

تحلیل روند تغییرات پدیده گرد و غبار ناحیه غرب ایران طی دوره آماری

۱۹۷۹-۲۰۱۸

آمنه یحیوی دیزج^۱، قاسم کیخسروی^۲، طیبه اکبری ازیرانی^{۳*}

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲ و ۳- استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

یکی از مخاطرات مناطق غرب ایران پدیده گرد و غبار است که به یکی از مشکلات زیست‌محیطی در این منطقه تبدیل شده است. در تحقیق حاضر، فراوانی وقوع کدهای ۰۶ و ۰۷ هواشناسی ۱۸ ایستگاه همدید (۱۹۷۹-۲۰۱۸) با روش‌های آماری من-کندال و شیب سن بررسی و تغییرات سالانه آنها توسط نمودارهای تعیین نقاط جهش مشخص شد. سپس فراوانی وقوع کدهای ۰۶ و ۰۷ در مقیاس سالانه و فصلی آماده-سازی و درون‌یابی شد. بر اساس نتایج، فراوانی گرد و غبار در کد ۰۶ به ترتیب در ایستگاه‌های آبادان، بندر ماهشهر، دهلران، سرا رود، سقز و سنندج و در کد ۰۷ در بیجار، روانسر، سرپل ذهاب، سقز، سنندج، قروه وکنگاور دارای روند معنی‌دار افزایشی و در ایستگاه‌های دزفول و رامهرمز روند معنی‌دار کاهش است. نمودارهای تعیین نقاط جهش کد ۰۶ طی ۴۰ سال اخیر به روش رتبه‌ای من-کندال نشان داد که روند فراوانی گرد و غبار در ایستگاه‌های آبادان و سنندج در سال‌های اخیر افزایشی بوده و در این دو ایستگاه در کد ۰۷ نیز طی بیشتر سال‌های مورد مطالعه کماکان روند افزایشی است. با توجه به پراکنش ایستگاه‌های دارای روند معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد، می‌توان نتیجه گرفت که روند فراوانی‌ها در غرب کشور تابع نظم خاصی است که ناهموازی‌ها نقش ویژه‌ای در آن دارد و مناطق با ارتفاع بیشتر دارای روند افزایشی معنادارتری در فراوانی گرد و غبار بوده است. در کد ۰۷ در مقیاس سالانه بیشترین میزان پدیده مورد نظر مربوط به ایستگاه‌های سنندج و کرمانشاه و در کد ۰۶ علاوه بر این دو ایستگاه در آبادان نیز بیشترین فراوانی گرد و غبار بدست آمد. در مقیاس فصلی، وسعت گرد و غبار در فصول بهار و تابستان بیشتر و در پاییز و زمستان کمتر بوده است. بنابراین علت رخداد گرد و غبار معلق در هوا که در اثر توفان شن و خاک و از نقاط دور به مناطق غرب ایران هدایت شده اند را باید در بین عوامل همدید همزمان با وزش بادهای غربی در کشور جستجو نمود.

کلید واژه‌ها: تحلیل روند، فراوانی وقوع گرد و غبار، من-کندال، شیب سن، غرب کشور.

مقدمه

مطالعه منابع انتشار فعلی گرد و غبار و پیش بینی آینده آنها در جنوب غربی ایران نشان می دهد؛ مناطق مستعد انتشار گرد و غبار در آینده افزایش می یابد (لباب پور، ۱۳۹۹). در واقع بررسی پدیده گرد و غبار یکی از ارزش های مهم در زمینه مدیریت مخاطرات اقلیمی و محیطی در خاورمیانه بویژه مناطق خشک غرب ایران می باشد که در سال های اخیر، شدت، تداوم و فراوانی گرد و غبار نسبت به گذشته بیشتر شده و مسائل زیادی را بوجود آورده است (میرموسوی و تاران، ۱۴۰۰). این پدیده به شدت روی منابع طبیعی و پوشش گیاهی تأثیر مخرب بر جای می گذارد؛ به طوری که در جنگل های بلوط غرب کشور بسته شدن روزنه برگ های این درختان در اثر افزایش غلظت ذرات گرد و غبار باعث خشک شدن آنها شده است (با عقیده و احمدی، ۱۳۹۳). عامل اصلی پدیده توفان گرد و غبار فراگیر ایران، سرزمین های خشک و بیابانی واقع در میان دریای میدترانه و ایران که شامل همسایگان غربی از جمله کشورهای عراق، سوریه، شرق ترکیه، شمال عربستان و غیره است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). بررسی روند فراوانی موقعیت کانون های گرد و غبار در داخل کشور نشان داد که با وجود وضعیت اقلیمی نسبتاً یکسان، روند تغییرات در این کانون ها از الگوی مشابهی تبعیت نمی کند (نامداری و همکاران، ۱۴۰۱). پایش و پیش بینی تغییرات مکانی و زمانی گرد و غبار معلق در جو استان قزوین و شهرستان های آن حاکی از افزایش میزان گرد و غبار معلق در جو در استان قزوین و وجود ارتباط منفی بین مقادیر AOD با عناصر طبیعی نظیر بارندگی، رطوبت نسبی و پوشش گیاهی و ارتباط مثبت با عناصر سرعت باد، تعداد روزهای یخبندان، دما، تغییرات جزیره حرارتی و ساعات آفتابی با AOD بود (مقدم و همکاران، ۱۴۰۱). در ایستگاه سنندج نیز بررسی روند تغییرات غلظت گرد و غبار حاکی از روند کاهشی است (محمودی و سوری، ۱۴۰۰). بررسی تغییرات زمانی و مکانی وقوع گرد و غبار در سطح استان آذربایجان غربی نیز نشان داد که بیشترین وقایع گرد و غبار در فصل های تابستان و بهار به وقوع پیوسته و بر اساس تغییرات زمانی رخداد گرد و غبار، هیچ روند معنی داری در میزان AOD و فراوانی رخداد گرد و غبار بدست نیامد (چوبین و همکاران، ۱۴۰۱).

ایران کشوری خشک و نیمه خشک در غرب آسیا است که در معرض سامانه های متعدد گرد و غبار محلی و فرا منطقه ای است. گرد و غبار اصلی ترین نوع آئروسول و رایج ترین پدیده آب و هوایی در مناطق خشک و نیمه خشک است که از شمال آفریقا و خاورمیانه تا آسیای مرکزی پخش می شود (عرفان علی و همکاران، ۱۳۹۹؛ دانبالی و کریمی، ۱۳۹۸ و ثابت قدم و همکاران، ۱۴۰۰). در واقع حوادث شدید گرد و غبار غالباً در مناطق خشک رخ داده و خاورمیانه یکی از مناطق جهان است که تحت تأثیر توفان های شدید گرد و خاک قرار دارد (Li et al., 2020). در این رابطه مطالعه پیشینه تحقیقات حاکی از آن است که فعالیت گرد و غبار در خاورمیانه به دلیل عوامل زیادی از جمله تغییرات آب و هوایی، خشکسالی و راهبردهای ضعیف مدیریت منابع آب در سال های اخیر شدت یافته است (حمیدی، ۱۳۹۹؛ غلامی و همکاران، ۱۳۹۹؛ ابراهیمی خوسفی و سلیمانی، ۱۴۰۰). فراوانی توفان گرد و غبار بر سلامت انسان و فعالیت های کشاورزی در آسیای میانه آثار مخربی برجای گذاشته است (Tiangang et al., 2019). توفان های گرد و غبار مکرر ممکن است از چندین منبع بیابانی و بسترهای نمکی رسوبی توسط فرسایش بادی منشأ بگیرند که به شدت بر محیط جوی و اقلیم منطقه تأثیر گذارند (Bolorani et al., 2020; Jin et al., 2021; Mashat et al., 2021; Shi et al., 2021). جدا از تأثیرات تشعشعی، ذرات معلق گرد و غبار تأثیرات گسترده ای بر اقلیم محلی و منطقه ای دارند (Ravi Kumar et al., 2019; Gandham et al., 2020; Weston et al., 2021). از سویی دیگر افزایش دما به دلیل تغییرات آب و هوایی، بیابان زایی را در دهه های اخیر تسریع کرده و باعث توفان های گرد و غبار شدیدتر و مکرر شده است (Burrell et al., 2020). بنابراین گرد و غبار به طور مستقیم با تغییرات منطقه ای در زمین (مانند پوشش گیاهی، پوشش آب دریاچه، رطوبت خاک، ناهمواری سطح) و عوامل اقلیمی (مانند خشکسالی، باد، رطوبت نسبی، فعالیت همرفتی) مرتبط است (ابراهیمی خوسفی و همکاران، ۱۴۰۰؛ ابراهیمی خوسفی و سلیمانی، ۱۴۰۰، غلامی و همکاران، ۱۳۹۹ و حمیدی، ۱۳۹۹). در زمینه گرد و غبار، مطالعات نشان می دهند که این مخاطره در ایران نیز بی تأثیر نبوده و

ایران طی دوره آماری ۲۰۱۸-۱۹۷۹، با بهره‌گیری از کدهای هواشناسی ۰۶ و ۰۷ و تعیین نقاط جهش روند است. بعبارتی بررسی ویژگی‌های آماری در بازه‌های زمانی مختلف به منظور فراهم آوردن فرصت، برای برنامه‌ریزان مختلف، جهت آگاهی و شناخت هرچه دقیق‌تر زمان این مخاطره محیطی است تا برنامه‌های لازم را برای سازگاری فراهم و در نتیجه تصمیمات مدیریتی و آمادگی برای مقابله با توفان‌های گرد و غبار را اتخاذ نمایند.

داده‌ها و روش‌ها

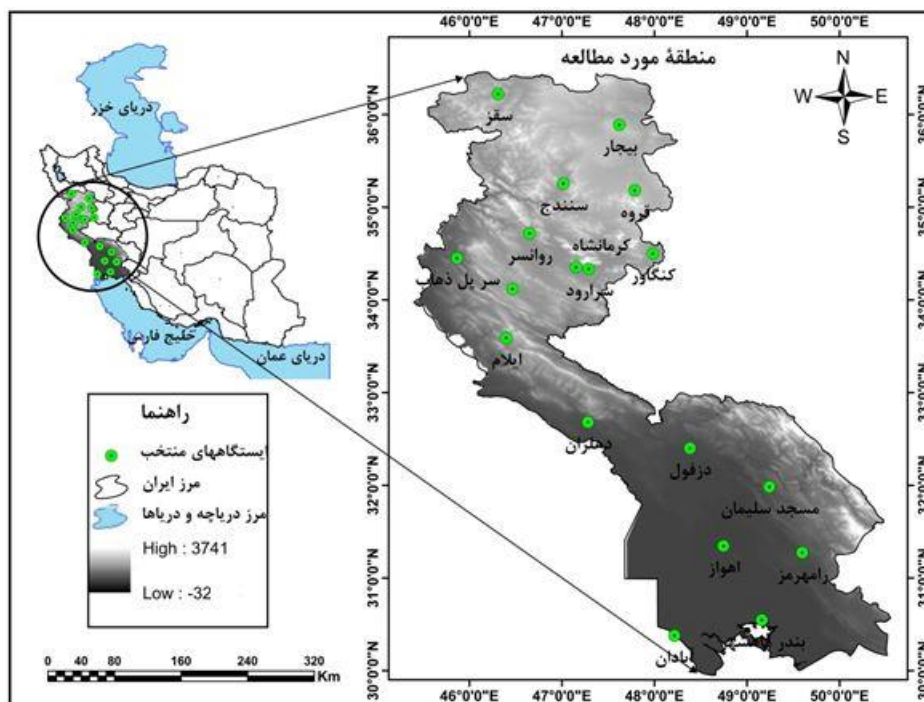
موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از اطلاعات آمار ۴۰ ساله (۲۰۱۸-۱۹۷۹) فراوانی وقوع گرد و غبار و گرد و خاک (کدهای هواشناسی ۰۶ و ۰۷) ۱۸ ایستگاه همدید واقع در غرب کشور استفاده شد منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر شامل استان‌های کردستان، کرمانشاه، ایلام و خوزستان می‌باشد. در بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه، از نظر بارشی ایستگاه‌ها دارای بارش سالانه بیش از میانگین سالانه کشور بوده و نیز به دلیل داشتن پوشش گیاهی از مناطق خشک کشور جدا شده و دارای اقلیم نیمه خشک است. گرد و غبارهای این منطقه بیشتر از نوع فرا محلی بصورت غبارهای فراگیر و گسترده در بخش گسترده‌ای از غرب کشور مشاهده می‌شود که از مناطق دور و نزدیک دیگر منشأ گرفته‌اند. همچنین بخش‌های مرکزی و جنوبی منطقه مورد مطالعه در مسیر ورود سیکلون‌ها و سیستم‌های آورنده گرد و غبار به کشور قرار گرفته است (ذوالفقاری و عابد زاده، ۱۳۸۴). مشخصات کدهای مورد مطالعه در جدول ۱ و موقعیت جغرافیایی، پراکنش ایستگاه‌های منتخب همراه با اسامی آن‌ها و مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ قابل مشاهده‌اند.

از جمله تحقیقاتی که به بررسی فراوانی و روند این پدیده مخرب اقلیمی در ایران پرداخته‌اند می‌توان به تحقیق (رسولی و همکاران، ۱۳۹۰) اشاره نمود که بر اساس روش‌های آماری به تحلیل روند وقوع پدیده گرد و غبار ایران با دو روش آماری ناپارامتری من-کندال و سن پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آنها حاکی از آن بود که با توجه به ساختار داده‌های ورودی، روش‌های آماری من-کندال و سن کارایی بسیار مناسبی را برای تحلیل روند پدیده گرد و غبار از خود نشان داده است. در مطالعه‌ای دیگر (طاووسی و همکاران، ۱۳۹۱) مدل‌سازی سری‌های زمانی پدیده گرد و غبار شهر اهواز را طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱ مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده بیشینه روزهای همراه با گرد و غبار در دوره گرم سال رخ داده و فراوانی روزهای گرد و غباری در نیمه دوم دوره آماری نسبت به دوره اول افزایش چشمگیری (دو برابر) داشته است. همچنین (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷) به بررسی تغییرات زمانی توفان‌های گرد و غبار خرم آباد با استفاده از روش تحلیل روند خطی، پلی نومال و آزمون ناپارامتری من-کندال پرداختند. براساس نتایج در بیشتر ماه‌های سال و سه فصل بهار، تابستان و پاییز در خرم آباد، وقوع این توفان‌ها معنی‌دار و با شیب نسبتاً زیادی در حال افزایش بوده است. بنابراین با توجه به موقعیت کشور ایران بویژه نیمه غربی آن که در همجواری با بیابان‌های بزرگی واقع شده، پدیده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و به طور مستمر گرد و غبار این بیابان‌ها نیمه غربی ایران را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند و اثرات نامطلوبی بر محیط زیست و سلامت انسانها دارند. از این رو پژوهش حاضر به تحلیل روند فراوانی رخداد پدیده گرد و غبار در غرب کشور در چهل سال اخیر با استفاده از آزمون آماری ناپارامتری و تعیین نقاط جهش پرداخت. زیرا مزیت این روش نسبت به سایر آزمون‌های تعیین روند، استفاده از مرتبه داده‌ها در سری زمانی بدون در نظر گرفتن مقدار متغیرها می‌باشد که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می‌توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی نیز استفاده کرد و نیازی نیست که داده‌ها در قالب توزیع خاصی در آیند (باقرپور و همکاران، ۱۳۹۵). هدف تحقیق حاضر تحلیل روند تغییرات پدیده گرد و غبار ناحیه غرب

جدول ۱ کدهای هواشناسی تعریف شده توسط سازمان جهانی هواشناسی برای پدیده گرد و غبار

شماره کد	تعریف کد
۰۶	گرد و غبار معلق در هوا در اثر توفان شن و خاک که از نقاط دور به ایستگاه آمده است.
۰۷	گرد و خاک یا شنی که به وسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی آن در ساعات دیده بانی بلند شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی، پراکنش ایستگاههای منتخب و مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه

پستی و بلندی ها پراکنش داشته باشند از این روش استفاده می شود (نیک نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). سپس روند تغییرات روزهای همراه با گرد و غبار کدهای هواشناسی ۰۶ و ۰۷ در طی ۴۰ سال (۲۰۱۸-۱۹۷۹) براساس روش های آماری ناپارامتریک من- کندال و شیب سنس در سطح اطمینان ۹۵ درصد تحلیل شد (جدول ۲). برای ارزیابی تغییرات گرد و غبار، نمودارهای تعیین نقاط جهش ۴۰ ساله کدهای ۰۶ و ۰۷ به روش رتبه ای من- کندال نیز مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل های ۵ و ۶)

روش تحلیل روند ناپارامتری من- کندال

روش من- کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۰) بسط و توسعه یافت. فرض صفر آزمون من- کندال بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض

روش انجام پژوهش

در تحقیق حاضر جهت ارزیابی فراوانی وقوع گرد و غبار، کدهای هواشناسی مورد نظر (۰۶ و ۰۷) در غرب ایران انتخاب شد. با توجه به اینکه در ایستگاه های سینوپتیک، روزانه ۸ گزارش ثبت گرد و غبار در ساعت های ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ به وقت گرینویچ ارائه می گردد در این تحقیق، یک گزارش نیز به عنوان روز همراه با گرد و غبار در نظر گرفته شد و نقشه های روزهای دارای گرد و غبار تهیه گردید. این نقشه ها در مقیاس سالانه (شکل ۲) و در مقیاس فصلی (شکل های ۳- و ۴-) با استفاده از داده های ۱۸ ایستگاه و روش درونیابی وزن دهی عکس فاصله IDW در محیط نرم افزار ArcGIS 10.7 تهیه شد. روش وزن دهی عکس فاصله، برای مناطقی با پستی و بلندی مورد استفاده قرار می گیرد. به عبارت دیگر در صورتی که ایستگاه های مورد مطالعه (مانند منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر) در

برآورد شیب واقعی یک روند در سری زمانی با آزمون Sen

جهت برآورد شیب واقعی یک روند در یک سری زمانی، استفاده از روش ناپارامتری سنس Sen's می‌تواند یکی از روش‌های مناسب در این زمینه باشد. این روش ابتدا توسط تیل در سال (۱۹۵۰) ارائه و سپس توسط سن در سال (۱۹۶۸) بسط و گسترش داده شد. این روش نیز همانند بسیاری دیگر از روش‌های ناپارامتریک همچون من-کندال بر تحلیل تفاوت بین مشاهدات سری زمانی استوار است. این روش زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که روند موجود در سری زمانی یک روند خطی باشد. این بدین معناست که Ft برابر است با:

$$F(t) = Qt + B \quad (۷)$$

که Q، شیب خط روند و B، مقدار ثابت است. جهت محاسبه شیب خط روند یعنی، ابتدا بایستی شیب بین هر جفت داده مشاهداتی، با استفاده از معادله مربوطه محاسبه گردد (تیل، ۱۹۵۰؛ سن، ۱۹۶۸).

نتایج و بحث

توزیع مکانی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه در مقیاس سالانه

شکل ۲ توزیع مکانی فراوانی وقوع سالانه گرد و غبار محلی بر اساس کدهای هواشناسی ۰۶ (الف) و ۰۷ (ب) را از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸ در غرب ایران نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۲ بیشترین فراوانی روزهای همراه با پدیده گرد و خاک مربوط به ایستگاه‌های سنندج و سرا رود بر اساس کد ۰۷ و همچنین ایستگاه آبادان بر اساس کد ۰۶ است. ایستگاه‌های سقز، سر پل ذهاب و کنگاور بر اساس کد ۰۷ در رده‌های بعدی قرار دارند همچنین ایستگاه‌های سقز، اهواز و سر پل ذهاب بر اساس کد ۰۶ در رده بعدی قرار دارند. همچنین همه ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۸ ایستگاه) در دوره مورد مطالعه کم و بیش همراه با گرد و غبار (کدهای ۰۶ (الف) و ۰۷ (ب)) بوده‌اند. اما در اینجا به جهت رعایت ایجاز به ایستگاه‌هایی که دارای بیشترین تعداد روزهای گرد و غبار بوده‌اند اشاره شده است. چنانچه در شکل نیز قابل مشاهده است بعد از ایستگاه‌های مذکور می‌توان سایر

صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد. در این روش ابتدا اختلاف بین هر یک از مشاهدات با تمام مشاهدات پس از آن محاسبه شده و پارامتر S مطابق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (۱)$$

که n تعداد مشاهدات سری، و x_k و x_j به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت sgn نیز به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\text{Sgn}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۲)$$

در مرحله بعد محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر محاسبه شد:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (۳)$$

$$V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (۴)$$

که n و m معرف تعداد دنباله‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان در یک دنباله (تعداد گره‌ها) می‌باشد. در نهایت نیز آماره Z به کمک رابطه زیر استخراج می‌شود:

$$Z = \begin{cases} \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (۵)$$

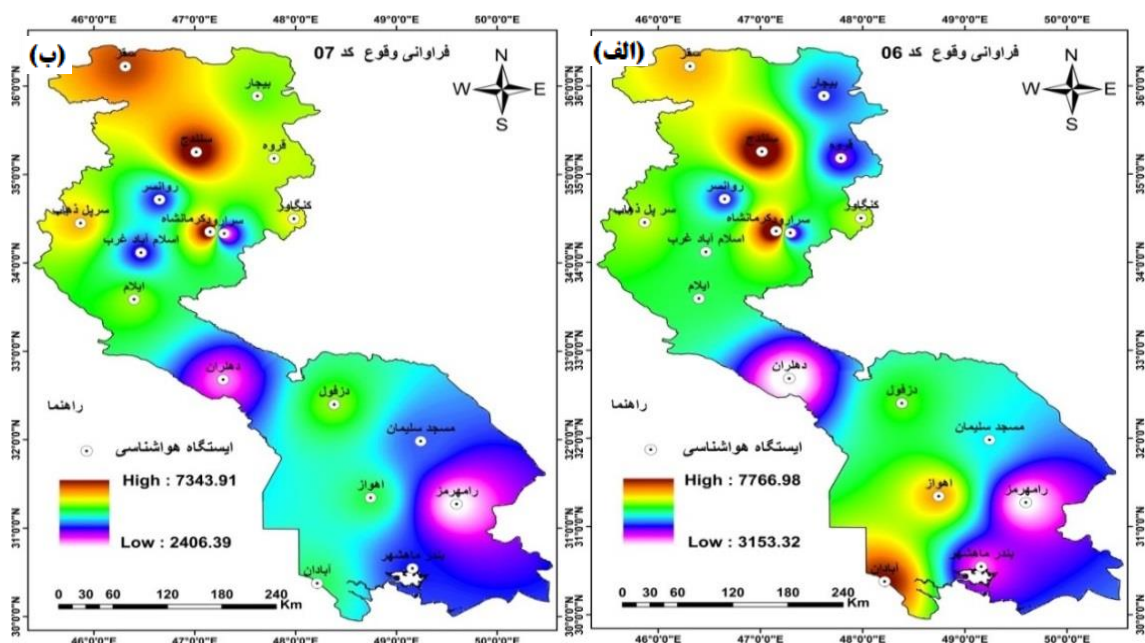
با فرض دو دامنه آزمون روند، فرضیه صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که شرط زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2} \quad (۶)$$

که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵٪ به کار گرفته شده است. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (من، ۱۹۴۵؛ کندال، ۱۹۷۰).

دوره‌های سرد و گرم سال، در ادامه بحث خواهد شد.

ایستگاه‌های مطالعاتی را مشاهده کرد که دارای گرد و غبار هستند. لازم به ذکر است که در ارتباط با تفاوت الگوها در



شکل ۲- فراوانی وقوع سالانه گرد و غبار در کدهای هواشناسی ۰۶ (الف) و گرد و خاک ۰۷ (ب) طی ۴۰ سال اخیر

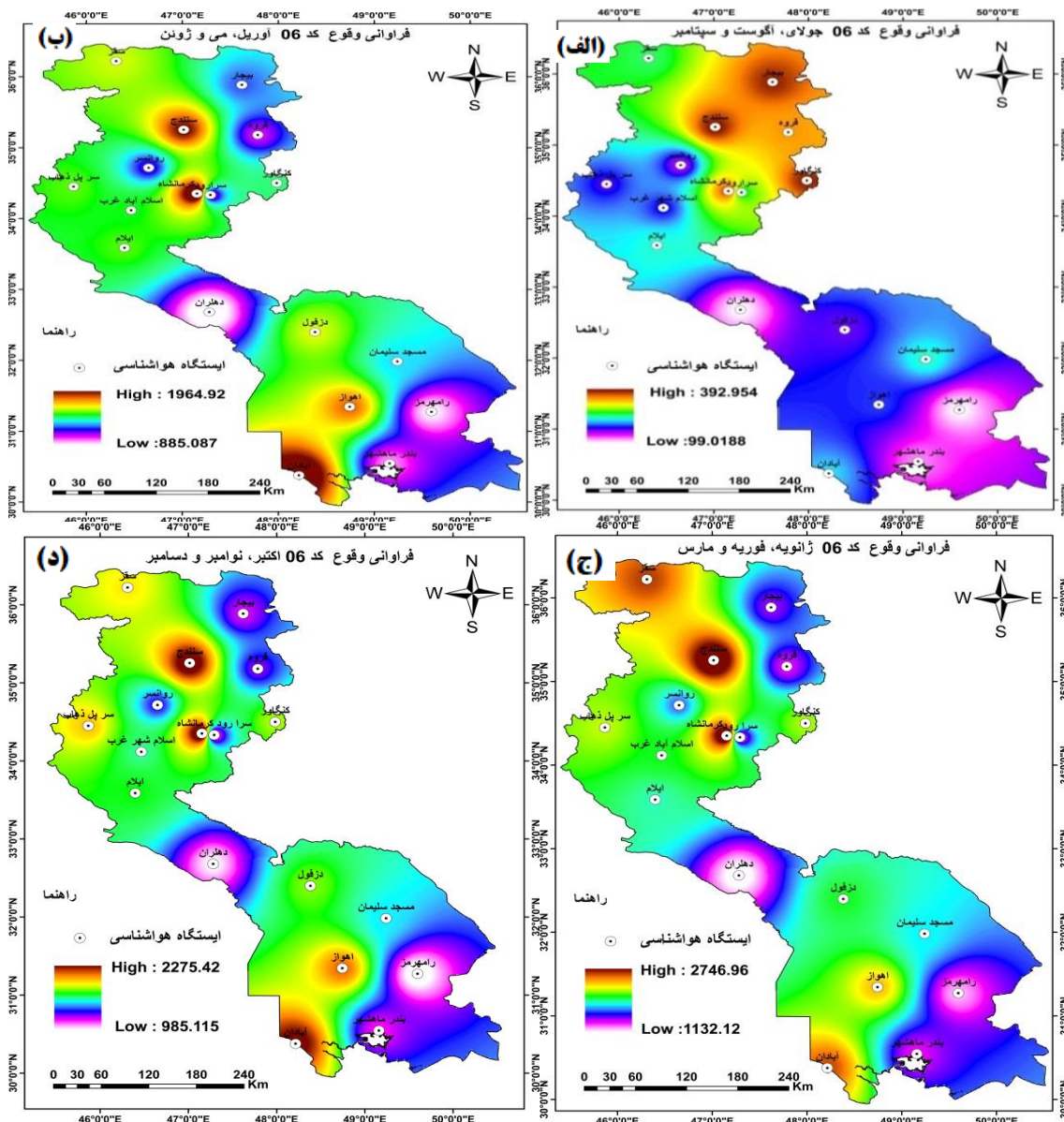
شکل قابل مشاهده است نسبت به ایستگاه‌های نامبرده فراوانی وقوع کمتری را نشان می‌دهند. با توجه به شکل در فصل پاییز (ج) (اکتبر، نوامبر و دسامبر) کاهش محسوسی در فراوانی وقوع گرد و غبار تقریباً در تمامی منطقه غرب ایران نسبت به سایر فصول مشاهده می‌شود. که از جمله دلایل آن آغاز ورود سیستم‌های فراتر منطقه‌ای همراه با ناپایداری و رطوبت از غرب کشور ایران است (شاهکوئی و رحمانی، ۱۳۹۸). در فصل زمستان (د) (ژانویه، فوریه و مارس) نیز همچون فصل پاییز به غیر از ایستگاه‌های سنندج، کرمانشاه، آبادان و اهواز، فراوانی وقوع گرد و غبار کاهش یافته است. بنظر می‌رسد دلایل این تغییرات در فصل زمستان با نفوذ بادهای غربی و رطوبت آنها و بهره‌مندی سیکلون‌ها و جبهه‌ها از بارش‌ها و رطوبت‌های متفاوتی در ارتباط باشد (شاهکوئی و رحمانی، ۱۳۹۸). و یکی از دلایل آن می‌تواند همین رطوبت باشد که از فراوانی وقوع گرد و غبار این فصل کاسته است. علی‌رغم این موضوع در فصل سرد سال که هسته کم ارتفاع و امواج غربی بر روی اروپا و دریای مدیترانه شکل می‌گیرند، به علت سنگینی هوای سرد در این ایام، اجازه نفوذ به عرض-

توزیع مکانی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه (کد ۰۶ (الف)) در مقیاس فصلی

شکل ۳- فراوانی وقوع فصلی گرد و غبار براساس کد هواشناسی ۰۶ را از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. بر اساس این شکل نتایج ارزیابی پدیده گرد و غبار در فصل بهار (الف) (آوریل، می و ژوئن) حاکی از آن است که ایستگاه‌های سنندج، کرمانشاه و آبادان بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را در این فصل داشته‌اند. کمترین میزان فراوانی وقوع گرد و غبار در فصل بهار متعلق به ایستگاه‌های دهلران و رامهرمز است. مابقی ایستگاه‌های مطالعاتی نیز همچنان فراوانی گرد و غبار را در این فصل نشان می‌دهند. با توجه به شکل در برخی از ایستگاه‌ها وقوع گرد و غبار در فصل بهار وسعت بیشتری از منطقه مورد مطالعه را نسبت به فصول دیگر در بر گرفته است. در فصل تابستان (ب) (جولای، آگوست و سپتامبر) در قسمت‌های شمال شرقی منطقه یعنی ایستگاه‌های سنندج، بیجار، کنگاور و کرمانشاه پدیده گرد و غباری بیشتری روی داده است. ایستگاه‌های همراه با تعداد بیشتر گرد و غبار رده بعدی به قروه، سرا رود و سقز اختصاص دارد و سپس ایستگاه‌های بعدی که در

هستند، شرایط تلاطم، باد و گرد و غبار ایجاد می‌شود که به سمت غرب و جنوب غربی کشیده می‌شوند (عطایی و احمدی، ۱۳۸۹). در نتیجه در ایجاد گرد و غبار علاوه بر عوامل فرا منطقه‌ای عوامل محلی نیز تأثیرگذار می‌باشند.

های پایین را به خوبی پیدا می‌کند و تراف آن‌ها بر روی بیابان‌های خاورمیانه قرار می‌گیرد و با توجه به شرایط گرمایی و حرارتی این منطقه، قسمت جلو تراف‌ها که به سمت شرق گرایش دارند بصورت فراز (ریج) در آمده و اختلالات هوا را ایجاد می‌کنند. چون این بیابان‌ها خشک



شکل ۳ فراوانی وقوع فصلی گرد و غبار در کد هواشناسی ۰۶ طی ۴۰ سال اخیر

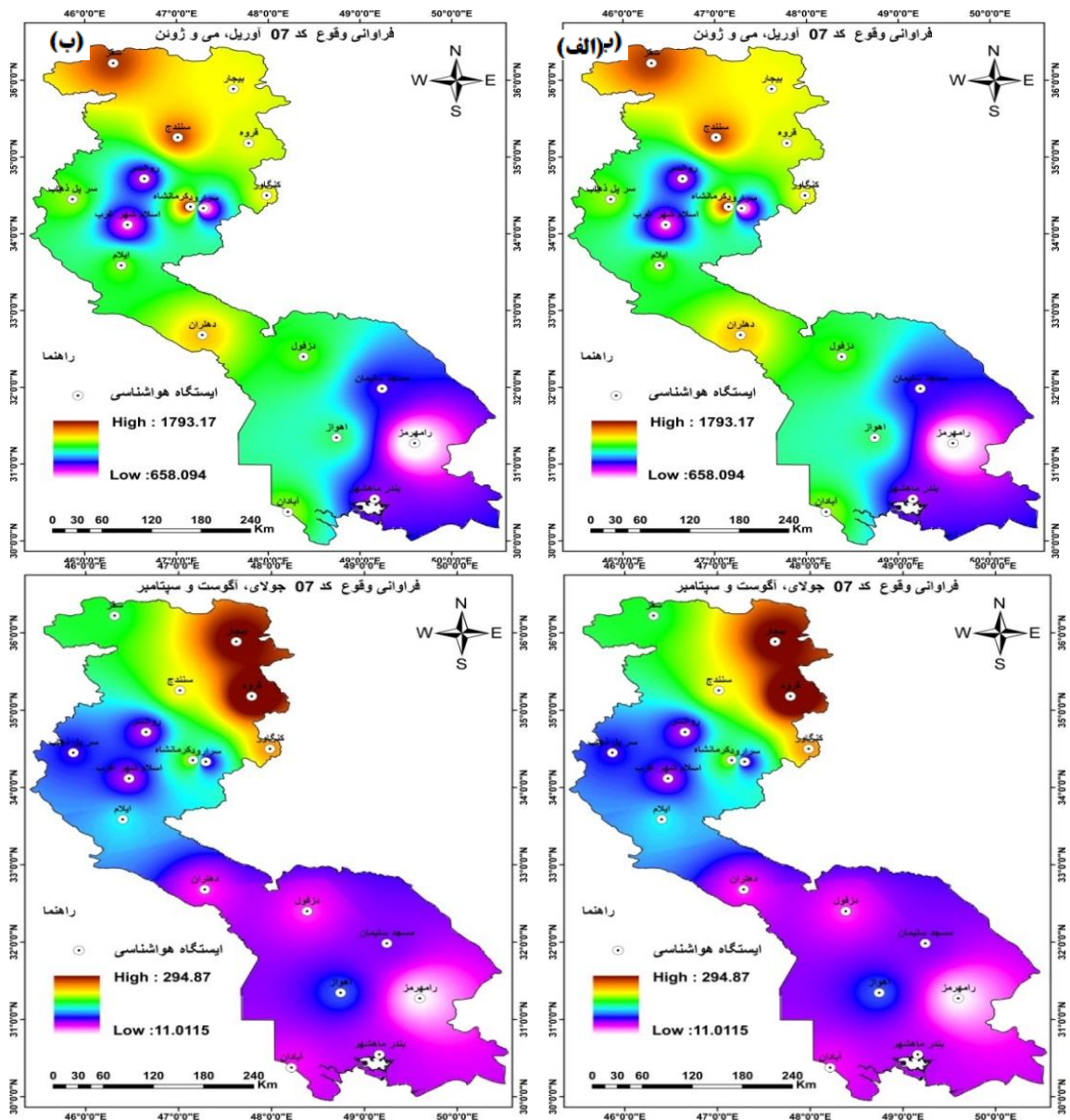
سندج و سقز بیشترین تعداد فراوانی وقوع گرد و خاک را داشته‌اند. و کمترین فراوانی در فصل بهار به ایستگاه رامهرمز اختصاص دارد و سایر ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه نیز کم و بیش گرد و خاک را در این فصل تجربه کرده‌اند. در فصل تابستان (ب) در قسمت‌های شمال‌شرقی

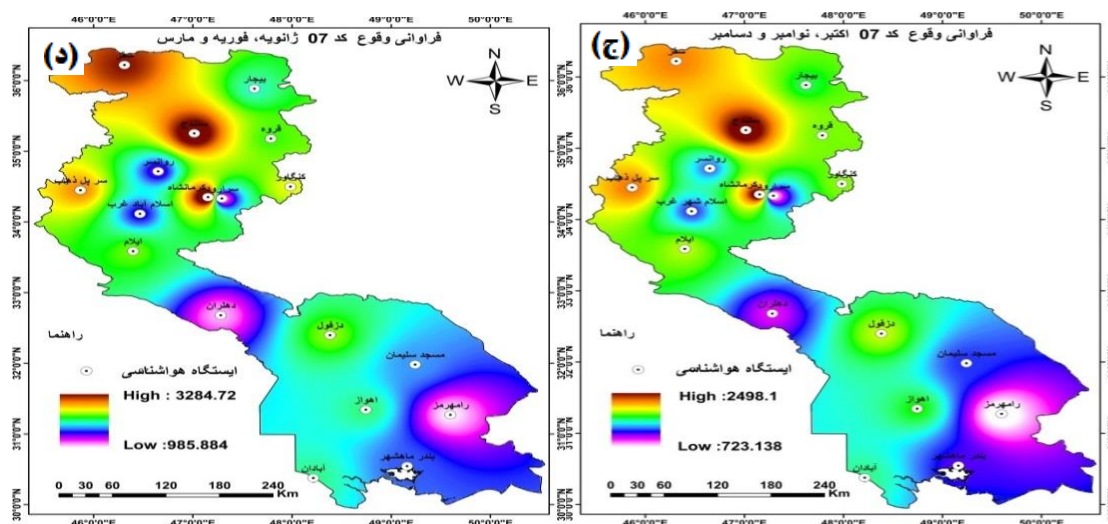
توزیع مکانی گرد و خاک در منطقه مورد مطالعه (کد ۰۷) در مقیاس فصلی

شکل ۴ فراوانی وقوع فصلی کد هواشناسی ۰۷ را از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در ارزیابی پدیده گرد و خاک در فصل بهار (الف) ایستگاه‌های

بر علت شده و پدیده گرد و غبار در منطقه شدت می‌یابد (عطایی و احمدی، ۱۳۸۹). بر اساس این شکل در فصل پاییز (ج) ایستگاه‌های سنندج و کرمانشاه تعداد روزهای همراه با گرد و خاک بیشتری را نسبت به بقیه ایستگاه‌ها دارند. ایستگاه‌های رامهرمز، سرا رود و دهلران نیز فراوانی وقوع گرد و خاک کمتری را دارند. در فصل زمستان (د) ایستگاه‌های سنندج، سقز و کرمانشاه تعداد روزهای گرد و خاک بیشتر و ایستگاه‌های رامهرمز، دهلران و سرا رود فراوانی وقوع کمتری را به خود اختصاص داده‌اند.

منطقه یعنی ایستگاه‌های بیجار و قروه پدیده گرد و خاک بیشتری رخ داده است. ایستگاه‌های کنگاور و سنندج بیشترین گرد و خاک رده بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. پس از آن ایستگاه‌های بعدی که در شکل مشاهده می‌شود نسبت به ایستگاه‌های مذکور فراوانی وقوع کمتری را دارند. از جمله دلایل افزایش پدیده گرد و غبار در فصل تابستان می‌تواند این موضوع باشد که در فصل گرم سال که کم فشارهای حرارتی به سمت عرض‌های بالاتر کشیده می‌شوند، در اثر برخورد با کم فشارها و پرفشارهای فوقانی، اختلاف فشار حاصل شده و خشکی شدید منطقه نیز مزید





شکل ۴ فراوانی وقوع فصلی گرد و خاک در کد هواشناسی ۰۷ طی ۴۰ سال اخیر

در به هم پیوستگی ذرات خاک می‌باشد. در اسلام آباد غرب و نیز در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه در کد ۰۷ روند معنی‌دار کاهشی دیده شود. ورود و عبور توده هوای مدیترانه‌ای که عامل اصلی بارندگی در استان کرمانشاه است. و همچنین نقش توده‌های کوهستان در این استان که در مقابل جریان‌های مرطوب غربی قرار گرفته و معمولاً دامنه‌های این کوهستان‌ها خصوصاً دامنه‌های روبه غرب دارای رطوبت بیشتری است (همزه‌ای و همکاران، ۱۴۰۰). همین ویژگی‌ها می‌تواند در کاهش روند معنادار روزهای همراه با گرد و خاک (کد ۰۷) مؤثر باشد.

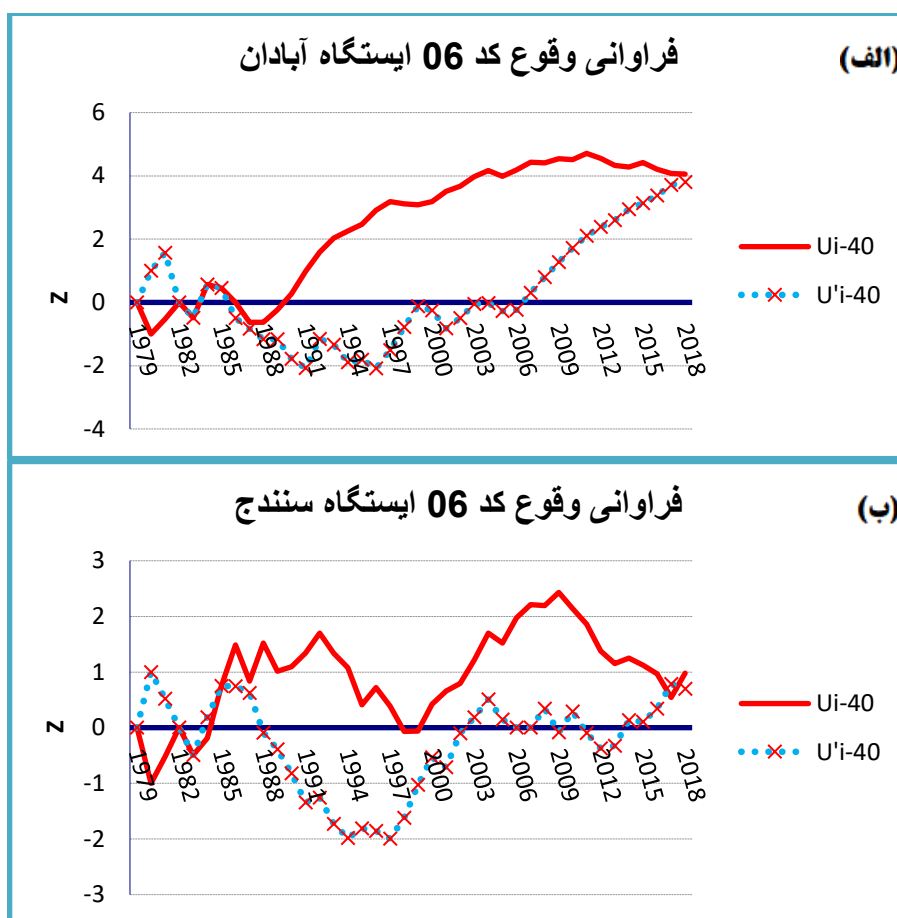
روند معنی‌دار افزایشی؛ فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار (کد ۰۶) در ایستگاه‌های آبادان، بندر ماهشهر، دهلران، سرا رود، سقر و سنندج دارای روند معنادار افزایشی است. این روند در مورد فراوانی روزهای همراه با گرد و خاک (کد ۰۷) در ایستگاه‌های بیجار، روانسر، سرپل ذهاب، سقر، سنندج، قروه و کنگاور دارای روند معنی‌دار افزایشی است. بنظر می‌رسد از جمله دلایل روند معنادار افزایش فراوانی گرد و غبار در ایستگاه آبادان مرتبط با موقعیت قرارگیری آن در دشت باشد بطوریکه در آبادان شرایط اقلیمی مرطوب و شرجی حاکم است. ولی در این منطقه وقوع خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر، رشد و توسعه شهری بخصوص توسعه صنعتی و تغییر کاربری اراضی در اطراف شهرهای بزرگ از جمله آبادان و غیره از عوامل دخیل در افزایش فراوانی روزهای گرد و غباری است. علل

نتایج حاصل از آزمون ناپارامتریک من-کندال و شیب سنس برای ۱۸ ایستگاه منتخب در سری‌های زمانی سالانه (۲۰۱۸-۱۹۷۹) ابتدا آماره‌های هر دو آزمون ناپارامتریک من-کندال و شیب سنس محاسبه شد. پس از آن معنی‌داری نتایج آنها در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد آزمون قرار گرفت که نتایج این آزمون در جدول ۲- قابل مشاهده است. چنانچه در این جدول نیز مشهود است روندهای معنی‌دار افزایشی و کاهشی در فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار (کدهای ۰۶ (الف و ب) و ۰۷ (ج و د)) را می‌توان در منطقه مورد مطالعه مشاهده کرد:

روند معنی‌دار کاهشی؛ در ایستگاه‌های دزفول و رامهرمز روند کاهشی معنادار در فراوانی روزهای گرد و غبار بر اساس هر دو کدهای هواشناسی ۰۶ و ۰۷ مشخص شد. دزفول به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود که از یک طرف به کوه‌های زاگرس و از طرف دیگر به جلگه خوزستان ختم می‌شود دارای روند کاهشی در فراوانی روزهای همراه با رخداد گرد و غبار بر اثر افزایش رطوبت محیط می‌باشد. در نواحی کوهستانی و میزان بارندگی، محیط مساعدی برای گرد و غبار نبوده و دارای روند کاهشی در فراوانی روزهای گرد و غبار است. از جمله دلایل دیگر برای روند کاهشی فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار در ایستگاه رامهرمز را می‌توان همسایگی با بندر ماهشهر و نزدیکی به دریا دانست که این ویژگی سبب شده این شهر دارای رطوبت کافی باشد زیرا رطوبت عامل مهمی

ملایم در بیشینه فراوانی وقوع گرد و غبار رخ داده است. همان‌طور که از شکل بر می‌آید در کد ۰۶ ایستگاه سنندج نیز خطوط U_i و U'_i در سال‌های ۱۹۸۳، ۱۹۸۲، ۱۹۸۵ و ۲۰۱۷ در محدوده بحرانی یکدیگر را قطع نموده‌اند که بیانگر یک تغییر ناگهانی در سال‌های مذکور می‌باشد. بعد از آن یک روند صعودی افزایشی در فراوانی وقوع گرد و غبار دیده می‌شود.

نقاط جهش ۴۰ ساله ایستگاه‌های منتخب کد هواشناسی ۰۶ در شکل ۵- نمودارهای جهش روزهای گرد و غباری کد ۰۶ ایستگاه‌های آبادان (الف) و سنندج (ب) نشان داده شده است. چنانچه در شکل مشخص است در ایستگاه آبادان خطوط U_i و U'_i که نشان‌دهنده دنباله هستند در سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۵ در محدوده بحرانی $1/96 +$ تا $1/96 -$ همدیگر را قطع کرده‌اند، بنابراین یک تغییر ناگهانی در این سال‌ها رخ داده است و سپس یک روند افزایشی با شیب



شکل ۵ تعیین نقاط جهش کد هواشناسی ۰۶ طی ۴۰ سال اخیر به روش رتبه‌ای من-کندال در ایستگاه آبادان (الف) و سنندج (ب)

در نتیجه یک تغییر ناگهانی در این سال‌ها رخ داده و پس از آن از سال ۱۹۹۳ یک روند افزایشی در فراوانی وقوع گرد و غبار ایجاد شده تا بار دیگر در سال ۲۰۰۰ یک روند کاهشی با شیب ملایم در پدیده مورد نظر رخ داده است. همان‌طور که در شکل مشهود است در کد ۰۷ ایستگاه سنندج در خطوط U_i و U'_i در سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۸۶ و ۱۹۸۸ در محدوده بحرانی همدیگر را قطع کرده‌اند که نشان می‌دهد

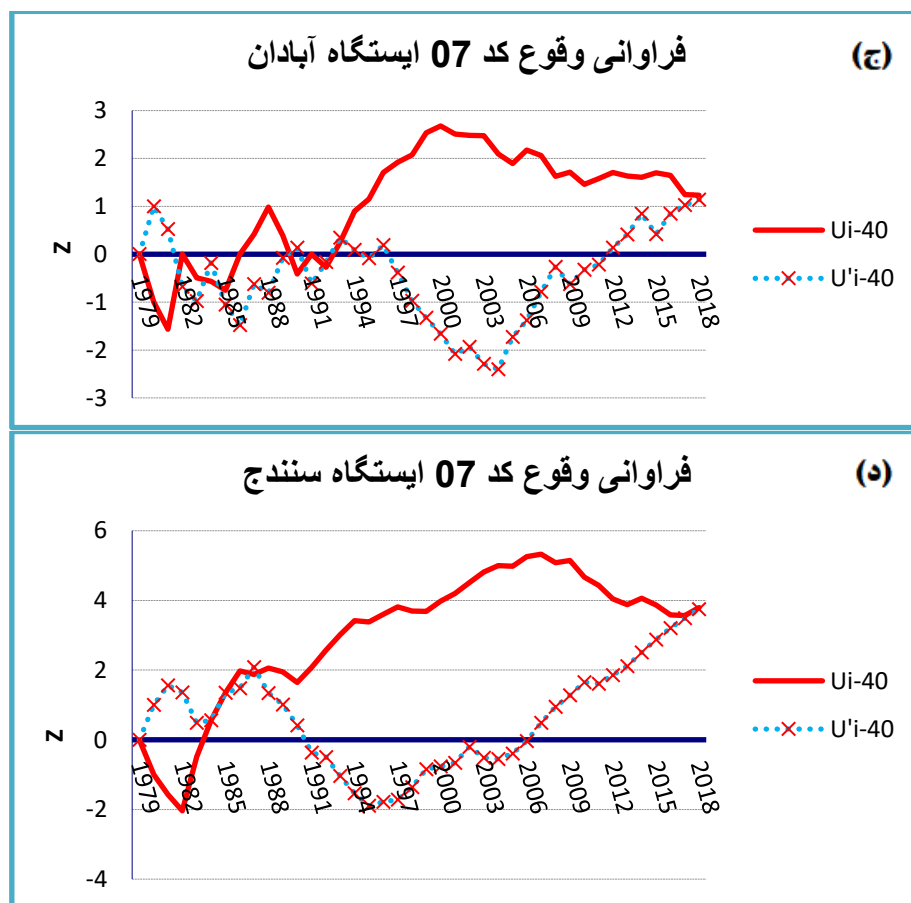
نقاط جهش ۴۰ ساله ایستگاه‌های منتخب کدهای هواشناسی ۰۷

در شکل ۶ نمودارهای جهش روزهای همراه با گرد و خاک کد ۰۷ ایستگاه‌های آبادان (ج) و سنندج (د) قابل مشاهده است. چنانچه مشهود است در ایستگاه آبادان در کد ۰۷ خطوط U_i و U'_i در سال‌های ۱۹۸۲، ۱۹۸۴، ۱۹۸۵، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۱ در محدوده بحرانی یکدیگر را قطع کرده‌اند،

و همکاران (۱۳۹۵) اشاره نمود که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارند که عامل اصلی پدیده توفان گرد و غبار فراگیر در ایران، سرزمین‌های خشک و بیابانی اطراف ایران است که دارای شرایط نامساعدی همچون خاک فرسوده و هوای خشک است که به هنگام ایجاد ناپایداری و تلاطم در هوای این مناطق برداشت گرد و غبار از آن‌ها تقویت شده و همراه حرکت جریان‌ها به ایران منتقل می‌شود. زیرا توفان‌های غباری عموماً متأثر از مراکز کم‌فشاراند و براساس مناطق کم‌فشار و مراکز کم‌فشار جایگیری می‌کنند (براتی و همکاران ۲۰۲۰). این امر بیانگر لزوم تلاش در زمینه حل این مشکل علاوه بر سطح ایران به صورت فرا منطقه‌ای می‌باشد.

یک تغییر ناگهانی در این سال‌ها روی داده است. سپس از سال ۱۹۹۱ یک روند صعودی افزایشی در فراوانی وقوع گرد و غبار مشاهده می‌شود. که علت وقوع آن‌ها مطالعه بیشتری را می‌طلبد، این امر ممکن است ناشی از توسعه و گسترش شهرهای آبادان و سنندج در این سال‌ها باشد. لازم به ذکر است.

در تحقیق حاضر به علت مشابهت نمودارها و رعایت ایجاز، فقط ایستگاه‌های آبادان و سنندج در هر دو کد مورد نظر (۰۶) (الف و ب) و ۰۷ (ج و د)) به عنوان نمونه آورده شده است. برای ارزیابی یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های مطالعات انجام گرفته در زمینه گرد و غبار در ایران می‌توان به نتایج (بابافینی و همکاران ۱۳۹۳؛ صحت کاشانی و همکاران ۱۳۹۳؛ علی‌آبادی و همکاران ۱۳۹۴، حسین حمزه



شکل ۶- تعیین نقاط جهش روند تغییرات فراوانی گرد و خاک بر اساس کد هواشناسی ۰۷ طی ۴۰ سال اخیر به روش رتبه‌ای من- کندال در ایستگاه آبادان (ج) و سنندج (د)

نتیجه‌گیری

و وزش بادهای غربی بر روی کشور در فصل بهار دانست. در تابستان هوای بسیار خشک مسلط بر بیابان‌های کشورهای همسایه سبب می‌شود ناپایداری‌های این مناطق به گرد و غبار تبدیل شوند. در فصل پاییز و زمستان که کاهش فراوانی وقوع گرد و غبار در برخی از ایستگاه‌های مطالعاتی مشهود است نشان می‌دهد در این فصول که آغاز ورود سیستم‌های فرامنطقه‌ای همراه با ناپایداری و رطوبت از غرب وارد کشور می‌شود. در فصل زمستان تمام ایران زیر نفوذ بادهای غربی و رطوبت آنها قرار می‌گیرد؛ بنابراین مناطق مختلف ایران از بارش‌ها و رطوبت‌های متفاوتی بهره‌مند می‌شوند. وجود همین رطوبت از فراوانی وقوع گرد و غبار این فصول کاسته است.

منابع

1. Ahmadi, M., AA. Dadashi Rudbari, M. Jaafari, 2018, The effect of boundary layer height on dust storm in Southwest of Iran (case study: February 21- 24, 2016). *Natural Environment Hazards*, No. 19, pp. 151-174.
2. Aliabadi, K., MA. Asadi Zangeneh, AA. Dadashi Roudbari, 2014, Evaluation and monitoring dust storm by using remote sensing (Case study: west and southwest of Iran). *Scientific Journal of Rescue Relief*, No. 1, pp. 1-21.
3. Arfan Ali, M., J.E. Nichol, M. Bilal, Z. Qiu, U. Mazhar, M. Wahiduzzaman, M. Almazroui, M.N. Islam, 2020, Classification of aerosols over Saudi Arabia from 2004–2016. *Atmos. Environ.* No. 15, pp. 117-785.
4. Atai, H., Ahmadi, F., 2009. Dust as one of the environmental problems of the Islamic world, a case study of Khuzestan province, the place of publication of the fourth international congress of geographers of the Islamic world.
5. Baaghdeh, M.,H. Ahmadi, 2013, The Analysis of dust Hazard Occurrence And Its Variations In West and southwest of Iran. *Relief and Rescue*, No. 2.
6. Babaei Fini, U., T. Safarrad, M. Karimi, 2013, Spatial-temporal analysis of dust

گرد و غبار، یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است که در تحقیق حاضر فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار و گرد و خاک بترتیب کدهای ۰۶ و ۰۷ همراه با روند تغییرات آن برای دوره ۴۰ ساله بررسی شد. این کدها مربوط به ۱۸ ایستگاه همدید غرب ایران است که براساس تحلیل روند ناپارامتری من-کندال و شیب سنس بررسی شد. این پژوهش نشان داد که در دوره چهل سال اخیر (۲۰۱۸-۱۹۷۹) بیشترین فراوانی (کد ۰۶) در ایستگاه‌های آبادان، بندر ماهشهر، دهلران، سرا رود، سقز و سنندج و همچنین بیشترین فراوانی (کد ۰۷) در ایستگاه‌های بیجار، روانسر، سرپل ذهاب، سقز، سنندج، قروه و کنگاور رخ داده است. روند رخداد پدیده گرد و غبار (کد ۰۶) و گرد و خاک (کد ۰۷) به ترتیب در ایستگاه‌های دزفول و رامهرمز دارای روند معنادار کاهش است. نتایج تعیین نقاط جهش رخداد گرد و غبار در ایستگاه‌های منتخب (آبادان و سنندج) نشان داد که روند افزایشی فراوانی گرد و غبار در سال‌های اخیر افزایش یافته است. همچنین نقاط جهش رخداد گرد و خاک در ایستگاه‌های آبادان و سنندج در بیشتر سال‌های مورد مطالعه روند افزایشی داشته‌اند. با توجه به پراکنش ایستگاه‌های دارای روند معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد در غرب ایران، می‌توان چنین نتیجه گرفت که روندها دارای نظم خاصی است. زیرا محل قرارگیری در کوهستانهای مرتفع زاگرس یا دوری و نزدیکی به آن در فراوانی روزهای گرد و غبار یا گرد و خاک مؤثر بوده است. یعنی در مناطق مرتفع-تر، این روند صعودی بیشتر بوده است. در نتیجه در تعیین روند آن علاوه بر شرایط همدید عوامل دیگری از جمله وقوع خشکسالی‌ها و غیره تأثیر دارند. در نهایت نقشه‌های پهنه‌بندی کدهای ۰۶ و ۰۷ پدیده مورد نظر به صورت سالانه و فصلی به روش IDW در محیط نرم افزار ArcGIS 10.7 درونبایی شد. با توجه به نتایج در کد ۰۷ در مقیاس سالانه بیشترین میزان گرد و خاک مربوط به ایستگاه‌های سنندج و سرا رود است و در کد ۰۶ ایستگاه‌های سنندج و سرا رود و آبادان بیشترین تعداد روزهای گرد و غبار را داشته‌اند. علت فراوانی بیشترگرد و غبار در فصل بهار نسبت به سایر فصول باید عوامل همدید

- Arabian Journal of Geoscience, No. 287, pp. 107-499.
15. Gandham, H., H.P. Dasari, S. Langodan, P.K. Karumuri, I. Hoteit, , 2020, Major changes in extreme dust events dynamics over the Arabian Peninsula during 2003–2017 driven by atmospheric conditions. *J. Geophys Res Atmos*, No. 125, pp. 2020-32931.
 16. Garshick, Li, J., E. Al-Hemoud, A. Huang S, P. Koutrakis ,2020, Impacts of meteorology and vegetation on surface dust concentrations in Middle Eastern countries. *Science of the Total Environment*, No. 712, pp. 136-597.
 17. Ghavidel rahimi Y, Farajzadeh M, Lashani Zand E. 2018, The Temporal Analysis of Dust Storms in Khoramabad Synoptic Station. No. 18 (51) ,pp. 87-102.
 18. Gholami, H., A. Mohamadifar, A. Sorooshian, J.D.Jansen, 2020, Machine-learning algorithms for predicting land susceptibility to dust emissions: the case of the Jazmurian Basin. *Iran. Atmos Poll Res*, No. 8, pp. 1303–1315.
 19. Hamidi M., 2020, The key role of water resources management in the Middle East dust events. *CATENA*, No.187, pp. 104-337.
 20. Hamzehee, M., M. Babaei, A. Papzan, 2021, Zoning of Dust-Affected Areas in Kermanshah Province. *Geography and Environmental Planning*, No. 4, pp. 107-134.
 21. Hossien hamzeh, N., E. Fattahi., M. Zoljodi, P. Ghaforian, A. Ranjbar, 2015, Synoptic-dynamic analysis of dust storm and its simulation in southwest of Iran in summer 2005. *Spatial Analysis of Environmental Hazards*, No. 1, pp. 91-102.
 22. Jin, Q., J. Wei, W.K.M. Lau, B. Pu, C. Wang, ,2021, Interactions of Asian mineral dust with Indian summer monsoon: Recent advances and challenges. *Earth-Sci. Rev*, No. 215, pp. 103-562.
 23. Kendall, M.G., 1970, Rank Correlation Methods, 2nd Ed., New York: Hafner.
 - occurrence in west of Iran. *Environmental Science*, No. 2, pp. 375-388.
 7. Bagherpour, M., Seydian, M., Fathabadi, A.H, Mohammadi, M. 2017, Study of Mann-Kendall Test Performance in Detecting the Series of Autocorrelation, *Iran Watershed Management Sciences And Engineering*. No. 11(36) , pp, 21-11.
 8. Barati, Gh.R., T. Akbariazirani, M. Moradi, A. Shamekhi, 2020, Identification of the Synoptic patterns of dust storms over southern provinces of Iran. *Desert*, No. 2, pp. 249-258.
 9. Bolorani, A.D., Y. Kazemi, A. Sadeghi, S.N. Shorabeh, M. Argany, 2020, Identification of dust sources using long term satellite and climatic data: A case study of Tigris and Euphrates basin. *Atmospheric Environment*, No.24, pp. 117-299.
 10. Burrell, A.L., J.P. Evans, M.G. De Kauwe, 2020, Anthropogenic climate change has driven over 5 million km² of drylands towards desertification. *nature communications*, No. 11, pp. 1-11.
 11. Choubin, B., F. Sajedi Hosseini, O. Rahmati, M. Mehdizadeh Youshanloei, M. Jalali , 2022, Temporal and Spatial Variations of Dust Days in Western Azarbaijan Province, Determination of The Influencing Factors and Source of Events. *Desert Management*, No. 2, pp. 71-86.
 12. Daniali, M., N. Karimi 2019. Spatiotemporal analysis of dust patterns over Mesopotamia and their impact on Khuzestan province. *Iran. Natural Hazards*. No. 1, pp. 259–281.
 13. Ebrahimi-Khusfi, Z., A.R. Nafarzagdegan, F. Dargahian, 2021, Predicting the number of dusty days around the desert wetlands in southeastern Iran using feature selection and machine learning techniques. *Ecological Indicators*, No. 125, pp. 107-499.
 14. Ebrahimi-Khusfi, Z., S.M. Soleimani, 2021, Recent changes in physical properties of the land surface and their effects on dust events in different climatic regions of Iran.

- parametric statistical methods, *Natural Geography*, No. 4 (11), pp. 1- 16.
33. Ravi Kumar, K., R. Attada, H.P. Dasari, R.K. Vellore, 2019, On the recent amplification of dust over the Arabian Peninsula during 2002–2012. *J. Geophys Res Atmos*, No. 23, pp. 13220–13229.
 34. Sabetghadam, S., O. Alizadeh, M. Khoshshima, A. Pierleoni, 2021, Aerosol properties, trends and classification of key types over the Middle East from satellite-derived atmospheric optical data. *Atmos. Environ*, No. 246, pp. 118-100.
 35. Sehat Kashani, S., Gh. Kamali, M. Vazifedoust, AA. Akbari Bidakhti, M. Fakhraeipou, 2013, Routing of dust occurrence in western and southwestern regions of Iran (September 2005), Dust Routing in West and South West of Iran (September 2008). *Environmental Sciences*, No. 1, pp. 95-107.
 36. Sen, P.K., 1968, Asymptotically efficient tests by the method of n rankings. *J. Roy. Statist. Soc. Ser. B*. 30
 37. Shahkoi, I., T. Rahmani, 2018, Dust Risk Assessment in Northwest of Iran. *Scientific Quarterly of Spatial Planning (Geography)*, No. 2, pp. 57-80.
 38. Shi, L., J. Zhang, F. Yao, D.a. Zhang, H. Guo, 2021, Drivers to dust emissions over dust belt from 1980 to 2018 and their variation in two global warming phases. *Sci. Total Environ*, No. 767, pp. 144-860.
 39. Tavuosi T, Zahraei A. 2013, Modeling Time Series of Dust Phenomena in Ahvaz. *GeoRes*. No. 28 (2) pp. 159-170.
 40. Theil, H., 1950, A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis, Part 3. *Proc Koninalijke Nederlandse Akad Weinenschatpen A*, No. 53, pp. 1397–1412.
 41. Tiangang, Y., C. Siyu, H. Jianping, Z. Xiaorui, L. Yuan, M. Xiaojun, Z. Guolon, 2019, Sensitivity of simulating a dust storm over Central Asia to different dust schemes using the WRFChem model. *Atmospheric Environment*, No. 207, pp. 16-29.
 24. Lababpour A., 2020, The response of dust emission sources to climate change: Current and future simulation for southwest of Iran. *Science of the Total Environment*, No.714, pp. 136-821.
 25. Mahmoodimahpash, N., B. Souri, 2021, Comparison of Concentration and Trend of Dust Particles in Relation to Climatic Variables in the Western Half of Iran. *Human and Environment*, No. 58, pp. 17-29
 26. Mann, H.B, 1945, Nonparametric tests against trend, *Econometrica*, No.13, pp. 245-259.
 27. Mansourmoghaddam, M., N. Naghipur, I. Rousta, HR. Ghaffarian, 2021, Temporal and Spatial Monitoring and Forecasting of Suspended Dust Using Google Earth Engine and Remote Sensing Data (Case Study: Qazvin Province). *Desert Management*, No. 1, pp. 77-98.
 28. Mashat, A.-W., A.M. Awad, M.E. Assiri, A.H. Labban, 2021, Synoptic pattern of the Red Sea trough associated with spring dust over the northern and western Arabian Peninsula. *Meteorol. Atmos Phys*, No.3, pp. 655–673.
 29. Mirmusavi, H., Z. Taran, 2021, Investigation and analysis of the relationship between dust fluctuations and temperature and precipitation fluctuations in the west and southwest of Iran. *Geography and Planning*, No. 77, pp. 245-259.
 30. Namdari, S., A. Ali Hajibaglou, Gh. Abazari, 2022, Analysis of changes in Iran's Dust hotspots in the last twenty years. *Geography and Planning*, No. 78, pp. 345-345
 31. Niknejad, M, Mahdavi., A, Karami, O, 2013, Comparison of the accuracy of common interpolation methods to prepare temperature maps, The first national conference on agriculture and sustainable natural resources, pp. 1-1027.
 32. Rasouli A.A, Sari Sarraf, B, Mohammadi Gh.H. 2013, analysis of observe Dusty Days in the west of Iran, Applying Non-

43. Zoulfaghari, H., H. Abedzadeh, 2004, A synoptic Analysis of dust Systems at The west Part of Iran. Journal of Geography and Development, No. 84, pp. 187-173.
42. Weston, M.J., M. Temimi, 2021, On the analysis of the low-level double temperature inversion over the United Arab Emirates: a case study during april 2019. Geosci. Rem. Sens, No. 2, pp. 346-350.