

Dust Risk Assessment in Northwest of Iran

Esmail Shahkooeei*, Tahereh rahmani

Assistant Professor, Faculty of Humanities, Golestan University, Golestan, Iran
Master of Science in Climatology, Golestan University, Golestan, Iran

Abstract

Problem Scenario: One of the phenomena that has been transformed into a permanent covenant with western provinces for many years is the phenomenon of dust. This phenomenon has involved most western and southern provinces since 1988. Various reasons include human interference in the unreasonable use of surface and underground water resources, degradation of vegetation, soil degradation by agriculture and frequent use of land, along with the exacerbation of some natural factors such as drought and climate change. In this study, for statistical analysis, drought-climatic data on a daily basis for the 20-year statistical period from 1991 to 2020, 19 stations Synoptic Northwest of the country was prepared by the country's meteorological organization.

Purpose: The purpose of this study is to investigate the climate-related climatic phenomena caused by microstates in the northwest provinces of the country for different months of the year, along with the identification of their continuity and frequency, as well as the main source of dust entering the study area.

Method: The method of work is as follows: First, the frequency of the dusty phenomenon was monthly, seasonally and annually, as tables and charts.. Then data on the number of dust events in different years were specified and entered into ArcGIS software.

Results: The results of the survey showed that the magnitude of the damage was not limited to the threat of agricultural land and industrial land, but rather to disrupt the normal life of the people, clearly has become a serious environmental threat and has led to the reaction of public opinion. Recent drought, imposed war, agriculture, damming, water warfare and the policy of transferring water from water-saturated areas to low water areas in Khuzestan and Ilam, where the two regions are the main effects of the micro-organisms.

Key words: Dust, Kriging, Northwest, Zoning.

فصلنامه علمی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)

سال نهم، شماره دوم، (پیاپی ۳۳)، تابستان ۱۳۹۸

تاریخ وصول: ۹۷/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۰

صص: ۸۰-۵۷

ارزیابی خطر ریزگردها در شمال غرب ایران

اسمعیل شاهکوئی^{۱*}، طاهره رحمانی^۲

۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه گلستان، گلستان، ایران

۲- کارشناس ارشد آب وهواشناسی، دانشگاه گلستان، گلستان، ایران

چکیده

طرح مسئله: یکی از مشکلات زیست‌محیطی در مناطق غربی ایران، فعالیت طوفان‌های گرد و غبار و ریزگردها در اتمسفر شهرهاست. این پدیده از سال ۱۳۶۷ بیشتر استان‌های غرب و جنوب کشور را درگیر ساخته است. گرد و غبار بر اثر دلایل مختلفی چون دخالت‌های بشری در استفاده غیرمنطقی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخریب پوشش گیاهی، تضعیف خاک ناشی از فرایندهای کشاورزی و بعضی عوامل طبیعی مانند خشکسالی و تغییرات آب و هوایی روی می‌دهد. پژوهش حاضر با توجه به ماهیت مسئله و موضوع، از نوع توصیفی-تحلیلی و مطالعات کاربردی با تأکید بر روش‌های کمی است.

هدف: در این زمینه هدف پژوهش حاضر، بررسی مخاطرات اقلیمی حادث‌شده ناشی از ریزگردها در استان‌های شمال غرب کشور برای ماههای مختلف سال به همراه شناسایی تداوم و فراوانی آنها و همچنین مشخص کردن منشأ اصلی گرد و غبارهای واردشده به منطقه پژوهش است.

روش: تمامی فرایندها و تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط GIS، EXCELL همراه با مدل Kriging زمین‌آماری ارزیابی شد. این تکنیک نقاط مجهول را براساس خودهمبستگی بین نقاط اندازه‌گیری‌شده و ساختار فضایی آنها پیش‌بینی می‌کند. در این ارزیابی نخست داده‌های کسب‌شده از آمارهای ایستگاههای مدنظر تعیین، دوباره این داده‌ها در محیط نرم‌افزار اکسل مرتب و سپس با استفاده از مدل Kriging هریک از داده‌های مدنظر درون‌یابی شد.

نتایج: نتایج بررسی‌ها نشان داد وسعت خسارات این پدیده فقط به تهدید زمین‌های کشاورزی، صنعتی و... محدود نبوده است؛ بلکه با مختل کردن زندگی عادی مردم آشکارا به تهدید جدی زیست‌محیطی تبدیل شده و واکنش افکار عمومی را به دنبال داشته است. خشکسالی‌های اخیر، جنگ تحمیلی، کشاورزی، سدسازی، جنگ آب و سیاست انتقال آب از مناطق پرآب به مناطق کم‌آب در خوزستان و ایلام، دو منطقه اثرپذیر از ریزگردها، از عوامل مؤثر بر پدیده ریزگردها در غرب و جنوب ایران‌اند.

واژگان کلیدی: گرد و غبار، کریجینگ، شمال غرب، پهنه‌بندی

مقدمه

گرد و غبار، یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوّی و بلایای طبیعی شناخته‌شده، توجه بسیاری از اندیشمندان و پژوهشگران را در شاخه‌های مختلف علوم از جمله علوم جوّی به خود جلب کرده است. منشأ و مکانیسم تشکیل، انتقال، انتشار و همچنین پیامدهای وقوع این پدیده با تکنیک‌ها و روش‌های متعدد مطالعه می‌شود. کشورهای واقع در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران همواره با پدیده گرد و غبار درگیر بوده‌اند. وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی طی سال‌های اخیر و پیامدهای احتمالی تغییرات اقلیمی در زمینه بیابان‌زایی، امروزه طوفان‌های گرد و غبار را در کانون توجه بسیاری از پژوهشگران قرار داده است. گرد و غبار به‌مثابه یک ماده آلاینده هوا همراه با دیگر آلاینده‌های جوّی سنجیده می‌شود. مؤسسه حفاظت محیط زیست آمریکا شش آلاینده اصلی را به‌منزله معیار بررسی آلودگی هوا برگزیده و آنها را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کرده است؛ آلاینده‌های اولیه شامل مونواکسیدکربن، دی‌اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، سرب و ذرات با قطر کمتر از ۱۰ میکرون‌اند. ازن نیز جزو آلاینده‌های جوّی ثانویه است که در ایستگاههای پایش هوا آزمایش می‌شود.

گرد و غبار در جوّ به‌مثابه یکی از آلاینده‌ها، آثار سوء و پیامدهای منفی گوناگونی دارد؛ از جمله کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، تشدید خسارات ناشی از بروز آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تصادفات جاده‌ای به علت کاهش قدرت دید، لغو پروازها و خسارات مالی ناشی از آن، افزایش هزینه درمان، افزایش کدورت در تأسیسات آبی، افزایش سرانه هزینه درمان خانوار، افزایش مصرف آب برای شست‌وشو، تعطیلی واحدهای صنعتی، خدماتی، آموزشی و زیان‌های مالی واردشده، افزایش مصرف بنزین، آلودگی منابع آب، اختلال در سیستم‌های برق‌رسانی، افزایش فرسایش بناها و کاهش عمر مفید آنها، افت بازدهی سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی به دلیل کدورت هوا و مشکلات روحی و روانی انسان‌ها بر اثر کاهش قدرت دید.

نگرانی‌های بشر درباره محیط زیست در ابعاد ملی، منطقه‌ای و جهانی هنگامی مشهود شد که توسعه صنعتی و استفاده از منابع محدود تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر کره مسکون رو به فزونی نهاد. توسعه از یک سو با صنعت و تکنولوژی و از سوی دیگر با تخریب آلودگی‌های محیط زیست ارتباطی مستقیم دارد. امروزه دیگر حتی از دیدگاه دوستداران و متخصصان محیط زیست نمی‌توان متوقع بود که همراه با توسعه صنعتی که از ملزومات پیشرفت و رونق اقتصادی بشر است، محیط زیست دست‌نخورده و بکر باقی بماند؛ زیرا رشد زیاد جمعیت نیازها و ملزوماتی را خواستار است که با این‌گونه انتظار پاسخگو نیست. مدیریت محیط زیست نیز به دنبال چنین امر محالی نیست؛ اما تقلیل آلودگی‌ها و کاهش آثار تخریبی آن در روند توسعه پایدار به همراه استفاده از تکنولوژی‌های متعادل و منطبق با وضعیت فیزیکی جامعه برای حفظ، تضمین سلامت، رشد و بقای حال و آینده موجودات زنده و همچنین بستر حیاتشان مدنظر است؛ چنانچه همزمان با صنعتی‌شدن یک جامعه به امر مهمی چون محیط زیست توجه نشود، توسعه اقتصادی حاصل نخواهد شد و همچنین گرفتاری‌های زیادی به بار خواهد آمد که گاهی منافع حاصل از یک فعالیت صنعتی برای جامعه در درازمدت در راه جبران خسارت واردشده از آن منافع صرف خواهد شد.

نخستین واقعه پدیده گرد و غبار در منطقه غرب و شمال غرب ایران و کشور عراق بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۷ گزارش شده است. با نگاهی به روند شکل‌گیری این پدیده مخرب درمی‌یابیم تا سال ۱۳۸۰ این پدیده گذرا بوده است؛ اما در سال‌های بعد این پدیده به تدریج در شهرهای جنوبی گسترده شد؛ به طوری که در سال ۱۳۹۳، ۱۸ استان کشور را فراگرفت و آثار منفی زیادی را در زمینه سلامتی انسان و محیط زیست و حتی اقتصاد کشور پدید آورد.

با توجه به خسارت زیاد این پدیده و احتمال افزایش وقوع آن در سال‌های آتی لازم است با توجه بیشتر به آن از سوی دولت و با اجرای راهکارهای مناسب به سرعت از تشدید وقوع این پدیده جلوگیری شود؛ بنابراین لازم است پیش از اجرای طرح‌های عملیاتی با داشتن اطلاعات کافی از این پدیده و شناخت کافی از نحوه و علل وقوع آن، راههای مناسب را برای مقابله با آن یافت و بدین منظور می‌بایست در کنار شناخت بیشتر این پدیده در کشور از تجربیات و یافته‌های سایر کشورها نیز در این زمینه بهره برد تا با به‌کاربردن روش‌های درست و اصولی، گامی اساسی در این راه برداشته شود.

پیشینه پژوهش

اکبری^۱ (۲۰۱۱) کاهش دید، کاهش حاصلخیزی خاک، تخریب محصولات کشاورزی، کاهش تابش خورشید، اختلال در ارتباطات و سیستم‌های مکانیکی و افزایش بیماری‌های تنفسی را پیامدهای مخرب گرد و غبار دانسته است. وی به منظور بررسی آثار I-O اقتصادی طوفان گرد و غبار، بخش پایانی مقاله خود را به معرفی یک مدل اقتصادی اختصاص داده است.

فنگ‌کای و همکاران^۲ (۲۰۱۷) به این نتیجه رسیدند که زمین‌های کشاورزی متأثر از گرد و غبار آسیب جدی می‌بینند.

وانگ و همکاران^۳ (۲۰۰۹) با بررسی ویژگی‌های گرد و غبار و شناسایی منابع آن در نواحی خشک و نیمه‌خشک چین مشخص کردند بیابان‌های وسیع عربستان و صحرای شمال آفریقا متأثر از سامانه‌های همدید مقیاس و امواج غربی، گرد و غبار را به مناطق مختلفی همچون ایران گسترش می‌دهند.

کیم^۴ (۲۰۰۸) با بررسی مسیرهای انتقال و نواحی منشأ گرد و غبار آسیایی مؤثر بر کره جنوبی با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های همدید و تصاویر ماهواره‌ای MODIS دریافت ۸۷ درصد از گرد و غبارها در فصل بهار رخ داده که پس از سال ۱۹۸۰ روند افزایشی داشته‌اند و طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ این روند شدت بیشتری داشته است؛ دلیل این موضوع، تغییر الگوهای انتقال در سطوح بالایی جو بیان شده است.

¹ - Akbari

² - Feng,kay et al

³ - Wang et al

⁴ - kim

آی و پولنسکی^۱ (۲۰۰۸) نشان دادند هزینه آثار تأخیری (ثانویه) طوفان‌های گرد و غبار زرد در استان بیژینگ چین در سال ۲۰۰۰ بیشتر از آثار مستقیم (فوری) آن و آثار آن بر سمت عرضه اقتصاد بیشتر از سمت تقاضای آن بوده است.

تاکاشی و همکاران^۲ (۲۰۰۷) ارتباط بین رخداد طوفان گرد و غبار را با شرایط هواشناسی همدیدی در شرق آسیا در دوره زمانی ۴ ساله (۱۹۹۰ تا ۲۰۰۳) مطالعه و شش منطقه از شرق آسیا را در دو گروه کلی بررسی کردند. وانگ و همکاران^۳ (۲۰۰۶) انتشار و انتقال گرد و غبارها در شرق آسیا را به‌لحاظ همدیدی، تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی عددی کردند. نتیجه مطالعات آنها نشان داد طوفان‌های گرد و غبار ممکن است همزمان با فعالیت سامانه‌های همدیدی نواحی بیابانی شمال شرقی آسیا همراه با بادی با سرعت ۶ متر در ثانیه توسعه یابند. زیجیانگ و همکاران^۴ (۲۰۰۳) طوفان‌های شدید گرد و غبار شمال چین را در فاصله زمانی ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۲ بررسی و ۲۲۳ نمونه از طوفان‌های شدید را در شمال چین در طول دوره پژوهش مشخص کردند. براساس این پژوهش طوفان ۱۰ تا ۱۲ آوریل ۱۹۷۹، بزرگ‌ترین طوفان ثبت‌شده بوده است.

طوفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه را کوتیل و فورمن^۵ (۲۰۰۳) مطالعه کرده‌اند. در این مطالعه، منطقه وسیعی شامل بخش‌هایی از شمال و شمال شرق آفریقا و تمام خاورمیانه بررسی شده است. تقسیم‌بندی منطقه براساس ایستگاههای بررسی شده نشان می‌دهد کشورهای ایران، سودان، عراق، عربستان سعودی و تمام کشورهای حوزه خلیج فارس در دسته اول قرار می‌گیرند که نشان‌دهنده بیشترین فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در منطقه مطالعه شده است. مطالعه همچنین بیان‌کننده این واقعیت است که فراوانی وقوع طوفان‌ها در این کشورها طی دوره گرم سال بیشتر است.

بارکان و همکاران^۶ (۲۰۰۵) استقرار پرفشار جنب حاره بر جنوب شرق مدیترانه و کم‌فشار ناشی از ناوه ايسلند در غرب آفریقا را عامل اصلی رخداد گرد و غبار و انتقال آن به ایتالیا و مرکز اروپا معرفی کردند. خدابنده‌لو و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با نام «ارائه و ارزیابی مدل جدید مکانی-زمانی انتشار ریزگردها در مقیاس منطقه‌ای (DustEM)» چنین بیان می‌کنند که این مطالعه مدل‌سازی برای بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ صورت گرفت و نتایج به‌دست‌آمده از آن با داده‌های AOD سنجنده MODIS ارزیابی شد. به‌منظور شناسایی مناطق با فعالیت زیاد ریزگرد، خروجی مدل در سه طبقه مناطق با فعالیت کم، متوسط و زیاد با استفاده از حد آستانه‌های ۰/۳ و ۰/۶ برای شاخص AOD طبقه‌بندی شد و این مدل به‌صورت مکانی-زمانی مناطق بحرانی را شناسایی می‌کند. میانگین شاخص صحت برای دوره مطالعه شده ۷۳/۶ درصد به دست آمد که بیان‌کننده دقت زیاد مدل در شناسایی مناطق بحرانی است.

^۱- Ai & Polenske

^۲- Takashe et al

^۳- Wang et al

^۴- Zee Jang et al

^۵- Kutiel & Furman

^۶- Barakan et al

قربانیان و کردوانی (۱۳۹۳) در پژوهشی با نام «آنالیز بافت ریزگردهای شهر اهواز به روش پرتوایکس و رابطه تشدید این طوفان‌ها با تخریب تالاب هورالعظیم» به این نتیجه دست یافته‌اند که کانی موجود در بافت نمونه‌های گرد و غبار شهر اهواز و تالاب هورالعظیم، کلسیت و کوارتز است و بین میزان رطوبت و تعداد روزهای گرد و غبار این شهر رابطه معناداری وجود دارد. متوسط قطر ذرات ۱۶/۶ میکرون است که نشانه ریزدانه‌بودن رسوبات است. نتیجه‌ای که حاصل شد این بود که کانی‌های ریزگردهای اهواز با نمونه خاک‌های بستر تالاب هورالعظیم مشابه و منشأ این ریزگردها تالابی است.

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با نام «بررسی هم‌دید طوفان‌های گرد و غبار در مناطق غربی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸» به این نتیجه دست یافته‌اند که استقرار یک سامانه کم‌فشار بر منطقه خاورمیانه و تقویت شرایط ناپایداری در سطح بیابان‌ها و همچنین تأثیر هماهنگ یک موج کم‌فشار دینامیک بر فراز جو منطقه، زمینه مناسب را برای انتقال ریزگردها به جو منطقه فراهم می‌آورد. همگرایی سامانه‌های پرفشار آזור، کم‌فشار حرارتی و افزایش شیب فشاری در روزهای اوج فعالیت پدیده باعث تقویت سیستم‌های بادی سطح بالا و انتقال و انتشار مقادیر انبوهی از ریزگردها در بخش‌های وسیعی از جنوب غرب، غرب و شمال غرب ایران می‌شود. بررسی الگوهای حاکم بر نقشه‌های هم‌دید هوایی اعم از سطح زمین و تراز بالا و همچنین نمودارهای ترمودینامیک جو بالا در تمام امواج گرد و غباری انتخابی از جمله موج فراگیر یادشده نشان می‌دهد تفاوت چندانی بین آنها از نظر تولید، انتقال و انتشار گرد و غبار دیده نمی‌شود. شاید مهم‌ترین تفاوت مربوط به نزدیکی بیشتر فرود موج کوتاه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی به غرب ایران و ضعیف‌تر شدن حاکمیت پرفشار آזור بر ایران است که حرکت توده گرد و غبار را بر کشور آسان کرده است. قطع بادهای سطح فوقانی طی روزهای ۱۴ تا ۱۶ تیرماه باعث سکون نسبی و فعالیت بسیار کند سیستم شده و پخش و انتشار ریزگردها را با تأخیر بیشتری همراه کرده است.

بوچانی و فاضلی (۱۳۹۰) در پژوهشی با نام «چالش‌های زیست‌محیطی و پیامدهای ناشی از آن؛ ریزگردها و پیامدهای آن در غرب کشور ایران» چنین عنوان می‌کنند که تعداد کانون‌های گرد و غبار در دو دهه گذشته در کشورهای عراق و عربستان و سوریه تقریباً ۳/۵ برابر شده است. پیرو این شرایط در دوره ۱۳۵۲ روزه بررسی شده در استان ایلام (برای نمونه در غرب کشور) مشخص شد در ایستگاه دهلران ۳۳۸ روز با این پدیده روبه‌رو بوده‌ایم و تقریباً هر سال تعداد و غلظت روزهای همراه با گرد و غبار در همه ایستگاههای بررسی شده نسبت به سال قبل بیشتر شده است. همچنین روشن شده است در تحقق سیاست‌های کلی نظام درباره پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه تاکنون اقدام بایسته‌ای انجام نشده است.

سراییان و نیک‌پور (۱۳۹۰) استان‌های ایران را با توجه به نزدیکی و دوری آنها به کانون‌های گرد و غبار به دو دسته تقسیم و دامنه ضرایب کاهش تولید را برای آنها تعریف کرده‌اند (۲۰ تا ۴۰ درصد برای استان‌های خوزستان، کرمانشاه، ایلام، بوشهر، فارس، لرستان و کردستان و ۵ تا ۲۰ درصد برای سایر استان‌ها). آنان میزان خسارات واردشده ناشی از گرد و غبار را بر تولیدات زراعی و باغی کشور در سال ۱۳۸۸ با توجه به سناریوهای تعریف شده، کاهش بین ۷ تا ۱۷ میلیون تنی محصول برآورد کرده‌اند.

عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی پدیده گرد و غبار را در نیمه غربی ایران تحلیل آماری-همدیدی کردند. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای همراه با نقشه‌های جوی و مقایسه آنها طی سال‌های مختلف، شرق سوریه، عراق و نیز بیابان‌های عربستان به منزله چشمه‌های گرد و غبار شناسایی شدند. بررسی نقشه‌های همدیدی نشان می‌دهد در دوره گرم سال فرایندهای ترمودینامیکی و در اواخر دوره سرد سال و ماههای گذر، فرایندهای دینامیکی، مهم‌ترین نقش را در شکل‌گیری و انتقال این پدیده ایفا می‌کنند.

رسولی و همکاران (۱۳۹۰) به منظور شناسایی روند تغییرات زمانی-مکانی وقوع گرد و غبار در غرب کشور از اطلاعات ۱۶ ایستگاه سینوپتیک طی سال‌های ۱۳۳۰-۱۳۸۴ استفاده کردند و نشان دادند غرب ایران از لحاظ تعداد روزهای همراه با گرد و غبار همگن نبوده است و تعداد روزهای همراه با گرد و غبار سالیانه از شمال به سمت جنوب افزایش می‌یابد. آنان در پایان، نقشه توزیع جغرافیایی روند روزهای گرد و غباری را در محیط GIS تهیه و تحلیل کرده‌اند.

خالدی (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با موضوع «زیان‌های اقتصادی طوفان گرد و غبار به استان‌های غربی ایران (مطالعه موردی: ایلام، خوزستان و کرمانشاه)» با استفاده از روش‌های پارامتریک، بخشی از خسارات گرد و غبار بر اقتصاد سه استان را برآورد کرده است. مجموع خسارات اقتصادی شدیداً متأثر از گرد و غبار برای سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۰ به کل بخش کشاورزی سه استان ایلام، خوزستان و کرمانشاه از ۲۲۲۷ میلیون دلار در سناریوی اول تا ۱۳۳۶۱ میلیون دلار در سناریوی چهارم بوده است. در سال ۱۳۸۸ هر یک روز تعطیلی بر اثر گرد و غبار بر مبنای «ارزش افزوده استانی»، ۱۴۲ میلیون دلار و بر مبنای «متوسط ارزش افزوده کشوری»، ۶۶ میلیون دلار در مجموع به اقتصاد سه استان زیان وارد کرده است. در این پژوهش پیگیری حقوق طبیعی شهروندان ایرانی از طریق سازمان‌های بین‌المللی و منطقه‌ای، استفاده از مدیریت بحران، تشویق دولت عراق به کنترل کانون‌های گرد و غبار و حمایت کامل دولت از فعالان اقتصادی به‌ویژه کشاورزان استان‌های متأثر پیشنهاد می‌شود.

نایینی (۱۳۹۴) در پژوهش «بررسی وضعیت ریزگردها در غرب و جنوب غرب ایران» به این نتیجه دست یافته است که وسعت خسارات این پدیده فقط به تهدید زمین‌های کشاورزی و صنعتی محدود نبوده است؛ بلکه با مختل کردن زندگی عادی مردم آشکارا به یک تهدید جدی زیست‌محیطی تبدیل شده و واکنش افکار عمومی را به دنبال داشته است. خشکسالی‌های اخیر، جنگ تحمیلی، کشاورزی، سدسازی، جنگ آب و سیاست انتقال آب از مناطق پرآب به مناطق کم‌آب در خوزستان و ایلام، دو منطقه اثرپذیر از ریزگردها، از عوامل مؤثر بر پدیده ریزگرد در غرب و جنوب غرب ایران هستند.

مبانی نظری پژوهش

کشور ما با مساحتی بیش از ۱۶۴ میلیون هکتار در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی واقع شده است که در نوار خشک یا بیابانی کره زمین قرار دارد. مهم‌ترین عامل مؤثر بر خشکی آب و هوای کشور ما، فشار زیاد مجاور حاره‌ای است. پس از آن بادهای آلیزه که بر نواحی پایین‌تر از عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی کشور

تأثیر می‌گذارند و بر خشکی نواحی مرکزی و جنوبی کشور مؤثرند. گرد و غبار در جهان در کشورهای مختلف نام‌های مختلفی به خود گرفته است؛ برای نمونه در شمال شرق هند این پدیده «Haboob» یا «بادهای موسمی» (نگارش، ۱۳۸۹: ۳۰) و در آفریقا و کشورهای عربی «Phantom» یا «شبح» و در بعضی مناطق «Devil» به معنای «دیو» نامیده می‌شود (کردوانی، ۱۳۸۰: ۵۲).

طوفان‌های ناشی از فرسایش بادی را به شیوه‌های مختلفی دسته‌بندی می‌کنند؛ یکی از این روش‌ها، تقسیم‌بندی براساس نوع ذرات گرد و غبار است که بر این اساس طوفان‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند (اسماعیلی، ۱۳۸۵: ۴۹):

۱- طوفان‌های ماسه‌ای

۲- طوفان‌های گرد و غبار

ماسه به ذرات خاکی که به اندازه ۰/۶ تا ۱ میلی‌متر قطر دارند، گفته می‌شود؛ در حالی که گرد و غبار یا Dust، ذرات کوچک‌تر از ۰/۶ میلی‌متر است؛ ولی عملاً فقط ذرات گرد و غباری که زیر ۰/۱ میلی‌متر قطر دارند، به صورت معلق در هوا به مدت طولانی قرار می‌گیرند و طوفان‌های گرد و غبار را ایجاد می‌کنند. طوفان‌های ماسه‌ای چون از ذرات درشت‌تری تشکیل شده‌اند، با در نظر گرفتن کاهش دید بر اثر شکل‌گیری آنها، فقط در مجاورت سطح زمین حرکت می‌کنند و وارد طبقات بالاتر اتمسفر نمی‌شوند؛ ولی طوفان‌های گرد و غبار تا ارتفاعات بالا می‌روند و مسافت‌های طولانی را نیز در سطح زمین طی می‌کنند (اسماعیلی، ۱۳۸۵: ۴۹)؛ به‌طوری‌که حتی ممکن است بر چندین قاره تأثیر بگذارند؛ برای نمونه شمال آفریقا منبع گرد و غبار برای رسوب در جنوب اروپاست یا گرد و غبار چین در اقیانوس آرام رسوب می‌کند (چوپانی، ۱۳۸۸: ۳۸)؛ در حالی که تپه‌های ربع‌الخالی در عربستان طوفان‌های ماسه‌ای تولید می‌کند؛ یعنی پوشش این تپه‌ها ماسه‌ای است و ایجاد گرد و غبار نمی‌کند.

شیوه دیگری که برای تقسیم‌بندی طوفان‌های گرد و غبار به کار برده می‌شود، استفاده از شاخص‌هایی چون سرعت باد و قابلیت دید هنگام وقوع طوفان است؛ برای نمونه جوزپه^۱ در سال ۱۹۸۰ طوفان‌های روی‌داده در شمال شرقی هند را به سه دسته تقسیم‌بندی کرد (نگارش، ۱۳۸۹: ۳۸):

۱- طوفان‌های گرد و غبار ضعیف: وقتی سرعت باد برابر با ۶ درجه بیوفورت و قابلیت دید بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر باشد.

۲- طوفان‌های گرد و غبار متوسط: وقتی سرعت باد برابر با ۸ درجه بیوفورت و قابلیت دید ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر باشد.

۳- طوفان‌های گرد و غبار قوی: وقتی سرعت باد برابر با ۹ درجه بیوفورت و قابلیت دید کمتر از ۲۰۰ متر باشد.

در چین نیز همین تقسیم‌بندی در نظر گرفته می‌شود. تنها تفاوت آن این است که طوفان‌های قوی نیز خود به دو درجه تقسیم‌بندی می‌شوند (نگارش، ۱۳۸۹: ۳۸):

^۱ - Joseph

- ۱- طوفان‌های قوی: وقتی سرعت باد ۵۰ متر بر ثانیه و قدرت دید کمتر از ۲۰۰ متر باشد.
 - ۲- طوفان‌های خطرناک: وقتی سرعت باد ۲۵ متر بر ثانیه و قدرت دید صفر تا ۵۰ متر باشد که به آن «شیطان سیاه» هم گفته می‌شود.
- گرد و غبار وزشی به وضعیتی گفته می‌شود که گرد و غبار در شعاع دید ناظر است، اما قابلیت دید به کمتر از ۱۰۰۰ متر می‌رسد. در گرد و غبار اتفاقی، کاهش دید به کمتر از ۱۱ کیلومتر می‌رسد. گرد و غباری که از وسایل مکانیکی مانند عبور و مرور در جاده خاکی یا عملیات استخراج معادن به وجود می‌آید، به نام گرد و غبار زودگذر شناخته می‌شود. گرد و غبار شیطان هم، گرد و غباری است که دوام زیادی ندارد و به‌صورت ستونی از گرد و غبار است که فاصله زیادی را طی نمی‌کند (نگارش، ۱۳۸۹: ۳۸-۳۹).

روش پژوهش

در این پژوهش به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های اقلیمی گرد و غبار به‌صورت روزانه برای دوره ۲۰ ساله از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ به کار رفت. این داده‌ها مربوط به ۱۹ ایستگاه سینوپتیک شمال غرب کشور است که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. علت انتخاب این ایستگاه‌ها، طول دوره زمانی و کامل بودن داده‌های آماری بود. در این پژوهش ایستگاه‌های با داده‌های ناقص حذف شدند. سپس داده‌ها در محیط نرم‌افزار آماری Excel پردازش و تحلیل شد. روش کار بدین صورت بود که نخست فراوانی پدیده گرد و غبار از لحاظ ماهیانه، فصلی و سالیانه به‌صورت جداول و نمودار بررسی شد. برای مشخص کردن تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در شمال غرب ایران، نخست برای هر کدام از ایستگاه‌ها تعداد روزهایی که دید افقی آنها از ۱۰ کیلومتر کمتر بود و تغییرات آنها در طول ماه‌ها، فصل‌ها و سال‌های مطالعه شده تعیین و سپس داده‌های تعداد وقوع گرد و غبار در سال‌های مختلف مشخص و وارد نرم‌افزار ArcGIS شد. درنهایت با روش زمین آمار، مدل کریجینگ به‌صورت ماهیانه و سالیانه پهنه‌بندی شد.

علت استفاده از روش زمین‌آمار این است که به‌نوعی تحلیلگر زمین‌آمار در محیط ARC GIS مکمل تحلیلگر مکانی است. در زیر به چند قابلیت تحلیلگر زمین‌آمار اشاره می‌شود که تحلیلگر مکانی این‌گونه توانایی‌ها را ندارد؛ بیشتر روش‌های درون‌یابی که در تحلیلگر مکانی وجود دارد، در تحلیلگر زمین‌آمار نیز در دسترس است؛ با این تفاوت که تحلیلگر مکانی روش‌های درون‌یابی مقدماتی دارد، اما تحلیلگر زمین‌آمار روش‌های پیشرفته زمین‌آمار و قطعی (عددی) را نیز شامل می‌شود. تعداد بسیار زیادی از مدل‌ها و ابزارهای آماری در تحلیلگر زمین‌آمار وجود دارد که با تغییر مؤلفه‌های آنها به‌صورت دستی، تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها بر استخراج بهترین نقشه دیده می‌شود؛ ولی تحلیلگر مکانی این‌گونه تحلیل‌های آماری را ندارد و بنابراین نمی‌توان مؤلفه‌های لازم به‌ویژه در روش KRIGING را تعیین و فقط می‌توان آنها را به‌منزله ورودی به نرم‌افزار وارد کرد. امکان تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی اکتشافی، ارزیابی بهترین روش درون‌یابی با استفاده از معیارهای خطا و ارائه نقشه‌های ترسیمی در قالب خروجی‌های متفاوت، از دیگر قابلیت‌های تحلیلگر زمین‌آمار است.

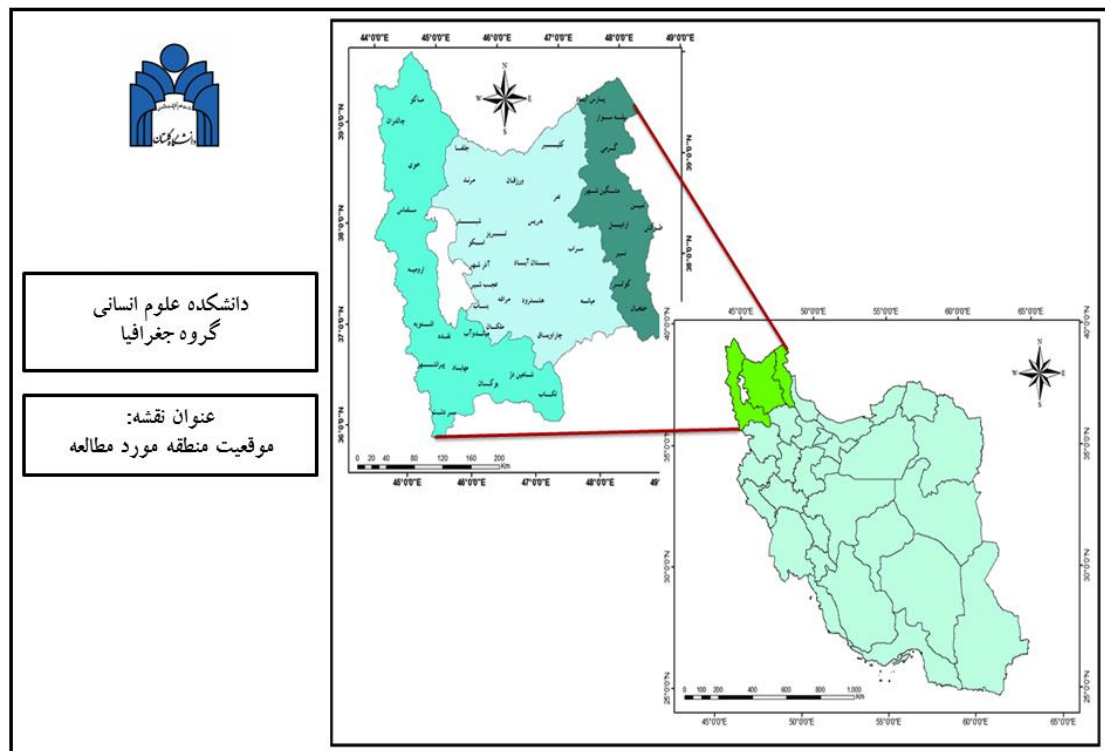
میان‌یابی با روش Kriging جزو روش‌های زمین‌آمار است که مبتنی بر مدل‌های آماری شامل خودهمبستگی‌اند. در روش Kriging مقدار اوزانی که به ارزش نقاط نمونه‌برداری‌شده و ورودی اختصاص داده می‌شود مبتنی بر فاصله بین هر نقطه نمونه‌برداری‌شده است و علاوه بر آن به نحوه چیدمان و نظم کلی پراکنش مکانی نقاط نمونه‌برداری‌شده و همچنین مقدار ارزش‌های آنها بستگی دارد. به‌طور کلی درون‌یابی که براساس تخمین مدل‌های آمار فضایی صورت می‌گیرد، فرایندی است که طی آن مقدار کمیت در نقاطی با مختصات معلوم با استفاده از مقدار همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات معلوم به دست می‌آید.

مهم‌ترین تخمین‌گر آمار فضایی به افتخار یکی از پیشگامان علم زمین‌آمار به نام دی‌جی کریگ^۱، مهندس معدن آفریقای جنوبی، «کریجینگ» نام‌گذاری شده است. کریجینگ، یک روش تخمین استوار بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار است. تخمین‌گر کریجینگ، یکی از مهم‌ترین تخمین‌گرهای خطی ناریب است؛ زیرا اولاً بدون خطای سیستماتیک و ثانیاً واریانس تخمین آن، حداقل است. لازمه برقراری شرط اول، صفر بودن میانگین خطای تخمین است. مطلق بودن تخمین در درون‌یابی از ویژگی‌های عمده مدل کریجینگ است؛ بدین مفهوم که مقدار تخمین کمیت در نقاط نمونه‌برداری با مقدار اندازه‌گیری‌شده برابر است و واریانس تخمین صفر می‌شود. این ویژگی سبب می‌شود تخمین‌گر کریجینگ در رسم خطوط هم‌ارزش از بیشترین نقاط نمونه‌برداری عبور کند و تمایلی به بسته شدن و دورزدن نداشته باشد و از مرز محدوده مطالعه‌شده فراتر رود؛ به بیان دیگر این مدل در تخمین کمیت مجهول نقاط یا مختصات معلوم مقدار واریانس را به حداقل می‌رساند؛ بنابراین منحنی‌های میزان براساس روندیابی ترسیم می‌شوند. هموارسازی یا نرم شدن تغییرات هنگام درون‌یابی از ویژگی‌های مدل کریجینگ است. بدین معنا که واریانس نمونه تخمین زده شده نسبت به نقاط واقعی تغییرات کمتری دارد؛ برای نمونه اگر متغیرهای نمونه‌برداری سنگ‌های آهکی باشد، نقشه حاصل از درون‌یابی ممکن است با واقعیت اختلاف زیادی پیدا کند؛ زیرا سطوح آهکی، سطوح ناهموار با لبه تیز است؛ اما مدل کریجینگ لبه‌های تیز را گرد می‌کند؛ بنابراین در مواقعی که نباید تغییرات نرم شود، بهتر است روش‌های دیگری به کار رود.

محدوده پژوهش

منطقه شمال غرب ایران شامل سه استان آذربایجان غربی و شرقی و اردبیل است. آذربایجان غربی از نظر جغرافیایی بین ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۳ دقیقه طول خاوری قرار گرفته است.

^۱ - D.j Craig



شکل ۱- موقعیت استان‌های شمال غرب ایران

یافته‌های پژوهش

گرد و غبار رویدادی طبیعی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک شکل می‌گیرد و پیامدهای نامطلوب بسیاری را به همراه دارد. از آنجا که بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده به صورت موردی است و پژوهش جامع مروری که مجموعه گسترده‌ای از پژوهش‌های موجود را ارزیابی کند و به نتایج کلی برسد، در منطقه جنوب غرب ایران وجود ندارد، بنابراین در این پژوهش منابع موجود مروری جامع شده است. با توجه به روش پژوهش در این قسمت نتایج تحلیل‌های آماری بررسی می‌شود. مشخصات ایستگاه‌های مطالعه‌شده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مطالعه‌شده

ایستگاه	طول جغرافی	عرض جغرافی	ارتفاع
اردبیل	48.28	38.25	1332
ارومیه	45.05	37.67	1328
اهر	47.07	38.43	1390.5
پارس آباد	47.55	39, 39	31.9
پیران شهر	45.13	36.67	1455
ایستگاه	طول جغرافی	عرض جغرافی	ارتفاع
تبریز	46.28	38.08	1361
تکاب	47.1	36.4	1817.2
جلفا	45.67	38.75	736.2

ادامه جدول ۱- مشخصات ایستگاههای مطالعه شده

ایستگاه	طول جغرافی	عرض جغرافی	ارتفاع
خلخال	48,31	37, 38	1796
خوی	44.97	38.55	1103
سراب	47.53	37.93	1682
سردشت	45.48	36.15	1556.8
سهند	46.12	37.93	1641
کلیبر	47.02	38.87	1180
ماکو	44.43	39.33	1411.3
مراغه	46.27	37.4	1477.7
مشکین شهر	47.67	38.38	1568.5
مهاباد	45.72	36.75	1351
میانه	47.7	37.45	1110

تحلیل آماری گرد و غبار در مقیاس ماهیانه

الف- فراوانی وقوع طوفانهای گرد و غباری در فصل بهار

با توجه به جدول ۲ نتایج بیانکننده آن است که ایستگاه تبریز در فصل بهار با تعداد ۱۱ رخداد، بیشترین فراوانی گرد و غبار را نسبت به ایستگاههای دیگر سال دارد و در ایستگاههای اردبیل، پارس آباد، پیرانشهر، خلخال، تکاب و کلیبر در این فصل هیچ وقوع طوفان گرد و غباری ثبت نشده است؛ همچنین نتایج نشان دهنده آن است که ماههای می و آوریل به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد وقوع گرد و غبار را در بیشتر ایستگاهها در فصل بهار دارند.

جدول ۲- میانگین روزهای همراه با گرد و غبار هر ماه فصل بهار در ایستگاههای مطالعه شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

ایستگاه	آوریل	می	ژوئن	جمع
اردبیل	0	0	0	0
ارومیه	1	1	1	3
اهر	0	1	0	1
پارس آباد	0	0	0	0
پیرانشهر	0	0	0	0
تبریز	3	5	3	11
تکاب	0	0	0	0
جلفا	1	1	0	2
خلخال	0	0	0	0
خوی	0	1	1	2
سراب	1	1	1	3
سردشت	1	3	2	6
سهند	2	2	2	6
کلیبر	0	0	0	0
ماکو	1	0	1	2
مراغه	1	2	2	5

ادامه جدول ۲- میانگین روزهای همراه با گرد و غبار هر ماه فصل بهار در ایستگاههای مطالعه‌شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

مشکین شهر	0	1	0	1
مهاباد	0	1	0	1
میانه	1	1	0	2

ب- فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در فصل تابستان

با توجه به جدول ۳ نتایج بیان‌کننده آن است که ایستگاههای تبریز و سهند به ترتیب با مقدار ۷ و ۵ فراوانی وقوع گرد و غبار در فصل تابستان، بیشترین تعداد گرد و غبار را نسبت به ایستگاههای دیگر سال دارند. در بیشتر ایستگاههای دیگر وقوع طوفان گرد و غبار صفر بوده است. در این فصل ماه آگوست کمترین تعداد گرد و غبار را در سال دارد. در فصل تابستان در ماههای سپتامبر و جولای تعداد گردوغبارهای رخ داده مساوی بوده است.

جدول ۳- میانگین روزهای همراه با گرد و غبار هر ماه فصل تابستان در ایستگاههای مطالعه‌شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

ایستگاه	جولای	آگوست	سپتامبر	جمع
اردبیل	0	0	0	0
ارومیه	1	1	1	3
اهر	0	0	0	0
پارس آباد	0	0	0	0
پیران شهر	0	0	0	0
تبریز	3	2	2	7
تکاب	0	0	0	0
جلفا	0	0	1	1
خلخال	0	0	0	0

خوی	0	0	0	0
سراب	0	0	0	0
سردشت	2	1	1	4
سهند	2	1	2	5
کلپیر	0	0	0	0
ماکو	0	0	0	0
مراغه	1	1	2	4
مشکین شهر	0	0	0	0
مهاباد	1	0	0	1
میانه	0	0	1	1

ج- فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در فصل پاییز

با توجه به جدول ۴ در این فصل کاهش بسیار محسوس فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار نسبت به فصول بهار و تابستان دیده می‌شود که دلیل آن، آغاز ورود سیستم‌های بیرونی همراه با ناپایداری و رطوبت از غرب کشور

است. در فصل پاییز ایستگاه تبریز با فراوانی ۳ رخداد طوفان‌های گرد و غبار مانند دو فصل قبلی، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. بیشتر ایستگاهها در این فصل بدون وقوع طوفان گرد و غبار بوده‌اند. بیشترین فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در ماه اکتبر فصل پاییز رخ داده است.

جدول ۴- میانگین روزهای همراه با گرد و غبار هر ماه فصل پاییز در ایستگاههای مطالعه‌شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

ایستگاه	اکتبر	نوامبر	دسامبر	جمع
اردبیل	1	0	0	1
ارومیه	1	0	0	1
اهر	0	0	0	0
پارس‌آباد	0	0	0	0
پیرانشهر	0	0	0	0
تبریز	2	1	0	3
تکاب	0	0	0	0
جلفا	0	0	0	0
خلخال	0	0	0	0
خوی	0	0	0	0
سراب	0	0	0	0
سردشت	1	0	0	1
سهند	1	0	0	1
کلپیر	0	0	0	0
ماکو		0	0	0
مراغه	1	1	0	2
مشکین‌شهر	0	0	0	0
مهاباد	1	0	0	1
میانه	0	0	0	0

د- فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در فصل زمستان

براساس اطلاعات جدول ۵ فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در فصل زمستان از فصل پاییز کمتر شده است. این فصل همچون سه فصل قبلی سال‌های مطالعه‌شده ایستگاه تبریز است که با ۳ رخداد، بیشترین فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در دوره پژوهش را به خود تخصیص داده است. در فصل زمستان از سال‌های مطالعه‌شده، در ماه مارس فراوانی وقوع طوفان گرد و غبار نسبت به ماههای دیگر این فصل بیشتر بوده است.

جدول ۵- میانگین تعداد روزهای همراه با گرد و غبار هر ماه فصل زمستان در ایستگاههای مطالعه‌شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	جمع
اردبیل	1	0	1	2
ارومیه	0	0	0	0

1	1	0	0	اهر
0	0	0	0	پارس آباد
0	0	0	0	پیران شهر
3	2	1	0	تبریز
0	0	0	0	تکاب
1	1	0	0	جلفا
0	0	0	0	خلخال
0	0	0	0	خوی
0	0	0	0	سراب
2	1	1	0	سردشت
2	1	1	0	سهند
0	0	0	0	کلیر
0	0	0	0	ماکو
2	1	1	0	مراغه
0	0	0	0	مشکین شهر
0	0	0	0	مهاباد
0	0	0	0	میانه

تحلیل آماری گرد و غبار در مقیاس سالیانه

با توجه به جدول ۶ نتایج بیان‌کننده آن است که ماه می با ۲۳ روز، بیشترین تعداد گرد و غبار را نسبت به ماههای دیگر دوره مطالعاتی در سطح ایستگاههای شمال غرب ایران دارد؛ همچنین نتایج نشان می‌دهد ماههای ژوئن و آوریل به‌طور برابر با ۱۵ روز و ماه جولای با ۱۴ روز پس از ماه می، بیشترین تعداد گرد و غبار را در ایستگاههای شمال غرب ایران نسبت به ماههای دیگر دوره مطالعه‌شده دارند. ماههای نوامبر با تعداد ۳ رخداد و دسامبر و ژانویه هرکدام با تعداد ۲ رخداد به ترتیب کمترین تعداد روزهای همراه با گرد و غبار را در طول سال‌های مطالعاتی دارند.

جدول ۶- میانگین تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در مقیاس سالیانه ایستگاههای مطالعه‌شده (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

سال	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
1991	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
1993	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
1994	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

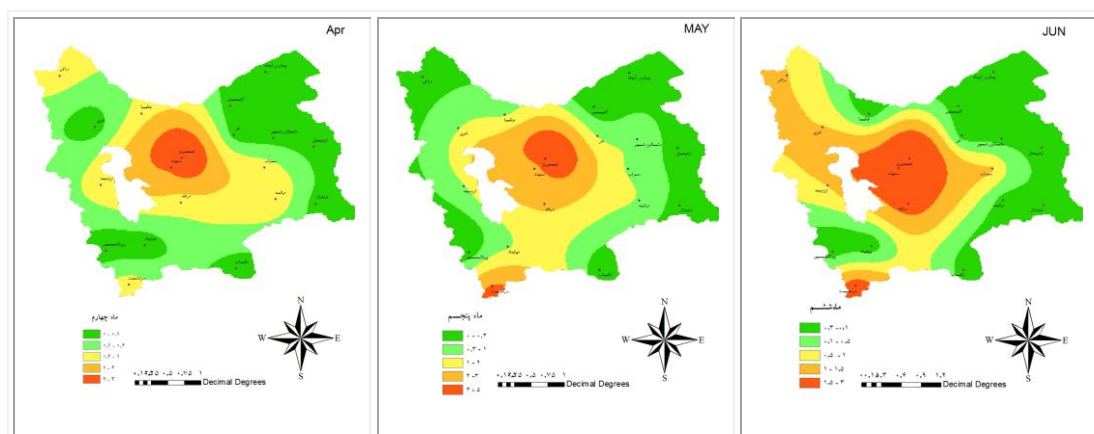
0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	0	1	2000
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2001
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2002
0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2003
0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	2004
0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2005
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2006
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2007
0	0	1	3	1	1	2	2	1	1	0	0	2008
0	0	1	2	4	5	2	5	3	2	1	0	2009
1	0	2	1	0	3	5	4	2	2	1	0	2010
2	3	11	12	8	14	15	23	15	11	5	2	جمع

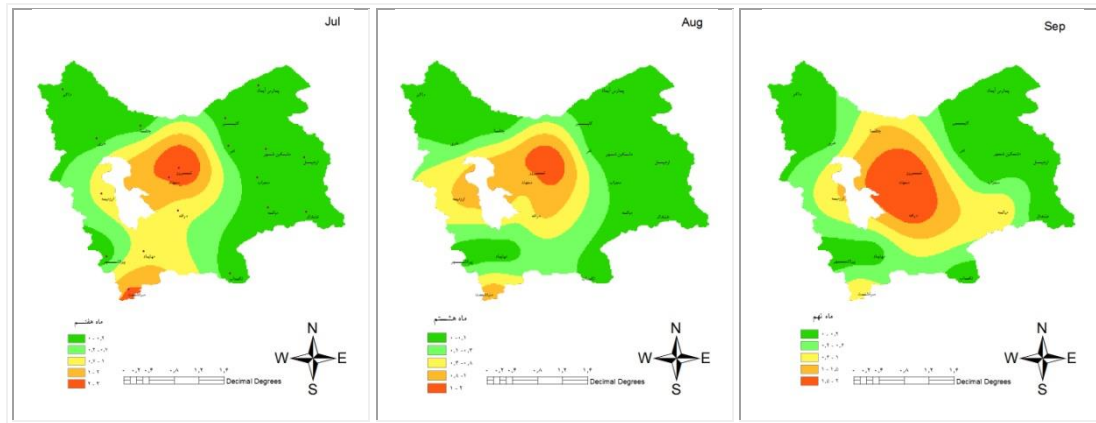
پهنه‌بندی گرد و غبار در مقیاس ماهیانه

الف - نقشه پهنه‌بندی ماههای فصل بهار و تابستان

نتایج پهنه‌بندی پدیده گرد و غبار در فصل بهار و تابستان نشان می‌دهد ایستگاه تبریز بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را در این فصل‌ها داشته است. به جز ماههای ژوئن و آوریل که قسمت‌های شمال غربی منطقه مطالعه شده پدیده گرد و غبار را از سر گذرانده، در چهار ماه دیگر فصول بهار و تابستان، پدیده گرد و غباری رخ نداده است. در قسمت‌های شرقی منطقه در هر دو فصل هیچ پدیده گرد و غباری روی نداده است.

با توجه به شکل ۲ وقوع گرد و غبار در قسمت‌های جنوب غربی منطقه مطالعاتی در تمام ماههای فصول بهار و تابستان دیده می‌شود. با توجه به نقشه در فصل بهار وقوع گرد و غبار وسعت بیشتری از منطقه مطالعاتی را نسبت به فصل تابستان دربرگرفته است. علت وقوع این طوفان‌ها را باید عامل سینوپتیکی با منشأ بیرونی دانست که در فصل بهار روی می‌دهد و به تدریج در این فصل بادهای غربی از کشور خارج می‌شود.

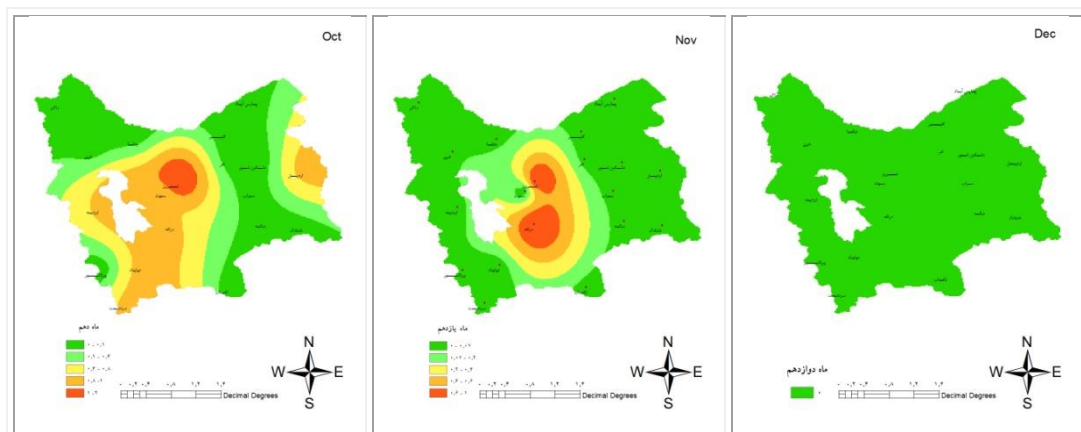


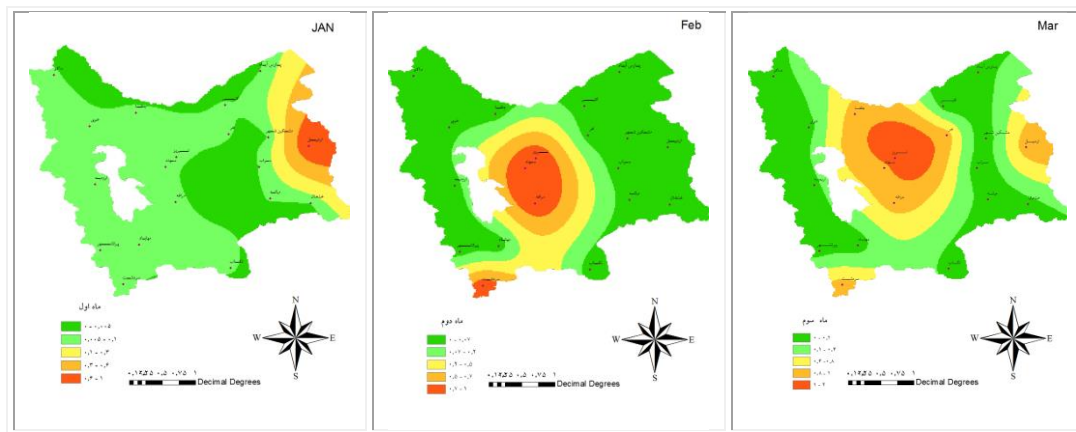


شکل ۲- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار فصول بهار و تابستان ایستگاه‌های شمال غرب ایران در سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۰

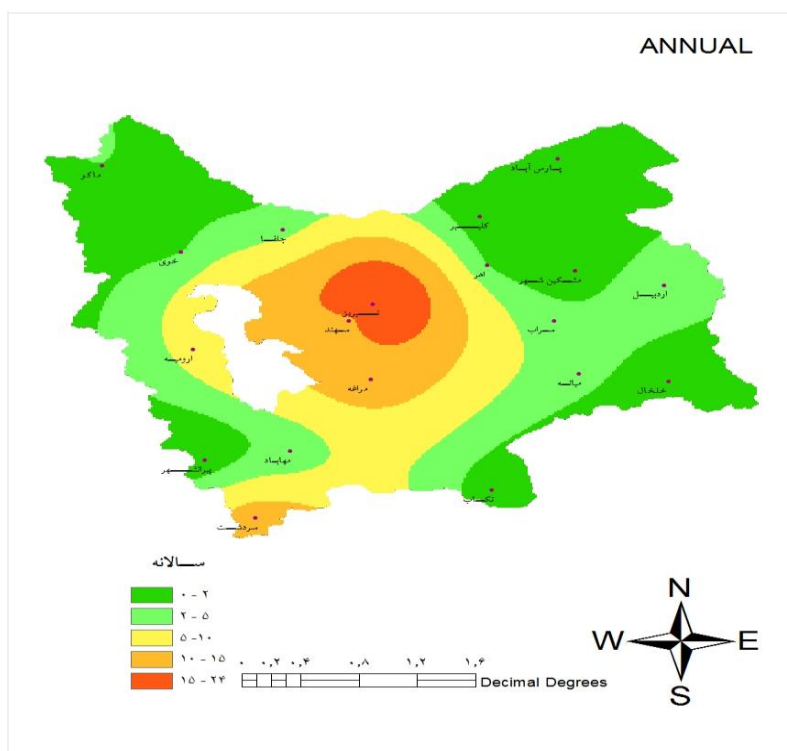
ب- نقشه پهنه‌بندی ماههای فصل پاییز و زمستان

با توجه به جدول ۷ در این فصل کاهش بسیار محسوس فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در همه منطقه شمال غرب کشور نسبت به فصول بهار و تابستان دیده می‌شود که دلیل آن، آغاز ورود سیستم‌های بیرونی همراه با ناپایداری و رطوبت از غرب است که وارد کشور می‌شود. در این فصل در ماه دسامبر که هیچ واقعه گرد و غباری دیده نشده، در ماه‌های اکتبر و نوامبر ایستگاه تبریز بیشترین فراوانی وقوع طوفان گرد و غبار را داشته است. در فصل زمستان همچون فصل پاییز فراوانی وقوع گرد و غبار کاهش محسوسی داشته است. در شکل ۳ این تغییرات در وقوع طوفان‌های گرد و غبار به وضوح دیده می‌شود. در فصل زمستان تمام ایران زیر نفوذ بادهای غربی، اغتشاشات و رطوبت آنها قرار می‌گیرد و در سطح زمین نیز مسیرهای سیکلونی تشکیل می‌شود؛ بنابراین ایستگاه‌ها و مناطق مختلف ایران با توجه به دوری و نزدیکی به منابع رطوبتی، مسیر سیکلون‌ها و جبهه‌ها از بارش‌ها و رطوبت‌های متفاوتی بهره‌مند می‌شوند. وجود همین رطوبت از فراوانی طوفان‌های گرد و غبار این فصل کاسته است.





شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار فصل پاییز و زمستان ایستگاههای شمال غرب ایران در سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۰



شکل ۴- نقشه سالانه پهنه‌بندی گرد و غبار ایستگاههای شمال غرب ایران در سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۰

پهنه‌بندی گرد و غبار در مقیاس سالیانه

با توجه به شکل ۴ بررسی سالیانه وضعیت تعداد روزهای گرد و غبار در شمال غرب ایران نشان می‌دهد بیشترین میزان این پدیده به‌طور متوسط مربوط به ایستگاه تبریز است. ایستگاه سهند، مراغه و سردشت در رده‌های بعدی از لحاظ وقوع طوفان گرد و غبار قرار دارند. در ایستگاههای پارس‌آباد، مشکین‌شهر، خلخال، کلبر، ماکو، تکاب و پیران‌شهر هیچ واقعه گرد و غباری دیده نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به آثار نامطلوب مستقیم و غیرمستقیم طوفان‌های گرد و غبار بر زندگی انسان، شناخت هرچه بیشتر این پدیده در استان‌های مختلف کشور با اقدامات و برنامه‌ریزی‌های لازم، در حفظ محیط زیست و شرایط پایدار اکولوژیکی مؤثر واقع می‌شود.

در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های اقلیمی گرد و غبار به صورت روزانه برای دوره ۲۰ ساله از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ به کار رفت. این داده‌ها مربوط به ۱۹ ایستگاه سینوپتیک شمال غرب کشور است که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. علت انتخاب این ایستگاه‌ها، طول دوره زمانی و کامل بودن داده‌های آماری بود. در این پژوهش ایستگاه‌های با داده‌های ناقص حذف شدند. سپس داده‌ها در محیط نرم‌افزار آماری Excel به صورت ماهیانه و سالیانه پردازش و تحلیل شد. بررسی ماهیانه پدیده گرد و غبار نشان داد بیشترین فراوانی در ایستگاه تبریز در ماه‌های می، آوریل، ژوئن و جولای روی داده است. در مجموع بیشترین فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در فصول بهار و تابستان رخ داده است؛ همچنین کمترین رخداد پدیده گرد و غبار در فصول پاییز و زمستان به وقوع پیوسته است. تحلیل آماری نشان‌دهنده آن است که پدیده گرد و غبار از گذشته تداوم داشته و در مجموع سالیانه نیز فراوانی آن بیشتر از زمان حاضر است. این پدیده در سال‌های اخیر با شدت و تداوم بیشتری رخ داده و گسترش مکانی بیشتری داشته است. با ترسیم نمودار سالیانه، روند افزایش فراوانی وقوع گرد و غبار در سال‌های اخیر به وضوح دیده می‌شود. این روند از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ شدت بیشتری پیدا کرده است. ایران از نظر فراوانی طوفان‌های گرد و غبار با قدرت دید کمتر از ۱۰۰۰ و ۵۰۰ متر در هریک از فصول سال به پنج خوشه متفاوت طبقه‌بندی شد. بیشترین فراوانی طوفان‌ها به ترتیب در بهار و تابستان و کمترین آن به ترتیب در پاییز و زمستان دیده شد. در نهایت نقشه پهنه‌بندی وقوع طوفان‌های گرد و غبار به صورت ماهیانه و سالیانه به روش کریجینگ معمولی در محیط نرم‌افزار GIS تهیه و ترسیم شد. پهنه‌بندی فراوانی وقوع گرد و غبار در قسمت‌های جنوب غربی و غرب منطقه مطالعه‌شده از نقاط دیگر منطقه بیشتر بود. علت وسعت و گستره طوفان‌های گرد و غبار را در فصول بهار و تابستان نسبت به فصول پاییز و زمستان باید عوامل سینوپتیکی که به کشور وارد می‌شوند و خروج بادهای غربی از ایران در فصل بهار دانست.

در فصل تابستان هوای بسیار خشک مسلط بر بیابان‌های کشورهای همسایه سبب می‌شود ناپایداری‌های این مناطق به طوفان‌های گرد و غباری تبدیل شوند و مناطق وسیعی را زیر سیطره خود قرار دهند.

فصل پاییز و زمستان، کمترین تعداد روزهای همراه با گرد و غبار را شامل می‌شد؛ دلیل آن، آغاز ورود سیستم‌های بیرونی همراه با ناپایداری و رطوبت از غرب است که وارد کشور می‌شود. در فصل زمستان تمام ایران زیر نفوذ بادهای غربی، اغتشاشات و رطوبت آنها قرار می‌گیرد و در سطح زمین نیز مسیرهای سیکلونی تشکیل می‌شود؛ بنابراین ایستگاه‌ها و مناطق مختلف ایران با توجه به دوری و نزدیکی به منابع رطوبتی، مسیر سیکلون‌ها و جبهه‌ها از بارش‌ها و رطوبت‌های متفاوتی بهره‌مند می‌شوند. وجود همین رطوبت از فراوانی طوفان‌های گرد و غباری این فصل کاسته است. نتایج حاصل از پژوهش‌ها نشان می‌دهد بر تعداد چشمه‌های گرد و غبار در دهه‌های

اخیر افزوده شده است؛ به طوری که در سال ۱۳۶۸ این چشمه‌ها در کشورهای منشأ، ۱۴ نقطه معرفی شده، ولی در سال‌های اخیر تعداد این چشمه‌ها به بیش از ۱۰۰ نقطه رسیده است. در این پژوهش مشخص شد بیشتر گرد و غبارهای ورودی به ایران از عراق و شرق سوریه وارد می‌شود.

پیشنهادهای

- ارتقای سطح دانش عمومی درباره کاهش آثار سوء پدیده گرد و غبار؛
- شناسایی منشأ پدیده گرد و غبار در سطح ملی و منطقه‌ای، تجزیه و تحلیل فرایند وقوع آن و اقداماتی نظیر تثبیت ماسه‌های روان، مالچ‌پاشی، کاشت درختان و توسعه فضای سبز که بر کاهش رخداد گرد و غبار مؤثر است؛
- تدوین آیین‌نامه‌ها، مقررات و دستورکارها برای کنترل منشأهای داخلی گرد و غبار؛
- توسعه و ارتقای سیستم‌های سنجش، پایش و هشدار با استفاده از تجهیزات ماهواره‌ای و هواشناسی؛
- رفع مشکلات مربوط به حق‌آبه تالاب‌ها و احیای آنها؛
- استفاده از راهکارهای بیولوژیکی یا زیستی مانند ایجاد و استقرار بادشکن و موانع عبور شن و نیز کشت دوباره پوشش گیاهی در زمین‌های شیب‌دار آسیب‌دیده.

منابع

- ۱- اختری، زهرا، (۱۳۹۴)، *اولویت‌بندی مناطق نمونه گردشگری جهت سرمایه‌گذاری و توسعه منطقه‌ای در استان اردبیل*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا گرایش برنامه‌ریزی فضایی مجتمع‌های گردشگری، استاد راهنما: کیامهر، رامین، دانشگاه زنجان، گروه ادبیات و علوم انسانی.
- ۲- استانداری آذربایجان شرقی، معرفی اجمالی، (۱۳۹۴)، پایگاه اطلاع‌رسانی، معرفی استان، پیشینه تاریخی و موقعیت جغرافیایی استان.
- ۳- اسماعیلی، امید، (۱۳۸۵)، *پهنه‌بندی مقدماتی مراکز اصلی تولید غبار کشور با استفاده از فناوری سنجش از دور*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش محیط زیست، استاد راهنما: تجریشی، مسعود، دانشگاه صنعتی شریف، مهندسی محیط زیست.
- ۴- بحیرایی، حمید، هادی ایازی، سید محمود، رجایی، محمدعلی، احمدی، حمزه، (۱۳۹۰)، *تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گرد و غبار در استان ایلام*، فصلنامه علمی- پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، دوره ۴، شماره ۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ۴۷-۶۷.
- ۵- بوچانی، محمدحسین، فاضلی، داریوش، (۱۳۹۰)، *چالش‌های زیست‌محیطی و پیامدهای ناشی از آن؛ ریزگردها و پیامدهای آن در غرب کشور ایران*، فصلنامه رهنما سیاست‌گذاری، دوره ۲، شماره ۳، تهران، ۱۲۵-۱۴۶.

- ۶- چوپانی، محمدحسین، (۱۳۸۸)، آلاینده‌های زیست‌محیطی و حفاظت از محیط زیست، آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران، چاپ اول، ۳۶۵.
- ۷- خالدی، کوهسار، (۱۳۹۲)، زیان‌های اقتصادی طوفان گرد و غبار به استان‌های غربی ایران (مطالعه موردی: ایلام، خوزستان و کرمانشاه)، فصلنامه مدل‌سازی و اقتصاد، دوره ۷، شماره ۲۳، فیروزکوه، ۱۰۵-۱۲۵.
- ۸- خدابنده‌لو، الهام، سراب، عباسعلی، صادقی‌نیارکی، ابوالقاسم، درویشی بلورانی، علی، (۱۳۹۵)، ارائه و ارزیابی مدل جدید مکانی- زمانی انتشار ریزگردها در مقیاس منطقه‌ای (DustEM)، انجمن سنجش از دور و GIS ایران، دوره ۸، شماره ۱، تهران، ۱-۱۸.
- ۹- درخشی، جعفر، (۱۳۸۹)، برآورد و پهنه‌بندی تابش خورشیدی دریافتی در سطح افقی با استفاده از پارامترهای اقلیمی در محیط GIS (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، استاد راهنما: جهانبخش اصل، سعید، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۱۰- درویش‌زاده، علی، (۱۳۷۰)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات نشر دانش امروز، چاپ اول، تهران، ۴۳۶.
- ۱۱- ذوالفقاری، حسن، عابدزاده، حیدر، (۱۳۸۴)، تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گرد و غبار در غرب ایران، جغرافیا و توسعه، دوره ۳، شماره ۶، دانشگاه رازی کرمانشاه، ۱۸۷-۱۷۳.
- ۱۲- ذوالفقاری، حسن، معصوم‌پور سماکوش، جعفر، شایگان‌مهر، شاپور، احمدی، محمد، (۱۳۹۰)، بررسی هم‌دید طوفان‌های گرد و غبار در مناطق غربی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (مطالعه موردی: موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸)، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۲، شماره ۳، اصفهان، ۱۷-۳۴.
- ۱۳- راس، ک. داوولینگ، نیوسام، دیوید، (۱۳۹۱)، ژئوتوریسم (زمین‌گردشگری)، مترجم: بهروز فرهت‌جاء و علیرضا امری کاظمی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، انتشارات رهی، چاپ اول، تهران، ۸۱.
- ۱۴- رسولی، علی‌اکبر، ساری صراف، بهروز، محمدی، غلامحسین، (۱۳۹۰)، «اقلیمی گرد و غبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با به‌کارگیری روش‌های آماری ناپارامتری تحلیل روند وقوع پدیده»، فصلنامه جغرافیای طبیعی، دوره ۴، شماره ۱۱، لارستان، ۱۵-۲۸.
- ۱۵- رشنو، علیرضا، (۱۳۸۸)، پدیده گرد و غبار در استان خوزستان، فصلنامه تخصصی بارش، نشریه داخلی اداره کل هواشناسی استان خوزستان، دوره ۱۵، شماره ۳، خوزستان، ۱۹۲-۲۰۲.
- ۱۶- «سازمان آب و هواشناسی استان ایلام در طول ۵ سال» از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹، آمار و اطلاعات، داده‌ایستگاه سینوپتیک.

- ۱۷- سازمان امور اقتصادی و دارایی استان آذربایجان شرقی، (۱۳۸۹)، توانمندی‌ها و مزیت‌های سرمایه‌گذاری در آذربایجان شرقی.
- ۱۸- سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان اردبیل، (۱۳۹۴).
- ۱۹- سایت مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن، (۱۳۹۰).
- ۲۰- سایت مرکز آمار ایران، آمارگیری نیروی کار، (۱۳۹۲).
- ۲۱- سربایان، لیلا، نیک‌پور، علی، (۱۳۸۹)، چالش‌ها و برآورد خسارات ناشی از پدیده گرد و غبار در بخش کشاورزی، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، دانشگاه یزد.
- ۲۲- شکویی، حسین، (۱۳۸۸)، فلسفه جغرافیا، انتشارات گیتاشناسی، چاپ ۱۴، تهران، ۲۷۰.
- ۲۳- شکویی، حسین، (۱۳۸۸)، اندیشه‌های نو در فلسفه جغرافیا، انتشارات گیتاشناسی، جلد ۱، چاپ ۱۱، تهران، ۳۲۵.
- ۲۴- صادق‌مغانلو، حسینعلی، (۱۳۸۲)، جاذبه‌های گردشگری سرعین، انتشارات باغ اندیشه، چاپ اول، سرعین، ۱۵۴.
- ۲۵- عزیزی، قاسم، شمسی‌پور، علی‌اکبر، میری، مرتضی، صفرزاد، طاهر، (۱۳۹۱)، تحلیل آماری-همدیدی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران، نشریه محیط‌شناسی، دوره ۳۸، شماره ۳، تهران، ۱۲۳-۱۳۴.
- ۲۶- علایی طالقانی، محمود، (۱۳۸۲)، ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس، چاپ دوم، تهران، ۳۶۰.
- ۲۷- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۷)، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ ۷، تهران، ۲۳۶.
- ۲۸- فاضلی، داریوش، (۱۳۹۰)، بررسی آثار آلودگی ناشی از گرد و خاک در استان ایلام، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: فرهنگی، بیژن، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات، گروه جغرافیا.
- ۲۹- فرج‌زاده، منوچهر، علیزاده، خاطره، (۱۳۹۰)، تحلیل زمانی و مکانی طوفان‌های گرد و غبار در ایران، مدرس علوم انسانی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۵، شماره ۱، تهران، ۶۵-۸۴.
- ۳۰- قربانیان، جبرائیل، کردوانی، پرویز، (۱۳۹۳)، آنالیز بافت ریزگردهای شهر اهواز به روش پرتوایکس و رابطه تشدید این طوفان‌ها با تخریب تالاب هورالعظیم، مجله اکویولوژی تالاب، دوره ۲، شماره ۶، تهران، ۹۳-۱۰۲.
- ۳۱- کردوانی، پرویز، (۱۳۸۰)، خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران، ۴۰۲.

- ۳۲- کریمی، محسن، هاشمی، محمدناصر، کریمی، علی، (۱۳۸۹)، *بررسی آثار زیست‌محیطی ذرات معلق و گرد و غبار (ایروسل‌ها) موجود در هوا*، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، مؤسسه ژئوفیزیک، مقالات پوستری، فیزیک فضا، تهران، ۲۲۱-۲۲۴.
- ۳۳- گزارش سایت سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل، معرفی اجمالی، (۱۳۹۵).
- ۳۴- گزارش سایت گردشگری ایران، (۱۳۹۴).
- ۳۵- موسوی، بی‌بی زهرا، (۱۳۸۹)، *بررسی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان*، پروژه دوره کارشناسی، استاد راهنما: بهنام، بهروز، دانشگاه گیلان، گروه جغرافیا.
- ۳۶- نایینی، الهام، (۱۳۹۴)، *بررسی وضعیت ریزگردها در غرب و جنوب غرب ایران*، سومین همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست و کشاورزی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، ۱-۱۲.
- ۳۷- نگارش، حسین، (۱۳۸۹)، *بررسی آثار منفی فعالیت‌های مورفودینامیکی باد در منطقه خضرآباد یزد*، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی دانان جهان اسلام.
- 38- Ackerman, Steven A., and Hyosang Chung, (1992), Radiative Effects of Airborne Dust on Regional Energy Budgets at the Top of the Atmosphere, J. Appl. Meteor., Pp 223-233.
- 39- Ai N, & Polenske, K.R., (2008). Socioeconomic impact analysis of yellow- dust storms: An approach and case study for Beijing. Economic Systems Research, 20 (2), Pp 187-203.
- 40- Akbari, S., (2011). Dust storms, sources in the Middle East and economic model for survey its impacts. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5 (12), Pp 227-233.
- 41- Alles, D.L., (2008). Geomorphology and Dust storm in china, Western Washington University.
- 42- Barakan, Xiao, Zhou caiping, liaoyaoming, (2005). Dust storms evolution in Taklimakan Desert and its correlation with climatic parameters, J. geogr. Sci, 18, Pp 425-514.
- 43- Feng, kay, Lenelle, Y., Meurrens, A., Carati, D., Brenig, L., Delcloo, A., (2017). Dust storm originate from Sahara covering Western Europe: A case study, Atmospheric Environment, 42(21), Pp 93-5489.
- 44- Gengsheng, Y., Honglang, X., Wanquan, T., (2002). Black windstorm in northwest China: A Case study of the strong Sand-dust storm on may 5th 1993. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute Chinese Academy of Sciences.
- 45- Gengsheng, Y., Honglang, X., and Wanquan, T., (2001), mitigating the effects of disastrous sand 37- dust storms: A Chinese perspective, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences.
- 46- Goudie, A.S., (2008), Dust storms: Recent developments, St Cross College, Oxford University, Oxford OX1 3LZ, UK.

- 47- Goudie, A.S., Middleton, N.J., (2006). the nature and Importance of dust storm. x, 287p, 114 illus., Hardcover ISBN: g, 78-37-54.
- 48- Goudie, A.S., (2008). Dust storms: Recent developments, St Cross College, Oxford University, Oxford OX1 3LZ, UK.
- 49- GU, Z., (2006). Simulation of dust devils, CCFD Forum, Tokyo University.
- 50- Heng, Y.G., Honglang, X and Wanquan, T., (2001). Mitigating the effects of disastrous sand-dust storms: A Chinese perspective, Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (Pp 15-73), New York: United Nations.
- 51- Iqbal, M.Z., and Shafiq, M., (2001). Periodical effect of cement dust pollution on the growth of some plant species, Turkish Journal of Botany, 25 (1), Pp 19-24.
- 52- Jan, O., Mattsson., Tomas Nihlén., (1996). The transport of Saharan dust to southern Europe: a scenario, Journal of Arid Environments, Volume 32, Issue 2, February 1996, Pp 111-119.
- 53- Joseph, P.V., Raipal, D.K., and Deka, S.N., (1980), "Andhi," the convective dust storms of Northwest India, Mausam, 31, Pp 431-442.
- 54- Kim, P., Kondragunta, S., (2008). Dust aerosol index (DAI) algorithm for MODIS, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 119 (8), Pp 4770-92.
- 55- Kutiel, H., and Furman, H., (2003), Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics Indoor Built Environ; 12, Pp 419-426.
- 56- Krinner, G., Boucher, O., and Balkanski, Y., (2006). Ice-free glacial northern Asia due to dust deposition on snow, Clim. Dynam, 27 (2006), Pp 613-625.
- 57- Laurent, B., Marticorena, B., and Bergametti, G., and Mei, F., (2006). Modeling mineral dust emissions from Chinese and Mongolian deserts, Global Planet, Change 52, Pp 121-141.
- 58- Legrand, M et al, (1988), Satellite Detection of Saharan Dust: Optimized Imaging during Nighttime, Journal of Climate, 1 (3), Pp 256-264.
- 59- Pease et al., (1998). P.P. Pease, V.P. Tchakerian and N.W. Tindale, Aerosols over the Arabian Sea: geochemistry and source areas for aeolian desert dust, J Arid Environ 39 (1998), Pp 477-496.
- 60- Pease P.P., Tchakerian V.P., Tindale N.W., (1998). Aerosols over the Arabian Sea: geochemistry and source areas for aeolian desert dust, Journal of Arid Environments, Volume 39, Number 3, Pp 477-496 (20).
- 61- Shigong, W., Guangrong, D., and Kezheng, S., and Huizhong, C., (2002). Dust and sandstorms: an early warning of impending disaster, In Yang Youlin, Victor Squires & Lu Qi (Eds), Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (Pp 15-73), New York: United Nations.
- 62- Squires, V.R., (2001). Dust and sand storms from the world s drylands, International dryland consultant Adelida University, Australia.

- 63- Squires, V.R., (2002). Dust and sandstorms: an early warning of impending disaster, In Yang Youlin, Victor Squires & Lu Qi (Eds.), *Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands*, (pp. 15-73), New York: United Nations.
- 64- Takashe, S., Kallos, G., Papadopoulos, A., Kakaliagou, O., (2007). A model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984-2012), 106 (D16):18, Pp 113-29.
- 65- Tanaka, T.Y., Chiba, M., (2006). A numerical study of the contributions of dust source regions to the global dust budget, *Global Planet Change* 52, Pp 88–104.
- 66- Toon, O.B, (2003), African dust in Florida clouds, *Nature* 424. (2003), Pp 623–624.
- 67- Tzvetkova, N., and Kolarov, D., (1996). Effect of air pollution on carbohydrate and nutrient concentrations in some deciduous tree species, *Bulg. J. Plant Physiol.*, 22, Pp 53-63.
- 68- Wang, N., (2006). Decrease trend of dust event frequency over the past 200 years recorded in the Malan ice core from the northern Tibetan Plateau, *Chinese Sci. Bull.* 50 (2005), Pp 2866–2871.
- 69- Wang Shi-gong, Yang De-bao, Jin Jiong et al, (1995). Study on the Formative Causes and Countermeasures of the Catastrophic Sandstorm Occurred in Northwest China, *Journal of Desert Research*, 15 (1), Pp 19-30.
- 70- Wang, X., Dong, Z., Zhang, C., Qian, G., Luo, W., (2009). Characterization of the composition of dust fallout and identification of dust sources in arid and semiarid North China, *Geomorphology*, 112, Pp 144-157.
- 71- Wu, L., Impact of Saharan air layer on hurricane peak intensity, *Geophys. Res. Lett.* 34. (2007), p. L09802.
- 72- Yang, X., Zhu, B and Wang, X and Zhou, li.Z and Chen, J and Yin, J and Lu, Y., (2008). Late Quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land, eastern Inner Mongolia, China, *Global Planet. Change* 61, Pp 70–78.
- 73- Yang, Y.Q., Q. Hou, Q and Zhou, C.H anf Liu, J.L and Niu,T., (2008). Sand/dust storm processes in Northeast Asia and associated large-scale circulations, *Atmos. Chem. Phys.* 8 (2008), Pp 25–33.
- 74- Zee, Jang, T.X., Luk, S.H., and Cai, Q.G., (2003). Tunnel erosion and sediment production in the hilly loes region North china, *Journal of hydrology* 257, Pp 78-90.
- 75- Zender, C., (2010). *Natural Aerosols in the Climate System*, Department of Earth System Science University of California. Irvine, CA 92697-3100.
- 76- Zhu, T.X., Luk, S.H., and CAI, Q.G., (2002). Tunnel erosion and sediment production in the hilly loes region North china, *Journal of hydrology* 257, Pp 78-90.