

آشکار سازی و پایش توفان فراگیر اول ژوئیه ۲۰۰۸ ایران با استفاده از

سنجنده NOAA/AVHRR

سعید جهانبخش: استناد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
خلیل ولی‌زاده کامران: استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
محمود خسروی: دانشیار اقلیم شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
بتول زینالی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران*
صدیاد اضغر: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

وصول: ۱۳۹۱/۹/۹ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۲۶، صص ۲۶۳-۲۷۶

چکیده

در این تحقیق از داده‌های ساعتی گرد و غبار ۸۷ ایستگاه سینوپتیکی کشور در سال ۲۰۰۸ استفاده شده است. بعد از استخراج روزهای گرد و غباری سال ۲۰۰۸ برای هر ایستگاه، روز اول ژوئیه ۲۰۰۸ بخاطر داشتن قدرت دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در نیمه غربی ایران، به صورت موردی برای مطالعه انتخاب گردید. سپس برای آشکار سازی و پایش این توفان از تصاویر سنجنده AVHRR ماهواره ی نوا استفاده گردید. هدف این تحقیق شناخت قابلیت این سنجنده در تفکیک محدوده‌های گرد و غباری، شناسایی منابع گرد و غبار ورودی به کشور و مناطق تحت تأثیر آن است. با توجه به اینکه در باند ۵ این سنجنده نسبت به باند ۴ آن گرد و غبار دارای تابش و دمای بالاتری نسبت به بخار آب است و بر عکس. بنابراین از اختلاف دمای روشنی باندهای ۴ و ۵ تحت عنوان شاخص‌های BTD و AVI برای تشخیص پدیده گرد و غبار بر روی تصاویر استفاده گردید. هر یک از باندهای ۲ و ۴ این سنجنده نیز برای آشکار سازی پدیده گرد و غبار مورد استفاده قرار گرفت تا علاوه بر ارزیابی قابلیت آنها، توانایی روش‌های طبقه بندی نظارت شده نیز بر اساس آنها در این امر تعیین گردد. نتایج نشان داد که از بین تمام روش‌های مطالعه شده شاخص‌های دمای روشنی با وجود تعدادی معایب برای آشکار سازی و پایش این پدیده بر روی تصاویر AVHRR مناسب می‌باشند. مطابق با نتایج حاصل از پایش، در روز ۳۰ ژوئن، هسته‌های تولید گرد و غبار بر روی عراق، جنوب سوریه و جنوب عربستان بوده است. در روز اول ژوئیه گرد و غبار وارد غرب ایران شده و با کاهش شدت آن تا روز ۴ ژوئیه تداوم داشته که در روز ۵ ژوئیه بطور کامل از ایران خارج شده است.

واژه‌های کلیدی: توفان‌های گرد و غباری، ایران، سنجنده AVHRR، پایش.

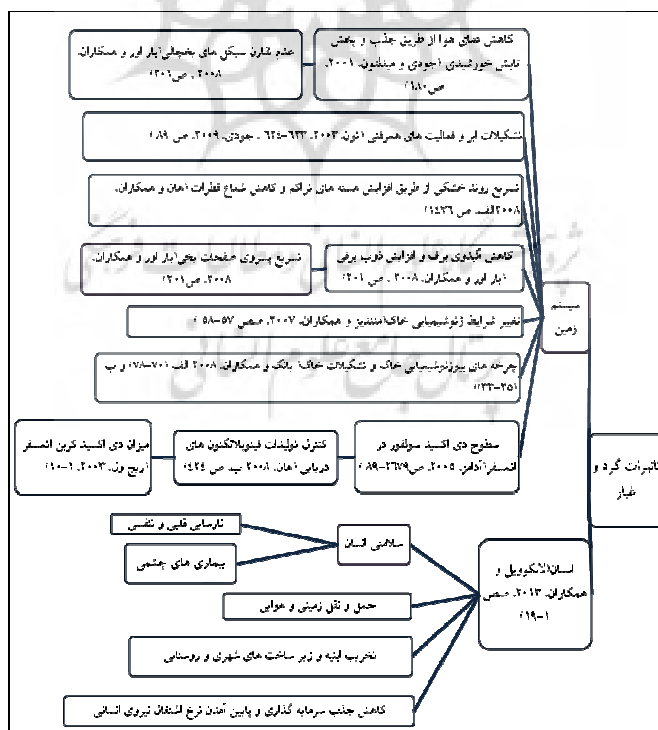
مقدمه

تر از ۱۰۰۰ متر کاهش می‌دهد (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲، ص ۱۶۲۶، مک تانیش و پیت بلادو، ۱۹۸۷، ص ۴۱۵، گودی و میدلتون ۲۰۰۶، ص ۴). در رویدادهای شدید تمرکز گرد و غبار به بیش از ۶۰۰۰

توفان گرد و خاک به پدیده ای گفته می‌شود که در نتیجه بادهای آشفته ایجاد شده و با بالا بردن مقادیر زیادی از گرد و خاک به داخل هوا، دید افقی را تا کم

توفان‌های گرد و غباری محلی و فرا محلی قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، شناسایی و فهم منابع گرد و غباری کشور، مسیرهای تحت تأثیر و میزان شدت آنها در نواحی متأثر شده کمک قابل توجهی را در رابطه با حل مشکلات و مسائل کشور خواهد داشت. با توجه به مشکلات اندازه‌گیری‌های زمینی نظیر شرایط محیطی نامناسب در زمان وقوع این پدیده، پراکندگی ایستگاه‌های اندازه‌گیری و همچنین فرا محلی بودن بخشی از گرد و غبارها، شناخت این پدیده به طور دقیق امکان پذیر نمی‌باشد، بنابراین تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های مختلف بخاطر پوشش وسیع و مستمر در فضا و همچنین داشتن قدرت نظارت بر دامنه توفان گرد و غبار، درجه شدت و ردیابی دینامیک آن می‌تواند نقش عمده در شناخت موارد مذکور داشته باشد.

میکروگرم در متر مکعب می‌رسد (گودی، ۲۰۰۹، ص ۸۹). فراوانی وقوع توفان‌های گرد و غباری در یک منطقه به عواملی از جمله سرعت باد بالا، خاک بدون پوشش، شرایط هوایی خشک (می (Mei) و همکاران، ۲۰۰۸، ص ۹۶۵)، رطوبت خاک، پوشش گیاهی (هیونگ (Huang) و همکاران، ۲۰۰۶، ص ۲۱۶)، سیستم‌های هوای محلی و بیرونی، بارش کوتاه مدت، وسعت جنگل زدایی، خشکسالی‌های بلند مدت، تغییرات کاربری زمین و فعالیت‌های انسانی (جان (John) و همکاران، ۲۰۰۶، ص ۴۸۴) بستگی دارد. با توجه به تأثیرات گرد و غبار بر روی سیستم زمین و انسان که در نمودار ۱ به آنها اشاره شده است، می‌توان گفت که متعاقب این تأثیرات، تغییرات آب و هوایی و مشکلات زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی بوجود می‌آیند. ایران نیز از جمله کشورهایی است که به طور مکرر تحت تأثیر



نمودار ۱- تأثیرات گرد و غبار بر محیط طبیعی و انسان

شناسایی و پایش کردند آنها به این نتیجه رسیدند که گرد و غبار از حوضه دریاچه ایر منشأ گرفته و سراسر سیدنی، نیو ساوت والز و کوئینزلند^۳ را فراگرفته است. کودوه^۴ (۲۰۱۰) گرد و غبار قاره آسیا را با استفاده از روش‌های آشکار سازی متعدد بر روی تصاویر ماهواره ای مودیس و AVHRR بررسی کرده و از همپوشانی شاخص‌های^۵ NDVI،^۶ NDSI،^۷ و^۸ NDVI^۷ /MSAVI^۸ به نتیجه مطلوبی رسیده است.

بداک^۹ و همکاران (۲۰۰۹) منابع گرد و غبار حوضه دریاچه ایر در استرالیا را با استفاده از مقایسه روش‌های مختلف (ترکیب رنگی کاذب^{۱۰} FCC اختلاف دمای روشنی، روش آکرمن^{۱۱}، الگوریتم میلر^{۱۲}، الگوریتم روسکونسی^{۱۳}) بر روی تصاویر مودیس مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج همه این شاخص‌ها برای شناسایی گرد و غبار موفقیت آمیز می‌باشند ولی مؤثر ترین روش با توجه به عواملی مانند پوشش ابر، متفاوت بودن ژئوشیمیایی کانی‌های گرد و غبار و انعکاس‌های سطحی از رویدادی به رویدادهای دیگر متفاوت است به این خاطر آستانه‌های تشخیص گرد و غبار در رویدادهای مختلف متفاوت بود.

خسروی (۱۳۸۷) آلاینده‌های فضایی توفان‌های گرد و غباری ناشی از بادهای ۲۰ روزه سیستان را با استفاده

بنابراین، هدف این تحقیق بررسی توفان گرد و غباری ۱ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران به عنوان شدید ترین توفان سال ۲۰۰۸ با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده AVHRR است تا بر اساس آن بتوان اهداف زیر را دنبال کرد:

- شناسایی محدوده‌های گرد و غبار از سایر پدیده‌ها بر روی تصاویر AVHRR و آگاهی از توانایی این سنجنده برای مطالعات گرد و غبار
- پایش دینامیک روزهای قبل و بعد اوج توفان (۱ ژوئیه ۲۰۰۸) در غرب ایران جهت شناخت منابع گرد و غبار ورودی به کشور و مناطق متأثر از آن

در سال‌های اخیر افزایش فراوانی وقوع توفان‌های گرد و غباری باعث جلب توجه پژوهشگران نسبت به این پدیده شده است بطوریکه در مطالعات خارجی و داخلی، پیشرفت‌های زیادی در این زمینه صورت گرفته است.

آکیرکایگ^۱ و همکاران (۲۰۰۸)، منابع گرد و غبار شمال شرق آسیا را با استفاده از شاخص BTM (اختلاف دمای روشنی) تصاویر AVHRR و مودیس و داده‌های اندازه گیری شده ایستگاه‌های هواشناسی مورد پایش و مطالعه قرار دادند. آنها ضمن نتیجه مطلوب از این شاخص اشاره کردند منشأ گرد و غبار، بیابان گبی است.

لی^۲ و همکاران (۲۰۱۰) توفان گرد و غباری ۲۳ سپتامبر ۲۰۰۹ سیدنی را با استفاده از اختلاف دمای روشنی بین باندهای حرارتی سنجنده مودیس

3- New South Wales, and Queensland
4 - Kudoh
5-Normalized Difference Snow Index
6- Normalized Difference Water Index
7- Normalized Difference Vegetation Index
8- Modified Soil Adjusted Vegetation Index
9- Baddock
10- False Color Composite
11- Ackerman's procedures
12 -Miller's Algorithm
13- Roskovensky Algorithm

1- Ochirkhuyag
2 - Li

کشور در سال ۲۰۰۸ استفاده شده است (شکل ۱). با توجه به اینکه داده‌های گرد و غبار به صورت تفکیک نشده از سایر پدیده‌های هواشناسی از سازمان هواشناسی در اختیار قرار می‌گیرد بنابراین در مرحله اول کدهای مربوط به گرد و غبار شامل کدهای (۶-۷-۸-۹) و (۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵)^۱ از سایر پدیده‌های آب و هوایی (کدهای ۰-۱۰۰) در ساعت‌های مختلف سینوپتیکی جدا گردید. در این تحقیق روز گرد و غباری روزی است که طی ۸ بار دیده بانی عناصر جوی در شبانه روز حداقل یک بار در هر ایستگاه گزارش شود و اگر در یک روز معین، گرد و غبار چندین بار در طی هشت بار دیده بانی شبانه روزی عناصر جوی مشاهده گردد، ساعتی که کمترین دید افقی را به‌مراه داشت به عنوان روز گرد و غباری انتخاب گردید. بعد از استخراج روزهای گرد و غباری سال ۲۰۰۸ برای هر ایستگاه، روز اول ژوئیه ۲۰۰۸ بخاطر داشتن قدرت دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر (معیار تشخیص توفان‌های گرد و غباری در این مطالعه) در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در نیمه غربی ایران (جدول ۱) به صورت موردی برای مطالعه انتخاب گردید.

۱- کد ۶: ذرات معلق گرد و خاک در هوا نتیجه توفان شن و خاک نقاط دیگر یا خارج از ایستگاه، کد ۷: گرد و غبارهای ایجاد شده بوسیله باد درخود یا نزدیکی ایستگاه، کد ۸: گرد باد های تکامل یافته در زمان دیده بانی یا طی یک ساعت گذشته در خود ایستگاه یا اطراف آن، کد ۹: توفان های گرد و خاک در زمان دیده بانی یا ساعت گذشته در اطراف ایستگاه، کدهای ۳۰ تا ۳۵: توفان‌های گرد و غباری در شدت های به ترتیب ضعیف تا شدید محلی.

از داده‌های مودیس مورد تحلیل قرار داد. نتایج نشان داد که منبع اولیه توفان‌های این منطقه بستر خشکیده‌هامون پوزک است.

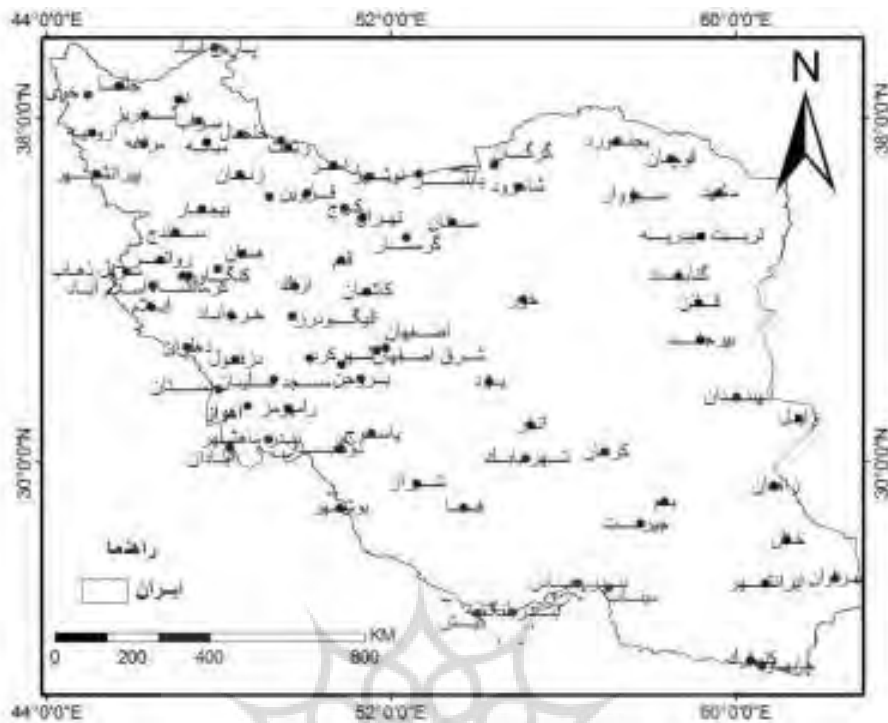
فرج زاده و بهرامی (۱۳۸۹)، مخاطرات طبیعی شامل توفان گرد و خاک خوزستان، سیلاب چابهار، بارش شدید گنور را با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده‌های SEAWIFS, AVHRR, MODIS, METEOSAT, TM و MSS به روش بصری آشکار سازی نموده و به این نتیجه رسیده اند که سنجنده SEAWIFS و MODIS برای مطالعه توفان گرد و غباری مناسب است.

تقوی و همکاران (۱۳۹۱)، گرد و غبارهای غرب ایران را با استفاده اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی ۲۹، ۳۱ و ۳۲ سنجنده مودیس آشکارسازی و به نتیجه مطلوبی رسیده اند.

تحقیقاتی دیگری در زمینه منشأیابی نهشته‌های شرق ایران با استفاده از مورفوسکپی، آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۸، ص ۱)، مقاطع نازک برای آزمایش‌های گرانولومتری، مورفوسکپی و کانی شناسی (جدید الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۹) صورت گرفته است که منشأ نهشته‌ها را مربوط به بسترهای خشکیده‌هامون‌ها، نهشته‌های دلتایی رودخانه‌های سیستان، پرنیان و نیاتک و قسمتی از آن را مربوط به خارج از منطقه مطالعاتی دانستند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های ساعتی گرد و غبار (قدرت دید افقی و کدهای هواشناسی) ۸۷ ایستگاه سینوپتیکی



شکل ۱- نقشه پراکندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح کشور

جدول ۱- ایستگاه‌های تحت تاثیر توفان گرد و غبار و قدرت دید در آنها در اول ژوئیه ۲۰۰۸ ایران

ایستگاهها	کد	قدرت دید(متر)	ایستگاه	کد	قدرت دید(متر)
رامهرمز	۶	۵۰۰	اهواز	۶	۴۰۰
روانسر	۶	۸۰۰۰	اراک	۷	۶۰۰۰
شهرکرد	۶	۳۰۰۰	آبادان	۶	۲۰۰
شیراز	۷	۶۰۰	الیگودرز	۶	۸۰۰۰
سازارود	۶	۶۰۰۰	ایلام	۶	۵۰۰
فسا	۶	۱۵۰۰	بوشهر	۶	۱۰۰۰
کوهرنگ	۶	۶۰۰۰	بستان	۶	۶۰۰
کرمانشاه	۶	۲۰۰۰	بندر ماهشهر	۶	۵۰۰
کیش	۶	۱۷۰۰	بروجن	۶	۲۰۰۰
مسجد سلیمان	۶	۵۰۰	خرم آباد	۶	۱۰۰۰
همدان	۷	۷۰۰۰	دزفول	۶	۴۰۰
یاسوج	۶	۱۰۰۰	دهلران	۶	۲۰۰

نوا دارای مدار گردش همزمان با خورشید بوده و در ارتفاع ۸۳۳ الی ۸۷۰ کیلومتری (بسته به نوع ماهواره) با انحنای مداری ۹۸/۷ درجه در هر ۱/۴ دقیقه به دور زمین می‌چرخد. امروزه ماهواره‌های ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ NOAA فعال هستند و آرایش مداری آنها به

در این پژوهش، تصاویر AVHRR ماهواره نوا برای آشکار سازی و پایش توفان گرد و غباری ۱ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران و کشورهای همجوار آن استفاده گردید. تصاویر AVHRR از سایت [Http://eros.usgs.gov](http://eros.usgs.gov) قابل دانلود می‌باشند. ماهواره

۲ تصویر روز ۲۰۰۸/۰۷/۰۱ در محدوده ایران و کشورهای همسایه غربی آن برای آشکار سازی (جدول ۲) و ۵ تصویر روزهای قبل و بعد آن نیز در همان محدوده برای پایش توفان بررسی شده استفاده گردید تا منشأ، منابع تغذیه و مسیرهای تحت تأثیر این پدیده شناسایی گردد (جدول ۳) که بعد از تصحیحات هندسی و اتمسفری (روش Dark Subtract یا تکنیک کاهش ارزش‌های عددی پیکسل‌های تیره برای تصحیح اتمسفری باندهای انعکاسی و روش Thermal Atm Correction برای تصحیح اتمسفری باندهای شاخص‌های شناسایی گرد و غبار بر روی تصاویر، اعمال گردید.

گونه ای است که هر ماهواره می‌تواند در هر روز دو بار از هر نقطه زمین تصویر تهیه کند. هر یک از ماهواره‌های NOAA دارای رادیومتری با قدرت تفکیک بسیار بالای پیشرفته تحت عنوان AVHRR است که دارای میدان دید ۱/۱ کیلومتر و عرض تصویر ۲۸۰۰ کیلومتر که می‌تواند از ویژگی‌های اتمسفر و سطح زمین تصاویر به هنگامی تهیه کند. سنجنده AVHRR دارای ۵ باند است. محدوده طیفی آنها بین ۰/۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر است که باند ۱ آن در محدوده طیف مرئی، باند ۲ در محدوده مادون قرمز نزدیک، باند ۳ در محدوده مادون قرمز میانی و باندهای ۴ و ۵ در محدوده مادون قرمز حرارتی است.

جدول ۲- ویژگی‌های تصاویر سنجنده AVHRR اول ژوئیه ۲۰۰۸

محدوده مطالعاتی	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ماهواره	ساعت	تاریخ	تصویر
۱۵ ۴۶ تا ۳۷ ۷۳ ۳۸ ۱۴ تا ۵۷ ۰۰	۵۸ تا ۴۱ ۵۳ ۱۴	۲۷ تا ۷۵ ۵۴ ۴۶	N18	۹:۰۰	۲۰۰۸/۰۷/۰۱	NSS.LHRR\NN.D08183.S0900.E0912.B1604747
۴۶ تا ۳۷ ۵۰ ۱۲	۳۲ - ۵۰ ۴۰ ۲۲	N18	۱۰:۴۵	۲۰۰۸/۰۷/۰۱	NSS.LHRR.NN.D08183.S1045.E1056.B1604848	

جدول ۳- ویژگی‌های تصاویر AVHRR در ۳۰ تا ۵ ژوئیه ۲۰۰۸

محدوده مطالعاتی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ماهواره	تاریخ	تصویر
۹ ۴۵ تا ۴۳ ۲۱ ۳۰ ۴۴ تا ۶۰ ۰۳	۳۰ ۴۴ تا ۶۰ ۰۳	۹ ۴۵ تا ۴۳ ۲۱	N15	۲۰۰۸/۰۶/۳۰	NSS.GHRR.NK.D08182.S1221.E1352.B5267071
۱۰ ۴۷ تا ۴۰ ۲۹ ۲۴ ۰۶ تا ۵۳ ۵۰	۲۴ ۰۶ تا ۵۳ ۵۰	۴۷ تا ۴۰ ۲۹ ۱۰	N18	۲۰۰۸/۰۷/۰۲	NSS.LHRR.NN.D08184.S1034.E1045.B1606262
۱۰ ۲۳ تا ۴۱ ۴۴ ۱۰ ۲۶ تا ۵۶ ۳۲	۱۰ ۲۶ تا ۵۶ ۳۲	۲۳ تا ۴۱ ۴۴ ۱۰	N18	۲۰۰۸/۰۷/۰۳	NSS.LHRR.NN.D08185.S1023.E1035.B1607676
۱۰ ۲۳ تا ۴۲ ۲۳ ۲۸ ۴۰ تا ۵۹ ۰۷	۲۸ ۴۰ تا ۵۹ ۰۷	۲۳ تا ۴۲ ۲۳ ۱۰	N18	۲۰۰۸/۰۷/۰۴	NSS.LHRR.NN.D08186.S1010.E1022.B1609090
۰۹ ۲۹ تا ۴۳ ۰۸ ۳۰ ۵۱ تا ۶۱ ۵۵	۳۰ ۵۱ تا ۶۱ ۵۵	۲۹ تا ۴۳ ۰۸ ۰۹	N18	۲۰۰۸/۰۷/۰۵	NSS.LHRR.NN.D08187.S1000.E1011.B1610404

^۱- Local Area Coverage 1KM Level 1B (AVHRR_LAC)

در رابطه ۲ گرد و غبار با ارزش‌های عددی منفی و ابر با ارزش‌های عددی مثبت بر روی تصویر تفکیک می‌شوند (آکریاک و توسلمن، ۲۰۰۸، ص ۸۳۶).

$$BTD = b4 - b5 \quad \text{رابطه ۲}$$

البته لازم به ذکر است که مقادیر تابش سنجنش شده توسط این سنجنده در باندهای ۴ و ۵ با استفاده از معکوس تابع پلانک به دمای روشنی تبدیل می‌شود. این تبدیل توسط خود نرم افزار پردازش کننده تصویر (ENVI) صورت می‌گیرد (داش و همکاران، ۲۰۰۱، ص ۲۵).

همچنین در این مطالعه، هر یک از باندهای ۲ و ۴ سنجنده AVHRR برای تشخیص گرد و غبار از سایر پدیده‌ها به صورت عددی بر روی تصویر مورد استفاده قرار گرفت تا در مورد قابلیت روش‌های طبقه بندی نظارت شده نیز در آشکار سازی گرد و غبار نتیجه گیری شود.

یافته‌ها

در این قسمت روش‌های معرفی شده برای آشکار سازی کمی گرد و غبار، بر روی تصاویر AVHRR محدوده مطالعاتی اعمال می‌گردد تا بتوان از نتایج آن در خصوص توانایی این سنجنده در آشکار سازی گرد و غبار منطقه مطالعاتی از سایر پدیده‌ها به صورت کمی استفاده کرد. با توجه به اینکه هر چقدر شاخص‌های آشکار سازی گرد و غبار در جهت تفکیک مطلوب تر این پدیده از نظر کمی بر روی تصاویر ماهواره ای بیشتر مطالعه گردد امکان پایش سریع و راحت گرد و غبارهای روی داده فراهم می‌گردد تا با شناخت مناطق منبع و مسیرهای تحت تأثیر مکرر پدیده ی گرد و غبار، برنامه ریزی‌های ملی و بین المللی برای کاهش آثار منفی آن صورت گیرد.

میزان تابش بخار آب در باند ۵ این سنجنده کمتر از باند ۴ است در حالی که عکس این قضیه برای آتروسل‌های خاک صادق است. بر همین اساس اختلاف دمای روشنی $b5 - b4$ در تشخیص گرد و غبار بکار گرفته می‌شود که در این صورت گرد و غبار با ارزش‌های عددی مثبت و ابر با ارزش‌های عددی منفی بر روی تصویر تفکیک می‌شوند. برای از بین بردن علامت منفی در ارزش‌های عددی پیکسل‌ها از ضریب ثابت ۲۰۰ استفاده شده است که در این حالت ابر با ارزش‌های عددی کوچکتر نسبت به گرد و غبار مشاهده می‌گردد (رابطه ۱). این ضریب ثابت توسط ابداع کننده فرمول برای گرد و غبارهای شرق آسیا استفاده شده (ماسوزومی ۱ و همکاران، ۲۰۰۱، ص ۱) و سپس توسط محققین دیگر (ماسوزومی و همکاران، ۲۰۰۲، ص ۸۰۵، لینو ۲ و همکاران ۲۰۰۴، ص ۷۰۰۰، آکریاک و توسلمن، ۲۰۰۸، ص ۸۳۶) برای مناطق دیگر بکار رفته است. با توجه به دامنه ی اختلاف بانده ۵ از باند ۴، کوچکترین عددی که باعث مثبت شدن این اختلاف گردد می‌تواند در فرمول مورد استفاده قرار گیرد و این امر اختلالی در تفکیک پدیده گرد و غبار ایجاد نمی‌کند.

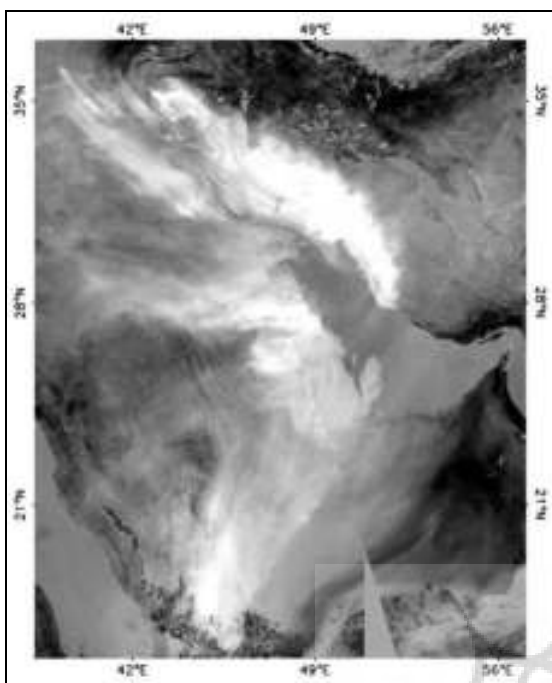
$$AVI = b5 - b4 + 200 \quad \text{رابطه ۱}$$

$b4$ باند ۴ سنجنده AVHRR (۱۰/۳ تا ۱۱/۳ میکرومتر)

$b5$ باند ۵ سنجنده AVHRR (۱۱/۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر)

¹ - Masumizu

² - Lino



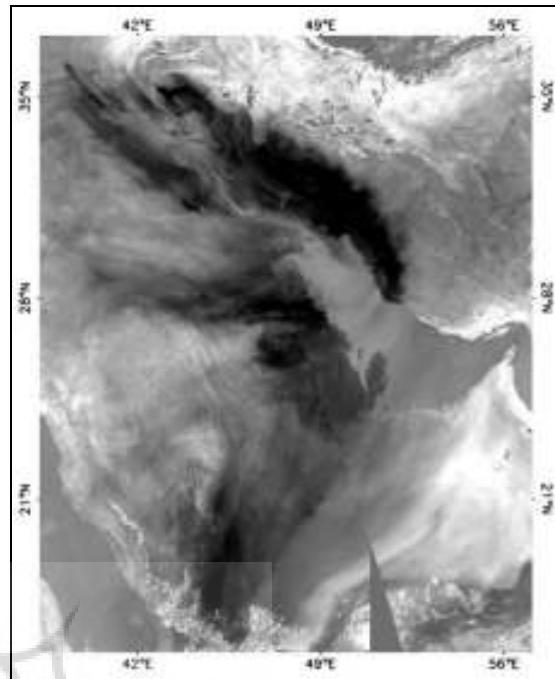
شکل ۲- نتایج حاصل از اعمال شاخص AVI بر روی

تصویر AVHRR منطقه مورد مطالعه

نتایج حاصل از اعمال شاخص BTDR بر روی تصاویر منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که محدوده ارزش‌های عددی این شاخص بین ۶- تا ۱۱ است. در این شاخص آستانه $BTD \leq 0$ دارای قابلیت کافی برای شناسایی مناطق گرد و غباری بر روی تصاویر است. این شاخص نیز معایب و مزایای شاخص AVI را دارد. در شاخص BTDR مناطق دارای گرد و غباری با رنگ بسیار تیره بر روی تصاویر AVHRR رویت می‌گردد که علت آن دمای بیشتر گرد و غبار در باند ۵ است (شکل ۳). این شاخص‌ها توسط پژوهشگران در مناطق دیگر جهان کار شده است و در بسیاری از مطالعات راه گشا بوده است.

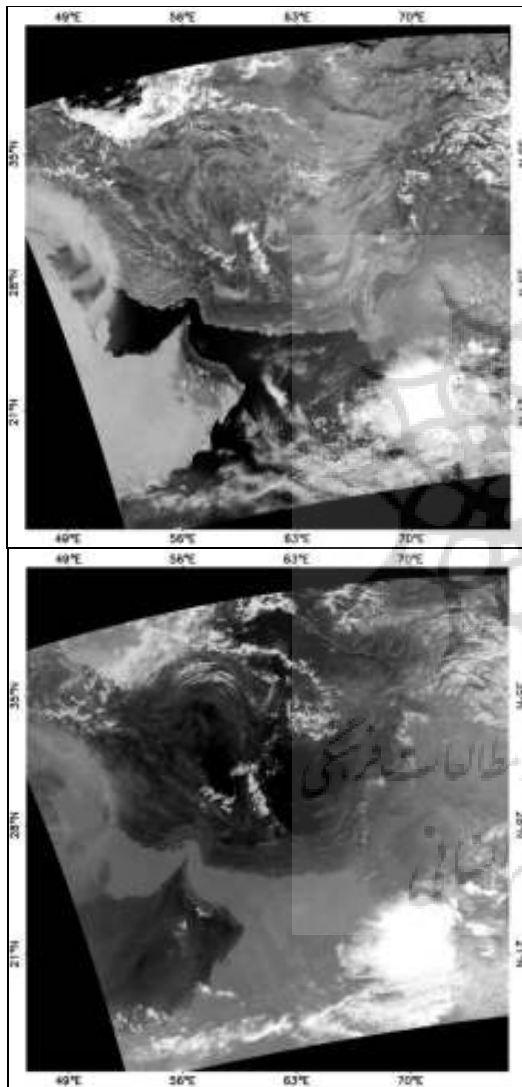
نتایج حاصل از اعمال شاخص AVI بر روی تصاویر اول ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران (شکل ۲) نشان می‌دهد که محدوده عددی این شاخص بر روی تصاویر منطقه مورد مطالعه بین ۱۸۷ تا ۲۰۶ است که آستانه $AVI \geq 200$ برای شناسایی مناطق گرد و غباری دارای قابلیت کافی است. از مزایای شاخص AVI می‌توان به تفکیک عددی کاملاً دقیق ابر و گرد و غبار و تفکیک غلظت‌های متفاوت گرد و غبار بر روی خشکی اشاره کرد بطوریکه هر چقدر ارزش‌های عددی پیکسل‌های گرد و غبار به عدد ۲۰۰ یا به عبارتی دیگر به عدد آستانه نزدیک تر می‌شوند شدت گرد و غبار نیز ضعیف تر می‌شود. از معایب این شاخص نیز این است که تعداد پیکسل‌های محدودی با ارزش‌های عددی ۲۰۰ در حاشیه محدوده‌های گرد و غباری مشاهده می‌شوند که دارای ارزش‌های عددی مشترک با قسمتهایی از زمین‌های بیابانی می‌باشند ولی تعداد آنها خیلی محدود است به طوری که در تشخیص این پدیده محدودیتی ایجاد نمی‌کند به عبارتی دیگر ارزش‌های عددی گرد و غبارهای با غلظت و شدت بسیار کم با ارزش‌های عددی قسمتهایی از مناطق بیابانی مشترک هستند. از معایب دیگر این شاخص عدم شناسایی گرد و غبار بر روی سطوح آبی است که همانطوری که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد بر روی خلیج فارس گرد و غباری وجود ندارد. در این شاخص مناطق دارای گرد و غبار با رنگ بسیار روشن مشخص می‌شوند (شکل ۲) که علت آن دمای بالاتر گرد و غبار در باند ۵ نسبت به باند ۴ است.

نمی تواند در تشخیص گرد و غبار به طور دقیق و کمی استفاده گردد. مطابق با توضیحات ذکر شده، روش های طبقه بندی نظارت شده بخاطر استفاده از یک باند و اعمال نمونه های تعلیمی بر روی آن نمی تواند نتیجه کاملی از آشکار سازی این پدیده داشته باشد.

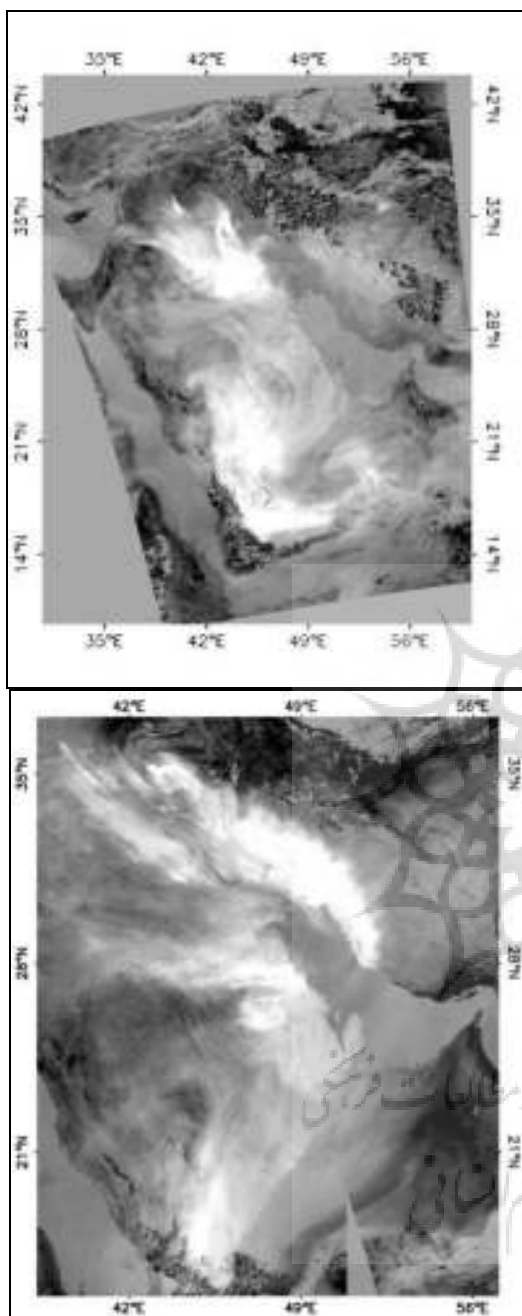


شکل ۳- نتایج حاصل از اعمال شاخص BTD بر روی تصویر AVHRR منطقه مورد مطالعه

تباین بیشتر پدیده گرد و خاک با آب در تصویر باند ۲ سنجنده AVHRR سبب آشکار سازی بهتر این پدیده بالای آب می شود. در تصویر ۳ الف، بالای خلیج فارس لکه ی گرد و غبار غلیظی قسمتی از خلیج فارس را به صورتی که زیر آن پیدا نیست، پوشانده است. البته باید توجه کرد که در تصویر باند ۲، گرد و غبار از نظر کمی از آب قابل تفکیک است ولی با پدیده های دیگر اختلاط دارد. در تصویر باند ۴ سنجنده AVHRR تشخیص گرد و غبار و غلظت های متفاوت آن بر روی خشکی بیشتر است بطوریکه در تصویر ۳ ب گرد و غبار و غلظت های متفاوت آن در منطقه غرب ایران کاملاً مشخص است. البته در باند ۴ نیز ارزش های عددی گرد و غبار از زمین قابل تفکیک بوده ولی با ابر و آب اختلاط زیادی نشان می دهد. بنابراین بکار گیری هر یک از این باندها به تنهایی

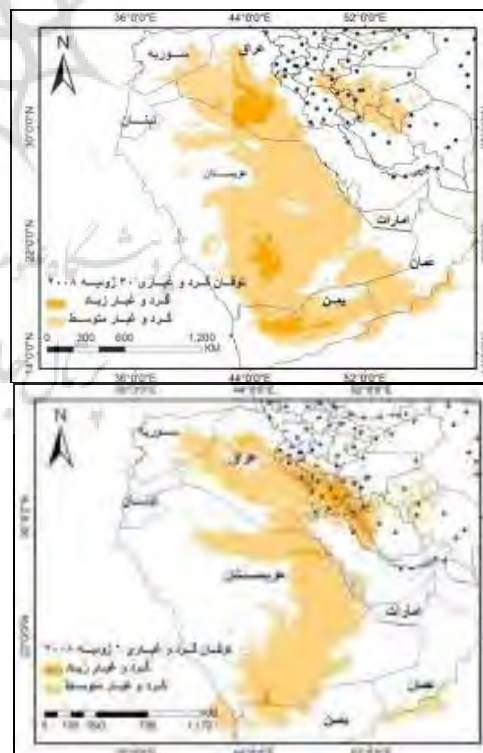


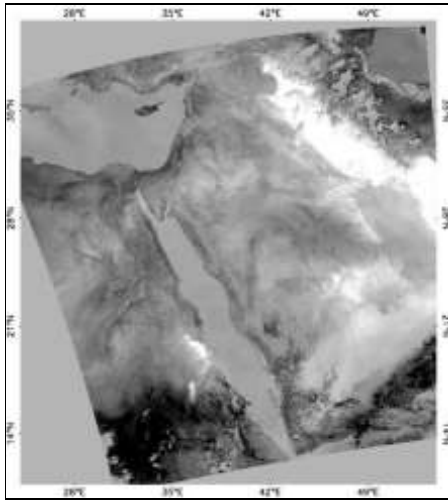
۴ الف تصویر باند ۲ سنجنده AVHRR در ۱ ژوئیه ۲۰۰۸
 ۳ ب تصویر باند ۴ سنجنده AVHRR در ۱ ژوئیه ۲۰۰۸



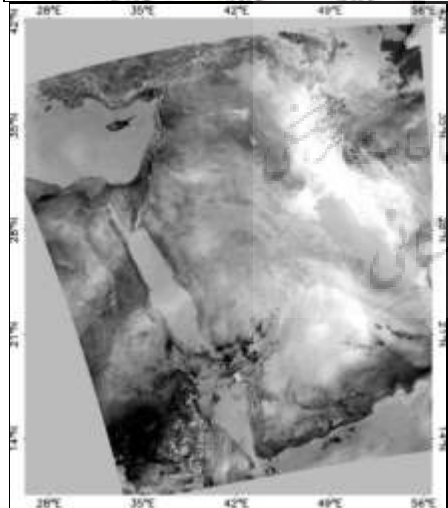
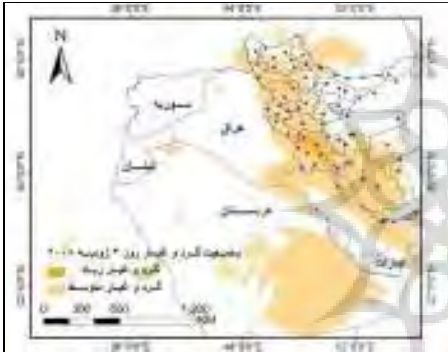
شکل ۴- پایش موج گرد و غباری ۳۰ ژوئن - ۵ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران (تصاویر ۳۰ ژوئن و ۱ ژوئیه به ترتیب از بالا)

مطابق با تصاویر ماهواره ای مطالعه شده (شکل ۴)، گرد و غبار در روز ۳۰ ژوئن ۲۰۰۸ از رسوبات ریز دانه و خشک عراق و جنوب سوریه منشأ گرفته است، البته در همین روز منشأ دیگری نیز در جنوب عربستان تشکیل گردیده است. در روز یک ژوئیه موج گرد و غباری عراق، جنوب سوریه و همچنین جنوب عربستان وارد غرب کشور ایران گردیده و ایستگاه‌های دزفول، بندر ماهشهر، بستان، اهواز، آبادان، مسجد سلیمان، رامهرمز (استان خوزستان)، دوگنبدان، یاسوج (استان کهگیلویه و بویر احمد)، بوشهر (استان بوشهر)، دهلران، ایلام (استان ایلام)، کرمانشاه، اسلام آباد، سرپل ذهاب، سارا رود (استان کرمانشاه)، خرم آباد (استان لرستان)، کوهرنگ (چهارمحال بختیاری) را متأثر کرده است. طبق آمار هواشناسی قدرت دید افقی در اکثر ایستگاه‌های مذکور به کمتر از ۵۰۰ متر رسیده است.

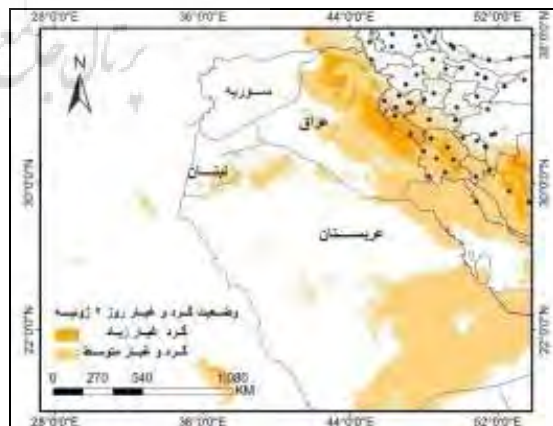




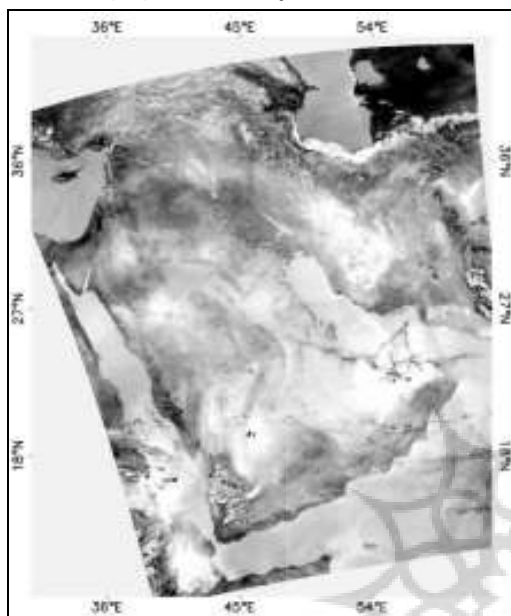
شکل ۵- پایش موج گرد و غباری ۳۰ ژوئن - ۵ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران (تصاویر ۲ ژوئیه)



در روز دوم ژوئیه استان‌های خوزستان، ایلام، کرمانشاه، لرستان، کهگلویه و بویر احمد، چهارمحال بختیاری و قسمت‌های شمالی استان فارس تحت تاثیر توفان گرد و غبار قرار گرفته اند بطوریکه طبق آمار هواشناسی در ایستگاه دهلران دید افقی به ۲۰۰ متر کاهش یافته است (شکل ۵). در روز سه ژوئیه منطقه غرب تحت پوشش گرد و غبار با شدت کمتر از روز قبل بوده است بطوریکه طبق آمار هواشناسی گرد و غبار در ایستگاه‌های دهلران، دزفول، مسجد سلیمان، رامهرمز، دوگنبدان، یاسوج، شیراز، فسا، بستان، اهواز، خرم آباد و ایلام با قدرت دید ۵۰۰-۱۰۰۰ متر دارای شدت نسبتاً بیشتری نسبت به ایستگاه‌های دیگر با قدرت دید بالاتر از ۱۰۰۰ متر بوده است. در روز چهار ژوئیه گرد و غبار از نظر نصف النهاری به طرف شرق و از نظر مداری به طرف جنوب پخش شده و استان‌های تهران، مرکزی، قم، اصفهان، فارس، چهارمحال بختیاری، کهگلویه و بویر احمد، بوشهر، بندر عباس، حاشیه شرقی خوزستان و روی خلیج فارس را با شدت ضعیف تری پوشانده است. طبق آمار هواشناسی قدرت دید افقی در این مناطق بالاتر از ۲۰۰۰ متر است (شکل ۶).



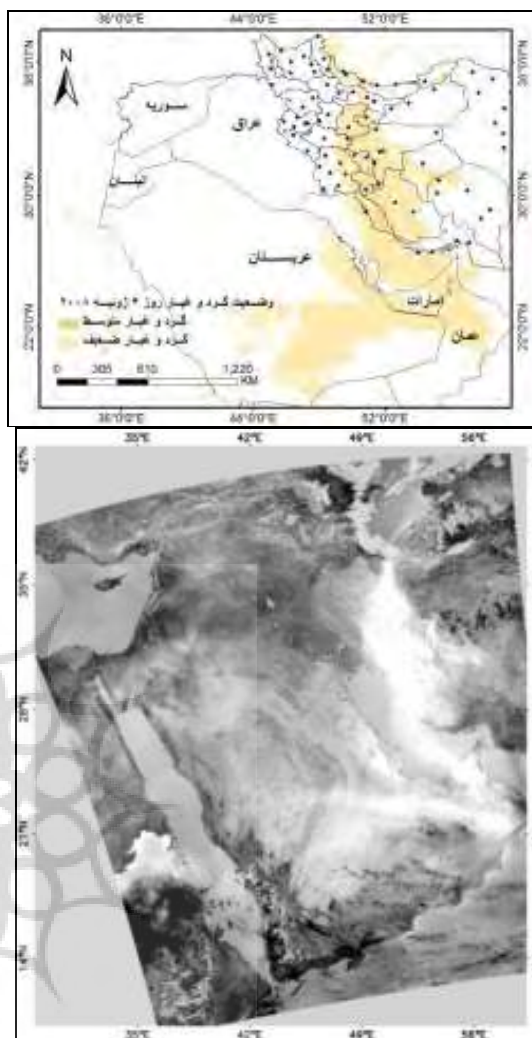
صورت کمی و بصری عمدتاً از طریق تصاویر مودیس انجام شده است که در این مطالعات بر روی پایش توفان‌ها کمتر تأکید گردیده است و مطالعه ای در این زمینه با استفاده از تصاویر AVHRR موجود نیست.



شکل ۷- پایش موج گرد و غباری ۳۰ ژوئن تا ۵ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران (روز ۵ ژوئیه)

نتایج

مطالعات اخیر داخلی و خارجی نشان می‌دهد که مدل‌های عددی هواشناسی به تنهایی قادر به آشکار سازی و ردیابی توفان‌های گرد و غبار نیستند و نیاز به داده‌ی سنجش از دور برای بارز سازی وسعت و غلظت گرد و غبار ضروری است. در این مطالعه توفان گرد و غبار ۱ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران برای شناخت منشأ و مناطق تحت تأثیر این پدیده با استفاده از تصاویر ماهواره ای AVHRR ماهواره ی نوا آشکار سازی و پایش شد. بدین منظور از اختلاف دمای روشنی باندهای ۴ و ۵ تحت عنوان شاخص‌های BTDR و AVI برای تشخیص پدیده گرد و غبار بر روی تصاویر استفاده گردید. هر یک از باندهای ۲ و ۴ این سنجنده نیز برای آشکار سازی پدیده گرد و غبار



شکل ۶- پایش موج گرد و غباری ۳۰ ژوئن - ۵ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران (تصاویر ۳ و ۴ ژوئیه به ترتیب از بالا)

در روز پنج ژوئیه موج گرد و غباری به طور کامل از ایران خارج شده است (شکل ۷). در این پژوهش، محدوده عددی شاخص‌های مطالعه شده بر روی تصاویر AVHRR منطقه مطالعاتی دقیقاً مطابق با نتایج تحقیقات خارجی است که برای گرد و غبارهای شرق آسیا صورت گرفته است. در تطابق با کار آنها، در این مطالعه نیز با استفاده از پایش روزهای قبل و بعد اوج توفان منابع تغذیه و مناطق تحت تأثیر گرد و غبار شناسایی شد. در ایران آشکار سازی گرد و غبار به

مورد استفاده قرار گرفت تا علاوه بر ارزیابی قابلیت آنها، توانایی روش‌های طبقه بندی نظارت شده نیز بر اساس آنها در این امر تعیین گردد. نتایج نشان داد که از بین تمام شاخص‌های مطالعه شده، شاخص‌های دمای روشنی بر روی تصاویر ماهواره ای AVHRR دارای قدرت تفکیک کافی برای شناسایی و جدا سازی عددی گرد و غبار از سایر پدیده‌ها می‌باشند. این شاخص‌ها در بسیاری از مطالعات گرد و غبار راه گشا بوده اند. از معایب شاخص‌های دمای روشنی عدم تشخیص گرد و غبار بر روی آب و همچنین عدم تفکیک کامل زمین‌های بیابانی و گرد و غبار و از مزایای آن تفکیک کاملاً دقیق ابر و گرد و غبار است. پایش توفان گرد و غباری غرب ایران نشان داد که تکنیک سنجش از دور به دلیل پوشش وسیع و مستمر در فضا و همچنین داشتن قدرت نظارت بر دامنه توفان گرد و غبار، درجه شدت و ردیابی دینامیک آن می‌تواند نقش عمده در پایش گرد و غبار نسبت به اندازه گیری‌های زمینی داشته باشد. با توجه به منشأ اصلی ریزگردها که عمدتاً معطوف به فرسایش شدید و پدیده بیابان زایی در کشورهای عراق، سوریه و عربستان است، آسیب‌های ناشی از آن لطمات بهداشتی، اقتصادی و توسعه ای را برای کشورهای درگیر بدنبال داشته است، از این رو بحران ریزگردها را می‌توان به مثابه تهدیدی بالقوه برای امنیت زیست محیطی و ملی در منطقه تلقی کرد. از همین منظر دیپلماسی جمهوری اسلامی ایران در این بخش نیازمند تحرک تازه و فراگیر به منظور ترغیب کشورهای منطقه به همکاری چند جانبه در راستای مقابله عملی با بحران ریزگردها با استفاده از گفتمان اقناعی است که در این میان بهره گیری مطلوب از نهادهای مفاد حقوق بین الملل محیط زیست در قالب

کنوانسیون‌ها و پروتکل‌های بین المللی همراه با تداوم مذاکرات ضروری خواهد بود.

منابع

تقوی، فرحناز، اولاد، الهه، صفرراد، طاهره و ایران نژاد، پرویز (۱۳۹۱) بارزسازی گرد و غبار غرب ایران با استفاده از ویژگی‌های طیفی MODIS، مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۶-۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۱، صص ۱۰۶-۱۰۹.

خسروی، محمود، (۱۳۸۷)، تحلیل فضایی آلاینده‌گی توفان‌های گرد و غباری ناشی از بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با استفاده از داده‌های سنجش از دور ۲۰۰۱-۲۰۰۸، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی زاهدان، صص ۱-۱۱.

فرج زاده، منوچهر و بهاره بهرامی، (۱۳۸۹)، قابلیت استفاده از داده‌های سنجش از دور در مطالعه توفان‌های گرد و خاک، سیلاب‌ها و بارش شدید، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۳، شماره ۸، صص ۱-۱۶.

نگارش، حسین و لیلا لطیفی، (۱۳۸۸)، منشایابی نهشته‌های بادی شرق زاہل از طریق مورفوسکپی و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۱، سال ۲۰، صص ۱-۲۲.

جدید الاسلامی، مهدی، جعفر، رهنما راد و نصرالله بصیرانی، (۱۳۹۰)، منشأ یابی رسوبات بادی چاه نیمه‌های زاہل، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، شماره ۱، سال ۷، صص ۹-۱۶.

Adams, J.W., Rodriguez, D., and Cox, R.A., (2005), the uptake of SO₂ on Saharan dust: a flow tube study, *Atmospheric Chemistry Physics*, 5, pp 2679-2689.

Azizi, Gh., Safarrad, T., Shamsipour, A. A., and Miri, M., (2012), Synoptic and remote sensing analysis of dust events in southwestern Iran, *Nat Hazards* 64:1625-1638.

Baddock, M. C., Bullard, J. E., and Bryant, R. G., (2009), Dust source identification using MODIS: A comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, *Australia Remote Sensing of Environment*, 113, pp 1511- 1528

- observed by GMS-5/VISSR and NOAA/AVHRR, Nagasaki Workshop on Aerosol-Cloud Radiation Interaction and Asian LIDER Network, pp 1-8.
- Masumizu, T., Kinoshita, K., Yano, T., Torii, Sh., Iino, N., and Uno, I., (2002), Analysis Of Advection And Dispersion Of Asian Dusts Using Meteorological Satellite Data, The 13th International Symposium on Transport Phenomena, (ISTP-13), Victoria, BC, CANADA, pp. 803-808.
- McTainsh, GH and Pitblado JR., (1987), Dust storm and related phenomena measured from meteorological record in Australia, *Earth Surf Process Landforms* 12:415-424.
- 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, pp 965-970.
- Mene'ndez, I., Di'az-Herna'ndez, J. L., Mangas, J., Alonso, I., Sa'anchez-Soto, P.J., (2007), airborne dust accumulation and soil development in the North- East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain), *J. Arid Environ*, 71, pp 57-81.
- Ochirkhuyag, L., and Tsolmon, R., (2008), Monitoring the Source of Trans-National Dust Storms in North East Asia, *The International Archives of the Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7, pp 835-840.
- Ridgwell, A.J., (2003), Implications of the glacial CO₂ 'iron hypotheses for quaternary climate change, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, Volume 4, Number 9, 4 articles 1076.
- Toon, O. B., (2003), African dust in Florida clouds, *Nature* 424, 623-624.
- Yang, X., Zhu, B., Wang, X., Li, C., Zhou, Z., Chen, J., Wang, X., Yin, J., and Lu, Y., (2008a), Late Quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land, eastern Inner Mongolia, China, *Global Planet, Change* 61, 70-78.
- Yang, X., Zhu, B., Wang, X., Li, C., Zhou, Z., Chen, J., Wang, X., Yin, J., and Lu, Y., (2008a), Late Quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land, eastern Inner Mongolia, China, *Global Planet, Change* 61, 70-78.
- Yang, Y. Q., Hou, Q., Zhou, C. H., Liu, H. L., Wang, Y.Q., Niu, T., (2008b), Sand/dust storm processes in Northeast Asia and associated large-scale circulations. *Atmos. Chem. Phys.* 8, pp: 25-33.
- Bar Ora, R., Erlicka, C., and Gildorb, H., (2008), the role of dust in glacial-interglacial cycles, *Quaternary Science Reviews* (27), pp 201-208.
- Dash, P., Gotische, F-M., Olesen, F-S., and Fischer, H., (2001), Retrieval of Land Surface Temperature and Emissivity from Satellite Data: Physics, Theoretical Limitations and Current Methods, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 29, No. 1 & 2, pp 23-30.
- Goudie, A. S., and Middleton, N. J., (2001), Saharan dust storms: nature and consequences, *Earth-Science Reviews*, 56, pp 179- 204.
- Goudie, A. S., and Middleton, N. J., (2006), *Desert Dust in the Global System*, Springer, pp 1-287.
- Goudie, A.S., (2009), Dust storms: Recent developments, *Journal of Environmental Management*, 90, pp 89-94.
- Han, Y., Dai, X., Fang, X., Chen, Y., and Kang, F., (2008a), Dust aerosols: a possible accelerant for an increasingly arid climate in North China, *J. Arid Environ*, 72, 1476-1489.
- Han, Y., Fang, X., Zhao, T., and Kang, S., (2008b), Long-range trans-Pacific transport and deposition of Asian dust aerosols. *J. Environ, Sci.* 20, pp 424-428.
- 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, pp 216-224.
- John J. Qu., and Kafatos M., (2006), Asian dust storm monitoring combining Terra and Aqua MODIS SRB measurements, *Geosciences and Remote Sensing letters*, 3(4), pp 484- 486.
- Kudoh, J-i., (2010), Visualization of Asian Dust by using Satellite Images, 19th International Remote Sensing Conference, Turtle Bay Resort, Hawaii, August 1-3, pp 1-28.
- Li, X., Ge, L., and Dong, Y., (2010), Estimating the greatest dust storm in eastern Australia with MODIS satellite images, *Geosciences and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2010 IEEE International, 25-30 July, pp 1039-1042.
- Lino, N., Kinoshita, K., Tupper, A. C., Yano, T., (2004), Detection of Asian dust aerosols using meteorological satellite data and suspended particulate matter concentrations, *Atmospheric Environment* 38, pp 6999-7008.
- Longueville, F. D., Pierre, O., Seydo u, D., and Sabine, H., (2013), Desert dust impacts on human health: an alarming worldwide reality and a need for studies in West Africa, *International Journal Biometeorology* (2013) 57:1- 19
- Masumizu, T., Iwasaki, R., Koyamada, M., Kinoshita, K., Uno, I., Satake, S., Yano, T., and Lino, N., (2001), Asian dust events in 2001