Estimation of wind erosion threshold velocity using wind tunnel device in dust sources in Khuzestan, Iran (case study: Mahshahr, Omidiyeh, Hendijan)

Fatemeh Salehi [a], ***Fatemeh Panahi*** [b*], ***Hamidreza Abbasi*** [c]

[a] *Ph.D Student of Natural Resources Desert Management and Control, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.*
[b*] *Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.*
[c] *Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.*

Research Full Paper

Article History (Received: 2023/10/24 Accepted: 2023/12/15)

Extended abstract

1-Introduction

Wind erosion is one of the destructive phenomena that cause environmental changes, changes in the quality of the weather threatens public health, and other economic and social issues in regions with dry and semi-dry climates. Using wind tunnels, the effect of wind velocity and soil properties, as well as the particle transport process, can be investigated under controlled conditions. Ries and Fister estimated the amount of wind erosion in the *Ebro* basin using a portable wind tunnel in 2009. To evaluate the rate of soil loss, three sample locations were assessed, and the results showed that the areas with unchanged ground surface had the lowest amount of wind erosion. The phenomenon of dust storms in Khuzestan province has had an increasing trend in terms of frequency and continuity in recent years. Considering the issue's importance, the present study was conducted to determine the threshold erosion velocity and erodibility of soils taken from the dust storm centers of Mahshahr, Omidiyeh, and Hendijan, using a wind erosion measurement device.

2- Methodology

The dust centers of Mahshahr-Omidiyeh-Hendijan are located between 30°12'28" to 30°50'57" north latitude and 48°47'45" to 49°41'41" east longitude and have expanded between Mahshahr and Omidiyeh and Hendijan. Using the land unit map, maps from the Geological Survey Organization, and field studies, 32 points were identified in the Mahshahr, Omidiyeh, and Hendijan centers, representing various land units differentiated in the soil map. Finally, ten average points were selected. Samples taken from the soil surface inside the wind tunnel were tested. First wind thereshold velocity, Then the wind erosion rate was measured at speeds of 15, 20, 25, and 30 (m/s) for two minutes, and finally, the wind erosion rate of the sample points was obtained. The median diameter and mean diameter of the particles were determined using Gradistat software to determine the erodibility of the sample particles according to the Chepil theory (Table 2).

3- Results

the amount of wind erosion increases at wind speeds of 15, 20, 25, and 30 (m/s) over two minutes. Under these conditions, higher wind speeds intensify soil loss and lead to an increase in the rate of wind erosion.

* **Corresponding Author:** aminmoslemzadeh@yahoo.com

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

The wind erosion threshold varies from 6 to 17 (m/s). The minimum wind threshold velocity is related to the Jarahi-Mahshahr sedimentary plain, which is sensitive to wind erosion at a threshold speed of 6 meters per second and the total amount of wind erosion rate of 12160 (gr/m^2.min). The total amount of erosion rate ranged from 360 to 21860 (gr/m^2.min) and the highest erosion rate was related to alluviums and alluvial cones in the shape of the Hendijan anticline. the erosion potential of soils taken from dust centers in Khuzestan province is high, and the dominant particle diameter of the soil is 0.5-0.15 (mm) and 0.05-0.1 (mm), which are susceptible to wind erosion. Therefore, all samples collected from dust centers in Khuzestan province are sensitive to wind erosion

4- Discussion & Conclusions

Locating areas sensitive to wind erosion is one of the important solutions for stabilization. Given the importance of the issue, this study has focused on estimating the erosion potential and threshold velocity in the dust centers of Mahshahr, Omidiyeh, and Hendijan. The results of measuring the erosion rate using a wind tunnel device showed that the soil in these areas has a high erosion potential, and the erosion rate increases significantly with increasing wind speed. The minimum of the wind threshold velocity for sedimentary plains in jarahi-Mahshahr region, located in the northwest center, which indicates the high sensitivity of the soil in the area to wind erosion. The highest amount of wind erosion rate was related to alluvial fans and alluvial cone in the shape of the Hendijan anticlin. The fan-shaped alluviums deposited by the temporary rivers at the foot of the anticline mountains east of Hendijan, because the materials transported by the temporary rivers are mostly fine-grained and marls, so the amount of gravel in these alluviums is low and for this reason, the erosion susceptibility of these soils is very high and they should be stabilized in the early stages. These results are consistent with the results of Abbasi, which led to the preparation of a map of land sensitivity to wind erosion in this center. Studies related to particle size distribution showed the high sensitivity of the samples to wind erosion. Since the dominant diameter of all particles in the samples was in the range of 0.5-0.15 and 0.1-0.05 (mm), the potential for erosion susceptibility of all samples in the study area is high. However, in this theory, only one factor has been used to determine the potential for soil erosion and other effective parameters in erosion susceptibility have not been considered, so it is not possible to rely solely on this theory to estimate erosion.

Key Words: Arid land, Dusts, Erodibility, Land type, Sedimentary plain

Cite this article: Salehi, F., Panahi, F., & Abbasi, H. (2024). Estimation of wind erosion threshold velocity using wind tunnel device in dust sources in Khuzestan, Iran (case study: Mahshahr, Omidiyeh, Hendijan). *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2024; 14 (1) :204-218*. http//doi.org/

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/

Published by Hormozgan University Press.
URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

برآورد سرعت آستانه فرسایش بادی با استفاده از دستگاه تونل بادی در کانون‌های گردوغبار استان خوزستان (مطالعه موردی : ماهشهر، امیدیه، هندیجان)

فاطمه صالحی: *دانشجوی دکتری منابع طبیعی مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران*

فاطمه پناهی[*]: *دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران*

حمیدرضاعباسی: *استادیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۲۴)

DOI: http//doi.org/

چکیده

گردوغبار یکی از مخاطرات طبیعی است که عمدتا در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان رخ می‌دهد و به همین دلیل یکی از چالش‌های اصلی کشور ایران به‌خصوص در جنوب غرب کشور (به‌ویژه استان خوزستان) به‌شمار می‌رود. هدف از این پژوهش برآورد سرعت آستانه فرسایش و میزان فرسایش پذیری خاک در کانون‌های ماهشهر، امیدیه و هندیجان با استفاده از دستگاه تونل بادی است. به‌این منظور در کانون‌های مطالعاتی ذکر شده، ۳۲ نقطه و سپس با میانگین گرفتن از هر واحد اراضی در نهایت ده نقطه انتخاب شد و به‌عنوان نمونه خاک سطحی برداشت و سپس به آزمایشگاه تونل باد منتقل شد. سپس سرعت آستانه فرسایش و همچنین میزان فرسایش‌پذیری خاک در سرعت های ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ متربرثانیه در طول مدت دو دقیقه اندازه‌گیری شد. نتایج برآورد آستانه فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه نشـان داد سرعت آستانه فرسایش بادی در محدوده ۶ -۱۷ متربرثانیه و مجموع میزان بادبردگی ۰/۳۶ تا ۲۱/۸۶ کیلوگرم بر متر مربع بر دقیقه متغیر است. کمترین سرعت آستانه در دشت‌های رسوبی جراحی-ماهشهر واقع در شمال غرب کانون قرار دارد و بیشترین میزان بادبردگی و فرسایش نیز در آبرفت‌ها و مخروط افکنه‌های بادبزنی شکل تاقدیس هندیجان واقع در جنوب شرق کانون می‌باشد. بیشترین سرعت آستانه فرسایش بادی و کمترین میزان بادبردگی در دشت رسوبی جراحی-امیدیه در قسمت‌های شمالی کانون خوزستان قرار داشت که نشان دهنده مقاومت بالاتر و حساسیت کمتر آن نسبت به بقیه قسمت‌های کانون می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج آزمایشات دانه‌بندی مطابق نظریه چپیل میزان فرسایش‌پذیری تمامی نمونه‌های جمع‌آوری شده از کانون‌های ریزگرد ماهشهر، امیدیه و هندیجان زیاد است و همه نمونه‌ها حساس به فرسایش بادی هستند.

واژگان کلیدی:

تیپ اراضی، دشت رسوبی، ریزگردها، فرسایش پذیری، مناطق خشک

* **نویسنده مسئول:** alabd_fpanahi@yahoo.com

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

۱- مقدمه

فرسایش بادی یکی از پدیده‌های مخرب که در مناطقی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک سبب دگرگونی محیط زیست، تغییر کیفیت آب و هوا، تهدید سلامت جامعه و سایر مسائل اقتصادی و اجتماعی می‌شود (Lal and Stewart, 1990). فرسایش بادی باعث هدررفت کربن آلی و ذرات ریز از سطح خاک شده و از این رو در بیشتر موارد، زوال کیفیت خاک را در پی دارد. همچنین عناصر غذایی را از سطح خاک اراضی کشاورزی با خود حمل و تخلیه نموده و در نتیجه باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. از این رو، فرسایش بادی یک پدیده مخرب برگشت ناپذیر است که اثرات جبران ناپذیری در پی دارد (Leys and Raupach, 1991). فرسایش بادی زمانی رخ می‌دهد که سرعت باد از آستانه‌ی فرسایش سطح خاک خشک بیشتر شود و همچنین سطح زمین بوسیله‌ی پوشش گیاهی، پستی و بلندی‌های زمین و یا موانع دیگر حفاظت نشده باشد (Azimzadeh and Amin,2015). در مناطق خشک و بیابانی فرسایش خاک و انتقال ذرات بیش از هرعاملی تحت تأثیر نیروی باد است (Saad al-Din et al, 2010). فرسایش، حمل و رسوب مواد توسط باد یا همان فرسایش بادی در بیش از یک‌سوم اراضی سطح زمین به‌وجود می‌آید (Ghaeminia, 2015). جابه‌جایی خاک و از بین رفتن آن در چنین مناطقی دارای اهمیت شایانی است؛ زیرا با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر چنین مناطقی، تشکیل خاک کند است (Ebrahimi Drche et al ,2010) . فرسایش بادی نخست خاک سست و بدون پوشش گیاهی را برداشت می‌نماید و در طی مسیر حمل برخورد، ذرات جابه‌جا توسط باد باعث تشدید فرسایش و افزایش خسارات می‌شود و در نهایت مواد حمل شده را به‌صورت پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای برجای می‌گذارد (Mohammadkhan and Kashfi, 2015). اندازه‌گیری عوامل مؤثر بر فرسایش بادی در شرایط طبیعی کانون‌های ریزگرد، همواره مشکل و هزینه‌بر بوده است (Khosravi et al, 2020). همچنین با توجه به محدودیت‌های اندازه‌گیری فرسایش با استفاده از تله‌های رسوب گیر در شرایط صحرایی، امروزه استفاده از تونل باد به‌عنوان یکی از روش‌های جایگزین قابل اجرا مورد توجه محققان قرار گرفته است (Mahmoodabadi et al, 2011). آزمایش تونل باد امکان بررسی مکانیسم های فرسایش بادی و اندازه گیری شدت آن، هم در شرایط صحرایی و هم در شرایط آزمایشگاهی را فراهم می‌آورد (Zamani and Mahmoodabadi, 2013) با استفاده از تونل باد می‌توان تأثیر سرعت باد و خصوصیات خاک و همچنین فرایند های حمل ذرات را در شرایط کنترل شده مورد بررسی قرار داد. همچنین آگاهی از انواع پوشش سطح زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه ریزی های مختلف از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Fathizad et al, 2011). در زمینه فرسایش بادی و طوفانهای گردوغبار مطالعات زیادی در داخل و خارج از ایران انجام شده است. Ries and Fister (2009) با استفاده از تونل باد قابل حمل میزان فرسایش بادی را در حوضه‌ی Ebro برآورد کردند. برای ارزیابی نرخ از دست رفتن خاک در سه محل نمونه ها ارزیابی شد، نتایج نشان داد محل‌هایی که سطح زمین بدون تغییر بوده کمترین میزان فرسایش بادی را داشته است. Webb و همکاران (۲۰۱۶) به برآورد آستانه‌ی فرسایش بادی در پنج مکان در نیومکزیکو پرداختند. نتایج نشان داد در فصول و مکان‌هایی که رطوبت خاک بیشتر است آستانه فرسایش بادی افزایش چشمگیری داشته است. Ayazi و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی توان رسوبزایی در رخساره‌های ژئومورفولوژیکی در آران با استفاده از تونل باد و مدل اریفر پرداختند. نتایج به دست آمده از تونل باد نشان داد که بیشترین سرعت آستانه فرسایش در شرایط طبیعی

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

متعلق به رخساره‌ی پوسته‌های سخت و خشک دشت رسی است. Noorzadehhaddad and Landi (۲۰۱۸) به مطالعه‌ی حساسیت منابع تولید ریزگرد به پوشش سنگریزه‌های در سطح خاک در اراضی غربی استان خوزستان پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که سه پوشش متفاوت سنگریزه‌های در طوفان با سرعت‌های ایجادشده تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میانگین هدررفت خاک با هم ندارند ولی با افزایش میزان سرعت طوفان، میانگین هدررفت خاک در همه‌ی مناطق مورد آزمایش افزایش یافته است و با ایجاد پوشش سنگریزه‌های در سطح خاک، هدررفت خاک کاهش یافته است. Abbasi و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان تعیین حساسیت اراضی به فرسایش بادی در هامون برینگک سیستان، با استفاده ازشاخص‌های میزان بادبردگی(فرسایش پذیری)، مقاومت برشی خاک و درصد تاج پوشش گیاهی نشان دادند که ارتباط بسیار معنی داری بین مقاومت برشی و میزان بادبردگی و درصد تاج پوشش گیاهی وجود دارد. در نهایت آنها با ادغام سه شاخص ذکر شده میزان حساسیت اراضی را بدست آوردند.

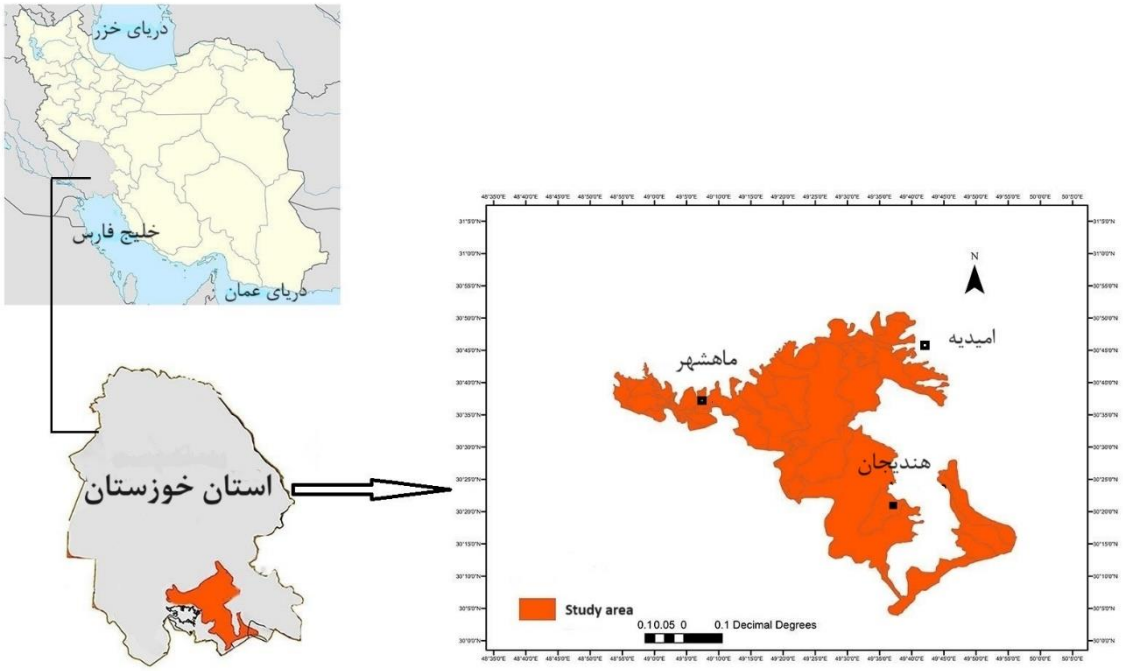
Mahmudabadi و همکاران (۲۰۱۱) به مطالعه‌ی اثر توزیع اندازه‌ی ذرات بر شدت فرسایش بادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش اندازه‌ی ذرات از شدت فرسایش بادی کاسته می‌شود. نتایج Mohammad nia و همکاران (۲۰۲۲)، در بررسی پارامترهای گرانولومتریک در شهرستان گناباد نشان داد بیشترین فراوانی قطر ذرات در نمونه‌های ماسه در طبقه ی ۲۵۰-۱۵۰ میکرون بوده و با توجه به رابطه میانگین ذرات با فاصله حمل آن‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که فاصله حمل ذرات از یک مکان نزدیک و محلی بوده است. دشت ریگی ریزدانه بیشترین و دشت‌هایی با شیب ملایم و بدون پستی و بلندی کمترین میزان جورشدگی را به خود اختصاص دادند. آنها همچنین بیان داشتند که تپه‌های ماسه‌ای، دشت‌هایی با شیب ملایم و نسبتاً مسطح با شوری متوسط با توجه به میزان کج شدگی از مناطق حساس به فرسایش بادی در منطقه به شمار می‌روند. بروز پدیده گردوغبار در استان خوزستان از نظر تکرار و استمرار در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته‌است. این پدیده کاهش کیفیت زندگی، تهدید سلامت مردم، کاهش کیفیت هوا، کاهش ایمنی راههای مواصلاتی و غیره را در پی داشته است. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی تعیین سرعت آستانه فرسایش و فرسایش‌پذیری خاک‌های برداشت شده از کانون‌های گردوغبار ماهشهر، هندیجان و امیدیه با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی انجام شد.

۲- منطقه مورد مطالعه

کانون‌های گردوغبار ماهشهر-امیدیه-هندیجان با موقعیت ″۲۸ ′۱۲ °۳۰ تا ″۵۷ ′۵۰ °۳۰ عرض شمالی و ″۴۵ ′۴۷ °۴۸ تا ″۴۱ ′۴۱ °۴۹ طول شرقی است که در حدفاصل بین ماهشهر تا امیدیه و هندیجان گسترش یافته است. این کانون از غرب به جاده ماهشهر به شادگان، از شرق به محدوده شهر امیدیه تا هندیجان، از شمال به حد جنوبی اراضی کشاورزی رود زهره و از جنوب به اراضی مرطوب ساحلی خلیج فارس محدود است. در ارتباط با کانون‌های ماهشهر-امیدیه-هندیجان نیز باید عنوان نمود که شهرستان امیدیه در شمال شرق کانون، شهرستان بندر ماهشهر در غرب منطقه و در نهایت شهرستان هندیجان در جنوب شرق کانون واقع شده است (شکل ۱). در زمینه مساحت کانون‌های مورد مطالعه نیز می‌بایست عنوان نمود که سطح این کانون برابر با ۲۵۴۸۲۵ هکتار است و بخش عمده آبراهه‌های موجود در در قسمت شرق و جنوب شرق کانون واقع شده است. از نظر آب و هوایی محدوده مورد مطالعه در زمره اقلیم خشک تا فراخشک در نزدیکی سواحل قرار دارد. این محدوده دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است. بطور کلی این محدوده

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

به‌دلیل کمبود پوشش گیاهی دارای مواد آلی بسیار ناچیز در خاک می‌باشد. به‌جز در یک قسمت از تالاب شمال هندیجان که گیاهان ماندابی مانند آلرپوس (*Aeluropus littaralis*) که مقاوم به غرقابی، خشکی و شوری است تیپ نسبتا پرتراکمی از نظر پوشش گیاهی تشکیل داده‌است.



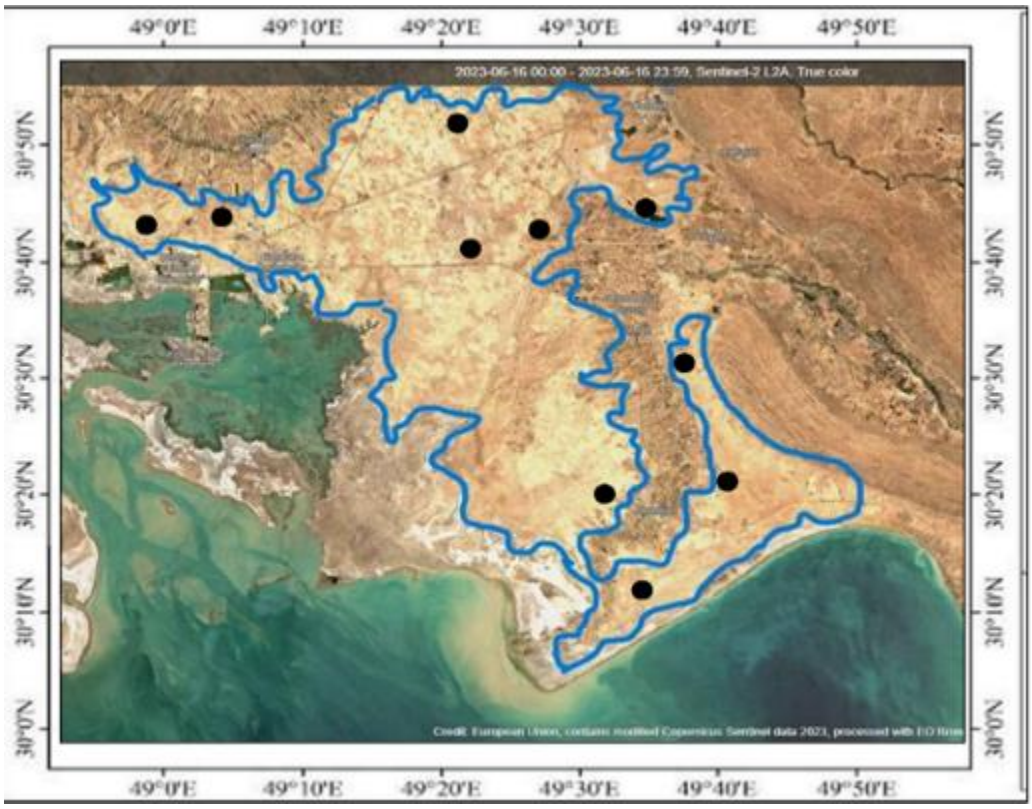
شکل۱: موقعیت کانون‌های گردوغبار ماهشهر هندیجان و امیدیه در استان خوزستان

۳- مواد و روش

۳-۱-جمع آوری

با کمک نقشه واحد اراضی و نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی و یکسری مطالعات میدانی ۳۲ نقطه از کانون‌های هندیجان-امیدیه -ماهشهر از واحدهای مختلف اراضی که در نقشه خاک شناسی تفکیک شدند مشخص گردید و در نهایت ده نقطه به‌عنوان میانگین نقاط انتخاب شد (شکل۲). در انتخاب نقاط نمونه برداری سعی بر این بود که نقاطی که دارای بیشترین تنوع به لحاظ واحدهای اراضی هستند انتخاب شوند. با توجه به اینکه با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی نیاز به فصل بادهای فرساینده نیست، نمونه برداری در اواخر فصل پاییز و قبل بارندگی سال آبی جدید صورت گرفت تا کمترین میزان رطوبت و تغییرات فیزیکی و شیمیایی در خاک منطقه وجود داشته باشد، سپس نقاط با کمک جی پی اس در منطقه مطالعاتی مشخص گردید و نمونه برداری خاک در عمق سطحی۰-۵ سانتیمتری سطح خاک (که تحت تاثیر فرسایش بادی قرار دارد) انجام شد. همچنین با کمک نقشه واحد اراضی، تیپ های اراضی نقاط نمونه در کانون‌های مورد مطالعه تفکیک شد(جدول۱).

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]



شکل۲: موقعیت نمونه‌های برداشت شده از کانون‌های گردوغبار امیدیه- ماهشهر- هندیجان استان خوزستان

جدول۱: تیپ‌های اراضی کانون‌های گردوغبار ماهشهر -هندیجان و امیدیه استان خوزستان

شماره نمونه	تیپ	مساحت(هکتار)	درصد
۱	دشت رسوبی	۴۸۵۷/۸۴	۱/۹۱
۲	آبرفت بادبزنی	۶۲۹۷/۲	۲/۴۷
۳	اراضی پست	۹۶۳۰/۲	۳/۷۸
۴	دشت رسوبی	۲۸۱۰۰/۹	۱۱/۰۳
۵	آبرفت بادبزنی	۱۳۹/۸۹	۵/۱۸
۶	دشت رسوبی	۱۲۴۰۵/۲	۴/۸۷
۷	اراضی پست	۱۷۵۲/۸	۰/۷
۸	اراضی پست	۵۶۹۵۳/۳	۲۲/۳
۹	دشت رسوبی	۳۹۴۶/۴	۱/۶
۱۰	اراضی پست	۳۴۹۰۶/۹	۱۳/۷

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

۲-۳-آزمایش تونل بادی

دستگاه سنجش فرسایش بادی درواقع نوعی تونل باد است که در ایران طراحی و ساخته شده است و به کمک آن می‌توان بسیاری از عوامل مؤثر در فرسایش پذیری خاک از جمله سرعت آستانه‌ی فرسایش بادی را برآورد کرد. دستگاه تونل بادی از سه قسمت موتور تنظیم کننده، سطح مورد آزمایش و بخش رسوبگیر تشکیل شده است (شکل ۳). این دستگاه قادر به اندازه‌گیری باد با سرعت حداکثر ۳۰ متر برثانیه است. ابعاد محفظه آزمایش تونل ۴۰×۴۰ سانتیمتر و جنس آن پلکسیگلس است و برای اندازه‌گیری سرعت متوسط از لوله پیتوت استفاده می‌شود. نمونه‌های برداشت شده از سطح خاک و تقریباً دست نخورده در سینی‌هایی از جنس ورقه گالوانیزه به ابعاد ۳۵ × ۶۰ سانتیمتر و ارتفاع دو سانتیمتر، در داخل تونل باد ثابت موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع مورد آزمایش قرار گرفت.





شکل ۳: آزمایشگاه فرسایش بادی، تونل باد ثابت (چپ) و بخش تنظیمات (بالا) و نمونه تحت آزمایش (راست)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

۳-۳-محاسبات میزان فرسایش بادی و سرعت آستانه باد

برای برآورد سرعت آستانه فرسایش باد، نخست سینی داخل تونل باد گذاشته شد و با سرعت پایه‌ی چهار متر بر ثانیه تونل باد روشن گردید. سپس، سرعت افزایش داده شد تا به آستانه فرسایش باد برسد. با اولین حرکت ذره‌ی خاک، سرعت آستانه در دهانه‌ی دستگاه تونل باد توسط دستگاه بادسنج اندازه‌گیری و ثبت گردید(Azimzadeh, 2004). سپس میزان بادبردگی در سرعت‌های ۱۵، ۲۰، ۲۵و ۳۰ متر بر ثانیه در طول مدت دو دقیقه اندازه گیری شد و در نهایت با استفاده از رابطه زیر میزان فرسایش بادی نقاط نمونه بدست آمد (Zhang et al ,2022).

رابطهٔ ۱

$$\boldsymbol{Q}\mathrm{wr} = \boldsymbol{qw/s.t}$$

Q_{wr} معادل با میزان فرسایش بادی برحسب گرم برمترمربع بردقیقه و q_w تفاوت وزنی خاک قبل و بعد از اعمال رویداد باد برحسب گرم و s برابر با مساحت سینی خاک برحسب مترمربع وt معادل مدت زمان شروع و پایان آزمایش برحسب دقیقه می‌باشد. بعد از آن نمودارهای تغییرات میزان فرسایش بادی به ازای تغییرات سرعت باد در نرم افزار اکسل ترسیم شد.

۴-۳-محاسبات دانه بندی

قطر میانه و قطر میانگین ذرات از طریق نرم افزار Gradistat تعیین شد.تا مطابق نظریه چیپل (جدول۲) فرسایش پذیری ذرات نمونه تعیین شود (Chepil, 1945, Ahmadi,1995).

جدول ۲: ارتباط بین قطر ذرات خاک و سرعت بحرانی آغاز حرکت و همچنین فرسایش‌پذیری آن

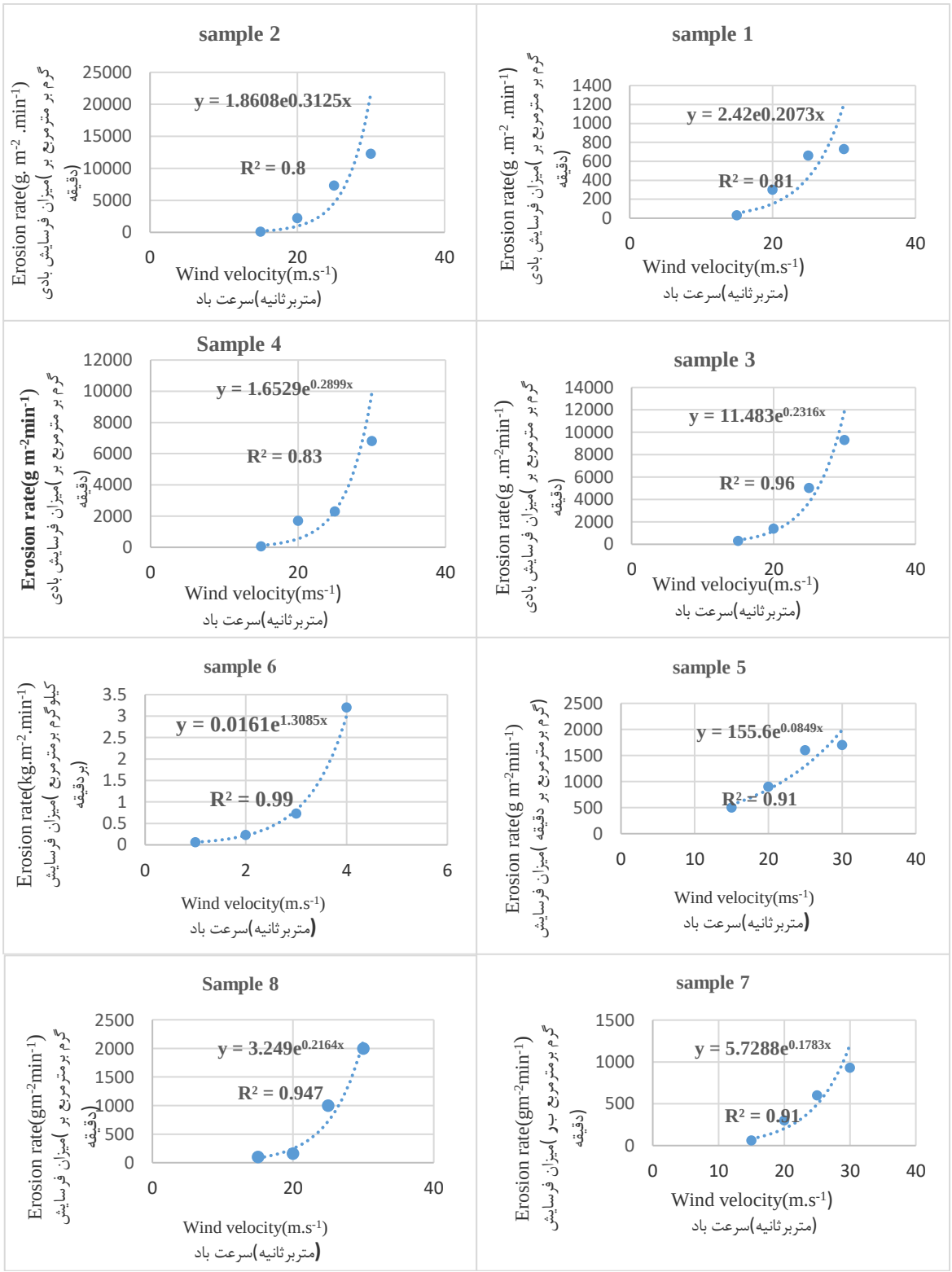
طبقه‌بندی مقاومت	قطر غالب ذرات به میلیمتر	سرعت باد در ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بر حسب متر بر ثانیه	فرسایش‌پذیری خاک
۱	۰/۰۱ – ۰/۱۵	۴-۳	خیلی زیاد
۲	۰/۰-۱۵/۵ ،۰/۰-۰۵/۱	۴-۴/۵	زیاد
۳	۰/۰-۰۱/۰۵ ،۰/۱-۵	۵/۷-۵	متوسط
۴	۰/۰-۰۱/۰۰۵ ،۲-۱	۱۰-۷	کم
۵	>۲ ،۰/۰۰۵	>۱۰	خیلی کم

۴- یافته‌ها (نتایج)

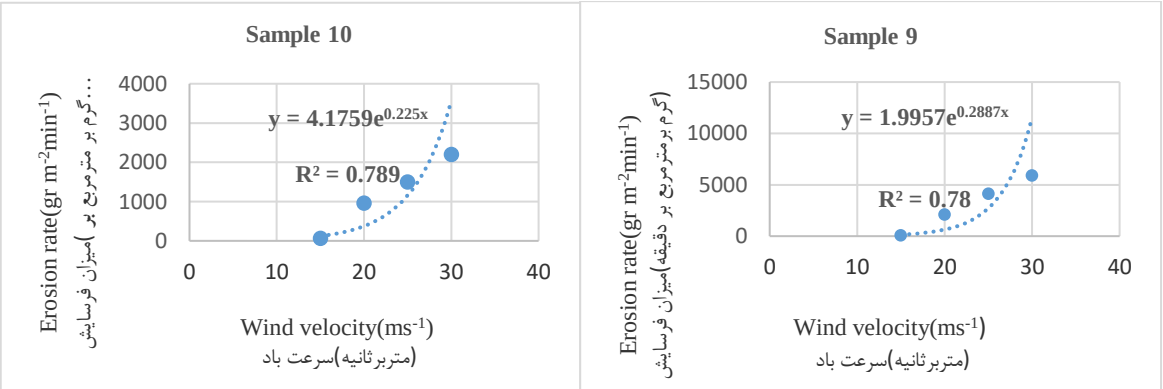
بررسی روند تغییرات میزان فرسایش بادی به ازای تغییرات سرعت باد

نمودار روند تغییرات میزان فرسایش به ازای تغییرات سرعت باد در کانون ریزگرد ماهشهر-امیدیه- هندیجان در شکل(۳) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقدار فرسایش بادی درسرعت های ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ متر برثانیه در طول مدت زمان دو دقیقه به ترتیب افزایش می یابد. تحت این شرایط، سرعت باد بیشتر، هدررفت خاک را تشدید می کند و منجر به افزایش نرخ فرسایش بادی می‌شود.

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]



[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]



شکل۳: ادامه روند تغییرات میزان فرسایش به ازای تغییرات سرعت باد

آستانه فرسایش بادی از ۶ تا۱۷متربرثانیه متغیر است، کمترین سرعت آستانه باد مربوط به دشت رسوبی جراحی-ماهشهر واقع در شمال غرب کانون با مساحت ۳۹۴۶/۴ هکتار می‌باشد؛ که با سرعت آستانه ۶ متر بر ثانیه و مقدار بادبردگی ۱۲/۸۶۰ کیلوگرم بر متر مربع بر دقیقه نسبت به فرسایش بادی حساس است. مقادیر بادبردگی از ۰/۳۶ تا ۲۱/۸۶۰ کیلوگرم بر متر مربع بر دقیقه متغیر بود و بیشترین میزان‌بادبردگی مربوط‌به آبرفت‌ها و مخروط افکنه‌های بادبزنی شکل تاقدیس هندیجان بود که در جنوب شرق کانون مربوطه با مساحت ۶۲۹۷/۲ هکتار قرار دارد. بیشترین سرعت آستانه باد و کمترین میزان بادبردگی مربوط به دشت رسوبی جراحی-امیدیه واقع در شمال کانون بود با سرعت آستانه ۱۷متر بر ثانیه و میزان بادبردگی ۳۶/کیلو گرم بر متر مربع بر دقیقه که مقاوم‌تر نسبت به بقیه قسمت‌ها می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳-مجموع مقادیر فرسایش و سرعت آستانه نقاط نمونه

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی عرض	موقعیت جغرافیایی طول	سرعت آستانه فرسایش(متربرثانیه)	جمع مقادیرفرسایش (کیلوگرم برمترمربع بردقیقه)
۱	۳۸۴۵۲۲	۳۳۴۹۹۳۳	۱۰	۱/۷۲۰
۲	۳۸۱۹۰۹	۳۳۶۴۳۱	۹	۲۱/۸۶۰
۳	۳۷۳۴۰۳	۳۳۳۵۴۵۱	۱۰	۱۶/۰۳۰
۴	۳۶۰۸۸۷	۳۳۸۷۶۷۶	۹	۱۰/۸۶۰
۵	۳۷۸۳۴۲	۳۳۸۹۲۶۶	۹	۴/۷
۶	۳۵۴۴۴۲	۳۴۰۷۴۱۲	۱۷	۰/۳۶
۷	۳۰۸۸۹۱	۳۳۸۵۲۱۴	۱۰	۱/۸۹
۸	۳۶۷۴۷۷	۳۳۴۹۵۱۸	۱۰	۳/۲۶۰
۹	۳۱۹۶۹۵	۳۳۸۷۴۲۷	۶	۱۲/۱۶۰
۱۰	۳۵۳۲۸۰	۳۳۸۵۱۱۹	۱۲	۴/۷۲۰

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

تعیین پتانسیل فرسایش‌پذیری

در جدول (۴) نتایج تعیین پتانسیل فرسایش‌پذیری خاک‌های برداشت شده از کانون‌های ریزگرد استان خوزستان، ارائه شده است. با توجه به جدول (۴) و بر اساس نظریه Chepil (1945) در جدول (۳)، میزان فرسایش‌پذیری خاک‌های برداشت شده از کانون‌های ریزگرد استان خوزستان زیاد بوده و قطر غالب ذرات خاک ۰/۵ – ۰/۱۵ میلیمتر و ۰/۱ - ۰/۰۵ میلیمتر که نسبت به فرسایش بادی مستعد می‌باشند. بنابراین تمامی نمونه‌های جمع‌آوری شده از کانون‌های ریزگرد استان خوزستان، حساس به فرسایش بادی هستند.

جدول ۴: تعیین پتانسیل فرسایش‌پذیری خاک‌های برداشت شده از کانون‌های ریزگرد استان خوزستان

مشخصات نمونه	قطر میانه (D_{50}) (میلیمتر)	قطر میانگین (میلیمتر)	قطر غالب ذرات (میلیمتر)	فرسایش‌پذیری خاک
۱	۰/۵۲۷	۰/۳۸۳	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۲	۰/۳۱۴	۰/۳۰۲	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۳	۰/۴۱۷	۰/۳۰۵	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۴	۰/۲۷۱	۰/۲۹۰	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۵	۰/۳۱۶	۰/۳۱۸	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۶	۰/۲۹۸	۰/۳۰۵	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۷	۰/۲۶۴	۰/۲۶۵	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۸	۰/۲۲۹	۰/۲۵۱	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۹	۰/۲۹۰	۰/۲۸۷	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد
۱۰	۰/۱۸۷	۰/۲۰۵	۰/۰-۱۵/۵, ۰/۰-۰۵/۱	زیاد

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در غرب و جنوب غرب ایران، فرسایش بادی در رده‌ی یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی قرار دارد (Ebrahimian et al, 2013) که باعث می‌شود در خاک، روند قهقرایی به وجود آید (Webb et al 2017 ,). مکان یابی مناطق حساس به فرسایش بادی یکی از راهکارهای مهم در تثبیت می‌باشد. نظر به اهمیت موضوع، در این پژوهش به برآورد میزان فرسایش پذیری و سرعت آستانه در کانون ریزگرد ماهشهر، امیدیه و هندیجان در ارتباط با واحدهای اراضی پرداخته شده‌است. همچنین از مدل فیزیکی دستگاه سنجش فرسایش بادی به‌عنوان روشی نسبتاً آسان و در عین حال دقیق برای برآورد توان فرسایش بادی و مقدار رسوبدهی اراضی استفاده شد. نتیجه‌ی پژوهش Mohammadnia و همکاران(2022) نیز مؤید استفاده از تونل باد به‌عنوان روشی دقیق برای برآورد حساسیت پذیری خاک است. اگرچه تغییر در شرایط طبیعی خاک به‌ویژه ساختمان آن در حین انتقال به آزمایشگاه از محدودیت‌های این روش است(اختصاصی،۱۳۷۲). در این پژوهش، از قسمت‌های مختلف واحداراضی، نقاطی

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

به‌عنوان نمونه انتخاب شد و بعد از برداشت، سرعت آستانه فرسایش بادی و میزان فرسایش آن با استفاده از دستگاه تونل باد ثابت برآورد شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان فرسایش با استفاده از دستگاه تونل باد نشان داد که در مناطق مذکور خاک دارای فرسایش پذیری زیاد بوده و با افزایش سرعت باد میزان فرسایش هم به‌طرز چشمگیری افزایش می‌یابد. اگرچه رابطه بین سرعت فرسایش باد و سرعت باد به ویژگی های سطح خاک بستگی دارد، فرسایش بادی نیز مستقیماً به خصوصیات فیزیکی خاک بستگی دارد. همچنین مطالعات سرعت آستانه در واحدهای اراضی بیانگر آن است که سرعت آستانه در واحدهای اراضی مورد مطالعه در سطح کانون ۶ الی ۱۷ متر بر ثانیه متفاوت است، به طوری‌که این شرایط به خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک سطحی و درصد ذرات بزرگ‌تر از ۰/۸۴ میلی‌متر بستگی دارد. بازه ۶ متر بر ثانیه به‌عنوان کمترین سرعت آستانه مربوط به دشت رسوبی جراحی-ماهشهر واقع در شمال غرب کانون که نشان دهنده حساسیت بالای خاک منطقه به فرسایش بادی است، از طرفی وسعت این مناطق هم بسیار زیاد است و این مورد می‌تواند یک تهدید جدی برای شهرهای ماهشهر، امیدیه و هندیجان و کانون های جمعیتی مجاورش باشد. بیشترین میزان بادبردگی و نرخ فرسایش بادی مربوط به آبرفت‌ها و مخروط افکنه‌های بادبزنی شکل تاقدیس هندیجان بود که در جنوب شرق کانون مربوطه قرار دارد، آبرفتهای بادبزنی شکل که توسط رودهای موقت در پای کوههای تاقدیس رگ سفید واقع در شرق هندیجان رسوبگذاری شده اند، چون مواد منتقله توسط رودهای موقت بیشتر ریزدانه و از مارن‌ها هستند بنابراین میزان سنگریزه در این آبرفتها کم است؛ به این علت فرسایش پذیری این خاکها خیلی زیاد بوده و در مراحل اولیه بایستی تثبیت شوند، این نتایج با نتایج Abbasi (2021) که منجر به تهیه نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی در این کانون ریزگرد شده است همخوان بود. مطالعات مربوط به دانه‌بندی و اندازه گیری قطر میانه، میانگین و غالب ذرات نیز نشان دهنده‌ی حساسیت بالای نمونه ها نسبت به فرسایش بادی بود. از آنجا که قطر غلب تمام ذرات نمونه‌ها در محدوده ی ۰/۵ - ۰/۱۵ میلیمتر و ۰/۱ - ۰/۰۵ میلیمتر بود، پتانسیل فرسایش پذیری تمامی نمونه‌ها در محدوده مورد مطالعه زیاد است. البته در این نظریه فقط از یک عامل در تشخیص پتانسیل فرسایش پذیری خاک استفاده شده است و سایر پارامترهای مؤثر در فرسایش پذیری در نظرگرفته نشده است و لذا در برآورد فرسایش نمی‌توان تنها به این نظریه اکتفا کرد. گستردگی مناطق برداشت فرسایش بادی در استان خوزستان، شناسایی مناطق حساس به فرسایش بادی را الزام می‌کند. الویت تثبیت اراضی باحساسیت زیاد، کلید راهگشای موفقیت در عملیات اجرایی مهار کانون های ریزگرد و ماسه‌های روان است. دشت‌های متعدد کوچک و بزرگ واقع در این منطقه از کشور به‌طور عمده از نهشته‌های آبرفتی و رسوبات ریزدانه رودخانه‌های کرخه، دز، جراحی، هندیجان و شاخه‌های آن‌ها پوشیده شده‌است که بستر مناسبی برای تبدیل‌شدن به کانون‌های فرسایش بادی و گردوغبار به‌شمار می‌رود. علاوه بر آن وجود رسوبات بادرفتی، تپه‌های ماسه‌ای و شنزارهایی که در مناطق مختلف این قسمت از کشور از شمال غرب کرخه تا اطراف اهواز وجود دارد باعث تشدید پدیده گردوغبار می‌شود. در نهایت باید عنوان گردد که تمرکز بخش اجرا باید بر روی تثبیت قسمت های حاشیه‌ای جنوب شرق و شمال غربی کانون‌های ماهشهر، امیدیه و هندیجان قرار گیرد و در مراحل بعدی قسمت‌های شرق و شمال شرق و مرکزی کانون، تا بتوان بخش اعظمی از مناطق فرسایش‌پذیر را تثبیت نمود و در حدلقل زمان ممکن بهترین نتایج را در ارتباط با مقابله با فرسایش بادی و وقوع

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

گردوغبار داشت. همچنین برای درک کامل و الویت بندی دقیق‌تر نسبت به تثبیت مناطق حساس به فرسایش بادی در کانون ماهشهر، امیدیه و هندیجان توصیه می‌شود مطالعات خاک‌شناسی و پوشش گیاهی هم انجام شود.

۶- سپاس‌گزاری

باتشکر از مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور به دلیل در اختیار گذاشتن دستگاه تونل بادی، آزمایشگاه و کمک های بی دریغ که از این پژوهش پشتیبانی کردند.

فهرست منابع

1. Abbasi H.R. 2021. land sensitivity to wind erosion in Omidiyeh-Hendijan-Mahshahr dust sources, Technical report, Research institute of forests and Rangelands Iran, p.105.
2. Abbasi H.R, Gohardost,. A, Khaksarian., F and Baranizadeh.,M.R, 2021, Determining the sensitivity of land to wind erosion using field data in Hamon Baringak, Sistan, Natural Environment Hazards, 11(33), 121-134.
3. Ahmadi H. Applied Geomorphology Book. Tehran: Tehran University Publication; 1995; 613 p.455-456.
4. Amin, P. and Azimzadeh, H. R. 2015. The effect of desert pavement on soil wind erodibility and wind erosion threshold velocity Case Study: Ebrahimabad basin of Mehriz (Yazd). Quantitative Geomorphological Research, 4(2): 90-104.
5. Ayazi, Z., Mesbahzadeh, I., Ahmadi, H. and Mashhadi, N. 2016. Investigation of sedimentometric power in geomorphological facies using wind tunnel and Orifar model (Case study: Aran Kashan), Journal of Desert Management, No. 8, pp. 70-83
6. Azimzadeh, H., Ekhsati, M. 2004. Wind erosion investigating the effect of physical and chemical properties of soil on Threshold velocity of wind erosion (case study: Yazd-Ardakan Plain). Natural Resources Journal, Volume 57, Number 2, pp.
7. Chepil, W.S. 1945. Dynamics o wind erosion: III. The transport capacity of the wind . soil sci., 60:475-480.
8. Ebrahimian, S. Nahtani, M. Mohammadi, S. Rifatpour, S. 2013. Investigating the damage caused by fine dust on agriculture and environment. Third National Conference on Wind Erosion and Dust Storms. Yazd University, 8 p.
9. Ebrahimi Drche, K., Jannat Rostami, M. Jalali, M. Jafarian, A. 2010. Estimation of wind erosion using IRIFR.E.A method, National Conference on Watershed Management Science and Engineering, Department of Watershed Engineering, Faculty of Natural Resources, pp. 1-8
10. Fathizad, H., Tazeh, M. and Kalantari, S. 2016. Assessment of pixel-based classification (Artmap Fuzzy Neural Networks and Decision Tree) and object-oriented methods for land use mapping (Case Study: Meymeh, Ilam Province). Arid Biome, 5: 69-81.
11. Fister, W. and Ries, J. B. 2009. Wind erosion in the central Ebro Basin under changing land use management. Field experiments with a portable wind tunnel, Journal of Arid Environments, V73. pp 996-1004.
12. Ghaemi,A. 2015. Introduction and capabilities and limitations evaluation of aeolian Eight Directional Sand Trap (EDST) (*In Persian*).

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]

13. Khosravi, F., Tazeh, M., Saremi naeini, Ma. and Kalantari, S. 2020. Evaluation and comparison of Image J and GIAS softwares with mechanical sieving in automatic particle-size distributions. Arid Biome, 9(2): 29-42.

14. Lal, R., and Stewart, B.A. 1990. Soil degradation: a global threat. Advances in Soil Science.11: 12-16.

15. Leys, J.F., and Raupach, M.R. 1991. Soil flux measurements using a portable wind erosion tunnel. Austr. J. Soil Res. 29: 4. 533-552.

16. MohammadKhan, S. and Kashfi, F. s. 2014. The directions of wind-blown sand transport in Ardestan region through the temporal comparison of sand dune morphometry and wind characteristics, Quantitative Geomorphology Researches, year, number 4, 1 pp. 74.

17. Mahmoodabadi, M. Dehghani, F. and Azimzadeh, H.R. 2011. Effect of soil particle size distribution on wind erosion rate. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 1(1): 81-98. (*in Persian*).

18. Mohammadnia, M. AmirAhmadi, A. , Zangane Asadi, M.A. 2022.Sensitivity of geomorphological facies using wind tunnel Case study: Gonabad TownShip, Journal of Physical Geography Research Vol.54, No.1.

19. Mahmoudabadi, M. Dehghani, F. Azimzadeh, H. 2018. A study of the effect of soil particle size distribution on the intensity of wind erosion. Soil management and sustainable production, periodical, 1 issue, 1 pp.

20. Noorzadeh Haddad, M. and Landi, A. 2018. Mineralogy study and sensitivity of fine dust production sources to gravel cover in the soil surface, a case study of western lands of Khuzestan province, Ahar Geographical Space Quarterly, Vol. 18, No. 64, pp. 61-74.

21. Saad al-Din, A. Akhzari, D. and Nora, N. 2010. Predicting the Effects of Vegetation Management Scenarios on Wind Erosion Risk (Case Study South of Varamin Plain), Journal of Soil and Water Conservation Research, Vol. 17, No. 1, pp. 63-80.

22. Webb, N. P., Van Zee, J. W., Karl, J. W., Herrick, J. E., Courtright, E. M., Billings, B. J., & Hand, J. L. 2017. Enhancing wind erosion monitoring and assessment for US rangelands. Rangelands, 39(3-4), 85-96.

23. Webb, N. P., Galloza, M. S., Zobeck, T. M. and Herrick, J. E. 2016. Threshold wind velocity dynamics as a driver of aeolian sediment mass flux, Aeolian Research. V20. pp. 45-58.

24. Zamani, S. and Mahmoodabadi, M., 2013. Effect of particle-size distribution on wind erosion rate and soil erodibility. Archives of Agronomy and Soil Science, 59(12): 1743-1753.

25. Zhang, G., Li, L., Tang, W., Liu, L., Shi,P., Han, X. and Da, J. 2023. Wind erosion from crusted playa surfaces by no saltation and with saltation: A comparison through laboratory wind tunnel experiments, International Soil and Water Conservation Research, Vol 11, P, 518-527.

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.204]