کاربرد تصاویر ماهواره ای در شناسایی ابرهای گرد و خاکی ناشی از طوفانها

فاضل ایرانمنش و محمود عرب خدری
اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

مقدمه

با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق مختلف ایران، مطالعات و پژوهش‌هایی در زمینه‌های مناطق تحت سیطره فرسایش بادی، منشاءیابی ماسه های روان و به شکل خیلی محدودتری تحقیقاتی بر روی طوفان ها انجام گرفته است. دفتر فنی تثبیت شن و بیابان زدائی با همکاری شرکت مهندسین مشاور توسعه و احیای کشاورزی (۱۳۸۱)، بر اساس طرح شناسایی کانونهای فرسایش بادی و تعیین اولویت های اجرایی مشخص کرد که ۱۴ استان کشور تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند. از بین آنها استان سیستان و بلوچستان با ۲۲۹۱۷۴ هکتار بالاترین رتبه را به خود اختصاص داده است. سهم منطقه سیستان در این استان از نظر مناطق تحت سیطره فرسایش بادی به دلیل فراوانی وقوع طوفانهای غبارزا، نسبت به سایر مناطق بیشتر است. Washington و همکاران(۲۰۰۰) نیز منطقه سیستان ایران را یکی از مراکز طوفان زایی معرفی می کنند که در آن بطور متوسط سالانه بیش از ۷۰ روز طوفان های گرد و غبار وجود دارد. این منطقه به طور عمده جلگه ای پهناور است که در شرق ایران و شمال شرقی استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. از ویژگی های عمده آن باد های صد و بیست روزه سیستان است. این باد از حدود اوایل خرداد تا اواخر شهریور ادامه دارد.

در سال های اخیر با پیشرفت فنآوری سنجش از دور، پژوهش هایی در سطح بین المللی با استفاده از تصاویر ماهواره ای انجام شده است. کنوانسیون بیابان زدایی سازمان ملل متحد United Nations (UNCCD) Convent.on to Combat Desertification (۲۰۰۱) به نقل از Wang et al با بررسی طوفان های سیاه در شمال غرب چین، ضمن اشاره به ترکیب رنگی نور خورشید در طول موجهای بین ۰/۴ تا ۰/۷۵ میکرومتر، اثر اندازه ذرات را بر روی میزان پخش آتمسفری در طول موجهای مختلف بررسی کرده و نشان داد، ذراتی که به شکل معلق در طوفانها و در ارتفاع بالا می باشند، باعث پخش طول موج زرد شده و به همین دلیل قسمت فوقانی طوفان ها زرد رنگ دیده می‌شوند. در مقابل، ذراتی که درشت تر و در ارتفاع پائین تر هستند، می‌توانند طول موج قرمز را پخش کنند. بنابراین، این قسمت به رنگ قرمز دیده می‌شود. طبقات پایین طوفانها نیز به دلیل انکسار در کلیه طول موجها همیشه تیره می باشند. همچنین این کنوانسیون به نقل از تحقیقات Xu Yihui اشاره می کند که در مناطق آب و هوائی خشک و بیابانی، به دلیل پوشش گیاهی کم، میزان بازتاب سطح در طیف مرئی، به رنگ خاکستری تا خاکستری روشن می باشد. میزان این بازتاب شبیه به بازتاب ابرهای کم ارتفاع است، با این تفاوت که برخلاف ابرها، مرز طوفانها دارای آشفتگی و کمتر قابل تشخیص است. تحقیق دیگری توسط Zheng و همکاران(۱۹۹۸) در خصوص طوفان شن و گرد و غبار در شمالغرب چین به تاریخ پنجم ماه می ۱۹۹۳ نشان داد، تصاویر National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA) قابلیت خوبی برای ردیابی طوفانها دارند و میزان بازتاب از قسمت فوقانی طوفانها تفاوتهای آشکاری با میزان بازتاب از سطح زمین دارد. با وجود اینکه استفاده از تصاویر ماهواره ای کاربرد زیادی در بررسی ویژگی های طوفا ن های غبارزا دارد، ولی در ایران گزارشی در ارتباط با این موضوع در دست نیست. این تحقیق سعی دارد با استفاده همزمان از دو نوع تصویر ماهواره ای Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) و NOAA و ادغام نتایج حاصله از هرکدام، به شناسایی ابرهای گرد و خاکی بپردازد.

مواد و روش‌ها

داده ها و اطلاعات استفاده شده در این تحقیق شامل اطلاعات مکانی Spatial Data مانند تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی و اطلاعات توصیفی Attribute Data می باشند. تصاویر ماهواره ای شامل چهار تصویر TERRA-MODIS و چهار تصویر NOAA-AVHRR مربوط به سال ۲۰۰۱ که طوفان در آنها اتفاق افتاده بود. نقشه های توپوگرافی نیز شامل ۴ برگ نقشه سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح با مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰۰ بودند که پس از انجام مراحل تولید داده در سامانه های اطلاعات جغرافیائی، تبدیل به اطلاعات رقومی شدند(جدول۱). از اطلاعات توصیفی مانند، آمار سرعت و جهت بادهای غالب (جدول۲) و اطلاعات حاصل از برداشت‌های میدانی نیز استفاده شد.

جدول(۱) مشخصات اطلاعات مکانی مورد استفاده

ردیف	نوع داده	تاریخ
۱	NOAA و MODIS	May-18-2001
۲	NOAA و MODIS	Jun-02-2001
۳	NOAA و MODIS	Jun-11-2001
٤	NOAA و MODIS	Jul-04-2001
٥	نقشه های توپوگرافی NG۴۱-۱، NG۴۱-۲، NG۴۱-۵، NG۴۱-۶	۱۳۷۸، ۱۳۷۸، ۱۳۷۶، ۱۳۷۸

جدول(۲) سرعت و جهت باد ایستگاه زابل در ۴ روز طوفانی دارای تصویر ماهواره ای

تاریخ۲۰۰۱ میلادی	زمان به وقت گرینویچ(ساعت)																	
	۰		۳		۶		۹		۱۲		۱۵		۱۸		۲۱			
	ج**	س*	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س
۱۸ می	۳۴۰	۲۰	۳۴۰	۲۱	۳۳۰	۲۴	۳۲۰	۱۵	۳۴۰	۱۲	۳۲۰	۱۲	۳۱۰	۱۳	۳۲۰	۱۵		
۲ ژوئن	۳۳۰	۲۰	۳۳۰	۲۳	۳۴۰	۲۰	۳۶۰	۱۸	۳۲۰	۱۵	۳۳۰	۱۵	۳۳۰	۲۰	۳۴۰	۱۹		
۱۱ژوئن	۳۳۰	۱۹	۳۴۰	۲۱	۳۳۰	۲۴	۳۳۰	۲۲	۳۳۰	۱۵	۳۱۰	۱۷	۳۲۰	۱۷	۳۱۰	۲۲		
۴ جولای	۳۳۰	۱۶	۳۴۰	۱۸	۳۴۰	۲۰	۳۲۰	۲۳	۳۲۰	۱۵	۳۳۰	۱۵	۳۴۰	۱۳	۳۳۰	۲۳		

* س = سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه ** ج= جهت باد برحسب درجه

تصاویر بدست آمده از فضا دارای برخی خطاهای هندسی و ژئومتری می باشند. برای رفع این معضل، با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۲۵۰۰۰۰: ۱، بازدید های صحرائی و برداشت نقاط کنترل زمینی با Global Position Systeming (GPS)، ریشه متوسط مربع خطاها Root Mean Square Error محاسبه و میزان آن برطرف گردید. در این مرحله ابتدا تصاویرMODIS و سپس تصاویر NOAA تصحیح هندسی شدند.

پس از تصحیح خطاهای هندسی، به منظور استخراج الگوها و تفسیر چشمی تصاویر، از روش های بارزسازی طیفی تک باندی مانند بسط تباین به روش خطی و بارزسازی به روش تعدیل هیستوگرام برای باندها استفاده گردید. با افزایش کیفیت باندها به روش های فوق، پارامتر همبستگی بین باندها محاسبه شد و ترکیب های رنگی کاذب False Color Composite (FCC) مناسب معرفی گردیدند. همچنین تغییرات بازتابی ابرهای گرد و خاک در طوفان ها بررسی شد. شرایط بازتابی ذراتی که در طوفان ها حمل می شوند بستگی به عواملی همچون اندازه ذرات، شرایط طبیعی منطقه، فاصله گرفتن از محل برداشت، ارتفاع ذرات و غیره دارد. از اینرو، محدوده هایی مانند پوشش گیاهی، سطوح هامون ها و اراضی کشاورزی با تصاویر MODIS و NOAA قطع داده شدند. سپس با استفاده از ۷۹ نمونه در دو مسیر جداگانه با غلظت های مختلف، تغییرات بازتابی ذرات نسبت به فاصله گرفتن آنها از محل شروع طوفان ها بررسی گردید.

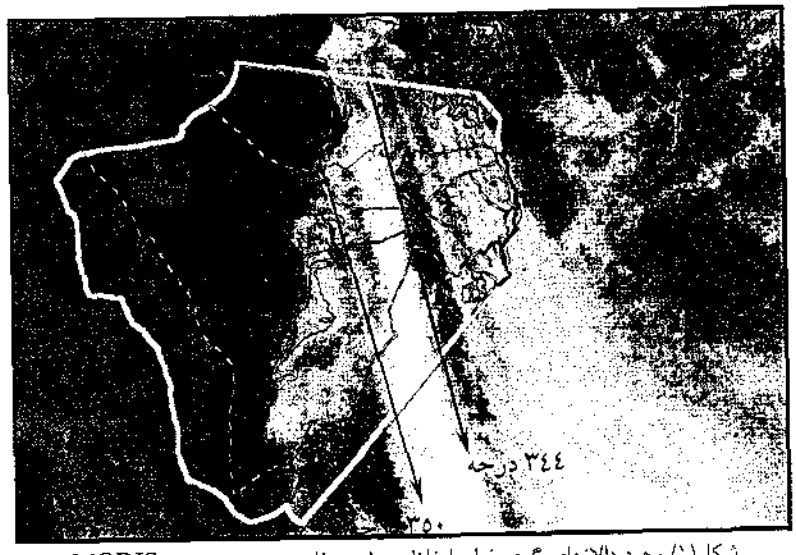
نتایج

تفسیر چشمی تصاویر MODIS و NOAA نشان داد که، عمده ترین محل برداشت و مرکز طوفانها بر روی دریاچه هامون سابوری قرار دارد و پس از آن هامون پوزک و هامون هیرمند در درجات بعدی اهمیت قرار می گیرند. سایر مناطق نیز در تولید ابرهای گرد وخاکی سهم دارند، ولی اهمیت آنها در مقایسه با هامونها ناچیز می نماید. همچنین بررسی های دیگر بر روی تصاویر MODIS نشان داد که، تفاوتهایی از نظر تراکم و غلظت مواد حمل شده در هر واقعه وجود دارد. بطوریکه دالانهایی از گرد و غبار بسیار غلیظ به رنگ زرد توسط دالانهای دیگری با غلظت کمتر و به رنگ تیره از هم جدا شده اند(شکل ۱). وجود چنین پدیده ای در کلیه طوفانهای مورد نظر بوقوع پیوسته و امتداد چنین دالانهایی از شروع تا پایان طوفان ادامه دارد. مقایسه بین تغییرات بازتابی نمونه ها در دالانهای گرد و غبار با غلظت کم و زیاد در شکل (۲) نشان داده شده است. رفتار بازتابی ذرات در هر دو دالان، از محل برداشت روی دریاچه سابوری تقریباً مشابه هستند. در دالان گرد وغبار با غلظت کم به دلیل فاصله کمی که محل استقرار پوشش گیاهی از محل برداشت دارد، ذرات در زمان اندکی پس از حمل به توده پوشش گیاهی برخورد نموده و ذرات محموله با کاهش سرعت و انرژی باد، رسوب می نمایند. بطوریکه روند تغییرات مقادیر بازتابی ذرات در این دالان با فاصله گرفتن از محل فوق تقریباً ثابت تا کاهشی می باشد. اما در دالانهای گرد و غبار با غلظت زیاد به دلیل اینکه طوفان مسیر بیشتری را از روی دریاچه طی می کند، سرعت و ارتفاع آن افزایش می یابد و ذرات به شکل معلق حمل می شوند. این ذرات به دلیل قرار گرفتن در قسمت فوقانی طوفان، نسبت به ذراتی که در ارتفاعات پایین تر قرار دارند، بازتاب بالاتری دارند و به رنگ روشن دیده می شوند. روند صعودی مقادیر بازتابی ذرات با فاصله گرفتن از سطح دریاچه مربوط به همین مسئله است. همچنین

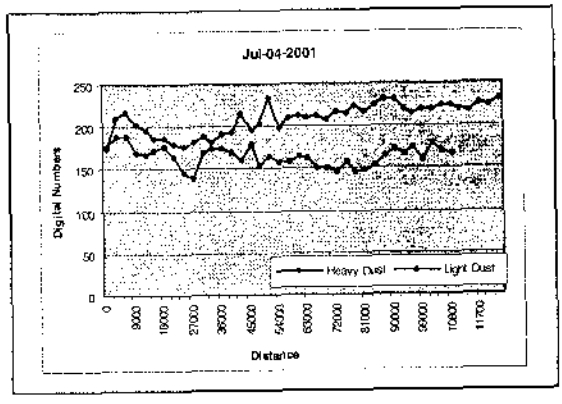
با روی هم اندازی لایه های دیگر مانند مرز منطقه سیستان، محدودهٔ آبادیها و مناطق مسکونی و راهها در محیط GIS مشخص شد که زابل در مسیر دالانهای غلیظ طوفان قرار ندارد.

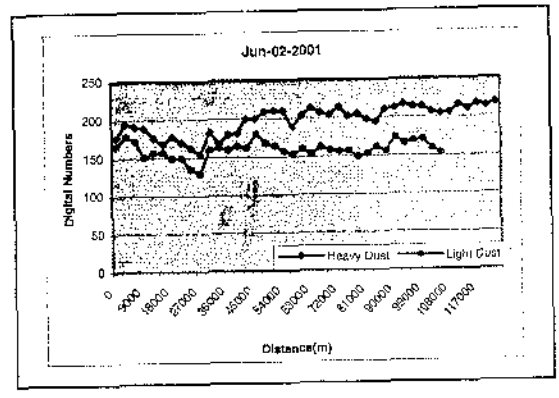
نتایج اندازه گیری سطوح پوشیده از گرد و غبار ناشی از طوفان ها با استفاده از تصاویر MODIS وNOAA در منطقه سیستان و دو کشور افغانستان و پاکستان نشان داد که این سطوح با یکدیگر متفاوت است. اختلاف مساحت در رویدادهای مختلف به ۴ برابر نیز می رسد.

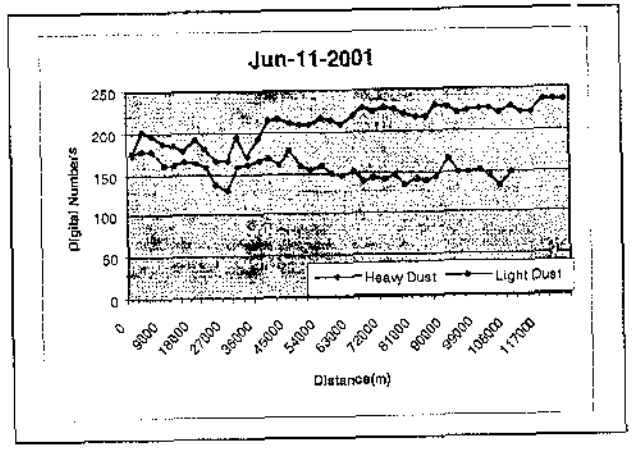
در تمام طوفانهای بررسی شده سطح پوشیده از ابرهای گرد وخاکی مربوط به ایران (منطقه سیستان) و افغانستان تغییرات کمی در مقایسه با تغییرات مساحت کل طوفانها نشان می دهد. زیرا منشاء این طوفانها در قسمت های شمالی دریاچه سابوری نزدیک به مرز کشور ما قرار دارد و فقط در طوفانهای بسیار شدید طوفان به پاکستان می رسد (شکل۳). در هر حال، بطور عموم طوفانها در افغانستان بیشترین سطح را دارند.



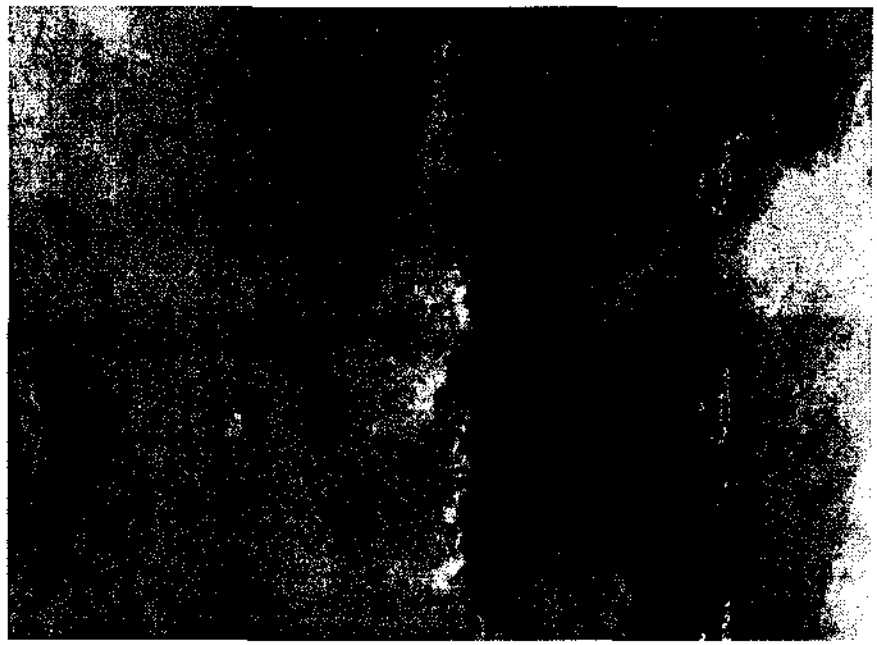
شکل(۱) وجود دالانهای گرد وغبار با غلظت های متفاوت بر روی تصویر MODIS







شکل (۲) تغییرات بازتابی در دالانهای گرد وغبار با غلظت کم و زیاد مربوطه به ابرهای گرد وخاکی



شکل(۳) گسترش ابرهای گرد و خاکی تا مرز پاکستان بر روی تصویر NOAA

نتایج و بحث

هرچند تصاویر ماهواره ای NOAA با قدرت تفکیک ۱۱۰۰ متر در رده پایین ریز بینی قرار دارند، ولی اینگونه تصاویر قادرند سطح وسیعی را پوشش دهند. این تحقیق کاربرد تصاویر ماهواره ای NOAA را برای شناسایی ابرهای گرد و خاکی ناشی از طوفانها همانگونه که Zheng (۱۹۹۸) و سایرین به آن اشاره نموده اند بسیار مؤثر و مفید می داند. همچنین با در نظر گرفتن سه برداشت در روز برای این ماهواره می توان انتظار داشت که این رخدادها را با اینگونه تصاویر بهتر پایش نمود. در مقابل، تصاویر MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰و ۵۰۰ متر برای بررسی تغییرات رفتاری ذرات حمل شده در ابرهای گرد و خاکی مناسب می باشند. بویژه اگر این بررسی ها با برداشت های صحرایی و انجام نمونه گیری باشد می توان ارتباط بهتری بین بازتاب ذرات و نوع ذرات برقرار نمود.

با توجه به مشخص شدن منشاء طوفان ها در منطقه سیستان به نظر می رسد که برنامه ریزی برای راههای مقابله با طوفان های غبارزا و کاهش خسارات ناشی از آنها باید در دو محور صورت گیرد. یکی در جهت کنترل طوفان های غبارزا از سطح دریاچه هامون سابوری در صورت امکان، به عنوان اصلی ترین منطقه برداشت و دیگری در جهت اجرای طرح های حفاظتی برای جلوگیری از افزایش غلظت گرد و خاک در مسیر حرکت از طریق استقرار پوشش گیاهی می باشد.

منابع مورد استفاده

۱- دفتر فنی تثبیت شن و بیابان زدایی (با همکاری شرکت مهندسین مشاور توسعه و احیای کشاورزی تاک سبز).۱۳۸۱. طرح شناسائی کانونهای بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت های اجرائی در ۱۴ استان بیابانی کشور. سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۲۰۱ صفحه.

2-United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). 2001. Global alarm: Dust and dandstorm from the word's drylands. Part I. PP: 15-73.

3-Washington, R. M. Tood, N.J Middleton and A.S. Goudie. Novembe r 2000. Global dust storm source areas determind by total ozone monitoring spectrometer and ground observations. School of geography and the environment university of Oxford. PP: 297-313.

4- Zheng X., F. Lu, X. Fang and Y. Wang, L. Guo.1998. A study of dust storms in China using satellite data in optical remote sensing of the atmosphere