

ارزیابی روش‌های مختلف و ارائه روش بهینه اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابانی

لیلا ربیعی^۱، مهدی تازه^{۲*}، مجید صادقی‌نیا^۳، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

چکیده

سنگ‌فرش بیابان نقش محافظ خاک در مقابل فرسایش بادی را ایفا می‌کند. وجود سنگ‌ریزه‌های سطحی، از طرفی باعث افزایش زیری و کاهش سرعت باد در سطح مجاور خود شده و از طرف دیگر موجب بالا رفتن سرعت آستانه فرسایش بادی می‌شود. بدین ترتیب اندازه‌گیری کمی فرسایش بادی اهمیت خود را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری پوشش سنگ‌فرش به دو روش پلات و ترانسکت امکان‌پذیر است. هدف از این مطالعه مقایسه روش‌های مختلف اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان و ارائه روش بهینه آن است. بدین منظور، ابتدا تیپ‌های مختلف دشت‌سر، تفکیک و نمونه‌برداری از سنگ‌ریزه‌های سطحی در پلات‌های ۰/۱۶ مترمربعی و در ترانسکت‌های ۰/۰۶ مترمربعی انجام شد. سپس ۳۰ نقطه تصادفی در هر تیپ، انتخاب و با پلات و ترانسکت نمونه‌برداری شد. وزن و درصد فراوانی وزن ذرات براساس قطرهای مختلف محاسبه و اندازه‌گیری‌های به‌دست‌آمده برای پلات و ترانسکت با آزمون‌های LSD و DUNCAN آزمایش شد. نتایج نشان داد هر دو روش دانه‌بندی یکسانی را نشان می‌دهد. سپس دو روش فوق از نظر زمان نمونه با آزمون t مقایسه شد. نتایج نشان داد نمونه‌های برداشت‌شده با استفاده از ترانسکت در مدت‌زمان کمتری نسبت به پلات جمع‌آوری شده و این اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. همچنین ترانسکت سطح کمتری (۰/۰۶ مترمربع) را نسبت به پلات (۰/۱۶ مترمربع) برای نمونه‌برداری مورد استفاده قرار می‌دهد. در نتیجه ترانسکت از نظر سطح و زمان برای نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان مناسب‌تر است.

کلیدواژه‌ها: پلات، ترانسکت، دشت‌سر، سنگ‌فرش، نمونه‌برداری.

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشگاه اردکان

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

۳. دانشیار گروه طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۴. دپارتمان علوم زمین، علوم خاک و ژئومورفولوژی، دانشگاه توبینگن، آلمان

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اردکان است.

مقدمه

وجود سنگریزه‌های سطحی و سنگ‌فرش بیابان یکی از اجزای اصلی سطوح بیابانی در مناطق خشک و بسیاری از صحراهای دنیاست (نایت و زربونی،^۱ ۲۰۱۸). تنوع لندفرم‌ها به‌عنوان یکی از عوامل اصلی در تنوع الگوهای فرسایشی در مناطق مختلف بوده و سنگریزه‌ها به‌عنوان یکی از عناصر اصلی در تعیین وضعیت فرسایش بادی است (ژانگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). وجود سنگریزه‌های سطحی به‌عنوان پوشش خاک سطحی و محافظ لایه‌های زیرین بوده، از طرفی بر آلودگی سطحی و میزان درجه‌حرارت زمین نیز تأثیرگذار است (بوناجلا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). دانه‌بندی ذرات در سطوح پوشیده از ذرات سنگریزه در نقش آن در فرسایش بادی دارای اهمیت بسیاری است (لی^۴ و همکاران، ۲۰۲۴). وجود سنگ‌فرش بیابان به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در فرسایش بادی است (شهابی‌نژاد و همکاران، ۲۰۲۰).

این پوشش سنگریزه‌ای به‌عنوان مالچ در وضعیت رطوبتی خاک زیرین مؤثر است (بیرامی و رضایی، ۲۰۲۱). این تأثیر در مناطق پوشیده از سنگریزه با عرصه‌های حاوی پوشش گیاهی متفاوت است (عسگری و همکاران، ۲۰۲۳). تأثیر پوشش سنگریزه سطحی بر جریان باد در نزدیک سطح بر میزان فرسایش بادی مشهود است (لی و همکاران، ۲۰۲۱) که میزان آن در اراضی کشاورزی و سنگریزه‌های سطحی موجود در آن در این فرایند خاک‌ورزی، بیشتر نمایان می‌شود (آلبرز^۵ و همکاران، ۲۰۲۰).

پارامترهای آماری مستخرج از زبری سطحی در بخش‌های مختلف در حوزه فرسایش بادی، فرسایش آبی قابل بررسی بوده و به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در فرسایش مورد بررسی و ارزیابی و اندازه‌گیری قرار می‌گیرد (پان^۶ و همکاران، ۲۰۲۳). روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری ذرات سنگریزه‌های سطحی معرفی و ارائه شده است که یکی از آنالیزهای سه‌بعدی

سنگریزه‌های سطحی و زبری سطح زمین است (یانگ^۷ و همکاران، ۲۰۱۹). از جمله روش‌های نوین اندازه‌گیری سنگریزه‌های سطحی استفاده از تصویربرداری دیجیتال و پردازش آن با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف پردازش تصویر است. نرم‌افزارهایی مثل *Image J* و *GLAS* در این زمینه مورد بررسی و استفاده قرار گرفته است (خسروی و همکاران، ۲۰۲۰). بخشی از این فرایند به‌صورت میدانی بوده و بخشی از آن در آزمایشگاهی قابل انجام است. نمونه اندازه‌گیری‌های کمی سنگریزه‌های سطحی با استفاده از دستگاه *Win Area* انجام شده است (خسروی و همکاران، ۲۰۲۲). این تأثیر بر روی سرعت آستانه فرسایش بادی تأثیرگذار است که اندازه‌گیری در میزان آن با ایجاد سطوح با زبری‌های مختلف و اندازه‌گیری در تونل باد، قابل محاسبه است (تومیناگا و اوکیاما،^۸ ۲۰۲۲). وجود سنگ و سنگریزه در سطح خاک خواص فیزیکی خاک را متأثر می‌سازد و در کنترل فرسایش آبی و بادی نقش‌آفرین است (عظیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۲) همچنین فرسایش‌پذیری خاک به‌واسطه از دست رفتن سپر حفاظتی سنگ‌فرش به‌شدت افزایش می‌یابد (عظیم‌زاده و فتوحی، ۲۰۱۴). از طرف دیگر سلامت شهروندان به‌سبب انتشار غبار به‌خطر افتاده و بیماری‌های تنفسی و قلبی - عروقی را افزایش می‌دهد (فتوحی و همکاران، ۲۰۱۱). قطر و تراکم ذرات سنگ‌فرش بیابان با فاصله گرفتن از واحد کوهستان کاهش می‌یابد. این تغییرات تابعی از ویژگی‌های ژئومورفولوژی عرصه است. این ویژگی‌ها باعث می‌شود تا سنگ‌فرش‌های موجود در مناطق مختلف از لحاظ پارامترهای مختلف دانه‌بندی و حتی درصد و تراکم دارای ویژگی‌های خاصی باشند (تازه و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر این، مطالعه دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در بخش منابع طبیعی نیز کاربردهای مختلفی دارد. یکی از آن‌ها استفاده از قطر ذرات در طبقه‌بندی رودخانه‌هاست. برای مثال یکی از طبقه‌بندی‌های رسوب رودخانه‌ای براساس قطر ذرات است (بونت و استیون،^۹ ۲۰۰۱).

1. Knight & Zerboni
2. Zhang
3. Bonachela
4. Li
5. Albers
6. Pan

7. Yang
8. Tominaga & Okuyama
9. Bunte & Steven

کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده در زمینه سنگ‌فرش بیابان نشان می‌دهد اغلب مطالعات انجام‌شده بر روی اهمیت و تأثیر پوشش سنگ‌ریزه‌ای سطح خاک بوده و روش‌های اندازه‌گیری آن مورد بحث و تحقیق قرار نگرفته است. هدف از این مطالعه مقایسه روش‌های مختلف اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان و ارائه روش بهینه آن است.

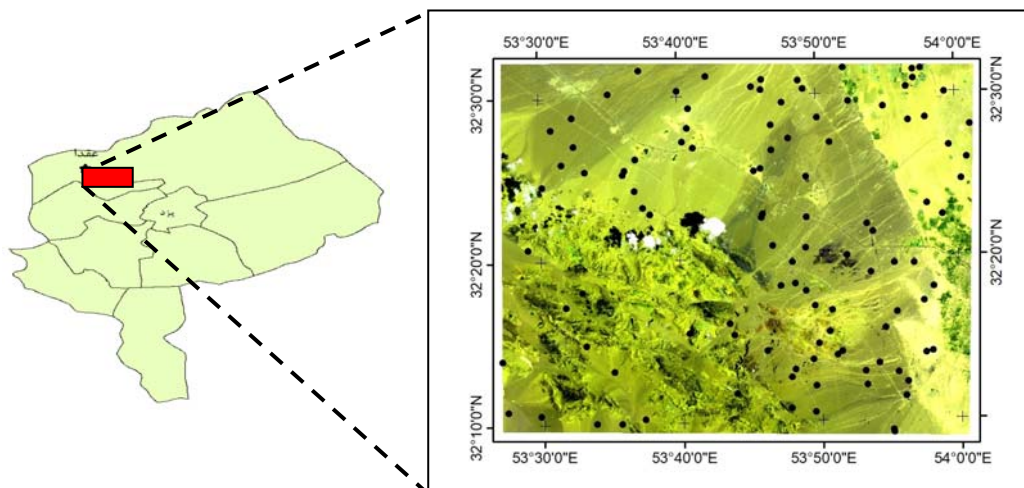
مواد و روش‌ها

مکان مورد مطالعه

عقدا یکی از بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین روستاهای بخش مرکزی اردکان از شهرستان‌های استان یزد است که در ۴۸ کیلومتری شمال غرب اردکان قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۶۰ متر است. محدوده مورد مطالعه بین طول جغرافیایی ۱۱°۳۲' تا ۳۱°۵۳' تا ۵۷°۵۶' طول شرقی و عرض ۲۴°۳۲' عرض شمالی قرار دارد.

نقشه محدوده مورد مطالعه در شکل (۱) آورده شده است. تیپ‌های مختلف دشت‌سر از هم تفکیک و نمونه‌برداری در هریک از تیپ‌ها صورت گرفت.

سنگ‌فرش بیابان عامل حفاظت خاک در مقابل فرسایش و به‌دنبال آن پراکنده شدن ریزگردها و آلودگی هوا بر اثر طوفان‌های شدید در تیپ‌های مختلف دشت‌سر است. اختصاصی و عظیم‌زاده (۲۰۱۲) شاخص دانه‌بندی خاک در مطالعات فرسایش آبی و بادی رسوبات دشت‌سر پوشیده یزد با استفاده از دو روش الک تر و خشک را بررسی کردند. عظیم‌زاده و فتوحی (۲۰۰۲) اثرات سنگ‌فرش بیابان در فرسایش‌پذیری بادی خاک را به صورت کمی برای بخشی از دشت یزد-اردکان بررسی کردند. مطالعات دیگری در زمینه اهمیت سنگ‌فرش صورت گرفته است (پیتراسیاک^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). جنینگز^۲ و همکاران (۲۰۱۵) و دیتز^۳ و همکاران (۲۰۱۶) بیشتر به اهمیت وجود سنگ‌فرش و تنوع آن در لندفرم‌های مختلف پرداخته‌اند. از آنجاکه درصد تراکم سنگ‌فرش و قطر ذرات، یا به‌نوعی دانه‌بندی ذرات، از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده میزان حفاظت خاک است. همچنین سایر ویژگی‌های سنگ‌فرش و خصوصیات و شاخص‌هایی که کمتر بدان پرداخته شده است، دستیابی به روش‌های سریع‌تر برای اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان، با هدف هزینه و زمان کمتر در عین وجود دقت کافی



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی ترکیب رنگی تصویر ماهواره‌ای لندست و نقاط نمونه‌برداری

Figure (1): Location of the study area on the color composition of Landsat satellite image and sample points

1. Jennings
2. Dietze
3. Pietrasiak

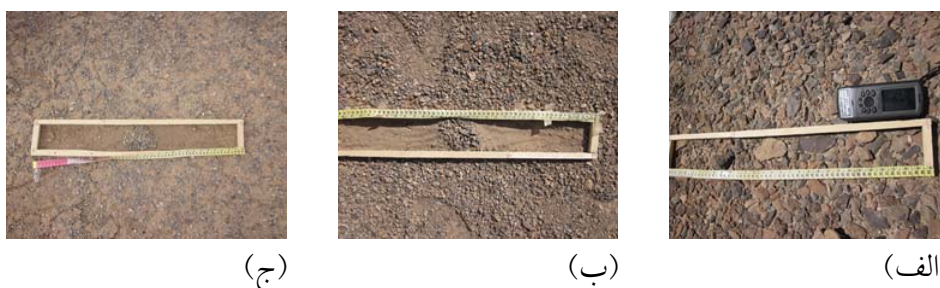
منتقل گردید و به صورت مجزا مورد آزمایش دانه بندی قرار گرفت. نمونه رسوب های موجود در هر پلات و ترانسکت با استفاده از طبقه بندی استاندارد ASTM، براساس قطرهای مختلف از هم تفکیک و با ترازوهای دقیق وزن شدند. پس از الک کردن و وزن ذرات با قطرهای مختلف، متوسط وزن نمونه ها در ۳۰ نقطه محاسبه شد. براساس متوسط وزنی به دست آمده، درصد فراوانی وزن ذرات در هر پلات و ترانسکت محاسبه شد. اشکال زیر نمونه هایی از پلات و ترانسکت های مورد استفاده را نشان می دهد.

پس نمونه برداری میدانی از سنگ ریزه های سطحی انجام و پس از انتقال به آزمایشگاه، دانه بندی بر روی آن ها صورت گرفت. در هر دشت سر ۳۰ نقطه به صورت تصادفی انتخاب شد و با استفاده از پلات با ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی متر و ترانسکت با ابعاد ۱۰×۶۰ سانتی متر اقدام به نمونه برداری از سنگ فرش بیابان گردید (شکل ۲ و ۳). این ابعاد با توجه به مطالعات صورت گرفته و بررسی منابع، در نظر گرفته شد. هم زمان با نمونه برداری، مدت زمان جمع آوری نمونه ها نیز در هر پلات و ترانسکت محاسبه شد. نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه



شکل (۲): نمونه پلات های مورد استفاده در دشت سرهای فرسایشی (الف)، اپانداژ (ب) و پوشیده (ج)

Figure (2): Examples of used plots in pediments: (a) eroded, (b) mantled and (c) covered



شکل (۳): نمونه ترانسکت های مورد استفاده در دشت سرهای فرسایشی (الف)، اپانداژ (ب) و پوشیده (ج)

Figure (3): Example of used transects in pediments: (a) eroded, (b) mantled and (c) covered

منحنی های نقاط از نقاط نمونه برداری، نمونه ها به دو روش پلات و ترانسکت برداشت شد. نمونه های برداشت شده پس از کدگذاری و درج شماره و مختصات بر روی آن ها به آزمایشگاه منتقل شد. این نمونه ها با استفاده از سری الک و دستگاه شیکر، براساس اندازه ذرات به صورت وزنی تفکیک و درصد وزنی ذرات با قطرهای مختلف از یکدیگر تفکیک و منحنی دانه بندی برای هر یک از نمونه های برداشت شده، به تفکیک تیپ دشت سر و نوع نمونه برداری (پلات یا ترانسکت) ترسیم شد. برای دستیابی به یک نتیجه کلی در مقایسه پلات با ترانسکت،

در محل هر یک از نقاط نمونه برداری، نمونه ها به دو روش پلات و ترانسکت برداشت شد. نمونه های برداشت شده پس از کدگذاری و درج شماره و مختصات بر روی آن ها به آزمایشگاه منتقل شد. این نمونه ها با استفاده از سری الک و دستگاه شیکر، براساس اندازه ذرات به صورت وزنی تفکیک و درصد وزنی ذرات با قطرهای مختلف از یکدیگر تفکیک و منحنی دانه بندی برای هر یک از نمونه های برداشت شده، به تفکیک تیپ دشت سر و نوع نمونه برداری (پلات یا ترانسکت) ترسیم شد. برای دستیابی به یک نتیجه کلی در مقایسه پلات با ترانسکت،

تجزیه و تحلیل آماری نتایج به دست آمده از دانه بندی ذرات در هر پلات و ترانسکت، وارد محیط نرم افزاری SPSS گردید و برای مقایسه پلات و ترانسکت در نمونه برداری از سنگ فرش بیابان، از آزمون کمترین مربعات^۱ و دانکن^۲ استفاده شد. این دو آزمون از روش های رتبه بندی میانگین ها در آنالیز واریانس یک طرفه^۳ است. آنالیز

1. Least Significant Difference (LSD)
2. DUNCAN
3. One-Way ANOVA

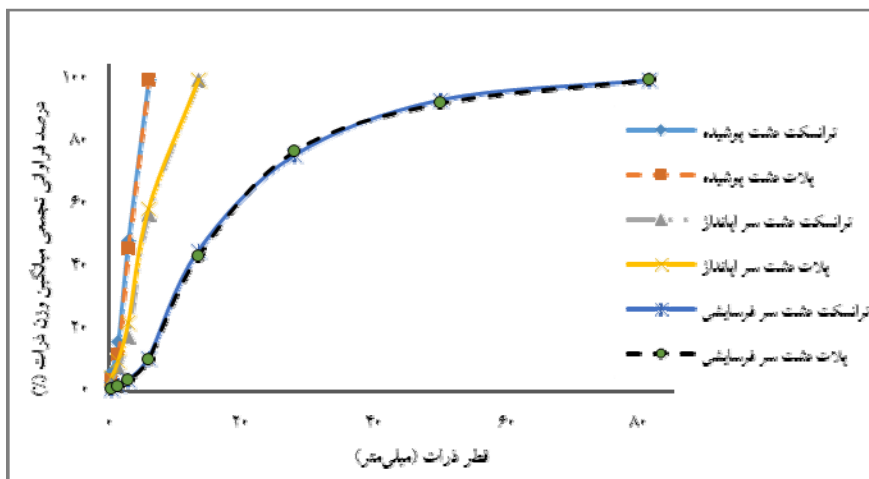
ترانسکت، روش بهینه برای اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان انتخاب شد.

نتایج

مقایسه پلات و ترانسکت در اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان برای مقایسه بین پلات و ترانسکت در نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان، در هر دشت سر ۳۰ نقطه به صورت تصادفی انتخاب شد و با استفاده از پلات با ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و ترانسکت با ابعاد ۱۰×۶۰ سانتی‌متر (ابعاد بهینه پلات و ترانسکت) اقدام به نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان شد. هم‌زمان با نمونه‌برداری، مدت‌زمان جمع‌آوری نمونه‌ها نیز در هر پلات و ترانسکت محاسبه شد. پس از الک کردن و توزین ذرات با قطرهای مختلف، متوسط وزن نمونه‌ها در تمام نقاط محاسبه شد. براساس متوسط وزنی به دست آمده، درصد فراوانی وزن ذرات در هر پلات و ترانسکت محاسبه شد.

واریانس یک‌بعدی، تأثیر یک متغیر گسسته دارای بیش از دو سطح را بر روی یک متغیر پیوسته مورد ارزیابی قرار می‌دهد. چنان‌که براساس مقدار سطح معنی‌داری Sig، فرض صفر رد می‌شود؛ یعنی متغیر گسسته بر متغیر پیوسته تأثیر داشته است. در روش آزمون کمترین مربعات، میانگین‌ها دوجه‌دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند و در روش دانکن، میانگین‌ها براساس مقدار مشخص α به زیرگروه‌هایی تقسیم می‌شوند. تحلیل نتایج این دو آزمون نیز براساس سطح معنی‌داری است.

زمان نمونه‌برداری در هر یک از پلات و ترانسکت با آزمون T مورد مقایسه قرار گرفت. آزمون T برای مقایسه میانگین دو نمونه مستقل زمانی به کار می‌رود که هدف مقایسه کردن دو نمونه آماری باشد که از یکدیگر مستقل‌اند. نتایج این آزمون براساس برابر بودن یا نابرابری واریانس‌ها متفاوت خواهد بود. در نهایت براساس نتایج حاصل از آزمون‌های آماری، همچنین سطح لازم برای نمونه‌برداری در هر یک از پلات و



شکل (۴): منحنی دانه‌بندی ذرات برای هر یک از پلات و ترانسکت در سه تیپ دشت سر فرسایشی، اپانداژ و پوشیده

Figure (4): Granulation curve of particles for each plot and transect in three types of pediments: eroded, mantled and covered

داده‌های به دست آمده از محاسبات فوق وارد محیط SPSS شد و آنالیز واریانس یک‌طرفه بر روی آن‌ها انجام گرفت (جدول ۱). براساس سطح معنی‌داری به دست آمده (کمتر از ۰/۰۱) می‌توان گفت که روش‌های نمونه‌برداری پلات و ترانسکت بر روی درصد فراوانی وزن ذرات تأثیر دارد.

جدول (۱) نتایج حاصل از آنالیز واریانس بر روی داده‌های اندازه‌گیری شده از سنگ‌فرش بیابان در تیپ‌های مختلف دشت سر را نشان می‌دهد.

شکل (۴) منحنی دانه‌بندی ذرات برای هر یک از پلات و ترانسکت در سه تیپ دشت سر فرسایشی، اپانداژ و پوشیده را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، منحنی‌های دانه‌بندی برای پلات و ترانسکت در هر دشت سر به طور کامل بر یکدیگر منطبق‌اند؛ بدین معنی که هر دو روش نتایج یکسانی را در نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان دارد. به عبارتی استفاده از پلات و ترانسکت با ابعاد فوق، در نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان نتایج یکسانی خواهد داشت.

جدول (۱): نتایج آنالیز واریانس یک طرفه براساس درصد فراوانی ذرات

Table (1): One-way analysis of variance results based on the percentage of particle abundance

درصد فراوانی وزن ذرات	مجموع مربعات	فراوانی	مربع میانگین	F	سطح معنی داری
بین گروه‌ها	۲۸۷۷۰/۸۷۹	۳۳	۸۷۰۵/۱۷۸	۱۳۵/۴۰۳	۰/۰۰۱ >
در گروه‌ها	۶۳۳۹۰/۵۸۷	۹۸۶	۶۴/۲۹۱		
کل	۳۵۰۶۶۱/۴۶۶	۱۰۱۹			

جدول (۲): نتایج آزمون LSD بین گروه‌های مختلف پلات و ترانسکت به تفکیک سه دشت سر

Table (2): LSD test results between the different groups of plots and transects by separating Three types of pediment

LSD	اختلاف میانگین‌ها (I-J)	سطح معنی داری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
			کمترین حد	بیشترین حد
دشت سر اپانداز، قطر > ۱ سانتی متر	۰/۹۰۳	۰/۶۶۳	-۳/۱۶	۴/۹۷
دشت سر اپانداز، قطر ۱-۲ سانتی متر	۱/۲۱۹	۰/۵۵۶	-۲/۸۴	۵/۲۸
دشت سر اپانداز، قطر ۲-۴ سانتی متر	۲/۰۶۲	۰/۳۱۹	-۲	۶/۱۲
دشت سر اپانداز، قطر ۴-۸ سانتی متر	-۲/۴۹۴	۰/۲۲۹	-۶/۵۶	۱/۵۷
دشت سر اپانداز، قطر ۸-۱۹ سانتی متر	-۱/۶۹۰	۰/۴۱۵	-۵/۷۵	۲/۳۷
دشت سر پوشیده، قطر > ۱ سانتی متر	-۲/۰۲۴	۰/۳۲۸	-۶/۰۹	۲/۰۴
دشت سر پوشیده، قطر ۱-۲ سانتی متر	-۱/۸۳۱	۰/۳۷۷	-۵/۸۹	۲/۲۳
دشت سر پوشیده، قطر ۲-۴ سانتی متر	۲/۰۸۶	۰/۳۱۴	-۱/۹۸	۶/۱۵
دشت سر پوشیده، قطر ۴-۸ سانتی متر	۱/۷۷۰	۰/۳۹۳	-۲/۲۹	۵/۸۳
دشت سر فرسایشی، قطر > ۱ سانتی متر	-۰/۰۱۹	۰/۹۹۳	-۴/۰۸	۴/۰۴
دشت سر فرسایشی، قطر ۱-۲ سانتی متر	-۰/۴۲۳	۰/۸۳۸	-۴/۴۹	۳/۶۴
دشت سر فرسایشی، قطر ۲-۴ سانتی متر	-۰/۲۰۳	۰/۹۲۲	-۴/۲۷	۳/۸۶
دشت سر فرسایشی، قطر ۴-۸ سانتی متر	-۰/۹۰۴	۰/۶۶۳	-۴/۹۷	۳/۱۶
دشت سر فرسایشی، قطر ۸-۱۹ سانتی متر	-۲/۷۱۸	۰/۱۸۹	-۶/۷۸	۱/۳۴
دشت سر فرسایشی، قطر ۱۹-۳۷ سانتی متر	۱/۹۲۸	۰/۳۵۲	-۲/۱۳	۵/۹۹
دشت سر فرسایشی، قطر ۳۷-۶۳ سانتی متر	-۱/۴۶۳	۰/۴۸۰	-۵/۵۳	۲/۶۰
دشت سر فرسایشی، قطر < ۶۳ سانتی متر	۳/۸۰۱	۰/۰۶۷	-۰/۲۶	۷/۸۶

دو روش نتیجه یکسانی را در اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان دارند.

با توجه به اینکه هم‌زمان با نمونه‌برداری، مدت‌زمان جمع‌آوری نمونه‌ها در هر پلات و ترانسکت نیز اندازه‌گیری شد، زمان نمونه‌برداری پلات و ترانسکت در نقاط مختلف هر دشت سر با آزمون T-Test در محیط نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون لیون^۱ نشان

براساس نتایج حاصل از آزمون کمترین مربعات سطح معنی‌داری بین پلات و ترانسکت در هر یک از گروه‌های نمونه‌برداری، در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست ($\text{sig} > 0.05$)؛ در نتیجه تأثیر پلات و ترانسکت بر درصد فراوانی وزن ذرات یا به‌طور کلی بر نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان یکسان است. نتایج حاصل از آزمون دانکن نیز نشان داد که دو طبقه پلات و ترانسکت در یک گروه رتبه‌بندی قرار می‌گیرند و در نتیجه هر

داد که با توجه به جدول (۳) بین زمان استفاده در پلات و ترانسکت تفاوت معناداری وجود دارد. میانگین زمانی در پلات برابر ۱/۶۴ و در ترانسکت ۰/۸۳ است که در نتیجه زمان

جدول (۳): نتایج آزمون t-test در مقایسه زمان نمونه‌برداری پلات و ترانسکت

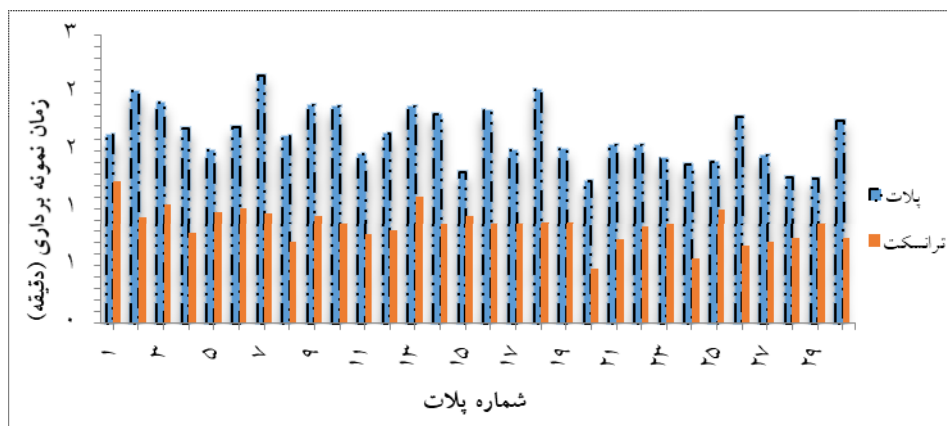
Table (3): T-test results comparing the sampling time of plot and transect

گروه‌های آماری		تست لونت برای برابری واریانس‌ها		آزمون تی برای برابری میانگین‌ها	
گروه‌ها	میانگین	فرض برابری واریانس	سطح معنی‌داری	سطح معنی‌داری	اختلاف میانگین
پلات	۱/۶۴	فرض برابری واریانس	۰/۰۲	۰/۰۰۰	۰/۸۰
ترانسکت	۰/۸۳	فرض نابرابری واریانس		۰/۰۰۰	۰/۸۰

عبارتی زمان نمونه‌برداری پلات بیشتر از ترانسکت است. مقدار میانگین به‌دست‌آمده برای هر یک از پلات و ترانسکت نیز به این مطلب اشاره دارد؛ بنابراین استفاده از ترانسکت زمان کمتری را در نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان خواهد برد و از این رو برای اندازه‌گیری سنگ‌فرش مناسب‌تر خواهد بود.

نتایج نشان داد که بین زمان استفاده در پلات و ترانسکت تفاوت معناداری وجود دارد. میانگین زمانی در پلات برابر ۱/۶۴ و در ترانسکت ۰/۸۳ است که در نتیجه زمان صرف‌شده در روش نمونه‌گیری ترانسکت پایین‌تر بوده و به‌طور معناداری با زمان صرف‌شده در پلات تفاوت دارد.

برای مقایسه دو نمونه مستقل پلات و ترانسکت، ابتدا با استفاده از آزمون لونت واریانس دو نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به سطح معنی‌داری حاصل از این آزمون ($sig < 0.05$)، فرض صفر مبنی بر برابری واریانس‌ها رد می‌شود. سپس براساس فرض نابرابری واریانس، سطح معنی‌داری در آزمون t-test برابر صفر است که نشان می‌دهد در این آزمون نیز فرض صفر رد شده و مقادیر پلات با ترانسکت متفاوت است. برای قضاوت در مورد این آزمون نیز فرض صفر رد شده و مقادیر پلات با ترانسکت متفاوت است. برای قضاوت در مورد انتخاب نمونه بهتر (پلات یا ترانسکت) براساس اختلاف میانگین، مشاهده می‌گردد که عدد به‌دست‌آمده (۰/۸) مثبت است. به



شکل (۵): متوسط زمان نمونه‌برداری با پلات و ترانسکت در سه تیپ دشت‌سر

Figure (5): Average of sampling time with plot and transect in three types of pediments

همچنین ترانسکت سطح کمتری (۰/۰۶ متر مربع) را نسبت به پلات (۰/۱۶ متر مربع) برای نمونه‌برداری مورد استفاده قرار می‌دهد.

در شکل (۵) نیز زمان نمونه‌برداری با پلات و ترانسکت آورده شده است. با توجه به شکل، به‌طور متوسط زمان نمونه‌برداری در ترانسکت کمتر از پلات است؛ یعنی سرعت نمونه‌برداری با استفاده از ترانسکت بیشتر از پلات است.

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه دو روش پلات و ترانسکت برای انتخاب مناسب‌ترین روش برای اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که روش نمونه‌برداری بر روی درصد فراوانی وزن نمونه‌های جمع‌آوری شده تأثیر دارد. از طرف دیگر، با استفاده از دو آزمون LSD و DUNCAN میانگین درصد فراوانی‌های به‌دست‌آمده از پلات و ترانسکت، دویسه‌دو در گروه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت و رتبه‌بندی شد. نتایج حاصل نشان داد اختلاف معنی‌داری بین نتایج حاصل از دو روش نمونه‌برداری وجود ندارد. سپس دو روش پلات و ترانسکت از نظر زمان و سطح نمونه‌برداری نیز مورد مقایسه قرار گرفت. از نظر زمان، نمونه‌ها با استفاده از ترانسکت در مدت زمان کمتری نسبت به پلات جمع‌آوری شدند. همچنین ترانسکت سطح کمتری (۰/۰۶ متر مربع) نسبت به پلات (۰/۱۶ متر مربع) دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که ترانسکت از نظر سطح و زمان برای نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان مناسب‌تر است. براساس نتایج استروم^۱ و همکاران (۲۰۱۰)، تصاویر دیجیتال خطای کمتری در اندازه‌گیری سنگ‌فرش نسبت به پلات و روش وولمن^۲ داشته است که ارزیابی نتیجه فوق با ترانسکت نیز تأمل برانگیز خواهد بود؛ چراکه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، از نظر سطح اطمینان و خطای محاسباتی، تا اندازه‌ای روش پلات و ترانسکت را در یک سطح در نظر گرفت.

از طرفی قطر نمونه‌های برداشت‌شده از سنگ‌فرش منطقه به‌خوبی سه تپ دشت‌سر را از یکدیگر متمایز می‌کند. همان‌طور که گفته شد، مطالعات مشابهی در رابطه با دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در بخش منابع طبیعی نیز صورت گرفته است. یکی از آن‌ها استفاده از قطر ذرات در طبقه‌بندی رودخانه‌ها است. برای مثال یکی از طبقه‌بندی‌های رسوب رودخانه‌ای براساس قطر ذرات است (بافینگتن و مونگومری،^۳ ۱۹۹۹؛ رسجین،^۴ ۱۹۹۴).

مطالعات خسروی و همکاران (۲۰۲۰) نیز درباره استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزاری و پردازش تصاویر اخذشده از سنگ‌فرش بیابان، عملاً تلفیقی از پردازش تصویر در کنار مطالعات آزمایشگاهی بوده است؛ درحالی‌که مطالعه حاضر به مقایسه دو روش نمونه‌برداری میدانی از سنگ‌فرش بیابان پرداخته است. در این پژوهش، مطالعه سنگ‌فرش بیابان به صورت عملیات میدانی و با استفاده از پلات و ترانسکت صورت گرفته است؛ درحالی‌که وردو^۵ و همکاران (۲۰۰۵) مشخصه اندازه ذرات شن کف بستر را با استفاده از تجزیه و تحلیل عکس هوایی و زمین‌آمار با وضوح بالا مورد مطالعه قرار داده‌اند. بخشی از نتایج این تحقیق در مورد اندازه‌گیری سنگ‌فرش بیابان و تعیین روش بهینه اندازه‌گیری آن با مطالعات تازه و همکاران (۲۰۱۳) نیز مطابقت دارد. جمع‌بندی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد به‌منظور نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان، استفاده از روش پلات و ترانسکت در نتایج دانه‌بندی ذرات آن تفاوتی ندارد؛ ولی از لحاظ سرعت عمل، استفاده از ترانسکت، زمان نمونه‌برداری کمتری داشته و می‌تواند روش مناسب‌تری باشد.

1. Strom
2. Wolman
3. Buffington & Montgomery
4. Rosgen

منابع

- Albers, C.N., Jacobsen, O.S., Bester, K., Jacobsen, C.S. & Carvalho, P.N. (2020). Leaching of herbicidal residues from gravel surfaces—A lysimeter-based study comparing gravels with agricultural topsoil. *Environmental Pollution*, 266, p.115225.
- Asgari, E., Talebi, A., Kiani-Harchegani, M. & Amanian, N. (2023). Comparison of the Effect of Vetiver Vegetation Cover and Surface Rock Fragment on Runoff and Soil loss in a Convex-Parallel Hillslope Under Laboratory Conditions. *Iranian journal of Ecohydrology*, 10(3), 35-353.
- Azimzadeh, H., & Fotouhi, F. (2014). The study on the effects of desert pavement on wind erodibility (Case study: Yazd-Ardakan plain). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(4), 695-705.
- Azimzadeh, H., Ekhtesai, M., Hatami, M., & Qalibaf, M. (2002). Studying the effect of physical-chemical properties of soil on soil wind erosion index and presenting a model to predict it in Yazd-Ardakan plain. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 1(9), 139-151.
- Beyrami, H., & Rezaei, H. (2021). Effect of different mulches on evaporation reduction and salinity changes in soils with different texture. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. 3(15), 558-566
- Bonachela, S., López, J.C., Granados, M.R., Magán, J.J., Hernández, J., & Baille, A., 2020. Effects of gravel mulch on surface energy balance and soil thermal regime in an unheated plastic greenhouse. *Biosystems Engineering*, 192, pp.1-13.
- Buffington, J. M., & Montgomery, D.R. (1999). A Procedure for Classifying and Mapping Textural Facies in Gravel-bed Rivers. *Water Resources Research*, 35(6): 1903-1914.
- Bunte, K., & Steven R. A. (2001). Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel-and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring. United States Department of Agriculture. *Rocky Mountain Research*, P.428.
- Dietze, M., Dietze, E., Lomax, J., Fuchs, M., Kleber, A., & Wells, S. (2016). Environmental history recorded in aeolian deposits under stone pavements, Mojave Desert, USA. *ternary Research*: 13; 4C.
- Ekhtesasi, M. & AzimZadeh, H. (2012). Investigating the indicators of soil granularity using wet and dry sieving methods in water and wind erosion studies (Case study: sediments of Yazd's covered plain). *Aridbiome*, 2(2), 1-9.
- Fotuhi, F., Azimzadeh, H., Talebi, A., & Ekhtesasi, M. (2011). The effect of surface Desert Pavement on the soil erodibility factor using geostatistics (a case study of a part of the Yazd-Ardakan plain *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 5(16), 1-12.
- Jennings, R.P., Shipton, C., Breeze, P., Cuthbertson, P., Bernal, M.A., Wedage, O., Drake, N.A., White, T.S., Groucutt, H.S., Parton, A., Clark-Balzan, L., Stimpson, CH., al Omari, A.A., Alsharekh, A., & Petraglia, M. 2015. Multi-scale Acheulean landscape survey in the Arabian Desert. *Quaternary International* 382: 58e81.
- Khosravi, F., & Tazeh, M., Saremi naeini, Ma. & Kalantari, S. (2020). Evaluation and comparison of Image J and GIAS softwares with mechanical sieving in automatic particle-size distributions. *Arid Biome*, 9(2), pp.29-42.
- Khosravi, F., Tazeh, M., Saremi Naeini, M.A., & Kalantari, S., (2022). Investigation on the Capability of the Win Area Device in Automatic Granulation of Desert Pavement. *Desert Ecosystem Engineering*, 10(33), pp.107-118.
- Knight, J., & Zerboni, A. (2018). Formation of desert pavements and the interpretation of lithic-strewn landscapes of the central Sahara. *Journal of Arid Environments*, 153, pp.39-51.
- Li, H., Zou, X., Zhang, C., Kang, L., Cheng, H., Liu, B., Liu, W., Fang, Y., Yang, D., & Wu, X. (2021). Effects of gravel cover on the near-surface airflow field and soil wind erosion. *Soil and Tillage Research*, 214, p.105133.
- Li, H., Zou, X., Zhang, M., Chang, C., Guo, Z., & Li, J. (2024). Spatial heterogeneity of shear stress on gravel-covered surfaces and its effects on soil wind erosion. *Soil and Tillage Research*, 241, p.106119.
- Pan, Y., Xia, J., & Yang, K. (2023). Statistical roughness properties of the gravel bed surfaces in a meandering channel. *Journal of Hydrology*, 617, p.128966.
- Pietrasiak, N., Drenovsky, R.E., Santiago, L.S., & Graham, R.C. (2014). Biogeomorphology of a Mojave Desert Landscape-Configurations and Feedbacks of abiotic and biotic land surfaces during landform evolution. *Geomorphology*, 206: 23–36.
- Rosgen, D.L. (1994). A Classification of Natural Rivers. *Catena*, 22(3): 169-199.
- Shahabinejad, N., Mahmoodabadi, M., Jalalian, A., & Chavoshi, E. (2020). The Influence of Soil Properties on the Wind Erosion Rate at Different Regions of Kerman Province. *Journal of Water and Soil Science (jwss)*, 24 (3) :209-222

22. Strom, 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.
23. Tazeh, M. Zahtabian, Gh. Ahmadi, H, Nazari Samani, A. Ehsani, A(2013). Determining the most appropriate plot size for desert pavement sampling. *Quantitative Geomorphology Research*, 1(4), 61-72.
24. Tominaga, Y., & Okuyama, T. (2022). Investigating threshold wind velocity for movement of sparsely distributed gravels in a wind tunnel: Effect of surface coarseness. *Aeolian Research*, 54, p.100775.
25. Verdu, J.M., Batalla, R.J., & Martinez-Casasnovas, J. A. (2005). High- resolution grain-size characterization of gravel bars using imagery analysis and geo-statistics. *Geomorphology*, 72, 73-93.
26. Yang, H.W., Lourenço, S.D., Baudet, B.A., Choi, C.E., & Ng, C.W. (2019). 3D Analysis of gravel surface texture. *Powder Technology*, 346, pp.414-424.
27. Zhang, D., Wang, G., Pullen, A., Abell, J.T., Ji, J., & Shen, T. (2020). Landscape evolution and development of eolian-modified unconsolidated gravel surfaces and yardangs in the Hami Basin, China. *Geomorphology*, 368, p.107355.

Assessing Different Methods of Desert Pavement Measurement and Presenting a Relevant Optimal Method

Leila Rabiee,¹ Mahdi Tazeh,^{2*} Majid Sadeghinia,³ Ruhollah Taghizadeh Mehrjardi⁴

Receive: 15/04/2024

Accept: 31/07/2024

Extended Abstract

Introduction: The presence of stones and gravel on the soil surface affects the physical properties of the soil, playing an effective role in controlling water and wind erosion. However, while significantly contributing to the protection of soil, desert pavement is less used as a protective element in arid and extra-arid areas. On the other hand, as Iran is advancing its industrial development based on different natural fields, extensive land use changes lead to shallow soil mixing and the soil's desert pavement, significantly increasing the erodibility of the soil due to the loss of the pavement's protective shield. Consequently, the intensity of wind erosion and the dust that naturally arises from it will increase in the destroyed lands, leading to an increase in accident risks and personal and financial damages due to the reduction of visibility on highly traveled roads.

Materials and methods

Field sampling and laboratory calculations: Thirty points were randomly selected in each plain where the required samples were collected from the desert pavement. Concurrently, the duration of sample collection was also calculated in each plot and transect. Then, the collected samples were transferred to the laboratory and tested separately in terms of granulation. Sediment samples collected from every plot and transect were separated into distinct size classes using the ASTM classification system. These size-separated sediments were then accurately weighed using precision balances. After sieving the samples and determining the weight of particles in different size ranges, the average weight of each sample at thirty specific points was calculated.

1. MSc of Dededertification, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

2. Associated Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran; mtazeh@ardakan.ac.ir

3. Associated Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Geosciences, Soil Science and Geomorphology, University of Tübingen, Tübingen, Germany

Finally, the relative abundance, expressed as the percentage frequency of particle weight, was computed for each plot and transect based on the calculated mean weights. The results obtained from each plot and transect were then entered into the SPSS software. Using the least squares and Duncan tests to compare the samples collected from the plots and transects. It should be noted that the two tests are widely used for ranking averages in one-way variance analysis. One-way variance analysis evaluates the effect of a discrete variable with more than two levels on a continuous variable. If the null hypothesis is rejected in terms of significance level, the discrete variable is proved to exert an influence on the continuous variable. In the least squares test method, the average values are compared in binary oppositions, and in Duncan's method, the average values are divided into subgroups based on the specific value of α . The analysis of the results of these two tests shall also be performed in terms of significance level.

Sampling time in each plot and transect was compared and evaluated using t-tests. It should be noted that the T-test is commonly used to compare two independent statistical samples, whose results may differ based on the equality/ inequality of the variances. Finally, the optimal method for measuring desert pavement was selected based on the results of the statistical tests and the significance level required for sampling in each plot and transect.

Moreover, to compare the desert pavement samples collected from each plot and transect, 30 points were randomly selected in each plain. Then, the sampling of the desert pavement was carried out using a plot with 40x40 cm dimensions and a transect with 60x10 cm dimensions.

Results: The results of Duncan's test revealed that the two categories of plot and transect were placed in the same ranking group, indicating that both methods produce the same results in the measurement of desert pavement. As the duration of collecting samples from each plot and transect was measured concurrently with the sampling, the time of collecting sampling from the plots and transects in different parts of each plain was evaluated and compared via T-Tests using the SPSS software. Moreover, the results of Lyon's test showed that the variances of the two groups (plot and transect), were not the same, suggesting a significant difference between the time used in the plot and that of the transect. In this regard, the average time for the plot and the transect was found to be 1.64 and 0.83, respectively, indicating that the time spent for conducting the sampling in the transect was lower than that of the plot and that there was a significant difference between the two in this regard.

On the other hand, to compare two independent samples of plot and transect, first, the two samples were evaluated using Levene's test, according to which the null hypothesis regarding the equality of the variance rates was rejected as the significance level turned out to be less than 0.05 (Sig < 0.05). The results of the T-test based on the hypothesis regarding the equality of the variance rate were also found to be zero in terms of significance level, indicating that the values found for the plot differ from those of the transaction, and thus the null hypothesis is also rejected in this case. As for the choice of a better sample in terms of the difference in the average value, it can be seen that the obtained value is positive (0.8), suggesting that the plot sampling time is longer than that of the transect. Therefore, it can be argued that collecting sampling from the transect would be less time-consuming than that of the plot, and thus it would be a better choice for measuring the desert pavement. Furthermore, the results showed that in terms of variance level, the two categories of plot and transect differ from each other, indicating a significant difference between the time used in the plot and that of the transect. Accordingly, the average time used in the plot and transect was found to be 1.64 and 0.83, respectively, proving that the time spent in the transect sampling method was lower than that of the plot and that there was a significant difference between the two in this regard.

Discussion: Plot and transect methods were compared and evaluated in order to choose the most suitable method for measuring desert pavement. The results of the one-way analysis of variance showed that the sampling method may affect the weight frequency of the collected samples. Then, the average percentage of the frequency rates obtained for the plot and the transect were compared and ranked in binary oppositions using the LSD and DUNCAN tests. The results indicated that both sampling methods exert the same influence on the frequency percentage of the samples. Then the plot and transect methods were compared in terms of sampling time and level. Accordingly, as for the time spent on sampling, the samples were collected in a shorter time from the transect than from the plot. Moreover, it was found that the transect demanded a smaller area (0.06 square meters) for sampling than the one demanded by the plot (0.16 square meters). Therefore, it can be concluded that the transect method is more suitable for sampling the desert pavement in terms of area and time. Finally, it could be argued that the results of this study proved the high efficiency of the software in terms of the spatial resolution of the images and the average size of the riverbed sediments, which can significantly contribute to future development. Therefore, the abovementioned methods can be used as new methods in the study of desert pavement in a large area.

Keywords: Plot, Transect, Plain, Desert Pavement, Sampling.