

واکاوی فراوانی رخدادهای گردوغبار و بارش همزمان در جنوب غربی ایران

طاهره انصافی مقدم^{۱*}، فرامرز خوش اخلاق^۲، علی اکبر شمسی پور^۲، رضا اخوان^۳، طاهر صفرزاد^۴ و فرشاد امیراصلانی^۵

۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، اقلیم شناسی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران

۵- دانشیار، گروه سنجش از راه دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۶

چکیده

تجزیه و تحلیل سری های زمانی پارامترهای اقلیمی، راهکارهای جدیدی را در تحلیل فراوانی منطقه ای و برآورد روابط متغیرهای اقلیمی فراهم کرده است. در این مقاله، پردازش و ویژگی های رقومی برای تعیین طول دوره چرخه روزانه گردوغبار و بارش در ۱۲ ماه سال به کارگرفته شده تا با استفاده از پریدوگرام های همبستگی و تحلیل سری زمانی روزانه دو متغیر یاد شده استفاده شود. برای تحقق این هدف سری زمانی دو متغیر فراوانی گردوغبار و میزان بارش براساس دوره مشترک آماری دوره بلند مدت (۲۰۱۶-۱۹۸۶) در مورد ۴۵ ایستگاه سینوپتیک واقع در جنوب غربی ایران مورد بررسی قرار گرفت. به منظور درک رابطه همبستگی، ابتدا نمودار تغییرات روزانه چرخه های گرد و غبار و بارش در هر ماه از سال به طور جداگانه نمایش داده شد. سپس برای اطمینان از نرمال بودن آمار، داده ها با استفاده از آزمون آماری کولموگراف-اسمیرنوف از بسته نرم افزاری SPSS مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمون نشان داد که کلیه داده های پارامترهای مورد نظر نرمال بوده اند. ضرایب همبستگی بین تعداد رخدادهای روزانه گرد و غبار و مقادیر بارش همزمان روزانه برای هر یک از ماه های سال در طول دوره مشترک سی سال محاسبه شد. نتایج حاصله مبتنی بر این یافته است که رابطه همبستگی بین دو متغیر تعداد رخدادهای گردوغبار و میزان بارش در منطقه مورد بررسی عمدتاً در ماه های سرد سال، (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، نوامبر و دسامبر) در سطح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ وجود داشته و با توجه به سطح آماری، معنادار نیز می باشد ($P < 0.05$ و $P < 0.01$). همچنین این تحقیق نشان داد رابطه بین مقدار فراوانی رخدادهای گردوغبار با مقادیر بارندگی روزانه در منطقه مورد بررسی منفی است و این امر نشان می دهد که گرد و غبار می تواند به طور قابل توجه به عنوان عامل کاهش دهنده یا سرکوب کننده میزان بارندگی در منطقه عمل کند.

واژه های کلیدی: تحلیل روند، جنوب غربی ایران، فراوانی گردوغبار و بارش روزانه، روابط همبستگی، سری زمانی.

مربند می‌توان مطرح کرد، این است که با توجه به اینکه بخش چشمگیری از ایران، زمین‌های بیابانی است و با توجه به اینکه ابرهای پراکنده و کم بار، مهمترین منبع بارش در مناطق بیابانی به‌شمار می‌رود، بارش در این مناطق با سرکوب شدید روبرو شده است. این امر، علاوه بر آسیب به زندگی ساکنان نواحی بیابانی، به از بین رفتن گیاهان صحرایی و در نتیجه سست شدن خاک منجر می‌شود که این نیز به نوبه خود ایجاد ریزگردها و طوفانهای شنی را در پی داشته است (www.gilamard.com., 2012). در همین رابطه Hui و همکاران (۲۰۰۸) درباره اثر ذرات معلق گردوغبار بر تغییرات بارندگی تحقیق کرده و به این نتیجه دست یافتند که گردوغبار می‌تواند بارندگی را با افزایش تعداد هسته‌های تراکم در ابرهای گرم و تأثیر بر بودجه تابش سطحی و بی‌ثباتی لایه مرزی، کاهش دهد. آنان رابطه بین ذرات معلق گردوغبار و بارش را در آفریقای غربی (ساحل) بررسی کردند و دریافتند میزان گردوغبار اتمسفر بر میزان بارندگی تأثیر می‌گذارد و به‌نظر می‌رسد که بازخورد گردوغبار به خشکسالی‌های پایدار کمک می‌کند. در ایران در زمینه بارش ماهانه، فصلی و سالانه پژوهش‌های زیادی انجام شده است. از جمله می‌توان به تحقیقات Ramezani Gourabi و Farahi (۲۰۱۰) و (۲۰۱۵)، Raziee و Azizi (۲۰۰۸)، Asakerh (۲۰۰۷)، Khorshidoost و Ghavidel Rahimi (۲۰۰۴)، Jahanbakhsh و Torabi (۲۰۰۴)، Hejam و همکاران (۲۰۰۸)، Ansari و Davari (۲۰۰۸)، Modarres (۲۰۰۷) و Davoodi Rad و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد. Lashgari (۱۹۹۶، ۲۰۰۲، ۲۰۰۳، ۲۰۰۵) در مطالعات خود ضمن بررسی سازوکار تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان، نقش این سامانه را بر روی بارش‌های سنگین جنوب و جنوب‌غرب ایران مطالعه نمود. در بررسی که Masoudian (۲۰۰۹) با عنوان «شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران، بر روی بارش‌های یک روزه بیش از صد میلی‌متر» انجام داد، مشخص شد که دو

ابهامات زیادی در مورد علت تفاوت مقدار بارندگی از محلی به محل دیگر و از زمانی به زمان دیگر وجود دارد، به طوری که حتی با گسترش دانش و فناوری هنوز علت این نوسان‌ها کاملاً مشخص نیست (Nazemosadat et al., 2003). مراجعه به مقالات مختلف داخلی نشان می‌دهد که در مورد تأثیرپذیری بارندگی از فراوانی رخدادهای گردوغبار چندان پژوهشی در ایران انجام نشده است. از میان مطالعات خارج از کشور می‌توان به تحقیقات Blazczyk (۲۰۰۵)، Raj و Azeez (۲۰۱۰) اشاره کرد. پژوهشی که در سال‌های اخیر توسط Jirak و William R. Cotton (استادان دانشگاه دولتی کلرادو) انجام شده است، نشان می‌دهد که میان آلودگی شهری و میزان بارش روی شهرهای ایالت کلرادو ارتباط معنی‌داری وجود ندارد؛ بلکه آلودگی هوا بیشتر روی بارش در بلندی‌ها اثر می‌گذارد. به بیان دقیق‌تر، آلودگی هوا باعث کاهش ۳۰٪ بارندگی در کوهستان‌ها و ارتفاعات پیرامون دو شهر دنور و کلرادو شده است (Jirak et al., 2006). با توجه به پژوهش یادشده، می‌توان این فرض را مطرح کرد که کاهش بارندگی در بلندی‌های پیرامون شهرهای ایران، احتمالاً بسیار بیشتر از این میزان بوده است. پژوهش Ghahraman و Taghavian (۲۰۰۸)، نشان داد که در بازه زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ میلادی، میزان بارش سالانه در ۲۲ شهر از مجموع ۳۰ شهر ایران، کاهشی بسیار اندک و در ۸ شهر افزایشی بسیار اندک داشته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ایستگاه ارومیه در طی ۳۰ سال، فقط ۲ میلی‌متر کاهش بارندگی داشته است؛ در حالی که گرگان، تبریز و خوی ایستگاه‌هایی بوده‌اند که در مدت ۳۰ سال بیش از یک درصد از حجم بارش سالانه آنها کاسته شده است. با استناد به پژوهش Jirak و همکاران (۲۰۰۶) با فرض ثابت بودن آمار بارش برف و باران در ایستگاه‌های ایران و با توجه به کاهش ذخایر آبی، این گمان احساس می‌شود که مشکل را باید در کوهستانها که عمده‌ترین تأمین‌کننده آب رودخانه‌ها هستند، جستجو کرد. فرض دیگری که با توجه به پژوهش‌های روزنفلد و دانشگاه

گرفته شد و تأثیر فراوانی گردوغبار روزانه بر میزان بارش روزانه در هریک از ماه‌های سال در طی سالی اخیر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر اساس ماهیت و روش، یک تحقیق تحلیلی-توصیفی موردی به‌شمار می‌رود که شیوه تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های آن با استفاده از روش کمی آمار استنباطی و همچنین تجزیه و تحلیل فضایی انجام شده است. ابتدا فراوانی رخدادهای گردوغبار به همراه کد پدیده همان روز برای ۴۵ ایستگاه سینوپتیک در طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶) از سازمان هواشناسی کشور اخذ و جداسازی شد و تعداد روزهای بارش پس از هر رخداد گردوغبار به طور روزانه مورد شمارش قرار گرفت. در سازمان هواشناسی کشور برای بیان این هوا از اعداد رمزی (کد ۰۰ تا ۹۹) استفاده می‌کنند. طبق این کدبندی، کد ۰۵ به پدیده هیز، کد ۰۶ به گردوخاک معلق در هوا که در اثر توفان شن و یا خاک از نقاط خارج از ایستگاه به ایستگاه وارد شده و کد ۰۷ به گردوخاک یا شنی که بوسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی آن در ساعت دیده‌بانی بلند شده است، اختصاص داده شده است (Fattahi & Ghannad, 2010). در این پژوهش از کد ۰۶ استفاده شده است. ایستگاه‌های معرف هفت استان واقع در جنوب‌غربی ایران مشتمل بر ایلام، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، خوزستان، بوشهر و فارس را دربرمی‌گیرد. فراوانی رخدادهای گردوغبار و بارندگی با استفاده از داده‌های روزانه ۴۵ ایستگاه هواشناسی جنوب‌غرب ایران تفکیک شده و بعد در مورد روزهایی که هر دو رخداد گردوغبار و بارندگی در آن روز به وقوع پیوسته واکاوی انجام شده است. به‌منظور واکاوی اثر گردوغبار بر تغییرات بارندگی در گستره جنوب‌غربی ایران، تغییرات روزانه فراوانی رخدادهای گردوغبار و تغییرات روزانه میزان بارندگی، از طریق روابط رگرسیونی و ضریب همبستگی پیرسون بین دو پارامتر

الگوی گردشی در پدید آمدن بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران نقش دارند (Masoudian, 2009).

ملاک انتخاب بارش سنگین در تحقیقاتی که به آنها اشاره شد، به نوعی یک آستانه مشخص (مثلاً بارش‌های بیش از ۳۰، ۴۰، ۵۰ و یا ۱۰۰ میلیمتر) بود. اما Masoudian و Mohammadi (۲۰۱۰) در پژوهش خود یک مورد از رویداد بارش‌های ابرسنگین و فراگیر ایران را برای بررسی انتخاب کردند. هدف از معیار قرار دادن فراگیر بودن بارش سنگین، این بود که توجه خود را به گردش‌های جوی و سامانه‌های همدید مقیاس مؤثر در ایجاد این پدیده‌ها معطوف کنند. به‌طوری‌که هیچ‌یک از آستانه‌های یادشده را ملاک انتخاب بارش سنگین ایران در نظر نگرفتند و میانگین بارش ایران (نه میانگین ایستگاه‌های ایران بلکه میانگین پهنه ایران) و همچنین مساحتی از ایران را که زیر بارش بوده، ملاک انتخاب قرار دادند (Masoudian & Mohammadi, 2010). محل حادث شدن بارش‌های سنگین اهمیت عوامل صعود و به‌ویژه دسترسی به بخار آب را بسیار خوب معلوم می‌کند، به‌ویژه اگر به فصل حادث شدن هم توجه شود (Alijani, 2004). شدت بارندگی به وسیله مقدار آن در واحد زمان نشان داده می‌شود، همچنین تعداد روزهای بارندگی بیانگر فراوانی عامل صعود است. به‌طوری‌که به بارش روزانه بالای ۳۰ میلی‌متر بارش سنگین اطلاق می‌شود (Ramezani Gourabi & Farahi, 2010).

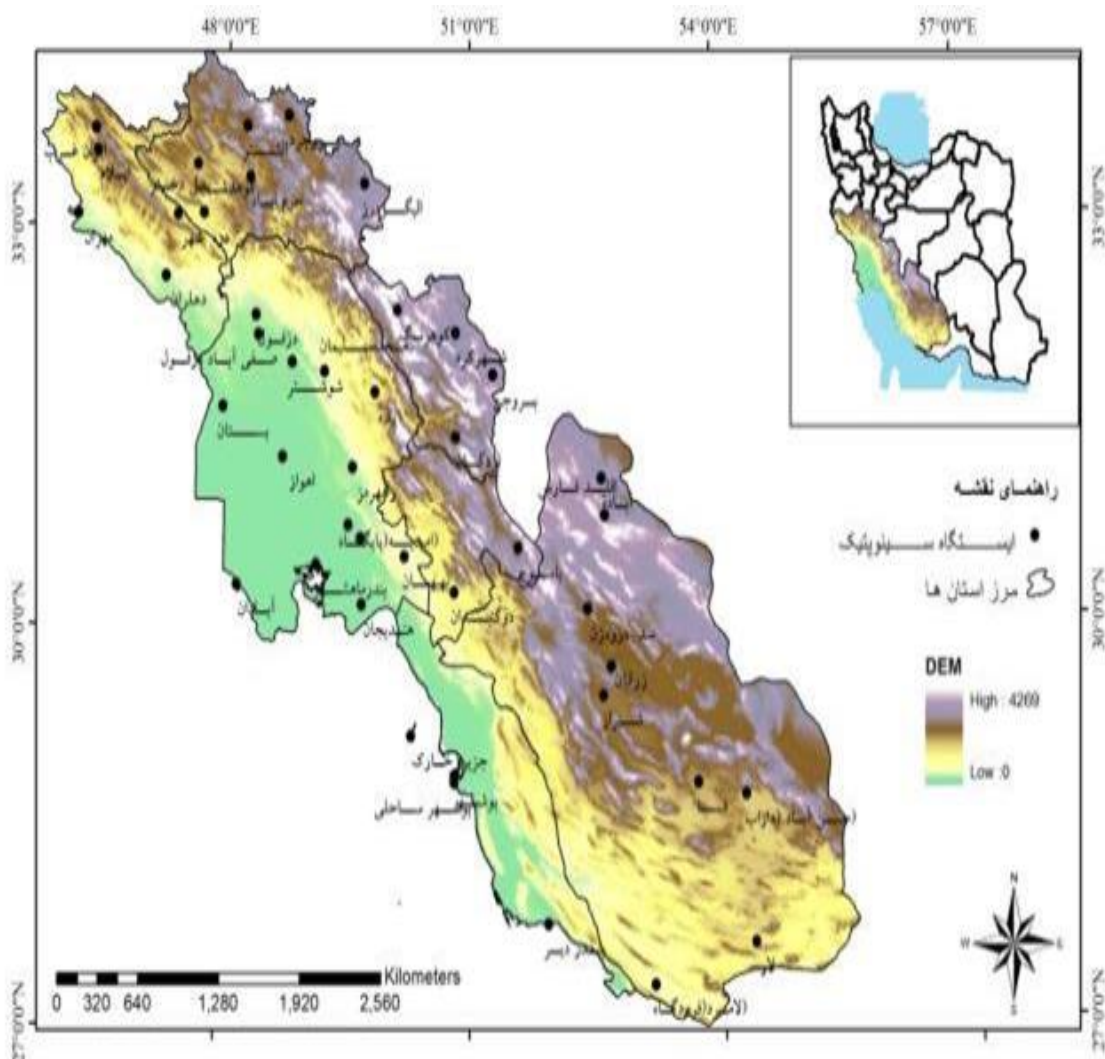
Boheirae و همکاران (۲۰۱۱)، ارتباط بین متغیرهای اقلیمی (مرتبط با پارامتر بارش و گردوغبار شامل دما، سمت و سرعت باد، رطوبت نسبی، دید افقی) را به صورت ماهانه با متغیر گردوغبار (که متغیر وابسته محسوب می‌شود) با استفاده از تکنیک همبستگی در محیط نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار دادند. با وجود این مراجعه به مقالات مختلف داخلی نشان می‌دهد که در مورد فراوانی گردوغبار و تأثیر آن بر مقدار بارش روزانه پژوهش‌چندانی انجام نشده است. در این پژوهش تعداد روزهای دارای بارش برابر ۳۰ میلی‌متر و بیشتر از آن به‌عنوان روز بارش سنگین در نظر

یادشده مورد بررسی قرار گرفت. متغیر مستقل در این مطالعه، فراوانی گردوغبار و متغیر وابسته میزان بارش در قالب معادلات رگرسیونی بود.

نتایج

الف) موقعیت منطقه مورد مطالعه منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی ایران و در محدوده طول جغرافیایی ۸۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۵

دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی قرارداد (شکل ۱). ایستگاه‌های معرف، هفت استان ایلام، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، خوزستان، بوشهر و فارس را دربرمی‌گیرند (جدول ۱). بیشتر گردوغبارهای مشاهده شده در منطقه مذکور، منشا فرامحلی دارد و در مسیر ورود چرخنده‌ها و سامانه‌های منتقل‌کننده گردوغبار به کشور است ..(Sehatkashani et al., 2016)



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه و فراوانی سالانه مهمترین پارامترهای مورد بررسی

| ردیف | ایستگاه | استان | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع برحسب متر | میانگین سالانه بارندگی (mm) | میانگین سالانه روزهای توأم با گردوغبار | میانگین سالانه روزهای با دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر |
|------|---------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|--|---|
| ۱ | آبادان | خوزستان | ۴۸ | ۳۰ | ۷ | ۱۵۴ | ۷۶ | ۵۰ |
| ۲ | اهواز | خوزستان | ۴۹ | ۳۱ | ۲۳ | ۲۲۰ | ۸۵ | ۵۱ |
| ۳ | بهبهان | خوزستان | ۵۰ | ۳۱ | ۳۱۳ | ۳۳۲ | ۳۹ | ۲۲ |
| ۴ | بستان | خوزستان | ۴۸ | ۳۲ | ۸ | ۱۹۸ | ۷۰ | ۴۲ |
| ۵ | دزفول | خوزستان | ۴۸ | ۳۲ | ۱۴۳ | ۳۹۳ | ۹۴ | ۳۶ |
| ۶ | صفی‌آباد | خوزستان | ۴۸ | ۳۲ | ۸۳ | ۳۲۸ | ۷۶ | ۴۲ |
| ۷ | ایذه | خوزستان | ۵۰ | ۳۲ | ۷۶۷ | ۶۳۴ | ۴۴ | ۱۸ |
| ۸ | مسجد سلیمان | خوزستان | ۴۹ | ۳۲ | ۳۲۱ | ۴۴۰ | ۶۲ | ۴۶ |
| ۹ | بندر ماهشهر | خوزستان | ۴۹ | ۳۱ | ۶ | ۱۹۷ | ۶۰ | ۳۹ |
| ۱۰ | امیدیه (آغاچاری) | خوزستان | ۵۰ | ۳۱ | ۲۷ | ۲۵۹ | ۵۲ | ۲۷ |
| ۱۱ | امیدیه (پایگاه) | خوزستان | ۵۰ | ۳۱ | ۳۵ | ۲۴۷ | ۱۲۸ | ۴۲ |
| ۱۲ | رامهرمز | خوزستان | ۵۰ | ۳۱ | ۱۵۱ | ۲۹۱ | ۴۵ | ۱۲ |
| ۱۳ | شوشتر | خوزستان | ۴۹ | ۳۲ | ۶۷ | ۲۹۸ | ۴۳ | ۳۲ |
| ۱۴ | هندیجان | خوزستان | ۴۹ | ۳۰ | ۷ | ۲۰۵ | ۴۳ | ۲۲ |
| ۱۵ | بندر دیر | بوشهر | ۵۲ | ۲۸ | ۴ | ۲۲۶ | ۹۲ | ۱۱ |
| ۱۶ | بوشهر ساحلی | بوشهر | ۵۱ | ۲۹ | ۸ | ۲۶۷ | ۸۸ | ۱۵ |
| ۱۷ | بوشهر (فرودگاه) | بوشهر | ۵۱ | ۲۹ | ۹ | ۲۵۷ | ۹۷ | ۳۱ |
| ۱۸ | جزیره خارک | بوشهر | ۵۰ | ۲۹ | -۱ | ۲۰۷ | ۵۷ | ۲۱ |
| ۱۹ | جم (کنگان) | بوشهر | ۵۲ | ۲۸ | ۶۵۹ | ۳۵۳ | ۱۰۴ | ۲۱ |
| ۲۰ | دوگنبدان | کهگیلویه و بویراحمد | ۵۱ | ۳۰ | ۷۲۶ | ۴۹۷ | ۳۰ | ۲۶ |
| ۲۱ | یاسوج | کهگیلویه و بویراحمد | ۵۲ | ۳۱ | ۱۸۱۶ | ۸۱۳ | ۲۲ | ۱۳ |
| ۲۲ | کوه‌رنگ | چهارمحال و بختیاری | ۵۰ | ۳۳ | ۲۳۶۵ | ۱۳۳۲ | ۱۰ | ۲۸ |
| ۲۳ | لردگان | چهارمحال و بختیاری | ۵۱ | ۳۲ | ۱۶۱۱ | ۵۵۰ | ۱۳ | ۱۰ |
| ۲۴ | شهرکرد | چهارمحال و بختیاری | ۵۱ | ۳۲ | ۲۰۴۹ | ۳۴۱ | ۱۶ | ۱۶ |

| ردیف | ایستگاه | استان | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع برحسب متر | میانگین سالانه بارندگی (mm) | میانگین سالانه روزهای توأم با گردوغبار | میانگین سالانه روزهای بارش با دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر |
|------|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|--|--|
| ۲۵ | بروجن | چهارمحال و بختیاری | ۵۱ | ۳۲ | ۲۲۶۰ | ۲۵۶ | ۱۶ | ۸ |
| ۲۶ | خرم آباد | لرستان | ۴۸ | ۳۳ | ۱۱۴۸ | ۴۷۸ | ۳۴ | ۸ |
| ۲۷ | بروجرد | لرستان | ۴۹ | ۳۴ | ۱۶۲۹ | ۴۶۱ | ۲۴ | ۱۱ |
| ۲۸ | الشتر | لرستان | ۴۸ | ۳۴ | ۱۵۶۷ | ۴۵۸ | ۳۸ | ۲۰ |
| ۲۹ | الیگودرز | لرستان | ۵۰ | ۳۳ | ۲۰۲۲ | ۴۱۹ | ۲۱ | ۱۲ |
| ۳۰ | پل دختر | لرستان | ۴۸ | ۳۳ | ۷۱۴ | ۳۶۶ | ۴۰ | ۷ |
| ۳۱ | کوهدشت | لرستان | ۴۸ | ۳۴ | ۱۱۹۸ | ۳۶۶ | ۲۷ | ۱۱ |
| ۳۲ | آباده | فارس | ۵۳ | ۳۱ | ۲۰۳۰ | ۱۱۵ | ۲۲ | ۴ |
| ۳۳ | اقلید | فارس | ۵۳ | ۳۱ | ۲۳۰۰ | ۳۱۷ | ۶ | ۴ |
| ۳۴ | فسا | فارس | ۵۴ | ۲۹ | ۱۲۶۸ | ۲۸۳ | ۴۰ | ۵ |
| ۳۵ | حسن آباد داراب | فارس | ۵۴ | ۲۹ | ۱۰۹۸ | ۲۵۰ | ۵۸ | ۱۳ |
| ۳۶ | لار | فارس | ۵۴ | ۲۸ | ۷۹۲ | ۲۰۰ | ۷۲ | ۱۴ |
| ۳۷ | لامرد | فارس | ۵۳ | ۲۷ | ۴۱۱ | ۲۱۷ | ۴۷ | ۱۳ |
| ۳۸ | شیراز | فارس | ۵۳ | ۳۰ | ۱۴۸۸ | ۳۲۹ | ۷۱ | ۱۶ |
| ۳۹ | زرقان | فارس | ۵۳ | ۳۰ | ۱۵۹۶ | ۳۱۸ | ۱۷ | ۷ |
| ۴۰ | سد درودزن | فارس | ۵۲ | ۳۰ | ۱۶۴۲ | ۴۷۰ | ۱۹ | ۹ |
| ۴۱ | ایلام | ایلام | ۴۶ | ۳۴ | ۱۳۳۷ | ۵۷۸ | ۳۴ | ۲۰ |
| ۴۲ | دره شهر | ایلام | ۴۷ | ۳۴ | ۶۷۰ | ۴۳۵ | ۴۲ | ۱۶ |
| ۴۳ | دهلران | ایلام | ۴۷ | ۳۳ | ۲۳۲ | ۲۷۶ | ۶۱ | ۱۷ |
| ۴۴ | ایوان | ایلام | ۴۶ | ۳۴ | ۱۱۷۰ | ۶۷۱ | ۳۶ | ۹ |
| ۴۵ | مهران | ایلام | ۴۶ | ۳۴ | ۱۵۰ | ۲۰۵ | ۶۶ | ۳۰ |

تحلیل ماهانه رخدادهای بارندگی در روزهای گردوغبار در بررسی انجام شده میزان بارش روزانه و تعداد دفعات رخدادهای روزانه گردوغبار در هر یک از ماه‌های سال از ژانویه تا دسامبر در طول دوره بلندمدت سی ساله چه از لحاظ تکرار وقوع رویداد گردوغبار و بارش و چه از نظر

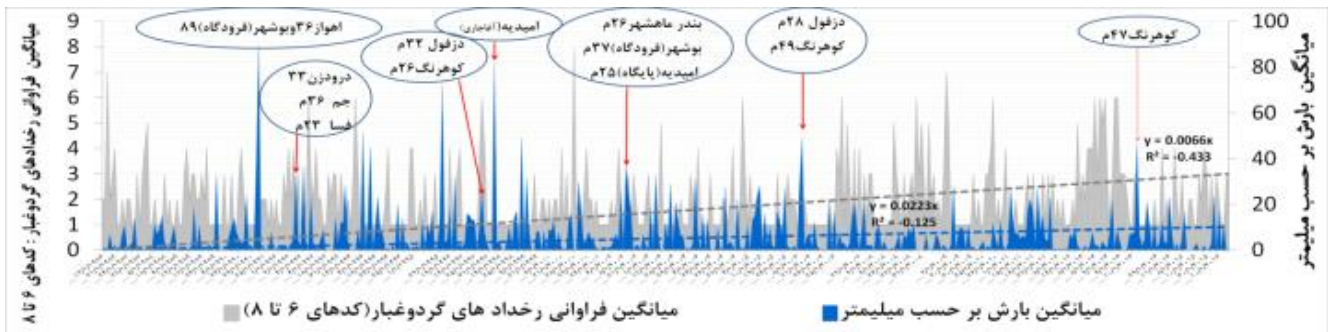
همزمان بودن روزهای گردوغبار با روزهای بارش در نمودارهای جداگانه ارائه شده است. از آن جایی که «شدت بارندگی به وسیله مقدار آن در واحد زمان نشان داده می‌شود و بارش روزانه بالای ۳۰ میلی‌متر بارش سنگین اطلاق می‌شود» (Farahi & Ramezani Gourabi, 2010)؛ در این

فقدان فضای کافی بر روی نمودارهای ترسیم شده روزانه، فقط به ارائه بارزترین رخداد‌های بارندگی بالاتر از ۳۰ میلیمتر (بارش سنگین) اکتفا می‌کنیم. بارزترین وضعیت بارندگی در روزهای غباری ماه ژانویه به تاریخ‌های ۱۳۷۵/۱۱/۱۰ در ایستگاه کوه‌رنگ (با فراوانی ۶ مرتبه وقوع گردو غبار) و ۲۶ میلیمتر بارندگی، ۱۳۶۹/۱۰/۲۴ در فرودگاه بوشهر با ۸۹ میلیمتر بارندگی و ۱۳۷۶/۱۰/۱۵ در ایستگاه امیدیه (آغاچاری) با ۸۲ میلیمتر بارندگی اختصاص داشته است (شکل ۲).

مطالعه، ضمن نمایش همه رخداد‌های بارش روزانه بر روی نمودار هر روزی که میزان بارش آن بیش از ۳۰ میلیمتر بوده است به‌عنوان روز بارشی سنگین نام‌گذاری و جداسازی شده و در دایره‌های مجزا نشان داده شده است.

۱۱ دی تا ۱۱ بهمن (ژانویه)

از آمار روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک در دوره سی سال اخیر (۱۹۸۶-۲۰۱۶)، ۴۵۵ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری در این ماه استخراج شده است. به علت



شکل ۲- وقایع رخداد‌های بارندگی در روزهای غباری ماه ژانویه در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

میانگین رطوبت نسبی ماهانه و شاخص غبار آلودگی همبستگی معکوس است.» (Saaedra et al., 2012).

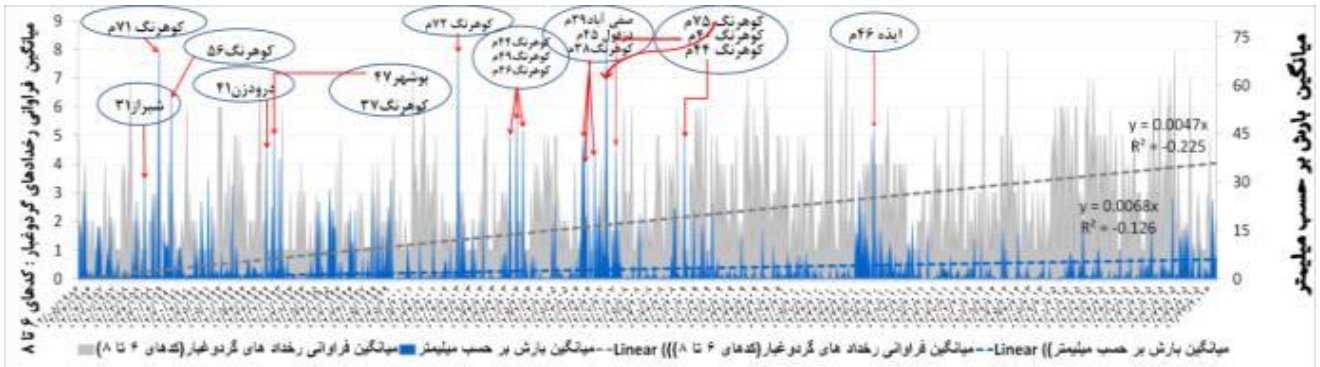
۱۲ بهمن تا ۹ اسفند (فوریه)

از داده‌های روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک، در این ماه، ۸۶۱ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری استخراج شده است. از میان ۱۹ رویداد برگزیده، بارزترین رویداد به بارش ۴۶ میلیمتری ایذه، در شرایطی به روز ۱۳۸۸/۱۲/۸ اختصاص پیدا می‌کند که رقم فراوانی وقوع رخداد گردو غبار در این روز ۴ مرتبه می‌باشد. این رویداد از این لحاظ می‌تواند مورد توجه قرار گیرد که ایستگاه ایذه در روزهای قبل و بعد از تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۸ حداقل چهار مرتبه در معرض گردو غبار قرار گرفته است و رخداد‌های بارش و

با تقسیم محور نمودار رخداد‌های بارندگی در روزهای غباری این ماه به دو نیمه، تجمیع فزونی بارش با ارتفاع بیشتر در سمت چپ نمودار یعنی در نیمه اول دوره آماری مشترک (۱۵ سال اول) قابل مشاهده است. این موضوع می‌تواند بیانگر این حقیقت باشد که در نیمه اول روند مورد مطالعه «فزونی گردو غبار به دلیل غلظت کم غبار با فزونی بارش همراه بوده است» (Kok et al., 2012). اما در نیمه دوم روند هجوم فزاینده گردو غبار، سرکوب بارندگی را در پی داشته است. «مشخص شده است که بارندگی در دوره‌های بهار، زمستانه و پاییزه نقش به‌سزایی را در کنترل ذرات معلق در ایستگاه‌ها داشته است. نتایج تحلیل همبستگی وجود میانگین دمای ماهانه با شاخص غبار آلودگی نشان دادند که همبستگی مستقیمی بین این دو پارامتر وجود دارد، ولی رابطه بین

را به کاستی بارش و افزایش گردوغبار در نیمه دوم روند داده است. این سناریو در صورت تکرار در ماه‌های آینده، می‌تواند فرضیه کاهش بارندگی در مقابل روند افزایش گردوغبار را تأیید کند (شکل ۳).

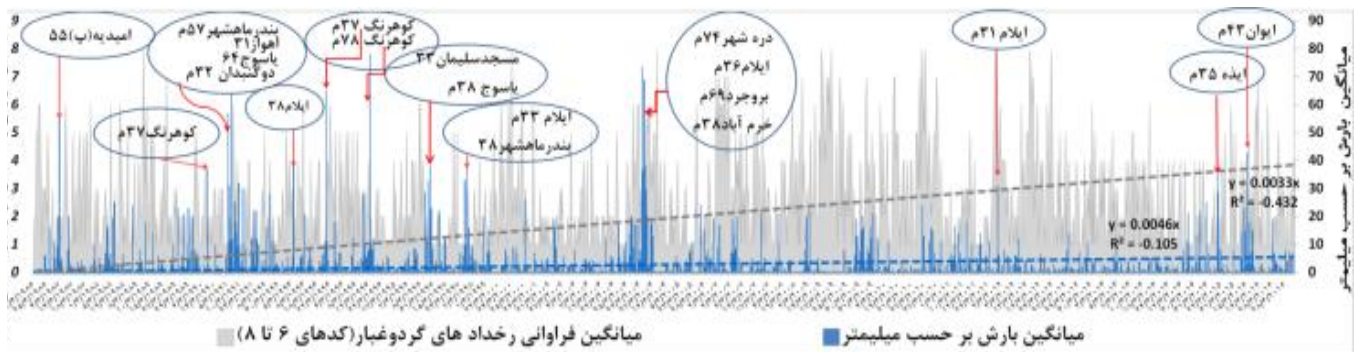
گردوغبار در این مقطع زمانی با یکدیگر همزمان بوده است. در نمودار مربوط به این ماه به روشنی تجمیع فزونی بارش با ارتفاع، بیشتر در سمت چپ نمودار یعنی در نیمه اول روند (۱۵ سال اول) نمایان شده است. سپس همسویی و هماهنگی فزونی گردوغبار با فزونی بارش در نیمه اول روند جای خود



شکل ۳- وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری ماه فوریه در دوره سی ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

بندر ماهشهر اهواز و یاسوج به ترتیب ۵۷، ۳۱، ۶۴ و ۳۲ میلیمتر بارش را در روز غباری دریافت کرده‌اند. پس از آن، تاریخ ۱۳۸۲/۰۱/۰۶ قابل توجه است، در این روز ایستگاه‌های دره شهر، ایلام، بروجرد و خرم‌آباد به ترتیب ۷۴، ۳۶، ۶۹ و ۳۸ میلیمتر بارندگی را در شرایطی که گردوغبار در همان روز به ثبت رسیده، دریافت کرده‌اند. رخدادهای گردوغبار در فواصل بین دو تاریخ یادشده به هم پیوسته است (شکل ۴).

۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین (مارس) با استناد به شمارش فراوانی رویدادهای روزانه گردوغبار توأم با بارندگی، در طی دوره (۲۰۱۶-۱۹۸۶) در ماه مارس، ۱۱۷۳ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری در منطقه جنوب‌غربی ایران از آمار روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک استخراج شده است. از میان ۲۰ رویداد برگزیده بارندگی در روزهای غباری این ماه، بارزترین رویداد به روز ۱۳۶۹/۱۲/۱۵ مربوط می‌شود. در این روز ایستگاه‌های



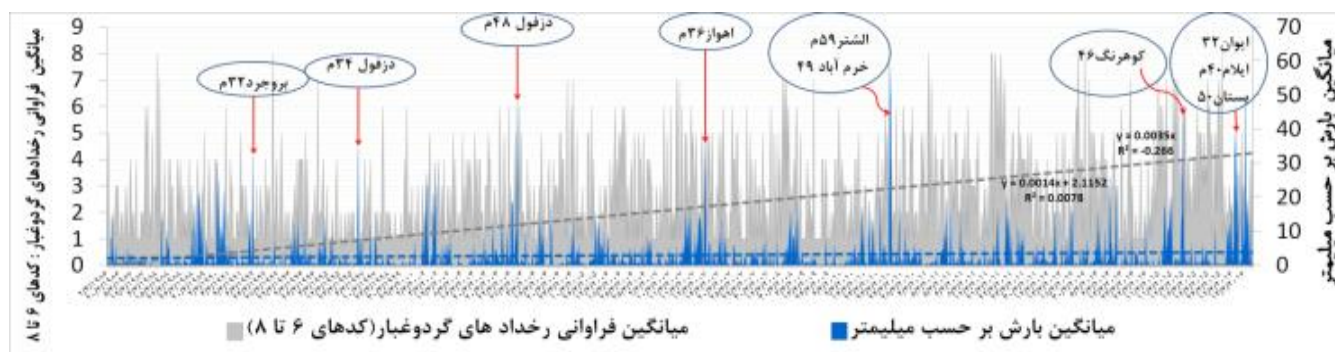
شکل ۴- وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری ماه مارس در دوره سی ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

است. از میان ۱۰ رویداد بارش سنگین در روزهای غباری، بارزترین رویدادها به بارشهایی اختصاص پیدا می‌کند که با فراوانی وقوع رخداد های گردوغبار ۴ مرتبه در روز به ثبت رسیده است. این رویدادها ایستگاههای اهواز، کوهرنگ و ایلام را به ترتیب با بارش ۳۶، ۴۶ و ۴۰ میلیمتر در روز تحت پوشش قرار می‌دهد. ایستگاههای فوق در روزهای بارش در معرض ۴ بار وقوع گردوغبار واقع شده‌اند. نمودار این ماه برخلاف نمودار سه ماه گذشته تجمیع فزونی بارش را با ارتفاع بیشتر در سمت راست یعنی در یک سوم پایانی روند نمایان می‌سازد (شکل ۵).

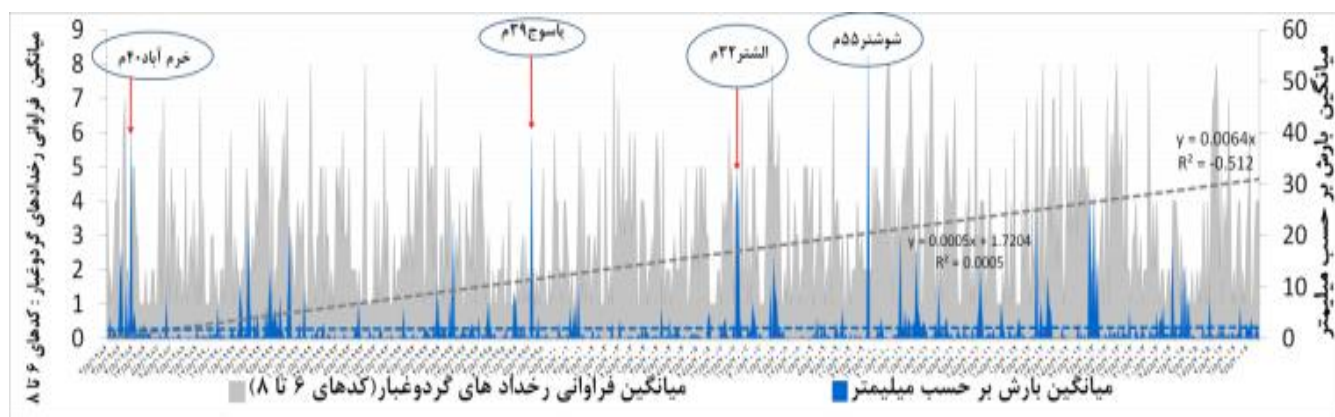
فزونی بارش دوره در ابتدا تا اواسط روند ماهانه نسبت به اواسط تا انتهای روند قابل تشخیص است. البته تداوم کاستی بارش و افزایش گردوغبار در نیمه دوم روند می‌تواند فرضیه کاهش بارندگی را در مقابل افزایش گردوغبار قوت ببخشد (شکل ۴).

۱۲ فرودین تا ۱۰ اردیبهشت (آوریل)

در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در ماه آوریل، ۱۳۱۹ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری در منطقه جنوب غربی ایران از آمار روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک استخراج شده



شکل ۵- وقایع رخداد های بارندگی در روزهای غباری ماه آوریل در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)



شکل ۶- وقایع رخداد های بارندگی در روزهای غباری ماه می در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

ماه، ۷۲۳ مورد رخداد بارش سنگین در روزهای غباری از آمار روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک استخراج شده است. از میان ۴ رویداد برگزیده بارش سنگین در روزهای غباری این

۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد (می)

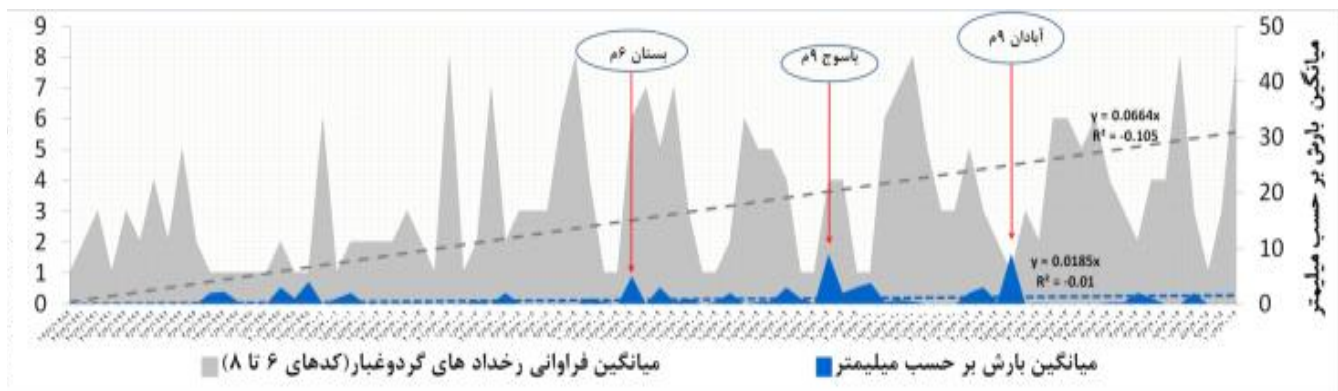
با استناد به شمارش فراوانی رویدادهای روزانه گردوغبار توأم با بارش سنگین، در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در این

۸۴ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری استخراج شده است، اما هیچ‌یک از آنها در زمره رویداد بارش سنگین قرار نمی‌گیرد. بیشترین میزان بارش در روزهای غباری، مربوط به دو ایستگاه‌های آبادان و یاسوج است، که با ۹ میلیمتر بارندگی در زمره بارش متوسط قرار دارد. از میان این دو مورد، بارزترین رویداد به بارش یاسوج در روز ۱۳۸۸/۰۳/۲۸ اختصاص دارد. از این جهت که این میزان بارش با فراوانی وقوع رخداد گردوغبار ۴ مرتبه در روز به ثبت رسیده است. نمودار این ماه فزونی بارش با ارتفاع بیشتر را در سمت راست نمودار یعنی در یک سوم پایانی روند سی ساله، نمایان ساخته است (شکل ۷).

ماه، بارزترین رویداد به روز ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ اختصاص دارد. در این روز ایستگاه شوشتر ۵۵ میلیمتر بارش را در روز غباری دریافت کرده است. پس از آن، خرم‌آباد با ۴۰ میلیمتر، یاسوج با ۳۹ و الشتر با ۳۲ میلیمتر قرار دارند. یادآوری می‌شود در نمودار ماه می، شیب خط روند گردوغبار دوره بلندمدت با رقم ۰/۵۱۲ در سطح معنی‌دار است. در حالی‌که در مورد بارش این وضعیت مشاهده نمی‌شود (شکل ۶).

۱۱ خرداد تا ۹ تیر (ژوئن)

با وجودی که در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در این ماه،

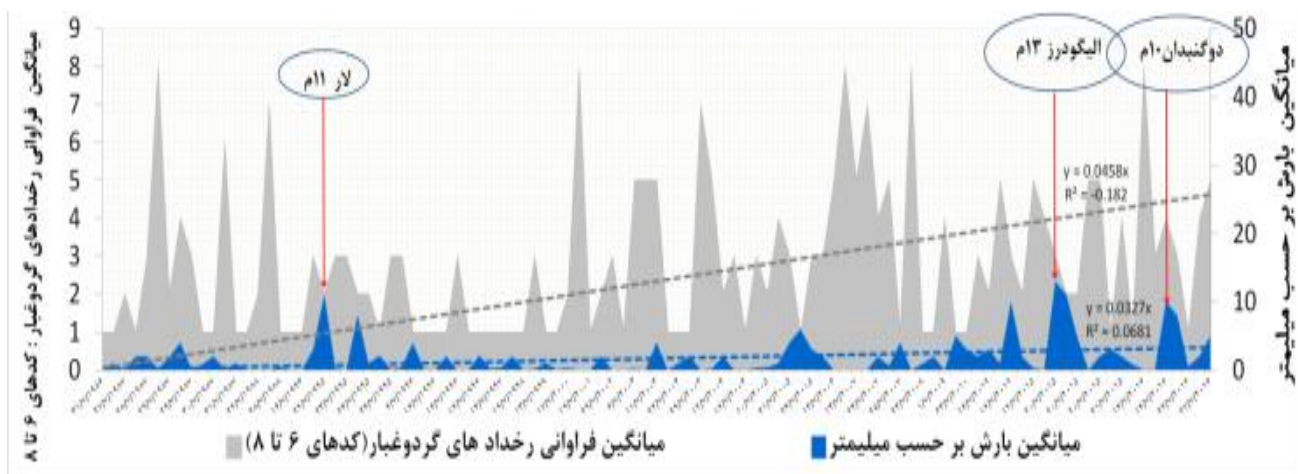


شکل ۷- وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری ماه ژوئن در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

بلندمدت سی ساله در این ماه در منطقه اتفاق افتاده است. از این رو، بارزترین رویداد ماه ژوئیه به ایستگاه فوق اختصاص پیدا می‌کند. این میزان بارش با فراوانی وقوع رخداد گردوغبار ۳ مرتبه در روز به ثبت رسیده است. نمودار این ماه نیز فزونی بارش با ارتفاع بیشتر را در سمت راست نمودار یعنی در یک سوم پایانی روند سی ساله نمایان کرده است. در ماه ژوئیه نیز همانند ماه ژوئن رویداد بارش سنگین در روزهای غباری رخ نداده است (شکل ۸).

۱۰ تیر تا ۹ مرداد (ژوئیه یا جولای)

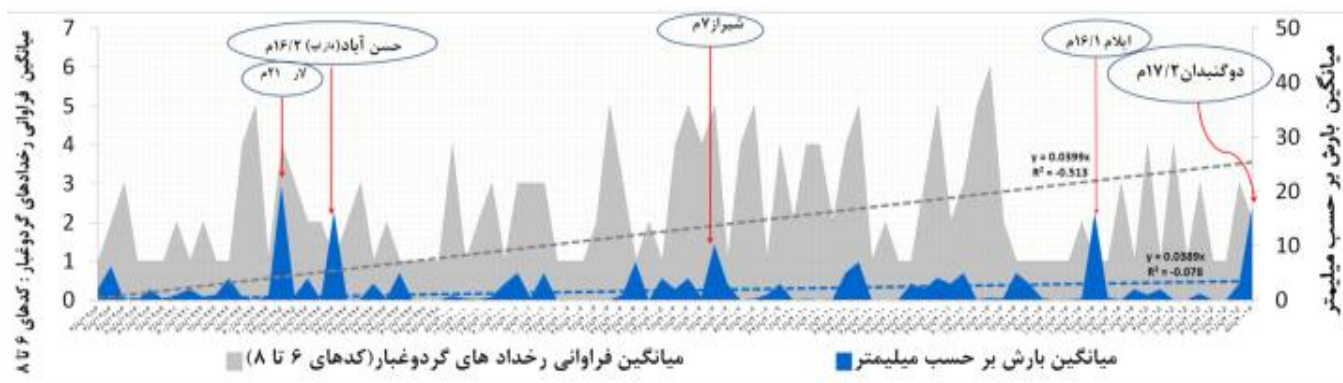
اگرچه در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در این ماه، ۱۰۱ مورد رخداد بارندگی در روزهای غباری استخراج شده است، اما هیچ‌یک از آنها رویداد بارش سنگین محسوب نمی‌شود. همه بارش این ماه به استثناء بارش روز ۱۳۹۴/۰۴/۲۹ در زمره بارش سبک قرار دارد. در این روز ایستگاه الیگودرز با ۱۳ میلیمتر، بیشترین میزان بارش در روز غباری را به خود اختصاص داده است. این میزان بارش تنها رخداد بارندگی است که در دوره



شکل ۸- وقایع رخداد های بارندگی در روز های غباری ماه ژوئیه (جولای) در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

دوره سی ساله، در روز ۱۳۷۴/۰۶/۰۱، ثبت شده است. در این ماه، اغلب بارندگی ایستگاه های جنوب غربی کشور را بارش سبک تشکیل می دهد. این میزان بارش با فراوانی وقوع رخداد گردوغبار ۴ مرتبه در روز به ثبت رسیده است. بیشترین میزان بارش در سمت چپ نمودار یعنی در ابتدای روند سی ساله به چشم می خورد. شیب خط روند گردوغبار با رقم ۰/۵۱۳ در سطح معنی دار است (شکل ۹).

۱۰ مرداد تا ۹ شهریور (اوت یا آگوست) با وجودی که در طی ماه های اوت دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶)، ۸۹ مورد رخداد بارندگی در روز های غباری استخراج شده است، اما هیچ یک از آنها رویداد بارش سنگین نبوده است. با وجود این بیشترین میزان بارش در روز های غباری، مربوط به ایستگاه لار با ۲۱ میلیمتر بارش در زمره بارش متوسط قرار دارد. این رویداد به عنوان بارزترین رویداد همه ماه های اوت (آگوست) در

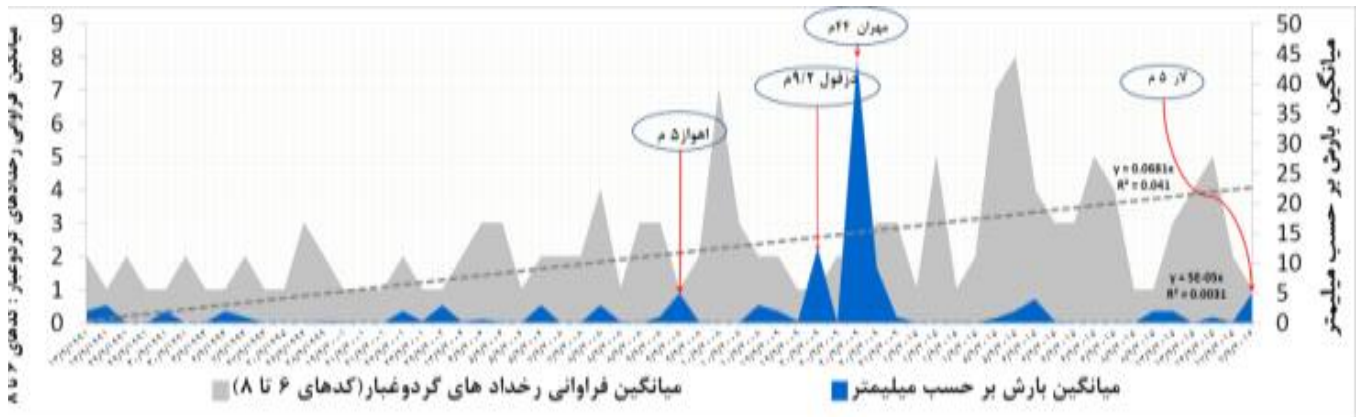


شکل ۹- وقایع رخداد های بارندگی در روز های غباری ماه اوت (آگوست) در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

رخداد بارندگی در روز های غباری در ۴۵ ایستگاه سینوپتیک استخراج شده است. از این میان تنها یک رویداد برگزیده با بارش ۴۴ میلیمتری در روز غباری ماه سپتامبر

۱۰ شهریور تا ۸ مهر (سپتامبر) با استناد به فراوانی روزانه گردوغبار توأم با بارش سنگین، در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در این ماه، ۶۰ مورد

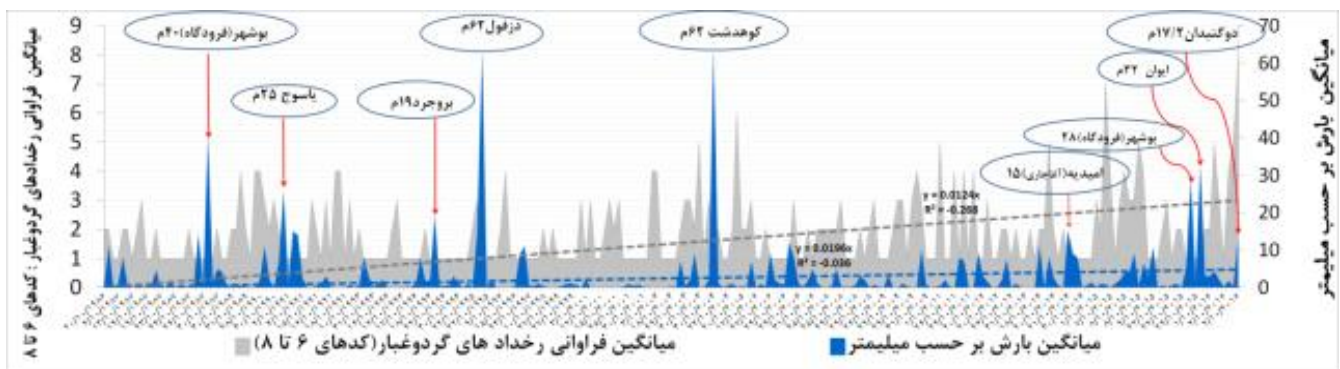
گردوغبار قرار گرفته و ۴۴ میلیمتر بارندگی دریافت کرده است (شکل ۱۰).
 به عنوان بارزترین رویداد قابل تفسیر است. در این روز، ایستگاه مهران دو مرتبه در معرض وقوع



شکل ۱۰- وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری ماه سپتامبر در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

بوشهر (فرودگاه) با ۴۰ میلیمتر، دزفول و کوهدهشت با ۶۲ میلیمتر و ایوان غرب با ۳۲ میلیمتر را پوشش می‌دهند. در ماه اکتبر، ایستگاه دوگنبدان در روز ۱۳۹۵/۰۷/۱۱، شرایطی که فراوانی گردوغبار روزانه به ۸ باردر روز رسید، ۱۳ میلیمتر بارندگی دریافت کرده است. این رخداد از این لحاظ دارای اهمیت است که می‌تواند امکان ریزش‌های جوی را در اوج گردوغبار به اثبات برساند (شکل ۱۱).

۹ مهر تا ۹ آبان (اکتبر) در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در این ماه، ۲۴۱ مورد رخداد بارش در روزهای غباری از آمار روزانه ۴۵ ایستگاه سینوپتیک استخراج شده است. از میان این رویدادها، ۴ رخداد در زمره بارش سنگین قرار گرفته است. این رخدادها در تاریخ‌های ۱۳۶۹/۰۸/۵، ۱۳۷۴/۰۷/۳۰، ۱۳۸۲/۰۸/۰۸ و ۱۳۹۴/۰۸/۰۸ ثبت شده‌اند و به ترتیب ایستگاه‌های

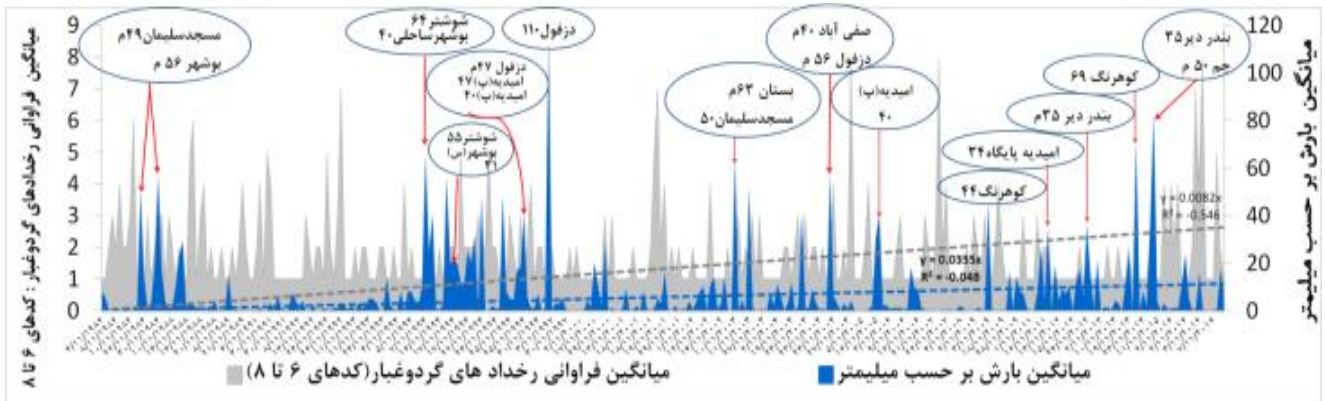


شکل ۱۱- وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری ماه اکتبر در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

این روز ایستگاه دزفول ۱۱۰ میلیمتر بارش را در روز غباری دریافت کرده است. در پریودوگرام ماه نوامبر، شیب خط روند گردو غبار با سطح معنی داری ۰/۵۴۶، روند مثبت گردو غبار را در دوره بلندمدت سی ساله نشان می دهد. البته این وضعیت در مورد بارش مشاهده نمی شود (شکل ۱۲).

۱۰ آبان تا ۹ آذر (نوامبر)

با استناد به فراوانی رویدادهای روزانه گردو غبار توأم با بارش سنگین در ماه نوامبر، در طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶) ۳۲۰ مورد رخداد بارش در روزهای غباری استخراج شده، ۲۱ رویداد در زمره بارش سنگین قرار داشته و بارزترین این رویدادها به روز ۱۲/۰۸/۱۳۷۶ اختصاص داشته است.

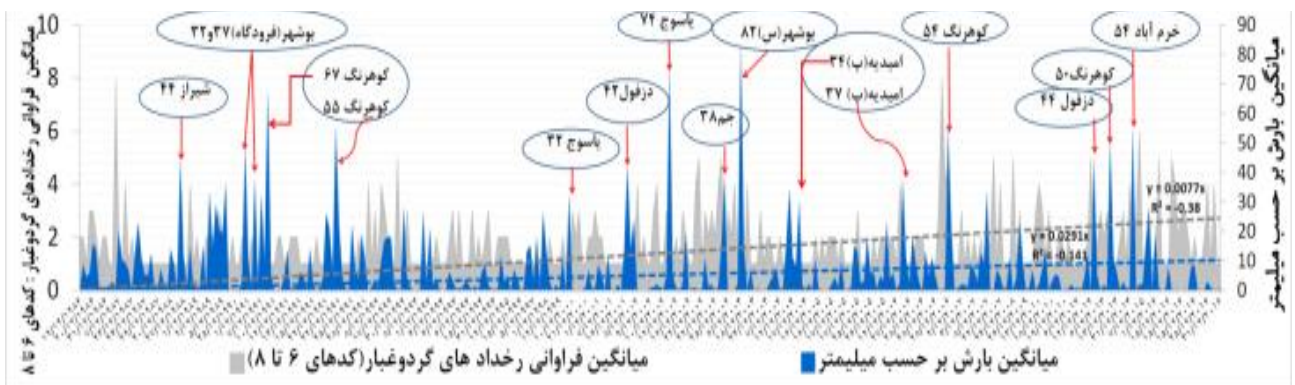


شکل ۱۲- وقایع رخداد های بارندگی در روزهای غباری ماه نوامبر در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

گردو غبار در روز مورد نظر، از بارش ۵۴ میلیمتری برخوردار بوده است. این رخداد نیز از این لحاظ دارای اهمیت است که می تواند امکان ریزش های جوی را در اوج گردو غبار به اثبات برساند. شیب خط روند گردو غبار در ماه دسامبر با سطح معنی داری ۰/۳۸، دلالت بر روند مثبت گردو غبار در دوره بلندمدت سی ساله دارد. اما در مورد بارش، شیب خط روند با ضریب غیر قابل قبول ۰/۱۴۱ مشاهده می شود (شکل ۱۳).

۱۰ آذر تا ۱۰ دی (دسامبر)

با استناد به فراوانی رویدادهای روزانه گردو غبار توأم با بارش، در دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۶)، در ماه دسامبر ۳۵۳ مورد رویداد استخراج شده است. از این میان ۲۰ رویداد در زمره بارش سنگین و بارزترین رویداد به روز ۱۵/۰۹/۱۳۸۲ اختصاص دارد. در این روز ایستگاه بوشهر (ساحلی) ۸۲ میلیمتر بارش را در روز غباری دریافت کرده و ایستگاه کوه رنگ در روز ۰۷/۱۰/۱۳۸۵ با وجود فراوانی ۵ بار تکرار



شکل ۱۳- وقایع رخداد های بارندگی در روزهای غباری ماه دسامبر در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

بحث

بر اساس آخرین منابع تحقیقاتی-علمی (Kok et al., 2012) و (Jahanbakhshi و Ekhtesasi, 2016) در شرایط گردوغبار کم، بارش افزایش می‌یابد، به دلیل اینکه هر ذره غبار به‌عنوان هسته بارشی عمل می‌کند ولی در شرایط غلظت گردوغبار زیاد، برعکس عمل نموده و گردوغبار زیاد رطوبت هوا را جذب و میزان بارش را کم می‌کند. «براساس نتایج حاصل از واکاوی فراوانی گردوغبار و بارش روزانه ۴۵ ایستگاه بر اساس دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۶) تأثیر متغیر فراوانی رخدادهای گردوغبار بر بارندگی روزانه منفی است. در ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس و اوت که (تحت تأثیر بارش‌های مدیترانه‌ای با جهت شمال‌غرب تا غرب قرار دارد) تجمع فزونی بارش با ارتفاع بیشتر در سمت چپ نمودار یعنی در نیمه اول دوره آماری مشترک (۱۵ سال اول) نمایان شده است. همانطور که اشاره شد این موضوع بیانگر این حقیقت است که همسویی و هماهنگی فزونی گردوغبار با فزونی بارش در نیمه اول روند جای خود را به کاستی بارش و افزایش گردوغبار در نیمه دوم روند داده است. البته در دوره گرم سال اغلب بارش‌های منطقه از نوع مونسونی با منشأ اقیانوس هند و با جهت جنوب تا جنوب‌غربی است. Rosenfeld (۱۹۹۸)، (۲۰۰۰)، (۲۰۰۱)، (۲۰۰۵) و (۲۰۰۶) از جمله پیشگامانی است که با استفاده از واکاوی آماری داده‌های رقومی و تصاویر ماهواره‌ای، به بررسی نقش آتروس‌سل‌ها و ریزگرد بر بارش برف و باران پرداخته است. پژوهش وی در سال ۲۰۰۰ نشان داد که آلودگی‌های شهری و صنعتی، می‌تواند در ابرهای زودگذر و کم بار (کم عمق) بارش را به کلی متوقف و سرکوب کند. پژوهش روزنفلد و همکارانش همچنین نشان داد که اثر آلودگی شهرهای کثیف، تا صدها کیلومتر آن سوتر، در مسیر باد کشیده می‌شود. در نوامبر ۲۰۱۱ نیز پژوهش گروهی از دانشمندان دانشگاه مریلند (Vieru, 2011) نشان داد که «آلودگی هوا بر افزایش پدیده‌هایی مانند سیل، خشکسالی و طغیان اثر مستقیم دارد». پژوهش تیم دانشگاه مریلند ثابت کرد که آلودگی نه تنها بر میزان بارش، بلکه بر نوع ابرهایی که در یک منطقه شکل

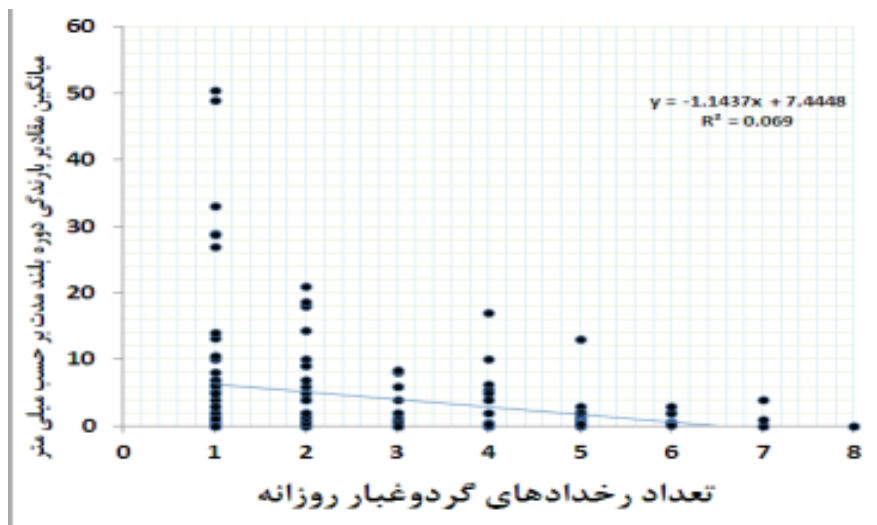
می‌گیرد و نیز بر میزان رطوبت آن منطقه مؤثر است (2012, www.gilamard.com). نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب است که فرضیه کاهش بارندگی در مقابل روند افزایش گردوغبار آنچنان که Rosenfeld (۲۰۰۰) در تشریح حلقه محتمل بازخورد بیابان‌زایی ابراز داشته و گردوغبار بیابان را متوقف‌کننده یا تضعیف‌کننده بارندگی معرفی کرده است، در منطقه مورد بررسی در ماه‌های سرد سال به‌ویژه (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل و می) معنی‌داری رابطه بارش و گردوغبار را در سطح ۱٪ و در ماه‌های (نوامبر و دسامبر) در سطح ۵٪ اعلام نموده است. گرچه میزان ضرایب همبستگی حاصل در ماه‌های سال ناچیز است، اما بر مبنای همین ضرایب ناچیز همبستگی، ارتباط بارش و رخدادهای گردوغبار به خوبی تبیین شده است. از سوی دیگر، در ماه‌های گرم سال و همچنین اوایل پاییز (ژوئن، جولای، اوت، سپتامبر و اکتبر) رابطه بارش و گردوغبار معنی‌دار نیست. به استناد نمودارهای وقایع رخدادهای بارندگی در روزهای غباری (شکل‌های شماره ۲ تا ۱۴) در دوره سی ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۶)، مقادیر کاهش بارش تا حدودی با مقادیر رخدادهای گردوغبار همخوانی دارد. همانطور که نمودارهای مربوطه نشان داده‌اند مقادیر افزایش بارش تقریباً در نقاطی است که میزان رخدادهای گردوغبار کمتر از حد متوسط منطقه است. نمودارهای مورد اشاره نشان می‌دهد که بین بارش و رخدادهای گردوغبار، نقاطی که دارای بیشترین کاهش بارش هستند منطبق بر نقاطی است که دارای بیشینه رخداد گردوغبار هستند و به عکس مناطقی که دارای بیشینه افزایش بارش هستند منطبق بر مناطقی است که دارای رخدادهای گردوغبار کمتری می‌باشند. علت اصلی پایین بودن ضرایب همبستگی و ضرایب تبیین (جدول ۱۱) منبعت از این حقیقت است که: «در اثر وجود گردوغبار در منطقه جنوب‌غربی ایران، میزان بارش به‌طور متوسط ۰/۹ میلی‌متر و در بیشترین حالت تا ۲/۱ میلی‌متر در منطقه کاهش پیدا می‌کند. بدین ترتیب یکی از تأثیرات وقوع گردوغبار در جنوب‌غربی ایران، کاهش بارش است و میزان این کاهش کمتر از ۱۰ درصد کل بارش منطقه است» (Ensaifi, Moghaddam, 2018).

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین فراوانی گردوغبار و مقادیر بارش روزانه

| ماه | توزیع | معادله رگرسیون ($Y=A+BX$) | ضریب همبستگی پیرسون (گردوغبار با بارش روزانه) | ضریب تبیین یا R^2 (%) | سطح معنی‌داری |
|---------------|-------|-----------------------------|--|----------------------------|---------------|
| ژانویه | نرمال | $y = -1.5524x + 10.033$ | -۰/۱۹۰ | ۳/۴ | ** |
| فوریه | نرمال | $y = -0.9645x + 7.6158$ | -۰/۱۵۴ | ۲/۴ | ** |
| مارس | نرمال | $y = -0.725x + 5.8467$ | -۰/۱۵۳ | ۲/۳ | ** |
| آوریل | نرمال | $y = -0.3x + 2.5443$ | -۰/۰۹۵ | ۱/۸ | ** |
| می | نرمال | $y = -0.3x + 2.5443$ | -۰/۱۲۷ | ۱/۶ | ** |
| ژوئن | نرمال | $y = -0.3x + 2.5443$ | -۰/۱۳۵ | ۱/۸ | ns |
| جولای | نرمال | $y = -0.1619x + 2.2425$ | -۰/۱۲ | ۱/۴ | ns |
| اوت | نرمال | $y = 0.1301x + 1.991$ | ۰/۰۴۷ | ۰/۲ | ns |
| سپتامبر | نرمال | $y = -0.1066x + 1.5296$ | -۰/۰۵۶ | ۰/۳ | ns |
| اکتبر | نرمال | $y = -0.4155x + 3.8556$ | -۰/۰۶۷ | ۰/۴ | ns |
| نوامبر | نرمال | $y = -0.1305x + 2.8365$ | -۰/۱۲۷ | ۳/۹ | * |
| دسامبر | نرمال | $y = -1.3806x + 9.8471$ | -۰/۱۳۱ | ۱/۷ | * |
| هر ۱۲ ماه سال | نرمال | $y = -0.5721x + 4.3602$ | -۰/۱۵۴ | ۲/۴ | ** |

همبستگی $-۰/۰۵۶$ و $-۰/۰۶۷$ قرار دارند. نتایج بدست آمده مبتنی بر این یافته است که در منطقه مورد بررسی عمدتاً در ماه‌های سرد سال (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، نوامبر و دسامبر) رابطه همبستگی معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹٪ و ۹۵٪ وجود دارد. این رهیافت با وقوع بارش‌های مدیترانه‌ای با جهت شمال‌غرب تا غرب در منطقه انطباق دارد. همچنین این تحقیق نشان داد که رابطه تعداد رخداد‌های گردوغبار با مقادیر بارندگی روزانه در منطقه مورد بررسی رابطه‌ای منفی است. ضریب همبستگی بین رخداد‌های گردوغبار و تغییرات بارش یک رفتار معکوس را بین این دو متغیر نشان می‌دهد (شکل ۱۴). این امر نشان می‌دهد که گردوغبار می‌تواند به‌طور قابل توجهی به‌عنوان عامل کاهش‌دهنده یا سرکوب‌کننده میزان بارندگی در منطقه عمل کند.

نتایج حاصل از محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون بین دو متغیر فراوانی روزانه رخداد‌های گردوغبار با میزان بارش در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، نوامبر و دسامبر بیانگر معنی‌دار بودن همبستگی داده‌ها در سطح ۱٪ است (جدول ۱۱). اما در ماه‌های ژوئن، جولای، اوت، سپتامبر و اکتبر بررسی رابطه همبستگی بین دو متغیر یاد شده معنی‌دار نیست. بررسی معادلات بین فراوانی رخداد‌های گردوغبار با میزان بارش روزانه نشان‌دهنده این واقعیت است که ضریب همبستگی بدست آمده بین دو متغیر مورد بررسی در ماه ژانویه $-۰/۱۹$ می‌باشد. پس از آن ماه‌های فوریه و مارس نیز به ترتیب با ضرایب همبستگی $-۰/۱۵۴$ و $-۰/۱۵۳$ و دو ماه سپتامبر و اکتبر به ترتیب با ضرایب



شکل ۱۴- مقایسه میانگین بارش دوره سی ساله در ارتباط با رخدادهای گردوغبار روزانه در کل ماه‌های سال در دوره بلندمدت (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

- Boheirae, H., Ayazi, M. H. , Rajae, M. A. , Ahmadi, H. , 2011. Synoptic Statistical Analysis of Dust phenomena in Ilam Province, Quarterly Journal of Human Geography, 4(1), page: 47-62.
- Davoodi Rad, A., Telvari, A. and Erfanian, M., 2007. The pattern of time distribution of precipitation in Salt Lake Basin, journal of research and reconstruction on the natural resources, issue, issue 74.
- Ekhtesasi, M. and Jahanbakhshi, F., 2016 . Models and Tools for Estimating and Measuring Wind Erosion and Dust Storms, Yazd University.
- Ensafi Moghaddam T., 2018. Analysis of dust occurrence effects on precipitation changes in South-West of Iran ,A Thesis for Receipt Degree of PHD In Physical Geography-Climatology, Winter 2018, Department of physical Geography, University of Tehran (In Persian).
- Fattahi, E. , Ghannad, H., 2010. An analysis of synoptic patterns of dust storms in the south Western region of Iran, Quarterly Scientific Journal of geography, Page: 49-63.
- Ghahraman, B. and Taghvaeian. S., 2008. Investigation of annual rainfall trends in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 10: 93-97.
- Hejam, S., khoshkhou, Y., and Vandi, Sh., 2008. Trend analysis of seasonal and annual precipitation changes in few selected stations in Central Basin of Iran with non-parametric methods, geographical researchs, issue 64.

سپاسگزاری

در پایان لازم است از زحمات داوران محترم فصلنامه علمی و پژوهشی مرتع و بیابان ایران که با تصحیح و ابراز پیشنهادهای سازنده، موجب ارتقاء مقاله شدند، تشکر و قدردانی گردد.

منابع مورد استفاده

- Alijani, B. , 2004. Climate of Iran, Tehran, Payame Noor University.
- Ansari, H. and Davari, K., 2008. Dry period zoning using standardized precipitation index in GIS environment. Geographical Research, 60: 97-108 (In Persian).
- Asakerh, H., 2007. Temporal-spatial variability of precipitation during recent decades, Journal of geography and development, no:1, Autumn & winter 2007, volume 5, serial 10; page:145-164.
- Blazczyk, K.W., Wicz, L., Kunerf, W. and Labeledzki, A., 2005. Mulfi-annual flucfuations precipitation and their hydro,logical consequences in regional scale; Proceedings of symposium s6 held during the seventh IAHS Scientific Assemply at Foz do Iguacu, Brazil.

- Nazemosadat, M., Beigi, B. and Amin., S., 2003. Regionalization of winter precipitation in the provinces of Bushehr, Fars and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad using main components analysis method, *Journal of agricultural sciences and Techniques and natural resources*, year VII, issue first.
- Raj, P.P.N. and Azeez, P.A., 2010. Changing rainfall in the Palakkad plains of south India: Environmental impact assessment division, Salim Ali Centre for Ornithology and Natural History (SACON) 23(1): 75-82 (2010).
- Ramezani Gourabi, B., and Farahi, S., 2010. Zoning of daily rainfall and number of precipitation days in Anzali wetland Basin, *Quarterly Journal of Wetland*, Islamic Azad University of Ahvaz, vol. 1, no. 4, summer, 2010, page: 20-11
- Ramezani Gourabi, B., and Izakmehri, S., 2015. The Classification of temporal and spatial on heavy rainfall in Gilan with GIS, *Journal of geographical sciences*, no: 22, summer and spring 2015, page: 28-41.
- Raziie T., and Azizi Gh., 2008. Investigation of Spatial Patterns of Seasonal and Annual Precipitation in Western Iran, *physical geographical research* issue 65.
- Rosenfeld D., 2000. Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution, *Science*, 287(5459), 1793-1796.
- Rosenfeld, D., 2006. Aerosols suppressing precipitation in the Sierra Nevada: results of the 2006 winter field campaign. Presentation at the 3rd Annual Climate Change Research Conference, Sacramento, Sept. 2006. See www.climatechange.ca.gov/events/2006_conference/presentations/2006-09-14/2006-09-14.
- Rosenfeld, D., and Givati A., 2006. Evidence of orographic precipitation suppression by air pollution induced aerosols in the western USA, *J. Applied Meteorology*, 45, 893-911.
- Rosenfeld, D., and Lensky, I. M., 1998. Satellite based insights into precipitation formation processes in continental and maritime convection clouds, *Bull. American Meteorological Society*, 79, 2457-2476.
- Rosenfeld, D., Rudich Y., and Lahav, R., 2001. Desert dust suppressing precipitation: A possible desertification feedback loop, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 98, 5975-5980, 2001.
- Rosenfeld, D., Yu, X. and Dai, J., 2005. Satellite retrieved microstructure of AgI seeding tracks in supercooled layer clouds, *J. Applied Meteorology*, 44, 760-767.
- Hui, W. J.; Cook, B. I.; Ravi, S.; Fuentes, J. D.; D'Odorico, P., 2008. *Water Resources Research*, Volume 44, Issue 5, CiteID W05202 (WRR Homepage)
- Jahanbakhsh, S., Torabi, S., 2004. Evaluation and prediction of temperature and precipitation changes in Iran, *geographical research journal*, autumn, 1383, volume 19, number 3 (74 consecutive); page: 104-125.
- Jirak, I. L., Cotton, W. R., and Woodley W. L., 2006. EFFECT OF AIR POLLUTION ON PRECIPITATION ALONG THE FRONT RANGE OF THE ROCKY MOUNTAINS, *American Meteorological Society (AMS), Privacy Policy and Disclaimer*, Allen Press, Inc. assists in the publication of AMS journals, Technology Partner Atypon Systems, Inc.
- Khorshidoost, A., and Ghavidel Rahimi, Y., 2004. The study of rainfall fluctuations, forecasting and determining of the wet and dry seasons in East Azarbaijan province in winter, *Geographical researches quarterly*, issue 72.
- Kok, J. F.; Parteli, E. J. R.; Michaels, T. I.; Karam, D. B., 2012. *The Physics of Wind-blown Sand and dust*, translated in Persian by: Ekhtesasi, M., Ghaemini, A., *Reports on Progress in Physics*, Volume 75, Issue 10, id. 106901 (2012).
- Lashgari, H., 1996. Synoptic pattern of severe rainfall in South West of Iran, Ph.D. thesis in Natural geography, Tarbiat Modares University.
- Lashgari, H., 2002. Routing of systems Low pressure system The Sudanese The Sudanese entry To Iran *Madras Special letter of geography* 2, page: 156-133.
- Lashgari, H., 2003. Mechanism of proliferation, Strengthening and development of a low pressure center of Sudan and its role on the South and South Western rainfall in Iran, *Journal of researches*: 2003, volume 35, number 46; page: 1-18.
- Lashgari, H., 2005. Synoptic analysis of two samples of the pattern of South Eastern winter rainfall in Iran, *Modarres Magazine, Human Science*, (Tarbiat Modarres University), Version 9, 2005.
- Masoudian A., 2009. Rainfall regions of Iran; *Journal of Geography and development*, Spring 2009; Volume 7, number 13, page: 79-92.
- Modarres, R., 2007. Regional rainfall distributions of Iran, *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, No: 75.
- Mohammadi, B., and Masoudian A., 2010. Synoptic analysis of heavy rainfall in Iran, Case study: November 2010, *Geography and development - Issue 19-autumn 1389*; page: 47-70.

- Civil engineering, Spring 2016 Volume 32.2, No: 1/2, page: 91-97.
- Vieru, T., 2011. , Air Pollution Leads to Precipitation Pattern Shifts, These changes can affect the global climate in its entirety. <http://news.softpedia.com/news/Air-Pollution-Leads-to-Precipitation-Pattern-Shifts-234290.shtml> Nov 14, 2011 09:36 GMT.
 - Saaedra, S., Rodriguez, A., Taboada, J.J., Souto, J.A., and Casares, J.J., 2012. Patterns and air mass transport during ozone episodes in northwestern Iberia. *Science of Total Environment*, 441:97-110.
 - Sehatkashani, S., Kamali, Gh. , Vazifiedoust M. , Bidokht A., 2016. Study of Air Quality over West and South West of Iran Using Aerosol Optical Thickness Products of Modis, *Journal of Sharif*,

Analysis of simultaneous dust fall and rainfall events frequency in southwest of Iran

T. Ensafi Moghaddam ^{1*}, F. Khoshakhlagh ², A. Shamsipour², R. Akhavan³, T. Safarrad ⁴ and F. Amiraslani ⁵

1*-Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email: Ensafi@rifr-ac.ir.

2-Associate Professor, Faculty of Geography, Department of Climatology, University of Tehran, Iran.

3-Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

4- Assistant Professor of Climatology, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mazandaran University.

5-Associate Professor, Faculty of Geography, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tehran, Iran

Received:8/6/2017

Accepted:2/10/2018

Abstract

This paper was carried out to determine the cycle of dust storm in relation with precipitation in 12 months of the year, using processing of digital time series and their correlation with two variables mentioned above. Hence to accomplish the aim of the paper, the frequency of time series for dust storm and rainfall have been analyzed for the long time statistical data collected from 45 synoptic stations (1986-2016), located in the south east of Iran. In order to understand whether or not any correlation with these two variables, firstly a diagram of the daily changes in dust storm and rainfall cycles was drawn for each month separately. Then, to make sure that the statistics data are normal, the data were analyzed using Kolmogorov-Smirnov test in SPSS software. The results of data normality showed that all statistical data of the parameters used in this research were normal. The results of calculating the correlation coefficients of each month during the course of thirty years, indicated that the correlation of data are significant at ($P < 0.01$ & $P < 0.05$) only in the cold months of the year (January, February, March, April, May, November and December). Also, this study showed that the relationship between the amounts of daily precipitation with an abundance of dust events in the area was negative, and this indicates that the dust could be significantly as reducer or repressive downpours in the region.

Keywords: Daily rain and dust frequency, temporal variability, trend analysis, southwestern of Iran, time series.