

## Synoptic Analysis of Flood Generating Systems in the Southern Part of Iran

A. Parandeh Khozani<sup>1</sup> and H. Lashkari<sup>2\*</sup>

### Abstract

Flood is one of the most destructive natural disasters that have historically done considerable harm to humans. Unfortunately nowadays despite great technological improvements, there is still no acceptable prevention method for this natural phenomenon. This is mainly due to lack of knowledge or the limited facility in this field. The main aim of this article is to recognize the patterns of synoptic systems leading to the torrential rainfall in the south of Iran in order to predict the showers that lead to floods. These patterns also helps the better use of the torrential rainfall. Twenty major flood events were selected according to the high discharge, the daily rainfalls, and the related damages. The synoptic maps were investigated and were classified into four different groups regarding their arrangement, patterns, extensions, and the movement directions. With synoptic analysis of severe storms that lead to heavy rains and torrential rainfall, we could realize that these storms are mainly caused (influenced) by strengthening the center of Sudan heat low and Red Sea convergence zone. We also showed that sometimes these storms are caused by simultaneous merging of the Sudan heat low system and the Mediterranean frontal system changing into a dynamic or thermodynamic system.

**Keywords:** Synoptic Analysis, Torrential Systems, Flood Forecasting, South of Iran, Inundation

## بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل زا در جنوب ایران

اکرم پرنده خوزانی<sup>۱</sup> و حسن لشکری<sup>۲\*</sup>

### چکیده

پدیده سیل یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی است که بشر در طول تاریخ خسارات زیادی را از این پدیده متحمل شده و می‌شود. متأسفانه امروزه بشر با توجه به دستیابی پیشرفت‌های تکنولوژیکی و الکترونیکی در سطوح مختلف علمی، به علت عدم آگاهی و یا محدود بودن امکانات، هنوز نتوانسته در مقابله با این پدیده طبیعی و عوارض ناشی از آن پیشگیری قابل قبولی ارائه نماید. در این راستا هدف این مقاله شناخت الگو یا الگوهای سینوپتیکی منجر به بارشهای سیل‌زا جهت بهره برداری بهینه از سیلاب‌های منطقه و کمک مؤثر به پیش‌بینی وقوع رگبارهای منجر به سیل می‌باشد. جهت دستیابی به این منظور، ۲۰ سیل شدید (از لحاظ بالا بودن دبی، بارش‌های روزانه و خسارات وارده) انتخاب و نقشه‌های سینوپتیکی آنها بررسی و نهایتاً با توجه به آرایش و نحوه گسترش و حرکت این سیستم‌ها نسبت به هم در قالب ۴ الگو تقسیم‌بندی و نامگذاری شدند. با بررسی سینوپتیکی طوفان‌های شدید که وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا را در منطقه مورد نظر باعث شده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که این طوفان‌ها نتیجه تقویت و تشدید مرکز کم‌فشار سودان و منطقه همگرایی دریای سرخ، در مواردی هم ادغام مرکز کم‌فشار سودان با مرکز کم‌فشار مدیترانه‌ای و تبدیل آنها به یک سیستم دینامیکی یا ترمودینامیکی است.

**کلمات کلیدی:** بررسی سینوپتیکی، سیستم‌های سیل‌زا، پیش‌بینی سیل، جنوب ایران، سیلاب

تاریخ دریافت مقاله: ۲۰ دی ۱۳۸۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۲۸ تیر ۱۳۸۹

1- Senior Expert of Climatology in Esfahan Meteorology Bureau  
E-mail: parandeh\_153@yahoo.com

2- Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Iran, E-mail: Dr\_lashkari61@yahoo.com

\*- Corresponding Author

۱- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی اداره کل هواشناسی استان اصفهان

۲- دانشیار دانشکده علوم زمین گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی

\*- نویسنده مسئول

Calena et al. (1992) رواناب‌های سطحی در پنج حوضه آبریز منطقه تولوزر (tolozere) فرانسه اثر سه نوع پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل سوزنی برگ، جنگل راش و علفزار را بر روی هیدرولوژی سیل مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که تخریب جنگل تا حدود ۸۰ درصد باعث تشدید سیلاب گردیده است. Dmyterko et al. (1997) در بررسی عوامل پیدایش سیل تابستان ۱۹۹۷ در لهستان به این نتیجه رسیدند که بارندگی با دوره بازگشت طولانی و سازه‌های نامناسب، باعث وقوع سیل و تشدید خسارات گردیده است. Gilbert et al. (2000) به بررسی مدیریت سیلاب در پیشگیری از وقوع سیل و کاهش خسارات ناشی از سیل در فرانسه پرداختند و وجود سیستم‌های هشدار دهنده و نیز ساخت سازه‌های فنی مناسب را در کاهش خسارات ناشی از سیلاب در این کشور مثبت ارزیابی نموده‌اند. برخی از محققان وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در ایران را نتیجه تقویت و تشدید فعالیت کم‌فشار مونسونی سودان و ادغام این مرکز با کم‌فشار مدیترانه‌ای و تأثیر منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آنها به سیستم دینامیکی - ترمودینامیکی می‌دانند.

رقوفی (۱۳۷۶)، مولا (۱۳۷۴)، سبزی‌پرور (۱۳۷۰) و لشکری (۱۳۷۵). در بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در شمال ایران (باقری، ۱۳۷۲) نیز مشخص شد که این بارندگی‌ها نتیجه حضور واچرخندی<sup>۴</sup> است که در شمال و شمال‌شرق دریای خزر مستقر شده است هم‌زمان با بارندگی‌های شدید، جت استریم جنب حاره‌ای نیز در منطقه حضور داشته است. مرادی (۱۳۸۰) به بررسی سینوپتیک سیلاب بیست و یکم آبان ماه سال ۱۳۷۵ در نواحی مرکزی استان مازنداران پرداخته و عامل اصلی وقوع بارش را حاکمیت پشته<sup>۵</sup> پرفشار در سطح زمین و حضور ناوه در ترازهای بالایی جو می‌داند. مرادی (۱۳۸۰) سینوپتیک بارش‌های سواحل جنوبی دریای خزر را در شش ماه سرد مطالعه کرده و عامل اصلی وقوع بارش را حاکمیت پشته پرفشار در سطح زمین ذکر کرده که مرکز این پشته بر روی دریای سیاه استقرار می‌یابد. هم‌زمان در تراز بالا، ناوه عمیقی حاکم است که از مرکز کم‌فشار مستقر بر روی اسکاندیناوی یا ایسلند منشأ می‌گیرد. عربی (۱۳۸۵) به تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیر ماه ۱۳۷۸ در ایران پرداخته و گسترش و نفوذ سیستم کم‌فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب‌شرق و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال را باعث وقوع بارندگی در این دوره می‌داند. نجار سلیقه (۱۳۸۵) نیز در بررسی مکانیزم‌های بارش در جنوب‌شرق بیان می‌کند که نفوذ زبانه کم‌فشار موسمی از سمت شرق در سطوح زیرین تروپوسفر باعث انتقال رطوبت از اقیانوس هند و خلیج بنگال می‌شود و چنانچه شرایط مساعدی برای صعود توده‌های مرطوب در

سیل از جمله بلایای طبیعی است که شناخت علل و عوامل ایجاد آن و در صورت امکان پیش‌بینی زمان و شدت وقوع آن امری ضروری می‌باشد. ایران، کشور خشک تا نیمه‌خشکی است که دارای بارش کمی است که از لحاظ زمانی و مکانی نیز توزیع یکنواختی ندارد. این مقدار بارش کم نیز به دلیل شرایط خاص اقلیمی حاکم در ایران بیشتر در قالب بارش‌های رگباری کوتاه مدت و شدید نازل شده و با توجه به شرایط توپوگرافی و پوشش گیاهی در سطح زمین، فرصت زیادی برای نفوذ در لایه‌های زیرین را نداشته و در نتیجه بسیار کم جذب زمین شده و بخش عمده‌ای از آن به صورت سیلاب‌های مخرب بر سطح زمین جاری می‌شود (لشکری، ۱۳۷۵). هر سال انسان‌های زیادی جان خود را بر اثر سیل از دست می‌دهند. آمار تلفات انسانی و خسارات مالی، ابعاد زاینبار این پدیده ویرانگر را بازگو می‌کند. منطقه جنوب ایران نیز همانند سایر نقاط کشور، دارای سیلاب‌های مخرب بوده است (چکیده سوابق سیل در ایران، ۱۳۷۴). سابقه مطالعات سینوپتیکی در ایران عمر زیادی ندارد و عمده مطالعات سینوپتیکی در ایران حداکثر در دو دهه اخیر انجام شده است. برخی از این محققین به بررسی الگوهای سینوپتیکی و شرایط جوی منجر به وقوع بارش‌های سیل‌زا پرداختند.

(Angel et al., 1992; Dunkerton et al., 1986; Divis et al., 1992; Harvey et al., 2004) وقوع بارش‌های رگباری و سیل آسا در برخی از مناطق خاورمیانه از جمله مناطق جنوب، جنوب‌غرب، غرب و نواحی داخلی ایران تحت تأثیر سامانه کم فشار سودانی یا زبانه<sup>۳</sup> کم فشار دریای سرخ معرفی گردیده است. این سامانه‌های بدون جبهه که در بدو تشکیل به صورت یک مرکز همگرایی کم عمق در شمال شرق آفریقا مشاهده می‌شوند، حتی به عنوان مهم‌ترین ساز و کار بارش‌زا در برخی از مناطق شرق مدیترانه (Kahana et al., 2004; Alpert et al., 2004; Dayan et al., 2001; Ziv et al., 2004) و ایران (لشکری ۱۳۷۵؛ انصاری، ۱۳۸۲، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۱) شناخته شده‌اند. Konrad (2001) با استفاده از ۳۱۲ بارش سنگین جنوب شرق ایالات متحده آمریکا، یک الگوی سینوپتیکی برای طبقه‌بندی وقوع بارش‌های سنگین، با استفاده از خصوصیات و ویژگی‌های سینوپتیکی ارائه کرده است. در زمینه عوامل مؤثر در وقوع سیلاب، مطالعات زیادی صورت گرفته که برخی از این تحقیقات به بررسی نقش عوامل فیزیکی و بیولوژیکی حوضه در وقوع یا عدم وقوع سیلاب پرداختند (Calena et al., 1992; Stromberg et al., 1993; Cozari et al., 1994; Chai et al., 1995; Alexander et al., 2002).

لایه‌های میانی تروپوسفر وجود داشته باشد، بارش‌های رگباری شدید حاصل می‌شود. در این مقاله روندیابی سیل در منطقه جنوب ایران، به صورت علت و معلولی مورد بررسی قرار گرفته و به سیستم‌های باران‌زا و چگونگی شکل‌گیری و الگوهای سینوپتیکی پرداخته شده است. به طور قطع سیستم‌های خاصی با منشاءهای معین و در شرایط سینوپتیکی مشخص باعث ایجاد سیل می‌شوند که این سیستم‌ها قابل مطالعه می‌باشند. هدف اصلی این تحقیق شناخت الگوهای سینوپتیکی منجر به بارش‌های سنگین و سیل‌زا در منطقه جنوب ایران، جهت بهره‌برداری بهینه از سیلاب‌های منطقه و همچنین کمک مؤثر به پیش‌بینی وقوع رگبارهای منجر به سیل می‌باشد.

## ۲- روش تحقیق

برای بررسی الگو یا الگوهای سینوپتیکی منجر به سیل در منطقه جنوب ایران ابتدا تاریخ وقوع سیل‌های منطقه مورد مطالعه و میزان خسارات آنها استخراج شد. سپس بارش‌های روزانه ایستگاه‌های منتخب منطقه و دبی آنها نیز جمع‌آوری و به‌این ترتیب، روزهایی که بارش فراگیر در منطقه به‌وقوع پیوسته و با تاریخ‌های وقوع سیل مطابقت داشته، مشخص گردید. ۲۰ سیل از بزرگترین و شدیدترین سیل‌ها با توجه به حجم بارش روزانه، دبی و میزان خسارات وارده انتخاب گردید و سپس نقشه‌های سینوپتیکی مربوط به ۲۰ سیل منتخب در ۴ تراز ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین از ۴۸ ساعت قبل از شروع بارش تا پایان بارش استخراج گردید در نهایت پس از بررسی و تفسیر نقشه‌های سینوپتیکی سیل‌های منتخب، الگوی حاکم و شرایط سینوپتیکی سیل‌ها در منطقه شناسایی و ارائه گردید. به پیروی از جابجایی دوره‌ای معمول در آرایش مؤلفه‌های سازنده گردش عمومی جو، موقعیت جغرافیایی هر یک از سیستم‌ها در طول سال و ماه متفاوت بوده و در نتیجه هر یک از این سیستم‌ها بر مناطق مختلف، متفاوت و الگوی آنها نیز فرق خواهد داشت. لذا با استفاده از چند معیار انتخاب شده همچون موقعیت و آرایش سیستم‌های تأثیرگذار بر روی بارش‌ها، مسیر حرکت و غیره، سیستم‌های مشابه تفکیک شده و در قالب ۴ الگو تقسیم‌بندی و نامگذاری شدند. به طوری که در الگوی نوع اول در روی سطح زمین، نقش اصلی با پرفشار سیبری، کم‌فشار سودان، پرفشار دینامیکی آזור و کم‌فشار دینامیکی شرق اروپا و در سطوح میانی جو، با پرفشار دینامیکی عربستان، تراف شمال آفریقا می‌باشد. در الگوی نوع دوم سیستم‌های اصلی کنترل‌کننده سطح زمین، به استثناء کم‌فشار دینامیکی شرق اروپا، همان عناصر کنترل‌کننده الگوی نوع اول می‌باشد. در ترازهای بالاتر جو نقش اصلی در این الگو با پرفشار

دینامیکی آזור و تراف شمال آفریقا و پرفشار دینامیکی عربستان و پرفشار دینامیکی شمال آفریقا است. استخوان‌بندی اصلی الگوی نوع سوم در نقشه‌های سطح زمین، دو سیستم پرفشار سیبری و کم‌فشار سودان تشکیل می‌دهند. نقش اصلی در واقع در این الگو با پرفشار سیبری است. به این صورت که این پرفشار با گسترش غربی - شرقی خود باعث رانده‌شدن سیستم‌های کم‌فشار به عرض‌های پایین‌تر شده و سبب ورود سیستم‌های کم‌فشار از عرض‌های پایین به کشور می‌شود. در الگوی نوع چهارم نقش اصلی و کنترل‌کننده با پرفشار سیبری، پرفشار دینامیکی آזור و حالت ادغام شده دو سیستم کم‌فشار سودان و مدیترانه می‌باشد در ترازهای بالاتر نیز سیستم اصلی کنترل‌کننده، مرکز ارتفاع زیاد آזור در پشت سیستم و مرکز ارتفاع زیاد عربستان در جلو سیستم و تراف عمیق شمال آفریقا می‌باشد.

## ۳- مشخصات و نحوه آرایش سیستم‌های سیل‌زا در منطقه جنوبی ایران

در این مقاله به جهت اختصار، مشخصات و نحوه آرایش سیستم‌های تأثیرگذار در هر یک از این ۴ الگو فقط در دو تراز سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال در دو مقطع قبل و بعد از شروع بارش معرفی شده است.

### ۳-۱- الگوی نوع اول

#### ۳-۱-۱- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع اول قبل از شروع بارندگی

قبل از شروع بارندگی در تراز سطح زمین، زبانه پرفشار سیبری بر روی ایران گسترش یافته و با امتداد آن بر روی دریای عمان و ادغام این زبانه با سلول پرفشار شرق عربستان، زمینه ورود رطوبت به درون سیستم سودانی و تقویت آن فراهم شده است. در لایه میانی جو نیز تراف عمیقی از روی دریای مدیترانه بر روی شمال آفریقا گسترش پیدا کرده و با ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی شمال آفریقا، ضمن افزایش گرادیان حرارتی در منطقه، زمینه تقویت سیستم‌های کم‌فشار سطح زمین فراهم شده است.

#### ۳-۱-۲- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع اول بعد از شروع بارندگی

در زمان بارندگی در تراز سطح زمین، زبانه پرفشار سیبری از ایران عقب‌نشینی کرده ولی سلول پرفشاری بر روی شرق عربستان و شمال غرب اقیانوس هند وجود دارد که با ادامه تزریق رطوبت به

درون سیستم، شرایط مناسبی را در سطح زمین برای بارش فراهم کرده است. زبانه کم‌فشار سودانی نیز با زبانه کم‌فشار شرق اروپا ادغام شده که حالت ادغام شده این دو زبانه به مانند کانالی، دو سیستم پرفشار سیبری و آزور را از هم جدا کرده است. در لایه میانی جو نیز با انتقال مرکز ارتفاع زیاد عربستان به سمت شرق زمینه حرکت رو به شرق ترفاف شمال آفریقا را فراهم کرده با انتقال این مراکز به سمت شرق و قرار گرفتن آن بر شبه جزیره عربستان و شمال‌غرب اقیانوس هند، باعث تزریق هوای گرم و مرطوب به منطقه همگرایی ترفاف شمال آفریقا می‌شود. ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی به پشت ترفاف و انتقال هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند به جلو ترفاف شمال آفریقا، این ترفاف را تقویت کرده و در نتیجه جنوب ایران در منطقه همگرایی ترفاف قرار گرفته و ناپایداری<sup>۷</sup> شدیدی بر روی منطقه حاکم شده است.

### ۳-۲- الگوی نوع دوم

#### ۳-۲-۱- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع دوم قبل از شروع بارندگی

در این الگو، قبل از شروع بارش، در تراز سطح زمین زبانه پرفشار سیبری تقریباً تمام ایران را در بر گرفته و در مقابل زبانه فشار زیاد آزور بر روی مدیترانه غربی و شمال آفریقا گسترش پیدا کرده و باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی منطقه و افزایش گرادیان حرارتی و فعال شدن سیستم‌های کم‌فشار شده است. در مقابل، زبانه‌های این دو مرکز در سمت شمال از روی دریای سیاه و جنوب اروپا تقریباً با هم ادغام شده و باعث رانده شدن سیستم‌های کم‌فشار به عرض‌های پایین شده‌اند. قبل از شروع بارندگی در لایه میانی جو، مرکز فشار زیاد آزور با ایجاد ترفاف عمیقی بر روی مدیترانه و شمال آفریقا و انتقال هوای سرد عرض‌های بالا بر روی شمال آفریقا باعث ریزش هوای سرد این عرض‌ها به پشت ترفاف شده است. بر روی شبه جزیره عربستان مرکز ارتفاع زیادی بسته شده که مانع از حرکت ترفاف به سمت شرق گردیده است.

#### ۳-۲-۲- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع دوم بعد از شروع بارندگی

بعد از شروع بارندگی در تراز سطح زمین، زبانه‌های پرفشار سیبری عقب‌نشینی کرده و در مقابل زبانه مرکز پرفشار آزور، حاشیه ساحلی کشورهای شمال آفریقا را بر روی دریای مدیترانه در بر می‌گیرد با عقب‌نشینی زبانه پرفشار سیبری به سمت شرق، زبانه کم‌فشار سودان بر روی جنوب ایران گسترش پیدا کرده و بهترین شرایط ناپایداری بر روی منطقه ایجاد شده است.

در زمان بارندگی در لایه میانی جو با ادامه ریزش هوای سرد، ترفاف شمال آفریقا به مقدار زیادی تقویت شده و در مقابل مرکز ارتفاع زیاد عربستان جمع‌تر شده و بر روی اقیانوس هند قرار گرفته است به این ترتیب ضمن حرکت رو به شرق ترفاف، هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند به جلو ترفاف منتقل و سیستم تقویت می‌شود.

### ۳-۳- الگوی نوع سوم

#### ۳-۳-۱- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع سوم قبل از شروع بارندگی

قبل از شروع بارندگی در تراز سطح زمین، زبانه پرفشار سیبری تقریباً تمام ایران را فرا گرفته و زبانه کم‌فشار سودان نیز با جهت جنوبی - شمالی بر روی شرق مدیترانه گسترش پیدا می‌کند. با توجه به جریان حاکم در شرق عربستان هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند و خلیج عدن بر روی غرب عربستان و مدیترانه شرقی منتقل می‌شود. قبل از شروع بارندگی لایه میانی جو در ضلع شرقی پرفشار دینامیکی آزور، جریانات نصف‌النهاری سرد عرض‌های بالا به عرض‌های پایین ریزش کرده و باعث افزایش گرادیان حرارتی بر روی کشورهای شمال آفریقا می‌شود مرکز ارتفاع زیاد عربستان نیز بر روی شمال‌غرب اقیانوس هند و خلیج عدن و شاخ آفریقا تشکیل شده که باعث تزریق هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند بر روی عربستان می‌شود.

#### ۳-۳-۲- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع سوم بعد از شروع بارندگی

در تراز سطح زمین بعد از شروع بارندگی، بادغام دو مرکز کم‌فشار سودان و مدیترانه به دلیل عقب‌نشینی پرفشار سیبری و حرکت بیش از حد زبانه کم‌فشار سودان به سمت شمال یک سلول کم‌فشار گسترده بر روی سوریه، عراق، شمال عربستان و دریای سرخ بسته شده است. در لایه میانی جو نیز ترفاف شمال آفریقا در شروع بارش ضمن گسترش به عرض‌های پایین با حرکت رو به شرق مرکز ارتفاع زیاد عربستان به سمت شرق جابجا شده و منطقه مورد مطالعه در زیر منطقه همگرایی ترفاف واقع شده است.

### ۳-۴- الگوی نوع چهارم

#### ۳-۴-۱- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع چهارم قبل از شروع بارندگی

در این الگو، قبل از شروع بارندگی در تراز سطح زمین پرفشار سیبری تمامی ایران و عربستان را در بر می‌گیرد. در زیر منحنی کم‌فشار

#### ۴- شرایط سینوپتیکی لازم جهت ایجاد سیل بدون در نظر گرفتن نوع الگوی حاکم بر آنها

شرایط سینوپتیکی بدون در نظر گرفتن نوع الگوی حاکم بر آنها، حاصل کنش و تأثیر متقابل مؤلفه‌ها و سیستم‌های زیر می‌باشد:

#### ۴-۱- موقعیت مراکز کم‌فشار سطح زمین

در بررسی سیل‌های نمونه (شکل ۱) مشاهده شد که از ۴۸ تا ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش، مراکز کم‌فشار سطح زمین بر روی جنوب دریای سرخ و غرب و مرکز عربستان تشکیل می‌شود و به تدریج، با جهت شمال‌شرقی به طرف جلو (شرق) پیشروی کرده و با نزدیک شدن به روز اول بارش و شدیدترین روز بارش به جنوب و جنوب‌غرب ایران نزدیک شده و در شمال و شمال شرق عربستان و اطراف کویت و روی منطقه جنوب ایران بسته می‌شوند.

#### ۴-۲- موقعیت مراکز کم ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

قبل از شروع بارش، این مراکز بیشتر در حول و حوش طول ۳۰ درجه شرقی بسته شده‌اند و در روز اول بارش و شدیدترین روز بارش در حول و حوش طول ۴۰ درجه شرقی متمرکز می‌باشند. (شکل ۲)

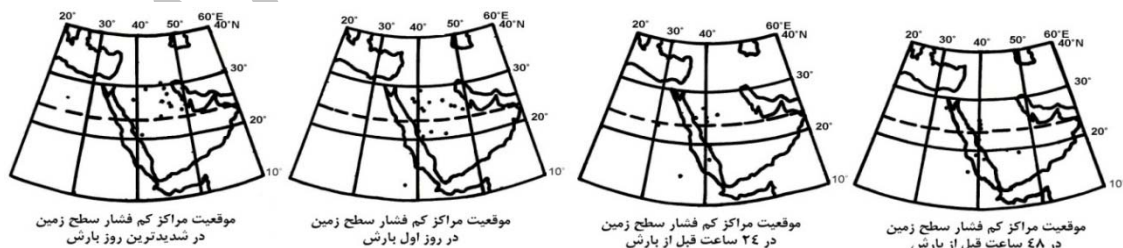
#### ۴-۳- موقعیت مراکز کم ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

در ۴۸ ساعت قبل از شروع بارش، این مراکز بیشتر بین طول‌های ۲۰ تا ۳۰ درجه شرقی و در ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش بین طول‌های ۲۹ تا ۳۶ درجه شرقی متمرکز می‌باشند و در روز اول بارش و شدیدترین روز بارش، این مراکز بیشتر در حول و حوش طول ۴۰ درجه متمرکز می‌باشند. (شکل ۳)

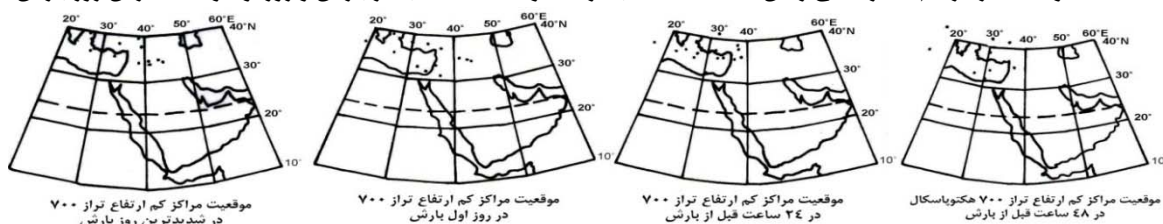
سودان یک مرکز کم‌فشار فرعی بر روی جنوب دریای سرخ و جنوب شبه‌جزیره عربستان بسته شده است که سبب تقویت سیستم می‌شود. در این الگو در لایه میانی جو نیز پشته نسبتاً عمیقی بر روی دریای سرخ و شرق مدیترانه وجود دارد که جنوب ایران در منطقه واگرایی ترف شرقی آن قرار گرفته است.

#### ۴-۳-۲- نحوه آرایش سیستم‌های الگوی نوع چهارم بعد از شروع بارندگی

بعد از شروع بارندگی در تراز سطح زمین زبانه‌های پرفشار سیبری از ایران خارج شده و در مقابل منحنی کم فشار سودان، به طرف عرض‌های بالاتر پیشروی کرده و به‌طور کلی سیستم ادغامی سودان و مدیترانه‌ای گسترش بسیار وسیعی دارد. سلول پرفشار بسته‌ای بر روی خلیج عدن و جنوب عربستان بسته شده که سبب تزریق هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند و خلیج عدن بر روی عربستان و به داخل مرکز کم‌فشار سودان می‌شود. در این روز مرکز کم‌فشار سودان بر روی شمال عربستان قرار گرفته و سبب ایجاد ناپایداری بر روی منطقه گردیده است. در تراز میانی این الگو جریانات نصف النهاری بسیار قوی ضلع شرقی مرکز ارتفاع زیاد آژور با جهت شمال شرقی - جنوب غربی باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی جنوب اروپا و شمال آفریقا می‌شود و گرادیان حرارتی را در این مناطق افزایش می‌دهد. مرکز ارتفاع زیاد عربستان در این روز با جهت شرقی - غربی به طرف شرق پیشروی داشته و قسمت بیشتری از اقیانوس هند را در بر می‌گیرد و باعث تزریق هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند و خلیج عدن و دریای سرخ به عربستان و جنوب و جنوب‌غرب ایران می‌شود منطقه جنوب ایران در این روز در قسمت همگرایی ترف شمال آفریقا قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت مراکز کم فشار سطح زمین ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و روز اول و شدیدترین روز بارش



شکل ۲- موقعیت مراکز کم ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و روز اول و شدیدترین روز بارش



#### ۴-۴- موقعیت منحنی هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال

در تمام موارد، قبل از شروع بارندگی، زبانه‌ای از کم فشار سودان با توجه به شرایط سینوپتیکی حاکم بر سیستم در جهت جنوبی - شمالی یا جنوب غربی - شمال شرقی به طرف عرض‌های بالا گسترش پیدا کرده و به تدریج با نزدیک شدن به روز بارش کاملاً بر روی منطقه گسترش می‌یابد و این زبانه در عمده موارد برای سیل‌های اکتبر تا مارس، با منحنی ۱۰۱۵ هکتوپاسکال و برای سیل‌های بعد از مارس با منحنی ۱۰۱۰ هکتوپاسکال همراهی می‌شود. (شکل ۴)

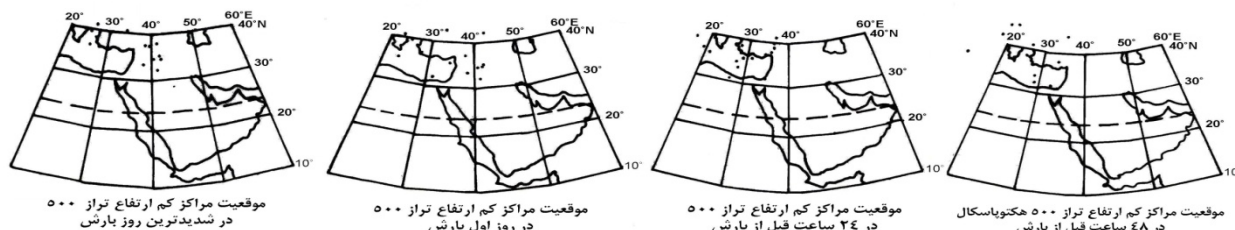
#### ۴-۵- موقعیت تراف‌های تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

در ۴۸ ساعت قبل از شروع بارش، تراف‌ها بیشتر در حول و حوش طول‌های ۲۰ تا ۳۰ درجه شرقی و در ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش تراف‌ها در مقایسه با روز قبل، به سمت جلو پیشروی داشته‌اند؛ به

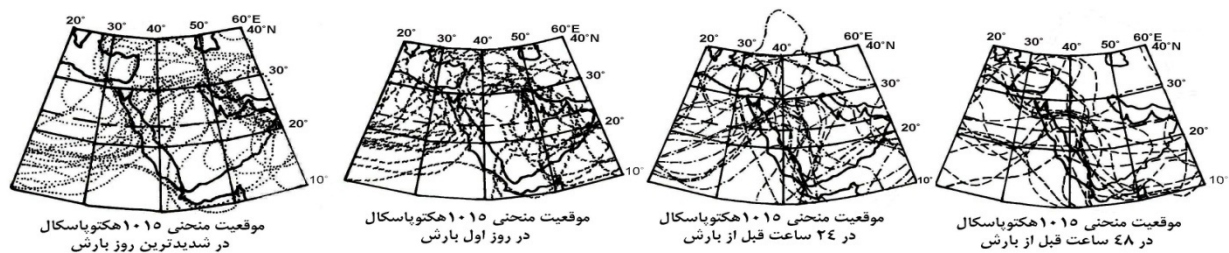
طوری که بیشتر در حول وحوش طول ۳۰ درجه شرقی متمرکز می‌باشند و در روز اول بارش نیز تراف‌ها پیشروی خوبی به طرف جلو (شرق) داشته‌اند و بیشتر بین طول‌های ۳۰ تا ۴۰ درجه به خصوص بر روی دریای سرخ متمرکز و در شدیدترین روز بارش، تراف‌ها در مقایسه با روز قبل به طرف شرق پیشروی داشته و بین طول‌های ۲۹ تا ۴۷ درجه شرقی متمرکز می‌باشند. (شکل ۵)

#### ۴-۶- تراف‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

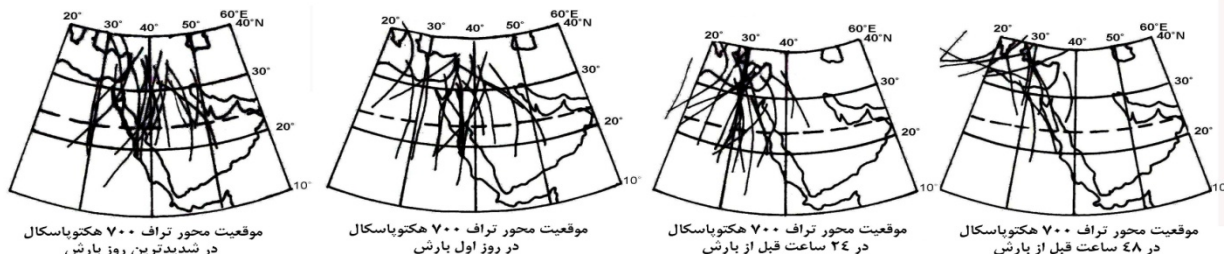
در ۴۸ ساعت قبل از بارش تراف‌ها، به طور کلی بیشتر بین طول‌های ۲۰ تا ۳۰ درجه و در ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش، بیشتر بین طول‌های ۲۰ تا ۲۵ و ۳۳ تا ۴۰ درجه شرقی متمرکز می‌باشند و در روز اول بارش و شدیدترین روز بارش، تراف‌ها بیشتر در حول و حوش طول ۴۰ درجه تمرکز یافته‌اند. (شکل ۶)



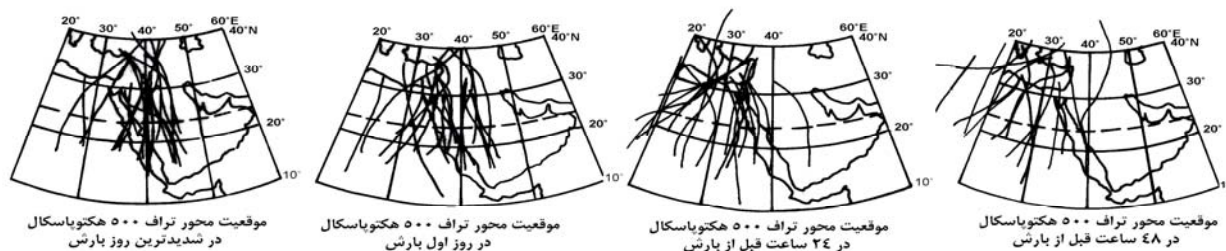
شکل ۳- موقعیت مراکز کم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و روز اول و شدیدترین روز بارش



شکل ۴- موقعیت منحنی ۱۰۱۵ هکتوپاسکال ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و شدیدترین روز بارش



شکل ۵- موقعیت محور تراف تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و شدیدترین روز بارش



شکل ۶- موقعیت محور تراف تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۲۰ سیل منتخب در ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از بارش و روز اول و شدیدترین روز بارش

## ۵- نتیجه گیری

با بررسی سینوپتیکی طوفان‌های شدید که وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا را در منطقه جنوبی ایران باعث شده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که این طوفان‌ها نتیجه تقویت و تشدید مرکز کم‌فشار سودان و منطقه همگرایی دریای سرخ و در مواردی هم، ادغام مرکز کم‌فشار سودان با مرکز کم‌فشار مدیترانه‌ای و تبدیل آنها به یک سیستم دینامیکی یا ترمودینامیکی است. تشدید فعالیت سیستم‌های مزبور حاصل عملکرد مؤلفه‌های زیر بوده است:

عرضهای بالا گسترش یافته و با نزدیک شدن آن به جنوب ایران بارندگی شروع می‌شود.

## پی‌نوشت‌ها

1. Red sea convergence zone
2. Subtropical high pressure center
3. Tongue
4. Anticyclone
5. Ridge
6. Trough
7. Instability

## ۶- مراجع

- انصاری، س. (۱۳۸۲). بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در حوضه‌های آبریز منطقه کهکیلویه و بویراحمد، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت معلم، ایران.
- باقری، س. (۱۳۷۲). بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در شمال ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران. ص ۱۰-۲۵
- چکیده سوابق سیل در ایران، (۱۳۷۴). دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیز وزارت جهاد سازندگی، ص ۱۰-۳
- رئوفی، م. (۱۳۷۶). بررسی سینوپتیکی سیل در استان قم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد شمال، ایران. ص ۱۵-۲
- سبزی پرور، ع. ا. (۱۳۷۰). بررسی سینوپتیک سیستم‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران. ص ۱۵۰
- عربی، ز. (۱۳۸۵). تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیر ماه ۱۳۷۸ در ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۶، ص ۱-۱۵

- ۱- قبل از شروع بارش، زبانه‌ای از سودان و دریای سرخ یا در جهت جنوب غربی - شمال شرقی و یا شمالی - جنوبی گسترش پیدا کرده که روز شروع بارش، بر روی منطقه جنوب ایران قرار می‌گیرد.
- ۲- وجود یک مرکز یا زبانه فشار زیاد بر روی دریای عمان و شرق عربستان جهت تغذیه رطوبت به درون سیستم در شدیدترین روز بارش.
- ۳- گسترش زبانه پرفشار سبزی قبل از شروع بارش بر روی ایران و منطقه جنوبی آن، جهت ریزش هوای سرد عرض‌های بالا و افزایش گرادیان حرارتی بر روی منطقه مورد مطالعه و گاهی هم ادغام این زبانه با مرکز فشار زیاد عربستان که باعث تزریق هوای گرم و مرطوب اقیانوس هند و دریای عمان بر روی جنوب ایران می‌شود.
- ۴- وجود مرکز ارتفاع زیاد آژور در تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال که با ریزش جریانات هوای سرد از ضلع شرقی خود بر روی منطقه شمال آفریقا و دریای مدیترانه باعث تشدید گرادیان حرارتی بر روی این منطقه می‌شود و همچنین باعث فعال و دینامیکی و ترمودینامیکی شدن مراکز کم‌فشار سودان و منطقه همگرایی دریای سرخ می‌شود.
- ۵- وجود مرکز ارتفاع زیاد عربستان در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال جهت انتقال هوای گرم و مرطوب به درون سیستم.
- ۶- وجود یک مرکز کم‌فشار قبل از بارش بر روی مرکز و جنوب سودان که بتدریج با رسیدن به دریای سرخ زبانه‌های از آن به طرف

- annual symposium on GIS in natural Resources Management ,pp.453-461.
- Dayan, U. (2001). "A severe autumn storm over the Middle – east: synoptic and Mesoscale Convection analysis" *Theo. APPL.Climatol.*, Vol.69, pp.103-122
- Divis, R.E. and Benkovic, S.R. (1992). "Climatological variations in the northern hemisphere circumpolar vortex in January" *Theor. APPL. Climatol.*, vol. 46, pp. 63-74.
- Dmyterko, E., Ciesla, A. and Bruchwald, A. (1997). *The Flood , Sylwan.*, vol. 141 , Issue 12 , pp.113-125.
- Dunkerton, T.J. and Delisi, D.P. (1986). "Evolution of potential vorticity in the winter stratosphere of January February (1979)" *J. Geophys. res.*, vol. 91, pp.1199-1208.
- Gilbert, C., Gouy, C., Rosenthal, U. and Hart, P. (2000). *Flood management in France , flood response and crisis management* ,pp. 15-56.
- Harvey, V. L. and Hitchman, M.H. (2004). "a climatology of the Aleution High" *J . Atmos. sci.*, Vol. 53. No. 4.PP. pp. 2088-2101.
- Kahana, R., Ziv, B., Dayan, U. and Enzel, Y. (2004). "Atmospheric predictors for major floods in the Negev Desert", Israel, *Int. J. climatol.*, Vol. 24, pp.1137-1147.
- Kerang, L. and Makarau, A. (1994). Drought and desertification, Report series. *World climate programme* , WCASP (28) WMO/ TD, No. 605, 286p.
- Konrad, C.E. (2001). "Synoptic - Scale Features Associated with Warm - Season Heavy Rinfall over the Interior South Eastren United Stated", *Weather and Forecasting.*, Vol. 12, ISS3.
- Nash, E.R. and Newman, A. (1996). "An objective determination of the polar vortex using Ertels potential vorticity" , *J. Geop Res.*, Vol. 101( D5), pp. 9471-9478.
- Stromberg, J.C., Richter, B.D., Patten, D.T. and Wolden, L.G. (1993). Response of a Sanoran riparian Forest to a 10 year return FLlood *J.Western North American. Naturalist* , vol.53.No. 2, pp. 118-139.
- Ziv, B., Dayan, U. and Sharon, D. (2004). A mid-winter,tropical extreme flood – producing storme in southern Israel:Synoptic scale analysis, *Met.Atmos. Phys.*, In press.
- لشکری، ح.(۱۳۷۵). بررسی سینوپتیکی بارشهای شدید جنوب و جنوب غرب ایران. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ایران. ص ۵۰۴-۵۰۰
- لشکری، ح. (۱۳۸۲). مکانیسم تکوین و تقویت توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارشهای جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶، ص ۱۸-۱
- مرادی، ح.ر. (۱۳۸۰). تحلیل همیدی بارشهای ساحل جنوبی دریای خزر در شش ماه سرد سال، مجله علوم دریایی ایران، دوره اول، شماره دوم، ص ۷۲-۶۱
- مرادی، ح.ر. (۱۳۸۰). بررسی سینوپتیک سیلاب ۲۱ آبان سال ۱۳۷۵ نواحی مرکزی استان مازندران، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۵۶، ص ۴۱-۳۳
- مولا، ع. (۱۳۷۴). در بررسی سینوپتیکی دینامیکی سیل کرمان در بهمن ماه ۷۱. پایان نامه کارشناسی ارشد ژئو فیزیک دانشگاه تهران. ایران. چکیده .
- نجارسلیقه، م. (۱۳۸۵). مکانیزم‌های بارش در جنوب شرق کشور، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۵، ص ۱۳-۱
- Alexander , M .J., Rashid , M.S ., Shamuddin , S.D. and Alam , M.S. (2002), "Flood Control ,drainage and irrigation projects in Bangladesh and their impact on soils". land degradation and development. Jone Wily&Sons., vol.9, Issue 3 . pp. 233-246
- Alpert, P. ( 2004). "A new season definition based on classified daily synoptic system: An example for the Eastern Mediterranean" *Int. J. Climatol.*, Vol. 24, pp. 1013-1021
- Angell, J.K. and Korshover, J. (1992). "Relation between 300 –mb north polar vortex and equatorial SST , QBO ,and sunspot number and the record contraction of the vortex in 1988-89". *J. Climate.*, Vol.5, Issue 1. pp. 22 -29
- Calena, G. and Barbet , D. (1992). *Influence of vegetation cover on flood hydrology in experimental basins if Mt. lozere.* Hydrology Continental ,pp. 33-49
- Chai, X., Hong, X ., Shun, H., Chai, Z., Hong, L. and Shun, G. (1995). "Relationship between Flood and Forest , Vegetation in Zheyiarg Provinces in 1994" , *Acta Agriculture* .vol.7, Issue 2 , pp. 97-100
- Cozari, F. and Fontan, G.D. (1994). "Effect of land use change on flood hazard" , *Proceedings of Eighth*