

## بررسی کارایی شاخص NDDI در پهنه‌بندی طوفان گرد و غبار (مطالعه موردی: استان خوزستان)

شهباز مهربانی\*<sup>۱</sup>، رضا جعفری<sup>۲</sup>، سعید سلطانی کویانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۱۰

### چکیده

تعیین توزیع مکانی طوفان‌های گرد و غبار در مناطق رسوب‌گذاری، گامی ضروری برای مدیریت این بحران طبیعی - انسانی است. هدف مطالعه حاضر ارزیابی کارایی شاخص گرد و غبار NDDI اعمال‌شده بر تصویر ۱۴ تیر سال ۱۳۸۸ مودیس به‌منظور شناسایی طوفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان است. نقشه خروجی شدت گرد و غبار براساس ارزش عددی پیکسل‌های شاخص NDDI در شش کلاس خیلی شدید، شدید، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف و بدون گرد و غبار کلاس‌بندی و میزان صحت آن با استفاده از داده‌های میزان قدرت دید ایستگاه‌های هواشناسی و داده‌های میزان  $PM_{10}$  در دو ایستگاه سنجش آلودگی هوا در شهر اهواز ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ۶۴۸۱۴ پیکسل از ۹۴۵۷۹ پیکسل بین آستانه (۰/۸- تا ۰/۹-) قرار دارد که این مقدار ۶۸/۵۹ درصد استان خوزستان را پوشش می‌دهد. علی‌رغم کارایی خوب شاخص NDDI در مطالعات قبلی، نتایج نقشه میزان شدت طوفان در این مطالعه نشان داد که در مقایسه با داده‌های ایستگاه‌های سنجش آلودگی و هواشناسی، میزان شدت طوفان در منطقه مطالعاتی کمتر از حد واقعی برآورد شده است. به نظر می‌رسد که این کارایی پایین به ویژگی‌های سطح زمین از قبیل کاربری، پوشش اراضی، تفاوت‌های توپوگرافی و همچنین خصوصیات شیمیایی کانی‌های گرد و غبار منطقه مربوط می‌شود.

**کلمات کلیدی:** ریزگرد، تصاویر ماهواره‌ای، مودیس و شاخص NDDI.

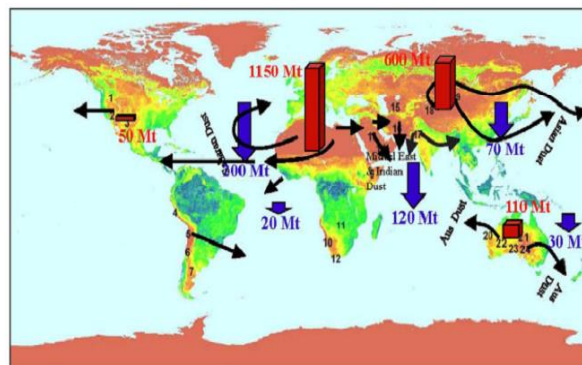
۱. دانشجوی دکتری، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان / Email: sh.mehrabi2011@gmail.com

۲. استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

طوفان‌های گرد و غبار یکی از معضلات اصلی پدیده فرسایش بادی است که عموماً منابع اصلی آن‌ها عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۴۰ درجه شمالی و جنوبی است (شکل ۱).



شکل (۱): منابع ۲۴ گانه گرد و غبار و مسیرهای جابجایی آن ستون‌های قرمز رنگ محل برداشت و فلش‌های سیاه و آبی رنگ مسیر انتقال و رسوب‌گذاری را نشان می‌دهد (شائو، ۲۰۱۱).

طوفان‌های گرد و غبار در مواردی مانند بیلان تابشی، طول عمر و خواص اپتیکی ابر، فرایندهای بارش، چرخه بیوژئوشیمیایی زمینی و دریایی، فرایندهای هیدرولوژیکی، جلوه‌های بصری و زیبایی‌شناختی اختلال ایجاد می‌کنند. این اختلالات سیستم آب و هوایی، اکوسیستم کره زمین و همچنین سلامتی انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (گائودی، ۲۰۱۱؛ گیوچی، ۲۰۱۳؛ مریدنژاد، ۲۰۱۵). در سطحی جزئی‌تر این طوفان‌ها از طریق تشدید بیابان‌زایی و خشکسالی، کاهش منابع آب، افزایش شوری خاک، تصادفات ترافیکی، مشکلات تنفسی و دیگر بیماری‌ها، زیان‌های اقتصادی-اجتماعی و زیستی هنگفتی را به دنبال دارند (اسمال<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). برای مثال، گرد و غبار تعداد زیادی عامل آلرژی‌زا شامل ۱۰۷ نوع باکتری و ۱۰۶ نوع قارچ را منتقل می‌کند (الماسی و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین جابجایی و رسوب گرد و غبار از طریق جذب و پخش تابش

خورشیدی، تشکیل ابرها، فعالیت‌های همرفتی و انتقال حرارت، دمای هوا را تحت تأثیر قرار می‌دهند (وانگ و دسلر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵) و شرایط ژئوشیمی مناطق طوفان‌های گرد و غبار را دستخوش تغییر می‌کنند (مندز<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). روش‌های شناسایی مناطق برداشت، حمل و رسوب‌گذاری طوفان گرد و غبار را که تاکنون در جهان و ایران ارائه شده است، می‌توان در سه گروه عمده به شرح زیر تقسیم کرد:

الف. روش‌هایی که اغلب پایه زمین‌شناسی و کانی‌شناسی

دارد.

ب. روش‌هایی که عموماً پایه و اساس سنجش از دوری

دارد.

ج. روش‌هایی که از تلفیق دو روش بالا استفاده می‌کند.

به‌طور کلی با توجه به محدودیت‌های دو روش اول در شناسایی و روندیابی سه فاز اصلی طوفان‌های گرد و غبار و همچنین پویایی مکانی و زمانی آن‌ها استفاده از روش تلفیقی مناسب‌تر است. از طرفی با توجه به اینکه طوفان گرد و غبار پدیده‌ای دینامیکی بوده و دارای تغییرات وسیع مکانی می‌باشد، به تصویر کشیدن پویایی و روابط متقابل بین عناصر تشکیل‌دهنده آن‌ها امری ضروری است (گائودی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۱).

در سال‌های اخیر با افزایش فراوانی طوفان گرد و غبار، شناسایی، پایش و پیش‌بینی روند آن‌ها امری ضروری شده است. به دلیل دوام کم و تغییرات وسیع مکانی ذرات موجود در اتمسفر استفاده از ایستگاه‌های زمینی در این رابطه با محدودیت‌هایی روبه‌روست. با حضور عکس‌های هوایی قابلیت دیدن مناطقی با ابعاد بسیار وسیع‌تر از مشاهدات ایستگاه‌های زمینی فراهم شد و در این اواخر (از دهه ۱۹۷۰ میلادی) با حضور ماهواره‌ها دید ما از زمین به مراتب بهتر از عکس‌های هوایی شد. تصاویر سنجش از دور به‌علت پوشش وسیع، تکرارپذیری، کاهش زمان و هزینه مطالعات به‌عنوان

3. Wong and Dessler

4. Menéndez

5. Gaodi

1. Shao

2. Small

مقایسه می‌شود، موفقیت‌آمیز است، اما مؤثرترین روش برای تشخیص طوفان گرد و غبار از یک رخداد به رخداد دیگر بسته به فاکتورهایی مثل پوشش ابر، کانی‌شناسی توده گرد و غبار و بازتابش سطح تغییر می‌کند.

در سال‌های اخیر، محققان استفاده ترکیبی از آنالیز داده‌های هواشناسی، تکنولوژی سنجش از دور، ابزار GIS یا اطلاعات زمین‌شناسی را برای شناسایی کانون‌ها و تهیه نقشه‌های وسعت و شدت به کار گرفته‌اند (تیسلمان<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۸، طهری شهربانی، ۲۰۱۵، حمیدی، ۲۰۱۳، بلورانی، ۲۰۱۳، جمیلی، ۲۰۱۵ و ابراهیمی، ۲۰۱۳). در سال ۲۰۱۵، کائو<sup>۱۱</sup> و همکاران در تحقیقی با استفاده از مدل HYSPLIT و تصاویر سنجنده مادیس، مناطق منشأ طوفان‌های شن و گرد و غبار را در سطح منطقه‌ای برای غرب آسیا شناسایی کرده‌اند (حمیدی و همکاران، ۲۰۱۱ و کرامت و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به افزایش فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران، شناسایی و پهنه‌بندی کردن آن‌ها امری ضروری است. با پهنه‌بندی می‌توان به موارد زیر دست یافت:

الف. تهیه نقشه وسعت ب. تهیه نقشه شدت ج. تعیین مناطق حساس و در نهایت اولویت‌بندی اقدامات احیایی و پیشگیرانه. بنابراین هدف تحقیق حاضر ارزیابی پتانسیل شاخص NDDI در تعیین میزان وسعت و شدت طوفان‌های گرد و غبار استان خوزستان است.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۴ کیلومتر مربع بین ۴۷ درجه ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی در جنوب غربی ایران واقع شده است. میزان بارندگی این استان

روشی مناسب در پایش و ارزیابی طوفان گرد و غبار مورد استفاده قرار می‌گیرد (گائودی، ۲۰۱۱). اولین گام در شناسایی طوفان گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تفکیک آن‌ها از سایر پدیده‌های جوی مثل ابر، سطوح لخت زمینی و... است. تاکنون شاخص‌های متفاوتی جهت انجام این کار ارائه شده است که هر کدام از آن‌ها خصوصیات و آستانه‌های مخصوص به خود را دارند.

جان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) براساس ویژگی‌های طیفی و با استفاده از اندازه‌گیرهای انعکاسی سنجنده مودیس بر روی طوفان‌های شن و گرد و غبار جنوب شرق آسیا شاخص تفاضل نرمال‌شده گرد و غبار یا NDDI<sup>۲</sup> را ارائه دادند. نتایج نشان داد که شاخص NDDI می‌تواند برای شناسایی طوفان‌های گرد و غبار در مناطق با سطوح روشن جایی که تولیدات AOT<sup>۳</sup> مودیس قابل دسترس نیست، به کار رود. شیان جان<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) طوفان‌های گرد و غبار بیابان صحرا را با استفاده از باندهای مادون قرمز حرارتی مودیس شناسایی کرد و به این نتیجه رسید که AOT در ۵۵۰ نانومتر ارتباط بسیار نزدیکی با دمای درخشندگی (BT<sup>۵</sup>) باندهای ۲۰، ۳۱، ۳۰ و ۳۲ سنجنده مودیس دارد. در این بررسی شاخص مادون قرمز حرارتی TDI<sup>۱</sup> ارائه شد که ضریب همبستگی ۰/۷۶۴۶ با AOT داشت. مای<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۹) جهت شناسایی منابع طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از داده مودیس پنج روش FCC<sup>۸</sup>، BTD<sup>۹</sup>، روش آکرم، روش بهبود گرد و غبار میلر و تشخیص گرد و غبار روسکونسکی و لیو را با هم مقایسه کرد. نتایج نشان داد که تمامی روش‌ها در تشخیص طوفان گرد و غبار زمانی که با شاخص FCC

1. John
2. Normalized Difference Dust Index
3. Aerosol Optical Thickness
4. Jianping
5. Brightness Temperature
6. Thermal Dust Index
7. Mei
8. False Color Composite
9. Brightness Temperature Differences

10. Tsolmon  
11. Cao

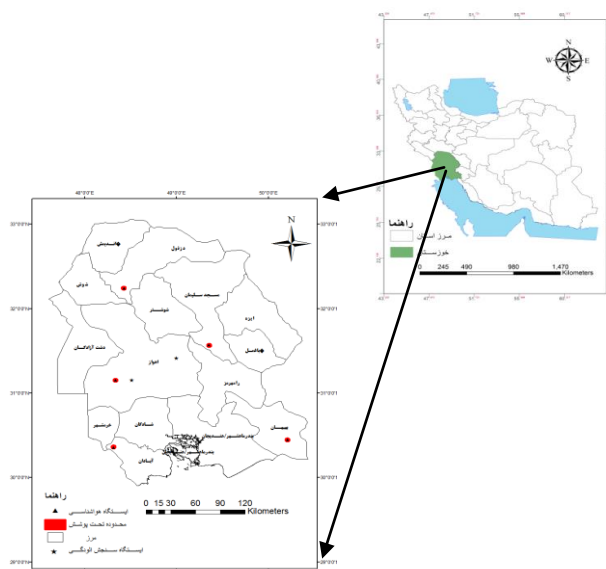
جدول (۱): مشخصات کلی تصویر

ماهواره	سنجنده	تاریخ برداشت
آکوا	مودیس	۴ / جولای / ۲۰۰۹
		(۱۴ / تیر / ۱۳۸۸)

برای انجام پیش‌پردازش و پردازش تصویر ماهواره‌ای مودیس و اعمال شاخص مورد نظر از نرم‌افزار ENVI<sup>1</sup>4.7 استفاده شد. شاخص مورد مطالعه بر روی تصویر اعمال و با توجه به ارزش عددی پیکسل‌های تصویر، آستانه شاخص تعیین گردید. با استفاده از آستانه، میزان وسعت و شدت طوفان به کمک شاخص NDDI مشخص شد و نقشه آن‌ها با کمک نرم‌افزار ArcGIS9.3 تهیه گردید و میزان شدت طوفان در ۶ کلاس خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، شدید، خیلی شدید و بدون گرد و غبار تقسیم‌بندی شد. معیار تقسیم‌بندی ارزش پیکسل است که برای همخوانی با کلاس‌های میزان قدرت دید در شش طبقه ارائه شده است. در نهایت جهت ارزیابی دقت نقشه پهنه‌بندی شدت، نتایج با استفاده از آمار موجود ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و ایستگاه سنجش آلودگی مقایسه شد.

ویژگی‌های طیفی و شاخص تفاضل نرمال‌شده گرد و غبار شکل (۳) بازتابش آب، ابر حاوی ذرات آب، ابر حاوی ذرات یخ، ماسه، پوشش گیاهی، خاک، مناطق مسکونی و موقعیت باندهای انعکاسی مودیس (۴/۵-۰/۴ میکرومتر) را نشان می‌دهد.

از جنوب و جنوب غرب به سمت شمال و شرق افزایش می‌یابد. به طوری که بیشترین و کمترین میزان بارندگی به ترتیب مربوط به نواحی شمال شرقی با متوسط ۶۱۶ تا ۷۰۰ میلی‌متر و جنوب غرب با متوسط ۱۲۵ تا ۲۲۵ میلی‌متر است (سایت هواشناسی استان خوزستان).



شکل (۲): موقعیت جغرافیای استان خوزستان

### پیش‌پردازش و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

سنجنده مودیس ماهواره آکوا دارای ۳۶ باند است. قدرت تفکیک رادیومتریک آن ۲<sup>۱۲</sup> بیت است. قدرت تفکیک آن در باندهای ۱ و ۲، ۲۵۰ متر، ۳ تا ۷، ۵۰۰ متر و از ۷ تا ۳۶، ۱۰۰۰ متر است. همچنین این سنجنده دارای ۱۱ باند در محدوده نور مرئی، ۹ باند در محدوده مادون قرمز نزدیک، ۶ باند در محدوده مادون قرمز حرارتی، ۴ باند در محدوده مادون قرمز-امواج کوتاه و ۶ باند در محدوده مادون قرمز-امواج بلند است (ادهمی، ۲۰۰۹).

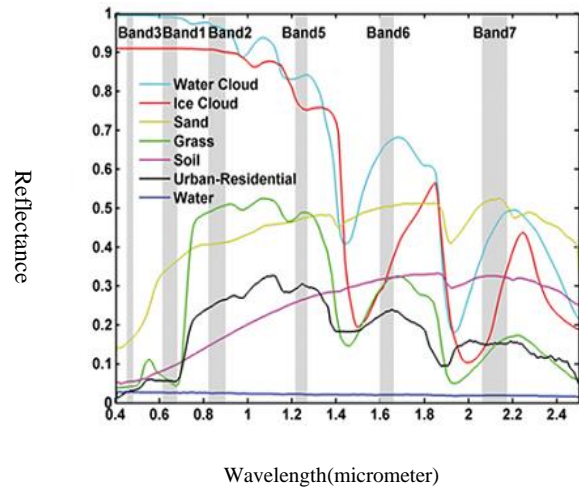
برای انجام این مطالعه، یک تصویر ماهواره‌ای مصادف با پرگرد و غبارترین روز در ایران که اکثر کشور را شامل می‌شد و حتی سه روز تهران را به تعطیلی کشاند، استفاده گردید. جدول (۱) مشخصات کلی این تصویر را نشان می‌دهد.

که در آن 0.469 و 2.13، به ترتیب طول موج باندهای ۳ و ۷ مودیس به میکرومتر است.

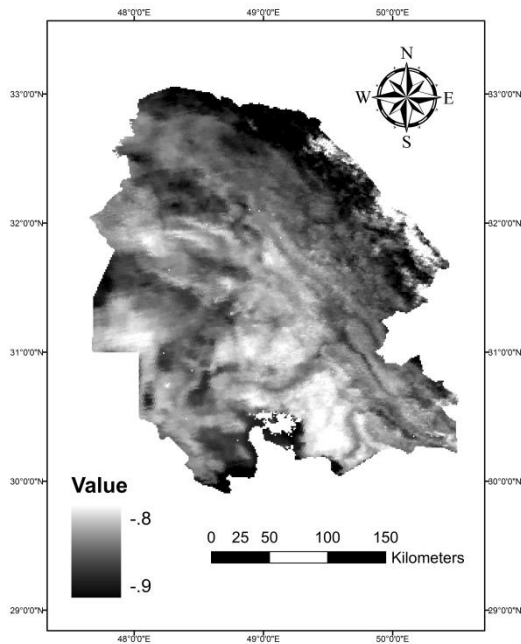
### نتایج

#### تعیین میزان وسعت

شکل (۴) محدوده گسترش طوفان گرد و غبار استان خوزستان را نشان می‌دهد. میزان آستانه وجود گرد و غبار در شاخص NDDI برای این منطقه جغرافیایی بین ۰/۸- تا ۰/۹- است. هرچه این میزان افزایش می‌یابد، میزان غلظت یا شدت طوفان نیز بیشتر می‌شود.



شکل (۳): بازتابش آب، ابر حاوی ذرات آب، ابر حاوی ذرات یخ، ماسه، پوشش گیاهی، خاک و مناطق مسکونی در طیف ۰/۴-۲/۵ میکرومتر (Clark, 1993).



شکل (۴): محدوده گسترش طوفان در استان خوزستان در شاخص NDDI

شکل (۵) میزان فراوانی پیکسل‌های محصور در طوفان را برای شاخص NDDI نشان می‌دهد. محور طولی ارزش‌های عددی و محور عرضی میزان فراوانی را نشان می‌دهد.

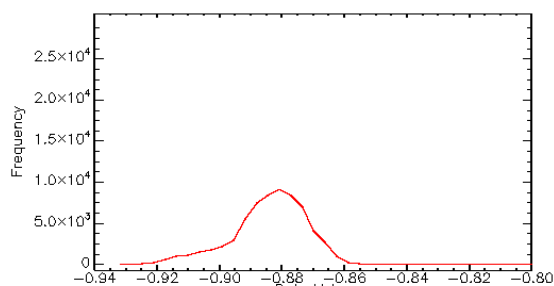
همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میزان بازتابش ذرات موجود در توده گرد و غبار (ماسه و خاک) با افزایش طول موج از ۰/۴ به ۲/۵ میکرومتر افزایش می‌یابد. کمترین مقدار در باند ۳ مودیس (۰/۴۶۹ میکرومتر) و بیشترین مقدار در باند ۷ مودیس (۲/۱۳ میکرومتر) است. تفاوت ویژگی طیفی ذرات موجود در توده گرد و غبار، تشخیص طوفان گرد و غبار را از پوشش ابر که دارای بیشترین بازتابش در باند ۳ مودیس است، فراهم می‌کند (کلارک<sup>۱</sup>، ۱۹۹۳).

براساس تفاوت ویژگی‌های طیفی، شاخص‌های متفاوتی ارائه شده است. برای مثال، اساس پرکاربردترین شاخص گیاهی (NDVI) بازتابش حداقل در باند قرمز به علت جذب رنگدانه‌ها (مانند کلروفیل) و بازتابش حداکثر در باند مادون قرمز نزدیک به علت ویژگی ساختار داخلی برگ‌هاست. ایجاد شاخص گرد و غبار NDDI نیز بر پایه اختلاف طیفی گرد و غبار در باندهای ۳ و ۷ سنجنده مودیس و الگوبرداری از شاخص NDVI صورت گرفته است (کائو، ۲۰۰۹). فرمول کلی شاخص NDDI به صورت زیر است.

$$NDDI = 2.13 - 0.469 / 2.13 + 0.469 \quad (1)$$

1. Clark

برای طوفان ۱۴ تیر سال ۱۳۸۸ نشان می‌دهد. براساس آمار جدول بیشترین میزان قدرت دید مربوط به ایستگاه آبادان با میزان ۵۰۰ و کمترین آن به ایستگاه رامهرمز با میزان ۱۰۰ متر اختصاص دارد. قسمت ب جدول کلاس بندی میزان قدرت دید صفر تا ۱۰۰۰ متر را در ۵ کلاس خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، شدید و خیلی شدید نشان می‌دهد.



شکل (۵): میزان فراوانی پیکسل‌های محصور در طوفان گرد و غبار

**تعیین میزان شدت**

شکل (۶) میزان شدت طوفان را در شش کلاس خیلی شدید، شدید، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف و بدون گرد و غبار در شاخص NDDI نشان می‌دهد. کلاس بندی براساس دامنه آستانه (-۰/۸ تا -۰/۹) تعیین شده است. بیشترین و کمترین وسعت به ترتیب مربوط به کلاس خیلی ضعیف و کلاس متوسط است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میزان غلظت شدید و خیلی شدید در شکل دیده نمی‌شود.

جدول (۲) میزان قدرت دید (الف)، کلاس بندی (ب)

(الف)

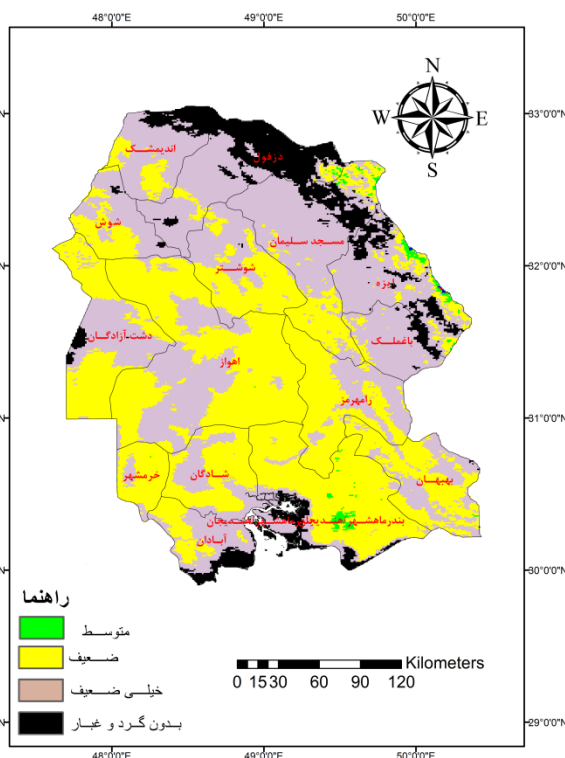
میزان قدرت دید (متر)

میزان قدرت دید	آبادان	اهواز	دزفول	مسجد سلیمان	رامهرمز
میزان	۵۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰
کلاس	متوسط	خیلی شدید	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی شدید

(ب)

دامنه	-۲۰۰-۰	-۴۰۰	-۶۰۰	-۸۰۰	-۱۰۰۰
کلاس	خیلی شدید	خیلی ضعیف	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف

جدول (۳) مقدار PM10 را براساس شاخص PSI (خالقی، ۱۹۹۶) در ایستگاه دانشکده بهداشت و فرودگاه شهر اهواز برای طوفان ۱۴ تیر سال ۱۳۸۸ نشان می‌دهد. شاخص PSI استاندارد است که برای گزارش روزانه کیفیت هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً از پنج آلاینده منواکسید کربن، ازن، دی اکسید کربن، نیتروژن، دی اکسید گوگرد و ذرات معلق استفاده می‌گردد. با توجه به غلظت آلاینده‌ها و استانداردهای بهداشتی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا،



شکل (۶): میزان شدت طوفان در شاخص NDDI

جدول (۲) میزان قدرت دید پنج ایستگاه هواشناسی سینوپتیک آبادان، اهواز، دزفول، مسجد سلیمان و رامهرمز را

1. Pollution Standard Index

می‌گیرند. از طرفی براساس برآورد این شاخص قسمت عمده‌ای از شهرستان‌های دزفول و مسجد سلیمان از محدوده طوفان خارج هستند، این در حالی است که براساس آمار ایستگاه‌های سینوپتیک در این دو شهرستان طوفان خیلی شدید گزارش شده است. همچنین براساس میزان  $PM_{10}$  دو ایستگاه در شهر اهواز (جدول ۳، الف و ب)، با توجه به تقسیم‌بندی شاخص سنجش آلودگی  $PSI$  وضعیت هوا بحرانی است و میزان  $PM_{10}$  موجود در اتمسفر به‌طور میانگین  $8/5$  برابر بیشتر از حد آستانه است؛ اما همان‌طور که در شکل (۴) دیده می‌شود، مناطق مرکزی استان که شهرستان اهواز را نیز در بر می‌گیرد، در کلاس ضعیف قرار دارد. بنابراین با مقایسه شکل (۴) و جداول ۲ و ۳ (الف، ب) می‌توان گفت که میزان شدت و وسعت برآورده شده به‌وسیله شاخص NDDI در این منطقه جغرافیایی بسیار کمتر از حد واقعی است. این در حالی است که جان و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال این شاخص در مناطق شرق آسیا بیان کردند که شاخص NDDI قابلیت بالایی در شناسایی طوفان‌های شن و گرد و غبار بر روی سطوح لخت زمینی دارد. مای و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص NDDI میزان وسعت و شدت یک واقعه طوفان را در آوریل ۲۰۰۶ برآورد کرده و نشان دادند که نتایج برآورد شده با داده‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد. شاید دلیل اصلی مغایرت نتایج این پژوهش با نتایج محققین مذکور را بتوان به تفاوت ذرات موجود در طوفان‌های مورد مطالعه و در نتیجه تفاوت در ویژگی‌های طیفی دریافت‌شده نسبت داد. همچنین در شناسایی یک توده گرد و غبار نوع اکوسیستم و کاربری اراضی که توده گرد و غبار بر روی آن قرار دارد، حائز اهمیت است. به‌طوری‌که شناسایی توده گرد و غبار موجود بر روی یک اکوسیستم آبی بسیار آسان‌تر و دقیق‌تر از توده گرد و غبار قرارگرفته بر روی اکوسیستم‌های بیابانی است. بررسی‌های مقدماتی انجام‌شده بر روی داده‌های حرارتی

غلظت آلاینده‌ها به یک مقیاس صفر تا ۵۰۰ تبدیل می‌گردد (Park, 1998).

جدول (۳): مقدار  $PM_{10}$  (الف) و کلاس‌بندی آن (براساس شاخص استاندارد آلودگی هوا (PSI) (ب)

(الف)

ایستگاه	مقدار $PM_{10}$
دانشکده بهداشت	۲۹۵۰
فرودگاه	۳۰۲۵

(ب)

مقدار	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۲۰۰	۲۰۱-۳۰۰	>۳۵۰
کلاس	خوب	نسبتاً خوب	آلوده	بسیار آلوده	بحرانی

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از شکل‌های (۴ و ۵)، نسبتاً تمامی شهرستان‌های استان تحت تأثیر طوفان قرار دارند. براساس شکل (۵) بیشترین میزان فراوانی پیکسل‌های محصور در محدوده طوفان مربوط به دامنه  $0/8-0/85$  تا  $0/85-0$  است. به‌طور کلی از تعداد ۹۴۵۷۹ کل پیکسل‌های تصویر ۶۴۸۱۴ عدد آن در دامنه آستانه  $0/8-0/9$  تا  $0/9-0$  قرار دارد که این مقدار معادل  $68/59$  درصد سطح کل استان است. با توجه به شکل (۶)، تقریباً تمام وسعت طوفان در محدوده کلاس ضعیف و خیلی ضعیف قرار دارد. از طرفی هیچ‌یک از شهرستان‌های استان در محدوده کلاس خیلی شدید و شدید (رنگ قرمز و آبی) قرار ندارد. براساس آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک آبادان، اهواز، دزفول، مسجد سلیمان و رامهرمز این شهرستان‌ها در روز وقوع طوفان گرد و غبار، به‌ترتیب دارای میزان قدرت دید ۵۰۰، ۲۰۰، ۲۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ متر هستند که به جزء ایستگاه آبادان چهار ایستگاه دیگر در کلاس خیلی شدید قرار دارند. این در حالی است که براساس شاخص NDDI این شهرستان‌ها در کلاس ضعیف تا خیلی ضعیف قرار

بنابراین پیشنهاد می‌گردد قابلیت داده‌های حرارتی برای پهنه‌بندی پدیده‌های گرد و غبار نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

مودیس در منطقه مطالعاتی نیز نشان داد که شاخص‌های انعکاسی مانند NDDI نسبت به شاخص‌های حرارتی قابلیت پایین‌تری در تفکیک توده گرد و غبار از سایر پدیده‌ها دارد.

## منابع

- [1] Adhami, s., Khlaghi, s., 2009. concepts of image processing in ERDAS- IMAGING. Omide mehr Press, Sabzevar, Iran.
- [2] Almasi, A., Mousavi, A. R., Bakhshi, S. & Namdari, F., 2014. Dust storms and environmental health impacts. Journal of Middle East Applied Science and Technology (JMEAST), 8: 353–6.
- [3] Al-Jumaily, KJ., Ibrahim, MK., 2013. Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. Int J Energy Environ, 4: 851–858.
- [4] Boloorani, A. D., Nabavi, S., Azizi, R. & Bahrami, H., 2013. Characterization of dust storm sources in western Iran using a synthetic approach. Advances in meteorology, climatology and atmospheric physics, 415–420.
- [5] Clark, R. N., Swayze, G. A., Gallagher, A.J., King, T.V.V., Calvin, W.M., 1993. The U.S geological survey, digital spectral library: Version 1: 0.2 to 3.0 microns. U.S. Geol. Surv. Open File Rep. 93-592.
- [6] Cao, H., Amiraslani, F., Liu, J. & Zhou, N., 2015- Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. Science of the Total Environment, 502: 224–235.
- [7] Givehchi, R., Arhami, M, & Tajrishy, M., 2013. Contribution of the Middle Eastern dust source areas to PM10 levels in urban receptors: Case study of Tehran. Iran. Atmospheric Environment. 75: 287-295.
- [8] Goudi, A.S., 1983. Dust storms in space and time. Prog. Phys. Geog, Vol: 7. pp 502-529.
- [9] Goudie, A. S., 2009. Dust storms: recent developments. J Environ Manage, 90: 89–94.
- [10] Hamidi, M., Kavianpour, M. R. & Shao, Y., 2013. Synoptic analysis of dust storms in the Middle East. Asia-Pac J Atmos Sci, 49: 279–286.
- [11] John, J. Qu., Xianjun. H., Menas. K., and Lingli, W., 2006. Asian dust storm monitoring combining Terra and Aqua MODIS SRB Measurements, IEEE Geosciences and Remote Sensing Letters, Vol. 3, No.4.
- [12] Jianping, H. J., and Fuzhong, W., 2007. Detection of Asia dust storms using multisensor satellite measurement. J. Remot. Sens. Environ, Vol: 110, 186–191.
- [13] Khaleghi, H., 1996. Standards and output standards of air pollution sources. Department of Environment. Isfahan.
- [14] Keramat, A., Marivani, B. & Samsami, M., 2011. Climatic change, drought and dust crisis in Iran. WASET, 6: 10–3.
- [15] Mei, D. X., L. Sun, L., and Wanh, P., 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: 37.
- [16] Moridnejad, A., Karimi, N. & Ariya, P. A., 2015. Newly desertified regions in Iraq and its surrounding areas: Significant novel sources of global dust particles. Journal of Arid Environments. 116: 1-10.
- [17] Menendez, I., Diaz-Hernandez, J., Mangas, J. & Alonso, I., 2007. Sanchez-Soto P. Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). J Arid Environ, 71: 57–81.
- [18] Park, T., 1998. Pollution standards index, U.S Environmental Protection Agency office or Air Quality Planning and Standards. North Carolina. 27711.
- [19] SHao, Y., et al., 2011. Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science. Aeolian Research (2011), doi: 10.1016/j.aeolia. 02.001.
- [20] Small, I., van der Meer, J. & Upshur, R.E.G.,



2001. Acting on an environmental health disaster: the case of the Aral Sea. *Environ. Health Perspect.* 109: 547–549.
- [21] Taheri Shahraini, H., Karimi, K., Habibi Nokhandan, M. & Hafezi Moghadas, N., 2015. Monitoring of dust storm and estimation of aerosol concentration in the Middle East using remotely sensed images.
- [22] Tzolmon, R., Ochirkhuyag, L. & Sternberg, T., 2008. Monitoring the source of transnational dust storms in north East Asia. *Int J Digit Earth*, 1:119–129.
- [23] Wong, S., Dessler, A. E., 2015. Suppression of deep convection over the tropical North Atlantic by the Saharan Air Layer. *Geophys Res Lett*, 32: 1-4.
- [24] [www.irimo.net](http://www.irimo.net)

## Investigating the performance of NDDI index for dust mapping of arid lands (Khuzestan Province)

Shahbaz Mehrabi<sup>\*1</sup>, Reza Jafari<sup>2</sup>, Saied. Soltani<sup>3</sup>

Received: Aug/11/2015

Accepted: Nov/1/2015

### Abstract

Detecting the spatial distribution of dust storms in the deposition regions is an essential step for managing this natural and human-induced crisis. This study aimed to investigate the performance of the Normalized Differences Dust Index (NDDI) applied to MODIS data (4/7/2009) for detection of dust storms in the Khuzestan Province. The extracted NDDI map was classified by value pixel in six classes including very severe, severe, medium, low, very low and non-affected and their accuracy were assessed using visibility data recorded at meteorological stations and PM<sub>10</sub> data at two air pollution stations in Ahvaz town. According to the results 64814 out of 94579 pixels of the study area were between threshold values between -0.8 – 0.9 which covers 68.59 percent of the region. In spite of the good performance of NDDI in the previous studies, results of mapping dust intensity in this study in comparison with visibility and air pollution data indicated that this index underestimates the concentration of dust in the Khuzestan Province. It seems that this low performance of NDDI relates to land use/cover and topographical differences and also chemical characteristics of dust minerals in the study area.

**Keyword:** Dust storm, Dust mapping, MODIS, NDDI.

1. Student of P.H.D, Department of salt plan, Semnan University, Email: sh.mehrabi2011@gmail.com

2. Assist. Prof, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology

3. Assist. Prof, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology