

## مورفوسکوپی ذرات گرد و غبار با تأکید بر منشأ گرد و غبار منطقه سرخس

معصومه درمانی: دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان

هایده آرا\*: استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

علیرضا راشکی: دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

آبرادات مافی: دکتری تخصصی زمین‌شناسی، کارشناس ارشد سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۹)



20.1001.1.22517812.1401.12.2.10.7

### چکیده

گرد و غبار، توده‌ای از ذرات جامد در مقیاس میکرون است که در هوا پخش می‌شود و اثرات زیان‌بار زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی بسیاری را از خود برجای می‌گذارد. شهرستان سرخس یکی از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی کشور و گرد و غبار است که تحت تأثیر بادهای ۱۲۰ روزه قرار دارد و مسئول مشخصی برای بررسی علمی و کاربردی این پدیده در منطقه مشاهده نشده است. به منظور آگاهی از ویژگی‌های بافتی با هدف شناسایی منشأ و ویژگی‌های رسوب‌شناسی ذرات گرد و غبار، به جمع‌آوری نمونه‌هایی از این پدیده در دو ماه متوالی (مرداد - مهر ۱۳۹۸) در منطقه سرخس پرداخته شد. سپس نمونه‌ها توسط نرم‌افزار State Grad و میکروسکوپ الکترونی (SEM) به کمک نرم‌افزار Anix Emica، تحت آزمایش آنالیز لیزری (LPSA) قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیپ غالب شناسایی شده، رسوبات دانه‌ریز با بافت سیلتی با جورشدگی متوسط تا زیاد (۲/۶۶-۱/۵۷) و کج‌شدگی (۰/۱۰۰۸- تا ۰/۷۹-) به سمت رسوبات دانه‌ریز است. میزان سیلت در نمونه روستاهای مدنظر از گنبدلی تا بغیغو به ترتیب ۹۶، ۹۲، ۸۹، ۹۹، ۹۶ درصد است و میزان رس، کمتر از پنج درصد ذرات را شامل می‌شود. خروجی میکروسکوپ الکترونی نیز نشان داد که ذرات در نتیجه تخریب سطحی دانه نامنظم است؛ به طوری که ممکن است در نتیجه برخورد ذرات یا عمل انحلال، قسمتی از دانه تخریب شود و اشکال ذرات به صورت نامشخص و چند وجهی نیمه گرد تا مدور باشد. در بعضی نقاط نیز سطح دانه، کثیف و خالدار یا به صورت پوسته و ورقه ورقه یا پولک دیده می‌شود. به علت داشتن خصوصیات فیزیکی متفاوت و چندتایی بودن نقاط پیک در نمودار توزیع اندازه ذرات، بیشتر رسوبات گرد و غبار منطقه رفتارهای چند منشأ دارند. همچنین جهت باد غالب منطقه، شمال غربی به جنوب شرقی است.

واژگان کلیدی: آنالیز لیزری، سرخس، گرد و غبار، میکروسکوپ الکترونی، مورفوسکوپی.

## ۱- مقدمه

گرد و غبار ناشی از فرسایش بادی، چالش مهم مناطق خشک و نیمه خشک است که با تغییرات آب و هوایی در سال‌های اخیر تشدید شده‌است (Bayat, 2021). ذرات گرد و غبار در هوا بیانگر یک مجموعه مواد آلی و غیرآلی در اندازه‌های مختلف است که معمولاً این ذرات با قطر کمتر از ده میکرومتر، بیشترین فعالیت و تأثیر را بر محیط زیست دارند (Ahadi et al, 2021).

گرانولومتری و مورفوسکوپی در به دست آوردن اطلاعات دقیق‌تر در زمینه ویژگی‌های مورفولوژیکی پروژه‌های مبارزه با فرسایش خاک و در شناسایی فاصله حمل ذرات با هدف شناسایی منشأ آن کمک شایانی می‌کند. دانه‌بندی رسوبات بادی و همگنی آن، بر حسب سرعت باد در قسمت‌های مختلف متفاوت است (Tavakkolifard et al, 2013). ذرات رسوب شامل دامنه وسیعی از اندازه‌های مختلف ذرات (ذرات رس تا شن) است و معمولاً مقیاس اندازه ذرات در قالب مقیاس‌های خطی بیان می‌شود. این حالت در شرایطی که ذرات رسوبی، کروی باشند مناسب است اما در عمل ذرات زاویه‌دار بودند؛ از این رو، مقیاس‌های متفاوتی برای ذکر اندازه ذرات بیان شده‌است که در بعضی از آنها شکل ذره نیز در نظر گرفته می‌شود (Ahmadi, 2006). در زمینه منشأیابی رسوبات بادی به وسیله مورفوسکوپی و دانه‌بندی ذرات، تحقیقات زیادی انجام شده‌است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: Mesbahzadeh و همکاران (2018)، به بررسی مورفوسکوپی و دانه‌بندی رسوبات بادی آران کاشان پرداختند. بدین منظور پس از نمونه‌برداری از سطح خاک و آماده‌سازی نمونه‌ها، عملیات دانه‌بندی به روش الک خشک و تر بر اساس استاندارد A.S.T.M در هشت طبقه شامل کوچک‌تر از ۶۴ میکرون تا بزرگ‌تر از ۴۰۰۰ میکرون انجام شد. با ورود داده‌ها به نرم‌افزار Gradl State، پارامترهای آماری همانند قطر میانه، چولگی و جورشدگی نمونه‌ها بر اساس روش جامع ترسیمی فولک محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که جورشدگی ذرات بین ۰/۳-۰/۸ است که به نوعی، فاصله حمل نزدیک تا متوسط ذرات از منطقه برداشت خود تا محل تجمع رسوبات را تأیید می‌کند. نتایج حاصل از شاخص کج‌شدگی ذرات در رخساره‌های ارگ متوسط دانه، اراضی کشاورزی رسی، کشاورزی و په‌په‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای متقارن است. در بقیه رخساره‌ها نیز شاخص کج‌شدگی به سمت ذرات ریزدانه است. مطالعات متعددی در مورد دانه‌بندی رودخانه‌های کوهستانی مرتفع انجام شده‌است. تجزیه و تحلیل توزیع اندازه ذرات در حوضه Mandakini واقع در منطقه مرکزی هیمالیا توسط Kumar و همکاران در سال (2016) نشان داد که مقادیر سیلت متوسط و شن (۰/۲۵-۰/۱۵۶ میلی‌متر) ۷۰-۸۰ درصد بار رسوبی را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق، نمونه‌ها در چهار ماه گرم سال که یخچال‌ها در معرض ذوب قرار دارند و در دوره‌های سیلابی وقایع استثنایی که بیشترین نقش را در انتقال رسوب بر عهده دارند، برداشت شد. نتایج پژوهش Pandy و همکاران در سال (2002) بر روی غلظت رسوبات معلق ناشی از ذوب برف یخچال حوضه Pindari هندوستان نشان داد که توزیع اندازه ذرات غالباً شامل لای متوسط و درشت به اندازه ۰/۲-۰/۰۵ میلی‌متر بود و ذرات رس، کمتر از هفت درصد از کل اندازه ذرات را شامل می‌شد. اکثر نمونه‌ها، جورشدگی ضعیفی داشتند و با توزیعی متقارن یا با کمی چولگی در طبیعت دیده می‌شدند. دانه‌ها نیز بافتی با منشأ مکانیکی و شیمیایی داشتند که در بسیاری از ذرات، بافت مکانیکی غالب بود.

همچنین مشاهده شد که شکل ذرات عمدتاً نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد با محدوده اندازه متغیر بود. Tavakkoli و همکاران در سال (2013) با استفاده از روش مورفوسکوپی، به بررسی رسوبات لسی استان گلستان در دو محدوده مطالعاتی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که هفتاد درصد کانی کوارتز در نمونه‌های گرفته شده، به صورت زاویه‌دار بود که این امر بیانگر محلی بودن و حمل ذرات موجود توسط باد از فاصله‌های نزدیک است. اشکال هاله‌مانند و مات نیز از حمل آنها در دریاچه‌های قدیمی حکایت داشت. طبقه و همکاران در سال (2020)، نمونه‌های گرد و غبار جو را با استفاده از سینی‌های شیشه‌ای و با روش جمع‌کننده خشک جمع‌آوری کردند. ترکیب عناصر نیز از طریق نوری پلاسما به صورت القایی انجام شد. طیف‌سنجی انتشار داده‌های هواشناسی نشان داد که گرد و غبارترین روزها معمولاً در بهار و تابستان بود. میکروسکوپ الکترونی رویشی<sup>۱</sup> نیز نشان داد که اندازه گرد و غبار جمع‌آوری شده از ۵۰-۰/۸ میکرومتر متفاوت بود، لذا اندازه ده میکرومتر اندازه غالب بود. گرد و غبار جوی جمع‌آوری شده، بلورهای مثلثی و اشکال نامنظم و نیمه گرد داشت. در تحقیق حاضر با توجه به اینکه سرخس از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تحت تأثیر بادهای ۱۲۰ روزه است، تلاش شد با به دست آوردن خصوصیات دانه‌بندی ذرات گرد و غبار و تجزیه و تحلیل آن، به شناخت بیشتر منابع و منشأ گرد و غبار در روستاهای منطقه سرخس پرداخته شود.

## ۲- منطقه مورد مطالعه

شهر سرخس در همسایگی جنوب صحرای بزرگ قره‌قوم ترکمنستان واقع است و از این رو، به شدت تحت تأثیر عوامل حاکم بر توسعه کویر قرار دارد. این منطقه از نظر طبیعی استعداد گسترش کویر را دارد که همجواری با کویر قره‌قوم آن را تشدید کرده و اقلیم خشک و سرد را به وجود آورده است (شکل ۳).



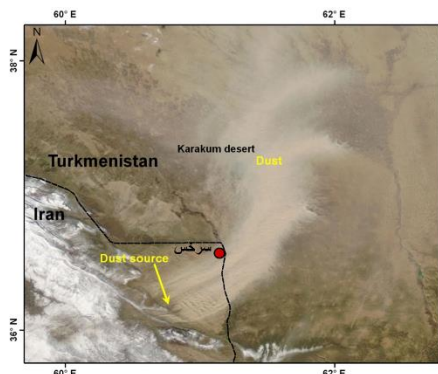
شکل ۱: موقعیت شهرستان سرخس نسبت به صحرای بزرگ قره‌قوم در ترکمنستان (الگوی مشارکت و جوامع محلی، مهندسان مشاور مجد آب شرق،

۱۳۹۶)

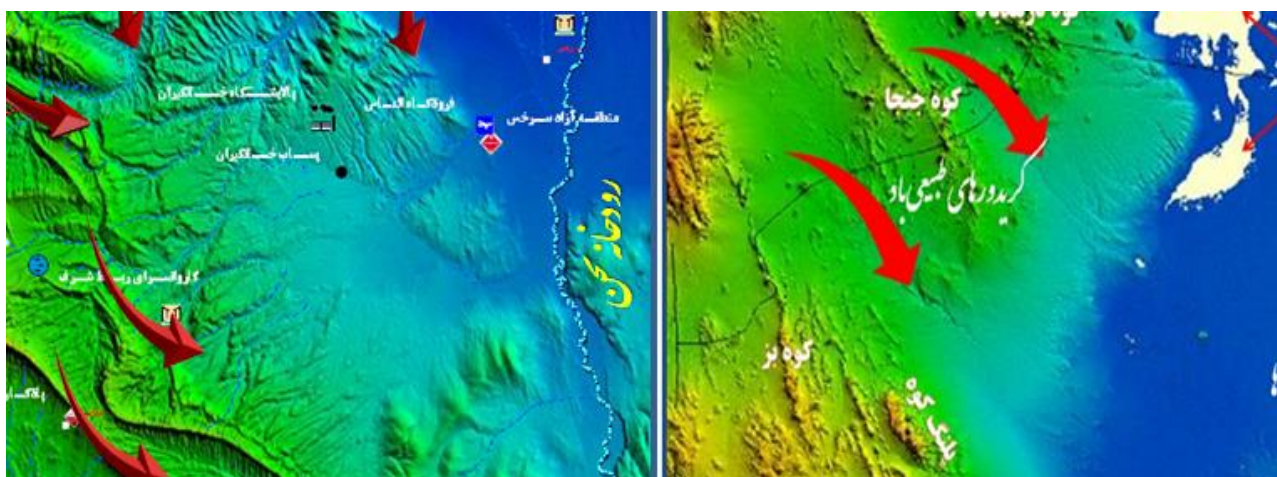
شهرستان سرخس به دلیل داشتن اقلیم گرم و خشک، وقوع خشکسالی‌های پی در پی و به تبع آن از بین رفتن پوشش گیاهی، وجود بادهای شدید و فرساینده ۱۲۰ روزه به همراه خاک نرم و منفصل، مستعد وقوع طوفان‌های گرد و

<sup>1</sup> SEM

غبار (شکل ۱) است. بنا به گزارش زمین‌شناسی مجد آب شرق در سال ۱۳۹۶، ارتفاعات غربی نزدیک به دشت سرخس با ایجاد کریدورهای طبیعی باد هم جهت با بادهای غالب و مطابق با بادهای ۱۲۰ روزه شرق کشور، به سرعت بخشیدن به فرایند طوفان‌های گرد و غبار در دره‌های بین ارتفاعات منجر می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲: وقوع طوفان گرد و غبار در منطقه سرخس (تصویر ماهواره‌ای سنجنده مودیس، ۲۰ دی ۱۳۸۵)



شکل ۳: کریدورهای طبیعی باد در دشت سیستان

کریدورهای طبیعی باد در شهرستان سرخس

بررسی سابقه مطالعات توفان گرد و غبار از منابع اطلاعاتی نشان داد که بیشتر محققان (۶۱/۴۰ درصد) از روش آماری — سینوپتیکی برای مطالعه توفان‌های گرد و غبار استفاده می‌کردند و مهم‌ترین شاخص‌هایی که در ویژگی‌های فیزیکی از سوی پژوهشگران قابل توجه قرار می‌گرفت، فراوانی و تراکم بود که به ترتیب ۳۴/۲۱ و ۳۴/۲۱ درصد از مطالعات را به خود اختصاص می‌داد (Arami et al, 2018). سرعت بادهای شدید سالانه در منطقه سرخس بین ۱۱-۲۸ کیلومتر بر ساعت و مستعد طوفان‌های گردوغبار بود. احتمال وقوع باد با سرعت ۱۱ تا ۲۸ متر بر ثانیه در دور برگشت ده سال، یازده باد بود و حداکثر سرعت باد در دوره بازگشت پنجاه ساله برابر با سی متر بر ثانیه بود.

## ۳- مواد و روش

به منظور شناسایی روستاهای مستعد فرسایش، در ابتدا از اهالی روستا، کارشناسان و دهیار منطقه سرخس تحقیق شد. سپس به کمک مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعه نقشه زمین‌شناسی، نقاط حساس به فرسایش شناسایی و انتخاب شد. با توجه به شرایط منطقه، جهت باد غالب و همکاری اهالی روستا، تعداد سی دستگاه نمونه‌بردار شیشه‌ای (جدول ۱، موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده با دستگاه نمونه‌بردار را نشان می‌دهد)، در پشت بام منازل روستایی در ارتفاع ۲-۴ متری از سطح زمین مستقر شد (شکل ۴). گرد و غبار اتمسفری به مدت دو ماه از مرداد تا مهرماه ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد (شکل ۲).

جدول ۱: موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده

x	y	نام روستا	
۶۰/۸۷	۳۶/۳۹	گنبدلی	
۶۰/۸۷	۳۶/۳۸	گنبدلی	۱
۶۰/۸۶	۳۶/۳۸	گنبدلی	۳
۶۰/۶۳	۳۶/۳۲	گنبدلی	۴
۶۰/۶۳	۳۶/۳۲	شورلق	۵
۶۰/۶۳	۳۶/۳۲	شورلق	۶
۶۰/۶۳	۳۶/۳۲	شورلق	۷
۶۰/۴۸	۳۶/۳۱	شورلق	۸
۶۰/۴۹	۳۶/۳۱	بزنگان	۹
۶۰/۴۵	۳۶/۲۸	بزنگان	۱۰
۶۰/۴۵	۳۶/۲۷	آبدراز	۱۱
۶۰/۴۵	۳۶/۲۷	آب دراز	۱۲
۶۰/۴۵	۳۶/۲۸	آب دراز	۱۳
۶۰/۷۱	۳۶/۰۹	آب دراز	۱۴
۶۰/۷۱	۳۶/۰۹	پده	۱۵
۶۰/۷۱	۳۶/۰۹	پده	۱۶
۶۰/۷۱	۳۶/۰۹	پده	۱۷
۶۰/۷۱	۳۶/۰۹	پده	۱۸
۶۰/۷۶	۳۶/۰۶	پده	۱۹
۶۰/۷۶	۳۶/۰۶	باغک	۲۰
۶۰/۷۷	۳۶/۰۶	باغک	۲۱
۶۰/۷۷	۳۶/۰۶	باغک	۲۲
۶۰/۷۷	۳۶/۰۶	باغک	۲۳
۶۰/۵۷	۳۶/۰۶	باغک	۲۴
۶۰/۵۷	۳۶/۰۶	بغغو	۲۵



۶۰/۵۷	۳۶/۰۶	بغیغو	۲۶
۶۰/۵۷	۳۶/۰۶	بغیغو	۲۷
۶۰/۵۷	۳۶/۰۶	بغیغو	۲۸
۶۰/۸۷	۳۶/۳۹	بغیغو	۲۹

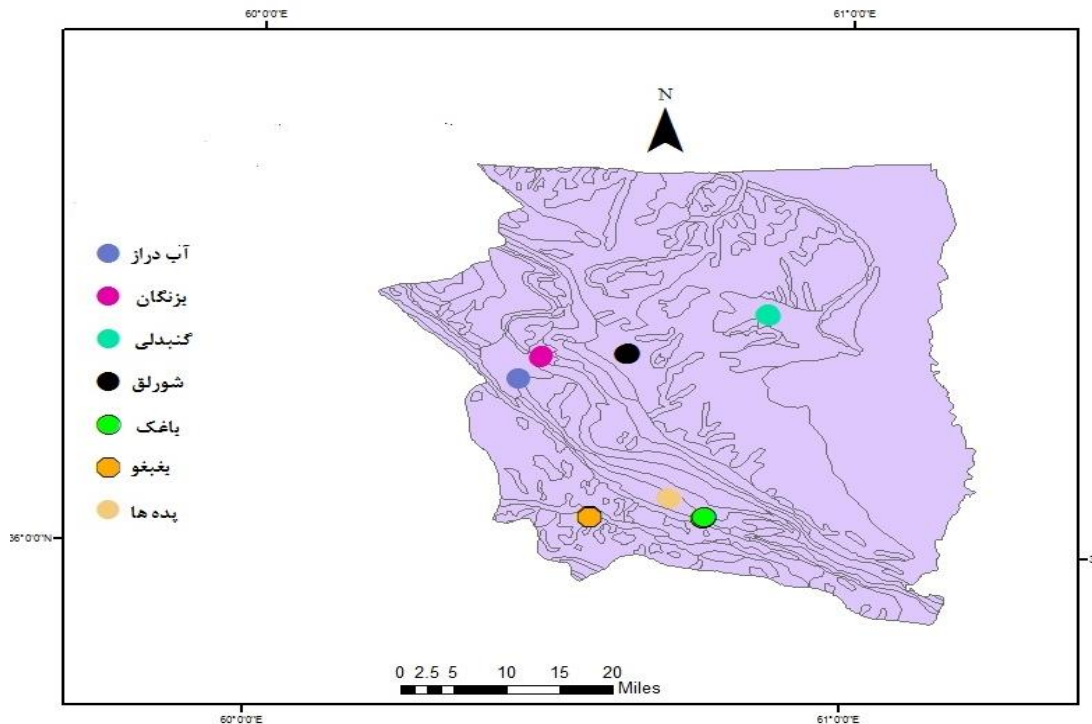
شکل ۴: موقعیت قرارگیری نمونه بردار شیشه‌ای در پشت بام ساختمان‌ها

موقعیت هر روستا در (جدول ۲) و (شکل ۵) نشان داده شده است. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری و ادغام در هر روستا، به آزمایشگاه آنالیز لیزری<sup>۱</sup> و میکروسکوپ الکترونی رویشی<sup>۲</sup> تحویل داده شد.

<sup>۱</sup> PSA

<sup>۲</sup> SEM





شکل ۵: موقعیت قرارگیری روستاهای مورد مطالعه منطقه سرخس

جدول ۲: موقعیت روستاهای مورد مطالعه (ادغام شده) به همراه آزمایش‌های انجام شده

نام روستا	گنبدلی	شورلق	بزنگان	آبدراز	پده	باغک	بغیغو
نوع آزمایش	SEM	SEM\PSA	PSA	SEM\PSA	SEM\PSA	SEM\PSA	SEM\PSA
x	۶۰/۸۶	۶۰/۶۳	۶۰/۴۸	۶۰/۴۷	۶۰/۷	۶۰/۷۶	۶۰/۵۷
y	۳۶/۳۸	۳۶/۳۱	۳۶/۳	۳۶/۲۷	۳۶/۰۸	۳۶/۰۵۷	۳۶/۰۵

تجزیه‌ی مکانیکی اندازه ذرات خاک شامل اندازه‌گیری جرم سه بخش رس ( $>0.002$  میلی‌متر)، سیلت ( $0.002 - 0.075$  میلی‌متر) و شن ( $0.075 - 2$  میلی‌متر) و تعیین کلاس بافت با استفاده از نمونه‌هایی است که در یک مثلث بافت خاک، در یک کلاس معین قرار گرفته‌اند و ممکن است توزیع اندازه ذرات متفاوتی داشته باشند (Hwang, Montero, 2005 & Posadas et al, 2001 & 2004)؛ برای مثال، کلاس بافتی رس در سیستم طبقه‌بندی USDA در برگیرنده همه نمونه‌های خاک با میزان رس بین ۴۰ تا ۱۰۰ درصد خواهد بود؛ حال آن که حتی تعیین درصد یا نسبت سه جزء اصلی خاک (شن، سیلت و رس)، اطلاعات کاملی در مورد توزیع اندازه ذرات خاک در اختیار قرار نمی‌دهد (Bitterly et al, 1994 & Gee, 2001 & Posadas et al, 2001).

بنابراین سعی بر آن است که از خروجی دو نوع آزمایش همراه با پارامترهای آماری استفاده کرد. ذکر این امر لازم است که برای مطالعه اندازه دانه‌ها، از مقیاس‌های متریک (میلی‌متر یا میکرون)، ژئومتریک و استانداردسازی فولک (فرمول ۱) استفاده شد که در آن قطر نمونه بر حسب میلی‌متر و  $\Phi$  اندازه دانه در مقیاس کرومباین (فی) است.

رابطه ۱

$$\Phi = \log_2 d$$

نتایج حاصل از پارتیکل سائز ذرات به کمک نرم افزار Gradl State و خروجی حاصل از SEM به کمک نرم افزار Anix Emica بررسی و تجزیه و تحلیل شد. نمونه‌های پارتیکل سائز (تعیین اندازه ذرات<sup>۱</sup>) توسط شرکت سازنده کشور فرانسه Cordouan، با مدل Vasco3 نمونه SEM توسط میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی ۲-۵۰۰۰ میکرومتر و با EHT20 KV تجزیه و تحلیل شد. پارامترهای آماری شامل پارامترهای جورشدگی و کج‌شدگی میانگین و انحراف معیار به شرح زیر است:

### پارامترهای آماری

تجزیه اندازه دانه‌ها را می‌توان برای تشخیص رسوبات در محیط‌ها و رخساره‌های مختلف به کار برد که اطلاعاتی در مورد فرایندهای رسوب‌گذاری، انرژی محیط رسوبی و نوع جریان در اختیار قرار می‌دهد (فولک، ۱۹۷۴).  
**میانانه:** عبارت است از قطر معادل پنجاه درصد که از روی نمودار فراوانی تجمعی به دست می‌آید. اما با توجه به اینکه پارامتر میانانه تنها یک نقطه از نمودار تجمعی را در نظر می‌گیرد و از دیگر قسمت‌های نمودار صرف‌نظر می‌شود، پارامتر دقیقی برای بیان حد واسط نیست.

**میانگین:** میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات. در این مقیاس، ذرات درشت در سمت چپ نمودار و ذرات ریز در سمت راست قرار می‌گیرند و حسن آن، کامل بودن اعداد در رسم نمودار و محاسبات عددی است.  
**جورشدگی:** شاخصی است که یکنواختی ذرات تشکیل‌دهنده رسوب و نزدیک بودن قطر آنها به یکدیگر را نشان می‌دهد.

**کج‌شدگی:** این شاخص، وضعیت تقارن منحنی‌های توزیع نرمال دانه‌بندی به سمت ریز دانه (کجی مثبت) یا درشت دانه کجی منفی یا متقارن (صفر) را مشخص می‌کند و از طریق فرمول کج‌شدگی ترسیمی جامع فولک — که نود درصد منحنی دانه‌بندی را بررسی می‌کند — به دست می‌آید. جدول ۴، محاسبه شاخص‌های آماری ذرات گرد و غبار را نشان می‌دهد.

### ۴- یافته‌ها (نتایج)

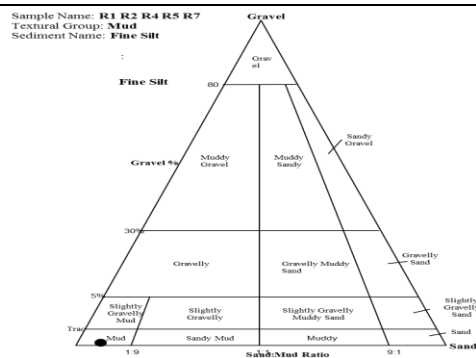
خروجی PSA به کمک نرم‌افزار Gradl State به شرح زیر در جدول ۳ ذکر شده است: میزان سیلت در روستای گنبدلی ۹۶، شورلق ۹۹، آبدراز ۸۹، پده ۹۲ و بغبغو ۹۶ درصد است و میزان رس، کمتر از پنج درصد ذرات را تشکیل می‌دهد. نوع بافت غالب، سیلت (شکل ۶) است. فاصله ذرات از سیلت دانه متوسط تا رس را شامل می‌شود، این امر بیانگر این است که ذرات، مسافت متوسط تا دور را حمل می‌کنند و دارای منشأ با فرسایش بادی هستند. جورشدگی ذرات در محدوده کلاس متوسط تا خوب، کشیدگی به سمت رسوبات ریز دانه و عمدتاً سیلت و کج‌شدگی در کلاس پلی کوتیک (پده و آبدراز) تا خیلی پلی کوتیک (بغبغو، شورلق و گنبدلی) است (شکل ۷).

<sup>1</sup> Particle Size Analyzer



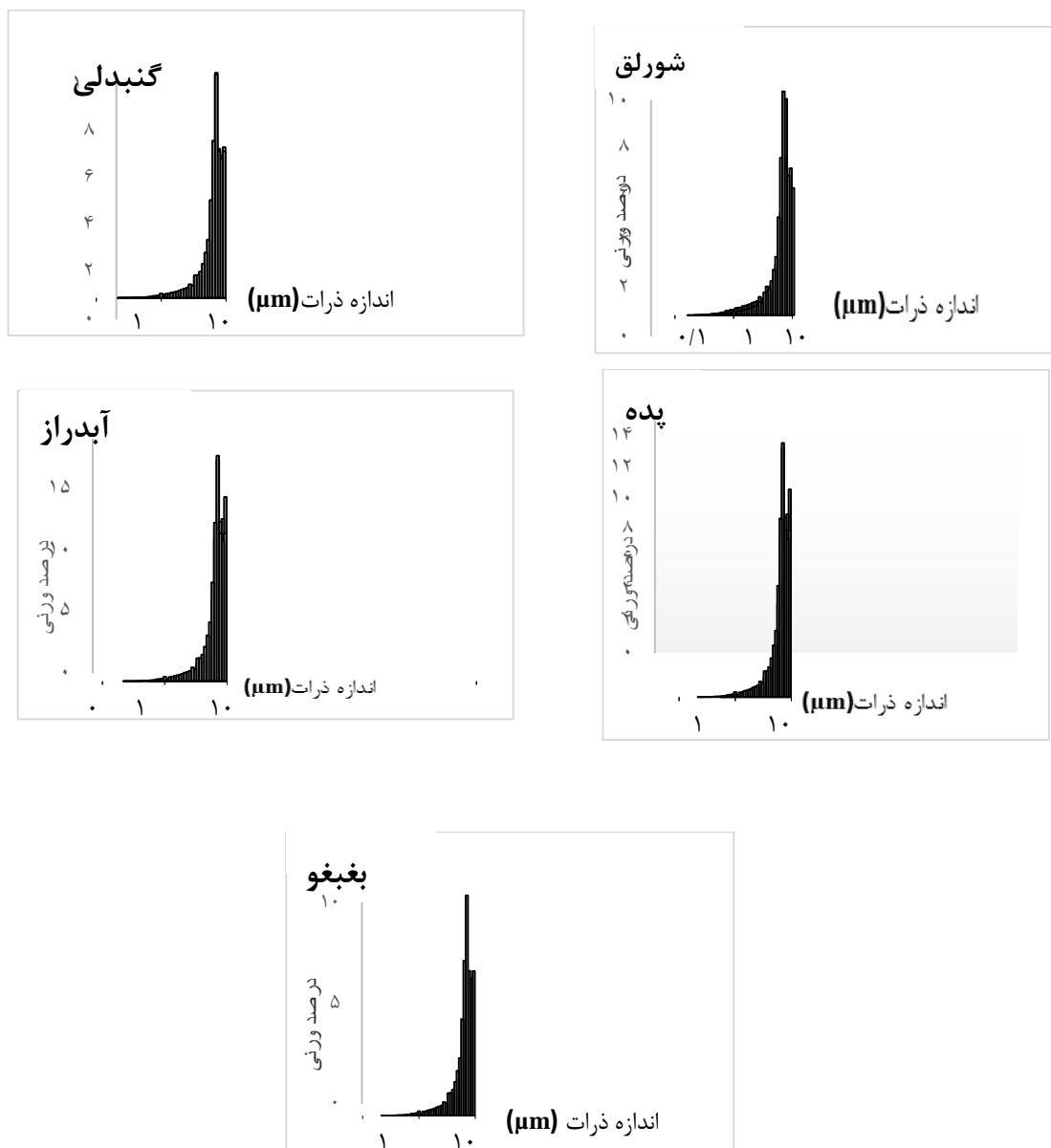
جدول ۳: خروجی PSA به کمک نرم افزار Grad State

GRAIN SIZE DISTRIBUTION	گنبدلی	شورلق	آبدراز	پده‌ها	بغغو
MEDIUM SILT	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۹
FINE SILT	۰/۵۹	۰/۴۵	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۵۹
V FINE SILT	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۹
SUM SILT%	۹۶	۹۹	۸۹	۹۲	۹۶
CLAY	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۴



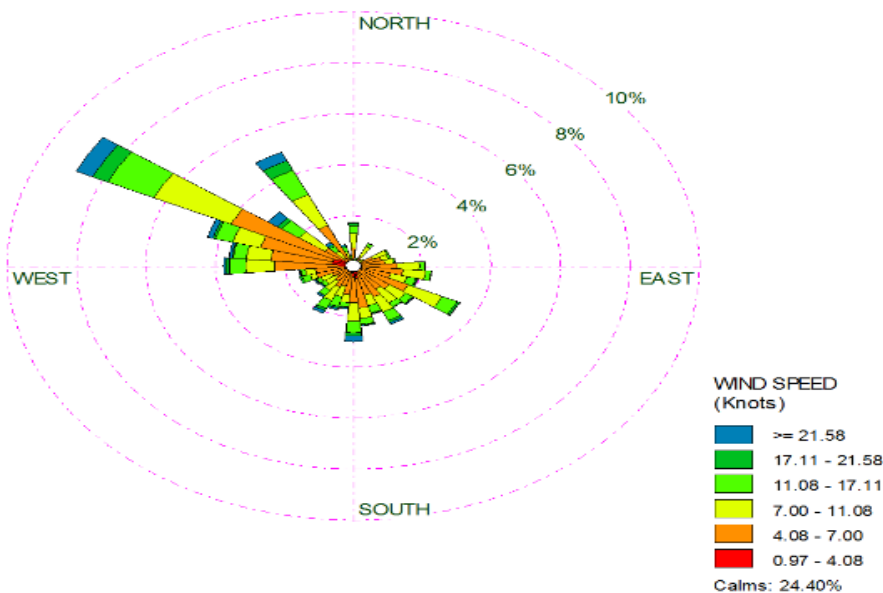
شکل (۶): بافت رسوبات گرد و غبار بر مبنای مثلث فولک

شکل ۷، توزیع دانه‌بندی ذرات گرد و غبار را نشان می‌دهد که ذرات کمتر از ده میکرون است و چولگی ذرات، مثبت و به سمت رسوبات ریز دانه است. همچنین دارای جورشدگی متوسط (آبدراز) تا بسیار خوب (بغغو) است. از طرفی، چند نقطه پیک در نمودار مشاهده می‌شود که بیانگر چند منشأ بودن پدیده گرد و غبار است.



شکل ۷: توزیع دانه‌بندی ذرات گرد و غبار به کمک نرم‌افزار Grad State

از آنجایی که رخدادهای گرد و غبار بیشتر در فصول بهار و تابستان منطقه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد، در نتیجه گلباد فصل بهار و تابستان بررسی شد. گلباد سرخس در شکل نشان می‌دهد که باد غالب در تمام طول سال از شمال غرب می‌وزد و بیشترین سرعت باد مربوط به فصل تابستان است (شکل ۸).



شکل ۸: گلباد منطقه سرخس (مرداد ۱۳۹۷ - شهریور ۱۳۹۸)

جدول ۴، استانداردسازی شاخص‌های آماری در نرم‌افزار GradL State را نشان می‌دهد. در جدول ۵ نیز به محاسبه شاخص‌های آماری ذرات گرد و غبار به کمک GradL State پرداخته شده‌است.

جدول ۴: استانداردسازی شاخص‌های آماری در نرم‌افزار GradL State

جورشدگی	کشیدگی	کج شدگی
خیلی خوب	خیلی ریز	خیلی پلی کوتیک
خوب	ریز	پلی کوتیک
متوسط خوب	متوسط	مزو کوتیک
متوسط	درشت	لپکوتیک
ضعیف	خیلی درشت	خیلی لپکوتیک
خیلی ضعیف		
بی‌نهایت ضعیف		

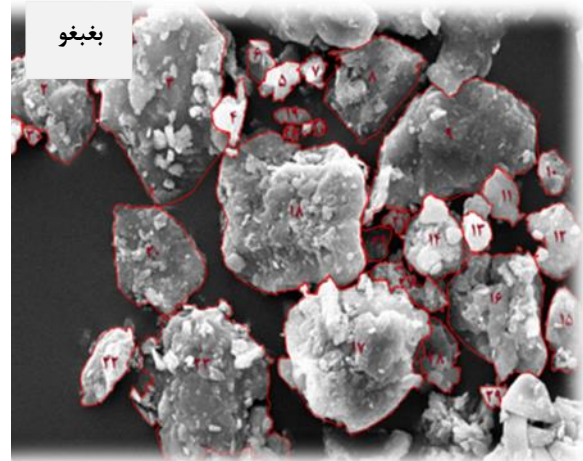
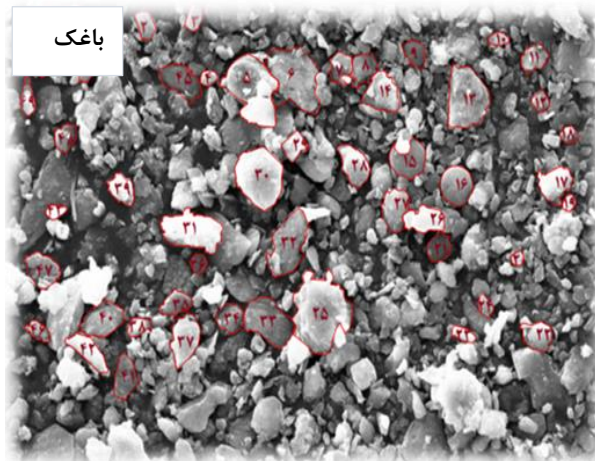
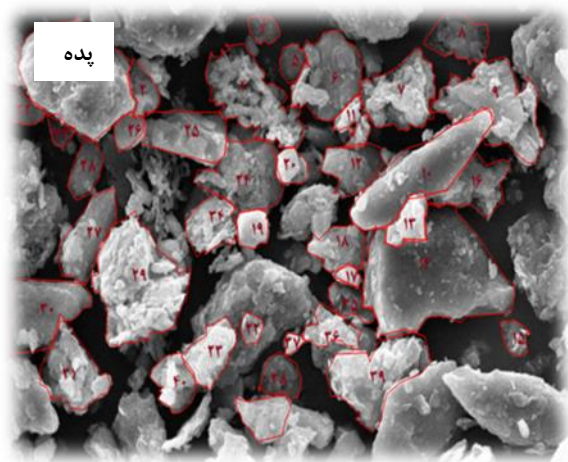
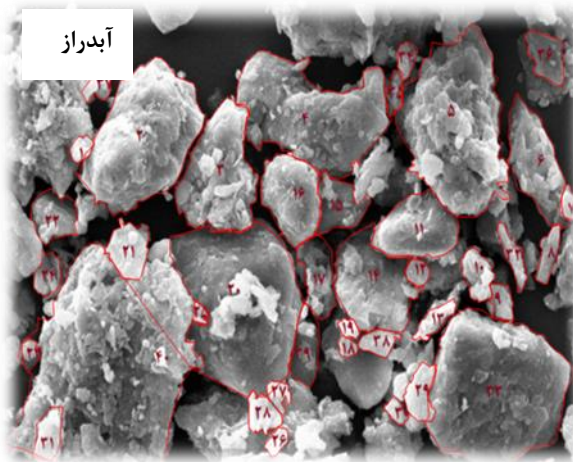
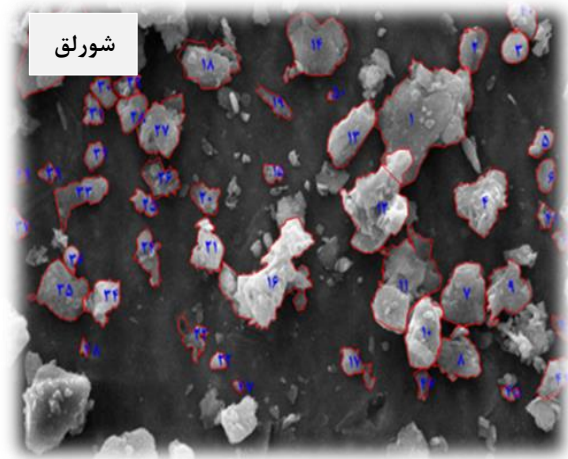
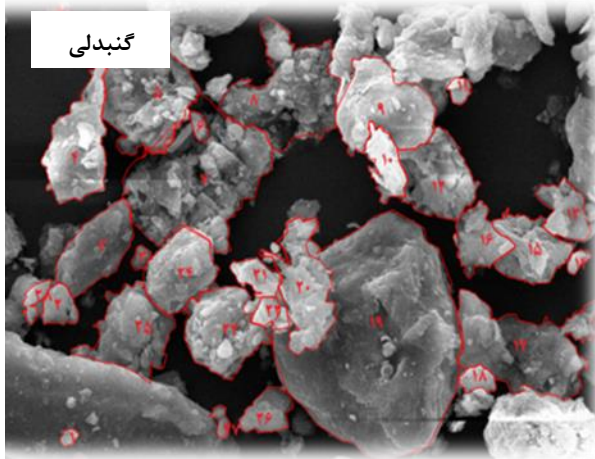
جدول ۵: محاسبه شاخص‌های آماری ذرات گرد و غبار به کمک GradL State

	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD		Description
	Arithmetic(mm)	Geometric(mm)	Geometric(mm)		
گنبدلی	میانگین	۶/۶۲	۶/۱۴	۶/۵۱	Fine Silt
	جورشدگی	۲/۰۴	۱/۵۶	۱/۴۵	Moderately Well Sorted
	کج شدگی	-۰/۰۸	-۲/۲۶	-۰/۴۲	Very Fine Skewed
	کشیدگی	۳/۲۴	۹/۳۹	۱/۵۶	Very Leptokurtic
آبدراز	میانگین	۵/۸	۴/۹۹	۵/۳۱	Fine Silt
	جورشدگی	۲/۴	۱/۹۲	۱/۷۹	Moderately Sorted
	کج شدگی	-۰/۰۶	-۱/۷۷	-۰/۵۹	Very Fine Skewed
	کشیدگی	۲/۳۹	-۵/۸۸	۱/۴۴	Leptokurtic
پده	میانگین	۷/۱۸	۶/۹۳	۷/۱۸	Fine Silt
	جورشدگی	۱/۶۶	۱/۳۳	۱/۲۸	Well Sorted
	کج شدگی	-۰/۷۶	-۲/۰۳	-۰/۲۲	Fine Skewed
	کشیدگی	۳/۵۲	۹/۵۲	۱/۲۱	Leptokurtic
بغوغو	میانگین	۶/۵۷	۶/۰۷	۶/۴۳	Fine Silt
	جورشدگی	۲/۰۷	۱/۵۸	۱/۴۶	Moderately Well Sorted
	کج شدگی	-۰/۷۹	-۲/۲۴	-۰/۴۳	Very Fine Skewed
	کشیدگی	۳/۱۸	۹/۱۵	۱/۵۷	Very Leptokurtic
شورلق	میانگین	۶/۷	۵/۹	۶/۳۱	Fine Silt
	جورشدگی	۲/۵۷	۱/۸۲	۱/۶۸	Moderately Sorted
	کج شدگی	-۰/۶۷	-۱/۹۶	-۰/۵۵	Very Fine Skewed
	کشیدگی	۲/۶۵	۶/۹۵	-۱/۶	Very Leptokurtic

## نتایج حاصل از آنالیز SEM

آنچه اهمیت کاربرد میکروسکوپ الکترونی را نشان می‌دهد، اهمیت زیر ساخت ذرات، شکل و اندازه آن، تعیین خصوصیات مورفولوژی، نوع کانی‌ها و نحوه قرارگیری ذرات در سطح جسم در مطالعات خاک‌شناسی است (درمانی و همکاران، ۱۳۹۹). در شکل ۹، خروجی میکروسکوپ الکترونی (SEM) و میانگین قطر ذرات در جدول ۶ نشان داده شده است. به این منظور، حدود ۳۰-۵۰ ذره به کمک نرم‌افزار Anix Emica انتخاب و پلی‌گون‌های هر ذره رسم شد. طبق نتایج به دست آمده، بررسی ذرات گرد و غبار با میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ذرات در نتیجه تخریب سطحی دانه، نامنظم است به طوری که ممکن است در نتیجه برخورد ذرات یا عمل انحلال، قسمتی از دانه تخریب شده باشد. همچنین در نتیجه تخریب مکانیکی یا عمل انحلال، سطح دانه به شکل حفره‌های کوچک و بزرگ دیده می‌شود. پوسته شدن یا خراش‌های سطحی که در اثر تخریب فیزیکی باد یا عمل انحلال در سطح دانه به وجود آمده، باعث شده است که شیارهایی در آن ایجاد یا قسمتی از سطح دانه به شکل ورقه‌ای جدا شود. دانه‌های گرد و ماتی که در بعضی دانه‌ها مشاهده می‌شود و حتی سطح دانه‌ها، اغلب ساییده شده و گرد و غبار فاقد درخشندگی خاص است و در

قسمت‌هایی که کمی روشن‌تر است، در اثر برخورد نور به صورت لکه‌های روشنی مشاهده می‌شود. همچنین در خروجی مشاهده شده در بعضی نقاط، سطح دانه کثیف و خالدار (مثل اثر سوزن در روی جسمی) یا به صورت پوسته و ورقه ورقه یا پولک است؛ به طوری که این سطح به پخش نور در جهات مختلف منجر می‌شود و گاهی انعکاس آن سبب می‌شود دانه به خوبی مشخص نشود. بررسی‌های انجام شده بر این مدعاست که در دانه‌های یک میلی‌متری ممکن است اثر هزاران ضربه مشاهده شود که عامل این تخریب، باد است. در نمونه‌های مشاهده شده زاویه‌دار (نوک تیز)، در این نوع اغلب دانه‌ها نوک تیز و زاویه‌دار و سطوح دانه معمولاً مسطح و شیاردار است. در سطوح ناصاف اغلب زوایای حاده یا منفرجه ایجاد می‌شود. در نمونه‌هایی که دانه‌ها کم ساییده شده‌اند، در این حالت دانه‌ها زاویه‌دارند ولی گوشه‌ها نوک تیز نیستند و بیانگر آن است که عوامل تخریب به میزان کم بر روی دانه‌ها عمل کرده‌است. مسافت حمل نیز نزدیک منطقه برداشت است. در این گونه دانه‌ها، انعکاس نور در تمام سطح دانه مشاهده می‌شود. در دانه‌هایی که ذرات زیاد ساییده شده‌است، تقریباً زوایا از بین رفته و عوامل تخریب در روی دانه ماسه‌اند، ولی دانه به شکل گرد کامل در نیامده است. انعکاس ذره در این دانه‌ها فقط در نقاطی که ساییده شده قابل مشاهده‌اند که بیانگر درجه بالای سایندگی هستند. دانه‌های گرد نشان‌دهنده این است که در نتیجه فرسایش یا مسافت طولانی حمل ذرات، زوایا از بین رفته و دانه شکل گرد و مدور به خود گرفته‌است. به طور کلی، نتایج متنوع بودن شکل دانه‌ها بیانگر این است که ذرات گرد و غبار دارای منشأ چندتایی است که شامل فاصله حمل از منشأ محلی تا فرامحلی، یا تحت تأثیر فرایندهای مختلف و نوع و رژیم باد باشد. پلی‌گون هر ذره نیز نشان داده‌است که هر ذره دارای نیمه زاویه تا گرد است. هر چه ذره به سمت گردتر متمایل شده باشد، مشخص است که فاصله دورتری را حمل کرده‌است (طبق فرمول بگنولد شکل ۱۰).

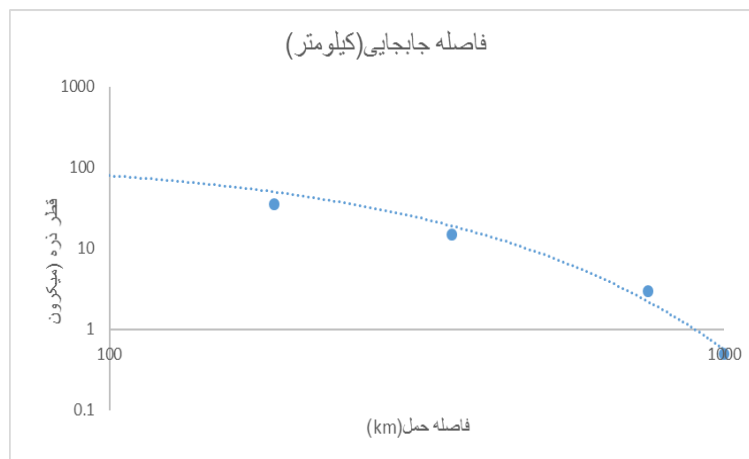


شکل ۹: تصاویر خروجی SEM ذرات گرد و غبار



جدول ۶: محاسبه میانگین قطر ذره به کمک نرم‌افزار Anix Emica

نام روستا	میانگین قطر ذرات (mm)
گنبدلی	۶/۱۳
شورلق	۵/۹
آبدراز	۴/۹
پده	۶/۹
باغک	۳/۷
بغغو	۶/۰۶



شکل ۱۰: رابطه فاصله حمل با قطر ذره

شکل ۱۰ نشان می‌دهد که فاصله حمل ذره با قطر آن، رابطه‌ی نمایی و معکوس دارد. Natalie و همکاران (2014) نشان دادند که طول عمر ذرات در مرحله انتشار، به اندازه دانه‌ها بستگی دارد. ذرات کوچک‌تر سقوط می‌کنند و به علت اصطکاک، خیلی کندتر از ذرات بزرگ‌تر است.

##### ۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا نتایج بافت و دانه‌بندی رسوبات معلق نهشته شده، در سامانه‌های رسوب‌گذاری مختلف در نقاط مختلف منطقه سرخس بررسی شد. مطالعات دقیق دانه‌بندی، در شناسایی و تفکیک طوفان‌های گرد و غبار با منشأ داخلی و خارجی بسیار مؤثر است که می‌تواند در شناسایی و تثبیت کانون‌های داخلی ریزگرد کاربرد داشته باشد. نتایج دانه‌بندی نشان داد که سیلت بیشترین سهم را در رسوبات معلق به خود اختصاص می‌دهد و بافت آنها عمدتاً در محدوده متوسط قرار دارد و ذرات کمتر از چهار میکرون را تشکیل می‌دهد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های صلاحی (۱۳۹۹) و روغنی (۱۳۹۸) هم‌پوشانی دارد. با توجه به نتایج به دست آمده از SEM، اشکال در شکل ۹ همگراگونال و شش وجهی است و بلورهای کلسیت به خوبی تشخیص داده می‌شود که این امر حاکی از آن است که منطقه حاوی سیلیکات‌های رسی و کربناته و کانی غالب منطقه، کوارتز و کلسیت است. این نتایج با نتایج سلطانی (۱۴۰۰) مطابقت دارد. نتایج مربوط به شاخص گردش‌دگی با توجه به نتایج (SEM) بیانگر این است که ذرات، زاویه‌دار تا کم ساییده تا زاویه‌دار

است و از فاصله‌ای نزدیک تا دور حمل شده‌است. استناد به ضریب سایش یا گردش‌دگی ذرات به عنوان شاخص مفید در تعیین فاصله حمل ذرات، توسط محققان دیگری همچون گائودی (۱۹۸۷) و زراقی (۲۰۱۹) نیز تأکید شده‌است. نتایج حاصل از PSA نشان می‌دهد که ذرات دارای دو یا چند قله است که از منشأ دو یا چندتایی حکایت دارد (حسینی، ۱۴۰۰). نتایج پارتیکل سائز حاکی از آن است که ذرات، جورشدگی بسیار خوبی دارد و به نوعی تأییدکننده فاصله حمل نزدیک تا دور ذرات از منطقه برداشت تا محل به دام افتادن ذرات در تله‌های گرد و غبار است. هر چه از روستای بزنگان به روستای بغغو — که سمت جنوبی منطقه سرخس است — پیش می‌رویم، رسوبات با جورشدگی بسیار بهتر و کج شدگی به سمت رسوبات دانه ریزتر را شامل می‌شود که این امر بیانگر این است که منشأ ذرات گرد و غبار، فاصله دورتری را شامل می‌شود و یک یا حداکثر دو منشأ دارد؛ در صورتی که اگر از شمال به سمت جنوب جورشدگی متوسط رو به پایین بود، بیانگر چند منشأ بودن رسوبات گرد و غبار است. این نتایج با نتایج Darvish khatoni و همکاران در سال ۲۰۱۲ هم‌پوشانی دارد. همچنین جورشدگی بالا حاکی از آن است که انرژی باد با نزدیک شدن به این منطقه تحلیل رفته و ذرات همگنی بیشتر با میانگین قطر ذرات بزرگ‌تر را با خود حمل کرده‌است؛ در غیر این صورت اگر انرژی باد بالا باشد، رسوبات دانه درشت‌تری را نیز با خود حمل می‌کند و جورشدگی ذرات را در محدوده ضعیف قرار می‌دهد (Ghadban et al, 2005).

استناد به وضعیت جورشدگی ذرات رسوبات بادی به عنوان یک شاخص مفید در تعیین دوری و نزدیکی منشأ ذرات، توسط محققان دیگری همچون معاریان و مقصودی و حسینی (۱۴۰۰) نیز تأکید شده‌است. با توجه با شاخص کج شدگی، کج شدگی متقارن تا نیمه متقارن که بیانگر این است که ذرات گرد و غبار هر دو اندازه ذرات ریز و درشت سیلت از منابع برداشت است. کج شدگی عبارت است از نامتقارن بودن منحنی توزیع ذرات که به وسیله دنباله منحنی توزیع مشخص می‌شود. در منحنی‌های متقارن، کج شدگی صفر است ولی در منحنی‌هایی که دنباله آنها به طرف راست یا به طرف رسوبات دانه‌ریزتر متمایل می‌شود، مثبت و اگر دنباله منحنی به طرف چپ یا رسوبات دانه درشت‌تر متمایل شود، منفی است؛ برای مثال، اگر ذرات تشکیل‌دهنده رسوب از نوع دانه‌ریزها از قبیل سیلت و رس باشد، دنباله منحنی به طرف راست می‌رود و بیانگر رسوب‌گذاری در یک محیط آرام است و اگر دنباله منحنی به طرف چپ متمایل شود، بیانگر فراوانی ذرات دانه‌درشت در محیط‌های پرانرژی است. کشیدگی نسبت جورشدگی دنباله منحنی به جورشدگی قسمت وسط منحنی که اگر قسمت وسط دارای جورشدگی بهتر باشد، منحنی کشیده‌تر و به نام لپتوکورتیک<sup>۱</sup> و اگر دنباله دارای جورشدگی بهتر از قسمت وسط باشد، منحنی پهن‌تر و پلتی کورتیک<sup>۲</sup> نامیده می‌شود که با نتایج میرزاپور و همکاران در سال ۲۰۲۰ همخوانی دارد. بررسی و تعیین دقت کاربری نظریه آقایان چیپول و پاسا در تشخیص توان فرسایش‌پذیری، بر اساس دانه‌بندی خاک یا رسوبات سطحی طبق این نظریه در صورتی که فراوانی عناصر بزرگ‌تر از یک میلی‌متر بیش از شصت درصد باشد، آن خاک به فرسایش بادی پایدار و در صورتی که ۶۰ - ۵۰ درصد شود، نسبتاً پایدار و در صورتی که کمتر از پنجاه درصد باشد، حساس است که طبق نتایج برآورد شده جدول فراوانی، ذرات بزرگ‌تر از یک میلی‌متر بیش از شصت درصد است و در صورتی که گرد و غبار به خاک منطقه متعلق باشد، نسبت به فرسایش پایدار بوده‌است، ولی در این نظریه فقط از یک عامل پارامتر (در تشخیص توان فرسایش‌پذیری) استفاده شده

<sup>1</sup> Leptokurtic

<sup>2</sup> Platykurtic

و سایر پارامترهای مؤثر در فرسایش‌پذیری در نظر گرفته نشده‌است و نمی‌توان در برآورد فرسایش خاک به آن استناد کرد. رسوبات با پارامترهای ذکر شده به ماهیت سنگ منشأ، فرایندهای هوازدگی، سایش و جورشدگی انتخابی آنها در هنگام حمل و نقل بستگی دارد. وجود رسوبات با جورشدگی خوب تا بد، با کشیدگی میانگین متوسط ۸/۱۷ و کج شدگی به سمت ذرات ریزدانه، از تأمین رسوبات غالباً با منشأ بادی و در برخی موارد با منشأ رودخانه‌ای حکایت دارد. به طور کلی، با توجه به درصد فراوانی سیلت که در منطقه بسیار بالاست، حساسیت‌پذیری در منطقه نیز بسیار بالا می‌باشد. برای گرد و غبار می‌توان منشأ چند تایی در نظر گرفت؛ از جمله منشأ محلی مربوط به خاک‌های منطقه با توجه به کانی کوارتز و کلسیت و منشأ انسانی با توجه به خروجی‌های پارتیکل سائز و آمار توصیفی (جورشدگی و کج‌شدگی و کشیدگی) و SEM — که ابعاد ذرات را بسیار متنوع نشان می‌دهد — بیانگر این است که سرعت باد از سمت شمال غربی به سمت جنوب شرقی با روند کاهشی مواجه بوده و اندازه ذرات به سمت ریزتر شدن متمایل شده‌است.

### منابع

- Ahadi, P.; Khaledi, S.; & M. Ahmadi, 2021. Statistical monitoring of dust phenomenon in Khuzestan province with hourly approach, *Researches in Geographical Sciences*, 21(60), 259-277.
- Ahmadi, H., 2006. Applied Geomorphology, Wind Erosion, Volume 2. Second Edition, University of Tehran Press.
- Arami, A. H.; Onagh, M.; Mohammadian Behbahani, A.; Akbari, M.; & A. R. Zarsvandi, 2018. Analysis of Dust Hazard Studies in Southwest Iran in 22-Year Period (1996-2017) *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, Fifth Year, 1, 39-66.
- Bayat, R.; Iranmanesh, F.; & R. Kazemi, 2021. Investigating effect of dust storms on the vegetation of Shadegan Wetland, *Environ. Water Eng*, 7(1), 1-13. DOI: 10.22034/jewe. 2020. 246746. 1414.
- Bijan Hosseini, B., 2021. Investigation of soil erosion in dust storm and the effect of particle size distribution. Fifth International Conference on Civil, Structural and Earthquake Engineering. P 13.
- Bittelli, M.; Campbell, G. S.; & M. Flury, 1999. Characterization of particle-size distribution in soils with a fragmentation model, *Soil Sci. Soc. Amer. J*, 63, 782-788.
- Broomandi, P.; Dabir, B.; Bonakdarpour, B.; & Y. Rashidi, 2018. Mineralogical and Chemical Characterization of Suspended Atmospheric Particles in Ahvaz, *Int J Environ Res*.
- Chepil, W. S., 1954. Factors that influence clod structure and erodibility of soil by wind: III. calcium carbonate and decomposed organic matter, *Soil Science*, 77, 473-480.
- Darmany, M.; Ara, H.; Rashki, A.; & A. Mafi, 2020. Source Identifying and Characterizing Physical and Chemical Fine Dust in Sarakhs City, *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(3), 21-37.
- Darvishi Khatooni, J., & R. lak., (2014). Khuzestan dust source identification with using Satellite images and Sedimentary Geochemistry. 12th Swiss Geoscience Meeting, Fribourg. 21 November.
- Fenn, C. R., & B. Gomez., (1989). Particle size analysis of the sediment suspended in a proglacial stream: Glacier de Tsidjiore Nouve, Switzerland. *Hydrological Processes*. 3(2), 123-135.
- Folk, R. L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature, *Journal of Geology*, 62, 344-359.

13. Folk, R. L., & W. C. Ward., (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
14. Goudie, A. S.; Warren, A.; Jones, D. K. C.; & R. U. Cooke, 1987. The character and possible origins of the aeolian sediments of the Wahiba Sand Sea, Oman, *The Geographical Journal*, 153, 231-256.
15. Hwang, S. I., 2004. Effect of texture on the performance of soil particle-size distribution models, *Geoderma*, 123, 363-371.
16. Karimian Torghabeh, A.; Afzali, S. F.; Jahandari, A.; Mahmudy Gharaie, M. H.; & O. A. Al-Khashman, 2020. Evaluation of trace elements concentration in surface sediments of Parishan International Wetland (Fars Province, SW Iran) by using geochemical and sedimentological analysis, *Toxin Reviews*, P1-9.
17. Khatouni Darvish, J., 2016. Sedimentology and geochemistry of sediments in Khuzestan plain with the attitude of dust production potential, *New geological and applied findings*, 10 (20), 92-105.
18. Kowsar, A., 1993. Plant roots: attitude deeply into the soil, *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 18, 80-91. (In Persian)
19. Kumar, A.; Anand Gokhale, A.; Shukla, T.; & D. Prasad Dobhal, 2016, Hydro climatic influence on particle size distribution of suspended sediments evacuated from debris-covered Chorabari Glacier, upper Mandakini catchment, central Himalaya, *Geomorphology*, 265, 45-67.
20. Krumbein, W. C., & F. J. Pettijohn., (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. Appleton-Century-Crofts, New York Institute of Forestry and Rangelands. First, Tehran, No. 145.
21. Kumar, A.; Anand Gokhale, A.; Shukla, T.; & D. Prasad Dobhal, 2016. Hydroclimatic influence on particle size distribution of suspended sediments evacuated from debris-covered Chorabari Glacier, upper Mandakini catchment, central Himalaya, *Geomorphology*, 265, 45-67.
22. Maghsoudi, M.; Khan Babaei, Z.; Mohammadi, A.; Mahboobi, S.; & M. Baharand, 2014. Study of the environmental conditions of Iran's Pelvic lakes using sedimentary evidence (Case study: Lut's desert clot), *Natural geographic research*, 48, 1, 142-125.
23. Maghsoudi, M.; Yamani, M.; Mashhadi, N.; Taghizadeh, M.; & S. Zahab Nazouri, 2011. Identification of sources of Negev wind blast using wind and morphometric analysis of sand particles, *Journal of Geography and Environmental Planning*, 22, 43, 3, 16-1.
24. Mahowald, N.; Albani, S.; Kok, J. F.; Engelstaeder, S.; Scanza, R.; Ward, D. S.; Flanner, M. G., 2014. The size distribution of desert dust aerosols and its impact on the Earth system, *Aeolian Research*, 15, 53-71.
25. Mesbahzadeh, I.; Ayazi, Z.; & F. Soleimani Sardo., 2018. Morphoscopic evaluation and granulation of aeolian sediments) Aran-Kashan Case Study (Rangeland and Watershed), *Management Iranian Journal of Natural Sciences*, 71, 3, 787-795.
26. Mirzapour, B.; Lak, R.; Aleali, M.; Djamali, M.; & R. Shahbazi, 2020. Sedimentology and sedimentary environments of South and southwestern wetlands of Lake Urmia, *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 29(116), 253-264.
27. Model of participation of local communities and executive bodies in natural resources restoration, geology of Sarakhs city, Shargh re-consulting engineers (2017).
28. Montero, E., 2005. Rényi dimensions of soil particle-size distributions, *Ecol. Model*, 182, 305-315.
29. Pandey, S. K.; Singh, A. K.; & S. I. Hasnain, 2002. Grain-size distribution, morphoscopy and elemental chemistry of suspended sediments of Pindari Glacier, Kumaon Himalaya, India, *Hydrology Science*, 47(2), 213-226.
30. Posadas A. N.; Giménez D.; Bittelli M.; Vaz C. M.; & M. Flury, 2001. Multifractal characterization of soils particlesize distributions, *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 65, 1361-1367.

31. Salahi, B., & M. BEHROUZI., (2020). Detection of dust canons and Physico-chemical analysis of its particles in Dezful area. *Journal of Natural Environmental Hazards*. 9(23), 187-208.
32. Rasooli, A. A.; Asari Sarraf, B.; & G. H. Mohammadi, 2011. Analysis of the occurrence of the climatic phenomenon of dust in the west of the country in the last 5 years using non-parametric statistical methods, *Geography Quarterly*, 9, 15-28.
33. Roghani, R.; Feyznia, S.; Soltani, S.; & R. Shahbazi, 2019. Physicochemical characterisation of dust sediment collected by MDCO in surrounding regions of Isfahan city, *Iranian Range and Desert Research*, 26(2), 313-324.
34. Tavakkoli Fard, A.; Nazari Samani, A. A.; Ghasemiyeh, H.; & N. Mashhadi, 2013. Application of wind tunnel grading characteristics in determining the morphology of homogeneous sand dunes based on two and multivariate statistical analysis (Case study: Kashan), *Two Quarterly Journal of Desert Management*, 2, 26-13.
35. Udden, J. A., 1914. Mechanical composition of clastic sediments, *Bulletin of the Geological Society of America*, 25, 655-744.
36. Wentworth, C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments, *Journal of Geology*, 30, 377-392.
37. Yong, R. N., 2001. *Geoenvironmental Engineering: Contaminated Soils, Pollutant Fate, and Mitigation*, crc press , new York (307)p. Folk R. L., "Petrology of Sedimentary Rocks", Hemphill Publ, Co, Austin, TX (1974) 182.
38. Zoraghi, G. H.; Shabani Goraji, K.; Noura, M. R.; Rashki, A. R.; & A. Bumby, 2019. Identification of sand dune sources in the east Sistan, Iran by using mineralogical and morphoscopic characterization of sediments, *Iranian Journal of Earth Sciences*, 11(3), 183-195.

# Morphoscopy of Dust Particles with Emphasis on the Source of Dust in Sarakhs Region

Masoume Darmani: PhD Candidate in Desertification of Semnan University

Haydeh Ara<sup>1</sup>: Assistant Professor, Department of Arid and Desert Management, Faculty of Desertology, Semnan University

Alireza Rashki: Associate Professor, Department of Drought and Desert Management, Ferdowsi University of Mashhad Contact number

Abradat Mafi: PhD in Geology, Master of Geological and Mineral Exploration Organization of Northeast Khorasan

Article History (Received: 2021/09/29

Accepted: 2021/12/30)



20.1001.1.22517812.1401.12.2.10.7

## Extended abstract

### 1- Introduction

Dust is a mass of micron-scale solid particle that is dispersed into the air and has many harmful environmental, social and economic effects. Sarakhs city is one of the critical centers of wind erosion and dust in the country, which is affected by the 120-day winds of Sistan and no specific trustee has been observed for the scientific and practical study of this phenomenon in the region. In order to know the texture characteristics of this region with the aim of identifying the origin and sedimentological characteristics of dust particles, dust samples were collected in two consecutive months (August-October 2019) in Sarakhs region. The samples were subjected to laser analysis (LPSA) by Grad state software and electron microscopy (SEM) using Anix Emica software. In the sample of villages from Gonbadli to Baghboo, the amount and percentage of silt is 96, 92, 89, 99 and 96 and the clay content was less than 5% of the particles. Electron microscope output showed that the particles were irregular as a result of surface degradation of the grain so that, as a result of particle collision or dissolution, part of the grain is destroyed and the particle shapes are indistinct and polygonal Semi-circular to circular polyhedra. In some places, the surface of the grain was dirty and spotted or was in the form of flakes. Due to the different physical properties and the multiplicity of peak points in the particle size distribution diagram, most dust deposits in the region have multi-source characteristics. The prevailing wind direction of the northwest to southeast was also identified.

### 2- Methodology

At first, the study section was selected with the help of experts and villagers and existing library studies of the villages that have mostly faced with and experienced the dust crisis. Rural houses were established at a height of 2-4 m. Atmospheric dust was collected by using 30 glass samplers for two months from August to October 2019. After collection and preparation, the samples were delivered to the Particle Laser Analysis (LPSA) Laboratory and Electro Microscopy(SEM) scan were performed.

The results of particle size were analyzed by using Gradl State software and the output from SEM was analyzed using Anix Emica software. Particle size samples (particle size determination) had been determined by the manufacturer: France Cordouan with Vasco3 model SEM samples were analyzed by electron microscopy with magnification of 2-5000 and EHT20 KV.

Statistical parameters including sorting and mean skewness parameters and Kurtosis were calculated using Gradl State software.

### 3- Results

In this study, first, the results of texture and granulation of suspended sediments deposited in different sedimentation systems in different parts of Sarakhs region were investigated.

<sup>1</sup> Corresponding Author: [ara338@semnan.ac.ir](mailto:ara338@semnan.ac.ir)



The results of granulation showed that silt has the largest share in suspended sediments and their texture is mainly in the middle range and forms particles less than 4 microns, these results were consistent with the findings of Salahi (2019) And Roghani (2018) .

According to the results obtained from SEM, the shapes are hexagonal, and calcite crystals are well identified, indicating that the region contains clay silicates and carbonates as the predominant mineral of the quartz and calcite region. The results of the SEM showed that the Darta angle particles and are circular. The results of PSA showed that the particles have two or more peaks, which indicates two or more peaks that indicate multiple origins (Hosseini, 2021). The particle size results indicate that the particles are very well sorted and in a way confirm the close transport distance to the particle from the harvest area to the place where the particles are trapped in the dust traps. As we move from Bazangan village to Baghbo village, which is in the south of Sarakhs region, sediments with much better sorting and inclination towards finer-grained sediments are included, which indicates that the origin of walnut particles of dust covers a longer distance

It is generally stated that the sensitivity in the region is very high due to the percentage of silt frequency which is very high in the region. For dust, several sources can be considered, including local origin related to the soils of the region due to quartz and calcite minerals and human origin due to particle size outputs and descriptive statistics (sorting, Skewness, and Kurtosis) and SEM, which show very varied particle dimensions. This indicates that the wind speed from northwest to southeast has been decreasing, with the particle size tending to become smaller.

#### 4- Discussion & Conclusions

The results of PSA are related to the samples taken from the villages in question from Gonbadli to Baghbghoo. The amount Percentage of silt 96% 92% 89% and 99%. and the amount of clay is less than 5% of the particles. The distance of the particles from the medium grain silt to the clay is included, indicating that the particles have carried a medium to long distance and have a source of wind erosion.

According to the results of SEM obtained from the analysis of dust particles by electron microscopy, the particles are irregular as a result of surface degradation of the grain to the extent that it may be damaged as a result of particle collision or dissolution of part of the grain. In addition, the result of mechanical destruction or dissolution of the grain surface is seen in the form of small and large cavities. Scaling or surface scratches caused by the physical destruction of the wind or the action of dissolution on the grain surface cause grooves to be formed or a part of the grain surface to be separated in the form of flakes and dusty grains. The particles are observed in some grains and even the surface of the seeds is often abraded and the dust does not have a special radiance. In the parts that are a little brighter, the dust is seen as light spots due to the impact of light. Also, in the observed output, in some places, they can be seen on surface of the dirty and spotted grain (such as the effect of a needle on a body) or in the form of scales and flakes so that this surface causes the scattering of light in different directions and sometimes its reflection causes the grain not to be well-defined.

**KeyWords:** Laser Particle Size Analysis; Sarakhs; Dust; Scan Electron microscopy; Morphoscopy.