Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هجدهم، شماره‌ی ۶۴
زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۷۴-۶۱

*مهدی نورزاده حداد[۱]
احمد لندی[۲]

مطالعه کانی‌شناسی و حساسیت منابع تولید ریزگرد به پوشش سنگریزه‌ای در سطح خاک، مطالعه موردی اراضی غربی استان خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۳

چکیده

مدت‌هاست فرسایش بادی و طوفان‌های ریزگرد مهم‌ترین مشکل زیست‌محیطی جنوب‌غرب کشور به‌شمار می‌رود. این طوفان‌ها در فصول مختلف سال هزینه‌های بی‌شماری بر سلامت مردم، بخش کشاورزی، حمل‌ونقل، آموزش و سایر بخش‌ها تحمیل می‌کنند. روش‌های مختلفی برای مهار طوفان‌های ریزگرد مطرح شده که هرکدام معایب و محاسنی دارند. در این تحقیق دو هدف اصلی دنبال شده است: اول، بررسی کارایی پوشش سنگریزه‌ایی در سایزهای مختلف بر کاهش هدررفت خاک در اثر فرسایش بادی و دوم، مطالعه کانی‌شناسی ریزگردهای ورودی به مناطق غربی استان خوزستان. در این تحقیق خاک سطحی (۵-۰ سانتی‌متر) در ۷ منطقه بحرانی استان خوزستان از نظر پتانسیل تولید ریزگرد مورد بررسی قرار گرفت. طوفان‌های ایجاد شده با ۲ سرعت ۱۵ و ۲۵ متر برثانیه و به مدت ۵، ۸، ۱۵ و ۳۰ دقیقه‌ایی برای ۳ پوشش سنگریزه‌ای ۱۰-۵، ۱۵-۱۰ و ۲۲-۱۵ میلی‌متر با ۲ تکرار در تونل باد ایجاد شد. نتایج نشان داد که در تمام زمان‌های آزمایش و با همه انواع پوشش‌های سنگریزه‌ایی، منطقه ۵ بیش‌ترین هدررفت خاک را داشته است. این در حالی است که به‌جز در زمان آزمایش ۳۰ دقیقه‌ایی، در سایر زمان‌ها اختلاف معنی‌داری

۱- فارغ التحصیل دکتری خاک‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس. (نویسنده مسئول). E-mail: M.Nourzade@gmail.com
۲- گروه خاک‌شنلسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

با میانگین هدررفت خاک سایر مناطق داشته است؛ به عبارت دیگر منطقه ۵ بیش‌ترین کارایی را برای کاهش میانگین هدررفت خاک در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه با استفاده از پوشش سنگریزه‌ایی دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه، منطقه ٤ بیش‌ترین میزان هدررفت خاک را داشته است و این در حالی است که از این نظر اختلاف معنی‌دار آماری با خاک منطقه ۱ ندارد. همچنین نتایج آزمون توکی (در سطح ۹۵ درصد) حاکی از آن بود که سه پوشش متفاوت سنگریزه‌ایی در طوفان با سرعت‌های ایجاد شده تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میانگین هدررفت خاک با هم ندارند ولی با افزایش میزان سرعت طوفان، میانگین هدر رفت خاک در همه مناطق مورد آزمایش افزایش یافته است و با ایجاد پوشش سنگریزه‌ایی در سطح خاک، هدررفت خاک کاهش یافته است. بررسی‌های کانی‌شناسی هم نشان داد که ترکیب کانی‌شناسی ریزگردها عمدتا شامل کلسیت و کوارتز می‌باشد و با توجه به ترکیب کانی‌شناسی خاک سطحی اراضی مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که منبع تولید این ریزگردها می‌تواند منشا داخلی داشته باشد.

کلید واژه‌ها: پوشش سنگریزه‌ایی، ریزگرد، فرسایش بادی، کانی‌شناسی، هدررفت خاک.

مقدمه

باد در مناطق خشک و نیمه خشک که فاقد پوشش گیاهی هستند و اراضی دارای خاک با فرسایش‌پذیری بالا هستند قابلیت حمل ذرات و ایجاد فرسایش بادی و طوفان ریزگرد را دارد. فرسایش بادی پیامدهای منفی بسیاری به دنبال دارد به نحوی که نه تنها مشکلات اساسی در سلامت انسان ایجاد می‌کند، بلکه مشکلات فراوانی برای فرآیندهای طبیعی اکوسیستم نیز ایجاد می‌کند (Field et al, 2009: 423; Khoman, 2013; Geravandi et al, 2015: 1). انتخاب روش مناسب جهت کنترل عوامل فرسایش بادی در کاهش هزینه‌ها و ایجاد یک اکوسیستم پایدار بسیار مهم است (Zezin, 2015: 1; Nourzadeh Haddad et al, 2016: 277; Shahnavaz et al, 2017A: 651). یکی از روش‌های مقابله با فرسایش بادی در این‌گونه اراضی ایجاد زبری سطحی و پوشش‌دهی به خاک است. بی‌شک پوشش سطحی که اکوسیستم طبیعی خاک را تغییر ندهد و موجبات مشکلات زیست‌محیطی را ایجاد نکند می‌تواند به‌عنوان یک راهکار دوستدار محیط‌زیست تلقی گردد (Saeidi et al, 2018: 81; Shahnavaz et al) و (2017B: 730, Shahnavaz et al, 2018). تاکنون پوشش‌ها و مالچ‌های مختلفی برای پوشش‌دهی و ایجاد زبری سطحی در سطح خاک پیشنهاد شده که هر کدام در شرایطی خاص، کارایی متفاوتی داشته‌اند. مدت‌هاست پوشش سنگریزه‌ای در بسیاری اراضی به‌منظور پوشش‌دهی خاک‌های مستعد فرسایش بادی پیشنهاد می‌گردد. با توجه به این‌که پوشش‌های سنگریزه‌ایی از نظر سایز، چگالی، ریخت‌شناسی، کانی‌شناسی و سطح ویژه بسیار متفاوتند می‌توان انتظار داشت عملکرد متفاوتی از نظر کاهش هدررفت خاک[3] داشته باشند (Movahedan et al, 2014: 71). با توجه به تاثیرپذیری میزان هدررفت خاک در طبیعت و تحت تاثیر عوامل مختلف و به‌منظور کاهش پیچیدگی‌های این فرآیند، استفاده از تونل باد

3- Soil loss

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

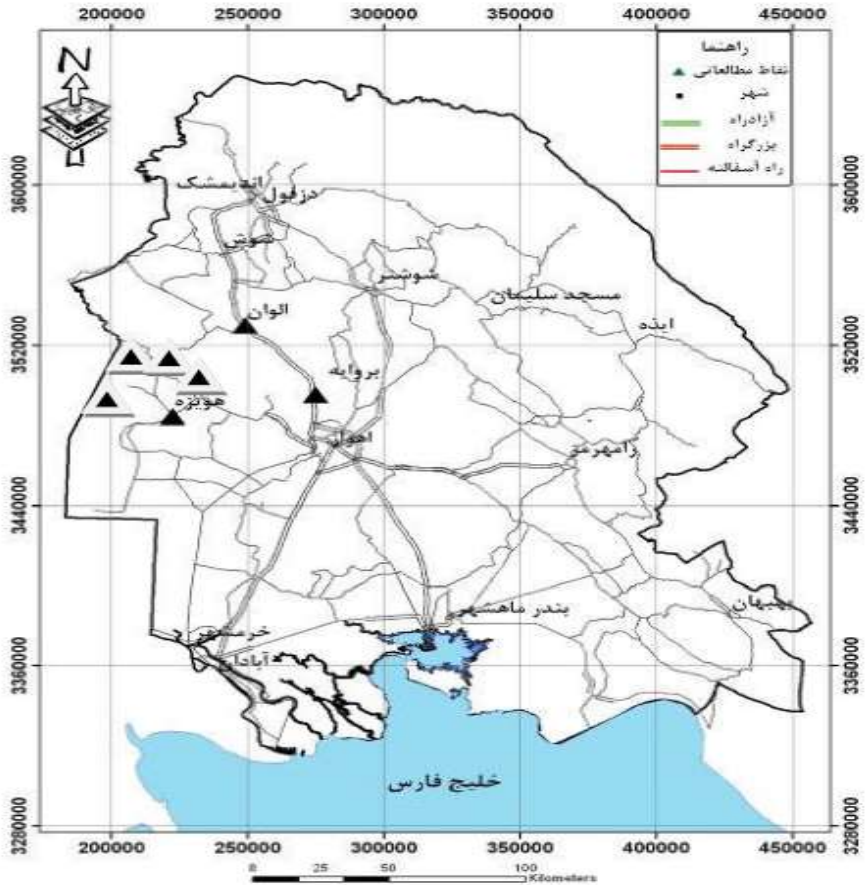
می‌تواند روشی مطلوب جهت بررسی کارایی انواع زبری سطحی و پوشش‌های سنگریزه‌ایی باشد. Heydari et al (2010) با استفاده از پوشش سنگریزه‌ایی به‌عنوان مالچ در اراضی سنگفرشی یزد نشان دادند که رابطه مستقیمی بین سطح پوشش و کارایی مالچ سنگریزه‌ایی وجود دارد. به نحوی که با افزایش تراکم سنگریزه‌ها در سطح خاک از ۲۵ به ۵۰ درصد، میزان هدررفت خاک نصف می‌شود. Babakhani (2012) با استفاده از پوشش سنگریزه‌ایی در ٤ سطح پوششی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، شن‌های روان دشت اژیه اصفهان را تثبیت نمود. نتایج تحقیق نشان داد که پوشش سنگریزه‌ایی کارایی لازم را در تثبیت شن‌های روان را داشته و با افزایش سطح پوشش سنگریزه در سطح خاک، میزان این تثبیت بیش‌تر شده است. Salarinia and Mahmoudabadi (2013) با شبیه‌سازی فرآیند فرسایش بادی در تونل باد اثر ایجاد زبری سطحی با استفاده از پوشش سنگریزه‌ای را در اراضی مستعد فرسایش بادی در کویر مرکزی ایران اندازه‌گیری نمود. نتایج این تحقیق حاکی از کارا بودن پوشش ایجاد شده در سطح خاک بود. Yanli and You Liu (2003) در حین مطالعه بر روی کارایی مالچ سنگریزه‌ایی نتیجه گرفتند که پوشش سنگریزه‌ایی علاوه بر این‌که می‌تواند باعث کاهش هدررفت خاک گردد، می‌تواند ذرات بادآورد را نیز به دام بیاندازد. Nourzadeh et al (2012) در مطالعات صحرایی خود گزارش نمودند که هر چه درصد ذرات کوچک‌تر از ۷۵ میکرون (PM ۷۵) در خاک سطحی بیش‌تر باشد، پتانسیل خاک‌ها برای تولید ریزگرد در شرایط خشک بیش‌تر می‌شود. علاوه بر این هر چه درصد این ذرات بیش‌تر باشد، با افزایش رطوبت، سرعت آستانه هم افزایش یافته و به عبارتی فرسایش‌پذیری خاک سطحی کم‌تر می‌شود. در این تحقیق دو هدف اصلی پیگیری شد: ۱- بررسی کارایی سه پوشش سنگریزه‌ایی در سرعت‌ها و زمان‌های مختلف طوفان برای مناطق مختلف مورد آزمایش و ۲-بررسی کانی‌شناسی ریزگردهای منطقه.

منطقه مورد مطالعه

مناطقی که در این تحقیق مورد نمونه‌برداری قرار گرفتند شامل بخش‌هایی از شهرستان‌های سوسنگرد، هویزه، رفیع، الوان و بخشی از روستای بروایه می‌شدند. این مناطق سال‌هاست به‌عنوان اراضی مستعد تولید طوفان‌های ریزگرد در استان خوزستان مطرح هستند (Nourzadeh Haddad and Bahrami, 2015: 167).

شوری و آهک زیاد به‌ویژه در سطح خاک، زهکشی نامناسب و حاصلخیزی پایین از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های این مناطق به‌شمار می‌رود. بخشی از این اراضی دارای پوشش گیاهی حفاظتی مثل کهور بوده که عمدتا به دلیل شدت فرسایش خاک در وضعیت مناسبی قرار ندارند. همچنین رژیم حرارتی این خاک‌ها هایپرترمیک و رژیم رطوبتی آن‌ها اریدیک گزارش شده است (Nourzade et al, 2012). در (شکل ۱) محل‌های نمونه‌برداری نشان داده شده است. به منظور تسهیل بیان نتایج مناطق ۷ گانه شماره‌گذاری شده‌اند. به نحوی که منطقه ۱ روستای بروایه، منطقه ۲ الوان، منطقه ۳ هویزه، منطقه ٤ رفیع، منطقه ۵ بستان، منطقه ٦ سوسنگرد و منطقه ۷ دهلاویه تعیین شده است.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026



شکل ۱: موقعیت مناطق مورد مطالعه

Figure 1: Location of study area

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ویژگی‌های مختلف شیمیایی خاک و نیز بررسی میزان هدررفت خاک، نمونه‌های خاک سطحی از عمق ۵-۰ سانتی‌متری با استفاده از سینی‌های مخصوص تونل باد، از مناطق مورد مطالعه برداشت شدند. همچنین هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته (pH)، درصد آهک (%CaCO3)، درصد کربن آلی (%OC)، بافت خاک، توزیع اندازه ذرات وزن مخصوص خاک‌های مورد بررسی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های گردوغبار با استفاده از چند تله رسوب‌گیر BSNE جمع‌آوری و به‌منظور بررسی‌های کانی‌شناسی به آزمایشگاه XRD منتقل شدند.

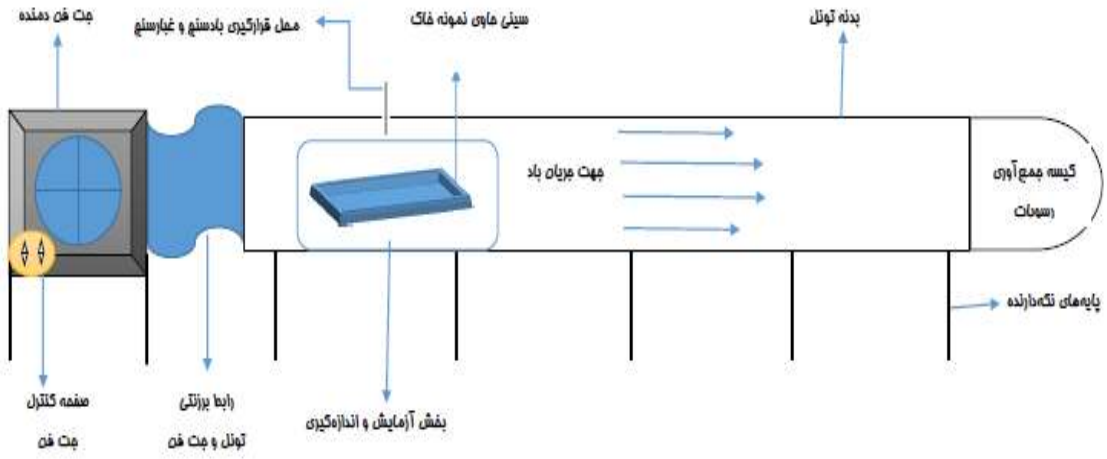
به‌منظور پوش دهی سطح خاک در این تحقیق ۳ گروه متفاوت از سنگریزه‌ها، به قطرهای ۵ تا ۱۰ میلی‌متر، ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر و ۱۵ تا ۲۲ میلی‌متر بررسی قرار گرفت. همچنین ۲ سرعت باد شدید (۱۵ و ۲۵ متر بر ثانیه) که در بسیاری اوقات باعث ایجاد گردوغبار در استان می‌شوند در این آزمایش در تونل باد ایجاد شد. میزان خاک از دست رفته نیز در ٤ زمان ۵، ۸، ۱۵ و ۳۰ دقیقه‌ایی اندازه‌گیری شد. ضمنا به منظور بررسی دقت اندازه‌گیری‌ها، کلیه تست‌ها ۲ بار مورد تکرار قرار گرفتند. همچنین کلیه بررسی‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شده و مقایسه‌های آماری نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح ۹۵ درصد بررسی شد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

میزان هدررفت خاک با استفاده از توزین سینی‌های مخصوص تونل باد قبل و بعد از آزمایش اندازه‌گیری شد. قسمت تست این دستگاه تونل باد که برای بررسی‌های فرسایش بادی در دانشگاه شهید چمران طراحی و ساخته شد دارای طول ۹ متر و نیز عرض و ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر است. همچنین ابعاد طول، عرض و ارتفاع سینی‌های ساخته شده ۵۰*۳۰*٤ سانتی‌متر بود (شکل ۲). پس از کالیبره نمودن سیستم شبیه‌ساز مشخص شد که پروفیل سرعت باد تابعی از رابطه (۲-۱) می‌باشد؛ که در این رابطه U_z سرعت باد در ارتفاع Z، U^* سرعت آستانه فرسایش بادی، Z_0 طول زبری و K ثابت وان کارمن[4] (حدود ۰/٤) می‌باشد (Nourzade et al, 2012).

رابطه (۱)

$$U_z = \frac{U_*}{K} \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)$$



شکل ۲: نحوه قرارگیری بخش‌های مختلف تونل باد

Figure 2: Wind tunnel setup

یافته‌ها و بحث

- ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک‌ها

(جدول ۱) ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نمونه خاک‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس جدول مذکور می‌توان گفت کلیه مناطق مورد مطالعه دارای خاک‌های آهکی و شور بوده‌اند. به‌طوری که حداقل و حداکثر EC در آن‌ها ۲۱/۳ و ۹۹/٤ دسی‌زیمنس بر متر بوده و درصد کربنات کلسیم بین ۲٤/۷۵ تا ۳۹ درصد متغیر بوده است. علاوه بر این در تمامی نمونه‌های خاک مناطق مورد مطالعه درصد کربن آلی بسیار کم و زیر ۱ درصد بوده است. دلیل کمبود شدید کربن آلی در سطح این خاک‌ها، لم‌یزرع بودن آن‌ها می‌باشد. همچنین وزن مخصوص تمامی خاک‌ها بین ۲/۲۲ تا ۲/۵٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بوده است.

4- Von Karman Constant

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه خاک‌های مناطق مورد مطالعه

Table 1- Physicochemical properties of samples of studied soils

شماره خاک	EC (dSm^{-1})	pH	OC (%)	$CaCO_3$	ρ_s ($g\ cm^{-3}$)
۱	٤٦/٧	٧/٦٩	۰/۳۰	۲۸/۲۵	۲/۲۷
۲	۲۱/۳	٧/٧۰	۰/۹۳	۳۲/۵۰	۲/۳۱
۳	۵۲/۵	٧/٨۰	۰/٤٨	۳٤/۵۰	۲/۵٦
٤	۹۹/٤	٧/٧۹	۰/٨٤	۲۹/۰۰	۲/۲۲
۵	٨۲/٦	٧/٨۳	۰/٦٤	۳٤/۵۰	۲/۵٦
٦	۹۱/۳	٧/٧۲	۰/۷۲	۲٤/۷۵	۲/٤٤
۷	۲٦/۹	٨/۱۹	۰/۱۷	۳۹/۰۰	۲/۳۵

(جدول ۲) توزیع اندازه ذرات سطحی خاک‌های مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تاثیر زیاد توزیع اندازه ذرات خاک سطحی روی پتانسیل خاک‌ها برای بلند شدن و فرسایش یافتن از یکسو و استفاده از توزیع اندازه ذرات در بسیاری از مدل‌های فرسایش بادی از سوی دیگر اهمیت این ویژگی را نمایان می‌سازد. در این تحقیق مرز ریزگرد حد ۷۵ میکرومتر (PM ۷۵ یا ۷۵ >) در نظر گرفته شده است. همان‌طور که در جدول مذکور مشخص است درصد ذرات ریزگرد در بافت سطحی خاک‌ها کم‌تر از ١٤ درصد بوده است. همچنین بر اساس طبقه‌بندی USDA در اکثر موارد بیش از ٤۰ درصد ذرات خاک شامل شن خیلی درشت و درشت[5] می‌شدند بر این اساس می‌توان پیش‌بینی نمود که ذرات بیش‌تر دارای حرکت جهشی و تعلیق باشند. با توجه به این‌که در این تحقیق مرز بالای اندازه ذرات ۲۰۰۰ میکرومتر بود، حرکت لغزشی در نظر گرفته نشده است.

جدول ۲-توزیع اندازه ذرات نمونه خاک‌های مناطق مورد مطالعه

Table 2- Particle size distribution of the studied soils

نمونه خاک	کلاس توزیع اندازه ذرات (µm)							قطر متوسط (µm)
	< ۷۵	۱۰۰–۷۵	۱۵۰–۱۰۰	۳۰۰–۱۵۰	۵۰۰–۳۰۰	۲۰۰۰–۵۰۰	< ۷۵	
۱	۱۲/۱۰	۲/٦۳	۵/۲۳	۱۲/٦۲	۱۲/۸۹	۵۷/٦۷	۱۲/۱۰	٦۲۰
۲	٦/٦۱	۲/٤۰	۵/۱۲	٦/۵۹	۲۹/۰۰	۵۰/۲۸	٦/٦۱	۵۲۵
۳	۸/۸۷	٦/۵٦	۱۷/۸۷	۱۱/۰۲	۱۱/۵٤	٤٤/۱٤	۸/۸۷	٤٦۱
٤	۱۳/۳۲	۳/۰۲	۷/۰۰	۱۸/۲۱	۲۰/۰۹	۳۸/۳٦	۱۳/۳۲	٤۵۲
۵	٦/۳۲	۲/۹۸	۷/۰۹	۱۹/۱۰	۱۷/۵۹	٤٦/۹۲	٦/۳۲	۳۹۹
٦	۷/۵٤	۲/۷۳	۱۵/۲۹	۱۲/٦۷	۱۸/۲۱	٤۳/۵٦	۷/۵٤	٤۲۱
۷	۷/۲۹	٤ ۱۰/۵	۸ ۲۹/۸	۲۹/۳۸	۷/٦۰	٤ ۱۵/۰	۷/۲۹	۱٦٤

5- Coarse and Very Coarse Sand

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

همان‌طور که (جدول ۲) نشان می‌دهد خاک‌های مناطق ٤ (منطقه رفیع) و ۱ (روستای بروایه) دارای بیش‌ترین درصد PM ۷۵ بوده و در مقابل خاک‌های مناطق ۵ (منطقه شاه آباد در دشت آزادگان) و ۲ (منطقه مشرفه در هویزه) کم‌ترین میزان ذرات این دامنه را دارا می‌باشند. همچنین خاک‌های مناطق ۱ (منطقه بستان) و ۲ (منطقه الوان) با بیش از ۵۰ درصد ذرات ۲۰۰۰–۵۰۰ میکرون، بیش‌ترین حجم از این ذرات را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳- مقایسه کارایی سنگریزه‌های پوششی مختلف در کاهش میانگی هدررفت خاک در مدت زمان‌های مختلف آزمایش

Table 3: Comparison of the Efficiency of Different Coatings in Reducing the Average Loss of Soil in Different Test Times

زمان آزمایش	نوع پوشش	میانگین هدر رفت (گرم)	مقایسه آماری		
۵ دقیقه	شاهد	۱۸٤۷/۲	A		
	۱۰–۵ میلی‌متر	۱۸۸۰/۱۱	A		
	۱۵–۱۰ میلی‌متر	۱۸۹۸/۲۲		B	
	۲۲–۱۵ میلی‌متر	۱٤۸۷/۳			C
۸ دقیقه	شاهد	۳۱۲۱	A		
	۱۰–۵ میلی‌متر	۱۸۱۰/۱		B	C
	۱۵–۱۰ میلی‌متر	۱٦۸۲/۵		B	
	۲۲–۱۵ میلی‌متر	۱۵۳۲/۹			C
۱۵ دقیقه	شاهد	۳۷۲۱	A		
	۱۰–۵ میلی‌متر	۱۸۳۳/۲		B	
	۱۵–۱۰ میلی‌متر	۱٦۵۲/۵		B	
	۲۲–۱۵ میلی‌متر	۱٤۳۱/۳		B	
۳۰ دقیقه	شاهد	٤۵۸۹/٤	A		
	۱۰–۵ میلی‌متر	۲۰۳۲		B	
	۱۵–۱۰ میلی‌متر	۱۷۹۸/۳		B	
	۲۲–۱۵ میلی‌متر	۱۵۷۸/۷		B	

همان‌طور که در نتایج ارائه شده در (جدول ۳) مشاهده می‌گردد در مدت‌های ۸، ۱۵ و ۳۰ دقیقه‌ایی آزمایش، همه انواع پوشش‌های سنگریزه‌ایی اختلاف معنی‌دار آماری با نمونه شاهد (فاقد پوشش سنگریزه‌ایی) داشته‌اند؛ به عبارت دیگر میانگین هدررفت خاک در تمامی مناطق مورد آزمایش با استفاده از پوشش سنگریزه‌ایی نسبت به شاهد کاهش یافته است ولی اختلاف معنی‌دار آماری بین مدت زمان‌های آزمایش ۸، ۱۵ و ۳۰ دقیقه مشاهده نشد. این درحالیست که هر چه میزان سایز سنگریزه‌های پوششی درشت‌تر شده، عملا میانگین هدررفت خاک کاهش یافته است. استثنای این روند در زمان آزمایش ۵ دقیقه اتفاق افتاده به نحوی که نمونه شاهد و نمونه سنگریزه پوششی ۱۰–۵ میلی‌متر

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

اختلاف معنی‌داری در میانگین هدررفت خاک نداشته‌اند. همچنین در این زمان آزمایش کارایی سنگریزه پوششی ۲۲-۱۵ میلی‌متری در کاهش میزان هدررفت خاک بیش‌تر از سنگریزه پوششی ۱۵-۱۰ میلی‌متری بوده است.

جدول ٤- مقایسه اثر میانگین سنگریزه‌های پوششی مختلف در کاهش میانگی هدررفت خاک هر منطقه در مدت زمان‌های مختلف آزمایش

Table 4- Comparison of the average effect of different gravel pebbles on average soil loss in each region during different test times

زمان آزمایش	میانگین هدررفت	منطقه مورد آزمایش	مقایسه آماری				
۵ دقیقه	۱٤۸۳/۵	۵	A				
	۱٤٤۲/٤	٦		B			
	۱٤۳۵/۳	۲		B			
	۱٤۰۸/۲	۳			C		
	۱٤۰٤/۳	۷			C		
	۱٤۱۰/۸	۱				D	
	۱۳۷٤/۵	٤				D	
۸ دقیقه	۱۷٤۱/۷	۵	A				
	۱۷۱۸/۲	۲		B			
	۱٦٦۳/۹	۷			C		
	۱٦۲۹/٦	٦				D	
	۱۵۷۳/۹	۳					E
	۱۵٦۸/۵	٤					E
	۱۵۵۸/٦	۱					E
۱۵ دقیقه	۱۹۱۲/٦	۵	A				
	۱۸۳۹/٦	۲		B			
	۱۸۰۸/۱	۳			C		
	۱۷۹۸/٤	۷			C		
	۱۷۷۳/۹	٦			C		
	۱۷۲۸/۲	۱				D	
	۱۷۰٦/۸	٤				D	
۳۰ دقیقه	۲۱۸۲/۳	۵	A				
	۲۱۷۱/٤	٦	A				
	۲۱۷٦/٦	٤	A				
	۲۱۲۳/۳	۷		B			
	۲۱۲۳/۵	۳		B			
	۲۱۱۱/۱	۱		B			
	۲۱۰۸/۵	۲		B			

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

(جدول ٤) کارایی میانگین همه انواع سنگریزه‌های پوششی را بر روی کاهش میانگی هدررفت خاک در هر منطقه در مدت زمان‌های مختلف آزمایش را نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که در تمام زمان‌های آزمایش و با همه انواع پوشش‌های سنگریزه‌ایی، منطقه ۵ بیش‌ترین هدررفت خاک را داشته است. این در حالیست که به‌جز در زمان آزمایش ۳۰ دقیقه‌ایی، در سایر زمان‌ها اختلاف معنی‌داری با میانگین هدررفت خاک سایر مناطق داشته است؛ به عبارت دیگر منطقه ۵ بیش‌ترین کارایی را برای کاهش میانگین هدررفت خاک در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه با استفاده از سنگریزه پوششی دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه، منطقه ٤ بیش‌ترین میزان هدررفت خاک را داشته است و این در حالیست که از این نظر اختلاف معنی‌دار آماری با خاک منطقه ۱ ندارد.

جدول ۵- مقایسه کارایی سنگریزه‌های پوششی مختلف با توجه به سرعت طوفان در کاهش میانگین هدررفت خاک‌های همه مناطق مورد آزمایش

Table 5- Comparison of the Efficiency of Different Covert Pebbles According to Storm Speed in Reducing Average Losses of Soils in All Areas Experienced

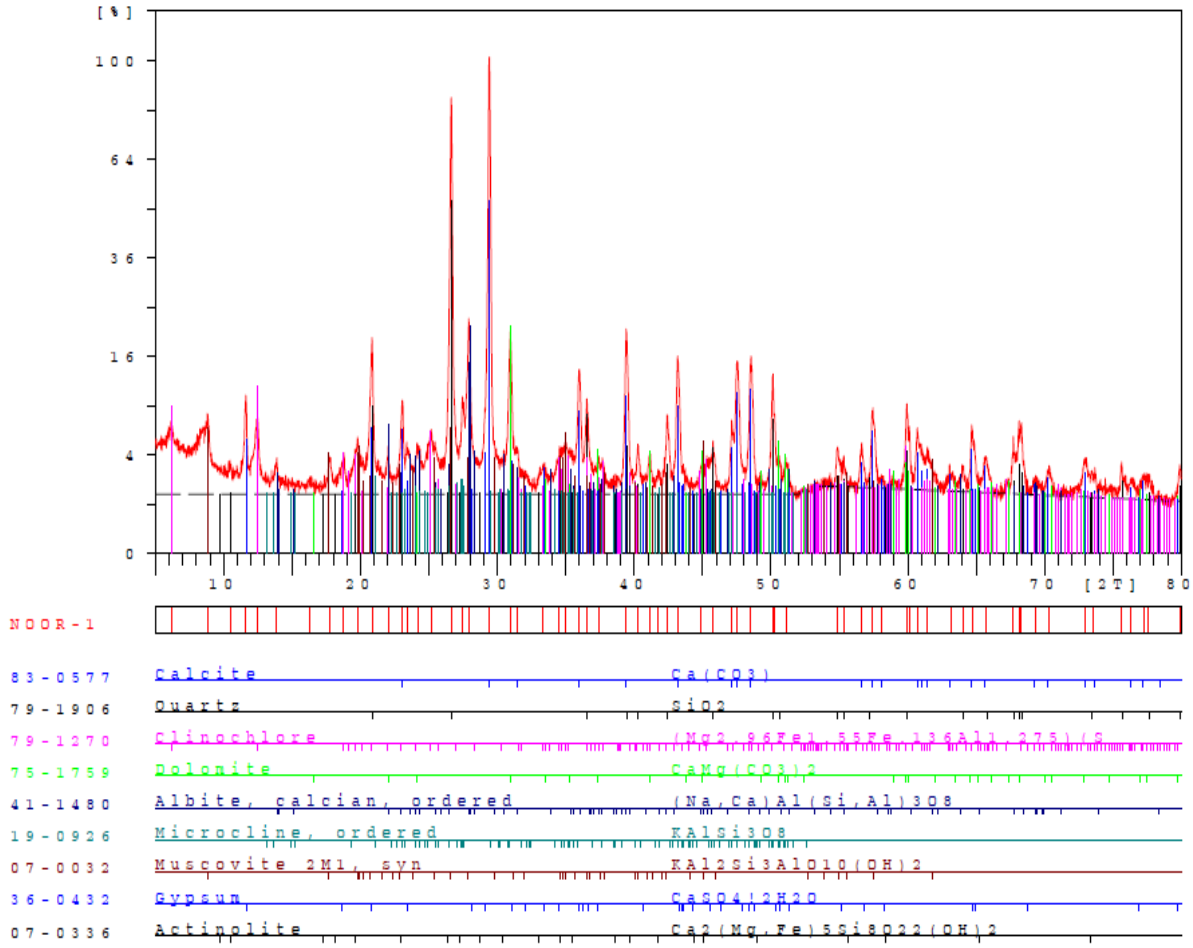
پوشش	سرعت (متر بر ثانیه)	میانگین هدررفت (گرم)	مقایسه آماری			
شاهد	۲۵	۲۸۲۱/۳	A			
شاهد	۱۵	۲۱۵٤/۵		B		
۱۰-۵ میلی‌متر	۲۵	۲۰۷۱/۲			C	
۱۵-۱۰ میلی‌متر	۲۵	۲۰٤٦/٤			C	
۲۲-۱۵ میلی‌متر	۲۵	۱۹۸۹			C	
۱۰-۵ میلی‌متر	۱۵	۱۰٤۸/۳				D
۱۵-۱۰ میلی‌متر	۱۵	۹۸۹/٦				D
۲۲-۱۵ میلی‌متر	۱۵	۸۹۷				D

(جدول ۵) کارایی سنگریزه‌های پوششی مختلف با توجه به سرعت طوفان در کاهش میانگین هدررفت خاک‌های همه مناطق مورد آزمایش را در همه زمان‌ها نشان می‌دهد. بر این اساس نمونه‌های شاهد در هر دو سرعت طوفان ایجاد شده (۱۵ و ۲۵ متر بر ثانیه) از نظر میانگین هدررفت خاک با یکدیگر و با همه پوشش‌های سنگریزه‌ایی اختلاف معنی‌داری داشته‌اند. ولی نتایج آزمون توکی (در سطح ۹۵ درصد) حاکی از آن بود که سه پوشش متفاوت سنگریزه‌ایی در طوفان با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میانگین هدررفت خاک با هم ندارند. مشابه همین نتیجه‌گیری نیز برای پوشش‌های سنگریزه‌ایی در طوفان با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه صادق است. همچنین نتایج (جدول ۵) نشان می‌دهد با افزایش میزان سرعت طوفان، میانگین هدر رفت خاک در همه مناطق مورد آزمایش افزایش یافته است و با ایجاد پوشش سنگریزه‌ایی در سطح خاک، هدررفت خاک کاهش یافته است.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

- کانی شناسی

بررسی کانی‌شناسی (شکل ۳) نمونه‌های ریزگرد جمع‌آوری شده در حین آزمایش‌ها صحرایی در این تحقیق نشان داد که به‌ترتیب کوارتز، کلسیت، مسکویت و ژیپس بیش‌ترین کانی‌های تشکیل دهنده ریزگردهای ورودی به مناطق مورد مطالعه بوده‌اند (جدول ٦).



شکل ۳: نتایج تشخیص XRD از نمونه مرکب جمع‌آوری شده از ریزگردهای ورودی به مناطق مورد مطالعه

Figure 2: Results of XRD Detection from Sample Composite Samples from Input Injections to Study Areas

بر اساس نتایج حاصله از بررسی کانی‌شناسی خاک سطحی منطقه (جدول ۳) مشخص شد که کلسیت و کوارتز در خاک سطحی مناطق مورد بررسی به وفور یافت می‌شود. همچنین در دو منطقه (منطقه شاریجی) وخاکدانه‌های کلسیت-رس مشاهده شده‌اند. بر اساس (جدول ۱) می‌توان به منشا این کانی‌ها در خاک‌های مناطق مورد مطالعه رسید. به طوری که تمامی خاک‌های مناطق مورد نظر دارای مقدار زیادی کربنات کلسیم بودند و می‌توان کلسیت را نشات گرفته از این منبع دانست. همچنین با توجه به حضور درصد زیادی شن و سیلت می‌توان وجود مقدار زیاد کوارتز و منابع سیلیکاتی آن را در منطقه توجیه نمود.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

جدول ٦- کانی‌های غالب موجود در خاک سطحی هر منطقه بر اساس تشخیص XRD

Table 6- Dominant minerals in the surface soil of each region based on XRD detection

شماره منطقه روی نقشه	نام محلی	کانی‌های غالب به ترتیب وفور
۱	بروایه	کلسیت-کوارتز
۲	الوان	کلسیت-کوارتز
۳	هویزه	کلسیت-کوارتز
٤	رفیع	کوارتز-کلسیت
٥	بستان	خاکدانه‌های کلسیت-رس
٦	سوسنگرد	کوارتز-کلسیت
۷	دهلاوه	کوارتز-کلسیت

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که اولا همه انواع پوشش سنگریزه‌ایی می‌توانند به شکل معنی‌داری نسبت به نمونه بدون پوشش (شاهد) در کاهش هدررفت خاک موثر باشند ولی اختلاف معنی‌دار آماری بین مدت زمان‌های آزمایش ۸، ۱۵ و ۳۰ دقیقه مشاهده نشد. این در حالیست که هر چه میزان سایز سنگریزه‌های پوششی درشت‌تر شده، عملا میانگین هدررفت خاک کاهش یافته است. علاوه بر این نتایج حاکی از آن بود که نمونه‌های شاهد در هر دو سرعت طوفان ایجاد شده (۱۵ و ۲۵ متر بر ثانیه) از نظر میانگین هدررفت خاک با یکدیگر و با همه پوشش‌های سنگریزه‌ایی اختلاف معنی‌داری داشته‌اند. ولی نتایج آزمون توکی (در سطح ۹۵ درصد) حاکی از آن بود که سه پوشش متفاوت سنگریزه‌ایی در طوفان‌های ایجاد شده با سرعت‌های مختلف تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میانگین هدررفت خاک با هم ندارند. همچنین منطقه ٥ بیش‌ترین کارایی را برای کاهش میانگین هدررفت خاک در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه با استفاده از پوشش سنگریزه‌ایی نشان دارد. علاوه بر این در طوفان‌های زیر ۳۰ دقیقه، منطقه ٤ بیش‌ترین میزان هدررفت خاک را داشته است و این در حالیست که از این نظر اختلاف معنی‌دار آماری با خاک منطقه ۱ ندارد. همان‌طور که در (جدول ۲) مشخص شده، بیش‌ترین درصد ذرات زیر ۷۵ میکرون در خاک سطحی این مناطق مشاهده شده است؛ بنابراین می‌توان حساسیت زیاد خاک مناطق ٤ و ۱ را نسبت به فرسایش‌پذیری (علی‌رغم وجود پوشش سنگریزه‌ایی) به میزان بالای ذرات کوچک‌تر از ۷۵ میکرون در خاک سطحی نسبت داد. نتایج مطالعات کانی‌شناسی نشان داد که کوارتز و کلسیت، کانی‌های غالب ریزگردهای منطقه هستند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کانی‌های کوارتز و کلسیت دارای منشاء داخلی‌اند. البته باید به این مهم نیز توجه نمود که این مناطق علاوه بر اینکه منطقه برداشت (منبع ریزگرد) محسوب می‌شوند، منطقه رسوب نیز هستند و با توجه به این‌که مطالعات این

تحقیق در سطح خاک صورت گرفته، ممکن است کانی‌های مورد بحث از مناطق برداشت خارجی در این سطح رسوب کرده باشند.

براساس نتایج این تحقیق می‌توان اذعان داشت که پوشش‌های سنگریزه‌ایی می‌توانند به‌عنوان مالچ‌هایی کارا و بدون مشکل زیست‌محیطی برای اراضی غربی استان خوزستان-که از چشمه‌های داخلی ریزگرد به‌شمار می‌روند- مورد استفاده قرار گیرند؛ اما نکته قابل توجه این است که با افزایش سایز سنگریزه‌ها علی‌رغم کاهش میزان هدررفت خاک، نمی‌توان اختلاف معنی‌دار آماری در این زمینه پیدا کرد؛ به عبارت دیگر حساسیت این اراضی به فرسایش بادی به حدی است که هرگونه پوشش سنگریزه‌ایی احتمالا می‌تواند تا حد زیادی از میزان هدررفت خاک بکاهد. بدیهی است درصورتی که این نوع پوشش‌های سنگریزه‌ایی به طور توامان با پوشش گیاهی و سایر روش‌های حفاظت خاک اعمال شوند کارایی و ماندگاری بیش‌تری داشته و به مرور زمان موجب پایداری اکوسیستم منطقه می‌گردد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026

References

- Babakhani, S., (2012), "Application of pebble mulch in controlling wind erosion and stabilization of melting sand. Case study of Isfahan plain plains", 3th Third National Conference on Desertification and Sustainable Development of Iran's Desert Lagoon. Arak, Iran, pp 11-13. [In Persian].
- Field, J. P., Belnap, J., Breshears, D., Neff, J. C., Okin, G. S., Whicker, J., Painter, T. H., Ravi, S., Reheis, M. C., Reynolds, R. L., (2009), "The ecology of dust", ***The Ecological society of America***, 21: 423-430.
- Geravandi, S., Zalaghi, E., Goudarzi, G., Mohamadi, M. J., Babaei, A. A., Yari, A R., Nourzadeh Haddad, M., (2015), "Exposure to PM10 and its effect on respiratory and cardiac diseses in urban air of Isfahan", ***Health system research journal***, 11 (4): 1-5.
- Heydari, M., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M. R., Darini, J., (2010), "The effect of pebble mulch and its roughness on wind erosion in wind erosion meter device", Second national erosion conference, Yazd, Iran, pp 17-19 [In Persian].
- Khoman, A., (2013), "Evaluation of damage caused by dust in the agricultural sector (Case Study: Khuzestan)", Proceedings of the Conference of dust, monitoring, effects and coping strategies, organization, Geological Survey of Iran, Tehran pp 9-12. [In Persian].
- Movahedan, M., Abbasi, N., Keramati, M., (2014), "Study of The effect poly vinyl acetate on dry aggregate stability", ***Journal of Soil Science (Soil and Water)***, 27: 71-83.
- Nourzadeh, M., Bahrami, H. A., Goossenss, D., Fryrear, D. W., (2012), "Determining soil erosion and threshold friction velocity at different soil moisture conditions using a portable wind tunnel", ***Annals of Geomorphology***, 57: 97-109.
- Nourzadeh Haddad, M., Bahrami, H. A., (2015), "Investigation of dust concentration with top moisture and particle size distribution of soil using portable wind erosion simulator, desert regions of Khuzestan province", ***Journal of geospatial exploration of desert areas***, 3 (1): 167-183.
- Nourzadeh Haddad, M., Gholami, A., Ashnagar, N., (2016), "Dust production prediction as result of wind erosion using IRIFR model, Abdolkhan of Shoush", ***Journal of Geographical space***, 17 (56): 277-289.
- Saeidi, N., Ghaderi, A., Dezhan, M., (2018), "Crisis management and feasibility in using oil mulch to stabilize sand and wind erosion control", ***Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMK) Quarterly***, 8 (1): 81-91.
- Salarinia, M., Mahmoudabadi, M., (2013), "Investigating the effect of wind speed on surface gravel cover on wind erosion severity with wind erosion meter device", 12th National Conference on Irrigation and Evaporation Reduction, Kerman, Iran, pp 18-20. [In Persian].
- Shahnavaz, M., Gholami, A., Nourzadeh Haddad, M., Panahpour, E., (2017A), "Study of performance polymer and plant mulch to reduce soil loss in areas prone to wind erosion in Khuzestan, Iran", ***Iranian journal of soil and water research***, 48 (3): 651-658.
- Shahnavaz, M., Nourzadeh Haddad, M., Gholami, A., Panahpour, E., (2017B), "Effect of mulching on soil nutrient loss reduction, case study of western lands Khuzestan province , Iran", ***Journal of experimental biology and agricultural sciences***, 4 (1): 730-741.
- Shahnavaz, M., Nourzadeh Haddad, M., Gholami, A., Panahpour, E., (2018), "Stabilizers efficiency in soil and their effects on some soil properties", ***Arid Land Research Management***, 51: 62-85.
- Yanli, X., You liu, L., (2003), "Effect of gravel mulch on Aeolian dust accumulation in the semiarid region of northwest", ***China. Soil and Tillage Research***, 70 (21): 73-81.

- Zezin, A. B., Mikheikin, S. V., Rogacheva, V. B., Zansokhova, M. F., Sybachin, A.V., Yaroslavov, A. A., (2015), "Polymeric stabilizers for protection of soil and ground against wind and water erosion", ***Journal of Advances in Colloid and Interface Science***, 4: 1-13.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 15:20 IRDT on Wednesday June 10th 2026