

تاریخ دریافت: 91/10/10

تاریخ پذیرش: 92/09/10

تحلیل الگوهای همدید روزهای فرین آلوده به ذرات معلق در شیراز

کمال امیدوار

استاد گروه اقلیم شناسی، دانشگاه یزد

مهدی نارنگی فرد*

دانشجوی دوره دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد

سیده مرضیه حقیقت ضیابری

کارشناس ارشد جغرافیا طبیعی، اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

آلودگی هوا به یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی در فضای کلان‌شهری ایران تبدیل شده است؛ عواقب ناگوار آلودگی هوا با ورود ریزگردها و رخداد توفان‌های گرد و غباری طی یک دهه اخیر به کشور به شدت تشدید شده است، بنابراین لزوم مطالعه در این زمینه و ارائه راه‌حل‌های کاربردی جهت بهبود شرایط زیستی ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور در این پژوهش نخست آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار گرفتند و روزهای فرین آلوده مشخص گردید، برابر بررسی‌ها، آلاینده ذرات معلق (DUST) دارای بیشترین تعداد روز فرین آلوده می‌باشد؛ بر این اساس غلظت آلاینده ذرات معلق در بازه زمانی 7 ساله 2005-2011 بر اساس شاخص تداوم و میانگین میزان آلاینده، روزهای آلوده با وضعیت خطرناک در تاریخ 1 الی 4 جولای 2008 انتخاب گردید؛ سپس با استفاده از داده‌های فشاری سطح زمین، ترازهای 500 و 850 هکتوپاسکال، امگا، دمای سطح 1000 و مولفه‌ی مداری و نصف‌النهاری باد، الگوهای فشاری در روزهای فرین آلوده مورد تحلیل قرار گرفت. با بررسی شاخص کیفیت هوا بیشترین تعداد روزهای آلوده خطرناک در سال 2005 و در ماه‌های می، ژوئیه، جولای و آگوست رخ داده است، همچنین نتایج حاصل از بررسی الگوهای همدیدی وجود ناوه ضعیف در تراز 500 و سامانه کم فشار قوی در سطح زمین حاکم و پراکنش دما همراه با هسته گرم با منحنی هم دمای 37/5 درجه سانتی‌گراد و نحوه توزیع وزش

دمایی بر روی منطقه در روزهای سوم و چهارم جولای مثبت که نشان فرارفت هوای گرم بر روی منطقه می‌باشد.

کلمات کلیدی: روزهای فرین آلوده، تحلیل همدید، ذرات

معلق، شیراز

۱- مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی از نوع تکنولوژیکی است که در ارتباط با اقلیم شناسی می‌باشد، بنابراین مطالعه اثرات آن یکی از اولویت عمده در پژوهشهای آب و هوایی به شمار می‌رود. امروزه افزایش شهرنشینی و بالا رفتن استانداردهای زندگی و توسعه صنایع باعث افزایش غلظت آلاینده‌ها در حد خطرناک شده است. مشکلات ناشی از ریزگردها یکی از مهم‌ترین مسایل مرتبط با آلودگی هوا در بسیاری از نقاط آلوده جهان می‌باشد. صنعت نوین امروز باعث تولید گازها و ذرات زیادی می‌شود که هوای آزاد را آلوده می‌سازد که این آلودگی هوا بیشتر در کلان‌شهرها رخ می‌دهد. هواویزهای موجود در هواسپهر، حاصل فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی (آتش سوزی جنگل‌ها و توفان‌های بیابانی) می‌باشند. این دو عامل می‌توانند تغییراتی در الگوهای آب و هوایی سیاره زمین و محیط‌زیست ایجاد کند و آن‌ها را دچار اختلال گرداند.

میزان غلظت آلاینده‌های هوا با استفاده از الگوریتم K-mean و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه آناپا الجزایر مورد پژوهش قرار دادند.

رنجبر و محمدیان (1389) مطالعه میانگین الگوهای همدیدی بر اساس رخداد غلظت‌های مختلف آلاینده CO در فصول تابستان و پاییز در تهران پرداختند. بیدختی و شرعی‌پور (1388) شرایط هواشناختی سطوح بالای هواسپهر در وضعیت حاد آلودگی در شهر تهران را مطالعه کرد. همچنین یاوری و سلیقه (1390) نیز تأثیر سطوح وارونگی و شرایط همدید در آلودگی شهر تهران و براتی و همکاران (1390) نقش همگرایی سامانه‌های فشار بر وقوع ده توفان گردو غباری در استان خوزستان را مورد بررسی قرار دادند.

قسامی و همکاران (1386) شرایط همدیدی حاکم در چند دوره بحرانی آلودگی هوای شهر تهران، شامل آلاینده‌های CO، SO₂، NO₂ و وارونگی دمایی موثر بر کیفیت و کمیت آلاینده‌ها بررسی کردند، نتایج نشان داد زمانی که سامانه پرفشار منطقه‌ای، از نوع سامانه‌های عرض‌های میانی در ناحیه حاکم باشد غلظت آلاینده‌ها افزایش می‌یابد. شمسی‌پور و صفرراد (1391) با تحلیل تصاویر ماهواره MODIS و مطالعه وضعیت همدیدی کانون‌های شکل‌گیری گرد و غبار را مورد بررسی قرار دادند، با توجه به نتایج حاصله مکان‌گزینی محور ناوه و منطقه واگرایی بالایی در تراز 500 هکتوپاسکال و شکل‌گیری سلول کم فشار حرارتی در سطح زمین، نقش اصلی را در شکل‌گیری و هدایت گرد و غبار به سمت ایران دارد. اسکانی و لاله سیاه (1390) نیز آلودگی هوای تهران را از جنبه‌های همدیدی مورد تحلیل قرار دادند؛ بررسی‌های پژوهش نشان داد چنانچه استقرار پرفشار منطقه‌ای، از نوع سامانه‌های عرض‌های میانی در ناحیه حاکم باشد غلظت آلاینده‌ها افزایش یافته و آنرا دو تا سه برابر، بیشتر از حد مجاز می‌نماید.

شهر شیراز به عنوان یکی از شهرهای آلوده شناخته شده است که آلودگی هوای آن ناشی از سوزاندن حجم عظیمی از

پرکینز¹ در تعریف آلودگی هوا چنین بیان می‌کند؛ آلودگی هوا یعنی وجود یک یا چند آلوده کننده مانند گرد و غبار، فیوم، گازها، میست، دود، بخارها در هوای آزاد باکست‌ها، ویژگی‌ها و زمان ماند که برای زندگی انسان، گیاه یا زندگی حیوانات خطرناک و برای اموال مضر باشند و یا به طور غیر قابل تحمل استفاده راحت از زندگی و اموال گردد (پرکینز، 1367، 4). به طور کلی هر گونه تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عناصر تشکیل دهنده هوا را آلودگی هوا می‌گویند (نصرالهی و غفاری، 1389، 77).

پژوهش‌های زیادی در جهان در ارتباط با آلودگی هوا و اثرات آن موجود می‌باشد که پژوهشگران سهم اغلب در میزان و طبیعت خاص تأثیرات هم عقیده نیستند. از جمله: کلسانتین² و والیمونت³ (1987) در پژوهشی به مطالعه تراکم تراکم دی‌اکسید سولفور با استفاده از روش آب و هوایی و کاربرد تحلیل عاملی پرداخت و این نتیجه را گرفت که روش ارزیابی اقلیمی در بررسی تمرکز دی‌اکسید سولفور بهتر از روش‌های آماری می‌باشد. حداد⁴ و همکاران (2003) تأثیر منابع مختلف آلاینده در آلودگی شهر شیراز با استفاده از تحلیل غلظت ذرات معلق در چهار ایستگاه به صورت میانگین هفتگی مطالعه کردند. ژائو⁵ و همکاران (2011) بر اساس شاخص روزانه آلودگی هوا (DAPI)⁶ و بکارگیری داده‌های سنجش از دور در چین، هفت خوشه آلوده شهری طبقه‌بندی گردید. آدام⁷ و همکاران (2012) در پژوهشی به ارزیابی یک یک رویداد استثنایی آلودگی هوا پرداختند، در این مطالعه عناصر ازن سطحی، CO و PM₁₀ را در شبه‌جزیره ایبری و خدیرا⁸ و تارک خدیر⁹ (2012) تأثیر پارامترهای اقلیمی در

1 - Perkins

2 - Kalkstein

3 - Valimont

4 - Hadad

5 - Gao

6 - Daily Air Pollution Index

7 - Adame

8 - khedairia

9 - Tarek Khadir

فراهم می‌کند. در (جدول 1) طبقات غلظت آلاینده‌ها جهت محاسبه شاخص استاندارد آلودگی هوا و همچنین توصیف کننده وضعیت کیفی هوا بر اساس اعداد مختلف PSI نشان داده شده است.

با توجه به این که هدف این پژوهش شناسایی الگوهای هم‌دید تأثیرگذار بر مقدار آلاینده روزهای آلوده فرین می‌باشد؛ بنابراین داده‌های فشار ساعتی و روزانه سطح دریاهای آزاد (استاندارد)، ارتفاع سطح 500 و 850 هکتوپاسکال، دما سطح 1000 و مولفه‌ی مداری و نصف‌النهاری باد، امگای² 850 هکتوپاسکال و رطوبت نسبی و ویژه روزهای مورد نظر (روزهای فرین آلوده) از تارنمای³ مرکز ملی پیش‌بینی محیطی⁴ و مرکز ملی پژوهش‌های هواشناسی⁵ (NCEP/NCAR) دریافت گردید و در محیط نرم-افزار GrADS نقشه‌ها ترسیم و مورد پردازش قرار گرفت.

۴- بحث و نتایج

تعداد روزهای فرین آلوده و خطرناک در

ایستگاه‌های سنجش و پایش آلودگی ستاد شیراز

تعداد روزهای آلوده برای آلاینده ذرات معلق و منواکسید کربن به ترتیب 410 و 152 روز آلوده در ایستگاه سنجش ستاد مشخص شده است. با بررسی آماری، آلاینده ذرات معلق (DUST) بیشترین تعداد روزهای خطرناک، یعنی 25 روز خطرناک آلوده را به خود اختصاص داده است (جدول 2). از میان 25 روز آلوده با شدت خطرناک بر اساس تداوم و میانگین دوره آلودگی روزهای خطرناک چهار روز منتخب جهت آلاینده ذرات معلق شناسایی و سپس بررسی نقش سامانه‌های فشار در ارتباط با آلودگی هوای شهر شیراز و آرایش الگوهای جو بالا روزهای آلوده (خطرناک) مورد تحلیل قرار گرفت (جدول 3).

سوخت‌های فسیلی، کمبود فضای سبز و شرایط توپوگرافی و اقلیمی است. با توجه به اینکه هدف مطالعات هم‌دید تبیین اندرکنش‌های کلیدی میان هواپسپر و محیط سطحی است (یارنال، 1385، 1)؛ با توجه به مباحث مطروحه هدف در این نوشتار با بکارگیری شاخص استاندارد آلودگی (PSI)¹ جهت جهت تعیین روزهای آلوده با شدت خطرناک، همچنین شناسایی الگوهای هم‌دید موثر بر روزهای آلوده ذرات معلق در طبقه‌بندی محیطی به گردشی، در شهر شیراز می‌باشد.

۲- منطقه مورد مطالعه

شهر شیراز مرکز استان فارس با طول جغرافیایی 52 درجه 33 دقیقه خاوری و عرض جغرافیایی 29 درجه و 36 دقیقه شمالی واقع شده است. این شهر با میانگین ارتفاع 1500 متر از سطح دریا با میانگین سالانه بارش 337 میلی‌متر و میانگین سالانه دمایی 18 درجه سانتی‌گراد، بر اساس آخرین سرشماری سال (1390) با جمعیتی بالغ بر 1549453 در جنوب باختری ایران واقع است. موقعیت منطقه مورد مطالعه نیز در (شکل 1) نشان داده شده است.

۳- داده‌ها و روش کار

جهت انجام این پژوهش آمار و اطلاعات آلاینده‌های هوا (SO_2 , O_3 , NO_2 , Dust, Co)، در بازه زمانی 7 ساله 2005-2011 جهت مطالعه وضعیت آلاینده‌های شهری از سازمان حفاظت محیط زیست استان فارس اخذ گردید؛ و بر اساس جدول استاندارد کیفیت هوا، حد استاندارد آلاینده‌ها مشخص شد و روزهای آلوده فرین به وسیله نرم افزار EXCEL فیلترگذاری و استخراج گردید.

جهت تعیین میزان آلاینده‌ها از شاخص استانداردهای آلودگی (PSI) برای گزارش و مقایسه وضعیت آلودگی هوا در زمان‌ها و مکان‌ها مختلف استفاده می‌گردد، که اطلاعات مربوط به غلظت آلاینده ازن در سطح زمین، ذرات معلق، مونواکسید کربن، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن را

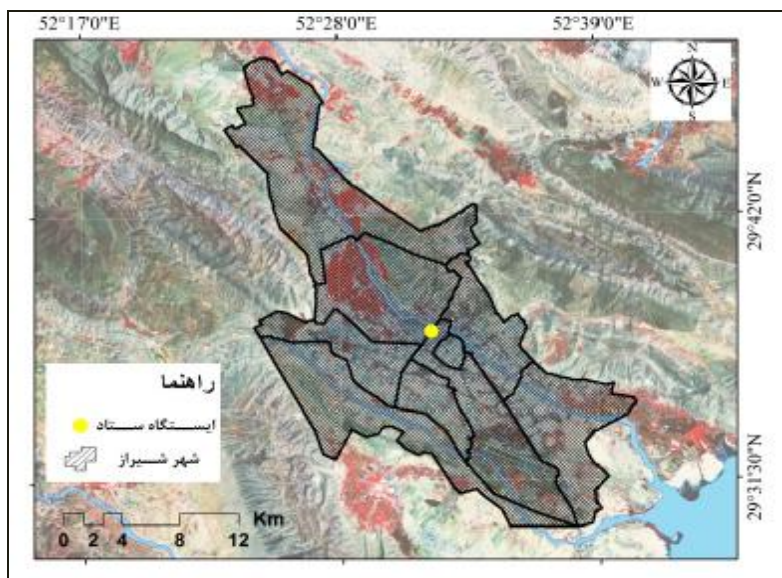
2 - Omega

3 - www.cdc.noaa.gov

4 - National Center Environmental Prediction

5 - National Center Atmospheric Research

1 - Pollutant Standards Index



شکل (1): منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌های پایش و سنجش آلودگی شهر شیراز

جدول (1): طبقات غلظت آلاینده‌ها جهت محاسبه شاخص استاندارد آلودگی هوا (USEPA, 1999)

Co(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)	PSI	توصیف کننده
0-4/4	0-54	-	-	0/000-0/034	0-50	خوب
4/5-9/4	55-154	-	-	0/035-0/144	51-100	متوسط
9/5-12/4	155-254	-	0/125-0/164	0/145-0/224	101-150	غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس
12/5-15/4	255-354	-	0/165-0/204	0/225-0/304	151-200	غیر بهداشتی
15/5-30/4	355-424	0/65-1/24	0/205-0/404	0/305-0/604	201-300	خیلی غیر بهداشتی
30/5-50/4	425-604	1/25-2/04	0/405-0/604	0/605-1/004	301-500	خطرناک

جدول (2): تعداد روزهای آلاینده در ایستگاه ستاد طی دوره آماری 2005 الی 2011

Co (ppm)	Dust ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)	توصیف کننده/ تعداد روز
0	25	0	0	0	خطرناک

جدول (3): فهرست تاریخ شروع و پایان روزهای فرین آلوده

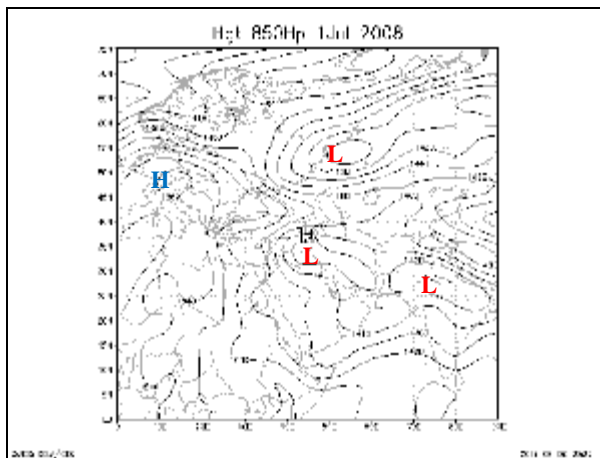
فهرست	تاریخ	میزان آلاینده	شاخص PSI
1	2008/7/1	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 689.2	301-500
2	2008/7/2	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 966.5	301-500
3	2008/7/3	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 900.2	301-500
4	2008/7/4	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 692.4	301-500
5	تداوم دوره	4 روزه	
6	میانگین آلاینده	812	

5- تحلیل همدید

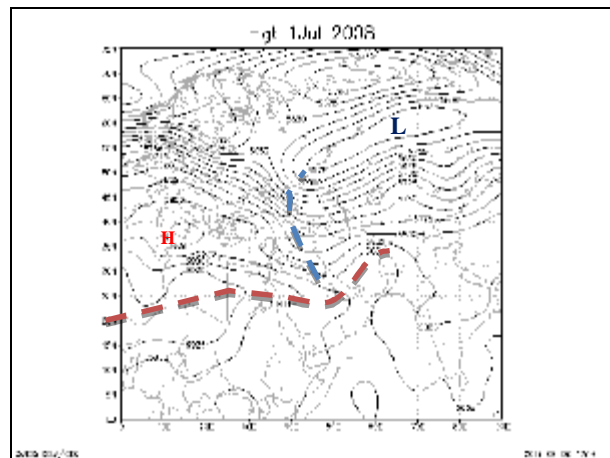
روز اول جولای سال 2008:

توزیع فضایی فشار سطح دریا در این روز در (شکل 4) نشان داده شده است. سامانه پرفشار نسبتاً قوی در باختر اروپا با هسته مرکزی 1020 هکتوپاسکال در عرض جغرافیایی 50 درجه شمالی شکل گرفته است، و زیانه آن تا مناطقی از شمال باختر ایران گسترش یافته است، سامانه کم فشار حرارتی پهنه گسترده‌ای از هند، پاکستان، خاور عربستان، عراق و جنوب ایران را فرا گرفته است؛ که با دو مرکز با پربند بسته 999 هکتوپاسکال بروی عراق و سواحل جنوب خلیج فارس مشاهده می‌شود، مناطق باختری ایران هم با شیو نسبتاً شدیدی همراه است؛ دو یاخته ایجاد شده دمایی نیز بیش از مناطق دیگر، به بیش از 37/5 درجه سانتی‌گراد با هسته مرکزی 40 درجه‌ای سبب تقویت کمفشار حرارتی شده است و مؤلفه مداری سرعت باد در منطقه قابل مشاهده است (شکل 6)؛ وجود کم فشار حرارتی در منطقه شرایط همگرایی در سطح زمین را سبب شده است، به دلیل افزایش چگال جهت توازن با منطقه واگرایی بالایی، موجب حرکت بالاسو در زیر موج می‌گردد، که با توجه به نقشه (شکل 5) امگا (سرعت قائم

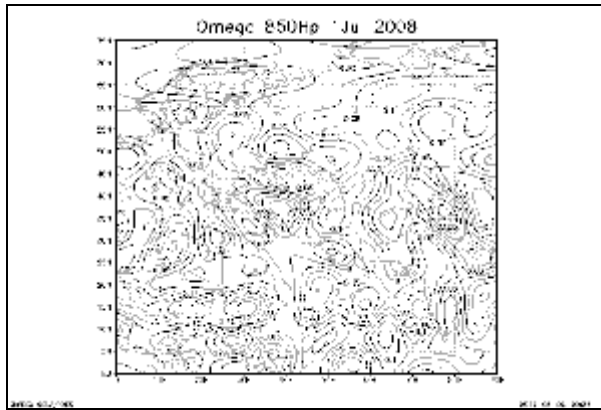
هواسپهر) در تراز 850 هکتوپاسکال شاهد هسته‌های نزولی و از سوی دیگر جهت وزش دمایی مثبت نیز باعث فرارفت هوای گرم در مرکز عربستان شده است (شکل 7). هم‌زمان در تراز 850 هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاعی (سامانه چرخندی) با مرکز بسته با پربند 1420 ژئوپتانسیل متر گستره‌ای از هند تا عراق را فرا گرفته است (شکل 9). سامانه حرارتی مزبور با پر ارتفاع دینامیکی جنب حاره تراز پانصد هماهنگی کامل دارد. در تراز 500 هکتوپاسکال، سامانه پر ارتفاعی با پربند بسته 5850 ژئوپتانسیل متر در مرکز دریای مدیترانه قرار گرفته است، همچنین پربند هم ارتفاع 5850 ژئوپتانسیل متر جنوب ایران را در بر گرفته است، در این تراز پر ارتفاع جنب حاره در مناطق جنوبی و خاوری ایران مستقر است و منطقه مورد مطالعه بروی پشته واقع شده است. ناوه کم عمق واقع در باختر ایران باعث عدم نفوذ پر ارتفاع جنب حاره در این منطقه و نفوذ این پر ارتفاع در قسمت خاوری ایران گردیده است، با توجه به راستای جنوب باختری شمال خاوری محور پشته جنب حاره باعث به وجود آمدن یک جریان جنوبی در این راستا شده است (شکل 2).



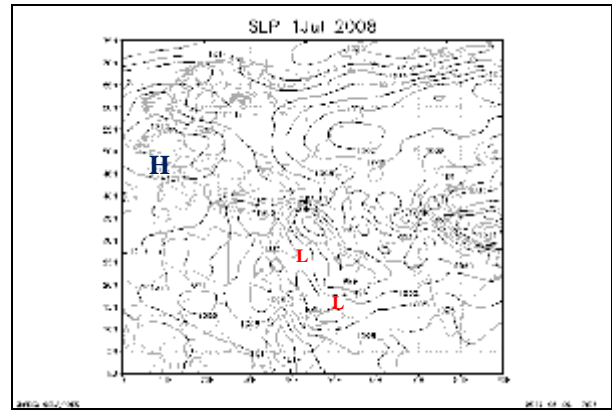
شکل (3): نقشه فشار 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/1



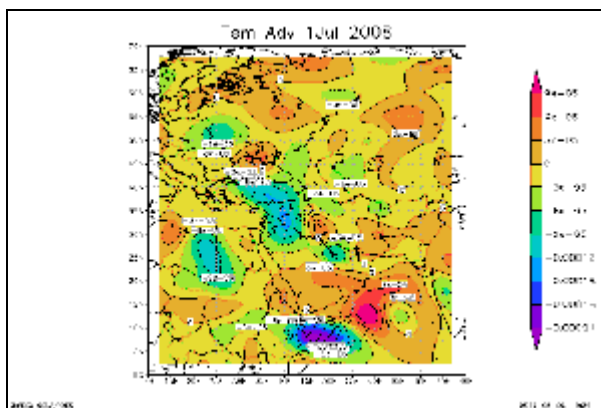
شکل (2): نقشه فشار سطح 500 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/1



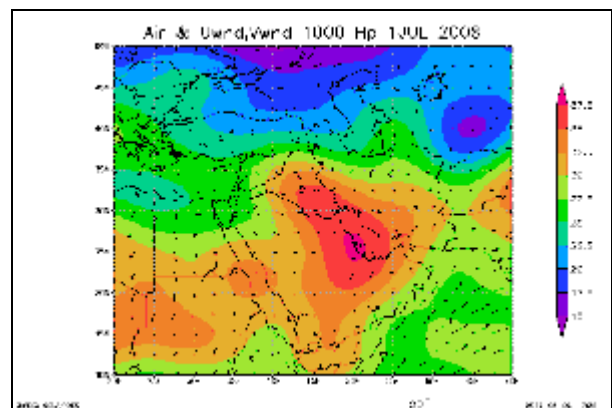
شکل (5): نقشه امگا سطح 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/1



شکل (4): نقشه فشار سطح زمین تاریخ: 2008/7/1



شکل (7): نقشه وزش دمایی تراز 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/1



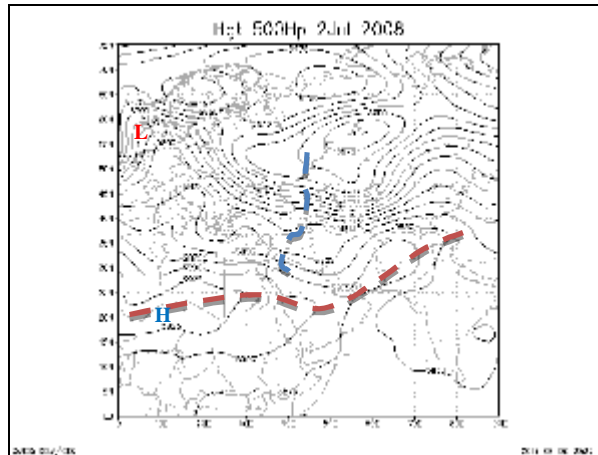
شکل (6): نقشه دما و جهت باد تاریخ: 2008/7/1

روز 2 جولای سال 2008:

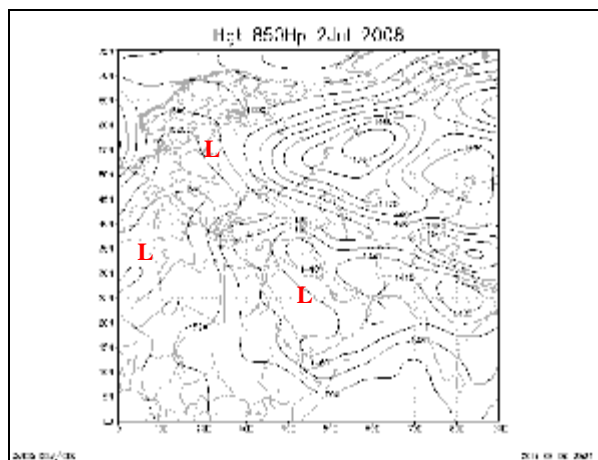
سرعت باد شمال پهنه‌های گرم‌تر به عرض‌های پایین کشیده می‌شود و هسته گرم با 40 درجه سانتی‌گراد به مرکز عربستان انتقال می‌یابد. سرعت بادهای باختری در عراق و سوریه نیز در این روز با افزایش سرعت همراه است (شکل 12). حاکمیت شرایط گرم و دمای زیاد و تابش عمود آفتاب باعث به وجود آمدن شرایط همگرا در سطح زمین هم‌زمان حرکات بالاسو منطبق بر امگا منفی در مرکز شبه جزیره عربستان و حرکات نزولی (پایین سو) در منطقه مطالعاتی می‌باشد. (شکل 11). باختر منطقه با وزش دمایی مثبت (گرم) همراه است (شکل 13). تصویر (شکل 14) باند پانکروماتیک ماهواره متئوست¹ روز اوج آلودگی به روشنی پراکندگی ذرات معلق را در منطقه نشان می‌دهد

سامانه کم فشار حرارتی که مناطق جنوبی کشور را تحت تأثیر قرار داده هسته مرکزی آن در این روز با افزایش فشار و تضعیف این سامانه همراه است و با از بین رفتن دو مرکز بسته 996 هکتوپاسکالی یک مرکز کمفشار بسته با پربند 999 هکتوپاسکال با گستره (مساحت) کمتر در نوار باریکی جنوب کشور بروی خلیج فارس مستقر می‌باشد (شکل 10). پر ارتفاع جنب حاره نفوذ بیشتری به بالاتر و نواحی خاوری نشان می‌دهد اما همچنان منطقه در جلو پشته پر ارتفاع و پربند 5850 ژئوپتانسیل متر از منطقه عبور می‌کند (شکل 8). برابر آرایش فشار سطح زمین مرکز کم ارتفاعی (مرکز چرخندی) تراز 850 هکتوپاسکال نیز شاهد افزایش ارتفاع نسبت به روز قبل می‌باشد که با پربند 1420 ژئوپتانسیل متر در شمال شبه قاره هند بسته شده و زبانه باختری آن تا منطقه مطالعاتی امتداد یافته است (شکل 9). در این روز با ریزش هوای سردتر و افزایش

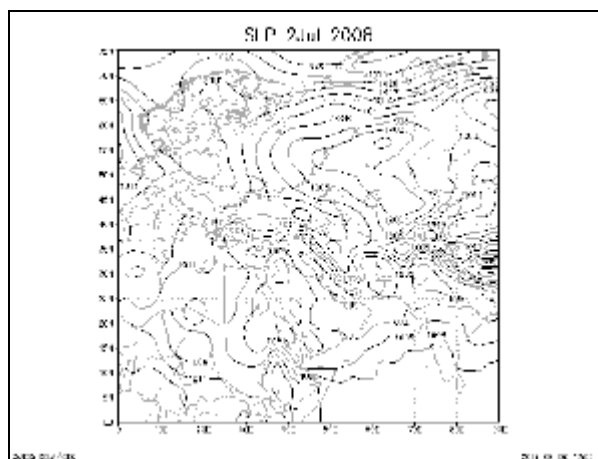
¹ - تصاویر متئوست از تارنمای دانشگاه Dundee بریتانیا اخذ گردید (19).



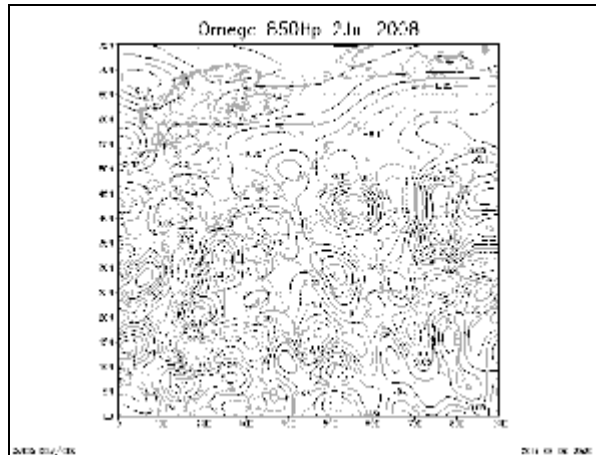
شکل (8): نقشه فشار سطح 500 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/2



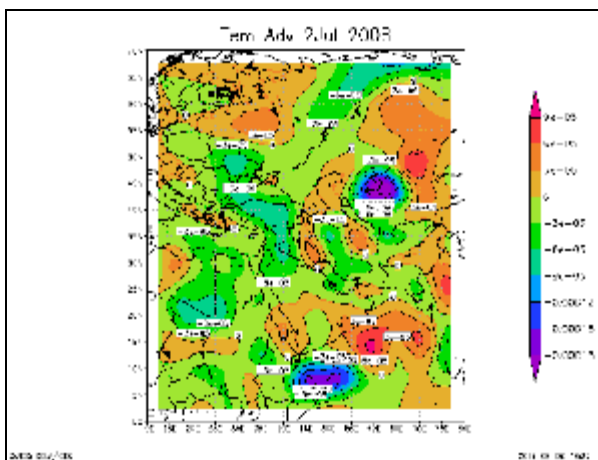
شکل (9): نقشه فشار 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/2



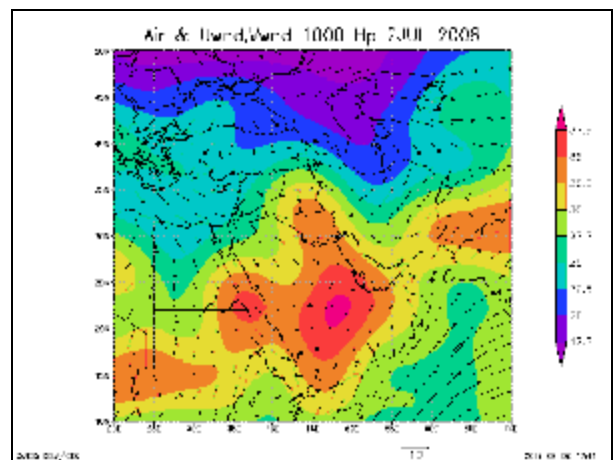
شکل (10): نقشه فشار سطح زمین برای تاریخ: 2008/7/2



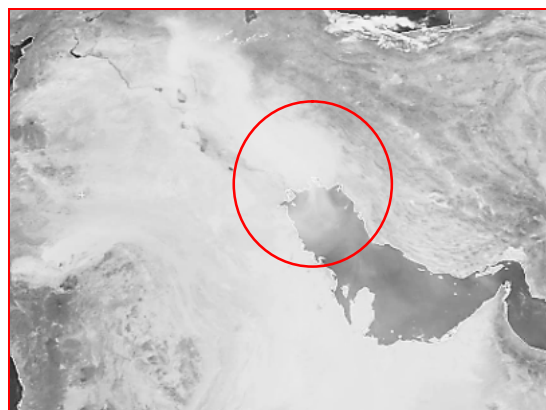
شکل (11): نقشه امگا سطح 850 هکتوپاسکال برای تاریخ: 2008/7/2



شکل (13): نقشه وزش دمایی تراز 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/2



شکل (12): نقشه دما و جهت باد تاریخ: 2008/7/2



شکل (14): باند یانکروماتیک ماهواره متئوست تاریخ: 2008/7/2 ساعت: 6 GMT

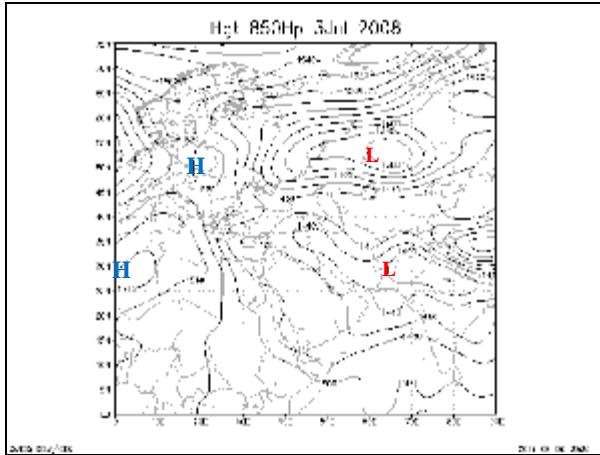
(17)؛ در نقشه تراز 850 هکتوپاسکال بر ارتفاع جنب حاره‌ای بر روی شمال آفریقا شکل گرفته است همچنین دیده می‌شود که دو مرکز کم ارتفاع با پربند بسته 1440 ژئوپتانسیل متر با هم ادغام و در راستای شمال باختر - جنوب خاور در پاکستان

روز 3 جولای سال 2088:

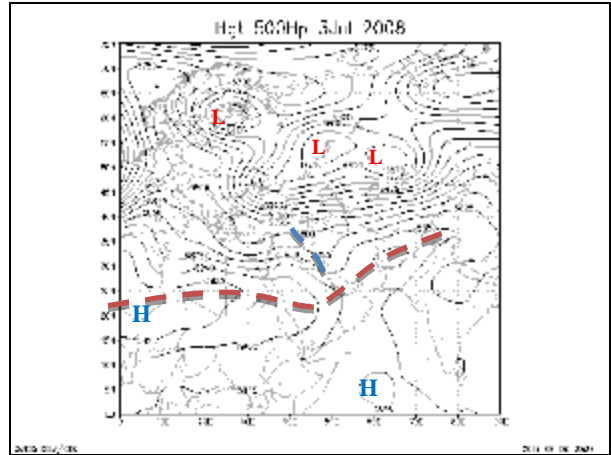
در روز سوم همچنان شاهد افزایش فشار نسبت به روزهای گذشته می‌باشیم مرکز کم فشار حرارتی با پربند بسته 1007/5 هکتوپاسکال نیز در مرکز ایران شکل گرفته است (شکل

خاور عربستان به دمای 37/5 درجه سانتی گراد همچنان منطقه گرمی را در منطقه حاکم کرده است (شکل 19) که این منطقه (خاور عربستان) با امگای منفی (حرکات بالاسو هوا) و منطقه مطالعات با حرکات نزولی (پایین سو) منطبق می باشد (شکل 18). نقشه وزش دمایی نیز وزش دمایی مثبت و گرم را در کل منطقه نشان می دهد (شکل 20).

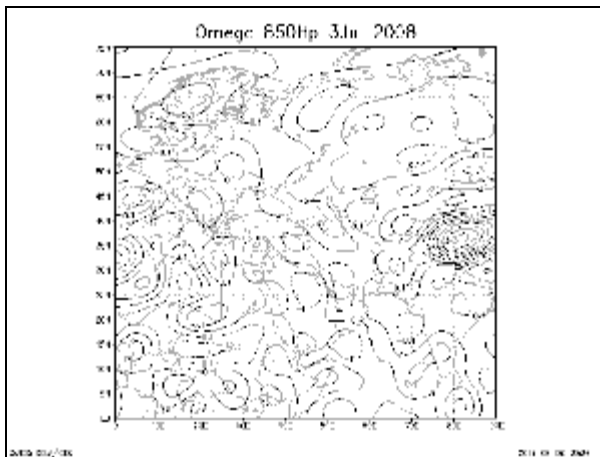
شکل گرفته و امتداد آن تا شمال باختر ایران کشیده شده است (شکل 16)، در موقعیت پر ارتفاع جنب حاره، تغییر محسوسی مشاهده نمی شود و به مانند روزهای گذشته پربند 5850 ژئوپتانسیل متر از شهر شیراز عبور و با راستای جنوبی - شمالی در باختر محور پشته قرار گرفته است (شکل 15) وجود حرکات چرخندی و همگرا به واسطه هسته گرم در



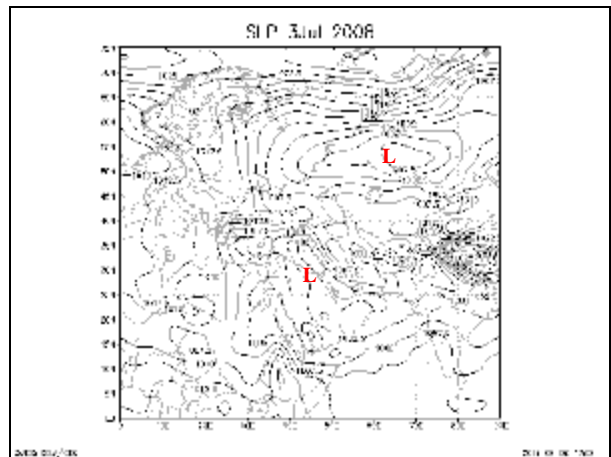
شکل (16): نقشه فشار 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/3



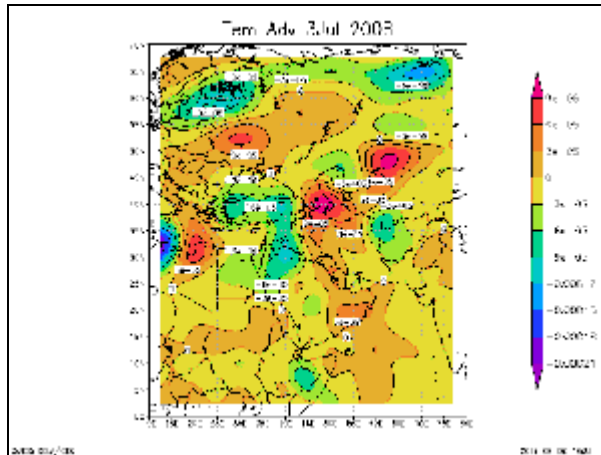
شکل (15): نقشه فشار سطح 500 هکتوپاسکال برای تاریخ: 2008/7/3



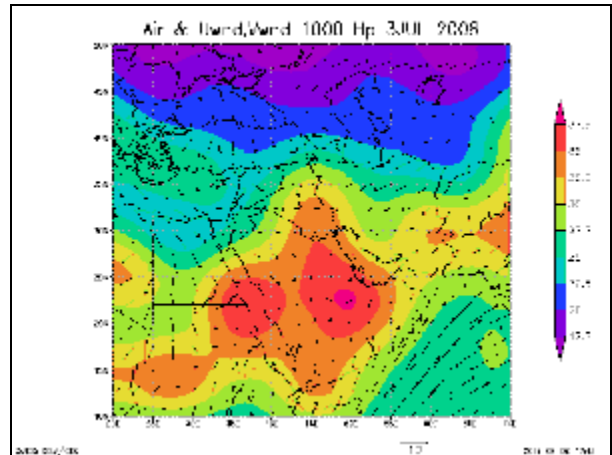
شکل (18): نقشه امگا سطح 650 هکتوپاسکال برای تاریخ: 2008/7/3



شکل (17): نقشه فشار سطح زمین تاریخ: 2008/7/3



شکل (20): نقشه وزش دمایی تراز 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/2

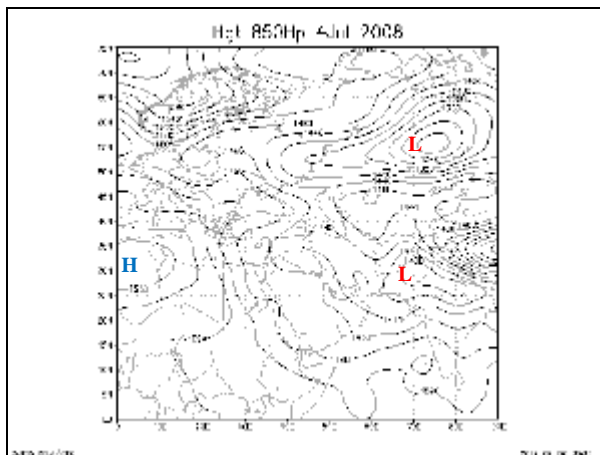


شکل (19): نقشه دما و جهت باد تاریخ: 2008/7/3

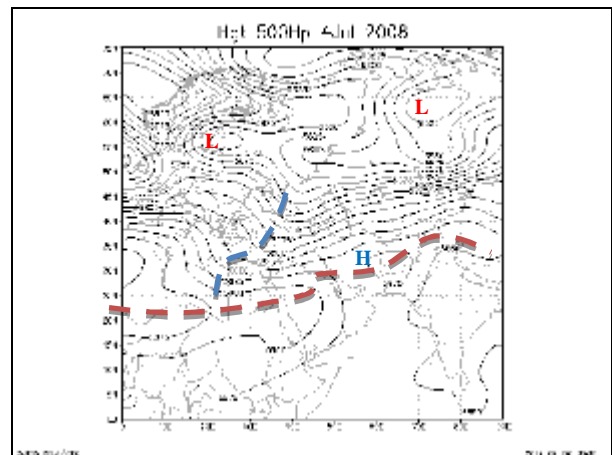
جنوب باختری شمال خاوری یافته است گسترش این سامانه به عرض‌های بالاتر و مناطق نسبت به روزهای پیشین به بیشترین میزان خود رسیده است (شکل 21). در این روز پهنه گسترده‌ای از خاور سودان تا جنوب عراق هسته گرمی شکل می‌گیرد که البته نسبت به روزهای گذشته با کاهش دما مواجه است (شکل 25)، شرایط صعودی و نزولی حرکات هوا همانند روزهای گذشته با هماهنگی به توزیع دمایی منطقه می‌باشد (شکل 24)؛ اما نحوه توزیع وزش دمایی صفر در منطقه و منفی در شمال عربستان و عراق نشان دهنده کاهش فرارفت گرم می‌باشد (شکل 26).

روز 4 جولای سال 2008:

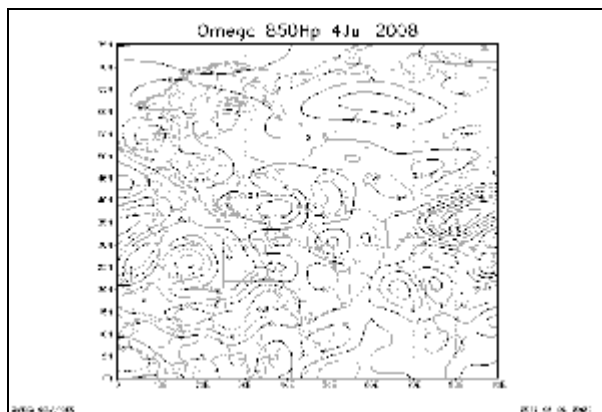
(شکل 23) الگوی جوی حاکم در تراز سطح دریا را نشان می‌دهد. پرفشار آזור در این روز تقویت شده و کل اروپا را فراگرفته است، اما سامانه کم‌فشار حرارتی گسترده‌ای از هند تا عراق را در بر گرفته و با دو مرکز بسته 999 هکتوپاسکال در عراق و خاور عربستان واقع و نسبت به روز پیشین تقویت شده است. در تراز 850 هکتوپاسکال دو چرخند، یکی در پاکستان و هند مستقر زبانه‌های آن تا شمال باختر ایران را مطالعه را تحت تأثیر قرار داده است و چرخندی دیگری با پربند بسته 1360 ژئوپتانسیل متر مرکز سیبری قرار دارد (شکل 22). محور پشته پرارتفاع جنب حاره به طور کامل راستای



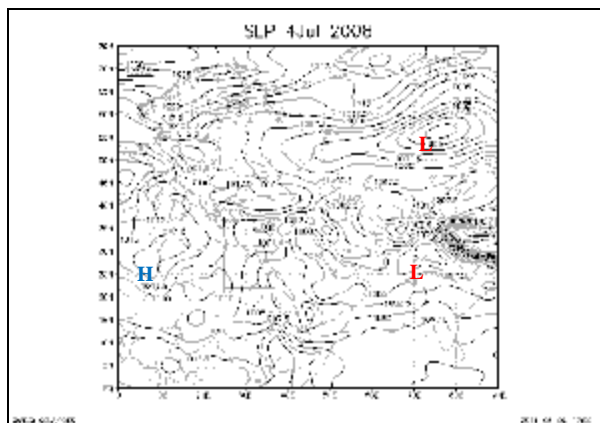
شکل (22): نقشه فشار 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/4



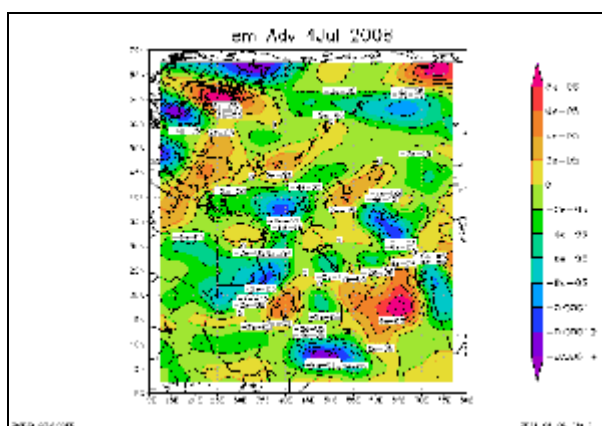
شکل (21): نقشه فشار سطح 500 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/4



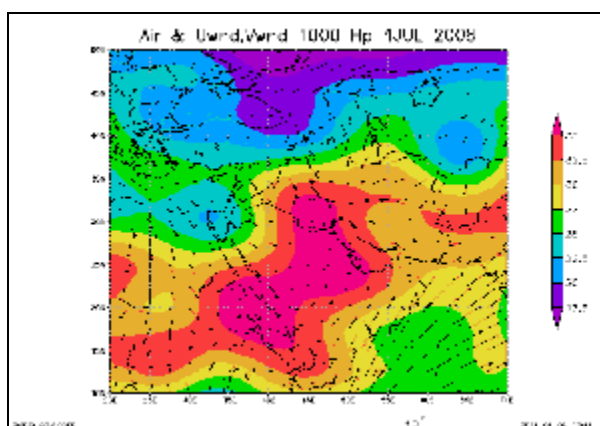
شکل (24): نقشه امگا سطح 850 هکتوپاسکال برای تاریخ: 2008/7/4



شکل (23): نقشه فشار سطح زمین برای تاریخ: 2008/7/4



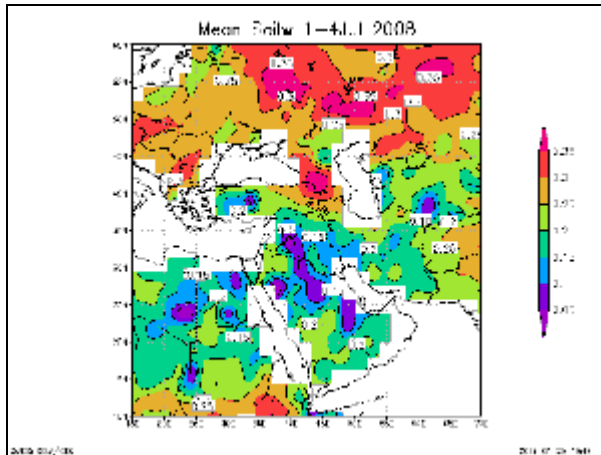
شکل (26): نقشه وزش دمایی تراز 850 هکتوپاسکال تاریخ: 2008/7/4



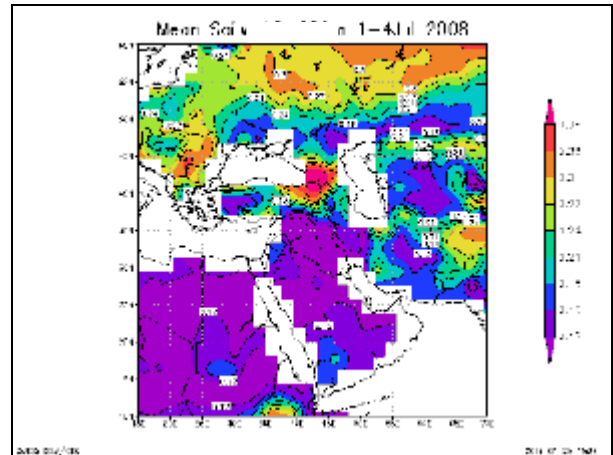
شکل (25): نقشه دما و جهت باد تاریخ: 2008/7/4

خورشیدی، دمای بسیار بالا و تبخیر فزاینده در سطح زمین، سطح خاک در خشک‌ترین حالت خود می‌باشد. رطوبت خاک از شمال آفریقا تا شمال شبه جزیره عربستان کم‌ترین مقدار برخوردار است.

سرانجام با توجه به اینکه رطوبت خاک از عوامل تأثیرگذار در بروز توفان‌های گرد و غبار می‌باشد، جهت بررسی این موضوع میزان رطوبت خاک در عمق 10 و 200 سانتیمتری سطح زمین ترسیم گردید (شکل 27) و (شکل 28). همان‌گونه که مشاهده می‌شود. به علت دریافت انرژی



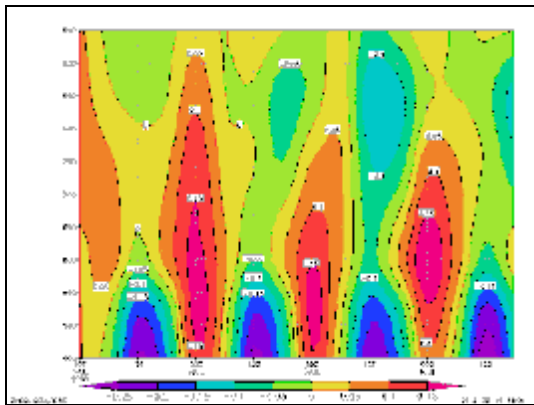
شکل (28): میانگین 1 الی 4 جولای رطوبت خاک در سطح 10 سانتیمتری



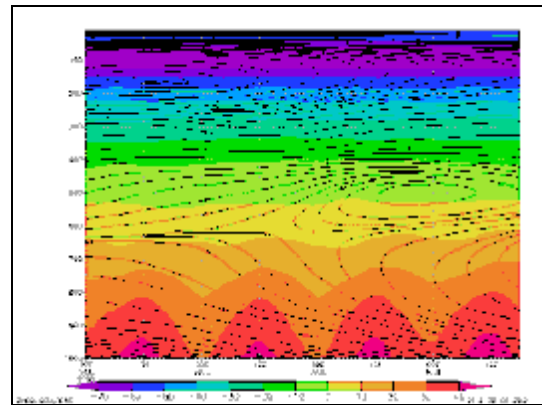
شکل (27): میانگین 1 الی 4 جولای رطوبت خاک در سطح 200 سانتیمتری

850 هکتوپاسکال سعودی در حدود 0/05- تا 0/15- پاسکال بر ثانیه و بالاتر از آن شرایط حالت ایستا صفر پاسکال بر ثانیه دارد، اما در روز دوم تا چهارم جولای تا سطوح میانی هواسپهر (پانصد هکتوپاسکال) شرایط سعودی در ساعت برداشت (15/30 به وقت محلی) حکم فرماست، اما در ساعت 3/30 به وقت محلی وضعیت امگا مثبت 0/05 تا 0/15 پاسکال بر ثانیه و همراه با حرکات پایین سو می باشد (شکل 30).

جهت بررسی تغییرات فراسنج‌های هواسپری امگا، دما، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد نمودار هاف مولر فراسنج‌های بالا ترسیم گردید، با توجه به این نمودارها در بازه زمانی پژوهش در تراز 1000 هکتوپاسکال حاکمیت هوای گرم (دمای بیش از 40 درجه سانتی‌گراد) (شکل 29)، همچنین حرکات بالاسو و پایین سو هوا در ساعت 15:30 به وقت محلی روز اول جولای تا تراز



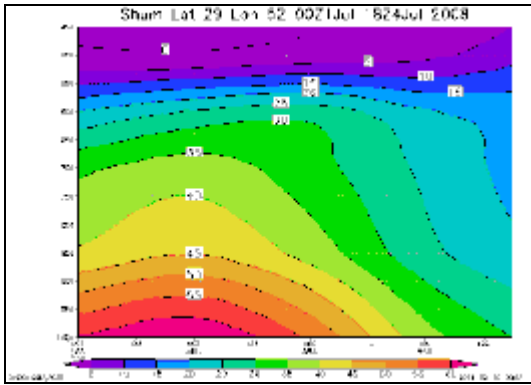
شکل (30): نمودار هاف مولر امگا به تاریخ: 1 الی 4 جولای 2008



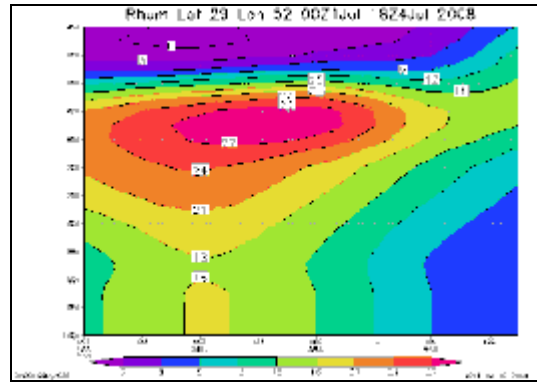
شکل (29): نمودار هاف مولر دما به تاریخ: 1 الی 4 جولای 2008

شمالی و تراز 750 هکتوپاسکال تا تراز 400 هکتوپاسکال مثبت و جنوبی است (شکل 34) و مؤلفه مداری باد تا روز سوم جولای تا تراز 200 هکتوپاسکال مثبت (وزش باد باختری) اما در روز چهارم از تراز 700 تا 500 هکتوپاسکال منفی (وزش باد خاوری) می‌گردد (شکل 35).

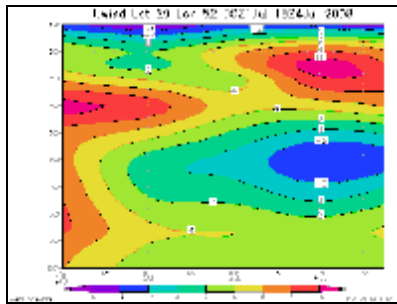
همچنین میزان رطوبت نسبی نیز با بیشینه 18 درصد در ساعت 00 جولای و کمینه 6 درصد در روز 4 جولای متغیر می‌باشد (شکل 31). میزان رطوبت ویژه (شکل 32) نیز در طول مدت مطالعه به مانند سرعت باد (شکل 33) کاهش می‌یابد. مؤلفه نصف‌النهاری باد تا تراز 700 هکتوپاسکال منفی و



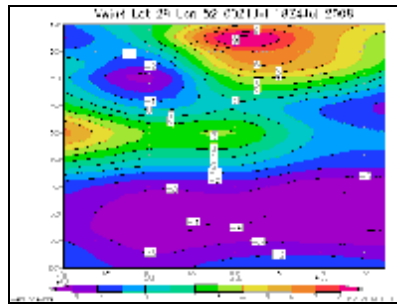
شکل (32): نمودار هاف مولر رطوبت ویژه به تاریخ: 1 الی 4 جولای 2008



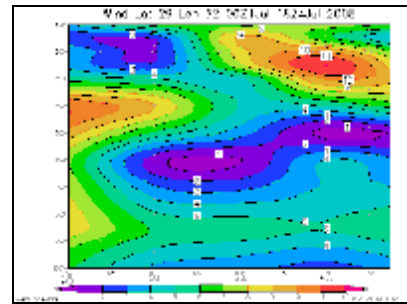
شکل (31): نمودار هاف مولر رطوبت نسبی به تاریخ: 1 الی 4 جولای 2008



شکل (35): نمودار هاف مولر مؤلفه مداری باد در بازه زمانی 1 الی 4 جولای 2008



شکل (34): نمودار هاف مولر مؤلفه نصف‌النهاری باد در بازه زمانی 1 الی 4 جولای 2008



شکل (33): نمودار هاف مولر سرعت باد در بازه زمانی 1 الی 4 جولای 2008

آلودگی مشهود است. همچنین پراکنش دما در تراز 1000 هکتوپاسکال نیز همراه با هسته گرم با منحنی هم‌دمای 37/5 درجه سانتی‌گراد در برگرفته که دامنه دمایی بالا ماهیت حرارتی این کم‌فشار را تایید می‌کند. به طور کلی در دوره مطالعاتی استقرار گسترده و فراگیر کم‌فشار حرارتی در منطقه حکم‌فرما بوده است. در طول دوره مطالعاتی در تراز 850 هکتوپاسکال نیز سامانه کم‌ارتفاع (چرخندی) پهنه گسترده‌ای از شمال اروپا تا جنوب ایران را در برگرفته و سامانه پرارتفاع (واچرخندی) در سواحل باختری دریای سرخ مشاهده می‌گردد. همچنین می‌توان برای مطالعات تلفیقی با بکارگیری هم‌زمان داده‌های سنجش از دور و همدیدی جهت آشکارسازی مسیر تکوین توفان‌های گرد و غبار و آگاهی یافتن از جزئیات منبع تولیدکننده ریزگردها از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مناسب از جمله تصاویر AVHRR و METEOSAT استفاده کرد.

۶- نتیجه‌گیری

بررسی شاخص کیفیت هوای ایستگاه ستاد در بازه زمانی 7 ساله (2005-2011) نشان داد که بیشترین تعداد روزهای آلوده خطرناک در سال 2005 و در ماه‌های می، ژوئیه، جولای و آگوست رخ داده است. اما بر اساس شاخص مداومت و میانگین، روزهای آلوده با وضعیت خطرناک به آلاینده ذرات معلق تعلق گرفت و در بازه زمانی اول جولای 2008 تا 4 جولای 2008 مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تأثیر وضعیت سطوح فوقانی هواسپهر با ترسیم نقشه‌های همدید و نمودارهای هاف مولر بروی روزهای آلوده مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه نقشه‌های همدید در طی دوره مطالعاتی بجز روز چهارم در تراز پانصد هکتوپاسکال ناوه ضعیف و در سطح زمین سامانه کم‌فشار با میانگین فشار 999 هکتوپاسکال حاکم بوده است. که در این تراز وجود کانون‌های چندگانه کم‌فشار بروی هند و پاکستان، جنوب خاوری ایران، خلیج فارس و عراق به ویژه در روز اوج

منابع

- 1- اسکانی کزازی، غلامحسین، لاله سیاه پیرانی، میترا (1390). تحلیل سینوپتیکی آلودگی هوای شهر تهران، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا، شماره 4، صص 135-161.
- 2- براتی، غلامرضا، لشکری، حسن و فریبا کرمی (1390). نقش همگرایی سامانه‌های فشار بر رخداد توفان‌های غباری استان خوزستان، جغرافیا و توسعه، شماره 22، صص 39-56.
- 3- بیدختی، علی اکبر و زهرا شرعی‌پور (1388). شرایط هواشناختی جو بالا و وضعیت حاد آلودگی هوا (مطالعه موردی: شهر تهران)، محیط شناسی، سال 35، شماره 52، صص 1-14.
- 4- پرکینز، هنری (1367). آلودگی هوا، مترجم منصور غیاث الدین، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- 5- رنجبر سعادت آبادی، عباس و لیلا محمدیان محمدی (1389). مطالعه میانگین الگوهای همدیدی بر اساس رخداد غلظت‌های مختلف آلاینده CO در فصول تابستان و پاییز در تهران، پژوهش‌های جغرافیا طبیعی، شماره 72، صص 11-127.
- 6- سازمان حفاظت محیط زیست استان فارس.
- 7- شمسی‌پور، علی اکبر و طاهر صفرراد (1391). تحلیل ماهواره‌ای - همدیدی پدیده‌ی گرد و غبار (گرد و غبار تیرماه 1388)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 79، صص 111-126.
- 8- قسامی، طاهره، علی اکبری بیدختی، عباسعلی، صداقت کردار، عبدالله، صحرائیان، فاطمه (1386). بررسی شرایط همدیدی حاکم در چند دوره بحرانی آلودگی هوای شهر تهران، علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره 3، صص 229-238.
- 9- نصراللهی، زهرا و مرضیه غفاری گولک (1389). آلودگی هوا و عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی انتشار SPM و SO₂ در صنایع تولیدی ایران)، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال دهم، شماره 3، صص 75-95.
- 10- یارنال، برنت (1385). اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، مترجم ابوالفضل مسعودیان انتشارات دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- 11- یآوری، حسین و محمد سلیقه (1390). سطح وارونگی در آلودگی‌های شهر تهران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد 17، شماره 20، صص 89-105.
- 12- Adame, J.A. Hernandez-Ceballos, M.A. Bolívar, J.P. De la Morena, B. (2012). "Assessment of an air pollution event in the southwestern Iberian Peninsula", Vol 55, Pp 245-256.
- 13- Gao, Huiwang., Chen, Jing., Wang, Bin., Tan, Sai-Chun., Lee, olin M., Yao, Xiaohong., Yan, Han., Shi, Jinhui (2011). "A study of air pollution of city clusters", Vol 45, Pp 3069-3077.
- 14- Hadad, K., Mehdizadeh, S., Sohrabpour, M (2003). "Impact of different pollutant sources on Shiraz air pollution using SPM elemental analysis", Environment International, Vol 29, Pp 39-43.
- 15- <http://www.cdc.noaa.gov>
- 16- <http://www.sat.dundee.ac.uk>
- 17- Kalkstein, I.s and Valimont, k.m. (1987). "Climate effects on human health", EPA Science and Advisory committee monographno.2538, 122-52.
- 18- Khedairia, Soufiane., Tarek Khadir, Mohamed (2012). "Impact of clustered meteorological parameters on air pollutants concentrations in the region of Annaba", Algeria, Vol 113, Pp 89-101.
- 19- USEPA, (1999). "Air Quality Index: A Guide to Air Quality and Your Health", Environmental Protection Agency, Washington, DC. P. 14.