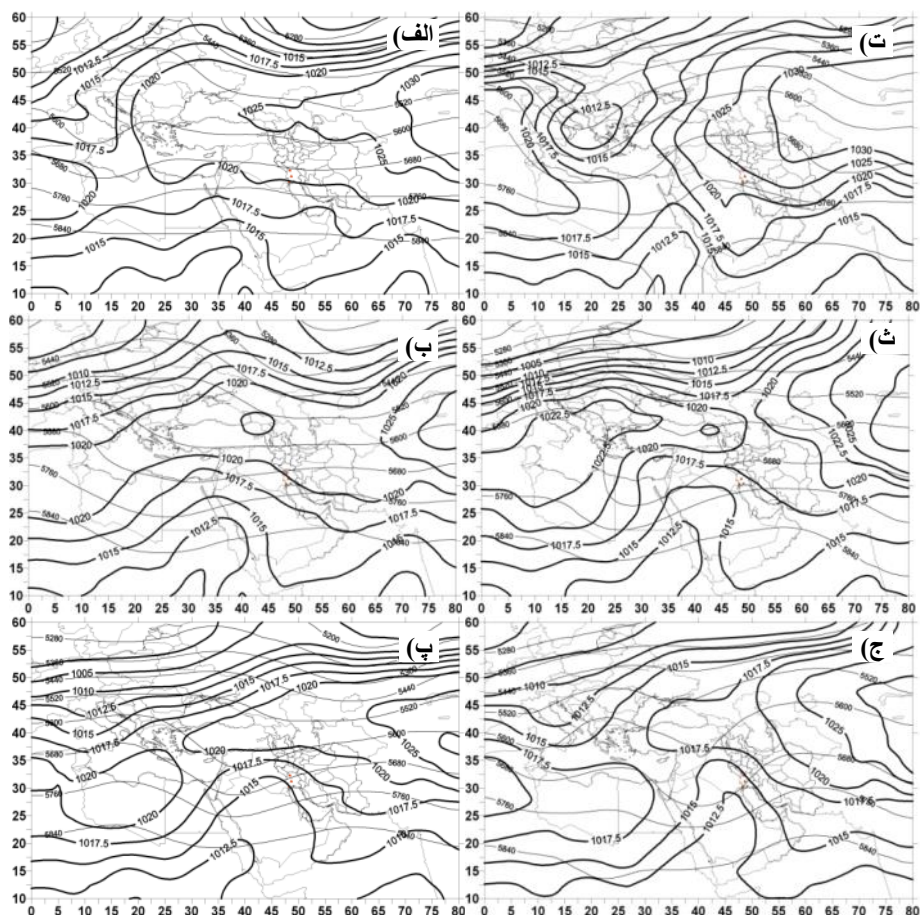
در جدول 1 اعداد درون پراتنز معرف مجموع بارش در روز بعد هستند. به طور مثال در بندر ماهشهر در روز پنجم ژانویه مقدار بارش صفر بوده اما در روز ششم ژانویه 30 میلی‌متر بارندگی ثبت شده است.

### سامانه‌های سودانی

ساختار همدیدی این گروه به عنوان سامانه کم فشار سودان نامیده می‌شود. شکل 1-الف گرتة فشار سطحی و ناوه ارتفاعی را پیش از توسعه کم فشار سودان نشان

ساز و کار توسعه کم فشار سودانی

ساز و کار توسعه کم فشار مدیترانه‌ای-سودانی



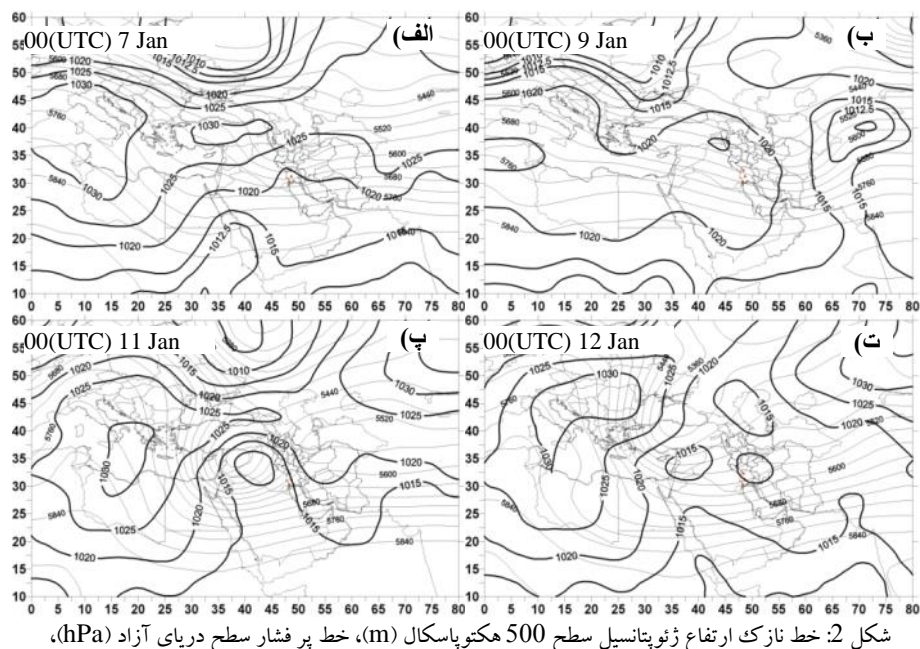
شکل 1: ساختار ترکیبی فشار سطح دریای آزاد (خط پر-  $hPa$ ) و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال (خط نازک-  $m$ )؛ سامانه‌های سودانی؛ شکل الف) شرایط آغازین، ب) توسعه ناوه فشاری و پ) روز بارشی؛ شکل‌های ت تا ج مشابه شکل‌های الف تا پ اما برای سامانه‌های سودانی- مدیترانه‌ایی شکل ت) شرایط آغازین، ث) توسعه ناوه فشاری و ج) روز بارشی

سامانه‌های سودانی- مدیترانه‌ای نسبت به سامانه‌های سودانی قوی‌تر بوده و خمیدگی آن شدیدتر می‌باشد. در روز وقوع بارش ناوه ارتفاعی با حرکت شرق سو به سمت عربستان انتقال می‌یابد، در نتیجه آن ناوه فشاری سودانی نیز با عبور از دریای سرخ به سمت شمال عربستان و جنوب غرب ایران گسترش می‌یابد به طوری که ناوه فشاری 1012/5 هکتوپاسکال از جنوب غرب ایران عبور می‌نماید (شکل 1-ج). گسترش پشته فشاری سیبری به سمت شرق ایران و عربستان گرادیان فشار را در جنوب غرب ایران تشدید می‌نماید. از طرفی پشته فشاری آزرورز به شمال

این شرایط تقریباً به طو متوسط شش روز پیش از وقوع بارش در جنوب غرب ایران مشاهده می‌شود. پس از سه روز، ناوه ارتفاعی به سمت جنوب شرق انتقال یافته و به شرق مدیترانه تا شمال شرق آفریقا (مصر) نزدیک می‌شود که به توسعه کم فشار سودان منجر می‌شود به طوری که این کم فشار به سمت عرض‌های شمالی گسترش می‌یابد و با کم فشار تضعیف شده مدیترانه ترکیب می‌شود (شکل 1-ث). به دلیل ترکیب کم فشار مدیترانه با کم فشار سودان این سامانه‌ها کم فشارهای سودانی- مدیترانه‌ای نامیده می‌شوند (مرادی، 1385). ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال

است، ناوه فشاری سطحی نیز مقادیر کمتری دارد به طوری که خط هم فشار 1012/5 از جنوب غرب ایران عبور می نماید.

آفریقا گسترش یافته است. شرایط همدیدی در روز وقوع بارش در سامانه های سودانی- مدیترانه ای مشابه با سامانه های سودانی است اما با توجه به این که ناوه ارتفاعی قوی تر



شکل 2: خط نازک ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال (m)، خط پر فشار سطح دریای آزاد (hPa)،

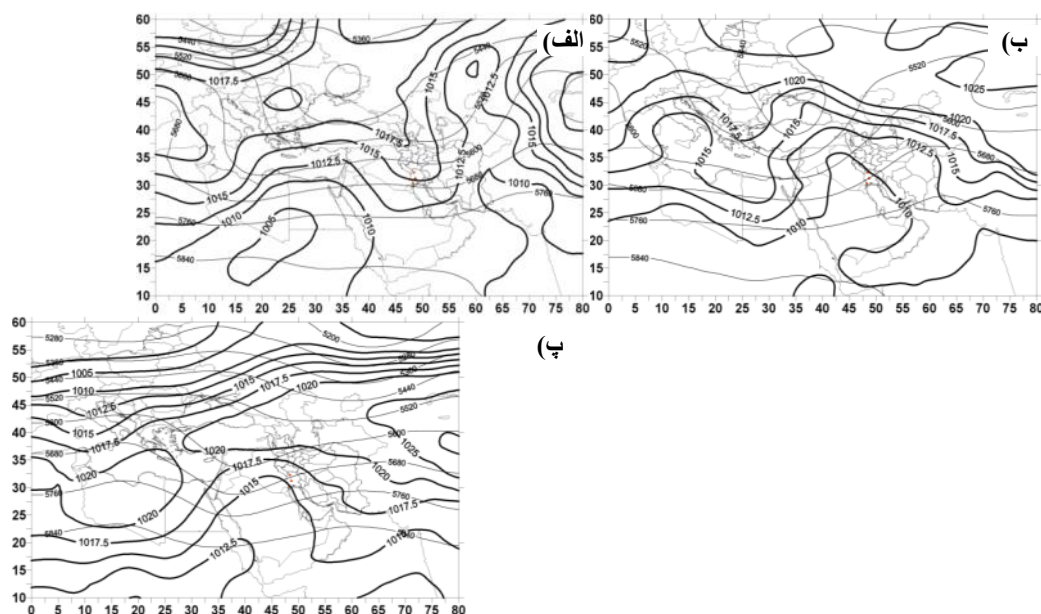
مورد خاص سامانه سودانی، 7 تا 12 ژانویه 1998

### مورد خاص سامانه سودانی

می شود که با تقویت کم فشار سطحی بر روی عراق همراه می باشد (شکل 2-ت). در این شرایط خطوط هم فشار از بخش های غربی ایران و خلیج فارس عبور می نمایند. توسعه کم فشار سطحی با گسترش پشته فشاری سیبری به سمت جنوب ایران و خلیج فارس هماهنگ می باشد که در نتیجه آن گرادبان فشار در بخش های غربی ایران تشدید می شود. در شرایط این سامانه خاص در نواحی غربی ایران بارش ثبت شده است. تفاوت این مورد با سامانه های ودانی و سودانی- مدیترانه ای در این است که ناوه فشاری به عرض های جنوبی و به سمت عربستان و دریای سرخ انتقال نمی یابد، بنابراین کم فشار در شرق مدیترانه شکل می گیرد. همین امر موجب می شود که بارش ثبت شده در این سامانه نسبت به دو گروه پیش گفته شده مقادیر کمتری باشد (جدول 1).

در روز هفتم ژانویه 1998، گسترش پرفشار آزرورز تا ایران مشاهده شده و ناوه فشاری در بخش های جنوبی منطقه مورد مطالعه بر روی آفریقا همراه با پشته ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال همراه می باشد (شکل 2-الف). با نزدیک شدن ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال به شمال شرق آفریقا و شرق مدیترانه ناوه فشاری سودانی به سمت عرض دریای سرخ توسعه می یابد (شکل 2-ب) که با فرآیند پیش گفته شده در توسعه کم فشار سودانی هماهنگ می باشد. اما با نزدیک شدن ناوه ارتفاعی دیگری از غرب روسیه به جنوب دریای سیاه و شرق ترکیه، ناوه فشاری سودان به عرض های بالاتر گسترش یافته و مرکز بسته 1015 هکتوپاسکال بر روی سوریه شکل می گیرد (شکل 2-پ). ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال تقویت شده و به مرکز بسته کم ارتفاع بر روی سوریه تبدیل





شکل 3: ساختار ترکیبی فشار سطح دریای آزاد (خط پر-hPa) و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال (خط نازک-m)؛ سامانه های شمال آفریقا؛ شکل الف) شرایط آغازین، ب) توسعه ناوه فشاری و پ) روز بارشی

### سامانه های شمال آفریقا

در این سامانه ها با نزدیک شدن ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال به میانه مدیترانه (جنوب ایتالیا و شمال لیبی) ناوه ایی از کم فشار گرمایی آفریقا به سمت آن مناطق گسترش می یابد (شکل 3-الف). در شرایطی که ناوه ارتفاعی به سمت عرض های جنوبی تر گسترش یافته و تقویت شود، در بخش های شمالی آفریقا کم فشاری شکل می گیرد که به کم فشار آفریقا یا کم فشار صحرا مشهور بوده و با ناوه فشاری سودان متفاوت است (شکل 3-ب). با انتقال ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال به سمت شرق (عربستان و دریای سرخ) کم فشار یا ناوه فشاری شمال آفریقا به سمت شمال عربستان، جنوب عراق و جنوب غرب و غرب ایران انتقال می یابد (شکل 3-پ). با توسعه پشته فشاری سیبری به بخش های شرقی ایران و خلیج فارس، گردادیان فشار در نواحی غربی ایران شدت می یابد. در این شرایط بارش های سنگینی در جنوب غرب ایران گزارش می شود. به طوری که در 29 مارس 1996 در شهر دزفول

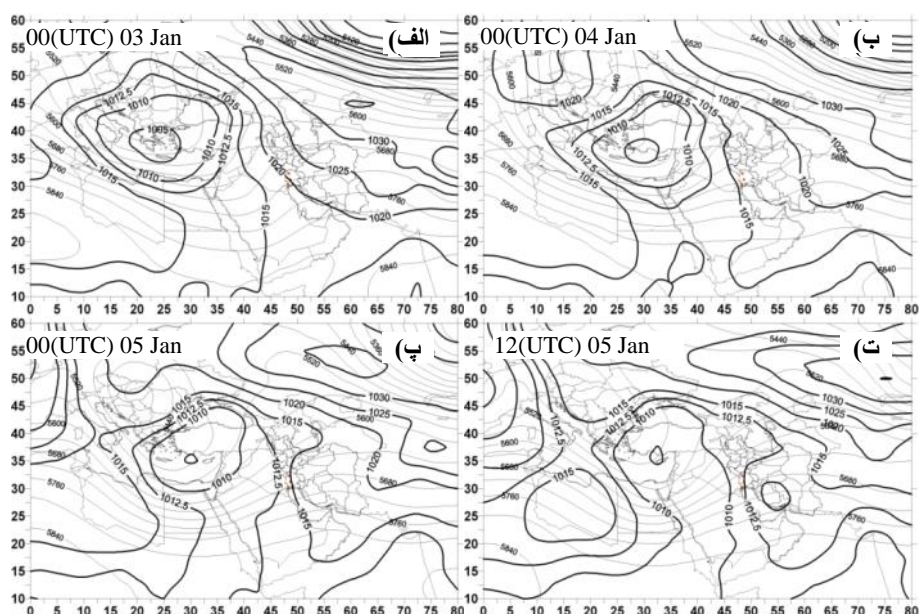
بارش 90 میلی متر رخ داده است. گرچه این سامانه با عبور از دریای سرخ به سمت شرق انتقال یافته و مسیر حرکتی مشابه با سامانه های سودانی دارد، اما ماهیت شکل گیری آن متفاوت می باشد. از طرفی به دلیل آن که نسبت به سامانه های سودانی در عرض های بالاتر قرار دارد، در بخش های شمالی استان خوزستان بارش ها سنگین تر می باشند. از دیگر ویژگی های سامانه های آفریقایی این است که بیشترین تعداد وقوع آن ها در ماه های فصل بهار (مارس، آوریل) است. دو مورد سامانه مشاهده شده (جدول 1) در این دو ماه بوده اند. در حالی که دیگر سامانه ها در ماه های سرد سال (ژانویه، فوریه و دسامبر) مشاهده می شوند. بر اساس نتایج مطالعه های پیشین بارش های سنگین جنوب غرب متأثر از سامانه های سودانی است در حالی که می توان دریافت که سامانه های شمال آفریقا نیز می توانند در جنوب غرب ایران بارش های سنگینی ایجاد نمایند. همچنین باید دقت نمود که گرچه این سامانه های در روزهای بارشی

و بسته شدن 1015 هکتوپاسکال در جنوب ایران، بر شدت گرادیان فشار افزوده شده (شکل 4-ت) و در این ساعت در جنوب غرب ایران بارندگی ثبت شده است. این سامانه تفاوت عمده ای با چهار گروه یاد شده در مباحث پیشین دارد. به طوری که ناوه ارتفاعی از سمت اروپا همراه با کم فشار مدیترانه به شرق مدیترانه انتقال می یابد. در حالی که در هر چهار گروه پیشین ناوه ارتفاعی از سمت روسیه و با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی به شمال آفریقا و شرق مدیترانه نزدیک می شد. همچنین گسترش جنوبی سوی ناوه ارتفاعی در سامانه های مدیترانه نسبت به چهار گروه پیشین کمتر بوده و کم فشار در عرض های بالاتر قرار دارد. مهمترین نکته آن که در مطالعه های پیشین بارش های سنگین جنوب غرب را صرفا متاثر از سامانه های سودانی می دانند، در حالی که می توان مشاهده نمود که سامانه های مدیترانه ای نیز می توانند در جنوب غرب بارش های سنگین ایجاد نمایند اگرچه تعداد وقوع آن ها بسیار کمتر از سامانه های سودانی است.

مشابه با سامانه های سودانی هستند اما ساز و کار و منطقه شکل گیری آن ها متفاوت است.

### سامانه کم فشار مدیترانه

آخرین سامانه معرفی شده به عنوان کم فشار مدیترانه می باشد. در شکل 4-الف کم فشار 1005 هکتوپاسکال بر روی جنوب یونان و غرب ترکیه همراه با ناوه ارتفاعی سطح 500 هکتوپاسکال که از سمت اروپا به مدیترانه گسترش یافته، مشاهده می شود (سوم ژانویه 1996 - سه روز پیش از بارش). روز بعد کم فشار به سمت شرق جابه جا می شود (شکل 4-ب). اما در طی ساعت های بعد در حالی که کم فشار در موقعیت پیشین خود قرار دارد دستخوش تضعیف می شود. خطوط هم فشار همراه با آن با عبور از دریای سرخ و خلیج فارس از بخش های غربی ایران می گذرند (شکل 4-پ). با گسترش پشته فشاری سیبری به سمت ایران و خلیج فارس، گرادیان فشار در بخش های جنوب غرب ایران افزایش می یابد (شکل 4-ت). در روز پنجم ژانویه ساعت 12 (UTC) گرچه فشار در مرکز کم فشار کاهش یافته اما با عبور خط هم فشار 1010 هکتوپاسکال از نزدیکی ایران





شکل 4: خط نازک ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 500 هکتوپاسکال (m)، خط پر فشار سطح دریای آزاد (hPa)، کم فشار مدیترانه، 3 تا 5 ژانویه 1996

### نتیجه گیری

به طور کلی ساختار همدیدی در سه گروه سودانی، سودانی مدیترانه‌ای و شمال آفریقا، در روزهای بارشی در جنوب غرب ایران به شرح زیر می‌باشد. با حضور ناوه ارتفاعی در سطح 500 هکتوپاسکال در شرق مدیترانه تا شمال شرق آفریقا (مصر و سودان) ناوه فشاری یا کم فشاری در نزدیکی سطح زمین توسعه می‌یابد که بادهای جنوبی در شاخه شرقی آن‌ها بر روی عربستان، دریای سرخ شکل گرفته و هوای گرم و مرطوب را از خلیج عدن، دریای سرخ و در بعضی موارد خلیج فارس به جنوب غرب ایران انتقال داده و شرایط برای بارش‌های شدید فراهم می‌شود. از طرفی با نزدیک شدن پشته فشاری سبیری به سمت ایران و خلیج فارس گرادیان فشار در غرب و جنوب غرب ایران تشدید شده و بادهای جنوبی توسعه می‌یابند. اما در گروه مدیترانه و حالت خاص سودانی، کم فشار در شرق مدیترانه، سوریه یا عراق به همراه ناوه ارتفاعی 500 هکتوپاسکال قرار دارد.

به طور کلی پنج گروه گرده‌های همدیدی متفاوت می‌توانند در جنوب غرب ایران بارش‌های سنگین ایجاد نمایند که به ترتیب سامانه‌های سودانی، حالت خاص سودانی (گسترش به شرق مدیترانه)، سودانی-مدیترانه‌ای، شمال آفریقا و مدیترانه‌ای نام گذاری شده اند. گرچه در مطالعه‌های پیشین بارش‌های سنگین جنوب غرب کشور را صرفاً متأثر از سامانه‌های سودانی می‌دانند، اما نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سامانه‌های مدیترانه‌ای نیز می‌توانند در جنوب غرب بارش‌های سنگین ایجاد نمایند اگرچه تعداد وقوع آن‌ها بسیار کمتر از سامانه‌های سودانی است. همچنین برخی از سامانه‌ها که در شمال غرب آفریقا شکل گرفته و سپس با عبور از شمال شرق آفریقا و دریای سرخ به عربستان و ایران نزدیک می‌شوند. نیز موجب بارش‌های سنگین در جنوب غرب ایران می‌شوند. به این ترتیب در تعیین نوع سامانه‌های موثر در بارش‌های سنگین باید دقت بیشتری نمود.

### منابع

- 1- امیدوار، کمال 1386: تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمو دینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه، پژوهش‌های جغرافیایی، 81- شماره 59، ص 98.
- 2- امیدوار، کمال، صفر پور، فرشاد، محمود آبادی، مهدی، الفتی، سعید، 1389: تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران، مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا دوره چهاردهم، شماره 4، زمستان 13.
- 3- خلیلی، علی، 1370: شناخت اقلیمی ایران و بررسی‌های بنیادی بارندگی، طرح جامع آب کشور. وزارت نیرو، بخش‌های اول و دوم.

سامانه‌های مدیترانه‌ای تفاوت عمده‌ای با چهار گروه دیگر دارد. به طوری که ناوه ارتفاعی از سمت اروپا همراه با کم فشار مدیترانه به شرق مدیترانه انتقال می‌یابد. در حالی که در هر چهار گروه پیشین ناوه ارتفاعی از سمت روسیه و با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی به شمال آفریقا و شرق مدیترانه نزدیک می‌شوند. همچنین گسترش جنوبی سوی ناوه ارتفاعی در سامانه‌های مدیترانه نسبت به چهار گروه پیشین کمتر بوده و کم فشار در عرض‌های بالاتر قرار دارد. عملکرد سامانه‌های شمال آفریقا در روزهای پایانی عمر خود که با بارش در جنوب غرب ایران همراه هستند مشابه با سامانه‌های سودانی است در حالی که ساز و کار و منطقه شکل‌گیری آن‌ها متفاوت می‌باشد.

- 4- خوش اخلاق، فرامرز، 1377: تحقیق در خشکسالی فراگیر در ایران با استفاده از تحلیل های همدیدی. دانشگاه تبریز. پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی.
- 5- رضیعی، طیب، مفیدی، عباس و زرین، آذر، 1388، مراکز فعالیت و الگوهای گردش جو زمستانه تراز 500 هکتوپاسکال روی خاورمیانه و ارتباط آنها با بارش ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره 35، شماره 1، صفحه 141-121.
- 6- سبزی پرور، علی اکبر، 1370: بررسی سیستم های سیل زا در جنوب غرب ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- 7- فرجی، اسماعیل، 1360: بررسی مسیر سیستم های فشار کم باران زا بر روی ایران و ارائه الگوهایی از موقعیت و چگونگی حرکت آنها، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- 8- لشکری، حسن، 1375: بررسی همدیدی بارش های شدید جنوب غرب ایران. پایان نامه دکتری اقلیم شناسی. دانشگاه تربیت مدرس.
- 9- مرادی، محمد، 1385: بررسی نقش کم فشار حرارتی سودان- اتیوپی و ناهموازی زمین در شکل گیری و فعالیت سامانه های آب و هوایی بر روی ایران، پایان نامه دکتری هواشناسی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 10- مفیدی، عباس. و زرین، آذر، 1384: بررسی همدیدی تاثیر سامانه های کم فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی 71. 75. 1375-93.
- 11- ناظم السادات، سید محمد جعفر، 1377: بررسی تاثیر دمای آب خلیج فارس بر بارندگی های جنوب ایران، نیوار، مجله علمی و فنی سازمان هواشناسی کشور تابستان 1377. شماره 38. ص 33-46.
1. Dayan, U., 1986: Climatology of back trajectories from Israel. J.Climatol. Appl. Meteo., 25, 591-595.
2. Dayan, U., Margalit, Z., B., Sharon, M. E., 2001: A severe autumn storm over the Middle-east: synoptic and mesoscale convection analysis. Theoretical and Applied Climatology., 69, 103-122.
3. Kahana, R., Ziv, B., Enzel, Y., dayan, U., 2002: Synoptic climatology of major floods in the NEGEV desert, ISRAEL. Int. J. Climatol., 22, 867-882.
4. NCEP/NCAR Data (www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml).