

شناسایی مهمترین الگوهای سینوپتیکی ایجادکننده گرد و غبار در استان یزد و شمال کرمان

مجوبه امیری^۱، کمال امیدوار^{۲*}، غلامعلی مظفری^۳، احمد مزیدی^۴

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران

۲- استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، پردیس علوم انسانی، دانشگاه یزد، ایران

۳- استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، پردیس علوم انسانی، دانشگاه یزد، ایران

۴- دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، پردیس علوم انسانی، دانشگاه یزد، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر علاوه بر بلاهای جوی و اقلیمی متداول در دنیا، پدیده جدیدی به نام طوفان‌های گردوغبار نیز مطرح شده است. پیش‌بینی طوفان‌های گردوغبار چه از نظر زمانی و چه از نظر مکانی می‌تواند در کاهش پیامدهای ویرانگر آن مؤثر باشد. هدف این پژوهش شناسایی الگوهای سینوپتیکی مولد گرد و غبار در استان یزد و شمال استان کرمان است. در این پژوهش دودسته داده شامل داده‌های روزانه (کد ۰۶) گردوغبار ایستگاه‌های همدید این مناطق طی سالهای آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۱ و متغیرهای دمای هوا، ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار تراز دریا، باد مدار، باد نصف النهار، رطوبت ویژه و امگا به عنوان داده‌های جو بالا مورد استفاده قرار گرفتند. برای بررسی همدید الگوهای ایجادکننده گردوغبار در سال‌های موردنظر به ترسیم الگوهای گردشی ناهمواری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای گردوغباری استان‌های مورد مطالعه پرداخته شد. پس از تعیین روزهای گردوغبار با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و ادغام به روش وارد بر رویدادهای ناهمواری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۲ الگوی اصلی استخراج و ترسیم شد. همچنین ۲ الگوی فرعی ضعیف تشخیص داده شد. نتایج برای نتیجه‌گیری بهتر از شرایط و عوامل به وجود آورنده پدیده گردوغبار در استان یزد و شمال استان کرمان نقشه‌های متوسط فشار تراز دریا، رطوبت ویژه ترازهای ۷۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ هکتوپاسکال، امگا (سرعت قائم هوا در جو) در ترازهای ۱۰۰۰ و ۴۰۰ هکتوپاسکال، تاوایی (همگرایی)، واگرایی (باد) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و ترسیم جت (رود باد) تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در زمان حاکمیت هر یک از الگوها ترسیم و بررسی گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین ارتباط معنی‌دار بین الگوهای همدید منطقه خاورمیانه با رویدادهای گردوغبار در استان‌های مورد مطالعه توسط الگوهای گردشی زمستانه و بهار در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال وجود دارد.

کلید واژه‌ها: الگوهای گردشی، گردوغبار، یزد، ارتفاع ژئوپتانسیل، تحلیل خوشه‌ای.

مقدمه

پدیده گرد و غبار از جمله مسائل مهم زیست محیطی در نواحی مختلف جهان است که می تواند آثار سوء اجتماعی اقتصادی به همراه داشته باشد. بررسی ها نشان می دهد ذرات ریز غبار که منشأ آن ها بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک جهان می باشد می توانند تا مسافت های دور به همراه جریانات جوی انتقال یابند و سبب بروز اثرات نامطلوبی مانند تغییر شرایط هوای محلی، آلودگی هوا، تغییر بیوزیستی و شیمیایی آب ها و آلوده کردن آبهای سطحی، بروز مشکلات و بیماری های تنفسی مانند آسم و بیماریهای عفونی، بروز خسارات فراوان در بخش های کشاورزی، ایجاد اختلال در سیستم حمل و نقل (زمینی، ریلی و هوایی) به دلیل کاهش دید افقی، قطع سرویس های رادیویی و ایجاد بارش های رنگین گردند. در مطالعه اثرات زیان بار طوفان خاک ۱۹۹۳ چین، تعداد کشته شدگان ۸۵ نفر و تخریب محصولات کشاورزی را در ۳۷۳۰۰۰ هکتار برآورد شد (Youlin Yang, 2002). ترکیب فیزیکی و شیمیایی گردوغبارهای ورودی به کشور در استان های غربی نشان داد که این گردوغبارها اثرات سوئی بر مجاری تنفسی و ریه و به طور کلی بر سلامتی انسان دارند (نجیمی و همکاران، ۱۳۸۹). از عوامل مؤثر بر شکل گیری این پدیده می توان به تغییر پوشش و کاربری زمین و در مواردی تغییر در الگوی جریانات سطحی و آبخوان ها توسط بشر اشاره کرد. انتقال گرد و غبار به درون جو انتقال آن توسط جو ارتباط تنگاتنگی با شرایط آب و هوایی و چگونگی توزیع مکانی و زمانی متغیرهای جوی دارد. در سال های اخیر کشور ایران به دلیل شرایط اقلیمی خاص خود و همجوار بودن با بخش وسیعی از پهنه های بیابانی تحت تأثیر آثار نامطلوب این پدیده قرار گرفته است.

مطالعات اخیر بر ماهیت طوفان های گردوغبار شامل منشأ، فراوانی، علل، اثرات و پیامدهای آن در ایران است. مناطق واقع در بین النهرین از مناطق عمده تولید گرد و غبار هستند. در سال های اخیر گرد و غبار در تمام طول سال گسترش داشته است و در فصول گرم و به ویژه در تیر و مردادماه دارای بیشترین فراوانی وقوع بوده است (غفاری و مصطفی زاده، ۱۳۹۴). طوفان های گردوغبار اتفاق افتاده در چند سال اخیر در ایران از نظر ویژگی هایی مانند غلظت، اندازه ذرات معلق و تداوم دوره زمانی از موارد مشابه قبلی متمایز است. به طوریکه در گذشته معمولاً متوسط سالانه رخداد حدود ۱۵ روز یا کمتر

بود، ولی در حال حاضر در حد ۱۰۰ روز و یا بیشتر هم گزارش می شود. وسعت منطقه تحت تأثیر هم ابتدا محدود به مناطقی از خوزستان و بوشهر بود، ولی در سال های اخیر به مناطق جنوب غرب، غرب، و شمال غرب کشور و مناطق مرکزی گسترش پیدا کرده است، در حال حاضر ۲۲ استان کشور با شدت و ضعف های متفاوت، تحت تأثیر این پدیده قرار دارد (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی همدید این پدیده در بخش های مختلف ایران توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۴) در غرب ایران، امیدوار (۱۳۸۵) در دشت اردکان یزد، حیدری (۱۳۸۶) الگوهای مولد گردوغبار در غرب کشور، لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷) در استان خراسان رضوی، خسروی (۱۳۸۹) در جنوب شرق ایران، طاووسی و همکاران (۱۳۸۹) خوزستان، علیجانی و رئیس پور (۱۳۹۰) در جنوب شرق ایران، براتی و همکاران (۱۳۹۰) طوفانهای غباری استان خوزستان، خوش کیش و همکاران (۱۳۹۰) در استان لرستان، ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) در مناطق غربی ایران، فرج زاده و علیزاده (۱۳۹۰) در ایران، مفیدی و جعفری (۱۳۹۰) نقش گردش منطقه ای جو بر روی خاورمیانه در وقوع طوفان های گردوغباری تابستانه در جنوب غرب ایران، سید زاده اقدم و همکاران (۱۳۹۱) در کرمانشاه، شمسی پور و همکاران (۱۳۹۱) تحلیل ماهوارهای همدیدی پدیده گردوغبار، عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) در نیمه غربی ایران، نجف پور (۱۳۹۱) در استان فارس، زنگنه (۱۳۹۳) در ایران، ولی و همکاران (۱۳۹۳) در جنوب و مرکز ایران، محمدی و حسین زاده (۱۳۹۴) در مشهد، کرمی و همکاران (۱۳۹۸) در شرق و شمال شرق ایران، مبارک حسن و همکاران (۱۳۹۸) در خوزستان، میمندی پاریزی و همکاران (۱۳۹۹) ارزیابی شدت تخریب اراضی غرب و شمال غرب خوزستان با استفاده از روش مالوس و ایرانمنش (۱۴۰۰) نقش انسان بر مورفولوژی رودخانه های هولوسن بالایی و شکل گیری کانون های گردوغبار در جنوب غرب استان خوزستان انجام شده است. در سطح بین المللی نیز می توان به بررسی همدید پدیده گرد و غبار توسط (Tao 2006) et al, بر روی مغولستان (Al-Jumaily & MorwaK, 2013) در منطقه خاورمیانه (Dehghanpour et al, 2014) بر روی استان یزد، (Klose et al, 2010) بر روی کشور ساحل، (Labban, 2015) بر روی کشور عربستان، (Namdari et al, 2018) بر روی خاورمیانه اشاره نمود.

در تابستان تا ۴۶ درجه سانتیگراد بالای صفر در نوسان است، متوسط بارندگی این استان سالانه ۱۰۰ میلیمتر گزارش شده است. این استان در سال‌های اخیر به طور مکرر از پدیده گرد و غبار متأثر گردیده است. وجود شرایط گوناگون آب و هوایی در مناطق مختلف استان به همراه عملکرد انواع بادهای غالب که عمدتاً فرامحلی نیز می‌باشند و همچنین حاکمیت خشکسالی‌های اخیر باعث شده است که پدیده گرد و غبار از شدت و تداوم بیشتری برخوردار باشد (امیدوار، ۱۳۸۵).

ب) روش تحقیق:

هدف از انجام پژوهش‌های همدید بررسی رابطه میان گردش‌های جوی با محیط سطحی است (یارنال، ۱۹۹۳:۷) از این رو برای انجام این پژوهش و نیز تمامی بررسی‌های همدید، دودسته داده طی دوره سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۲۱ مورد نیاز است، داده‌های مشاهداتی و داده‌های جو بالا. در این پژوهش از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شده است. بنابراین ابتدا داده‌های سطحی شناسایی و انتخاب، سپس براساس روزهای منتخب الگوهای گردشی ترسیم و تحلیل گردید.

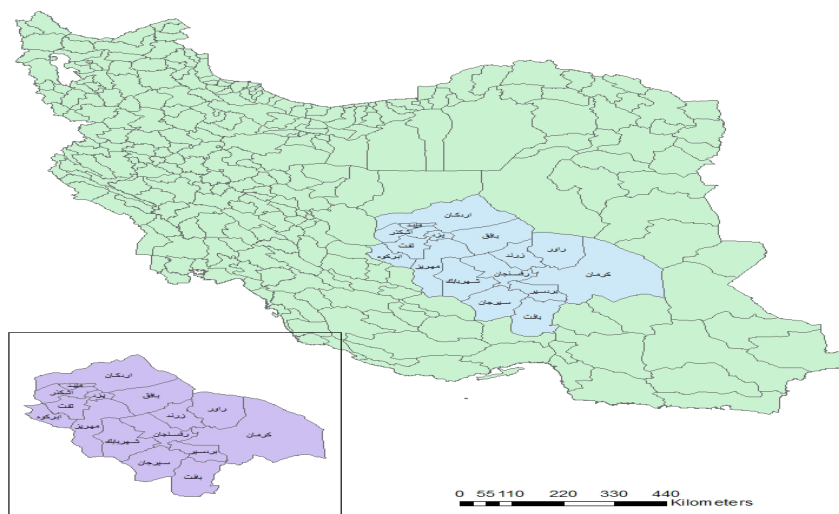
الف) پایگاه داده‌های محیط سطحی: برای این بخش از داده‌های ساعتی و روزانه گرد و غبار ۱۷ ایستگاه همدید طی سال‌های آماری مربوطه از اداره تحقیقات سازمان هواشناسی کشور برای بررسی دریافت گردید (امیدوار، ۸۵). (جدول ۱).

استان یزد و شمال استان کرمان تقریباً در مرکز ایران و در نزدیکی دشت لوت و کویر قرار گرفته است و به طور کلی با توجه به شرایط اقلیمی استان‌های مذکور و بارش اندک و نامنظم و نوسانات زیاد درجه حرارت تبخیر فراوان و پایین بودن سطح آب‌های زیر زمینی و نا مساعد بودن خاک این منطقه با کمبود پوشش گیاهی نیز مواجه است، افزایش رویدادهای گرد و غبار منجر به تأثیرگذاری در بخش‌های کشاورزی، حمل‌ونقل جاده‌ای و هوایی، سلامت، اقتصاد و صنعت گردشگری در استان‌های مذکور می‌شود. بنابراین بررسی تعداد روزهای گرد و غبار و منشأ آن‌ها به عنوان هدف این پژوهش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

الف) معرفی منطقه مورد مطالعه:

استان یزد با وسعت ۷۶'۴۶۹ کیلومتر مربع و شمال استان کرمان با وسعت ۸۳'۲۸۵ کیلومتر مربع از شمال و غرب به استان اصفهان، شمال شرق به استان خراسان جنوبی، از جنوب به شمال استان کرمان و استان فارس، محدود است. این استان در کمربند خشک و نیمه خشک نیم کره شمالی قرار دارد همچنین دارای آب و هوای گرم و خشک است و بیشتر وسعت این استان را بیابان تشکیل می‌دهد (شکل ۱) (امیدوار، ۱۳۸۵). دما



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات ایستگاه های همدیدی مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی شمالی	طول جغرافیایی شرقی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	کرمان	۲۹	۵۷	۱۷۵۶
۲	انار	۳۰	۵۵	۲۱۴۰
۳	رفسنجان	۳۰	۵۵	۱۴۶۹
۴	یزد	۳۱	۵۴	۱۲۳۰
۵	بافق	۳۱	۵۵	۹۲۷
۶	مهریز	۳۱	۵۴	۱۴۷۰
۷	میبد	۳۲	۵۴	۱۰۳۴
۸	ابركوه	۳۱	۵۳	۵۶۴۱
۹	مروست	۳۰	۵۴	۱۵۴۴
۱۰	زرنند	۳۰	۵۶	۱۶۵۰

داده های گرد و غبار در سازمان هواشناسی با کدهای مختلفی بر اساس شدت و دید افقی ثبت می گردد. در این پژوهش از آنجا که بر اساس تعریف سازمان هواشناسی جهانی، توفان شدید گرد و غبار به شرایط کاهش دید افقی کمتر از یک کیلومتر اطلاق می گردد داده های کد ۰۶ گردوغبار جهت مطالعه انتخاب شد تا بتوان عوامل ایجاد کننده گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه را شناسایی و بررسی کرد. روز گرد و غباری در این پژوهش روزی است که طی ۸ بار دیده بانی عناصر جوی در ایستگاه ها در شبانه روز حداقل یکبار دید

افقی ناشی از گرد و غبار به کمتر از یک کیلومتر رسیده باشد. بنابراین روزهایی که در تمام ایستگاه ها گرد و غبار با کد ۰۶ مشاهده شده بود جدا گردید و تعداد ۱۲۸۲ روز به دست آمد. پس از استخراج داده ها جهت کنترل کیفی و بررسی همگنی آزمون ران تست بر روی آنها انجام شد و نتایج آزمون نشان داد سطح معناداری ایستگاه ها بالای ۵ درصد است بنابراین دارای توزیع نرمال می باشند به جز ایستگاه ابرکوه چون سطح معناداری آن زیر ۵ درصد است (جدول ۲).

جدول ۲. نتیجه آزمون ران تست در ایستگاههای استان های کرمان و یزد در طی دوره آماری مورد مطالعه

ایستگاه	کرمان	انار	رفسنجان	یزد	بافق	مهریز	میبد	ابركوه	مروست	زرنند
سطح معناداری	۰/۵۰۲	۰/۵۰۴	۰/۷۰۱	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۷۰	۰/۵۰۱	۰/۱۰۲	۰/۵۰۳	۰/۵۵۲

ب: دادهای سطوح بالای جو: پایگاه گردشی متغیرهای جو بالا نیز از داده های بازکاوی شده مؤلفه های فشار تراز دریا (بر حسب هکتوپاسکال HPa) دمای هوا (بر حسب کلوین K) ارتفاع ژئوپتانسیل (بر حسب متر m) مؤلفه رطوبت ویژه (بر حسب گرم بر کیلوگرم) و مؤلفه اُمگا (سرعت عمودی باد) استفاده گردید. این متغیرها از پایگاه داده NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو اقیانوس شناسی ایالات متحده، به صورت دیدبانی ۶ ساعته اخذ شد. دوره آماری پایگاه گردشی

مطابق با پایگاه دادههای محیطی بود و استخراج دادهها از طریق برنامه نویسی در محیط نرم افزار Grads انجام گردید. برای بررسی داده های جو بالا محدوده مورد مطالعه، گسترده تر از قلمرو کشور ایران در چارچوب طول جغرافیایی ۱۰ تا ۷۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۸۰ درجه شمالی انتخاب گردید تا امکان شناخت بهتر الگوهای همدید موثر بر رخداد این پدیده فراهم شود.

هر کدام از الگوهای فشار یا جریان، یک الگوی گردشی نامیده می‌شود. الگوی گردشی مفهوم عام‌تری است و سامانه‌های فشار و اجزای آنها را نیز در برمی‌گیرد. هر کدام از فرازها یا فرودها، هسته‌های سرعت و حتی انحنای آن و منحنی‌های توپوگرافی سطوح هم‌فشار نیز یک الگوی گردشی است (علیجانی، ۲۳۰:۱۳۸۱). ارتفاع یک نقطه معین از جو نسبت به تراز دریا که متناسب با انرژی پتانسیل واحد جرم (ژئوپتانسیل) در همان ارتفاع باشد. در دستگاه SI رابطه میان ارتفاع ژئوپتانسیل Z و ارتفاع هندسی به قرار زیر است:

$$Z = \frac{1}{\rho/\rho_0} \int_0^z g dz$$

رابطه ۱

g شتاب گرانی است. در بسیاری از کاربردهای هواشناسی ارتفاع ژئوپتانسیل و ارتفاع هندسی را می‌توان به جای هم بکار برد

یک ژئوپتانسیل متر برابر ۰/۹۸ ارتفاع دینامیکی است (مسعودیان، ۱۳۸۸) از آنجا که الگوی جریان‌های جوی ترازهای ۵۰۰ هکتوپاسکال نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییرات متغیرهای اساسی اقلیمی ایران دارد (علیجانی، ۲۰۰۲) ترسیم و بررسی الگوهای این تراز اصل اولیه بررسی همدید در این پژوهش است. برای ترسیم الگوهای گردشی ابتدا داده‌های روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت GMT ۱۲ محدوده موردنظر در طول دوره در طول ۱۲۸۲ روز منتخب استخراج گردید علت انتخاب ساعت GMT ۱۲ تطابق این ساعت با نیمروز ایران است. پایگاه داده به شکل ماتریسی با آرایش P تشکیل شد. آرایش P ماتریسی از پایگاه داده است که سطوح آن زمان و ستون‌ها متغیرهای اقلیمی هستند. سپس بر روی داده‌ها یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی (سلسله مراتبی) به روش ادغام وارد صورت گرفت. در روش وارد میزان پراش درون گروهی به حداقل و پراش برون گروهی به حداکثر می‌رسد، در نتیجه همگنی و تجانس گروه‌های حاصله به بیشینه خود میل می‌کند (مسعودیان، ۱۳۸۶:۷).

جهت تعیین تعداد خوشه‌ها باید میزان مشابهت یا نزدیکی داده‌ها به یکدیگر مشخص گردد. در این پژوهش برای محاسبه درجه همانندی و تعیین تعداد خوشه‌ها از روش فاصله اقلیدسی استفاده شد. روش فاصله اقلیدسی یکی از مرسوم‌ترین و پرکاربردترین نوع تعیین فواصل در مطالعات

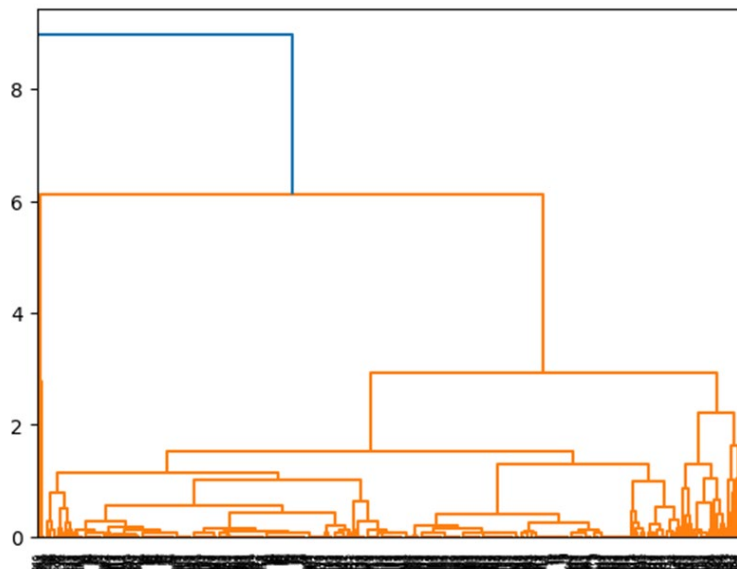
اقلیمی است. در نهایت نمودار درختی کلی و تقطیع شده در نرم افزار پایتون ترسیم گردید. بدین صورت که کل داده‌ها (۱۲۸۲ روز گردوغبار) با توجه به فاصله اقلیدسی موجود در ابتدا به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شود. سپس این مراحل تا پایین‌ترین سطح ادامه می‌یابد تا جایی که همه داده‌ها گروه‌بندی شوند. هدف خوشه‌بندی افزایش واریانس بین گروهی و کاهش واریانس درون گروهی است. با توجه به روش تقطیع نمودار درختی که روش درون سو بوده و با توجه به واریانس داده‌ها، همگنی گروه‌های حاصله استفاده از آزمون مقایسه میانگین‌ها، نمودار درختی در سطح تقطیع شد. حد آستانه ضریب ناسازگاری در این سطح ۱/۱۵ انتخاب شد، علت برش نمودار در سطح مورد نظر به دلیل معنی داری تفاوت میانگین خوشه‌ها در این سطوح می‌باشد. زیرا در بالاتر از آن الگوهای گردشی در هم ادغام شده و یک الگوی کلی را نمایش می‌داد، در سطوح پایین‌تر نیز تعداد الگوها زیاد، مشابه و تکراری می‌گردید. نهایتاً الگوهای گردشی روزهای گردوغباری (دید افقی کمتر از یک کیلومتر) در منطقه مورد بررسی شناسایی و ترسیم شد. برای ترسیم نقشه الگوهای گردشی از نرم افزار گرادس استفاده گردید. پس از ترسیم و شناسایی الگوها جهت ارتباط بهتر داده‌های جو فوقانی و سطح زمین و شرایط و عوامل به وجود آورنده، شکل‌گیری گردوغبار در منطقه مورد مطالعه، نقشه‌های متوسط فشار تراز دریا، رطوبت ویژه ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، امگا (سرعت قائم هوا در جو) در ترازهای ۱۰۰۰ و ۴۰۰ هکتوپاسکال، تاوایی (همگرایی و واگرایی باد) در ترازهای ۵۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و ترسیم جت (رود باد) تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال در زمان حاکمیت هر یک از الگوها ترسیم و بررسی گردید. در اینجا به دلیل جلوگیری از طولانی شدن کلام فقط نقشه‌های الگوهای اصلی که اهمیت و فراوانی بیشتری نسبت به سایر الگوها داشت آورده شده است.

نتایج و بحث

با هدف بررسی الگوهای گردشی ناهموازی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای گردوغباری استان در روزهای منتخب پس از تحلیل خوشه‌ای انباشتی پایگانی به

شام ۸ سطح می‌باشد و در هر سطحی تعدادی خوشه قرار دارد. بیشترین خوشه‌ها در سطح ۲ و کمترین خوشه‌ها در سطح ۸ قرار دارد.

شیوه ادغام وارد برای ۱۲۸۲ روز مورد بررسی ۲ الگوی گردشی اصلی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و در سطح ۶ شناسایی گردید. نمودار سلسله مراتبی آن مطابق شکل (۲)



شکل (۲): نمودار سلسله مراتبی داده‌های متعلق به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

۱۳۹۸ و ۲۶ خرداد ۱۳۹۸ رخ داده است (جدول ۲). بررسی فراوانی ماهانه این الگو نشان دهنده شکل گیری آن در نیمه اول سال و ماه‌های گرم است. این الگو از اردیبهشت تا مهرماه دیده می‌شود. بیشینه فراوانی رویداد آن در ماه‌های خرداد و تیر دیده می‌باشد. بررسی نقشه متوسط فشار تراز دریا گویای استقرار یک کم فشار گسترده با مرکزیت جنوب خلیج فارس و کشورهای عربستان، امارت و عمان با فشار ۹۹۵ میلی بار است که پربند ۱۰۰۸ میلی باری آن بر روی جنوب غرب ایران و استان قرار دارد. این کم فشار در سطح زمین بر کل خاورمیانه تسلط دارد (شکل ۵).

بررسی نقشه‌های رطوبت ویژه هر ۳ تراز ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال گویای فقر رطوبتی در منطقه است که در ترازهای بالاتر از مقدار آن کاسته می‌شود. مقدار رطوبت ویژه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال تقریباً ۰/۰۰۶، در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۰/۰۰۴ و در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۰/۰۰۵ گرم بر کیلوگرم است (شکل‌های ۷، ۸، ۹). نقشه‌های اُمگای ترازهای ۱۰۰۰ و ۴۰۰ هکتوپاسکال گویای حرکات صعودی هوا در جنوب غرب ایران و منطقه است، البته شدت این حرکات صعودی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بیش از تراز ۴۰۰ هکتو

بررسی و تحلیل الگوهای گردشی

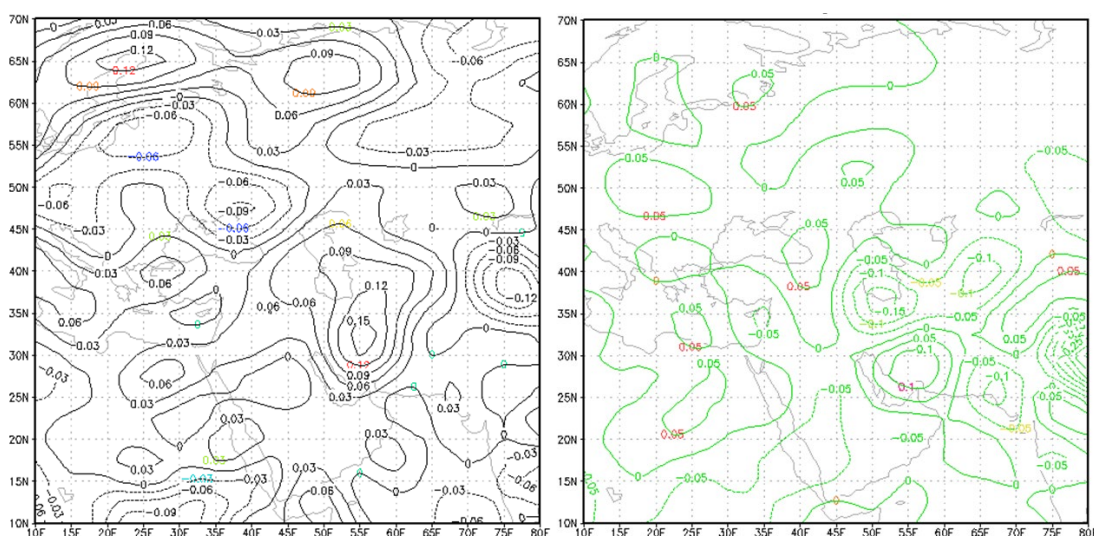
الگوی گردشی بهاره: این الگو نشان دهنده استقرار یک پراارتفاع گرم بر فراز شمال آفریقا و خاورمیانه است. محدوده خارجی آن با کنتور (پربند) ۵۸۵۰ هکتوپاسکال از غرب آفریقا تا کشور پاکستان کشیده شده است. بر فراز جنوب غرب ایران در این الگو یک سلول بسته از این پراارتفاع با پربند ۵۹۵۰ متر قرار گرفته است. پدیده دیگر در این الگو وجود یک ناوه در دریای مدیترانه است که محور آن از دریای سیاه تا کشور مصر کشیده شده است. در این الگو ایران در زیر یک پراارتفاع گرم بر ارتفاع و در زیر محور ناوه بادهای غربی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال قرار دارد. تعداد روزهای فراوانی الگوی بهاره ناهمواری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در کل دوره است که برابر با ۴۱/۶ درصد می‌باشد، این به این معنی است که حدود نیمی از رویدادهای گرد و غبار در استان‌های یزد و شمال کرمان ناشی از شکل گیری این الگو است. در زمان استقرار این الگو در ۱۰۴ روز مقدار میانگین کمینه دید زیر ۲ کیلومتر بوده است، که ۶۵ روز آن مقدار دید به زیر ۱۰۰۰ متر کاهش داشته است. حداقل دید در این الگو ۱۰۰ متر است که در تاریخ‌های ۴ خرداد

قرار دارد. براساس تحلیل نقشه‌های فوق می‌توان نتیجه گرفت که استقرار کم فشار در سطح زمین با حرکت پاد ساعتگرد منجر به گسترش گردوغبار ناشی از شکل‌گیری حرکات صعودی از شبه جزیره عربستان و عراق به غرب و جنوب غرب ایران، مرکز و استان‌های موردنظر شده است (شکل ۱۰).

پاسکال است (شکل ۳، ۴). نقشه تاوایی نشان می‌دهد با افزایش حرکات و اچرخندی و منفی بر روی اب های جنوبی و نفوذ چرخندگی مثبت را به دورن منطقه مورد مطالعه شاهد می‌باشیم (شکل ۱۱). بررسی نقشه رود باد نیز نشان می‌دهد که هسته‌های رود باد در خارج از ایران و در کشور شرق آسیا

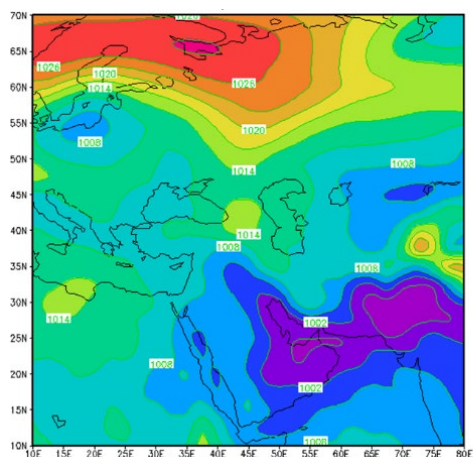
جدول ۲. فراوانی ماهانه الگوی گردش شماره ۱ در روزهای رویداد گردوغبار طی دوره مورد مطالعه

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع فراوانی
		۵۱	۲۲۴	۱۴۳	۱۱۵								۵۳۳
درصد فراوانی													۴۱/۶

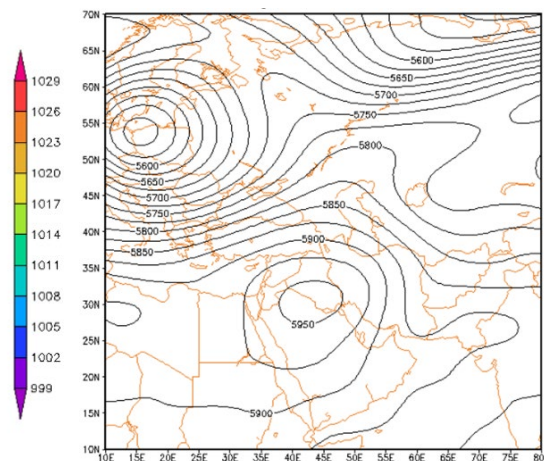


شکل ۴-نقشه متوسط اُمگا تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال

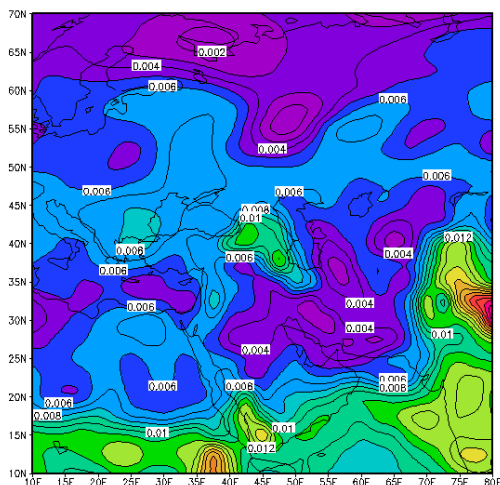
شکل ۳-نقشه متوسط اُمگا (به پاسکال بر ثانیه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



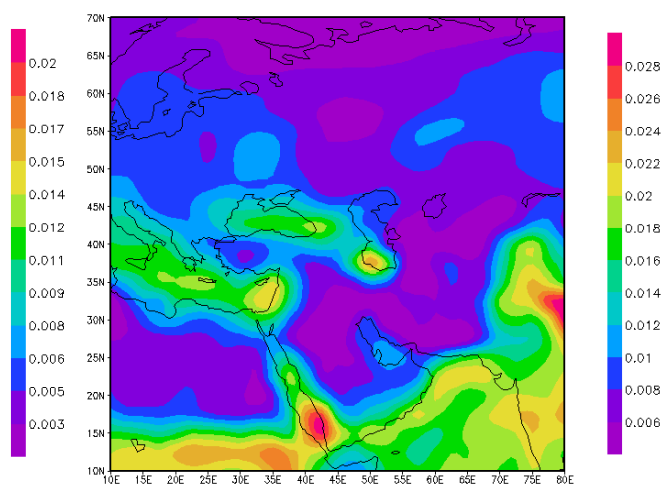
شکل ۶-ناهمواری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال



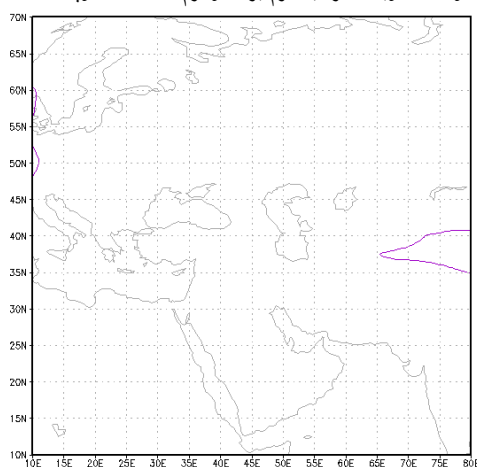
شکل ۵-نقشه متوسط فشار تراز دریا (به میلی بار)



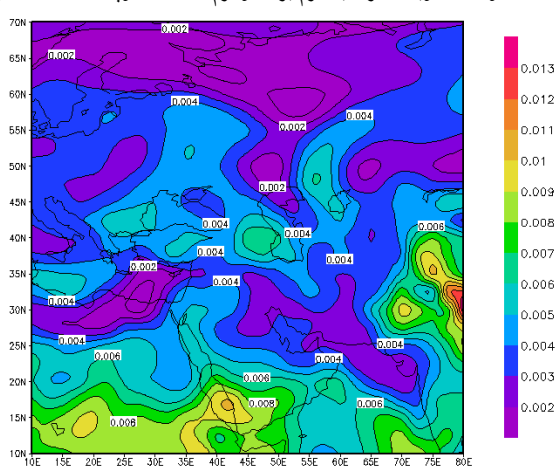
شکل ۸- نقشه متوسط رطوبت ویژه (به گرم بر کیلوگرم) ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



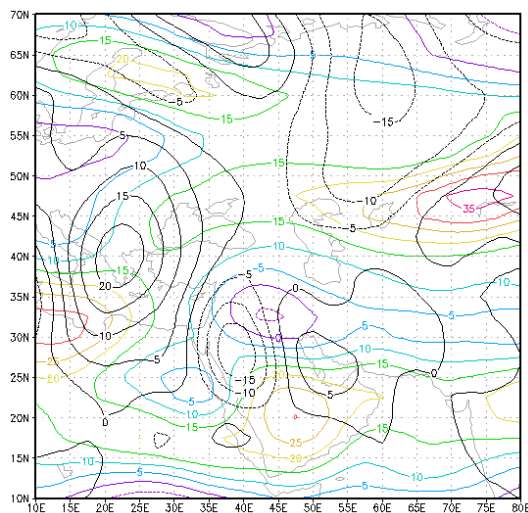
شکل ۷- نقشه متوسط رطوبت ویژه (به گرم بر کیلوگرم) ۸۵۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۰- نقشه متوسط جت تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۹- نقشه متوسط رطوبت ویژه (به گرم بر کیلوگرم) تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۱- نقشه متوسط تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

چاد و نیجریه قرار دارد. پدیده دیگر در این الگو استقرار یک ناوه ضعیف و گسترده در شرق مدیترانه است که محور آن از دریای سیاه تا شمال آفریقا کشیده شده است. مرکز ایران و

الگوی گردش زمستانه: این الگو نشان دهنده استقرار یک پرتلاطم گرم است که بر فراز آفریقا گسترده شده است. هسته آن با کنتور (پربند ۵۵۵۰) ژئوپتانسیل متر بر روی کشورهای

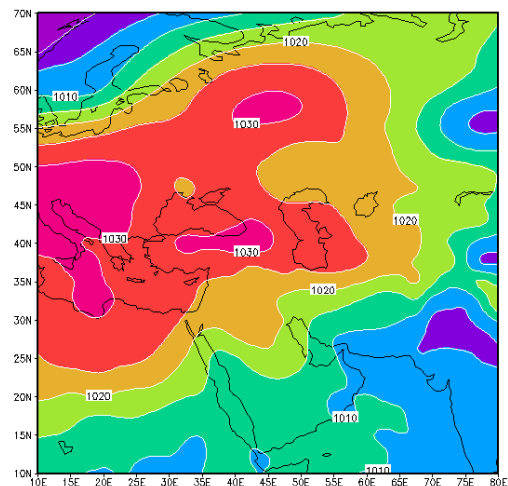
محدوده استان‌های مورد مطالعه زیر محدوده وزش مداری جریانات غربی قرار دارد (شکل ۱۲). بررسی فراوانی ماهانه این الگو نشان دهنده شکل‌گیری آن در ماه‌های سرد سال یعنی پاییز و زمستان (ماه‌های آبان تا اسفند) است. بیشینه فراوانی رویداد آن در ماه اسفند و کمینه فراوانی آن ماه‌های آبان و آذر می‌باشد. تعداد روزهای فراوانی الگوی زمستانه ناهمواری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در کل ۱۹/۵ درصد می‌باشد (جدول ۳). در زمان استقرار این الگو ۳۸ روز مقدار کمینه دید زیر ۲۰۰۰ متر بوده است، که ۳۲ روز آن مقدار دید به زیر ۱۰۰۰ متر کاهش داشته است حداقل دید در این الگو ۵۰ متر است که در تاریخ ۱۴ اسفند ۱۳۹۷ رویداده است. برای نتیجه‌گیری بهتر از شرایط و عوامل به وجود آورنده پدیده گردوغبار در استان نقشه‌های متوسط فشار تراز دریا، اُمگا (سرعت قائم هوا در جو) در ترازهای ۱۰۰۰ و ۴۰۰، رطوبت ویژه ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ و هکتوپاسکال ترسیم جت (رودباد) تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاوایی (همگرایی و آگرایی باد) در ترازهای ۵۰۰ در زمان حاکمیت این الگو ترسیم گردید، افزایش حرکات و اچرخندی از روی نقشه چرخندگی قابل درک است به نحوی که افزایش چرخندگی منفی را بر روی آب‌های جنوبی و نفوذ چرخندگی مثبت را به دورن منطقه مورد مطالعه شاهد می‌باشیم (شکل ۱۲). با بررسی نقشه متوسط فشار تراز دریا گویای استقرار یک کم فشار است که نیمه جنوبی و شرقی ایران، شبه جزیره عربستان و بخش‌های از قاره آفریقا را پوشش می‌دهد، هسته‌های کم فشار در این الگو بر روی کشورهای پاکستان (۱۰)

میلی بار)، جنوب عربستان (۱۰۰۵ میلی بار) قرار گرفته است، پربند ۱۰۱۵ میلی باری بر روی منطقه مورد مطالعه گسترده شده است. پدیده قابل مشاهده دیگر در این الگو ۳ سلول پرفشار در شرق ترکیه و غرب اروپا و شمال آفریقا گسترده شده است (شکل ۱۳). نقشه اُمگای تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال گویای حرکات صعودی هوا در نیمه غربی جنوبی و مرکز ایران است. در این تراز در روی عراق و سوریه حرکات نزولی هوا حاکم است اما هسته حرکات صعودی بر روی جنوب دریای سرخ قرار دارد (شکل ۱۴). در تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال نیز حرکات صعود در نیمه جنوبی، مرکز و شرق ایران قرار دارد (شکل ۱۵)، بررسی نقشه‌های رطوبت ویژه هر ۳ تراز ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال گویای فقر رطوبتی در منطقه است که در ترازهای بالاتر از مقدار آن کاسته می‌شود. مقدار رطوبت ویژه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال تقریباً ۰/۰۰۶، در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۰/۰۰۳ و در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۰/۰۰۲ گرم بر کیلوگرم است (شکل‌های ۱۷، ۱۸، ۱۹) همچنین بررسی نقشه رود باد نیز نشان می‌دهد که هسته‌های رود باد جنب حاره بر روی کل ایران، غرب خاورمیانه قرار گرفته است (شکل ۱۶).

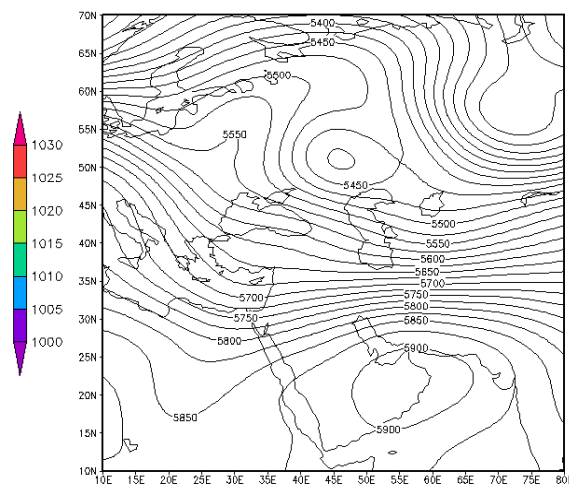
بر اساس تحلیل نقشه‌های فوق می‌توان نتیجه گرفت که استقرار کم فشار در سطح زمین با حرکت پاد ساعتگرد منجر به گسترش گردوغبار ناشی از شکل‌گیری حرکات صعودی با منشأ داخلی و از عراق به غرب و جنوب غرب ایران، مرکز و استان‌های مورد مطالعه شده است.

جدول ۳. فراوانی ماهانه الگوی گردشی شماره زمستانه در روزهای رویداد گردوغبار طی دوره مورد مطالعه

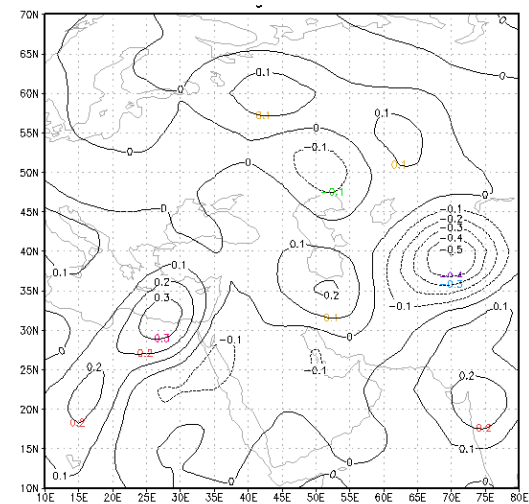
ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع	درصد فراوانی
	۳۱							۱	۳	۵	۷۷	۱۳۳	۲۵۱	۱۹/۵



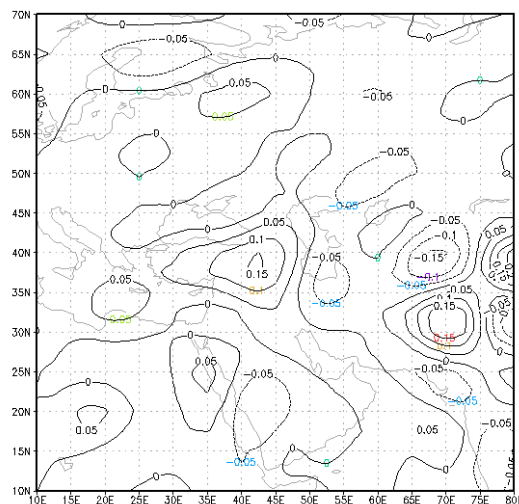
شکل ۱۳- نقشه متوسط فشار تراز دریا (به میلی بار)



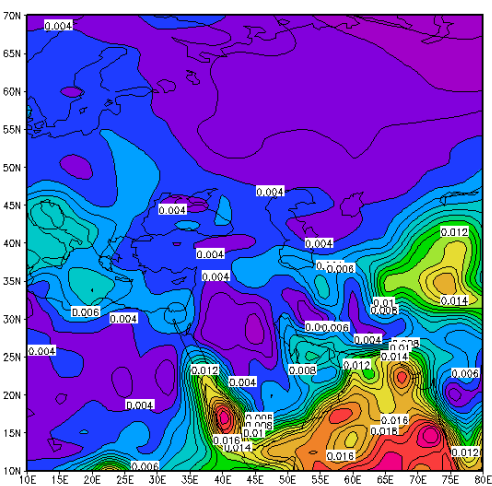
شکل ۱۲- ناهماری ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال



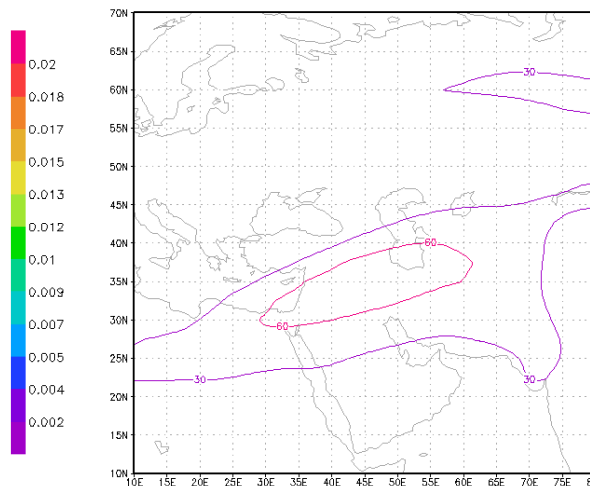
شکل ۱۵- نقشه متوسط امگا (به پاسکال بر ثانیه) تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال



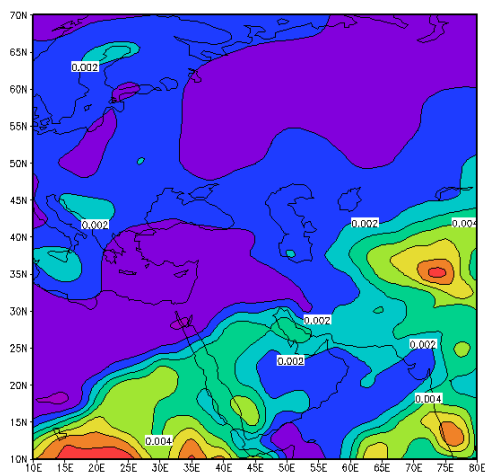
شکل ۱۴- نقشه متوسط امگا (به پاسکال بر ثانیه) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



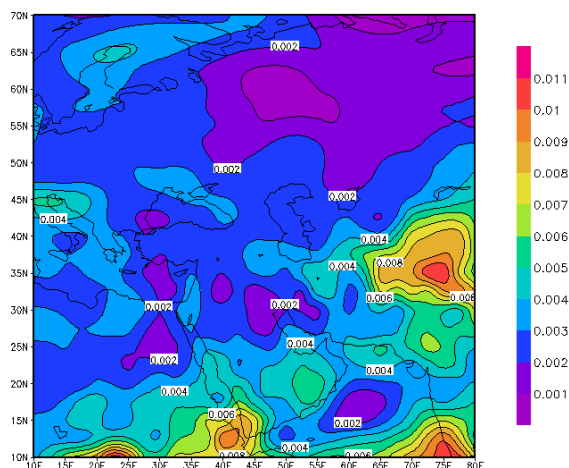
شکل ۱۷- نقشه متوسط رطوبت ویژه (به گرم بر کیلوگرم) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



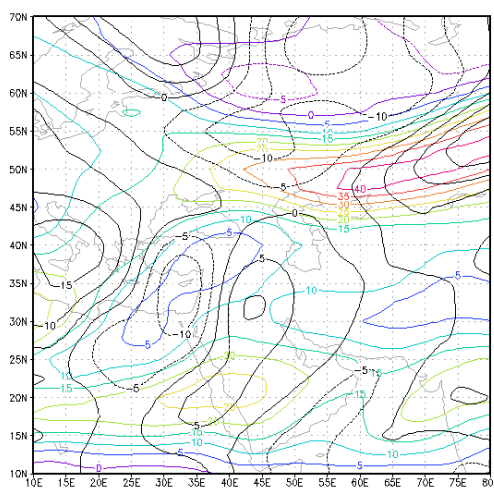
شکل ۱۶- نقشه متوسط جت تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۹- نقشه متوسط رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۸- نقشه متوسط رطوبت ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال



شکل ۲۰- نقشه متوسط تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

نتیجه گیری

پدیده گرد و غبار رویدادی طبیعی است و در بخش‌های از جهان که دارای مناطق خشک و بیابانی وسیع هستند ایجاد می‌شود. قطع بی رویه درختان، نابودی مراتع، از بین رفتن زراعت و دوره‌های خشکسالی طولانی می‌تواند احتمال بروز این پدیده را افزایش دهد. این پدیده ضمن کاهش کیفیت هوا، عمق دید را گاهی به حدود ۵ متر کاهش می‌دهد و اثرات سوئی بر سلامتی و اقتصادی جوامع دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین الگوهای هم‌مدید منطقه خاورمیانه با رویدادهای گرد و غبار در استان‌های مورد نظر وجود دارد. بیشترین ارتباط معنی‌دار بین این دو توسط الگوهای گردشی بهار و زمستانه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌گردد همچنین ۲ الگوی ضعیف‌تر در فصول پاییز

و تابستان مشاهده گردید که در این مقاله به دلیل طولانی بودن کلام فقط به ترسیم الگوهای اصلی بهار و زمستانه پرداخته شد، البته در تمام الگوها استقرار کم فشار گسترده و قوی در سطح زمین، فقر رطوبتی جو در تمام ترازها و همگرایی‌های بادهای ترازهای ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است که منجر به ماندگاری و افزایش شدت گرد و غبارها شده است. استقرار تاوایی مثبت بر روی ایران و تاوایی منفی در عراق یکی از عوامل بسیار مهم در شکل‌گیری این رخداد است. و دید افقی کمتر از یک کیلومتر و گاهی کمتر از ۱۰۰ متر در ایستگاه ربات، میبد و لاله زار نیز مشاهده شده است. الگوی بهار به تنهایی ۴۱/۶ و الگوی شماره زمستانه حدود ۱۹/۵ درصد از این رویدادها را توجیه می‌نمایند. در واقع نزدیک به ۶۲ درصد رویدادهای گردوغبار در استان‌های

- مورد مطالعه ناشی از شکل گیری این الگوها می باشد. هر چند بعضی از الگوها درصد کمی را به خود اختصاص می دهند اما این به معنی کم اهمیت بودن و شدت کم گردوغبار نیست بلکه به دلیل فراوانی وقوع کمتر این رخدادهاست. نتیجه کلی بررسی الگوهای همدید نشان داد که عوامل موثر منجر به شکل گیری رویدادهای گرد و غبار در استان های یزد و شمال کرمان، قرار گرفتن در مرکز ایران و در نزدیکی دشت لوت و کویر و به طور کلی با توجه به شرایط اقلیمی استان های مذکور و بارش اندک و نامنظم و نوسانات زیاد درجه حرارت تبخیر فراوان و پایین بودن سطح آب های زیر زمینی و نا مساعد بودن خاک این منطقه با کمبود پوشش گیاهی نیز مواجه است همچنین قرار گرفتن در زیر شرق ناوه بادهای غربی، وضعیت استقرار مداری بادهای غربی و سلولهای کم فشار در سطح زمین منجر به همگرایی و مکش هوا در سطح زمین و آگرایی هوا در سطوح بالاتر از عوامل اصلی وقوع گرد و غبار در این منطقه می باشد. در واقع یکی از اهداف و کاربردهای کلی آمایش سرزمین پیشگیری از توفان های گردوغبار و کویرزایی است. این کار با تدوین برنامه های یکپارچه آمایش سرزمین برای استان های غربی و جنوب غربی و رایزنی و تعامل دیپلماتیک با همسایه های غربی و جنوبی در خصوص تثبیت شن های روان و کویرزدایی، برنامه ریزی و تلاش برای پیش بینی دقیق تر و در نهایت اطلاع رسانی به هنگام امکان پذیر است تا مانع رخ داد بیشتر این وقایع گشته و از اثرات بهداشتی و اقتصادی زیانبار آن کاسته گردد. نتایج این پژوهش با نتایج برخی از پژوهش ها بر روی غرب و جنوب غرب ایران (اکبری و فرحبخشی، ۱۳۹۵) و استان خوزستان (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد.
- منابع**
- 1- Asadi, Ashraf (2022). Identifying the most important synoptic patterns causing dust in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces, *Journal of Geographical Space Planning*, 10(3), 1-20..
 - 2- Akbari, Mehri and Farahbakhshi, Melodi. (2016). Synoptic analysis and simulation of the path of severe dust storms (a case study of southwest Iran). *Journal of Geographical Space*, 16(55), 291-273..
- 3- Omidvar, Kamal. (2006). Synoptic analysis of dust and sand storms in the Ardakan Plain of Yazd. *Quarterly Journal of Geographical Research*, 81,43-58.
 - 4- Iranmanesh, Fazel. (2021). The role of man on the morphology of upper Holocene rivers and the formation of dust centers in southwest Khuzestan province. *Journal of Geographical Space Planning*, 71-82, (40)11..
 - 5- Barati, Gholamreza; Lashkari, Hassan and Fariba Karami. (2011). The role of pressure system convergence on the occurrence of dust storms in Khuzestan Province. *Geography and Development*, 22, 39-56..
 - 6- Heydari, Mohammad Taleb. (2007). Dust and its generating atmospheric pattern in the west of the country. *Kermanshah Meteorological Journal*, Summer 2007, 11-12..
 - 7- Khosravi, Mahmoud. (2009). Investigation of the vertical distribution of dust caused by storms in the Middle East using the NAAPS model.(Case: Sistan, Iran). *Proceedings of the Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World*. April 15, 2009, University of Sistan and Baluchestan..
 - 8- Khoshkish, Asadollah; Alijani, Bahloul and Hejazizadeh, Zahra. (2011). Synoptic analysis of dust systems in Lorestan province. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 21, 91-110..
 - 9- Zolfaghari, Hassan and Heydar Abedzadeh (2005). Synoptic analysis of dust storms in western Iran. *Journal of Geography and Development*, 6,173-183.
 - 10- Zolfaghari, Hassan; Masoumpour Samakoosh, Jafar; Shayganmehr, Siavash and Mohammad Ahmadi. (2011). Study of synoptic dust storms in western regions of Iran during 2005 to 2009 (case study: the widespread wave of July 2009). *Journal of Geography and Environmental Planning*, 17-34 (3)22..
 - 11- Zanganeh, Masoumeh. (2014). Meteorology of dust storms in Iran. *Two Quarterly Journals of Applied Meteorology*, 1-12, 1..
 - 12- Seyedzadeh Aghdam, Nireh; Katiraei Boroujerdi, Pari Sima and Ranjbar, Abbas. (2012). Study of the occurrence of dust phenomenon on March 27, 2003 at Kermanshah station and its relationship with the jet stream. *Journal of Marine Science and Technology Research*, 25-37, (2)7..
 - 13- Shamsipour, Ali Akbar and Safarrad, Taher. (2012). Satellite-Synoptic Analysis of Dust

- 24- Mohammadi Moradian, Jamileh and Hosseinzadeh, Seyyed Reza. (2015). Satellite Monitoring and Synoptic Analysis of Dust Phenomena in Mashhad Metropolis during the Statistical Period 2009-2013. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 35-57, 14..
- 25- Mofidi, Abbas and Jafari, Sajjad. (2011). Investigating the role of regional atmospheric circulation over the Middle East in the occurrence of summer dust storms in southwestern Iran. *Journal of Geographical Studies of Arid Regions*, 17-45, (5)2..
- 26- Meymandi-Parizi, Sedighe; Talei, Mohammad and Kazemnia, Abdolreza. (2010). Assessing the severity of land degradation in the west and northwest of Khuzestan using the Medalus method. *Journal of Geographical Spatial Planning*, 175-194, (37)10..
- 27- Najafpour, Bahram. (2012). Identifying dust-generating circulation patterns in southwestern Iran (case study of Fars province). *Quarterly Journal of Geographical Research*, 2009..
- 28- Najimi, Alireza; Ahmadizadeh, Esmail and Dimiadi, Ali Akbar. (2010). Qom drowned in dust. General Directorate of Environmental Protection.. Qom Province, July 2010.
- 29- Vali, Abbasali; Khamoshi, Sajjad; Mousavi, Seyed Hojjat; Panahi, Fatemeh and Tamski, Ehsan. (2014). Climatic analysis and tracking of widespread dust storms in southern and central Iran. *Journal of Environmental Studies*, 961-972, (4)40.
- 30- kbary, M., & Farahbakhshy, M. (2016). Synoptic Analysis and Path Simulation of Severe Dust Storms. *Journal of Geographic Space*, 16(55), 291-273.
- 31- Alijani, B. (1997). *Iran Climatology*. Second Edition, Tehran: Payame Noor University Publication.
- 32- Alijani, B. (2002). Variation of 500hpa Flow Patterns Over Iran and Relationship with Climate of Iran. *Theor. Appl. Climatol*, 71, 41-54.
- 33- Alijani, B., & Raispour, K. (2011). Statistical analysis- synoptic of dust storms in southeastern Iran (Case study: Sistan region). *Journal of Arid Regions Geographical Studies*, 2 (5), 132-107.
- 34- Al-Jumaily, K., & Ibrahim, M. (2013). Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. *International Journal of Energy and Environment*, 4(5), 851-858.
- 35- Azizi, Gh., Shamsipur, A., Miri, M., & Safarrad, T. (2012). Statistical and Phenomena (Dust of July 2009) *Physical Geography Research*, 111-126, 79..
- 14- Tavuosi, Taghi; Khosravi, Mahmoud and Raeespour, Kohzad. (2010). Synoptic Analysis of Dust Systems in Khuzestan Province *Journal of Geography and Development*, 118-97, (20)8..
- 15- Farajzadeh Asl, Manouchehr, Alizadeh, Khatereh (2011). Temporal and Spatial Analysis of Dust Storms in Iran. *Journal of Human Sciences - Planning and Spatial Planning*, 65-84, (1)15..
- 16- Azizi, Ghasem; Shamsipour, Ali Akbar, Miri, Morteza and Safarrad, Taher. (2012). Statistical analysis - synoptic analysis of dust phenomenon in the western half of Iran. *Environment*, 123-134, (63)38.
- 17- Alijani, Bahloul. (1997). *Climate of Iran*. Second edition, Tehran: Payam Noor University Press
- 18- Alijani, Bahloul and Raeespour, Kohzad. (2011). Statistical analysis - synoptic analysis of dust storms in southeastern Iran (case study: Sistan region). *Geographical studies of arid regions*, 107-132, (5)2..
- 19- Ghafari, Dayman and Mostafizadeh, Rauf. (2015). Investigation of the origin, effects and solutions of dust phenomenon in Iran. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 107-125, (2)4..
- 20- Karami, Sara; Hossein Hamzeh, Nasim, Nouri, Faezeh and Ranjbar, Abbas. (2019). Synoptic study and simulation of two simultaneous dust storms in the eastern and northeastern regions of Iran. *International Conference on Dust in Southwest Asia*, 20-25 May 2019 Zabol University, 1-13.
- 21- Lashkari, Hassan and Kayikhosravi, Ghasem. (2008). Statistical synoptic analysis of dust storms in Khorasan Razavi Province in the time interval (1993-2005). *Physical Geography Research*, 17-33, 65..
- 22- Martin, Jonathan E. (2009). *Atmospheric Dynamics in Midlatitudes*. Translated by Seyyed Abolfazl Masoudian, First Edition, Tehran: Publications Samat 388.
- 23- Mobarak Hassan, Elham; Ranjbar, Abbas, Nouri, Faezeh Varshusaz, Katayoun. (2019). Identification of the Synoptic Structure of the Atmosphere and the Role of the Wind Field in Internal Mesoscale Dust in Khuzestan Province (March 14, 2012). *International Conference on Dust in Southwest Asia*, May 20-25, 2019, University of Zabol, 14-28..

- 47- Labban A.H. (2015). Dust storms over Saudi Arabia; Temporal and spatial characteristics. climatology and synoptic case studies. A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, College of Science Engineering and Health, RMIT University.
- 48- Lashkari, H. & Kikhosravi, Q. (2008). Synoptic statistical analysis of storms and dust mites in Khorasan Razavi province in time interval (1993-2005). *Natural Geography Research*, 65, 33-17.
- 49- Martin, J. E. (2010). Atmospheric dynamics in the middle latitude. Translated by Seyed Abolfazl Masoudian, first edition, Tehran: Samt Publications.
- 50- Martina, K., Yaping, Sh., Melanie, K., Karremann, A., & Fink, H. (2010). Sahel dust zone and synoptic background. *Geophysical Research letters*, 37, 1-6.
- 51- Meymandi parizi, S., taleai, M., & kazeminiya, A. (2020). The evaluation of Land degradation by MEDALUS method in West and Northwest of Khuzestan province. *Geographical Planning of Space*, 10(37), 175-194.
- 52- Mobarak H., Ranjbar, A., Nouri, F., & Varshowsaz, K. (2019). Identification of synoptic structure, atmospheric dynamics and the role of wind field in mid-scale dust in Khuzestan province (March 14, 2012). *International Dust Conference in Southwest Asia*, May 3 to 5, Zabol University, 14-28.
- 53- Mofidi, A., & Jafari, S. (2012). Investigating the role of regional atmospheric circulation in the Middle East in the occurrence of summer dust storms in southwestern Iran. *Journal of Arid Region Geographical Studies*, 2(5), 45-17.
- 54- Mohamadi moradian, J., & Hosseinzadeh, S.R. (2015). The Study of Desert Dust in Mashhad Metropolis Using Satellite Images and Synoptic Datasets (2009 -2013). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 4(2), 35-57.
- 55- Najafpour, B. (2013). Identification of dust-generating circulation patterns in southwestern Iran (Case study of Fars province). *Journal of Geographical Research*, 27(4), 136-117.
- 56- Najimej, A., Ahmadizadeh, I., & Dimiadi, A. A. (2011). Qom drowned in dust. General Directorate of Environmental Protection of Qom Province, July 2010. p.7.
- 57- Omidvar, K. (2006). Synoptic analysis dust storm and sand in Plain Yazd Ardekan. *journal of Geographic Research*, 81, 4-30.
- 58- Seyedzadeh Agdam, N., Katirai, P., Ranjbar Saadat Abadi, A. (2012). A study on dust synoptically analysis of dust in the western half of Iran. *Environmental Studies* 38(63), 123-134. [In Persian].
- 36- Barati, Gh. R., Lashkari, H., & Karami, F. (2011). The role of systemic convergence of pressure on the occurrence of dust storms in Khuzestan province. *Geography and Development*, 9(22), 39-56.
- 37- Dehghanpour, A.R., Halabian, A.H., & Fallahpour, M. (2014). Synoptic Analysis of Dust Systems in Yazd Province. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(3), 854-865
- 38- Farajzadeh, M., & Alizadeh, K. (2011) Temporal and spatial analysis of Iranian dust storms. *Journal of Spatial Planning*, 15(1), 65-84.
- 39- Gao, T., Xu, Y., Bo, Y., & Yu, X. (2006). Synoptic characteristics of dust storms observed in Inner Mongolia and their influence on the downwind area (the Beijing–Tianjin Region). *Meteorology Application*, 13 (4), 393-403.
- 40- Ghafari, D., & Mostafazadeh, R. (2016). An investigation on sources, consequences and solutions of dust storm phenomenon in Iran. *Journal of protection and exploitation of natural resources*, 4(2), 107-125.
- 41- Hamidi, M., Kavianpour, M.R., & Shao, Y. (2013). Synoptic analysis of dust storms in the Middle East. *Asia-Pasific, Atoms*, 3 (49), 279-286.
- 42- Heidari, M. T. (2007). Dust and its productive atmospheric pattern in the west of the country. *journal of Kermanshah Meteorology*, 1-11.
- 43- Iranmanesh, F. (2021). Human Role on Upper Holocene River Morphology and Formation of Dust Hotspots in Southwest Khuzestan Province. *Geographical Planning of Space*, 11(40), 71-82.
- 44- Karami, S., Hossein Hamzeh, N., Nouri, F., & Ranjbar, A. (2019). Synoptic study and simulation of two simultaneous dust storms in the eastern and northeastern regions of Iran. *International Conference on Dust in Southwest Asia*, 3 to 5 May, Zabol University, 13-1.
- 45- Khosh Kish, A., Alijani, B., & HejaziZade, Z. (2011) Synoptic analysis of dust systems in Lorestan province. *Journal of Applied Researches in Geographical Scinces*, 21, 91-110.
- 46- Khosravei, M. (2010) Investigation of vertical distribution of storm dust in the Middle East using NAAPS model Case: Sistan Iran. *Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World*, Zahedan.

- 64- Youlin, Y. (2002). Black windstorm in northwest Chin: A case study of the strong sand- dust storms on May 5th 1993. *Global Alarm: Dust and sand storm from the world 's drylands*, United Nations.
- 65- Zangeneh, M. (2014). Climatological Analysis of Dust Storms in Iran. *Journal of Applied Climatology*, 1(1), 1-12.
- 66- Zolfaghari, H. & Abedzade, H. (2006). Synoptic analysis of dust storms in western Iran. *Journal of Geography and Development*, 6, 13-183.
- 67- Zolfaghari, H., Masoumpour Samakosh, J., Shaygan Mehr, S., & Ahmdi, M. (2011). A Synoptic Investigation of Dust Storms in Western Regions of Iran during 2005- 2010 (A Case Study of Widespread Wave in July 2009). *Geography and Environmental Planning*, 22(3), 17-34.
- event over Kermanshah station and its relation to jet stream. *Journal of Marine Science and Technology Research*, 7(2), 25-38.
- 59- Shamsipour, A., & Safarrad, T. (2012). Satellite and Synopticanalysisof Duststorm in Western Half of Iran (Case Study: July 2009). *Physical Geography Research Quarterly*, 44(1), 111-126.
- 60- Soodabeh, N., Neamat K., Armin, S., GholamHasan, M., & Saviz, S. (2018). Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East. *Atmospheric Environment*, 173, 265-276.
- 61- Tavosi, T., Khosravei, M., & Reispour, K. (2010). Synoptic analysis of dust systems in Khuzestan province. *Geography and Development*, 8(20), 98-117.
- 62- Vali, A., Khamooshi, S., Mousavi, S H., Panahi, F., & Tamassoki, E. (2014). Climatic Analysis and Routing of Comprehensive Dust Storms in the South and Center of Iran. *Journal of Environmental Studies*, 40(4), 961-972.
- 63- Weihong, Q., Lingshen, Q., & Shaoyin, sh. (2001). Variations of the dust storm in china and its climate control. *journal of climate*, 15, 1216-1229.