

جغرافیا و توسعه - شماره ۲۰ - زمستان ۱۳۸۹

وصول مقاله: ۱۳۸۷/۸/۲۵

تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۲/۲۱

صفحات: ۹۷ - ۱۱۸

تحلیل همدیدی سامانه‌های گردوغباری در استان خوزستان

دکتر تقی طاووسی
استادیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان

دکتر محمود خسروی
دانشیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان

کوهزاد رئیسی‌پور
دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

یکی از بلاهای طبیعی که استان خوزستان را به دلیل موقعیت جغرافیایی و همجواری آن با پهنه‌های بزرگی از مناطق بیابانی تحت تأثیر قرار می‌دهد، پدیده‌ی نامطلوب گرد و غبار است. این پژوهش پس از استخراج ۵۰ سامانه‌ی گردوغباری شاخص و تفکیک آنها به دو دوره‌ی سرد و گرم سال طی دوره‌ی آماری (۲۰۰۵ - ۱۹۹۶)، با استفاده از نقشه‌های ترکیبی ارتفاع ژئوتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار متوسط تراز دریا، نقشه‌های بردار باد، خطوط هم‌سرعت و جریان هوا در دو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح متوسط دریا در محدوده‌ی ۰ تا ۵۰ درجه شمالی و ۰ تا ۷۰ درجه شرقی و تصاویر ماهواره‌ای برای دو سامانه‌ی گردوغباری شاخص انجام شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد در دوره‌ی سرد سال سیستم‌های مهاجر بادهای غربی و رودباد جبهه‌ی قطبی (PFJ) همراه آن و در دوره‌ی گرم سال کم‌فشارهای حرارتی سطح زمین مهمترین عامل در ایجاد و شکل‌گیری پدیده‌ی مذکور در استان خوزستان می‌باشند. هنگامی که یک فرود عمیق در غرب منطقه‌ی مورد مطالعه بر روی بیابان‌های کشورهای همجوار قرار گیرد و سرعت باد در آن به سرعت رودباد برسد، در صورت فراهم بودن شرایط محیطی، با ایجاد ناپایداری در سطح زمین سبب گرد و غبار و انتقال آن به استان خوزستان می‌شود. در دوره‌ی گرم سال نیز کم‌فشارهای حرارتی سطح زمین و بخصوص کم‌فشار خلیج فارس با مکش هوای بیابان‌های اطراف (شبه‌جزیره عربستان) یکی از عوامل ایجاد گردوغبار می‌باشد. مسیر حرکت امواج گردوغباری و نحوه‌ی استقرار محور فرود و مراکز کم‌فشار سطح زمین و همچنین تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده نشان می‌دهد مهمترین منابع گرد و غبارهای وارده به استان خوزستان شامل بیابان‌های جنوبی عراق، شمال عربستان، جنوب شرق سوریه و تا اندازه‌ای شمال صحرای آفریقا می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: گرد و غبار، کم فشار، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های فشار، خوزستان.

مقدمه

پدیده‌های گرد و غباری در ردیف بزرگترین مشکلات جدی محیطی در نواحی مشخصی از جهان هستند. این درحالی است که بیشترین گرد و غبار موجود در جو با منشأ ذرات ریزدانه

اتفاق می‌افتد و این ذرات ریز در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از فراوانی بالاتری برخوردار می‌باشند. در واقع ایجاد گرد و غبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را در کنار شرایط طبیعی محیط‌های جغرافیایی باید در نظر گرفت (آری‌موتو، ۲۰۰۰: ۳۰). این پدیده متأثر از شرایط جوی خاصی است که همه ساله خسارات جبران‌ناپذیری را به مزارع، تأسیسات، جاده‌ها، ترافیک و حمل و نقل وارد نموده و با آلودگی هوا باعث بروز مشکلات تنفسی و... می‌گردد (لشکری، ۱۳۸۷: ۷). از مهمترین شرایط ایجاد گردوغبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است به طوری که اگر هوای ناپایدار رطوبت داشته باشد، بارش و طوفان رعد و برق، و اگر فاقد رطوبت باشد طوفان گرد و غبار ایجاد می‌کند. از دیدگاه هواشناسی سینوپتیکی طوفان یک پدیده‌ی مخرب منحصر به فرد بوده که در مقیاس‌های ترنادو، طوفان رعد و برق، طوفان گرد و خاک و مانند آن ظاهر می‌شوند (حسینی، ۱۳۷۹: ۳). مطالعاتی که در ارتباط با فراوانی روزهای گرد و غباری کشور انجام گرفته است نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری را دارند، به‌طور مثال در مناطق وزش بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان فراوانی وقوع روزهای گردوغباری به بیش از ۱۵۰ روز در سال می‌رسد. در مناطق جنوب غربی و غرب کشور که در مجاورت بیابان‌های بزرگی همچون عراق، عربستان، سوریه و... می‌باشند میانگین روزهای گرد و غباری نیز قابل توجه است که فراوانی وقوع آن در مردادماه بیش از ماههای دیگر است (علیجانی، ۱۳۷۶: ۹۶). در زمینه‌ی شناسایی و تحلیل هم‌دیدگی سامانه‌های گرد و غباری در ایران به جز چند مطالعه‌ی محدود تحقیقات چندانی صورت نگرفته است، اما پیشینه‌ی مطالعات در جهان به حدود سه قرن پیش می‌رسد. رومانوف با بررسی طوفان‌های خاک در آسیای مرکزی و قزاقستان نشان داد که بیشتر این طوفان‌ها در دوره‌ی گرم سال روی می‌دهد (Romanof, 1961:21). دایان با استفاده از تحلیل سینوپتیکی و طبقه‌بندی موقعیت هوای غالب در طول الگوهای وزش گرد و غبار در اسرائیل، نتیجه گرفت که اختلاف معناداری بین مسیرهای فصلی این الگوها وجود دارد (Dayan, 1986:537).

گرد و غبارهای قاره‌ی استرالیا نیز با فرودهای سطح بالا و جبهه‌های سرد سیکلون زمینی همراه بوده و در صورت وجود شرایط مذکور، این گردوغبارها می‌توانند تا هزاران کیلومتر فراتر از این قاره در نیمکره‌ی جنوبی پخش شوند (Hamish, 2001:28). نتایج حاصل از مطالعه‌ی طوفان‌های غبار خاورمیانه نشان داده است، نقش کم‌فشارهای سطح زمین در ایجاد پدیده‌های غباری دوره‌ی گرم سال بسیار مؤثر می‌باشد (Goudie & Midelton, 2002: 56). وای‌هانگ و

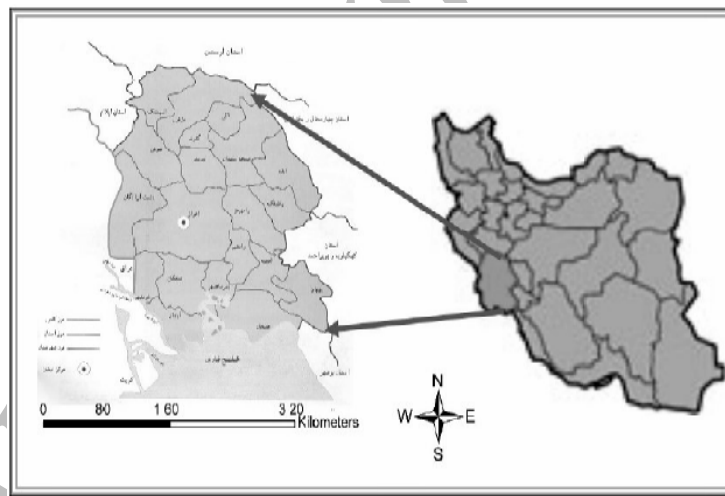
شالونشی گرمایش زمین در بیابان مغولستان و سرمایش زمین در شمال کشور چین را عامل مؤثر در تشکیل گرد و غبار بخش شمالی این کشور به خصوص در حوضه‌ی تاریخی می‌دانند (Weihong & Shaoyinshi, 2001: 15). بر اساس مشاهدات ماهواره‌ای سالانه حدود ۲۰ میلیون تن غبار از گودال بادیلی نقطه‌ای واقع در صحرای آفریقا به حوضه‌ی رود آمازون جابه‌جا شده و مواد معدنی مورد نیاز جنگل‌های آمازون را تأمین می‌نماید (Koren, 2006: 1).

با مطالعه‌ی روابط بین شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار و تحول سینوپتیک آنها در شمال شرق آسیا ثابت شده است که یک طوفان گرد و غبار زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه‌ای بیابانی حرکت نماید (Wang, 2005: 13). برازل و نیکلینگ گردش‌های جوی را بر اساس طوفان‌های گردوغبار آریزونا طبقه‌بندی و چهار تیپ هوای غالب را شناسایی نمودند (Yarnal, 1993: 52-53). در همین راستا کوتیل و همکاران در تحلیل وضعیت همدیدی مؤثر در انتقال گردوغبار شمال آفریقا از روی دریای مدیترانه به جنوب و مرکز اروپا، ناوه‌ی منشأ گرفته از کم فشار ایسلند و پرفشار نیمه استوایی را دو عامل عمده در انتقال غبار آفریقا به اروپا و به خصوص ایتالیا معرفی می‌نمایند (H. Kutiel & P. Alpert, 2005: 13). با تحلیل سینوپتیکی امواج گرد و غبار در غرب ایران مشخص گردید که پرفشار آזור همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی مهمترین عوامل سینوپتیک تأثیرگذار بر سیستم‌های گردوغبار منطقه به شمار می‌روند و فرودها و سیکلون‌های مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنب‌حاره‌ای آזור حضور نداشته و یا ضعیف شده باشد (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴: ۲۷). بررسی عوامل ژنتیکی بادهای ۱۲۰ روزه سیستان نشان داده است که طوفان‌های سریع با سرعت حدود ۸۰ نات در ثانیه هنگامی رخ می‌دهد که منطقه‌ی چرخندگی مثبت بادهای غربی در مجاورت زبانه کم‌فشار فرعی موسمی قرار گیرد (خسروی و سلیقه، ۱۳۸۴: ۱). با استفاده از اطلاعات آماری ۱۶ ایستگاه سینوپتیک در سال‌های (۱۹۹۰-۱۹۸۱) در جنوب غرب کشور، علت طوفان‌های گردوخاک شدید این نواحی حضور سیستم‌های چرخندی می‌باشد که از نواحی شمالی عراق و مرکز عربستان منشأ می‌گیرند (همتی، ۱۳۷۴: ۱۱۹). مطالعه‌ی طوفان‌های گرد و خاک فراگیر ایران مرکزی هم نشان می‌دهد که در سطح ۵۰۰ میلی‌بار شرایط مساعدی از جهت شکل‌گیری و گسترش ناپایداری‌های سطحی در سطح زمین مهیا شده و همین امر منجر به طوفان گردوخاک می‌شود (دهقان‌پور، ۱۳۸۴: ۱۸۵). با تحلیل سینوپتیکی سامانه‌های مولد گردوغبار در استان کرمانشاه مشخص گردید که سیکلون‌های بسته روی عراق و شمال عربستان عامل اصلی ایجاد گردوغبار در منطقه می‌باشند (حیدری، ۱۳۸۶: ۱۱). پس از وقوع

خشکسالی در منطقه سیستان، تعداد و شدت طوفان‌های گرد و خاک افزایش یافته است، به طوری که تعداد روزهای با طوفان گرد و خاک از ۸ روز در سال ۱۳۷۷ به ۳۳ روز در سال ۱۳۷۸ و ۷۴ روز در سال ۱۳۸۰ افزایش یافته است (راشکی و همکاران، ۱۳۸۶: ۷۵).

داده‌ها و روش‌شناسی

منطقه‌ی مورد مطالعه استان خوزستان می‌باشد که در جنوب‌غربی ایران و بین ۴۷ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا واقع شده است (اقلیم و گردشگری استان خوزستان، ۱۳۸۱: ۱۴). این استان به طور مکرر از پدیده‌ی گردوغبار متأثر گردیده و با حاکمیت شرایط خشکسالی در سال‌های اخیر وقوع این پدیده از شدت و تداوم بالاتری برخوردار شده است. هدف اصلی این پژوهش شناسایی امواج گردوغباری شاخص و تحلیل هم‌پدیدی دو مورد از شدیدترین سامانه‌ها به تفکیک دوره‌ی سرد و گرم سال طی سال‌های (۲۰۰۵ - ۱۹۹۶) می‌باشد.



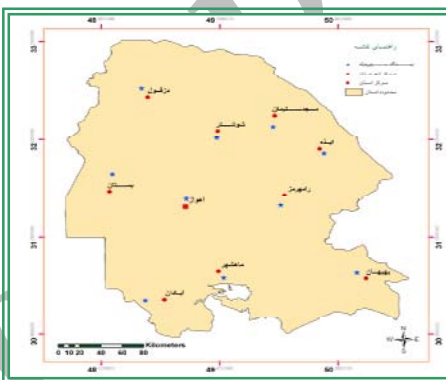
شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در کشور ایران

بسیاری از فرآیندهای مرتبط با معضلات محیطی به شدت تحت تأثیر گردش‌های جوی هستند. در همه‌ی مطالعات هم‌دید دورویکرد اصلی برای طبقه‌بندی وجود دارد. این دو رویکرد را می‌توان رویکرد گردش‌ی به محیطی و رویکرد محیطی به گردش‌ی نامید. در رویکرد محیطی به گردش‌ی محقق‌الگوهای گردش‌ی را برحسب شرایط محیطی خاص که در سطح زمین رخ

می‌دهد تعیین می‌کند (مسعودیان، ۱۳۸۵: ۱۰). در این تحقیق نیز از نگرش محیطی به گردشی استفاده شده است. جهت مطالعه ابتدا ده ایستگاه سینوپتیک (شکل ۲ و جدول ۱) به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که اولاً گستره‌ی استان خوزستان را به‌طور کامل پوشش داده و ثانیاً دوره‌ی آماری آنها کامل و فاقد آمار مفقوده باشد. داده‌های مربوط به پدیده‌ی گردوغبار از سازمان هواشناسی کشور اخذ و روزهای همراه با گردوغبار طی دوره‌ی (۲۰۰۵-۱۹۹۶) استخراج گردید.

جدول ۱: ویژگی‌های ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا		موقعیت جغرافیایی	
		طول	عرض	درجه	
				دقیقه	دقیقه
۱	آبادان	۶۶	۱۵	۴۸	۲۲
۲	اهواز	۲۲/۵	۴۰	۴۸	۲۰
۳	ایذه	۷۶۷	۵۲	۴۹	۵۱
۴	بهبهان	۳۱۳	۱۴	۵۰	۳۶
۵	بستان	۷/۸	۰۰	۴۸	۴۳
۶	درغول	۱۴۳	۲۳	۴۸	۲۴
۷	مسجدسلیمان	۳۲۰/۵	۱۷	۴۹	۵۶
۸	ماهشهر	۶/۲	۰۹	۴۹	۳۳
۹	رامهرمز	۱۵۰	۳۶	۴۹	۱۶
۱۰	شوشتر	۶۷	۵۰	۴۸	۰۳



شکل ۲: نقشه‌ی ایستگاههای مورد مطالعه

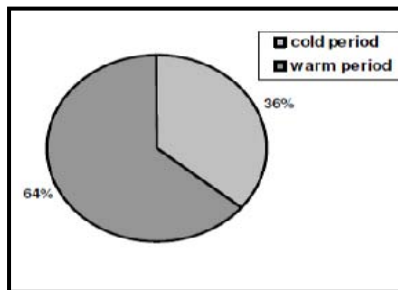
روز گردوغباری در این تحقیق "روزی می‌باشد که طی ۸ بار دیده بانی عناصر جوی در شبانه روز حداقل یک بار گردوغبار در سه مورد از ایستگاهها گزارش شود". پس از کنترل کیفی داده‌ها ۵۰ مورد موج گردوغباری شاخص انتخاب گردیده و به دو دوره‌ی سرد و گرم تفکیک شده‌اند (جدول ۲). جهت مطالعه برای هر دوره شدیدترین و وسیع‌ترین (گزارش شده در تمام ایستگاهها) موج انتخاب و نقشه‌های فشار، سرعت و جهت باد و خطوط جریان هوا (Stream Line) در دو تراز متوسط دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز قبل از شروع گردوغبار و روز اوج آن، از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR و وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده اخذ گردید. این داده‌ها در تارنمای www.cdc.noaa.gov.com قابل دسترسی می‌باشند.

این نقشه‌ها بر اساس شرایط جوی میانگین روزانه و از نظر پوشش مکانی از ۰ درجه تا ۵۰ درجه‌ی شمالی و ۰ درجه تا ۷۰ درجه‌ی شرقی را در برمی‌گیرند. انتخاب این محدوده‌ی مکانی به این دلیل بوده است که می‌تواند سامانه‌های همدیدی مولد گردوغبار را، از یک روز قبل از شروع تا خاتمه‌ی آن در استان خوزستان در برگیرد. جهت بررسی دقیقتر این امواج، نقشه‌های

مورد نیاز بر اساس داده‌های موجود، توسط نرم‌افزار Grads ترسیم گردید. به منظور تحلیل هم‌دیدگی سامانه‌های گردوغباری، پس از شناسایی ۵۰ سامانه‌ی شاخص طی دوره‌ی آماری (جدول ۲)، امواج به دو دوره‌ی گرم (آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر) و سرد (ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر) تفکیک گردیدند. بر این اساس ۳۲ مورد (۶۴ درصد) مربوط به دوره‌ی گرم و ۱۸ مورد (۳۶ درصد) در دوره‌ی سرد اتفاق افتاده است. جهت تحلیل برای دوره‌ی سرد سال موج گردوغباری ۲۶ مارس ۲۰۰۳ و برای دوره‌ی گرم سال موج گردوغباری ۹ اوت ۲۰۰۵ به دلیل اینکه شدیدترین (کاهش دید افقی) و وسیع‌ترین (گزارش شده در تمام ایستگاهها) بوده‌اند، انتخاب گردید. جهت شناخت بهتر، تصاویر ماهواره‌ای روز اوج گردوغبار در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۲: امواج گرد و غباری شاخص و تفکیک آنها براساس دو دوره‌ی گرم و سرد سال طی دوره‌ی آماری (۱۹۹۶-۲۰۰۵)

دوره گرم سال (ماههای آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر)					دوره سرد سال (ماههای ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر)				
ردیف	روز اوج گردوغبار	تداوم (روز)	دید افقی (متر)	ماه	ردیف	روز اوج گردوغبار	تداوم (روز)	دید افقی (متر)	ماه
1	24-9-1996	5	500	Sep	1	9-3-1996	5	500	Mar
2	10-4-1997	3	800	Apr	2	30-1-1997	11	1000	Jan
3	11-7-1997	5	1000	Jui	3	20-3-1997	3	1500	Mar
4	20-8-1997	6	1000	Aug	4	20-3-1999	4	300	Mar
5	15-5-1999	1	800	May	5	14-10-1999	3	2000	Oct
6	5-6-1999	1	600	Jun	6	8-2-2000	1	400	Feb
7	21-7-1999	3	3000	Jui	7	23-3-2000	1	1000	Mar
8	14-10-1999	3	2000	Oct	8	21-2-2001	1	500	Feb
9	1-5-2000	3	200	May	9	18-11-2001	1	100	Nov
10	4-6-2000	5	2000	Jun	10	22-12-2002	3	500	Dec
11	20-6-2000	5	500	Jun	11	8-1-2002	2	500	Jan
12	26-5-2000	14	100	May	12	20-2-2003	1	800	Feb
13	19-7-2000	10	400	Jui	13	7-3-2003	4	1000	Mar
14	1-9-2000	2	600	Sep	14	13-3-2003	7	100	Mar
15	15-9-2000	6	500	Sep	15	26-3-2003	4	50	Mar
16	5-5-2001	2	1500	May	16	24-11-2004	3	200	Nov
17	27-5-2001	3	400	May	17	17-2-2004	2	1000	Feb
18	2-4-2002	5	300	Apr	18	7-1-2005	3	500	Jan
19	23-5-2003	1	400	May					
20	11-6-2003	6	1200	Jun					
21	28-5-2003	5	100	May					
22	14-6-2003	6	300	Jun					
23	30-6-2003	7	200	Jun					
24	8-7-2003	2	400	Jui					
25	5-8-2003	3	300	Aug					
26	17-4-2004	8	600	Apr					
27	14-5-2004	6	800	May					
28	3-5-2005	6	400	May					
29	10-5-2005	10	500	May					
30	10-6-2005	18	800	Jun					
31	11-7-2005	2	100	Jui					
32	9-8-2005	3	50	Aug					



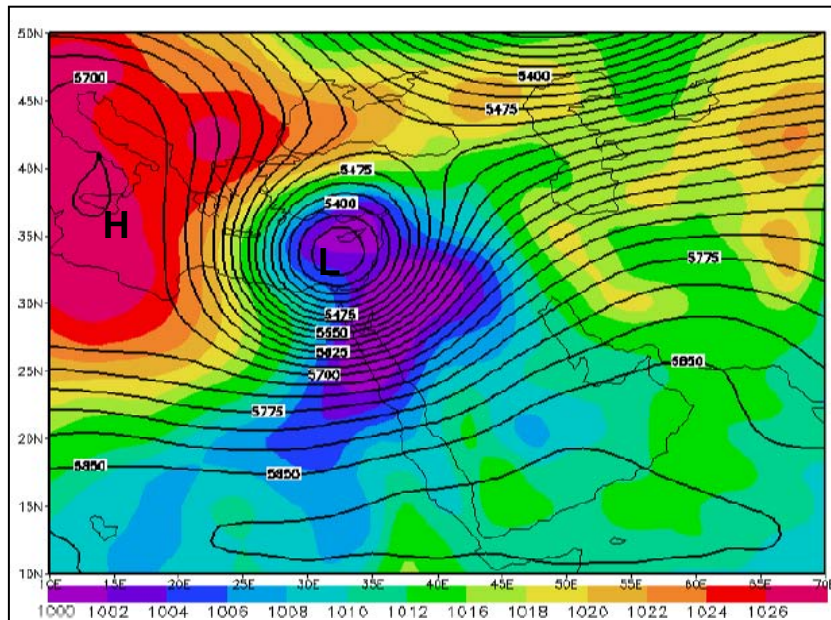
مأخذ: نگارنده

مطالعه‌ی موردی سامانه‌ی گرد و غباری (۲۶ مارس ۲۰۰۳)

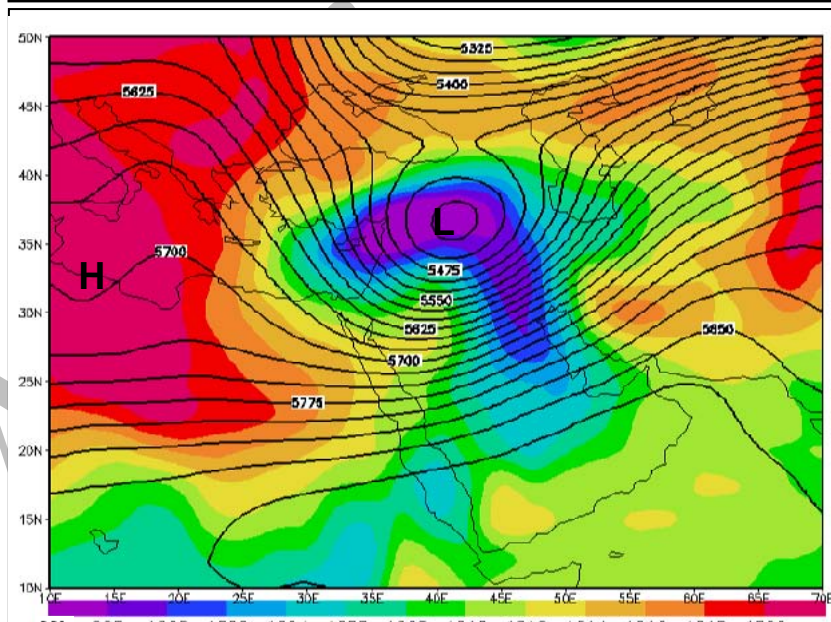
– نقشه‌های ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا

شکل‌های شماره‌ی (۳ و ۴) نقشه‌های ترکیبی فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای ۲۵ و ۲۶ مارس ۲۰۰۳ میلادی می‌باشند. در نقشه روز قبل از گسترش گردوغبار در خوزستان (شکل ۳) ناوه‌ی عمیقی با ارتفاع هسته مرکزی ۵۳۵۰ مشخص است که اختلاف آن با بیرونی‌ترین منحنی هم ارتفاع ۵۰۰ متر می‌باشد. این اختلاف ارتفاع زیاد سبب ایجاد گرادیان شدید و ناپایداری قابل ملاحظه‌ای گردیده و فشردگی منحنی‌های هم ارتفاع بیانگر شیب حرارتی زیاد و بالا بودن سرعت باد می‌باشد. این ناوه دارای محوری با امتداد تقریباً نصف‌النهاری که از جنوب دریای سیاه تا بیابان‌های آفریقا (سودان) کشیده شده و همراه خود هوای سرد عرض‌های بالا را به سوی منطقه سرازیر می‌نماید. در این روز بیابان‌های شمال صحرای عربستان و جنوب عراق در زیر شرق محور فرود (ناپایدارترین قسمت آن) قرار داشته و در کشورهایی مانند عراق و کویت گردوغبار گزارش گردید اما دامنه‌ی آن هنوز به استان خوزستان نرسید. شرایط سینوپتیکی سطح متوسط دریا در روز استیلای این الگو نیز در شکل (۳) به صورت رنگی ترسیم شده است.

در این نقشه یک سیستم چرخندی قوی که متأثر از سیستم سینوپتیکی سطح بالا می‌باشد با فشار مرکزی ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر روی بیابان‌های شمال شرق آفریقا تا شمال عراق کشیده شده است. همراهی سیستم کم‌فشار سطح زمین با ناوه‌ی عمیق سطح بالا منجر به شکل‌گیری گردوغبار عظیم روز ۲۵ مارس در کشورهای همجوار عربی و گسترش آن در ۲۶ مارس بر جنوب‌غرب ایران و بخصوص خوزستان شده است. در نقشه‌ی ترکیبی روز اوج گردوغبار در خوزستان (شکل ۴) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه‌ی مذکور با حرکت به سمت شرق بر روی بیابان‌های عراق و شمال صحرای عربستان مستقر گردیده و بخش وسیعی از بیابان‌های مذکور در جلو محور فرود واقع گردیدند. ناپایداری شدید جلوی محور فرود سبب برداشت غبار از بیابان‌های مذکور و انتقال آن به خوزستان شده است. در همین روز در الگوی فشار سطح دریا شکل (۴) سیستم چرخندی نسبت به روز قبل قوی‌تر شده به‌طوری‌که مقدار فشار مرکزی آن به ۹۹۶ هکتوپاسکال رسیده است. گردش پادساعتگرد هوا در سیستم چرخندی سطح زمین و همراهی فرود عمیق سطح بالا در همان روز، جریان هوا عمدتاً از روی نواحی بیابانی عراق، سوریه، شمال صحرای عربستان و حتی بیابان شمال آفریقا به سوی جنوب‌غرب ایران هدایت شده و شکل‌گیری این جریان سبب وقوع گرد و غبار شدید ۲۶ مارس در استان خوزستان شده است.



شکل ۳: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۵)



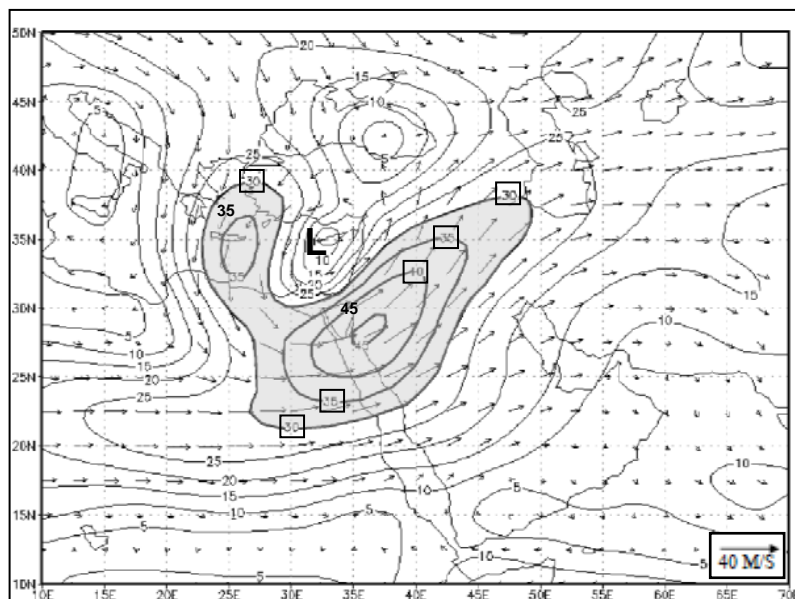
شکل ۴: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۶)

– نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

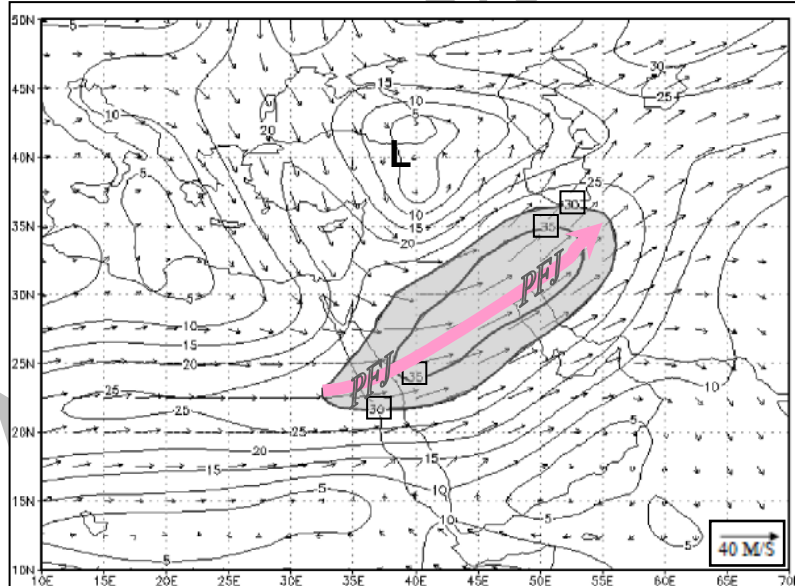
شکل‌های شماره‌ی (۵ و ۶) به ترتیب نقشه‌ی بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای قبل از ورود گردوغبار (۲۵ مارس) و روز اوج گرد و غبار (۲۶ مارس) می‌باشند. در نقشه‌ی روز ۲۵ مارس (شکل ۵) هوای سرد عرض‌های شمالی به سمت عرض‌های جنوبی سرازیر گردیده و پس از رسیدن بر بالای بیابان‌های شمال صحرای آفریقا و گرم شدن به سمت شمال شرق هدایت شده است. در این روز سرعت باد در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به بیش از ۳۰ متر بر ثانیه رسیده و منجر به شکل‌گیری رودباد جبهه‌ی قطبی Polar Front Jet (stream) درون سیستم‌های مهاجر بادهای غربی شده است. رودباد مذکور که با رنگ خاکستری و محور آن به وسیله فلش مشخص گردیده است، از عرض ۳۸ درجه تا ۲۲ درجه‌ی شمالی کشیده شده و دارای دو هسته‌ی بیشینه می‌باشد که یکی با سرعت ۴۵ متر بر ثانیه بر روی شمال غرب عربستان و دیگری با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه بر روی دریای مدیترانه مشاهده می‌شود. این رودباد توانسته است با ایجاد ناپایداری در سطح زمین منجر به شکل‌گیری پدیده‌ی گردوغبار با منشأ بیابان‌های شمال آفریقا، شمال عربستان، عراق و گسترش آن در ۲۶ مارس به سمت جنوب غرب ایران (خوزستان) شود. در نقشه‌ی روز ۲۶ مارس (شکل ۶) که اوج گردوغبار در استان خوزستان گزارش شده است، رودباد با حرکت به سمت شرق بر بالای مناطق بیابانی همجوار با خوزستان قرار گرفته است. در این روز هسته بیشینه رودباد با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه از شمال دریای سرخ تا جنوب غرب ایران کشیده شده و شرایط را برای انتقال گردوغبار به استان خوزستان فراهم نموده است که بردارهای سرعت باد نیز، این وضعیت را به روشنی نشان می‌دهند.

– نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز متوسط دریا

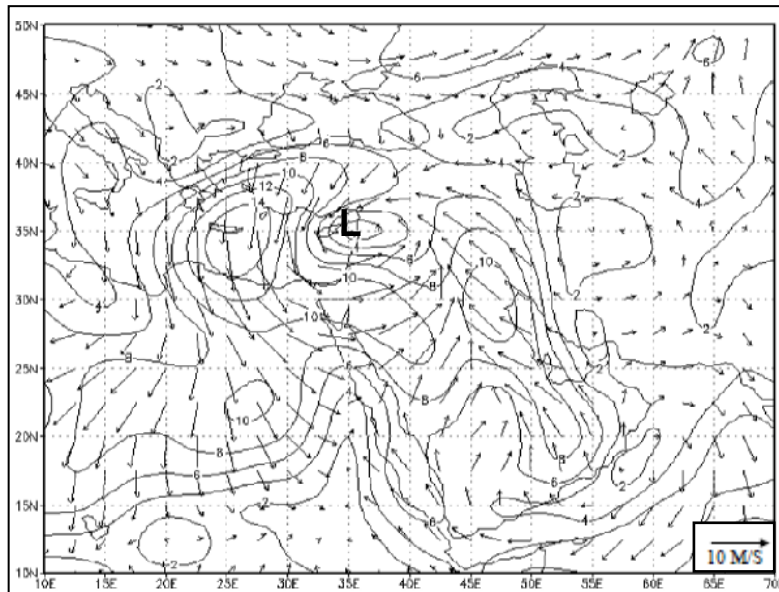
نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز متوسط دریا در روز ۲۵ مارس (شکل ۷) نشان می‌دهد که در سطح زمین جریان باد با سرعت حداکثر ۱۰ متر بر ثانیه (۳۶ کیلومتر در ساعت) از سمت بیابان‌های شمال آفریقا به سمت عراق در حال وزش می‌باشد. فراهم بودن شرایط محیطی سطح زمین از جمله خشک و ریزدانه بودن ذرات خاک مناطق مذکور، زمینه را برای ایجاد پدیده‌ی گردوغبار ۲۵ مارس در کشورهای عربی همجوار و گسترش آن در روز ۲۶ مارس به استان خوزستان مهیا نموده است. در نقشه‌ی روز ۲۶ مارس (شکل ۸) جریان باد همانند روز قبل از بیابان‌های مذکور به سمت جنوب غرب ایران و استان خوزستان در جریان بوده و سبب انتقال گردوغبار به منطقه شده است.



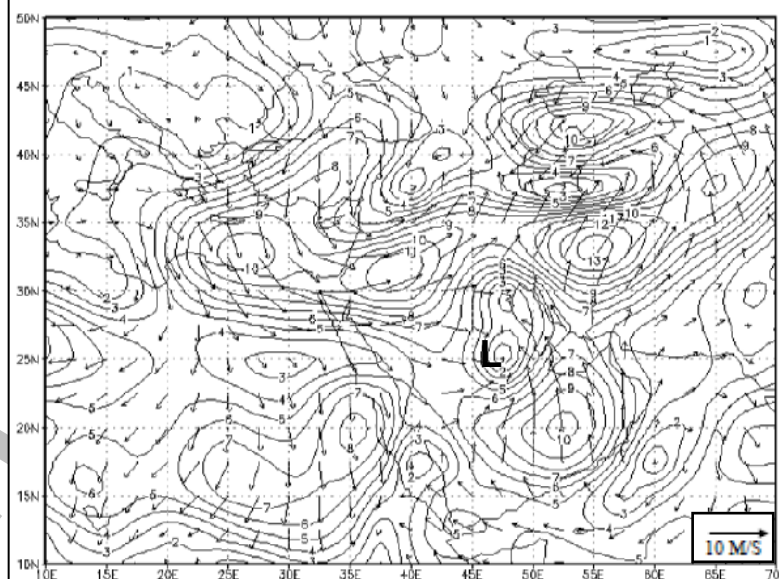
شکل ۵: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۵)



شکل ۶: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۶)

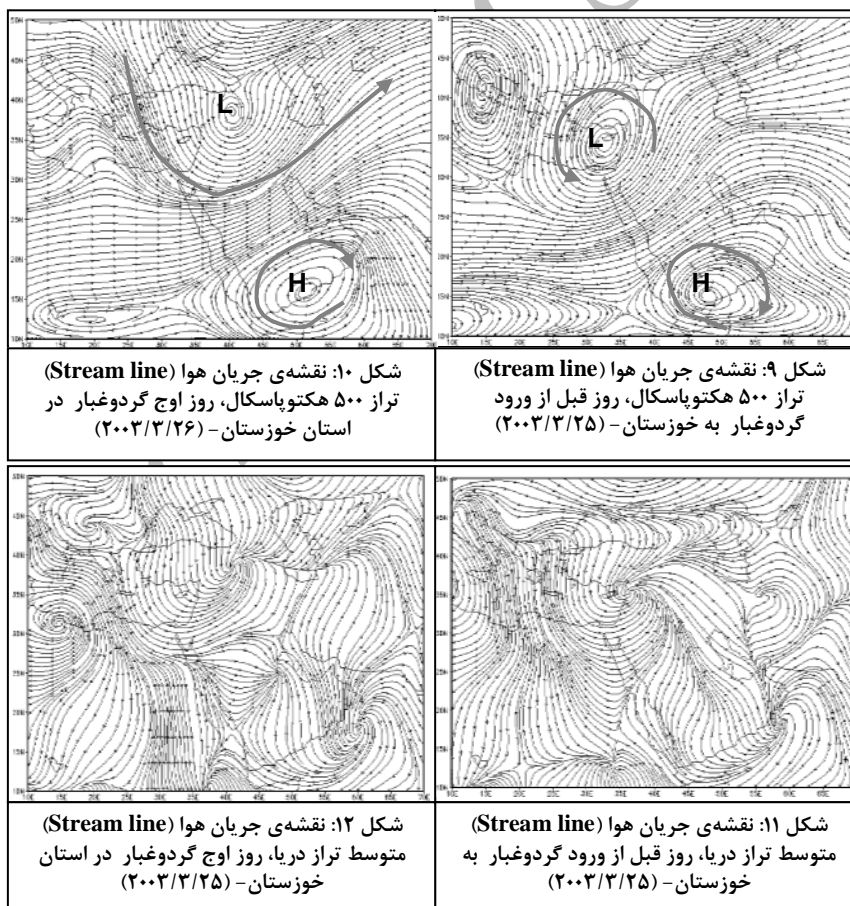


شکل ۷: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت متوسط تراز دریا، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۵)



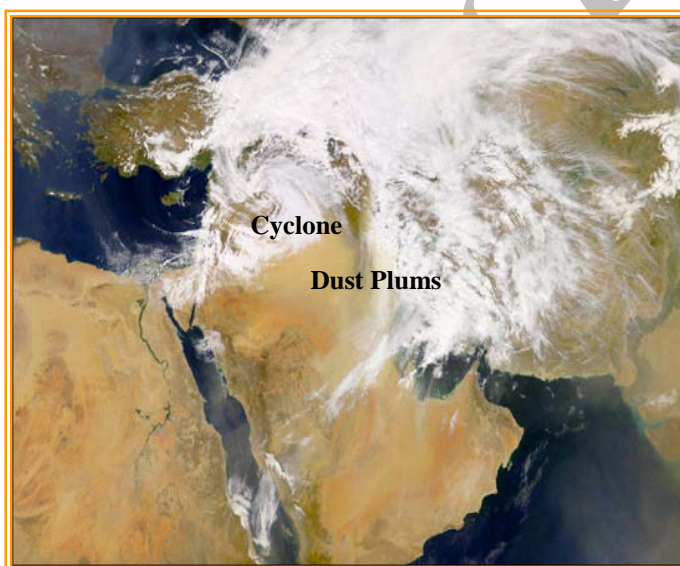
شکل ۸: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت متوسط تراز دریا، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۶)

۴-۱- نقشه‌های خطوط جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا شکل‌های شماره‌ی (۹ و ۱۰) نقشه‌های جریان هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روزهای ۲۵ و ۲۶ مارس نشان می‌دهند. بر اساس نقشه‌ی روز ۲۵ مارس (شکل ۹) هوا از عرض‌های شمالی به سمت عرض‌های جنوبی سرازیر شده و سپس با جهتی جنوب‌غربی - شمال‌شرقی بر بالای بیابان‌های آفریقا، صحرای عربستان و کشور عراق به سمت غرب ایران هدایت شده است. در نقشه‌ی روز ۲۶ مارس (شکل ۱۰) که اوج گردوغبار در خوزستان گزارش شده است، این جریان همچنان برقرار بوده و فشردگی خطوط جریان هوا روی این نقشه‌ها بیانگر سرعت زیاد باد در تراز مذکور می‌باشد. نقشه‌های خطوط جریان هوای تراز دریا (شکل‌های ۱۱ و ۱۲) نیز جریان هوا را از سمت بیابان‌های عربی همجوار و شمال آفریقا به سمت منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داده و بیانگر برداشت غبار از این بیابان‌ها و انتقال آن به جنوب غرب ایران از جمله خوزستان می‌باشد.



۱-۵- تصویر ماهواره‌ای سامانه‌ی گرد و غباری ۲۶ مارس ۲۰۰۳

شکل شماره‌ی (۱۳) یک سامانه‌ی گردوغباری را نشان می‌دهد که توسط دستگاه طیف نگار MODIS ماهواره‌ی Aqua ناسا در روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳ اخذ شده است. همان‌طوری‌که در این شکل مشاهده می‌شود یک فروبار قوی بر روی شمال عراق با حرکت به سمت شرق در حال عبور است. بادهایی که در پیشاپیش این فروبار در حال حرکت می‌باشند باعث شکل‌گیری یک سامانه‌ی گردوغباری شدید شده‌اند. گردوغبارهای حاصل از این فروبار در جنوب و شرق آن مشاهده می‌شود. حرکت پادساعتگرد هوا درون این سیستم باعث می‌شود که گردوغبارهای برداشت شده از بیابان‌های نواحی جنوبی عراق، شمال صحرای عربستان و جنوب‌شرق سوریه بر جنوب غرب ایران و استان خوزستان فرود آید.



شکل ۱۳: تصویر ماهواره‌ای سامانه‌ی گردوغباری ۲۶ مارس ۲۰۰۳

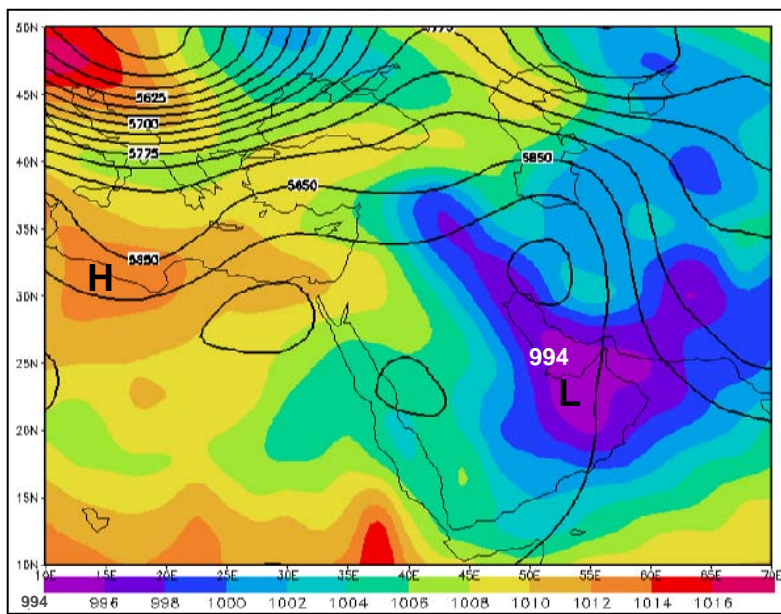
۲- مطالعه‌ی موردی موج گرد و غباری (۹ اوت ۲۰۰۵)

۱-۲- نقشه‌های ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا شکل‌های شماره‌ی (۱۴ و ۱۵) نقشه‌های ترکیبی فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای قبل از ورود گرد و غبار به خوزستان و روز اوج آن (۸ و ۹ اوت ۲۰۰۵) می‌باشند. در نقشه‌ی روز قبل از ورود گردوغبار به خوزستان (شکل ۱۴) فرودی کم‌عمق مشاهده می‌شود که دامنه‌ی آن تا شمال دریای سرخ و شمال بیابان عربستان، در امتداد مدار ۳۰ درجه شمالی کشیده شده است. بر اساس این نقشه، ناپایداری ناشی از فرود

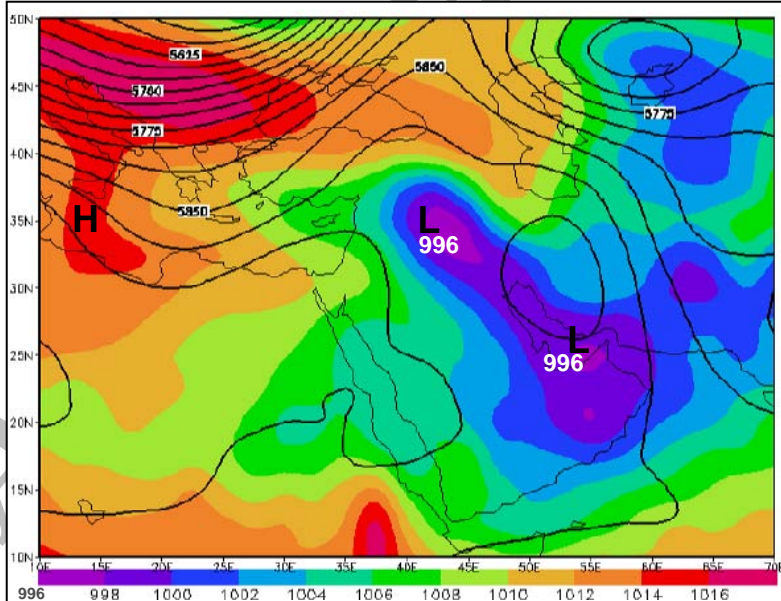
مذکور به علت دوری از بیابان‌های همجوار، عامل اصلی ایجاد گردوغبار نمی‌باشد. با توجه به استیلای پرفشار جنب‌حاره‌ای آזור در این فصل از سال بر روی کشور ایران و بیابان‌های عربی همجوار، خوزستان نیز تحت استیلای این پرفشار می‌باشد. لذا سیکلون‌های مهاجر و فرودها به علت عدم نفوذ به منطقه تأثیر چندانی در تشکیل ناپایداری و ایجاد گردوغبار نداشته و دلیل اصلی ایجاد این پدیده را باید در سیستم‌های فشار سطح زمین جستجو نمود.

در نقشه‌ی روز اوج گردوغبار شکل شماره (۱۵) وضعیت فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به روز قبل تغییر چندانی نداشته و ناپایداری ناشی از آن همچنان به دلیل فاصله‌ی زیاد از منطقه، نمی‌تواند عامل ایجاد گردوغبار باشد. بنابراین عامل اصلی ایجاد گردوغبار، الگوهای فشار سطح زمین و بخصوص کم‌فشار خلیج‌فارس می‌باشد که به صورت رنگی در نقشه‌های شماره‌ی (۱۴ و ۱۵) به خوبی دیده می‌شود.

در نقشه‌ی فشار متوسط تراز دریا روز ۸ اوت شکل (۱۴)، یک سامانه‌ی چرخندی خیلی قوی با فشار مرکزی ۹۹۴ هکتوپاسکال بر روی خلیج‌فارس مشخص می‌باشد. خطوط هم‌فشار این سامانه به صورت زبانه‌ای با گرایش شمال‌غربی به سمت عراق و جنوب‌غرب ایران کشیده شده است. در این روز در کشورهای عربی همجوار پدیده گرد و غبار حاکم بوده اما دامنه‌ی آن هنوز به خوزستان نرسیده است. در نقشه‌ی روز نهم (شکل ۱۵) این سامانه‌ی چرخندی با دو هسته‌ی کمینه‌ی فشار (۹۹۶ هکتوپاسکال) همچنان بر روی خلیج‌فارس و نواحی پیرامون آن مستقر می‌باشد. گردش پادساعتگرد هوا درون این سامانه‌ی چرخندی باعث مکش هوای بیابان‌های عراق و شمال عربستان به سمت خلیج‌فارس گردیده و شرایط را برای گسترش گرد و غبار به خوزستان فراهم می‌نماید. بنابراین عامل اصلی گردوغبار ۹ اوت، کم‌فشار خلیج‌فارس بوده و الگوهای همدیدی سطوح میانی جو تأثیر چندانی نداشته‌اند.



شکل ۱۴: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان - (۲۰۰۵/۸/۸)



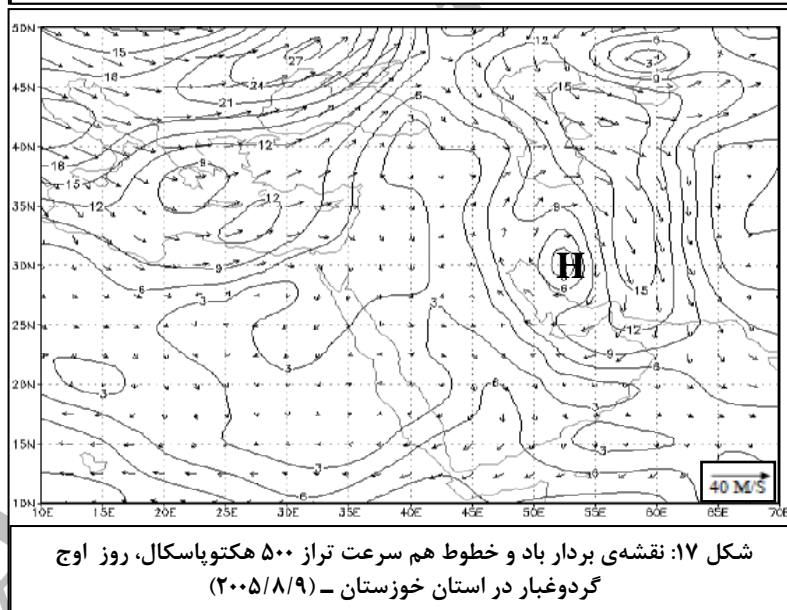
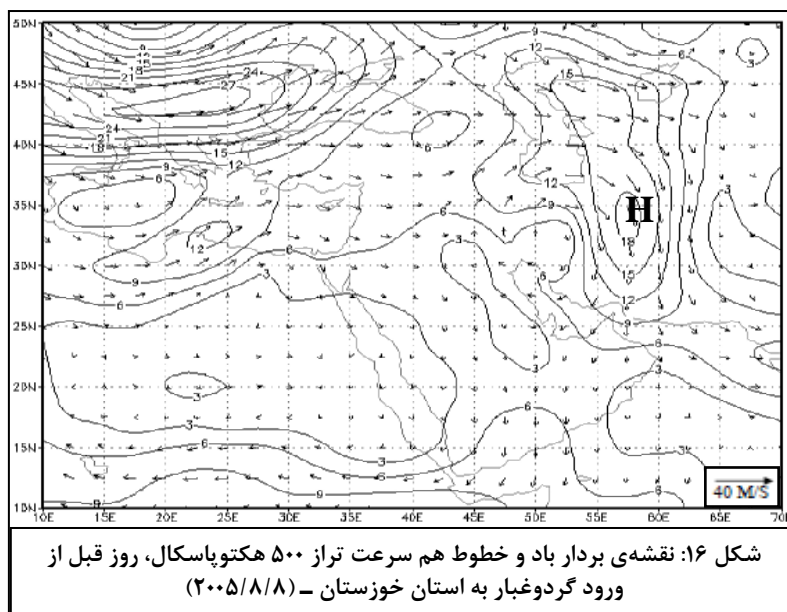
شکل ۱۵: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان - (۲۰۰۵/۸/۹)

۲-۲- نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل‌های شماره‌ی (۱۶ و ۱۷) نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روزهای ۸ و ۹ اوت ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. براساس نقشه‌ی روز ۸ اوت (شکل ۱۶) جریان باد با جهتی تقریباً غربی- شرقی از بیابان‌های شمال عربستان و جنوب عراق به سمت جنوب‌غرب ایران در جریان بوده و پس از رسیدن بر بالای جنوب غرب ایران جهت آن به شمال شرق تغییر می‌یابد. در این روز باد در تراز مذکور به علت پایدار بودن هوا از سرعت خیلی کمی برخوردار بوده و بر روی بیابان‌های عربی همجوار با استان خوزستان حداکثر ۲۲ کیلومتر در ساعت می‌باشد. بنابراین هوا در تراز میانی جو از وضعیت تقریباً پایداری برخوردار بوده است. در نقشه‌ی روز ۹ اوت (شکل ۱۷) نیز وضعیت هوا در تراز میانی از شرایط پایداری برخوردار بوده و حتی بر روی استان خوزستان شرایط پرفشار که مؤید پایداری هوا می‌باشد حاکم است. در این روز سرعت باد نیز همانند روز قبل خیلی کم می‌باشد. بنابراین علت پایداری جو در تراز مذکور حاکمیت پرفشار آזור می‌باشد و علت پیدایش این موج گرد و غباری همان‌طوری که در مبحث فشار بیان گردید الگوهای سینوپتیک سطح زمین می‌باشند.

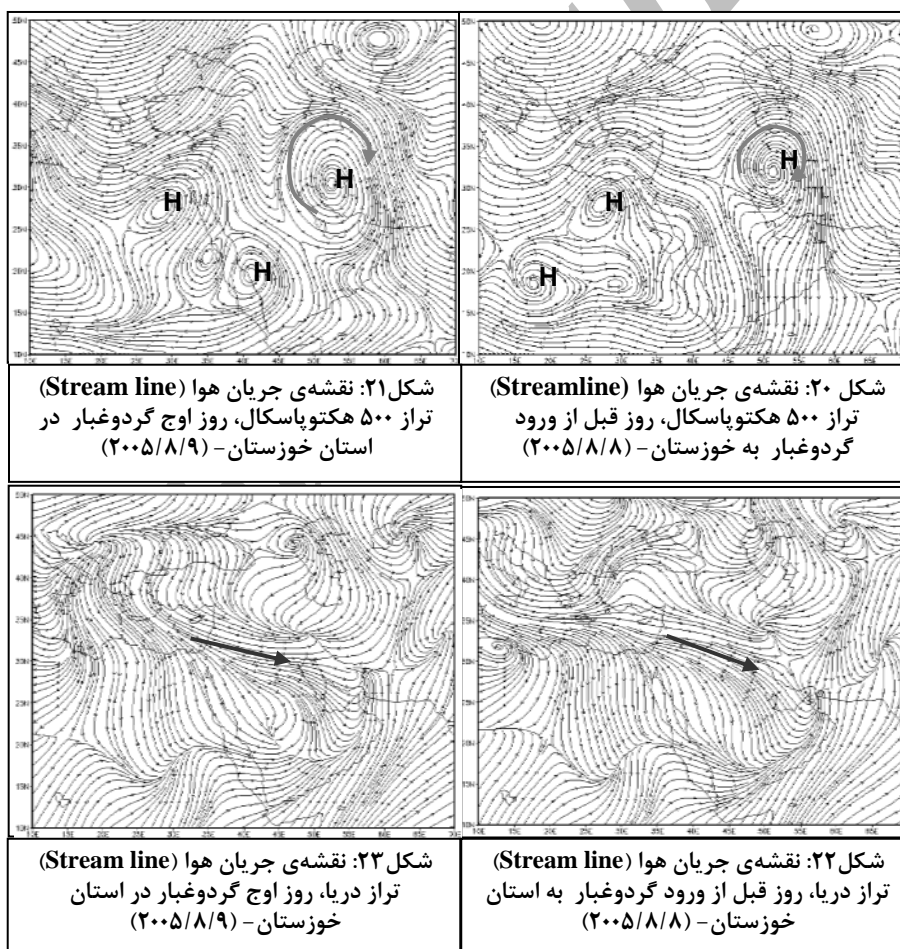
۲-۳- نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز متوسط دریا

نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز متوسط دریا در روز ۸ اوت (شکل ۱۸) نشان می‌دهد که در سطح زمین جریان باد با سرعت حداکثر ۱۰ متر بر ثانیه (۳۶ کیلومتر در ساعت) از سمت بیابان‌های همجوار عربی (شمال عربستان و جنوب عراق) با جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی در حال وزش می‌باشد. فراهم بودن شرایط محیطی سطح زمین از جمله خشک بودن سطح زمین به دلیل عدم بارندگی در این موقع از سال، ریز و سست بودن ذرات خاک مناطق مذکور، زمینه را برای ایجاد پدیده‌ی گردوغبار ۸ اوت در کشورهای از قبیل عراق، کویت، سوریه، شمال عربستان و گسترش آن در روز ۹ اوت به استان خوزستان شده است. در نقشه‌ی روز ۹ اوت (شکل ۱۹) جریان باد همانند روز قبل از بیابان‌های مذکور به سمت خلیج فارس و خوزستان در جریان بوده و سبب انتقال گردوغبار به منطقه شده است. بنابراین عامل اصلی گردوغبار مذکور، کم‌فشار خلیج فارس بوده و هماهنگی خطوط بردار باد و جهت وزش آن از بیابان‌های اطراف به سمت خلیج فارس و استان خوزستان این وضعیت را به خوبی بیان می‌نماید.



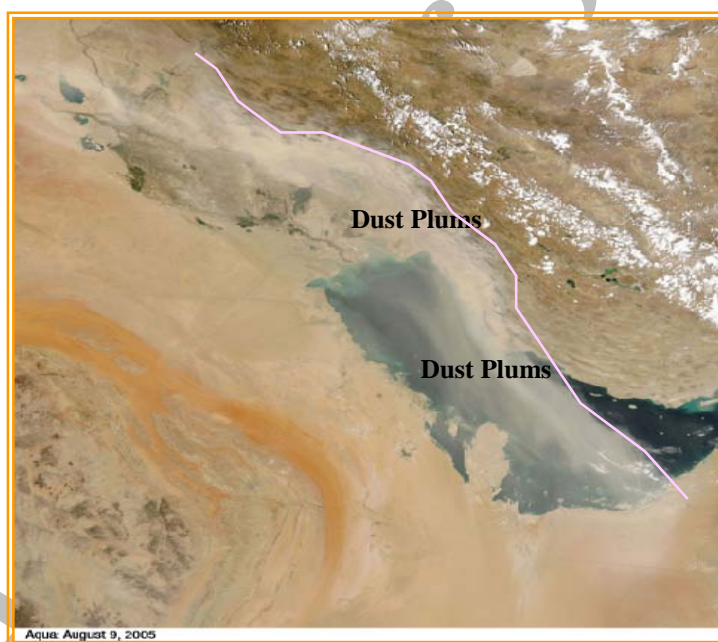
۲-۴- نقشه‌های خطوط جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا شکل‌های شماره‌ی (۲۰ تا ۲۳) نقشه‌های جریان هوا را در دو تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا برای روزهای ۸ و ۹ اوت ۲۰۰۵ نشان می‌دهند. همان‌طوری که بر روی نقشه‌ی خطوط جریان هوا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز قبل از گسترش گرد و غبار به خوزستان

(شکل ۲۰) و روز اوج آن (شکل ۲۱) مشخص است، خطوطی که جریان هوا را نشان می‌دهند بیانگر استیلای شرایط پرفشار بر روی استان خوزستان و بیابان‌های همجوار با آن می‌باشد و چرخش آنتی سیکلونی هوا بر روی این نواحی بیانگر وضعیت پایدار هوا در تراز میانی جو می‌باشد. اما در نقشه‌های جریان هوا تراز متوسط دریا در روزهای قبل از گسترش گردوغبار به خوزستان و روز اوج آن (شکل‌های ۲۲ و ۲۳) هوا از سمت بیابان‌های شمال عربستان و جنوب عراق به سمت خلیج فارس و استان خوزستان در حال جریان می‌باشد. این جریان توانسته است با برداشت گردوغبار از بیابان‌های مسیر خود، جوی غبار آلود را بر استان خوزستان حاکم نماید.



۲-۵- تصویر ماهواره‌ای سامانه گردوغباری ۹ اوت ۲۰۰۵

شکل شماره‌ی (۲۴) تصویر ماهواره‌ای موج گردوغباری شدید ۹ اوت ۲۰۰۵ می‌باشد که توسط سنجنده MODIS از ماهواره‌ی "Aqua" دریافت شده است. همان‌طوری‌که در تصویر مشخص است سامانه‌ی مذکور از شمال‌غرب ایران تا جنوب خلیج‌فارس را به شدت متأثر نموده است. گستردگی غبار این سامانه به حدی بوده است که علاوه بر استان خوزستان دیگر مناطق مانند ایلام، کرمانشاه، کردستان، بخشی از آذربایجان غربی و استان بوشهر را به شدت تحت تأثیر قرار داد. گردوغبار از بیابان‌های عربی هم‌جوار به هوا بلند شده و با امتدادی شمال‌غربی - جنوب‌شرقی تا جنوب خلیج‌فارس کشیده شده و در روز ۹ اوت به‌بالترین شدت و وسعت خود رسیده است. این موج گردوغباری علاوه بر اینکه در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان خوزستان گزارش گردید، دید افقی را در برخی از آنها تا ۵۰ متر کاهش داد.



شکل ۲۴: تصویر ماهواره‌ای موج گردوغباری ۹ اوت ۲۰۰۵

نتیجه

وقوع پدیده‌ی گرد و غبار از مشخصه‌های اقلیمی استان خوزستان می‌باشد. این استان به جهت هم‌جواری با پهنه‌های وسیعی از مناطق بیابانی به‌طور مکرر از این پدیده متأثر می‌گردد. از آنجایی‌که عوامل همدیدی نقش اصلی را در رخداد این پدیده دارند، شناسایی آنها ضروری

به نظر می‌رسد. بدین منظور با بررسی داده‌های آماری مربوط به این پدیده طی سال‌های (۲۰۰۵-۱۹۹۶)، با شناسایی ۵۰ سامانه‌ی گردوغباری شاخص، مشخص گردید که تعداد ۳۲ مورد (۶۴ درصد) از این امواج در دوره‌ی گرم سال و ۱۸ مورد (۳۶ درصد) در دوره‌ی سرد سال اتفاق افتاده است. بررسی تحلیل همدیدی شدیدترین موج برای هر دوره نشان داده است، در دوره‌ی سرد سال سیستم‌های مهاجر بادهای غربی، سیکلون‌ها و رودباد جبهه قطبی همراه آن با ایجاد ناپایداری در سطح زمین بیابان‌های عربی همجوار با استان خوزستان، نقش مهمی در ایجاد گرد و غبار و گسترش آن به استان خوزستان دارد. بنابراین هنگامی که یک فرود نسبتاً عمیق در تراز میانی جو بر روی یکی از مناطق بیابانی همجوار با استان خوزستان مستقر گردد و در سطح زمین هم مرکز کم فشاری با فشار مرکزی کمتر از ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در مناطق مذکور هماهنگ و همراه با محور فرود در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال واقع شود منجر به وقوع پدیده‌ی گردوغبار در این استان می‌شود. در موج‌های گردوغباری دوره‌ی گرم، استقرار یک مرکز کم فشار بر روی خلیج فارس و اطراف آن (فروبار خلیج فارس) عامل اصلی ایجاد پدیده‌ی گردوغبار در منطقه مورد مطالعه بوده است. شدیدترین پدیده‌های گردوغباری در این دوره، زمانی اتفاق می‌افتد که یک کم‌فشار با فشار مرکزی ۹۹۴ هکتوپاسکال بر روی خلیج فارس و اطراف آن مستقر شده و با مکش هوای بیابان‌های همجوار عربی سبب ایجاد گردوغبار شود. عواملی از قبیل ریزدانه بودن ذرات و خشک بودن خاک مناطق بیابانی شمال آفریقا، شمال صحرای عربستان، جنوب شرق سوریه و نواحی خشک و عاری از پوشش گیاهی جنوب عراق به علت عدم بارندگی در یک بازه‌ی زمانی طولانی، از جمله مواردی می‌باشند که بر وسعت پدیده‌ی گردوغبار و غلظت غبار حاصله می‌افزایند. بررسی تصاویر دریافتی موج‌های مطالعه شده از سنجنده‌ی MODIS نشان داده است، مهم‌ترین چشمه‌های تولید غبار امواج وارده به استان خوزستان، به ترتیب اولویت بیابان‌های جنوب عراق، شمال صحرای عربستان، جنوب شرق سوریه و شمال صحرای آفریقا می‌باشند.

منابع

- ۱- اقلیم و گردشگری استان خوزستان (۱۳۸۱). تهران. انتشارات سازمان هواشناسی.
- ۲- حسینی، سیدباقر (۱۳۷۹). مطالعه‌ی سینوپتیکی طوفان‌های شدید در تهران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. استاد راهنما محمد خیراندیش. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳- حیدری، محمد طالب (۱۳۸۶). غبار و الگوی جوی مولد آن در غرب کشور، نشریه‌ی سازمان هواشناسی استان کرمانشاه، تابستان ۱۳۸۶. شماره ۱۱.
- ۴- خسروی، محمود و محمدسلیم (۱۳۸۴). اثرات اکولوژیکی و زیست‌محیطی بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان، پژوهشکده علوم زمین و جغرافیا. دانشگاه سیستان و بلوچستان .
- ۵- دهقان‌پور، علیرضا (۱۳۸۴). تحلیل آماری و سینوپتیکی طوفان‌های خاک در فلات مرکزی ایران، پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۶- ذوالفقاری، حسن و حیدر عابدزاده (۱۳۸۴). تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های گردوغباری در غرب ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۶.
- ۷- راشکی، علیرضا و هدایت‌الله زرین (۱۳۸۶). پیامدهای بادهای ۱۲۰ روزه در خشکسالی‌های اخیر دشت سیستان، باشگاه پژوهشگران جوان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند.
- ۸- علیجانی، بهلول (۱۳۷۶). آب و هوای ایران، تهران. انتشارات پیام نور.
- ۹- لشکری، حسن و قاسم کیخسروی (۱۳۸۷). تحلیل آماری سینوپتیکی طوفان‌های گردوغبار استان خراسان رضوی، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۶۵.
- ۱۰- همتی، نصرالله (۱۳۷۴). بررسی فراوانی وقوع طوفان‌های خاک در نواحی مرکزی و جنوب کشور، پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک. دانشگاه تهران.
- ۱۱- یارنال، برنت (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه سیدابوالفضل مسعودیان. انتشارات دانشگاه اصفهان.
- 12- Arimoto, R, Relationships to source, tropospheric chemistry, transport and deposition. Earth science, 2000.
- 13- Dayan U, Koch J, A Synoptic analysis of the meteorological conditions affecting dispersion of pollutants emitted from tallstacksin the coastal plain of Israel, 1986 .

- 14- Goudie and midelton, Saharan dust storms, nature and consequences, Earth science review, 2002 .
- 15- Hamish A, Grant M, tanish A, Inter-regional transport of Australian dust storms Soil erosion research for the 21 th century, 2001.
- 16- Koren I, Kaufman Y, The Bode'le' depression: a single spot in the Sahara that provides most of the mineral dust to the Amazon forest, October 2006.
- 17- Kutiel H, Alpert p, Synoptic of dust transportation days from Africa toward Italy and central Europe, 2005 .
- 18- Romanoff B, Dust storms in Gobi an Zone of Mongolia, The First PRC- Mongolia Workshop on climate change in arid and semi - arid Region over the Central Asia, 1961.
- 19- Wang W, A synoptic model on east Asian dust emission and transport, Atmospheric science and air quality conferences china, 2005.
- 20- Weihong Q and Shaoyinshi, Variations of the dust storm in china and its climate control, journal of climate, 2001 .
- 21- www.cdc.noaa.gov.com.
- 22- www.parstimes.com/SatIran.html.

Archive of SID