نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی| سال پنجم| شماره هفدهم و هیجدهم| بهار و تابستان ۱۳۹۳

ساختار گردش جوی در طی بارش سنگین ۲۱ دسامبر ۱۹۹۲ برروی شیراز (۳۰ آذر ۱۳۷۱)

امیرحسین مشکواتی[۱]، محمد شجاعی*[۲]، مجید مزرعه فراهانی[۳]

۱-۲- گروه هواشناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

تاریخ وصول مقاله:۱۳۹۱/۵/۱ تاریخ پذیرش مقاله:۱۳۹۳/۴/۱۰

چکیده

در طی بررسی الگوی گردش جوی در زمان وقوع بارش‌های سنگین برروی شهر شیراز در فصول پاییز سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۸ به موردی برخوردیم که با دیگر موارد تفاوت‌هایی داشت و ما را به بررسی جداگانه آن واداشت. در این مطالعه برای تعیین بارش‌های سنگین از روش آماری بروکس استفاده گردید. جهت تعیین ساختار گردشی جو در زمان وقوع بارش سنگین در این تاریخ کمیت‌های هواشناختی از قبیل فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، رطوبت‌نسبی، واگرایی، و سرعت‌قائم در ترازهای ۸۵۰ و۵۰۰ هکتوپاسکال، دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و سرعت باد افقی در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نقشه‌های مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار GRADS *و داده‌های مرکز ملی پیش-بینی‌های محیطی* (NCEP) *امریکا ترسیم گردید. الگوی جوی روز ۲۱ دسامبر نشان می‌دهد یک سامانه کم‌فشار که از روزهای قبل برروی عربستان و دریای سرخ شکل گرفته با حرکت به سمت شمال‌شرق در این روز به داخل ایران نفوذ کرده و در برخورد با پرفشار مستقر برروی اروپا که به سمت جنوب‌غرب حرکت می‌کند شرایط مناسب برای ناپایداری را برروی جنوب غرب ایران ایجاد کرده و منجر به همگرایی در سطوح پایین برروی منطقه به میزان* S^{-1} $^{-5}$۱۰*۲- شده است . در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال منطقه واگرایی شدید ناوه (*S^{-1} $^{-5}$۱۰*۱) برروی غرب و جنوب‌غرب ایران قرار دارد که باعث تقویت حرکات صعودی به میزان* PaS^{-1} ۰/۴- *و تشدید کم‌فشار سطحی می‌شود. جت جنب‌حاره نیز با توجه به نحوه قرارگیریش نسبت به کم‌فشار سطحی نقش مهمی در توسعه ناپایداری ایفا کرده است. در روز بعد از وقوع بارش سنگین سامانه کم‌فشار در حال خارج شدن از سمت شمال‌شرق ایران است و سامانه پرفشار با طی مسیر شمال‌شرق- جنوب‌غرب برروی دریای مدیترانه مستقر می‌شود.*

واژگان کلیدی: گردش جوی، بارش سنگین، شیراز، مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی

*. Email: mshojaei2012@yahoo.com

مقدمه

بارش پدیده‌ای حاصل از برهم‌کنش‌ها و اندرکنش‌های پیچیده جوی است. این پدیده در میان رویدادهای جوی از اهمیتی ویژه و پیچیده‌گی رفتاری بیشتری برخوردار است.

ایران کشوری خشک و نیمه خشک می باشد که میانگین نزولات جوی آن به کمتر از یک چهارم میانگین نزولات جوی جهان می‌رسد. یکی از ویژگی‌های بارز این نزولات توزیع زمانی و مکانی غیر یکنواخت آن‌ها است.(حجتی،۱۳۸۶) استان فارس نیز با توجه به وسعت زیاد، مجاورت با رشته کوههای زاگرس در غرب و نواحی کویری در شرق و نزدیکی به خلیج فارس و تنوع اقلیمی دارای رژیم بارشی متغیری در مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه است که نتیجه آن تفاوت زیاد در بارش دریافتی استان می‌باشد. (صداقت‌زاده، ۱۳۷۶) میانگین بارش سالانه در نواحی مختلف استان بین ۱۰۰ میلیمتر در شرق و جنوب تا ۶۰۰ میلیمتر در نواحی غربی متغیر می‌باشد که بیشتر آن در فاصله ماه‌های آبان هر سال تا اردیبهشت سال بعد رخ می‌دهد.

دو عامل مهم در فرایند بارش رطوبت و صعود هوا می‌باشند. صعود هوا بسته به ویژگی‌های هر سامانه به طرق زیر صورت می‌گیرد: صعود توده هوا روی سطوح جبهه، صعود توسط همگرایی در مرکز طوفان و **صعود توسط عوارض سطحی مانند موانع کوهستانی. اگر پایداری ایستایی جو به گونه‌ای باشد که توده هوا بتواند صعود کند و به تراز میعان فرازش برسد ابر شکل می‌گیرد و بارش می‌تواند صورت بگیرد.**

اما در میان بارش‌هایی که در هر منطقه رخ می‌دهند بارش‌های سنگینی را می‌توان مشاهده کرد که شرایط محیطی ویژه‌ای را موجب می‌شوند. این بارش‌ها حتی در نوع جبهه‌ای در شرایط همدیدی و دینامیکی خاصی رخ می‌دهند لذا شناخت ساز و کار شکل‌گیری آن‌ها برای هر منطقه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بررسی نشان می‌دهد که شرایط حاکم بر شکل‌گیری این نوع بارش در استان فارس به طور کامل انجام نشده است. از دیگر عواملی که نقش مهمی در چگونگی شکل‌گیری این نوع بارش دارد فصل است. معمولا این نوع بارش در فصول گذر، از شانس وقوع بیشتری برخوردار است. همچنین بررسی‌های اولیه نشان داد که علی‌رغم خشکسالی گسترده‌ای که در طی دوره انتخابی در کشور رخ داده استان فارس بارش سالانه‌ای بیشتر از میانگین بلند مدت داشته است.

به موجب شناخت ساز و کار شکل‌گیری سامانه‌های بارش‌زا و الگوهای گردش جوی آن‌ها در نقاط مختلف دنیا مطالعاتی صورت گرفته است که از جمله می‌توان به بررسی الگوهای گردش جوی بارش‌های سنگین کالابریای ایتالیا(Feederico et al, 2008) ، الگوهای گردش جوی در زمان رخداد بارش‌های سنگین در بلغارستان (Tsonevsky et al, 2010) و تحلیل سینوپتیکی و ارزیابی بارش فرین ۲۰ فوریه ۲۰۱۰ در مادیرا[1] پرتغال (Fragoso et al, 2012) اشاره کرد. فدریکو و همکاران (Feederico et al, 2008) برای مطالعه همدیدی گردش‌های جوی از داده‌های میدان‌های ژئوپتانسیل۹۲۵ و۵۰۰ هکتوپاسکال سامانه مدل سازی جو منطقه‌ای (RAMS)[2] استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند طوفان‌های همراه با بارش سنگین در کالابریا به چهار دسته تقسیم می‌شوند: ۱)طوفان‌هایی که در پشت به باد کوه آلپ شکل می‌گیرند. ۲)طوفان‌هایی که در شرق مدیترانه توسعه می‌یابند. ۳)طوفان‌هایی که در شمال آفریقا توسعه می‌یابند و از طریق کالابریا وارد حوزه مدیترانه می‌شوند. ۴) طوفان‌هایی که از بالکان و اروپای شرقی به سمت مرکز مدیترانه حرکت می‌کنند. طوفان‌های نوع اول بیشترین فراوانی را دارند. طوفان نوع دوم باعث فرارفت توده‌های هوا از جنوب‌شرق به‌طرف کالابریا می‌شود و صعود توسط موانع کوهستانی نقش اساسی در رخداد بارش دارد. در طوفان نوع سوم تبادل بخار آب میان دریا و توده هوای بالای آن یک فاکتور فیزیکی مهم است. شکل‌گیری

1. Madeira

2. Regional Atmospheric Modelling System

ناپایداری همرفتی توسط فرارفت هوای سرد برروی دریای گرم از ویژگی‌های طوفان نوع چهارم است. تسونفسکی و همکاران (Tsonevsky et al, 2010) میدان‌های جوی ارتفاع در ترازهای ۱۰۰۰و۵۰۰ هکتوپاسکال، دما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را مورد استفاده قرار دادند. سپس الگو-های جوی توسط آنالیز مولفه اصلی[1](PCA) و تحلیل خوشه‌ای[2](CA) طبقه بندی شدند. برخی بارش‌های سنگین که در همه فصول اتفاق می‌افتند در ارتباط با چرخندهای تراز پایین و برخی دیگر که در فصل گرم اتفاق می‌افتند در ارتباط با چرخندهای تراز بالا بودند. فراگوسو و همکاران (Fragoso et al, 2012) در بررسی سیل ۲۰ فوریه ۲۰۱۲ در مادریا نشان دادند که در این روز شرایط رطوبتی غیر عادی حاکم بوده است و شرایط دینامیکی که دسترسی به چنین رطوبتی را منجر شده است مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که واداشت‌های بزرگ مقیاس شرایط را برای همرفت عمیق نزدیک مادریا فراهم می‌کنند. هنگامی که چرخند جبهه‌ای به سمت ناحیه حرکت می‌کند فعالیت آن افزایش یافته و واگرایی قوی سطوح بالا مربوط به ناحیه خروجی جت تراز بالا است که حرکات بالا رونده قوی را باعث می‌شود. همچنین در سطوح پایین همگرایی رطوبت صورت می‌گیرد. در کنار این شرایط توپوگرافی نیز برروی حرکات بالا رونده اثر می‌گذارد.

در ایران نیز پژوهش‌های مختلفی در زمینه شرایط همدید و دینامیکی در زمان رخداد بارش سنگین شده است. اطلاع از این شرایط جهت شناخت و پیش‌بینی شرایط محیطی لازم است. لشکری(۱۳۷۵)در تحلیل همدیدی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران به این نتیجه رسید که وقوع این بارش‌ها نتیجه تقویت و تشدید مرکز کم فشار سودانی و منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن‌ها به سامانه دینامیکی می-باشد. صادقی(۱۳۷۹)علاوه بر بررسی پرفشار جنب‌حاره، اثر پرفشار سیبری، کم‌فشار منطقه سودان در بارش و دما در نیمه جنوبی ایران پرداخته و به نتایج زیر رسیده است:

الف) سامانه‌ها پس از ایجاد و توسعه برروی دریای مدیترانه و همچنین پر فشار سیبری با نفوذ به داخل ایران قسمت های جنوبی را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند.

ب) به طور کلی سامانه سودانی روی استان‌های خوزستان، لرستان، فارس و نواحی مرکزی تاثیر بیشتری دارد.

غفاریان و همکاران(۱۳۸۹) به منظور تعیین ساختار الگوی همدیدی بارش‌های فرین در شمال غرب ایران، برخی کمیت‌های هواشناسی از قبیل فشار سطح دریا، ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال، رودباد ۳۰۰ هکتوپاسکال و دمای سطح آب را بررسی کرده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که برهم کنش دو رودباد جنب‌حاره و قطبی باعث چرخندزایی در شمال شرق دریای مدیترانه می‌شود و همچنین بی‌هنجاری فشار سطح متوسط دریا، ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و دمای سطح آب می‌تواند به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی بارش‌های شدید استفاده شوند. یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۰) به تحلیل الگوی دینامیکی و همدیدی بارش‌های سنگین در جنوب‌غرب خزر و غرب ایران (مطالعه موردی- بارش مورخ ۱۳۸۳/۸/۱۴) پرداختند و نشان دادند که در این روز در جنوب‌غرب خزر سامانه کم‌فشاری در سطح زمین گسترده شده و همچنین شکل‌گیری ناوه در ترازهای میانی جو و فرارفت هوای سرد نیز مشاهده شده است. مولفه نصف‌النهاری باد باعث افزایش شیو افقی فشار شده که خود موجب افزایش همرفت و ایجاد تاوایی مثبت شده است. وضعیت همگرایی و تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان-دهنده شرایط مساعد جریان‌های صعودی در جنوب‌غرب خزر و نوار مرزی غرب کشور است.

بارش‌های سنگین به عنوان عاملی مخاطره انگیز در اثر بروز حوادث طبیعی مانند سیل مطرح می‌باشند و همچنین سامانه‌های بارش‌زا در تامین منابع آب نقش عمده‌ای دارند،

1. Principal Cluster Analysis

2. Cluster Analysis

از این‌رو شناخت ویژگی‌های آن‌ها مانند نحوه شکل‌گیری، منابع تامین رطوبت و حرکت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شیراز در جنوب غربی کشور با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و تقریبا در مرکز استان قرار دارد و وسعت آن معادل ۳۴۰ کیلومتر مربع است. میانگین سالیانه بارش شیراز ۳۲۴/۲ میلیمتر است. شهر شیراز یک منطقه کوهستانی به شمار می‌رود و اقلیم آن با توجه به روش دمارتن گسترش یافته نیمه خشک معتدل است.(سایت اداره هواشناسی شیراز)

داده‌های مورد استفاده

داده‌های مربوط به بارش روزانه در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۸ (۲۰۰۰-۱۹۹۲) ایستگاه شیراز از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. داده‌های مربوط به پارامترهای هواشناختی از سایت مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی امریکا (NCEP)[2] استخراج شد.

روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از روش آماری بروکس[1] بارش‌های سنگین شیراز برای سال های ۱۳۷۱تا ۱۳۷۸ در فصل پاییز تعیین گردیدند. در این روش بارش‌ها را طبق روابط (۱) و (۲) به دسته‌های مختلف تقسیم می‌کنند که بارش‌های اولین دسته به عنوان بارش سنگین در نظر گرفته می‌شوند.(حجام، ۱۳۸۹)

(۱) تعداد دسته‌ها = ۵LogN

(۲) فاصله دسته‌ها = تعداد دسته‌ها / مینیمم بارش – ماگزیمم بارش

که در آن N تعداد روزهای همراه با بارش در فصل پاییز است.

با توجه به نتایج دسته اول که فقط مقدار ۷۵ میلیمتر را در خود جای داده است این عدد به عنوان بارش سنگین فصل پاییز در نظر گرفته شد. این مقدار بارش در روز ۳۰ آذر ۱۳۷۱ (۲۱ دسامبر ۱۹۹۲) رخ داده است.

برای تعیین گردش جوی حاکم بر آن‌ها به روش همدیدی توزیع توزیع کمیت‌های دما، فشار، رطوبت و تغییرات آن‌ها برروی سطح زمین، سطوح ۸۵۰ ، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال و در منطقه‌ای مابین طول جغرافیایی ۲۰ درجه غربی تا ۹۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۷۰ درجه شمالی مورد بررسی قرار گرفته است.

در تحلیل دینامیکی، توزیع میدان‌های فشار، دما، باد، رطوبت و ارتباط بین آن‌ها با استفاده از کمیت‌هایی مانند ارتفاع ژئوپتانسیل، واگرایی باد افقی و تاوایی نسبی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. توزیع کمیت‌های فوق شرایط جوی را مشخص می‌نماید که چگونگی تغییرات آن‌ها با زمان بیانگر چگونگی شکل‌گیری، تقویت و تضعیف سامانه‌ها و گردش‌های جوی است.

نقشه‌ها از یک روز قبل تا یک روز بعد از وقوع بارش سنگین در ساعت‌های 00UTC و 12UTC تهیه و مورد تحلیلی قرار گرفت. نقشه‌ها با برنامه‌نویسی در محیط GRADS در محدوده جغرافیایی مورد نظر تهیه شدند.

بحث و نتایج

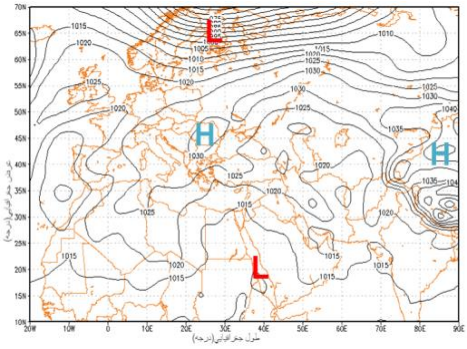
تعیین و تحلیل الگوهای گردش جوی روز ۲۰ دسامبر ۱۹۹۲

در ساعت 00UTC با توجه به شکل۱- الف مشاهده میکنیم که یک سامانه کم‌فشار برروی عربستان و دریای سرخ شکل‌گرفته است و یک سامانه پرفشار نیز که مرکز برروی اروپا قرار دارد قسمت‌هایی از ایران را فرا گرفته و تا منطقه

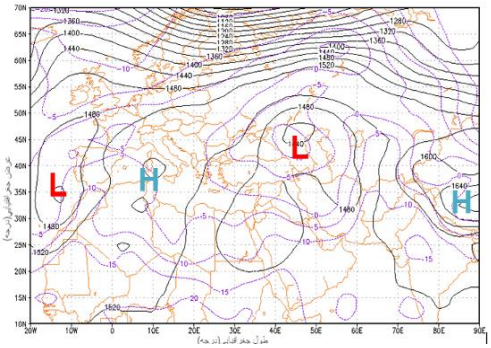
1. Brooks

2. National Centers for Environmental Prediction

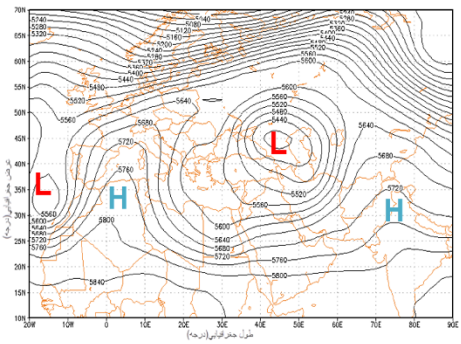
مورد نظر پیشروی داشته است. همچنین یک سامانه پرفشار برروی غرب چین قرار دارد که تاثیری بر ناپایداری در منطقه ندارد. الگوی دما و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در شکل۱- ب نشان میدهد که برروی جنوب ایران جو به‌شدت کژفشار است و فرارفت هوای گرم داریم. از نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل۱-ج می‌توان دید که کم‌ارتفاع بسته‌ای بیشتر مناطق ایران را دربر گرفته و زبانه‌های آن تا جنوب دریای سرخ پیشروی نموده و با توجه به کژفشار بودن جو در به‌وجود آمدن ناپایداری نقش اساسی دارد. نحوه قرارگیری آن و فرارفت تاوایی مثبت در جلو محور ناوه باعث تقویت حرکات صعودی و تقویت کم‌فشار سطحی مقیم روی عربستان می‌شود. شکل۱- د و۱- ذ نقشه واگرایی در سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد که در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال برروی استان فارس واگرایی داریم که مقدار آن برروی شیراز حدود s^{-1} ۰/۵*10^{-5} است. البته در روی عربستان همگرایی جریان هوا صورت می‌گیرد. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال مقدار واگرایی تقریبا صفراست که این با ایجاد شرایط ناپایدار برروی منطقه مخالفت می‌کند. نقشه رطوبت نسبی در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ در شکل-های۱- ر و ۱- ز به ترتیب مقادیر ۴۰ و۳۰ درصد را برروی شیراز نشان می‌دهد. الگوی سرعت قائم با توجه به شکل‌های ۱- و و ۱- ه در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مقادیر ۰/۱ و صفر(PaS^{-1}) را برروی منطقه نشان می‌دهد که با الگوی واگرایی همخوانی دارد، یعنی در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حرکت نزولی(مقادیر مثبت ω) و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال هیچ‌گونه حرکتی نداریم. در شکل ۱- ی مربوط به نقشه سرعت باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌کنیم که خروجی جت استریم و منطقه همگرایی آن برروی جنوب‌غرب ایران قرار دارد. با توجه به نحوه قرار گیری جت‌استریم شرایط برای توسعه کم‌فشار سطح زمین قرار گرفته روی عربستان مهیا است. شرایط نشان می‌دهد که در طی این ساعت جوی پایدار و بدون بارش برروی جنوب‌غرب کشور داریم.



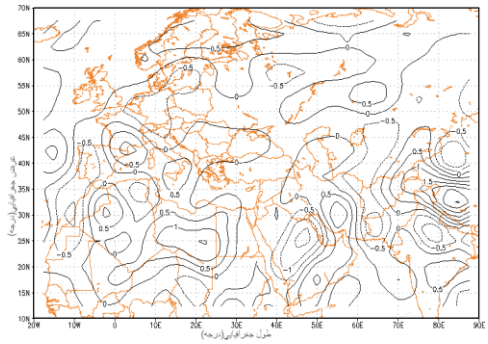
۱- الف



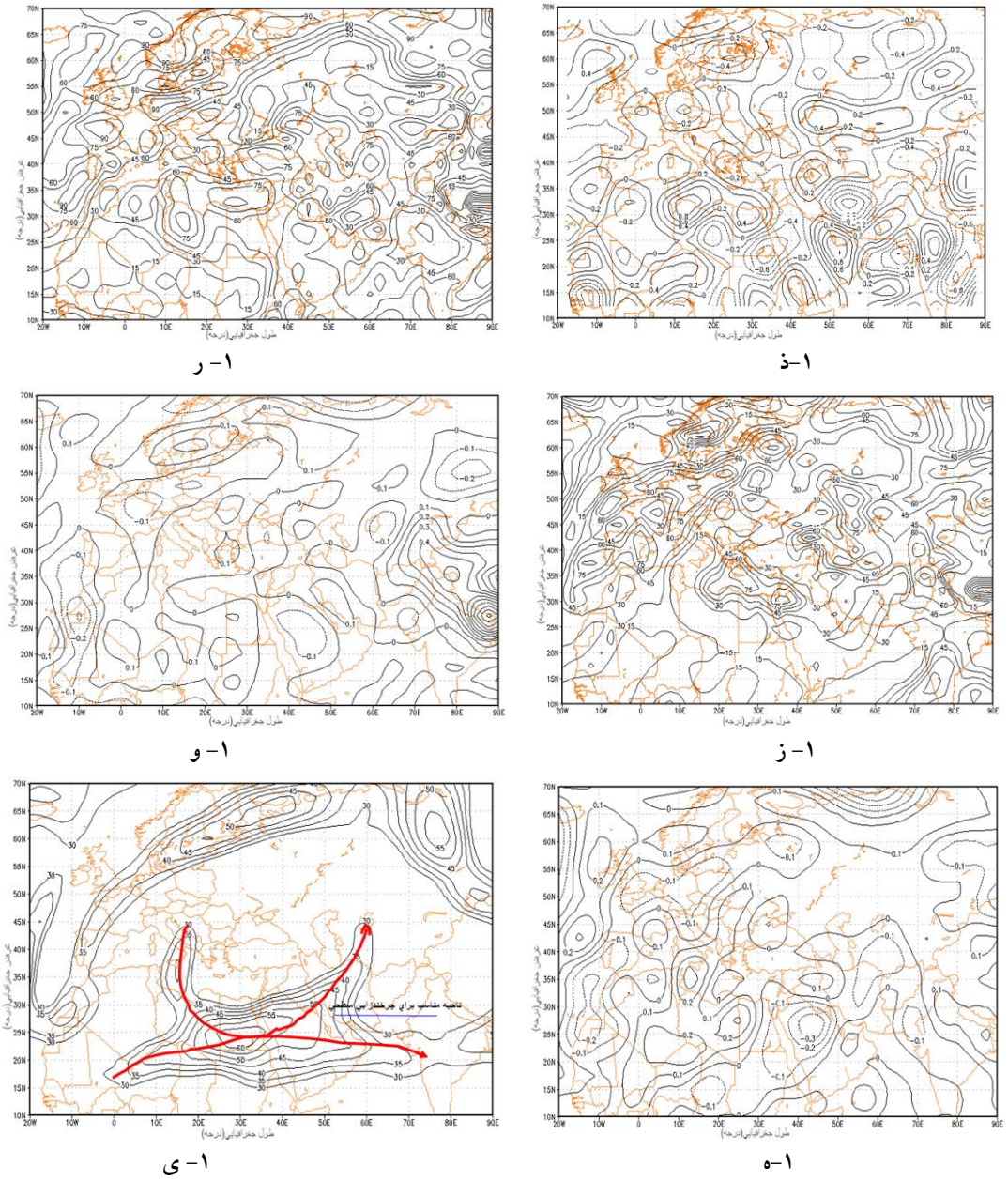
۱- ب



۱- ج



۱- د



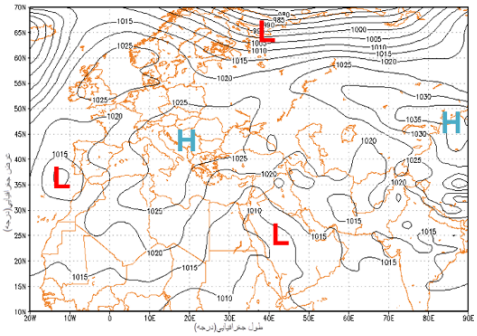
۱-ذ ۱- ر

۱- ز ۱- و

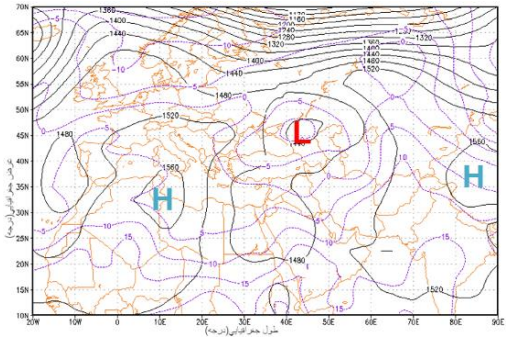
۱-ه ۱- ی

شکل۱. الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 00UTC روز۲۰ دسامبر، د) الگوی واگرایی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر($۱۰^{-۵}\times$)، ذ) الگوی واگرایی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر($۱۰^{-۵}\times$)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۰دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز ۲۰ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 00UTC روز ۲۰دسامبر.

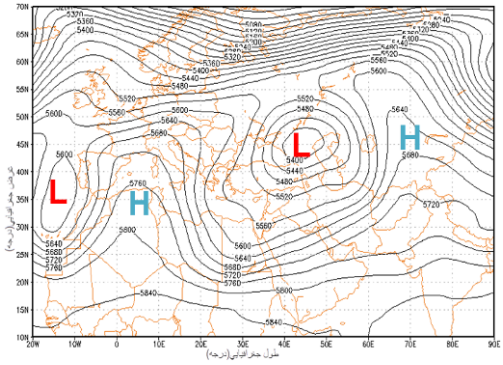
ساعت 12UTC کم فشار قرار گرفته برروی عربستان مطابق شکل ۲- الف کمی به سمت شمال‌شرق متمایل شده و زبانه‌های آن تا خلیج فارس پیشروی کرده است. پرفشار اروپا نیز تا داخل آفریقا کشیده شده و همچنین تا شمال ایران نفوذ کرده است. با توجه به شکل۲- ب مربوط به الگوی همزمان دما و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌کنیم که مانند گذشته جو به‌شدت کژفشار است و کم‌ارتفاعی که تا مرکز عربستان کشیده شده باعث فرارفت هوای گرم به داخل غرب ایران می‌شود. از نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل۲- ج می‌توان مشاهده کرد که کم‌ارتفاع قرار گرفته برروی ایران که تا جنوب دریای سرخ کشیده شده مانند قبل باعث تقویت کم‌فشار مقیم روی عربستان می‌شود. نقشه واگرایی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که یک منطقه همگرایی قوی برروی عربستان قرار دارد و نسبت به ساعت‌های قبل شدت بیشتری پیدا کرده است. همچنین در طی این ساعت برروی استان فارس همگرایی با شدت کمی صورت می‌گیرد و مقدار آن برروی شیراز تقریبا صفر است، شکل ۲- د. الگوی واگرایی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل۲- ذ نیز همگرایی در این سطح(حدود 10^{-5}*۰/۲-) را نشان می‌دهد. شکل‌های۲-ر و ۲- ز رطوبت نسبی در تراز-های ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی را نشان می‌دهد و نمایانگر رطوبت بالای ۷۵ و ۷۰ درصد در این ترازها است که نسبت به ساعت‌های قبل افزایش چشمگیری داشته است. الگوی سرعت قائم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مقدار صفر را نشان می‌دهد، یعنی حرکت صعودی صورت نمی‌گیرد اما در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال منفی(حدود ۰/۲-) است بنابراین حرکات صعودی داریم، شکل‌های۲- و و ۲- ه. الگوی سرعت باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در شکل۲- ی نشان می‌دهد که هنوز خروجی جت برروی ایران قرار دارد و شرایط برای توسعه چرخند سطح زمین فراهم است. بنابراین با وجود چنین رطوبت بالایی و شرایط حاضر احتمال بارش وجود دارد که مقدار کمی بارش در پایان این روز گزارش شده است.



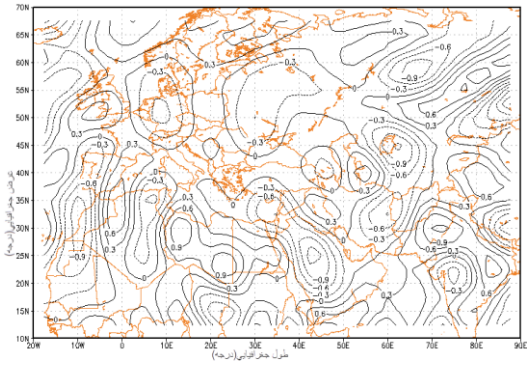
۲- الف



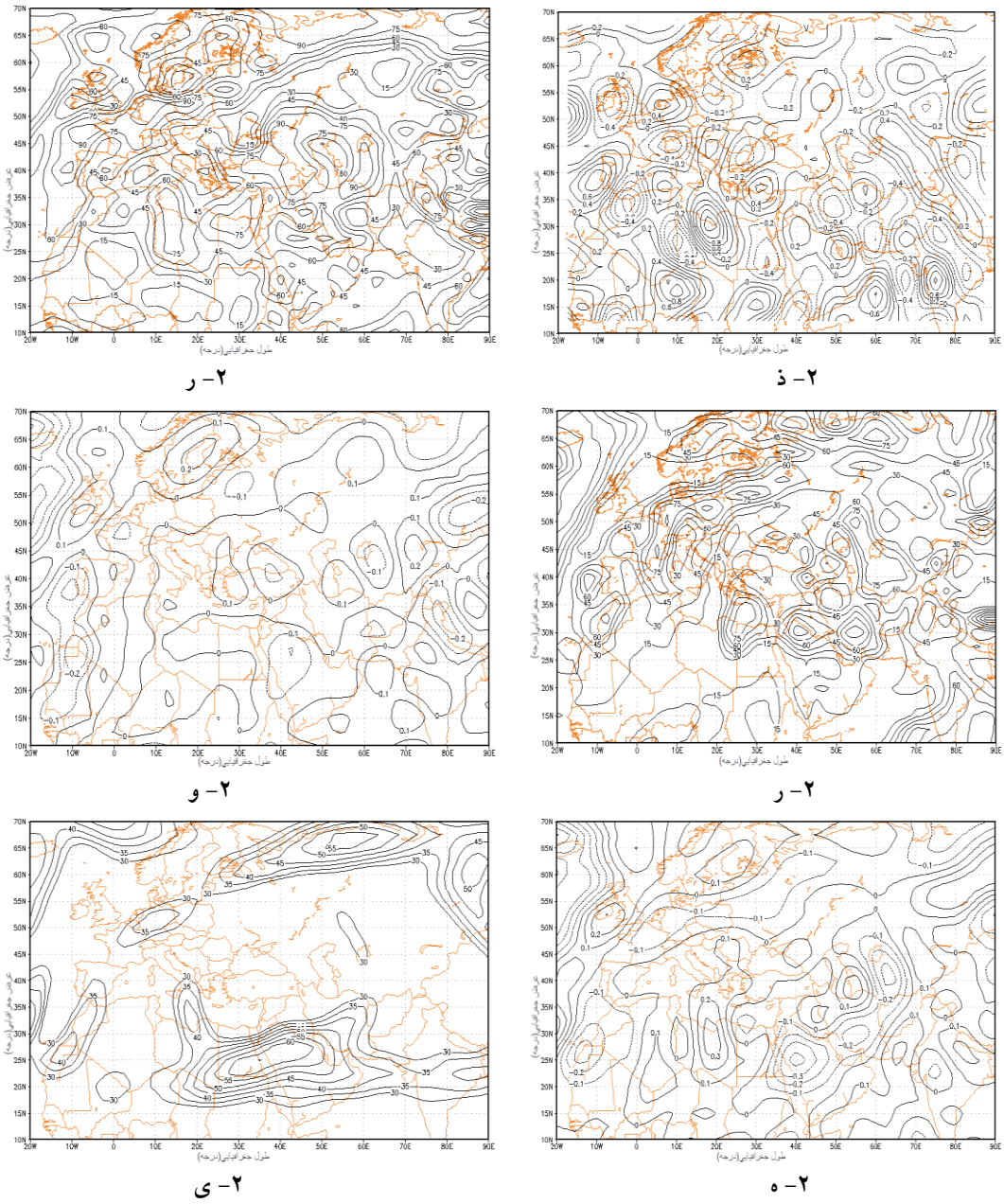
۲- ب



۲- ج



۲- د



۲- ذ ۲- ر

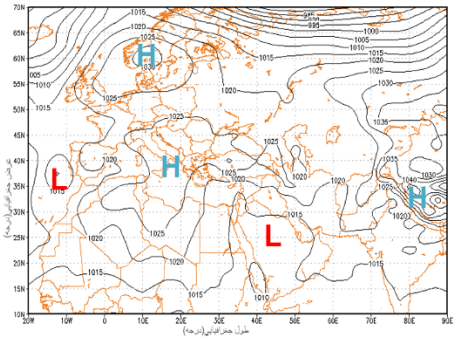
۲- ر ۲- و

۲- ه ۲- ی

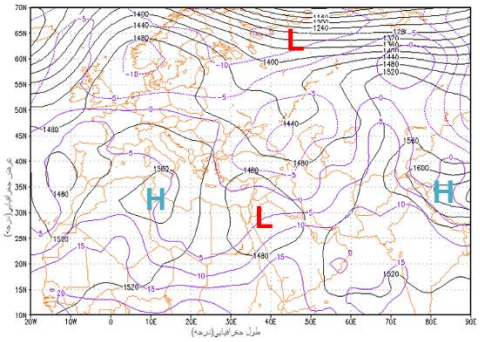
شکل۲. الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر ، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 12UTC روز۲۰ دسامبر، د) الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر($10^{-5}\times$)، ذ) الگوی واگرایی تراز ۵۰۰هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر($10^{-5}\times$)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۰دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۰دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۰ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 12UTC روز ۲۰دسامبر.

تعیین و تحلیل الگوهای گردش جوی روز ۲۱ دسامبر ۱۹۹۲

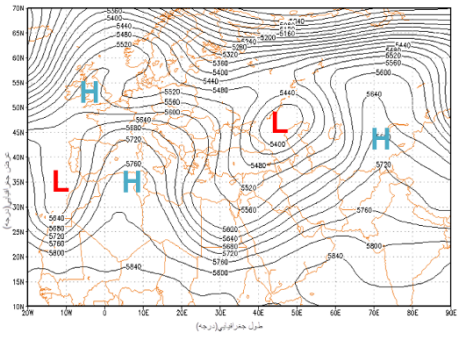
در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر با توجه با الگوی فشار تراز دریا در شکل۳- الف مشاهده می‌کنیم که سامانه کم-فشار شکل‌گرفته برروی عربستان شدت بیشتری پیدا کرده و تا مرکز ایران نیز نفوذ کرده است. همچنین مرکز پرفشار اروپا به سمت جنوب حرکت کرده و برروی دریای مدیترانه قرار گرفته و زبانه‌های آن هنوز روی شمال ایران قرار دارد و از اثر آن برروی منطقه کاسته شده است. نقشه همزمان دما و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در شکل۳- ب نشان می‌دهد . سامانه کم‌فشار با توجه به شکل۳- ج دقیقا در زیر و سمت راست و در قسمت واگرایی ناوه ۵۰۰ هکتوپاسکال قرار دارد و باعث توسعه این کم‌فشار سطحی وتقویت حرکات صعودی برروی جنوب‌غرب کشور می-شود. الگوی واگرایی در شکل‌های۳- د و ۳- ذ ودر ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب همگرایی و واگرایی جریان هوا را نشان میدهند، یعنی در سطوح پایین ما همگرایی ($۰/۷*۱۰^{-۵}$-) و به‌تبع آن صعود هوا را داریم و در تراز بالا واگرایی جریان هوا(تقریبا $۰/۴*۱۰^{-۵}$) به صعود هوا در ترازهای پایین کمک می‌کند. شکل۳- ر نقشه رطوبت نسبی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد که مقدار آن بالای ۹۰ درصد است و رطوبت کافی برای بارش وجود دارد. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز با توجه به شکل۳- ز رطوبت ۷۵ درصد را مشاهده می‌کنیم. نقشه امگا ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال با توجه به شکل‌های ۳- و و ۳- ه مقادیر تقریبی ۰/۲- را در هر دو سطح نشان می‌دهد، شکل۳- ی مربوط به سرعت باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که جنوب‌غرب ایران بالاخص شیراز دقیقا در زیر منطقه خروجی جت و قسمت واگرایی قوی آن قرار دارد و حرکات صعودی سطوح زیرین را تقویت می‌کند. تمام موارد بالا از قبیل رطوبت بالا، تقویت حرکات صعودی، و کم‌فشار قرارگرفته برروی جنوب ایران شرایط را برای وقوع یک بارش سنگین فراهم می‌کند.



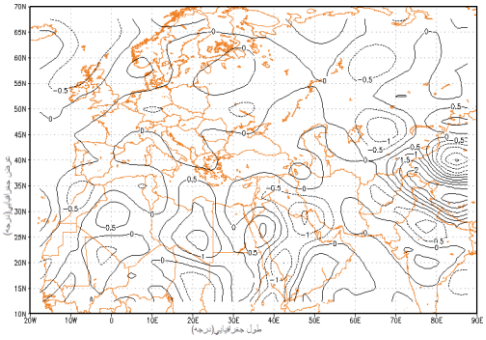
۳- الف



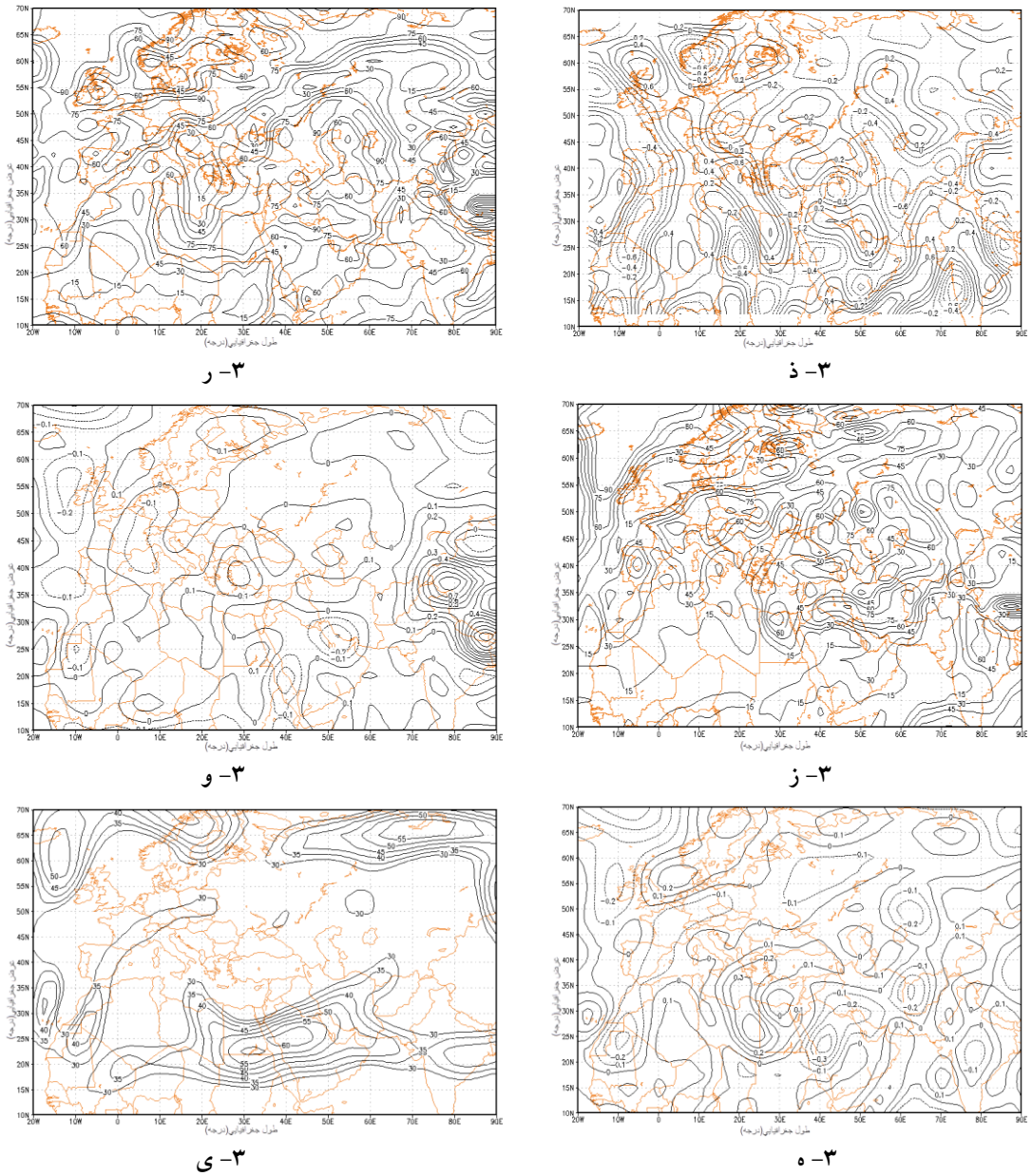
۳- ب



۳- ج



۳- د



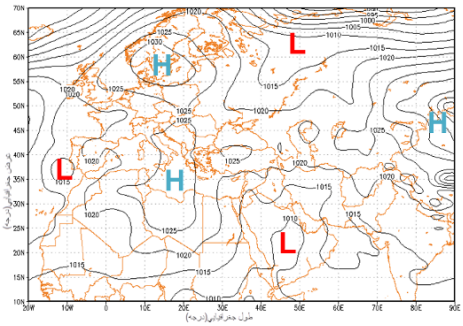
۳- ر ۳- ذ

۳- و ۳- ز

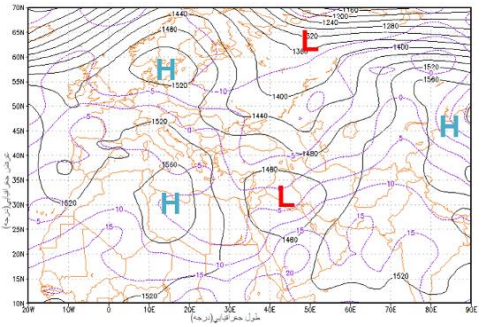
۳- ی ۳- ه

شکل۳. الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 00UTC روز۲۱ دسامبر، د) الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر($10^{-5}\times$)، ذ) الگوی واگرایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر($10^{-5}\times$)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۱دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۱دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز ۲۱ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 00UTC روز ۲۱دسامبر.

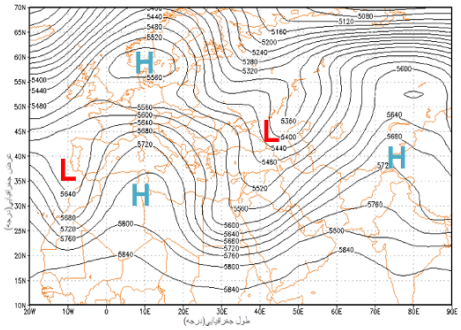
در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر با توجه به نقشه فشار تراز دریا در شکل۴- الف می‌بینیم که کم‌فشار شکل گرفته برروی عربستان تا شمال ایران پیشروی کرده و همچنین پرفشار اروپا کاملا روی دریای مدیترانه قرار گرفته و اثر آن برروی ایران کاهش یافته است. ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در شکل۴- ب نسبت به ساعات قبل تغییر خاصی نداشته و همچنان نشان‌دهنده کژفشاری جو است و با توجه به خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل باعث فرارفت هوای گرم به داخل جنوب غربی ایران می‌شود. الگوی ناوه ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز گسترده‌تر شده و تا جنوب دریای سرخ پیش رفته است. قوی‌تر شدن ناوه ۵۰۰هکتوپاسکال باعث می‌شود کم‌فشار سطحی که درست در زیر سمت راست ناوه قرار دارد نیز تقویت شود، شکل۴- ج. شکل‌های ۴- د و ۴- ذ مربوط به الگوی واگرایی ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب مقادیر ۲- و ۱در 10^{-5} را در ترازهای مذکور نشان می‌دهند که همگرایی در سطح زمین با واگرایی در سطوح بالا جفت شده و باعث تقویت حرکت صعودی شده است و همان‌طور که انتظار می‌رفت اما در ساعت‌های آینده چون واگرایی در سطوح بالا از همگرایی در سطوح پایین خیلی کمتر است حرکات صعودی هوا با شدت کمتری صورت می‌گیرد. با توجه به الگوهای رطوبت نسبی ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل‌های۴- ر و ۴- ز مشاهده می‌کنیم که در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال رطوبت نسبی هنوز بالای ۹۰ درصد است و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال حدودا ۵۰ درصد است. الگوی سرعت قائم ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل‌های ۴- و ۴-ه نشان می‌دهد که در هر دو تراز مقادیر امگا منفی و به‌ترتیب برابر با ۰/۳- و ۰/۴- است، بنابراین در هر دو تراز حرکت صعودی هوا صورت می‌گیرد که در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این حرکت صعودی کمی قوی‌تر است. موقعیت جت جنب حاره نسبت به ساعت‌های قبل تغییر مشخصی نداشته و خروجی جت دقیقا برروی سامانه کم‌فشار سطح زمین قرار دارد، شکل۴- ی. تمامی موارد بالا باعث ایجاد ناپایدار برروی استان فارس و شهر شیراز در طی این روز شده‌اند و طبق گزارشات تا پایان این روز مقدار ۷۵ میلیمتر بارش داشته‌ایم.



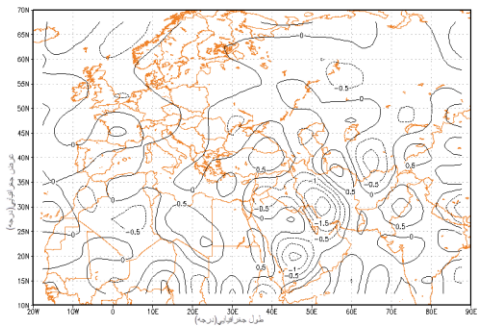
۴- الف



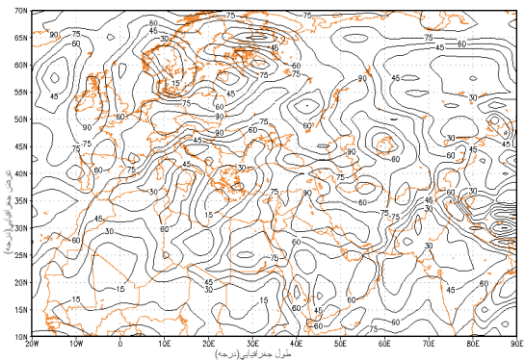
۴- ب



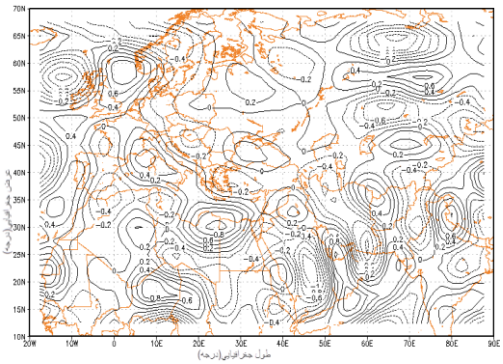
۴- ج



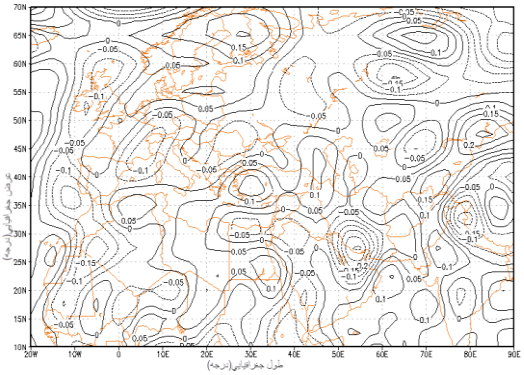
۴- د



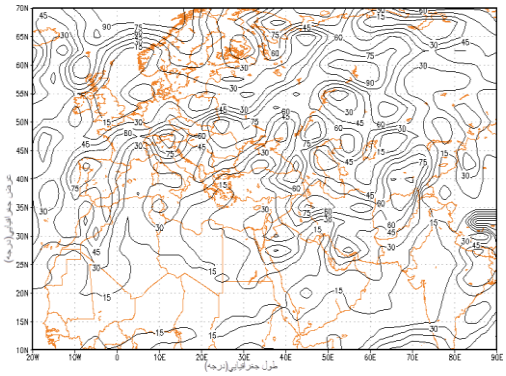
۴- ر



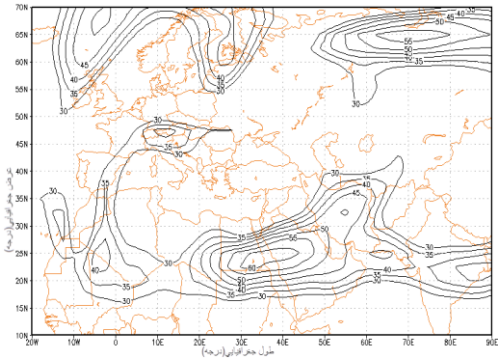
۴- ذ



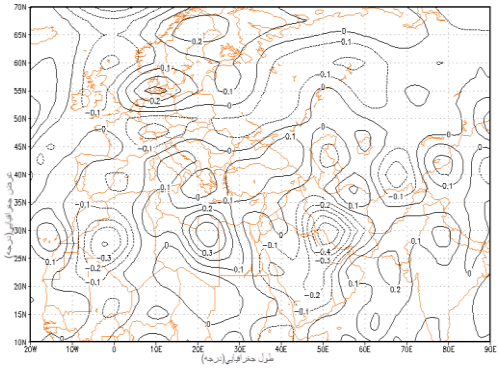
۴- و



۴- ر



۴- ی

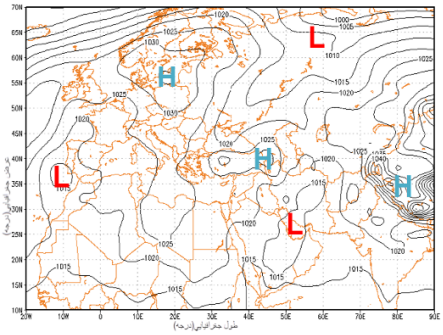


۴- ه

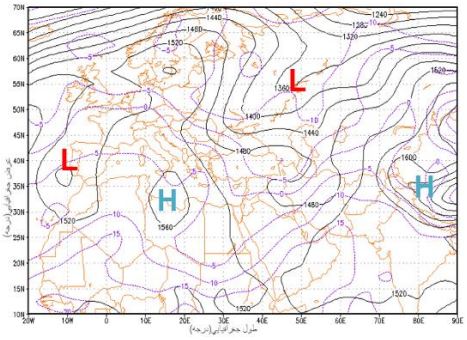
شکل۴- الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 12UTC روز۲۱ دسامبر، د) الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر($10^{-5}\times$)، ذ) الگوی واگرایی تراز ۵۰۰هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر($10^{-5}\times$)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۱دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۱دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۱ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 12UTC روز ۲۱دسامبر.

تعیین و تحلیل الگوهای گردش جوی روز ۲۲ دسامبر

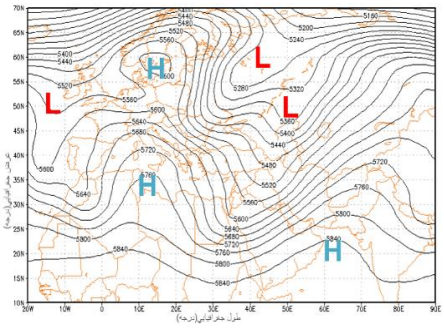
در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر که روز بعد از بارش سنگین است، الگوی فشار تراز دریا در شکل۵- الف نشان می‌دهد که کم‌فشار شکل‌گرفته برروی عربستان به سمت شمال شرق متمایل و مرکز آن به روی خلیج فارس انتقال یافته است و بیشتر مناطق ایران را دربر گرفته است. همچنین دما در منطقه به دلیل فرارفت هوای گرم، نسبت به همین ساعت در روز قبل افزایش یافته و به مقدار حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد رسیده است. ناوه ۵۰۰ هکتوپاسکال با توجه به شکل۵- ج هنوز برروی منطقه حاکم و نسبت به روز قبل تغییر خاصی نداشته است. الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، همگرایی در این سطح را نشان می‌دهد(حدود $-۱*۱۰^{-۵}$) اما نسبت به ساعت‌های قبل کمتر است بنابراین حرکات صعودی ضعیف‌تر است. با توجه به شکل-های۴- د و ۴- ذ نقشه واگرایی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، واگرایی در این سطح را بیان می‌کند($-۰/۳*۱۰^{-۵}$) اما به دلیل اینکه واگرایی در سطوح بالا کمتر از همگرایی در سطوح پایین است بنابراین حرکات صعودی تضعیف می‌شود. شکل‌های۴- ر و ۴- ز، نقشه رطوبت نسبی در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهند و بیانگر این مطلب هستند که در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هنوز رطوبت هوا بالای ۹۰ درصد و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال حدودا ۶۰ درصد است. این رطوبت بالا همراه با حرکات صعودی هوا به احتمال زیاد بارش به‌دنبال دارد. مقدار امگا هم با توجه به شکل‌های۴- و و ۴- ه در هر دو تراز ۸۵۰ و۵۰۰ هکتوپاسکال مقادیر منفی را برروی منطقه نشان می-دهد(۰/۲-)، یعنی در هر دو تراز حرکات صعودی هوا داریم اما نسبت به ساعت‌های قبل کمتر است. نقشه سرعت باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در شکل۴- ی نشان می‌دهد که جت جنب‌حاره کمی به سمت شرق نقل‌مکان کرده است. شرایط بالا همچنان بر وقوع شرایط ناپایدار دلالت دارد اما به دلیل تضعیف حرکات صعودی و افزایش دما در منطقه، بنابراین میزان بارش کمتری نسبت به ساعت‌های قبل صورت می-گیرد.



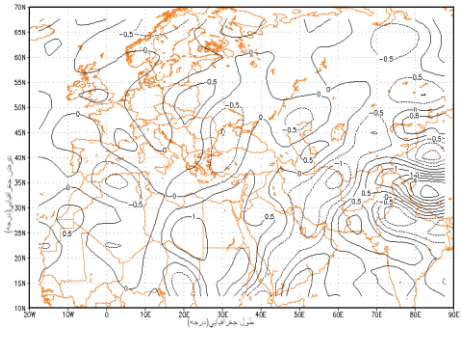
۵- الف



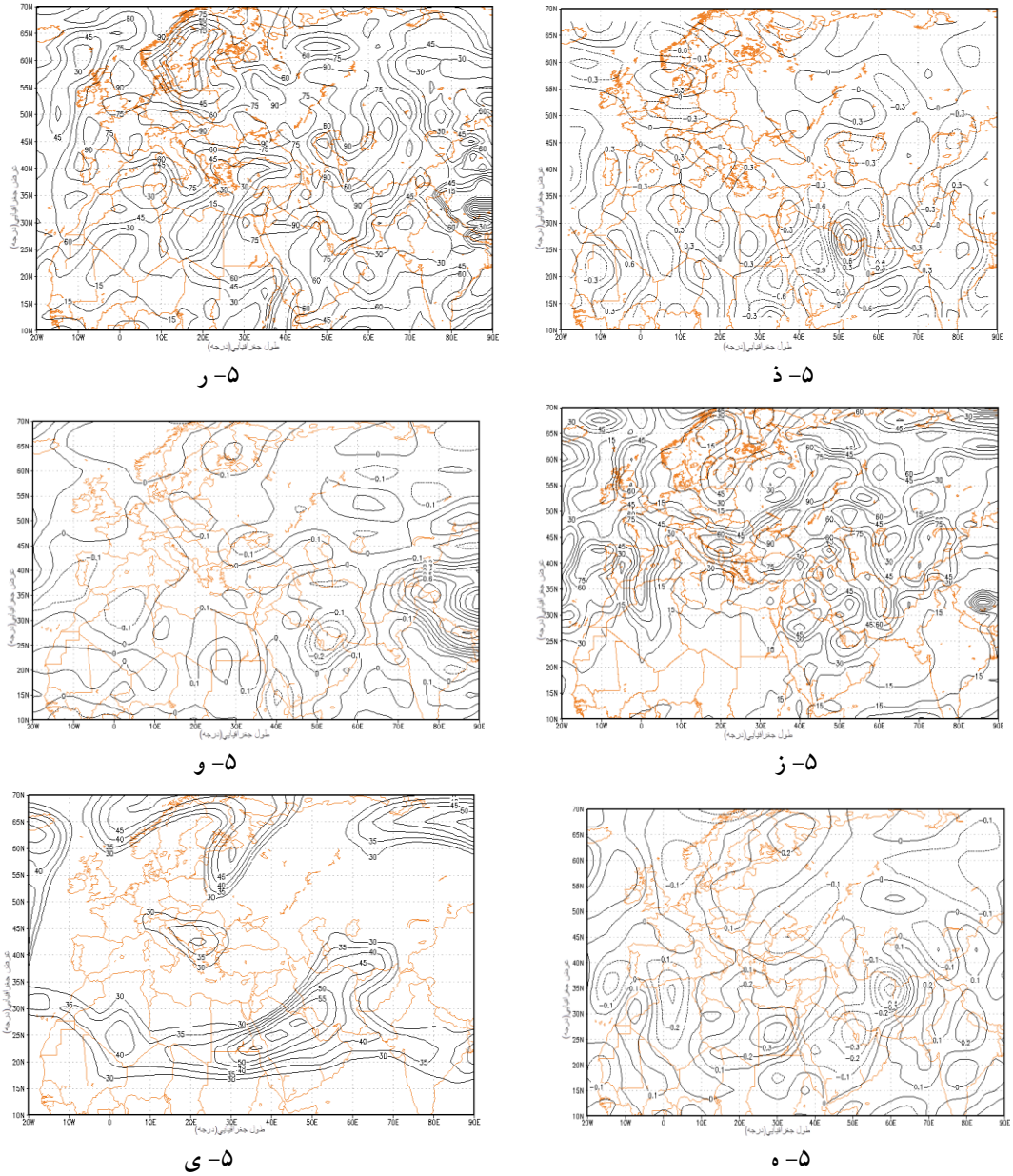
۵- ب



۵- ج



۵- د



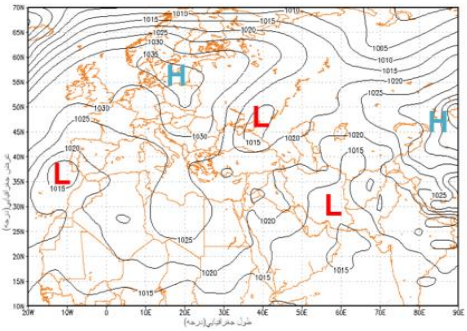
۵- ر ۵- ذ

۵- و ۵- ز

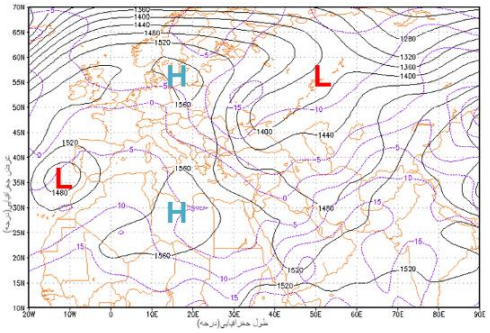
۵- ی ۵- ه

شکل۵. الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 00UTC روز۲۲ دسامبر، د) الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر($^{-5}$×۱۰)، ذ) الگوی واگرایی تراز ۵۰۰هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر($^{-5}$×۱۰)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۲دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 00UTC روز ۲۲دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز ۲۲ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 00UTC روز۲۲ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 00UTC روز ۲۲دسامبر.

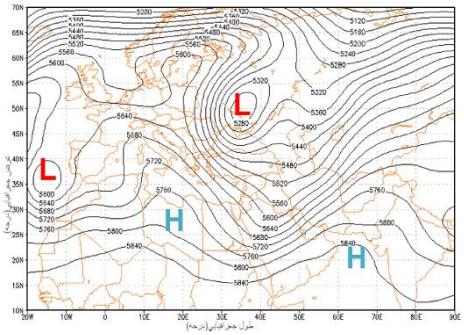
ساعت 12UTC الگوی فشار تراز دریا در شکل۶- الف نشان می‌دهد که کم‌فشار سطح زمین از سمت شمال‌شرق در حال خارج شدن از کشور می‌باشد و تاثیر سامانه پرفشار اروپایی بر غرب ایران بیشتر شده است که ریزش هوای سرد را به درون کشور به دنبال دارد. شکل۶- ب مربوط به نقشه دما و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بیان می‌کند که جو همچنان کژفشار می‌باشد و با توجه به نحوه قرارگیری خطوط ژئوپتانسیل و دما فرارفت هوای سرد را در منطقه داریم. ناوه ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز با توجه به شکل۴- ج همچنان برروی غرب ایران مستقر است و پشته-ها و ناوه نسبت به روز قبل تغییر مکان خاصی نداشته‌اند. الگوی واگرایی سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل-های ۴- د و ۴- ذ نشان می‌دهد که در سطح ۸۵۰ ما همگرایی در جریان هوا را داریم(حدود $-۱/۲*۱۰^{-۵}$) که البته نسبت به روز قبل در همین ساعت کمتر است. همچنین در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال واگرایی در جریان هوا صورت می‌گیرد($۰/۳*۱۰^{-۵}$) که این واگرایی در تراز بالا کمتر از همگرایی درسطوح پایین است و مانند ساعت‌های قبل حرکات صعودی توده هوا را تضعیف می‌کند. با توجه به الگوی رطوبت نسبی ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل‌های۴- ر و ۴- ز مشاهده می‌کنیم رطوبت نسبی در سطوح پایین کمتر شده است و حدود ۸۵ درصد است، اما در سطوح بالا رطوبت نسبی نسبت به ساعت‌های قبل افزایش داشته است. الگوی سرعت قائم نیز با توجه به شکل‌های۴- و و ۴- ه در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال حرکات صعودی هوا را با مقادیر ۰/۲- و ۰/۴- نشان می‌دهد. اما این حرکات صعودی نسبت به روز قبل در همین ساعت در سطوح پایین کمتر است و با الگوی واگرایی همراهی می‌کند. نقشه سرعت باد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که جت جنب‌حاره به سمت شرق جابجا شده و تقریبا مرکز آن برروی ایران قرار دارد و بنابراین تاثیری در ناپایداری برروی منطقه ندارد، شکل۴- ی. تمام تفاسیر بالا بیان می‌کند که هنوز حرکات صعودی هوا صورت می‌گیرد اما با توجه به کاهش حرکات صعودی، رطوبت نسبی و افزایش دما بارش کمتری در این روز شاهد هستیم و مقدار آن ۱۰ میلیمتر می‌باشد.



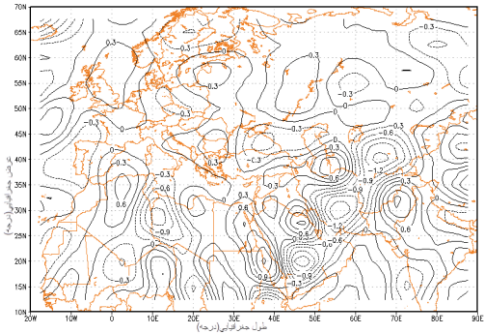
۶- الف



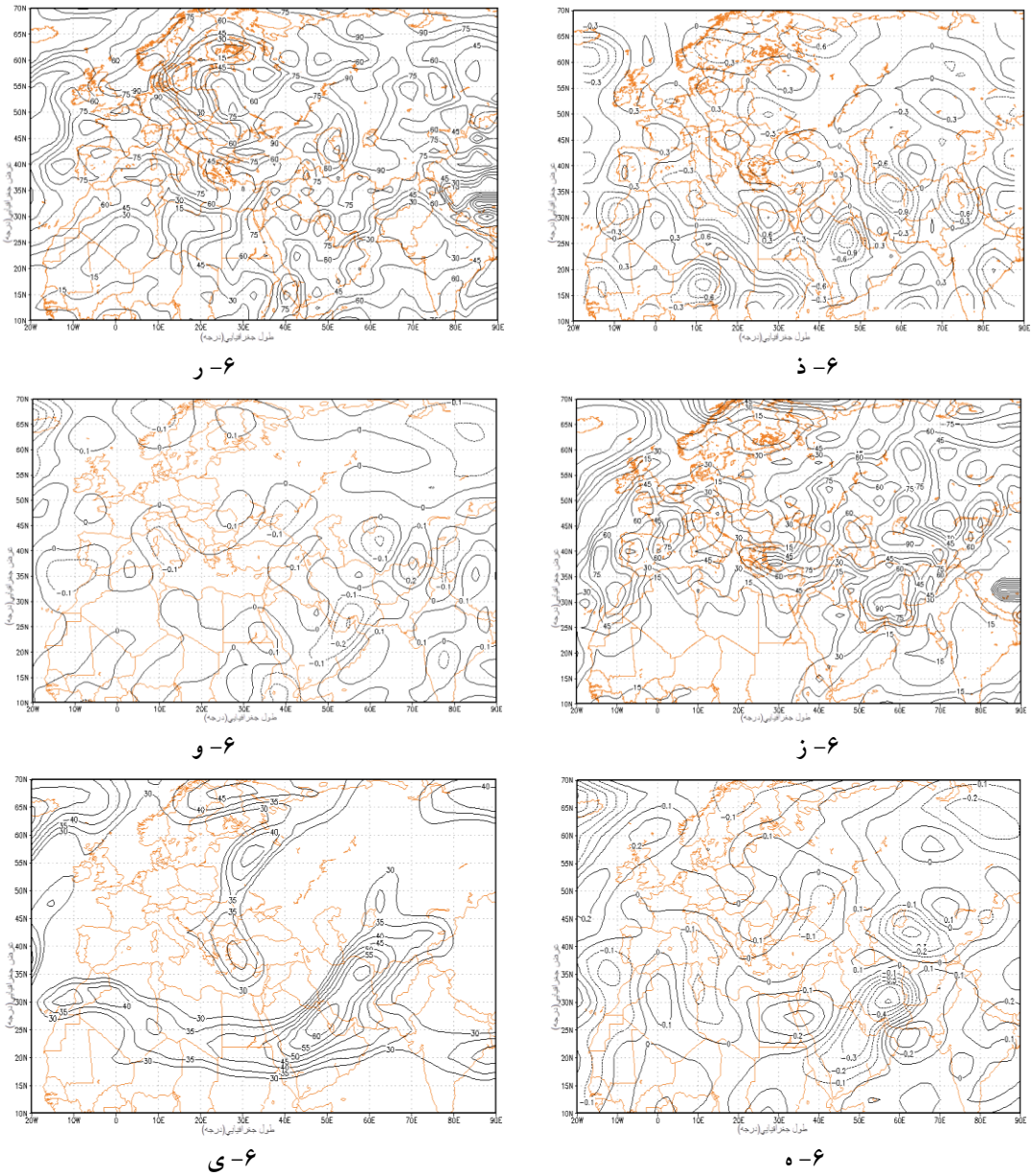
۶- ب



۶- ج



۶- د



۶- ذ ۶- ر

۶- ز ۶- و

۶- ه ۶- ی

شکل۶. الف) الگوی فشار تراز دریا برحسب هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر، ب) الگوی دما (خط‌چین) برحسب درجه سلسیوس و ارتفاع ژئوپتانسیل (خط ممتد) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر، ج) الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب متر در ساعت 12UTC روز۲۲ دسامبر، د) الگوی واگرایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر($۱۰^{-۵}\times$)، ذ) الگوی واگرایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر($۱۰^{-۵}\times$)، ر) الگوی رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۲دسامبر، ز) الگوی رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت 12UTC روز ۲۲دسامبر، و) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر، ه) الگوی سرعت قائم(امگا) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برحسب(PaS^{-1}) در ساعت 12UTC روز ۲۲ دسامبر، ی) الگوی سرعت باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال برحسب(m/s) در ساعت 12UTC روز ۲۲دسامبر.

نتیجه‌گیری

در روز ۲۰ دسامبر یک روز قبل از رخداد بارش سنگین، یک سامانه کم‌فشار برروی عربستان و دریای سرخ شکل‌گرفته است و یک سامانه پرفشار نیز که مرکز آن برروی اروپا قرار دارد در برخورد با کم‌فشار روی عربستان دو زبانه از آن به سمت جنوب امتداد یافته که یکی از آن‌ها قسمت‌هایی از ایران تا منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. در این روز با توجه به به الگوی دما و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال فرارفت هوای گرم برروی منطقه داریم. همچنین در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال کم‌ارتفاع بسته‌ای دیده می‌شود که زبانه‌های آن تا جنوب دریای سرخ کشیده شده است و منطقه واگرایی آن برروی غرب ایران قرار دارد. با توجه به کژفشار بودن جو این الگو موجب ناپایداری در سطوح پایین می‌شود و به دلیل فرارفت تاوایی مثبت در جلو ناوه ۵۰۰ هکتوپاسکالی حرکات صعودی هوا و توسعه کم‌فشار سطحی را به‌دنبال دارد. با توجه به نقشه واگرایی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌کنیم که یک منطقه همگرایی قوی برروی عربستان قرار دارد که مربوط به توسعه کم‌فشار سطحی و حرکات صعودی قوی در آن منطقه است. البته در این روز برروی استان فارس و شهر شیراز همگرایی با شدت کمی صورت می‌گیرد و مقدار آن برروی شیراز تقریبا صفر است. اما در سطوح بالا واگرایی با مقدار s^{-1} ۰/۲*۱۰$^{-5}$ صورت می‌گیرد. همچنین تنها در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برروی جنوب‌غرب ایران حرکات صعودی آن هم با شدت کمی صورت می‌گیرد. جت جنب‌حاره نیز خروجی آن(قسمت واگرایی شدید) برروی جنوب‌غربی ایران قرار دارد و در چرخندزایی سطحی تاثیر به‌سزایی دارد. در روز ۲۱ دسامبر سامانه کم‌فشار با حرکت به سمت شمال‌شرق به داخل ایران نفوذ کرده و در برخورد با پرفشار مستقر برروی اروپا که به سمت جنوب‌غرب حرکت کرده و مرکز آن برروی دریای مدیترانه قرار گرفته باعث افزایش همگرایی در سطوح پایین به میزان قابل توجه s^{-1} ۲*۱۰$^{-5}$- و استقرار ناوه در سمت غرب کم‌فشار سطحی برروی منطقه جنوب‌غرب منجر به واگرایی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به مقدار s^{-1} ۱*۱۰$^{-5}$ می‌شود. بنابراین حرکات صعودی نیز قوی‌تر و مقادیر ۳- و ۴- (PaS^{-1}) را در هر دو سطح دارا می‌باشند و ناپایداری شدت یافته و با توجه به رطوبت نسبی بالا در هر دو سطح (۹۰ و ۷۵ درصد) بارش سنگینی را در این روز شاهد هستیم. در روز بعد از رخداد بارش سنگین سامانه کم‌فشار در حال خارج شدن از سمت شمال‌شرق ایران است و سامانه پرفشار همچنان برروی دریای مدیترانه مستقر است و تاثیر آن برروی شمال‌غرب ایران بیشتر شده است. به دلیل کمتر بودن همگرایی در سطوح پایین نسبت به واگرایی در سطوح بالا در روز قبل حرکات صعودی در این روز تضعیف شده است. دما در اوایل روز نسبت به روز قبل افزایش یافته است و با توجه به تضعیف حرکات صعودی در این روز بارش کمتری صورت می‌گیرد.

سپاس‌گزاری

در پایان از سازمان هواشناسی کشوری و همچنین اداره هواشناسی شیراز، جهت همکاری و ارائه آمار و اطلاعات کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. Byun,K.Y., Lee,T.Y., 2011, Remote effects of tropical cyclones on heavy Rainfall over the Korean peninsula- statistical and composite analysis, Department of Atmospheric Sciences, Journal of Tellus.
2. Donald Ahrens,C., 2009, Meteorology Today, Emeritus, Modesto Junior College.
3. Federico,S., Avolio,E., Pasqualoni,L., Bellecci,C., 2008, Atmospheric patterns for heavy rain events in Calabria, Natural Hazards and Earth System Sciences.
4. Fragoso, M., Trigo, R.M., Pinto, J.G., 2012, The 20 February 2010 Madeira flash-floods: synoptic analysis and extreme rainfall assessment, Natural Hazards and Earth System Sciences, 12, 715-730.

Patterns and predictability, Journal of Physical Geography.
13. Sadeghi, S.,1379, Synoptical and Statistical survey the effect of subtropical high pressure on precipitation and temperature in south of Iran during winter between 1980-1985, Thesis of M.Sc in field of meteorology, Tehran shomal Branch, Islamic Azad University.
14. Sedaghatzadeh, H., 1375, Statistical survey the variation of special and temporal of precipitation patterns in province of Fars, Thesis of M.Sc in field of meteorology, Tehran shomal Branch, Islamic Azad University.
15. Tsonevsky, I., Campins, J., Genoves, A., Jansa, A., 2010, Atmospheric patterns for heavy precipitation in Bulgaria, Romanian Journal of Meteorology vol.10 nr.1-2010.
16. Yarahmadi, D., Maryanaji, Z., 1390, Analysis of dynamical and synoptical of heavy precipitations in southwest of Khazar and west of Iran, Physical Geography Research Quarterly, Seventy sixth number, Summer 1390, 105-120.
17. www.atms.unca.edu/cgodfrey/reanalysis/reanalysis.shtml
18. http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
19. www.farsmet.ir/amar/eghlimi/1.jpg

5. Ghafarian, P., Meshkatee, A., Azadi, M., Farahani, M., Rahimzadeh, F., 1389, Synoptical survey of precipitation in northwest of Iran- case study on extreme precipitation of Oroomiyeh station, Journal of Climate Research, Third and fourth number, Autumn and Winter 1389.
6. Ghavidel, Y., 1389, Mapping and interpretation of synoptic climatology using the software of GRADS, Soha Danesh.
7. Hajam, S., 1390, Leaflet of statistics in meteorology, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University.
8. Holton, J., 2004, An introduction to dynamic meteorology, Department of Atmospheric Sciences, University of Washington.
9. Hojati, Z., 1386, Synoptical analysis of heavy precipitation in province of Isfahan, Thesis of M.Sc in field of Geography, Univesity of Shahid Beheshti.
10. Lana, A., Campins, J., Genoves, A., Jansa, A., 2007, Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands, Advances in Geosciences.
11. Lashkari, H., 1375, Synoptical pattern of heavy precipitation in southwest of Iran, PHD Thesis in field of climatology, The university of Tarbiyat Modarres.
12. Nielsen-Gammon,j.w., Zhang,f., Odins,A.M., Myoung,B., 2004, Extreme Rainfall in Texas: