

# تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گردوغبار در استان ایلام

حمید بحیرایی<sup>۱</sup>

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار

سید محمدهادی ایازی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

محمدعلی رجایی

دانشجوی دکتری تخصصی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری و پیام‌نور اصفهان

حمزه احمدی

مدرس دانشگاه پیام‌نور مرکز بوئین‌زهره

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۸/۲

## چکیده

گرد و غبار یکی از پدیده‌های مخرب اقلیمی است که سالانه خسارات فراوانی را به محیط زیست، جاده‌ها، ساختمان‌ها و هوای شهرها وارد می‌نماید. در این مطالعه وضعیت گرد و غبار استان ایلام بر اساس آمار ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیکی ایلام و دهلران برای دوره آماری ۲۰ساله و الگوهای گردشی تراز ۵۰۰هکتوپاسکال و سطح دریا از پایگاه داده‌های اقلیمی نووا در محیط نرم‌افزارهای آماری Excel و Spss مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. در ایستگاه ایلام، ماه می با ۶۳روز و دسامبر با یک روز و در ایستگاه دهلران ماه جولای با ۲۲روز و ماه دسامبر با ۷روز به ترتیب بیشترین و کم‌ترین فراوانی گرد و غبار مشاهده شده است. در ایستگاه ایلام فصل بهار با ۴۵درصد و در ایستگاه دهلران فصل تابستان با ۴۱درصد بیشترین توزیع فصلی را دربرمی‌گیرند. در هر دو ایستگاه، همبستگی بین عناصر اقلیمی و تعداد روزهای گرد و غبار بسیار بالاست و از رابطه‌ای منطقی برخوردارند. در ایستگاه ایلام بالاترین همبستگی مربوط به متغیر باد با ۸۹درصد و در ایستگاه دهلران میانگین دما با ۹۲درصد، بیشترین همبستگی را با پدیده گرد و غبار دارد. در هر دو ایستگاه، بارش و رطوبت نسبی با پدیده گرد و غبار از همبستگی معکوس برخوردارند. در ایستگاه دهلران ضریب تعیین ۵۹درصد نشان می‌دهد که تغییرات متغیر وابسته، یعنی گرد و غبار توسط شش متغیر مستقل یا عناصر اقلیمی تبیین می‌گردد. در ایستگاه ایلام، نتایج رگرسیون چند متغیره معنی‌دار نبوده زیرا شرایط طبیعی منطقه تاثیر عناصر اقلیمی را کاهش می‌دهد. بررسی الگوهای گردشی سطح ۵۰۰هکتوپاسکال و تراز دریا نشان می‌دهد که در ماه ژوئیه قرارگیری هسته کم‌فشار بر روی دریای مدیترانه و زبانه‌های فرود آن که بر روی بیابان‌های عراق، سوریه و عربستان قرار دارد باعث ایجاد گرد و غبار در غرب کشور می‌گردد. با استقرار محورهای فرود سطح بالا در مناطق گرم و خشک آفریقا، عربستان و عراق که منبع اصلی گرد و غبار هستند، شرایط گرد و غباری در کشور حادث می‌گردد.

واژگان کلیدی: آماری، سینوپتیکی، گرد و غبار، عناصر اقلیمی، ایلام، چند متغیره.

## مقدمه

آنچه که در عصر کنونی مرزها را درمی‌نوردد و در سطح جهانی و بطور فراگیر، تمامی ملت‌ها را تهدید می‌کند، بحران‌های زیست محیطی و در راس آن، آلودگی هوا و به تبع آن، تغییرات غیرمنتظره آب و هوایی است (شائمی و حبیبی، ۱۳۸۸، ص ۹). گرد و غبار به عنوان یکی از بلایای طبیعی شناخته شده، مورد توجه بسیاری از اندیشمندان و محققان شاخه‌های مختلف علوم جوی است. گرد و غبار به عنوان یک ماده آلاینده هوا، همراه با دیگر آلاینده‌های جوی مورد سنجش قرار می‌گیرد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۱۸). گرد و غبار به عنوان یکی از مهم‌ترین اشکال آلودگی‌های جوی از ابعاد مختلفی مورد توجه محققان قرار گرفته است. بررسی رابطه گرد و غبار در هوای مناطق مرکزی ایران و مشکلات بهداشتی و پزشکی مانند بروز بیماری‌های ریوی، تنفسی و بیماری‌های چشمی، قابل توجه است (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴، ۱۷۵). پدیده گرد و غبار یکی از بلایای جوی - اقلیمی است که وقوع آن باعث وارد شدن خسارت‌هایی در زمینه‌های زیست - محیطی و بروز و تشدید بیماری‌های تنفسی، قلبی، ترافیک هوایی و زمینی و تهدید گردشگری، کشاورزی و غیره می‌شود. کشور ما به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد می‌باشد (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۸۹). از مهم‌ترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است به طوری که اگر هوای ناپایدار، رطوبت کافی داشته باشد، بارش و طوفان رعدوبرق و اگر فاقد رطوبت باشد، طوفان گرد و غبار ایجاد می‌نماید (علیجانی، ۱۳۷۶، ص ۹۵).

فراوانی وقوع گرد و غبار در یک منطقه علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک، به اندازه و قطر ذرات نیز بستگی دارد. پوشش گیاهی و نوع آن نیز در شدت وقوع گرد و غبار نقش موثری ایفا می‌کند. تراکم و ساختار گیاهان، دو عامل کنترل کننده اساسی در وقوع و فراوانی طوفان‌های گرد و غباری می‌باشند (انگلس‌تادلر، ۲۰۰۱، ص ۲). کاهش قدرت دید، یکی از ویژگی‌های اصلی سیستم‌های گرد و غباری است که علاوه بر آثار ناخوشایند بهداشتی مانند مشکلات تنفسی و ریوی و آلودگی محیط زندگی انسانها، اختلالاتی را در سیستم‌های حمل و نقل زمینی و هوایی به وجود می‌آورد.

مطالعات پزشکی نشان می‌دهد که مشکلات بینایی و بیماری‌های تنفسی مثل آسم و بیماری‌های عفونی از مهم‌ترین عوارض طوفان‌های گرد و غبار به شمار می‌روند (حسین زاده، ۱۳۷۶، ص ۱۲۷). با توجه به نحوه‌ی بررسی، نقطه‌نظر و هدف محققین در قلمروهای مختلف تعاریف متعددی در ارتباط با گرد و غبار ارائه شده است.

طوفان‌های گرد و خاک و ماسه‌ای در مناطق مختلف تعاریف گوناگونی دارد، زیرا این پدیده در مکان‌های گوناگون و در شرایط مختلفی به وجود می‌آید. براساس توافق سازمان هواشناسی جهانی، هر گاه در ایستگاهی سرعت باد از ۱۵ متر بر ثانیه تجاوز کند و دید افقی به علت گرد و غبار، به کمتر از یک کیلومتر برسد، توفان خاک گزارش می‌شود. توفان ماسه‌ای، به بادی اطلاق می‌شود که بتواند ذرات با قطر ۰.۱۵ تا ۰.۳۰ میلی‌متر را تا ارتفاع ۱۵ متر جابه‌جا کند، در این حالت، توفان ماسه‌ای است لکن در توفان خاک، ذرات معلق، ریزتر است و جریان‌های رو به بالا می‌تواند این ذرات را به صورت معلق در هوا نگه دارد (دهقانپور، ۱۳۸۴، ص ۲۰). از مهم‌ترین شرایط ایجاد گرد و

غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است، به طوری که اگر هوای ناپایدار، رطوبت کافی داشته باشد، بارش و طوفان رعدوبرق، و اگر فاقد رطوبت باشد طوفان گرد و غبار ایجاد می‌نماید. فراوانی ذرات گرد و غبار در جو، علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک، به قطر ذرات بستگی دارد. نوع و پوشش گیاهی نیز در شدت وقوع گرد و غبار نقش موثری ایفا می‌کنند (عابدزاده و ذوالفقاری، ۱۳۸۴).

کاهش قدرت دید یکی از ویژگی‌های اصلی سیستم گرد و غباری می‌باشد که علاوه بر آثار ناخوشایند بهداشتی مانند مشکلات تنفسی و ریوی برای انسان و آلوده کردن محیط زندگی انسانها، اختلالاتی را در سیستم‌های حمل‌ونقل زمینی و هوایی به وجود می‌آورد. از این مهم‌تر تاثیر بسیار مخربی که گرد و غبار بر روی آلودگی و سلامتی در شهرهای غرب کشور داشته موجب تهدید سلامتی مردم گردیده است. توفان‌های خاک شامل ذرات ریز خاک هستند و ممکن است در مواقعی خاص، تا ارتفاع چند کیلومتری بالای سطح زمین پراکنده شوند. بادهای شدید و گرد و غبار حفره‌ای، مقدار زیادی خاک و شن را از روی زمین‌های خشک با خود بلند نموده و به حالت متحرک و معلق درآمده و هوا را تیره و تاریک می‌نمایند. این هوای اشباع شده از مواد خاکی، ابری را تشکیل می‌دهد که خورشید را پوشانده و یا آن را به صورت قرص گداخته و کمرنگ می‌نمایند (همتی، ۱۳۷۴). پدیده گرد غبار به عنوان یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در سال‌های اخیر در ابعاد مختلفی مورد توجه اغلب محققان قرار گرفته است.

امیدوار (۱۳۸۶) در پژوهشی به بررسی و تحلیل سینوپتیکی توفان‌های ماسه در دشت یزد-اردکان، با استفاده از نقشه‌های سینوپتیکی سطح زمین و تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال پرداخته و به این نتیجه رسیده که در کم فشار دینامیک که با جبهه سرد همراه هستند جریان‌های قائم هوا سبب ناپایداری شدید جو و ایجاد توفان‌های شدید ماسه در منطقه می‌گردد. علت دیگر رخداد توفان‌های ماسه در منطقه به سبب عبور یا نزدیک شدن ناوهای است که در غرب منطقه مورد مطالعه قرار می‌گیرد و همراه با فرارفت‌های شدید هوای سرد و گرادیان فشار در سطح زمین می‌شود. گودی و میدلتون<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) نیز در پژوهشی در زمینه طوفان‌های شمال افریق (صحرا) و اثرات آن، محدوده‌ی اثرگذاری گرد و خاک ناشی از این طوفان‌ها را تعیین نموده که تا نواحی مرکزی اروپا و حتی انگلستان گرد و غبار طوفان گسترش یافته است. نهرست و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) به بررسی و تحلیل توفان‌های گرد و خاک وزیده شده از سال ۱۹۹۹-۱۹۳۷ در مغولستان پرداختند. آن‌ها در ابتدا مبادرت به ترسیم نقشه توفان‌های گرد و غبار نمودند و از این مطالعه نتیجه گرفتند که تعداد توفان‌های گرد و غبار کمتر از ۵ روز در کوهستان‌های آلتای، ختئی خانگایی اتفاق می‌افتد و در صحرای گبی و نواحی نیمه‌بیابانی، تعداد توفان‌ها در سال بین ۳۷-۲۰ مرتبه اتفاق می‌افتد. بررسی رابطه گرد و غبار در هوای مناطق مرکزی ایران و مشکلات بهداشتی و پزشکی مثل بروز بیماری‌های ریوی، تنفسی و بیماری‌های چشمی (حسین‌زاده، ۱۳۷۶) کاهش قدرت دید و پیامدهای زیست محیطی و حمل‌ونقل این پدیده (نوحی، ۱۳۷۳) از موارد قابل استفاده در این رابطه می‌باشند.

<sup>۲</sup> - Godi & Midelton

<sup>۳</sup> - Nehrest & et al

از مطالعات اولیه در این زمینه می‌توان به مطالعه علیجانی (۱۳۷۶) در مورد فراوانی روزهای گرد و غبار کشور و کاویانی (۱۳۸۰) در مورد تشکیل گرد و غبار در بیابان‌ها اشاره نمود. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۴) شرایط پیدایش و منشا سیستم‌های گرد و غبار غرب ایران را در بازه زمانی ۵ ساله از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ بررسی کرده و مشخص کرده‌اند که پرفشار آזור همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی، مهم‌ترین عوامل سینوپتیک تاثیرگذار بر سیستم‌های گرد و غبار منطقه هستند. لشکری (۱۳۸۶) در مقاله‌ای تحت عنوان تحلیل آماری سینوپتیکی توفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۳) بیان می‌کند که ایستگاه قوچان، تربت حیدریه و کاشمر کمتر از ۵ روز در سال و ایستگاه سرخس بیش از ۳۵ روز در سال توفان گرد و غبار داشته‌اند.

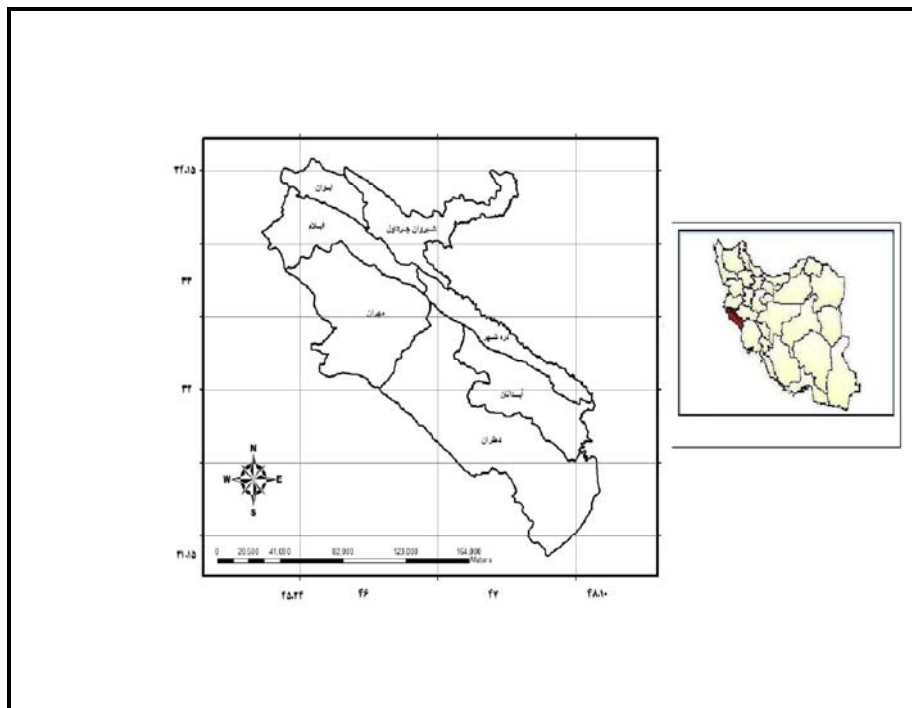
علی حامد علی (۱۹۹۰) به مطالعه سینوپتیکی وقوع توفان خاک در نواحی شبه جزیره عربستان پرداخت است. سه رد کینا (۱۹۶۰) در پژوهشی یکی از پدیده‌های هواشناسی هنگام وقوع توفان‌های گرد و خاک پدیده وایکوف می‌باشد که باعث افزایش دما می‌شود. وی معتقد بود که ذرات گردوخاک و ماسه در گرم کردن خاک و جو موثر هستند (نقل از لشکری و همکاران، ۱۳۸۷). ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) بررسی همدید توفان‌های گرد و غبار در مناطق غربی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (مطالعه موردی: موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که استقرار یک سامانه کم‌فشار بر منطقه خاورمیانه و تقویت شرایط ناپایداری در سطح بیابان‌ها و همچنین تاثیر هماهنگ یک کم‌فشار دینامیک بر فراز جو منطقه، زمینه مناسبی را برای انتقال ریزگردها به جو منطقه فراهم می‌آورد.

گرد و غبار در جو به عنوان یکی از آلاینده‌ها، آثار سوء و پیامدهای منفی گوناگونی دارد که از بین آنها می‌توان به کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، تشدید خسارات ناشی از بروز آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تصادفات جاده‌ای لغو پرواز هواپیماها و غیره اشاره نمود. گرد و غباری که کشور ایران را دربرمی‌گیرد از بیابان‌های کشورهای عراق و عربستان نشأت می‌گیرد. افزایش این ذرات گردوغبار معلق علاوه بر اینکه باعث افزایش غلظت آلودگی هوای شهرها، باعث افزایش مصارف آب و انرژی (برق و سوخت‌های فسیلی) در بخش‌های مختلف مصرف در جوامع شهری و روستایی می‌شود. گرد و غبار در استان ایلام در سال‌های اخیر به یک چالش بسیار مهم تبدیل شده، ویژگی‌های چون فاصله نزدیک با کشور عراق، شکل طویل استان و بیش از ۶۰۰ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق باعث شده که این استان همیشه در معرض پدیده گردوغبار قرار گیرد، البته در مناطق غربی استان بسیار شدیدتر از مناطق شرقی است و این می‌تواند به دلیل نقش ارتفاع و پوشش گیاهی در کاهش غلظت و تراکم و جذب این پدیده باشد. هر چند که گردوغبار یک پدیده تقریباً غیر قابل کنترل است ولی حداقل می‌توان با شناخت جدول زمانی و الگوهای گردشی که گردوغبار در قالب آنها به منطقه نفوذ می‌کند، زیرساخت‌های لازم را برای مقابله و سازگاری با این پدیده آماده نمود. بنابراین شناسایی و تحلیل پدیده بسیار مخرب گردوغبار به صورت آماری و سینوپتیکی استان ایلام هدف اصلی این تحقیق می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان ایلام با ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع، حدود ۱/۴ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. استان ایلام در غرب دامنه سلسله جبال زاگرس قرار گرفته است. استان ایلام از جنوب با خوزستان، از شرق با لرستان، از شمال با کرمانشاه و از سمت غرب با کشور عراق هم‌جوار است. از لحاظ مختصات جغرافیایی آن بین محدوده ۳۱.۵۸ دقیقه تا ۳۴.۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵.۲۴ دقیقه تا ۴۸.۱۰ طول جغرافیایی واقع شده است. شمال و شمال شرقی استان ایلام کوهستانی و نواحی مغرب و جنوب غربی آن را اراضی پست و کم‌ارتفاع تشکیل داده‌اند (طرح مطالعات جامع توسعه استان ایلام، ۱۳۷۲).



نقشه شماره ۱: موقعیت جغرافیایی استان ایلام

در این تحقیق برای بررسی آماری، داده‌های عناصر اقلیمی، بارش، رطوبت نسبی، میانگین (حداقل، حداکثر و متوسط درجه حرارت) رطوبت نسبی و باد به صورت ماهانه و سالانه برای دوره آماری ۲۰ ساله از سال (۲۰۰۵-۱۹۸۶) ایستگاه‌های سینوپتیکی ایلام و دهلران از سازمان هواشناسی کشور تهیه شده پس از همگنی و نرمال بودن داده در محیط نرم‌افزارهای آماری Excel و مورد پردازش و تحلیل قرار گرفته شده‌اند، روش کار بدین صورت است که: ابتدا فراوانی پدیده گردوغبار از لحاظ ماهانه، فصلی و سالانه به صورت جداول و نمودار بررسی شده، سپس ارتباط و همبستگی هر کدام از عناصر اقلیمی با پدیده روزهای گردوغباری مشخص گردیده و در ادامه، داده‌های آماری با تکنیک رگرسیون چند متغیره در محیط نرم‌افزار Spss مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. با بررسی الگوهای گردشی هوا در سطوح بالای جو و سطح دریا می‌توان عوامل آلودگی محیطی را تعیین کرد، با توجه به وضعیت گر و غباری روزهای حادی که در سال ۲۰۰۵ میزان دید افقی در بیشتر ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی کمتر

از ۱۰۰۰ متر گزارش شده بود جهت تحلیل سینوپتیکی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین انتخاب و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. الگوهای گردشی از پایگاه داده‌های اقلیمی استخراج شده و سپس از لحاظ سینوپتیکی تحلیل می‌گردد. جدول شماره (۱) مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیکی منتخب استان را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیکی منتخب استان

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
ایلام	سینوپتیک	۲۶° ۴۶'	۳۸° ۳۳'	۱۳۶۰
دهلران	سینوپتیک	۱۶° ۴۷'	۴۱° ۳۲'	۲۳۲

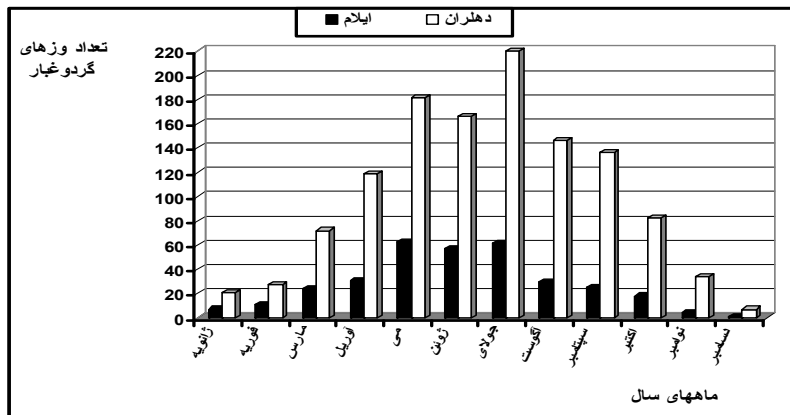
## نتایج

### بررسی فراوانی گردوغبار

نگاهی اجمالی به آمار تعداد روزهای گردوغبار نشان می‌دهد که وضعیت گردوغبار در ایستگاه دهلران خیلی بیشتر از ایستگاه ایلام است، به این صورت که با توجه به آمار ثبت شده هواشناسی در ایستگاه ایلام بیشترین میزان گردوغبار مربوط به ماه می با ۶۳ روز می‌باشد و کمترین میزان مربوط به ماه دسامبر با ۱ روز می‌باشد. در واقع در ایستگاه ایلام با توجه به نمودار شماره (۱) میزان گردوغبار در اواسط فصل بهار یعنی ماه می و تا اوایل تابستان یعنی ماه جولای، بالاترین میزان را دربرداشته و از فصل تابستان به بعد روند نزولی پیدا کرده و در فصل پاییز و زمستان تقریباً به حد صفر می‌رسد. در ایستگاه دهلران با توجه به جدول شماره (۲) بیشترین میزان گردوغبار با ۲۲۰ روز به ماه جولای اختصاص دارد و کمترین میزان با ۷ روز مربوط به ماه دسامبر می‌باشد. بعد از ماه جولای، ماه می با ۱۸۲ روز نیز بالاترین میزان را داراست، در هر دو ایستگاه ماه می از حد بالایی برخوردار است با این تفاوت که در ایستگاه دهلران وضعیت خیلی بالاتر از ایستگاه ایلام است یعنی ایستگاه دهلران در ماه می ۱۱۹ بار بیشتر از ایستگاه ایلام با این پدیده مواجه بوده است. با توجه به نمودار شماره (۱) گردوغبار در دهلران از ماه مارس روند افزایشی آن شروع شده و در ماه جولای به بالاترین حد خود برابر با ۲۲۰ روز می‌رسد و بعد از ماه جولای این روند با کمی کاهش تا ماه سپتامبر ادامه یافته و در فصل پاییز باز هم چنان میزان گردوغبار وجود دارد و تا اینکه در دسامبر تا حد ۷ روز کاهش پیدا می‌کند. ایستگاه ایلام سالانه ۳۳۰ روز با گردوغبار مواجه بوده در حالی که ایستگاه دهلران با ۱۲۱۲ روز بیشترین میزان رخداد این پدیده مخرب را دارا می‌باشد. جدول و نمودار شماره (۱) میزان روزهای گردوغبار ایستگاه‌های ایلام و دهلران در دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۶ نشان می‌دهد

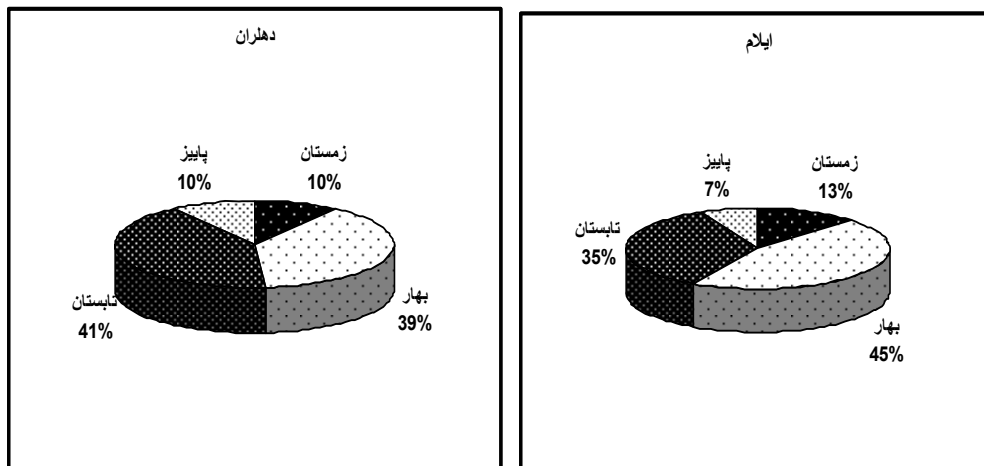
جدول شماره ۲: میزان گردوغبار ماهانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۶

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ایلام	۷	۱۱	۲۴	۳۱	۶۳	۵۷	۶۲	۳۰	۲۵	۱۸	۴	۱	۳۳۰
دهلران	۲۱	۲۷	۷۲	۱۱۹	۱۸۲	۱۶۶	۲۲۰	۱۴۶	۱۳۶	۸۲	۳۴	۷	۱۲۱۲



نمودار شماره ۱ میزان گردوغبار ماهانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۰۵

طبق نمودار شماره (۲) در ایستگاه ایلام بیشترین توزیع گردوغبار با ۴۵ درصد مربوط به فصل بهار در حالی که در ایستگاه دهلران فصل تابستان با ۴۱ درصد بیشترین توزیع فصلی را دربرمی‌گیرد، در ایستگاه ایلام بعد از فصل بهار فصل تابستان با ۳۵ درصد از اولویت بعدی بالاترین توزیع برخوردار است، در ایستگاه دهلران بعد از فصل تابستان فصل بهار با ۳۹ درصد بالاترین رخداد گردوغبار اتفاق افتاده است. در هر دو ایستگاه فصول پاییز و زمستان کم‌ترین میزان گردوغبار را دربردارند، با این تفاوت که تعداد روزها یا درصد وقوع گردوغبار ایستگاه دهلران بیشتر از ایلام است. به طور کلی فصول بهار و تابستان در هرایستگاه بیشتر با پدیده گردوغبار مواجه هستند.



نمودار شماره ۲ توزیع فصلی گردوغبار در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه

### بررسی ارتباط عناصر اقلیمی با گردوغبار

یکی از مهم‌ترین موارد مطالعات اقلیمی، شناخت روابط موجود بین متغیرهای مورد مطالعه است. مهم‌ترین شاخص تبیین روابط بین متغیرها ضریب همبستگی است (فرج‌زاده ۱۳۸۶، ص ۷۹). یکی از مباحث بسیار مهم در این بررسی ارتباط بین متغیرهای اقلیمی با گردوغبار می‌باشد که برای دو ایستگاه مورد مطالعه مقدار ۶ متغیر اقلیمی به صورت ماهانه با متغیر گردوغبار که متغیر وابسته محسوب می‌شود در محیط نرم افزار SPSS با تکنیک همبستگی مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد: در ایستگاه ایلام تمام عناصر اقلیمی با گردوغبار ارتباطی

قوی و منطقی را نشان داده‌اند که بالاترین ضریب همبستگی مربوط به متغیر باد با ۸۹ درصد می‌باشد. تمام متغیرها به جز متغیر بارش که در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است بقیه از معنی‌داری ۹۹ درصد برخوردارند. در ایستگاه ایلام متغیر رطوبت نسبی با ۷۳٪ و بارش با ۶۹٪ دارای همبستگی معکوس با گردوغبار هستند به نوعی که با افزایش یا کاهش رطوبت نسبی و بارش گردوغبار شرایطی عکس را در بر می‌گیرد. جدول شماره (۳) نتایج ضریب همبستگی بین عناصر اقلیمی و گردوغبار در ایستگاه ایلام را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳ نتایج ضریب همبستگی بین عناصر اقلیمی و گردوغبار در ایستگاه ایلام

معنی‌داری	ضریب همبستگی	متغیر
		پارامتر
.000**	.۷۳	میانگین حداقل دما
.000**	.۷۳	میانگین حداکثر دما
.000**	.۷۴	میانگین دما
.000**	-.۷۳	رطوبت نسبی
.000**	.۸۹	باد
.013*	-.۶۹	بارش

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2 - tailed)

در ایستگاه دهلران شرایط، متفاوت‌تر از ایستگاه ایلام است، به طوری که در این ایستگاه، ارتباط بین متغیرهای مستقل یا عناصر اقلیمی و گردوغبار به عنوان متغیر وابسته ارتباط قوی و محکمی برقرار است و در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. میانگین دما با ضریب همبستگی ۹۲ درصد بیشترین ارتباط را با متغیر گردوغبار در بر می‌گیرد. حداقل و حداکثر دما هر کدام با ۹۱ درصد نیز بیشترین ارتباط با گردوغبار دارند. متغیر رطوبت نسبی و بارش به ترتیب با ۹۰٪ و ۸۳٪ دارای ارتباط معکوس با گردوغبار در منطقه می‌باشند. در مقایسه با ایستگاه ایلام که باد از ضریب بالاتری برخوردار بود در دهلران متغیرهای دما از ارتباط بالاتری با گردوغبار نسبت به ایستگاه ایلام برخوردارند. جدول شماره (۴) نتایج ضریب همبستگی بین عناصر اقلیمی و گردوغبار را در ایستگاه دهلران نشان می‌دهد. به طور کلی می‌توان گفت در منطقه ایلام به علت شرایط توپوگرافی بسیار متفاوت با منطقه دهلران، پوشش گیاهی و ارتفاعات، نقش بسیار بارزی در ارتباط با گردوغبار ایفا می‌کنند در حالی که در منطقه دهلران با شرایط محیطی متفاوت و عدم پوشش و ارتفاع کمتر و گرمسیری بودن منطقه تاثیرات متغیرهای اقلیمی مثل دما در منطقه بارزتر است.

جدول شماره ۴ نتایج ضرایب همبستگی بین عناصر اقلیمی و گردوغبار در ایستگاه دهلران

معنی‌داری	ضریب همبستگی	متغیر
		پارامتر
.000**	.۹۱	میانگین حداقل دما
.000**	.۹۱	میانگین حداکثر دما
.000**	.۹۲	میانگین دما
.000**	-.۹۰	رطوبت نسبی
.000**	.۸۵	باد
.001**	-.۸۳	بارش

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)



### تحلیل رگرسیون چند متغیره

یکی از فنون بسیار مهم در مطالعات اقلیمی، تحلیل‌های رگرسیونی است. در تحلیل رگرسیونی توجه به تغییر در متغیرهای مستقل که مقادیر متغیرهای وابسته را چگونه تحت تاثیر قرار می‌دهد، حائز اهمیت است (بابازاده و جاوری، ۱۳۸۹، ص ۹۵). رگرسیون یکی از قوی‌ترین ابزارها در تبیین روابط بین متغیرها به‌شمار می‌آید. برخی از روش‌ها و مدل‌ها مانند شبکه عصبی، بیشتر برای پیش‌بینی استفاده می‌شود و کمتر در تبیین و آزمون فرضیه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما رگرسیون به خوبی هر دو وظیفه پیش‌بینی و آزمون فرضیه را انجام می‌دهد. در مرسوم‌ترین حالت، رگرسیون به بررسی رابطه بین یک متغیر وابسته و چند متغیر مستقل می‌پردازد (یاراحمدی و عزیز، ۱۳۸۶، ص ۱۶۵). تحلیل رگرسیونی یکی از روش‌های پرکاربرد در مطالعات جغرافیایی است. این روش ارتباط تنگاتنگی با ضریب همبستگی داشته و عموماً به طور هم‌زمان در مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل رگرسیون این امکان را برای محقق فراهم می‌کند تا تغییرات متغیر وابسته را از طریق متغیرهای مستقل پیش‌بینی و سهم هر یک از متغیرهای مستقل را در تبیین متغیر وابسته تعیین کند (کلانتری، ۱۳۸۷، ص ۱۶۹). رگرسیون چندگانه برای تخمین یا پیش‌بینی تغییرات یک متغیر از طریق متغیر دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتایج حاصل از خروجی مدل‌های رگرسیونی نشان می‌دهد که بیشترین ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته در ایستگاه دهلران و کمترین در ایستگاه ایلام رخ داده است. در تحلیل رگرسیون چندگانه از روش وارد استفاده شده است که در آن کلیه متغیرها هم‌زمان وارد معادله می‌شوند. بنابراین به‌دست آمده در ایستگاه ایلام نشان می‌دهد که ۱۷ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط شش متغیر مستقل تبیین می‌گردند، این برای بحث رگرسیون رقم ضعیفی است و در واقع ضریب تعیین نشان می‌دهد ۱۷ درصد از پراکندگی مشاهده شده ایجاد گردوغبار این ایستگاه توسط شش متغیر مستقل توجیه می‌شود.

جدول شماره (۵) خروجی رگرسیون چندگانه ایستگاه ایلام را نشان می‌دهد. جدول (ANOVA) نیز مویید همین بحث است که رابطه خطی بین متغیرها به طور قوی و معنی‌دار وجود ندارد که در واقع در اینجا معنی‌دار نیست. در این جدول مقدار (t) تک‌تک ضرایب رگرسیون نیز محاسبه شده و سطح معنی‌داری آنها در آخرین ستون جدول آمده است. همان‌طوری که مقدار سطح معنی‌داری (sig) نشان می‌دهد، اثرات متغیرها در پیش‌گویی متغیر وابسته بسیار ضعیف است. اما در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در پیش‌گویی معادله رگرسیون باید از مقادیر بتا استفاده کرد. آنجا که مقادیر بتا استاندارد شده می‌باشند بنابراین از طریق آن می‌توان در مورد اهمیت نسبی متغیرها قضاوت کرد. بزرگ بودن مقدار بتا نشان دهنده اهمیت نسبی و نقش آن در پیش‌گویی متغیر وابسته می‌باشد. در اینجا مقدار بتا ضعیف است بنابراین می‌توان قضاوت کرد که متغیرهای مستقل در پیش‌گویی متغیر وابسته نقشی نداشته و بسیار ضعیف هستند. در کل نتیجه رگرسیون چندگانه برای ایستگاه ایلام بسیار ضعیف بوده و معنی‌دار نمی‌باشد، و یا به نوعی در کنترل و پیش‌بینی گردوغبار در این ایستگاه عوامل دیگر مثل توپوگرافی و شرایط محیطی نقش بیشتری ایفا نمایند.

جدول شماره (۵) نتایج رگرسیون چندگانه ایستگاه ایلام

تحلیل واریانس متغیرها					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
gression	429.41	6	71.69	.463	.824a
Residual	2011.134	13	154.703		
Total	244.550	19			

a. Predictors: (Constant), x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>1</sub>, x<sub>3</sub>

b. Dependent Variable: y

ضرایب رگرسیون چندگانه متغیرهای اقلیمی

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
میانگین	117.739	164.41		.716	.8
حداکثر دما	1.779	4.73	0.14	.376	.713
میانگین حداقل دما	-3.790	4.7	-0.3	-.86	.435
میانگین دما	-2.706	6.8	-0.24	-.424	.679
رطوبت نسبی	-1.148	1.81	-0.25	-.635	.536
بارش	.006	0.2	0.08	.253	.804
باد	-2.075	4.34	-0.18	-.478	.640

در ایستگاه دهلران نتیجه رگرسیون چندگانه متفاوت‌تر از ایلام است، به نحوی که در این ایستگاه، شدت رابطه بین متغیرهای مستقل با متغیر وابسته یعنی گردوغبار برابر با ۷۶ درصد است. این ضریب، شدت رابطه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل یعنی عناصر اقلیمی را نشان می‌دهد. در ایستگاه دهلران ضریب تعیین برابر با ۵۹ درصد نشان می‌دهد که تغییرات متغیر وابسته یعنی گردوغبار توسط این شش متغیر مستقل تبیین می‌گردند. در بررسی جدول ضرایب خروجی رگرسیون چندگانه ایستگاه دهلران، اثر میانگین حداقل دما معنی‌دار است و سایر متغیرها تاثیر بسیار ضعیفی در پیش‌گویی متغیر وابسته دارند. بتای استاندارد شده نقش بسیار مهمی را در پیش‌گویی متغیر وابسته نشان می‌دهد. بنابراین متغیر میانگین حداقل دما به مراتب سهم بیشتری در مقایسه با سایر متغیرها در پیش‌گویی متغیر وابسته دارد. زیرا یک واحد تغییر در انحراف معیار آن باعث می‌شود تا انحراف معیار متغیر وابسته به اندازه ۸۹۳- تغییر کند. نتایج جدول ANOVA در ایستگاه دهلران نشان می‌دهد که معنی‌دار بودن رگرسیون به وسیله محاسبه شده که

در سطح ۹۵ درصد ( $sig = 0.04$ ) معنی دار است. جدول شماره (۶) نتایج خروجی رگرسیون چندگانه ایستگاه دهلران را نشان می دهد.

جدول شماره (۶) رگرسیون چندگانه ایستگاه دهلران

تحلیل واریانس متغیرها					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	22118.836	6	3686.473	3.068	.043a
Residual	15621.96	13	1201.690		
Total	37740.00	19			

a. Predictors: (Constant), x6, x1, x2, x5, x3, □4

b. Dependent Variable: y

ضرایب رگرسیون چندگانه متغیرهای اقلیمی

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coef	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
	-114.539	374.□28		-.306	.764
میانگین حداکثر دما	11.090	14.321	.205	.774	.453
میانگین حداقل دما	-20.462	10.239	-.894	-1.998	.067
میانگین دما	5.228	14.108	.176	.371	.717
رطوبت نسبی	.985	3.982	.138	.247	.808
بارش	-.028	.100	-.074	-.280	.784
باد	9.275	7.419	.29□	1.250	.233

خلاصه آماره رگرسیون چندگانه

دوربین واتسون	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	
۲.۷	.۱۷	۴۱.	ایلام
۱.۶	.۵۹	۷۶.	دهلران

به طور کلی می توان بیان نمود که در ایستگاه دهلران برخلاف ایستگاه ایلام، خلاصه آمارهای تحلیل، ضریب تعیین تحلیل نشان می دهد که ۵۹ درصد از پراکندگی مشاهده شده ایجاد گردوغبار ایستگاه دهلران توسط شش متغیر مستقل توجیه می شود و به طریقی متغیرهای مستقل رابطه خطی با متغیر وابسته ایجاد گردوغبار را نشان می دهد. از طرفی مقدار همبستگی و مقدار ( $F$ ) متغیرها نشان می دهد که مدل رگرسیون خطی مذکور به خوبی می تواند برای پیش بینی استفاده شود.

با توجه به بحث رگرسیون چندگانه در ایستگاه دهلران، متغیرهای مستقل یا شش عنصر اقلیمی، ارتباط معناداری با متغیر وابسته یعنی گردوغبار ایجاد نموده و روابط را به خوبی تبیین می کردند، در حالی که در ایستگاه ایلام، نتایج رگرسیون چندگانه برای تاثیر عناصر اقلیمی در پیش بینی و ارتباط گردوغبار معنی دار نبوده و ضعیف است، لذا با این تفاسیر نتیجه می گیریم که در شمال استان ایلام با وجود ایستگاه ایلام شرایط طبیعی و ویژگی های فیزیکی منطقه در پدیده روزهای گردوغبار نقشی مهمی را ایفا می کنند که تاثیر عناصر اقلیمی را در پیش بینی گردوغبار کم رنگ می کنند.

پژوهش رسولی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در تایید این مطلب موثر است. آنها در بررسی روند گردوغبار در منطقه غرب کشور با آمار ۵۵ ساله، نتیجه گرفتند که در غرب کشور ویژگی‌های طبیعی از جمله مرتفع و کوهستانی بودن اغلب مناطق غرب کشور، وقوع بارندگی سالانه بیش از متوسط کشوری و همچنین پوشش گیاهی جنگلها و مراتع، تاثیر بسزائی در کاهش گردوغبار دارد. بیشتر گردوغبارهای فراگیر و گسترده‌ای که در بخش اعظم غرب ایران مشاهده می‌شود، فرامحلی بوده و از نواحی دور و نزدیک منشا می‌گیرد. قسمت‌های مرکزی و جنوبی غرب کشور در مسیر سیکلون‌ها و سیستم‌های آورنده‌ی گردوغبار به کشور قرار گرفته است (ذوالفقاری و عادل‌زاده، ۱۳۸۴، ص ۱۷۵). کل استان ایلام در معرض گردوغبارهای فرامنطقه‌ای بوده که در بستر سامانه‌های سینوپتیکی به منطقه نفوذ می‌کنند، با این تفاوت که تحت تاثیر شرایط طبیعی، توپوگرافی، عرض جغرافیایی و پوشش گیاهی، شدت آن در شمال و مناطق مرتفع کمتر از مناطق جنوبی و کم‌ارتفاع می‌باشد.

### بررسی الگوهای گردشی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا

منبع اولیه اطلاعات مورد نیاز آب‌وهواشناسی سینوپتیک، الگوهای گردشی هواس. هر الگو پراکندگی هوای یک منطقه یا ناحیه را در یک لحظه زمانی نشان می‌دهد. دو نوع الگو وجود دارد: یکی الگوهای هوای سطوح بالاتر اتمسفر که شرایط هوا را در لایه‌های مختلف اتمسفر نشان می‌دهند و دیگری الگوهای سطح زمین که پراکندگی هوای سطح زمین را نشان می‌دهد. در این نقشه‌ها ارتفاع از سطح دریا صفر است و از بین عناصر هوا، تنها مقدار فشار هوا به سطح دریا تبدیل می‌شود. اندازه بقیه عناصر، وضعیت هوا را در ارتفاع ایستگاه بیان می‌کند (علیجانی، ۱۳۸۵، ص ۲۱). نمودار شماره (۳) تا (۵) الگوهای گردشی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا در ماه‌های ژوئیه و ژانویه را نشان می‌دهند.

چهارم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال الگو شماره (۱): در این روز مرکز هسته کم‌ارتفاعی (تقریباً "نصف‌النهار ۲۷ درجه شرقی) بر روی دریای مدیترانه شکل گرفته است که دارای گرادیان بالایی است. زبانه‌های فرود این کم ارتفاع بر روی بیابان‌های عربستان، سوریه و عراق قرار گرفته که در این تراز (۵۰۰ هکتوپاسکال) بر روی کشور ایران شرایط واچرخندی وجود دارد و فراز این موج روی کشور دیده می‌شود. همزمان یک هسته پراارتفاع بر روی خلیج فارس و یک هسته کم‌ارتفاع بر روی منطقه سبیری با مرکز ۵۵۰ دکامتر دیده می‌شوند. به‌طور کلی چون هسته کم‌ارتفاعی که روی دریای مدیترانه قرار گرفته زبانه‌های فرود آن بر روی بیابان‌های عراق، عربستان، سوریه و اردن واقع شده سبب ایجاد توربلانس و اغتشاشات گردوغباری خواهد شد.

پنجم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال الگو شماره (۲): در روز پنجم ژوئیه هم‌چنان شرایط فراز هسته پراارتفاع بر روی ایران حاکم است و فرود یا موج عمیقی که بر روی مدیترانه قرار گرفته بود با توجه به شرایط دمایی سطح زمین در حال پیشروی به سمت ایران می‌باشد و تقریباً مرکز آن به ۳ درجه شرقی رسیده است و ۸ درجه به سمت شرق متمایل شده است. در این روز در واقع مرکز فرود بر روی بیابان‌های عربستان، سوریه و عراق قرار دارد و هسته‌های پراارتفاع روی خلیج فارس و کم ارتفاع سبیری هم‌چنان دیده می‌شوند نتیجه این‌که، در این شرایط با توجه به خشکی

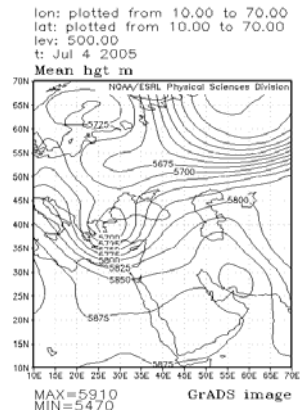
هوا در ماه ژوئیه و قرار گرفتن این امواج بر بیابان‌های منطقه شرایط گردوغباری ایجاد شده و طبق آمار هواشناسی در ساعاتی از روز خصوصا در غرب استان نسبت به روز قبل میزان دید کاهش داشته است.

ششم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال الگو شماره (۳): در این روز هم‌چنان مرکز فرود کم‌ارتفاع مدیترانه به سمت شرق تمایل دارد و تقریباً به طول ۴۵ درجه شرقی یعنی مرکز کشور ایران رسیده است و به علت بالا آمدن پراارتفاع خلیج فارس فراز این موج به سمت شمال غربی کشور کشیده شده است. در واقع چون مرکز فرود بر روی غرب ایران است هم‌چنان گردوغبار ممکن است وجود داشته باشد اما به علت گسترش آن در عرض‌های بالاتر چندان محسوس نیست.

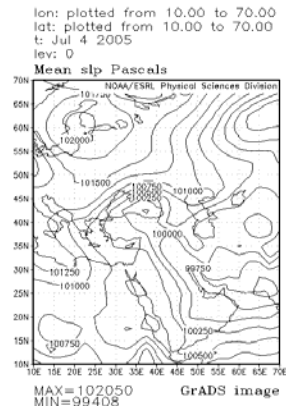
### الگوهای سطح دریا

در نقشه‌های سطح دریا (الگو ۴)، در کشور ایران شرایط فرود وجود دارد. در شرق و جنوب شرق ایران دو هسته کم‌فشار حرارتی قرار دارد. زبانه‌های کم‌فشار جنوب شرق ایران که بر روی اقیانوس هند قرار گرفته بر شرایط دمایی جنوب و مرکز ایران تاثیرگذار بوده است. بر روی بیابان‌های عراق، سوریه و عربستان شرایط پرفشاری عمیق واقع شده است. در شمال‌غرب و غرب دریای خزر فرودی قرار گرفته و زبانه‌های آن شمال‌غرب ایران را متاثر ساخته است. در این الگو شرایط دمایی سطح زمین و سرعت باد زمینه‌ساز نفوذ شرایط گردوغباری روی منطقه است. در الگو (۵) هسته‌های کم‌فشار روی شمال شرق و شمال غرب و کم‌فشار گنگ دیده می‌شوند. با توجه به این که در تراز سطوح بالا شرایط پرفشاری بر روی ایران حاکم است، در سطح دریا در غرب و جنوب غربی کشور، شرایط پرفشار شکل گرفته و جنوب کشور نیز تحت تاثیر هسته‌های کم‌فشاری شمال شرق موح‌هایی از شرایط فرودی بر روی منطقه واقع شده است و بالاخره اینکه در روز ششم ژوئیه هسته کم‌فشار حرارتی بر روی خلیج فارس قرار گرفته و هسته‌ای از کم‌فشار در شرق ایران و مرکز شرایط فرود را ایجاد نموده و غرب کشور نیز متاثر از شرایط پرفشاری است که بر روی بیابان‌های عراق، سوریه و عربستان قرار گرفته است (الگو ۶).

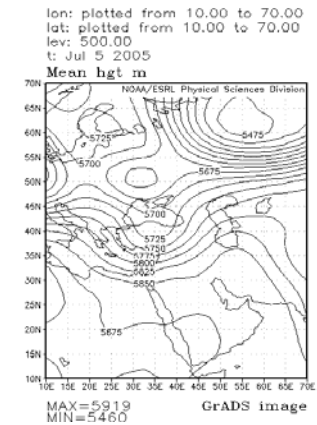
الگو چهارم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



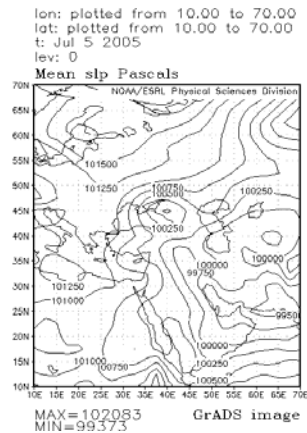
الگو چهارم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح دریا



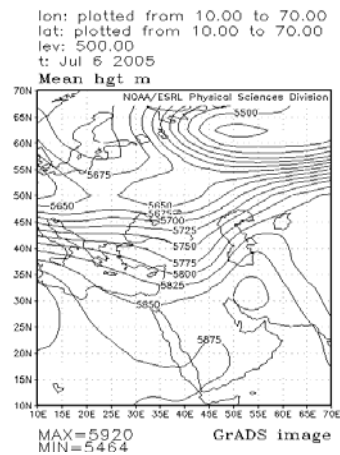
الگو پنجم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



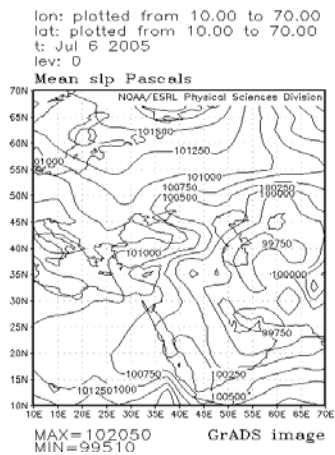
الگو پنجم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح دریا



الگو ششم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



الگو ششم ژوئیه ۲۰۰۵ سطح دریا



نقشه شماره ۱۲ الگوهای گردشی ژوئیه سطح دریا و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

### الگوهای گردشی سطوح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا در ماه ژانویه ۲۰۰۵

#### الگوهای سینوپتیک سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، ژانویه ۲۰۰۵

- بیست و یکم ژانویه ۲۰۰۵: در این روز با توجه به الگوی کم ارتفاع با مرکزیت ۵۰۵ دکامتر بر روی شمال دریای مدیترانه و اروپا تقریباً در ۱۵ تا ۲۵ درجه طول شرقی بسته شده است که گرادیان بسیار شدیدی را ایجاد نموده است و با توجه به فصل سرد سال تراف عمیق آن به سمت دریای مدیترانه و شمال آفریقا نیز به خوبی دیده می شود. بعلاوه وجود بیابانهای عربستان، اردن، سوریه و عراق و شرایط گرمایشی موجود بر این مناطق سبب ایجاد فرازهای در منطقه شده که می تواند زمینه ساز اغتشاشات اولیه گردوبار در محل باشد.

- بیست و دوم ژانویه ۲۰۰۵: در روز دوم الگوی سینوپتیک منطقه مطالعاتی مرکز هسته کم ارتفاع به سمت شرق گرایش پیدا کرده و تقریباً به طول ۲۵ تا ۳۵ درجه شرقی رسیده است و تراف عمیق آن نیز بر روی شمال آفریقا، اردن، عربستان، سوریه و عراق قرار گرفته و شرایط فرازی موجی شکل آن به سمت جنوب غربی و غرب ایران کشیده شده است و به علت خشکی بیابانهای مذکور سبب ناپایداری منطقه و افزایش میزان گردوغبار در منطقه شده که حتی میزان دید در برخی از ایستگاهی منطقه با توجه به آمار هواشناسی به ۵۰۰ متر رسیده است (الگو ۸).

- بیست و سوم ژانویه ۲۰۰۵: در روز سوم یعنی بیست و سوم هسته کم ارتفاع به شکل موج ملایم به سمت مرکز و شمال کشور بر روی دریای خزر کشیده شده و با توجه به حرکت و سرعت هسته، میزان گردوغبار در منطقه نیز کمتر شده است (الگو ۹).

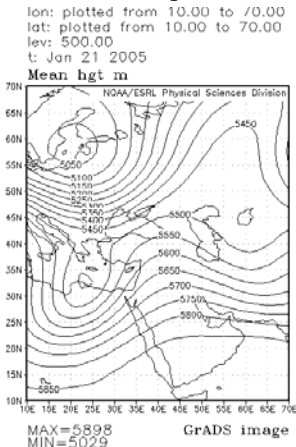
#### الگوهای سطح دریا ژانویه ۲۰۰۵

- بیست و یکم ژانویه ۲۰۰۵: در این روز یک هسته کم فشار با مرکز ۹۷۵ میلی بار بین ۱۵ تا ۳۵ درجه شرقی بر روی اروپا شکل گرفته است که تقریباً با الگوهای سطح بالا مطابقت می نماید. که بر روی دریای مدیترانه و شمال آفریقا و دریای سرخ نیز کشیده شده است. هم زمان یک هسته پرفشار نیز با مرکز ۱۰۳۰ میلی بار در شمال شرق دریای خزر دیده می شود که تا جنوب کشور ایران و اقیانوس هند ادامه دارد.

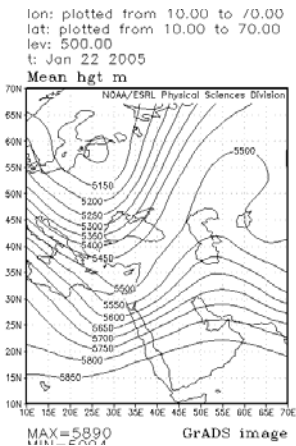
- بیست و دوم ژانویه ۲۰۰۵: در روز بیست و دوم کم فشار روی اروپا تقریباً ۱۰ درجه به سمت شرق گسترش یافته و مقداری از گرادیان آن نیز کم شده است ولی ترافهای آن بر روی بیابانهای عراق و سوریه قرار گرفته و چون پرفشار روی ایران نیز با جهت شمال شرقی در حال خارج شدن از کشور است سبب شده است که ناپایداری ایجاد شده تشدید شده و زمینه حرکت ذرات معلق خاک و غبار را از بیابانهای مذکور به سمت منطقه مطالعاتی فراهم نماید.

- بیست و سوم ژانویه ۲۰۰۵: در روز سوم مرکز کم فشار اروپا از عرض ۵۵ درجه شمالی به عرض ۳۵ درجه شمالی گرایش پیدا نموده است و تقریباً زبانه های کم فشار روی دریای خزر نیز از ایران خارج شده و سبب شده است که موج همراه با گردوغبار نیز گسترده شود و میران گردوغبار کاهش یابد.

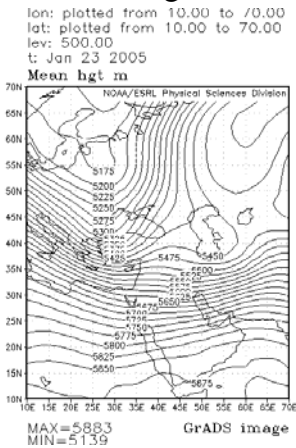
(الگو ۷) ۲ ژانویه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



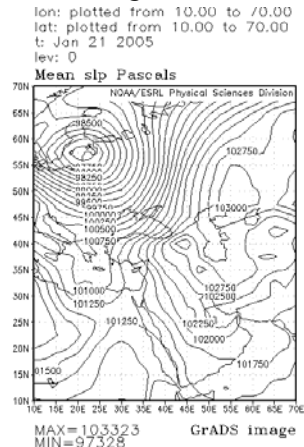
(الگو ۸) ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



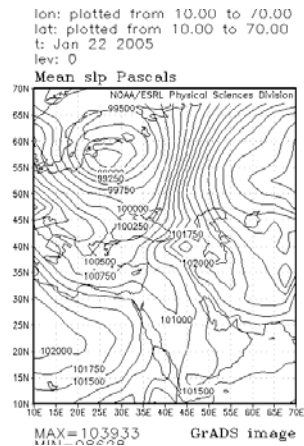
(الگو ۹) ۲۳ ژانویه ۲۰۰۵ سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال



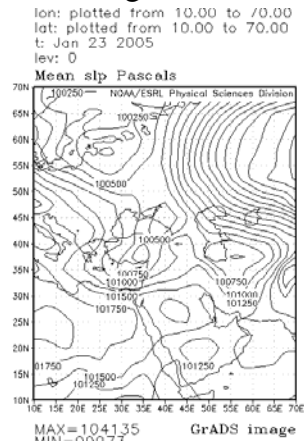
(الگو ۱۰) ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵ سطح دریا



(الگو ۱۱) ۲۱ ژانویه ۲۰۰۵ سطح دریا



(الگو ۱۲) ۲۱ ژانویه ۲۰۰۵ سطح دریا



نقشه شماره ۳ الگوهای ژانویه ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا



## الگوی محورهای فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

## الف: روز اول

محل استقرار اکثریت محورهای فرود در روز ماقبل روز اوج در محدوده ۱۵ تا ۳۵ درجه طول شرقی و تقریباً ۲۰ تا ۵۰ درجه عرض شمالی است و بیشتر بر روی دریای مدیترانه، سیاه و ترکیه قرار دارند (نقشه ۴) هم‌چنان که ملاحظه می‌شود در یک روز مانده به روز اوج، گردوغبار در منطقه مورد مطالعه زیاد شده است فرودهای مورد بررسی به نواحی جنوبی‌تر کشیده شده‌اند و در نتیجه توده‌های هوا را از مناطق گرم و خشک شمال آفریقا، نیمه شمالی شبه جزیره عربستان و نواحی بیابانی بین ایران و دریای مدیترانه که از نواحی منبع گردوغبار هستند به سمت منطقه غرب ایران و سایر نواحی هدایت می‌کنند و البته در این میان نقش نواحی بیابانی شمال شرقی آفریقا کم‌تر از نواحی دیگر فوق‌الذکر است.

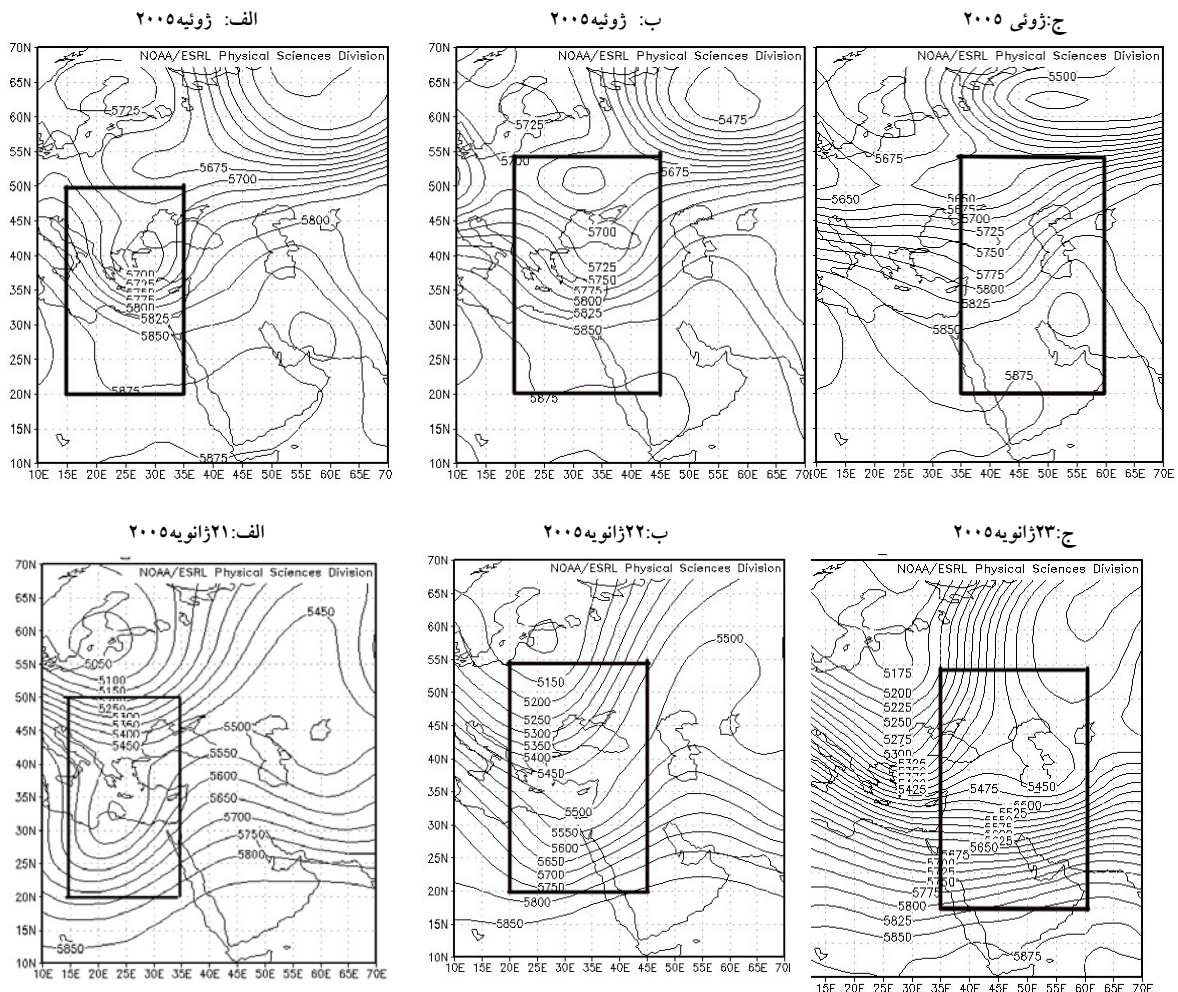
## ب: روز اوج گردغبار

در روز اوج محور بیشتر فرودها دارای عمق نسبتاً زیادی می‌باشند و در جهت شمال، شمال شرق به جنوب، جنوب غرب کشیده شده‌اند. مختصات جغرافیایی محدوده استقرار محور فرودها در این روز بین ۲۰ تا ۴۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۵۵ درجه عرض شمالی می‌باشد. در این روز گسترش طولی (غرب به شرق) محدوده محور فرودها ۲۵ درجه جغرافیایی است. اما با این وجود بیشتر آنها در فاصله نزدیک‌تر از هم نسبت به روز قبل قرار گرفته‌اند. نحوه استقرار آنها بدین‌گونه است که با عبور از روی دریای سیاه و ترکیه، در جهت جنوب غربی بر روی شرق دریای مدیترانه و تا حدودی شمال شرق آفریقا کشیده شده‌اند. در واقع فرودها در این روز به منطقه تقریباً مشترکی رسیده‌اند که با استقرار در آنجا و در کنار سایر عوامل از قبیل موقعیت و توان کم فشارهای سطح زمین و همچنین میزان خشکی زمین و هوا و غیره موجب ایجاد بیشترین گردوغبار طی موج‌های مورد بررسی در منطقه مطالعاتی شده‌اند. در روز اوج وضعیت قرارگیری محورهای فرود به نحوی است که توان هدایت و ارسال توده‌های هوا را از بیابان‌های شمال شرق آفریقا، شمال شبه جزیره عربستان و عراق و سوریه به سوی ایران را دارند در نتیجه ذرات گردوغبار را از این مناطق به سوی منطقه مورد مطالعه هدایت می‌کنند. باید اشاره نمود که نقش نواحی بیابانی نزدیک ایران مانند بیابان‌های عراق و سوریه و شمال عربستان در ارسال گردوغبار به منطقه بیشتر از نواحی دورتر مثل شمال شرق آفریقا می‌باشد، برای این که اولاً این مناطق بیشتر در معرض قسمت ناپایداری جلو فرودها قرار دارند و ثانیاً در حالی که تقریباً فرود همه موج‌های بررسی شده در این روز بر مناطق بین ایران و دریای مدیترانه و شمال عربستان تاثیر می‌گذارند فقط تعدادی از آنها شمال شرق آفریقا را متاثر می‌کنند.

## ج: روز سوم

طول جغرافیایی تقریباً ۳۵ تا ۶۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۰ تا ۵۵ درجه شمالی موقعیت مکانی استقرار بیشتر محورهای فرود در روز سوم گردوغبار در منطقه می‌باشد که بیشتر فرودها تقریباً در محدوده ۳۷ تا ۶۱ درجه شرقی قرار دارند که دارای گسترش طولی کم و فقط ۱۰ درجه شرق دریای سیاه و ترکیه و بر روی کشورهای عراق و سوریه و هم‌چنین شمال عربستان کشیده شده‌اند. البته در ۲۰ ژوئیه ۲۰۰۰ دامنه نفوذ محدودتر و گسترش کمتری را نشان می‌دهد

و الگوهای فصل سرد سال به علت فشار هوای سرد تا عرض شمالی ۲۰ درجه نفوذ پیدا کرده‌اند ولی در فصول گرم به علت تسلط تدریجی پرفشار آזור دامنه نفوذ کمتر شده و تقریباً در عرض‌های ۳۵ درجه شمالی مشاهده می‌شوند (نقشه ۴). در این روز محور فرودها به علت فاصله اندک از منطقه مطالعاتی و در نتیجه کاهش تدریجی ناپایداری جلو فرودها با خاتمه و یا کاهش زیاد گردوغبار در منطقه رابطه دارد.



نقشه شماره ۴ الگوهای محور فرود ۵۰۰ هکتوپاسکال ژانویه و ژوئیه

### نتیجه‌گیری

در ایستگاه ایلام بیشترین روزهای گردوغبار با ۶۳ روز در ماه می و کمترین میزان مربوط به ماه دسامبر با ۱۰ روز می‌باشد. در دهلران از ماه مارس، روند افزایشی شروع شده و در ماه جولای به بالاترین حد خود برابر با ۲۰ روز می‌رسد و بعد از ماه جولای این روند با کمی کاهش تا ماه سپتامبر ادامه یافته و در فصل پاییز باز هم چنان میزان گردوغبار وجود دارد تا این که در دسامبر تا حد ۷ روز کاهش می‌یابد. ایستگاه ایلام سالانه ۳۳۰ روز با پدیده گردوغبار مواجه بوده در حالی که ایستگاه دهلران با ۲۱۲ روز بیشترین میزان رخداد این پدیده مخرب را دارا می‌باشد. تعداد روزهای گردوغباری در استان ایلام از شمال به جنوب استان افزایش می‌یابد، به طوری که کمترین تعداد روزهای

گردوغباری در ایستگاه ایلام و بیشترین تعداد در ایستگاه دهلران می‌باشد. در ایستگاه ایلام بیشترین توزیع گردوغبار با ۴۵ درصد مربوط به فصل بهار در حالی که در ایستگاه دهلران فصل تابستان با ۴۱ درصد بیشترین توزیع فصلی را در بر می‌گیرد. همبستگی بین عناصر اقلیمی با گردوغبار در هر دو ایستگاه مورد مطالعه از میزان بالایی برخوردار است، و در بین عناصر اقلیمی بارش و رطوبت نسبی در هر دو ایستگاه دارای همبستگی معکوس با گردوغبار می‌باشند. نتیجه رگرسیون چندگانه برای ایستگاه ایلام بسیار ضعیف بوده و معنی‌دار نیست و در واقع در کنترل و پیش‌بینی گردوغبار در این ایستگاه عوامل دیگری مانند توپوگرافی و شرایط محیطی نقش بیشتری ایفا نموده و نقش عناصر اقلیمی در کنترل و پیش‌بینی آن کم‌رنگ می‌کنند. در ایستگاه دهلران نتیجه رگرسیون چندگانه متفاوت‌تر از ایلام است، به نوعی که در این ایستگاه شدت رابطه بین متغیرهای مستقل با متغیر وابسته یعنی گردوغبار برابر با ۷۶ درصد می‌باشد. این ضریب شدت رابطه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل یعنی عناصر اقلیمی را نشان می‌دهد. در ایستگاه دهلران ضریب تعیین برابر با ۵۹ درصد نشان می‌دهد که تغییرات متغیر وابسته یعنی گردوغبار توسط این شش متغیر مستقل تبیین می‌گردند. منطقه مورد مطالعه از شرایط طبیعی متفاوتی برخوردار است، مناطق شمالی استان که ایستگاه ایلام به عنوان نماینده آن را پوشش می‌دهد، از ویژگی‌های طبیعی چون مرتفع و کوهستانی بودن و پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی خوب برخوردار است در حالی که مناطق جنوبی استان که ایستگاه دهلران آن را پوشش می‌دهد، از لحاظ طبیعی هم ارتفاع خیلی کمتری دارد و هم پوشش گیاهی آن ضعیف‌تر است و به صورت دشت‌گونه شباهت زیادی با دشت‌های سرزمین عراق که در مجاورت آن است دارد. به‌طور کلی نتیجه نهایی تحلیل آماری پژوهش بیان‌کننده این است که، فراوانی گردوغبار در منطقه مورد مطالعه با تاثیرپذیری از شرایط طبیعی بسیار متفاوت است و وضعیت آب‌وهوای هر منطقه هم در زمان رخداد شدید پدیده گردوغبار بسیار موثر است. عناصر اقلیمی هم از لحاظ زمان رخداد و هم فراوانی آن بسیار موثرند البته در بعضی مناطق تاثیر شرایط طبیعی بر گردوغبار باعث کم‌رنگ شدن نقش عناصر اقلیمی می‌گردد. یکی از اهداف هر برنامه‌ریزی این است که آن پدیده را به‌خوبی از لحاظ آماری ارزیابی و تحلیل نموده و سپس در جهت مقابله یا سازگاری آن اقدامات لازم صورت گیرد.

بررسی الگوهای گردشی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا سه روز متوالی ماه ژوئیه نشان می‌دهد که هسته کم‌فشار بر روی دریای مدیترانه قرار گرفته و زبانه‌های فرود آن که بر روی بیابان‌های عراق، سوریه، عربستان و عراق واقع شده ایجاد توربلانس و اغتشاش نموده و فراهم شدن خشکی هوا زمینه برای نفوذ مرکز فرود به غرب کشور و ایجاد گردوغبار می‌باشد. در سطح دریا نیز با شکل گرفتن شرایط پرفشاری بر روی بیابان‌ها و هسته کم‌فشاری در جنوب و شرق ایران منطقه نیز متاثر از شرایط پرفشاری ایجاد شده روی بیابان‌ها می‌گردد. بررسی الگوهای گردشی ماه ژانویه حاکی از این است که در روز بیست‌ویکم یک هسته کم‌ارتفاع با مرکزیت ۵۰۵ دکامتر بر روی شمال دریای مدیترانه و اروپا تشکیل شده است. در روز بیست‌ودوم مرکز هسته کم‌ارتفاع به سمت شرق جابجا شده و به طول جغرافیایی ۲۵ تا ۳۵ درجه شرقی رسیده است و تراف عمیق بر روی شمال آفریقا و خاورمیانه به‌وجود آورده و شرایط فرازی آن به سمت ایران کشیده شده است. در روز بیست‌وسوم، هسته کم‌ارتفاع به مرکز و شمال

کشور تغییر یافته و با توجه به مسیر و سرعت آن میزان گردوغبار منطقه کم‌تر است. در سطح دریا برای همین روزها هم در روز بیست و یکم یک هسته کم‌فشار بین ۱۵ تا ۳۵ درجه شرقی بر روی اروپا شکل گرفته که تقریباً با سطوح بالا مطابقت دارد. در بیست و دوم ژانویه، کم‌فشار روی اروپا ۱۰ درجه به سمت شرق گسترش یافته و تراف آن بر روی بیابان‌های عراق و سوریه قرار گرفته است و چون در روی ایران پرفشار در حال خارج شدن است ناپایداری شکل گرفته و زمینه‌ساز گردوغبار می‌گردد. بررسی الگوی محورهای فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که، محور فرودها به سمت نواحی جنوبی است در نتیجه توده‌های هوایی که از مناطق گرم و خشک شمال آفریقا و عربستان و نواحی بیابانی که منبع اصلی گردوغبار هستند به سمت منطقه غرب ایران هدایت می‌کنند. بیشترین گردوغبار طی موج‌های مورد بررسی در منطقه مطالعاتی شده‌اند. نقش نواحی بیابانی نزدیک ایران مانند بیابان‌های عراق و سوریه و شمال عربستان در ارسال گردوغبار به منطقه بیشتر از نواحی دورتر مثل شمال شرق آفریقا می‌باشد، برای این که اولاً این مناطق بیشتر در معرض قسمت ناپایداری جلو فرودها قرار دارند و ثانیاً، در حالی که تقریباً فرود همه موج‌های بررسی شده در این روز بر مناطق بین ایران و دریای مدیترانه و شمال عربستان تاثیرگذارند فقط تعدادی از آنها شمال شرق آفریقا را متاثر می‌کنند.

به طور کلی، هر چند پدیده گردوغبار یک پدیده فراملی بوده و غیر قابل کنترل است ولی می‌توان با شناساندن محدوده آن در قالب الگوهای گردشی و بررسی ویژگی‌های آماری در بازه‌های زمانی مختلف به برنامه‌ریزان مختلف، این فرصت را فراهم آورد که با آگاهی از زمان و محدوده این پدیده مخرب، برنامه‌های لازم را برای مقابله و سازگاری فراهم نمایند.

### منابع

- بابازاده، سیداحمد، جاوری، مجید (۱۳۸۸) تحلیل رگرسیونی داده‌های اقلیمی با استفاده از ایستگاه‌های انتخابی ایران، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، پیش‌شماره پاییز و زمستان، صص ۹۵-۱۰۷.
- حسین‌زاده، س، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴.
- فرج‌زاده، م (۱۳۸۶) تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، چاپ اول، انتشارات سمت.
- دهقان‌پور فراشاه، ع (۱۳۸۴) تحلیل آماری و سینوپتیکی طوفان‌های خاک در فلات مرکزی ایران، رساله دکتری، استاد راهنما، بهلول علیجانی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- ذوالفقاری، حسن و همکاران، (۱۳۹۰) بررسی هم‌دید توفان‌های گردوغبار در مناطق غربی ایران طی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (مطالعه موردی: موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، صص ۳۴-۱۷.
- ذوالفقاری، ح، عابدزاده، ح (۱۳۸۴) تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گردوغبار در غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه پاییز و زمستان ۸۴، صص ۱۸۷-۱۷۳.
- رسولی، ع، و همکاران، (۱۳۸۹) تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری، فصل‌نامه جغرافیایی طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صص ۲۸-۱۵.
- علیجانی، ب (۱۳۷۶) آب‌وهوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- علیجانی، ب (۱۳۸۵) اقلیم‌شناسی سینوپتیک، چاپ دوم، انتشارات سمت.

کلاتری، خ، (۱۳۸۷) پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی - اقتصادی، چاپ سوم، انتشارات فرهنگ صبا.  
همتی، ن، (۱۳۷۴)، گرایش سینوپتیک بررسی فراوانی توفان‌های خاک در نواحی مرکزی و جنوب غربی کشور، پایان‌نامه  
کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم.

شائمی، ا، حبیبی، م (۱۳۸۸) گرمایش جهانی پیامدهای زیستی - اکولوژیکی، چاپ انتشارات ترجمان خرد،  
طرح جامع توسعه استان ایلام (۱۳۷۲). جلد دوم، (منابع و پوشش گیاهی)، سازمان برنامه و بودجه استان ایلام.  
یاراحمدی، د، عزیزی، ق، (۱۳۸۶) تحلیل چند متغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی، پژوهش‌های  
جغرافیایی، شماره ۶۲، زمستان ۸۶، صص ۱۶۱-۱۷۴.

لشکری، ح، کیخسروی، ق، (۱۳۸۷) تحلیل آماری سینوپتیکی توفان‌های گردوغبار استان خراسان رضوی در فاصله  
زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۳)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، پاییز ۱۳۸۷، صص ۳۳-۱۷  
نوحی، ا (۱۳۷۶) هواشناسی عمومی (ترجمه)، انتشارات علمی و فرهنگی تهران.

*Engestaler, S (2001). Dust Storm Frequencies and Their Relationships to Land Surface Conditions. Fridrich Schiller University Press. Jena, Germany.*

*Goudie AS, Middleton NJ, 1992. The changing frequency of dust storms through time. Climatic Change 20, pp. 197-225.*

*Nastsagdorj, L .D.*

*Jugder, Y. Schung (2002). Analysis of dust storm observed. Mongolia during 1937- 1999, pp 1 2.*

