

## تحلیل روند دید افقی در استان خوزستان بین سال های ۲۰۲۰-۱۹۹۸

بهروز ساری صراف<sup>۱</sup>، غلامحسین محمدی<sup>۲</sup>، محمد یزدانی<sup>۳\*</sup>

۱- دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۲- سازمان هواشناسی ایران

۳- دانشجوی دکتری دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

ایمیل نویسنده مسئول: yazdani@tabrizu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲

### چکیده

دید افقی به حداکثر فاصله افقی گفته می شود که شخص با چشم غیرمسلح می تواند عوارض موجود در سطح زمین را به صورت واضح تشخیص دهد. قرار گرفتن استان خوزستان در منتهی الیه حوضه جریان بادهای گردوغبارزای معروف به باد شمال که ریزگردهای بیابان های سوریه و عراق را به جنوب غرب ایران منتشر می کنند باعث کاهش مکرر دید افقی در این منطقه می شوند. این پژوهش بر آن است تا با استفاده از داده های دید افقی و مقادیر میانگین عمق اپتیکی آئروسول (AOD) به مطالعه روند تغییرات دید افقی بپردازد. داده های به کاررفته در تحقیق حاضر، شامل داده های روزانه دید افقی ایستگاه های سینوپتیک استان خوزستان در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۰ و داده های AOD در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ می باشد. برای تجزیه و تحلیل داده های دید افقی از روش آماری ردیت استفاده گردید. افق دید در ایستگاه های مورد مطالعه در پنج دسته گروه بندی شد و فراوانی هر دسته مشخص گردید و مقدار ردیت برای هر دسته محاسبه شد. سپس نمودارها و نقشه های مربوطه ترسیم گردید. باتوجه به نمودارهای ردیت و عمق اپتیکی آئروسول تمام ایستگاه ها به غیر از ایستگاه مسجد سلیمان از کاهش روند دید افقی برخوردار هستند.

### کلمات کلیدی

"دید افقی"، "روند"، "خوزستان"، "AOD"، "تحلیل Ridit"،

### 1- مقدمه

طی شده نور و شدت نور در آن نقطه است (لاتیمر و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۷۸؛ ثابت قدم و همکاران، ۲۰۱۲). قابلیت دید نشانگر مشاهداتی ساده ای برای کیفیت هوا به شمار می رود که تغییرات آن به سادگی و با چشم غیرمسلح قابل مشاهده است (مالم<sup>۴</sup>، ۱۹۹۴؛ جاکوبسن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵؛ ثابت قدم و همکاران، ۲۰۱۲). تعیین کاهش میدان دید بستگی به ویژگی های فیزیکی جو و جذب و پراکنش نور در ذرات و گازها دارد (ایدلس<sup>۶</sup>، ۲۰۰۲؛ لی و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۵؛ ثابت قدم و همکاران، ۲۰۱۲). دید افقی تحت تأثیر عوامل هواشناختی (پدیده های گردوغبار، مه دود، مه و پدیده های بارشی) تحت تأثیر قرار می گیرد. گرچه دید افقی به شدت تحت تأثیر گردش جوی و شرایط هواشناسی غالب قرار دارد، در شرایط آسمان صاف، عمدتاً به وسیله برخاستن آئروسول های اتمسفر تعیین می شود

دید افقی از مهم ترین خصوصیات نوری جو است که از جنبه های متفاوت از جمله ترافیک زمینی و هوایی حائز اهمیت است محدود دید به دورترین فاصله ای گفته می شود که ناظری با دید عادی و در شرایط جوی مناسب قادر به تشخیص است. قدیمی ترین و رایج ترین تعریف از قابلیت دید در هواشناسی، توانایی مشاهده دورترین فاصله از یک جسم سیاه است که در برابر افق آسمان قرار دارد (هور وات<sup>۱</sup>، ۱۹۸۱: ۱۷۸۵). محدود دید در جو صاف و تمیز بین ۱۴۵ تا ۲۲۵ کیلومتر، برای جو نرمال بین ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتر و در مناطق آلوده این مقدار کاهش می یابد (وو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲: ۳۳۹). این محدوده بر اساس معادله انتقال تابش بیان می شود که چگونگی برهم کنش نور و جو را نشان می دهد. بر این اساس شدت نور دریافتی از یک جسم در راستای مسیر دید ناظر، به علت جذب یا پراکنش نور در طول مسیر نوری با فاصله از چشمه کاهش می یابد. کاهش شدت نور متناسب با طول مسافت

3 - Latimer et al

4 - Malm

5 - Jacobson

6 - Eidels

7 - Lee et al

1 - Horvath

2 - Wu et al

همکاران<sup>۸</sup>، (۲۰۰۹) در مطالعه ای به بررسی روند تغییرات دید در شش شهر بزرگ چین در بازه ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۷ اقدام نمودند داده ها با استفاده از مدل رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین دید سالانه در شش شهر یکن، چنگدو، گوانگژو، شانگهای، شنیانگ و شیان به ترتیب ۱۰/۶۷، ۸/۶، ۱۰/۷۶، ۸/۵۹ و ۹/۷۴ می باشد. گودی<sup>۹</sup>، (۲۰۰۹) و الجمیلی و ابراهیم<sup>۱۰</sup>، (۲۰۱۳) در ارائه ی تصویری جهانی از مناطق دارای توفان های گرد و خاکی، عامل اصلی ایجاد توفان های گرد و خاک تابستانی خاورمیانه را ناشی از وجود مرکز کم فشاری در جنوب ایران و یک مرکز پرفشار در نواحی شمالی شبه جزیره ی عربستان می دانند که سبب ایجاد بادهای شدید و مداوم موسوم به باد شمال بر روی این مناطق می شود. وانگ و همکاران<sup>۱۱</sup>، (۲۰۱۳) به مطالعه و بررسی توفان های گرد و خاک رخ داده در سال ۲۰۰۸ چین پرداخت اند و مناطق آفریقای شمالی، خاورمیانه، مغولستان و شمال غرب چین را مناطق با فراوانی بالای رخداد گرد و خاک مشخص کردند. چن و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۷) اثرات گرد و غبار را بر روی لایه های هواشناسی و کیفیت هوا در آسیای شرقی در آوریل ۲۰۱۵ بررسی کردند. آنها دریافتند گرد و غبار یک اثر سرد در سطح و یک اثر گرم در اتمسفر دارد و با لایه های بالای اتمسفر در سطح آسیای شرقی از ۱۴-۱۷ آوریل ۲۰۱۷ ارتباط دارد. اجر و همکاران<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۸) افزایش گرد و غبار شمال آتلانتیک با توجه به تغییر چشم انداز شمال غربی افریقا در طول دوره هولوسن را شبیه سازی کردند. آنها دریافتند همزمان با خشک شدن قاره، سطح باد در صحرای غربی تسریع می شود. آنها همچنین ناهمگونی زمانی - مکانی گرد و غبار را در صحرای آفریقا شناسایی کردند. باشا و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۹) به مطالعه تغییرات طولانی مدت گرد و غبار در امارات متحده عربی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جهت و سرعت باد در نفوذ گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه بیشتر مؤثر بوده و حدود ۹۰ درصد گرد و غبار از جهت جنوب غربی وارد منطقه مورد مطالعه شده است. منگ و همکاران<sup>۱۵</sup> (۲۰۱۹) به مطالعه

(دیویس<sup>۱</sup> ۱۹۹۰:۱۹۵)؛ بنابراین، دید افقی می تواند به عنوان شاخصی قوی از کیفیت هوا در یک منطقه محسوب شود. آئروسول های موجود در جو، باعث انعکاس پخش و جذب می شوند و بنابراین کاهش دید را تشدید می کنند (آپیل<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۸۵: ۱۵۲۵). اثر ذرات بر روی دید افقی به خواص فیزیکی و خواص شیمیایی آن بستگی دارد (دایان و لوی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). نتایج بسیاری از مطالعات نیز نشان داده اند که دید افقی با سلامت عمومی به ویژه در کشورهای در حال توسعه همبستگی منفی دارد. همچنین در یک بررسی مشخص شده است که دید افقی با افزایش مرگومیر و بیماری های قلبی عروقی در شانگهای در چین ارتباط دارد (هونگ<sup>۴</sup> ۲۰۰۹: ۳۲۹۸). یکی از پدیده های اقلیمی مؤثر در دید افقی، گردوغبار است. این پدیده هواشناختی - محیطی به توده های از ذرات جامد ریز غبار و گاه دود پخش شده در اتمسفر گفته می شود که باعث افزایش آئروسول ها (آلاینده ها) و کاهش دید افقی می گردد (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۷). در مناطق مختلف جهان الگوهای مکانی و زمانی دید و همچنین تأثیرات عوامل طبیعی و انسانی بر آن، به عنوان شاخص های آلودگی جو به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است اسلوان<sup>۵</sup> (۱۹۸۲، ۱۹۸۳) دو روش آماری برای تعیین روند تغییرات بلندمدت دید افقی معرفی و سپس این روند را برای دوره سی ساله از ۱۹۴۸ تا ۱۹۷۸ در شرق آمریکا بررسی کرد. نتایج این بررسی ها نشان داد که الگوی یکسان در روند تغییرات بلندمدت دید در شهرهای گوناگون آمریکا وجود ندارد. شیپتل و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۱) چگونگی تغییرات مکانی و زمانی دید افقی در ۲۹۸ ایستگاه همدیدی در کشور آمریکا طی سال های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۵ بررسی کردند نتایج این تحقیقات، افزایش ۱۰ درصدی میزان دید در کل آمریکا طی ۱۵ سال را نشان می دهد. دوئل و دورلینگ<sup>۷</sup>، (۲۰۰۲) بررسی روند تغییرات دید در جنوب لندن را در سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۷ انجام دادند افزایش میزان دید در بیشتر ایستگاه های مورد بررسی مشاهده شد همچنین در بررسی داده های دید افقی ایستگاه های همدیدی جنوب لندن، روند افزایشی کلی در بازه ۴۷ ساله مشاهده گردید. چانگ و

8 - Chang et al

9 - Goudie

10 - Al-Jumaily & Ibrahim

11 - Wang et al

12 - Chen et al

13 - Egerer et al

14 - Basha et al

15 - Meng et al

1- Davis

2- Appel et al

3 - Dayan & Levy

4 - Huang

5 - Sloane

6 - Schichtel et al

7 - Doyle & Dorling

(۱۳۹۸) پدیده گرد و غبار را در جنوب غرب ایران بررسی کردند. براساس مدل های پیش بینی بیش ترین احتمال رخداد، حداکثر گرد و غبار در ۲۳ سال آینده پیش بینی شده در منطقه مورد مطالعه در دو ایستگاه سرپل ذهاب و آبادان مشاهده شد. بکتاش و همکاران (۱۴۰۰) آلودگی هوا را در تبریز بررسی کردند نتایج حاصل نشان می دهد که آلودگی های خطرناک تبریز از سه الگوی اصلی، پرفشار عربستان، پرفشار شرق اروپا و الگوی دو هسته ای، پرفشار خاورمیانه (آزور) و سیبری تاثیر می پذیرند. میرموسوی و تاران (۱۴۰۰) ارتباط نوسانات گرد و غبار را با نوسانات دما و بارش در غرب و جنوب غرب ایران مطالعه کردند نتایج حاصل از تحلیل خودهمبستگی فضایی با شاخص موران نشان داد که پدیده گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران با دما، بارش و روزهای خشک دارای ساختار فضایی بوده و به شکل خوشه ای توزیع شده اند. نتایج حاصل از تحلیل لکه های داغ نیز متمرکز شدن و خوشه ای شدن گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران را نشان می دهد. بنابراین قرار گرفتن استان خوزستان در منتهی الیه حوضه جریان بادهای گردوغباری ای معروف به باد شمال که گردوغبارهای بیابان های سوریه و عراق را به جنوب غرب ایران منتشر می کنند باعث کاهش مکرر دید افقی در این منطقه می شوند. گردوغبارهای مذکور به دلیل انتقال در مسافت های طولانی و گذر از روی بیابان ها و مناطق مختلف، دارای درجه بالایی از اختلاط با مواد مختلف بوده و عموماً از ذرات بسیار ریز تشکیل می شوند. هدف پژوهش حاضر این است که با استفاده از داده های دید افقی و مقادیر میانگین عمق اپتیکی آئروسول ( $AOD^3$ ) به مطالعه روند تغییرات دید افقی در استان خوزستان بین سال های ۲۰۲۰-۲۰۲۰+ پرداخته شود؛ بنابراین با بررسی و مطالعه منابع موجود در این زمینه مشخص می شود که از روش های نسبتاً محدودی برای مطالعه و تحلیل روند دید افقی استفاده شده است و از بین آن ها تحلیل ریدیت پرکاربردترین و کارآمدترین روش در این زمینه هست با توجه به این که چنین مطالعه ای در استان خوزستان انجام نشده است ضرورت مطالعه حاضر را تبیین می کند.

## 2- روش انجام تحقیق

- محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی ایران واقع شده است و شامل محدوده سیاسی استان خوزستان است. مرتفع ترین

مدل سازی توزیع سه بعدی آئروسول های گرد و غبار در حوضه تاریم، شمال غرب چین، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که توزیع آئروسول های گرد و غبار در لایه مرزی فوقانی در ارتفاع ۳-۵ کیلومتری با همگرایی جریان هوا بیشتر از لایه های دیگر است. الحثلو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) روند دید افقی را در عربستان بررسی نمودند نتایج نشان داد که قبل از در اوایل دهه ۲۰۰۰، اکثر ایستگاه ها افزایش دوره ای را نشان می دهند ولی بعد از این سال در اکثر ایستگاه ها عمده تاً روند کاهشی مشاهده می شود منتهی در ایستگاه های شمال غربی این امر بسیار چشمگیرتر است. یوفنگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان بررسی و تحلیل تشعشعات پراکنده واقعی جو و دید مایل توسط دو طول موج Raman-Mie لیدار در چین انجام دادند نتایج در شرایط ابری نشان داد که دید مایل به دست آمده در فاصله ۹ کیلومتری و ۱۱/۲ کیلومتری در زاویه اوج ۵۰ درجه و ۷۰ درجه و خطای اندازه گیری آماری ۱۲/۵ و ۶/۵۴ درصد است. نتایج در شرایط آب و هوایی مه نیز در جهت های مایل متفاوت است، فواصل دید شیب از ۴/۴ کیلومتر تا ۶/۵۱ کیلومتر متغیر است، و خطاهای اندازه گیری آماری تقریباً ۱۰/۲۱ و ۸/۸۹ درصد محاسبه گردید. ثابت قدم و همکاران (۱۳۹۵) ضریب خاموشی جو را در چهار فرودگاه پرتردد کشور مطالعه نمودند نتایج بررسی حساسیت روند تغییرات بلندمدت خاموشی به رطوبت نسبی و ابرناکی نشان می دهد که با اعمال پالایه، تغییر اندکی در مقادیر مطلق داده ها ایجاد می شود، ولی در روند کلی تغییرات خاموشی، به ویژه در ایستگاه های تهران و اصفهان، تغییری دیده نمی شود که می تواند بیانگر کاهش دید در بلند مدت به سبب افزایش غلظت آلاینده های جوی باشد. مدبریور و همکاران (۱۳۹۸) پژوهشی با هدف بررسی گرد و غبار در ایستگاه های یاسوج و دوگنبدان انجام دادند. نتایج نشان داد ایستگاه دوگنبدان با ۲۳۸۱ روز گرد و غباری بیشترین رخداد گرد و غبار را طی دوره آماری مورد مطالعه داشته است. همچنین دو کد ۶ و ۷ بیشترین رخداد را در تمام ایستگاه ها داشته اند. کد ۶ در ایستگاه دوگنبدان در سال ۱۳۹۱ و در ایستگاه یاسوج در سال ۱۳۸۸ از بیشترین فراوانی برخوردار بوده اند. کد ۷ نیز در ایستگاه دوگنبدان در سال ۱۳۷۱ و در ایستگاه یاسوج در سال ۱۳۷۱ بیشترین رخداد را داشته است. سبحانی و صفریان زنگیر

<sup>1</sup> - Alhathloul et al

<sup>2</sup> - Yufeng & et al

<sup>3</sup>- Aerosol Optical Depth

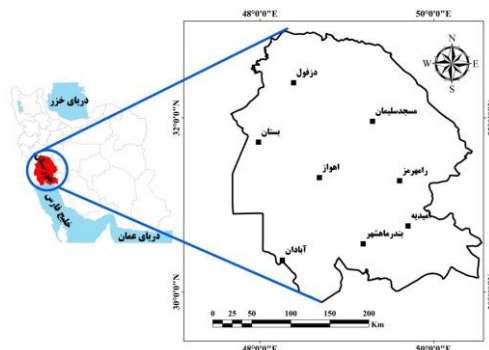
### • داده‌های هواشناسی

داده‌ها متشکل از دو نوع داده متفاوت اقلیمی است که شامل داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های هواشناسی و داده‌های ماهواره‌ای است. داده‌های مشاهداتی عبارت‌اند از داده‌های روزانه دید افقی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۰ است این اطلاعات اغلب در فاصله‌های زمانی سه‌ساعته گزارش می‌شوند. در پژوهش حاضر، از اطلاعات مربوط به متوسط روزانه ساعت‌های ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ استفاده شده است، بدین منظور ابتدا از طریق فیلتر کردن داده‌های ساعت مذکور افق دید جداسازی گردید. همچنین کد پدیده‌های مربوط به مه و بارش که باعث کاهش دید می‌شوند و در تخریب افق دید نقش ندارند حذف شدند. سپس در محیط نرم‌افزار SPSS داده‌های افق دید در پنج گروه ۴۹۹۹-، ۵۰۰۰-۹۹۹۹، ۱۰۰۰۰-۱۴۹۹۹، ۱۵۰۰۰-۱۹۹۹۹، ۲۰۰۰۰ و بیشتر طبقه‌بندی شد و درصد فراوانی هر طبقه برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد. سپس با استفاده از درصد فراوانی هر طبقه مقدار ریدیت برای هر سال محاسبه گردید و نمودارهای مربوطه ترسیم شد.

### • شاخص عمق اُپتیکی اُتروسول (AOD)

عمق اُپتیکی اُتروسول (AOD) یکی از پارامترهای مهم در مطالعه‌ی گردوغبارها هست و در روند دید افقی تأثیر می‌گذارد همچنین مقدار عمق اُپتیکی می‌تواند با تراکم تعداد هواویزها (اُتروسول‌ها) و ویژگی‌های آن ذرات متفاوت باشد. دامنه‌ی تغییرات عمق اُپتیکی ۰/۱ تا ۰/۲ را برای شرایط هوای قاره‌ای صاف و ۰/۱ تا ۰/۵ را برای هوای بحری صاف پیشنهاد می‌نمایند (اوگرن<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). بیشتر بودن مقادیر AOD از این مقدار نشان‌دهنده‌ی تراکم هواویزها در امتداد ستون عمودی هوا بوده و به عبارتی دید در امتداد آن ستون کم هست. میانگین عمق اُپتیکی جهانی در شرایط عادی به علت وجود غبارات نمک و ذرات ناشی از کانی‌ها حدود ۰/۲۳ برآورد شده است. در صورتی که گردوغبارهای عمده‌ی دنیا دارای عمق اُپتیکی در محدوده‌ی بین ۰/۳ تا ۲/۵ است که بیانگر نقش مهم گردوغبارها در کاهش نور است. عمق اُپتیکی اُتروسول‌ها معمولاً با افزایش طول موج کاهش می‌یابد و بنابراین مقدار آن در تابش‌های طول موج بلند بسیار کمتر از تابش‌های طول موج کوتاه هست. ذرات اُتروسول تمایل به جذب یا انعکاس تابش خورشیدی وارده را داشته و بنابراین میزان

نقطه این منطقه با ارتفاع ۳۷۴۱ متر در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی واقع شده است و جزو چین خوردگی‌های زاگرس هست درحالی که کم ارتفاع‌ترین نقطه، با ارتفاع ۱۰۵ در جنوب غربی این منطقه دشت خوزستان را شامل می‌شود که بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد و به خلیج فارس منتهی می‌شود. همچنین مساحت منطقه مورد مطالعه ۶۳۹۲۸/۴۴ کیلومتر مربع هست در استان خوزستان چندین پهنه اقلیمی می‌توان مشاهده کرد. منطقه جنوب غربی خوزستان پهنه‌ی کم بارش و رطوبت نسبی بالایی دارد و قسمت‌های شمالی و جنوبی استان دارای اقلیمی گرم و خشک است که بیشترین وسعت را دارد درحالی که کمربند باریکی با روند مرکزی - جنوب شرقی با حاکمیت شرایط اقلیمی مرطوب و معتدل هست و ناحیه شرقی استان خوزستان با بارندگی ۵۹۰ میلی‌متر شرایط آب‌وهوایی پربارش دارد همچنین ناحیه شمالی خوزستان اقلیم معتدل و بارشی دارد (موحدی و همکاران، ۱۳۹۰). آشکارسازی گردوغبار روی تصاویر ماهواره‌ای و بررسی غلظت آن‌ها با استفاده از تصاویر AOD<sup>۱</sup> و BTD<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که نواحی غرب و جنوب غرب استان خوزستان نسبت به سایر نواحی این استان بیشتر با گردوغبارهای ورودی از خارج و یا داخل استان مواجه می‌شوند. ردیابی مسیر گردوغبارهای ورودی نشان می‌دهد که طی دوره گرم سال بیشترین گردوغبارهای ورودی با جهت شمال غربی - جنوب شرقی و غربی - شرقی و در دوره سرد به‌ویژه در اواخر دوره با جهت جنوبی - شمالی این استان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (نوروزی و شعاعی، ۱۳۹۷). شکل (۱) طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی استان خوزستان را نشان می‌دهد.

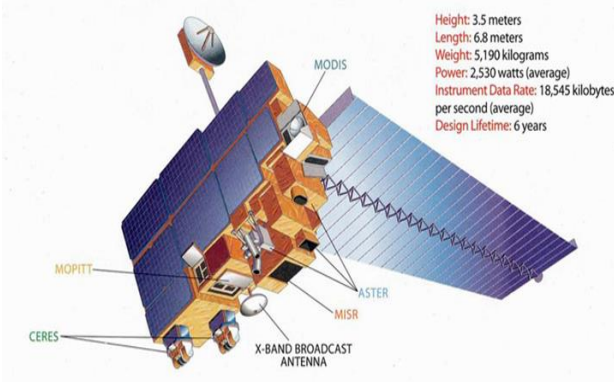


شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی استان خوزستان منبع: نگارندگان.

<sup>۲</sup> - Ogren

<sup>۱</sup> - Brightness Temperature Difference

لذا استفاده از محصولات این ماهواره می تواند پراکندگی مکانی فعالیت توفان های گردوغبار به شکل گویاتری نمایش دهد. نوسانات میانگین AOD ماهانه و سالانه در دوره آماری مورد مطالعه در موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی محاسبه و مقادیر آن ها استخراج گردید و سپس از طریق ترسیم نمودار به تحلیل آن ها پرداخته شد.



شکل (۲) ماهواره Terra و سنجنده های آن منبع: وبسایت ناسا

#### • ریدیت آنالیز

تجزیه و تحلیل Ridit یک فن آماری مفید است که به طور وسیع در بررسی و مطالعه روند استفاده می شود. (فاولکنبری و کریگ، ۱۹۸۰؛ دوپل و دورلینگ، ۲۰۰۲؛ کائو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱؛ چن و شی، ۲۰۱۲). Ridit این احتمال را نشان می دهد که مشاهده دید در یک دوره معین بهتر از توزیع دید مرجع است. این روش می تواند برای توصیف روند کلی در یک دوره مشاهده کامل استفاده شود. کریگ و فاولکنبری (۱۹۷۹)، اسلون (۱۹۸۲)، جزئیات و کاربرد روش Ridit را به طور کامل در بررسی روند دید افقی توضیح داده اند که در پژوهش حاضر از این منابع استفاده شده است؛ بنابراین رابطه ریدیت را می توان چنین نوشت:

$$P(V_A > V_R) = \frac{\int_0^{\max} \int_0^V f_A(V) f_R(V') dV' dV}{\int_0^{\max} f_A(V) F_R(V) dV}$$

رابطه (۱)

که در آن  $f_A(V)$  تابع چگالی احتمال و  $F_A$  تابع توزیع تجمعی مشاهدات دید را در یک دوره مشخص نشان

قابلیت دید را کاهش داده و عمق آپتیکی را افزایش می دهند. عمق آپتیکی کمتر از ۰/۱ نشان دهنده ی هوای صاف و عمق آپتیکی بیشتر از ۴ بیانگر حضور حجم مترامی از هواویزه است که مانع از رسیدن نور خورشید حتی در میانه ی روز به سطح زمین می شوند. همچنین AOD کمیتی بی بعد بوده و عبارت است از میزان جلوگیری از گذر پرتو نور در جو به خاطر جذب و پراکنش ناشی از وجود هواویزه ها در مسیر عبور نور همچنین به عنوان ضریب خاموشی کاهش تشعشع بر روی یک ستون قائم در واحد طول تعریف می شود.

#### • سنجنده MISR<sup>۱</sup>

سنجنده ی MISR به طور تخصصی به منظور اندازه گیری شدت تابش خورشیدی بازتاب شده توسط سطح زمین و جو، در جهت ها و باندهای طیفی مختلف طراحی شده و داده های به دست آمده از این سنجنده در علوم جوی، اقلیم شناسی و پایش فرایندهای زمینی مورد استفاده قرار می گیرد (مارچند و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). این سنجنده به طور مداوم فرآورده های ابر منطقه ای و جهانی (روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه) را با پوشش طیفی زیاد و تفکیک مکانی بالا در باندهای کلیدی جو زمین تهیه می نماید که در سنجش گره های قبلی و ژرفاسنج ها وجود ندارد (ایوان و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). تصاویر دریافتی توسط سنجنده ی مذکور در ۴ زاویه ی مختلف توسط ۹ سنجنده و در چهار طول موج آبی ۴۴۳ nm، سبز ۵۵۵ nm، قرمز ۶۷۰ nm و مادون قرمز نزدیک ۸۶۵ nm تهیه می گردد (چاپینگ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸). این تصاویر اطلاعات کاملی از ذرات جو، ابرها، فرم ابرها، پوشش زمین و اتروسل ها را فراهم نموده که به کمک تصاویر چند طیفی آن می توان مدل های سه بعدی از مقدار و برآورد کل نور خورشید منعکس شده در محیط های مورد مطالعه ایجاد نمود شکل (۲). به سبب نوار باریک آن (۳۶۰ کیلومتر)، در حدود ۷-۹ روز، زمان برای پوشش جهانی نیاز دارد. این چرخه طولانی باعث افزایش دوره زمانی آنالیز، اما دقت بالا در بازیابی بر روی مناطق روشن بیابانی می شود (ارجمند و همکاران ۱۳۹۷). دلیل اصلی انتخاب سنجنده MISR برای اخذ داده های میانگین ماهانه AOD؛ قدرت تفکیک مکانی بهتر آن است که در ابعاد ۰/۵ \* ۰/۵ درجه هست.

1 - Multi-angle Imaging SpectroRadiometer

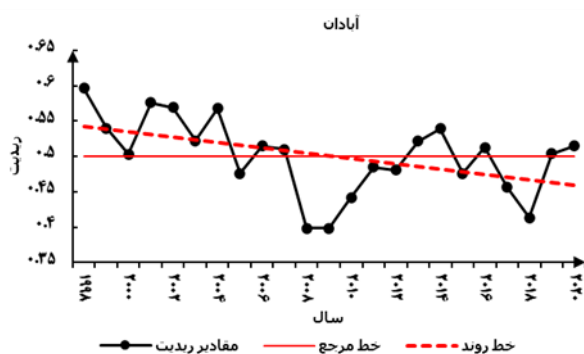
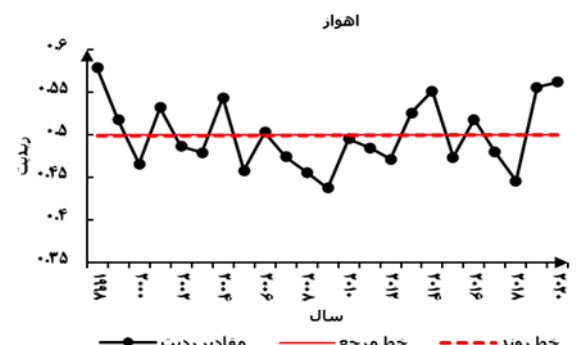
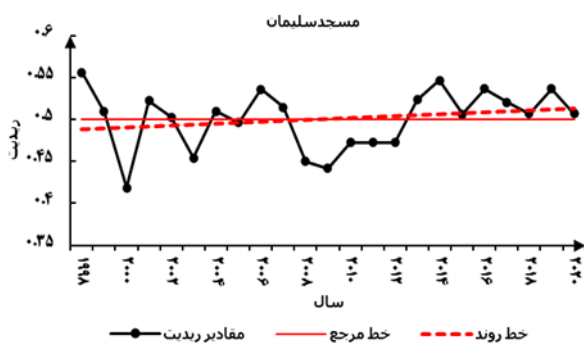
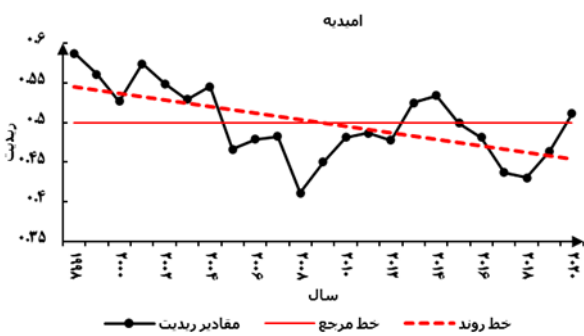
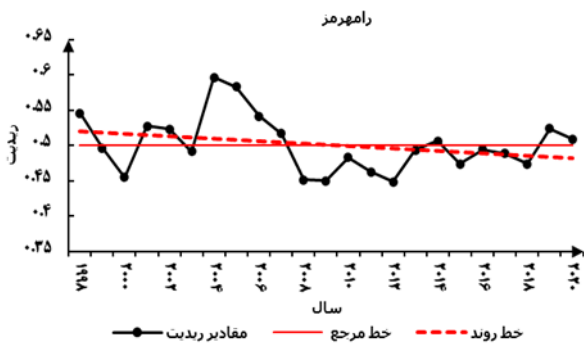
2 - Marchand et al

3 - Evan et al

4 - Chopping et al

5 - Faulkenberry & Craig

6- Cao et al



می‌دهد. همچنین  $f_R(v)$  توزیع دید مرجع و  $F_R$  توزیع دید حداکثر را برای دورترین فاصله مشاهده نشان می‌دهد. Ridit سالانه برای هر سال از طریق مقایسه‌ی توزیع دید سال‌های داده‌شده با توزیع مرجع محاسبه شده است. سپس مقدار ریدیت برای هر سال با تقسیم‌بندی میزان دید در فواصل معین از طریق رابطه (۲) به دست آمد:

$$P(V_A > V_R) = \sum_{i=1}^k f_{Ai} (\sum_{j=1}^{i-1} f_{Rj} + \frac{1}{2} f_{Ri}) = \text{Mean Ridit}$$

رابطه (۲)

که در آن  $f_{Rj}$  و  $f_{Ai}$  به ترتیب فراوانی نسبی زیر تقسیمات افق دید را برای هر توزیع نشان می‌دهد. پنج زیر دسته برای افق دید در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که مقادیر Ridit مستقیماً از ایستگاهی به ایستگاه دیگر قابل مقایسه نیستند، زیرا توزیع دید مرجع به ایستگاه وابسته است. موقعیت جغرافیایی، جمعیت و منابع انتشار انواع آلاینده‌ها در هر ایستگاه بر روند واقعی افق دید در آن ایستگاه تأثیر می‌گذارد. باین حال ممکن است از مقادیر Ridit به عنوان نشانه‌ای از بهبود یا بدتر شدن روند دید افقی در کیفیت هوا استفاده گردد. برای هر ایستگاه، روند میانگین تغییرات Ridit نشان‌دهنده تغییرات دقیق در افق دید است.

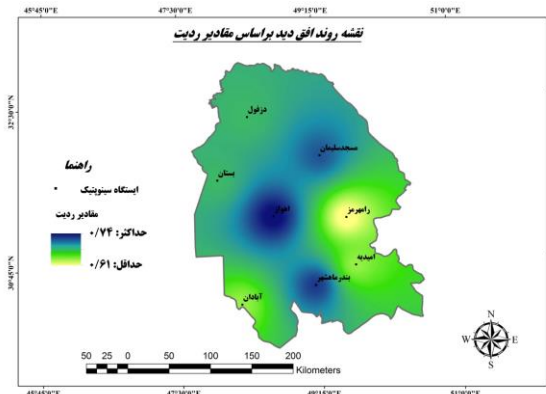
### ۳- نتایج

پس از آنکه مقدار فراوانی هر طبقه افق دید مشخص شد جدول (۱)، مقدار ریدیت سالانه برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید و نمودارهای مربوطه نیز ترسیم گردید شکل (۳).

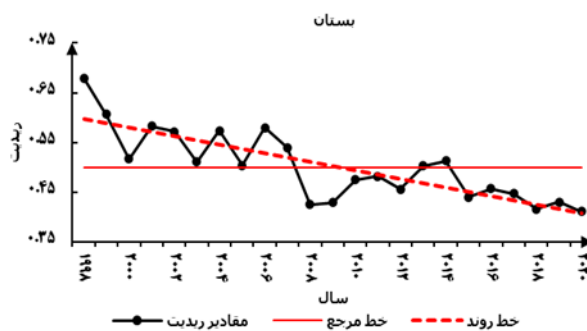
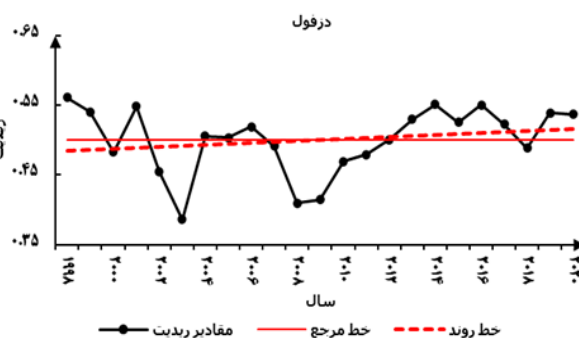
جدول (۱). گروه‌بندی افق دید در ایستگاه‌های مورد مطالعه منبع: نگارندگان.

ایستگاه	فراوانی دید افقی / کیلومتر				
	>۲۰	۱۹-۹	۱۴-۹	۹-۵/۹	۴-۰/۹
آبادان	۲	۲۲۵	۳۱۸۱۱	۷۵۷۹	۳۹۰۷
اهواز	۲	۸۶	۱۹۲۷۵	۹۲۴۹	۴۲۸۴
بستان	۱۹۶	۳۶۸۴	۱۴۷۶۰	۹۲۷۸	۵۰۲۵
بندرماهشهر	۱	۱۶۳	۳۱۰۹۲	۵۳۷۴	۲۰۴۱
دزفول	۱۱۷	۸۹۷	۲۵۳۲۸	۳۹۵۲	۱۸۸۰
مسجدسلیمان	۲۸	۱۵۶	۳۶۷۸۲	۳۴۷۳	۱۷۶۶
امیدیه	۱	۳۸۲	۳۶۸۴۳	۴۶۵۲	۱۸۶۱
رامهرمز	۱	۱۲۲۳	۳۱۹۸۳	۴۹۵۹	۸۸۵

مسجدسلیمان شیب خیلی ملایمی دارد و شاید علت افزایش افق دید در این ایستگاه مربوط به توپوگرافی این ایستگاه است که با ارتفاع ۳۲۱ متر نسبت به سایر ایستگاه‌های این منطقه ارتفاع زیادی دارد شکل (۴).



شکل (۴). نقشه وضعیت افق دید در ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس مقادیر ریدیت منبع: نگارندگان.



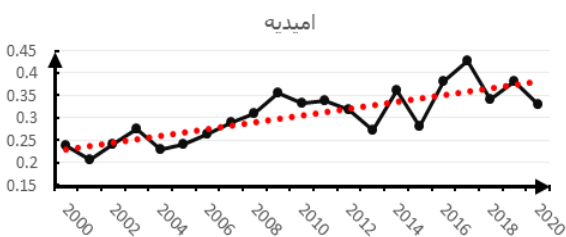
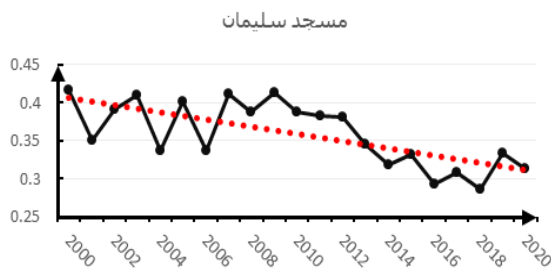
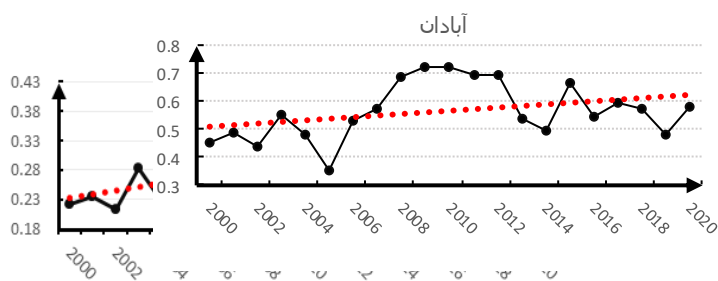
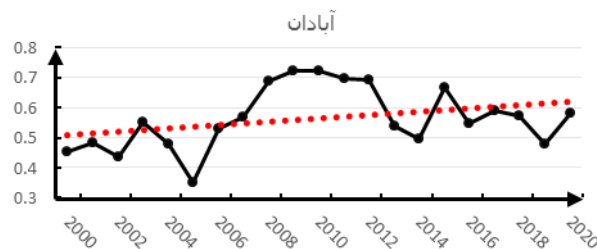
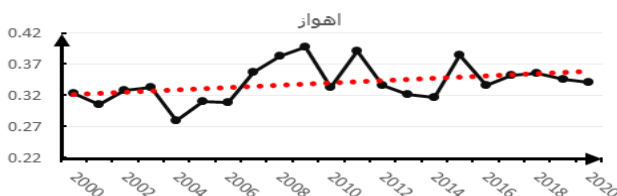
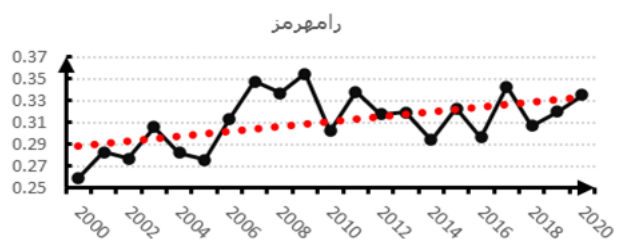
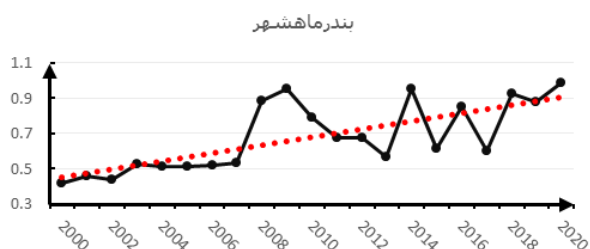
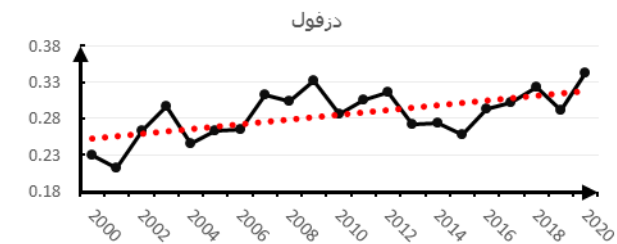
شکل (۳). نمودار روند تغییرات ریدیت در ایستگاه‌های مورد مطالعه منبع: نگارندگان.

#### • بررسی شاخص عمق آپتیکی آئروسول (AOD)

بر اساس نوسانات میانگین AOD سالانه در دوره آماری ۲۰۲۰-۲۰۰۰ نمودارهای ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید شکل (۵). در ایستگاه آبادان تا سال ۲۰۰۶ میزان آئروسول روند کاهشی دارد و از تاریخ مذکور تا سال ۲۰۱۲ روند افزایشی دارد و میزان پراشیدگی در بازه مطالعاتی نیز زیاد است. ولی در ایستگاه اهواز میزان آئروسول روند افزایشی دارد و میزان پراشیدگی در ابتدا و انتها زیاد نیست ولی از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ زیاد هست. میزان آئروسول در ایستگاه بستان با شیب ملایم روند افزایشی دارد ولی پراشیدگی آن چندان نیست. بررسی ایستگاه دزفول نشان می‌دهد که در سال‌های ابتدایی و انتهایی میزان پراشیدگی زیاد نیست ولی بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ زیاد است و در بازه مطالعاتی میزان آئروسول روند افزایشی دارد. همچنین در ایستگاه ماهشهر پراشیدگی در سال‌های ابتدایی زیاد نیست ولی از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ زیاد است و مقادیر آئروسول نیز با شیب تند روند افزایشی نشان می‌دهد. در ایستگاه امیدیه آئروسول روند افزایشی دارد و پراشیدگی از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ بیشتر است. بررسی ایستگاه رامهرمز نشان می‌دهد که هم‌روند افزایش آئروسول شیب تندی دارد و پراشیدگی نیز در این ایستگاه زیاد است. ولی در ایستگاه مسجدسلیمان برعکس هفت ایستگاه قبلی میزان آئروسول روند کاهشی

بر اساس تجزیه و تحلیل ریدیت، اگر خط مرجع هر ایستگاه نسبت به خود میانگین یا توزیع مرجع، بالاتر از خط آستانه ۰/۵ باشد دید افقی نسبت به میانگین شرایط بهتری دارد ولی اگر پایین تر باشد کاهش دید افقی صورت گرفته است. در صورت نزدیک بودن خط آستانه به میانگین یا توزیع مرجع، دید افقی ایستگاه در شرایط عادی است. با توجه به نمودار ریدیت در ایستگاه‌های آبادان، اهواز، رامهرمز خط روند تا سال ۲۰۰۹ در بالای خط مرجع مشاهده می‌شود ولی بعد از سال مذکور خط روند در زیر خط مرجع دیده می‌شود. ولی در ایستگاه‌های بستان و بندر ماهشهر خط روند تا سال ۲۰۱۰ در بالای خط مرجع مشاهده می‌شود و از این تاریخ به بعد در زیر خط مرجع مشاهده می‌شود. همچنین میزان پراشیدگی در ایستگاه‌های بستان، بندر ماهشهر و امیدیه بیشتر از سایر ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه هست. در صورتی که در ایستگاه مسجدسلیمان تا سال ۲۰۰۹ خط روند در زیر خط مرجع قرار دارد ولی از سال ۲۰۰۹ به بعد خط روند در بالای خط مرجع دیده می‌شود ولی پراشیدگی در بازه زمانی مورد بررسی زیاد نیست. پس می‌توان گفت به‌غیر از ایستگاه مسجدسلیمان در همه ایستگاه‌ها میزان افق دید روند کاهشی دارد. منتهی این کاهش دید در ایستگاه‌های اهواز، آبادان، رامهرمز و دزفول روندی ملایم دارد در حالی که در ایستگاه‌های بستان، ماهشهر و امیدیه روند کاهشی، شیب تندی دارد. البته افزایش افق دید در ایستگاه

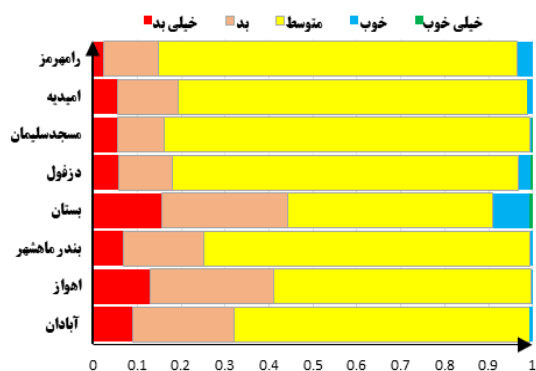
دارد و پراشیدگی آن نیز از سال ۲۰۱۱ به بعد افزایش می‌یابد.



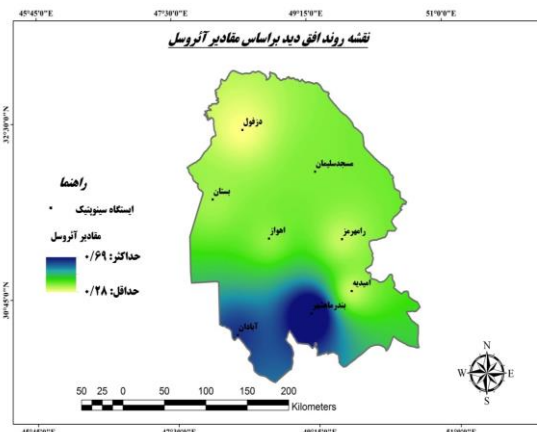
شکل (۵). نمودار روند تغییرات AOD در ایستگاه‌های مورد مطالعه منبع: نگارندگان.

بنابراین همان‌طوری که مشاهده می‌گردد می‌توان گفت به‌غیر از ایستگاه مسجد سلیمان که در این ایستگاه مقدار AOD کاهش می‌یابد در بقیه ایستگاه‌ها مقدار AOD افزایش می‌یابد با این تفاوت که در ایستگاه‌های آبادان، اهواز، رامهرمز و دزفول روند افزایش تدریجی است ولی در ایستگاه‌های بندر ماهشهر، امیدیه و بستان روند افزایش شیب تندی دارد شکل (۶).





شکل (۷). نمودار وضعیت افق دید در ایستگاه‌های مورد مطالعه منبع: نگارندگان.



شکل (۶). نقشه روند افق دید بر اساس مقادیر آئروسول در ایستگاه‌های مورد مطالعه منبع: نگارندگان.

• وضعیت افق دید در ایستگاه‌های مورد مطالعه

پس از بررسی و مطالعه مقادیر ریدیت و شاخص عمق اپتیکی آئروسول برای مشخص شدن وضعیت افق دید در استان خوزستان افق دید در پنج گروه کیفی خیلی خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد طبقه‌بندی شد و نمودار آن ترسیم شد شکل (۷).

آماري Ridit روند تغییرات افق دید را در کشور چین و لهستان مطالعه و بررسی نمودند و به نتایج قابل و قبولی دست یافتند و این فن آماری را یکی از روش‌های کاربردی و موفق در زمینه بررسی افق دید معرفی کرده‌اند که نتایج حاصل از پژوهش نیز این امر را تأیید می‌کند.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر روند تغییرات افق دید بر اساس داده‌های روزانه دید افقی ایستگاه‌های سینوپتیک و همچنین میزان تغییرات AOD در استان خوزستان بر اساس داده‌های ماهواره مودیس بررسی و مطالعه شد. پایگاه داده‌های این پژوهش از دو نوع داده‌های متفاوت اقلیمی که شامل داده‌های مشاهداتی و داده‌های ماهواره‌ای است، تشکیل شد. برای تحلیل روند دید افقی از فن آماری ریدیت استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که دید افقی در ایستگاه‌های اهواز، آبادان، دزفول، رامهرمز، بندر ماهشهر، بستان و امیدیه روند کاهشی دارد و تنها در ایستگاه مسجدسلیمان روند افزایشی دارد. مطالعه نوسانات میانگین AOD ماهانه هم نشان داد که به جز ایستگاه مسجدسلیمان در بقیه ایستگاه‌ها مقدار AOD افزایش می‌یابد با این تفاوت که روند افزایشی در ایستگاه‌های آبادان، اهواز، رامهرمز و دزفول شیب ملایمی دارد ولی در ایستگاه‌های بندر ماهشهر، امیدیه و بستان شیب تندی دارد. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های پژوهش‌هایی که پدیده گردوغبار را از عوامل مهم کاهش دید افقی در استان خوزستان اعلام کرده‌اند مطابقت دارد. همچنین این پژوهش نشان داد که روش آماری ریدیت که در مناطق مختلف جهان برای بررسی و مطالعه

با توجه به این نمودار در اکثر ایستگاه‌های استان خوزستان میدان افق دید معمولی هست درواقع میدان دید در محدوده ۱۴/۹ - ۱۰ کیلومتر هست و کمترین میدان افق دید در محدوده زمانی مطالعه شده در ایستگاه‌های بستان و اهواز مشاهده می‌شود. همچنین بیشترین فراوانی افق دید خیلی خوب مربوط به ایستگاه‌های رامهرمز و بستان است. نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های رضایی بنفشه و همکاران (۱۳۹۱)، حجازی و همکاران (۱۳۹۳)، گودرزی و همکاران (۱۳۹۶)، آرامی و همکاران (۱۳۹۷)، مدبرپور و همکاران (۱۳۹۸)، سبحانی و صفریان (۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) و جعفری و همکاران (۱۳۹۷) که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای وضعیت گردوغبار را در مناطق مختلف ایران مخصوصاً در استان خوزستان بررسی و مطالعه نموده‌اند و یکی از عوامل کاهش دید افقی را میزان گرد غبار معرفی کرده‌اند با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. ولی ثابت قدم و همکاران (۱۳۹۵) و حاتمی مهند و همکاران (۱۳۹۸) وضعیت افق دید را در فرودگاه امام خمینی و چند فرودگاه پر ترد کشور بررسی و مطالعه نمودند که با هدف پژوهش حاضر هم‌راستا نیست. همچنین مولنار و همکاران (۲۰۰۸)، فو و وو (۲۰۱۱)، وو و همکاران (۲۰۱۲)، چن و شی (۲۰۱۲) و لیو و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از روش

روند تغییرات دید افقی استفاده می شود یکی از کارآمدترین روش‌ها در این زمینه معرفی شده است اما برای رسیدن به نتایج مطلوب و مشخص شدن کارایی بهتر آن پیشنهاد می‌شود که از این روش در سایر مناطق

## References

- Arami, Seyyed Abdul Hossein, Onag, Majid, Mohammadian Behbahani, Ali, Akbari, Mehri and Zarasundi, Alireza, 2017; Analysis of dust hazard studies in southwest Iran in a 22-year period (1996-2017), Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, fifth year, number 1, pp. 39-66. [In Persian]
- Sabet gadam, Samaneh, Khossima, Massoud, Ahmadi Givi, Farhang. 2015, investigation of the changes in atmospheric extinction coefficient based on horizontal visibility in four busy airports of the country. Earth Physics and Space, Volume 42, Number 2, pp. 467-459. [In Persian]
- Jafari, Mehdi, Zahtabian, Gholamreza and Mesbahzadeh, Tayyebah, 2017; Statistical analysis of the phenomenon of dust (case study of Isfahan), Iran Pasture and Desert Research Quarterly, 25, (4), 876-863. [In Persian]
- Hatami Mohand, Jalaladdin, Shabetgadam, Samaneh and Ahmadi Givi, Farhang, 2018; Investigating the minimum daily horizontal visibility meteorological conditions using information from the RVR device of Imam Khomeini Airport, Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, Year 6, Number 1, pp. 17-30. [In Persian]
- Hejazi, Seyyed Abbas, Mubasheri, Mohammadreza and Majidi, Daoud, 2013; The use of satellite image in calculating the horizontal visibility of the atmosphere, Journal of Climatology Research, 5th year, 17th and 18th issues, pp. 47-57. [In Persian]
- Rasuli, Aliakbar, Sari Sarraf, Behrouz and Mohammadi, Gholamhasan, 2019; Analyzing the occurrence of the climatic phenomenon of dust in the west of the country in the last 55 years using non-parametric statistical methods, Natural Geography Quarterly, third year, number 3, pp. 15-28. [In Persian]
- Rezai Banafsheh, Majid, Sharifi, Leila and Pirkhizranian, Seyyed Loqman, 2013; Estimation of the amount of dust using satellite images of a case study: Kurdistan Province, Journal of Natural Geography, Year 5, Number 18, pp. 13-25. [In Persian]
- Sobhani, Behrouz and Safarian Zangir, Vahid, 2018; Analyzing and predicting the phenomenon of dust in southwest Iran, Journal of Natural Environment Hazards, Volume 8, Number 22, pp. 179-198.
- Gudarzi, Massoud, Hosseini, Seyed Asaad and Ahmadi, Hamzah, 2016; Investigating the temporal and spatial distribution of days with dust in the west and southwest of Iran, Iran Watershed Science and Engineering Journal, 11th year, number 39, pp. 1-11. [In Persian]
- Madbberpour, Ali, Gandomkar, Amir and Khodaqoli Morteza, 2018; Temporal-spatial investigation of dust hazard (case study: Yasouj and Dogonbadan), scientific-research and international quarterly of the Iranian Geographical Society, 17th year, number 61, pp. 108-91. [In Persian]
- Mirmusavi, Seyed Hossein and Taran, Zahra, 1400; Investigation and analysis of the relationship between dust fluctuations and temperature and precipitation fluctuations in the west and southwest of Iran, Journal of Geography and Planning, year 25, number 77, pp. 259-245. [In Persian]
- Noroozi, Ali-Akbar, Shuai, Ziaaddin, 2017; Identifying areas with dust production potential in southwest Iran, a case study of Khuzestan province, Watershed Engineering and Management, 10 (3), 409-398. [In Persian]
- Alhathloul, S. H. Khan, A. A. & Mishra, A. K. (2021). Trend analysis and change point detection of annual and seasonal horizontal visibility trends in Saudi Arabia. Theoretical and Applied Climatology, 144(1), 127-146.
- Al-Jumaily, K. J., & Ibrahim, M. K. (2013). Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. *Int. J. Energ. Environ.*, 4(5), 851-858.

- Appel, B.R. Tokiwa, Y. Hsu, J. Kothny, E. and Hahn, E. 1985. Visibility as related to atmospheric aerosol constituents, *Atmos. Environ.* 19, 1525–1534, doi:10.1016/0004-6981(85)90290-21985.
- Basha, G., Ratnam, M. V., Kumar, K. N., Ouarda, T. B., Kishore, P., & Velicogna, I. (2019). Long-term variation of dust episodes over the United Arab Emirates. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 187, 33-39.
- Chang, D. Song, Y. Liu, B. 2009. Visibility trends in six megacities in China 1973–2007. *Atmos. Res.* 94, 161–167.
- Chen, Y., & Xie, S. (2012). Temporal and spatial visibility trends in the Sichuan Basin, China, 1973 to 2010. *Atmospheric Research*, 112, 25-34.
- Chen, Lei, Zhang, Meigen, Zhu, Jia, Skorokhod, Andrei, (2017): "Model analysis of soil dust impacts on the boundary layer meteorology and air quality over East Asia in April 2015", *Atmospheric Research*, 187, 42–56.
- Chopping, M., Su, L., Rango, A., Martonchik, J. V., Peters, D. P., & Laliberte, A. (2008). Remote sensing of woody shrub cover in desert grasslands using MISR with a geometric-optical canopy reflectance model. *Remote Sensing of Environment*, 112(1), 19-34.
- Davis, R. E. 1990. A synoptic climatological analysis of winter visibility trends in the mideastern United States. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 25(2), 165–175. doi:10.1016/0957-1272(91)90052-g.
- Dayan, U., & Levy, I. (2005). The influence of meteorological conditions and atmospheric circulation types on PM10 and visibility in Tel Aviv. *Journal of Applied Meteorology*, 44(5), 606-619.
- Doyle, M., Dorling, S., 2002. Visibility trends in the UK 1950e1997. *Atmos. Environ.* 36, 3161e3172.
- Egerer, S., Claussen, M., & Reick, C. (2018). Rapid increase in simulated North Atlantic dust deposition due to fast change of northwest African landscape during the Holocene. *Climate of the Past*, 14(7), 1051-1066.
- Eidels-Dubovoi, S. (2002). Aerosol impacts on visible light extinction in the atmosphere of Mexico City. *Science of the total environment*, 287(3), 213-220.
- Evan, A. T., Heidinger, A. K., & Vimont, D. J. (2007). Arguments against a physical long-term trend in global ISCCP cloud amounts. *Geophysical Research Letters*, 34(4).
- Faulkenberry, D., Craig, C.D., 1980. The application of ridit analysis to detect trends in visibility e reply. *Atmos. Environ.* 14, 1205e1206.
- Fu, C., & Wu, J. (2011). The different characteristics of sunny visibility over southwest china in recent 50 years. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 247-254.
- Jacobson, M., 2005, *Fundamentals of aAtmospheric modeling*, Cambridge University Press, Second Edition, 813 pp.
- Gao, L., Jia, G., Zhang, R., et al., 2011. Visual range trends in the Yangtze River Delta Region of China, 1981e2005. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 61, 843e849.
- Goudie, A. S. (2009). Dust storms: Recent developments. *Journal of environmental management*, 90(1), 89-94.
- Horvath, H., 1981, *Atmospheric visibility*, *Atmos. Environ.*, 15, 1785-1796.
- Huang, W., Tan, J., Kan, H., Zhao, N., Song, W., Song, G., ... & Chen, B. (2009). Visibility, air quality and daily mortality in Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, 407(10), 3295-330.
- Latimer, D., Bergstrom, R., Hayes, S., Liu, M., Seinfeld, J., Whitten, G., Wojcik, M. and Hillyer, M., 1978, The development of mathematical models for the prediction of anthropogenic visibility impairment, EPA- 450/3/78-110a.
- Lee, J. Y., Jo, W. K. and Chun, H. H., 2015, Long-term trends in visibility and its relationship with mortality, air-quality index, and meteorological factors in selected areas of Korea, *Aerosol and Air Quality Research*, 15(2), 673-681.
- Liao, W., Wang, X., Fan, Q., Zhou, S., Chang, M., Wang, Z., ... & Tu, Q. (2015). Long-term atmospheric visibility, sunshine duration and precipitation trends in South China. *Atmospheric Environment*, 107, 204-216.

- Malm, W., Sisler, J., Huffman, D., Eldred, R. and Cahill, T., 1994, Spatial and seasonal trends in particle extinction in the United States, *Geophys Res concentrations and optical Lett.*, 99, 1347-1370.
- Marchand, R., Ackerman, T., Smyth, M., & Rossow, W. B. (2010). A review of cloud top height and optical depth histograms from MISR, ISCCP, and MODIS. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 115(D16).
- Meng, L., Yang, X., Zhao, T., He, Q., Lu, H., Mamtimin, A., ... & Liu, C. (2019). Modeling study on three-dimensional distribution of dust aerosols during a dust storm over the Tarim Basin, Northwest China. *Atmospheric Research*, 218, 285-295.
- Molnár, A., Mészáros, E., Imre, K., Rüll, A., 2008. Trends in visibility over Hungary between 1996 and 2008. *Atmos. Environ.* 42, 2621-2629.
- Ogren, J. A. (1995). A systematic approach to in situ observations of aerosol properties. *Aerosol forcing of climate*, 215, 226.
- Sabetghadam, S., Ahmadi-Givi, F., & Golestani, Y. (2012). Visibility trends in Tehran during 1958-2008. *Atmospheric Environment*, 62, 512-520.
- Schichtel, B. A., Husar, R. B., Falke, S. R., & Wilson, W. E. (2001). Haze trends over the United States, 1980-1995. *Atmospheric Environment*, 35(30), 5205-5210.
- Sloane, C. S., 1983. Summertime visibility declines: meteorological influences. *Atmospheric Environment* (1967), 17(4), 763-774.
- Wang, W., Huang, J., Zhou, T., Bi, J., Lin, L., Chen, Y., ... & Su, J. (2013). Estimation of radiative effect of a heavy dust storm over northwest China using Fu-Liou model and ground measurements. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 122, 114-126.
- Wu, J., Fu, C., Zhang, L. and Tang, J., 2012, Trends of visibility on sunny days in China in the recent 50 years, *Atmos. Environ.*, 55, 339-346.
- Yufeng, W., Xingxing, L., Yiding, Q., Jiamin, D., Huige, D., & Dengxin, H. (2022). Investigation and analysis of actual atmospheric scattered radiance and slant visibility by two-wavelength Raman-Mie lidar. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 288, 108250.

## Analysis of horizontal visibility trends in Khuzestan provinc between 1998-2020

Behruz Sari Sarraf<sup>1</sup>; Gholamhasan Mohammadi<sup>2</sup>; Mohammad Yazdani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor of Climatology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran

<sup>2</sup> Ph.D. of Climatology, I.R of Iranian Meteorological Organization, East Azerbaijan Central Bureau of Meteorology, Tabriz, Iran

<sup>3</sup> Ph.D. student of Climatology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran

### Introduction

Vision usually refers to the horizontal distance at which the contrast between a target and its sky background is equal to the threshold of the human eye. In an atmosphere that is standard and without pollution, visibility often varies in the range of 145-225 kms. However, in polluted places, atmospheric visibility is reduced by air pollutants through the dispersion and absorption of fine particles and gases in the atmosphere. In some highly polluted areas, the horizontal visibility can be as low as one kilometer. Due to the adverse effects of air pollution on human life, horizontal visibility has been one of the main concerns in air pollution and climatology studies. The trend of changes in horizontal vision as well as the effects of air pollution on the vision process has attracted the attention of all researchers. The results of many studies have also shown that horizontal vision has a negative correlation with public health, especially in developing countries. One study also found that horizontal vision was associated with an increase in deaths and cardiovascular disease in Shanghai, China. One of the effective climatic phenomena in horizontal view is dust. This meteorological-environmental phenomenon is called a mass of fine dust particles and sometimes smoke emitted into the atmosphere, which increases aerosols and reduces horizontal visibility. The location of Khuzestan provinc at the top of the basin of dusty winds known as the north wind, which spread dust from the deserts of Syria and Iraq to southwestern Iran, frequently reduces the horizontal visibility in these areas. The aim of this study is to use horizontal vision data, mean values of aerosol optical depth to study the trend of horizontal vision changes in Khuzestan provinc between 1998-2020; Therefore, by reviewing the available resources in this field, it is clear that relatively limited methods have been used to study and analyze the process of horizontal vision, among which Ridity analysis is the most widely used and efficient method in this field. Given the importance of the issue, the need for such a study in this area becomes apparent.

### Methodology

The study area is southwestern Iran, which includes the political boundaries of the provinc of Khuzestan. The highest point of this region with an altitude of 3741 meters is located along the northwest-southeast, which is part of the Zagros folds, while the lowest point with a height of -105 is located in the southwest of this region, which (leads to) stretches the Persian Gulf. Also, the area of the study area is 63928/44 square kilometers. The data consists of two different types of climatic data, including observational data from meteorological stations and satellite data. Observational data are daily horizontal data of synoptic stations Khuzestan provinc in the period 1998 to 2020. This information is often reported at three-hour intervals. Ridity statistical technique was used to study the horizontal vision trend. Ridity analysis is a useful statistical technique that is widely used in trend study. Ridity indicates the possibility that observation of vision over a period of time is better than distribution of reference vision. Aerosol optical depth index (AOD) were also used. Because the aerosol optical depth (AOD) is one of the important parameters in the study of dust and affects the horizontal viewing process. Also, the amount of optical depth can vary with the density of the number of aerosols and the properties of those particles.

### Results and Discussion

First, the frequency value of each horizon floor was determined and then the annual Ridity value was calculated for each of the stations studied and the relevant graphs were drawn. By studying the Ridity diagrams of the studied stations, it is clear that in Masjed-e-Soliman, the horizontal visibility is

increasing. . Also, in these station, the trend line is below the reference line until 2009, but from 2009 to 2020, the trend line is above the reference line. But in Ramhormoz, Omidieh, Dezful, Bandar Mahshahr, Bostan, Ahvaz and Abadan stations, the horizontal visibility is decreasing. AOD diagram of the studied stations shows that in Ahvaz, Abadan, Bostan, Dezful, Bandar Mahshahr, Omidieh and Ramhormoz stations, the amount of aerosols is increasing. Unlike 7 previous stations in Masjed Soleiman station, the amount of aerosol has a decreasing trend. After reviewing and studying the Ridit values, the aerosol optical depth index to determine the condition of the horizon in Khuzestan provinc the horizontal visibility was classified into five quality groups: very good, good, medium, bad and very bad. In this study, the trend of horizon vision changes based on daily horizontal data of 8 synoptic stations in Khuzestan provinc, the amount of AOD changes based on Modis satellite data in the mentioned stations were studied. The results showed that in Masjed-e-Soleiman station, in the studied years, instead of decreasing the horizontal vision, we are facing a situation of improving the horizontal vision. While in Ramhormoz, Omidieh, Dezful, Bandar Mahshahr, Bostan, Ahvaz and Abadan stations, the horizontal visibility is decreasing. And in these stations, we are faced with a decrease in horizontal visibility, with the difference that this decrease in Bostan, Bandar Mahshahr, Omidieh and stations has a sharp trend and compared to Ahvaz, Abadan, Ramhormoz and Dezful stations have worse conditions. AOD study in the studied stations showed that in Ahvaz, Abadan, Bostan, Dezful, Bandar Mahshahr, Omidieh and Ramhormoz stations, the amount of aerosol increases. While in other stations, AOD decreases, which indicates an increase in horizontal visibility in these areas This indicates that in these areas, the horizontal visibility conditions are better than other stations. Therefore, it can be concluded that in general, in the Khuzestan provinc, the horizontal visibility trend is decreasing. It is also suggested that this statistical technique be used in other parts of the country to better determine its efficiency.

#### **Keywords**

Khuzestan provinc; horizontal visibility; Ridit analysis; AOD; trend