

## تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گرد و غبار در غرب ایران

دکتر حسن ذوالفقاری<sup>۱</sup>

استادیار جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه

حیدر عابدزاده

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه رازی

### چکیده

گرد و غبار یکی از پدیده‌های جوی است که آثار و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی برای می‌گذارد. به دلیل موقعیت جغرافیایی ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، این کشور مکرراً در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیک قرار می‌گیرد. غرب ایران نیز با توجه به نزدیکی به بیابان‌های کشورهای مجاور در معرض سیستم‌های گرد و غباری متعددی می‌باشد. در این مطالعه شرایط پیدایش و منشأ سیستم‌های گرد و غبار غرب ایران در بازه‌ی زمانی ۵ ساله از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ بررسی شده است. داده‌های ساعتی گرد و غبار، قدرت دید، رطوبت نسبی، بارندگی، باد و دیگر عناصر جوی مورد نیاز از سازمان هواشناسی کشور دریافت شده مورد استفاده قرار گرفته است. از نقشه‌های روزانه‌ی هوا در دو سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال نیز استفاده شده است. نتایج حاصله نشان داد که ماه ژوئن با ۵۳۶ روز در دوره‌ی آماری از نظر فراوانی روزهای گرد و غباری و تعداد موج‌های هوای گرد و غباری در رتبه‌ی نخست قرار دارد و ماه دسامبر فقط با ۲۷ روز در همین دوره کمترین روزهای گرد و غباری را تجربه کرده است. ایستگاه دزفول با ۱۳۷/۴ روز بطور متوسط در طول دوره‌ی آماری پرگرد و غبارترین ایستگاه و خوی با ۲/۶ روز بطور متوسط کم گرد و غبارترین ایستگاه‌ها بوده‌اند. همچنین مشخص گردید که پرفشار آזור همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی، مهمترین عوامل سینوپتیک تأثیرگذار بر سیستم‌های گرد و غبار منطقه به شمار می‌روند. فرودها و سیکلون‌های مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنب حاره‌ای آזור حضور نداشته و یا ضعیف می‌باشد. این سیستم‌ها بسته به شرایط، گاهی ایجاد گرد و غبار می‌نمایند و گاهی بارندگی و گاهی نیز توأمان گرد و غبار و بارندگی ایجاد می‌کنند. اما زمانی که پرفشار آזור تقویت شده و بر منطقه حاکم می‌گردد، فرو بارهای حرارتی در سطح زمین ایجاد می‌گردند که نقش زیادی در ایجاد گرد و غبارهای محلی دارند.

با توجه به مسیر حرکت این سیستم‌ها و نحوه‌ی قرارگیری فرودها و کم‌فشارها در روزهای مختلف، مهمترین منبع گرد و غبارهای وارد شده به غرب ایران، صحرای سوریه، صحرای نفوذ در شمال شبه‌جزیره عربستان و شمال صحرای کبیر آفریقا می‌باشد. بیشترین تأثیر کم‌فشارهای حرارتی شبه‌جزیره عربستان در گرد و غبار منطقه‌ی مورد مطالعه هم مربوط به زمانی است که آنها به ایران نزدیکتر بوده و همچنین توسط یک فرود مناسب در سطح بالا حمایت می‌شود به عبارت دیگر زمانی این اتفاق می‌افتد که این سیستم‌ها ویژگی حرارتی - دینامیکی پیدا می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل سینوپتیک، سیستم‌های گرد و غبار، غرب ایران، پیامدهای زیست‌محیطی.

## مقدمه

از مهمترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است بطوری که اگر هوای ناپایدار رطوبت کافی داشته باشد، بارش و طوفان رعد و برق؛ و اگر فاقد رطوبت باشد، طوفان گرد و غبار ایجاد می‌نماید (علیچانی، ۱۳۷۶: ۹۵). فراوانی ذرات گرد و غبار در جو علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک به اندازه قطر ذرات نیز بستگی دارد. نوع و پوشش گیاهی نیز در شدت وقوع گرد و غبار نقش مؤثری بازی می‌کنند. به اعتقاد انگلستاندر (۲۰۰۱: ۲) تراکم و ساختار گیاهان دو عامل کنترل‌کننده اساسی در وقوع و فراوانی طوفان‌های گرد و غبار می‌باشند. در واقع ایجاد گرد و غبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را نیز در کنار شرایط طبیعی محیط‌های جغرافیایی باید در نظر گرفت. البته انسان می‌تواند با بعضی طرح‌های مهندسی بزرگ مقیاس، اثرات منفی طوفان‌های گرد و غباری را تعدیل نماید بطور مثال می‌توان به طرح درختکاری در شمال چین اشاره کرد که باعث شده است از فراوانی وقوع، شدت و استمرار طوفان‌های گرد و غباری در صحرای گبی چین پس از سال ۱۹۶۰ تا حدود زیادی کاسته شود (آری موتو، ۲۰۰۰: ۳۰).

کاهش قدرت دید یکی از ویژگی‌های اصلی سیستم‌های گرد و غباری می‌باشد که علاوه بر آثار ناخوشایند بهداشتی مثل مشکلات تنفسی و ریوی برای انسان و آلوده کردن محیط زندگی انسان‌ها، اختلالاتی را نیز در سیستم‌های حمل و نقل زمینی و هوایی به وجود می‌آورد. در اثر یکی از همین سیستم‌های گرد و غباری در روزهای ۲۸ تا ۳۰ تیرماه ۱۳۷۹ در غرب کشور، پرواز هواپیماها به دلیل کاهش شدید قدرت دید از فرودگاه اهواز (مرکز استان خوزستان) لغو گردید. مطالعات پزشکی نشان می‌دهد که مشکلات بینایی و بیماری‌های تنفسی مثل آسم و بیماری‌های عفونی از مهمترین عوارض طوفان‌های گرد و غبار به شمار می‌روند (حسین‌زاده، ۱۳۷۶: ۱۲۷).

مطالعاتی که در ارتباط با فراوانی روزهای گرد و غبار کشور انجام گرفته است، نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران بیشترین روزهای گرد و غباری را دارند بطور مثال در مناطق وزش بادهای ۱۲۰ روزه در استان سیستان و بلوچستان فراوانی وقوع روزهای گرد و غباری در سال به بیش از ۱۵۰ روز می‌رسد. در مناطق جنوب‌غربی و غربی کشور که در مجاورت بیابان‌های بزرگ می‌باشند نیز روزهای گرد و غبار قابل توجه است میانگین روزهای گرد و غبار در این بخش از ایران حدود ۱۵ روز می‌باشد که فراوانی وقوع آن در مرداد ماه بیش از ماه‌های دیگر می‌باشد (علیچانی، ۱۳۷۶: ۹۶). مطالعه‌ی سیستم‌های گرد و غبار در غرب کشور از چندین جنبه دارای اهمیت است اول اینکه این منطقه به خاطر داشتن ویژگی‌های طبیعی از جمله مرتفع و کوهستانی بودن بیشتر آن بجز بخش کوچکی در محدوده‌ی استان‌های خوزستان و ایلام،

داشتن بارندگی سالیانه بیشتر از متوسط کشوری و همچنین وجود پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی که در مجموع آن را از مناطق خشک کشور جدا می‌کند، به عنوان یک منطقه‌ی منبع گرد و غبار به شمار نمی‌رود و در نتیجه بیشتر گرد و غبارهای فراگیر و گسترده‌ای که در این منطقه مشاهده می‌شود فرا محلی بوده و از نواحی دور و نزدیک دیگر منشأ می‌گیرد. دوم این‌که این منطقه در مسیر ورود سیکلون‌ها و سیستم‌های آورنده‌ی گرد و غبار به کشور قرار گرفته است.

در این مطالعه با استفاده از روش سینوپتیک، الگوی سینوپتیک حاکم بر وقوع طوفان‌های گرد و غبار در غرب کشور مورد بررسی قرار گرفته و منشأ مسیر و تحولات این سیستم‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

### پیشینه‌ی تحقیق

گرد و غبار به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اشکال آلودگی‌های جوی از ابعاد مختلف مورد توجه محققان قرار گرفته است. بررسی رابطه‌ی گرد و غبار در هوای مناطق مرکزی ایران و مشکلات بهداشتی و پزشکی مثل بروز بیماری‌های ریوی، تنفسی و بیماری‌های چشمی (حسین‌زاده، ۱۳۷۶: ۱۰۳)، آسیب‌های ناشی از گرد و غبار جوی بر نما و زیبایی ساختمان‌ها (حبیبی‌نوخندان، ۱۳۷۶: ۱۵۷)، کاهش قدرت دید و پیامدهای زیست‌محیطی این پدیده از نظر حمل و نقل (نوحی، ۱۳۷۳: ۱۴۵) از موارد قابل استناد در این رابطه می‌باشند.

بررسی علل وقوع طوفان‌های گرد و غبار از جمله مواردی است که تعدادی از محققان به آن توجه داشته‌اند. وای هانگ و شاوانشی (۲۰۰۱: ۱۲۱۶) علل وقوع طوفان‌های گرد و غبار و اثرات آنها بر آب و هوای کشور چین را مطالعه نموده‌اند. آنها گرمایش زمین در پهنه‌ی کشور مغولستان و سرمایش زمین در شمال کشور چین را در ایجاد گرد و غبار بخش‌های شمال این کشور بویژه حوضه‌ی تاریم مؤثر می‌دانند. کاویانی (۱۳۸۰: ۱۳۷) نیز علت تشکیل گرد و غبار در بیابان‌ها را ناشی از ناپایداری هوا می‌داند و معتقد است که جو بالای سطح بیابان‌ها از نظر همرفتی بسیار ناپایدار بوده و شرایط تکوین پدیده‌های ناپایداری مثل پیچانه‌های کوچک گرد و غباری را دارند. علیجانی (۱۳۷۶: ۹۶) ضمن بررسی علل گرد و غبارها در ایران، نقشه پهنه‌بندی مکانی و زمانی وقوع گرد و غبارها را ارائه نموده است.

انگلس‌تادلر (۲۰۰۱: ۲۶) در ارتباط با پهنه‌بندی مکانی فراوانی وقوع گرد و غبارهای جهان بر نقش بستر خشک دریاچه‌ها و صحرای کبیر آفریقا به عنوان تولیدکنندگان اصلی گرد و غبار تأکید دارد. گودی و میدلتون (۲۰۰۱: ۱۷۹) معتقد هستند که صحرای آفریقا بیش از هر بیابان

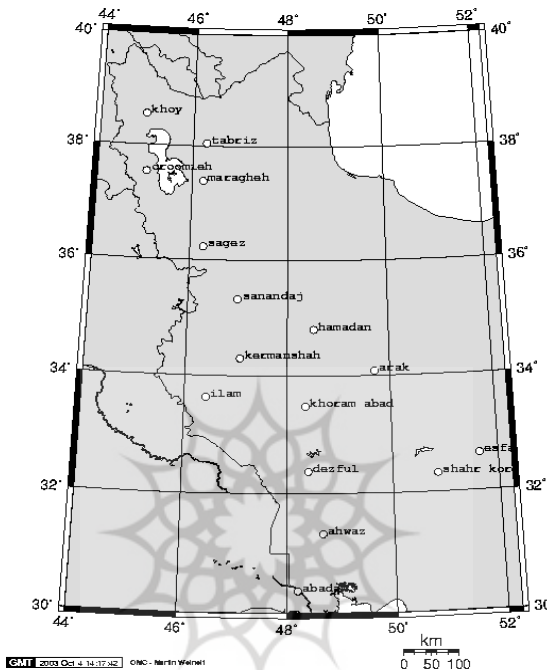
دیگری در دنیا گرد و غبار تولید می‌کند آنها شمال شرق کشور موریتانی، غرب کشور مالی و جنوب‌الجزایر را مهمتر می‌داند.

بررسی متون موجود در زمینه گرد و غبار نشان می‌دهد که عمده مطالعات بر ویژگی‌های فیزیکی ذرات گرد و غبار، تأثیر گرد و غبار بر کیفیت هوا و آثار بهداشتی و پزشکی آنها متمرکز شده است. جنبه‌های سینوپتیک منشأ تشکیل، جابجایی و انتشار آنها در قالب الگوها و مدل‌های سینوپتیک کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. وانگ (۲۰۰۵: ۱۲۱۷) روابط بین شکل‌گیری طوفان‌ها گرد و غبار و تحول سینوپتیک آنها را در شمال شرق آسیا مطالعه نموده است و نتیجه گرفته است که یک طوفان گرد و غبار زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه‌ی بیابان حرکت می‌کند. وی همچنین متذکر می‌شود که جریان هوای سرد در بیابان سرد نیز شرایط مساعدی را برای توسعه‌ی طوفان‌های گرد و غباری فراهم می‌آورد. در قطاع سرد سیکلون، میزان گرد و غبار کمتر و در قطاع گرم سیستم به دلیل صعود هوای گرد و غباری، شدت گرد و غبار بالاست.

همیش و همکاران (۲۰۰۱: ۲۷۵) گرد و غبارهای تروپوسفری استرالیا را مطالعه نموده‌اند. آنها نتیجه گرفته‌اند که گرد و غبارهای قاره‌ی استرالیا همراه با فرودهای سطح بالا و جبهه‌های سرد سیکلون‌های زمینی است به‌طوری‌که در صورت وجود شرایط مذکور، گرد و غبارهای بیابان‌های مرکزی استرالیا می‌تواند تا هزاران کیلومتر فراتر از این قاره در نیمکره‌ی جنوبی پخش شود. آنها با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی، جابجایی و تغییر مسیرهای انتقال ذرات گرد و غبار را در نیمکره‌ی جنوبی بررسی نموده‌اند.

### داده‌ها و روش‌ها

در این مطالعه که مبتنی بر روش سینوپتیک است علاوه بر نقشه‌های هوای روزانه، تعداد زیادی داده‌های روزانه و ساعتی برای عناصر مختلف جوی مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های میانگین ساعتی و روزانه دما، بارندگی، رطوبت نسبی، روزهای همراه با گرد و غبار، قدرت دید، ابرناکی آسمان و دمای نقطه‌ی شبنم از جمله داده‌هایی هستند که برای یک دوره‌ی آماری پنج ساله از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ برای ۱۵ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بخش غربی کشور از سازمان هواشناسی کشور درخواست گردید. موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده در شکل شماره‌ی ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های منتخب در نقشه منطقه

پس از کنترل کیفی داده‌ها، موج‌های گرد و غبار شاخص از بین موج‌های هر کدام از ماه‌های دارای گرد و غبار سال‌های آماری تعیین شد و جهت ردیابی موج‌ها و شناسایی منشاء و نحوه‌ی جابجایی آنها از منشأ تا غرب ایران، از نقشه‌های روزانه‌ی اطلس‌های هواشناسی روسی با مقیاس ۱:۷۵۰۰۰۰۰ برای سطوح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال موجود در بایگانی گروه جغرافیای دانشگاه رازی برای سال‌های ۱۹۸۷-۱۹۸۳ استفاده گردید. برای تکمیل اطلاعات آماری و مواد مورد نیاز دیگر از اطلاعات کتابخانه‌ای و اینترنت نیز استفاده به عمل آمد.

برای تعیین موج‌های گرد و غباری وارد شده به منطقه‌ی غرب کشور به این ترتیب عمل شد که ابتدا در هر ماه هر ایستگاهی که طی یک شبانه روز حداقل یک بار (طی ۸ بار دیده‌بانی عناصر جوی) گرد و غباری گزارش شده باشد به عنوان یک ایستگاه دارای گرد و غبار در نظر گرفته شده است. بدیهی است در این صورت افزایش در تعداد ایستگاه‌های دارای گرد و غبار به سمت داخل منطقه‌ی مورد مطالعه، نشانگر ورود یک موج گرد و غباری و برعکس کاهش تعداد ایستگاه‌ها نشانگر خروج موج از منطقه خواهد بود. در این تحقیق با توجه به اهمیتی که قدرت دید به عنوان مهمترین فاکتور تعیین شدت موج‌های گرد و غباری دارد، عامل اصلی در تعیین طوفان‌های گرد و غبار هم به شمار می‌رود با این توصیف طوفان گرد و غبار به وضعیتی که در آن قدرت دید همراه با این پدیده به کمتر از یک و نیم کیلومتر تقلیل یابد، اطلاق می‌شود. برای کاهش احتمال خطا در تفکیک موج‌های گرد و غباری از گرد و غبارهای محلی، شرط اصلی برای قبول یک موج گرد غبار وجود حداقل ۵ ایستگاه دارای گرد و غبار طی حداقل ۳ روز در نظر گرفته شد. پس از شناسایی اولیه‌ی تعداد موج‌های گرد و غباری طی دوره‌ی مورد مطالعه، جهت شناسایی منشأ و مسیر حرکت سیستم‌های گرد و غبار، محورهای فرود تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و همچنین الگوهای فشار سطح زمین چنانچه علیجانی و براتی (۱۳۷۵: ۱۲۵-۱۲۱) در ردیابی سیستم‌های فشار عامل یخبندان‌های بهاری انجام داده‌اند، در یک محدوده‌ی جغرافیایی ۱۰ درجه‌ی غربی تا ۸۰ درجه‌ی شرقی و صفر درجه تا ۷۰ درجه‌ی شمالی، ردیابی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

بر اساس روش‌شناسی مذکور معلوم گردید که ماه ژوئن (خردادماه) با مجموع ۵۳۶ ایستگاه/روز در دوره‌ی مورد مطالعه بیشترین و ماه دسامبر (آذر ماه) با ۲۶ ایستگاه/روز کمترین فراوانی وقوع گرد و غبار را داشته‌اند (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: فراوانی ماهانه روزهای گرد و غباری ایستگاه‌های منتخب

سال	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	جمع
۱۹۸۳	۱۵	۱۷	۱۹	۲۶	۸۰	۱۱۶	۷۳	۱۰۲	۳۲	۳۵	۱۸	۳	۵۳۶	
۱۹۸۴	۵	۳۵	۵۶	۸۳	۹۱	۱۰۸	۱۱۰	۱۳۰	۴۴	۶۸	۷	۳	۷۴۰	
۱۹۸۵	۴	۳۷	۲۲	۴۷	۵۶	۶۸	۱۰۶	۵۴	۱۸	۵۸	۸	۸	۴۸۶	
۱۹۸۶	۲۱	۸	۱۵	۳۵	۶۲	۹۱	۷۷	۵۰	۲۴	۴۰	۵	۵	۴۳۳	
۱۹۸۷	۱۱	۱۱	۲۴	۴۹	۷۸	۱۵۳	۸۴	۵۱	۹۸	۳۹	۱۳	۷	۶۱۵	
جمع	۵۶	۱۰۵	۱۳۶	۲۴۰	۳۰۷	۵۳۶	۴۵۰	۳۸۷	۲۱۶	۲۴۲	۵۱	۲۶	جمع	

بر اساس داده‌های جدول فوق می‌توان گفت که فراوانی وقوع گرد و غبار در اواخر بهار و اوایل تابستان بیشتر از سایر فصول می‌باشد. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز ایستگاه

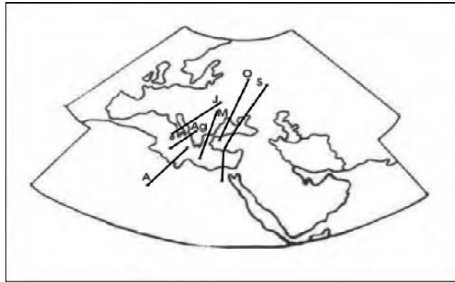
دزفول با میانگین ۱۳۷/۴ روز در سال بالاترین و ایستگاه خوی با ۲/۶ روز در سال پایین‌ترین روزهای گرد و غبار را به خود اختصاص داده‌اند.

### بحث

همانطوری که در بخش روش تحقیق توضیح داده شد بر اساس فراوانی وقوع پدیده‌ی گرد و غبار در هر ایستگاه و با در نظر گرفتن حداقل ۵ ایستگاه دارای گرد و غبار با تداوم ۳ روز برای قبول یک موج گرد و غباری، تمام امواج گرد و غبار طی دوره‌ی آماری شناسایی گردیدند و سپس از بین تمام آنها تعدادی موج شاخص انتخاب شدند که مطالعات تکمیلی بر روی آنها انجام گرفت. بررسی کلی الگوهای سطح بالا و سطح زمین در امواج گرد و غبار طی ماه‌های مختلف نشان داد که به‌طور کلی مسیر این سیستم‌های گرد و غباری خارج از قالب اصلی مسیرهای اصلی تعیین شده سیکلون‌های وارد شده به غرب ایران (علیچانی، ۱۳۷۶: ۳۶) نیست و در مورد منشأ اولیه‌ی تشکیل آنها نیز این موضوع صادق است، در واقع تغییر در ویژگی عناصر دما، فشار، نم نسبی و غیره است که باعث ایجاد بارش، طوفان رعد و برق و یا سیستم‌های گرد و غباری می‌شود. بدین ترتیب با در نظر گرفتن تمامی این جنبه‌ها الگوهای سینوپتیک موج‌ها در سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفت.

### الگوی محور فرود در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

نحوه‌ی استقرار محورهای فرود در روز اول بررسی موج‌های انتخابی به صورت مایل و اکثراً در جهت شمال شرقی- جنوب غربی کشیده شده‌اند و در محدوده‌ی ۱۵ تا ۳۵ درجه‌ی طول شرقی و ۲۳ تا ۶۰ درجه‌ی عرض شمالی واقع شده‌اند (شکل شماره ۲). محور این فرودها کاملاً یکنواخت و یکسان نیستند و از نظر عمق و موقعیت جغرافیایی تفاوت‌هایی با هم دارند و پراکندگی قابل توجهی نسبت به هم نشان می‌دهند. به هر حال باید اظهار داشت که فرودهای سطح بالا در روز اول فعالیت یک موج گرد و غباری تأثیر چندانی بر روی منطقه غرب ندارند.

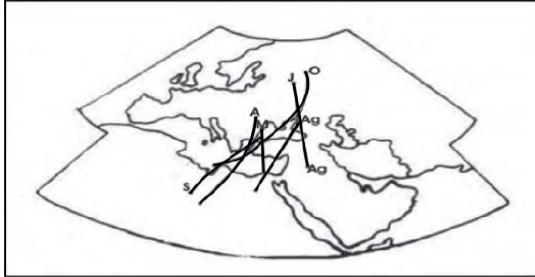


شکل ۲: نقشه‌ی محل مشاهده‌ی محورهای فرودهای مورد بررسی در روز اول

در روز اوج محور بیشتر فرودها عمیق‌تر شده و در جهت شمال-شمال شرق به جنوب-غرب کشیده شده‌اند. مختصات جغرافیایی محدوده‌ی استقرار محور فرودها در این روز بین ۲۰ تا ۴۰ درجه شرقی و ۲۰ تا ۶۰ درجه شمالی می‌باشد (شکل شماره ۳). نحوه‌ی استقرار آنها بدین ترتیب است که با عبور از روی دریای سیاه و ترکیه در جهت جنوب‌غربی بر روی شرق دریای مدیترانه و تا حدودی شمال شرق آفریقا کشیده شده‌اند. در واقع فرودها در این روز به منطقه‌ی نسبتاً مشترکی رسیده‌اند که با استقرار در آنجا و در کنار سایر عوامل از قبیل موقعیت و توان کم‌فشارهای سطح زمین و همچنین میزان خشکی زمین و هوا، موجب ایجاد بیشترین گرد و غبار شده‌اند.

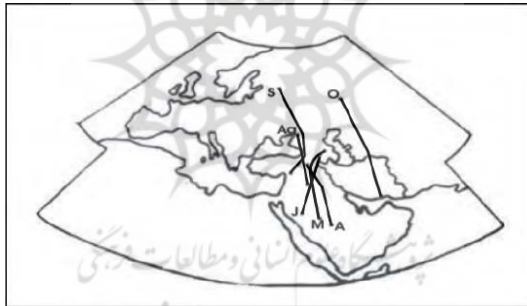
در روز اوج، وضعیت قرارگیری محورهای فرود به نحوی است که توان هدایت و ارسال توده‌های هوا را از بیابان‌های شمال شرق آفریقا، شمال شبه‌جزیره عربستان، عراق، سوریه و اردن به سوی ایران، داراست و در نتیجه گرد و غبارهای این مناطق را به سوی منطقه‌ی غرب ایران می‌کشاند. همانطوری که گفته شد بیابان‌های عربستان، عراق، سوریه و اردن به لحاظ نزدیکی به منطقه نقش بیشتری نسبت به صحرای آفریقا دارند. از نظر سینوپتیکی نیز با توجه به موقعیت محور فرودها این موضوع تأیید می‌شود چرا که اولاً مناطق بیابانی مذکور در قسمت جلوی فرود یعنی قسمت ناپایداری یک فرود واقع شده‌اند ثانیاً تعداد فرودهایی که در روز اوج بر این مناطق مستقر هستند، نسبت به فرودهایی که بر روی صحرای آفریقا مستقر هستند، بیشتر است.





شکل ۳: نقشه‌ی محدوده‌ی محل مشاهده محور فرودهای مورد بررسی در روز اوج

در روز پایانی فعالیت موج‌های گرد و غبار محل استقرار محور فرودها تقریباً ۲۷ تا ۵۵ درجه‌ی طول شرقی و ۲۳ تا ۶۰ درجه‌ی شمالی است. این محدوده تقریباً با کشورهای عراق، سوریه و اردن و شمال شبه‌جزیره‌ی عربستان مطابقت می‌کند (شکل شماره ۴).



شکل ۴: نقشه‌ی محدوده‌ی استقرار محور فرودهای مورد بررسی در روز آخر

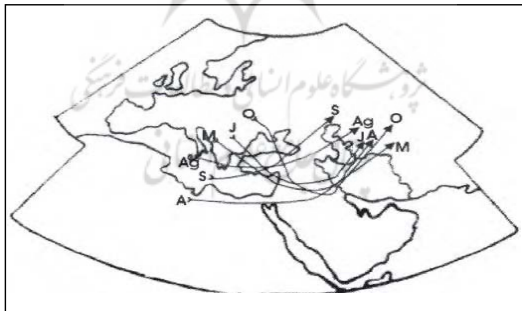
بدین ترتیب می‌توان گفت که وحدت مکانی محور فرودها در روز آخر موج گرد و غبار بیشتر از روزهای دیگر و حتی روزهای اوج است. رابطه‌ی بین خاتمه و یا کاهش زیاد گرد و غبار در منطقه با موقعیت مکانی محور فرودها در این روز را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد: الف- در روز خاتمه‌ی موج گرد و غبار، منطقه غرب کشور به تدریج از تسلط قسمت ناپایداری جلو فرود خارج می‌شود بطوری که در ماه اکتبر کاملاً در قسمت عقب فرود یعنی در منطقه‌ی

نزول هوا قرار گرفته است. چون وجود ناپایداری هوا (مثلا در قطاع گرم) یکی از عوامل اصلی ایجاد گرد و غبار می باشد بنابراین با کاهش ناپایداری، شاهد کاهش مقدار گرد و غبار و تضعیف موج گرد و غبار هستیم. البته مسیر کوتاه بیابان‌های غرب ایران و منطقه نیز در کاهش شدت گرد و غبار و تضعیف موج بی‌تأثیر نیست.

ب- جریان هوای سرد و مرطوب‌تر از عرض‌های بالاتر به دلیل استقرار قسمت ناپایداری و نزول هوا در پشت جبهه سرد باعث کاهش گرد و غبار در منطقه می‌شود. این مسأله در ماه سپتامبر که دارای فرود نسبتاً عمیقی است قابل توجه‌تر است بویژه این‌که رطوبت نسبی آن در روز آخر بیشترین مقدار و میانگین دمای آن نیز کمترین است.

### مسیر جابجایی فرودهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی

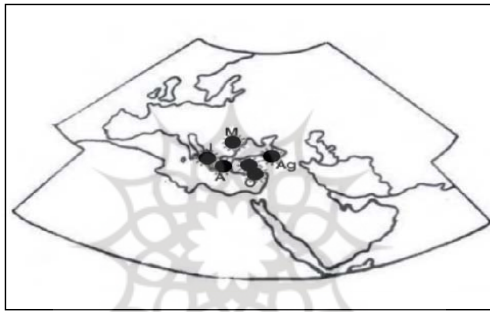
مسیر حرکت فرودهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در جریان فعالیت موج‌های گرد و غبار در شکل شماره ۵ مشاهده می‌شود با توجه به این شکل شروع بیشتر این فرودها از روی دریای سیاه، شبه‌جزیره بالکان، دریای آدریاتیک و بطور کلی شمال دریای مدیترانه می‌باشد. اما بعضی از آنها نیز (آوریل، سپتامبر) از نواحی جنوبی دریای مدیترانه و شمال آفریقا شروع می‌شوند در ادامه اغلب فرودها بجز یک مورد (آوریل) از روی ترکیه عبور می‌کنند بعد از ترکیه تعدادی از فرودها (اوت و سپتامبر) با گذشتن از منطقه‌ی قفقاز وارد ایران نشده‌اند و نسبت به بقیه تأثیر کمتری روی منطقه‌ی غرب کشور دارند، اما بقیه محورها با عبور از کشورهای سوریه، اردن و عراق به غرب ایران می‌رسند و سپس با عبور از گستره‌ی ایران به سمت آسیای مرکزی ادامه‌ی مسیر می‌دهند.



شکل ۵: الگوی کلی مسیر جابجایی فرودهای موج‌های گرد و غبار بررسی شده

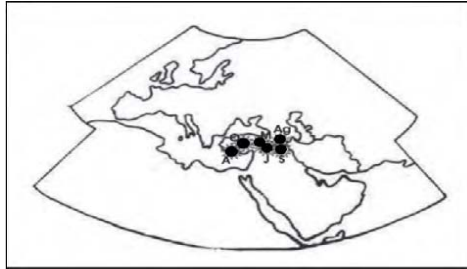
### الگوی کم فشار سطح زمین

موقعیت و فاصله‌ی مراکز کم فشار نسبت به منطقه‌ی غرب کشور در روز اول به نحوی است که آنها از لحاظ ایجاد گرد و غبار در منطقه‌ی مورد مطالعه، دارای کمترین تأثیر و یا حتی بدون تأثیر هستند اما به هر حال در مکانی هستند که به تدریج منطقه را متأثر می‌کنند (شکل شماره‌ی ۶). حد شرقی منطقه در برگزیده‌ی مراکز کم فشار دینامیک (سیکلون‌ها) در روز اوج کاملاً به شمال غرب و قسمت‌هایی از غرب ایران نزدیک شده و حد غربی آن در غرب کشور ترکیه و شمال شرق دریای مدیترانه قرار دارد.



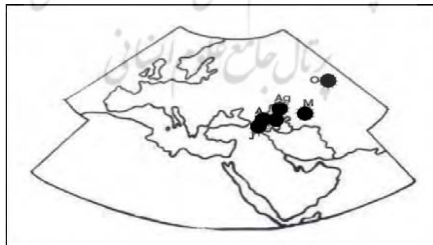
شکل ۶: محل استقرار کم فشارهای دینامیک تراز زمین در روز اول

کم فشارها در روز اوج در بین طول‌های ۲۷ تا ۴۶ درجه‌ی شرقی و ۲۲ تا ۴۳ درجه‌ی شمالی قرار دارند و اساساً بر روی کشورهای عراق، ترکیه و سوریه قرار دارند (شکل شماره ۷). با توجه به موقعیت استقرار مراکز کم فشار در روز اوج نسبت به منطقه‌ی مورد مطالعه و همچنین گردش پاد ساعتگرد هوا در این سیستم‌ها، جریان هوا عمدتاً از روی نواحی بیابانی، کشورهای عراق، سوریه، اردن و همچنین شمال شبه‌جزیره عربستان (بیابان نفود) به سوی ایران و منطقه‌ی مورد مطالعه هدایت می‌شوند و شمال آفریقا در این میان نقش ناچیزی دارد.



شکل ۷: الگوی کلی محل استقرار کم فشارهای دینامیک تراز زمین در روز اوج

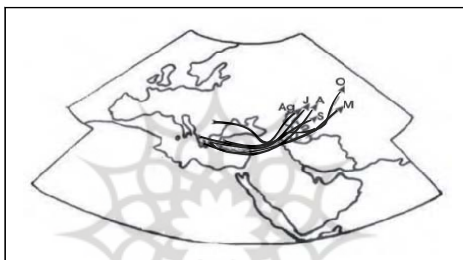
در روز آخر فعالیت موج، مراکز کم فشار متناسب با حرکت فرودهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به سمت شرق و شمال شرق جابجا شده‌اند. این فروبارها در مقایسه با روز اوج که دارای انسجام مکانی بیشتری بودند در روز آخر در گستره‌ی بیشتری پراکنده شده‌اند و در محدوده‌ی ۴۴ تا ۶۷ درجه‌ی شرقی و ۳۸ تا ۵۵ درجه‌ی شمالی قرار گرفته‌اند. این کم فشارها در روز آخر و با منتقل شدن به بالای مدار ۳۸ درجه کاملاً به نواحی شمالی منتقل شده‌اند (شکل شماره ۸). موقعیت مراکز کم فشار در روز آخر به نحوی است که به دلیل دوری از منطقه‌ی مورد مطالعه هیچ تأثیری بر آن ندارد و در صورت نزدیک بودن به منطقه به دلیل واقع شدن در نواحی شمالی و عدم عبور جریان هوا از روی نواحی بیابانی تأثیری در ایجاد گرد و غبار ندارند و به جای هوای گرم و خشک گرد و غباری، بیشتر هوای خنکتر و مرطوبتری از نواحی شمالی به منطقه هدایت می‌کند. کاهش میزان گرد و غبار، افزایش قدرت دید و افزایش رطوبت نسبی در روز پایان فعالیت موج در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشانگر همین موضوع است.



شکل ۸: الگوی کلی محل استقرار کم فشارهای دینامیک تراز زمین در روز آخر

### مسیر کلی جابجایی مراکز کم فشار زمین و فرودهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

مکان شروع مسیر کم فشارها و سیکلون‌های سطح زمین در موج‌های گرد و غباری بررسی شده اغلب از شبه‌جزیره بالکان و شمال شرق دریای مدیترانه می‌باشد که در حرکت خود به سوی شرق تقریباً منطبق با جهت مدارها از جنوب ترکیه و شمال شرق دریای مدیترانه عبور کرده‌اند و در همان جهت تا روی کشورهای ترکیه و عراق ادامه‌ی مسیر داده‌اند. مسیر مربوط به ماه مه با کمی اختلاف بعد از گذشتن از روی دریای سیاه به نقطه عطف مسیر کم‌فشارها در روی عراق رسیده است (شکل شماره ۹).



شکل ۹: الگوی کلی مسیر حرکت و جابجایی کم فشارهای تراز زمین

همانطوری که در شکل نیز مشخص است هماهنگی و نظم قابل توجهی در مسیر کم فشارها وجود دارد و این نظم تا کشور عراق و غرب ترکیه حفظ می‌شود و پس از آن با انحرافی به سمت شمال و شمال شرق جابجا می‌شود.

### نتیجه‌گیری

بررسی الگوهای سینوپتیک سطوح بالا و سطح زمین و همین‌طور روابط آماری بین عناصر جوی در روزهای شروع، اوج و خاتمه‌ی موج‌های گرد و غباری در طول سال در منطقه‌ی غرب کشور به صورت زیر قابل جمع‌بندی است:

۱- منابع اصلی گرد و غبارهایی که به غرب ایران وارد شده‌اند بیشتر از نواحی بیابانی نسبتاً نزدیک به این منطقه مثل صحرای سوریه و یا صحرای نفود در شمال شبه‌جزیره عربستان منشأ می‌گیرند و نقش صحرای کبیر آفریقا در این میان بسیار ناچیز است.

۲- با توجه به موج‌های گرد و غباری بررسی شده در مواقعی که الگوهای فشار با شرایط زیر آرایش یافته باشند، می‌توان شدیدترین روزهای گرد و غباری با حداقل قدرت دید را در غرب ایران بویژه نیمه‌ی جنوبی آن انتظار داشت :

الف : یک فرود نسبتاً عمیق در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال در محدوده‌ی طول جغرافیایی ۳۰ الی ۴۰ درجه شرقی یعنی روی ترکیه و شرق دریای مدیترانه مستقر باشد و حداقل تا مدار ۳۰ درجه شمالی و یا پایین‌تر از آن کشیده شده باشد.

ب : در سطح زمین هم مرکز کم فشاری هماهنگ و مرتبط با فرود تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال در محدوده‌ی جغرافیایی ۳۵ الی ۴۵ درجه شرقی و پایین‌تر از ۴۵ درجه شمالی و بر روی کشورهای عراق و سوریه و غرب ترکیه مستقر باشد که فشار مرکزی آن حدود ۱۰۰۵ هکتو پاسکال یا کمتر از آن باشد.

ج : حداقل یک کم‌فشار (دینامیک یا حرارتی) نسبتاً قوی که دارای فشار کمتر از ۱۰۰۵ هکتو پاسکال باشد بر روی شبه‌جزیره‌ی عربستان و در اطراف مدار رأس‌السرطان (۲۳ درجه‌ی شمالی) وجود داشته باشد.

۳- طی ۸۹ درصد روزهای فعالیت امواج گرد و غباری یک کم‌فشار بر روی شبه‌جزیره‌ی عربستان مشاهده می‌شد که خصوصیت بیشتر آنها حرارتی بود. با توجه به این‌که بیشتر امواج گرد و غباری مورد مطالعه مربوطه به دوره‌ی گرم سال می‌باشد، استقرار کم‌فشارهای حرارتی به دلیل گرمایش شدید شبه جزیره‌ی عربستان در این موقع از سال و موقعیت جغرافیایی شبه‌جزیره عربستان قابل توجه است. بدیهی است موقعیت مراکز کم فشار حرارتی ثابت نبوده و شدت و توان آنها نیز تفاوت‌هایی با هم دارند.

موقعی که کم فشارهای حرارتی در قسمت‌های شمالی شبه جزیره عربستان و یا روی خلیج فارس مستقر هستند، به دلیل نزدیکی به منطقه نقش بیشتری در تشدید و فعالیت گرد و غباری بازی می‌کند. بیشترین تأثیر کم فشارهای حرارتی شبه‌جزیره‌ی عربستان در تشدید و ازدیاد گرد و غبار در منطقه‌ی مورد مطالعه زمانی است که یک فرود تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در موقعیت و فاصله‌ی مناسب از آنها در غرب ایران واقع شده باشد تا بتواند با این فروبراه‌های حرارتی ارتباط پیدا کرده و ضمن حمایت و تقویت آنها باعث تشدید فعالیت آنها نیز بشود در این صورت کم‌فشارهای حرارتی ویژگی حرارتی - دینامیکی پیدا می‌کنند.

## منابع و مآخذ

- ۱- براتی، غلامرضا (۱۳۷۹): «شناخت مخابرات محیطی استان کرمانشاه». چکیده مقالات همایش توسعه اجتماعی استان کرمانشاه.
- ۲- حبیبی نوخندان، مجید (۱۳۷۶): «اقلیم و معماری با تأکید بر معماری خاورمیانه» (ترجمه). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۶.
- ۳- حسین‌زاده، سیدرضا (۱۳۷۶): «یاد‌های ۱۲۰ روزه سیستان». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۶.
- ۴- خوش‌اخلاق، فرامرز (۱۳۸۰): «مطالعه آب و هواشناسی سینوپتیک موسمی تابستانه آسیا در کشور افغانستان» (ترجمه). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۳-۶۴.
- ۵- علیجانی، بهلول (۱۳۷۶): «آب وهوای ایران». انتشارات دانشگاه پیام نور تهران.
- ۶- علیجانی، بهلول و غلامرضا براتی (۱۳۷۵): «تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۰.
- ۷- کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۰): «میکروکلیماتولوژی». انتشارات سازمان همت تهران.
- ۸- نوحی، احمد (۱۳۷۳): «هواشناسی عمومی» (ترجمه). انتشارات علمی و فرهنگی تهران.
- 9-Arimoto, R (2000) Eolian dust and climate: Relationships to source, tropospheric chemistry, transport and deposition. Earth science review. vol 54.
- 10-Engelstadler, S (2001) Dust storm frequencies and their relationships to land surface conditions. Friedrich-Schiller university press. Jena. Germany.
- 11-Goudie A, Midelton N. J (2001) Saharan dust storms: nature and consequences: Earth science review. vol 56.
- 12-Hamish A, Grant M, Tanish A, Sturman P and Zavtar P (2001) Inter-regional transport of Australian dust storms. Soil erosion research for the 21 th century. Proceeding of int. symp. Honolulu. HLUSA.
- 13-Wang W (2005) A synoptic model on east Asian dust emission and transport. Atmospheric science and air quality conferences. Beijing. China
- 14-Weihong Q and Shaoyinshi (2001) Variations of the dust storm in China and its climatic control. Journal of climate. vol 15.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی