

DOI: [10.29252/ARIDBIOM.2023.19686.1923](https://doi.org/10.29252/ARIDBIOM.2023.19686.1923)

بررسی رابطه شاخص‌های غبارناکی با عمق اپتیکی ریزگردها در محدوده تالاب هورالعظیم (مقاله پژوهشی)

- ۱- فاطمه پوردهقان‌اردکانی، کارشناس‌ارشد، گروه طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
- ۲- مهدی تازه، دانشیار گروه طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
- ۳- سعیده کلانتری*، استادیار گروه طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
skalantari@ardakan.ac.ir
- ۴- زهره ابراهیمی‌خوسفی، دانشیار بیابان‌زدایی، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴

چکیده

پدیده گردوغبار در سال‌های اخیر یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط زیستی بوده که فعالیت‌های مخرب انسانی باعث تشدید این پدیده شده است. با توجه به این که امروزه تالاب‌ها در تعادل آب و هوا و همچنین جلوگیری از ورود ریزگردها نقش اساسی دارند، پژوهش حاضر با هدف تحلیل رابطه عمق اپتیکی ذرات آئروسول‌ها (AOD) با شاخص‌های زمینی غبارناکی در محدوده تالاب هورالعظیم انجام شد. بدین منظور، محصول روزانه AOD، باندهای سنجنده مودیس و داده‌های ساعتی رخدادهای گردوغبار مربوط به ۳ ایستگاه هواشناسی اهواز، صفی‌آباد و مسجد سلیمان در بازه زمانی ۱۸ ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۸) از منابع تأمین آنها، اخذ گردید. از داده‌های ساعتی ثبت شده در ایستگاه‌های سینوپتیک برای محاسبه شاخص طوفان گردوغبار (DSI) و از باندهای سنجنده مودیس برای استخراج شاخص‌های AOD، BTDI، BTDD، TDI، TIDI و Miller، NDDI استفاده شد. از روش رگرسیون خطی و غیرخطی برای تحلیل ارتباط شاخص‌های مذکور با AOD بهره گرفته شد. نتایج حاصل از تحلیل ارتباط بین DSI-AOD عملکرد بسیار ضعیف این شاخص را در تحلیل رخدادهای گردوغبار در هر سه ایستگاه مطالعاتی نشان داد ($R^2 < 0.2$). در ایستگاه‌های اهواز، صفی‌آباد و مسجد سلیمان حداکثر مقدار R^2 به ترتیب بین AOD-BTDI (۰/۴۸)، AOD-Miller (۰/۵۰۳) و AOD-BTD (۰/۵۰) مشاهده شد. این نتایج بیانگر آن است که به طور متوسط حدود ۵۰٪ از تغییرات عمق اپتیکی آئروسول‌ها با استفاده از سه شاخص Miller، BTDI و BTDD قابل تبیین است. بنابراین استفاده از این شاخص‌ها به منظور تحلیل رخدادهای گردوغبار در اطراف تالاب هورالعظیم، دارای کارایی زیادی نیست.

واژگان کلیدی: شاخص‌های زمین مبنای شاخص‌های مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای، گردوغبار، مناطق خشک.

مقدمه

ایران در سال‌های اخیر آثار مخربی بر اکوسیستم‌های مختلف به ویژه تالاب‌ها داشته است. بروز پدیده ریزگرد در نتیجه تغییرات محیط زیستی از جمله کاهش بارندگی و خشک شدن تالاب‌ها از حدود دو دهه پیش در کشور آغاز شده و در حال افزایش است [۱۷]. خصوصیات نوری گرد و غبار از قبیل ضخامت نوری یا عمق اپتیکی در فهم تأثیر گرد و غبار اتمسفری در تغییرات اقلیم و چرخه بیوژئوشیمیایی بسیار مهم و حیاتی هستند [۲۰].

طوفان‌های گردوغبار یکی از پدیده‌های رایج در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است که پیامدهای نامطلوبی را در بخش‌های مختلف بر جا گذاشته است. از معضلات اصلی پدیده فرسایش بادی، طوفان‌های گردوغبار هستند که منبع اصلی آنها قرارگیری در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۴۰ درجه شمالی و جنوبی می‌باشد [۶]. اکوسیستم تالاب‌ها تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و افزایش شهرنشینی و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی در معرض خشک شدن هستند. خشکسالی و کمبود آب در

طوفان‌های گردوغباری باعث اختلال در بیلان تابشی، خواص اپتیکی ابر، فرآیندهای بارش، چرخه بیوژئوشیمیایی زمینی و دریایی، جلوه‌های بصری و فرآیندهای هیدرولوژیکی می‌شود که سبب تحت تأثیر قراردادن سیستم آب و هوایی، اکوسیستم کره زمین و سلامتی انسان می‌شوند [۴ و ۹]. این طوفان‌ها باعث تشدید بیابان‌زایی و خشکسالی، افزایش شوری خاک، کاهش منابع آبی، مشکلات و بیماری‌های تنفسی و همچنین تصادفات ترافیکی می‌شود که زیان‌های اقتصادی-اجتماعی و زیستی را به همراه دارد [۱۳ و ۱۹]. برای مثال، تعداد بسیار زیادی عامل آلرژی‌زا که شامل ۱۰۷ نوع باکتری و ۱۰۶ نوع قارچ می‌باشد توسط این ذرات منتقل می‌شوند [۲]. از دیگر اثرات طوفان گردوخاک، کاهش باروری خاک و صدمه به محصولات، کاهش تابش خورشید و در نتیجه آن کاهش بهره‌وری از سیستم‌های خورشیدی، آسیب دیدن سیستم‌های مکانیکی و ارتباطات مخابراتی می‌باشد [۱۶].

با افزایش فراوانی و شدت طوفان گردوغبار در سال‌های اخیر، شناسایی، پایش و پیش‌بینی روند این پدیده ضروری است. استفاده از ایستگاه‌های زمینی به دلیل دوام کم و تغییرات وسیع مکانی ذرات با محدودیت‌هایی روبه‌رو هستند. با توجه به این که سنجش‌ازدور، ابزاری مناسب برای مطالعه ویژگی‌های طوفان‌های گردوخاک در مقیاس بزرگ می‌باشد، در سال‌های اخیر برای شناسایی طوفان گردوخاک و پایش آن مورد استفاده قرار گرفته‌است [۱]. در تحقیقی برای تشخیص گردوخاک با استفاده از سنجش‌ازدور، روشی جهانی ارائه شد. در این روش تشخیص گردوخاک در تمام فصول سال بدون نیاز به آستانه انجام می‌شود. شاخص GDDI^۱ روشی است که در این مطالعه انجام گرفته و برای توسعه این شاخص از BTDD^۲ و NDDI^۳ نیز استفاده شده است [۱۸].

به طور کلی، برای بررسی مقادیر غبارناکی، شاخص‌های مختلفی معرفی شده است. تعدادی از این شاخص‌ها از روی داده‌های هواشناسی ثبت‌شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک محاسبه می‌شود [۲۱]. از آنجا که پدیده غبارناکی، یک رویداد گذرا می‌باشد، با

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های مختلف پردازش تصویر، از جمله نسبت‌گیری‌های طیفی و شاخص‌های بدست آمده از آن نیز می‌توان به بررسی و پایش پدیده غبارناکی پرداخت. برخی از این شاخص‌ها عبارتند از شاخص اختلاف دمای درخشندگی^۴ (BTDD)، میلر (Miller)، شاخص گردوغبار یکپارچه مادون قرمز حرارتی^۵ (TIIDI)، شاخص توفان گردوغبار^۶ (DSI)، شاخص گردوغبار مادون قرمز حرارتی^۷ (TDI)، عمق اپتیکی آئروسول‌ها^۸ (AOD)، اختلاف رادیانس محلی‌سازی‌شده^۹ (LRDI) و شاخص روزهای غبارآلود^{۱۰} (DDI).

در پژوهشی، عملکرد الگوریتم‌های آشکارسازی طوفان‌های گردوغبار در مناطق خشک استان یزد مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، شش الگوریتم آکرمین، میلر، روسکونسکی و لیو، TDI، TIIDI، NDDI، روی تصاویر سنجنده مودیس بررسی شد. نتایج نشان داد هیچ‌کدام از الگوریتم‌های مورد استفاده قادر به شناسایی تمامی رخداد‌های گردوغبار نخواهد بود [۱۲].

آشکارسازی و واکاوی گردوغبار در استان هرمزگان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، برای پایش توده‌های گردوغبار، ۴۸ تصویر سنجنده مودیس با استفاده از الگوریتم‌های NDDI، TIIDI، TDI و Ackerman مورد پردازش قرار گرفت و نتایج نشان داد الگوریتم TDI کارایی بهتری برای بارزسازی گردوغبار در منطقه دارا می‌باشد [۵].

در مطالعه‌ای، اعتبارسنجی بازیابی اقلیمی بلندمدت آئروسول جهانی با استفاده از داده‌های AERONET و MODIS را مورد بررسی قرار دادند. میانگین ماهانه مجموعه داده‌های عمق نوری هواویزهای ماهواره‌ای بر روی اقیانوس‌ها ضریب همبستگی بالایی را با مقادیر اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های زمینی نشان داد. در تحقیقی تغییرپذیری مکانی و زمانی عمق نوری آئروسول

4- Brightness temperature difference index

5- Thermal Infrared Integrated Dust Index

6- Dust Storm Index

7- Thermal Dust Index

8- Aerosol Optical Depth

9- Local Radiance Difference Index

10- Dusty Days Index

1- Global dust Detection Index

2- Brightness temperature difference

3- Normalised Differene Dust Index

مواد و روش‌ها

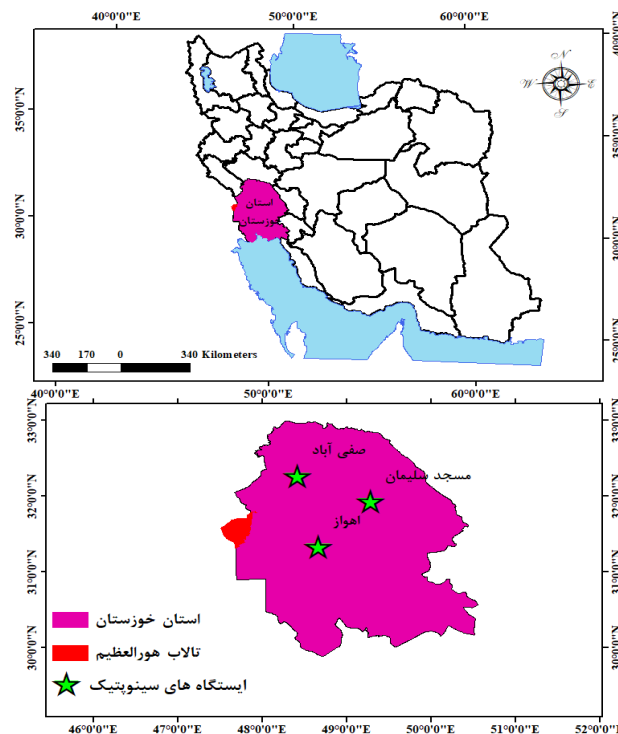
منطقه مورد مطالعه

تالاب هورالعظیم، بزرگ‌ترین تالاب مرزی در استان خوزستان است و یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های غرب آسیا و حوضه آبریز بین‌النهرین است. این تالاب در مرز دو کشور عراق و ایران واقع شده است. این تالاب در گستره‌ی ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۴۷ درجه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است.

تالاب هورالعظیم از دیدگاه منابع جانوری و گیاهی غنی است. در سرتاسر این تالاب گیاهانی چون نیلوفرآبی، نی، تیره تیزک و غیره به صورت شناور در سطح آب دیده می‌شود. در بخش ساحلی، گیاهانی چون کاهوی وحشی، سورمه و کاگله دیده می‌شود. ژرفای این تالاب کم است ولی تدریجاً در وسط آن به چند متر می‌رسد. به طور میانگین عمق آن به ۵ متر می‌رسد. ذخایر آب این تالاب از رود کرخه در ایران و رودخانه دجله در عراق تأمین می‌شود.

(AOD) در ۵۵۰ نانومتر طی یک دوره ۱۸ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷) در قلمرو کل چین مورد بررسی قرار گرفت. توزیع مکانی AOD تفاوت‌های جغرافیایی مشخصی با کاهش تدریجی از شرق به غرب کشور را نشان داد. تنوع فصلی هوایزها در بیشتر مناطق چین دارای حداکثر AOD در بهار یا تابستان و حداقل در پاییز یا زمستان بوده است [۸].

به طور کلی، از شاخص‌های غبارناکی برای بررسی اهداف مختلف در پژوهش‌های گذشته استفاده شده است؛ این درحالی است که به مقایسه این شاخص‌ها و معرفی بهترین شاخص جهت تحلیل رویداد گردوغبار در اکوسیستم‌های مختلف به ویژه اکوسیستم تالاب، توجهی نشده است. بر این اساس، مقایسه شاخص‌های مختلف غبارناکی به منظور تحلیل وقایع گردوغبار در اطراف تالاب هورالعظیم که به عنوان یکی از کانون‌های مهم تولید گردوغبار در ایران و عراق است، به عنوان هدف اصلی تحقیق حاضر مدنظر قرار گرفت. بدین منظور، شاخص‌های مختلف با عمق اپتیکی آئروسول‌ها مقایسه و سرانجام، بهترین شاخص غبارناکی معرفی گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

روش تحقیق

در تحقیق حاضر، از دو دسته اطلاعات شامل داده‌های زمینی و داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است. داده‌های زمینی شامل داده‌های آماری مربوط به گردوغبار به صورت روزانه، از ایستگاه‌های منتخب اهواز، صفی‌آباد و مسجدسلیمان به دلیل نزدیک بودن موقعیت این ایستگاه‌ها به تالاب هورالعظیم از سازمان هواشناسی ایران اخذ شد.

داده‌های روزانه AOD مربوط به سطح ۴ سنجنده مودیس در دوره زمانی ۱۸ ساله (۲۰۱۸-۲۰۰۰) نیز به فرمت Netcdf از آرشیو USGS دریافت شد. این داده‌ها با کدنویسی در محیط برنامه snap برای ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه استخراج شد. در این پژوهش همچنین از ۲۷ تصویر سنجنده‌ی مودیس در سطح 1B ماهواره ترا برای تاریخ‌های گردوغباری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. در واقع، رویدادهای وقوع گردوغبار در منطقه براساس متغیرهای سرعت و شعاع دید و کدهای هواشناسی، استخراج و اقدام به اخذ تصاویر ماهواره‌ای در تاریخ و وقوع رویدادهای مذکور از سایت <http://ladsweb.nascom.nasa.gov> گردید (جدول ۱).

پس از تصحیحات هندسی و اتمسفری بر روی تصاویر MOD021K سنجنده مودیس، شاخص‌های شناسایی گردوغبار به روش‌هایی که در ادامه ارائه شده، محاسبه شد.

شاخص BTD آکرمین از تفاضل باند ۳۱ و باند ۳۲ سنجنده مودیس به دست می‌آید (رابطه ۱). مقادیری از BTD که کمتر از صفر درجه کلون باشد به معنی وجود گردوغبار و مقادیر BTD بزرگ‌تر و مساوی صفر درجه کلون به معنی عدم وجود گردوغبار می‌باشد [۲۲].

$$BTB=BT_{31}-BT_{32} \quad (1)$$

شاخص BTDI از اختلاف دمایی روشنایی باند ۳۲ از باند ۳۱ در سنجنده مودیس به دست می‌آید (رابطه ۲). در حالت عادی دمایی روشنایی باند ۳۱ بالاتر از باند ۳۲ می‌باشد ولی در زمان گردوغبار این وضعیت برعکس می‌شود و در نتیجه، گردوغبار با ارزش‌های عددی مثبت بالاتر نسبت به سایر پدیده‌ها نمایان می‌شود [۲۲].

$$BTDI=CH_{32}-CH_{31} \quad (2)$$

$$CH_{31}=\text{MODIS-31}(10.78\mu\text{m}\sim 11.28)$$

$$CH_{32}=\text{MODIS-32}(11.72\mu\text{m}\sim 12.27)$$

شاخص TIIDI بر اساس اختلاف درجه روشنایی چهار باند مادون قرمز حرارتی ۲۰، ۲۹، ۳۱ و ۳۲ به دست می‌آید (رابطه ۳). مقادیر بالای صفر بیانگر وجود گردوغبار در تصویر می‌باشد [۱۱]. این الگوریتم قادر به جداکردن گردوغبار از سطح خشک زمین می‌باشد ولی نمی‌تواند گردوغبار روی آب را تشخیص دهد [۱۴].

مزیت اصلی این روش نسبت به سایر روش‌ها این است که شدت وقوع گردوغبار را نشان می‌دهد:

(۳)

$$TIIDI=(BT_{D32-31})\times\exp\left(\frac{BT_{D29-31}}{2}\right)\times BT_{D20-31}$$

$$BT_{D29-31}>0, a=5$$

$$BT_{D29-31}<0, a=10$$

شاخص میلر: در این روش، اطلاعات را از باندهای مرئی چندگانه با مادون قرمز نزدیک و دور ترکیب می‌کند و نتایج بهتری برای تشخیص مناطق گردوغبار از ابرهای یخی/آبی و سطح روشن بیابان در تصاویر رنگی کاذب بهبود یافته ارائه می‌دهد. این الگوریتم نیز برای هنگام روز قابل استفاده می‌باشد و به خوبی قادر به بارزسازی گردوغبار می‌باشد. مقادیر بدون بعد از ۱/۳ تا ۲/۷ به عنوان خروجی این الگوریتم در نظر گرفته می‌شود [۱۲].

شاخص NDDI یا شاخص گردوغباری نرمال با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$NDDI=(b7-b3)/(b7+b3) \quad (4)$$

b7: باند ۷ سنجنده مودیس

b3: باند ۳ سنجنده مودیس

در این الگوریتم، مقادیر بالای صفر بیانگر وجود گردوغبار روی تصاویر است. از مزایای این شاخص نسبت به شاخص‌هایی که از باندهای حرارتی استفاده می‌کنند، در طول روز بسیار مفید بوده و خلأ داده‌ای را پر می‌کند.

شاخص NDDI به تنهایی نمی تواند پیکسل های گردوغبار موجود در اتمسفر را از پیکسل های غیر گردوغبار و ماسه زمینی جدا کند و همچنین در تصاویری که ابر و یا آب وجود داشته باشد، عملکرد ضعیفی دارد [۷].

میزان بازتابش در باند ۳ مودیس دارای کمترین مقدار و در باند ۷ مودیس دارای بیشترین مقدار می باشد. این خصوصیات طیفی باعث می شود تا گردوغبار را از ابرها که دارای بازتابش بالایی در باند ۳ مودیس می باشد، قابل تشخیص باشد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره ای استفاده شده در تحقیق حاضر

ردیف	ماهواره	تاریخ	زمان	تصویر
۱	ترا	۲۰۰۰/۳/۲۳	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2000083.0720.061.2017172212936
۲	ترا	۲۰۰۰/۳/۲۴	۰۸:۰۵	MOD021KM.A2000084.0805.061.2017172212707
۳	ترا	۲۰۰۰/۷/۳۰	۰۸:۰۵	MOD021KM.A2000212.0805.061.2017174184955
۴	ترا	۲۰۰۰/۸/۱	۰۷:۵۰	MOD021KM.A2000214.0750.061.2017174201040
۵	ترا	۲۰۰۰/۱۰/۱۷	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2000291.0720.061.2017175045846
۶	ترا	۲۰۰۰/۱۱/۱۷	۰۸:۱۵	MOD021KM.A2000322.0815.061.2017177140137
۷	ترا	۲۰۰۱/۵/۲	۰۷:۳۵	MOD021KM.A2001122.0735.061.2017173002958
۸	ترا	۲۰۰۱/۲/۴	۰۷:۳۰	MOD021KM.A2001035.0730.061.2017173013202
۹	ترا	۲۰۰۱/۴/۷	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2001097.0740.061.2017172194723
۱۰	ترا	۲۰۰۱/۱۱/۱۲	۰۷:۱۵	MOD021KM.A2001316.0715.061.2017177234632
۱۱	ترا	۲۰۰۲/۵/۲۴	۰۷:۵۵	MOD021KM.A2002144.0755.061.2017181153117
۱۲	ترا	۲۰۰۲/۴/۱۲	۰۷:۲۰	MOD021KM.A2002102.0720.061.2017180220047
۱۳	ترا	۲۰۰۲/۴/۱۸	۰۸:۲۰	MOD021KM.A2002108.0820.061.2017180223701
۱۴	ترا	۲۰۰۲/۶/۲۵	۰۷:۵۵	MOD021KM.A2002176.0755.061.2017182005922
۱۵	ترا	۲۰۰۲/۶/۲۶	۰۷:۰۰	MOD021KM.A2002177.0700.061.2017181223239
۱۶	ترا	۲۰۰۳/۴/۲۰	۰۷:۳۵	MOD021KM.A2003110.0735.061.2017193215704
۱۷	ترا	۲۰۰۳/۱۰/۲۹	۰۷:۳۵	MOD021KM.A2003302.0735.061.2017196005920
۱۸	ترا	۲۰۰۳/۲/۲۰	۰۷:۵۵	MOD021KM.A2003051.0755.061.2017191185913
۱۹	ترا	۲۰۰۳/۳/۱۹	۰۷:۳۵	MOD021KM.A2003078.0735.061.2017192083401
۲۰	ترا	۲۰۰۴/۲/۱۴	۰۸:۰۰	MOD021KM.A2004045.0800.061.2017197101107
۲۱	ترا	۲۰۰۴/۵/۱۳	۰۷:۵۵	MOD021KM.A2004134.0755.061.2017200223910
۲۲	ترا	۲۰۰۴/۱۰/۲۲	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2004296.0740.061.2017203021856
۲۳	ترا	۲۰۰۵/۱۲/۱۷	۰۸:۰۰	MOD021KM.A2005351.0800.061.2017194050502
۲۴	ترا	۲۰۰۷/۷/۱۵	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2007196.0720.061.2017250185122
۲۵	ترا	۲۰۰۸/۵/۲۸	۰۷:۳۰	MOD021KM.A2008149.0730.061.2017255215303
۲۶	ترا	۲۰۰۸/۳/۲۷	۰۷:۴۰	MOD021KM.A2008087.0720.061.2017255072939
۲۷	ترا	۲۰۱۲/۳/۱۳	۰۷:۲۵	MOD021KM.A2012073.0725.061.2017330130939
۲۸	ترا	۲۰۱۶/۴/۱۲	۰۷:۵۵	MOD021KM.A2016103.0755.061.2017325210357
۲۹	ترا	۲۰۰۱/۱۱/۱۷	۰۷:۳۵	MOD021KM.A2001321.0735.061.2017177132415

نتایج

رابطه شاخص زمینی DSI با AOD

رابطه بین شاخص زمینی محاسبه شده بر اساس داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در اطراف تالاب هورالعظیم با مقادیر AOD در مقیاس ماهانه بر اساس دو روش رگرسیون خطی و چندجمله‌ای در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد مقادیر R^2 در ایستگاه‌های اهواز، مسجد سلیمان و صفی‌آباد در روش خطی به ترتیب برابر با ۰/۰۷۱، ۰/۰۱۱ و ۰/۰۲۲- و در روش غیرخطی به ترتیب برابر با ۰/۱۰۱، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۱۳- می‌باشد. در واقع، این نتایج عملکرد پایین DSI را در ایستگاه‌های مطالعاتی جهت تبیین رویداد گردوغبار نشان می‌دهد.

رابطه شاخص‌های ماهواره‌ای غبارناکی با AOD

شاخص‌های غبارناکی BTDI، BTM، BTDI، BTM، TDI، TIIDI، NDDI و میلر با اعمال روابط ارائه شده در بخش مواد و روش، روی باندهای سنجنده مودیس در روز وقوع رخداد‌های گردوغبار محاسبه گردید. برای جلوگیری از تطویل مقاله، نمونه‌ای از شاخص‌های به دست آمده از دو شاخص BTDI، BTM در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

پس از تهیه شاخص‌های مذکور، ارزش غبارناکی مربوط به هر ایستگاه استخراج و ارتباط آن با مقادیر AOD روز وقوع رخداد گردوغبار با استفاده از رگرسیون خطی و غیرخطی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از بررسی روابط بین شاخص‌های ماهواره‌ای و AOD برای سه ایستگاه مطالعاتی در شکل‌های ۴ تا ۶ ارائه شده است. نتایج بررسی در ایستگاه اهواز نشان داد که مقدار R^2 بین AOD و BTM و همچنین BTDI در روش خطی برابر با ۰/۳۶۳ و در روش چندجمله‌ای برابر با ۰/۴۸۹ می‌باشد. این مقادیر در پارامترهای AOD و TIIDI به ترتیب برابر با ۰/۱۲۰ و ۰/۱۳۵، پارامترهای AOD و TDI برابر با ۰/۰۳۱ و ۰/۰۳۴، پارامترهای AOD و Miller برابر با ۰/۱۷۸ و ۰/۱۷۹ و همچنین پارامتر AOD و NDDI برابر با ۰/۲۸۹ و ۰/۳۴۲ به دست آمد. حداکثر مقدار R^2 بین AOD و BTDI با مقدار عددی ۰/۴۸۹ در

شاخص TDI دارای قدرت تفکیک مکانی بالا می‌باشد و بیانگر شدت گردوغبار می‌باشد. به دلیل خصوصیات منحصر به فرد گردوغبار در محدوده مادون قرمز حرارتی به ویژه نشانه V شکل از سیلیکات به دلیل جاذب بودن در ناحیه ۸/۳-۱۲ میکرومتر، این پدیده در ناحیه مادون قرمز حرارتی قابل شناسایی می‌باشد [۱۰]. این شاخص با استفاده از رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

(۵)

$$TDI = c_0 + c_1 * BT_{20} + c_2 * BT_{30} + c_3 * BT_{31} + c_4 * BT_{32}$$

$$C_0 = -7.9370, C_1 = 0.1227, C_2 = 0.0260,$$

$$C_3 = -0.7068, C_4 = 0.5883$$

شاخص DSI بر اساس تعداد گردوغبار شدید، متوسط و محلی که بر اساس حداکثر کدهای روزانه ثبت شده‌اند و با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شود.

$$DSI = (5SD) + MD + LDE/20 \quad (۶)$$

SD: طوفان گردوغبار شدید (کدهای ۳۳ تا ۳۵)

MD: طوفان گردوغبار متوسط (کدهای ۳۰ تا ۳۲ و ۹۸)

LDE: گردوغبار محلی (کدهای ۰۷، ۰۸، ۰۹).

در این تحقیق، تحلیل‌های آماری انجام شده در محیط نرم‌افزار اکسل و تحلیل‌های رقومی روی تصاویر ماهواره‌ای در محیط نرم‌افزار ENVI و افزونه MCTK^۱ و GIS انجام گرفت. بدین ترتیب، پس از تعیین زون منطقه مورد مطالعه اقدام به تهیه تصاویر رادیانس و رفلکتانس در محیط افزونه تولیکت مودیس شد. سپس در محیط GIS ارزش رقومی هر کدام از آنها در محل ایستگاه‌ها استخراج و مقدار شاخص‌های غبارناکی در این بازه زمانی ۱۸ ساله محاسبه شد.

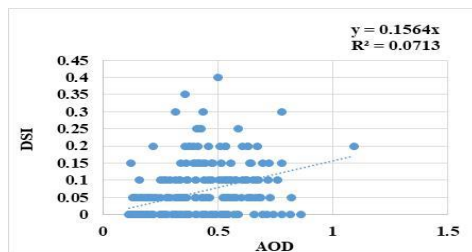
پس از محاسبه هر کدام از این شاخص‌ها، رابطه بین AOD و هر شاخص به صورت مجزا در محیط اکسل به روش رگرسیون خطی و چندجمله‌ای و همچنین آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت.

^۱- Modis Conversion Toolkit

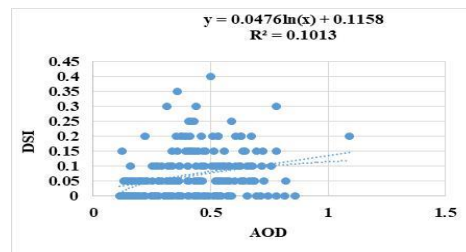
شاخص BTDI با بیشترین ضریب تبیین در این ایستگاه می‌تواند برای شناسایی گردوغبار معرفی شود.

روش غیرخطی حاصل شد. حداقل مقدار R^2 در روش خطی و چندجمله‌ای مربوط به پارامتر AOD و TDI به ترتیب با مقدار عددی ۰/۰۳۱ و ۰/۰۳۴ می‌باشد. بنابراین،

رگرسیون خطی

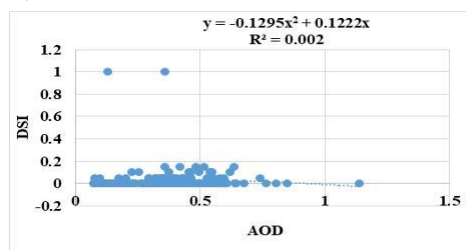
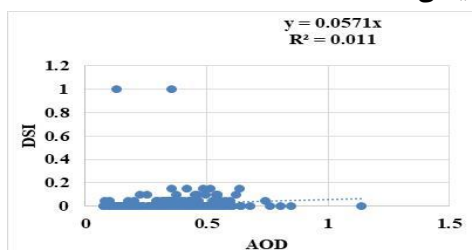


رگرسیون غیر خطی

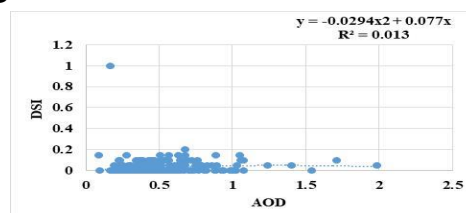
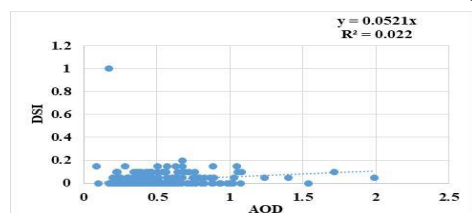


اهواز

مسجد سلیمان



صفی آباد



شکل ۲- روابط خطی و غیرخطی بین مقادیر متوسط ماهانه DSI و AOD در ایستگاه‌های سینوپتیک اطراف تالاب هورالعظیم

ترتیب شاخص Miller با عملکرد بالایی که نسبت به مابقی شاخص‌ها در این ایستگاه دارد. جهت تشخیص پدیده گردوغبار در این ایستگاه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

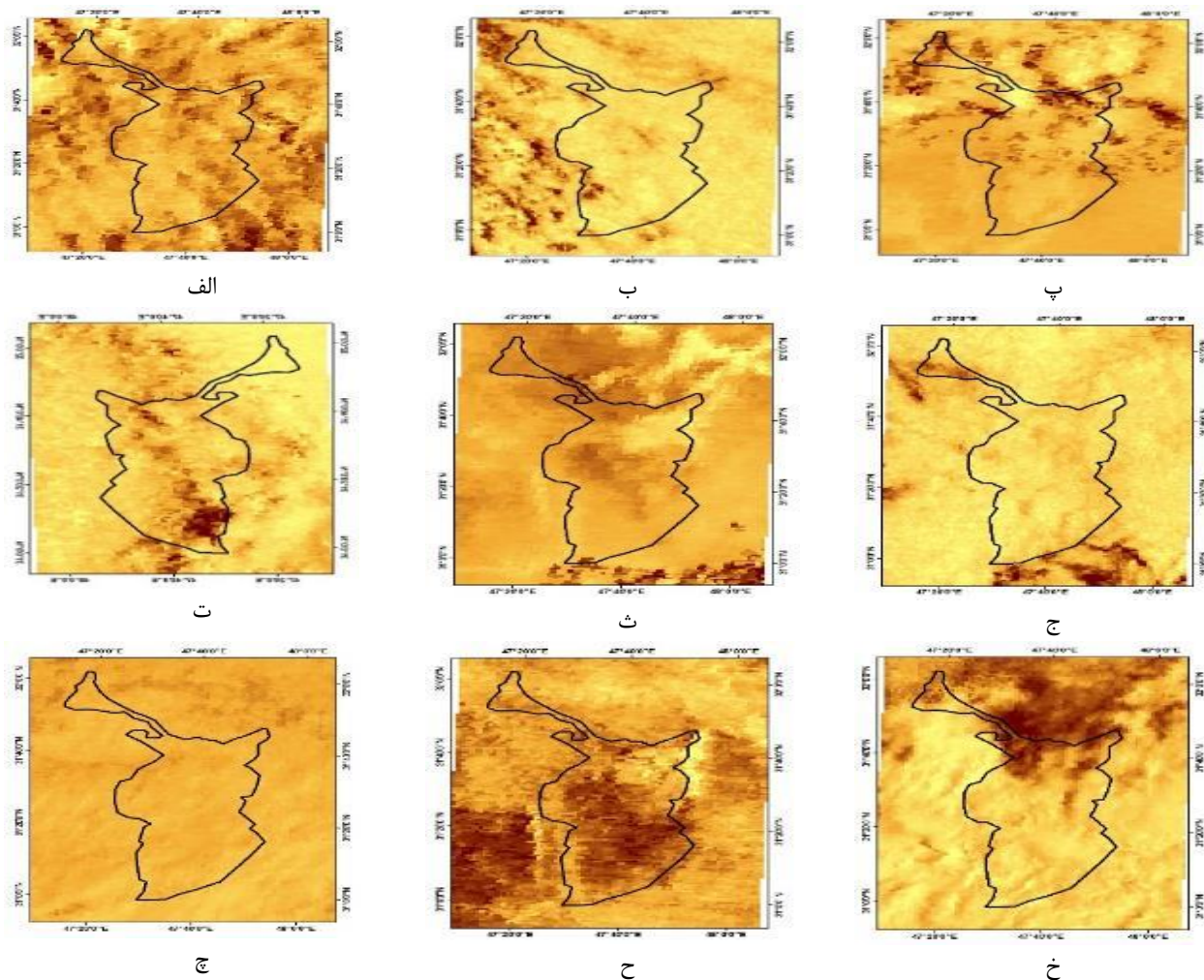
نتایج به دست آمده در ایستگاه مسجد سلیمان نشان داد، مقادیر R^2 بین AOD و BTDI در روش خطی برابر با ۰/۳۶۵ و در روش چندجمله‌ای برابر با ۰/۰۴ است. این مقادیر در مورد پارامترهای AOD و BTDI به ترتیب برابر با ۰/۰۰۷ و ۰/۰۴۰، در مورد سنجه‌های AOD و TIIDI به ترتیب برابر با ۰/۰۹۴ و ۰/۱۴۹، در سنجه‌های AOD و TDI برابر با ۰/۰۴۴ و ۰/۰۵۰، سنجه‌های AOD و Miller ۰/۳۳۴ و ۰/۵۰۳، و در سنجه‌های AOD و NDDI برابر با ۰/۲۳۱ و ۰/۳۷۶ است. جمع‌بندی کلی این شاخص‌ها در ایستگاه مذکور نشان داد حداکثر مقدار R^2

نتایج بررسی روابط رگرسیونی در ایستگاه صفی‌آباد نشان داد که مقدار R^2 بین AOD و BTDI در روش خطی برابر با ۰/۱۰۳ و در روش چندجمله‌ای برابر با ۰/۱۴۴ است. این مقادیر در مورد سنجه‌های AOD و BTDI به ترتیب برابر با ۰/۱۰۳ و ۰/۱۴۴، سنجه‌های AOD و TIIDI برابر با ۰/۱۲۴ و ۰/۱۸۷، سنجه‌های AOD و TDI برابر با ۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۳، سنجه‌های AOD و Miller برابر با ۰/۳۳۴ و ۰/۵۰۳ و سنجه‌های AOD و NDDI برابر با ۰/۳۳۱ و ۰/۳۷۶ می‌باشد.

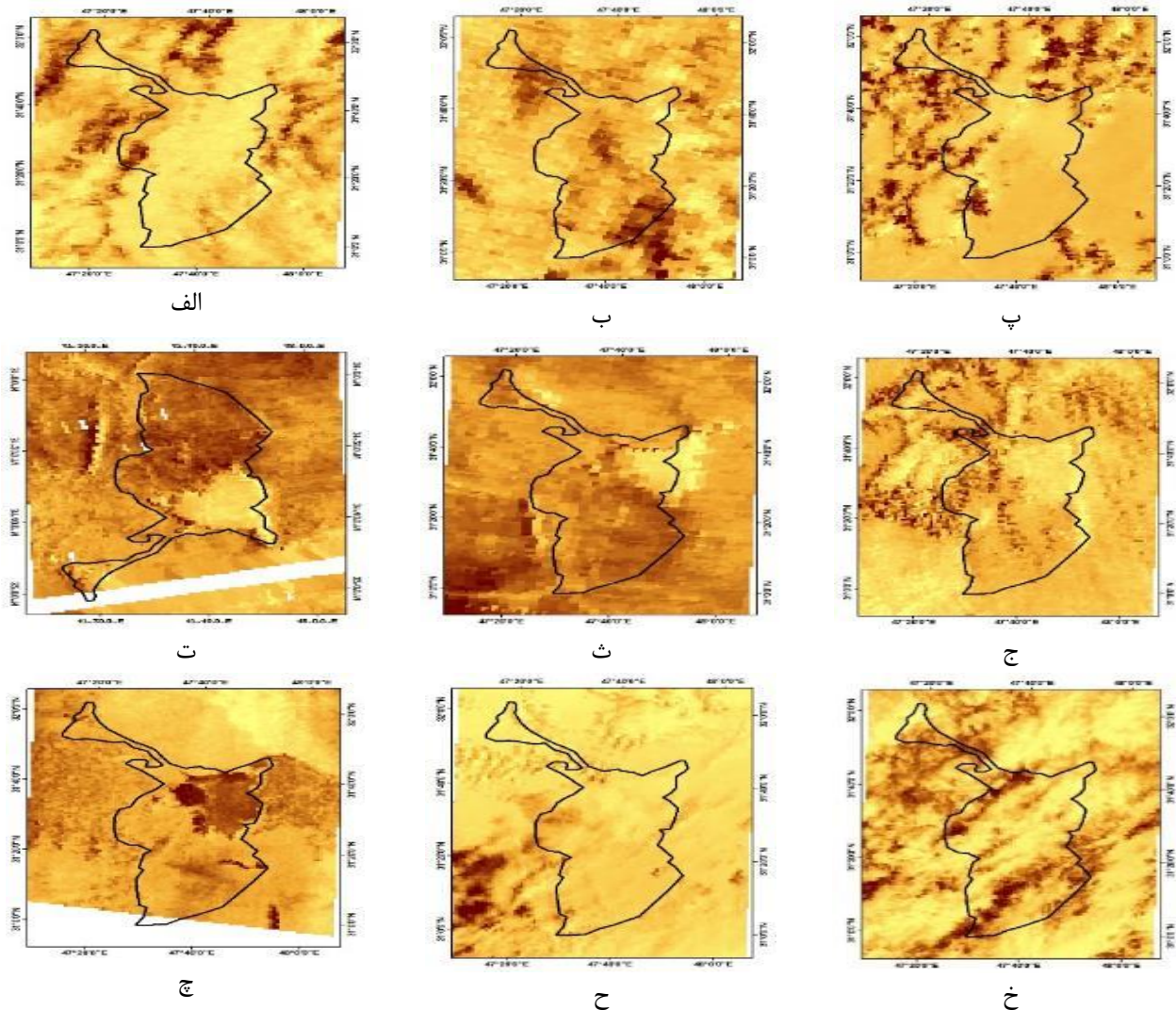
نتایج کلی این شاخص‌ها در این ایستگاه نشان می‌دهد حداکثر مقدار R^2 بین AOD و MillerI در روش چندجمله‌ای با مقدار ۰/۵۰۳ می‌باشد. حداقل مقادیر R^2 در روش رگرسیون خطی و چندجمله‌ای مربوط به پارامتر AOD و TDI با مقدار ۰/۰۰۹ و ۰/۰۱۳ می‌باشد. بدین

بین AOD و شاخص Miller با مقدار ۰/۵ در روش چندجمله‌ای است و کمترین مقدار R^2 در روش خطی به ترتیب مربوط به پارامترهای AOD و BTDI با مقدار ۰/۰۷ و ۰/۰۹۴ و AOD و TDI با مقدار ۰/۰۴۴ می‌باشد. در روش چندجمله‌ای به ترتیب مربوط به پارامترهای AOD و BTDI با مقدار ۰/۰۴۰ و AOD و TDI با مقدار ۰/۰۵۰ است. بنابراین، در این ایستگاه شاخص Miller بهترین عملکرد و همبستگی داشته از این‌رو برای شناسایی گردوغبار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

بین AOD و شاخص Miller با مقدار ۰/۵ در روش چندجمله‌ای است و کمترین مقدار R^2 در روش خطی به ترتیب مربوط به پارامترهای AOD و BTDI با مقدار ۰/۰۷ و ۰/۰۹۴ و AOD و TDI با مقدار ۰/۰۴۴ می‌باشد. در روش چندجمله‌ای به ترتیب مربوط به پارامترهای AOD و BTDI با مقدار ۰/۰۴۰ و AOD و TDI با مقدار ۰/۰۵۰ است. بنابراین، در این ایستگاه شاخص Miller بهترین عملکرد و همبستگی داشته از این‌رو برای شناسایی گردوغبار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲- شاخص غبارناکی BTDI در رویدادهای الف (۲۰۰۰/۳/۲۳، ب (۲۰۰۰/۳/۲۴، پ (۲۰۰۰/۷/۳۰، ت (۲۰۰۰/۱۱/۱۷، ث (۲۰۰۰/۱۱/۱۷، ج (۲۰۰۰/۱۰/۱۷، چ (۲۰۰۰/۱۲/۲۴، ح (۲۰۰۰/۱۱/۱۲، خ (۲۰۰۰/۱۱/۱۷.



ادامه شکل ۲- شاخص غبارناکی BTDI در رویدادهای الف (۲۰۰۲/۴/۱۲، ب (۲۰۰۲/۴/۱۸، پ (۲۰۰۲/۵/۲۴، ت (۲۰۰۲/۶/۲۵، ث (۲۰۰۳/۱/۲۹، ج (۲۰۰۲/۶/۲۶، چ (۲۰۰۳/۲/۲۰، ح (۲۰۰۳/۳/۱۹، خ (۲۰۰۳/۴/۲۰).

بحث و نتیجه گیری

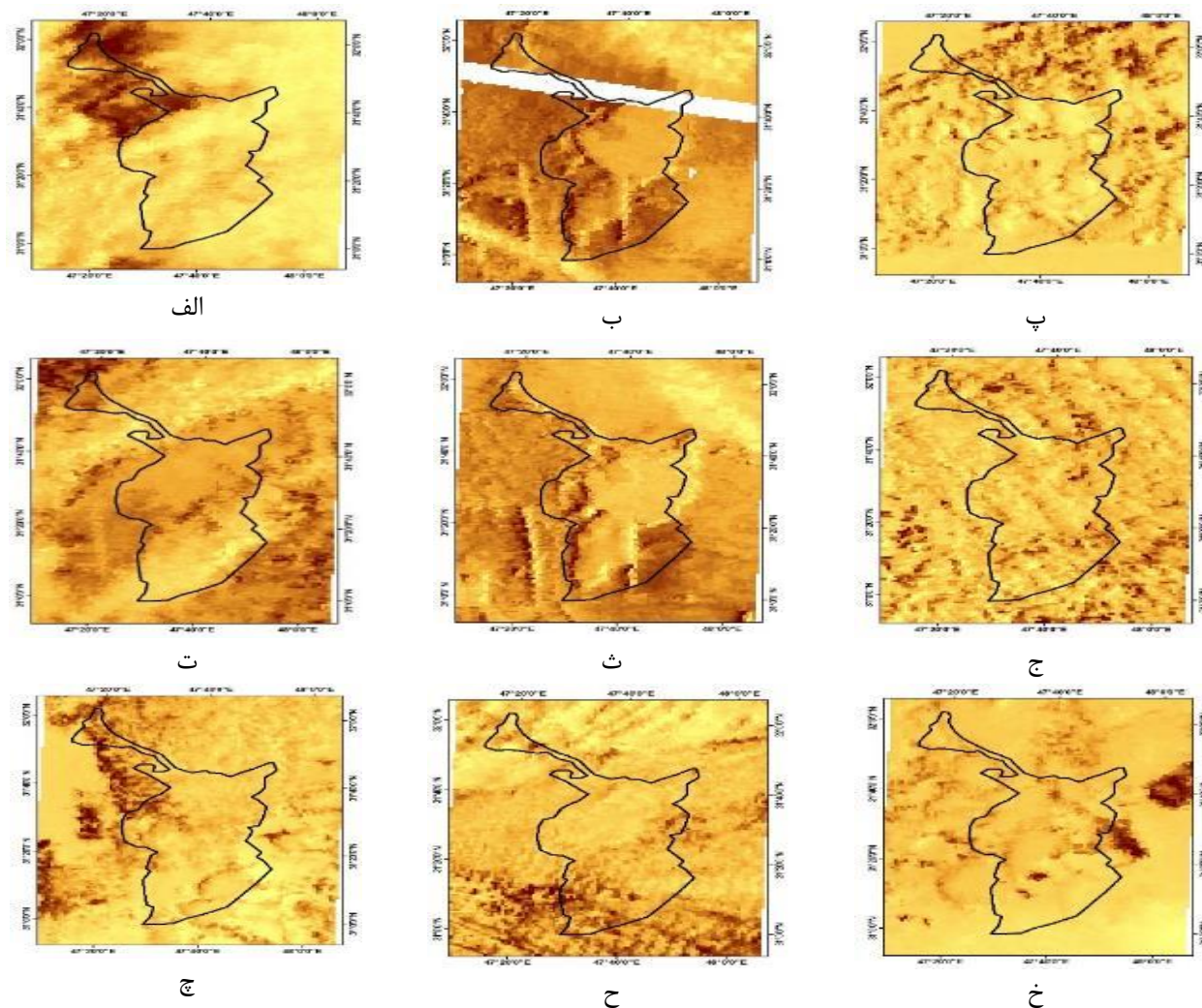
پژوهش حاضر با هدف مقایسه عملکرد چندین شاخص غبارناکی برای تحلیل رویداد گردوغبار در سه ایستگاه نزدیک به تالاب خشکیده هورالعظیم شامل اهواز، صفی‌آباد و مسجدسلیمان انجام شد. بدین منظور از روش‌های رگرسیون خطی و غیرخطی استفاده گردید. نتایج حاصل از مقایسه شاخص زمینی غبارناکی (DSI) با AOD در مقیاس ماهانه عملکرد ضعیف این شاخص را برای تحلیل رویدادهای گردوغبار در ایستگاه‌های مطالعاتی نشان داد.

نتایج این بخش از پژوهش حاضر با نتایج مطالعاتی که توسط دو گروه محقق در این زمینه انجام گرفته‌است و به ارتباط قوی بین مشاهدات زمینی و AOD اشاره کرده‌اند، همخوانی ندارد. دلیل آن، تفاوت در شرایط اقلیمی و جغرافیایی عرصه‌های مطالعاتی و یا طول دوره زمانی مورد مطالعه این

محققان با شرایط مناطق مطالعاتی این پژوهش می‌باشد [۱۵ و ۳].

نتایج بررسی شاخص‌های ماهواره‌ای غبارناکی نشان داد که در ایستگاه اهواز حداکثر میزان R^2 مربوط به شاخص AOD با BTDI و سپس شاخص AOD با NDDI می‌باشد. در ایستگاه صفی‌آباد بیشترین مقدار R^2 مربوط به شاخص AOD و Miller و همچنین شاخص AOD با NDDI می‌باشد.

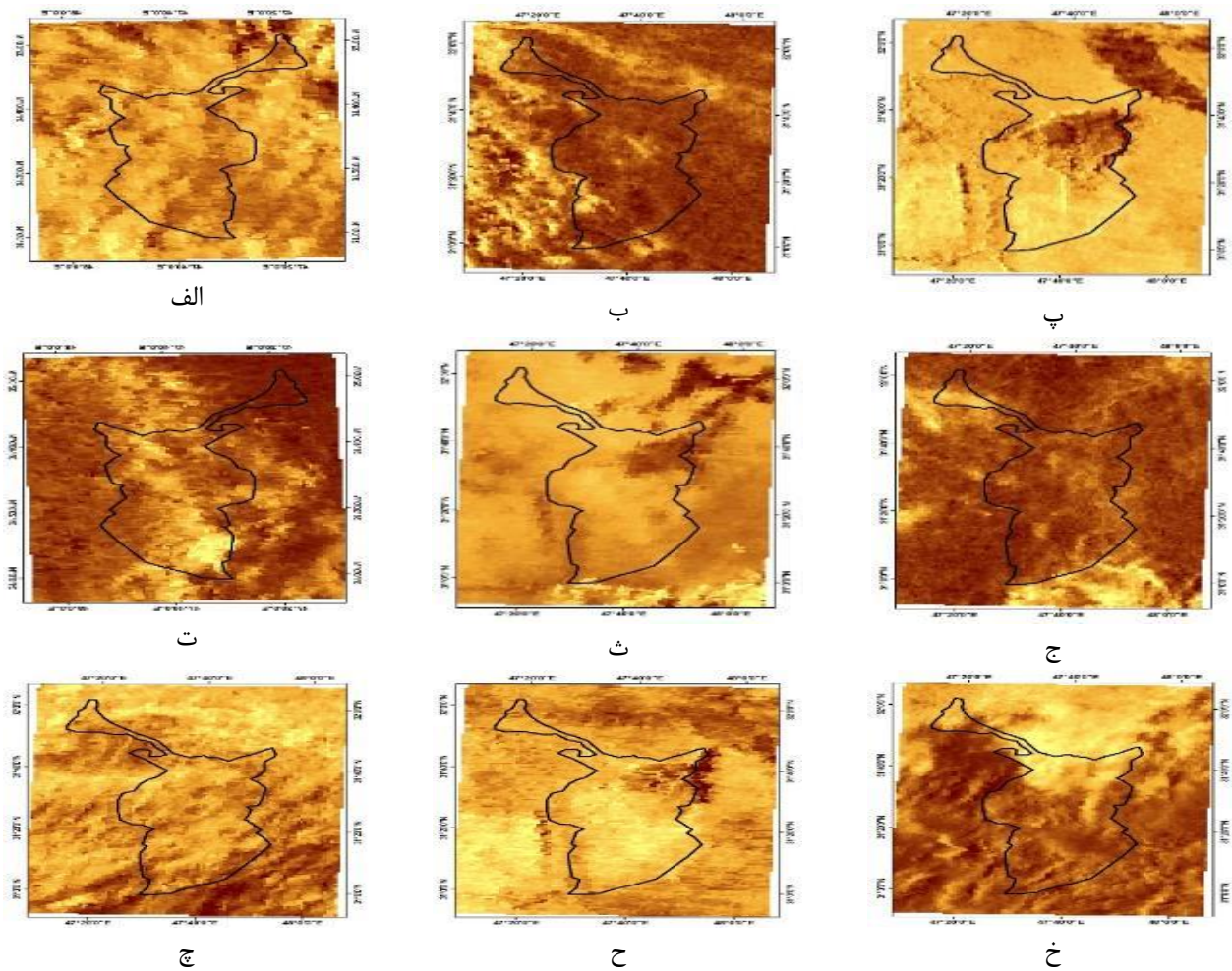
در ایستگاه مسجدسلیمان بیشترین مقدار R^2 مربوط به شاخص AOD با Miller و بعد از آن به ترتیب شاخص‌های AOD با NDDI و BTDI و حداقل آن مربوط به شاخص AOD با شاخص‌های BTDI، TIIDI و TDI می‌باشد. شاخص BTDI در ایستگاه مسجد سلیمان و شاخص Miller در دو ایستگاه صفی‌آباد و مسجدسلیمان بهترین کارایی را داشتند.



ادامه شکل ۲- شاخص غبارناکی BTDI در رویدادهای الف) ۲۰۰۴/۲/۴، ب) ۲۰۰۴/۵/۲۳، پ) ۲۰۰۴/۱۰/۲۲، ت) ۲۰۰۵/۱۲/۱۷، ث) ۲۰۰۷/۷/۱۵، ج) ۲۰۰۸/۳/۱۷، چ) ۲۰۰۸/۵/۲۸، ح) ۲۰۱۱/۳/۱۳، خ) ۲۰۱۶/۴/۱۲.

گردوغبار از این شاخص استفاده کرد. شاخص BTDI در ایستگاه اهواز همبستگی بالایی با AOD نشان داد [۲۳]. نتایج مطالعاتی در غرب ایران، حاکی از عملکرد خوب شاخص BTDI برای تفکیک گردوغبار از دیگر پدیده‌ها می‌باشد که با مطالعه حاضر مطابقت دارد [۲۲]. شاخص TDI و TIIDI در هر سه ایستگاه عملکرد ضعیفی نشان داد که با یافته‌های برخی مطالعاتی که در هرمزگان و یزد انجام شده و به عملکرد خوب این شاخص‌ها اشاره کردند، مطابقت ندارد [۱۲و۵].

شمشیری و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی سه شاخص BTDI، TDI و Miller گزارش کردند که شاخص BTDI و سپس Miller و TDI بهترین کارایی را دارند که می‌تواند مؤید یافته‌های پژوهش حاضر نیز باشد. در تحقیقی برای شناسایی طوفان گردوغبار در مناطق با سطوح روشن از شاخص NDDI استفاده کردند و به این نتیجه گرفتند که این شاخص عملکرد خوبی برای شناسایی گردوغبار دارد. بر اساس نتایج این مطالعه، شاخص NDDI در هر سه ایستگاه همبستگی بالایی داشته‌است، از این‌رو، با نتایج مطالعات قبلی مطابقت دارد و می‌توان برای شناسایی



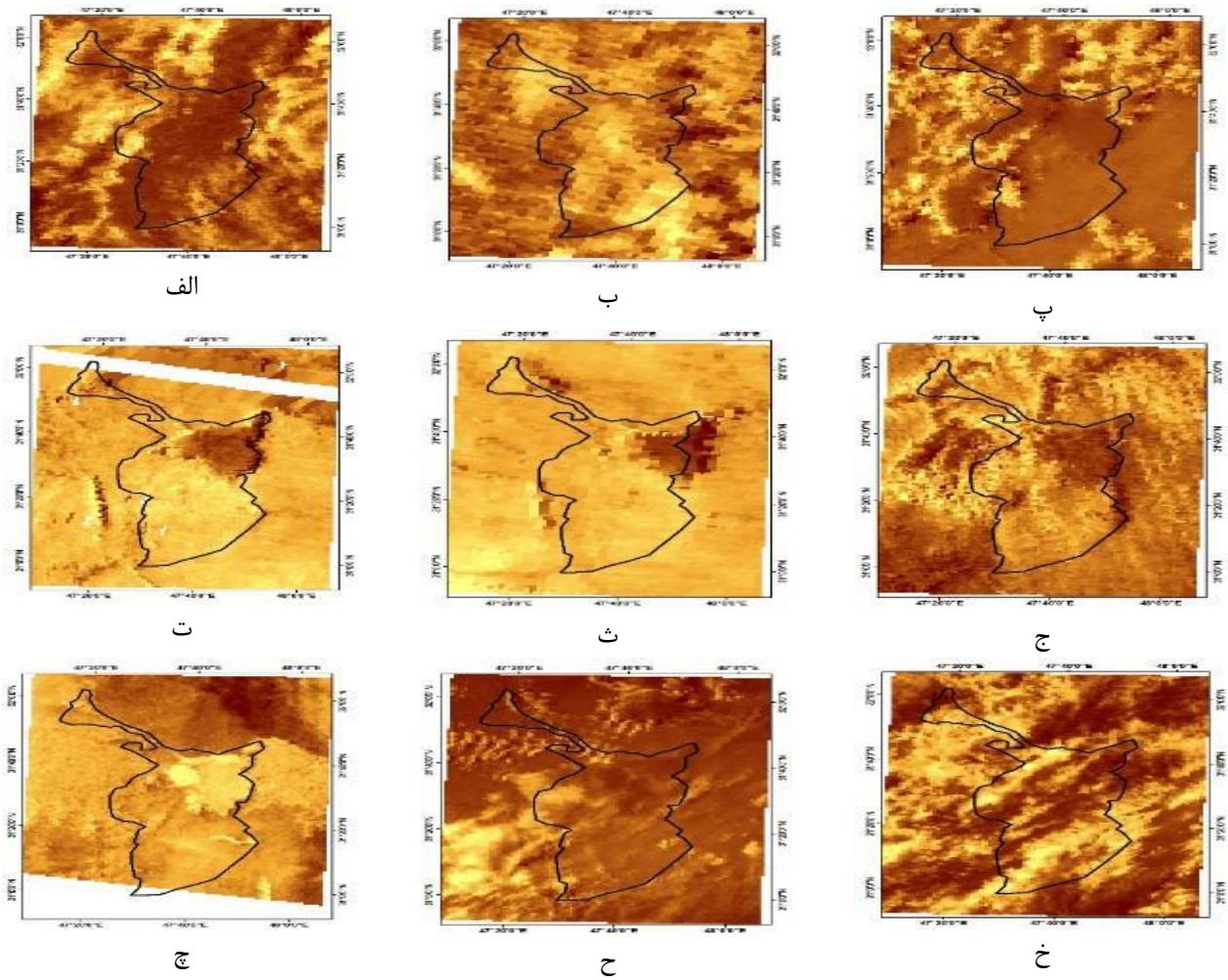
شکل ۳- شاخص غبارناکی BTD در رویدادهای الف (۲۰۰۰/۳/۲۳، ب (۲۰۰۰/۳/۲۴، پ (۲۰۰۰/۷/۳۰، ت (۲۰۰۰/۱۱/۱۷، ث (۲۰۰۰/۱۰/۱۷، ج (۲۰۰۰/۴/۷، چ (۲۰۰۰/۲/۲۴، ح (۲۰۰۰/۱۱/۱۲، خ (۲۰۰۰/۱۱/۱۷)

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که شاخص‌های BTD، Miller، BTD، و NDDI در مقایسه با دو شاخص دیگر عملکرد بهتری برای انجام مطالعات غبارناکی در ایستگاه‌های اطراف تالاب هورالعظیم دارند. با توجه به این که رویدادهای غبارناکی به شدت وابسته به زمان است، امکان همزمانی وقوع غبار با ساعاتی که در آن تصویر ماهواره‌ای وجود دارد کم است. بنابراین، داده‌هایی که بتوان با استفاده از آنها اقدام به تجزیه و تحلیل غبارناکی نمود، به حداقل می‌رسد.

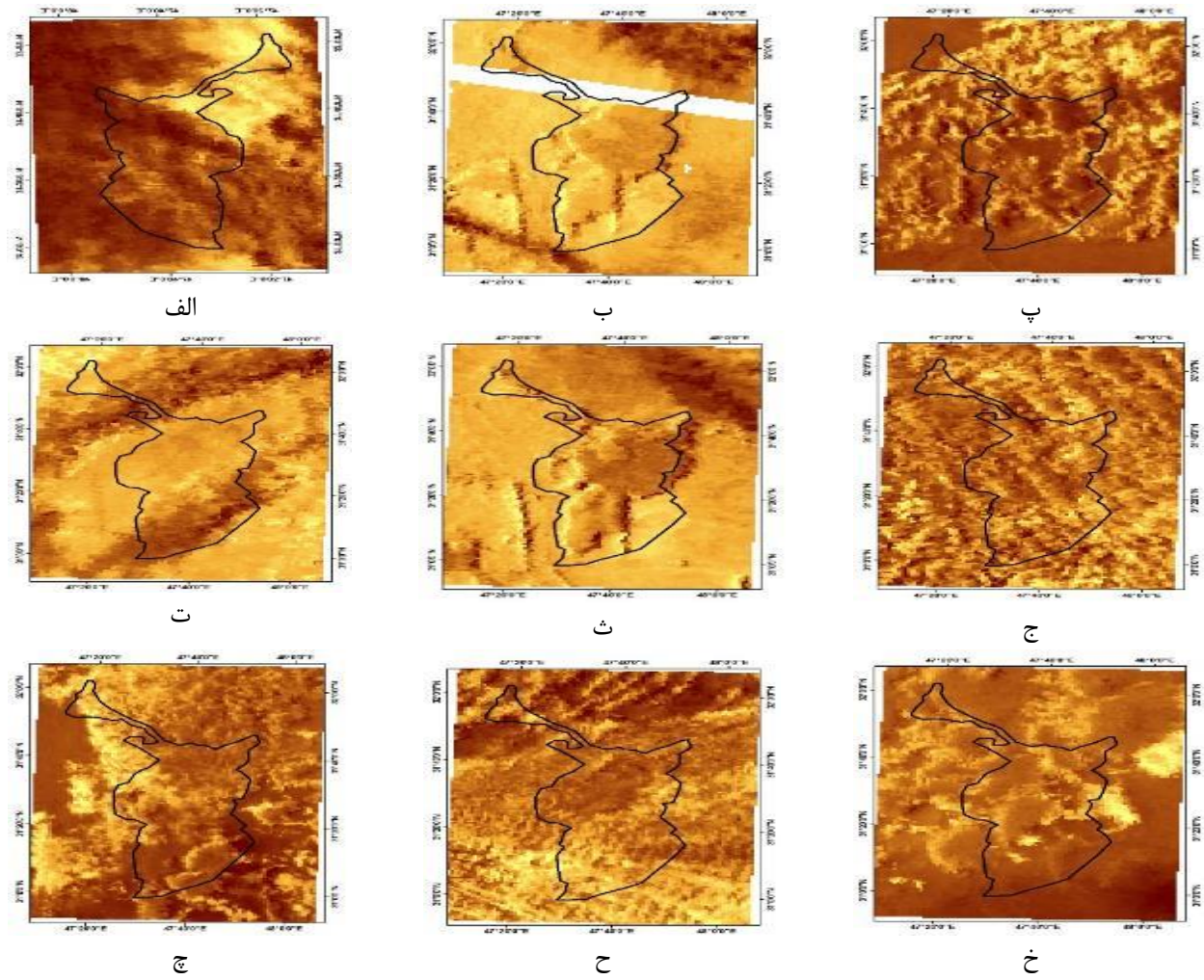
به عبارتی، ممکن است در زمان وقوع رویداد که پارامترهای زمینی آن توسط ایستگاه‌های هواشناسی ثبت می‌شود، تصاویر ماهواره‌ای و پیرو آن تعداد شاخص‌ها و داده‌های مربوط به غبارناکی لزوماً از لحاظ ساعت و

همین‌طور همپوشانی زمان ثبت آن در ایستگاه‌های هواشناسی تقارن زمانی وجود نداشته باشد. این امر می‌تواند به‌عنوان یکی از دلایل بسیار مهم در عدم توفیق برقراری رابطه قوی بین AOD و شاخص‌های مختلف غبارناکی باشد.

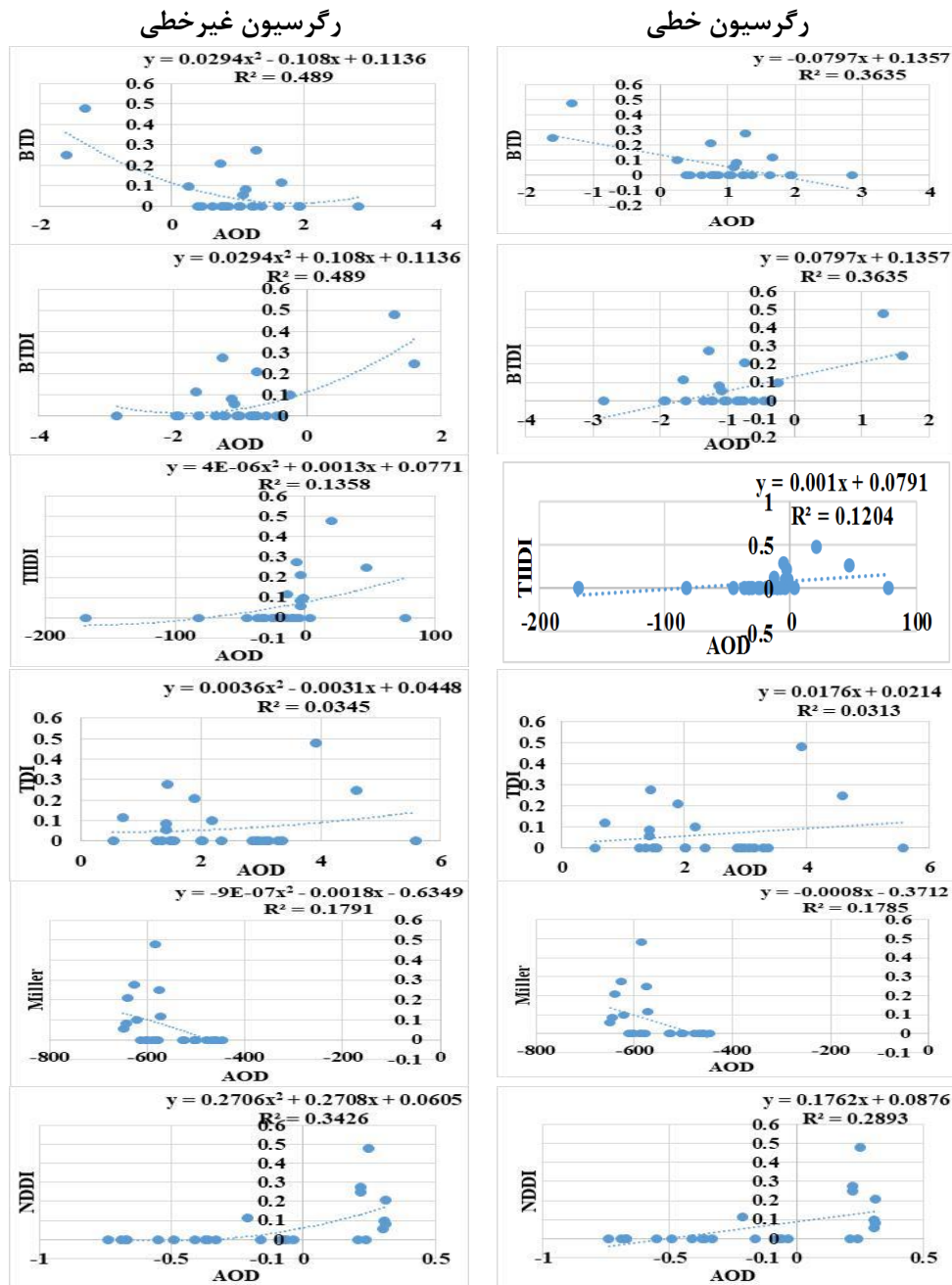
با توجه به این که در مطالعه حاضر اغلب شاخص‌های مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر مقایسه و بررسی شدند، توصیه می‌شود برای مطالعه جامع‌تر و معرفی شاخص بهتر گردوغبار از دیگر پدیده‌ها در اطراف تالاب‌ها، شاخص‌های زمین مبنای محاسبه و با یکدیگر مقایسه و مورد ارزیابی قرار گیرند.



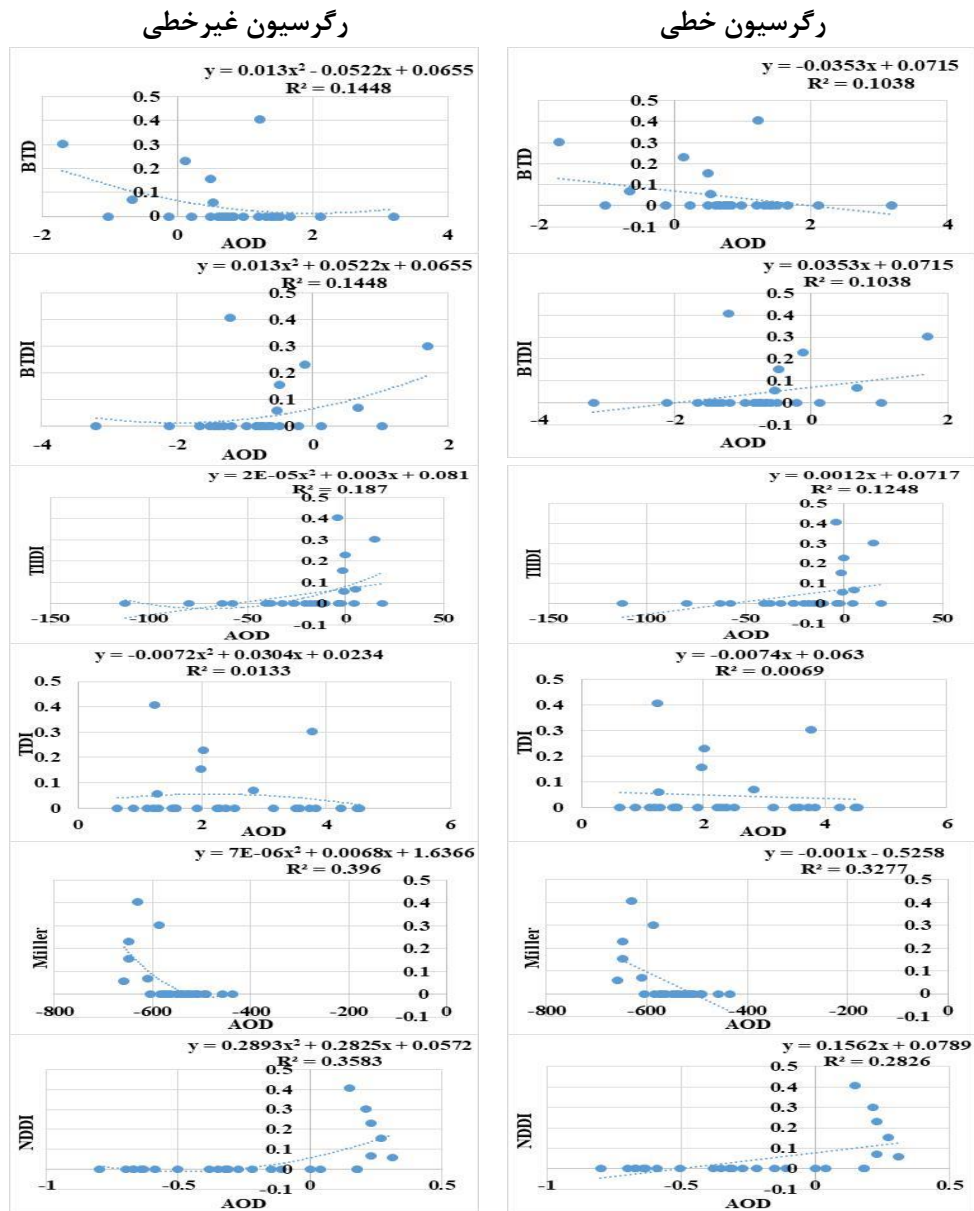
ادامه شکل ۳- شاخص غبارناکی BTD در رویدادهای الف (ب، ۲۰۰۲/۴/۱۲، ب، ۲۰۰۲/۴/۱۸، پ، ۲۰۰۲/۵/۲۴، ت، ۲۰۰۲/۶/۲۵، ث، ۲۰۰۲/۶/۲۶، ج، ۲۰۰۳/۲/۲۰، چ، ۲۰۰۳/۳/۱۹، ح، ۲۰۰۳/۴/۲۰، خ، ۲۰۰۳/۱۰/۲۹).



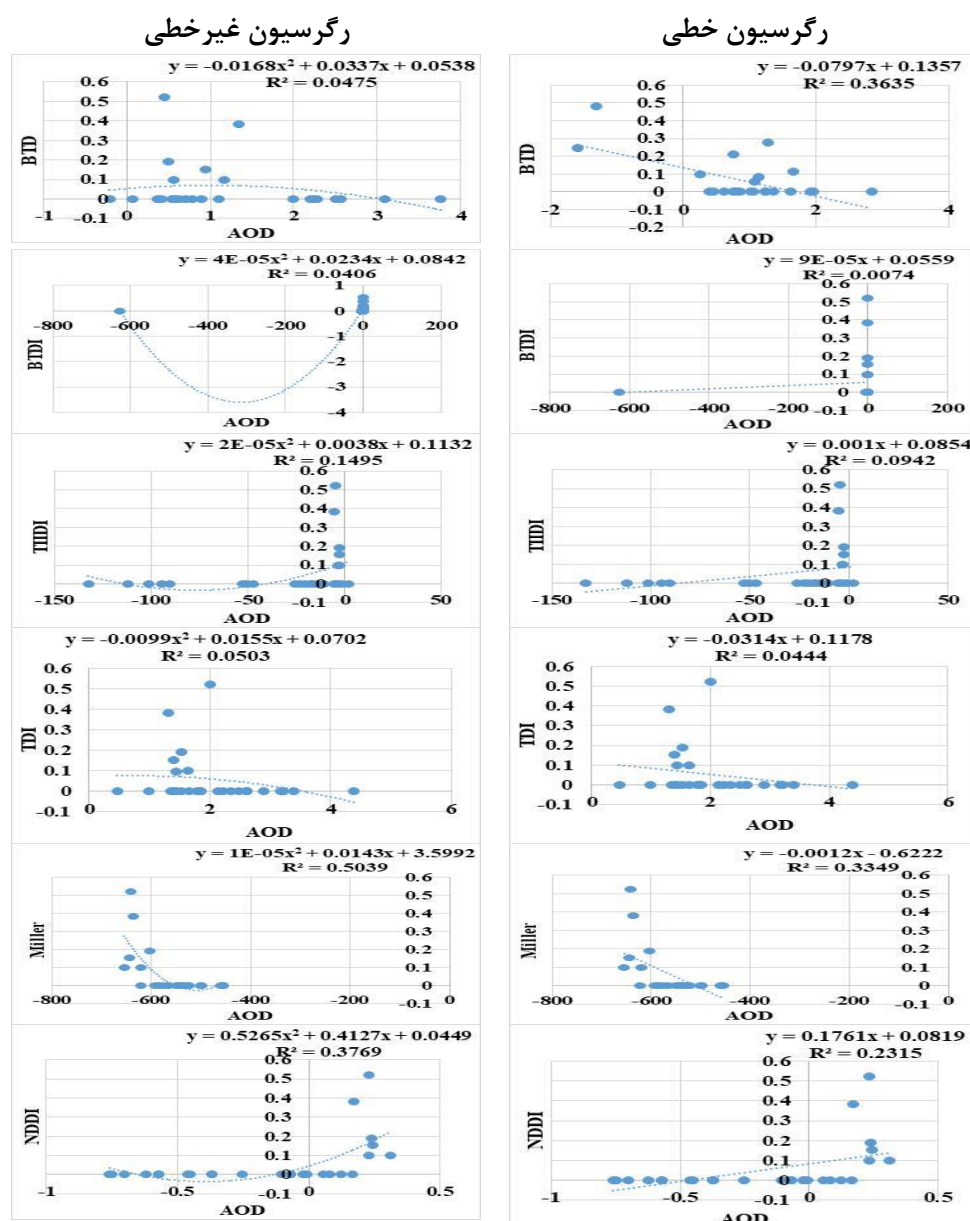
ادامه شکل ۳- شاخص غبارناکی BTD در رویدادهای الف) ۲۰۰۴/۲/۴، ب) ۲۰۰۴/۵/۲۳، پ) ۲۰۰۴/۱۰/۲۲، ت) ۲۰۰۵/۱۲/۱۷، ث) ۲۰۰۷/۷/۱۵، ج) ۲۰۰۸/۳/۱۷، چ) ۲۰۰۸/۵/۲۸، ح) ۲۰۱۱/۳/۱۳، خ) ۲/۴/۱۲



شکل ۴- روابط خطی و غیرخطی بین مقادیر روزانه شاخص‌های غبارناکی و AOD در ایستگاه اهواز



شکل ۵- روابط خطی و غیرخطی بین مقادیر روزانه شاخص‌های غبارناکی و AOD در ایستگاه صفی‌آباد



شکل ۶- روابط خطی و غیر خطی بین مقادیر روزانه شاخص‌های غبارناکی و AOD در ایستگاه مسجدسلیمان

اقدام به مشخص نمودن روزهای همراه با گردوغبار و رویدادهای طوفان‌های گردوغبار گردید. سپس اقدام به اخذ تصاویر ماهواره‌ای در نزدیک‌ترین زمان نسبت به ساعت وقوع پدیده گردید. ولی به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین دلایل عدم انطباق بالای نتایج حاصل از داده‌های زمینی با داده‌های سنجش از دوری، عدم انطباق کامل پایه‌های زمانی باشد. بنابراین، چنانچه امکان برداشت و دسترسی به داده‌ها به صورت پیوسته و لحظه‌ای وجود داشته باشد، می‌توان انتظار نتایج مناسب‌تری داشت.

هدف این مطالعه، بررسی رابطه داده‌های زمینی با شاخص‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای در زمینه‌ی گردوغبار و عمق اپتیکی ریزگردها است. به عبارتی این مطالعه، بدنبال امکان‌سنجی جایگزینی داده‌های مذکور با داده‌های زمینی است تا چنانچه در مناطقی داده‌های زمینی وجود ندارد، بتوان با استفاده از داده‌های مذکور، به وضعیت غبارناکی پی‌برد و بتوان اقدام به پایش آن نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های عمق اپتیکی ریزگردها و سایر شاخص‌های بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای در این مطالعه را نمی‌توان جایگزین داده‌های زمینی در منطقه نمود. از آنجا که پایه‌های زمانی داده‌ها، متفاوت است، ابتدا با استفاده از داده‌های زمینی

References

- [1]. Afrasyabi, S., Tazeh, M., Taghizadeh Mehrjardi, R., Ghanei bafghi, M. J., & Kalantari, S. (2022). Performance of two measurement methods of pin meter and laser disto meter in the measurement of microtopography Created by desert pavement. *Desert Ecosystem Engineering*, 8(22), 1-14. doi: 10.22052/deej.2018.7.22.45. [in Farsi]
- [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*, 8(1), 353-6.
- [3]. Aloysius, M., Mohan, M., Suresh Babu, S., Parameswaran, K., & Moorthy, K. K. (2009). Validation of MODIS derived aerosol optical depth and an investigation on aerosol transport over the South East Arabian Sea during ARMEX-II. *Annales Geophysicae*, 27, 2285-2296.
- [4]. Azad, M., Kalantari, S., Shirmardi, M., & Tazeh, M. (2022). Investigating the Effect of Land Use and Soil's Physio-chemical properties on Wind Erosion Threshold Velocities via Data Mining. *Desert Ecosystem Engineering*, 9(29), 1-14. doi: 10.22052/deej.2020.9.29.1. [in Farsi]
- [5]. Demizadeh, M., Mahdavi, R., Nowrozi, A.A., HaliSaz, A., & Gholami, H. (2020). Detection and analysis of dust in Hormozgan province. *Watershed Engineering and Management*, 13(1), 111-124. [in Farsi]
- [6]. Ebrahimi Khosfi, Z., vali, A. A., Khosrow Shahi, M., & Qazdavi, R. (2016). Investigating the role of the dried up surfaces of the Govkhoni wetland on the generation of dusts using Landsat and landsat images (case study: Isfahan city). *Iran's Pasture and Desert Research*, 24(1), 152-164. [in Farsi]
- [7]. Fathizad, H., Tazeh, M., Kalantari, S., & Shojaei, S. (2017). The investigation of spatiotemporal variations of land surface temperature based on land use changes using NDVI in southwest of Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 134, 249-256.
- [8]. Filonchyk, M., Yan, H., & Zhang, Z. (2018). Analysis of spatial and temporal variability of aerosol optical depth over China using MODIS combined Dark Target and Deep Blue product. *Theoretical and Applied Climatology*, 137(1), 2271-2288.
- [9]. 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.
- [10]. Hao, X., & Qu, J. J. (2007). Saharan dust storm detection using moderate resolution imaging Spector radiometer thermal infrared bands. *Journal of Applied Remote Sensing*, 1, 013510.
- [11]. Liu, Y., & R. Liu. (2011). A thermal index from MODIS data for dust detection. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Vancouver, BC, Canada.
- [12]. Jebali, A., Zare, M., Ekhtesasi, M. R., & Jafari, R. (2018). Performance evaluation of dust storm detection algorithms in arid areas (case study of Yazd province). *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 8(23), 105-85. [in Farsi]
- [13]. Kargaran, F., Kalantari, S., Ghaneei, M.J., & Tazeh, M. (2017). The Compare of grading criteria in Coarse ripple Mark on the windward and leeward slopes (Case Study: Hassan Abad erg in Bafg). *Quantitative geomorphological research*, 4(1), 134-144. [in Farsi]
- [14]. Khairandish, Z., Jamali, J. B., & Raigani, B. (2017). Identifying the best dust detection algorithm using MODIS data. *Journal of Natural Environment Hazards*, 7(15), 205-218. [in Farsi]
- [15]. Mobasheri, M., Ghorbani-Salkhurd, R., & Rahim-Zadegan, M. (2019). Ability of MODIS sensor data in qualitative and quantitative analysis of air quality in urban areas. *Climatology Research Journal*, 1(34), 59-72. [in Farsi]
- [16]. Taghizadeh, R., Ghazali, A., Kalantari, S., & Rahimian, M. (2016). Spatial distribution of soil salinity using auxiliary variables and hypercube sampling method in Meybod. *Journal of Arid Biome*, 6(1), 69-79. [in Farsi]
- [17]. Zarei, M., Tazeh, M., Moosavi, V., & Kalantari, S. (2021). Evaluating the changes in Gavkhuni Wetland using

- MODIS satellite images in 2000-2016. *Nature and Spatial Sciences*, 1, 27-41. [in Farsi]
- [18]. Samadi, M. (2011). Detection and origin of dust storms using satellite images. Department of Cartography, Master's thesis, University of Tehran. [in Farsi]
- [19]. Small, I., Van der Meer, J., & Upshur, R.E.G. (2001). Acting on an environmental health disaster: the case of the Aral Sea. *Environmental Health Perspectives*, 109, 547-549.
- [20]. Soleimani, A., Askari, H. M., Dadalhi Sohrab, A., Elmizadeh, H., & Khazaei, S.H. (2014). Evaluation of optical depth obtained from MODIS satellite images in the Persian Gulf. *Journal of Marine Science and Technology*, 14(4), 75-83. [in Farsi]
- [21]. Zehtabian, G.R., Ahmadi, H., Samani Nazari, A. A., Ehsani, A. H., & Tazeh, M. (2017). Determining the most important geomorphometric parameters in classification of desert plans using artificial networks and sensitivity analysis. *Range and Watershed Management*, 70(1), 197-206. [in Farsi]
- [22]. Zeinali, B., & Asghari, S. (2017). Evaluation of some dust identification indicators and its monitoring (case study: August 10, 2008 storm in eastern Iran). *Geography and Planning Scientific-Research Journal*, 22(65), 1-18. [in Farsi]
- [23]. Zoljoodi, M., Didevarsal, A., & Ranjbar Saadatabadi, A. (2013). Dust events in the western parts of Iran and the relationship with drought expansion over the dust-source areas in Iraq and Syria. *Atmospheric and Climate Sciences*, 3, 321-336.

Investigating the relationship between dustiness indices and the aerosols optical depth around the Horulazim wetland (Research Paper)

- 1- Fatemeh Poordehghan ardekani, M.Sc., Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.
- 2- Mahdi Tazeh, Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.
- 3- Saeideh Kalantari*, Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.
skalantari@ardakan.ac.ir
- 4- Zohreh Ebrahimi khosfi, Associate professor in Combating desertification, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

Received: 25 Apr. 2022

Accepted: 15 Aug. 2022

Abstract

The phenomenon of dust in recent years has been one of the most important environmental challenges, which has been exacerbated by destructive human activities and has had adverse effects on the environment and human health. Considering that wetlands play an essential role in the balance of water and climate and also prevent the entry of fine dust; The present study was conducted with the aim of analyzing the relationship between the optical depth of aerosol particles (AOD) and the indices of dust-based soil in the area of Horulazim wetland. For this purpose, daily AOD product, MODIS sensor bands and hourly data of dust occurrences related to 3 meteorological stations of Ahvaz, Safi-Abad and Sulaiman masjed were obtained from their supply sources in a period of 18 years (2000-2018). Hourly data recorded in synoptic stations were used to calculate dust storm index (DSI) and MODIS sensor bands were used to extract BTM, BTDI, TIIDI, TDI, Miller and NDDI indices. Linear and non-linear regression methods were used to analyze the relationship between the mentioned indices and AOD. The results of the analysis of the relationship between DSI-AOD showed the very poor performance of this index in the analysis of dust events in all three study stations ($R^2 < 0.2$). In Ahvaz, Safi Abad and Masjid Sulaiman masjed stations, the maximum value of R^2 was observed between AOD-BTDI (0.48), AOD-Miller (0.503) and AOD-BTM (0.50), respectively. These results indicate that, on average, about 50% of the changes in the optical depth of aerosols can be explained using the three indices BTDI, Miller and BTM. Therefore, it is recommended to use these indicators in order to analyze the dust events around Horul Azim lagoon.

Keywords: Dust, Land-based indicators, Indicators based on satellite images, Arid areas.