

قابلیت های استفاده از داده های سنجش از دور در مطالعه توفان های گرد و خاک، سیلاب ها و بارش های شدید

منوچهر فرج زاده*

دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس

بهاره بهرامی

کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

مخاطرات اقلیمی هر ساله در ایران خسارات جانی و مالی بسیاری بر جای می گذارند. بر همین اساس شناخت و ارزیابی این مخاطرات به منظور کاهش اثرات آن ها، از اهمیت فراوانی برخوردار است. با توجه به گسترش جغرافیایی وسیع کشور ایران و پراکنش نامناسب ایستگاه های سنجش زمینی، دسترسی و جمع آوری داده های مخاطرات اقلیمی همواره با مسائل و مشکلات زیادی مواجه بوده است. امروزه با پیشرفت تکنولوژی سنجش از دور فرصت های بسیار خوبی در زمینه جمع آوری و ارزیابی مخاطرات بوجود آمده است. در این تحقیق مخاطرات توفان گرد و خاک ۱ و ۲ جولای ۲۰۰۸ در خوزستان، سیلاب ۱۱ فوریه ۲۰۰۵ در چابهار و بارش شدید (گنو) ۶ جون ۲۰۰۷ جهت بررسی، انتخاب شده اند. ارزیابی این مخاطرات توسط سنجنده های AVHRR, MODIS, SEAWIFS, VISSR و در مواردی MSS و TM صورت گرفته است. در تحقیق حاضر، جهت تشخیص مخاطرات در تصاویر از روش مشاهده بصری استفاده شده است. در این روش از خصوصیتی مانند: تن، رنگ، شکل، اندازه، بافت که هر کدام معرف خصوصیات ظاهری پدیده ای می باشند و همچنین از تصاویر ترکیب رنگی (RGB) که سبب بارز شدن مخاطرات با رنگی ویژه می گردد برای آشکارسازی مخاطرات استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان می دهد که جهت مسیریابی مخاطرات، سنجنده های دارای قدرت تفکیک زمانی بالاتر و برای اطلاع از جزئیات و منبع مخاطرات سنجنده های دارای قدرت تفکیک مکانی بالاتر مفید می باشند. سنجنده MODIS و SEAWIFS برای آشکارسازی توفان های گرد و خاک، همچنین سنجنده MODIS جهت آشکارسازی سیلاب مفیدتر از دیگر سنجنده ها می باشد. برای ارزیابی بارش های شدید نیز سنجنده ماهواره METEOSAT به دلیل قدرت تفکیک زمانی هر ۳۰-۱۵ دقیقه بهترین سنجنده می باشد.

واژگان کلیدی: مخاطرات اقلیمی، تصاویر ماهواره ای، آشکارسازی، توفان گرد و خاک، سیلاب، بارش شدید.

مقدمه

کشور ایران به دلیل وسعت زیاد و شرایط متنوع توپوگرافی و قرار گرفتن در یک محدوده وسیع عرض جغرافیایی و دیگر عوامل، دارای تنوع اقلیمی می باشد. این تنوع اقلیمی موجب می شود که پدیده های اقلیمی گوناگون با

E-mail: farajzam2000@yahoo.com

* نویسنده مسئول : ۰۹۱۲۱۷۲۳۱۲۴

شدت، انرژی و فراوانی های متفاوت مشاهده شود. پدیده های اقلیمی با شدت بالا همواره موجب خسارت و آسیب به منابع طبیعی و تمدن های بشری می شود. این پدیده های غیرمطلوب مخاطرات اقلیمی خوانده می شود. علم سنجش از دور، می تواند به عنوان اولین گام ارزیابی این مخاطرات با استفاده از تصاویر ماهواره ای باشد. با استفاده از تصاویر ماهواره ای که اطلاعات آن ها بر پایه دانش فیزیک نور، الکترومغناطیس، آمار، کامپیوتر می باشد، بررسی، شناخت و ارزیابی پدیده های مختلف و همچنین استخراج اطلاعات لازم جهت برنامه ریزی منابع زمینی یا دیگر اهداف به سهولت انجام می گیرد.

با توجه به پوشش وسیع و یک پارچه تصاویر ماهواره ای، تکراری بودن آن ها و باندهای طیفی مختلف با قدرت های انعکاس و جذب امواج تابشی متفاوت سنجنده ها، شناسایی پدیده های مختلف، از جمله مخاطرات اقلیمی، امکان پذیر می باشد.

در جهان ۴۰ نوع مخاطره طبیعی شناسایی شده است، که امکان وقوع ۳۱ نوع از آن ها در کشور ایران وجود دارد و از این تعداد مخاطره ۹۰٪ آن ها منشا اقلیمی دارند (عابدی، ۱۳۷۷). به منظور شناخت کامل و در نتیجه مقابله با این مخاطرات می توان از روشهای مختلفی از جنبه های آماری، سینوپتیکی و سنجش از دور استفاده نمود. در دهه های اخیر پیشرفت و توسعه علم سنجش از دور و وارد شدن تکنیک های آن در حوزه اقلیم شناسی، می توان با دقت بیشتر، نیاز به نیروی انسانی، صرف زمان و هزینه کمتر، به مطالعات اقلیمی پرداخت.

زینگ کویی و همکاران وقایع توفان های گرد و خاک و خصوصیات سطح زمین را با استفاده از داده های NDVI¹ ماهواره NOAA همراه با داده های ایستگاه های هواشناسی مورد بررسی قرار دادند. آن ها ارتباط معنی داری بین وقایع توفان گرد و خاک و دیگر کمیت های اتمسفری مانند بارندگی و دما مشاهده نمودند و خصوصیات پوشش سطح زمین (پوشش گیاهی، بارش برف و بافت خاک) را در رخداد توفان های گرد و خاک تاثیر گذارتر معرفی نمودند. آن ها دریافتند که بارش در شکل جامد مستقیماً بر رخداد این گونه توفان ها تاثیر دارد، درحالی که بارندگی به صورت غیر مستقیم و با بهبود دادن پوشش گیاهی بر روی دادن توفان گرد و خاک تاثیر می گذارد (Xingkui et al., 2006).

زیانگجون و همکاران آشکارسازی توفان های گرد و خاک (سال های ۲۰۰۶ - ۲۰۰۴) بیابان صحرا را با استفاده از باندهای مادون قرمز حرارتی سنجنده MODIS مطرح و شاخص TDI² را ارائه نمود. آن ها دریافتند که ضخامت نوری آئروسول³ (AOT) در ۵۵۰ نانومتر ارتباط نزدیکی با دمای درخشندگی باندهای ۳۲، ۳۱، ۳۰، ۲۰ سنجنده MODIS دارد (Xianjun et al., 2007).

¹ Normalized Difference Vegetation Index

² Thermal Infrared Index

³ Aerosol Optical Thickness

ارچیرخویانگ و همکاران جهت دیده‌بانی توفان گرد و خاک ۹-۱۱ مارس در شمال شرقی آسیا از اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۴ و ۵ در سنجنده AVHRR، همچنین اختلاف باندهای ۳۱ و ۳۲ در سنجنده MODIS، اطلاعات ایستگاه های هواشناسی و تصاویر رنگ حقیقی MODIS استفاده نمودند. این اختلاف دمای درخشندگی را با عنوان شاخص اختلاف دمای درخشندگی^۱ (BTDI) معرفی کردند. در تحقیق مذکور اختلافات بدست آمده بین باندهای حرارتی در ترکیب با لایه‌های GIS برای نقشه‌برداری توفان های گرد و خاک استفاده شدند (Ochirkhuyag et al., 2008).

یاتس و همکاران در تحقیقی تحت عنوان سیستم‌های ماهواره‌ای در حال حاضر و آینده برای کاربردهای آب‌شناسی، رودخانه قرمز شمالی را در تاریخ ۲۶ آپریل ۱۹۷۸ بررسی نمودند. در این مطالعه آن‌ها از تصاویر مادون قرمز حرارتی ماهواره NOAA برای بررسی مناطق سیل‌زده استفاده کردند. آن‌ها درجات خاکستری را به سبب سردی آب سیلاب به مناطق سیل‌زده اختصاص دادند و تباین شدید این مناطق را با زمین های خشک و گرم اطراف عنوان نمودند (Yates et al., 1983).

نصرتی (۱۳۷۹) از داده‌های سنجش از دور و ابزار قدرتمند سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل سیل‌خیزی حوزه گاو رود در جنوب استان کردستان، استفاده نمود. وی از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست برای وزن‌دهی به برخی خصوصیات سطح زمین مانند پوشش گیاهی، کاربری اراضی و به جزء این‌ها، بهره برد. در نهایت وی زیر حوزه‌های غربی رودخانه گاو رود را با توان سیل‌خیزی بیشتری نسبت به زیر حوزه‌های شرقی معرفی کرد.

موسوی (۱۳۸۵) با پرداختن به موضوع روش‌های شبیه‌سازی نظیر مدل سلولهای خودکار در حوزه رودخانه تالار، روش جدیدی را در زمینه شبیه‌سازی سیلاب عنوان نمود، تا این روش بتواند با سرعت، دقت و هزینه کمتر به انجام این مهم بپردازد. در این تحقیق با تلفیق داده‌های سنجش از دور در قالب تصاویر ماهواره‌ای ASTER جهت تعیین کاربری اراضی، مدل های هیدرولوژی موجود در زمینه برآورد سیلاب ناشی از بارش و به کارگیری مدل سلول خودکار میزان گسترش سیلاب در منطقه مشخص شده است.

همان طور که در مطالب قبل ذکر گردید، در واقعه های توفان گرد و خاک توسط داده های ماهواره NOAA می توان به تاثیرگذار بودن خصوصیات سطح زمین در رخدادن توفان گرد و خاک پی برد. همچنین از اختلاف دمای درخشندگی باندهای ۴ و ۵ سنجنده AVHRR و اختلاف باندهای ۳۱ و ۳۲ سنجنده MODIS در آشکارسازی و تخمین شدت تقریبی توفان های گرد و خاک استفاده می گردد. جهت بررسی مناطق سیل زده از تصاویر مادون قرمز حرارتی ماهواره NOAA، همچنین از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست برای وزن دهی به برخی خصوصیات سطح زمین، تصاویر ASTER جهت تعیین کاربری اراضی و مدل های هیدرولوژیکی در

¹ Brightness Temperature Difference Index

زمینه برآورد و میزان گسترش سیلاب در منطقه استفاده می شود. برای پیش بینی بارش نیز از تصاویر ماهواره های زمین آهنگ و ارتباط خروجی و ورودی بین دمای بالای ابر و بارش در سطح زمین استفاده شده است.

هدف مقاله حاضر با بهره گیری از پیشینه مطالعاتی ذکر شده، ارزیابی مخاطرات اقلیمی با روش تفسیر بصری در تصاویر ماهواره ای (با دسترسی عمومی تر) می باشد. در این مطالعه از خصوصیات تابشی و حرارتی پدیده ها و انعکاس آن ها در تصاویر، جهت برآورد پهنه پوشش و مسیریابی مخاطرات استفاده شده است.

داده ها و روش مطالعه

در این مقاله از داده های زیر برای انجام تحقیق استفاده شده است:

- ✓ روزنامه ها و سایت های خبری اینترنت به منظور استخراج مخاطرات، زمان و مکان مخاطرات
- ✓ نقشه های جغرافیایی منطقه

✓ تصاویر AVHRR، MODIS، SEAWIFS، METEOSAT، MSS و TM تصاویر مربوط به سنجنده AVHRR از سایت NOAACLASS^۱ و همچنین تصاویر سنجنده MODIS هم از سایت RAPIDFIRE^۲ دانلود شده اند. تصاویر Meteosat نیز از سایت دانشگاه Dundee^۳ گرفته شده اند. دیگر تصاویر نیز از سایت Visibleearth^۴ و دیگر سایت های معتبر بدست آمده اند.

در این بخش توفان گرد و خاک ۱ جولای ۲۰۰۸ استان خوزستان توسط تصاویر سنجنده های AVHRR، MODIS، METEOSAT، SEAWIFS و LANDSAT گردآوری و بررسی شدند. همچنین سیلاب ۱۶ فوریه ۲۰۰۵، توفان گنو ۶ و ۷ جون ۲۰۰۷ در چابهار با تصاویر AVHRR، MODIS و VISSR مطالعه شده اند.

واقعه های مورد مطالعه بر پایه اهمیت آن ها و همچنین عدم وجود پوشش ابر در روز رخداد واقعه انتخاب شده اند. در ارزیابی مخاطرات اقلیمی با استفاده از تصاویر ماهواره ای از روش تفسیر بصری در این تحقیق استفاده گردیده است. که بعد از گردآوری اطلاعات و آرشیو نمودن آن ها، بررسی و شناخت خصوصیات سنجنده ها، مشاهده بصری و تفسیر خصوصیات موثر در تفسیر بصری تصاویر از قبیل تن، رنگ، بافت، شکل، اندازه و نقش، بررسی زمین شناسی مناطق مورد مطالعه جهت درک صحیح از منبع ایجاد کننده مخاطره، شدت و وسعت آن، تولید تصاویر ترکیب رنگی جهت بارزسازی مخاطرات با رنگ های ویژه و منحصر به فرد، تعیین و تشخیص تغییر در طول زمان با استفاده از خصوصیات عناصر تصویر (تن، رنگ، شکل و به جز این ها) و در نهایت مساحت

^۱ http://www.nsof.class.noaa.gov/saa/products/search?sub_id=0 & datatype

^۲ <http://www.rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/>

^۳ <http://www.sat.dundee.ac.uk/geobrowse>

^۴ <http://visibleearth.nasa.gov/>

مناطق مخاطره آمیز ارایه شدند. سنجنده‌های مورد مطالعه شامل VISSR, MODIS, SEAWIFS, AVHRR و در مواردی TM و MSS می‌باشند.

بررسی واقعه توفان گرد و خاک ۱ و ۲ جولای ۲۰۰۸

تباین بیشتر پدیده گرد و خاک با آب در تصویر بانده ۲ سنجنده AVHRR (شکل ۱. الف) سبب آشکارسازی بهتر این پدیده در بالای آب می‌گردد. در بالای خلیج فارس لکه گرد و خاک غلیظ قسمتی از خلیج را به صورتی که زیر آن پیدا نیست، پوشانده است. در شکل ۱. ب، تصویر بانده ۴، قدرت تشخیص غلظت گرد و خاک در نواحی مختلف آن بر روی خشکی بیشتر می‌باشد. در ناحیه‌ای به موازات و در بالای ساحل غلظت بیشتری رویت می‌شود. در تصاویر سنجنده MODIS با قدرت تفکیک مکانی بالاتر، می‌توان منبع توفان گرد و خاک را علاوه بر میزان غلظت و میزان گسترش گرد و خاک در خشکی و آب، تشخیص داد.

در تصویر مربوط به ۱ جولای ۲۰۰۸ (شکل ۲. الف) به دلیل آشکار بودن گرد و خاک هم در خشکی و هم بر روی آب می‌توان مسیر آن را تشخیص داد. مسیر این توفان در جهتی خلاف حرکت عقربه‌های ساعت به شکل کمان بالای عراق، ایران، خلیج فارس و دیگر کشورهای مجاور است. لکه‌های گرد و خاک مشاهده شده در تصویر از باد شمال که یک باد شمال غربی است و اغلب بالای جلگه سیلابی رودهای دجله و فرات در عراق می‌وزند، حاصل می‌آیند. این دشت‌های سیلابی رسوبات ریز تشکیل دهنده توفان گرد و خاک را در این ناحیه فراهم می‌کنند و این رسوبات ریز بلند شده از دشت‌های سیلابی دجله و فرات به صورت گرد و خاک به طرف جنوب‌شرقی می‌وزند.

در این تصویر گرد و خاک به صورت کمانی بر روی خلیج فارس با غلظت بیشتر در بعضی نواحی عبور می‌کند. بر روی خشکی، بر روی بوشهر در امتداد نوار قوسی شکل و در استان خوزستان به صورت یکنواخت تر غلظت بیشتر گرد و خاک مشاهده می‌شود.

در تصویر MODIS (شکل ۲. ب) ۲ جولای ۲۰۰۸ در شکل بالا لکه‌های گرد و خاک در بالای خلیج فارس در این روز وسیع تر شده‌اند و در بالای خشکی به سمت جنوب و غرب حرکت کرده‌اند و وسعت بیشتری از ایران را با شدت بیشتر، توفان گرد و خاک، در بر گرفته است.

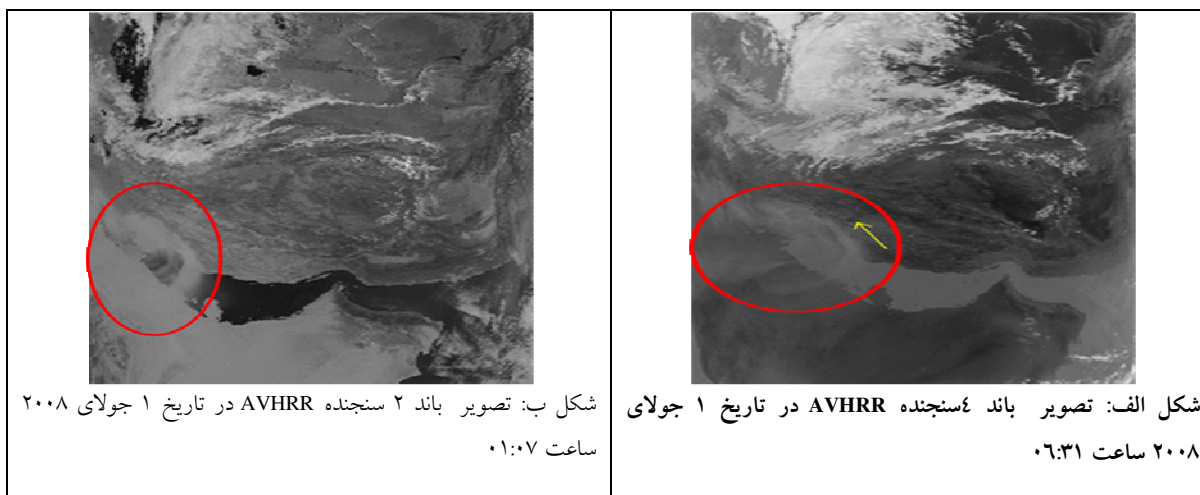
در تصویر بانده ۱ ساعت ۰۶:۰۰، ۱ جولای ۲۰۰۸ سنجنده ماهواره METEOSAT (شکل ۳. الف) گرد و خاک با تن رنگی خاکستری مایل به سفید - تیره تر از ابرهای بخار آب و روشن تر از زمینه بر بالای خلیج فارس مشاهده می‌شود. این توفان قسمت شمال غربی خلیج را با غلظت بیشتر در ناحیه به صورت قوسی شکل در بر گرفته است. در تصویر بانده ۲ (شکل ۳. ب) نشانه بسیار خفیفی از گرد و خاک به صورت تن خاکستری روشنتر از

زمینه بر روی خشکی و استان بوشهر و خوزستان مشاهده می شود. در باند بخار آب این سنجنده (شکل ۳. ج) پدیده خاصی مشاهده نمی شود.

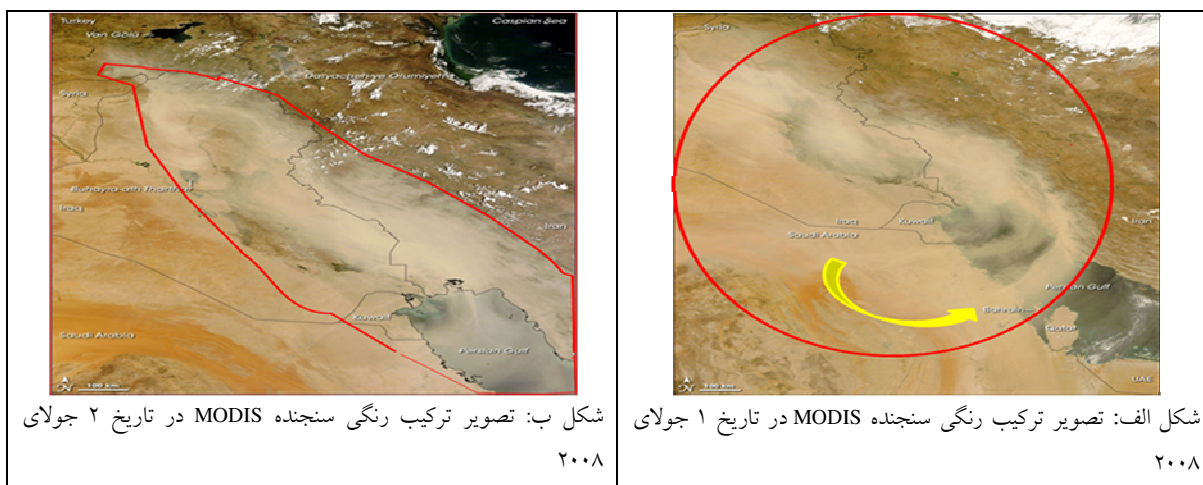
تصاویر سنجنده های TM، MSS و ETM+ ماهواره لندست تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ و ۷۹ متر هستند که در بررسی توفان های گرد و خاک برای نقشه برداری و درک جزئیات منبع تولید کننده گرد و خاک بسیار مفید می باشند. از بین این تصاویر نیز تصاویری مفید می باشند که صحنه ها بدون ابر باشند. که این شرط تعداد محدود تصاویر با قدرت تفکیک مورد نظر را، محدودتر می نماید.

به دلیل قدرت تفکیک زمانی ۱۶ و ۱۸ روز، از این تصاویر جهت بررسی روند و مسیر گرد و خاک، نمی توان بهره برد. نمونه های از این تصاویر از منابع توفان گرد و خاک در غرب کشور - به دلیل عدم امکان دسترسی به تصاویر روزهای رویدادن توفان گرد و خاک، تصاویر روزهای بدون گرد و خاک آمده است - در زیر نشان داده شده است.

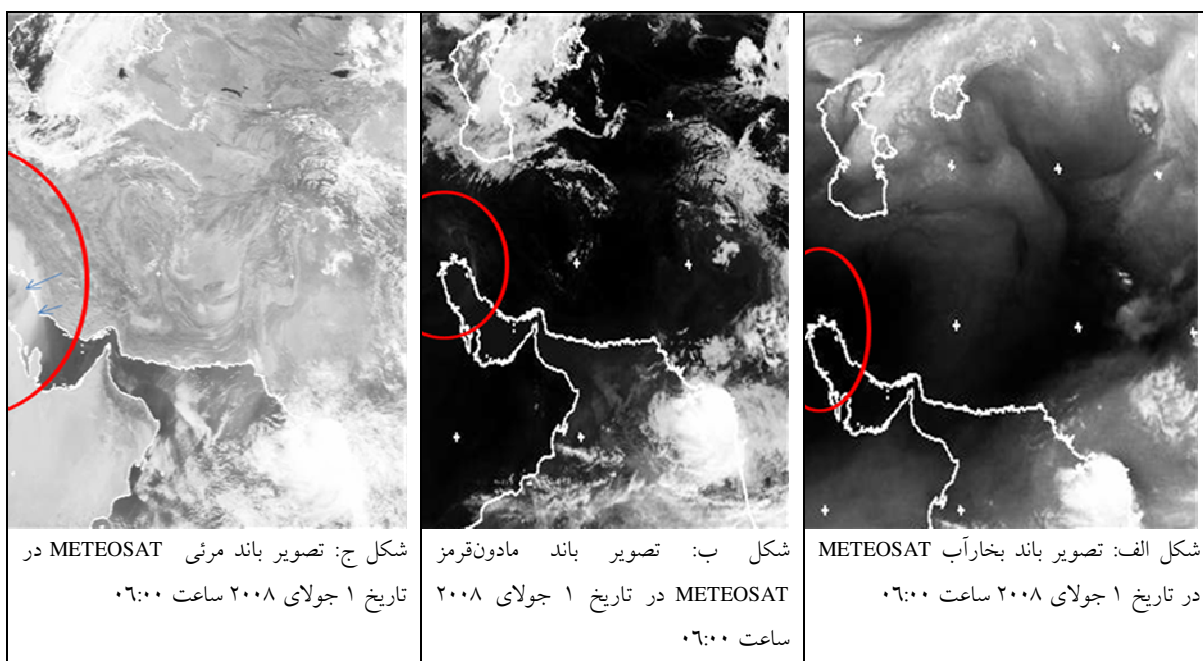
شکل (۴. الف) ترکیب باندهای ۴، ۲ و ۱ سنجنده MSS ماهواره لندست در تاریخ ۲ آگوست ۱۹۷۲ می باشد. در این تصویر موقیعت رودهای دجله و فرات و دشت سیلابی آن ها بخوبی مشخص است. رنگ قرمز مربوط به پوشش گیاهی در منطقه می باشد. در تصویر سنجنده TM (شکل ۴. ب) نیز رنگ قرمز، پوشش گیاهی را نشان می دهد که در مقایسه با تصویر سال ۱۹۷۲ کاهش پوشش گیاهی و خشک شدن دشت قابل توجه است. رسوبات ریز موجود در این دشت سیلابی خشک، مواد تشکیل دهنده توفان های گرد و خاک را فراهم می نماید و با این تصاویر می توان مکان های منابع گرد و خاک را با دقت بیشتر بصورت نقشه درآورد و مقدار گرد و خاک را با جزئیات بیشتر از تصویر استخراج کرد.



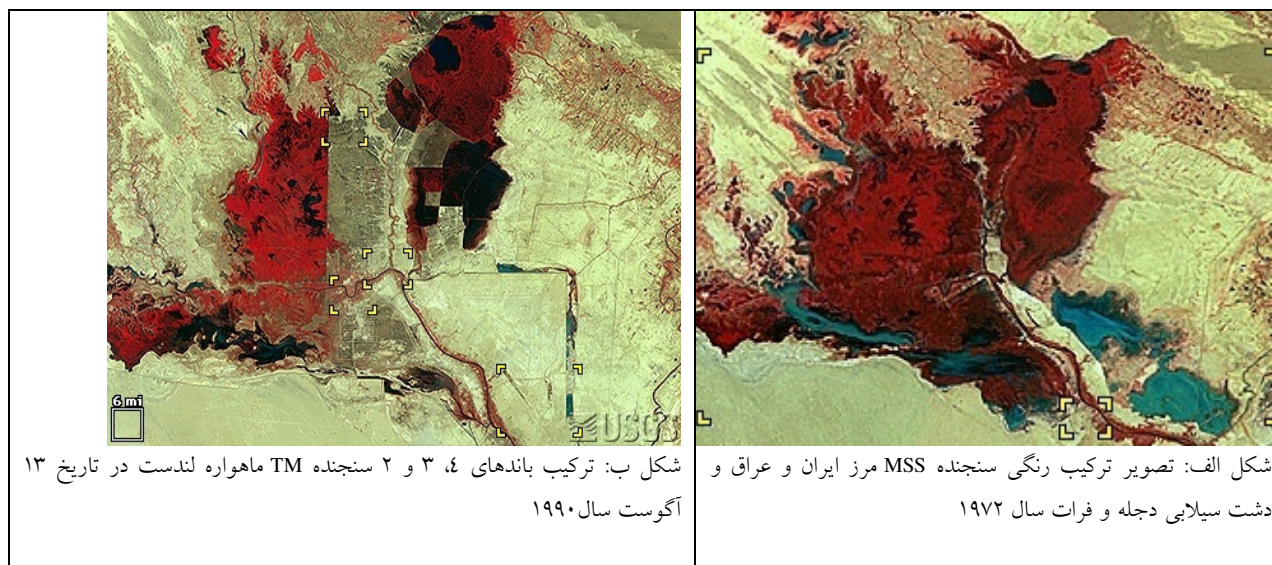
شکل ۱: تصاویر سنجنده AVHRR واقعه توفان گرد و خاک در تاریخ ۱ جولای ۲۰۰۸



شکل ۲: تصویر ترکیب رنگی سنجنده MODIS واقعه توفان گرد و خاک در تاریخ ۱ و ۲ جولای ۲۰۰۸



شکل ۳: تصویر سنجنده METEOSAT واقعه توفان گرد و خاک در تاریخ ۱ جولای ۲۰۰۸ ساعت ۰۶:۰۰



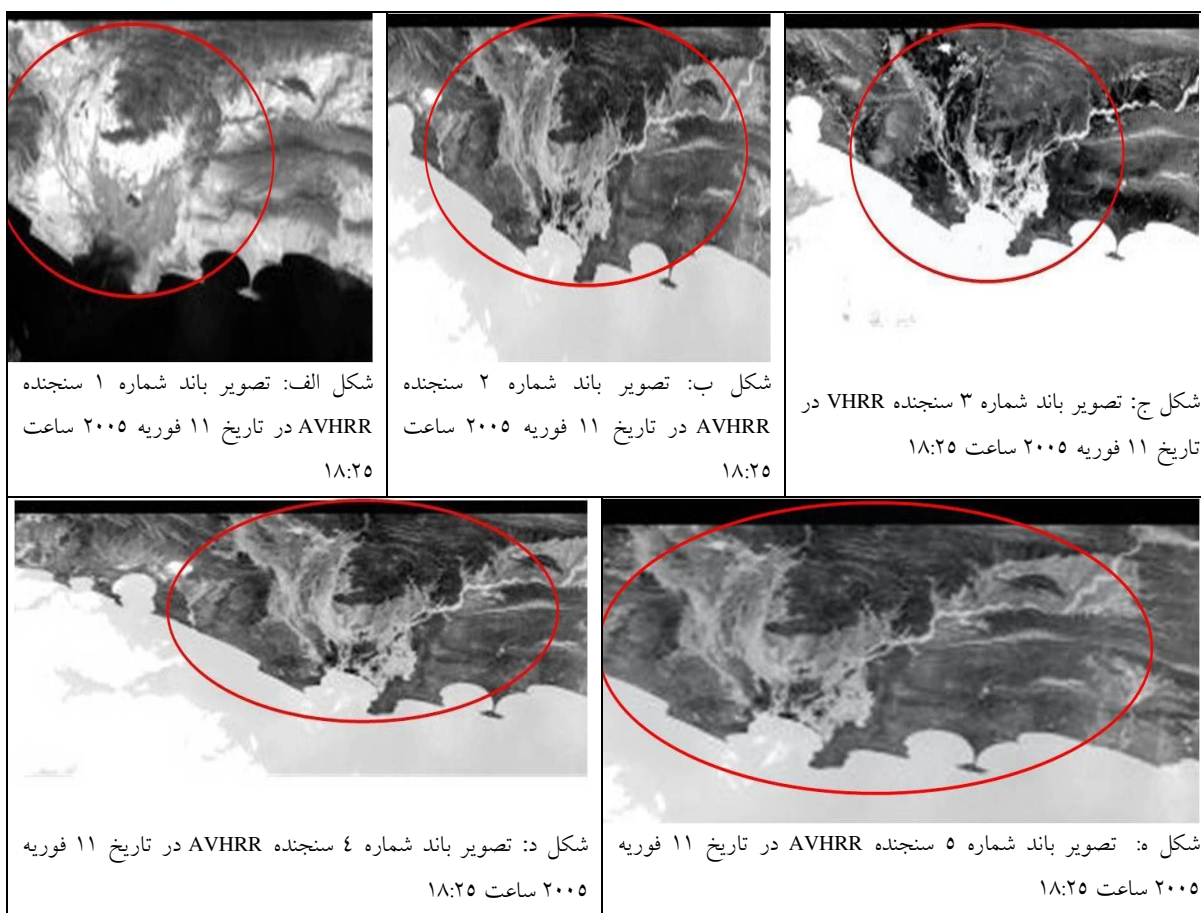
شکل ۴: تصاویر Land sat غرب کشور

بررسی واقعه سیلاب ۱۱ فوریه ۲۰۰۵

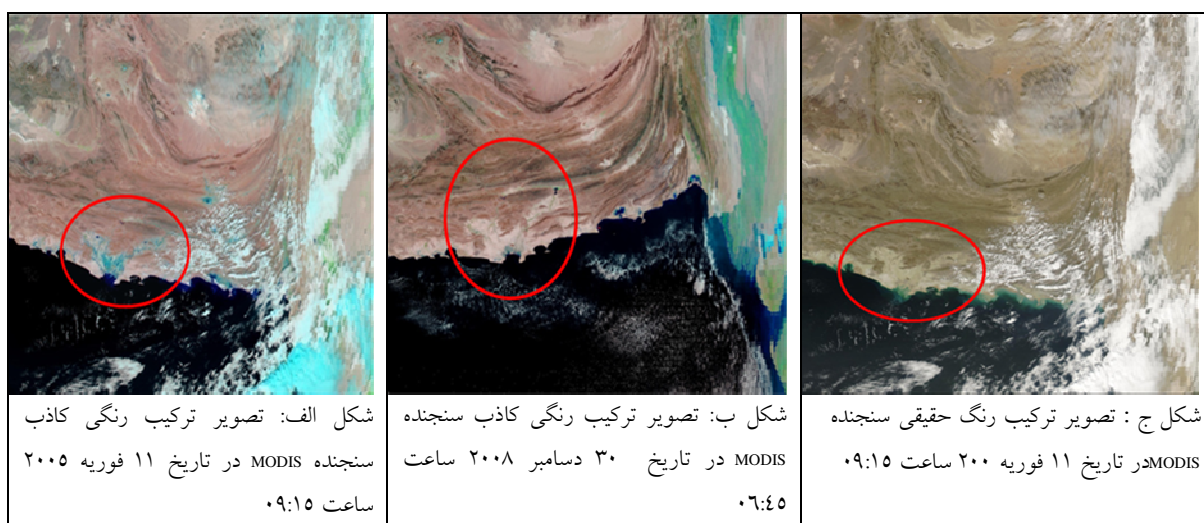
در تصویر باندا ۱ (شکل ۵. الف) این سنجنده، آب به دلیل جذب تابش خورشیدی تیره تر از خشکی می باشد و رودها نیز تیره تر از زمینه خشکی هستند. رسوبات حمل شده به دریا در این باندا به رنگ خاکستری روشن در زمینه تیره آب دیده می شوند. در تصویر باندا ۲ (شکل ۵. ب) مرز آب (رودخانه ها) و خشکی اندکی مشخص تر شده است در حالی که رسوبات حمل شده به دریا در این باندا قابل تشخیص نمی باشند. در تصویر باندا ۳ (شکل ۵. ج) آب روشن تر از خشکی دیده می شود و بخوبی مرز آب و خشکی از یکدیگر قابل تفکیک می باشند. رسوبات در باندهای مادون قرمز به دلیل روشنایی زمینه آب، دیده نمی شوند. در تصاویر باندهای ۴ و ۵، (شکل های ۵. د و ۵. ه) تفاوت های حرارتی آب و خشکی بارز می شود.

در بررسی و ارزیابی سیلاب با تصویر ترکیب رنگی کاذب سنجنده MODIS (شکل ۶. الف) مناطق با طغیان رودخانه های به خوبی مشخص می باشند. این تصویر مربوط به ساحل جنوب شرقی ایران در مرز ایران- پاکستان در تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۰۵ می باشد. در این تاریخ به دلیل بارش های روزهای قبل و پر شدن سدها و رودخانه هایی مانند رودخانه دشت در پاکستان و رودخانه باهوکلالت در ایران- سیستان بلوچستان - مناطق اطراف دچار طغیان رودخانه های شده اند. این گونه تصاویر با دارا بودن قدرت تفکیک مکانی ۱۰۰۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ متر، قدرت تفکیک طیفی ۳۶ باندا و قدرت تفکیک زمانی ۱ روز و با ترکیبات طیفی مناسب قادرند که ارزیابی قابل قبولی را از منطقه ارائه دهند. در این تصویر از ترکیب طیفی باندهای ۷، ۲ و ۱ این سنجنده استفاده شده است و مناطق دچار طغیان به رنگ آبی فیروزه ای در پایین تصویر و ساحل شمالی دریای عمان دیده می شوند.

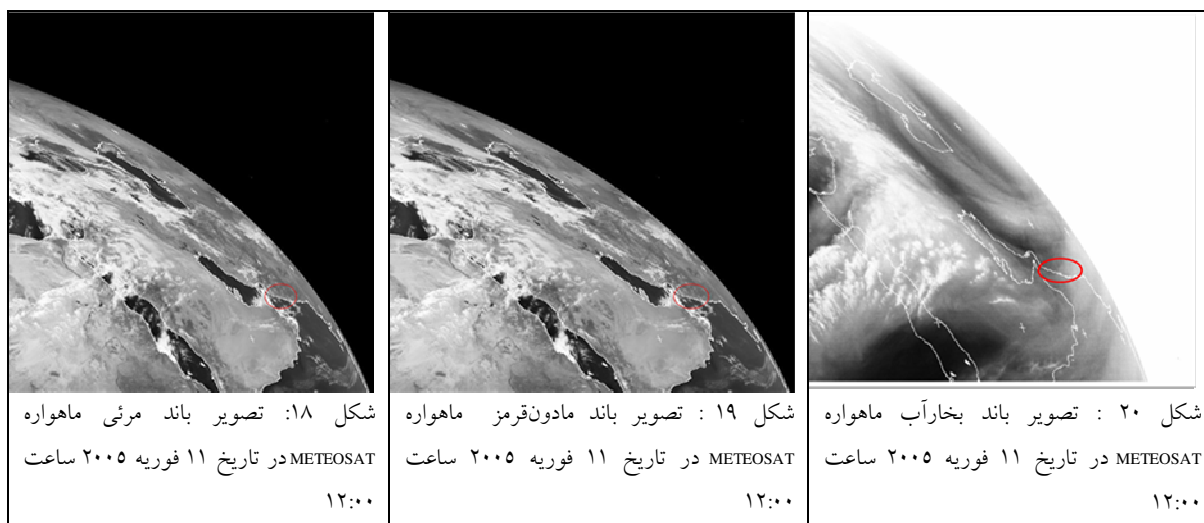
وسعت محدوده سیل زده را می توان ۱۳۶۰۰ کیلومتر مربع برآورد نمود و به نظر می رسد، در مناطقی که رودخانه ها به یکدیگر متصل شده اند شدت این رخداد بیشتر باشد. همچنین در این تصاویر می توان میزان حمل رسوبات به دریا را نیز تخمین زد. رسوبات در این تصویر به رنگ آبی کاربونی در لبه های ساحل و محل برخورد رودخانه ها با دریا می باشد. برای مقایسه این منطقه در زمان معمولی با زمان دچار طغیان شدن آن (شکل ۶. ب) آمده است. در تصویر ترکیب رنگ حقیقی این رخداد، (شکل ۶. ج) مناطق سیل زده آشکار نیستند و نمی توان در مورد شدت و وسعت و یا ویژگی های این واقعه قضاوت نمود. در حالی که برآورد صحیحتری از میزان رسوبات حمل شده به دریا را در این گونه تصاویر می توان داشت. رسوبات حمل شده به دریا در تصویر ترکیب رنگ حقیقی به رنگ سبز در لبه ساحل به طرف دریا، می باشند که میزان رسوبات حمل شده در این رخداد قابل توجه می باشد. در تصاویر بانده مرئی، مادون قرمز و بخار آب ماهواره متئوست (شکل ۷) بدلیل مقدار قدرت تفکیک مکانی آن ها این رخداد قابل مشاهده نمی باشد.



شکل ۵: تصاویر سنجنده AVHRR واقعه سیلاب ۱۱ فوریه ۲۰۰۵



شکل ۶: تصاویر سنجنده واقعه سیلاب MODIS در تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۰۵



شکل ۷: تصاویر سنجنده Meteosat واقعه سیلاب در تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۰۵

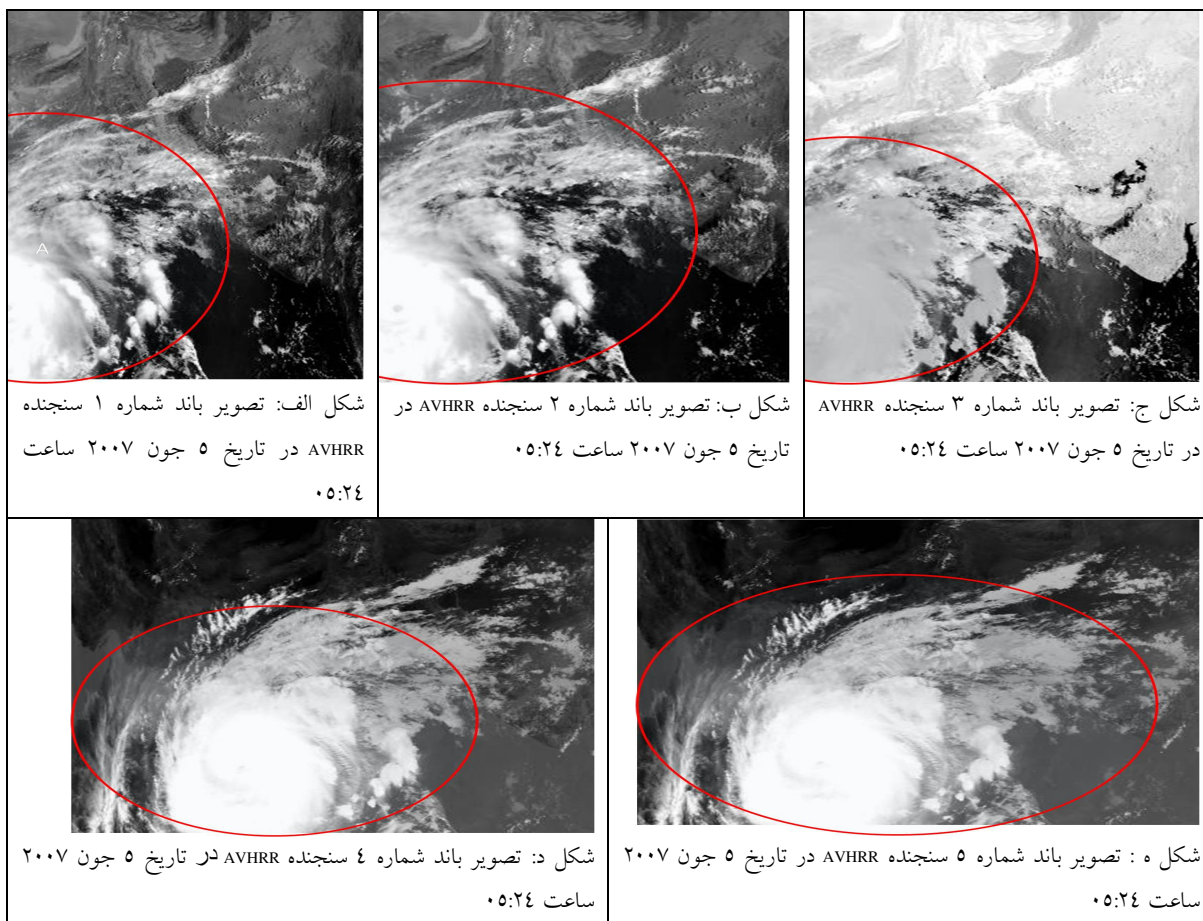
بررسی بارش شدید (گنو) در تاریخ ۵ جون ۲۰۰۷

در تصویر باند ۱ و ۲ این سنجنده ابرهای باران زا در جنوب شرقی ایران، بخاطر بازتاب نمودن این طول موج به رنگ سفید دیده می شوند. ابرها در این تصاویر به رنگ سفید و به شکل یک چرخند، با جهت چرخش پاد ساعت گرد دیده می شوند. چشم چرخند در مرکز چرخند به خوبی قابل مشاهده است. تمرکز بیشتر ابرها (با تن

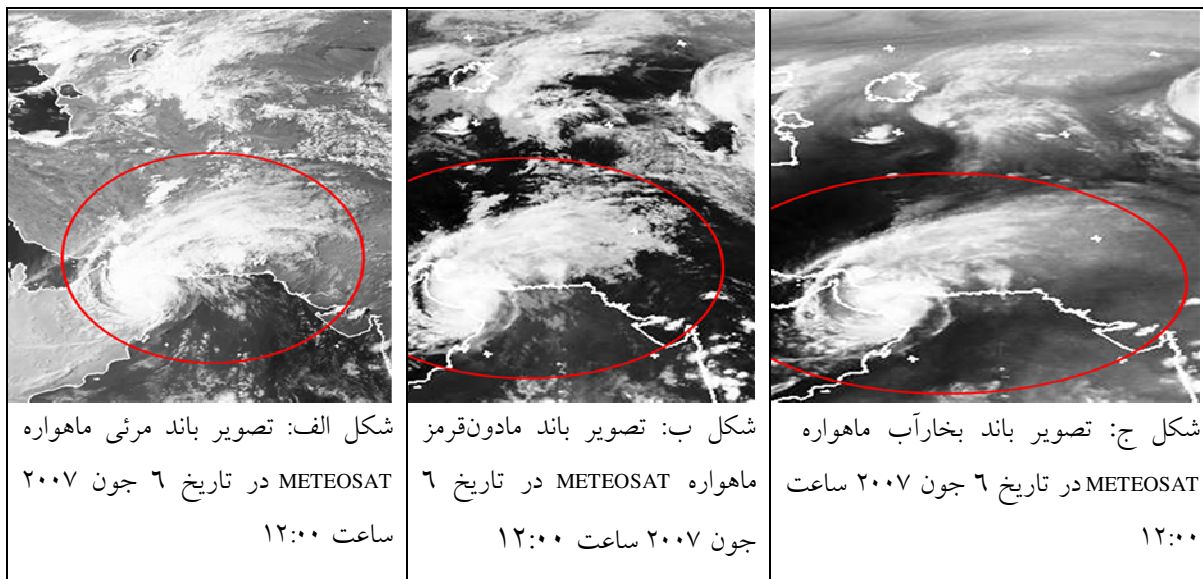
رنگی سفید بیشتر) در اطراف چشم چرخند دیده می‌شوند که به اطراف این تمرکز کمتر می‌گردد. مساحت آن ۹۸۷۰۰ کیلومتر مربع برآورد می‌شود و مسیر این چرخند نیز با نمایش متوالی تصاویر قابل تشخیص می‌باشد. در تصویر باند ۳ آب با تن رنگ تیره دیده می‌شود و ابرها نیز خاکستری رنگ مشاهده می‌شوند. در این تصویر چشم چرخند به وضوح دیده نمی‌شود. در تصاویر باند ۴ و ۵ ابرها با تن رنگی سفید تا خاکستری دیده می‌شوند. پوشش ابر در این باند یکنواخت‌تر به نظر می‌رسد.

بررسی بارش شدید ۶ جون ۲۰۰۷

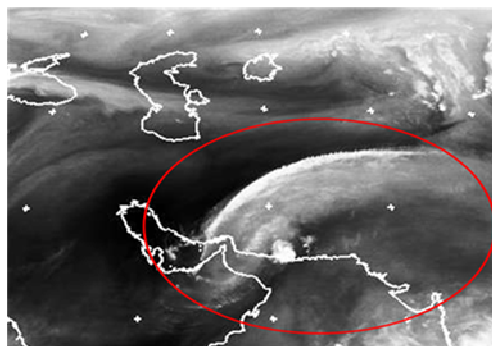
در شکل (۹. الف) نیز همانند دیگر تصاویر در باند مرئی آب‌ها تیره، خشکی‌ها با تن خاکستری و ابرها سفید دیده می‌شوند. این تصویر یک پارچه توده ابر دواری را نشان می‌دهد که تقریباً تمام دریای عمان را احاطه نموده است. دنباله این چرخند در تصویر به طرف شرق و جنوب شرقی ایران امتداد یافته است. چشم‌انداز دریا و خشکی زیر این توده ابر انبوه قابل رویت نمی‌باشد. در تصویر باند مادون قرمز (شکل ۹. ب)، آب‌ها با تن خاکستری، خشکی تیره و ابرها سفید به نظر می‌رسند. در تصاویر مادون قرمز ابرهای سردتر روشن‌تر دیده می‌شوند. و در اینجا ابرهای نزدیک‌تر به مرکز روشن‌تر از ابرهایی که در دنباله کشیده شده‌اند، می‌باشند. در تصویر باند بخار آب (شکل ۹. ج) خشکی و دریا به رنگ تیره و ابرهای بسته به میزان بخار آب روشن و سفید دیده می‌شوند. در این تصویر نیز به مانند تصاویر باند مرئی و مادون قرمز میزان بیشتر ابر در اطراف مرکز چرخند دیده می‌شود و دورتر از مرکز از سفیدی ابرها کاسته می‌شود.



شکل ۸: تصاویر سنجنده AVHRR واقعه بارش شدید (گنو) در تاریخ ۵ جون ۲۰۰۷



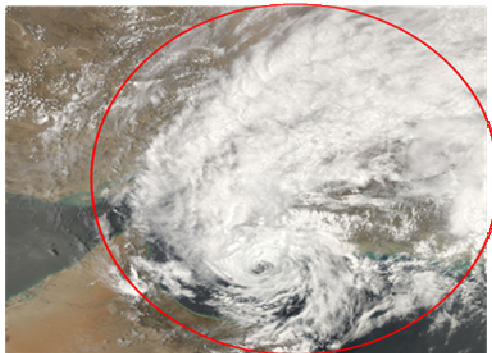
شکل ۹: تصاویر ماهواره METEOSAT واقعه بارش شدید (گنو) در تاریخ ۶ جون ۲۰۰۷



شکل ۱۰: تصویر باند بخار آب ماهواره METEOSAT در تاریخ ۷ جون ۲۰۰۷ ساعت ۰۶:۰۰

بررسی بارش شدید ۷ جون ۲۰۰۷

در تاریخ ۷ جون ۲۰۰۷ ابر بخار آب در تصویر باند بخار آب، شکل ۱۰ با ضخامت بیشتر در نوار کناری بالایی به صورت کمائی، با امتداد جنوب غربی شمال شرقی از شرق و جنوب شرق ایران در حال خروج می باشد.



شکل ۱۱: تصویر ترکیب رنگ حقیقی سنجنده MODIS در تاریخ ۷ جون ۲۰۰۷ ساعت ۰۹:۱۰

در این تصویر توفان به جنوب ایران رسیده است. ابرهای اطراف چرخند پراکنده تر شده اند و ابرها در امتداد شمال شرقی، شهرهای جنوب شرقی ایران را پوشش داده اند. مساحت آن ۲۳۱۱۵۶ کیلومتر مربع در ایران می باشد و سرعت آن را می توان توسط محاسبه طول طی شده به زمان جابجایی این توفان در آن مسافت طی شده، تخمین زد. مسیر این سیکلون بر اساس مشاهده تصاویر متوالی به صورت شکل ۱۲ بوده است.



شکل ۱۲: مسیر سیکلون بارش زا از اقیانوس هند به جنوب شرقی ایران

بحث و نتیجه گیری

برای آشکار سازی توفان های گرد و خاک، اطلاعات تصاویر ماهواره ای بررسی شده، شامل تصاویر نچنده های AVHRR، MODIS، METEOSAT و SEAWIFS بودند. هر یک از این سنجنده ها مزایا و معایبی دارند که برای شناختن بهترین سنجنده در آشکار سازی توفان های گرد و خاک، مقایسه تصاویر با ارزش است. در بررسی تصاویر، قابلیت تصاویر مرئی و مادون قرمز هر کدام از سنجنده ها در آشکار سازی گرد و خاک بالای خشکی و آب و همچنین در هنگام روز و شب متفاوت می باشد.

جهت مسیریابی توفان های گرد و خاک تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک زمانی بالا مانند METEOSAT و AVHRR برای اطلاع یافتن از جزئیات منبع تولید کننده گرد و خاک تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک مکانی بالاتر - از دو سنجنده ذکر شده- مانند LANDSAT و MODIS مفید می باشند.

سنجنده های MODIS و SEAWIFS یکی از بهترین داده های در دسترس برای آشکار سازی لکه های گرد و خاک با قدرت تفکیک طیفی ۳۶ باند برای MODIS و ۸ باند برای SEAWIFS (باندهای طیفی باریکتر و بیشتر و در نتیجه ارائه یک تصویر ترکیب رنگی با داشتن جزئیات بیشتر)، قدرت تفکیک زمانی ۱ روز (یافتن الگوی انتشار) و قدرت تفکیک مکانی (جهت یافتن منبع گرد و خاک) ۱/۱ کیلومتر برای SEAWIFS و در MODIS

دویست و پنجاه متر برای باند ۱ و ۲، پانصد متر برای باند ۳ تا ۷ و هزار متر برای باند ۸ تا ۳۶، می باشند که توفان های گرد و خاک را بالای آب و خشکی واضح تر و بهتر نمایش می دهد.

مخاطره گرد و خاک در بالای خشکی به دلیل تباین حرارتی ذرات گرد و خاک خنک تر و زمین گرم تر، با تصاویر مادون قرمز بهتر آشکارسازی می شوند. در حالی که تباین گرد و خاک روشن و زمینه تیره آب در تصاویر مرئی بهتر نمایان می باشد. همچنین قابلیت تصاویر مادون قرمز در آشکارسازی گرد و خاک در هنگام روز بیشتر می باشد. همچنین این تصاویر شب هنگام نیز، زمانی که تصاویر مرئی غیر قابل دسترس هستند، کاربرد دارند. بنابراین تصاویر مادون قرمز قابلیت های بالایی در آشکارسازی توفان های گرد و خاک دارند.

در ارزیابی سیلاب نیز تصاویر سنجنده MODIS به ویژه تصاویر ترکیب رنگی کاذب با ترکیب باندی ۷، ۲ و ۱ بهترین قابلیت را با توجه به قدرت تفکیک طیفی، قدرت تفکیک مکانی و قدرت تفکیک زمانی این سنجنده دارند.

در ارزیابی بارش شدید (گنو) ارزیابی و دیده بانی این گونه توفان ها توسط تصاویر دریافتی ماهواره METEOSAT، بدلیل دارا بودن طول موج مناسب و قدرت تفکیک زمانی ۳۰ دقیقه آن، مفیدتر می باشد. همچنین دمای بالای ابرهای بارش زا در تصاویر مادون قرمز این سنجنده قابل تخمین می باشند.

نتایج تحقیق حاضر، ضمن تأیید قابلیت های سنجنده AVHRR، در ارزیابی مخاطرات ذکر شده در این تحقیق، سنجنده MODIS را کارآمدتر نشان داد. همچنین نشان می دهد که ویژگی های مخاطرات اقلیمی از نظر مسیریابی، وسعت و شدت از تصاویر ماهواره ای قابل استخراج می باشند.

منابع

- ۱- عابدی، قدرت اله (۱۳۷۷): بررسی بلایای طبیعی و نقش آن در توسعه پایدار با تاکید بر ایران، نشریه سپهر، شماره ۲۸، دوره هفتم، ص ۶۴ - ۵۲.
- ۲- موسوی، آزاده (۱۳۸۵): شبیه سازی رخداد سیلاب با استفاده از داده های سنجنش از دور و مدل سلول های خودکار (مطالعه موردی: بخشی از حوضه رودخانه تالار قائم شهر)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، به راهنمایی دکتر پرویز ضیائیان فیروزآبادی.
- ۳- نصرتی، عبدالله (۱۳۷۹): پهنه بندی قابلیت سیل خیزی حوضه آبخیز گاورد با استفاده از سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، به راهنمایی دکتر منوچهر فرج زاده.

4- Ochirkhuyag L. R. Tzolmon, (2008): Monitoring The Sources of Trans-National Dust Storms in North East Asia, The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7.

- 5- Xianjun Hao, Qu John J., Kafatos Menas, Wang Lingli, (2007): Asian Dust Storm Monitoring Combining Terra and Aqua MODIS SRB Measurements, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 3, No. 4.
- 6- Xingkui Xu, Levy Jason k., Zhaohui Lin, Hong Chen, (2006): An Investigation of Sand-Dust Storm Vents and Land Surface Characteristics in China Using NOAA NDVI Data, Global and Planetary Change 52, Pp: 182 – 196.
- 7- Yates H. W., Matson M., McGinnis, D. F., JR, Schneider S. R., Orting G., (1983): Existing and Future Satellite Systems for Hydrological Applications, Hydrological Applications of Remote Sensing and Remote Data Transmission (Proceedings of the Hamburg Symposium), IAHS Publication, No. 145.