



فصلنامه علوم محیطی، دوره هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸

۱۵۱-۱۶۲

## شناسایی گرد و غبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران بر مبنای الگوریتم سنجه DAI و داده‌های طیفی سنجنده مودیس

آذر فاریابی<sup>۱</sup>، حمید رضا متین فر<sup>۱\*</sup>، سید کاظم علوی پناه<sup>۲</sup> و علی اکبر نوروزی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

<sup>۲</sup> گروه سنجهش از دور، دانشگاه تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه پژوهشی مهندسی حفاظت آب و خاک، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۱

فاریابی، آ. ح. ر. متین فر، س. ک. علوی پناه و ع. ا. نوروزی. ۱۳۹۸. شناسایی گرد و غبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران بر مبنای الگوریتم سنجه DAI و داده‌های طیفی سنجنده مودیس. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۳): ۱۵۱-۱۶۲.

**سابقه و هدف:** الگوریتم سنجه گردوغبار آتروسول<sup>۱</sup> بر اساس اندازه‌گیری در طول موج‌های دیپ بلو (۴۱۲ نانومتر)، آبی (۴۴۰ نانومتر) و موج کوتاه IR (۲۱۳۰ نانومتر) با استفاده از مشاهده‌های مودیس (MODIS) توسعه داده شده است. اندازه‌گیری‌هایی که در بخش کوتاه طول موج مرئی مانند بخش دیپ بلو یا فرابنفش صورت گرفته است. بخوبی قادر به شناسایی ریز گرد در ناحیه‌های بیابانی می‌باشد. بدین وسیله با استفاده از امواج کوتاه محدوده مرئی بازیابی اطلاعات توده‌های ریز گرد بویژه در منطقه‌های بیابانی با دقت بالایی صورت گرفت. منطقه‌های غرب و جنوب غرب ایران بدلیل مجاورت با بیابان کشورهای مجاور، همواره در معرض سامانه‌های گردوغباری قرار گرفته است. با توجه به اینکه پیش‌از این بیشتر سنجه‌های طیفی مطرح شده برای شناسایی گردوغبار بر اساس اندازه‌گیری‌های سنجه‌های ماهواره‌ای برای منطقه‌های بیابانی آزمون و اجرا شده است، این سنجه‌ها و حد آستانه مربوط به آن‌ها برای منطقه‌های با توپوگرافی پیچیده تر نیاز به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تری دارند. از این رو در منطقه‌های غرب و جنوب غرب ایران که شرایط کوهستانی با تنوع پوشش گیاهی حکم فرماست، لازم است روش‌های شناسایی گردوغبار، آزمون و ارزیابی شوند.

**مواد و روش‌ها:** محدوده مورد پژوهش شامل استان‌های خوزستان، ایلام و کرمانشاه می‌باشد. این منطقه مساحتی حدود ۱۰۷۳۰۷ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. در این مطالعه از داده‌های MODIS L1B از ماهواره Aqua برای روزهای گرد و غباری ۱۸ می و ۲۵ ژوئن سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ استفاده گردید. قبل از انجام محاسبات طیفی بر روی محصول‌های مختلف مادیس باید داده‌های این سنجنده پیش‌پردازش شوند. پیش‌پردازش‌های انجام شده شامل تصحیح هندسی تصاویر، ژئورفرنس کردن، ماسک ابر و آب با ENVI و توسط ماژل conversion Tool است. پس از پیش‌پردازش (ژئورفرنس کردن، جدا کردن محدوده مورد مطالعه، و ماسک آب و پوشش ابر) از داده‌های ماهواره‌ای، رادینانس طیفی TOA بازیابی شده با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به شرایط نور خورشید برای هر طول موج نرمالیزه شده است.

**نتایج و بحث:** بطور کلی، مشخص شد که تمام نقشه‌های AOD با استفاده از روش مستقیم، توزیع مکانی بسیار خوب الگوی آتروسول محلی در مقایسه با روش‌های دیگر را نشان داد. واضح است نقشه AOD بازیابی شده از طیف L1B می‌تواند نشان دهد که توزیع مکانی AOD محلی بسیار واضح است. الگوریتم سنجه DAI شبیه‌سازی وابستگی طیفی بالای اتمسفر در منطقه طول موج آبی برای شرایط مختلف سطح و جو با یک نسخه برداری کاملاً تست شده از کد انتقال تابشی-6S می‌باشد. این سنجه، مشابه سنجه AI<sup>۲</sup> بوده که سنجه غبار آلودگی می‌باشد که از جمله محصول‌های سنجنده

\* Corresponding Author: *Email Address*.matinfar.h@lu.ac.ir

TOMS بوده که از ابزارهای قابل اعتماد در ارتباط با اندازه‌گیری‌های ذرات معلق بر فراز اقیانوس‌ها، تمام سطح‌های مختلف زمین و همچنین ابرها بشمار می‌رود.

**نتیجه‌گیری:** برخلاف برخی از الگوریتم‌های تشخیص گردوغبار که با استفاده از اندازه‌گیری‌ها در باند مادون قرمز حرارتی انجام می‌شود، مزیت این الگوریتم استفاده از وابستگی طیفی پراکندگی ریلی، بازتاب سطح و جذب گردوغبار موجود در هوا برای تشخیص گردوغبار می‌باشد. مزیت استفاده از اندازه‌گیری در منطقه طول‌موج آبی (۴۱۰ تا ۴۹۰ نانومتر) برای بازیابی خواص نوری آئروسول می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** الگوریتم DAI، تصاویر ماهواره‌ای مودیس، گرد و غبار، شناسایی.

## مقدمه

آزمایش‌شده برای منطقه مطالعاتی دوباره مورد ارزیابی قرار گیرد و در صورت ناتوانی یا سازگار نبودن هر یک از آن‌ها، سنج‌های بهینه و سازگار با منطقه مطرح شود. از سوی دیگر در این روش‌ها از تعداد محدودی از باندهایی که در دسترس هستند استفاده می‌شود بنابراین یک روش خودکار و هوشمند برای استخراج گردوغبار در تصویرهای ماهواره‌ای می‌تواند بسیار کارا و مفید باشد (Ataee, 2014).

بطور کلی تشخیص گردوغبار برخاسته از سطح زمین و نمایش محدوده دارای این پدیده و همچنین تعیین منشأ آن با استفاده از باندهای مرئی و ترکیب رنگی از این باندها، در بسیاری موارد مشکل و دارای خطا می‌باشد. از جمله الگوریتم‌هایی که برای شناسایی توده‌های گردوغبار در تصویرهای ماهواره‌ای SeaWiFS و MODIS استفاده می‌شود، الگوریتم دیپ بلو<sup>۲</sup> است. الگوریتم بیان شده برای شناسایی محدوده و ویژگی‌های توفان‌های گردوغبار اتفاق افتاده روی خشکی طراحی شده است و مبنای آن شناسایی هدف‌های تیره<sup>۴</sup> می‌باشد. اندازه‌گیری‌هایی که در بخش کوتاه طول‌موج مرئی مانند بخش دیپ بلو یا فرابنفش صورت گرفته است بخوبی قادر به شناسایی ریزگرد در نواحی بیابانی می‌باشد. بدین‌وسیله با استفاده از امواج کوتاه محدوده مرئی بازیابی اطلاعات توده‌های ریزگرد بویژه در منطقه‌های بیابانی با دقت بالایی صورت گرفت. الگوریتم دیپ بلو قادر به شناسایی آئروسول‌های جذب‌شده بر روی سطح‌ها روشن است و اطلاعاتی را در زمینه AOT نیز می‌دهد (Hsu et al., 2006). برای انجام تجزیه و تحلیل‌های کیفی و کمی، در این پژوهش از دو دسته داده استفاده شده است: دسته اول، داده‌های سطح اول<sup>۵</sup>، شامل داده‌های بازتابندگی<sup>۶</sup> و تابشی<sup>۷</sup> مربوط به باندهای

هنگامی که طوفان گرد و غبار پیش می‌آید، میزان زیادی ذرات گرد و غبار کنار هم جمع شده و تشکیل یک لایه گرد و غبار می‌دهند. لایه گرد و غبار ضخیم می‌تواند تابش سطحی و تابش خورشیدی را جذب و منعکس نماید. در میان ۳۶ باند MODIS باندهای مرئی و فروسرخ نزدیک برای اندازه‌گیری انعکاس بکار می‌رود و باندهای فروسرخ حرارتی برای اندازه‌گیری دمای روشنایی هدف‌های مورد نظر بکار می‌رود. با مقایسه ویژگی‌های طیفی گرد و غبار، زمین (خاک) و ابر، برخی ویژگی‌های متمایز کننده به دست می‌آید. ابر انعکاس بالا و دمای روشنایی پایینی دارد، زمین (خاک) انعکاس پایین و دمای روشنایی بالایی دارد و گرد و غبار انعکاس و دمای روشنایی میان آن دو دارد (Mei et al., 2008).

منطقه‌های غرب و جنوب غرب ایران بدلیل مجاورت با بیابان کشورهای مجاور، همواره در معرض سامانه‌های گردوغباری قرار گرفته است. با توجه به اینکه پیش‌از این بیشتر سنج‌های طیفی بیان شده برای شناسایی گردوغبار بر اساس اندازه‌گیری‌های سنج‌های ماهواره‌ای برای منطقه‌های بیابانی آزمون و اجرا شده است، این سنج‌ها و حد آستانه مربوط به آن‌ها برای منطقه‌هایی با توپوگرافی پیچیده تر نیاز به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تری دارند. از این‌رو در منطقه‌های غرب و جنوب غرب ایران که شرایط کوهستانی با تنوع پوشش گیاهی حکم فرماست، لازم است روش‌های شناسایی گردوغبار، آزمون و ارزیابی شوند؛ بعبارت دیگر با توجه به اینکه ویژگی‌های طبیعی ذرات گردوغبار با دیگر گونه‌های ذرات معلق از لحاظ مکانی و زمانی متفاوت است، باید هر یک از سنج‌های طیفی که پیشتر از سوی محققان مطرح و

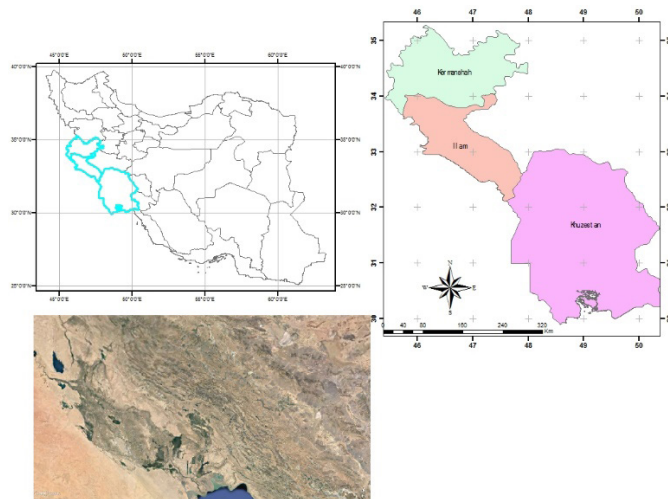
فراوان در منطقه‌هایی مانند صحرا در شمال آفریقا و منطقه‌های نیمه‌خشک خاورمیانه و آفریقا نشان دادند که این الگوریتم انعطاف‌پذیری بالایی دارد و انتخاب عمق نوری مناسب می‌تواند برای آشکارسازی پدیده گردوغبار در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک مناسب تلقی گردد.

در مطالعه دیگری (Ciren and Kondragunta, 2014) به بررسی قابلیت‌های الگوریتم DAI برای شناسایی پدیده گرد و غبار در فاصله زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ پرداختند. آن‌ها پس از بررسی‌های فراوان در نواحی خشکی و منطقه‌های آبی نشان دادند که این الگوریتم انعطاف‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند ذرات گرد و غبار روز از ابرها و سطح زمین و اقیانوس جدا کند.

He *et al.* (2006) به بررسی سنجه‌های آئروسول استخراج‌شده از داده‌های MODIS برای نشان دادن آلودگی هوا ناشی از آئروسول پرداختند و بیان کردند که DAI شا مناسبی برای تشخیص آلودگی اتمسفری نسبت به سنجه AI می‌باشد و همبستگی بالایی با AOD اندازه‌گیری شده توسط ماهواره مودیس در هر چهار فصل دارد.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد بررسی:** محدوده مورد پژوهش واقع در ۲۹ درجه ۵۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۰ درجه ۲۵ دقیقه طول شرقی شامل استان‌های خوزستان، ایلام و کرمانشاه می‌باشد. این منطقه مساحتی حدود ۱۰۷۳۰۷ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (استان‌های خوزستان، ایلام و کرمانشاه)  
**Fig. 1- Study area (provinces of Khuzestan, Ilam, and Kermanshah)**

مختلف سنجنده مودیس. دسته دوم، داده‌های سطح دوم، شامل داده‌های ضخامت نوری هواویز سنجنده مودیس.

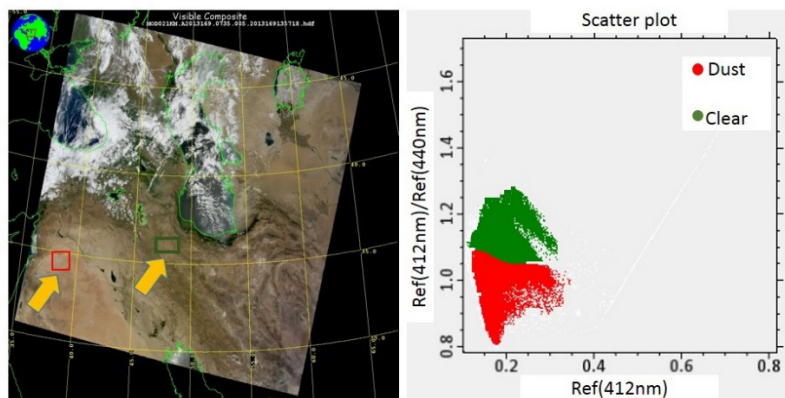
الگوریتم سنجه گردوغبار آئروسول (DAI) بر اساس اندازه‌گیری در طول موج‌های دیپ بلو (۴۱۲ نانومتر)، آبی (۴۴۰ نانومتر) و موج کوتاه IR (۲۱۳۰ نانومتر) با استفاده از مشاهدات مودیس<sup>۱۰</sup> گسترش داده شده است (Ciren and Kondragunta, 2014).

Bertina *et al.* (2013) بارز سازی توده گردوغبار بخشی از خاورمیانه بر مبنای داده‌های طیفی سنجنده مادیس با استفاده از دو روش بارزسازی شامل الگوریتم شناسایی گردوغبار یک<sup>۱۱</sup> (استفاده از سنجه‌های BT<sup>۱۲</sup>، R و BT<sup>۱۳</sup> و الگوریتم شناسایی گردوغبار دو) استفاده از سنجه‌های تفاضل دمای درخشایی (BT<sup>۱۴</sup>) و سنجه‌های گردوغبار نرمال شده (NDDI) را انجام دادند و بیان کردند اگرچه الگوریتم شناسایی گردوغبار دو، موفق به استخراج گردوغبار شد، ولی این الگوریتم مرز دقیق گردوغبار با دیگر پدیده‌ها را بخوبی شناسایی نمی‌کند. در مقابل الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، بخوبی توده گردوغبار و مرز آن را شناسایی می‌کند. افزون بر این با استفاده از الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، بخوبی می‌توان گردوغبار غلیظ را نیز استخراج کرد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود از الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، برای بارزسازی توده‌های گردوغبار موجود در کشورهای خاورمیانه استفاده شود.

Hsu *et al.* (2006) به بررسی قابلیت‌های الگوریتم دیپ بلو برای شناسایی پدیده گردوغبار پرداختند. آن‌ها بعد از بررسی‌های

اطلاعات مفید در مورد هواویزها و ذرات معلق هوا است که برای مطالعه هواویزها، منبع و محل فرونشست آن‌ها، انواع هواویزها (مانند سولفات‌ها و هواویزهای حاصل از سوخت توده زنده) و برهمکنش هواویزها با ابرها و تصحیح‌های جوی و غیره، بکار می‌روند (Savtchenko *et al.*, 2004). این محصولات به صورت ماتریس‌های دوبعدی با ابعاد  $203 \times 135$  (برای هر صحنه 13 تصویر که در مدت 5 دقیقه کسب می‌شوند)، در قالب فرمت سلسله مراتبی<sup>۱۹</sup> موجود می‌باشند. بیشینه اندازه این داده‌ها 11 مگابایت است. از آنجاکه ابعاد هر یک از سلول‌های این ماتریس‌ها 10 کیلومتر می‌باشد، مساحتی به ابعاد  $2030 \times 1350$  کیلومتر مربع توسط هر ماتریس پوشش داده می‌شود (Savtchenko *et al.*, 2004).

در این مطالعه از داده‌های MODIS L1B از ماهواره Aqua برای روزهای گرد و غباری 18 می و 25 ژوئن سال 2013 و 2015 استفاده گردید. قبل از انجام محاسبات طیفی بر روی محصول‌های مختلف مادیس باید داده‌های این سنجنده پیش‌پردازش شوند.



شکل ۲- تصویر ترکیب رنگی ماهواره مودیس 2013 June 18 (سمت چپ) بخش بازتاب TOA در باند 8 مودیس (412nm) و باند 9 مودیس (440nm) برای پیکسل‌های بدون گردوغبار (سبز) و برای پیکسل‌های دارای گردوغبار (قرمز)

Fig. 2- Modis satellite color image 2013 June 18 (left) the TOA reflection section in the 8 Modis (412nm) and 9 Modis (440nm) bands for dustless pixels (green) and dusty pixels (red) (right)

شناسایی توده‌های گرد و غبار در تصویرهای ماهواره‌ای MODIS استفاده می‌شود، الگوریتم DAI است. الگوریتم گفته شده برای شناسایی محدوده و ویژگی‌های توفان‌های گردوغبار اتفاق افتاده روی خشکی طراحی شده است. الگوریتم تشخیص ساده و سریع گرد و غبار بر اساس مشاهده‌ها در باندهای با طول موج دیپ بلو (412nm)، آبی (440nm) و مادون قرمز

## داده‌های ماهواره‌ای حاصل از سنجنده مودیس داده‌های سطح اول

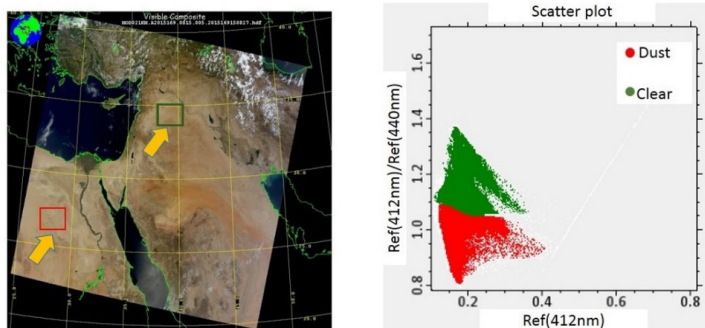
داده‌های سطح اول، شامل بازتابندگی و تابش بالای جو<sup>۱۵</sup> است که کاملاً مختصات دار، کالیبره و تصحیح شده‌اند و در قالب یک دسته داده‌های علمی<sup>۱۶</sup> و بصورت اعداد صحیح بدون علامت<sup>۱۷</sup> مطرح می‌شوند (Li *et al.*, 2007). این داده‌ها برای تولید، تصویرهای رنگی، تحلیل‌های کیفی و کمی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Engel-Cox *et al.*, 2004). این محصولات به صورت روزانه و برای هر ناحیه از کره زمین قابل دسترسی هستند. فایل‌های داده مربوطه، دارای سیستم مختصات جغرافیایی بوده و بانام‌های MOD021KM، MOD02HKM، MOD02QKM و بترتیب معرف محصولات‌های سطح اول سنجنده مودیس در سه قدرت تفکیک مکانی 250 متر، 500 متر و یک کیلومتر می‌باشند.

## داده‌های سطح دوم

داده‌های هواویز روزانه مودیس، با سطح پردازش دوم<sup>۱۸</sup> شامل

پیش‌پردازش‌های انجام شده شامل تصحیح هندسی تصویرها، ژئورفرنس کردن، ماسک ابر و آب با ENVI و توسط ماژول conversion Tool است.

همچنین در این پژوهش از تصویر رنگی کاذب سنجنده مادیس (RGB<sub>143</sub>) و محصول‌های سطح دو اتمسفری، از جمله عمق اپتیکی آئروسول (AOD)<sup>۲۰</sup> می‌شود. الگوریتمی که برای



شکل ۳- تصویر ترکیب رنگی ماهواره مودیس ۲۰۱۵ May ۲۵ (سمت چپ) بخش بازتاب TOA در باند ۸ مودیس (412nm) و باند ۹ مودیس (440nm) برای پیکسل‌های بدون گردوغبار (سبز) و برای پیکسل‌های دارای گردوغبار (قرمز)  
**Fig. 3- Modis satellite color image 25 May 2015 (left), the TOA reflection section in the 8 Modis (412nm) and 9 Modis (440nm) bands for dustless pixels (green) and dusty pixels (red) (right)**

ریلی و  $\rho_{Ray}$  تابع فازی ریلی،  $\cos\Theta_s$  کسینوس زاویه اوج خورشیدی،  $\cos\Theta_v$  کسینوس زاویه اوج سنسر میزان DAI بار گرد و غبار سنگین و شدید را بخوبی برای سطوح بیابانی و دارای پوشش گیاهی از منطقه‌هایی که هیچ گرد و غباری وجود ندارد جداسازی می‌کند. رویکرد الگوریتم شناسایی گردوغبار بر اساس DAI، تعیین آستانه مطلوب سنج DAI است که گردوغبار را از دیگر ذرات معلق در هوا و سطح جدا می‌کند. (Kaufman *et al.*, 2000)

### نتایج و بحث

بطور کلی، مشخص شد که تمام نقشه‌های AOD با استفاده از روش مستقیم، توزیع مکانی بسیار خوب الگوی آئروسول محلی در مقایسه با روش‌های دیگر را نشان داده است. بعنوان نمونه، شکل ۵ نشان‌دهنده توزیع مکانی AOD بازیابی از طیف L2B با استفاده از AOD از MOD04 L2 C005 منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. واضح است نقشه AOD بازیابی شده از طیف L2B می‌تواند نشان دهد که توزیع مکانی AOD محلی بسیار واضح است، در حالی که پراکنش بسیار ضعیف AOD در برخی قسمت‌های نقشه AOD MOD04 L2 C006 بدلیل رزولوشن کم دیده می‌شود. مقایسه الگوریتم شناسایی DAI با تصویر AOD سازگاری خوب را نشان می‌دهد. اگرچه محصول‌های مادیس دارای رخنه در سطح‌های روشن هستند (مانند تابش خورشید بالای اقیانوس، بیابان و بالای زمین) و AOD خیلی بالا در الگوریتم بازیابی AOD مانند ابر مشخص می‌شود. در مقایسه‌ای که با کمک تصویر حقیقی RGB انجام شد نشان داد که الگوریتم شناسایی

طول موج کوتاه (2130 nm) که با بهره‌گیری از وابستگی طیفی جذب گرد و غبار، بازتاب سطح و تفاوت در جذب خاصیت‌های پراکندگی بین ذرات کوچک و بزرگ توسعه داده شده است. سنج DAI) بوسیله معادله (۱) محاسبه می‌شود

$$DAI = -100 \left[ \log_{10} \left( \frac{R_{412nm}}{R_{440nm}} \right) - \log_{10} \left( \frac{R'_{412nm}}{R'_{440nm}} \right) \right] \quad (1)$$

در معادله (۱) بازتاب TOA و R بازتاب پراکندگی ریلی است که بازیابی انعکاس آئروسول از تصویرهای مودیس شامل سه مرحله اصلی به شرح زیر هستند. چند مرحله پیش پردازش برای (ژئورفرنس کردن، جدا کردن محدوده مورد مطالعه، ماسک آب و پوشش ابر) از داده‌های ماهواره‌ای، رادیانس طیفی TOA بازیابی شده با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به شرایط نور خورشید برای هر طول موج نرمالیزه شده است.

رادیانس طیفی TOA بوسیله معادله ۲ محاسبه شده است: که  $E_o$  تابش خورشیدی فزاینده و  $\Theta_s$  زاویه اوج خورشیدی

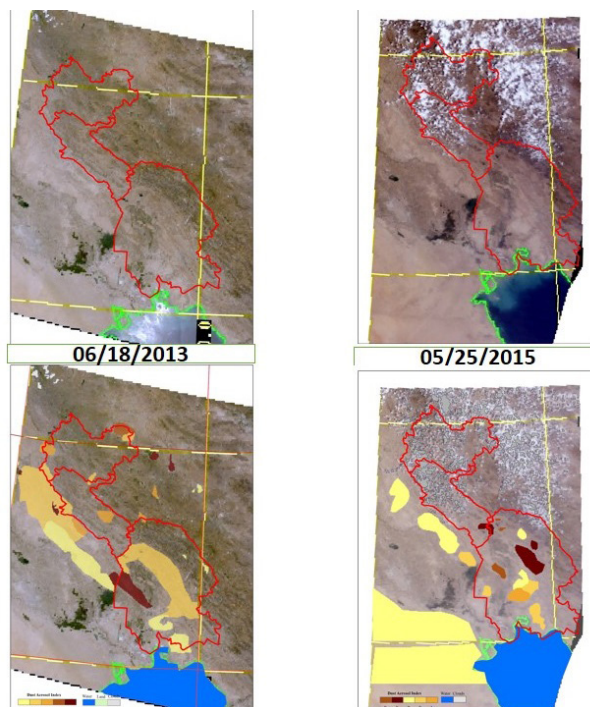
$$\rho = \frac{\pi L_{TOA}(\lambda)}{E_o \cos\Theta_s} \quad (2)$$

برآورد بازتاب ریلی<sup>۲۱</sup>

برآورد بازتاب ریلی بوسیله معادله شماره ۳ به دست آمده است.

$$PRay(\lambda) = \frac{\tau_{Ray}(\lambda) \cdot \rho_{Ray}}{4(\cos\theta_p \cos\theta_v)} \quad (3)$$

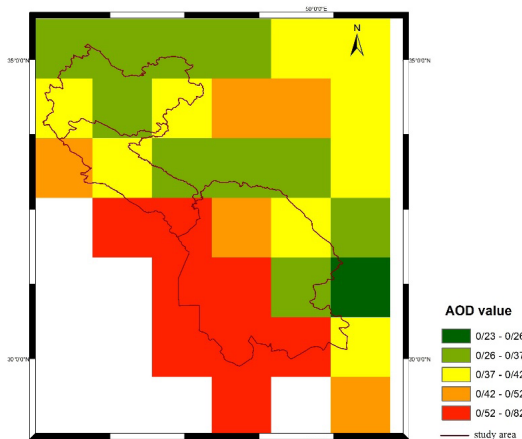
با محاسبه عمق نوری ریلی<sup>۲۲</sup> (Bucholtz, 1995) و تابع فازی ریلی<sup>۲۳</sup> (Chandrasekhar, 1960) که  $\tau_{Ray}(\lambda)$  عمق نوری



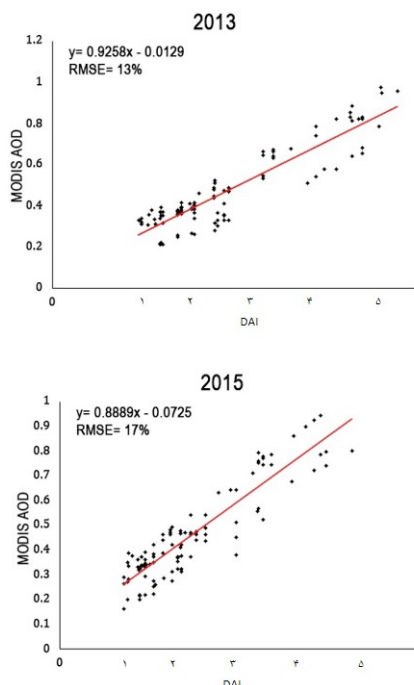
شکل ۴- گرد و غبار شناسایی شده بر اساس الگوریتم DAI (تصویر پایین) و تصویر رنگی مودیس (تصویر بالا) در تاریخ‌های ۱۸ June ۲۰۱۳ و ۲۵ May ۲۰۱۵  
 Fig. 4- Detected dust based on the DAI algorithm (down) and the color image of the Modis (above) in 25 May 2015 and 18 June 2013

گوناگونی را از خود نشان می‌دهند (Wang *et al.*, 2009). همان‌گونه که از میزان RMSE مشاهده می‌شود (شکل ۶) میزان تفاوت بین مقادیر الگوریتم شناسایی DAI و AOD تصویرهای مادیس تفاوت چندانی وجود ندارد. میزان خطای RMSE برای سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ به ترتیب ۱۳٪ و ۱۷٪ است که بیانگر برآورد دقیق گرد و غبار بوسیله مدل الگوریتم شناسایی DAI می‌باشد.

DAI بسیاری از توده‌های گرد و غبار نازک را از دست می‌دهد، ولی می‌تواند توده گرد و غبار ضخیم را حتی در سطح روشن ثبت کند. نتایج بارزسازی در نقطه‌های مختلف جهان، بدلیل ویژگی‌های مختلف خاک‌های منشأ گرد و غبار، متفاوت هستند. ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های متفاوت ذرات گرد و غبار (مانند کانی‌شناسی، شکل و توزیع اندازه ذرات) ممکن است در منطقه‌های مختلف، متفاوت باشند، بنابراین بازتاب‌های



شکل ۵- نقشه MOD04 L2 C006AOD  
 Fig. 5- Map of MOD04 L2 C006AOD



شکل ۶- پراکنش داده‌ها و میزان RMSE برای سال‌های مورد مطالعه  
 Fig. 6- Distribution of data and RMSE values for years of study

این سنجه، مشابه سنجه AI بوده که سنجه غبار آلودگی می‌باشد و از جمله محصول‌های سنجنده TOMS بوده که از ابزارهای قابل‌اعتماد در ارتباط با اندازه‌گیری‌های ذرات معلق بر فراز اقیانوس‌ها، تمام سطح‌های مختلف زمین و همچنین ابرها بشمار می‌رود. (Hsu et al., 2000). برای سطح‌های بیابانی و دارای پوشش گیاهی بوضوح دیده می‌شود که جداسازی گردوغبار با افزایش زاویه اوج خورشیدی و افزایش زاویه دید اوج افزایش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد که پیاده‌سازی الگوریتم سنجه DAI برای زاویه اوج خورشیدی بزرگ‌تر، با نتایج بهتری همراه می‌باشد (Ciren and Kondragunta, 2014).

با افزایش بار غبار، مقدار DAI کوچک‌تر می‌شود با این حال، باید توجه داشت که انتخاب آستانه DAI برای تشخیص گردوغبار برای به حداقل رساندن خطا و به حداکثر رساندن تشخیص صحیح گردوغبار باید با دقت انتخاب شود. این امر، بویژه برای فرونشست آئروسول کم در یک زاویه اوج خورشیدی و زاویه دید پایین‌تر مهم می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش الگوریتم شاخص DAI برای روزهای گردوغباری ۱۸ می و ۲۵ ژوئن سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ منطقه غرب و جنوب

برخلاف برخی از الگوریتم‌های تشخیص گرد و غبار که با استفاده از اندازه‌گیری‌ها در باند مادون قرمز حرارتی انجام می‌شود، مزیت این الگوریتم استفاده از وابستگی طیفی پراکندگی ریلی، بازتاب سطح و جذب گردوغبار موجود در هوا برای تشخیص گردوغبار می‌باشد. مزیت استفاده از اندازه‌گیری در منطقه طول موج آبی (۴۱۰ تا ۴۹۰ نانومتر) برای بازیابی خواص نوری آئروسول بوضوح توسط (Hsu et al., 2004, 2006) نشان داده شده است. با توجه به این واقعیت که حساسیت بازتاب گردوغبار در جو با افزایش طول موج کاهش می‌یابد. کنتراست طیفی بین دو طول موج همسایه می‌تواند بعنوان یک سنجه برای حضور گردوغبار استفاده شود. شکل طیفی بازتاب در بالای سطح جو (TOA) برای یک فضای بدون ابر توسط سه فرآیند اصلی پراکندگی ریلی، جذب و پراکندگی توسط ذرات معلق در هوا و انعکاس‌های سطح زیرین تعیین می‌شود. الگوریتم سنجه DAI شبیه‌سازی وابستگی طیفی بالای اتمسفر در منطقه طول موج آبی برای شرایط مختلف سطح و جو با یک نسخه برداری کاملاً تست شده از کد انتقال تابشی 6S- می‌باشد (Kotchenova et al., 2006).

- <sup>3</sup> Deep Blue Algorithm  
<sup>4</sup> Dark targets  
<sup>5</sup> Level 1  
<sup>6</sup> Radiance  
<sup>7</sup> Reflectance  
<sup>8</sup> Level 2  
<sup>9</sup> Dust Aerosol Index (DAI)  
<sup>10</sup> MODIS  
<sup>11</sup> Dust Detection Algorithm 1  
<sup>12</sup> Brightness Temperature (BT)  
<sup>13</sup> Brightness Temperature Difference (BTD)  
<sup>14</sup> Normalized Difference Dust Index (NDDI)  
<sup>15</sup> Top Of Atmosphere (TOA)  
<sup>16</sup> Scientific Data Set  
<sup>17</sup> Scaled Integer  
<sup>18</sup> Level 2  
<sup>19</sup> HDF(Hierarchical Data Format)  
<sup>20</sup> Aerosol Optical Depth (AOD)  
<sup>21</sup> Rayleigh reflectance  
<sup>22</sup> Rayleigh optical depth  
<sup>23</sup> Rayleigh Phase Function

غربی ایران اجرا شده است. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از داده‌های سنجنده MODIS و شاخص DAI می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیزی توده‌های گردوغبار را شناسایی نمود. برخلاف برخی از الگوریتم‌های تشخیص گردوغبار که با استفاده از اندازه‌گیری‌ها در باند مادون قرمز حرارتی انجام می‌شود، مزیت این الگوریتم استفاده از وابستگی طیفی پراکندگی ریلی، بازتاب سطح و جذب گردوغبار موجود در هوا برای تشخیص گردوغبار می‌باشد. مزیت استفاده از اندازه‌گیری در منطقه طول موج آبی (۴۱۰ تا ۴۹۰ نانومتر) برای بازیابی خواص نوری آئروسول می‌باشد... فاکتوری که تاثیر زیادی در انتشار ریزگرد دارد، داده‌های پوشش گیاهی است. لحاظ کردن این فاکتور باعث شد که دقت مدل DREAM در برخی از ماه‌ها افزایش یابد.

#### پی‌نوشت‌ها

- <sup>1</sup> DAI  
<sup>2</sup> Absorbing Aerosol Index (AI)

#### منابع

- Ataee, Sh., 2014. Dust Detection from MODIS Images Using TIIDI Methods, Decision Tree and Neural Network. MSc. Thesis. Khajehnesire Al-Din Tusi University of Technology, Tehran, Iran.
- Bertina, H, Sayyad, G.A., Matin Far, H.R. and Hojati, S., 2006. Detection of the dust of the Middle East on the basis of spectral data MODIS sensor. Physical Geography Research (Geographical Research). 45, 84-73.
- Bucholtz, A., 1995. Rayleigh-scattering calculations for the terrestrial atmosphere. Applied Optics. 34(15), 2765-2773.
- Chandrasekhar, S., 1960. Radiative Transfer. Dover, New York, USA.
- Ciren, P. and Kondragunta, S., 2014. Dust aerosol index (DAI) algorithm for MODIS. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 119(8), 4770-4792.
- Engel-Cox, J.A., Holloman, C.H., Coutant, B.W. and Hoff, R.M., 2004. Qualitative and quantitative evaluation of MODIS satellite sensor data for regional and urban scale air quality. Atmospheric Environment. 38(16), 2495-2509.
- He, J., Zha, Y., Zhang, J. and Gao, J., 2014. Aerosol indices derived from MODIS data for indicating aerosol-induced air pollution. Remote Sensing. 6(2), 1587-1604.
- Hoyningen-Huene, W., Kokhanovsky, A.A., Wuttke, M.W., Buchwitz, M., Noël, S., Gerilowski, K., Burrows, J. P., Latter, B., Siddans, R. and Kerridge, B. J., 2007. Validation of SCIAMACHY top-of-atmosphere reflectance for aerosol remote sensing using MERIS L1 data. Atmospheric Chemistry and Physics. 7(1), 96-106.
- Hsu, N.C., Robinson, W.D., Bailey, S.W. and Werdell, P.J., 2000. the description of the SeaWiFS absorbing



- aerosol index SeaWiFS. NASA Technical Memorandum. 2000-206892(10), 3-5.
- Hsu, N.C., Tsay, S.C., King, M.D. and Herman, J. R., 2004. Aerosol properties over bright reflecting source regions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 42(3), 557-569.
- Hsu, N.C., Tsay, S.C., King, M.D. and Herman, J.R. 2006. Deep blue retrievals of Asian aerosol properties during ACE-Asia. *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 44(11), 3180-3195.
- Jayakumar, P., 1987. Modeling and identification in structural dynamics. Ph.D. Thesis. Dissertation, California Institute of Technology, Pasadena, California.
- Kaufman, Y.J., Tanré, D., Remer, L.A., Vermote, E.F., Chu, A. and Holben, B.N., 1997. Operational Remote Sensing of Tropospheric Aerosol over Land from EOS Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 102(14), 17051-1706.
- Kotchenova, S.Y., Vermote, E.F., Matarrese, R. and Klemm J.F.J., 2006. Validation of a vector version of the 6S radiative transfer code for atmospheric correction of satellite data, Part I. Path Radiance. *Applied Optics*. 45(26), 6726-6774.
- Li, L.J., Ying, W.A.N.G., Zhang, Q., Tong, Y.U., Yue, Z.H.A.O. and Jun, J.I.N., 2007. Spatial distribution of aerosol pollution based on MODIS data over Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*. 19(8), 955-960.
- 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*. XXXVII, 965-970
- Savtchenko, A., Ouzounov, D., Ahmad, S., Acker, J., Leptoukh, G., Koziana, J. and Nickless, D., 2004. Terra and Aqua MODIS products available from NASA GES DAAC. *Advances in Space Research*. 34(4), 710-714.
- Wahab, A.M. and Sarker, M. L.R., 2014. Aerosol retrieval algorithm for the characterization of local aerosol using MODIS L1B data. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 18(1), 1-7.
- Wang, Z., Chen, L., Tao, J., Zhang, Y. and Su, L., 2009, Satellite-based estimation of regional Particulate Matter (PM) in Beijing using Vertical-and-RH correcting method. *Remote Sensing of Environment*. 114(1), 50-63.





Environmental Sciences Vol.17/ No.3/ Autumn 2019

151-162

## Dust detection in western and southwestern Iran based on DAI index algorithm and Modis spectral data

Azar Faryabi,<sup>1</sup> Hamid Reza Matinfar,<sup>1\*</sup> Seyyed Kazem Alavi Panah<sup>2</sup> and Ali Akbar Norouzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Soil Science Department, Faculty of Agricultural Science, University of Lorestan, Lorestan, Iran

<sup>2</sup> Department of Remote Sensing, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Faculty Member of Soil Conservation and Watershed, Management Institute, Tehran, Iran

Received: 2018.08.05 Accepted: 2019.01.21

Faryabi, A., Matinfar, H.R., Alavi Panah, S.K. and Norouzi, A.A., 2019. Dust detection in western and southwestern Iran based on DAI index algorithm and Modis spectral data. *Environmental Sciences*.17(3): 151-162.

**Introduction:** A dust aerosol index (DAI) algorithm based on measurements in deep blue (412 nm), blue (440 nm), and shortwave IR (2130 nm) wavelengths using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) observations has been developed. Measurements made in the short-wavelength segment, such as the deep blue or ultraviolet section, are well-detectable in the desert area. Using short-range waves, the visual retention of fine-grained mass data, especially in desert areas, was carefully monitored. The western and southwestern Iran are always exposed to dusty systems due to its vicinity to the deserts of neighboring countries. With regard to the fact that most of the spectral indices proposed for the identification of dust have been tested and implemented based on satellite indicators for desert areas, these indicators and their related thresholds for complex topography areas need more accurate analyses. Therefore, in the western and southwestern Iran, which are mountainous with a diverse vegetation, it is necessary to test and evaluate dust detection methods.

**Material and methods:** The study area included Khuzestan, Ilam and Kermanshah provinces, which is about 107307 square kilometers. In this study, MODIS L1B data from the Aqua satellite was used for dusty days on May 18th and June 25th, 2013 and 2015. Before performing spectral calculations on various products, the data of this sensor was preprocessed, which included geometric correction of images, mask cloud and water masks with ENVI and the conversion tool module. After preprocessing (georges, separating the study area, and water mask, and cloud cover) the satellite data, the retrieved spatial radiance of TOA was normalized using satellite data considering the sun's conditions for each wavelength.

**Results and discussion:** In general, it was found that all AOD maps generated from the direct method showed a very good

\*Corresponding Author: *Email Address*: matinfar.h@lu.ac.ir

spatial distribution of the local aerosol pattern compared to other methods. As expected, the retrieved AOD map from the L1B spectrum showed that the spatial distribution of the local AOD was very clear. The DAI index algorithm simulates the high-spectral dependence of the atmosphere in the blue wavelength for different surface and atmosphere conditions with a fully tested copy of the radiation-transfer code of -6 S, which is a trusted tool for measuring particle pumping over the oceans, different surfaces of the earth, and clouds.

**Conclusion:** Unlike some of the dust detection algorithms that are carried out using measurements in the infrared thermal band, the advantage of this algorithm to detect dust is the use of spectral scattering, reflection of the surface, and absorption of dust in the air. The advantage of using measurements in the blue wavelength (410 to 490 nm) is to recover the optical properties of the aerosol.

**Keywords:** DAI algorithm, MODIS satellite images, Dust.

