

تحلیل همدیدی و الگوی فشاری رخدادهای گرد و غبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران

ساویز صحت کاشانی^۱، مجید وظیفه دوست^{۲*}، غلامعلی کمالی^۳، عباسعلی علی اکبری بیدختی^۴

۱- دکتری هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران،

۲- استادیار، گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه هواشناسی، تهران، ایران،

۴- استاد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۶/۰۷

تاریخ وصول مقاله: ۹۴/۰۲/۰۶

چکیده

با توجه به اهمیت پدیده گردوغبار و آثار ناشی از آن، در این تحقیق بارسازی رخداد گرد و غبار با استفاده از بررسی‌های ناشی از پردازش ساعتی کاهش پارامتر دید افقی ناشی از رخداد گرد و غبار مربوط به ۳۵ ایستگاه هواشناسی همدیدی در دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۰۹ و شرایط همدیدی تأثیرگذار بر شکل‌گیری گرد و غبار در فصل‌های سال با استفاده از داده‌های دوباره تحلیل شده روزانه مربوط به پارامترهای فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل و میدان باد از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی تحقیقات جوی (NCEP/NCAR) صورت گرفت. بدین منظور برای فصل بهار رخداد گرد و غبار ۸-۹ ژوئن ۲۰۰۸، برای فصل تابستانه رخداد گرد و غبار ۶-۴ ژوئیه ۲۰۰۹ و فصل پاییزه رخداد گرد و غبار ۱۷-۱۸ سپتامبر ۲۰۰۸ انتخاب گردیده است. ملاک انتخاب روزهای گرد و غباری شاخص، گزارش گرد و غبار در اکثر ایستگاه‌ها، حداقل دید و حداکثر تداوم می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد از روزهای گرد و غباری، دارای منشا فرامحلی بوده و از فراسوی مرزهای کشور وارد شده است که در حقیقت تعیین‌کننده الگوهای حاکم در تشکیل گرد و غبار در جنوب غرب کشور می‌باشد، روزهای با گزارش گرد و غبار فرامحلی ملاک انتخاب در تعیین روزهای شاخص بوده است. نتایج نشان می‌دهد استقرار سامانه کم فشار مدیترانه‌ای در مناطق غرب و جنوب غرب ایران به‌همراه تأثیر سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای روی کشور از یک سو و تأثیر پارامتر باد از سوی دیگر منجر به شکل‌گیری رخداد گرد و غبار در فصل بهار می‌گردد. در الگوی گرد و غبار تابستانه جنوب غرب کشور تحت تأثیر زبانه‌های سامانه کم فشار حرارتی عربستان و پاکستان می‌باشد و در الگوی پاییزه ناهم‌موجود بر روی دریای سیاه و شمال مدیترانه فعال‌گشته، زبانه‌های آن بیابانهای خاورمیانه را متاثر ساخته و ناپایداری در این مناطق را در پی داشته است.

کلید واژگان: گرد و غبار، همدیدی، الگوی فشاری، دید افقی.

مقدمه

شده است، به منظور تعیین ویژگی‌های رخداد گرد و غبار و پایش آن مفید می‌باشد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۲؛ Zhao, 2012).

با توجه به اهمیت پدیده گردوغبار و آثار ناشی از آن، در این تحقیق بارزسازی رخداد گرد و غبار با استفاده از بررسی‌های ناشی از پردازش ساعتی کاهش پارامتر دید افقی ناشی از رخداد گرد و غبار مربوط به ۳۵ ایستگاه هواشناسی هم‌دیدگی در دوره آماری ۲۰۰۹-۲۰۰۰ و شرایط هم‌دیدگی تأثیرگذار بر شکل‌گیری گرد و غبار در فصل گرم سال با استفاده از داده‌های دوباره تحلیل شده‌روزانه مربوط به پارامترهای فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل و میدان باد از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی تحقیقات جوی (NCEP/NCAR) صورت می‌پذیرد. ملاک انتخاب روزهای گرد و غباری شاخص، گزارش گرد و غبار در اکثر ایستگاهها، حداقل دید و حداکثر تداوم می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد از روزهای گرد و غباری، دارای منشا فرامحلی بوده و از فراسوی مرزهای کشور وارد شده است که در حقیقت تعیین‌کننده الگوهای حاکم در تشکیل گرد و غبار در جنوب غرب کشور می‌باشد، روزهای با گزارش گرد و غبار فرامحلی ملاک انتخاب در تعیین روزهای شاخص بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور تحلیل هم‌دیدگی سامانه‌های ایجادکننده گرد و غبار در جنوب غرب ایران، ابتدا با استفاده از داده‌های هواشناسی، روزهای همراه با گرد و غبار تعیین گردید. جهت تعیین سامانه‌های ایجادکننده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه در فصل گرم سال، روزهای خاص گرد و غباری که در ۳۵ ایستگاه هم‌دیدگی غرب و جنوب غرب کشور تأثیرگذار بوده جهت مطالعه انتخاب شده است. منظور از روزهای خاص، روزهایی است که در اکثر ایستگاه‌ها کمترین مقدار دید افقی و همچنین تداوم بالای

یکی از مهمترین پدیده‌های اقلیمی عصر حاضر در مناطق خشک و نیمه خشک جهان رخداد گرد و غبار^۱ است (عبدالخانی، ۱۳۸۹). شواهد فراوانی نشان دهنده تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم گردوغبار بر روی تغییرات اقلیمی در مقیاس جهانی و محلی می‌باشد (IPCC، ۲۰۰۷). با توجه به تأثیر رخداد گرد و غبار به عنوان یک پدیده اقلیمی شاخص بر امنیت حمل و نقل هوایی (Wang, 2003) و (Gouadi & Middleton, 1992)، کاهش محصولات کشاورزی (گربوانی و همکاران، ۲۰۱۱)، تأثیرات اقلیمی همچون تأثیر بر دمای کره زمین با در نظر گرفتن نقش آن در جذب و پراکندگی تابش خورشیدی و تشکیل ابر (Toon, 2003) و نیز فعالیت‌های همرفتی (Wong & Desler, 2005) از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. از طرفی گرد و غبار نقش قابل توجهی در کیفیت هوای شهری دارد. با توجه به طول عمر کوتاه این رخداد و ارتباط آن با وضعیت الگوهای هم‌دیدگی مستقر در منطقه، پایش آن با چالش روبرو است (Zhao, 2012). به دلیل موقعیت جغرافیایی ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، این کشور همواره در معرض سامانه‌های گرد و غباری قرار می‌گیرد (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴). طوفان‌های گرد و غبار^۲ به عنوان یکی از منابع اصلی ذرات معدنی یک خطر جدی زیست محیطی محسوب می‌شود (Prospero et. al, 2002). بیشتر گرد و غبارهای فراگیر و گسترده مشاهده شده در مناطق غرب و جنوب غرب کشور منشاء فرامحلی دارد؛ چرا که این مناطق در مسیر ورود چرخندها و سامانه‌های منتقل‌کننده گرد و غبار به کشور قرار دارد (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴). با توجه به محدودیت در دیدبانی‌های ایستگاه‌های زمینی سنجش آلودگی هوا، بکارگیری روش‌های سنجش از دور بمنظور بارزسازی رخداد گرد و غبار یاری‌رسان است (Qu et. al, 2006). سنجنده مادیس^۳ که بر روی دو سکوی اکوا^۴ و ترا^۵ نصب

1. Dust
3. Dust Storm
5. Aqua
7. National Centers for Environmental Prediction

2. Intergovernmental Panel on Climate Change
4. MODIS
6. Terra
8. National Center for Atmospheric Research

است. کمترین میزان کاهش دید افقی در این روز در ایستگاه آبادان به میزان ۲۰۰ متر بوده است (جدول ۱). در روز ۸ ژوئن بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۱- الف) یک هسته مرکز کم‌فشار در جنوب خلیج فارس در مناطق شرقی عربستان با مرکز فشار ۹۹۶ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود. همزمان مرکز کم فشاری با فشار مرکزی ۹۹۶ هکتوپاسکال در جنوب شرق کشور مشاهد می‌شود. در این روز بخش عظیمی از کشور تحت تأثیر زبانه‌های این مراکز قرار گرفته است. به طوریکه زبانه‌های ۹۹۹ هکتوپاسکالی آن تا بخش‌های جنوبی عربستان امتداد یافته است. مرکز پرفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکالی نیز در شمال دریای سیاه مشاهده می‌شود که زبانه‌های آن مناطق مرکزی دریای خزر را تحت تأثیر قرار داده است. در روز ۹ ژوئن (شکل ۱- ب) مرکز کم فشار مستقر بر روی عربستان از بین رفته است. همچنین زبانه ۹۹۹ هکتوپاسکالی مرکز کم فشار جنوب شرق کشور مناطق بزرگتری از جنوب غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. در این روز افزایش فشار در مناطق مرکزی دریای خزر رخ داده است به طوریکه زبانه ۱۰۱۷ هکتوپاسکالی آن این مناطق را تحت تأثیر قرار داده است. همچنین گرادیان فشار قوی در بخش‌های شمال و شمال غرب کشور دیده می‌شود که خود باعث ایجاد باد و صعود ذرات گرد و غبار در این مناطق می‌شود. در روز ۸ ژوئن (شکل ۱- ج) یک هسته گردش چرخندی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با مرکز ۵۶۵۰ ژئوپتانسیل متر در شمال دریای مدیترانه بر روی مناطق جنوب شرقی یوگسلاوی دیده می‌شود که خط ناوه آن به حالت نصف النهاری از بخش‌های مرکزی دریای مدیترانه عبور می‌کند. همچنین ناوه‌ای در غرب کشور مشاهده می‌شود که خط ناوه آن تقریباً به صورت نصف النهاری از مناطق شرقی عراق عبور می‌کند. منطقه صعود ذرات گرد و غبار در شرق خط ناوه قرار دارد و این منطقه درگیر فرارفت تاوایی مثبت است که مناطق غربی کشور را در بر می‌گیرد. پشته این سامانه بخش‌های مرکزی و جنوبی کشور را تحت تأثیر قرار داده است که خط پشته ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متری آن تقریباً به صورت نصف النهاری از روی مناطق شرقی کشور عبور می‌کند. در روز ۹ ژوئن (شکل ۱- د) سامانه کم ارتفاع

گرد و غبار وجود داشته است. پس از تعیین روزهای گرد و غباری، الگوی بهاره، تابستانی و پاییزه با استفاده از نقشه‌های ۴ مؤلفه فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، مؤلفه مداری باد و مؤلفه نصف النهاری باد حاصل از مرکز ملی پیش بینی محیطی و مرکز ملی تحقیقات جوی مورد بررسی قرار گرفته است که بعنوان مطالعه موردی برای فصل بهار رخداد گرد و غبار ۸-۹ ژوئیه ۲۰۰۸، برای فصل تابستانه رخداد گرد و غبار ۶-۴ ژوئیه ۲۰۰۹ و فصل پاییزه رخداد گرد و غبار ۱۷-۱۸ سپتامبر ۲۰۰۸ انتخاب گردیده است. نقشه روزهای قبل از ورود رخداد و روز وقوع رخداد با برنامه‌نویسی در محیط نرم افزار گردس ترسیم شد.

نتایج و بحث تحلیل همدیدی

به منظور تحلیل همدیدی سامانه‌های ایجاد کننده گرد و غبار در جنوب غرب ایران، ابتدا با استفاده از داده‌های هواشناسی، روزهای همراه با گرد و غبار تعیین گردید. جهت تعیین سامانه‌های ایجاد کننده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه، روزهای خاص گرد و غباری که در اکثر ایستگاه‌ها تأثیرگذار بوده جهت مطالعه انتخاب شده است. منظور از روزهای خاص، روزهایی است که در اکثر ایستگاه‌ها کمترین مقدار دید افقی و همچنین تداوم بالای گرد و غبار وجود داشته است. با توجه به تعیین روزهای گرد و غباری سه الگوی بهاره، تابستان و پاییزه انتخاب شد. این الگوها با استفاده از نقشه‌های ۴ مؤلفه فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، مؤلفه مداری باد و مؤلفه نصف النهاری باد مورد بررسی قرار گرفته است.

الگوی بهاره گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

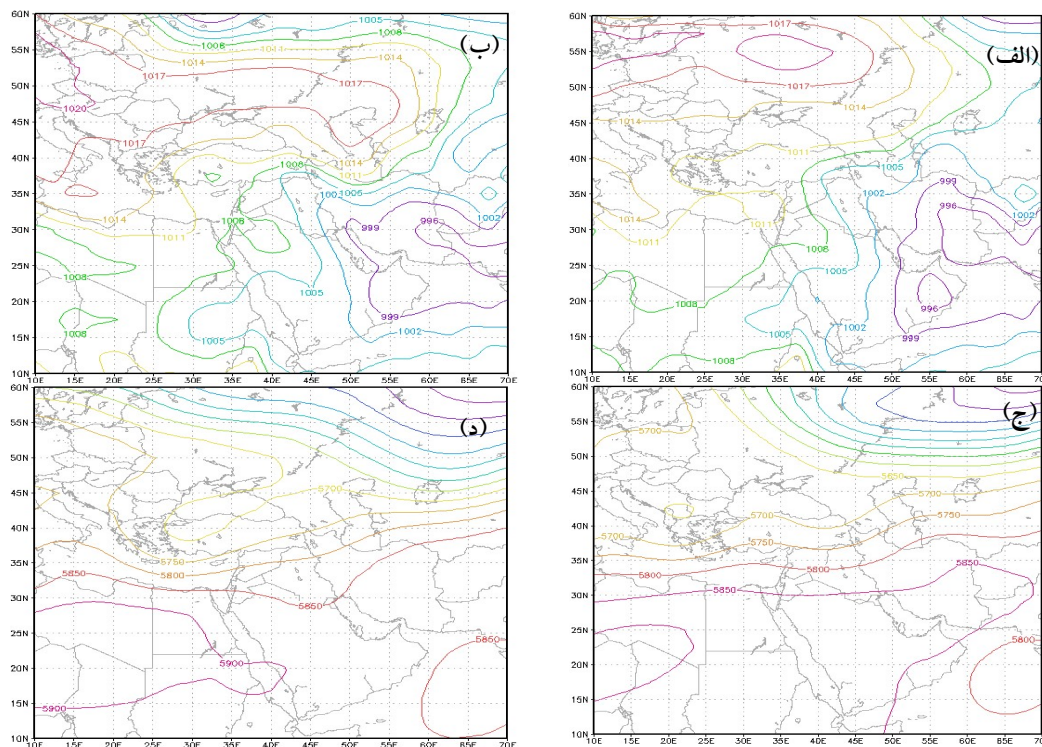
الگوی استخراج شده از این نوع سامانه، الگوی بهاره منتخب ۸ و ۹ ژوئن ۲۰۰۸ است.

بررسی‌های ۱۰ ایستگاه همدیدی در منطقه غرب و جنوب غرب کشور نشان داد که با ورود موج گرد و غباری کاهش تدریجی دید افقی از روز قبل آغاز شده تا اینکه در روز ۹ ژوئن در اکثر نقاط گزارش گرد و غبار ارائه شده

مدیترانه‌ای با خط ناوهای که از بخش‌های شرقی لیبی عبور می‌کند به سمت شرق جابجا شده است و باعث ایجاد ناپایداری در مناطق بیابانی خاورمیانه می‌شود. در روز ۱۰ ژوئن اغلب نقاط کشور تحت تأثیر پشته سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای است که نشان دهنده شرایط پایدار و فرونشینی ذرات گرد و غبار می‌باشد.

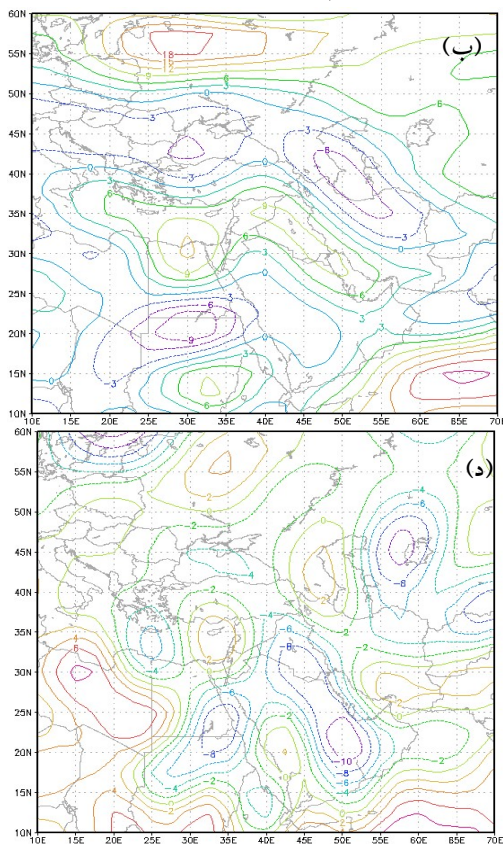
جدول ۱- حداقل دید افقی روز ورود گردوغبار و روز اوج گردوغبار ژوئن ۲۰۰۸

ایستگاه	دید افقی در روز ورود گرد و غبار (۸ ژوئن)	دید افقی در اوج گرد و غبار (۹ ژوئن)
صفی آباد	۷۰۰	۱۰۰۰
مسجد سلیمان	۵۰۰	۱۰۰۰
آبادان	۳۰۰	۲۰۰
کرمانشاه	۶۰۰	۸۰۰
کنگاور	۴۰۰۰	۱۰۰۰
سندج	۴۰۰۰	۵۰۰
خرم آباد	۶۰۰۰	۷۰۰
همدان (فرودگاه)	۶۰۰۰	۲۰۰۰
بوشهر	۷۰۰۰	۱۰۰۰
فسا	۸۰۰۰	۵۰۰۰

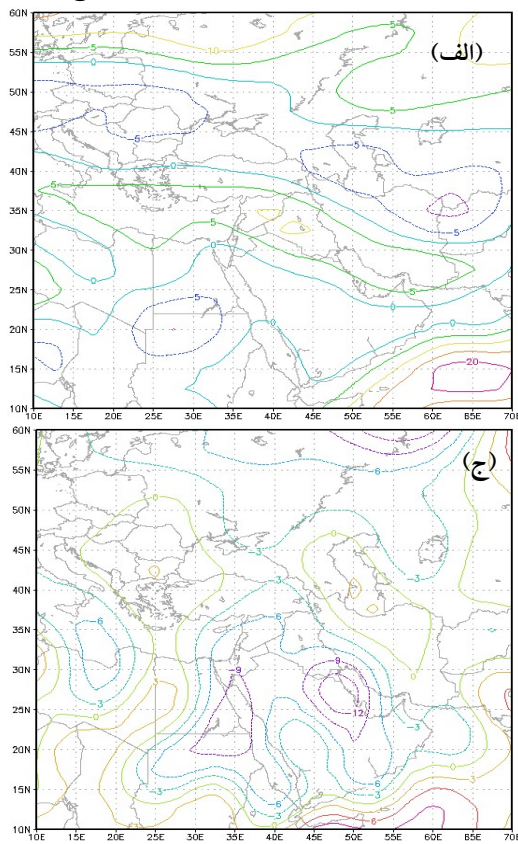


شکل ۱- الف): فشار تراز دریا در تاریخ ۸ ژوئن ۲۰۰۸، (ب-۱): فشار تراز دریا در تاریخ ۹ ژوئن ۲۰۰۸ (ج-۱): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۸ ژوئن ۲۰۰۸ و (د-۱): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۹ ژوئن ۲۰۰۸

تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هسته بیشینه باد شمالی با حداکثر مقدار $12 m/s$ بر روی کویت و شمال شرق عربستان قرار دارد. زبانه $9 m/s$ آن مناطق جنوبی عراق را تحت تأثیر قرار داده است. در این روز غرب کشور تحت تأثیر بادهای ضعیف نصف النهاری شمالی است. در روز ۹ ژوئن (شکل ۲-د) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک هسته بیشینه باد نصف النهاری که در روز قبل بر روی کویت و شمال شرق عربستان قرار داشت پایین آمده و در جنوب شرق عربستان دیده می‌شود. این هسته در این روز اندکی تضعیف شده است و به مقدار $10 m/s$ رسیده است. در غرب کشور نیز باد شمالی اندکی تضعیف شده است. در این روز شاهد افزایش بادهای نصف النهاری جنوبی در بخش‌های جنوبی و غرب کشور هستیم.



در روز ۸ ژوئن (شکل ۲-الف) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال دو هسته بیشینه باد مداری با مقدار $10 m/s$ بر روی مناطق مرکزی عراق و شرق سوریه دیده می‌شود. هر چه از عراق به سمت شرق حرکت کنیم مؤلفه باد مداری ضعیف می‌شود. زبانه $5 m/s$ این هسته قوی جنوب غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. در این روز کل مناطق جنوبی کشور تحت تأثیر بادهای مداری غربی است. مناطق شمال شرقی کشور تحت تأثیر بادهای مداری شرقی است. در روز ۹ ژوئن (شکل ۲-ب) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هسته قوی باد مداری که در روز قبل بر روی عراق قرار داشت، ضمن حرکت به سمت جنوب شرق اندکی تضعیف شده است. زبانه $6 m/s$ این هسته جنوب غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. در روز ۸ ژوئن (شکل ۲-ج) در



شکل ۲-الف): مؤلفه مداری باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۸ ژوئن ۲۰۰۸، (ب-۲): مؤلفه مداری باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ

۹ ژوئن ۲۰۰۸ (ج-۲): مؤلفه نصف النهاری تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۸ ژوئن ۲۰۰۸ و (د-۲): مؤلفه نصف النهاری تراز ۸۵۰

هکتوپاسکال در تاریخ ۹ ژوئن ۲۰۰۸

الگوی تابستانه گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه‌های آبادان، کرمانشاه، خرم آباد و سنندج به میزان ۱۰۰ متر بوده است. در روز بعد از گرد و غبار نیز همچنان در برخی از ایستگاه‌های استان خوزستان و کرمانشاه دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر می‌باشد. این الگو از الگوهای گرد و غباری با منشأ کشور عراق است (جدول ۲).

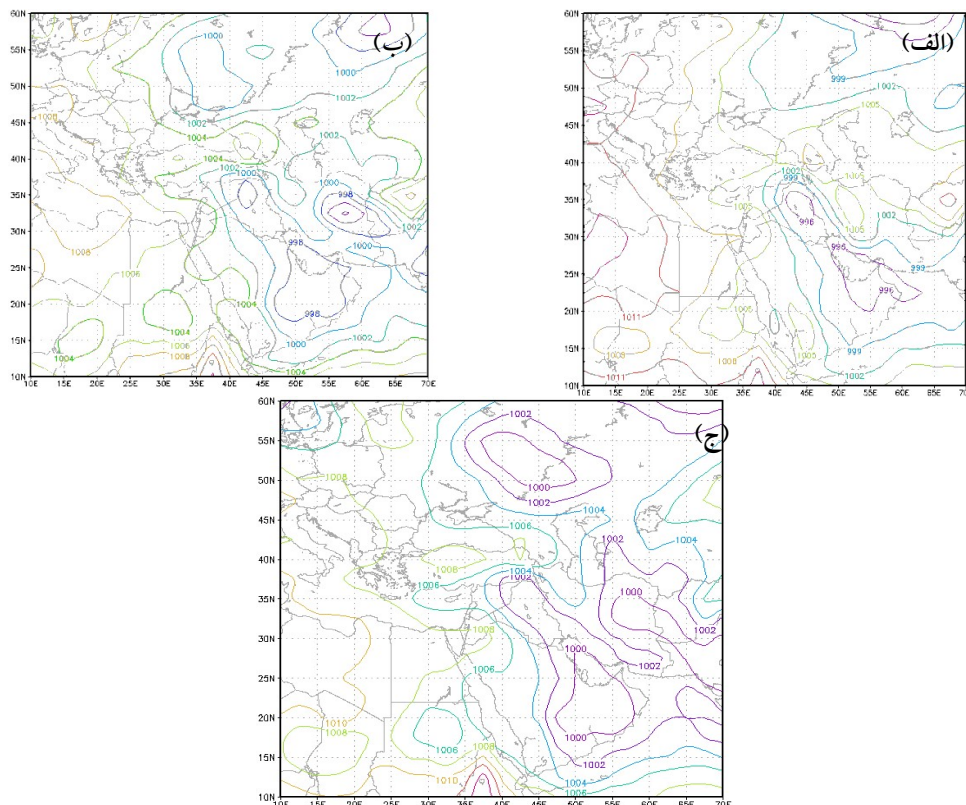
داده‌های ۱۰ ایستگاه همدیدی در منطقه غرب و جنوب غرب کشور نشان داد که با ورود موج گرد و غباری کاهش تدریجی دید افقی از روز قبل آغاز شده تا اینکه در ۵ ژوئیه ۲۰۰۹ در اکثر نقاط گزارش گرد و غبار اعلام شده است. کمترین میزان کاهش دید افقی در این روز در

جدول ۲- حداقل دید افقی روز ورود، اوج گرد و غبار و روز بعد گردوغبار جولای ۲۰۰۹

ایستگاه	دید افقی در روز ورود گرد و غبار (۴ جولای)	دید افقی در روز اوج گرد و غبار (۵ جولای)	دید افقی در روز بعد از گرد و غبار (۶ جولای)
صفی آباد	۳۰۰	۲۰۰	۷۰۰
مسجد سلیمان	۸۰۰	۲۰۰	۲۰۰
آبادان	۸۰۰	۱۰۰	۳۰۰
کرمانشاه	۲۰۰	۱۰۰	۶۰۰
کنگاور	۸۰۰	۳۰۰	۱۰۰۰
سنندج	۱۲۰۰	۱۰۰	۸۰۰
خرم آباد	۲۰۰۰	۱۰۰	۶۰۰
همدان (فرودگاه)	۱۵۰۰	۵۰۰	۱۵۰۰
بوشهر	۱۰۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰
فسا	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰

ژوئیه بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۳-ج) مرکز کم فشار مستقر بر روی عراق از بین رفته است. همچنین مرکز کم فشار مستقر بر خلیج فارس تضعیف شده است و به فشار مرکزی ۱۰۰۰ هکتو پاسکال رسیده است که تضعیف همگرایی و تقویت حرکات فرونشینی در منطقه را خواهیم داشت.

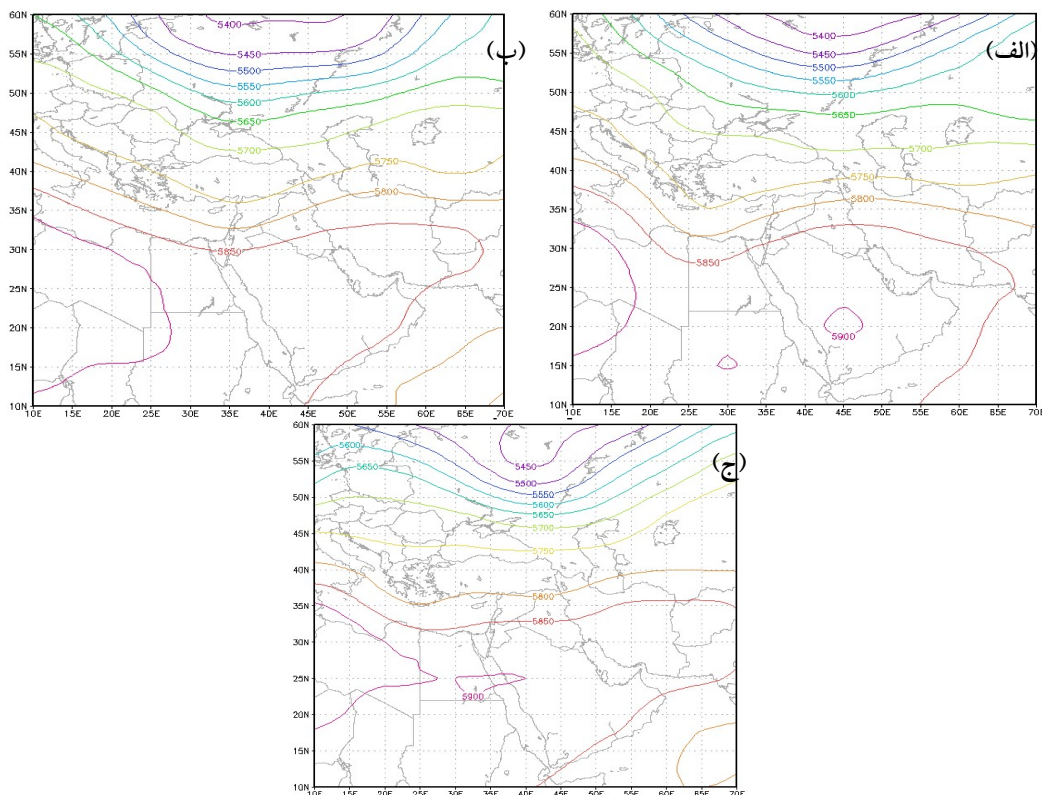
در روز ۴ ژوئیه بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۳-الف) یک مرکز کم فشار با فشار مرکزی ۹۹۶ هکتو پاسکال در عراق دیده می‌شود. همزمان مرکز کم فشار دیگری با فشار مرکزی ۹۹۶ هکتو پاسکال بر روی خلیج فارس مشاهده می‌شود که تا بخش‌های شرقی عربستان امتداد یافته است. زبانه‌های این مراکز کم فشار مناطق غربی کشور را تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به مراکز کم فشار، همگرایی و حرکات صعودی در منطقه وجود داشته و موجب صعود ذرات گرد و غبار از سطح زمین می‌شود. در روز ۵ ژوئیه بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۳-ب) مراکز کم فشاری که در روز قبل بر روی عراق و خلیج فارس قرار داشت اندکی تضعیف شدند و به فشار مرکزی ۹۹۸ هکتو پاسکال رسیده‌اند. نواحی غربی کشور تحت تأثیر زبانه ۱۰۰۰ هکتو پاسکالی این مراکز می‌باشند که صعود ذرات گرد و غبار را در این مناطق فراهم می‌کند. در روز ۶



شکل (۳-الف): فشار تراز دریا در تاریخ ۴ جولای ۲۰۰۹، (۳-ب): فشار تراز دریا در تاریخ ۵ جولای ۲۰۰۹ و (۳-ج): فشار تراز دریا در تاریخ ۶ جولای ۲۰۰۹

پاکستان و افغانستان ادامه یافته است که باعث فرونشینی ذرات گرد و غبار می‌شود. مناطق جنوبی کشور تحت تأثیر سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای با خط هم‌تراز ۵۸۵ هکتو پاسکالی می‌باشد. در روز ۶ ژوئیه (شکل ۴-ج) ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی با سرعت زیاد به سمت شرق جابجا شده است. در این روز سامانه مورد نظر با خط هم‌تراز بسته ۵۴۵ هکتوپاسکالی دیده می‌شود که خط ناوه آن به حالت نصف‌النهاری از روی عراق عبور می‌کند. در این روز اکثر نقاط کشور تحت تأثیر سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای است که شاخص پایداری هوا می‌باشد.

در روز ۴ ژوئیه (شکل ۴-الف) در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی ناوه عمیقی در بخش‌های مرکزی دریای مدیترانه دیده می‌شود که خط ناوه آن از مناطق شمالی لیبی عبور می‌کند. در این روز کشور تحت تأثیر زبانه‌های ناشی از سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای است و شرایط پایداری را در کشور وجود دارد. در روز ۵ ژوئیه (شکل ۴-ب) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی سامانه مورد نظر با حرکت سریع خود به سمت شرق در مناطق شرقی دریای مدیترانه دیده می‌شود که خط ناوه آن به حالت نصف‌النهاری از روی مناطق شمالی دریای سرخ عبور می‌کند. مناطق غربی کشور در جلوی این خط ناوه قرار دارد که امواج متأثر از این سامانه سبب ایجاد ناپایداری در نیمه غربی کشور شده است. منطقه صعود در شرق خط ناوه قرار دارد و این منطقه درگیر فرارفت تاوایی مثبت است که سبب توسعه چرخند در لایه زیرین می‌شود. پشته این سامانه نیز تقریباً به صورت نصف‌النهاری از روی دریای خزر تا روی بخش‌های غربی



شکل (۴-الف): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۴ جولای ۲۰۰۹، (۴-ب): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۵ جولای ۲۰۰۹ و (۴-ج): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۶ جولای ۲۰۰۹

الگوی پاییزه گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

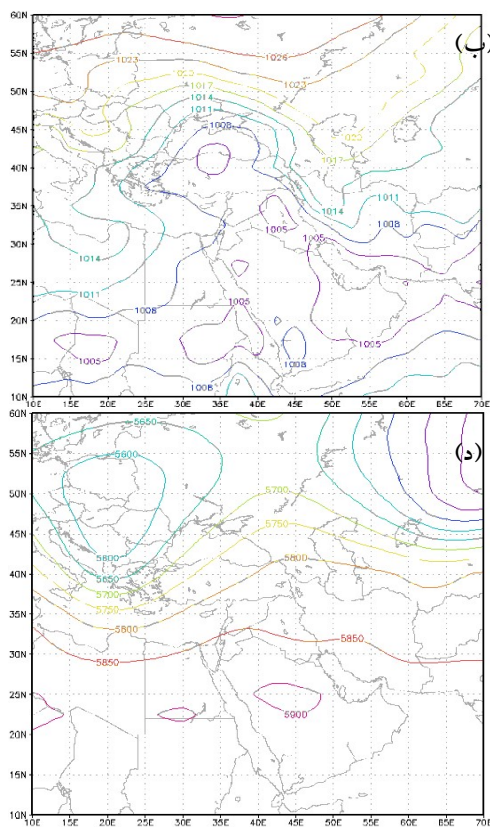
الگوی استخراج شده از این نوع سامانه، الگوی پاییزه منتخب ۱۶ و ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸ است.

جدول (۳): حداقل دید افقی روز ورود و اوج گردوغبار سپتامبر ۲۰۰۸

ایستگاه	دید افقی در روز ورود گرد و غبار (۱۶ سپتامبر)	دید افقی در اوج گرد و غبار (۱۷ سپتامبر)
صفی آباد	۸۰۰	۴۰۰
آغاجاری	۱۵۰۰	۵۰۰
آبادان	۵۰۰	۴۰۰
کرمانشاه	۴۰۰	۵۰۰
کنگاور	۲۰۰۰	۴۰۰۰
سندج	۶۰۰۰	
خرم آباد	۱۲۰۰	۲۰۰۰
همدان (فرودگاه)	۵۰۰۰	۵۰۰۰
بوشهر	۲۵۰۰	۵۰۰

خاک در غرب و جنوب غرب ایران گردید. تحلیل نقشه‌ها در ادامه آورده شده است. در روز ۱۶ سپتامبر بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۵-الف) یک مرکز کم فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۸ هکتوپاسکال بر روی عراق دیده می‌شود. همزمان مرکز کم فشار دیگری با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی تنگه هرمز مشاهده می‌شود که تا بخش‌های شرقی عربستان و غرب دریای عمان امتداد یافته است. زیانه‌های این مراکز کم فشار مناطق غربی کشور را تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به مراکز کم فشار، همگرایی و حرکات صعودی در منطقه وجود داشته و موجب صعود ذرات گرد و غبار از سطح زمین می‌شود.

بررسی‌های ۱۰ ایستگاه همدیدی در منطقه غرب و جنوب غرب نشان داد که با ورود موج گرد و غباری کاهش تدریجی دید افقی از روز قبل آغاز شده تا اینکه در ۱۷ سپتامبر در اکثر نقاط گزارش گرد و غبار داشتیم. کمترین میزان کاهش دید افقی در این روز در ایستگاه‌های آبادان و صفی آباد به میزان ۴۰۰ متر بوده است (جدول ۳). این الگو نیز از الگوهای گرد و غباری با منشأ کشور عراق است. قبل از ایجاد گرد و غبار در جنوب غرب کشور در ۱۴ سپتامبر باد ۳۳ کیلومتر در ساعت با تداوم وزش خود سبب ایجاد باد و گرد و خاک در کشور عراق شد که با مهیا بودن سایر شرایط به بیابان‌های عراق کشیده شد و سبب ایجاد گرد و



شکل ۵-الف): فشار تراز دریا در تاریخ ۱۶ سپتامبر ۲۰۰۸، ۵-ب): فشار تراز دریا در تاریخ ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸ (۵-ج): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۶ سپتامبر ۲۰۰۸ و ۵-د): ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸

همزمان مرکز کم فشاری که بر روی تنگه هرمز قرار داشت تقویت شده و به فشار مرکزی ۱۰۰۲ هکتوپاسکال رسیده است. در این روز فشار بر روی مناطق غربی کشور کاهش

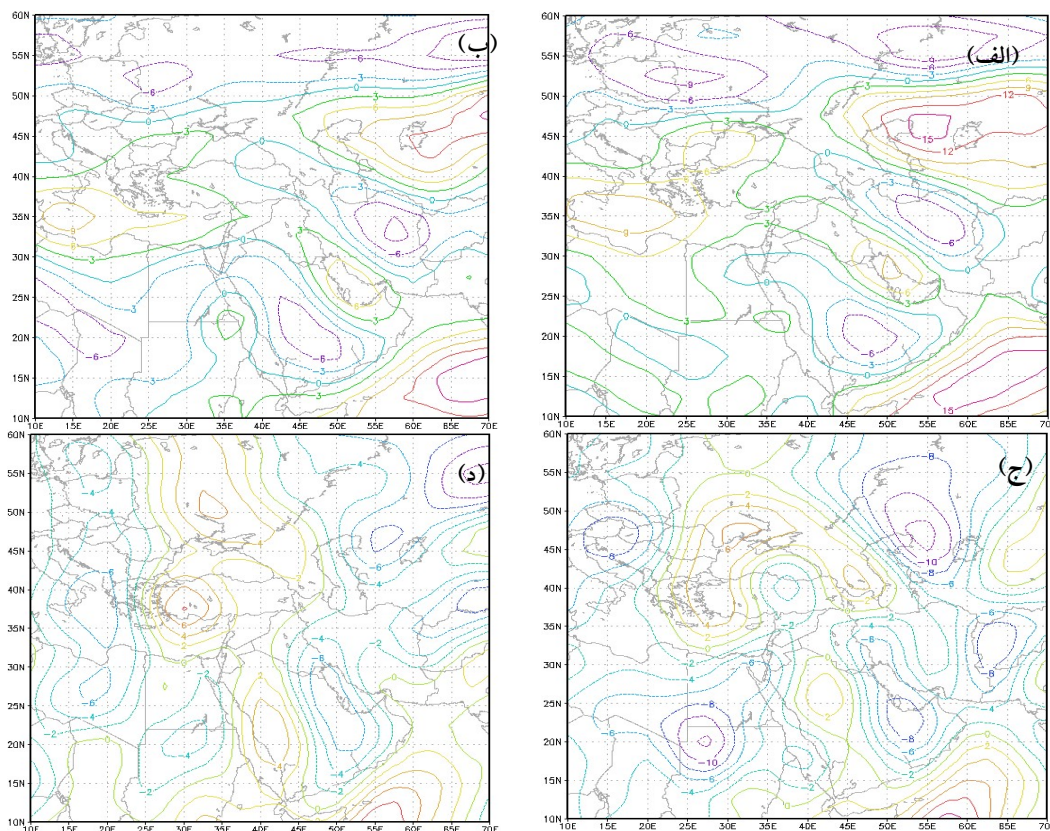
در روز ۱۷ سپتامبر بر روی نقشه فشار تراز دریا (شکل ۵-ب) مرکز کم فشار مستقر بر روی عراق تقویت شده و به فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال رسیده است.

۱۷ سپتامبر (شکل ۵-د) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال سامانه مورد نظر با خط هم‌تراز بسته ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر به سمت شرق حرکت کرده است. امواج متناثر از این سامانه سبب ناپایداری در مناطق بیابانی خاورمیانه می‌شود. همچنین ناوه ضعیفی در جنوب شرق عراق دیده می‌شود که باعث ناپایداری در جنوب غرب کشور می‌شود.

در روز ۱۶ سپتامبر (شکل ۶-الف) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هسته باد مداری غربی با مرکز 9 m/s در شرق کویت بر روی خلیج فارس مشاهده می‌شود که زبانه‌های آن عراق و جنوب غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. هسته باد مداری شرقی با مرکز 6 m/s در بخش‌های شمال شرقی کشور مستقر است که زبانه‌های آن شمال غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است.

یافته که باعث تقویت حرکات صعودی در این مناطق می‌شود. همچنین گرادیان فشار قوی در بخش‌های غربی کشور وجود دارد که خود باعث ایجاد باد و صعود ذرات گرد و غبار در این مناطق می‌شود.

در روز ۱۶ سپتامبر (شکل ۵-ج) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرکز چرخندی با خط هم‌تراز بسته ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر از جنوب لهستان تا شمال دریای مدیترانه دیده می‌شود که خط ناوه آن به حالت نصف النهاری از مناطق شرقی لیبی عبور می‌کند. مناطقی که در شرق خط ناوه قرار دارند، درگیر فرارفت تاوایی مثبت است که باعث صعود ذرات گرد و غبار در این مناطق می‌شود. در این روز کشور تحت تأثیر زبانه‌های سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای می‌باشد به طوریکه خط هم‌تراز ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متری آن مناطق جنوبی کشور را تحت تأثیر قرار داده است. در روز



شکل (۶-الف): مؤلفه مداری باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۶ سپتامبر ۲۰۰۸، (۶-ب): مؤلفه مداری باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸ (۶-ج): مؤلفه نصف النهاری تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۶ سپتامبر ۲۰۰۸ و (۶-د): مؤلفه نصف النهاری تراز

۸۵۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸

در الگوی گرد و غبار تابستانه جنوب غرب کشور تحت تأثیر زبانه‌های سامانه کم فشار حرارتی عربستان و پاکستان می‌باشد. از طرفی در شمال آفریقا و شرق اروپا سامانه پرفشار حاکم است که گرادیان فشاری در منطقه را در پی دارد. این در حالیست که سامانه پرارتفاع جنب حاره در سطوح میانی جو حاکم است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی ناوه عمیق موجود در منطقه، منجر به تولید امواج ناپایدار گشته که نواحی شمال غرب تا جنوب غرب کشور را متأثر ساخته و سبب ایجاد گرد و غبار گسترده‌ای در نیمه غربی کشور می‌گردد. در روزهای اوج گرد و غبار با نزدیکی و تأثیر بیشتر ناوه، ارتفاع ژئوپتانسیلی در نواحی غرب و جنوب غرب تقویت گشته؛ از طرفی مؤلفه مداری و نصف النهاری باد در هنگام تولید گرد و غبار بر روی بیابان‌های کشورهای عربی همجوار مثبت می‌باشد.

در الگوی گرد و غباری پاییزه سامانه کم فشار حرارتی و سامانه پرارتفاع جنب حاره‌ای به عنوان دو عامل مهم در شکل‌گیری الگوی گرد و غباری پاییزه در نظر گرفته می‌شود. فعالیت زبانه‌های سامانه کم فشار حرارتی بخصوص در نواحی جنوب غرب کشور از یک سو و استقرار سامانه کم ارتفاع مدیترانه‌ای از سوی دیگر، منجر به تولید پدیده گرد و خاک به ویژه در بیابان‌های عراق می‌گردد. به عبارت بهتر در الگوی پاییزه ناوه موجود بر روی دریای سیاه و شمال مدیترانه فعال گشته، زبانه‌های آن بیابان‌های خاورمیانه را متأثر ساخته و ناپایداری در این مناطق را در پی دارد. این در حالیست که استقرار سامانه پرارتفاع جنب حاره در تراز میانی جو امکان نشست گرد و غبار را در نواحی غربی و جنوب غرب کشور فراهم می‌کند. به دلیل عدم وجود رطوبت و از طرفی وضعیت فشاری در سطح زمین، ماندگاری سامانه منجر به رخداد باد و گرد و غبار در منطقه می‌گردد. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات میهن پرست (۱۳۸۹)، سی سی پور (۱۳۹۰) و فخرایی پور (۱۳۹۰) همخوانی دارد.

در روز ۱۷ سپتامبر (شکل ۶-ب) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هسته باد مداری غربی که در روز قبل در شرق کویت بر روی خلیج فارس قرار داشت ضمن حرکت به سمت جنوب شرق، تضعیف شده است. کماکان زبانه‌های این هسته بیشینه جنوب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. بر روی عراق نیز مؤلفه باد مداری تضعیف شده است. در این روز مناطق شمال غرب کشور تحت تأثیر بادهای ضعیف مداری شرقی است. در روز ۱۶ سپتامبر (شکل ۶-ج) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بیشینه باد نصف النهاری شمالی با مقدار $8 m/s$ در جنوب خلیج فارس مشاهده می‌شود. زبانه‌های این مرکز بیشینه، شرق عراق، غرب و جنوب غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. مناطق شمال غربی کشور تحت تأثیر بادهای ضعیف نصف النهاری جنوبی هستند. هر چه از سمت مناطق غربی ایران به سمت شرق حرکت کنیم مؤلفه باد نصف النهاری ضعیف می‌شود. در روز ۱۷ سپتامبر شکل (شکل ۶-د) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال هسته بیشینه‌ای که در روز قبل در جنوب خلیج فارس مستقر بود ضمن تضعیف بالاتر آمده و به مقدار $6 m/s$ رسیده است. همچنین در مناطق غربی کشور نیز شدت بادهای نصف النهاری شمالی تضعیف شده است. در این روز اکثر نقاط کشور تحت تأثیر بادهای نصف النهاری شمالی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در الگوی گرد و غباری بهاره سامانه کم فشار موجود بر روی مدیترانه در نواحی غربی کشور عراق منجر به ناپایداری می‌گردد. این در حالیست که سامانه پرارتفاع جنب حاره‌ای موجود در جنوب غرب کشور ساز و کار شرایط نشست گرد و غبار در نواحی غرب و جنوب غرب کشور را ایجاد می‌کند. در این الگو بدلیل وجود سامانه کم فشار مدیترانه‌ای، در بیابان‌های عراق ناپایداری در جو ایجاد می‌گردد. بدین ترتیب استقرار سامانه کم فشار مدیترانه‌ای در مناطق غرب و جنوب غرب ایران به همراه تأثیر سامانه پر ارتفاع جنب حاره‌ای روی کشور از یک سو و تأثیر پارامتر باد از سوی دیگر منجر به شکل‌گیری رخداد گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه می‌گردد.

منابع

1. Abdolkhani, Ali, 2010, The dust enhancement in south west of Iran using Remote Sensing and GIS, Master thesis, Earth Sciences Faculty, Ahwaz Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran, [In Persian].
2. Fakhraiepour, M., 2011, The study of the relation between dust and meteorological parameted in south west of Iran and its synoptical and dynamical analysis”, Master thesis, Meteorology Department, Science faculty, Islamic Azad university, Science and Research Branch, Tehran, Iran [In Persian].
3. Gharivani, H., Lashkaripour, G. R., Ghafoori, M., and jalali, N., 2011, The Source of Dust Storm in Iran: A Case Study Based on Geological Information and Rainfall Data. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, Vol. 6, No. 1, 297 – 308
4. Goudie, A., Middleton, N., 2006, *Desert Dust in the Global System*, Springer, Berlin.
5. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). *Climate Change, 2007, The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
6. Karimi, N., Moridnejad, A., Golian, S., Samani, J. M. V., Karimi, D., Javadi, S., 2012, Comparison of dust source identification techniques over land in the Middle East region using MODIS data, *Can. J. Remote Sensing*, 38(5): 586-599.
7. Mihanparst, M., 2010, “the study of the influencing weather conditions on dust genesis over Ilam and its simulation by MM5”, Master thesis, Meteorology Department, Science faculty, Islamic Azad university, Science and Research Branch Tehran, Iran [In Persian].
8. Prospero, J. M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S. E. & Gill, T. E., 2002, *Environmental Characterization of Global Sources of Atmospheric Soil Dust Identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Absorbing Aerosol Product*, *Reviews of Geophysics*, Vol. 40, No. 1, 1002.
9. Samadi, M., Darvishi Bolorani, A., Alavipanah, S. K., Mohamadi, H., Najafi, M.S., 2014, Global dust Detection Index (GDDI); a new remotely sensed methodology for dust storms detection, *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 12:20.
10. Sisipour, M., 2010, “the study of influencing synoptic conditions on dust phenomenon in Hormozgan province”, Master thesis, Meteorology Department, Science faculty, Islamic Azad university, Science and Research Branch, Tehran, Iran [In Persian].
11. Tanré, D., Legrand, M., 1997, On the Satellite Retrieval of Saharan Dust Optical Thickness Over Land: Two Different Approaches, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 96 (D3): 5221-5227.
12. Toon, O. B., 2003, African dust in Florida clouds. *Nature* 424, 623–624.
13. Wang, W., 2005: A synoptic model on East Asian dust emission and transport, *Atmospheric science and air quality conferences*. Beijing, China.
14. Wong, S. & Dessler, A.E., 2005, Suppression of deep convection over the tropical North Atlantic by the Saharan Air Layer. *Geophysics Research Letters*, 32,1-4.
15. Zhao, T. X. P., Ackerman, S., Guo, W., 2010, Dust and Smoke Detection for Multi-Channel Imagers, *International Journal of remote sensing*, 2, PP: 2347-2367.
16. Zhao, T. X. P., 2012, Asian Dust Detection from the Satellite Observations of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), *Aerosol and Air Quality Research*, 12, PP: 1073–1080.
17. Zolfaghari H, Abedzadeh H. Synoptical analysis of dust systems in western Iran. *Geography and Development Journal*, 2005, 173-188 [In Persian.]