پدیده گرد و غبار، مهمترین بحران زیست محیطی در استان خوزستان

دکتر تقی طاوسی ـ عضو هیأت علمی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه سیستان و بلوچستان
دکتر محمود خسروی ـ عضو هیأت علمی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه سیستان و بلوچستان
کوهزاد رئیس پور ـ دانشجوی دوره دکترای اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

یکی از بلایای طبیعی که استان خوزستان را به دلیل موقعیّت جغرافیایی و همجواری آن با پهنه‌های بزرگی از مناطق بیابانی تحت تأثیر قرار می‌دهد، پدیده نامطلوب گرد و غبار است. این پدیده علیرغم اثرات نامطلوب طبیعی و زیست محیطی کمتر مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. این پژوهش به روش کتابخانه‌ای، آماری و با استفاده از داده‌های سالانه، ماهانه، روزانه، ساعتی و همچنین تصاویر ماهواره‌ای گردوغبار از ده ایستگاه سینوپتیک استان خوزستان طی یك دوره آماری ده ساله (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸) صورت گرفته است. به‌منظور تحلیل آماری، نقشه‌های توزیع فضایی و نمودار روند میانگین روزهای گردوغباری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترسیم گردید. نتایج بررسی حاکی از تفاوتهای میان منشأ گردوغبارهای استان خوزستان می‌باشد. میانگین روزهای گردوغباری در دوره گرم سال بیش از دوره سرد سال می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه تعداد روزهای گردوغباری از غرب منطقه مورد مطالعه به‌سمت شرق آن کاهش می‌یابد. در میان فصول سال فصل بهار و در میان ماهها، ماه ژوئیه دارای بیشترین میانگین تعداد روزهای گردوغباری می‌باشند. روند سالانه روزهای همراه با این پدیده یك روند افزایشی می‌باشد. منابع عمده گردوغبارهای وارده به استان خوزستان شامل بیابانهای جنوب عراق، شمال عربستان، جنوب شرق سوریه و شمال صحرای آفریقا می‌باشند. در انتها نیز راهکارهایی جهت تقلیل اثرات این پدیده در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

مقدمه

پدیده‌های گردوغباری در ردیف بزرگترین مشکلات جدی محیطی در نواحی مشخصی از جهان هستند. یکی از پدیده‌هایی که هر ساله و بخصوص در دوره گرم سال استان خوزستان را به شدت متأثر نموده و موجب بروز خسارات فراوان در ابعاد و زمینه‌های گوناگون می‌شود، پدیده نامطلوب گردوغبار بوده که در مواردی نیز با غلظت قابل ملاحظه‌ای همراه است. فراگیر شدن پدیده گردوغبار در استان خوزستان و گسترش این پدیده به سایر استانهای غربی، جنوبی و حتّا مرکزی، نگرانیهای موجود را افزایش داده است.

در مناطق جنوب غرب و غرب کشور که در مجاورت بیابانهای بزرگی همچون عراق، عربستان، سوریه و . . . می‌باشند میانگین روزهای گردوغباری نیز قابل توجه است. رومانوف با بررسی طوفانهای خاك در آسیای مرکزی و قزاقستان نشان داد که بیشتر این طوفانها در دوره گرم سال روی می‌دهد[۱۳]. وای هانگ و شااونشی گرمایش زمین در بیابان مغولستان و سرمایش زمین در شمال کشور چین را عامل مؤثر در تشکیل گردوغبار بخش شمالی این کشور بخصوص در حوضه تاریم می‌دانند[۱۷]. وانگ روابط بین شکل گیری طوفانهای گردوغبار و تحول سینوپتیك آنها را در شمال شرق آسیا مطالعه نموده و نتیجه گرفت که یك طوفان گردوغبار زمانی توسعه می‌یابد که یك سیستم به سمت ناحیه‌ای بیابانی حرکت نماید[۱۶]. اورلووسکی توزیع زمانی و مکانی طوفانهای خاك و ماسه‌ای در ترکمنستان را طی سالهای (۱۹۶۰ـ۱۹۳۶) برای ۴۰ ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه و بررسی قرار داد[۱۲]. سارونی و همکاران تأثیر طوفانهای باد شرقی روی اسرائیل را مطالعه نموده و نشان دادند که طوفانها بیشتر در ماههای بین اکتبر و می مشاهده می‌شوند و به‌عبارتی در فصول سرد بیشتر فعال می‌باشند[۱۴]. انگلستادلر در رابطه با پهنه‌بندی مکانی فراوانی وقوع گردوغبارهای جهان، نقش بستر دریاچه‌ها و صحرای بزرگ آفریقا را بعنوان تولیدکنندگان اصلی گردوغبار مهمتر می‌داند و اعتقاد دارد که صحرای شمال آفریقا بیش از هر بیابان دیگری در دنیا گردوغبار تولید می کند[۹]. تاهسیونگ‌لین در زمینه تأثیر طوفانهای خاك شرق آسیا اظهار داشت، که در دهه‌های اخیر روند طوفانهای آسیا به‌طور چشمگیری یك روند افزایشی بوده و بیشتر این طوفانها در ماههای مارس و می رخ داده است[۱۵]. گودی و همکاران در زمینه طوفانهای شمال آفریقا و اثرات نامطلوب زیست محیطی آن پژوهشهایی را به‌انجام رسانده و محدوده تأثیرگذاری گرد و خاك ناشی از این طوفانها را تعیین نمودند[۱۰]. هیم کوتیل با تجزیه‌و تحلیل خوشه‌ای داده‌های گردوغباری و با استفاده از ویژگیهای زمانی و مکانی آنها، چهار ناحیه اصلی که بیشترین فراوانی وقوع گردوغبار در خاورمیانه را دارند مشخص نموده است[۱۱]. علیجانی ضمن بررسی علل گردوغبارها در ایران، نقشه پهنه‌بندی زمانی و مکانی گردوغبارها را ارائه داده است[۷]. ذوالفقاری با تحلیل سینوپتیکی سیستمهای گردوغبار در غرب ایران مشخص نمود که فراوانی روزهای گردوغباری در دوره گرم سال بیش از دوره سرد سال می‌باشد[۳]. همتی با استفاده از اطلاعات آماری ۱۶ ایستگاه نواحی مرکزی و جنوب غرب کشور در فاصله سالهای (۱۹۹۰ـ۱۹۸۱) علت طوفانهای گردوخاك شدید جنوب غرب ایران را حضور سیستمهای چرخندی که از نواحی شمال عراق و مرکز عربستان منشأ گرفته‌اند می‌داند[۸]. دهقانپور با مطالعه طوفانهای گردوخاك فراگیر ایران مرکزی نشان می‌دهد که مهمترین عامل وقوع این طوفانها سیستمهای سینوپتیکی بوده و فراوانی روزهای گردوغباری در فصول گرم سال بیش از فصول سرد می‌باشد[۴]. استان خوزستان در جنوب غرب ایران و در فاصله بین ۴۷ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است[۵]. به دلیل واقع شدن این استان در منطقه خشك جهان و همجواری با پهنه‌های بزرگی از بیابانهای همسایه به طور مکرر در معرض گردوغبارهای شدید قرار می گیرد به‌طوری که اخیراً (بهار ۱۳۸۷) بیش از ۵۰ روز با پدیده گردوغبار همراه بوده است که در برخی از نقاط استان باعث تعطیلی ۵ روزه مدارس، لغو پرواز هواپیما، بروز تصادفات فراوان به علت کاهش دید افقی و . . . گردیده است. فزون بر تأثیرات آنی و زودگذر فوق، این گردوغبارها اثرات نامطلوبی بر محیط زیست، فعّالیتهای اقتصادی و زندگی مردم منطقه می گذارند.

داده‌ها و روش‌شناسی

جهت مطالعه ابتدا ده ایستگاه سینوپتیك استان خوزستان به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که اولاً گستره استان را بطور کامل پوشش داده و ثانیاً دوره آماری آنها کامل و فاقد آمار مفقوده باشد. دوره آماری مورد مطالعه در این تحقیق شامل یك

دوره آماری ده ساله (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸) می‌باشد. داده‌های مربوط به پدیده گردوغبار (اعم از داده‌های ساعتی، روزانه، ماهانه و سالانه) از سازمان هواشناسی کشور اخذ و سپس روزهای همراه با گردوغبار استخراج گردید. روز گردوغباری در این تحقیق برای هر ایستگاه «روزی می‌باشد که طی یك شبانه روز حداقل یك بار (طی ۸ بار دیده‌بانی عناصر جوی) گردوغبار گزارش شود»[۱]. روزهای گردوغباری براساس کدهای دیده‌بانی آنها تفکیك و با این روش منشأ آنها مشخص گردید. با توجه به اینکه در دیده‌بانیهای روزانه، گردوغبارهایی که منشأ آنها خارج از منطقه مورد مطالعه باشد با کد ۰۶ و آنهایی که منشأ آنها در محدوده منطقه مورد مطالعه باشد با کد ۰۷ ثبت می‌شوند، در این مطالعه نیز روزهای گردوغباری براساس کدهای مذکور استخراج و ثبت گردیده‌اند. پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات مربوط به پدیده گردوغبار، روزهای گردوغباری براساس میانگین سالانه، دوره گرم و دوره سرد تفکیك گردیده و سپس با استفاده از روشهای مختلف آماری، پردازش، تجزیه و تحلیل گردیده‌اند. فراوانی زمانی روزهای همراه با گردوغبار در دوره‌های مختلف سال بررسی و سپس با استفاده از تحلیل‌های فضایی سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS)، توزیع مکانی پدیده گردوغبار در منطقه مورد مطالعه ترسیم گردید.

تأثیرات نامطلوب زیست محیطی پدیده گردوغبار

پدیده گرد و غبار بعنوان یکی از بحرانهای محیطی باعث تأثیرات نامطلوب زیست محیطی می گردد که برخی از آنها عبارتند از: مدفون ساختن روستاها و آبادیها در زیر ماسه و خاك [۲]، از بین بردن زمینها و مزارع کشاورزی، مسدود نمودن قناتها و کانالهای آبیاری، آلوده نمودن آبهای سطحی، گسترش بیابانها و نواحی خشك، ایجاد مشکلاتی در رفت و آمد به خاطر کاهش دید افقی، بروز تصادف و برخورد کردن وسایط نقلیه با یکدیگر، ایجاد مانع در مسیر ریلها و جاده‌های ارتباطی، اختلال در سیستم حمل و نقل هوایی، از کار انداختن سیستمهای رایانه‌ای، متأثر نمودن عملیاتهای نظامی، ایجاد بیماریهای تنفسی مانند برونشیت و آسم، تشدید بیماریهای چشم و گوش، انتقال آفات گیاهی و بذر علفهای هرز، حمل پاتوژنهایی که منجر به آلودگی گیاهان و حیوانات و انسان می‌شوند، حمل مواد شیمیایی و ذرات سمی، آلوده نمودن محیط زیست دریایی و . . . می‌باشد فزون بر موارد فوق که تأثیرات آنها اغلب آنی و زودگذر می‌باشد، با از بین بردن پوشش گیاهی و گسترش بیابانها نه تنها روی اکولوژی منطقه تأثیر می گذارد بلکه اقتصاد محلی و زندگی مردم را متأثر نموده و چه بسا منجر به مهاجرت مردم و تخلیه برخی از روستاها و مناطق مسکونی می گردد. از جمله

شکل ۱: نقشه موقعیّت ایستگاههای مورد مطالعه

مواردی که در مورد آلودگیهای ناشی از گردوغبار در استان خوزستان رواج بیشتری دارد احتمال وجود آلودگیهای شیمیایی، میکروبی و رادیو اکتیوی می‌باشد. متأسفانه نتایج بررسیها روی نمونه‌های زیادی از گردوغبار موجود در شهر اهواز و خاکهای نزدیك مرز ایران و عراق این امر را تأیید می کند. با توجه به استفاده مکرر سلاحهای میکروبی، شیمیایی توسط رژیم صدّام و استفاده آمریکا از سلاحهای حاوی اورانیوم ضعیف شده، وجود این آلودگیها تعجب زیادی برنمی‌انگیزد. نکته دیگری که باید به آن توجه داشت نوع خاك این گردوغبارهاست که بیشتر از دو نوع رسی و سیلتی

می‌باشد. خاك رسی سبکتر بوده و گردوغبار ناشی از آن مسافت طولانیتر طی می‌نماید. گردوغباری که در مناطق دور از خوزستان دیده می‌شود بیشتر از این نوع است. میزان انتشار ذرات گردوغبار استان در برخی موارد به بیش از ۱۶۰۰ میکروگرم بر متر مکعب، معادل ۷ برابر حد مجاز می‌رسد. با توجه به قابلیت بالای خاك رس در جذب مواد شیمیایی آلی و معدنی و همچنین دانه‌بندی ریز آن خطرات این نوع خاك بسیار بیشتر از خاك سیلتی است که دانه درشت‌تر دارند و قابلیت جذب سطحی آنها کمتر است. مطالعاتی که اخیراً توسط دو گروه تحقیقاتی خارجی انجام شده نشان می‌دهد که هر دو نوع ذرات فزون بر پتانسیل بالا در جذب فلزات مانند آهن، مس، روی، سرب، کادمیم، نیکل، کبالت، توریم، آرسنیك و اورانیم؛ در طول مسیر نیز می‌توانند سایر آلاینده‌های آلی و معدنی را جذب و به نقاط دوردست منتقل نمایند. از سوی دیگر در این مطالعات وجود میزان بالایی از باکتریها و گرده گیاهان نیز گزارش شده است. هرچند میزان آلودگی میکروبی، شیمیایی و هسته‌ای در این گرد و غبارها ناچیز است امّا چون استانهایی که در معرض این آلودگیها قرار دارند (خوزستان، فارس، بوشهر، لرستان و اصفهان) تأمین کننده اصلی محصولات کشاورزی و باغی کشورند همین آلودگی ناچیز هم می‌تواند با ورود به چرخه غذایی، خطرات بزرگی را برای سلامتی کل مردم کشور خلق کند. لذا کنترل کیفی محصولات کشاورزی در معرض آلودگی باید با جدیت خاص انجام شود.

آنالیز آماری گردوغبارهای استان خوزستان

براساس توافق سازمان هواشناسی جهانی هرگاه در ایستگاهی سرعت باد از ۱۵ متر بر ثانیه تجاوز نماید و دید افقی به علت گردوخاك به کمتر از یك کیلومتر برسد طوفان گردوخاك گزارش می‌شود (WMO).

با توجه به آمار استخراج شده، روزهای همراه با گردوغبار در محدوده استان خوزستان، خصوصیات طوفان گردوخاك را به لحاظ سرعت باد و میزان دید افقی براساس تعریف سازمان جهانی هواشناسی نداشته‌اند. گرچه پدیده‌های گردوغباری در استان خوزستان به لحاظ تأثیر بر دید افقی و کاهش آن، در برخی از روزها گاهی کاهش دید افقی از مرز طوفانهای گردوخاك نیز فراتر رفته است، امّا به لحاظ سرعت باد مصداق طوفانهای گردوخاك را دارا نبوده‌اند. در این تحقیق پس از انتخاب روزهای همراه با گردوغبار بر مبنای کدهای (۰۷ و ۰۶)، مشخص گردید که از مجموع ۴۵۵۲ روز گردوغباری استخراج شده که از ده ایستگاه سینوپتیك مورد مطالعه در یك دوره ده ساله (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸) بدست آمده است، تنها سه روز آن خصوصیت طوفان گردوخاك را دارا بوده‌اند. از این سه روز طوفانی یك روز آن در تاریخ ۱۵ ماه ژوئیه ۱۹۹۷ در ایستگاه سینوپتیك آبادان اتفاق افتاده است. بر اثر این طوفان سرعت باد ۳۵ متر بر ثانیه و میزان دید افقی به ۲۰۰ متر تقلیل یافت. روز طوفانی دوم نیز همزمان در همین تاریخ در ایستگاه سینوپتیك

شکل ۲: نمونه‌ای ازعکسهای روزهای همراه با پدیده گردوغبار در خوزستان (۱۱ تیر ۱۳۸۷ ساعت ۱۱:۳۰)

ماهشهر به وقوع پیوسته است که هنگام رخداد این طوفان سرعت باد ۳۲ متر بر ثانیه و میزان دید افقی به ۳۰۰ متر رسید. روز سوم در تاریخ ۲ ماه می سال ۲۰۰۱ در ایستگاه سینوپتیك بستان ثبت شده است. بر اثر این طوفان نیز سرعت باد ۳۸ متر بر ثانیه و دید افقی به ۶۰۰ متر کاهش یافت. از مجموع ۴۵۴۹ روز همراه با پدیده گردوغبار طی دوره آماری مذکور، تعداد روزهای گردوغباری که در این تحقیق عنوان گردوغبار فرامحلی به آنها اطلاق شده و منشأ آنها از بیابانهای همجوار این استان مانند بیابانهای عراق، عربستان و سوریه نشأت گرفته‌اند ۳۲۸۵ روز بوده است. کد دیده‌بانی مربوط به این روزها همان‌طوری که ذکر شده است کد ۰۶ می‌باشد. امّا ۱۲۶۴ روز باقی مانده دیگر گردوغبارهایی بوده‌اند که منشأ آنها خود استان خوزستان بوده و به‌اصطلاح گردوغبارهای با منشأ محلی بوده‌اند. کد دیده‌بانی هواشناسی مربوط به این گردوغبارها کد ۰۷ می‌باشد که در اینجا باعنوان گردوغبارهای محلی ثبت شده‌اند.

بررسی زمانی، مکانی پدیده گردوغبار در استان خوزستان

شکل شماره ۴ نمودار توزیع میانگین سالانه روزهای همراه با گردوغبار ایستگاههای مورد مطالعه را در گستره

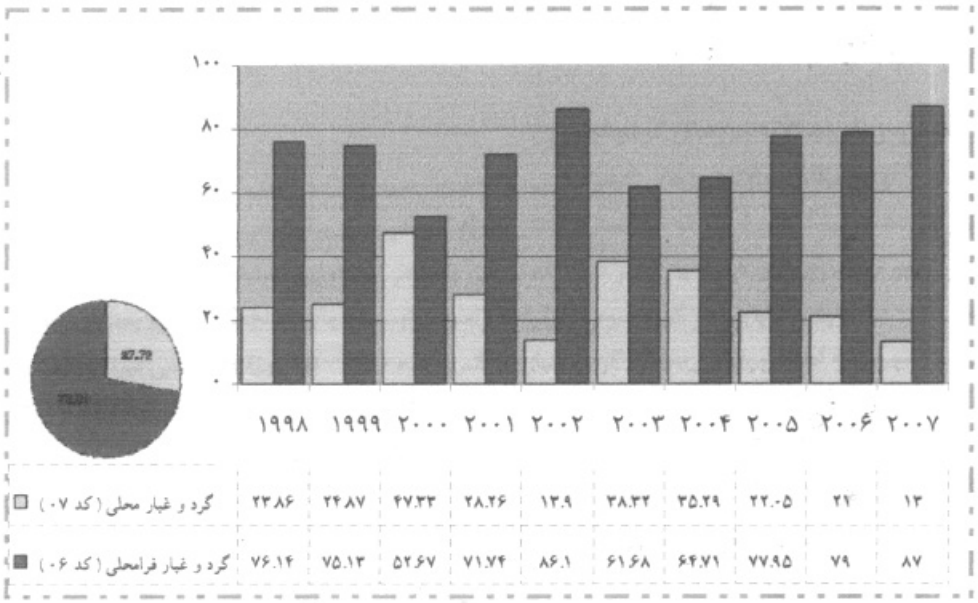
جدول ۱: مختصات ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا	موقعیت جغرافیایی			
			طول		عرض	
			دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
۱	آبادان	۶/۶	۱۵	۴۸	۲۲	۳۰
۲	اهواز	۲۲/۵	۴۰	۴۸	۲۰	۳۱
۳	ایذه	۷۶۷	۵۲	۴۹	۵۱	۳۱
۴	بهبهان	۳۱۳	۱۴	۵۰	۳۶	۳۰
۵	بستان	۷/۸	۰۰	۴۸	۴۳	۳۱
۶	دزفول	۱۴۳	۲۳	۴۸	۲۴	۳۲
۷	مسجد سلیمان	۳۲۰/۵	۱۷	۴۹	۵۶	۳۱
۸	ماهشهر	۶/۲	۰۹	۴۹	۳۳	۳۰
۹	رامهرمز	۱۵۰	۳۶	۴۹	۱۶	۳۱
۱۰	شوشتر	۶۷	۵۰	۴۸	۰۳	۳۲

جدول ۲: کدهای هواشناسی مربوط به پدیده‌های گردوغبار به همراه توصیف آنها

نوع پدیده	کد دیده‌بانی	توصیف
گرد و خاك معلق در هوا (Suspended Dust in the Air)	۰۶	عبارتست از گرد و خاك معلق در هوا که منطقه وسیعی را پوشانیده و بوسیله باد در مسافتهای دور از ایستگاه بلند شده است.
گرد و خاك معلق در هوا	۰۷	عبارتست از گرد و خاك معلق در هوا که منطقه وسیعی را پوشانیده و بوسیله باد در ایستگاه یا نزدیکی ایستگاه بلند شده است.

شکل ۳: میانگین سالانه روزهای گردوغباری به تفکیک منشأ آنها (۲۰۰۷ـ ۱۹۹۸)



استان خوزستان نشان می‌دهد. همانطوری که این نمودار نشان می‌دهد، ایستگاه دزفول واقع در شمال غرب استان دارای میانگین سالانه ۸۵/۵ روز بیشترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار، و ایستگاه ایذه واقع در شرق استان، دارای میانگین سالانه ۲۱/۴ روز، کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را داشته است. میانگین سالانه تعداد روزهای گردوغباری در محدوده استان خوزستان ۴۵ روز می‌باشد که پنج ایستگاه دزفول، آبادان، اهواز، مسجد سلیمان و بستان دارای مقادیر سالانه بیش از میانگین و پنج ایستگاه ماهشهر، رامهرمز، شوشتر، بهبهان و ایذه دارای مقادیر سالانه کمتر از میانگین می‌باشند. بررسی میانگین سالانه روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در گستره استان خوزستان بیانگر این مطلب است که ایستگاههای مستقر در نیمه غربی استان از تعداد روزهای گردوغباری بیشتری برخوردار می‌باشند.

توزیع فضایی، زمانی سالانه روزهای گردوغباری

طبقه‌بندی و توزیع مکانی سالانه روزهای گردوغباری در محدوده مورد مطالعه همانطوری که شکلهای شماره (۵ و ۶) نشان می‌دهند، بیانگر این است که در گستره استان خوزستان هر چه از سمت غرب استان به سمت شرق استان پیش می‌رویم تعداد روزهای همراه با گردوغبار کاهش می‌یابد. در این توزیع ایستگاه دزفول با بالاترین میانگین سالانه (۹۰ـ۷۰ روز) به تنهایی در گروه سوم قرار گرفته و سپس ایستگاههای مسجد سلیمان، بستان، اهواز، آبادان، ماهشهر و رامهرمز به لحاظ میانگین سالانه گردوغبار در گروه دوم (۷۰ـ۳۵ روز) قرار می گیرند. کمترین مقدار میانگین سالانه روزهای گردوغباری مربوط به گروه اول شامل سه ایستگاه شوشتر، بهبهان و ایذه (۳۵ـ۶ روز) می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعه تداوم روزهای گردوغباری در دو ایستگاه دزفول و مسجد سلیمان، نشان داده‌اند تعداد موجهای گردوغباری با تداوم ۱۰ روز و بالاتر در این دو ایستگاه از تمام ایستگاههای مورد مطالعه بیشتر بوده است. بنابراین می توان گفت به علت قرارگیری دو ایستگاه مذکور در دامنه‌های زاگرس و همچنین امتداد شمال غربی ـ جنوب شرقی این رشته کوهها که همانند سدی جلوی عبور موجهای گردوغباری را می گیرد، تداوم پدیده گردوغباری در این منطقه بیشتر از سایر مناطق استان است.

بررسی روزهای گردوغباری طی سالهای آماری (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸)

شکل (۷) میانگین سالانه روزهای همراه با گردوغبار را در گستره منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. در طول این

دوره سالهای ۲۰۰۳ و ۲۰۰۰ با میانگین سالانه ۷۷ روز و سال ۲۰۰۷ با میانگین ۷۹/۱ روز گردوغباری از بیشترین تعداد و سال ۱۹۹۸ با میانگین سالانه ۱۵ روز از کمترین تعداد روزهای گردوغباری برخوردار بوده‌اند. مقایسه سالهای با حداکثر و حداقل تعداد روزهای گردوغباری، بیانگر نوسان سالانه شدید تعداد روزهای همراه با گردوغبار در استان خوزستان می‌باشد.

فراوانی روزهای گردوغباری در دوره گرم و سرد سال

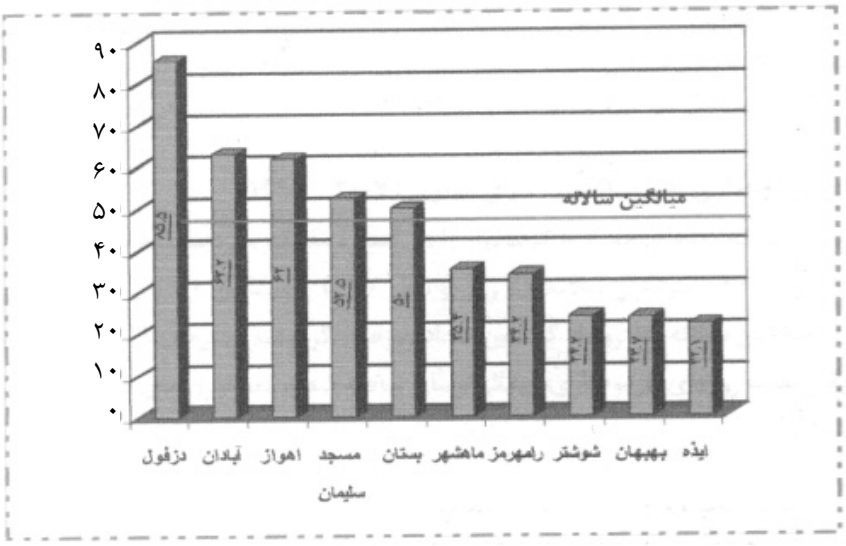
دوره گرم سال در این تحقیق شامل ماههای میلادی آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر می‌باشد. در این دوره همانطوری که شکل شماره (۸) نشان می‌دهد که ایستگاه دزفول با میانگین ۶۳/۵ روز گردوغباری و ایستگاه ایذه با میانگین ۱۶/۱ روز گردوغباری به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را در دوره گرم سال دارا بوده‌اند. در این دوره میانگین روزهای همراه با گردوغبار در گستره استان خوزستان ۳۲/۱۵ روز می‌باشد که پنج ایستگاه دزفول، اهواز، مسجد سلیمان، آبادان و بستان دارای تعداد روزهای گردوغباری بیشتر از میانگین، و پنج ایستگاه ماهشهر، رامهرمز، شوشتر، بهبهان و ایذه دارای مقادیر کمتر از میانگین بوده‌اند. دوره سرد سال نیز شامل ماههای ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر می‌باشند. در این دوره نیز ایستگاه از تمام ایستگاههای مورد مطالعه از بالاترین مقدار برخوردار بوده است، در دوره سرد سال نیز میانگین ۲۲ روز از بیشترین تعداد روزهای گردوغباری برخوردار می‌باشد. ایستگاه بهبهان با میانگین ۴/۹ روز گردوغباری کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را داشته است. در این دوره میانگین روزهای همراه با گردوغبار در گستره استان خوزستان ۱۱/۸ روز می‌باشد که چهار ایستگاه دزفول، آبادان، اهواز، و بستان دارای مقادیر روزهای گردوغباری بیشتر از میانگین و شش ایستگاه رامهرمز، ماهشهر، مسجد سلیمان، شوشتر، ایذه و بهبهان دارای مقادیر کمتر از میانگین را داشته‌اند.

روند کاهشی روزهای گردوغباری از غرب به شرق استان

با حرکت از غرب به سمت شرق استان، از تعداد روزهای گردوغباری کاسته می‌شود. هرچه یك موج گردوغباری از منشأ و یا کانون اولیه خود فاصله می گیرد از شدت و تداوم آن کاسته می‌شود (رابطه وارونه). چون منبع اولیه اکثریت پدیده‌های گردوغباری خوزستان مناطقی همچون بیابانهای عراق، عربستان، سوریه و شمال آفریقا می‌باشد، به تبعیت از همجواری نواحی غربی استان با این مناطق، شدت و تداوم موجهای گردوغباری در این نواحی نسبت به نواحی شرقی بیشتر می‌باشد.

منشأیابی گردوغبارهای استان خوزستان

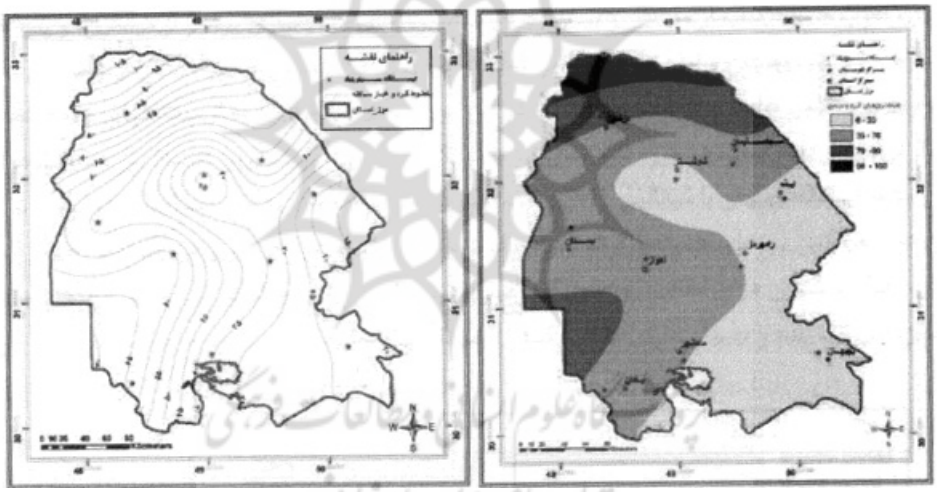
نتایج نشان داد که بیش از ۷۰درصد گردوغبارهای وارده به خوزستان دارای منشأ فرامنطقه‌ای می‌باشد. مستندات و گزارشات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و نیز دستگاههای نمونه‌بردار در پدیده‌های جوی ثابت می کند که منشأ وقوع اکثر گردوغبار از بیابانهای کشورهای همجوار همچون عراق، کویت، عربستان، سوریه و اردن است. داده‌های هواشناسی بیانگر این نکته است که پدیده‌های گردوغباری که منشأ آنها از بیابانهای مذکور می‌باشد دارای تراکم بالاتری از میزان گردوغبار بوده بطوری که در هنگام وقوع آنها گاهی دید افقی را تا حد صفر نیز کاهش می‌دهند. ماندگاری (دوره تداوم) گردوغبارها در پدیده‌های گردوغباری با منشأ فرامحلی به علت پایداری هوا و ریز بودن اندازه ذرات تشکیل دهنده غبار گاهی تا به بیش از ۱۵ روز رسیده است. گردوغبارهای با منشأ داخلی (محلی) که حدود ۲۷ درصد از کل گردوغبارها را تشکیل می‌دهند، نیز به‌علت اینکه بخش وسیعی از دشت خوزستان بخصوص در نواحی مرکزی آن از مناطق خشك و عاری از پوشش گیاهی می‌باشد، شکل می گیرند. ۶ کانون عمده در استان خوزستان بعنوان نواحی منشأ گردوغبارهای داخلی شناخته شده‌اند که عمده فرسایشهای بادی از این ۶ کانون بحرانی صورت می گیرد. این کانونها که

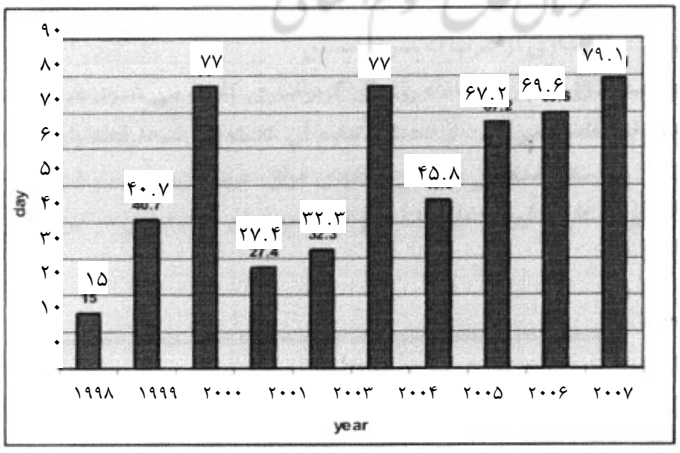


شکل ٤: میانگین سالانه گردوغبار در ایستگاههای مورد مطالعه طی دوره آماری (۲۰۰۷-۱۹۹۸)

شکل ۵: طبقه‌بندی میانگین سالیانه روزهای گردوغباری استان خوزستان طی دوره آماری (۲۰۰۷-۱۹۹۸)

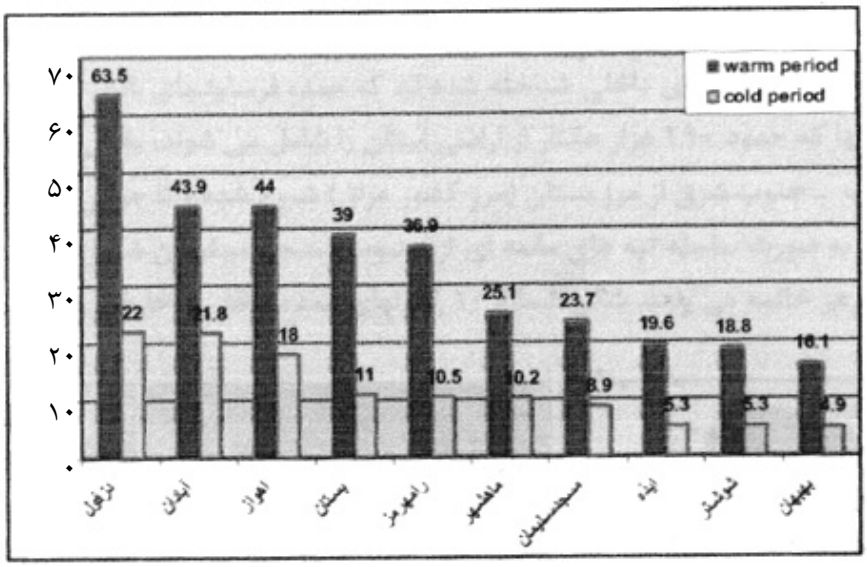
شکل ٦: خطوط هم گردوغبار سالیانه در محدوده استان خوزستان طی دوره آماری (۲۰۰۷-۱۹۹۸)



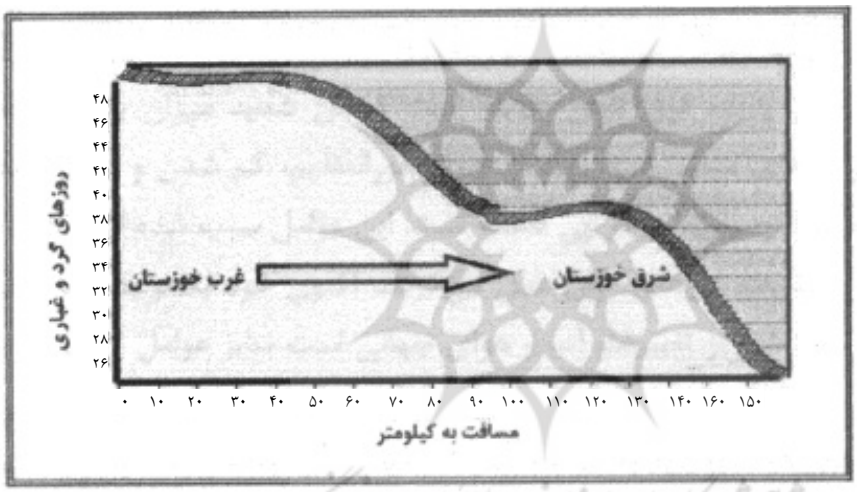


شکل ۷: میانگین سالانه گردوغبار در کل استان خوزستان (۲۰۰۷-۱۹۹۸)

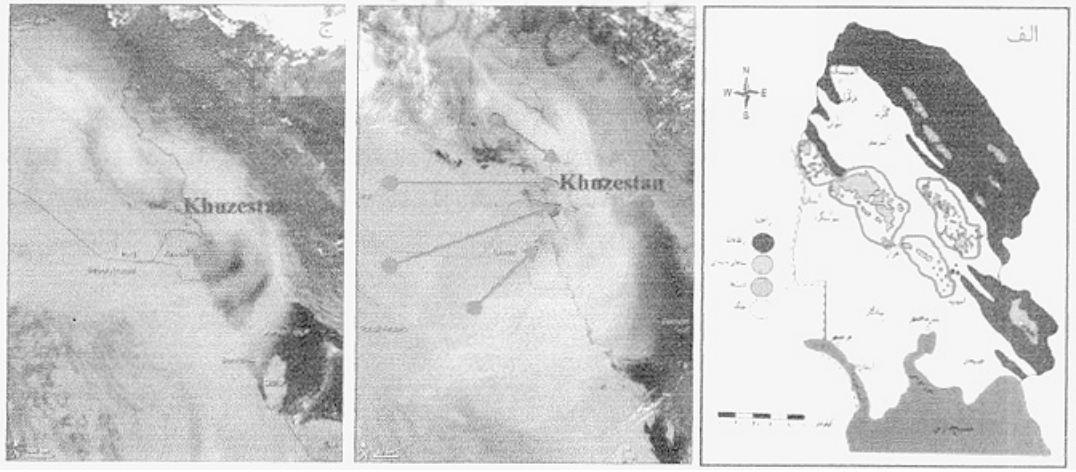
شکل ۸: میانگین روزهای گردوغباری به تفکیک دوره گرم و سرد سال



شکل ۹: نیمرخ کاهشی غربی ـ شرقی میانگین روزهای گردوغباری در استان خوزستان طی دوره آماری (۲۰۰۷-۱۹۹۸)



شکل ۱۰: کانونهای برداشت گردوغبار ـ گردوغبار محلی (الف) ـ گردوغبار فرامحلی (ب و ج)



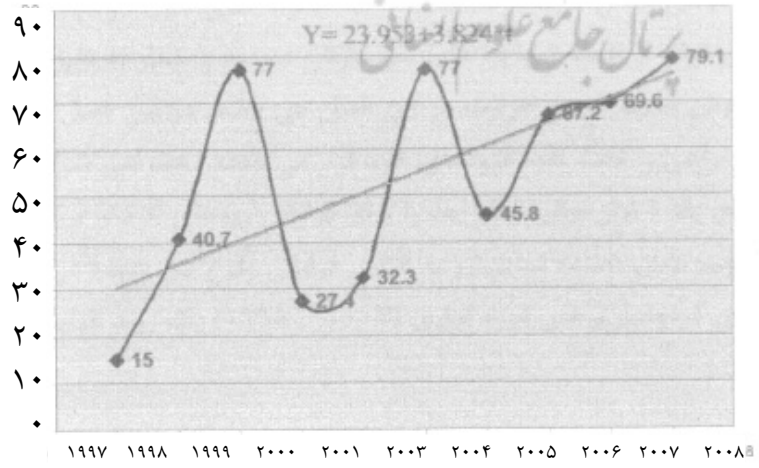
حدود ۲۹۰ هزار هکتار از اراضی استان را شامل می‌شوند، بخش عمده آن به‌صورت پهنه‌ای با امتداد شمالغرب ـ جنوب شرق از مرز بستان (مرز کشور عراق) شروع شده و تا حوالی شهرستان امیدیه امتداد می‌یابد. بخش دیگر آن به‌صورت سلسله تپه‌های ماسه‌ای از جنوب مسجد سلیمان شروع شده و تا بخش سلطان‌آباد شهرستان رامهرمز خاتمه می‌یابند. شکل شماره ۱۰ کانونهای عمده داخلی و خارجی برداشت غبار را نشان می‌دهد.

عوامل مؤثر در افزایش گردوغبارهای استان خوزستان

از جمله عواملی که در بروز پدیده فوق نقش داشته است کاهش شدید میزان بارندگی در منطقه، خشک شدن قسمتهای زیادی از تالاب‌های مسیر جریان باد از جمله هورالعظیم، کم شدن و تغییر مسیر رودخانه‌های دجله و فرات که به مرور زمان تغییر اکوسیستم را در پی داشته است. این عوامل سبب شده است هورها که قبلاً بعنوان یك صافی گرد و غبار و عامل تثبیت شن‌های روان عمل می کردند اکنون خود به تولیدکننده این گردوغبارها تبدیل شوند. به جز خشکسالی که ناشی از تغییرات آب و هوای جهانی است سایر عوامل پیامد سدسازی بر روی سرچشمه‌های دجله و فرات در ترکیه و سوریه و اقدامات عمرانی ـ کشاورزی در عراق می‌باشد. لذا در انجام طرحهای عمرانی چه در ایران و چه کشورهای همسایه باید به تبعات زیست محیطی آن توجه ویژه نمود و با کشورهای منطقه به مذاکره و رایزنی فعالانه پرداخت.

روند روزهای همراه با گردوغبار در استان خوزستان

بررسیها نشان داده است که روند افزایشی گردوغبار در سالهای اخیر بیشتر مربوط به افزایش روزهای گردوغباری با منشأ فرامنطقه‌ای بوده و روزهای گردوغباری با منشأ منطقه‌ای از افزایش کمتری برخوردار بوده‌اند. از دلایل عمده افزایش روزهای گردوغباری با منشأ فرامنطقه‌ای در سالهای آخر دوره مورد مطالعه می‌توان به کاهش شدید میزان بارندگی نسبت به میانگین سالانه بارش مناطق بیابانی همجوار این استان دانست. مناطق بیابانی همجوار با استان خوزستان که منشأ گردوغبارهای عمده به این منطقه می‌باشند، در اولویت اول نواحی جنوبی عراق و در اولویتهای بعدی بیابانهای شمال عربستان، سوریه و شمال آفریقا می‌باشد. براساس مشاهدات ماهواره‌ای بیشترین میزان گردوغبار وارده به استان خوزستان در حدود ۲۰۰ کیلومتری جنوب بغداد می‌باشد. در منطقه‌ای که وسعت آن بالغ بر ۱۳۰۰۰۰ کیلومتر مربع می‌رسد، ارتفاع منطقه کمتر از ۱۰۰ متر از سطح دریا بوده و زهکشی منطقه بسیار ضعیف می‌باشد. دوره گرم سال در این ناحیه گرم و خشك است. میزان بارندگی سالانه کمتر از ۱۵۰ میلی متر و بارندگی منحصر به دوره سرد سال بخصوص زمستان می‌باشد. در این ناحیه طغیانهای مرتب رودخانه و همچنین حوضه‌های



شکل ۱۱: نمودار و روند روزهای گردوغباری در استان خوزستان

وسیعی از باتلاق‌ها وجود دارد. در سالهایی که بارندگی این ناحیه از وضعیت نرمال برخوردار باشد این حوضه‌های باتلاقی در دوره گرم سال به علت دمای بالا و تبخیر شدید خشک شده و به نمکزارهای وسیعی تبدیل می گردند که منابع مناسبی برای ایجاد گردوغبار در این نواحی و انتقال آن به استان خوزستان در فصول بهار و تابستان می‌باشد. در واقع بیشترین غبار نیز از این منطقه گزارش می‌شود. امّا در سالهای اخیر، بارندگی این نواحی که منحصر به دوره سرد سال است دچار کاهش شدیدی شده است. به تبعیت از کاهش شدید بارندگی در این نواحی، خشک شدن باتلاقها و زمینهای پست ریزدانه که اغلب از ذرات رس و سیلت و نمک تشکیل شده‌اند، علیرغم وضعیت همیشگی در دوره سرد سال صورت گرفته است. به وجود آمدن این شرایط منجر به ورود زودرس گردوغبارهای با منشأ فرامنطقه‌ای به استان خوزستان می گردد. گردوغبارهای با منشأ فرامنطقه‌ای که در سالهای با بارندگی نرمال فقط در دوره گرم سال به استان خوزستان وارد می‌شدند، با خشکسالی‌های اخیر دچار نوسان زمانی شده و در دوره سرد سالهای اخیر، افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. این امر منجر به افزایش روزهای گردوغباری با منشأ فرامنطقه‌ای و در نهایت افزایش گردوغبارها را در سالهای اخیر به دنبال داشته است. شکل شماره (۱۱) روند سالانه روزهای گردوغباری را طی دوره آماری (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸) در استان خوزستان نشان می‌دهد. همانطوری که مشاهده می‌شود، روند روزهای گردوغباری در سالهای اخیر یک روند افزایشی بوده است. معادله خط مربوط به روند گردوغبار بیانگر افزایش تعداد روزهای گردوغباری با گذشت زمان می‌باشد، مسئله‌ای که در استان خوزستان به‌وقوع پیوسته و این وضعیت با حاکمیّت شرایط خشکسالی در منطقه هنوز ادامه دارد.

نتیجه گیری

۱. فراگیر شدن پدیده گردوغبار در استان خوزستان و افزایش تعداد روزهای گردوغباری در سالهای اخیر موجب نگرانی شدید مردم و بحرانی شدن شرایط زیست‌محیطی در استان گردیده است. بی توجهی به این مسأله می تواند در آینده نزدیک فزون بر به‌خطر انداختن سلامتی مردم، اکوسیستم خوزستان و بعضی از مناطق همجوار را دچار تغییرات بنیادین نماید.

۲ـ میانگین سالانه تعداد روزهای گردوغباری در محدوده استان خوزستان ۴۵ روز می‌باشد که پنج ایستگاه دزفول، آبادان، اهواز، مسجد سلیمان و بستان دارای مقادیر سالانه بیش از میانگین و پنج ایستگاه ماهشهر، رامهرمز، شوشتر، بهبهان و ایذه دارای مقادیر سالانه کمتر از میانگین می‌باشند. ایستگاه دزفول واقع در شمال غرب استان دارای میانگین سالانه ۸۵/۵ روز بیشترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار، و ایستگاه ایذه واقع در شرق استان، دارای میانگین سالانه ۲۲/۱ روز، کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را داشته است.

۳ـ از نظر زمانی بین ایستگاههای مورد مطالعه تناسب وجود دارد، بدین معنی که بیشترین تعداد روزهای گردوغباری در تمام ایستگاههای مورد مطالعه در دوره گرم سال اتفاق افتاده است.

۴ـ میانگین روزهای گردوغباری دوره گرم سال در منطقه مورد مطالعه ۳۲/۱۴ روز بوده است. در این دوره ایستگاه دزفول با میانگین ۶۳/۵ روز گردوغباری و ایستگاه ایذه با میانگین ۱۶/۱ روز گردوغباری به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را دارا بوده‌اند.

۵ـ میانگین روزهای گردوغباری در دوره سرد سال در استان خوزستان ۱۱/۸ روز می‌باشد که چهار ایستگاه دزفول، آبادان، اهواز، و بستان دارای مقادیر روزهای گردوغباری بیشتر از میانگین و شش ایستگاه رامهرمز، ماهشهر، مسجد سلیمان، شوشتر، ایذه و بهبهان دارای مقادیر کمتر از میانگین را داشته‌اند. ایستگاه دزفول در این دوره نیز با میانگین ۲۲ روز بیشترین و ایستگاه بهبهان با میانگین ۴/۹ روز کمترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار را داشته است.

۶ـ یکی از دلایل تداوم موجهای گردوغباری در ایستگاههای شمالی استان، با توجه به محل استقرار این ایستگاهها می تواند امتداد شمال غربی ـ جنوب شرقی زاگرس باشد که همانند سدی جلوی خروج پدیده‌های گردوغباری وارده به

این نواحی را گرفته و منجر به ماندگاری بیشتر آنها در منطقه شده است.
۷ـ از نظر فراوانی فصلی، فصل بهار با میانگین ۱۷/۳ روز دارای بیشترین تعداد روزهای گردوغباری و فصل پاییز با میانگین ۵/۸ روز دارای کمترین تعداد روزهای گردوغباری بوده است.
۸ـ به لحاظ فراوانی ماهانه، ماه ژوئیه با میانگین ۷/۲ روز بیشترین و ماه ژانویه با میانگین ۰/۹ روز کمترین روزهای گردوغباری را در منطقه مورد مطالعه داشته است.
۹ـ از دلایل فراوانی پدیده‌های گردوغباری در دوره گرم و بخصوص فصل بهار، خشك شدن سریع سطح خاك بیابانهای عاری از پوشش گیاهی شمال عربستان، شمال آفریقا، جنوب شرق سوریه و مهمتر از همه خشك شدن دریاچه‌های فصلی نواحی جنوبی عراق از جمله دریاچه‌های ملح، ترثار، سعدیه و حمار به دلیل پشت سر گذاشتن بارشهای زمستانی و همچنین افزایش شدید درجه حرارت در این فصل می‌باشد. در این فصل هنوز جریانات غربی از مناطق مذکور خارج نشده و این نواحی را تحت نفوذ فرودهای خود قرار می‌دهند. همراهی شرایط محیطی ذکر شده به همراه الگوهای سینوپتیکی سطح بالا (تراز میانی) شرایط را برای فراوانی روزهای گردوغباری این فصل فراهم می‌نماید.
۱۰ـ مشاهدات سالهای اخیر نشان دهنده تمایل رو به افزایش فراوانی وقوع این پدیده در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. نمودار روند سالانه روزهای گردوغباری طی دوره آماری (۲۰۰۷ـ۱۹۹۸) یك روند افزایشی را نشان داده است.

فهرست منابع

۱. آذری، فیروز، (۱۳۶۳) **کدها و روشهای دیده‌بانی**، سازمان هواشناسی. مرکز آموزش عالی و هواشناسی علوم جو
۲. حسین زاده، سید رضا، (۱۳۷۶) «بادهای ۱۲۰ روزه سیستان»، **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**، ش ۴۶، صص ۱۲۷ـ۱۰۳.
۳. ذوالفقاری، حسن و حیدر عابدزاده (۱۳۸۴)، «تحلیل سینوپتیکی طوفانهای گردوغباری در غرب ایران»، **جغرافیا و توسعه**، ش ۶، صص ۱۷۵ـ۱۷۱.
۴. دهقانپور، علیرضا (۱۳۸۴)، **تحلیل آماری و سینوپتیکی طوفانهای خاك در فلات مرکزی ایران**، پایان‌نامه دوره دکترا، دانشگاه تهران.
۵. سازمان هواشناسی کشور، (۱۳۸۰)، **اقلیم و گردشگری استان خوزستان**، تهران، سازمان هواشناسی.
۶. طاوسی، تقی و دیگران، (۱۳۸۹) «تحلیل سینوپتیکی پدیده گردوغبار در استان خوزستان»، **جغرافیا و توسعه**.
۷. علیجانی، بهلول، (۱۳۸۵) **آب و هوای ایران**، تهران. پیام‌نور.
۸. همتی، نصرالله، (۱۳۷۴) **بررسی فراوانی وقوع طوفانهای خاك در نواحی مرکزی و جنوب کشور**، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. دانشکده ژئوفیزیك.
9. Engestadler, S, **Dust storm freiquencies and their relationships to land surface conditions,** Freidrich - Schiller University Press, Jena, Germany, p. 56, 2001.
10. Goudie and Midelton, "Saharan dust storms, nature and consequences", **Earth Science Review,** p. 56, 2002.
11.Kutiel H, Furman H, **Dust storm in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics**, University of Haifa, pp. 419-425-2003.
12. Orlovsky L, "Dust storm in Turkmenistan", **Journal of Arid Environments**, p. 42, 1962.
13. Romanof B, **Dust storms in Gobian Zone of Mongolia**, The First PRC- Mongolia Workshop on Climate Change in Arid and Semi - Arid Region over the Central Asia, p. 21, 1961.
14. Saaroni H, Alpert P, **Easterly Wind Storms over Israel**, p. 61, 1998.
15. Ta - Hsiung L, **Long range transport of yellow sand to Taiwan in spring 2000,** p. 35, 2001.
16. Wang W, "A synoptic model on east Asian dust emission and transport", **Atmospheric Science and Air Quality Conferences China**, p. 13, 2005.
17. Weihong Q and Shaoyinshi, "Variations of the dust storm in china and its climate control", **Journal of Climate,** p. 15, 2001.