مطالعهٔ تطبیقی تغییرات الگوی مکانی گرد و غبار استان تهران در بازهٔ سال‌های ۲۰۱۹[1]-۲۰۰۰

نرجس صراطی: *دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مخاطرات محیطی، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران*

امیر صفاری*: *دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران*

منیژه قهرودی‌تالی: *استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران*

خدیجه علی‌نوری: *پژوهشگر پسادکتری ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱)

چکیده

پدیدهٔ گرد و غبار نشانه‌ای از فرسایش محیطی است. تغییرات آب و هوایی همچون فقدان بارش، وجود ذرات خاک فرسایش‌پذیر و سرعت بالای باد، شرایط مناسبی را برای وقوع و شدت توفان‌های گرد و غبار ایجاد می‌کند. برای درک بهتر تأثیرات گرد و غبار، منشأیابی، کنترل و مقابله با آثار زیان‌بار آن، لازم است این پدیده به طور منظم شناسایی و بررسی شود. هدف از این پژوهش، [illegible] پس از بررسی روزهای دارای حداکثر پدیدهٔ گرد و غبار و استخراج گلبادهای مرتبط با آن، سه شاخص NDDI، AOD و DBAAEL با استفاده از تصاویر سطح ۱ سنجندهٔ مودیس ماهوارهٔ ترا و آکوا محاسبه شد. با جمع‌بندی تمام الگوهای شاخص‌های گرد و غبار در سال ۲۰۰۰، عمده مراکز تراکم هستهٔ غبار بر روی شمال عراق و دشت‌های جنوب دریاچهٔ ارومیه و دشت‌های واقع در دامنهٔ غربی رشته‌کوه زاگرس قرار داشت؛ ولی نقشه‌های نهایی استخراج شده از الگوهای سال ۲۰۱۹ نشان داد که به طور کلی، تراکم ذرات گرد و غبار در کل ایران کمتر شده‌است و هستهٔ غبار در عرض‌های جنوبی استان تهران از شهریار تا ورامین و رباط کریم و مشخصاً بر روی لندفرم‌های رسوبی انتهایی حوضه‌های آبریز استان تهران متمرکز است و این می‌تواند بیانگر تغییرات اساسی بر روی پوشش زمین طی بازهٔ بیست سالهٔ تحقیق باشد.

واژگان کلیدی: استان تهران، الگوی مکانی ریزگرد، AOD، DBAAEl، NDDI.

[1] این مقاله از رسالهٔ دکتری با عنوان «مطالعهٔ تطبیقی تغییرات الگوی مکانی ریزگردهای گسترهٔ تهران و لندفرم‌ها در بازهٔ سال‌های ۲۰۱۹ـ۲۰۰۰» استخراج شده‌است.

* **نویسندهٔ مسئول:** Saffari@khu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

۱ـ مقدمه

پدیدهٔ گرد و غبار، رویدادی طبیعی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک شکل می‌گیرد و پیامدهای نامطلوب بسیاری را به همراه دارد. با توجه به موقعیت جغرافیایی استان تهران در دامنهٔ جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی، به نظر می‌رسد هر گونه تغییر در خروجی حوضه‌های آبریز، شرایط را برای تولید رسوبات ریز دانهٔ بیشتری برای حمل بادهای غالب این استان فراهم می‌کند. بر اساس تحقیقات انجام شده، طی گذشت زمان و تغییرات محیطی در حوضه‌های انتهاییِ جریان‌های منتهی به استان تهران، تغییراتی بر روی لندفرم‌های این حوضه‌ها ایجاد شد که با فراهم شدن شرایط محیطی و جوی، بر افزایش حجم ریزگردهای منتهی به استان و الگوی تولید و ایجاد آنها مؤثر بود. به علاوه، با توجه به تغییرات شدید جمعیتی ـــ که به خصوص در جنوب و غرب استان تهران طی بیست سال گذشته اتفاق افتاد ـــ زمین‌های زراعی بیشتری تغییر کاربری یافت و به بافت شهری تبدیل شد (Rahimi,2021).

توفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه، شمال آفریقا، شمال چین و استرالیا در طول فصل بهار، زمستان و تابستان، پدیده‌ای رایج است (Solomon et al, 2007) که به اختلال در زندگی روزمره، محیط زیست و اقتصاد منجر می‌شود و سلامت جوامع بشری را در معرض خطر قرار می‌دهد. با ورود گرد وغبار به هوا، توفان‌های ماسه‌به آلودگی،بیماری‌های تنفسی، بحران زیست محیطی، قدرت دید کم و قطع ترابری و حمل و نقل هوایی منجر می‌شود. توفان‌های ماسه‌ای نیز به همراه بادهای قوی، با پوشیدن سطح خاک‌به بیابان‌زایی منجر می‌شود و با آسیب زدن به ساختمان‌ها‌به خسارت‌های اقتصادی می‌انجامد. در نهایت، رسوب گرد و غبار بر روی زمین با تأثیر بر فتوسنتز باعث کاهش تولید می‌شود و با حمل ویروس‌ها از مناطق منشأ تا بسیاری از مناطق دورتر، به گسترش بیماری‌های ویروسی می‌انجامد (Flannerd, 2014).

توفان‌های گرد و غبار، نشانهٔ مهمی از فرسایش محیطی است و در زمین‌های خشک می‌تواند از چندین پدیدهٔ هواشناسی ناشی شود: تغییرات آب و هوایی منطقه همچون دمای سطح زمین، فقدان بارش، وجود ذرات خاک فرسایش‌پذیر و سرعت‌بالای‌باد، شرایط مناسبی برای وقوع و شدت توفان‌های گرد و غبار ایجاد می‌کند (Organization, 2020). فراوانی ذرات گرد و غبار در جو علاوه بر شدت و سرعت باد و خشکی ذرات، به اندازه و قطر ذرات نیز بستگی دارد (Jasper et al, 2012 & Otari, ۲۰۱۷).

از سال ۱۳۸۷، کشورایران وارد خشکسالی شد. از سوی دیگر، کشور عراق نیز گرفتار خشکسالی و این امر، پیچیده‌تر شدن وضعیت را در برداشت؛ به طوری که برنامهٔ محیط زیست سازمان ملل[1] به صورت رسمی به سازمان محیط زیست ایران درخصوص شکل‌گیری فاجعهٔ زیست محیطی در غرب عراق هشدار داد. به این ترتیب، شرایط به گونه‌ای پیش رفت که ذرات گرد و غبار بیش از هیجده استان کشور از جمله تهران، قزوین، سمنان، کردستان، مرکزی حتی مازندران و گیلان را هم دربرگرفت (Arami SeyedAbdulHussein, ۲۰۱۸).

دربارهٔ سامانه‌های هوایی انتقال‌دهندهٔ ریزگردها، نتایج نشان می‌دهد که در طول دورهٔ گرم سال، مؤلفه‌های مقیاس منطقه‌ای گردش جو در ترازهای زیرین در وقوع توفان‌های گرد و غباری نواحی جنوب غرب ایران نقش اصلی را بر عهده دارد. در این میان، سامانهٔ پرفشار عربستان و زبانهٔ کم فشار زاگرس به همراه واچرخند ترکمنستان به عنوان مؤلفه‌های شبه ساکن گردش منطقه‌ای جو، بیش از هر مؤلفه گردشی دیگری در شکل‌گیری توفان‌های مقیاس منطقه‌ای

[1] UNEP

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

در نواحی خلیج‌فارس و جنوب غرب ایران نقش دارد (Mofidi Abbas,2011). تحلیل مکانی این پدیده بیانگر آن است که عمده مناطق فعالیت توفان‌های گرد و غبار، در بیابان‌های ماسه‌ای و دیگر بیابان‌هایی است که اکوسیستم آنها به وسیلهٔ انسان تخریب شده‌است (Chu E.W, 2017).

با بررسی توزیع فضایی و مکانی توفان‌های گرد و غبار مشخص شد که وقوع این پدیده با شرایط اقلیمی محل مانند بارش، دما و ویژگی‌های سطح زمین از قبیل پوشش گیاهی و برف ارتباط نزدیکی دارد (Razi, 2011). بررسی‌ها بیانگر آن است که تشکیل و گسترش زبانهٔ کم فشار زاگرس در نیمهٔ غربی ایران به عنوان یک منبع گرمای محسوس ارتفاع یافته است؛ در مقابل، گرمایش ایجاد شده در سمت غربی خلیج‌فارس (پرفشار عربستان) و سمت شرقی خزر (واچرخند ترکمنستان) ناشی از فرارفت قائم گرما، از ترازهای بالاتر است.

نتایج مطالعهٔ سینوپتیک سیستم‌های گرد و غبار در غرب ایران نشان داد که پرفشار آزور همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر سیستم گرد و غبار منطقه است. همچنین این سیستم‌ها بسته به شرایط، گاه گرد و غبار، گاه بارندگی و گاه هم گرد و غبار و هم بارندگی ایجاد می‌کند؛ ولی زمانی که پر فشار آزور تقویت و بر منطقه حاکم شـــود، فروبارهای حرارتی در سطح زمین‌به وجود می‌آید که در ایجاد گرد و غبار محل نقش زیادی دارد (Zolfaghari, 2005). تحلیل رفتار مکانی فراوانی گرد و غبار، گویای افزایش روند شمال به جنوب این پدیده به صورت خطی است (Babaei Fini, 2014).

طی دهه‌های اخیر، ریزگردها به یکی از مهم‌ترین بحران‌های محیطی کلان شهرهای ایران تبدیل شده که زندگی در این شهرها را پرهزینه و حتی خطرناک ساخته‌است. در سال‌های اخیر، این پدیده در کلان شهر تهران ــ که اولین کانون جمعیتی کشور است و در مجاورت زمین‌های خشک و بایر قرار دارد ـــ به علت تداوم خشکسالی‌ها، کاهش بارندگی و افزایش دما تشدید می‌شود. بنابراین آگاهی از وضعیت این خطر، برای کنترل آن در تهران جزء ضرورت‌های مطالعاتی به شمار می‌رود. به علت فقدان پوشش گیاهی در مناطق مستعد گرد و غبار، هوای سطح زمین این مناطق گرم می‌شود، به سمت بالا حرکت و زمانی که به بادهای با سرعت بالای تروپوسفری برخورد می‌کند، یک جریان چرخشی سرد متمایل به سمت پایین به وجود می‌آورد که این بادها با شدت بالا به سطح زمین برخورد می‌کند و به ایجاد توفان‌های گرد و غباری منجر می‌شود (Xuan et al, 2004). زمانی که غلظت گرد و غبار به اندازه‌ای باشد که دید افقی به کمتر از یک کیلومتر کاهش یابد، در اصطلاح توفان ریزگرد ایجاد شده‌است (Middleton and Goudie, 2005).

برای درک بهتر تأثیرات گرد و غبار، منشـأیابی، کنترل و مقابله با آثار زیان‌بار آن، لازم اسـت این پدیده به طور منظم شناسایی و بررسی شود. امروزه فناوری سنجش از دور، در مطالعات مربوط به آئروسل‌ها و ذرات گرد و غبار کاربرد فراوانی دارد. از سنجندهٔ مودیس ماهوارهٔ ترا و آکوا به دلیل پوشش گسترده، تناوب برداشت اطلاعات بالا و داشتن ۳۶ باند طیفی، معمولاً در این قبیل از مطالعات استفاده می‌شود. در یک تحقیق از داده‌های سنجندهٔ مودیس ماهوارهٔ آکوا برای آشکارسازی پدیدهٔ گرد و غبار در جنوب غرب ایران از روش میلر استفاده شد. این روش، بر روی دادهٔ مودیس (محصول MYD021km) دو تاریخ وقوع گرد و غبار (یک اردیبهشت و سی خرداد ۹۱) انجام شد و آستانهٔ خروجی گرد و غبار میلر (Dlnd) برای هر رویداد به صورت جداگانه تنظیم و گرد و غبار بارزسازی شد. این تحقیق، توانایی بالای این روش را در بهبود و آشکارسازی گرد و غبار نشان می‌دهد (Kheirandish, 2015).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

آلاینده‌ها وقتی وارد اتمسفر می‌شوند، می‌توانند به اکوسیستم‌های وسیع در فواصل دورتر از منبع اصلی انتقال یابند. اثرهای پدیدهٔ گرد و غبار می‌تواند تا فاصلهٔ چهار هزار کیلومتری و گاه تا شش هزار کیلومتری به صورت افقی و ارتفاع شش‌هزار متری سطح زمین، از خاستگاه اصلی تداوم یابد و به بروز اثرات نامطلوب زیستی و خسارت‌های فراوان در زمینهٔ کشاورزی، صنعتی، حمل و نقل، سیستم‌های مخابراتی، تغییر اقلیم و از همه مهم‌تر سلامت انسان‌ها منجر می‌شود (Raispour,۲۰۰۸). به گزارش مرکز ملی هواشناسی و تغییر اقلیم سازمان حفاظت محیط زیست کشور، کشور ایران در طول سال‌های اخیر به طور متوسط در هر سال شاهد ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز هوای غبارآلود بود و حداکثر میزان غلظت ذرات گرد و غبار و مواد آلاینده در هوا، به طور نگران‌کننده‌ای افزایش یافت. هر جا رسوبات ریزدانهٔ منفصل بر سر راه بادهای نسبتاً قوی قرار گیرد، مخاطرهٔ ریزگرد ممکن است کیلومترها دورتر را تحت‌تأثیر قرار دهد. طبق گزارش‌های شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، براساس آمار ۲۱ ایستگاه در سطح این شهر ۱۱۱ روز به لحاظ ذرات کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون و ۱۱ روز از منظر آلایندهٔ کوچک‌تر از ۱۰ میکرون در وضعیت نامطلوب قرار داشت (گزارش کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵). از طرف دیگر، افزایش ده میکروگرم بر متر مکعب به افزایش مرگ و میر یک تا سه درصدی منجر می‌شود (Naddafi et al, 2010). ردیابی توفان‌های گرد و غبار با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و شاخص NDDI برای تشخیص و ردیابی منشأ گرد و غبار و شناسایی الگوی ریزگردها استفاده شد (Al-Sarraf, 2010 & Ghohroudi, 2012). سپس داده‌های آمایش زمین مانند رطوبت خاک و تراکم پوشش گیاهی ـــــ که از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شده‌است ـــ بررسی و مشخص شد که به علت حاکمیت اقلیم خشک، شوری خاک و فقدان پوشش گیاهی در نواحی جنوبی استان تهران و البرز، بخش مهمی از اراضی جنوب این استان از خاک‌های حساس به فرسایش بادی تشکیل می‌شود. نتایج مطالعات منابع طبیعی و محیط زیست برای پهنه‌بندی خطر فرسایش بادی و طرح کانون‌های بحران گرد و غبار، هماهنگی مناسبی با هم نشان می‌دهد و جدی بودن خطر بیابان‌زایی و فرسایش بادی را در منطقهٔ مورد مطالعه تأیید می‌کند.

منابع تولیدکنندهٔ گرد و غبار به ترتیب در مقیاس جهانی، محلی و منطقه‌ای با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تصاویر مودیس و سنجندهٔ OLI ماهوارهٔ لندست شناسایی شدند. (Shahrisvand Mohsen, 2015). همچنین در مورد بررسی شاخص‌های مختلف در شناسایی مناطق منبع گرد و غبار، مطالعات متعددی صورت گرفته‌است. در پژوهشی در منطقهٔ سیستان، با پردازش سنجندهٔ مودیس و لندست ETM+7 و اعمال شاخص NDVI، به شناسایی اصلی‌ترین منابع مناطق تولیدکنندهٔ ذرات گرد و غبار پرداخته شد (Iranmanesh Fazel, 2005).

بررسی مطالعات در مورد روش‌های آشکارسازی پدیدهٔ گرد و غبار نیز نشان داد که صرفاً استفاده از باندهای حرارتی یا انعکاسی نمی‌تواند این پدیده را با دقت بالا آشکارسازی کند؛ بنابراین، باید مدلی را توسعه دهند که از ترکیب باندهای انعکاسی و حرارتی برای این منظور استفاده می‌کند؛ به عبارتی، استفاده از ترکیب طیف‌های انعکاسی و حرارتی مودیس می‌تواند در تشخیص توفان‌های گرد و غبار در منطقهٔ مورد مطالعه نتایج بهتری ارائه دهد (Arami SeyedAbdulHussein, 2018).

استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری، روند وقوع پدیدهٔ گرد و غبار را در غرب کشور نشان می‌دهد که این بخش کشور از لحاظ وقوع ریزگرد، ناهمگن است و تعداد روزهای گرد و غبار از شمال به جنوب آن افزایش می‌یابد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

همچنین تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای اقلیمی، پوشش گیاهی و ارتباط آنها با پدید آمدن توفان‌های گرد و غبار، بیشترین فراوانی ریزگردها با کمترین پوشش گیاهی، حداقل بارندگی، بیشترین دما و سرعت باد را به همراه دارد (Rasuli et al, 1389 & Bahrami et al, 2013). در بررسی رابطهٔ بین قطر ذرات کمتر از ده میکرون و ضخامت نوری ذرات با استفاده از تصاویر مودیس، این نتیجه حاصل شد که بین این مقدارها در دو ماهوارهٔ آکوا وترا در خلیج‌فارس، همبستگی معناداری وجود دارد و داده‌های عمق اپتیکی حاصل از تصاویر ماهوارهٔ مودیس می‌تواند اطلاعات دقیقی از میزان ریزگردها فراهم کند (Soleimani et al, 2015).

[illegible] است.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

استان تهران بر اساس آخرین تقسیمات کشوری با مساحت ۱۳۶۳۶ کیلومتر مربع، ۰/۸ درصد از کل مساحت کشور را دربردارد و در محدودهٔ جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی و مابین ۵۱ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته‌است.

این استان از نظر واحدهای مورفولوژی و ناهمواری نیز تنوع نسبتاً زیادی دارد؛ به طوری که چهار واحد کوهستان، کوهپایه، دشت و مخروط افکنه در آن ملاحظه می‌شود و شرایط متنوع اکولوژیک را برای کاربری‌های مختلف مانند سکونت، کشاورزی، مرتع‌داری، حیات وحش، حفاظت و گردشگری فراهم می‌کند. از مهم‌ترین ویژگی‌های زمین‌شناختی استان تهران، تعدد و فراگیر بودن توزیع گسل‌ها و پهنه‌های تکتونیک در سطح استان است؛ به طوری که گسل‌ها در نواحی شمالی، مرکزی و جنوبی استان حضوری فعال دارند. از نظر حساسیت سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش نیز بخش قابل توجهی از نواحی جنوبی و مرکزی استان در کلاس‌های با حساسیت بالا طبقه‌بندی شده‌است. قسمت بیشتر نواحی شمالی استان نیز حساسیت متوسطی دارد و سازندهای سخت مقاوم به فرسایش، بخش‌های معدود و پراکنده را در نواحی شمالی و جنوبی استان تشکیل می‌دهد. به علت تمرکز اراضی با حساسیت زیاد در نواحی مرکزی و جنوبی استان ــ که مرکز فعالیت‌های توسعه‌ای و جمعیتی است ــ مدیریت زمین و حفاظت از پوشش گیاهی طبیعی در این ناحیه بسیار مهم است. متأسفانه تخریب پوشش گیاهی، کشاورزی غیر اصولی و توسعهٔ سطوح نفوذناپذیر ناشی از ساخت و ساز در این ناحیه، زمینه را برای تشدید فرسایش بیش از پیش مساعدتر می‌کند.

استان تهران از نظر اقلیمی نیز تنوع زیادی دارد؛ به گونه‌ای که از اقلیم بیابانی در قسمت‌های جنوبی شروع می‌شود و تا اقلیم نیمه مرطوب و مرطوب در قسمت‌های شمالی استان ادامه می‌یابد که خود متأثر از دما و بارش است و این دو پارامتر نیز تحت‌تأثیر شرایط توپوگرافیکی استان می‌باشد. با توجه به موقعیت استان، میانگین سالانهٔ دما از جنوب به شمال و شمال کاهش می‌یابد. همچنین از شمال و شرق به طرف نواحی مرکزی و جنوبی از میزان بارندگی کاسته می‌شود. میانگین بارندگی سالیانهٔ استان از ۶۳/۳ تا ۸۷۷/۷ میلی‌متر متغیر است که گواهی بر تنوع اقلیمی قابل توجه در سطح استان است (Saffari, 2010).

مطالعات مرتبط با باد در ماه‌های مختلف دورهٔ آماری ثبت شده در مجموع ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهران

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

بیانگر این اســـت که جهت وزش باد غالب در تهران، غربی اســـت. البته جهات دیگری نیز وجود دارد که در ماه‌های خاصی فراوانی بادهای موجود در آنها بیشتر است ولی به طور کلی، بادهای غالب در تمام ماه‌های فصل بهار از جهت غرب می‌وزند. در تیرماه نیز بادها اغلب از سمت غرب می‌وزند. در اواسط تابستان و در ماه مرداد، وزش بادها با تغییر جهت زیاد از سمت جنوب شرق است و در ماه شهریور از سمت شمال می‌وزد. در تمام ماه‌های فصل پاییز، بادها گاه از ســمت شــمال و گاه از ســمت غرب می‌وزند که با ورود فصــل زمســتان، جهت وزش بادها تماماً غربی می‌شــود. در ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهران، وزش شدیدترین بادها به فصل تابستان و ماه مرداد بازمی‌گردد. سرعت این بادها، هشتاد نات و وزش آن عموماً از سمت غرب است. در ماه‌های تیر و شهریور، بادهایی با همین جهت وزش اما با سرعتی پایین‌تر ـــ که معادل با ۶۰ تا ۶۵ نات است ـــ ثبت می‌شود. وزش بادهای شدید در فصل بهار، تماماً از سمت غرب و با سرعتی بین ۵۸ تا ۶۸ نات است. در فصل‌های پاییز و زمستان نیز شدیدترین بادها از سمت غرب یا شمال غرب می‌وزد که سرعتی بین ۴۴ تا ۵۸ نات دارد (Mohammadi, 2009).

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

۳ـ مواد و روش

این پژوهش در ابتدا به بررسی روزهای دارای پدیدهٔ گرد و غبار در گسترهٔ استان تهران و استخراج گلبادهای مرتبط با این روزها با اســـتفاده از تصـــاویر ســـنجندهٔ مودیس در روزهای دارای پدیدهٔ گرد و غبار در بازهٔ زمانی مورد نظر پرداخت. سپس محصولات مورد نیاز برای استخراج سه شاخص عمدهٔ مرتبط با این پدیده، شامل شاخص NDDI (نسبت نرمال شدهٔ گرد و غبار)، شاخص AOD (ضخامت اپتیکی ذرات اتمسفر) و شاخص DBAAEL (نمای انگستروم) به شرح زیر محاسبه شد:

برای تهیهٔ نمودار گلباد استان، از آمار داده‌های مرتبط با شاخص «تعداد گزارش‌های همراه با پدیدهٔ گرد و خاک (با علامت اختصاری ndu)» دوازده ایستگاه سینوپتیک استان تهران در بازهٔ زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ استفاده شد[1]. با توجه به

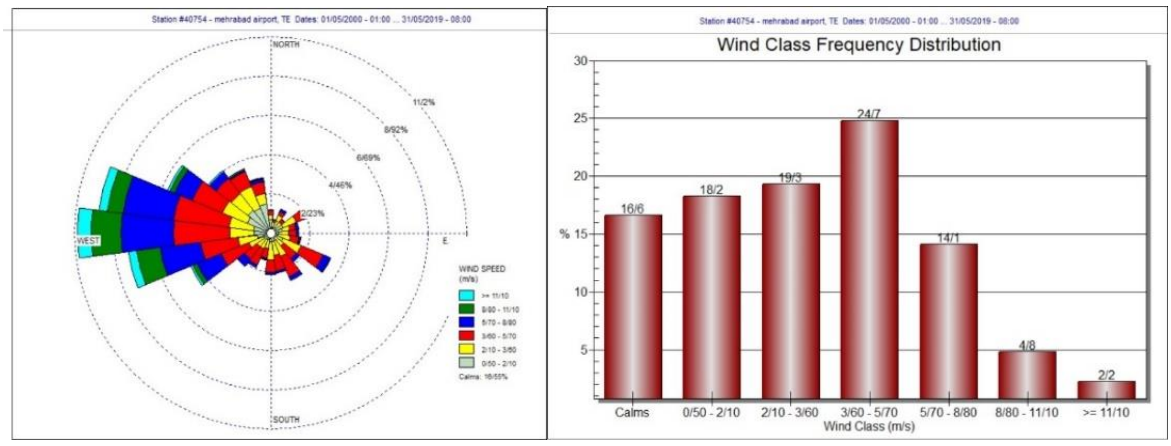
[1] https://data.irimo.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

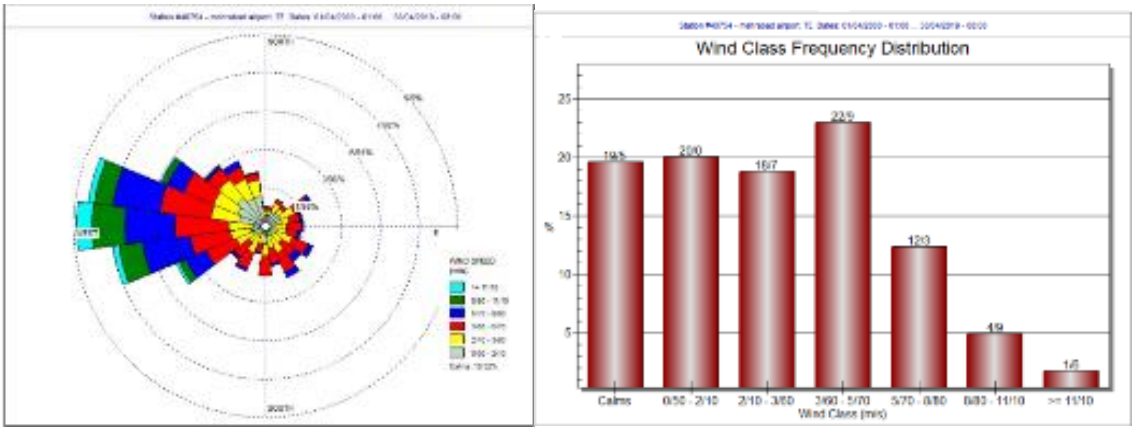
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

جهتِ باد غالب استان تهران از سمت غرب، شمال غرب و جنوب غرب، و پیشینهٔ مطالعاتی که ثابت می‌کرد منشأ ریزگردهای ایران در خارج از مرزهای این کشور قرار دارد، کل سرزمین عراق هم به منطقهٔ تحقیق اضافه شد.

با وجود دو رود بزرگ فرات که از شمال و از سمت شرق ترکیه سرچشمه می‌گیرد و وارد عراق می‌شود و دجله که از دامنه‌های رشته‌کوه توروس در ترکیه سرچشمه می‌گیرد و پس از گذشتن از سوریه به عراق وارد می‌شود، در پهنهٔ وسیعی از سرزمین عراق لندفرم‌های وسیع رسوبی دیده می‌شود. در این میان، دریاچه‌های بزرگ و زیادی هم در خاک عراق وجود دارد. همچنین وسیع‌ترین هورهای عراق در منطقه‌ای مثلثی‌شکل بین سه شهر عصاره، ناصریه، و قرنه قرار گرفته که این منطقه به منطقهٔ هورها معروف است[1]. طی سالیان گذشته، احداث سدهای متعدد بر دو رودخانهٔ بزرگ دجله و فرات (Mohseni, 2018) ــ که تأمین‌کنندهٔ اصلی آب عراق است ــ در کشور ترکیه و سوریه و خودِ کشور عراق، به علاوهٔ تغییر اقلیم و کاهش بارندگی در ارتفاعات ترکیه و اثر جنگ‌های متعدد و طولانی در پهنه‌های وسیعی از این کشور، میزان حجم منابع آبی کشور عراق طی سالیان به طرز چشمگیری کاهش یافت و با توجه به شوری زمین‌های منطقهٔ بین‌النهرینِ جنوبی، حجم وسیعی از پهنه‌های خشک و نمکی رها شده ــ که یکی از منابع اصلی گردوغبار کشور ما است ــ ایجاد شد.



شکل ۲: گلباد ماهانه و نمودار طبقه‌بندی توزیع فراوانی سال ۲۰۰۰



شکل ۳: گلباد ماهانه و نمودار طبقه‌بندی توزیع فراوانی سال ۲۰۱۹

[1] info@iraqyar.com. (1399). *Iraq water resources*. https://iraqyar.com/24/%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%A8%D8%B9-%D8%A2%D8%A8%DB%8C-%D8%B9%D8%B1%D8%A7%D9%82.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

برای مطالعهٔ شاخص NDDI[1] (نسبت نرمال شدهٔ گرد و غبار)، از محصول[2] MYDO2HKM 250, 500 m تصاویر سطح ۱ سنجندهٔ مودیس ماهوارهٔ ترا و آکوا در همین بازهٔ زمانی و در روزهایی که گزارش پدیدهٔ گرد و غبار در آنها ثبت شده‌است، استفاده شد. با توجه به انعکاس گرد و غبار با طول موج‌های بین ۰/۴ تا ۲/۴ میکرومتر، کمترین مقدار در باند ۳ مودیس ۰/۴۶۹ میکرومتر است و بیشترین مقدار آن در باند ۷ مودیس ۲/۱۳ میکرومتر است. ارزش شاخص NDDI برای گرد و غبار، مثبت و برای ابرها منفی است. این شاخص می‌تواند به طور مؤثری توفان گرد و غبار را از آب و ابرهای یخی متمایز کند (Ghahroudi Tali Manijeh,۲۰۲۱) و با این رابطه بیان می‌شود:

$$NDDI = \frac{NIR-R}{NIR+R} = \frac{b1-b2}{b1+b2}$$ رابطهٔ ۱

ضخامت اپتیکی ذرات اتمسفر (AOD[3]) معیاری است که بیانگر تضعیف رادیانس ورودی به اتمسفر به دلیل جذب و پراکنش توسط ذرات معلق در ستون عمودی است. از این معیار می‌توان به عنوان برآوردی غیرمستقیم از تراکم ذرات اتمسفری استفاده کرد. همچنین این معیار تحت‌تأثیر عوامل مختلفی از جمله رطوبت نسبی جو، ساختار کانی‌شناسی ذرات، شرایط هیدروسکوپی ذرات و غیره متغیر است. این شاخص مقداری بین ۰ تا ۰/۵ دارد و به تناسب افزایش گرد و غبار، مقدار آن افزایش می‌یابد؛ اگر میزان آن ۰ تا ۰/۱ باشد، آسمان صاف است و به تناسب افزایش آن، عمق ذرات معلق در جو افزایش می‌یابد. برای به دست آوردن این شاخص، از محصول MODO4-L.A تصاویر سطح ۱ سنجندهٔ مودیس ماهوارهٔ ترا و آکوا در بازهٔ زمانی سال‌های ۲۰۰۰ ـــ ۲۰۱۹ و روزهای مشخص شده به عنوان بیشترین گزارش پدیدهٔ گرد و غبار استفاده شد.

یکی دیگر از شاخص‌هایی که با استفاده از آن می‌توان اندازهٔ ذرات را به دست آورد؛ شاخص 4DBAAEL است. در این شاخص، هر چه اندازهٔ ذرات از ۱ کوچک‌تر و حالت زبر و خشن داشته باشد، گرد وغبار (کوچک‌تر از ده میکرون) محسوب می‌شود؛ اما هر چه اندازهٔ ذرات از ۱ بزرگ‌تر باشد، ذرات ریزبافت‌تر است و دود و گرد و غبار (ذرات معلق ۲/۵ میکرون) را شامل می‌شود. شاخص DBAAEL از محصول MODO4-L.A تصاویر سنجندهٔ مودیس با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ در ۱۰ استخراج شد.

۴ـ یافته‌ها (نتایج)

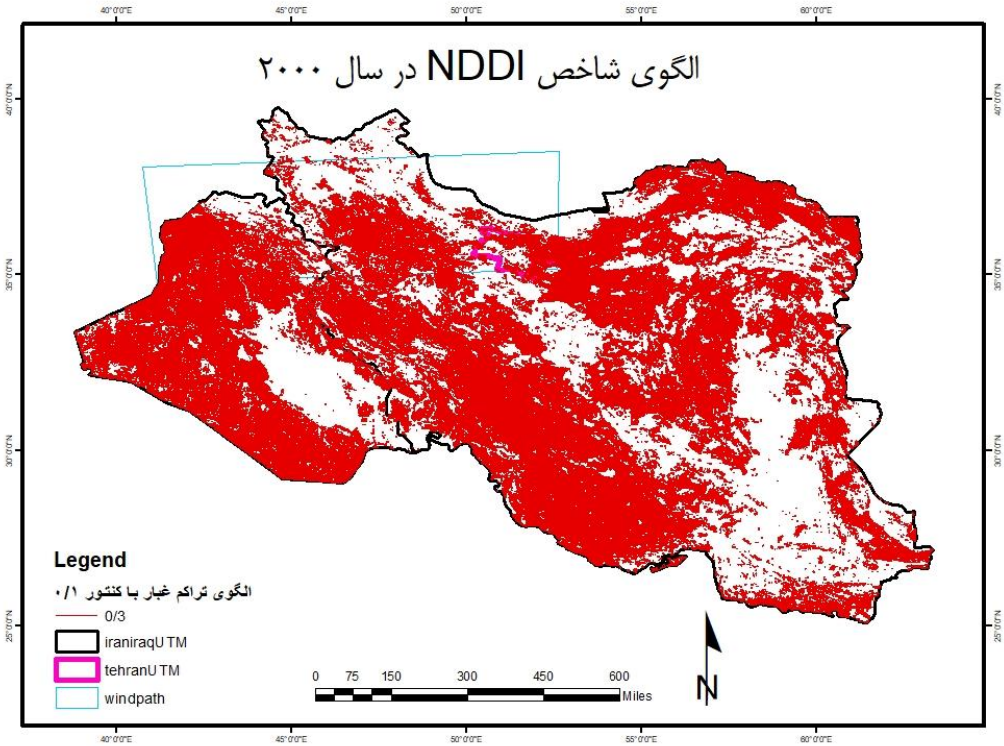
پس از تهیهٔ نقشه‌های مرتبط با هر یک از شاخص‌های سه‌گانه، برای نمایش الگوی تمرکز هستهٔ گرد و غبار در مسیر باد غالب استان تهران، دستور extract by mask و تبدیل لایه‌های tiff به grid اجرا شد. سپس کنتور[5] الگوهای غبار بر اساس دستور 0/1 interval استخراج شد. با روی هم قرار دادن تمام الگوهای به‌دست آمده در بازهٔ زمانی تحقیق، هسته‌های تراکم گرد و غبار برای هر کدام از سه نوع شاخص مورد مطالعه در سطح ایران و کشور عراق (منبع اصلی تولید گرد و غبار) به‌دست آمد. در ادامه، تغییرات مکانی این الگو در سطح استان تهران بررسی و مشخص شد،

[1] Normalized Dust Difference Index
[2] product
[3] Aerosol Optical Depth
[4] Deep Blue Aerosol Angstrom Exponent Land
[5] Contour

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

سپس تغییرات الگوی مکانی گرد و غبار بر روی محدودهٔ تحقیق یعنی استان تهران بررسی شد.

با دقت به نقشهٔ ترکیب تمام الگوهای شاخص NDDI در سال ۲۰۰۰، پهنهٔ کشور عراق و بخش وسیعی از دامنه‌های غربی زاگرس، کویر مرکزی ایران و دامنهٔ شمالی رشتهٔ بینالود و آلاداغ، بیشترین هستهٔ تراکم غبار را در ایران داشت و وقتی به محدودهٔ تحقیق یعنی استان تهران رسیدیم، این هستهٔ تراکم در بخش‌های شرقی استان نیز مشاهده شد.

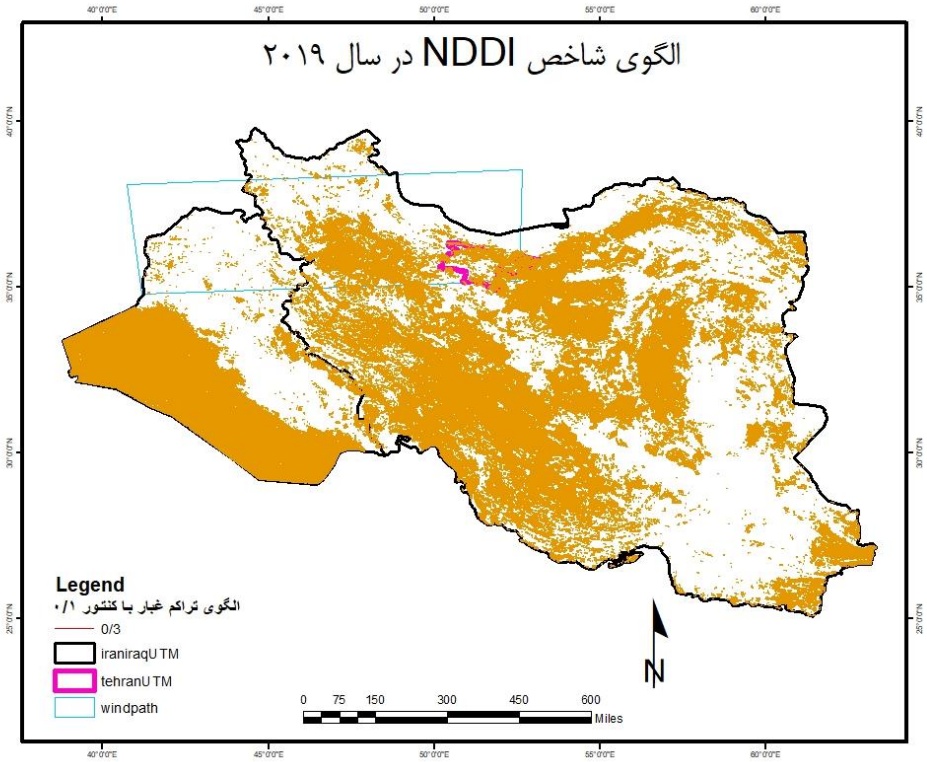


شکل۴: الگوی شاخص NDDI در سال ۲۰۰۰

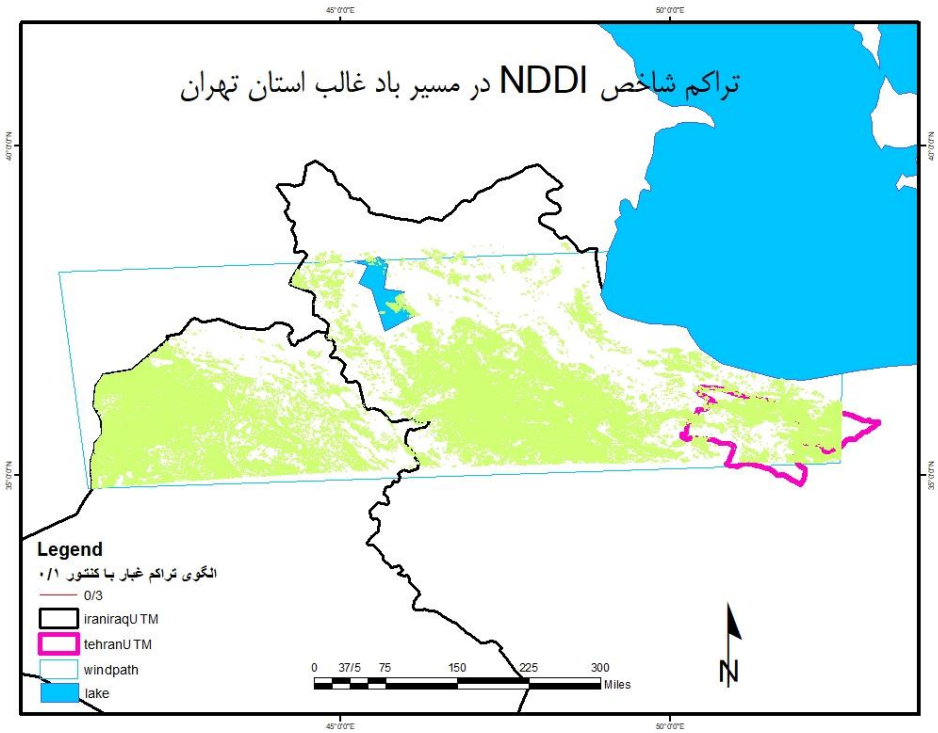
در این الگو و در سال ۲۰۱۹ با گذشت بیست سال مشاهده می‌شود که هستهٔ نیمهٔ شرقی و شمالی عراق از بین رفته، از تراکم دامنهٔ غربی زاگرس و دامنهٔ شمال بینالود آلاداغ کاسته شده و هستهٔ تمرکز کویر مرکزی نیز به شکل متمرکزتر و شدیدتر ولی محدودتر شده‌است. در محدودهٔ استان، تراکم هستهٔ غبار اگرچه همچنان در شرق استان تهران مشاهده می‌شود، از مرزهای آن خارج شده‌است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]



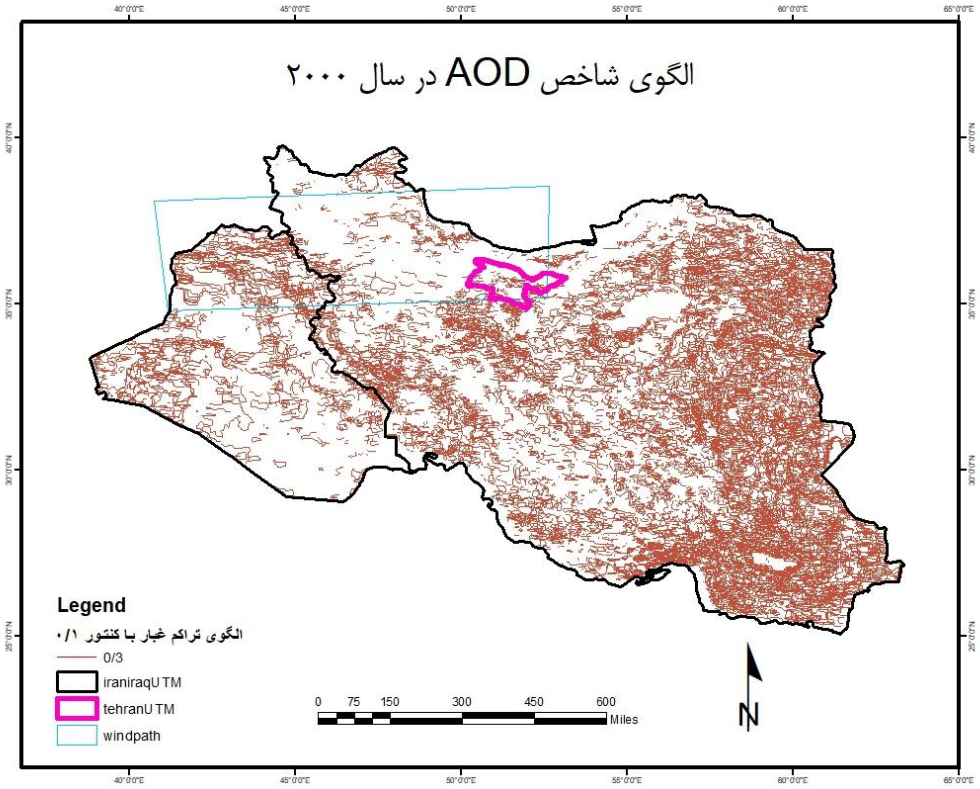
شکل۵ : الگوی شاخص **NDDI** در سال ۲۰۱۹



شکل۶ : تراکم شاخص **NDDI** در مسیر باد غالب استان تهران

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

با بررسی شاخص AOD در منطقهٔ تحقیق، مهم‌ترین و متراکم‌ترین هسته‌های تراکم گرد و غبار ـــــ که معرفِ پراکنش ذرات غبار در ستون عمودی جو است ــ در سال ۲۰۰۰ در شمال عراق، دشت خوزستان، دشت‌های واقع در مرز ایران و عراق و نوار مرز شرقی ایران از شمال تا جنوب دیده می‌شود. اما هستهٔ تراکمی در جنوب استان تهران (تپه ماهورها، فلات‌های بریده شده و بدلندها) نیز در خارج از مرزهای استان (پایین‌تر از دشت ورامین) وجود دارد.

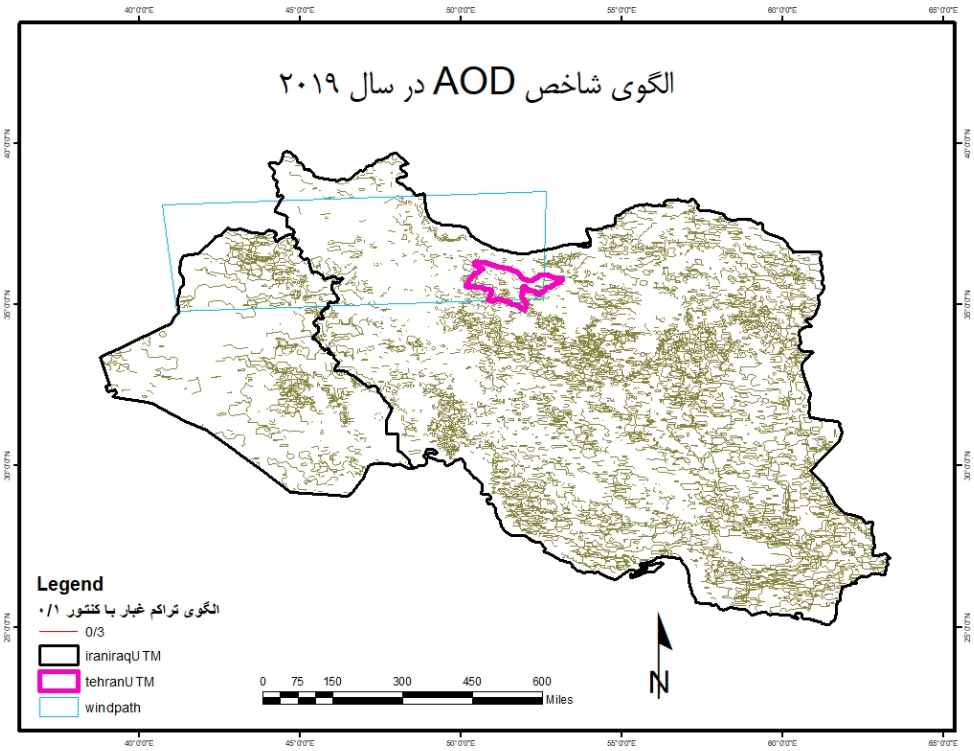


شکل ۷ : الگوی شاخص AOD در سال ۲۰۰۰

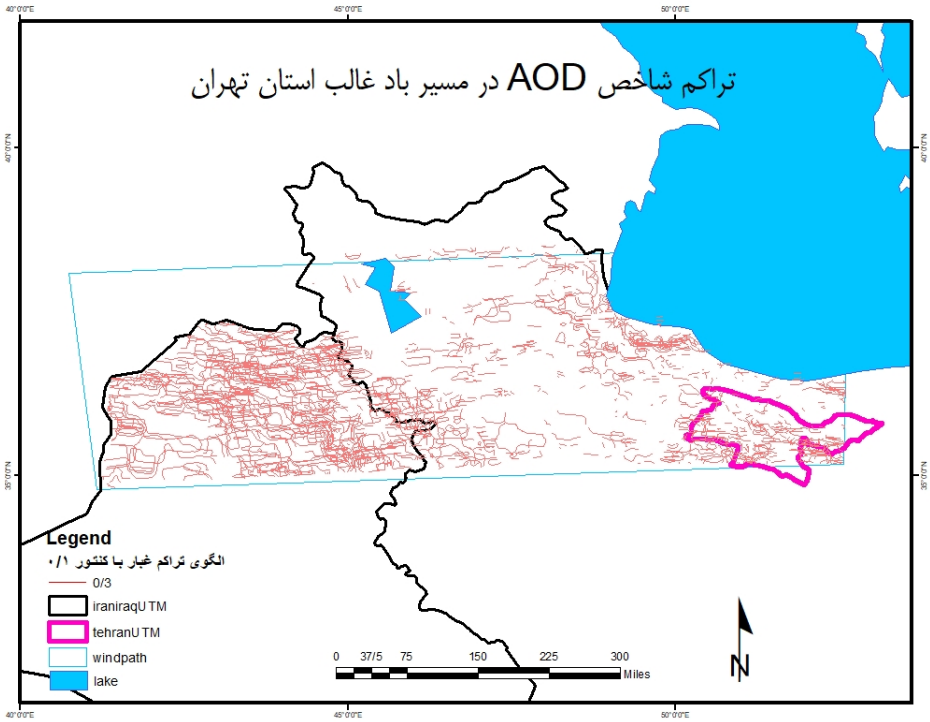
الگوی تراکم هستهٔ پراکنش غبار در ستون عمودی جو (شاخص AOD) در سال ۲۰۱۹، متمرکز در بخش شمالی کردستان عراق، محدودهٔ بین‌النهرین در مرکز جنوبی این کشور و در کویر مرکز ایران کشیده شده به سمت شرق است. در محدودهٔ استان تهران اگرچه یک هسته در دشت ورامین در داخل مرزهای این استان دیده می‌شود، هستهٔ تراکم قابل ملاحظهٔ دیگری در درون مرزهای استان وجود ندارد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]



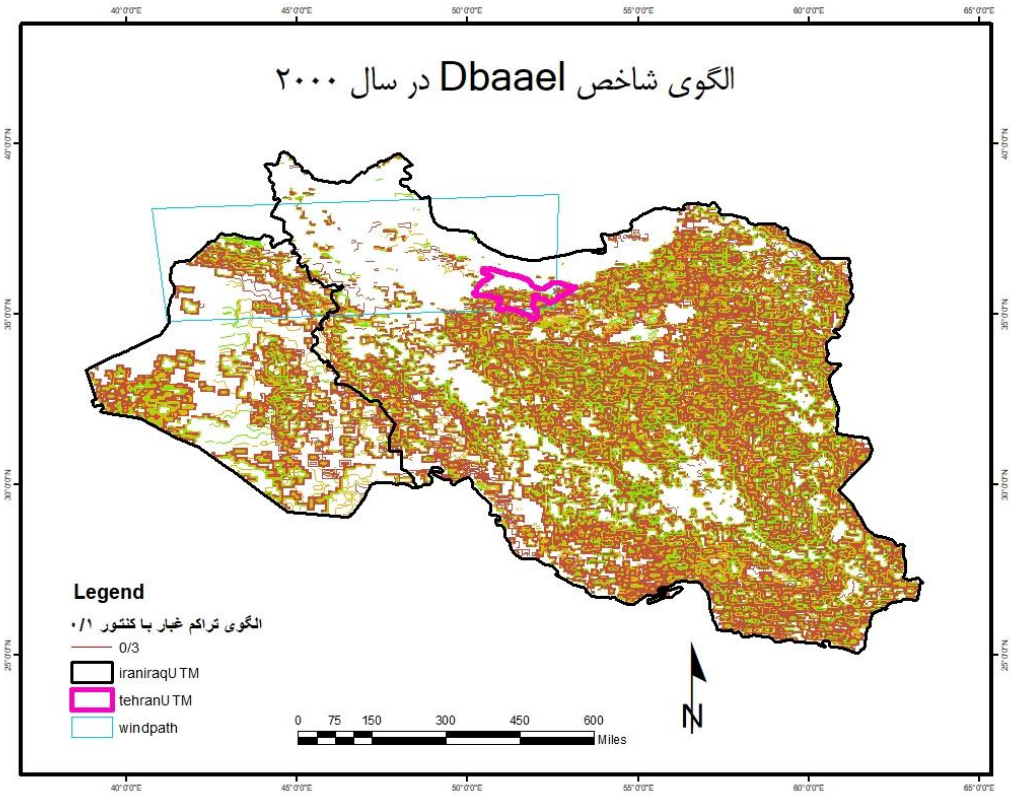
شکل ۸ : الگوی شاخص **AOD** در سال ۲۰۱۹



شکل ۹: تراکم شاخص **AOD** در مسیر باد غالب استان تهران

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

اگرچه اندازهٔ ذرات غبار (شاخص DBAAEL) در کل سرزمین ایران ـــ به غیر از رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و منطقهٔ بین‌النهرین عراق ـــ درشت دانه‌تر (بین سه تا ده میکرون) است، تراکم بیشتر آن در کویر مرکزی ایران، کویر لوت و بیابان‌های غرب عراق دیده می‌شود. در سال ۲۰۰۰ نیز تمام محدودهٔ جنوبی استان تهران از غرب تا شرق، درگیر ذرات درشت دانهٔ غبار است.

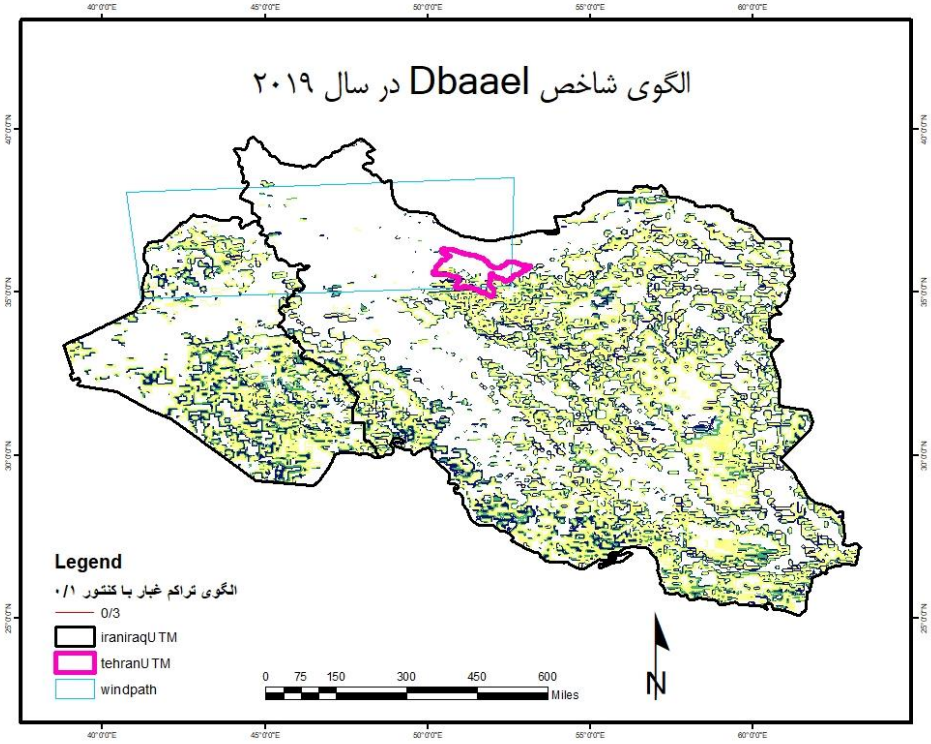


شکل ۱۰ : الگوی شاخص DBAAEL در سال ۲۰۰۰

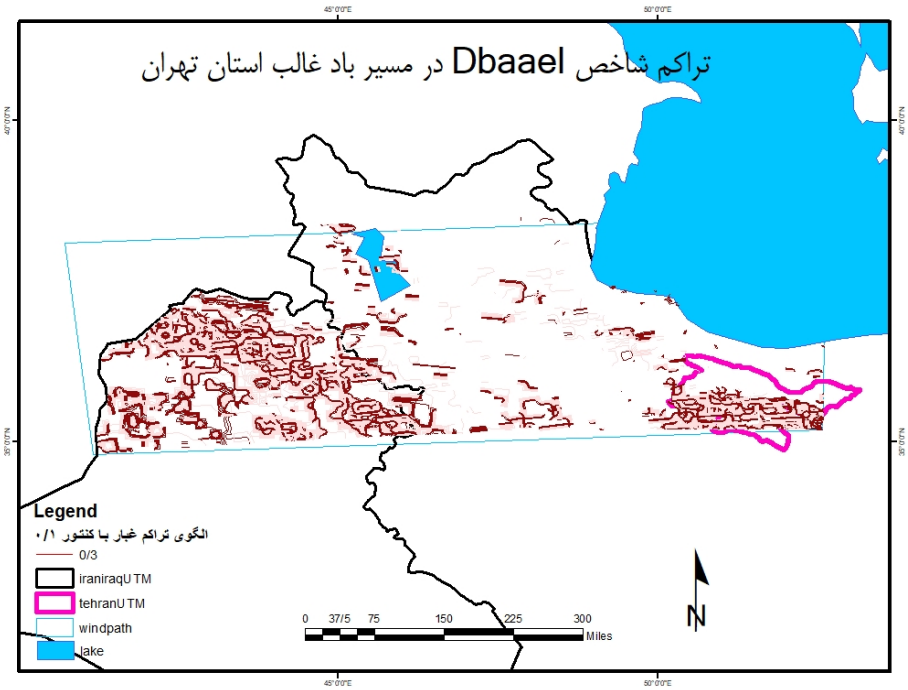
به طور کلی، در سال ۲۰۱۹ تراکم ذرات درشت‌دانه (شاخص DBAAEL) در کل ایران کمتر دیده می‌شود، اما یک هستهٔ تراکم از این شاخص وجود دارد که به بیابان‌های مرکزی ایران و جنوب عراق محدود می‌شود. در محدودهٔ استان تهران نیز به ترتیب دشت‌های غربی و جنوبی این استان، بیشترین حجم و ضخامت اندازهٔ ذرات غبار را در سال ۲۰۱۹ به خود اختصاص داد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]



شکل ۱۱: الگوی شاخص **DBAAEL** در سال ۲۰۱۹



شکل ۱۲: تراکم شاخص **DBAAEL** در مسیر باد غالب استان تهران

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

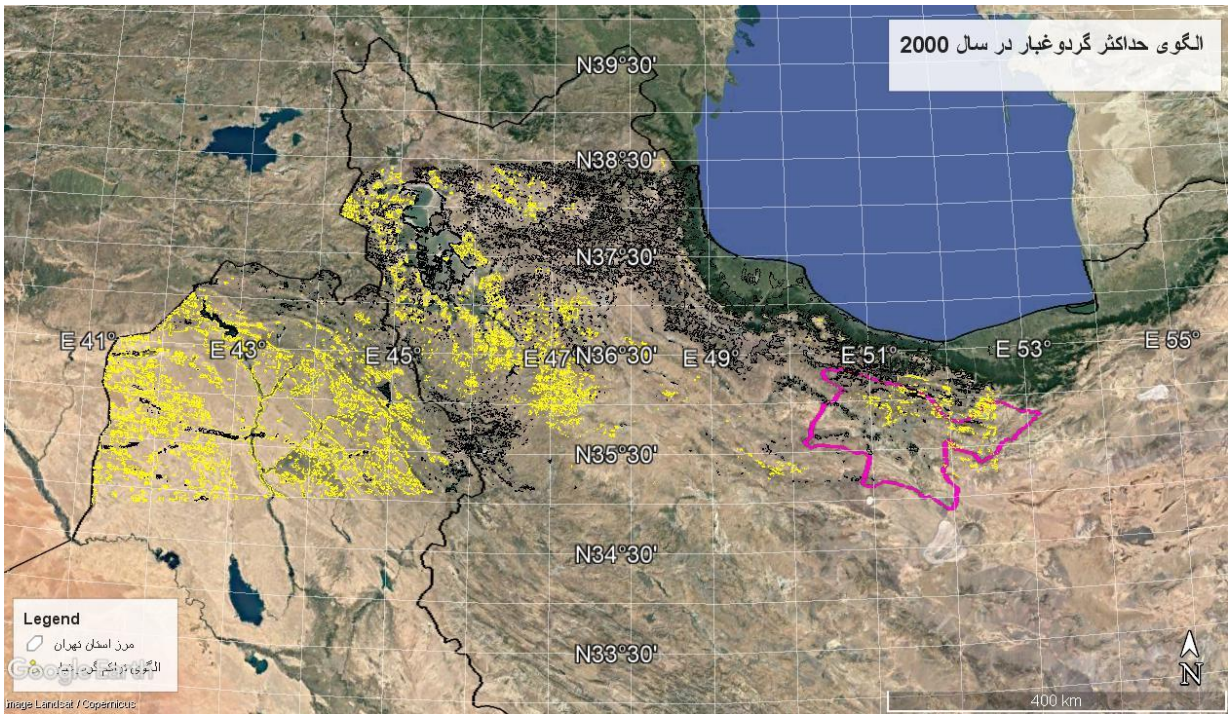
۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، شاخص NDDI به این دلیل که در تصاویر ماهواره‌ای، تراکم غبار را از تراکم ابر مجزا می‌کند، شاخص کلی و پایه برای مطالعهٔ تراکم گرد و غبار است. همچنین شاخص AOD پراکنش غبار را در ستون عمودی جو معرفی می‌کند و نشان می‌دهد که چه میزان گرد و غبار در جو بالا رفته و پراکنده شده‌است و شاخص DBAAEL نیز مرتبط با اندازهٔ ذرات گرد و غبار است (در این تحقیق، ذرات با اندازهٔ کمتر از ده میکرون ـ که توانایی انتقال کمتر در مسیر و جابه‌جایی ارتفاع پایین‌تری نسبت به ذرات ۲/۵ میکرون دارد ـــــ بررسی می‌شود.) با بررسی تمام الگوها و داده‌های موجود، مشخص شد که عمدهٔ مراکز تراکم هستهٔ غبار در مسیر باد غالبِ غربی استان تهران در سال ۲۰۰۰، از شمال عراق و دشت‌های جنوب دریاچهٔ ارومیه تا دشت‌های واقع در دامنهٔ غربی رشته‌کوه زاگرس قرار دارد؛ این بدین معنی است که ذرات از خارج از مرزهای کشور وارد می‌شود، در مسیری طولانی حرکت می‌کند و سرانجام به استان تهران می‌رسد. نقشه‌های نهایی استخراج شده از الگوهای سال ۲۰۱۹ نیز بیانگر این است که هستهٔ غبار در نزدیکی مرز استان و در عرض جنوبی آن از شهریار تا ورامین و به ویژه بر روی لندفرم‌های رسوبی انتهایی حوضه‌های آبریز استان تهران قرار دارد و این نشانهٔ تغییر الگوی تمرکز هستهٔ غبار پس از بیست سال است.

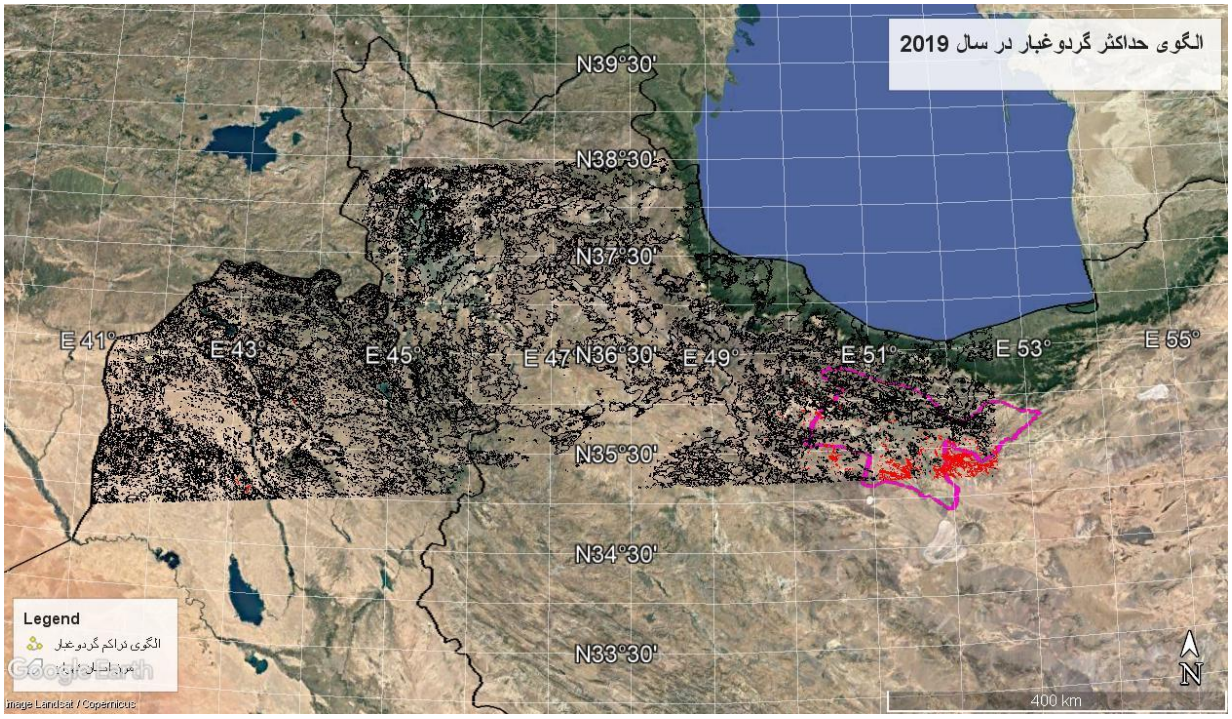
به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد طی دورهٔ زمانی تحقیق در شمال غرب ایران در منطقهٔ میان زرینه‌رود و سیمینه‌رود در جنوب دریاچهٔ ارومیه، اثر کاهش سطح آب دریاچه و خشک شدن زمین در الگوهای تراکم غبار به وضوح مشاهده می‌شود. محدودهٔ وسیع و متمرکز بعدی مجموعِ الگوهای گرد و غبار، محدوده‌ای بین استان‌های آذربایجان غربی، زنجان و کردستان است که منشأ خارجی دارد. با وجودی که این محدوده جزء رشته‌کوه‌های متراکم زاگرس به شمار می‌رود، محل مناسبی را برای تمرکز گرد و غبار ایجاد کرده‌است، ولی این هسته‌های غبار در سال ۲۰۱۹ به تهران نمی‌رسد. گرد و غباری که بر روی استان تهران شکل می‌گیرد، منشأ داخلی دارد و در مناطق جنوبی و جنوب غرب این استان متمرکز شده‌است. در سال ۲۰۱۹، الگوی تمام شاخص‌ها تغییر قابل‌توجهی می‌کند، به طور مشخص و متمرکز در جنوب تهران قرار می‌گیرد و متراکم می‌شود. به طور کلی، سطح شهرستان‌های ورامین و رباط کریم، محل تمرکز الگوی گرد و غبار در محدودهٔ مورد مطالعه است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]



شکل ۱۳: الگوی حداکثر گرد و غبار در سال ۲۰۰۰



شکل ۱۴: الگوی حداکثر گرد و غبار در سال ۲۰۱۹

منابع

1. Aghdam, A. D. B. S., 1395. GIS modeling based on land use changes and presenting land management model in productive and dusty areas of Tehran metropolis Tehran University.(in persia) .

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

2. Al Sarraf, H., 2010. Relationship between the land/sea breeze circulations and the air pollution dispersion over the coastal area of Kuwait, Master of science thesis, Creighton University.
3. Arami, S. A. H.; Mohammadian Behbahani, A.; Akbari, M.; & A. Zarasvandi, 1397. Analysis of dust hazard studies in southwestern Iran over a period of 22 years (1996-2017), *Spatial analysis of environmental hazards*, 5(1), 39-66 .(in persian)
4. Babaei Fini Umm Al-Salma, S. T., & M. Karimi., (2014). Spatio-temporal analysis of dust occurrence in western Iran. *Environmental Science*. 40(2), 375-388.(in persian) .
5. Bahrami, H.; Jalli, M.; Darvishi Blourani, A.; & A. Azizi, 1392. Spatial-temporal modeling of dust storms in Khuzestan province, *Remote Sensing and GIS of Iran*, 2(5), 95-114 (in persian)
6. Chu, E. W., & K. J. R., (2017). Environmental Impact: Concept, Consequences, Measurement. *Reference Module in Life Sciences*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.0233-80.
7. Ghahroudi Tali, M., 2013. Plays intensifying fine dust, The first conference of the Iranian Association of Geomorphology.(in persian)
8. Ghahroudi Tali, M., & KH. Alinouri., (1393). Tracing the hazards of the Sultan Basin playa by examining turbulence in microlandforms. *Environmental risk management*. 1(2), 241-252. (in persian).
9. Ghahroudi Tali Manijeh, A. K., & M. Ajorlou., (1400). the effect of Shahriar sand/ gravel mining onTehran dust storm. *Geography and Environmental Hazards*. 10(37), 99-117 .(in persian).
10. Goudie, A. S., & N. J. Middleton., (2005). Saharan dust storms: nature and consequences: Earth-Science, *Reviews*, 67, 219-315.
11. info@iraqyar.com. (1399). *Iraq water resources*. https:// iraqyar.com/24/% D9% 85% D9% 86%D8%A7%D8%A8%D8%B9-%D8%A2%D8%A8%DB%8C-%D8%B9%D8%B1%D8 %A7% D9%82 .
12. Iranmanesh Fazel, A. K. M., & M. Akram., (2005). Investigation of dust particle collection areas and their emission characteristics in storms in Sistan region using satellite image processing. *Research and construction*. 18(1), 105-116. (in persian)
13. Kheirandish, J. B. J.-B. R.-Z., 1394. Detection of dust in southwestern Iran using MODIS data First International Dust Conference, Ahvaz .(in persian)
14. Kok JF, Parteli EJ, Michaels TI, Karam DB, 2012. The physics of wind-blown sand and dus , *The physics of wind-blown sand and dust*, 75,(10).
۱۵. Mahowald Natalie et al (2014). The size distribution of desert dust aerosols and its impact on the Earth system, *Aeolian Research*, 15, 53-71 .
16. Malek, Sara. Reza, Borna (2018). Investigation of landslide hazards in the south of Tehran; Case study: District 20 of Tehran Fourth International Conference on New Findings in Agricultural Sciences. Natural Resources and Environment. Tehran .(in persian)
17. Middleton, N., 2017. Desert dust hazards: A global review, *Aeolian Research*, 24, 53-63.
18. Mofidi Abbas, J. S., 2011. Investigation of the role of regional atmospheric circulation over the Middle East in the occurrence of summer dust storms in southwestern Iran, *Geographical studies of arid regions*, *2*(5), 17 - 46. (in persian).
19. Mohammadi, A., 1388. Plan for preparing and compiling the planning plan of the province . (in persian)
20. Mohseni, Mahdi.Yazdani pour, Mohammad Reza, (2018). Environmental Impacts of Large Dams, Case Study: Eliso Dam The fifth conference and exhibition of Iran Dam and Tunnel, Tehran .(in persian)
21. Naddafi, K.; Yarahmadi, M.; & N. Jafarzadeh, 1389. Effects of Dust Storms on Health and Environment North Khorasan, *Journal of Medical Sciences*, 24, 33-39. (in persian).
22. Opp, C.; Groll, M.; Abbasi, H.; & M. A. Foroushani, 2021. Causes and Effects of Sand and Dust Storms: What Has Past Research Taught Us? A Survey *Risk Financial Manag*, 14(7).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

23. Otari, Mohammadreza. Mohebbi, Amir, (2017). Investigation of the effect of drought on the occurrence of dust storms Case study: South of Tehran province, Fourth International Conference on Geographical Sciences, Shiraz, Iran(in persian) .
24. Parj Jafar, I. N., & S. J. Admiral, (1397). An Analysis of Land Use Changes and Its Impacts on Tehran Metropolitan Area 3. *Urban management*. 17(52), 127-143 .(in persian)
25. Rahimi, R.-Q. T., & S. H. Manijeh - Saduq., (1400). Patterns and internal sources of Tehran fine dust. *Journal of Earth Science Research*. (in persian) https://doi.org /10.52547/ esrj.2021 .221957.1032
26. Raispour, K., 1387. Statistical and synoptic analysis of dust phenomenon in Khuzestan province, Master Thesis, Sistan and Baluchestan University (in persian).
27. Rasooli, A. A.; Sari Sarraf, b.; & GH. Mohammadi, 1389. Analysis of 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*, 3, 41-28. (in persian).
28. Razi, M. K. A. K. S., 2011. Interaction of atmospheric circulation and land cover in the mechanism of formation and spread of summer dust storms in the Middle East (dust storm July 2009), *Natural Geography Research*, 43(78), 113-130 .(in persian).
29. Saffari Amir, M. E., 2010. Geomorphological assessment of urban development in the area of surface drainage basins Case study: Tehran metropolis, *Planning and arranging space*, 14(1), 31-31. (in persian).
30. Shahrisvand Mohsen, A. H. M., & A. H. Suri., (2015). Detection of dust in MODIS satellite imagery using support vector methods, artificial neural network and decision tree. *Surveying science and technology*. 4(3), 131-144 (in persian).
31. Shekari, Mohammadreza. Ebrahimi, Haidar. (2013). Investigating the trend of frequency changes in the occurrence of dust in the western half of Iran during the period 1340-1384 Third National Conference on Wind Erosion and Dust Storms, Yazd .(in persian)
32. Soleimani, A.; Asgari, M. H.; Dadalahi, A.; Elimizadeh, H.; & H. Khazaei, 1394. Evaluation of the initial depth of modis satellite images in the Persian Gulf, University of Marine Sciences and Technology, Pp. 75-84.(in persian).
33. Solomon, S. D.; Qin, D.; Manning, M.; Wellington, V. U .O.; Chen, Z.; University, S. Y.-S.; & M. Marquis, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group/Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC (Cambridge University Press, Issue.
34. Xuan, J.; Sokolik, I. N.; Hao, J.; Guo, F.; Mao, H.; & G. Yang, 2004. Identification and characterization of atmospheric mineral dust in East Asia, *Journal of Atmospheric Environments*, 38(36), 6239-6252.
35. Zolfaghari Hassan, H. A., 2005. Synoptic analysis of dust systems in western Iran, *Geography and Development*, (6), 173-188 .(in persian).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

A Comparative Study of Changes in the Spatial Pattern of Dust in Tehran Province in the 2000-2019 Period

Narjes Sarati: *PhD Student in Geomorphology and Environmental Hazards, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran*
Amir Saffari[1]: *Associate Professor, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran*
Manijeh Ghahroudi Tali: *Professor, Department of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
Khadijeh Ali Nouri: *Postdoctoral Researcher, Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

Article History (Received: 2022/02/10 **Accepted:** 2022/12/22**)**

Extended abstract

1- Introduction

Dust is a sign of environmental erosion and in arid lands can be caused by various factors: climate change in the region such as lack of rainfall, the presence of erodible soil particles and high wind speeds are good conditions for the occurrence and severity of storms. The abundance of dust particles in the atmosphere, in addition to the intensity and speed of the wind and the dryness of the particles, also depends on the size and diameter of the particles. To better understand the effects of dust, and its origin, and to control and provide a response to its harmful effects, it is necessary to regularly identify and monitor this phenomenon. Today, remote sensing technology is widely used in studies on aerosols and dust particles. MODIS sensor images from Terra and Aqua satellites are commonly used in such studies due to their extensive coverage, high data acquisition frequency, and their 36 spectral bands. This research has been carried out with the aim of performing a comparative study of changes in the spatial pattern of fine dust phenomenon in Tehran province during 20 years (2000-2019 time period).

2- Methodology

After examining the days with dust phenomenon in Tehran province, and extracting the Wind rose diagrams related to these days by using the MODIS sensor images on the days with dust phenomenon in the desired time period, three main indicators related to dust including NDDI index (Normalized Dust Difference), AOD index (Aerosol Optical Depth) and DBAAEL index (Deep Blue Aerosol Angstrom Exponent Land) were calculated.

Statistical data related to the index "The number of reports associated with the phenomenon of dust in the synoptic stations of Tehran province in the period of 2000 to 2019" has been used to prepare the province's flowchart. Also, the MYDO2HKM 250, 500 m product level 1 images of the Modis sensor of Terra and Aqua satellites in the same time period and on the days with recorded dust phenomenon were used to study the NDDI index (normalized dust ratio). The NDDI index is expressed with the following relation:

$$NDDI = (NIR-R) / (NIR + R) = (b1-b2) / (b1 + b2)$$

Aerosol Optical Depth (AOD) is a measure of the attenuation of the input radiation to the atmosphere due to the absorption and scattering of suspended particles in the vertical column. This index has a certain

[1] Corresponding Author: saffari@khu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]

range from 0 to 0.5 and its range increases in proportion to the increase in dust. To obtain this index, the MODO4-L.A product has used level 1 images of the Modis sensor of Terra and Aqua satellites in the specified time period and dusty days.

Another indicator that can be used to obtain particle size is DBAAEL Index. In this index, the particle size smaller than 1 and with a rough and burly condition are considered as dust. However, if the particle size is larger than 1, the particles are finer in texture and include smoke and dust. In addition, the DBAAEL index from MODO4-L.A product Modis sensor images with 10 by 10 spatial resolution have been extracted.

3- Results

Combining all NDDI index patterns in 2000 indicates that some areas of Iraq, a large part of the western slopes of the Zagros, the central desert of Iran and the northern slopes of the Binalood-Aladagh range have the highest dust density in Iran. Dust density center is observed in the eastern parts of Tehran province too. However, this pattern has changed a lot after 20 years and in 2019, it is clearly less than what has already been estimated. The most important and dense dust particles in the vertical column of the atmosphere in 2000 can be seen in the eastern border of Iran from north to south, Khuzestan plain and southwestern and southern plains of Tehran province (hills, cut plateaus and badlands) and northern Iraq. The density center is located outside the province (south of theVaramin plain).

The general pattern of the AOD index in 2019 is concentrated in the northern part of Iraqi Kurdistan and the Mesopotamian region in the south of the country, as well as in the desert of central Iran stretched to the east. Although one center can be seen in Varamin plain within the borders of Tehran province, no other significant density center is observed within the borders of the province.

The highest density of coarse particles in 2000 can be seen on the central desert of Iran and Loot desert and deserts of western Iraq, and in this year the entire southern part of Tehran province from west to east has been involved in coarse particles. But in general, particle density in 2019 has decreased throughout Iran. And the compact center of most particles is limited to the central deserts of Iran and southern Iraq. The western plains and then the southern plains of Tehran province had the highest volume and thickness of dust particles in 2019, respectively.

4- Discussion & Conclusions

In summarizing the dust patterns in 2000, most of the dust center density centers were located in northern Iraq, the plains in the south of Lake Urmia and the plains on the western slopes of the Zagros Mountain Range. However, the final maps extracted from the 2019 patterns showed the presence of dust center in the southern latitude of Tehran province from Shahriyar to Varamin and specifically on the sedimentary landforms at the end of the catchments of Tehran province. In northwestern Iran, in the area between the Zarrineh and Simineh rivers in the south of Lake Urmia, the effect of lowering the lake water level and land drying is clearly seen in the dust density patterns. The next large and concentrated area is the area between the provinces of West Azerbaijan, Zanjan and Kurdistan; although this area is part of the dense Zagros Mountains, it has created a good place to concentrate dust. In 2019, however, the whole pattern changes significantly, and the coarse particles are concentrated in the south of Tehran. In general, the level of Varamin and Robat Karim counties is the focus of the dust pattern in the study area.

Keywords: AOD (Aerosol Optical Depth) , DBAAEL (Deep Blue Aerosol Angstrom Exponent Land), NDDI(Normalized Dust Difference), Spatial Dust Pattern, Tehran Province.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.7.9]