

بررسی دو مورد سیل شدید در استان آذربایجان شرقی از دیدگاه همیدی و حرکت شناختی و انطباق آن با پیش بینی بارش مدل GFS (۲۰۰۰-۲۰۱۰)

خدیجه پورجواد اصل* و فروزان ارکیان

گروه هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

چکیده

مطالعه آماری در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ نشان داد، استان آذربایجان شرقی در معرض سیل های متعددی قرار گرفته است بطوریکه فصل بهار با فراوانی ۶۶ درصد، تابستان ۲۸ درصد، پاییز ۴ درصد و زمستان ۲ درصد می باشد. دو سیل شدید از نظر شدت میزان خسارات مالی و جانی، شامل سیل ۱۴ می سال ۲۰۰۷ (۲۴ اردیبهشت خرداد ۱۳۸۶) در شهر تبریز و دیگری ۱۸ جون ۲۰۰۹ (۲۸ خرداد ۱۳۸۸) در شهر میانه انتخاب گردید و برای مطالعه وقوع این دو سیل نقشه های همیدی سطوح استاندارد مورد تحلیل قرار گرفته است. در سیل تبریز، ناوه وارون گرمایی با امواج کژفشاری که بواسطه دوبندال یکی پرفشار شمال سیبری و دیگری کم ارتفاع بریده شمال اروپای مرکزی بوجود آمده اند، برخورد داشته است. در این ناوه های کژفشاری سریع مهاجر در روی استان، بزرگی حرکت های قائم در ۷۰۰ hpa، $\frac{Pa}{sec}$ ± 6 بوده و بزرگی تاوایی مطلق داخل آنها روی ۵۰۰ hpa، $10^{-2} sec^{-1}$ تا $10^{-1} sec^{-1}$ می باشد. در سیل میانه نیز ناوه وارون گرمایی وجود دارد و با مرکز سرد کم ارتفاع بریده شده سطوح میانی که در روی ترکیه است، برخورد داشته و سیل شدیدی ایجاد کرده است. در این سامانه، حرکت قائم در ۷۰۰ hpa، $\frac{Pa}{sec}$ ± 8 و بزرگی تاوایی مطلق داخل ۵۰۰ hpa حدود $10^{-2} sec^{-1}$ می باشد ولی در زمان حادثه سیل، روی استان بزرگی آن $10^{-2} sec^{-1}$ محاسبه گردیده است. مقایسه بارش پیش بینی شده تجمعی از مدل GFS سیل میانه با گزارش های ثبت شده واقعی ایستگاه ها بطور تجمعی هماهنگی خوبی را نشان داد ولی در سیل تبریز هماهنگی مناسبی ملاحظه نگردید.

واژگان کلیدی

سیل، ناوه وارون گرمایی، بندال، کم فشار بریده، آذربایجان شرقی

*نگارنده پاسخگو: a.porasl@yahoo.com

مقدمه

براساس آمارهای موجود طی نیم قرن گذشته سوانح طبیعی در جهان بیش از ۳ میلیون نفر را نابود و زندگی حدود یک میلیارد نفر را تهدید کرده است. کشور ایران در مقایسه با سایر کشورها ی جهان به سبب داشتن تنوع محیطی رتبه بالایی را در بروز بحران ناشی از سوانح طبیعی دارا است (پروین، ۱۳۸۶). حدود ۴۰ درصد بحران های طبیعی جهان را بحران ناشی از پدیده سیل تشکیل داده است (عقل آراء، ۱۳۸۶). در ایران هر ساله بلایای طبیعی بویژه سیل ها موجب خسارات مالی و جانی فراوانی می گردند.

مطالعه سیل، علت های ایجاد سیل و تعیین الگوهای همدیدی حاکم بر سیل های پرخسارت در منطقه بسیار مهم می باشد. تمامی پدیده های محیطی در ارتباط با الگوهای خاصی از توزیع فشار بوجود آمده و امروزه بر همگان مسلم شده الگوهای همدیدی و پدیده های میان مقیاس باعث ایجاد بارش های سنگین و در نهایت وقوع سیل های شدید می شوند و خسارت های جانی و مالی زیادی را به بار می آورد (پروین، ۱۳۸۶).

سبزی پرور (۱۳۷۰) در بررسی سامانه های باران زا روی ایران به این نتیجه رسیده است که ۳۰ درصد سامانه های باران زا روی کشور از دریای سرخ سرچشمه می گیرد. میرزاخانی (۱۳۷۸) در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل ریسک سیل و آثار زیانبار آن در ایران به این نتیجه رسید که از ۴۰ نوع بلایای طبیعی جهان، ۳۱ مورد آن در ایران رخ داده است. همچنین سپهری (۱۳۸۵) به بررسی سیل های دهه ی ۷۰ پرداخته و به این نتیجه رسید که بررسی و مقایسه تطبیقی آمار سیل های پنجاه سال گذشته ایران نشان دهنده افزایش وقوع سیل های بزرگ و مهم در یکی دو دهه ی اخیر است. به گونه ای که تعداد سیلاب های دهه ۱۳۸۰-۱۳۷۰ حدود پنج برابر دهه ی ۱۳۴۰-۱۳۳۰ بوده است. صمدی نقاب (۱۳۸۵) نیز مطالعه و بررسی همدیدی سامانه های تاثیرگذار بر وقوع سیل در استان خراسان رضوی را انجام داد. در مطالعه مزبور، طی دوره آماری ۱۲ ساله (۲۰۰۳-۱۹۹۱) از داده های آماری بارش ایستگاه ها در منطقه استفاده شد. وی نتیجه گرفت که سامانه های زیر در ایجاد بارش های سیل آسا در این استان موثر می باشند: الف) کم فشارهای مهاجر قطبی اروپایی ب) کم فشارهای مدیترانه ای ج) پرفشارهای مهاجر قطبی سبیری و اروپایی مخصوصا شمال اروپا د) کم فشارهای دریای سرخ که می تواند با کم فشارهای مدیترانه ای در بیشتر مواقع جفت گردد. سجادی (۱۳۸۵) بررسی آب قابل بارش ابر و کاربرد آن در بارورسازی و پیش بینی سیل در غرب کشور ایران را مورد مطالعه قرار داد. پروین (۱۳۸۶) نیز بررسی تعیین الگوهای سینوپتیکی حاکم بر سیلاب های مخرب و فراگیر سطح حوضه ی آبریز دریاچه ی ارومیه را مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه مزبور پس از جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط به روزهای وقوع سیل در سطح حوضه ی آبریز دریاچه ی ارومیه به لحاظ گستره ی مکانی سال ۱۳۷۶ حوضه ی آبریز مذکور فراگیرترین سیلاب های مخرب منطقه ای را تجربه کرده است. عقل آراء (۱۳۸۶) مطالعه سیستم های همدیدی سیل زا و خسارت های ناشی از آن در استان های آذربایجان شرقی و غربی را انجام داد. نتایج مطالعه عقل آراء (۱۳۸۶) در دوره های بارش و سیل ماه های می و آوریل سال های ۲۰۰۴ و ۱۹۹۹ نشان داد که سیستم های سینوپتیکی از نوع مدیترانه ای بوده و جریان های جنوب غربی بر روی ایران موجب انتقال

رطوبت از خلیج فارس و دریای عمان به ناحیه شده و باعث بارش‌های شدید و وقوع سیل در منطقه آذربایجان شرقی و غربی شده است.

فرارفت تاوایی باعث تغییرات فشار در سطح زمین می‌شود بطوریکه تاوایی منفی در پشته‌ها و تاوایی مثبت در ناوه‌ها ظاهر می‌شود. هنگامی که بسته‌ی هوا از ناحیه‌ای با تاوایی زیاد به سمت ناحیه‌ای با تاوایی کم حرکت می‌کند در آن ناحیه فرارفت تاوایی مثبت است و در حال معکوس دارای فرارفت تاوایی منفی است (Ahrens, ۲۰۰۳).

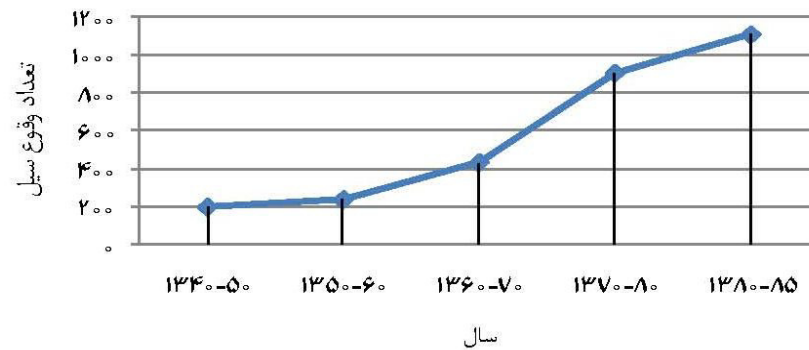
فرارفت تاوایی مطلق یکی از عواملی است که در حرکات صعودی و نزولی جو موثر می‌باشد. یعنی اگر فرارفت تاوایی مطلق، مثبت باشد حرکت قائم بالارو و اگر فرارفت تاوایی مطلق، منفی باشد حرکت قائم پایین رو خواهیم داشت (Carlson, ۱۹۹۱). در مطالعه حاضر، دو مورد سیل شدید در استان آذربایجان شرقی از دیدگاه همدیدی و حرکت

شناختی و انطباق آن با پیش‌بینی بارش مدل GFS در سال‌های (۲۰۰۰-۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

با توجه به موضوع تحقیق تمامی سیل‌هایی که در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در استان آذربایجان شرقی اتفاق افتاده و میزان برآورد خسارت‌های آنها در گزارش‌های ستاد حوادث غیرمترقبه استان ثبت شده بود جمع‌آوری شد. پس از بررسی موارد، دو سیل با بیشترین خسارت‌های مالی و جانی که در تبریز و میانه اتفاق افتاده بود، انتخاب گردید. سپس داده‌های بارندگی در تاریخ‌های وقوع سیل برای شهرهایی که سیل در آنجا واقع شده و دیگر ایستگاه‌های استان، مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از نقشه‌های همدیدی سطح زمین و سطوح فوقانی در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکالی برای روزهای حادثه و یک روز قبل و یک روز بعد از حادثه از آرشیو نقشه‌های همدیدی سازمان هواشناسی کشور و نقشه‌های سایت (noaa) استفاده گردید. در روی نقشه‌های ۵۰۰ hpa میدان تاوایی مطلق و روی نقشه‌های ۷۰۰ hpa حرکت قائم در دستگاه P هم پوشی شد. سپس تحلیل نقشه‌های همدیدی با میدان دما و میدان تاوایی مطلق و میدان حرکت قائم در سیستم مختصات P در محدوده ۱۵ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۵ تا ۷۰ درجه طول شرقی انجام شد. در نهایت مقایسه‌ای بین پیش‌بینی بارش تجمعی GFS (Global Forecast System) با بارش واقعی تجمعی گزارش شده ایستگاه‌های تبریز و میانه برای روزهای وقوع سیل نیز انجام گرفت.

نتایج



شکل ۱- نمودار خطی روند تعداد وقوع سیل در کشور در دوره آماری ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۵

شکل (۱) نمودار خطی تعداد وقوع سیل در ایران در دوره آماری ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. همانطوریکه ملاحظه می‌شود در دهه‌ی ۸۰-۱۳۷۰ نزدیک به پنج برابر دهه‌ی ۵۰-۱۳۴۰ می‌باشد و در ۶ سال اول دهه‌ی ۹۰-۱۳۸۰ به ۵/۷ برابر دهه‌ی ۵۰-۱۳۴۰ رسیده است.

در جدول (۱) مقایسه آماری وقوع سیل در استان آذربایجان شرقی در بازه زمانی ۱۳۰۵-۱۳۸۸ نشان داده می‌شود که نشان دهنده افزایش وقوع سیل در سالهای اخیر می‌باشد.

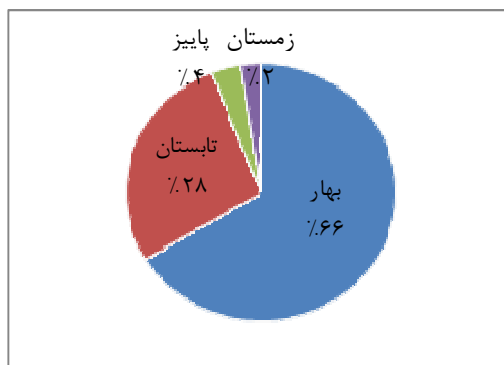
جدول ۱- مقایسه تعداد وقوع سیل در استان آذربایجان شرقی در بازه زمانی ۱۳۰۵-۱۳۸۸

دوره آماری	مدت (سال)	تعداد سیل ثبت شده
۱۳۰۵-۱۳۷۵	۷۰	۱۸۰
۱۳۸۸-۱۳۷۶	۱۲	۱۷۷

شکل (۲) نمودار توزیع فراوانی نسبی تعداد وقوع سیل در استان آذربایجان شرقی در بازه آماری ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌گردد سال ۱۳۸۲ بیشترین و سال ۱۳۸۰ کمترین تعداد سیل را تجربه کرده است.



شکل ۲- نمودار خطی روند تعداد وقوع سیل در استان آذربایجان شرقی در یازده آماره ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹



با بررسی بعمل آمده در مورد نحوه ی توزیع فصلی سیل‌های مورد مطالعه در سطح استان مشخص شد که، ۶۶ درصد از سیل‌ها در فصل بهار اتفاق افتاده اند. پس از آن فصل تابستان با ۲۸ درصد در رتبه ی بعدی قرار دارد با توجه به نوع بارش‌ها (جامد) فصل زمستان با کمترین فراوانی نسبی وقوع سیل (۲ درصد) قابل تشخیص است. (شکل ۳)

شکل ۳- توزیع فصلی فراوانی سیل‌های اتفاق افتاده در استان آذربایجان شرقی در طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹

جدول (۲) توزیع فراوانی نسبی سیل‌های استان را در مقیاس زمانی ماهانه نشان می دهد. دو ماه اردیبهشت و خرداد به تنهایی ۵۵/۹ درصد از کل سیل‌ها را تجربه کرده اند. این موضوع می تواند به دلیل ورود بیشتر سیستم‌های هم‌دیدگی بارش‌ها در بازه زمانی ذکر شده، شروع روند افزایشی درجه حرارت منطقه و بالا آمدن رطوبت خاک باشد.

جدول ۲- مقایسه ی توزیع فراوانی و درصد سیل‌های سطح استان آذربایجان شرقی در بازه ۱۳۷۹-۱۳۸۹

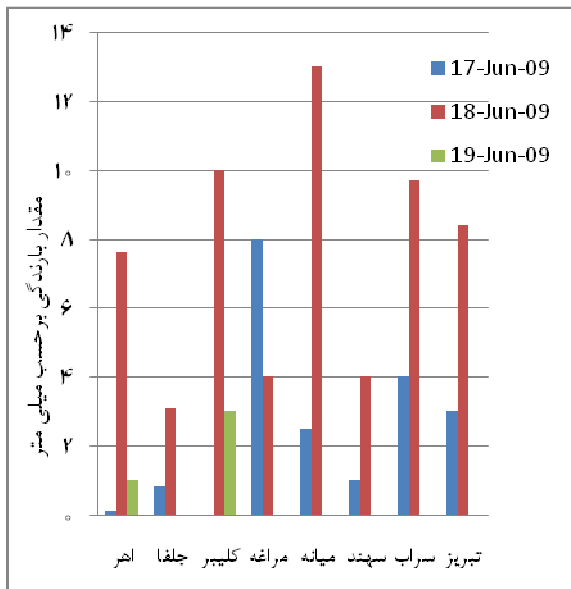
ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
فراوانی	۱۸	۵۲	۴۲	۱۷	۲۰	۱۰	۴	۲	۰	۰	۲	۱
درصد	۱۰/۷	۳۰/۹	۲۵	۱۰/۱	۱۱/۹	۶	۲/۴	۱/۲	۰	۰	۱/۲	۰/۶

همچنین تمامی سیل‌های اتفاق افتاده در منطقه از نظر میزان خسارات کلی و نیز خسارات وارده به تاسیسات زیر بنایی، کشاورزی و مسکونی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد سال ۱۳۸۸ بیشترین خسارات و سال ۱۳۸۰ کمترین خسارات را داشته است. دو سیل شدید انتخاب روی داده از لحاظ شدت خسارات جانی و مالی عبارتند از:

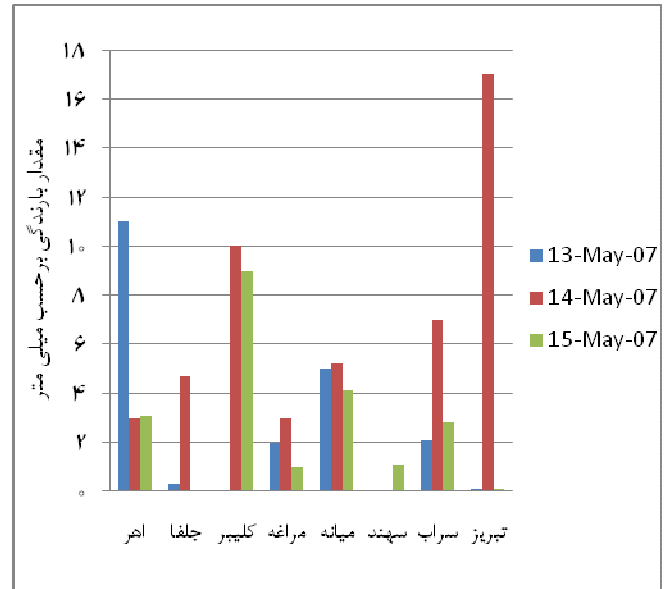
سیل تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۶ (۱۴ می ۲۰۰۷) در تبریز و سیل تاریخ ۲۸ خرداد ۱۳۸۸ (۱۸ جون ۲۰۰۹) در میانه

شکل‌های (۴) و (۵) نمودارهای بارش ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی را بترتیب در تاریخ ۱۳ تا ۱۵ می ۲۰۰۷ و ۱۷ تا ۱۹ جون ۲۰۰۹ در میانه نشان می‌دهد. در روز ۱۴ می ۲۰۰۷ شهر تبریز مقدار بارشی برابر با ۱۷ میلی‌متر را تجربه کرد.

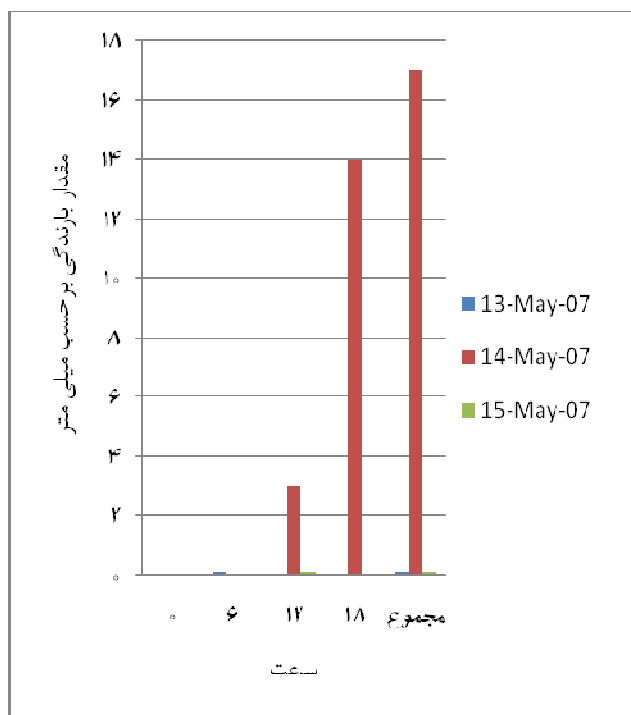
میزان بارش شهر میانه در ۱۸ جون ۲۰۰۹ برابر با ۱۳ میلی‌متر بود. شکل‌های (۶) و (۷) بترتیب نمودارهای میزان بارش مربوط به ایستگاه‌های تبریز و میانه در تاریخ‌های ذکر شده به فواصل زمانی ۶ ساعت می‌باشند.



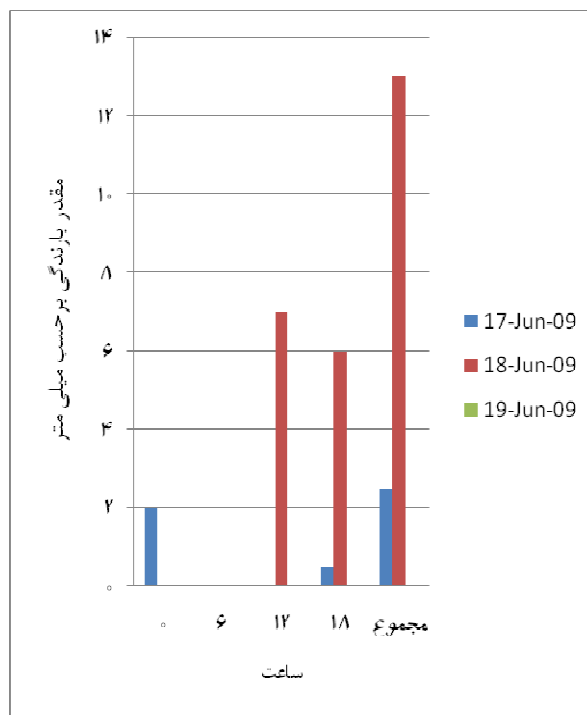
شکل ۵- میزان بارندگی ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی از تاریخ ۱۷ تا ۱۹ جون سال ۲۰۰۹ (برحسب میلی‌متر)



شکل ۴- میزان بارندگی ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی از تاریخ ۱۳ تا ۱۵ می سال ۲۰۰۷ (برحسب میلی‌متر)



شکل ۷- نمودار میزان بارندگی شهر میانه به فواصل ۶ ساعت در تاریخ ۱۳ تا ۱۹ جون ۲۰۰۷ (برحسب میلی متر)



شکل ۶- نمودار میزان بارندگی شهر تبریز به فواصل ۶ ساعت در تاریخ ۱۳ تا ۱۵ می ۲۰۰۷ (برحسب میلی متر)

تمامی نقشه‌های همدیدی سطح زمین و سطوح فوقانی در ترازهای ۵۰۰، ۷۰۰، ۸۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ هکتوپاسکالی روزهای ۱۳ تا ۱۵ می ۲۰۰۷ و ۱۷ تا ۱۹ جون ۲۰۰۹ مورد بررسی قرار گرفت. ولی فقط نقشه‌های ساعت ۰۰ Z و ۱۲ Z روز ۱۳ می و ساعت ۰۰ Z روز ۱۵ می ۲۰۰۷ برای سیل تبریز و نقشه‌های ساعت ۰۰ Z و ۱۲ Z روز ۱۸ جون و ساعت ۰۰ Z روز ۱۹ جون ۲۰۰۹ برای سیل میانه به شرح زیر آورده شده است.

در ارتباط با سیل تبریز در تاریخ ۱۴ می ۲۰۰۷ در روی نقشه‌های سطح زمین سامانه‌های اصلی عبارتند از یک ناوه گرمایی وارون در روی غرب کشور ایران که تا شرق و مرکز ترکیه گسترش دارد. این ناوه گرمایی وارون از مرکز فشار کم گرمایی که در جنوب شرق کشور مرکزیت دارد و دارای فشاری حدود ۱۰۰۰ hpa است سرچشمه گرفته است. اما سامانه دیگر نقشه، فشار زیادی است که یکی در شمال سیبری و دیگری در روی دریای سیاه قرار گرفته است. در نقشه زمین ساعت ۰۰ روز ۱۴ می مقدار فشار زیاد روی دریای سیاه برابر ۱۰۲۰ hpa است (شکل ۸). در نقشه ساعت ۱۲ به علت حرکت فشار زیاد روی دریای سیاه بطرف شرق گرادیان شدید فشاری را در روی استان‌های آذربایجان شرقی و غربی با برخورد هوای گرم ناوه گرمایی وارون ایجاد نماید (شکل ۹). این وضعیت به این معنا است که یک منطقه جبهه زایی در این منطقه شکل گیرد و نهایتاً همگرایی شدیدی در سطح زمین بوجود آید. توده هوای سرد روی دریای سیاه با فشار زیاد در شرق، از شمال جمهوری آذربایجان بر روی آذربایجان شرقی ریزش کرده و باعث ناپایداری‌های شدید سطح زمین گردید. همچنین مرکز فشار زیاد دریای سیاه با مقدار ۱۰۲۰ hpa بطرف شرق حرکت کرده و در نقشه ساعت ۰۰ روز ۱۵ می سواحل دریای خزر و رشته کوه‌های البرز را نیز تحت تاثیر قرار داده است و موجب بارش‌های نسبتاً شدیدی در این نواحی به ویژه در مناطق کوهستانی گردید (شکل ۱۰).

در نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکال در روی اروپا یک منطقه کژفشاری بسیار شدید غربی با امواج کوتاه دیده می‌شود که به سرعت از غرب به شرق حرکت می‌کنند. در نقشه ساعت ۰۰ روز ۱۴ می شمال عراق مرکز کم ارتفاع ۱۴۴ دکامتری بصورت بسته ای وجود دارد (شکل ۱۱). در ساعت ۱۲ روز ۱۴ می مرکز کم ارتفاع شمال عراق به سمت

استان‌های آذربایجان شرقی و غربی حرکت می‌کند و یک منطقه جبهه‌زایی را در روی منطقه بوجود می‌آورد (شکل ۱۲). در نقشه‌های ۸۵۰ hpa موقعیت جبهه‌ها قرار داده شده، ملاحظه می‌شود جبهه‌زایی با افزایش گرادیان دما روی منطقه یک شکل کاملاً کلاسیک را بوجود آورده است. در ساعت ۰۰ روز ۱۵ می مرکز پر ارتفاع شمال روسیه با پشته شمال دریای سیاه یکی شده و هوای نسبتاً سردی را بطرف دریای خزر فرارفت می‌دهد و با خط هم ارتفاع یعنی کنتوری ۱۵۲ دکامتری تا شرق دریای خزر ادامه دارد (شکل ۱۳).

در نقشه‌های ۷۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰ روز ۱۴ می در روی اروپا و شمال روسیه جریان‌های شدید غربی که معرف کژفشاری شدید است دیده می‌شود و همزمان در نقشه‌های سطح زمین امواج کژفشاری با دامنه‌های کوتاه وجود دارد که بطرف شرق حرکت می‌کنند. یک مرکز ارتفاع بریده در روی ترکیه و شرق مدیترانه وجود دارد که در مرکز آن حرکات صعودی وجود داشته ولی در روی آذربایجان شرقی حرکت قائم بالارو دیده نمی‌شود و در روی تهران و در اطراف آن مرکز پائین رو با بزرگی ۴ سانتی متر در ثانیه درست در شاخه پشته با دامنه کم دیده می‌شود. ضمناً مرکز کم ارتفاع بریده با بزرگی ۳۰۶ دکامتر روی شمال عراق و جنوب ترکیه دیده می‌شود که ناوه آن کاملاً بطور مثبت کج شده است و در قسمت شرق این مرکز کم ارتفاع بسته حرکت بالارو به مقدار ۲ سانتی متر در ثانیه دیده می‌شود (شکل ۱۴). در ساعت ۱۲ روز ۱۴ می امواج کوتاه روی اروپا تبدیل به یک موج بلند شده و با مرکز فشار کم بریده روی ترکیه و شمال عراق یکی شده است و بصورت یک ناوه کاملاً کج مثبت از شمال دریای خزر تا جنوب ترکیه و شرق دریای مدیترانه کشیده شده است و در عوض یک پشته کاملاً گسترش یافته در اروپای مرکزی با دامنه بلند بوجود آمده است. در روی آذربایجان شرقی مرکز حرکت بالارو به بزرگی ۶ سانتی متر در ثانیه و در روی شمال جمهوری آذربایجان با بزرگی ۱۲ سانتی متر در ثانیه در داخل ناوه وجود دارد که این مرحله باعث سیل این مناطق شده است (شکل ۱۵). در نقشه ساعت ۰۰ روز ۱۵ می ناوه نسبتاً عمیق شمال دریای خزر با سرعت بیشتری بطرف شرق حرکت کرده ولی ناوه ترکیه و شمال عراق کاملاً کج شده و محور آن شمال شرقی و جنوب غربی است. همچنان در آذربایجان‌های شرقی و غربی حرکت‌های قائم بین ۲ تا ۴ سانتی متر در ثانیه دیده می‌شود. (شکل ۱۶).

در نقشه‌های ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰ روز ۱۴ می مرکز کم ارتفاعی در روی شمال عراق و شرق ترکیه با مرکز ۵۷۲ دکامتر دیده می‌شود. بزرگی تاوایی مطلق آن حدود $1 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ می‌باشد. این مرکز کم ارتفاع در روی شمال غرب کشور یعنی در روی استان‌های آذربایجان غربی و شرقی در اثر فرارفت مقدار تاوایی مطلق افزایش می‌یابد و خط پشته با دامنه کم روی این استانها کاملاً بطرف شرق حرکت کرده است. همچنین خم ژئوپتانسیل این مناطق کاملاً چرخندی است یعنی بطرف تاوایی مطلق مثبت متمایل گردیده است (شکل ۱۷). در ساعت ۱۲ روز ۱۴ می مرکز کم ارتفاع بریده با یک وسعت کم در شمال عراق با مقدار ۵۷۲ دکامتر دیده می‌شود و خط ناوه هم بصورت کج مثبت دیده می‌شود و در انتهای این ناوه یک مرکز کم ارتفاع بریده در روی مراکش و الجزیره با مقدار ۵۷۶ دکامتر شکل گرفته است. در داخل مرکز کم ارتفاع بریده شمال عراق بزرگی تاوایی مطلق حدود $1 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ است. اما در روی غرب دریای خزر یک مرکز تاوایی مطلق حدود $4 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ می‌باشد که بسیار کم است. فرارفت تاوایی مطلق آن در روی استان‌های آذربایجان شرقی و غربی بطور محسوس وجود دارد. همین فرارفت تاوایی مطلق روی این نواحی باعث ایجاد حرکات قائم بالارو می‌شود (شکل ۱۸). در ساعت ۰۰ روز ۱۵ می یکی از امواج غربی اروپایی کاملاً عمیق شده و تا شمال غرب کشور ادامه داشته است. در ادامه آن ناوه کج با دو مرکز بسته یکی در شرق ترکیه و دیگری در شمال مصر وجود دارد که هر دو با مقدار ژئوپتانسیل ۵۷۲ دکامتر دیده

می شود. استان آذربایجان شرقی تقریباً در روی ناوه است و بزرگی تاوایی مطلق روی استان $10^{-2} \text{sec}^{-1} \times 10^{12}$ می باشد (شکل ۱۹).

در نقشه های ۳۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰ روز ۱۴ می روی اروپا جریانهای شدید غربی با گرادیان شدید ژئوپتانسیل و گرادیان دما دیده می شود. همانطوریکه در روی نقشه های ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال دیده می شد. یک مرکز کم ارتفاع بریده در شرق ترکیه و شمال عراق بصورت هسته کوچک با مرکز ۹۴۰ دکامتر و با هسته دمای ۴۰- درجه سانتی گراد وجود دارد. ناوه آن در غرب و شمال غرب کشور بوده و تا اندازه ای عمیق می باشد (شکل ۲۰). در نقشه ساعت ۱۲ روز ۱۴ می ناوه اروپایی ذکر شده کاملاً عمیق شده با طول موج بلند بطرف شرق دریای سیاه و گرجستان و جمهوری چین و شمال جمهوری آذربایجان قرار گرفته است. ناوه مزبور تقریباً با ناوه کم عمق و ضعیف شده شرق ترکیه و شمال عراق جفت شده است (شکل ۲۱). در ساعت ۰۰ روز ۱۵ می با افزایش دامنه پشته اروپای مرکزی، ناوه شمال روسیه و دریای سیاه و جمهوریهای چین و آذربایجان کاملاً عمیق شده با شدت بسیاری بطرف دریای خزر و شمال غربی ایران در حال حرکت است. مرکز کم ارتفاع شمال عراق و شرق ترکیه کاملاً از بین رفته و جریانهای غربی و جنوب غربی در روی غرب ایران همراه با یک ناوه بسیار ضعیف بازمانده ناوه روی عراق و غرب ایران است و مرکز کم ارتفاع بریده شده شمال مصر و غرب دریای احمر با مرکز ۹۴۰ دکامتر با کنتور بسته به فعالیت خود ادامه می دهد. دمای آن ۴۴- درجه سانتی گراد است (شکل ۲۲).

نتایج حاصل از تحلیل نقشه های همدیدی همراه با چند پارامتر دینامیکی در رابطه با سیل تاریخ ۱۴ می ۲۰۰۷ به شرح زیر می باشد:

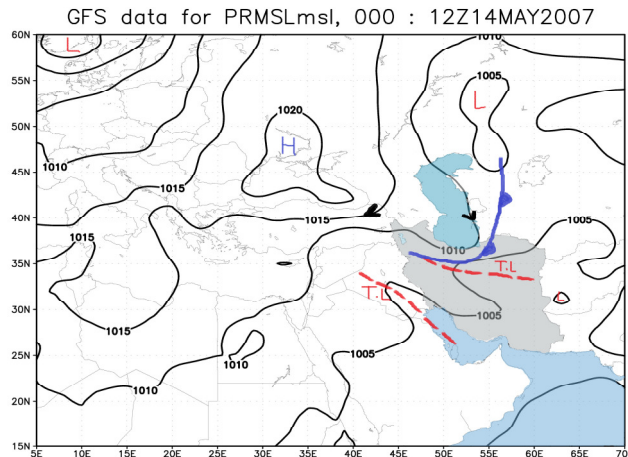
۱- در طول بازه زمانی بررسی شده، ناوه گرمایی معکوس گسترش یافته ای از یک مرکز فشار کم گرمای روی فلات ایران، هند و پاکستان بطرف استانهای آذربایجان شرقی و غربی در روی نقشه های سطح زمین و تراز 850 hpa دیده می شود. بنابراین در اثر فرارفت هوای سرد از شمال دریای خزر با فشار زیاد که از شمال روسیه و دریای سیاه تقویت شده، برخورد نموده است. همچنین این وضعیت گرادیان فشاری و دمایی خوبی را بر روی سواحل دریای خزر، رشته کوههای البرز، استانهای آذربایجان شرقی و غربی، جمهوری آذربایجان و قسمتی از ترکیه را بوجود آورده است که معرف یک منطقه جبهه ای کاملاً کلاسیک در روی منطقه ذکر شده می باشد.

۲- همراه با این منطقه جبهه ای در سطح زمین و تراز 850 hpa که در روی ترکیه و شرق مدیترانه وجود دارد، یک بندال مرکز کم ارتفاع بریده که تا ارتفاعات ترازهای بالای وردسپهر ادامه دارد این منطقه جبهه ای را تقویت می کند و محور فضایی آن کمی بطرف شمال غرب می باشد. محاسبات حرکت قائم در سیستم P در روی تراز 700 hpa در روز حادثه سیل در آذربایجان شرقی بین ۶ تا ۸ سانتی متر در ثانیه یعنی $0.6 - 0.8$ پاسکال در ثانیه است اما در روی شمال جمهوری آذربایجان در حدود ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر در ثانیه بوده است. با عبور این بندال بریده کم ارتفاع از روی استان آذربایجان شرقی بتدریج از حرکتهای قائم بالارو کاسته شده و در روز ۱۵ می به حدود ۴ سانتی متر در ثانیه رسیده است. بزرگی تاوایی مطلق در داخل مرکز کم ارتفاع بریده حدود بین $10^{-2} \text{sec}^{-1} \times 10^{12}$ بوده ولی در روز حادثه حدود $10^{-2} \text{sec}^{-1} \times 10^{15}$ تا $10^{-2} \text{sec}^{-1} \times 10^{18}$ می باشد.

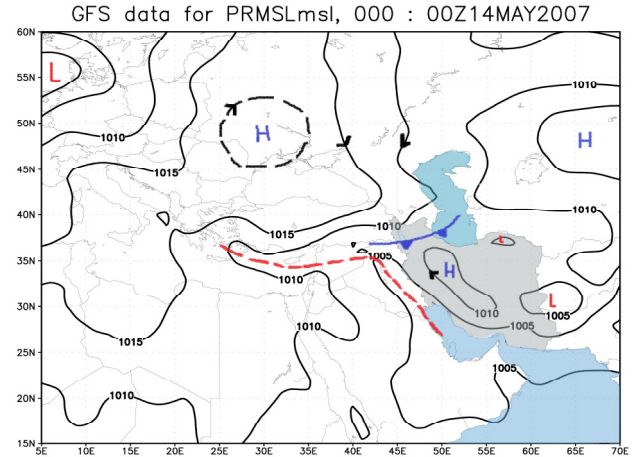
۳- فعالیت این کم ارتفاع بریده تا تراز 300 hpa نیز ادامه داشته و در داخل آن دمای ۲۲- تا ۲۴- درجه سانتی گراد فعالیت می کند و در روز حادثه سیل، مرکز آن به کمترین مقدار ژئوپتانسیل می رسد.

۴- مقدار بارش پیش بینی شده تجمعی GFS در روز حادثه سیل در غرب استان آذربایجان شرقی ۱۰ تا ۱۵ میلی متر بود، اما GFS برای استان آذربایجان شرقی و شهر تبریز بارشی را پیش بینی نکرده است. ولی مقدار بارش

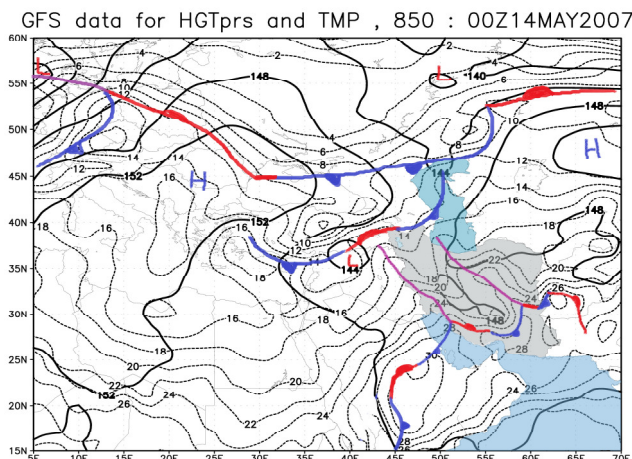
دیده بانی شده واقعی در این روز در تبریز ۱۷ میلی متر بود. بطور کلی مقایسه پیش بینی های بارشی تجمعی GFS در این منطقه با مقدار واقعی گزارش انطباق خوبی را نشان نمی دهد (شکل ۲۳). در زیر تعدادی از نقشه های سیل ۱۴ می تبریز ۲۰۰۷ آورده شده است.



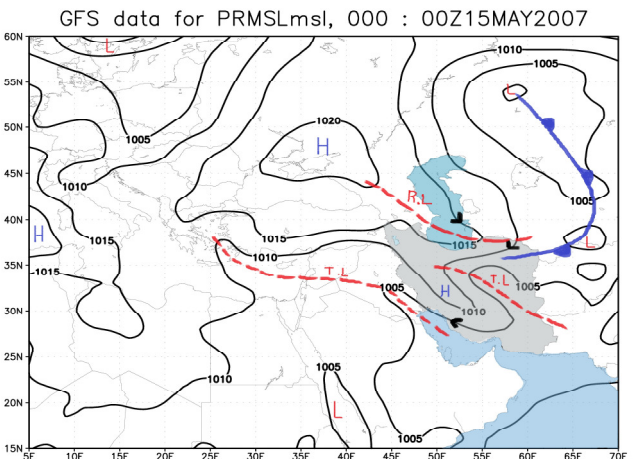
شکل ۹- نقشه سطح زمین ساعت ۱۲Z روز ۱۴ می ۲۰۰۷ و موقعیت جبهه های سطح زمین در ارتباط با سیل تبریز



شکل ۸- نقشه سطح زمین ساعت ۰۰Z روز ۱۴ می ۲۰۰۷ و موقعیت جبهه های سطح زمین در ارتباط با سیل تبریز

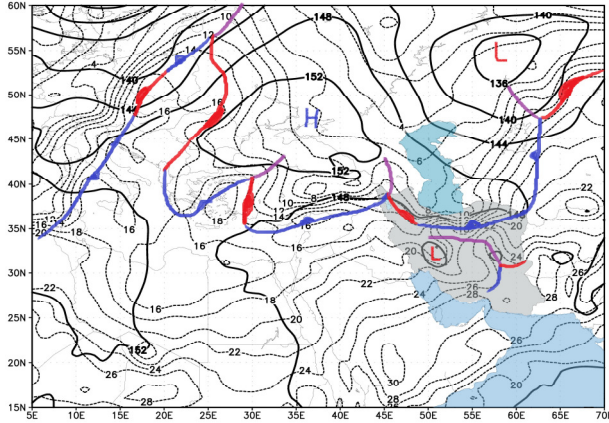


شکل ۱۱- نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰ روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز



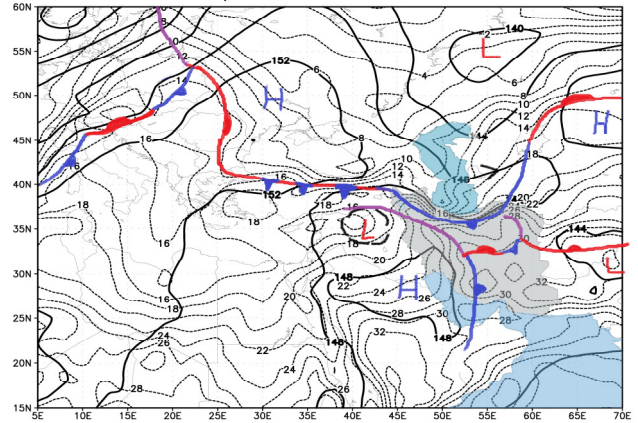
شکل ۱۰- نقشه سطح زمین ساعت ۰۰ روز ۱۵ می ۲۰۰۷ و موقعیت جبهه های سطح زمین در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for HGTprsr and TMP , 850 : 00Z15MAY2007



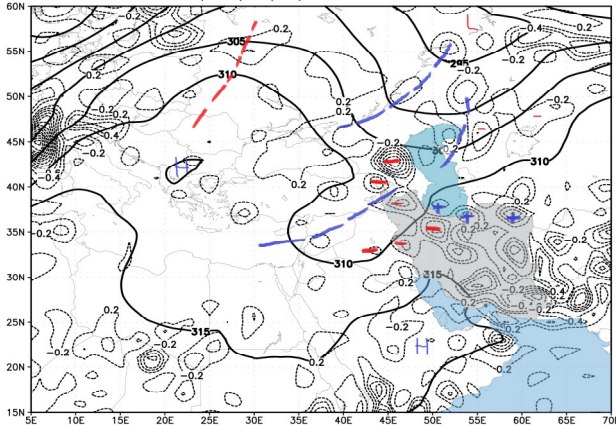
شکل ۱۳ - نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۵ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for HGTprsr and TMP , 850 : 12Z14MAY2007

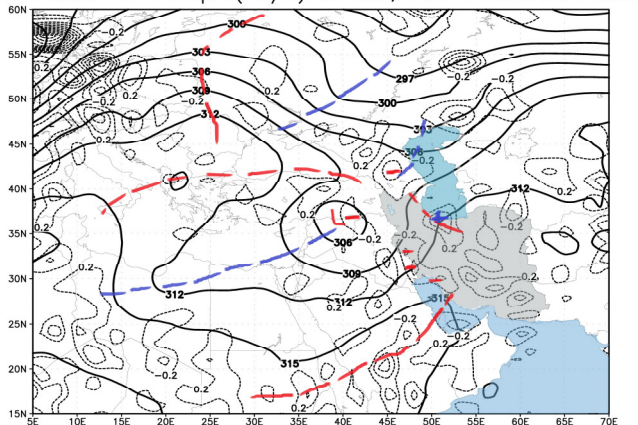


شکل ۱۲ - نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۱۲ روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for WELprsr(Pa/s) & HGT, 700 : 12Z14MAY2007 GFS data for WELprsr(Pa/s) & HGT, 700 : 00Z14MAY2007

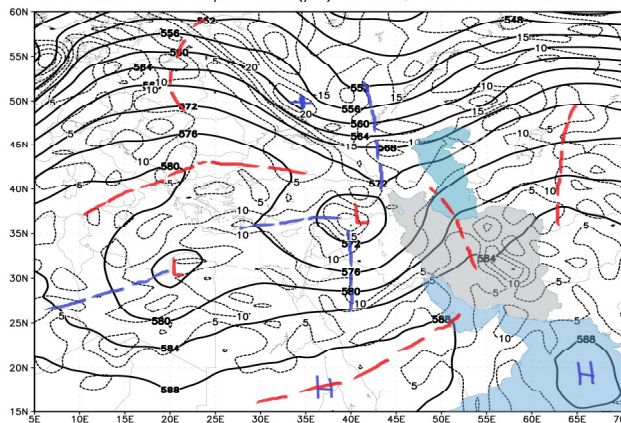


شکل ۱۵ - نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۱۲ روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل تبریز



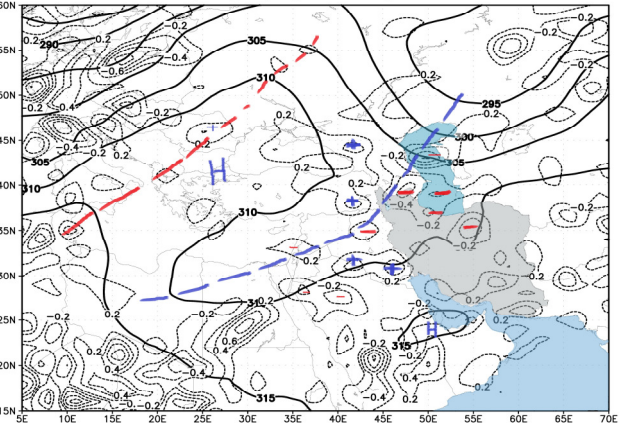
شکل ۱۴ - نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for ABSVprsr*10e5(/s) & HGT, 500 : 00Z14MAY2007



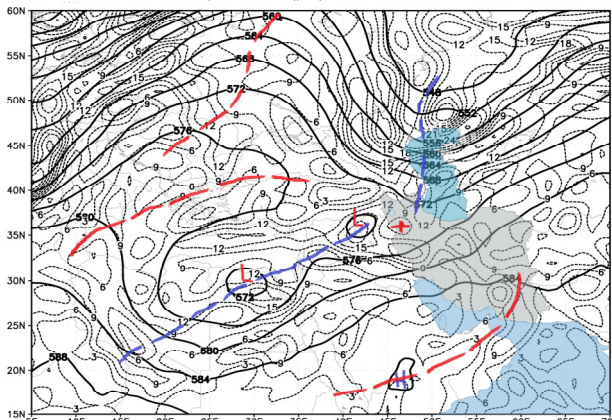
شکل ۱۷ - نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for WELprsr(Pa/s) & HGT, 700 : 00Z15MAY2007



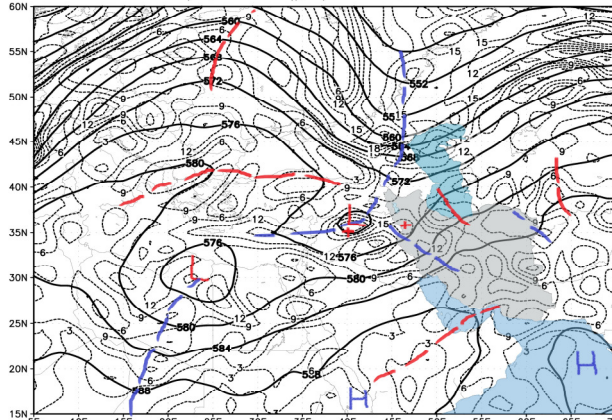
شکل ۱۶ - نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۵ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for ABSVprs*10e5(/s) & HGT, 500 : 00Z15MAY2007



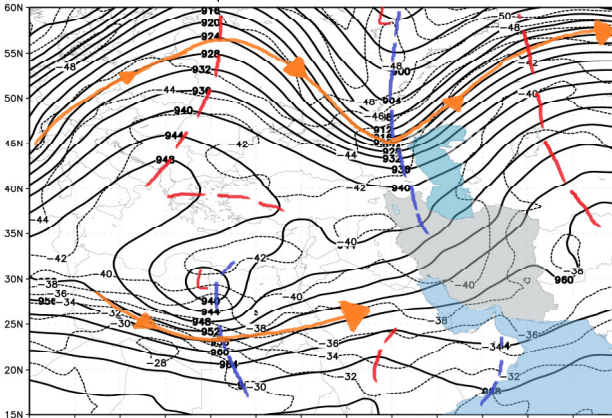
شکل ۱۹- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۵ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for ABSVprs*10e5(/s) & HGT, 500 : 12Z14MAY2007



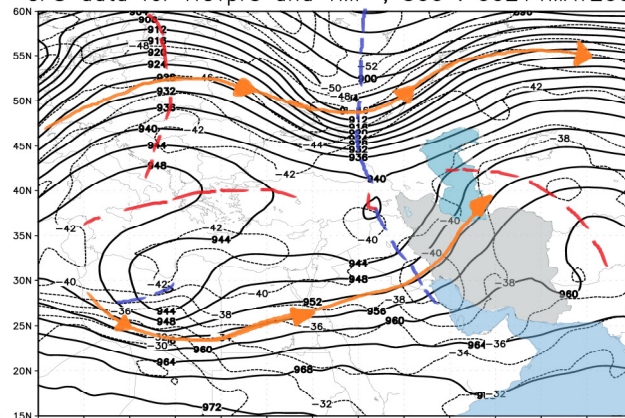
شکل ۱۸- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 12Z14MAY2007



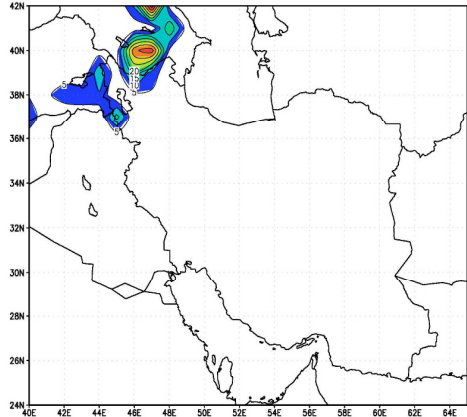
شکل ۲۱- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 00Z14MAY2007



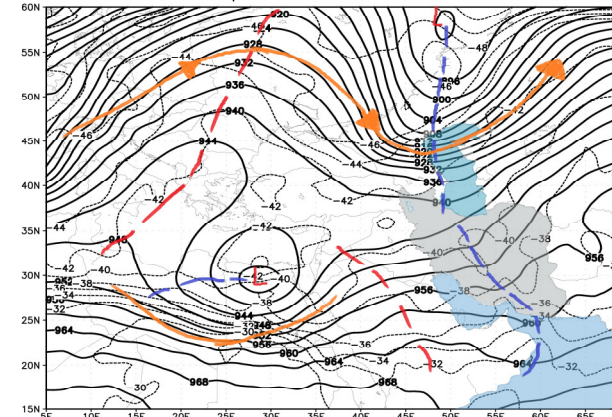
شکل ۲۰- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۴ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for Total Rain, : 00Z14MAY2007+24h



شکل ۲۳- نقشه بارش تجمعی ۲۴ ساعت روز ۱۴ می ۲۰۰۷ در ارتباط با سیل تبریز

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 00Z15MAY2007



شکل ۲۲- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۵ می ۲۰۰۷ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل تبریز

در ارتباط با سیل میانه در تاریخ ۱۸ جون ۲۰۰۹ در روی نقشه‌های سطح زمین در نقشه ساعت ۰۰ روز ۱۸ جون، فشار کم گرمایی در روی منطقه ایران با مرکز ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۵ میلی بار در روی جنوب ایران قرار داشته و مرکز دیگری از فشار کم در روی هند و پاکستان وجود دارد. همچنین فشار زیاد نسبتاً سردی با مرکز ۱۰۲۰ hpa در روی اروپای غربی قرار دارد. یک فشار زیاد دیگری در شرق سبیری با مرکز ۱۰۲۰ hpa قرار دارد. جبهه سرد اروپایی روی ترکیه و جمهوری آذربایجان می باشد و بتدریج شمال غرب ایران را تحت تاثیر خود قرار می دهد و فشار زیاد پشت جبهه با سرعتی حدود ۱۰kt در حال حرکت بطرف شرق است (شکل ۲۴). با ادامه چنین وضعیتی در نقشه‌های ساعت ۱۲ روز ۱۸ و ساعت ۰۰ روز ۱۹ جون بطور متناوب در کلیه مناطق شمالی آذربایجان های غربی و شرقی این وضعیت بارشی با شدت بیشتری وجود داشته و در خود استانهای آذربایجان های غربی و شرقی بارش از شدت کمتری برخوردار است اما با توجه به پیش بینی بارش GFS و همچنین گزارش ایستگاه ها در روز ۱۸ جون بارندگی قابل توجهی در استان آذربایجان شرقی مخصوصاً در میانه در حدود ۱۳ میلی متر اتفاق افتاده است (شکل های ۲۵ و ۲۶). با توجه به نقشه های سطح زمین و موقعیت جبهه سردی که قرار داده شده است و با نفوذ آن بطرف استان های آذربایجان غربی و شرقی و دریای خزر انتظار بارندگی های رگباری و در بعضی نقاط احتمال سیل ناشی از رعد و برق را داشت. لازم است این الگو که تقریباً تابستان اتفاق می افتد به عنوان یک الگوی سینوپتیکی دینامیکی در مرکز پیش بینی مورد توجه قرار گیرد.

نقشه های ۸۵۰ hpa تقریباً با نقشه های سطح زمین همخوانی دارد. بنابراین تفسیر انجام شده نقشه های سطح زمین برای نقشه های ۸۵۰ hpa هم صادق است، با این تفاوت که نقشه های ۸۵۰ hpa که با توزیع میدان دما هم همراهی می کند برای موقعیت قرار گرفتن جبهه ها کمک بسیار زیادی به ما می کند. بنابراین در نقشه های ارتفاعی مرکز ارتفاع کم گرمایی همراه با فشار کم گرمایی سطح زمین کلیه مناطق ایران، شمال عراق و حتی قسمتی از ترکیه را دربر گرفته است و با نفوذ منطقه جبهه ای اروپایی و پراارتفاع آن کاملاً تمام نقشه های سطح زمین را تأیید می نماید. در این نقشه ها جبهه سرد اروپایی با فرارفت هوای گرم داخل فشار کم گرمایی برخورد کرده است (شکل های ۲۷ و ۲۸ و ۲۹).

در نقشه ۷۰۰ hpa، شاخص بحث ما مرکز کم ارتفاعی هست که با مقدار ۳۱۰ دکامتر بر روی ترکیه می باشد و ناوه مثبت آن به طرف غرب دریای مدیترانه قرار گرفته است. پراارتفاعی با ارتفاع ۳۱۵ دکامتر در شمال شرق سبیری قرار دارد. همچنین ناوه همراه با جبهه های سطح زمین در اروپا در حال حرکت به طرف شرق است. بطوری که ملاحظه می شود حرکت های قائم بالا در داخل و مرکز کم ارتفاع قرار گرفته است و هسته های آن با مقدار ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر برثانیه ملاحظه می شود (شکل ۳۰). با حرکت این مرکز کم ارتفاع بطرف شمال و شمال شرق یعنی بطرف استان های آذربایجان غربی و شرقی دیده می شود که بطور قابل ملاحظه ای در قسمت های شمال کردستان عراق و منتهی الیه شمال غرب کشور ایران حرکت قائم بالا در ساعت ۱۲ روز ۱۸ جون حدود ۰/۶- تا ۰/۸- پاسکال در ثانیه است. مرکز کم ارتفاع با مقدار کمتر از ۳۱۲ دکامتر در ساعت ۱۲ روز ۱۸ جون روی استان های آذربایجان غربی و شرقی دیده می شود که باعث سیل در این مناطق گردیده است (شکل ۳۱). در ادامه حرکت این مرکز کم

ارتفاع بطرف شرق با یک تغییر شکلی ملاحظه می‌شود و استان‌های آذربایجان شرقی و غربی حرکت قائم بالارو حدود $0/2 - 0/4$ پاسکال در ثانیه را تجربه می‌کنند (شکل ۳۳).

در نقشه‌های 500 hpa به مانند نقشه 700 hpa، شاخص مهم نقشه کم ارتفاع بریده بسیار فعالی است که مرکز آن در روی شرق ترکیه و کردستان عراق قرار گرفته است و مقدار ژئوپتانسیل آن همان 576 دکامتر است. در شرق ناوه روی کردستان عراق و مرز ایران تاوایی مطلق $10^{-2} sec^{-1} \times 10^2$ می‌باشد (شکل ۳۴). در نقشه ساعت ۱۲ روز ۱۸ جون تاوایی مطلق روی آذربایجان‌های غربی و شرقی تا آخر روز ۱۸ جون مقدار تاوایی مطلق بین $10^{-2} sec^{-1} \times 10^2$ تا $15 \times 10^{-2} sec^{-1}$ متغییر بوده است (شکل ۳۵). در نقشه ساعت ۰۰ روز ۱۹ جون مرکز کم ارتفاع بریده با تغییر شکل جالبی در روی شمال غرب ایران نوسان داشته است و مقدار تاوایی مطلق آن $10^{-2} sec^{-1} \times 10^2$ است (شکل ۳۶).

در نقشه‌های 300 هکتوپاسکال شاخص مهم کم ارتفاع بریده ای است که با ژئوپتانسیل 944 دکامتر و دمای -44 درجه سانتی‌گراد در روی ترکیه قرار دارد. مرکز این کم ارتفاع بریده نسبت به تراز 500 هکتوپاسکال کمی بطرف غرب و شمال غرب متمایل است. این مرکز کم ارتفاع بریده با داشتن یک کنتر بسته همچنان بصورت Cut-off می‌باشد و با سرعت بسیار کم بطرف شرق حرکت می‌کند یا همچنان بصورت نسبتا ساکن باقی می‌ماند. با این سیستم دو محور جت دیده می‌شود که یکی محور جت جبهه ای است که در زیر ناوه 300 hpa قرار گرفته و دیگری احتمالا مربوط به جت جنب حاره ای است که در موقعیت اقلیمی خود قرار گرفته است. در روز ۱۸ جون مرکز کم ارتفاع بریده بطرف شرق حرکت کرده و تضعیف شده است. در این روز در هر 12 ساعت ژئوپتانسیل به اندازه 40 متر بیشتر شده و دمای داخل این مرکز 4 درجه سانتی‌گراد افزایش را نشان می‌دهد (شکل‌های ۳۷ و ۳۸). در آخر روز ۱۸ جون مرکز کم ارتفاع بریده در منتهی‌الیه شمال غرب کشور دیده می‌شود و دو محور جت همچنان در موقعیت خود، این مرکز کم ارتفاع بریده را همراهی می‌کنند (شکل ۳۹).

نتایج حاصل از تحلیل نقشه‌های همدیدی همرا با چند پارامتر دینامیکی در رابطه با سیل تاریخ ۱۸ جون ۲۰۰۹ به شرح زیر می‌باشد:

۱- از نیمه دوم ماه می فشار کم گرمایی هند و پاکستان بطرف غرب و شمال غرب گسترش می‌یابد که می‌تواند خودش را از اوایل ماه جون در استان‌های آذربایجان‌های غربی و شرقی و بتدریج نیز در روی شمال عراق، ترکیه و حتی تا غرب ترکیه نیز نمایان نماید. هر زمانی که یک سامانه جبهه ای اروپایی مخصوصا جبهه‌های سرد برخوردی با هوای گرم این سامانه فشار کم گرمایی داشته باشد و با موقعیت سامانه‌های لایه‌های میانی و فوقانی طبقه وردسپهر نیز توأم باشد بایستی انتظار ناپایداری‌های قابل توجهی را در منطقه داشت و در نتیجه رگبارهای شدید باران همراه با رعد و برق به وقوع می‌پیوندد.

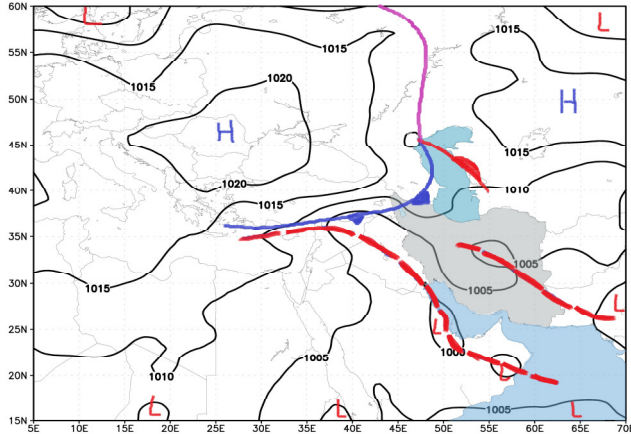
۲- مرکز ارتفاع کم بریده ای که در این مواقع سال در روی ترکیه و یا شرق ترکیه قرار داشته باشد و دارای محور فضایی بطرف غرب، شمال غرب و یا بطور قائم باشد حرکتی بسیار ضعیف بطرف شرق و شمال شرق داشته و به محض قرار گرفتن آن روی استان آذربایجان شرقی و غرب استان رگبارهای شدید همراه با رعد و برق و در نتیجه

سیل‌های محلی را می‌توان انتظار داشت و هرچه این مرکز ارتفاع کم بریده شده فعال تر باشد بدیهی است شدت این پدیده‌ها و در نتیجه سیل‌های حادث شده به مراتب شدیدتر خواهد بود.

۳- بررسی پارامترهای فیزیکی و دینامیکی نشان می‌دهد مقادیر حرکت قائم در تراز 700 hpa از حدود $0/6$ تا 1 - پاسکال در ثانیه یعنی 6 تا 10 سانتی متر در ثانیه حرکت بالارو می‌تواند باعث رگبارهای شدید و حتی سیل گردد. همچنین بزرگی تاوایی مطلق در روی 500 hpa نیز به عنوان مقادیر کلیدی در این تحقیق بوده است برای مثال اگر تاوایی مطلق 500 hpa در داخل مراکز فشار کم بریده و با همراه با ناوه آن، در حدود $15 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ تا $1 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ باشد می‌توان با اطمینان زیادی پیش بینی سیل را در این ماه‌ها بطوری محلی در استان آذربایجان‌های شرقی و غربی داشت. روز سیل روی استان حرکت قائم بالارو $0/6$ تا $0/8$ - پاسکال در ثانیه تاوایی مطلق حدود $10 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ تا $15 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ می‌باشد.

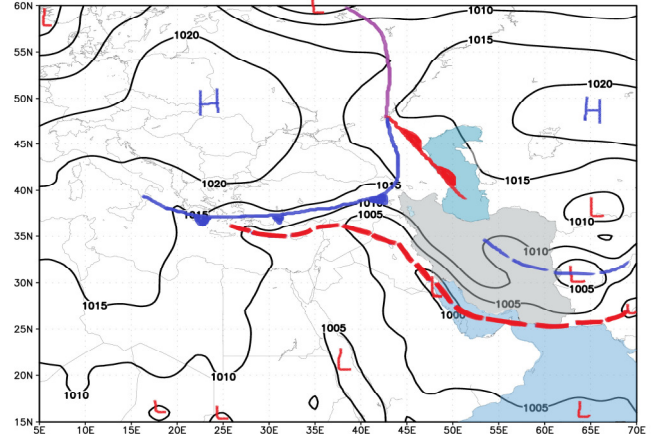
۴- مقدار بارش پیش بینی شده تجمعی GFS در روز حادثه سیل برابر با 10 تا 14 میلی متر بوده و مقدار بارش دیده بانی شده واقعی در این روز در میانه 13 میلی متر بود. بطور کلی مقایسه پیش بینی‌های بارشی تجمعی GFS در این منطقه با مقدار واقعی گزارش شده انطباق نسبتاً خوبی را نشان می‌دهد (شکل ۴۰). در زیر تعدادی از نقشه‌های مربوط به سیل 18 جون 2009 میانه آورده شده است.

GFS data for PRMSLmsl, 000 : 12Z18JUN2009



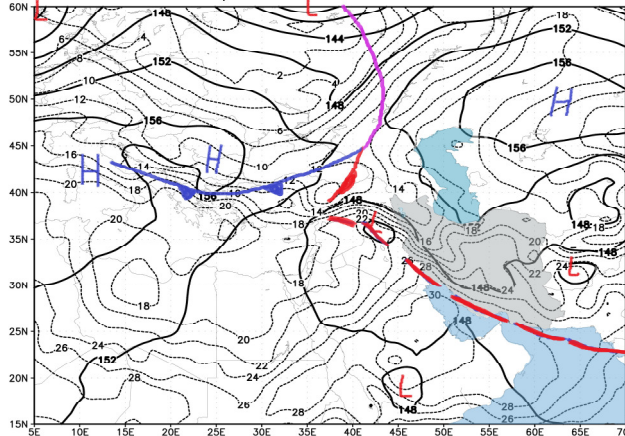
شکل ۲۵- نقشه سطح زمین ساعت Z ۱۲ روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ و موقعیت جبهه‌ها ی سطح زمین در ارتباط با سیل میانه

GFS data for PRMSLmsl, 000 : 00Z18JUN2009



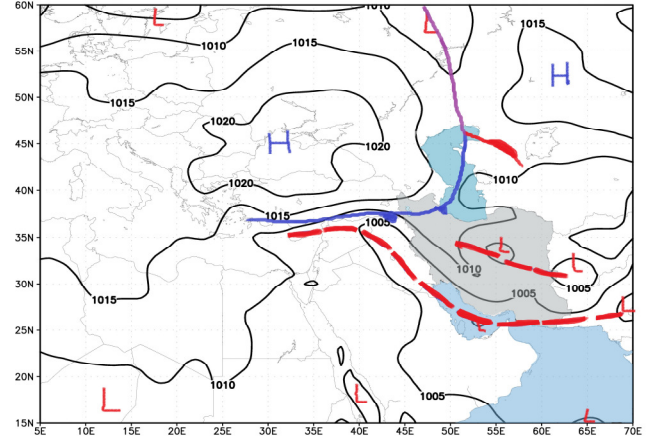
شکل ۲۴- نقشه سطح زمین ساعت ۰۰Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ و موقعیت جبهه‌ها ی سطح زمین در ارتباط با سیل میانه

GFS data for HGTprs and TMP , 850 : 00Z18JUN2009



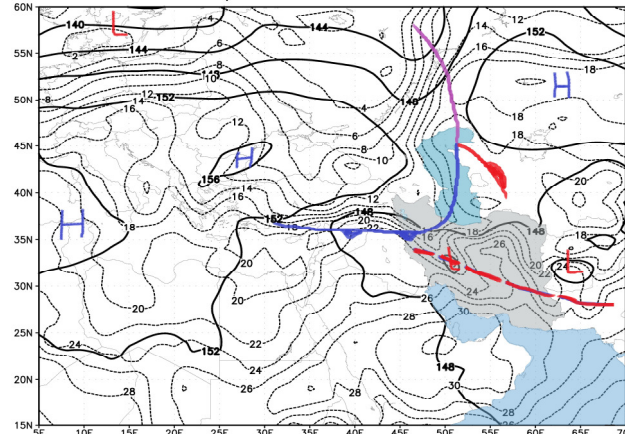
شکل ۲۷- نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه‌ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for PRMSLmsl, 000 : 00Z19JUN2009



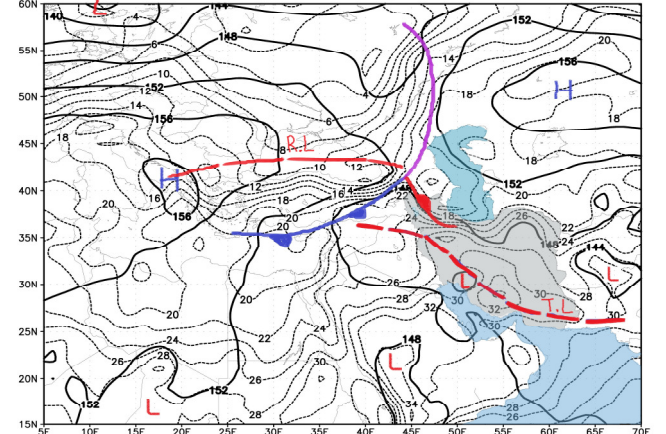
شکل ۲۶- نقشه سطح زمین ساعت Z ۰۰ روز ۱۹ جون ۲۰۰۹ و موقعیت جبهه‌ها ی سطح زمین در ارتباط با سیل میانه

GFS data for HGTprs and TMP , 850 : 00Z19JUN2009



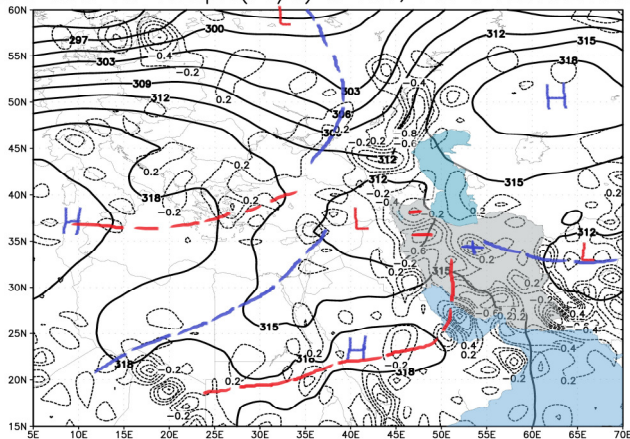
شکل ۲۹- نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۰۰ روز ۱۹ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه‌ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for HGTprs and TMP , 850 : 12Z18JUN2009

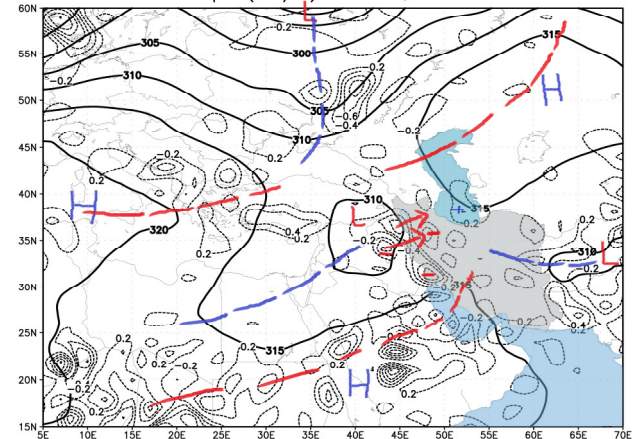


شکل ۲۸- نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت Z ۱۲ روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت جبهه‌ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for WELprs(Pa/s) & HGT, 700 : 12Z18JUN2009 GFS data for WELprs(Pa/s) & HGT, 700 : 00Z18JUN2009

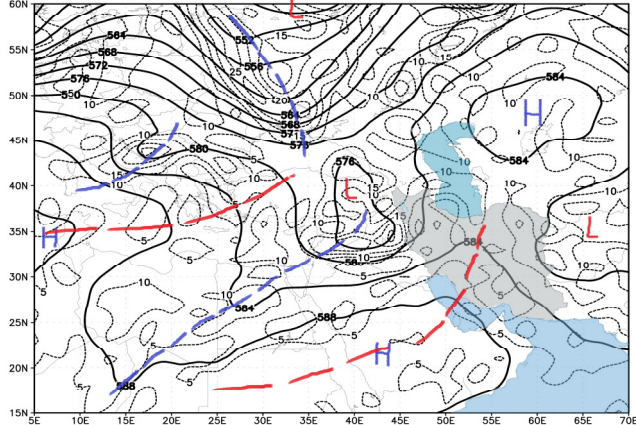


شکل ۲۹- نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل



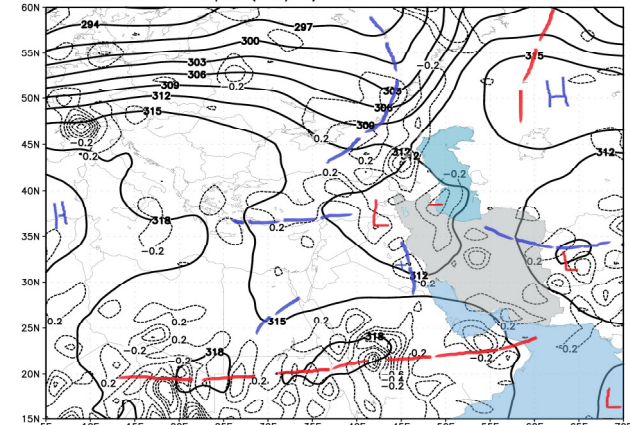
شکل ۳۰- نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for ABSVprs*10e5(/s) & HGT, 500 : 00Z18JUN2009



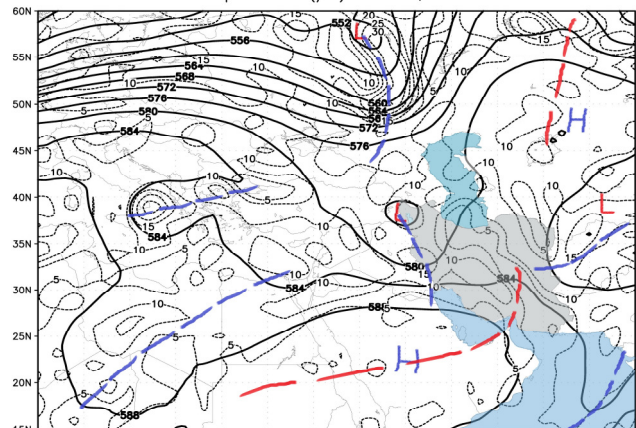
شکل ۳۳- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل

GFS data for WELprs(Pa/s) & HGT, 700 : 00Z19JUN2009



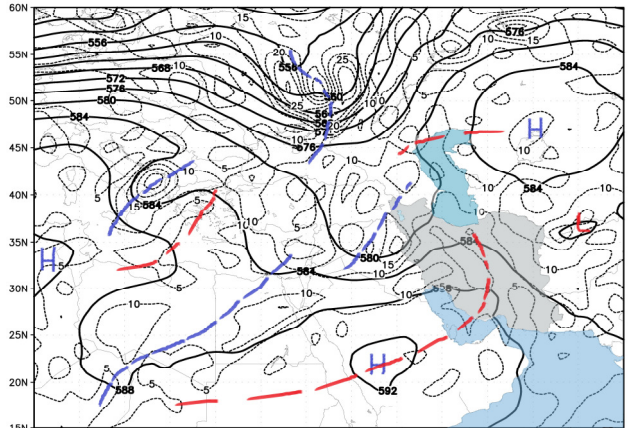
شکل ۳۲- نقشه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان حرکت قائم در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for ABSVprs*10e5(/s) & HGT, 500 : 00Z19JUN2009



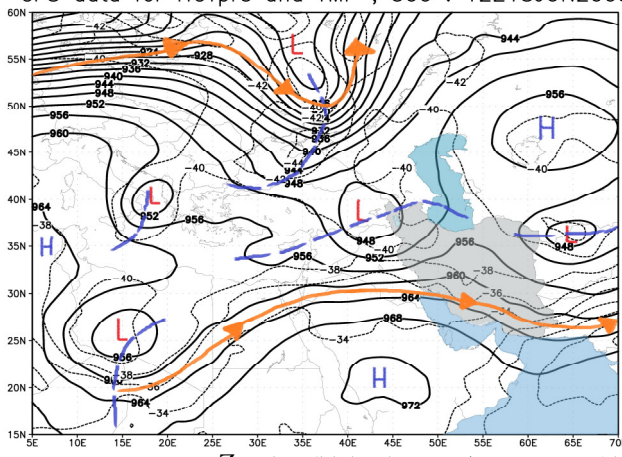
شکل ۳۵- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۹ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for ABSVprs*10e5(/s) & HGT, 500 : 12Z18JUN2009



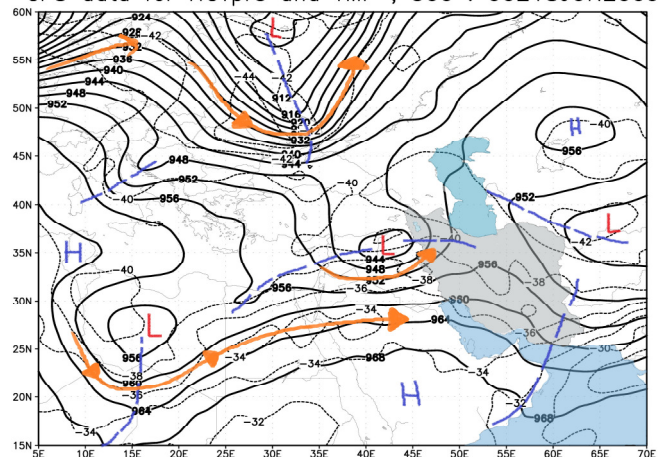
شکل ۳۴- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان تاوایی مطلق در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 12Z18JUN2009



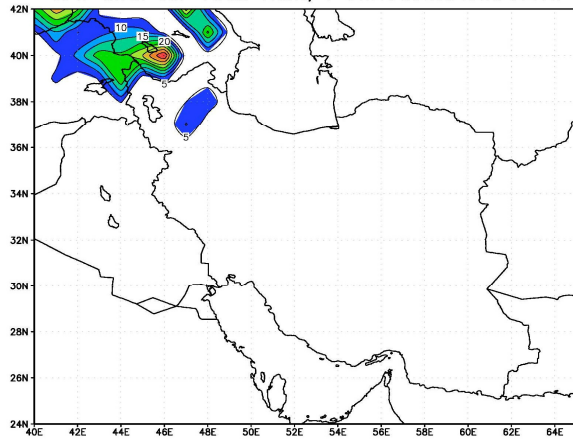
شکل ۲۸- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 00Z18JUN2009



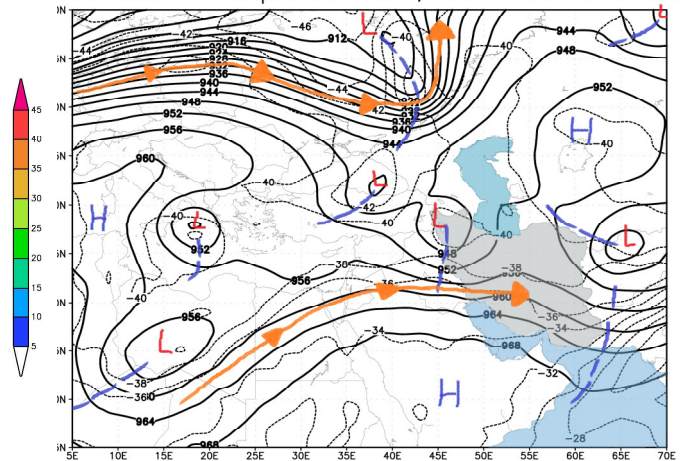
شکل ۲۷- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۸ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

GFS data for Total Rain, : 00Z18JUN2009+24h



شکل ۴۰- نقشه بارش تجمعی ۲۴ ساعت روز ۱۸ جون در ارتباط با سیل میانه ۲۰۰۹

GFS data for HGTprs and TMP , 300 : 00Z19JUN2009



شکل ۳۹- نقشه سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۰۰Z روز ۱۹ جون ۲۰۰۹ همراه با توزیع میدان دما و موقعیت اجمالی محور جت ها در این سطح در ارتباط با سیل میانه

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش ، تمرکز فصلی در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ از نظر توزیع مقیاس زمانی وقوع سیل های شدید در استان آذربایجان شرقی را نشان می دهد. به طوری که، وقوع سیل های مورد مطالعه عمدتاً در فصل بهار و در تابستان به ترتیب با فراوانی نسبی ۶۶ درصد و ۲۸ درصد قابل تشخیص هستند.

دو سیل انتخابی از لحاظ شدت خسارات مالی و جانی در اواخر بهار یعنی اواخر ماه می و اوایل ماه جون بوده است و با توجه به اینکه فشار کم گرمایی روی فلات ایران حدوداً چهار ماه سال یعنی از اواسط ماه می به بعد شروع و تا آخر سپتامبر ادامه دارد، این فشار کم گرمایی روی منطقه ایران تاثیرگذار است. در این دوره زمانی ناوه وارون گرمایی که از مرکز فشار کم گرمایی حادث شده است، کلیه نواحی شمال غرب و غرب ایران و حتی شرق و مرکز ترکیه را تحت تاثیر خود قرار می دهد. این ناوه وارون گرمایی از سطح زمین تا ۸۵۰ hpa، در این نواحی با شدت خوبی فعالیت

دارد. نتیجه گرفته شد هر فرافتی از هوای سرد از مناطق اروپایی یا دریای سیاه و دریای مدیترانه در لایه های میانی و بالای وردسپهر بر روی منطقه مورد نظر وجود داشته باشد(که در این دو حالت کاملا وجود داشته) باعث ناپایداری قابل ملاحظه ای می گردید و همراه با آن رگبارهای شدید باران همراه با تگرگ و رعد و برق اتفاق می افتد.

علاوه بر فرارفت هوای سرد در بررسی های انجام شده فرارفت تاوایی مطلق مثبت با بزرگی حدود $15 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ عامل دینامیکی برای وقوع سیل می باشد، که بایستی در پیش بینی های منطقه مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه مدل GFS نمی تواند بارندگی های میان مقیاس را پیش بینی نماید بنابراین نمی توان پیش بینی بارندگی مدل GFS را بطور قطعی مورد توجه قرار داد.

منابع

- پروین، ن. ۱۳۸۶. بررسی و تعیین الگوهای سینوپتیکی حاکم بر سیلاب های مخرب و فراگیر سطح حوضه ی آبریز دریاچه ی ارومیه. رساله ی دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
- سبزی پرور، ع. ا. ۱۳۷۰. بررسی سینوپتیکی سیستمهای سیل زا در جنوب غرب ایران. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران. ایران.
- سپهری، ح. ۱۳۸۵. سیل های دهه ی ۷۰ در ایران پنج برابر دهه ی ۳۰ بوده است. هفته نامه ی برنامه، ۱۰:۱۷۵.
- سجادی، ا. ۱۳۸۵. بررسی آب قابل بارش ابر و کاربرد آن در بارورسازی و پیش بینی سیل در غرب کشور ایران. رساله ی دکتری، گروه فیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران. ایران.
- صمدی نقاب، س. ۱۳۸۵. مطالعه و بررسی همدیدی سامانه های تاثیرگذار بر وقوع سیل در استان خراسان رضوی. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال. ایران.
- عقل آراء، ا. ۱۳۸۶. مطالعه سیستمهای همدیدی سیلزا و خسارتهای ناشی از آن در استان آذربایجان شرقی و غربی. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال. ایران.
- میرزاخانی، آ. ۱۳۷۸. تجزیه و تحلیل ریسک سیل و آثار زیانبار آن در ایران. فصلنامه بیمه، شماره ۱۳.

Ahrens, C.D. 2003. Meteorology today, an introduction to weather, climate, and the environment. Thomson Press. USA.

Bluestein, H.B. 1992. Synoptic & Dynamic Meteorology in Mid-latitudes. Oxford University Press. USA.

Carlson, T.N. 1991. Mid-latitude weather systems. The University Press Cambridge.UK.

Holton, J. R.2004. An introduction to dynamic meteorology. Academic Press. USA.

Noaa. ۲۰۱۳. Maps. Available in: www.cdc.noaa.gov.