

## بررسی قابلیت دستگاه win area در دانه‌بندی خودکار سنگفرش بیابان

فرناز خسروی<sup>۱</sup>، مهدی تازه<sup>۲\*</sup>، محمدعلی صارمی نایینی<sup>۳</sup>، سعیده کلانتری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۷

### چکیده

دانه‌بندی یکی از ویژگی‌های ذرات رسوبی است که راهنمایی برای تعیین منبع رسوب و زمان حمل می‌باشد. روش‌های گوناگون سنتی و مدرن برای دانه‌بندی ذرات به کار برده می‌شود و با توجه به اینکه روش‌های سنتی، روشی وقت‌گیر است ضرورت استفاده از این روش احساس می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از دستگاه Win Area در دانه‌بندی ذرات سنگفرش بیابان است. بدین منظور در نقاط مختلف در حوضه دشت یزد- اردکان در بازه ۱۰ روزه در سال ۱۳۹۹، به صورت تصادفی و با استفاده از پلات‌های مربعی شکل ۴۰×۴۰ از سنگفرش نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها با استفاده از الک مکانیکی دانه‌بندی شد. همچنین نمونه‌ها به روی دستگاه مذکور قرار داده شد و از آن‌ها عکس‌برداری صورت گرفت و برای تحلیل داده‌های حاصل از نرم‌افزارهای پردازش تصویر از نرم‌افزارهای GRADISTAT، IBM.SPSS.Statistics-22، Micro soft office Excel 2013 استفاده شد و سپس نمودار دانه‌بندی رسم گردید. نتایج نشان داد که تقریباً تمامی نمودارها با یکدیگر همبستگی دارند، که همبستگی بین نمودار دانه‌بندی الک مکانیکی با عرض ذرات بیشتر می‌باشد و منحنی دانه‌بندی رسم شده از نتایج الک مکانیکی با نتایج به دست آمده از دستگاه Win Area مشابه بوده و منحنی‌های رسم شده تقریباً بر هم منطبق است. در سطح اعتماد ۰/۹۵، ضریب همبستگی بین این دو روش ۰/۹۱ به دست آمد. آزمون پیرسون حاصل از واردسازی درصد فراوانی تجمعی طول، عرض و قطر ذرات نشان‌دهنده این است که در نمونه‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ نمودار دانه‌بندی الک مکانیکی تشابه بیشتری با نمودار دانه‌بندی عرض ذرات دارد. در نمونه‌هایی که دارای قطر متوسط بالاتری هستند، بین مقادیر دانه‌بندی از الک مکانیکی با دانه‌بندی عرض و طول ذرات، تشابه وجود دارد. استفاده از دستگاه Win Area با توجه به اینکه سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر است می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی دانه‌بندی خاک باشد.

**کلیدواژه‌ها:** دانه‌بندی، الک مکانیکی، ژئومورفولوژی، توزیع اندازه ذرات، فرسایش بادی.

۱. کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

۲. دانشیار گروه طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، نویسنده مسئول، mtazeh@ardakan.ac.ir

۳. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

۴. استادیار گروه طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان،

\* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اردکان است.

## مقدمه

دانه‌بندی یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین ویژگی ذرات رسوبی است که در انتقال و فرسایش مؤثر می‌باشد. تحلیل اندازه دانه، ابزار مهمی برای طبقه‌بندی محیط‌های رسوبی است. دانه‌بندی ذرات نقش مهمی در شناسایی منشأ رسوب، تاریخچه انتقال و شرایط فرسایش دارند (کارگران و همکاران، ۲۰۱۷؛ هسپ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲).

مطالعات دانه‌بندی در مطالعات فرسایش بادی می‌تواند با استفاده از میانگین قطر رسوب‌های بادی در یک منطقه تا حدودی سرعت آستانه فرسایش بادی را برآورد کرد. همچنین با توجه به میانگین قطر ذرات، می‌توان فاصله حمل ذرات از منشأ تا محل رسوب را برآورد نمود؛ روش‌های متنوعی برای تعیین دانه‌بندی به کار می‌رود که شامل اندازه‌گیری‌های سنتی و مدرن می‌باشد (خسروی و همکاران، ۲۰۲۰).

رایج‌ترین روش در این بین، آزمایش الک است که در آن با استفاده از وزن تجمعی دانه‌های عبوری از الک، منحنی توزیع اندازه ذرات به دست می‌آید. پایداری خاکدانه‌های خشک در مقابل سایش یا خرد شدن متفاوت بوده و مدت‌زمان قرار گرفتن نمونه‌ها در الک نیز در تغییر نتایج دانه‌بندی مؤثر است (تاکنت<sup>۲</sup> و سیئارلتی، ۲۰۰۷؛ نورزاده و بهرامی، ۲۰۱۵). تعیین توزیع فراوانی اندازه ذرات کار پیچیده‌ای است؛ از طرفی قدرت تفکیک مکانی و زمانی خصوصیات سطحی اندازه ذرات به واسطه محدودیت‌های موجود در روش‌های سنتی در حد قابل قبول نیست (تازه و همکاران، ۲۰۱۸؛ افراسیابی و همکاران، ۲۰۱۹). توسعه کامپیوتر و روش‌های پردازش تصویر، فرایند شناسایی و اندازه‌گیری اتوماتیک مشخصات دانه‌بندی را تسهیل نموده است (آزاد و همکاران، ۲۰۲۱؛ فتحی‌زاد و همکاران، ۲۰۱۷). معایب مطالعات سنتی، زمان‌بر بودن، هزینه بالا و همچنین ضرورت برداشت رسوب از محیط طبیعی است که باعث برهم زدن بستر رسوبی می‌شود. به همین دلیل امروزه محققان در صدد ارائه روش‌های جدید و به‌مراتب ساده‌تر، سریع‌تر و

ارزان‌تر به منظور دانه‌بندی رسوبات هستند. از جمله چنین روش‌هایی می‌توان به روش پردازش تصویر اشاره کرد (بگان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). پردازش تصویر مبتنی بر یک روش بسیار ساده برای اندازه‌گیری رسوبات بستری به‌منظور به کمینه رساندن خطاها در توزیع اندازه ذرات است و در حقیقت با این روش هم سرعت و هم دقت دانه‌بندی افزایش می‌یابد (چنگ و لیو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵؛ زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۳).

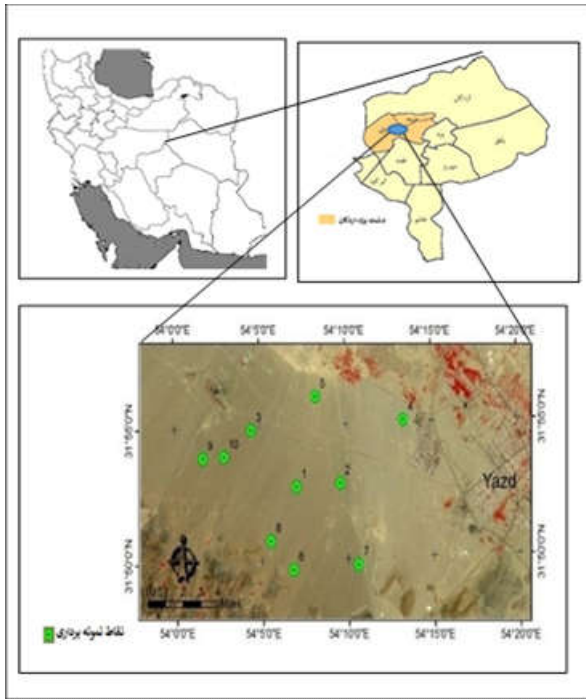
استفاده از روش‌های پردازش تصاویر، شناسایی، اندازه‌گیری، تحلیل و تعیین توزیع مکانی ذرات را تسهیل می‌کند (زارعی و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین از مزایای دیگر استفاده از روش پردازش تصویر اندازه‌گیری آسان، راحت و کم‌هزینه ذرات رسوبی از سوی دیگر، ضرورت انتقال نمونه‌های رسوبی از محل نمونه‌برداری به آزمایشگاه را به حداقل می‌رساند (چانگ<sup>۵</sup> و چنگ، ۲۰۱۳).

در تحقیقی به بررسی برآورد توزیع اندازه ذرات بستر رودخانه با استفاده از روش پردازش تصویر در رودخانه Jing Mei در تایوان پرداختند. این مطالعه بر مبنای استفاده از روش I-FM و به‌صورت ترکیبی از FPCNN و آستانه چندسطحی انجام شد. در این روش از پردازش تصویر برای استخراج خودکار توزیع اندازه ذرات بر اساس عکس‌های دیجیتالی گرفته‌شده از بستر رودخانه استوار بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد در مقایسه با سایر روش‌های دانه‌بندی، روش I-FM مناسب‌ترین روش بود و سرعت و دقت برآورد اندازه ذرات با این روش نسبت به روش‌های دستی، برتری بیشتری داشت (چنگ و همکاران، ۲۰۱۲).

در تحقیقی از تکنیک‌های پردازش تصویر اتوماتیک برای به دست آوردن آمار اندازه بار بستر نمونه‌های کوچک در کانال در رودخانه رسیل از روش خودکار اندازه دانه (AGS) استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که AGS یک روش جایگزین برای به دست آوردن اطلاعات اندازه دانه است (استورم<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

3. Beggan  
4. Cheng and Liu  
5. Chung  
6. Storm

1. Hesp  
2. Taconet and Ciarletti



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه

Figure (1): Study area

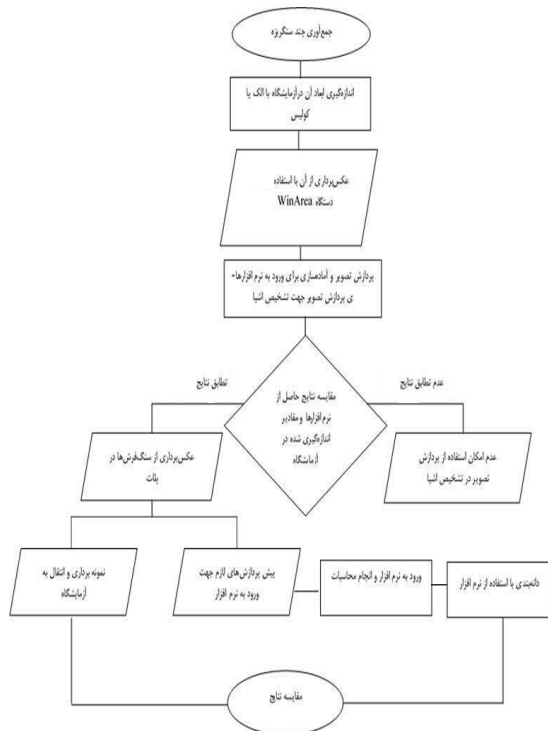
تعیین توزیع فراوانی اندازه ذرات کار پیچیده‌ای است؛ از قدرت تفکیک مکانی و زمانی خصوصیات سطحی اندازه ذرات به‌واسطه محدودیت‌های موجود در روش‌های سنتی در حد قابل قبول نیست اما روش‌های مدرن، فرایند شناسایی و اندازه‌گیری اتوماتیک مشخصات دانه‌بندی را تسهیل نموده است. از جمله معایب مطالعات سنتی، زمان‌بر بودن و هزینه بالاست. به همین دلیل ارائه روش‌های جدید و به‌مراتب ساده‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر به‌منظور دانه‌بندی رسوبات ضروری است (زنگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴؛ فتحی‌زاد و همکاران، ۲۰۱۶). نوآوری این تحقیق در این راستاست که در مطالعات فرسایش بادی و نمونه‌های رسوب، به‌خصوص در بحث منشأیابی رسوبات بادی، دانه‌بندی ذرات و خصوصیات ذرات حمل‌شده توسط باد و ذرات بستر دشت‌سرها مطالعات زیادی انجام شده است ولی تاکنون درباره بررسی دانه‌بندی ذرات بستر سنگ‌فرش بیابان و تحلیل اساسی آن با توجه به روش پردازش تصویر مطالعه زیادی صورت نگرفته است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی قابلیت پردازش تصویر در دانه‌بندی ذرات سنگ‌فرش بیابان، امکان‌سنجی دانه‌بندی نمونه‌های سنگ‌فرش بیابان بدون استفاده از روش الک و توزین و مقایسه دانه‌بندی به روش پردازش تصویر با روش سنتی است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت یزد- اردکان در محدوده طول جغرافیایی ۵۳° ۱۵' تا ۵۰° ۵۴' شرقی و در عرض جغرافیایی ۳۱° ۱۵' تا ۳۲° ۴۵' شمالی قرار دارد. این منطقه جزء کمربند خشک فلات مرکزی ایران است. بارش‌های این منطقه اندک و نامنظم است. متوسط بارش در منطقه ۱۱۸ میلی‌متر در سال و مقدار تبخیر آن بین ۲۲۰۰ تا ۳۲۰۰ میلی‌متر است. مساحت دشت حدود ۴۱۱۷ کیلومترمربع بوده و بزرگ‌ترین ذخیره آبی استان در این دشت قرار دارد. ارتفاع متوسط آن ۱۵۶۵ متر است (تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶).

شکل (۲) فلوچارت این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل (۲): نمودار جریانی مراحل انجام کار

Figure (6): Flowchart of work steps

## داده‌های گردآوری‌شده

داده‌های مورد نیاز این تحقیق از ۱۰ نقطه به‌صورت تصادفی

نظر، محاسبه بهترین رابطه بین ضرایب فیزیکی محصولات با محاسبه رگرسیون خطی یک، دو و سه متغیره، محاسبه انحناهای لبه‌های محصول، قابلیت فرمول‌نویسی به منظور محاسبه ضریب جدید، محاسبه قطرهای بزرگ، متوسط، کوچک و مساحت‌های تصویر شده در راستاهای این قطرها، قابلیت رسم هیستوگرام، قابلیت ویرایش تصاویر گرفته شده است. نمونه‌های برداشت شده به روی دستگاه Win Area قرار داده شد و عکس‌برداری صورت گرفت (شکل ۳) و برای تحلیل مشخصات آماری پارامترها انتخاب شد (شکل ۴).



شکل (۲): نمایی از دستگاه عکس‌برداری Win Area  
Figure (2): View of the Win Area



شکل (۳): نمایی از صفحه کالیبراسیون  
Figure (3): View of the calibration screen



شکل (۴): انتخاب پارامترها برای تحلیل مشخصات آماری  
Figure (5): Selection of parameters for statistical specification analysis

در پلات‌های مربعی شکل ۴۰×۴۰ در در حوضه دشت یزد- اردکان برداشت شد.

### روش الک کردن یا روش مکانیکی تعیین اندازه دانه

صد گرم از رسوبات برداشت شده در منطقه مورد مطالعه در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفت و برای جداسازی ذرات از شیکر استفاده شد.

الک‌های به کار رفته در شیکر دارای قطرهای ۲، ۴/۷۵، ۹/۵۲۵، ۱۲/۷، ۱۹/۰۵، ۲۵/۴، ۳۸/۱، ۵۰/۸، ۶۳/۵ میلی‌متر بود. پس از اتمام مرحله الک کردن، وزن دانه‌های رسوب برجای مانده روی هر الک و در نهایت وزن کل نمونه‌ی به کار رفته اندازه‌گیری شد و درصد وزنی و درصد تجمعی طبق روابط زیر برای رسوبات روی هر الک محاسبه شدند:

$$\text{درصد وزنی} = \frac{\text{وزن رسوب روی هر الک}}{\text{وزن کل نمونه‌های جمع آوری شده}}$$

$$\text{درصد تجمعی} = \text{درصد وزنی هر الک} + \text{درصد وزنی الک‌های قبلی}$$

پس از انجام محاسبات در نرم‌افزار Excel نمودار مربوط به دانه‌بندی هرکدام از نقاط ترسیم شد.

با توجه به موضوع در دست بررسی که تکنیک‌های پردازش تصویر در دانه‌بندی خودکار ذرات است، برای قیاس روش سستی (الک) با روش پردازش تصویر در دانه‌بندی ذرات سنگ‌فرش بیابان از دستگاه اندازه‌گیری ضرایب فیزیکی برگ (Win Area) برای دانه‌بندی استفاده گردید و برای تحلیل داده‌های حاصل از نرم‌افزارهای پردازش تصویر از نرم‌افزارهای IBM.SPSS.Statistics-22، GRADISTAT و Micro soft office Excel 2013 استفاده شد.

### دستگاه اندازه‌گیری ضرایب فیزیکی برگ

دستگاه WinArea-UT-11 پنجمین و جدیدترین نسل از دستگاه WinArea\_UT می‌باشد که قادر است اکثر ضرایب فیزیکی محصولات برای مثال مثال محیط، مساحت، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین قطر ذرات را اندازه‌گیری کند (شکل ۲). از جمله قابلیت‌های مهمی که در این دستگاه وجود دارد، ذخیره‌سازی نتایج اندازه‌گیری به صورت کاملاً مکانیزه، رسم نمودارهای مورد

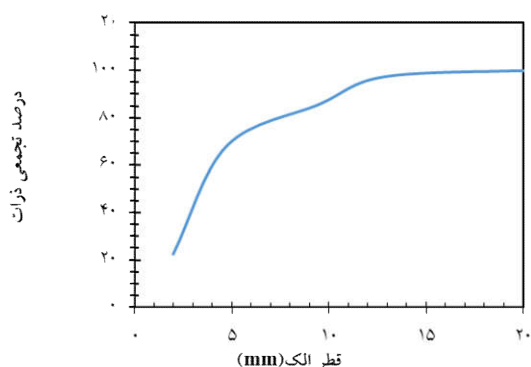
جدول (۱): درصد وزنی و درصد فراوانی تجمعی قطر ذرات در الک

مکانیکی در نقطه ۱

Table (1): Percentage by weight and percentage of cumulative frequency of particle diameter in mechanical sieve at point 1

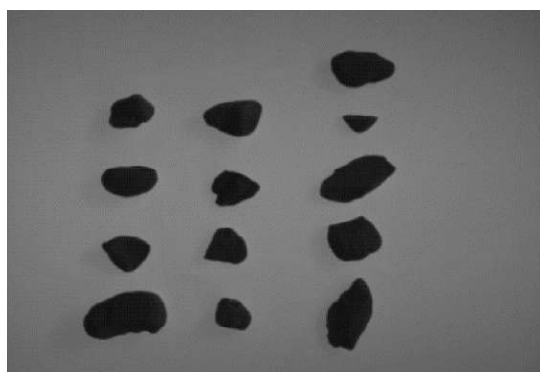
قطر ذرات (mm)	درصد وزنی ذرات	درصد تجمعی ذرات
۲	۱۴/۹۷	۱۴/۹۷
۴/۷۶	۳۱/۷۵	۴۶/۷۳
۹/۵۲۵	۱۲/۴۶	۵۹/۱۹
۱۲/۷	۳۰/۳۵	۸۹/۵۴
۱۹/۰۵	۱۰/۴۵	۱۰۰

نمودار دانه‌بندی مربوط به اطلاعات الک در ده نقطه با محاسبه درصد فراوانی تجمعی آن به صورت شکل (۷) به دست آمد.



نتایج به دست آمده از دستگاه Win Area

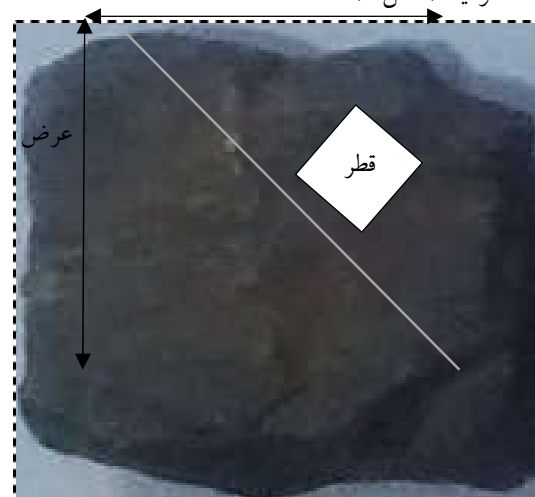
نمونه‌هایی از عکس‌های حاصل از دستگاه Win Area در شکل‌های ۸ و ۹ نمایش داده شده است.



شکل (۸): نمونه‌ای از عکس‌های تهیه شده با دستگاه Win Area

Figure (9): A sample of photos taken with the Win Area device

پارامترهایی که توسط دستگاه اندازه‌گیری شد، طول و عرض ذرات بود. برای به دست آوردن قطر ذرات تصور شد که ذرات به شکل مستطیل هستند و از رابطه فیثاغورس  $R^2=L^2+W^2$  استفاده شد و قطر ذرات با قطر به دست آمده از الک مقایسه گردید (شکل ۵).



شکل (۵): نحوه محاسبه قطر ذرات با استفاده از رابطه فیثاغورس  
Figure (7): Method for calculating particle diameter using the Pythagorean equation

### برنامه GRADISTAT

با نیازهای گسترده محققان در تحقیقاتی چون زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی، برنامه گرادیستات نوشته شده است. این برنامه محاسبه آماری از دانه‌بندی را با استفاده از دو روش فلک و وارد (۱۹۵۷) و گشتاورها به سرعت انجام می‌دهد، درحالی‌که برنامه قابلیت انتشار تحلیل داده‌های دانه‌بندی را نیز دارد (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۷).

نمونه‌ها را می‌توان به صورت جداگانه تحلیل کرد یا تا ۲۵۰ نمونه ممکن به همراه تمام تحلیل‌های آماری در اختیار کاربر قرار داد. برای بررسی اندازه و قطر ذرات اطلاعات حاصل از هر سنگریزه که مربوط به درصد وزنی هرکدام بود، وارد برنامه گرادیستات شد.

### نتایج

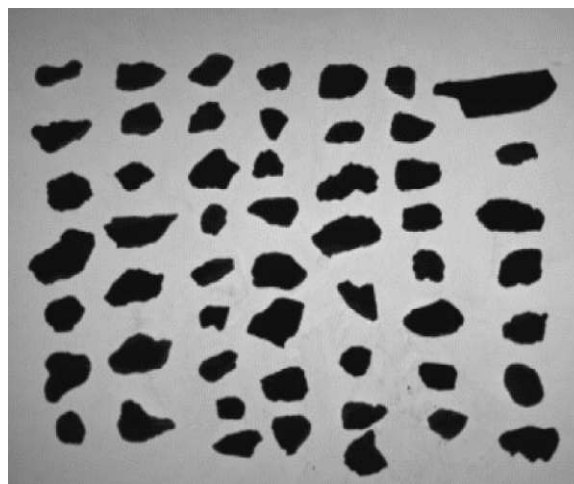
#### نتایج به دست آمده از دانه‌بندی الک مکانیکی

جدول (۱) نمونه‌ای از محاسبه درصد وزنی و درصد فراوانی تجمعی ذرات در الک مکانیکی را نشان می‌دهد که بالاترین درصد وزنی مربوط به قطر ذرات ۴/۷۶ میلی‌متر است.

Quick Area	Area	Perimeter	Diagonal	Shape Factor	Average Radius / CMV	Compact Factor	Circularity Factor		
Total Analysis	22	381.6	182.3	74.7	36.5	236.7	97.6	61.69	9.28
Sample No.	Number of Objects	Max Length	Min Length	Max Width	Min Width	Average Length	Average Width	SD (Length)	SD (Width)
1	11	391.0	182.5	74.7	36.0	199.7	67.6	63.21	8.34
2	2	222.3	202.4	68.1	58.4	192.4	67.2	14.07	1.2
3	6	391.0	204	68	38.6	287.7	16	58.19	10.96
4	2	242.2	182.5	68.7	54.0	192.4	67.2	42.21	2.47
5	1	388.0	388.0	74.7	74.7	388.1	74.7	---	---

شکل (۱۰): نتایج اندازه‌گیری نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Win Area

Figure (6): Results of measuring samples using the Win Area device



شکل (۹): نمونه‌ای از عکس‌های تهیه‌شده با دستگاه Win Area

Figure (10): A sample of photos taken with the Win Area device

جدول (۲) یک نمونه مربوط به محاسبه درصد فراوانی تجمعی ذرات توسط دستگاه Win Area در قیاس با الک است. در این تحقیق در مجموع ۳۴۴ نمونه وجود داشته که پس از مرتب‌سازی طول و عرض ذرات از کوچک به بزرگ، قطر ذرات از رابطه فیثاغورس به دست آمده و تعداد ذرات مثلاً در عرض ۲ میلی‌متر بر ۳۴۴ تقسیم شده و در عدد ۱۰۰ ضرب گردیده و میزان درصد فراوانی ذرات به دست آمده است. با توجه به درصد فراوانی ذرات، درصد فراوانی تجمعی محاسبه شد.

به‌طور کلی نتایج اندازه‌گیری نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Win Area را به‌صورت شکل (۱۰) مشاهده کرد.

جدول (۲): درصد وزنی و تجمعی طول و عرض و قطر دستگاه با استفاده از قطر الک در نقطه ۱

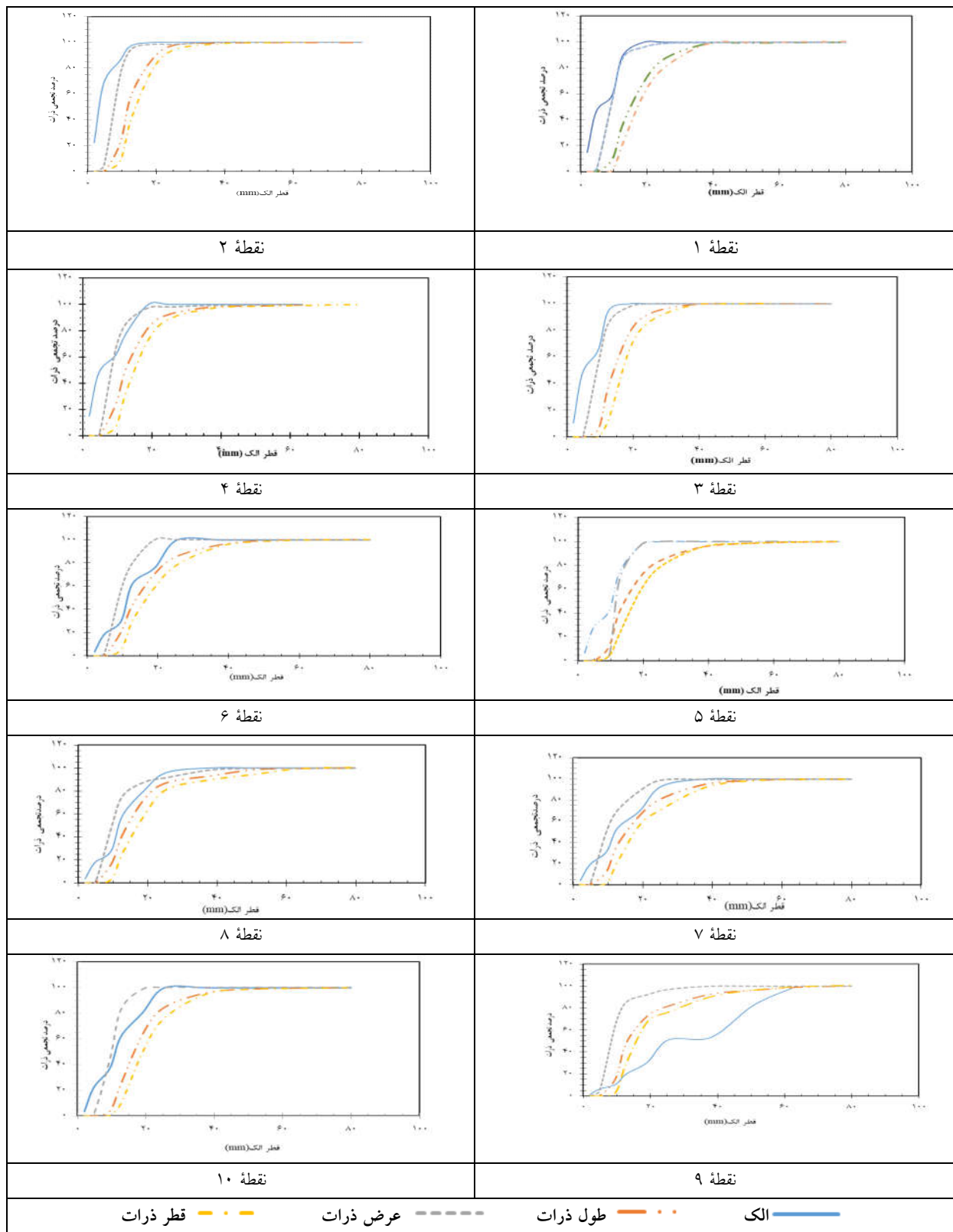
Table (2): Weight and cumulative percentage of length, width and diameter of win Area device using sieve diadeter at point 1

درصد فراوانی	درصد	درصد فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی	درصد	درصد	قطر الک (mm)
تجمعی قطر دستگاه	فراوانی قطر دستگاه	تجمعی عرض دستگاه	درصد فراوانی عرض دستگاه	تجمعی طول دستگاه	درصد فراوانی طول دستگاه	درصد فراوانی طول دستگاه	فراوانی تجمعی الک	وزنی الک
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴/۹۷	۱۴/۹۷
۰	۰	۲/۳۳	۲/۳۳	۰	۰	۰	۴۶/۷۳	۳۱/۷۵
۱/۱۶	۱/۱۶	۵۵/۶۸	۵۳/۳۵	۹/۶۲	۹/۶۲	۵۹/۱۹	۱۲/۴۶	۹/۵۲۵
۲۲/۱۵	۲۰/۹۹	۸۸/۰۴	۳۲/۳۶	۳۶/۸۳	۲۷/۱۱	۸۹/۵۴	۳۰/۳۵	۱۲/۷
۶۰/۰۵	۳۷/۹۰	۹۶/۲۰	۸/۱۶	۶۹/۳۸	۳۲/۶۵	۱۰۰	۱۰/۴۵	۱۹/۰۵
۸۰/۷۵	۲۰/۶۹	۹۹/۱۲	۲/۹۱	۸۷/۴۶	۱۸/۰۷	۱۰۰	۰	۲۵/۴
۹۸/۶۸	۱۷/۹۲	۹۹/۷۰	۰/۵۸	۹۸/۸۳	۱۱/۳۷	۱۰۰	۰	۳۸/۱
۹۹/۸۵	۱/۱۶	۱۰۰	۰/۲۹	۹۹/۴۱	۰/۵۸	۱۰۰	۰	۵۰/۸
۱۰۰	۰/۲۹	۱۰۰	۰	۹۹/۷۰	۰/۲۹	۱۰۰	۰	۶۳/۵
۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰/۲۹	۱۰۰	۰	۸۰

می‌شوند. برای بررسی همبستگی بین نمودارها از جهت آماری از آزمون پیرسون در نرم‌افزار SPSS استفاده شد؛ به‌گونه‌ای که داده‌های مربوط به درصد فراوانی تجمعی وارد نرم‌افزار شد و میزان همبستگی بین آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. دو فرض در آزمون انجام‌شده مدنظر است: فرض  $H_0$  و فرض  $H_1$ ؛ اگر سطح معنی‌داری به‌دست‌آمده از آزمون کمتر از

شکل (۱۱) مقایسه روش الک سستی با اطلاعات حاصل از دستگاه win Area را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، نمودارهای مربوط به دانه‌بندی الک و دانه‌بندی مربوط به عرض نمونه‌ها با یکدیگر همبستگی بیشتری دارند و نمودار مربوط به دانه‌بندی طول ذرات و قطر ذرات با یکدیگر هماهنگی دارند. در محدوده قطر ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر، چهار نمودار بر یکدیگر منطبق

مقدار ۰/۰۵ باشد، فرض  $H_0$  یا فرض صفر مورد تأیید است که مقدار بیشتر از ۰/۰۵ باشد، فرض  $H_1$  تأیید می‌شود و این فرض این فرض نشان‌دهندهٔ هماهنگی بین نمودارهاست و اگر این عدم تطابق همبستگی بین نمودارها را نشان می‌دهد.



شکل (۱۱): مقایسهٔ دانه‌بندی طول، عرض و قطر ذرات در دستگاه با دانه‌بندی الک مکانیکی

Figure (11): Comparison of particle length, width and diameter granulation in the Win Area device with mechanical sieve granulation

جدول (۳) نتایج آزمون پیرسون را پس از واردسازی درصد فراوانی تجمعی هریک از پارامترهای طول، عرض و قطر محاسبه شده توسط دستگاه پس از عکس برداری و درصد فراوانی تجمعی محاسبه شده قطر ذرات که از نتایج الک مکانیکی محاسبه شده است، نشان می دهد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون

جدول (۳): نتایج آزمون پیرسون انجام شده از اطلاعات روش پردازش تصویر (دستگاه Win Area) با روش سنتی (الک مکانیکی) در نقاط ۱ تا ۱۰

در نرم افزار SPSS

Table (3): Results of Pearson test performed from the information of image processing method (Win Area device) with traditional method (mechanical sieving) in points 1 to 10 in SPSS software

نقاط	همبستگی بین درصد فراوانی تجمعی قطر ذرات در الک با درصد فراوانی تجمعی قطر ذرات در دستگاه		همبستگی بین درصد فراوانی تجمعی قطر ذرات در الک با درصد فراوانی تجمعی عرض ذرات در دستگاه		همبستگی بین درصد فراوانی تجمعی قطر ذرات در الک با درصد فراوانی تجمعی طول ذرات در دستگاه	
	سطح	معنی داری	سطح	معنی داری	سطح	معنی داری
۱	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۰/۹۶	۰	۰/۸۳	۰
۲	۰/۸۱	۰/۰۰۴	۰/۹۱	۰/۰۰۱	۰/۷۴	۰/۰۲
۳	۰/۸۴	۰/۰۰۴	۰/۹۵	۰	۰/۷۶	۰/۰۱
۴	۰/۸۵	۰/۰۰۲	۰/۷۹	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۰۱
۵	۰/۹۵	۰	۰/۹۷	۰	۰/۹۱	۰
۶	۰/۹۸	۰	۰/۹۴	۰	۰/۹۶	۰
۷	۰/۹۸	۰	۰/۹۵	۰	۰/۹۶	۰
۸	۰/۹۹	۰	۰/۹۶	۰	۰/۹۷	۰
۹	۰/۸۹	۰	۰/۷۳	۰/۰۱	۰/۹۲	۰
۱۰	۰/۹۵	۰	۰/۹۶	۰	۰/۹۲	۰

شماره نقطه	نتایج همبستگی طول با الک	نتایج همبستگی عرض با الک	نتایج همبستگی قطر با الک
۱	۰/۸۸	۰/۹۶	۰/۸۳
۲	۰/۸۱	۰/۹۱	۰/۷۴
۳	۰/۸۴	۰/۹۵	۰/۷۶
۴	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۶
۵	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۶
میانگین	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۸۱
۶	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۶
۷	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۷
۸	۰/۸۹	۰/۷۳	۰/۹۲
۹	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۳
۱۰	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۱
میانگین	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۳

\* واحدها میلی متر است.

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به اطلاعاتی که از طول و عرض ذرات استخراج شد، قطر سنگریزه‌ها بر اساس این اطلاعات محاسبه و نمودار دانه بندی هرکدام رسم گردید. نتایج حاصل از نمودار دانه بندی هرکدام از

نتیجه بررسی آماری اطلاعات الک مکانیکی با دستگاه اندازه گیری ضرایب فیزیکی برگ نشان می دهد که آزمون پیرسون حاصل از واردسازی درصد فراوانی تجمعی طول، عرض و قطر ذرات نشان دهنده این است که در نمونه های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ که مربوط به دشت سر اپانداژ است، نمودار دانه بندی الک مکانیکی تشابه بیشتری با نمودار دانه بندی عرض ذرات دارد. در نمونه هایی که دارای قطر متوسط بالاتری هستند، بین مقادیر دانه بندی از الک مکانیکی با دانه بندی عرض و طول ذرات تشابه وجود دارد. همبستگی بین نتایج دانه بندی به صورت عددی و قبل از ترسیم منحنی دانه بندی نشان می دهد که ضریب همبستگی بین طول و عرض ذرات با الک نسبت به همبستگی قطر ذرات محاسبه شده بیشتر است.

جدول (۴): نتایج همبستگی پیرسون در سطح اعتماد ۹۵٪ دانه بندی طول، عرض و قطر ذرات با الک مکانیکی\*

Table (4): Results of Pearson correlation at 95% confidence level of particle length, width and diameter granulation with mechanical sieving



مشابه بوده و منحنی‌های رسم‌شده از لحاظ بصری با مقداری شیفت برهم منطبق می‌گردد. نتایج این قسمت با نتایج استورم و همکاران (۲۰۱۰) و الفرجی و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد.

همچنین با توجه به نتایج مقایسه روش‌های پردازش تصویر با روش سستی مشخص شد که بین دو روش همبستگی معنی‌داری وجود داشته و در نتیجه، این فرضیه که نتایج حاصل از روش پردازش تصویر رقومی دارای تشابه با روش‌های سستی بوده و به‌خوبی می‌تواند جایگزین آن باشد نیز تأیید می‌شود؛ این نتیجه با مطالعات پندر (۲۰۱۰) و هان و همکاران (۲۰۱۶) تطابق دارد.

استفاده از الگ مکانیکی دارای محاسن و معایبی است. هنگام استفاده از الگ‌های مکانیکی، ممکن است ذراتی روی الگ باقی مانده باشند که به‌خاطر شکل هندسی از منافذ عبور نکرده باشند؛ هرچند می‌توان به‌صورت دستی آن را به‌صورت عمودی قرار داده و از الگ عبور داد. از طرفی در روش الگ مکانیکی فقط خاک سطحی برداشت نمی‌شود بلکه حجمی از خاک برداشت می‌شود و نتایج فقط مربوط به خاک سطحی نیست بلکه بخشی از خاک که در زیر لایه سطحی سنگ‌فرش قرار دارد، در محاسبات دخالت داده می‌شود.

پیشنهاد می‌شود قدرت تفکیک دوربین‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

پارامترهای طول، عرض و قطر ذرات از لحاظ بصری نشان می‌دهد که تقریباً نمودارها با یکدیگر همبستگی و هماهنگی دارند؛ از این بین همبستگی بین نمودار دانه‌بندی الگ مکانیکی با عرض ذرات نسبت به نمودار دانه‌بندی طول و قطر ذرات تطابق بیشتری دارد. با توجه به نتایج دانه‌بندی هرکدام از پارامترها در قیاس با روش الگ مکانیکی می‌توان گفت که اگر اندکی نمودارهای دانه‌بندی طول، عرض و قطر شیفت داده شوند، کاملاً نمودارها بر هم منطبق می‌شوند. از طرفی چون در هنگام الگ کردن نمونه‌ها، ذرات سنگریزه به‌صورت عمود از هرکدام از قطر الگ‌ها عبور کردند و هنگام عکس‌برداری، ذرات از جهت طولشان به روی سطح دستگاه قرار داده شدند، می‌توان گفت که دلیل هماهنگی نمودار دانه‌بندی عرض ذرات با نمودار دانه‌بندی الگ مکانیکی از لحاظ بصری همین موضوع می‌تواند باشد.

نتایج، نشان‌دهنده بالا بودن ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر مذکور است. این ضریب همبستگی در ذرات موجود در دشت‌سر اپانداز، بین نتایج الگ با عرض ذرات و در ذرات موجود در دشت‌سر لخت بین نتایج الگ با طول ذرات است. به‌طور کلی همبستگی بین نتایج آنالیز قطر ذرات در الگ مکانیکی با روش پردازش تصویر بر اساس ضریب همبستگی پیرسون دارای همبستگی بالای ۹۰ درصد است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد منحنی دانه‌بندی رسم‌شده از نتایج الگ مکانیکی با نتایج به‌دست‌آمده با دستگاه win area

## منابع

1. Afrasiabi, S., Tazeh, M., Taghizadeh, R., Ghaneei, M.J. and Kalantari, S., 2019. Performance of two measurement methods of pin meter and laser disto meter in the measurement of microtopography Created by desert pavement. *Desert Ecosystem Engineering*, 8, 1-14. (in Persian)
2. Azad, MR., Kalantari, S., Shirmardi, M. and Tazeh, M., 2021. Investigation of Land use and Physico-chemical properties of soil on wind erosion threshold velocities using data mining. *Desert Ecosystem Engineering*, 9, 1-14. (in Persian)
3. Al-Farraj, A. and Harvey, A.M., 2000. Desert pavement characteristics on wadi terrace and alluvial fan surfaces. *Wadi Al-Bih*, 1 1.
4. Beggan, C. and Hamilton, C.W., 2010. New image processing software for analyzing object size-frequency distributions, geometry, orientation, and spatial distribution. *Computers & Geosciences*, 36(4), 539-549.
5. Chang, F.J. and Chung, Ch.H., 2012. Estimation of riverbed grain-size distribution using image-processing techniques. *Journal of Hydrology*, 440-441, 102-112.
6. Cheng, Z. and Liu, H., 2015. Digital grain-size analysis based on autocorrelation algorithm. *Sedimentary Geology*, 327, 21-31
7. Chung, Ch.H. and Chang, F.J., 2013. A refined automated grain sizing method for estimating riverbed grain size distribution of digital images. *Hydrology*, 486, 224-233.
8. Fathizad, H., Tazeh, M. and Kalantari, S., 2016. Assessment of pixel-based classification (Armap Fuzzy Neural Networks and Decision Tree) and object-oriented methods for land use mapping (Case Study: Meymeh, Ilam Province). *Arid Biome*, 5, 69-81. (in Persian)
9. Fathizad, H., Tazeh, M., Kalantari, S. and Shojaei, S., 2017. The investigation of spatiotemporal variations

- of land surface temperature based on land use changes using NDVI in southwest of Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 134, 249-256. (in Persian)
10. Han, j., Wang, k., Wang, X. and Paulo, J.M., 2016. 2D image analysis method for evaluating coarse aggregate characteristic and distribution in concrete. *Construction and Building Materials*, 127, 30-42.
  11. Hesp, P., 2002. Fore dunes and blowouts: Initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48, 245-268.
  12. Kargaran, F., Kalantari, S., Ghaneei, MJ. and Tazeh, M., 2017. The Compare of grading criteria in Coarse ripple Mark on the windward and leeward slopes (Case Study: Hassan Abad erg in Bafg), quantitative geomorphological research, 4, 134-144. (in Persian)
  13. Khosravi, F., Tazeh, M., Saremi naeini, Ma. and Kalantari, S., 2020. Evaluation and comparison of Image J and GIAS softwares with mechanical sieving in automatic particle-size distributions. *Arid Biome*, 9(2), 29-42. (in Persian)
  14. Nourzadeh Haddad, M. and Bahrami, H., 2015. Investigation of the relationship between fine dust concentration and surface moisture and soil particle size distribution using a mobile wind erosion simulator in the desert areas of western Khuzestan province. *Geographical explorations of desert areas*, 3(1), 60-72. (in Persian)
  15. Penders, C.A., 2010. Determining mean grain-size in high gradient streams with autocorrelative digital image processing. Master of Science Thesis, Appalachian State University, Boone, North Carolina, United States.
  16. Storm, K.B., Kuhns, R.D. and Lucas, H.J., 2010. Comparison of automated image-based grain sizing to standard pebble-count methods. *Journal of Hydraulic Engineering*, 136(8), 461-473.
  17. Taconet, O. and Ciarletti, V., 2007. Estimating soil roughness indices on a ridge-and-furrow surface using stereo photogrammetry. *Soil and Tillage Res*, 93, 64-76.
  18. Tazeh, M., Asadi, M., Taghizadeh, R., Kalantari, S. and Sadeghinia. M., 2018. Evaluation of geomorphometry indices in semi-automatic separation of the geomorphological types in desert areas (case study: west north of Ardekan). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25 (1), 29-43. (in Persian)
  19. Taghizadeh, R., Ghazali, A., Kalantari, S. and Rahimian, MH., 2016. Spatial distribution of soil salinity using auxiliary variables and hypercube sampling method in Meybod. *Arid Biome*, 6, 69-79. (in Persian)
  20. Zarei, M., Tazeh, M., Moosavi, V. and Kalantari, S., 2021. Evaluating the changes in Gavkhuni Wetland using MODIS satellite images in 2000-2016. *Nature and Spatial Sciences*, 1, 27-41. (in Persian)
  21. Zehtabian, GH., Azarnivand, H., Ahmadi, H. and Kalantari, S., 2013. Presentation of Suitable Model to Estimate Vegetation Fraction Using Satellite Images in Arid Region (Case Study: Sadough-Yazd, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 3 (2), 108-117. (in Persian)
  22. Zehtabian, GR., Ahmadi, H., Samani Nazari, A.A., Ehsani, A.H. and Tazeh, M., 2017. Determining the most important geomorphometric parameters in classification of desert plans using artificial networks and sensitivity analysis. *Range and Watershed Management*, 70(1), 197-206. (in Persian)
  23. Zheng, X.M., Zhao, K., Li, X.J., Li, Y. and Ren, j., 2014. Improvements in farmland surface roughness measurement by employing a new laser scanner. *Journal Soil & Tillage Research*, 143, 137-144.

## Investigation on the Capability of the Win Area Device in Automatic Granulation of Desert Pavement

Farnaz KHosravi<sup>1</sup>, Mahdi Tazeh<sup>\*2</sup>, Mohammad Ali Saremi Naeini<sup>3</sup>, Saeideh Kalantari<sup>4</sup>

Received: 03/03/2021

Accepted: 08/12/2021

### Extended Abstract

**Introduction:** Pediments are vitally important geomorphological units. Desert pavement feature is used for their classification. The characteristics of desert pavements are a function of geomorphological conditions and have unique properties in terms of different granulation parameters. A variety of methods are employed to determine granulation. The most common method is the sieving test, in which the particle size distribution curve is obtained using the cumulative weight of the grains passing through the sieve. Using image processing methods

1. MSc of Desertification Combating, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Iran

2. Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran; mtazeh@ardakan.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Desert and Arid Zones Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yazd University

4 Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran.

DOI: 10.22052/deej.2021.10.33.59

facilitates the identification, measurement, analysis, and spatial distribution of particles. The present study aims to prove that digital image processing is a viable alternative for traditional methods as the results from both procedures are similar.

**Methodology:** Yazd-Ardakan plain is located in the range of 15 53 to 50-54 easts and in 31-15 to 45 45 north. In this study, ten points were randomly selected in 40 40 40 square plots in plain areas in Yazd-Ardakan plain basin. Sediment granulation was done by the mechanical sieving method. In order to granulate sediments, the samples were taken and transferred to the laboratory, and placed in a shaker to separate the particles according to their large diameter size by the sieves in the machine. After performing the calculations via Excel software, a graph related to the granulation of each point was achieved. WinArea-UT-11 can measure most physical coefficients of products such as perimeter, area, and the largest and smallest particle diameters. The parameters measured by the device were particles' length and width.

**Results and discussion:** In this section, the granulation results by mechanical sieving as well as the results obtained from the Win Area machine are presented. The following table, Table 1, is an example of calculating the weight percent and the percentage of cumulative frequency of particles in a mechanical sieve.

**Table (1): Weight percentage and cumulative frequency percentage of particle diameter in mechanical sieving**

Cumulative percentage of particles	Particle weight percentage	Particle diameter (mm)
14.97	14.97	2
46.73	31.75	4.76
59.19	12.46	9.525
89.54	30.35	12.7
100	10.45	19.05

Sizing by mechanical sieving was followed by placing the collected samples on the Win Area device, and photography was performed. The information obtained from the pebbles was saved in Excel software after shooting. A rectangular shape for each pebble is assumed. According to the length and width of the pebble device, the Pythagorean equation was used to calculate the particle diameter.

**Table (2): Weight and cumulative percentage of length, width and diameter of the machine using sieve diameter**

Percentage of cumulative frequency of device diameter	Percentage of frequency of device diameter	Percent cumulative frequency of width	Frequency percentage of device width	Percent cumulative frequency of length	Frequency percentage of device length	Cumulative frequency percentage	Frequency percentage	Diameter (mm)
0	0	0	0	0	0	14.97	14.97	2
0	0	2.33	2.33	0	0	46.73	31.75	4.76
1.16	1.16	55.68	53.35	9.62	9.62	59.19	12.46	9.525
22.15	20.99	88.04	32.36	63.73	27.11	89.54	30.35	12.7
60.05	37.9	96.2	8.16	69.38	32.65	100	10.45	19.05
80.75	20.69	99.19	2.91	87.46	18.07	100	0	25.4
98.68	17.92	99.7	0.58	98.83	11.37	100	0	38.1
99.85	1.16	100	0.29	99.41	0.58	100	0	50.8
100	0.29	100	0	99.7	0.29	100	0	63.5
100	0	100	0	100	0.29	100	0	80

According to the results obtained from the Pearson test in SPSS software, the correlation between the results of the cumulative frequency percentage of the parameters of length, width, and diameter of particles with the percentage of cumulative frequency calculated by the particles' diameter in the mechanical sieve is above 70%. Additionally, the mean level particle content in all three parameters of particles' length, width, and diameter is less than 0.05.

**Conclusion:** The results of the granulation diagram of each of the parameters of particles' length, width, and diameter visually show that the graphs are almost correlated and coordinated with each other. Among these, the correlation between the mechanical sieve granulation diagram and the particles' width is more consistent than the particles' length and diameter granulation diagram. According to the grading results of each parameter in comparison with the mechanical sieving method, if a few number of grading diagrams of length, width, and diameter are shifted, the diagrams will completely match. Pearson test, obtained by importing the percentage of cumulative frequency of particles' length, width, and diameter, shows that in samples 1, 2, 3, 4, and 5, which are related to the pediments, the grading diagram of a mechanical sieve is more similar to Particles' width grading diagram. In samples with higher mean diameters, the similarities between the grading values of the mechanical sieve are approximately the same as the granulation of particles' width and length.

**Table (3): Pearson correlation results at 95% confidence level Granulation of particle length, width and diameter by mechanical sieving**

Results of diameter correlation with sieve	Results of width correlation with sieve	Results of length correlation with sieve	points	pediment
0.83	0.96	0.88	1	epandage
0.74	0.91	0.81	2	
0.76	0.95	0.84	3	
0.76	0.79	0.85	4	
0.96	0.94	0.98	5	
0.81	0.91	0.87	mean	
0.96	0.94	0.98	6	bare
0.97	0.96	0.99	7	
0.92	0.73	0.89	8	
0.93	0.96	0.95	9	
0.91	0.97	0.95	10	
0.93	0.91	0.95	mean	

This study illustrates the similarity between the grading curve drawn from the mechanical sieving and the results obtained with the win area machine, and the drawn curves are visually matched with some shifts. Also, according to the results of comparing image processing methods with traditional methods, it is found that there is a significant correlation between the two methods, meaning that the results of digital image processing methods are similar to conventional methods. Therefore, the digital image processing method can perfectly replace the traditional methods.

**Keywords:** Granulation, mechanical sieving, geomorphology, particle size distribution, Win Area device.