

پژوهش های جغرافیایی - شماره ۵۵، بهار ۱۳۸۵  
صص ۱-۱۳

### مکانیزم های بارش در جنوب شرق کشور

دکتر محمد نجار سلیقه\* - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان

پذیرش مقاله: ۸۱/۱۲/۲۱

تأیید نهایی: ۸۴/۳/۳۰

#### چکیده

منطقه جنوب شرق کشور از نواحی خشک و بسیار خشک محسوب می شود. ریزش های ناچیز در منطقه تحت نفوذ سه سیستم مجزای سینو پتیک قابل طبقه بندی است. اولین سیستم، سیکلون هایی هستند که به همراه بادهای غربی منطقه معتدله از سمت غرب به منطقه نفوذ می کنند و ۵۷/۵ درصد از بارش های آن را بوجود می آورند. این ریزش ها در فصل سرد صورت گرفته و ریزش های مداوم و ریز را بوجود می آورد. دومین سیستم توسط موج های کوتاه بادهای غربی هنگامی که تراف آنها عمیق تر شده بوجود می آید که رطوبت را از طریق دریاها و جنوب (خلیج فارس، دریای عمان، دریای احمر) به منطقه می رسانند. این سیستم ۳۳/۶۸ درصد بارش های منطقه را بوجود می آورد. سومین سیستم، زبانه کم فشار مونسونی هندوستان است که در یک چرخش وسیع، رطوبت اقیانوس هند را به منطقه رسانده و ۸/۸۲ درصد از بارش های را بوجود می آورد. سیستم های نوع دوم و سوم رگباری بوده و گرچه طی سال به دفعات رطوبت را به منطقه انتقال می دهد اما کمتر احتمال ریزش های جوی در آنها انتظار می رود. بررسی اقلیم شناسی جهت باروری این نوع سیستم ها پیشنهاد می شود. واژگان کلیدی: سیستم های سینوپتیک، سیکلون، مونسون، کم فشار مونسونی، موج های کوتاه، سیستم های سودانی، کم فشار پاکستان، بادهای غربی.

#### مقدمه

آب و هوای ایران توسط دو دسته عوامل محلی و بیرونی کنترل می شود. عوامل محلی آنها یی هستند که در محل موجودند و از سالی به سال دیگر تغییر نمی کنند. اما عوامل بیرونی آنها یی هستند که در داخل ایران مستقر نیستند و از بیرون وارد کشور شده اقلیم آن را کنترل می کنند. عوامل بیرونی ذاتی کشور ایران نیست و ورود آنها به ایران تابع سیستم های سینوپتیک است که آنها را به کشور ما می آورند. ممکن است در یک سالی بیشتر وارد شوند و در سالی دیگر اصلاً نیایند. عوامل بیرونی به وسیله سیستم های فشار سیاره ای به ایران می رسند. عمده ترین این عوامل عبارتند از: سیکلون های مدیترانه ای، موج های کوتاه بادهای غربی، آنتی سیکلون های برون حاره ای، رود باد جبهه قطبی، جبهه

\* E-mail: Salighe@hamoon.usb.ac.ir

قطبی، فرا بار سبیری، فرو بار دره گنگ و غیره. سیستم های سینوپتیکی غربی در داخل بادهای غربی تشکیل و حرکت می کنند و ورود آنها به ایران، به پیشروی و گسترش باد های غربی وابسته است و سیستم های حاره ای توسط ترفا موسمی به ایران می رسند. ورود سیستم های مزبور باعث نفوذ رطوبت و عوامل صعود به کشور ما می شوند و بنابراین قسمت اعظم بارندگی های ایران معلول ورود این عوامل است (علیجانلی، ۱۳۷۴، ص ۸).

### طرح مسئله

منطقه جنوب شرق کشور در محدوده آب و هوای خشک جهان قرار می گیرد که میزان بارندگی در آن به نسبت میزان تبخیر سالیانه بسیار پایین است. چند سال اخیر پدیده خشکسالی با خزشی آرام ولی با تحمیل اثرات عمیق و مخرب گونه خود باعث از هم پاشیدن سیستم های اکولوژیکی - بیولوژیکی و اقتصاد بومی در سراسر سر زمین ایران به ویژه در جنوب و شرق کشور مان شده است. برآورد شده است که در طول چند سال گذشته خشکسالی در ایران پیامدهای فاجعه آمیزی در بر داشته است چرا که:

- ۱۸ استان کشور تحت تأثیر این پدیده بوده و حدود ۱۲ میلیون نفر از جمعیت ساکن در روستاها و شهرها از کمبود آب رنج برده اند.

- چندین دریاچه در جنوب، مرکز و شرق کشور خشک و حتی برخی از دریاچه های دائمی واقع در شمال غرب ایران نیز خشک شده اند.

- اکثر رودخانه و چشمه ها در مناطق تحت سیطره خشکسالی، خشک و یا بسیار کم آب شده اند (رسولی، ۱۳۸۱، ص ۲۱۳).

خشکسالی های اخیر و عوارض آن، ضرورت مطالعات آب و هوایی و مکانیزم های بارش را بیش از پیش نموده است. مطالعات بنیادین پیرامون سیستم های سینوپتیکی باران زا در منطقه، راهبردهایی جهت توسعه فعالیت های باران زایی و پیش بینی های اقلیمی ارائه می کند.

### سوالات اصلی تحقیق

- ۱- با توجه به دوری منطقه جنوب شرق از منابع اصلی رطوبتی، بارندگی در این منطقه با چه مکانیزمی انجام می شود؟
- ۲- بارش های منطقه با چند سیستم بارانزا همراه است و هر کدام از سیستم های سینوپتیکی بارانزا چه درصدی از بارش های منطقه را تأمین می کند؟

### فرضیات تحقیق

- ۱- فعال شدن مجدد سیکلون های مدیترانه ای در نیمه شرقی کشور عامل اصلی ریزش های منطقه است.
- ۲- سیستم های سینوپتیکی جنوب غربی موسوم به سیستم های سودانی، اثر مهمی در ریزش های جوی منطقه دارد.
- ۳- سیستم های موسمی منطقه، سومین سیستم بزرگ باران زایی است که ریزش های جوی فصل گرم را تأمین می کند.

### روش تحقیق

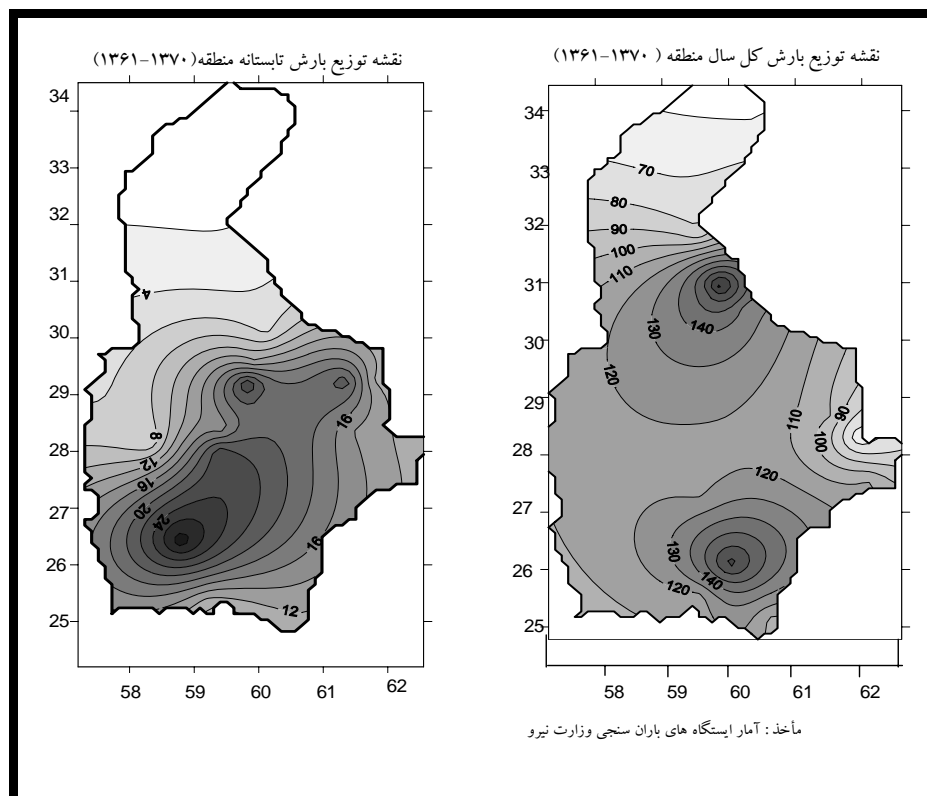
در انجام این تحقیق ابتدا ایستگاه های باران سنجی منطقه انتخاب شدند. تعداد ایستگاه های انتخابی چهارده ایستگاه بود که با توجه به گستردگی منطقه سعی شد تا تمام منطقه را پوشانند. سپس یک دوره بیست ساله آمار بارش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. طبق این تجزیه و تحلیل نقشه توزیع بارش برای کل سال و برای بارش تابستانی بدست آمد و نقشه های آن کشیده شد. سپس با استفاده از سایت هواشناسی پاکستان برای روزهایی که در منطقه بارندگی رخ داده، برای یک دوره شش ماهه از ۲۵ مرداد ۸۱ لغایت ۱۵ بهمن ۸۱ تصاویر ماهواره ای تهیه شد و با استفاده از این تصاویر رخداد هایی که به ریزش های جوی منجر می شوند، ارزیابی گردید.

### توزیع بارش در منطقه

با توجه به فرضیات تحقیق و با بررسی توزیع بارش در منطقه دو نقشه توزیع بارش، یکی توزیع بارش سالیانه و دیگری توزیع بارش تابستانی تهیه شدند (شکل شماره ۱). در بررسی نقشه های هوا مشخص شد سیستم های سینوپتیک که باعث نفوذ رطوبت به منطقه مطالعه می شود در سه گروه اصلی قابل تفکیک هستند:

- گروه اول، سیکلون های منتقل شده همراه بادهای غربی؛
- گروه دوم، سیستم های کم فشار و نا پایدار جوی که از طریق جنوب دریای احمر و شبه جزیره عربستان انتقال می یابند و با جذب رطوبت از خلیج فارس و دریای عمان فعال می شوند؛
- گروه سوم سیستم های کم فشار حاره ای که با چرخش سیکلونی در منطقه جنب حاره در زیر پرفشارهای جنب حاره ای وارد ایران می شوند.

شکل ۱- مقایسه توزیع بارش تابستانه و بارش کل سال



## گروه اول:

به دنبال پسر وی منطقه پر فشار جنب حاره ای به طرف جنوب، بادهای غربی به ایران وارد می شوند. پیشروی بادهای غربی از ابتدای پائیز آغاز شده و تا شروع زمستان بادهای غربی بر همه جای ایران مستقر می شوند. بادهای غربی از سمت غرب کشور رطوبت را از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به کشور ما انتقال می دهند. این بادهای همراه موج های کوتاه و بلند خود، سیکلون ها و آنتی سیکلون ها را جابجا می کنند. چون سیکلون ها چون مراکز کم فشار بوده و دارای حرکت صعودی اند، لذا می توانند رطوبت حاصل از منابع رطوبتی منطقه را با خود حمل کرده و به سمت شرق انتقال دهند. اما این سیکلون ها در اثر برخورد با ناهمواری هایی که به صورت شمالی - جنوبی عمود بر جهت وزش این بادهای قرار دارند، مقدار زیادی از رطوبت خود را از دست داده، و با افزایش دما پایدار شده و از مکز نیزم صعود آنها کاسته می شود و در نتیجه ریزش های آنها کاهش می یابد؛ اما با عبور این سیستم ها از نواحی داخلی ایران، در شرق کشور مجدداً ناپایدار شده و ریزش های آنها آغاز می شود (علیچانی ۱۳۷۴، ص ۳۶). شکل شماره (۲ تا ۴) نشان می دهد که اغتشاشات ناشی از بادهای غربی باعث آشفته گی هوا شده و چرخند حاصل از آن موجب باعث انتقال و نفوذ رطوبت به داخل کشور می شود.

همه سیکلون هایی که از طریق خاور میانه وارد ایران می شوند به منطقه جنوب شرق کشور نمی رسند و اغلب این سیکلون ها در مرکز ایران به طرف شمال شرق تغییر مسیر می دهند. بیشتر سیکلون هایی که می توانند خود را به منطقه مطالعه برسانند از مسیر خاور میانه می آیند. محل سیکلون زایی این مسیر شرق دریای مدیترانه، شمال شبه جزیره عربستان و جنوب شرقی کوه های زاگرس است. سیکلون های این مسیر از فشار مرکزی بیشتری برخوردار بوده و نسبتاً ضعیف هستند. میانگین فشار مرکزی آنها حدود ۱۰۰۸ هکتو پاسکال است. بارش های اواخر زمستان در نواحی جنوبی و شرقی کشور توسط این سیکلون ها ایجاد می شود. (همان، ص ۳۷).

فراوانی سیکلون ها و جبهه های هوایی که تحت این مدل وارد ایران می شود، در شمال کشور بیشتر از جنوب است؛ زیرا عبور تراف بادهای غربی از نیمه شمالی کشور بیشتر صورت می گیرد. بیشتر سیکلون هایی که تحت این مدل از غرب کشور وارد می شوند و می توانند به شرق کشور برسند در فصل زمستان فعالیت دارند. بارش های فصل سرد عمدتاً توسط این سیستم های سینو پتیکی اثرات خود را بر جای می گذارند.

برای اینکه بتوان نسبت بین این گونه بارش ها را با بارش های کل سال بدست آورد، دو ایستگاه خاش و بافت از نظر میزان بارش و به صورت فصلی مورد بررسی قرار گرفت. جدول شماره (۱) میزان بارش تعدادی از ایستگاه های منطقه را برای یک دوره ده ساله نشان می دهد.

جدول ۱- درصد بارش سه ایستگاه نمونه طی ماه های سال در منطقه مورد مطالعه (۱۳۶۱-۱۳۷۰)

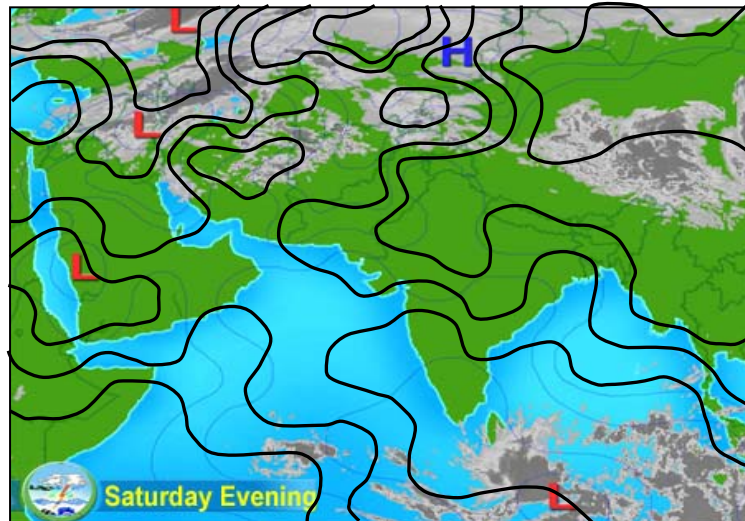
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	
۰/۹۹	۵/۵	۱/۶	۰/۸۴	۶/۹۶	۱۶/۹	۱۸/۶	۱۴/۴	۱۸/۳	۱۳/۶	۱/۶	۰/۳	بافت- زیریل
۰/۳۶	۲	۱/۴۹	-	۳	۱۷/۵	۱۶/۲	۲۵/۹	۱۸/۵	۹/۹	۲/۹	۲/۳	خاش
۰/۶۸	۴/۴	۴/۴	۴	۵/۳	۱۴/۴	۳۴	۲۰/۳	۶/۴	۳/۵	۰/۴۵	۱/۲	هوشک سراوان

ماخذ: داده های بارش روزانه ایستگاه های بارانسنجی منطقه مورد مطالعه

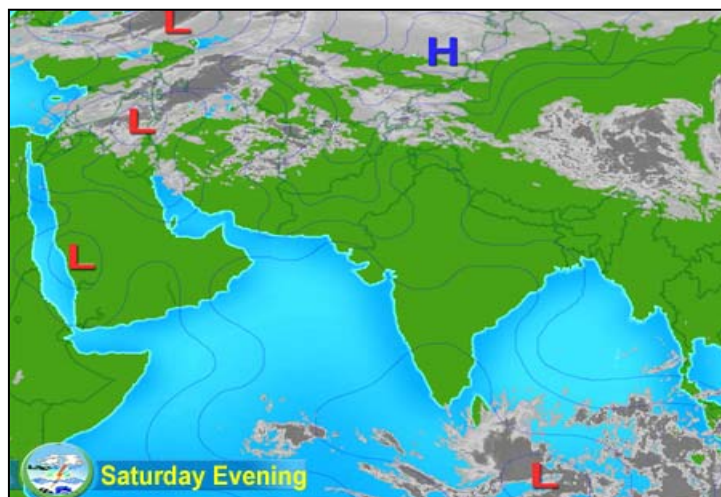
تجربه نشان داده است که به دلیل عمیق شدن تراف بادهای غربی منطقه برون حاره، بیشتر بارش های زمستانی از نفوذ سیستم های سینوپتیک همراه این بادهای صورت می گیرد. لذا بیشتر بارش های زمستانی به این گونه سیستم ها نسبت داده می شود. (جدول شماره ۲).

توزیع مراکز فشار و نحوه نفوذ رطوبت در روزهای انتخابی گروه اول

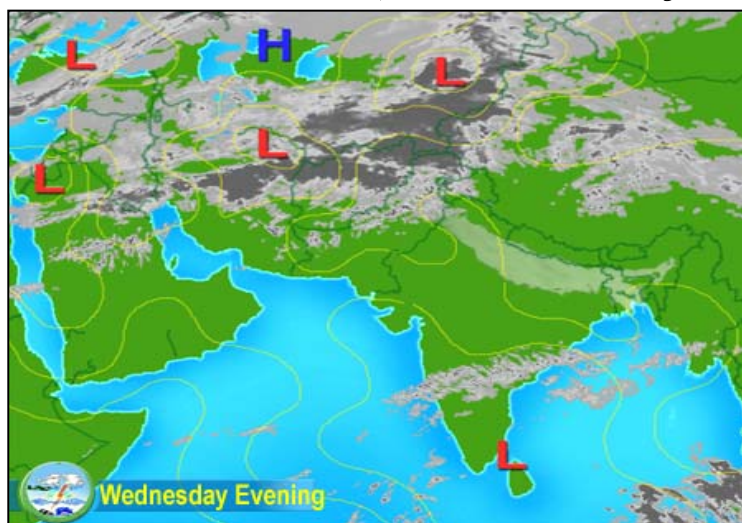
شکل ۲- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه پنجم ژانویه ۲۰۰۳



شکل ۳- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۲۱ دسامبر ۲۰۰۲



شکل ۴- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۱۵ ژانویه ۲۰۰۳



ماخذ: سایت اینترنتی سازمان هواشناسی پاکستان

جدول ۲- توزیع بارش نسبت به نوع سیستم های سینوپتیک مؤثر برای ایستگاه های انتخابی منطقه

ایستگاه	بافت- زیر پل	خاش	هوشک سراوان	میانگین
نوع اول	۵۱/۳	۶۰/۶	۶۰/۷	۵۷/۵
نوع دوم	۳۹/۶۷	۳۵/۶	۲/۷۵	۳۳/۶۸
نوع سوم	۸/۹۳	۳/۹۵	۱۳/۵۸	۸/۸۲

ماخذ: داده های بارش روزانه ایستگاه های بارانسنجی منطقه مورد مطالعه

بر اساس جدول شماره (۲) در منطقه مورد مطالعه ۵۷/۵ درصد بارش ها از سیستم های سینوپتیک نوع اول باریده است. از آنجایی که بارش های حاصل از سیستم های سینوپتیک که از غرب کشور وارد می شوند در فصل سرد مؤثرند، لذا نسبت به بقیه سیستم های سینوپتیک در منطقه ریزش های بیشتری دارند. سیکلون های حاصل از این سیستم های سینوپتیک، در نیمه شمالی منطقه بیشتر از نیمه جنوبی اثر گذارند (شکل شماره ۱۰).

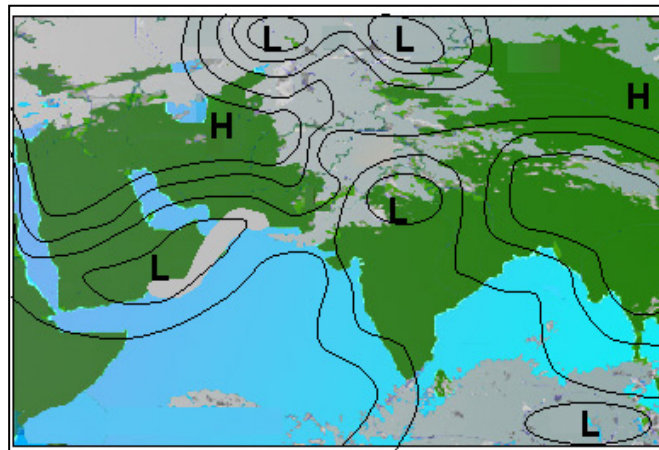
**گروه دوم:**

این گروه از بارش ها توسط سیستم های بارانزایی تولید می شوند که در این مقاله بنام سیستم های بارانزایی جنوبی نامگذاری شده اند. سد کوهستانی زاگرس به صورت دیواری در جلو مسیر بادهای غربی قرار دارد. اثر باد پناهی این رشته کوه ها در شرق آن باعث کمبود بارش شده، اما منطقه جنوب شرق کشور از بارش های دیگری نیز طی سال برخوردار می شود که با عمیق شدن ترف بادهای غربی همراه است. هنگامی که بادهای غربی منطقه معتدله عمق بیشتری پیدا می کنند، در منطقه غرب دریای احمر سیکلون های جدیدی پدید می آیند که انرژی صعودی فراوانی با خود دارند. این سیکلون ها در روی دریای احمر به جذب رطوبت پرداخته و با رسیدن به خلیج فارس و دریای عمان بر مقدار رطوبت آنها افزوده می شود و چون در عرض های پایین جغرافیایی در حرکت هستند، دمای بیشتری داشته و لذا ظرفیت کافی برای جذب رطوبت را با خود دارند. در جنوب شرقی کشور، ارتفاعات بشاگرد جلوی رطوبت دریای عمان را گرفته و لذا بارندگی در دامنه های جنوبی بشاگرد به ۱۵۰ میلی متر می رسد (همان ص ۱۲۳) ولی به طرف چاله جازموریان از مقدار

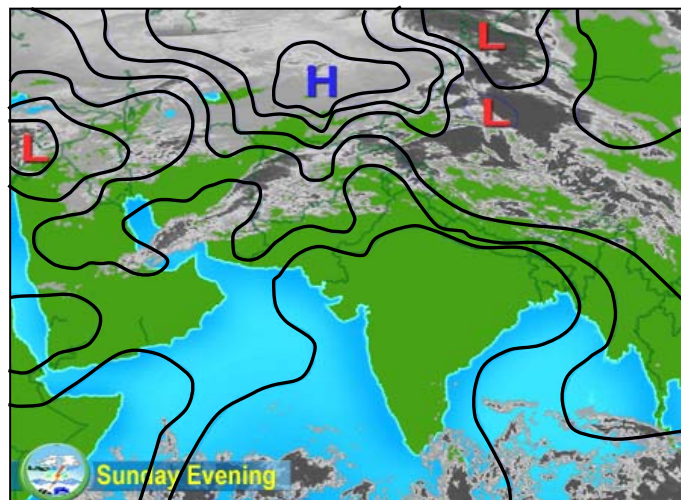
آن کاسته می شود. این جریانات مرطوب هنگامی که از دریای عمان وارد منطقه مورد مطالعه می شوند، با برخورد به ناهمواری ها صعود کرده و ریزش های نسبتاً خوبی را از خود بجای می گذارند. گرچه این سیستم ها رطوبت فراوانی با خود حمل می کنند، ولی به دلیل داشتن جبهه گرم رطوبت حمل شده توسط آنها کمتر به بارندگی تبدیل می گردد؛ بنابراین پیشنهاد می شود که مطالعات عمیق تری روی این سیستم ها انجام پذیرد، تا چنانچه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، مکانیزم بارش مصنوعی بر آنها اعمال شود. اشکال شماره (۵ تا ۷) نحوه نفوذ سیستم های بارانزای جنوبی را نشان می دهد. این سیستم ها باعث شده اند که در جنوبی ترین مناطق کشور که در فصل سرد سال نیز دمای آنها بالاست، ریزش های جوی مناسبی ایجاد شود. اثر آنها در جنوب منطقه مورد مطالعه بسیار بیشتر از شمال آن است (شکل شماره ۱۱).

توزیع مراکز فشار و نحوه نفوذ رطوبت در روزهای انتخابی گروه دوم

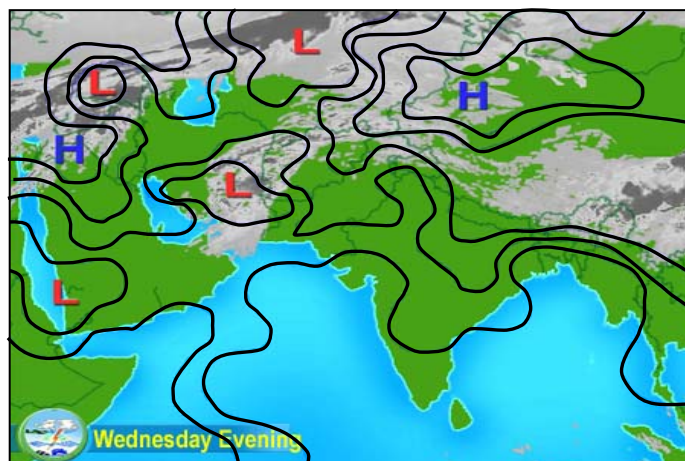
شکل ۵- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۲۴ دسامبر ۲۰۰۲



شکل ۶- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۱۵ دسامبر ۲۰۰۲



شکل ۷- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۱ ژانویه ۲۰۰۳



ماخذ: سایت اینترنتی سازمان هواشناسی پاکستان

### گروه سوم:

گروه سوم بارش هایی است که رطوبت آنها بیشتر توسط سیستم های موسمی هند وارد منطقه می شوند. با این که حوضه دریای عمان و سواحل آن ناحیه ای است که در معرض پدیده های بارز موسمی نمی باشد (شهرزاد ۱۳۷۳، ص ۴۹)، اما در فصل تابستان با یکی شدن کم فشارهای محلی جنوب شرق کشور و کم فشار پاکستان، یک کم فشار وسیع منطقه ای شکل می گیرد که توسط حرکت چرخندی آن، انتقال رطوبت سیستم موسمی میسر می شود (اشکال شماره ۸ و ۹). در این زمان پر فشار جنب حاره ای به سطوح بالای تروپوسفر محدود شده و رطوبت در سطوح پایینی و میانی تروپوسفر قادر به نفوذ به سمت غرب و نهایتاً ایران می شود. در این حالت رطوبت اقیانوس هند و دریای عرب درون چرخش سیکلونی کم فشار پاکستان از طریق دامنه های جنوبی کوه های هیمالیا و به موازات این کوه ها حرکت نموده، با جهت شرقی-غربی از طریق پاکستان به منطقه مورد مطالعه می رسد. جریانات جنوب شرقی روی شرق ایران با یک موج کم فشار شرقی همراه است (پروند ۱۳۷۰، ص ۷۲). بعد از نفوذ رطوبت به منطقه، شرایط صعود هوا، تراکم و بارش هنگامی فراهم می شود که کم فشارهای سطح زمینی به اندازه ای قوت یافته باشند که بتوانند سطح زیرین پر فشار جنب حاره ای مستقر در سطوح میانی جو را به سطوح بالاتر منتقل کنند تا جریان های مرطوب در زیر این پر فشار به سمت غرب حرکت نمایند. آثار نفوذ زبانه پرا ارتفاع آזור و گسترش آن به سمت شرق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در فصل گرم، معمولاً قابل مشاهده است (نجارسلیقه ۱۳۸۰، ص ۲۳).

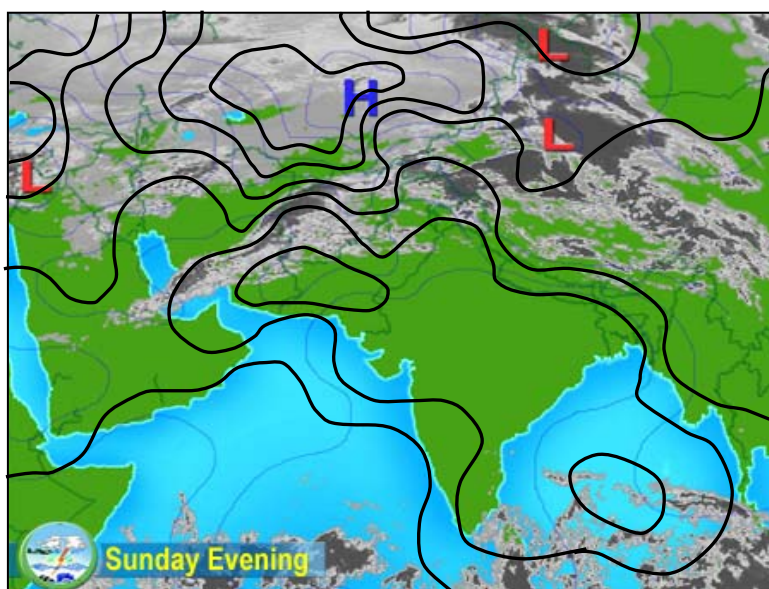
صعود هوا در منطقه مورد مطالعه بعضاً با کمک همرفت حرارتی که در چاله های پست منطقه تشکیل می شود نیز صورت می گیرد. همرفت های محلی به ویژه همرفت دامنه ای در منطقه مورد مطالعه در ناپایداری هوای مرطوب موسمی اثرات فراوانی داشته است. به همین دلیل میزان ریزش های جوئی ناشی از موسمی ها در نواحی دامنه ای کوهستان ها بیشتر از بقیه نواحی است. هسته مرکزی بارش های تابستانی منطقه در اطراف نیک شهر و قصر قند قرار می گیرد (شکل شماره ۱). در خارج از منطقه و در اطراف شهرستان بافت در استان کرمان دومین هسته پر باران بارش های تابستانی قرار دارد. مقدار ریزش های جوئی حاصل از این سیستم هادر نقاط مختلف منطقه متفاوت بوده است. در مطالعه ای که در این مقاله روی ایستگاه های نمونه منطقه انجام شد، مقدار این ریزش ها تا ۹ درصد بارش های کل



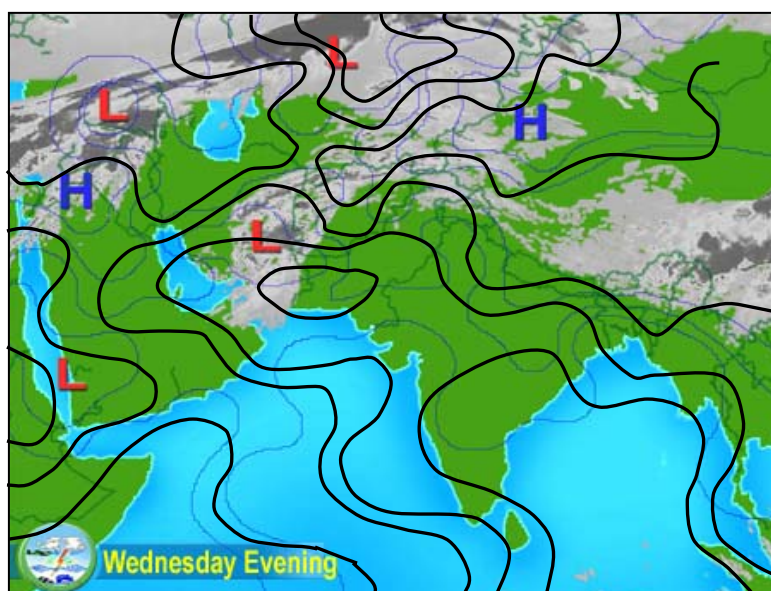
سال نیز می رسد، ولی در ایستگاه های ویژه ای نظیر قصرقند این رقم در برخی سال ها ۲۹/۳ درصد نیز رسیده است. شکل شماره (۱۲) نفوذ بارش های موسمی از سمت شرق را به منطقه مطالعه مورد نشان می دهد.

توزیع مراکز فشار ونحوه نفوذ رطوبت در روزهای انتخابی گروه سوم

شکل ۸- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۲۵ اکتبر ۲۰۰۲



شکل ۹- نفوذ توده های هوای مرطوب به منطقه مورد مطالعه ۷ نوامبر ۲۰۰۲



## توزیع بارش در منطقه مورد مطالعه بر اساس گروه های سه گانه بارندگی

## ۱- گروه اول:

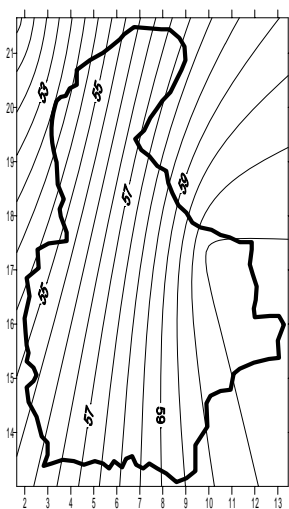
شکل شماره (۱۰) توزیع بارش را بر اساس سیستم های سینوپتیکی گروه اول نشان می دهد. در این گروه چون سیستم های اصلی تولید کننده بارش از غرب وارد کشور می شوند، با عبور از کوه های زاگرس رطوبت خود را از دست داده و چرخش سیکلونی آنها تضعیف می گردد. با تضعیف چرخش سیکلونی از میزان ریزش های آنها کاسته می شود و با حرکت به سمت شرق مجدداً فعالیت سیکلونی آنها افزایش می یابد و لذا خطوط همبارش از غرب به شرق بارش بیشتری نشان می دهد. کوه های شرقی ایران نیز در افزایش چرخش سیکلونی سیستم های فوق تأثیر گذار بوده اند.

## ۲- گروه دوم:

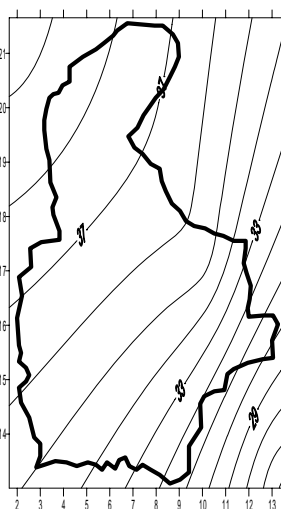
در گروه دوم، سیستم های سینوپتیکی اثر گذارند که رطوبت خود را روی دریای احمر و خلیج فارس جذب می نمایند. توزیع بارش در این سیستم از شمالغرب به سمت جنوبشرق کاهش می یابد. نفوذ توده های مرطوب از روی تنگه هرمز به داخل ایران باعث شده است که در این نوع بارش قسمت های شمالی منطقه مورد مطالعه بیش از جنوب از بارش برخوردار شوند (شکل شماره ۱۱).

## ۳- گروه سوم:

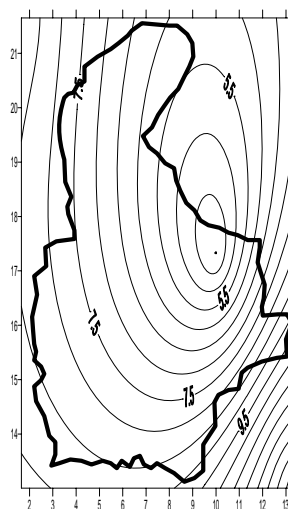
سومین گروه سیستم های هستند که از سمت شرق کشور و از نواحی جنوبی بلوچستان وارد کشور می شوند. این سیستم ها اثرات بارانزایی بیشتری در جنوب نسبت به نواحی شمالی تر دارند و لذا به دلیل این ویژگی، هسته کم بارش در نواحی بلوچستان شمالی و مرزهای ایران و پاکستان تشکیل شده است و به طرف داخل بر میزان ریزش های جوی افزوده می شود. کوه های کرمان به دلیل ارتفاع زیاد از نواحی پر بارش در این سیستم های بارانزا می باشد (شکل شماره ۱۲).



شکل ۱۰- توزیع بارش در گروه اول ۱۳۶۱-۱۳۷۰



شکل ۱۱- توزیع بارش در گروه دوم ۱۳۶۱-۱۳۷۰



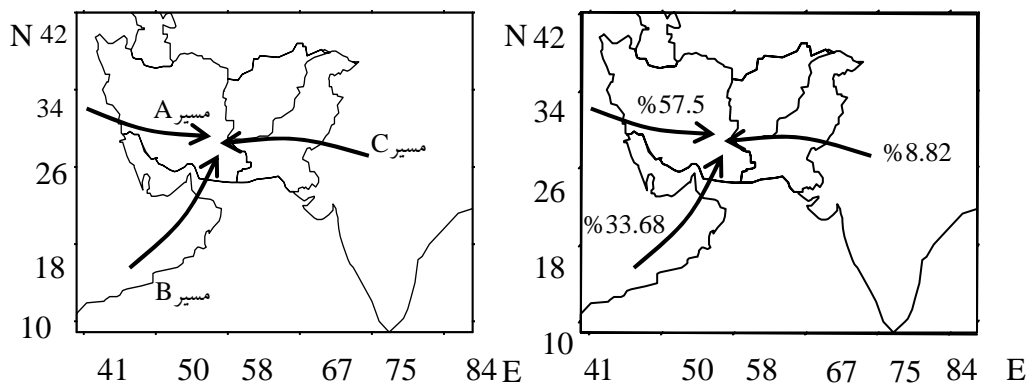
شکل ۱۲- توزیع بارش در گروه سوم ۱۳۶۱-۱۳۷۰

ماخذ: داده های بارش ایستگاههای باران سنجی وزارت نیرو

## درصد بارش های ناشی از گروه های سه گانه بارندگی در منطقه

در اشکال شماره (۱۳) و (۱۴) مسیرهای سه گانه ورود سیستم های بارانزا به منطقه مورد مطالعه نمایش داده شده است. این مسیرها در سه گروه A و B و C مشخص می باشند. در مسیر A که سیستم ها همراه با بادهای غربی منطقه معتدله هستند، بیشترین مقدار رطوبت منطقه حاصل می شود. از این مسیر ۵۷/۵ درصد رطوبت تأمین می شود. دومین مسیر ورود سیستم های بارانزا، مسیر B است که از آن نیز حدود ۳۳/۶۶ درصد رطوبت منطقه حاصل می گردد. مسیر B به دلیل عبور از روی منابع رطوبتی جنوب کشور، با ریزش های رگباری همراه بود و بارندگی های کوتاه مدت، ولی با شدت فراوان را بوجود می آورد.

سومین مسیر ورود رطوبت، مسیر C است که توسط سیستم های موسمی اقیانوس هند و با کمک چرخند کم فشار پاکستان به منطقه می رسد. در این مسیر نیز ۸/۸۲ درصد رطوبت حاصل می گردد. اگر چه در فصل گرم سال نفوذ رطوبت از سمت شرق در مسیر C مکرراً صورت می گیرد، ولی به دلیل دمای بالای منطقه، احتمال وقوع این ریزش ها کاهش یافته و بیشتر به نواحی مرتفع و نواحی که همرفت های حرارتی فعال هستند، محدود می شود.



شکل ۱۴- مسیر های سه گانه نفوذ رطوبت به منطقه مورد مطالعه

شکل ۱۳- درصد بارش در هر یک از مسیر های سه گانه

## کیفیت ریزش های جوی در الگوهای سه گانه

ریزش های ناشی از الگوی اول که از مسیر A نفوذ می کند، ریزش های جوی بلند مدت و کم شدت است. دوره بارندگی طولانی است و با نفوذ رطوبت ابرهای پایین از نوع استراتوس، استراتو کومولوس و نیمبو استراتوس تشکیل می شود. این نوع ابرها ورقه ای و یکنواخت هستند و تمام آسمان را می پوشانند و کاملاً خاکستری می نمایند (علیجانی ۱۳۷۱، ص ۲۲۴). در دوره های نفوذ سیکلون های مدیترانه ای فصل سرد به منطقه مورد مطالعه، بعضاً این گونه ابرها تشکیل می شوند؛ اما در وقوع ریزش های جوی عوامل صعود موج های کوتاه، صعود جبهه ای و کوهستانی هر سه مؤثرند؛ لذا مقدار ریزش فراوان است. اما در نواحی کم ارتفاع که تنها عوامل موج های کوتاه و بعضاً جبهه ای مؤثرند، احتمال وقوع کمتر خواهد بود.

در گروه دوم بارش ها که همراه با هوای گرم از جنوب کشور است، بیشتر ابرهای استراتوکومولوس ونیمبو استراتوس تشکیل می شود. این نوع ابرها ورقه ای هستند و نواحی وسیعی را اشغال می کنند و در بر خورد با دامنه های کوهستانی صعود نموده و بارندگی خوبی بر جای می گذارند؛ ولی موج ها در صعود این سیستم ها مؤثرترند.

در گروه سوم، بارش هایی هستند که از سمت شرق و در مسیر C نفوذ می کنند. نفوذ این سیستم ها ابرهای کومولوس و کومولونیمبوس را تشکیل می دهد. این ابرها ضخیم ترین نوع ابرها هستند که از سمت پائین رنگی تیره دارند، ولی در طرف بالا سفید رنگ می باشند. ریزش های حاصل از این نوع ابرها رگباری و شدید است (همان ۱۳۷۱، ص ۲۲۵) که همراه با مخاطرات محیطی در منطقه بوده است. طی یک زمان بسیار کوتاه کمتر از یک ساعت، بارش های بیش از ۲۰ و ۳۰ میلی متر انجام می شود که آبگیرها و رودخانه ها را در فصل خشک که منطقه از شدت کم آبی با بحران روبرو شده پر آب نموده و حیات تازه ای بوجود آورد؛ ولی کیفیت ریزش ها به گونه ای است که آب فراهم شده به سرعت از دسترس خارج می شود ولذا برنامه ریزی جهت کنترل این ریزش ها ضروری می نماید.

### آزمون فرضیات

مطالعات سینوپتیکی انجام شده در این تحقیق مؤید این فرضیات بوده است:

اولین فرض آن که ریزش های جوی در منطقه مورد مطالعه بر اساس فعال شدن مجدد سیکلون های مدیترانه ای است. ۵۷/۵ درصد از بارش ها به این طریق تشکیل می شود. دومین عامل ریزش های جوی به نفوذ سیستم های سینوپتیکی مفروض شده بود که از جنوب کشور می آیند و به سیستم های سودانی موسومند که مشخص شد ۳۳/۶۸ درصد از بارش های منطقه با نفوذ آنها انجام می شود. سومین فرضیه به نفوذ زبانه کم فشار موسمی اختصاص دارد. ۸/۸۲ درصد از بارش های منطقه از این سیستم ها حاصل می شود. در نهایت هر سه فرضیه که در ابتدای تحقیق بیان شده، مورد تأیید قرار گرفت.

### نتیجه گیری

منطقه جنوب شرق کشور (استان سیستان و بلوچستان) از نواحی خشک و بسیار خشک کشور محسوب می شود. در این منطقه نفوذ رطوبت از سه مسیر A، B و C صورت می گیرد. از مسیر A بیشترین رطوبت حاصل می گردد که به دلیل تضعیف سیکلون های حامل رطوبت در این مسیر، ریزش ها با احتمال کم صورت می پذیرد. اگرچه پس از برخورد این سیکلون ها با نواحی مرتفع کوهستانی مجدداً این سیکلون ها تقویت شده و صعود در آنها تقویت می گردد؛ اما در نواحی پست و چاله ها ریزش های آن ناچیز است. در مسیر B رطوبت از طریق دریاها و گرم جنوب به منطقه مورد مطالعه نفوذ می کند و ریزش های آن کوتاه مدت و رگباری است. در مسیر C نفوذ رطوبت در سطوح پائینی و میانی آتمسفر و با حرکت چرخندی کم فشار مونسونی صورت می گیرد که رگبارهای شدید فصل گرم منطقه را باعث می شود. همرفت های حرارتی محلی در افزایش صعود و نهایتاً تراکم و بارندگی این توده های مرطوب بی تاثیر نیست. سیستم های نوع دوم و سوم رگباری هستند و اگرچه طی سال به دفعات رطوبت را به منطقه مورد مطالعه انتقال می دهند، اما در آنها کمتر احتمال ریزش های جوی انتظار می رود. عامل اصلی کمبود بارش در این سیستم ها عدم وجود عوامل نفوذ است. پیشنهاد می شود مطالعه ای جامع بر روی این سیستم ها و امکان افزایش باران زایی آنها به روش مصنوعی

صورت گیر د تا بتوان با باروری ابرها، اثرات خشکی و خشکسالی های که حیات گیاهی و حیوانی منطقه را به مخاطره می اندازد، کاهش داد.

#### منابع و مأخذ:

- ۱- پروند، حسین (۱۳۷۰)، اثر مونسون جنوب غربی بر روی ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، موسسه ژئوفیزیک.
- ۲- داده های بارش روزانه ایستگاه های باران سنجی منطقه جنوب شرق کشور ۱۳۷۰-۱۳۶۱، شرکت تماب، وزارت نیرو، تهران.
- ۳- داده های بارش روزانه ایستگاه های جنوب شرق کشور ۱۳۷۰-۱۳۶۱، سازمان هواشناسی کشور، تهران.
- ۴- رسولی، علی اکبر (بهار ۱۳۸۱)، مدلسازی در جغرافیای طبیعی، فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴-۶۳.
- ۵- سایت هواشناسی کشور [www.irimet.net](http://www.irimet.net)، نقشه های ماهواره ای از ۱۳۸۱/۶/۱ تا ۱۳۸۱/۱۲/۲۰.
- ۶- سایت هواشناسی کشور پاکستان [www.pakmet.com](http://www.pakmet.com)، نقشه های ماهواره ای از ۱۳۸۱/۶/۱ تا ۱۳۸۱/۱۲/۲۰.
- ۷- شهرزاد، ن و خالقی، م و بیدختی، ع (۱۳۷۳)، یک مدل باروتروپیک برای جریانهای گردشی ناشی از رانش باد در دریای عمان، مجله نیوار، شماره ۲۳، سازمان هواشناسی کشور، تهران.
- ۸- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴)، آب و هوای ایران، دانشگاه پیام نور.
- ۹- علیجانی، بهلول و محمد رضا کاویانی (۱۳۷۱)، مبانی آب و هواشناسی، تهران، انتشارات سمت.
- ۱۰- نجار سلیقه، محمد (بهار ۱۳۸۰)، اندر کنش دینامیکی سیستم های فشار عرض های میانی و عرض های پایینی در ایران، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۵۷، وزارت آموزش و پرورش.