

## کارایی دو روش اندازه‌گیری پین‌متر و فاصله‌یاب لیزری در اندازه‌گیری میکروتوپوگرافی ناشی از سنگ‌فرش بیابان

سهیلا افراسیابی<sup>۱</sup>، مهدی تازه<sup>۲\*</sup>، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی<sup>۲</sup>، محمدجواد قانعی بافقی<sup>۲</sup>، سعیده کلانتری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷

### چکیده

زبری سطح خاک از جمله موانع در مقابل فرسایش بادی است. زبری با ایجاد مانع در مقابل جریان باد، باعث کاهش سرعت باد و پیرو آن کاهش میزان فرسایش بادی می‌شود؛ از این رو اندازه‌گیری آن در بحث فرسایش بادی حائز اهمیت است. از جمله روش‌های سنتی اندازه‌گیری زبری روش پین‌متر است. امروزه با توجه به پیشرفت تکنولوژی استفاده از ابزارهای الکترونیکی مانند فاصله‌یاب لیزری در حال گسترش است. هدف از این تحقیق، مقایسه شاخص زبری به‌دست‌آمده از طریق دو روش پین‌متر و فاصله‌یاب لیزری است. بدین منظور ۱۰ نقطه تصادفی در دشت‌سرهای اپانداز و لخت در محدوده دشت یزد-اردکان انتخاب و نمونه‌برداری به هر دو روش صورت گرفت. مقادیر زبری با استفاده از شاخص زبری آلماراس و انحراف‌معیار مقادیر برجستگی ناشی از وجود سنگ‌فرش بیابان محاسبه شد. طول ترانسکت‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فواصل پین‌ها ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین مقادیر زبری با استفاده از فاصله‌یاب لیزری از طریق دستگاه متر لیزری اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست‌آمده از زبری نقاط نمونه‌برداری با دو روش مذکور، با توجه به نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون  $t$  test بررسی شد. نتایج نشان داد بین دو روش مذکور در تمام نقاط نمونه‌برداری در سطح ۹۵ درصد، اختلاف معناداری وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت گرچه استفاده از روش فاصله‌یاب لیزری از تکنولوژی بالاتری بهره می‌برد، با توجه به هزینه بیشتر آن نسبت به روش پین‌متر، در نتایج تفاوتی با روش سنتی ندارد.

**واژه‌های کلیدی:** زبری آلماراس، آزمون  $t$  test، سنگ‌فرش بیابان، فاصله‌یاب لیزری، پین‌متر.

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

۲. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، نویسنده مسئول؛ mtazeh@ardakan.ac.ir

## مقدمه

فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی تخریب زمین و آلودگی هوا شناخته شده است (تاتارکو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ یانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). باد در بیابانها به طور مؤثر عمل می کند، نه به دلیل آنکه باد در محیطهای خشک قوی تر از محیطهای مرطوب است، بلکه به دو دلیل دیگر: ۱. داشتن سطوح زمین خشک؛ ۲. وجود پوشش گیاهی بسیار پراکنده. فرسایش بادی در محل هایی که سطح خاک زیر و ناهموار است، شدت کمتری دارد. اثر زبری در فرسایش خاک بستگی به ارتفاع، شکل و جهت آن نسبت به باد دارد (رفاهی، ۲۰۰۲). همچنین بستگی به فرسایش پذیری زبری دارد. شخم در اراضی بایر باعث افزایش زبری و افزایش فرسایش می شود. در حقیقت سنگ فرش بیابان زبری مقاوم است. زبری تغییرات کوچک در ارتفاع سطح یک عرصه را که در نتیجه عواملی چون بافت خاک و عملیات خاک ورزی به وجود می آید، توصیف می کند. زبری یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک توسط آب و باد است (ویدال<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). نخستین تشریح از زبری را کوپرز<sup>۴</sup> (۱۹۵۷) ارائه کرد که در آن، سطح زبری به مجموعه نقاط دارای ارتفاع متفاوت گفته می شود. بر اساس این تعریف، انحراف از معیار ارتفاع نقطه ها به عنوان شاخص زبری در نظر گرفته شده است. درک زبری خاک برای جلوگیری از فرسایش خاک توسط آب و باد و برای اطمینان از مناسب بودن محیط زیست برای توسعه و نگهداشت زیست توده خاک بسیار مهم است. عواملی که باعث افزایش زبری سطح خاک می شوند، برای توسعه اکوسیستم با تنوع گسترده ای از میکروارگانیسمها بسیار مفید است. با اندازه گیری دقیق زبری سطح خاک می توان از آن به شاخصی برای سلامت اکوسیستم استفاده کرد (گارسیا مورنو<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰). روش های اندازه گیری زبری خاک با استفاده از زبری سنجها را می توان در دو کلاس بزرگ دسته بندی کرد: ۱. روش های تماسی<sup>۶</sup> که در آنها

وسایل مکانیکی به طور مستقیم با خاک تماس برقرار می کنند. از این گروه می توان پروفیل متر سوزنی (کوپرز، ۱۹۵۷) یا استفاده از زنجیر ارائه شده توسط صالح (۱۹۹۳) را نام برد؛ ۲. روش های غیر تماسی<sup>۷</sup> که وسایل اندازه گیری از سطح خاک فاصله داشته و با سطح خاک تماس ندارند. اساس این روش بر دریافت امواج منعکس شده و امواج برگشتی است. این علائم می تواند یک منبع اشعه مادون قرمز (رومکنز<sup>۸</sup> و همکاران، ۱۹۸۶)، یک منبع ماورای صوت (رویشو<sup>۹</sup> و همکاران، ۱۹۹۰) یا یک دسته اشعه لیزر (داربوکس<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۳؛ هوانگ<sup>۱۱</sup>، ۱۹۸۸؛ تاکونست<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷؛ اله<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۱۹۷۹) باشد. پین متر شامل یک ردیف پین با فواصل مساوی که در یک قاب قرار داده شده که می تواند مطابق با ناهمواری های سطح بالا و پایین قرار داده شوند. موقعیت پین ها به صورت الکترونیکی یا عکاسی و بعد دیجیتال ثبت می شود (بورول<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۱۹۶۳؛ پادمور و هوگینز<sup>۱۵</sup>، ۱۹۸۱؛ واگنر و ییمینگ<sup>۱۶</sup>، ۱۹۹۱). از اشکالات مهم پین متر اثر مخرب پین هاست که می تواند مانع از اندازه گیری های بیشتر شود. از مهم ترین مزایای آن نیز آسان و راحت بودن آن در اندازه گیری زبری است. این دستگاه در عین کم هزینه بودن داده های قابل اطمینانی را فراهم می کند (گارسیا مورنو، ۲۰۱۰). روش اسکنر لیزری خودکار روشی غیرمخرب است، اما گران و تا حدودی بزرگ است و فقط یک منطقه کوچک را در یک زمان پوشش می دهد (رومکنز و همکاران، ۱۹۸۷؛ فلانگن<sup>۱۷</sup> و همکاران، ۱۹۹۵). تکنیک لیزری به دلیل دخالت دیگر منابع نور، برای استفاده در محیط آزاد دارای محدودیت است (هوانگ، ۱۹۹۸؛ هوانگ و برادفورد<sup>۱۸</sup>،

7. Noncontact methods

8. Romkens

9. Robichau

10. Darboux

11. Huang

12. Taconet

13. ullah

14. Burwell

15. Podmore &amp; Huggins

16. Wagner &amp; Yiming

17. Flanagan

18. Huang &amp; Bradford

1. Tatarko

2. Yang

3. Vidal

4. Kuipers

5. Garsia Moreno

6. Contact methods

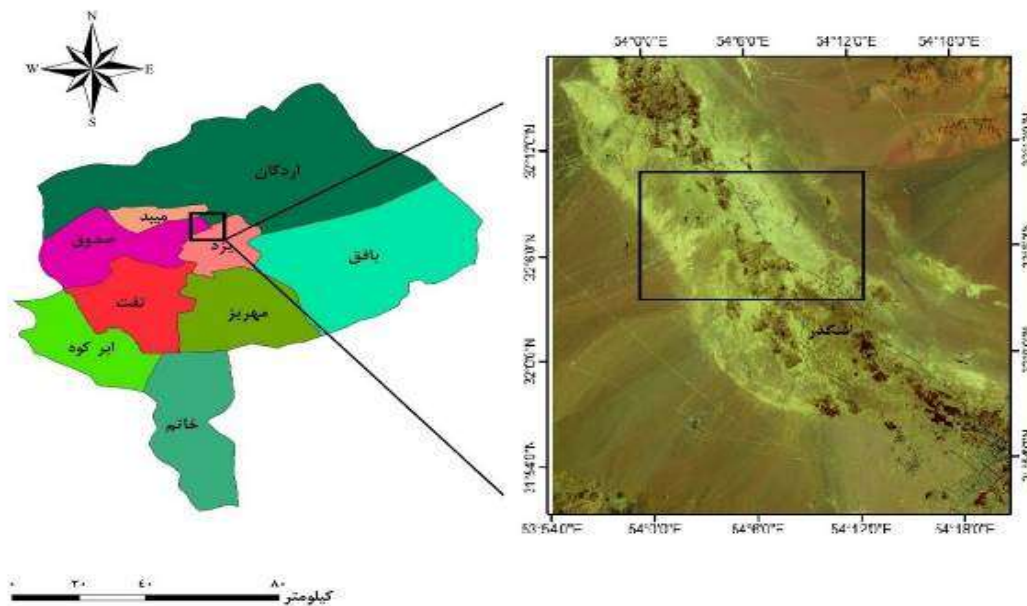
(دستگاه شخم‌زنی) روی خصوصیات سطح (زبری و توزیع اندازه ذرات) بستر خاک با استفاده از اسکنر لیزری را در دانمارک بررسی کردند؛ برای این کار، خصوصیات سطح بستر خاک قبل و حین و بعد از شخم‌زدن برداشت شد. نتایج نشان داد که شخم‌زدن بستر اثر مهمی روی وزن متوسط قطر و میانگین هندسی قطر و زبری سطح دارد و همچنین بین زبری بعد از کشت و در حال کشت، همبستگی خوبی وجود دارد که نشان می‌دهد از اسکنر لیزری می‌توان برای اندازه‌گیری زبری در طول عملیات خاک‌ورزی استفاده کرد. این پژوهش به منظور مقایسه دو روش اندازه‌گیری پین‌متر و فاصله‌یاب لیزری برای اندازه‌گیری شاخص زبری بیابان است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه

دشت یزد-اردکان با مساحت بالغ بر ۱۵۹۵۰/۷ کیلومتر مربع در بخش شمالی استان یزد قرار دارد. دشت یزد-اردکان در طول جغرافیایی  $53^{\circ}54'50''$  تا  $54^{\circ}12'$  شرقی و در عرض جغرافیایی  $32^{\circ}03'$  تا  $32^{\circ}10'$  شمالی واقع شده است. این دشت از جنوب و جنوب‌غرب به کوه‌های شیرکوه و از سمت شرق به کوه‌های خرائق منتهی می‌شود. این دشت شهرهای مهریز، یزد، اشکذر، میبد و اردکان را در بر می‌گیرد. متوسط بارندگی در بسیاری از نقاط این دشت کمتر از ۷۰ میلی‌متر در سال است. تراکم پوشش گیاهی از صفر تا ۲۰ درصد متغیر است. گونه غالب آن بیشتر درختچه گز می‌باشد. بیش از ۴۰ درصد مساحت دشت را اراضی لم‌پزرع با تراکمی کمتر از ۲ درصد پوشانده است. وضعیت توپوگرافی منطقه و فرسایش خاک همراه موجب شکل‌گیری رخساره‌های متنوعی در این دشت شده و مجموعه‌ای از تپه‌های ماسه‌ای را ایجاد کرده است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان یزد و دشت یزد-اردکان و شکل (۲) مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد.

۱۹۹۲؛ داربوکس و هوانگ، ۲۰۰۳). یستر و کلیک<sup>۱</sup> (۲۰۰۵)، چهار روش را برای اندازه‌گیری زبری خاک مقایسه کردند: دو روش تماسی (روش زنجیر و پین‌متر) و دو روش غیرتماسی (اسکنر لیزری و فتوگرامتری). نتایج نشان داد که هر روشی به زمینه کاربرد آن بستگی دارد. روش‌های تماسی به‌ویژه روش زنجیر برای استفاده در زمین‌های زراعی بسیار عالی هستند. روش اسکنر لیزری در شرایط آزمایشگاهی بسیار عالی است، اما به‌علت تداخل نور، عملیات میدانی بسیار دشوار است و اغلب ممکن است نتایج نادرست به دست آید. نویسندگان پیشنهاد کردند که روش فتوگرامتری روش جالبی است که می‌تواند برای اندازه‌گیری زبری هم در شرایط آزمایشگاهی و هم در شرایط میدانی توسعه یابد؛ زیرا زمان کمتری برای کسب اطلاعات نیاز دارد (افراسیابی و همکاران، ۲۰۱۸). ژانگ و هی<sup>۲</sup> (۲۰۱۲)، به مطالعه روش‌های اندازه‌گیری زبری خاک برای تعیین روشی جامع و بین‌المللی پرداختند؛ برای این کار، دقت روش‌های اندازه‌گیری زبری با استفاده از روش بارش مصنوعی در محیط داخلی آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از همبستگی بین روش‌ها نشان داد که روش اسکنر لیزری و زنجیر بعد از بارش، همبستگی بسیار کمی دارند، در حالی که روش لیزری و پین‌متر قبل و بعد از بارش از همبستگی شدیدی برخوردارند. در ادامه، نتایج نشان داد که بهترین روش برای تعیین سطح زبری روش اسکنر لیزری و به‌دنبال آن روش پین‌متر است. ژانگ و همکاران (۲۰۱۴) قابلیت اسکنر لیزری در اندازه‌گیری زبری سطح خاک اراضی زراعی در کشور چین را بررسی کردند؛ برای این کار از دستگاه فاصله‌یاب لیزری با محدوده اندازه‌گیری  $400 \times 600$  میلی‌متر استفاده و زبری را در ۴ سطح نمونه با زبری‌های مختلف اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که دقت دستگاه فاصله‌یاب لیزری بیش از ۸۰ درصد است و از نظر سهولت در اندازه‌گیری و پویایی برای اندازه‌گیری زبری زمین‌های زراعی بسیار مناسب است. جنسن<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۶) اثر طنس



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

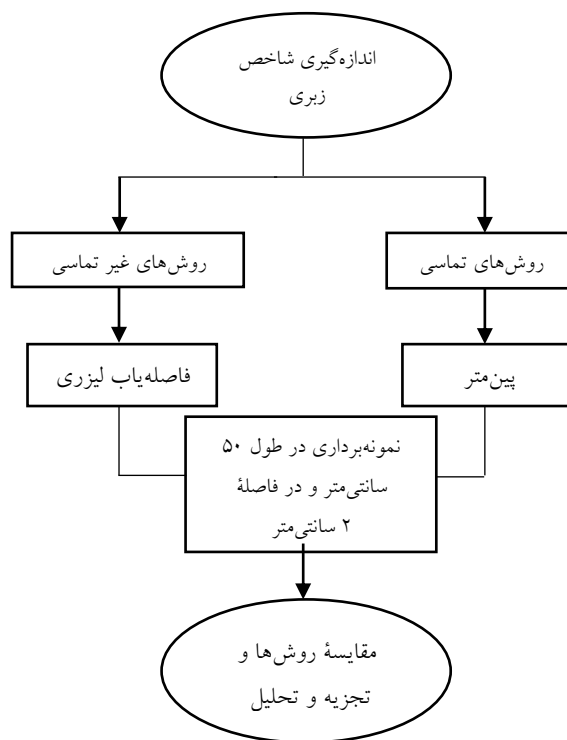
Figure (1): Geographic location of the studied area

زبری سطح خاک با استفاده از دو روش فاصله یاب لیزری و پین متر در ۱۰ ترانسکت به صورت تصادفی برداشت شد. در هر ترانسکت ارتفاع زبری در طول ۵۰ سانتی متر اندازه گیری شد. فاصله بین پین ها در روش پین متر ۲ سانتی متر و فاصله اندازه گیری در دستگاه فاصله یاب لیزری نیز ۲ سانتی متر است. بدین ترتیب در هر ترانسکت، توسط هر دو روش ارتفاع نقاط به صورت مجزا ثبت شد. شکل (۳) نمونه ای از زبری سطح برداشت شده را نشان می دهد.



شکل (۳): نمونه هایی از زبری سطح

Figure (3): samples of surface roughness



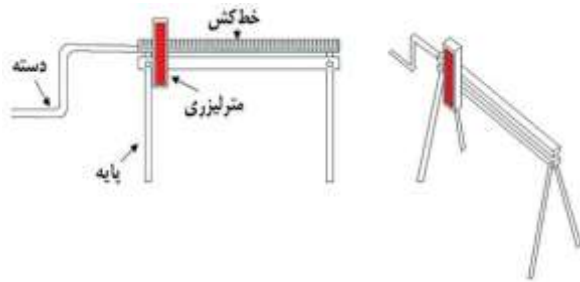
شکل (۲): مراحل انجام پژوهش

Figure (2): Steps of the research process

### نمونه برداری زمینی

پس از مشخص کردن منطقه مورد مطالعه، اطلاعات ارتفاع

سانتی‌متر، نسبت به سطح مبنا انجام می‌شود. روش اندازه‌گیری با فاصله‌یاب لیزری در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵): نحوه اندازه‌گیری زبری با فاصله‌یاب لیزری در شرایط صحرایی  
Figure (5): Roughness measurements using laser disto meter in desert conditions

### تجزیه و تحلیل‌های آماری

در این مرحله، داده‌های برداشت‌شده برای مرتب کردن، وارد نرم‌افزار اکسل شدند. سپس برای محاسبه شاخص‌های آماری (میانگین، مد، میانه، واریانس، انحراف معیار، کشیدگی و چولگی) و مقایسه دو روش پین‌متر و فاصله‌یاب لیزری، داده‌های ارتفاعی به صورت فایل وارد ورژن ۲۲ نرم‌افزار spss شدند. ذکر این نکته ضروری است که چولگی نشان‌دهنده میزان عدم تقارن توزیع احتمالی است. اگر داده‌ها نسبت به میانگین متقارن باشند، چولگی برابر صفر خواهد بود. چولگی در حقیقت معیاری از وجود یا عدم تقارن تابع توزیع است. برای یک توزیع کاملاً متقارن چولگی صفر و برای یک توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر بیشتر، چولگی مثبت و برای توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر کوچک‌تر، مقدار چولگی منفی است. کشیدگی نشان‌دهنده قله‌مندی یک توزیع احتمالی است. به عبارت دیگر، کشیدگی معیاری از تیزی منحنی در نقطه ماکزیمم است. مقدار کشیدگی برای توزیع نرمال برابر ۳ است. همچنین انحراف از معیار ارتفاع نقطه‌ها به‌عنوان شاخص زبری در نظر گرفته شده است.

پس از محاسبه شاخص‌های آماری مورد نظر برای مقایسه دو روش، ابتدا به بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک پرداخته شد. به دلیل نرمال بودن تمامی داده‌ها به بررسی و مقایسه داده‌ها با استفاده از آزمون پارامتریک t student که یکی از پیش‌فرض‌های اصلی آن نرمال بودن داده‌هاست، پرداخته شد؛ زیرا این آزمون برای

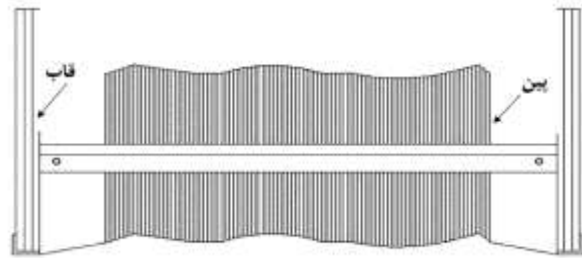
### روش‌های اندازه‌گیری شاخص زبری

#### پین‌متر

همان‌طور که در شکل (۴) نشان داده شده، دستگاه پین‌متر شامل یک ردیف پین با ارتفاع بالای ۳۵ سانتی‌متر است که در یک قاب قرار گرفته‌اند و مطابق با بی‌نظمی‌های زمین، بالا و پایین می‌روند. سرپین‌ها را به رنگ آبی یا هر رنگ دیگر درمی‌آورند که برای دیدن بهتر سطح تماس آن‌ها با خاک کمک می‌کند. در این روش به کمک پین‌هایی که بر سطح خاک زده می‌شوند، ارتفاع سنگریزه‌ها (کلوخه‌ها) در چندین نقطه نسبت به سطح مبنا اندازه‌گیری می‌شود. به این ترتیب اطلاعات ارتفاع زبری ثبت شد. مطابق تعریف این شاخص (زبری) عبارت است از انحراف معیار ارتفاع نقاط که با استفاده از رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

که در آن  $SD$ ،  $X_i$  و  $\bar{X}$  به ترتیب انحراف معیار ارتفاع نقاط، ارتفاع هریک از نقاط (mm)، متوسط ارتفاع و تعداد نقاط نمونه در طول ترانسکت است.



شکل (۴): نحوه اندازه‌گیری زبری با پین‌متر در شرایط صحرایی  
Figure (4): Roughness measurements using pin meter in desert conditions

#### روش لیزری

این روش با استفاده از متر لیزری مدل (X310) محصولی از شرکت لایکا، به اندازه‌گیری زبری می‌پردازد. متر لیزری وسیله‌ای است کوچک و دستی که با استفاده از تکنولوژی لیزر و با محاسبه زمان رفت و برگشت نور لیزر، فاصله دقیق را محاسبه می‌کند. نحوه کار بدین شکل است که پرتو لیزر روی هدف تابیده شده و عمل محاسبه با خطای کمتر از ۳ میلی‌متر انجام می‌شود. بدین ترتیب اندازه‌گیری ارتفاع نقاط در طول ۵۰

مقایسه دو گروه که از دو روش متفاوت محاسبه شده‌اند، محاسبه شده نیز برای هر دو روش مربوط به نقطه ۱۰ است. بیشترین و کمترین میزان انحراف معیار حاصل از روش پین متر و فاصله یاب لیزری، به ترتیب مربوط به نقاط ۲ و ۱۰ است. در واقع شاخص‌های آماری محاسبه شده از هر دو روش، در هریک از نقاط تقریباً مشابه‌اند. مقدار این شاخص‌های آماری در برخی نقاط نسبت به نقاط دیگر بیشتر است؛ که دلیل بر بالاتر بودن سطح زبری خاک در این نقاط می‌باشد.

## نتایج

خلاصه آماری مربوط به داده‌های برداشت شده در طول ۵۰ سانتی متری با فاصله برداشت ۲ سانتی متر در جدول (۱) درج شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان میانگین محاسبه شده از روش پین متر و فاصله یاب لیزری به ترتیب مربوط به نقطه ۲ و ۱ است. کمترین میزان میانگین

جدول (۱): خلاصه آماری ارتفاع مربوط به نقاط برداشت شده

Table (1): Summary Statistics for the height data related to collected points

صفات	میانگین (mm)	مد (mm)	میانه (mm)	واریانس	انحراف معیار (mm)	کشیدگی	چولگی		
شاخص زبری	نقطه ۱	پین متر	۲۱/۸۳	۱۹	۲۴	۷۰/۰۵۸	۸/۳۷	۰/۷۰۶	-۰/۴۵۳
	نقطه ۱	لیزر	۲۳/۶۶	۲۲	۲۴/۵	۱۲۴/۸۴	۱۱/۱۷	۰/۵۴۲	-۰/۲۸۳
	نقطه ۲	پین متر	۲۳/۵	۵	۲۶	۱۳۵/۴۷	۱۱/۶۳	۰/۸۹	-۰/۳۸
	نقطه ۲	لیزر	۲۲/۵	۲۹	۲۳/۵	۱۵۳/۹۱	۱۲/۴۰	۰/۸۱	-۰/۱۲۳
	نقطه ۳	پین متر	۱۷/۵۸	۱۱	۱۷	۹۵/۲۹	۹/۷۶	۰/۲۱	۰/۳۳
	نقطه ۳	لیزر	۱۶/۸۷	۲۱	۱۶/۵	۱۲۷/۲۴	۱۱/۲۸	۰/۶۸	۰/۸۶
	نقطه ۴	پین متر	۱۰/۵	۱۱	۱۱	۴/۸۹	۴/۸۹	۱/۹۰	۱/۰۲
	نقطه ۴	لیزر	۱۱/۰۸	۴	۱۱	۲۸/۰۸	۵/۳۹	-۱/۰۲	۰/۰۵۶
	نقطه ۵	پین متر	۱۹/۶۲	۳۰	۱۹/۵	۸۷/۸۹	۹/۳۷	۰/۵۰	-۰/۰۸۲
	نقطه ۵	لیزر	۱۸/۵۰	۱۷	۱۹	۶۹/۰۴	۸/۳۰	۰/۵۶	-۰/۴۰
شاخص زبری	نقطه ۶	پین متر	۹/۶۶	۳	۹	۴۰/۹۲	۶/۳۹	۰/۱۵۴	۰/۵۹۶
	نقطه ۶	لیزر	۱۰/۳۷	۷	۹/۵	۵۷/۵۴	۷/۵۸	-۱/۱۲	۰/۲۹۲
	نقطه ۷	پین متر	۱۴/۲۹	۱۳	۱۶/۵	۲۹/۴۳	۵/۴۲	۰/۵۹۴	-۰/۱۰۴
	نقطه ۷	لیزر	۱۵/۱۲	۱۷	۱۴/۵	۲۲/۰۲	۴/۶۹	۰/۹۴۹	-۰/۲۴
	نقطه ۸	پین متر	۱۱/۷۹	۱۰	۱۱/۵	۲۹/۹۹	۵/۴۷	۰/۸۵	۰/۱۱
	نقطه ۸	لیزر	۱۲	۹	۱۲	۳۲/۶۰	۵/۷۱	۰/۸۱۸	-۰/۴
	نقطه ۹	پین متر	۹	۷	۸/۵	۲۹/۳۰	۵/۴۱	۰/۱۴۷	-۰/۳۶۸
	نقطه ۹	لیزر	۹/۱۲۵	۲	۹/۵	۳۶/۸۹	۶/۰۷	۱/۱۱	۰/۵۹
	نقطه ۱۰	پین متر	۷/۰۴	۴	۷	۸/۳۸	۲/۸۹	۱	۱/۱۶
	نقطه ۱۰	لیزر	۷/۸۳	۴	۷/۵	۲۸/۵۸	۵/۳۴	۰/۷۰	۰/۴۲

در جدول (۲) نتایج حاصل از مقایسه دو روش پین متر و فاصله یاب لیزری ارائه شده است. مقدار (p-value) در تمامی نقاط نمونه برداری شده بیش از ۰/۰۵ است؛ یعنی شاخص زبری محاسبه شده از طریق دو روش پین متر و فاصله یاب

در جدول (۲) نتایج حاصل از مقایسه دو روش پین متر و فاصله یاب لیزری ارائه شده است. مقدار (p-value) در تمامی نقاط نمونه برداری شده بیش از ۰/۰۵ است؛ یعنی شاخص زبری محاسبه شده از طریق دو روش پین متر و فاصله یاب

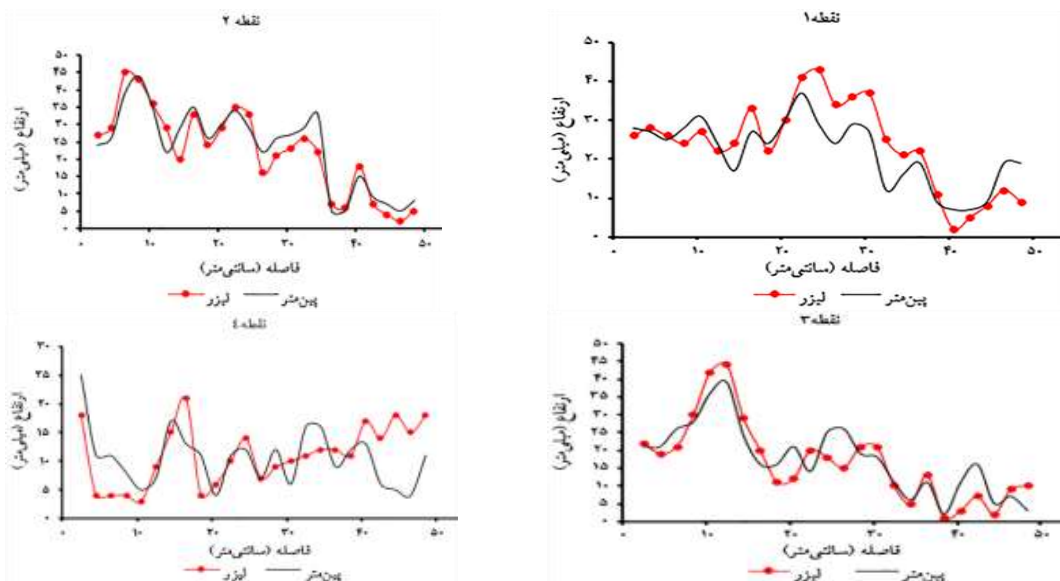
جدول (۲): مقایسه آماری شاخص زبری دو روش در فاصله ۲ سانتی‌متر

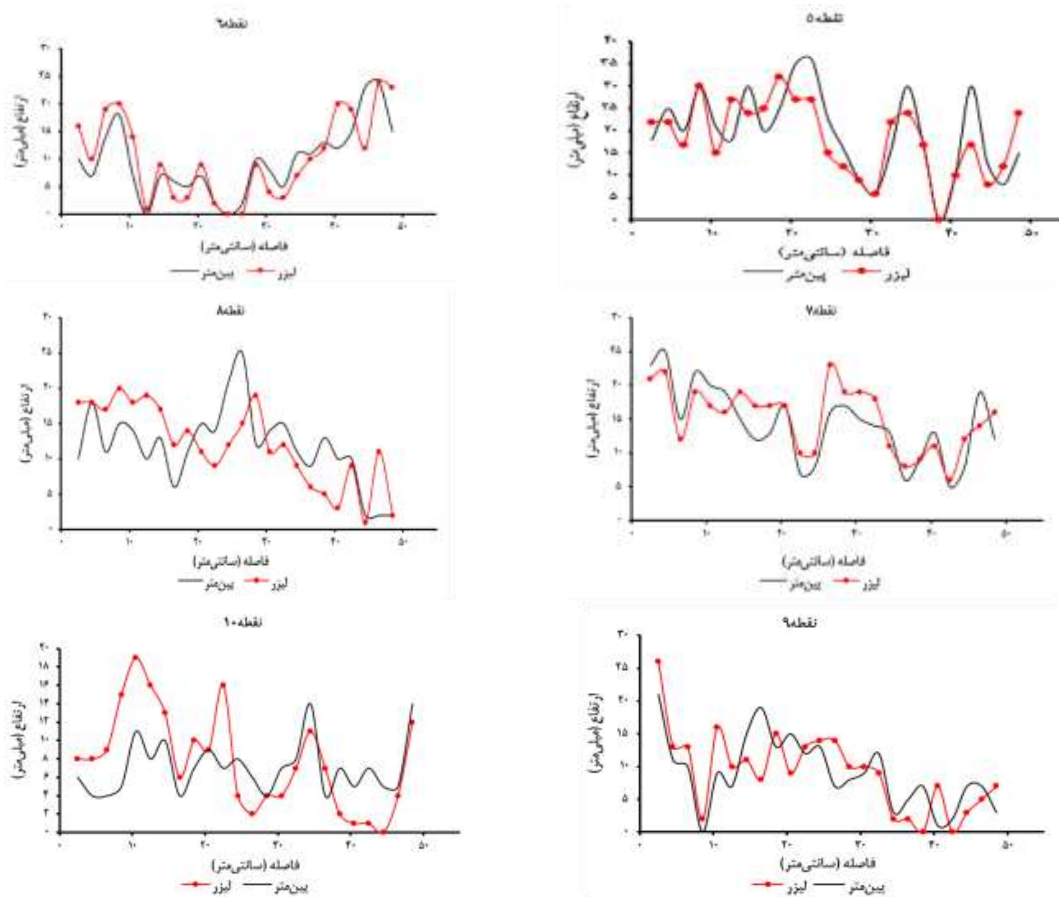
Table (2): Statistical comparison of roughness index of two methods at 2 cm distance

t	درجه آزادی	میانگین $\pm$ اشتباه معیار	گروه‌ها cm۲		صفات
			پین‌متر	لیزر	
۱/۴۳۸	۲۴	۲۱/۸۳ $\pm$ ۱/۷۰	پین‌متر	نقطه ۱	شاخص زبری
			لیزر		
-۱/۱۲۰	۲۴	۲۳/۵۰ $\pm$ ۲/۳۷	پین‌متر	نقطه ۲	
			لیزر		
-۰/۶۴۶	۲۴	۱۷/۵۸ $\pm$ ۱/۹۹	پین‌متر	نقطه ۳	
			لیزر		
-۱/۰۴۰	۲۴	۱۰/۵۰ $\pm$ ۱	پین‌متر	نقطه ۴	
			لیزر		
۰/۹۲۴	۲۴	۱۹/۶۲ $\pm$ ۱/۹۱	پین‌متر	نقطه ۵	
			لیزر		
-۰/۷۹۳	۲۴	۹/۶۶ $\pm$ ۱/۳۰	پین‌متر	نقطه ۶	
			لیزر		
-۱/۲۲۱	۲۴	۱۴/۲۹ $\pm$ ۱/۱۰	پین‌متر	نقطه ۷	
			لیزر		
-۰/۱۷۵	۲۴	۱۱/۷۹ $\pm$ ۱/۱۱	پین‌متر	نقطه ۸	
			لیزر		
۰/۱۳۵	۲۴	۹ $\pm$ ۱/۱۰	پین‌متر	نقطه ۹	
			لیزر		
۰/۸۰۹	۲۴	۷/۰۴ $\pm$ ۰/۵۹	پین‌متر	نقطه ۱۰	
			لیزر		

\*\* اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ را نشان می‌دهد. \* اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

شکل (۳) نمودارهای مربوط به تطابق دو روش پین‌متر و فاصله‌یاب لیزری را نشان می‌دهد. این دو روش در تمامی نقاط تطابق خوبی دارند، اما این تطابق در نقاط ۲، ۳، ۵ و ۶ نسبت به نقاط دیگر، بیشتر است.





شکل (۳): نمودارهای مربوط به تطابق دو روش در نقاط نمونه برداری شده  
 Figure (6): Charts for the matching of the two methods at the sampling points

### بحث و نتیجه گیری

زبری سطح خاک حساسیت خاک به فرسایش بادی و آبی را بیان می کند و نقش مهمی در توسعه و حفظ زیست توده خاک دارد. بر اساس روش های مختلف کسب اطلاعات، چندین روش برای اندازه گیری زبری سطح خاک توسعه داده شده است. هدف این پژوهش بررسی و مقایسه دو روش پین متر (تماسی) و فاصله یاب لیزری (غیرتماسی) برای اندازه گیری شاخص زبری است. همانطور که مشاهده می شود، شاخص های آماری محاسبه شده از دو روش در تمام نقاط برداشت شده، تقریباً یکسان اند. نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین t student نیز نشان داد که دو روش یادشده در تمام نقاط نمونه برداری شده در سطح ۰/۰۵ فاقد اختلاف معنادار هستند. این نتیجه بیانگر قابلیت دو دستگاه برای اندازه گیری زبری است که با توجه به شرایط می تواند جایگزین یکدیگر نیز بشوند. مهم ترین مزایای دستگاه

فاصله یاب لیزری عبارت است از: ۱. تماس مستقیم نداشتن دستگاه با سطح خاک که باعث اختلال در سطح زمین نمی شود. ۲. دقت زیاد این دستگاه در اندازه گیری زبری. از مهم ترین مزایای آن نیز آسان و راحت بودن آن در اندازه گیری زبری است. این دستگاه در عین کم هزینه بودن، داده های قابل اطمینانی را فراهم می کند. سرعت اندازه گیری در پین متر نسبت به فاصله یاب لیزری بیشتر است. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات ژانگ و هی (۲۰۱۲) مطابقت دارد. آن ها به بررسی روش های اندازه گیری زبری خاک برای ارائه روشی جامع و بین المللی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بهترین روش برای تعیین سطح زبری، روش اسکنر لیزری و به دنبال آن روش پین متر است. جستر و کلیک (۲۰۰۵) طول زبری آئرو دینامیکی خاک شخم خورده را با استفاده از پین متر اندازه گیری کرد و به این نتیجه (که با نتایج این پژوهش تطابق دارد) رسید که می توان از پین متر برای تخمین زبری



روش پهن‌متر با نتایج مشابه استفاده کرد. هرچند شایان ذکر است که استفاده از فاصله‌یاب لیزری از جمله روش‌های جدیدتر بوده و در صورتی که بتوان آن را با ابزارهای الکترونیکی و رباتیک برای اندازه‌گیری نیمه‌خودکار تلفیق کرد، سرعت عمل بیشتری خواهد داشت.

آئروڈینامیکی استفاده کرد. بدین ترتیب می‌توان گفت که استفاده از روش پهن‌متر که یک ابزار سنتی در زمینه اندازه‌گیری زبری سنگ‌فرش بیابان است، نتایجی مشابه استفاده از روش فاصله‌یاب لیزری را به همراه خواهد داشت؛ از این رو با توجه به هزینه‌تھیة فاصله‌یاب لیزری، می‌توان از

## منابع

1. afrasyabi, S., tazeh, M., Taghizadeh Mehrjardi, R., Ghanei bafghi, M.J., Kalantari, S., 2018. Investigation on the capabilities of laser distance finder on roughness measurement. M.Sc. thesis, Ardakan University. 113pp.
2. Burwell, R. E., Allmaras, R. R., Amemiva, M., 1963. A field measurement of total porosity and surface microrrelife of soils, *Soil. Soc. Am. Proc.*, 27, 697-700.
3. Darboux, F., Huang, C., 2003. An instantaneous-profile laser scanner to measure soil surface microtopography. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67, pp: 92-99.
4. Flanagan, D.C., Huang, C.H., Norton, L.D., Parker, S. C., 1995. Laser scanner for erosion plot measurement, *Trans. ASAE*, 38, 703-710.
5. Garsia Moreno, R., Diaz Alvarez, M. C., Tarquis, A. M., Paz Gonzalez, A., Saa Requejo, A., 2010. Shadow analysis of soil surface roughness compared to the chain set method and direct measurement of micro-relief. *Biogeosci. Dis.* 7, pp: 1021-1055.
6. Huang, C., White, I., Thwaite, W.G., Bendeli, A., 1988. A noncontact laser system for measuring soil surface topography. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, pp :350-355.
7. Huang, C. H., Bradford, J.M., 1992. Applications of a laser scanner to quantify soil microtopography, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56, PP: 14-21.
8. Huang, C.H., 1998. Quantification of soil microtopography and surface roughness, *Fractals in soil science*, edited by: Baveye, P., Parlange, J.Y., and Stewart, B.A., *Advances in soil science*, CRC.
9. Jester, W., Klik, A., 2005. Soil surface roughness measurement--methods, applicability, and surface representation. *CATENA* 64, pp: 174-192.
10. Jensen, T., Karstoft, H., Green, O., Munkholm, L.J., 2016. Assessing the effect of the seedbed cultivator leveling tines on soil surface properties using laser range scanners. *Journal Soil & Tillage Research.* 167. Pp:54-60.
11. Kuipers, H., 1957. A reliefmeter for soil cultivation studies. *Netherland J, Agric, Sci.* 5, pp: 255- 262.
12. Podmore, T. H., Huggins, L.F., 1981. An automated profile meter for surface roughness measurments, *Trans. ASAE*, 24, 663-665.
13. Römken, M.J.M, Singaray, S., Gantzer, C.J., 1986. An automated non-contact surface profile meter. *Soil and Tillage Res.* 6, pp: 193-202.
14. Romkens, M. J. M., Wang, J.Y., 1987. Soil roughness changes from rainfall *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 30(1), 101-107.
15. Robichau, P.R., Molnau, M., 1990. Measuring soil roughness changes With an ultrasonic profiler. *Trans. ASAE* 33, pp: 1851-1858.
16. Refahi, H. G., 2002. Wind erosion and conservation. Tehran, Tehran university press (in farsi).
17. Saleh, A., 1993. Soil Roughness Measurement - Chain Method. *J. Soil and Water Conserv.* 48, pp:527-529. 43-43.
18. Taconet, O., Ciarletti, V., 2007. Estimating soil roughness indices on a ridge-and-furrow surface using stereo photogrammetry. *Soil and Tillage Res.* 93, pp: 64-76.
19. Tatarko, J., Sporcic, M.A., Shidmore, E.L., 2013. A history of wind erosion prediction models in the united states De parament of Agriculture prior to the wind erosion prediction system. *Aeolian Research*, 10, pp: 3-8.
20. Ullah, W., Dickinson, W.T., 1979. Quantitative description of depression storage using a digital surface model, I. Determination of depression storage. *J. Hydrol.* 42, pp: 63-75.
21. Vidal, V.E, Vivas Mirand, J.G., Paz Gonzalez, A., 2005. Characterizing anisotropy

- and heterogeneity of soil surface microtopography using fractal models. *Ecol. Model.*, 182, pp:337-353.
22. Wagner, L. E., Yiming, Y., Digitization of profile meter photographs, *Trans. ASAE*, 32(2), 412-416, 1991.
23. Yang, X., He, Q., Ali, M., Huo, W., Liu, X., 2013. Near-surface sand-dust horizontal flux in Tazhong- the hinterland of the Taklimakan Desert. *J Arid land*, 5(2), pp: 199-206.
24. Zheng, Z.C., He, Q., 2012. Study on the measurement method of soil surface roughness. *Advanced Materials Research*, Vols. 338-390. Pp: 5357-5362.
25. Zheng, X.M, Zhao, K., Li, X.J., Li, Y., Ren, j., 2014. Improvements in farmland surface roughness measurement by employing a new laser scanner. *Journal Soil & Tillage Research*. 143. pp:137-144.

## Performance of two measurement methods of pin meter and laser disto meter in the measurement of microtopography Created by desert pavement

Soheila afrasyabi<sup>1</sup>, Mahdi tazeh<sup>2\*</sup>, Rouhollah Taghizadeh Mehrjardi<sup>2</sup>, Mohammad Javad Ghanei bafghi<sup>2</sup>, Saeideh kalantari<sup>2</sup>

Received: 16/02/2018

Accepted: 29/10/2018

### Extended abstract

**Introduction:** Wind erosion is one of the main factors of soil degradation and air pollution. Roughness by creating an obstacle to wind flow, decreases wind speed and consequently reduces the amount of wind erosion, hence its measurement in wind erosion is important. Roughness is one of the most effective factors. In soil erosion by water and wind by accuracy measurement of soil surface roughness, can be used by them as indicators of ecosystem health. Methods for measuring of soil surface roughness using Roughness meter can be classified into two large classes. Contact methods which mechanical devices are directly in contact with the soil. Non-contact methods that the measuring instruments are far away from the soil surface and do not touch with surface of the soil.

Pin meter includes a row of pins with equal distances which is placed in a frame that can be placed according to high and low levels of roughness.

**Materials and methods:** Yazd - Ardakan Plain with a total area of 7,15950 square kilometers Is located in the northern part of Yazd province. and Is located in Longitude 748337 to 296893 East and in latitude 3559572 to 3566743 North After determining the studied area, 10 randomly selected samples were selected in the Yazd-Ardakan Plain and the sampling was carried out in both methods. Roughness data of soil surface were taken randomly by using laser distance measuring and pin meter in 10 transects. In each transect, roughness height was measured of length 50 cm. The distance between the pins in pin meter method is 2 cm and measuring distance in Laser *Distance Meter* is 2 cm. Thus, the height of the points was recorded separately by both methods, in each transect

### Methods for measurement of roughness index

#### Pin meter

In this way, with the help of pins on the soil surface, Height of pebbles, is measured at several points to the base level. That way, Roughness altitude information was recorded. According to the definition, this index (roughness) is the standard deviation of the height of the points, which is obtained using the following equation:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

That in, SD,  $X_i$ ,  $\bar{X}$ , and n are respectively, standard deviation of points Height, the height of each of the points (mm), Average height and the number of sample points in the transect.

**Laser method:** This method, measures roughness using the laser meter model (X310) from the Leica Company. The laser meter is A small and handy device, that calculates the exact distance, by using laser technology and by calculating **round-trip time** of laser lightworking method is as follows: The laser beam is emitted to the target and the calculation is performed with an error of less than 3 mm. Thus, the height of the points is measured at 50 cm up to the base level.

1. MSc of de- Desertification, Department of Desert and Arid Zones Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University

2. Assistant professor, Department of Desert and Arid Zones Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, corresponding author; mtazeh@ardakan.ac.ir

DOI: 10.22052/deej.2018.7.22.45

**Result:** The maximum amount of the calculated average by the method of the pin meter and laser distance meter is 2 and 1, respectively. The minimum amount of calculated average for both methods is in the point 10. The highest and lowest amount of standard deviation derived from laser *distance meter* and pin meter methods are for points 2 and 10 respectively.

In Table 1, are presented the results of the comparison of the two methods of pin- meter and Laser rangefinder. As can be seen:

**Table (1): Statistical comparison of roughness index of two methods at 2 cm distance**

t	Degrees of freedom	Mean ± Invalid Criterion	Groups 2 cm		characteristics
1.438	24	21.83±1.70	pin meter	Point 1	The roughness index
		23.66±2.28	Laser		
-1.120	24	23.50±2.37	pin meter	Point 2	
		22.5±2.53	Laser		
-0.646	24	17.58±1.99	pin meter	Point 3	
		16.87±2.30	Laser		
-1.040	24	10.50±1	pin meter	Point 4	
		11.08±1.08	Laser		
0.924	24	19.62±1.91	pin meter	Point 5	
		18.50±1.69	Laser		
-0.793	24	9.66±1.30	pin meter	Point 6	
		10.37±1.54	Laser		
-1.221	24	14.29±1.10	pin meter	Point 7	
		15.12±0.95	Laser		
-0.175	24	11.79±1.11	pin meter	Point 8	
		12±1.16	Laser		
0.135	24	9±1.10	pin meter	Point 9	
		9.12±1.23	Laser		
0.809	24	7.04±0.59	pin meter	Point 10	
		7.83±1.09	Laser		

Figure (1): shows the Matching charts, two methods of *laser disto meter* and pin meter.

These two methods are Good match to all points, But this match, have more matches at points 2, 3, 5, and 6 Compared to other points.

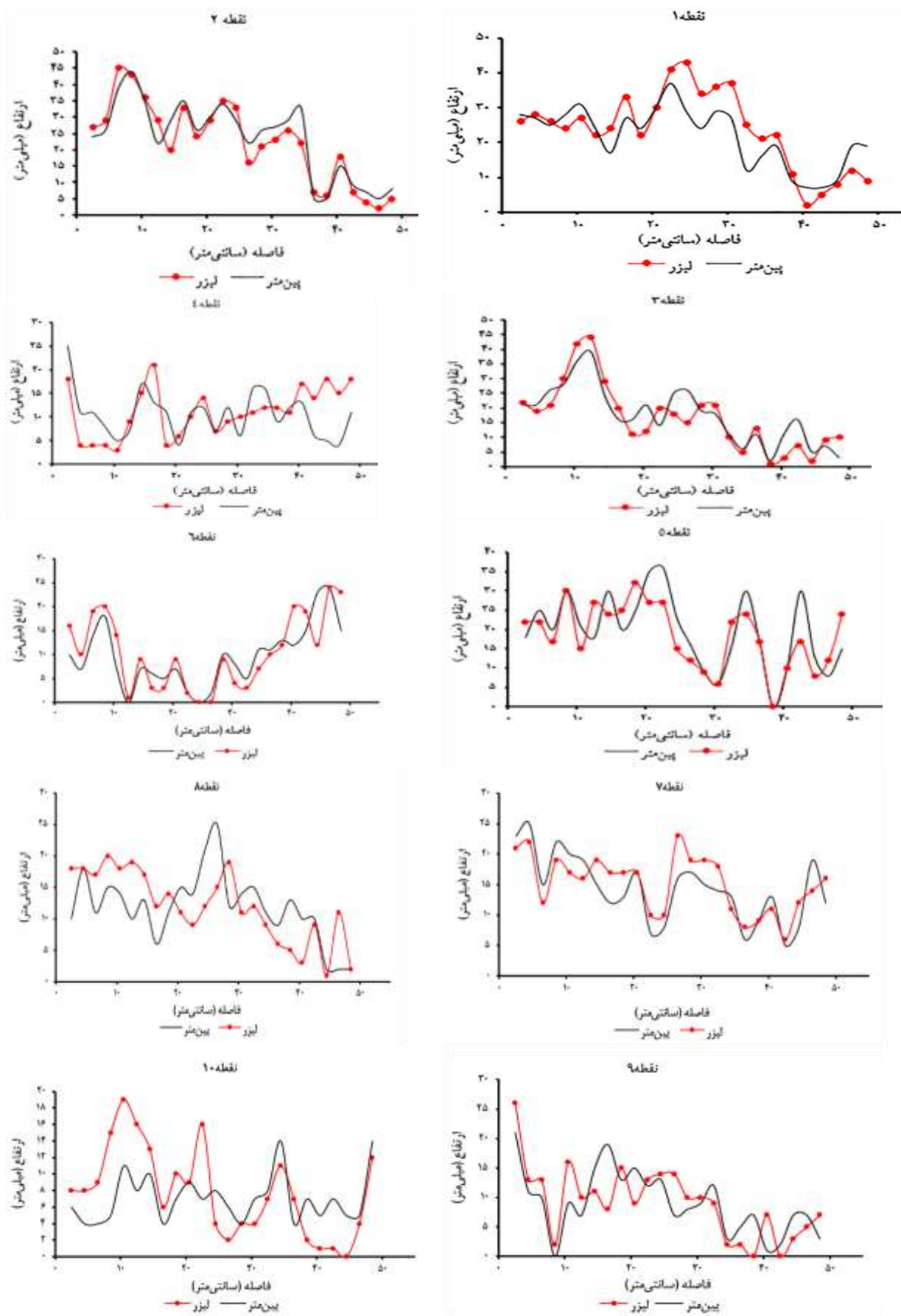


Figure (1): Charts for the matching of the two methods at the sampling points

**Discussion and Conclusion:** The Calculated Statistical indicators by the two methods, are almost the same at all harvested points. The results of the t- student test also showed that, the mentioned two methods, in all sampled points, there is no significant difference at 95% level. Which indicates the ability of two devices For measuring roughness Which, depending on the conditions, can replace each other.the results of this study, with the results of the studies of Zhang et al. (2012), that investigated the methods of measuring the roughness of the soil to provide a Universal and comprehensive method, and concluded that the best method for determining the roughness is laser scanning method and followed by it is pin meter method. labideh (2015), measuring the aerodynamic roughness length of the harvested soil using la pin meter. It was concluded that a pin meter could be used to estimate aerodynamic roughness. Which is accommodation with the results of our studies.so it may be concluded that so it may be concluded that using the pin meter method as a traditional tool in pavement roughness measurement, similar results will be obtained using laser method. Therefore, according to the cost of laser distances, pin meter method can be used with similar results.

**Keywords:** Almaras roughness, T test, Desert pavement, Laser distance meter, Pin meter.