



## Research Article

### Determination of lake sediments susceptibility to wind erosion and its role in dust formation (Parishan lake, Fars province)

Effat Karami<sup>1</sup>, Gholamreza Zehtabian<sup>1</sup>, Hassan Khosravi<sup>1\*</sup>, Tayebeh Mesbahzadeh<sup>1</sup>,  
Salman Zareh<sup>1</sup>, Maliheh Behrang Manesh<sup>1</sup>

1-Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources,  
University of Tehran, Alborz, Iran

Received: 05 Jul 2020 Accepted: 01 Jan 2021

## Extended Abstract

### Introduction

Soil erosion is a widespread environmental problem threatening environmental sustainability. It is one of the significant factors in both water and wind erosion. Understanding the physical and chemical characteristics of lakes and wetlands sediments is essential to study sedimentology and erosion. Drying up the wetlands around the world is one of the worst experiences of human life that has had many adverse effects. Large wetlands are drying because of changes in water use patterns, due to land-use changes and water constraints due to climate changes.

### Materials and Methods

Systematic random sampling was carried out from lake sediments. Then the texture of deposits was determined using triangle soil texture. The velocity and direction of the dominant and erosive winds were determined by drawing the wind and storm rose. Thirty-three soil samples were taken from the lake surface and the agricultural lands around the lake by random sampling from 0-30 cm depth, and the location of each sample was recorded using GPS. Sorting was done by dry sift technique. GR graph 3.0 software was used to determine sedimentological indices such as Median Diameter, Median, Kurtosis, and Skewness of the samples. According to Kazeroon synoptic station's wind data, the wind condition of the area was studied in the form of a wind rose. The erosion rate threshold of the lake surface sediments is needed to calculate the storm rose. For this purpose, wind data from the study area and sampling were used to determine the wind erosion threshold velocity, based on soil properties and experimental formula.

### Results and Discussion

The soil texture results showed that the sand had the highest percentage of material degradation in all samples, and the average sand content of lake sediments was about 62%. Clay and silt are less abundant, respectively. Soil texture in the study area was almost similar to agricultural land and the lake area, only with slight changes in texture due to increasing treatment intervals. According to the soil chemical analysis results, the electrical conductivity of all samples taken from the study area was less than four  $\text{dSm}^{-1}$  indicating that the soil was ordinary. Soil sodium content was low, thereby increasing aggregate resistance to dissemination and making the soil more resistant. In all samples, saturated moisture content was more than 50%, having high moisture content, resulting in fine particle adhesion.

**Citation:** Karami, E. et al, 2021. Determination of lake sediments susceptibility to wind erosion and its role in dust formation (Parishan lake, Fars province), *Res. Earth. Sci.* 12(3), (114-130) DOI: 10.52547/esrj.12.1.114

\* Corresponding author E-mail address: hakhosravi@ut.ac.ir





## Researches in Earth Sciences

Journal homepage: <https://esrj.sbu.ac.ir>



Based on the Kazerun station results, the frequency numbers of distribution of the annual wind class show that 50.97% of the winds are calm, and 49% of the winds have direction and velocity. The direction of the prevailing wind is westward. The Kazerun station annual storm results (2006-2016) show that 99.8% of the winds are calm, and only 0.2% of the winds have direction and velocity. This value is not visible in the flowchart diagram of the storm rose, so they can be ignored.

### Conclusion

Parishan Lake is one of several lakes in Iran that has dried up in recent years. In this study, we tried to show whether this event as a dust storm source, can be an environmental threat for residents living in urban and rural areas around the lake. The results showed that the sand had the highest percentage of material degradation in all samples. Therefore, due to the low abundance of silt particles in Parishan Lake's sediments, lake sediments cannot be considered a potential origin for Iran's dust storm. According to the samples taken from the Lake Surface and agricultural land, the calculated morphometric values showed that the particles have irregular Kurtosis and a high skewness towards coarse grains. The results of soil physical and chemical property analysis show that the soil is resistant to wind erosion. The important thing to conclude from the wind rose is that the prevailing winds of the region are located in the classes of velocities less than 3.5 m/s, which do not play a major role in generating dust storms, which are more abundant in the basin. The problem does not threaten the rural areas around the lake and the city of Kazerun in terms of dust. If the dust is observed a few days a year, it may be due to external sources.

**Keywords:** Dry sift, Sediment sorting, Parishan lake, Wind rose, G.R.graph software.



## تعیین حساسیت رسوبات دریاچه‌ای به فرسایش بادی و نقش آن در ایجاد گردوغبار (مطالعه موردی: دریاچه خشک‌شده پریشان، استان فارس)

عفت کرمی<sup>۱</sup>، غلامرضا زهتابیان<sup>۱</sup>، حسن خسروی<sup>۱\*</sup>، طیبه مصباح زاده<sup>۱</sup>، سلمان زارع<sup>۱</sup>، ملیحه بهرنگ منش<sup>۱</sup>

۱- گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، البرز، ایران

(علمی - پژوهشی)

پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۴/۱۵ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۱۲

### چکیده

هدف از این پژوهش بررسی رسوبات دریاچه پریشان و نقش آن در وقوع پدیده گردوغبار می‌باشد. بدین منظور ۲۴ نمونه خاک سطحی از بستر دریاچه و ۹ نمونه خاک از اراضی کشاورزی اطراف آن جمع‌آوری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. دانه‌بندی نمونه‌ها به روش الک خشک با ۵ طبقه روزه‌ای، بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس تعیین و درصد رطوبت اشباع، درصد گچ، درصد آهک، سدیم تبادلی، کلسیم و منیزیم تبادلی، pH و EC برای هر یک از نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بافت خاک نمونه‌های کشاورزی و دریاچه تقریباً مشابه بوده و در تمامی نمونه‌ها ماسه بیشترین درصد، و به‌طور میانگین ۶۲٪ مواد تخریبی رسوبات دریاچه را تشکیل می‌دهد. درصد رطوبت اشباع در تمامی نمونه‌ها بیشتر از ۵۰ و قلیائیت نمونه‌های سطح دریاچه بیشتر از نمونه‌های کشاورزی است. مورفومتری نمونه‌های برداشت‌شده از سطح دریاچه و زمین‌های کشاورزی با استفاده از نرم‌افزار G.R.Graph تعیین گردید. مقدار میانه و میانگین تقریباً مشابه هم بوده که علت آن نزدیکی به منشأ و مسافت حمل‌ونقل کمتر می‌باشد. ذرات دارای جور شدگی خیلی ضعیف، نامرتب و چولگی زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه می‌باشند. عوامل مؤثر در فرسایش بادی شامل فرسایش بادی و فرسایش پذیری خاک می‌باشد، بررسی نتایج آزمایشگاه خاک نشان می‌دهد که خاک منطقه نسبت به فرسایش-پذیری در برابر باد مقاوم است. نکته مهمی که از بررسی بادهای منطقه حاصل می‌شود این است که سرعت بادهای غالب منطقه با بیشترین فراوانی کمتر از ۳/۵ متر بر ثانیه است و نقش مؤثری در جابه‌جایی ذرات خاک از سطح دریاچه ندارد.

**واژه‌های کلیدی:** الک خشک، دانه‌بندی رسوبات، دریاچه پریشان، گلباد، نرم‌افزار G.R.Graph.

## مقدمه

از جمله بدترین تجربه‌های زندگی بشر محسوب می‌شود که نه تنها هیچ‌گونه دستاوردی در برداشته بلکه اثرات ناگوار زیادی بر جای گذاشته است (گنجی دوست و همکاران، ۱۳۸۸). به‌طور کلی در این مناطق تغییر الگوهای استفاده از آب به دلیل تغییر کاربری اراضی و محدودیت آب به دلیل تغییر آب‌وهوا باعث از بین رفتن مناطق وسیع تالابها شده است (Maleki et al, 2018). بریانت و همکاران (Bryant et al, 2003) و انگلسیتر و همکاران (Engelstaedter et al, 2003) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای نشان دادند منابع آبرفتی و دریاچه‌ای تولیدکننده عمده‌ای از ریزگردهای جهانی هستند. اویسی (۱۳۹۳) در تحقیقی بر روی دریاچه هامون، پنج شاخص افزایش ریزگرد و آلودگی هوا، تغییرات آب‌وهوایی منطقه، فرسایش خاک، افزایش بیماری‌های تنفسی، تهدید سلامت مردم و خسارت به گیاهان و حیوانات بومی منطقه که از اثرات زیست‌محیطی خشک شدن تالابها است را ارزیابی کرد. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص D (افزایش ریزگردها و آلودگی هوا) در رتبه اول و شاخص E (تغییرات آب‌وهوایی منطقه) در رتبه پنجم قرار می‌گیرد. محمدی (۱۳۸۹) تعداد ۲۶ نمونه رسوب سطحی جهت مطالعات رسوب‌شناسی از نهشته‌های پلاپای جازموریان برداشت نمود. نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد آنالیزهای دانه‌بندی، کلسیمتری، آنالیز عنصری، کانی‌شناسی و شناسایی نوع کانی‌های رسی قرار گرفت. بررسی‌های رسوب‌شناسی نشان‌دهنده این است که بیشتر رسوبات در اندازه سیلت و رس بوده، می‌توانند به‌وسیله باد و طوفان‌ها برای مسافت و مدت‌زمان زیادی حمل گردند. با توجه به قرار داشتن کشور ایران در منطقه نیمه‌خشک جهان و گسترش حدود ۵۰ درصد آن در منطقه خشک و بیابانی، همه‌ساله

فرسایش بادی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک مشکل جدی است (Zamani and Mahmoodabadi, 2013). شناخت فرسایش بادی به‌عنوان پدیده‌ای پویا و در حال تغییر در اندازه‌گیری فرسایش خاک از اهمیت زیادی برخوردار است (Kheirabadi, 2018). از عوامل مؤثر بر فرسایش بادی می‌توان به خصوصیات خاک، زبری سطح، شرایط آب و هوایی، جهت باد غالب و پوشش گیاهی اشاره کرد (Bagnold, 1941; Zou et al, 2015). فرسایش بادی یکی از پدیده‌های رایج و مخرب در مناطق خشک و بیابانی ایران و جهان است (امیدوار و امیدوی، ۱۳۹۲) که تخریب غیرقابل برگشت خاک را به همراه دارد و یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث از بین رفتن زمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک با خارج کردن ذرات رس و سیلت از سطح زمین می‌شود (FAO, 2015; Gao et al, 2019). فرسایش بادی نقش اساسی در تولید رسوب برای طوفان‌های گردوغبار دارد و هنگامی رخ می‌دهد که وزش باد شدید و مداوم با خاک خشک، ریزدانه و سست تعامل داشته باشد (Li et al, 2004; Sterk et al, 2012; Yigiterhan et al, 2018). بارش کم، خشک و کم آب شدن تالابها و آبگیرها، سبز نشدن گیاهان صحاری و در نتیجه شدت یافتن وزش باد، موجب افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی گردوغبار در این مناطق می‌شود. فرسایش خاک یک مشکل گسترده محیطی است که پایداری محیط‌زیست را تهدید می‌کند (Jiang et al, 2019) که به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در هر دو نوع فرسایش آبی و یا بادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناخت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات دریاچه‌ها و تالابها برای بررسی‌های رسوب‌شناسی و فرسایش دارای اهمیت است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۶). خشک شدن تالابها در سراسر جهان

### منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دریاچه پریشان بین  $40^{\circ} 51'$  تا  $51^{\circ} 58'$  طول شرقی و  $25^{\circ} 29'$  تا  $29^{\circ} 36'$  عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). حوضه پریشان حوضه بسته‌ای است که در شرایط ترسالی، سرریز دریاچه از طریق نهر لر وارد حوضه دالکی می‌شود. پس از الحاق رودخانه‌های دالکی و شاخه شاپور، رودخانه حله تشکیل شده و در انتها به خلیج فارس تخلیه می‌گردد. این حوضه از طرف شمال به زیر حوضه کازرون، از شرق به زیر حوضه برم و از جنوب و غرب به زیر حوضه جره و بالاده منتهی می‌شود. حداکثر ارتفاع حوضه پریشان ۱۸۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۸۵۵ متر از سطح دریا بوده و ارتفاع متوسط در بخش‌های کوهستانی و دشت به ترتیب  $1116/81$  و  $897/21$  متر محاسبه گردیده است. به دلیل تأمین آب دریاچه با بارش‌های سالانه سطح آن برحسب فصول سال و مقدار بارندگی سالانه در منطقه متغیر است که بیشترین مساحت را در اردیبهشت دارد.

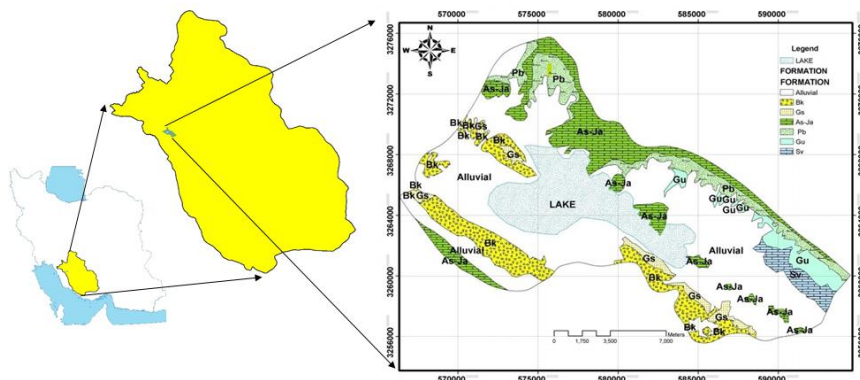
در این ماه از سال، آب‌های سطحی حاصل از باران، ذوب برف و چشمه‌ها به بیشترین مقدار افزایش یافته و در پاییز مساحت دریاچه به حداقل می‌رسد (عباس پور و همکاران، ۱۳۹۲). دریاچه پریشان از منابع مختلف شامل جریان‌های آب زیرزمینی، بارندگی و رواناب‌های سطحی از مناطق پیرامون تغذیه می‌شود. منابع آب‌های سطحی دریاچه بیشتر چشمه‌ها و سیلاب‌های زمستانه و بهاره است که درصد زیادی از آب ورودی به دریاچه را تأمین می‌کنند و از به هم پیوستن چند چشمه رودخانه فامور تشکیل و از قسمت شرق وارد دریاچه می‌گردد. آبرفت‌های قدیمی منطقه شامل سیلت، خاک رس و آهک است که منابع آب‌های زیرزمینی را تأمین می‌کند.

نقش طوفان‌ها گردوغبار در به وجود آمدن مشکلات و خسارت‌های مالی و جانی در زندگی مردم مشاهده می‌شود (فرج زاده اصل، ۱۳۹۰). استان فارس به دلیل موقعیت جغرافیایی (واقع در کمربند عرض جغرافیایی) از رطوبت کمی برخوردار است و در نزدیکی منبع تولید گردوغبار بیابان‌های عراق و عربستان سعودی قرار دارد و دائماً در معرض این پدیده است (امیدوار و امیدی، ۱۳۹۲).

دریاچه پریشان با واقع شدن در کوهستان فامور در فاصله ۱۲ کیلومتری شرق کازرون، در چند سال اخیر به دلیل احداث چاه‌های مجاز و غیرمجاز در اطراف دریاچه و همچنین وقوع خشک‌سالی خشک شده است. در صورت ادامه یافتن وضعیت برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی و همچنین خشک‌تر شدن بستر دریاچه پریشان، برداشت رسوبات آن توسط باد اراضی کشاورزی موجود در حاشیه دریاچه، نیروگاه سیکل ترکیبی شهرستان، پتروشیمی واقع در نزدیکی این دریاچه به خطر می‌افتد. از طرفی طوفان‌های گردوغباری سطح دریاچه می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی در مسیر عبور و مرور بین شهرستان کازرون و شهرستان فراه بند به دلیل فاصله کم خط ارتباطی با دریاچه شده و از همه مهم‌تر موقعیت شهری کازرون و دهستان‌های اطراف دریاچه تهدید می‌شود که می‌تواند خطرات جبران‌ناپذیری به همراه داشته باشد. از جمله مهم‌ترین این صدمات به خطر افتادن سلامت مردم و تهدید موقعیت ساکنین روستاهای اطراف دریاچه و شهر کازرون است. در این مطالعه با هدف تعیین حساسیت رسوبات دریاچه پریشان به فرسایش بادی و نقش آن در تهدید روستاها و شهرهای اطراف، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک سطح دریاچه و تأثیر سرعت و جهت باد در ایجاد گردوغبار بررسی شده است.

به تالاب می‌ریزند بستگی به میزان نزولات جوی دارد (صادق پناهی و همکاران، ۱۳۸۷)

طبق مطالعات زمین‌شناسی، آب چشمه‌ها از دشت ارزن تأمین می‌شود. میزان آبدهی چشمه‌هایی که



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

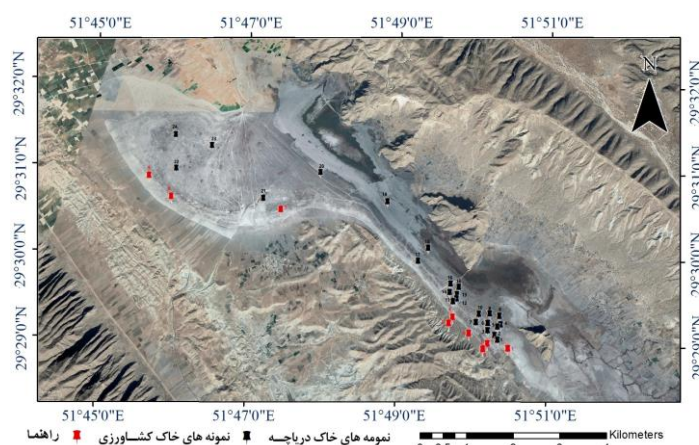
برداشت (شکل ۲) و موقعیت هرکدام از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. با توجه به بارندگی و وقوع سیل در منطقه در زمان نمونه‌برداری، برخی از قسمت‌های دریاچه پوشیده از آب بود بنابراین نمونه‌برداری از قسمتی از دریاچه که تقریباً خشک بوده صورت گرفته است. ابتدا نمونه‌ها با استفاده از الک دو میلی‌متری برای انجام کلیه آزمایش‌ها آماده‌سازی شدند و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی حساسیت رسوبات دریاچه‌ی پریشان به فرسایش بادی، به روش تصادفی نظام‌مند (سیستماتیک) از رسوبات دریاچه نمونه‌برداری شد. سپس بافت رسوبات تعیین و با ترسیم گلباد و گل طوفان، به کمک نرم‌افزار WRplot View سرعت و جهت وزش بادهای غالب و فرساینده تعیین گردید.

## نمونه‌برداری خاک

۳۳ نمونه خاک از سطح دریاچه و اراضی کشاورزی اطراف آن با روش تصادفی از عمق ۰-۳۰ cm



شکل ۲: موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده

پژوهشهای دانش زمین

(1982) عصاره اشباع خاک، کلسیم و منیزیم محلول به روش کمپلکسومتری، سدیم محلول خاک با استفاده از دستگاه فلیمفتومتر رسانایی الکتریکی توسط دستگاه EC متر و pH با استفاده از روش حجمی اکسیداسیون دی کرومات پتاسیم اندازه گیری شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک-ها در جدول ۱ آورده شده است.

درصد ماسه (ذرات کوچکتر از ۲ میلی متر تا ۶۲/۵ میکرون)، درصد سیلت (ذرات کوچکتر از ۶۲/۵ میکرون تا ۴ میکرون)، درصد رس (ذرات کوچکتر از ۴ میکرون) از روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962) و بافت خاک با استفاده از مثلث بافت خاک آمریکایی تعیین شد. میزان کل کربنات‌ها به روش تیتراسیون برگشتی (Loeppert and Suarez, 1996)، گچ به روش ترسیب با استون (Nelson,

جدول ۱: طبقه‌بندی استاندارد ASTM

شماره الک	مش	قطر روزنه (میکرون)	قطر ذرات باقی‌مانده در الک	نوع ذرات
۱	۵	۴۰۰۰	>۴۰۰۰	شن متوسط
۲	۱۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰-۲۰۰۰	شن ریز
۳	۱۸	۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	ماسه خیلی درشت
۴	۳۵	۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	ماسه درشت
۵	۶۰	۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	ماسه متوسط
۶	۱۲۰	۱۲۵	۱۲۵-۲۵۰	ماسه ریز
۷	۲۱۰	۶۴	۶۴-۱۲۵	ماسه خیلی ریز
۸	—	—	<۶۴	رس و لیمون

قطرهای ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵ و ۶۲/۵ میکرون و ظرف جمع‌آوری ذرات کوچکتر از ۶۲/۵ میکرون انتخاب شد. دامنه طبقات انتخاب شده هر الک برابر با نصف قطر الک فوقانی در مقیاس متریک و یا یک فی<sup>۱</sup> در مقیاس کرومباین است. با لرزش این مجموعه با استفاده از دستگاه لرزاننده برقی<sup>۲</sup> به مدت حدود ۴ دقیقه، درصد وزنی مقادیر باقی‌مانده روی هر الک مشخص و برای تعیین شاخص‌های رسوب‌شناسی شامل قطر میانه<sup>۳</sup>، میانگین، جور شدگی<sup>۴</sup>، کج شدگی<sup>۵</sup> مربوط به نمونه‌های برداشت‌شده از نرم‌افزار GR graph 3.0 استفاده شد. از ویژگی‌های بارز برنامه سادگی و سرعت عمل آن است به گونه‌ای که با استفاده از آن کارشناس قادر است بدون نیاز به هیچ‌گونه اطلاعات جانبی دیگر به راحتی ظرف چند ثانیه گزارش نسبتاً کامل و دقیقی در مورد مورفومتری نمونه رسوب

دانه‌بندی و تعیین شاخص‌های رسوب‌شناسی بخش تخریبی رسوبات سطح دریاچه در مطالعات مربوط به فرسایش بادی که در محیط خشک و بدون رطوبت صورت می‌گیرد، از شاخص‌های دانه‌بندی در شرایط الک خشک و در مطالعات مرتبط با فرسایش آبی از شاخص‌های دانه‌بندی در شرایط مرطوب یا الک تر استفاده می‌شود (اختصاصی و عظیم زاده، ۱۳۹۱). دانه‌بندی براساس روش الک خشک که به نام آنالیز الک نیز شناخته می‌شود، انجام شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها در هوای آزاد، ابتدا دانه‌های چسبیده و کلوخی شکل خرد و از هر نمونه ۱۰۰ گرم خاک (به دقت ۰/۰۱ گرم) در مجموعه‌ای از الک‌ها قرار داده شد. به منظور انجام عملیات دانه‌بندی از سری استاندارد الک براساس روش ASTM استفاده گردید (جدول ۱). بدین منظور پنج الک با

برابر است با ۹۸۰ سانتیمتر بر مجذور ثانیه،  $d$  قطر معادل ذره برحسب متر. در نهایت برای ترسیم گل طوفان منطقه نمونه برداری از بیشترین سرعت آستانه برشی استفاده شد.

### نتایج

نتایج حاصل از تعیین بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری در جدول ۱ و شکل ۳ آورده شده است. در تمامی نمونه‌ها ماسه بیشترین درصد تشکیل-دهنده مواد تخریبی را دارد و به‌طور میانگین درصد ماسه رسوبات دریاچه حدود ۶۲٪ است. رس و سیلت به ترتیب فراوانی کمتری دارند. بافت خاک در محدوده مطالعاتی هم در مناطق کشاورزی و هم در دریاچه تقریباً مشابه بوده فقط در اثر افزایش فاصله تیمارهای مطالعاتی تغییرات اندکی در بافت آن‌ها مشاهده می‌شود. نمونه‌ها دارای بافت ماسه ای - رس - لوم و ماسه ای - لوم بودند. به‌طور کلی بافت خاک در محدوده مطالعاتی هم در مناطق کشاورزی و هم در دریاچه تقریباً مشابه بوده فقط در اثر افزایش فاصله نقاط مطالعاتی تغییرات اندکی در بافت آن‌ها مشاهده می‌شود.

برداشته شده تهیه و تصویر روشنی از وضعیت رسوب در منطقه ارائه نماید و براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار در خصوص تعیین روند رسوب گذاری در منطقه و همچنین تخمین دوری یا نزدیکی و نقاط برداشت اقدام نمایند (بیابانی، ۱۳۹۷؛ صارمی نائینی و همکاران، ۱۳۸۴).

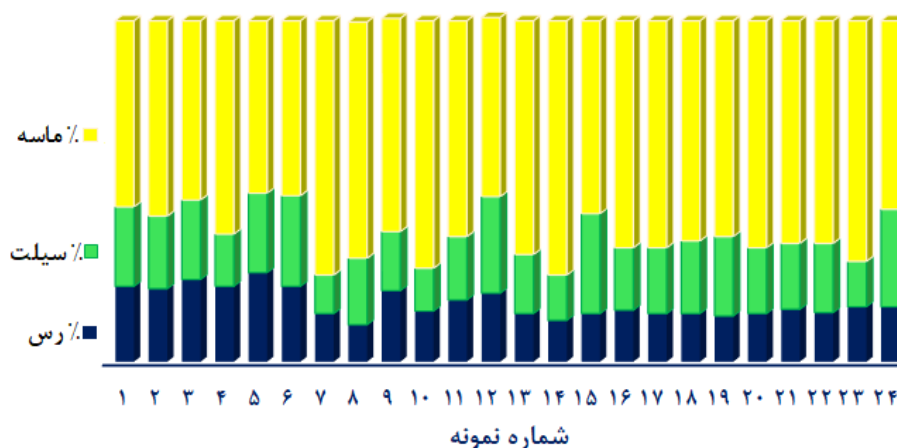
### گلباد و گل طوفان

با توجه به اطلاعات روزانه باد ایستگاه سینوپتیک کازرون در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶، وضعیت باد و بادخیزی منطقه در قالب گلباد مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه گل طوفان نیاز به سرعت آستانه فرسایش رسوبات سطح دریاچه است، بنابراین از اطلاعات بادسنجی منطقه مورد مطالعه و همچنین نمونه برداری و ویژگی‌های خاک و فرمول تجربی بگنولد استفاده شد (رابطه ۱).

رابطه ۱)

$$U_{*t} = A \sqrt{\frac{\rho_p - \rho_a}{\rho_p}} g * d$$

$U_{*t}$ : سرعت آستانه برشی برحسب سانتیمتر در ثانیه،  $A$  ضریب ثابت که بگنولد آن را برای شروع حرکت ۰/۱ در نظر گرفته است.  $\rho_a$  چگالی هوا برحسب گرم بر سانتیمتر مکعب،  $\rho_p$  چگالی ذره برحسب گرم بر سانتیمتر مکعب،  $g$  شتاب ثقل که



شکل ۳: نمودار حاصل از دانه‌بندی رسوبات بستر دریاچه پریشان



رسوبات و سنگ‌های تشکیل‌دهنده کربناتی بوده و سنگ‌های شیلی، گچی و مارن در اولویت‌های بعدی هستند. طبق جدول ۲ تمامی نمونه‌ها درصد گچ پایینی داشتند و درصد گچ در منطقه قابل‌ملاحظه نبود همچنین مقدار کربنات کلسیم، تمامی نمونه‌های مورد بررسی در بازه بیشتر از ۳۰ قرار دارند و خاک منطقه دارای آهک زیادی است. گسترش سنگ‌های آهکی شامل آهک‌های سازند آسماری و سروک و سازند مارنی گچی گچساران باعث شده است که منابع آهک در منطقه فراوان باشد. آهک‌های سازند آسماری با توجه به توسعه کارست، ذخیره آبی مناسبی را تشکیل می‌دهند که چشمه‌های متعدد موجود در حوضه دلیل بر این امر است. میزان سدیم در خاک منطقه پایین بوده، در نتیجه پایداری خاکدانه در برابر فشردگی بیشتر می‌شود و خاک مقاوم‌تر می‌شود. پارامترهای کلسیم و منیزیم نیز اندازه‌گیری شدند که مقدار آن‌ها در نمونه شماره ۱۲ دریاچه بیشترین بود و به ترتیب، ۴۱/۴ و ۱۸/۶ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. وجود بیش از حد کلسیم (که قابلیت دسترسی منیزیم را کاهش می‌دهند) احتمال بروز کمبود منیزیم را بیشتر می‌کند. کلسیم اثرات فیزیکی خوبی را در خاک دارد و موجب هم‌آوری (چسبندگی) ذرات خاک می‌شود. از نظر درصد رطوبت اشباع نیز نتایج نشان‌دهنده این است که در تمامی نمونه‌ها مقدار رطوبت بیشتر از ۵۰ درصد بوده، منطقه رطوبت بالایی داشته و در نتیجه چسبندگی ذرات نیز خوب است.

با توجه به نتایج بررسی مواد شیمیایی خاک (جدول ۱)، مقدار هدایت الکتریکی تمامی نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه مورد مطالعه کمتر از ۴ میلی‌زیمنس بوده و این نشان‌دهنده این است که خاک منطقه خاکی نرمال (USDA) است. بین شوری و قلیائیات خاک نیز همبستگی خاص وجود دارد. اگر غلظت املاح در خاک کمتر از چهار گرم بر لیتر باشد، pH چنین محلولی از هشت کمتر است. هرچه میزان املاح زیاد شود، قلیائیات رو به افزایش می‌گذارد. نمونه‌های کشاورزی همگی در بازه ۷ تا ۸ و نمونه‌های مربوط به دریاچه در بازه ۷ تا ۸ و ۹ بوده است. پایین بودن بارش سالیانه و شدت زیاد آن و در نتیجه عدم وجود فرصت کافی جهت نفوذ آب در خاک، میزان شستشوی املاح را در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک با محدودیت مواجه نموده است. در نتیجه در این مناطق، شاهد حضور چشمگیر کربنات و سولفات کلسیم در افق‌های سطحی هستیم؛ به علت عدم شسته شدن طبیعی مواد در سطح دریاچه، مقدار کاتیون‌های بازی این خاک‌ها زیاد است. در بعضی خاک‌ها، سنگ مادر، خود محتوی املاح است و در برخی دیگر در اثر هوازدگی، املاح محلول از سنگ مادر آزاد می‌شود، ولی چون مقدار رطوبت کم است، نمی‌تواند آبشویی یافته، از خاک خارج شود. از دیدگاه ساختاری و زمین‌شناسی، دریاچه فامور در پهنه زاگرس چین‌خورده قرار گرفته و اکثر رسوبات و سنگ‌های تشکیل‌دهنده حوضه رسوبی زاگرس کربناته می‌باشد. به‌طور کلی در این منطقه جنس

جدول ۲: نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری‌های دریاچه

شماره نمونه خاک	بافت خاک	ماسه	سیلت	رسی	کربنات کلسیم (CaCO <sub>3</sub> )	سولفات کلسیم (CaSO <sub>4</sub> )	رطوبت اشباع	کلسیم (meq/lit)	منیزیم (meq/lit)	سدیم (meq/lit)	هدایت الکتریکی (dSm <sup>-1</sup> )	pH
۱	sandy-clay-loam	۵۴/۵۶	۲۳/۲۸	۲۲/۱۶	۳۱/۲۵	۰/۰۴	۵۳/۵۲	۳/۸	۴/۴	۴۸۴/۹۵	۰/۴۰	۸/۰۱

۸/۰۵	۰/۴۳	۱۸۶/۵۲	۶/۲	۷/۶	۶۴/۱۶	۳/۲۲	۳۷/۵	۲۱/۴۴	۲۱/۲۸	۵۷/۲۸	sandy-clay-loam	۲
۸/۲۳	۰/۶۱	۱۴۷/۵۰	۵/۲	۶/۴	۵۲/۹۲	۰/۰۵	۳۶/۶۶	۲۴/۱۶	۲۳/۲۸	۵۲/۵۶	sandy-clay-loam	۳
۸/۱۲	۰/۴۳	۳۱۷/۰۸	۳	۴	۶۴/۶۴	۰/۷۴	۳۴/۵۸	۲۲/۱۶	۱۵/۲۸	۶۲/۵۶	sandy-clay-loam	۴
۸/۰۴	۱/۶۶	۱۳۴/۹۴	۹/۸	۱۸/۶	۷۲/۷۱	۰/۰۶	۳۵/۸۳	۲۶/۱۶	۲۳/۲۸	۵۰/۵۶	sandy-clay-loam	۵
۸/۰۸	۲/۵۴	۳۲۸/۷۵	۱۴	۲۰/۴	۶۷/۵۲	۰/۰۶	۳۶/۶۶	۲۲/۱۶	۲۶/۵۶	۵۱/۲۸	sandy-clay-loam	۶
۸/۰۷	۲/۶۴	۱۰۸/۸۱	۷/۴	۱۸/۴	۷۶/۴۷	۳/۳۲	۳۶/۲۵	۱۴/۱۶	۱۱/۲۸	۷۴/۵۶	sandy-loam	۷
۷/۸۳	۱/۱۰	۳۷۳/۰۴	۶/۴	۸/۶	۷۲/۱۹	۰/۰۸	۳۹/۵۸	۱۰/۸۸	۱۹/۸۴	۶۹/۲۸	sandy-loam	۸
۷/۹۱	۲/۳۸	۱۶۷/۶۸	۹	۲۸/۴	۵۹/۸۲	۰/۰۶	۳۸/۳۳	۲۰/۱۶	۱۷/۲۸	۶۲/۵۶	sandy-clay-loam	۹
۷/۵۴	۲/۳۴	۳۵/۳۸۸	۵/۶	۱۰/۸	۷۰/۳۱	۰/۱۷	۳۹/۵۸	۱۴/۸۸	۱۲/۵۶	۷۲/۵۶	sandy-loam	۱۰
۷/۵۶	۱/۱۰	۱۳۸/۲۵	۳/۴	۱۵/۸	۸۱/۵۲	۰/۰۷	۳۷/۵	۱۸/۱۶	۱۸/۵۶	۶۳/۲۸	sandy-loam	۱۱
۷/۸۱	۱۰/۵۰	۶۱۵/۱۶	۱۸/۶	۴۱/۴	۸۳/۴۴	۱/۴۱	۴۰/۸۳	۲۰/۱۶	۲۷/۲۸	۵۲/۵۶	sandy-clay-loam	۱۲
۷/۸۴	۲/۵۵	۲۷۹/۷۸	۱۰/۴	۲۷/۸	۷۷/۵۲	۱/۷۷	۳۸/۳۳	۱۴/۱۶	۱۷/۲۸	۶۸/۵۶	sandy-loam	۱۳
۷/۸۰	۲/۴۱	۳۵۴/۳۸	۹/۴	۲۹/۶	۹۳/۱۵	۲/۵۸	۳۸/۷۵	۱۲/۱۶	۱۳/۲۸	۷۴/۵۶	sandy-loam	۱۴
۸/۰۲	۳/۷۲	۲۲۹/۱۹	۱۸/۴	۳۰	۷۸/۰۰	۱/۶۴	۳۱/۲۵	۱۴/۱۶	۲۹/۲۸	۵۶/۵۶	sandy-loam	۱۵
۸/۳۲	۰/۴۵	۶۹۰/۱۲	۴/۸	۳/۶	۵۷/۴۵	۰/۰۷	۳۹/۵۸	۱۴/۱۶	۱۳/۲۸	۵۶/۵۶	sandy-loam	۱۶
۷/۹۱	۲/۶۱	۹۳۲/۶۰	۹/۸	۲۵/۴	۹۸/۵	۰/۶۶	۳۷/۵	۱۴/۱۶	۱۹/۲۸	۶۶/۵۶	sandy-loam	۱۷
۷/۹۷	۱/۱۹	۳۵۴/۳۸	۱۱	۸/۸	۸۶/۴۳	۰/۰۷	۳۸/۳۳	۱۴/۱۶	۲۱/۲۸	۶۴/۵۶	sandy-loam	۱۸
۸/۱۵	۲/۸۰	۹۱۳/۹۴	۱۲/۸	۲۲	۷۲/۵۳	۰/۰۵	۳۶/۶۶	۱۳/۴۴	۲۳/۲۸	۶۳/۲۸	sandy-loam	۱۹
۸/۱۱	۰/۸۹	۳۳۵/۷۳	۸/۳	۱۲/۲	۸۸/۹۵	۰/۰۶	۴۳/۳	۱۴/۱۶	۱۹/۲۸	۶۶/۵۶	sandy-loam	۲۰
۸/۰۴	۰/۴۲	۹۱۳/۹۴	۴/۹	۲/۵	۶۸/۴۳	۰/۰۶	۳۷/۹۱	۱۵/۴۴	۱۹/۲۸	۶۵/۲۸	sandy-loam	۲۱
۷/۷۶	۲/۳۶	۱۸۶/۵۲	۲/۶	۳۰	۶۳/۱۸	۲/۸۱	۴۰/۸۳	۱۱/۴۴	۱۹/۲۸	۶۱/۲۸	sandy-loam	۲۲
۸/۱۶	۰/۴۷	۳۷۳/۰۴	۲/۵	۶/۴	۹۰/۶۸	۰/۰۸	۳۵/۸۳	۱۶/۱۶	۱۳/۲۸	۷۰/۵	sandy-loam	۲۳
۸/۲۱	۰/۴۳	۷۰۸/۷۷	۶/۵	۴/۷	۵۵/۶۲	۰/۰۶	۳۸/۷۵	۱۶/۱۶	۲۸/۵	۵۵/۲۸	sandy-loam	۲۴

جدول ۳: نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری‌های کشاورزی

شماره نمونه خاک	بافت خاک	ماسه	سیلت	رس	کربنات کلسیم	سولفات کلسیم	رطوبت اشباع	کلسیم (meq/lit)	منیزیم (meq/lit)	سدیم (meq/lit)	هدایت الکتریکی (dSm-1)	pH
۱	sandy-clay-loam	۵۷/۲۸	۱۸/۵۶	۲۴/۷۶	۳۹/۵۸	۰/۰۵	۴۷/۴۲	۷/۴	۱۶/۲	۲۲۳/۸۲	۰/۲۷	۷/۹
۲	sandy-loam	۵۸/۵۶	۲۵/۲۸	۱۶/۱۶	۳۵/۸۳	۰/۰۴	۶۴/۹۳	۷/۲	۸/۲	۴۶۶/۳۰	۰/۷۸	۷/۸۸
۳	sandy-clay-loam	۵۲/۵۶	۲۱/۲۸	۲۶/۱۶	۳۵/۴۱	۰/۰۶	۷۱/۵۲	۴/۲	۶	۱۴۹/۲۱	۰/۴۹	۷/۸۲
۴	sandy-clay-loam	۵۱/۲۸	۲۷/۲۸	۲۱/۴۴	۴۱/۶۶	۰/۰۵	۵۴/۲۲	۶/۷	۲۳/۲	۱۰۲۵/۸۶	۰/۴۴	۷/۸۳
۵	sandy-clay-loam	۷۴/۵۶	۱/۲۸	۲۴/۱۶	۲۱/۲۵	۰/۰۵	۸۸/۴۷	۳/۸	۵/۸	۳۷۳/۰۴	۰/۴۲	۷/۸۸
۶	sandy-clay-loam	۶۰/۵۶	۱۷/۲۸	۲۲/۱۶	۳۷/۵	۰/۰۶	۵۸/۷۲	۵/۸	۲۱/۴	۱۱۵۶/۴۲	۰/۸۱	۷/۵۱
۷	sandy-loam	۶۶/۵۶	۱۷/۲۸	۱۶/۱۶	۲۵/۴۱	۰/۰۷	۷۳/۲۶	۵/۲	۵/۶	۵۰/۶۰۴	۰/۴۸	۷/۹۱
۸	sandy-loam	۵۵/۲۸	۲۸/۵۶	۱۶/۱۶	۳۵/۴۱	۰/۰۸	۶۰/۹۰	۳	۵/۲	۴۲۸/۹۹	۰/۶۳	۷/۹۶
۹	sandy-clay-loam	۵۰/۵۶	۲۱/۲۸	۲۸/۱۶	۳۵/۴۱	۰/۰۵	۶۱/۹۴	۹	۱۶/۴	۱۱۷۵/۰۷	۰/۳۹	۷/۷۹

دانه‌بندی ذرات

در جدول ۴ نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های دانه‌بندی از جمله قطر میانگین، قطر میانه، جور شدگی، چولگی، منحنی‌های دانه‌بندی نهشته‌های رسوبی محدوده مطالعاتی که شاخصی برای تبیین شرایط موجود و دینامیکی آن‌ها است خلاصه شده

است. نتایج نمونه‌های دریاچه حاکی از جور شدگی خیلی و چولگی ذرات در بافت ماسه درشت به سمت ذرات ریزدانه و کشیدگی میانه پهنا، در بافت ماسه ریز به سمت ذرات درشت‌دانه و میانه پهنا و در بافت ماسه متوسط چولگی به سمت ذرات ریزدانه و دارای کشیدگی پهن است. نتایج

نمونه‌های کشاورزی حاکی از جور شدگی خیلی ضعیف، چولگی رسوبات به سمت ذرات درشت بوده و دارای کشیدگی میانه پهن و پهن به سمت کشیده و اکثراً ماسه ریز هستند. مقدار میانه و میانگین تقریباً مشابه هم بوده که علت آن نزدیکی به منشأ و مسافت حمل و نقل کمتر می‌باشد. که ذرات دارای جور شدگی خیلی ضعیف، نامرتب و چولگی زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه می‌باشند.

جدول ۴: نتایج محاسبه شاخص های آماری دانه ندی (گرانولومتری) نمونه‌های سطح دریاچه به روش جامع ترسیمی فولک (FOLK & WARD METHOD).

شماره نمونه	بافت	قطر میانگین (فی)	قطر میانه (D50) (فی)	جور شدگی	چولگی	کشیدگی
۱	ماسه درشت	۰/۷۵	۲/۳۱	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	میانه پهن
۲	ماسه ریز	۲/۱۴	۲/۲۸	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میانه پهن
۳	ماسه ریز	۲/۵۸	۲/۷۲	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میانه پهن
۴	ماسه ریز	۲/۵۳	۲/۶۲	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	کشیده
۵	ماسه متوسط	۱/۹۸	۲/۰۹	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میانه پهن
۶	ماسه ریز	۲/۱۸	۲/۳۸	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میانه پهن
۷	ماسه ریز	۲/۱۷	۲/۳۵	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میانه پهن
۸	ماسه متوسط	۱/۳۰	۰/۹۵	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	پهن
۹	ماسه متوسط	۱/۹۴	۲/۰۰	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	میانه پهن
۱۰	ماسه متوسط	۱/۳۱	۱/۲۹	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن
۱۱	ماسه متوسط	۱/۸۷	۲/۲۳	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	پهن
۱۲	ماسه متوسط	۱/۶۶	۲/۰۳	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	پهن
۱۳	ماسه متوسط	۱/۰۱	۰/۸۵	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	پهن
۱۴	ماسه متوسط	۱/۷۲	۲/۰۹	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	پهن
۱۵	ماسه متوسط	۱/۹۹	۱/۹۸	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن
۱۶	ماسه متوسط	۱/۴۴	۱/۳۰	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	پهن
۱۷	ماسه متوسط	۱/۶۳	۱/۶۶	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن
۱۸	ماسه متوسط	۱/۲۸	۰/۹۳	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	پهن
۱۹	ماسه متوسط	۱/۱۰	۰/۷۱	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت خیلی ریزدانه	میانه پهن
۲۰	ماسه درشت	۰/۳۷	۰/۱۲	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	میانه پهن
۲۱	ماسه درشت	۰/۸۵	۰/۴۸	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت خیلی ریزدانه	میانه پهن
۲۲	ماسه متوسط	۱/۲۲	۱/۱۹	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن
۲۳	ماسه متوسط	۱/۳۴	۱/۰۴	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت ریزدانه	پهن
۲۴	ماسه متوسط	۱/۴۱	۱/۴۹	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن

جدول ۵: نتایج محاسبه شاخص‌های آماری دانه‌بندی (گرانولومتری) نمونه‌های اراضی کشاورزی به روش جامع ترسیمی فولک (WARD METHOD & FOLK)

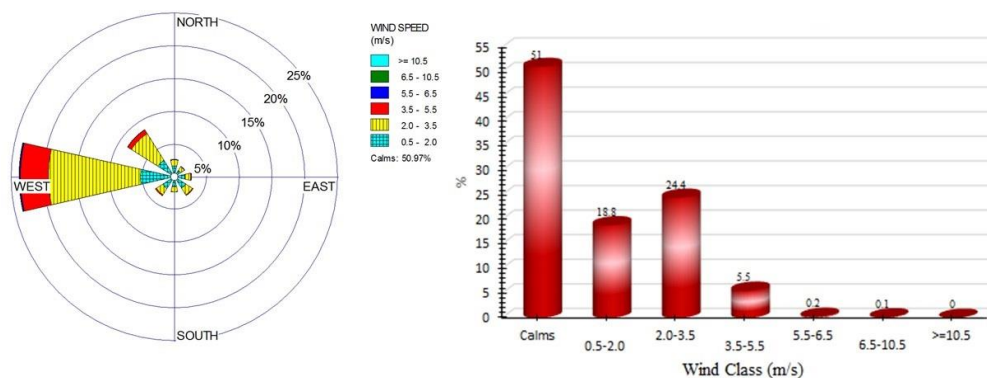
شماره نمونه	بافت	قطر میانگین (فی)	قطر میانه (D50) (فی)	جور شدگی	چولگی	کشیدگی
۱	ماسه ریز	۲/۱۰	۲/۳۱	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میان‌پهنا
۲	ماسه ریز	۲/۱۸	۲/۳۵	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میان‌پهنا
۳	مایه ریز	۲/۶۶	۲/۷۷	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	کشیده
۴	ماسه متوسط	۱/۶۰	۲/۲۵	ناچیز جور شده (خیلی نامرتب)	چوله به سمت خیلی درشت‌دانه	خیلی پهن
۵	ماسه ریز	۲/۰۴	۲/۱۶	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میان‌پهنا
۶	ماسه ریز	۲/۱۰	۲/۳۱	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	میان‌پهنا
۷	ماسه متوسط	۱/۵۷	۱/۴۸	ناچیز جور شده (نامرتب)	متقارن	پهن
۸	ماسه متوسط	۱/۸۱	۲/۰۳	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	پهن
۹	ماسه ریز	۲/۴۲	۲/۵۲	ناچیز جور شده (نامرتب)	چوله به سمت درشت‌دانه	کشیده

#### مطالعات باد

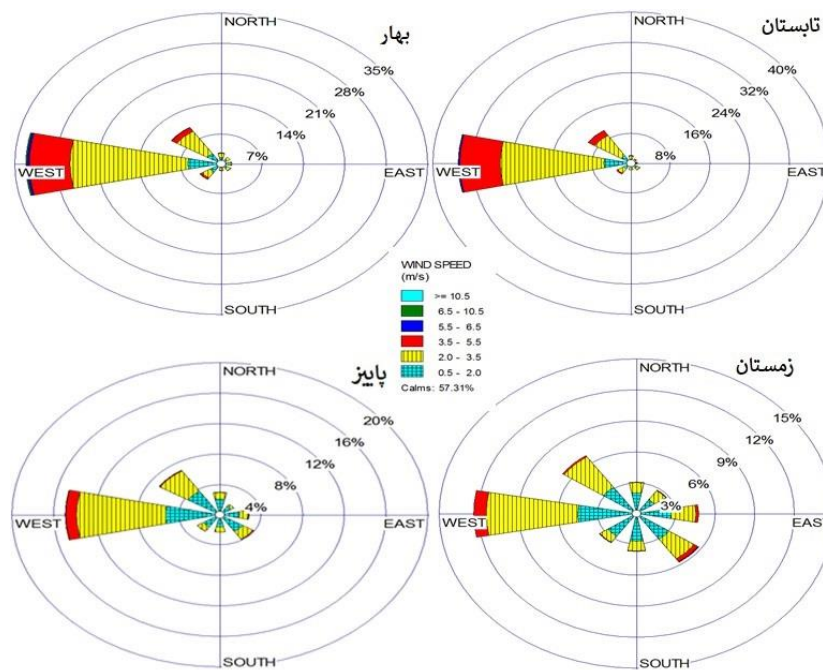
نتایج حاصل از مجموع فراوانی پراکنش کلاس سالانه باد ایستگاه کازرون (شکل ۴) بیانگر این است که ۵۰/۹۷ درصد از بادهای منطقه آرام و ۴۹ درصد از بادهای منطقه آرام و سرعت هستند. جهت باد غالب منطقه، از سمت غرب است (شکل ۴). با توجه به گلبادهای فصلی که برای ایستگاه کازرون تعیین گردید (شکل ۵)، تغییرات معنی‌داری بین گلباد سالانه و فصلی وجود ندارد و به‌صورت کلی می‌توان نتایج حاصل از گلبادهای سالانه از نظر جهت وزش باد غالب را برای فصول رسم شده نیز بیان کرد.

#### گل طوفان

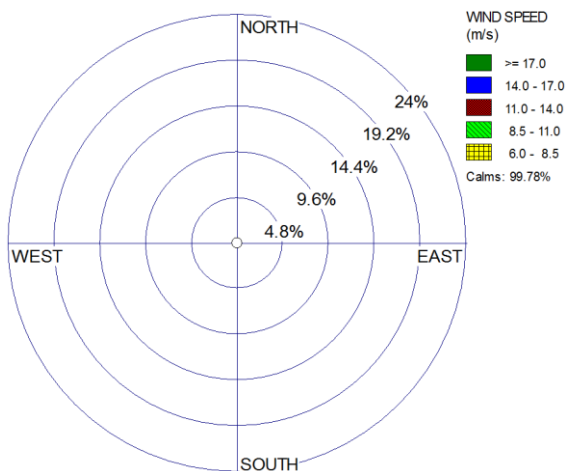
نتایج حاصل از گل طوفان سالانه ایستگاه کازرون (۲۰۱۶-۲۰۰۶) بیانگر این است که ۹۹/۸ درصد از بادهای منطقه آرام و فقط ۰/۲ از بادهای منطقه آرام و سرعت هستند که در نمودار مربوط به گل طوفان قابل مشاهده نبوده پس قابل چشم‌پوشی می‌باشند؛ یعنی عملاً باد فرساینده در منطقه نداریم و علت این است که منطقه مطالعاتی دشت بوده و اطراف آن کوه وجود داشته که مانع سرعت‌بالای باد در منطقه می‌شود (شکل ۶).



شکل ۴: مجموع فراوانی پراکنش کلاس و گلباد سالانه باد ایستگاه کازرون



شکل ۵: گلباد فصلی ایستگاه کازرون (۲۰۰۶-۲۰۱۶)



شکل ۶: گل طوفان سالانه ایستگاه کازرون

**بحث**

تشکیل‌دهنده ریز گردهای جهانی را تشکیل می‌دهند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۶). ذرات سیلت حساس‌ترین ذرات نسبت به فرسایش بادی را دارند (رفاهی، ۱۳۹۱). در تمامی نمونه‌ها ماسه بیشترین درصد تشکیل‌دهنده مواد تخریبی را دارد و به‌طور میانگین درصد ماسه رسوبات دریاچه حدود ۶۲٪ است. در خاک‌های لومی-شنی (sandy - loam) رس کمتر از ۲۰ درصد یا مجموع درصد سیلت و

دریاچه‌های در حال خشک شدن می‌توانند منبع مستعدی برای تولید ریز گرد و گردوغبار باشند (Prospero et al, 2002; Washington et al, ) (Sharratt et al, 2013; 2003) مطالعات صورت گرفته در سراسر جهان بیانگر این است که ذرات سیلت مستعدترین ذرات برای تبدیل به گردوغبار هستند و ذرات سیلت بیشترین فراوانی ذرات

دو برابر مقدار رس از ۳۰ درصد بیشتر است. در خاک‌های لومی شنی تأثیرات هم‌افزایی خاک رس و مواد آلی (OM) بر تجمع خاک باعث بهبود ساختار خاک، افزایش ظرفیت نگه‌داشتن آب و کاهش تلفات خاک می‌شود (de Oro et al, 2019). خاک‌هایی که مقدار شن آن‌ها بین ۲۴ تا ۵۲ درصد و مقدار رس کمتر از ۷ درصد و سیلت نیز کمتر از ۵۰ درصد، خاک لومی و شنی نامیده می‌شوند. لوم-رسی - شنی (sandy - clay - loam): اینکته ۲۰ تا ۳۵ درصد رس، سیلت کمتر از ۲۸ و شن آن نیز بیش از ۴۵ درصد است. در صورتی که خاک سطحی دارای کمتر از ۲۰ درصد ذرات فرسایش پذیر کوچک‌تر از ۰/۸۴ میلی‌متر باشد، در مقابل فرسایش بادی پایدار و نیازی به اقدامات حفاظتی ندارند (عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۹۱). رس و سیلت به ترتیب فراوانی کمتری نسبت به ماسه دارند؛ بنابراین با توجه به فراوانی پایین ذرات سیلت در رسوبات دریاچه پریشان نمی‌توان دریاچه را یکی از مناطق مستعد برای تولید گردوغبار در ایران دانست. سه منشأ شامل مناطق بیابانی در عراق و سوریه، حوضه‌های رسوبی در عربستان سعودی و کویت و حوضچه‌های خشک دریاچه مانند بستر خشک تالاب‌های حورالعظیم و تالاب‌های خشک هامون به‌عنوان منشأ گردوغبار طوفان در ایران گزارش شده است (Zarasvandi et al, 2011; Rashki et al, 2013; Ahmady-Birgani et al, 2018; Mojadam et al, 2015). محاسبه خصوصیات مورفومتری در مطالعات رسوب‌شناسی به‌ویژه رسوبات ناشی از فرسایش بادی از اهمیت خاصی برخوردار است به‌گونه‌ای که با در اختیار داشتن این شاخص‌ها می‌توان تصویر نسبتاً مناسبی از وضعیت رسوب در منطقه ارائه نمود و در نهایت در خصوص روند رسوب‌گذاری و همچنین تخمین دوری یا نزدیکی منطقه به نقاط برداشت اقدام نمود

(صارمی نائینی و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به مقادیر محاسبه‌شده مورفومتری نمونه‌های برداشت‌شده از سطح دریاچه و زمین‌های کشاورزی مشخص می‌گردد که ذرات دارای جور شدگی بد، نامرتب و در چولگی زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه می‌باشند. بررسی نوع ذرات رسوب که در اکثر نمونه‌ها ماسه می‌باشد شاهدهی بر این امر است. به‌طور کلی جریان‌های سطحی دائمی در حوضه پریشان وابسته به آبدهی چشمه‌های موجود به‌خصوص در سال‌های ترسالی می‌باشد. مسیل‌های فصلی به‌خصوص در مناطق شمال و شمال شرقی حوضه در فصول بارندگی رواناب‌ها را به سمت دریاچه هدایت می‌کنند. همچنین نتایج حاصل از محاسبه قطر میانگین که کمتر از ۲۰۰ میکرون است مخالف تحقیقات بشنیغان (۱۳۹۵) است که بیان می‌کند نهشته‌های ماسه‌بادی با قطر میانگین بزرگ‌تر از ۲۰۰ میکرون، نزدیک بودن منشأ رسوبات نسبت به منطقه برداشت را نشان می‌دهد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شاخص‌های مهم ارزیابی سلامت خاک هستند (Zhang et al, 2019). بسیاری از عوامل و ویژگی‌ها خاک مانند بافت، آهک، نسبت جذب سدیم و رسانایی الکتریکی خاک بر پایداری خاکدانه‌ها مؤثرند (ملائتی رنانی و همکاران، ۱۳۹۲) از این میان رطوبت خاک یکی از متغیرهای اصلی محیطی است که باعث کاهش فرسایش خاک در نتیجه افزایش سرعت باد آستانه و انسجام بیشتر خاک می‌شود (Fécan et al, 1999; Bolte et al, 2011; Sharratt et al, 2013). که در مطالعه حاضر، درصد رطوبت اشباع در تمامی نمونه‌ها بیشتر از ۵۰ درصد بوده، منطقه رطوبت بالایی داشته و در نتیجه چسبندگی ذرات نیز خوب است. نتایج خواص فیزیکی و شیمیایی خاک به فرسایش‌پذیری در برابر باد نیز نشان می‌دهد، خاک

نتیجه پایداری خاکدانه در برابر دیس پرس شدن بیشتر می‌شود و خاک مقاوم‌تر می‌شود. براساس نتایج آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه می‌توان نتیجه گرفت که خاک منطقه مطالعاتی در حال حاضر خاکی با بافت مناسب بوده و چسبندگی و رطوبت داشته و شور نیست و عملاً مناسب‌ترین بافت از نظر کشاورزی می‌باشد. طی مطالعات میدانی و پرس‌وجو از اهالی روستانشین اطراف دریاچه، مشخص شد که در سالیان اخیر فعالیت‌های کشاورزی در منطقه افزایش یافته است و محصولاتی مثل گندم و جو و ذرت و هندوانه و خیار و گوجه و یونجه، کنجد، طالبی و صیفی‌جات در اراضی کشاورزی دریاچه کشت می‌شود. هر چند که در حال حاضر محدودیتی از نظر مطالعات خاک‌شناسی وجود ندارد ولی این امکان وجود دارد در صورت ادامه یافتن وضعیت برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی و هم‌چنین خشک‌تر شدن بستر دریاچه پریشان شرایط در آینده متفاوت باشد. نتایج مطالعات سرعت و جهت باد، نشان داد که باد فرساینده در منطقه وجود ندارد و اگر خاک منطقه هم فرسایش پذیر باشد، دریاچه نقشی در ایجاد گردوغبار ندارد و مشکی مناطق روستایی اطراف دریاچه و شهرستان کازرون را از نظر گردوغبار تهدید نمی‌کند و گردوغبارهایی که چند روز در سال مشاهده می‌شود و توسط ایستگاه‌های هواشناسی ثبت می‌شود؛ احتمالاً نشأت گرفته از کدهای خارجی می‌باشند از این رو پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای به بررسی مناطق مستعد گردوغبارهای داخلی و خارجی که این شهرستان را تحت تأثیر قرار می‌دهند پرداخته شود.

مقاوم است. نکته مهمی که از گلبادهای نتیجه می‌شود این است که بادهای غالب منطقه دارای طبقات سرعت کمتر از  $3/5$  متر بر ثانیه است و نقش مؤثری در به وجود آوردن طوفان ندارند. امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) اظهار داشتند پدیده گردوغبار در استان فارس از منبع محلی برخوردار نیست؛ که نیاز به تحقیق و بررسی‌های بیشتر دارد.

### نتیجه‌گیری

دریاچه‌ها و تالاب‌های در حال خشک شدن می‌توانند منبع مستعدی برای تولید ریز گرد و گردو-غبار باشند. در این مطالعه سعی شد حساسیت رسوبات دریاچه پریشان به فرسایش بادی و نقش آن در تهدید روستاها و شهرهای اطراف آن بررسی شود. بدین منظور خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۳۳ نمونه خاک سطح دریاچه و تأثیر سرعت و جهت باد در ایجاد گردوغبار بررسی شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در تمامی نمونه‌های برداشت شده ماسه بیشترین درصد تشکیل‌دهنده مواد تخریبی را دارد، رس و سیلت به ترتیب فراوانی کمتری دارند. به‌طور کلی بافت خاک در محدوده مطالعاتی هم در مناطق کشاورزی و هم در دریاچه تقریباً مشابه بوده فقط در اثر افزایش فاصله نقاط مطالعاتی تغییرات اندکی در بافت آن‌ها مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج بررسی مواد شیمیایی خاک، مقدار هدایت الکتریکی تمامی نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه مورد مطالعه کمتر از ۴ میلی‌زیمنس بوده و این نشان‌دهنده این است که خاک منطقه خاکی نرمال است. میزان سدیم در خاک منطقه پایین بوده، در

### پانوش

1-Phi  
2-Shaker  
3-Md (Median Diameter)

4-Kurtosis  
5-Skewness

## منابع

- GRgraph2.0 به‌منظور محاسبه شاخص‌های دانه‌بندی رسوبات بادی، مجموعه مقالات اولین همایش ملی فرسایش بادی.
- عباس پور، م.، عابدی، ز.، احمدیان، م. و ظفری، ف.، ۱۳۹۲. ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای بازاری منابع زیست‌محیطی دریاچه ارژن - پریشان با تأکید بر گونه‌های آبی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، جلد ۱۵، شماره ۱، ص ۷۹-۹۳.
- عظیم زاده، ح. و اختصاصی، م.، ۱۳۹۱. فرسایش بادی: بررسی تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سرعت آستانه فرسایش بادی (مطالعه موردی: دشت یزد-اردکان)، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۲، ص ۵۳-۷۱.
- فرج زاده اصل، م. و علیزاده، خ.، ۱۳۹۰. تحلیل زمانی و مکانی طوفان‌های گردوغبار در ایران، مجله مدرس علوم انسانی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، جلد ۱۵، شماره ۱، ص ۱-۲۰.
- فیض‌نیا، س.، ۱۳۸۷. رسوب‌شناسی کاربردی با تأکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۵۶ ص.
- کاظمی، م.، فیض‌نیا، س.، خسروی، ح.، مصباح، ح. و شهبازی، ر.، ۱۳۹۵. بررسی شاخص‌های رسوب‌شناسی و طبقه‌بندی رسوبات بستر دریاچه مهار لو برای تعیین حساسیت آن به فرسایش بادی، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۴، شماره ۴، ص ۸۱۵-۸۲۸.
- گنجی دوست، ح.، آیتی، ب.، خارا، ح.، خداپرست شریفی، ح.، اکبر زاده، ا.، احمدزاده لایقی، ت.، نظامی بلوچی، ش. و زلفی نژاد، ک.، ۱۳۸۸. بررسی محیط‌زیست تالاب سیاه کشیم، علوم محیطی، جلد ۶، شماره ۳، ص ۱۱۷-۱۳۲.
- اختصاصی، م. و عظیم زاده، ح.، ۱۳۹۱. بررسی شاخص‌های دانه‌بندی خاک با استفاده از دو روش الک‌تر و خشک در مطالعات فرسایش آبی و بادی (مطالعه موردی: رسوبات دشت سر پوشیده یزد)، فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم، جلد ۲، شماره ۲، ص ۱-۲.
- امیدوار، ک. و امید، ز.، ۱۳۹۲. تحلیل پدیده گردوغبار در جنوب و مرکز استان فارس، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، جلد ۱، شماره ۳، ص ۸۵-۱۱۴.
- اویسی، ق.، ۱۳۹۳. بررسی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تالاب هامون بر منطقه سیستان، اولین همایش ملی ارزیابی مدیریت و آمایش محیط زیستی در ایران، همدان، انجمن ارزیابان محیط‌زیست هگمتانه، مرکز توسعه همایش‌های آریا هگمتان.
- بیابانی، ل.، احمدی، ح.، خسروی، ح.، نظری سامانی، ع. و لفی، ج.، ۱۳۹۷. کاربرد ویژگی‌های رسوب‌شناسی برای تعیین منشأ تپه‌های ماسه‌ای حاشیه غربی دریاچه ارومیه، مدیریت بیابان، جلد ۶، شماره ۱۱، ص ۸۲-۹۸.
- جلالی، ب. و عاشری، الف.، ۱۳۹۲. اکو توریسم در راستای حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی با تأکید بر مدل SWOT، اولین همایش حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی ایران، همدان، شرکت هم‌اندیشان محیط‌زیست فردا.
- رفاهی، ح.ق.، ۱۳۹۱. فرسایش بادی و کنترل آن، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۰ ص.
- صادق پناهی، ز.، ۱۳۸۷. مرگ تدریجی تالاب پریشان، اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.
- صارمی نائینی، م.ع.، اختصاصی، م.ر. و صارمی نائینی، ع.، ۱۳۸۴. طراحی نرم‌افزار دانه سنج



- اصفهان، مجله علوم آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۷۰، ص ۱۲۱-۱۳۳.
- نوجوان بشنیغان، م.ر.، ۱۳۹۵. منشأیابی رسوبات جنوب میبد، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، جلد ۶، شماره ۴، ص ۱۶۴-۱۵۵.
- Ahmady-Birgani, H., Mirnejad, H., Feiznia, S. and McQueen, K.G., 2015. Mineralogy and geochemistry of atmospheric particulates in western Iran, *Atmos. Environ*, v. 119, p. 262-272.
- Bagnold, R.A., 2012. *The physics of blown sand and desert dunes*, Courier Corporation.
- Bolte, K., Hartmann, P., Fleige, H. and Horn, R., 2011. Determination of critical soil water content and matric potential for wind erosion, *Soil Sediments*, v. 11, p. 209-220.
- Bryant, R.G., 2003. Monitoring hydrologic controls on dust emissions: preliminary observations from Etosha Pan, Namibia, *The Geographic Journal*, v. 169, p. 131-141.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*, v. 54(5), p. 464-465.
- De Oro, L.A., Colazo, J.C., AVECILLA, F., Buschiazzo, D.E. and Asensio, C., 2019. Relative soil water content as a factor for wind erodibility in soils with different texture and aggregation, *Aeolian Research*, v. 37, p. 25-31.
- Engelstaedter, S., Kohfeld, K.E., Tegen, I. and Harrison, S.P., 2003. Controls of dust emissions by vegetation and topographic depressions: An evaluation using dust storm frequency data, *Geophysical Research Letters*, v. 30(6), p. 1-27.
- FAO. FIDA y PMA, 2015. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015, Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos*, Roma, FAO.
- Fécan, F., Marticorena, B. and Bergametti, G., 1998. Parametrization of the increase of the Aeolian erosion threshold wind friction velocity due to soil moisture for arid and semi-arid areas. In *Annales Geophysicae*, v. 17(1), p. 149-157.
- GAO, Ch., Wei, Ch., Zhang, L., Han, D., Liu, H., Yu, X. and Wang, G., 2019. Historical (1880s–2000s) impact of wind erosion on wetland patches in semi-arid regions: A case study in the western Songnen Plain (China), *Aeolian Research*, v. 38, p. 13-23.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*, v. 5, p. 383-411.
- Jiang, Ch., Zhang, H., Zhang, Zh. and Wang, D., 2019. Model-based assessment soil loss by wind and water erosion in China's Loess Plateau: Dynamic change, conservation effectiveness, and strategies for sustainable restoration, *Global and Planetary Change*, v. 172, p. 396-413.
- KarimianTorghabeh, A., Pradhan, B. and Jahandar, A., 2019. Assessment of geochemical and Sedimentological characteristics of atmospheric dust in Shiraz, southwest Iran, *Geoscience Frontiers*.
- Kheirabadi, H., Mahmoodabadi, M., Jalali, V. and Naghavi, H., 2018. Sediment flux, wind erosion and net erosion influenced by soil bed length,

- wind velocity and aggregate size distribution, *Geoderma*, v. 326, p. 22-30.
- Li, F.R., Zhao, L.Y., Zhang, H., Zhang, T.H. and Shirato, Y., 2004. Wind erosion and airborne dust deposition in farmland during spring in the Horqin Sandy Land of eastern Inner Mongolia, China. *Soil Tillage Res.*, v. 75, p. 121-130.
- Loeppert, R.H. and Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum, *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, v. 5, p. 437-474.
- Maleki, S., Soffianian, A.R., SoltaniKoupaei, S., Pourmanafi, S. and Saatchi, S., 2018. Wetland restoration prioritizing, a tool to reduce negative effects of drought; an application of multicriteria-spatial decision support system (MC-SDSS), *Ecological Engineering*, v. 112, p. 132-139.
- Mojadam, M., Matlabi, M., Haji, A., Cheraghi, M., Bitaraf, S. and Khafaie, M.A., 2018. Khuzestan dust phenomenon: a content analysis of most widely circulated newspapers, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.*, p. 1-7.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. In A.L. Page (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. 2nd ed. *Agron. Monogr.* 9. ASA and SSSA, Madison, WI, p. 181-197.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2015. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015: cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos.
- Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E. and Gill, T.E., 2002. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product, *In Reviews of Geophysics*, v. 40(1), p. 1-2.
- Rashki, A., Eriksson, P.G., Rautenbach, C.D.W., Kaskaoutis, D.G., Grote, W. and Dykstra, J., 2013. Assessment of chemical and mineralogical characteristics of airborne dust in the Sistan region, Iran, *Chemosphere*, v. 90, p. 227-236.
- Sharratt, B.S., Vaddella, V.K. and Feng, G., 2013. Threshold friction velocity influenced by wetness of soils within the Columbia Plateau, *Aeolian Research*, v. 9, p. 175-182.
- Sterk, G., Parigiani, J., Cittadini, E., Peters, P., Scholberg, J. and Peri, P., 2012. Aeolian sediment mass fluxes on a sandy soil in Central Patagonia, *Catena*, v. 95, p. 112-123.
- Torghabeh, A.K., Pradhan, B., Jahandar, A., 2019. Assessment of geochemical and Sedimentological characteristics of atmospheric dust in Shiraz, southwest Iran, *Geoscience Frontiers*.
- Washington, R., Todd, M., Middleton, N.J. and Goudie, A.S., 2003. Dust-storm source areas determined by the total ozone monitoring spectrometer and surface observations, *Annals of the Association of American Geographers*, v. 93(2), p. 297-313.
- Yigiterhan, O., Alfoldy, B.Z., Giamberini, M., Turner, J.C., Al-Ansari, E.S., Abdel-Moati, M.A. and Obbard, J.P., 2018. Geochemical composition of Aeolian dust and surface deposits from the Qatar Peninsula, *Chemical Geology*, v. 476, p. 24-45.
- Zamani, S. and Mahmoodabadi, M., 2013. Effect of particle-size distribution on wind erosion rate and soil erodibility, *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 59(12), p. 1743-1753.
- Zarasvandi, A., Carranza, E.J.M., Moore, F. and Rastmanesh, F., 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in

Khuzestan Province (southwestern Iran), *Journal of Geochemical Exploration*, v. 111, p. 138-151.

-Zhang, B., Beck, R., Pan, Q., Zhao, M. and Hao, X., 2019. Soil physical and chemical properties in response to long-term cattle grazing on sloped rough fescue grassland in the foothills of the

Rocky Mountains, Alberta. *Geoderma*, v. 346, p. 75-83.

-Zou, X., Zhang, C., Cheng, H., Kang, L., Wu, Y., 2015. Cogitation on developing a dynamic model of soil wind erosion, *Science China Earth Sciences*, v. 58, p. 462-473.