



Identification and Monitoring of Sand and Dust Storms Sources (SDSS) in East Azarbaijan Province

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Behrawan H. ^{*1} PhD

Yarahmadi J. ¹ PhD

Abbasi H. ² PhD

How to cite this article

Behrawan H, Yarahmadi J, Abbasi H. Identification and Monitoring of Sand and Dust Storms Sources (SDSS) in East Azarbaijan Province. Geographical Research. 2023;38(3):319-329.

¹ Department of Soil Conservation and Watershed Management, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran

² Department of Desert Research, Research institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

*Correspondence

Address: East Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Training Center, Tabriz-Azershahr Road, 2 km after Police Road, Tabriz, Iran. Postal Code: 5153715898
Phone: +98 (41) 32443094
Fax: +98 (41) 35280942
h.behrawan@areeo.ac.ir

Article History

Received: July 27, 2023

Accepted: September 16, 2023

ePublished: September 29, 2023

ABSTRACT

Aims Dust is a weather problem that can cause serious environmental hazards and cause adverse effects on agriculture, industry, traffic and people's daily life. In this study, sources of dust and fine dust production in East Azarbaijan province (eastern edge of Lake Urmia) were identified and investigated.

Methodology Progressive research from the point of view of the method in the category of quantitative research and data analysis using, identifying the sources of fine dust production using 6-year statistics (2017-2022), measuring and monitoring the production of dust and wind deposits using the RDD index, as well as measuring the threshold speed and intensity of wind erosion using the wind tunnel device was done.

Findings The share of land use in micro-district centers of the province is 48.8% of agricultural lands, 19% of dried wetlands or lakes, 32.2% of degraded pastures, etc. From the point of view of morphology, micro-rounded centers of the province are about 2.53% of hilly plains and 97.47% of flood plains, etc. The micro dust production center on the eastern edge of Urmia Lake is the most active center in the province, which causes many problems for local residents and neighboring areas. This center of fine dust mainly includes rainfed agricultural lands, abandoned agricultural lands, dried up wetlands or lakes, and degraded pastures.

Conclusion In East Azarbaijan province, some lands such as plowed agricultural lands, abandoned wet fields, poor pastures, the dry bed of Urmia Lake shore caused by water receding, the dry bed of rivers and seasonal waterways, etc. In case of adverse climatic factors and availability the presence of other environmental conditions can potentially act as sources of fine dust production, but the above-mentioned lands are scattered in East Azerbaijan province and in certain cases and times they are capable of producing fine dust in a considerable amount.

Keywords Dust; Fine Dust; East Azarbaijan Province; Wind Erosion

CITATION LINKS

[Abtahi & Khosrowshahi, 2004] Desert domian in Esfahan ...; [Ahmady-Birgani *et al.*, 2020] On the chemical ...; [Alizade Govarchin Ghale *et al.*, 2018] Investigation anthropogenic ...; [An *et al.*, 2018] Temporal and spatial ...; [Ardon-Dryer *et al.*, 2020] The effect of dust ...; [Ashkenazy *et al.*, 2012] Sand dune mobility under ...; [Bali *et al.*, 2019] Impact of dust storm on ...; [Boroughani *et al.*, 2019] Desiccating Lake Urmia: A ...; [Dar *et al.*, 2022] Climatology of dust storm ...; [Dehghanipour *et al.*, 2020] Effects of water level ...; [Delju *et al.*, 2013] Observed climate variability ...; [Ebrahimi Khusfi *et al.*, 2020] Spatial and seasonal variations ...; [Ebrahimikhusfi *et al.*, 2019] Evaluating and monitoring of ...; [Enssafimoghdam, 2008] An Investigation and assessment ...; [Ghahreman & Bakhtiari, 2009] Solar radiation estimation from ...; [Gholampour *et al.*, 2015] Characterization of saline dust emission ...; [Hanifepour *et al.*, 2022] Monitoring and forecasting ...; [Hassanzadeh *et al.*, 2012] Determining the main factors in ...; [Hossein Hamzeh *et al.*, 2022] Analyses of a lake dust source ...; [Hosseini *et al.*, 2006] Introduction and determination ...; [Indoitu *et al.*, 2015] Dust emission and environmental ...; [Karami *et al.*, 2021] Numerical simulations of ...; [Khosroshahi *et al.*, 2009] Determination of climatological deserts ...; [Klingmüller *et al.*, 2016] Aerosol optical depth trend over the ...; [Kochkarova *et al.*, 2020] Study of successional processes of ...; [Kutuzov *et al.*, 2019] The Elbrus (Caucasus, Russia) ice core ...; [Labban & Butt, 2021] Analysis of sand and dust storm ...; [Li *et al.*, 2021] Impacts of El Niño-Southern ...; [Liu *et al.*, 2011] Deposition rate and chemical ...; [Mardi *et al.*, 2018] The Lake Urmia environmental ...; [Middleton, 2017] Desert dust hazards: A ...; [Miri *et al.*, 2021] An investigation into climatic ...; [Naemi *et al.*, 2021] Investigating the effects ...; [Naji & Taherpour, 2019] The effect of simulated dust storm on wood development ...; [Nazari Samani *et al.*, 2019] Assessment of spatial ...; [Opp *et al.*, 2021] Aral Sea syndrome ...; [Opp *et al.*, 2017] Aral Sea syndrome and ...; [Salehi *et al.*, 2019] Conceptual definition and ...; [Schepanski, 2018] Transport of mineral dust ...; [Shirmohammadi *et al.*, 2020] Scenario analysis for integrated ...; [Singer *et al.*, 2003] The PM10 and PM2.5 dust ...; [Soudi *et al.*, 2017] Sustainable restoration of the Urmia ...; [Valiollahi *et al.*, 2019] Evaluating climate change and ...; [Yarahmadi *et al.*, 2015] Climate change and dusty ...; [Yizhaq *et al.*, 2007] Why do active and stabilized ...; [Zandifar *et al.*, 2021] Using Lancaster index to analyse ...

شناسایی و پایش منابع گرد و غبار و ماسه‌های روان استان آذربایجان شرقی

هوشنگ بهروان* PhD

بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

جمشید یاراحمدی PhD

بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

حمیدرضا عباسی PhD

گروه تحقیقات تپه‌های شنی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

چکیده

اهداف: گرد و غبار یک معضل آب و هوایی است که می‌تواند باعث خطرات جدی محیطی شده و موجب تأثیرات نامطلوب بر کشاورزی، صنعت، ترافیک و زندگی روزانه مردم شود. در این مطالعه منابع تولید گرد و غبار و ریزگرد در استان آذربایجان شرقی (حاشیه شرقی دریاچه ارومیه) شناسایی و بررسی شد.

روش‌شناسی: تحقیق پیش رو از نقطه‌نظر روش در دسته پژوهش‌های کمی و تجزیه و تحلیل داده‌های با استفاده از آمارهای ۶ ساله (۱۳۹۶-۱۴۰۱)، شناسایی منابع تولید ریزگرد، اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی با استفاده از شاخص RDD، همچنین اندازه‌گیری سرعت آستانه و شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه تونل باد انجام شد.

یافته‌ها: سهم کاربری‌ها در کانون‌های ریزگرد استان به ترتیب ۴۸/۸٪ اراضی کشاورزی، ۱۹٪ اراضی تالاب خشک‌شده یا دریاچه، ۳۲/۲٪ مراتع تخریب‌یافته و غیره است. از نظر شکل‌شناسی، کانون‌های ریزگرد استان حدود ۲/۵۳٪ دشت دامنه‌ای و ۹۷/۴۷٪ دشت سیلابی و غیره هستند. کانون تولید ریزگرد حاشیه شرقی دریاچه ارومیه فعال‌ترین کانون در استان است که مشکلات زیادی برای ساکنین محلی و مناطق هم‌جوار ایجاد می‌نماید. این کانون ریزگردها عمدتاً شامل اراضی زراعی دیم، اراضی زراعی رهاشده، اراضی تالاب خشک‌شده یا دریاچه و مراتع تخریب‌یافته است.

نتیجه‌گیری: در استان آذربایجان شرقی بعضی از اراضی نظیر اراضی زراعی شخم‌خورده، دیمزارهای رهاشده، مراتع فقیر، بستر خشک ساحل دریاچه ارومیه ناشی از پس‌روی آب، بستر خشک رودخانه‌ها و آبراهه‌های فصلی و غیره در صورت همراهی عوامل نامساعد اقلیمی و فراهم‌بودن سایر شرایط محیطی به صورت بالقوه می‌توانند به‌عنوان منابع تولید گرد و غبار ریزگرد عمل نمایند ولیکن اراضی فوق‌الذکر در استان آذربایجان شرقی به صورت پراکنده مستقر بوده و در موارد و زمان‌های خاص قادر هستند در ایجاد ریزگرد در حجم قابل ملاحظه عمل نمایند.

کلیدواژگان: گرد و غبار، ریزگرد، استان آذربایجان شرقی، فرسایش بادی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵

*نویسنده مسئول: h.behrawan@areeo.ac.ir

مقدمه

طوفان‌های گرد و غبار یکی از جدی‌ترین مخاطرات طبیعی هستند که بر تغییرات آب و هوا [An et al., 2018; Schepanski, 2018; Salehi et al., 2019]، حیات دریایی [Bali et al., 2019]، پوشش برف و یخچال‌های طبیعی [Kutuzov et al., 2019]

[2019]، پوشش گیاهی، دید، نیروگاه‌های خورشیدی تأثیر می‌گذارند و زندگی حیوانات [Naji & Taherpour, 2019]، و همچنین جنبه‌های مختلف سلامت و زندگی انسان [Ardon-Dryer et al., 2020; Opp et al., 2021]. ذرات غبار سنگین‌ترین ذرات جو هستند و به مقیاس‌های همدیدی مانند ال‌نینو [Li et al., 2021; Labban & Butt, 2021] جذب می‌شوند. علاوه بر این، طوفان‌های گرد و غبار مستقیماً بر پوشش گیاهی [Ebrahimi Khusfi et al., 2020; Hossein Hamzeh et al., 2022]، بافت خاک و میزان بارش [Dar et al., 2022] تأثیر می‌گذارد.

بیابان‌ها بزرگ‌ترین منبع طوفان‌های گرد و غبار در جهان هستند [Middleton, 2017]. با این حال، برخی از دریاچه‌های خشک‌شده به‌طور ناگهانی به‌عنوان منبع قابل توجهی از گرد و غبار در سراسر جهان ظاهر شده‌اند. در خاورمیانه و آسیای مرکزی بستر دریاچه‌های خشک‌شده زیادی وجود دارد. دریای آرال که بین قزاقستان و ازبکستان قرار دارد [Karami et al., 2021; Opp et al., 2017]، یکی از شناخته‌شده‌ترین دریاچه‌های خشک‌شده است. دریاچه‌های هامون در منطقه سیستان در ایران [Miri et al., 2021] و دریاچه ارومیه در خاورمیانه ایران [Mardi et al., 2019; Boroughani et al., 2018] دو منبع دیگر گرد و غبار هستند. ترکیب شیمیایی و اندازه دانه‌های ذرات معلق در هوا که توسط طوفان‌های گرد و غبار از بستر دریاچه‌های خشک برداشته می‌شوند با طوفان‌های گرد و غبار بیابانی و اکثر طوفان‌های گرد و غبار شور که از یک دریاچه خشک برداشته می‌شوند متفاوت است [Opp et al., 2017]. آئروسول‌های نمکی به مدت طولانی در جو معلق هستند [Liu et al., 2011].

در دو دهه اخیر، ذرات گرد و غبار دریاچه بر مناطق مجاور تأثیر گذاشته است. تعداد وقوع گرد و غبار با ارتباط معکوس قابل توجهی با حوزه دریاچه ارومیه افزایش یافته است [Opp et al., 2017]. زیرا بستر خشک دریاچه ارومیه یکی از بزرگ‌ترین منابع گرد و غبار شور در ایران است (عمدتاً منابع غبار شور). ظرفیت آبی این دریاچه اخیراً کاهش یافته است. در نتیجه، طوفان‌های گرد و غبار نمک بسیار رایج‌تر شده‌اند. اگرچه عوامل اقلیمی نقش مهمی در کوچک‌شدن دریاچه ارومیه ایفا کردند، اما بررسی‌های طولانی‌مدت اقلیم و تأثیرات انسانی بر دریاچه نشان داد که تأثیر انسان بر حوزه آبخیز نقش بزرگ‌تری در بدنه آبی و خشکی دریاچه دارد [Alizade Govarchin Ghale et al., 2018]. براساس یک تحلیل ۴۰ ساله، دلجو و همکاران [Delju et al., 2013] نشان داد که میانگین بارش بر روی دریاچه ۹٪ کاهش یافته است درحالی‌که میانگین حداکثر دمای سطح ۸/۰ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. تخمین زده می‌شود که اثرات انسانی تقریباً ۸۰٪ از خشکی دریاچه ارومیه را شامل می‌شود، درحالی‌که علل اقلیمی ۲۰٪ را تشکیل می‌دهد [Ahmady-Birgani et al., 2020]. ساخت سد، آبیاری کشاورزی و ساخت یک مسیر حمل و نقل در سراسر دریاچه از عوامل

منابع تولید ریزگرد، اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی و تعیین مناطق اصلی و حساس تولید ریزگرد در استان آذربایجان شرقی، مراحل اصلی انجام این مطالعه بوده‌اند.

روش‌شناسی

شناسایی مناطق تولید ریزگرد

برای شناسایی منابع تولید ریزگرد از چند روش استفاده شده است: ۱- **تجزیه و تحلیل داده‌های باد:** با استفاده از آمار و داده‌های باد (سمت و سرعت باد) ایستگاه‌های هواشناسی دارای آمار و اطلاعات مناسب و محاسبه شاخص‌های پتانسیل حمل ماسه جهت حمل نهایی رسوبات بادی، شناسایی مشخصات بادهای فرساینده انجام شده است.

۲- **شناسایی منابع تولید ریزگرد:** استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از بند ۱ و روی هم گذاری با نقشه تپه‌های ماسه‌ای (حاصل از طرح شنزارهای کشور) و با در نظر گرفتن ژئومورفولوژی ناهمواری‌های ماسه‌ای و علاوه بر آن با استفاده از تصاویر ماهواره حد و حدود منابع ریزگرد شناسایی شده‌اند.

در شکل ۱ موقعیت نقاط برداشت نمونه خاک در سطح استان و اعماق ۰ تا ۹۰ سانتی‌متر را نشان می‌دهد.

اولیه انسانی هستند [Hassanzadeh et al., 2012]. همان فاجعه در دریای آرال اتفاق افتاد که پس از دهه ۱۹۹۰ به یکی از بدترین بلایای آسیای مرکزی تبدیل شد [Singer et al., 2003; Indoitu et al., 2015]. این دریاچه در سه دهه گذشته به منبع مهم گرد و غبار و کانون نمک در صحرای آرالکم که در کف دریای خشک‌شده قرار دارد، تبدیل شده است. توده‌های آبی و پوشش گیاهی در دریاچه به طور چشمگیری کاهش یافت، درحالی‌که طوفان‌های گرد و غبار و نمک به طور قابل توجهی افزایش یافت [Kochkarova & Mambetullaeva, 2020]. طوفان‌های گرد و غبار ناشی از این دریاچه بیشتر قزاقستان، ازبکستان و ترکمنستان را تحت تاثیر قرار داده است. با این حال، برخی طوفان‌های گرد و غبار اخیراً شمال شرق ایران، تاجیکستان و افغانستان را نیز تحت تاثیر قرار داده است [Singer et al., 2003]. علت اصلی ازدست‌دادن آب دریاچه افزایش سطح آبی اطراف دریاچه، افزایش پنبه به‌عنوان محصول غالب و رشد سریع جمعیت در نزدیکی دریاچه است [Soudi et al., 2017].

در این مطالعه منابع تولید گرد و غبار و ریزگرد در استان آذربایجان شرقی شناسایی و بررسی شده و خصوصیات این اراضی معرفی شده است. شناسایی مناطق تولید ریزگرد، تعیین ویژگی‌های عمومی



شکل ۱) موقعیت محل‌های نمونه‌برداری خاک در سطح استان آذربایجان شرقی

اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی

۱- اندازه‌گیری در سطح منبع تولید ریزگرد

این قسمت در سطح کل منطقه تولید ریزگرد و در صورت گستردگی در بخشی از آن که نمایانگر کل سطح منطقه باشد اجرا شده است. بر همین اساس در سطح هر یک از واحدهای اراضی که تفکیک شده‌اند بسته به تجزیه و تحلیل بادهای فرساینده بخصوص شاخص RDD (جهت حمل نهایی رسوبات بادی) از شاخص مدرج (پیکه-کوبی) یا رسوب‌گیرهای مناسب استفاده شد. در این پروژه از شاخص‌های مدرج استفاده شد.

علاوه بر آن جهت تهیه مدل مناسب زمین آمار آستانه فرسایش بادی به‌وسیله تونل باد در نمونه‌های دست‌نخورده سینی مانند به ابعاد ۳۰*۵۰ سانتیمتر اندازه‌گیری شد، و مقدار رسوبات بادی تولیدشده برای هر نمونه که معرف واحد اراضی است با استفاده از رسوب‌گیرهای ساخته شده در سرعت‌های باد ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ متر بر ثانیه تونل باد اندازه‌گیری شد.

۲- اندازه‌گیری سرعت آستانه و شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه تونل باد

در این طرح پژوهشی از دستگاه تونل باد متعلق به آزمایشگاه

سرعت آستانه مشخص می‌شود.

موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، برای اندازه‌گیری سرعت آستانه و شدت فرسایش بادی استفاده شد (شکل ۲).

($\text{kg m}^{-2} \text{ min}^{-1}$)

رابطه (۱)

یافته‌ها

نتایج تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای

تپه‌های ماسه‌ای در سطح استان از طریق بررسی منابع و بازدیدهای میدانی شناسایی شدند و در ادامه، محاسبات مربوط به تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای از طریق روش لنکستر فقط برای ایستگاه‌های هواشناسی که در مجاورت تپه‌های ماسه‌ای قرار داشتند، انجام شد.

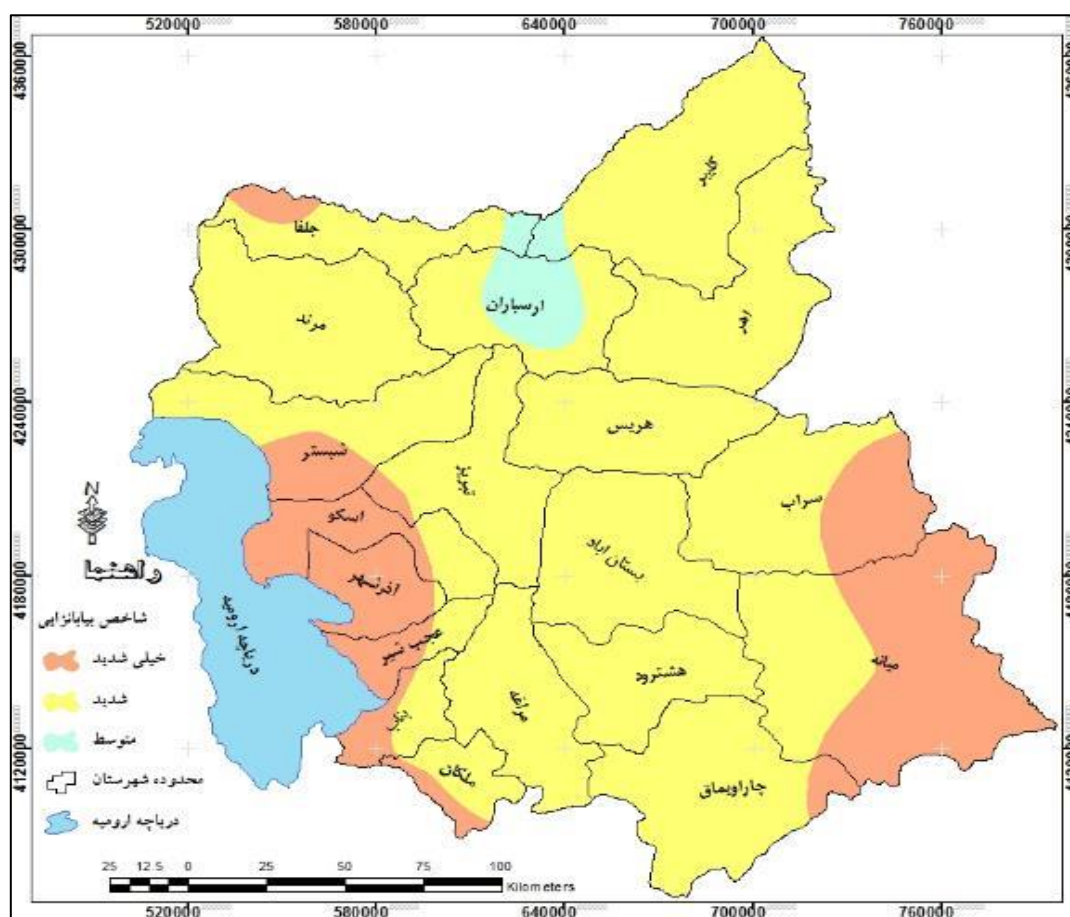
نتایج شاخص خشکی و خطر بیابان‌زایی

توزیع مکانی تغییرات خطر بیابان‌زایی بر اساس شاخص (UNEP) در محیط GIS تهیه شد (شکل ۳).



شکل ۲) نمایی از تونل باد مورد استفاده در تحقیق

سرعت آستانه فرسایش در روش محاسباتی با اندازه‌گیری مقدار بادبردگی در سرعت‌های مختلف، با استفاده از معادله خط بادبردگی در مقابل سرعت باد، هنگامی که میزان بادبردگی به صفر نزدیک شود



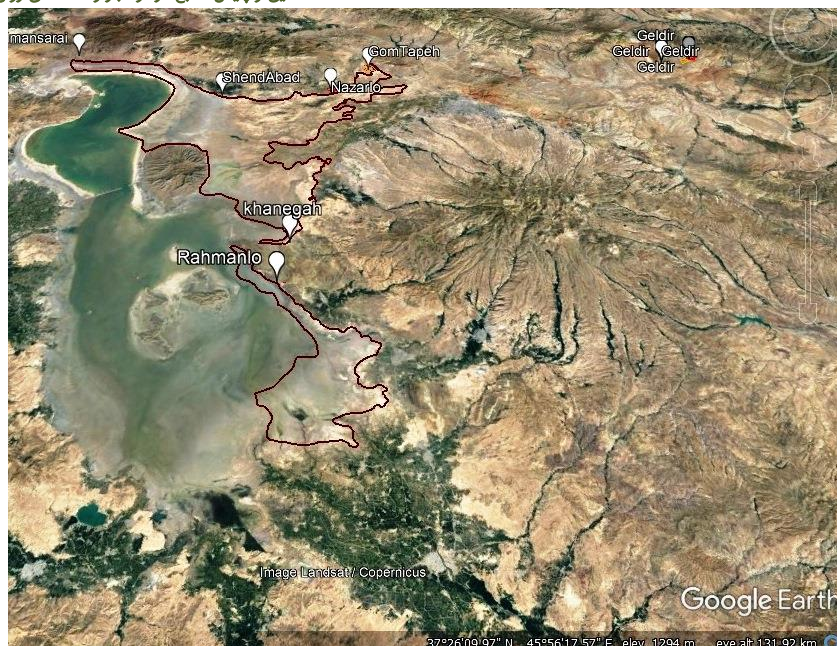
شکل ۳) نقشه خطر بیابان‌زایی استان آذربایجان شرقی بر اساس شاخص UNEP

شرقی است و در حال حاضر خطر بیابان‌زایی بالقوه و بسیار شدید استان منطبق بر این مناطق شامل، جنوب شرق و مناطق غربی استان بود. مقدار مساحت مناطق بیابانی با استفاده از تصاویر گوگل ارتز (ک. ام. ال)-اراضی بایر، شوره‌زار و خشک‌شده ساحلی در منطقه حاشیه شرقی دریاچه ارومیه ۲۲۷۶۵۶ هکتار بود که به صورت بالقوه در فصول خشک سال منابع تولید گرد و غبار بودند. در شکل ۴ وضعیت فعلی این مناطق نشان داده شده است.

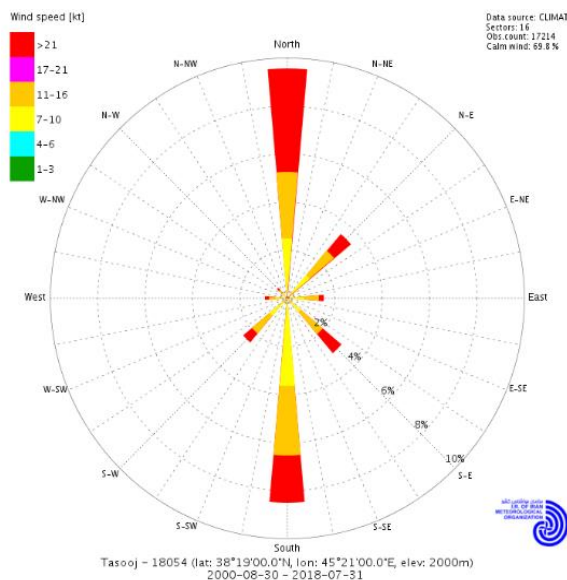
همان‌طوری که پیداست قسمت عمده از مساحت استان در کلاس خطر شدید قرار داشتند. درحالی‌که، خطر بیابان‌زایی بسیار شدید منطبق بر مناطق غربی استان و حاشیه دریاچه ارومیه و جنوب شرق استان بود. مناطق با خطر متوسط بیابان‌زایی تنها در قسمت‌هایی از شهرستان ورزقان (ارسباران) در شمال استان قرار داشتند.

منطقه تولید ریزگرد حاشیه شرقی دریاچه ارومیه

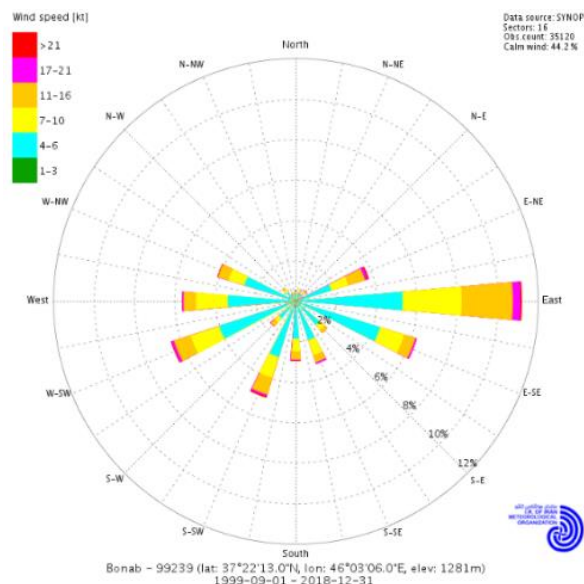
حاشیه شرقی دریاچه ارومیه جزو مناطق بیابانی استان آذربایجان



شکل ۴) موقعیت منطقه گرد و غبار حاشیه شرقی دریاچه ارومیه (استان آذربایجان شرقی)



شکل ۶) گلباد ایستگاه تسوج برای بادهای با سرعت بیشتر از ۶ نات (۲۰۰۰-۲۰۱۸)



شکل ۵) گلباد ایستگاه بناب برای بادهای با سرعت بیشتر از ۶ نات (۱۹۹۹-۲۰۱۸)

وضعیت باد

با توجه به گستردگی این منطقه و عدم وجود ایستگاه‌های هواشناسی با داده‌های بلندمدت در جوار این منطقه، در تحلیل وضعیت باد و گرد و غبار، از اطلاعات جهت و تواتر بادهای بالاتر از ۶ نات ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک بناب و کلیماتولوژی تسوج استفاده شده است (اشکال ۵ و ۶).

باد غالب در ایستگاه بناب دارای جهت جغرافیایی شرقی است که حدود ۱۱٪ از بادهای ثبت‌شده در این ایستگاه را تشکیل داده بودند؛ حدود ۳٪ از بادهای غالب نیز دارای سرعت (۱۱-۱۶) نات بود. در این میان، حدود نیم درصد از بادهای غالب نیز دارای سرعت (۱۷-۲۱) نات بودند درحالی‌که بادهای با سرعت بیشتر از ۲۱ نات فقط ۰/۲٪ از این بادهای را تشکیل داده بودند. دومین باد غالب بعد از جهت

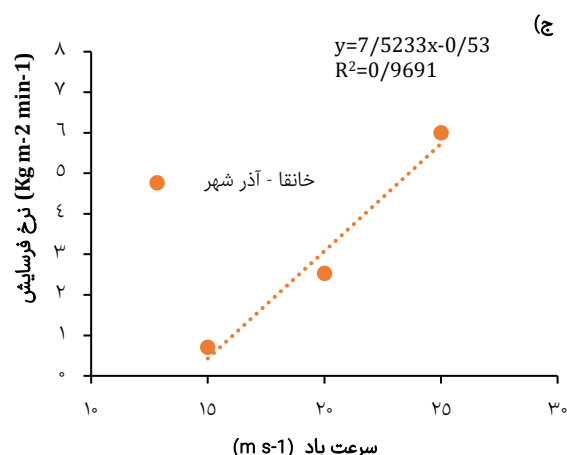
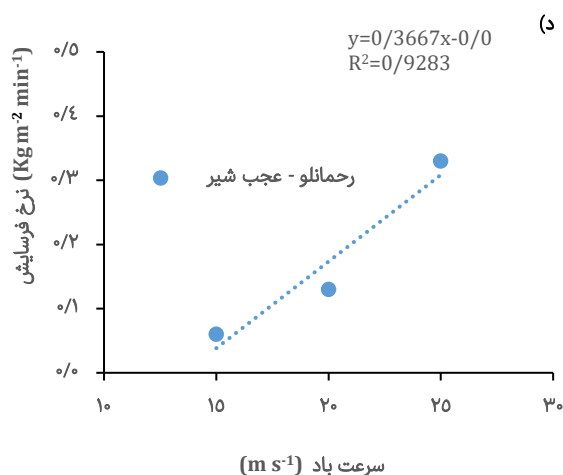
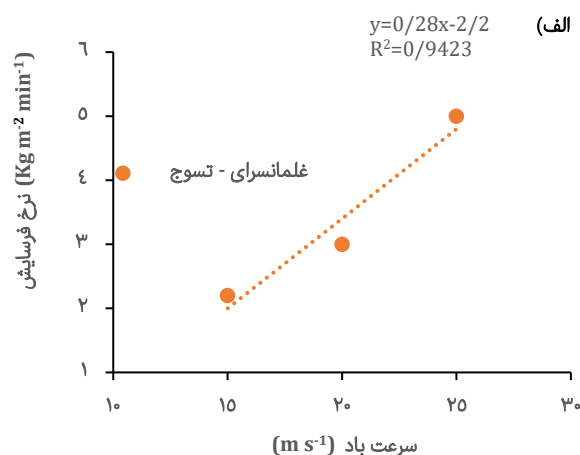
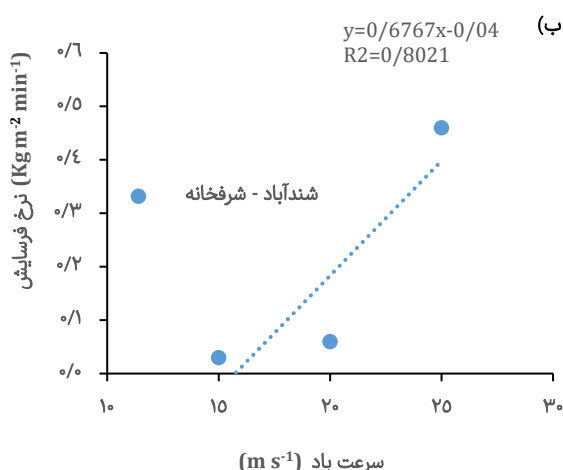
شرقی، بادهای با جهت غرب-جنوب غرب بود که حدود ۶/۳٪ و بعد از آن هم بادهای با جهت شرق-جنوب شرقی قرار دارد که حدود ۶/۱٪ از کل بادهای ثبت‌شده را به خود اختصاص دادند. در این دو جهت غالب هم بادهای با سرعت (۴-۶) نات بیشترین فراوانی را داشتند. باد غالب در ایستگاه تسوج دارای جهت جغرافیایی شمالی بود که حدود ۹/۷٪ از بادهای ثبت‌شده در این ایستگاه را تشکیل داده بودند؛ حدود ۵/۲٪ از بادهای غالب نیز دارای سرعت (بیش از ۲۱) نات بود. در این میان، حدود ۲/۶٪ از بادهای غالب نیز دارای سرعت (۱۱-۱۶) نات بود درحالی‌که بادهای با سرعت (۷-۱۰) نات نیز حدود ۲/۳٪ از این بادهای را تشکیل داده بودند. دومین باد غالب بعد از جهت شمالی، بادهای با جهت جنوبی بود که حدود ۸/۵٪ و بعد از آن هم بادهای با جهت شمال-شرق قرار داشتند که حدود ۳/۵٪ از کل

سرعت آستانه فرسایش نمونه‌های جمع‌آوری شده از سطح اراضی استان آذربایجان شرقی بین ۸ تا بیش از ۱۳ متر بر ثانیه بود (جدول ۱).

بادهای ثبت شده را به خود اختصاص داده بودند. در این دو جهت غالب هم بادهای با سرعت (۱۱-۱۶) نات بیشترین فراوانی را داشتند.

جدول ۱) نتایج آزمایش تونل باد نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح اراضی حاشیه شرقی دریاچه ارومیه

نام محل نمونه	سرعت آستانه فرسایش مشاهداتی (متر بر ثانیه)	سرعت آستانه فرسایش محاسباتی (متر بر ثانیه)	جمع بادبردگی (کیلوگرم بر مترمربع در دقیقه)
غلمانسرای-تسوج	۸	۷/۸۵	۱۰/۲
شندآباد-شرفخانه	۱۳	۱۵/۷۳	۰/۵۵
خانقاه-آذرشهر	۱۰	۱۴/۱۹	۹/۲۳
رحمانلو-عجب شیر	۱۲	۱۳/۵۸	۰/۵۲



نمودار ۱) رابطه میزان فرسایش خاک و سرعت باد جهت اندازه‌گیری فرسایش بادی (الف: نمونه ۲؛ ب: نمونه ۳؛ ج: نمونه ۸؛ د: نمونه ۹)

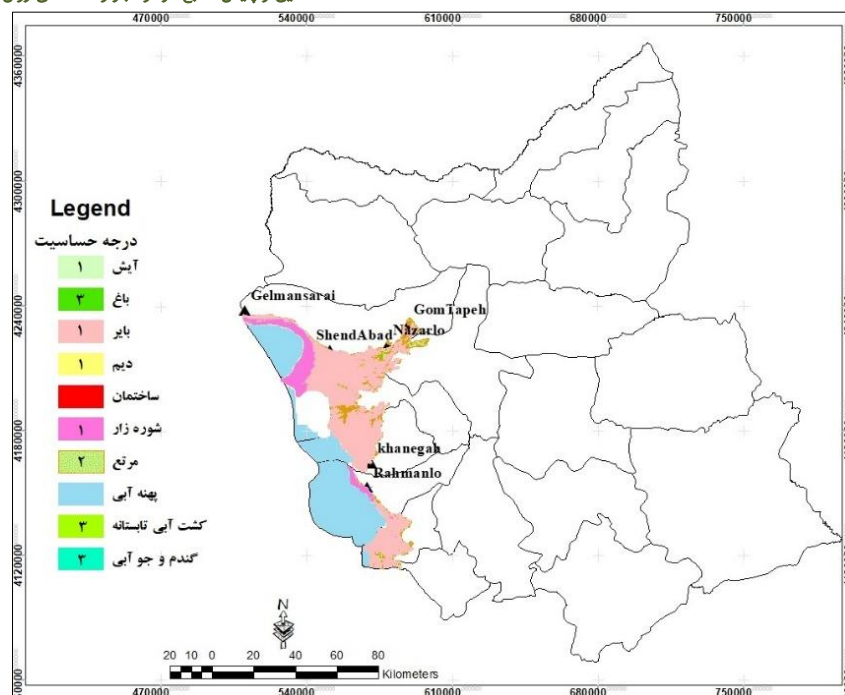
همچنین حساس‌ترین ناحیه به فرسایش بادی در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه، از شمال شرق به جنوب شرقی بود. در سمت شمال شرق ساحل دریاچه با مساحت تقریبی ۵۰۰۰ هکتار در جوار روستاهای شندآباد و غلمانسرای قرار داشتند. بعد از آن، اراضی واقع در حاشیه شرق دریاچه به طرف جنوب، روستاهای خانقا و رحمانلو که تقریباً به صورت نواری دریاچه را محصور کرده بودند با مساحت تقریبی ۴۶۹۰ هکتار اولویت اول را از لحاظ حساسیت به خود اختصاص دادند. مقدار تقریبی اراضی نیز که در اولویت ۲ و ۳ از لحاظ حساسیت قرار داشتند به صورت پراکنده و با کاربری‌های مرتع، باغ و کشت آبی در هر دو کانون به صورت واحدهای پراکنده و در مساحت کم قرار داشتند (شکل ۷).

فرسایش‌پذیری خاک‌ها

معادلات و نمودارهای تعیین فرسایش‌پذیری بادی و سرعت آستانه فرسایش خاک نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار ۱ ارایه شد که سرعت آستانه فرسایش نمونه خاک غلمانسرای-تسوج به دو روش مشاهداتی و محاسباتی، به ترتیب ۸ و ۷/۸۵ متر بر ثانیه بود.

کانون حاشیه شرقی دریاچه ارومیه

کانون‌های ریزگرد قوم تپه-نظرو و حاشیه شرقی دریاچه ارومیه حساس‌ترین ناحیه به فرسایش بادی قرار داشتند. در کانون قوم تپه-نظرو، در قسمت حاشیه غربی جاده تبریز-صوفیان و جنوب شرقی روستای نظرو به ترتیب با مساحت‌های ۶۰۹ و ۲۴۳ هکتار بود.



شکل ۷) نقشه کاربری اراضی و حساسیت کانون‌های ریزگرد قوم تپه-نظرو و حاشیه شرقی دریاچه ارومیه به فرسایش بادی

بحث

اراضی کانون ریزگرد حاشیه شرقی دریاچه ارومیه شامل غلمانسرای، شندآباد، خانقا، رحمانلو، بناب و ملکان کلاً جزو تیپ اراضی پست با شیب بسیار ملایم (نیم درصد)، خاک بسیار عمیق و دارای بافت بسیار سنگین توام با شوری زیاد و کانون‌های گرد و غبار خارجی نیز نقش اساسی در افزایش فراوانی گرد و غبار منطقه دارند. از سوی دیگر کوچک‌شدن دریاچه ارومیه ممکن است بر شرایط آب و هوایی محلی نیز تاثیر بگذارد [Dehghanipour et al., 2020].

کل اراضی این منطقه جزو واحد اراضی درجه ۶/۲ طبقه‌بندی اراضی قرار می‌گیرند. پوشش گیاهی از نباتات شورپسند و یا مقاوم به شوری با تراکم متوسط تشکیل یافته و این اراضی به صورت بایر هستند. میزان شوری و قلیایی‌ات زیاد است. کم‌شدن آب دریاچه ارومیه طی سال‌های اخیر موجب خشکی قسمت‌های کم‌عمق و ساحلی شده است. این مساله توام با رسوب‌گذاری رودخانه‌ها و ایجاد دلتاها و بسترهای خشکی‌زی موجب رشد گونه‌های مختلف گیاهی و تکامل گیاهان شورپسند و علفی و در مناطق با رسوب‌گذاری زیاد شده است.

سرعت آستانه فرسایش نمونه خاک غلمانسرای-تسوج به دو روش مشاهداتی و محاسباتی، به ترتیب ۸ و ۷/۸۵ متر بر ثانیه مشاهده و محاسبه شد. همچنین حساس‌ترین ناحیه به فرسایش بادی در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه، از شمال شرق به جنوب شرقی کشیده شده است. در سمت شمال شرق ساحل دریاچه با مساحت تقریبی ۵۰۰۰ هکتار در جوار روستاهای شندآباد و غلمانسرای است. بعد از آن، اراضی واقع در حاشیه شرق دریاچه به‌طرف جنوب، روستاهای خانقا و رحمانلو با مساحت تقریبی ۶۷۹۰ هکتار اولویت اول را از لحاظ حساسیت به خود اختصاص داده‌اند. مقدار تقریبی اراضی نیز که در اولویت ۲ و ۳ از لحاظ حساسیت قرار دارند به صورت پراکنده

حاشیه شرقی دریاچه ارومیه جزو مناطق بیابانی استان آذربایجان شرقی است و در حال حاضر خطر بیابان‌زایی بالقوه و بسیار شدید استان منطبق بر مناطق، جنوب شرق و مناطق غربی استان است. این نتایج با تحقیقات متعدد دیگری که در ارتباط با گرد و غبار دریاچه ارومیه انجام شده‌اند مطابقت دارد [Nazari Samani et al., 2020; Mardi et al., 2018; Gholampour et al., 2015]. باد غالب در ایستگاه بناب دارای جهت جغرافیایی شرقی بود که حدود ۱۱٪ از بادهای ثبت‌شده در این ایستگاه را تشکیل می‌داد؛ حدود ۳٪ از بادهای غالب نیز دارای سرعت (۱۱-۱۶) نات است. در این میان، حدود نیم درصد از بادهای غالب نیز دارای سرعت (۲۱-۱۷) نات بود درحالی‌که بادهای با سرعت بیشتر از ۲۱ نات فقط ۲٪ از این بادهای را تشکیل می‌داد.

باد غالب در ایستگاه تسوج دارای جهت جغرافیایی شمالی بوده که حدود ۹/۷٪ از بادهای ثبت‌شده در این ایستگاه را تشکیل می‌دهد؛ حدود ۵/۲٪ از بادهای غالب نیز دارای سرعت (بیش از ۲۱) نات است. ایستگاه تسوج در شمال حاشیه دریاچه ارومیه با توجه به اینکه در ارتفاع بالا و بین کوهستان و دریاچه قرار گرفته است با ۹۹/۹٪ توزیع فراوانی در سه طبقه سرعت (۷-۱۰) ۳۵/۳٪، (۱۱-۱۶) ۳۴٪ و (بیش از ۲۱) نات ۳۰/۶٪ دارای آمار قابل توجهی است. ایستگاه سینوپتیک بناب سه طبقه سرعت (۶-۹) ۵۸/۸٪، (۱۰-۷) ۲۲/۵٪ و (۱۱-۱۶) نات با ۱۵/۳٪ به ترتیب در مرتبه اول تا سوم از لحاظ توزیع فراوانی طبقات باد هستند و سرعت (بیش از ۲۱) نات با ۷٪ در آخرین مرتبه قرار دارد. این نتایج با تحقیقات [Valiallahi et al., 2019; Klingmüller et al., 2016; Shirmohammadi et al., 2020] مطابقت دارد.

و با کاربری‌های مرتع، باغ و کشت آبی در هر دو کانون به صورت واحدهای پراکنده و در مساحت کم قرار گرفته‌اند.

خشک شدن سطح وسیعی از دریاچه ارومیه و تشکیل مناطق مستعد به فرایندهای فرسایش بادی و رخدادهای گرد و غبار نگرانی‌هایی را در چند سال اخیر در سطح ملی و منطقه‌ای ایجاد نموده است، لذا با شناسایی مناطق مستعد فرسایش بادی و از سویی کنترل این پهنه‌ها می‌توان بخش زیادی از این نگرانی‌ها را کاست. بخش اعظم رخساره‌های ژئومورفولوژی حاشیه دریاچه ارومیه اختصاص به اراضی شور و پف‌کرده، اراضی رها شده و اراضی همراه با پوسته نمکی دارد که به ترتیب در قسمت‌های شمال شرقی، شرقی و جنوب شرقی دریاچه ارومیه قرار گرفته‌اند. این رخساره‌های در اثر برهم‌کنش عقب‌نشینی دریاچه، افت سطح ایستابی منطقه و ایجاد اراضی جدید و مستعد بادبردگی ایجاد شده‌اند. مطالعات دانه‌بندی بیانگر اراضی حاشیه دریاچه حاکی از پتانسیل بادبردگی زیاد در رخساره‌های متعلق به جلگه رسی از جمله اراضی شور و پف‌کرده و پوسته‌های نمکی دارد.

همچنین ارزیابی‌های میدانی نیز مبین این هستند که در مناطقی که در شرق دریاچه قرار دارند پتانسیل بادبردگی و فرسایش بادی زیاد است و یکی از محل‌هایی است که پروژه مقابله با فرسایش بادی در آن در حال اجرا است. با توجه به بررسی‌های پتانسیل حمل ماسه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در مقیاس سالانه بادهای شکل‌گرفته در قسمت‌های شرقی دریاچه ارومیه انرژی کافی برای حمل رسوبات بادی را ندارند؛ اما بادهای موجود در قسمت غربی و شمال غربی دریاچه ارومیه انرژی کافی بدین منظور را دارند.

کنترل تپه‌های ماسه‌ای تشکیل شده قبل از هر چیز نیازمند شناسایی منابع تولید ماسه در ارتباط با شرایط بادی منطقه است. نظر به اینکه رخدادن شرایط فرسایش بادی در این منطقه با دیگر شرایط ایران به‌ویژه مناطق ساحلی جنوب و مرکز ایران متفاوت است، بنابراین به‌منظور کنترل فرسایش بادی باید از شرایط اکولوژیک و اقلیمی خاص منطقه بهره‌گیری نمود.

به طور کلی نتایج بررسی ارتباط میان شاخص تحرک ماسه و پارامتر اقلیمی باد حاکی از آن است که پارامتر اقلیمی باد پتانسیل بیشترین تاثیر را بر تحرک ماسه در منطقه مطالعاتی داشت. با توجه به افزایش تعداد روزهای گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه که مشکلی برای محیط زیست منطقه محسوب می‌شود، تغییر اقلیم [Yarahmadi et al., 2015] از طریق بررسی و محاسبه تغییر متغیرهای اقلیمی [Ashkenazy et al., 2012] بررسی شد. بررسی‌های پیشین در ارتباط با علل و پیامدهای تغییر ضرایب یا شاخص‌های اقلیمی در پهنه‌های آب و هوایی ایران [Hosseini et al., 2006; Khosroshahi et al., 2009; Yizhaq et al., 2007; Abtahi & Khosrowshahi, 2004; Enssafi, Moghadam, 2008; Ghahreman & Bakhtiari, 2009]

نیز نشان می‌دهد که تغییر ویژگی‌های آب و هوایی از جمله افزایش ضریب خشکی و باد می‌تواند از جمله دلایل تخریب سرزمین و به‌تبع آن افزایش رخدادهای گرد و غبار به شمار آید. اگرچه تاکنون

مطالعاتی زیادی راجع به وضعیت تحرک تپه‌های ماسه‌ای در استان آذربایجان شرقی انجام نشده و فقط مطالعات در خصوص دریاچه ارومیه انجام شده است؛ بنابراین نمی‌توان با نتایج پژوهش‌های انجام شده در این منطقه مقایسه کرد؛ اما یافته‌های حاصل از این تحقیق با نتایج برخی از پژوهشگران که به نقش عوامل اقلیمی به‌ویژه بارندگی و سرعت باد در غبارالودترشدن هوا اشاره کرده‌اند مطابقت دارد [Ebrahimikhusfi et al., 2019; Zandifar et al., 2021; Naemi et al., 2021]. این در حالی است که با نتایج غیرفعال شدن تپه‌های ماسه‌ای که در سال‌های اخیر گزارش شده است همخوانی ندارد [Hanifepour et al., 2022]. دلیل آن را می‌توان به متفاوت بودن شرایط اقلیمی حاکم بر مناطق مختلف و شیوه‌های مدیریتی اعمال شده بر تثبیت تپه‌های ماسه‌های روان داد.

نتیجه‌گیری

استان آذربایجان شرقی دارای تپه‌های ماسه‌ای مختلفی در سطح استان است که می‌توانند به صورت بالقوه به کانون تولید گرد و غبار تبدیل شوند. در شمال، شرق و جنوب شرق استان، حاشیه خشک شده دریاچه ارومیه به‌عنوان بزرگ‌ترین کانون بالقوه تولید گرد و غبار در استان آذربایجان شرقی با مساحت تقریبی ۲۲۸۰۰۰ هکتار مستقر است. این کانون ریزگردها عمدتاً شامل اراضی زراعی دیم، اراضی زراعی رها شده، اراضی تالاب خشک شده یا دریاچه و مراتع تخریب یافته است.

تشکر و قدردانی: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه اخلاقی: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: هوشنگ بهروان (نویسنده اول)، روش‌شناس/تحلیلگر داده/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۸۰٪)؛ جمشید یاراحمدی (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه (۱۰٪)؛ حمیدرضا عباسی (نویسنده سوم)، روش‌شناس (۱۰٪)

منابع مالی: موردی از طرف نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

- Abtahi SM, Khosrowshahi M (2004). Desert domian in Esfahan province by climatological factors. Iranian Journal of Range and Desert Research. 12(3):249-262. [Persian]
- Ahmady-Birgani H, Ravan P, Schlosser JS, Cuevas-Robles A, AzadiAghdam M, Sorooshian A (2020). On the chemical nature of wet deposition over a major desiccated lake: Case study for Lake Urmia basin. Atmospheric Research. 234:104762.
- Alizade Govarchin Ghale Y, Altunkaynak A, Unal A (2018). Investigation anthropogenic impacts and climate factors on drying up of Urmia Lake using water budget and drought analysis. Water Resources Management. 32:325-337.
- An L, Che H, Xue M, Zhang T, Wang H, Wang Y, et al (2018). Temporal and spatial variations in sand and dust

- Hosseini M, Khosrowshahi M, Attapour A, Karmi SA (2006). Introduction and determination of climatic and geological desert characteristics in Tehran province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 13(2):102-108. [Persian]
- Indoitu R, Kozhoridze G, Batyrbaeva M, Vitkovskaya I, Orlovsky N, Blumberg D, et al (2015). Dust emission and environmental changes in the dried bottom of the Aral Sea. *Aeolian Research*. 17:101-115.
- Karami S, Hossein Hamzeh N, Kaskaoutis DG, Rashki A, Alam K, Ranjbar A (2021). Numerical simulations of dust storms originated from dried lakes in central and southwest Asia: The case of Aral Sea and Sistan Basin. *Aeolian Research*. 50:100679
- Khosroshahi M, Khashki MT, Ensafi Moghaddam T (2009). Determination of climatological deserts in Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 16(1):96-113. [Persian]
- Klingmüller K, Pozzer A, Metzger S, Stenchikov GL, Lelieveld J (2016). Aerosol optical depth trend over the Middle East. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 16(8):5063-5073.
- Kochkarova S, Mambetullaeva S (2020). Study of successional processes of Vegetation cover on the dried seabed of the Aral Sea. *Journal Research on the Lepidoptera*. 51:764-768.
- Kutuzov S, Legrand M, Preunkert S, Ginot P, Mikhaleenko V, Shukurov K, et al (2019). The Elbrus (Caucasus, Russia) ice core record-Part 2: History of desert dust deposition. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 19(22):14133-14148.
- Labban AH, Butt MJ (2021). Analysis of sand and dust storm events over Saudi Arabia in relation with meteorological parameters and ENSO. *Arabian Journal of Geosciences*. 14:1-12.
- Li J, Garshick E, Huang S, Koutrakis P (2021). Impacts of El Niño-Southern Oscillation on surface dust levels across the world during 1982–2019. *Science of the Total Environment*. 769:144566.
- Liu D, Abuduwaili J, Lei J, Wu G (2011). Deposition rate and chemical composition of the aeolian dust from a bare saline playa, Ebinur Lake, Xinjiang, China. *Water, Air, & Soil Pollution*. 218:175-184.
- Mardi AH, Khaghani A, MacDonald AB, Nguyen P, Karimi N, Heidary P, et al (2018). The Lake Urmia environmental disaster in Iran: A look at aerosol pollution. *Science of The Total Environment*. 633:42-49.
- Middleton NJ (2017). Desert dust hazards: A global review. *Aeolian Research*. 24:53-63.
- Miri A, Maleki S, Middleton N (2021). An investigation into climatic and terrestrial drivers of dust storms in the Sistan region of Iran in the early twenty-first century. *Science of the Total Environment*. 757:143952.
- Naemi M, Zandifar S, Khosroshahi M, Ashoori P, Abbasi H (2021). Investigating the effects of climate change on the mobility of sand dunes (case study: Sabzevar city). *Desert Management*. 9(2):1-18. [Persian]
- Naji H, Taherpour M (2019). The effect of simulated dust storm on wood development and leaf stomata in *Quercus brantii* L. *Desert*. 24(1):43-49.
- Nazari Samani A, Rahdari MR, Rahi G (2020). Assessment of spatial variabilities of soil erodibility by wind on marginal lands of the Lake Urmia. *Desert Management*. 8(15):53-72. [Persian]
- Opp C, Groll M, Abbasi H, Ahmadi Foroushani M (2021). Causes and effects of sand and dust storms: What has past storm events in East Asia from 2007 to 2016: Relationships with surface conditions and climate change. *Science of the Total Environment*. 633:452-462.
- Ardon-Dryer K, Mock C, Reyes J, Lahav G (2020). The effect of dust storm particles on single human lung cancer cells. *Environmental Research*. 181:108891.
- Ashkenazy Y, Yizhaq H, Tsoar H (2012). Sand dune mobility under climate change in the Kalahari and Australian deserts. *Climatic Change*. 112(3):901-923.
- Bali K, Mishra AK, Singh S, Chandra S, Lehahn Y (2019). Impact of dust storm on phytoplankton bloom over the Arabian Sea: A case study during March 2012. *Environmental Science and Pollution Research*. 26:11940-11950.
- Boroughani M, Hashemi H, Hosseini SH, Pourhashemi S, Berndtsson R (2019). Desiccating Lake Urmia: A new dust source of regional importance. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 17(9):1483-1487.
- Dar MA, Ahmed R, Latif M, Azam M (2022). Climatology of dust storm frequency and its association with temperature and precipitation patterns over Pakistan. *Natural Hazards*. 110(1):655-677.
- Dehghanipour AH, Moshir Panahi D, Mousavi H, Kalantari Z, Tajrishy M (2020). Effects of water level decline in Lake Urmia, Iran, on local climate conditions. *Water*. 12(8):2153.
- Delju AH, Ceylan A, Piguet E, Rebetez M (2013). Observed climate variability and change in Urmia Lake Basin, Iran. *Theoretical and Applied Climatology*. 111:285-296.
- Ebrahimi Khusfi Z, Khosroshahi M, Roustaei F, Mirakbari M (2020). Spatial and seasonal variations of sand-dust events and their relation to atmospheric conditions and vegetation cover in semi-arid regions of central Iran. *Geoderma*. 365:114225.
- Ebrahimikhusfi Z, Khosroshahi M, Naeimi M, Zandifar S (2019). Evaluating and monitoring of moisture variations in Meyghan wetland using the remote sensing technique and the relation to the meteorological drought indices. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 10(2):1-14. [Persian]
- Enssafimoghadam T (2008). An Investigation and assessment of climatological indices and determination of suitable index for climatological droughts in the Salt Lake Basin of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 14(2):271-288. [Persian]
- Ghahreman N, Bakhtiari B (2009). Solar radiation estimation from rainfall and temperature data in arid and semi-arid climates of Iran. *Desert*. 14(2):141-150.
- Gholampour A, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Taghipour H, Nazmara S, Mahvi AH (2015). Characterization of saline dust emission resulted from Urmia Lake drying. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 13:1-11.
- Hanifepour M, Biabani L, Khosravi H, Akbarpoor Bonab B (2022). Monitoring and forecasting of climatic factors affecting the mobility of sand dunes using Lancaster index (Case study: Sirjan desert). *Journal of Arid Regions Geographic Studies*. 13(48):1-20. [Persian]
- Hassanzadeh E, Zarghami M, Hassanzadeh Y (2012). Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*. 26:129-145.
- Hossein Hamzeh N, Ranjbar Saadat Abadi A, Ooi MCG, Habibi M, Schöner W (2022). Analyses of a lake dust source in the Middle East through models performance. *Remote Sensing*. 14(9):2145

Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*. 54(4):705-728.

- Soudi M, Ahmadi H, Yasi M, Hamidi SA (2017). Sustainable restoration of the Urmia Lake: History, threats, opportunities and challenges. *European Water*. 60:341-347.

- Valiallahi J, Soltani A, Ahmadi Eghbal M (2019). Evaluating climate change and anthropogenic effects on inducing Salt storms & aerosol hazards risk in Urmia Lake. *Anthropogenic Pollution*. 3(1):25-32. [Persian]

- Yarahmadi D, Nasiri B, Khushkish A, Nikbakht H (2015). Climate change and dusty days in the west and southwest of Iran. *Desert Ecosystem Engineering*. 3(5):19-28. [Persian]

- Yizhaq H, Ashkenazy Y, Tsoar H (2007). Why do active and stabilized dunes coexist under the same climatic conditions? *Physical Review Letters*. 98(18):98-101.

- Zandifar S, Khosroshahi M, Ebrahimikhusfi Z, Naeimi M (2021). Using Lancaster index to analyse of the sand dunes activity in arid lands and sensitivity analysis of the factors affecting it (case study: Buin-Zahra city). *Desert Management*. 8(16):1-16. [Persian]

research taught us? A survey. *Journal of Risk and Financial Management*. 14(7):326.

- Opp C, Wagemann J, Banedjshafi S, Abbasi HR (2017). Aral Sea syndrome and Lake Urmia crisis. A comparison of causes, effects and strategies for problem solutions. *Academic Research*. 34:169-83.

- Salehi S, Ardalan A, Ostadtaghizadeh A, Garmaroudi G, Zareiyan A, Rahimiforushani A (2019). Conceptual definition and framework of climate change and dust storm adaptation: A qualitative study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 17:797-810.

- Schepanski K (2018). Transport of mineral dust and its impact on climate. *Geosciences*. 8(5):151.

- Shirmohammadi B, Malekian A, Salajegheh A, Taheri B, Azarnivand H, Malek Z, et al (2020). Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. *Land Use Policy*. 90:104299.

- Singer A, Zobeck T, Poberezsky L, Argaman E (2003). The PM₁₀ and PM_{2.5} dust generation potential of soils/sediments in the Southern Aral Sea Basin,