بررسی وقوع پدیده گرد و غبار روز ۲۷ مارس ۲۰۰۳ ایستگاه کرمانشاه و ارتباط آن با جت استریم

نیره سیدزاده اقدم [۱*]، پری سیما کتیرایی بروجردی [۲] و عباس رنجبر [۳]

۱و ۲-گروه هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۳- اداره خشکسالی، سازمان هواشناسی کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۳

چکیده

مطالعه حاضر بررسی همدیدی پدیده گرد و غبار ایستگاه همدیدی کرمانشاه که یکی از مناطق متأثر از این پدیده‌ی مخرب جوی است، در تاریخ ۲۷ مارس ۲۰۰۳می باشد. نتایج حاصله از بررسی همدیدی نقشه های میانگین روزانه ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه های میدان فشاری تراز دریا و نقشه‌های میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال نشان داد که از ویژگی‌های جوی مؤثر، علاوه بر همخوانی ناوه‌تر از میانی جو مستقر روی دریای سیاه و شمال دریای مدیترانه با کم فشارهای حاکم بر عراق، شرق ترکیه و شمال عربستان، واگرایی ۲ جت استریم جنب حاره در تراز ۲۰۰ و جت استریم جبهه قطبی در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال از مهم ترین عوامل تقویت همگرایی و ایجاد حرکات صعودی روی نواحی بیابانی کشورهای عراق، سوریه و اردن، بین طول های ۳۵ تا ۵۰ درجه شرقی و ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی می‌باشد. همچنین هرچه زاویه محور فضایی بین مرکز کم فشار سطح زمین و مرکز کم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی بیشتر باشد شدت رخداد پدیده نیز بیشتر خواهد بود.

واژگان کلیدی

دید افقی، سرعت باد، گرد و غبار، جت استریم (جریان های سریع)، محور فضایی، ایستگاه کرمانشاه

مقدمه

گرد و غبار یکی از مؤلفه های مهم مناطق بیابانی است. این پدیده نه فقط ناشی از شرایط محلی است، بلکه ممکن است تحت تأثیر جو، اقیانوس ها و نقاط مختلف سطح زمین در منطقه ای بسیار دورتر از منبع اصلی آن باشد. گرد و غبار جوی عمدتاً از فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک حاره و جنب حاره منتج می شود. از مهم ترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود و 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 می

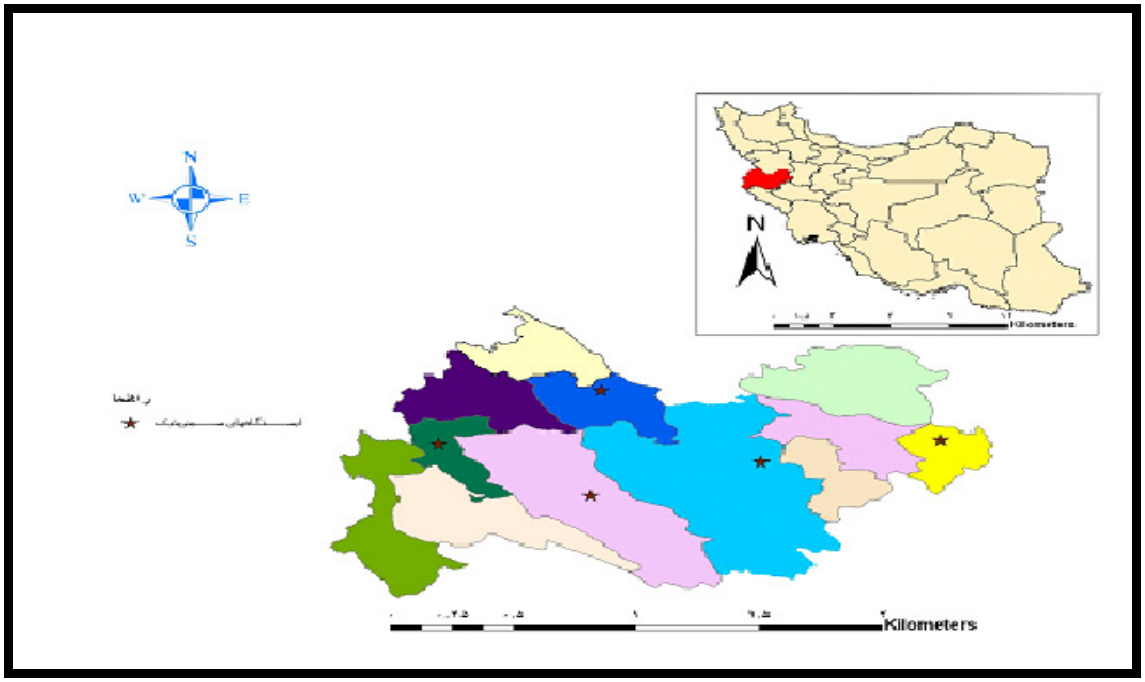
* نگارنده پاسخگو: seyedzadeh ۱ @yahoo.com

نماید (علیجانی،۱۳۷۶). تخمین زده شده است که در سرتاسر جهان سالیانه تقریبا" دو بیلیون تن از گرد و غبار به جو حمل می گردد و عمدتا" این کار بوسیله ی طوفان گرد و غبار رخ می دهد. شبه جزیره عربستان به عنوان یکی از پنج منبع تولید گرد و غبار در لیست مناطق منبع نامبرده شده است(Idso، ۱۹۷۶) □ درحالیکه Goudie (۱۹۸۳) معتقد است که مناطق منبع در جهان به طور متوالی تغییر می کنند. نوع بافت خاک مرکز و جنوب عراق و همچنین قسمتی کوچک در غرب و جنوب شرق عربستان پوشیده از گل و لای می باشد. قسمت اعظم بافت گل و لای کشور عراق ناشی از تالاب های خشک شده در انتهای بین النهرین دو رودخانه دجله و فرات می باشد. عمده ی قسمت های مرکزی عربستان هم پوشیده از بافت شنی است. نوع خاک بخشی از غرب و جنوب ایران نیز از جنس خاک رس می باشد. بررسی ها نشان داده است که سرعت باد آستانه در ایجاد گرد و غبار در عراق بین ۱۱ تا ۲۰ نات می باشد(Awad،۱۹۹۰). منشاء گرد و غبارهایی که در دنیا اتفاق می افتد ۷۰ نقطه می باشد که ۱۴ نقطه آن نقش مهم تری در ایجاد گرد و غبار دارند و از این تعداد ۷ نقطه فعال مربوط به کشور عراق می باشد. در نتیجه ایستگاه کرمانشاه در همسایگی کانون های گرد و غباری است (نوریان، ۱۳۸۹). در بررسی نقش جت استریم ها در تشکیل طوفان گرد و غبار بنا به تعریف سازمان هواشناسی جهانی، می توان گفت که جت استریم ها یا به اختصار جت، شماری از جریان های باریک بسیار شدیدی هستند که در امتداد یک محور شبه افقی در وردسپهر بالایی یا در پوش سپهر متمرکز می شوند و با چینش های قوی عمودی و جانبی توصیف شده اند و دارای صفت ممتاز یک یا دو سرعت بیشینه هستند. به طور معمول جت استریم ها دارای طول ۱۰۰۰ ها کیلومتر و دارای پهنای ۱۰۰ ها کیلومتر می باشند و عمق آنها ممکن است چندین کیلو متر باشد. در واقع زمانی جت استریم پدید می آید که چینش باد قائم برای هر ۱ کیلو متر ۵ الی ۱۰ متر بر ثانیه و چینش جانبی باد در هر ۱۰۰ کیلو متر ۵ متر بر ثانیه باشد. از نظر قراردادی تندی باد در امتداد محور جت حداقل باید ۶۰ نات معادل۳۰ متر بر ثانیه باشد این تعریف به طور کلی مورد قبول تمام کشور های جهان است (Kotes Waram ،۱۹۷۸). در روی نقشه‌های هوا، جت استریم به صورت هسته هایی کاملا" منفرد است که از نظر مکانی نیز کاملا" متغیرند. هسته های سرعت(هسته سرعت به قسمتی از بادهای غربی گفته می شود که سرعت باد در آن حداقل ۳۰ متر بر ثانیه یا بیشتر باشد)، یکی در حاشیه استوایی بادهای غربی و دیگری بر روی جبهه قطبی مناطق برون حاره بیش از نواحی دیگر حرکت می کنند و در نتیجه، دو بستر نسبتا" متمایز را به وجود می آورند که جت استریم جبهه قطبی و جت استریم جنب حاره‌ای نامیده می شوند. این دو جت استریم ، از نظر ارتفاع و مدار جغرافیایی، با هم فرق دارند. جت استریم جنب حاره‌ای بر روی مراکز پر فشار جنب حاره ای در حوالی مدار ۳۰ درجه، در سطح بالاتر از ۳۰۰ هکتو پاسکالی به طور معمول در ۲۰۰ هکتو پاسکالی و جت استریم جبهه قطبی بر بالای جبهه قطبی، در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال جریان دارد (علیجانی، ۱۳۸۲). به طور کلی ۲ شرط لازم و کافی برای ایجاد جت استریم های مداری وجود دارد. ۱- یک گرادیان شدید دمایی نصف النهاری که باعث ایجاد نیروی گرادیان فشاری و در نتیجه باعث ایجاد جت استریم می شود ۲- تکانه زاویه ای و جابجایی آن بین جو و سطح زمین در نقاط مختلف جهان (Kotes waram ،۱۹۷۸). پس دلیل تشکیل هسته جت استریم جبهه قطبی در بالای جبهه قطبی، اختلاف دمای زیاد بالای جبهه قطبی است و با اختلاف مکانی شدید درجه حرارت همراه است و چون در منطقه برون حاره، به دلیل حرکت توده های هوا، نواحی اختلاف حرارتی نوسان مکانی زیادی دارند، مکان جغرافیایی جت استریم جبهه قطبی خیلی متغیرتر از جت استریم جنب حاره ای است. دلیل تشکیل هسته جت استریم جنب حاره هم بر اثر ثابت بودن اندازه حرکت زاویه ای زمین است و بدون جبهه می باشد. هر هسته جت استریم با جو باروکلینیک همراه است و از طریق بروز حرکات عمودی در زیر هسته جت استریم می توانند تا حدی در آب و هوای سطح زمین اثر داشته باشند. البته جت استریم های دیگری که در تراز پایین و در نهایت تا تندی ۳۰ متر بر ثانیه دیده شده اند نیز با نام اختصاریLLJ نیز وجود دارند (۱۹۷۸،

Kotes Waram). این مقاله مطالعه ای را ارائه می دهد که در آن با استفاده از برخی داده های هواشناسی به صورت متوسط ماهیانه چگونگی رابطه‌ی الگوهای جوی حاکم بر منطقه ی مورد مطالعه و سرعت باد و کاهش دید افقی برای وقوع پدیده گرد و غبار ۲۷ ام مارس ۲۰۰۳ ایستگاه کرمانشاه بررسی شده است.

مواد و روش ها

پس از کنترل کیفی داده ها، موج های گرد و غبار شاخص در ایستگاه کرمانشاه که طی یک شبانه روز حداقل یک بار (طی ۸ بار دیده بانی عناصر جوی) پدیده گرد و غبار با کد ۰۶ (گرد و غبار معلق در هوا که مساحت زیادی را پوشانیده و به وسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی ایستگاه بلند نشده است) گزارش شده باشد، به عنوان یک مورد بروز پدیده گرد و غبار در نظر گرفته شده است. بدیهی است در این صورت تکرار دفعات گزارش پدیده گرد و غبار در ایستگاه کرمانشاه نشان دهنده ی ورود و ماندگاری یک موج گرد و غباری و بر عکس کاهش تعداد دفعات گزارش پدیده ی گرد و غبار در ایستگاه کرمانشاه نشانگر خروج و موقتی بودن موج گرد و غبار در منطقه ی مورد مطالعه بوده است. با انتخاب یک مورد به عنوان موج گرد و غباری شاخص از بین موج های ماه های دارای گرد و غبار سال های آماری به جهت ردیابی موج و شناسایی منشأ و نحوه ی جابجایی پدیده ی گرد و غبار از منبع تا ایستگاه مورد نظر یعنی کرمانشاه بررسی هایی در این مطالعه صورت پذیرفته است. تحلیل نقشه های فشاری تراز دریا و میدان باد در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین و نقشه‌های میدان باد تراز بالا ۲۵۰ هکتوپاسکال و نقشه ژئوپتانسیل تراز بالای جو ۵۰۰ هکتو پاسکا ل برای طول جغرافیایی ۰ تا ۸۰ درجه و عرض جغرافیایی ۰ تا ۶۰ درجه و بررسی نمودار گمانه زنی جو بالا ایستگاه کرمانشاه که از سایت دانشگاه ویومینگ به دست آمده و همچنین رسم شکل خطوط جریان و جت استریم تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال با استفاده از نرم افزار Grads از جمله ی این بررسیها بوده است. همچنین برای تکمیل اطلاعات آماری وتقویت مبانی نظری چگونگی رخداد این پدیده ی مهم هواشناسی و موارد مورد نیاز دیگر از اطلاعات کتابخانه ای سازمان هواشناسی کشور و اینترنت و سایتهای علمی نیز استفاده به عمل آمده است. موقعیت ایستگاه کرمانشاه با شماره ایستگاه ۴۰۷۶۶، ارتفاع ۱۳۲۲ متر ، عرض جغرافیایی N ´۱۹ و° ۳۴و طول جغرافیاییE ´ ۷ و°۴۷ در شکل (۱) ملاحظه می شود.

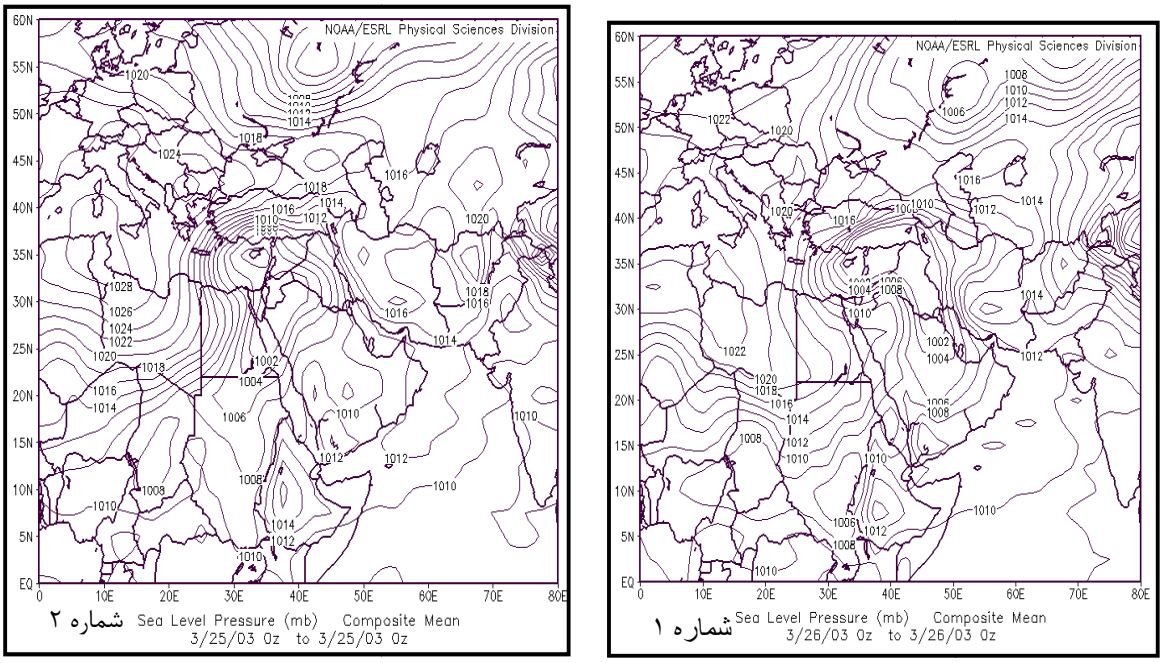


شکل ۱- نمایه استان کرمانشاه (منبع سایت هواشناسی ایستگاه کرمانشاه)

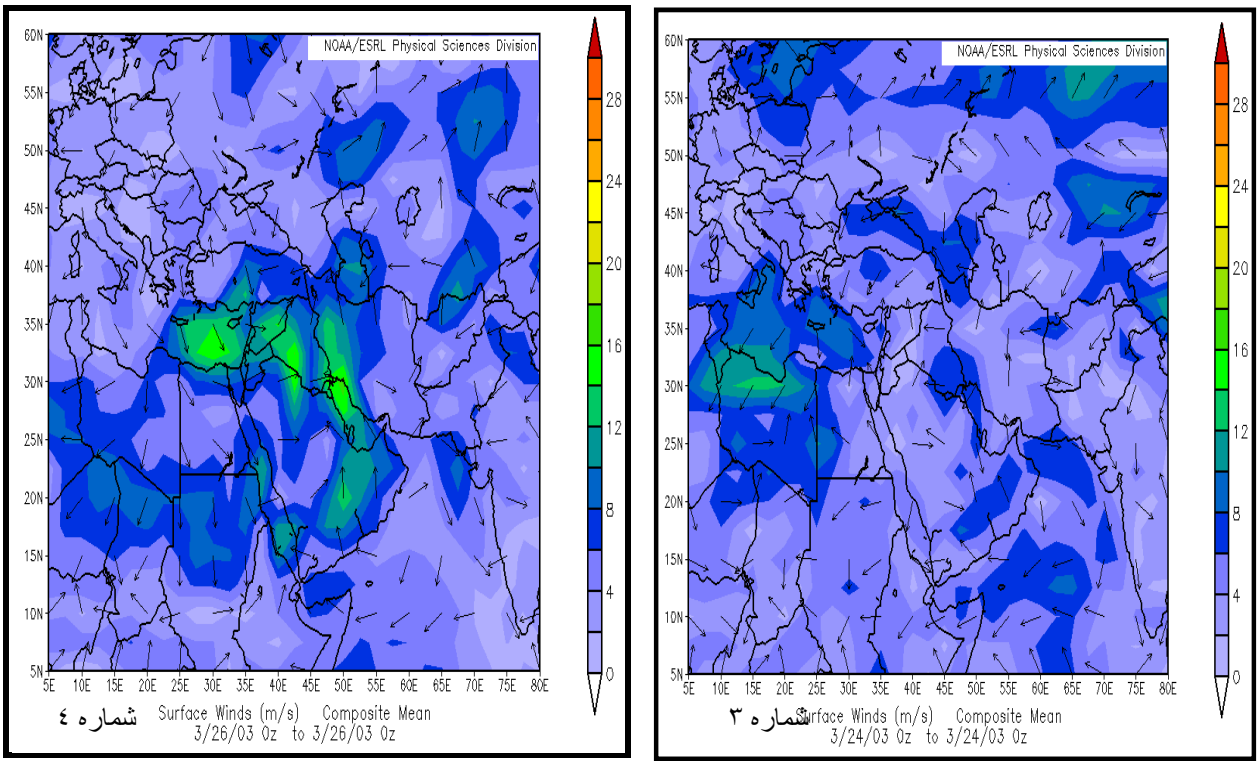
نتایج

تحلیل چگونگی رخداد پدیده های گرد و غبار۲۷ مارس ۲۰۰۳ ایستگاه کرمانشاه

شکل ۲ (نقشه شماره ۱) نقشه فشاری تراز سطح دریا در روز ۲۵ مارس سال ۲۰۰۳ است. در این نقشه چندین مرکز فشاری حضور دارند. بیشترین شدت این پدیده در روز ۲۵ مارس ۲۰۰۳ در عراق رخ داد، زیرا مرکز سیستم کم فشار شمال قاره آفریقا با یک حرکت تدریجی بر روی شمال دریای سرخ و شبه جزیره عربستان سعودی و غرب عراق مستقر گردیده و با ایزوبارهای نزدیک به هم و فشرده دیده شد، همجواری زبانه پر فشار جنوب اروپا و کم فشار دریای سرخ و شمال شبه جزیره عربستان سعودی باعث بروز گرادیان فشاری شدید بر ترکیه و قسمتهای مرکزی دریای مدیترانه گردید. در شکل ۲(نقشه شماره ۲)روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳ مرکز کم فشار در ایران بویژه در غرب ایران با ایزوبارهای بسیار فشرده مستقر گردید. حال با بررسی نقشه های میدان باد در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین،(شکل۳ نقشه شماره۳) شمال قاره آفریقا بادهای شمال شرقی ۱۲ الی ۲۰ متر بر ثانیه را تجربه می نمایند. جنوب عراق و غرب ایران تندی باد ۶ الی ۱۰ متر بر ثانیه را ثبت نموده اند. با تعقیب مسیر باد در شکل ۳- نقشه شماره ۴ جهت باد روز ۲۶ مارس در عراق به طور ناگهانی تغییر جهت داده و با تندی ۱۲ الی ۲۰ متر بر ثانیه از سمت غرب و جنوب غرب وزیدن می گیرد که این بادهای قوی به دلیل ایزوبارهای ناشی از کم فشار می باشد. با توجه به داده های هواشناسی از جمله تندی و جهت باد، می توان گفت که این تغییر ناگهانی باد نشانگر گذر جبهه ی سرد از منطقه است. به طوری که به نظر می رسد افت دما نیز در همان ساعت رخ داده است و دوباره فشار سطح دریا در روز ۲۶ مارس شروع به زیاد شدن کرده است.



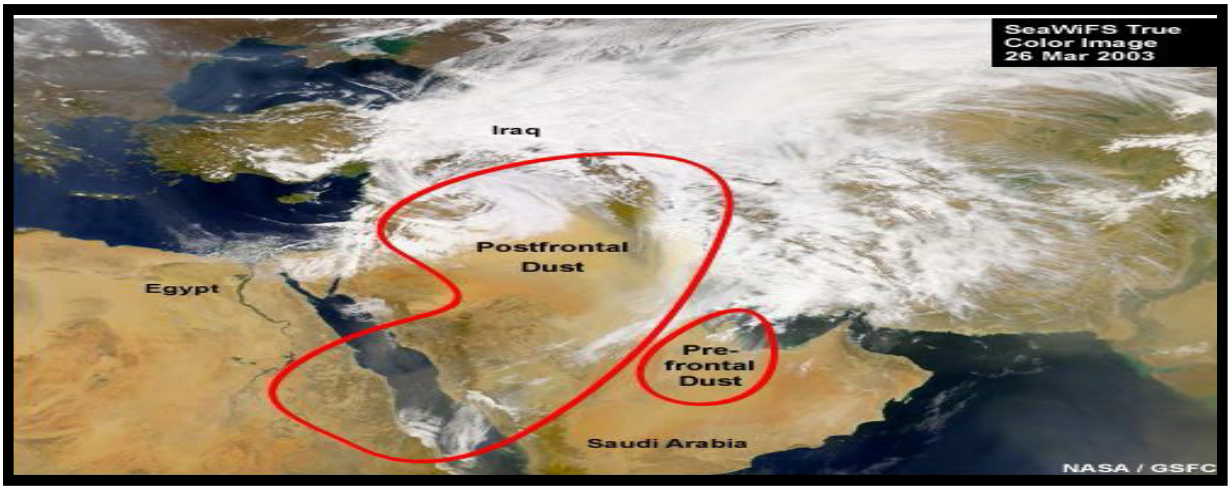
شکل۲- نقشه های ۱و ۲ نقشه های میدان فشاری تراز دریا روز۲۵ و ۲۶ مارس سال ۲۰۰۳ در ساعت ZT ۰۰



شکل۳- نقشه ۳ و۴ نقشه های میدان باد در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین روز ۲۴ و ۲۶مارس ۲۰۰۳ ساعت ZT ۰۰

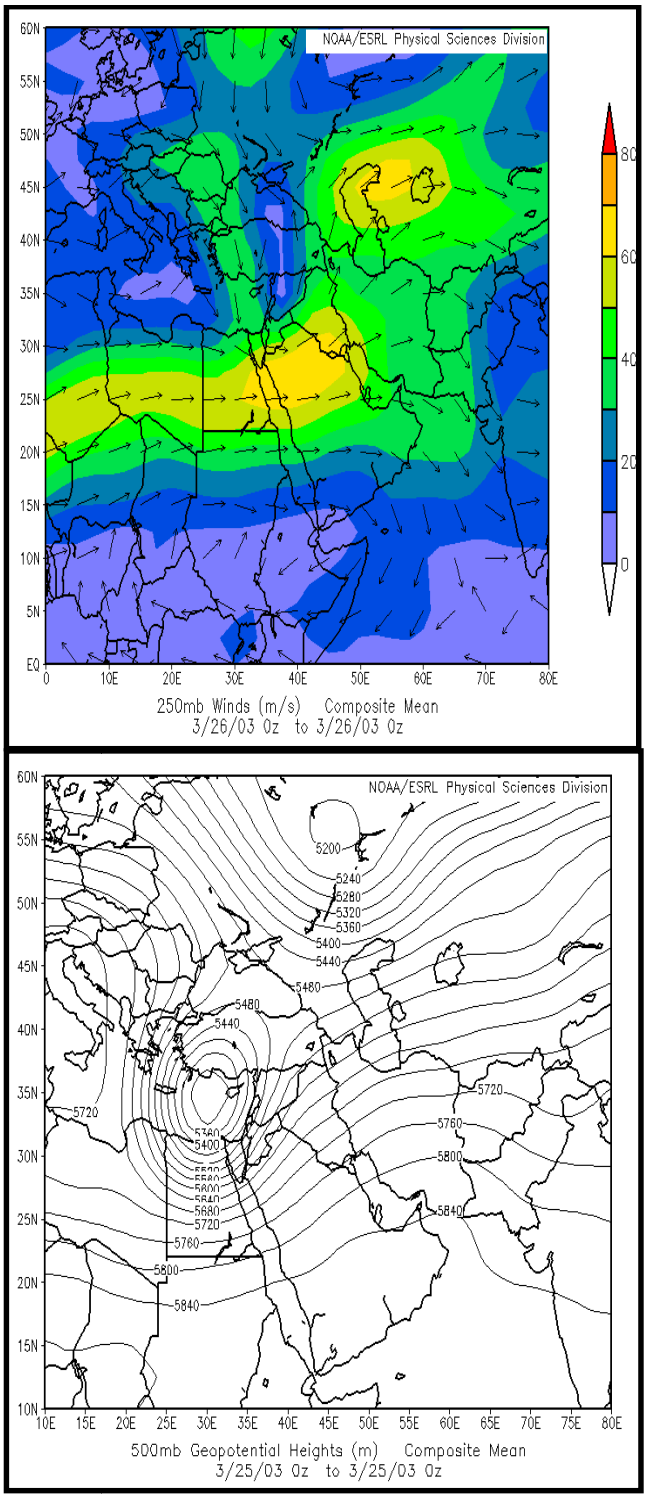
به منظور شناسایی بیشتر جت استریم ها به تحلیل شکل ۵ (نقشه شماره ۵) نقشه میدان باد در تراز۲۵۰ هکتوپاسکالی می پردازیم. نقشه ۵ حکایت از حضور ۲ نوع جت استریم جنب حاره و جت استریم جبهه قطبی دارد. جت استریم جنب حاره با هسته تندی ۶۰ الی ۷۰ متر بر ثانیه در حال نزدیک شدن به ایران است هسته این جت استریم در حال گذر از شمال قاره آفریقا است که این موضوع با نقشه سطح زمین همین روز(شکل۲-شماره۲) نیز مطابقت دارد. تندی جریانات جت استریم جنب حاره حاکم بر غرب عراق ۵۰ الی ۶۰ و بر ایران ۴۰ الی ۵۰ متر بر ثانیه است. جت استریم جبهه قطبی با هسته تندی ۶۰ الی ۷۰ متر بر ثانیه از شمال دریای احمر تا جنوب غرب ایران کشیده شده است و مطابق نقشه تراز ۲۵۰ با یک حرکت قوسی مانند در حال نزدیک شدن و گذر از ترکیه و شمال عراق می باشد. جت استریم جبهه قطبی درون سیستم های مهاجر بادهای غربی است. جت استریم توانسته با ایجاد ناپایداری در سطح زمین منجر به شکل گیری پدیده های گرد و غبار با منشاء بیابانهای شمال عربستان، عراق و سوریه و گسترش آن در ۲۶ مارس به سمت غرب شود. منطقه واگرایی جریانات سریع سطح بالا بر روی ترکیه و شمال عراق و شمال غربی ایران حاکم است. این نقشه منطقه حضور جت استریم جنب حاره را در عرض جغرافیایی ۱۵ تا ۳۵ درجه و جت استریم جبهه قطبی را در عرض۳۵ درجه به بالا نشان می دهد. شدت رخداد پدیده روز ۲۶ ام توسط تصویر ماهواره ای بر روی عراق و ایران در شکل۴ هویداست. درشکل۵- نقشه شماره ۵ واگرایی ۲ جت استریم در طول جغرافیایی ۴۰ درجه و بین عرضهای ۳۰ تا ۳۵ درجه بر روی عراق رخ می دهد. واگرایی ۲ جت استریم در تراز بالای جو به همگرایی هوا در سطح زمین منتج می گردد و این همگرایی صعود و برانگیزی خاک مستعد در عراق را در پی دارد. نقشه ی تراز بالا در لایه میانی جو، تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی (شکل۵- شماره۶)و مقایسه با نقشه ی سطح زمین روز ۲۵ مارس یعنی نقشه شماره ۱ در ساعت ZT ۰۰ نشان می دهد که کم فشار سطح زمین و کم فشار تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی با هم محور فضایی با زاویه ا ی می سازند که این محور به سمت

شمال شرق در حرکت می باشد. هرچه این زاویه بزرگتر شود، بیانگر این است که سیستم موجود در منطقه فعال تر خواهد بود. با توجه به(شکل ۲) و نقشه های شماره های۱ و۲ و با بررسی بیشتر مسیر طوفان پیشروی سرچشمه ی طوفان که در یک جهت شرقی و از شبه جزیره ی عربستان و عراق انجام می پذیرد را می توان دید. این طوفان پس از پیش روی در نهایت در شمال شرقی مسیرش پراکنده می گردد. به نظر می رسد این مسیر حرکت نتیجه همدیدی وزش باد شمال در منطقه باشد. شکل ۴ تصویر صبح روز ۲۶ مارس سال ۲۰۰۳ را که توسط ماهواره ی سی وایفز تهیه شده، نشان می دهد. در این شکل به وضوح چرخش سیکلونی ابرها هنگامی که کم فشار قوی از عراق گذر می کند و همچنین مناطق پشت و جلوی جبهه گرد و غبار که پدیده ی گرد و غبار به داخل قطاع گرم سیستم برخاسته شده است را نشان می دهد.



شکل ۴ – تصویر ماهواره ای سی وایفز در روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳ ساعت ۱۸۰۰ZT
برگرفته از:(MSG Applications Workshop, Alanya-Turkiye ,۲۰۱۰)

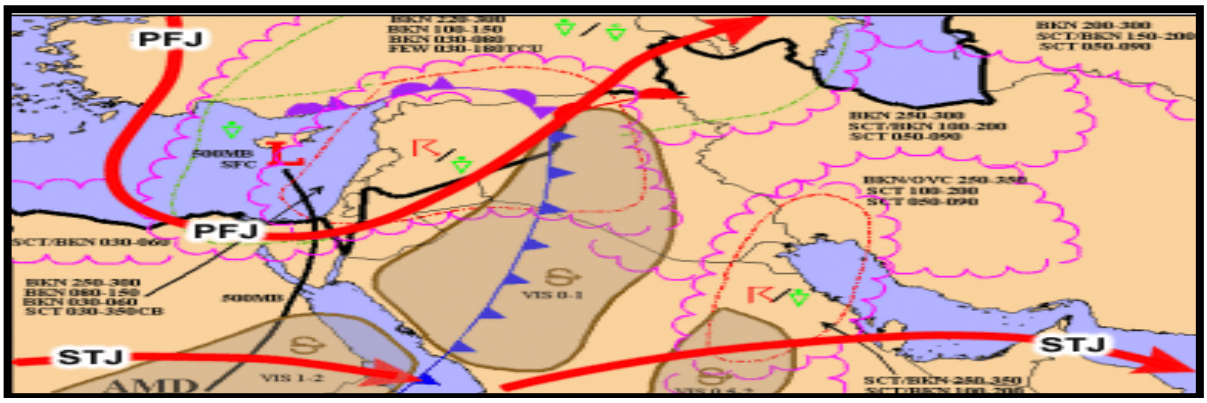
به منظور تحلیل بهتر چگونگی رخداد پدیده های گرد و غبار فصل بهار به ارائه الگوی جوی مؤثر همچنین نقش جت استریم ها پرداخته می شود (شکل های۶ و ۷). حضور جت استریم جبهه قطبی در تراز تقریبی ۲۵۰ هکتوپاسکالی بعد از گذر جبهه سرد و با حرکت رو به عرض های بالا و همچنین وجود جت استریم جنب حاره در تراز تقریبی ۲۰۰ هکتوپاسکالی و با حرکت



شکل ۵- نقشه بالا میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکالی ۲۶ مارس ۲۰۰۳ ساعت ۰۰ ZT

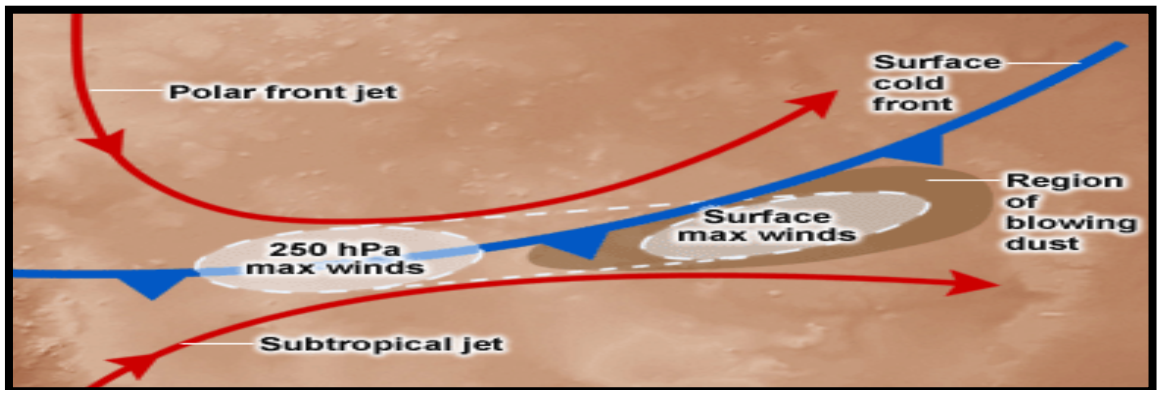
نقشه پایین تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی روز ۲۵ مارس ۲۰۰۳ ساعت ۰۰ZT

قوسی مانند رو به عرضهای پایینتر می باشد که با ایجاد شرایط واگرایی در تراز بالای جو در اثر برهمکنش این ۲ جت استریم و رخداد شرایط همگرایی و در نتیجه ایجاد بادهای قوی در سطح زمین و برانگیزی خاک مستعد در منطقه مثل خاک فرسوده ی قسمتهای مرکزی و جنوب عراق را در جلوی جبهه سرد فراهم می نماید و این خاک برانگیخته شده نیز با جریانات قوی و غربی به سمت ایران سوق داده شود.

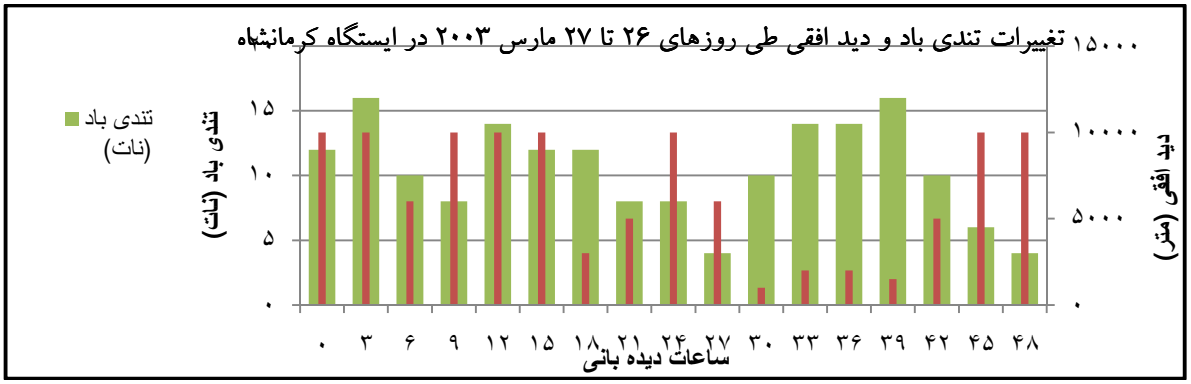


شکل ۶- الگوی جوی مؤثردر رخداد پدیده گرد و غبار در فصل بهار (منبع wikkerson,۱۹۹۱)

شکل(۸) نمودار نمایش تندی باد و دید افقی ایستگاه کرمانشاه طی روزهای ۲۶ تا ۲۷ مارس ۲۰۰۳ است. با توجه به داده های هواشناسی یعنی در نوبت ۳ ،۴ ،۵ و۶ ام دیده بانی روز ۲۷ ام دید افقی در ایستگاه کرمانشاه کمترین است. تندی های باد این ساعات یعنی ۱۰ ، ۱۴ ، ۱۴ و۱۶ نات می باشد.

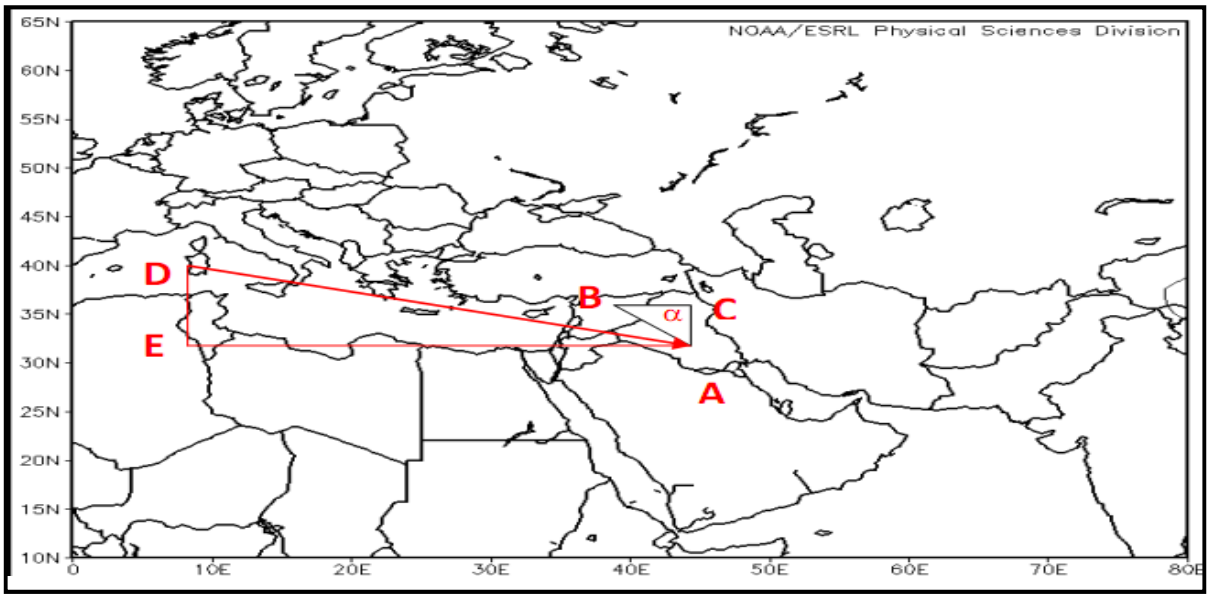


شکل ۷- شرایط همدیدی برای رخداد پدیده گرد و غباردر فصل بهار(منبع Wikkerson,۱۹۹۱)



شکل۸- نمودار تندی باد و دید افقی ایستگاه کرمانشاه طی روزهای ۲۶ تا ۲۷ مارس ۲۰۰۳

برای بررسی اندازه زاویه محور فضایی در روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳ برای رخداد پدیده گرد و غبار ۲۷ مارس ۲۰۰۳ ایستگاه، **A** مختصات مرکز کم فشار میانگین تراز دریا، **B** مختصات هسته کم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، **D**مختصات مرکز پرفشار، همچنین **C** و**E** مختصات نقاط فرضی به منظور ساخت مثلث های فرضی می باشند.



شکل۹- بررسی اندازه زاویه محور فضایی در روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳

جدول۱- نتایج اندازه گیری زاویه محور فضایی و گرادیان فشاری روز ۲۶ مارس ۲۰۰۳

مشخصات نقاط	نقاط	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
مرکز کم فشار	A	درجه شرقی۴۵	۳۱ درجه شمالی
مرکز کم ارتفاع	B	درجه شرقی۳۹	۳۸ درجه شمالی
نقطه فرضی	C	درجه شرقی۴۵	درجه شمالی ۳۸

مرکز پرفشار	D	۸ درجه شرقی	۴۰ درجه شمالی
نقطه فرضی	E	۸ درجه شرقی	۳۱ درجه شمالی

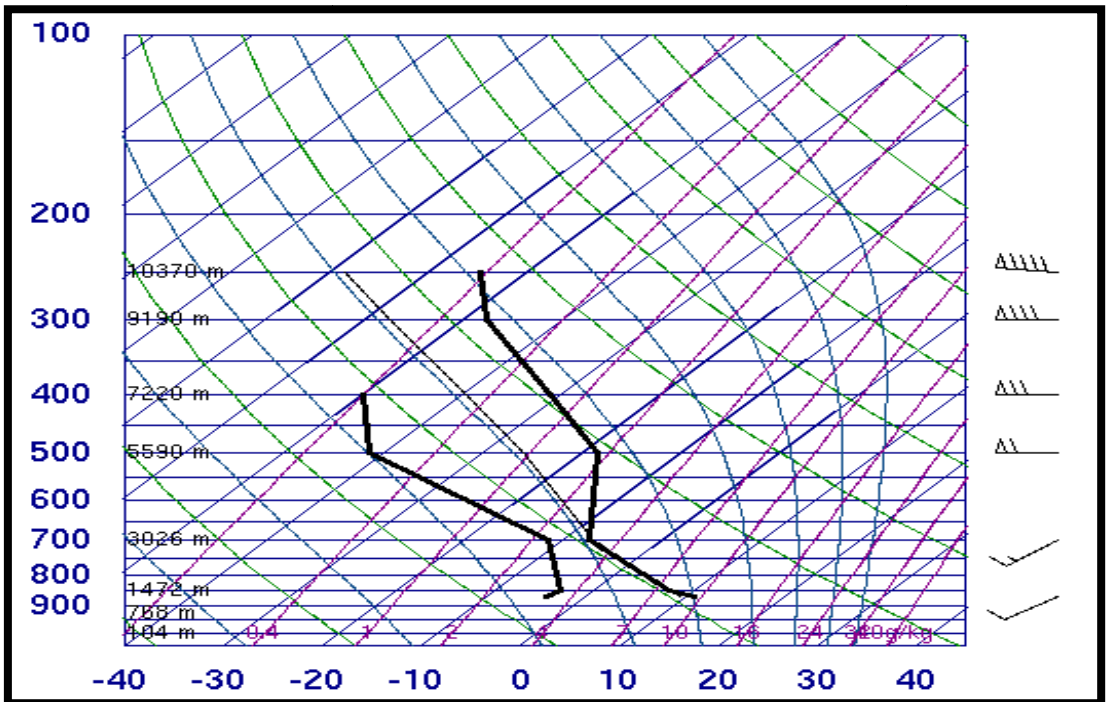
گرادیان فشار DA	P_A	P_D	اندازه ✔	Tang ✔	تاریخ
□□km			□۵۳/۸۹	۱۳/۱۲۳	۲۶/۳/۲۰۰۳

$$AC = ۵۳۶۰ \quad BC = ۶□ * ۱۱۰ km = ۶۶۰ km$$

$$Tang□ = \frac{BC}{AC} = ۱۲۳/۱۳$$

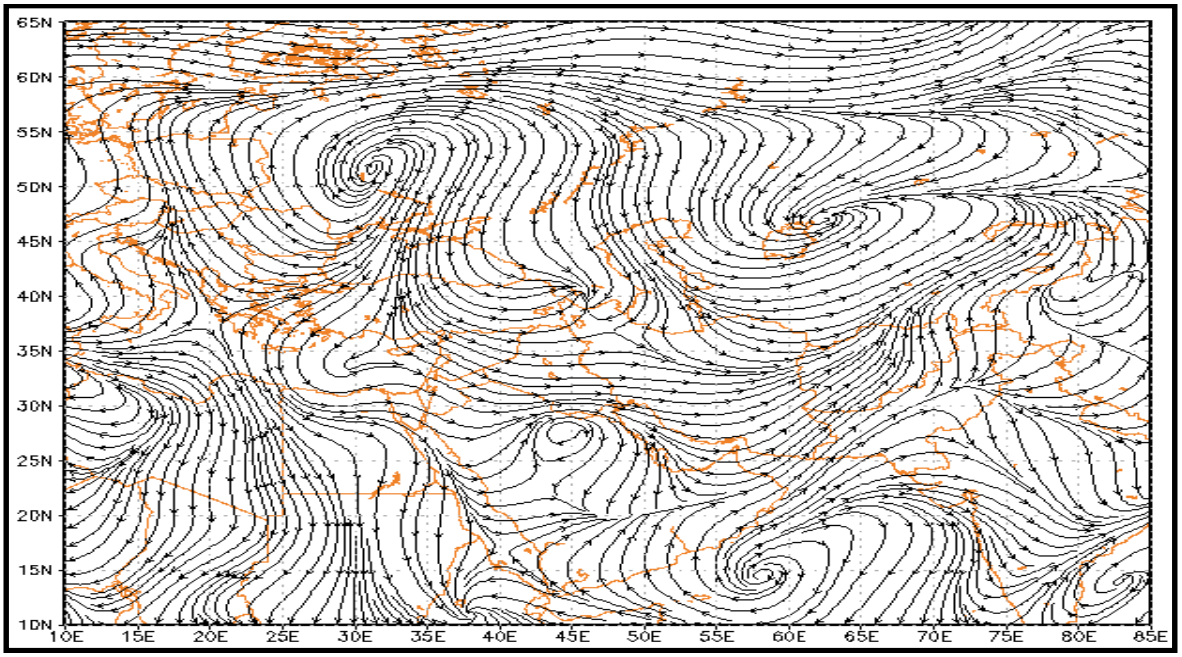
$$AE = ۳۷□ * ۱۱۰ km = ۴۰۷۰ \qquad DE = ۹□ * ۱۱۰ km = ۹۹۰$$

$$DA = \sqrt{(AE)^۲ + (DE)^۲} = ۴۱۸۸/۶۷ km$$



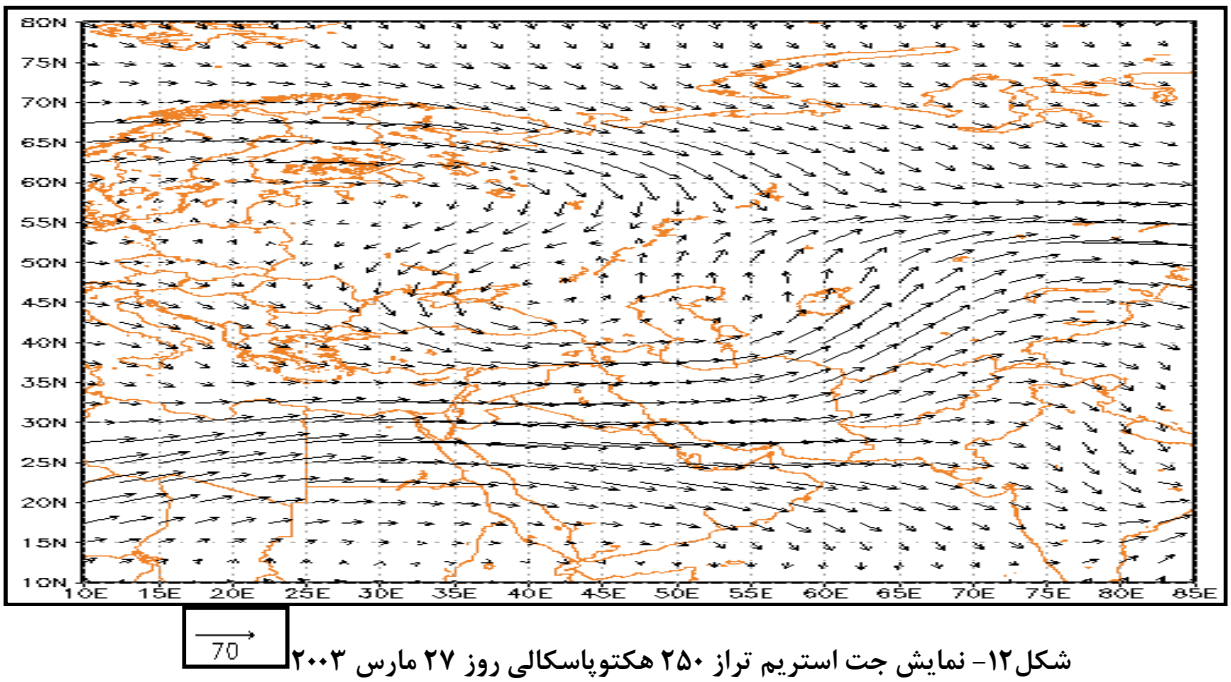
شکل۱۰- نمودار گمانه زنی جو بالا ایستگاه کرمانشاه روز ۲۷ ام مارس ۲۰۰۳

همچنین با بررسی نمودار گمانه زنی جو بالا روز ۲۷ ام مارس ایستگاه کرمانشاه(شکل۱۰) مشاهده می شود که نمودار دما از تراز ۸۵۰ تا ۷۰۰ هکتوپاسکالی یعنی ضخامت تقریبی ۱/۵ کیلومتر با آهنگ کاهش دمای نزدیک به بی در روی خشک عمل نموده است. نمایش سرعت باد در راستای قائم در تراز ۹۵۰و۷۰۰ هکتوپاسکالی جنوب غربی و از تراز ۵۰۰ به بالا تندی باد از ۶۰ نات بیشتر شده و کاملا" دارای جهت غربی است. شکل(۱۱)که متعلق به ساعات ۱۲**ZT** روز ۲۷ ام، خطوط جریانات غربی از سمت کشور عراق به سمت ایران و در نتیجه انتقال ذرات گرد و غبار به ایستگاه کرمانشاه دیده می شود.



شکل۱۱- نمایش خطوط جریان روز ۲۷ مارس ۲۰۰۳ تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی ساعت ۱۲ ZT

همچنین با ترسیم جت استریم تراز ۲۵۰ هکتوپاسکالی در روز ۲۷ مارس ۲۰۰۳ (شکل ۱۲)، گذر جت استریم جنب حاره را در عرضهای بین ۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی را شاهدیم و جت استریم جبهه قطبی که از عرضهای ۶۰ تا ۷۰ درجه شمالی در حال گذر به عرضهای پایینتر می باشد در عرض ۵۵ تا ۶۰ درجه شمالی و طول ۳۰ تا ۴۰ درجه شرقی در حال پیچیدن و قوس یافتن به سمت عرضهای بالاتر می باشد و در محدوده عراق ۲ جت استریم هم مرز شده در عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۳۵ درجه از یکدیگر واگرا می‌گردند.



شکل۱۲- نمایش جت استریم تراز ۲۵۰ هکتوپاسکالی روز ۲۷ مارس ۲۰۰۳

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که الگوی جوی مناسب برای شکل گیری پدیده ی گرد و غبار در فصل بهار، همخوانی کم فشار با هسته مرکزی ۱۰۰۴ هکتوپاسکال سطح زمین مستقر بر کشورهای عراق، ترکیه و عربستان با ناوه ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شمال دریای مدیترانه می باشد همچنین یکی از دلایل همگرایی و صعود هوای سطح زمین، واگرایی جت استریم های تراز بالا بدست آمد. با بررسی کمی در فصل بهار نیز معلوم گردید هرچه میانگین زاویه ی محور فضایی بیشتر باشد شدت وقوع پدیده نیز بیشتر است. وجود یک لایه با ضخامت قابل ملاحظه بین تراز ۸۵۰ تا ۷۰۰ هکتوپاسکال در لایه ی مرزی منطبق و یا نزدیک به آهنگ کاهش دمای بی درروی خشک را نیز مشاهده کردیم که نشان از ناپایداری های جوی این لایه دارد. همچنین نتایج مطالعات Hamish و همکاران (۲۰۰۱)معلوم کرد که یکی از مهمترین شرایط همدیدی رخداد پدیده ی گرد و غبار حضور مرکز کم فشار قوی سطح زمین مرتبط با ناوه ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می باشد ، نتایج حاصل از تحقیق Dellivers Pierre(۲۰۱۰)در روزهای قبل و رخداد پدیده ی گرد و غبار، وجود یک لایه با ضخامت قابل ملاحظه بین تراز ۸۵۰ تا ۷۰۰ هکتوپاسکال در لایه ی مرزی منطبق و یا نزدیک به آهنگ کاهش دمای بی درروی خشک را نشان می دهد که با نتایج بدست آمده از مطالعه ی حاضر هم سو می باشد. Wang روابط بین شکل گیری طوفان گرد و غبار و تحول همدیدی شمال شرق آسیا را در سال ۲۰۰۵ مطالعه نمود. با توجه به نتایج مطالعات Wang مبنی بر این که در قطاع سرد سیکلون، میزان گرد و غبار کمتر و در قطاع گرم سیستم به دلیل صعود هوا، شدت گرد و غبار بالاست. این نتایج با مطالعه ی حاضر

همخوانی دارد. ذوالفقاری و عابدزاده (۱۳۸۴) و قهری (۱۳۹۰) و نصرالله همتی (۱۳۷۴) نشان دادند که یکی از اصلی ترین شرایط همدیدی رخداد پدیده ی گرد و غبار حضور مرکز کم فشار سطح زمین مرتبط با ناوه ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می باشد. رئیس پور (۱۳۸۹)در دوره ی سرد سال و در روزهای همراه با گرد و غبار سیستم های مهاجر باد غربی، سیکلون و جت استریم جبهه قطبی همراه با آن را در ایجاد ناپایداری در سطح زمین و در بیابانهای غربی همجوار با استان خوزستان مؤثر دانست. چنانچه این نوع ناپایداریها در منطقه هایی که دارای بافت فرسوده خاک از نوع رس یا سیلیت باشند روی دهد، می توانند مقادیر زیادی از ذرات مجزای رس و سیلیت که در بستر خاک خشک صحراها به وفور یافت می شوند را وارد جو کنند همچنین در نمودارهای گمانه زنی جو بالا در روز قبل و رخداد پدیده ی گرد و غبار وجود یک لایه با ضخامت قابل ملاحظه به طور تقریبی ۱/۵ کیلومتری بین تراز ۸۵۰ تا ۷۰۰ هکتوپاسکالی در لایه مرزی با آهنگ کاهش دمای بی درروی خشک مشاهده گردید. با توجه به مسیر خطوط جریان و بررسی نمودار تندی باد و دید افقی در ایستگاه کرمانشاه در فصل بهار مشاهده می شود که پس از ورود ذرات گرد و غبار از عراق به ایران، عواملی چون باد موجود در ایستگاه کرمانشاه می تواند از دید افقی بکاهد. در فصل بهار به علت حضور جریان سریع غربی جنب حاره با تمایل و قوس به سمت عرضهای پایین تر (مناطق حاره) در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکالی و جت استریم جبهه قطبی با شکل مارپیچی و تمایل به سمت عرضهای بالاتر در تراز تقریبی ۲۵۰ هکتوپاسکالی و به دلیل برهمکنش باد ها و جریانات سریع سطوح فوقانی جو واثر گذاریشان به سطوح زیرین و ایجاد همگرایی سطح زمین بویژه بر خاک مستعد عراق صعود و باعث برانگیزی گرد و غبار می شود که با همراهی بادهای حاصل از گرادیانهای قوی فشاری سطح زمین و جریانات غرب سوی تراز بالا به سمت ایران سوق داده می شود. با توجه به مسیر یابی از طریق رسم خطوط جریان و بررسی تصاویر ماهواره‌ای، گرد و غبار رسیده به ایستگاه کرمانشاه با منشأ خارجی عمدتاً از نواحی جنوب شرق کشور عراق و سوریه می باشد. با توجه به الگوی میدان باد جو بالای ایستگاه کرمانشاه در روز قبل و اوج پدیده، جهت باد غالب در ترازهای بالا عمدتاً غربی و جنوب غربی می باشد.

منابع

ذوالفقاری، ح وعابد زاده، ح. ۱۳۸۴. تحلیل سینوپتیکی سیستم های گردو غبار در غرب ایران. مجله جغرافیا و توسـعه، ۶: ۲-۳ .

رئیس پور، ک. ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی سامانه هـای گـرد و غبـاری در اسـتان خوزسـتان. مجلـه جغرافیـا و توسـعه، ۲۰: ۲۰- ۲۱ .

علیجانی، ب. ۱۳۷۶. آب و هوای ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، ایران.

قهری، ف. ۱۳۹۰. بررسی شرایط هواشناختی پدیده‌ی گرد و غبار تابستانه در اهـواز. پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

کاویانی، م. ۱۳۷۶. مبانی آب و هواشناسی. انتشارات سازمان همت تهران، ایران.

همتی، ن. ۱۳۷۴ . بررسی فراوانی طوفان های خاک در نواحی مرکزی وجنوبی کشور. پایان نامـه کارشناسـی ارشـد، دانشگاه تهران موسسه ژئوفیزیک.

Awad, A. ۱۹۹۰. Dust phenomena at Baghdad Airport. From AWS Technical Library, Journal of Air Environment , ۱۰: ۸۳- ۹۶.

Dellivers Pierre, M.۲۰۱۰. Dust storms and dust, Professional Note. University Of Pretoria,

Goudi, A.S.& Middelton, N.J.۲۰۰۲. Saharan duststorms, nature and consequences. Earth Science Review, ۵۶:۱۰۵-۱۷۹.

Hamish, A., Grant, M. & Tanish, A. ۲۰۰۱.Inter-regional transport of Australian dust storms soil erosion, Research For the ۲۱ Th. Century. Journal of Water Air and Soil Pollution, ۱۴۸: ۲۰۱- ۲۲۱.

Idso, S.B. ۱۹۷۶.Dust Storms. Scientific American, ۱۱:۱۱۳-۱۱۴.

Kotes Waram, P. ۱۹۷۸.International geophysics series, City University of New York, ۴۸:۲۸-۳۳.

Wang W, A. ۲۰۰۵. Synoptic model on East Asian dust emission and transport. Atmospheric Science and Air Quality Conferences, Nankai University, Tianjiin, China.