

تجزیه و تحلیل وضعیت آلودگی هوا ناشی از اثرات اقلیمی ریزگردها و

توفان های گردوغبار در مناطق جنوبی استان همدان

محمد قاسم ترکاشوند^{۱*}

torkashvand@pnu.ac.ir

مهرداد کیانی^۲

تاریخ دریافت: 95/3/5

تاریخ پذیرش: 95/6/17

زمینه و هدف: یکی از مشکلات زیست محیطی در مناطق غربی ایران فعالیت توفان های گردوغبار و ریزگردها در اتمسفر شهرها است. شهرهای ملایر، نهاوند و تویسرکان در جنوب استان همدان و غرب ایران از ورود توفان های گردوغبار و ریزگردها آسیب پذیر هستند. در این پژوهش وضعیت توفان های گردوغبار، ریزگردها و نیز وضعیت میدان دید و نحوه ورود این توفان ها به درون شهرها مورد مطالعه قرار گرفته است. روش بررسی: در این پژوهش دوره های آماری مختلف برای سه شهر مورد نظر در طول سال های 1992 تا 2010 مورد مطالعه قرار گرفت. سپس وضعیت باد غالب، پراکندگی توفان ها و کاهش میدان دید در طول سال بررسی شدند. همچنین نقشه های مربوط به الگوهای فشار در روزهای وقوع توفان برای انجام تحلیل سینوپتیکی تهیه و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته ها: حداکثر وقوع گردوغبار در طول سال در شهر ملایر اواسط بهار، در نهاوند اوایل بهار و اواسط تابستان و در تویسرکان اواخر بهار اتفاق افتاده است. بیش ترین تعداد توفان گردوغبار در تویسرکان و کم ترین آن ها در نهاوند شکل گرفته است. تغییرات دوره ای گردوغبار در منطقه، افزایش این پدیده اقلیمی را در سال های اخیر مشخص کرده است. تغییرات فراوانی گردوغبار با افزایش ارتفاع روند مثبتی در منطقه نشان داده است. وضعیت افزایش تعداد روزهای با میدان دید کم با ماه های شاخص وقوع توفان گردوغبار در منطقه مطابقت داشته و بیش ترین تعداد روزهای با میدان دید کم مربوط به خرداد و تیر بوده است. همچنین تحلیل همدیدی جو نشان می دهد در نزدیکی سطح زمین در هنگام وقوع توفان گرادیان شدید فشار و ناپایداری و در سطح 500 هکتوپاسکال جریان هم گرایی بر روی منطقه ایجاد شده است.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این پژوهش نشان می دهد که گردوغبار در خیابان های موازی با مسیر باد غالب به راحتی به قسمت های مرکزی شهر منتقل می شود و در اثر برخورد جریان گردوغبار با ساختمان های بلند شهر، قسمتی از جریان ریزگردها به طرف سطح زمین انتقال یافته و قسمتی دیگر از جریان در بخش پشت به باد ساختمان حالت پیچشی ایجاد می نماید. بخش دیگری از آن نیز در ارتفاعی بالاتر از ساختمان ها از سطح شهر عبور می کند. پوشش گیاهی در اطراف شهرها، ورود ریزگردها را به داخل شهرها کاهش داده و به عنوان یک عامل مثبت در کاهش آلودگی منطقه به حساب می آیند.

واژه های کلیدی: گردوغبار، ریزگرد، توفان، آلودگی هوا، استان همدان

1- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران * (مسئول مکاتبات)

2- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران

Analysis of Air Pollution Status caused by climatic effects of aerosols and dust storms in south regions of Hamadan province

Mohammad Ghasem Torkashvand^{*1}

torkashvand@pnu.ac.ir

Mehrdad Kiani²

Admission Date: September 7, 2016

Date Received: July 24, 2016

Abstract

Background and Objective: One of the environmental problems in recent years in the western regions of Iran is the activity of dust storms and aerosols in the atmosphere of cities. Malayer, Nahavand and Tuysarkan cities in the south of Hamedan province and west of Iran are vulnerable to the entry of dust storms. In this research, dust storms, aerosols and visibility status and the manner of entering these storms into the cities have been studied.

Method: In this study, different statistical periods were studied for three cities during the years 1992 to 2010. Then, the Prevailing wind conditions, storms dispersion, and visibility reduction were studied throughout the year. Also, maps of pressure patterns on the days of the storm for synoptic analysis were prepared and evaluated.

Findings: The maximum annual dust incidence has occurred in Malayer in mid- spring (May), in Nahavand in the early spring (April) and mid-summer (August) and also in Tuysarkan at the end of spring (June). The highest and lowest number of dust storms occurred in Tuysarkan and Nahavand, respectively. Periodic changes of dust in the region have identified the rise of this climatic phenomenon in recent years. Dust frequency changes have shown a positive trend in the region with increasing height. The number of days with low visibility corresponded to the months of the occurrence of dust storms in the region and the most number of days with low visibility have been in June and July. Moreover, the synoptic analysis of the atmosphere shows that during the storm, an intense gradient of pressure and instability near the surface of the earth and the convergence flow at the level of 500 hPa have been created on the region.

Discussion and Conclusion: The results of this study indicate that the dust in the streets parallel with the Prevailing wind direction is easily transmitted to the central parts of the city. Then due to the collision of the dust stream with the city's high buildings, a part of the dust is transferred to the surface of the earth, and other part of the flow creates a torsion mode in the back section of the building. Eventually, another part of it passes through the city at altitudes above the buildings. Vegetation around the cities has reduced the flow of dust into the cities and is considered as a positive factor in reducing pollution in the region.

Key words: Dust, Aerosol, Storm, Air Pollution, Hamedan Province.

1- Assistant Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran * (*Corresponding Author*)

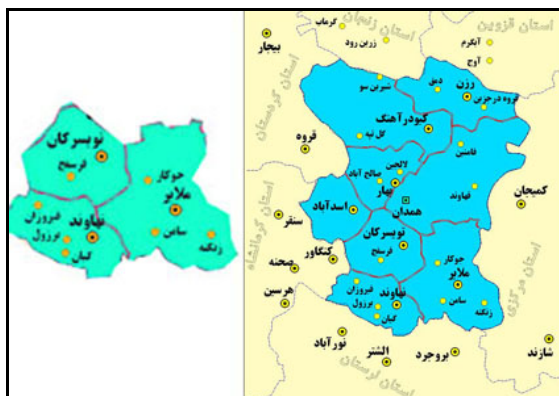
2- PhD in Synoptic Climatology, Department of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

مقدمه

آلودگی هوا ناشی از حضور ریزگردها یا هواویزها در سالیان اخیر به یکی از مشکلات زیست محیطی شهرهای غرب و جنوب غربی کشور تبدیل شده است. هم شهرها و هم روستاها و نیز محیط طبیعی، کشاورزی و منابع طبیعی در مناطق غربی ایران در دوره اوج گردو غبار به شدت تحت تأثیر گردو غبار شهری قرار دارند. در بخش کشاورزی و منابع طبیعی ریزگردها باعث کاهش محصولات زراعی و اختلال در رشد گیاهان و میوه دهی درختان می شوند. به عنوان نمونه در منطقه لرستان در سال های اخیر ریزگردها باعث بروز خسارت به زنبورداران عسل شده است که براساس آمار در سال 1390 به علت حضور ریزگردها بیش از 140 میلیون ریال به زنبورداران این منطقه خسارت وارد شده است (4). گردوغبار باعث آلودگی آب آشامیدنی و در نتیجه بیماری های گوارشی از این طریق می شود (5). در روستاهایی که آب آشامیدنی مردم از طریق چشمه و رودخانه تأمین می گردد. این نوع آلودگی بیش ترین اثر گذاری را بر سلامت انسان ها دارد. اثرات نامطلوب بهداشتی سیستم های گرد و غبار مشکلات تنفسی و ریوی برای انسان از جمله سینوریت، برونشیت، آسم و آلرژی است. اثرات محیطی گردوغبار شامل آلوده کردن محیط زندگی انسان ها، کاهش منابع آب، کم شدن ساعات آفتابی، پوشاندن سطح برگ ها، شیوع بیماری های گیاهی و کاهش تولیدات کشاورزی و اختلال در سیستم حمل و نقل است (2). در مناطق غرب و جنوب غرب پدیده گرد و غبار به چالشی تبدیل شده که باعث شده است بعضی از افراد به دلیل بیماری های تنفسی و ریوی مجبور به مهاجرت شوند (6). بنابراین بیش ترین نگرانی درباره آلودگی ریزگردها حضور آن ها در لایه تروپوسفر پایینی یا همان هوایی است که انسان ها از آن تنفس می کنند. مناطق جنوبی استان همدان (شکل 1) به سبب نزدیکی به مرزهای غربی از سیستم های گردو غبار به خصوص در دو فصل بهار و تابستان تأثیر پذیر می باشند. جمعیت قابل توجهی در سه شهر بزرگ تر ملایر، نهاوند و تویسرکان و شهرهای کوچک تر تابعه آن ها زندگی می کنند بنابراین مطالعه اثرات آلوده کننده ذرات

پدیده ریزگردها یا گردوغبار از مهم ترین بحران های محیطی در مناطق مجاور بیابان ها و نواحی خشک است. وجود ریزگردها در هر منطقه ای میدان دید را کاهش می دهد و به عنوان یک مخاطره محیطی برای ساکنان شهرها و روستاها به حساب می آید. در سالیان اخیر دانشمندان و محققان تلاش های زیادی برای مطالعه توفان های گرد و غبار و علت حضور ریزگردها در جو شهرها و چگونگی حرکت و انتشار آن ها و راه های کاهش اثرات آلوده کننده آنها انجام داده اند. کشور ایران از جمله مناطق بیابانی است و همچنین به سبب نزدیکی به بیابان های بزرگی مانند عربستان و عراق تحت تأثیر ورود توفان های گردوغبار قرار گرفته است. نواحی غربی ایران به خصوص استان های خوزستان، ایلام و کرمانشاه بیش ترین نفوذپذیری را از توفان های گردوغبار داشته اند. از لحاظ اقلیمی، کم فشارهای بسته روی عراق، سوریه و شمال عربستان باعث ایجاد شرایط مناسب برای صعود حجم زیادی از گردو غبار به هوا می شود که جریان باد در سطوح میانی جو می تواند آن را به نواحی جنوب غربی و غرب ایران منتقل کند (1). توفان های گردوغباری عمدتاً در فصول بهار و تابستان و با توالی کم تر در پاییز و زمستان روی می دهد. مهم ترین عامل در تولید گردوغبار سرعت باد می باشد (2). مطالعات انجام شده نشان می دهد که مقدار بیشینه تعداد روزهای گردوغباری در جنوب غرب کشور و خوزستان می باشد و از سمت جنوب به شمال و از غرب به شرق کشور از تعداد روزهای گرد و غباری کاسته می شود (3) جریان باد می تواند با سرعت قابل توجهی ذرات گردوغبار را از روی بیابان ها به نواحی مجاور منتقل نموده و باعث ایجاد جوی آلوده برای مناطق تحت نفوذ خود شود. اهمیت مطالعه ریزگردها از آن جهت است که تراکم زیاد آن ها در جو می تواند سلامتی انسان ها را به خطر اندازد. غلظت بالای ریزگردها سبب افزایش بیماری های قلبی و تنفسی در شهرها می شود. از این جهت امروزه مطالعه فعالیت ریزگردها، منشأ، چگونگی انتقال و انتشار و حضور آن ها در جو شهرها اهمیت زیادی دارد.

گردوغبار در این شهرها از جهت سلامتی ساکنان آن ها اهمیت زیادی دارد.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Geographical location of the studied area

روش بررسی

است. هر یک از نمودارها، نقشه ها، شکل ها و گلبادها به منظور تحلیل و بیان حرکت توفان های گردوغبار در لایه تروپوسفر شهری به کار رفته است.

یافته ها

بررسی تغییرات دوره ای توفان های گردوغبار در منطقه
بررسی وضعیت گردوغبار در سطح شهرهای جنوبی استان همدان براساس آمار تعداد توفان های گردوغبار سه شهر ملایر، نهاوند و توپسرکان به ترتیب در دوره های 1992 تا 2010، 1996 تا 2005 و 2004 تا 2010 (7) تغییرات مشخصی را نشان می دهد. ایستگاه ملایر مطابق با جدول شماره (1) بیش ترین تعداد توفان های گردوغبار را در سال های پایانی دوره آماری 1992 تا 2010 داشته است. نزدیک به 35 توفان گردوغباری برای ملایر ثبت شده است که توجه به نمودار تغییرات سال به سال (شکل 2) در طول دوره نیز حاکی از افزایش توفان ها در سال های 2008 تا 2010 می باشد. در این نمودار مشاهده می شود که یک روند افزایشی در آغاز دوره آماری نیز مشاهده می گردد. از سال 1995 تا سال 2001 تعداد توفان ها در ملایر با روند منظمی رو به کاهش بوده است. در سال 1998 در ملایر توفان گردوغبار با اهمیتی روی نداده است. براساس جدول 2 میانگین سالانه توفان ها در ملایر 13/7

روش مطالعه تحقیق جاری استفاده از داده های آماری اقلیمی و پردازش آن ها به شکل گرافیکی و تحلیل نقشه های هوا می باشد. برای این منظور 3 ایستگاه سینوپتیک جنوب استان همدان شامل ملایر، نهاوند و توپسرکان به روش کمی مورد بررسی قرار گرفت. برای ایستگاه ملایر آمار دوره 1992 تا 2010، ایستگاه نهاوند 1996 تا 2005 و ایستگاه توپسرکان 2004 تا 2010 انتخاب شد. داده های استفاده شده در این پژوهش شامل تعداد توفان های گردوغبار ماهیانه و سالیانه و نیز داده روزهای با دید مساوی 2 کیلومتر یا کم تر از آن می باشد. به منظور شناخت علت جوی شکل گیری توفان ها با مراجعه به سایت NOAA نقشه های فشار روزانه برای چند روز شاخص که در طول آن ها توفان گردوغبار در منطقه اتفاق افتاده بود تهیه شد و با روش سینوپتیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این نقشه ها فشار هوا برحسب دو واحد پاسکال و هکتوپاسکال می باشد. هر هکتوپاسکال برابر با صد پاسکال است. در ادامه با کمک داده های روزانه وزش باد مربوط به سه ایستگاه ملایر، نهاوند و توپسرکان گل بادهایی با کمک نرم افزارهای EXCEL، SPSS و WindRose برای نمایش جهت و سرعت باد ترسیم شده است. این گلبادها جهت باد غالب را نمایش می دهد. با کمک نرم افزار Office، اشکال نمایش دهنده ورود جریان باد غالب در سطح شهر ترسیم شده

می باشد. در ملایر حداکثر وقوع توفان گردوغبار در طول سال مربوط به ماه می یعنی اواسط بهار می باشد (شکل 3). روند افزایشی توفان ها از ماه فوریه آغاز و در ماه می به حداکثر می رسد. در ماه اوت تقریباً اواسط تابستان در ملایر تعداد توفان ها کاهش می یابد اما یک افزایش موقتی در ماه سپتامبر مشاهده می شود که مربوط به فرارسیدن فصل پاییز است.

می باشد. در ملایر حداکثر وقوع توفان گردوغبار در طول سال مربوط به ماه می یعنی اواسط بهار می باشد (شکل 3). روند افزایشی توفان ها از ماه فوریه آغاز و در ماه می به حداکثر می رسد. در ماه اوت تقریباً اواسط تابستان در ملایر تعداد توفان ها کاهش می یابد اما یک افزایش موقتی در ماه سپتامبر مشاهده می شود که مربوط به فرارسیدن فصل پاییز است.

جدول 1- تعداد توفان های گردوغبار ایستگاه ملایر در دوره 1992 تا 2010 میلادی

Table 1. The number of dust storms in Malayer station (1992 -2010)

2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992
1	2	2	0	7	12	15	31	23	29
	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
	35	33	29	7	0	12	4	17	4



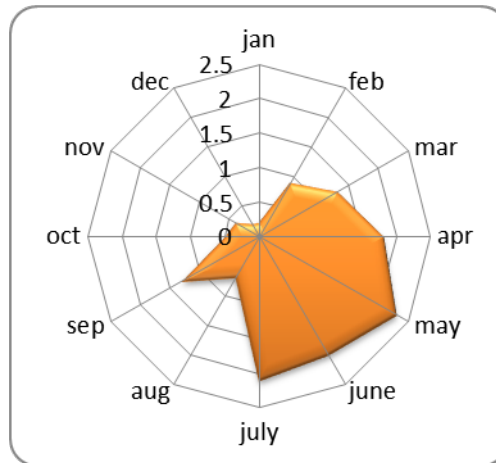
شکل 2- نمودار تغییرات توفان های گردو غبار ایستگاه ملایر در دوره 1992 تا 2010 میلادی

Figure 2- The dust storms changes in Malayer station (1992 -2010)

جدول 2- میانگین ماهیانه توفان های گردو غبار ایستگاه ملایر در دوره 1992 تا 2010 میلادی

Table 2. The monthly average of dust storms in Malayer station (1992 -2010)

	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
	2	2/3	1/8	1/3	0/9	0/2
سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژولای
13/7	0/2	0/4	0/5	1/3	0/7	2/1



شکل 3- نمودار تغییرات میانگین ماهیانه توفان های گردو غبار ایستگاه ملایر در دوره 1992 تا 2010 میلادی

Figure 3. The monthly average changes of dust storms in Malayer station (1992 -2010)

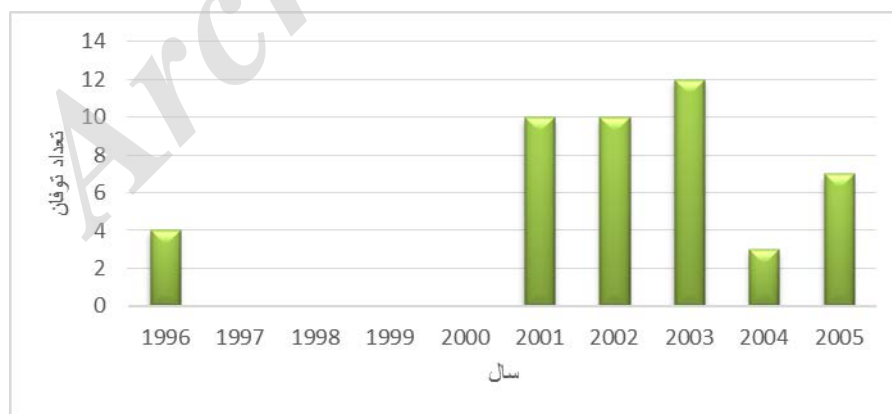
تا 2005 تعداد توفان ها در نهاوند روند افزایشی قابل توجهی داشته است در حالی که در سال های 1997 تا 2000 توفان مهمی در منطقه ثبت نشده است (شکل 4).

در مورد ایستگاه نهاوند در دوره 1996 تا 2005 بیشترین تعداد وقوع توفان های گرد و غبار مربوط به سال 2003 است که 12 توفان ثبت شده است (جدول 3). در سال های 2001

جدول 3- تعداد توفان های گردو غبار ایستگاه نهاوند در دوره 1996 تا 2005 میلادی

Table 3. The number of dust storms in Nahavand station (1996 -2005)

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
7	3	12	10	10	0	0	0	0	4



شکل 4- نمودار تغییرات توفان های گردو غبار ایستگاه نهاوند در دوره 1996 تا 2005 میلادی

Figure 4. The dust storms changes in Nahavand station (1996 -2005)

بیشینه را نشان می دهد (شکل 5) که یکی مربوط به ماه مارس مصادف با اوایل بهار و دیگری مربوط به ماه اوت مصادف با

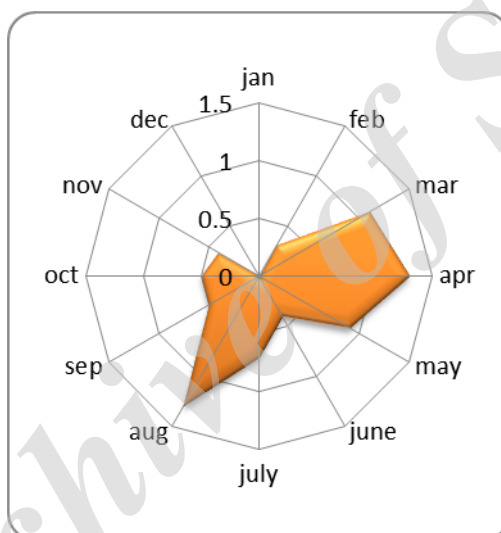
تعداد میانگین توفان های سالیانه در نهاوند 7/4 مورد ثبت شده است (جدول 4). روند ماه به ماه توفان ها در نهاوند دو هفته

اواسط تابستان است که به 1/3 مورد می رسد. در نهاوند از ماه سپتامبر (شهریور) تا ماه نوامبر (آبان) رویداد گردوغبار روند یکنواختی را نشان می دهد.

جدول 4- میانگین ماهیانه توفان های گردو غبار ایستگاه نهاوند در دوره 1996 تا 2005 میلادی

Table 4. The monthly average of dust storms in Nahavand station (1996 -2005)

	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
	0/4	0/9	1/1	1/3	0/3	0
سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	جولای
7/4	0	0/4	0/5	0/5	1/3	0/7



شکل 5- نمودار تغییرات ماهیانه میانگین توفان های گردو غبار ایستگاه نهاوند در دوره 1996 تا 2005 میلادی

Figure 5. The monthly average changes of dust storms in Nahavand station (1996 -2005)

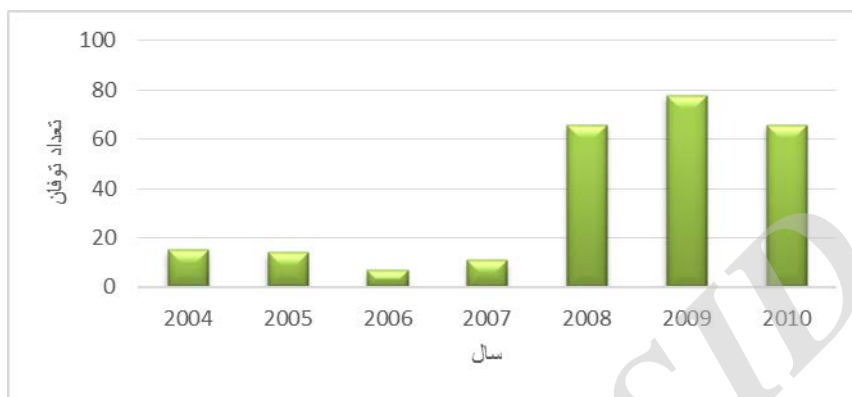
در طول سال یک شکل تقریباً قله ای را بر روی نمودار به نمایش گذاشته است که ماه ژوئن (خرداد و تیر) بالاترین رقم (3/3) در طول سال را مشخص نموده است که ماه های جولای و می در طرفین آن دیگر ارقام بالا را نشان می دهد. بنابراین دوره مشخص بیشینه توفان های گردوغبار در تویسرکان از ماه می تا ماه جولای (اردیبهشت تا تیر) به طول می انجامد. نوامبر، دسامبر و ژانویه حداقل وقوع توفان های گردوغبار را نشان می دهد (شکل 7).

ایستگاه تویسرکان در تمامی سال های دوره مورد مطالعه یعنی 2004 تا 2010 ثبت توفان های گردوغبار را نشان می دهد. تعداد 78 توفان در سال 2009 برای این ایستگاه ثبت شده است. کم ترین تعداد توفان ثبت شده مربوط به سال 2006 است که 7 مورد بوده است (جدول 5). تعداد توفانها در ایستگاه تویسرکان از سال 2004 تا 2007 در مقایسه با دوره سه ساله 2008 تا 2010 قابل مقایسه نیست و ارقام خیلی پایین تری را نشان می دهند (شکل 6). میانگین سالیانه توفان ها در تویسرکان 36 مورد می باشد (جدول 6). روند وقوع توفان ها

جدول 5- تعداد توفان های گردوغبار ایستگاه تویسرکان در دوره 2004 تا 2010 میلادی

Table 5. The number of dust storms in Toyserkan station (2004 -2010)

2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
66	78	66	11	7	14	15



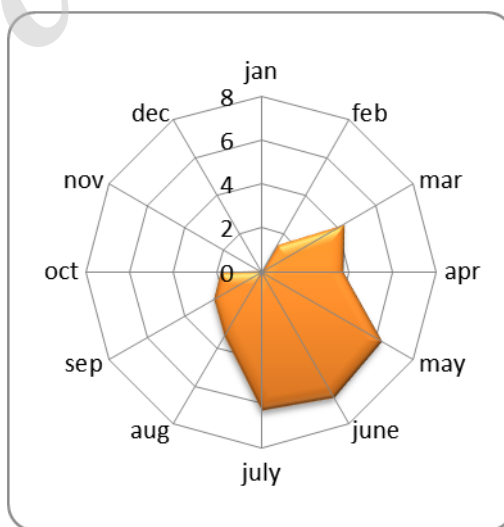
شکل 6- نمودار تغییرات توفان های گردو غبار ایستگاه تویسرکان در دوره 2004 تا 2010 میلادی

Figure 6. The dust storms changes in Toyserkan station (2004 -2010)

جدول 6- میانگین ماهیانه توفان های گردو غبار ایستگاه تویسرکان در دوره 2004 تا 2010 میلادی

Table 6. The monthly average of dust storms in Toyserkan station (2004 -2010)

	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
	6/6	6/3	3/7	4/3	1/4	0
سالیانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	جولای
36	0/1	0/1	1/9	2/5	3/4	6/3

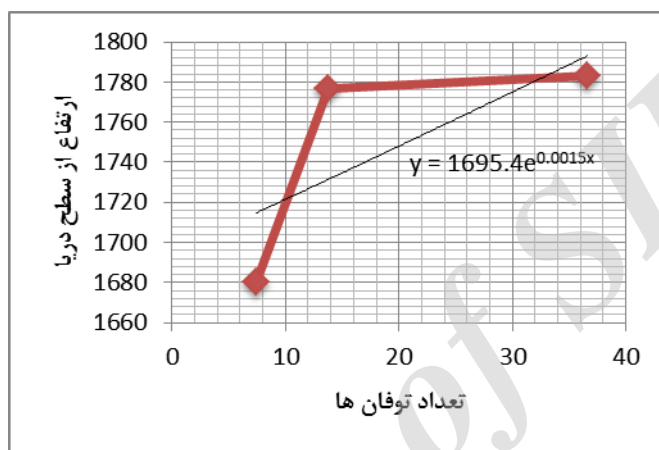


شکل 7- نمودار تغییرات ماهیانه میانگین توفان های گردو غبار ایستگاه تویسرکان در دوره 2004 تا 2010 میلادی

Figure 7. The monthly average changes of dust storms in Toyserkan station (2004 -2010)

زمستان در منطقه مورد مطالعه است حداقل وقوع توفان های گردو غبار را نشان داده است. نمودار تغییرات حداکثر تعداد وقوع توفان های گردو خاک با ارتفاع ایستگاه های مورد مطالعه (شکل 8) نشان می دهد که با افزایش میزان ارتفاع از سطح دریا تعداد توفان ها افزایش یافته است، یعنی از نپاوند با کم ترین ارتفاع به سمت توپسرکان با بیش ترین ارتفاع، گردو غبار زیاد شده است.

با مطالعه هر سه دوره آماری نتیجه گرفته می شود که در بین شهرهای جنوبی استان همدان بالاترین وقوع توفان های گردو غبار مربوط به توپسرکان در قسمت غربی و کم ترین آن ها مربوط به نپاوند در قسمت مرکزی منطقه مورد مطالعه بوده است. در ملایر بیش ترین توفان ها در ماه می (اردیبهشت ماه) در توپسرکان در ماه ژوئن (خرداد) و در نپاوند در ماه های مارس (فروردین و اسفند) و اوت (مرداد ماه) شکل گرفته است. در همه ایستگاه ها ماه های دسامبر و ژانویه که مصادف با دوره اوج



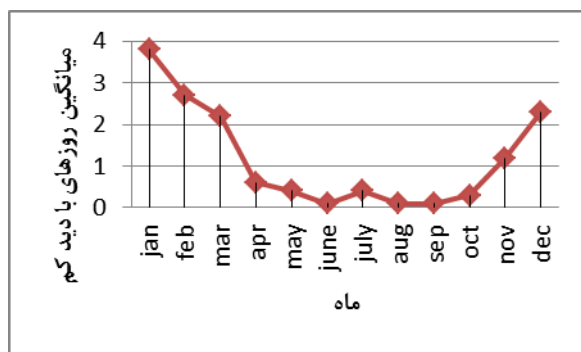
شکل 8- تغییرات وقوع توفان های گردو غبار با ارتفاع از سطح دریا

Figure 8. The changes of dust storms occurrence with altitude

می شود در ماه های دوره گرم سال بیش ترین وقوع روزهای با کاهش دید کم تر از 2 کیلومتر به ترتیب محدود به ماه های جولای (تیر) و ژوئن (خرداد) می شود (ماه جولای برای ملایر و توپسرکان و ماه ژوئن برای نپاوند) که علت کاهش میدان دید افزایش ریزگردها و بروز پدیده گردو غبار در این موقع از سال است. نمودار ایستگاه توپسرکان (شکل 11) بیش ترین تعداد روزهای با دید کم تر از 2 کیلومتر در ماه جولای را نشان می دهد.

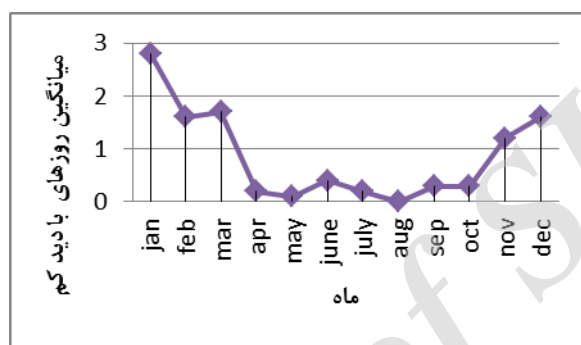
روند ماهیانه کاهش میدان دید در ارتباط با پدیده گردو غبار

یکی از پیامدهای توفان های گردو خاک کاهش میدان دید می باشد که بررسی تغییرات میانگین ماهیانه تعداد روزهای با دید کم تر از 2 کیلومتر یا مساوی آن برای ایستگاه های ملایر (شکل 9)، نپاوند (شکل 10) و توپسرکان (شکل 11) نشان می دهد که به استثنای ماه های نوامبر تا مارس که کاهش دید با افزایش ابرناکی، مه گرفتگی و بارندگی های فصل سرد توجیه



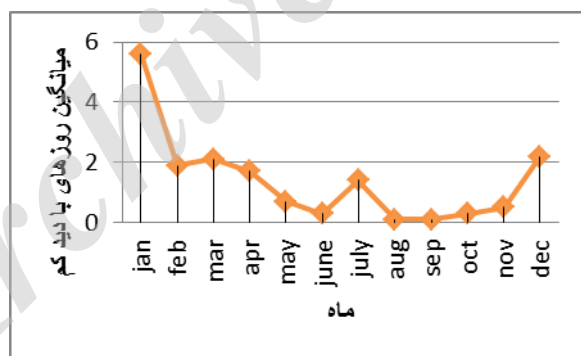
شکل 9- میانگین ماهیانه روزهای با دید کم تر از 2 کیلومتر در ایستگاه ملایر (دوره آماری 1992 تا 2010 میلادی)

Figure 9. The monthly average of days with visibility less than 2 kilometers in Malayer station (1992-2010)



شکل 10- میانگین ماهیانه روزهای با دید کم تر از 2 کیلومتر در ایستگاه نهاوند (دوره آماری 1996 تا 2005 میلادی)

Figure 10. The monthly average of days with visibility less than 2 kilometers in Nahavand station (1996-2005)



شکل 11- میانگین ماهیانه روزهای با دید کم تر از 2 کیلومتر در ایستگاه تويسرکان (دوره آماری 2004 تا 2010 میلادی)

Figure 11. The monthly average of days with visibility less than 2 kilometers in Toyserkan station (2004-2010)

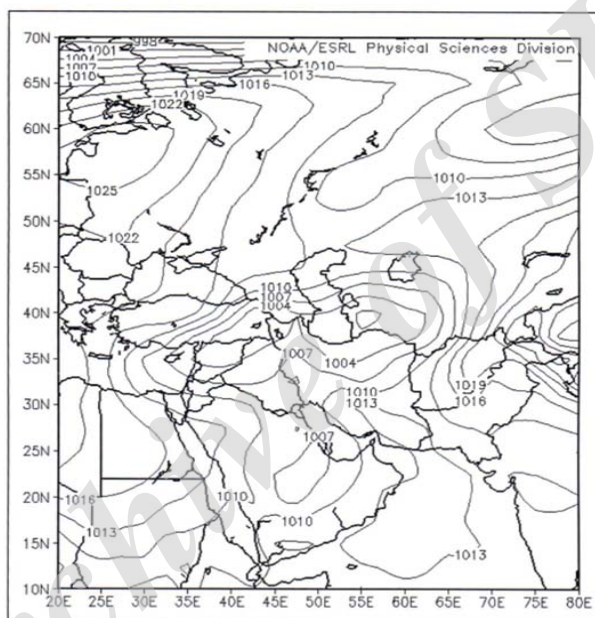
تحلیل هم دیدی روزهای شاخص وقوع توفان ها

است و درجه شرایط سینوپتیکی این جریانات در منطقه اتفاق افتاده است. در این جا چند روز شاخص از نظر وقوع توفان انتخاب شده است تا از دیدگاه هم دیدی مورد تحلیل قرار گیرد. روز 26 مارس 2003 نمونه ای از این روزها بوده است. نقشه های تهیه شده برای این روز (8) شامل سطح زمین و سطح

چگونگی شکل گیری توفان های گردو غبار در سطح منطقه از دیدگاه سینوپتیکی اهمیت زیادی دارد. از طریق روش مطالعه هم دیدی مشخص می شود که در زمان وقوع این توفان ها روند استقرار الگوهای فشار و تغییرات سرعت باد در سطح زمین، سطح 500 هکتوپاسکال و لایه تروپوسفر به چه صورتی بوده

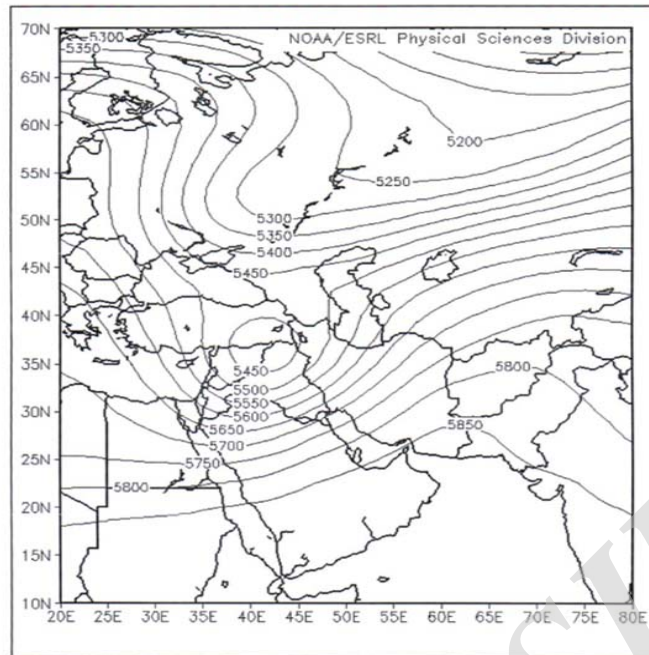
ناوه و در مرکز آن هسته کم ارتفاع بر روی عراق و سوریه قرار گرفته است که فشردگی منحنی های هم ارتفاع در سمت راست این محور بر روی نواحی غربی شرایط وقوع ناپایداری و هم گرایی جریان هوا در نزدیکی سطح زمین را بیان می نماید. روز شاخص دوم 25 مارس 1991 (5 فروردین 1370) می باشد. در این روز وزش توفان شدید گردوخاک همراه با حضور ابرهای متراکم کومولونیمبوس در سطح منطقه مورد مطالعه منجر به شکل گیری شرایط ناپایداری شدید در نزدیکی سطح زمین شد.

500 هکتوپاسکال، موقعیت جغرافیایی 20 درجه تا 80 درجه طول شرقی و 10 درجه تا 70 درجه عرض شمالی شامل منطقه وسیع تری از خاورمیانه را شامل می شود. در نقشه سطح زمین (شکل 12) شیب گرادیان فشار از سمت منحنی بسته 1013 میلی بار در جنوب شرقی به طرف منحنی بسته 1004 میلی باری در شمال غربی در امتداد نواحی غربی ایران کشیده شده است. به تبع وجود اختلاف فشار بین دو نقطه در سطح زمین و گرادیان فشار حرکت هوا، جریان باد از سمت پرفشار به کم فشار شکل می گیرد. در سطح میانی اتمسفر مطابق با نقشه تراز 500 هکتوپاسکال جو (شکل 13)، محور



شکل 12- الگوی فشار سطح زمین - 26 مارس 2003 میلادی

Figure 12. The pattern of surface pressure - 26 march 2003

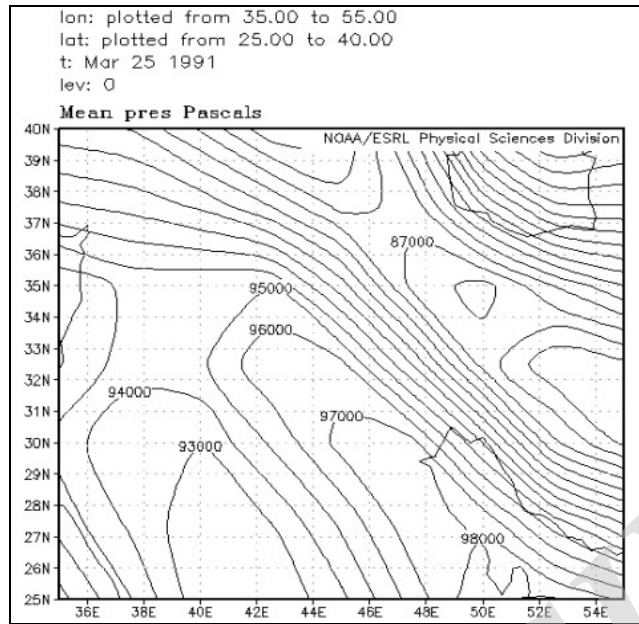


شکل 13- الگوی تراز 500 هکتوپاسکال - 26 مارس 2003 میلادی

Figure 13. The pattern of 500 hPa - 26 march 2003

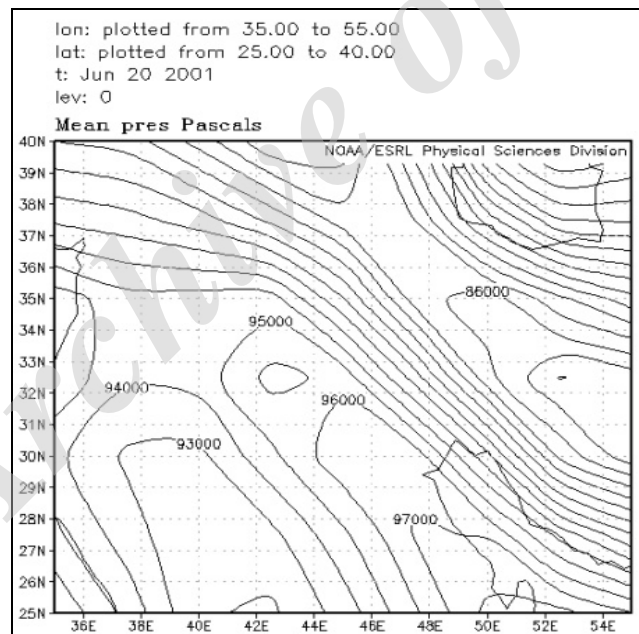
فشار سطح زمین در روز 20 ژوئن 2001 (شکل 15) فشرده‌گی ایزوبارها در غرب کشور توجیه کننده اختلاف فشار و ناپایداری سطح زمین می باشد. هم چنین در روز 15 اوت 2010 میلادی (شکل 16) تشکیل یک منحنی بسته کم فشار 86 هکتوپاسکالی بر روی منطقه و فشرده‌گی هم فشارها در غرب ایران شکل گیری جریان گردو خاک را در نزدیکی سطح زمین نشان می دهد.

شکل 14 مربوط به میانگین فشار سطح زمین است که تشکیل یک هسته کم فشار 86000 پاسکالی (860 هکتوپاسکالی) در نزدیکی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که وضعیت هم گرایی و ناپایداری شدید سطح زمین را تأیید می نماید. بنابراین روزهای شاخص وقوع توفان در ماه مارس، وجود شرایط ناپایداری شدید و بروز بادهای شدید را در نزدیکی سطح زمین بیان می نماید. ماه ژوئن از دیگر ماه های سال است که در منطقه فراوانی از توفانهای گردوغبار وجود دارد. مطابق با نقشه



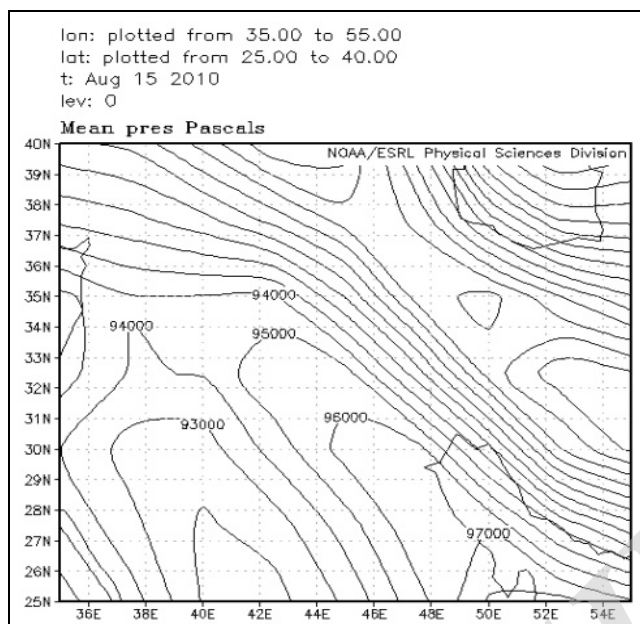
شکل 14- الگوی فشار سطح زمین - 25 مارس 1991 میلادی

Figure 14. The pattern of surface pressure - 25 March 1991



شکل 15- الگوی فشار سطح زمین - روز 20 ژوئن 2001 میلادی

Figure 15. The pattern of surface pressure - 20 June 2001



شکل 16- الگوی فشار سطح زمین - روز 15 اوت 2010 میلادی

Figure 16. The pattern of surface pressure -15August 2010

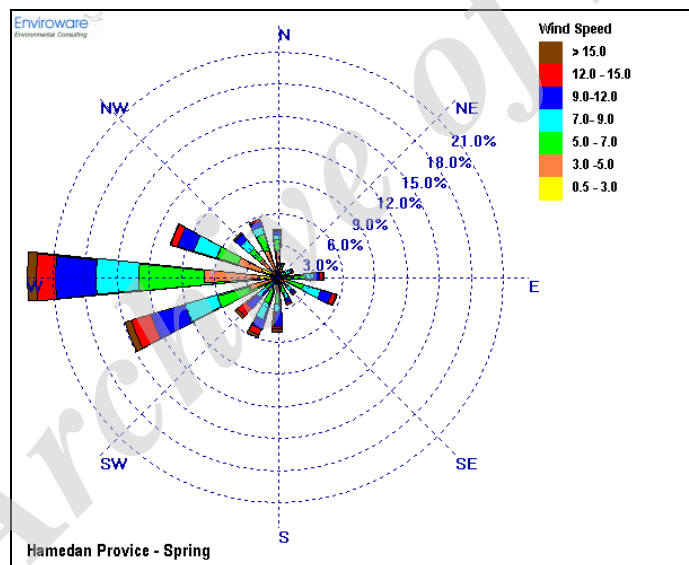
شهرهای جنوبی استان همدان بیشترین رویداد وقوع توفان های گردوغبار که عامل ایجاد پدیده ریزگرد و غبار هستند، مربوط به دو فصل بهار و تابستان است که محدوده بین ماه های مارس تا سپتامبر را در بر می گیرد. وقوع این توفان ها می تواند در ارتباط با جریان باد غالب در منطقه باشد. باد غالب یا همان بادی که بیشترین فراوانی در وزش از یک جهت مشخص جغرافیایی را نشان می دهد، از جهت انتقال جریان گردوخاک و هوای غبارآلود به شهر اهمیت بیشتری دارد. در بین سه شهر مورد مطالعه شهرهای نهاوند و تویسرکان نسبت به ملایر به سمت غرب نزدیک تر بوده و از این جهت ابتدا جریان بادهای از سمت غرب وارد این دو شهر می شود. براساس مطالعه انجام شده، باد غالب ایستگاه های جنوبی استان همدان در دو فصل بهار و تابستان غربی می باشد که گل باد فصل بهار (شکل 17) و گل باد فصل تابستان (شکل 18) این وضعیت را به خوبی نشان می دهد (11). بنابراین باد غالب می تواند جریان هوای حاوی ریزگردها و ذرات خاک حمل شده را بیش تر از سمت غرب وارد شهرهای منطقه نماید. خیابان های موازی با جهت باد غالب کار انتقال ذرات غبار و گردوغبار را به سمت مرکزی شهر و دیگر نقاط شهرها آسان می نماید زیرا این

جریان حرکت ریزگردها و گردوخاک در لایه مرزی سطح شهرهای منطقه

زمانی که توفان های گردوغبار به عنوان یک پدیده اقلیمی در نزدیکی شهرها مشاهده می شوند، قبل از ورود به شهر قسمتی از ذرات خاک موجود بر سطح زمین های کشاورزی و سطوح خشک بدون پوشش گیاهی حاشیه شهر را که از لحاظ اندازه و وزن خیلی کوچک هستند، را با خود حمل می نمایند. از مهم ترین عوامل ایجاد گردوغبار فرسایش بادی است که از عوامل مهم ایجاد فرسایش بادی عاری بودن زمین از پوشش گیاهی می باشد (9). زمانی که پوشش گیاهی بر سطح زمین کم و یا پراکنده باشد، ذرات کم وزن توسط باد از سطح زمین برداشته شده و به راحتی وارد نخستین لایه اتمسفر یعنی تروپوسفر می شوند. لایه تروپوسفر همان هوایی است که انسان از آن تنفس می نماید. هرچه ذرات خاک درشت تر باشند، احتمال انتقال آن ها توسط توفان کاهش می یابد. اندازه بزرگترین ذرات موجود در سطح خاک زراعی 2، 5 و 15 میلی متر و برای خاک ماسه ای 2 میلی متر است. شدت فرسایش در خاک زراعی به دلیل درشتی خاک دانه ها کم تر از خاک ماسه ای است (10). در مبحث پیشین مشخص شد که در

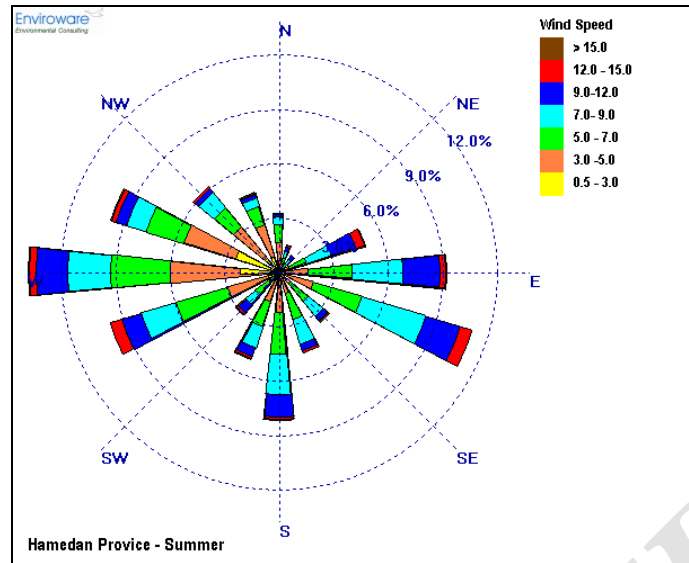
ساختمان های بلند به عنوان یک عامل بازدارنده و اصطکاک عمل می نمایند. در این وضعیت پس از برخورد توفان به سمت روبه باد ساختمان های بلند شهر، قسمتی از سرعت جریان توفان کاهش سرعت پیدا کرده و به سمت پایین ساختمان حرکت می نماید و ذرات گردو خاک را به طرف سطح خیابان و کوچه منتقل می نماید. بخشی از جریان توفان نیز پس از عبور از روی ساختمان در قسمت پشت به باد و در بین دو ساختمان متوالی حالت چرخشی یا پیچشی پیدا می نماید و در این حالت جوی کاملاً متراکم از هوای آلوده به ریزگردها در فضای بین دو ساختمان شکل می گیرد، بخشی از جریان توفان که در ارتفاع بالاتر قرار دارد نیز بدون مانع از سطح شهر عبور می نماید (شکل 20).

جریان هوا با کم ترین مانع بر سر راه به مسیر خود ادامه می دهد. جریان توفان گردوغبار می تواند در امتداد خیابان های اصلی پس از برخورد با ساختمان های مجاور خیابان به داخل سایر معابر البته با سرعت کم تری انتقال یابد (شکل 19). پس از ورود توفان غبارآلود به شهر به تدریج مطابق با سرعت وزش توفان هوای قابل دسترس یا همان جریان هوای تروپوسفر شهری از سطح زمین تا بالای بلندترین ساختمان های شهری منطقه توسط ذرات گردو خاک و سایر هواویزها اشغال می شود و به این ترتیب علاوه بر پایین آمدن کیفیت هوای شهر تنفس برای ساکنان شهر نیز مشکل می شود. کاهش میدان دید و اختلال در رفت و آمد و خسارت به محیط زیست شهری از دیگر پیامدهای وقوع توفان گردو غبار در شهرهای منطقه خواهد بود. در هنگام عبور توفان گردوغبار از سطح شهر



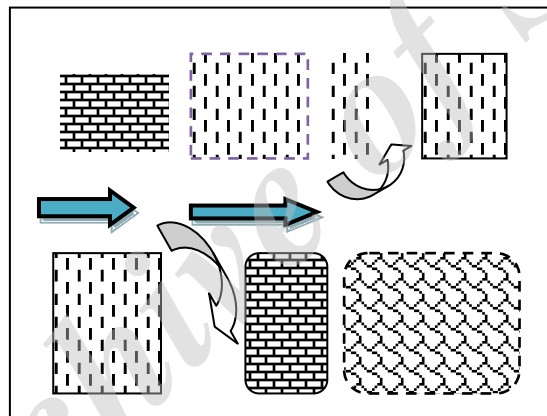
شکل 17- گلباد فصل بهار برای منطقه مورد مطالعه

Figure 17. The spring wind rose for the studied area



شکل 18- گلباد فصل تابستان منطقه مورد مطالعه

Figure 18. The summer wind rose for the studied area



شکل 19- نحوه انتقال توفان گردوغبار به داخل خیابان های موازی با بادغالب و سایر معابر

Figure 19. How to transfer dust storms into the streets parallel with prevailing winds and other passages



شکل 20- نحوه عبور جریان توفان گردو غبار از سطح ساختمان های شهر (12)

Figure 20. How to crossing the dust storm through the city's buildings

بعضی از مناطق ایران شدت تراکم ریزگردها در جریان موج گردوغبار خیلی بیش تر از مقدار استاندارد آن می باشد. مثلاً در سال 1387 در کرمانشاه مقدار تراکم این آلاینده ها به 3150 میکرومتر بر مترمکعب یا بیش از 21 برابر استاندارد و در آبادان

حضور ریزگردها و ذرات گردوغبار یک بحران محیطی در شهرها محسوب می شود که هرچه تراکم این ذرات در جو نزدیک سطح زمین بیش تر باشد، احتمال ابتلا انسان ها به بیماری های تنفسی افزایش می یابد. مطابق با تحقیقات انجام شده در

می باشد که همین مورد باعث انتقال ریزگردهای بیش تری به اتمسفر این دو شهر می شود.

بحث و نتیجه گیری

فعالیت توفان های گردوخاک و ریزگردها در سال های اخیر به مشکل زیست محیطی مهمی در نواحی غربی و جنوب غربی کشور ایران تبدیل شده است. مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است که هرکدام بیان گر علل و منشأ پیدایش، نحوه فعالیت، آثار زیست محیطی و ارایه راهکارها و پیشنهادهایی برای حل این بحران محیطی بوده است. در شهرها ریزگردها و توفان های گردوغبار شرایط نامطلوبی برای سلامتی انسان ها ایجاد نموده اند. شهرهای ملایر، نهاوند و تویسرکان در جنوب استان همدان در غرب ایران با مشکل ورود توفان های گردوغبار و فعالیت ریزگردها در لایه تروپوسفر یا همان قشره‌های قابل تنفس انسان مواجه هستند. با استفاده از روش کمی دو عامل اقلیمی تعداد توفان های گردو غبار و روزهای با میدان دید کمتر از 2 کیلومتر یا مساوی آن ها در سه دوره آماری از سال های 1992 تا 2010 در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که بیش ترین تعداد توفان های گردوخاک در تویسرکان و کم ترین آنها در نهاوند اتفاق افتاده بود. بیش ترین تعداد توفان های گردوغبار در طول سال در ملایر در اردیبهشت (ماه می)، در نهاوند در فروردین (ماه مارس) و مرداد (ماه اوت) و در تویسرکان در خرداد (ژوئن) شکل گرفته است. تغییرات سال به سال و دوره ای نشان می دهد که در تمام منطقه توفان های گردوخاک در سالیان اخیر افزایش داشته است. تغییرات تعداد توفان ها با ارتفاع از سطح دریا نشان داد که تعداد توفان های گردوخاک با افزایش ارتفاع روند مثبتی را نشان داده و افزایش یافته است. بیش ترین تعداد روزهای با کاهش دید مساوی 2 کیلومتر یا کمتر از آن در نهاوند در خرداد (ژوئن) و در ملایر و تویسرکان تیرماه (ژولای) اتفاق افتاده بود. تحلیل سینوپتیکی روزهای شاخص وقوع توفان نشان می دهد که در نزدیکی سطح زمین گرادبان شدید فشار، فشرده‌گی هم فشارها و تشکیل هسته های کم فشار بر روی منطقه و در سطح 500

و اهواز به 9360 میکرومتر بر مترمکعب یا بیش از 40 برابر استاندارد آلودگی رسید. این تحقیقات نشان می دهد که تراکم ریزگردها در همدان به بیش از 1000 میکروگرم بر مترمکعب، در کرمانشاه به بیش از 3000 میکروگرم بر مترمکعب و در خرم آباد به بیش از 2500 میکروگرم بر متر مکعب رسیده است. هم چنین در این شرایط توان دید افقی که از پیامدهای گردوغبار جوی است در همدان 700 متر و در خرم آباد و کرمانشاه حدود 100 متر می باشد (1). همدان، کرمانشاه و خرم آباد نزدیک ترین شهرها به منطقه مورد مطالعه می باشند و به ترتیب در شمال، غرب و جنوب منطقه قرار دارند که می توان استنباط نمود تراکم مقدار ریزگردها از شرق به غرب و از شمال به جنوب این منطقه افزایش و توان دیدافقی نیز کاهش می یابد. ذرات گردوغبار از نظر اندازه به ذرات درشت (غیرقابل تنفس) و ذرات ریز (قابل تنفس) طبقه بندی می شوند. ذرات درشت به داخل بینی، دهان و حلق اما ذرات ریز به اعماق بیش تر در بدن انسان راه می یابند. ذرات درشت تهدیدی جدی برای سلامت نمی باشند و برای افرادی با سابقه بیماری های تنفسی مانند مبتلایان به آسم و آمفیزم مشکل ایجاد می نمایند (13). تراکم پوشش گیاهی در اطراف شهرهای ملایر، نهاوند و تویسرکان در کاهش سرعت توفان گردو غبار و نیز انتقال کم تر ذرات آلاینده به داخل شهر نقش مثبتی دارد. از دیگر نکات مثبت در مورد کاهش فعالیت ریزگردها در این شهرها مکان گزینی مناسب بعضی از صنایع آلوده کننده تروپوسفر شهر مانند کارخانه سیمان نهاوند است. کارخانه سیمان نهاوند در فاصله ای دورتر از شهر قرار داشته و به سبب استقرار در شرق نهاوند و با توجه به غربی بودن جهت باد غالب منطقه، اثرات آلوده کننده آن به شهر نهاوند نمی رسد. در شهر ملایر نیز صنایع مهم دورتر از شهر و به خصوص به سمت مسیر بروجرد و اراک و همدان گسترش یافته اند. در مقایسه با نهاوند که در آن فراوانی تعداد توفان های گرد و غبار کم تر از شهرهای مجاور است، در تویسرکان و ملایر با فراوانی وقوع توفان های گردوغبار بیش تر پهنه های عاری از پوشش گیاهی نزدیک به شهر بیش تر

4. Engestadler, s., 2001. Dust storms frequencies and their relationship to land surface conditions, frei drich- schiller university press, jena, Germany, p. 56.
5. Fengjin , Xiao, Zhou caiping, liao yaoming, 2008. Dust storms evolution in Taklimakan Desert and its correlation with climatic parameters, J. geogr. Sci, 18, pp. 425-514.
6. Gerasopoulos, E., Kouvarakis, G., Babasakalis, P., Vrekoussis, M., Putaud, J.P., Mihalopoulos, N., 2006. Origin and variability of particulate matter (PM10) mass concentrations over the Eastern Mediterranean, Atmos. Environ., No. 40, 25, pp.4679-4690.
7. <http://www.esrl.noaa.gov> (In Persian)
8. Hyun, C., Dong, W.S., Wonnyon, K., Seong, J.D., Soo, H.L., Minsoo, N., 2011. Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes, Toxicology Letters, 200(1-2), pp. 92-99.
9. Islamic Republic of Iran Meteorological Organization (IRIMO), 2014. Climatic normal. (In Persian)
10. Jacquelyn, C., Climate analysis and long range forecasting of dust storms in Iraq, (Dissertation for the degree of Master of Science), Graduate college of Naval postgraduate academy, Monterey California, June 2009.
11. Kaviani, M., 2001. Microclimatology, First edition, Tehran, p. 219. (In Persian).
12. Krueger, B.J., Grassian, V.H., Cowin, J.P, Laskin, A., Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy, Atmospheric Environment 2004; 38(36), pp.61- 6253.
13. MahmoudAbadi, M., Dehghani, F., Azim Zadeh, H., 2011. The study of the effect of

هکتوپاسکال شرایط هم گرایی بر روی منطقه در شکل گیری این توفان نقش داشته است. گل بادهای سالیانه برای منطقه نشان داده است که باد غالب منطقه غربی است و توفان گردوغبار از سمت غرب پس از حمل نمودن ذرات ریزتر خاک از سمت غرب با فراوانی بیش تر وارد هرکدام از این شهرها شده و در خیابان های موازی با باد غالب جریان گردوغبار به قسمت های مرکزی شهر منتقل می شود. به تدریج با استقرار ذرات گردوغبار در شهر لایه تروپوسفر شهر توسط ریزگردها آلوده می شود. جریان توفان بر اثر برخورد با ساختمان های بلند، ریزگردها را در اطراف ساختمان ها متراکم می نماید. قسمتی از جریان توفان در قسمت روبه باد ساختمان ها به سمت سطح زمین حرکت می نماید، قسمتی دیگر در بخش پشت به باد و بین دو ساختمان متوالی حالت پیچشی پیدا می نماید که این دو قسمت از جریان هوای قابل تنفس برای ساکنان، شهر را آلوده می نمایند. بخشی از جریان در ارتفاع بالاتر از سطح شهر عبور می نماید. پوشش گیاهی اطراف شهرهای منطقه نقش مثبتی در کاهش تراکم ریزگردها در هوای داخل شهر دارند و مکان گزینی بعضی از صنایع مانند کارخانه سیمان نهبوند مناسب بوده و در نقطه ای دورتر از شهر قرار گرفته است و ریزگردهای حاصل از آن نقشی در آلودگی لایه تروپوسفر شهری ندارند .

Reference

1. Anselin, L., Syabri, I., Kho, Y., 2009. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. In Fischer MM, Getis A (eds) Handbook of applied spatial analysis. Berlin, Heidelberg and New York: Springer
2. Buchany, M., Fazeli, D., 2011. Environmental challenges and its consequences, dust and its consequences in the West of Iran, Journal of Policy making, No. 3, pp. 125-146. (In Persian)
3. Ciren, P., Kondragunta, S., 2014. Dust aerosol index (DAI) algorithm for MODIS, Journal of Geophysical Research: Atmospheres.119(8): pp.4770-92.

- process of dusts entering Iran with emphasis on Khuzestan province. *Hakim Research Journal*, Vol. 15, No. 3, Pages 192 – 202. (In Persian)
21. Sissakian, V.K., Al-Ansari, N., Knutsson, S. 2013. Sand and Dust storm events in Iraq. *Natural Sci.*, 5, 1084-1094.
 22. Vanderstraeten P., Lenelle, Y., Meurrens, A., Carati, D., Brenig, L., Delcloo, A., 2008. Dust storm originate from Sahara covering Western Europe: A case study, *Atmospheric Environment*, 42(21), pp. 93-5489.
 23. Wang, X., Dong, Z., Zhang, C., Qian, G., Luo, W., 2009. Characterization of the composition of dust fallout and identification of dust sources in arid and semiarid North China, *Geomorphology*, 112, pp.144-157.
 24. Wijayratne, U.C., Scoles-Sciulla S.J., DeFalco, L.A., 2009. Dust deposition effects on growth and physiology of the endangered *Astragalus jaegerianus* (Fabaceae). *Madroño*, 56(2), pp.81 –88.
 25. World of industry newspaper, 2011, Dust damages to the beekeepers of Lorestan. (In Persian)
 26. Yarahmadi, D., Khoshkish, A., 1392. Zoning dust phenomenon in the western half of Iran during the years 1990 to 2009, *Journal of Applied Research in Geographic Sciences*, No. 31, pp. 211-225.(In Persian).
 27. Zijiang, Z., wang, x., 2012. Analysis of the severe group dust storms in eastern part of northwest china, *journal of Geographical sciences* 12, 3, pp. 357-362.
 28. Zolfaqari, H., Masumpour Samakush, J., ShayeganMehr, s., Ahmadi, M., 2011. Synoptic study of dust storms in western regions of Iran during the years 2005 to 2009, *Journal of Geography and Environmental Planning*, No. 43, pp. 17-34. (In Persian)
 - soil particle size distribution on wind erosion severity, *Journal of soil management and sustainable production*, Kerman Agricultural Sciences and Natural Resources Faculty, Vol. 1, No. 1, pp. 81-98. (In Persian)
 14. Ministry of Health, 2011. Dust and its effects on human health, Health Deputy, Health and Environment Center, Tehran (In Persian)
 15. Mofidi, A., Jafari, J., 2011. Examining the role of regional atmospheric circulation on the Middle East in the summer dust storms in the South West of Iran. *Journal of Arid Regions Geographic's Studies*. No. 5:45-17 (In Persian)
 16. Monikumar, R., Revikumar, P.V., 2012. Occurrence of widespread dust – followed by thunderstorm over Qatar on 4th February 2010 – a case study, *Pakistan Journal of Meteorology*, 9(17).
 17. Nickovic, S., Kallos, G., Papadopoulos, A., Kakaliagou, O., 2011. A model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984-2012). 106 (D16):18113-29.
 18. PourAli, M., Taghizadeh, A., 2011. Investigation of causes and dust origin in Khuzestan Province, *Journal of educational development of geography*, Vol. 25, Issue 3, pp. 8-13. (In Persian)
 19. Rostami, N., Alidadi, H., Salehi, P., JamaliBehnam, F., Doosti, S., Dowlatabadi, M., 2013. Investigating the Undesirable effects of dust on human health and the environment, 16th Iranian Environment Health Conference, Tabriz. (In Persian)
 20. Shahsavani, A., Yarahmadi, M., Mesdsqinia, A., Younesian, M., Jafarzadeh, N., Naeemabadi, A., Salesi, M., Nadafi, K., 2012. Analysis of the

Archive of SID