مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیست و یکم، پاییز ۱۳۹۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

صفحات: ۱۸۶ - ۱۶۳

شناسایی الگوی همدیدی گرد و غبارهای فراگیر دوره گرم استان خوزستان

فاطمه درگاهیان[۱]*، مهدی دوستکامیان [۲]

چکیده

واکاوی آمار بلندمدت رخداد گردو غبار استان خوزستان نشان می‌دهد که این استان از۶۰ سال گذشته با پدیده گردو غبار مواجه بوده است اما طوفان‌های گرد و غبار فراگیر با پوشش مکانی بیش از ۵۰ درصدی و حداقل تداوم زمانی۲ روزه در دو دهه اخیر مهمان این استان شده است. دو شرط لازم برای وقوع طوفان‌های گردو غبار فراگیر یکی فراهم بودن بستر و وجود ذرات ریزدانه با قطر کم و حجم زیاد که تشکیل منبع گردو غبار را داده باشد و یکی هم شرایط سینوپتیک - دینامیکی به عنوان نیروی محرکه و منتقل کننده ذرات گردو غبار از مناطق منشأ به سایر مناطق است. در همین راستا هدف از این تحقیق بررسی و تحلیل الگوی همدیدی گرد و غبارهای فراگیر استان خوزستان در دوره گرم سال می‌باشد. برای این منظور داده‌های مربوط به کدهای گردو غبار ۲۰ ایستگاه سینوپتیکی از سازمان هواشناسی اخذ گردید. سپس با اجرای تحلیل خوشه‌ای به شناسایی الگوی‌های موثر بر گرد و غبارهای خوزستان پرداخته شد. نتایج نشان داد که در تعیین الگوهای همدیدی طوفان گرد و غباری دوره گرم سال، پنج الگو نقش دارند که شامل: ۱)کم‌فشار حرارتی گنگ. ۲)کم‌فشار گنگ، کم‌فشار شرق اروپا، پرفشار شمال شرق اروپا. ۳)کم‌فشار گنگ، پرفشار اروپا. ۴)پرفشار عظیم اروپا، پرفشار قزاقستان. ۵)پرفشار کلاهک قطبی، کم‌فشار گنگ، کم‌فشار ایسلند. سازوکارهای همدیدی رخداد گرد و غبار در الگوهای اول تا چهارم نقش کم‌فشار گنگ که در فصل گرم سال با گرمایش شدید هوا و با ماهیت حرارتی بر روی جنوب آسیا شکل می‌گیرد، نقش اساسی در رخداد گرد و غبار بر روی خوزستان داشته است. همچنین نفوذ و گسترش زبانه‌های کم‌فشار بر روی بخش‌های وسیعی از خاورمیانه و مخصوصاً بیابان‌های عراق، اردن، سوریه و شمال عربستان، موجب تقویت جریان بالاسو و به طبع در نبود رطوبت سبب صعود و انتقال ذرات ریز گرد و غبار و دیگر آلاینده‌ها به سمت کشور بویژه استان خوزستان شده است.

واژگان کلیدی: گرد و غبار، فرارفت رطوبت، تاوایی جو، الگوهای فشار، همبستگی لوند.

[۱]- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع و بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران (نویسنده مسئول) dargahian@rifr-ac.ir

[۲]- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه زنجان smehdi67@gmail.com

مقدمه

پدیده‌های‌گرد و غباری در ردیف بزرگ‌ترین مشکلات جدی محیطی در نواحی مشخصی از جهان هستند (Ahmadi & Nazari, 2011). بیشترین گرد و غبار موجود در جو با منشأ ذرات ریزدانه اتفاق می‌افتد و این ذرات ریز در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از فراوانی بالاتری برخوردار می‌باشند (Leonard, 2017). برحسب تداوم زمانی این پدیده به دو نوع طوفان گردوخاک کوتاه‌مدت (تا نیم ساعت) و طوفان بلندمدت (چند ساعت و حتی یک شبانه‌روز) تقسیم می‌شود(Maletsika et al, 2015). به‌طورکلی طوفان گردوخاک به باد شدیدی گفته می‌شود که ذرات ماسه را در هوا با خود حمل می‌کند و آن‌ها را از یک مکان به مکان دیگر منتقل می‌کند (Wang, 2015). در سال‌های اخیر آلودگی ناشی از ذرات گرد و غبار به یکی از معضلات زیست‌محیطی به‌خصوص در کشورهای درحال توسعه تبدیل شده است (فرجزاده، ۱۳۹۲). امروزه، به دلیل عدم وجود دانش کافی در بررسی چگونگی فرآیند تولید و پراکنش غبار، فرآیند انتقال و جابجایی در اتمسفر و چگونگی خروج تدریجی آن‌ها از سیستم و از همه مهم‌تر ناشناخته بودن محل دقیق کانون‌های تولید غبار، میزان و حجم فعالیت غبارزایی این مناطق و مواردی از این قبیل، ارزیابی دقیق اثرات غبار در مدل‌های اقلیمی را بسیار دشوار ساخته است(شاهسونی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌طورکلی تعداد روزهای غباری ایران با دما رابطه مستقیم و با روزهای بارانی رابطه‌ی معکوس نشان می‌دهد. این بدان معناست که پدیده‌ی غبار، خاص مناطق گرم و کم‌بارش ایران است. از سوی دیگر در ماه‌های گرم و کم‌بارش بر تعداد روزهای غباری افزوده می‌شود (مسعودیان،۱۳۹۰). ازاین‌رو بررسی روابط همدید سامانه‌های فشار عامل، هنگام رخداد شدیدترین توفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان به‌عنوان یکی از استان‌های پرجمعیت کشور هدف انجام این تحقیق شده است.

مطالعات متعددی از جنبه دینامیکی و سینوپتیکی گرد و غبار انجام شده است است. هرچند رخداد گرد و غبار خود زاییده‌ی کمبود بارش و خشکی است اما گردو غبار عوامل اقلیمی نظیر تابش و دما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. البته چنین تأثیری از غبار ویژه‌ی سرزمین‌های برون حاره نیست، چنانچه لین (۲۰۰۲) تراز تابش بسیاری از مناطق حاره را نیز بیشتر متأثر از میزان محتوای گرد و غبار می‌داند. اکستروم و همکاران (۲۰۰۴) روند زمانی طوفان‌های گرد و غبار استرالیا و روابط آن‌ها را با توزیع سینوپتیکی فشار در بازه زمانی ۱۹۶۰- ۱۹۹۹ بررسی قرار داده و بیان داشته‌اند که موقعیت پرفشار جنب حاره اقیانوس هند روی وقوع طوفان‌های گرد و غبار تأثیر می‌گذارد چنانچه در دسته‌ای دیگر از پژوهش‌ها، عوامل و عناصر اقلیمی مرتبط با رخداد طوفان‌های غباری مورد توجه است. به‌طوری‌که دینگ و همکاران (۲۰۰۵) تغییرات دهه‌ای طوفان‌های گرد و غبار و الگوهای گردشی اتمسفری همراه شده با آن‌ها را در شمال شرق چین با استفاده از داده‌های مشاهده‌ای۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳ بررسی نموده و کاهش فراوانی گرد و غبارهای بهاری این منطقه را بعد از اواسط دهه۱۹۸۰ با افزایش ارتفاع ژئوپتانسیل سامانه‌های اقلیمی فلات مونگولیا و سیبری میانه به همان اندازه تغییر تناقض در فاز و شدت موج ساکن روی اوراسیا همراه می‌دانند. فیو و همکاران (۲۰۰۸) روند کاهنده طوفان‌های گرد و غبار و مشخصات مواد معلق آن‌ها را در شمال چین مورد بررسی قرار داده و روند کاهشی گرد و غبار این منطقه طی ۲۰ سال گذشته را مرتبط با آنومالی حرارتی همان دوره می‌دانند. گائو و هان (۲۰۱۰) ویژگی‌های تکاملی گردش‌های جوی برای مطالعه فراوانی طوفان گرد و غبار بهاری و پیش‌بینی احتمال وقوع آتی آن‌ها را در شمال چین مورد مطالعه قرار داده و با استفاده از تکنیک بوتاستروپینگ، شاخص‌های عناصر گردش

جوی را از نظر کمی تعیین نمودند که این شاخص‌ها می‌توانند سیگنال‌هایی را برای پیش‌بینی فصلی طوفان گرد و غبار در شمال چین فراهم آوردند. تان و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی شدت توفان گرد و غبار در چین از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین وقوع گرد و غبار در سال ۱۹۸۳ اتفاق افتاده است. همچنین از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹ وقوع گرد و غبار روند کاهشی و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ روند افزایشی داشته است. لوینسیگ و همکاران (۲۰۱۴) به پایش فرسایش بادی و استفاده از داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۱ در استرالیا پرداختند. نتایج نشان داد بارش تأثیر زیادی روی وقوع گرد و غبار دارد به‌گونه‌ای که در سال‌هایی که میزان بارش کاهش پیداکرده وقوع توفان گرد و غبار افزایش داشته است.

با تحلیل سینوپتکی سامانه‌های گرد و غبار در غرب ایران مشخص شد که پرفشار آزور همراه با سامانه‌های مهاجر بادهای غربی مهم‌ترین عوامل سینوپتیک تأثیرگذار بر سامانه‌های گرد و غبار منطقه به شمار می‌روند و فرودها و سیکلون‌های مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنب‌حاره‌ای آزور حضور نداشته و یا ضعیف شده باشد(ذوالفقاری، ۱۳۸۴). خسروی و همکاران (۱۳۸۴) پس از بررسی عوامل ژنتیکی بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، نشان دادند طوفان‌های سریع با سرعت حدود ۸۰ نات در ثانیه هنگامی رخ می‌دهد که منطقه‌ی چرخندگی مثبت بادهای غربی در مجاورت زبانه کم‌فشار فرعی موسمی قرار گیرد. در همین راستا دهقان پور (۱۳۸۴) با مطالعه‌ی طوفان‌های گردوخاک فراگیر ایران مرکزی نشان می‌دهد که در سطح ۵۰۰ میلی بار شرایط مساعدی از جهت شکل‌گیری و گسترش ناپایداری‌های سطحی در سطح زمین مهیا می‌شود. حیدری (۱۳۸۶) با مطالعه موردی سامانه‌های مولد گرد و غبار در استان کرمانشاه سیکلون‌های بسته روی عراق و شمال عربستان را عامل اصلی ایجاد گرد و غبار در منطقه می‌داند عطایی و احمدی (۱۳۸۹).

در فصل سرد، بیشتر فرایندهای دینامیکی و در فصل گرم بیشتر فرایندهای ترمودینامیک شرایط همدیدی لازم را برای شکل‌گیری و انتقال گرد و غبار به نیمه غربی کشور به استان خوزستان را فراهم می‌کنند و (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۱) مکان‌گزینی محور ناوه و منطقهٔ واگرایی بالایی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل‌گیری سلول کم فشار حرارتی در سطح زمین علت اصلی تشکیل و هدایت گرد و غبار می باشد(شمس پور و صفرراد، ۱۳۹۱) گسترش زبانه کم فشار از مرکز ایران تا شمال عراق و توسعه زبانه پرفشار بر روی دریای سیاه تا خزر باعث ایجاد شیو فشار بین سامانه‌ها و در نتیجه افزایش سرعت باد بر روی چشمه‌های تولید گرد و غبار شده است همراهی این شرایط با عبور امواج ناشی از ناوه مدیترانه‌ای در تراز پایین جو هم نقش مهمی در ایجاد طوفان و هم حرکات صعودی لازم برای انتقال ذرات را فراهم کرده است رنجبر و عزیزی(۱۳۹۱) رخداد طوفان‌های گرد و غبار خوزستان در دو فصل سرد و گرم سال را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که در فصل گرم سال نیز کم‌فشارهای حرارتی به سمت عرض‌های بالاتر کشیده می‌شوند در اثر برخورد با کم‌فشارها و پرفشارهای فوقانی اختلاف فشار حاصل‌شده و خشکی شدید منطقه نیز مزید بر علت شده و پدیده گرد و غبار در منطقه شدت می‌یابد. لشکری و صبوئی (۱۳۹۳) الگوهای همدید مولد گرد و غبار استان فارس را در سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۲ تحلیل نموده و بیان کرده‌اند که در تراز سطح دریا وجود مراکز کم‌فشار بر روی عربستان و عراق به علت عدم همراهی رطوبت و وزش بادهای شدید و همچنین در تراز ۵۰۰

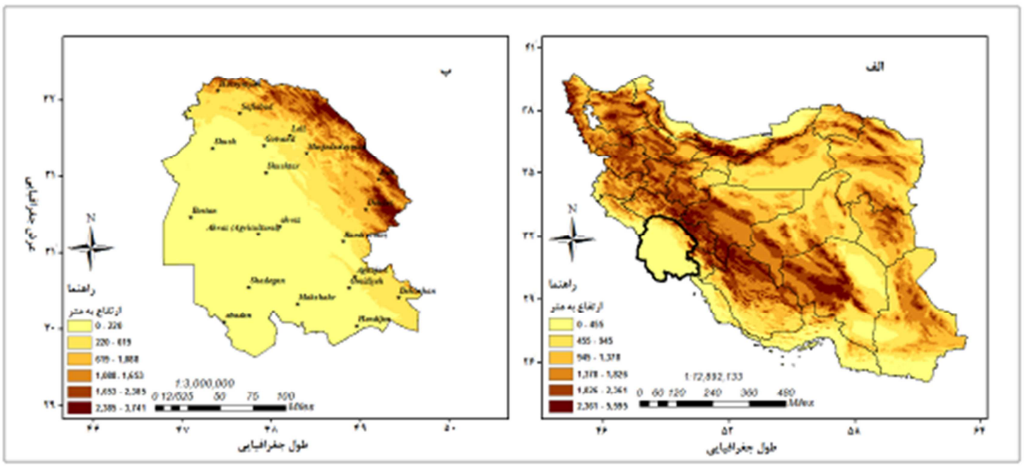
هکتوپاسکال قرارگیری در جلوی فرود با آرایش غربی- شرقی به علت ناپایداری هوای خشک موجب انتقال ریزگردها به ایران شده است. رضازاده و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اقلیم‌شناسی رخدادهای گرد و غبار در خاورمیانه پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین رخداد گرد و غبار در بخش غربی خاورمیانه در ماه‌های زمستان و در بخش شرقی در ماه‌های تابستان اتفاق می‌افتد. بابایی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه ای دیگر به تحلیل و شناسایی الگوهای همدیدی توفان های گرد و غبار غرب ایران پرداختند. نتایج نشان داد که ساز و کارهای ایجادکننده گرد و غبار نیز در این دو فصل متمایز از همدیگر هستند.

بنی حبیب و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی عوامل بروز گرد و غبار در غرب و جنوب کشور با تمرکز بر دلایل خشک شدن تالاب هورالعظیم و ارائه راهکارهایی برای احیاء آن پرداختند. آنها نشان دادند که پیدایش ریزگردها به علت دو منشأ داخلی و خارجی بوده و عمده ترین منشأ خارجی آن کشور عراق و بیابان های جنوبی و غربی آن است. جلالی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه ای به شناسایی منشاء و مناطق تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر مادیس پرداختند نتایج این تحقیق حکایت از افزایش چشمگیر منشاءها و بحرانی بودن شرایط در منطقه دارد. حیدریان و همکاران (۱۳۹۶) در همین رابطه شناسایی منشاهای داخلی توفان های گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور، GIS زمین شناسی (مطالعه موردی: استان خوزستان) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که ۹ درصد از مساحت دشت خوزستان، معادل ۳۴۹۲۵۴ هکتار منشأ تولید گرد و غبار هستند.

داده‌ها و روش‌شناسی

هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل الگوی سینوپتیکی گرد و غبارهای استان خوزستان در دوره گرم سال می‌باشد. در این مطالعه با توجه به شرایط اقلیمی منطقه دوره گرم شامل فصل بهار و تابستان به اضافه ماه اول پاییز (مهرماه) در نظر گرفته شده است. در این راستا از دو پایگاه داده‌ای بهره گرفته شده است

۱-پایگاه داده محیطی: در این رویه داده‌های مربوط به کدهای گرد و غبار۲۰ ایستگاه سینوپتیکی به صورت روزانه از سازمان هواشناسی کشور از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ برای استان خوزستان استخراج گردیده است.



شکل ۱: الف: توزیع ارتفاعی پهنه ایران. ب: موقعیت ایستگاه‌های موردمطالعه و توزیع ارتفاعی استان خوزستان.

جدول ۱: کدهای گرد و غبار های مورد مطالعه:

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

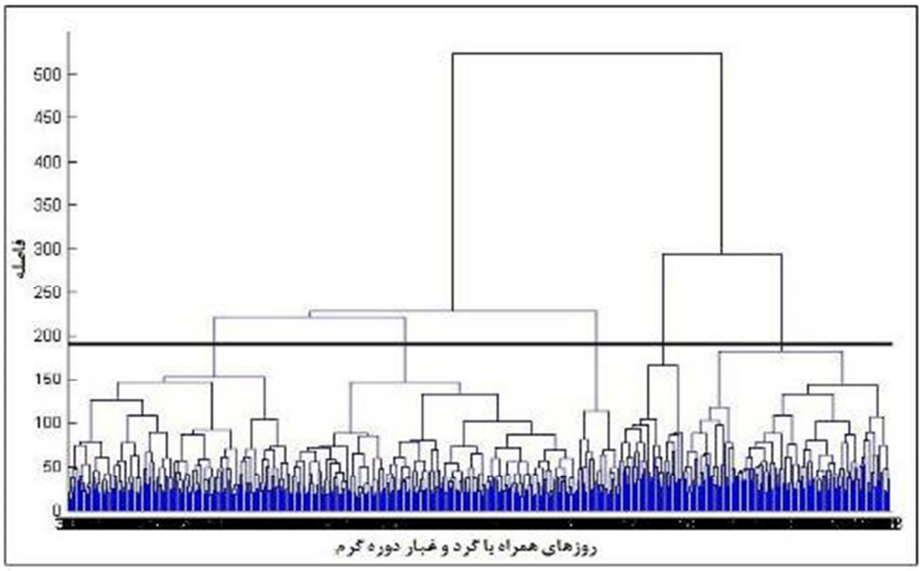
داده‌های جوی: بعد از استخراج کدهای گرد و غبار، اقدام به تعریف روز گردو غبار فراگیر شد و روز گرد و غبار فراگیر به روزی گفته شد که حداقل ۵۰ درصد پوشش مکانی و دو روز تداوم زمانی داشته باشد. بعد از استخراج روزهای گرد و غبار فراگیر داده‌های فشار متناظر با این روز ها استخراج گردیده است. این بخش از داده‌ها شامل داده‌های فشار سطح زمین، ارتفاع ژئوپتانسیل، فرارفت رطوبت و تاوایی جو برای تراز های ۱۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد که از پایگاه داده‌ی مرکز ملی پیش بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR)[1] دریافت شده است.

[1]- National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research

قدرت تفکیک مکانی این داده‌ها ۲/۵× ۲/۵ درجه‌ی قوسی می‌باشد. با توجه به موضوع پژوهش و به منظور نمایش کامل سامانه‌های مؤثر در ایجاد گرد و غبارهای محدوده‌ی مطالعه سامانه‌های جوی از ۱۰- درجه‌ی طول غربی تا ۱۰۰ درجه‌ی طول شرقی و ۱۰ تا ۷۰ درجه‌ی عرض شمالی تعیین شده است. در پژوهش حاضر تلاش شده است تا با استفاده از رویکرد محیطی به گردشی، الگوهای مؤثر در ایجاد گرد و غبارهای استان خوزستان شناسایی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در مرحله بعد به کمک تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار متناظر با این روزها به شناسایی الگوی روزهای گرد و غبار پرداخته شده است. بعد از استخراج داده‌های فشار متناظر با این روزها به منظور شناسایی الگوهای گرد و غبارهای استان خوزستان از تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. در گام بعدی با هدف انجام طبقه‌بندی بر روی داده‌های فشار سطح زمین و شناسایی روزهای نماینده اقدام به انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی این داده‌ها شد. تحلیل خوشه‌ای روشی است که در آن متغیرها بر اساس ویژگی های مورد نظر ما در گروه های خاصی طبقه بندی می شوند. هدف از انجام تحلیل خوشه‌ای، پیدا کردن دسته های واقعی افراد و کاهش حجم داده‌ها می باشد؛ به عبارت دیگر هدف، شناسایی تعداد کمتری از گروه هاست بطوری که داده‌هایی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند در یک گروه قرار گیرند به صورتی که پراش درون‌گروهی کمینه و پراش بین‌گروهی بیشینه شود. در این روش گروه‌بندی داده‌ها بر اساس فاصله یا شباهت بین آن‌ها صورت می‌گ‌یرد. برای اندازه‌گیری فاصله‌ی بین داده‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از پرکاربردترین این روش‌ها، روش فاصله‌ی اقلیدسی می‌باشد. به منظور انتخاب روزهای نماینده گروهای به دست آمده از طبقه‌بندی داده‌های مربوط به گرد و غبارها از روش همبستگی لوند استفاده شده است. به این ترتیب برای انتخاب روز نماینده روزی که بیش‌ترین شباهت را با بیش‌ترین تعداد روزهای گروه دارد، انتخاب می‌شود. ضریب همبستگی معرف درجه همانندی الگوهای دو نقشه با همدیگر است. برای این کار باید ضریب همبستگی آستانه معینی را پذیرفت. مقدار ضریب همبستگی در این گونه موارد نوعاً بین ۰/۵ تا ۰/۷ تغییر می‌کند (یارنال ۱۳۹۰). روزهای نماینده بر پایه آستانه ۰/۵ استخراج شد. بدین ترتیب آن روزی که با تعداد روزهای بیشتری ضریب همبستگی ۰/۵ داشته باشد به عنوان روز نماینده انتخاب گردید.

یافته‌های تحقیق

با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار روزهای همراه با گرد و غبار فراگیر خوزستان، ۵ الگوی شناسایی‌شده است که نتایج آن در شکل۱ و جدول۱ آورده شده است.



شکل ۲: دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی‌داده‌های فشار سطح زمین

این الگوها شامل: ۱) کم‌فشار حرارتی گنگ ۲) کم‌فشار گنگ،کم‌فشار شرق اروپا، پرفشار شمال شرق اروپا ۳) کم-فشارگنگ، پرفشار اروپا ۴) پرفشار عظیم اروپا، پرفشار قزاقستان ۵) پرفشار کلاهک قطبی، کم‌فشار گنگ، کم‌فشار ایسلند. همان‌طوری که مشاهده می‌شود بیشتر رخداد الگوهای گرد و غبار خوزستان با توجه به فراوانی۹۹ روز در ماه آوریل زمانی رخ خواهد داد که کم‌فشار حرارتی گنگ بر منطقه حاکم باشد. پس از شناسایی روزهای گرد و غبار و انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشاری سطح دریا ۵ الگوی همدیدی شناسایی شد.

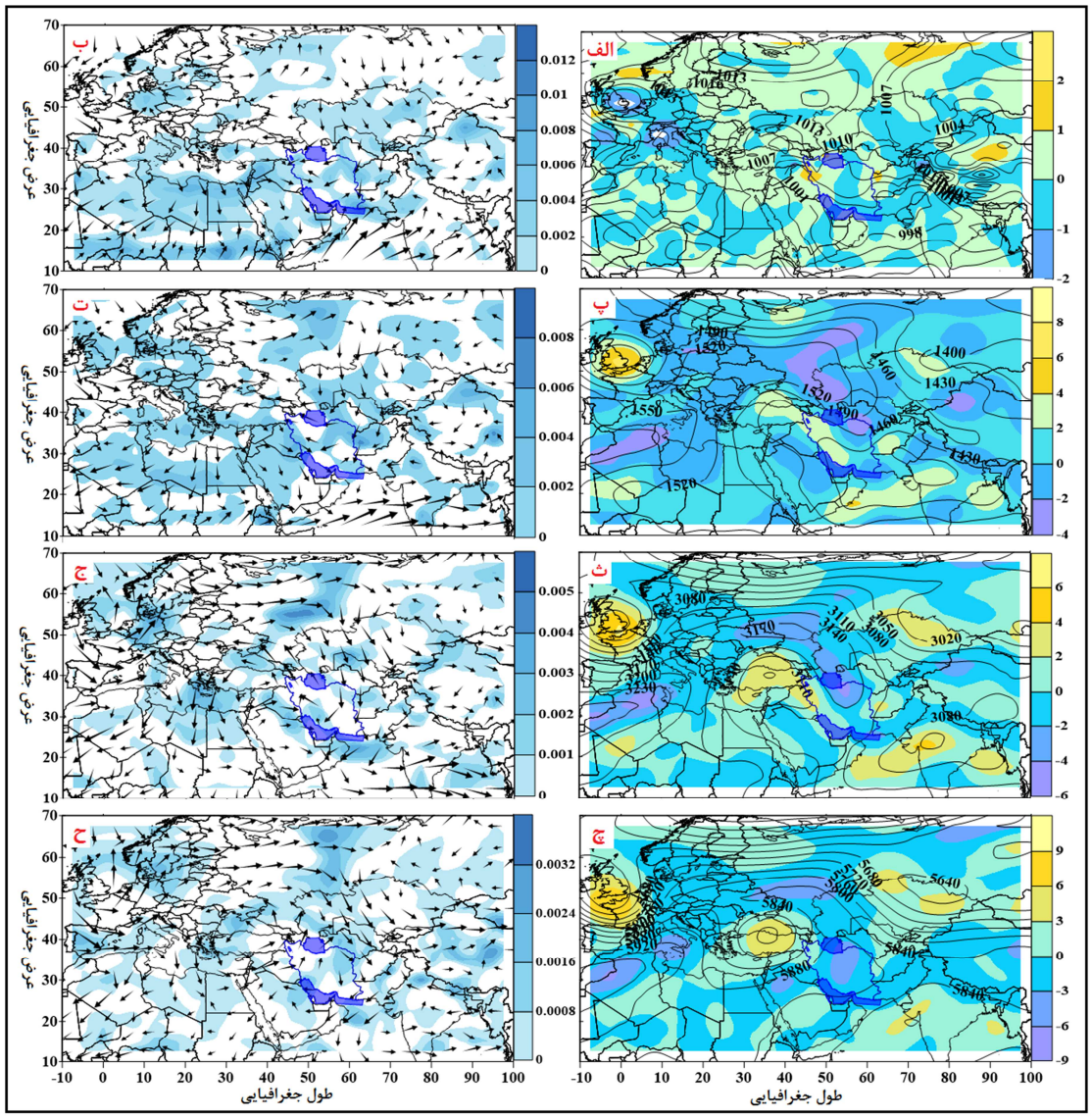
جدول ۲: بعضی از مشخصات الگوهای شناسایی‌شده رخداد گرد و غبار خوزستان

	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم
فروردین	۰	۰	۰	۰	۲۱
اردیبهشت	۰	۹	۰	۳۱	۸۰
خرداد	۲۹	۷۵	۶	۹	۲۱
تیر	۹۹	۳۱	۸		۱
مرداد	۴۸	۱۹	۱	۰	۰
شهریور	۴	۷	۱۳	۰	۸

نتایج و بحث

الگوی اول) کم‌فشار حرارتی گنگ (روز نماینده: ۲۰۰۹/۰۷/۱۷): بر اساس نقشه فشار و تاوایی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل۴- الف) بیشتر مناطق کشور تحت سلطه‌ی زبانه‌های کم‌فشار حرارتی گنگ بوده است. به‌طوری‌که زبانه‌ی ۱۰۰۱ هکتوپاسکال ناشی از آن نیمه‌ی جنوبی کشور را تحت نفوذ خود قرار داده است. برآیند این آرایش

فشاری بر روی منطقه مورد مطالعه (خوزستان)، تشدید جو باروکلینیک و ناپایدار می‌باشد. به‌طورکلی در سطح زمین کم‌فشار گنگ با سلول بسته ۱۰۰۷ هکتوپاسکال تا قسمت‌هایی از دریای خزر پیشروی کرده و با حرکت سیکلونی و پادساعت‌گرد خود موجب شارش و همرفت هوای سرد و مرطوب از دریای خزر به سمت شمال غرب کشور شده و همرفت و صعود هوا را در مناطق غربی و شمال‌غرب کشور باعث خواهد شد. از طرف غرب نیز نفوذ زبانه کم‌فشار گنگ به روی بخش‌های وسیعی از خاورمیانه و شرق مدیترانه سبب مکش هوای مرطوب دریای مدیترانه به سمت نیمه‌ی غربی کشور و منطقه مورد مطالعه (استان خوزستان) با مقدار بسیار ضعیفی (۰/۰۰۲ گرم بر کیلوگرم) شده است که این امر با توجه به نقشه‌ی وزش رطوبتی (شکل۴- ب) تائید می‌شود. با این‌حال با توجه به سمت‌وسوی جهت باد از روی جنوب عراق که شامل بیابان‌های وسیعی می‌باشد، رطوبت دریافتی از منابع آبی اطراف با توجه به حرکت زبانه‌های کم‌فشار از روی خشکی‌ها بیشتر بر روی استان خوزستان در شرجی شدن مناطق ساحلی و جنوب غربی استان و حمل ذرات گرد و غبار به روی منطقه شده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل۴- پ) هم‌ارتفاع گنگ بر روی کشور مشاهده می‌شود که به‌طرف عرض‌های بالاتر و به سمت ترکیه کشیده شده است. زبانه‌ی ۱۴۳۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی شمال خوزستان قرارگرفته است که وزش تاوایی به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} نشان‌دهنده‌ی عمق و شدت سامانه‌ی هم‌ارتفاع گنگ بر روی منطقه در تشدید جریانات بالاسو بر روی خوزستان می‌باشد. در ترازهای زیرین جو می‌توان این‌گونه استنباط کرد که براثر گرمایش شدید هوا در این زمان از سال موجب شکل‌گیری کم‌فشارهای حرارتی بر روی زمین شده است و با حرکت غرب‌سوی کم‌فشار به سمت ایران و منطقه مورد مطالعه (خوزستان) و گسترش زبانه‌های آن بر روی عراق، سوریه و اردن، با حرکت چرخندی در ضلع غربی کم‌فشار موجب تشدید جریانات از روی این مناطق به سمت شرق (خوزستان) شده است. بدین‌صورت که کل کشور و منطقه‌ی مورد مطالعه زیر نفوذ زبانه‌های هم‌ارتفاع قرار دارد.



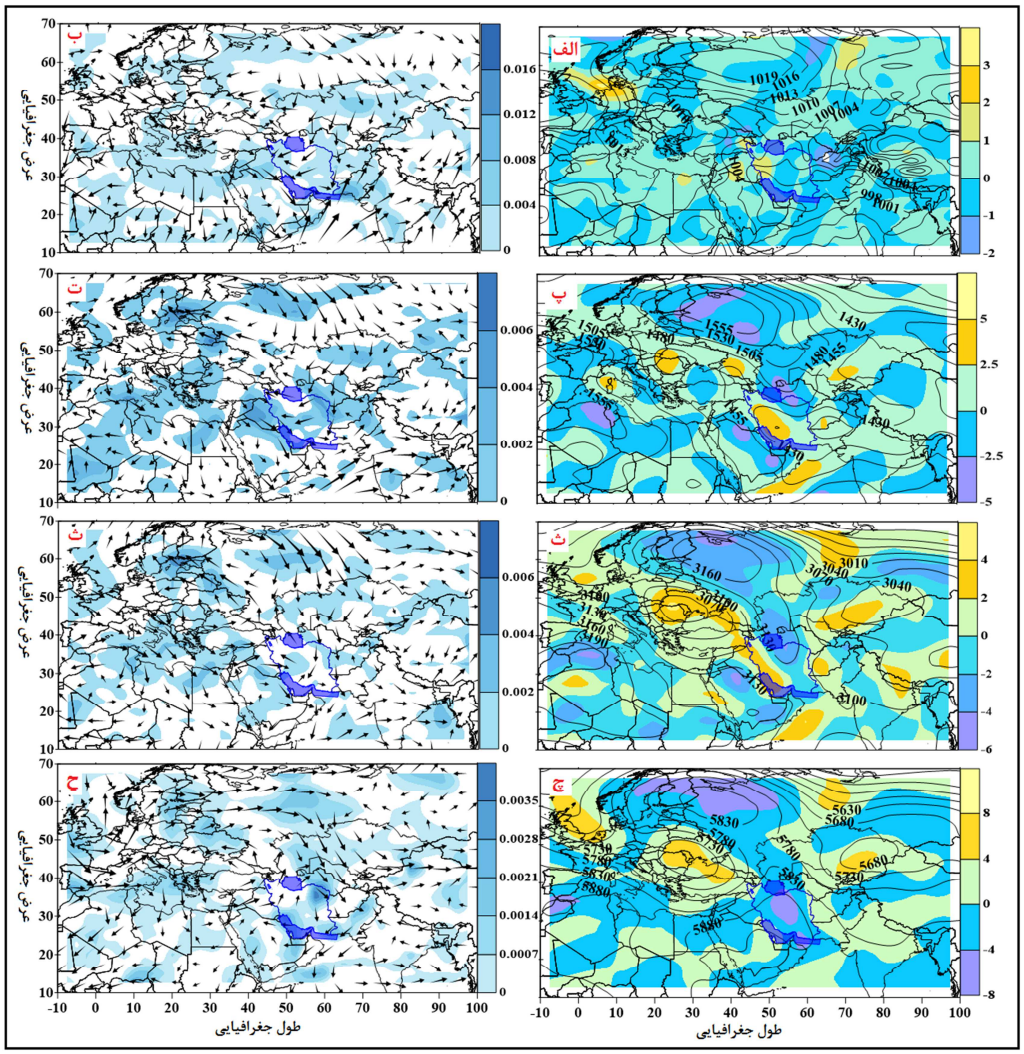
شکل ۴: نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی متر بر ثانیه. نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تاوایی. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی). نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (چ): ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی نقشه (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد.

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۴- ت) وزش رطوبتی به مقدار۰/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم از سمت مدیترانه و دریای سرخ به روی نیمه‌ی غربی کشور و منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. به‌طورکلی ترازهای زیرین جو عرصه‌ی تاخت‌وتاز زبانه‌های کم‌فشار گنگ بر روی کشور می‌باشد. با این‌حال در ترازهای میانی جو، وضعیت با شرایط زیرین جو تا

حدودی فرق دارد به‌طوری‌که در این تراز هم‌ارتفاع مستقر بر روی کشور به دو هسته تقسیم شده که اولی (هم‌ارتفاع گنگ) به روی هندوستان کشیده شده است و دومی هسته‌ی کم‌ارتفاعی بر روی مرکز ترکیه قرارگرفته است. منحنی ۳۱۱۰ ژئوپتانسیل‌متر تا نزدیکی خوزستان کشیده شده است و فرارفت تاوایی مثبت به اندازه ۳×۱۰^{-۵} به روی نیمه‌ی غربی کشور کشیده شده است (شکل۴- ث)؛ اما با توجه به فقر رطوبتی در جو و وزش ضعیف رطوبتی به روی خوزستان تقویت تاوایی و درنتیجه تقویت همگرایی جریان هوا به روی منطقه تنها به حرکات بالاسوی ضعیف و به خاطر عدم رطوبت کافی، از تشکیل سامانه دینامیکی بر روی خوزستان جلوگیری به‌عمل‌آمده است. از طرفی دیگر زبانه‌ی جدا شده از پرارتفاع آزور از بخش‌های میانی اروپا و از روی دریای خزر به درون ایران کشیده شده است که همین شرایط می‌تواند در گسستگی سامانه‌ی هم‌ارتفاع بر روی کشور شده باشد. بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل۴- چ) شرایط به‌گونه‌ای دیگر می‌باشد به‌طوری‌که هم‌ارتفاع مستقر بر روی ترکیه به خاطر نفوذ زبانه‌های پرارتفاع آزور از روی منطقه مورد مطالعه (خوزستان) به عقب رانده شده است، تاجایی‌که در این تراز بخش اعظمی از کشور به زیر سلطه‌ی پرارتفاع آزور درآمده است. بیشینه فرارفت تاوایی منفی به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} به خاطر گسترش جریانات آنتی‌سیکلونی به روی کشور در حال وزش می‌باشد. تاجایی‌که این زبانه در ترازهای میانی جو با عبور از روی خشکی‌های وسیع آفریقا و خاورمیانه موجب انتقال ذرات ریز خاک به‌صورت مداری بر روی کشور شده است. چنانچه در این تراز نیز وزش رطوبتی از روی خلیج‌فارس به سمت مناطق مرکزی کشور مشاهده می‌شود ولی به روی منطقه مورد مطالعه فرارفتی صورت نگرفته است. (شکل۴- ح). با توجه به نقشه‌های ترازهای مورد مطالعه می‌توان این‌گونه استنباط کرد که قرارگیری و گسترش کم‌فشار گنگ در ترازهای زیرین جو بر روی کشور و منطقه مورد مطالعه (خوزستان) ازیک‌طرف موجب گسترش جریانات مرطوب عرض‌های پایین‌تر به روی کشور شده است. این شرایط تا ترازهای ۸۵۰ و نهایتاً ۷۰۰ هکتوپاسکال تداوم داشته است. بدین‌صورت که اتمسفر باروکلینیک از سطوح زیرین تا سطوح میانی ادامه داشته است که با وزش رطوبتی بسیار ضعیف در هر سه تراز توأم بوده است؛ اما در تراز۵۰۰ هکتوپاسکال و آن‌هم با توجه به موقعیت منطقه در فصل گرم سال پرارتفاع جنب‌حاره‌ای بر روی کشور مستولی گشته و شرایط صعود هوا و رطوبت را بر روی کشور تقریباً ناممکن کرده است.

الگوی دوم) کم‌فشار گنگ، کم‌فشار شرق اروپا، پرفشار شمال شرق اروپا (روز نماینده: ۲۰۱۱/۰۶/۳۰): در این روز بر روی کشور در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل۵- الف) زبانه‌های کم‌فشار حرارتی گنگ و کم‌فشار شرق اروپا بر روی کشور مشاهده می‌شود. با توجه به این زمان از سال که در نیمکره شمالی تابستان می‌باشد ترازهای زیرین جو به علت گرمای شدید سطح زمین، محل تشکیل کم‌فشار می‌باشد، بنابراین ناپایداری‌های سطح زمین در این موقع از سال دور از انتظار نیست. همچنین بر روی منطقه مورد مطالعه بیشینه‌ی وزش تاوایی مثبت به‌اندازه ۱×۱۰^{-۵} دیده می‌شود. این شرایط به همراه قرارگیری زبانه‌ی ۹۹۸ هکتوپاسکالی کم‌فشار گنگ بر روی کشور موجبات شکل‌گیری صعود را بر روی منطقه فراهم کرده است. همچنین فرارفت رطوبتی بسیار ضعیفی به مقدار کمتر از ۰/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم با توجه به سمت‌وسوی جریانات باد شرق سوء مشاهده می‌شود (شکل۵- ب). در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل۵- پ) با قرارگیری منحنی ۱۴۳۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی منطقه مورد مطالعه بر گسترش ناپایداری‌های ترازهای زیرین افزوده شده، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزش تاوایی به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} بر روی منطقه مشاهده می‌شود. با این‌حال فرارفت

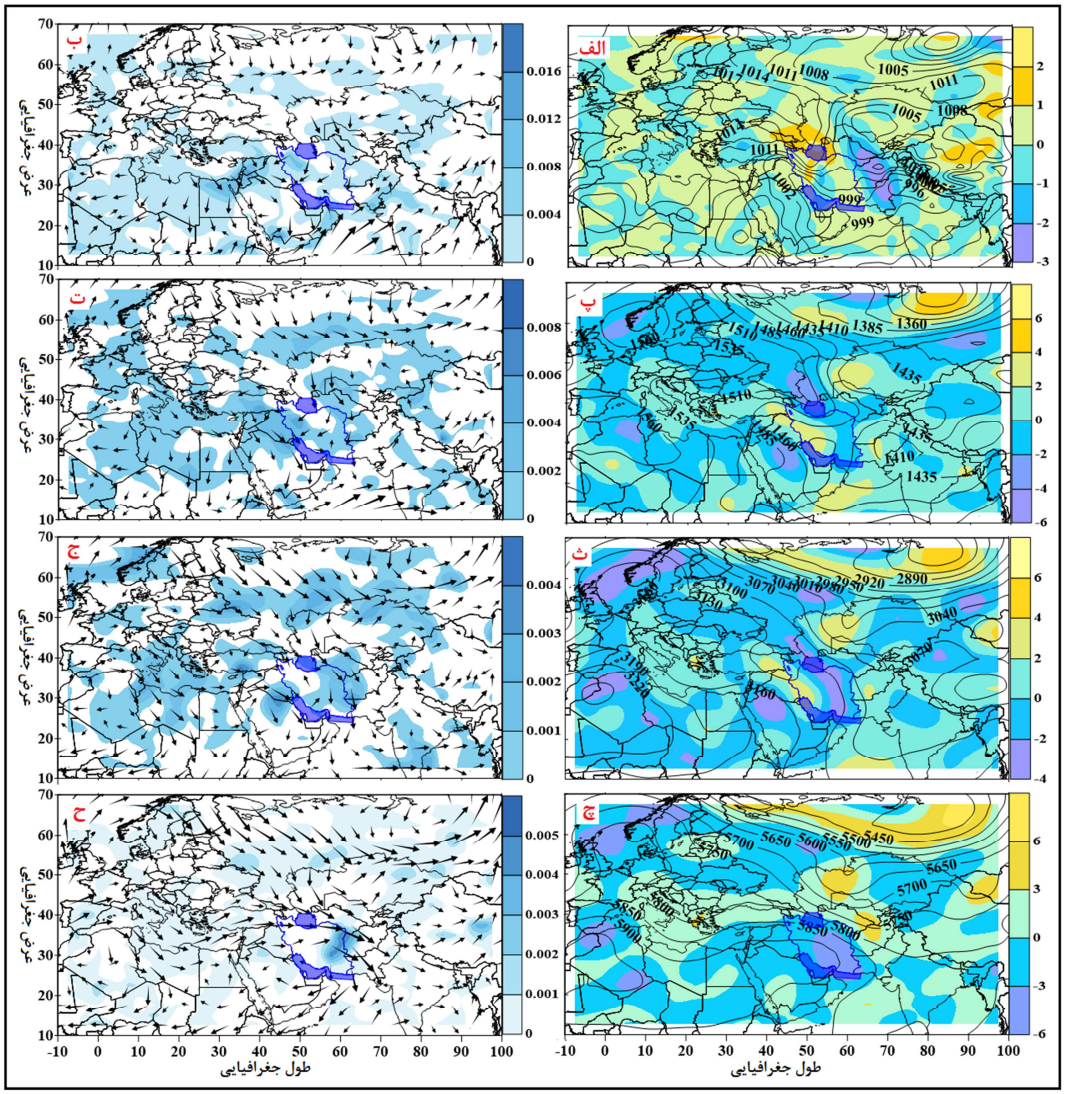
رطوبتی به مقدار کمتر از ۰/۰۰۲ گرم بر کیلوگرم از روی مناطق جنوبی و شرقی مشاهده می‌شود که از روی خلیج-فارس تأمین می‌شود (شکل۴- ت). به سمت ارتفاعات بالاتر جو با کشیدگی زبانه‌ی پرارتفاع شمال شرق اروپا به روی کشور در این تراز هم‌ارتفاع گنگ از روی کشور عقب‌نشینی کرده است بااین‌حال بر روی نیمه‌ی غربی کشور و منطقه مورد مطالعه فرارفت تاوایی به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} موجب همگرا شدن جریانات سطوح زیرین و تقویت هوای ناپایدار در ترازهای زیرین جو شده است؛ اما در این تراز زبانه‌ی۳۱۳۰ ژئوپتانسیل‌متر پرارتفاع آزور بر روی عربستان قرار دارد و با حرکت واچرخندی سبب کشیدگی و انتقال جریانات به سمت مناطق شرقی‌تر شده است (شکل۵- ث). در سطوح میانی جو و در تراز۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵- چ) همانند الگوی قبلی کشور به زیر سلطه‌ی پرفشار آزور رفته است. تا جایی که کمترین مقدار فرارفت تاوایی به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} بر روی خوزستان و به‌تبع آن سایر مناطق کشور مشاهده می‌شود. این شرایط ناشی از توسعه پربندهای ارتفاعی آزور به روی کشور در فصل گرم سال و نزول دینامیکی هوا می‌باشد جایی که دیگر صعودی رخ نمی‌دهد. درنتیجه می‌توان گفت پرارتفاع جنب‌حاره‌ای در این تراز بیشتر از سایر ترازهای دیگر خودنمایی می‌کند، چون بیشتر کشور را زیر سلطه‌ی خود قرار داده است. مسیر رطوبتی از سمت دریای عرب به سمت خلیج‌فارس در تراز۵۰۰ هکتوپاسکال به مقدار۰/۰۰۱۴ گرم بر کیلوگرم در حال وزش می‌باشد (شکل۵- ح) که با توجه به سطح ارتفاع مورد مطالعه همین مقدار انتظار می‌رود. در این الگو نیز همانند الگوی قبلی به هنگام بروز رخداد گرد و غبار بر روی منطقه خوزستان، عامل کم‌فشار در سطوح زیرین جو بر روی کشور موجبات صعود هوا مخصوصاً با گرمایش شدید خشکی‌های منطقه و برخاستن ذرات ریز و انتقال آن به ارتفاعات بالاتر را سبب شده است. درنهایت با قرارگیری قسمت شمالی زبانه‌های پرارتفاع آزور و چرخش ساعت‌گرد آن موجب انتقال جریانات خشک عرض‌های پایین‌تر به روی منطقه شده است. کاهش رطوبت جو و خشکی هوا در سطوح زیرین و میانی جو شرایط را برای فرارفت هوای خشک به روی خوزستان و افزایش آلاینده‌ها و ذرات ریزگرد فراهم کرده است.



شکل (۵): نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی (نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تاوایی متربرثانیه. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد.

الگوی سوم) کم‌فشار گنگ، پرفشار اروپا (روز نماینده: ۲۰۰۹/۰۷/۲): در این روز بر روی سطح زمین (شکل۶- الف) با توجه به این زمان از سال کم‌فشار حرارتی گنگ، بخش‌های وسیعی از کشور و تا جنوب ترکیه کشیده شده است. ماهیت این کم‌فشار حرارتی در افزایش گرمایش هوای منطقه تأثیر بسزایی داشته است. نفوذ زبانه‌های کم‌فشار گنگ به روی عراق زنگ خطری برای مناطق غربی و جنوب غربی ایران می‌تواند باشد، به این خاطر که با گسترش زبانه‌های کم‌فشار فوق با تشدید جریانات ساعت‌گرد و جنوب‌سو از روی بیابان‌های عراق، سوریه و اردن موجب هجوم ریزگردها به روی این مناطق بشود. در این راستا بر روی نیمه‌ی غربی کشور فرارفت تاوایی مثبت به‌اندازه ۳×۱۰^{-۵} روی منطقه در حال وزش می‌باشد. از طرفی دیگر وزش رطوبتی نسبتاً ضعیفی کمتر از ۰/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم از

عرض‌های بالاتر به سمت منطقه موردمطالعه (خوزستان) در حال شارش می‌باشد که این حالت شاید به دلیل کشیدگی زبانه‌های کم‌فشار به روی خشکی‌ها و عدم وجود یک سامانه قوی پرفشار بر روی دریای مدیترانه و در حرکت واچرخندی سبب تزریق رطوبت به درون زبانه کم‌فشار و دینامیکی شدن کم‌فشار مستقر در منطقه بشود (شکل ۵- ب). درعین‌حال در ارتفاعات بالاتر و در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۶- پ) نیز همانند تراز سطح زمین هم‌ارتفاع گنگ بر روی کشور و تا جنوب ترکیه پیشروی کرده است که نشان‌دهنده‌ی ناپایداری جو در ترازهای زیرین جو می‌باشد. در این تراز بر روی جنوب کشور نیز منحنی بسته‌ای از هم‌ارتفاع تشکیل‌شده است که در تقویت جریانات عرض‌های بالاتر به روی منطقه بی‌تأثیر نبوده است. بر روی جنوب عراق وزش رطوبتی نسبتاً چشمگیر به مقدار ۰/۰۰۳ گرم بر کیلوگرم در حال وزش می‌باشد که به‌نوعی بیانگرکمبود رطوبت جو و وزش آن به سمت منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۶- ت)، اما با این‌حال می‌تواند باتوجه به این موقع از سال شرجی شدن هوا را در خوزستان به همراه داشته باشد. به سمت ارتفاعات بالاتر وضعیت دگرگون می‌شود به‌طوری‌که دیگر اثری از هم‌ارتفاع گنگ بر روی کشور مشاهده نمی‌شود. همچنین ناوه‌ی گنگ بر روی هندوستان (محل تشکیل) مشاهده می‌شود، درعین‌حال پرارتفاع آزور با ارتفاع مرکزی ۳۳۲۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی شمال الجزایر قرارگرفته است و به سمت شرق گسترش پیداکرده است. منطقه‌ی مورد مطالعه بین منحنی‌های ۳۱۶۰ تا ۳۱۳۰ ژئوپتانسیل‌متر قرارگرفته است. درحالی‌که بر روی منطقه مورد مطالعه تاوایی نسبی به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} مشاهده می‌شود که می‌تواند ناشی از قرارگیری منحنی ناوه‌ای شکل ۳۱۳۰ بر روی شمال غرب و غرب کشور و قرارگیری دامنه‌ی غربی آن بر روی منطقه مورد مطالعه بوده باشد که شرایط ناپایداری و تلاطم را در این تراز تقویت کرده است (شکل۶- ث) که با توجه به مقادیر وزش رطوبتی که نسبت به تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به‌طور چشمگیری کاهش‌یافته و به کمتر از ۰/۰۰۲ گرم بر کیلوگرم بر روی خوزستان رسیده است هیچ‌گونه شرایط مناسبی برای صعود جریان مرطوب وجود ندارد و تنها جریان هوای خشک متلاطم بر روی منطقه به وجود می‌آید (شکل۵- ج). در نقشه فشار و تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل۶- چ) نیز منحنی‌های ارتفاعی ۵۹۰۰ و ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی کشور مستقر می‌باشد؛ بنابراین حاکمیت شرایط پرفشاری در جو بالای ایران، به‌خصوص ترازهای میانی جو همراه با وزش تاوایی منفی به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} نیز تأییدی بر این امر می‌باشد. به‌طورکلی شرایط پرفشاری در عرض‌های میانه در این فصل از سال که ویژگی غالب اقلیمی دوره گرم سال بر بالای آسمان ایران است که در تمام دوره مورد مطالعه کم‌وبیش با قدرت زیاد حاکمیت دارد. در تراز فوق نیز فقر رطوبتی به حدی است که بر روی خوزستان وزش رطوبتی به کمتر از ۰/۰۰۱ گرم بر کیلوگرم رسیده است (شکل۶- ح). با این‌حال نقش ترازهای میانی جو در نزول جریانات سطح بالا به‌وسیله‌ی حرکات نزولی دینامیکی توسط پرفشار آزور بر پایداری جو در سطوح میانی جو افزوده است و این شرایط از هرگونه همگرایی هوای متلاطم و دینامیکی همراه با رطوبت در سطوح زیرین جلوگیری کرده است. درنتیجه وجود ناپایداری‌ها و اغتشاشات موجود توسط مراکز کم‌فشار با ماهیت حرارتی محدود به ترازهای زیرین جو شده است که موجب شکل‌گیری ناپایداری‌های همراه با گردوخاک بر روی خوزستان و دیگر مناطق غربی و جنوب غربی کشور شده است.

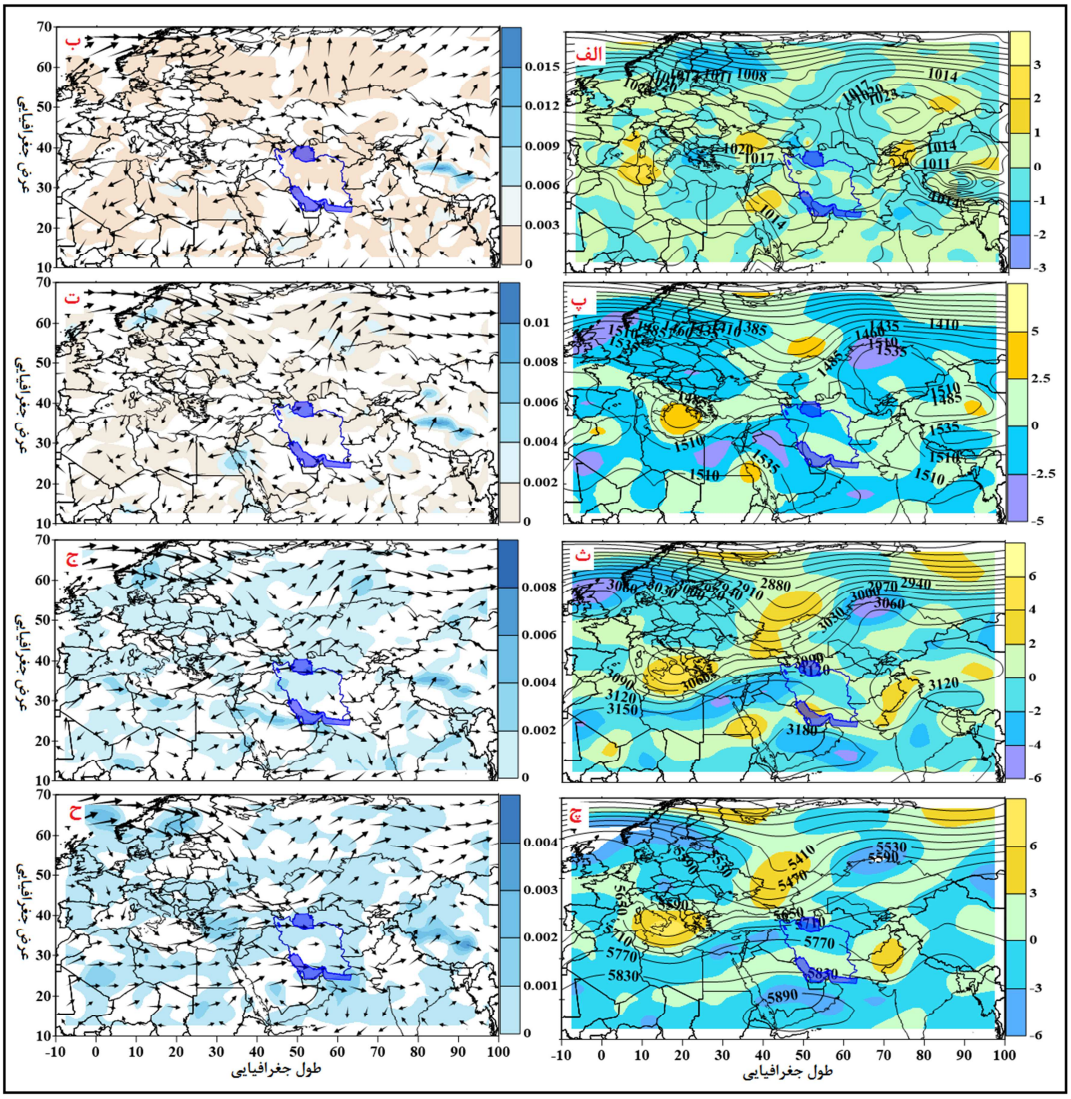


شکل (۶): نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی (نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تاوایی متربرثانیه. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد.

الگوی چهارم) پرفشار عظیم اروپا، پرفشار قزاقستان (روز نماینده: ۲۰۱۱/۰۴/۱۷): در این روز که ازنظر زمانی در ماه آوریل از فصل بهار قرار دارد با توجه به اینکه هنوز ماهیت اتمسفر به خاطر دوره انتقال از فصل زمستان به بهار می‌باشد، سرد بوده و زبانه‌های پرفشار اروپا و قزاقستان بیشتر مناطق کشور را در برگرفته‌اند. بدین‌صورت که پرفشار اروپا، هسته‌ی مرکزی آن بر روی شمال اروپا با فشار مرکزی ۱۰۲۸ هکتوپاسکال بسته شده است. زبانه‌های جنوب غربی این پرفشار تا به روی عربستان نیز کشیده شده است، به‌طوری‌که منحنی بسته‌ای بر روی عربستان تشکیل‌شده

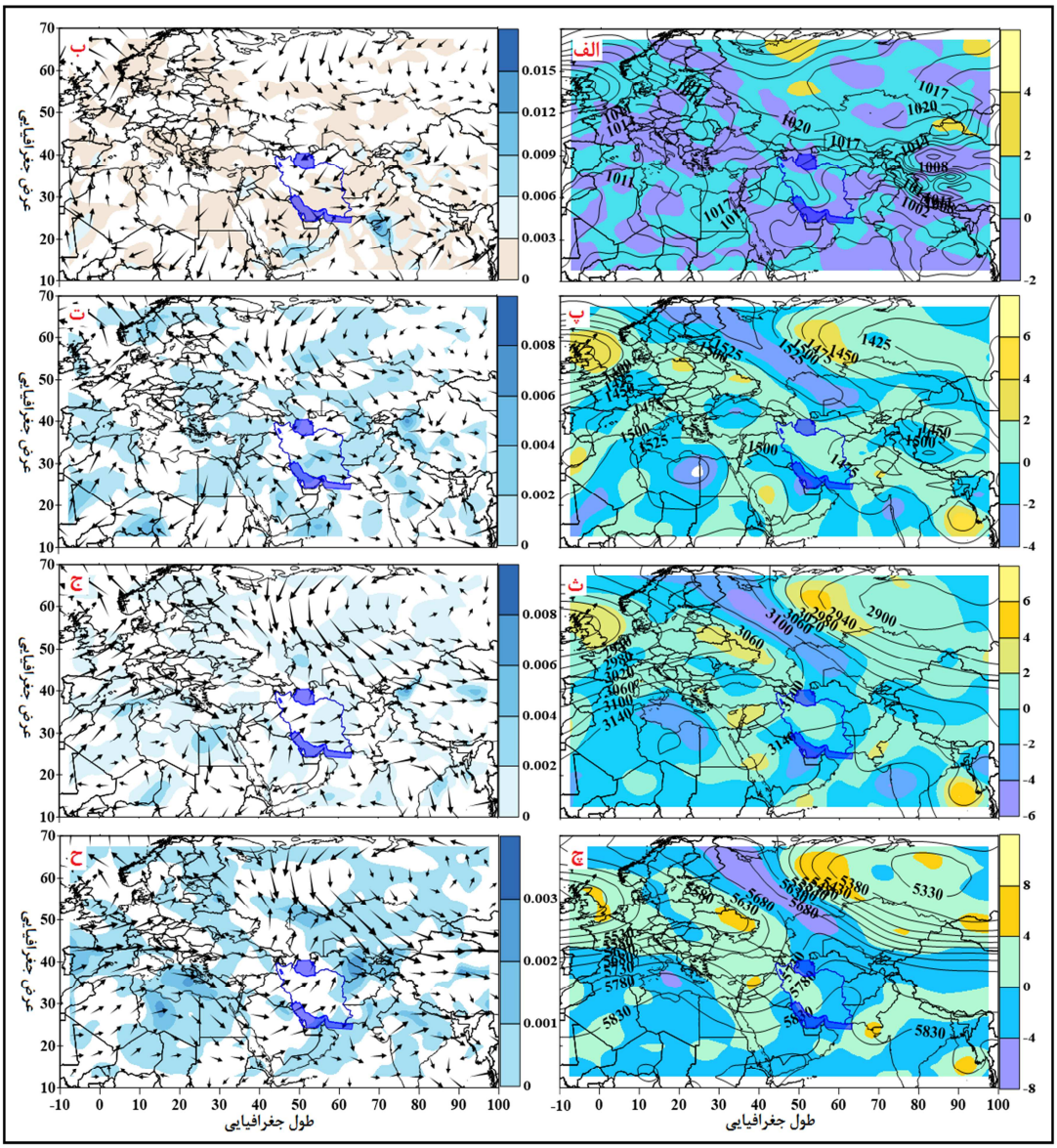
است که نشان‌دهنده‌ی قدرت این سامانه می‌باشد. این وضعیت موجب شده تا سامانه‌های کم‌فشار عرض‌های پایین‌تر به این منطقه نفوذ نکنند و حتی با کشیدگی بر روی مدیترانه مانع از هرگونه چرخندزایی در این منطقه شده است. بر روی سطح زمین نیز با توجه به شرایط پرفشاری موجود کمترین فرارفت رطوبتی مشاهده می‌شود به‌طوری‌که وزش رطوبت به روی منطقه مورد مطالعه به کمتر از ۰/۰۰۳ گرم بر کیلوگرم رسیده است در اینجا فقر رطوبتی سطح زمین مشخص می‌شود و با توجه به سمت‌وسوی جریان باد از عرض‌های بالاتر و عبور این بادها از روی خشکی‌های مرکز کشور به سمت عرض‌های پایین و همچنین زبانه-های پرفشار بر روی عربستان موجب انتقال ذرات گرد و غبار به روی خوزستان می‌شود (شکل۷- ب). در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل۷- پ) منطقه‌ی خوزستان زیر سلطه زبانه-ی پرارتفاع مستقر بر روی عربستان قرار داشته که منحنی۱۵۳۵ژئوپتانسیل‌متر بر روی منطقه قرارگرفته است که شرایط واچرخندی و نزولی در این تراز حاکم بوده است به‌طوری‌که بر روی نیمه غربی ایران وزش تاوایی منفی و بر روی خوزستان افزایش تاوایی مثبت به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} مشاهده می‌شود این وضعیت فشاری، شرایط را برای انتقال هوای خشک را از روی بیابان‌های عراق و سوریه به روی کشور فراهم ساخته است. در این تراز هم‌ارتفاع مستقر بر روی مدیترانه به جهت گسترش شمال شرق‌سوی پرارتفاع عربستان، مجالی برای خودنمایی و گسترش مداری به روی کشور و خاورمیانه نداشته است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل۷- ث) پرارتفاع عربستان به عرض‌های پایین‌تر کوچ کرده است. باتوجه به قرارگیری منحنی ۳۱۵۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی منطقه مورد مطالعه و انحنای این منحنی به‌صورت ناوه بر روی سواحل شمالی خلیج‌فارس موجب شده تا بیشترین فرارفت تاوایی نسبی به‌اندازه ۱×۱۰^{-۵} در حال وزش می‌باشد. در این تراز نیز شرایط منطقه مورد مطالعه همانند دو تراز زیرین به حالت تقریباً غلبه بر جریان هوای صعودی نسبتاً ضعیف می‌باشد. فرارفت ضعیف رطوبتی به مقدار ۰/۰۰۲ گرم برکیلوگرم نیز بر روی منطقه مورد مطالعه در حال جریان بوده است، اما با توجه به خشکی مطلق در ترازهای زیرین، میزان رطوبت در این تراز نیز از خشکی اتمسفر نکاسته است و همچنان وضعیت رطوبتی عموی جو ضعیف است (شکل۷- ج). با توجه به نقشه فشار تراز۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه‌ی نشأت‌گرفته از هم‌ارتفاع مدیترانه که مرکز آن بر روی ایتالیا با ارتفاع مرکزی ۵۵۹۰ ژئوپتانسیل‌متر مستقر بوده که قسمت جلویی آن بر روی شمال خاورمیانه قرار داشته است. درحالی‌که بر روی کشور پشته‌ی حاصل از آن مشاهده می‌شود که بر روی نیمه‌ی شمالی کشور کمینه‌ی وزش تاوایی نسبی حاصل از این وضعیت به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} در حال وزش بوده است. بر روی عرض‌های پایین‌تر نیز پرارتفاع عربستان با ارتفاع مرکزی ۵۸۹۰ ژئوپتانسیل‌متر در انطباق با پربندهای ارتفاعی ناوه‌ی هم‌ارتفاع مدیترانه در گسترش و شدت یافتن جریان بادهای غربی و قرارگیری خوزستان در زیر این جریانات موجب وزش تاوایی به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} بشود (شکل ۷- چ). باتوجه به عبور جریانات از روی خشکی‌های منطقه انتظار خشکی جریان هوا در این تراز و ارتفاع بالای تراز مورد مطالعه در بخش‌های جنوبی خوزستان، میزان وزش رطوبتی به کمتر از ۰/۰۰۱ گرم بر کیلوگرم رسیده است (شکل۷- ح). در این روز قرارگیری ترازهای زیرین جو تحت سلطه مراکز پرفشار و نفوذ زبانه‌های آن به روی خوزستان سبب گردیده است تا هرگونه فرآیند چرخندزایی بر روی منطقه و نواحی اطراف آن غیرممکن شود. همچنین با توجه به اینکه روز نماینده مربوط به ماه آوریل می‌باشد برخلاف الگوهای قبلی که وضعیت فشاری حاکم بر منطقه به‌خصوص در ترازهای زیرین جو کم‌فشار حرارتی بوده است ولی در این الگو در تمامی ترازها زیر سلطه

شرایط پایداری ناشی از هم‌آرایی سامانه پرارتفاع در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ بوده است. شرایط رطوبتی بسیار ضعیفی بر روی منطقه در تمامی ترازهای مورد مطالعه مشاهده می‌شود که در خشکی هوا و عبور این جریانات از مناطق بیابانی مستعد گرد و غبار در وقوع گرد و غبار در استان بی‌تأثیر نبوده است.



شکل (۷): نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی (نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تاوایی متربرثانیه. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان

الگوی پنجم) پرفشار کلاهک قطبی، کم‌فشار گنگ، کم‌فشار ایسلند (روز نماینده: ۲۰۰۸/۰۵/۱): در این الگو که مصادف با اولین روز از ماه می در فصل بهار می‌باشد، در نقشه فشار و تاوایی تراز۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۸- الف) ایران از طرف جنوب و شرق تحت سیطره‌ی زبانه‌های طویل کم‌فشار گنگ با فشار مرکزی۱۰۰۲ هکتوپاسکال قرار گرفته است که تقریباً در حالت اوج خود قرار نگرفته و هسته آن به سمت غرب و بر روی پاکستان حرکت نکرده ولی زبانه‌های آن بر روی کشور قرار گرفته است. از طرف دیگر در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال پرفشار کلاهک قطبی زبانه‌ای را به سوی کشور روانه کرده است. به‌طوری‌که زبانه جنوبی آن تا قسمت‌هایی از غرب و شمال غرب ایران و تا شمال مصر نیز گسترده شده است. این آرایش فشاری بر روی کشور در اثر تقابل هوای گرم عرض‌های پایین و هوای سرد نزولی عرض‌های بالاتر موجب شیو فشاری شدیدی بر روی نیمه‌ی غربی کشور و منطقه مورد مطالعه (خوزستان) شده است. تا جایی که این وضعیت سبب بیشینه شدن وزش تاوایی نسبی به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} بر روی مناطق مرکزی، غربی کشور و خوزستان شده است. بر روی عراق و شمال عربستان نیز قدرت گرفتن جریانات و مکش هوا بر روی این مناطق انتظار آن می‌رود. در این تراز هسته مرکزی کم‌فشار ایسلند بر روی شمال جزیره انگلستان قرار گرفته است و زبانه‌های آن فقط بر روی اروپای غربی کشیده شده است. با توجه به نقشه وزش رطوبتی تراز۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل۸- ب) بر روی منطقه مورد مطالعه هیچ‌گونه شارش رطوبتی مشاهده نمی‌شود که شرایط در سطح زمین بیانگر خشکی سطوح زیرین جو بوده است؛ بنابراین عامل اصلی عدم وجود رطوبت و مکش هوای سطح زمین همراه با مواد ریز خاک از نواحی مستعد در خود خوزستان و بیابان‌های جنوب عراق وجود دارد. به سمت ارتفاعات بالاتر بر روی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۸- پ) شرایط به‌گونه‌ای است که هم‌ارتفاع گنگ با ادغام شدن با هم‌ارتفاع مستقر بر روی آسیای شرقی گسترش‌یافته و تا عرض‌های بالاتر بر روی ترکیه کشیده شده است. منحنی ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی خوزستان قرارگرفته که است. از طرفی دیگر مرکز واچرخندی که بر روی شمال آفریقا قرارگرفته است با حرکتی شرق سو موجب تندی جریانات به سمت کشور شده است. بیشینه وزش تاوایی بر روی بیشتر مناطق کشور و به‌جز در پهنه‌های باریکی از جنوب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} در حال وزش می‌باشد که ناپایداری و صعود هوای خشک زیرین به همراه بادهای شمال‌غربی و غربی از سمت عراق مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود در این تراز پرفشارکلاهک قطبی با توجه به این‌که یک سامانه حرارتی بر روی کلاهک قطبی داشته است در ترازهای بالاتر ضعیف شده و به عرض‌های بالاتر کشیده شده است. همانند تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در تراز۸۵۰ هکتوپاسکال نیز فرارفت رطوبتی اصلاً به روی استان خوزستان دیده نمی‌شود. درحالی‌که بر روی سایر بخش‌های نیمه جنوبی کشور از سمت خلیج‌فارس و دریای عمان بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم درحال وزش بوده است، بنابراین در تراز۸۵۰ هکتوپاسکال نیز وضعیتی مشابه با تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به لحاظ خشکی هوا وجود دارد (شکل ۸- ت). به سمت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۸- ث) بر روی شمال آفریقا استقرار مرکز پرارتفاعی سبب کشیدگی زبانه‌های هم‌ارتفاع ایسلند به روی بخش اعظمی از کشور شده است، به‌طوری‌که نیمه شمالی کشور و منطقه مورد مطالعه بین منحنی‌های۳۱۰۰ و۳۱۴۰ ژئوپتانسیل‌متر قرارگرفته است. درحالی‌که بر روی شرق مدیترانه و بر روی سوریه تاوایی مثبت به‌اندازه ۲×۱۰^{-۵} در حال وزش می‌باشد و زمینه را برای صعود هوای خشک و ترازهای زیرین به همراه ذرات گرد و غبار در ترازهای زیرین خود فراهم نموده است.



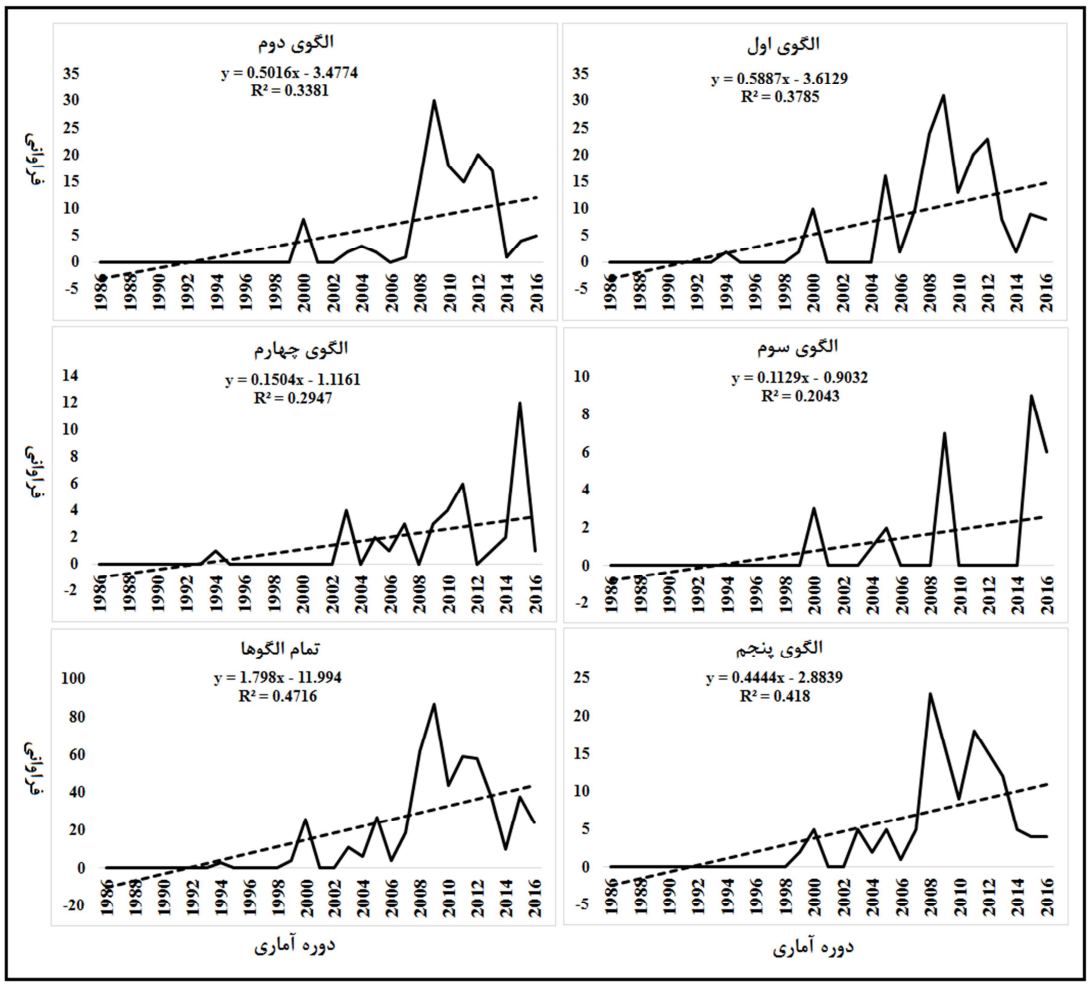
شکل (۸): نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی (نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تاوایی متربرثانیه. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و جریان باد. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان باد

بر روی منطقه مورد مطالعه وزش تاوایی منفی به‌اندازه ۱×۱۰^{-۵} مشاهده می‌شود که با توجه به حرکت بادها در منطقه واگرایی ناوه از روی شمال عربستان و بیابان‌های این منطقه سبب شده تا این شرایط به‌وسیله نقشه فرارفت رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و نبود وزش رطوبتی نیز تائید بشود که بر روی منطقه مورد مطالعه هیچ‌گونه فرارفت

رطوبتی مشاهده نمی‌شود و انتقال جریانات از سمت غرب به روی خوزستان می‌تواند حاوی ذرات ریز در طول مسیر راه خود (بر روی مناطق بیابانی) به روی کشور و خوزستان باشند (شکل ۸- ج). در تراز۵۰۰ هکتوپاسکال شرایط به‌گونه‌ای است که ناوه‌ی شرق مدیترانه در این تراز به‌خوبی مشاهده می‌شود؛ اما نکته قابل‌توجه قرارگیری منطقه همگرایی ناوه‌ی فوق بر روی خشکی بوده که این شرایط به‌منظور تشدید همگرایی جریانات زیرین و مکش هوای منطقه به سمت ارتفاعات بالاتر بوده است. حال پربند۵۷۸۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی خوزستان قرارگرفته است که قرارگیری این پربند بر روی خشکی‌های منطقه نیز شرایط نامساعدی را ازلحاظ همگرایی و صعود رطوبت عرض‌های پایین و تراز زیرین جو به وجود آورده است (شکل ۸- چ). این وضعیت (فقر رطوبتی) نیز در نقشه فرارفت رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز تائید می‌شود (شکل ۸- ح). در این الگو همان‌طور که گفته شد در سطوح زیرین جو شرایط جو باروکلینیک به‌وسیله کم‌فشار حرارتی گنگ به‌خوبی مهیا نشده است. به‌طورکلی نفوذ زبانه‌های پرفشار عرض‌های بالا به روی منطقه و خاورمیانه و تقابل آن با زبانه کم‌فشار گنگ شاید به تشدید شیو فشاری کمک کرده باشد ولی شیو فشاری وقتی در فصل گرم سال بر روی خشکی شکل بگیرد موجب تشدید ناپایداری می‌شود اما سبب مکش و صعود هوای خشک و حاوی گردوخاک و به‌صورت باد به سمت منطقه می‌شود. در تراز میانی جو نیز ناوه‌ی تراز میانی جو بر روی خشکی قرارگرفته است و زبانه‌های آن با طی مسیر بر روی خشکی تنها سبب تشدید ناپایداری ترازهای زیرین، تنها در شرایطی که تمامی منطقه مورد مطالعه از شرایط رطوبتی بسیار ضعیفی برخوردار بوده است، بیش از بیش بر تقویت جریانات خشک مداری بر روی منطقه مورد مطالعه سبب شده است. کما اینکه رئیس پور (۱۳۹۷) در بررسی ماهواره‌ای- همدیدی گرد و غبارهای جنوب‌غرب ایران، شرایط جوی حاکم بر لایه مرزی هوا سپهر در ایجاد تلاطم و انتقال گرد و غبار از بیابان‌های شمال عربستان، شرق و جنوب سوریه، غرب و جنوب عراق به جنوب غرب ایران را مؤثر دانسته است. بطوریکه در رویداد گرد و غباری مورد مطالعه، شرایط هواسپهری ناپایدار همچون قرارگیری ناوه‌ای بسیار عمیق، چرخند قوی همراه با تاوایی مثبت قابل توجه در محور ناوه، به همراه ناپایداری و صعود هوا، زمینه را برای ایجاد شرایطی ناآرام و متلاطم بر فراز نواحی بیابانی عربی هم‌جوار با غرب ایران فراهم نموده و شرایط بسیار مساعدی را جهت برداشت، حمل و انتقال آن به نواحی غرب و جنوب غرب ایران مهیا کرده است.

از بررسی روند تغییرات زمانی الگوهای همدیدی رخداد گرد و غبار در دوره آماری (۱۹۸۶- ۲۰۱۶) این‌گونه استنباط شدکه رخداد گرد و غبار بر اساس الگوی اول (کم‌فشار حرارتی گنگ) روند افزایشی بوده است، به‌طوری‌که از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴، ۵ تا ۲۵ رخداد گرد و غبار فراگیر در خوزستان مشاهده می‌شود. این وضعیت در الگوی دوم (کم-فشار گنگ، کم‌فشار شرق اروپا، پرفشار شمال شرق اروپا) نیز مشاهده می‌شود. با این‌حال در الگوهای سوم (کم‌فشار گنگ، پرفشار اروپا) و چهارم (پرفشار عظیم اروپا، پرفشار قزاقستان) نیز فراوانی رخداد گرد و غبار فراگیر دارای روند افزایشی با شدت کمتری نسبت به الگوهای اول و دوم بوده است هنگام استقرار الگوی پنجم (پرفشار کلاهک قطبی، کم‌فشار گنگ، کم‌فشار ایسلند) نیز روند رخداد گرد و غبار فراگیر از روند افزایشی برخوردار بوده به‌طوری‌که از سال ۲۰۰۶ همانند سایر الگوها بر تعداد این رخدادها افزوده‌شده و به ۲۵ مورد در سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ رسیده است. در

مجموع به‌طور متوسط برای همه الگوها به هنگام رخداد گرد و غبار فراگیر، از ابتدای طول دوره آماری مورد مطالعه رخداد گرد و غبار از روند افزایشی برخوردار بوده و از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۱۰ به بیش از ۸۰ مورد گرد و غبار فراگیر در خوزستان رسیده است. این رویه تا سال ۲۰۱۴ کم‌کم رو به کاهش گذاشته است. کما این‌که شاهسونی و همکاران (۱۳۹۱) در تحلیل روند گرد و غبار ورودی به روی ایران (مطالعه موردی خوزستان) بیشترین تعداد روزهای رخداد گرد و غبار در استان خوزستان به ۱۰۲ روز در سال ۱۳۸۸ (۲۰۰۹) رسیده است که با توجه به یافته‌های پژوهش ایشان، همانند تحقیق حاضر بیشترین رخداد گرد و غبار در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ به‌خصوص در سال ۲۰۰۹ در الگوهای اول، دوم، سوم و پنجم مشاهده شده است (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات زمانی روند رخداد گرد و غبار الگوهای همدیدی استان خوزستان تحلیل همدیدی-پویشی سازوکارهای الگوهای همدیدی رخداد گرد و غبار استان خوزستان

نتیجه‌گیری

وقوع پدیده گرد و غبار یکی از مخاطرات اقلیمی استان خوزستان می‌باشد. این استان به جهت هم‌جواری با پهنه‌های وسیعی از مناطق بیابانی به‌طور مکرر از این پدیده متأثر می‌گردد. ازآنجایی‌که عوامل همدیدی نقش اصلی را در رخداد این پدیده و انتقال ذرات گرد و غبار دارند، شناسایی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. در تعیین الگوهای همدیدی طوفان گرد و غباری دوره گرم سال، پنج الگو شناسایی شد که شامل: ۱)کم‌فشار حرارتی گنگ. ۲)کم‌فشار گنگ، کم‌فشار شرق اروپا، پرفشار شمال شرق اروپا. ۳)کم‌فشار گنگ، پرفشار اروپا. ۴)پرفشار عظیم اروپا، پرفشار قزاقستان. ۵)پرفشار کلاهک قطبی، کم‌فشار گنگ، کم‌فشار ایسلند. سازوکارهای همدیدی رخداد گرد و غبار در الگوهای اول تا چهارم نقش کم‌فشار گنگ که در فصل گرم سال با گرمایش شدید هوا و با ماهیت حرارتی بر روی جنوب آسیا شکل می‌گیرد، نقش اساسی در رخداد گرد و غبار بر روی خوزستان داشته است. با قرارگیری زبانه‌های پرارتفاع آزور در ترازهای میانی جو، شرایط اختلاف فشاری بین دو مرکز فشار بالا و پایین جو موجب تشدید سرعت جریانات از ترازهای بالاتر به سمت سطوح زیرین جو گردیده است. در نتیجه در شرایط نبود رطوبت بر روی خوزستان و با عبور سامانه‌های فشاری از روی خشکی‌ها و مناطق مستعد گرد و غبار خیز سبب حمل گرد و غبار به روی منطقه (خوزستان) شده است. همچنین قرارگیری کشور و منطقه مورد مطالعه در گستره زبانه‌های کم‌فشار گنگ در ترازهای زیرین جو (۱۰۰۰ و۸۵۰ هکتوپاسکال) شرایط را جهت بروز ناپایداری‌های عاری از رطوبت فراهم کرده است که کشیدگی زبانه‌های کم‌فشار به روی خشکی‌های عراق، سوریه و اردن و عبور آن از روی بیابان‌های ماسه‌ای و تشدید گرمایش سطح زمین در شکل‌گیری سیکلون‌های حرارتی سطح زمین، زمینه را جهت صعود و مکش این ذرات ریز به ارتفاعات بالا فراهم کرده است.

همچنین کاهش شدید رطوبت در بیشتر ترازهای مورد مطالعه به‌خصوص بر روی بیابان‌های عراق، سوریه و اردن همراه با عبور سریع جریانات مداری، مخصوصاً در ترازهای میانی جو در تسریع شکل‌گیری بادهای خشک و حاوی گرد و غبار مؤثر بوده است. به نظر می‌رسد تقویت پرفشار جنب‌حاره‌ای روی عربستان و شمال آفریقا و هم‌زمان با گسترش و باز شدن خطوط ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی منطقه مورد مطالعه و عبور این خطوط از روی مناطق خشک و بیابانی منجر به افت شدید رطوبت از سطوح بالای عرض‌های جنوبی به سمت خوزستان شده است. در الگوی پنجم با هم‌آرایی سامانه کم‌فشار گرم عرض‌های پایین و پرفشار سرد قطبی با تقویت شیو فشاری در سطح زمین از یکسو موجب ناپایداری‌ها بر روی مناطق بیابانی خاورمیانه و از طرف دیگر در سطوح میانی جو هنگامی‌که یک فرود نسبتاً " عمیق در تراز میانی جو بر روی مناطق بیابانی هم‌جوار استان خوزستان مستقرشده و با آرایش فشاری سطح زمین هماهنگ بوده و همراه با محور فرود در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال واقع شود منجر به وقوع پدیده گرد و غبار در این استان می‌شود. از طرفی دیگر درنتیجه ناپایداری‌های ترازهای زیرین جو بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه مخصوصاً کشیدگی زبانه‌های کم‌فشار گنگ بر روی خشکی‌های منطقه (مخصوصاً جنوب عراق و شمال عربستان) در انتقال گردوخاک به روی منطقه بی‌تأثیر نبوده است. با قرارگیری زبانه‌های پرارتفاع آزور در ترازهای میانی جو، شرایط اختلاف فشاری بین دو مرکز فشار بالا و پایین جو موجب تشدید سرعت جریانات از ترازهای بالاتر

به سمت سطوح زیرین جو گردیده است. درنتیجه در شرایط نبود رطوبت بر روی خوزستان و با عبور سامانه‌های فشاری از روی خشکی‌ها و مناطق مستعد گرد و غبار خیز سبب حمل گرد و غبار به روی منطقه (خوزستان) شده است. در این الگو هم‌ترازهای زیرین و هم میانی جو در بروز ناپایداری‌های همراه با گرد و غبار سهم بسزایی داشته‌اند. به‌طورکلی این‌گونه استنباط می‌شود که موج‌های گرد و غباری دوره گرم، استقرار یک مرکز کم‌فشار بر روی جنوب آسیا تا شمال خاورمیانه عامل اصلی ایجاد پدیده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه بوده است. شدیدترین پدیده‌های گرد و غباری در این دوره، زمانی اتفاق می‌افتد که منحنی بسته‌ی کم‌فشار گنگ با فشار مرکزی کمتر از ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر روی جنوب آسیا بسته شده و زبانه‌های آن بخش شمالی خلیج‌فارس و حتی تا شمال خاورمیانه را تحت سیطره خود قرار داده باشد. همچنین نفوذ زبانه‌های پرفشار عرض‌های بالا به روی منطقه و خاورمیانه و تقابل آن با زبانه کم‌فشار گنگ شاید به تشدید شیو فشاری کمک کرده باشد. شیو فشاری وقتی در فصل گرم سال بر روی خشکی شکل بگیرد موجب تشدید ناپایداری، مکش و صعود هوای خشک و حاوی گردوخاک به‌صورت باد به سمت منطقه می‌شود. این در حالی است که طاووسی (۱۳۸۹) در مطالعه ای نشان داد که در دوره ی گرم سال نیز کم فشارهای حرارتی سطح زمین و بخصوص کم فشار خلیج فارس با مکش هوای بیابان های اطراف (شبه جزیره عربستان) یکی از عوامل ایجاد گرد و غبار می باشد که تقریباً با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

منابع

باقری سعید؛ ایران پور فخرالدین؛ پیرتاج همدانی نادر؛ معصوم پورسماکوش جعفر؛ توکلی محمدحسین، واکاوی همدیدی وقوع پدیده گرد و غبار در استان همدان، دومین همایش بین‌المللی گرد و غبار، اردیبهشت ۹۷ ایلام، صص ۱۶۹- ۱۷۷.

بنی حبیب محمدابراهیم؛ سجاد نجفی مرغملکی؛ محمدرضاپور طبری محسن، بررسی عوامل بروز گرد و غبار در غرب و جنوب کشور با تمرکز بر دلایل خشک شدن تالاب هورالعظیم و ارائه راهکارهایی برای احیاء آن، ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، کردستان، دانشگاه کردستان ۱ تا ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵.

بابایی فیمینی ام السلمه؛ صفر راد، طاهرراد؛ کریمی، مصطفی (۱۳۹۵)، تحلیل و شناسایی الگوهای همدیدی توفان های گرد و غبار غرب ایران، جغرافیا و مطالعات محیطی، شماره ۱۷، صص ۱۰۵-۱۱۷.

جلالی نادر؛ ایران منش فاضل؛ داودی محمد هادی (۱۳۹۶)، شناسایی منشاء و مناطق تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر مادیس، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، شماره ۳، صص ۳۱۸-۳۳۱.

حیدری، محمد طالب (۱۳۸۶). غبار و الگوی جوی مولد آن در غرب کشور، نشریه هواشناسی کرمانشاه، تابستان ۱۳۸۶، شماره ۱۱.

حیدریان پیمان، اژدری علی؛ جودکی محمد؛ درویشی خاتونی، جواد؛ شهبازی، رضا (۱۳۹۶)، شناسایی منشاهای داخلی توفان‌های گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور و GIS زمین شناسی (مطالعه موردی: استان خوزستان)، مجله علوم زمین، شماره، ۱۰۵، صص ۳۳-۴۶

خسروی، محمود؛ سلیقه محمد (۱۳۸۴)، اثرات اکولوژیکی و زیست‌محیطی بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، پژوهشکده علوم زمین و جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان،

دهقان پور علیرضا (۱۳۸۴)، تحلیل آماری و سینوپتیکی طوفان‌های خاک در فلات مرکزی ایران، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ذوالفقاری حسن؛ عابد زاده حیدر (۱۳۸۴)، تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های گرد و غباری در غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۶.

رنجبر عباس؛ عزیزی قاسم (۱۳۹۱)، مطالعه الگوهای هواشناسی، شناسایی چشمه های تولید گرد و غبار و مسیر حرکات ذرات معلق برای طوفان جولای ۲۰۰۹، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۴(۳):۷۳-۹۲.

رئیس پور کوهزاد (۱۳۹۷)، تحلیلی بر رویدادهای کنترل‌ناپذیر گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از پایش ماهواره‌ای و تحلیل همدیدی، دومین همایش بین‌المللی گرد و غبار، اردیبهشت ۹۷ ایلام، صص ۴۷۲- ۴۸۱.

شاهسونی عباس؛ یاراحمدی مریم؛ مصداقی‌نیا علی‌رضا؛ یونسیان مسعود؛ جعفرزاده نعمت‌الله؛ نعیم‌آبادی ابولفضل؛ ثالثی محمود؛ ندافی کاظم (۱۳۹۱)، تحلیل روند گرد و غبار ورودی به ایران با تأکی‌د بر استان خوزستان، نشریه پژوهشی حکیم، دوره پانزدهم، شماره سوم، صص ۱۹۲- ۲۰۲.

شمسی پورعلی اکبر؛ صفرراد، طاهر(۱۳۹۱)، تحلیل ماهواره ای- همدیدی پدید ۀ گرد و غبار، پژوهش های جغرافیا طبیعی، شماره ۷۹ ص ۱۱۱-۱۲۶.

عطایی هوشمند؛ احمدی فریبرز، بررسی گرد و غبار به عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی جهان اسلام مطالعه موردی: استان خوزستان، چهارمین کنگره بی‌ن‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ایران. ۲۵ تا ۲۷ فروردی‌ن‌ماه، ۱۳۸۹.

عزیزی قاسم؛ شمسی پورعلی اکبر؛ میری مرتضی؛ صفرراد طاهر(۱۳۹۱)، تحلیل آماری - همدیدی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران. محیط شناسی، سال سی و هشتم، شمارۀ ۳، ص. ۱۲۳-۱۳۴.

فرجزاده منوچهر؛ کریمی نعمت‌الله (۱۳۹۲)، مبانی هواشناسی ماهواره‌ای، انتشارات سمت، چاپ اول.

لشکری حسن؛ صبوئی مریم (۱۳۹۲)، تحلیل سینوپتیکی الگوهای حاکم بر طوفان گرد و غبار استان خوزستان، نشریه اطلاعات سپهرشماره ۸۷، ۳۲- ۳۸.

مسعودیان سیدابولفضل، (۱۳۹۰)، آب‌وهوای ایران، نشر شریعه توس، چاپ اول.

Ahmadi, Hasan, Nazari, Ali, (2011), Investigate dust storms in the southern and south-western provinces of the country, GIAN International Conference 2011.

Ding, R., Li, J., Wang, S., & Ren, F., (2005), Decadal change of the spring dust storm in northwest China and the associated atmospheric circulation, Geophys. Res. Lett., 32, L02808, DOI: 10.1029/2004 GL021561.

Ekstrom, M., Mctainsh, G.H., & Chappell, A., (2004), Australian dust storms: temporal trends and relationships with synoptic pressure distribution (1960–99). Int. J. Climatol.: 24; pp 1581–1599.

Fu, P., Huang, J., Li, C., & Zhong, S., (2008), the properties of dust aerosol and reducing the tendency of the dust storms in northwest China. Journal of Atmospheric Environment: 42; pp 5896– 5904.

Gao, T., & Han, J., (2010), Evolutionary characteristics of the atmospheric Atmospheric Environment: 44; pp 3728-3738.

Leonard R.J. CArthur C. Hochuli D.F. (2017). A Multi-stressor, Multitrait Approach to Assessing the Effects of Wind and Dust on Eucalyptus tereticornis, American Journal of Botany, Vol. 103 (8): 1466-1471.

Lin, G. (2002). Dust Bowl in the 1930s and Sandstorms in 1999 in the USA. Ch. 5 in Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands. 109-122.

Liongsigh, T., McTainsh, G.H., Tews, E.K., Strong, C.L., Leys, J.F., Shinkfield, P., Tapper, N.J., (2014). The Dust Storm Index (DSI): A method for monitoring broad-scale wind erosion using meteorological records. Aeolian Research 12(1), 29-40.

Maletsika P.A. Nanos G.D. Stavroulakis G.G. (2015). Peach leaf responses to soil and cement dust pollution, Journal of Environmental Science and Pollution Research International, Vol.22:15952–15960.

Rezazadeh, M., Irannejad, P., Shao, Y., (2015). Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research 103-109.

Tan, M., Li, X., Xin, L., (2014). The intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition. Atmospheric Environment 85(4), 215-222.

Wang, J. X. (2015). Mapping the global dust storm records: Review of dust data sources in supporting modeling/climate study. Current Pollution Reports, 1(2), 82-94.

Research Article

Investigation on the synoptic pattern of pervasive dust in the warm period of Khuzestan province

Fatemeh Dargahian*[1], Mehdi Doostkamian[2]

Received: 30-05-2018 Revised: 11-07-2018 Accepted: 30-01-2019

Abstract

Statistical analysis shows that the long-term occurrence of dust Khuzestan province last 60 years has been faced with the phenomenon of dust. However, dust storms with coverage of more than 50 percent and minimum 2-day duration over the past two decades have become an uninvited guest. Two conditions for the occurrence of dust storms are: the presence of dust, the presence of substrates and the presence of fine particles with a small diameter and a large volume of dust forming the source; and the another synoptic-dynamic conditions as the driving force and the transfer of dust particles from the source regions to other areas. In this regard, the aim of this study is to analyze the general pattern of dust in Khuzestan province in the warm period of the year. For this purpose, data from 20 synoptic stations from the Meteorological Organization have been extracted. Then, by performing cluster analysis, identification of effective patterns on Khuzestan dust has been investigated. The results showed that five patterns were identified in determining the patterns of dust storms in the warm year, including 1) Gang low pressure thermal. 2) Gang Low-pressure, low-pressure Eastern Europe, high-pressure North-East Europe. 3) Gang Low pressure, high pressure in Europe. 4) The massive pressure of Europe, the high pressure of Kazakhstan. 5) Polar warhead high pressure, low pressure, Iceland low pressure. The results showed that the synchronous mechanisms of the dust occurrence in the first to fourth patterns, Gang low pressure thermal, which is formed during the hot season of the year with extreme warmth and heat in southern Asia, played a major role in the dust situation on Khuzestan. By placing high strength Azores in the middle of the atmosphere, the pressure difference conditions between the two high pressure and low-pressure centers have accelerated the flow velocity from higher levels to the lower levels of the atmosphere. Consequently, in conditions of lack of moisture on Khuzestan and through the passage of compressive systems from the ground and areas susceptible to dusty, dust was transported to the Khuzestan area.

Keywords: Dust, moisture advection, vorticity advection, pressure patterns, Lund correlations.

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

[2]- PhD. Student of Climate Change at Zanjan University, Zanjan, Iran

References

References (in Persian)

Azizi, G., Shamsi Pour, A.A., Miri, M., Safarrud, T., (2012); Statistical Analysis - Synthesis of the dust phenomenon in the western half of Iran. Ecology, thirty-eighth year, No. 3, p. 123-134. [In Persian]

Ataee, H., Ahmadi, F., study dust as one of the environmental problems of the Islamic world. Case study: Khuzestan Province, Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World, Zahedan, Iran. 14 to 16 of April, 2010.

Bagheri, S., Iranpour F., Pirtaj Hamedani, N., Masoom Poursmakoush J., Tavakkoli, M. H., (2018), A Comparative Study of Dust Occurrence in Hamedan Province, Second International Dust Conference, pp. 169-177[In Persian]

Bani Habib, M. E., Najafi Morghmalaki, S., Reza poor,M., Tabari, M., (2016), Study of Dusting Factors in the West and the South of Iran, Focusing on the Grounds for Drying Hurralazim Wetland and Providing Strategies for Its Resumption; 6th National Conference on Water Resources Management in Iran, Kurdistan, Kurdistan University 20-22 April. [In Persian]

Babaei Fimini, o., Safar Rad, T., Karimi, M., (2016), Analysis and identification of the coexistence patterns of dust storms in western Iran, Geography and Environmental Studies, No. 17, pp. 105-117. [In Persian]

Dehghanpour, A., (2005), Statistical Analysis of Soil Storm in the Central Plate of Iran, Master's Degree Thesis, University of Tehran. [In Persian]

Farajzadeh, M., Karimi, N., (2013); Satellite Meteorology Basics; Samt Publishing; First Edition. [In Persian]

Heydari, M. Taleb., (2007), Dust and its atmospheric pattern in the west of the country, Kermanshah Meteorological Journal, summer 2007, No. 11. [In Persian]

Heydariyan, P., Azhdari, A., Jodaki, M., Darvishi Khatooni, J., Shahbazi, R., (2017) Identification of internal Dust Storm Origins Using RS& GIS and Geological (Case Study: Khuzestan Province), Journal of Earth Sciences, No 105, PP.33-46[In Persian]

Jalali, N., Iran Mansh, F., Davoudi, M, H,(2017); Identification of the origin and areas affected by dust storms in southwest of Iran using the images of the Modis on, Journal of Engineering and Watershed Management, No. 3, pp. 318-331[In Persian]

Khosravi, M., Saligheh M., (2005), Ecological and Environmental Effects of 120 Days Sistan Winds, Geoscience and Geosciences Researches, Sistan and Baluchestan University. [In Persian]

Lashkari,H., Saboei, M., (2013), Synoptic Analysis of the Patterns dominated on the storm of dust in Khuzestan Province, Sepehr information journal, N 87,PP.32-38. [In Persian]

Masoudian , A., (2011), climate of Iran, Sharia tous publishing, First edition. [In Persian]

Raeespoor, K., (2018), An Analysis of Uncontrolled Dusting Events in Southwest of Iran Using Satellite Observation and Consolidation Analysis, Second International Dust Conference, April 2018, Ilam, pp. 472-481. [In Persian]

Ranjbar, A., Azizi, G.,m (2012), Study of Meteorological Patterns, Identification of Dust Fountains and Particulate Movement Paths for the July 2009 Storm, Natural Geographic Research, 44 (3), pp 73-92. [In Persian]

Shahsavni, A., Yarahmadi, M., Mosadaghneinia, A, R., Younesian, M., Jafarzadeh. N., Naeemabadi, A., Saleci Mahmud; Nadafi Kazem (2012); Analysis of the Dust Input to Iran with Emphasis on Khuzestan Province; Hakim Research Journal , Volume 15, No. 3, pp. 192-202. [In Persian]

Shamsi Pourali, A., Safarrad, T., (2012), Satellite Analysis-Synthesis of the Dust, Natural Geography Research, No. 79, PP 126-111. [In Persian]

Zolfaghari, H., Abedzadeh, H., (2005); Synoptic Analysis of Dust Hurricanes in Western Iran; Geography and Development Magazine, No. 6. [In Persian]

References (in English)

Ding, R., Li, J., Wang, S., & Ren, F., (2005), Decadal change of the spring dust storm in northwest China and the associated atmospheric circulation, Geophys. Res. Lett., 32, L02808, DOI: 10.1029/2004 GL021561.

Ekstrom, M., Mctainsh, G.H., & Chappell, A., (2004), Australian dust storms: temporal trends and relationships with synoptic pressure distribution (1960–99). Int. J. Climatol.: 24; pp 1581–1599.

Fu, P., Huang, J., Li, C., & Zhong, S., (2008), the properties of dust aerosol and reducing tendency of the dust storms in northwest China. Journal of Atmospheric Environment: 42; pp 5896– 5904.

Gao, T., & Han, J., (2010), Evolutionary characteristics of the atmospheric Atmospheric Environment: 44; pp 3728-3738.

Lin, G. (2002). Dust Bowl in the 1930s and Sandstorms in 1999 in the USA. Ch. 5 in Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands. 109-122.

Liongsigh, T., McTainsh, G.H., Tews, E.K., Strong, C.L., Leys, J.F., Shinkfield, P., Tapper, N.J., (2014). The Dust Storm Index (DSI): A method for monitoring broad scale wind erosion using meteorological records. Aeolian Research 12(1), 29-40.

Tan, M., Li, X., Xin, L., (2014). Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition. Atmospheric Environment 85(4), 215-222.

Rezazadeh, M., Irannejad, P., Shao, Y., (2015). Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research 103-109.