

# تحلیل همدیدی توفان‌های تندری سیلاب ساز استان کرمانشاه

شهریار خالدي - دانشيار گروه جغرافياي دانشگاه شهيد بهشتي  
فرامرزي خوش اخلاق - استاديار دانشكده جغرافيا، دانشگاه تهران  
محمد خزايي\* - دانشجوي کارشناس ارشد اقليم شناسي دانشگاه شهيد بهشتي

دریافت مقاله: ۸۹/۵/۳

پذیرش نهایی: ۸۹/۹/۲۵

## چکیده

بسیاری از فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی انسان‌ها به شرایط جوی و اقلیمی بستگی دارد. یکی از پدیده‌های مؤثر در تولید رواناب و سیلاب در بیشتر عرض‌های جغرافیایی رخداد توفان‌های تندری در مقیاس محلی تا منطقه‌ای است. استان کرمانشاه از جمله مناطقی است که به دلیل وقوع توفان‌های تندری شدید به همراه بارش سنگین، خسارات فراوانی را در این استان به وجود می‌آورد. بنابراین شناخت مکانیسم تشکیل و توسعه این توفان‌ها می‌تواند کمک فراوانی را در جهت کاهش خسارات و افزایش سطح بهره‌وری محصولات کشاورزی و ... را در این استان فراهم کند.

در پژوهش حاضر در یک دوره آماری ۸ ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۴) داده‌های مربوط به توفان‌های تندری (که کدهای ۹۵-۹۹ را شامل می‌شود) برای استان کرمانشاه از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید و داده‌های سینوپتیک فشار، نم و باده و امگا در فشار تراز دریا، ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی‌باری از سایت مرکز پیش‌بینی‌های محیطی موسوم به NCEP دریافت و نقشه‌های مورد نیاز در محیط نرم افزاری grads ترسیم شد. با استخراج آمار بارندگی این توفان‌ها و مطابقت دادن آن با داده‌های هیدرومتری چهار سیلاب در طی دوره آماری مذکور شناسایی شد. به طور کلی سه مورد از سیلاب‌های ایجاد شده (۲۵ و ۲۶ اکتبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴) از یک الگو پیروی می‌کنند به طوری که در تراز دریا زبانه پرفشاری هوای سرد و خشک را به منطقه مورد مطالعه شارش کرده و در ترازهای بالاتر سامانه پرفشاری هوای گرم و مرطوب دریای عرب را به منطقه مورد مطالعه و جلوی ناوهای واقع شده در غرب کشور شارش می‌کند. در سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ سامانه کم فشار بزرگی که غرب آسیا را در بر گرفته، غرب کشور و منطقه مورد مطالعه را نیز در بر گرفته و در ترازهای بالاتر نیز منطقه مورد مطالعه کاملاً در جلوی ناوهای عمیق غربی قرار گرفته است. همچنین در بررسی نقشه‌های نم و باده مشخص شد که بیشترین فرا رفت رطوبت در چهار سیلاب فوق الذکر از طریق دریای عرب تامین شده است.

واژگان کلیدی: آب و هواشناسی همدیدی، توفان‌های تندری سیلاب ساز، استان کرمانشاه

E-mail: khazaei14@yahoo.com

\*نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۵۵۶۷۱۲۹

## ۱. مقدمه

توفان‌های تندری از جمله پدیده‌هایی هستند که در برخی از فصول از جمله اوایل بهار به طور فراوان در بیشتر نقاط کشور رخ داده و موجب خسارات فراوانی به باغ‌ها و محصولات کشاورزی می‌شوند. شناخت سازوکارهای ایجادکننده و نیز توزیع زمانی و مکانی آنها کمک شایانی در جهت کاهش خسارات وارده می‌کند.

مشخصه توفان‌های تندری از نام آنها که با رعد و آذرخش شناخته می‌شود گرفته شده است (هیوم فریز، ۱۹۱۴: ۵۱۷). پریتیری و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) با دو مدل عددی مختلف اولی مدل همدرگاشت و دیگری مدل گسترش ابر به بررسی رشد و گسترش توفان‌های تندری در دماغه آلپ شمالی پرداختند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که جریان هوای پایدار چندلایه جنوبی که در جهت آلپ می‌وزد منجر به شکل‌گیری جریان جنوب غربی در دماغه آلپ می‌شود، که این حالت، پایداری ایستا را کاهش داده و انرژی پتانسیل در دسترس سامانه همرفتی را افزایش می‌دهد. الافاسون و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) در بررسی توفان‌های تندری ایسلند به این نتیجه رسیدند که بیشینه فعالیت توفان‌ها در زمستان هنگامی که توده هوای قطبی بر روی دریاهای گرم در جهت ایسلند حرکت می‌کند رخ می‌دهد. چادوری<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) در بررسی حرکات پایین سو در توفان تندری به این نتیجه می‌رسد که توفان‌های تندری شدید قبل از شروع فصل موسمی (آوریل تا می) در کلکته به وقوع می‌پیوندد و مشخص کرد که تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال سطح بحرانی برای شروع تقسیم قطرات ریز داخل ابر و شروع حرکات پایین سو در این ناحیه است. همچنین مشخص شد که توفان‌های تندری شدید این ناحیه به همراه تگرگ به وقوع می‌پیوندد. تافرنر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) رشد و گسترش توفان‌های تندری شدید در حوضه آبریز بالای دانوب را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تکوین سریع این توفان‌ها در محل تشکیل تأثیر زیادی در بارش‌های سنگین و سرعت بالای بادها در اروپای مرکزی دارد. بعلاوه پی بردند که ناحیه آلپ شمالی برای رخداد این توفانها بسیار مستعد است.

سانچز و دیگران (۲۰۰۸: ۳۶) در پژوهشی با داده‌های ۷۱۳ روزه حاصل از رادیوسوند به بررسی توفان‌های تندری پیشا همرفتی در جنوب غربی آرژانتین پرداخته است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که در آند شرقی مناطق گرمی وجود دارد که باعث

- 
- 1- Marinaki and et al
  - 2- Olafasson and et al
  - 3- Chaudhuri
  - 4- Tafferner and et al

همرفت‌های شدید در این نواحی می‌شود. آسیب‌های ناشی از این همرفت‌های شدید بسیار زیاد می‌باشد.

سالانه بیش از ۳۰ میلیارد آذرخش در کره زمین رخ می‌دهد که اغلب آنها در داخل ابر رخ می‌دهد. انرژی الکتریکی در یک ابر توفانی می‌تواند به  $10^{10}$  تا  $10^{11}$  ژول برسد (خریستو فوروو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). تأثیر حوزه الکتریکی سطح زمین تا لایه‌های بالایی یعنی در ارتفاعات بالای ۵۰ تا ۶۰ کیلومتری سطح زمین را در بر می‌گیرد (مالان، ۱۹۶۷: ۵۲۶). پیش بینی توفان‌های رعد و برق که یکی از پدیده‌های ناپایدار جوی به شمار می‌رود بسیار مشکل است. اشکالاتی که در پیش بینی این پدیده ایجاد می‌شود تعیین منطقه ناپایدار است که در سطح وسیعی گسترش می‌یابد. در طول این سطح مناطقی وجود دارد که بنا به خاصیت موقعیت و وضعیت جغرافیایی منطقه، ناپایداری شدیدتر از سایر نواحی می‌باشد که تعیین این منطقه در یک سطح گسترده مشکل است (قائمی و عدل، ۱۳۸۱: ۱). فریدونی (۱۳۶۶) به بررسی سامانه‌های جوی که با رعدوبرق همراهند پرداخته است. نتایج مطالعات وی نشان می‌دهد که اکثر توفان‌های شدید در مواقعی رخ می‌دهد که هوا دارای وارونگی (دما) باشد چرا که این وارونگی سبب افزایش رطوبت در لایه‌های زیرین شده و اختلاف سرعت قائم باعث اغتشاشات مربوط به وارونگی شده و رطوبت به علت ناپایداری به بالا منتقل شده که این حالت موجب توفان‌های تندی شدید می‌شود.

فلاح تفتی (۱۳۷۰) به بررسی رابطه ارتفاع دمای تر صفر درجه سلسیوس نسبت به سطح زمین با توفان‌های تندی پرداخته و به این نتیجه رسیده که ۸۵ درصد توفان‌های تندی در ارتفاع بین ۵ تا ۱۱ هزار فوت از سطح زمین اتفاق افتاده است. مطالعات وی نشان می‌دهد که وقوع توفان‌های تندی در تمام ماه‌های سال محتمل است، اما ماه‌های آوریل و می (فروردین و اردیبهشت) از شرایط مساعدتری برای رخداد این توفان‌ها برخوردارند. حقیقت کاشانی (۱۳۷۰) به بررسی فراوانی توفان‌های تندی در ایران پرداخته است. مطالعات وی نشان می‌دهد که فراوانی توفان‌های تندی کرمانشاه در فصل بهار ناشی از گرم شدن سطح زمین و وجود ناوهای در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال است. بر اساس تصویب سازمان هواشناسی جهانی هر گاه صدای تندر در ایستگاهی شنیده شود توفان تندی گزارش می‌شود (بایرز، ۱۳۷۷: ۴۰۹).<sup>۱</sup>

امینی (۱۳۷۹) به بررسی انرژی پتانسیل در یک سامانه همرفتی پرداخته است. نتایج وی نشان می‌دهد که در مناطق مرطوب آزاد شدن انرژی پتانسیل نسبت به مناطق خشک بیشتر است و مقداری از این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود که درصد

بیشتر آن به صورت گرمای نهان است و به جای مصرف در جهت مولفه‌های افقی باد، در جهت افزایش سرعت قائم، تولید ابر و ایجاد بارش مصرف می‌شود.

برای رخداد توفان تندری علاوه بر افزایش دما، به میزان قابل توجهی از رطوبت جوی نیاز است، تا انرژی لازم به صورت گرمای نهان را جهت نگهداشت توفان تأمین کند. میزان رطوبت نسبی در هوای گرم باید از ۷۵ درصد بیشتر بوده و افتاهنگ باید به حالت ناپایداری مشروط و یا به شکل جابجایی باشد (جعفرپور، ۱۳۸۱: ۱۳۰) تمام خصوصیات بارز یک توفان تندری مانند باد شدید، تگرگ، رعد و برق و رگبار شدید تماماً حاصل ایجاد یک سلول همرفتی بزرگ در جو است (علیزاده و دیگران، ۱۳۸۳: ۱۴۵). عبدمنافی (۱۳۸۳) در مطالعه بارش تگرگ در منطقه تهران با بررسی تغییرات باد با ارتفاع و محاسبه شاخص‌های ناپایداری به این نتیجه می‌رسد که پدیده تگرگ در این ناحیه بر اثر ناپایداری همرفتی توده هوا و یا بر اثر عبور جبهه سرد به وقوع می‌پیوندد.

حسینی و رضائیان (۱۳۸۵: ۸۳) به بررسی تعدادی از شاخص‌های ناپایداری و پتانسیل‌های بارور سازی ابرهای همرفتی منطقه اصفهان پرداخته‌اند. مطالعات آنها نشان می‌دهد که شاخص آب بارش شو بهترین شاخص ارزیابی است و مقادیر بالای شاخص K و شاخص انرژی پتانسیل در دسترس همرفتی، همراه با مقادیر منفی و کم شاخص SI نشان‌دهنده بارش شدید می‌باشد. جلالی (۱۳۸۵) به تحلیل زمانی و مکانی بارش‌های رعد و برقی منطقه شمال غرب کشور پرداخته است. نتایج مطالعات وی نشان می‌دهد که بارش‌های تندری در این ناحیه در فصول بهار و تابستان غالب بوده و معمولاً در اواخر عصر و اوایل شب رخ می‌دهد. میرموسوی و اکبرزاده (۱۳۸۷: ۹۶) به مطالعه شاخص‌های ناپایداری در تشکیل تگرگ در ایستگاه هواشناسی تبریز پرداخته‌اند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که هر اندازه تراز انجماد به کمتر از ۳۰۰۰ متر برسد احتمال وقوع تگرگ کمتر و هر چه فاصله این تراز تا قله ابر زیاد باشد احتمال ریزش تگرگ بیشتر خواهد بود.

## ۲. داده‌ها و روش‌ها

### ۲-۱. داده‌ها

در این پژوهش سعی شده است شدیدترین توفان‌ها که با بارش‌های رگباری شدید همراه بوده‌اند شناسایی شود. در ابتدا کدهای مربوط به پدیده توفان تندری برای استان کرمانشاه در طی دوره آماری (۱۹۸۷-۱۹۹۴) که کدهای ۹۵- تا ۹۹ را شامل می‌شود از سازمان هواشناسی کشور دریافت و مقدار بارش هر یک استخراج گردید. سپس با مراجعه به داده‌های هیدرومتری این استان و مطابقت دادن آن با داده‌های بارش در این

استان، چهار سیلاب حاصل از توفان تندری در طی دوره آماری فوق شناسایی شد. در تهیه نقشه‌های هوا ابتدا داده‌های همدید فشار هوا، نم و ویژه و امگا در تراز دریا، ۸۵۰ و ۵۰۰ میلیباری از ۲۴ ساعت قبل از بارش از سایت مرکز پیش بینی‌های محیطی در ساعت 00 (G.M.T) دریافت شده است.

## ۲-۲. روش‌ها

نقشه‌های مورد نیاز در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Grads تهیه شد. با بررسی و تفسیر این نقشه‌ها، الگوها و منابع تأمین رطوبت بارش‌های سنگین موجود سیلاب در این استان شناسایی گردید. به طور کلی سه سیلاب ۲۵ و ۲۶ اکتبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴ در یک الگو قرار می‌گیرد و سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ از الگوی متفاوت دیگری تبعیت می‌کند. بنابراین از چهار سیلاب فوق، دو سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴ به عنوان نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
کرمانشاه	۱۳۲۲	۴۷ ۷	۳۴ ۱۷
کنگاور	۱۴۶۰	۴۸ ۰	۳۴ ۳۰
اسلام آباد غرب	۱۳۴۶	۴۶ ۲۶	۳۴ ۸
روانسر	۱۳۶۲.۷	۴۶ ۴۰	۳۴ ۴۳

جدول ۲. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری، بارش‌و دبی‌هریک از رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه	کد ایستگاه	سال آماری	ایستگاه	رودخانه	بارش mm	دبی دو روز قبل	دبی یک روز قبل	دبی در روز بارش
کرمانشاه	۲۱-۱۲۹	(۲۴.۱۰.۳)(۶۶.۱۰.۳)	ماهی دشت	آب مرگ	۳۲.۶	۰.۹۶	۷.۳	۲۰.۹۵
کرمانشاه	۲۱-۱۳۱	(۲۴.۱۰.۳)(۶۶.۱۰.۳)	خرس آباد	آب مرگ	۳۲.۶	۱.۸	۷.۶۳	۳۲.۱۳
کرمانشاه	۲۱-۱۳۹	(۲۵.۸.۳)(۶۶.۸.۳)	حجت آباد	راز آور	۴۷	۲.۸	۳.۴	۲۰.۶۴
کرمانشاه	۲۱-۱۳۹	(۲۶.۸.۴)(۶۶.۸.۴)	حجت آباد	راز آور	۲۶.۵	۳.۴	۲۰.۶۴	۵۲.۱۹
کرمانشاه	۲۱-۱۳۹	(۲۴.۱۰.۳)(۶۶.۱۰.۳)	حجت آباد	راز آور	۳۲.۶	۳۳.۰۸	۳۰.۳۴	۳۹.۸۷
کرمانشاه	۲۱-۱۴۱	(۲۵.۸.۳)(۶۶.۸.۳)	پل کهنه	قره سو	۴۷	۷.۲۱	۸.۴	۲۳.۱۷
کرمانشاه	۲۱-۱۴۱	(۲۶.۸.۴)(۶۶.۸.۴)	پل کهنه	قره سو	۲۶.۵	۸.۴	۲۳.۱۷	۴۰.۲۲
کرمانشاه	۲۱-۱۴۱	(۲۴.۱۰.۳)(۶۶.۱۰.۳)	پل کهنه	قره سو	۳۲.۶	۳۵.۰۴	۳۹.۶۸	۶۱.۵۵
کرمانشاه	۲۹-۱۲۱	(۲۶.۸.۴)(۶۶.۸.۴)	ماهی دشت	آب مرگ	۴۳	۰.۰۲	۲۶.۵	۱۸.۵۲
کنگاور	۲۱-۱۳۱	(۲۵.۸.۴)(۶۶.۸.۴)	آران (غرب)	خرم رود	۵۰	۰.۷۲	۲.۳۳	۲۸.۹
کنگاور	۲۱-۱۱۳	(۷.۱۶)(۷۳.۸.۱۶)	آران (غرب)	خرم رود	۵۳	۹.۹	۲۰.۶۷	۱۲۱

### ۳. یافته‌های تحقیق

در این پژوهش چهار توفان تندری سیلاب ساز ایجاد شده در دو الگو قرار می‌گیرد. الگوی اول سیلاب‌های ۲۵ و ۲۶ اکتبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴ را ایجاد کرده است که در این جا به نمونه سیلاب ۷ نوامبر ۱۹۹۴ انتخاب شده است. الگوی دوم سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ را ایجاد کرده است که به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

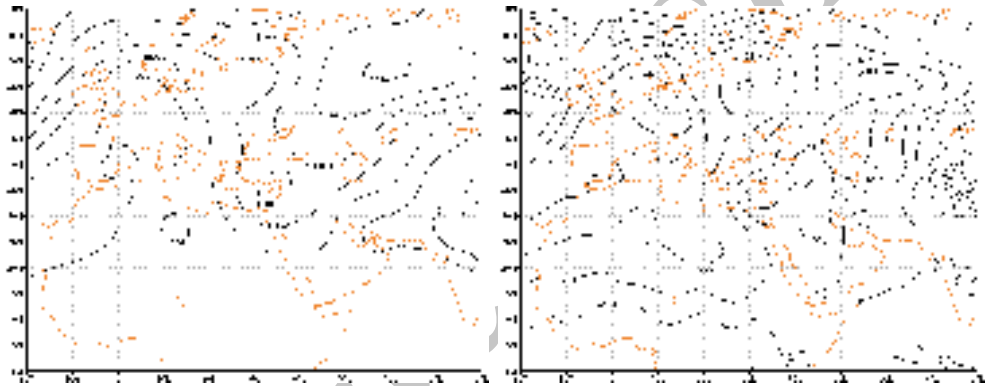
#### ۳-۱. الگوی موجد سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

##### ۳-۱-۱. بررسی نقشه فشار تراز دریا

شکل (۱) موقعیت هر یک از سامانه‌ها را در ۲۴ ساعت قبل از بارش (۲۳ دسامبر ۱۹۸۷) در تراز دریا نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مرکز کم فشار وسیعی بر روی غرب آسیا تشکیل شده که با هم فشار ۱۰۱۲ هکتوپاسکال شناخته می‌شود و سه کم فشار کوچک با منحنی ۱۰۰۸ هکتوپاسکال را در خود جای داده و نیمه غربی و شمالی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین در این روز زبانه پرفشاری با هم فشار ۱۰۱۶ هکتوپاسکال با عبور از روی دریای عرب و خلیج فارس رطوبت را به غرب کشور و جلوی کم فشار فوق‌الذکر شارش می‌دهد.

### ۳-۱-۲. بررسی نقشه فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۲) وضعیت همدید منطقه مورد مطالعه در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ۲۴ ساعت قبل از بارش (۲۳ دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مرکز کم ارتفاعی با پربند بسته ۱۴۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شرق مدیترانه بسته شده است. در این روز دو ناوه با ارتفاع ۱۴۵۰ و ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر هوای سرد عرض‌های جنب قطبی را بر روی مدیترانه و دریای سرخ میانی و شمالی شارش داده و از مرکز و شمال عربستان، غرب و منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این روز منطقه پژوهش در جلوی ناوهای فوق‌الذکر قرار گرفته و از شرایط مناسبی برای ناپایداری برخوردار است. در مقابل زبانه پرفشاری با پربند ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر با عبور از دریای عرب و خلیج فارس رطوبت را به جلوی ناوه مذکور شارش می‌دهد.



شکل (۲) فشار تراز ۸۵۰ میلیباری در روز ۲۳ دسامبر ۱۹۸۷

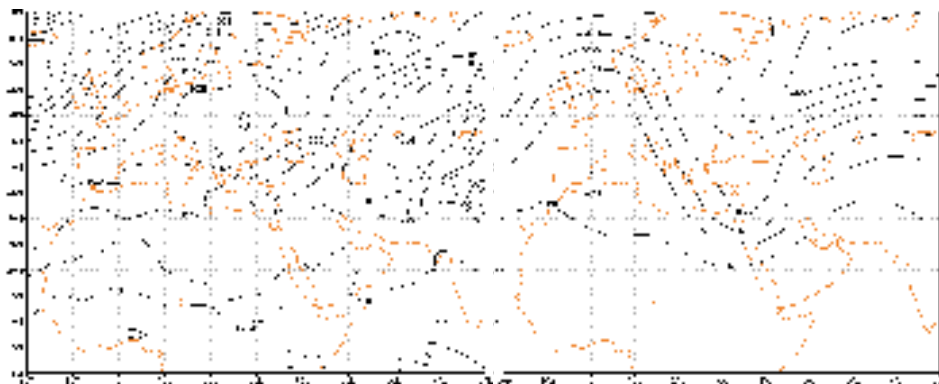
شکل (۱) فشار تراز دریا در روز ۲۳ دسامبر ۱۹۸۷

### ۳-۱-۳. بررسی نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۳) موقعیت همدیدی را در ۲۴ ساعت قبل از بارش در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. همانند روز گذشته غرب کشور و منطقه پژوهش در جلوی ناوه عمیقی با پربند ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است و شرایط مناسب ناپایداری در این روز بخوبی فراهم است.

### ۳-۱-۴. بررسی نقشه فشار تراز دریا

شکل (۴) شرایط همدید تراز دریا در روز بارش (۲۴ دسامبر ۱۹۸۷) است. سامانه کم فشاری با فشار مرکزی ۱۰۰۲ هکتوپاسکال بر روی غرب روسیه بسته شده است. بیرونی ترین منحنی هم فشار این سامانه با فشار ۱۰۱۶ هکتوپاسکال هوای سرد عرض‌های جنب قطبی را با عبور دادن از مدیترانه شرقی و شمال عربستان به غرب کشور و منطقه پژوهش شارش می‌دهد.



شکل (۳) فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۲۳ دسامبر ۱۹۸۷

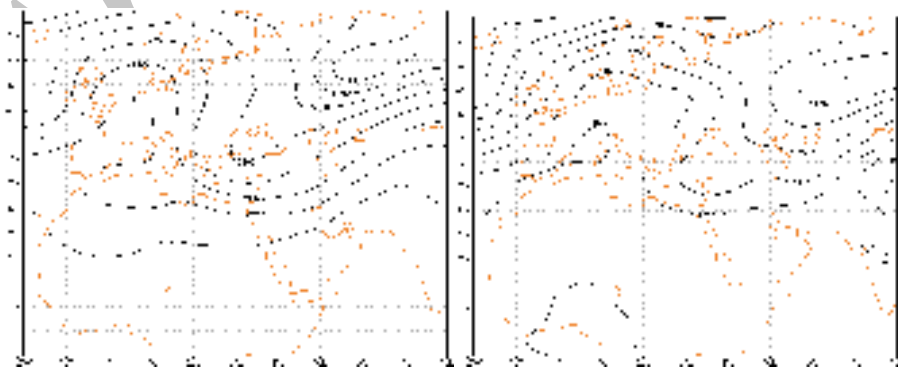
شکل (۴) فشار تراز دریا در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

### ۳-۱-۵. بررسی نقشه فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۵) شرایط هم‌پیدی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مرکز کم ارتفاعی با پربندی ۱۲۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی غرب روسیه تشکیل شده است. در این روز دو ناوهای با منحنی پربندی ۱۴۵۰ و ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر با عبور از مدیترانه شرقی غرب کشور و منطقه پژوهش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این روز منطقه مورد مطالعه در جلوی ناوهای پیش گفته واقع شده است.

### ۳-۱-۶. بررسی نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۶) شرایط هم‌پیدی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این تراز نیز غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی دو ناوه با منحنی پربندی ۵۶۰۰ و ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است. اما همان‌طور که مشاهده می‌شود محور ناوها در این تراز در جهت شرق برگشته به طوری که جهت آنها بر روی غرب کشور تقریباً به صورت غربی - شرقی درآمده است و همین امر سبب شده تا مقدار ناپایداری در این تراز نسبتاً کاهش یابد.



شکل (۵) فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

شکل (۶) فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

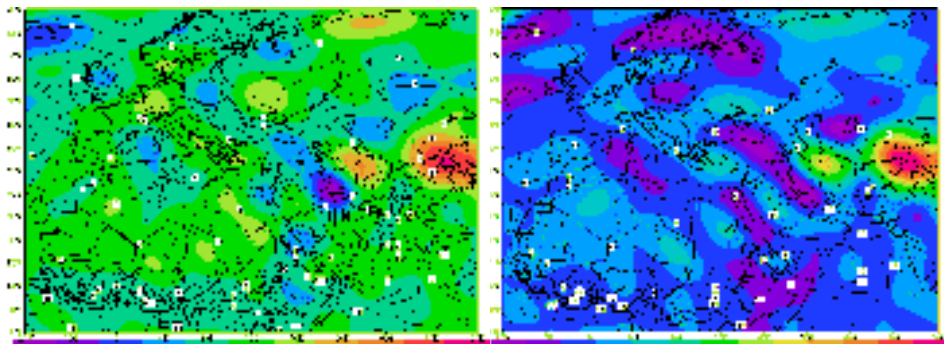


### ۳-۱-۷. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در فشار تراز دریا

شکل (۷) مقادیر نم ویژه و امگا در تراز دریا را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۲۳) دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود حداکثر مقدار نم ویژه بر روی دریای مدیترانه به ۸ گرم بر کیلوگرم می‌رسد در این روز اثرات حاصل از نم ویژه دریای مدیترانه به کشور وارد نمی‌شود. همان طور که در شکل (۷) ملاحظه می‌شود خطوط نم ویژه ۴ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم حاصل از دریای عرب تمام کشور را در بر گرفته است. مقدار نم ویژه در غرب کشور و منطقه مورد مطالعه به بیشترین مقدار خود یعنی ۱۰ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. در مقابل در نقشه امگا مشاهده می‌شود که بر بخش‌های وسیعی از کشور به استثنای جنوب غرب، غرب و بخش‌هایی از شمال غرب کشور جوی پایدار حاکم است. ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار حرکت قائم جو در جهت صعودی بر روی غرب کشور به مقدار ۰.۱۵- پاسکال بر ثانیه مشاهده می‌شود.

### ۳-۱-۸. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در فشار ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۸) مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۲۳) دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود مقدار نم ویژه و امگا بر روی دریای مدیترانه بین ۳ تا ۴ گرم بر کیلوگرم متفاوت است. اثرات نم ویژه حاصل از دریای مدیترانه در این تراز هم به کشور وارد نمی‌شود. در مقابل نم ویژه ۲ تا ۷ گرم بر کیلوگرم حاصل از دریای عرب تمامی کشور را در بر گرفته است. غرب کشور و منطقه مورد مطالعه بیشترین مقدار نم ویژه یعنی ۶ تا ۷ گرم بر کیلوگرم را تجربه می‌کند. نقشه امگا نیز نشان می‌دهد که به استثنای جنوب غرب، غرب و بخش‌هایی از شمال غرب کشور جوی پایدار بر دیگر نواحی کشور حاکم است. همان طور که بر روی نقشه فوق ملاحظه می‌شود بیشترین مقدار امگای منفی به اندازه ۰.۴- تا ۰.۵- پاسکال بر ثانیه بر روی غرب کشور و منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. این مقدار امگای منفی زیاد به دلیل عمیق بودن ناوهای است که غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی آن قرار گرفته است (شکل ۸).



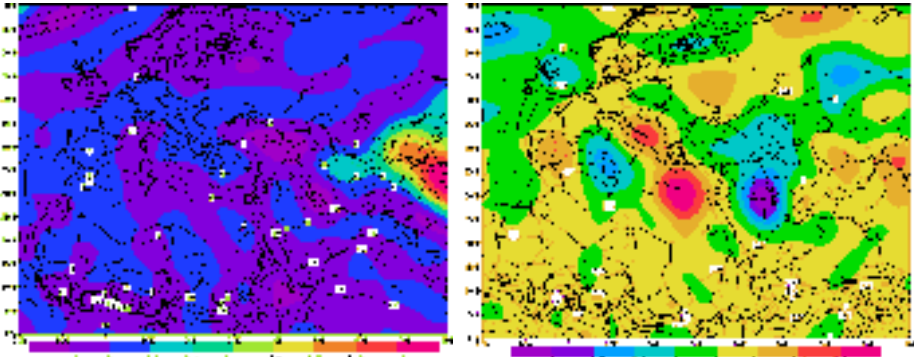
شکل (۷) نم‌ویژه و امگادرفشار تراز دریا در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ شکل (۸) نم‌ویژه و امگادرتراز ۸۵۰ میلی‌باری در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

### ۳-۱-۹. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۹) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۲۳ دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقدار نم‌ویژه بر روی بخش‌های وسیعی از کشور از جمله منطقه مورد مطالعه ۱ گرم بر کیلوگرم می‌باشد. بروی نقشه امگا نیز مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار حرکت قائم صعودی به اندازه ۰.۳- تا ۰.۴- پاسکال بر ثانیه بر روی غرب کشور و منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود.

### ۳-۱-۱۰. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در فشار تراز دریا

شکل (۱۰) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز دریا را برای روز بارش (۲۴ دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مقدار نم‌ویژه در دریای مدیترانه بین ۴ تا ۸ گرم بر کیلوگرم متفاوت است. اثرات حاصل از این نم‌ویژه نیز به کشور وارد نمی‌شود. منحنی خط نم‌ویژه ۸ گرم بر کیلوگرم با عبور از دریای عرب با جهت جنوب شرقی - شمال غربی وارد کشور شده و با عبور از مرکز و شمال کشور به غرب و منطقه پژوهش وارد شده و در جهت جنوب گسترش می‌یابد. در مقابل بر روی نقشه امگا مشاهده می‌شود که مقادیر امگا منفی بر روی غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در حدود ۰.۱- تا ۰.۲- پاسکال بر ثانیه است.



شکل (۱۰) نم‌ویژه و امگادرفشار تراز در یادروز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

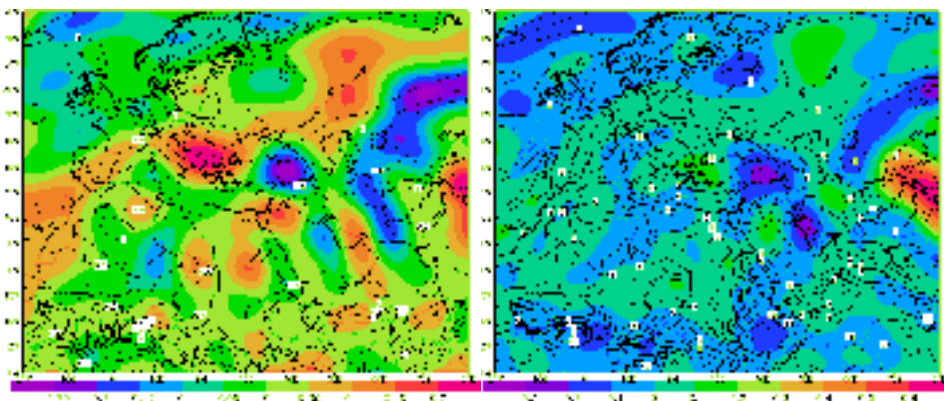
شکل (۹) نم‌ویژه و امگادرتراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۲۳ دسامبر ۱۹۸۷

### ۳-۱-۱۱. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۱۱) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را برای روز وقوع بارش (۲۴ دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقادیر نم‌ویژه در دریای مدیترانه بین ۲ تا ۵ گرم بر کیلوگرم متفاوت است و اثرات این نم‌ویژه نیز به کشور وارد نمی‌شود. ملاحظه می‌شود که خط نم‌ویژه ۴ و ۵ گرم بر کیلوگرم با عبور از دریای سرخ میانی از شمال خلیج فارس وارد غرب کشور و منطقه مورد مطالعه شده است. بر روی نقشه امگا نیز مشاهده می‌شود بیشترین مقدار امگای منفی بر روی جنوب غرب، غرب و منطقه پژوهش دیده می‌شود که مقدار آن به  $-0.2$  پاسکال بر ثانیه می‌رسد. افزایش این مقدار امگای منفی نسبت به فشار تراز دریا به این دلیل است که غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی ناوهای قرار گرفته است که محور آن کاملاً به صورت جنوب غربی - شمال شرقی درآمده است (شکل ۱۱).

### ۳-۱-۱۲. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۱۲) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی‌باری را برای روز وقوع بارش (۲۴ دسامبر ۱۹۸۷) نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این تراز دیگر تفاوتی در مقادیر نم‌ویژه بر روی سودان، دریای سرخ و دریای مدیترانه دیده نمی‌شود و بر روی تمام این نواحی، غرب کشور و منطقه مورد مطالعه مقدار نم‌ویژه  $0.5$  گرم بر کیلوگرم است. بر روی نقشه امگا نیز بیشترین مقدار امگای منفی در غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در حدود  $0$  تا  $-0.05$  پاسکال بر ثانیه می‌باشد. این مقدار کم و منفی در ارتباط با ناوهای است که محور آن در غرب کشور و تقریباً به صورت افقی درآمده است و این امر باعث شده است که اثرات ناپایداری حاصل از جلوی ناو در منطقه مورد مطالعه به شدت کاهش یابد (شکل ۱۲).



شکل (۱۱) نم و ویژه‌امگادرتراز ۸۵ میلی‌باری در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷ شکل (۱۲) نم و ویژه‌امگادرتراز ۵۰ میلی‌باری در روز ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷

### ۳-۲. الگوی موجد سیلاب ۷ نوامبر ۱۹۸۷

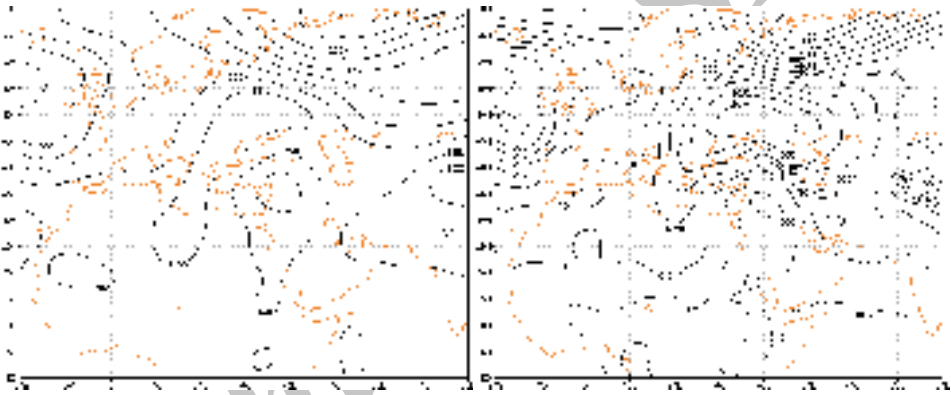
سیلاب دوم (۷ نوامبر ۱۹۹۴) از الگوی دیگری تبعیت می‌کند که در ذیل به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این جا نیز از نقشه‌های ۲۴ ساعت قبل از بارش و روز بارش استفاده شده است.

### ۳-۲-۱. بررسی نقشه فشار تراز دریا

شکل (۱۳) شرایط همدید در ۲۴ ساعت قبل از بارش (۶ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز دریا را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که منحنی هم فشار ۱۰۱۲ هکتوپاسکال حاصل از سلول سودان با عبور از روی دریای عرب و خلیج فارس رطوبت را به جنوب غرب، غرب و منطقه پژوهش شارش داده و با عبور از شمال غرب کشور با جهت شمال شرقی - جنوب غربی از شرق دریای مدیترانه به سمت عرض‌های پایین کشیده می‌شود. در مقابل واچرخندی با فشار مرکزی ۱۰۳۶ هکتوپاسکال بر روی شمال دریای سیاه بسته شده است. زبانه این واچرخند با فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در ضلع شرقی خود هوای سرد و خشک عرض‌های جنب قطبی را با جهت شمالی - جنوبی از شرق دریای خزر عبور داده و در حوالی شمال غرب کشور با زبانه کم فشار سودان که دارای منحنی هم فشار ۱۰۱۲ هکتوپاسکال است و هوای گرم و مرطوب را به همراه دارد برخورد کرده و شیو دمایی شدیدی را در شمال غرب کشور و شرق دریای مدیترانه ایجاد کرده است.

### ۳-۲-۲. بررسی نقشه فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۱۴) موقعیت سامانه‌ها را در ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که یک مرکز کم ارتفاع با پربند مرکزی ۱۴۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شرق دریای مدیترانه بسته شده است. منحنی ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر این مرکز کم ارتفاع هوای نسبتاً سرد عرض‌های بالاتر را بر روی مدیترانه شرقی و غرب دریای سرخ شارش داده، در این روز غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی این مرکز کم ارتفاع قرار گرفته و شرایط مناسبی برای صعود در این تراز فراهم کرده است. در مقابل واچرخندی با پربند مرکزی ۱۶۰۰ ژئوپتانسیل متر در طول ۸۰ درجه شرقی و ۳۵ درجه عرض شمالی تشکیل شده است. زبانه این واچرخند با پربند ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر با عبور از دریای عرب و خلیج فارس رطوبت را به جنوب غرب و مرکز کشور شارش می‌دهد.



شکل (۱۴) فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری در روز ۶ نوامبر ۱۹۸۷

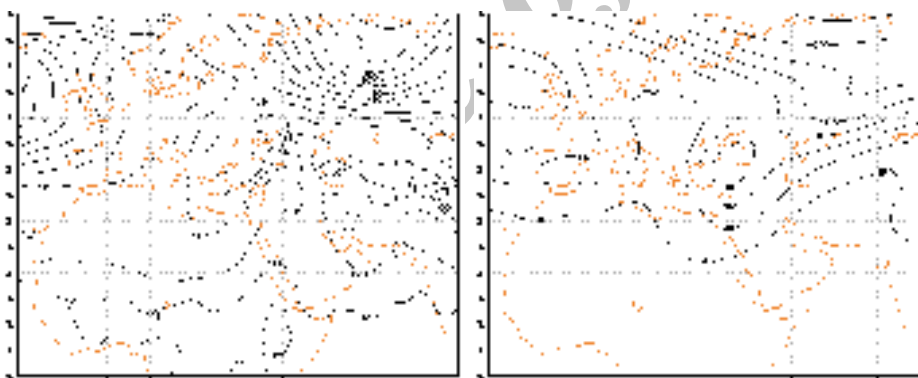
شکل (۱۳) فشار تراز دریا در روز ۶ نوامبر ۱۹۹۴

### ۳-۲-۳. بررسی نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۱۵) موقعیت هر یک از سامانه‌ها را در ۲۴ ساعت قبل از بارش (۶ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مرکز کم ارتفاعی با یک منحنی پربندی بسته با ارتفاع ۵۵۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی ترکیه و شرق دریای سیاه بسته شده است. این چرخند باعث شده است تا ناهه‌های غربی عمیق تر شده و با عبور از مدیترانه شرقی و دریای سرخ شمالی غرب کشور و منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تراز غرب کشور و منطقه مورد مطالعه کاملاً در جلوی دو ناهه با منحنی پربندی ۵۷۰۰ و ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است و این امر باعث شده تا ناپایداری تا این تراز و ترازهای بالاتر کاملاً مشهود باشد.

### ۳-۲-۳. بررسی نقشه فشار تراز دریا

شکل (۱۶) شرایط سینوپتیکی حاکم در روز بارش (۷ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز دریا را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این روز زبانه کم فشار سودان به سمت عرض‌های بالاتر کشیده شده است به طوری که پیشانی این زبانه با فشار ۱۰۱۶ هکتوپاسکال با عبور از روی دریای عرب و خلیج فارس رطوبت دریای گرم جنوبی را به غرب و منطقه مورد مطالعه تزریق می‌کند سپس در جهت شمال غرب حرکت کرده و از شرق دریای سیاه با جهت شمال شرقی - جنوب غربی در جهت عرض‌های پایین کشیده می‌شود. در این روز همچنین یک سلول کم فشار کوچک در حوالی مرکز کشور تشکیل شده است. در مقابل مرکز واچرندی که در روز گذشته بر روی شمال دریای سیاه بسته شده بود ضعیف تر شده و فشار آن به ۱۰۲۶ هکتوپاسکال می‌رسد. زبانه این واچرند با فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال شمال شرق کشور را تحت تأثیر قرار داده و با عبور از جنوب دریای خزر در حوالی شمال غرب کشور با منحنی ۱۰۱۶ هکتوپاسکال کم فشار سودان منطبق شده و شیو دمای شدیدی را بر روی شمال غرب کشور و شرق دریای سیاه ایجاد کرده است.



شکل (۱۶) فشار تراز دریا در روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴

شکل (۱۵) فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۶ نوامبر ۱۹۹۴

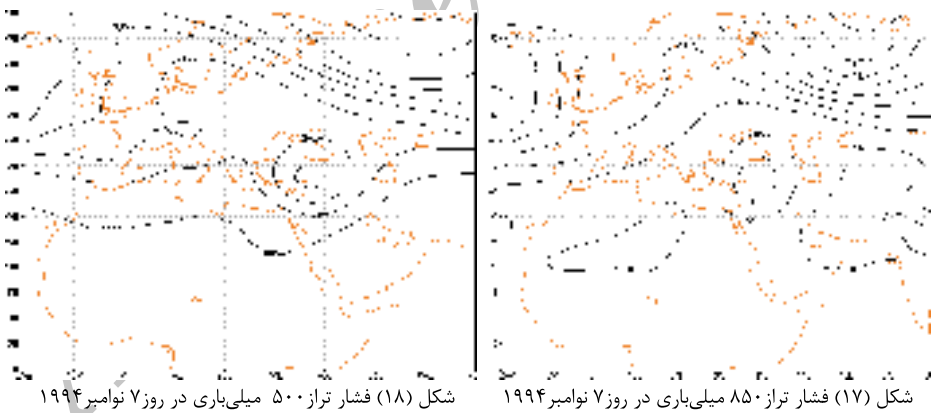
### ۳-۲-۴. بررسی نقشه فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۱۷) شرایط همدید حاکم در روز بارش (۷ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این روز نیز مانند روز گذشته مرکز کم ارتفاعی با دو پریند بر روی ترکیه بسته شده است. با توجه به این که مساحت این سامانه کم ارتفاع نسبت به روز گذشته کمتر شده است از تاوایی بالایی برخوردار شده است. منحنی پریندی ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر این سامانه در ضلع غربی خود هوای نسبتاً سرد عرض‌های بالاتر را از مدیترانه شرقی و شمال دریای سرخ عبور داده و غرب و شمالغرب

کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در این روز غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی این مرکز کم ارتفاع قرار گرفته که این سبب تداوم صعود هوا در این روز شده و ناپایداری‌های حاصله از آن همراه با رعد و برق و بارش سنگین بوده که موجب سیل در ناحیه شده است. در مقابل زبانه مرکز واچرخندی که در روز گذشته در شرق کشور تشکیل شده بود قدری جابجا شده و در جهت غرب گسترش یافته است. پربند ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل این مرکز واچرخندی با عبور از روی دریای عرب و خلیج فارس رطوبت را به جنوب غرب و جلوی مرکز کم ارتفاع فوق‌الذکر شارش می‌دهد.

### ۳-۲-۵. بررسی نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلیباری

شکل (۱۸) شرایط همدیدی حاکم در روز (۷ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. چرخندی با دو پربند بر روی ترکیه بسته شده است. این چرخند هوای نسبتاً سرد روی دریای سیاه را بر روی مدیترانه شرقی شارش داده و باعث شده تا ناهوهای غربی عمیق‌تر شده و مسیر جنوبی‌تری را بپیمایند، به طوری که غرب کشور و منطقه مورد مطالعه کاملاً در جلوی دو ناهو با منحنی پربندی ۵۷۰۰ و ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است و این حالت سبب شده تا ناپایداری تا این تراز کاملاً تداوم یابد.



شکل (۱۸) فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴

شکل (۱۷) فشار تراز ۸۵۰ میلی‌باری در روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴

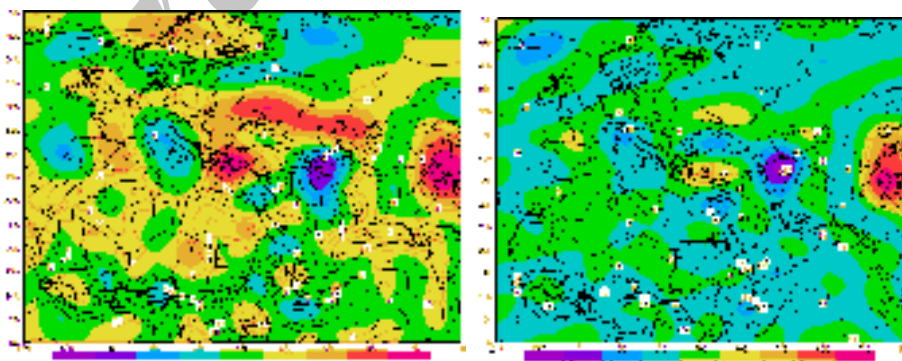
### ۳-۲-۶. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در تراز دریا

شکل (۱۹) مقادیر نم ویژه و امگا را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۶ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز دریا نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود حداکثر مقدار نم ویژه در جنوب سودان به ۱۶ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. مقدار نم ویژه در دریای سرخ جنوبی به ۱۰ گرم بر کیلوگرم و این مقدار در دریای سرخ میانی به حداکثر خود یعنی ۱۸ گرم بر

کیلوگرم می‌رسد. این در حالی است که حداکثر مقدار نم ویژه بر روی مدیترانه مرکزی و شرقی به ۶ گرم بر کیلوگرم و در مدیترانه غربی به ۱۰ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. در این روز منطقه مورد مطالعه نم ویژه ۱۰ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم را تجربه می‌کند. مقدار حرکت قائم در منطقه پژوهش به ۰.۱- تا ۰.۲- پاسکال بر ثانیه می‌رسد. با توجه به این که این مقادیر برای ۲۴ ساعت قبل از وقوع بارش است، باز هم در منطقه مورد مطالعه حرکت قائم جو در جهت صعودی غلبه دارد.

### ۳-۲-۷. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلیباری

شکل (۲۰) مقادیر نم ویژه و امگا را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۶ نوامبر ۱۹۹۴) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود مقدار نم ویژه در جنوب سودان به ۱۰ تا ۱۱ گرم بر کیلوگرم بالغ می‌شود. این مقدار در دریای سرخ جنوبی به ۷ گرم بر کیلوگرم و در دریای سرخ میانی به ۹ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. این مقادیر در منطقه مورد مطالعه به ۸ تا ۹ کیلوگرم برگرم می‌رسد که حاصل فرارفت رطوبت از روی دریای عرب و خلیج فارس است. در مقابل در مدیترانه مرکزی و شرقی مقدار نم ویژه بین ۲ تا ۵ گرم بر کیلوگرم متفاوت است. منحنی نم ویژه ۵ گرم بر کیلوگرم از شرق ایتالیا با جهت شمالی - جنوبی وارد دریای مدیترانه شده و از شمال مصر با جهت غربی - شرقی تا شمال دریای سرخ ادامه مسیر داده سپس با جهت جنوب غربی - شمال شرقی از شمال غرب کشور عبور می‌کند. در این تراز مقادیر حرکت قائم جو در جهت صعودی بر روی تمامی کشور افزایش یافته است. ملاحظه می‌شود که مقدار حرکت قائم ۰.۴- پاسکال بر ثانیه شمال و شمال غرب کشور را در بر گرفته است. منطقه مورد مطالعه در این تراز حرکت قائم ۰.۳- تا ۰.۴- پاسکال بر ثانیه را تجربه می‌کند این مقدار، حرکت قائم نسبتاً شدیدی می‌باشد.



شکل (۲۰) نم ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلیباری در روز ۶ نوامبر ۱۹۹۴

شکل (۱۹) نم ویژه و امگا در تراز دریا در روز ۶ نوامبر ۱۹۹۴

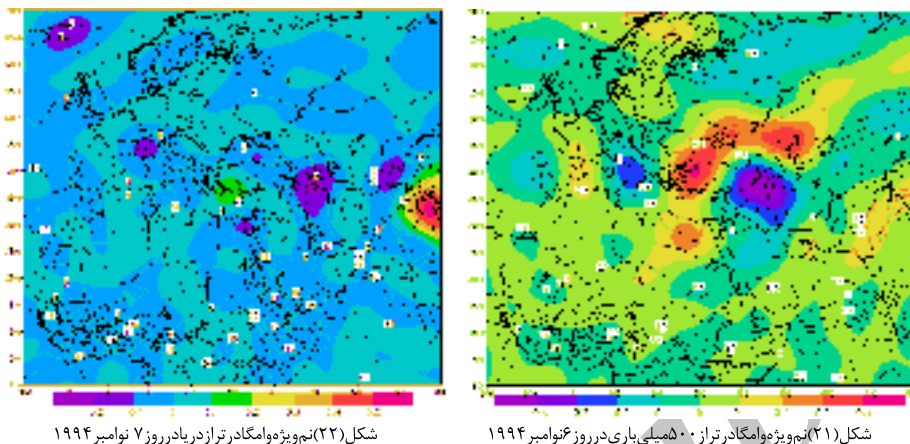


### ۳-۲-۸. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۲۱) مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای ۲۴ ساعت قبل از بارش (۶ نوامبر ۱۹۹۴) نشان می‌دهد. در این تراز منطقه مورد مطالعه در بین خطوط نم ویژه ۱ تا ۱.۵ گرم بر کیلوگرم قرار گرفته است. حداکثر مقدار نم ویژه بر روی دریای مدیترانه به ۰.۵ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. ملاحظه می‌شود که فرارفت رطوبت در هر سه تراز از دریاها گرم جنوبی بیشتر از مدیترانه صورت می‌گیرد. در مقابل ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار حرکت قائم جو بر روی شمال، شمال غرب و غرب کشور به مقدار ۰.۳- تا ۰.۵- پاسکال بر ثانیه مشاهده می‌شود. این مقدار در منطقه مورد مطالعه در حدود ۰.۳- تا ۰.۴- پاسکال بر ثانیه است.

### ۳-۲-۹. بررسی نقشه نم ویژه و امگا در تراز دریا

شکل (۲۲) مقادیر نم ویژه و امگا در تراز دریا برای روز بارش (۷ نوامبر ۱۹۹۴) نشان می‌دهد. در این روز که روز وقوع بارش است، منطقه مورد مطالعه نم ویژه ۱۲ تا ۱۴ گرم بر کیلوگرم را تجربه می‌کند. ملاحظه می‌شود که خط نم ویژه ۱۰ گرم با جهت شرقی - غربی با عبور از دریای عرب از حوالی تنگه هرمز با جهت جنوب شرقی - شمال غربی وارد بخش‌های مرکزی، شمال و شمال غرب کشور شده و با جهت شمال غربی - جنوب شرقی وارد غرب کشور و منطقه مورد مطالعه می‌شود و با جهت شمالی - جنوبی در جهت جنوب گسترش می‌یابد. همچنین خط نم ویژه ۱۲ گرم با عبور از روی خلیج فارس با جهت جنوب شرقی - شمال غربی وارد غرب کشور، منطقه مورد مطالعه و بخش‌های وسیعی از کشور را در بر می‌گیرد. همچنین بر روی نقشه امگا ملاحظه می‌شود که بر روی بخش‌های وسیعی از کشور به ویژه در شمال، شمال غرب، غرب کشور و منطقه مورد مطالعه حرکت قائم جو به صورت صعودی بوده، مقدار حرکت قائم جو در منطقه مورد مطالعه ۰.۲- پاسکال بر ثانیه است.



شکل (۲۲) نم‌ویژه و امگادرتراز در یازده روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴

شکل (۲۱) نم‌ویژه و امگادرتراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۶ نوامبر ۱۹۹۴

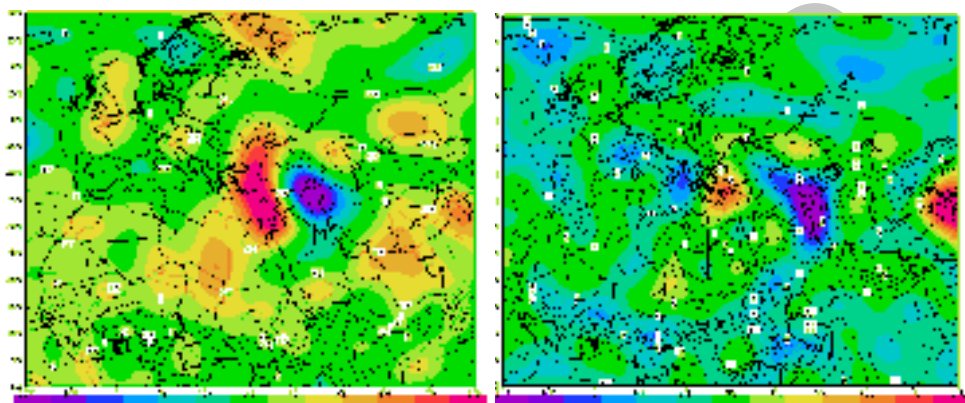
### ۳-۲-۱۰. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلی‌باری

شکل (۲۳) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برای روز بارش (۷ نوامبر ۱۹۹۴) نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مقدار نم‌ویژه بر روی دریای سرخ بین ۵ تا ۱۱ گرم بر کیلوگرم متغیر است. در مقابل حداکثر مقدار نم‌ویژه بر روی دریای مدیترانه به ۶ گرم بر کیلوگرم می‌رسد، که این مقدار بر روی مدیترانه شرقی بین ۱ تا ۴ گرم بر کیلوگرم متفاوت است. منحنی نم‌ویژه ۶ گرم بر کیلوگرم با جهت غربی - شرقی وارد دریای سرخ شمالی شده و از شمال عربستان وارد جنوب عراق شده و با جهت جنوبی - شمالی وارد غرب کشور و منطقه مورد مطالعه شده است. همچنین در این تراز نیز منحنی‌های نم‌ویژه ۵ تا ۷ گرم بر کیلوگرم با عبور از روی دریای عرب با جهت جنوبی - شمالی وارد کشور شده و بیش از نیمی از مساحت کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تراز حداکثر مقدار نم‌ویژه با ۸ تا ۹ گرم بر کیلوگرم بخش‌هایی از شمال، شمال غرب، غرب کشور و منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. بر روی نقشه امگا نیز ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار حرکت قائم جو در جهت صعودی به مقدار ۰.۲۵- پاسکال بر ثانیه بر روی شمال غرب، غرب و منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود. این مقدار نسبت به نقشه تراز دریا که ۰.۲- بوده است اندکی افزایش یافته است.

### ۳-۲-۱۲. بررسی نقشه نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی‌باری

شکل (۲۴) مقادیر نم‌ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز بارش (۷ نوامبر ۱۹۹۴) نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که منحنی نم‌ویژه ۰.۵ گرم بر کیلوگرم با عبور از دریای سرخ میانی با جهت جنوب‌غربی - شمال‌شرقی بخش کوچکی از غرب کشور را در بر گرفته است، سپس در جهت غرب گسترش یافته، همچنین نم‌ویژه ۱ گرم بر کیلوگرم با عبور از روی خلیج فارس وارد جنوب‌غرب، غرب، منطقه مورد

مطالعه شده و در جهت شمال گسترش می‌یابد. نقشه‌های امگا در این تراز نیز مانند نقشه‌های تراز دریا و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نشانگر حرکت قائم صعودی در شمال غرب و غرب کشور است. همان طور که ملاحظه می‌شود بیشترین مقدار حرکت صعودی در منطقه مورد مطالعه به ۰.۳۵- تا ۰.۴- پاسکال بر ثانیه می‌رسد. این مقدار تاوایی در این تراز بسیار بالا بوده و نشاندهنده این است که مقدار حرکت صعودی در این تراز نسبت به دو تراز قبل افزایش چشمگیری داشته است.



شکل (۲۳) نم‌ویژه‌وامگادرتراز ۸۵۰ میلی‌باری در روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴ شکل (۲۴) نم‌ویژه‌وامگادرتراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۷ نوامبر ۱۹۹۴

#### ۴. نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده عوامل اصلی رخداد توفان‌های تندری موجب سیلاب در استان کرمانشاه به قرار زیر عمل نموده است:

به طور کلی سیلاب‌های ۲۵ اکتبر ۱۹۸۷ و ۲۶ اکتبر ۱۹۸۷ و ۷ نوامبر ۱۹۹۴ تقریباً به یک صورت عمل کرده و آنها را می‌توان در یک الگو قرار داد به همین دلیل از سه مورد سیلاب فوق، سیلاب ۷ نوامبر ۱۹۹۴ به نمایندگی از سه سیلاب فوق مورد بررسی قرار گرفت.

#### شرایط همدیدی حاکم در رخداد سیلاب ۲۴ دسامبر ۱۹۸۷:

۱. از ۲۴ ساعت قبل از بارش تا روز بارش سامانه کم فشار بزرگی بر روی غرب کشور واقع شده است که شرایط مناسبی را برای صعود فراهم کرده است.
۲. واقع شدن زبانه واچرخندی بر روی دریای عرب و خلیج فارس که موجب فرارفت رطوبت به سمت غرب کشور و منطقه مورد مطالعه شده است
۳. در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی‌باری غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی ناوه نسبتاً عمیقی قرار گرفته که ناپایداری را تا ترازهای بالایی جو فراهم کرده است.

**شرایط همدیدی حاکم در رخداد سیلاب ۷ نوامبر ۱۹۹۴**

۱. در سیلاب ۷ نوامبر ۱۹۹۴ از ۲۴ ساعت قبل از بارش، مرکز واچرخندی بر روی دریای سیاه بسته شده که موجب فرارفت هوای سرد و خشک به شمال غرب کشور می‌شود.
۲. عبور زبانه واچرخندی از روی دریای عرب و خلیج فارس که سبب فرارفت رطوبت این دریاهاى گرم جنوبی به سمت غرب کشور و منطقه مورد مطالعه شده است.
۳. واقع شدن غرب کشور و منطقه مورد مطالعه در جلوی یک مرکز کم ارتفاع که سبب شده تا ناپایداری را تا ترازهای بالاتر تأمین کند.

Archive of SID

## ۵. منابع

۱. امینی، ل (۱۳۷۹)، بررسی انرژی پتانسیل در یک سیستم همرفتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. بایرز، ر (۱۳۷۷)، هواشناسی عمومی، ترجمه تاج الدین بنی هاشم و دیگران، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
۳. جعفرپور، ا (۱۳۸۱)، اقلیم شناسی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۴. جلالی، ا (۱۳۸۵)، تحلیل زمانی - مکانی بارش‌های رعدوبرقی منطقه شمال غرب کشور، رساله دکترا، دانشگاه تبریز.
۵. حقیقت‌کاشانی، خ (۱۳۷۰)، فرکانس توفان تندری در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۶. صادقی حسینی، ع و رضائیان، م (۱۳۸۵)، بررسی تعدادی از شاخص‌های ناپایداری و پتانسیل بارورسازی ایزهای همرفتی منطقه اصفهان، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۲.
۷. عبد منافی، د (۱۳۸۳)، بررسی شاخص‌های ناپایداری و برش قائم و وضعیت رطوبتی هنگام نزول تگرگ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی.
۸. علیزاده، ا و دیگران (۱۳۸۳)، هوا و اقلیم شناسی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. فریدونی، ه (۱۳۶۶)، سیستم‌های جوی که با رعدوبرق همراهند، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مرکز آموزش هواشناسی.
۱۰. فلاح تفتی، م (۱۳۷۰)، رابطه ارتفاع دمای تر صفر درجه سانتی گراد نسبت به سطح زمین با توفانهای رعدوبرق، پایان نامه کارشناسی، دانشکده مرکز آموزش هواشناسی.
۱۱. قائمی، ه و عدل، م (۱۳۸۱)، ناپایداری و توفان های رعدوبرق، انتشارات آموزش سازمان هواشناسی، بی تا.
۱۲. میرموسوی، س و اکبرزاده، ی (۱۳۸۷)، مطالعه شاخص‌های ناپایداری در تشکیل تگرگ در ایستگاه هواشناسی تبریز، مجله فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۵.

13. Khristoforov, B.D. (2010), Modeling Gas-Dynamic Processes in Thunderstorms by Powerful Electric Discharges.

Chaudhuri, S, (2008) 14. Identification of the level of downdraft formation during severe thunderstorms: a frequency domain analysis.

15. D.J.m, 1967, vol283, physics of the thunderstorm Electric Circuit, Bernard price institute of geophysical research, No6.

16. J.L.S & et al, 2008, short-term forecast of thunderstorms in Argentina.

17. Tafferner, A, and et al, (2008) Development and propagation of severe thunderstorms in the upper Danube catchment area: Towards an integrated now casting and forecasting system using real-time data and high- resolution simulations.

18. Olafasson, H, and et al, (2004) seasonal and interannul variability of thunderstorms in island and the origin of air masses in the storm

19. Periteri, M, and et al, (1999) Genesis condition for thunderstorm growth and the development of the squall line in the northern Alpine foreland.

W.j.H, 1914, the thunderstorm and its phenomenon, journal of the Franklin institute, Clxxviii, No5