



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

آذر فاریابی^۱، حمید رضا متین فر^{۱*}، سید کاظم علوی پناه^۲ و علی اکبر نوروزی^۲

^۱ گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

^۲ گروه سنجش از دور، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۳ 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 داده های طیفی سنجنده مودیس. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۳): ۱۵۱-۱۶۲.

سابقه و هدف: الگوریتم سنجه گردوغبار آئروسول^۱ بر اساس اندازه گیری در طول موج های دیپ بلو (۴۱۲ نانومتر)، آبی (۴۴۰ نانومتر) و موج کوتاه IR (۲۱۳۰ نانومتر) با استفاده از مشاهده های مودیس (MODIS) توسعه داده شده است. اندازه گیری هایی که در بخش کوتاه طول موج مرئی مانند بخش دیپ بلو یا فرابنفش صورت گرفته است. بخوبی قادر به شناسایی ریز گرد در ناحیه های بیابانی می باشد. بدین وسیله با استفاده از امواج کوتاه محدوده مرئی بازبانی اطلاعات توده های ریز گرد بویژه در منطقه های بیابانی با دقت بالایی صورت گرفت. منطقه های غرب و جنوب غرب ایران بدلیل مجاورت با بیابان کشورهای مجاور، همواره در معرض سامانه های گردوغباری قرار گرفته است. با توجه به اینکه پیش از این بیشتر سنجه های طیفی مطرح شده برای شناسایی گردوغبار بر اساس اندازه گیری های سنجه های ماهواره ای برای منطقه های بیابانی آزمون و اجرا شده است، این سنجه ها و حد آستانه مربوط به آن ها برای منطقه های با توپوگرافی پیچیده تر نیاز به بررسی های بیشتر و دقیق تری دارند. از این رو در منطقه های غرب و جنوب غرب ایران که شرایط کوهستانی با تنوع پوشش گیاهی حکم فرماست، لازم است روش های شناسایی گردوغبار، آزمون و ارزیابی شوند.

مواد و روش ها: محدوده مورد پژوهش شامل استان های خوزستان، ایلام و کرمانشاه می باشد. این منطقه مساحتی حدود ۱۰۷۳۰۷ کیلومترمربع را پوشش می دهد. در این مطالعه از داده های MODIS LIB 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 محصول های مختلف مادیس باید داده های این سنجنده پیش پردازش شوند. پیش پردازش های انجام شده شامل تصحیح هندسی تصاویر ها، ژئورفرنس کردن، ماسک ابر و آب و ENVI و توسط ماژل conversion Tool است. پس از پیش پردازش (ژئورفرنس کردن، جدا کردن محدوده مورد مطالعه، ماسک آب و پوشش ابر) از داده های ماهواره ای، رادیانس طیفی TOA بازبانی شده با استفاده از داده های ماهواره ای با توجه به شرایط نور خورشید برای هر طول موج نرمالیزه شده است.

نتایج و بحث: به طور کلی، مشخص شد که تمام نقشه های AOD با استفاده از روش مستقیم، توزیع مکانی بسیار خوب الگوی آئروسول محلی در مقایسه با روش های دیگر را نشان داد. واضح است نقشه AOD بازبانی شده از طیف LIB می تواند نشان دهد که توزیع مکانی AOD محلی بسیار واضح است. الگوریتم سنجه DAI شبیه سازی وابستگی طیفی بالای اتمسفر در منطقه طول موج آبی برای شرایط مختلف سطح و جو با یک نسخه برداری

* Corresponding Author: [Email Address.matinfar.h@lu.ac.ir](mailto:Email.Address.matinfar.h@lu.ac.ir)

کاملاً تست شده از کد انتقال تابشی-6S می باشد (Kotchenova et al, 2000). این سنجه، مشابه سنجه AI^۲ بوده که سنجه غبار آلودگی می باشد که از جمله محصول های سنجنده TOMS بوده که از ابزارهای قابل اعتماد در ارتباط با اندازه گیری های ذرات معلق بر فراز اقیانوس ها، تمام سطح های مختلف زمین و همچنین ابرها بشمار می رود. (Hsu et al, 2000)

نتیجه گیری: برخلاف برخی از الگوریتم های تشخیص گردوغبار که با استفاده از اندازه گیری ها در باند مادون قرمز حرارتی انجام می شود، مزیت این الگوریتم استفاده از وابستگی طیفی پراکندگی ریلی، بازتاب سطح و جذب گردوغبار موجود در هوا برای تشخیص گردوغبار می باشد. مزیت استفاده از اندازه گیری در منطقه طول موج آبی (۴۱۰ تا ۴۹۰ نانومتر) برای بازیابی خواص نوری آئروسول می باشد.

واژه های کلیدی: الگوریتم DAI، تصاویر ماهواره ای مودیس، گرد و غبار، شناسایی.

مقدمه

هنگامی که طوفان گرد و غبار پیش می آید، میزان زیادی ذرات گرد و غبار کنار هم جمع شده و تشکیل یک لایه گرد و غبار می دهند. لایه گرد و غبار ضخیم می تواند تابش سطحی و تابش خورشیدی را جذب و منعکس نماید. در میان ۳۶ باند MODIS باندهای مریبی و فرورسرخ نزدیک برای اندازه گیری انعکاس بکار می رود و باندهای فرورسرخ حرارتی برای اندازه گیری دمای روشنایی هدف های مورد نظر بکار می رود با مقایسه ویژگی های طیفی گرد و غبار، زمین (خاک) و ابر، برخی ویژگی های متمایز کننده به دست می آید. 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).

منطقه های غرب و جنوب غرب ایران بدلیل مجاورت با بیابان کشورهای مجاور، همواره در معرض سامانه های گردوغباری قرار گرفته است. با توجه به اینکه پیش از این بیشتر سنجه های طیفی بیان شده برای شناسایی گردوغبار بر اساس اندازه گیری های سنجه های ماهواره ای برای منطقه های بیابانی آزمون و اجرا شده است، این سنجه ها و حد آستانه مربوط به آن ها برای منطقه هایی با توپوگرافی پیچیده تر نیاز به بررسی های بیشتر و دقیق تری دارند. از این رو در منطقه های غرب و جنوب غرب ایران که شرایط کوهستانی با تنوع پوشش گیاهی حکم فرماست، لازم است روش های شناسایی گردوغبار، آزمون ارزیابی شوند؛ بعبارت دیگر با توجه به اینکه ویژگی های طبیعی ذرات گردوغبار با دیگر گونه های ذرات معلق از لحاظ مکانی و زمانی متفاوت است، باید هر یک از سنجه های طیفی که بیشتر از سوی محققان مطرح و آزمایش شده برای منطقه مطالعاتی دوباره مورد ارزیابی قرار گیرد

و در صورت ناتوانی یا سازگار نبودن هر یک از آن ها، سنجه های بهینه و سازگار با منطقه مطرح شود. از سوی دیگر در این روش ها از تعداد محدودی از باندهایی که در دسترس هستند استفاده می شود بنابراین یک روش خودکار و هوشمند برای استخراج گردوغبار در تصویر های ماهواره ای می تواند بسیار کارا و مفید باشد (Atace, 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 می باشد. از جمله الگوریتم هایی که برای شناسایی توده های گردوغبار در تصویر های ماهواره ای Sea-WIFS و MODIS استفاده می شود، الگوریتم دیپ بلو^۳ است. الگوریتم بیان شده برای شناسایی محدوده و ویژگی های طوفان های گردوغبار اتفاق افتاده روی خشکی طراحی شده است و مبنای آن شناسایی هدف های تیره^۴ می باشد. اندازه گیری هایی که در بخش کوتاه طول موج مرئی مثل بخش دیپ بلو با فرابنفش صورت گرفته است بخوبی قادر به شناسایی ریز گرد در نواحی بیابانی می باشد. بدین وسیله با استفاده از امواج کوتاه محدوده مرئی بازیابی اطلاعات توده های ریز گرد بویژه در منطقه های بیابانی با دقت بالایی صورت گرفت. الگوریتم دیپ بلو قادر به شناسایی آئروسول های جذب شده بر روی سطح ها روشن است و اطلاعاتی را در زمینه AOT نیز می دهد (Hsu et al., 2006). برای انجام تجزیه و تحلیل های کیفی و کمی، در این پژوهش از دو دسته داده استفاده شده است: دسته اول، داده های سطح اول^۵، شامل داده های بازتابندگی^۶ و تابشی^۷ مربوط به باندهای مختلف سنجنده مودیس. دسته دوم، داده های سطح دوم^۸،

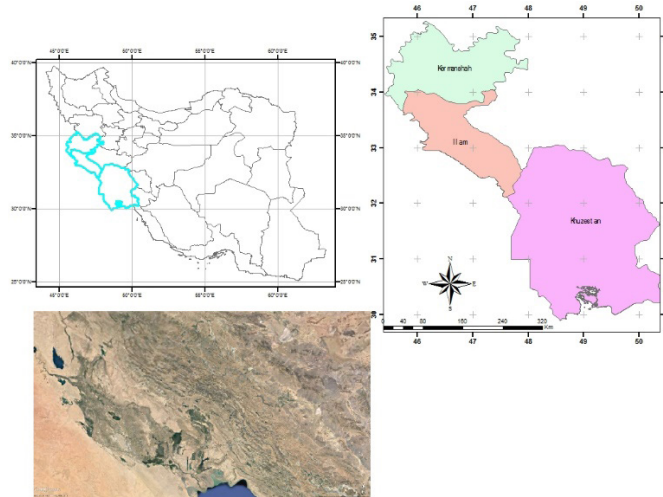
های نیمه خشک خاورمیانه و آفریقا نشان دادند که این الگوریتم انعطاف پذیری بالایی دارد و انتخاب عمق نوری مناسب می تواند برای آشکارسازی پدیده گردوغبار در منطقه های خشک و نیمه خشک مناسب تلقی گردد.

در مطالعه دیگری (Ciren and Kondragunta, 2014) به بررسی قابلیت های الگوریتم DAI برای شناسایی پدیده گرد و غبار در فاصله زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ پرداختند. آن ها پس از بررسی های فراوان در نواحی خشکی و منطقه های آبی نشان دادند که این الگوریتم انعطاف پذیری بالایی دارد و می تواند ذرات گرد و غبار رو از ابرها و سطح زمین و اقیانوس جدا کند.

(He *et al.*, 2006) به بررسی سنجه های آئروسول استخراج شده از داده های 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 می باشد و همبستگی بالایی با AOD اندازه گیری شده توسط ماهواره مودیس در هر چهار فصل دارد.

مواد و روش ها

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 استان های خوزستان، ایلام و کرمانشاه می باشد. این منطقه مساحتی حدود ۱۰۷۳۰۷ کیلومتر مربع را پوشش می دهد (شکل ۱).



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

شامل داده های ضخامت نوری هواویز سنجنده مودیس. الگوریتم سنجه گردوغبار آئروسول (DAI) بر اساس اندازه گیری در طول موج های دیپ بلو (۴۱۲ نانومتر)، آبی (۴۴۰ نانومتر) و موج کوتاه IR (۲۱۳۰ نانومتر) با استفاده از مشاهدات مودیس^۱ گسترش داده شده است (Ciren and Kondragunta, 2014).

(Bertina *et al.*, 2013) بارز سازی توده گردوغبار بخشی از خاورمیانه بر مبنای داده های طیفی سنجنده مادیس با استفاده از دو روش بارز سازی شامل الگوریتم شناسایی گردوغبار یک^{۱۱} (استفاده از سنجه های BT^{۱۲}، R و BT^{۱۳}) و الگوریتم شناسایی گردوغبار دو) استفاده از سنجه های تفاضل دمای درخشایی (BT^{۱۴}) و سنجه های 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 پدیده ها را بخوبی شناسایی نمی کند. در مقابل الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، بخوبی توده گردوغبار و مرز آن را شناسایی می کند. افزون بر این با استفاده از الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، بخوبی می توان گردوغبار غلیظ را نیز استخراج کرد؛ بنابراین پیشنهاد می شود از الگوریتم شناسایی گردوغبار یک، برای بارز سازی توده های گردوغبار موجود در کشورهای خاورمیانه استفاده شود.

(Hsu *et al.*, 2006) به بررسی قابلیت های الگوریتم دیپ بلو برای شناسایی پدیده گردوغبار پرداختند. آن ها بعد از بررسی های فراوان در منطقه هایی مانند صحرا در شمال آفریقا و منطقه

مطالعه هواویزها، منبع و محل فرورنشست آن‌ها، انواع هواویزها (مانند سولفات‌ها و هواویزهای حاصل از سوخت توده زنده) و برهمکنش هواویزها با ابرها و تصحیح‌های جوی و غیره، بکار می‌روند (Savtch-enko *et al.*, 2004). این محصول‌ها به صورت ماتریس‌های دوبعدی با ابعاد 203×135 (برای هر صحنه 13 تصویر که در مدت 5 دقیقه کسب می‌شوند)، در قالب فرمت سلسله مراتبی^{۱۹} موجود می‌باشند. پیشینه اندازه این داده‌ها 11 مگابایت است. از آنجاکه ابعاد هر یک از سلول‌های این ماتریس‌ها 10 کیلومتر می‌باشد، مساحتی به ابعاد 2030×1350 کیلومتر مربع توسط هر ماتریس پوشش داده می‌شود (Savtchenko *et al.*, 2004).

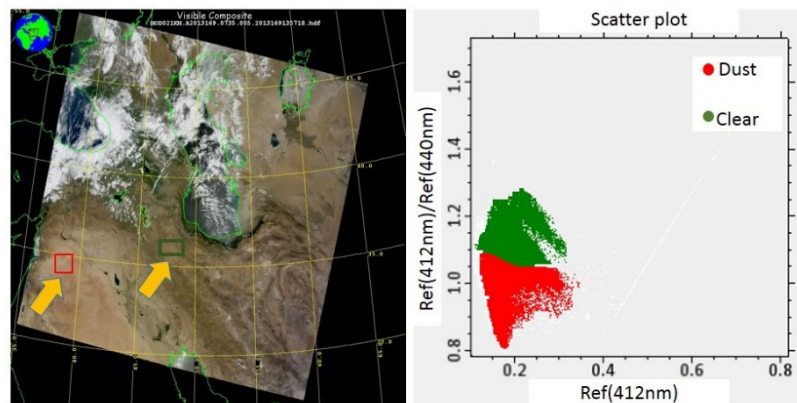
در این مطالعه از داده‌های MODIS L1B از ماهواره Aqua برای روزهای گرد و غباری 18 می و 25 ژوئن سال 2013 و 2015 استفاده گردید. قبل از انجام محاسبات طیفی بر روی محصول‌های مختلف مادیس باید داده‌های این سنجنده پیش‌پردازش شوند. پیش‌پردازش‌های انجام شده شامل تصحیح هندسی تصویرها، ژئورفرنس کردن، ماسک ابر و آب با ENVI و توسط ماژول conver-sion Tool است.

داده‌های ماهواره‌ای حاصل از سنجنده مودیس داده‌های سطح اول

داده‌های سطح اول، شامل بازتابندگی و تابش بالای جو^{۱۵} است که کاملاً مختصات دار، کالیبره و تصحیح شده‌اند و در قالب یک دسته داده‌های علمی^{۱۶} و بصورت اعداد صحیح بدون علامت^{۱۷} 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 محصول‌ها بصورت روزانه و برای هر ناحیه از کره زمین قابل دسترسی هستند. فایل‌های داده مربوطه، دارای سیستم مختصات جغرافیایی بوده و بانام‌های MOD021KM، MOD02HKM، MOD02QKM بترتیب معرف محصول‌های 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^{۱۸} شامل اطلاعات مفید در مورد هواویزها و ذرات معلق هوا است که برای

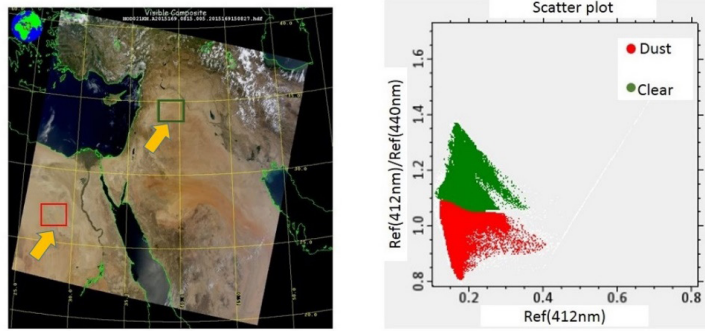


شکل ۲- تصویر ترکیب رنگی ماهواره مودیس 2013 JUNE 18 (سمت چپ) بخش بازتاب TOA در باند 8 مودیس (412nm) و باند 9 مودیس (440nm) برای پیکسل‌های بدون گرد و غبار (سبز) و برای پیکسل‌های دارای گرد و غبار (قرمز)

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)

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 طول موج کوتاه (2130nm) 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.

همچنین در این پژوهش از تصویر رنگی کاذب سنجنده مادیس (RGB₁₄₃) و محصول‌های سطح دو اتمسفری، از جمله عمق اپتیکی آئروسول (AOD)^{۲۰} می‌شود. الگوریتمی که برای شناسایی توده‌های گرد و غبار در تصویرهای ماهواره‌ای MODIS استفاده می‌شود، الگوریتم DAI است. الگوریتم گفته شده برای شناسایی محدوده و ویژگی‌های توفان‌های گرد و غبار



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 2015 MAY 25 (left), the TOA reflection section in the 8 Modis (412nm) and 9 Modis (440nm) bands for dustless pixels (green) and dusty pixels (red) (right)

سنجه (DAI) بوسیله معادله (۱) محاسبه می‌شود

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

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 سنجه 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 بازتابی از طیف L2B با استفاده از AOD از MOD04 L2 C005 منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. واضح است نقشه AOD بازتابی 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 بازتابی AOD مانند ابر مشخص می‌شود. در مقایسه‌ای که با کمک تصویر حقیقی RGB انجام شد نشان داد که الگوریتم شناسایی DAI

در معادله (۱) R بازتاب TOA و R بازتاب پراکندگی ریلی است که بازتابی انعکاس آئروسول از تصویرهای مودیس شامل سه مرحله اصلی به شرح زیر هستند. چند مرحله پیش پردازش برای پردازش تصویر ماهواره‌ای صورت می‌گیرد. پس از پیش‌پردازش (ژئورفرنس کردن، جدا کردن محدوده مورد مطالعه، و ماسک آب و پوشش ابر) از داده‌های ماهواره‌ای، رادیانس طیفی TOA بازتابی 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_0 تابش خورشیدی فرازمینی و θ_s زاویه اوج خورشیدی

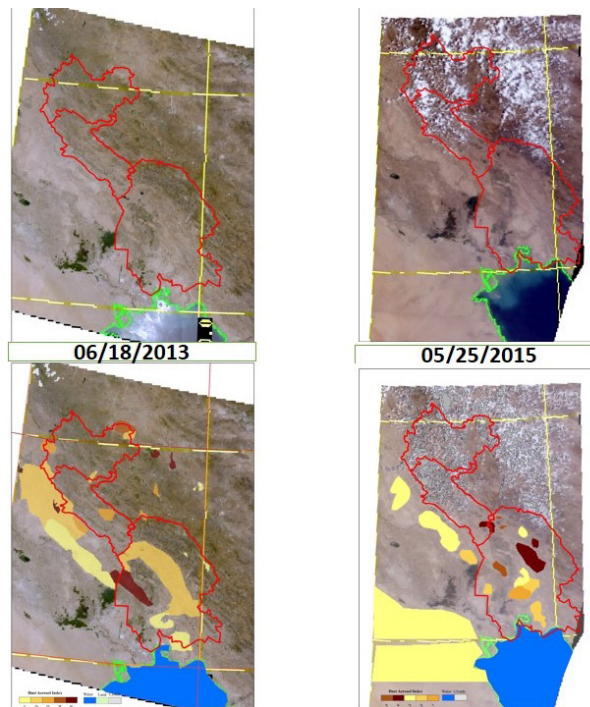
$$\rho = \frac{\pi L_{TOA}(\lambda)}{E_0 \cos \theta_s} \quad (2)$$

برآورد بازتاب ریلی^{۲۱}

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

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

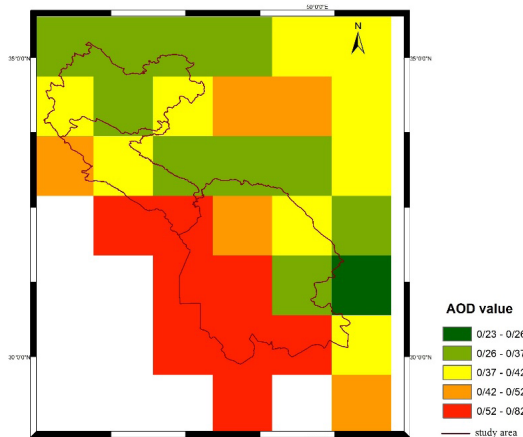
با محاسبه عمق نوری ریلی^{۲۲} (Bucholtz, 1995) و تابع فازی ریلی^{۲۳} (Chandrasekhar, 1960) که $\tau_{Ray}(\lambda)$ عمق نوری ریلی و ρ_{Ray} تابع فازی ریلی، $\cos \theta_s$ کسینوس زاویه اوج خورشیدی، $\cos \theta_v$ کسینوس زاویه اوج سنسر میزان DAI بار گرد و غبار سنگین و شدید را بخوبی برای سطوح بیابانی



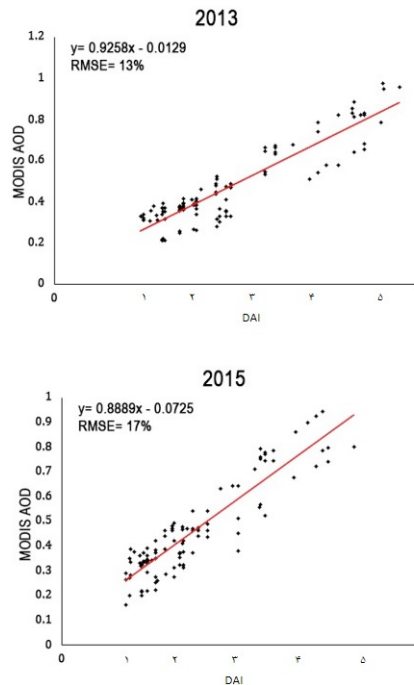
شکل ۴- گرد و غبار شناسایی شده بر اساس الگوریتم DAI (تصویر پایین) و تصویر رنگی مودیس (تصویر بالا) در تاریخ‌های ۲۵ MAY ۲۰۱۵ و ۱۸ JUNE ۲۰۱۳
 Fig. 4- Detected dust based on the DAI algorithm (down) and the color image of the Modis (above) in 2015 MAY 25 and 2013 JUNE 18

گونه‌گونی را از خود نشان می‌دهند (وانگ و همکاران ۲۰۰۹). 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

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 بارز سازی 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 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 باین‌حال، 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.

پی‌نوشت‌ها

¹ DAI

² Absorbing Aerosol Index

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 بازبانی 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).

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

منابع

- Ataee, Sh. 2014. Dust Detection from MODIS Images Using TTIID Methods, Decision Tree and Neural Network, MS.c. Thesis. Khajehnesire Al-Din Tusi University of Technology.
- 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 pp 2765-2773
- Bucholtz, A. 1995. Rayleigh-scattering calculations for the terrestrial atmosphere Applied Optics 34 15 pp 2765-2773)
- Chandrasekhar, S 1960 Radiative Transfer Dover New-York Chap 1 p 49
- Chandrasekhar, S. 1960. Radiative Transfer Dover New-York Chap 1 p 49
- Ciren P, Kondragunta, S. 2014. Dust aerosol index (DAI) algorithm for MODIS. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 119 (8):4770-92
- Engel-Cox, J. A., Holloman, C. H., Coutant, B. W., & 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., & 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 Atmos. Chem. Phys 7 1 pp 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 Tech. Memorandum, 2000-206892(10), 3-5.
- 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 Trans. Geosci. Remote Sens., 44(11), 3180-3195, doi:10.1109/TGRS.2006.879540
- Hsu, N. C., Tsay, S.C., King, M. D. and Herman, J. R. 2004. Aerosol properties over bright reflecting source regions, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 42(3), 557-569, doi:10.1109/TGRS.2004.824067.
- Jayakumar, P. 1987. Modeling and identification in structural dynamics, Ph.D. dissertation, California Institute of Technology, Pasadena, California. (For thesis)
- Kaufman, Y.J., Tanré, D., Remer, L.A., Vermote, E.F., Chu, A., Holben, B.N. 1997. Operational Remote Sensing of Tropospheric Aerosol over Land from EOS Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 102, No. D14, PP. 17051-1706

Kotchenova, S. Y., Vermote, E. F., Matarrese, R. and Klemm Jr. F. J. 2006. Validation of a vector version of the 6S radiative transfer code for atmospheric correction of satellite data, Part I. Path Radiance, *Appl. Opt.*, 45(26), 6726-6774.

Li, L. J., Ying, W. A. N. G., Zhang, Q., Tong, Y. U., Yue, Z. H. A. O., & 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*, Vol. XXXVII, Part B7, pp 965-970

Savtchenko, A., Ouzounov, D., Ahmad, S., Acker, J., Leptoukh, G., Koziana, J., & 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* (Vol. 18, No. 1, p. 012098). IOP Publishing

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*, Vol. 114, No. 1, 50-63.





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

Azar Faryabi,¹ Hamid Reza Matinfar,^{1*} Seyyed Kazem Alavi Panah² and Ali Akbar Norouzi³

¹ Soil Science Department, Faculty of Agricultural Science, University of Lorestan, Lorestan, Iran

² Department of Remote Sensing, University of Tehran, Tehran, Iran

³ 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 Science*.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 18 and June 25, 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.

