Original Research Article

A systematic study of the relationship between desert landscape and tourism development in hot and dry areas

Somayeh Hajivand Paydari [1*], Hassan Haji Mohammadi [2], Kobra Shojaeizadeh[3]

[1] PhD student in Climatology, Kharazmi University of Tehran, Faculty of Geographical Sciences and Planning. Department of Natural Geography. Tehran. Iran
[2] PhD student in Climatology, Tarbiat Modares University, Tehran, Faculty of Geographical Sciences, Tehran, Iran
[3] PhD student in Climatology, Shahid Beheshti University of Tehran, Faculty of Earth Sciences, Tehran, Iran

10.22034/GRD.2022.18111.1528

Received:
February 21, 2022
Accepted:
August 21, 2022

Keywords:
Numerical models, Dust centers, Forecasting, Khuzestan Plain

Abstract

In recent years, the most important weather problem in Khuzestan Province has been the dust phenomenon with destructive consequences on the health of citizens, agriculture, water resources, etc. The source of the dust has mostly been foreign, but there are also areas inside the country known as their source. In order to deal with any environmental hazard, including fine dust, one must either anticipate its occurrence or deal with its adverse effects by predicting the time of its occurrence. Thus, the harmful effects of this phenomenon can be reduced. The purpose of this research is to identify the centers of dust in Khuzestan Province and to make prediction in order to deal with it. This is done with HYSPLIT numerical models as well as back and diffusion methods. In this regard, the model is implemented in four formats during the period of 2000-2016. First, it is implemented in a backward way for the Khuzestan Plain, and transfer routes are applied before 48 hours. Then, after the foci and paths are identified using the Forward method, the optical depth and the duration of the arrival of the dust particles into the area are calculated. There have been four main foci to identify in this important period. The first is located in the northwestern border of the Khuzestan Plain, the second is in the southeast of Iraq, the third is in the west of Iraq, and the fourth is in the east of Jordan. The survey indicates that, after the dust is released in the region and it flows to Khuzestan in the southwest of Iran, especially the dust originating from the second and the fourth foci in the region, it is durable due to the less vertical development than the heights in the region. But the dust originating from the west of Iraq has a very high vertical development and spread s10 kilometers from the surface of the earth. To predict the dust from the identified centers, except for the main center as the inner center, it takes from 24 to 28 hours for the dust to enter the inner borders of the region, and it takes 28 to 32 hours to cover the entire region.

Extended Abstract

1. Introduction

Nowadays, tourism is one of the main factors of economic progress and growth in developed and developing countries .New trends in tourism have gradually turned some places into tourist destinations, among them are deserts that are of interest to tourists. Considering that most of Iran is covered by arid and desert areas, the

* **Corresponding Author:** Somayeh Hajivand Paydari
Address: Department of Natural Geography. Tehran. Iran **Email:** somayehpaydari@yahoo.com

accurate and systematic recognition of dry areas and ways to utilize them is essential for the country's economic and social development. One of the simplest ways is to use the ecotourism and geotourism features of these lands. The development of tourist activities in these areas requires special attention because, if it becomes unbridled tourism, it can damage the natural structure and even the cultural characteristics of the inhabitants of these areas. The landscape for the person who perceives it as an observer is visually identifiable with structural features, which is called an objective perspective. Therefore, this study systematically examines the background of the subject and describes and analyzes its content with the aim of explaining the role of desert tourism and tourism development in arid areas. It also seeks to identify and explain reliable methods for tourism growth and development in these areas through desert landscape. Finally, it explains the gaps in the research. In addition, this study seeks to answer the following questions:

What are the characteristics of the desert landscape?

How can desert landscape develop tourism in hot and dry areas?

2. Research Methodology

The present study is a systematic review and a purposeful piece of research. Therefore, in order to achieve the goals, the contents of previous studies have been analyzed. For this purpose, three databases, including Google Scholar, ScienceDirect and SID as well as ResearchGate commercial social network with appropriate keywords were used, and a search was done by title and keywords in the articles published since 1992. By identifying the researchers and their initial and main studies in this field, 69 articles were extracted and reviewed.

3. Results and discussion

According to the study of hot and dry beds in the field of visual landscape and their impacts on tourism development in these areas, the morphological patterns of these areas were examined ,and visual components such as water, shadows, topography and slopes were identified in the crest line and through line patterns. In the formation of these deserts, wind is known as one of the important causes of soil erosion in these areas. From the surface displacement of sand particles by wind and their accumulation, sand dunes have been created with a variety of visual qualities. Also, due to sudden rains in these areas, water erosion is very severe. Various phenomena due to water and wind erosion are observed in desert areas, the most important of which are the Yardang deserts. The limited water resources that have created vegetation in different patterns are known as tourist attractions. They are also effective in the field of scientific tourism and health through biological knowledge and the identification of medicinal plants. A visual texture is seen in the study of the Earth's crust in various forms from micro to macro, horizontal, vertical, and soft and hard. The soft form of sand dunes create tranquility in these areas, the footprints created by the movement of animals and reptiles on the sand dunes can bring visual diversity in the field of tourism. Color is also one of the important variables in these areas. It creates visual diversity and special charms in these areas. It is important to determine the time to visit the sand dunes of these areas and choose proper colors for buildings and desert camps.

4. Conclusion

Due to the existence of tourist attractions in the hot and dry areas, tourism is of great importance for the development of these spots. This study focuses on the specifications of hot and dry areas and identifies the components of the desert landscape in order to explain the relationship between tourism development and the characteristics of these regions. The research findings and the factors that influenced this in previous studies show that, sand dunes are one of the important manifestations of wind erosion in terms of land shape in addition to tourist attractions and visual diversity. Vegetation and its types in these areas are the other components to discuss in connection to desert landscape. It can be effective in the field of health and scientific tourism. Visual texture on the earth's crust of these areas has been studied, which can be created in various forms and unique physical conditions. Color recognition is also associated with creating visual diversity in these areas. Reasonable utilization and arrangement of structures and colors is a crucial factor for landscape aesthetics in the future. Finally, the morphological pattern of the ground has exerted the greatest impacts on the development of tourism in these spots. Therefore, hot and dry areas, especially deserts and arid areas, have a great natural potential for tourism, which, if used properly, can create great economic, social and cultural changes in the country. Considering that attraction in all its forms, including natural, historical and cultural, is the main pillar of the

tourism industry and, indeed, the main purpose of travel, gaining the knowledge of it is of great importance. Accordingly, the identification of tourist attractions, especially natural factors in desert areas, still needs further investigation, and it is important to conduct detailed studies on the characteristics of these attractions, exploit techniques, create appropriate infrastructure, identify the motivation of tourists in choosing these places, use them in advertising and marketing messages, and promote the planning and management aspects with the aim of developing this emerging industry in these areas.

مقاله پژوهشی

پیش‌یابی و شناسایی کانون‌های گردوغباری با استفاده مدل‌های عددی مطالعه موردی جلگه خوزستان

سمیه حاجی‌وند پایداری [۱*]، حسن حاجی محمدی [۲]، کبری شجاعی زاده [۳]

۱ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی تهران، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی.گروه جغرافیایی طبیعی. تهران.ایران

۲ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده علوم جغرافیایی. تهران.ایران

۳دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه شهیدبهشتی تهران، دانشکده علوم زمین. تهران.ایران

10.22034/GRD.2022.18111.1528

تاریخ دریافت:
۲ اسفند ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش:
۳۰ مرداد ۱۴۰۱

چکیده

مهم‌ترین مشکل آب‌وهوایی استان خوزستان در سال‌های اخیر، پدیده گردوغبار بوده است که پیامدهایی منفی و مخربی را بر روی سلامت شهروندان، کشاورزی، منابع آب و ... داشته است. برای مقابله با هر مخاطره محیطی و ازجمله ریزگردها یا باید از رخداد آنها پیشگیری نمود و یا با پیش‌بینی زمان رخداد آن، به مقابله با آثار ناگوار آن پرداخت. با آگاهی از زمان رخداد گردوغبار می‌توان از آثار زیان بار این پدیده کاست. هدف از این پژوهش شناخت کانون‌های گردوغبار استان خوزستان و پیش‌بینی آن به‌منظور آمادگی مقابله با آن است. به‌منظور شناسایی کانون‌های گردوغبار و پیش‌بینی آن در جنوب غرب ایران (جلگه خوزستان) به کمک مدل‌های عددی HYSPLIT به روش برگشتی و انتشار استفاده شد. در همین راستا این مدل در ٤ غالب برای دوره زمانی ۲۰۱٦-۲۰۰۰ اجرا شد. ابتدا به روش برگشتی برای یک محدوده که جلگه خوزستان مدنظر بود اجرا و مسیرهای انتقالی از ٤٨ ساعت قبل اجرا شد. در ادامه پس از شناسایی کانون‌ها و مسیرها، به روش Forward از کانون‌های شناسایی‌شده غلظت ذرات و حجم انتقالی، عمق اپتیکی و مدت‌زمان رسیدن ذرات گردوغبار به منطقه محاسبه گردید. بررسی‌ها نشان داد ٤ کانون اصلی در دوره مذکور مهم شناسایی شد. که اولی واقع در نواحی مرزی شمال غربی جلگه خوزستان، دومی واقع در جنوب شرق عراق، سومی غرب عراق و چهارم واقع در شرق اردن هست. بررسی حاکی از آن بود پس از انتشار گردوغبار در منطقه و شارش یافتن آن به منطقه خوزستان در جنوب غرب ایران به‌خصوص گردوغبارهای نشاءت گرفته از کانون‌های دوم و چهارم در منطقه به دلیل توسعه قائم کمتر نسبت به ارتفاعات در منطقه بیش‌ازپیش انباشت شده و از ماندگاری بالاتری برخوردار هستند؛ اما گردوغبارهایی با منشأ غرب عراق نشان داد که به دلیل گسترش عمودی بسیار زیاد تا ارتفاع ۱۰ کیلومتری از سطح زمین گسترش‌یافته که این امر هم ازنظر مکانی منطقه وسیعی را در برگرفته و این قابلیت را دارا می‌باشند تا مسیرهای طولانی‌تری را طی نمایند. برای پیش‌بینی گردوغبار از کانون‌های شناسایی‌شده نیز نتایج نشان داد به‌جز کانون نخست که کانون داخلی بوده، از سایر کانون‌ها بین ٢٤ تا ٢٨ ساعت مدت‌زمانی است که گردوغبار وارد مرزهای داخلی منطقه شود و ٢٨ تا ٣٢ ساعت طول خواهد کشید تا کل منطقه را فراگیرد.

کلیدواژه‌ها:
مدل‌های عددی، کانون‌های گردوغبار، پیش‌بینی، جلگه خوزستان

۱ مقدمه

مهم‌ترین مشکل آب‌وهوایی استان خوزستان در سال‌های اخیر، پدیده گردوغبار بوده است که پیامدهایی منفی و مخربی را بر روی سلامت شهروندان، کشاورزی، منابع آب و ... داشته است. چشمه این گردوغبارها بیشتر خارجی بوده است، هرچند در داخل کشور نیز مناطقی به‌عنوان چشمه آن‌ها شناخته شده‌اند. برای مقابله با هر مخاطره محیطی و ازجمله ریزگردها یا باید از رخداد آن‌ها پیشگیری نمود و یا با پیش‌بینی زمان رخداد آن، به مقابله با آثار ناگوار آن پرداخت. با آگاهی از زمان رخداد گردوغبار می‌توان از آثار زیان بار این پدیده کاست. هدف از این پژوهش شناخت کانون‌های گردوغبار استان خوزستان و پیش‌بینی آن به‌منظور آمادگی مقابله با آن است. پیش‌بینی و پیش‌یابی با استفاده از مدل‌های عددی یکی از بخش‌های مهم در علوم جوی هست که هدف آن بهبود شرایط موجود و افزایش سطح کمی و کیفی بروندادهای هواشناسی است. از طرفی این پیش‌بینی‌ها در بخش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد.

*نویسنده مسئول: سمیه حاجی‌وند پایداری
آدرس: گروه جغرافیایی طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.
ایمیل: somayehpaydari@yahoo.com

که یکی از این موارد می‌توان به مخاطرات جوی همچون رخداد گردوغبارها در مناطق مختلف اشاره نمود. گردوغبار از دیدگاه‌های مختلفی قابل‌بررسی است. ازجمله آن‌ها دیدگاه آماری، شرایط همدیدی و دینامیکی جو، بررسی توسط تصویر ماهواره، مدل‌سازی عددی و پیش‌بینی طوفان‌های گردوغبار را می‌توان نام برد. گردوغبار حاصل از این طوف آن‌ها، به‌صورت مستقیم از طریق اثرات تابشی و غیرمستقیم از طریق اثراتی که بر خرد فیزیک ابرها دارند بر آب‌وهوای منطقه اثر گذارند (شوارتز[1] و همکاران، ۱۹۹۵، تجن[2] و همکاران،۱۹۹۶، رزنفلد[3] و همکاران،۱۹۹۷). یکی از چشمه‌های اصلی طوفان گردوغبار بیابان‌ها می‌باشند (داکری[4] واستون، ۲۰۰۷). علاوه بر بیابان‌ها، مناطق گرم و زمین‌های کشاورزی متروک و بستر دریاچه‌های خشک ازجمله مهم‌ترین چشمه‌های گردوغبار هستند (لی[5] و همکاران،۲۰۰۹ و ژیلت[6]، ۱۹۹۹). در میان چشمه‌های فعال گردوغبار خاورمیانه، می‌توان از حوضه‌های آبرفتی دجله و فرات در عراق، مناطقی از سوریه در غرب، شبه‌جزیره عربستان در جنوب و جنوب غرب، نواحی از ترکمنستان در شمال و ایران (دشت‌های لوت و کویر و هامون جازموریان) در شرق نام برد. با این اوصاف بیش از ۶۵ درصد خشکی‌های منطقه از پتانسیل بالایی در انتشار غبار برخوردار است (پروسپر[7] و همکاران، ۲۰۰۳). شبیه‌سازی دقیق توفان گردوغبار می‌تواند ابزاری توانمند برای تشخیص مناطق چشمه، مطالعه نحوه شکل‌گیری، انتشار، انتقال و همچنین نشست و رسوب ذرات غبار باشد (رضازاده و همکاران،۲۰۱۳).

پانتیلون[8] و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از مدل همرفتی حجم-شار به پارامتریک کردن طوفان‌های گردوغباری اقدام نمودند. بررسی‌ها نشان داد مدل توانایی مناسبی در شناسایی و نحوه شکل‌گیری طوفان‌های گردوغباری در صحرای آفریقا را دارا هست. مالیا و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از مسیربرگشت-لاگرانژی مدل انتشار ذرات به مدل‌سازی گردوغبار پرداختند. بررسی‌ها نشان داد مدل ذکرشده برای پیش‌بینی و پایش گردوغبارها در مقیاس‌های منطقه‌ای کاربردی هست. (Mesbahzadeh et al, 2020) یکی از روش‌های بررسی طوفان‌های گردوغبار استفاده از مدل‌های عددی است که می‌تواند حتی برای زمان‌هایی که داده مناسب موجود نبوده و همچنین برای پیش‌بینی این نوع طوفان‌ها بکار رود. مطالعات اخیر نشان داده است که مدل‌های پیشبینی عددی گردوغبار برای درک بهتر تأثیرات ذرات گردوغبار بر جو در حال توسعه یافتن هستند. Iraji و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه تعیین منبع طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از مدل‌های WRF و HYSPLIT کوپلینگ در استان یزد، به این نتایج رسیدند که مدل‌ها قابلیت کاربردی خیلی بالایی با داده‌های عمق نوری آئروسل MODIS و مسیرهای برگشت مسیر HYSPLIT را نشان دادند.

محمدپورپنجاه و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق با عنوان تحلیل طوفان‌های گردوغبار استان یزد بر مبنای مدل‌سازی‌های عددی پرداختند. بررسی‌ها نشان داد عبور سامانه‌های چرخندی از سطوح بالای جو از عوامل عمده در ایجاد ناپایداری‌های در منطقه به‌حساب می‌آید. ملکوتی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی و مطالعه عددی شکل‌گیری و تکامل توفان‌های گردوغباری سنگین در خاورمیانه نشان داد مدل‌های پیش‌بینی عددی کارایی مناسبی در شبیه‌سازی توزیع زمانی و مکانی این‌گونه طوفان‌ها در منطقه دارد. محمدپور پنچاه و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به معرفی رویکردی برای پیش‌بینی توفان‌های گردوغبار برای ایران پرداخت. نتایج نشان داد مطابقت خوبی با مطالعات گذشته بر اساس سنجش‌ازدور داشته و بیانگر این است که مدل‌های عددی ذکرشده توانایی پیش‌بینی طوفان‌های گردوغبار را در منطقه دارد. محمدخان (۱۳۹۶) با بررسی وضعیت و روند تغییرات طوفان‌های گردوغبار در ایران اقدام به یک همبستگی با عوامل محیطی انجام داد. نتایج مؤید آن بود که به ترتیب تبخیر، دما و بارش دارای همبستگی می‌باشند و با ژئومورفولوژی و ارتفاع دارای همبستگی نمی‌باشند. دلیل این امر را می‌توان در منشأ خارجی ریز گردها، ارتفاع بالای حرکت آن‌ها و نقش رطوبت در نشست آن‌ها جستجو کرد. فرهادی پور و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به پایش و پیش‌بینی طوفان‌های خاک در منطقه غرب و جنوب غرب ایران و تأثیر آن‌ها بر شارهای تابشی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد ذرات گردوخاک در سقف جو و سطح زمین دارای اثرهای سرمایشی، اما در میانه جو دارای اثر گرمایشی هستند. سبحانی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با استفاده از مدل‌های پیش‌بین به این نتیجه رسیدند که شبیه‌سازی و پیش‌بینی پدیدهٔ مخاطرهٔ گردوغبار در مناطق غرب ایران، کارایی قابل قبولی دارد. فرشاد سلیمانی ساردو و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی گسیل و انتقال ذرات گردوغبار با استفاده از مدل پیش‌بینی عددی وضع‌هوا Chem/WRF و مدلHYSPLIT به این نتیجه رسیدند که گسیل گرد و غبار حوزه جازموریان تحت تأثیر جریانات غربی به سمت مرز پاکستان و استان‌های سیستان و بلوچستان حرکت می‌کند و تالاب جازموریان به‌عنوان مهم‌ترین کانون گرد و غبار در حوزه موردمطالعه شناسایی شد.

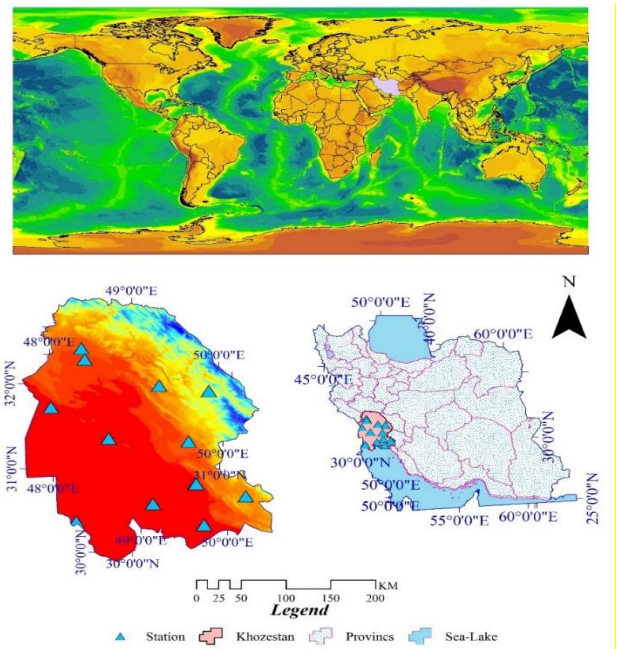
با توجه به اینکه پدیده گردوغبار یکی از مهم‌ترین مشکلات کشور به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است مطالعه و تحقیق در این باره امری ضروری است و در اکثراً مطالعات صورت گرفته بیشتر عوامل سینوپتیکی وهمدید در نظر گرفته شده است و مطالعات عددی و پیش‌بینی کمتر انجام شده است.

[1] Schwartz
[2] Tegen
[3] Rosenfield
[4] Dockery
[5] Lee
[6] Gillette
[7] Prosper
[8] Pantillon

۲ مبانی نظری

به‌منظور پیش‌بینی طوفان‌های گردوغبار در جنوب غرب ایران در یک دوره ۱۷ ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۶)، ابتدا با استفاده از داده‌های کد هوای حاضر (WW) ۱۱ ایستگاه‌های همدید (شکل ۱) واقع در منطقه، مشاهدات گردوغباری استخراج و توزیع ماهانه و فصلی آن استخراج و بررسی گردید. پس از بررسی توزیع ماهانه و فصلی، اقدام به استخراج روزهای توام با گردوغبار شدید و فراگیر در سطح منطقه شد. بر اساس تعریف زمانی که دید افقی به کمتر از ۲۰۰ متر رسید و در بیش از ۸۰ درصد ایستگاه‌های استان این وضعیت گزارش شد، به‌عنوان روز گردوغباری شدید شناسایی می‌شود. از آنجایی که هدف این تحقیق پیش‌یابی و پیش‌بینی توده‌های گردوغبار از کانون‌های محتمل بود از یک رویکرد مناسبی بهره‌گیری شد. در همین راستا از مدل HYSPLIT1 استفاده شد.

این مدل یک سامانه کامل برای محاسبه مسیرهای پیچیده پخش و انتشار با استفاده از رویکرد ذره‌ای بوده که برای کاربردها اصلی شامل مسیرها و پخش آلودگی‌ها هست (درکسلر[2]، ۱۹۹۷). این مدل قادر است مسیرهای برگشت برای دست‌یابی به چشمه‌های آلودگی را به دست می‌دهد. مسیرهای برگشت مسیر لاگرانژی بسته‌هوا را به دست می‌دهند که از نقطه اولیه در مدت‌زمان معلوم محاسبه می‌شود و می‌تواند دریافتن چشمه بکار روند. روش محاسبه مدل ترکیبی میان دیدگاه‌های اویلری (مجموع غلظت ذرات در هر شبکه در طول مسیر حرکت) و لاگرانژی (غلظت ذرات برای هر شبکه با استفاده از پخش و انتقال ذرات) است و به همین دلیل این مدل را مدلی دوگانه می‌نامند (درکسلر و همکاران، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه و ایستگاه‌های همدید مورد استفاده در پژوهش

۲,۱ مدل HYSPLIT

برای تعیین منابع اصلی گردوغبار برای توفان گردو وغبار موردمطالعه از مدل لاگرانژینی با امکان ردیابی پسگرد در ترازهای مختلف جو موسموم به HYSPLIT استفاده گردید (Draxler & Rolph, 2011). مدل HYSPLIT در حقیقت مدلی دوگانه برای محاسبات حرکت گرد و غبار، پراکندگی و شبیه‌سازی ته‌نشینی آن با استفاده از رویکردهای پف و ذرات است (Draxler, et al, 2011). همچنین این مدل اطلاعات با ارزشی را در خصوص لایه مرزی جوی (ABL[3]) در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد (Rashki, et al,2015).

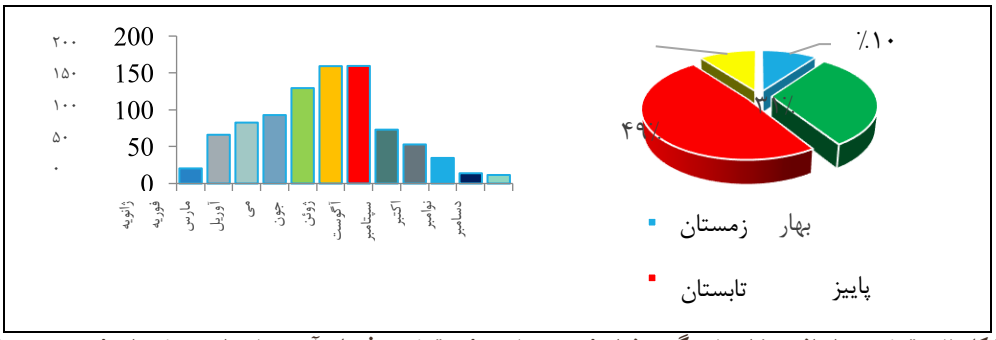
به‌منظور شناسایی کانون‌های گردوغبار و پیش‌بینی آن در جنوب غرب ایران (جلگه خوزستان) به کمک مدل‌های عددی HYSPLIT به روش برگشتی و انتشار استفاده شد. در همین راستا این مدل در ۴ غالب برای دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۰ اجرا شد. ابتدا به روش برگشتی برای یک محدوده که جلگه خوزستان مد نظر بود اجرا و مسیرهای انتقالی از ۴۸ ساعت قبل اجرا شد. در ادامه پس از شناسایی کانون‌ها

[1]-HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory
[2] Draxler
[3] Atmospheric Boundary Layer

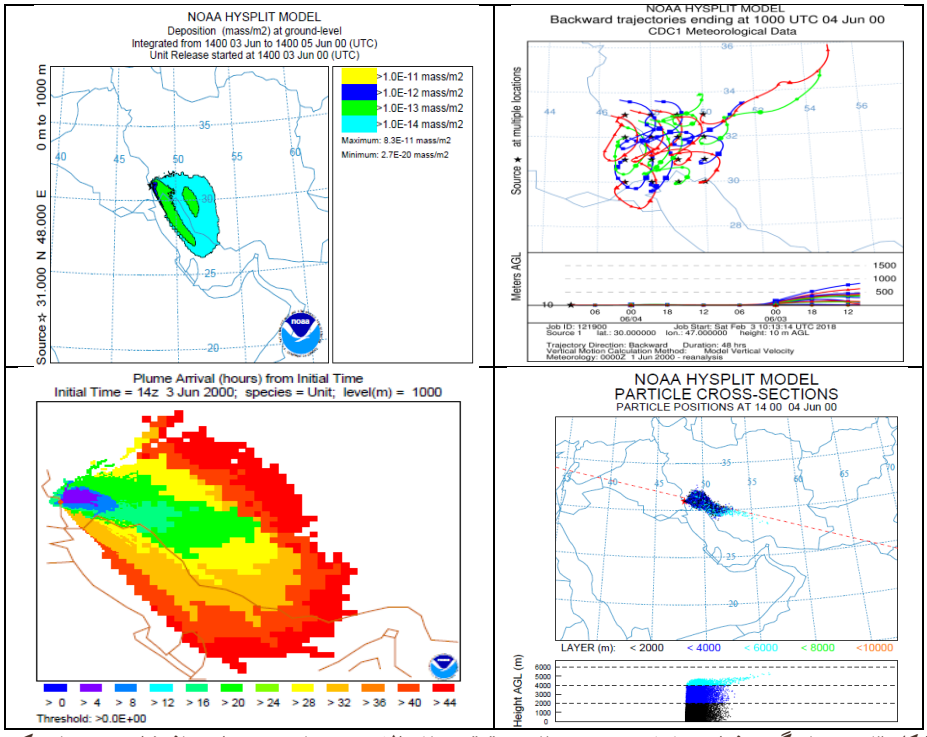
و مسیرها، به روش Forward از کانون‌های شناسایی شده غلظت ذرات و حجم انتقالی، عمق اپتیکی و مدت زمان رسیدن ذرات گردوغبار به منطقه محاسبه گردید. در ادامه برای صحت سنجی مدل از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS نیز استفاده شد.

۳ یافته‌ها و بحث

بررسی‌های انجام شده از نقشه‌ها و خروجی‌ها نشان داد که بیشترین فراوانی روزهای گردوغباری در ایستگاه‌های استان در ماه جون و جولای بیشتر بوده است که پس از این دو ماه ماه می قرار دارد. با توجه به نمودار ماهانه مشاهده می‌شود که از ژانویه روند روزهای گردوغباری در منطقه شروع شده و در جولای به بیشترین مقدار خود می‌رسد. اما پس از آن با افتی شدید روند کاهش خود را تا دسامبر طی می‌کند. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود سهم تابستان از گردوغبار ۴۹ و پس از آن بهار ۳۱ درصد بوده که ۸۰ درصد گردوغبارهای منطقه در این ۲ فصل به‌وقوع می‌پیوندد.



شکل ۲ - توزیع ماهانه مشاهدات گردوغبار (سمت راست) و توزیع فصلی آن در استان خوزستان (سمت چپ)

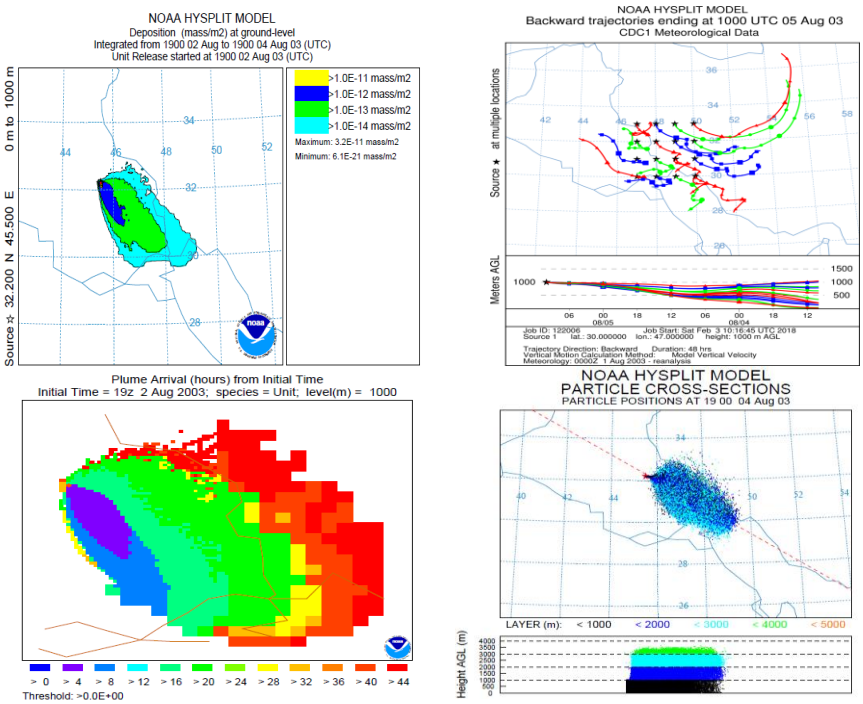


شکل ۳- رویداد گردوغبار روز ٤ جون ۲۰۰۰. به ترتیب از بالا سمت راست ردیابی، انتشار، عمق اپتیکی و مدت‌زمان انتشار گردوغبار در منطقه

در ادامه و با بهره‌گیری از مدل ردیابی مسیرهای ورودی گردوغبار و چشمه‌های اصلی تولید آن شناسایی شد. بدین منظور با بررسی به‌عمل‌آمده در منطقه خوزستان دوره‌های گردوغباری شدید استخراج و نحوه پخش و انتشار آن تهیه گشت. ازآنجایی‌که طی بازه زمانی یادشده تعداد دوره‌های گردوغباری به‌وفور یافت شد، سعی شد تا کانون‌های اصلی در غالب دوره‌های نماینده شناسایی گردد که به‌صورت ۴ دوره که در ادامه موردبحث خواهد گرفت، انتخاب شدند. علت انتخاب این ۴ دوره بنا به دو دلیل بود. بدین صورت که ابتدا مشخص شد که بیشینه حجم گردوغبارهای منطقه در دوره تابستان و سپس بهار بوده که نمونه‌های انتخابی برای مطالعه از بین این دو فصل

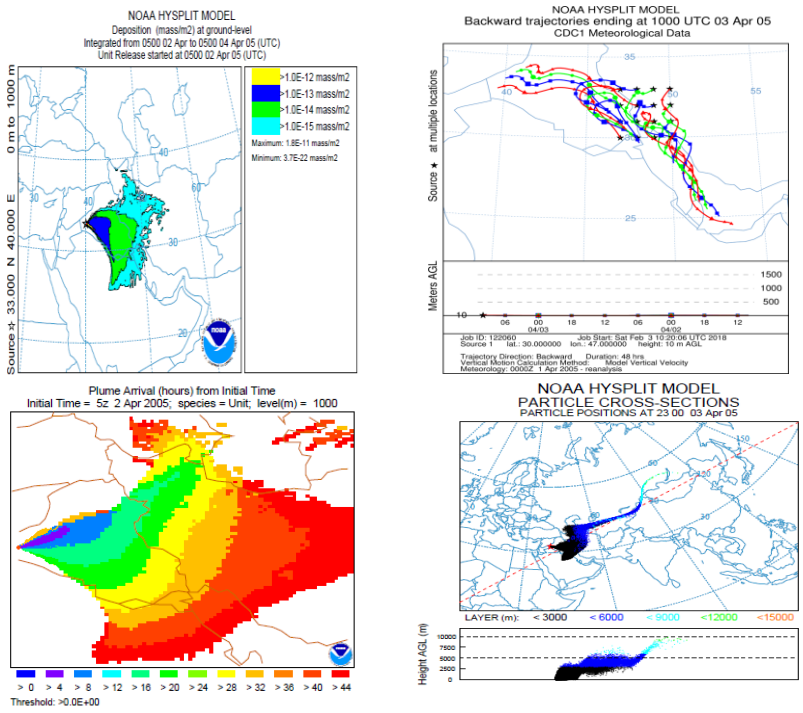
انتخاب گردید. در مرحله دوم بنا به شاخص ارائه شده برای روزهای گردوغبار شدید و فراگیر، این ۴ روز بیش از سایر روزها از حجم و وسعت بالایی گردوغبار برخوردار بودند.

دوره نخست رویداد گردوغبار ۴ جون ۲۰۰۰ است. در این دوره با بررسی الگوریتم مسیر برگشتی ذرات مشخص شد که کانون اصلی واقع در غرب و شمال غرب استان خوزستان و نواحی مرزی آن با کشور عراق هست. بدین‌صورت که با بررسی حجم انتشاری ذرات در منطقه منشأ گردوغبار شناسایی و گسترش آن به‌صورت زمانی-مکانی در منطقه به نمایش در آمد. بررسی‌ها حاکی از آن بود که ذرات بر خواسته از منطقه ذکرشده تا قسمت‌هایی از زاگرس غربی و شمال خلیج‌فارس گسترش می‌یابند. در بررسی گسترش قائم ذرات مشخص شد که از زمان انتشار گردوغبار در منطقه ذرات تا ارتفاعی معادل ۴۰۰۰ متر از سطح گسترش قائم یافته و قابلیت عبور از موانع کوهستانی در منطقه را داشته و تا ارتفاع نزدیک به ۵۰۰۰ متر در زاگرس مرکزی می‌رسد. در بررسی انتشار ذرات در منطقه در غالب زمان نشان از آن دارد که حداکثر زمانی که طول می کشد تا ذرات گردوغبار تمام منطقه را احاطه نموده نزدیک به ۴۴ ساعت هست. البته لازم به توضیح هست که حداکثر زمان انتشار در جلگه خوزستان به کمتر از ۱۰ الی ۱۲ ساعت می‌رسد (شکل ۳).



شکل ۴- رویداد گردوغبار روز ۵ آگوست ۲۰۰۳. به ترتیب از بالا سمت راست ردیابی، انتشار، عمق اپتیکی و مدت‌زمان انتشار گردوغبار در منطقه

در رویداد دوم که در روز ۵ آگوست ۲۰۰۳ بود ردیابی ذرات نشان داد یک جریان شمال شرق و یک جریان عمدتاً غربی منطقه را تحت تأثیر خودساخته است. ازآنجایی‌که محدوده انتخابی برای مطالعه بیشتر متأثر از جریان غربی بود، سعی بر آن شد تا کانون احتمالی در خاک عراق را مدنظر قرار داده شود. با بررسی انتشار ذرات و حجم انتقالی مشخص شد که از کانون انتخابی جریانی شمال غرب به جنوب غرب سبب شده تا ذرات به منطقه شارش نمایند. این شارش ذرات به منطقه به‌صورت متمرکز بوده به‌گونه‌ای که در پایش عمق ذرات مشاهده شد که از زمان انتشار تا ورود به منطقه متوسط عمق ذرات در راستای قائم به ۳۵۰۰ متر از سطح می‌رسد. در پیش‌بینی ساعتی از نحوه گسترش و زمان رسیدن گردوغبار به جلگه خوزستان مشاهده شد که بین ۱۶ تا ۲۴ ساعت از کانون شناسایی‌شده طول می کشد تا ذرات وارد نواحی مرزی شده و بین ۲۴ تا ۴۰ ساعت گسترش کامل آن در جلگه خوزستان به طول می‌انجامد. از خصوصیات اصلی این کانون می‌توان به کند بودن سرعت حرکت ذرات و انتشار منطقه‌ای و متمرکز آن در قسمت‌های جنوب غرب ایران اشاره نمود (شکل ۴).



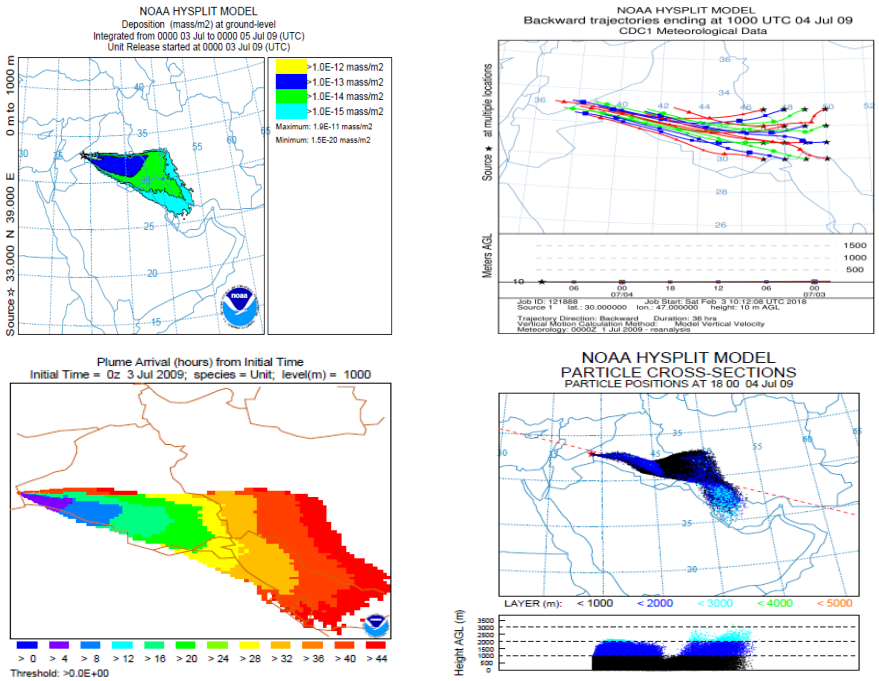
شکل ۵- رویداد گردوغبار روز ۳ آوریل ۲۰۰۵. به ترتیب از بالا سمت راست ردیابی، انتشار، عمق اپتیکی و مدت‌زمان انتشار گردوغبار در منطقه

رویداد سوم گردوغبار مربوط به روز ۳ آوریل ۲۰۰۵ هست. در گام نخست و در ردیابی ذرات مشخص شد که در جریان غربی و جنوبی رخداد گردوغبار منطقه نقش داشته‌اند. جریان جنوبی عمدتاً نواحی شرقی را متأثر ساخته اما جریان غربی بیشترین تأثیر را در انتقال ذرات داشته است. با بررسی حجم انتقالی ذرات به منطقه مشخص شد که کانون احتمالی واقع در غرب عراق در مقیاس کلان گردوغبار عظیمی را به سمت نواحی غرب و جنوب غرب ایران انتقال داده که تا مناطق مرکزی ایران نیز نفوذ کرده است.

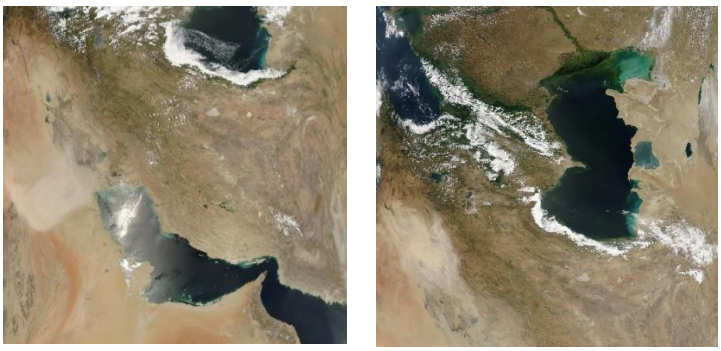
البته لازم به توضیح است که این پایش از ۴۸ ساعت قبل از رخداد توفان گردوغباری تا روز گزارش گردوغبار هست. به‌طوری که با بررسی عمق ذرات مشخص شد که تا ارتفاع بیش از ۷۰۰۰ متر این توفان گردوغباری انتشاریافته و منطقه وسیعی را در محدوده غرب آسیا در برگرفته است. پیش‌بینی گردوغبار از کانون موردنظر نیز نشان داد از زمان انتشار ۲۰ ساعت طول خواهد کشیده تا گردوغبار به مناطق غربی و ۲۸ تا ۳۲ ساعت به جلگه خوزستان و مناطق جنوب غربی شارش یابد. در مقایسه با انتشار گردوغبار به‌صورت قائم نیاز به توضیح هست که پیش‌بینی بر مبنای ساعتی تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر هست (شکل ۵).

رویداد چهارم که به‌نوعی معرف چهارمین کانون تأثیرگذار در رخداد توفان‌های گردوغبار هست، حاکی از آن است که کانون اصلی واقع در شرق اردن هست. به‌طوری‌که یک جریان زمینه کاملاً غربی سبب شده تا موجبات انتقال گردوغبار از کانون احتمالی به شرق انتشار یابد. در بررسی مقدار حجم انتقالی به منطقه مشخص شد که قسمت‌هایی از جنوب عراق، کویت، قسمت‌هایی از شمال عربستان و جنوب غرب ایران و نیمه غربی خلیج‌فارس تحت تأثیر گردوغبار قرارگرفته است. با بررسی ذرات انتشار و عمق اپتیکی گردوغبار در منطقه مشخص شد که متوسط ارتفاع ذرات از زمان انتشار تا جنوب غرب نزدیک به ۲۰۰۰ متر بوده اما با عبور از روی دریا به ضخامت آن افزوده‌شده و به بیش از ۲۵۰۰ متر رسیده است.

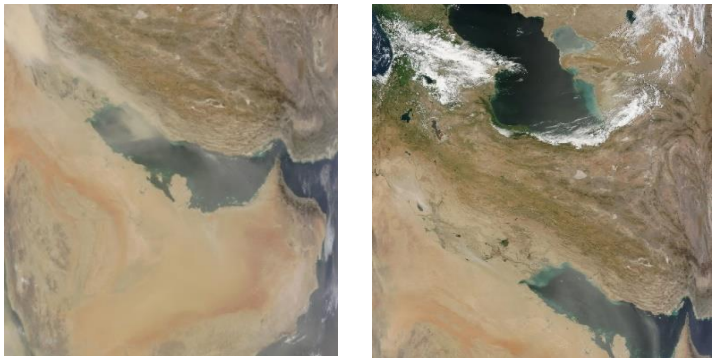
انتشار ذرات گردوغبار از این کانون طی ۲٤ الی ۲۸ ساعت وارد مناطق جنوب غربی ایران می‌شود و در طی ۲۸ تا ٤۰ ساعت به‌صورت کامل جنوب و جنوب غرب ایران را متأثر می‌سازد. از سویی با طولانی بودن مسیر و حرکت سریع ذرات می‌توان به جریانات غربی شدید اشاره نمود که با افزایش سرعت باد در انتقال گردوغبار در منطقه نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند.



شکل ٦- رویداد گردوغبار روز ٤ جولای ۲۰۰۹. به ترتیب از بالا سمت راست ردیابی، انتشار، عمق اپتیکی و مدت‌زمان انتشار گردوغبار در منطقه



٤ جون ۲۰۰۰ ۵ آگوست ۲۰۰۳



۳ آپریل ۲۰۰۵ ٤ جولای ۲۰۰۹

شکل ۷- تصاویر ماهواره‌ای MODIS-Terra برای روزهای گردوغباری شدید در منطقه

به‌منظور بررسی کانون‌های گردوغباری و حجم انتقالی آن به منطقه از تصاویر باند مرئی سنجنده MODIS استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد که مدل عددی به‌کاررفته انطباق کامل با تصاویر ماهواره‌ای داشته و در هر یک از روزهای گردوغباری که به‌عنوان یک نمونه استفاده‌شده بود، به‌خوبی می‌تواند در بخش‌های مختلف ازجمله مسیریابی، حجم انتقالی، گسترش قائم و پیش‌بینی ساعتی از زمان تشکیل تا زمان رسیدن به منطقه، کمک شایانی را به عمل آورد. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود و بر اساس خروجی مدل دینامیکی، در روز ۴ جون ۲۰۰۰ توده گردوغباری در مرزهای جنوب غرب کشور بوده و به سمت شرق و منطقه موردمطالعه در حال گسترش است. در روز ۵ آگوست ۲۰۰۳ جریانی جنوب غربی سبب شده تا از کانون عراق گردوغبار به منطقه گسیل گردد. در روز ۳ آوریل ۲۰۰۵ گستره وسیعی از گردوغبار مشاهده می‌شود که تا روی دریای خلیج‌فارس نیز این حجم گردوغبار واردشده است. در روز ۴ جولای ۲۰۰۹ ضمن حجم بالای گردوغبار، از گستره بالایی نیز برخوردار بوده و از جنوب غرب کشور تا شرق خلیج‌فارس را در برگرفته است.

۴ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت غبار در منطقه خاورمیانه به دلیل فرسایش قابل‌ملاحظه خاک در این منطقه حائز اهمیت است. اهمیت این موضوع ازآن‌جهت است که بخش وسیعی از خاورمیانه طی چندین ماه از سال به‌طور مداوم تحت تأثیر غبار قرار دارد که اثرات مهمی بر اقلیم و محیط‌زیست منطقه بر جای گذاشته است. از طرفی مناطق جنوب غرب ایران و به‌ویژه جلگه خوزستان از این قاعده به دور نبوده است. در بررسی‌های به‌عمل‌آمده نتایجی بدین مضمون به دست آمد:

مدل به‌کاررفته در شناسایی کانون‌های و مسیرهای ورودی و یا به‌اصطلاح ردیابی ذرات نشان داد در زمان رخداد گردوغبارها شدید منطقه ۴ کانون اصلی بیشترین سهم را در تولید آن بر عهده‌دارند. از آن جمله می‌توان به مناطق مرزی بین عراق و جلگه خوزستان و منطقه هورالعظیم اشاره کرد. از سایر مناطق می‌توان به مناطق شرقی عراق اشاره نمود که به‌نوعی با دارا بودن ویژگی همچون محلی بودن گردوغبارها و انتشار از این منبع به‌طور مستقیم گردوغبار به جنوب غرب ایران شارش می‌یابد. کانون سوم می‌توان به غرب عراق اشاره کرد. این کانون در محدودهٔ وسیع گردوغبار تولید نموده و روانه مناطق غرب، شمال غرب، جنوب غرب و گاها مناطق شرقی زاگرس را نیز در برمی‌گیرد. از خصوصیات این کانون می‌توان به انتشار سریع و فراگیر گردوغبار در منطقه دانست. کانون چهارم نیز واقع در شرق اردن و در مناطق مرزی بین عراق قرار دارد. این کانون با یک جریان تند شرق به غرب همراه می‌شود و این وضعیت سبب انتقال ذرات به‌صورت مداری از کانون احتمالی و شارش یافتن آن در داخل جلگه خوزستان را موجب می‌گردد. ازآنجایی‌که توسعه عمودی ذرات بر خواسته از این کانون بیشتر از ۲۵۰۰ متر نبوده حداکثر تمرکز خود را در قسمت‌های رو به باد زاگرس دارا می‌باشند و به‌نوعی زاگرس مانند سدی از عبور گردوغبارهای بر خواسته از کانون موردنظر جلوگیری می‌نماید.

از منظر توسعه قائم گردوغبارها کانون اول با این اوصاف که بسیار محلی بوده اما تا بالاتر از ارتفاع ۴۰۰۰ متر نیز توسعه‌یافته است و با جهتی جنوب غربی تا روی دریای خلیج‌فارس توسعه می‌یابد. کانون دوم حداکثر توسعه قائم تجربه‌شده آن ۳۰۰۰ متر بوده که بیشینه تمرکز آن بیشتر در محدوده جنوب غرب کشور هست. در کانون سوم تا نزدیک ۱۰۰۰۰ متر ذرات گردوغبار از سطح گسترش‌یافته که سبب شده تا هم ازنظر مکانی منطقه وسیعی را در برگیرد و اینکه مسافت طولانی‌تری را طی نماید. عمق اپتیکی در کانون چهارم کمتر از ۲۵۰۰ هست که در بخش قبل بدان اشاره شد.

ازنقطه‌نظر پیش‌بینی نیز می‌توان چنین اظهارنظر نمود که متوسط زمان طول کشیده تا ذرات معلق به مرزهای جنوب غربی از کانون‌های اصلی به‌جز کانون اول که به‌صورت محلی هست، بین ۲۴ تا ۲۸ ساعت می‌انجامد و به ۲۸ تا ۳۲ ساعت طول می‌کشد که کل منطقه تحت تأثیر گردوغبار قرار گیرد. درنهایت برای ارزیابی مدل از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد تا نحوه پراکنش و توزیع فضایی گردوغبار از کانون‌های شناسایی‌شده را نمایش دهد. بررسی‌ها نشان داد که مدل‌های عددی مورداستفاده در تحقیق توانایی پیش‌بینی توفان‌های گردوغبار و شناسایی کانون‌ها را دارا هست. مدل‌سازی انجام‌گرفته در این پژوهش ر سال‌های اخیر نوین است و اهمیت بسیار زیادی دارد. روش مورداستفاده در پژوهش حاضر در بیشتر مطالعات انجام‌گرفته روش مناسبی در امر پایش، آنالیز، و مقایسه معرفی‌شده است؛ ازجمله مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور ایرامحمدپنچاه‌پور مقایسه شده است و در پژوهش دیگر در خصوص ریزگردهای غرب و جنوب غرب ایران انجام‌شده است می‌توان به پژوهش علی‌آبادی و همکاران ۱۳۹۴ که به ارزیابی پایش توفان گردوغبار با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور در غرب و در جنوب غرب پرداختند اشاره کرد. در این پژوهش با بهره‌گیری از مدل لاگرانژی HYSPLIT، مدل Dream مدل‌سازی شدند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که به‌طورکلی گردوغبار از دو مسیر به کشور منتقل می‌گردند. الف) از مناطق شمال غرب عراق و شرق سوریه؛ ب) از مرکز عراق همچنین مشخص شد که ذرات گردوغبار در لایه‌ای کم‌عمق و در پایین‌ترین لایهٔ جو به منطقه منتقل می‌گردند.

مرطوب‌سازی در مناطق اولویت، قرق به دلیل غنی بودن بانک بذر خاک در بخش عمده منطقه موردمطالعه به‌عنوان روشی کم‌هزینه و درعین‌حال با پوشش وسیع و قابلیت پایداری بیشتر به دلیل ایجاد فرصت برای احیای پوشش گیاهی بومی منطقه، نهال‌کاری با گونه‌های بوته‌ای، درختی و درختچه‌ای متناسب با شرایط اکولوژیک، مدیریت رواناب‌های سطحی در کانون‌های مورد میزان و حجم این گردوغبارها را می‌تواند تعدیل کند.

References

- Dockery, D. W. and Stone, P. H. (2007). Cardiovascular risks from fine particulate air pollution. New England Journal of Medicine 356(5), 511–513.
- Draxler, R. Gillette, A. Kirkpatrick, S. Heller, J. (2001), Estimating PM10 air concentrations from dust storms in Iraq, Kuwait and Saudi Arabia. Atmospheric Environment Vol. 35. Pp: 4315-4330.
- Draxler, R. Hess, G. D. An overview of the HYSPLIT_4 modeling system for trajectories, dispersion and Deposition (1998), Australian Meteorological Magazine. Vol. 47. Pp: 295-308.
- Draxler, R. Stunder, B. Rolph, G. Stein, A. Taylor, A. (2009), Hybrid single-particle Lagrangian integrated trajectories 4 user's guide. NOAA Tech. Memo, ERL-ARL.
- Draxler, R.R. G.D.Hess. (1997), Description of the HYSPLIT_4 Modeling System. NOAA Technical Memorandum.ERL ARL. 224: 1-25.
- Iraji, F. Memarian, M.H. Joghataei, M. and Ghafarian Malamiri, H.R. 2021. Determining the source of dust storms with use of coupling WRF and HYSPLIT models: A case study of Yazd province in central desert of Iran. Journal of Dynamics of Atmospheres and Oceans, 93: 101197. https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2020.1 01197. (in Fars)
- Farhadipour, Saeed, Azadi, Majid, Alia Akbari Beidakhti, Abbas Ali, Alizadeh Choubari, Omid, Sayari, Habibaullah (1396). Soil storms in the western and southwestern regions of Iran and their effect on radiative fluxes: A case study. Iranian Journal of Geophysics, Volume 11, Number 3. (in Fars)
- Gillette, D.A. (1999). A qualitative geophysical explanation for ‘‘hot spot’’ dust emitting source regions: Contributions to Atmospheric Physics 72, 67–77.
- Lee, J.A. Gill, T.E. Mulligan, K.R. Domı´nguez Acosta, M. Perez, A.E. (2009), Land use/land cover and point sources of the 15 December 2003 dust storm in southwestern North America. Journal.geomorphology 105, 18-27.
- Malakouti, Hossein, Babahosseini, Samira (1393). Numerical study of the formation and evolution of a heavy dust storm in the Middle East. Geography and environmental hazards. Number twelve. (in Fars)
- Mesbahzadeh, T. Salajeghe, A. Soleimani Sardoo, F. Zehtabian, G.H. and Ranjbar, A, 2021. Simulation and numerical analysis of dust emission flux using WRFChem model and GOCART wind erosion schema (dust storm: 20 to 22 July 2015). Journal of Range and Wateshed Management, 73(4): 876-882. (in Fars)
- Mohammad Khan, Shirin (1396). Investigation of the status and trend of changes in dust storms in Iran in the period 1985 to 2005. Journal of Rangeland and Watershed Management - Iranian Journal of Natural Resources. Number 2. (in Fars)
- Mohammadpour Panjah, Mohammad Reza, Malakouti, Hossein, Babahsini, Samira (2015). Achieving the source of dust storms with the help of numerical models: Introducing an approach to predicting dust storms. Journal of Geography and Environmental Planning. Issue 61. (in Fars)
- Mohammadpour Panjah, Mohammad Reza, Memarian, Mohammad Hossein, Mirrkani, Majid (1393). Analysis of dust storms in Yazd province based on numerical modeling. Geography and environmental hazards. Number twelve. (in Fars)
- Rashki, A. Kaskaoutis, D. Rautenbach, C.J.D. Eriksson, P. 2012. Changes of Permanent Lake Surface, and Their Consequences for Dust Aerosol and Air Quality: The Hamoun Lakes of the Sistan Area, Iran. Journal of Atmospheric Aerosol-Regional CharacteristicsChemistry and Physics, 6, 229-111.
- Rezazadeh, M. Irannejad, P. Shao, Y. (2013). Dust emission simulation with the WRFChem model using new surface data in the Middle East region. Journal of Earth and Space Physics 39(1), 191-212.
- Rosenfield, J.E. Considine D.B. Meade P.E. Bacmeister J.T. Jackman C. H. and Schoeberl M. R. (1997). Stratospheric effects of Mount Pinatubo aerosol studied with a coupled two-dimensional model. Journal of Geophysical Research 102(D3), 3649–70.

- Schwartz, S. E. Wagener R. Nemesure S. (1995). Microphysical and compositional influences on shortwave radiative forcing of climate by sulfate aerosols: the American Chemical Society National Meeting 209, 2-ENVR Part 1, DE-AC02-76CH00016.
- Sobhani, B. and Safrian Zangir, V. (2018). Analyzing and forecasting the phenomenon of dust in southwest Iran. Natural Environment azards, 8(22), 179-198.https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=536703. (infars)
- Tegen, I. Lacis A. A. Fung, I. (1996). The influence on climate forcing of mineral aerosols from disturbed soils. Nature 380, 419–22.