جغرافيا و توسعه- شماره ۲۰- زمستان ۱۳۸۹
وصول مقاله : ۱۳۸۷/۸/۲۵
تأييد نهايي : ۱۳۸۹/۲/۲۱
صفحات : ۱۱۸ - ۹۷

تحليل همديدي سامانه‌هاي گردوغباري در استان خوزستان

دکتر تقی طاووسی
دکتر محمود خسروی
استادیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان
دانشیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان
کوهزاد رئیس‌پور
دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

يكي از بلاياي طبيعي كه استان خوزستان را به دليل موقعيت جغرافيايي و همجواري آن با پهنه‌هاي بزرگي از مناطق بياباني تحت تأثير قرار مي‌دهد، پديده‌ی نامطلوب گرد و غبار است. اين پژوهش پس از استخراج ۵۰ سامانه‌ی گردوغباري شاخص و تفكيك آنها به دو دوره‌ی سرد و گرم سال طي دوره‌ی آماري (۲۰۰۵ - ۱۹۹۶)، با استفاده از نقشه‌هاي تَركيبی ارتفاع ژئوپتانسيل تراز ۵۰۰ هكتوپاسكال و فشار متوسط تراز دريا، نقشه‌های بردار باد، خطوط هم‌سرعت و جريان هوا در دو سطح ۵۰۰ هكتوپاسكال و سطح متوسط دريا در محدوده‌ی ۰ تا ۵۰ درجه شمالي و ۰ تا ۷۰ درجه شرقي و تصاوير ماهواره‌اي براي دو سامانه‌ی گردوغباري شاخص انجام شده است. نتايج تحقيق نشان مي‌دهد در دوره‌ی سرد سال سيستم‌هاي مهاجر بادهاي غربي و رودباد جبهه‌ی قطبی (PFJ) همراه آن و در دوره‌ی گرم سال كم‌فشارهاي حرارتي سطح زمين مهمترين عامل در ايجاد و شكل‌گيري پديده‌ی مذكور دراستان خوزستان مي‌باشند. هنگامي‌كه يك فرود عميق در غرب منطقه‌ی مورد مطالعه بر روي بيابان‌هاي كشورهاي همجوار قرار گيرد و سرعت باد در آن به سرعت رودباد برسد، در صورت فراهم بودن شرايط محيطي، با ايجاد ناپايداري در سطح زمين سبب گرد و غبار و انتقال آن به استان خوزستان مي‌شود. در دوره‌ی گرم سال نيز كم‌فشارهاي حرارتي سطح زمين و بخصوص كم‌فشار خليج‌فارس با مكش هواي بيابان‌هاي اطراف (شبه‌جزيره عربستان) يكي از عوامل ايجاد گردوغبار مي‌باشد. مسير حركت امواج گردوغباري و نحوه‌ی استقرار محور فرود و مراكز كم‌فشار سطح زمين و همچنين تصاوير ماهواره‌اي مورد استفاده نشان مي‌دهد مهمترين منابع گرد و غبارهاي وارده به استان خوزستان شامل بيابان‌هاي جنوبي عراق، شمال عربستان، جنوب شرق سوريه و تا اندازه‌اي شمال صحراي آفريقا مي‌باشد.

كليدواژه‌ها: گرد و غبار، كم فشار، تصاوير ماهواره‌اي، نقشه‌هاي فشار، خوزستان.

مقدمه

پديده‌هاي گرد و غباري در رديف بزرگترين مشكلات جدي محيطي در نواحي مشخصي از جهان هستند. اين

درحالي است كه بيشترين گرد و غبار موجود در جو با منشأ ذرات ريزدانه اتفاق مي‌افتد و اين ذرات ريز در مناطق خشك و نيمه‌خشك جهان از فراواني بالاتري برخوردار مي‌باشند. در واقع ايجاد گرد و غبار مي‌تواند نوعي واكنش به تغيير پوشش گياهي زمين باشد كه در اين رابطه نقش فعاليت‌هاي انساني را در كنار شرايط طبيعي محيط‌هاي جغرافيايي بايد در نظر گرفت *(آري‌موتو، ۲۰۰۰: ۳۰)*. اين پديده متأثر از شرايط جوی خاصی است كه همه ساله خسارات جبران-ناپذيری را به مزارع، تأسيسات، جاده‌ها، ترافيك و حمل و نقل وارد نموده و با آلودگی هوا باعث‌بروز مشكلات تنفسی و... می‌گردد *(لشكری، ۱۳۸۷: ۷)*. از مهمترين شرايط ايجاد گردوغبار در كنار هواي ناپايدار، وجود يا عدم وجود رطوبت است به‌طوري‌كه اگر هواي ناپايدار رطوبت داشته باشد، بارش و طوفان رعد و برق، و اگر فاقد رطوبت باشد طوفان گرد و غبار ايجاد مي‌كند. از ديدگاه هواشناسی سينوپتيكی طوفان يك پديده‌ی مخرب منحصر به فرد بوده كه در مقياس‌های ترنادو، طوفان رعد و برق، طوفان گرد و خاك و مانند آن ظاهر می‌شوند *(حسينی، ۱۳۷۹: ۳)*. مطالعاتي كه در ارتباط با فراواني روزهاي گرد و غباري كشور انجام گرفته است نشان مي‌دهد كه چاله‌هاي مركزي ايران بيشترين تعداد روزهاي گرد و غباري را دارند، به‌طور مثال در مناطق وزش بادهاي۱۲۰روزه‌ی سيستان فراواني وقوع روزهاي گردوغباري به بيش از ۱۵۰روز در سال مي‌رسد. در مناطق جنوب غربي و غرب كشور كه در مجاورت بيابان‌هاي بزرگي همچون عراق، عربستان، سوريه و... مي‌باشند ميانگين روزهاي گرد و غباري نيز قابل توجه است كه فراواني وقوع آن در مردادماه بيش از ماههاي ديگر است *(عليجاني، ۱۳۷۶: ۹۶)*. در زمينه‌ی شناسايي و تحليل همديدي سامانه‌هاي گرد و غباري در ايران به جز چند مطالعه‌ی محدود تحقيقات چنداني صورت نگرفته است، اما پيشينه‌ی مطالعات در جهان به حدود سه قرن پيش مي‌رسد. رومانوف با بررسي طوفان‌های خاك در آسيای مركزی و

قزاقستان نشان داد که بیشتر این طوفان‌ها در دوره‌ی گرم سال روی می‌دهد *(Romanof, 1961:21)*. دایان با استفاده از تحلیل سینوپتیکي و طبقه‌بندي موقعیت هواي غالب در طول الگوهاي وزش گرد و غبار در اسراییل، نتیجه گرفت که اختلاف معناداري بین مسیرهاي فصلي 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 طوفان‌هاي غبار خاورمیانه نشان داده است، نقش کم‌فشارهاي سطح زمین در ایجاد پدیده‌هاي غباري دوره‌ی گرم سال بسیار مؤثر می‌باشد *Goudie& (Midelton,2002: 56)*. وای‌هانگ و شاونشی 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 تاریم می‌دانند *(Weihong & Shaoyinshi, 2001: 15)*. بر اساس مشاهدات ماهواره‌ای سالانه حدود ۲۰ میلیون تن غبار از گودال بادیلی نقطه‌ای واقع در صحرای آفریقا به حوزه‌ی رود آمازون جابه‌جا شده و مواد معدنی مورد نیاز جنگل‌های آمازون را تأمین می‌نماید *(Koren,2006:1)*.

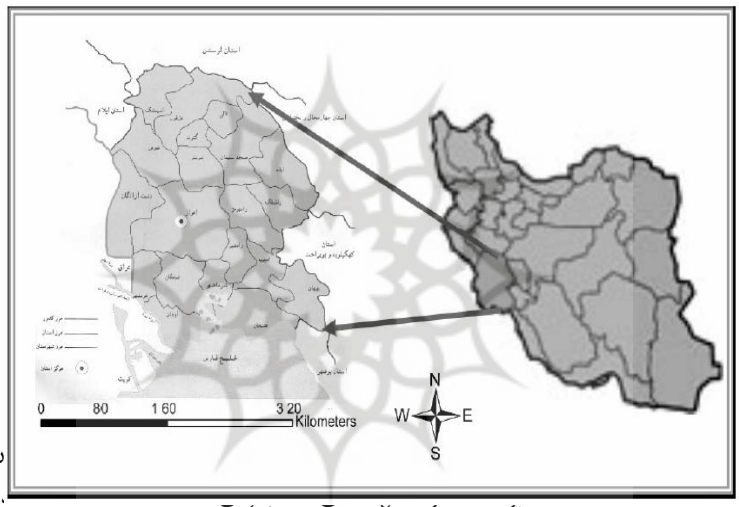
با مطالعه‌ی روابط بین شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار و تحول سینوپتیک آنها در شمال شرق آسیا ثابت شده است که یک طوفان گرد و غبار زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه‌ای بیابانی حرکت نماید *(Wang.2005:13)*. برازل و نیکلینگ گردش‌های جوی را بر اساس طوفان‌های گردوغبار آریزونا طبقه‌بندی و چهار تیپ هوای غالب را شناسایی نمودند *(Yarnal,1993: 52-53)*. در هیمن راستا کوتیل و همکاران در تحلیل وضعیت همدیدي موثر در انتقال گردوغبار شمال آفریقا از روي دریاي مدیترانه به جنوب و مرکز اروپا، ناوه‌ی منشأ گرفته از کم فشار ایسلند و پرفشار نیمه استوایي را دو عامل عمده در انتقال غبار آفریقا به اروپا و به خصوص ایتالیا معرفي

می‌نمایند *(H.Kutiel & P.Alpert, 2005: 13)*. با تحلیل سینوپتکی-امواج گرد و غبار در غرب ایران مشخص گردید که پرفشار آزور همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی مهمترین عوامل سینوپتیک تأثیرگذار بر سیستم‌های گردوغبار منطقه به شمار می‌روند و فرودها و سیکلون-های مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنبحاره‌ای آزور حضور نداشته و یا ضعیف شده باشد *(ذوالفقاري و عابدزاده، ۱۳۸٤: ۲۷)*. بررسي عوامل ژنتيكي بادهاي ۱۲۰روزه سيستان نشان داده است كه طوفان‌هاي سريع با سرعت حدود ۸۰ نات در ثانيه هنگامي رخ مي‌دهد كه منطقه‌ی چرخندگي مثبت بادهاي غربي در مجاورت زبانه كم‌فشار فرعي موسمي قرارگيرد *(خسروي و سليقه، ۱۳۸٤: ۱)*. با استفاده از اطلاعات آماري ۱٦ ايستگاه سينوپتيك در سال‌هاي (۱۹۹۰–۱۹۸۱) در جنوب غرب كشور، علت طوفان‌هاي گردوخاك شديد اين‌نواحی حضور سيستم‌هاي چرخندي مي‌باشد كه ازنواحي شمالي عراق و مركز عربستان منشأ مي‌گيرند *(همتي، ۱۳۷٤: ۱۱۹)*. مطالعه‌ی طوفان‌هاي گرد و خاك فراگير ايران مركزي هم نشان مي‌دهد كه در سطح ۵۰۰ ميلي‌بار شرايط مساعدي از جهت شكل‌گيري و گسترش ناپايداري‌هاي سطحي در سطح زمين مهيا شده و همين امر منجر به طوفان گردوخاك مي‌شود *(دهقان‌پور، ۱۳۸٤: ۱۸۵)*. با تحليل سينوپتيكی سامانه‌هاي مولد گردوغبار در استان كرمانشاه مشخص گرديد كه سيكلون‌هاي بسته روي عراق و شمال عربستان عامل اصلي ايجاد گردوغبار در منطقه مي‌باشند *(حيدري، ۱۳۸٦ : ۱۱)*. پس از وقوع خشكسالي در منطقه سيستان، تعداد و شدت طوفان‌هاي گرد و خاك افزايش يافته است، به‌طوري كه تعداد روزهاي با طوفان گرد و خاك از ۸ روز در سال ۱۳۷۷ به ۳۳ روز در سال ۱۳۷۸ و ۷٤ روز در سال ۱۳۸۰ افزايش يافته است *(راشكي و همكاران، ۱۳۸٦ : ۷۵)*.

داده‌ها و روش‌شناسی

منطقه‌ی مورد مطالعه استان خوزستان می‌باشد که در جنوب‌غربي ايران و بين ٤۷ درجه و ۳۱ دقيقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقيقه طول شرقي از نصف‌النهار

گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ٤ دقیقه عرض شمالي از خط استوا واقع شده است *(اقلیم و گردشگري استان خوزستان، ۱۳۸۱: ۱٤)*. این استان به طور مکرر از پدیده‌ی گردوغبار متأثر گردیده و با حاکمیت شرایط خشکسالي در سال‌هاي اخیر وقوع این پدیده از شدت و تداوم بالاتري برخوردار شده است. هدف اصلي این پژوهش شناسایي امواج گردوغباري شاخص و تحلیل همدیدي دو مورد از شدیدترین سامانه‌ها به تفکیک دوره‌ی سرد و گرم سال طی سال‌های (۲۰۰۵ – ۱۹۹٦) مي‌باشد.



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در کشور ایران

به شد[illegible]ت محیطي [illegible]ر همه‌ی مطالعات مشاهده مي‌شود، [illegible] طرق مختلفي وجود دارد. این دو رویکرد را مي‌توان رویکرد گردشي به محیطي و رویکرد محیطي به گردشي نامید. در رویکرد محیطي به گردشي محقق الگوهاي گردش جو را برحسب شرایط محیطي خاص که در سطح زمین رخ مي‌دهد تعیین مي‌کند *(مسعودیان، ۱۳۸۵: ۱۰)*. در این تحقیق نیز از نگرش محیطي به گردشي استفاده شده است. جهت مطالعه ابتدا ده ایستگاه سینوپتیک (شکل ۲ و جدول ۱) به گونه‌اي انتخاب شده‌اند که اولاً گستره‌ی استان خوزستان را به‌طور کامل پوشش داده و ثانیاً دوره‌ی آماري آنها کامل و فاقد آمار مفقوده باشد. داده‌هاي مربوط به پدیده‌ی گردوغبار از سازمان

هواشناسي كشور اخذ و روزهاي همراه با گردوغبار طي دوره‌ی (۲۰۰۵- ۱۹۹۶) استخراج گرديد.

جدول ۱: ویژگی‌های ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا	موقعیت جغرافیایی			
			طول		عرض	
			دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
۱	آبادان	۶/۶	۱۵	۴۸	۲۲	۳۰
۲	اهواز	۲۲/۵	۴۰	۴۸	۲۰	۳۱
۳	ایذه	۷۶۷	۵۲	۴۹	۵۱	۳۱
۴	بهبهان	۳۱۳	۱۴	۵۰	۳۶	۳۰
۵	بستان	۷/۸	۰۰	۴۸	۴۳	۳۱
۶	دزفول	۱۴۳	۲۳	۴۸	۲۴	۳۲
۷	مسجدسلیمان	۳۲۰/۵	۱۷	۴۹	۵۶	۳۱
۸	ماهشهر	۶/۲	۰۹	۴۹	۳۳	۳۰
۹	رامهرمز	۱۵۰	۳۶	۴۹	۱۶	۳۱
۱۰	شوشتر	۶۷	۵۰	۴۸	۰۳	۳۲

شکل۲: نقشه‌ی ایستگاههای مورد مطالعه

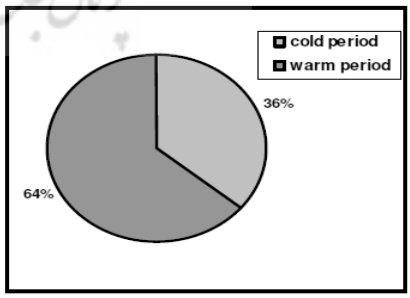
طي ۸ بار وقوع عناصر جوي در شبانه روز گردوغبار در سه مورد از ايستگاهها گزارش شود". پس از كنترل كيفي داده‌ها ۵۰ مورد موج گردوغباري شاخص انتخاب گرديده و به دو دوره‌ی سرد و گرم تفكيك شده‌اند (جدول ۲). جهت مطالعه برای هر دوره شديدترين و وسيع‌ترين (گزارش شده در تمام ايستگاهها) موج انتخاب و نقشه‌هاي فشار، سرعت و جهت باد و خطوط جريان هوا (Stream Line) در دو تراز متوسط دريا و تراز۵۰۰ هكتوپاسكال در روز قبل از شروع گردوغبار و روز اوج آن، از پايگاه داده‌هاي NCEP/NCARNCEP/NCAR وابسته به سازمان ملي جو و اقيانوس‌شناسي ايالات متحده اخذ گرديد. اين داده‌ها در تارنماي www.cdc.noaa.gov.com قابل دسترسي مي‌باشند.

اين نقشه‌ها بر اساس شرايط جوي ميانگين روزانه و از نظر پوشش مكاني از ۰ درجه تا ۵۰ درجه‌ی شمالي و ۰ درجه تا ۷۰ درجه‌ی شرقي را در برمي‌گيرند. انتخاب اين محدوده‌ی مكاني به اين دليل بوده است كه مي‌تواند سامانه‌هاي همديدي مولد گردوغبار را، از يك روز قبل از شروع تا خاتمه‌ی آن در استان خوزستان در برگيرد. جهت بررسی دقيقتر اين امواج، نقشه‌های مورد نياز بر اساس داده‌های موجود، توسط نرم‌افزار Grads ترسيم گرديد. به منظور تحليل همديدي سامانه‌هاي گردوغباري، پس از شناسايي ۵۰ سامانه‌ی شاخص طي دوره‌ی آماري (جدول۲)، 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 (٦٤ درصد) مربوط به دوره‌ی گرم و ۱۸ مورد (۳٦ درصد) در دوره‌ی سرد اتفاق افتاده است. جهت تحلیل برای دوره‌ی سرد سال موج گردوغباری ۲٦ مارس ۲۰۰۳ و برای دوره‌ی گرم سال موج گردوغباری ۹ اوت ۲۰۰۵ به دلیل اینکه شدیدترین (کاهش دید افقی) و وسیع‌ترین (گزارش شده درتمام ایستگاهها) بوده‌اند، انتخاب گردید. جهت شناخت بهتر، تصاویر ماهواره‌اي روز اوج گردوغبار در منطقه مورد مطالعه ارایه شده است.

جدول ۲: امواج گرد و غباری شاخص و تفکیک آنها براساس دو دوره‌ی گرم و سرد سال طی دوره‌ی آماری (۲۰۰۵-۱۹۹٦)

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

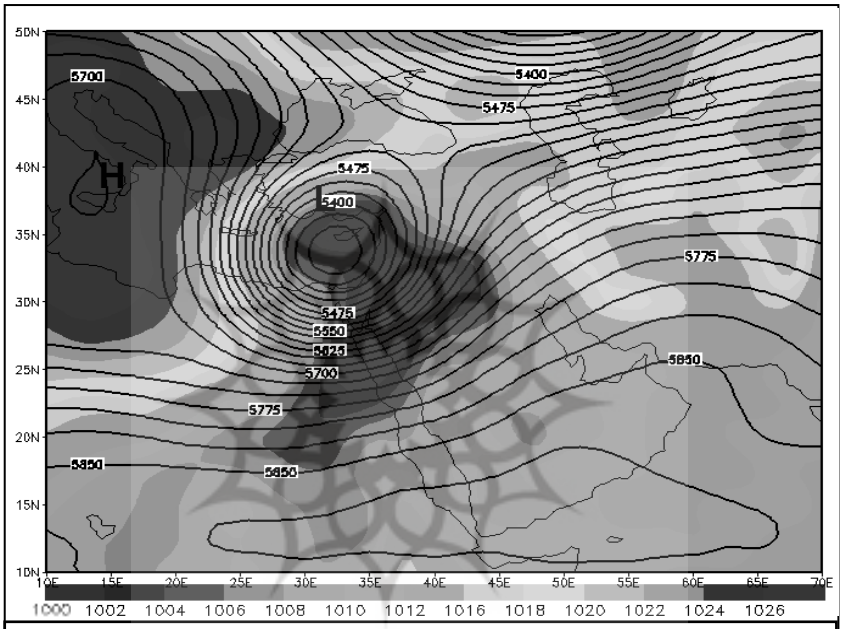


مطا
س
۰۰۳
-
۵۰
هکتا
ش
طح
دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰

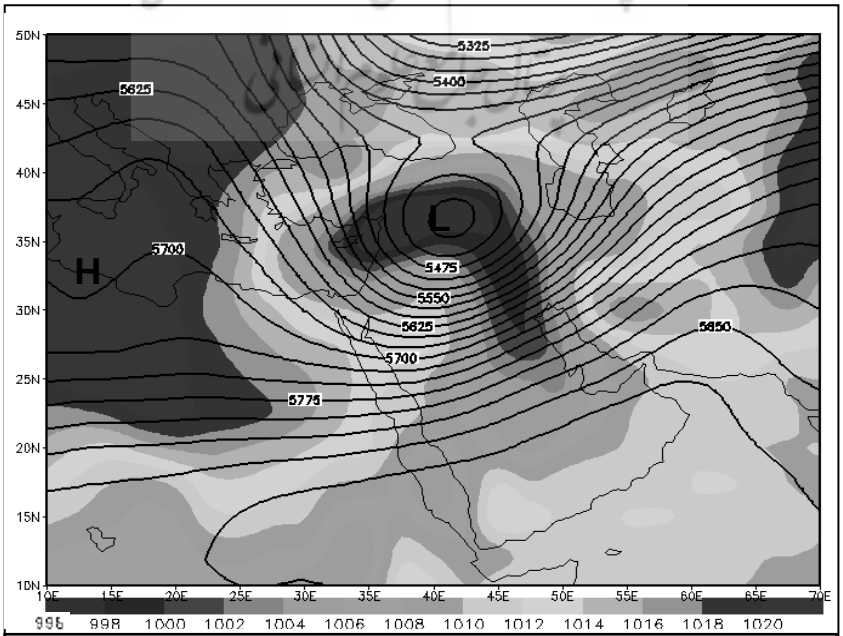
هکتوپاسکال روزهای ۲۵ و ۲۶ مارس ۲۰۰۳ میلادی می‌باشند. در نقشه روز قبل از گسترش گردوغبار درخوزستان (شکل ۳) ناوه‌ی عمیقی با ارتفاع هسته مرکزی ۵۳۵۰ مشخص است که اختلاف آن با بیرونی‌ترین منحنی هم ارتفاع ۵۰۰متر می‌باشد. این اختلاف ارتفاع زیاد سبب ایجاد گرادیان شدید و ناپایداری قابل ملاحظه‌ای گردیده و فشردگی منحنی‌های هم ارتفاع بیانگر شیب حراتی 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 هوای‌سرد عرض‌های بالا را به‌سوی 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 سینوپتکی سطح بالا می‌باشد با فشار مرکزی ۱۰۰۰هکتوپاسکال 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 ٤) 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 (٤) سیستم چرخندی نسبت به روز قبل قوی‌تر شده به‌طوریکه مقدار فشار مرکزی آن به ۹۹٦ 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 ۲۶مارس در استان خوزستان شده است.



شکل ۳: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیّر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از وقوع گردوغبار به استان خوزستان-



شکل ٤: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیّر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان – (۲۰۰۳/۳/۲۶)

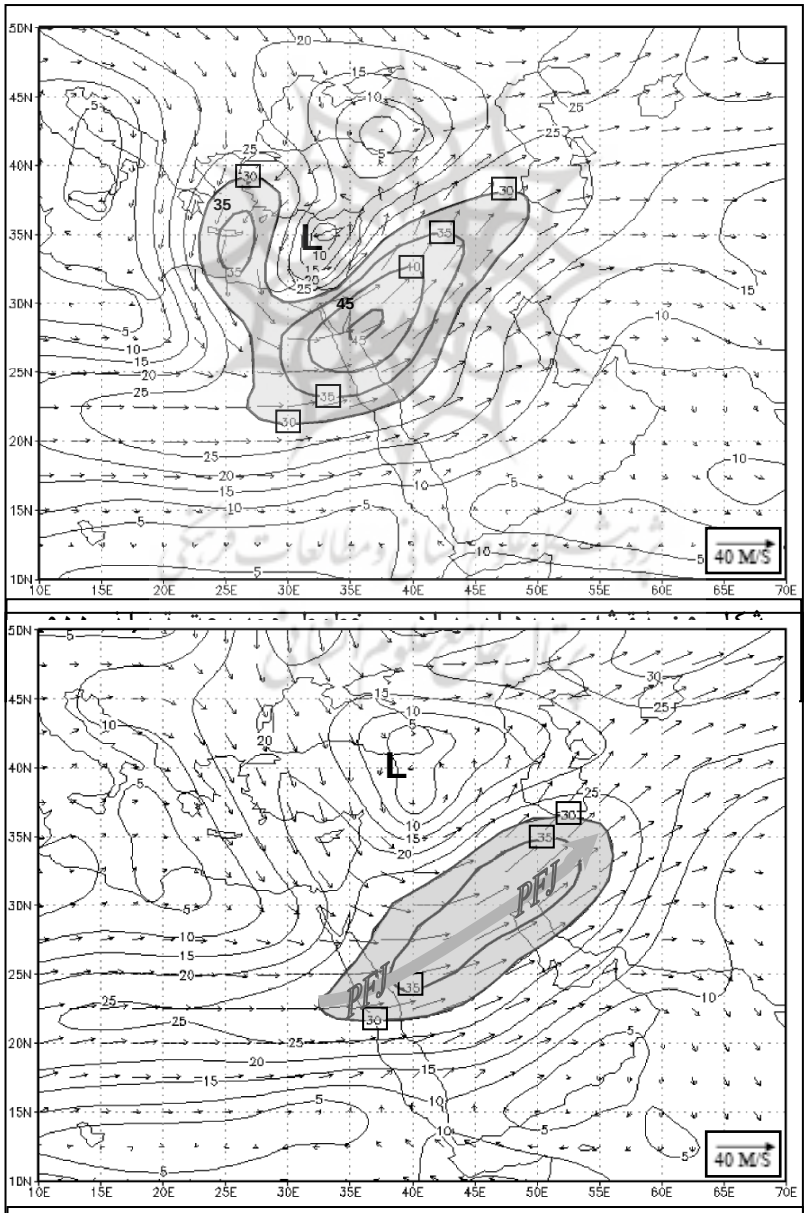
- نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل‌های شماره‌ی (۵ و ٦) به ترتیب نقشه‌ی بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز۵۰۰ هکتوپاسکال روزهاي قبل از ورود گردوغبار (۲۵ مارس) و روز اوج گرد و غبار (۲٦ مارس) می‌باشند. در نقشه‌ی روز ۲۵مارس (شکل ۵) هوای سرد عرض‌های شمالی به‌سمت 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) درون‌سیستم‌های مهاجر بادهای غربی شده است. رودباد مذکور که با رنگ خاکستری و محور آن به‌وسیله فلش مشخص گردیده است، از عرض ۳۸ درجه تا ۲۲ درجه‌ی شمالی کشیده شده و دارای دو هسته‌ی بیشینه می‌باشد که یکی با سرعت ٤۵ 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 درسطح زمین منجر به شکل‌گیری پدیده‌ی گردوغبار با منشأ بیابان‌های شمال آفریقا، شمال عربستان، عراق و گسترش آن در ۲٦ مارس به سمت جنوب غرب ایران (خوزستان) شود. در نقشه‌ی روز ۲٦ مارس (شکل ٦) 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.

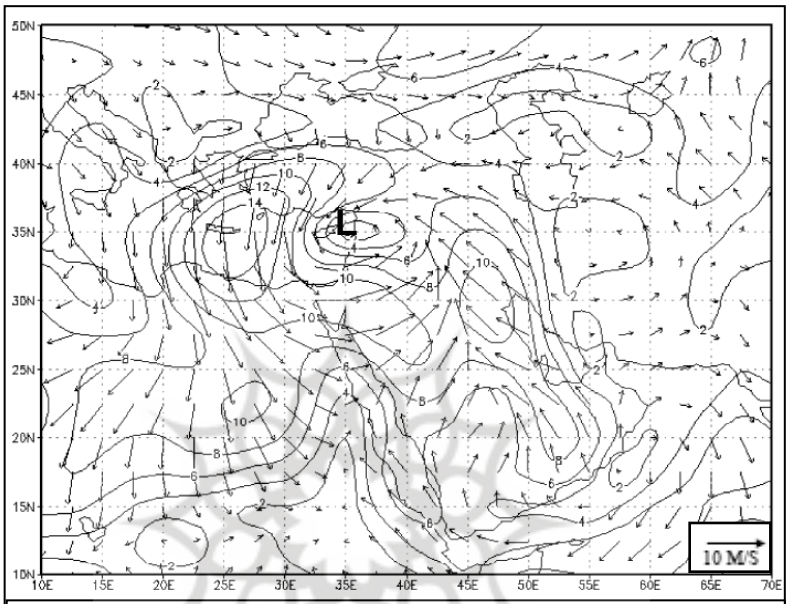
- نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم‌سرعت باد تراز متوسط دریا

نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز متوسط دریا در روز ۲۵ مارس (شکل ۷) نشان می‌دهد که در سطح

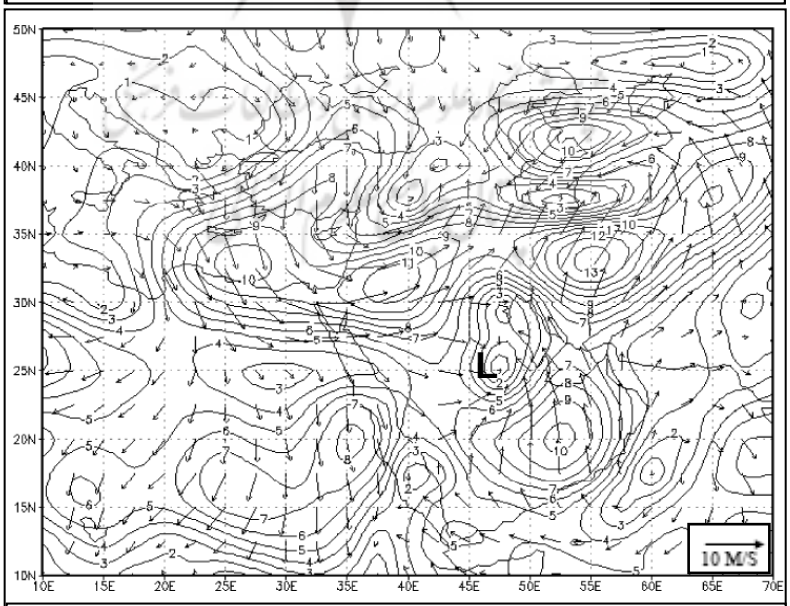
زمین جریان باد با سرعت حداکثر ۱۰متر بر ثانیه (۳۶ کیلومتر در ساعت) از سمت بیابان‌های شمال آفریقا به سمت عراق در حال وزش می‌باشد. فراهم بودن شرایط محیطی سطح زمین از جمله خشک و ریزدانه بودن ذرات خاک مناطق مذکور، زمینه را برای ایجاد پدیده‌ی گردوغبار ۲۵ مارس در کشورهای عربی همجوار و گسترش آن در روز ۲۶ مارس 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 ٦: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان – (۲۰۰۳/۳/۲٦)



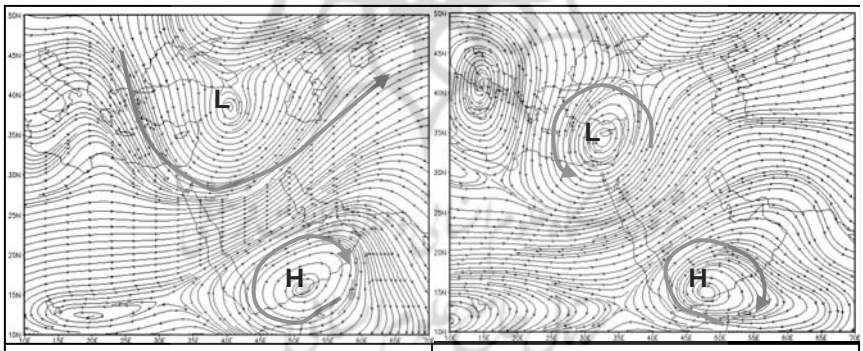
شکل ۷: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت متوسط تراز دریا، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان - (۲۰۰۳/۳/۲۵)



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

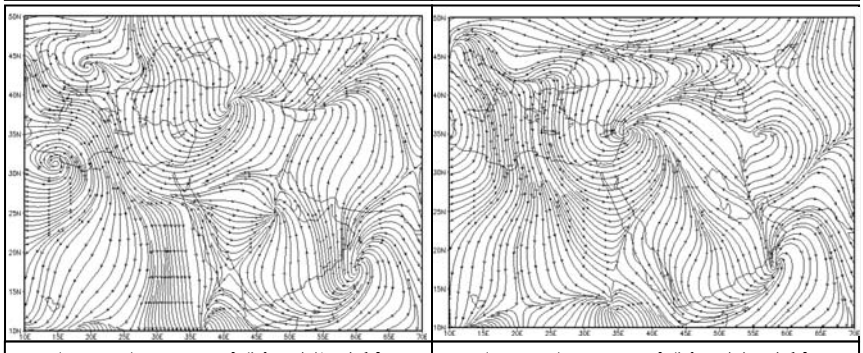
۱-٤- نقشه‌های خطوط جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا

شکل‌های شماره‌ی (۹ و ۱۰) نقشه‌های جریان هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روزهای ۲۵ و ۲٦ 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 ـ شمال‌شرقی بر بالای بیابان‌های آفریقا، صحرای عربستان و کشور عراق به سمت غرب ایران هدایت شده است. در نقشه‌ی روز ۲٦ 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.



شکل ۹: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به خوزستان- (۲۰۰۳/۳/۲۵)

شکل ۱۰: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان- (۲۰۰۳/۳/۲٦)

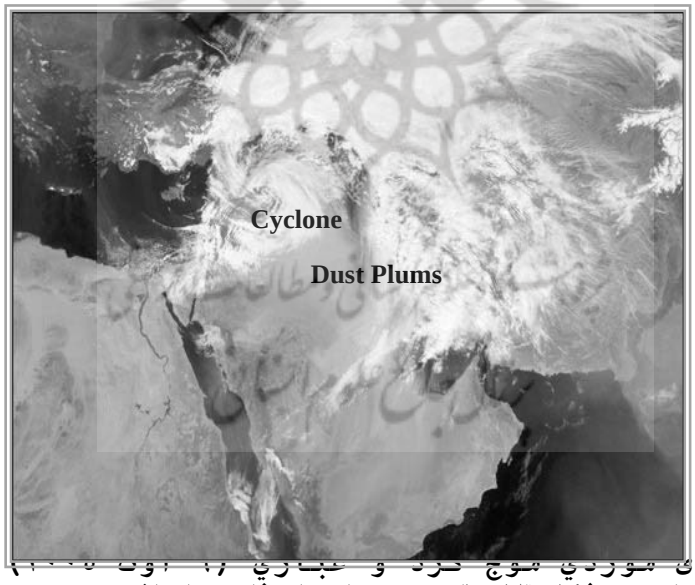


شکل ۱۱: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) متوسط تراز دریا، روز قبل از ورود گردوغبار به خوزستان- (۲۰۰۳/۳/۲۵)

شکل ۱۲: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) متوسط تراز دریا، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان- (۲۰۰۳/۳/۲۵)

۱-۵- تصویر ماهواره‌اي 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. همان‌طوري‌که در این شکل مشاهده می‌شود یک فروبار قوي بر روي شمال عراق با حرکت به سمت شرق در حال عبوراست. بادهایي که در پیشاپیش این فروبار در حال حرکت می‌باشند باعث شکل‌گیري یک سامانه‌ی گردوغباري شدید شده‌اند. گردوغبارهاي حاصل از این فروبار در جنوب و شرق آن مشاهده می‌شود. حرکت پادساعتگرد هوا درون این سیستم باعث می‌شود که گردوغبارهاي برداشت شده از بیابان‌هاي نواحي جنوبي عراق، شمال صحرای عربستان و جنوب‌شرق سوریه بر جنوب غرب ایران و استان خوزستان فرود آید.



۲- مطالعه‌ی موردي موج گرد و غباري ۱۶ تا ۱۸ مهر ۱۳۸۲

۲- ۱- نقشه‌هاي شکل‌گیري سامانه‌ی گرد و غبار ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا

شکل‌هاي شماره‌ی (۱۴و۱۵) نقشه‌های ترکیبی فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰

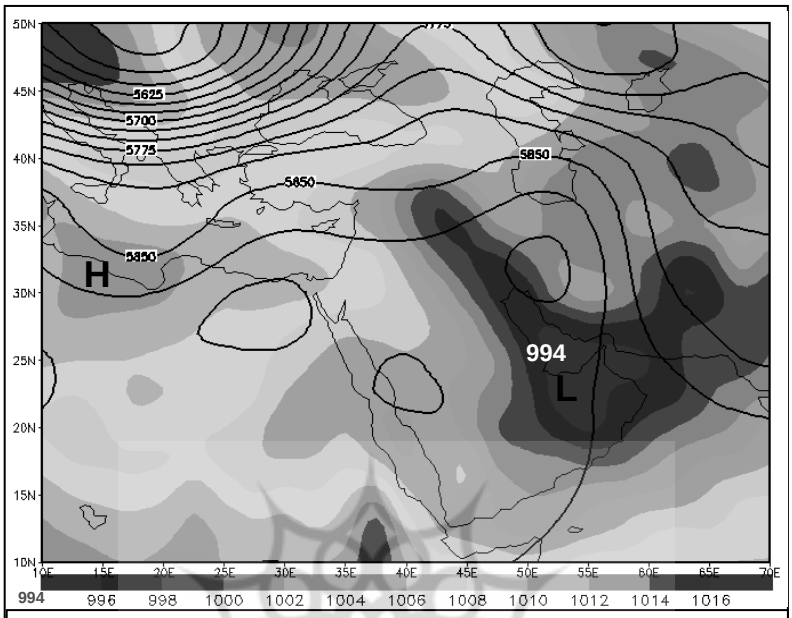
هکتوپاسکالِ روزهاي قبل از ورود گرد و غبار به خوزستان و روز اوج آن (۸ و ۹ اوت ۲۰۰۵) می‌باشند. در نقشه‌ی روز قبل از ورود گردوغبار به خوزستان (شکل ۱٤) فرودي کم‌عمق مشاهده می‌شود که دامنه‌ی آن تا شمال درياي سرخ و شمال بيابان عربستان، در امتداد مدار ۳۰ درجه شمالي کشيده شده است. بر اساس اين نقشه، ناپايداري ناشي از فرود مذکور به علت دوری از بیابان‌های همجوار، عامل اصلی ایجاد گردوغبار نمی‌باشد. با توجه به استیلای پرفشار جنبحاره‌اي آزور در اين فصل ازسال برروي کشور ايران و بيابان‌هاي عربی همجوار، خوزستان نیز تحت استیلای این پرفشار می‌باشد. لذا سیکلون‌های مهاجر و فرودها به علت عدم نفوذ به منطقه تأثير چنداني در تشکيل ناپايداري و ايجاد گردوغبار نداشته و دليل اصلي ايجاد اين پديده را بايد در سيستم‌هاي فشار سطح زمين جستجو نمود.

در نقشه‌ی روز اوج گردوغبار شکل شماره (۱۵) وضعیت فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به روز قبل تغییر چندانی نداشته و ناپايداري ناشي از آن همچنان به دلیل فاصله‌ی زیاد از منطقه، نمي‌تواند 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 (۱٤و ۱۵) به خوبی دیده می‌شود.

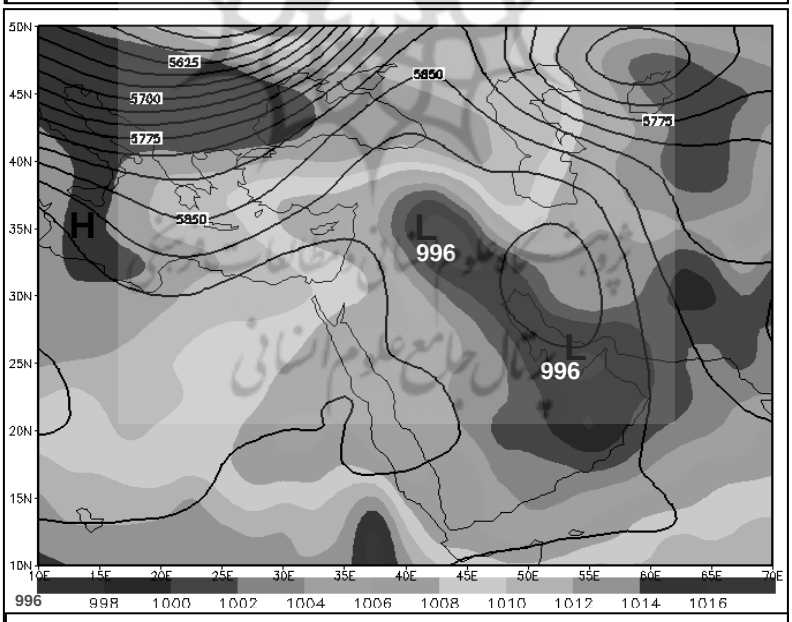
در نقشه‌ی فشار متوسط تراز دریا روز ۸ اوت شکل (۱٤)، يك سامانه‌ی چرخندی خیلی قوی با فشار مرکزی ۹۹٤ هکتوپاسکال بر روي خليج‌فارس مشخص می‌باشد. خطوط هم‌فشار اين سامانه به‌صورت زبانه‌اي با گرايش شمال‌غربي به سمت عراق و جنوب‌غرب ايران کشيده شده است. در این روز در کشورهای عربی همجوار پدیده گرد و غبار حاکم بوده اما دامنه‌ی آن هنوز به خوزستان نرسیده است. در نقشه‌ی روز نهم (شکل ۱۵) این سامانه‌ی چرخندی با دو هسته‌ی کمینه‌ی فشار (۹۹٦ هکتوپاسکال) همچنان بر روي خليج‌فارس و نواحی پیرامون آن مستقر می‌باشد. گردش پادساعتگرد هوا درون اين سامانه‌ی چرخندي باعث مکش هواي بيابان-

هاي عراق و شمال عربستان به سمت خليج‌فارس گرديده و شرايط را براي گسترش گرد و غبار به خوزستان فراهم مي‌نمايد. بنابراين عامل اصلي گردوغبار ۹ اوت، کم-فشار خليج‌فارس بوده و الگوهای همديدي سطوح مياني جو تأثير چنداني نداشته‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۴: نقشه‌ی ترکیبی دو متغیر فشار سطح دریا و الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان ـ



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

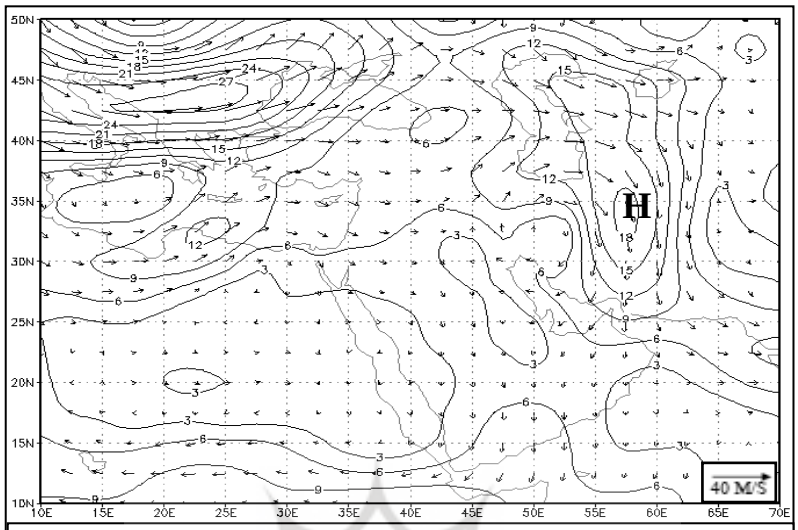
شکل‌های شماره‌ی (۱۶و۱۷) نقشه‌های بردار سرعت و خطوط هم سرعت باد ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را براي روزهاي ۸ و ۹ اوت ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. براساس نقشه‌ی روز ۸ اوت (شکل ۱۶) جریان باد با جهتی تقریباً غربی- شرقی از بیابان‌های شمال عربستان و جنوب عراق به سمت جنوب‌غرب ایران در جریان بوده و پس از رسیدن 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 برروی بیابان-های عربی همجوار با استان خوزستان حداکثر ۲۲ کیلومتر درساعت 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 آزور می‌باشد و علت پیدایش این موج گرد و غباری همان‌طوری‌که در مبحث فشار بیان گردید الگوهای سینوپتیک سطح زمین می‌باشند.

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

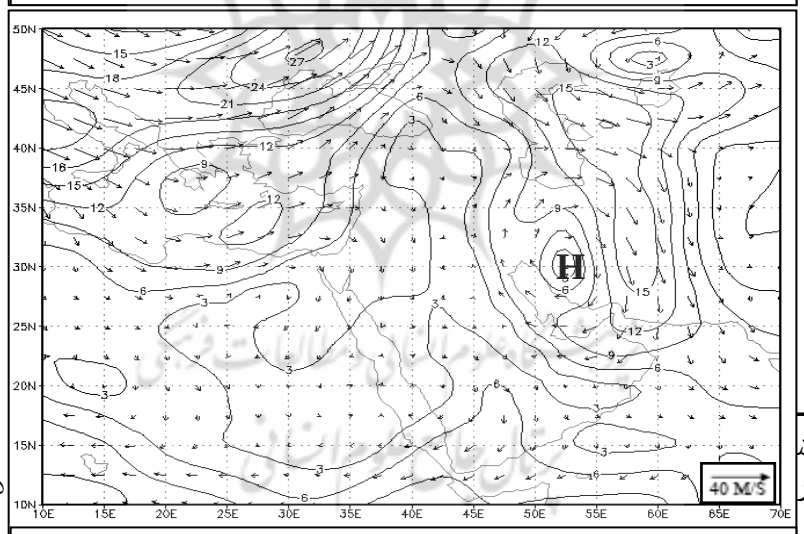
نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم‌سرعت تراز متوسط دریا در روز ۸ اوت (شکل ۱۸) نشان می‌دهد که درسطح زمین جریان باد با سرعت حداکثر ۱۰ متر بر ثانیه (۳۶ کیلومتر در ساعت) از سمت بیابان‌های همجوار عربی (شمال عربستان و جنوب عراق) با جهت شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی در حال وزش می‌باشد. فراهم بودن شرایط محیطی سطح زمین از جمله خشک بودن سطح زمین به دلیل عدم بارندگی در این موقع از سال، ریز و سست بودن ذراتِ خاک مناطق مذکور، زمینه را برای ایجادپدیده-ی گردوغبار ۸ اوت درکشورهایی ازقبیل 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 خلیج‌فارس و خوزستان در جریان بوده و سبب انتقال گردوغبار به منطقه شده است. بنابراین عامل اصلی گردوغبار مذکور، کم‌فشار خلیج‌فارس بوده و هماهنگی خطوط بردار باد و جهت وزش آن از بیابان-های اطراف به‌سمت خلیج‌فارس و استان خوزستان این وضعیت را به‌خوبی بیان می‌نماید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۶: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم سرعت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان _ (۲۰۰۵/۸/۸)

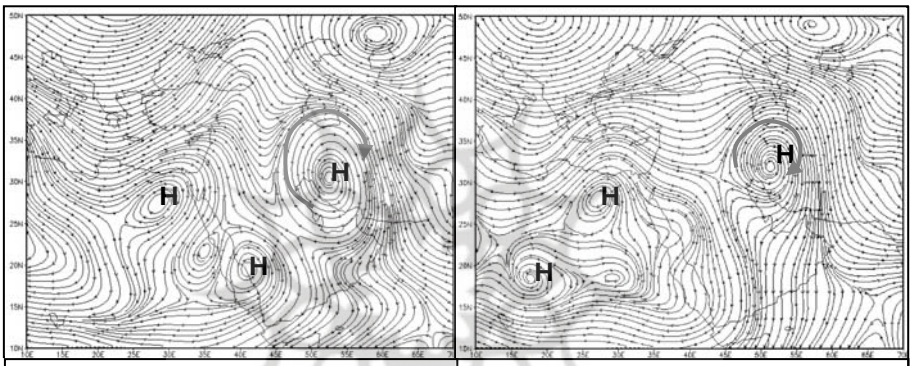


شکل ۱۷: نقشه‌ی بردار باد و خطوط هم سرعت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان _ (۲۰۰۵/۸/۹)

۲-٤- ۵۰۰ هکتوپ

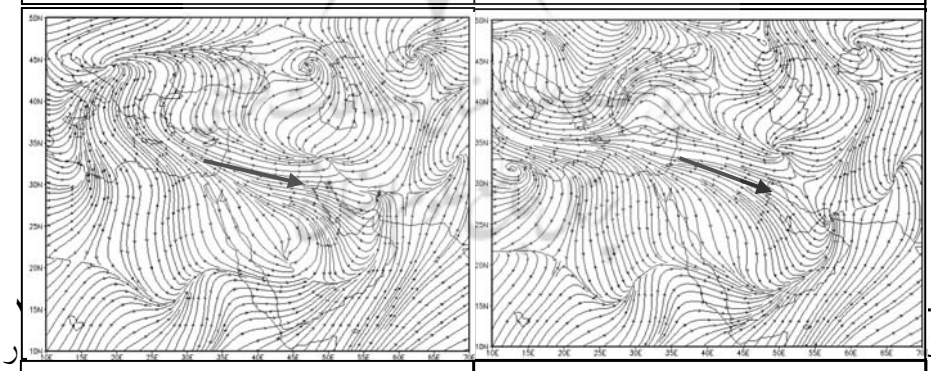
ش هوا را در دریا برای همان- طوریک ۵۰۰ هکتوپ به خوزستان (شکل۲۰) و روز اوج آن (شکل ۲۱) مشخص است، خطوطی که جریان هوا را نشان می‌دهند بیانگر استیلای شرایط پرفشار بر روی استان خوزستان و بیابان‌های همجوار با آن می‌باشد

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 (شکل‌های۲۲و۲۳) 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.



شکل ۲۰: نقشه‌ی جریان هوا (Streamline) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز قبل از ورود گردوغبار به

شکل۲۱: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، روز اوج گردوغبار در

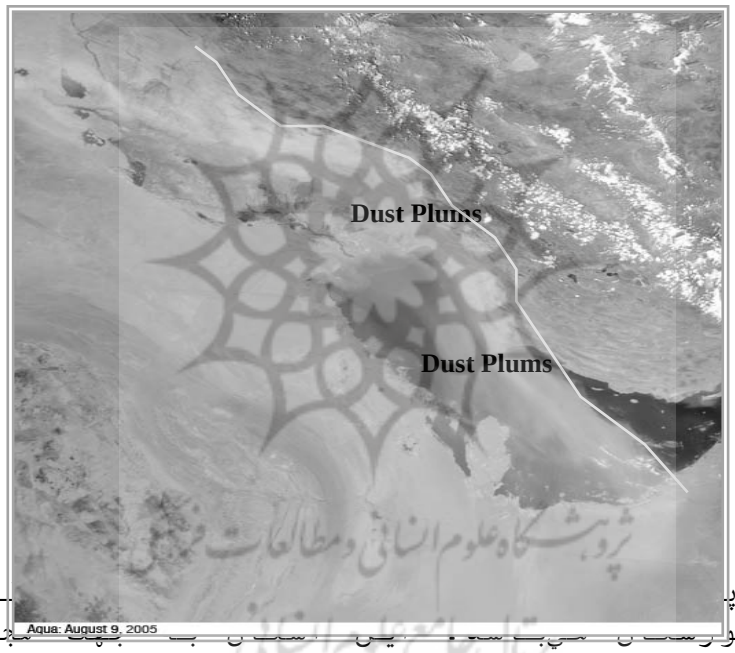


شکل۲۲: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) تراز دریا، روز قبل از ورود گردوغبار به استان خوزستان- (۲۰۰۵/۸/۸)

شکل۲۳: نقشه‌ی جریان هوا (Stream line) تراز دریا، روز اوج گردوغبار در استان خوزستان- (۲۰۰۵/۸/۹)

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، بخشي از آذربایجان غربی و استان بوشهر را به شدت تحت تأثیر قرار داد. گردوغبار از بیابان‌هاي عربی همجوار به هوا بلند شده و با امتدادی شمال‌غربي ـ جنوب‌شرقي تا جنوب خلیج‌فارس کشیده شده و در روز ۹ اوت به‌بالاترین شدت و وسعت خود رسیده است. این موج گردوغباري علاوه بر اینکه در تمام ایستگاههاي مورد مطالعه در استان خوزستان گزارش گردید، دید افقي را در برخی از آنها تا ۵۰ متر کاهش داد.



شکل ۴: تصویر ماهواره‌ای موج گردوغباری ۹ اوت ۲۰۰۵

نتیجه

وقوع پ... لیمي استان خوزستان مي‌باشد. این... بهت... جواري با پهنه‌هاي وسیعي از مناطق بیابانی به‌طور مکرر از این پدیده متأثر مي‌گردد. از آنجایي‌که عوامل همدیدي نقش اصلي را در رخداد این پدیده دارند، شناسایي آنها ضروري به نظر مي‌رسد. بدین منظور با بررسي داده‌هاي آماري مربوط به این پدیده طی سال‌های (۲۰۰۵-۱۹۹۶)، با شناسایی ۵۰ سامانه‌ی گردوغباری شاخص، مشخص گردید که تعداد ۳۲ مورد (٦٤ درصد) از این امواج در دوره‌ی گرم سال و ۱۸مورد (۳٦ 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 هنگامي كه يك فرود نسبتاً عميق در تراز مياني جو بر روي يكي از مناطق بياباني همجوار با استان خوزستان مستقر گردد و در سطح زمين هم مركز كم فشاري با فشار مركزي كمتر از ۱۰۰۰ هكتوپاسكال در مناطق مذكور هماهنگ و همراه با محور فرود در تراز ۵۰۰ هكتوپاسكال واقع شود منجر به وقوع پديده‌ی گردوغبار در اين استان مي‌شود. در موج‌هاي گردوغباري دوره‌ی گرم، استقرار يك مركز كم فشار بر روي خليج فارس و اطراف آن (فروبار خليج‌فارس) عامل اصلي ايجاد پديده‌ی گردوغبار در منطقه مورد مطالعه بوده است. شديدترين پديده‌هاي گردوغباري در اين دوره، زماني اتفاق مي‌افتد كه يك‌كم‌فشار با فشار مركزي۹۹٤ هكتوپاسكال بر روي خليج‌فارس و اطراف آن مستقر شده و با مكش هوای بيابان‌های همجوار عربی سبب ايجاد گردوغبار شود. عواملي از قبيل ريزدانه بودن ذرات و خشك بودن خاك مناطق - بياباني شمال آفريقا، شمال صحراي عربستان، جنوب‌شرق سوريه و نواحی خشك و عاری از پوشش گياهی جنوب عراق به علت عدم بارندگي در يك بازه‌ی زماني طولاني، از جمله مواردي مي‌باشند كه بر وسعت پديده‌ی گردوغبار و غلظت غبار حاصله می‌افزايند. بررسی تصاوير دريافتی موج‌های مطالعه شده از سنجنده‌ی MODIS نشان داده است، مهمترين چشمه‌های توليد غبار امواج وارده به استان‌خوزستان، به‌ترتيب اولويت بيابان‌های جنوب‌عراق، شمال صحرای عربستان، جنوب‌شرق سوريه و شمال صحرای آفريقا می‌باشند.

منابع

۱- اقلیم و گردشگري استان خوزستان (۱۳۸۱). تهران. انتشارات سازمان هواشناسي.

۲- حسینی، سیدباقر (۱۳۷۹). مطالعه‌ی سینوپتیکی طوفان‌های شدید در تهران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. استاد راهنما محمد خیراندیش. دانشگاه تربیت مدرس.

۳- حیدري، محمد طالب (۱۳۸۶). غبار و الگوي جوي مولد آن در غرب کشور، نشریه‌ی سازمان هواشناسي استان کرمانشاه، تابستان ۱۳۸۶. شماره ۱۱.

۴- خسروي،محمود و محمدسلیقه (۱۳۸۴). اثرات اکولوژیکي و زیستمحیطي بادهاي۱۲۰روزه‌ی 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 کارشناسي ارشد. دانشگاه تهران.

۶- ذوالفقاری، حسن و حیدر عابدزاده (۱۳۸۴). تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های گردوغباری در غرب ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ي ۶.

۷- راشکي، علیرضا و هدایت‌الله زرین (۱۳۸۶). پیامدهاي بادهاي ۱۲۰ روزه در خشکسالي‌هاي اخیر دشت سیستان، باشگاه پژوهشگران جوان. دانشگاه آزاد اسلامي واحد بیرجند.

۸- علیجاني، بهلول (۱۳۷۶). آب و هواي 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- همتي، نصرالله (۱۳۷۴). بررسي فراواني وقوع طوفان‌هاي خاك در نواحي مركزي و جنوب كشور، پايان‌نامه دوره‌ی كارشناسي ارشد ژئوفيزيك. دانشگاه تهران.

۱۱- يارنال، برنت (۱۳۸۵). اقليم‌شناسي همديد و كاربرد آن در مطالعات محيطي، ترجمه سيدابوالفضل مسعوديان. 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.