



منشاء یابی گرد و غبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

محمد فلاح ززولی^{۱*}، علیرضا وفایی نژاد^۲، میرمسعود خیرخواه زرکش^۲، فریبرز احمدی دهکاء^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲. استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳. مربی گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه پیام نور مرکز طالقان

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۸ بهمن ۱۳۹۲

پذیرش: ۱ خرداد ۱۳۹۳

دسترسی اینترنتی: ۱۸ دی ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

پدیده گرد و غبار

سنجند مودیس

شاخص اکرمین

سنجش از دور

سیستم اطلاعات جغرافیایی

چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از مهمترین چالش‌های زیست‌محیطی اخیر در غرب و جنوب غرب ایران می‌باشد. برای تشخیص پدیده گرد و غبار نیاز به تصاویری با تکرار در شبانه روز، پوشش وسیع و باندهای طیفی زیاد است از این حیث تصاویر مربوط به سنجند مادیس مناسب می‌باشد. هدف از این تحقیق، شناسایی منشاءهای تولید کننده گرد و غبار ورودی به این منطقه در سال ۲۰۱۱ با استفاده از باندهای مرئی و باندهای حرارتی سنجند مادیس و با بکارگیری شاخص اکرمین و تحلیل سینوپتیکی برای شناسایی چگونگی حرکت گرد و غبار از منشاء به داخل ایران با استفاده از داده‌های سینوپتیکی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، فشار تراز دریا و نقشه‌های جهت جریان باد ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی می‌باشد. در نهایت با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و ابزار تحلیل مکانی نمایش حرکت آن از منشاء تا داخل ایران رهگیری شد. نتایج نشان داد که منشاء پدیده‌های گرد و غبار ورودی به غرب و جنوب غرب کشور از سوریه و عراق و بخشی از عربستان سعودی می‌باشد، که عمده‌ترین منشاء گرد و غبار شمال عراق و مرز عراق و سوریه می‌باشد. تلفیق نتایج حاصله از بارزسازی گرد و غبار و نقشه‌های سینوپتیکی، یافتن منشاء و نحوه انتقال گرد و غبار را بهینه کرده و پیش‌بینی مناسب‌تری برای مسیر حرکت گرد و غبار فراهم می‌نماید.

* mohammadfallah2092@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی بوجود آمده در منطقه خاورمیانه و ایران در سال‌های اخیر پدیده گرد و غبار می‌باشد. این پدیده امروزه به یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است. پدیده گرد و غبار به عنوان پدیده‌ای اقلیمی در تمام شرایط آب و هوایی رخ می‌دهد که اثرات نامطلوب اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و تجاری را سبب می‌گردد و به عنوان پدیده بارز مناطق بیابانی، سبب اختلال در فعالیت‌های انسانی، کشاورزی، زیرساخت‌های اجتماعی، حمل و نقل و صنایع می‌گردد. همچنین حجم فراوان ذرات حمل شده به تروپوسفر، بیان انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که متعاقب آن شرایط آب و هوایی و اقلیم آن ناحیه نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اهمیت ژئومورفولوژیکی طوفان‌های گرد و غبار به خاطر نقش آن‌ها در فرسایش و رسوب‌گذاری است و زمانی رخ می‌دهند که قابلیت دید به کمتر از یک کیلومتر کاهش یابد (۴).

از عوامل اصلی و مؤثر در رخداد پدیده گرد و غبار، موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی مناطق منشاء و مناطق تحت تأثیر می‌باشد. به طوری که قرارگیری ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان و از طرف دیگر مجاورت با کشورهای چون عربستان، عراق و سوریه که دارای فقر پوشش گیاهی بوده و به دلیل بارش اندک و دمای بالا اغلب مساحت این کشورها از بیابان تشکیل شده است و تحت تأثیر شرایط بیابانی، ناپایداری هوا و جریان باد در این مناطق که اغلب شدید می‌باشد، باعث بلند شدن گرد و غبار از این نواحی می‌گردد و رخداد خشکسالی‌های متناوب در این مناطق سبب رخداد متناوب این پدیده در نواحی غربی ایران و به خصوص جنوب غرب کشور شده است. از طرف دیگر استفاده نامطلوب از منابع طبیعی توسط انسان در داخل کشور و کشورهای همسایه سبب تشدید رخداد این پدیده شده است (۱۰). این امر در شرایط خشکسالی و برخی عوامل انسانی مانند تغییر کاربری زمین در چند سال اخیر شدت گرفته است که برای ساکنان این منطقه معضلات زیادی در جنبه‌های زیست‌محیطی، بهداشتی، اجتماعی، اقتصادی و برای سیاستمداران این کشورها مشکلات سیاسی و نارضایتی‌های عمومی را ایجاد کرده است

(۲). مطالعات نشان می‌دهد که پدیده گرد و غبار از بلایای طبیعی است که سالانه خسارت‌های زیاد در استان‌های غربی و جنوب غربی ایران ایجاد می‌کند. در نتیجه آشنایی با نحوه ایجاد و شکل‌گیری این پدیده در کاهش خسارت‌های ناشی از آن می‌تواند مؤثر باشد.

سنجش از دور علم و فن و هنر به دست آوردن اطلاعات در مورد پدیده‌ها از راه دور و به عبارتی جمع‌آوری اطلاعات از مناطقی است که انسان به دلیل خطرناک بودن، هزینه زیاد و بعد مسافت به طور مستقیم قادر به شناسایی آن‌ها نیست. سنجش از دور شامل انواع مختلفی مانند عکس هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و راداری است (۱). برای تشخیص پدیده‌های گرد و غبار تصاویر ماهواره‌ای با پوشش وسیع و تکرار زیاد همراه با باندهای طیفی بالا نیاز است. سنجنده مودیس از ماهواره ترا و آکوا دارای توان تفکیک رادیومتریکی بالا بوده و بازه وسیعی از انرژی تابشی محدوده مرئی و نامرئی را پوشش داده که از این حیث برای بررسی طوفان‌های گرد و غبار مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵). سنجنده مودیس (MODIS) در دو باند دارای توان تفکیک مکانی ۲۵۰ متر، در ۵ باند دارای توان تفکیک مکانی ۵۰۰ متر و در ۲۹ باند دارای توان تفکیک ۱۰۰۰ متر است (۶).

مطالعات متنوعی در راستای شناخت پدیده گرد و غبار و ابعاد متفاوت این پدیده در ایران و مناطق مختلف جهان شکل گرفته است. این بررسی‌های صورت گرفته دارای روش‌های مختلفی اعم از آماری، سینوپتیکی و دینامیکی می‌باشد که در بررسی‌های زیست‌محیطی از مدل‌سازی مختلفی استفاده نموده‌اند. یکی از این روش‌ها مطالعه آماری پدیده گرد و غبار به منظور تحلیل زمانی این پدیده نشان می‌دهد که تعداد روزهای این پدیده در حال افزایش و بیشترین فراوانی آن مربوط به ماه‌های جون و جولای است و در بین مطالعاتی که صورت گرفت فقط یکی از این مطالعات روند کاهشی را نشان می‌دهد (۳، ۹ و ۲۴). تحلیل مکانی این پدیده بیانگر آن است که مناطق عمده فعالیت‌های پدیده گرد و غبار بیابان‌ها از جمله بیابان‌های ماسه‌ای که به وسیله انسان تخریب شده وجود دارد (۷ و ۱۶).

عمل آشکارسازی طوفان گرد و غبار عبارت است از

متفاوت می‌باشد. بادوک و همکاران (۱۳) در تحقیقی در حوزه دریاچه ایر (Eyre) استرالیا برای چهار مورد طوفان گرد و غبار رخ داده مقادیر ۰، ۱/۲- و ۰/۳۵- کلوین را به عنوان آستانه بکار بردند.

میلر (۱۹) روشی را توسعه داد که برای بازسازی گرد و غبار سطح آب و زمین در هنگام روز بکار می‌رود. او برای این منظور از داده‌های مودیس استفاده کرد. رسکونسکی و لیو (۲۱) به منظور تفکیک گرد و غبار از ابرهای سیروس از چهار باند طیفی ۴، ۱۶، ۳۱ و ۳۲ استفاده کردند. نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد که مقادیر بزرگ‌تر از ۱ در این روش نشان‌دهنده گرد و غبار می‌باشد.

تقوی (۲۳) طوفان گرد و غبار ۱۲ آپریل ۲۰۰۷ را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدات هواشناسی مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که استقرار کم‌فشار سطحی بر روی زاگرس در ایران و پرفشار بر روی جنوب شبه جزیره عربستان عامل اصلی فرارفت گرد و غبار از عراق و شمال عربستان به نواحی مجاور بیان شده است که از این سیستم به عنوان سیستم وزشی شمال نیز یاد می‌شود که همواره باعث وزش طوفان‌های گرد و غبار از جهت شمال غرب به کشورهای حاشیه خلیج فارس و ایران گشته است. در مطالعاتی که می و همکاران (۱۸) انجام دادند مقدار بازتاب گرد و غبار در باند ۳۲ نسبت به باند ۳۱ سنجنده مودیس بیشتر است و اختلاف دمای درخشندگی (BTD) بین باندهای ۳۱ و ۳۲ مقادیری منفی است. همچنین مقدار شاخص اختلاف نرمال شده گرد و غبار (NDDI) مقادیری مثبت است.

بداک و همکاران (۱۳) پنج روش اصلی تشخیص گرد و خاک (با استفاده از داده‌های آئروسول سطح یک B و سطح دو سنجنده مودیس MODIS level 1B & MODIS level 2) را برای تشخیص ذرات گرد و خاک معدنی از دیگر ذرات و تعیین وسعت گرد و خاک برای ۴ واقعه گرد و خاک در دریاچه ایر (Eyre) در استرالیا را با پنج روش ترکیب رنگ کاذب (FCC)، اختلاف دمای روشنایی، روش آکرمن، الگوریتم افزایشی گرد و خاک میبر، الگوریتم اختلافی گرد و خاک روسکونسکی و لوئیس مقایسه و ارزیابی نمودند. تمام تکنیک‌ها برای آشکارسازی گرد و خاک در مقایسه با ترکیب

تفکیک و شناسایی ابرهای گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای که این امر براساس خصوصیات تابش و پراکنش ذرات گرد و غبار انجام می‌گیرد. بنابراین می‌توان با استفاده از داده‌های سنجش از دور طوفان‌های گرد و غبار را شناسایی کرده و به صورت نقشه درآورد. که این امر در طول موج‌های مختلف با درجات موفقیت متفاوت امکان‌پذیر است. باندهای مرئی و مادون قرمز می‌توانند به منظور تفکیک گرد و غبار بکار روند، در حالی که طول موج‌های مرئی و مادون قرمز نزدیک به دلیل آلودگی بالای سطوح غالباً تفسیرشان مشکل می‌باشد (۲۲). بنابراین اگر صرفاً از باندهای مرئی استفاده شود، تشخیص لبه‌های نواحی متأثر از گرد و غبار مشکل خواهد بود که این مشکل با استفاده از بکارگیری روش پنجره مجزا (Split-window) با مقدار آستانه مشخص در اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۳۱ (طیف ۱۱ میکرومتری) و ۳۲ (طیف ۱۲ میکرومتری) حل خواهد شد (۱۱ و ۱۲). از آنجائی که باندهای موجود در طیف ۱۱ و ۱۲ میکرومتری (باندهای ۳۱ و ۳۲ در MODIS) در محدوده مادون قرمز حرارتی قرار دارند (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 می‌تواند برای آشکارسازی طوفان‌های گرد و غبار بکار رود (۱۵). آکرمن (۱۲) نشان داد که اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۱۱ و ۱۲ میکرومتری برای گرد و غبار منفی می‌باشد، زیرا این پدیده بازتابش بالاتری در محدوده طیف ۱۲ نسبت به ۱۱ میکرومتری دارد. در این حالت ابرها از گرد و غبار تفکیک می‌شوند. آکرمن (۱۱ و ۱۲) آستانه دقیقی برای جداسازی گرد و غبار تعیین نکرد ولی مشاهده کرد که اختلاف دمای درخشندگی (Brightness Temperature Difference) در این باندها برای گرد و غبار منفی می‌باشد، بنابراین آستانه جهانی برای تفکیک گرد و غبار می‌تواند به طور کلی مقدار صفر در نظر گرفته شود. در این حالت مقادیر منفی طوفان گرد و غبار را نشان می‌دهد. این آستانه می‌تواند بر اساس تغییرپذیری در ماهیت تابندگی (Emissive) و انتقال پذیری (Transmissive) هواویزها تا حدودی متغیر باشد (۱۳). بنابراین مقدار این آستانه در تحقیقات مختلف نیز تا حدودی

گرد و غبار در جنوب غرب ایران را بررسی کردند. در این تحقیق دو دوره بیشینه گرد و غبار با ویژگی‌های متفاوت مشخص گردید. لشکری و کیخسروی (۸) به تحلیل آماری همدیدی طوفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۵ پرداخته و مشخص کردند که طوفان‌های گرد و غبار در جنوب استان خراسان رضوی یک پدیده متداول است به طوری که از شمال به جنوب بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود. هدف از این تحقیق، شناسایی منشاء گرد و غبار وارد شده به غرب و جنوب غرب ایران در سال ۲۰۱۱ با استفاده از باندهای مرئی و باندهای حرارتی سنجنده مودیس و با بکارگیری شاخص اکرمین و شناسایی چگونگی حرکت گرد و غبار از منشاء به داخل ایران با استفاده از داده‌های سینوپتیکی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعه در استان‌های غرب و جنوب غربی ایران و همچنین کشورهای همسایه غربی ایران شامل عراق، سوریه، ترکیه، قطر، کویت و عربستان واقع شده است (شکل ۱).

رنگ کاذب (FCCs) موفق بودند. اما مؤثرترین تکنیک برای تعیین منبع گرد و خاک برای هر واقعه به فاکتورهایی مانند پوشش ابر، کانی‌شناسی حباب گرد و خاک و انعکاس سطح بستگی داشته است.

لی و همکاران (۱۷) بزرگ‌ترین گرد و غبار شرق استرالیا را با استفاده از تصاویر ماهواره مودیس و شاخص اختلاف دمای روشنایی (BTDR) مورد ارزیابی قرار داده و با بیان کارایی قابل توجه این روش در شناسایی توده‌های گرد و غبار، چگونگی وقوع این پدیده را شناسایی نمودند. گائو و همکاران (۱۴) تأثیرات ناهنجاری‌های آب و هوا در طوفان‌های گرد و غبار بر افزایش زمین‌های شنی را در شمال شرق چین طی ۲۰۰۸-۲۰۰۱ مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها بیان کردند که هر چند که از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۰۸ از فراوانی کلی طوفان‌های گرد و غبار در این منطقه کاسته شده ولی زمین‌های شنی طی فعالیت‌های گرد و غبار بخصوص بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ افزایش یافته است. پس از بررسی متغیرهای آب و هوایی، خشکی را مهم‌ترین عامل افزایش طوفان‌های گرد و غبار ذکر کردند. همچنین کاهش بارش، تبخیر زیاد، کاهش رطوبت نسبی و رطوبت خاک با کاهش پوشش گیاهی طی دوره مورد مطالعه در مقایسه با ۳۰ سال قبل از آن تأیید شده است. شمسی‌پور و همکاران (۲۲) تحولات مکانی و زمانی پدیده



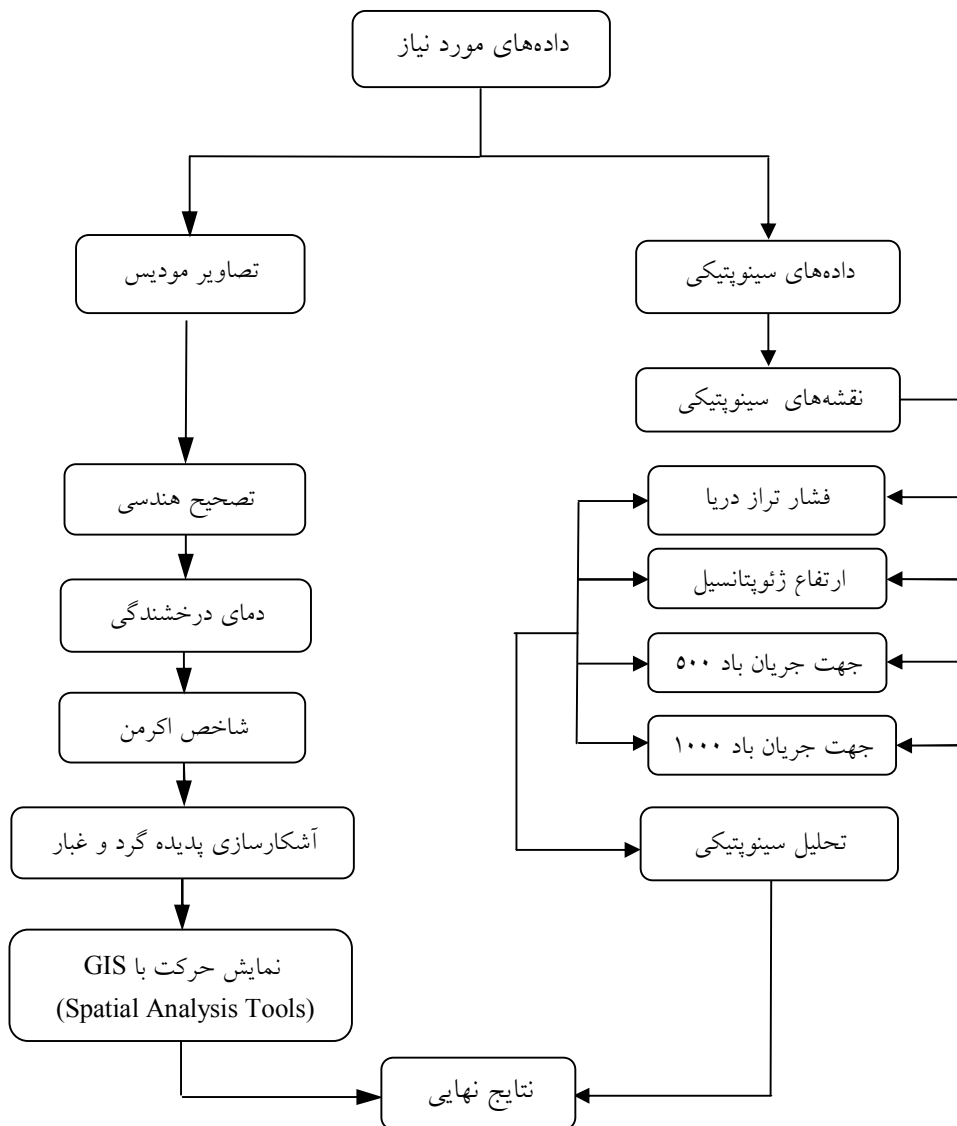
شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان‌های غرب و جنوب غرب کشور

داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه از داده‌های تصاویر سنجنده مودیس مربوط به دو پدیده گرد و غبار مربوط به ۱۵۳ و ۱۵۴ روز از سال ۲۰۱۱ و ۱۶۲ الی ۱۶۴ روز از سال ۲۰۱۱ استفاده گردید. همچنین از داده‌های سینوپتیکی فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری و داده‌های باد مداری و نصف‌النهاری (مؤلفه‌های U و V) برای فشار تراز ۱۰۰۰ میلی‌باری و فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری مربوط به گرد و غبارهای رخ داده، که از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده آمریکا مربوط به ۱ و ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ استفاده شد.

روش تحقیق

ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس و روش‌های سنجش از دور، گرد و غبار آشکارسازی و منشاء تولید گرد و غبار شناسایی شد. سپس با کمک تصاویر پیوسته حرکت گرد و غبار بررسی گردید. با مطالعه سینوپتیکی منطقه در سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال شرایط تولید گرد و غبار در منشاء بررسی و تحلیل سینوپتیکی دو طوفان رخ داده صورت گرفت و در نهایت در محیط نرم‌افزار Arc GIS[®]9.3 با استفاده از اکستنشن تجزیه و تحلیل مکانی حرکت گرد و غبار نشان داده شده است (شکل ۱).



شکل ۲. روند نمایش روش‌شناسی مطالعه در تحقیق

تولید گرد و غبار عمدتاً مناطقی می‌باشند که بیشترین تأثیر را از باد می‌پذیرند، عمدتاً دارای بافت ریزدانه بوده، فاقد پوشش گیاهی و رطوبت کافی می‌باشند. در این پژوهش به منظور شناسایی و پایش گرد و غبار از دو روش تفسیر بصری و رهگیری در تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از روش‌های آشکارسازی گرد و غبار (روش اختلاف دمای درخشندگی اکرمین) استفاده گردید. به طور کلی تشخیص گرد و غبار برخاسته از سطح زمین و نمایش محدوده دارای این پدیده و همچنین تعیین منشاء آن با استفاده از باندهای مرئی و ترکیب رنگی از این باندها، در بسیاری موارد مشکل و دارای خطا می‌باشد. از این رو در این پژوهش از اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۳۱ و ۳۲ استفاده شده است.

دمای درخشندگی کلیه اجسامی که دمایی بیشتر از صفر مطلق دارند از خود امواج الکترومغناطیسی تابش می‌کنند که به آن تابش حرارتی می‌گویند. یک تابش کننده کامل (جسم سیاه) تابش کننده‌ای است که بیشترین توان تابشی را داراست. توانی که تنها به دمای آن جسم بستگی دارد. این خاصیت سنجنده را قادر می‌سازد تا دمای یک جسم را از راه دور و بدون تماس فیزیکی با آن اندازه‌گیری کند. اما اغلب اجسام در طبیعت توان تابشی کمتری نسبت به جسم سیاه هم دمای خود دارند. تابندگی طیفی یک جسم در راستای (φ, θ) تحت عنوان $B\lambda(\varphi, \theta)$ با استفاده از رابطه ۱ تابش طیفی جسم سیاه هم دمای آن جسم (Bbb, λ) قابلیت نشر طیفی سمتی یا گسیلمندی آن جسم $e(\lambda, \varphi, \theta)$ تعیین می‌گردد.

$$e(\lambda, \varphi, \theta) = \frac{B\lambda(\varphi, \theta)}{Bbb, \lambda} \quad [1]$$

$e(\lambda, \varphi, \theta)$ تقریباً مستقل از دما است و تنها به طبیعت ماده بستگی دارد. تفاوت در میزان تابش اجسام همدم، ما را قادر می‌سازد تا با استفاده از اشعه سنج‌ها به نوع ماده تابش کننده پی ببریم. مثلاً تشخیص دهیم که ماده تابش کننده آب شیرین است یا شور، یا سطح تابش کننده یخ است یا آب. مشروط بر اینکه بتوان دمای آن جسم را مستقلاً و جداگانه اندازه‌گیری نمود. تابش طیفی یک جسم در راستای معین را با استفاده از معادله پلانک (رابطه ۲) می‌توان به دست آورد که واحد آن

در سنجش از دور از تصاویر چندطیفی، که ابزاری مناسب برای بارسازی و پایش گرد و غبار به شمار می‌روند (۱۹) استفاده شد. در این تصاویر اختلاف بسیار زیاد دمای درخشایی ذرات معلق در سطح زمین در بعضی از محدوده‌های طیفی امواج الکترومغناطیس با عوارض زمین، امکان آشکارسازی این ذرات را به خوبی میسر می‌کند. ضمن آنکه استفاده از تفاضل دمای درخشایی بین دو، سه یا چهار باند از میان داده‌های سنجنده مودیس، روند آشکارسازی را بسیار سریع‌تر و ساده‌تر می‌کند (۲۰). پدیده گرد و غبار در تصاویر ماهواره‌ای، دمای درخشایی را در طول موج‌های ۸/۵، ۱۱ و ۱۲ میکرومتر نشان می‌دهد. همان گونه که اکرمین (۱۲) و هوانگ و همکاران (۱۵) نشان دادند، اختلاف دمای درخشایی پدیده گرد و غبار در طول موج‌های ۱۱ و ۱۲ میکرومتری منفی است و دلیل آن، آلودگی بیشتر گرد و غبار در طول موج ۱۲ میکرومتر، نسبت به ۱۱ میکرومتر بیان شده است. برای مطالعه و تحلیل شرایط همدیدی منطقه هنگام رخداد گرد و غبار، داده‌های مولفه مداری و نصف النهاری باد، میانگین شرایط فشار سطحی (SLP) و میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل (HGT) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از وبگاه سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده آمریکا (NCEP) استخراج شدند. برای ترسیم نقشه جریان هوار، از برآیند مولفه مداری U (اعداد منفی نشان دهنده جهت وزش شرقی و اعداد مثبت نشان دهنده جهت وزش غربی) و نصف النهاری V باد (اعداد منفی نشان دهنده وزش باد جنوبی و اعداد مثبت نشان دهنده جهت وزش باد شمالی) برای تحلیل مسیر گرد و غبار استفاده گردید.

ابتدا با استفاده از داده‌های آماری سازمان هواشناسی روزهای گرد و غبار با دید کمتر از ۱۰۰۰ متر استخراج شد و روزهای مورد نظر انتخاب شد. سپس تصاویر مربوط به روزهای مورد نظر تهیه و پردازش‌های لازم بر روی آن صورت گرفت و در نهایت با استفاده از ابزارهای سنجش از دور و داده‌های سینوپتیکی و توابع GIS مورد تحلیل قرار گرفت. در ابتدا منشاء طوفان گرد و غبار مربوط به دو طوفان مورد مطالعه بررسی شد. منشاء طوفان گرد و غبار محدوده‌ای می‌باشد که در آن با دخالت باد مقدار زیادی گرد و خاک از سطح زمین بالا رفته و به نواحی دور و نزدیک انتقال می‌یابد. کانون‌های

برابر است با $m \text{ watts/m}^2 \cdot \text{sr}$. (۴)

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda}} - 1} \quad [2]$$

که در این رابطه؛ h عبارت است از ثابت پلانک ($h=6.6265 \times 10^{-34} \text{ JS}$)، k ثابت استفان بولتزمن ($k=1.3806558 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)، T دما بر حسب کلوین و c هم سرعت نور ($c=2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$)، حال جهت به دست آوردن T می توان معادله پلانک را معکوس کرد (رابطه ۳).

$$BT = \frac{hc}{k\lambda \cdot \ln\left(\frac{2hc^2}{B_{\lambda} \cdot \lambda^5} + 1\right)} \quad [3]$$

حال دمایی که از این طریق به دست می آید دمای درخشندگی (Brightness Temperature; BT) نامیده می شود. چرا که در آن فرض بر این نهاده شده است که گسیلمندی پدیده یا پدیده های مورد نظر برابر است با ۱ یعنی برابر با گسیلمندی جسم سیاه است. در واقع بسیاری از معادلات و روابط مورد استفاده در سنجش از دور به دلیل مشکلاتی که در برآورد گسیلمندی می باشد، براساس دمای درخشندگی بنا نهاده شده اند. اگرچه دمای درخشندگی با دمای واقعی برابر نبوده و همواره مقدار آن کمتر از دمای واقعی می باشد (۸). طوفان های گرد و غبار در برخی از باندها دارای دمای درخشندگی بالا و در برخی دیگر دمای درخشندگی پایین تری دارند. بنابراین محاسبه دمای درخشندگی می تواند در آشکارسازی این پدیده بسیار مؤثر واقع شود.

در این پژوهش برای باندهای مورد نظر دمای درخشندگی از طریق افزونه MODIS Conversion Toolkit در نرم افزار ENVI[®] 8.3 محاسبه گردید. اختلاف دمای درخشندگی از تفاضل دمای درخشندگی در دو باند حرارتی محاسبه می شود و می تواند پدیده یا پدیده هایی را روی تصویر بارزسازی نماید (۵).

برای مثال اختلاف دمای درخشندگی طول موج های ۱۱ و ۱۲ میکرومتری به منظور بارزسازی طوفان گرد و غبار بکار

می رود. اگرمن در سال ۱۹۹۷ از این روش به منظور آشکارسازی گرد و غبار استفاده کرد و نتیجه گرفت که مقادیر منفی این شاخص نشان دهنده پدیده گرد و غبار می باشد که علت آن نیز بالا بودن بازتابش پدیده گرد و غبار در طیف ۱۲ میکرومتری نسبت به طیف ۱۱ میکرومتری می باشد. بنابراین استفاده از این شاخص می تواند در آشکارسازی طوفان گرد و غبار و تعیین منشا آن بسیار مؤثر باشد.

مدلسازی حرکت گرد و غبار

برای انجام مدلسازی حرکت طوفان گرد و غبار در محیط Arc[®] GIS از ابزار تحلیل مکانی استفاده شد. در این مدل ابتدا تصاویر ماهواره سنجنده مودیس مربوط به دوره های گرد و غبار در نرم افزار ENVI[®] 8.3 با استفاده از شاخص اگرمن بارزسازی گردید و به فرمت Geotiff ذخیره شد و در نرم افزار Arc[®] GIS و با استفاده از جعبه ابزار تحلیل مکانی کلاسه بندی بین گرد و غبار و سایر عوارض موجود بر روی تصاویر انجام گرفت. بعد از گرفتن خروجی از مدل فایل مورد نظر در Arc[®] GIS باز و گرد و غبار جدا شده در هر روز را با رنگی مشخص گردید و بسته به تعداد روزهای طوفان مورد مطالعه بر تصویر ماهواره مودیس اضافه و با توجه به جهت باد و سرعت باد، نقشه گرد و غبار هر دوره تهیه شد.

نتایج

منشاء طوفان گرد و غبار مربوط به روز ۱۵۳ سال ۲۰۱۱ میلادی (۱۱ خرداد ماه ۱۳۹۰) در شکل ۳- الف و در شکل ۳- ب منشاء طوفان گرد و غبار مربوط به روز ۱۶۲ سال ۲۰۱۱ میلادی (۲۱ خرداد ماه ۱۳۹۰) آورده شده است.

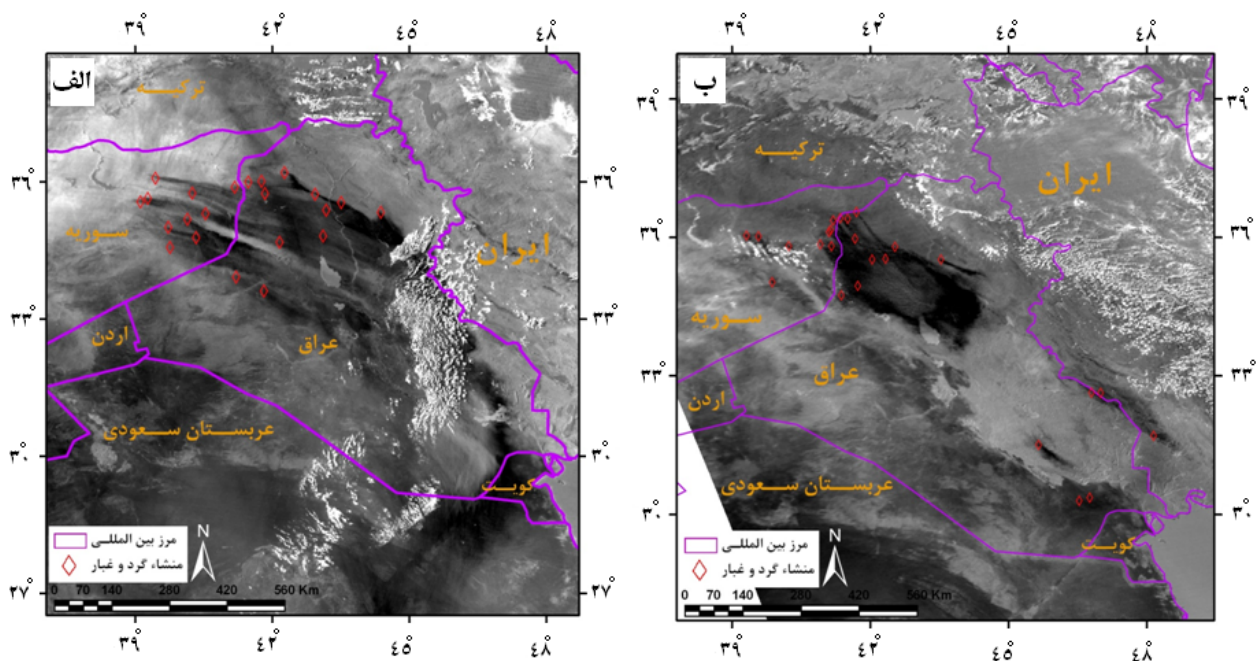
تفسیر بصری و اختلاف دمای درخشندگی شکل ها (در دو شکل ۳- الف و ۳- ب نحوه بلند شدن گرد و غبار از منشاء شکل گیری آن با لوزی های قرمز رنگ مشخص شده است) نشان می دهد که عمده ترین منشاء گرد و غبار در این طوفان در شمال عراق و مرز عراق و سوریه می باشد (شکل ۳- الف).

نقطه اولیه بلند شدن گرد و غبار بین النهرین (محل پیوستن دجله و فرات) بوده که دارای رسوبات ریزدانه

داشتن رطوبت بالا با شکل‌گیری باد باعث به وجود آمدن طوفان گرد و غبار نشده است، اما به دلیل از دست دادن رطوبت و فعالیت انسانی در این منطقه فرسایش بادی شکل گرفته است که با شکل‌گیری باد، طوفان گرد و غبار به وجود می‌آید. همچنین بخشی از این منشاء در استان خوزستان (هورالعظیم یا هورالهویزه) است که به دلیل کم شدن ورود آب به آن اکنون خشک شده است. این منشاء بیشتر تشدید کننده است.

رودخانه‌ای است. این مناطق قبلاً به صورت باتلاقی بوده و به دلیل استفاده غیر معمول آب در بالادست رودخانه‌ها در کشورهای ترکیه و سوریه به صورت حوزه خشکی در آمده که با فعالیت‌های انسانی در این مناطق حوزه فعالیت گرد و غبار گسترده شده است.

در شکل ۳- ب عمده‌ترین منشاء گرد و غبار در این طوفان شمال عراق و مرز عراق و سوریه می‌باشد. که این منطقه جزء حوزه رودخانه دجله و فرات بوده و دارای رسوبات ریزدانه رودخانه‌ای بوده که در سال‌های قبل به دلیل

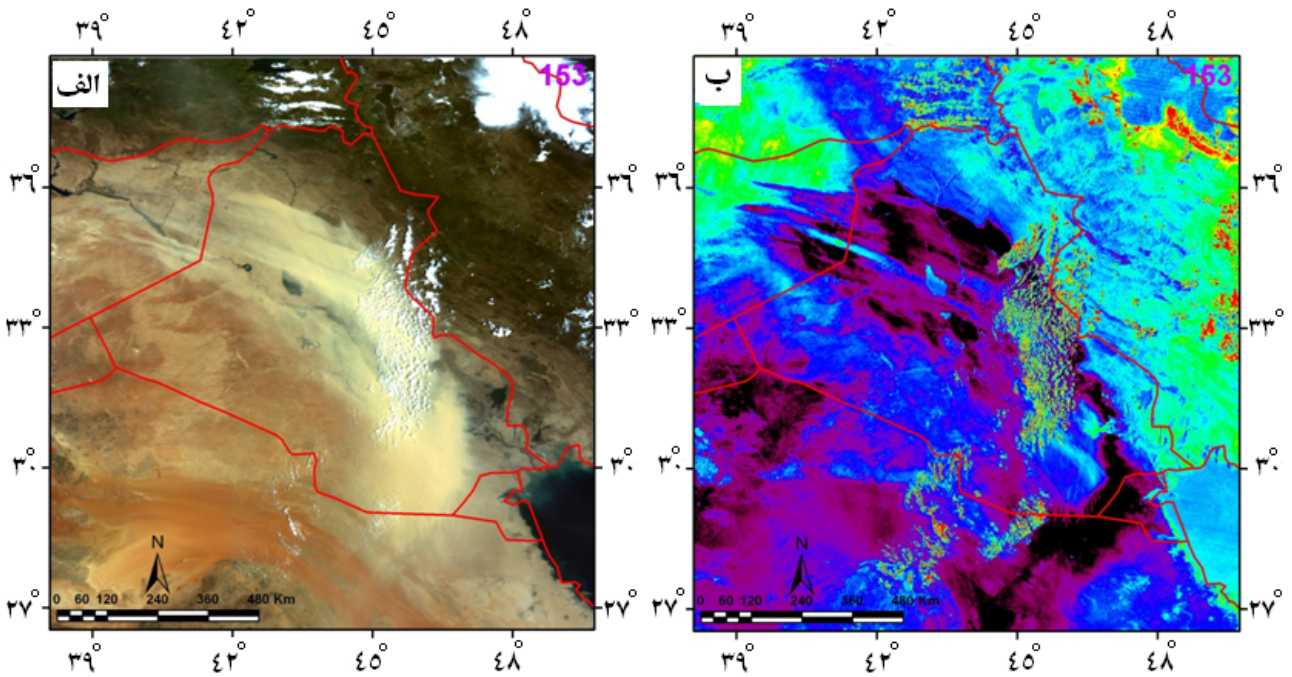


شکل ۳. تصویر منشاء گرد و غبار طوفان ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (الف) و منشاء گرد و غبار طوفان ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ب)

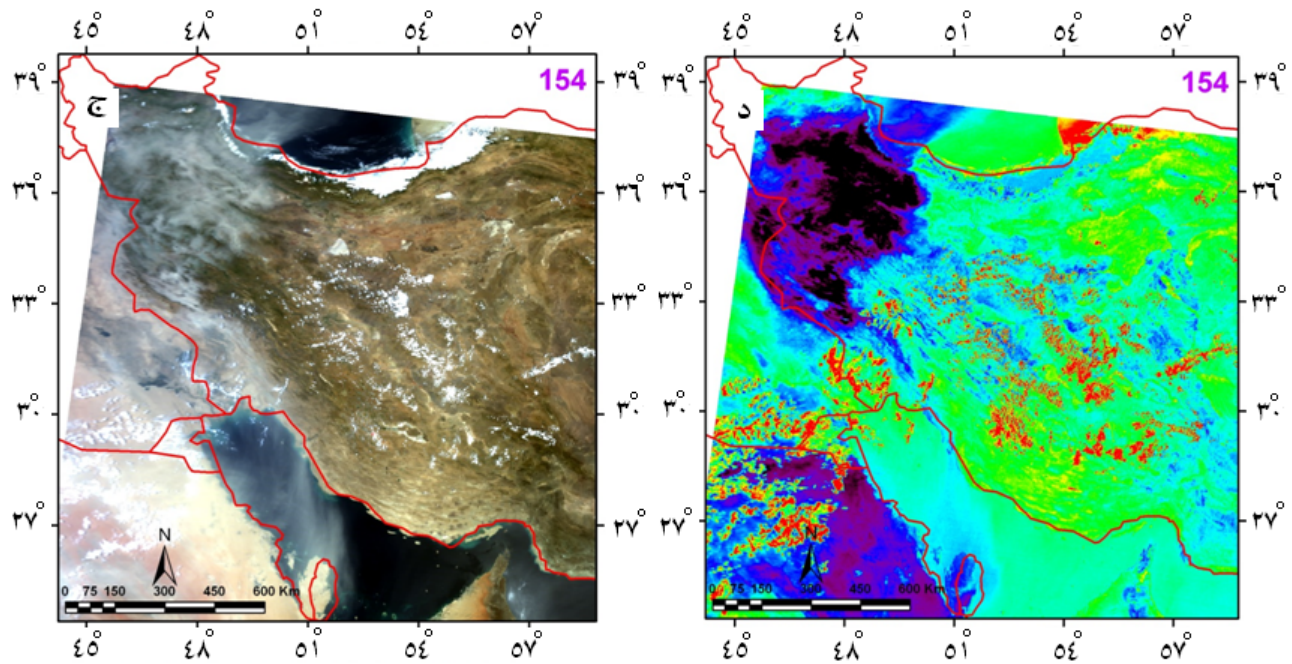
مناطق صورتی که به سمت تیرگی می‌رود میزان گرد و غبار را نشان داده، و هر چه تیره‌تر می‌شود بر تراکم گرد و غبار افزوده می‌شود. در شکل ۵- ج و ۵- د در نهایت گرد و غبار وارد ایران شده و در استان‌های غربی و شمال غربی مانند آذربایجان غربی، کردستان و کرمانشاه نیز کشیده شده است و می‌توان گرد و غبار را بر روی جنوب غرب کشور یعنی استان خوزستان و ایلام مشاهده کرد.

در ادامه پایش رخدادهای گرد و غبار منتخب سال‌های ۲۰۱۱، در شکل ۴ و ۵ تصاویر مربوط به طوفان رخ داده در روزهای ۱۵۳ و ۱۵۴ از سال میلادی نشان داده شده است. بررسی طوفان گرد و غبار بر روی تصاویر True color باند مرئی مودیس نشان می‌دهد که هسته گرد و غبار شکل گرفته در کشورهای عراق و سوریه قرار دارد. همان طور که بر روی تصویر نیز مشخص است در مرز بین عراق و شرق سوریه و در ادامه به طرف مرکز و جنوب عراق هسته گرد و غبار شکل گرفته است (شکل ۴- الف).

تصویر آشکارسازی با روش اکرمین در شکل ۴- ب، که



شکل ۴. تصویر گرد و غبار رنگی حقیقی ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (الف) و بارزسازی شده ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ب)



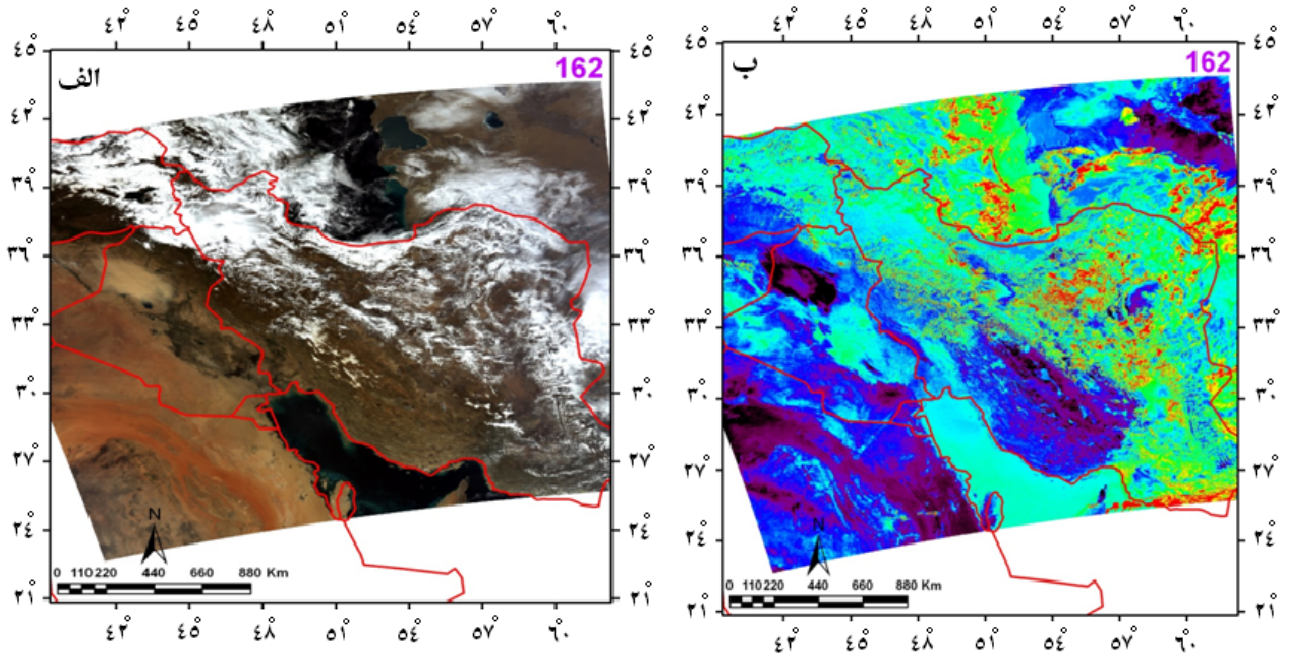
شکل ۵. تصویر گرد و غبار رنگی حقیقی ۲ ژوئن ۲۰۱۱ (ج) و بارزسازی شده ۲ ژوئن ۲۰۱۱ (د)

و در تصویر بارزسازی شده هسته گرد و غبار در مرکز عراق و مرز شرقی سوریه شکل گرفته است که در قسمت مرکز عراق و مرز سوریه دارای فشردگی بالایی می باشد (شکل ۶-ب). در شکل ۷-ج گرد و غبار وارد ایران شده و حرکت گرد و غبار به سمت مرزهای غرب و جنوب غرب کاملاً مشخص

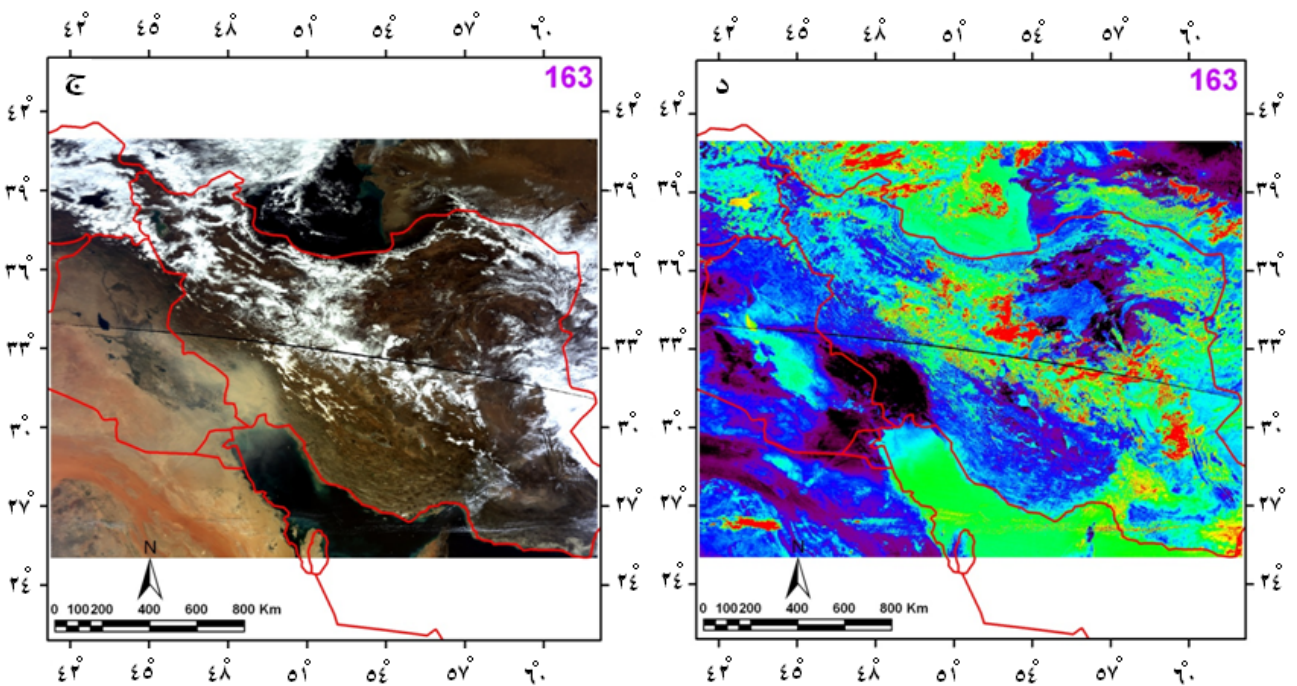
در شکل ۶، ۷ و ۸ تصاویر مربوط به پدیده گرد و غبار در روزهای ۱۶۲ الی ۱۶۴ از سال میلادی ۲۰۱۱ نشان داده شده است. بررسی طوفان گرد و غبار بر روی تصاویر True color نشان می دهد که این طوفان در مرز شرقی سوریه و مرز غربی عراق که تا مرکز کشیده شده شروع شده است (شکل ۶-الف)

کامل وارد ایران شده و از مرزهای جنوب غربی نیز فاصله گرفته است (شکل ۸- ذ و ۸- ل).

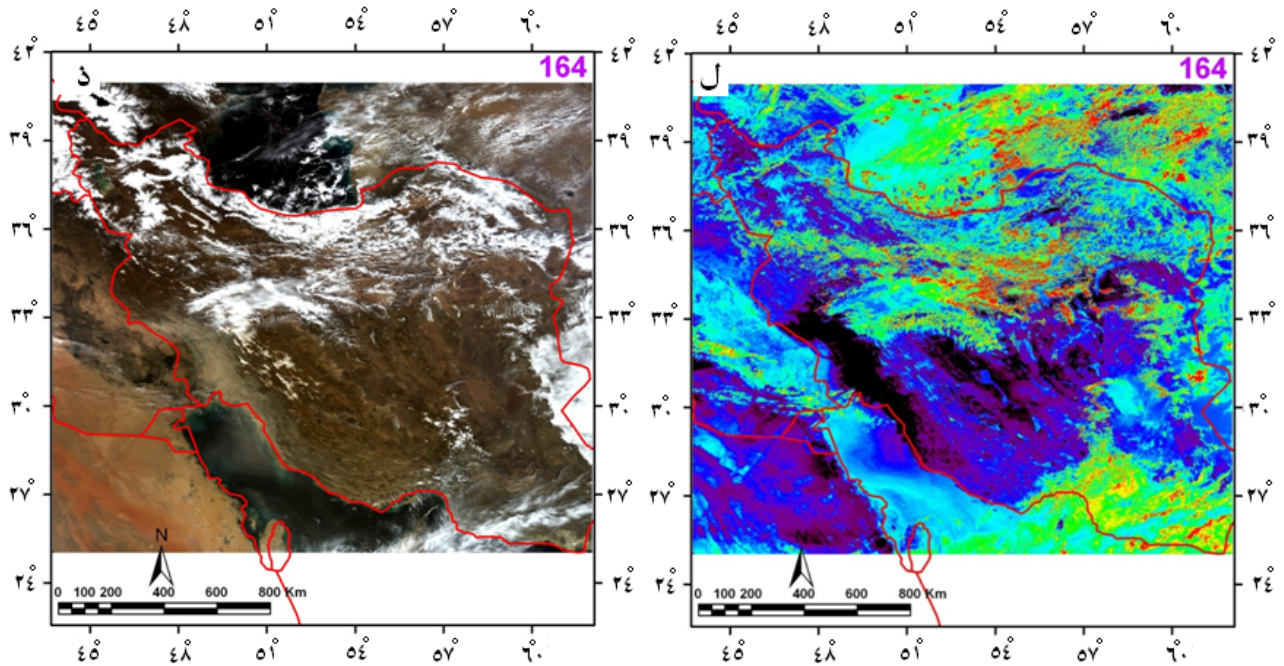
است و تراکم گرد و غبار بر روی استان خوزستان و ایلام و بخشی از جنوب غرب مشاهده می‌شود (شکل ۷- د)، و همچنین در تصاویر مربوط به روز ۱۶۴ گرد و غبار به طور



شکل ۶. تصویر گرد و غبار رنگی حقیقی ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (الف) و بارزسازی شده ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ب)



شکل ۷. تصویر گرد و غبار رنگی حقیقی ۱۲ ژوئن ۲۰۱۱ (ج) و بارزسازی شده ۱۲ ژوئن ۲۰۱۱ (د)



شکل ۸. تصویر گرد و غبار رنگی حقیقی ۱۳ ژوئن ۲۰۱۱ (ب) و بازسازی شده ۱۳ ژوئن ۲۰۱۱ (ا)

این سطح فشاری پدیده گرد و غبار نمی‌تواند در جهت شمال غرب و غرب کشور گسترش یابد. نقشه جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ میلی‌باری به پیروی از نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در این روز می‌باشد. جهت جریان باد بر روی کشور کاملاً ساعت‌گرد بوده به طوری که ورود جریانات هوایی از کشور عراق، شمال غرب و غرب کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکل ۱۰-د).

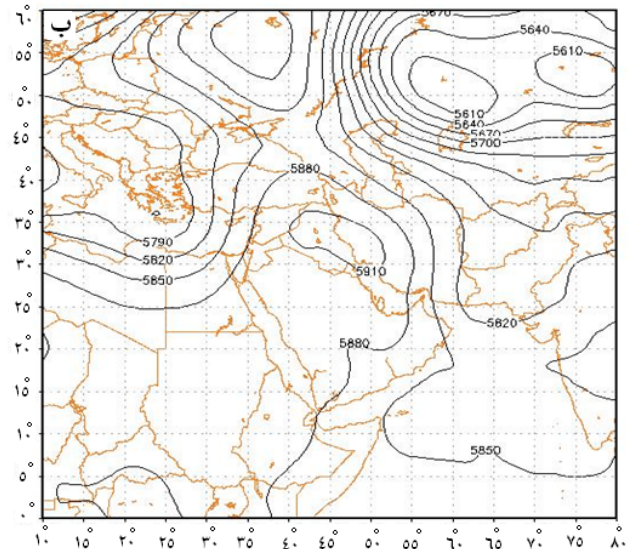
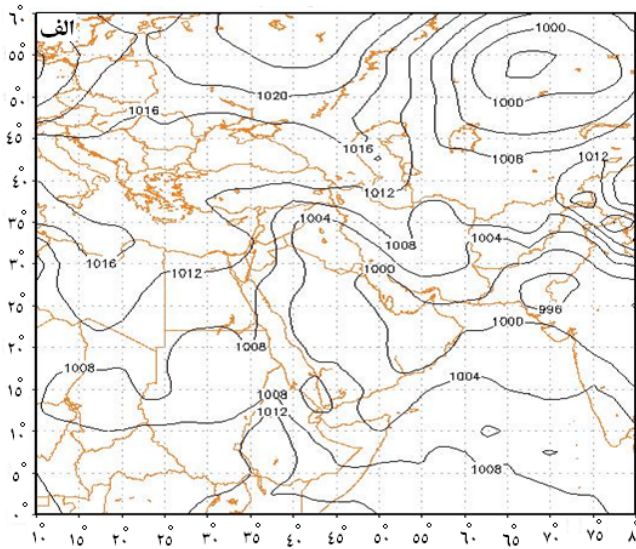
نقشه فشار تراز دریا ۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که در این روز سامانه کم‌فشار موسمی با منحنی هم‌فشار بسته بر روی شرق پاکستان تشکیل شده است. زبانه این سامانه با منحنی هم‌فشار ۱۰۰۰ میلی‌بار با حرکت پادساعتگرد خود با عبور از نیمه شمالی و غربی کشور در جهت شمال عراق جریان یافته و با عبور از شرق دریای مدیترانه و کشور سوریه، در جهت جنوب گسترش می‌یابد و در تمام پهنه کشور اغلب حرکت صعودی مشهود است (شکل ۱۱-الف). نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که با توجه به شکل ناهای غربی با ۵۷۶۰ تا ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر با عبور از شمال، مرکز و جنوب کشور

تحلیل سینوپتیکی گرد و غبار

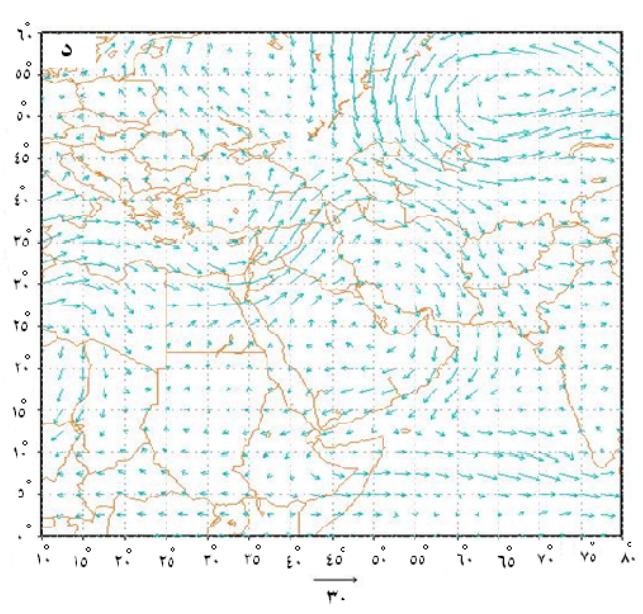
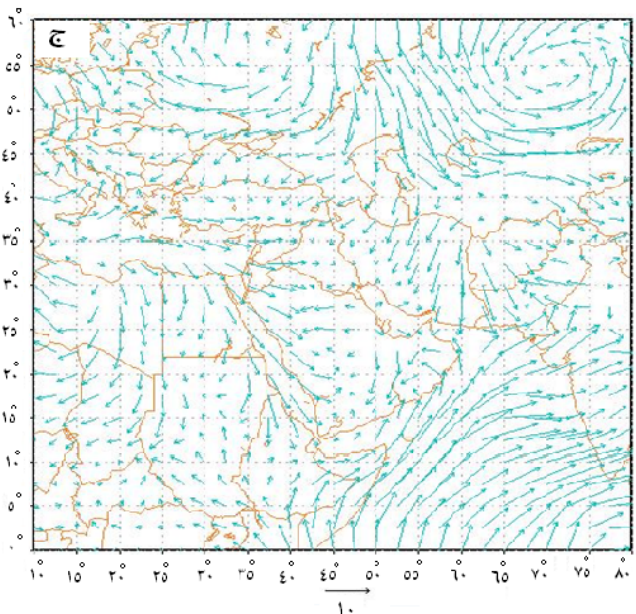
نقشه فشار تراز دریا نشان می‌دهد که مرکز کم‌فشار سامانه موسمی با منحنی هم‌فشار ۹۹۶ میلی‌باری بر روی جنوب پاکستان بسته شده است (شکل ۹-الف). زبانه‌های این سامانه کم‌فشار با منحنی‌های هم‌فشار ۱۰۰۴ و ۱۰۰۸ میلی‌باری در جهت پادساعتگرد از نیمه شرقی کشور در جهت غرب حرکت کرده و از روی سوریه و غرب عراق در جهت جنوب گسترش می‌یابد. در این روز به جز محدوده کوچکی از شمال غربی کشور، در تمام پهنه کشور غلبه حرکت صعودی مشهود است. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری نشان می‌دهد که مرکز پر ارتفاع عربستان بر روی کشور عراق و غرب ایران بسته شده است. با توجه به اینکه این سامانه دارای حرکت ساعتگرد می‌باشد جریان هوا را از روی کشور عراق به سمت نیمه غربی کشور وارد می‌کند (شکل ۹-ب). نقشه جهت جریان باد در تراز ۱۰۰۰ میلی‌باری در روز ۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که در نیمه شرقی کشور جهت جریانات شمالی - جنوبی و در نیمه غربی و شمال غربی کشور از سمت شمال و شمال شرقی کشور به سمت جنوب و جنوب غربی کشور می‌باشد (شکل ۱۰-ج). بنابراین می‌توان گفت که در

به سمت جنوب کشور گسترش می‌یابد (شکل ۱۲-ج). نقشه جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ میلی‌باری در روز ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که در این روز جهت جریانات هوایی بر روی پهنه کشور، غربی می‌باشد و جریانات هوا از روی کشور عراق، شمال غرب، غرب و جنوب غرب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکل ۱۲-د).

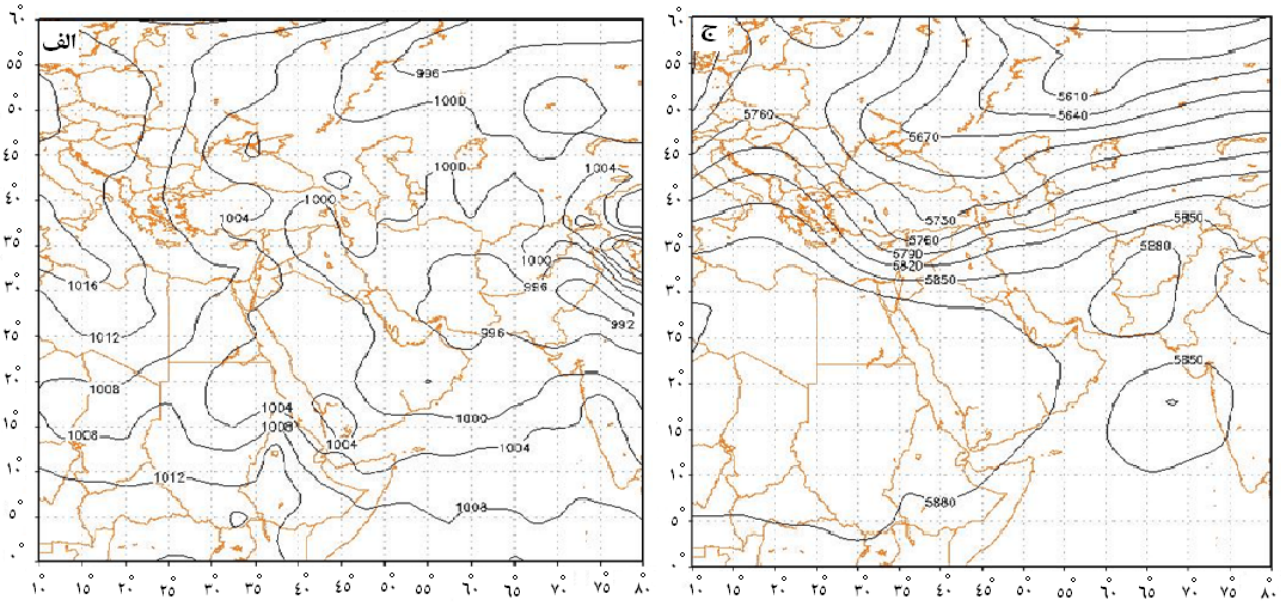
عراق در جهت غربی - شرقی، نیمه شمال غربی و غرب کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این تراز فشاری جریان هوا از روی عراق به سمت ایران رانده می‌شود (شکل ۱۱-ب). نقشه جهت جریان باد در تراز ۱۰۰۰ میلی‌باری در روز ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که جهت جریانات بر روی مرکز و شمال عراق کاملاً غربی - شرقی بوده، به طوری که جهت جریانات در شمال عراق، به سمت شمال غرب کشور و در مرکز عراق



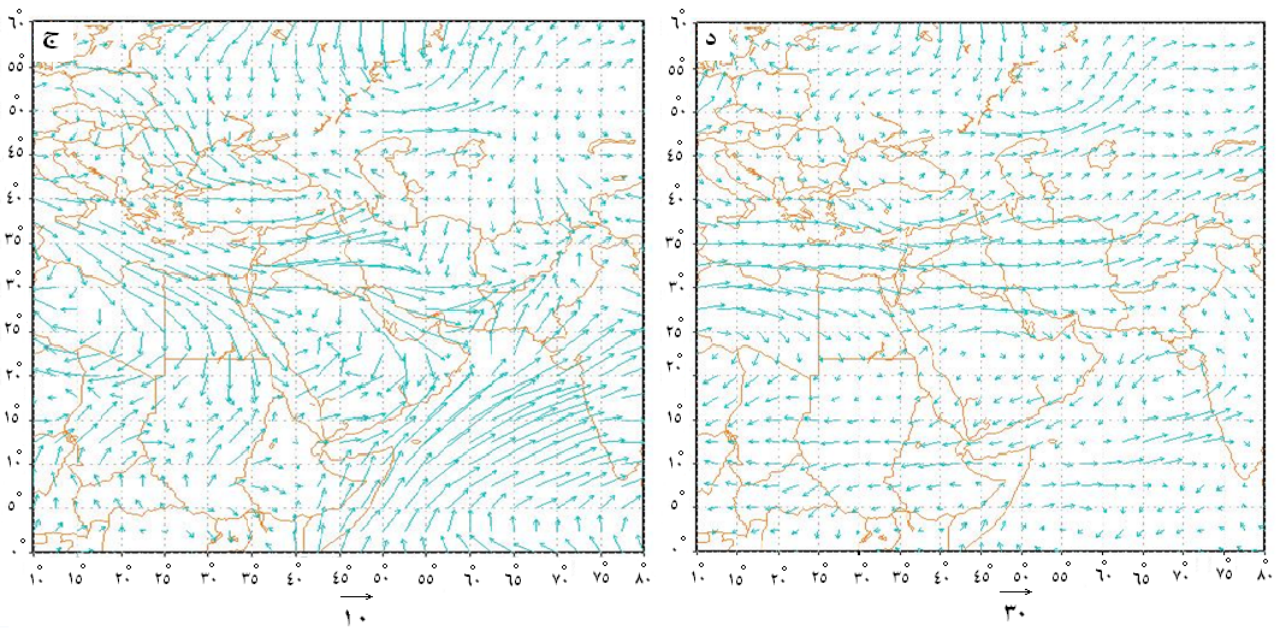
شکل ۹. فشار تراز دریا ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (الف) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ میلی‌باری ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ب)



شکل ۱۰. جهت جریان باد در تراز ۱۰۰۰ میلی‌باری در ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ج) و جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ میلی‌باری در ۱ ژوئن ۲۰۱۱ (د)



شکل ۱۱. فشار تراز دریا در ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (الف) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ میلی باری در ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ب)



شکل ۱۲. جهت جریان باد در تراز ۱۰۰۰ میلی باری در ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (ج) و جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ میلی باری در ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ (د)

سمت غرب کشور شده است، همچنین جهت جریان‌های باد در این تراز فشاری کاملاً جنوب غربی - شمال شرقی شده و گرد و غبارهای رخ داده را به سمت شمال غرب و غرب کشور انتقال می‌دهد. در ۱۱ ژوئن ۲۰۱۱ همان گونه که در نقشه فشار تراز دریا در این روز نشان داده شده، زبانه سامانه کم فشار موسمی با منحنی هم فشار ۱۰۰۰ هکتوپاسکال تمام کشور عراق و شرق سوریه را در بر گرفته و سبب انتقال گرد و غبار در جهت قائم شده است. همچنین جهت جریان باد در

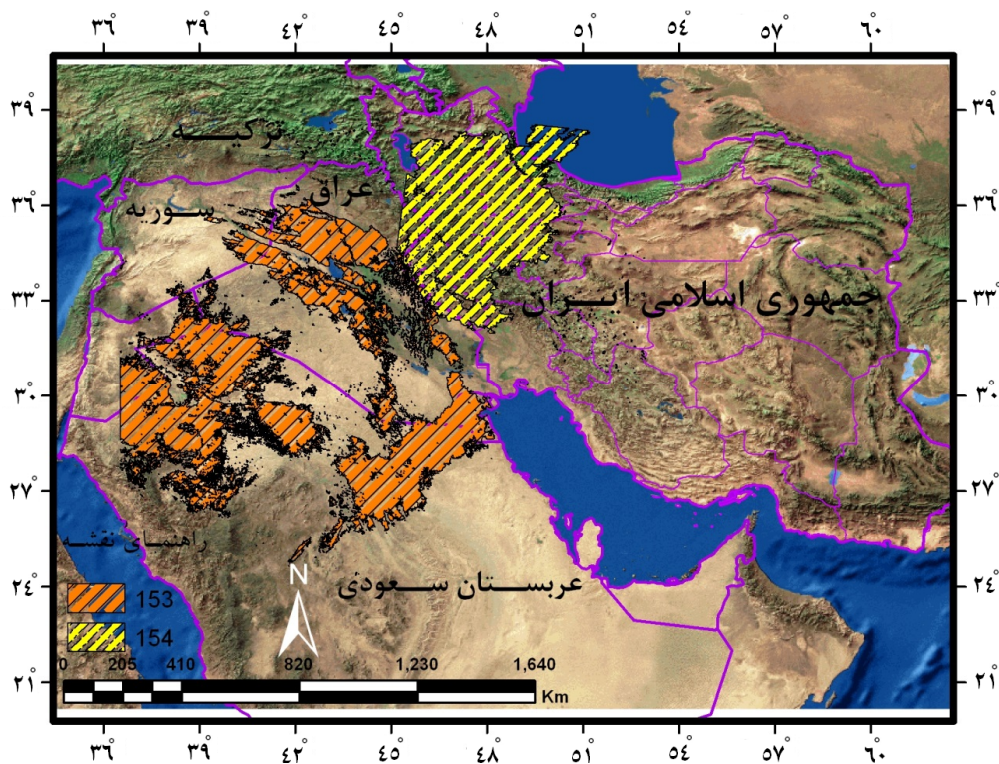
جمع بندی تحلیل سینوپتیکی گرد و غبار در ۱ ژوئن ۲۰۱۱ زبانه‌های سامانه کم فشار موسمی از روی عراق عبور کرده است. این سامانه سبب حرکت صعودی جریان هوا و موجب حرکت بالاسوی گرد و غبار در کشور عراق شده است، نقشه جریان باد در سطح فشار ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی نشان از شرقی بودن جهت جریان‌ها می‌دهد. در مقابل در فشار تراز ۵۰۰ میلی باری مرکز پرفشار عربستان با ۵۹۱۰ ژئوپتانسیل متر، در جهت ساعت گرد سبب انتقال جریان هوا از روی عراق به

شکل ۱۳ نشان می‌دهد که ریزگردها در روز ۱۵۳ بر روی مرز شرقی سوریه و مرز غربی عراق و مرکز عراق قرار دارد (رنگ قهوه‌ای) و در روز ۱۵۴ با توجه به سرعت و جهت باد و همچنین فشار تراز دریایی مستقر در منطقه (شکل ۹ و ۱۰)، به سمت جنوب غرب، غرب و شمال غرب و در نهایت شمال ایران کشیده شده است. در این روز آسمان ۱۲ استان ایران (شمال استان خوزستان، ایلام، کرمانشاه، کردستان، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی، لرستان، قزوین، زنجان، گیلان و مرکزی) گرد و غباری بود.

فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی نشان از غربی بودن جریان باد بر روی کشور سوریه و عراق بوده، همین امر سبب انتقال گرد و غبار به سمت نیمه غربی کشور شده است. در مقابل در فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری، بادهای غربی (ناوهای با ارتفاع ۵۷۶۰ تا ۵۷۵۰ ژئوپتانسیل متر) سبب انتقال گرد و غبار از سمت کشور عراق به سمت غرب و شمال غرب کشور شده است. جهت جریان غربی باد در این سطح فشار موید این مطلب است.

نقشه حرکت گرد و غبار

گرد و غبار مربوط به روزهای ۱۵۳ و ۱۵۴ سال ۲۰۱۱ در



شکل ۱۳. نقشه حرکت ریزگردهای در بازه زمانی مطالعه

معمول آب در بالادست رودخانه‌ها در کشورهای ترکیه و سوریه به صورت حوزه خشکی در آمده که با فعالیت‌های انسانی در این مناطق حوزه فعالیت گرد و غبار گسترده شده است. استفاده از تصاویر سنجنده مودیس، به دلیل تکرار شدن در بازه زمانی ۲۴ ساعته و همچنین دو ماهواره آکوار و ترا که سنجنده‌های مودیس بر روی آن نصب می‌باشد، و تکرارپذیری داده‌های آن در ۲ بازه زمانی در ۲۴ ساعت از مزایای داده‌های این سنجنده در پایش پدیده گرد و غبار می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

منشاء پدیده‌های گرد و غبار ورودی به غرب، شمال غرب و جنوب غرب کشور از سوریه و عراق و بخشی از عربستان سعودی می‌باشد، که عمده‌ترین منشاء گرد و غبار شمال عراق و مرز عراق و سوریه می‌باشد. نقطه اولیه بلند شدن گرد و غبار بین‌النهرین (محل پیوستن دجله و فرات) می‌باشد که دارای رسوبات ریزدانه رودخانه‌ای است. این مناطق قبلاً به صورت باتلاقی بوده و به دلیل استفاده غیر

- همدیدی پدیده گرد و غبار، تیرماه ۱۳۸۸. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۹: ۱۱۱-۱۲۶.
۵. صمدی، م. ۱۳۹۰. آشکارسازی و منشاء یابی طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه کارتوگرافی، دانشگاه تهران. ۱۰۰ صفحه.
 ۶. علومی مجومرد، م. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر بارورسازی ابرها بر روی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: استان فارس). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد. ۱۱۰ صفحه.
 ۷. علیزاده، م. ص. کمالیان، ا. خورانی و ا. نوحه‌گر. ۱۳۹۱. تأثیر اقلیم بر میزان تعداد روزهای دارای گرد و غبار. اولین همایش ملی بیابان، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران.
 ۸. لشکری، ح. و ق. کیخسروی. ۱۳۸۷. تحلیل آماری سینوپتیکی طوفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۳). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۵: ۱۷-۳۳.
 ۹. مهرشاهی، د. و ز. نکونام. ۱۳۸۸. بررسی آماری پدیده گرد و غبار و تحلیل الگوی وزش بادهای گرد و غبارزا در شهرستان سبزوار. جغرافیا، ۷(۲۲): ۸۳-۱۰۴.
 ۱۰. میری، م. ۱۳۹۰. واکاوی آماری-همدیدی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران. ۱۱۰ صفحه.
 11. Ackerman SA. 1989. Using the radioactive temperature difference at 3.7 and 11 m to tract dust outbreaks. *Remote Sensing of Environment*, 27: 129-133.
 12. Ackerman SA. 1997. Remote sensing aerosols using satellite infrared observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984-2012, 102(D14): 17069-17079.
 13. Baddock MC, Bullard JE, Bryant RG. 2009. Dust source identification using MODIS: A comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, Australia. *Remote Sensing of Environment*. 113(7): 1511-1528.
 14. Gao PT, Han J, Wang Y, Pei H, Lu S. 2012. Impacts of climate abnormality on remarkable dust storm increase of the Hunshdak Sandy Lands in northern China during 2001-2008. *Meteorological Applications*, 19(3): 265-278.
 15. Huang J, Ge J, Weng F. 2007. Detection of Asia dust storms using multisensor satellite measurements. *Remote Sensing of Environment*, 110(2): 186-191.
 16. Indoitu R, Orlovsky L, Orlovsky N. 2012. Dust storms in Central Asia: Spatial and temporal variations. *Journal of Arid Environments*, 85: 62-70.
 17. Li X, Ge L, Dong Y, Chang HC. 2010. Estimating

تجزیه و تحلیل مشترک داده‌های سنجش از دور و نقشه‌های جوی در مدل‌سازی، مطالعه و پیش‌بینی حرکت پدیده گرد و غبار نشان داد که نیاز به بررسی نقشه‌های جوی ارتفاع ژئوپتانسیل فشار تراز ۵۰۰ میلی‌باری و نقشه فشار تراز دریا و نقشه جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌باری است، بدین معنی که باید نقشه سطح زمین و نقشه ارتفاع بالای جو همزمان بررسی شود و نمی‌توان با بررسی یکی از نقشه‌های جوی به نتیجه مناسبی رسید. به عنوان نمونه طبق نقشه جوی طوفان ۱ ژوئن ۲۰۱۱ جهت جریان باد در تراز ۵۰۰ در سطح زمین از ایران به سمت عراق است که با بررسی سرعت و جهت باد در تراز ۱۰۰۰ میلی‌باری جهت حرکت و سرعت باد از عراق به سمت شمال غرب به طور دقیق در جهت حرکت گرد و غبار می‌باشد که در تصاویر ماهواره‌ای هم قابل مشاهده است. نتایج حاصل از بررسی همزمان تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های سینوپتیکی، نحوه شکل‌گیری و حرکت گرد و غبار را فراهم کرده و از دمای درخشایی می‌تواند در بارزسازی گرد و غبار استفاده نمود. تلفیق نتایج حاصله از بارزسازی گرد و غبار با تصاویر سنجنده مودیس و نقشه‌های سینوپتیکی، یافتن منشاء و نحوه انتقال گرد و غبار را بهینه کرده و تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی بهتری را برای پیش‌بینی مسیر حرکت گرد و غبار برای مدیران بخش‌های مختلف و محققین فراهم می‌سازد. با ابزار اطلاعات مکانی می‌توان به آسانی به مدل‌سازی و نمایش حرکت پدیده‌های گرد و غبار پرداخت.

منابع مورد استفاده

۱. آرونف، ا. ۱۳۹۰. سنجش از دور برای مدیران GIS. ترجمه: علی اصغر درویش‌صفت، مهتاب پیرباوقار، منیژه رجب‌پور رحمتی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۱۰ صفحه.
۲. امیدوار، ک. ۱۳۸۵. بررسی و تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های ماسه در دشت یزد - اردکان. تحقیقات جغرافیایی، ۲۱(۲): ۴۳-۵۸.
۳. امیدوار، ک. و ز. نکونام. ۱۳۹۰. کاربرد گلباد و گل غبار در تحلیل پدیده گرد و خاک و تعیین رژیم فصلی بادهای همراه با این پدیده (مطالعه موردی: شهر سبزوار). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۳(۷۶): ۸۵-۱۰۴.
۴. شمسی‌پور، ع. ا. و ط. صفرراد. ۱۳۹۱. تحلیل ماهواره‌ای -

- data. *Geophysical Research Letters*. 32(12): 12809-12813.
22. Shamsipour AA, Miri M, Safarrad T. 2011. Analysis of spatial and temporal variations of dust events in the South West of Iran. Exhibit Hall 3 (Austin Convention Center). Fifth Symposium on Aerosol-Cloud-Climate Interactions. Austin, Texas.
23. Taghavi F. 2008. The Persian Gulf 12th April 2007 Dust Storm: Observation and Model Analysis, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 8-12 September 2008 Darmstadt, Germany.
24. Zarasvandi A, Carranza EJM, Moore F, Rastmanesh F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). *Journal of Geochemical Exploration*, 111(3): 138-151.
- the greatest dust storm in eastern Australia with MODIS satellite images. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International*, 1039-1042.
18. Mei D, Xiushan L, Lin S, Ping W. 2008. A dust-storm process dynamic monitoring with multi-temporal MODIS data. *The International Archives of photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVII. Part B7, 965-969.
19. Miller SD. 2003. A consolidated technique for enhancing desert dust storms with MODIS. *Geophysical Research Letters*. 30(20): 2071-2074.
20. Mobasheri MR, Ghafouri A. 2007. Detection and Study of Atmospheric Dusts in Satellite Images Using Brightness Temperatures. *Monthly of Surveying* No. 84, 19- 25 pp.
21. Roskovensky JK, Liou KN. 2005. Differentiating airborne dust from cirrus clouds using MODIS



Source routing of dust haze phenomenon in the west and southwest of Iran and its synoptic analysis by using remote sensing and GIS

M. Fallah zazuli^{1*}, A. R. Vafaeinezhad, M. M. Kheirkhah zarkesh², F. Ahmadi dehka³

1. MSc. Student of Remote sensing and Geographic Information Science, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran

2. Assis. Prof. Department of Remote sensing and Geographic Information Science, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran

3. Lecturer Department of Remote sensing and Geographic Information Science, Taleghan Payame Noor University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 February 2014

Accepted 22 May 2014

Available online 8 January 2015

Keywords:

Dust haze phenomenon

MODIS Sensor

Ackerman index

Remote sensing

Geographic information system (GIS)

ABSTRACT

The dust haze phenomenon is one of the most environmental challenges in the West and South-West of Iran. To detect the phenomenon of dust haze the images with a repeat in day and night, wide coverage and high spectral bands is needed therefore the images related to MODIS sensor is suitable. The purpose of this study is identifying sources producing dust haze entering in this region in 2011 by using visible bands and thermal bands of MODIS sensor and with the use of Ackermann index and synoptic analysis to identify the movement of dust haze from the origin to Iran By using 500 hectopascal geopotential height synoptic data, sea level pressure and 500 and 1000 hectopascal wind direction maps. Finally, its movement from source to Iran was monitored by using GIS and Spatial Analysis Tools. The results showed that source of the phenomena of dust haze entering the West and South West of the country is from Syria, Iraq and part of Saudi Arabia, which the major origin of dust haze is north of Iraq and the border between Iraq and Syria. Combining the results of detection of dust haze and synoptic maps has optimized found the origin and mode of transmission of dust hazes and provides a more suitable prediction of the movement path of dust haze.

* Corresponding author e-mail address: mohammadfallah2092@yahoo.com

