

تحلیل سینوپتیک و پهنه‌بندی بارش تگرگ در خراسان بزرگ برای دوره آماری (۱۹۹۶-۲۰۰۵)

حسن لشکری^۱
میترا امینی^۲

چکیده

به منظور پهنه‌بندی بارش‌های تگرگ دوره آماری (۱۹۹۶-۲۰۰۵) میلادی، کدهای مربوط به بارش تگرگ (۲۷، ۸۹، ۹۶، ۹۹) از ۱۰۰ کد مربوط به گروه هفتم (W هوای حاضر) از داده‌های مربوط به ۱۴ ایستگاه سینوپتیک استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی، استخراج و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. از لحاظ سینوپتیکی نیز نقشه‌های سینوپتیک دو نمونه از سامانه‌هایی که از بارش تگرگ شدیدی نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود از ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش، در این دوره مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان داد که در دوره ۱۰ ساله (۱۹۹۶-۲۰۰۵) بیشترین فراوانی بارش تگرگ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های نیشابور، بجنورد و بیرجند بوده است و در مقابل، ایستگاه‌های سرخس، تربت جام و مشهد از کمترین فراوانی برخوردار بوده‌اند. از نظر زمانی (ساعتی و ماهانه) نیز بارش‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. که نتایج نشان داد از لحاظ دوره شبانه روزی، ساعت ۹ تا ۱۵ و در بین ماه‌های سال نیز به ترتیب، ماه‌های مارس، آوریل و دسامبر حداکثر فراوانی را داشتند. این بررسی نشان داد، که در دوره آماری مورد مطالعه بارش تگرگ به ترتیب در شمال غرب، شمال و سپس جنوب منطقه مطالعاتی حداکثر فراوانی را داشته‌اند و کمترین فراوانی مربوط به شرق منطقه است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که در حداکثر بودن فراوانی وقوع در نواحی ذکر شده علاوه بر ارتفاع زیاد آنها از سطح دریا، محل ورود سیستم‌های همراه با بارش تگرگ نیز نقش موثری داشته است. همان‌طور که در نقشه‌ها دیده می‌شود محل ورود این سیستم‌ها به منطقه مطالعاتی بیشتر از سمت شمال و جنوب منطقه بوده و به همان نسبت این مناطق بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: تگرگ، پهنه‌بندی، سینوپتیک، سامانه خراسان بزرگ.

مقدمه

تگرگ یکی از پدیده‌های جوی مخرب است که باعث خسارات بسیاری در بخش‌های مختلف از جمله خسارت در بخش کشاورزی می‌شود. بارش تگرگ معمولاً از ابرهای منفرد کومولونیمبوس صورت می‌پذیرد. غالباً به شکل رگبار و عموماً همراه با رعدوبرق، به ویژه در فصل بهار است (علیجانی و کاویانی). به طور کلی تگرگ محصول همرفت شدید هواست که در یک توفان تندری یافت می‌شود و برای اینکه یک توفان تندری به توفان تگرگ تغییر شکل دهد دو شرط اساسی وجود دارد: ۱- باید ابر به اندازه کافی بالای سطح یخبندان رشد کند ۲- وجود یک جت استریم یا حداقل بادهای قوی در سطوح بین ۶۰۰۰ الی ۱۲۰۰۰ متری (قربانی، ۱۳۸۵).

در زمینه تگرگ مطالعات زیادی در داخل کشور صورت نگرفته است. سیف (۱۳۷۵) با تحلیل داده های ایستگاههای سینوپتیک در یک دوره ۳۰ ساله نحوه توزیع بارش تگرگ بر روی ایران را به دست آورده است. در این پژوهش مناطق بارش حداکثر در شمال غرب و غرب، پس از آن شمال شرق و شرق قرار گرفته است. در بررسی‌های همدیدی، نفوذ کم فشار همراه با فرارفت هوای گرم و مرطوب در سطح زمین و ریزش هوای سرد از سطوح بالاتر، باعث ایجاد ناپایداری شدید ذکر شده‌اند. صناعی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی مدل آماری تگرگ با استفاده از روش‌های استاندارد آماری، فراوانی رخداد پدیده تگرگ در سطح کشور را مورد بررسی قرار داده‌اند. در نتیجه این تحقیق مشخص شد که بیشترین فراوانی تگرگ در محدوده غرب و شمال غرب و کمترین آن در نیمه شرقی کشور است. امینی و همکاران (۱۳۸۲) به بررسی همدیدی - ترمودینامیکی بارش تگرگ در

استان اصفهان پرداخته‌اند. در این مقاله، تگرگ شدید اصفهان در تاریخ ۸۲/۱/۳۱ انتخاب شده و به تجزیه و تحلیل دینامیکی و همدیدی بر روی این پدیده پرداخته شده است.

عبدمنافی (۱۳۸۳) در بررسی مناطق ناپایدار به مطالعه ۱۵ مورد وقوع تگرگ برای سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۰ در شهر تهران پرداخته است. از نتایج این مطالعه می‌توان به تمرکز بیشترین بارش تگرگ در فصل بهار و در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت و در ساعت‌های ۶ تا ۱۸ اشاره کرد. گزارش پژوهشکده هواشناسی (۱۳۸۲) با عنوان بررسی وقوع پدیده‌های بهمن، توفان تندری و تگرگ در منطق مختلف کشور، به بررسی تفاوت مناطق مختلف از نظر این نوع بارش و همچنین تاثیر بارش تگرگ در مناطق مختلف کشور، به بررسی تفاوت مناطق مختلف از نظر این نوع بارش و همچنین تاثیر بارش تگرگ بر رویش گیاهان در کشور پرداخته است. در بررسی نقشه‌های هوا با یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان دید که هر چه از نواحی غرب و شمال‌غرب به سمت شمال و سپس شرق و شمال شرق می‌رویم حداکثر بارش تگرگ از ماه می به ماه‌های مارس و آوریل منتقل می‌شود. فریز بای (۱۹۶۱) در رابطه مطالعه تیپ‌های سینوپتیک الگوهای آسیب ناشی از تگرگ را به ۴ گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد و در تحلیل این الگوها از نقشه‌های سینوپتیک بهره گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که سرعت حرکت سیستم‌های سینوپتیک تاثیر قابل توجهی بر میزان و درجه صدمات وارده از تگرگ در زمین دارد. هاف (۱۹۶۱) در یک دوره ۵۰ ساله نقش توزیع توفان‌های تندری، بارش، ماکزیمم درجه حرارت، نقطه شبنم و جبهه‌های هوا و تأثیرات آنها را در توزیع بارش تگرگ در ایلی نويز بررسی کرده است. نتایج نشان داد که در این منطقه موقعیت مراکز دارای

بیشترین فراوانی تگرگ بر الگوی توزیع جبهه‌های هوا منطبق است. چارلز و داسول (۱۹۹۳) به رایه روش‌های علمی برای پیش‌بینی‌های بسیار کوتاه توفان‌های همرفت شدید آمریکا پرداخته‌اند آنها معتقدند که توجه به همه عوامل ایجاد وقایع هوایی ویژه و شدید باعث تمرکز و دقت بیشتری در فرایند پیش‌بینی می‌شود. سانچز و همکاران (۲۰۰۳) در تحلیل سیستم‌های همرفت خرد مقیاس، این سیستم‌ها را براساس طول عمر و مقیاس آنها به دو دسته تقسیم نموده‌اند. سیستم‌هایی که در مقیاس ۱۰ تا ۴۰ کیلومتر و در شرایط همرفت عمیق در مقیاس مکانی ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر هستند، سیستم‌های همرفت خرد مقیاس نام‌گذاری شده‌اند و گاهی اوقات سیستم‌های همرفت خرد مقیاس که عمر بیشتری دارند و همراه با بارش شدید و احتمالاً تگرگ هستند وجود دارند که به همرفت خرد مقیاس مرکب معروف هستند. سیوتاس و فلوکاس (۲۰۰۳) در بررسی الگوهای سینوپتیکی و ترمودینامیکی محیطی بر بارش تگرگ شمال یونان در فصل گرم دریافتند که جریان‌های جنوب‌غرب و همچنین تراف جنوب‌غرب بیشترین تأثیر را در بارش تگرگ و توفان‌های منطقه دارد. ماریناکی و همکاران (۲۰۰۶) با به کار بردن روش‌های آماری به مقایسه و آزمون انواع شاخص‌های ناپایداری در چند منطقه یونان پرداختند. آنها سعی کردند، آستانه‌های شاخص‌های ناپایداری در ایستگاه‌های متفاوت به منظور فراهم آوردن نتایج مطلوب آزمون کنند تا بتوانند از این شاخص‌ها در پیش‌بینی‌های هواشناسی استفاده کنند. کروما و همکاران (۲۰۰۶) تغییر پذیری فضایی-زمانی توفان تگرگ در مراویا و سیلسیا را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که حداکثر بارش تگرگ در منطقه Hruby Jesenik و کوه‌های Beskids بوده و حداکثر روزهای بارش (حدود ۵۰ درصد) کل توفان‌های

تگرگ مشاهده شده در دوره مطالعاتی در ماه می اتفاق افتاده است. همچنین طبقه-بندی سینوپتیک آنها نشان داد که در ۸۸٪ روزهای همراه با بارش تگرگ شرایط سیکلونی در منطقه حاکم بوده است.

در این پژوهش به پهنه‌بندی بارش‌های تگرگ ۱۴ ایستگاه سینوپتیک سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی در دوره آماری ۱۰ ساله (۱۹۹۶-۲۰۰۵) پرداخته شده است. شناسایی مکان‌های مستعد وقوع تگرگ و سامانه‌های جوی به وجود آورنده این پدیده می‌تواند در پیش‌بینی و اجرای آمادگی لازم کمک کند، تا بتوان خسارات ناشی از آن را به حداقل رساند.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از داده‌های مربوط به (هوای حاضر) با فواصل زمانی ۳ ساعته در دوره آماری ۱۰ ساله (۱۹۹۶-۲۰۰۵) ایستگاه‌های سینوپتیک استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی، نقشه‌های سینوپتیک مربوط به سایت ncep/ncar و نقشه‌های موجود در سازمان هواشناسی کشور، و برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و ArcGIS استفاده شده است. از میان ۱۰۰ کد مربوط به گروه هفتم (ww هوای حاضر) برای توفان تگرگ، کدهای شماره ۲۷، ۱۹، ۹۶ و ۹۹ که بارش تگرگ با شدت‌های متفاوت را در بر دارند، در نظر گرفته شده که شامل هر گونه ظهور این پدیده را در ساعات دیده‌بانی و سه ساعت قبل از آن را می‌شود. فراوانی وقوع کدهای مذکور در ۱۴ ایستگاه سینوپتیک منطقه مطالعاتی تعیین شد. سپس با توجه به فراوانی به دست آمده از کدها، و با استفاده از نرم‌افزار Excel نمودارهای مربوط به فراوانی کدها، زمانی (ساعتی و ماهانه) بارش تگرگ، ترسیم

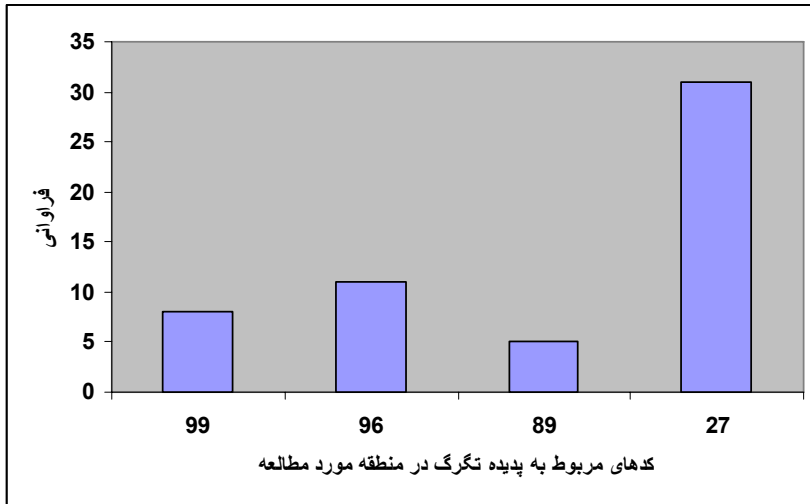
و تحلیل شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، پراکندگی مکانی بارش تگرگ برای سه استان نام برده در دوره آماری پهنه‌بندی شد. به منظور بررسی همدیدی، دو نمونه از سامانه‌های همراه با بارش تگرگ شدید در منطقه مطالعاتی انتخاب شد و نقشه‌های سینوپتیک مربوط به آن روزها، از ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش در ترازهای دریا، ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال بررسی و تحلیل شد.

بررسی و تحلیل داده‌ها

نمودارهای ۱ تا ۳ طی دوره آماری ۱۰ ساله برای ۱۴ ایستگاه سینوپتیک - استان‌های خراسان شمالی، جنوبی و رضوی تهیه شده است.

نمودار ۱ به منظور فراوانی کدها تهیه شده است، حاکی از آن است که در این دوره آماری کد ۲۷ بیشترین و کد ۸۹ کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. جدول زیر کدها و پدیده‌های مربوط به آنها را نشان می‌دهد.

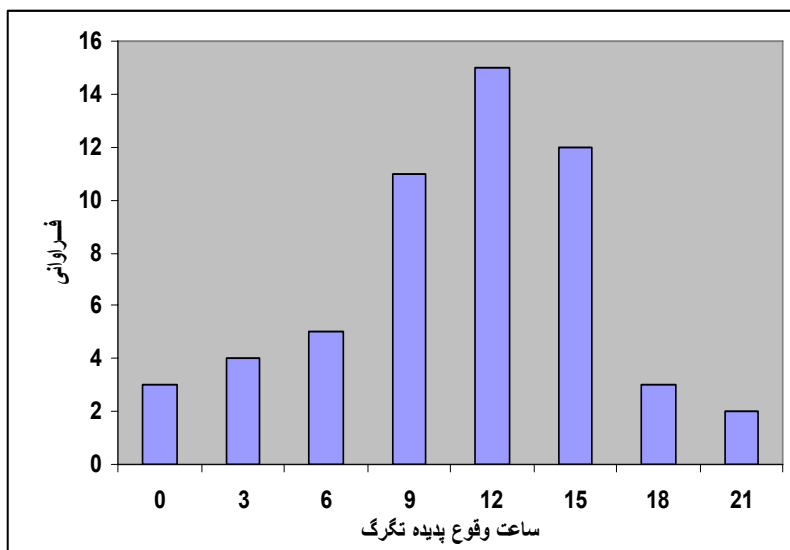
کد	پدیده
۲۷	رگبار تگرگ یا باران و تگرگ
۸۹	رگبار تگرگ همراه با باران یا بدون باران
۹۶	توفان رعد و برق، سبک یا متوسط همراه با تگرگ در زمان دیده‌بانی
۹۹	توفان رعد و برق سنگین همراه با تگرگ در زمان دیده‌بانی



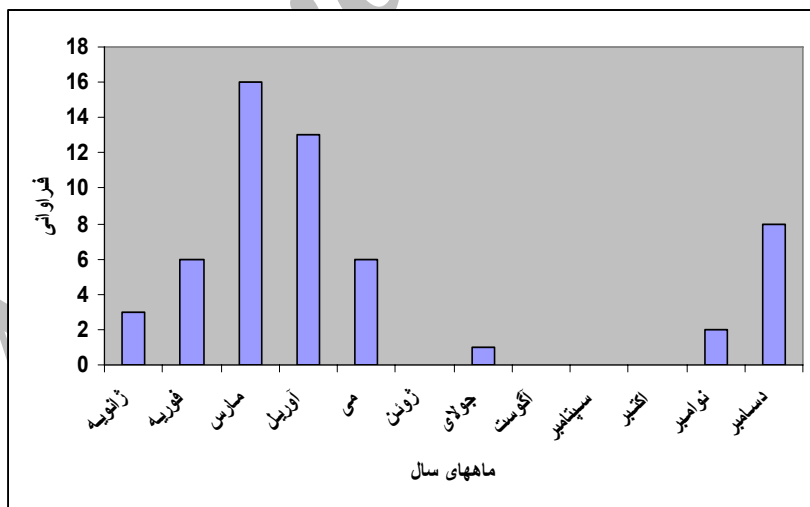
نمودار (۱): فراوانی کدهای پدیده تگرگ در منطقه مورد مطالعه

نمودار ۲ براساس جداول ساعتی برای دوره زمانی ۱۰ ساله تنظیم شده و درصد بارش در ساعات شبانه روز به دست آمده است. همان طور که از نمودار مشاهده می‌شود بین ساعت ۹ تا ۱۲ مقدار بارش افزایش یافته و در ساعت ۱۲ به حداکثر می‌رسد و از ساعت ۱۵ به بعد سریعاً کاهش می‌یابد و در دوره مورد مطالعه حداکثر بارش بین ساعت‌های ۹ تا ۱۵ قرار دارد. این مسأله نشان‌دهنده به حداکثر رسیدن ناپایداری جوی در این ساعات است. ملاحظه می‌شود که برای وقوع یک توفان همراه با تگرگ می‌بایستی ناپایداری جوی کاملاً تقویت شده و به نظر می‌رسد در ساعت‌های ۱۲ تا ۱۵ به دلیل افزایش گرمای جوی این شرایط فراهم می‌شود.

نمودار ۳ نشان می‌دهد که در دوره ۱۰ ساله ماه‌های مارس، آوریل و دسامبر به ترتیب بیشترین فراوانی وقوع بارش تگرگ را به خود اختصاص داده‌اند و در ماه‌های ژوئن، آگوست، سپتامبر و اکتبر پدیده تگرگ گزارش نشده است. در ماه‌های مارس و آوریل که ماه‌های انتقالی گرم (بهار) هستند، به دلیل گرم شدن سریع سطح زمین و لایه‌های زیرین جو (افزایش طول روز و نزدیک شدن خورشید به خط قائم) و بالا بودن رطوبت هوا (بارش‌های فصل قبل) ناپایداری زیاد شده و جریانهای همرفتی شدت یافته و تحت شرایط مناسب، ابرهای همرفتی رشد کرده و باعث ایجاد توفان تندری می‌شوند (عزتیان، ۱۳۸۲). شرایط توپوگرافی منطقه نیز به این امر کمک کرده و باعث پایین آمدن سطح یخبندان و در نتیجه تبدیل توفان تندری به توفان تگرگ می‌شود. در فصل انتقالی سرد (پاییز) نیز فرارفت هوای کاملاً سرد از عرض‌های بالاتر بر روی مناطق گرم جنوبی‌تر باعث صعود لایه‌های زیرین و ناپایداری می‌شود. البته به علت کمتر بودن رطوبت هوای پاییز نسبت به بهار، شدت وقوع توفان در فصل پاییز به مراتب از فصل بهار کمتر است.



نمودار (۲) فرآوانی بارش تگرگ در ۲۴ ساعت



نمودار (۳) فرآوانی بارش تگرگ در ماه‌های سال

نتایج حاصل از بررسی نقشه‌های سینوپتیک

در نقشه تراز دریا در ۲۴ ساعت قبل از وقوع تگرگ (۲۰ آوریل ۲۰۰۲) ملاحظه می‌شود مرکز پرفشاری با منحنی ۱۰۴۰ هکتوپاسکال بر روی سیبری در محدوده ۶۵ درجه شرقی و عرض ۵۵ درجه شمالی بسته شده است. زبانه‌های این پرفشار در امتداد غربی-شرقی تا شرق اروپا را در بر گرفته و زبانه جنوبی آن با نفوذ به شمال شرق ایران گرادیان شدیدی را بر روی ترکمنستان و شمال ایران ایجاد کرده است.

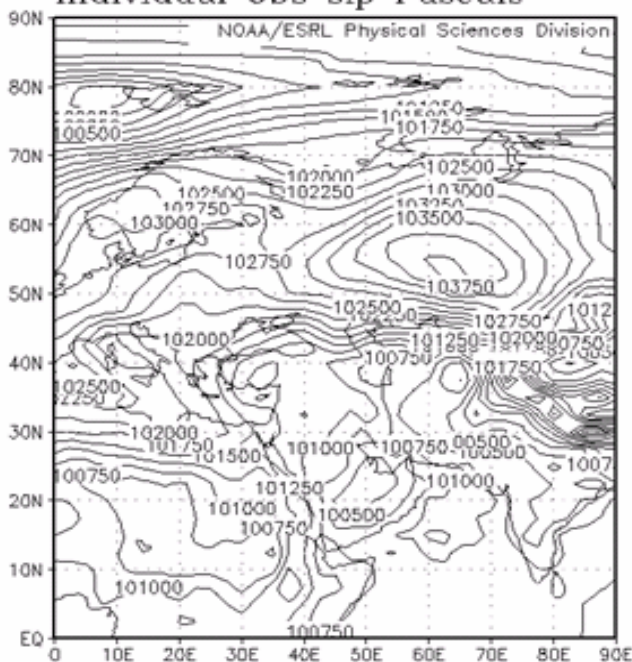
در مقابل مرکز چرخندی با فشار مرکزی ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال با دو منحنی بسته درست بر روی شمال شرق ایران (خراسان شمالی) قرار گرفته است. سلول کم فشار سودانی با فشار مرکزی ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال بر روی شمال عربستان و جنوب خلیج فارس بسته شده است. وجود مرکز و اچرخند بر روی دریای عرب و موقعیت کم فشار سودانی سبب شده است رطوبت لازم برای سامانه طی روزهای آینده از طریق و اچرخند دریای عمان فراهم شود.

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز و اچرخندی بر روی تبت استقرار دارد که زبانه غربی آن با امتداد شرقی- غربی تا شمال افغانستان را فرا گرفته است. مرکز و اچرخند دیگری با منحنی هم ارتفاع ۱۶۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی دریاچه آرال بسته شده است که با امتداد غربی تا غرب آلمان را فرا گرفته است. زبانه جنوبی این و اچرخندی با انتقال هوای سرد بر روی دریاچه آرال گرادیان شدیدی بر روی ترکمنستان و شمال شرق ایران فراهم کرده است.

استقرار یک چرخند با منحنی ۱۴۲۵ ژئوپتانسیل متر بر روی ترکیه و امتداد زبانه این چرخند تا شمال شرق ایران نشان‌دهنده وجود ناپایداری بر روی منطقه مورد مطالعه است. که در ساعت ۱۲ با تقویت و اچرخند آرال و تداوم ریزش هوای سرد، چرخند روی خراسان شمالی نیز تقویت شده و به صورت سلول بسته‌ای بر روی منطقه ظاهر شده است.

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Apr 20 2002 12 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals

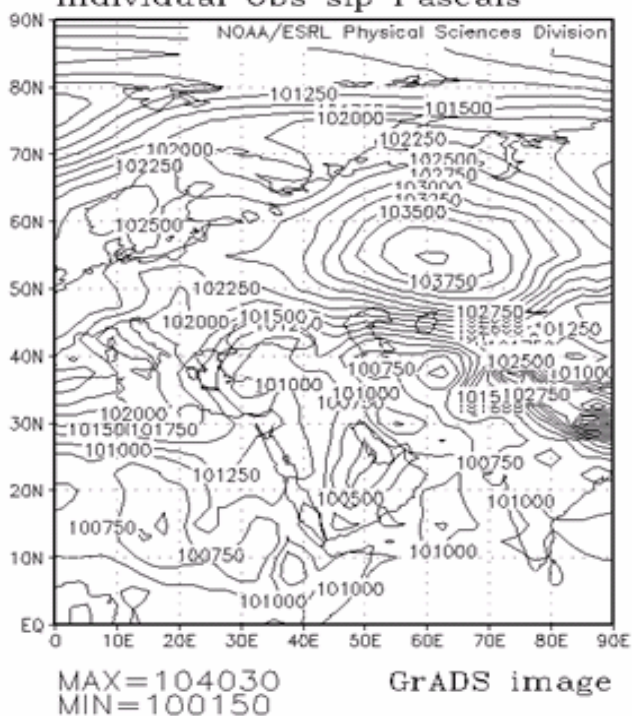


MAX=104030
 MIN=99670

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
t: Apr 20 2002 00 Z
lev: 0

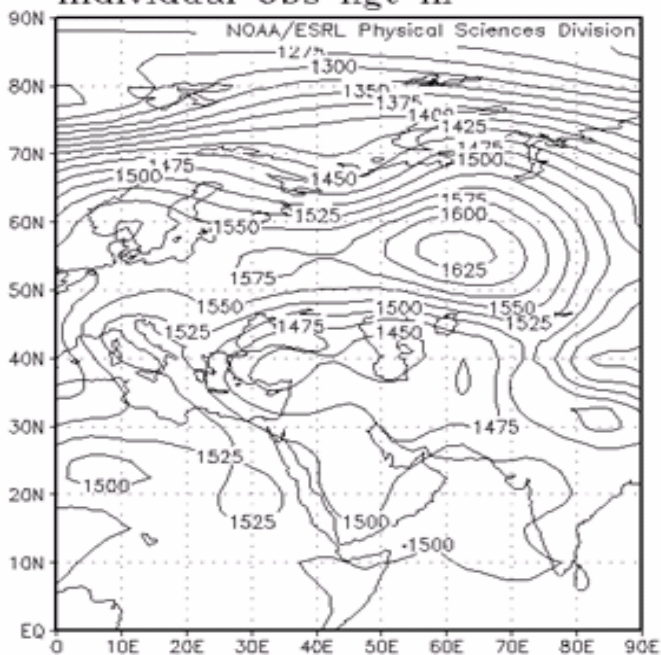
Individual Obs slp Pascals



Arc

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 850.00
 t: Apr 20 2002 12 Z

Individual Obs hgt m

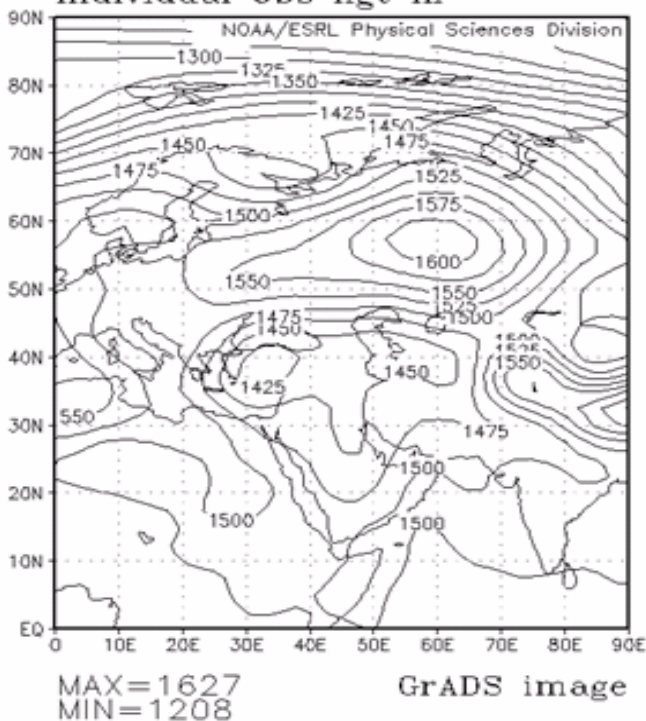


MAX=1638
 MIN=1219

GrADS image

Arc

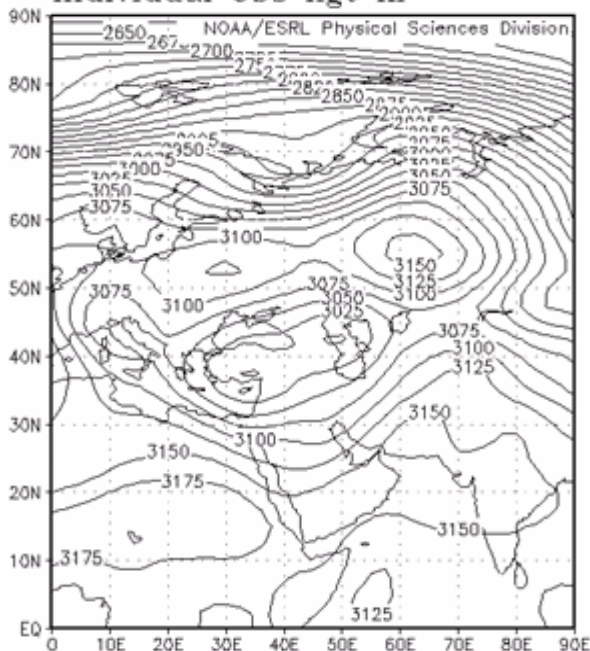
lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 850.00
 t: Apr 20 2002 00 Z
 Individual Obs hgt m



ملاحظه می‌شود که در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ناوه عمیقی بر روی مدیترانه شرقی و عراق استقرار دارد، مرکز چرخندی این ناوه با منحنی هم ارتفاع ۲۹۷۵ ژئوپتانسیل متر و چهار منحنی بسته نشان از نفوذ یک هسته هوای سرد بر روی منطقه دارد که با تداوم ریزش هوای سرد بر روی دریای سرخ و سودان عمق ناوه را افزایش داده و سبب تشدید جریانات جنوب‌غربی بر روی ایران و منطقه مورد مطالعه شده که با انتقال هوای گرم و مرطوب دریای گرم جنوبی بر روی منطقه

رطوبت لازم را برای تگرگ روزهای بعد فراهم نموده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز مرکز چرخندی با منحنی هم ارتفاع ۵۵۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی غرب ترکیه بسته شده که ناوه آن با امتداد شمال‌غربی - جنوب‌شرقی تا جنوب عربستان تداوم دارد. در این تراز نیز جهت جریانات بر روی منطقه و مرکز ایران جنوب غربی بوده و تداوم جریانات گرم جنوب - جنوب‌غربی را تا این تراز از جو را شاهد هستیم.

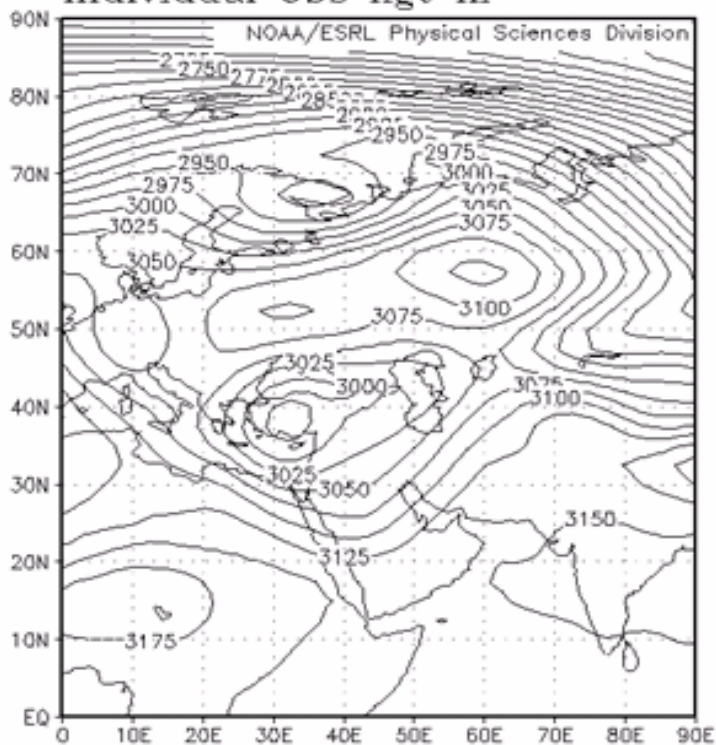
lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 700.00
 t: Apr 20 2002 12 Z
 Individual Obs hgt m



MAX=3198
 MIN=2599

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Apr 20 2002 00 Z
Individual Obs hgt m

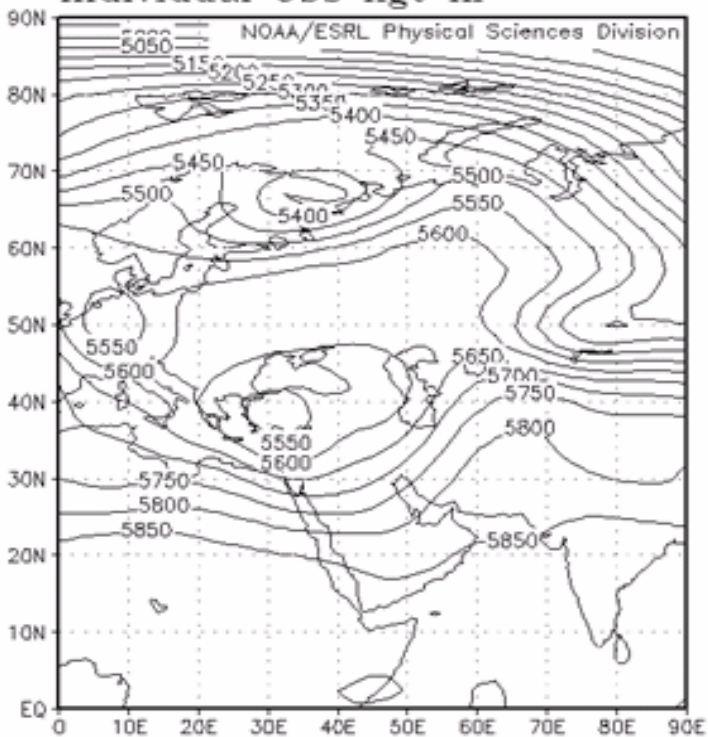


MAX=3189
MIN=2586

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 500.00
 t: Apr 20 2002 00 Z
 Individual Obs hgt m

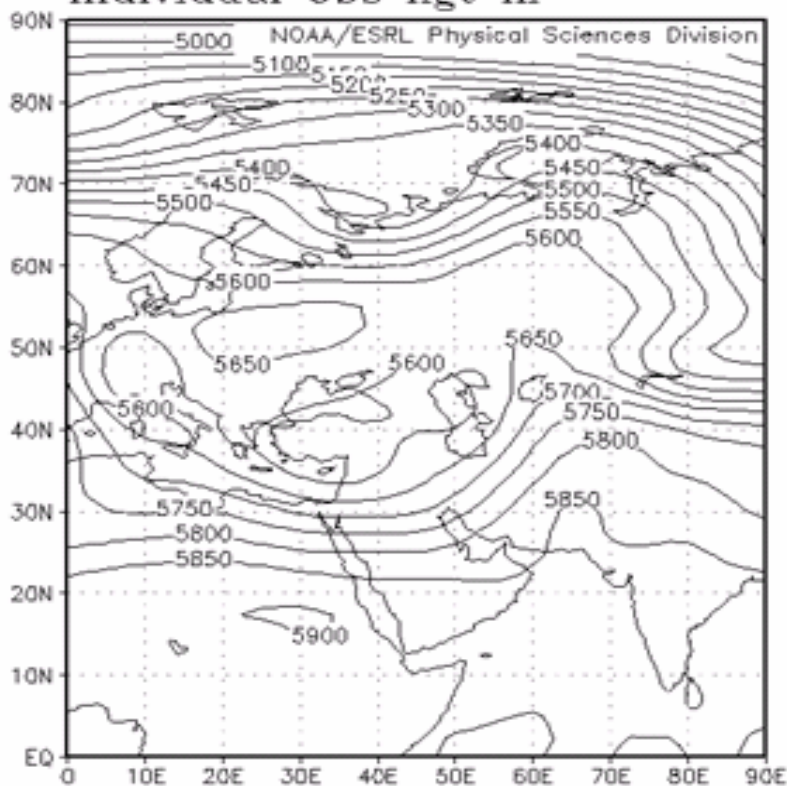


MAX=5892
 MIN=4909

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 500.00
t: Apr 20 2002 12 Z
Individual Obs hgt m

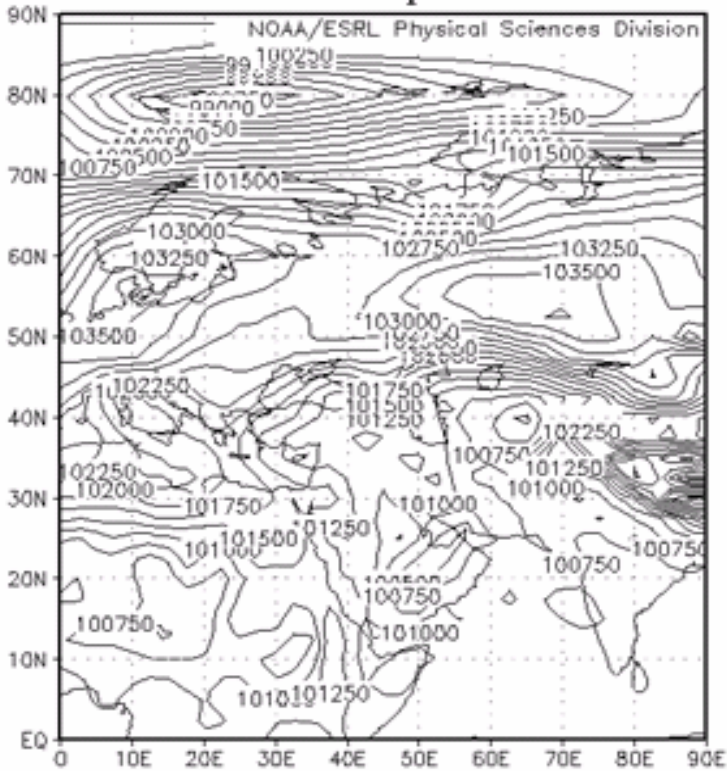


MAX=5905
MIN=4928

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Apr 21 2002 00 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals



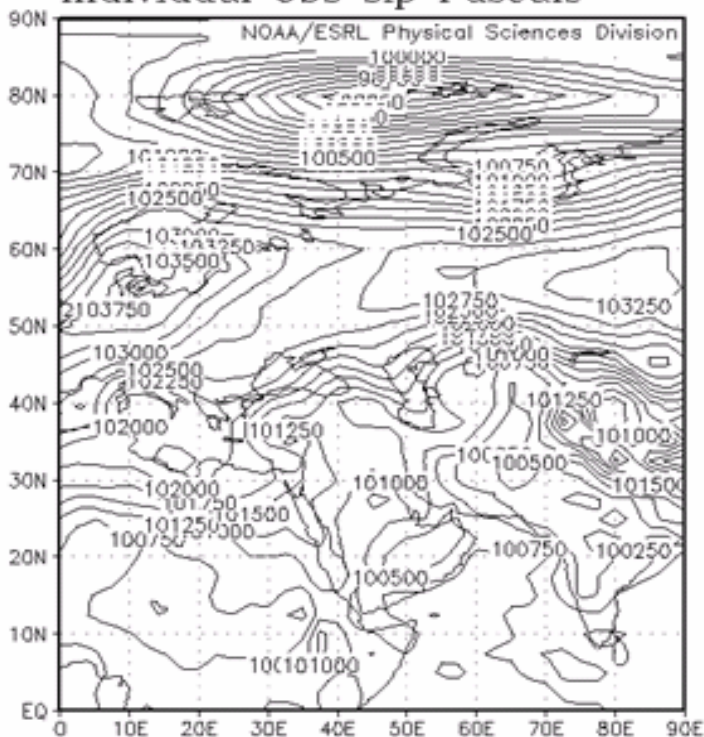
MAX=103900
 MIN=98570

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
t: Apr 21 2002 12 Z
lev: 0

Individual Obs slp Pascals

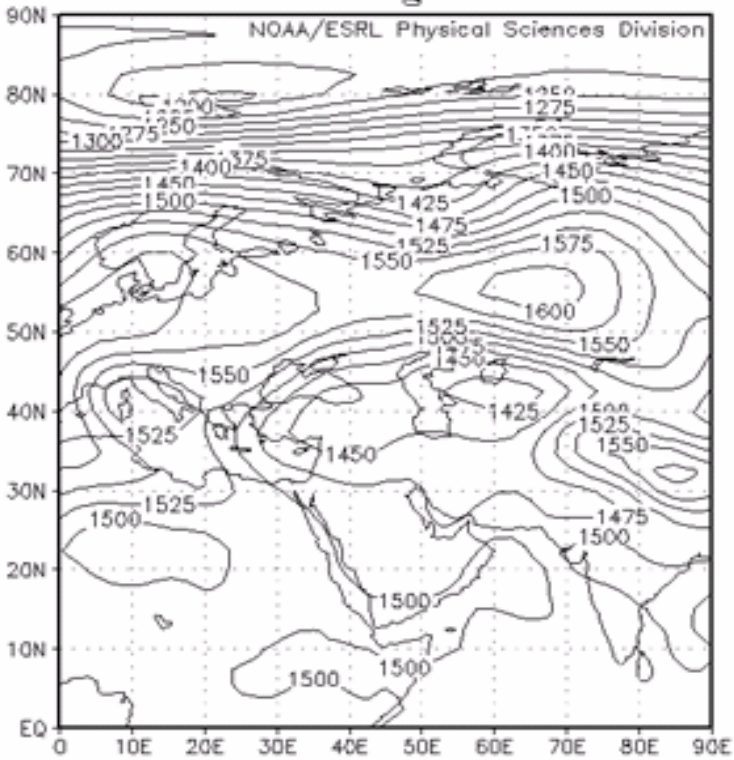


MAX=103850
MIN=98010

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 850.00
t: Apr 21 2002 00 Z
Individual Obs hgt m

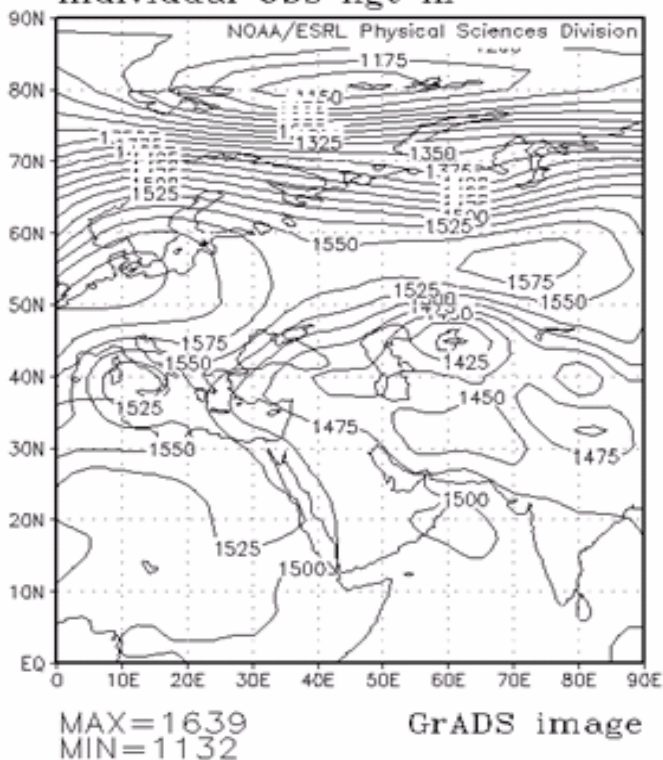


MAX=1617
MIN=1179

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 850.00
t: Apr 21 2002 12 Z
Individual Obs hgt m



۲۱ آوریل ۲۰۰۲

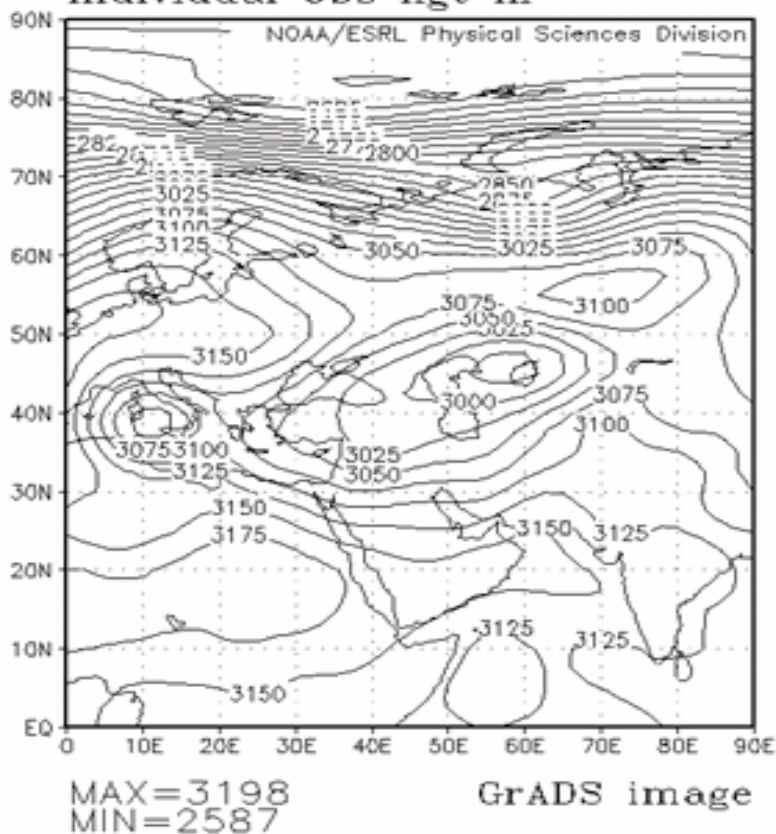
همان طور که در نقشه تراز دریا ملاحظه می‌شود مرکز کم فشاری بخش‌های شمالی پاکستان، افغانستان و شمال غربی هند را فرا گرفته است. در نتیجه با فرارفت هوای سرد از عرض‌های شمالی بر روی منطقه مطالعاتی و انرژی پتانسیل موجود

در محل با توجه به فصل سال (اواخر فروردین) شیب حرارتی شدیدی بر منطقه حاکم شده و خط جبهه، درست از روی منطقه عبور می‌کند. در ترازهای ۸۵۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاع بریده‌ای بر روی دریای خزر قرار دارد که زبانه سرد این چرخند با راستای شمالشرقی - جنوب غربی بخش اعظم ایران را در بر گرفته است. این مرکز کم ارتفاع در تراز ۸۵۰ با کنتور ۱۴۴۰، تراز ۷۰۰ با کنتور ۳۰۰۰، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با کنتور ۵۵۶۰ ژئوپتانسیل متر بسته شده است.

منحنی هم‌دمای عبوری از منطقه در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۵، ۷۰۰ هکتوپاسکال ۵ و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۵- درجه سانتی‌گراد است که نشان‌دهنده همرفت گرم از عرض‌های جنوبی بر روی منطقه است. منحنی‌های هم‌دما و کنتورها در تمام ترازها با زاویه تندی همدیگر را قطع نموده و بیانگر تقویت شرایط سلونوئیدی بر روی منطقه است.

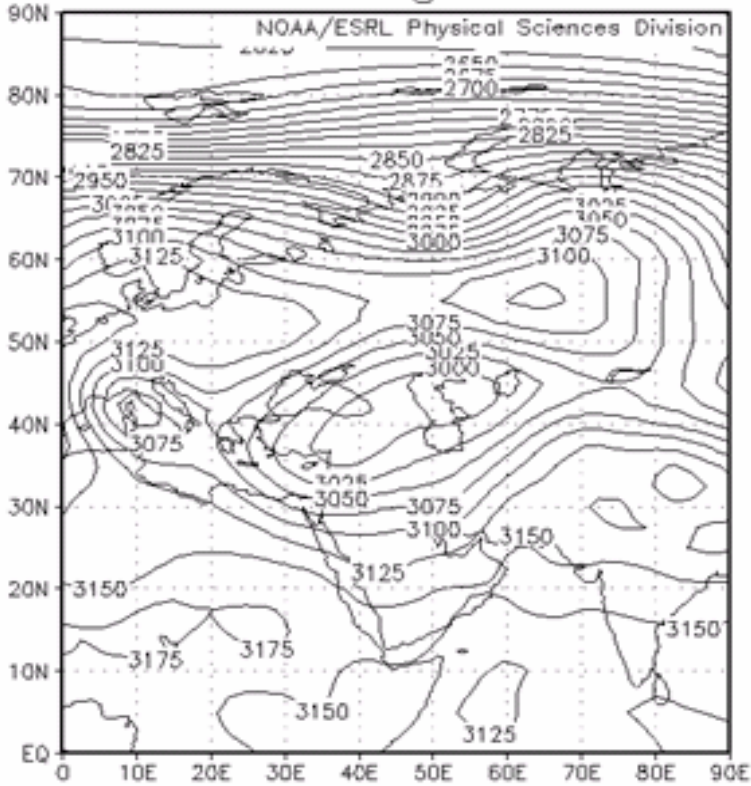
روی ایران قرار گرفته است. در ۲۰۰ هکتوپاسکال نیز جت جنب حاره‌ای بر روی ایران قرار گرفته است. هسته مرکزی جت با سرعت بیش از ۱۳۰ نات بر روی غرب کویت قرار گرفته و منطقه مورد مطالعه درست در جلو جت قرار دارد و سرعت باد به ۸۰ نات می‌رسد. به این ترتیب در این تراز نیز شرایط ناپایداری بر منطقه حاکم شده است.

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Apr 21 2002 12 Z
Individual Obs hgt m



lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 700.00
 t: Apr 21 2002 00 Z

Individual Obs hgt m

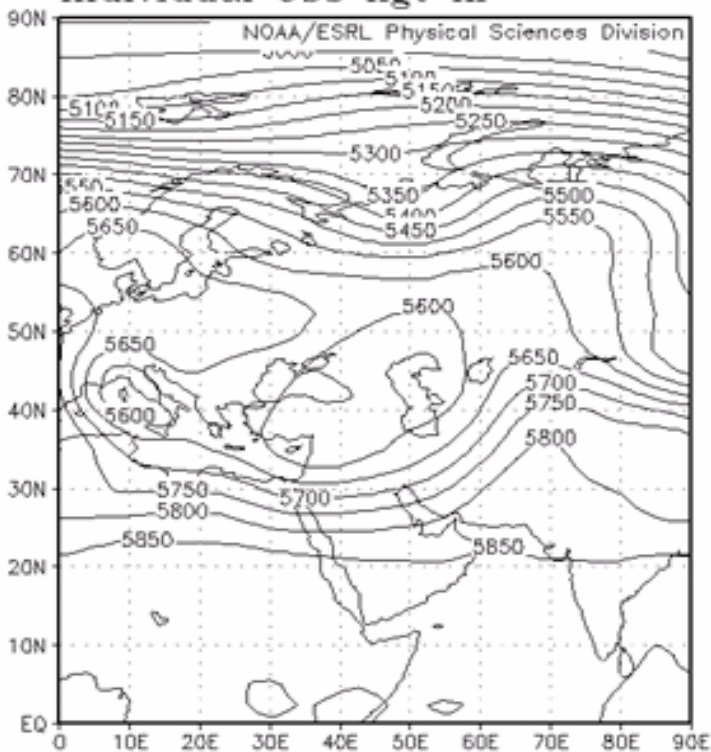


MAX=3183
 MIN=2590

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 500.00
t: Apr 21 2002 00 Z

Individual Obs hgt m

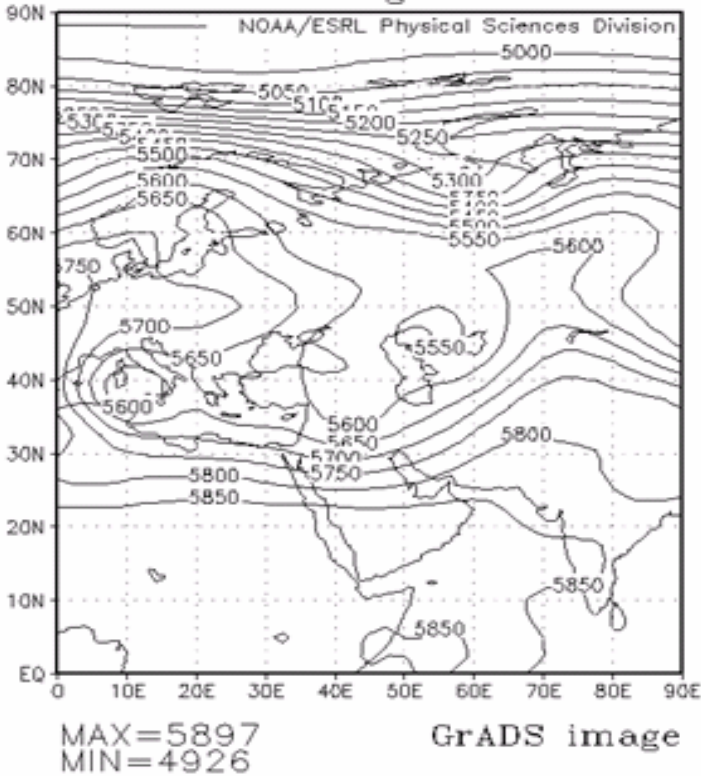


MAX=5884
MIN=4929

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 500.00
 t: Apr 21 2002 12 Z
 Individual Obs hgt m



۲۲ آوریل ۲۰۰۲

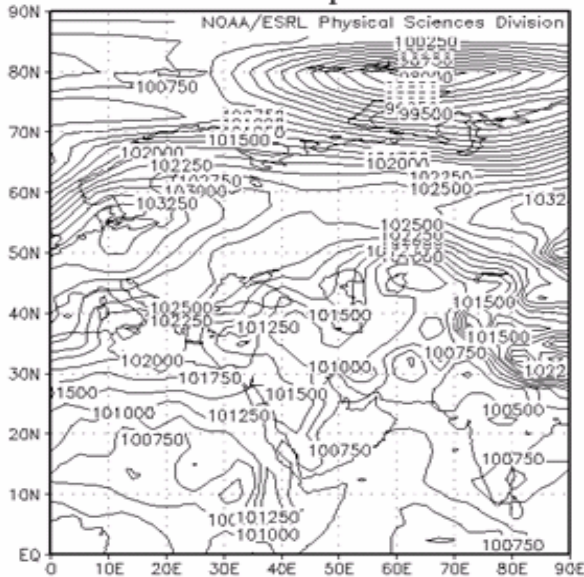
در نقشه تراز دریا ملاحظه می‌شود، مرکز کم‌فشاری با منحنی هم فشار ۱۰۰۷/۵ هکتوپاسکال بر روی دریاچه آرال و مرکز کم‌فشاری در امتداد زیانه کم‌فشار پاکستانی بر روی خراسان جنوبی بسته شده است. جهت جریانات بر روی خراسان

شمال شرقی بوده و با ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی و وجود رطوبت و انرژی پتانسیل کافی از روز قبل ناپایداری‌های محلی را تشدید کرده است.

در سطوح بالای جو نیز در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاع بریده‌ای بر روی دریاچه آرال بسته شده است. در نتیجه شرایط ناپایداری در اثر تداوم ریزش هوای سرد از ترازهای بالا بر روی منطقه وجود دارد. در این تراز کنتور ۱۴۵۰ ژئوپتانسیل متر کاملاً از جنوب خراسان عبور می‌کند. در ترازهای بالاتر نیز چنین گسترشی به چشم می‌خورد.

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
t: Apr 22 2002 00 Z
lev: 0

Individual Obs slp Pascals

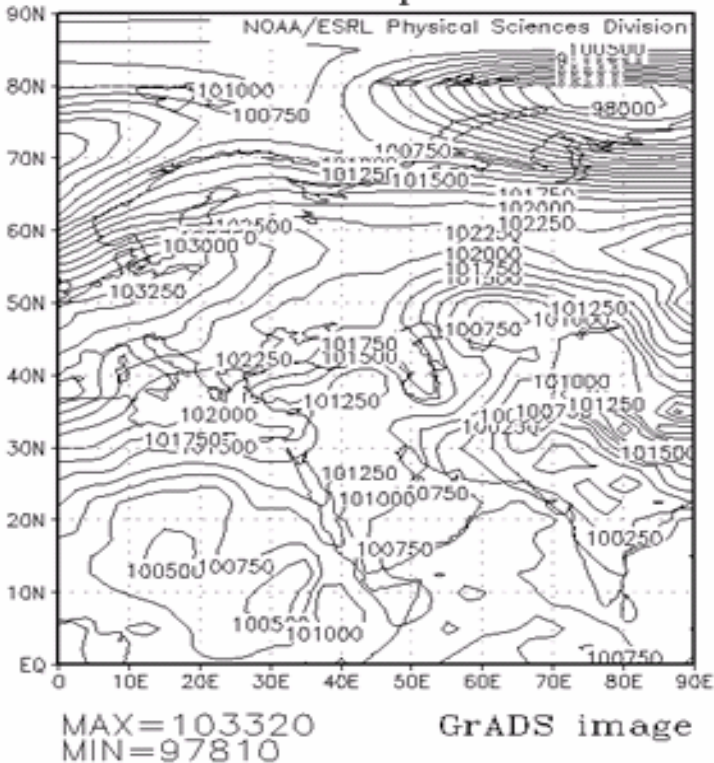


MAX=104280
MIN=97860

GrADS image

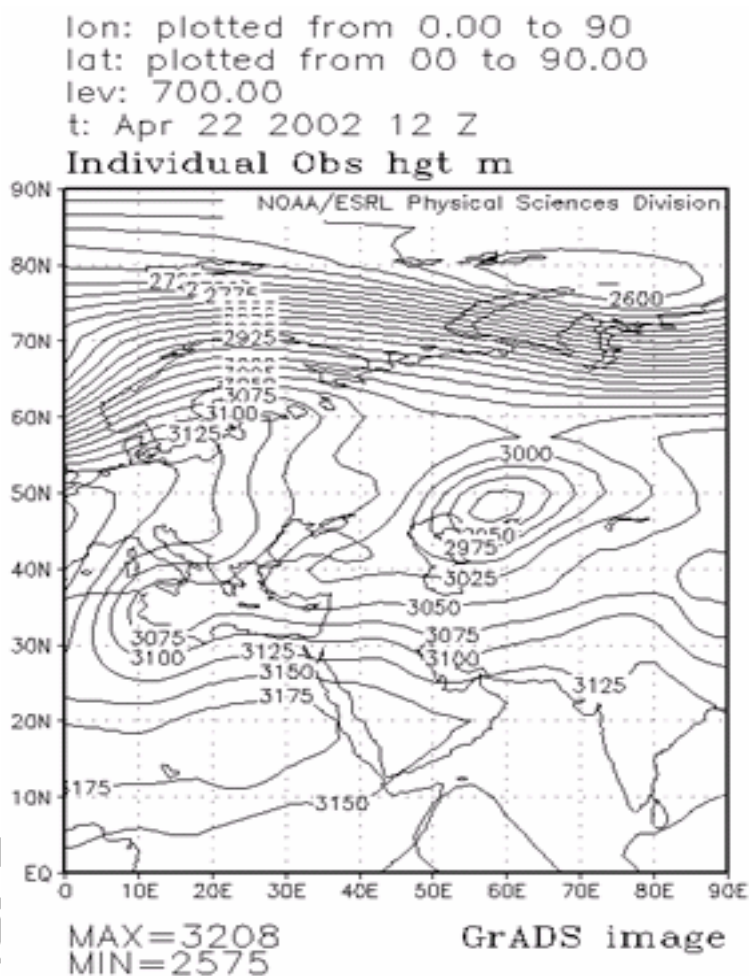
lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Apr 22 2002 12 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals

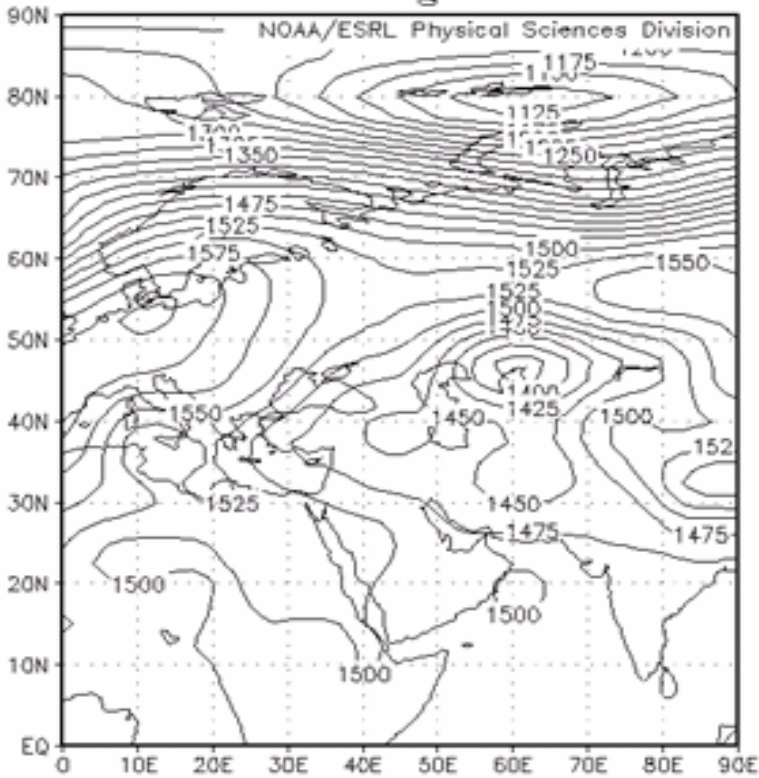


در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاعی با کنتور مرکزی ۲۹۲۵ ژئوپتانسیل متر بر روی دریاچه آرال بسته شده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاع بریده‌ای با کنتور ۵۵۰۰ ژئوپتانسیل متر بسته شده و کنتور ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل آن از روی منطقه عبور می‌کند. کسری اشباع بر روی ایستگاه مشهد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال اندازه‌گیری نشده، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به ۲ رسیده که

نشان‌دهنده همرفت شدید هوا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تشکیل ابر بر روی استان است.



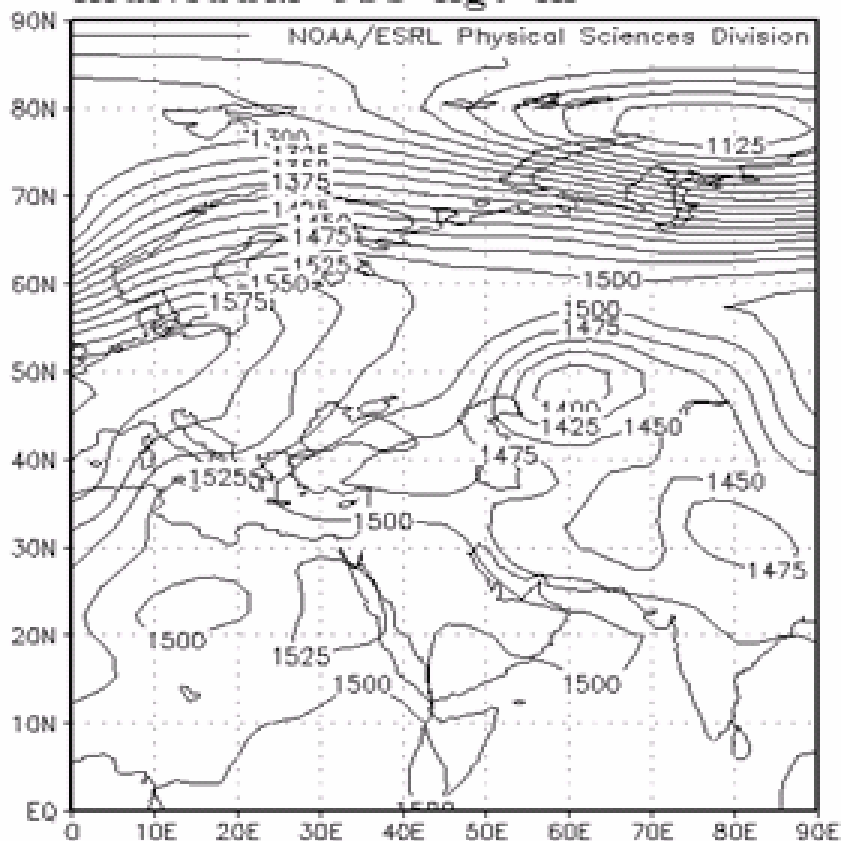
lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 850.00
 t: Apr 22 2002 00 Z
 Individual Obs hgt m



MAX=1629
 MIN=1109

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 850.00
t: Apr 22 2002 12 Z
Individual Obs hgt m

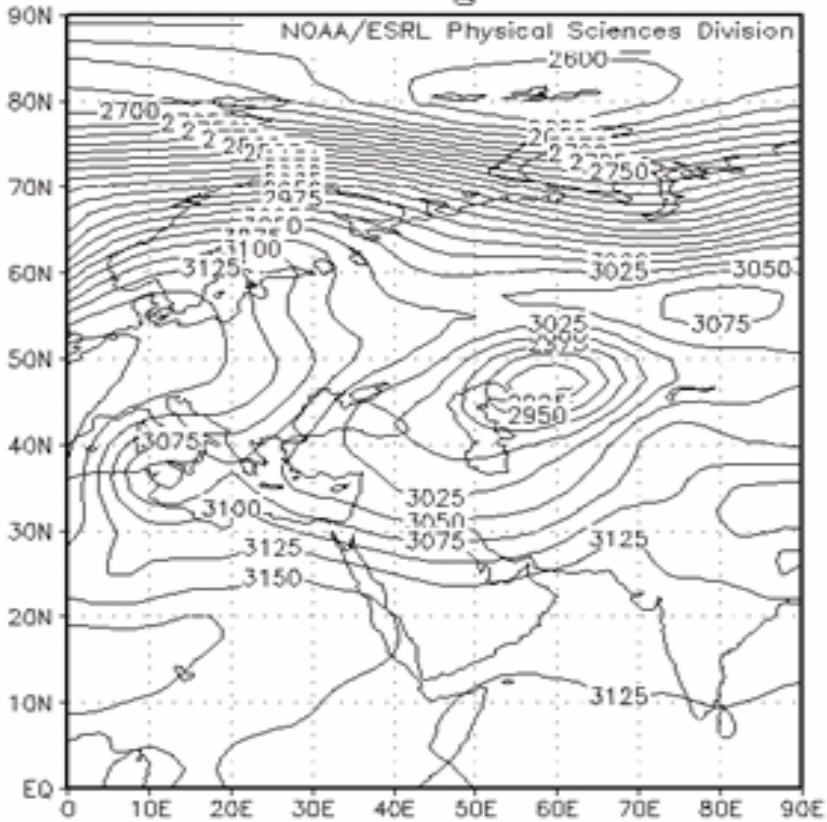


MAX=1633
MIN=1100

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Apr 22 2002 00 Z

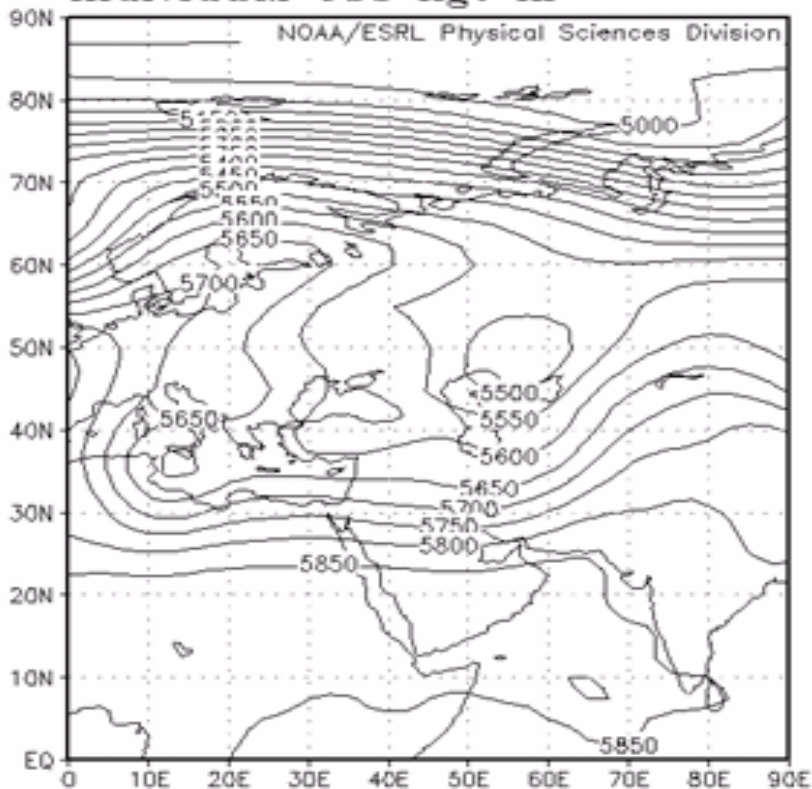
Individual Obs hgt m



MAX=3199
MIN=2576

GrADS image

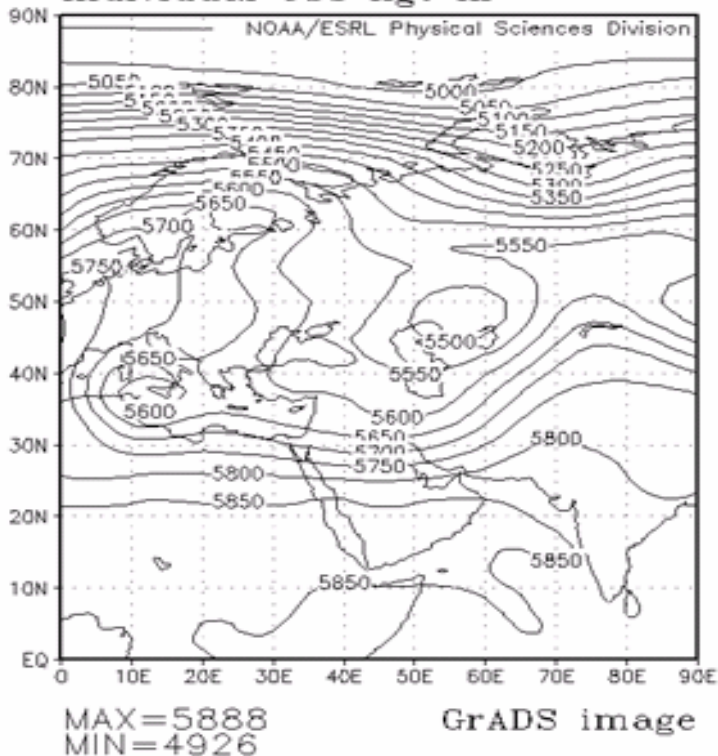
lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 500.00
t: Apr 22 2002 12 Z
Individual Obs hgt m



MAX=5895
MIN=4900

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 500.00
 t: Apr 22 2002 00 Z
 Individual Obs hgt m



منحنی هم‌دمای عبوری از روی منطقه در هر یک از ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب ۱۵، ۷ و ۱۷- درجه سانتی‌گراد است. و منحنی‌های هم‌دما و کنٹوری با زاویه تندی همدیگر را قطع می‌کنند. و شرایط سلونوئیدی باعث تقویت ناپایداری در منطقه شده است. در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال جلو جت همچنان بر

روی منطقه قرار دارد و سرعت باد حدود ۱۰۰ نات است که نسبت به روز قبل افزایش نشان می‌دهد.

بررسی سامانه ۲۲ دسامبر ۲۰۰۲

۲۱ دسامبر (۲۴ ساعت قبل از بارش)

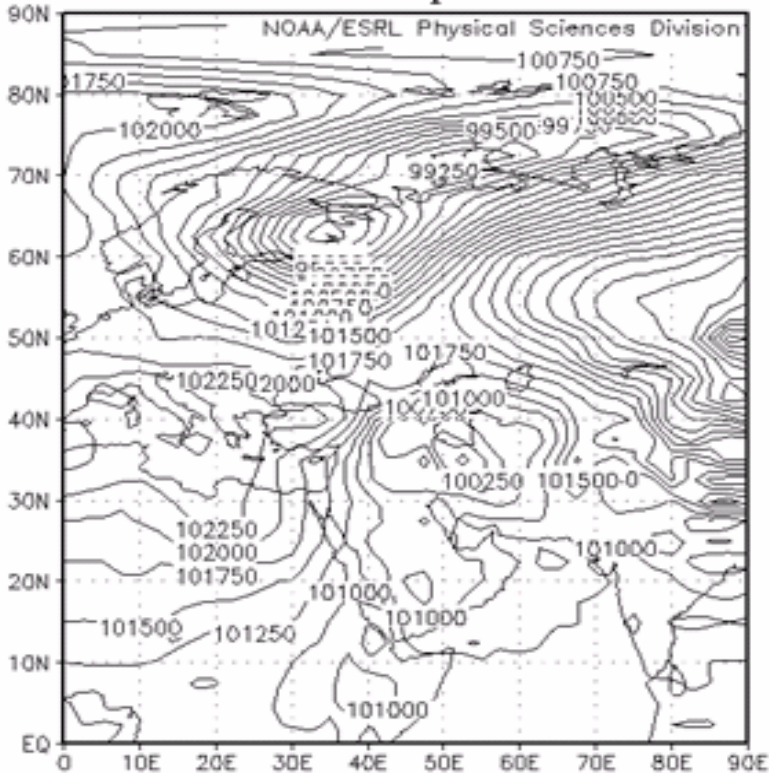
نقشه تراز دریا ۲۱ دسامبر ۲۰۰۲ سیستم‌های حاکم را در ۲۴ ساعت قبل از بارش نشان می‌دهد. پدیده غالب در این تراز وجود چرخندی با منحنی هم‌فشار ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال بر روی شمال عراق و جنوب شرق ترکیه است که زبانه آن عرض دریای خزر تا شمال شرق ایران را در بر گرفته است. نفوذ این زبانه فشار از غرب و نفوذ زبانه فشاری پرفشار تبت از سمت شرق بر روی خراسان جنوبی و سیستان سبب تشدید جریانات گرم و مرطوب جنوبی بر روی منطقه شده است، که در ساعت ۱۲ این سامانه به سرعت به سمت شرق جابه‌جا شده و بر روی جنوب البرز و بر روی تهران قرار دارد.

با نفوذ زبانه های جنوبی این کم فشار تا ساحل جنوبی از یک طرف و نفوذ هرچه بیشتر زبانه پرفشار تبت بر روی افغانستان و مغولستان و با فرارفت سرد به جلو کم فشار روی ایران ناپایداری‌های محلی را بر روی خراسان تشدید کرده است. جهت جریانات بر روی خراسان کاملاً جنوبی شده است. در سطوح بالای جو نیز در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال چرخندی با کنتور ۱۳۷۵ ژئوپتانسیل متر در جنوب غربی دریای خزر در زنجان بسته شده و ناوه آن تا شمال شرق کشور عربستان کشیده شده و از روی خلیج فارس نیز عبور کرده است. در نتیجه جریانات بر روی نیمه شرقی ایران کاملاً جنوبی شده و هوای گرم و مرطوب عمان

و دریای عرب را بر روی منطقه منتقل می‌کند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز چنین شرایطی حاکم است.

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Dec 21 2002 12 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals

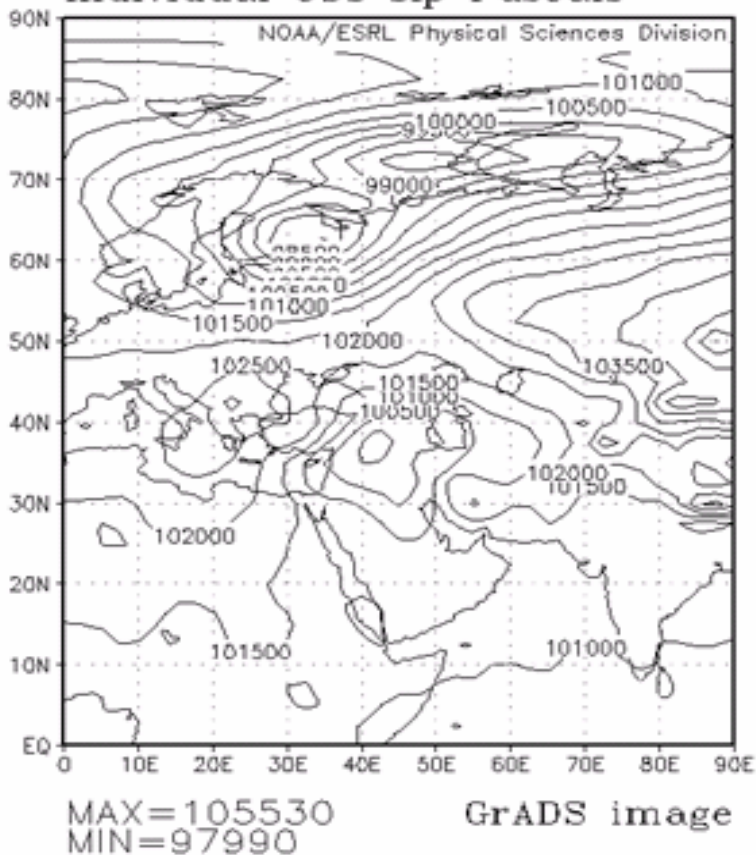


MAX=105700
 MIN=98360

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Dec 21 2002 00 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals

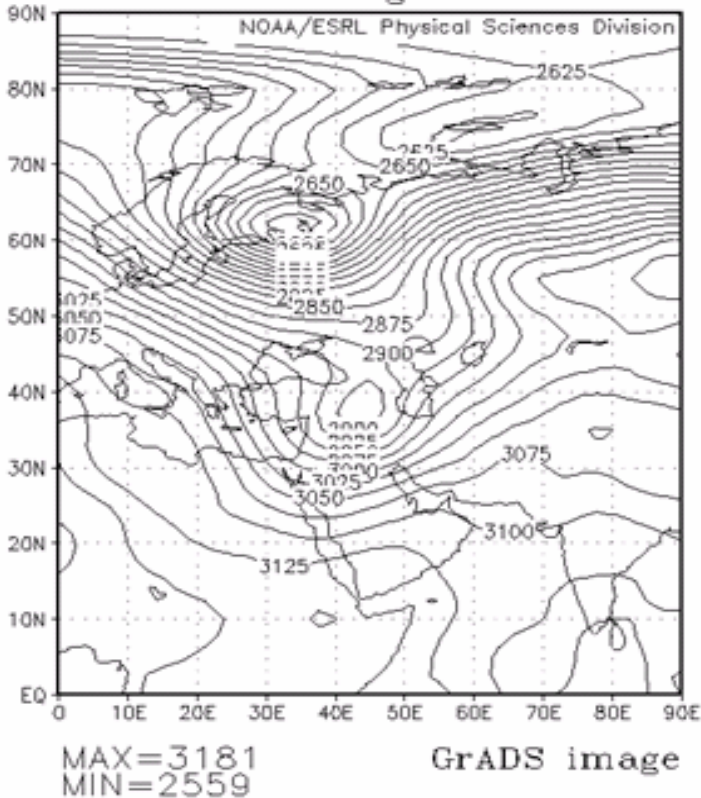


چرخند عمیقی با منحنی هم ارتفاع ۲۹۰۰ ژئوپتانسیل متر در همان موقعیت در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بسته شده و در این تراز نیز ناوه عمیقی بر روی عراق، غرب عربستان و مصر و سودان ایجاد کرده است و سبب شده در مرکز و شرق

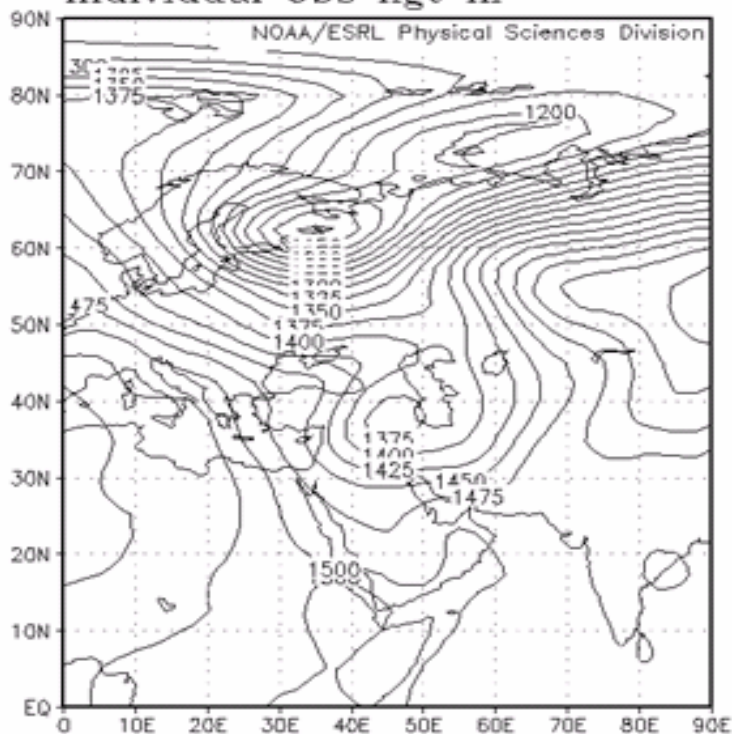
ایران جریانات جنوب غربی را تشدید نماید. شبیه همین شرایط در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال حاکم است.

lon: plotted from 0.00 to 90.00
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Dec 21 2002 12 Z

Individual Obs hgt m



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 850.00
t: Dec 21 2002 12 Z
Individual Obs hgt m

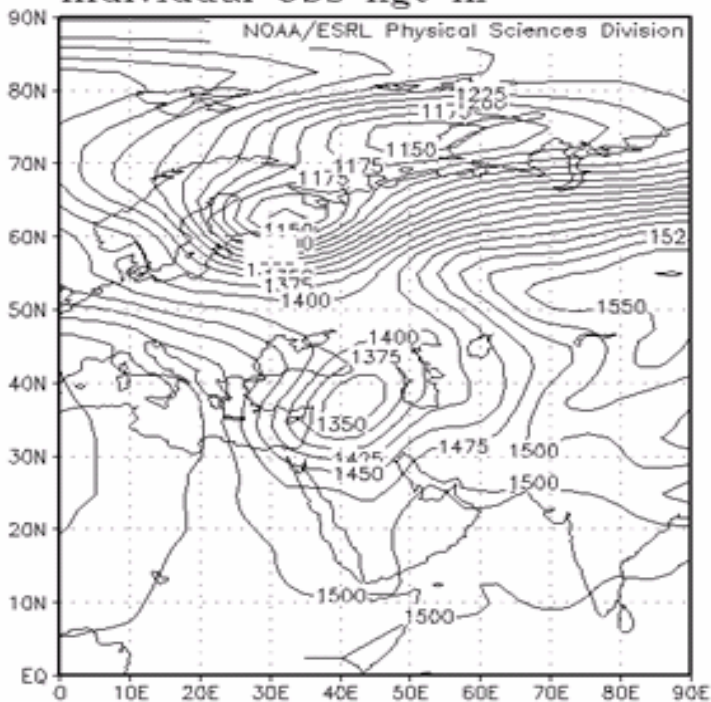


MAX=1592
MIN=1119

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 850.00
 t: Dec 21 2002 00 Z
Individual Obs hgt m



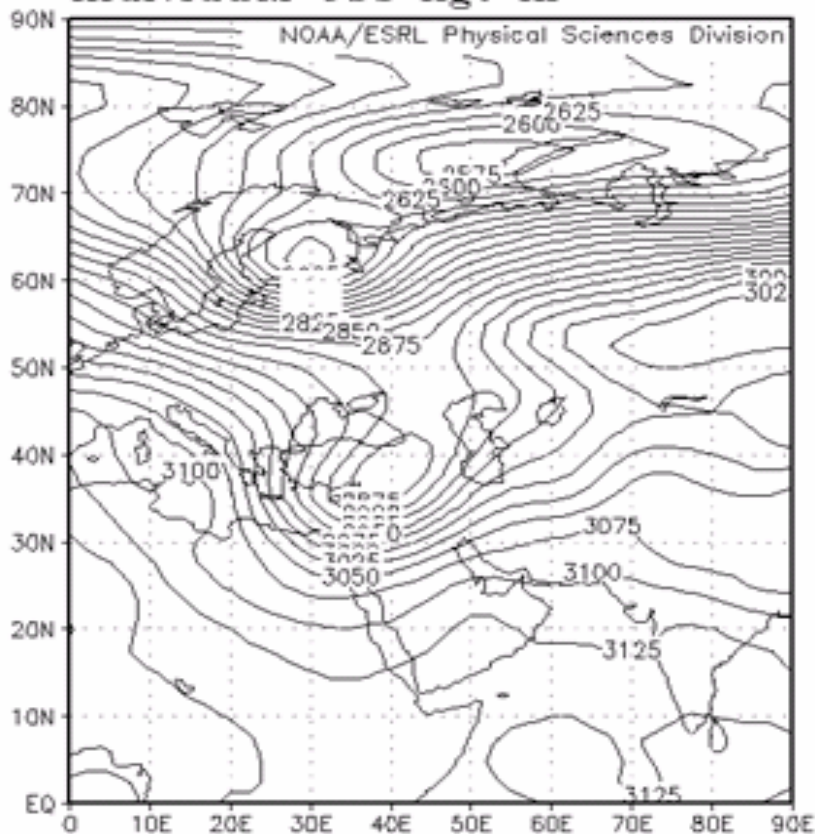
MAX=1576
 MIN=1117

GrADS image

A

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Dec 21 2002 00 Z

Individual Obs hgt m

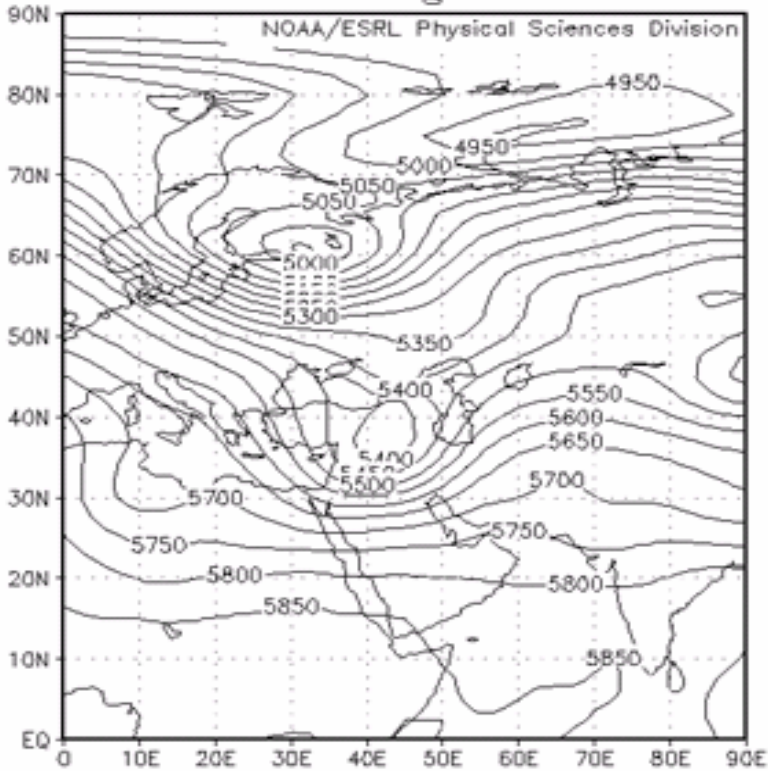


MAX=3176
MIN=2559

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 500.00
t: Dec 21 2002 12 Z

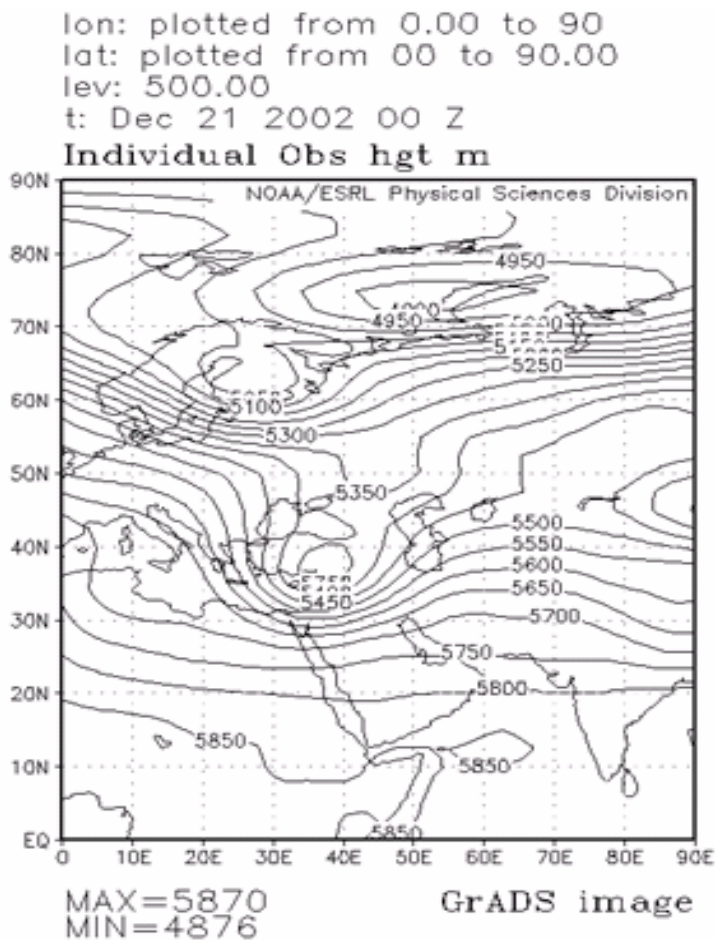
Individual Obs hgt m



MAX=5867
MIN=4924

GrADS image





۲۲ دسامبر ۲۰۰۲ (روز بارش)

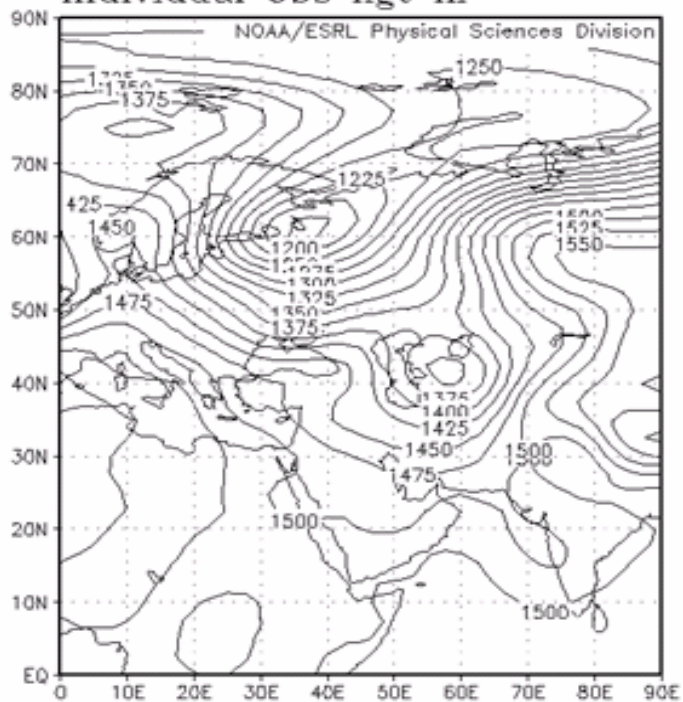
در نقشه تراز دریا ملاحظه می‌شود که مرکز کم ارتفاعی دریاچه آرال را با هم فشار ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بسته شده که محور ناوه از شمال شرقی کشور ایران می‌گذرد.

از طرفی زبان‌های واپرخند مستقر بر روی آفریقا که با منحنی ۱۰۲۵ هکتوپاسکال بسته شده به پشت چرخند مذکور نفوذ کرده و باعث فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به پشت چرخند شده و شیو حرارتی را در منطقه افزایش می‌دهد.

در ترازهای بالای جو نیز در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز واپرخند آفریقا با کنتور ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر در عرض ۱۸ درجه تا ۳۵ درجه شمالی منحنی بسته دارد. زبان‌های شمالی و شرقی این مرکز واپرخند تمام اروپا را فرا گرفته و با محور شمالی - جنوبی تا بالاتر از عرض ۸۰ درجه شمالی گسترده شده است. چرخند عمیقی نیز در عرض ۶۰ درجه شمالی و طول ۴۰ درجه شرقی با کنتور ۱۲۲۰ ژئوپتانسیل متر بسته شده که ناوه این چرخند راستای شمال‌شرقی - جنوب‌غربی دارد و با گسترش به عرض‌های پائین‌تر محور ناوه به سمت شرق کشیده شده است و محور آن شمالی - جنوبی می‌شود. ناوه این چرخند عمیق بوده و با کنتور ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر از جنوب خلیج فارس عبور می‌کند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۰۰ چرخندی در عرض ۶۰ درجه شمالی و طول ۳۵ درجه شرقی با راستای شمالی - جنوبی تا حدود ۴۷ درجه شمالی امتداد یافته سپس از آنجا انحنا آن تغییر مسیر داده و شمال‌شرقی - جنوب‌غربی شده و از جنوب دریای خزر جهت آن شمال‌شرقی - جنوب‌غربی شده است و مرکز ناوه آن غرب ایران عبور کرده و تا کشور عربستان امتداد یافته است و انتهای ناوه آن به عرض ۲۲ درجه شمالی رسیده است.

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 850.00
t: Dec 22 2002 00 Z

Individual Obs hgt m

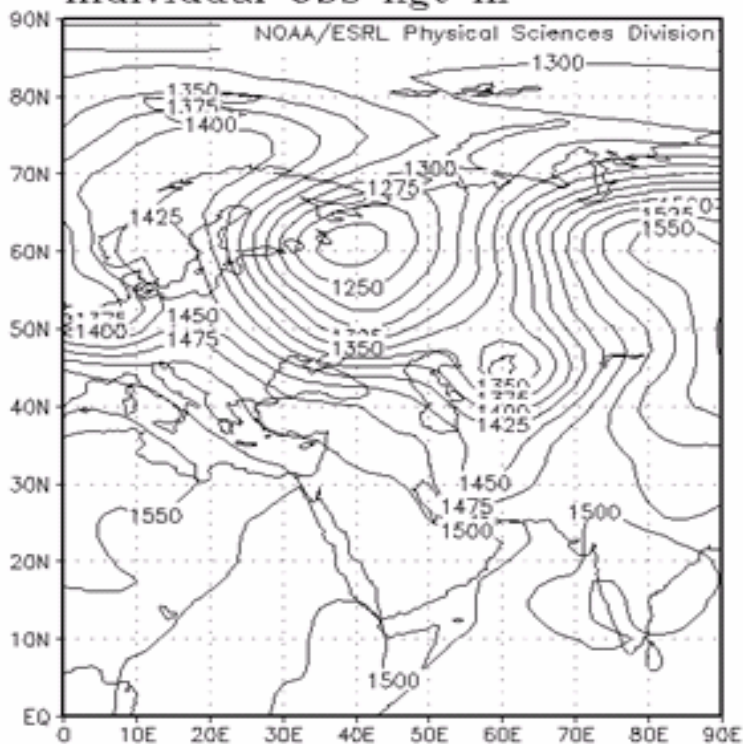


MAX=1606
MIN=1170

GrADS image

A

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 850.00
 t: Dec 22 2002 12 Z
Individual Obs hgt m



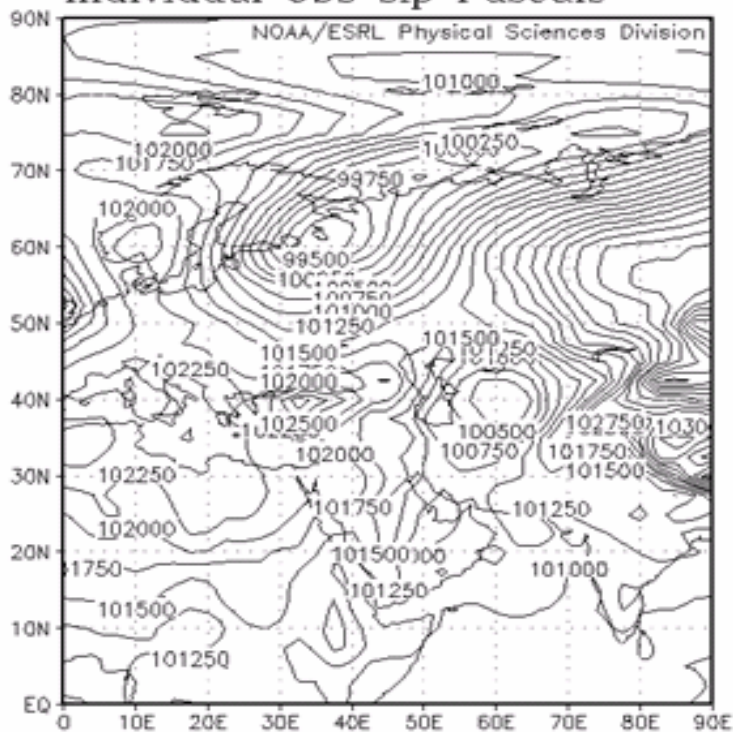
MAX=1581
 MIN=1212

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
t: Dec 22 2002 00 Z
lev: 0

Individual Obs slp Pascals



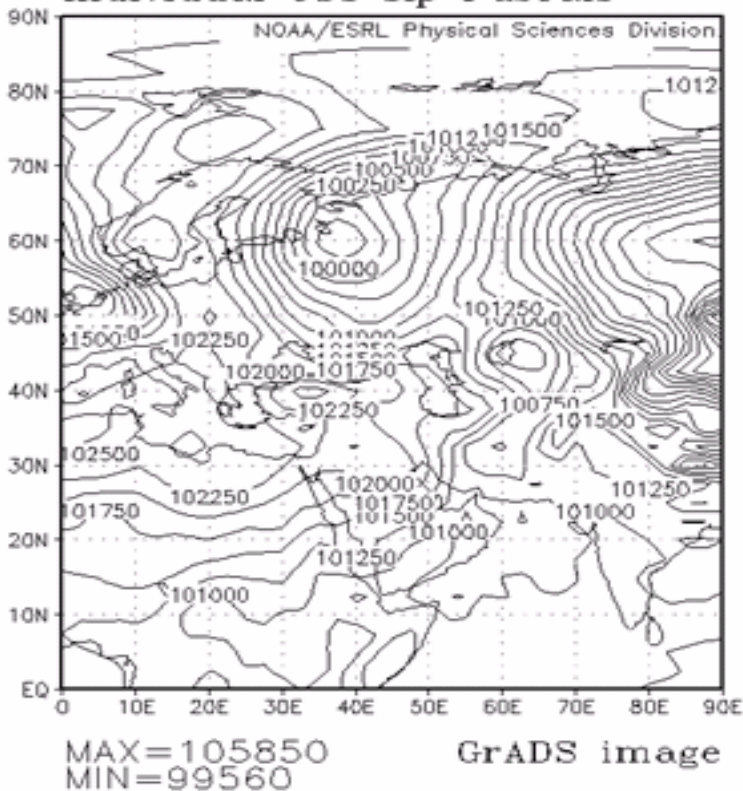
MAX=105460
MIN=99080

GrADS image



lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 t: Dec 22 2002 12 Z
 lev: 0

Individual Obs slp Pascals

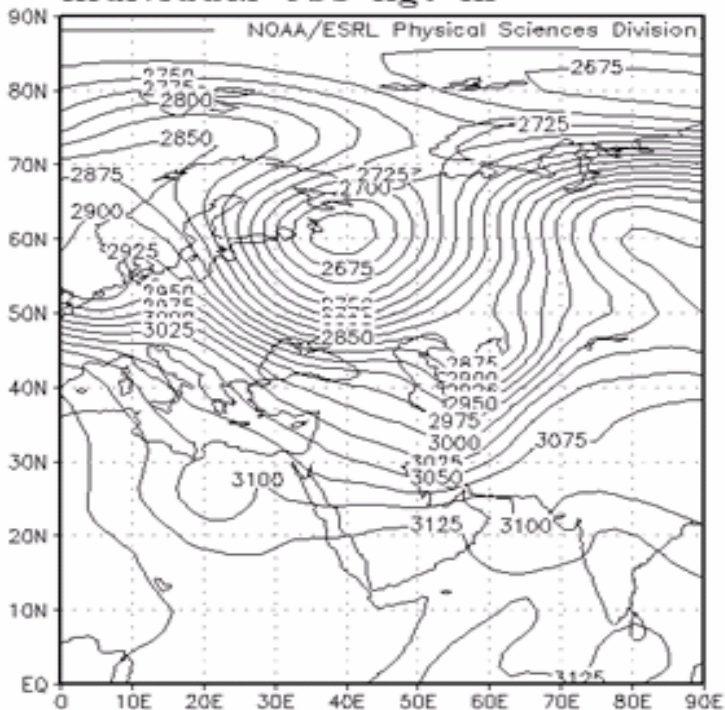


در ساعت ۱۲ محور ناوه به سمت شرق جابه‌جا شده و از مرکز ایران عبور کرده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز این وضعیت برقرار است و ناوه عمیق‌تر شده و انتهای آن به عرض ۱۸ درجه رسیده است.

در تمام موارد محور ناوه از مرکز ایران عبور کرده و محل همرفت (صعود) از استان‌های شرقی کشور می‌گذرد. شرایط گفته شده باعث فرارفت هوای سرد عرض‌های بالاتر بر روی ایران و تزریق رطوبت از دریای عمان و خلیج فارس باعث افزایش گرادیان حرارتی منطقه و تشدید ناپایداری می‌شود.

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 700.00
 t: Dec 22 2002 12 Z

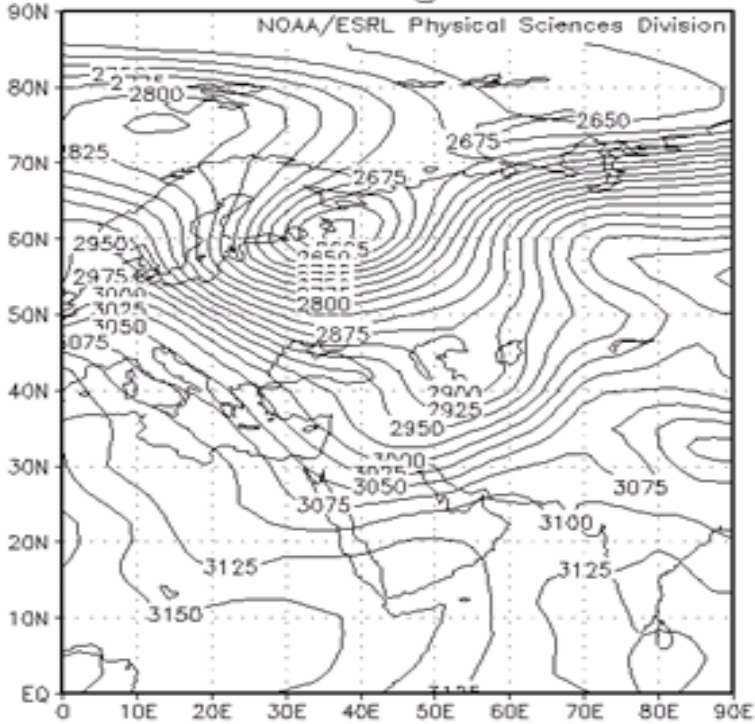
Individual Obs hgt m



MAX=3169
 MIN=2632

GrADS image

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 700.00
t: Dec 22 2002 00 Z
Individual Obs hgt m

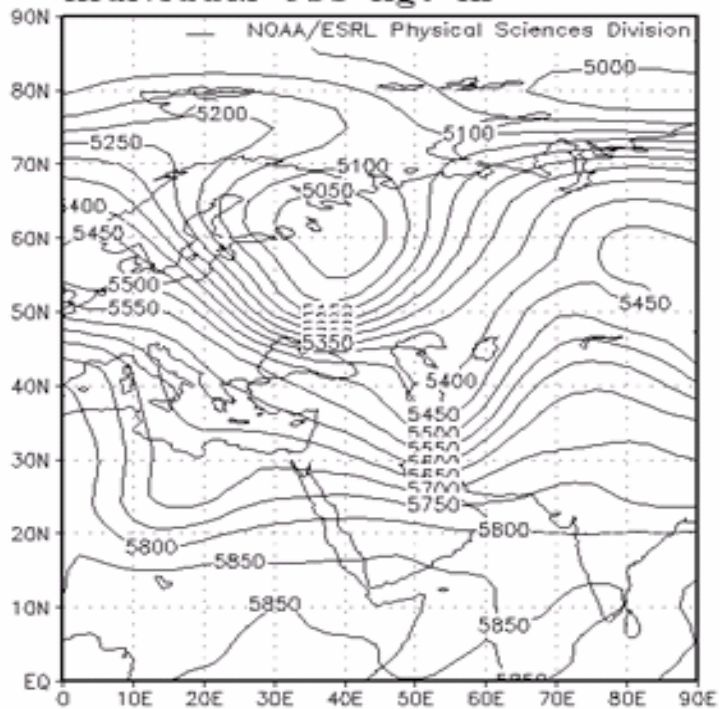


GrADS image

A

lon: plotted from 0.00 to 90
lat: plotted from 00 to 90.00
lev: 500.00
t: Dec 22 2002 12 Z

Individual Obs hgt m

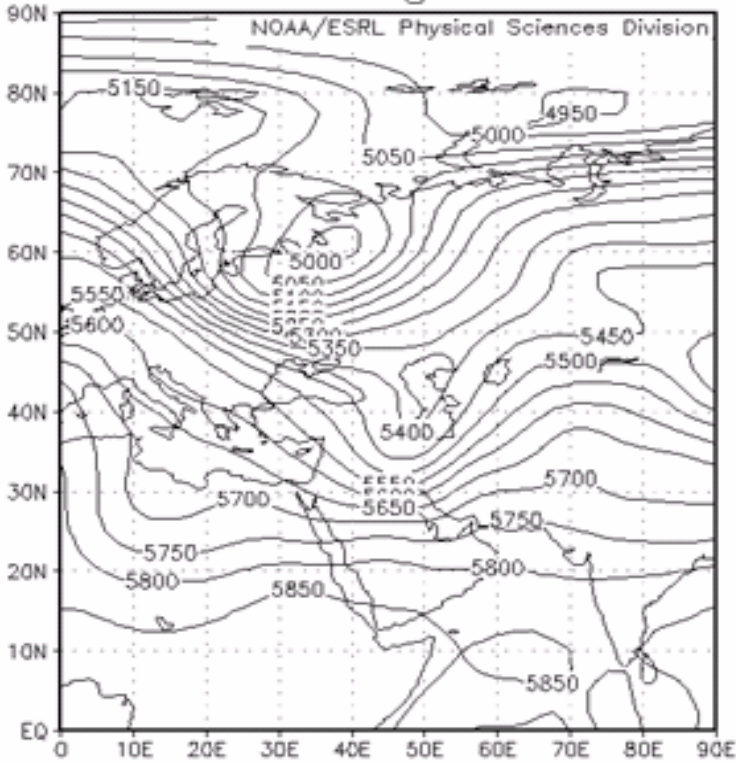


MAX=5875
MIN=4976

GrADS image

A

lon: plotted from 0.00 to 90
 lat: plotted from 00 to 90.00
 lev: 500.00
 t: Dec 22 2002 00 Z
 Individual Obs hgt m



MAX=5867
 MIN=4947

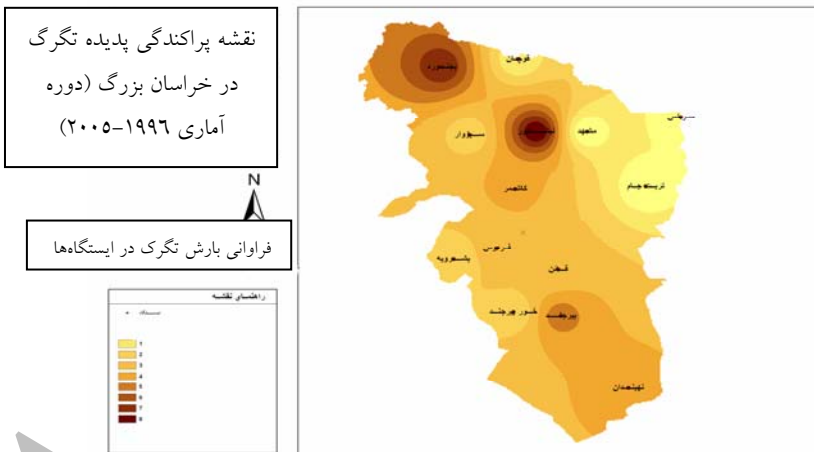
GrADS image

بررسی پراکندگی مکانی بارش نگرگ در منطقه مورد مطالعه

نقشه‌ای که به منظور پهنه‌بندی بارش نگرگ در سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شده است، حاکی از آن است که در

دوره آماری مورد مطالعه بیشترین فراوانی بارش به ترتیب در شمال غرب، شمال و سپس در جنوب منطقه مطالعاتی اتفاق افتاده است و کمترین فراوانی مربوط به شرق منطقه است. ایستگاه‌های نیشابور، بجنورد و بیرجند به ترتیب حداکثر فراوانی، و ایستگاه‌های سرخس، تربت جام و مشهد حداقل فراوانی را داشته‌اند.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد علت حداکثر بودن فراوانی وقوع در نواحی ذکر شده ارتفاع زیاد این ایستگاه‌ها از سطح دریا است، و حداقل بودن در ایستگاه‌هایی که کمترین بارش تگرگ در آنها گزارش شده به خاطر ارتفاع پائین آنها نسبت به سطح دریاست.



نقشه (۱) پراکندگی تگرگ

البته تنها عامل ارتفاع موثر نبوده و در کنار این عامل، محل ورود سیستم‌های همراه با بارش تگرگ نقش موثری داشته است. نتایجی که از تحلیل نقشه‌های سینوپتیک حاصل شد نشان می‌دهد که ورود سیستم‌های همراه با بارش تگرگ به منطقه

مطالعاتی بیشتر از شمال و جنوب منطقه صورت می‌گیرد و این مناطق نسبت به شرق، مرکز و غرب منطقه مورد مطالعه بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

نتیجه‌گیری

همان طور که ملاحظه شده بیشترین فراوانی از میان اشکال مختلف تگرگ در میان نمونه‌های انتخابی مربوط به کد ۲۷ یعنی توفان رگبار همراه با باران و تگرگ و کمترین فراوانی به کد ۸۹ یعنی رگبار تگرگ همراه با باران و بدون باران بوده است. بیشترین فراوانی تگرگ مربوط به ساعت‌های ۹ تا ۱۲ بوده و در ساعت ۱۲ به بالاترین حد خود رسیده و از ساعت ۱۵ به بعد سریعاً کاهش می‌یابد. از لحاظ توزیع فصلی بیشترین فراوانی تگرگ به ماه‌های مارس، آوریل و دسامبر تعلق داشته است. از لحاظ سینوپتیکی توفان‌های رعدوبرق در خراسان شمالی از دو الگوی کلی پیروی می‌کند. در الگوی نوع اول در تراز دریا مرکز چرخندی بر روی خراسان شمالی و مرکز چرخند دیگری بر روی سودان قرار گرفته و وجود مرکز و اچرخندی بر روی دریای عرب سبب انتقال هوای گرم و مرطوب به درون ایران شده و در سطوح زمین رطوبت لازم برای ایجاد یک ناپایداری شدید فراهم شده است. در ترازهای بالاتر، مرکز کم ارتفاع بریده‌ای بر روی دریاچه آرال بسته شده و با ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی هوای گرم و مرطوب تراز زیرین شرایط ناپایداری را بر روی منطقه فراهم می‌کند. در الگوی نوع دوم در تراز دریا مرکز چرخندی بر روی شمال عراق و جنوب شرق ترکیه بسته شده که زبانه شرقی آن تا شمال شرق ایران نفوذ می‌کند. در مقابل با نفوذ زبانه و اچرخندی از سمت شرق بر روی جنوب شرق ایران هوای گرم و مرطوب دریای عرب بر روی منطقه

مطالعاتی تزریق می‌شود. این مرکز چرخندی در روزهای بعد با سرعت به سمت شرق حرکت کرده و در طی روزهای بارش بر روی دامنه‌های جنوبی البرز و یا شمال خراسان قرار می‌گیرد. در ترازهای بالاتر پشته عمیقی از واچرخند روی شمال آفریقا با راستای جنوبی- شمالی تا شمال اروپا را فرا گرفته و با تشدید جریانات شمال- شمال غربی ناوه عمیقی را بر روی شرق اروپا و مدیترانه شرقی ایجاد کرده است که این ناوه تا جنوب خلیج فارس و در ترازهای ۵۰۰ و بالاتر تا جنوب عربستان تداوم می‌یابد. در روزهای بارش تگرگ محور ناوه به غرب ایران منتقل شده و بخش شرقی ناوه نیمه شرقی و بخصوص شمال شرقی کشور را در بر می‌گیرد.

Archive of SID

منابع

- ۱- امینی، لیلا؛ بهیار، محمداقبر و حاج‌بابایی، نوید (۱۳۸۲)، «بررسی همدیدی-ترمودینامیکی بارش تگرگ در استان اصفهان»، *یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران*.
- ۲- پژوهشکده هواشناسی (۱۳۸۲)، «بررسی وقوع پدیده های بهمن، توفان تندی و تگرگ در مناطق مختلف ایران»، گزارش سوم، *جلد اول تعیین پتانسیل وقوع بلاای جوی و اقلیمی کشور*.
- ۳- جعفرپور، ابراهیم (۱۳۸۱)، «*اقلیم‌شناسی*»، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- ۴- سیف، مهرزاد (۱۳۷۵)، «*بررسی توزیع بارش تگرگ در ایران و مطالعه موردی آن*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران.
- ۵- صناعی، بهرام؛ باستانی خداداد، رفیع‌بخش (۱۳۸۲)، «بررسی مدل آمار پدیده تگرگ در کشور»، *نیوار*.
- ۶- عبدمنافی، دینا (۱۳۸۳)، «*بررسی شاخص‌های ناپایداری، برش قائم باد و وضعیت‌های رطوبتی در هنگام نزول تگرگ در تهران*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- ۷- عزتیان، ویکتوریا (۱۳۸۲)، «نقش فرایند فیزیکی در تشدید ناپایداری‌های جوی»، *یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران*.
- ۸- علیجانی، بهلول؛ کاویانی محمدرضا (۱۳۷۷)، «*مبانی آب و هواشناسی*»، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

۹- قربانی، اعظم (۱۳۸۵)، «تحلیل و بررسی پدیده تگرگ و طبقه‌بندی ابر با استفاده از GIS و RS در حوضه زاینده رود»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، رشته جغرافیا (گرایش اقلیم‌شناسی).

- 10- Charles, Doswell, C.A., (1993), "Scientific, approaches for very short- range forecasting of severe convective storms in the united stats of America", *INTERNET*.
- 11- Chroma, K., Brázdil, K. and Tolasz, R. (2006), "Temporal and Spatial Variability of Hailstorms in Moravia and Silesia (Czech Republic) in the 19th–20thcenturies", *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 04367, 2006
- 12- Frisby, E.M., (1961), "Relationship of Ground Hail Damage Patterns of Synoptic Map in the Upper Great, Polaris of the United States", *J. Appl. Meteorology*, 1: 348-354.
- 13- Huff, F.A., (1961), "Correlation between Summer Hail Pattern in Linois and Associated Climatological Events", *J. Appl. Meteorology*, 3: 240- 246.
- 14- Marinaki, A. Spiliotopoulos, M. and Micholopoulou, H., (2006), "Evaluation of Atmospheric Instability Indices in Greece", *Advances in Geosciences*, 7: 131-135.
- 15- Sanchez, J.L., Fernandez, M.V., Tuduri, E., Ramis, C., (2003), "Analysis of Meso-Scale Convective System with Hail Precipitation", *Atmosphere*, 67- 68: 573-588.
- 16- Sioutas, M.V, Flocas, H.A., (2003), "Hail Storms in Northern Greece: Synoptic Patterns and Thermodynamic", *Environment Theor., Appl. Climatol.*, 75: 189- 202.