



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



طراحی، ساخت و توسعه سامانه‌ی بازیابی دوبعدی پروفیل و ناهمواری سطح خاک بر

اساس شیوه مرکب پین‌متر و پردازش تصویر

سجاد مهنان^۱، محمود رضا گلزاریان^{۲*}

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی و استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

* ایمیل مکاتبه کننده: m.golzarian@um.ac.ir

چکیده

این پژوهش با معرفی مفهوم ناهمواری سطح، اهمیت اندازه‌گیری آن به منظور ارزیابی میزان فرسایش و بررسی عملکرد ادوات خاک‌ورزی که یکی از فاکتورهای مهم در زمینه‌ی کشاورزی دقیق است به دنبال روشی مناسب برای این منظور می‌باشد. لذا با مرور روش‌های رایجی که به‌طور تماسی و غیر تماسی برای به دست آوردن ناهمواری و پروفیل خاک استفاده می‌شوند و بررسی معایب و مزایای هر کدام، روشی ارائه شده است تا نسبت به سایر روش‌ها دقت و سرعت کار بالاتری داشته و از راحتی کار و قیمت کمتری برخوردار باشد. این روش همان روش پین‌متر است که بر مبنای پردازش تصویر بوده و با قرار دادن چندین میله بر روی سطح آزمون و فاصله‌سنجی میان نقاط انتهایی میله‌ها با حالت پایه از روی تصاویر، با عبور بهترین خط میان داده‌های به دست آمده از فاصله‌های مختلف، رابطه‌ی مدلی را در اختیار قرار می‌دهد. به کمک این وسیله می‌توان ناهمواری سطح خاک را به صورت دوبعدی بازیابی کرده و نمایش داد.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، پروفیل، پین‌متر، ناهمواری سطح

۱- مقدمه

شکل پروفیل و ناهمواری سطح خاک از مهم‌ترین پارامترها در ارزیابی ادوات و ماشین‌های خاک‌ورزی مختلف است. علاوه بر آن به کمک این شاخص می‌توان استعداد خاک برای فرسایش طبیعی (فرسایش آبی و بادی) و نیز فرسایش حاصل از عملیات ماشین‌های کشاورزی را بررسی و ارزیابی نمود. در نتیجه از نگاه مهندسان ماشین‌های کشاورزی و سازندگان ادوات خاک‌ورزی، دانستن میزان و نحوه‌ی ناهمواری و به هم ریختگی سطح خاک در اثر عبور ادوات خاک‌ورزی، عواملی برای ارزیابی عملکرد ادوات محسوب شده و موجب بهبود کارایی آن‌ها می‌شود (بویداس و تورگوت، ۲۰۰۷).

۱-۱. ناهمواری سطح خاک

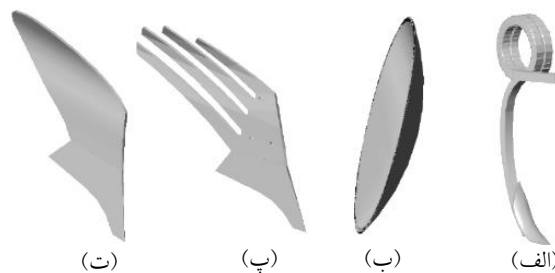
ناهمواری سطح خاک یا همان برجستگی‌های کوچک بیان‌کننده‌ی تغییرات بسیار کوچک در ارتفاع نقاط یک زمین است که به واسطه‌ی عملیات خاک‌ورزی وابسته به بافت خاک به اندازه‌ی چند سانتی‌متر یا دسی‌متر به وجود می‌آید و



عاملی تأثیرگذار در فرسایش بادی و آبی است. در مقیاس مزرعه‌ای، ناهمواری سطح خاک را می‌توان به دو نوع تقسیم کرد: (۱) ناهمواری تصادفی و (۲) ناهمواری جهت‌دار.

ناهمواری تصادفی به توزیع اتفاقی دانه‌های سطح خاک در یک مقیاس مشخص گفته می‌شود، درحالی‌که ناهمواری جهت‌دار نتیجه‌ی عملیات کشاورزی است. مسئله‌ی عمده برای توصیف ناهمواری سطح خاک، ایجاد یک مدل مناسب به‌منظور توصیف ماهیت تصادفی ظاهری ناهمواری طبیعی سطح و یافتن یک ابزار مناسب برای اندازه‌گیری پارامترهای مدل است. به‌بیان‌دیگر با تحلیل و بازیابی ناهمواری سطح خاک می‌توان به یک نقشه میکروتوپوگرافیکی از سطح خاک دست یافت (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۲).

باید توجه داشت که شاخص‌های آماری ناهمواری سطح خاک، تنها تغییرات عمودی ارتفاع‌های اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهند، در صورتی‌که تغییرات مکانی، هم تغییرات عمودی و هم تغییرات افقی موجود در سطح خاک را مورد توجه قرار می‌دهند. نوع ادوات استفاده شده در خاک‌ورزی اثرات منحصربه‌فردی بر روی تغییرات فضایی سطح خاک، ناهمواری و خواص فیزیکی خاک دارد و می‌تواند موجب کاهش فرسایش شود (شکل ۲) (اوئلز و همکاران، ۲۰۰۳؛ مورنو و همکاران، ۲۰۰۸؛ وزکوئز و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱. چند نمونه تیغه خاک‌ورزی اولیه‌ی مرسوم (بویداس و تورگوت، ۲۰۰۷):

(الف) خاک‌ورز قلمی (چیزلی) (ب) خاک‌ورز بشقابی (پ) خاک‌ورز برگردان‌دار شیاردار یا شاخه‌ای (ت) خاک‌ورز برگردان‌دار از جمله مشکلاتی که برای زمین‌های کشاورزی رخ می‌دهد تغییرات ناخواسته در ناهمواری سطح خاک است. این ناهمواری‌ها تأثیرات زیادی را بر روی فرآیندهای وابسته به ویژگی‌های آب مانند نفوذ، نگهداری آب سطحی و فرسایش خاک دارد. بنابراین نمایش برجستگی‌های کوچک و ناهمواری برای پیش‌بینی رواناب و فرسایش بسیار مهم هستند. به همین دلیل باید فرسایش و دلایل ایجاد آن را به‌خوبی شناخت تا بتوان با بررسی ناهمواری سطح خاک به ارزیابی فرسایش پرداخت (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۲).

۲- شیوه‌های رایج ارزیابی ناهمواری سطح خاک

شیوه‌های رایجی برای ثبت ناهمواری و برجستگی‌های کوچک سطح خاک توسعه پیدا کرده‌اند. این روش‌ها را می‌توان با توجه به ابعاد اندازه‌گیری و نوع سنجش طبقه‌بندی کرد. از نظر ابعاد اندازه‌گیری این روش‌ها شامل اندازه‌گیری پروفیل به‌صورت دوبعدی و سه‌بعدی هستند. اندازه‌گیری دوبعدی پروفیل، دریافت سریع اطلاعات را با استفاده از ابزاری ساده مانند زنجیر تسهیل می‌بخشد. بنابراین از آن‌ها به‌طور گسترده در تحقیقات استفاده می‌شود. اما اندازه‌گیری سه‌بعدی نمای سطح را واقعی‌تر نشان می‌دهد. در مورد دقت سنجش سطح نیز دو نوع روش اندازه‌گیری وجود دارد: تماسی و غیر



تماسی. پروفیل سنج یا پین‌متر^۱ و زنجیر روش‌های تماسی بوده درحالی‌که روش‌های غیر تماسی شامل فوتوگرامتری^۲، مادون قرمز، فراصوتی، روش‌های لیزری و اندازه‌گیری توسط رادار ماهواره هستند. روش‌های تماسی به راحتی کنترل می‌شوند و قیمت کمی دارند اما ایراد بزرگ این ابزار اندازه‌گیری، آن است که پروفیل سطح خاک را به خصوص در خاک‌های دانه سست یا مرطوب تغییر می‌دهند. درحالی‌که به تازگی ابزار اسکن لیزری خطی برای اندازه‌گیری ناهمواری به‌طور غیر تماسی به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند و به تدریج جایگزین روش‌های تماسی شدند. این روش تنها یک نقطه را در یک مرتبه اسکن کرده یا اسکن خط که چندین نقطه را در طول یک خط در یک لحظه اسکن می‌کند. هم‌چنین عکس برداری دودیدی^۳، به‌عنوان دستگاهی که داده برداری سریعی دارد شناخته می‌شود اما نیاز به محاسبه‌ی دقیق داشته و زمان‌بر است که برای وضوح قابل قبول درجه پایین‌تر استفاده می‌شود. علاوه بر این رادارها یا ماهواره‌ها را می‌توان به‌عنوان روش غیر تماسی طبقه‌بندی کرد. اندازه‌گیری‌ای که توسط رادار ماهواره صورت می‌گیرد اجازه می‌دهد تا ناهمواری سطح خاک در سطح بسیار بزرگی تعیین شود (جستر و کلیک، ۲۰۰۵؛ میرزایی و همکاران، ۲۰۱۲).

۴- مواد و روش‌ها

در بخش شیوه‌های رایج اندازه‌گیری ناهمواری سطح خاک روش‌های مختلفی برای به دست آوردن ناهمواری سطح خاک عنوان شد که هر کدام دارای مزایا و معایبی بودند. به همین منظور در این بخش روشی ارائه شده که نسبت به سایر روش‌ها راحتی کار بیش‌تری داشته و بتوان به‌عنوان روشی جدید برای بازسازی سریع ناهمواری خاک از آن استفاده کرد. این روش، روش پین‌متر می‌باشد. در نتیجه ابتدا به بیان و بررسی نحوه‌ی آماده‌سازی و ساخت مجموعه پرداخته شده سپس چگونگی داده برداری و استفاده از این روش برای به دست آوردن ناهمواری دوبعدی سطح خاک عنوان خواهد شد.

۴-۱. پین‌متر

پین‌متر دستگاه بسیار ساده متشکل از چندین پین بوده که در یک ردیف قرار گرفته‌اند (شکل ۵). در هنگام ارزیابی ناهمواری زمین، این پین‌ها آزادانه پایین آمده تا سطح زمین را لمس کنند. محل قرارگیری پین‌ها به صورت الکترونیکی یا به صورت تصویربرداری، تعیین و عددی می‌گردد. مهم‌ترین ایراد این وسیله اثر مخرب پین‌ها روی سطح آزمون است که مانع از انجام آزمایش‌های بعدی می‌شود. اما اگر سیستم به یک ترمز مجهز شود می‌توان خطا را تا حد زیادی کاهش داد. مهم‌ترین مزیت این روش سادگی و سهولت در جابجایی آن در انواع ناهمواری زمین است. این روش داده‌های قابل اطمینانی را بدون هزینه‌بر بودن در اختیار قرار می‌دهد (مورنو و همکاران، ۲۰۱۰).

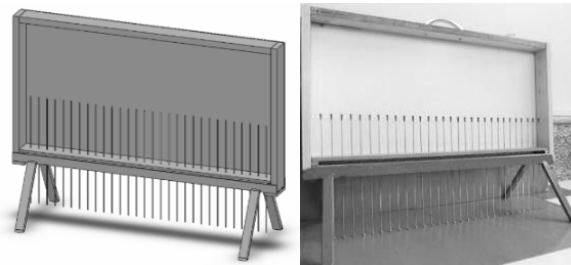
^۱ Pin Meter

^۲ Photogrammetry

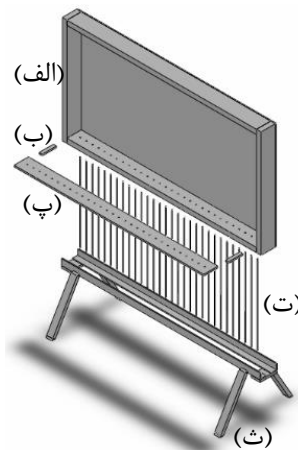
^۳ Stereo-photogrammetry



در شکل ۵ ساختمان پین‌متر در نرم‌افزار SolidWorks و تصویر پین‌متر ساخته شده مورد استفاده در این پژوهش، آورده شده است. همان‌طور که در نقشه انفجاری ۶ نشان داده شده، این دستگاه از چهار بخش پایه، چهارچوب (قاب)، شانه و پین تشکیل شده است.



شکل ۵. تصویر پین‌متر



شکل ۶. نقشه انفجاری پین‌متر:

(الف) چهارچوب (ب) چوب نگه‌دارنده (پ) شانه (ت) پین (ث) پایه

پین‌متر ساخته شده را می‌توان هم به‌طور مستقل و هم در ترکیب با دوربین تصویری استفاده نمود. برای کالیبره کردن و استفاده از پین‌متر ساخته شده به‌صورت ترکیبی، آن را بر روی میزی قرار داده، به‌طوری‌که پس‌زمینه و سطح زیرین پین‌متر توسط صفحات آبی‌رنگی پوشانده شده‌اند (شکل ۵). پس از قرار گرفتن سطح آزمون در زیر دستگاه، پین‌ها بر روی آن رها می‌شوند. مطابق شکل ۷ پین‌ها به‌صورت بالا و پایین بر روی سطح قرار می‌گیرند. با قرار دادن دوربین در مقابل دستگاه (شکل ۸)، تصویری به‌منظور انجام اعمال پردازش تصویری و به دست آوردن ناهمواری سطح و مدل از آن تهیه می‌شود. دوربین استفاده شده در تمام مراحل این پژوهش Nikon COOLPIX P510 (Nikon Inc., Japan) می‌باشد. به کمک شانه‌ی پین‌متر، پین‌ها حرکت کرده و بالا و پایین می‌روند.

در این روش برای به دست آوردن مدل از اجسامی با سطوح سخت که دارای شکل مشخصی هستند استفاده شده به‌طوری‌که پین‌ها نتوانند در آن نفوذ کنند (شکل ۷-الف). سپس مطابق شکل ۷-ب پین‌متر بر روی سطح خاک نیز آزمایش شد. بدیهی است که سطح خاک دارای پستی‌وبلندی نامشخص است و در این پژوهش طی چند آزمایش و نمونه‌برداری به کمک سامانه پین‌متر ترکیبی با دوربین (شکل ۸) چند سطح خاک را فاصله‌سنجی کرده و پروفیل آن را طبق شیوه‌ای که در ادامه توضیح می‌دهیم مشخص کرده‌ایم.



شکل ۷. تصویری از بالا و پایین قرار گرفتن پین‌ها در پین‌متر بر روی سطح آزمون (راست: جسمی با شکل مشخص هندسی،

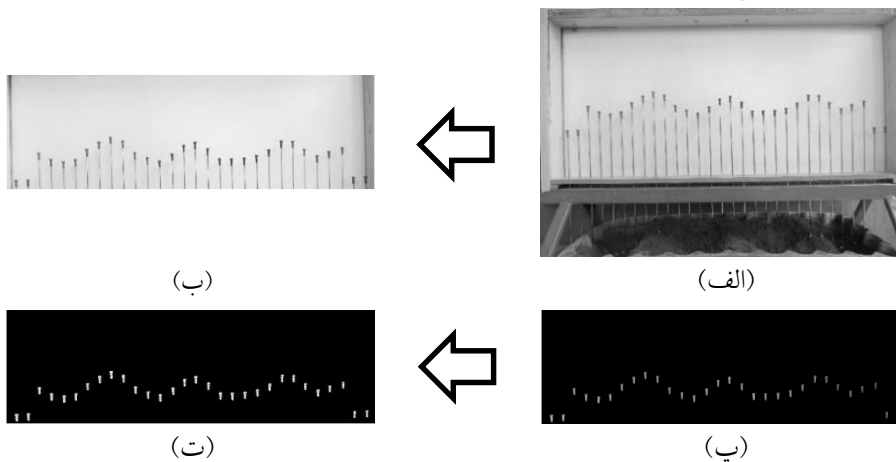
چپ: سطح خاک)



شکل ۸. تصویری از پین‌متر در لحظه‌ی تصویربرداری

پردازش تصویر در محیط متلب (Mathworks, Inc, US) انجام شد. روش پردازش تصویری پین‌متر به دو بخش تقسیم می‌شود: ۱. به دست آوردن مدل و ۲. نمایش ناهمواری

در قسمت اول پس از خواندن تصویر در محیط نرم‌افزار پردازش تصویر (شکل ۹-الف)، قسمتی از تصویر که عملیات پردازش تصویر در آنجا صورت می‌گیرد جدا می‌شود (شکل ۹-ب). در گام بعدی المان‌های رنگی قرمز از آبی کم شده و تصویر رنگی تبدیل به خاکستری می‌شود (شکل ۹-پ). سپس با عملیات باینری کردن با شیوه آستانه‌گذاری تمام پیکسل‌هایی که مقداری کمتر از ۲۰ دارند به رنگ سیاه درآمده و سایر نقاط را سفید می‌شوند (شکل ۹-ت). در این صورت نقاط آبی‌رنگ انتهای تمام پین‌ها مشخص خواهد شد. در نتیجه تصویر خاکستری تبدیل به تصویر باینری خواهد شد. با حلقه‌ی for مرکز تمام پیچ‌ها به دست آمده و با حرف O مکان آن‌ها تعیین شده است.



شکل ۹. مراحل عملیات پردازش تصویر

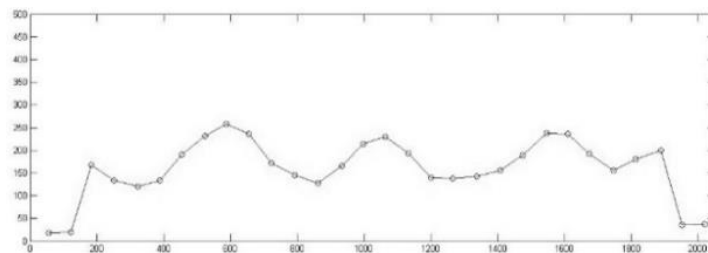


همین عملیات بر روی تصویر سطح پایه (زمانی که هیچ سطحی در زیر بین‌ها قرار ندارد) صورت می‌گیرد. پس از آن دو تصویر دودویی حاصل با یکدیگر جمع می‌شوند تا بر روی یکدیگر قرار بگیرند و در نهایت نمایش داده می‌شود. روش بین‌متر بر اساس اندازه‌گیری فاصله‌ی میان نقاط سطح ناهمواری و سطح پایه است (شکل ۱۰). مختصات دکارتی هر کدام از نقاط را به دست آمده و با اندازه‌گیری شش فاصله میان نقاط سطح ناهمواری تا سطح پایه و میانگین گرفتن از آن‌ها، فاصله عمودی برای سطوح با ارتفاع متفاوت به دست خواهد آمد. این عملیات بر روی سطوح ناهمواری با ارتفاع صفر، ۱/۵، ۴، ۵ و ۱۱ سانتی‌متر انجام شده و با اختصاص این مقادیر مختلف به سطوح با ارتفاع متفاوت و قرار دادن آن‌ها در نرم‌افزار Excel مدل به دست خواهد آمد.



شکل ۱۰ چگونگی اندازه‌گیری فاصله‌ی میان نقاط برای به دست آوردن مدل

برای نمایش ناهمواری سطح پس از استحصال مرکز نقاط ناهمواری، نمودار منحنی گسسته متشکل از این نقاط و طبیعتاً ناهمواری سطح آزمون به دست می‌آید (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. ناهمواری دوبعدی سطح خاک

۵- نتایج و بحث

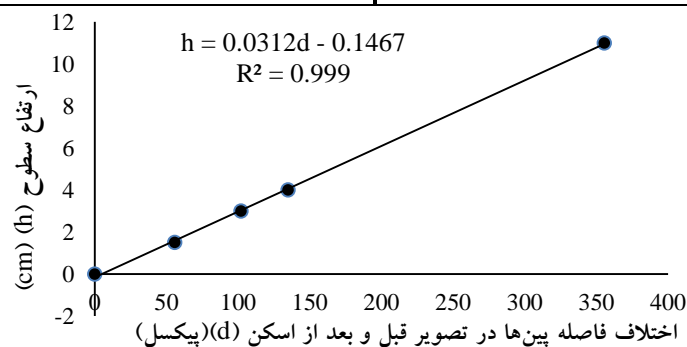
با توجه آنچه در مورد روش بین‌متر در بخش مواد و روش‌ها عنوان شد میان فاصله‌های نقاط سفیدرنگ و اندازه‌ی واقعی آن‌ها ارتباطی وجود داشته که با استخراج این مقادیر مطابق جدول ۱ و قرار دادن آن‌ها در نرم‌افزار Excel می‌توان نموداری برای آن‌ها رسم کرد. با عبور دادن بهترین خط میان این نقاط می‌توان رابطه‌ای برای این مقادیر به دست آورد که همان رابطه‌ی مدل است. با توجه به نمودار شکل ۱۲ بهترین خط عبوری از میان این نقاط خط راست (منحنی درجه یک) است. این نمودار دقت بالایی داشته و دارای ضریب همبستگی ۰/۹۹۹ هستند و این نشانگر آن است که میان اختلاف ارتفاع نقاط برحسب سانتی‌متر (h) و فاصله‌ی عمودی میان نقاط مجاور برحسب پیکسل (d) رابطه‌ی بسیار بالایی وجود دارد. به دلیل آنکه این نمودار دارای مقدار (۰,۰) است نمی‌توان از منحنی‌های توانی و لگاریتمی برای پیدا کردن بهترین خط عبور کرده از نقاط استفاده کرد. لازم به ذکر است که فاصله دوربین تا بین‌متر (برحسب واحدهای واقعی اندازه‌گیری طول نظیر متر یا سانتی‌متر) را هم می‌توان با اندازه‌گیری فاصله افقی دو بین‌متر مجاور روی تصویر (برحسب پیکسل) کالیبره کرد. بعد از کالیبراسیون، اختلاف ارتفاع اندازه‌گیری شده توسط بین‌ها را می‌توان برحسب واحدهای واقعی اندازه‌گیری



طول (سانتی متر یا میلی متر) و مستقل از فاصله دوربین تا پین متر بیان کرد. این مورد در تحقیقی که نویسندگان این مقاله در کنگره هشتم ماشین‌های کشاورزی ارائه دادند آمده است (گلزاریان و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۱. داده‌های متعلق به پین متر

ارتفاع ۱٫۵ سانتی متر					ارتفاع ۳ سانتی متر					
		x	y	فاصله (پیکسل)		x	y	فاصله (پیکسل)		
1	"	652	611	56.04	"	980	610	103.04		
2	"	650	555		"	977	507			
3	"	719	611	56.01	"	1048	610	103.04		
4	"	718	555		"	1045	507			
5	"	780	612	55.00	"	1119	610	102.08		
6	"	780	557		"	1115	508			
7	"	849	611	56.01	"	1318	609	101.00		
8	"	848	555		"	1319	508			
9	"	916	611	56.04	"	780	612	100.24		
10	"	914	555		"	773	512			
11	"	980	610	56.01	"	1184	610	103.02		
12	"	981	554		"	1186	507			
میانگین				55.85	میانگین				102.07	
ارتفاع ۴ سانتی متر					ارتفاع ۱۱ سانتی متر					
		x	y	فاصله (پیکسل)		x	y	فاصله (پیکسل)		
1	"	1184	610	136.06	"	780	612	356.02		
2	"	1180	474		"	776	256			
3	"	916	611	134.03	"	849	611	355.01		
4	"	913	477		"	847	256			
5	"	849	611	134.03	"	916	611	358.01		
6	"	846	477		"	913	253			
7	"	980	610	135.13	"	980	610	356.01		
8	"	974	475		"	977	254			
9	"	1048	610	135.09	"	1048	610	354.01		
10	"	1043	475		"	1050	256			
11	"	1119	610	135.24	"	1119	610	355.04		
12	"	1111	475		"	1114	255			
میانگین				134.93	میانگین				355.68	

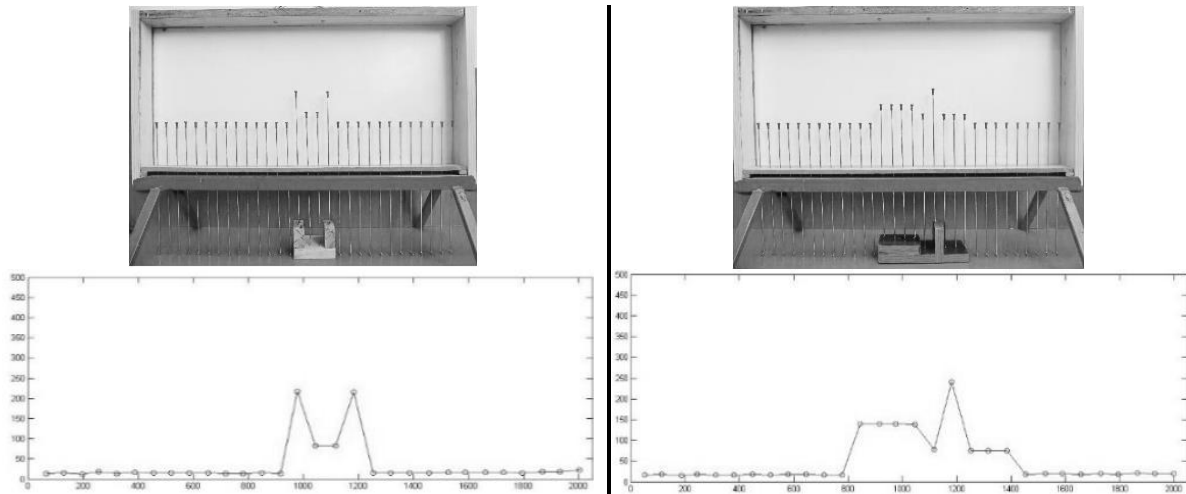


شکل ۱۲. روند تغییرات ارتفاع برحسب فاصله برای پین متر

با توجه به نمودار شکل ۱۲ می‌توان به این نکته اشاره کرد تغییرات ارتفاع در پین متر با فاصله‌ی میان پین‌ها در سطح پایه و سطح آزمون به‌طور خطی عمل کرده و با یکدیگر رابطه‌ی مستقیم دارند. رابطه‌ی به‌دست آمده از این نمودار در رابطه‌ی (۲) آمده است:

$$h = 0.0312d - 0.146$$

(۲)



شکل ۱۳. نمایش دوبعدی اجسام

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با معرفی مفهوم ناهمواری سطح و اهمیت اندازه‌گیری آن برای بررسی عملکرد ادوات خاک‌ورزی و ارزیابی فرسایش، به دنبال یک روش مناسب برای اندازه‌گیری ناهمواری بودیم. در این پژوهش با مرور روش‌های رایجی که برای به دست آوردن ناهمواری سطح به‌طور تماسی و غیر تماسی استفاده می‌شوند و بررسی معایب و مزایای هر کدام، به دنبال معرفی روشی بودیم مبتنی بر پردازش تصویر که نسبت به سایر روش‌ها دقت و سرعت بیشتری داشته و از راحتی کار بالا و قیمت پایین برخوردار باشد. این روش، روش بین‌متر بوده که یکی از روش‌های رایج می‌باشد. این روش بر پایه‌ی پردازش تصویر بوده که با اندازه‌گیری فاصله‌ی میان انتهای رنگی بین‌ها در سطح آزمون و سطح پایه با عبور بهترین خط میان داده‌های به‌دست‌آمده می‌توان برای این دستگاه مدلی را ارائه داد که به‌وسیله‌ی آن می‌توان ناهمواری سطح خاک را به‌صورت دوبعدی نمایش داد.

منابع و مآخذ

۱. گلزاریان، م. ر. صادقی دلویی، م. مهنان، س. ۱۳۹۲. طراحی و ارزیابی یک فاصله‌سنج نوری جهت استفاده در پروفیل‌سنج نوری، هشتمین کنگره ملی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون، بهمن ۱۳۹۲.
2. Boydas, M. G. & Turgute, N. 2007. Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31: 399-412.
3. Jester, W. & Klik, A. 2005. Soil surface roughness measurement-methods, applicability, and surface representation. Catena. 64(2): 174-192.
4. Mirzaei, M. R., Ruy, S., Ziarati, T., & Salehi, A. 2012. Monitoring of soil roughness caused by rainfall using stereo-photogrammetry. International Research Journal of Applied and Basic Sciences.
5. Moreno, R. G., Álvarez, M. C., Tarquis Alonso, A. M., Barrington, S. & Requejo, A. S. 2008. Tillage and soil type effects on soil surface roughness at semiarid climatic conditions. Soil and tillage research. 98(1): 35-44.



6. Moreno, R. G., Álvarez, M. C., Tarquis Alonso, A. M., González, A.P. & Requejo, A. S. 2010. Shadow analysis of soil surface roughness compared to the chain set method and direct measurement of micro-relief. *Biogeosciences Discussions* 7(1).
7. Oelze, M. L., Sabatier, J. M. & Rasset, R. 2003. Roughness measurements of soil surfaces by acoustic backscatter. *Soil Science Society of America Journal*. 67(1): 241-250.
8. Vázquez, E. V., Vieira, S. R., De Maria, I. C. & González, A. P. 2009. Geostatistical analysis of microrelief of an Oxisol as a function of tillage and cumulative rainfall. *Scientia Agricola*. 66(2): 225-232.

Design, construction and development of a system for reconstruction of 2D soil profile and surface roughness based on combined method of pin meter and image processing

Sajad Mahnan¹, Mahmood R. Golzarian^{2*}

1- Bachelor Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

* Email for corresponding author: m.golzarian@um.ac.ir

Abstract

This paper introduces the concept of surface roughness, in order to assess the importance of erosion and performance of tillage implements, which is one of the major factors in precision agriculture. Therefore, having reviewed the current methods of determining soil roughness, including contact and non-contact methods we proposed a method with a higher accuracy, easier in operating, quicker in working and lower in cost as opposed to other methods. The proposed method is the integrated pin meter with image processing in which multiple pins are placed on a testing surface and the distance between end points of pins and initial flat surface stage (base case) were measured from the images. A curve was fit to the data points extracted from the images to generate surface digital profile. The proposed method can reconstruct and display a 2D profile of soil surface.

Key words: Image Processing, Pin Meter, Profile, Surface Roughness