Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Climatic study of dust phenomenon in Semnan province and calculation of vertical dust flux by using GOCART model

Sara Karami [1] | Nasim Hossein Hamzeh [2]✉ | Abbas Ranjbar Saadat Abadi [3]

1. Corresponding author, Assistant Professor of Meteorology, Research group of Air Pollution and Dust, Research Institute of Meteorology and Atmospheric Science (RIMAS), Tehran, Iran.
E-mail: Karamis.62@gmail.com
2. Department Meteorology, Air and Climate Technology Company (ACTC), Tehran, Iran.
✉ **E-mail: nasim_hh@yahoo.com.com**
3. Associate Professor of Meteorology, Research group of Atmospheric Hazards, Research Institute of Meteorology and Atmospheric Science (RIMAS), Tehran, Iran. **E-mail: aranjbar@gmail.com**

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2020/04/12
Received in revised
2020/06/30
Accepted
2020/08/12
Published
2020/08/31
Published online
2023/10/01

Keywords:
Dust storm,
dust flux,
aerosol optical depth,
Semnan.

ABSTRACT

Today, dust storms affect the lives of many people around the world and cause significant financial and human losses. Every year, Iran is impacted by dust storms caused by both internal and external sources, including neighboring countries. Semnan province, due to its geographical location, has several sources of dust production that not only affect the province itself but also neighboring provinces. The objective of this study is to investigate the dust phenomenon in Semnan province and its monthly variations over a period of 15 years, specifically between 2003 and 2017. To achieve this, the meteorological data from the province's stations and the Aerosol Optical Depth (AOD) of satellite products have been analyzed. Additionally, the GOCART model has been utilized to estimate the amount of dust emissions from this region and determine the vertical dust flux in Semnan province. The analysis of average dust flux revealed that the highest values were observed in the southeast of Shahroud, followed by the south of Shahroud, Damghan, and Sorkheh. A monthly analysis indicated that, in all months, the average AOD in the southern half of Semnan province was higher compared to the northern half. The highest levels of AOD were recorded in May, April, and June, while the greatest amounts of dust flux were observed in March, June, and July. Furthermore, the prevailing wind directions were northeast and northeast, which caused the dust particles to rise from this region and resulted in dust accumulation in the southern areas of Semnan province, as well as in Isfahan, Yazd, and South Khorasan provinces.

Cite this article: Karami , Sara., Hossein Hamzeh, Nasim., & Ranjbar Saadat Abadi, Abbas. (2024). Climatic study of dust phenomenon in Semnan province and calculation of vertical dust flux by using GOCART model. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 74 (24), 98-113. DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.4

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.4

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Iran, as a country in the Middle East, is also severely affected by dust storms. These storms often affect the western and southwestern, eastern and southeastern, and central parts of Iran. The western and southwestern parts of Iran are affected by dust storms produced from various sources, including dust-producing sources in Iraq, Syria, Saudi Arabia, and the southern countries of the Persian Gulf. In some cases, dust produced in North Africa also affects these areas. Part of the dust-producing sources that affect this region are located inside Iran, mainly in Khuzestan province. Today, dust storms affect the lives of many people around the world and cause significant financial and human losses. Iran is also affected by dust phenomena caused by both internal sources and dust sources located in neighboring countries. Semnan province has numerous dust sources that not only impact this province but also neighboring provinces

Methods and Material

The purpose of this study is to investigate dust in Semnan province and how it changed monthly in a period of 15 years (2003-2017). For this purpose, the data of synoptic meteorological stations in the province and the aerosol optical depth (AOD) satellite product were used. Also, the GOCART model was used to quantitatively estimate the amount of dust emission from this area and to determine the vertical dust flux over Semnan province.

Results and Discussion

Results showed that the maximum amount of dust flux in the province is observed in the southeast of Shahrud and then in the south of Shahrud, Damghan and Sorkheh cities. Based on monthly averages, the AOD and dust flux values in the southern half of Semnan province were higher than the northern half in all months. The maximum values of AOD in the province were related to the months of May, April and June, and the highest values of dust flux are also observed in the months of March, June and July.

Conclusion

There are many dust sources in the Semnan provinces specially in its southern half. the prevailing wind in the southeastern region of Semnan province, where the highest amount of dust flux is observed, was northerly and northeasterly. This factor caused the dust particles originating from this region, affected the south of Semnan province and areas of Isfahan, Yazd and South Khorasan provinces. In this study, the phenomenon of dust in Semnan province has been investigated from a climatic perspective for the period 2003-2017.The monthly analysis of the number of days with dust in the province revealed that the highest number of dust events occurred in May, with a total of 50 days. This was followed by June, March, and April, respectively. The average optical depth of aerosol (AOD) during this period was found to be higher in the southern half of Semnan province compared to the northern half. Additionally, the highest AOD values were observed in the southwestern part of Semnan province, specifically on the border of Semnan and Sarkheh counties. Moreover, the mean monthly values of AOD indicated that the highest AOD values in the region were recorded in May, April, and June. The mean vertical dust flux output from the GOCART model was also found to be higher in the southern half of Semnan province compared to the northern half, which aligns with the mean AOD values. The highest dust flux values were observed in the south of Shahroud, Damghan, and Sarkheh counties. When comparing the

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

mean monthly flux values, it was noted that the highest dust values were emitted from the southern and southeastern regions of the province in March, and from the southwestern region in June. Conversely, the lowest values were recorded in December. The months of June, July, and August had the highest wind speeds in Semnan province. During this period, north and northeast winds dominated a large part of the province, while in a small portion of western Semnan province, the wind blew from the east. The analysis of wind speed in areas with dust flux revealed that dust particles originating from various regions of Semnan province can impact parts of Isfahan, Yazd, South Khorasan, Razavi Khorasan, Qom, and Tehran provinces during different months of the year. Finally, two cases of dust phenomena in Semnan province and neighboring provinces were presented as examples. The meteorological data demonstrated that in both cases, the dust phenomenon was observed at numerous synoptic meteorological stations in the region, leading to a significant decrease in horizontal visibility. The presence of dust was clearly evident in satellite images, particularly in the central regions of the country. Considering that the wind speed in the south of Semnan province was strong in both cases, exceeding 5 m/s, the blowing of these winds triggered the activation of dust sources in these areas.

Keywords: Dust storm; Dust flux; AOD; Semnan.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی اقلیمی پدیده گردوخاک در استان سمنان و محاسبه شار قائم گردوخاک در سطح استان با استفاده از مدل GOCART

سارا کرمی [1]✉، نسیم حسین حمزه [2]، عباس رنجبر سعادت‌آبادی [3]

۱. نویسنده مسئول، استادیار هواشناسی، گروه پژوهشی آلودگی هوا و گردوخاک، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
رایانامه: Karamis.62@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری هواشناسی پژوهشگاه هواشناسی، تهران، ایران.
رایانامه: nasim_hh@yahoo.com.com

۳. دانشیار هواشناسی، گروه پژوهشی مخاطرات جوی، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
رایانامه: aranjbar@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۱/۲۴
تاریخ بازنگری:
۱۳۹۹/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۵/۲۲
تاریخ انتشار:
۱۳۹۹/۰۶/۱۰
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۲/۸/۰۱

کلیدواژه‌ها:
توفان خاک،
شار گردوخاک،
میانگین عمق نوری ذرات،
سمنان.

چکیده

امروزه وقوع توفان‌های گردوخاک بر زندگی بسیاری از مردم جهان تأثیرگذار است و سبب بروز خسارات فراوان می‌شود. کشور ایران نیز هر ساله از پدیده‌های گردوخاک ناشی از چشمه‌های داخلی و چشمه‌های گردوخاک واقع در کشورهای مجاور تأثیر می‌پذیرد. استان سمنان با توجه به موقعیت جغرافیایی خود، دارای چشمه‌های تولیدکننده گردوخاک متعددی است. هدف از این مطالعه، بررسی پدیده گردوخاک استان سمنان و چگونگی تغییرات ماهانه آن در دوره زمانی ۱۵ ساله، بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ است. به این منظور از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان و محصول ماهواره‌ای عمق نوری هواویزها استفاده‌شده است. همچنین برای برآورد کمّی میزان گسیل گردوخاک از این منطقه و تعیین مقادیر شار قائم گردوخاک در استان سمنان، مدل گردوخاک GOCART بکار رفته است. بررسی میانگین شار گردوخاک نشان داد که بیشترین مقادیر شار گردوخاک در سطح استان، در جنوب‌شرقی شاهرود مشاهده می‌شود. بررسی ماهانه نشان داد که در همه ماه‌ها، میانگین عمق نوری هواویزها و شار گردوخاک در نیمه جنوبی استان سمنان نسبت به نیمه شمالی بیشتر است. بیشترین مقادیر AOD در سطح استان، مربوط به ماه‌های مه، آوریل و ژوئن بوده و بیشترین مقادیر شار گردوخاک نیز در ماه‌های مارس، ژوئن و ژوئیه مشاهده شده است. بررسی سرعت باد در مناطق دارای شار گردوخاک، نشان داد که در منطقه جنوب‌شرقی استان سمنان که بیشترین مقادیر شار گردوخاک در آن مشاهده می‌شود، جهت باد غالب، شمال و شمال‌شرقی بوده که سبب می‌شود ذرات گردوخاک برخاسته از این منطقه، مناطقی از استان‌های اصفهان، یزد و خراسان جنوبی را نیز تحت تأثیر قرار دهد.

استناد: کرمی، سارا ؛ حسین حمزه، نسیم؛ و رنجبر سعادت‌آبادی، عباس (۱۴۰۳). بررسی اقلیمی پدیده گردوخاک در استان سمنان و محاسبه شار قائم گردوخاک در سطح استان با استفاده از مدل GOCART. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۷۴ (۲۴)، ۱۱۳-۹۸. http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.4

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

مقدمه

یکی از پدیده‌های مخرب زیست‌محیطی وقوع توفان‌های گردوخاک است که سالانه سبب بروز خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود. آلودگی هوای ناشی از وقوع توفان‌های گردوخاک باعث تهدید سلامت افراد جامعه و مشکلات تنفسی و قلبی شده (چوی و همکاران، ۲۰۱۱)، همچنین کاهش دید افقی هر ساله موجب بروز حوادث و تصادفات شدید و افزایش میزان مرگ‌و میر می‌شود. در سال‌های اخیر به دنبال تغییرات اقلیمی و همچنین تخریب‌های گسترده محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند جنگ، سدسازی و غیره پدیده گردوخاک شکل و ابعاد جدیدی به خود گرفته و به مشکلی جدی تبدیل شده است. پدیده گردوخاک اغلب در نیمکره شمالی کره زمین رخ می‌دهد. نیم‌کره جنوبی تنها ۱۰٪ از سهم توفان‌های خاک (عمدتاً بیابان‌های کشور استرالیا) را داراست و ۹۰٪ بقیه در نیم‌کره شمالی رخ می‌دهد (دوس و همکاران،۱۹۹۵). در نیم‌کره شمالی کشورهایی که عمدتاً بر روی کمربند گردوخاک قرار دارند از این پدیده متأثر هستند. این کمربند از شمال آفریقا تا کشور چین کشیده شده است و منطقه خاورمیانه را نیز در برمی‌گیرد (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۵). بزرگ‌ترین منطقه تولیدکننده گردوخاک در نیم‌کره شمالی بیابان ساهارا در قاره آفریقا است که سالانه گردوخاک زیادی را وارد جو زمین می‌کند (اشلسینگر و همکاران، ۲۰۰۶). در قاره آسیا نیز ساکنین غرب این قاره به‌خصوص منطقه خاورمیانه با معضل توفان‌های خاک مواجه هستند. بیابان‌های کشور عراق، سوریه، عربستان و بحرین را می‌توان مهم‌ترین منابع تولیدکننده گردوخاک در خاورمیانه نامید (فارمن، ۲۰۰۳).

کشور ایران نیز به‌عنوان کشوری در خاورمیانه به‌شدت تحت تأثیر پدیده‌های گردوخاک قرار دارد. این توفان‌ها اغلب قسمت‌های غرب و جنوب‌غربی، شرق و جنوب‌شرقی و قسمت‌های مرکزی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. قسمت‌های غرب و جنوب‌غرب ایران از گردوخاک‌های تولید شده از چشمه‌های مختلف تأثیر می‌پذیرد که می‌توان چشمه‌های تولیدکننده گردوخاک در عراق، سوریه، عربستان و کشورهای جنوبی حاشیه خلیج‌فارس را نام برد (ذوالجودی و همکاران،۲۰۱۳: فتاحی،۲۰۱۲، حسین حمزه،۱۳۹۵). در مواردی، گردوخاک تولید شده در شمال آفریقا نیز این نواحی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (رضازاده،۲۰۱۳). بخشی از چشمه‌های تولیدکننده گردوخاک که این منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد در داخل ایران و عمدتاً در استان خوزستان قرار دارند. در نواحی شرق و جنوب‌شرق ایران نیز چشمه اصلی تولیدکننده گردوخاک در منطقه خشک شده دریاچه هامون قرار دارد که در مرز ۳ کشور ایران، افغانستان و پاکستان قرار گرفته است (علیزاده،۲۰۱۴). در شرق و جنوب‌شرقی ایران (دشت سیستان و طبس) نیز چشمه‌های تولیدکننده ذرات گردوخاک وجود دارند که از منابع اصلی تولیدکننده گردوخاک در جهان محسوب می‌شوند (راشکی،۲۰۱۵). چشمه‌های گردوخاک مناطق مرکزی عمدتاً در همین نواحی قرار گرفته‌اند. کویرهای مرکزی ایران را می‌توان از دیگر منابع تولیدکننده گردوخاک نامید (میری و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین گردوخاک تولید شده در این مناطق در سال‌های اخیر، افزایش چشم‌گیری نسبت به دهه‌های قبلی داشته است (ولی ۱۳۹۵). استان سمنان نیز جزء مناطق مرکزی ایران محسوب شده و چشمه‌های تولیدکننده گردوخاک آن عمدتاً در داخل استان قرار گرفته‌اند. استان سمنان در سال‌های اخیر با پدیده گردوخاک مواجه بوده و وقوع پدیده‌های گردوخاک شدید و فراگیر در این استان سبب بروز خسارات فراوانی شده است. وجود مناطق بدون پوشش گیاهی در سطح استان سمنان و خشک‌سالی‌های اخیر سبب ایجاد چشمه‌های داخلی گردوخاک در استان و تشدید فعالیت آن‌ها شده است. وجود این چشمه‌های متعدد گردوخاک در سطح استان سمنان، سبب می‌شود که استان‌های مجاور نیز تحت تأثیر ذرات گردوخاک گسیل‌شده از این چشمه‌ها قرار گیرند. تا کنون مطالعاتی در زمینه پدیده‌های گردوخاک در استان سمنان انجام شده است که می‌توان به حنیفه‌پور و آقا بابایی (۱۳۹۲) در بررسی تغییر تعداد توفان‌های خاک در استان سمنان اشاره کرد. همچنین گردوخاک برخاسته از مناطق مختلف استان سمنان، در فصل‌های مختلف متفاوت است. در بررسی دیگری، ارتباط میزان بارندگی و رطوبت در منطقه موردمطالعه با میزان گردوغبار در استان سمنان موردمطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داد که غبارهای بهاری منطبق با دوره مرطوب سال است و بنابراین نمی‌تواند منشأ محلی داشته باشد، ولی غبارهای پاییزه منطبق با کاهش باران است. در طول دوره آماری، دوره‌های خشک‌سالی با پدیده گردوغبار انطباق داشته و لذا می‌توان نتیجه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

گرفت که گردوغبار این منطقه هم منشأ محلی و هم منشأ غیرمحلی دارد (خسروی،۱۳۹۲). همچنین مطالعاتی در زمینه تثبیت خاک در منطقه سمنان و جلوگیری از توفان‌های گردوخاک صورت گرفته است (خجسته و همکاران ۲۰۱۷).

هدف از این مطالعه بررسی وقوع رخدادهای گردوخاک در سطح استان سمنان با استفاده از داده‌های دیدبانی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی موجود در سطح استان و محصول ماهواره‌ای عمق نوری هواویزها است. همچنین به‌منظور برآورد کمّی میزان گردوخاک گسیل‌شده از این منطقه، تعیین مقادیر شار قائم گردوخاک در استان سمنان با استفاده از مدل گردوخاک GOCART از دیگر اهداف این مطالعه است. به‌منظور بررسی چگونگی تغییرات زمانی رخدادهای گردوخاک در استان، کلیه این کمیت‌ها به‌صورت ماهانه نیز موردبررسی قرار می‌گیرند. در نهایت با بررسی میانگین ماهانه سرعت باد، مناطقی که تحت تأثیر چشمه‌های گردوخاک استان سمنان قرار می‌گیرند بررسی می‌شود.

روش تحقیق

داده‌ها و روش کار

در این مطالعه نخست طول دوره آماری ایستگاه‌های همدیدی واقع در استان سمنان بررسی شده و از میان ایستگاه‌ها، ۵ ایستگاه که در دوره زمانی ۱۵ ساله از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ دارای داده بودند، انتخاب شده‌اند. به‌منظور تعیین تعداد روزهای همراه با گردوخاک، کد پدیده گزارش شده از این ایستگاه‌ها موردبررسی قرار گرفته و کلیه کدهای مرتبط با گردوخاک (کد ۰۶، ۰۷ و کدهای ۳۰ تا ۳۵) تفکیک شده است. جدول (۱) کدهای مورداستفاده را نشان داده است. برای تعیین روزهای همراه با گردوخاک هر روزی که حداقل دارای یک گزارش کد پدیده مرتبط با گردوخاک در حداقل یک ایستگاه هواشناسی همدیدی از ایستگاه‌های موردبررسی در سطح استان بوده، در نظر گرفته شده است. پس از تعیین روزهای همراه با گردوخاک، تعداد این روزها به‌صورت ماهانه بررسی شده‌اند.

جدول (۱). شرح کدهای همدیدی مرتبط با پدیده گردوخاک

کد	توضیحات
۰۶	مه ناشی از گردوخاک
۰۷	غبار یا شن برخاسته از زمین
۳۰	گردوخاک خفیف یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش میدان دید کمتر از ۱۰۰۰ متر اما بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۱	گردوخاک پایدار یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش میدان دید کمتر از ۱۰۰۰ متر اما بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۲	شروع یا افزایش گردوخاک خفیف یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش میدان دید کمتر از ۱۰۰۰ متر اما بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۳	توفان گردوخاک شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر
۳۴	توفان گردوخاک پایدار شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر
۳۵	شروع یا افزایش توفان گردوخاک شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر

برای کمیت عمق نوری هواویزها از داده‌های سنجنده MISR ماهواره ترا با تفکیک افقی ۰/۵ درجه استفاده شده و مقادیر میانگین ماهانه AOD موردبررسی قرار گرفته است. مقادیر شار قائم گردوخاک در منطقه با استفاده از مدل GOCART محاسبه شده است. مدل GOCART، برای تعیین شار قائم گردوخاک، از دو کمیت اصلی درصد فرسایش‌پذیری و سرعت باد ۱۰ متری استفاده می‌کند. برای تعیین داده‌های فرسایش‌پذیری از داده‌های جغرافیایی مورداستفاده در مدل GOCART و برای داده‌های سرعت باد از داده‌های ERA-INTERIM با تفکیک افقی ۰/۷۵ درجه که با استفاده از مدل WRF تا ۵ کیلومتر مقیاس کاهی شده‌اند، استفاده شده است. شار قائم گردوخاک از سطح در مدل GOCART با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$F = C\,S\,s_p\,u_{10}^2\,(u_{10} - u_t^*) \quad for\ u_{10m} \geq u_t$$ رابطه(۱)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

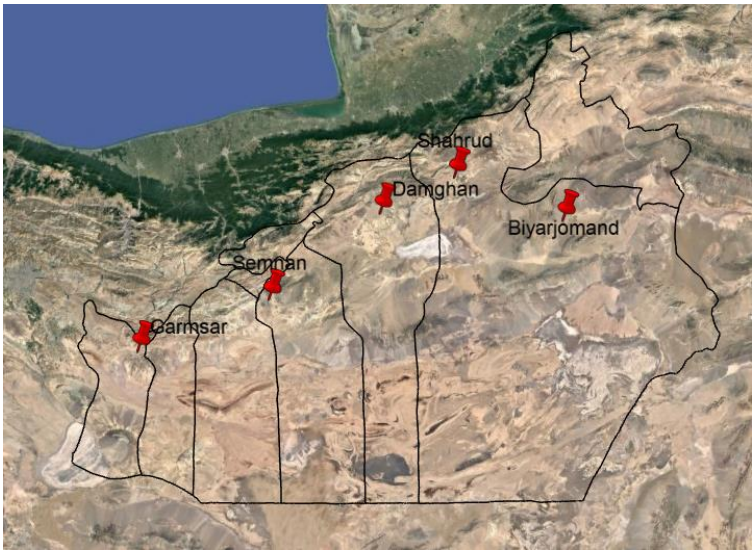
که در آن c ثابتی تجربی است و برابر $\frac{\mu gs^2}{m^5}$ ۹/۱ در نظر گرفته شده، u_{10} سرعت باد تراز ۱۰ متری، u_t^* سرعت آستانه برای فرسایش بادی ذره با اندازه p است که در سرعت‌های پایین‌تر از آن هیچ گسیلی صورت نمی‌گیرد. s_p کسر هر دسته گردوخاک است که برای کوچک‌ترین اندازه ذرات برابر ۰/۱ و برای سایر اندازه‌ها برابر ۰/۲۵ درنظرگرفته می‌شود. S تابع فرسایش‌پذیری است که با رابطه (۲) به دست می‌آید:

$$S = \left(\frac{z_{max} - z_i}{z_{max} - z_{min}}\right)^5 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

z_i ارتفاع سلول شبکه، z_{max} و z_{min} به ترتیب ارتفاع بیشینه و کمینه توپوگرافی در فاصله ۱۰ درجه در ۱۰ درجه از مرکز سلول شبکه است. برای بررسی تغییرات زمانی گسیل گردوخاک از منطقه، میانگین ماهانه شار گردوخاک نیز رسم شده و الگوی آن با عمق نوری هواویزها مقایسه شده است. سرانجام پس از شناسایی مناطقی که دارای بیشترین مقادیر شار گردوخاک هستند، الگوی ماهانه باد در منطقه با استفاده از داده‌های ERA5 با تفکیک افقی ۰/۲۵ درجه بررسی شده است. با در نظر گرفتن جهت و تندی باد در مناطق دارای گسیل گردوخاک می‌توان چگونگی انتقال ذرات گردوخاک برخاسته از این مناطق را بررسی کرد.

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه شامل استان سمنان و ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی این استان که در دوره ۱۵ ساله (سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷) دارای داده بوده و در اینجا مورداستفاده قرار گرفته‌اند در شکل (۱) نشان داده شده است.



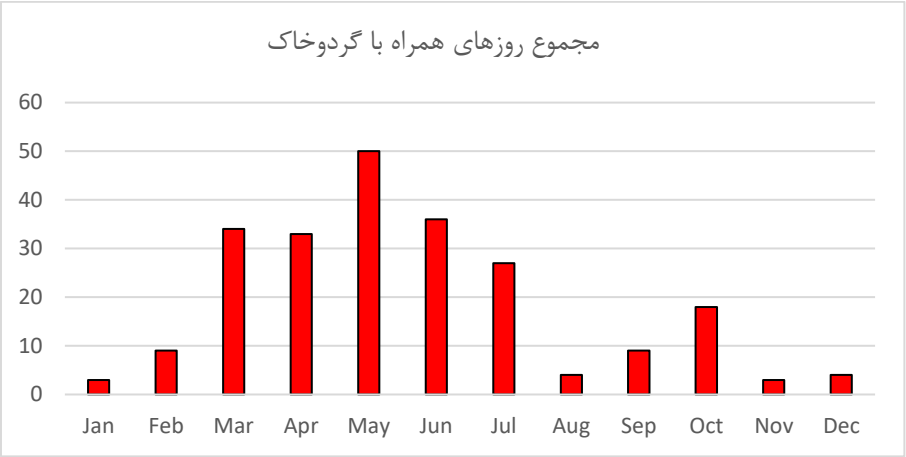
شکل (۱). منطقه موردمطالعه شامل استان سمنان و ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی این استان در دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

استان سمنان با مختصات جغرافیایی ۱۵°۳۴ تا ۲۰°۳۷ عرض شمالی و ۵۰°۵۱ تا ۰۳°۵۷ طول شرقی و وسعت ۹۶۸۱۶ کیلومترمربع، ۵/۹ درصد از مساحت ایران را در بر می‌گیرد. استان سمنان در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز و در بخشی از دشت کویر واقع شده است. بدین ترتیب ارتفاع استان از شمال به جنوب کاهش می‌یابد به‌گونه‌ای که اختلاف ارتفاع تا بیش از ۳۰۰۰ متر قابل‌مشاهده است. گستره جغرافیایی استان سمنان را می‌توان به سه قسمت کوهستانی، کوهپایه‌ای و نواحی پست دشت کویر تقسیم کرد. هم‌جواری با رشته‌کوه‌های البرز و زمین‌های هموار کویر شرایط اقلیمی متنوعی برای این استان به وجود آورده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

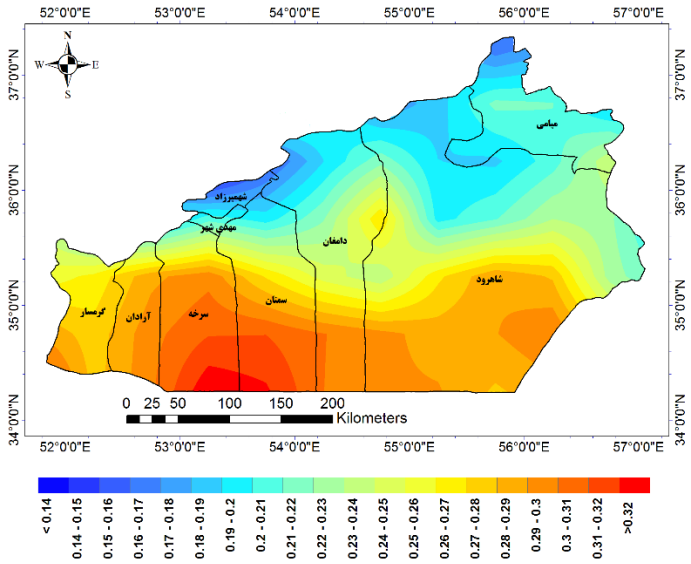
نتایج و بحث

به‌منظور بررسی پدیده گردوخاک در استان سمنان، شکل (۲) تعداد روزهای همراه با گردوخاک در سطح استان را به‌صورت ماهانه نشان می‌دهد. در مجموع بیشترین تعداد رخدادهای گردوخاک مربوط به ماه مه به مدت ۵۰ روز بوده و پس‌ازآن ماه‌های ژوئن، مارس و آوریل به ترتیب با ۳۶، ۳۴ و ۳۳ روز در رتبه‌های بعدی قرار دارند. کمترین تعداد نیز مربوط به ماه ژانویه با ۳ روز دارای گردوخاک است.



شکل (۲). تعداد روزهای همراه با گردوخاک در سطح استان سمنان را به‌صورت ماهانه در دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

شکل (۳) مقادیر میانگین عمق نوری هواویزها را در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهد. به‌طورکلی در نیمه جنوبی استان سمنان مقادیر عمق نوری هواویزها بیشتر از نیمه شمالی است. بیشترین مقادیر AOD در جنوب‌غربی استان سمنان، مرز دو شهرستان سمنان و سرخه مشاهده می‌شود. در مناطقی واقع در جنوب‌غربی شهرستان گرمسار، جنوب‌شرقی شاهرود، جنوب‌شرقی شهرستان میامی و شمال‌شرقی شهرستان دامغان نیز مقادیر عمق نوری هواویزها بیشتر از مناطق اطراف است.

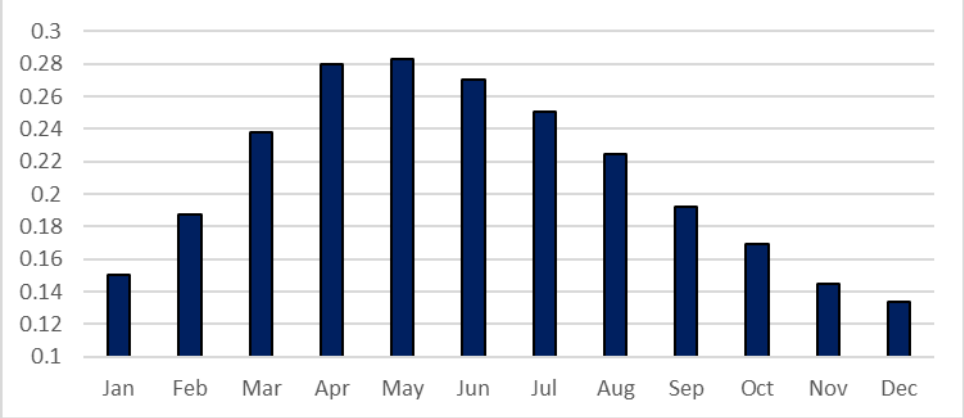


شکل (۳). مقادیر میانگین عمق نوری هواویزها در سطح استان سمنان در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

مقادیر میانگین ماهانه عمق نوری هواویزها در منطقه موردمطالعه برای دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ در شکل (۴) نشان داده شده است. بیشترین مقادیر AOD در منطقه، مربوط به ماه‌های مه، آوریل و ژوئن می‌باشد. مقایسه تغییرات

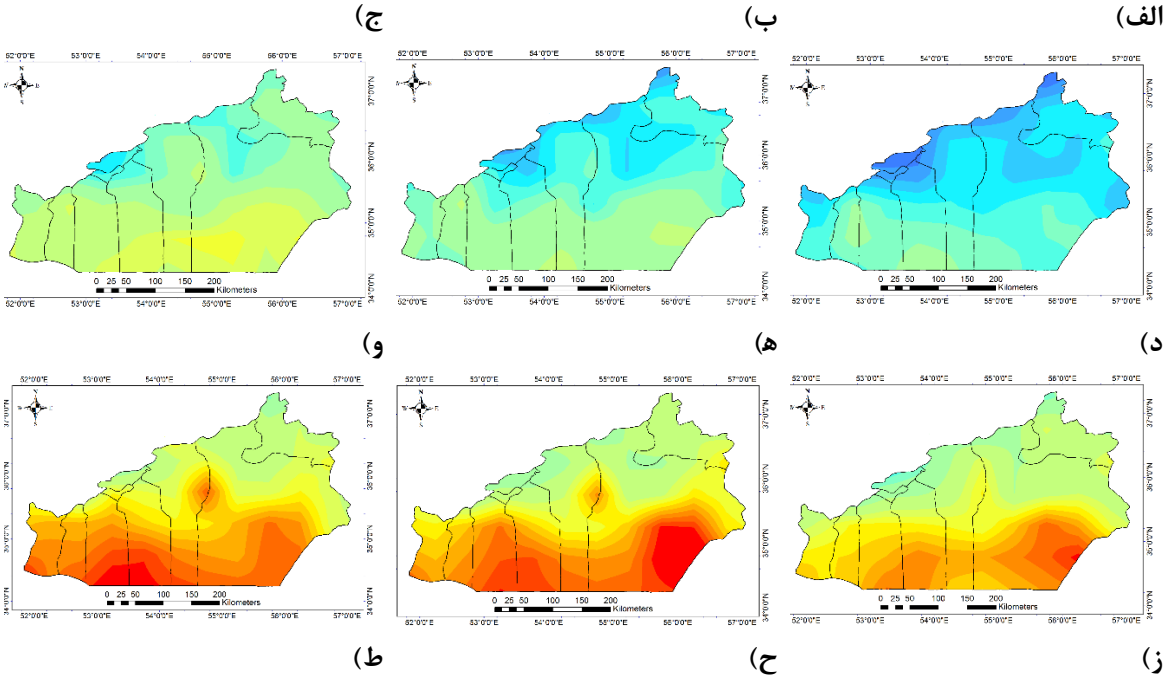
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

ماهانه AOD با تعداد روزهای همراه با گردوخاک، نشان می‌دهد که تغییرات ماهانه تشابه زیادی داشته و در مورد هر دو کمیت، ماه مه دارای بیشینه مقادیر است؛ البته در مورد مقادیر AOD اختلاف ماه مه و آوریل کمتر است. همچنین اگرچه در ارتباط با هر دو کمیت بیشینه مقادیر در ماه‌های مارس تا ژوئیه مشاهده می‌شود ولی ترتیب این ماه‌ها اندکی متفاوت است.

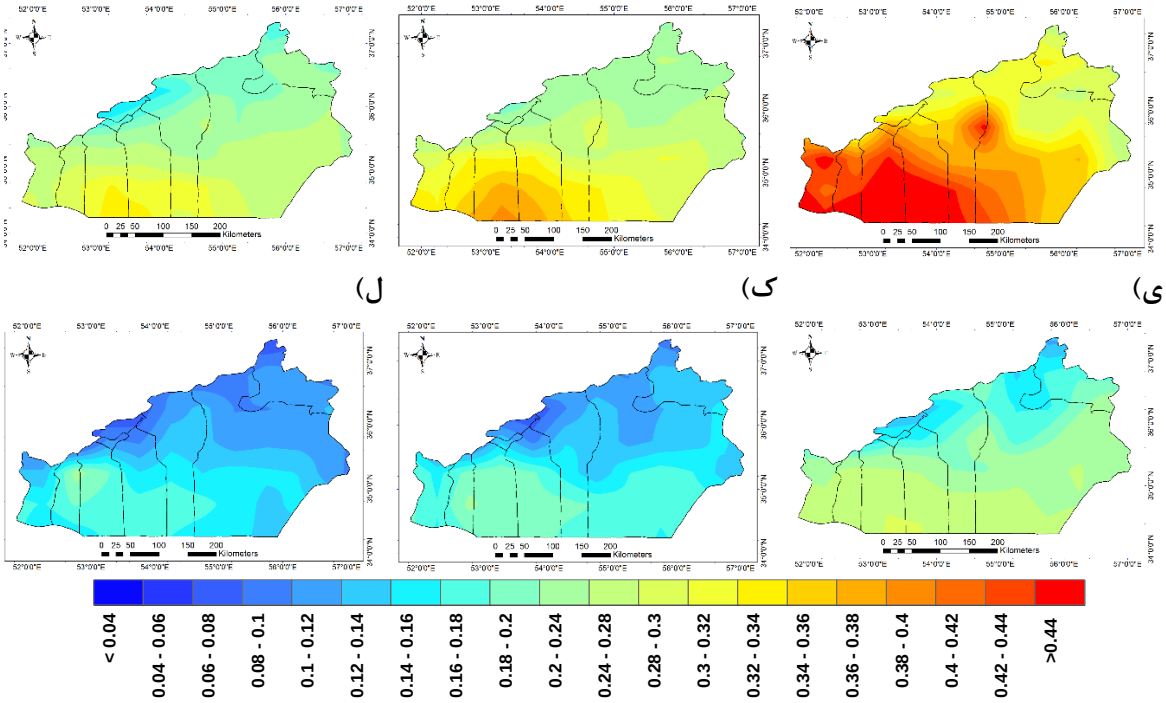


شکل (۴). میانگین ماهانه مقادیر عمق نوری هواویزها در استان سمنان بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

با مشاهده الگوی میانگین AOD شکل (۵) در ماه‌های مختلف می‌توان نتیجه گرفت در همه ماه‌ها مقادیر AOD در نیمه جنوبی استان سمنان نسبت به نیمه شمالی بیشتر است. مقایسه میانگین ماهانه AOD در استان سمنان نشان می‌دهد که مقادیر آن در ماه‌های گرم سال (از ماه مارس تا اوت) بیشتر است. همچنین در جنوب‌شرقی استان سمنان بیشترین مقادیر AOD مربوط به ماه مه و پس‌ازآن آوریل است. در مناطق جنوب‌غربی استان سمنان، در ماه ژوئیه مقادیر AOD به‌صورت قابل‌توجهی بیشتر از سایر ماه‌ها است. کمترین مقدار AOD در استان سمنان نیز مربوط به ماه دسامبر است.

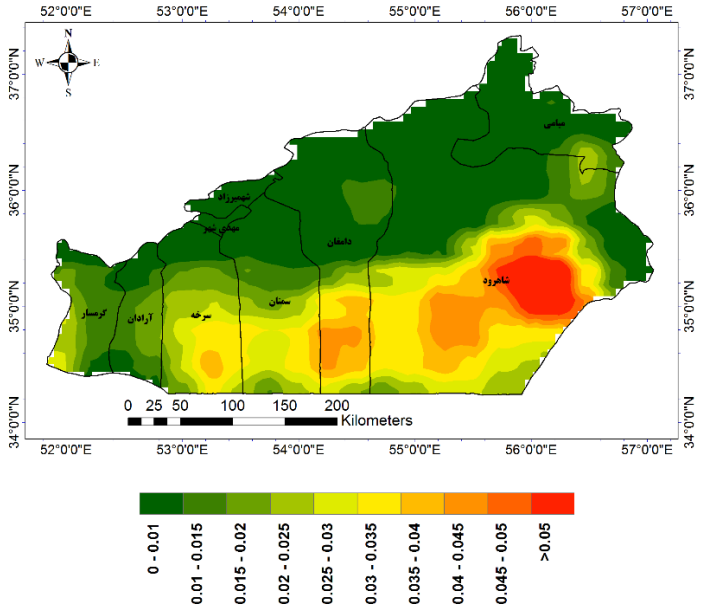


[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]



شکل (۵). الگوی میانگین AOD در ماه‌های الف)ژانویه، ب)فوریه، ج)مارس، د)آوریل، ه) مه، و)ژوئن، ز)ژوئیه، ح)اوت، ط)سپتامبر، ی) اکتبر، ک) نوامبر، ل) دسامبر، در استان سمنان برای دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

مقادیر میانگین شار گردوخاک در سطح استان سمنان در شکل (۶) نشان داده شده است. میانگین شار گردوخاک در نیمه جنوبی استان سمنان بیشتر از نیمه شمالی است. بیشترین مقادیر شار در منطقه‌ای واقع در جنوب‌شرقی استان سمنان مشاهده می‌شود. پس‌ازآن در جنوب شهرستان‌های دامغان و سرخه مقادیر شار گردوخاک قابل‌توجه است. در نیمه شمالی استان سمنان، در دو منطقه واقع در جنوب‌شرقی شهرستان میامی و شمال‌شرقی شهرستان دامغان، مقادیر شار گردوخاک بیشتر از سایر مناطق است. الگوی شار گردوخاک در سطح استان سمنان با میانگین AOD توافق قابل قبولی دارد و بیشترین مقادیر شار گردوخاک در مناطقی که عمق نوری هواویزها در آنجا زیاد است مشاهده می‌شود.

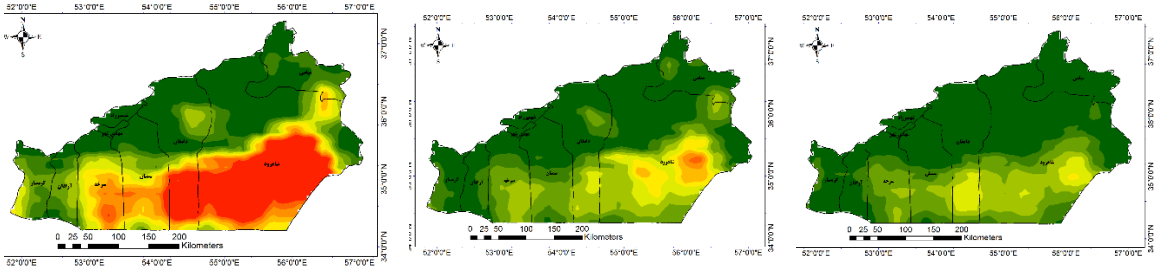


شکل (۶). مقادیر میانگین شار گردوخاک در سطح استان سمنان برای دوره زمانی بین ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

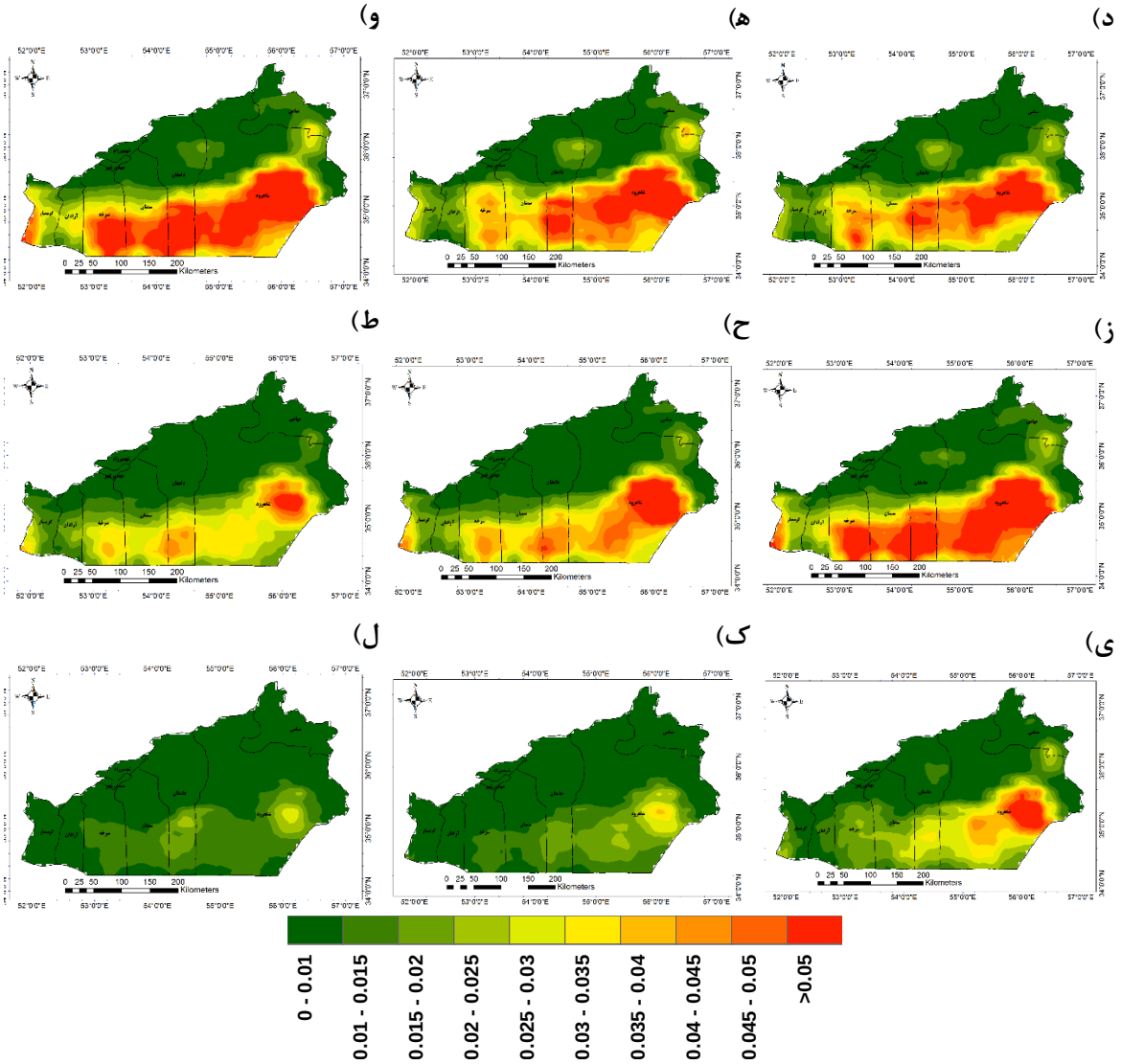
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

میانگین ماهانه شار گردوخاک در استان سمنان در شکل (۷) نشان داده شده است. در ماه ژانویه شکل (۷. الف) میزان شار گردوخاک از سراسر استان سمنان بسیار کم است. بیشترین میزان گسیل گردوخاک در این ماه در بخش کوچکی از جنوب‌شرقی شهرستان شاهرود مشاهده می‌شود. همچنین مقادیر کوچکی از شار در غرب گرمسار و جنوب شهرستان‌های سمنان، سرخه، دامغان و شاهرود برآورد شده است. الگوی شار گردوخاک در ماه فوریه که در شکل (۷. ب) نشان داده شده، مشابه ماه ژانویه است با این تفاوت که مقادیر شار گردوخاک اندکی بیشتر است که این افزایش به‌ویژه در شرق و جنوب شهرستان شاهرود قابل‌توجه است. همچنین در شمال‌شرقی دامغان و منطقه کوچکی در شمال میامی نیز شار گردوخاک محدودی در این ماه دیده می‌شود. در ماه مارس شکل (۷. ج) مقادیر شار گردوخاک در سراسر استان سمنان به شکل قابل‌توجهی افزایش نشان داده و بیشترین مقدار گسیل گردوخاک از جنوب‌شرقی شاهرود و پس‌ازآن از جنوب شهرستان‌های شاهرود و دامغان صورت می‌گیرد. در این ماه شار گردوخاک در شمال‌شرقی شهرستان شاهرود نیز افزایش‌یافته است. میزان شار گردوخاک در ماه آوریل نشان داده شده در شکل (۷. د)، نسبت به ماه قبل در سراسر استان سمنان کاهش‌یافته است، ولی همچنان بیشترین میزان گسیل گردوخاک در جنوب‌شرقی شاهرود دیده می‌شود. شکل (۷. ث) میانگین شار گردوخاک در ماه مه را نشان می‌دهد. در این ماه، میزان گسیل گردوخاک نسبت به ماه آوریل در جنوب‌شرقی شاهرود به‌شدت افزایش‌یافته ولی در جنوب شهرستان سرخه کاهش نشان می‌دهد. در ماه ژوئن با گرم‌تر شدن هوا مقادیر شار گردوخاک نسبت به ماه مه در سراسر استان سمنان افزایش‌یافته است شکل (۷. ه). بیشترین میزان افزایش شار در جنوب شهرستان سرخه و جنوب‌غربی گرمسار مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل(۷. و) نشان داده شده، الگوی شار گردوخاک در ماه ژوئیه بسیار مشابه ماه ژوئن است و تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود ولی به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که میزان گسیل گردوخاک در سراسر استان سمنان اندکی کاهش‌یافته است. در ماه اوت شار گردوخاک شکل (۷. ز) در سطح استان به‌جز جنوب‌شرقی شاهرود نسبت به ماه ژوئیه کاهش‌یافته است. در این ماه گسیل گردوخاک از شمال‌شرقی دامغان مشاهده نمی‌شود. میانگین شار گردوخاک در ماه سپتامبر در شکل (۷. ح) نشان داده شده است. میزان شار گردوخاک در ماه سپتامبر نسبت به ماه اوت در سراسر استان کاهش نشان می‌دهد که این کاهش در جنوب‌شرقی شاهرود بسیار قابل‌توجه است. شکل (۷. ط) نشان می‌دهد، در ماه اکتبر نسبت به سپتامبر، مقادیر گسیل گردوخاک در جنوب‌شرقی شهرستان شاهرود افزایش‌یافته و در بخش‌های جنوبی استان سمنان کاهش اندکی نشان می‌دهد. در شمال‌شرقی دامغان در این ماه میزان کم شار گردوخاک مشاهده می‌شود. میانگین شار گردوخاک در ماه نوامبر در شکل (۷. ی) نشان داده شده است. در این ماه شار گردوخاک در سراسر استان سمنان کاهش‌یافته و در شهرستان گرمسار، شرق شاهرود و شمال‌شرقی دامغان گسیل گردوخاک مشاهده نمی‌شود. مقادیر شار گردوخاک در ماه دسامبر شکل (۷. ک) نسبت به نوامبر کاهش‌یافته و می‌توان گفت تنها در محدوده جنوب و جنوب‌شرقی استان سمنان مقادیر کم گسیل گردوخاک برآورد شده است. مقایسه مقادیر میانگین ماهانه نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر شار در مناطق جنوب و جنوب‌شرقی استان، در ماه مارس و در جنوب‌غربی استان در ماه ژوئن مشاهده می‌شود. کمترین مقادیر نیز مربوط به ماه دسامبر است. مقایسه نقشه‌ها با میانگین ماهانه عمق نوری هواویزها شکل (۷. ل) اختلافاتی را نشان می‌دهد، به‌گونه‌ای که بیشینه AOD در جنوب‌شرقی استان در ماه مه و در جنوب‌غربی استان در ماه ژوئیه مشاهده شده بود.

الف) ب) ج)



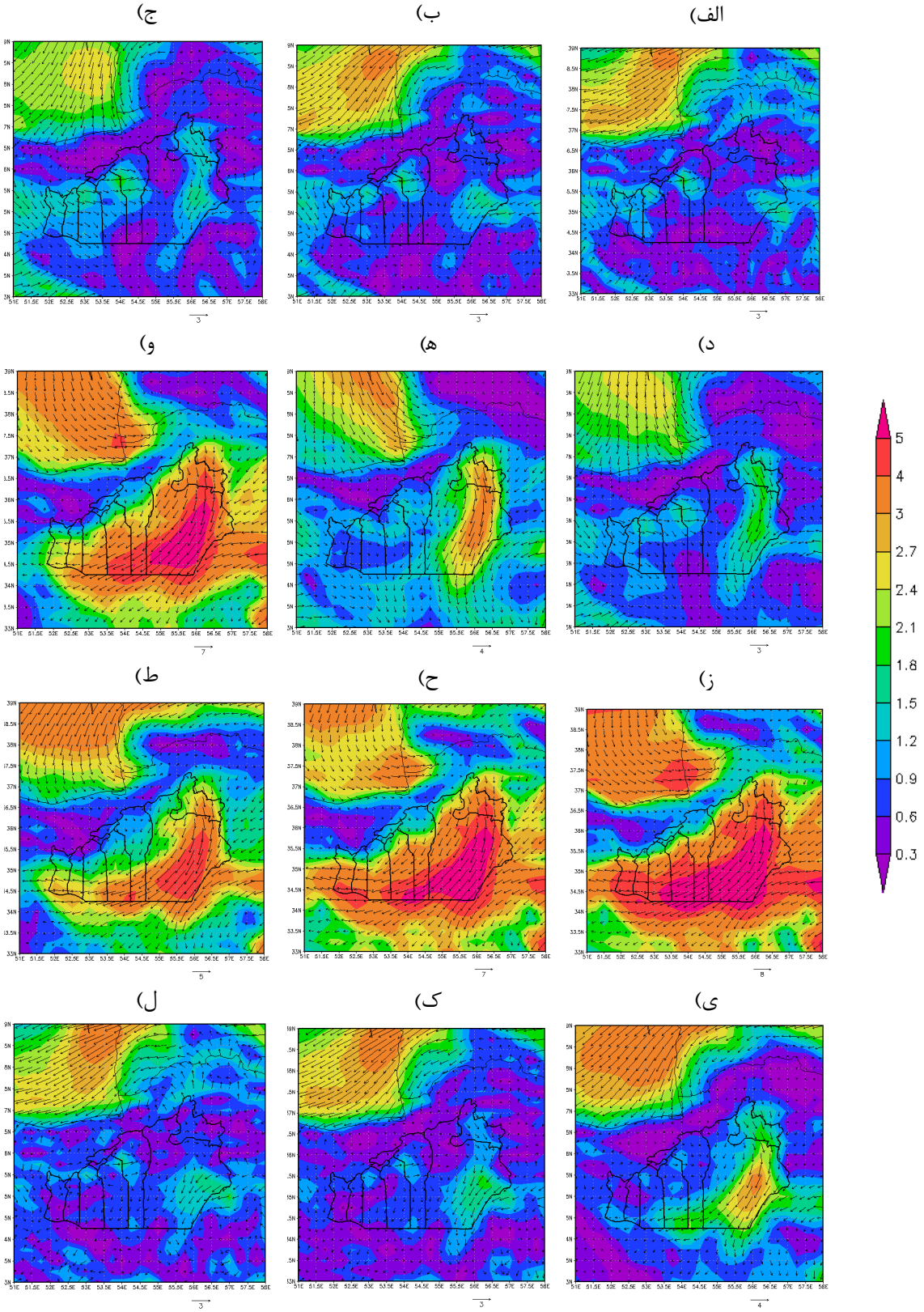
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]



شکل (۷). میانگین ماهانه شار گردوخاک در ماه‌های الف)ژانویه، ب)فوریه، ج)مارس، د)آوریل، ه) مه، و)ژوئن، ز)ژوئیه، ح)اوت، ط)سپتامبر، ی) اکتبر، ک) نوامبر، ل) دسامبر، در استان سمنان برای دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

میانگین ماهانه سرعت باد تراز ۱۰ متری در شکل (۸) مشاهده می‌شود. مقایسه مقادیر میانگین ماهانه نشان می‌دهد که بیشترین تندی باد در سطح استان سمنان در فصل تابستان (ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت) اتفاق می‌افتد. در این ماه‌ها در بخش وسیعی از استان، بادهای شمال و شمال‌شرقی غالب هستند و تنها در بخش کوچکی از غرب استان باد شرقی مشاهده می‌شود. در ماه‌های ژانویه و فوریه بیشینه تندی باد در جنوب‌غربی و شمال‌شرقی استان سمنان نشان داده شده است. در مناطق جنوب‌غربی استان، باد غالب شرقی و شمال‌شرقی و در مناطق شمال‌شرقی استان، باد غالب، غربی و شمال‌غربی است. در ماه‌های مارس، آوریل و مه سرعت باد نسبت به ماه‌های قبل افزایش‌یافته و این افزایش در نوار شرقی استان قابل‌توجه است. در شمال‌شرقی استان سمنان جهت باد شمال‌غربی بوده و با حرکت به سمت عرض‌های پایین در این منطقه، جهت باد غالب، شمال و شمال‌غربی می‌شود. از ماه ژوئن افزایش شدیدی در سرعت باد در سطح استان مشاهده می‌شود. بیشترین سرعت باد در ماه ژوئیه نشان داده شده است. سرعت باد در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت در جنوب‌شرقی استان به بیش از ۵ متر بر ثانیه رسیده است. باد غالب در بیشتر مناطق استان در این ماه‌ها، باد شمالی و شمال‌شرقی است. در ماه سپتامبر تندی باد در بخش وسیعی از استان، همچنان قابل‌توجه است. در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر روند کاهشی در تندی باد ادامه می‌یابد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]



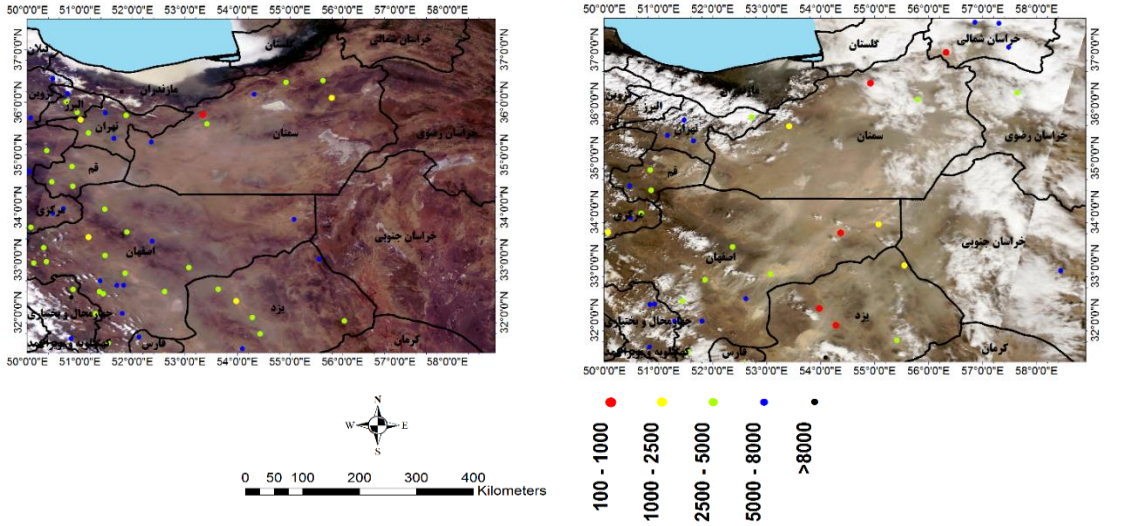
شکل(۸). میانگین ماهانه سرعت باد تراز ۱۰ متری در ماه‌های الف)ژانویه، ب)فوریه، ج)مارس، د)آوریل، ه) مه، و)ژوئن، ز)ژوئیه، ح)اوت، ط)سپتامبر، ی) اکتبر، ک) نوامبر، ل) دسامبر، در استان سمنان برای دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

بررسی سرعت باد در مناطق دارای شار گردوخاک، نشان می‌دهد که در منطقه جنوب‌شرقی استان سمنان که بیشترین مقادیر شار گردوخاک در آن مشاهده می‌شود، جهت باد شمال و شمال‌شرقی است و این عامل سبب می‌شود که ذرات گردوخاک برخاسته از این منطقه، جنوب استان سمنان و مناطقی از استان‌های اصفهان، یزد و خراسان جنوبی را تحت تأثیر قرار دهد. در جنوب شهرستان دامغان نیز که مقادیر شار گردوخاک در ماه‌های گرم سال، قابل‌توجه است، جهت باد غالب در بیشتر مواقع شمال‌شرقی است و سبب می‌شود استان اصفهان را نیز متأثر سازد. در جنوب شهرستان سرخه که مقادیر شار در ماه‌های ژوئن و ژوئیه در آن بسیار زیاد است، جهت باد غالب در این دو ماه به ترتیب شمال‌شرقی و شرقی بوده و استان‌های اصفهان و قم و جنوب استان تهران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در غرب شهرستان گرمسار نیز که در فصل تابستان دارای مقادیر شار گردوخاک قابل‌توجهی است جهت باد غالب در این ماه‌ها شرقی بوده که سبب می‌شود، استان قم و جنوب استان تهران از گردوخاک این منطقه متأثر شوند. در جنوب‌شرقی شهرستان میامی که در ماه‌های فصل بهار و تابستان دارای شار گردوخاک است، باد غالب شمالی و در برخی مواقع شمال‌غربی است؛ بنابراین، این منطقه علاوه بر استان سمنان، مناطقی از استان خراسان رضوی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شکل (۹) تصاویر سنجنده مادیس ماهواره ترا به همراه دید افقی در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان سمنان و استان‌های مجاور که کد مربوط به گردوخاک را گزارش کرده‌اند برای دو مورد پدیده گردوخاک در این مناطق را نشان می‌دهد. در اولین مورد مطالعاتی که مربوط به روز ۱۴ مارس سال ۲۰۰۸ است. در تصاویر ماهواره‌ای توده گردوخاک در بخش وسیعی از استان‌های سمنان، اصفهان و یزد و همچنین غرب خراسان جنوبی، جنوب‌شرقی تهران و شرق قم قابل‌مشاهده است، البته به دلیل پوشش ابر در بخش‌هایی از منطقه نمی‌توان میزان گسترش گردوخاک را به‌خوبی تشخیص داد. داده‌های دیدبانی نشان می‌دهد که در ساعت ۱۲UTC این روز در تعداد زیادی از ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی منطقه کد پدیده گردوخاک به همراه کاهش دید افقی قابل‌توجه مشاهده می‌شود، به‌گونه‌ای که در برخی ایستگاه‌های واقع در استان سمنان، شرق اصفهان و شمال یزد، دید افقی به کمتر از ۲۵۰۰ متر رسیده است. در مورد مطالعاتی دوم نیز که پدیده گردوخاک روز ۲۲ آوریل سال ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد، گردوخاک در بخش وسیعی از استان‌های سمنان، تهران، قم، اصفهان و یزد مشاهده می‌شود. در ساعت ۱۲UTC این روز نیز پدیده گردوخاک به همراه کاهش دید از بسیاری از ایستگاه‌های منطقه گزارش شده است و در بیشتر ایستگاه‌ها دید افقی به کمتر از ۵۰۰۰ متر رسیده است. البته در این مورد مطالعاتی با توجه به گستردگی توده گردوخاک به نظر می‌رسد که گردوخاک از سمت کشور عراق و مناطق غربی و جنوب‌غربی کشور نیز نفوذ کرده است. بااین‌وجود همان‌گونه که در شکل مشخص است به دلیل غلظت بیشتر گردوخاک بر روی استان سمنان و کاهش دید بیشتر در این استان، چشمه‌های داخلی گردوخاک نیز فعالیت داشته‌اند.

الف) ب)

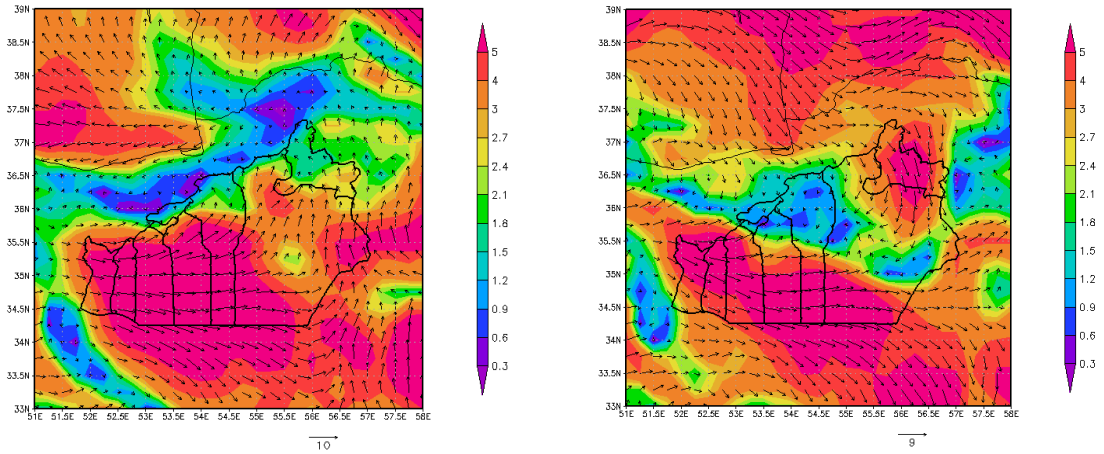


[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

شکل (۹). تصاویر سنجنده مادیس ماهواره ترا به همراه دید افقی در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان سمنان و استان‌های مجاور در الف- ۱۴ مارس ۲۰۰۸ ساعت ۱۲UTC ب- ۲۲ آوریل ۲۰۱۵ ساعت ۱۲UTC

شکل (۱۰) سرعت و جهت باد ۱۰ متری در این دو مورد مطالعاتی را در منطقه نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در هر دو مورد سرعت باد در جنوب استان سمنان بسیار شدید است، وزش این بادهای شدید سبب فعال شدن چشمه‌های گردوخاک در این مناطق شده است. سرعت باد در رخداد گردوخاک ۱۴ آوریل سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد که در نیمه جنوبی استان سمنان، سرعت باد بسیار زیاد بوده و جهت باد عمدتاً غربی و شمال‌غربی است. وزش این بادها سبب می‌شود که در صورت فعالیت چشمه‌های گردوخاک واقع در جنوب استان سمنان، نیمه شرقی استان اصفهان و همچنین استان‌های یزد و خراسان جنوبی تحت تأثیر گردوخاک قرار گیرند. الگوی باد در روز ۲۱ آوریل سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که در مورد مطالعاتی دوم نیز در مناطق جنوبی استان، جهت باد غالب عمدتاً غربی و شمال‌غربی است که سبب نفوذ گردوخاک به استان‌های جنوبی سمنان می‌شود. در این مورد مطالعاتی به دلیل چرخش باد و تغییر آن به باد جنوب‌غربی در مرز این استان و خراسان جنوبی، گردوخاک به این استان نفوذ نمی‌کند.

الف) **ب)**



شکل (۱۰). سرعت و جهت باد ۱۰ متری استان سمنان و استان‌های مجاور در الف- ۱۴ مارس ۲۰۰۸ ساعت ۰۶UTC ب- ۲۱ آوریل ۲۰۱۵ ساعت ۶UTC

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، پدیده گردوخاک در استان سمنان به‌صورت اقلیمی در دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ موردبررسی قرار گرفته است. بررسی تعداد روزهای همراه با گردوخاک در سطح استان به‌صورت ماهانه نشان داد که در مجموع بیشترین تعداد رخدادهای گردوخاک مربوط به ماه مه به مدت ۵۰ روز بوده و پس‌ازآن ماه‌های ژوئن، مارس و آوریل به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. میانگین عمق نوری هواویزها در این دوره زمانی در نیمه جنوبی استان سمنان بیشتر از نیمه شمالی است و بیشترین مقادیر AOD در جنوب‌غربی استان سمنان، مرز دو شهرستان سمنان و سرخه مشاهده می‌شود. مقادیر میانگین ماهانه عمق نوری هواویزها نیز نشان داد که بیشترین مقادیر AOD در منطقه، مربوط به ماه‌های مه، آوریل و ژوئن است. میانگین شار قائم گردوخاک خروجی مدل GOCART نیز در نیمه جنوبی استان سمنان بیشتر از نیمه شمالی است که با مقادیر میانگین عمق نوری ذرات توافق دارد. بیشترین مقادیر شار گردوخاک در جنوب شهرستان‌های شاهرود، دامغان و سرخه مشاهده می‌شود. مقایسه مقادیر میانگین ماهانه شار نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر گردوخاک از مناطق جنوب و جنوب‌شرقی استان، در ماه مارس و از جنوب‌غربی استان در ماه ژوئن گسیل می‌شود. کمترین مقادیر نیز مربوط به ماه دسامبر است. بیشترین تندی باد در سطح استان سمنان در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت اتفاق می‌افتد. در این ماه‌ها در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]

بخش وسیعی از استان، بادهای شمال و شمال‌شرقی غالب هستند و تنها در بخش کوچکی از غرب استان سمنان، باد شرقی می‌وزد. بررسی سرعت باد در مناطق دارای شار گردوخاک، نشان می‌دهد که ذرات گردوخاک برخاسته از مناطق مختلف استان سمنان، در ماه‌های مختلف سال، بخش‌هایی از استان‌های اصفهان، یزد، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، قم و تهران را تحت تأثیر قرار دهد. در انتها دو مورد پدیده گردوخاک در استان سمنان و استان‌های مجاور به‌عنوان نمونه ارائه شده است. داده‌های دیدبانی نشان می‌دهد که در هر دو مورد مطالعاتی، در تعداد زیادی از ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی منطقه کد پدیده گردوخاک به همراه کاهش دید افقی قابل‌توجه مشاهده می‌شود و توده گردوخاک در تصاویر ماهواره‌ای نیز در مناطق مرکزی کشور به‌خوبی نشان داده شده است. با توجه به اینکه در هر دو مورد سرعت باد در جنوب استان سمنان شدید بوده و به بیش از ۵m/s رسیده است، وزش این بادها سبب فعال شدن چشمه‌های گردوخاک در این مناطق شده است.

منابع

حسین حمزه نسیم؛ فتاحی ابراهیم؛ ذوالجودی مجتبی؛ غفاریان پروین؛ رنجبر عباس. (۱۳۹۵). تحلیل همدیدی و دینامیکی پدیده گردوغبار و شبیه‌سازی آن در جنوب غرب ایران در تابستان ۱۳۸۴، *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، دوره ۳ (۱): ۱۰۲-۹۱.

حنیفه پور مهین؛ آقابابایی زهرا؛ مشهدی ناصر. (۱۳۹۲). مهم‌ترین بحران زیست‌محیطی در مناطق خشک، *اولین همایش سراسری محیط‌زیست، انرژی و پدافند زیستی*.

خسروی فرناز؛ قانعی بافقی محمدجواد؛ احمدیان شادی؛ سرباز محمد. (۱۳۹۲). بررسی مقدماتی رابطه بارندگی با گردوغبار و نوع منشأ آن در منطقه سرخه در استان سمنان، *چهارمین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار*.

ولی عباسعلی؛ روستایی فاطمه. ۴ (۱۳۹۶). بررسی روند فرسایش بادی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص طوفان گردوغبار در پنجاه سال اخیر، *نشریه علوم آب‌وخاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)*، دوره ۲۱(۱): ۱۸۹-۲۰۴.

Alizadeh-Choobari, O., Zawar-Reza, P. and Sturman, A., (2014). The wind of 120 days and dust storm activity over the Sistan Basin. Atmospheric research, 143(4):328-341.

Choi, H., Shin, D.W., Kim, W., Doh, S.J., Lee, S.H. and Noh, M., (2011). Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes. Toxicology letters, 200(1-2): 92-99.

Fattahi, E., Noohi, K. and Shiravand, H., (2012). Study of dust storm synoptical patterns in southwest of Iran. Desert, 17(1):49-55.

Doss, G.J., Elfving, D.C. and Lisk, D.J., (1995). Zinc in foliage downwind from a tire-burning power plant. Chemosphere, *31*(3):2901-2903.

Engelstaedter, S., Tegen, I. and Washington, R., (2006). North African dust emissions and transport. Earth-Science Reviews, 79(1-2): 73-100.

Furman, H.K.H., (2003). Dust storms in the Middle East: sources of origin and their temporal characteristics. Indoor and Built Environment, 12(6):419-426.

Khojasteh, D.N., Bahrami, H.A., Kianirad, M. and Sprigg, W., 2017. Using Bio-mulch for Dust Stabilization (Case Study: Semnan Province, Iran). *Nature Environment & Pollution Technology*, *16*(4).

Miri, A., Ahmadi, H., Ghanbari, A. and Moghaddamnia, A., (2007). Dust storms impacts on air pollution and public health under hot and dry climate. Int. J. Energy Environ, 2(1):101-105.

Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Francois, P., Kosmopoulos, P.G. and Legrand, M., (2015). Dust-storm dynamics over Sistan region, Iran: Seasonality, transport characteristics and affected areas. Aeolian Research, 16(2):35-48.

Rezazadeh, M., Irannejad, P. and Shao, Y., (2013). Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research, 10(1):103-109.

Zoljoodi, M., Didevarasl, A. and Saadatabadi, A.R., (2013). Dust events in the western parts of Iran and the relationship with drought expansion over the dust-source areas in Iraq and Syria.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.157.0]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.4]