مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره سیزدهم، پاییز ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۸/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۰۹

صفحات: ۱۰۸ - ۹۱

تحلیل روابط توفان‌های غباری جنوب ایران با کم‌فشار سِند

غلامرضا براتی[۱*]، محمد مرادی[۲]، عایشه شامخی[۳]، عباسعلی داداشی رودباری[۴]

چکیده

در دهه‌های اخیر، تغییرات آب‌وهوایی و تخریب محیط زیست، در باختر و جنوب ایران، به افزایش فراوانی توفان های غباری و کاهش میانگین افق دید انجامیده است. پژوهش حاضر با هدف دسته‌بندی توفان‌های غباری جنوب ایران و شناسایی روابط فراوانی آنها با ویژگی‌های کم‌فشار سند شامل فشار و موقعیت آن انجام شد. داده‌های روزانه این تحقیق شامل شناسه‌های یازده‌گانه گردوغبار از سازمان هواشناسی برای ۱۷ ایستگاه داده‌سنجی جوی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ بود. رسم ۱۲۰ نمودار فراوانی روزانه ایستگاه های درگیر غبار، امکان شناسایی ۳۵۴ توفان غباری را فراهم کرد. دسته‌بندی توفان‌های شناسایی شده در سه رده فراگیر، نیمه‌فراگیر و کوچک، امکان تعیین ۲۵ توفان برگزیده را با لحاظ شناسه های فراوانی شهرهای درگیر و تاریخ روز اوج فراهم کرد. ترکیب داده‌های فشاری تاریخ‌های روزهای اوج هر رده (12 UTC) بر پایه برنامه «C++» در محیط «متلب»، امکان دستیابی به مدل‌های ترکیبی فشار تراز دریا را در محیط «سورفر» فراهم ساخت. نتایج نشان داد کم‌فشار جلکه سند طی توفان‌های فراگیر، عمیق و متمرکز ظاهر می شود و «جنوب صحرا (حجاز (جنوب ایران» و «سوریه(عراق (جنوب ایران»، دو مسیر اصلی و «آسیای میانه (جنوب ایران» مسیر فرعی مکش و انتقال غبار طی توفان‌های فراگیر به سمت جلگه سِند هستند. این کم فشار طی توفان های نیمه‌فراگیر، سطحی و پراکنده با مسیرهای فرعی مکش نمایان شد و طی توفان‌های کوچک نمودی نداشت. در مجموع، از تحقیقات پیشین، دو یافته «غرب سو شدن جریان‌های هوا در ترازهای پایین و میانی جو در جنوب ایران» و «کاهش نم نسبی هوا بویژه در لایه پایین» و از تحقیق کنونی «عمیق‌تر و متمرکز شدن کانونهای کم‌فشار سند»، سه فراسنج هستند که پایش همزمان آنها، می تواند به هشدار گردوغبار در استان‌های جنوبی ایران قابلیت اعتماد بالاتری ببخشد و فرصت برنامه‌ریزی، لحاظ تدابیر ایمنی و نصب تجهیزات را بیفزاید.

واژگان کلیدی: توفان غباری، کم‌فشارسند، فشار تراز دریا، جنوب ایران.

۱- دانشیار، آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران(نویسنده مسئول) G_barati@sbu.ac.ir

۲- استادیار، هواشناسی، پژوهشکده هواشناسی، تهران

۳- کارشناس ارشد، اقلیم شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

۴- دانشجوی دکتری، آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

مقدمه

پدیده غبار، طیفی از عوامل فرازمینی مانند ورود سالانه ۵۷۰۰ میلیون تن غبار از فضای کیهانی به جو زمین و عوامل زمینی مانند آتشفشان‌ها را شامل است. در نمونه‌ای از این حوادث، برخورد دنباله‌داری در یوکوتانِ مکزیک حجم عظیمی از غبار را وارد استراتوسفر زمین کرد و دیرزمانی دمای هوا را کاهش داد(عزیزی، ۱۳۸۳). امروزه مناطقی از جهان که دارای بارش سالانه کمتر از ۲۰۰ میلی متر هستند از چشمه‌های غبار محسوب می‌شوند(اسکپسکی و همکاران[1]، ۲۰۰۷).

هر چند گردوغبار، پدیده جوی جدیدی نیست و سابقه آن در دشت‌های بزرگ آمریکا با آواره شدن خانواده‌های بسیار (مارک و همکاران، ۲۰۰۷)، در سرزمین سیستان ایران (ایران منش و همکاران، ۱۳۸۴) با رخداد هر ساله بادهای صد و بیست روزه و در سرزمین ورارود یا ماوراءالنهر (شائو و دانگ، ۲۰۰۶) بسیار کهن است ولی امروزه شرایط زندگی جدید، ریزگردها را هم در صحنه فیزیکی زندگی روزمره و هم در بخش سلامت انسان (گودی و میدلتون، ۲۰۰۱) نمود و اثر بیشتری داده است.

برای سطوح خشت و گلی شهرهای کوچک و روستاها پدیده غبار چندان نمودی ندارد و بلکه این سطوح، غبارها را جاذب هستند ولی سطوح پلاستیکی، فلزی و سنگی ساختمان‌های شهرهای بزرگ که عموما صیقلی هستند، غبارها را پذیرا و در حقیقت جاذب نیستند. در شهرهای کوچک و روستاها با اقتصاد عموما کشاورزی و دامپروری، زندگی را می توان به نوعی «خاکی» دانست که چندان با غبارها مشکل جدی ندارد ولی در شهرهای بزرگ که می‌توان زندگی را از نوع «شیشه ای یا طلقی» دانست، بیشتر امور زندگی در فضاهای مجازی و به کمک دستگاه‌های الکترونیک و حساس به غبار جاری است. تحقیقات گویای بروز اختلال در بخش ارتباطات در جنوب لیبی مرتبط با تضعیف ارسال امواج کوتاه طی روزهای غباری (صالح و ابوهدیما، ۲۰۰۱) و افزایش تنش برقی هوا هنگام رخداد توفان‌های ماسه و غبار(ناستگاجوردا و همکاران، ۲۰۰۳) مرتبط با فراوانی بالای برخی ذرات فلزی به شکل هواویز در هوای شهرهاست. در بخش بهداشت گفته می شود به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم در متر مکعب غلظت ذرات شناور کوچکتر از ۱۰ میکرون، میزان مرگ و میر ۱ درصد افزایش می یابد(شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۴).

کمربند غبارخیز جهان که از سواحل غرب افریقا تا سواحل شرق آسیا امتداد می یابد (شائو و دانگ، ۲۰۰۶)، سرزمین ایران را در برگرفته است. مرتبط با موضوع پژوهش حاضر، مسعودیان (۱۳۸۲) «غبار» را ششمین عامل موثر بر آب‌وهوای ایران و (سلیقه و بریمانی،۱۳۸۷) باد را پنجمین عامل مهم استانی چون سیستان و بلوچستان می‌دانند. محققان بیرون از کمربند غبارخیز جهان، سطح دریاچه ایر استرالیا(هامیش و اندرو، ۲۰۰۸) و روی کمربند یاد شده، بیابان‌های مغولستان(ویهونگ و همکاران، ۲۰۰۱)، هندوستان(بوچانی و همکاران، ۲۰۰۱)، شمال نیجریه، جنوب چاد و غرب آسیا(جینوکس و همکاران، ۲۰۱۲)، سرزمین حجاز(پرچیس و همکاران، ۲۰۱۳) و سرزمین میانرود یا بین‌النهرین(کائو و همکاران، ۲۰۱۵) را از چشمه های غبارخیز جهان می دانند.

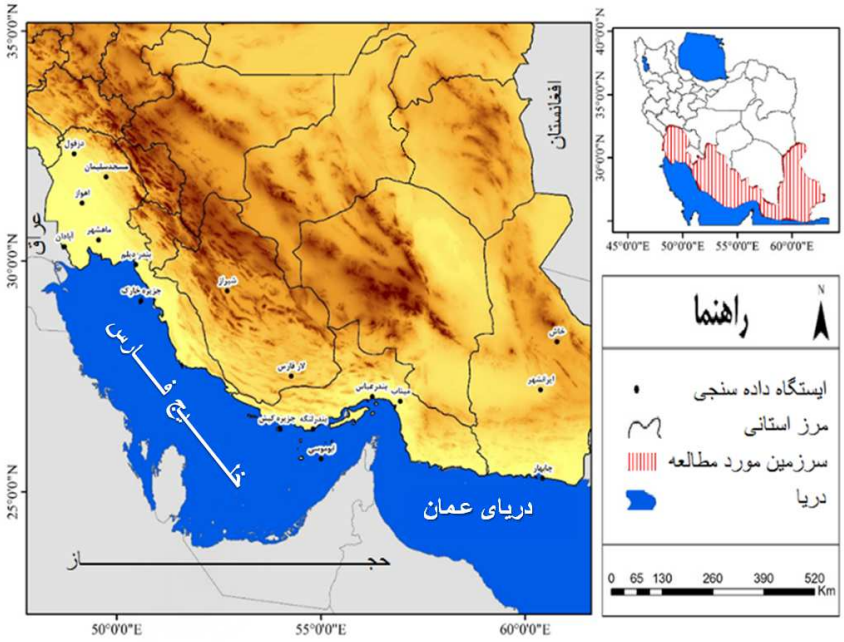
---

[1]-Schepaski et al.

در ایران که بر پایه تحقیقات، ۱۴ استان، درگیر فرسایش بادی و گردوغبار هستند(نوحه گر و همکاران، ۱۳۹۱) و فراوانی و شدت توفان های خاک در استان سیستان افزایش یافته است(حمیدیان پور و همکاران، ۱۳۹۵)؛ تشکیل سامانه های کم فشار حرارتی فصل گرم در تراز پایین جو(ریوندی و همکاران، ۱۳۸۹) روی جلگه سند در خاور ایران و نزدیک شدن کانون یا زبانه پرفشار از سمت باختر(براتی و همکاران، ۱۳۹۰) و همراهی موج تراز میانی(ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰)؛ از عوامل ایجاد و تقویت توفان های گردوغبار طی دوه گرم سال یاد شده است. محققان، در تحقیق کنونی بر آن هستند تا پایه داده های روزانه گرد و غبار مجموعه ایستگاه های جنوبی ایران طی ۵ ماه دوره گرم سال در بازه ای ۲۰ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰)، الگوهای همدید رفتار این سامانه کم فشار را طراحی و تحلیل کنند.

داده‌ها و روش‌ها

سرزمین مورد پژوهش، جنوب ایران شامل پنج استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر، فارس و خوزستان است. شکل (۱) پراکنش ایستگاه‌های منتخب را نشان می‌دهد. این منطقه که دایما از پدیده ی گردوغبار متاثر می شود، با حاکمیت خشکسالی در سال‌های اخیر، دچار شدت و تداوم بالاتری شده است. هدف اصلی این پژوهش تحلیل روابط توفان‌های غباری با رفتار کم‌فشار سند است. از این کم فشار در تحقیقات گوناگون با تعابیر کم فشار حرارتی پاکستان-شمالغرب هند(بُلاسینا و نیگام، ۲۰۱۱)، کم فشار موسمی ایران و پاکستان(حمیدیان پور، ۱۳۹۵) کم فشار حرارتی(ذوالفقاری، ۱۳۹۰)، کم فشار پاکستان(مسعودیان، ۱۳۹۳) و کم فشار مونسون آسیایی(حبیبی، ۱۳۷۹) یاد شده است.



شکل۱: موقعیت سرزمین پژوهش و ایستگاههای داده‌سنجی

بسیاری از فرآیندهای جوی با گردش عمومی جو پیوند دارند و مدلسازی آنها تنها با روش همدید امکانپذیر است. در مطالعات همدید دو رویکرد اصلی شامل گردشی به محیطی و رویکرد محیطی به گردشی وجود دارد. در رویکرد محیطی به گردشی، الگوهای گردش جوی بر حسب شناسه‌ها و شرایط خاصی که در سطح زمین رخ می‌دهد، تعیین می‌شود(مسعودیان، ۱۳۸۵). در پژوهش پیش رو، از رویکرد گردشی به محیطی استفاده شده است. در این تحقیق، با انتخاب ۱۷ ایستگاه همدید در گستره جنوب ایران شناسه‌های ۰۶، ۰۷، ۰۸، ۰۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ به عنوان شناسه‌های غبار در بازه مشترک آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ انتخاب شدند(جدول ۱).

جدول۱: شرح کدهای مربوط به گرد و غبار *(زنگنه، ۱۳۹۳)*

شناسه	شرح شناسه
۰۶	گردوخاک شناور در هوا که در اثر توفان ماسه و خاک نقاط خارج از ایستگاه به ایستگاه آمده
۰۷	گردوخاک یا ماسه که بوسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی آن در ساعت دیدبانی بلند شده
۰۹	توفان گردوخاک در ساعت دیدبانی در اطراف ایستگاه
۳۰	توفان، ملایم یا متوسط گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته از شدت توفان کاسته شده
۳۱	توفان، ملایم یا متوسط گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته شدت توفان تغییر نکرده
۳۲	توفان، ملایم یا متوسط گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته بر شدت توفان افزوده شده
۳۳	توفان شدید، گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته از شدت توفان کاسته شده
۳۴	توفان شدید، گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته شدت توفان تغییر نکرده
۳۵	توفان شدید، گردوخاک یا ماسه – طی ساعت گذشته بر شدت توفان افزوده شده

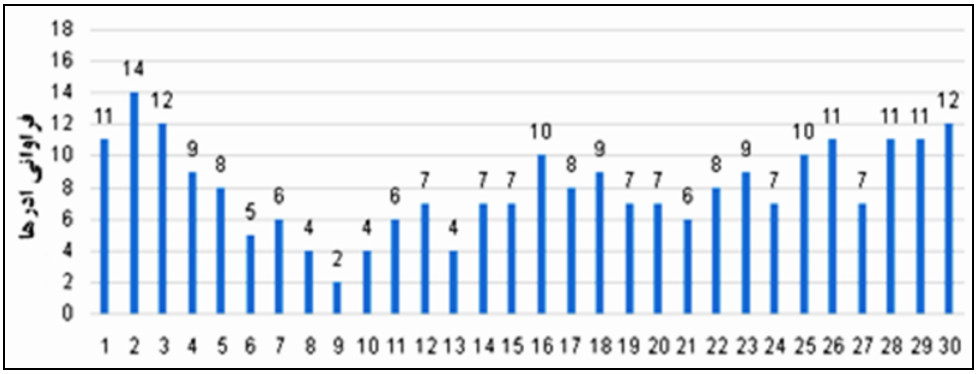
این شناسه‌ها، داده های روزانه دید افقی را بر حسب متر شامل می‌شدند که به تفکیک هر ماه در جداول روزانه مرتب گردید(جدول ۱). در این تحقیق، روز گرد و غباری روز است که از مجموع هشت بار دیده‌بانی عناصر جوی در شبانه روز، دست کم یکبار گزارش غبار وجود داشته باشد. گودون و همکاران (۱۹۹۸) بر پایه پژوهشی اذعان نمودند که ۷۰ درصد گردوغبارهای ایالت داکوتای شمالی بین ساعت ۱۲ ظهر تا ۶ عصر رخ داده اند. از این رو، ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ برابر با ساعت ۳ و سی دقیقه به وقت محلی به عنوان مبنای زمانی تهیه نقشه‌های هوا در این تحقیق منظور شد.

جدول۲: نمونه پراکنش روزانه مقادیر افق دید ایستگاه های برگزیده طی ماه ژوئن سال ۲۰۰۳ در جنوب ایران

2003

months																
May			June													
city	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dezfool	7000	4000	3000	4000	6000	6000								7000	6000	4500
Masj-soleyman			6000	4000	6000											
ahwaz		6000	5000	5000	6000											
Ban-mahshahr				8000												
Abadan				6000	8000											8000
Ban-deylam				5000	7000	7000	5000	5000						5000		
shiraz		6000	3000	4000	3000	5000	5000									7000
Khark																
Khash	300	4000	8000		7000				2000	8000						
Lar			6000	5000	6000	7000	7000									
Iranshahr	1200		6000	6000		7000	7000		5000	6000			6000	8000		7000
Ban-abas	6000	6000	7000	4000	3500	4000	4000	4500	5000	7000	6000	5000	4000	6000	5000	5000
Minab	6000	6000	8000	8000	8000	7000	7000	7000	7000		7000	7000	7000			
Ban-lengeh		5000	5000	4000	4000	5000		5000	6000	8000		5000	4000	5000	7000	7000
Kish	7000		4000	5000	4000	5000	5000	6000	6000			4000	5000	4000	4000	
Chabahar							8000									
Abumoosa				6000									8000	6000		8000
	6	7	11	14	12	9	8	5	6	4	2	4	6	7	4	7

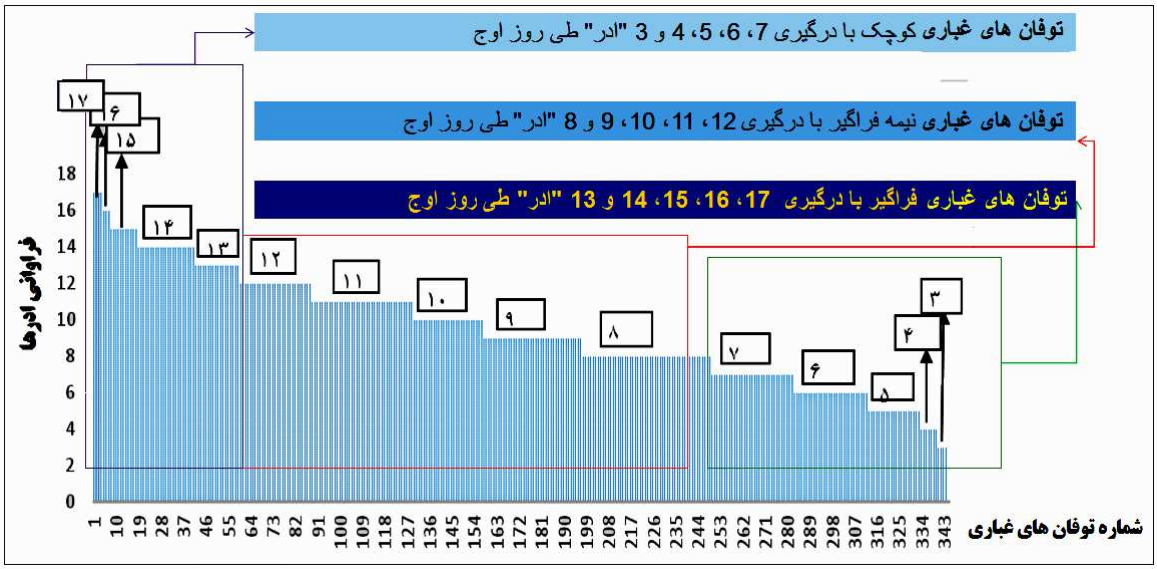
پس از کنترل داده‌ها و انتقال آنها به جداول روزانه به تفکیک هر ماه، تعداد ۳۴۵ موج غبار شناسایی شد. مبنای تعیین موج های سیصد و چهل و پنچگانه، ارقام فراوانی ایستگاه‌های درگیر غبار بوده است. از این پس جهت رعایت اختصار از ایستگاه‌های دارای پدیده غبار با عنوان «اِدِر[1]» یاد می شود. ترسیم نمودارهای تغییرات ماهانه فراوانی ادرها برای مجموعه ده سال مورد بررسی، امکان تشخیص موج‌های غبار را بر پایه شیب افزایشی فراوانی ادرها و سپس شیب کاهشی فراوانی آنها طی روزهای متوالی و عموما همراه با رخداد یک یا دو روز اوج در میانه توفان فراهم ساخت. شکل (۲) نمونه یکی از این نمودارهای ماهانه را برای ماه ژوئن سال ۲۰۰۳ نشان می دهد.



شکل۲: نمونه نمودار ماهانه فراوانی ادرها در جنوب ایران (ماه ژوئن سال ۲۰۰۳)

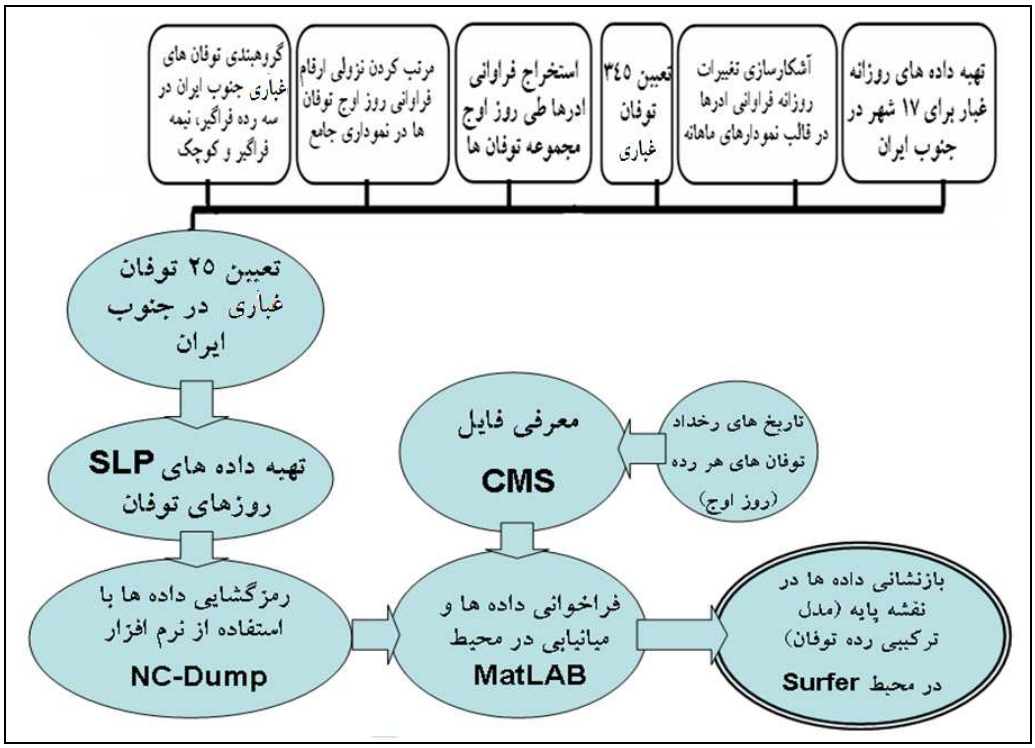
[1]-Eder

مرحله‌ای از تحقیق که امکان استخراج مجموعه ۲۵ توفان را برای بررسی‌ها و تحلیل‌های همدید امکانپذیر نمود، مرتب‌سازی نزولی فراوانی ادرهای مجموعه ۳۴۵ توفان طی روز اوج آنها بود(شکل ۳). از این نمودار مشخص گردید که توفان‌های غبار جنوب ایران، در سه رده فراگیر، نیمه‌فراگیر و کوچک جای می‌گیرند. رده فراگیر شامل ۵۹ توفان، رده نیمه فراگیر شامل ۱۸۹ توفان و رده کوچک شامل ۹۵ توفان بود. ۲۵ توفان انتخابی در این تحقیق بر حسب شناسه فراوانی ادرها، به ترتیب ۱۷، ۹ و ۳ ادر را در روزهای اوج خود در بر گرفتند تا نماینده هر سه رده باشند.



شکل ۳: نمودار رده‌بندی توفان های ریزگرد جنوب ایران بر پایه فراوانی اِدِرها در روز اوج

با مشخص شدن توفان‌های غباری انتخابی طی مراحلی که در طرحواره (شکل ۴) مشخص شده است، برای مجموعه روزهای اوج متعلق به هر گروه از توفان‌ها، مدل ترکیبی فشار تراز دریا در محدوده ۰ تا ۸۰ درجه خاوری و ۱۰ تا ۶۰ درجه شمالی طراحی شد. انتخاب این محدوده مکانی توانست نقش سامانه های همدید مولد گردغبار را در منطقه نشان دهد. مدل‌های سه‌گانه طراحی شده، گویای شرایط میانگین فشار هوا به ترتیب در مجموعه روزهایی است که توفاهای فراگیر، نیمه‌فراگیر و کوچک، همه یا بخشی از جنوب ایران را در برگرفته است.



شکل۴: طرحواره مدلسازی روابط فراوانی توفان‌های غباری جنوب ایران و رفتار کم‌فشار سند

نتایج و بحث

گو اینکه زمستان بیشترین فراوانی و پاییز و تابستان کمترین فراوانی توفان‌های غباری را از مجموع ۲۵ توفان دارد، نخستین نتایج گویای رخداد توفان‌های غباری در همه فصول است. از آنجاکه زمستان تنها فصلی است که بادهای غربی تا جنوب ایران گسترش می‌یابند و در عین حال نسبت به عرض‌های بالاتر از رطوبت نسبی چندانی برخودار نیستند، انرژی خود را در پهنه های خشک جنوب ایران به شکل انگیختن غبار و ریزگرد بروز می‌دهند. در این میان فصول تابستان و پاییز را به عنوان فصولی می‌توان بازشناخت که در جنوب ایران اثرات پرفشار جنب‌حاره‌ای حاکم است و بادهای غربی ورود چندانی نیافته اند و نیز اختلاف دمای آب‌های جنوبی ایران و خشکی که به ناپایداری هوا کمک می‌کند، بتدریج به کمترین میزان خود رسیده است. این شرایط می‌تواند زمینه‌ساز بروز کمترین فراوانی توفان‌های غباری باشد. جدول (۳) امواج گرد وغبار شاخص و تفکیک آنها بر اساس سه گروه فراگیر و نیمه‌فراگیر و کوچک طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ ترسیم شدند.

جدول۳: مشخصات توفان‌های غباری مورد بررسی

ردیف	فراوانی ادرها (از ۱۷)	رده توفان	تاریخ روز اوج توفان غباری جنوب ایران	ردیف	فراوانی ادرها (از ۱۷)	رده توفان	تاریخ روز اوج توفان غباری جنوب ایران
۱	۱۴	فراگیر	۱۸ ژولای ۲۰۰۰	۱۷	۴	کوچک	۱۰ ژانویه ۲۰۰۰
۲	۱۴		۲ ژوئن ۲۰۰۳	۱۸	۴		۱۴ نوامبر ۲۰۰۱
۳	۱۴		۱۰ ژولای ۲۰۰۳	۱۹	۴		۱۷ ژانویه ۲۰۰۱
۴	۱۴		۳ می ۲۰۰۴	۲۰	۴		۹ ژانویه ۲۰۰۶
۵	۱۴		۸ اوت ۲۰۰۵	۲۱	۴		۱۴ فوریه ۲۰۰۷
۶	۱۲	نیمه فراگیر	۸ فوریه ۲۰۰۰	۲۲	۴		۲۹ نوامبر ۲۰۰۹
۷	۱۲		۳ مارس ۲۰۰۰	۲۳	۳		۳۰ مارس ۲۰۰۰
۸	۱۲		۶ ژوئن ۲۰۰۰	۲۴	۳		۱۲ فوریه ۲۰۰۱
۹	۱۲		۲۳ اوت ۲۰۰۲	۲۵	۳		۲۶ نوامبر ۲۰۰۶
۱۰	۱۰		۲۵ ژوئن ۲۰۰۰				
۱۱	۱۰		۴ ژولای ۲۰۰۰				
۱۲	۱۰		۲۷ فوریه ۲۰۰۲				
۱۳	۸		۲۰ ژانویه ۲۰۰۰				
۱۴	۸		۶ آوریل ۲۰۰۰				
۱۵	۸		۱۰ آوریل ۲۰۰۰				
۱۶	۸		۱۱ اکتبر ۲۰۰۱				

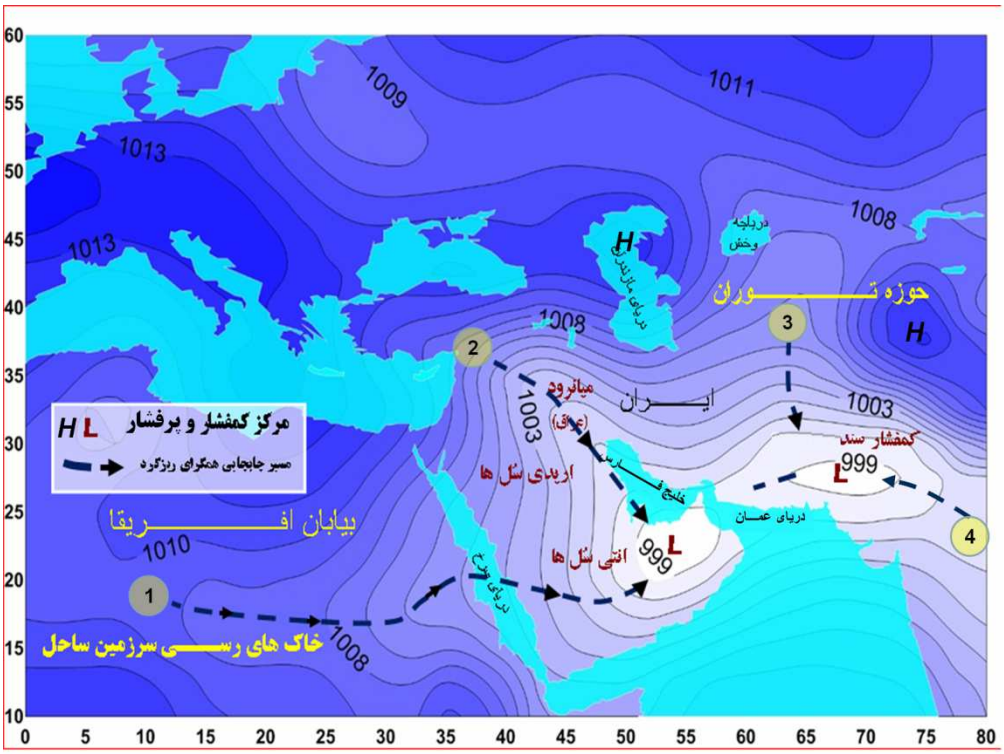
توفان‌های غباری فراگیر

شکل(۵) مدل ترکیبی فشار هوا در تراز دریا طی روزهای اوج توفان‌های غباری از نوع فراگیر است. مدل گویای شکل‌گیری کم‌فشار حرارتی سند با فشار میانگین ۹۹۹ هکتوپاسکال در موقعیت اصلی خود است. همزمان هسته‌ای با نیروی مکشی برابر در جنوب حجاز مشاهده می‌شود. موقعیت‌یابی این دو هسته، آرایش همفشارها را بصورت مداری درآورده است. چهار مسیر دارای جریان های همگرا و به تعبیر دیگر ناوه فشاری، پیرامون این الگو مشاهده می شوند. دو مسیر اصلی امتداد یافته یکی از سرزمین‌های مرکزی و جنوبی بیابان افریقا و سپس جنوب حجاز(شماره۱) و دیگری از سرزمین میانرود یا عراق(شماره۲) هستند. مسیر سوم که به نسبت فرعی محسوب می شود، از سمت آسیای میانه یا خراسان بزرگ(شماره۳) مرزهای خاوری ایران را متاثر می کند. دو محل برداشت اصلی گردوغبار مورد اشاره ایرانمنش و همکاران(۱۳۸۴) را می توان در حاشیه همین مسیر(شماره۳) دانست. سه مسیر یاد شده از مناطق بیابانی و پهنه‌های غبارخیز اند. اهمیت این مسیرها بویژه مسیر (۳) با توجه به تحقیق حسین زاده(۱۳۹۵)، مشخص می شود. ایشان باد سیستان را نتیجه حرکت هوا از سمت پرفشار های دریای خزر و بلندی های شمال خاوری در خارج از ایران می داند. آخرین مسیر از سمت خلیج بنگال کشیده شده است که انتظار می رود بر حسب خاستگاه و

سمت و در نتیجه رطوبت بالایی که با خود دارد؛ کمترین تاثیر را بر ویژگی های توفان های غباری جنوب ایران داشته باشد.

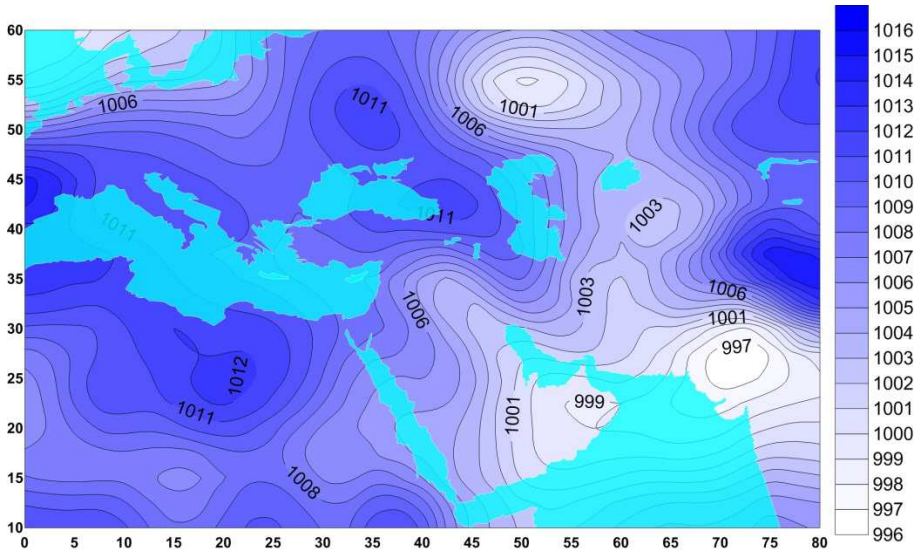
در تحقیقات منابع خاک، سطوح مسیرهای (۱) و (۲) به ترتیب در دو بخش جنوبی و شمالی شبه‌جزیره، شامل خاک‌های نارس و بیابانی است. این دو رده از خاک که به ترتیب اِنتی سُل و اریدی سُل خوانده می شوند، دچار کمبود شدید نم و ضعف ساختمان هستند(براتی، ۱۳۸۵). مرتبط با زبانه کم‌فشاری روی میانرود (۲)، پیش از این، عزیزی و همکاران(۱۳۹۱) و علی‌آبادی و همکاران(۱۳۹۴) به مسیر شمال غربیِ جابجایی غبار و مناطق جنوب بغداد و حوزه دجله و فرات(ریوندی و همکاران، ۱۳۸۹) ورود گرد و غبار به غرب ایران اشاره کرده‌اند. در این زمینه میهن‌پرست و همکاران(۱۳۸۸) بر آنند این جریان‌ها با ورود به ایران دچار کندی حرکت و در نتیجه همگرایی شده، دوام غبارها باعث می‌شوند. براتی و همکاران (۱۳۹۰) نیز سمت شمال غربی بادها را روی میانرودِ عراق در ترازهای دریا و ۸۵۰ هکتوپاسکال هنگام رخداد توفان‌های غباری در خوزستان تحقیق کرده‌اند. ردپای این دو هسته در الگوی همدید توفان ۱۴ تیرماه سال ۱۳۸۸ که توسط ذوالفقاری و همکاران(۱۳۹۰) تحقیق شده است نیز در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و در قالب کانونی واحد در شمال بندرعباس در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال دیده می شود.

مدل ترکیبی نشان می دهد کم‌فشار سند نمود و نیروی مکش خود را از مجموعه کانون‌ها و زبانه‌های پرفشاری پیرامون بازمی‌یابد. مهم‌ترین این کانون‌ها، پرفشاری است که در غرب چین مشاهده می‌شود و امتداد آن به سوی بامه تبت که کانون دایمی پرفشار ارتفاعی است، کشیده شده است. از این رو در سطح زمین نقش رشته‌کوه‌های هیمالیا در شمال خاوری، رشته‌کوه‌های هندوکُش و بابا در شمال، رشته‌کوه های البرز و زاگرس در شمال باختری و باختر و نیز آب‌های خنک‌تر دریای عمان در جنوب نسبت به سطوح خشک و گرم بیابان‌های تهر و حجاز و در تراز بالا چنانکه ریوندی و همکاران(۱۳۹۲) اشاره می کند، ناوه ای در تراز میانی جو روی منطقه قابل تامل و تحقیق است.



شکل۵: مدل ترکیبی فشار تراز دریا طی روز اوج توفان های ریزگرد فراگیر در جنوب ایران ۷-۷-۲۰۰۹

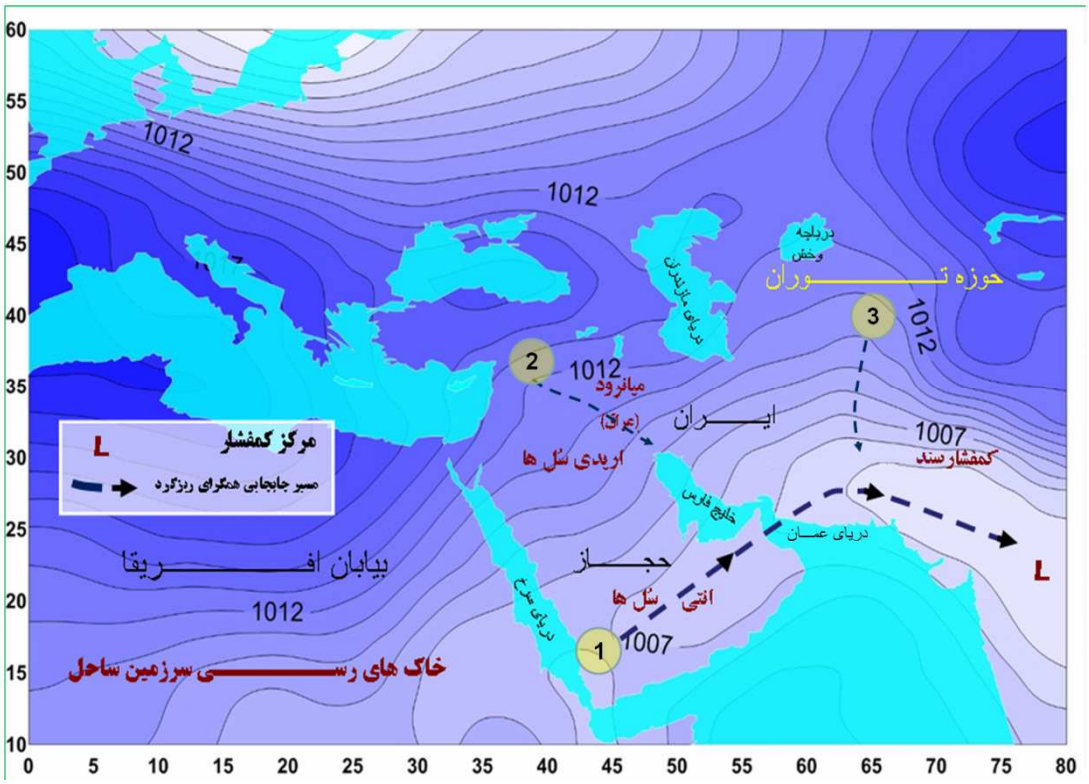
با عنوان نمونه، از گروه توفان های فراگیر، توفانی که همه ایستگاه ها (هر ۱۷ اِدِر) را درگیر کرده باشد، انتخاب شد. شکل (۶)، یکی از نقشه های تراز دریای آزاد از مجموعه ۵۹ نقشه مربوط به توفان های غباری فراگیر را نشان می دهد. در این نمونه کانون کم فشار سِند، بسیار قوی و با کمتر از ۹۹۷ هکتوپاسکال، روی جلگه سند نمایان شده است.



شکل۶: نمونه نقشه توزیع فشار در تراز دریای آزاد طی روز اوج توفان غباری فراگیر – هفتم ژولای ۲۰۰۹

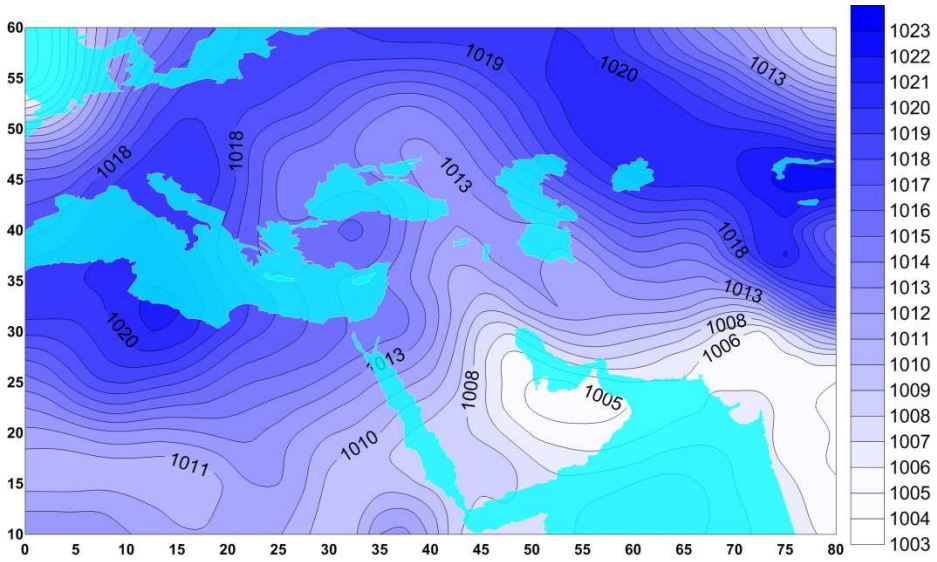
توفان‌های غباری نیمه فراگیر

طی توفان های نیمه فراگیر، چنانچه شکل (۷) نشان می‌دهد، زبانه‌های سامانه کم‌فشاری سند، از جهت امتداد و قدرت در حد توفان های فراگیر نیست و عموما شرق‌سو هستند. در این الگو، کم‌فشار حرارتی سند، تمرکز کمتری داشته، پسروی آشکاری به سمت شرق یعنی به داخل هندوستان کرده، از محدوده جنوب ایران فاصله گرفته است و تنها به این کم فشار یک مسیر یا زبانه فعال از جنوب صحرا، جنوب شبه جزیره و سپس جنوب تنگه هرمز (شماره۱) و دو مسیر ضعیف دیگر (شماره۲ و۳) می پیوندند. این الگو گویای توان غبارزایی کمتر کم فشار سند است.



شکل۷: الگوی پراکنش فشار تراز دریا برای توفان‌های نیمه‌فراگیر

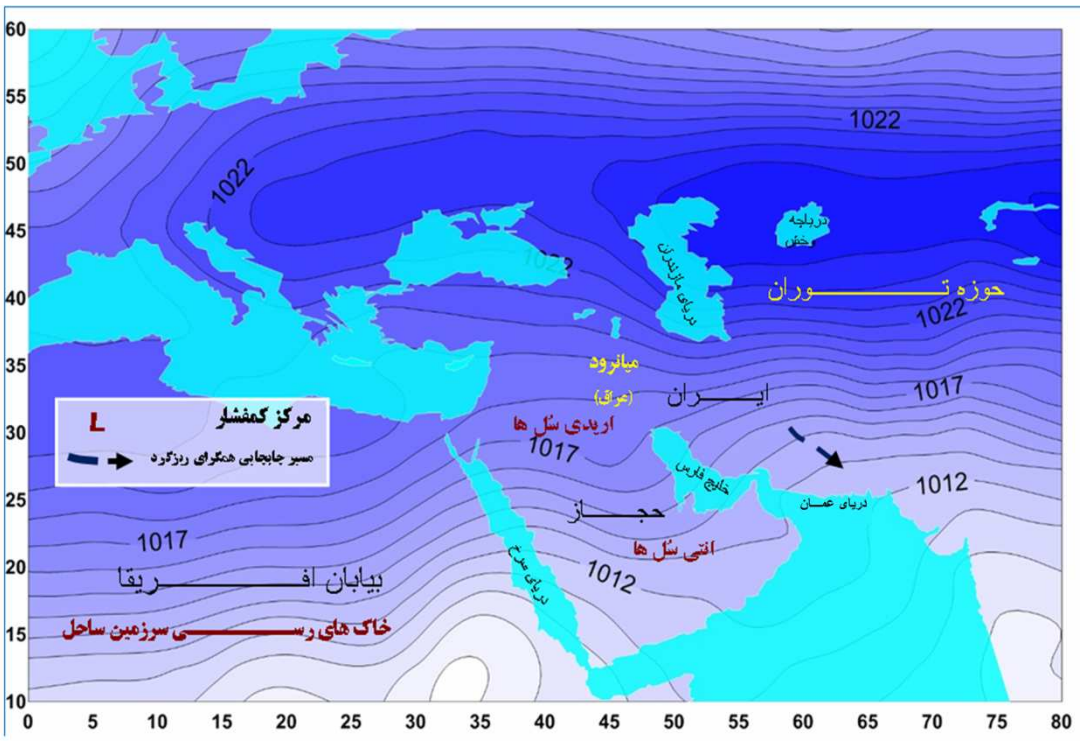
از دسته توفان های نیمه فراگیر، نمونه ای انتخاب شده است که طی روز اوج، نیمی از ایستگاه ها یعنی ۹ اِدِر را درگیر کرده باشد. شکل (۸) یکی از نقشه های تراز دریای آزاد از مجموعه ۱۸۹ نقشه مربوط به توفان های غباری نیمه فراگیر را نشان می دهد. در این نمونه کم فشار سِند، کانونی مستقل ندارد و محل آن با فشار ۱۰۰۶ هکتوپاسکال، به شکل زبانه ای از سمت خاور نمایان شده است.



شکل۸: نمونه نقشه توزیع فشار در تراز دریای آزاد طی روز اوج توفان غباری نیمه فراگیر – هجدهم می ۲۰۰۶

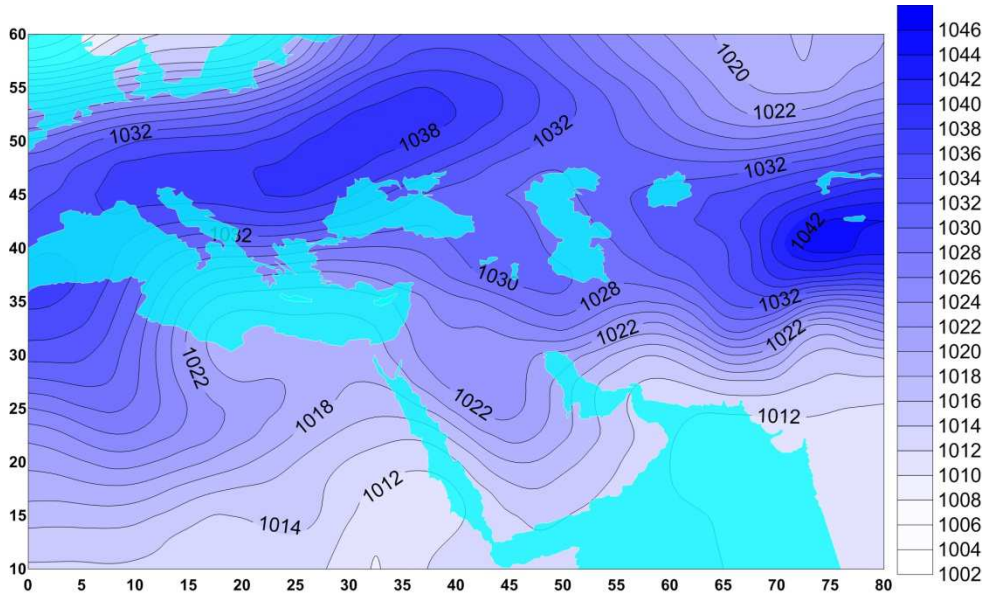
توفان‌های غباری کوچک

طی توفان‌های کوچک (شکل۷) نه تنها در محدوده نقشه پایه همفشار بسته و مستقلی به عنوان کم‌فشار سند دیده نمی شود بلکه مراکز و زبانه‌های کم‌فشاری در جنوبی‌ترین عرض‌ها مشاهده می‌شوند. تموج فشار در پهنه ایران در حداقل خود است. عمومیت جریان‌های هوا روی ایران حاکی از شیب شمال به جنوب فشار هوا و همگرایی ضعیف آنها روی مناطق غبارخیزی به سمت جنوب خاوری است. تنها کانون همگرایی در چارچوب الگو، بسیار دورتر از ایران و در جنوب سودان مشاهده می‌شود. الگوی نقشه، این گمان را تقویت می‌کند که توفان‌های کوچک غباری در جنوب ایران، وابستگی چندانی به سامانه‌های فشاری مانند سند نداشته، ناپایداری‌های موضعی و محلی هوا هستند و شهرهای پراکنده و اندکی را درگیر می‌کنند.



شکل۹: نقشه ترکیبی وضعیت فشار تراز دریا برای توفان های کوچک

از دسته توفان های غباری کوچک، نقشه توفان نمونه، مربوط به یکی از ۵۹ توفانی است که کمترین شمار ایستگاه ها یعنی ۳ اِدِر را درگیر کرده است. در این نمونه، روی موقعیت جلگه سند، فشار ۱۰۱۳ هکتوپاسکال، حاکم است و همگرایی مسیرها که پیش از این روی توفان های فراگیر آشکار بود؛ دیده نمی شود.



شکل۱۰: نمونه نقشه توزیع فشار در تراز دریای آزاد طی روز اوج توفان غباری کوچک – دوازدهم فوریه ۲۰۰۱

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد توفان‌های غباری جنوب ایران قابل دسته‌بندی در سه رده فراگیر، نیمه فراگیر و کوچک هستند. کوچک‌ترین توفان ها از مجموع ۱۷ ایستگاه ثبت گزارش غبار، ۳ ایستگاه و فراگیرترین آنها همه ایستگاه ها را دربرگرفت. دمای فزاینده هوا در پایین ترین لایه جو ناشی از زمین تاب از سطوح بی گیاه و دارای کمترین ظرفیت گرمایی شامل خاک های بیابانی[1] و خاک های نارس[2] بیابان های آفریقا، حجاز، لوت و تَهَر؛ کم‌فشارهای حرارتی و سطحی را در این مناطق پدید آورده، تقویت می‌کند و شرایط جو پایدار در لایه میانی جو، مانع صعود جریانات و بارندگی است.

به نظر می رسد آنچه باعث شده است هسته کم‌فشاری سند طی روزهای اوج توفان‌های غباری جنوب ایران در نقشه‌های ترکیبی ماهانه، نمود آشکارتری بیابد؛ افزایش فاصله پرفشار جنب‌حاره‌ای از سطح زمین در مناطق خاوری ایران به سمت پاکستان و امکان شکل‌گیری جریان‌های همگرای هوا، حول محوری باشد که بنا به تحقیق سلیقه (۱۳۸۲) در شرایط عادی در ترازهای بالای جو به سمت جنوب خاوری یعنی هندوستان کج است. این همگرایی، انرژی خود را در شرایط نبود نم کافی، به شکل کندن خاک و جابجایی مواد از افق‌های سطحی آن بروز می‌دهد. این اثر که با یافته های تحقیقات پیشین(علیجانی، ۱۳۸۵ و سلیقه، ۱۳۸۹) هماهنگ است؛ در این تحقیق، خود را در قالب تفاوت عمق کم فشار سِند در سه رده، به ترتیب با مقادیر فشار ۹۹۹، ۱۰۰۵ و ۱۰۱۲ هکتوپاسکال نشان داد.

[1]- Aridisols
[2]- Entisosls

«غرب سو شدن جریان‌های هوای جنوب ایران در ترازهای پایین و میانی جو»، «کاهش نم نسبی هوا» و چنانکه تحقیق کنونی نشان داد «عمیق‌تر شدن کم‌فشار سند»، می‌توانند سه فراسنجی باشند که رخداد همزمان آنها، امکان دادن هشدار گردوغبار را با قابلیت اعتماد بالاتر برای استان های مطالعه شده فراهم می کند. در کنار یافته های فراسرزمینی یاد شده و با توجه به آنچه در فضای رسانه ای از آن با تعبیر «آمادگی ایران برای حل معضل ریزگردها» یاد می شود(طوفان، ۱۳۸۹)؛ نادیده انگاری حقایق تلخ درون مرزهای ایران، فایده مندی نتایج تحقیق کنونی را مخدوش می کند. این حقایق منطبق بر آسیب دیدگی شدید سیمای طبیعی استان های جنوبی و خاوری است که در مسیر برخاستن و انتقال غبارها به سوی حوزه سند هستند. این حقایق از جمله عبارتند از چرای بی رویه دام تا ۳ برابر گنجایش مراتع(مصداقی، ۱۳۸۲)، گستردگی زمین های رها شده برای نمونه در استان خوزستان به میزان ۱۵۰۰ هکتار(ابتکار[1]، ۱۳۹۴) و خشکاندن تالاب هایی مانند هورالعظیم با ساختن سد در حوزه آبریز کرخه(کاویانی‌راد، ۱۳۸۹). پیوستگی هسته‌های کم‌فشار حجاز و سند در جنوب تا زبانه‌های پرفشاری حوزه های توران و خزر در شمال، گویای پیوستگی کنش سامانه‌های جوی روی بامه ایران است. از این رو هر اقدام تخریبی روی محیط زیست ایران، برای ساکنان مجموعه ۳۲ استان بحران‌زا و هزینه‌ساز است.

منابع

ایران‌منش، فاضل؛ عرب خدری، محمود؛ اکرمی، مجتبی. (۱۳۸۴). بررسی مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی های انتشار آنها در توفان های منطقه سیستان با استفاده از پردازش های تصاویر ماهواره ای، پژوهش و سازندگی، ۶۷، ۲۵-۳۳.

براتی، غلامرضا. (۱۳۸۵). درآمدی بر جغرافیای خاک ها و مدیریت محیطی منابع خاک. کرمانشاه: نشر دانشگاه رازی. چاپ دوم. ۲۷۲.

براتی، غلامرضا؛ لشکری، حسن؛ کرمی، فریبا. (۱۳۹۰). نقش همگرایی سامانه های فشار بر رخداد توفان های غباری استان خوزستان، جغرافیا و توسعه، ۲۲، ۳۹-۵۶.

بوچانی، محمد حسین؛ فاضلی، داریوش. (۱۳۹۰). چالش‌های زیست محیطی و پیامدهای ناشی از آن- ریزگردها و پیامدهای آن در غرب ایران، رهنامه سیاستگذاری، ۲، ۱۲۵-۱۴۶.

حبیبی، فریده. (۱۳۷۹). بررسی تاثیرات مونسون هند روی ایران، پژوهش های جغرافیایی. ۳۹، ۲۹-۴۵.

حسین زاده، سیدرضا. (۱۳۷۶). بادهای صد و بیست روزه سیستان، تحقیقات جغرافیایی. ۱۲ (۴۶): ۱۰۲-۱۲۷.

حمیدیان پور، محسن؛ مفیدی، عباس؛ سلیقه، محمد. (۱۳۹۵). تحلیل و ماهیت ساختار باد سیستان، ژئوفیزیک ایران. ۱۰، ۸۳-۹۲.

ذوالفقاری، حسن؛ معصوم‌پور، جعفر؛ شایگان‌مهر، شاپور، احمدی، محمد. (۱۳۹۰). بررسی همدید توفان های گرد و غبار در مناطق غربی ایران طی سال های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ – مطالعه موردی موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۳، ۱۷-۳۴.

ریوندی، امیر؛ میرکنی، مجید؛ محمدپورپنجاه، محمدرضا؛ معماریان، محمد حسین؛ محمدی ها، امیر.(۱۳۸۹). بررسی و تحلیل سینوپتیک تشکیل و انتشار توفان های گرد و غبار ورودی از غرب ایران با استفاده از پارامترها و نقشه های هواشناسی، دومین همایش ملی فرسایش بادی و توفان های گردوغبار، یزد، دانشگاه یزد.

[1]- www.Renewenergy.ir

ریوندی، امیر؛ میررکنی، مجید؛ محمدی ها، امیر. (۱۳۹۲). بررسی، تشکیل و انتشار توفان های گردوغبار ورودی به غرب و جنوب غرب ایران با استفاده مدل پخش لاگرانژی ذرات HYSPLIT، پژوهش های اقلیم شناسی، ۴، ۱-۱۶.

زنگنه، معصومه. ۱۳۹۳. آب و هواشناسی توفان‌های گرد و غبار در ایران، آب‌وهواشناسی کاربردی، ۱: ۱-۱۲.

سلیقه، محمد و فرامرز بریمانی. ۱۳۸۷. پهنه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان. جغرافیا و توسعه. ۱۲: ۱۰۱-۱۱۶.

سلیقه، محمد. (۱۳۸۹). آثار مشترک تقابل حرارتی سیستم های جوی در کشورهای اسلامی – مطالعه موردی بادهای صد و یست روزه سیستان. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام: دانشگاه زاهدان. زاهدان: ۱-۱۷.

سلیقه، محمد. ۱۳۸۲. مدل سازی اثرهای آب و هوایی کم فشارهای حرارتی در منطقه جنب حاره. تحقیقات جغرافیایی. ۱۸ (۷۰): ۷۴-۹۰.

شاهسونی، عباس؛ یاراحمدی، مریم؛ جعفرزاده، نعمت الله؛ نعیم آبادی، ابوالفضل؛ محمودیان، محمدحسن؛ صاکی، حامد؛ صولت، محمدحسین؛ سلیمانی، زهرا؛ ندافی، کاظم. (۱۳۸۹). اثرات توفان های گردوغباری بر سلامت و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی،۲ (۴)، ۴۵-۵۶.

طوفان، مسعود. ۱۳۸۹. چالش و چشم اندازهای همکارای های منطقه ای در مهار ریزگردها، سیاست خارجی، ۲۴ (۴): ۹۴۳-۹۵۸.

عزیزی، قاسم؛ میری، مرتضی؛ نبوی، سید امید.(۱۳۹۲). ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲، ۸۱-۶۳.

عزیزی، قاسم. (۱۳۸۳). تغییر اقلیم. تهران: نشر قومس. ۲۸۴.

علی‌آبادی، کاظم؛ اسدی زنگنه، محمدعلی؛ داداشی رودباری، عباسعلی. (۱۳۹۴). ارزیابی و پایش توفان گرد و غبار با استفاده از روش‌های سنجش از دور - مطالعه موردی غرب و جنوب غرب ایران، امداد و نجات، ۷، ۱-۲۰.

علیجانی، بهلول. (۱۳۸۵). آب و هوای ایران. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور. چاپ هفتم. ۲۳۶.

کاویانی راد، مراد. (۱۳۸۹). تحلیل فضایی مخاطرات محیطی و بحران های بوم شناسی در ایران، مطالعات راهبردی. ۱۳ (۴۸)، ۳۳-۵۷.

مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۸۲). نواحی اقلیمی ایران، جغرافیا و توسعه، ۲، ۱۷۱-۱۸۴.

مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۹۳). باد صد و بیست روزه سیستان، آب و هواشناسی کاربردی، ۱، ۳۷-۴۶.

مصداقی، منصور. (۱۳۸۲). مرتع داری در ایران. مشهد: نشر آستان قدس. چاپ چهارم. ۲۶۰.

میهن‌پرست، مجتبی؛ سعادت‌آبادی، عباس؛ مشکاتی؛ امیرحسین. (۱۳۸۸). مطالعه نقش گرادیان فشاری و ناوه ۸۵۰ هکتوپاسکالی در ایجاد و انتقال پدیده گرد و غبار تابستانی نیمه غربی کشور، دوازدهمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها، تهران، انجمن فیزیک ایران، دانشگاه صنعتی بابل، ایران.

نوحه گر، احمد؛ ارشادی، سیروس؛ احمدی دوست، بهروز؛ بهرامی، فهیمه؛ سلیمانی، زهرا. (۱۳۹۱). تجزیه و تحلیل آماری وقوع توفان های گردوغبار (مطالعه موردی حوزه آبخیز جاماش استان هرمزگان). همایش ملی جریان و آلودگی هوا، تهران، دانشگاه تهران.

یارنال، برنت. (۱۳۸۵). اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی. ترجمه سید ابوالفضل مسعودیان. اصفهان: نشر دانشگاه اصفهان. ۲۲۸.

Bollasina, M. Nigam, S. (2011). The summertime ‘‘heat’’ low over Pakistan/northwestern India: evolution and origin. Clim Dyn 37:957–970 DOI 10.1007/s00382-010-0879-y

Cao, H. Amiraslani, Liu, F. Zhou, N. J. (2015). Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. Science of the Total Environment, 502: 224-235.

Ginoux, P., J. M. Prospero, T, E. Gill, C. N. Hsu, M. Zhao, (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products. Rev. Geophys. 50: RG3005.

Godon, A. Nancy., E. P. Todhunter, (1998). A climatology of airborne dust for the red river valley of North Dakota. Atmospheric Environment, 32: 1587-1594.

Goudie, A. S. Meddelton, N. J. (2001). Saharan dust storms: Nature and consequences. Earth Sci Rew. 56: 179-204.

Hamish, M., C. Andrew, (2008). Identification of dust transport pathways from Lake Eyre, Australia using Hysplit, Atmospheric Environment. 42: 6915-6925.

Mark, B. W. B. J. Skinner, S. G. Porter, (1997). Dangerous Earth; Canada; JohnWiley & Sons Press.

Natsagdorja, L. D. Jugdera, Y. S. Chungb, (2003). Analysis of Dust Storms Observed in Mongolia during 1937–1999. Atmospheric Environment, 37:1401–1411.

Prijith, S. S. K. Rajeev, B. V. Thampi, S. K. Nair, M. Mohan, (2013). Multi-year observations of the spatial and vertical distribution of aerosols and the genesis of abnormal variations in aerosol loading over the Arabian Sea during Asian Summer Monsoon Season. J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 105: 142–151.

Saleh, I. M. E. M. Abuhdima, (2011). Effect of Sand and Dust Storms on Microwave Propagation Signals in Southern Libya. Journal of Energy and Power Engineering. 5: 1199-1204.

Schepaski, K. Tegan, I. Laurent, B. Heinold, B. Macke, I. (2007). A new Saharan dust source activation frequency map derived from MSG-SERVIIR-channel. Geophysical. Research. Letters. 34 (18): 1-5.

Shao, Y. Dong, C. H. (2006). A Review on East Asian Dust Storm Climate, Modelling and Monitoring. Global and Planetary Change; 52: 1–22.

Weihong, Q. Lingshen, Q. Shaoyin, S. (2001). Variations of the Dust Storm in China and its Climatic Control, Journal of Climate. 15: 1216-1229.

Analysis of Relations between Dust Storms and Indus Low Pressure over Southern Iran

Gholamreza Barati*[1], Mohammad Moradi[2], Aisha Shamekhi[3], Abbasali Dadashiroudbari[4]

1- Associate Professor of Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Email: G_barati@sbu.ac.ir

2- Assistant Professor of Meteorology, Meteorological Research Institute, Tehran, Iran

3- MSc of Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

4- PhD Student of Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2016-11-11 Accepted: 2017-03-29

Abstract

Iran is located in southern mid-latitudes and undergone to environmental hazard of dust storms (DSs). In recent decades, following the climate change and the extended environment destructions, the frequency of DSs has increased and the visibility during dusty days has decreased over Western and Southern Iran (SI). As the aim of the present study, we followed the classifying of DSs in SI based on their frequencies related to Indus Low (IL) characteristics including its pressure and location. The daily data-set of this research included 11 dust codes that gathered from 17 weather stations in the SI at 12 UTC from 2000 to 2009. 120 daily graphs that were plotted based on the frequency of dusty cities, determined 354 DSs. All DSs were classified in three categories including pervasive, semi-pervasive, and small ones and they determined 25 DSs as indicator ones based on their frequency of dusty cities and their dates. SLP data-sets during all dates at 12 UTC related to every category composed by C++ programming and it presented final composed models on sea level pressure. The composed model showed IL is strong and unified during Pervasive DSs (PDS) over Indus Plain as IL location. It revealed dust was sucked and moved from two principal "routes" including "Southern Sahara-Hijaz-Southern Iran" and "Syria-Iraq-Southern Iran" and one subsidiary route "Central Asia-Southern Iran" during PDSs toward Indus Plain. All routes of IL were subsidiary, surface and scattered during Semi-pervasive DSs and we didn't find any route during small DSs. West-ward air flows and a decrease in relative humidity at low troposphere over South-eastern Iran as two findings from previous researchers and deepening and being focused of IL as a new finding are three indicators that can use for DS monitoring and warning and then environment management.

Keywords: dust storm, Indus low, sea level pressure, southern Iran.