# ارزیابی رویدادهای غباری بر فراز خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از اندازه-گیری‌های لیدار فضایی CALIOP

فریضه بیات، حمیدرضا خالصی‌فرد

دانشکده فیزیک، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، بلوار استاد یوسف ثبوتی، پلاک ۴۴۴، زنجان، ۴۵۱۳۷۶۶۷۳۱،

چکیده – خلیج فارس و دریای عمان به عنوان یک منطقه بزرگ آبی اغلب تحت تاثیر چشمه‌های غباری اطرافشان هستند. در این تحقیق، به منظور بررسی طوفان‌های غباری بر فراز این منطقه از تعدادی پارامتر با استفاده از تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری-های لیدار فضایی CALIOP، استفاده شده است. چشمه‌های اصلی غبار اطراف این منطقه عبارتند از: حوضه دجله و فرات، شبه جزیره عربستان، حوضه های افغانستان و پاکستان، بیابان تار در شبه قاره هند و همچنین دریاچه هامون به عنوان منابع اصلی گرد و غبار در حوضه سیستان. مجموعه داده‌ها شامل **میانگین نسبت واقطبش ستونی ذرات** (PDR)، **انتگرال ضریب پس پراکنش میراشده** ستونی (IAB) و **عمق اپتیکی ستونی هواویزها** (AOD) بر روی منطقه مورد مطالعه در بازه ژوئن ۲۰۰۶ الی دسامبر ۲۰۱۵ می‌باشد. متوسط AOD ماهانه نشان می‌دهد که افزایش غبار بر روی دریای عمان و عرب در ماه‌های مه و سپتامبر رخ می‌دهد که عمدتا به افزایش طوفان گرد و غبار ناشی از حوضه سیستان مروبط می‌شود. تغییرات IAB نیز به عنوان اثراتی از خشک شدن فصلی دریاچه هامون و باد شمالی لوار بر روی دریاهای عمان و عرب در بازه ژوئن تا سپتامبر تعبیر می‌شود. در این تحقیق برای ردیابی توده‌های هوا، الگوی باد از تحلیل هایNCEP/NCAR استخراج شده است.

کلید واژه- هواویز، اپتیک جو، پس پراکنش، لیدار، گرد و غبار.

# Assessment dust events over the Persian Gulf and the Oman Sea using measurements of CALIOP space lidar

Farizeh Bayat, Hamid. R. Khalesifard

Department of Physics, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, No. 444 Prof. Sobouti Blvd., Zanjan 4513766731, Iran .

Abstract- The Persian Gulf and the Oman Sea as a large water region are mostly influenced by the surrounding dust sources. In this study some parameters by using analysis of CALIOP lidar measurements in order to survey dust storms over this region are used. Main sources of dust around this wide region are the Tigris and Euphrates Basin, the Arabian Peninsula, Afghanistan and Pakistan Basin and even Thar desert in Indian Subcontinent as well as Hamoun lake as major sources of dust in Sistan Basin. The dataset includes columnar averaged particulate depolarization ratio (PDR), column integrated attenuated backscatter (IAB) and column aerosol optical depth (AOD) over studied zone during June 2006 to December 2015. Monthly mean AOD reveals that high aerosol loading arise over Oman and Arabian Seas during May to September which is mostly attributed to enhanced dust storms originated from the Sistan Basin. Variations of IAB are also interpreted as effect of the seasonal drying of the Hamoun lake and northerly Levar wind on the Oman and Arabian Seas during June to September. In this survey wind pattern to track the air masses has been extracted with NCEP/NCAR reanalysis.

Keywords: aerosol, atmospheric optics, backscattering, lidar, dust.



[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

## ۱- مقدمه

کشور ایران به دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند غباری، در مجاورت چشمه‌های غباری مهمی قرار دارد، از جمله: حوضه دجله و فرات در کشور عراق در سمت غرب و شبه جزیره عربستان در سمت جنوب و جنوب غربی[۱ و ۲]. این نواحی جزء چشمه‌های اصلی غبار در خاورمیانه و آسیای جنوب شرقی هستند که در بازه زمانی بهار و تابستان بسیار فعالند و اغلب، جو دریاهای عمان و عرب را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند [۲ و ۳].

از چشمه‌های مهم غباری که اغلب جو دریاهای عمان و عرب و حتی اقیانوس هند را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند، دریاچه‌های فصلی واقع در منطقه سیستان در مرز ایران-افغانستان هستند که مهم‌ترین آن‌ها دریاچه هامون در شرق ایران است [۴]. نکته مهم دیگر این است که جنوب و جنوب شرق ایران، جنوب افغانستان و غرب پاکستان تحت تاثیر بادهای شمالی «صد و بیست روزه سیستان» هستند [۲ و ۵]. وزش این باد عمدتاً از اواسط ماه مه تا اواسط سپتامبر ادامه دارد و می‌تواند تغییراتی را در اقلیم دریای عمان و عرب ایجاد کند [۲].

از دیگر چشمه‌های اصلی غباری تاثیرگذار بر جو دریای عمان و عرب می‌توان به دشت مارگو در منطقه سیستان، بیابان ریگستان در جنوب افغانستان، دریاچه خشک هامون ماشکل در غرب پاکستان و همچنین سواحل بیابانی مکران در مرز ایران-پاکستان اشاره کرد [۶].

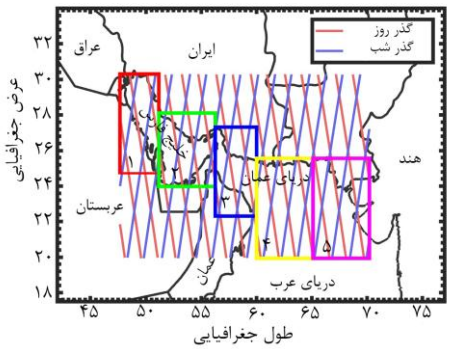
علاوه بر چشمه‌های غباری ذکر شده، منطقه کاملا خشک وسیعی به نام بیابان تار در ایالت راجستان هند واقع در شمال شرق دریای عمان گاهی اوقات بر روی جو دریاهای عمان و عرب تاثیر می‌گذارد [۷]. در این راستا مطالعه ذرات معلق جوی خلیج فارس و دریای عمان به عنوان یکی از مناطق وسیع آبی، به دلیل مجاورت با چشمه‌های غباری متعدد از اهمیت زیادی برخوردار است.

به دلیل اهمیت موضوع، این مطالعه را به بررسی غبار بر فراز خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از اندازه‌گیری‌های ماهواره کالیپسو (CALIPSO) در بازه زمانی ماه ژوئن ۲۰۰۶ الی دسامبر ۲۰۱۵ اختصاص داده‌ایم. بدین منظور، پارامترهایی نظیر انتگرال ضریب پس پراکنش میراشده[1] (IAB)، میانگین نسبت واقطبش ستونی ذرات[2] (PDR) و عمق اپتیکی ستونی هواویزها[3] (AOD) در طول موج ۵۳۲ نانومتر از داده‌های سطح دو ماهواره کالیپسو استخراج شده‌اند. در ادامه پس از معرفی داده‌ها و نحوه محاسبات، به بحث در نتایج خواهیم پرداخت.

## ۲- مجموعه داده‌ها و روش انجام محاسبات

ناحیه مطالعه شده در شکل۱ به صورت مستطیل‌های رنگی نشان داده شده است. در این مطالعه فقط جو خلیج فارس و دریای عمان بررسی شده است. در این شکل همچنین مدارهای عبوری کالیپسو در این منطقه طی ۱۶ روز نشان داده شده است. برای بررسی فعالیت‌های غباری در این منطقه، AOD، PDR و IAB در طول موج ۵۳۲ نانومتر از داده‌های سطح دو ماهواره کالیپسو، ورژن ۳ و مجموعه داده‌های 5km aerosol profile در بازه زمانی ژوئن ۲۰۰۶ الی دسامبر ۲۰۱۵ انتخاب شده‌اند.

برای آن‌که به هر کدام از پارامترهای مذکور، یک مقدار مشخص اختصاص داده شود، میانگین همان پارامتر مربوط به گذرهای عبوری واقع در مستطیل‌ها محاسبه شده است. در این محاسبات فقط هواویزها در نظر گرفته شده‌اند. نکته دیگر در انجام محاسبات، در نظر گرفتن مقدار صحیح و عدم قطعیت پارامترهاست. در آخرین مرحله از محاسبات، میانگین پارامترهای مذکور منسوب به هر مستطیل رنگی به صورت ماهانه و سالانه گزارش شده است.




شکل ۱: گذرهای عبوری ۱۶ روزه کالیپسو، مستطیل های ۵-۱ مربوط به ناحیه مطالعه شده می‌باشند.

[1] Integrated Attenuated Backscatter coefficient
[2] Particulate Depolarization Ratio
[3] Aerosol Optical Depth



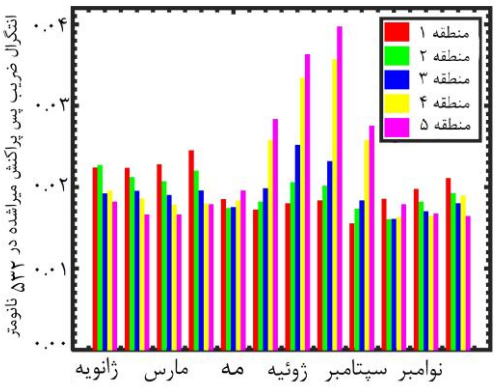
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]

## ۳- نتایج

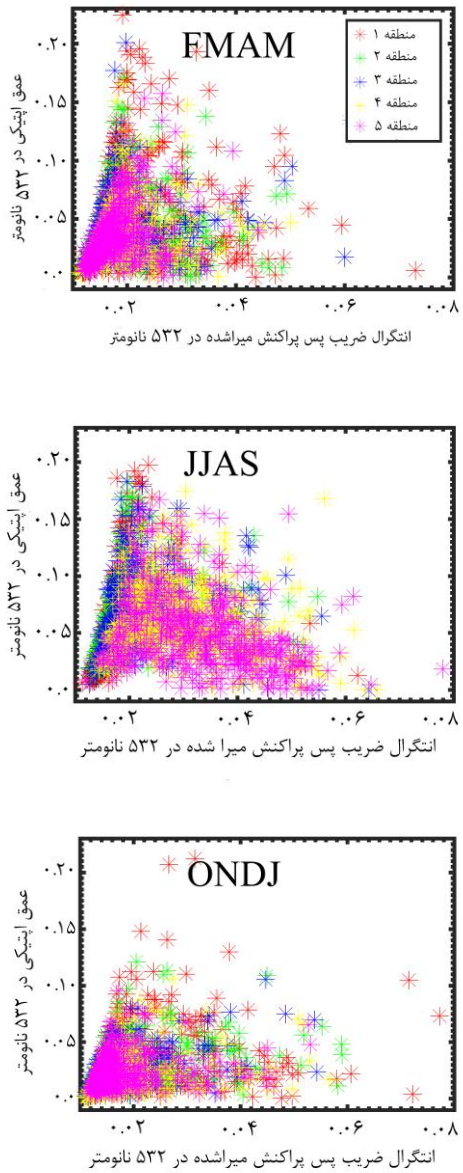
طبق محاسبات، تغییرات میانگین ماهانه IAB مناطق مطالعه شده در شکل۲ نشان داده شده است. در این شکل به وضوح دیده می‌شود که رفتار این پارامتر در مناطق ۴ و ۵ طی ماه‌های ژوئن الی سپتامبر با دیگر نواحی متفاوت است.

تغییرات ماهانه AOD نیز نشان می دهند که بیشترین مقدار این پارامتر در منطقه ۱ در ماه مه، در مناطق ۲ و ۳ در ماه جولای و در مناطق ۴ و ۵ در ماه ژوئن اتفاق می‌افتد. تغییرات ماهانه PDR در پنج منطقه الگوی تقریبا یکسانی را دنبال می‌کند.




شکل ۲: میانگین ماهانه IAB در پنج منطقه

اختلاف الگوی رفتاری این پارامترها در مناطق مطالعه شده زمانی واضح‌تر مشاهده می‌شود که نمودار AOD بر حسب IAB رسم شود (شکل۳). شکل‌های ۳الف-۳ج، تغییرات چهارماهه AOD بر حسب IAB برای ماه‌های فوریه-مه (FMAM)، ژوئن-سپتامبر (JJAS) و اکتبر-ژانویه (ONDJ) را نشان می‌دهند. هر نقطه در شکل ۳ مربوط به یک گذر عبوری کالیپسو در منطقه مورد نظر است. مربوط به یک گذر عبوری کالیپسو در منطقه مورد نظر است. شکل ۳ب به وضوح نشان می‌دهد که در JJAS، هر دو پارامتر AOD و IAB در مناطق ۴ و ۵ به صورت قابل توجهی افزایش داشته‌اند. افزایش این دو پارامتر دقیقا همزمان با بادهای صد و بیست روزه سیستان و دوره خشکی سالانه دریاچه هامون است [۸]. الگوی باد بر فراز فلات ایران جهت تایید نتایج به‌دست آمده در شکل ۴ رسم شده است که برای رسم آن از تحلیل‌های NCEP/NCAR[4] در در ارتفاع ۷۰۰ هکتوپاسکال در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۶ الی ۲۰۱۵ استفاده شده است.




شکل ۳: میانگین چهارماهه AOD بر حسب IAB، الف) فوریه-مه، ب) ژوئن-سپتامبر، ج) اکتبر-ژانویه.

## ۴- بحث در نتایج

طبق نتایج به‌دست آمده، جو خلیج فارس و دریاهای عمان و عرب تحت تاثیر رویدادهای غباری در فصل‌های بهار و تابستان هستند.

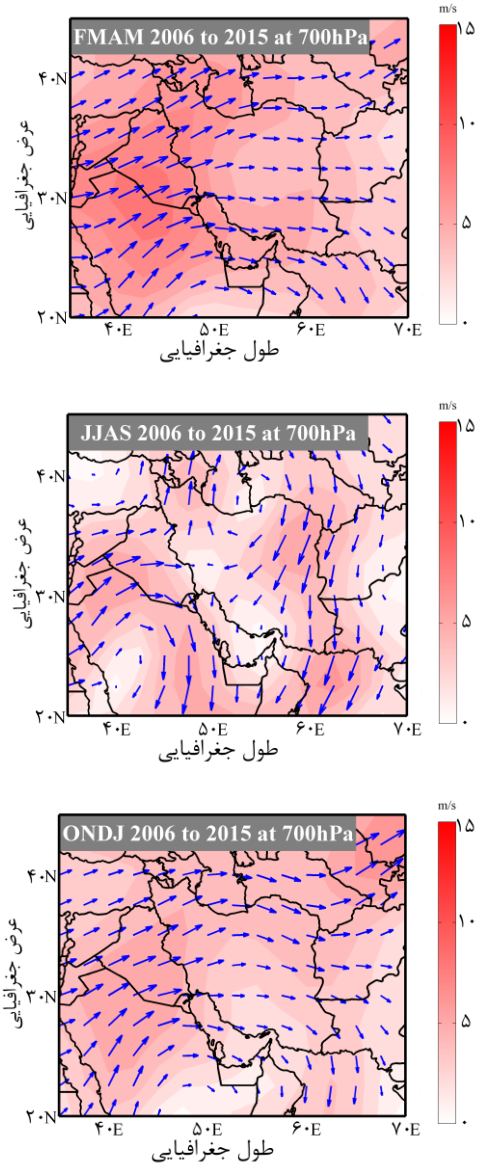
الگوی باد در فلات ایران نشان می‌دهد که منطقه۱ بیشتر تحت تاثیر غبارهایی است که از سمت جلگه دجله و فرات می‌آیند، در صورتی که مناطق ۲ و ۳ اکثرا از غبارهای شبه جزیره عربستان تاثیر می‌پذیرند.

[4] National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research



این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]




شکل ۴: میانگین چهارماهه الگوی باد در ارتفاع ۷۰۰ هکتوپاسکالی فلات ایران طی سال‌های ۲۰۰۶ الی ۲۰۱۵ با استفاده از تحلیل‌های NCEP/NCAR، الف) فوریه-مه، ب) ژوئن-سپتامبر، ج) اکتبر-ژانویه.

منطقه‌ای که در این مطالعه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، مناطق ۴ و ۵ می‌باشد. با نگاهی به شکل ۴ج درمی‌یابیم که این مناطق تحت تاثیر طوفان‌های غباری شدیدی طی ماه‌های ژوئن الی سپتامبر است. این طوفان-های غباری دقیقا همزمان با بادهای صد و بیست روزه سیستان هستند (شکل ۵ب). به عبارت دیگر، این باد شمالی قوی، گرد و غبار بستر دریاچه فصلی هامون را بلند می‌کند و به سمت جنوب شرق ایران، غرب پاکستان، دریاهای عمان و عرب و در پاره‌ای اوقات به سمت اقیانوس هند نیز حمل می‌کند.

با توجه به اندازه‌گیری‌های ماهواره کالیپسو و به ویژه مقدار IAB درمی‌یابیم که این پارامتر به خوبی می‌تواند گرد و غبار ناشی از شبه جزیره عربستان را از گرد و غبار دریاچه هامون متمایز کند. بنابراین می‌توان این پارامتر را یک ابزار قدرتمند جهت تشخیص ذرات غبار جو معرفی کرد به ویژه زمانی که این پارامتر بر حسب پارامترهای دیگری از جمله عمق اپتیکی و نسبت واقطبش ذرات در نظر گرفته شود.

## سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از مرکز تحقیقاتی NASA برای ارائه داده‌های ماهواره CALIPSO (http://eosweb.larc.nasa.gov/) و مرکز آب و هواشناسی NOAA (http://www.esrl.noaa.gov/) به جهت امکان فراهم آوردن الگوهای باد تشکر کنند.

## مراجع

[1] Joseph M. Prospero, et al., "Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product", Reviews of geophysics, Vol. 40, No. 1, 2002.

[2] N., Middleton, and A. S. Goudie. *Desert dust in the global system*, 2006.

[3] D. G. Kaskaoutis, et al., "Heterogeneity in pre-monsoon aerosol types over the Arabian Sea deduced from ship-borne measurements of spectral AODs", Atmospheric Chemistry and Physics, Vol. 10, No. 10, pp. 4893-4908, 2010.

[4] F. Abdi Vishkaee, et al., "Multiplatform observations of dust vertical distribution during transport over northwest Iran in the summertime", Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 116, No. D5, 2011.

[5] N. J. Middleton, "A geography of dust storms in South-west Asia", International Journal of Climatology, Vol. 6, No. 2, pp. 183-196, 1986.

[6] P. Ginoux, et al., "Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products", Reviews of Geophysics, Vol. 50, No. 3, 2012.

[7] D. G. Kaskaoutis, et al., "Contrasting aerosol trends over South Asia during the last decade based on MODIS observations", 2011.

[8] O., Alizadeh-Choobari, et al., "The "wind of 120days" and dust storm activity over the Sistan Basin", Atmospheric research, Vol. 143, pp. 328-341, 2014.



این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]