

پایش پویا از فرایندهای طوفان گرد و غباری با استفاده از داده‌های چند زمانه‌ای MODIS

برگردان از:

دکتر تقی طاوسی

استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان

محمود حسین زاده کرمانی

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

در سال‌های اخیر فراوانی طوفان‌های گرد و غباری افزایش یافته است. طوفان‌های گرد و غباری می‌توانند در تغییر اقلیم مؤثر بوده و سبب خسارات و زیان‌های بزرگ به جوامع بشری گردند. پایش بلایا بطور صحیح یک نیاز خیلی ضروری می‌باشد. در این مقاله فرایندهای طوفان‌های گرد و غباری که در آوریل ۲۰۰۶ اتفاق افتاده‌اند، پایش گردیده است. بر حسب ویژگی‌های انعکاس و جذب طوفان‌های غباری محدوده طوفان‌های غباری بطور دقیق استخراج گردیده و درجات شدت آن‌ها برآورد شده است. سپس مسیرهای حرکت آن‌ها بوسیله داده‌های چند زمانی پایش گردیده است. نتایج توافق زیادی با پایش گروه هواشناسی نشان می‌دهد. به طور کلی پایش پویای فرایندهای طوفان گرد و غباری با داده‌های چند زمانه‌ای کاربرد زیادی در آینده خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی:

طوفان گرد و غباری، پایش پویا، داده‌های چند زمانی، Terra/Aqua MODIS

مقدمه

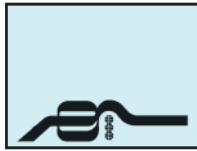
طوفان گرد و غبار یک نام عمومی برای طوفان شن و گرد و غبار می‌باشد. شرایط آب و هوایی سبب وزش بادهای قوی شده و مقدار زیادی ماسه و گرد و غبار را از سطح زمین به آسمان پخش می‌نماید و هوا را خیلی آشفته نموده و سبب می‌شود که دید به کمتر از یک کیلومتر برسد. طوفان گرد و غبار فرایند پیچیده‌ای دارد که بوسیله فعل و انفعالات سیستم جو-زمین متأثر گردیده و عمدتاً بوسیله بادهای با سرعت زیاد و شرایط آب و هوایی خشک و خاک لخت و برهنه بوجود می‌آید و اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک رخ می‌دهد.

در حال حاضر روش‌های اندازه‌گیری زمینی و تکنولوژی سنسجش از دور، دو روش عمده و مهم برای پایش طوفان‌های گرد و غباری می‌باشند (Li Haiping, Xiong Liya, Zhuang Dafang, 2003). هنگامی که طوفان‌های گرد و غباری اتفاق می‌افتد شرایط محیطی اغلب خیلی بد می‌باشد. مکان‌های اندازه‌گیری طوفان‌های گرد و غباری معمولاً پراکنده می‌باشند. بخاطر روش اندازه‌گیری‌های سنتی زمین مرجع از نظر فضایی و زمانی وضوح ناچیزی دارند به همین خاطر نمی‌توانند پایش و پیش‌بینی طوفان‌های گرد و غباری را بخوبی انجام دهند. تکنولوژی سنسجش از دور ماهواره‌ای بخاطر پوشش وسیع و مداوم در مکان‌هایی که بلایای محیطی بسرعت حادث می‌شوند،

بسیار مفیدتر می‌باشد و پایش خوبی انجام می‌دهد. همچنین نقش مهمی در پایش طوفان‌های گرد و غباری ایفا می‌نماید. سنسجش از دور می‌تواند محدوده و قلمرو طوفان‌های گرد و غباری، درجات شدت و مسیر حرکت آن‌ها را پایش نماید.

بسیاری از محققان در چین و خارج از آن با استفاده از تکنولوژی سنسجش از دور ماهواره‌ای تجربیات و آزمایش‌های زیادی برای پایش گرد و غبار انجام داده‌اند. (Luo Jingning, Fan Yida, Shi Peijun, 2003) و شاخص شدت طوفان گرد و غباری را به منظور مقایسه آن‌ها ایجاد نموده‌اند. بعلت پلاتفرم‌های ماهواره‌ای متفاوت، نواحی و زمان پایش، مقایسه نتایج پایش شده نمی‌تواند بوسیله داده‌های سنسجش از دور چند منبع مورد استفاده واقع گردد. Liang, Yan 2006 Guo Ni دو شاخص گرد و غباری متمایز از فرایندهای طوفانی حادث شده از ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ استخراج نموده‌اند. Li Qing و همکاران (۲۰۰۶) فرایندهای طوفانی گرد و غبار قوی و شدید را که در شمال غرب چین در ۲۰۰۳ رخ داده است با داده‌های MODIS پایش نموده‌اند. Liu Sanchao و همکاران (۲۰۰۶) نواحی طوفان گرد و غبار را بوسیله ترکیب تصاویر Terra and Aqua در هنگام روز و شب استخراج نموده‌اند. (John J. Qu و همکاران 2006) شاخص گرد و غبار متفاوت هنجار شده (NDDI) را برای تشخیص ابر و گرد و غبار پیشنهاد نموده‌اند.

J. K. Roskovensky و همکاران (۲۰۰۵) برای تولید پارامترهای مجزا در تشخیص ابرهای سیروس و گرد و غبار آزمون‌های ضریب انعکاس طول موج کوتاه با تفاوت دمای درخشندگی طول موج بلند ترکیب نموده‌اند. بنابراین بسیاری از محققان فقط به شناسایی دقیق و صحیح طوفان‌های گرد و غباری متمرکز شده و تحقیقات آن‌ها به نواحی توزیع طوفان‌های گرد و غباری محدود شده است. در این سال‌ها، ماهواره‌های بیشتر و بیشتری به فضا پرتاب شده‌اند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانی که از سنسجده‌های ماهواره‌های متفاوت بدست می‌آید، این تشخیص مسیر حرکت طوفان‌های گرد و غباری امکان‌پذیر شده است. در این مقاله محدوده و قلمرو طوفان گرد و غباری بطور موقفی بدست آمده و سپس مسیر حرکت آن‌ها و درجات شدت آن‌ها بوسیله داده‌های چند زمانی بدست آمده است. نتایج این تحقیق می‌تواند به بخش‌های وابسته در درک و فهم مسیرهای حرکت طوفان‌های گرد و غباری در دید جامع کمک نموده و اساس و پایه‌ای برای تصمیم‌گیری درباره آن‌ها تهیه نماید.



جدول ۱: مشخصات چهار تصویر استفاده شده در این مطالعه

تصویر	تاریخ	زمان گرینویچ	ماهواره	عرض ج(شمالی)	طول ج(شرقی)
۱	۲۰۰۶/۴/۱۶	۳:۵۰	Terra	۳۵-۵۰	۹۰-۱۲۵
۲	۲۰۰۶/۴/۱۶	۵:۳۰	Aqua	۳۵-۵۰	۹۵-۱۲۵
۳	۲۰۰۶/۴/۱۶	۱۴:۵۵	Terra	۳۰-۴۵	۹۰-۱۲۵
۴	۲۰۰۶/۴/۱۷	۲:۵۵	Terra	۳۰-۵۰	۹۰-۱۲۵

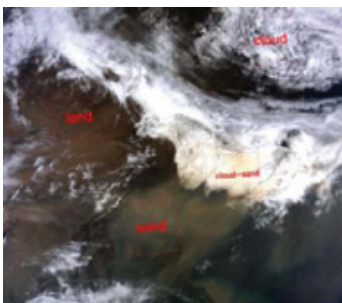
داده‌ها

در این مقاله برای پایش طوفان گرد و غباری از داده‌های MODIS استفاده شده است. در سنجنده‌های MODIS، ماهواره‌های Aqua - Terra ۳۶ کانال قرار گرفته است. دامنه طیفی آن‌ها از $0.4\mu\text{m}$ ~ $14.385\mu\text{m}$ از مرئی تا مادون قرمز را پوشش می‌دهد. حداقل ۴ تصویر MODIS در هر روز بدست می‌آید. افزایش بی‌پایانی داده‌ها سبب می‌شود که طوفان‌های گرد و خاکی بطور پویا پایش گردند. در این مقاله ۴ تصویر MODIS برای پایش فرایندهای طوفان گرد و خاک که در شمال‌غرب چین در ۱۶-۱۷ آوریل ۲۰۰۶ رخ داده، انتخاب گردیده است (جدول ۱).

روش‌شناسی و تجزیه و تحلیل

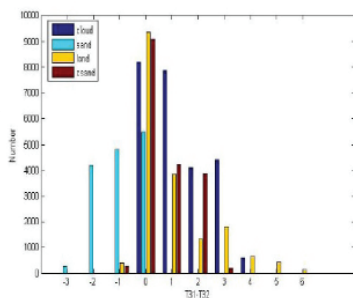
هنگامی که طوفان گرد و خاک رخ می‌دهد، مقدار زیادی از ذرات گرد و غبار با یکدیگر جمع شده و به شکل لایه گرد و غبار در می‌آیند. این لایه گرد و غباری ضخیم می‌تواند تابش سطحی و خورشیدی را جذب و انعکاس دهد. در طول ۳۶ کانال MODIS، کانال‌های مادون قرمز نزدیک و مرئی در اندازه‌گیری انعکاس اشیاء استفاده شده است. در جایی که کانال‌های مادون قرمز حرارتی در اندازه‌گیری دمای درخشندگی اشیاء استفاده گردیده است. مقایسه ویژگی‌های طیفی ابر و زمین در طول گرد و غبار و برخی دیگر از ویژگی‌های پر اهمیت می‌تواند یافت شود: ابرها دارای انعکاس بالا بوده اما دمای درخشندگی پایینی دارند. زمین دارای انعکاس پایین بوده اما دمای درخشندگی بالایی دارد. انعکاس و دمای درخشندگی از طوفان گرد و غبار بین این دو می‌باشد. در این مقاله دمای درخشندگی و انعکاس از طوفان گرد و غبار که با توابع متمایز ایجاد شده اند، در استخراج محدوده طوفان گرد و غباری و برآورد درجات شدت طوفان گرد و غباری اساس قرار گرفته است.

طوفان گرد و غباری می‌تواند، استفاده شود. چهار ناحیه بدست آمده: ماسه‌ای - ماسه‌ای و ابری - ابری و سطح زمین انتخاب شده‌اند. (نگاره ۱). در نگاره ۲ آستانه 1K- از BTDD در شناسایی ماسه از دیگر اشیای می‌تواند استفاده گردد. اما اگر آستانه از 1K- استفاده شود برخی نواحی طوفان گرد و غباری نمی‌تواند مشخص گردد. به عبارتی اگر آستانه از 0K استفاده شده باشد دیگر استخراج محدوده طوفان گرد و غباری بدقت بدست می‌آید. در این روش ابر و سطح زمین باید پیشتر تفکیک شده باشند. بنابراین پرتو مادون قرمز اصولاً در لایه ابری فوقانی سیروس حساس بوده بویژه هنگامی که ابرهای لایه فوقانی سیروس ضخیم باشد، BTDD نمی‌تواند قادر به شناسایی گرد و غبار از ابرهای سیروس گردد. بنابراین باندهای دیگر می‌بایست مقایسه گردند. انعکاس از اشیاء متفاوت، زمین و ابر که می‌تواند مجزا شده باشد در هنگام روز پایه قرار می‌گیرد. انعکاس از طوفان گرد و غبار با افزایش طول موج مشابه زمین می‌باشد. بر طبق ویژگی‌های طیفی انعکاس از ابر و برف در باند سوم از MODIS به ماکزیمم می‌رسد. ($0.459\mu\text{m}$ ~ $0.479\mu\text{m}$)، اما در باند هفتم $2.105\mu\text{m}$ ~ $2.155\mu\text{m}$ کمینه است. این تفاوت از انعکاس از طوفان گرد و غبار، ابر، برف پایه قرار گرفته برای شاخص NDDI و می‌تواند در برطرف نمودن تأثیر ابر و برف مؤثر باشد.



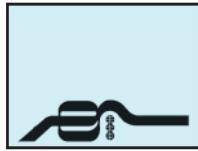
نگاره ۱: تصویر واقعی مودیس در ۱۷ آوریل ۲۰۰۶ (چهار ناحیه ماسه‌ای، ابری - ماسه‌ای، ابری و زمین)

نگاره ۲: مقایسه‌ای از تفاوت دمای درخشندگی بین باند ۳۱ و باند ۳۲ برای چهار منطقه ماسه‌ای، ابری - ماسه‌ای، ابری و زمین



برآورد محدوده طوفان گرد غباری

محدوده‌ای که طوفان گرد و غباری را از ابر- برف- سطح زمین و غیره جدا می‌سازد، مرز طوفان گرد و غباری را نمایش می‌دهد (Fan Yida, Shi Peijun, Wang Xiushan, 2000). در باندهای ۳۱ و ۳۲ MODIS در پنجره مادون قرمز حرارتی، جذب بوسیله دیگر گازهای جوئی بطور ناچیزی کوچک و کم اهمیت می‌باشد. گرد و غبار دارای تابندگی خیلی بالایی در باند ۳۲ و سپس باند ۳۱ می‌باشد. BTDD بین باند ۳۱ و باند ۳۲ در تشخیص



شاخص NDDI به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$NDDI = \frac{(b7 - b3)}{(b7 + b3)}$$

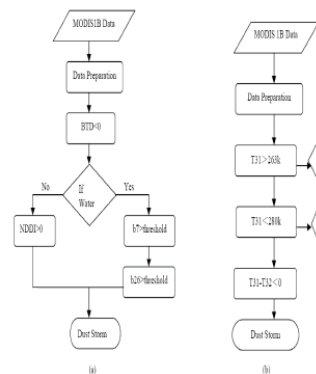
در اینجا b3, b7 بازتاب باند سه و باند هفت از MODIS می‌باشد.

نتایج نشان داد که طوفان گرد و غباری درمیانه غرب و داخل ایالت مغولستان اتفاق افتاده است، نگاره ۴ (B). سپس به سمت شرق حرکت کرده و ایالت‌های Gansu, Shanxi, Hebei, Tianjin Shandong را تحت تأثیر قرار داده و شدت آن از ضعیف تا قوی تغییر نموده است. نگاره ۴ (d,e,g).

در نگاره ۴ (a,c,f) مقایسه‌ای با تصاویر ترکیبی رنگی واقعی انجام گرفته است. نتایج پایش در شب در نگاره ۴ (e) با تصاویر رنگی واقعی نمی‌تواند مقایسه گردد. اما با نتایج پایش بخش هواشناسی سازگار می‌باشد. نتایج پایش بخش هواشناسی نشان می‌دهد که طوفان‌های گرد و غباری رخ داده در میانه مغولستان در ۲۶ مارس و همچنین در شرق مغولستان و شمال ... در ۲۷ مارس اتفاق افتاده است.

برطبق تصاویر در این دوره مسیر حرکت طوفان‌های گرد و غباری می‌تواند نمایش داده شود. طوفان‌های گرد و غباری در شمال (گانسو) Shanxi و در غرب مغولستان داخلی در ۱۶ آوریل اتفاق افتاده‌اند و سپس بطرف Hebei, Tianjin, Shandong حرکت نموده و دریای بوهایا را تحت تأثیر قرار داده است. بطور کلی مسیر حرکت آنها از غرب به شرق می‌باشد.

$NDDI > 0$ می‌تواند در برطرف نمودن تأثیر ابر مورد استفاده قرار گیرد. هرچند بازتاب آب نیز در باند ۷ نزدیک به صفر می‌باشد. اگر آن‌ها آب باشند $NDDI > 0$ نمی‌تواند نتیجه مفیدی داشته باشد. تأثیر آب می‌بایست ابتدا حذف گردیده باشد. باند ۷ می‌تواند در حذف تأثیر آب بکار گرفته شود و سپس باند ۲۶ در تشخیص ابر استفاده گردد. در هنگام شب اطلاعات بازتاب موجود نمی‌باشد بنابراین دما از $11\mu m$ استفاده شده است. فرایندهای مرتبط در نگاره ۳ نشان داده شده‌اند.



نگاره ۳: فرایندهای مرتبط در تعیین طوفان گرد و غبار (a) روز (b) شب

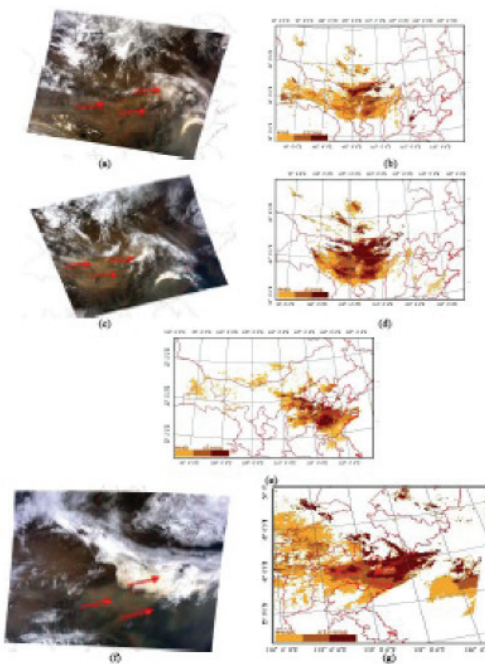
برآورد درجات شدت طوفان‌های گرد و غباری

بر اساس محدوده استخراج شده طوفان گرد و غباری، طوفان گرد و غباری می‌تواند بعنوان طوفان گرد و غباری، با شدت قوی، متوسط و ضعیف برآورد گردد. زیرا ذرات گرد و غبار دفع نموده و منتشر می‌سازند پس تابش‌های خورشیدی در باند مادون قرمز با امواج کوتاه، باند ۲۰، دمای درخشندگی از طوفان گرد و غبار؟ در این باند بویژه بلند و باند خیلی حساس به انعکاس وزش شن و طوفان‌های گرد و غباری می‌باشد. با مقایسه تصاویر در تمام کانال‌ها باند ۲۰ براحتی می‌تواند نواحی طوفان گرد و غباری را با رنگ واضح یافت نماید.

اما دیگر باندها تاریک نشان می‌دهند. در باند مادون قرمز حرارتی باند ۳۱ ذرات گرد و غبار تنها دفع نموده و می‌تابانند امواج الکترومغناطیسی و ارزش آن‌ها در سنجنده‌ها به مقدار ناچیز می‌باشد. تفاوت دمای درخشندگی از باند ۲۰ و ۳۱ می‌تواند در برآورد درجات شدت طوفان گرد و غباری استفاده گردد.

نمونه مورد مطالعه

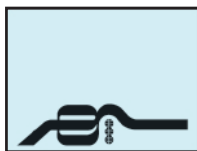
فرایندهای طوفان گرد و غباری در شمال غرب چین در ۱۷ و ۱۶ آوریل ۲۰۰۷ اتفاق افتاده‌اند. بر طبق فرایندهای پایش پویای طوفان گرد و غبار، ۴ تصویر MODIS برای پایش محدوده طوفان گرد و غبار، شدت و مسیر حرکت آن‌ها انتخاب گردیده است.



نگاره ۴: (a) تصویر واقعی از Terra (April, 16, 2006) (b) نتایج پایش تصویر Terra (April, 16, 2006) (c) تصویر واقعی از Terra (April, 16, 2006) (d) نتایج پایش تصویر Terra (April, 16, 2006) (e) نتایج پایش تصویر Aqua (April, 16, 2006) (f) نتایج پایش تصویر Terra (April, 16, 2006) (g) نتایج پایش تصویر Terra (April, 17, 2006) (h) نتایج پایش تصویر Terra (April, 17, 2006)

نتایج

در این مقاله داده‌های ماهواره Terra, Aqua در توصیف مسیر حرکت طوفان‌های گرد و غباری اخذ گردیده است.



cirrus clouds using MODIS data, *Geophysical research letters*, 32, pp.1-5.

پی نوشت

۱- مشخصات اصل مقاله:

عنوان مقاله:

A DUST-STORM PROCESS DYNAMIC MONITORING WITH MULTI-TEMPORAL MODIS DATA

۲- نویسندگان:

DI Mei, LU Xiushan, SUN Lin, WANG Ping

۳- چاپ شده در:

The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008

۴- قابل دسترس در سایت:

Geomatics College, ShanDong University of Science and Technology, ShanDong Qingdao 266510, China

dimei666@163.com, sunlin6@126.com, pingwsd@163.com

بر طبق فرایندهای پایش طوفان گرد و غباری ذکر شده روش های آستانه چند کانالی می تواند در استخراج محدوده طوفان گرد و غباری، شدت و پایش مسیر حرکت آنها مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج بدست آمده تطابق زیادی با پایش بخش هواشناسی دارد. باید گفت: داده های چند زمانی با تداوم زیاد می تواند در پایش مسیر حرکت طوفان های گرد و غباری مؤثر واقع گردد. درجات شدت طوفان های گرد و غباری می بایست بوسیله تفاوت دمایی بین باند ۲۰ و ۳۱ برآورد گردد.

منابع و مأخذ

Li Haiping, Xiong Liya, Zhuang Dafang, 2003. Research Progress and Future Development of Remote Sensing Monitoring on Sand-dust Disaster in China. *Progress In Geography*, 22(1), pp.45-52.

Xiao Jidong, Wang Xiyuan, Chen Aijing, 2007. Study on Satellite Remote Sensing Index Model for Monitoring Dust Storms Using EOS/MODIS Data. *Arid Zone Research*, 24(2), pp.268-272.

Luo Jingning, Fan Yida, Shi Peijun, 2003. Information-comparable method of monitoring the intensity of dust storm by multi-source data of remote sensing. *Journal of Natural Disasters*, 12(2), pp.28-34.

Guo Ni, Liang Yun, 2006. A Study on Quantitative Identification of Sand and Dust Storm Using MODIS Data. *Arid Meteorology*, 24(1), pp.1-6.

Li Qing, Wang Qiao, Wang Wenjie, 2006. The Application of the Operational Storm Monitoring Based on MODIS. *Remote Sensing for Land & Resources*, 1, pp.43-45.

Liu Sanchao, Liu Qinhuo, Gao Maofang, 2006. On Asian Dust Storm in China by Combining Daytime and Nighttime Terra and Aqua MODIS Data. *IEEE Geomatic and Information Science of Wunan University*, 31(20), pp.1051-1054.

Fan Yida, Shi Peijun, Wang Xiushan, 2002. THE ANALYSIS OF TYPICAL DUST STORM IN NORTHERN CHINA BY REMOTE SENSING. *Advance in Earth Sciences*, 17(2), pp.289-294.

John J. Qu, Menas Kafatos, 2006. Asian dust storm monitoring combining Terra and Aqua MODIS SRB measurements. *Geosciences and Remote Sensing letters*, 3(4), pp.484-486.

J.K. Roskovensky, K.N. Liou, 2005. Differentiating airborne dust from