



مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

پژوهش‌های آبخیزداری

شاپا: ۲۰۳۸-۲۹۸۱



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

شناسایی و پایش منابع گرد و غبار و ماسه‌های روان در مناطق جلغا، شوش قوم و گیلدیر، استان آذربایجان شرقی

هوشنگ بهروان^{۱*}، جمشید یاراحمدی^۲، حمیدرضا عباسی^۳

۱ و ۲ - استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و

آبخیزداری، تبریز، ایران

۳ - استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، گروه تحقیقات تپه‌های شنی، تهران، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف

گرد و غبار یکی از مسائل زیست‌محیطی است که بر کیفیت و آلودگی هوا، سلامت انسان، حاصل‌خیزی خاک، و بسیاری از جنبه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی جامعه را تأثیرگذار است. فرسایش بادی و تحرک تپه‌های ماسه‌ای پیامدهای نامطلوب محیط‌زیستی به‌دنبال دارد. شناسایی عامل‌های مؤثر بر تحرک ماسه‌ها و پیش‌بینی وضعیت آن‌ها در آینده، برای مهار فرآیند فرسایش بادی ضروری است. هدف این پژوهش شناسایی و پایش منابع گرد و غبار و ماسه‌های روان در مناطق جلغا، شوش قوم و گیلدیر بود.

مواد و روش‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی باد، شناسایی منابع تولید ریزگرد، اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی با استفاده از شاخص RDD انجام شد. همچنین، اندازه‌گیری سرعت آستانه و شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه تونل باد انجام شد. برای بررسی اثر تغییر اقلیم به‌ویژه باد در فعالیت ماسه‌ها و به‌منظور پیش‌بینی احتمال تحرک تپه‌های ماسه‌ای و ماسه‌زارها و گرد و غبار ناشی از آن‌ها از روش جهانی لنکستر استفاده شد.

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: h.behrawan@areeo.ac.ir

استناد: بهروان، ه.، یاراحمدی، ج.، عباسی، ج.ر. ۱۴۰۳. شناسایی و پایش منابع گرد و غبار و ماسه‌های روان در مناطق جلغا، شوش قوم و گیلدیر، استان آذربایجان شرقی. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۷ (۳): ۵۳-۳۵.

شناسه دیجیتال: 10.22092/WMRJ.2023.363055.1548

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۳۰، تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۳، دوره ۳۷، شماره ۳، شماره‌ی پیاپی ۱۴۴، پاییز ۱۴۰۳، صفحه‌های ۳۵ تا ۵۳.

©نویسندگان

ناشر: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس



نتایج و بحث

نتایج شاخص لنکستر نشان داد ۱۰٪ از سال‌های آماری (۱۹۹۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) در وضعیت فعال بودند. در حالی که، تحرک نداشتن تپه‌های ماسه‌ای (غیرفعال) از نظر شاخص لنکستر ۲۶٪ از سال‌های آماری را کسب کرد؛ در ۶۵٪ از سال ۲۰۲۰، بیشترین تپه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای بودند که وضعیت فعال یا تحرک ماسه‌ای داشتند. زمین‌های کانون ریزگرد جلغا عمدتاً از جنس زمین‌های واریزه‌های بادبزی شکل سنگ‌ریزه دار و شیب‌دار است و زمین‌های کانون ریزگرد شوش قوم و گیلدیر عمدتاً ترکیبی از جنس کوه‌ها، دشت‌های دامنه‌ای و دشت‌های سیلابی است. نتایج آزمایش‌های تونل باد روی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح زمین‌های منطقه جلغا نشان داد که آستانه فرسایش خاک ۸ متر بر ثانیه بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج این پژوهش، دیم‌زارهای رهاشده، مراتع فقیر، بستر خشک رودها و آبراهه‌های فصلی و غیره در شرایط فراهم بودن عامل‌های محیطی و همراه بودن عامل‌های نامساعد اقلیمی، از منابع بالقوه تولید گرد و غبار و ریزگرد هستند، ولی زمین‌های مزبور در استان آذربایجان شرقی به شکل پراکنده هستند و در شرایط و زمان‌های خاص می‌توانند در حجم قابل توجهی ریزگرد تولید کنند.

واژگان کلیدی: شاخص RDD، کیفیت و آلودگی هوا، سلامت انسان، گرد و غبار، روش لنکستر

مقدمه

برف و یخچال‌های طبیعی (کوتوزوف و همکاران ۲۰۱۹)، پوشش گیاهی، نیروگاه‌های خورشیدی تأثیرگذار باشند. ذرات غبار سنگین‌ترین ذرات در جو زمین هستند و در مقیاس‌های همدیدی مانند ال‌نینو به وجود می‌آیند (لی و همکاران ۲۰۲۱؛ لابان و بات ۲۰۲۱). افزون بر این، طوفان‌های گرد و غبار مستقیماً بر پوشش گیاهی (خوسفی و همکاران ۲۰۲۰؛ حمزه و همکاران ۲۰۲۲)، بافت خاک و اندازه بارش (دار و همکاران ۲۰۲۲) تأثیرگذار هستند.

بیابان‌ها بزرگ‌ترین منبع طوفان‌های گرد و غبار در جهان هستند (میدلتون و همکاران ۲۰۱۷). با این حال، برخی از دریاچه‌های خشک‌شده نیز به شکل ناگهانی به عنوان 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 میان قزاقستان و ازبکستان است (کرمی و همکاران ۲۰۲۱؛ اوپ و همکاران ۲۰۱۷)، یکی از شناخته‌شده‌ترین دریاچه‌های خشک‌شده است. دریاچه‌های هامون در منطقه سیستان در ایران (میری و همکاران ۲۰۲۱) و دریاچه ارومیه در ایران (مردی و همکاران ۲۰۱۸؛ بروغانی و همکاران ۲۰۱۹؛ حمزه و همکاران ۲۰۲۰) دو منبع دیگر گرد و غبار هستند. ترکیب شیمیایی و اندازه دانه‌های ذرات معلق در هوا که به وسیله طوفان‌های گرد و غبار از بستر دریاچه‌های خشک برداشته می‌شوند با طوفان‌های گرد و غبار بیابانی و بیشتر طوفان‌های گرد و غبار شور که از یک دریاچه خشک برداشته می‌شوند، متفاوت است (اوپ و همکاران ۲۰۱۷). آئروسول‌های نمکی به مدت طولانی در جو، معلق هستند (لیو و همکاران ۲۰۱۱).

شناسایی مناطق تولید گرد و غبار اولین گام برای مقابله با این پدیده است. استان آذربایجان شرقی از جمله این مناطق

طوفان‌های گرد و غبار نیز مشابه سیل، زلزله، آتش‌فشان‌ها و خشک‌سالی، از بلاهای طبیعی هستند که هر ساله بر زندگی میلیون‌ها نفر در سراسر جهان تأثیرگذار هستند (میدلتون ۲۰۱۹). طوفان‌های گرد و غبار به سلامت انسان و ساختار تنفسی (گودی ۲۰۱۹)، زیرساخت‌ها (میدلتون ۲۰۱۷)، حمل‌ونقل جاده‌ای و هوایی (باداک و همکاران ۲۰۱۳)، بهره‌وری کشاورزی (استفانسکی و سیواکومار ۲۰۰۹) و غیره آسیب می‌رسانند. صحرای صحرا در آفریقا مهم‌ترین منبع گرد و غبار در جهان است که هر ساله ذرات زیادی از غبار را وارد جو زمین می‌کند. صحرای صحرا بزرگ‌ترین بیابان جهان است که قلمرو ده کشور شمال آفریقا است و مساحتی معادل ۹ میلیون کیلومترمکعب دارد. بر پایه گزارش کوک و همکاران (۲۰۲۱)، مناطق آفریقای شمالی تقریباً نیمی از گرد و غبار جهانی را منتشر می‌کنند. مناطق خاستگاه خاورمیانه و آسیای مرکزی در رتبه دوم هستند و حدود ۳۰٪ از غلظت گرد و غبار جهانی را تشکیل می‌دهند. در نتیجه، منطقه خاورمیانه با منابع پرشماری از گرد و غبار به عنوان یکی از بحرانی‌ترین مناطق انتشار گرد و غبار به شمار می‌آید. منابع گرد و غبار شامل بیابان‌ها، پلایا، زمین‌های کشاورزی، مراتع، دریاچه‌های خشک، رودها، دشت‌های سیلابی، بیابان‌های سنگی، تپه‌های شنی، پالئولک‌ها، پالئومرها، دشت‌های سیلابی، دلتاهای داخلی و واحه‌ها است (حمزه و همکاران ۲۰۲۲).

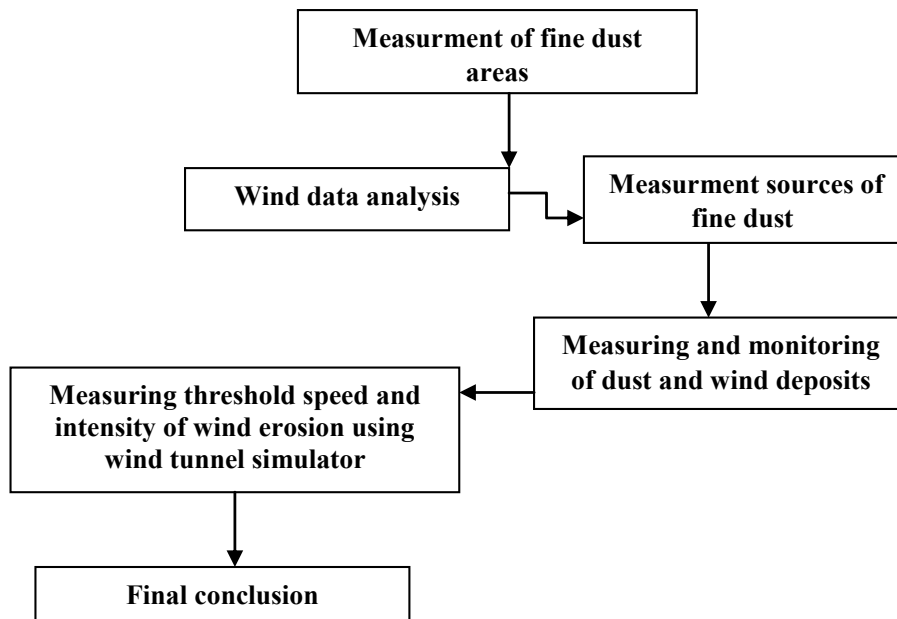
طوفان‌های گرد و غبار یکی از جدی‌ترین مخاطره‌های طبیعی هستند که می‌توانند بر تغییرات آب و هوا (آن و همکاران ۲۰۱۸؛ شپانسکی و همکاران ۲۰۱۸؛ صالحی و همکاران ۲۰۱۹)، زندگی دریایی (بالی و همکاران ۲۰۱۹)، زندگی جانوران (ناجی و طاهر پور ۲۰۱۹)، جنبه‌های گوناگون سلامت و زندگی انسان (آردون و همکاران ۲۰۲۰؛ اوپ و همکاران ۲۰۲۱)، پوشش

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعه شده (استان آذربایجان شرقی)

استان آذربایجان شرقی با مساحت ۴۵۴۹۰/۹ کیلومتر مربع در شمال غربی فلات ایران است که از شمال به وسیله رود ارس با جمهوری آذربایجان، ارمنستان و ایالت خودمختار نخجوان، از غرب به دریاچه ارومیه و رود قطور، از جنوب به زنجان و از شرق به کوه‌های سبلان، چهل نور و گردنه صائین و دره رود از استان اردبیل محدود است. منطقه جلفا در مختصات جغرافیایی $38^{\circ} 55' 29''$ تا $38^{\circ} 56' 38''$ عرض شمالی و $45^{\circ} 41' 37''$ تا $45^{\circ} 43' 47''$ طول شرقی در کرانه رود ارس و مرز کشور جمهوری آذربایجان است شکل (۳). منطقه تولید گرد و غبار شوش قوم و گیلدیر به ترتیب در مختصات جغرافیایی $38^{\circ} 17' 09''$ عرض شمالی و $47^{\circ} 01' 26''$ طول شرقی و $38^{\circ} 15' 35''$ عرض شمالی و $46^{\circ} 54' 58''$ طول شرقی هستند. بلندی این مناطق به ترتیب ۱۵۷۴ و ۱۷۹۴ متر از سطح دریا است. این مناطق با فاصله تقریبی ۳ تا ۵ کیلومتری از یکدیگر و در فاصله ۸۰ کیلومتری از تبریز و ۱۰ کیلومتری شهرستان هریس می‌باشند شکل (۳).

است که در سطوح گوناگون نیازمند اقدام‌های اجرائی برای کاهش و جلوگیری از تولید گرد و غبار است. از این رو، در این پژوهش منابع تولید گرد و غبار و ریزگرد در سطح مناطق استان آذربایجان شرقی شناسایی و بررسی شد. از اهداف اصلی این پژوهش می‌توان به شناسایی و تعیین مناطق اصلی و بحرانی تولید ریزگرد، تعیین ویژگی‌های عمومی منابع تولید ریزگرد، اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی در استان آذربایجان شرقی اشاره کرد. با وجود تپه‌های ماسه‌ای گوناگون در سطح استان آذربایجان شرقی این استان به شکل بالقوه به کانون تولید گرد و غبار تبدیل شده است. مساحت حاشیه خشک شده دریاچه ارومیه به عنوان بزرگ‌ترین کانون بالقوه تولید گرد و غبار در استان آذربایجان شرقی در بخش‌های شمال، شرق و جنوب شرق این استان حدود ۲۲۸۰۰۰ هکتار است و مساحت حساس‌ترین ناحیه به فرسایش بادی در کانون‌های جلفا، شوش قوم، گیلدیر، آقا قومی (نظلولو) و قوم تپه، ۲۰۵۳/۷ هکتار است.



شکل ۱- کارنمای کلی تشخیص گرد و غبار با استفاده از شاخص باد.

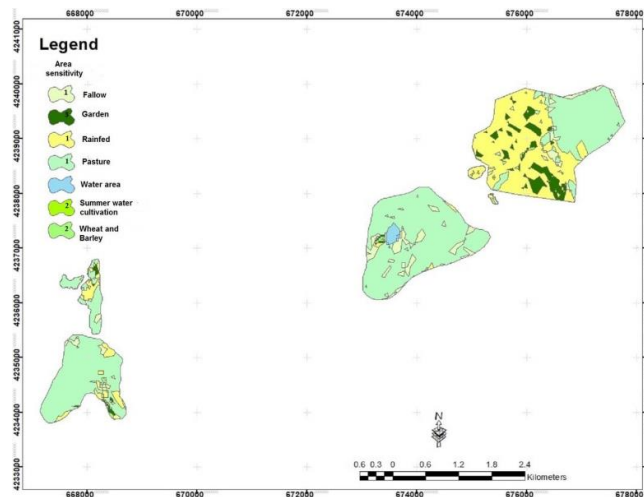
Figure 1- Flowchart of dust detection using wind index.

با استفاده از نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های باد و روی هم‌گذاری با نقشه تپه‌های ماسه‌ای (به دست آمده از طرح شن‌زارهای کشور) و با در نظر گرفتن زمین‌ریخت‌شناسی ناهمواری‌های ماسه‌ای و همچنین با استفاده از تصاویرهای ماهواره‌ای حدود منابع ریزگرد شناسایی شد (شکل ۱ و ۲). موقعیت نقاط نمونه برداری خاک (تا ژرفای تا ۹۰ سانتی‌متر) و مناطق تولید ریزگرد در شکل ۳ نشان داده شده است.

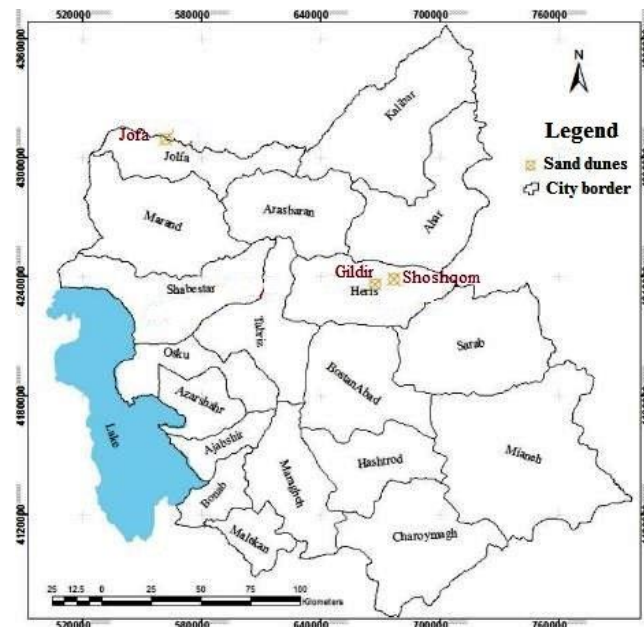
روش‌های شناسایی مناطق تولید ریزگرد تجزیه و تحلیل داده‌های باد

با استفاده از آمار و اطلاعات مربوط به داده‌های باد (سمت و سرعت باد) ایستگاه‌های هواشناسی و محاسبه شاخص ظرفیت حمل ماسه برای حمل نهایی رسوبات بادی، مشخصات بادهای فرساینده شناسایی شد.

شناسایی منابع تولید ریزگرد



شکل ۲- نقشه کاربری زمین‌های منطقه مطالعه‌شده.
Figure 2- Land use map of the studied region.



شکل ۳- موقعیت محل‌های نمونه‌برداری خاک و مناطق تولید ریزگرد در سطح جلغا، شوش‌قوم و گیلدیر.
Figure 3- The location of soil sampling sites and dust production areas in Jolfa, ShoshQom and Gildir.

همچنین، برای تهیه مدل مناسب زمین‌آمار، آستانه فرسایش بادی به‌وسیله تونل باد در نمونه‌های دست‌نخورده آماده‌شده در سینی با ابعاد $5 \times 50 \times 30$ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد، و اندازه رسوبات بادی نیز برای هر نمونه که معرف واحد زمین بود با استفاده از رسوب‌گیرهای ساخته‌شده در سرعت‌های باد ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ متر بر ثانیه تونل باد اندازه‌گیری شد.

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

در این پژوهش از دستگاه تونل باد آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، برای اندازه‌گیری سرعت آستانه و شدت

اندازه‌گیری و پایش تولید گرد و غبار و رسوبات بادی اندازه‌گیری در سطح منبع تولید ریزگرد

اندازه‌گیری تولید ریزگرد در سطح کل منطقه و در شرایط گستردگی منطقه در بخشی از آن که نمایانگر کل منطقه باشد، انجام شد. سپس، در سطح هر یک از واحدهای تفکیک‌شده زمین و بر اساس تجزیه و تحلیل بادهای فرساینده به‌ویژه شاخص (RDD) برای تعیین حمل نهایی رسوبات بادی از شاخص مدرج (پیکه‌کوبی) یا رسوب‌گیرهای مناسب استفاده شد. در این پژوهش با استفاده از شاخص مدرج اندازه‌بردگی در سرعت‌های گوناگون باد و در پایه‌های زمانی ثابت (۲ دقیقه) اندازه‌گیری شد.

و آبراهه‌های فصلی و غیره در شرایط فراهم بودن عامل‌های محیطی و همراه بودن عامل‌های نامساعد اقلیمی، از منابع بالقوه تولید گرد و غبار و ریزگرد هستند، ولی زمین‌های مزبور در استان آذربایجان شرقی به شکل پراکنده هستند و در شرایط و زمان‌های خاص به شکل سطوح یکپارچه و گسترده می‌توانند در حجم قابل توجهی ریزگرد تولید کنند. اهمیت و جنس سطوح تولید گرد و غبار در استان آذربایجان شرقی در دو نقطه از این استان بررسی شد. گفتنی است در استان آذربایجان شرقی زمین‌های شن‌زار و تپه‌های ماسه‌ای به شکل محدود و فقط در ۴ نقطه از شهرستان‌های جلفا، شبستر و هریس وجود دارد. هم‌اکنون شن‌زارهای شهرستان‌های شبستر (مناطق قوم‌تپه و آقاومی) و هریس (مناطق گیلدیر و شوش قوم) به شکل فعال قابل مشاهده و بررسی هستند. موقعیت پراکنش کانون‌های ریزگرد مناطق جلفا، شوش قوم و گیلدیر در شکل ۳ نشان داده شده است.

منطقه تولید ریزگرد جلفا

وضعیت باد و تحلیل شاخص لنکستر

در این پژوهش، برای محاسبه شاخص تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای از اطلاعات هواشناسی ایستگاه همدید جلفا که در ۷ کیلومتری منطقه پژوهش بود، استفاده شد. آمار درصد ماهانه سرعت بادهای بیشتر از سطح آستانه فرسایش ($m/sec > 6$) مشاهده‌ای در ایستگاه هواشناسی جلفا در بازه زمانی (۱۹۹۰-۲۰۲۰) در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جدول ۸۴٪ از بادهای ثبت شده در این ایستگاه سرعت کمتر از ۶ متر بر ثانیه داشتند. در این میان، تمرکز شدیدترین بادهای مشاهده‌ای در ماه‌های جولای، آگوست و ژوئن به ترتیب ۴۹، ۴۱/۷ و ۲۸٪ بود.

فرسایش بادی استفاده شد. سرعت آستانه فرسایش در روش محاسبه‌ای با اندازه‌گیری اندازه بادبردگی در سرعت‌های گوناگون، با استفاده از معادله خط بادبردگی و سرعت باد، هنگامی که اندازه بادبردگی به صفر نزدیک شود، محاسبه شد.

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

اندازه فرسایش خاک بر اساس اندازه وزن بادبردگی (kg m^{-2}) در سرعت‌های گوناگون باد و در پایه‌های زمانی ثابت (min^{-1}) دقیقه اندازه‌گیری می‌شود.

شاخص تحرک و فعالیت تپه‌های ماسه‌ای

لنکستر (۱۹۸۹) به منظور تعیین فعالیت تپه‌های ماسه‌ای با در نظر گرفتن سه عامل محیطی، رابطه ۲ را پیشنهاد داد. برای اولین بار، از این شاخص در بیابان کالاهاری استفاده شد و بعدها برای مطالعه تپه‌های ماسه‌ای جنوب آفریقا و آمریکا واسنجی شد.

$$M = w / (p / p_e) = (w * p_e) / p \quad (2)$$

M : اندازه فعالیت رسوبات بادی مانند تپه‌های ماسه‌ای، w : درصد فراوانی بادهای با سرعت بیش از سرعت آستانه فرسایش (m/s) در بلندی ۱۰ متری از سطح زمین، p : میانگین سالانه بارندگی (میلی‌متر بر سال)، p_e : ظرفیت سالانه تبخیر و تعرق (میلی‌متر) است.

نتایج

شناسایی منابع تولید گرد و غبار

بر اساس نتایج این پژوهش، بسیاری از زمین‌ها مانند دیم‌زارهای رها شده، مراتع فقیر و بیابانی، بستر خشک رودها

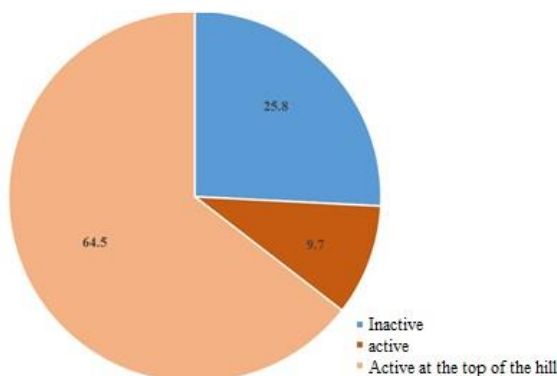
جدول ۱- درصد فراوانی ماهانه طبقه‌های سرعت باد در ایستگاه هواشناسی جلفا (۱۹۹۰-۲۰۲۰).

Table 1- Monthly frequency percentage of wind speed classes in Jolfa Meteorological Station (1990-2020).

Month	<6	6-10	11-15	16-20	>20	>6%	Mean
Jan	96.00	3.73	0.26	0.01	0.00	4.00	1.29
Feb	92.30	7.05	0.61	0.05	0.00	7.70	1.62
Mar	90.26	8.51	0.98	0.22	0.03	9.74	1.84
Apr	88.29	10.17	1.42	0.11	0.00	11.71	2.03
May	86.93	11.70	1.12	0.24	0.01	13.07	2.31
Jun	71.70	24.43	3.58	0.27	0.01	28.30	3.73
Jul	51.00	40.43	8.14	0.42	0.01	49.00	5.53
Aug	58.33	35.74	5.62	0.29	0.01	41.67	4.83
Sep	80.96	17.44	1.50	0.10	0.00	19.04	2.78
Oct	93.30	6.28	0.38	0.04	0.00	6.70	1.40
Nov	96.17	3.46	0.27	0.10	0.00	3.83	0.97
Dec	97.00	2.85	0.15	0.00	0.00	3.00	1.06

شاخص لنکستر در ۲۶٪ از سال‌های آماری تپه‌های ماسه‌ای تحرک نداشتند (غیرفعال) و در ۶۵٪ از این سال‌ها، تپه‌های ماسه‌ای در وضعیت فعال بودند و یا تحرک ماسه‌ها در رأس این تپه‌ها بود (شکل ۴).

پردازش نتایج محاسبه شاخص لنکستر برای منطقه ماسه‌ای جلغا (بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه همدید جلغا) در بازه زمانی (۱۹۹۰-۲۰۲۰) انجام شد. نتایج پردازش شاخص لنکستر نشان داد که ۱۰٪ از سال‌های آماری (سال‌های ۱۹۹۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) وضعیت فعال داشتند این درحالی بود از نظر

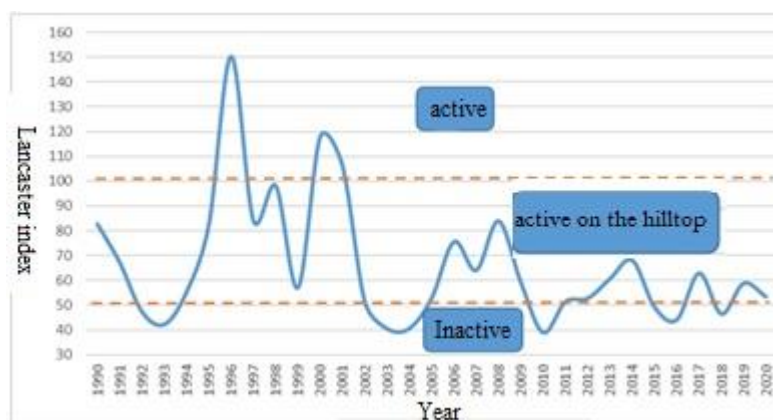


شکل ۴- درصد فراوانی شاخص لنکستر در ایستگاه جلغا (۱۹۹۰-۲۰۲۰).

Figure 4- Frequency percentage of Lancaster index in Jolfa Station (1990-2020).

در چند سال اول دوره آماری در وضعیت کاملاً فعال بوده‌اند. همچنین، روند تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای در این منطقه در سال‌های اخیر کاهشی بود و به وضعیت غیرفعال متمایل بود (شکل ۵).

تغییرات سالانه شاخص لنکستر در بازه زمانی ۳۰ سال اخیر در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس این شکل در بیشتر سال‌های بررسی شده، تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای در منطقه پژوهش در رأس تپه‌ها به شکل فعال بوده است و فقط



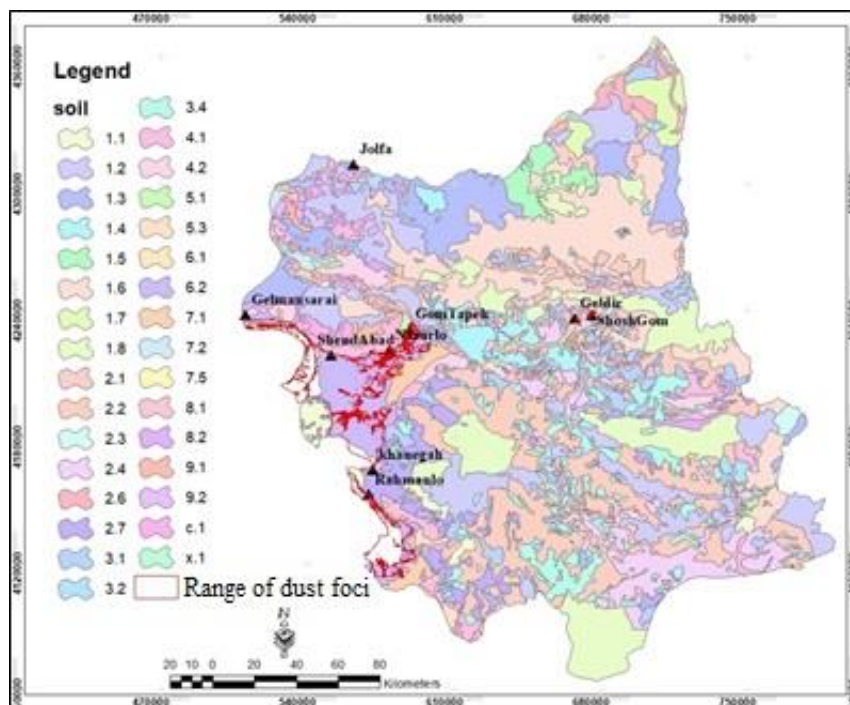
شکل ۵- نمودار تغییرات سالانه شاخص لنکستر در ایستگاه هواشناسی جلغا (۱۹۹۰-۲۰۲۰)

Figure 5- Chart of annual changes of the Lancaster index at Jolfa Weather Station (1990-2020).

زمین، جزو زمین درجه ۸/۱ بودند. این کانون از جنس زمین‌های واریزه‌ای بادبزی شکل سنگ‌ریزه‌دار با پستی و بلندی متوسط تا زیاد بود. در این منطقه پوشش گیاهی کم تا متوسط با خاک کم ژرفا تا نیمه ژرف و بافت متوسط تا سنگین همراه با اندازه زیادی سنگ و سنگ‌ریزه بود. هم اکنون کاربری این منطقه چراگاه فصلی و مرتع با قابلیت کم است. نقشه واحد زمین کانون جلغا در شکل ۶ نشان داده شده است.

گیاتاشناسی و واحدهای زمین

جنس زمین‌های کانون ریزگرد جلغا بیشتر از واریزه‌ای بادبزی شکل سنگ‌ریزه‌دار و شیب‌دار بود که از مواد ریز و درشت و سنگ‌ریزه تشکیل شده است. این مواد، به وسیله رود ارس حمل شده و بر اثر نیروی ثقل و شدت جریان آب در سطوح شیب‌دار به موازات کوه‌های پیرامون بر جای گذاشته شده‌اند. کانون جلغا با مساحت ۵۵/۲ هکتار و در طبقه بندی واحدهای



شکل ۶- نقشه واحدهای زمین جلفا.

Figure 6-Jolfa land unit map.

کواترنری شامل تراس‌های قدیمی، تراس‌های آبرفتی جوان، پهنه‌های رسی، تراس‌های آبرفتی جوان کم ژرفا بود. بررسی سنگ‌شناسی نشان داد که حاشیه‌های رود ارس از نهشته‌های دشت‌های آبرفتی، زمین‌های کشاورزی، آبرفت‌های جدید رودخانه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای است.

خصوصیات خاک

خاک بیشتر زمین‌های کانون جلفا کم‌ژرفا تا نیمه‌ژرف با بافت متوسط تا سنگین بودند که سنگ و سنگ‌ریزه زیادی داشت. نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک ژرفاهای ۹۰-۶۰ و ۶۰-۳۰ و ۳۰-۰ سانتی‌متری از منطقه جلفا در جدول ۲ نشان داده شده است. موقعیت نمونه‌برداری خاک منطقه جلفا در شکل ۶ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمایش نمونه‌های خاک ارس-جلفا.

Table 2- Test results of Aras-Jolfa soil samples.

Depth (cm)	Texture	PH	EC (ds/m)	OC (%)	(T.N.V) (%)	Gypsum (%)	SAR
0-30	sand	8.7	1.06	0.3	*	*	*
60-30	loamy sand	8.2	1.2	0.4	*	*	*
60-90	loamy sand	7.7	1.5	0.2	*	*	*

است. بر اساس نتایج این جدول سرعت آستانه فرسایش خاک ۸ متر بر ثانیه بود.

فرسایش پذیری خاک‌ها

نتایج آزمایش‌های تونل باد روی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح زمین‌های منطقه جلفا در جدول ۳ نشان داده شده

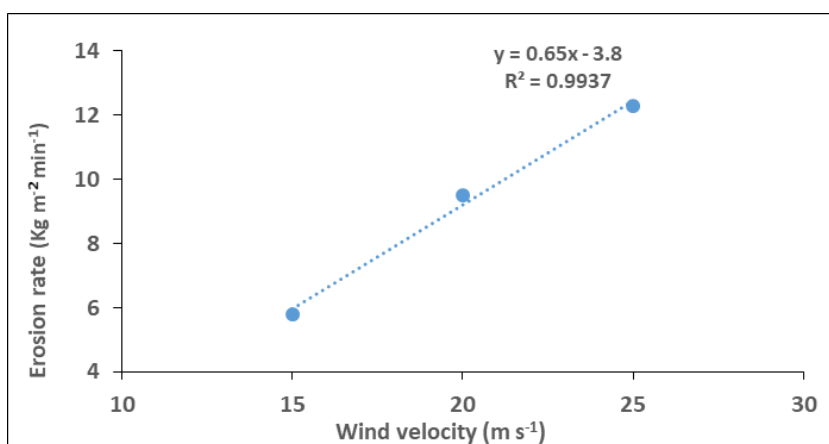
جدول ۳- نتایج آزمایش تونل باد نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح زمین‌های منطقه جلفا.

Table 3- Results of wind tunnel test of soil samples collected from the land surface of Jolfa region.

Name of the sample location	Observed erosion threshold speed (m/s)	Computational erosion threshold speed (m/s)	Sum of wind (kg/m ² /min)
Aras-Jolfa	8	5.84	27.6

به وسیله معادله ریاضی بررسی شد. سپس، داده‌ها روی محور مختصات X که بیانگر سرعت باد و محور مختصات Y که بیانگر اندازه فرسایش بود، برده شدند. بهترین خط برازش شده از نقاط، رسم شد و با امتداد خط به دست آمده و برخورد آن با محور X سرعت آستانه فرسایش تعیین شد. سرانجام، به وسیله برترین معادله ریاضی به دست آمده $(Y = 0.65X - 3.8)$ و در نظر گرفتن اندازه Y برابر با صفر، سرعت آستانه فرسایش (X) برای نمونه‌های خاک ۵/۸۴ متر بر ثانیه به دست آمد.

شکل و رابطه تعیین فرسایش پذیری بادی و سرعت آستانه فرسایش خاک منطقه ارس-جلفا در شکل ۷ نشان داده شده است. سرعت آستانه فرسایش خاک منطقه ارس-جلفا با دو روش مشاهده‌ای و محاسبه‌ای، به ترتیب ۸ و ۵/۸۴ متر بر ثانیه بود. بر اساس شکل ۷ در روش محاسبه‌ای سرعت آستانه فرسایش خاک اندازه بادبردگی در سرعت‌های گوناگون باد و در پایه‌های زمانی ثابت (۲ دقیقه) اندازه‌گیری شد. سپس، رابطه میان بادبردگی و طبقه‌های سرعت به شکل نمودار رسم شد و



شکل ۷- رابطه اندازه فرسایش خاک و سرعت باد برای اندازه‌گیری فرسایش بادی منطقه ارس-جلفا.

Figure 7- The relationship between soil erosion rate and wind speed to measure wind erosion Aras-Jolfa region.

آمار درصد ماهانه سرعت بادهای بیشتر از سطح آستانه فرسایش ($m/sec > 6$) مشاهده‌ای ایستگاه هواشناسی هریس در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جدول ۸۸٪ از بادهای ثبت شده در این ایستگاه سرعت کمتر از ۶ متر بر ثانیه داشتند.

منطقه تولید ریزگرد شوش قوم و گیلدیر وضعیت باد و تحلیل شاخص لنکستر

در این پژوهش، شاخص تحرک پذیری تپه‌های ماسه‌ای از اطلاعات هواشناسی ایستگاه همدید هریس (۲۰۲۰-۲۰۰۸) که در ۱۰ کیلومتری منطقه پژوهش بود، استفاده شد. نتایج

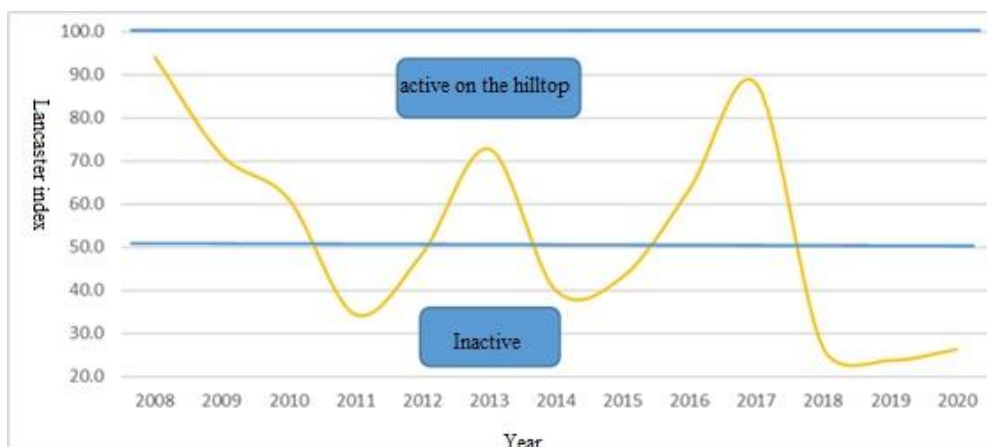
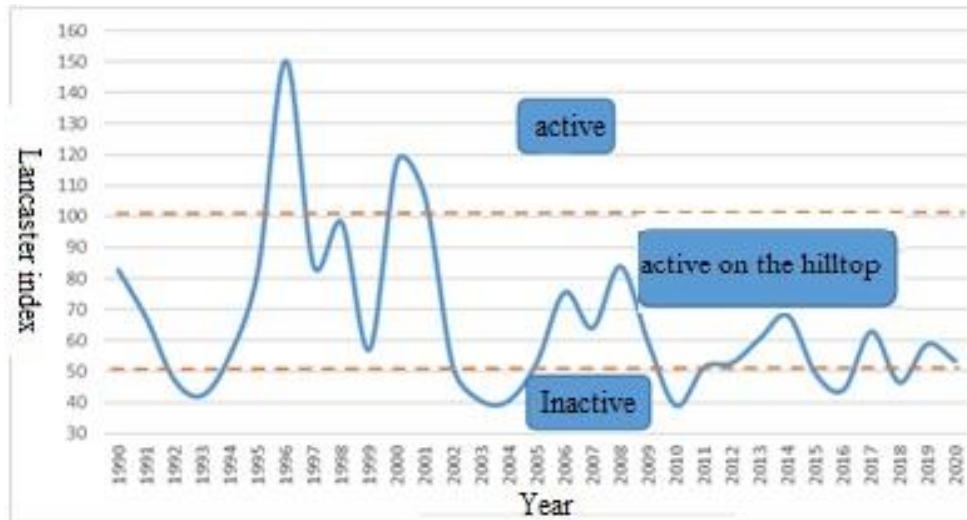
جدول ۴- درصد فراوانی ماهانه طبقه‌های سرعت باد در ایستگاه هواشناسی هریس (۲۰۲۰-۲۰۰۸).

Table 4- Percentage of monthly frequency of wind speed classes at Heris Weather Station (2008-2020).

Month	<6	6-10	11-15	16-20	>20
Jan	91.49	6.21	2.08	0.17	0.04
Feb	91.34	6.32	1.92	0.37	0.05
Mar	79.88	13.13	5.29	1.36	0.34
Apr	78.66	15.65	5.20	0.44	0.04
May	80.94	14.74	3.85	0.48	0.00
Jun	84.95	12.32	2.60	0.09	0.05
Jul	86.14	12.89	0.88	0.09	0.00
Aug	89.36	10.01	0.58	0.04	0.00
Sep	90.59	7.59	1.59	0.18	0.05
Oct	90.53	6.60	2.49	0.39	0.00
Nov	96.07	3.21	0.67	0.04	0.00
Dec	94.40	4.12	1.27	0.21	0.00
%	88.10	9.19	2.34	0.32	0.05

همچنین، روند تحرک پذیری تپه های ماسه ای در این منطقه در سال های اخیر کاهش یافته و به وضعیت غیرفعال متمایل بود (شکل ۸).

تغییرات سالانه شاخص لنکستر در بازه زمانی بررسی شده در شکل ۸ نشان داده شده است. بر اساس این شکل در بیشتر سال های بررسی شده، تحرک پذیری تپه های ماسه ای موجود در این منطقه در رأس تپه ها به شکل فعال بوده است.



شکل ۸- نمودار تغییرات سالانه شاخص لنکستر در ایستگاه هواشناسی هریس (۲۰۰۸-۲۰۲۰).

Figure 8- Chart of annual changes of the Lancaster index at Heris Weather Station (2008-2020).

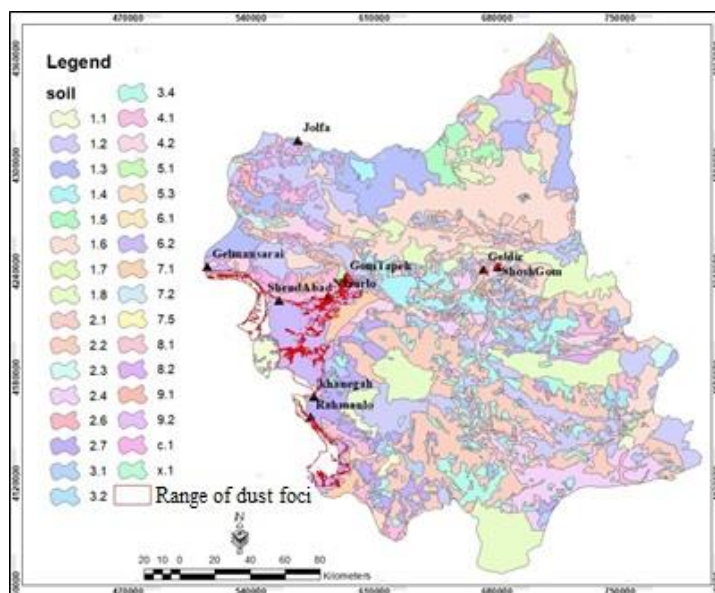
پوشش گیاهی مرتعی نسبتاً خوب بود. هم‌اکنون، این پوشش گیاهی برای چرای فصلی و مرتع‌داری قابل استفاده است. در دامنه های این واحد دیم‌کاری انجام شده است. زمین های حاشیه پایین دست شوش قوم، دشت دامنه ای و واحدهای زمین درجه ۴/۲ بودند. در این زمین ها ذرات ریز از بلندی ها به وسیله رودهای فصلی انتقال یافته و سپس در قسمت های مسطح بعد از واریزه های بادبزی شکل برجای گذاشته شده اند. دشت های دامنه ای در این ناحیه مسطح یا با شیب بسیار ملایم بودند و خاک های آن ژرف تا بسیار ژرف بودند. هم‌اکنون، بخش

گیتاشناسی و واحدهای زمین

جنس زمین های کانون ریزگرد شوش قوم و گیلدیر بیشتر از کوه ها، دشت های دامنه ای و دشت های سیلابی بود. کانون شوش قوم با مساحت ۶۸۱ هکتار بیشتر در طبقه واحدهای زمین درجه ۱/۶ و ۴/۲ بود. در این کانون، کوه ها با قله های دایره ای شکل از سنگ های آهکی، آتش فشانی و گاهی دگرگونی تشکیل شده اند. شیب این کوه ها نسبتاً تند و بلندی آنها ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بود. خاک های این واحد، کم ژرف تا نیمه ژرف با بافت متوسط تا نسبتاً سنگین بود. در این واحد

کرد. این واحد از دشتهای سیلابی نسبتاً مسطح با آبراهه‌های بسیار زیاد تشکیل شده است. بافت خاک آن سنگین، ژرف و بسیار شور (به دلیل تأثیر آب‌های زیرزمینی) بود. پوشش گیاهی این منطقه از جنس گیاهان مقاوم به شوری با پراکندگی زیاد بود. هم‌اکنون، این زمین‌ها بایر به‌شمار می‌آیند. واحدهای زمین‌کانون ریز گرد شوش‌قوم و گیلدیر در شکل ۹ نشان داده شده است.

وسعی از این دشتهای زیر کشت نباتات زراعی و بخش محدودی به شکل باغ است. دشتهای سیلابی با مساحت ۱۹۴ هکتار در برخی از بخش‌های منطقه گیلدیر مشاهده شدند و جزو واحدهای زمین درجه ۷/۱ بود. از عامل‌های محدودکننده در این دشتهای می‌توان به بافت سنگین خاک، شوری و بالا بودن سفره آب زیرزمینی اشاره



شکل ۹- نقشه واحدهای زمین‌کانون شوش‌قوم و گیلدیر.

Figure 9- Map of the land units of ShushQom and Gildeer center.

گرد و غبار در منطقه بود. انجام عملیات شخم زراعی در این زمین‌ها نیز باعث شد سطوح خاک به هم خورده و پوشش آنها از بین رود و با وزیدن باد در فصل‌های خشک سال، گرد و غبار تولید کنند. نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک ژرفاهای ۶۰-۹۰، ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی‌متری از نقاط و کانون‌های شوش‌قوم و گیلدیر در جدول ۵ نشان داده شده است.

خصوصیات خاک
خاک زمین‌های کانون شوش‌قوم و گیلدیر بیشتر از خاک‌های کم‌ژرف تا نیمه ژرف با بافت متوسط تا نسبتاً سنگین بود. در پایان فصل‌های مرطوب سال روی سطح خاک این زمین‌ها سله تشکیل شد و پس از گرم‌تر شدن هوا و خشک‌تر شدن این زمین‌ها، سله‌ها از بین رفتند و خاک به شکل پودری درآمد که منبع ایجاد

جدول ۵- نتایج آزمایش نمونه‌های خاک شوش‌قوم و گیلدیر.

Table 5- The test results of SoshQom and Gildir soil samples.

Depth (cm)	Texture	PH	EC (ds/m)	OC (%)	(T.N.V) (%)	Gypsum (%)	SAR
0-30	silty clay	9.51	44.2	0.3	*	*	*
60-30	silty clay	9.28	21.5	0.12	*	*	*
60-90	clay	7.81	35.04	0.02	*	*	*

شده است. بر اساس نتایج این جدول سرعت آستانه فرسایش نمونه‌های خاک شوش‌قوم و گیلدیر ۸ متر بر ثانیه بود.

فرسایش‌پذیری خاک‌ها
نتایج آزمایش‌های تونل باد روی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح زمین‌های کانون شوش‌قوم و گیلدیر در جدول ۶ نشان داده

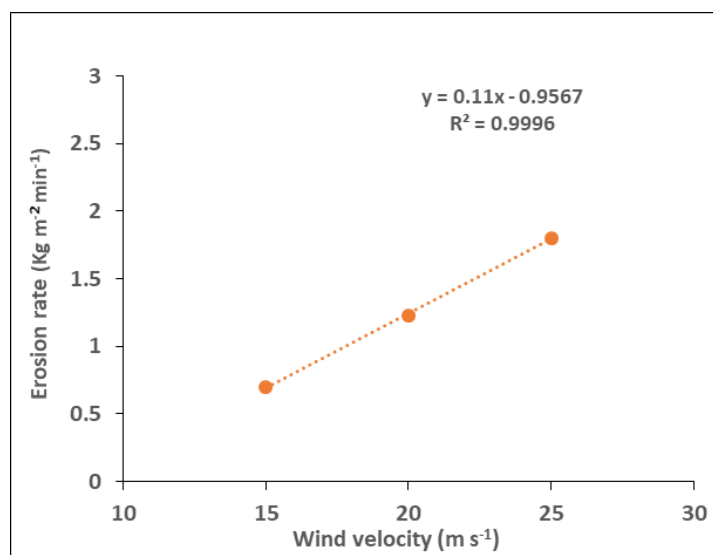
جدول ۶- نتایج آزمایش تونل باد نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از سطح زمین‌های شوش‌قوم و گیلدیر.

Table 6- Wind tunnel test results of soil samples collected from the land surface of ShoshQom and Gildir.

Name of the sample location	Observed erosion threshold speed (m/s)	Computational erosion threshold speed (m/s)	Sum of wind (kg/m ² /min)
ShoshQom and Gildir	8	8.69	3.73

ریاضی بررسی شد. سپس، داده‌ها روی محور مختصات X که بیانگر سرعت باد و محور مختصات Y که بیانگر اندازه فرسایش بود، برده شدند. بهترین خط برازش شده از نقاط، رسم شد و با امتداد خط به دست آمده و برخورد آن با محور X سرعت آستانه فرسایش تعیین شد. سرانجام، به وسیله برترین معادله ریاضی به دست آمده و در نظر گرفتن اندازه Y برابر با صفر، سرعت آستانه فرسایش (X) برای نمونه‌های خاک ۸/۶۹ متر بر ثانیه به دست آمد.

شکل و رابطه تعیین فرسایش پذیری بادی و سرعت آستانه فرسایش خاک منطقه شوش‌قوم و گیلدیر در شکل ۱۰ نشان داده شده است. سرعت آستانه فرسایش خاک منطقه شوش‌قوم و گیلدیر با دو روش مشاهده‌ای و محاسبه‌ای، به ترتیب ۸ و ۸/۶۹ متر بر ثانیه بود. بر اساس این شکل در روش محاسبه‌ای سرعت آستانه فرسایش خاک اندازه بادبردگی در سرعت‌های گوناگون باد و در پایه‌های زمانی ثابت (۲ دقیقه) اندازه‌گیری شد. سپس رابطه میان بادبردگی و طبقه‌های سرعت به شکل نمودار رسم شد و به وسیله معادله



شکل ۱۰- رابطه اندازه فرسایش خاک و سرعت باد برای اندازه‌گیری فرسایش بادی منطقه شوش‌قوم و گیلدیر.
Figure 10-The relationship between soil erosion rate and wind speed to measure wind erosion ShoshQom and Gildir region.

ماسه‌ای گوناگون در سطح استان آذربایجان شرقی این استان به شکل بالقوه به کانون تولید گرد و غبار تبدیل شده است. مساحت حاشیه خشک شده دریاچه ارومیه به عنوان بزرگ‌ترین کانون بالقوه تولید گرد و غبار در استان آذربایجان شرقی در بخش‌های شمال، شرق و جنوب شرق این استان حدود ۲۲۸۰۰۰ هکتار است. گستره ماسه‌ای منطقه جلفا در بلندی ۷۵۰-۷۰۰ متر از سطح دریا است. نوسان فعالیت تپه‌های ماسه‌ای در پژوهش‌های دیگری در مناطق گوناگون ایران از جمله کویر زرین در استان یزد (شریفی‌پيچون و همکاران ۲۰۲۰) و تپه‌های ماسه‌ای در جنوب شرق استان قزوین (زندفر و همکاران ۲۰۲۰) نیز گزارش شده است. بر اساس

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف شناسایی و پایش منابع گرد و غبار و ماسه‌های روان در مناطق جلفا، شوش‌قوم و گیلدیر در استان آذربایجان شرقی انجام شد. گرد و غبار یکی از مشکلات آب و هوایی است که می‌تواند سبب ایجاد خطرات جدی زیست‌محیطی شود. افزون بر این، می‌تواند بر کشاورزی، صنعت، ترافیک و زندگی روزانه مردم تأثیرات نامطلوب داشته باشد. شناسایی مناطق تولید گرد و غبار، اولین گام برای مقابله با این پدیده است. استان آذربایجان شرقی از جمله این مناطق است که در سطوح گوناگون نیازمند اقدام‌های اجرائی برای کاهش و جلوگیری از تولید گرد و غبار است. با وجود تپه‌های

در بخش پست‌ترین نقاط پیرامون رود ارس و تپه‌ماهوری آبخیز ارس بود. در این منطقه، شیب زمین به سمت رود ارس کاهش می‌یافت و آبراهه‌ها کم‌ژرفا بودند و تفاوت بلندی میان کف این آبراهه‌ها و نوک تپه‌ها نیز کم بود. در نواحی پست منطقه بیشتر رسوبات از جنس سازندهای شیلی، ماری و نهشته‌های کواترنری بودند. بررسی سنگ‌شناسی نشان داد که حاشیه‌های رود ارس از نهشته‌های دشت‌های آبرفتی، زمین‌های کشاورزی، آبرفت‌های جدید رودی و تپه‌های ماسه‌ای است. خاک زمین‌های این کانون کم ژرف تا نیمه ژرف با بافت متوسط تا سنگین همراه با اندازه زیادی سنگ و سنگریزه بود. سرعت آستانه فرسایش خاک در منطقه ارس جلغا در آزمایشگاه تونل باد با دو روش مشاهده‌ای و محاسبه‌ای، به ترتیب ۸ و ۵/۸۴ متر بر ثانیه بود.

با استفاده از تونل باد می‌توان تأثیر سرعت باد، خصوصیات خاک و فرآیندهای حمل ذرات را در شرایط مهارشده بررسی کرد (بوری و همکاران ۲۰۱۱). با استفاده از این دستگاه افزون بر بررسی فرآیند حرکت ذرات در شروع فرسایش، این امکان فراهم شد تا سرعت‌های گوناگون باد که در طبیعت مهارشده نیست، را با دقت بیشتری شبیه‌سازی کرد (کوهک و همکاران ۱۹۹۶، زوبک ۲۰۱۰).

حساس‌ترین ناحیه به فرسایش بادی در کانون جلغا، در سمت انتهایی و جنوبی رود ارس با مساحت ۱۵/۵ هکتار بود. این ناحیه در اولویت اول بود. مناطق دیگر به‌وسیله درختان گز و تاغ تا حدودی تثبیت شده بودند و به‌شرط حفاظت بیشتر و جلوگیری از برداشت ماسه، مشکلی برای پیرامون این نواحی به‌وجود نخواهد آمد.

شکل‌های ماسه‌ای غالب در منطقه شوش قوم و گیلدیر، نکا و سیف بودند. خودرو سواری تفریحی-ورزشی روی سطح تپه‌های ماسه‌ای سبب افزایش ناپایداری سطوح تثبیت‌شده پیشین شده است. در بیشتر سال‌های بررسی شده، تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای موجود در این منطقه در رأس تپه‌ها به‌شکل فعال بوده است. همچنین، روند تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای در این منطقه در سال‌های اخیر کاهش یافته و به وضعیت غیرفعال متمایل بود. جنس زمین‌های کانون ریزگرد شوش قوم و گیلدیر از کوه‌ها، دشت‌های دامنه‌ای و دشت‌های سیلابی بود. کانون شوش قوم و گیلدیر به‌ترتیب با مساحت ۶۸۱ و ۱۹۴ هکتار، بیشتر در طبقه واحدهای زمین درجه ۱/۶ و ۲/۴ بودند. دشت‌های دامنه‌ای در این ناحیه مسطح با شیب بسیار ملایم بودند و خاک‌های آن ژرف تا بسیار ژرف بودند. هم‌اکنون، بخش وسیعی از این دشت‌ها زیر کشت نباتات زراعی و بخش محدودی به‌شکل باغ است. دشت‌های سیلابی در برخی از بخش‌های منطقه گیلدیر مشاهده شدند و جزو واحدهای زمین درجه ۷/۱ بود. از عامل‌های محدودکننده در این دشت‌ها می‌توان به بافت

نتایج این پژوهش از مهم‌ترین عامل‌های این نوسان‌ها، در سال‌های بررسی شده می‌توان به عامل باد و تغییرات شدت خشک‌سالی اشاره کرد که با نتایج پژوهش‌های مزبور هم‌راستا است. همچنین، بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که باد بیشترین تأثیر را بر تحرک ماسه در نقاط پژوهش شده داشت که با یافته‌های هور و همکاران (۲۰۱۸) و محمدخان (۲۰۱۷) که دما را بیشترین عامل تأثیرگذار بر تحرک ماسه می‌دانستند، هم‌راستا نیست.

بر پایه بازدیدهای میدانی شکل‌های ماسه‌ای غالب در منطقه جلغا شامل نکا و سیف بود. با توجه به مجاورت این منطقه با رود ارس و تأثیرپذیری از اقلیم نیمه‌مرطوب ارسباران، سطح گسترده‌ای از این گستره ماسه‌ای پوشیده از گیاهان نی و خارتر بود. در بیشتر سال‌های بررسی شده، تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای موجود در این منطقه در رأس تپه‌ها به‌شکل فعال بوده است و فقط چندین سال اول دوره آماری در وضعیت کاملاً فعال بودند. روند تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای در این منطقه در سال‌های اخیر کاهش یافته و به وضعیت غیرفعال متمایل بود.

نتیجه بررسی تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای با شاخص لنکستر نشان داد که در مناطق مطالعه‌شده میان شاخص یادشده و داده‌های گرد و غبار رابطه معنی‌داری (۹۹٪) وجود داشت. این یافته نشان‌دهنده کاربرد شاخص لنکستر در منطقه پژوهش شده بود. تحلیل رابطه میان شاخص تحرک‌پذیری با تعداد روزهای غبارآلود محلی نیز نشان داد که میان اندازه‌ی تأثیرپذیری روزهای غبارآلود محلی با فعالیت تپه‌های ماسه‌ای در بازه سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ رابطه همبستگی قوی و معنی‌داری (۹۹٪) وجود داشت. در بیش از نیمی از سال‌های بررسی شده (۵۲٪) تپه‌های ماسه‌ای در نوک تپه وضعیت فعال داشتند. این یافته با نتایج پژوهش عباسی و همکاران (۲۰۱۹) هم‌راستا است. نتایج تحلیل رابطه میان باد و شاخص لنکستر و ضریب همبستگی میان این دو بیانگر تأثیر قابل توجه و غیرمستقیم و معنی‌دار باد بعد از بارندگی بر تحرک‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای در نقاط پژوهش بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های محمدخان (۲۰۱۷) هم‌راستا است. جنس زمین‌های کانون ریزگرد جلغا بیشتر از واریزه‌های بادبزی شکل سنگریزه‌دار و شیب‌دار بود از مواد ریز و درشت و سنگ‌ریزه تشکیل شده‌اند. کانون جلغا با مساحت ۵۲/۵ هکتار، بیشتر در طبقه واحدهای زمین درجه ۸/۱ بود. زمین‌های این منطقه با پستی‌بلندی متوسط تا زیاد، پوشش گیاهی کم تا متوسط، خاک کم‌ژرف تا نیمه ژرف با بافت متوسط تا سنگین همراه با اندازه زیادی سنگ و سنگریزه بود. هم‌اکنون کاربری این منطقه چراگاه فصلی و مرتع با قابلیت کم است.

از دیدگاه ریخت‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناختی این منطقه

اقلیمی در پهنه‌های آب و هوایی ایران (ابطحی و خسروشاهی ۲۰۰۵؛ حسینی و همکاران ۲۰۰۶؛ انصافی‌مقدم ۲۰۰۷؛ یزاق و همکاران ۲۰۰۷؛ قهرمان و بختیاری ۲۰۰۹؛ خسروشاهی و همکاران ۲۰۰۹)، نیز نشان داد که تغییر ویژگی‌های آب و هوایی از جمله افزایش ضریب خشکی و باد می‌تواند یکی از نشانه‌ها و دلایل نابودی سرزمین و به تبع آن افزایش رخدادهای گرد و غبار باشد (خسروی و همکاران ۲۰۲۲).

اگرچه تاکنون پژوهش‌های چشم‌گیری روی وضعیت تحرک تپه‌های ماسه‌ای در استان آذربایجان شرقی انجام نشده است و فقط در زمینه دریاچه ارومیه انجام شده است؛ از این رو، نمی‌توان یافته‌های این پژوهش را با نتایج پژوهش‌های انجام شده در این منطقه مقایسه کرد، اما می‌توان گفت که یافته‌های این پژوهش با نتایج برخی از پژوهش‌هایی که به نقش عامل‌های اقلیمی به‌ویژه بارندگی و سرعت باد در غبارآلودتر شدن هوا اشاره کرده‌اند (ابراهیمی‌خوسف و همکاران ۲۰۱۹؛ زندی‌فر و همکاران ۲۰۲۰ و نعیمی و همکاران ۲۰۲۱)، هم‌راستا است. این در حالی است که نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهشگرانی که گزارش کردند تپه‌های ماسه‌ای در سال‌های اخیر غیرفعال شده‌اند (توکلی‌فرد ۲۰۱۲)، هم‌راستا نیست. دلیل آن را می‌توان متفاوت بودن شرایط اقلیمی حاکم بر مناطق گوناگون و شیوه‌های مدیریتی انجام شده بر تثبیت تپه‌های ماسه‌های روان دانست.

سپاس‌گزاری

از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور بخش تحقیقات بیابان که در اجرای این پژوهش همکاری و همیاری زیادی داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

سنگین خاک، شوری و بالا بودن سفره آب زیرزمینی اشاره کرد. این واحد از دشت‌های سیلابی نسبتاً مسطح با آبراهه‌های بسیار زیاد تشکیل شده است. بافت خاک آن سنگین، ژرف و بسیار شور (به دلیل تأثیر آب‌های زیرزمینی) بود. خاک زمین‌های کانون شوش قوم و گیلدیر بیشتر از خاک‌های کم‌ژرف تا نیمه ژرف با بافت متوسط تا نسبتاً سنگین بود. در پایان فصل‌های مرطوب سال روی سطح خاک این زمین‌ها سله تشکیل شد و پس از گرم‌تر شدن هوا و خشک‌تر شدن این زمین‌ها، سله‌ها از بین رفتند و خاک به شکل پودری درآمد که منبع ایجاد گرد و غبار در منطقه بود. سرعت آستانه فرسایش خاک گیلدیر-هریس با دو روش مشاهده‌ای و محاسبه‌ای، به ترتیب ۸ و ۸/۶۹ متر بر ثانیه بود. از حساس‌ترین ناحیه‌ها به فرسایش بادی در کانون‌های شوش-قوم و گیلدیر، می‌توان به ناحیه شمال شرق، با مساحت ۳۹۲ هکتار و ناحیه حاشیه شمالی روستای گیلدیر با مساحت ۶/۸ هکتار در اولویت اول اشاره کرد. همچنین، زمین‌های حاشیه جنوب مقصودلو به طرف غرب و حاشیه شمال شرق و جنوب روستای گیلدیر با مساحت ۴۷۶/۱ هکتار از دیدگاه حساسیت به فرسایش به ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم بودند.

نتایج بررسی رابطه میان شاخص تحرک ماسه و سنجه اقلیمی باد بیانگر آن است که سنجه اقلیمی باد بالقوه بیشترین تأثیر را بر تحرک ماسه در منطقه پژوهش داشت. با توجه به افزایش تعداد روزهای گرد و غبار در منطقه مطالعه شده که از مشکلات محیط‌زیست منطقه به‌شمار می‌آید، تغییر اقلیم (یاراحمدی و همکاران ۲۰۱۵) از روش بررسی و محاسبه تغییر متغیرهای اقلیمی (اشکنزی و همکاران ۲۰۱۲) بررسی شده است. بررسی‌های پیشین در رابطه با علت‌ها و پیامدهای تغییر ضریب‌ها یا شاخص‌های

فهرست منابع

- Ahmady-Birgani H, Ravan P, Schlosser JS, Cuevas-Robles A, AzadiAghdam M, So-rooshian A. 2020. On the chemical nature of wet deposition over a major desiccated lake: Case study for Lake Urmia Basin. *Atmospheric Research*, 234(104762). <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.104762>.
- Abtahi SM, Khosroshahi M. 2005. The territory of the deserts of Isfahan province from the view point of climatology. *Iranian Journal of Range and desert Research*, 12(3): 249–262. (In Persian).
- 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(19): 325-337. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1812-5>.
- An L, Che H, Xue M, Zhang T, Wang H, Wang Y, Zhang X. 2018. Temporal and spatial variations in sand and dust storm events in East Asia from 2007 to 2016: Relationships with surface conditions and climate change. *Science of the Total Environment*, 633: 452-462. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.068>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108891>.
- Baddock MC, Strong CL, Murray PS, Mc-Tainsh GH. 2013. Aeolian dust as a transport hazard. *Atmospheric Environment*, 71: 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.01.042>.
- 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(0): 11940-11950. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04602-7>.
- 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. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2019.2949132>.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04962-9>.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0651-9>.
- Ebrahimikhusfi 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(2020):1-16. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114225>.
- Ensafimoghadam T. 2007. Evaluation of several climatic drought indicators and determination of the appropriate index in the Salt Lake basin. *Iranian Journal of Range and desert Research*, 14(2): 271–288. (In Persian).
- Gahraman N, Bakhtiari B. 2009. Solar radiation Estimation from rainfall and temperature data in arid and semi-arid climates of Iran. *Journal of Desert*, 14(2): 141–150. (In Persian).
- Goudie AS. 2019. Dust storms and human health. In extreme weather events and hu-

- man health: international case studies. Cham: Springer International Publishing, pp. 13-24. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23773-8-2>.
- Hamzeh NH, Karami S, Opp C, Fattahi E, Jean-François V. 2021. Spatial and temporal variability in dust storms in the middle east, 2002–2018: Three case studies in July 2009. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(7): 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-06859-0>.
- Hamzeh NH, 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): 1-24. <https://doi.org/10.3390/rs14092145>.
- 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(1): 129-145. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9909-8>.
- Hoseini M, Khosroshahi M, Atapour A, Karami SA. 2006. Introduction and determination of characteristics Climatic and geological deserts in Tehran province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(2): 102–108. (In Persian).
- Indoitu R, Kozhoridze G, Batyrbaeva M, Vitkovskaya I, Orlovsky N, Blumberg D, Orlovsky L. 2015. Dust emission and environmental changes in the dried bottom of the Aral Sea. *Aeolian Research*, 17: 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2015.02.004>.
- Karami S, Hamzeh NH, 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(1): 100679. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2021.100679>.
- Khosravi H, Hanifehpour M, Biabani L, Akbarpoorbonab 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 Geographical Studies*, 13(48): 1–20. (In Persian).
- Khosroshahi M, Kashki MT, Ensafimoghadam T. 2009. The territory of the climatological deserts of Iran. *Iranian Journal of Range and desert Research*, 16(1): 96–113. (In Persian).
- Khusfi ZE, 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(2020):1-16. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114225>.
- 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(1): 764–768. DOI:10.36872/LEPI/V51I1/301071.
- Kok JF, Adebisi AA, Albani S, Balkanski Y, Checa-Garcia R, Chin M, Wan JS. 2021. Contribution of the world's main dust source regions to the global cycle of desert dust. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(10): 1-25. <https://doi.org/10.5194/acp-21-8169-2021>.
- Kutuzov S, Legrand M, Preunkert S, Ginot P, Mikhalenko V, Shukurov K, Toropov P. 2019. The elbrus (Caucasus, Russia) ice core record–Part 2: History of desert dust deposition. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(22): 14133-14148. <https://doi.org/10.5194/acp-19-14133-2019>.
- 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): 1-12. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06291-w>.

- Li J, Garshick E, Huang S, Koutrakis P. 2021. Impacts of El Niño-Southern Oscillation on surface dust levels across the world during. *Science of the Total Environment*, pp.1982–2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144566>.
- Liu D, Abuduwaili J, Lei J, WuG. 2011. Deposition rate and chemical composition of the aeolian dust from a bare saline playa, Ebinur Lake, Xinjiang, China. *Water, Air and Soil Pollution*, 218(1): 175-184. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0633-4>.
- Mardi AH, Khaghani A, MacDonald AB, Nguyen P, Karimi N, Heidary P, Sorooshian A. 2018. The Urmia Lake environmental disaster in Iran: A look at aerosol pollution. *Science of the Total Environment*, 633(0): 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.148>.
- Middleton N. 2019. Variability and trends in dust storm frequency on decadal timescales: Climatic drivers and human impacts. *Geosciences*, 9(6): 1-12. <https://doi.org/10.3390/geosciences9060261>.
- Middleton NJ. 2017. Desert dust hazards: A global review. *Aeolian Research*, 24(0): 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2016.12.001>.
- 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(0): 143952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143952>.
- Mohamadkhan S. 2017. Investigating the status and trends of dust storms in Iran during the period of 1985-2005. *Journal of Range and Watershed Management*, 70(2): 495–514. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jrwm.2017.123300.867>.
- Naeimi M, Zandifar S, Khosroshahi M, Ashouri P, Abbasi HR. 2021. Investigating the effects of climate change on the mobility of sand dunes (Case study: Sabzevar City). *Journal of Desert Management*, 9(2): 1–18. (In Persian). <https://dx.doi.org/10.22034/jdmal.2021.246296>.
- 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. <https://doi.org/10.22059/JDESERT.2019.72435>.
- Opp C, Groll M, Abbasi H, Foroushani MA. 2021. Causes and effects of sand and dust storms: What has past research taught us? A survey. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(7): 1-25. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070326>.
- 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. *Geoparks and Geotourism in Iran. Schriften zur Internationalen Entwicklungs- und Umweltforschung*. Edited by A. Dittmann. Gießen: Zentrum für Internationale Entwicklungs- und Umweltforschung, Universität Gießen, 34(0): 169-183.
- Salehi S, Ardalan A, Ostadtaghizadeh A, Garmaroudi G, Zareiyan A, Rahimiforoushani A. 2019. Conceptual definition and framework of climate change and dust storm adaptation: A qualitative study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17(2): 797-810. <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00396-5>.
- Schepanski K. 2018. Transport of mineral dust and its impact on climate. *Geosciences*, 8(5): 1-19. <https://doi.org/10.3390/geosciences8050151>.
- Sharifi Paichoon M, Omidvar K, Miri Z. 2020. Morphological study of the sand dunes in Zarrin Erg and its adaptation to the regional wind data. *Journal of Geographical Research on Desert Areas*, 8(1): 1–27. (In Persian).
- Singer A, Zobeck T, Poberezsky L, Argaman E. 2003. The PM10 and PM2.5 dust gen-

- eration potential of soils/sediments in the Southern Aral Sea Basin, Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*, 54(4): 705-728. <https://doi.org/10.1006/jare.2002.1084>.
- Soudi M, Ahmadi H, Yasi M, Hamidi SA. 2017. Sustainable restoration of the Urmia Lake: History, threats, opportunities and challenges. *European Water*, 60(1): 341-347. Available online: <https://worldview.earthdata.nasa.gov> (accessed on 8 July 2022).
- Tavakolifard A. 2012. Morphology of sand dunes and their relationship with wind regime (Case study: Kashan Erg). M.A. Dissertation. Faculty of Natural Resources. Kashan University, 101 p. (In Persian).
- Yarahmadi D, Nasiri B, Khoshkish A, Nikbakht H. 2015. The effect of weather fluctuations on the occurrence of dust phenomenon (Case study, dust storms of West and South western of Iran). *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 3(5): 19-28. (In Persian).
- Zandifar S, Ebrahimikhusfi Z, Khosroshahi M, Naeimi M. 2020. Analysis of the effect of climatic parameters and meteorological droughts on the variation of internal dust events (A case study: Qazvin City). *Journal of Water and Soil Science*, 24(3): 239-256. (In Persian).



Identification and Monitoring of Sources of Dust and Dunes in the Jolfa, ShoshQom and Gildir in the East Azarbaijan Province

Houshang Behrawan ^{*1} , Jamshid Yarahmadi ² , Hamid Reza Abbasi ³ 

1 And 2- Assitant Professor, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Tabriz, Iran

3- Assitant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Department of Sand Dunes Research, Tehran, Iran

Extended Abstract

Introduction and Goal

Dust is one of the environmental issues that affect air quality and pollution, human health, soil fertility, and many social and environmental aspects of society. Wind erosion and sand dune movement have adverse environmental consequences. Identifying factors affecting sand mobility and predicting their condition in the future is necessary to control the wind erosion process. The purpose of this study is to identify and monitor the sources of dust and quicksand in the Jolfa, ShushQom and Gildir areas.

Materials and Methods

Analyzing wind climate data, identifying the sources of fine dust production, measuring and monitoring the production of dust and wind deposits were done using the RDD index. Also, the threshold speed and intensity of wind erosion were measured using a wind tunnel device. In order to investigate the effect of climate change, especially wind and rain, on the activity of sands and to predict the possibility of movement of sand dunes and sand dunes and the dust caused by them, Lancaster's global method was used.

Results and Discussion

The results of the Lancaster index showed that 10% of the statistical years were in an active state, which corresponded to the years 1996, 2000 and 2001. Whereas, the immobility of sand dunes (inactive) according to the Lancaster index has accounted for about 26% of the statistical years; 65% of the time in 2020, sand dunes were in an active or sand-moving state at the top of the dunes. The lands of the Jolfa micropol-

Article Type: Research Article

*Corresponding Author E-mail: h.behrawan@areeo.ac.ir

Citation: Behrawan, H., Yarahmadi, J., Abbasi, H.R. 2024. Identification and Monitoring of Sources of Dust and Dunes in the Jolfa, ShushQom and Gildar in the East Azarbaijan Province. *Watershed Management Research*. 37(3): 35-53.

DOI: 10.22092/WMRJ.2023.363055.1548

Received: 01 August 2023, **Received in revised form:** 04 October 2023, **Accepted:** 21 December 2023

Published online: 22 September 2024

Watershed Management Research, VOL. 37, No.3, Ser. No: 144, Autumn 2024, pp. 35-53.

Publisher: Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

©Author(s)



lution center are mainly formed by the type of gravelly and sloping fan-shaped debris, and the soils of ShushQom and Gildir micropollution center are mainly a combination of mountains, hilly plains and flood plains. The results of wind tunnel tests on soil samples collected from the land surface of the Jolfa region showed that the erosion threshold of the collected sample is 8 m s-1.

Conclusions and Suggestions

According to the results of this research, abandoned rain fields, poor pastures, dry river beds and seasonal stream, etc., in the presence of environmental factors and accompanied by adverse climatic factors, are potential sources of dust and fine dust production, but the said lands in East Azarbaijan province are scattered and in certain conditions and times, they can produce a significant amount of fine dust.

Key words: Air quality and pollution, dust, human health, Lancaster method, RDD index