

## تحلیل همدید و پایش ماهواره ای پدیده ی گرد و غبار استان کرمانشاه در بازه ی زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۷ (مطالعه ی موردی: گرد و غبار فراگیر ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸)

دریافت مقاله: ۹۶/۳/۱۰ پذیرش نهایی: ۹۶/۸/۲۳

صفحات: ۱-۱۸

کمال امیدوار: استاد اقلیم شناسی دانشگاه یزد.

komidvar@yazd.ac.ir

نساء سپندار: دانشجوی دکترای اقلیم شناسی دانشگاه یزد.<sup>۱</sup>

nesasepanta@yahoo.com

### چکیده

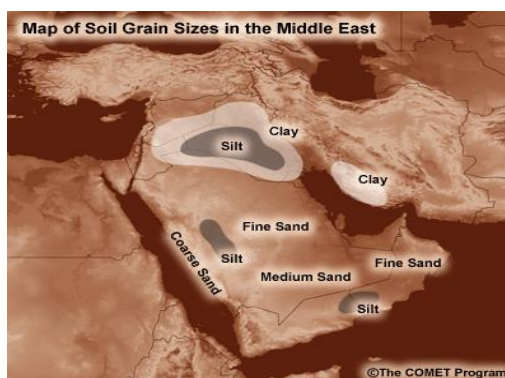
در این تحقیق وضعیت گرد و غبار در ۶ ایستگاه سینوپتیک استان کرمانشاه، در دوره ی ۲۰۱۰-۱۹۸۷ مورد بررسی قرار گرفته است. جهت بررسی این پدیده، روزهای گرد و غباری در سال ۱۳۸۸ (۲۰۰۹) با کد (۰۶) از شاخص هوای حاضر استخراج شدند. سپس داده های ترازهای مختلف جو از پایگاه سازمان ملی جو و اقیانوس شناسی ایالات متحده (NCEP/NCAR) برداشت و نقشه ها در نرم افزار Grads ترسیم شدند، در نهایت از طریق پردازش تصاویر ماهواره ای MODIS و با کاربرد شاخص دمای درخشایی، آشکارسازی گرد و غبار انجام و قلمرو گسترش آن مشخص شد. نتایج تحقیق نشان داد که در سطح زمین هنگامی که سامانه ی پرفشار اروپائی به شمال و غرب عقب نشینی می کند در مناطق شرقی دریای مدیترانه کم فشار سودانی گسترش یافته و این سامانه در جهت جنوب غرب به شمال شرق جابجا می شود و با ورود آنها به منطقه آشفته گی ایجاد می شود و به دلیل نبود رطوبت باعث گرد و خاک شد، منابع عمده ی گرد و غبارهای وارده به استان کرمانشاه شامل بیابان های شمال عربستان، جنوب و غرب عراق و تا حدودی شمال صحرای آفریقا می باشند.

کلیدواژگان: سینوپتیک، پایش ماهواره ای، گرد و غبار، استان کرمانشاه.

۱. مسئول مقاله: یزد دانشگاه یزد، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی.

## مقدمه

گرد و غبار پدیده‌ای است مخصوص مناطق خشک و از دیرباز مورد توجه بشر بوده است، اما در سال‌های اخیر، شدت، تداوم و فراوانی آن نسبت به گذشته بیشتر شده و مسائل و مشکلات زیادی را بوجود آورده است. در کشور ما و بخصوص در بخش جنوب غربی و غرب آن، از جمله استان کرمانشاه شدت و تکرار این پدیده نسبت به دیگر مناطق کشور بیشتر است، لذا این امر می‌تواند مشکلات عدیده ای را که در اثر رخداد آن ایجاد می‌گردد برای ساکنان این مناطق بوجود آورد. طبق تعریف سازمان هواشناسی کشور هرگاه سرعت باد از ۱۵ متر بر ثانیه تجاوز کند و دید افقی به علت گرد و خاک به کمتر از یک کیلومتر برسد، طوفان گرد و خاک گزارش می‌شود (WMO). هر پدیده‌ی گرد و غباری شامل دو بخش است: یکی ذرات جامد مانند ذرات شن، ماسه، رس... لس و نمک و دیگری عوامل رانند این ذرات به داخل جو و معلق نگه داشتن آن‌ها و انتقال افقی و عمودی آنها می‌باشد. گرد و غبار در هر منطقه در اثر عوامل اقلیمی خاص آن ایجاد می‌شود. در مناطق مرطوب این مواد اصولاً در اثر فرسایش شیمیایی و آبی سنگ‌ها در آن مناطق بوجود می‌آیند ولی در مناطق خشک عمدتاً در اثر فرسایش مکانیکی سنگ‌ها در آن اقلیم شکل می‌گیرد. مناطقی که این ذرات در آن بوجود آمده و یا در آن جا انباشته شده‌اند، مناطق منشأ نامیده می‌شوند. در مناطق مرطوب این مواد در اثر رطوبت خاک به هم می‌چسبند، لذا عوامل رانش آن‌ها به داخل جو یا اصلاً قادر نیستند آن‌ها را وارد جو نمایند و یا به سختی و به مقدار کم می‌توانند آن‌ها را به درون جو وارد نمایند، اما در مناطق خشک بعلافت فقدان یا کمبود آب، این ذرات مجزا بوده و به راحتی عوامل رانش و انتقال قادرند آن‌ها را وارد جو نموده و بر حسب قدرتشان تا ده‌ها، صدها و حتی هزاران کیلومتر جابجا نمایند. هر عاملی که باعث کاهش سطح پیکره های آب (دریاچه، مرداب، برکه، رود، هور و...) و سطوح پوشش گیاهی (جنگل، مرتع و...) گردد، باعث می‌شود تا ذرات حاصل از فرسایش چسبندگی خود را از دست داده و بیشتر تحت تاثیر عوامل و انتقال مواد به جو قرار گیرند و پدیده های گرد و غباری عظیم تری را بوجود آورند (خوشحال و همکاران، ۱۳۹۱، ۲). شکل (۱) پراکندگی انواع خاک را در منطقه‌ی خاورمیانه نشان می‌دهد. منطقه‌ی غرب و جنوب غرب ایران دارای منابع خاک رس می‌باشند که همین ویژگی شرایط را برای تشکیل گرد و خاک در این منطقه فراهم کرده است (گروه تحقیقاتی ارتش آمریکا، ۲۰۰۵).



شکل (۱) انواع خاک در منطقه‌ی خاورمیانه (گروه تحقیقاتی ارتش آمریکا، ۲۰۰۵)

مطالعات نشان می‌دهد که پدیده‌ی گرد و غبار از مخاطرات محیطی است که سالانه خسارت‌های زیادی در استان‌های غربی و جنوب‌غربی ایران ایجاد می‌کند، در نتیجه آشنایی با نحوه‌ی ایجاد و شکل‌گیری این پدیده در کاهش خسارت‌های ناشی از آن می‌تواند مؤثر باشد (امیدوار، ۱۳۸۵، ۸۱). (ولی زاده کامران و همکاران، ۱۳۹۵، ۳) با تحلیل روند زمانی و مکانی توفان‌های گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران با پردازش تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی ۱۶ ساله (۲۰۱۵-۲۰۰۰) با استفاده از داده‌های دید افقی ماهانه ۲۰ ایستگاه سینوپتیک با استفاده از توزیع عددی نقشه انحراف معیار و سنجش از دور به این نتیجه رسیدند که مناطق جنوب‌غربی ایران شامل استان خوزستان و جنوب استان ایلام بیشترین میزان نوسانات ریزگردها را در غرب و جنوب‌غرب داشته‌اند. غرب ایران با توجه به محیط طبیعی و نزدیکی با مناطق منشاء گرد و غبار در غرب آسیا منطقه‌ای مستعد برای رخداد پدیده گرد و غبار به صورت مکرر است به طوری که سازمان حفاظت محیط زیست سازمان ملل (UNEP<sup>۲</sup>) در گزارشی وقوع خشکسالی در پهنه‌های رسوبی و ریزدانه حوضه‌های آبریز موجود در مناطق جنوب غرب ایران و کشورهای همسایه همچون عراق را با کاهش رطوبت سطحی و زیر-سطحی و همچنین از بین رفتن پوشش‌های گیاهی، مهمترین علل تشدید پدیده گرد و غبار می‌داند، همچنین عوامل انسانی همچون احداث سدهای عظیم بر روی رودهای منتهی به حوضه آبریز بین‌النهرین را از دیگر عوامل تأثیرگذار بر این واقعه برشمرده‌اند (UNEP, 2001). (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۲، ۱۷) با بررسی ترکیبات بار گرد و غبار با استفاده از شاخص OMI و مدل HYSPLIT به این نتیجه رسیدند که کانی‌های اصلی گرد و غبار ورودی به غرب ایران شامل کربنات‌ها و سیلیکات‌ها و فاز فرعی شامل کانی‌های ژئوسپس می‌باشند.

(شمسی پور و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۱۱) با استفاده از دو منبع داده‌های اطلاعات سنجش از دور و نقشه‌های هوا به تحلیل پدیده گرد و غبار تیرماه ۱۳۸۸ در غرب ایران پرداختند. در نمونه‌ی انتخابی مورد مطالعه، دامنه‌های زاگرس بالاترین میزان حجم آلاینده‌ها را دارند. همچنین نتایج بیانگر آن است که مکان‌گزینی محور ناوه و منطقه واگرایی بالایی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل‌گیری سلول کم فشار حرارتی در سطح زمین نقش اصلی را در شکل‌گیری و هدایت گرد و غبار به سمت ایران دارد.

فرود تراز میانی جو، سیستم‌های فشار سطح زمین (که مهم‌ترین آن کم فشار منطقه‌ای خلیج فارس می‌باشد) و جریانی که به خاطر اختلاف دما از شرق ترکیه و شمال غرب عراق با جهت شمال غربی- جنوب شرقی به سمت خلیج فارس می‌وزد عامل اصلی ایجاد گرد و غبار و انتقال آن می‌باشد (خوش کیش و همکاران، ۱۳۸۹، ۹۱). در کلیه‌ی نمونه‌های مورد مطالعه، قرارگیری پرفشار حرارتی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و مکان‌گزینی اُمگای منفی در سطح زمین موجب صعود و ناپایداری هوا شده که با در نظر گرفتن جهت جریانات غبار، مشخص می‌شود که غبار از مناطق منشأ (بیابان‌های ترکمنستان) برخاسته و به سمت کلانشهر مشهد هدایت شده است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۴، ۳۵). (ایرانمنش و همکاران، ۱۳۸۴، ۲۵) مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی‌های انتشار آن‌ها را در طوفان‌های منطقه سیستان با استفاده از تصاویر ماهواره ای مودیس و ETM+

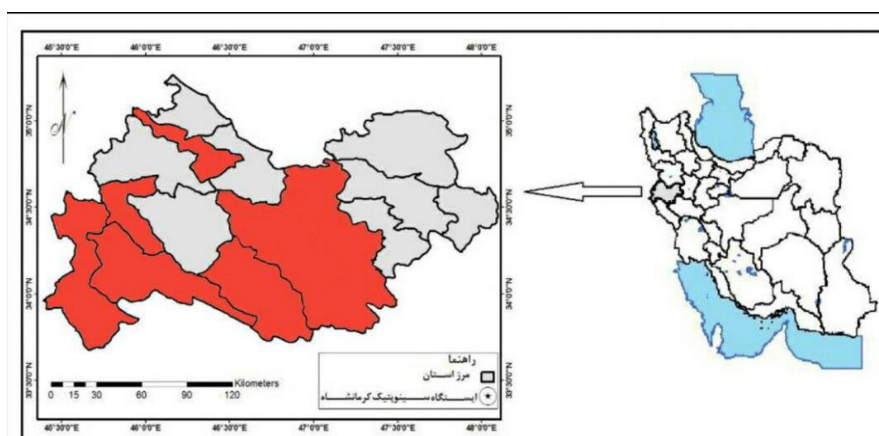
مربوط به سال ۲۰۰۹ بررسی کرده و به این نتیجه رسیده اند که اصلی ترین منطقه برداشت ذرات گرد و غبار بر روی دریاچه هامون صابری قرار دارد و مسیر طوفان ها نیز به طور مجزا از دالان های موازی با گرد و غبار بسیار غلیظ و دالان های دیگری با غلظت کمتر به سمت ایران، افغانستان و پاکستان ادامه می یابد. (گروه تحقیقاتی ارتش آمریکا، ۲۰۰۳) در تحقیقی دقیق و موشکافانه تحت عنوان پیش بینی طوفان های گرد و غبار در خاورمیانه با تمرکز بر عراق و منطقه ی خلیج فارس از جمله ایران به این نتیجه رسیدند که قسمت اعظم طوفان های گرد و غبار در عراق به علت باد شمالی تابستان می باشد. آن ها با استفاده از تصاویر ماهواره ای مناطق منشأ این پدیده را بررسی کرده و بستر خشک دریاچه ها و تالاب ها را یکی از مهم ترین علت های ایجاد ریز گرد در منطقه دانستند. (ناتسادرچ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۳) در مقاله ای با عنوان تحلیل طوفان های گرد و غبار در مغولستان به این مطلب اشاره کرده اند که بیشترین میزان گرد و غبار در منطقه ی مورد مطالعه در فصل بهار می باشد و در مناطق شهری میزان گرد و غبار بیشتر از روستاها است، به طوری که میزان گرد و غبار در شهر اولان باتور ۱۶ روز و در حومه ی این شهر ۵ روز بوده است. (مغربی و همکاران، ۲۰۱۱) با استفاده از پارامترهای هواشناسی و ماهواره ای به این نتیجه رسیدند که فشار هوا و رطوبت نسبی در روز وقوع گرد و غبار نسبت به روز قبل از آن افزایش و میزان دید و دما کاهش می یابد. (جوزف<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۳) به بررسی رابطه ی بین خشکسالی و وقوع گرد و غبار در منطقه ی کریمین افریقا پرداختند. آن ها پی بردند که رابطه ی غلظت گرد و غبار با داده های بارندگی بلند مدت قبل از سال ۱۹۷۰ همبستگی ضعیف تری داشته یا به عبارتی دیگر رابطه ی مستقیمی بین این دو پدیده در قرن بیستم وجود نداشته است ولی از سال ۱۹۷۰ به بعد به علت تغییرات اقلیمی انتشار گرد و غبار در منطقه ی کریمین به شدت افزایش داشته است. (وانگ<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴) در مقاله ای با عنوان بررسی طوفان های گرد و غبار در چین در مورد منابع، توزیع فضایی، فرکانس و روند طوفان های گرد و غبار در چین مطالعه کرده و به این مطلب اشاره دارند که طوفان های گرد و غبار تحت تأثیر الگوهای فصلی می باشند و همبستگی زیادی بین وقوع گرد و غبار و سیکلونهای بهاره وجود دارد. (اورلوسکی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۵) با انجام تحقیقاتی بر روی گرد و غبار ترکمنستان با استفاده از داده های آماری ۶۰ ساله برای ۵۶ ایستگاه هواشناسی، به این نتیجه رسیدند که بیشترین میانگین سالانه ی گرد و غبار در فصل بهار در بیابان های مرکزی ترکمنستان با ۶۷ روز می باشد ایشان همچنین بیان می کنند که فاکتورهای ایجاد گرد و غبار عبارتند از عوامل هواشناسی شامل سرعت و جهت باد، خشکسالی و دمای بالا. (گران<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۵) در مطالعه ی طوفان های گرد و غبار شرق استرالیا بیان می کنند که گرچه بادهای شدید که حاصل فرودهای جبهه ای هستند باعث ایجاد گرد و غبار می باشند اما عامل اصلی این پدیده در شرق استرالیا دمای بالا، خشکی خاک و نبود پوشش گیاهی کافی می باشد. برای تشخیص پدیده های گرد و غبار، تصاویر ماهواره ای با پوشش وسیع و تکرار زیاد همراه با باندهای طیفی بالا نیاز است. سنجنده مادیس از ماهواره ترا و

3 -natsadorj  
4 -josef  
5 -wang  
6 -orlovsky  
7 -grant

آکوا دارای توان تفکیک رادیومتریکی بالا بوده و بازه وسیعی از انرژی تابشی محدوده مرئی و نامرئی را پوشش داده که از این لحاظ برای بررسی طوفانهای گرد و غبار مورد استفاده قرار میگیرد (صمدی، ۳، ۱۳۹۰). (می و همکاران، ۲۰۰۸)، مقدار بازتاب گرد و غبار در باند ۳۲ نسبت به باند ۳۱ سنجنده MODIS بیشتر است و اختلاف دمای درخشندگی بین باندهای ۳۱ و ۳۲ مقادیری منفی است. همچنین مقدار شاخص اختلاف نرمال شده گرد و غبار (NDDI) مقادیری مثبت است. (هوانگ، ۲۰۰۷) در تحقیقی که انجام دادند اعلام کردند از آنجائیکه باندهای موجود در طیف ۱۱ و ۱۲ میکرومتری (باندهای ۳۱ و ۳۲ در MODIS) در محدوده مادون قرمز حرارتی قرار دارند و با توجه به اینکه جذب توسط گازهای دیگر جوی ناچیز بوده و گرد و غبار توان تشعشعی بالاتری در طیف ۱۲ نسبت به طیف ۱۱ میکرومتری دارد، بنابراین اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۱۱ و ۱۲ میکرومتری می تواند برای آشکارسازی طوفان های گردوغبار بکار رود. (لی و همکاران، ۲۰۱۰) بزرگترین گرد و غبارشرق استرالیا را با استفاده از تصاویر ماهواره ی MODIS و شاخص اختلاف دمای روشنایی مورد ارزیابی قرار داده و با بیان کارائی قابل توجه این روش در شناسایی توده های گرد و غبار، چگونگی وقوع این پدیده را شناسایی نمودند. عبد الوهاب مشات (۲۰۱۶) با مطالعه ی سینوپتیکی گرد و غبارهای کشور عربستان در فصل بهار بیان می کند که افزایش شیو فشار و کاهش سرعت باد باعث شدت و تداوم گرد و غبار در منطقه ی مورد مطالعه می شود. ریزگردها با ورود به جریان های جوی به غرب ایران وارد شده و گاهی تا مرکز کشور جا به جا می شوند. در این مقاله با توجه به اهمیت این پدیده و مشکلاتی که با حضور آن در مناطق مختلف ایجاد می شود و از طرف دیگر گسترش وسیع مکانی این پدیده در سالهای اخیر در بخش های غربی و جنوب غربی کشور، سعی بر این است تا ابتدا تحلیلی آماری از پدیده گرد و غبار، فراوانی وقوع آن در گذشته و دهه ی اخیر انجام گرفته و مناطق منشاء و شرایط جوی شکل گیری، با روشهای ترکیبی مورد واکاوی قرار گیرد. با توجه به آنچه گذشت مسئله ی اصلی این تحقیق این است که منشأ گرد و غباری که وارد استان کرمانشاه می شود کجاست و این گرد و غبار توسط چه سامانه هایی و از چه مسیرهایی وارد جو می شوند؟ تنها از این طریق است که می توان در مورد مقابله با آن راه حل های مناسب را برگزید.

### روش تحقیق

استان کرمانشاه با وسعت ۲۴۶۳۶ کیلومتر مربع، به مرکزیت شهر کرمانشاه، در میانه ی ضلع غربی کشور، بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است و از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان های ایلام و لرستان و از شرق به استان همدان و از غرب با ۳۳۰ کیلومتر مرز مشترک با عراق همسایه است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریاهای آزاد در حدود ۱۲۰۰ متر است (سالنامه آماری استان کرمانشاه، ۱۳۹۰). شکل (۲) موقعیت استان کرمانشاه را در کشور ایران به نمایش می گذارد.



شکل (۲): موقعیت استان کرمانشاه در کشور ایران

در این تحقیق از داده های ساعتی گرد و غبار (قدرت دید افقی و کد هواشناسی ۰۶) ایستگاه های سینوپتیک استان کرمانشاه از سال ۲۰۱۰-۱۹۸۷ استفاده شده است. با توجه به اینکه داده های گرد و غبار به صورت تفکیک نشده از سایر پدیده های هواشناسی از سازمان هواشناسی در اختیار قرار می گیرد بنابراین در مرحله اول کدهای مربوط به گرد و غبار از سایر پدیده های اقلیمی در ساعات مختلف سینوپتیکی جدا گردید. بعد از استخراج روزهای گرد و غباری برای هر ایستگاه، روز های ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸ به خاطر داشتن قدرت دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر (معیار تشخیص طوفان های گرد و غباری در این مطالعه) و فراگیر بودن (بیش از ۵۰٪ ایستگاهها گزارش گرد و غبار را داشته باشند)، به صورت موردی برای مطالعه انتخاب گردید. سپس داده های فراسنج های اقلیمی مانند دما، رطوبت، فشار و باد و داده های جو بالا به ترتیب از اداره ی کل هواشناسی کشور و سازمان ملی جو و اقیانوس شناسی ایالات متحده (NCEP\NCAR) به صورت ساعت های همدیدی اخذ گردید. این آمار و اطلاعات توسط نرم افزار excel تحلیل شده و تصاویر و نقشه های مورد نیاز از تراز سطح زمین و سطح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی از ۱ روز قبل تا ۱ روز بعد از اوج گرد و غبار بوسیله ی نرم افزار Grads تهیه شد. (لازم به ذکر است که در این تحقیق از ۶ ایستگاه سینوپتیک در استان کرمانشاه که دارای بازه ی زمانی مشترک بودند و سطح استان را پوشش می دهند استفاده شده است). در این پژوهش به منظور شناسایی منشاء طوفان های گرد و غبار از شاخص های بصری ترکیب رنگی کاذب و شاخص های کمی با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس<sup>۸</sup> ماهواره ترا<sup>۹</sup> و سنجنده AVHRR<sup>۱۰</sup> ماهواره نوا<sup>۱۱</sup> در روزهای دارای تصویر طی دوره ی مطالعاتی ژوئن ۲۰۰۹ استفاده شده است. علاوه بر باندهای ۳۱ و ۳۲ تمام تصاویر مناسب ۴ روز مورد مطالعه از باندهای حرارتی و اختلاف دمایی درخشندگی باندهای ۵ و ۴ در محدوده ۱۲ و ۱۱ میکرومتر سنجنده AVHRR<sup>۱۱</sup> ماهواره

8 -Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

9 -Terra

10 -Advanced Very High Resolution Radiometer

11 -Advanced Very High Resolution Radiometer

NOAA 19 نیز استفاده گردید. این سنجنده دارای ۶ باند و با وضوح ۱٫۱ کیلومتر و دارای قدرت تفکیک رادیومتری ۱۰ بیت می باشد.

### نتایج

در بین گرد و غبارهای حادث شده در استان کرمانشاه، سال ۱۳۸۸ (۲۰۰۹) دارای بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری در طول دوره ی مورد مطالعه می باشد. در این میان گرد و غبار روزهای ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸ (۱۷ و ۱۸ ژوئن ۲۰۰۹) از گرد و غبارهای شدید و فراگیر می باشند که برای نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است. طبق گزارش سازمان هواشناسی کشور، در این روزها همه ی استان های غربی، گرد و غبار شدید را گزارش نموده اند. همانطوری که در جدول (۱) مشاهده می شود در این روزها دید افقی در اکثر ایستگاه های نیمه ی غربی استان کرمانشاه به زیر ۱۰۰۰ متر و در برخی ایستگاه های استان شعاع دید حتی تا ۱۰۰ متر رسیده است و در همه ساعات همدیدی در این ۲ روز در همه ی ایستگاه ها کد هوای حاضر (WW) ۰۶ گزارش شده است.

جدول (۱). گزارش دید افقی روزهای ۱۶ تا ۱۹ ژوئن ۲۰۰۹

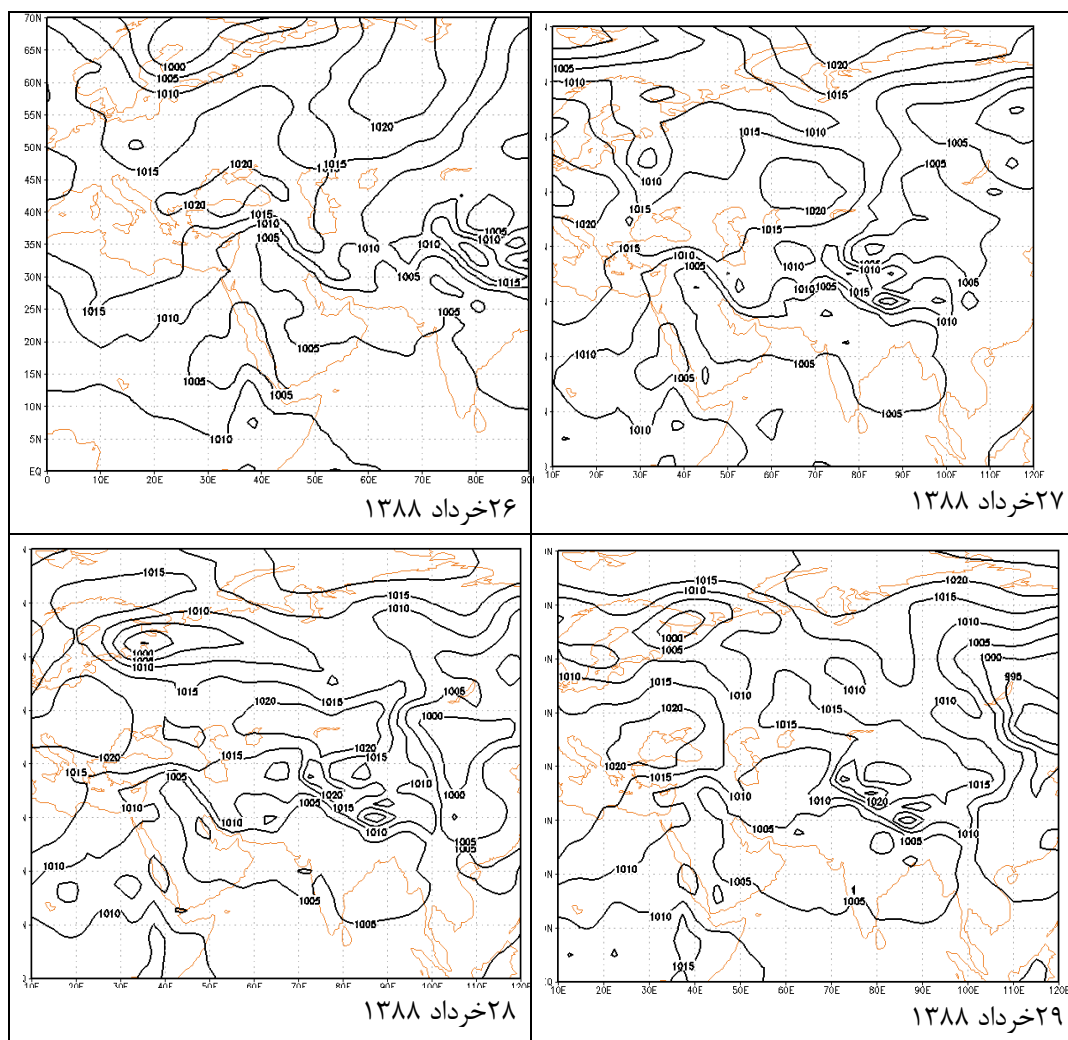
ایستگاه تاریخ	سرپل ذهاب	گیلان غرب	قصرشیرین	اسلام آبادغرب	روانسر	کرمانشاه
۲۶/۳/۸۸	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰
۲۷/۳/۸۸	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰۰	۵۰۰۰
۲۸/۳/۸۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰	۵۰۰۰
۲۹/۳/۸۸	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۸۰۰۰

### تحلیل همدید

آرایش الگوهای ایزوباری روزهای ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸

در شکل (۳) نقشه ی آرایش الگوهای ایزوباری روزهای ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸ (۱ روز قبل تا ۱ روز بعد از گرد و غبار) ترسیم شده است. در جنوب پر فشار اروپائی در شرق دریای مدیترانه و بر روی دریای سرخ و غرب آن و به طور کلی در درون میدان کم فشار جنوبی شرایط صعود هوا در تراز سطح زمین فراهم است. جهت جریانات صعودی در شرق مدیترانه از شمال به جنوب و سپس از غرب به شرق و در غرب دریای سرخ و بر روی آن از جنوب به شمال می باشد، به طوریکه این دو جریان صعودی در شرق دریای سرخ و بر روی غرب و شمال غرب عربستان و جنوب عراق به یکدیگر نزدیک می گردند. در این حالت قدرت مکش هوا به درون سلول های این مناطق بستگی به ارتفاع دودکش آنها دارد. هرچه این ارتفاع بیشتر باشد هوا با سرعت و شدت بیشتری از سطح زمین به درون آنها انتقال یافته و به همراه خود مواد گسسته و آزاد را از جا کنده و حمل می نماید و هرچه این ارتفاع کوتاهتر باشد هوا آرامتر بوده و کمتر می تواند خیزش مواد مذکور را فراهم سازد. در این روز در هیچ یک از ایستگاه های منتخب استان دید افقی به زیر ۱۰۰۰ متر کاهش نیافته است. در نقشه ی روز ۲۷ ام الگوهای ایزوباری همان سامانه های قبل را نشان داده است. با این تفاوت که این سامانه ها در این روز تا حدودی به

سمت شرق جا به جا شده اند و این آرایش الگوها نشان از تقویت نیروهای صعودی دارد. تصویر ماهواره ای این روز شدت جریانات صعودی و خیزش مواد سطحی را از جنوب به شمال، از شمال شرق آفریقا، عربستان و عراق و حمل آنها را به شرق و شمال شرق به نمایش می گذارد. در این روز ایستگاه‌های منتخب استان گرد و خاک را با کد ۰۶ و دید پائین گزارش نموده اند. در نقشه ی روز ۲۸ ام الگوهای ایزوباری تقریباً همان الگوهای روز قبل می باشد با این تفاوت که در این روز نیز به سمت شرق و شمال شرق انتقال یافته اند. در این روز در تمام ایستگاه‌های منتخب استان دید افقی کاهش یافته است. الگوهای ایزوباری روز ۲۹ ام باز هم نشان از حرکت رو به شرق و شمال شرق سامانه های روزهای قبل را دارد شکل (۳).

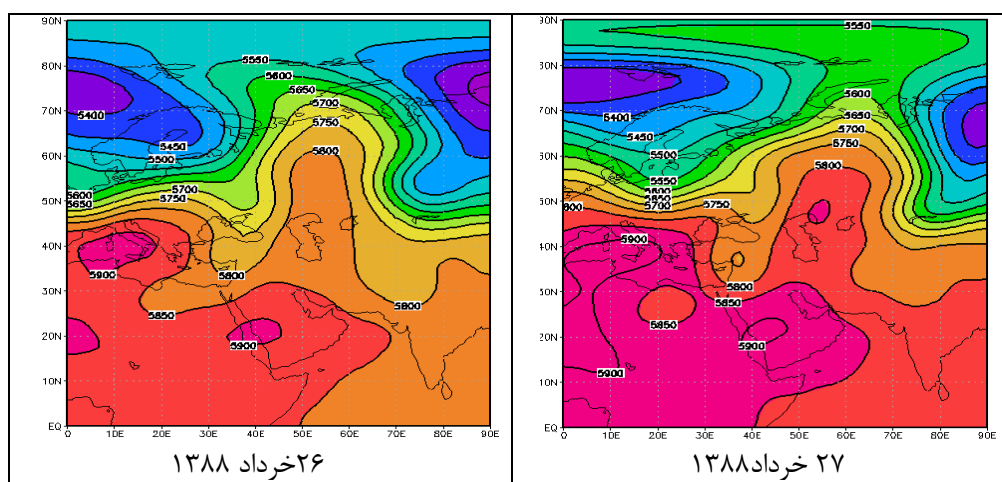


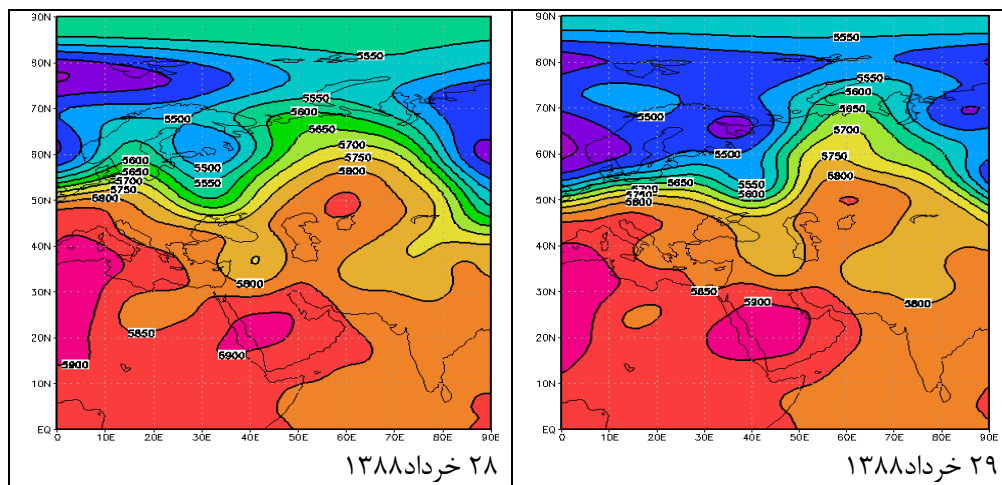
شکل (۳): آرایش الگوهای ایزوباری روزهای ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸

نقشه های پربندی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸



بررسی نقشه‌های پربندی روزهای گرد و غباری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی نشان می‌دهد که در بخش جنوب نقشه (شمال آفریقا) سامانه‌ی پر ارتفاع آזור وجود دارد. در بخش غربی این سامانه‌ی پر ارتفاع، یک سامانه‌ی کم ارتفاع که از غرب به شرق حرکت می‌کند واقع می‌شود که با عمیق شدن آن، دو فراز، یکی بر روی اروپا و دیگری بر روی شبه جزیره‌ی عربستان و خلیج فارس و دریای عرب واقع می‌شود که انتهای آن در شرق و غرب تا عرض‌های بالا امتداد می‌یابد. هرچه فرود بالای پر ارتفاع آזור غربی عمیق‌تر شود فرازهای دو سوی آن‌ها ارتفاع بیشتری یافته و هوای سرد از عرض‌های بالا به عرض‌های پائین‌تر ریزش می‌کند و هوای گرم‌تر جنوب از عرض‌های پائین‌تر به عرض‌های بالاتر انتقال می‌یابد. جریان هوای گرم در شرق این ناوه و در شرق ایران از جنوب به شمال (صعودی) و جریان هوا در غرب آن واقع در غرب ایران از شمال به جنوب (نزولی) است به عبارت دیگر هماهنگی کاملی بین جریان هوا در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی و این تراز وجود دارد. نتایج پژوهش‌ها (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴، ۱۷۳، طاووسی و همکاران، ۱۳۸۹، ۹۷، علیجانی، ۱۳۸۳، ۲۷). نشان می‌دهد که پرفشار آזור همراه با سیستم‌های مهاجر غربی، مهم‌ترین عوامل سینوپتیک تاثیرگذار بر سیستم‌های گرد و غبار منطقه مورد مطالعه هستند. فرودها و سیکلون‌های مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنب حاره در منطقه حضور نداشته و یا ضعیف باشد؛ اما زمانی که تقویت شده و بر منطقه حاکم می‌گردد، فروبارهای حرارتی در سطح زمین تشکیل می‌شوند که نقش زیادی در ایجاد گرد و غبارهای منطقه دارند.

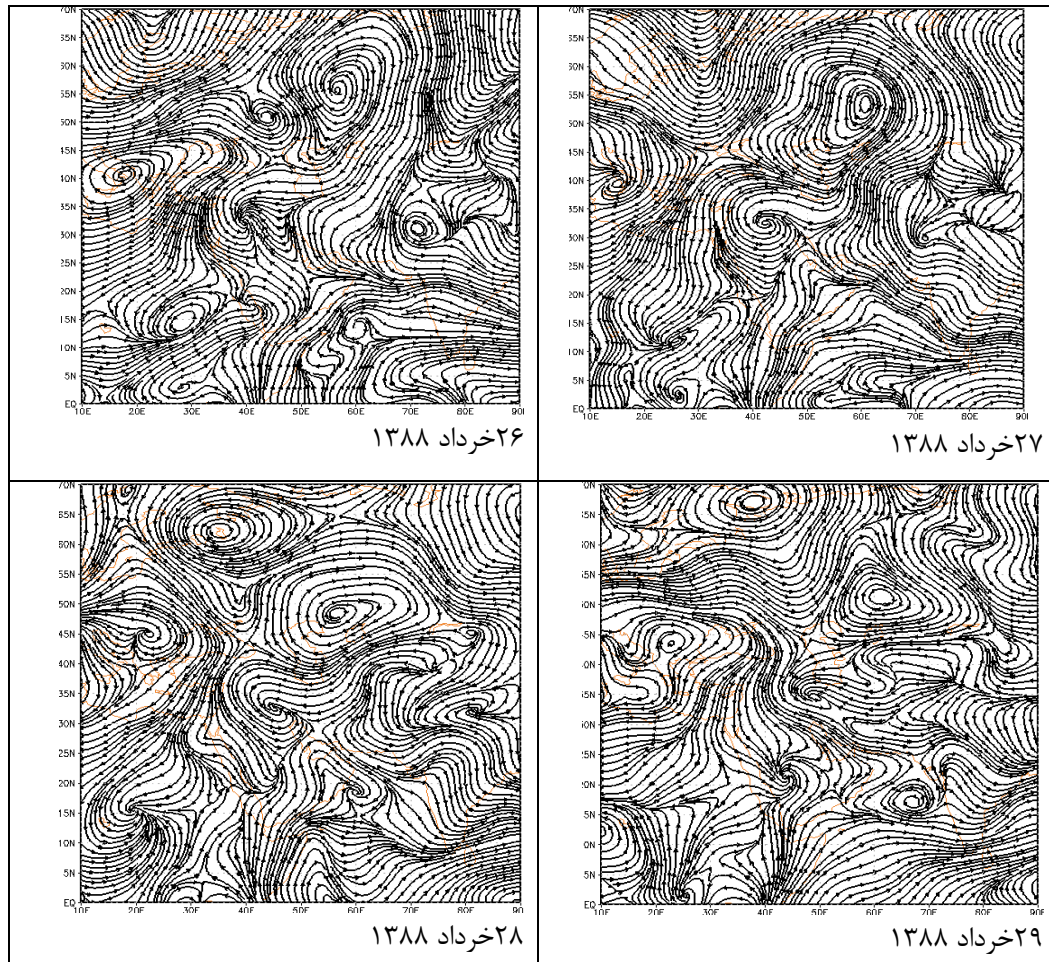




شکل (۴): نقشه های پربندی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

#### بررسی آرایش الگوهای مؤلفه های باد مداری و نصف النهاری روزهای ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸

بررسی الگوهای آرایش برداری بادها در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال حاکی از آن است که آرایش الگوهای مؤلفه ی برداری باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به علت وجود اصطکاک و محیط های متفاوت و آب و خشکی بسیار مغشوش است و نمی توان جهت خاصی را در آنها در یک منطقه ی وسیع تعیین نمود، اما نقشه های ۸۵۰ هکتوپاسکال نسبت به تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شرایط بهتری را نشان می دهد. مقایسه ی این نقشه ها با نقشه های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی حکایت از آن دارد که آرایش الگوهای برداری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی بسیار منظم تر است اما شرایط محلی را کمتر به نمایش می گذارد (خوشحال، ۱۳۹۱، ۷۵). بنابراین در این تحقیق نقشه های تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برای ارائه انتخاب گردید. در تصویر شماره ی (۵) نقشه های آرایش الگوهای برداری تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال از روز ۲۶ تا ۲۹ خرداد درج شده است. به طوری که در این نقشه ها می توان دید جریانات هوا در روز قبل از گرد و غبار در غرب کشور و منطقه ی مورد مطالعه و اچرخندی بوده اما در روز شروع گرد و غبار ۲۷ خرداد در منطقه جریانات چرخندی با جهت غربی-شرقی به سمت غرب کشور در حال حرکت است که در روز ۲۸ ام شاهد ادامه ی حرکت رو به شرق این چرخند می باشیم. نقشه جریان باد مؤید این مطلب است که گردغبار از روی کشور عراق در جهت غرب و جنوب غرب به غرب کشور و استان کرمانشاه هدایت شده است.



شکل (۵): آرایش الگوهای مؤلفه های باد مداری و نصف النهاری

#### استفاده از سنجش از دور در بررسی رخداد گردوغبار ۲۶ تا ۲۹ خرداد

امروزه استفاده از سنجش از دور در پایش مخاطرات محیطی نظیر گرد و غبار غیر قابل انکار است. در هنگام وقوع طوفان گردوغبار، بخش مهمی از گردوغبار خود را بصورت یک لایه ضخیم نمایش می دهد. لایه ضخیم گرد و غبار می تواند تابش خورشیدی را جذب و بازتاب کند. مودیس<sup>۱۲</sup> یکی از سنجنده هایی است که روی ماهواره ترا<sup>۱۳</sup> EOS-AM1 قرار دارد که از سال ۲۰۰۰ همزمان با قرارگیری در فضا داده هایش قابل دسترس است و این داده ها همراه با داده های مودیس دوم که روی ماهواره اکوا<sup>۱۴</sup> قرار دارد دریافت میشود. این سنجنده ۳۶ باند طیفی دارد. حساسیت رادیومتریکی آن ۱۲ بیت بوده و دامنه طول موجهای آن از ۰٫۴ تا ۱۴٫۴ متغیر می باشد، در میان ۳۶ باند مودیس، باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک برای اندازه گیری بازتاب و باندهای مادون

12-MODIS

13- Terra

14 -Aqua

قرمز حرارتی برای اندازه گیری دمای روشنایی<sup>۱۵</sup> اشیا استفاده می شود. شاخص اختلاف دمای درخشندگی (تفاضل دمای درخشندگی دوباند حرارتی) نیز در مطالعات بسیاری برای پایش گردو غبار استفاده شده است. این روش برخلاف ساده بودن از آستانه های تجربی استفاده میکند (Duda et al;2006). با مقایسه ویژگی های طیفی در میان گرد و غبار زمین و ابر می توان دریافت که ابر با انعکاس بالا اما دمای روشنی پایین، زمین با بازتاب کم اما دمای روشنایی بالا و گرد و غبار بین این دو پدیده است (می و همکاران، ۲۰۰۵: ۱۲۲). باندهای ۳۱ و ۳۲ و ۲۹ مودیس در محدوده پنجره حرارتی مادون قرمز می باشند که جذب به وسیله دیگر گازهای اتمسفری بسیار ناچیز است. در باندهای ۳۱ و ۳۲ میزان اختلاف دما بین زمین، گرد و غبار و ابر بسیار بالا است ولی گرد و غبار نسبت به سایر پدیده ها دمای بالاتری در باند ۳۲ نسبت به باند ۳۱ دارد از این رو باندهای ۳۱ و ۳۲ اختلاف دمای تابندگی بین این دو باند می تواند در تشخیص پدیده گرد و غبار بکار گرفته شود رابطه (۱). اختلاف دمای درخشندگی محدوده ۱۱ (باند ۳۱) از ۱۲ (باند ۳۲) و همچنین ۸,۵ (باند ۲۹) از ۱۲ میکرومتر برای پدیده گردوغبار منفی خواهد بود و جابه جایی باندها در اعمال اختلاف نتیجه را مثبت خواهد نمود. دمای درخشندگی نیز از تبدیل داده های سطح IB باندهای حرارتی مودیس در باندهای ۳۱ و ۳۲ با استفاده از عکس معادله پلانک تهیه می شود.

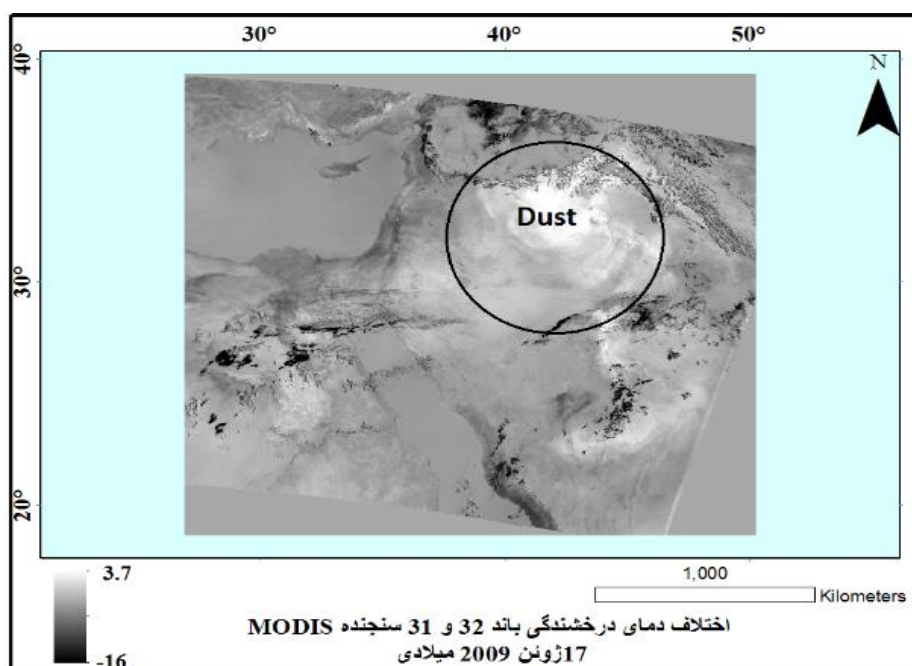
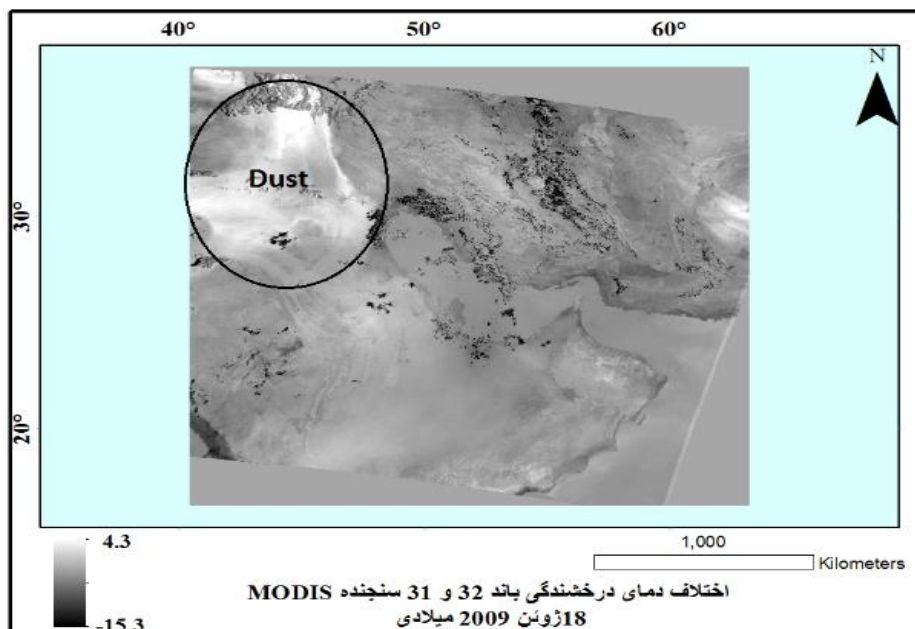
$$BTDI = CH32 - CH31 \quad \text{by} \quad MODIS/TERRA$$

$$CH31 : MODIS - 31(10.780 \mu m \approx 11.280)$$

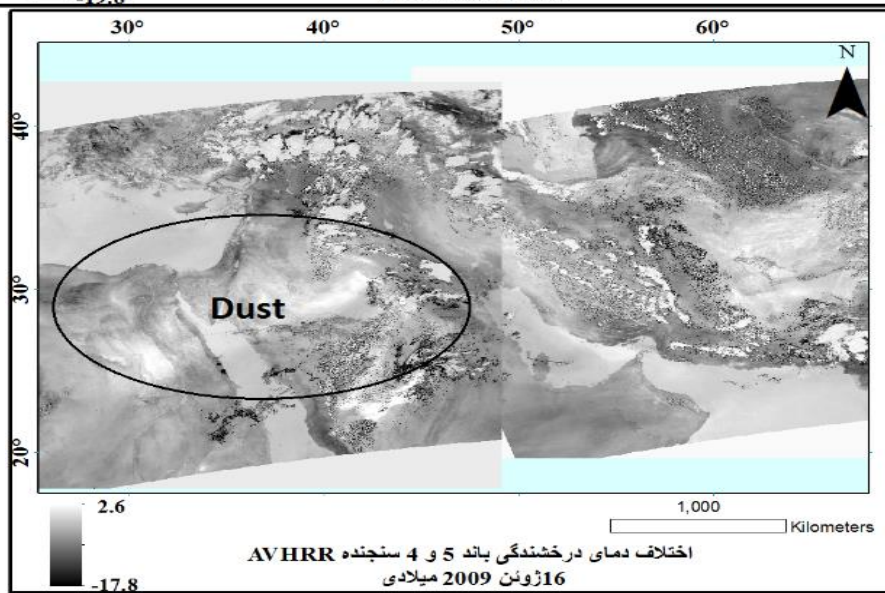
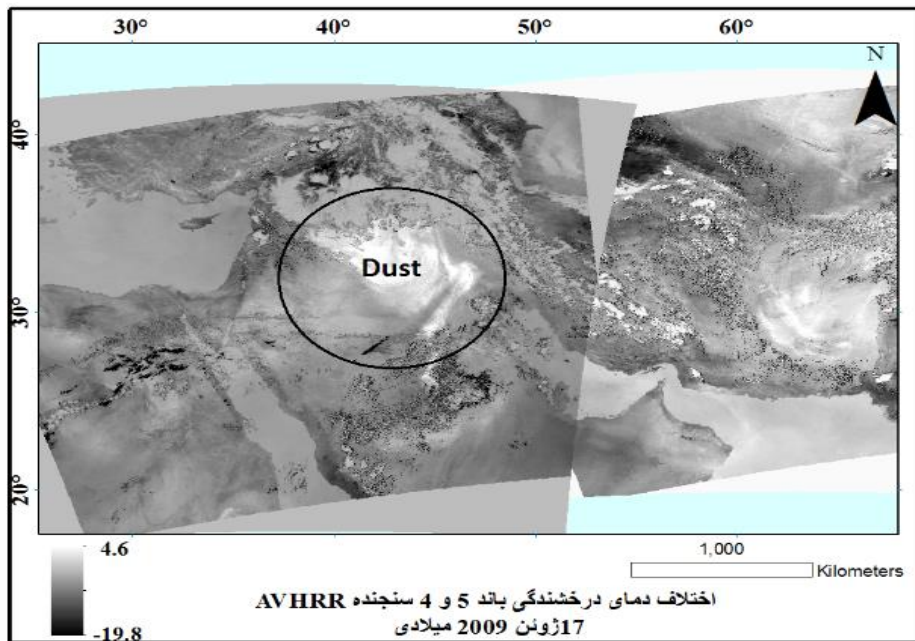
رابطه (۱)

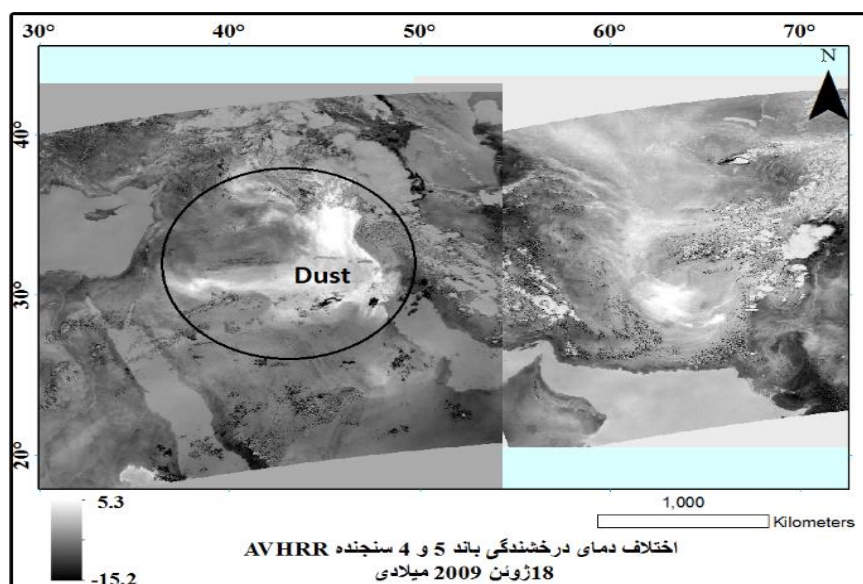
$$CH32 : MODIS - 32(11.770 \mu m \approx 12.270)$$

با توجه به شکل (۶) مطابق با تصاویر ماهواره ای مطالعه شده در تاریخ ۲۶ تا ۲۹ خرداد ۱۳۸۸، گرد و غبار از رسوبات ریزدانه کف دریاچه های محلی و بیابان های غرب عراق منشا گرفته و استان های غربی و جنوب غربی کشورمان را به شدت تحت تاثیر قرار داده است و همچنین باعث کاهش دید افقی تا ۱۰۰ متر در ایستگاههای منتخب استان کرمانشاه شده است. در روز شانزدهم که تنها تصویر AVHRR مناسب ترین تصویر بود مشخص است که طوفان گردوغبار از صحرای آفریقا به سمت عربستان و سپس غرب و جنوب غرب کشور ایران در حال حرکت است. با توجه به تصویر روزهای ۲۷ و ۲۸ ام (۱۷ و ۱۸ ژوئن) دو سنجنده نتایج مشابه بدلیل قدرت تفکیک یکسان و باندهای حرارتی مشابه قابل مشاهده است آنچه حائز اهمیت است این است که در این دو تصویر منشاء اصلی رخداد گرد و غبار ایران کشور عراق می باشد.



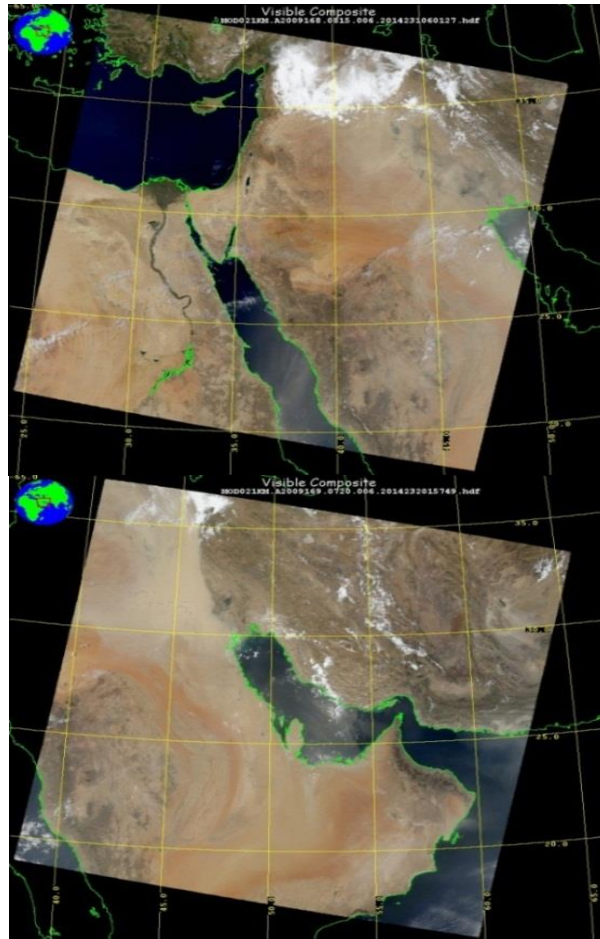
شکل (۶): اختلاف دمای درخشندگی باند ۳۱ و ۳۲ سنجنده MODIS در روزهای ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸





شکل (۷): اختلاف دمای درخشندگی باند ۵ و ۴ سنجنده AVHRR در روزهای ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸

علاوه بر استفاده از اختلاف دمای درخشندگی دو سنجنده فوق از تصاویر ترکیب رنگی کاذب حاصل باندهای ۳ و ۴ (می و همکاران، ۲۰۰۸، ۹۶۶) برای تشخیص گرد غبار از سایر پدیده‌ها نیز استفاده شده است. شکل (۸) ترکیب رنگی کاذب حاصل باندهای یک (قرمز)، سه (سبز) و چهار (آبی) از لحاظ بصری نتیجه بهتری از رویت گرد و غبار ایران را بر روی تصاویر ماهواره‌ای مودیس نشان می‌دهد که علت آن انعکاس بالای ابر در هر سه باند نسبت به زمین می‌باشد که انعکاس پدیده‌ی گرد و غبار در بین آن‌ها قرار دارد (جهانبخش و همکاران، ۱۳۹۲). در تصاویر رنگی مربوط به روز گرد و غبار مشاهده می‌شود که در تاریخ ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸ به طور کامل وارد ایران شده و از مرزهای جنوب غربی نیز فاصله گرفته است. توده‌ی گرد و غباری که در جنوب و مرکز عراق و شمال و شمال شرق عربستان شکل گرفته است همانگونه که در تصاویر مشاهده می‌گردد، در حال وارد شدن به خلیج فارس می‌باشد.



شکل (۸) ترکیب رنگی کاذب حاصل باندهای یک (قرمز)، سه (سبز) و چهار (آبی) روزهای ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۸۸

### نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که در سطح زمین هنگامی که سامانه‌ی پرفشار اروپائی به شمال و غرب عقب نشینی می‌کند در مناطق شرقی دریای مدیترانه کم‌فشار سودانی گسترش یافته و این سامانه در جهت جنوب غرب به شمال شرق جابجا میشود و با ورود آنها به منطقه آشفته‌گی ایجاد می‌شود و به دلیل نبود رطوبت گرد و خاک ایجاد میشود، در تراز میانی بر روی بخش شرقی محور ناوه‌ی دریای سرخ آشفته‌گی هوا از شرق دریای سرخ تا شمال دریای خزر وجود دارد و همین امر باعث می‌شود تا کم‌فشارهای تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی تا ارتفاعات زیاد به بالا کشیده شوند. منابع عمده‌ی گرد و غبارهای وارده به استان کرمانشاه شامل بیابانهای شمال عربستان، جنوب عراق، و تا حدودی شمال صحرای افریقا می‌باشند.



## منابع

- اداره ی کل هواشناسی استان کرمانشاه
- امیدوار، کمال، (۱۳۸۵). "بررسی و تحلیل سینوپتیکی طوفان دشت یزد و اردکان"، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲(۸۱): ۴۳-۵۸.
- ایرانمنش، فاضل، عرب خدری، محمود؛ اکرم، مجتبی، (۱۳۸۴). "بررسی مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی های انتشار آن ها در طوفان های منطقه ی سیستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای"، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۲(۶۷): ۲۵-۳۳.
- حسین زاده، سیدرضا، محمدی مرادیان، جمیله. (۱۳۹۴)، "پایش ماهواره های و تحلیل همدید پدیده ی گرد و غبار در کلانشهر مشهد طی دوره آماری ۲۰۱۳-۲۰۰۹"، مجله ی جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۴: ۳۵-۵۷.
- خوش کیش، اسدالله، علیجانی، بهلول. (۱۳۸۹). "تحلیل سینوپتیک سیستم های گرد و غبار در استان لرستان"، پایان نامه ی دوره ی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی.
- خوش اخلاق، فرامرز، نجفی، محمد سعید، زمانزاده، سیدمحمد، شیرازی، محمد حسن، صمدی، مهدی. (۱۳۹۲)، بررسی ترکیبات بار گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۶: ۱۷-۳۶.
- ذوالفقاری، حسن و عابدزاده، حیدر. (۱۳۸۴)، "تحلیل سینوپتیک سیستم های گرد و غبار در غرب ایران"، جغرافیا و توسعه، ۳ (۶): ۱۷۳-۱۸۶.
- سپیندار، نساء، خوشحال دستجردی، جواد. (۱۳۹۱). "تحلیل سینوپتیک سیستم های موجد گرد و غبار در استان کرمانشاه در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۸"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه اصفهان.
- شمسی پور، علی اکبر. صفرراد، طاهر. (۱۳۹۱)، "تحلیل ماهواره ای همدیدی پدیده گرد و غبار (گرد و غبار تیرماه ۱۳۸۸)" پژوهش های جغرافیای طبیعی، (۴۴) ۷۹: ۱۲۶-۱۱۱.
- صمدی، مهدی (۱۳۹۱). "آشکارسازی و منشاء یابی طوفان های گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره ای"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه کارتوگرافی، دانشگاه تهران.
- مرکز آمار ایران، سال ۱۳۸۵، سالنامه ی آماری استان کرمانشاه، ص ۸۶.
- ولی زاده کامران، خلیل، رسولی، علی اکبر، نامداری، سودابه. (۱۳۹۵). تحلیل روند زمانی و مکانی طوفان های گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران با پردازش تصاویر ماهواره ای، پایان نامه ی دوره ی دکترای اقلیم شناسی گرایش ماهواره ای، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه تبریز.
- Duda,D,P., Minnis, Minnis,P., Trepte,Q., Sun-Mack,S.,2006.The Continuous Monitoring of Desert Dust using an Infrared-based Dust Detection and Retrieval Method, 12th AMS Conference on Atmospheric Radiation; 143.

- Grant. T, yiu. CH, Hamish.W, (2005), **The 23rd October 2002 dust storm in eastern Australia: characteristics and meteorological conditions, atmospheric invironment**, 39: 1227-1236
- Huang, M; Peng, G; Zhang, J and Zhang, Sh , (2006), "**Application of artificial neural networks to the prediction of dust storms in Northwest China**. Global and Planetary Change, 52: 216-224
- Li X,Ge L,Dong Y and Chang H C 2010 **Estimating the greatest dust storm in eastern Australia with MODIS satellite images**. Published by IEEE.
- Maghrabi. A, Alharbi. B , Tapper. N, (2011), **Impact of the March 2009 dust event in Saudi Arabia on aerosol optical properties, meteorological parameters, sky temperature and emissivity**, atmospheric invironment,34: 2164-2173.
- Mei, D., Xiushan, L., Lin, S. and Ping, W., (2008), "**A Dust-Storm Process Dynamic Monitoring With Multi-Temporal MODIS Data**", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B7, 965-970.
- Natsagdorja. D, Jugdera.Y, Chungb. S, (2003),**Analysis of dust storm observed in Mongoliaduring 1937-1999**,AtmosphericEnvironment,pp 37,1401-1411
- Orlovsky. L, Orlovsky.N, Durdyevb.A, (2005), **Dust storms in Turkmenistan**، Journal of Arid Environments, 60: 83-97
- Wilkerson, w., 1991. **Dust and sand Forecasting in Iraq and Adjoining Countries**. Air weather service,Scott air force base, Illinois(1991).
- wang. Y, Dong. C. H, (2006) , **A Review on East Asian Dust Storm Climate,Modelling and Monitoring**; Global and Planetary Change, pp 52: 1-22.
- www.ngdir.ir/ geoportalinfo/