

صص ۲۰-۱

تحلیل تداوم الگوهای فضایی (مکانی) گردوغبار در استان کرمانشاه**محمد پروین**

دانشجوی دکتری تخصصی آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسن لشکری

دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

رضا برنا*

دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

مصطفی کرم‌پور

استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۶

چکیده

پدیده گردوغبار، امروزه به یکی از مخاطرات طبیعی در کشور تبدیل شده است؛ پدیده‌ای که با آثار زیان‌بار خود از جوانب مختلف شرایط طبیعی و انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا در این پژوهش به بررسی و تحلیل تداوم الگوهای فضایی گردوغبار در کرمانشاه پرداخته شد. بدین منظور آمار گردوغبار ۱۲ ایستگاه سینوپتیک استان طی دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید و پس از تشکیل پایگاه داده‌ای به منظور شناسایی الگوهای مکانی گردوغبارهای استان از شاخص فضایی موران (I) بهره گرفته شد. همچنین به منظور بررسی روند تغییرات از تحلیل روند خطی رگرسیون استفاده شد. نتایج نشان داد بیشینه رخداد گردوغبارهای استان بیشتر محدود به نیمه غربی و کمینه رخداد آن‌ها بیشتر مربوط به نیمه شرقی استان است. همچنین بیشتر تداوم رخداد گردوغبارهای استان در مناطق هم‌جوار با مرزهای عراق مشاهده شده است که حاکی از فرامحلی بودن گردوغبارهای استان می‌باشد. نتایج الگوهای خودهمبستگی فضایی نیز نشان داد که رخداد تداوم دو و ده‌روزه در نیمه غربی استان یعنی مناطق قصر شیرین و سرپل ذهاب تشکیل الگوی خوشه‌ای بالا (مثبت) و در نیمه شرقی استان یعنی مناطق سنقر و هرسین تشکیل الگوی خوشه‌ای پایین (منفی) را داده است. همچنین الگوهای فضایی در مقیاس ماهانه وضعیتی مشابه با الگوهای فضایی تداوم‌های دو تا ده‌روزه را تجربه کرده است. بررسی روند تغییرات نیز نشان داد که در مقیاس ماهانه به‌جز ماه‌های نوامبر و دسامبر در سایر ماه‌ها روند افزایشی معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده می‌شود. همچنین از نظر فصلی شدیدترین روند افزایشی رخدادهای گردوغبار مربوط به فصل‌های بهار و تابستان است.

واژگان کلیدی: روند، خودهمبستگی فضایی، کرمانشاه، گردوغبار، شاخص موران (I).

مقدمه

یکی از مهم‌ترین پدیده‌ها که در قلب محیط‌زیست اثرات آن می‌تواند زندگی انسان را به شدت تحت تأثیر قرار دهد بیابان‌زایی است (دهقان بنادکی و همکاران، ۱۳۹۲). این مناطق به‌عنوان ناحیه مستعد که فرسایش بادی در آن‌ها رخ می‌دهد سبب انتشار طوفان گردوغبار خواهد شد (یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۹). به‌طور کلی گرم شدن کره زمین در سراسر جهان، منجر به ایجاد خشک‌سالی‌های بسیار در منابع آبی همانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها شده است، بنابراین تغییرات آب و هوایی روند خشک‌سالی و به‌تبع آن گردوغبار را تسریع می‌کند (هوگان و همکاران^۱، ۲۰۱۷: ۱۹۵؛ شادکام، ۱۳۹۶: ۶). منشأ گرد و غبارهایی که در دنیا اتفاق می‌افتد ۷۰ نقطه است که ۱۴ نقطه آن نقش مهم‌تری در ایجاد گرد و غبار دارند. از این تعداد، ۷ نقطه در کشور عراق واقع شده است. پس می‌توان ادعا نمود که عراق منشأ بیش از نیمی از گرد و غبارهایی است که اتفاق می‌افتد. بعد از آن کشور عربستان، سوریه و اردن نقش بسزایی در ایجاد گرد و غبارها دارند. گرد و غباری که از کشور عربستان ایجاد می‌شود، از نوع ماسه نرم است. ولی گرد و غبار ایجاد شده روی عراق از نوع رسی است که خطرناک‌تر است (بحیرایی و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۸). گرد و غبار به‌صورت آبی و بلندمدت بر بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم اقتصادی تأثیر می‌گذارد. این پدیده از طریق کاهش فتوسنتز و بسته شدن روزنه‌ها به محصولات کشاورزی زیان وارد می‌کند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳: ۹۳۰) و در بلندمدت باعث کاهش کیفیت خاک و فرسایش آن می‌شود. از این‌رو باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شود (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۹۵). منطقه خاورمیانه و ایران هم به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشکی کره زمین از دیرباز با این پدیده درگیر بوده است که در سال‌های اخیر روند فزاینده‌ای به خود گرفته است (لینگسینگ، ۲۰۱۴: ۴۹). به‌طوری‌که تعداد استان‌های درگیر این پدیده در کشور از ۳ استان در سال ۱۳۸۳ به بیش از ۲۵ استان در سال ۱۳۹۰ رسیده است (سازمان جنگل‌ها و مراتع و سازمان هواشناسی کشور، ۲۰۱۳: ۱۵۲). در ارتباط با پدیده گردوغبار مطالعات بسیاری در زمینه‌های مختلف اقتصادی، هواشناسی، کشاورزی و جغرافیا صورت گرفته است. در این راستا (اکستروم و همکاران ۲۰۰۴) روند زمانی طوفان‌های گردوغبار استرالیا و روابط آن‌ها را با توزیع سینوپتیکی فشار را بررسی کردند. نتایج نشان داد که موقعیت پرفشار جنب حاره اقیانوس هند روی وقوع طوفان‌های گردوغبار تأثیر می‌گذارد. (دینگ و همکاران ۲۰۰۵) تغییرات دهه‌ای طوفان‌های گردوغبار و الگوهای گردش اتمسفری را در شمال شرق چین بررسی نمودند و کاهش فراوانی گردوغبارهای بهاری این منطقه را با افزایش ارتفاع ژئوپتانسیل سامانه‌های اقلیمی فلات مونگولیا و سیبری مرتبط می‌دانند. (فیو و همکاران ۲۰۰۸) روند طوفان‌های گردوغبار و مشخصات مواد معلق آن‌ها را در شمال چین موردبررسی قرار دادند و روند کاهشی گردوغبار این منطقه طی ۲۰ سال گذشته را با آنومالی حرارتی همان دوره مرتبط می‌دانند. (گائو و هان ۲۰۱۰) ویژگی‌های تکاملی گردش‌های جوی برای مطالعه فراوانی طوفان گردوغبار بهاری و پیش‌بینی احتمال وقوع آبی آن‌ها را در شمال چین بررسی کردند نتایج نشان داد که این الگوها می‌توانند سیگنال‌هایی را برای پیش‌بینی فصلی طوفان گردوغبار در شمال چین فراهم آوردند. (هانبرگر و نیکول ۲۰۱۲) به بررسی

خصوصیات رخداد گردوغبار در شرق حوزه یوتا در امریکا پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین وقوع گردوغبار در فصل بهار و در ساعات بعد از ظهر که سرعت باد به بیشترین حد می‌رسد اتفاق می‌افتد. (رضازاده و همکاران ۲۰۱۳) به بررسی اقلیم‌شناسی رخدادهای گردوغبار در خاورمیانه پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین رخداد گردوغبار در بخش غربی خاورمیانه در ماه‌های زمستان و در بخش شرقی در ماه‌های تابستان اتفاق می‌افتد. (تان و همکاران ۲۰۱۴) به بررسی شدت توفان گردوغبار در چین در دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین وقوع گردوغبار در سال ۱۹۸۳ اتفاق افتاده است.

در ایران هم مطالعات بسیار در زمینه‌های مختلف در ارتباط با گردوغبار انجام شده است که می‌توان به مطالعه تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گردوغبار در استان ایلام (بحیرایی و همکاران، ۱۳۹۰)، واکاوی همید رخداد گردوغبار بهاره در غرب ایران (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱)، تحلیل همید طوفان‌های گردوغبار ایلام (خوشحال و همکاران، ۱۳۹۱)، تأثیر نوسانات آب و هوایی بر رخداد پدیده گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران (یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۳)، بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریز گرده‌ای استان خوزستان (محرابی و همکاران، ۱۳۹۴)، تحلیل وقوع گردوغبار و پهنه‌بندی آن در استان خراسان رضوی (بروغنی و همکاران، ۱۳۹۴)، بررسی پدیده گرد غبار در غرب ایران از دیدگاه هواشناسی بلندمدت و کوتاه‌مدت (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵) و بررسی توزیع زمانی و مکانی روزهای همراه با گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۶) اشاره کرد. در همین رابطه در مطالعه‌ای (دل‌انگیزان و جعفری، ۱۳۹۲) اثر ریز گرد بر میزان بستری شدن و مرگ‌ومیر بر اثر بیماری‌های قلبی و تنفسی در کرمانشاه را بین سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش ریز گرد، میزان بستری شدن و مرگ افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی و تنفسی نیز بیشتر شده است. (نجفی و همکاران، ۲۰۱۴) طی مطالعه‌ای درباره ذرات گردوغبار در چهار شهر اهواز، ماهشهر، کرمانشاه و قصر شیرین بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ نشان دادند که این ذرات نه تنها به مواد رادیواکتیو، مواد شیمیایی و فلزات سنگین و خطرناک (نظیر سرب، روی، کبالت و مس و غیره) آلوده بوده‌اند که میکروب‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا را هم با خود حمل کرده‌اند.

کشور ایران در معرض وقوع پدیده گردوغبار هم در مقیاس محلی و هم در مقیاس منطقه‌ای و جهانی قرار دارد. مناطق غرب کشور به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی و نزدیکی به بیابان‌های کشورهای مجاور مانند عراق، سوریه، اردن، یمن و عربستان، بیشتر در معرض سامانه‌های گردوغبار هستند. مطالعات نشان می‌دهد، خصوصیات پدیده گرد و غبار در سال‌های اخیر از قبیل غلظت و اندازه ذرات معلق، تداوم، وسعت و زمان متفاوت بوده و بسیار بیشتر از طوفان‌های گردوغبار گذشته است و این وضعیت سبب نگرانی‌های بسیاری در حوزه‌های انسانی و محیطی شده است (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲). در ناحیه غربی و جنوب غربی ایران این پدیده اثرات مخرب‌تری داشته و در کوتاه مدت اثرات نامطلوبی بر محیط‌زیست، اقتصاد و سلامت ساکنین استان‌های درگیر با این پدیده، به‌ویژه شهرها و استان‌های مرزی غرب و جنوب غربی کشورمان داشته است؛ بنابراین با توجه به پیشینه پژوهش، الگوهای فضایی گردوغبار در کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به

همین منظور و با توجه به اهمیت موضوع در پژوهش، الگوهای فضایی گردوغبار در استان کرمانشاه با استفاده از تحلیل‌های فضایی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت.

داده‌ها و روش‌شناسی

در این مطالعه به بررسی و تحلیل تداوم الگوهای فضایی گردوغبار در استان کرمانشاه در غرب کشور پرداخته شد. برای این منظور کدهای گردوغبار برای ۱۲ ایستگاه سینوپتیک در سطح استان شامل گیلان غرب، قصر شیرین، هرسین، سومار، سنقر، تازه‌آباد، جوانرود، اسلام‌آباد غرب، کرمانشاه، کنگاور، سرپل ذهاب و روانسر طی یک دوره آماری ۳۱ ساله (از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) از سازمان هواشناسی کشور استخراج گردید. کدهای مذکور در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است با توجه به اینکه ایستگاه‌های مورد بررسی دوره‌های متفاوتی داشتند لذا برای همسان‌سازی از روش میان‌یابی کریجینگ استفاده شده است که برای این منظور فاصله شعاعی ۶۰۰۰ با کمترین خطا مبنای شبکه‌بندی داده‌ها انتخاب شد.

جدول ۱: کدهای گردوغبارهای مورد مطالعه برای استان کرمانشاه

کد	وضعیت
۰۶	کاهش دید در اثر انتشار گرد غبار معلق در هوا که به‌وسیله باد بلند شده است
۰۷	گرد غبار یا شن که در زمان دیدبانی در اطراف ایستگاه به‌وسیله باد بلند شده است
۰۸	گسترش گردبادهای گردوغبار و ماسه در ایستگاه یا اطراف آن در زمان دیدبانی یا ساعت پیش‌بینی،
۰۹	طوفان گرد غبار و ماسه در اطراف ایستگاه در زمان دیدبانی و یا ساعت پیش‌بینی
۳۰	طوفان گرد و غبار که در طول ساعت قبل کاهش یافته است
۳۱	طوفان گرد و غبار که در طول ساعت قبل تغییر قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرده است
۳۲	طوفان گرد و غبار که در طول ساعت قبل شروع شده یا افزایش پیدا کرده است.
۳۴	طوفان گرد و غبار که در طول ساعات گذشته تغییر قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرده است.
۳۵	طوفان گرد و غبار که در طول ساعات گذشته شروع شده و یا افزایش یافته است.

ماخذ: نگارندگان

در این پژوهش به‌منظور این‌که نمایی کلی از گردوغبارهای استان کرمانشاه به دست بیاید ابتدا مشخصات توصیفی گردوغبارهای استان مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در ادامه به‌منظور تحلیل دقیق‌تر تداوم‌های دو تا ده‌روزه گردوغبار مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. استخراج تا تداوم‌های ده‌روزه به این دلیل بوده است که گردوغبارهای تا تداوم‌های ده‌روزه در سطح استان فراگیر بوده است و بیشتر از تداوم ده روز فقط در محدوده ایستگاه‌های قصر شیرین و سرپل ذهاب مشاهده شد. پس از تشکیل پایگاه داده‌ای به‌منظور تحلیل روند تغییرات، از روند خط رگرسیون بهره گرفته شد. برای این منظور خط برازش روند به‌صورت ماهانه در سطح استان ترسیم و مقدار روند تغییرات برآورد گردید. دلیل استفاده از تحلیل رگرسیون نیز این است که در تحلیل زمانی، ساده‌ترین تعریف از روند تغییرات عناصر اقلیمی، به‌وسیله رگرسیون خطی بیان می‌شود. در این راستا باید بهترین خطی که بر مختصات نقاط حاصل از دو متغیر X و Y بر یک صفحه وجود دارد، تعیین

گردد. یکی از روش‌های برازش خط، روش حداقل مربعات است. در این روش خط طوری روی نقاط برازش می‌یابد که مجموع مربعات انحرافات به حداقل برسد (عساکره و دوستکامیان ۱۳۹۲: ۷۲).

یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت شناسایی خود همبستگی فضایی مشاهدات و الگوی فضایی آن‌ها، شاخص موران جهانی است. این شاخص نشان می‌دهد که الگوی پراکنش این عوارض با در نظر گرفتن مقادیر پارامتر مورد مطالعه از الگوی خوشه‌ای و یا پراکنده برخوردار است. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که آیا عوارض به صورت تصادفی، پراکنده و یا خوشه‌ای در فضا توزیع شده‌اند. این ابزار در حقیقت آماره و یا شاخص موران را محاسبه می‌کند. همچنین نشان می‌دهد که در کجاها مقادیر زیاد و یا کم این پدیده‌ها در فضا به طور خوشه‌ای توزیع شده‌اند و کدام عوارض، دارای مقادیر بسیار متفاوت از عوارض پیرامونشان هستند. این تحلیل با فرض داشتن عوارض وزن دهی شده، به شناسایی خوشه‌هایی از عوارض که مقادیر آن‌ها از نظر اندازه، مشابه و یا نزدیک به هم هستند می‌پردازد و ناخوشه‌های فضایی را شناسایی می‌کند (عساکره و دوستکامیان ۱۳۹۲: ۷۳).

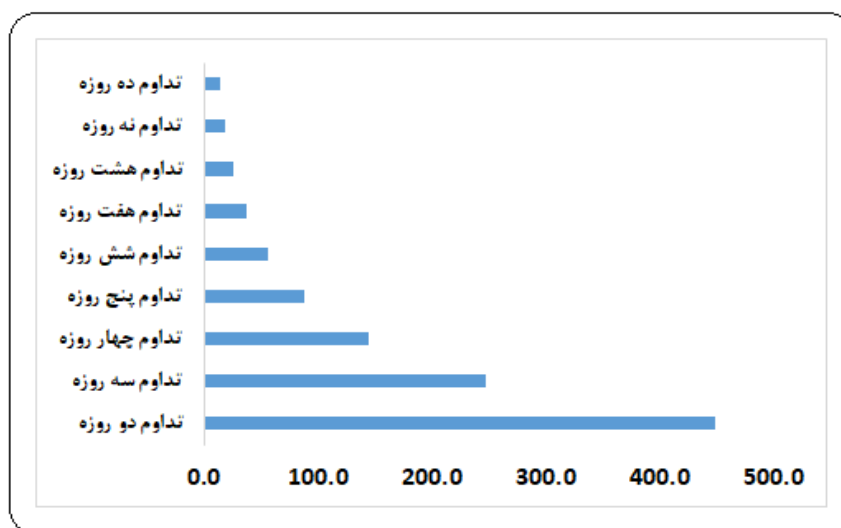
نتایج و بحث

نتایج حاصل از آمار توصیفی رخداد گردوغبار در استان کرمانشاه برای تداوم‌های دو تا ده‌روزه نشان می‌دهد (جدول ۲) که میانگین مجموع رخداد گردوغبارهای با تداوم دو روزه به ۴۹۹/۷ روز در طول دوره آماری مورد بررسی می‌رسد. برای تداوم سه روزه این مقدار برابر با ۲۴۷/۷ روز و برای تداوم‌های ده‌روزه برابر با ۱۳/۱ روز است. میانگین و میانه و مد برای همه تداوم‌ها اختلاف زیادی باهم دارند که بیانگر ناهمگون بودن و یکنواخت نبودن توزیع و پراکنندگی گردوغبارهای در تداوم‌های مختلف در استان کرمانشاه است. از طرفی دیگر ضریب تغییرات بسیار بالا دلیلی دیگر بر تغییرپذیری و نایکنواخت بودن رخداد گردوغبارهای در استان کرمانشاه می‌باشد. برای نمونه ضریب تغییرات رخداد گردوغبارهای با تداوم دو روزه به ۶۰/۹ درصد و برای تداوم ده‌روزه به ۱۲۱/۲ درصد رسیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود به سمت رخداد گردوغبارهای با تداوم بیشتر به شدت ضریب تغییرات بیشتر می‌شود. چولگی و کشیدگی معیاری دیگر برای یکنواختی و نایکنواختی توزیع داده‌ها می‌باشد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود مقدار کشیدگی برای تداوم رخداد گردوغبارهای با تداوم دو تا ده‌روزه مقدار بالای ۲ را تجربه کرده است که این وضعیت تأییدی دیگر بر ناهمگونی و نایکنواخت بودن توزیع رخداد گردوغبارهای استان کرمانشاه به‌ویژه برای تداوم گردوغبارهای پنج روزه به بالاتر می‌باشد (جدول ۲) و (شکل ۱).

جدول ۲: مشخصات توصیفی رخداد گردوغبارهای استان کرمانشاه

تداوم (روز)	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	کل دوره
میانگین	۴۴۹/۷	۲۴۷/۷	۱۴۳/۸	۸۷/۹	۵۶	۳۶/۷	۲۵/۱	۱۷/۸	۱۳/۱	۸۷۸/۴
میان	۴۲۲	۲۱۸	۱۱۹	۷۰/۵	۴۲/۵	۲۵/۵	۱۷	۱۰/۵	۵/۵	۸۰۶
مد	۱۳۶	۵۷	۲۱	۷	۱۴	۷	۲	۰	۰	۳۲۶
انحراف معیار	۲۷۳/۹	۱۶۲/۳	۱۰۳/۴	۶۸/۶	۴۷/۹	۳۴/۲	۲۵/۴	۱۹/۹	۱۵/۹	۵۰۱/۹
ضریب تغییرات	۶۰/۹	۶۵/۵	۷۱/۹	۷۸	۸۵/۵	۹۳/۳	۱۰۱/۳	۱۱۱/۷	۱۲۱/۲	۵۷/۱
بیشینه	۱۰۵۰	۶۰۹	۳۷۸	۲۴۶	۱۶۷	۱۱۶	۸۳	۶۳	۴۸	۱۹۱۶
کمینه	۱۳۶	۵۷	۲۱	۷	۳	۱	۰	۰	۰	۳۲۶
چولگی	۰/۷	۹/۸	۰/۸	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷
کشیدگی	۲/۸	۲/۹	۳/۱	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۱	۳	۲/۸	۲/۵
دامنه تغییرات	۹۱۴	۵۵۲	۳۵۷	۲۳۹	۱۶۴	۱۱۵	۸۳	۶۳	۴۸	۱۵۹۰

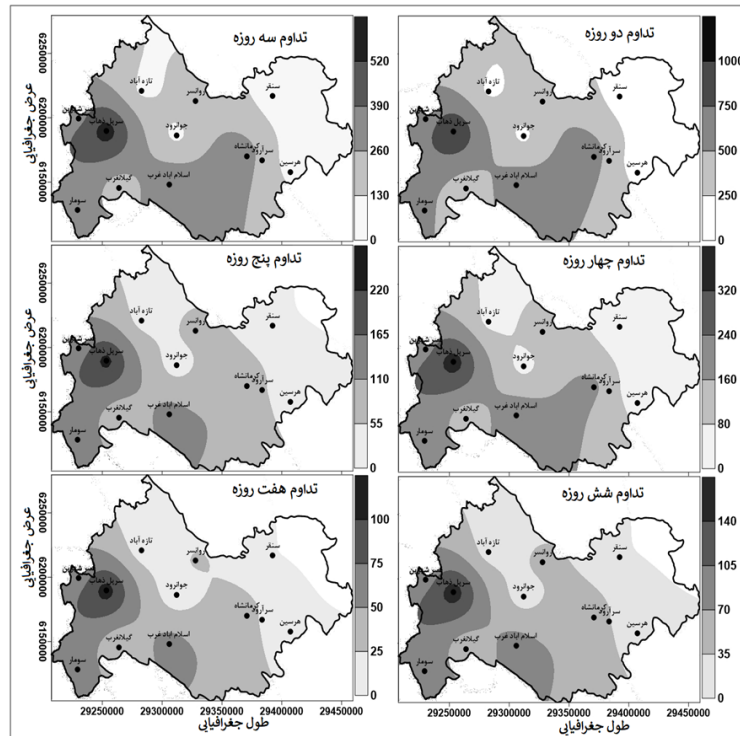
ماخذ: نگارندگان



ماخذ: نگارندگان

شکل ۱: میانگین تداوم رخداد گردوغبارهای استان کرمانشاه

به‌منظور نمایش بهتر تداوم گردوغبارهای استان کرمانشاه توزیع مکانی تداوم‌های دو تا ۱۰ روزه گردوغبارهای منطقه مورد مطالعه در شکل‌های (۲ و ۳) آورده شد. بررسی وضعیت رخداد گردوغبارهای با تداوم دو روزه بیانگر این است که بیشینه رخداد این نوع گردوغبارها محدود به نواحی غربی استان یعنی نواحی هم‌مرز با عراق می‌باشد که بیشتر شهرهای سرپل ذهاب، سومار و قصر شیرین را شامل می‌شود (شکل ۲). در وضعیت تداوم دو روزه بیشتر گستره منطقه مورد مطالعه تقریباً ۴۰/۹ درصد دارای فراوانی دو روزه بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ روز طی ۳۱ سال دوره آماری مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۳).



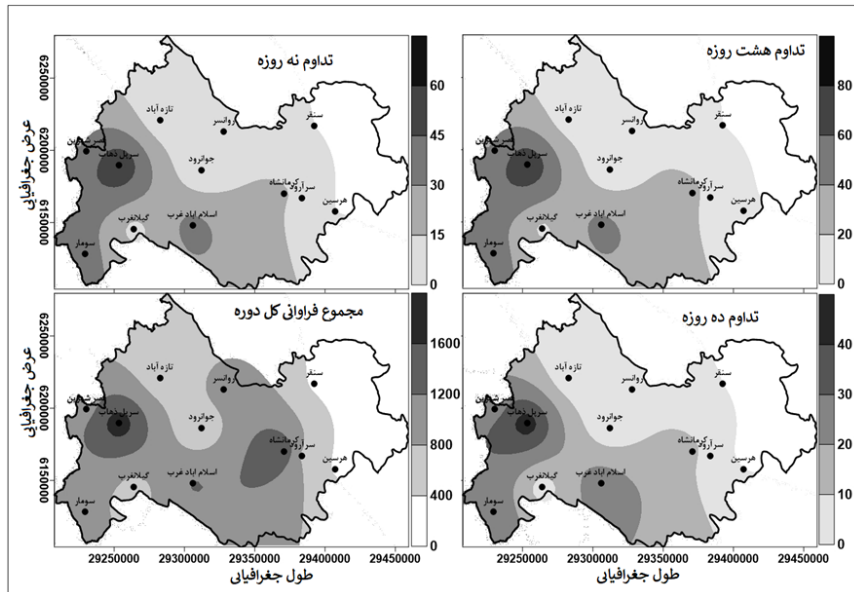
ماخذ: نگارندگان

شکل ۲: تداوم رخداد گردوغبارهای دو تا هفت روزه در استان کرمانشاه

وضعیت رخداد گردوغبارهای با تداوم سه روزه تقریباً وضعیتی مشابه با رخداد گردوغبارهای با تداوم دو روزه را دارد با این تفاوت که در تداوم سه روزه بیشتر مساحت استان کرمانشاه به ویژه محدوده شهرهای اسلام آباد غرب، سومار، کرمانشاه و قصر شیرین دارای تداوم بین ۲۶۰ تا ۳۹۰ روز است (شکل ۲ و جدول ۳). در تداوم سه روزه تنها ۵/۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه که بیشتر محدود به نیمه غربی استان می باشد دارای رخداد گردوغبار بین ۳۹۰ تا ۵۲۰ روز است (جدول ۴). کمینه رخداد گردوغبارهای در تداوم سه روز در نیمه شرقی استان به ویژه سنقر مشاهده می شود (شکل ۲). همانند تداومهای دو و سه روزه بیشترین رخداد گردوغبارهای با تداوم چهار روزه در استان کرمانشاه به صورت هسته ای در بخش های غربی یعنی سرپل ذهاب و قصر شیرین رخ داده است. کمترین تداوم چهار روزه هم در نیمه شرقی استان یعنی شهرهای سنقر و هرسین مشاهده شده است. در تداوم چهار روزه بیش از ۶۲ درصد از استان دارای تداومی چهار روزه بین ۱ تا ۱۶۰ روز بوده است. این در صورتی می باشد که تداوم چهار روزه با فراوانی ۳۲۰ تنها در ۰/۷ درصد از منطقه مورد مطالعه رخ داده است (جدول ۴). تداومهای پنج و شش روزه وضعیت مشابهی را تجربه کرده اند به طوری که در هر دو تداوم بیشینه رخداد مربوط به نیمه های غربی استان یعنی نواحی هم جوار با عراق است که نشان می دهد منشأ بیشتر گردوغبارهای استان فرامحلی می باشد و به شدت تحت تأثیر بیابان های عظیم عراق قرار دارد. با این وجود ۳۹/۷ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای تداوم هفت روزه و فراوانی ۱ تا ۲۵ روز است این مناطق عمدتاً بخش های سنقر، هرسین، سر آورد، جوانرود و تازه آباد را شامل می شود (شکل ۲ و جدول ۴).

رخداد گردوغبارهای با تداوم هشت و نه روزه تقریباً مشابه با سایر تداومها است به طوری که بیشینه رخداد این تداومها

در نیمه غربی و کمینه این تداومها در نیمه شرقی مشاهده شده است و بیانگر این است که هرچه که از مرز عراق فاصله گرفته شود از رخداد تداوم گردوغبارهای استان کاسته شده است و برعکس با نزدیک شدن با مرزهای عراق بر رخداد تداوم گردوغبارهای استان افزوده می شود (شکل ۳). در واقع علت آن را می توان در تواتر ورود ریزگردها از کشورهای همسایه، کاهش رطوبت هوا، خشک سالی، استفاده بی رویه از منابع آبی، افزایش دما و سرعت و جهت باد دانست.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۳: تداوم رخداد گردوغبارهای هشت تا ده روزه در استان کرمانشاه

جدول ۳: درصد تحت پوشش طبقات مختلف تداوم رخداد گردوغبارهای استان

درصد	تداوم هشت روزه	درصد	تداوم پنج روزه	درصد	تداوم دو روزه
۴۳/۹	۰-۲۰	۳۴/۹	۰-۵۵	۲۱/۵	۰-۲۵۰
۳۶/۷	۲۰-۴۰	۴۰/۴	۵۵-۱۱۰	۴۰/۹	۲۵۰-۵۰۰
۱۷	۴۰-۶۰	۲۰/۶	۱۱۰-۱۶۵	۳۴/۳	۵۰۰-۷۵۰
۲/۴	۶۰-۸۰	۳/۸	۱۶۵-۲۲۰	۳/۳	۷۵۰-۱۰۰۰
۰/۱	>۸۰	۱/۳	>۲۲۰	۰/۱	>۱۰۰۰
درصد	تداوم نه روزه	درصد	تداوم شش روزه	درصد	تداوم سه روزه
۴۶/۱	۰-۱۵	۳۵/۷	۰-۳۵	۲۵/۳	۰-۱۳۰
۳۴/۴	۱۵-۳۰	۳۷/۶	۳۵-۷۰	۳۲/۹	۱۳۰-۲۶۰
۱۶/۸	۳۰-۴۵	۲۰/۷	۷۰-۱۰۵	۳۵/۹	۲۶۰-۳۹۰
۲/۶	۴۵-۶۰	۵/۲	۱۰۵-۱۴۰	۵/۲	۳۹۰-۵۲۰
۰/۱	>۶۰	۰/۷	>۱۴۰	۰/۷	>۵۲۰
درصد	تداوم ده روزه	درصد	تداوم هفت روزه	درصد	تداوم چهار روزه
۵۱/۸	۰-۱۰	۳۹/۹	۰-۲۵	۳۰/۳	۰-۸۰
۲۵/۸	۱۰-۲۰	۳۶/۲	۲۵-۵۰	۳۲/۷	۸۰-۱۶۰
۱۷/۴	۲۰-۳۰	۱۸/۹	۵۰-۷۵	۳۱	۱۶۰-۲۴۰
۴/۳	۳۰-۴۰	۴/۴	۷۵-۱۰۰	۵/۳	۲۴۰-۳۲۰
۰/۷	>۴۰	۱/۵	>۱۰۰	۰/۷	>۳۲۰

ماخذ: نگارندگان

جدول ۴: درصد تحت پوشش طبقات فراوانی رخداد گردوغبارهای استان به صورت سالانه

درصد مساحت تحت پوشش	طبقات فراوانی رخداد گردوغبارهای سالانه
۱۶	۰-۴۰۰
۲۷/۷	۴۰۰-۸۰۰
۴۵/۶	۸۰۰-۱۲۰۰
۹/۸	۱۲۰۰-۱۶۰۰
/۹	>۱۶۰۰

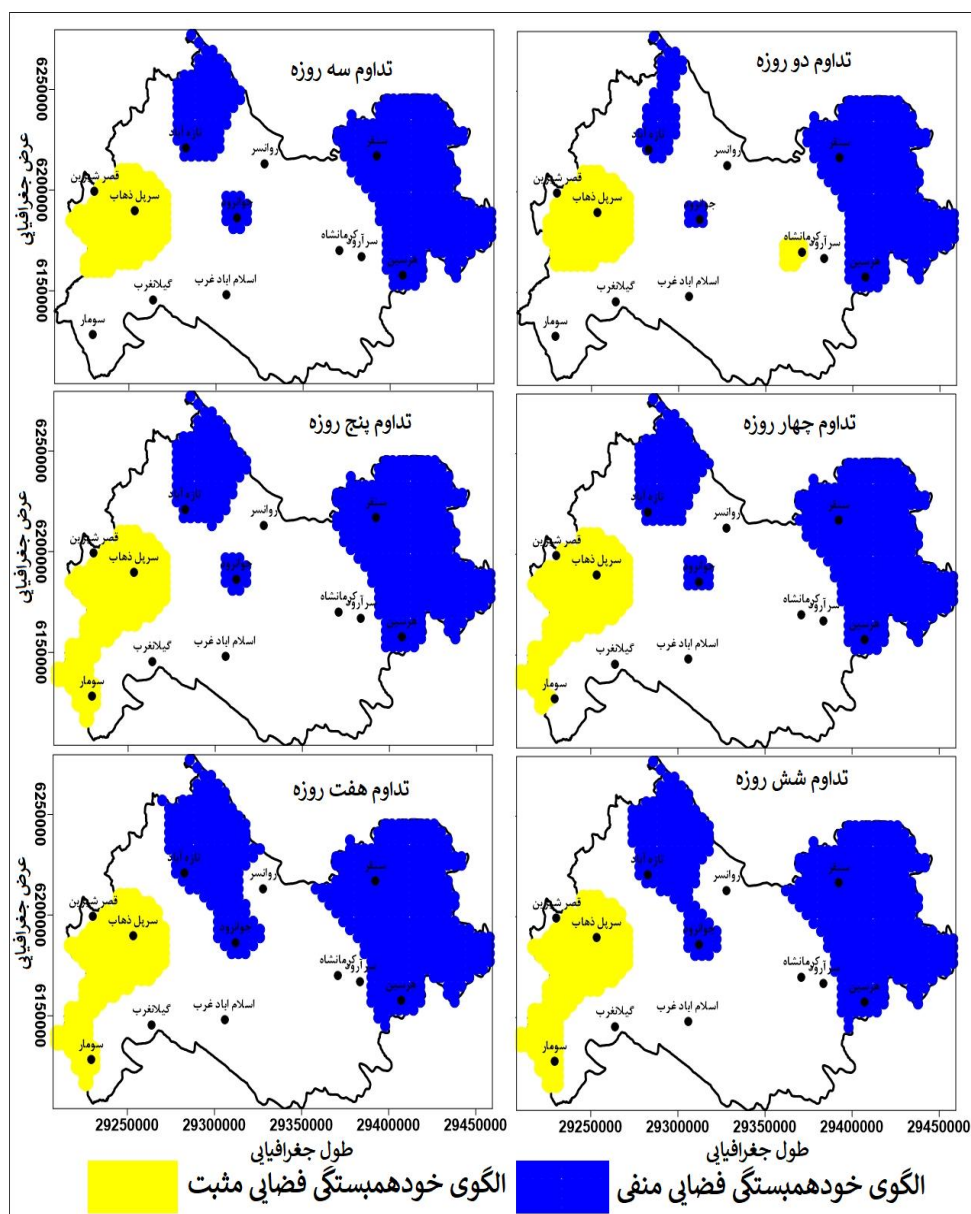
ماخذ: نگارندگان

در ادامه به بررسی الگوی خودهمبستگی فضایی گردوغبارهای استان کرمانشاه به استفاده از شاخص موران پرداخته شد (شکل ۴). در این شکل ها طیف زرد رنگ بیانگر الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت (الگوی خوشه‌ای بالا) یعنی مناطق با بیشینه هسته رخداد گردوغبارها است. همچنین طیف آبی رنگ بیانگر الگوی خودهمبستگی فضایی منفی (الگوی خوشه‌ای پایین) یعنی مناطق با کمینه هسته رخداد گردوغبارها (فقر رخداد گردوغبارها) می باشد.

بررسی الگوی خودهمبستگی فضایی رخداد تداوم گردوغبارهای دو روزه بیانگر این است که گردوغبارهای با تداوم دوروزه به صورت هسته‌ای در نیمه غربی استان به ویژه سرپل ذهاب و قصر شیرین تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت (الگوی خوشه‌ای بالا) داده است. این در حالی است که الگوی خودهمبستگی فضایی در نیمه غربی استان کرمانشاه یعنی هرسین و سنقر و همچنین بخش‌هایی از جوانرود و تازه‌آباد تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی منفی (الگوی خوشه‌ای پایین) داده است. با این وجود در بیشتر مناطق استان در الگوی با تداوم دو روزه هیچ الگوی خاصی حاکم نیست یا به عبارتی دیگر فاقد الگو فضایی می باشد. توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در رخداد گردوغبارهای با تداوم سه روزه تقریباً وضعیتی مشابه با تداوم دو روزه را تجربه کرده است به طوری که الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در ۷/۷ درصد از مساحت استان تشکیل الگوی خوشه‌ای بالا را داده است (جدول ۵).

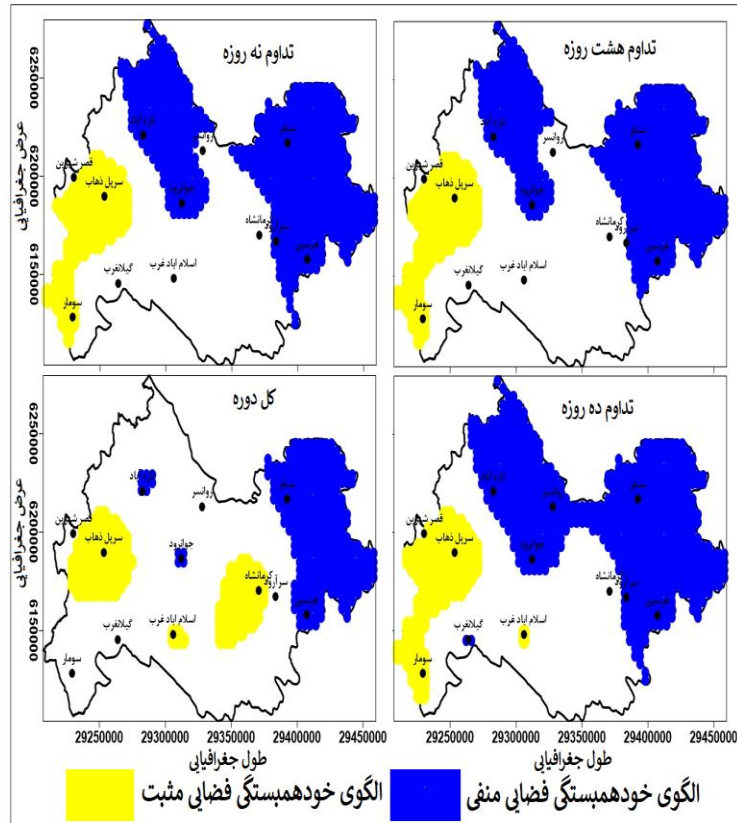
از طرفی دیگر الگوی خودهمبستگی فضایی منفی در تداوم سه روزه نسبت به تداوم دو روزه نزدیک به ۴ درصد افزایش داشته است. این افزایش نیز بیشتر در شمال غرب استان مشهودتر است (شکل ۳). الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در تداوم چهار و پنج روزه مساحت بیشتری را در بر گرفته به طوری که نسبت به تداوم دو و سه روزه الگوی خوشه‌ای بالا در تداوم چهار روزه به سمت سومار کشیده شده است. الگوی خوشه‌ای بالا در تداوم چهار و پنج روزه به ترتیب ۹/۴ و ۱۰/۱ درصد از سطح استان را پوشش داده است. با وجود این که گستره الگوی خوشه‌ای بالا به طور محسوسی روند افزایشی را به سمت تداوم‌های ده روزه تجربه کرده است این وضعیت برای الگوی خوشه‌ای پایین قابل توجه تر می باشد به طوری که در تداوم شش روزه الگوی خوشه‌ای پایین ۳۳/۳ درصد از مساحت منطقه را پوشش داده است که نسبت به تداوم دو روزه نزدیک به ۹ درصد افزایش را نشان می دهد (جدول ۵). در تداوم شش و هفت روزه الگوی خودهمبستگی فضایی منفی در نیمه شمال غربوز منطقه مورد مطالعه گستره بیشتری پیدا کرده است به طوری که شهرهای تازه‌آباد، جوانرود و بخش‌هایی از روانسر را پوشش داده است.

گستره الگوی خودهمبستگی فضایی منفی برای تداوم گردوغبارهای با تداوم هفت تا ده‌روزه به‌طوری قابل توجهی افزایش داشته است تا جایی که به ترتیب $۳۶/۸$ ، $۴۰/۵$ و $۴۴/۲$ درصد از مساحت منطقه را الگوی خوشه‌ای پایین پوشش داده است. در مجموع در مقیاس سالانه الگوی خودهمبستگی فضایی منفی بیشتر در نیمه شرقی استان کرمانشاه یعنی شهرهای هرسین، سنقر، سرآرود و بخش‌هایی از کرمانشاه تشکیل الگوی خوشه‌ای پایین داده است این در حالی می‌باشد که الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت (الگوی خوشه‌ای بالا) به‌صورت هسته‌هایی در نیمه غربی و بخش‌های مرکزی استان مشاهده می‌شود (شکل ۴).



ماخذ: نگارندگان

شکل ۴: الگوی خودهمبستگی فضایی تداوم گردوغبارهای استان



ادامه شکل ۴: الگوی خودهمبستگی فضایی تداوم گردوغبارهای استان

جدول ۵: مساحت تحت پوشش الگوی خودهمبستگی فضایی گردوغبارها برای تداومهای مختلف دو تا ده روزه

تداوم (روز)	الگوی خودهمبستگی فضایی منفی	الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت
۱	۳۴/۱	۷/۴
۲	۲۸	۷/۷
۳	۲۹	۹/۴
۴	۳۰/۱	۱۰/۱
۵	۳۳/۳	۱۰/۴
۶	۳۵/۹	۹/۸
۷	۳۶/۸	۹/۸
۸	۴۰/۵	۹/۳
۹	۴۴/۲	۹/۷
کل دوره	۱۹/۷	۱۰/۹

ماخذ: نگارندگان

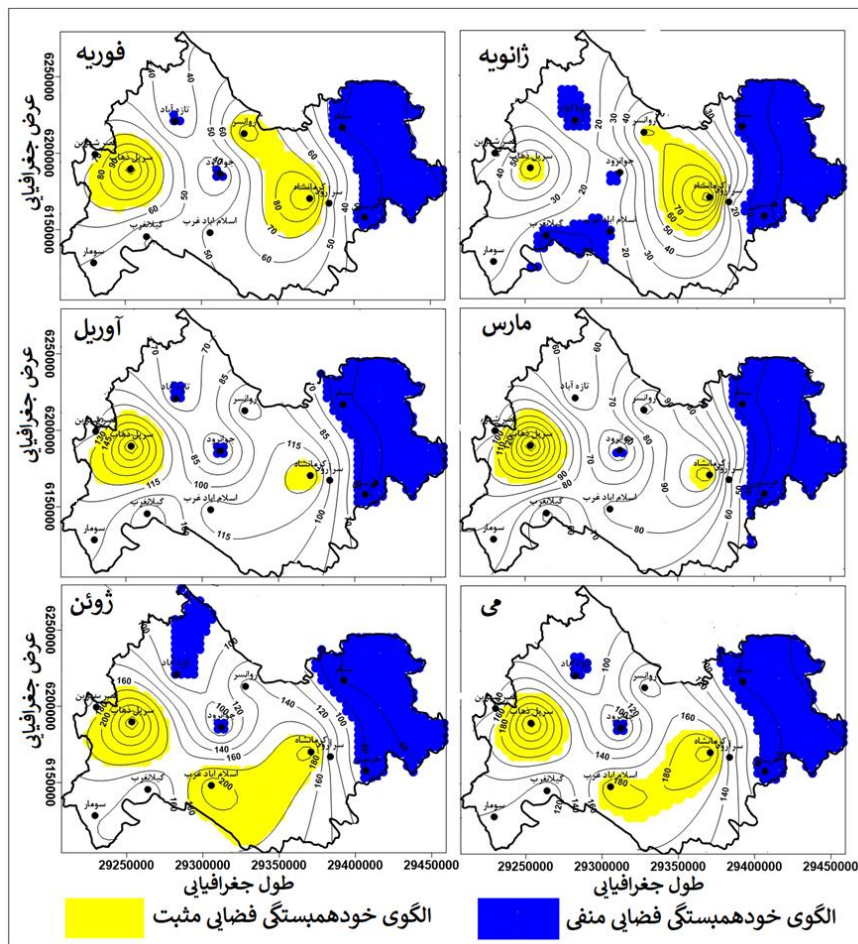
به منظور بررسی و تحلیل دقیق تر الگوی فضای گردوغبارهای استان کرمانشاه، توزیع مکانی فراوانی و الگوی خودهمبستگی فضایی ماهانه گردوغبار ماهانه استان در شکل (۵) آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود مجموع رخدادهای گردوغبار در ژانویه در نیمه شرقی استان به ویژه سنقر و هرسین به کمترین مقدار خود رسیده است. این در حالی می باشد که الگو خودهمبستگی فضایی منفی منطبق بر همین ناحیه می باشد. میانگین رخداد گردوغبارهای استان در نیمه

شمال غرب منطقه مورد مطالعه به ۲۰ روز رسیده است. الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت تقریباً منطبق بر بیشینه مجموع گردوغبارها یعنی شهرهای کرمانشاه، سر آورد و سرپل ذهاب می‌باشد؛ بنابراین هسته رخداد گردوغبارهای فضایی در ماه ژانویه در بخش‌های مرکزی استان و نیمه غربی استان مشاهده شده است. در ماه فوریه بر رخداد گردوغبارها افزوده شده است به طوری که در اسلام‌آباد غرب مجموع رخداد گردوغبار به ۵۰ روز رسیده است این در حالی می‌باشد که در ماه فوریه برای همین منطقه ۲۰ روز بوده است که تقریباً ۳۰ روز افزایش را تجربه کرده است. الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت به صورت هسته‌های کوچکی بخش‌هایی از مرکز و نیمه شرقی منطقه مورد مطالعه را پوشش داده است. الگوی فضایی منفی برعکس ماه ژانویه صرفاً محدود به نیمه شرقی منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۵).

در مارس علاوه بر این که توزیع مکانی رخداد گردوغبارهای استان افزایش قابل توجهی را تجربه کرده است اما برعکس از گستره الگوی خودهمبستگی فضایی گردوغبارها به طور قابل توجهی کاسته شده است به طوری که تنها ۶/۱۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه در این ماه تحت پوشش الگوی خوشه‌ای بالا (مثبت) می‌باشد که این مناطق عمدتاً به صورت هسته‌های بسیار کوچکی بخش‌هایی از کرمانشاه، سرپل ذهاب و قصر شیرین را شامل می‌شود. با این وجود غفلت از کانون‌های تولید گردوغبار در داخل کشور به نوعی پاک کردن صورت مسئله است و نباید از نقش منابع داخلی گردوغبار، کم‌کاری‌های صورت گرفته در داخل کشور، عدم رعایت اصول زیست‌محیطی و البته سدسازی‌های غیراصولی و مهم‌تر از همه خشک شدن یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های کشور در خوزستان غافل شد، چرا که به گفته بسیاری از کارشناسان دلیل ایجاد ۱۰ مورد از ۱۲ مورد بحران ایجاد شده توسط گردوغبار در خوزستان طی چند ماه گذشته ناشی از منابع داخلی بوده است. در ماه آوریل رخداد گردوغبارها نسبت به ماه‌های قبل افزایش قابل توجهی را پیدا کرده است در نیمه شرقی یعنی نواحی منطبق بر الگوی خودهمبستگی فضایی منفی مجموع رخداد گردوغبارها به ۴۰ روز رسیده است این در حالی می‌باشد که همین منطقه در ماه مارس مجموع رخداد گردوغبارهای آن برابر با ۲۰ روز بوده است. همچنین در نیمه غربی استان یعنی نواحی منطبق بر الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت مجموع رخداد گردوغبارهای استان به ۱۳۰ روز رسیده است که نسبت به ماه قبل ۳۰ روز افزایش را نشان می‌دهد (شکل ۵)

در مجموع می‌توان گفت به سمت ماه‌های گرم سال علاوه بر این که بر رخداد گردوغبارهای استان افزوده می‌شود گستره تحت پوشش خودهمبستگی فضایی مثبت هم افزایش قابل محسوسی پیدا خواهد کرد. برای مثال گستره تحت پوشش خودهمبستگی فضایی گردوغبارهای استان در ژوئن به ۱۹/۴ درصد رسیده است که این مقدار برای ماه می برابر با ۱۴ درصد بوده است. مجموع رخداد گردوغبارها در ماه ژوئن در نیمه جنوب استان به ۲۰۰ روز رسیده است این مقدار برای نیمه شمالی استان تقریباً ۱۰۰ روز بوده است. علاوه بر این الگوی خودهمبستگی فضایی منفی نسبت به ماه می در ماه ژوئن حدود ۵ درصد افزایش را تجربه کرده است. از آنجایی که نواحی جنوب غرب ایران جز مناطق حاره‌ای محسوب می‌شود، در محدوده فرونشینی و پایداری هوا قرار گرفته و طبق اصول دینامیکی جو، فرونشینی هوا نشان‌دهنده پایداری، از بین رفتن ابرها و کاهش نزولات جوی است. کاهش شدید میزان بارندگی در منطقه، خشک شدن قسمت‌های زیادی از

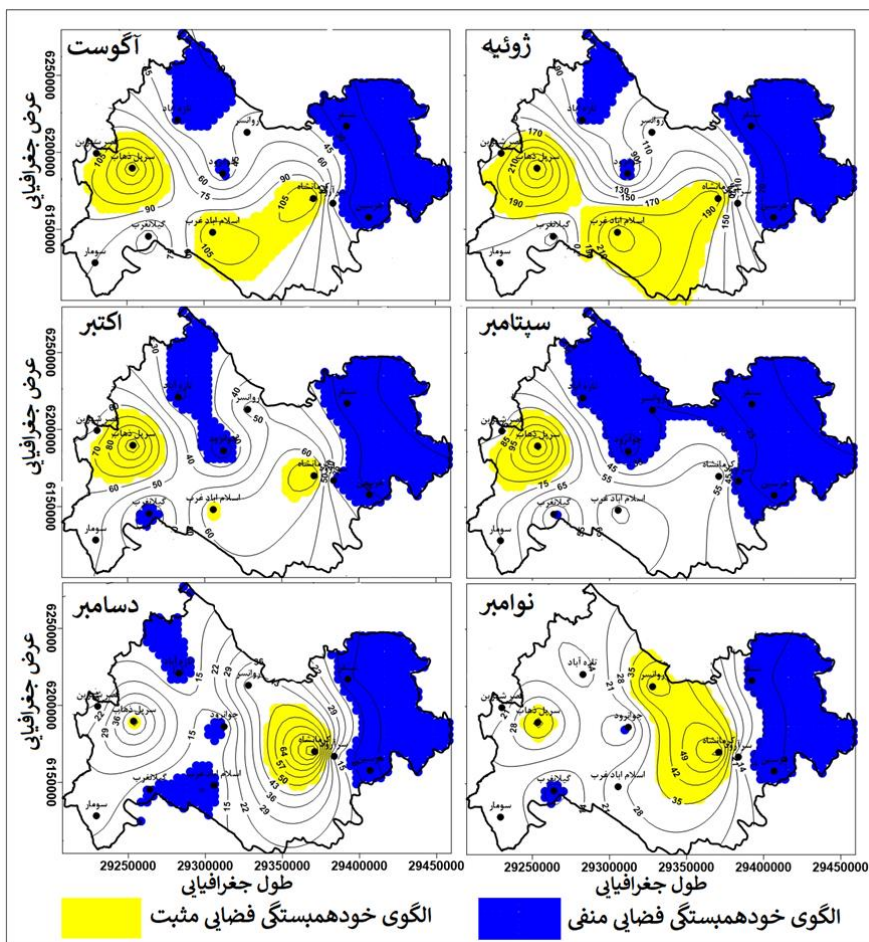
تالاب‌های مسیر جریان باد از جمله هورالعظیم، کم شدن و تغییر مسیر رودخانه‌های دجله و فرات که به مرور زمان تغییر اکوسیستم را در پی خواهد داشت، از جمله عواملی هستند که در بروز پدیده فوق نقش اساسی دارند. گستره تحت پوشش الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در ماه ژوئیه به حداکثر مقدار خود رسیده است به طوری که در این ماه ۲۴/۹ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه که عمدتاً بخش‌هایی از نیمه غربی و جنوبی یعنی شهرهای سرپل ذهاب، قصر شیرین، اسلام‌آباد غرب و بخش‌هایی از کرمانشاه را شامل می‌شود گردوغبارها تشکیل الگوی خوشه‌ای بالا (مثبت) داده است. الگوی خودهمبستگی فضایی منفی ماه ژوئیه تقریباً شبیه ماه ژوئن است. با این وجود رخداد مجموع رخداد گردوغبارها در این ماه به بیشترین مقدار خود رسیده است. برای مثال مجموع رخداد گردوغبارها در ایستگاه هرسین به ۷۰ روز و در ایستگاه سومار به ۹۰ روز رسیده است (شکل ۵ و جدول ۶).



شکل ۵: نقشه ترکیبی مجموع رخداد گردوغبار ماهانه و خودهمبستگی فضایی

در ماه آگوست از گستره الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت کاسته می‌شود با این وجود به لحاظ مکانی این الگو از تغییرات قابل توجهی برخوردار نبوده است. کما این که الگوی خوشه‌ای منفی در ماه آگوست تقریباً وضعیتی مشابه با الگوی فضایی منفی در ماه ژوئیه را تجربه کرده است. از طرفی دیگر مجموع رخداد گردوغبارها در ماه آگوست نسبت به ماه ژوئیه

کاهش قبل محسوسی داشته است. در ماه سپتامبر به طور قابل توجهی از گستره الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت کاسته شده است (تقریباً ۶/۴ درصد). به طوری که الگوی خوشه‌ای بالا به صورت هسته‌ای تنها محدود به نیمه غربی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. علاوه بر این بر گستره الگوی خودهمبستگی منفی به طور فزاینده‌ای افزوده شده است. به طوری که الگوی منفی، بیشتر شهرهای سنقر، هرسین، روانسر، جوانرود، تازه‌آباد و بخش‌هایی از سر آورد را شامل می‌شود. در ماه اکتبر از مجموع رخداد گردوغبارها کاسته شده است. برای مثال مجموع رخداد گردوغبار در نیمه غربی استان یعنی نواحی منطبق بر الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت به ۷۰ روز رسیده است این در حالی است که این مقدار برای ماه سپتامبر تقریباً ۸۵ روز بوده است. در این ماه برخلاف سایر ماه‌های دیگر الگوی خودهمبستگی فضایی منفی به صورت لکه‌ای در گیلان غرب مشاهده شده است. از طرفی دیگر در ماه‌های نوامبر و دسامبر الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت برخلاف سایر ماه‌ها بیشتر محدود به نواحی مرکزی استان می‌باشد و لکه‌های بسیار کوچکی نیز در بخش‌های غربی استان مشاهده می‌شود (ادامه شکل ۵).



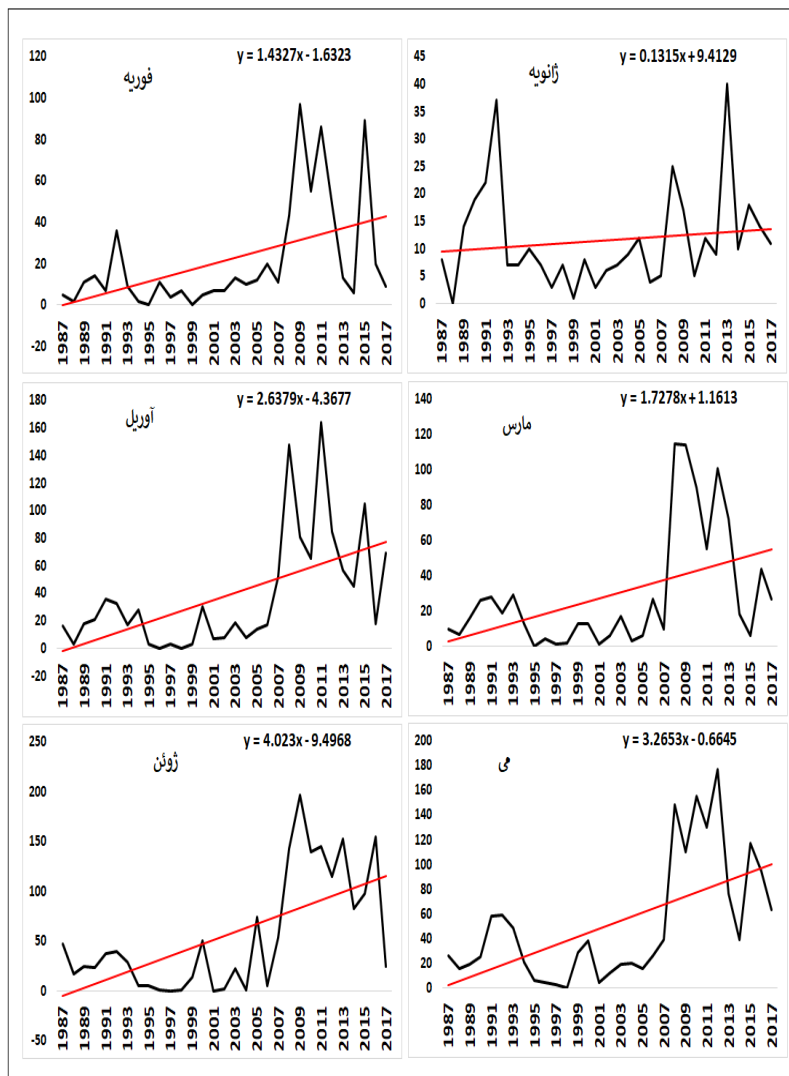
ادامه شکل ۵: نقشه ترکیبی مجموع رخداد گردوغبار ماهانه و خودهمبستگی فضایی

جدول ۶: درصد تحت پوشش الگوی خودهمبستگی فضایی ماهانه رخداد گردوغبار استان

ماه	الگوی خودهمبستگی منفی	الگوی خودهمبستگی مثبت
ژانویه	۲۳/۸	۸/۴۱
فوریه	۱۷/۷	۱۳/۶۲
مارس	۱۹	۶/۱۳
آوریل	۱۸/۹	۶/۷۴
می	۱۹/۱	۱۴
ژوئن	۲۳/۲	۱۹/۴
ژوئیه	۲۳/۶	۲۴/۹
اوت	۲۸/۱	۱۷/۲۸
سپتامبر	۴۰/۳	۶/۴
اکتبر	۳۰/۱	۷/۴
نوامبر	۱۸/۶	۱۵
دسامبر	۲۶/۸	۶/۴
سالانه	۱۹/۷	۱۱/۲

ماخذ: نگارندگان

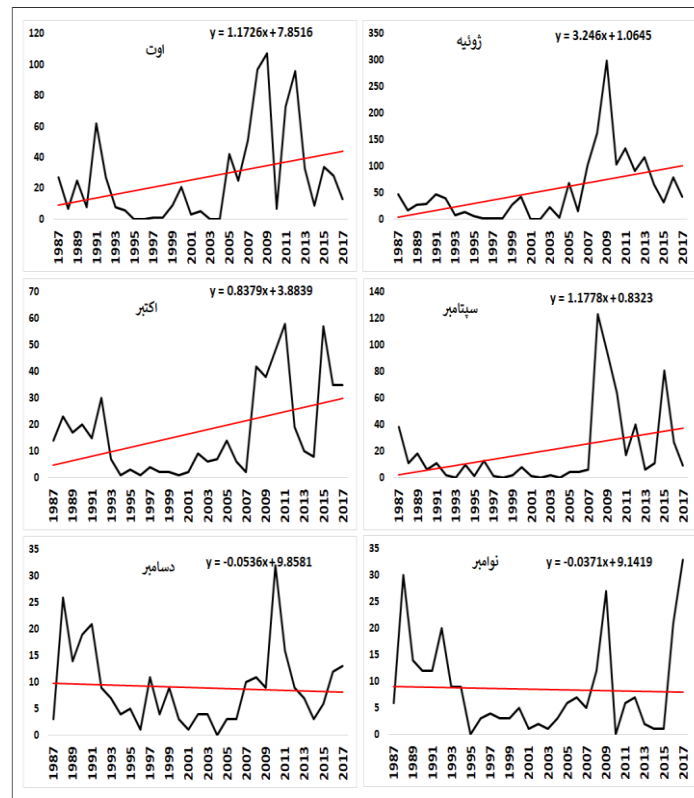
در شکل ۶ خط برازشی روند رگرسیون برای گردوغبارهای منطقه مورد مطالعه به صورت ماهانه آورده شده است. نتایج حاصل نشان داد که گردوغبارها در اکثر ماه‌های سال روند افزایشی را تجربه کرده است. میزان روند افزایشی گردوغبارها در ماه ژانویه تقریباً برابر با ۰/۱۳۱۵ بوده است که بیانگر این است که گردوغبارهای استان در ماه ژانویه در طی دوره مورد مطالعه تقریباً ۴ روز افزایش یافته است. شیب تغییرات گردوغبارها در فوریه برابر با ۱/۴ است این نشان می‌دهد هر سال به طور متوسط ۱/۴ روز بر رخداد گردوغبارهای استان در این ماه افزوده شده است که در طی دوره آماری مورد مطالعه این مقدار برابر با ۴۳/۴ روز می‌شود. شدیدترین شیب تغییرات رخداد گردوغبارها در آوریل، می و ژوئن مشاهده شده است به طوری که در ماه آوریل گردوغبارها به طور متوسط در هر سال ۲/۶۳ روز افزایش را تجربه کرده است که تقریباً طی دوره آماری مورد مطالعه حدود ۷۰ روز افزایش را تجربه کرده است. بیشترین شیب تغییرات با ۴/۰۲۳ روز در سال مربوط به ماه ژوئن می‌باشد که در طول دوره آماری مورد مطالعه این میزان به ۱۲۰ روز می‌رسد (شکل ۶).



ماخذ: نگارندگان

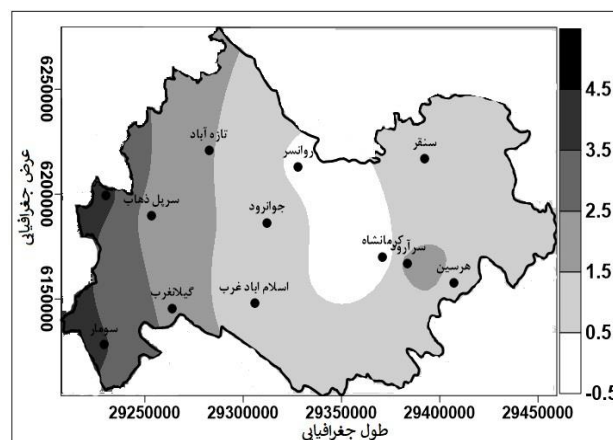
شکل ۶: خط برازشی روند ماهانه گردوغبار استان کرمانشاه (در سطح ۹۵ درصد اطمینان آماری)

به سمت ماه‌های پاییز از شدت روند افزایشی گردوغبارها کاسته می‌شود به طوری که شیب تغییرات افزایشی گردوغبارها در سپتامبر به $۱/۲$ روز رسیده است و در ماه‌های نوامبر و دسامبر گردوغبارهای استان روند کاهشی را نیز تجربه کرده است. شیب روند کاهشی در ماه‌های نوامبر و دسامبر به ترتیب برابر با $-۰/۳۷۱$ و $-۰/۵۳۶$ است (ادامه شکل ۶).



ادامه شکل ۶: خط برازشی روند ماهانه گردوغبار استان کرمانشاه

نتایج حاصل از توزیع مکانی روند گردوغبارهای سالانه نیز نشان داد که روزهای گردوغباری در اکثر مساحت منطقه مورد مطالعه از روند افزایشی برخوردار هستند و تنها هسته کوچکی که بخش‌هایی از شهرهای کرمانشاه و روانسر را شامل می‌شود که از روند کاهشی جزئی (تقریباً $-0/5$ روز) برخوردارند. بیشترین تغییرات روند افزایشی نیز با $4/5$ روز در سال مربوط به نیمه غربی منطقه مورد مطالعه یعنی نواحی مرزی ایران و عراق است. با این وجود اکثر مساحت استان کرمانشاه روند افزایشی بین $0/5$ تا $1/5$ روز در سال را تجربه کرده است (شکل ۷).



ماخذ: نگارندگان

شکل ۷: توزیع مکانی روند سالانه گردوغبار در استان کرمانشاه

نتیجه گیری

در این پژوهش به بررسی و تحلیل تداوم الگوهای فضایی گردوغبار در کرمانشاه پرداخته شد. برای این منظور از آمار گردوغبار ۱۲ ایستگاه سینوپتیک در سطح استان طی دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ استفاده شد. بعد از تشکیل پایگاه داده‌ای با استفاده از شاخص فضایی موران (I) و تحلیل رگرسیون به تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی و روند تغییرات گردوغبار به صورت ماهانه و سالانه پرداخته شد. نتایج حاصل نشان داد که رخداد گردوغبارهای استان با تداوم بیشتر از ده روز فقط محدود به نواحی مرزی ایران و عراق است. این در حالی می‌باشد که هرچه تداوم‌های گردوغبار بیشتر شده بر ضریب تغییرات مکانی نیز افزوده شده است و بیانگر آن است که تداوم‌های ۵ روزه به بالاتر در محدوده استان ناهمگون و ناپایدار می‌باشند. بررسی الگوی خودهمبستگی فضایی نیز نشان داد که الگوی خوشه‌ای مثبت یا خودهمبستگی فضایی مثبت بیشتر به صورت هسته‌ای در نیمه غربی استان تشکیل الگو داده است و الگوی خودهمبستگی فضایی منفی در نیمه شرقی تشکیل الگو داده است. کما این که به سمت گردوغبارهای با تداوم ده روزه علاوه بر این که بر گستره الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت افزوده شده است الگوی خوشه‌ای پایین هم افزایش چشمگیری پیدا خواهد کرد. وضعیت توزیع فراوانی ماهانه رخداد گردوغبارهای استان بیانگر آن است که بیشینه رخداد گردوغبارهای استان مربوط به ماه‌های می تا آگوست و کمینه آن مربوط به ماه‌های ژانویه، نوامبر و دسامبر است. همچنین در ماه‌های ژانویه، فوریه، می، ژوئن، ژوئیه و آگوست گستره خودهمبستگی فضایی مثبت گردوغبارهای نواحی مرکزی استان بر گستره خودهمبستگی فضایی مثبت نیمه غربی استان غلبه دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که الگوهای حاکم در شبه جزیره عربستان و شمال آفریقا باعث انتقال جریان‌های گرم و خشک در جنوب غرب ایران می‌شوند. به علاوه در این مناطق به دلیل کمبود رطوبت و پوشش گیاهی، چسبندگی ذرات به یکدیگر کاهش یافته و باد می‌تواند ذرات با قطر کم‌تر از ۰/۵ میلی‌متر را از سطح خاک جدا نموده و با خود حمل کند. بسیاری از این ذرات قطری کمتر از ۱۰ میکرون دارند و سرعت سقوط آن‌ها تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین قابل اندازه‌گیری نیست؛ بنابراین، در جو به صورت معلق باقی می‌مانند.

بررسی روند تغییرات گردوغبارهای استان نیز نشان داد که به جز ماه‌های نوامبر و دسامبر که گردوغبارهای استان روند کاهشی ۰/۰۵- را تجربه کرده است در سایر ماه‌های سال روند افزایشی شدیدی را تجربه کرده است. همچنین در مقیاس پهنه‌ای نیمه غربی استان از افزایش معنی‌داری بیشتری برخوردار است. نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات بحیرایی و همکاران (۱۳۹۰)، یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۳)، رنجبر و همکاران (۱۳۹۵) و گودرزی و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با تحلیل آماری و توزیع زمانی و مکانی گردوغبارهای غرب ایران مطابقت دارد.

منابع

- ۱- بحیرایی، حمید، ایازی، محمدهادی، رجایی، محمدعلی، احمدی، حمزه (۱۳۹۰): تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گردوغبار در استان ایلام، فصل‌نامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال یکم، شماره چهارم، صص ۶۷-۴۷.

- ۲- بروغنی، مهدی، مرادی، حمیدرضا، زنگنه اسدی، محمدعلی (۱۳۹۴): تحلیل وقوع گردوغبار و پهنه‌بندی آن در استان خراسان رضوی، نشریه پژوهش‌های فرسایش محیطی، سال پنجم، شماره چهارم، صص ۴۵-۵۷.
- ۳- حیدری، نرگس، پور یوسف، مجید، توکلی، افشین (۱۳۹۳): تأثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون (*Pimpinella Anisum L*)، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره پنجم، صص ۸۳۹-۸۲۹.
- ۴- خوش‌اخلاق، فرامرزی، نجفی، محمد سعید، صمدی، مهدی (۱۳۹۱): واکوی همدید رخداد گردوغبار بهاره در غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره دوم، صص ۹۹-۱۲۴.
- ۵- خوشحال، دستجردی، موسوی، سید حجت، کاشکی، عبدالرضا (۱۳۹۱): تحلیل همدیدی طوفان‌های گردوغبار ایلام (۱۹۸۷-۲۰۰۵)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره دوم، صص ۱۵-۳۴.
- ۶- دل انگیزان، سهراب، جعفری مطلق، زینب (۱۳۹۲): بررسی اثر ریز گرد بر میزان بستری و مرگ و میر بیماران قلبی و تنفسی (مطالعه موردی شهر کرمانشاه، شش ماهه اول سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹). سلامت و محیط‌زیست، شماره یکم، صص ۶۵-۷۶.
- ۷- دهقان بنادکی، سعید، زارع ارزانی، محمد، خجسته، مژده، صباغ زاده، سحر (۱۳۹۲): ارزیابی اثرات اجتماعی، اقتصادی گردوغبار بر زندگی مردم، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، یزد.
- ۸- رنجبر عباس، میهن‌پرست مجتبی، نوری فائزه، (۱۳۹۵): بررسی پدیده گرد غبار در غرب ایران از دیدگاه هواشناختی (بلندمدت و کوتاه‌مدت) مجله نیوار، شماره نود و دوم و نود و سوم، صص ۵۳-۶۶.
- ۹- سازمان جنگل‌ها و مراتع و سازمان هواشناسی کشور، (۲۰۱۳): بررسی رخداد و منشأ گردوغباری غرب کشور.
- ۱۰- شادکام، وحید (۱۳۹۶)، بررسی شاخص خشک‌سالی شهر مادر سلیمان با استفاده از شاخص SPI در دوره آماری ۲۳ ساله، پنجمین کنفرانس بین‌المللی ایده‌های نوین در کشاورزی، محیط‌زیست و گردشگری، موسسه حامیان زیست‌اندیش محیط آرمانی، تهران.
- ۱۱- شهبازی، طیبه، سعیدی، محسن، نصرتی، ایرج، جلالی هنرمند، سعید (۱۳۹۵): بررسی اثر ریز گرد بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد ارقام مختلف گندم (*Triticum sp*)، نشریه انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پانزدهم، صص ۱۹۵-۲۰۴.
- ۱۲- عساکره، حسین، دوستکامیان، مهدی (۱۳۹۲): تغییرات زمانی و مکانی آب قابل بارش در جو ایران زمین. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، شماره دهم، صص ۷۲-۸۶.
- ۱۳- گودرزی، مسعود، حسینی، سید اسعد، احمدی، حمزه. (۱۳۹۶): بررسی توزیع زمانی و مکانی روزهای همراه با گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره سی و نهم، صص ۱-۱۰.
- ۱۴- مهربابی شهباز، سلطانی سعید، جعفری، رضا (۱۳۹۴): بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریزگردها (مطالعه موردی: استان خوزستان)، نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال نوزدهم، شماره هفتادویکم، صص ۸۰-۶۹.
- ۱۵- یاراحمدی، داریوش، نصیری، بهروز، خوش کیش، اسدالله، نیکبخت، حاتم (۱۳۹۳): تأثیر نوسانات آب و هوایی بر رخداد پدیده گردوغبار (مطالعه موردی گردوغبارهای غرب و جنوب غرب ایران). نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان، سال پنجم، شماره سوم، صص ۱۹-۲۸.

- 16- Ding, R., Li, J., Wang, S., Ren, F., (2005): Decadal Change Of The Spring Dust Storm In Northwest China And The Associated Atmospheric Circulation, *Geophys. Res. Lett.*, 32.
- 17- Ekstrom, M., Mctainsh, G.H., Chappell, A., (2004): Australian Dust Storms: Temporal Trends And Relationships With Synoptic Pressure Distribution (1960-99). *Int. J. Climatol*, 24: 1581-1599.
- 18- Fu, P., Huang, J., Li, C., Zhong, S., (2008): The Properties Of Dust Aerosol And Reducing Tendency Of The Dust Storms In Northwest China. *Journal Of Atmospheric Environment*, 42: 5896- 5904.
- 19- Najafi, M.S., Khoshakhllagh, F., Zamanzadeh, S.M., (2014): Characteristics Of TSP Loads During The Middle East Springtime Dust Storm (MESDS) In Western Iran. *Arab J*

- Geosci 7: 5367–5381.
- 20- Cao, H., Amiraslani, F., Liu, J., & Zhou, N. (2015): Identification Of Dust Storm Source Areas In West Asia Using Multiple Environmental Datasets. *Science Of The Total Environment*, 502: 224-235.
 - 21- Hahnenberger, M., Nicoll, K., (2012): Meteorological Characteristics Of Dust Storm Events In The Eastern Great Basin Of Utah, U.S.A., *Atmospheric Environment*, 60(15): 601- 612.
 - 22- Houquan, Lu, Yihua, Wu, Yijun Li, Yongqiang, Liu. (2017): Effects Of Meteorological Droughts On Agricultural Water Resources In Southern China. *Journal Of Hydrology*, 458: 419-435.
 - 23- Liongsigh, T., Mctainsh, G.H., Tews, E.K., Strong, C.L., Leys, J.F., Shrink Field, P., Tapper, N.J., (2014): The Dust Storm Index (DSI): A Method For Monitoring Broad Scale Wind Erosion Using Meteorological Records. *Aeolian Research*, 12(1): 29-40.
 - 24- Rezazadeh, M., Irannejad, P., Shao, Y., (2013): Climatology Of The Middle East Dust Events. *Aeolian Research*, 103-109.
 - 25- Tan, M., Li, X., Xin, L., (2014): Intensity Of Dust Storms In China From 1980 To 2007: A New Definition. *Atmospheric Environment*, 85(4): 215-222.
 - 26- WMO, U., (2013): Establishing A WMO Sand And Dust Storm Warning Advisory And Assessment System Regional Node For West Asia: Current Capabilities And Needs. WMO Technical Report, 1121: 1-156.