



بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی ذرات معلق جو با استفاده از شاخص عمق اپتیکی آئروسولها در جنوب شرق ایران

مریم میراکبری، زهره ابراهیمی خوسفی

دریافت: ۴ مهر ۱۳۹۸ / پذیرش: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۹

دسترسی اینترنتی: ۳ شهریور ۱۳۹۹

چکیده

درواقع اطلاع از تغییرات زمانی و مکانی ذرات معلق می تواند در ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش خسارات ناشی از این ذرات مفید باشد. در این مطالعه به دلیل کمبود ایستگاه های اندازه گیری زمینی ذرات معلق، مشخصه عمق اپتیکی آئروسولها براساس محصول عمق اپتیکی آئروسول (AOD) سنجنده مودیس طی دوره آماری ۱۸ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۷) جهت پایش و تحلیل تغییرات مکانی و زمانی غلظت آئروسولها در نواحی جنوب شرق ایران مورد استفاده قرار گرفت. تغییرات زمانی AOD در مقیاس های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه، بر اساس آزمون روند من- کندال پیش سفید شده تعیین گردید.

مواد و روش ها برای انجام تحقیق حاضر از داده های روزانه AOD متعلق به سطح ۴ سنجنده مودیس استفاده شده است. با توجه به اینکه دوره زمانی مورد بررسی ۱۸ ساله است (۱۳۸۰-۱۳۹۷)، در مجموع ۶۵۷۰ فریم از محصولات روزانه AOD سنجنده مودیس برای بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ به فرمت NetCDF از آرشیو USGS دریافت شد. داده های اخذ شده AOD با کدنویسی در محیط برنامه Matlab برای ۱۳ ایستگاه سینوپتیک موجود در منطقه مطالعاتی استخراج شدند. جهت اعتبارسنجی داده های AOD سنجنده مودیس، از داده های غلظت ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرومتر (PM10) که در ایستگاه های پایش آلاینده ها به ثبت می رسد، استفاده شد. در مرحله بعد، به منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی غلظت

پیشینه و هدف شاخص عمق اپتیکی آئروسول یکی از پرکاربردترین شاخص ها جهت بررسی وضعیت آلودگی هوای مناطق مختلف به ویژه مناطق خشک و بیابانی است. مناطق خشک و نیمه خشک از منابع اصلی ذرات گردوغبار معلق در جو هستند. ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک در طول سال با توفان های گردوغبار متعددی مواجه است، که خسارات زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی جبران ناپذیری را به مناطق مختلفی از کشور وارد کرده است. یکی از این مناطق، منطقه جنوب شرق کشور است که به دلیل وزش بادهای ۱۲۰ روزه در نیمی از سال (اوایل بهار تا اواخر تابستان) تحت تأثیر توفان های گردوغبار قرار می گیرند و هر ساله حجم زیادی از ذرات شن و گردوغبار از این طریق، وارد جو می شود. لذا بررسی و پایش تغییرات زمانی و مکانی ذرات معلق موجود در جو که گردوغبار نیز بخش عمده ای از ذرات معلق در این مناطق است، در این منطقه از کشور حائز اهمیت است.

مریم میراکبری (✉)^۱، زهره ابراهیمی خوسفی^۲

۱. دانش آموخته دکتری بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: maryammirakbari@ut.ac.ir

در منطقه مطالعاتی می‌باشند. روند ماهانه AOD نیز حاکی از تغییرات کاهشی غلظت مواد معلق طی دوره آماری است. به‌طوری‌که در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، آبان و اسفند طی دوره آماری در اکثر ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی غلظت مواد معلق روند کاهشی داشته است. نتایج بررسی روند تغییرات فصلی AOD نیز حاکی از روند کاهشی غلظت مواد معلق جو به‌ویژه در فصول تابستان و بهار است. در فصل پائیز فقط برای ایستگاه کرمان، تغییرات AOD دارای روند افزایشی بوده است.

نتیجه‌گیری یکی از منابع اطلاعاتی موجود برای دسترسی به عمق اپتیکی آئروسول‌ها، سنجنده مودیس است. براساس نتایج تحقیق حاضر رابطه قابل قبولی میان محصول AOD سنجنده مودیس و داده‌های PM10 اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های زمینی برقرار است. نتایج تحقیق نشان داد میانگین AOD در مقیاس سالانه بین ۰/۱۴ تا ۰/۵۳ متغیر است که بالاترین مقدار AOD در سال ۱۳۸۲ و حداقل مقدار آن در سال ۱۳۹۵ اتفاق افتاده است. بررسی روند سالانه AOD نشان داد در اکثر ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی غلظت مواد معلق سیر نزولی دارد. سیر نزولی میزان ذرات معلق جو می‌تواند به دلیل کاهش وقایع گردوغبار ناشی از افزایش سطح پوشش گیاهی در منطقه باشد. مقادیر میانگین ماهانه و فصلی AOD نشان داد غلظت ذرات معلق طی پائیز و زمستان در ماه‌های آبان، آذر، دی و بهمن دارای حداقل مقدار و تابستان و بهار در ماه‌های تیر، خرداد و اردیبهشت دارای حداکثر مقدار است. این در حالی است که روند تغییرات زمانی AOD در مقیاس فصلی و ماهانه نیز در اکثر ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی طی دوره آماری، کاهشی است. به‌طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد ناحیه غربی منطقه مطالعاتی که در استان کرمان واقع شده است با غلظت کمتری از ذرات معلق نسبت به نواحی شرقی واقع در استان سیستان بلوچستان، طی دوره آماری مواجهه بوده است. به‌طورکلی، کاهش مقادیر مربوط به غلظت آئروسول‌ها در برخی از مناطق موردبررسی در این پژوهش می‌تواند بیانگر بهبود کیفیت هوای این مناطق باشد. به نظر می‌رسد اعمال روش‌های اجرایی و مدیریتی مناسب در این منطقه از کشور که در سال‌های اخیر موردتوجه بسیاری از مدیران و تصمیم‌گیرندگان بوده است، توانسته نقش بسزایی در کاهش آلودگی غلظت هواویزها در این منطقه از کشور داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: سنجنده‌ازدور، تخریب اراضی، آزمون من-کندال، مناطق خشک، آلودگی هوا

آئروسول‌ها، نقشه‌های پهنه‌بندی شده AOD با استفاده از میانگین مقادیر استخراج‌شده طی دوره آماری، به روش وزن دهی فاصله معکوس (IDW) تهیه شدند. در این روش هر ایستگاه یا نقطه اندازه‌گیری دارای تأثیر محلی است که با افزایش فاصله کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که مکان‌های نزدیک به نقطه اندازه‌گیری وزن بیشتری خواهند داشت. در گام بعدی، روند تغییرات زمانی آن‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف با استفاده از روش من-کندال پیش سفید شده موردبررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث نتایج حاصل از اعتبارسنجی AOD حاکی از وجود ارتباط قوی و معنی‌دار، بین عمق اپتیکی ذرات معلق سنجنده مودیس (AOD) و غلظت ذرات معلق (PM10) در سطح اطمینان ۹۵ درصد آماری است. لذا می‌توان این‌گونه استنباط کرد که داده‌های AOD از دقت قابل قبولی برای بررسی و تحلیل تغییرات ذرات معلق جو در منطقه مطالعاتی برخوردار هستند. توزیع مکانی AOD در سطح منطقه مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ نشان داد نواحی غربی و مرکزی (ایستگاه‌های کرمان، بافت، سیرجان، رفسنجان) کمترین میزان AOD را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که نواحی شمال شرقی، شرق و جنوبی (استان سیستان بلوچستان) تحت تأثیر غلظت بالاتری از ذرات معلق قرار گرفته‌اند. میزان AOD در دوره آماری بین ۰/۱۴ تا ۰/۵۳ متغیر بوده است که به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۸۲ وقوع یافته است. بررسی تغییرات زمانی AOD در مقیاس سالانه نشان داد میزان مواد معلق جو در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱ در منطقه مطالعاتی به بالاترین مقدار رسیده است که ایستگاه‌های زابل، زهک، زاهدان، خاش و ایرانشهر به ترتیب بیشترین مقدار AOD را در دوره آماری دارا می‌باشند. مقادیر میانگین AOD فصلی نشان داد که در تابستان و بهار، غلظت مواد معلق به بیشترین حد رسیده درحالی‌که در پائیز و زمستان این مقدار به حداقل رسیده است. همچنین تغییرات افزایشی ذرات معلق جو از فروردین‌ماه شروع شده در تیر به حداکثر مقدار رسیده و سپس از مرداد تغییرات کاهشی دارد. روند تغییرات میزان AOD در مقیاس سالانه براساس آزمون من-کندال نشان داد در اکثر ایستگاه‌های محدوده مطالعاتی به‌استثنای رفسنجان دارای روند کاهشی بوده، که تنها در ایستگاه‌های زاهدان، زهک، زابل، سراوان و بم در سطح ۵ درصد کاهشی و معنی‌دار بوده است. مقادیر آماره آزمون من-کندال AOD در مقیاس ماهانه نشان داد ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و مهر به ترتیب دارای بیشترین فراوانی روند معنی‌دار طی دوره آماری



Investigation of spatial and temporal changes in atmospheric aerosol using aerosol optical depth in Southeastern Iran

Maryam Mirakbari, Zohre Ebrahimi Khusfi

Received: 26 September 2019 / Accepted: 14 May 2020
Available online 24 August 2020

Abstract

Background and Objective The Aerosol Optical Depth index is one of the most commonly used indicators for assessing air pollution in various regions, especially arid and semi-arid areas. The arid and semi-arid regions are the main sources of dust particles. Due to locating in the arid and semi-arid region, Iran faces dust storms several times over the year, which have caused irreparable environmental and socio-economic damages to different parts of the country. The southeastern of Iran is one of these regions that is affected by dust storms in the first half of the year (early spring to late summer) due to 120-day winds, and large amounts of sand and dust particles enter the atmosphere each year. Therefore, it is important to study the temporal and spatial changes of suspended particles in the atmosphere, of which dust is a major part of aerosols in these regions. In fact, knowing the temporal and spatial changes of suspended particles can be helpful in providing appropriate solutions to reduce the damages caused by these particles.

In this study, due to lack of ground-based aerosol gauge station, aerosol optical depth feature was considered based on the Aerosol Optical Depth (AOD) product of MODIS sensor to monitor and analyze spatial and temporal changes of aerosol concentrations in Iran during a period of 18 years. Annual, monthly and seasonal temporal changes of AOD were investigated using pre-whitening Mann-Kendall trend test.

Materials and Methods The daily MODIS level-4 AOD data have been used in this study. The AOD data were obtained from the earth explorer website USGS in 6570 frames for 2001- 2018 and these data were extracted in NetCDF format with programming in Matlab software as annual, seasonal and monthly time series for 13 synoptic stations in the study area. PM10 concentration data were used to validate the AOD product of MODIS. In order to investigate the temporal and spatial changes of aerosol concentrations. The AOD zoning maps were prepared using inverse distance weighted (IDW) interpolation method based on the mean values of AOD. Based on the IDW method, each point/ station has a local effect that decreases with increasing distance, places close to the measuring point will have more weight. Finally, the temporal trend changes of AOD data were determined using the Mann- Kendall trend test in the different time scales.

M. Mirakbari(✉)¹, Z. Ebrahimi Khusfi²

1. PhD. Graduated of Combating Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran
e-mail: maryammirakbari@ut.ac.ir

Results and Discussion The results obtained from the validation of AOD data indicated that there was a strong and acceptable relationship between aerosol optical depth and PM10 concentration data at 95% significant level. Therefore, it can be concluded that the AOD data have a good accuracy to investigate and analyze the changes in suspended particles in the atmosphere in the study area. The spatial distribution of AOD in the study area showed that the western and central regions (Kerman, Baft, Sirjan, Rafsanjan) had the lowest concentration of aerosol during the period of 2001- 2018. While, the northeastern, eastern and southern regions (Sistan and Baluchestan province) have been affected by higher concentrations of aerosol. The amounts of AOD have varied from 0.14 to 0.53 in the study period that occurred in the years of 2016 and 2003, respectively. The findings of temporal changes of annual AOD series indicated that the atmosphere suspended particles had the highest amount in the years of 2001, 2003, 2008, 2009 and 2012 at the Zabol, Zahak, Zahedan, Khash and Iranshahr regions, respectively. The seasonal mean AOD had the most concentration in the summer and spring seasons while the autumn and winter had the lowest aerosol concentration. The monthly AOD series showed that the increasing variations of atmosphere suspended particles starts in April and then increases in June and has decreasing changes in July. The results of Mann- Kendall trend test indicated that changes trend of annual aerosol optical depth was decreasing in the most regions except in the Rafsanjan station so that the AOD changes had significant downward trend a 5% level in the Zahedan, Zahak, Zabol, Saravan and Bam stations. The Mann- Kendall statistic of monthly AOD series showed the most frequency of significant trend occurred in May, June, July and October, respectively in the study region. The monthly trend of AOD indicated decreasing changes of aerosol during the study period. As in May, June, July, August, November and February, the concentration of aerosols had a downward trend in the

most study stations. The seasonal changes of AOD showed a decreasing trend in aerosols in the summer and spring, while there was an increasing trend in the autumn season.

Conclusion One of the available sources to access the aerosol optical depth data is the MODIS sensor. Based on our findings, there was an acceptable relationship between AOD product of MODIS and PM10 data obtained from ground-based aerosol gauge stations in the study region. The results of this study showed that the annual mean AOD varied from 0.14 to 0.53 which highest and lowest values occurred in the years of 2003 and 2016, respectively. Annual trend of AOD showed the concentration of aerosols was decreasing in most regions. The decreasing trend can be due to the decline of dust events resulted from an increase in vegetation cover in the study area. The monthly and seasonal mean AOD showed the concentration of aerosols had the lowest value during the autumn and winter in November, December, January and February, while in the summer and spring, the aerosols had the highest concentration in May, June and July. However, the temporal changes of monthly and seasonal AOD were decreasing in the most study regions. Generally, our findings showed the western part of the study area, located in Kerman province, had been faced the lower concentration of aerosols than the eastern part, located in Sistan province, during the study period. In general, the declining of aerosol concentrations in some of the study areas could indicate an improvement in air quality in these regions. It seems that the implementation of appropriate executive and management methods in this region, which has been considered by many managers and decision-makers in recent years, have had a significant effect on the reduction of air pollution.

Keywords: Remote sensing, Land degradation, Mann-Kendall test, Arid regions, Air pollution