مجلهٔ علمی ـ پژوهشی دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان
دورهٔ دوم، شمارهٔ بیست‌وششم و بیست‌وهفتم
پاییز و زمستان ۱۳۸۰، صص ۱۸ ـ ۱

تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک واقعهٔ سیل اسفندماه ۱۳۷۱ در حوضهٔ آبی کارون

دکتر محمدرضا کاویانی* ـ رحیم حجتی‌زاده**

چکیده

روز دوشنبه هفدهم اسفندماه سال ۱۳۷۱، مصادف با هشتم مارس ۱۹۹۳ میلادی سیل عظیمی در رودخانهٔ کارون جاری شد که خسارت سنگین و محسوسی به دنبال داشت. این سیل نتیجهٔ فعالیت سامانهٔ (سیستم) باران‌زایی بود که از شمال‌غربی شبه‌جزیرهٔ عربستان به‌آرامی به سمت شمال شرق حرکت کرده و پس از ۳ روز جنوب غربی کشور را تحت‌تأثیر خود قرار داد. گسترش و تقویت این مرکز کم‌فشار به گونه‌ای بود که علاوه بر حوضه‌های آبی کارون و دز، نواحی جنوبی و بویژه جنوب شرقی حوضهٔ آبی کرخه را نیز مورد تهاجم قرار داد.

در این تحقیق سعی شده با تفسیر نقشه‌های سینوپتیک در سطح زمین، ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰و۱۲۰۰ Utc[1] در آغاز بارندگی‌ها و سه روز قبل از آن، چگونگی حرکت و ورود سامانه(ها) و انتقال رطوبت به منطقه مورد تحلیل واقع شود. برای مشخص نمودن میزان پایداری جو

*ـ استاد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان. **ـ عضو هیأت علمی دانشگاه امام حسین.

1- Universal time coordinate

از داده‌های ترمودینامیک ایستگاه جو بالای دزفول[1] و شاخص‌های تجربی شولتر (SI) و ویتینگ (KI) استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی
سینوپتیک، ترمودینامیک، سیل، سامانه (سیستم)، آئرودینامیک، سلونوئید، شاخص شولتر، شاخص ویتینگ.

مقدمه

سیل یکی از بارزترین بلایای طبیعی است که طبق آمار سازمانهای تخصصی ملل متحد در طول یک دهه در ۱۳۰ مورد بیش از ۶۴۰۰۰۰ نفر تلفات انسانی و ۹/۰۶ میلیارد دلار خسارت اقتصادی محسوس به همراه داشته است (۲).

در گسترهٔ ایران، علی‌رغم اینکه مرکز پرفشار جنب حاره در ماههایی از سال بر روی آن قرار دارد که خود عدم نزول ریزشهای جوی را برای ماههای متوالی به‌دنبال خواهد داشت، در جای دیگر میزان قابل توجهی باران در مدت چند روز یا چند ساعت فروریخته و سیلابهای مخرب را ایجاد می‌نماید.

کشور ما به دلیل دارا بودن کوهستانهایی نظیر البرز و زاگرس ناحیهٔ مناسبی برای تشدید و گسترش این پدیدهٔ مخرب می‌باشد. زیرا کوهستان به‌صورت یک مانع در مقابل سامانه‌های جوّی عمل کرده و آنها را منحرف و یا مجبور به صعود می‌نماید که در این صورت انتقال و صعود تودهٔ هوای مرطوب را تسهیل و نقش مهمی در افزایش ریزشهای جوّی ایجاد می‌کند (۱).

سال آبی ۷۲-۱۳۷۱، سیل‌های بزرگی در بیش از ۱۱ استان کشور جاری شد که وقوع آن را پس از زلزلهٔ گیلان و زنجان، مهمترین حادثهٔ طبیعی این سرزمین قلمداد کرده‌اند. بر اثر وقوع این سیل ۵۰۰ نفر کشته و یک میلیارد دلار خسارت محسوس بر جای مانده است (۲).

در سال مورد اشاره، به دلیل ورود جبهه‌های فعال و بارانزا و بارندگی‌های متناوب آذرماه لغایت اردیبهشت‌ماه در نیمهٔ جنوبی کشور سیلابهای بزرگی به وقوع

۱ـ داده‌های گرمایی ـ رطوبتی در ایستگاه جو بالای دزفول با توجه به موقعیت جغرافیایی آن، معرف توده‌هوای حاکم بر حوضهٔ آبی کارون می‌باشد.

پیوست (۴) که سیل اسفندماه نسبت به دیگر سیلابهایی که در این سال آبی به‌وقوع پیوسته‌اند مخرب‌تر و بزرگتر بوده است.

در این مقاله سعی شده با تفسیر نقشه‌های روزانهٔ هوا در آغاز بارندگی‌های منجر به این سیل و سه روز قبل از آن، منشأ حرکت سامانه‌ای که منطقهٔ مورد مطالعه را تحت‌تأثیر قرار داده است مورد شناسایی قرار گیرد. همچنین با تحلیل داده‌های ترمودینامیک ایستگاه جوّ بالای دزفول وضعیت پایداری در منطقه مورد بررسی قرار گرفته است.

روش تحقیق

در ایجاد پدیدهٔ سیل دو عامل دخالت دارد. عامل اول شامل فعل و انفعالات و آرایش سامانه‌های جوّی و شرایط ناپایداری (حرارتی ـ مکانیکی) جو است. عامل ثانویه، شرایط فیزیکی (توپوگرافی، پوشش گیاهی، شرایط ژئومورفیک) و دیگر شرایط فیزیوگرافیک منطقهٔ دریافت بارش می‌باشد.

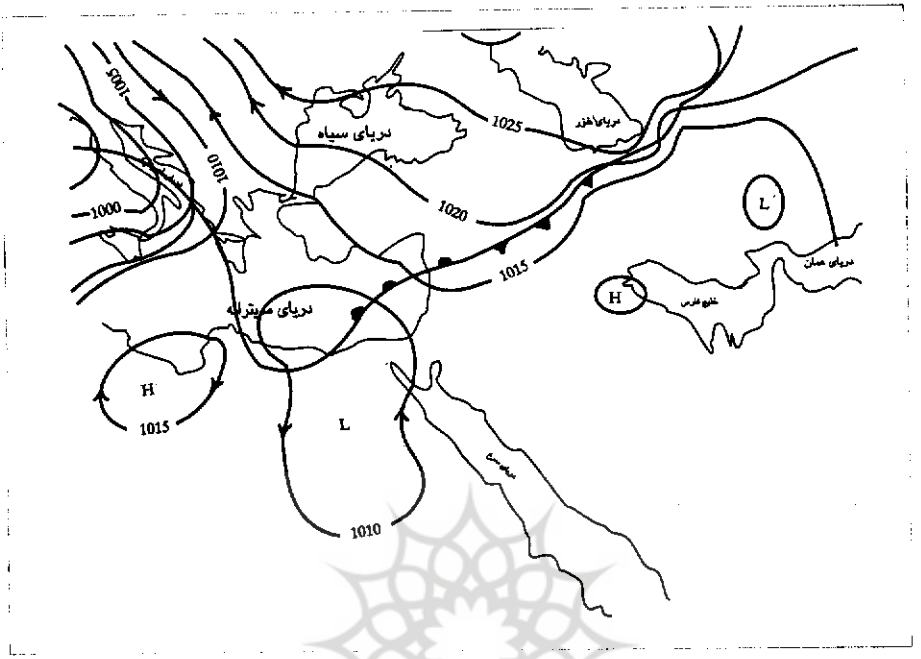
در این مقاله برای بررسی عوامل دستهٔ اول نقشه‌های سینوپتیک[1] در ترازهای مختلف سطح زمین، ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال با روش کتابخانه‌ای و توصیفی مورد استفاده قرار گرفته است.

برای تعیین وضعیت پایداری در منطقه از داده‌های ترمودینامیک ایستگاه جو بالای دزفول استفاده شده است.

تحلیل نقشه‌های سینوپتیک

در این قسمت برای به‌دست آوردن یک دید جامع و دقیق از الگوی سینوپتیکی حاکم و انطباق شرایط ترمودینامیکی با آرایش و حرکت سامانه(ها)یی که این سیل را موجب شده‌اند از نقشه‌های هوا در روزهای دوم تا پنجم ماه مارس سال ۱۹۹۳ میلادی (۱۱ تا ۱۴ اسفند ۱۳۷۱ شمسی) استفاده شده است.

۱ـ در این تحقق ۴۰ نقشهٔ سینوپتیک مورد تفسیر قرار گرفته است که برای جلوگیری از حجیم شدن مقاله، نقشهٔ روزهای اول و آخر مورد بررسی آورده شده است.

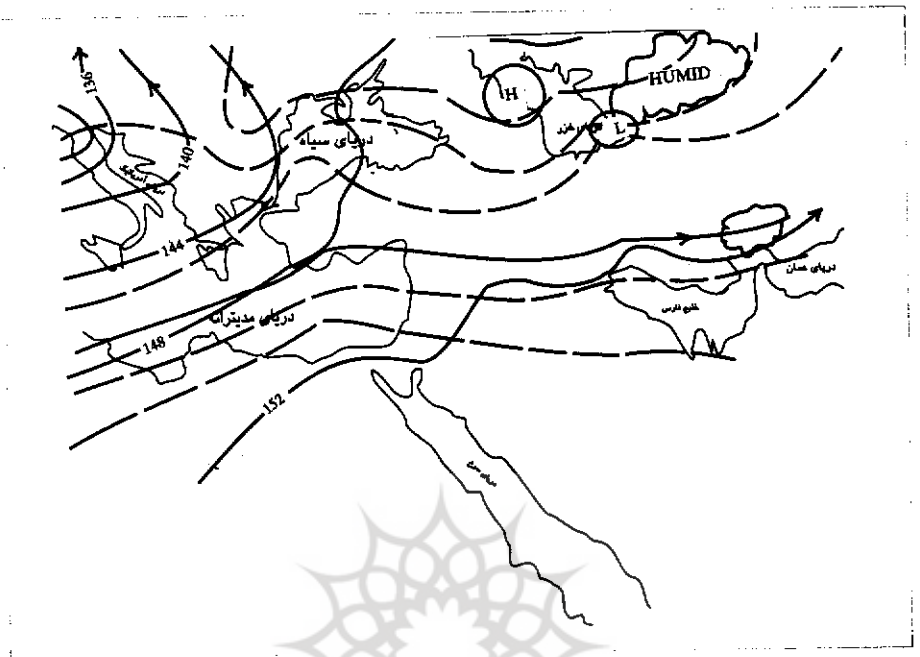


نقشهٔ ۱ـ سطح زمین ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۲ (۱۳۷۱/۱۲/۱۱)

در روز دوم مارس در نقشهٔ سطح زمین سامانهٔ کم‌فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال از جنوب مصر و شمال سودان به سوی شمال تا جنوب شرقی دریای مدیترانه کشیده شده است. این سامانه نواحی وسیعی را در محدودهٔ عرض‌های ۱۵ تا ۲۰ درجهٔ شمالی و ۲۵ تا ۳۵ درجهٔ طول شرقی تحت پوشش قرار داده و به علت استقرار فشار زیاد هوا بر روی شبه جزیرهٔ عربستان و غرب ایران نتوانسته است به طرف شرق گسترش یابد. این سامانه منشأ سودانی دارد (نقشهٔ ۱).

تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال: یک ناوهٔ[1] فرعی در شرق دریای مدیترانه و یک ناوهٔ اصلی بر روی ایتالیا قرار دارد که محور آن تا مرکز لیبی امتداد دارد، این ناوه دارای دامنهٔ عمیقی است و جریانات در شرق آن به شمال شرق کشیده می‌شود و سبب شده است که پشته‌ای[2] قوی بر روی شرق مصر و سراسر شبه جزیرهٔ عربستان ایجاد گردد. این وضعیت سینوپتیکی با توجه به پربند ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر موجب گسترش سامانهٔ سودانی به سوی شمال و شرق مدیترانه می‌باشد.

1- Trough
2- Ridge



نقشهٔ ۲ـ تراز ۸۵۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۲ (۱۳۷۱/۱۲/۱۱)

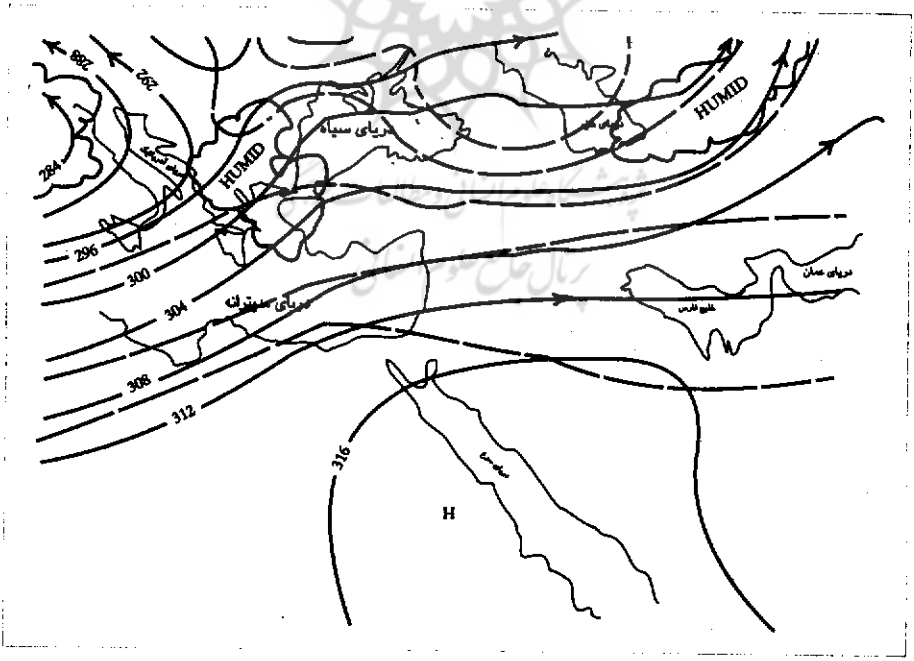
جریانهای جوّی در پشت ناوهٔ اصلی تقریباً غربی بوده و قادر به انتقال هوای سرد از مرکز اروپا به طرف دامنهٔ جنوبی این ناوه نمی‌باشد، اما انتقال هوای گرم از شمال آفریقا به جنوب شرقی دریای مدیترانه کاملاً مشخص است (نقشهٔ ۲).

تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال: در این تراز یک مرکز کم‌ارتفاع با پربند ۲۸۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شمال ایتالیا بسته شده است. محور ناوهٔ اصلی این سامانهٔ کم‌ارتفاع شمالی- جنوبی بوده و تا مرکز کشور لیبی کشیده شده است ولی به علت عدم داده‌های کافی محور این ناوه به‌خوبی محور ناوه در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مشخص نیست. در غرب محور ناوهٔ اصلی یک محور ناوهٔ دیگر وجود دارد که از شمال شرق به جنوب غرب تا مراکش کشیده شده است. پربند ۳۱۶ ژئوپتانسیل دکامتر یک پشتهٔ نسبتاً قوی را بر روی شرق مصر تا مرکز شبه جزیرهٔ عربستان نشان می‌دهد که دامنهٔ آن به سوی شمال تا غرب عراق، شرق سوریه و شرق دریای سیاه امتداد یافته است. هماهنگی این پشته با پشتهٔ تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال سبب گسترش کم‌فشار سودانی به سوی نواحی شمالی

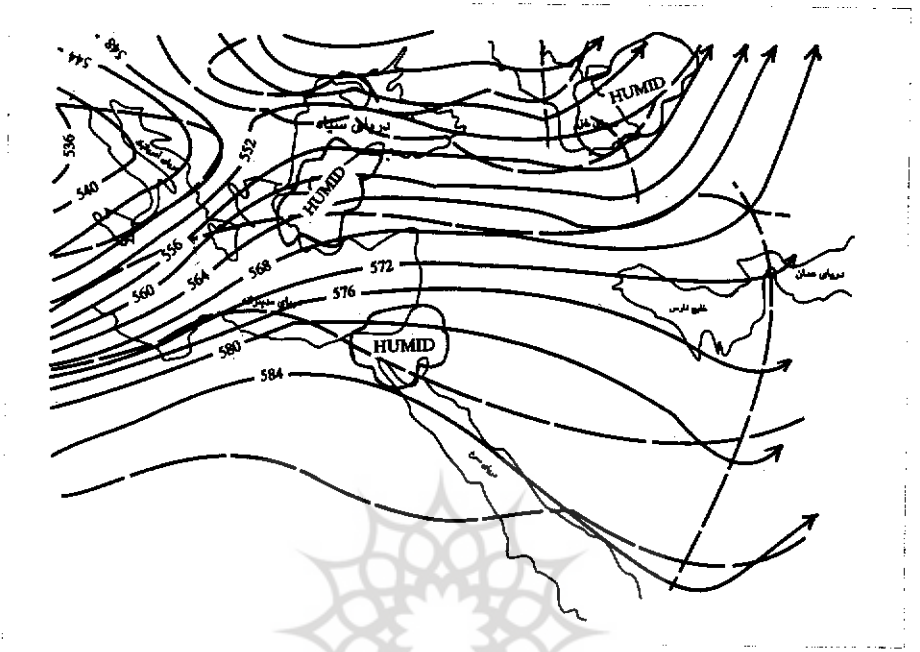
شده است. به‌طور کلی در این روز جریانهای شمال غربی و شمالی جهت فرارفت هوای سرد اروپای مرکزی به درون ناوهٔ مستقر بر روی ایتالیا و دامنه‌های جنوبی آن وجود ندارد. در این تراز نیز شاخهٔ شرقی ناوه، فرارفت هوای گرم حارّه قاره‌ای را از شرق لیبی و غرب مصر به سوی شمال شرقی مدیترانه، جنوب سوریه و غرب عراق فراهم می‌کند (نقشهٔ ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال این موضوع را کاملاً نشان می‌دهد).

لازم به ذکر است که ناوهٔ مستقر بر روی ایتالیا در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال از ناوهٔ تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال عقب‌تر است و این بدان معنی است که سامانه فعال می‌باشد (نقشهٔ ۳).

تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال: یک ناوه بر روی غرب ایتالیا قرار دارد که محور آن شمالی ـ جنوبی بوده و تا مرکز لیبی کشیده شده است. ناوهٔ دیگری در غرب این ناوه از شمال ایتالیا به طرف مراکش در شمال غرب آفریقا امتداد دارد. در این تراز نیز جریانات هوای سرد در پشت ناوهٔ اصلی وجود ندارد ولی انتقال هوای گرم از نواحی مرکزی آفریقا به جنوب شرق مدیترانه کاملاً مشخص می‌باشد.



نقشهٔ ۳ـ تراز ۷۰۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۲ (۱۳۷۱/۱۲/۱۱)



نقشهٔ ۴ـ تراز ۵۰۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۲ (۱۳۷۱/۱۲/۱۱)

پشته‌ای که در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی شبه جزیرهٔ عربستان تا شرق دریای سیاه کشیده شده بود در این تراز نیز مشاهده می‌گردد. غرب ایران، سراسر عراق و شرق سوریه تحت نفوذ یک سامانهٔ پرفشار واقع شده‌اند (نقشهٔ ۴).

تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال: در این تراز کوران شدیدی وجود دارد که از شمال لیبی با یک انحنا به سوی شمال مصر، شمال عربستان و سپس به سوی ایران امتداد دارد. این کوران متعلق به فشار زیاد جنب حاره می‌باشد که بر روی آفریقا به عرض‌های جنوبی‌تر کشیده شده است. این کوران مشخصات ناوه را در تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال کاملاً نشان می‌دهد. ناوه در ترازهای لایهٔ زیرین از این کوران شدید باد پیروی می‌کند (نقشهٔ ۵).

در ۱۲ ساعت بعد ناوه‌ای که در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی ایتالیا قرار داشت ضمن حرکت به شرق سازمان‌یافته (ناوه عمیق)تر شده و از استانبول (ترکیه) تا شرق لیبی امتداد دارد (این وضعیت سینوپتیکی در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال ایجاد

نقشهٔ ۵ـ تراز ۳۰۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۲ (۱۳۷۱/۱۲/۱۱)

شده است). به علت سازمان‌یافته‌تر شدن این ناوه، جریانات در پشت آن شمالی‌تر شده و در نتیجه هوای سرد را از مرکز و جنوب اروپا به درون ناوه منتقل می‌کند.

در نقشهٔ این ساعت کم‌فشار سطح زمین گسترده‌تر شده و شمال دریای سرخ و سواحل شرقی دریای مدیترانه را تحت‌تأثیر قرار داده است.

۱۹۹۳/۳/۳ (۱۳۷۱/۱۲/۱۲) در این روز سامانهٔ کم‌فشار مستقر بر روی جنوب مصر و شرق مدیترانه به‌علت استقرار یک سامانهٔ پرفشار بین غرب شبه جزیرهٔ عربستان و دریای سرخ نمی‌تواند به‌سوی شرق حرکت نماید.

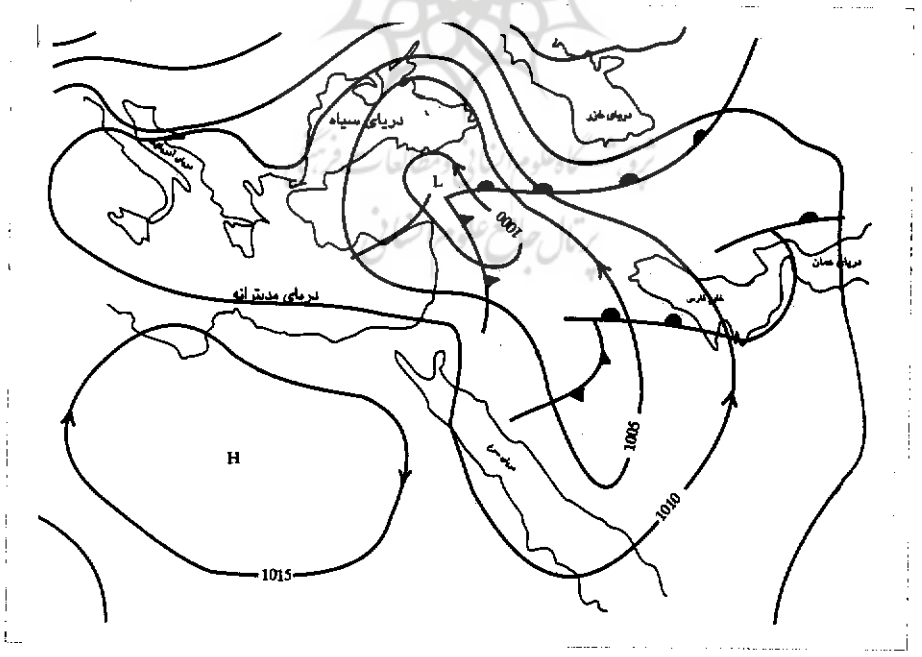
ناوه‌ای که در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی ترکیه قرار داشت از شرق مدیترانه عبور کرده و بین غرب عراق و شرق سوریه با دامنهٔ نسبتاً عمیقی تا جنوب غرب شبه جزیرهٔ عربستان مستقر شده است. سامانهٔ پرفشار واقع بر روی شبه‌جزیرهٔ عربستان به سوی شرق منتقل شده است. جریانات جنوب غربی و جنوبی در شاخهٔ شرقی ناوه‌های مزبور انتقال هوای گرم را به جنوب غربی ایران ممکن ساخته

است و سامانهٔ سودانی همراه با ناوهٔ ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از طریق شمال غرب شبه جزیرهٔ عربستان، جنوب سوریه و عراق به ایران منتقل می‌شود.

در ۱۲ ساعت بعد این سامانهٔ کم‌فشار به‌طور کامل بر جنوب غربی ایران قرار گرفته است. سامانهٔ کم‌فشاری که بر روی شبه‌جزیرهٔ عربستان قرار داشت به شمال شرق منتقل شده و رطوبت و گرما را به درون سامانهٔ کم‌فشار مستقر بر جنوب غرب ایران تغذیه می‌کند.

۱۹۹۳/۳/۴ بررسی و تحلیل نقشه‌های هوا در ترازهای مختلف جو، تغییرات قابل ملاحظه‌ای را نسبت به روزهای گذشته نشان نمی‌دهد.

۱۹۹۳/۳/۵ نقشه‌های هوای سطح زمین در ساعت ۰۰،۰۰ utc نشان می‌دهد که سامانهٔ مستقر بر روی جنوب غربی ایران از مرکز فشاری در حدود ۱۰۰۵ هکتوپاسکال و کمتر از آن برخوردار است. در الگوی نقشهٔ مربوط به این روز کم‌فشار سودانی فعال دیده می‌شود و فرارفت هوای گرم و مرطوب دریای عمان این سامانه را کاملاً فعال نموده است (نقشهٔ ۶).



نقشهٔ ۶ـ سطح زمین ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۵ (۱۳۷۱/۱۲/۱۴)

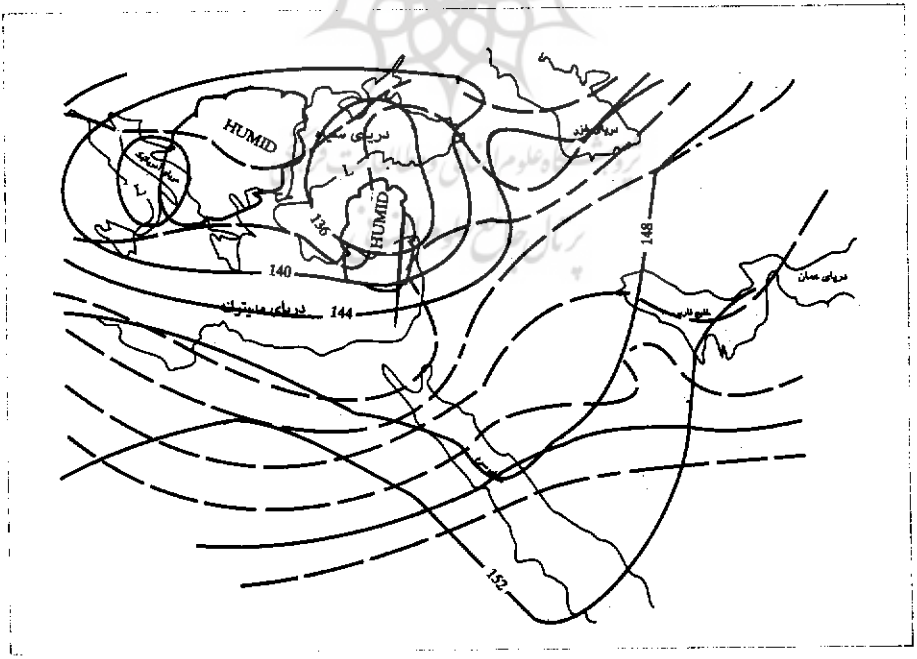
تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال: همراه با مراکز کم‌فشار سطح زمین در شرق مدیترانه ناوه‌ای وجود دارد که محور آن تا عرض ۲۰ درجهٔ شمالی پایین آمده است (نقشهٔ ۷).

تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال: ناوه‌ای در غرب عراق و مرکز شبه جزیرهٔ عربستان است که در قسمت شرقی آن رطوبت بسیار خوبی وجود دارد (نقشهٔ ۸).

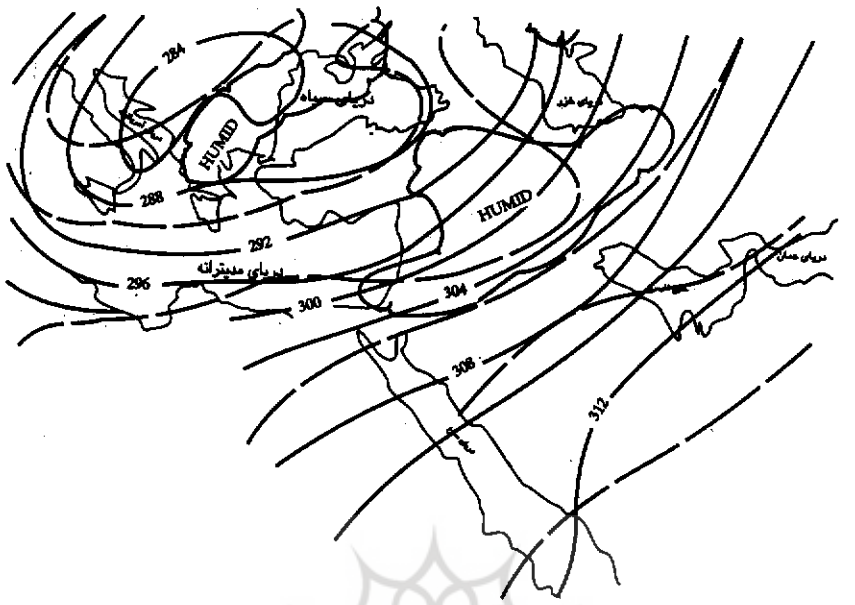
تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال: کلیهٔ نواحی شمال غرب خلیج فارس و قسمتی از شرق عراق، شمال عربستان و مرکز آن را رطوبت فراگرفته است. سلونوئیدها در این تراز فعال بودن سامانه را نشان می‌دهند (نقشهٔ ۹).

تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال: یک محور کوران شدید بر روی شمال آفریقا، مرکز عربستان و جنوب خلیج فارس قرار دارد که مرکز آن با ۱۱۰ نات بین جده و ریاض است (نقشهٔ ۱۰).

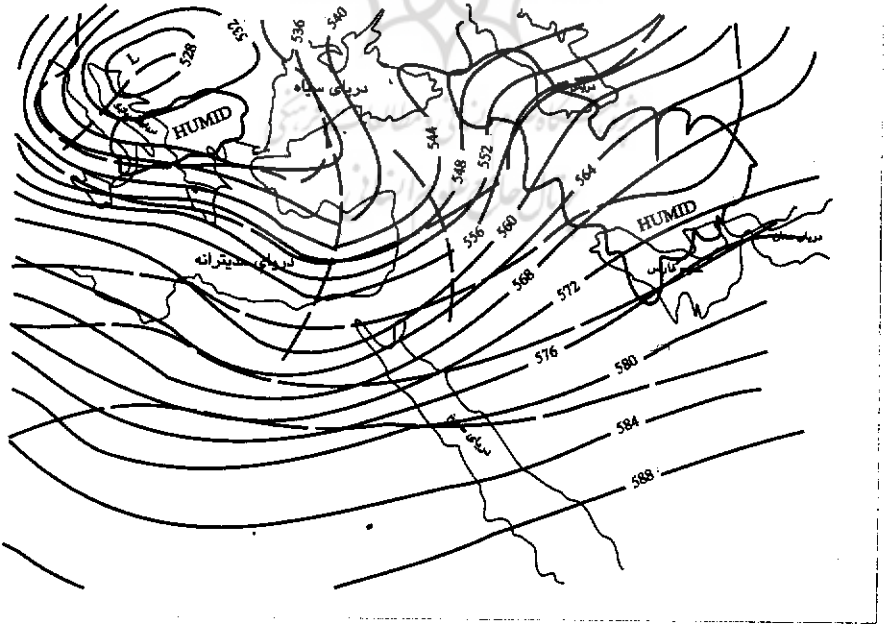
۱۲ ساعت بعد محور کوران به سوی شمال منتقل شده و مرکز آن با ۹۵ نات بین ریاض و کویت قرارگرفته است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک مرکز کم‌ارتفاع بر روی ترکیه بسته شده است و ناوه کاملاً شکل گرفته و دامنهٔ آن تا شمال دریای سرخ امتداد یافته است.



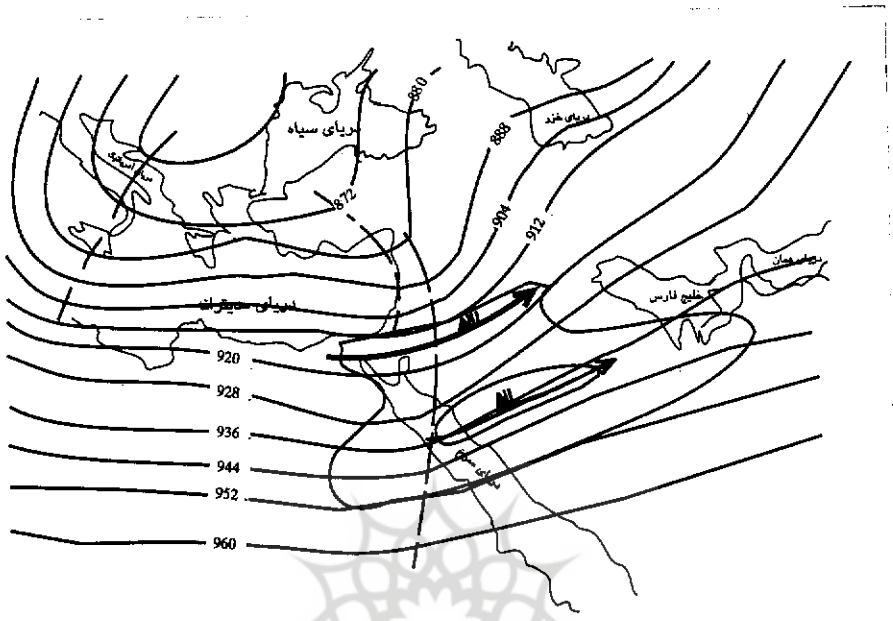
نقشهٔ ۷ـ تراز ۸۵۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۵ (۱۳۷۱/۱۲/۱۴)



نقشهٔ ۸ـ تراز ۷۰۰ hpa ساعت ۱۲،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۵ (۱۳۷۱/۱۲/۱۴)



نقشهٔ ۹ـ تراز ۵۰۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۵ (۱۳۷۱/۱۲/۱۴)



نقشهٔ ۱۰ـ تراز ۳۰۰ hpa ساعت ۰۰،۰۰ utc تاریخ ۱۹۹۳/۳/۵ (۱۳۷۱/۱۲/۱۴)

تحلیل داده‌های ترمودینامیک

پیش‌بینی پدیده‌های همرفتی[1] و سیل‌های مخرب[2] بسیار مشکل است (7) زیرا که ایجاد و تکوین پدیده‌های ناپایدار در جو ترکیبی از عوامل مختلف بوده و تعیین این عوامل و سهم هر یک در تکوین این پدیده‌ها کار آسانی نیست. با وجود این براساس تجارب و آگاهی به دست آمده، روشهایی وجود دارد که می‌توان از آنها در جهت دستیابی به‌شدت ناپایداری در جو استفاده کرد (۵).

برخی از روشهایی که برای تعیین ناپایداری در جو به‌کار می‌روند عبارت‌اند از:

۱ـ شاخص ویتینگ (KI): این شاخص برای تشخیص ناپایداری و در نتیجه نوع طوفانهای همراه با رعد و برق است. مقدار KI را می‌توان طبق جدول ۱ مورد بررسی قرار داد و احتمال وقوع طوفانها را به دست آورد.

1- Convective

2- Flash Flood

جدول ۱ـ رابطهٔ احتمال وقوع رعد و برق و شاخص KI

ارزش KI	درصد احتمال وقوع رعد وبرق
<۱۵	۰
۱۵ـ۲۰	۲۰
۲۱ـ۲۵	۲۰ـ۴۰
۲۶ـ۳۰	۴۰ـ۶۰
۳۱ـ۳۵	۶۰ـ۸۰
۳۶ـ۴۰	۸۰ـ۹۰
۴۰	نزدیک به ۱۰۰

ارزش KI با توجه به فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$KI = (T_{850} + td_{850}) - (T_{700} - Td_{700}) - T_{500}$$

در این رابطه T درجه حرارت هوا و td نقطهٔ شبنم هوا در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد.

۲ـ شاخص شولتر (si): یکی دیگر از شاخصهای ناپایداری را می‌توان شاخص شولتر دانست که براساس مفهوم ناپایداری پتانسیلی پایه‌گذاری شده است. اساس این شاخص بر رابطهٔ بین دمای خشک و نقطهٔ شبنم تراز ۸۵۰ و دمای خشک ۵۰۰ هکتوپاسکالی گذارده شده است و اساس محاسبهٔ آن بدین صورت است. $Si=500 - T'$، T در این معادله T دمای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی و T' مقدار دما در محل تلاقی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی با خطی که از سطح تراکم صعود همرفتی[1] به موازات بی در رو مرطوب در نمودار ترمودینامیک رسم شده است. شاخص شولتر طبق جدول ۲ قابل بررسی است (۵).

۱ـ سطحی است که تراکم بخار آب بر اثر حرکات همرفتی هوا در آن دیده می‌شود (۳).

جدول ۲ـ رابطهٔ بین شاخص شولتر و شرایط ناپایداری جو

شاخص شولتر	شرایط جوی
۳ و ۱	احتمال رگبار و گاهی رعد و برق است
۱ و ۳ـ	احتمال رعد و برق زیاد است
۳ـ >	شدت ناپایداری زیاد می‌گردد.

بررسی داده‌های ترمودینامیک (جدول ۳) در ایستگاه جو بالای دزفول در روزهای سوم، چهارم و پنجم ماه مارس شرایط ناپایداری را در منطقه به صورت زیر نشان می‌دهد:

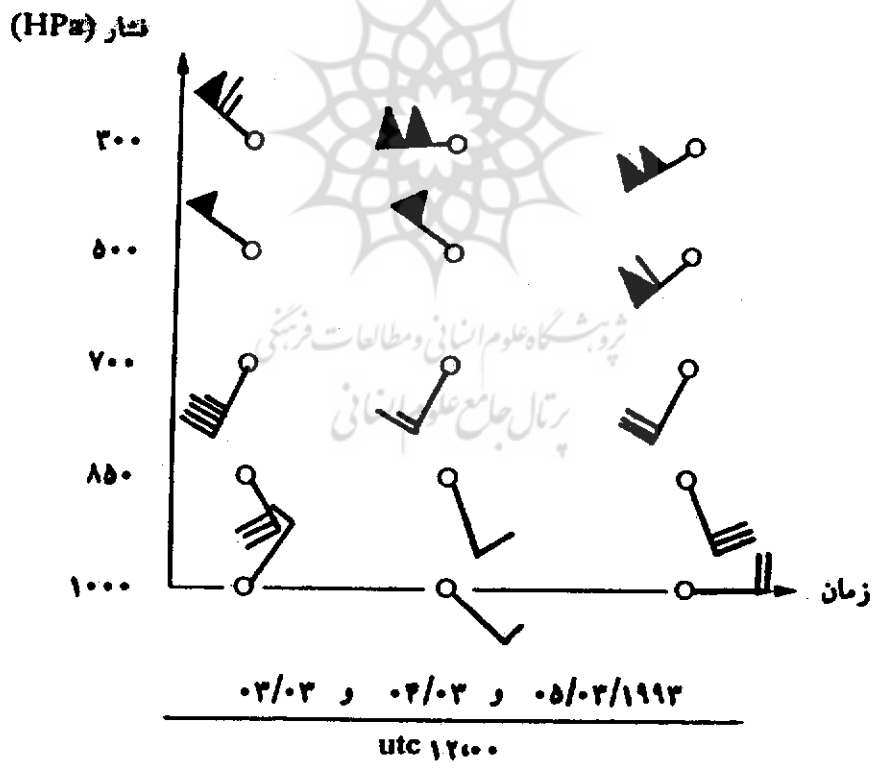
روز سوم مارس دمای پتانسیل خشک (θ) در سطح زمین ۲۳/۵ و در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۲۹ و در ارتفاعات بالاتر مقدار این دما از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد تجاوز می‌کند و معرف تودهٔ هوای حاره‌ای است. نسبت آمیزه ۷/۷ گرم بوده و نقطهٔ شبنم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال پیش از ۵ گرم بر کیلوگرم است که معرف تودهٔ هوای حارهٔ دریایی است و جریانهای هوایی را نشان می‌دهد که در تفسیر نقشه‌های این روز شرح داده شد. این جریانات انتقال رطوبت را به درون سامانه ممکن ساخته است.

دمای پتانسیل تر (θw) نیز وجود تودهٔ هوای حاره‌ای را که ناپایدار است مشخص می‌سازد. شاخص ناپایداری Ki برابر با ۳۳/۱ بوده که ناپایداری متوسطی را در لایه‌های میانی جو نشان می‌دهد. شاخص ناپایداری Si=۱/۶ است که با توجه به جدول ۲ از شدت ناپایداری مناسبی برخوردار نمی‌باشد.

در روز آغاز بارندگی‌ها (پنجم مارس) نیمرخ عمودی باد (شکل ۱) نشان می‌دهد که جریانات سطح زمین با حرکتی موافق عقربه‌های ساعت از شرق به جنوب غرب در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌رسد. این جریانات برای انتقال هوای گرم و مرطوب دریای عمان به جنوب غربی ایران کاملاً مناسب است.

دمای پتانسیل خشک در این روز از ۳۰ درجهٔ سلسیوس تجاوز کرده و میزان افزایش آن به‌ویژه در لایه‌های میانی جو زیاد است و پایداری را نسبت به هوای بی در روی خشک مشخص می‌سازد. دمای پتانسیل تر نیز از ۱۶ درجهٔ سلسیوس تجاوز کرده و با ارتفاع کاهش جزئی داشته است که ناپایداری جو را نسبت به هوای بی‌در روی اشباع نشان می‌دهد. نسبت آمیزه در سطح زمین ۹/۸ گرم بر کیلوگرم است و علی‌رغم کاهش آن با ارتفاع از میزان رطوبت بالایی برخوردار است.

شاخص‌های ناپایداری SI و KI به ترتیب ۴/۶- و ۳۹/۱ است که هر دو ناپایداری شدیدی را در منطقه نشان می‌دهند.



شکل ۱- نیم‌رخ عمودی باد در ایستگاه دزفول

جدول ۳ـ برخی از فراسنج‌ها و شاخص‌های ترمودینامیک سیل اسفندماه ۱۳۷۱ در حوضهٔ آبی کارون (ایستگاه دزفول)

تاریخ و ساعت	دمای پتانسیل تر θw	دمای پتانسیل خشک θ	سرعت شبنم باد	سمت حرارت باد	نقطه td	درجه T	فشار p
۱۹۹۳/۳/۳ utc۱۲۰۰	۱۵/۴	۲۳/۵	۰۱۲	۰۷۰	۱۰	۲۳	سطح‌زمین
	۲۹		۰۳۲	۱۶۰	۶/۲	۱۴/۸	۸۵۰
	۱۷	۳۳	۰۴۴	۲۰۰	۲/۶	۳/۶	۷۰۰
	۱۵	۴۰	۰۴۸	۲۸۰	-۲۹/۵	-۱۳/۵	۵۰۰
		۰۶۶	۲۹۰	—	—	-۳۹/۹	۳۰۰
r = ۷/۷							

	θw	θ باد	سرعت باد	سمت	td	$T^{\circ c}$	فشار
۱۹۹۳/۳/۴ utc۱۲۰۰	۱۷/۹	۲۲/۷	۰۰۴	۱۲۰	۱۵/۴	۲۲/۴	سطح‌زمین
	۱۰	۲۷	۰۱۰	۱۷۰	-۱۷/۳	۱۳/۶	۸۵۰
	۱۰	۳۲	۰۱۶	۲۲۰	-۲۶/۷	۰۱/۸	۷۰۰
	۱۴	۳۳	۰۴۶	۲۹۰	-۳۱/۵	-۱۷/۳	۵۰۰
			۱۰۰	۲۷۰	—	-۴۵/۳	۳۰۰
r = ۱۱							

	θw	θ	سرعت باد	سمت باد	td	$T^{\circ c}$	فشار
۱۹۹۳/۳/۵ utc۱۲۰۰	۱۶/۵	۲۱/۴	۰۱۸	۰۹۰	۱۳/۶	۲۰/۶	سطح‌زمین
	۱۶	۲۳	۰۳۸	۱۶۰	۱۰	۱۲/۸	۸۵۰
	۱۴	۳۲	۰۲۸	۲۲۰	۱/۸	۲/۶	۷۰۰
	۱۴	۳۸	۰۶۰	۲۵۰	-۳۰/۱	-۱۷/۱	۵۰۰
		۱۰۲	۲۶۰	—	-۴۴/۵	۳۰۰	
r=۹/۸							

نتیجه

بررسی نقشه‌ها سینوپتیک در روزهای دوم و سوم ماه مارس حرکت سامانهٔ کم‌فشاری را نشان می‌دهد که از جنوب مصر و شمال سودان به شمال غرب عربستان کشیده شده است و با حرکت جریانهای شاخهٔ شرقی ناوه در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از جنوب سوریه و عراق به جنوب غرب ایران منتقل می‌شود.

از روز چهارم به بعد استقرار یک مرکز پرفشار بر روی شرق شبه جزیرهٔ عربستان سبب انتقال رطوبت و گرما به درون سامانهٔ کم‌فشار جنوب غرب ایران شده و میزان رطوبت را به مقدار زیادی افزایش داده است.

با توجه به داده‌های ترمودینامیک ایستگاه دزفول جریانات شرقی تا جنوب غربی از سطح زمین تا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال معرف انتقال هوای گرم و مرطوب از دریای عمان و شرق شبه‌جزیرهٔ عربستان به جنوب غربی کشور می‌باشد. این جریانات نه تنها عامل افزایش میزان آب موجود در جو هستند بلکه شدت ناپایداری را در رده شدید قرار داده است (Ki= ۳۹/۱ Si = -۴/۶).

در این مقاله از نظرات ارزندهٔ استادان گرانقدر آقایان دکتر هوشنگ قائمی و دکتر حسنعلی غیور استفاده شده است که بدین وسیله مراتب قدردانی خود را ابراز می‌داریم. همچنین از سازمان هواشناسی کشور که با در اختیار گذاشتن نقشه‌های سینوپتیک و داده‌های ترمودینامیک ایستگاه جو بالای دزفول، این مطالعه را حمایت کرده‌اند قدردانی می‌گردد.

منابع

۱ـ ترکمن سرابی، مسعود. ***مطالعهٔ برهم‌کنش سیستم‌های سینوپتیکی جنوب غربی با مناطق کوهستانی زاگرس***، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران، اسفندماه ۱۳۷۱.

۲ـ رضوانی، عارف. ***بررسی خسارت سیل هفتاد سال اخیر کشور***، انجمن هیدرولیک ایران، مهرماه ۱۳۷۷.

۳ـ ریتالاک، بی، جی. **هواشناسی عمومی**، جلد اول، ترجمهٔ احمد نوحی، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۳.

۴ـ سازمان هواشناسی کشور، ***سیل و شرایط جوی وقوع آن در استان خوزستان***، معاونت آموزش و پژوهشی، ۱۳۷۵.

۵ـ قائمی، هوشنگ و محمود عدل، ***ناپایداری و طوفانهای رعد و برق***، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۷۱.

۶ـ نقشه‌های سینوپتیک و ترمودینامیک سازمان هواشناسی کشور

7- Senesi, Stephan et al, The vaison-La- Romaine Flash-Flood. American Meteorological Society, 1996.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی