تحلیل مکانی و زمانی تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار در گستره ایران

جلیل هلالی[۱]، جواد بذرافشان[۲]، ابراهیم اسعدی اسکویی[۳]

۱-دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

jjhelali@ut.ac.ir

۲-استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران،کرج، ایران

۳- دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

چکیده

گرد و غبار (Dust) به عنوان یکی از پدیده‌های مضر اقلیمی، موجب خسارت به جوامع شهری، محیط زیست، کشاورزی و سایر بخش‌های اجتماعی می‌گردد. در این پژوهش سعی شده است پراکنش تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در گستره ایران در کلیه اقلیم‌ها مورد تحلیل قرار گرفته و روند تغییرات زمانی آن بررسی شود. به این منظور، تعداد ۴۹ ایستگاه سینوپتیک انتخاب گردید. تحلیل مکانی و زمانی تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در هر یک از ماه‌های سال انجام گردید. در عین حال تحلیل روند زمانی نیز با استفاده از روش ناپارامتری من کندال به انجام رسید. بررسی توزیع مکانی پدیده گرد و غبار نشان داد که تعداد روزهای گردوغبار در نیمه جنوبی کشور بیشتر از نیمه شمالی آن است. در بین ماه‌های سال، بیشینه فراوانی وقوع این پدیده مربوط به ماه جولای بود. نقشه توزیع سالانه گردوغبار در گستره کشور نشان داد که بیشترین روزهای گردوغباری در جنوب و شرق ایران در ایستگاه‌های زابل، دزفول و بوشهر (ساحلی)، به ترتیب برابر با ۱۶۶/۷، ۱۱۱/۸ و ۱۰۸/۶ روز از سال بوده است. در مقابل، کم‌ترین روزهای گردوغبار در ایستگاه‌های شمالی شامل رشت، بابلسر و انزلی و به ترتیب ۱/۲، ۱/۳ و ۱/۴ روز در سال است. همچنین، بررسی‌های نشان داد که گرم-ترین ماه‌های سال مصادف با حداکثر تعداد روزهای گردوغبار و سردترین ماه‌های سال مصادف با حداقل تعداد روزهای گرد و غبار می‌باشد. تحلیل روند زمانی روزهای گردوغبار مؤید روند کاهشی در ۲۷ ایستگاه و روند افزایشی در ۲۲ ایستگاه است که ۱۴ ایستگاه روند افزایشی معنی‌دار و ۱۶ ایستگاه روند کاهشی معنی‌دار را تجربه نموده است.

واژه‌های کلیدی: ایران؛ تحلیل مکانی؛ تحلیل زمانی؛ روند؛ گردوغبار؛ من کندال.

مقدمه

گردوغبار به عنوان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی و یکی از بلایای طبیعی شناخته شده، مورد توجه بسیاری از محققان در شاخه‌های مختلف علوم از جمله علوم جوی است. وقوع خشکسالی‌های مکرر طی سال-های اخیر و پیامدهای احتمالی تغییرات اقلیمی در خصوص بیابانزایی، امروزه طوفان‌های گردوغبار را در کانون توجه بسیاری از محققان قرار داده است. گردوغبار در جو به عنوان یکی از آلاینده‌ها، آثار سوء و پیامدهای

منفی گوناگونی دارد که از بین آن‌ها می‌توان به کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، افزایش تصادفات جاده‌ای به علت کاهش قدرت دید، لغو پروازها و خسارات مالی ناشی از آن، افزایش سرانه هزینه درمان خانوار، افزایش مصرف آب برای شستشو، تعطیلی واحدهای صنعتی، خدماتی، آموزشی و زیان‌های مالی وارده، افزایش مصرف بنزین، آلودگی منابع آب، اختلال در سیستم‌های برق‌رسانی، افزایش فرسایش بناها و کاهش عمر مفید آن‌ها، اُفت بازدهی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی به دلیل کدورت هوا و مشکلات روحی و روانی انسان‌ها در اثر کاهش قدرت دید، اشاره نمود (نوحی، ۱۳۷۳؛ حبیبی نوخندان، ۱۳۷۶، حسین زاده، ۱۳۷۶). فراوانی وقوع گردوغبار در یک منطقه علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک به اندازه و قُطر ذرات، پوشش گیاهی و نوع آن نیز بستگی دارد. ایران در کمربند خشک و نیمه خشک کره زمین واقع شده و بخش بزرگی از مساحت آن را بیابان‌های خشک و بی آب و علف تشکیل می‌دهد. از سوی دیگر در فاصله نزدیکی از این کشور، بیابان‌های کشورهایی مثل عراق، سوریه، اردن، عربستان سعودی، کویت، عمان و امارات متحده عربی قرار دارد. همچنین فاصله زیادی از بیابان‌های گسترده شمال آفریقا ندارد. اقلیم شناسان به طور کلی، جابجایی پرفشارهای جنب حاره‌ای به سوی مناطق بیابانی و سمت و سوی بادها سطوح مختلف جوی را عامل اصلی در انتقال گردوغبار بیابان‌های همسایه به ایران می‌دانند. آن‌ها معتقد هستند که یک جریان فراباری قوی، حجم زیادی از ریزگردها را از بیابان‌های وسیع غرب و جنوب غرب آسیا روبیده و به لایه بالای تروپوسفر منتقل می-نماید و سپس یک جریان قوی دیگر انبوهی از ریزگردها را به عرض‌های بالاتر منتقل می‌سازد. موقعی که انرژی جریان افقی در ارتفاع بالای تروپوسفر کاهش می‌یابد این ریزگردها بر سر مناطق دور و نزدیک فرو می-ریزد (کرمی، ۱۳۸۸). در مطالعات دیگر، مکانیسم وقوع طوفان‌های گردوغبار در جنوب غرب ایران (همتی، ۱۳۷۴)، توفان‌های ۱۲۰ روزه سیستان (حسین زاده، ۱۳۷۶)، غرب ایران (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۴)، استان خراسان رضوی (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفته است.

مطالعات مربوط به گردوغبار در سایر نواحی دنیا نیز دنبال می‌شود. اکثر این مطالعات به توضیح مکانیسم پدیده گردوغبار در مقیاس سینوپتیکی پرداخته‌اند. Hamed Ali (1990) وقوع توفان خاک در شبه جزیر عربستان را از دیدگاه سینوپتیکی مورد مطالعه قرار داده است. Engelstadler (2001) بستر خشک دریاچه‌ها و صحرای بزرگ آفریقا را به عنوان یکی از کانون‌های تولید کننده اصلی گردوغبار می‌داند. طوفان‌های گردوغبار در خاورمیانه توسط Kutiel and Furman (2003) مطالعه شده است. در این مطالعه، منطقه وسیعی شامل بخش‌هایی از شمال و شمال شرق آفریقا، تمام خاورمیانه مورد بررسی واقع شده است. تقسیم بندی منطقه بر اساس ایستگاه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که کشورهای ایران، سودان، عراق، عربستان سعودی و تمام کشورهای حوزه خلیج فارس در دسته اول، قرار می‌گیرند که نشانگر بالاترین فراوانی وقوع طوفان‌های گردوغبار در منطقه مورد مطالعه است. مطالعه همچنین بیانگر این واقعیت است که فراوانی وقوع طوفان‌ها در این کشورها طی دوره گرم سال بیشتر است. Kutiel and Furman (2003) چهار ناحیه اصلی که بیشترین فراوانی گردوغبار خاورمیانه را مشخص نمود که عربستان سعودی، عراق و سوریه، سودان و منطقه خلیج فارس از آن جمله بودند. از دیگر مطالعات صورت گرفته در زمینه توفان‌های گردوخاک می‌توان به مطالعه Wang (2005) ویژگی‌های سینوپتیکی حاکم بر تشکیل طوفان‌های گردوغبار را در شمال شرق آسیا مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها معتقدند یک طوفان گردوغبار در این منطقه همیشه با یک سیستم کم فشار یا سیکلون همراه است. زمانی سیستم گردوغبار توسعه می‌یابد که یک سیستم کم فشار به این سمت می‌رسد، میزان گردغبار در قطاع

گرم سیکلون به حداکثر خود می‌رسد. در مطالعه‌ای دیگر ثابت شده است که یک طوفان گردوغبار زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه‌ای بیابانی حرکت نماید (Wang، 2005).

مطالعاتی که در زمینه تحلیل‌های آماری (مکانی و زمانی) وقوع گرد و غبار انجام شده‌اند، بسیار کم می‌باشند. نتایج برخی مطالعات از این دست در کشور نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران بیشترین تعداد روزهای گردوغباری را داشته و میانگین تعداد روزهای گردوغبار در مرداد ماه بیشترین مقدار را نسبت به سایر ماه‌ها دارد (علیجانی، ۱۳۷۶). Miri et al (2009) در مطالعه توفان‌های گردوغبار منطقه سیستان خاطرنشان کردند که پس از وقوع خشکسالی‌های اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰، فراوانی رخداد توفان‌ها افزایشی تا ۵ برابر داشته است. رسولی و همکاران (۱۳۹۰) بر تحلیل روند وقوع پدیده گردوغبار در غرب کشور متمرکز شده و روند آن را با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعه نشان داد غرب ایران از لحاظ تعداد روزهای گردوغبار منطقه همگنی نبوده و تعداد روزهای گرد و غباری از شمال به سمت جنوب افزایش می‌یابد. نتیجه دیگر این مطالعه بیانگر رونددار بودن تعداد روزهای گردوغبار در اکثر ایستگاه‌ها به جز یک ایستگاه بوده است که ۳ ایستگاه روند کاهشی معنی‌دار و ۵ ایستگاه روند افزایشی معنی‌داری داشته‌اند. در مطالعه دیگر در مورد فراوانی وقوع توفان‌های گردوغبار ایران نشان داده شده است که وقوع توفان‌های گردوغبار در فصل گرم بیشتر از فصل سرد سال بوده و شهر زابل بیشترین فراوانی رخداد این پدیده را در کشور داراست (Farajzadeh and Alizadeh، 2011).

هدف از این مطالعه بررسی تغیرات مکانی و زمانی تعداد روزهای گردوغبار در گستره کشور است. در نتیجه این مطالعه، پتانسیل نواحی مختلف کشور از نظر خیزش گردوغبار تعیین شده و تغییرات افزایشی یا کاهشی آن با استفاده از روش‌های تحلیل روند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور تحلیل آماری تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار در گستره ایران از تعداد ۴۹ ایستگاه سینوپتیک که دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱ را پوشش می‌دهند، استفاده گردید. در شکل ۱ نیز موقعیت مکانی ایستگاه‌ها نشان داده شده است. سپس تحلیل مکانی در هر ماه و فصل بررسی گردید. در مرحله بعد با استفاده از روش ناپارامتری من کندال به تحلیل روند فروانی روزهای گردوغبار و آزمون معنی‌داری آن در سطح خطای ۵ و ۱ درصد پرداخته شد. روش مذکور به طور گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به کار گرفته می‌شود. از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای آن دسته از سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند، اشاره کرد. اثر پذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردد نیز از مزایای استفاده از این روش است (Turgay and Ercan، 2006؛ رحیم زاده، ۱۳۸۹).

شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در گستره ایران.

نتایج و بحث

در این بخش، ابتدا نتایج تحلیل مکانی تعداد روزهای همراه با گردوغبار و سپس نتایج تحلیل روند ارائه شده و مورد بحث قرار می‌گیرد.

بررسی تعداد روزهای گردوغبار در گستره ایران

الف. فصل زمستان

بررسی نشان داد در ماه ژانویه کمترین مقادیر تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار متعلق به ایستگاه-های سقز، کاشان و شاهرود بوده است. در ماه فوریه این وضعیت در ایستگاه‌های خوی، سقز و ارومیه و در ماه مارس این وضعیت در ایستگاه‌های رشت، انزلی و بابلسر روی داده است. بیشترین مقادیر تعداد روزهای گردوغبار در ماه ژانویه به ایستگاه‌های جاسک، بوشهر ساحلی و تهران مهرآباد، در ماه فوریه به ایستگاه‌های جاسک، زاهدان و بوشهر و در ماه مارس به ایستگاه‌های جاسک، زاهدان و زابل تعلق داشته است. نتیجه نهایی این سه ماهه نخست بیانگر این واقعیت است که ایستگاه‌های سواحل خزر و مناطق شمال غرب کشور حداقل تعداد روزهای گردوغبار و ایستگاه‌های جنوبی و جنوب شرقی بیشتر مقدار پدیده گردوغبار را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱).

جدول ۱. وضعیت تعداد روزهای گردوغبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه

	مارس		فوریه		ژانویه	
	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه
حداقل	۰/۱	رشت	۰/۱	خوي	۰/۰	سقز
	۰/۱	انزلي	۰/۱	سقز	۰/۱	كاشان
	۰/۱	بابلسر	۰/۱	ارومیه	۰/۱	شاهرود
حداکثر	۸/۴	زابل	۶/۰	بوشهر	۵/۱	تهران-مهرآباد
	۸/۹	زاهدان	۶/۱	زاهدان	۵/۱	بوشهر ساحلي
	۹/۴	جاسک	۷/۶	جاسک	۵/۶	جاسک
	ژوئن		**مي**		**آوریل**	
	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه
حداقل	۰/۰	تهران-مهرآباد	۰/۰	تهران-مهرآباد	۰/۰	تهران-مهرآباد
	۰/۱	انزلي	۰/۱	انزلي	۰/۱	رشت
	۰/۱	بابلسر	۰/۱	رشت	۰/۱	بابلسر
حداکثر	۱۴/۵	آبادان	۱۱/۹	بوشهر ساحلي	۸/۸	یزد
	۱۵/۹	دزفول	۱۴/۶	دزفول	۹/۲	دزفول
	۲۲/۰	زابل	۱۷/۴	زابل	۱۰/۷	زابل
	سپتامبر		**آگوست**		**جولاي**	
	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه
حداقل	۰/۰	تهران-مهرآباد	۰/۰	تهران-مهرآباد	۰/۰	تهران-مهرآباد
	۰/۰	رشت	۰/۰	رشت	۰/۰	سمنان
	۰/۱	بابلسر	۰/۱	بابلسر	۰/۱	شمال تهران
حداکثر	۱۰/۴	بوشهر-ساحلي	۱۳/۴	بوشهر ساحلي	۱۴/۹	بوشهر ساحلي
	۱۰/۴	دزفول	۱۶/۰	دزفول	۱۸/۸	دزفول
	۲۰/۵	زابل	۲۵/۷	زابل	۲۷/۴	زابل
	دسامبر		**نوامبر**		**اکتبر**	
	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه	مقدار (روز)	ایستگاه
حداقل	۰/۰	سقز	۰/۱	شمال تهران	۰/۰	تهران-مهرآباد
	۰/۱	كاشان	۰/۱	انزلي	۰/۰	شمال تهران
	۰/۱	ایلام	۰/۱	بابلسر	۰/۱	انزلي
حداکثر	۳/۸	جاسک	۳/۹	دزفول	۸/۰	دزفول
	۴/۰	زابل	۵/۴	بوشهر ساحلي	۸/۵	بوشهر ساحلي
	۴/۸	بوشهر-ساحلي	۷/۱	زابل	۱۳/۲	زابل

ب. فصل بهار

بررسی سه ماهه دوم سال نشان داد حداقل تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار عمدتاً متعلق به ایستگاه‌های استان تهران و ایستگاه‌های شمالی کشور می‌باشد. در ماه آوریل این حداقل متعلق به ایستگاه‌های تهران، رشت و بابلسر، در ماه می متعلق به ایستگاه تهران، انزلی و رشت و در ماه زوئن متعلق به ایستگاه تهران، انزلی و بابلس بوده است. مقادیر حداکثر تعداد روزهای گردوغبار نیز عمدتاً در مناطق جنوبی کشور متمرکز شده است به طوری که در ماه آوریل حداکثر آن در ایستگاه‌های یزد، دزفول و زابل، در ماه می در ایستگاه‌های بوشهر ساحلی، دزفول و زابل، و در ماه ژوئن در ایستگاه‌های آبادان، ذرفول و زابل روی داده است. تغییر مکانی که در این سه ماهه در مورد پدیده گردوغبار رخ داده است نشان می‌دهد مناطق جنوب غربی و تا حدی مرکزی کشور نیز تحت سیطره پدیده گردوغبار در آمده است. این امر بیانگر گسترش این پدیده در سه ماهه دوم سال می‌باشد (جدول ۱).

ج. فصل تابستان

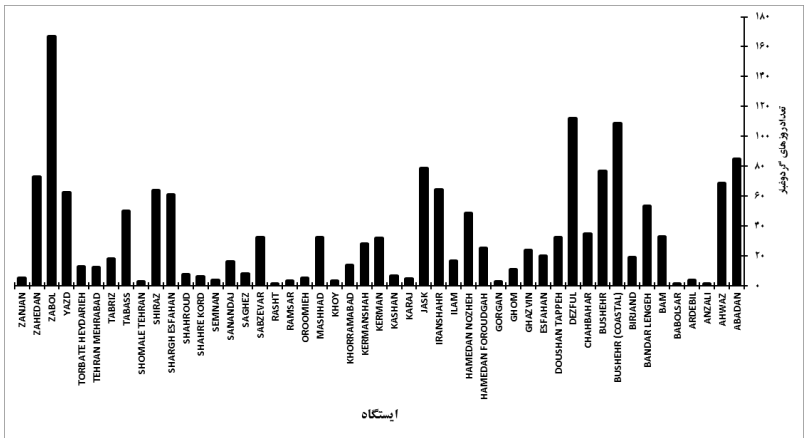
نتایج به دست آمده در این سه ماه نشان داد حداقل مقدار روزهای گردوغبار محدود به ایستگاه‌های سواحل خزر و استان تهران و سمنان می‌باشد. مقدار حداکثر تعداد روزهای گردوغبار نیز در هر سه ماهه سوم که شامل ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر می‌گردد نیز به ترتیب متعلق به ایستگاه‌های زابل، دزفول و بوشهر ساحلی بوده است (جدول ۱).

د. فصل پاییز

بررسی وضعیت تعداد روزهای گردوغبار در این برهه زمانی نشان داد مقدار حداقل این پدیده در ماه اکتبر متعلق به ایستگاه‌های انزلی، تهران شمال و تهران مهر آباد، در ماه نوامبر متعلق به ایستگاه‌های بابلسر، انزلی و شمال تهران و در ماه دسامبر متعلق به ایستگاه‌های سقز، کاشان و ایلام بوده است. با این تفاسیر در انتهایی یک تغییر مکانی در تعداد روزهای حداقل از ایستگاه‌های شمالی به غرب کشور مشاهده می‌شود. در مورد حداکثر تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار به وضوح روشن است که ایستگاه‌های جنوب غرب، جنوب و جنوب شرقی به مشابه ماه‌های گذشته بیشترین مقدار تعداد روزهای گردوغباری را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱).

و. مقیاس سالانه

بررسی سالانه وضعیت تعداد روزهای گردوغبار در گستره ایران نشان می‌دهد حداقل مقدار این پدیده به طور متوسط متعلق به ایستگاه‌های شمالی و سواحل خزر می‌باشد که ایستگاه‌های رشت، بابلسر و انزلی به ترتیب به طور متوسط ۱/۲، ۱/۳ و ۱/۴ روز را به خود اختصاص داده‌اند. مقدار حداکثر تعداد روزهای گردوغبار متعلق به ایستگاه‌های جنوبی، جنوب غربی و جنوب شرق و به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های زابل (۱۶۶/۷ روز)، دزفول (۱۱۱/۸ روز) و بوشهر ساحلی (۱۰۸/۶ روز) بوده که مقادیر به دست آمده آن در جدول ۲ و شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲. تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار در مقیاس سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه

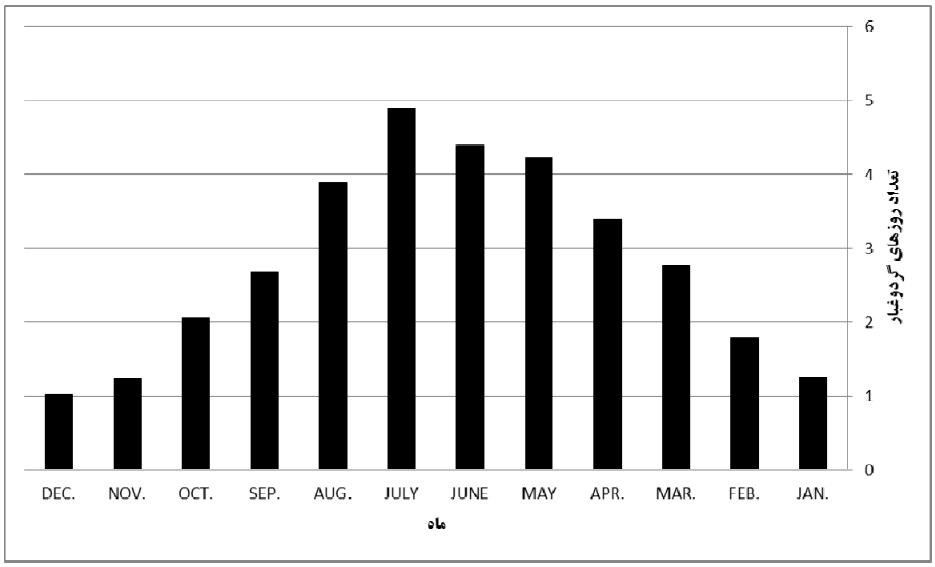
جدول ۲. بیشترین و کمترین تعداد روزهای گردوغبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه در مقیاس سالانه

سالانه	
رشت	۱/۲
بابلسر	۱/۳
انزلي	۱/۴
بوشهر ساحلي	۱۰۸/۶
دزفول	۱۱۱/۸
زابل	۱۶۶/۷

رژیم سالانه فراوانی وقوع گردوغبار در گستره ایران

بررسی فراوانی وقوع نشان می‌دهد زمان اوج تعداد روزهای گردوغبار متعلق به ماه جولای بوده و پس از آن به ترتیب این وضعیت در ماه‌های ژوئن، می و آگوست قابل مشاهده است. در عین حال، کمترین مقدار

گردوغبار متعلق به دسامبر بوده و سپس متعلق به نوامبر، ژانویه و فوریه می‌باشد. این گونه به نظر می‌رسد که گرمترین ماه‌های سال مصادف با حداکثر مقدار روزهای گردوغبار و سردترین ماه‌های سال مصادف با حداقل مقدار روزهای گردوغبار باشد (شکل ۳).



شکل ۳. متوسط تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار در مقیاس ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

تحلیل روند زمانی تعداد روزهای گرد و غبار

در این بخش از مطالعه تحلیل روند با استفاده از روش ناپارامتری منکندال انجام شد. بررسی روند نشان دهنده وجود روند مثبت در ۲۲ ایستگاه و روند منفی در ۲۷ ایستگاه می‌باشد. در ۲۲ ایستگاه که دارای روند مثبت بودند ۴ ایستگاه اهواز، تبریز، زاهدان و چابهار در سطح آماری ۹۵ درصد و ۱۰ ایستگاه ایرانشهر، بم، بوشهر، جاسک، خرم آباد، زابل، شهرکرد، شیراز، طبس و همدان نوژه در سطح آماری ۹۹ درصد معنی‌دار می-باشند، در عین حال ۸ ایستگاه بندر لنگه، زنجان، سنندج، شمال تهران، مهرآباد تهران، کرمانشاه و گرگان غیر معنی‌دار گردیده است (جدول ۳).

در ۲۷ ایستگاه که دارای روند منفی بوده‌اند ۲ ایستگاه بابلسر و سمنان در سطح آماری ۹۵ درصد، ۱۴ ایستگاه انزلی، آبادان، بوشهر ساحلی، بیرجند، سبزوار، شاهرود، شرق اصفهان، قزوین، تربت حیدریه، دوشان تپه تهران، رامسر، کاشان، کرمان و همدان فرودگاه در سطح آماری ۹۹ درصد معنی‌دار بوده‌اند. این در حالی است که ۱۱ ایستگاه باقیمانده شامل ایستگاه‌های اردبیل، ارومیه، اصفهان، ایلام، سقز، قم، کرج، یزد، خوی، دزفول و رشت روند منفی معنی‌دار نگردیده است (جدول ۳).

جدول ۳. وضعیت روند تعداد روزهای گردوغبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه در مقیاس سالانه با استفاده از روش ناپارامتری من کندال

ردیف	ایستگاه	S	Z	ردیف	ایستگاه	S	Z
۱	اردبیل	-	ns-۱/۲۶۷	۲۶	زابل	+	**۲/۹۰۰
۲	ارومیه	-	ns-۰/۲۷۶	۲۷	زاهدان	+	*۲/۲۸۷
۳	اصفهان	-	ns-۱/۸۷۳	۲۸	زنجان	+	ns۰/۵۹۴
۴	انزلی	-	**-۴/۰۳۸	۲۹	سبزوار	-	**-۴/۲۷۴
۵	اهواز	+	*۲/۳۶۳	۳۰	سقز	-	ns-۰/۷۹۳
۶	ایرانشهر	+	**۴/۱۸۴	۳۱	سمنان	-	*-۲/۲۳۶
۷	ایلام	-	ns-۱/۲۶۶	۳۲	سنندج	+	ns۰/۵۶۸
۸	آبادان	-	**-۳/۲۱۰	۳۳	شاهرود	-	**-۴/۱۰۳
۹	بابلسر	-	*-۲/۳۵۳	۳۴	شرق اصفهان	-	**-۴/۴۶۲
۱۰	بم	+	**۳/۰۳۷	۳۵	شمال تهران	+	ns۰/۶۸۳
۱۱	بندر لنگه	+	ns۱/۱۸۹	۳۶	شهرکرد	+	**۲/۹۶۲
۱۲	بوشهر	+	**۳/۴۷۸	۳۷	شیراز	+	**۳/۸۹۲
۱۳	بوشهر ساحلی	-	**-۳/۰۷۲	۳۸	طبس	+	**۳/۱۳۵
۱۴	بیرجند	-	**-۴/۴۵۹	۳۹	قزوین	-	**-۴/۶۵۱
۱۵	تبریز	+	*۲/۴۶۹	۴۰	قم	-	ns-۰/۶۵۰
۱۶	تربت حیدریه	-	**-۴/۱۵۵	۴۱	کاشان	-	**-۲/۹۲۶
۱۷	تهران-مهرآباد	+	ns۰/۰۲۲	۴۲	کرج	-	ns-۰/۷۲۵
۱۸	جاسک	+	**۲/۹۱۸	۴۳	کرمان	-	**-۴/۳۱۳
۱۹	چابهار	+	*۲/۵۶۵	۴۴	کرمانشاه	+	ns۱/۱۵۵
۲۰	خرم آباد	+	**۲/۷۴۵	۴۵	گرگان	+	ns۱/۳۵۱
۲۱	خوی	-	ns-۰/۶۲۴	۴۶	مشهد	+	ns۱/۲۴۹
۲۲	دزفول	-	ns-۰/۹۳۹	۴۷	همدان-فرودگاه	-	**-۴/۲۴۱
۲۳	دوشان تپه	-	**-۴/۳۴۶	۴۸	همدان-نوژه	+	**۴/۴۷۳
۲۴	رامسر	-	**-۳/۶۷۳	۴۹	یزد	-	ns-۰/۱۶۴
۲۵	رشت	-	ns-۰/۵۵۲				

+ روند مثبت ، - روند منفی، ns غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی وضعیت تعداد روزهای گردوغبار از دیدگاه پراکنش زمانی و مکانی، فراوانی وقوع و تحلیل روند با استفاده از روش ناپارامتری منکندال پرداخت. بررسی‌ها نشان داد از دیدگاه مکانی پراکنش تعداد روزهای گردوغبار نیمه جنوبی کشور دارای تعداد روزهای گردوغباری بیشتری نسبت به نیمه شمالی کشور بوده است. از دیدگاه زمانی بیشترین زمان وقوع این پدیده مربوط به ماه جولای بوده است که با مطالعه انجام شده توسط علیجانی (۱۳۷۶) همخوانی داشته است. بررسی پراکنش سالانه نشان داد بیشترین روزهای گردوغباری در جنوب و شرق ایران در ایستگاه‌های زابل، دزفول و بوشهر ساحلی و به ترتیب برابر با ۱۶۶/۷، ۱۱۱/۸ و ۱۰۸/۶ روز از سال بوده است. در مقابل کمترین روزهای گردوغبار در ایستگاه‌های شمالی شامل رشت، بابلسر و انزلی و به ترتیب ۱/۲، ۱/۳ و ۱/۴ روز از سال می‌باشد. از دیدگاه این موضوع که متوسط تعداد روزهای گردوغبار در ایران چه میزان بوده و در ماه‌های مختلف چه میزان می‌باشد مشخص می‌گردد که گرمترین ماه‌های سال مصادف با حداکثر مقدار روزهای گردوغبار و سردترین ماه‌های سال مصادف با حداقل مقدار روزهای گردوغبار می‌باشد. تحلیل روند ناپارامتری نشان داد که در اکثر ایستگاه‌ها (۲۷ ایستگاه) روند منفی تعداد روزهای گردوغبار وجود دارد در حالی که ۲۲ ایستگاه روند افزایشی نشان دادند. از دیدگاه معنی‌دار

بودن روند مشخص گردید ۱۴ ایستگاه روند افزایشی معنی‌دار و ۱۶ ایستگاه روند کاهشی معنی‌داری تجربه نموده‌اند. به منظور بررسی دقیق‌تر نیاز خواهد بود که روند این پدیده در سال‌های اخیر (۲۰۰۵-۲۰۱۲) نیز انجام شود تا مشخص نماید که آیا این روند ادامه دار خواهد بود یا نه. در عین حال به نظر می‌رسد بررسی تأثیر متغیرهای هواشناسی که یکی از مهم‌ترین عوامل در رخداد این پدیده است نیز لازم و ضروری است. بررسی روند این حُسن را دارد که می‌توان از طریق آن و استفاده از عوامل موثر بر وقوع پدیده گردوغبار از جمله عوامل اقلیمی رخداد آن‌را در سال‌های آتی پیش بینی نموده و مورد پایش قرار داد. پایش و پیش بینی این پدیده را می‌توان یکی از چالش‌های تحقیقاتی دانست که باید مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

-حبیبی نوخندان، م. (۱۳۷۶). اقلیم و معماری با تأکید بر معماری خاورمیانه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۶، صص ۱۵۹-۱۵۲.

-حسین زاده، ر. (۱۳۷۶). بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۶، صص ۱۲۷-۱۰۳.

-ذوالفقاری، ح.، عابدزاده، ح. (۱۳۸۴). تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گردوغبار در غرب ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۶، صص ۱۸۷-۱۷۳.

-رحیم زاده، ف. (۱۳۹۰). روشهای آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم شناسی ، تهران، انتشارات سید باقر حسینی.

-رسولی، ع. ا.، ساری صراف، ب.، محمدی، غ. ح. (۱۳۸۹). تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری، فصلنامه جغرافیایی طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صص ۲۸-۱۵.

-علیجانی، ب. (۱۳۷۶). آب و هوای ایران، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

-کرمی، ف. (۱۳۸۸). همگرایی سیستمهای فشار و توفانهای گردوغبار در استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی.

-لشکری، ح.، کیخسروی، ق. (۱۳۸۷). تحلیل آماری سینوپتیکی توفانهای گردوغبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۳، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۵، صص ۳۳-۱۷.

-نوحی، ا. (۱۳۷۳). هواشناسی عمومی، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی.

-همتی، ن. (۱۳۷۴). بررسی فراوانی وقوع طوفانهای گردوخاک در نواحی مرکزی و جنوب غرب کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه تهران.

-Ali Hamed A. (1990). Wind Regime of the Persian Golf. No.62.

-Engelstadler, S. (2001). Dust Storm Frequencies and Their Relationships to Land Surface Conditions. Jena. Germany: Freidrich Schiller University Press.

-Farajzadeh, M., Alizadeh, K. (2011). Temporal and Spatial Analysis of Dust Storms in Iran, Human Sciences Modares, Vol. 15, No. 1, PP. 65-84.

-Kutiel H. and Furman H. (2003). Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics. Indoor Built Environ, 12:419–426.

-Miri, A., Pahlavan Roya, A., Moghadamnia, A. (2009). Investigation oc occurrence of dust storm in the sistan region after periodic droughts,Iranian Journal of Rang and Desert Research,Vol.3, No.e, pp.329-342.

-Turgay, P. and Ercan K. (2006). Trend Analysis in Turkish Precipitation data, Hydrological Processes, Vol 20: pp 2011-2026.

-Wang W., (2005). A Synoptic Model on East Asian Dust Emission and Transport, Atmospheric Science and Air Quality Conferences Beijing, China, P. 13.