# طراحی و ساخت ناهمواری سنج نسبتاً دقیق و ارزان قیمت

محمدعلی قضاوی[1]

## چکیده

مقایسه و ارزیابی تکنیکهای مختلف خاکورزی اندازه گیری حجم آبگیری فرسایش خاک و سایر محاسبات مورد نیاز تحقیقات خاکورزی دستگاهی را تحت عنوان "ناهمواری سنج " طلب میکند. توسط این دستگاه اطلاعات لازم از روی زمین کسب میگردد و بکمک کامپیوتر و نرم افزارهای مختلف پروفیلهای دو و سه بعدی ترسیم و عوامل مورد نیاز محققان براحتی محاسبه میگردد.
در جهان دستگاههای مختلفی اعم از لیزری صوتی و مکانیکی ساخته شده است. حتی المقدور دستگاههای موجود بررسی شده اند واز روش به گزینی طراحی مهندسی دستگاهی ساده ارزان و نسبتآ دقیق که در شرایط مختلف قادر به کار باشد در دانشگاه شهر کرد طراحی و نمونه سازی گردید.
با استفاده از دستگاه مزبور گاوآهنهای مختلف در رابطه با ناهمواریهای حاصل از ابزارهای گوناگون خاکورزی مورد مقایسه قرار گرفتند.

---

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد

**مقدمه :**

خاک مهم ترین عامل تولید محصولات کشاورزی است و عملیات خاک ورزی مؤثرترین نقش را در افزایش عملکرد آن دارد.(۱) برای ارزیابی عملیات خاک ورزی مختلف ضمن مدنظر قراردادن اهداف شخم, مطالعه تغییرات فیزیکی خاک حاصل از روشهای مختلف خاک ورزی و استفاده از ابزار مختلف کمکهای شایانی در جهت نائل شدن به اهداف مورد نظر می نماید. برای مطالعه تغییرات فیزیکی خاک, وزن مخصوص, رطوبت, مقاومت خاک و میزان فشردگی آن, نفوذپذیری, درصد توزیع کلوخه ها با ابعاد مختلف, میزان اختلاط بقایای گیاهی با خاک,..... و وضعیت سطح روی خاک مورد بررسی قرار می گیرد. یکی از روشهای مطالعه چگونگی موقعیت سطح روی خاک, استفاده از دستگاه ناهمواری سنج *(Relief-meter)* است. از این دستگاه می توان اطلاعاتی بدست

آورد که بوسیله آن پروفیلهای دو بعدی و سه بعدی ترسیم گردد و بطور نسبی سطوح زمینهای مختلف را پس از شخم با ادوات گوناگون مقایسه کرد. فرم خاک روی زمین را می توان پس از بارندگیهای زیاد و یا در زمانهای مختلف مطالعه نمود و به فرسایش آن پی برد. غلاوه بر آن می توان حجم سطوح آبگیر روی خاک را اندازه گیری کرد و مطابق آمار و اطلاعات حاصل از میزان بارندگیها, ناهمواریهای روی سطح زمین را طوری توسط ماشینهای خاکورزی تهیه کرد که باعث جریان آب نگردد و کلیه نزولات آسمانی در خاک نفوذ نماید و در دل خاک ذخیره گردد. این امر علاوه بر زمینهای زراعی در مراتع نیز کاربرد بسیار خوبی دارد.

علیرغم اهمیت زیاد دستگاه ناهمواری سنج, متاسفانه هیچ اثری از این دستگاه در کشور ما دیده و یا شنیده نشده است. لذا بنا به اهمیت موضوع لازم است برای اولین بار در کشور دستگاه مورد نظر را ساخت, برای این کار ضمن بررسی دستگاههای موجود, دستگاهی نسبتاً ساده, دقیق و ارزان قیمت انتخاب و نمونه سازی می گردد.

**بررسی منابع** :

عملیات خاک ورزی که باعث تغییرات ناهمواری سطح زمین, وزن مخصوص و تخلخل خاک می گردد بر روی چگونگی جریان آب در زمین شخم زده شده موثر است. این پستی و بلندی روی سطح زمین در ذخیره رطوبت, نفوذ آن در خاک و جاری شدن آن نقش اساسی دارد. ناهمواری روی سطح زمین مانع جریان آب و کاهش فرسایش خاک می شود. در حالیکه وزن مخصوص یا تخلخل خاک اثرات موثری بر روی گنجایش نگهداری آب و هدایت آن در خاک دارد.

عوامل ذیل در لایه زمین شخم شده می توانند تاثیر نمایند :

۱ـ انرژی حاصل از نزولات آسمانی به سطح خاک

۲ـ تغییرات در مقاومت خاک ناشی از میزان رطوبت خاک مختلف

۳ـ تغییرات در شرایط سطحی خاک همانند فرسایش خاک که باعث جابجائی ذرات ریز خاک می گردد و در نهایت لایه ای سخت و بهم چسبیده باقی می ماند.

ناهمواری اولیه حاصل از شخم و تغییرات بعدی, به مقاومت خاک, به شکستگی در اثر بارش یر روی کلوخه ها بستگی دارد و این ناهمواری در بسیاری از خواص و فرآیندهای خاک بویژه نفوذپذیری, ذخیره رطوبت, جریان آب سطحی و فرسایش دخالت دارد.( ۵ و ۴ و۳ و ۲ )

اطلاعات حاصل از ناهمواری سنجهای گوناگون بصورت $RRA$ یعنی انحراف معیار لگاریتم داده های بلندیها قابل بررسی و پردازش است.$TSA/MSA$ یعنی خارج قسمت حاصل از سطح کل بر سطح حاصل از نقشه ناهمواری نیز می تواند عامل مهمی باشد. ( ۶ و ۷ )

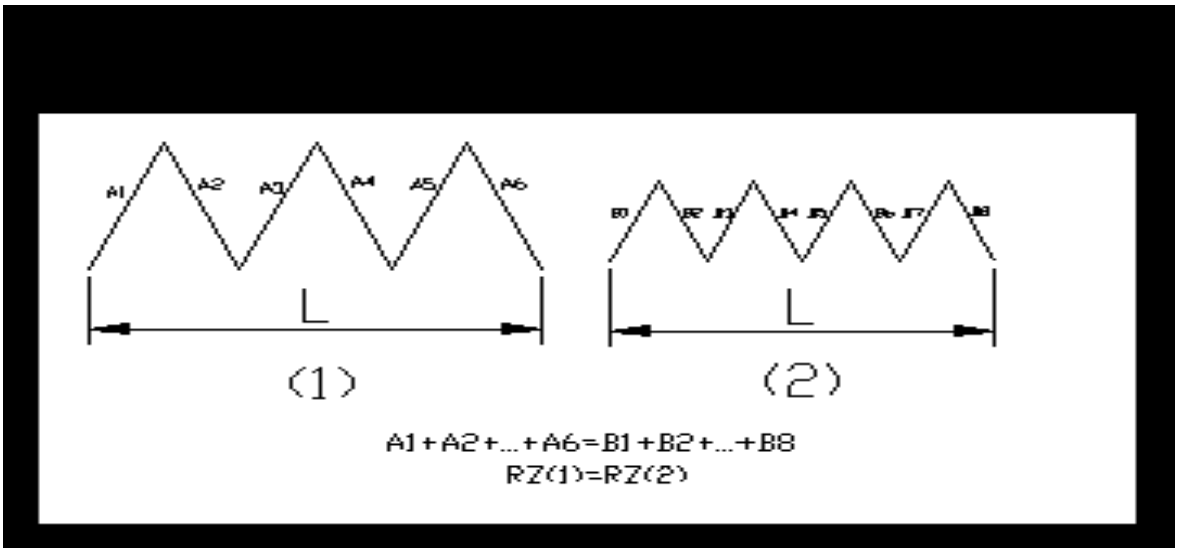
مقادیر استاندارد مختلف برای محاسبه پروفیل های سطحی$DIN\ 4762,1989$ و $1984$ و $ISO\ 4287/1$ موجود هستند. در تحقیقات مربوط به فرسایش قسمت بدون بعد نسبت طولی پروفیل $RZ$ نشانگر نا همواری روی سطح زمین می با شد. (۸)

برای اندازه گیریهای سه بعدی, $RZ$ از تقسیم نسبت مساحت سطح کلی به مساحت سطح واحد نقشه آن می باشد. (۶)

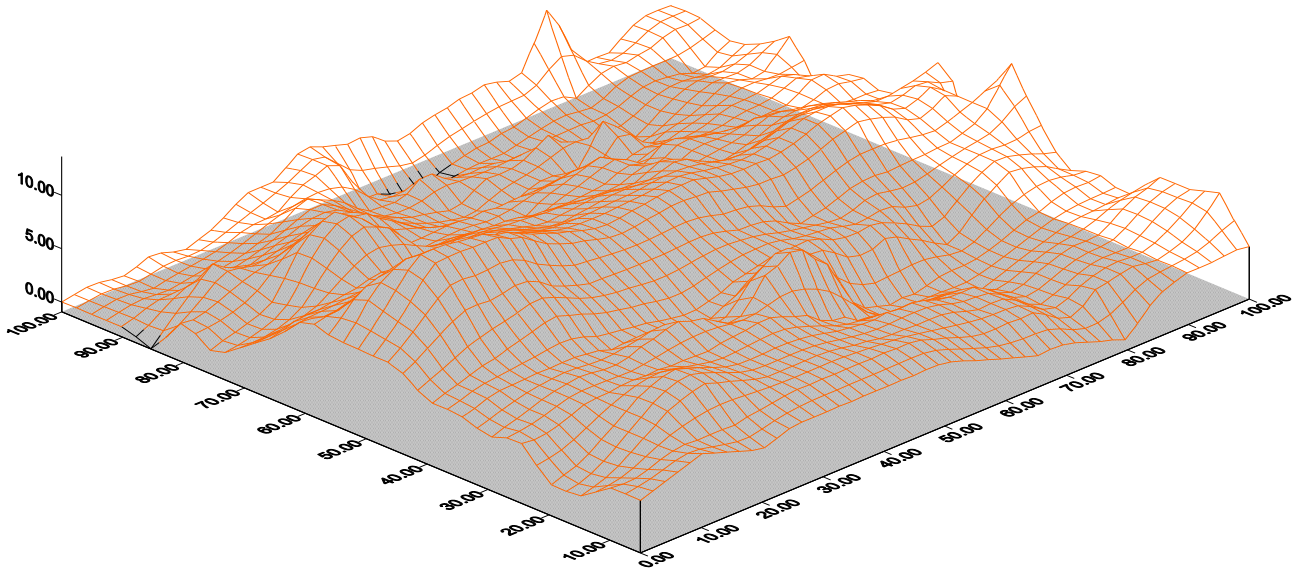
برای برش عرضی خطی, $RZ$ بوسیله تقسیم نسبت طول خط پروفیل $(X_p)$ به طول خط اندازه گیری $(X)$ حاصل می شود.

شاخص $\mathcal{RZ}$ نا همواری بزرگتر, به مثابه طول خط پروفیل یا کل سطح روئی بیشتر است در صورتیکه طول پروفیل یا سطح پروفیل مبنای $\mathcal{X}$ یا $\mathcal{MSA}$ ثابت در نظر گرفته شود.

بدلیل اینکه نا همواری روی سطح زمین با یک شاخص ساده مشخص می شود و هیچ اطلاعاتی در دست نیست مبنی بر اینکه طبقه بندی اندازه کلوخه های مختلف تناسبی در رابطه با نا همواری ها داشته باشند, ضرورت دارد این حقیقت توسط مدلهای زیر تشریح گردد.




شکل ۱- شاخص $\mathcal{RZ}$ طولی در دو نمونه خاک با درشتی کلوخه های مختلف




شکل ۲- شاخص $\mathcal{RZ}$ سه بعدی (سطح منحنی رنگی به سطح افقی هاشور خورده)

**مدل جهت تشریح نا همواری سطح روی زمین مطابق یک نتیجه حاصل از اندازه های کلوخه های مختلف**

بنابراین اگر اندازه کلوخه ها در زمینی حدوداً یکسان باشد برای ارزیابی نا همواری می توان از $\mathcal{RZ}$ استفاده نمود و برای تکمیل آن می توان داده های حاصل از دستگاه نا همواری سنج را در کامپیوتر قرار داد و با استفاده از نرم افزارهای مناسب پروفیل سه بعدی سطح خاک را ترسیم نمود و از نظر ظاهر بررسی و ارزیابی کرد. البته روشهای دیگری نیز وجود دارد که در منابع مختلف می توان به آنها دسترسی پیدا کرد(۸).

اطلاعات حاصل از نا همواری سنج در مقایسه بین شخمهای مختلف و نتیجتا دستگاههای خاکورزی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر آن می توان حجم سطح آبگیر روی زمین را نیز اندازه گیری کرد و نسبت به میزان بارندگی بررسیهای لازم را بعمل آورد.ضمناً اندازه گیری مکرر و متناوب می تواند در تعیین میزان فرسایش نیز کمکهای شایانی به محققین بنماید و حتی در رابطه با مقاومت خاکهای مختلف در برابر عوامل فرسایش در تحقیقات مختلف استفاده های گوناگونی می شود.

## روش طراحی

### شناخت مشکل(هدف):

برای مطالعه تغییرات فیزیکی خاک در عملیات خاک ورزی, چگونگی سطح خاک و نا همواری آن از اهمیت بسزایی بر خوردار است برای دستیابی به این مهم طراحی و ساخت دستگاهی که بتوان توسط آن به راحتی به اطلاعات لازم نائل شد لازم است.

برای این امر دستگاه نا همواری سنج به عنوان راه حل مد نظر قرار می گیرد.

موارد ذیل دقیقاً بررسی شد:

- تعیین مشخصات اولیه طرح
- مشخصات راه حل
- حد اکثر قیمت ماشین
- حد اکثر قیمت ماشین
- مشخصات خروجی
- راه حلهای موجود (۱- توسط دست ۲-دستگاه بسیار ساده دو بعدی ۳- دستگاه ناهمواری سنج لیزری ۴- دستگاه ناهمواری سنج سیستم مکانیکی و اتوماتیک ۵- دستگاه ناهمواری سنج سیستم مکانیکی و غیر اتوماتیک مجهز به دوربین مخصوص ۶- ناهمواری سنج صوتی )
- ایده دادن و خلاقیت
- تصمیم گیری اجمالی
- مشخصه طرح عملی و منتخب

مراحل طراحی بطور دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بطور خلاصه بدلیل اینکه دستگاههای پیشرفته صوتی و لیزری بسیار گرانقیمت بودند واز طرفی در مزرعه نیاز به یک منبع انرژی مخصوص داشتند و نیز آنها به حرارت رطوبت گرد وغبار و ضربه حساس بودند و اینکه در شرایط کشور دستگاهی نیاز میباشد که علاوه بر دقت نسبی و رسم پروفیل سه بعدی در زمان نسبتا کوتاه

با قیمتی ارزان و ساده و حمل آسان و نحوه کار راحت در دسترس محققین قرار گیرد با بررسیهای بعمل آمده دستگاه مناسبی حراحی و نمونه سازی شد.

**بحث و نتیجه گیری**

دستگاه نا همواری سنج با ساختمانی بسیار ساده و نا زلترین قیمت که در شرایط مختلف مزارع براحتی قابل استفاده است و از دقت نسبتاً خوبی بر خوردار است می تواند در طرحهای تحقیقاتی مختلف بالاخص خاک ورزی بکار گمارده شود. برای مطالعه تغییرات فیزیکی خاک, چگونگی ناهمواری سطح زمین شخم شده بسیار مهم است و در همین رابطه می توان گاو آهنهای مختلف را نیز با هم مقایسه کرد و یا گاوآهنی متناسب با شرایط منطقه طراحی نمود. حتی با مطالعه دراز مدت بارندگی می توان پستی و بلندی مناسب ذخیره رطوبت با جمع شدن در گودالها و ناهمواریها را مد نظر قرار داد و ادوات مخصوص را طراحی نمود. در رابطه با اندازه کلوخه ها روی سطح زمین نیز روشهایی پیش بینی شده است که می توان آن را بررسی کرد.

عملاً برای مقایسه گاو آهنهای جدید (ایران شخم ابزار طراحی و نمونه سازی شده توسط نویسنده مقاله) گاو آهن قلمی و گاوآهن برگرداندار آزمایشات گوناگونی بعمل آمد و نتایج جالبی حاصل شد (برخی تصاویر و جداول ضمیمه مقاله میباشد).

**منابع :**


۱ـ قضاوی محمدعلی, طراحی و ساخت گاوآهن متناسب با شرایط ایران, اولین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون, کرج ـ ۲۶ لغایت ۲۸ مرداد ۱۳۷۷.

*2- Ghazavi M.A. Energy Inputs and Resulting Soil Physical Condition of primary Tillage Implements. Ph.D thesis, Newcastle University, January ( 1997 ).*

*3- Mwendera,E.J.,.J.Feyen: Estimation of depression storage and Manning's resistance coefficient from randon roughness measurements. Geoderma, 52:235-250 (1992 ).*

*4-Mwendera, E.J.; J.Feyen: predicting tillaye effects on infiltration. Soil sci, 155: 229-235 ,(1993).*

*5-Larsam,W.E:Soil Parameters for evaluating tillageneeds and operation. Soil Sci.Am. Proc .28:119-122(1964).*

*6-Helming K. Die Bedeutung des Mikroreliefs fur die Regentrop fenerosion.Boden. kolo gie und Bodengenese-,Inst.Okologie,TU Berlin (*

*7-Romkens,M.J.M. and Wang,J.Y:Effect of tillage on Surface roughness.Trans. ASAE 29:429-433 (1987).*

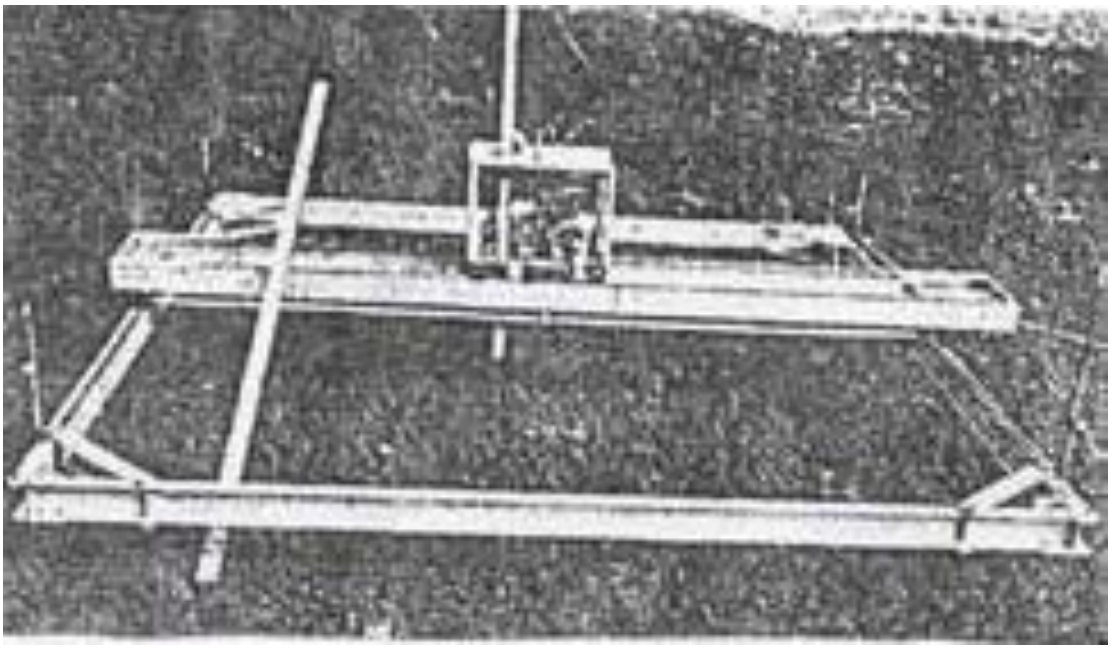
*8-Hans-George Frede and Stefan Gath soil surface Roughness as the result of Aggregate size distribution 1. Report: Measuring and Evaluation method. Z. Pflanzenernahr. Bodenk, 158,31-35 (1995 ).*

*9-Currnce and walter G.Lovely. The Analysis of soil surface Roughness. Transactions of the ASAE ( 1970 ).*

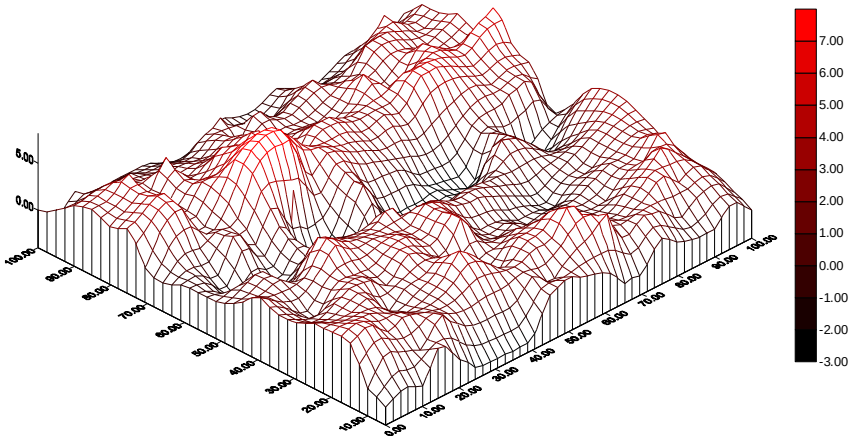
*10- Mwendera, E.J.,.J.Feyen. Effects of tillage and rainfall on soil surface roughess*

*and properties. Soil Technology 7:93-103, ( 1994 ).*
*11-Gath Stefan, H. Gork and H. George Frede. Soil surface Roughness as the result of*
*Aggrigate sinze distribution. Z. pflanzenernahr. Bodek. 158.37-41 ( 1995 ).*
*12-Kuipers, H.:A relief meter for soil cultivation. Neth.J.Agric.Sci 5:255-262.( 1957 )*
*13-Schafer, R.L.and W.G.Lovely.: A recording soil surface profile meter.Agricultural*
*Engineering 44:280-282. ( 1967 ).*

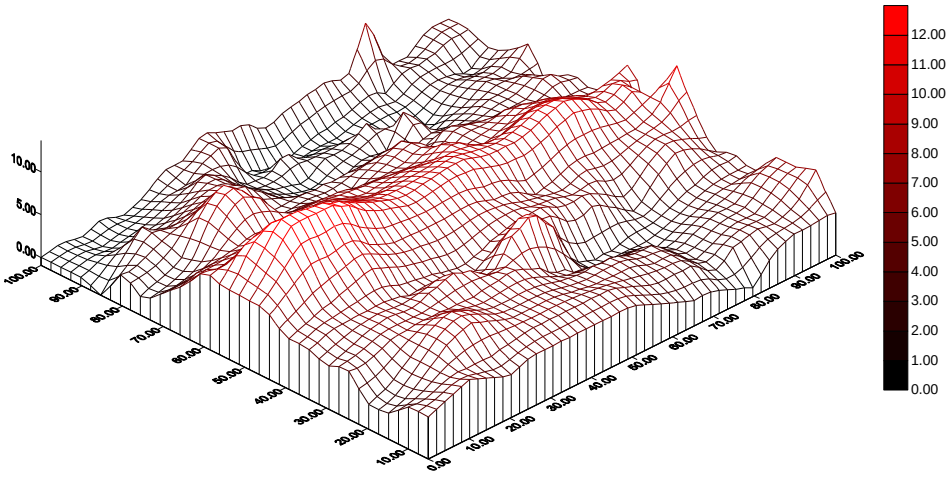
*14-Podmore, T.H. and I.F.Huggins.: An automated meter for surface roughness measure ments. Transactions of the ASAE (1981 ).*
*15-Romkens M.J.M., J.Y. Wang and R.W. Darden; A laser micro relief meter. Transaction of the ASAE. 31(2): March- April: 408-414. ( 1988 ).*
*16-Joyce-loeble Ltd. Image Analysis, principles and practice. Published by Joyce loebl. ISBN 0951070800 ( 1995 ).*
*17- Wigglesworth, C,,J.: The development of a micro relief meter: Afeasibility study .*
*(1992 ).*
*18- Wigglesworth,C.J,:The development of a Micro Relief Meter.Dep.of A.E.S. Un. Of Newcastle,England,April(1993).*
*19-Agronomy Journal.Vol . 85 . November-December. P.1240 (1993).*



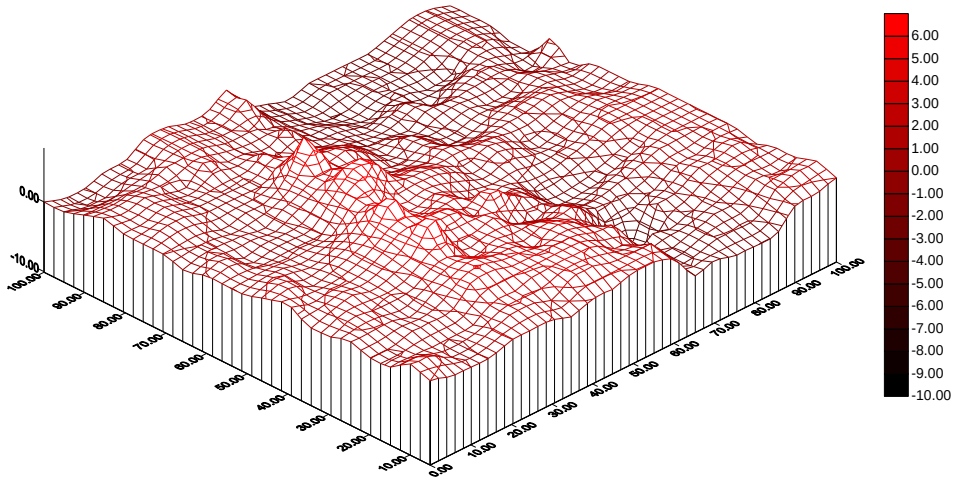
شکل ۳- ستگاه ناهمواری سنج مکانیکی اتوماتیک



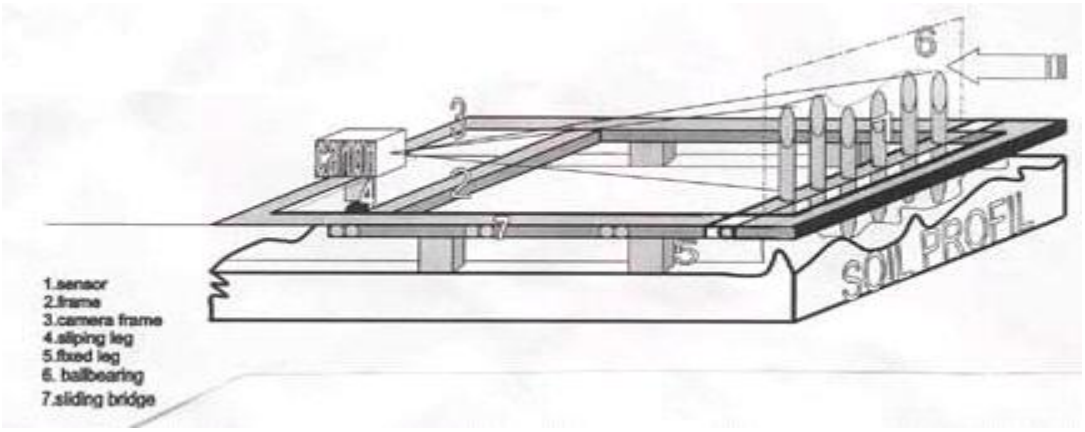

شکل ۷- پروفیل سه بعدی زمین پس از خاکورزی با گاوآهن قلمی (دانشگاه شهر کرد)



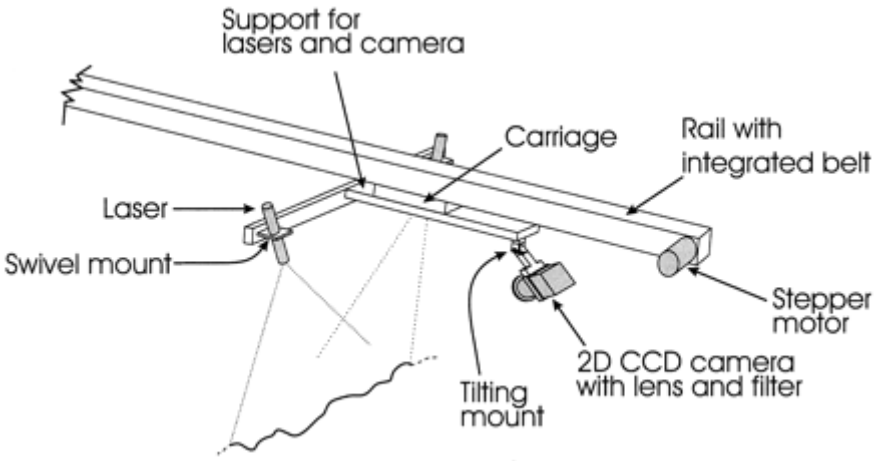

شکل ۸- پروفیل سه بعدی زمین پس از خاکورزی با گاوآهن برگرداندار(دانشگاه شهر کرد)

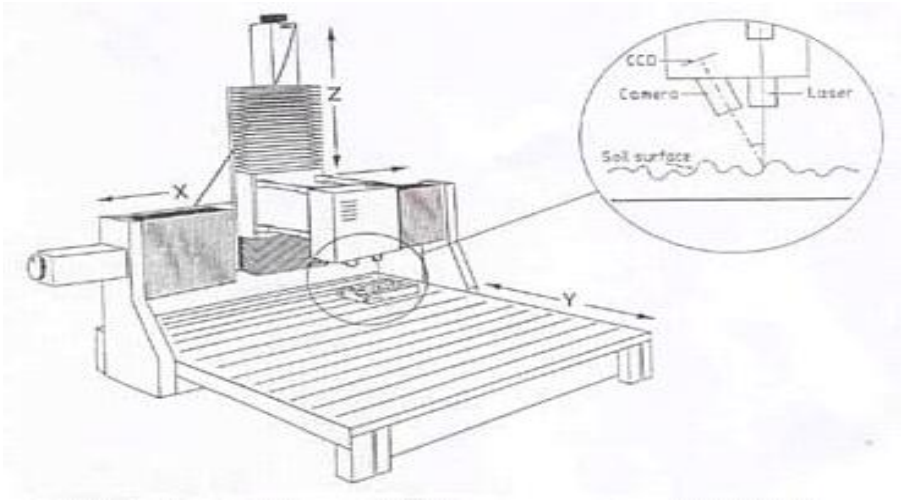



شکل ۹- پروفیل سه بعدی زمین پس از خاکورزی با گاوآهن دوار(دانشگاه شهر کرد




شکل ۴- دستگاه ناهمواری سنج مکانیکی غیر اتوماتیک مجهز به بلبرینگ و دوربین




شکل ۵- دستگاه ناهمواری سنج لیزری

شکل ۶- دستگاه ناهمواری سنج نمونه سازی شده در دانشگاه شهر کرد