

بررسی شرایط همدید موثر بر روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد در شهر شیراز

محمود احمدی

استادیار گروه جغرافیا طبیعی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران

ma_ahmadi@sbu.ac.ir

مهدی نارنگی فرد

دانشجوی دوره دکترا آب و هواشناسی، دانشگاه یزد

خداکرم حاتمی بهمن بیگلو

دانشجوی دوره دکترا آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش: 1394/3/2

تاریخ دریافت: 1394/1/14

چکیده

امروزه در سطح کلان‌شهرها آلودگی هوا توسط منابع انتشار محلی و صنایع پیرامونی آن ایجاد می‌گردد. با افزایش شهرنشینی و بالا رفتن استانداردهای زندگی و توسعه صنایع باعث افزایش غلظت آلاینده‌ها در حد خطرناک شده است. در این پژوهش الگوهای همدید مرتبط با روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد (SO_2) در شهر شیراز با استفاده از رویکرد محیطی به گردشی، بررسی گردید. جهت انجام این مطالعه نخست با استفاده از داده‌های آلاینده دی اکسید گوگرد در بازه زمانی 7 ساله (2005-2011) و شاخص استانداردهای آلاینده‌ها ($P.S.I$) روزهای آلوده استخراج گردید؛ سپس الگوهای فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال، امگا 850 هکتوپاسکال و مولفه‌ی بادهای مداری و نصف‌النهاری ترازهای مختلف جو در روزهای آلوده به کمک تحلیل خوشه‌ای مورد پردازش قرار گرفت. بر اساس شاخص کیفیت هوا، در مجموع 748 روز آلوده شناسایی گردید؛ بیشترین تعداد روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد در سال 2008 با 300 روز و کم‌ترین آن در سال 2005 با 8 روز رخ داده است، سپس با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های تراز دریا چهار الگو مشخص شد، بنابراین الگوهای همدید تراز 500 هکتوپاسکال نشان داد که با نفوذ زبانه‌ی پر ارتفاع شمال آفریقا در دوره‌ی گرم و با مداری شدن جریانات در دوره‌ی سرد الگوهای گردشی مشخص شد همچنین الگوهای گردشی فشار تراز دریا در روزهای آلوده با حاکمیت کم فشار در دوره‌ی گرم و حاکمیت پرفشار در دوره‌ی سرد مشخص می‌گردد و الگوهای سرعت قائم جو در تراز 850 هکتوپاسکال وجود مقادیر مثبت امگا را نشان داد همچنین سوی وزش باد در ترازهای مختلف در روزهای آلوده پایین سو است.

واژگان کلیدی: الگوهای گردشی، دی‌اکسید گوگرد، تحلیل خوشه‌ای، شهر شیراز

مقدمه

آلودگی هوا به اندازه تاریخ زمین شناسی قدمت دارد. پیش از ظهور انسان در کره زمین هواسپهر سیاره ما مقدار قابل توجهی از مواد آلاینده را در خود حل می کرده است (خالدی: 1374: 271)، اما آلودگی هوا از سه دهه گذشته به یک نگرانی بزرگ عمومی از آغاز صنعتی شدن از جمله خروج آلاینده از وسایط نقلیه موتوری تبدیل شده است. آلودگی هوا به هرگونه تغییر ترکیب طبیعی هوای محیطی از طریق افزایش یا کاهش کمیت ترکیبات طبیعی یا با اضافه کردن ترکیبات دیگر مانند دود، دوده، گازها، بخارها یا بوها در هوا تعریف می شود (احمدی و اله آبادی، 1390: 141) و ماده آلوده کننده نیز به هر نوع ماده گازی، بخار، مایع و جامد و یا آمیزه‌های از آن‌ها که در هوای آزاد پخش و به کاهش کیفیت هوا منجر می گردد (امیدوار، 1390: 233) گفته می شود.

رشد سریع فناوری باعث افزایش بی رویه آلودگی هوا در اکثر کشورهای جهان شده است. از آنجا که آلودگی هوا تأثیر مستقیمی بر روی سلامت انسان‌ها و جانوران و گیاهان می گذارد، در نتیجه باعث توجه بیشتر مدیران و پژوهشگران و افراد مرتبط با آلودگی به این معضل شده است (نورپور و فیض، 1393: 723). آلودگی هوا یکی از ابعاد آلودگی‌های زیست محیطی را تشکیل می دهد که باعث افزایش بیماری‌های قلبی، تنفسی، کاهش میزان دید، سوزش چشم و خسارت به گیاهان و حیوانات و اشیا و در سطح جهانی منجر به گرمایش جهانی، افت ازن استراتوسفری، باران اسیدی و غیره شده است (قربانی و زارع، 1390: 2). تراکم وسایل نقلیه موتوری و استقرار صنایع در شهرها و پیرامون آن‌ها، شهرها را با مشکلات زیست محیطی مواجه نموده است. که در رأس آن وضعیت نامطلوب و بیمار گونه کیفیت هواست (ملکوتیان و همکاران، 1392: 27).

یکی از اثرات صنعتی شدن افزایش تخلیه ترکیبات گوگردی است. اکسیدهای گوگرد شامل دی‌اکسید گوگرد SO_2 تری اکسید گوگرد SO_3 و سایر اسیدها و نمک اسیدها می باشد (اصیلیان و همکاران، 1386: 83). سولفور اکسیدی که به بیشترین مقدار در هواسپهر انتشار می یابد دی‌اکسید سولفور SO_2 می باشد (دبیری، 1386: 99). دی‌اکسید گوگرد که به طور عمده از مصرف سوخت‌های فسیلی وارد هواسپهر می شود در بسیاری از شهرهای بزرگ مهم‌ترین آلاینده‌ها به شمار می آید (غیاث الدین، 1385، 532). بیش از 60 درصد سولفورهای جو از کانون‌های طبیعی سرچشمه می گیرند که مهم تر از همه هیدروژن سولفید H_2S بوده و حاصل فعالیت باکتری‌هاست. ترکیبات گوگردی ناشی از فعالیت‌های انسانی بیشتر شامل SO_2 است که از راه سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌های برق، تأسیسات ذوب کانی‌ها و پالایشگاه‌ها وارد هواسپهر می شود (کاویانی، 1380: 256). آلاینده دی‌اکسید گوگرد نقش مهمی در بیماری‌های تنفسی

(معینی و همکاران، 1390)، سقط جنین (مریدی و همکاران، 1391) دارد، همچنین منجر به اختلال در فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی (رشد و نمو) گیاهان (بیات و عسکری، 1392) می‌گردد. بنابراین یکی از اقدامات مهم و موثر به منظور کنترل کیفیت هوا تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد است. بدین منظور می‌توان از شاخص‌هایی مانند شاخص کیفیت هوا¹، شاخص آلودگی هوا²، شاخص استاندارد آلودگی³ استفاده نمود. بر پایه این اطلاعات می‌توان اقدام به آگاهی رسانی صحیح به مردم و نیز وضع اقدامات پیشگیرانه در موارد نامطلوب کیفیت هوا نمود (گلباز و جنیدی، 1390: 39). از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه آلودگی هوا و ارتباط آن با سامانه‌های همدید می‌توان به مطالعات (Kalkstein and Valimont, 1987; Hadad et al, 2003; Gao et al, 2011; Adame et al, 2012; khedairia And Tarek Khadir, 2012) اشاره کرد؛ پژوهش‌های مرتبط به سامانه‌های همدید و آلودگی در مناطق مختلف ایران نیز شامل پژوهش‌های (رنجبر و محمدیان، 1389؛ اسکانی و لاله سیاه، 1390؛ رنجبر و قصابی، 1390) می‌باشد. همچنین روشن و همکاران (1388) تاثیر آلودگی هوا را بر نوسان فراسنج‌های آب و هوایی شهر تهران مورد ارزیابی قرار دادند، یافته‌های پژوهش نشان داد که اقلیم شهر تهران در دوره آلوده نسبت به دو دوره پیش، از نوسان بیشتری برخوردار بوده و نوسانات اقلیم منطقه در دوره آلوده به صورت افزایش دما، افزایش پتانسیل سیلاب خیزی و تغییر اقلیم به سوی وضعیتی گرم و مرطوبتر می‌باشد. قربانی و همکاران (1391) در مقاله ای وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز بر اساس تحلیل مولفه‌های اصلی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که عوامل آب و هوایی مانند سرعت و جهت باد و دما و همچنین عوامل انسانی مانند ازدحام جمعیت، کمبود فضای سبز، ترافیک سنگین و معابر نامناسب تاثیر زیادی در آلودگی هوا دارد. حسین‌زاده و همکاران (1392) در پژوهشی الگوهای همدید مؤثر بر آلودگی هوا در کلانشهر مشهد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد وجود ناوه در اطراف دریاچه آرال، موجب ریزش هوای سرد به شمال شرق ایران شده و در سطح زمین موجب قوی‌تر شدن پرفشار سیبری گردیده، از طرفی استقرار یک سامانه پرفشار در غرب ایران موجب ورود جریانات شمال غربی شده، که این الگوهای فشار موجب کاهش شدید دما و پایداری هوا، تراکم غلظت آلاینده‌ها در شهر مشهد شده است. ذوالفقاری و همکاران (1393) با تحلیل شرایط همدید و دینامیک، عوامل تشدید کننده آلودگی هوا در شهر کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد الگوهای همدید آلودگی‌های هوای این شهر را می‌توان در سه الگوی مجزا مشخص نمود، الگوی نخست در دوره سرد سال، ادغام پرفشار دینامیک اروپا با پرفشار

¹ - Air Quality Index

² - Air Pollution Index

³ - Pollutant Standards Index

قفقاز و رخنه آن تا منطقه زاگرس جنوبی، در الگوی دوم نفوذ پرفشار سیبری و در الگوی سوم استقرار فرود مدیترانه از شرق دریای مدیترانه تا شبه جزیره عربستان در سطوح بالا و تقویت سامانه کم فشار دینامیکی در سطح زمین از جومله عوامل تاثیر گذار بر تشدید آلودگی هوا می باشد. محمدپور پنجاه و همکاران (1393) در مقاله ای با بکارگیری خروجی مدل *WRF* به واکاوی همدید و پوششی توفانهای گرد و غباری استان یزد بر مبنای مدل سازی عددی پرداختند، یافتههای پژوهش نشان داد گذر سامانههای چرخندی از سطوح بالا جو و ریزش هوای سرد همراه با گرمایش سطحی، زمینه ایجاد ناپایداری در منطقه و رخداد توفان شده است. امیدوار (1393) در پژوهشی به بررسی و واکاوی همدید شدیدترین توفانهای سیاه و گرد و غباری در فصول مختلف استان یزد پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد در توفان پاییزی وجود شیو فشار میان جنوب و نواحی مرکزی ایران در نوع زمستانی وجود کم فشار سطح زمین به همراهی ناوه ژرف سطوح بالایی و توفان بهاری استقرار کم فشار در سطح زمین، کج شدگی محور ناوه سطوح بالایی موجبات بروز توفانها شده است. اسماعیل نژاد و همکاران (1394) به ارزیابی و پهنه بندی آلاینده های ذرات معلق هوا، ازن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید کربن در شهر تبریز با بکارگیری فنون زمین آمار پرداختند.

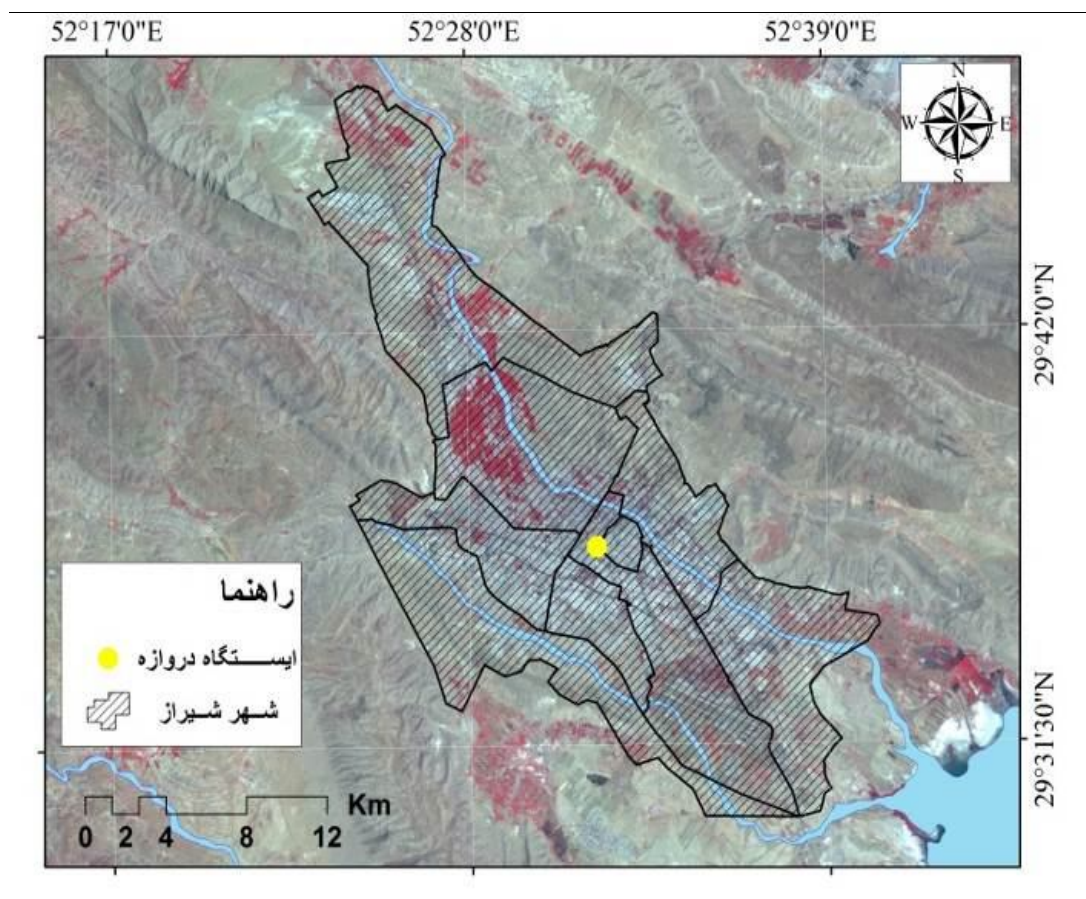
ناصرپور و همکاران (1394) در پژوهشی به شناسایی الگوهای همدید مؤثر در ایجاد دو توفانهای گرد و غبار و تشخیص مناطق خیزش این توفان ها در جنوب غرب ایران پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد اختلاف ارتفاع میان پراارتفاع شمال آفریقا و کم ارتفاع روی ایران در تراز 850 موجب شکل گیری کم فشار قوی در سطح دریا گردیده. این کم فشار قوی با قدرت مکش بسیار بالا هوای گرد و غباری بیابانهای پیرامون را به منطقه مکش کرد. در مورد دوم نیز اختلاف فشار میان دو سامانه پراارتفاع روی عربستان و خلیج فارس و کم ارتفاع روی مدیترانه در تراز 850 سبب وزش باد از مناطق بیابانی اطراف به منطقه شد. نقشه سطح زمین این توفان نیز نشان داد کم فشار سودان بادهای گرم و خشک و آلوده به ذرات گردوغبار عربستان را به منطقه ما وارد کرده است. جهانبخش و همکاران (1394) در پژوهشی به آشکارسازی و پایش توفان فراگیر اول ژوئیه سال 2008 ایران با بکارگیری سنجنده *NOAA/AVHRR* پرداختند.

با توجه به اینکه شهر شیراز به عنوان یک کلان شهر با رشد فزاینده جمعیت به دلیل نرخ بالای مهاجر پذیری همراه است و از طرفی فاقد طرحی فراگیر و کاربردی جهت نگهداری و توسعه پوشش فضای سبز و همچنین جلوگیری از تخریب و کاهش شدید پوشش گیاهی هم از لحاظ کمی و کیفی در یک دهه اخیر است. ضرورت پژوهش درباره آلودگی شهری و ارتباط آن با الگوهای گردشی هوا و ویژگی های جغرافیای شهری شیراز را دو چندان می نماید. شناسایی الگوهای گردشی در ترازهای مختلف جوی در روزهای آلوده می تواند کمک موثری در پیش بینی و آگاهی بخشی به مدیران شهری جهت رفع مشکلات

فرارو نماید؛ بنابراین هدف در این پژوهش استخراج روزهای آلوده و روند آن طی سال‌های گذشته سپس پردازش داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز پانصد هکتوپاسکال و فشار سطح زمین و امگا با رویکرد گردشی به محیطی جهت شناسایی علل همدید روزهای آلوده به روش تحلیل خوشه‌ای است.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه شهر شیراز مرکز استان فارس در عرض جغرافیایی 29 درجه و 36 دقیقه شمالی و 52 درجه 33 دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل 1). میانگین ارتفاع این شهر 1500 متر، میزان میانگین بارش سالانه 337 میلی‌متر و میانگین سالانه دما 18 درجه سانتی‌گراد است. بر اساس آخرین سرشماری سال 1390 جمعیت این شهر بالغ بر 1549453 نفر است. ایستگاه سنجش و پایش آلودگی دروازه کازرون در مرکز این شهر واقع شده است.



شکل شماره 1- منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه سنجش آلودگی دروازه کازرون در شهر شیراز

جهت انجام این پژوهش آمار و اطلاعات آلاینده‌های هوا (SO_2)، 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 شاخص استاندارد آلاینده‌گی ($P.S.I$) (جدول 1)، حد استاندارد آلاینده‌ها مشخص شد و روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد (SO_2) در ایستگاه سنجش و پایش آلودگی دروازه کازرون به وسیله نرم افزار *EXCEL* فیلترگذاری و استخراج گردید.

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

Co(ppm)	Dust ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	SO_2 (ppm)	PSI	طبقه کیفیت هوا
0-4/4	0-54	-	-	0/000-0/034	0-50	خوب
4/5-9/4	55-154	-	-	-0/144 0/035	51-100	متوسط
-12/4 9/5	155-254	-	-0/164 0/125	-0/224 0/145	101-150	غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس
-15/4 12/5	255-354	-	-0/204 0/165	-0/304 0/225	151-200	غیر بهداشتی
-30/4 15/5	355-424	-1/24 0/65	-0/404 0/205	-0/604 0/305	201-300	خیلی غیر بهداشتی
-50/4 30/5	425-604	-2/04 1/25	-0/604 0/405	0/605-1/004	301-500	خطرناک

با توجه به این که هدف این پژوهش شناسایی الگوهای همبند تأثیرگذار بر مقدار آلاینده روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد می‌باشد؛ بنابراین داده‌های فشار روزانه سطح دریاهاى آزاد (استاندارد)، امگا تراز 850، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال و مولفه‌های باد مداری و نصف‌النهارى ترازهای مختلف جو در روزهای مورد نظر (روزهای آلوده) از تارنمای¹ مرکز ملی پیش‌بینی محیطی² و مرکز ملی پژوهش‌های هواشناسی³ در قلمرو 10 تا 80 درجه طول خاوری و 10 تا 60 درجه عرض شمالی دریافت گردید، سپس با تحلیل خوشه‌ای به روش فواصل اقلیدسی و ادغام آن به روش وارد⁴ بر روی داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال به ابعاد 21×29 نقطه در طول و عرض جغرافیایی یا به ابعاد 609×748 که معرف 748 روز در 609 نقطه در محیط نرم‌افزار متلب⁵ چهار الگو مشخص گردید، و با انجام تحلیل همبستگی در هر خوشه یک روز به عنوان روز نماینده (بیش‌ترین همبستگی درون گروهی) معرفی شد. روزهای نماینده الگوهای جوی متغیرهای امگا تراز 850 هکتوپاسکال، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال و

¹ - www.cdc.noaa.gov

² - National Center Environmental Prediction

³ - National Center Atmospheric Research

⁴ - Ward

⁵ - MATLAB

مؤلفه‌های باد مداری و نصف‌النهاری ترازهای مختلف جو استخراج گردید سپس با استفاده از نرم‌افزار **GRADS** نقشه‌های روزهای کلیدی در چهارچوب مختصات معرفی شده ترسیم و مورد پردازش قرار گرفت.

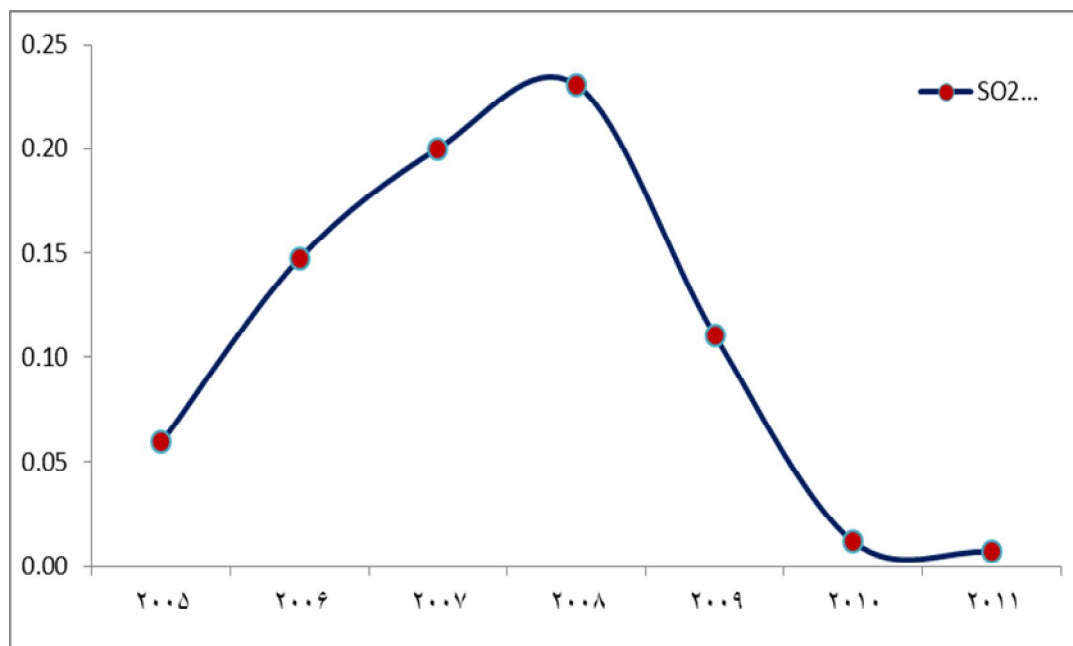
نتایج و بحث

بر اساس نتایج پژوهش بیشترین میزان آلاینده دی اکسید گوگرد مربوط به ماه سپتامبر در فصل تابستان به میزان $0/189$ (ppm) و کم‌ترین میزان در ماه فوریه در فصل زمستان با میزان $0/118$ (ppm) بوده است (جدول).

جدول شماره 2- میانگین ماهانه آلاینده‌های هوای شهر شیراز ایستگاه سنجش دروازه کازرون طی دوره آماری 2005 الی 2011

سال	دسامبر	نوامبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	ماه
0/147	0/152	0/142	0/189	0/156	0/143	0/130	0/119	0/130	0/129	0/118	0/155	SO_2

در بررسی روند سالانه تغییرات یک روند صعودی از سال 2005 تا اوج آلودگی در سال 2008 برای آلاینده اسید سولفوریک وجود دارد؛ که در سال‌های بعد این آلاینده روند نزولی را طی می‌نماید (شکل).



شکل شماره 2- نمودار میزان آلاینده ایستگاه دروازه کازرون شیراز طی دوره آماری 2005 الی 2011

تعداد روزهای آلوده در ایستگاه‌های سنجش و پایش آلودگی دروازه کازرون شیراز

با ملاحظه (جدول) در ایستگاه سنجش دروازه 748 روز آلوده برای آلاینده دی اکسید سولفور SO_2 در بازه زمانی 7 ساله (2005-2011) به ثبت رسیده است. بیشترین تعداد روزهای آلوده به دی اکسید گوگرد نیز در سال 2008 با 300 روز و کمترین آن در سال 2005 با 8 روز رخ داده است. سالهای 2010 و 2011 نیز هیچ روز آلوده‌ای به وقوع نرسیده است.

جدول شماره 3- تعداد روزهای آلاینده در ایستگاه دروازه طی دوره آماری 2005 الی 2011

تعداد روز / توصیف کننده	خوب	متوسط	غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس	غیر بهداشتی	خیلی غیر بهداشتی	خطرناک
SO_2	810	607	426	287	34	0

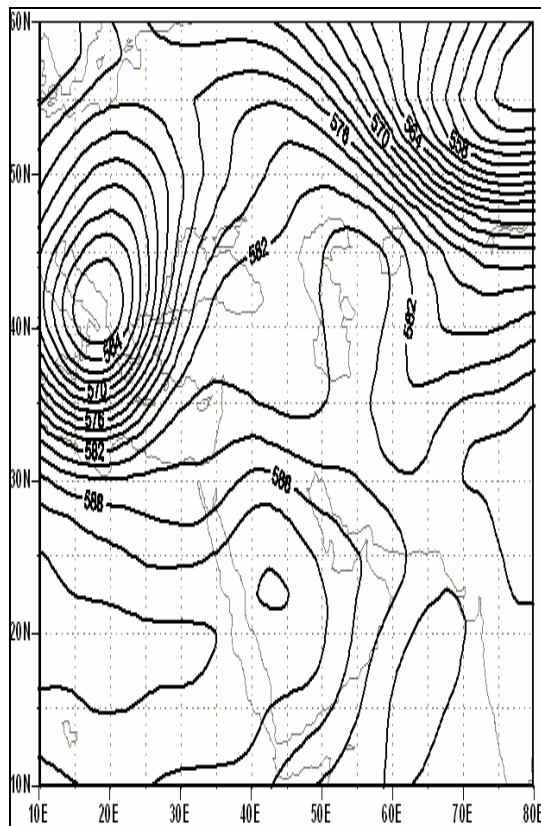
تحلیل الگوهای گردشی

بر اساس تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار تراز دریا به چهار گروه تقسیم گردیدند، سپس در هر گروه یا خوشه بر اساس تحلیل همبستگی بر اساس بیشترین همبستگی درون گروهی اعضا یک روز به عنوان روز نماینده مشخص شد (جدول). الگوهای گردشی جریانات جوی سایر متغیرها نیز برابر این روزها انتخاب گردید تا شرایط هماهنگ رخداد آنها در روزهای نماینده بررسی گردد.

جدول شماره 4- روزهای نماینده استخراج شده از داده‌های فشار تراز دریا بر اساس تحلیل همبستگی

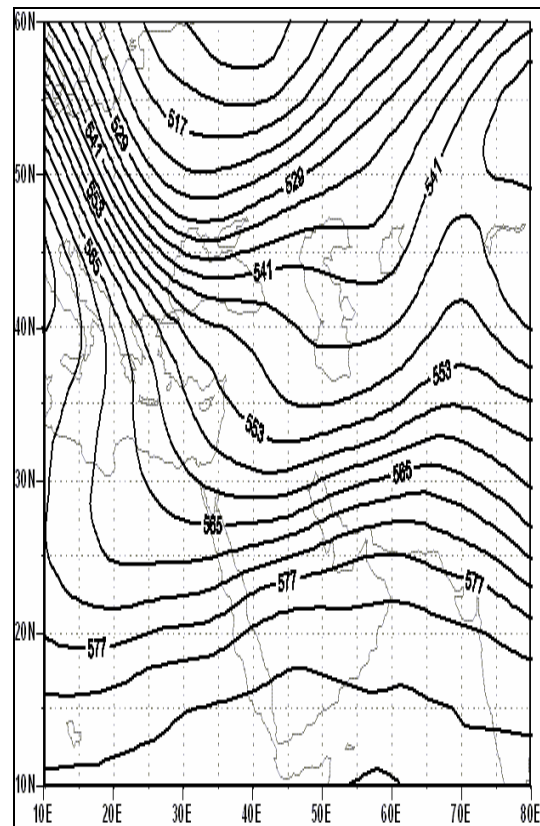
خوشه	همبستگی روز نماینده	همبستگی درون گروهی	فراوانی خوشه	تاریخ میلادی	تاریخ خورشیدی
1	0/996	0/995	184	2009/1/27	1387/11/8
2	0/995	0/993	154	2009/6/14	1388/4/24
3	0/995	0/993	161	2009/3/11	1387/12/20
4	0/997	0/996	248	2008/11/9	1387/8/19

الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال بررسی شد، بنابراین خوشه‌ی اول در روز 27 ژانویه 2009 نشان داد که فرودی ژرف با محوریت دریای سیاه، خاور دریای مدیترانه و شمال آفریقا وجود دارد و بر روی ایران جریانات در حالت مداری گسترش دارد (شکل). در روز 14 ژوئن 2009 روز نماینده خوشه‌ی دوم زبانه‌ی پر ارتفاع جنب حاره شمال آفریقا بر روی ایران گسترش یافته است (شکل).



شکل شماره 4- الگوی گردش ارتفاع ژئوپتاسیل تراز 500

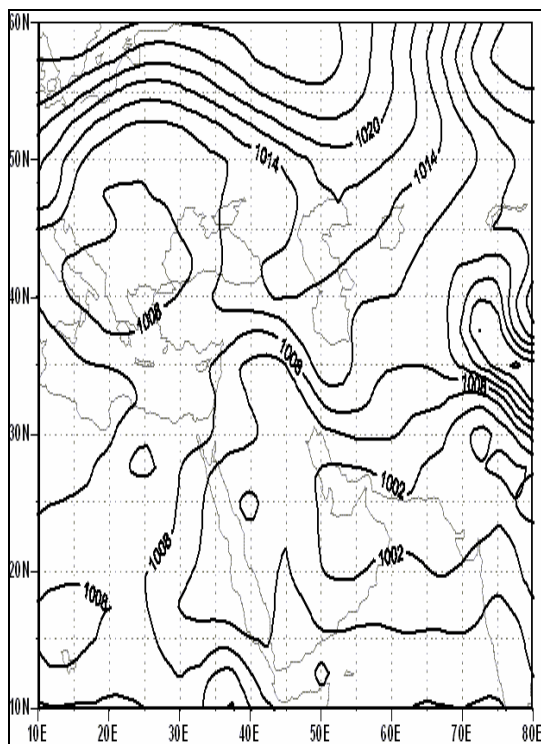
هکتوپاسکال روز نماینده خوشه دوم



شکل شماره 3- الگوی گردش ارتفاع ژئوپتاسیل تراز 500

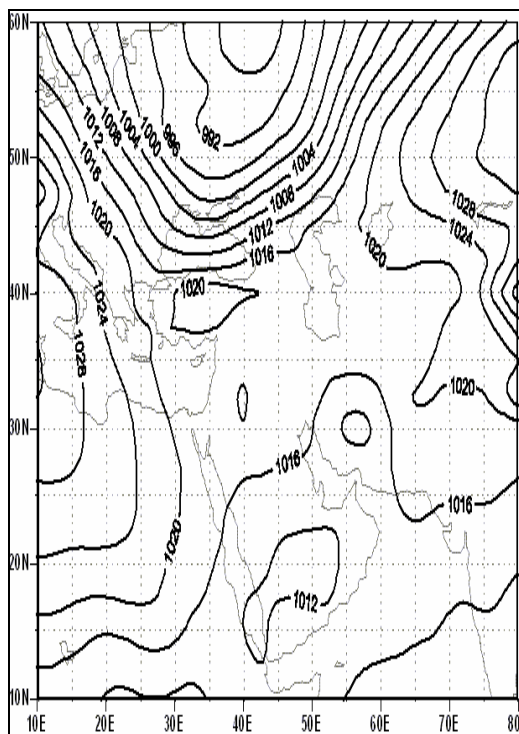
هکتوپاسکال روز نماینده خوشه اول

در الگوهای گردش فشار تراز دریا در روز 27 ژانویه 2009 نشان می‌دهد که کانون کم‌فشار در خاور استان فارس استقرار دارد و کانون دیگری در خاور دریای سرخ مستقر می‌باشد، در این الگو شهر شیراز در حاکمیت یک سامانه کم‌فشار با پربند بسته 1014 هکتوپاسکال است (شکل). در روز 14 ژوئن 2009 روز نماینده خوشه‌ی دوم نشان می‌دهد که زبانه‌ی کم‌فشار پاکستان از طریق دریای عمان، خلیج فارس بر روی شیراز با پربند 1008 هکتوپاسکال گسترش دارد (شکل).



شکل شماره 6- الگوی گردشی فشار تراز دریا در روز نماینده

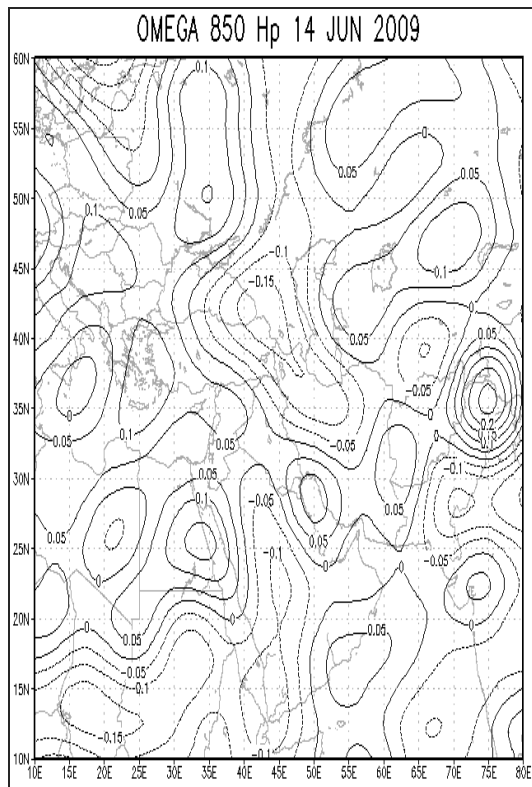
خوشه دوم



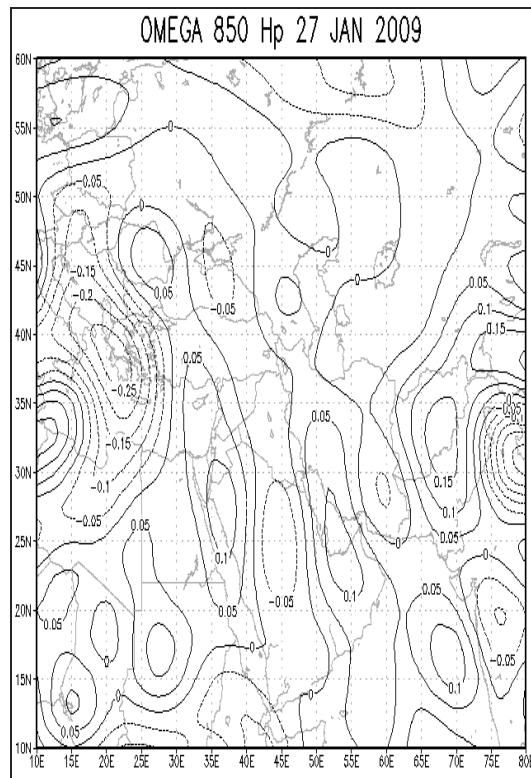
شکل شماره 5- الگوی گردشی فشار تراز دریا در روز نماینده

خوشه اول

با توجه به نقشه امگا (سرعت قائم هواسپهر) در روز 27 ژانویه 2009 در تراز 850 هکتوپاسکال هسته‌های نزولی با امگای مثبت در منطقه مورد مطالعه وجود دارد که شرایط را برای حرکات نزولی (پایین سو) فراهم می‌نماید (شکل). در روز 14 ژوئن 2009 شرایط تقریباً به همین شکل می‌باشد (شکل).

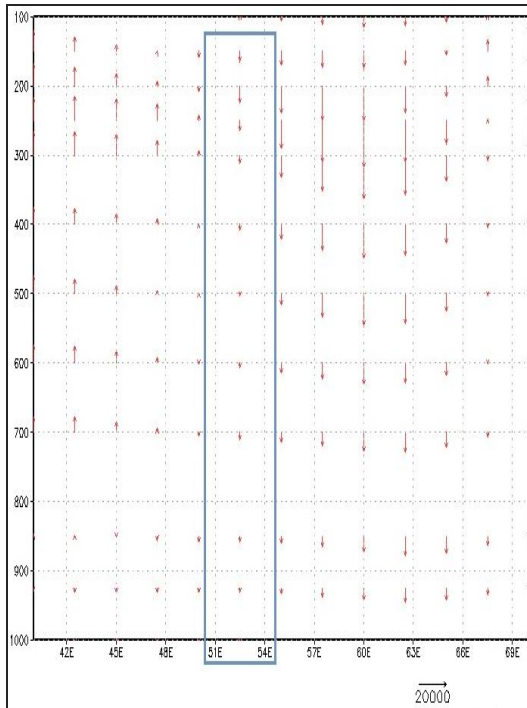


شکل شماره 8- خوشه دوم امگا تراز 850 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/6/14)

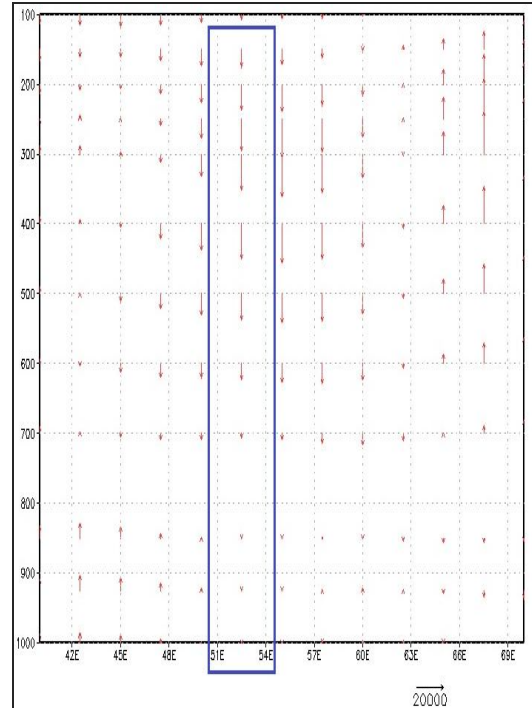


شکل شماره 7- خوشه اول امگا تراز 850 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/1/27)

در نقشه بادهای فراسو پایین سو برای عرض جغرافیایی 29/3 درجه شمالی در طول جغرافیایی 40 تا 70 درجه خاوری برای ترازهای 100 تا 1000 هکتوپاسکال نشان داده شده است. برابر این شکل در این روز جهت وزش باد در تمامی ترازهای نزولی (پایین سو) بوده است؛ همچنین در روز 14 جولای نیز شرایط وزش باد به همان شکل می باشد.

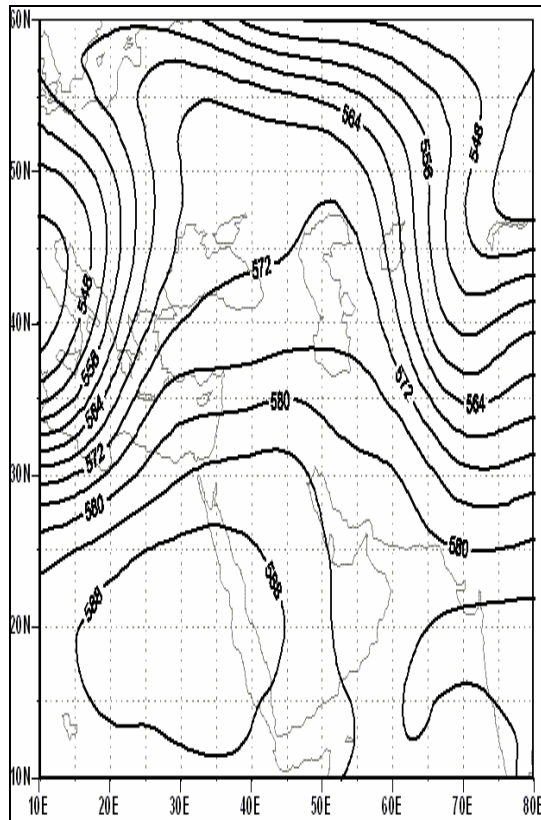


شکل شماره 10- نقشه بادهای فراسو و پایین سو ترازهای 1000 تا 100 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/6/14)

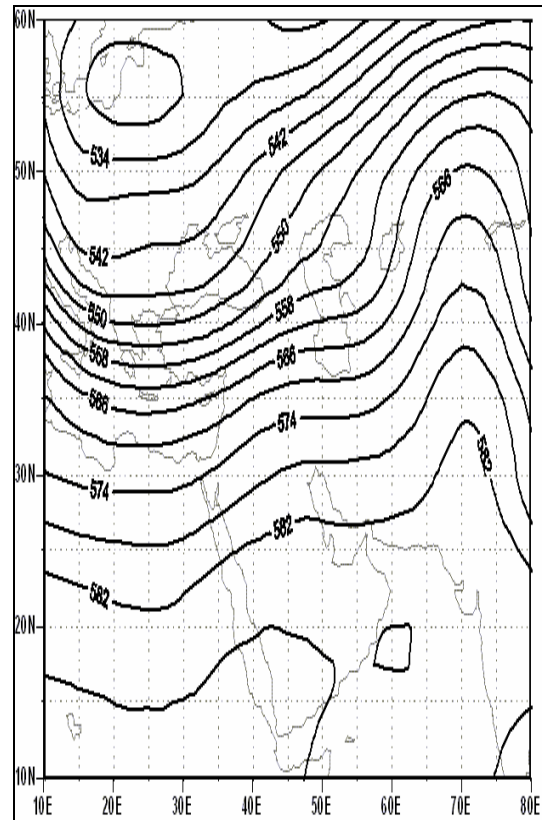


شکل شماره 9- نقشه بادهای فراسو و پایین سو ترازهای 1000 تا 100 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/1/27)

در خوشه سوم در روز 11 مارس 2009 بر روی ایران جریانات در حالت مداری گسترش دارد (شکل). در روز 9 نوامبر 2008 در خوشه‌ی چهارم کانون پر ارتفاعی (سامانه و اچرخندی) با پربند مرکزی 588 دکامتر در روی دریای سرخ، شبه جزیره عربستان و خاور آفریقا قرار دارد و پربند 580 دکامتر بر روی سرزمین پژوهش گسترش دارد (شکل).

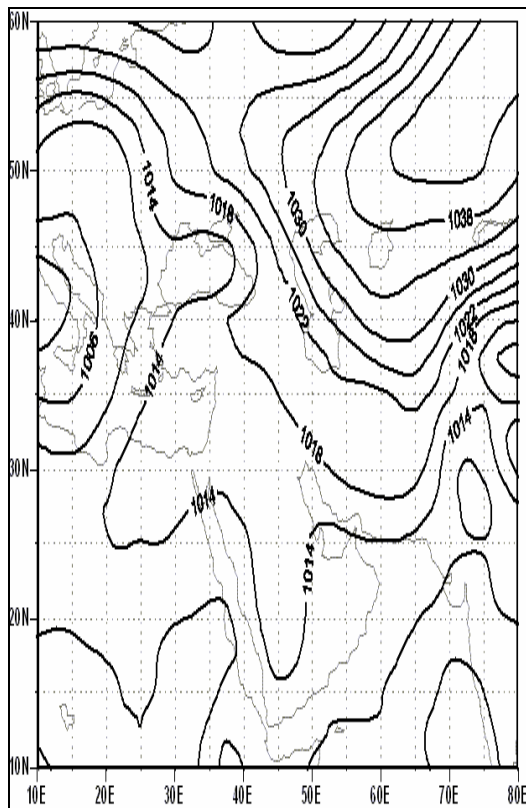


شکل شماره 12- الگوی گردش ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال روز نماینده خوشه چهارم

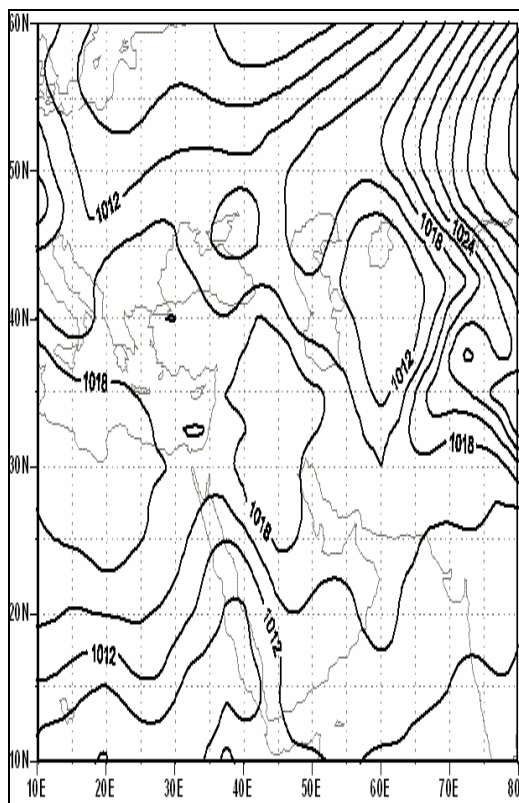


شکل شماره 11- الگوی گردش ارتفاع ژئوپتانسیل تراز 500 هکتوپاسکال روز نماینده خوشه سوم

الگوی خوشه‌ی سوم در روز 11 مارس 2009 نشان می‌دهد که یک کانون کم فشار با پربند 1018 هکتوپاسکال در باختر ایران، در شمال خاوری یک کانون کم فشار و در خاور ایران پر فشار سیبری حاکمیت دارد و شیراز در منطقه‌ی زیر پرفشار قرار دارد (شکل). الگوی گردش روز نماینده خوشه‌ی چهارم نشان می‌دهد که زبانه‌ی پرفشار سیبری با پربند 1018 هکتوپاسکال بر روی شیراز مستقر است (شکل).

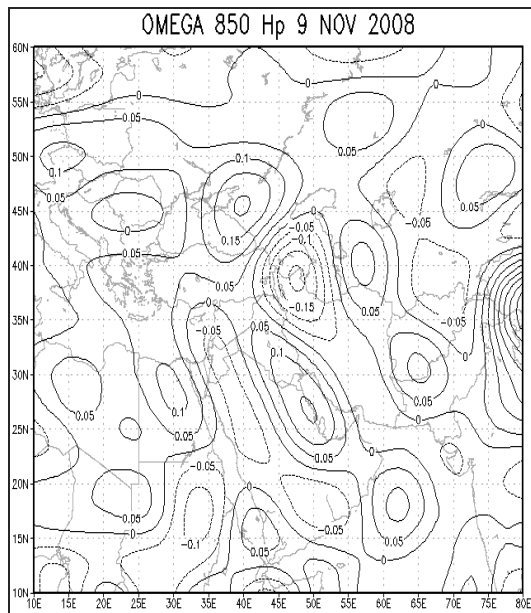


شکل شماره 14- الگوی گردشی فشار تراز دریا در روز نماینده
خوشه چهارم

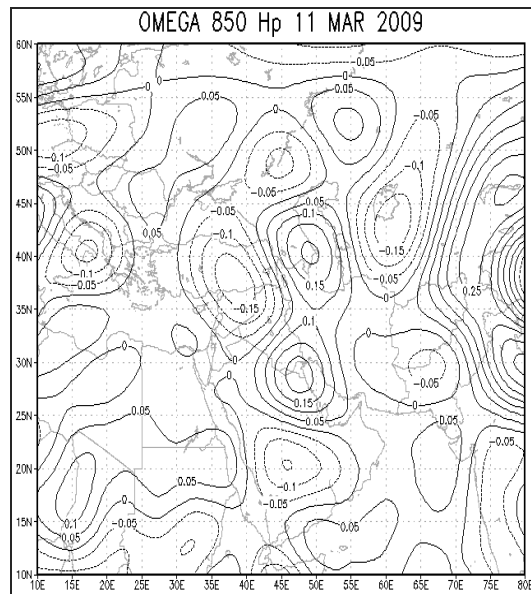


شکل شماره 13- الگوی گردشی فشار تراز دریا در روز نماینده
خوشه سوم

نقشه امگا در روز 11 مارس 2009 خوشه سوم (شکل) و 9 نوامبر 2008 خوشه چهارم (شکل 1) در تراز 850 هکتوپاسکال با حاکمیت حرکات نزولی (امگای مثبت) در منطقه مورد مطالعه همراه است که شرایط را برای حرکات نزولی (پایین سو) فراهم می نماید.

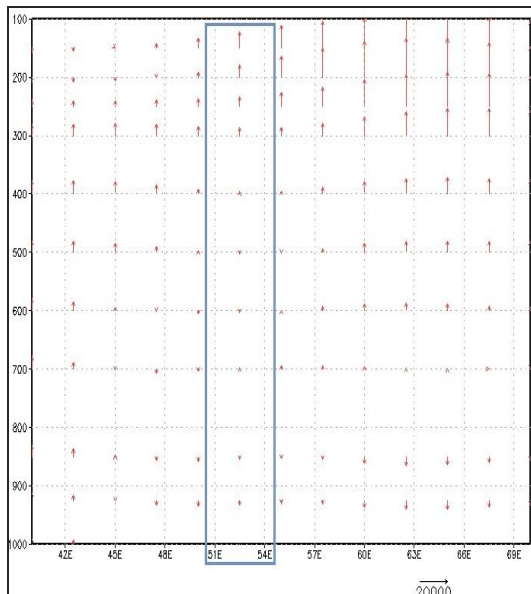


شکل 1 خوشه چهارم امگا تراز 850 هکتوپاسکال (روز نماینده 2008/11/9)

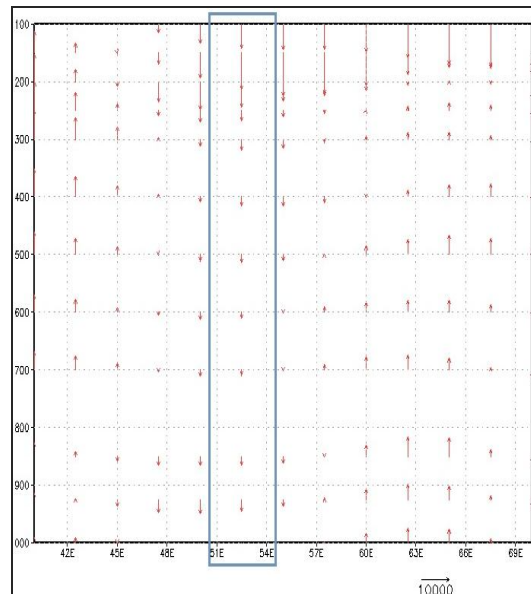


شکل شماره 15- خوشه سوم امگا تراز 850 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/3/11)

در روز 11 مارس 2009 جهت وزش باد در تمامی ترازهای نزولی (پایین سو) است (شکل 2)، اما در 9 نوامبر سال 2008 در ترازهای بالاتر از 400 هکتوپاسکال شرایط صعودی (جهت وزش باد بالا سو) و در ترازهای پایین تر جهت وزش نزولی اما با شدت کم می باشد (شکل 1).



شکل 18: نقشه بادهای فراسو و پایین سو ترازهای 1000 تا 100 هکتوپاسکال (روز نماینده 2008/11/9)



شکل 2: نقشه بادهای فراسو و پایین سو ترازهای 1000 تا 100 هکتوپاسکال (روز نماینده 2009/3/11)

نتیجه گیری

آلودگی هوا به عنوان یکی از مهم ترین مخاطرات طبیعی به ویژه در کلان شهرها به یک مسئله مهم تبدیل گردید، که مطالعه اثرات آن به یکی از اولویت عمده در پژوهش های آب و هواشناسی تبدیل شده است. با توجه به شاخص استانداردهای آلاینده های PSI اعداد بالاتر از $(PSI > 100)$ به عنوان روز آلوده در نظر گرفته شد که در نتیجه 748 روز آلوده برای آلاینده به دی اکسید گوگرد (SO_2) شناسایی شد. در مجموع فصل پاییز با 287 روز و ماه اکتبر با 108 روز آلوده بیشترین تعداد را در بازه زمانی مورد مطالعه (2011-2005) به خود اختصاص داده است. اما بیشترین میزان آلاینده دی اکسید گوگرد مربوط به ماه سپتامبر به میزان $(ppm) 0/189$ و کم ترین میزان در ماه فوریه با میزان $(ppm) 0/118$ بوده است. سپس به کمک تحلیل خوشه ای چهار الگوی گردشی بر روی داده های تراز دریا در روزهای آلوده مشخص شد. یافته های تحلیل خوشه ای نشان داد که با نفوذ پر ارتفاع شمال آفریقا یا با مداری شدن جریانات جوی الگوهای گردشی روزهای آلوده مشخص می گردد. بدین ترتیب که در روزهای سرد سال با ایجاد جوی فشارورود و پایدار و در روزهای گرم سال با گسترش و رخنه پر ارتفاع جنب حاره بر روی منطقه شرایط برای افزایش غلظت آلاینده در اکسید گوگرد فراهم می نماید. الگوهای فشار تراز دریا در روزهای آلوده با حاکمیت کم فشار در دوره ی گرم و حاکمیت پرفشار در دوره ی سرد مشخص می گردد. در بررسی نقشه های امگا (سرعت قائم هواسپهر) در تراز 850 هکتوپاسکال، هسته های نزولی با مقادیر مثبت امگای در منطقه مورد مطالعه قابل مشاهده است؛ که شرایط را برای حرکات نزولی فراهم کرده است. همچنین جهت وزش باد در تمامی ترازهای جو پایین سو بوده است. نیم رخ های دمایی نیز وقوع رخداد وارونگی دما در فصول سرد سال (27 ژانویه 2008 و 9 نوامبر 2008) را هم زمان با تشدید آلودگی نشان می دهد. با توجه به اینکه شهرهای بزرگ و نواحی صنعتی میزان SO_2 بسیار زیادتر از حد طبیعی است و این آلاینده عامل مهمی در اسیدی شدن ابرها و در نهایت وقوع بارش اسیدی است، جهت جلوگیری از تأثیرات مخرب این گونه بارش ها به ویژه در نواحی شهری و بافت های و ابنیه تاریخی، طراحی سازوکاری برای کاهش میزان این آلاینده ضروری به نظر می رسد.

منابع

1. احمدی آسور، اکبر و احمد اله آبادی (1390)، سنجش میزان آلاینده‌های هوا در شهر سبزوار، مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره 18، شماره 2، صص 140-147.
2. اسکانی کزازی، غلام حسین، لاله سیاه پیرانی، میترا (1390)، تحلیل سینوپتیکی آلودگی هوای شهر تهران، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا، شماره 4، صص 135-161.
3. اسمعیل‌نژاد، مرتضی، اسکندری ثانی، محمد و سپیده بارزمان (1394)، ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی هوای کلانشهر تبریز، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال پنجم، شماره 19، صص 173-186.
4. اصلیلان، حسن، قانعیان، محمد تقی، غنی‌زاده، قادر (1386)، آلودگی هوا، منابع، روش‌های کنترل، قوانین و مقررات، استانداردها، چاپ اول، انتشارات چاپخانه تابش.
5. امیدوار، کمال (1390)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد. چاپ اول، یزد.
6. امیدوار، کمال (1393)، بررسی و تحلیل همدید شدیدترین توفان‌های سیاه و گرد و غباری در فصول مختلف استان یزد، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیست و پنجم، شماره 2، صص 99-118.
7. بیات، لادن و مهری عسکری (1392)، اثرات تلقیح با ریزویوم بر افزایش مقاومت شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) به آلودگی گاز دی اکسید گوگرد، فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد 2، شماره 1، صص 35-46.
8. جهانبخش، سعید، ولی‌زاده، خلیل، خسروی، محمود، زینالی، بتول و صیاد اصغری (1394)، آشکارسازی و پایش توفان فراگیر اول ژوئیه 2008 ایران با استفاده از سنجنده NOAA/AVHRR، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال 26، شماره 58، صص 263-276.
9. حسین‌زاده، رضا، دوستان، رضا، حقیقت ضیابری، مرضیه و مریم حقیقت ضیابری (1392)، بررسی الگوهای همدید مؤثر بر آلودگی هوا در کلانشهر مشهد، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال 11، شماره 21، صص 81-101.
10. خالدی، شهریار (1374)، آب و هواشناسی کاربردی (کاربرد آب و هوا در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای)، انتشارات قومس، چاپ اول، تهران.
11. دبیری، مینو (1386)، آلودگی محیط زیست، هوا - آب - خاک - صوت، چاپ پنجم، انتشارات اتحاد.
12. ذوالفقاری، حسن، صحرايي، جلیل، شاقبادی، فریاد و آذر جلییان (1393)، تحلیلی بر جنبه‌های سینوپتیکی - دینامیکی آلودگی هوا در کرمانشاه، جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره 9، صص 75-96.
13. رنجبر سعادت آبادی، عباس و قصابی، زهرا (1390)، مطالعه همدیدی الگوهای جوی حاکم بر روی تهران در روزهای با آلودگی بسیار شدید هوا. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال دوم، شماره پنجم و ششم، صص 39-56.
14. 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.
15. روشن، غلام‌رضا، خوش اخلاق، فرامرز، نگهبان، سعید، میرکتولی، جعفر (1388)، تأثیر آلودگی هوا بر نوسانات اقلیمی شهر تهران، علوم محیطی، سال هفتم، شماره اول، صص 173-191.
16. سازمان حفاظت محیط زیست استان فارس.
17. غیاث‌الدین، منصور (1385)، آلودگی هوا - منابع، اثرات و کنترل، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

18. قربانی، رسول، حسین‌زاده دلیر، کریم و پری شکری فیروزجاه (1391)، بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز بر اساس تحلیل مولفه های اصلی (PCA)، جغرافیا و برنامه ریزی، سال 16، شماره 39، صص 89-108.
19. قربانی، محمد و علی فیروز زارع (1390)، ارزش گذاری آلودگی هوای مشهد (کاربرد رهیافت ارزش گذاری مشروط)، دو فصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، سال 18، شماره 2، صص 1-24.
20. کاویانی، محمدرضا (1380)، میکرو کلیماتولوژی پیشرفته، انتشارات سمت، تهران.
21. گلباز، سمیه، جنیدی جعفری، احمد (1390)، بررسی مقیاس‌های کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال 1387، مجله علوم پزشکی رازی، دوره 18، شماره 84، صص 38-46.
22. محمدپور پنجاه، محمدرضا، معماریان، محمدحسین و سید مجید میررکنی (1393)، تحلیل طوفان‌های گرد و غبار استان یزد بر مبنای مدل‌سازی‌های عددی. جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال 3، شماره 4، صص 67-83.
23. مریدی، مریم، ضیائی، سعیده، کاظم نژاد، انوشیروان و میثم عفتی (1391)، بررسی ارتباط غلظت آلاینده‌های استنشاقی دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن و سقط جنین، مجله علوم پزشکی رازی دوره 19، شماره 98، صص 1-10.
24. معینی، لطیف، فانی، علی، بختیار، مهدی و محمد رفیعی (1390)، ارتباط بین غلظت آلاینده‌های استنشاقی دی‌اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد منواکسید کربن و عملکرد ریوی، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره 13، شماره 1، صص 27-35.
25. ملکوتیان، محمد، مؤمنی، جمشید و شیدوش دولتشاهی (1392)، بررسی میزان آلاینده‌های هوا در محیط پیرامونی مجتمع صنعتی بارز، طلوع بهداشت، سال دوازدهم، شماره 2، صص 26-37.
26. ناصرپور، سمیه علیجانی، بهلول و پرویز ضیائیان (1394)، منشأیابی توفان‌های گردوغبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های هوا، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره 47، شماره 1، صص 21-36.
27. نورپور، علیرضا و محمدعلی فیض (1393)، تعیین تغییرات مکانی و زمانی آلاینده‌های گوگرد دی اکسید، نیتروژن دی اکسید و انواع ذرات معلق با استفاده از تکنیک های GIS در شهرتهران، محیط شناسی، دوره 40، شماره 3، صص 723-738.
28. 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, 55, 245-256.
29. 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, 45, 3069-3077.
30. Hadad, K., Mehdizadeh, S., Sohrabpour, M (2003), Impact of different pollutant sources on Shiraz air pollution using SPM elemental analysis, Environment International, 29, 39- 43.
31. <http://www.cdc.noaa.gov>
32. Kalkstein, Ls and Valimont, k.m. (1987), Climate effects on human health, EPA Science and Advisory committee monographno.2538, 122-52.
33. Khedairia, Soufiane. Tarek Khadir, Mohamed (2012), Impact of clustered meteorological parameters on air pollutants concentrations in the region of Annaba, Algeria, 113, 89-101.
34. USEPA (1999), Air Quality Index: A Guide to Air Quality and Your Health, Environmental Protection Agency, Washington DC, P 14.