طراحی و ساخت دستگاه اندازه گیری عمق کار گاو آهنها

رضا علیمردانی ، مسعود شهربانونژاد و علیمحمد برقعی
بترتیب استادیار ، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد گروه ماشینهای کشاورزی
دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۹/۵

خلاصه

در کشاورزی مکانیزه اندازه گیری عمق کار ادوات خاک ورزی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. آگاهی از عمق کار گاو آهن می تواند کنترل یکنواختی عملیات در مرحله تهیه زمین و در نتیجه افزایش عملکرد محصول را به دنبال داشته باشد (۲). در محاسبه نیروی کششی مورد نیاز گاو آهن و نیز بررسی پیرامون کارایی ماشینهای کشاورزی اندازه گیری عمق کار ضروری می باشد. در این تحقیق برای تعیین عمق کار گاو آهن های برگرداندار ، چیزل و بشقابی دستگاهی طراحی و ساخته شد که با نصب بر روی قاب آن می تواند عمق کار را بصورت لحظه ای ثبت و به نمایش بگذارد. دستگاه فوق از سه قسمت مبدل ، نمایش دهنده و ثبات تشکیل شده است. پس از تکمیل مراحل طراحی و ساخت وسیله بر روی قاب گاو آهن برگرداندار سوار نصب و در مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت . نتایج آزمایش های انجام شده حاکی از عملکرد مناسب سیستم طراحی شده‌ای است که نتایج آن در این مقاله ارائه شده است .

واژه های کلیدی : طراحی ، دستگاه اندازه گیری ، گاو آهن

مقدمه

امروزه در کشاورزی مکانیزه ، داشتن اطلاعات دقیق از عوامل موثر در کارایی تراکتور و ماشینهای کشاورزی امری اجتناب ناپذیر است . مرحله تهیه بستر بذر درصد بالایی از هزینه کل مراحل مختلف کشاورزی مکانیزه را شامل می شود. در پاییز پر هزینه ترین قسمت در مرحله تهیه بستر زمانی است که گاوآهن می بایستی تا عمق تعیین شده در مزرعه خاک را برگرداند و یا شیار بزند. اگر چه متحمل شدن هزینه در این مرحله الزامی است ولی چنانچه عملیات شخم و بعمل آوری خاک با دقت انجام شود ، باعث افزایش محصول و در نتیجه کارایی و بازده بهتری برای کل سیستم کشاورزی مکانیزه میشود (۲).

تنظیم و تثبیت عمق کار ادوات خاک ورزی اولیه بعنوان عامل مهمی در مرحله تهیه زمین بشمار می رود. تکنولوژی الکترونیک در عصر حاضر این امکان را فراهم نموده است که بتوان با طراحی و استفاده از سیستم های نوین میزان عمق کار لحظه ای ادوات مورد نظر را در اختیار راننده تراکتور قرار داد. میزان عمق کار می‌تواند ثبت و چاپ شود و یا روی صفحه نمایش در جلو کاربر قرائت گردد. اندازه گیری و کنترل عمق کار ادوات خاک ورزی با روش های نوین موجب کارایی بیشتر در سیستم مکانیزه کشاورزی خواهد شد.

اندازه گیری عمق کار به صورت دستی و مکانیکی کاری طاقت فرسا و وقت گیر است. استفاده از سیستم لیزری اندازه گیری عمق کار روی یک نمونه زیر شکن توسط فوس و همدی (۶) گام مثبتی برای ترغیب محققین و پژوهشگران در استفاده از سیستم های اندازه گیری اتوماتیک عمق کار بوده است . آنها در تحقیق خود از یک سیستم لیزری جهت کنترل اتوماتیک عمق نفوذ زیر شکن مجهز به مکانیزم کارگزاری لوله های زهکشی استفاده کردند. سیستم از یک

واحد فرستنده اشعه لیزری ، یک واحد گیرنده نصب شده روی بدنه تراکتور و مکانیزم تنظیم فاصله قاب زیر شکن از سطح زمین تشکیل شده است. نتیجه ای که آنها از تحقیق خود بدست آوردند حاکی از عملکرد مناسب سیستم طراحی شده بود. اندازه گیری و کنترل عمق کار گاوآهن دامی توسط بکرو کوزبک (۵) با استفاده از پتانسیومتر خطی نصب شده روی قاب انجام شد. آنها در تحقیق خود از یک مبدل شامل حس کننده پتانسیومتریک خطی و چرخ لاستیکی استفاده کردند. قسمت ثابت حس کننده (پوسته و لغزنده) روی قاب و قسمت متحرک حس کننده به میله شاخص عمق وصل گردید. میله شاخص عمق از قسمت پایین نیز به محور چرخ لاستیکی وصل شد که روی زمین قرار می گیرد. لذا با تغییر ارتفاع قاب گاو آهن از سطح زمین ، میله شاخص عمق که عمود بر قاب می باشد قسمت متحرک حس کننده را بحرکت درآورده و در نتیجه حرکت قسمت متحرک در داخل پوسته حس کننده موجب تغییرات خروجی شده که بیانگر میزان تغییر عمق کار گاوآهن می باشد. پرش چرخ لاستیکی از روی کلوخ ها و موانع و خم شدن میله شاخص عمق هنگام پایین آوردن گاوآهن از مشکلات اصلی مکانیزم فوق گزارش شده است .

مواد و روشها

برای اندازه گیری عمق کار گاوآهن فاصله کف شیار تا سطح زمین بایستی مشخص شود (شکل ۱) .این فاصله از رابطه (۱) بدست می آید.

$$d=d_1-d_r \qquad (1)$$

که در آن :

d - فاصله کف شیار تا زمین شخم نخورده (Cm)

d_1 - فاصله لبه تیغه گاوآهن تا قاب (Cm)

d_r - فاصله زمین شخم نخورده تا قاب (Cm) می باشد.

در رابطه بالا مقدار d_r برای هر گاو آهن در هنگام کار ثابت می باشد. چنانچه مقدار d_r مشخص شود ، از رابطه (۱) مقدار d را می توان محاسبه کرد.برای تعیین مقدار d_r از رابطه (۲) استفاده می شود .

$$d_r=h \sin(\alpha) \qquad (2)$$

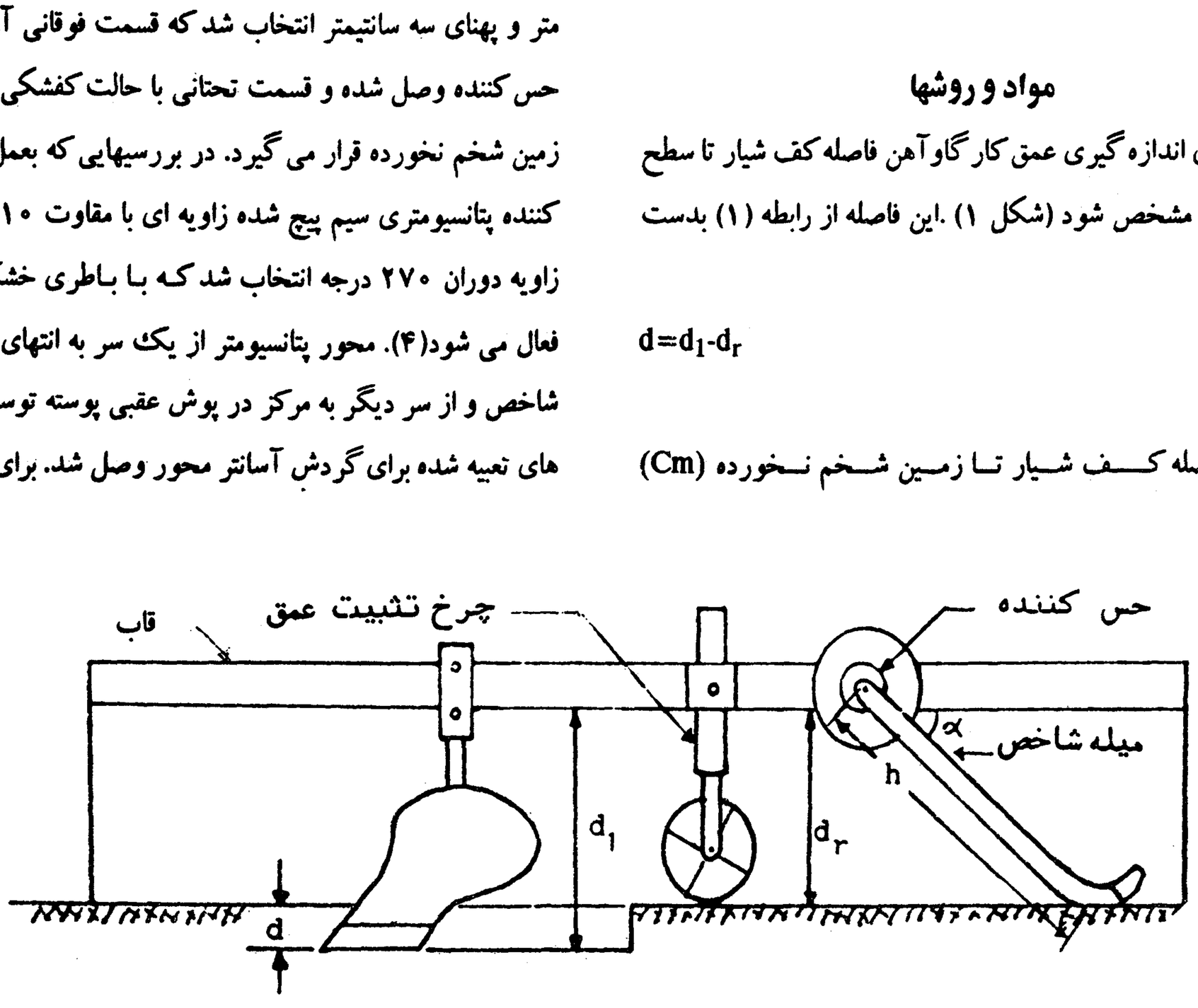
که در رابطه بالا :

h - طول میله شاخص (Cm)

α - زاویه بین قاب و میله شاخص می باشد

مکانیزم اندازه گیری عمق کار :

طراحی مکانیزم اندازه گیری عمق کار با توجه به مهمترین عوامل چون سادگی ، تداوم کار در شرایط مختلف محیطی ، قابلیت نصب روی گاوآهن های مختلف ، اقتصادی بودن و دقت بالا در اندازه گیری با عکس العمل سریع، انجام شده است . ساختمان دستگاه از سه قسمت مبدل ، نمایش دهنده و ثبات (x-t رکوردر) تشکیل شده است. مبدل شامل میله شاخص، حس کننده ، پوسته و اتصالات می باشد. میله شاخص از تسمه فلزی با ضخامت شش میلی متر و پهنای سه سانتیمتر انتخاب شد که قسمت فوقانی آن به محور حس کننده وصل شده و قسمت تحتانی با حالت کفشکی روی سطح زمین شخم نخورده قرار می گیرد. در بررسیهایی که بعمل آمد حس کننده پتانسیومتری سیم پیچ شده زاویه ای با مقاوت ۱۰ کیلو اهم و زاویه دوران ۲۷۰ درجه انتخاب شد که با باطری خشک ۹ ولت فعال می شود(۴). محور پتانسیومتر از یک سر به انتهای فوقانی میله شاخص و از سر دیگر به مرکز در پوش عقبی پوسته توسط بلبرینگ های تعبیه شده برای گردش آسانتر محور وصل شد. برای دوران میله



شکل ۱ - مکانیزم اندازه گیری عمق کار گاوآهن برگرداندار

شاخص در داخل پوسته مکانیزم شیاری به اندازه یک چهارم محیط پوسته با عرض دو سانتیمتر پیش بینی گردید. یک سر میله شاخص و حس کننده در داخل پوسته قرار داده شد. در پوش جلویی پوسته از جنس طلق شفاف انتخاب شد (شکل ۲). مراحل کالیبراسیون حس کننده و بررسی رفتار آن از نظر خطی بودن در محدوده دوران محور حس کننده (۱۵ تا ۷۰ درجه) برای حداکثر عمق کار ۴۰ سانتیمتر توسط شهربانونژاد (۳) انجام گردید. او میله شاخص عمق را از سطح زمین تا ۴۰ سانتیمتر با فواصل دو سانتیمتر بالا آورده و خروجی حس کننده را اندازه گیری نمود. سپس بابدست آوردن منحنی کالیبراسیون خطی بودن خروجی حس کننده را تائید نمود.

نمایش دهنده :

برای مشاهده لحظه ای و در شرایطی که نیاز به ثبت عمق کار نمی باشد طراحی مدار الکترونیکی نمایش دهنده با توجه به خروجی پتانسیومتر انجام شد. نقشه مدار الکترونیکی واحد نمایش دهنده در شکل ۳ نشان داده شده است .

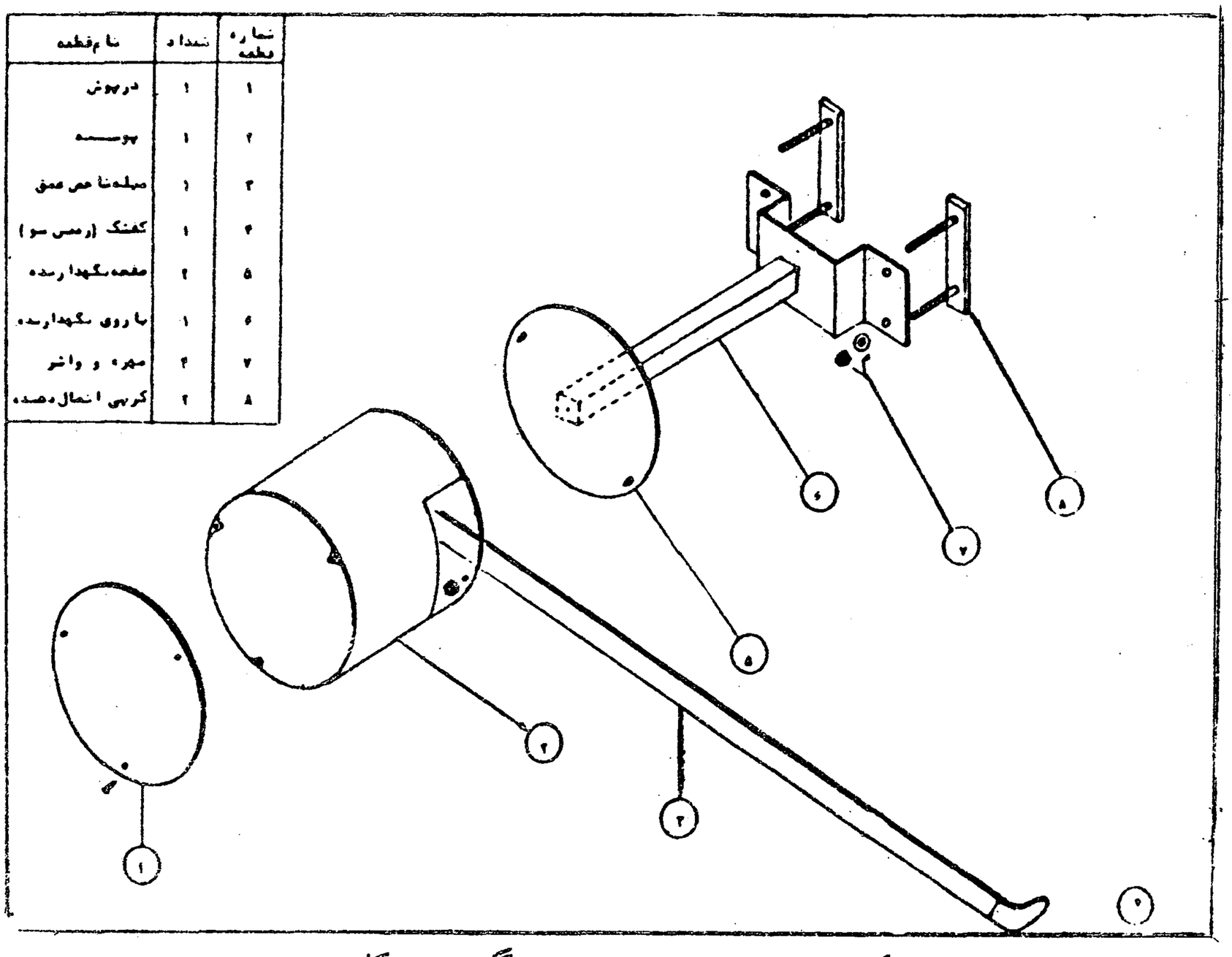
ثبات :

بمنظور ثبت تغییرات عمق کار و برای تجزیه و تحلیل های لازم از یک ثبات x-t رکوردر استفاده شد. ثبات انتخاب شده مدل ۸۲۰۲ هیوکی ساخت کشور ژاپن با ۲٪ درصد خطا در مقایس کل و سرعت حرکت کاغذ با محدوده های ۵ و ۲۰ سانتیمتر در دقیقه و ۱۰۰، ۲ و ۵۰ سانتیمتر در ساعت می باشد. ثبات نیز نزدیک راننده جهت سهولت کار قرار گرفت (شکل ۴).

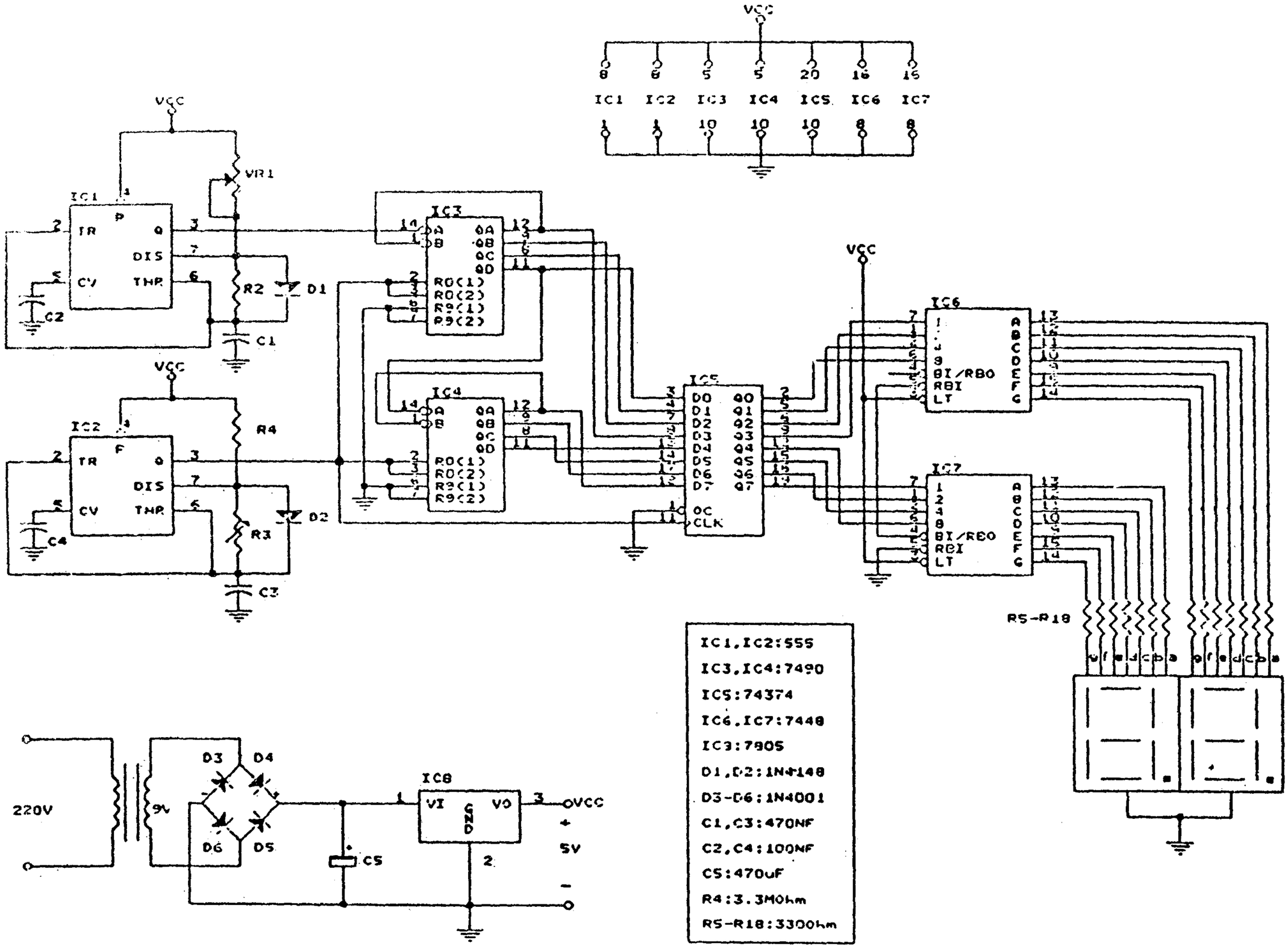
نصب مبدل اندازه گیری عمق کار:

پس ازمراحل طراحی و ساخت مکانیزمها، مبدل توسط رابط روی قاب یک نمونه گاوآهن برگرداندار سه خیش نصب شد (شکل ۵). رابط ساخته شده امکان اتصال و نصب سریع مبدل را فراهم نمود. مبدل روی قاب گاوآهن در محلی نصب گردید که هنگام کار میله شاخص عمق روی زمین شخم نخورده کشیده شود. برای جلوگیری از پرش میله شاخص در حین کار که ناشی از وجود کلوخ‌ها و موانع دیگر می باشد سعی شد که این میله پشت چرخ تثبیت عمق حرکت کند. پس از نصب مبدل روی قاب گاوآهن سیم های خروجی پتانسیومتر برای مشاهده عمق کار به نمایش دهنده و برای تثبیت تغییرات عمق کار به ثبات وصل گردید. با توجه به اینکه دوران میله شاخص حول محور پتانسیومتر (شکل ۲) توسط لبه بالایی و پایینی شیار تعبیه شده روی پوسته مبدل محور می باشد. لذا هنگام بالا بردن گاوآهن و در نتیجه در زمان دور زدن و پایین آوردن گاوآهن،

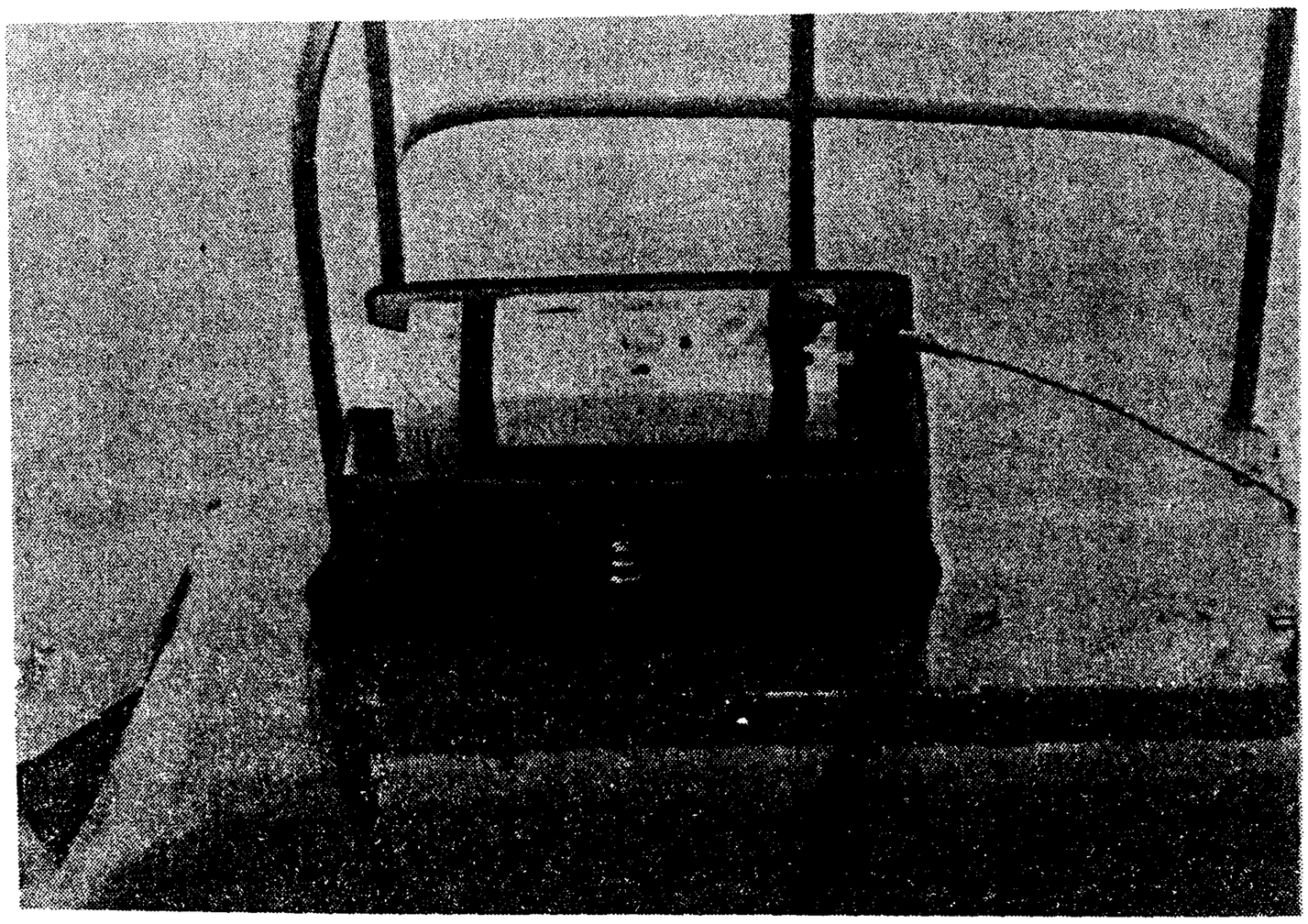
شماره قطعه	تعداد	نام قطعه
۱	۱	درپوش
۲	۱	پوسته
۳	۱	میله شاخص عمق
۴	۱	کفشک (رمس سو)
۵	۲	صفحه نگهدارنده
۶	۱	تا روی نگهدارنده
۷	۲	مهره و واشر
۸	۲	گربی اتصال دهنده



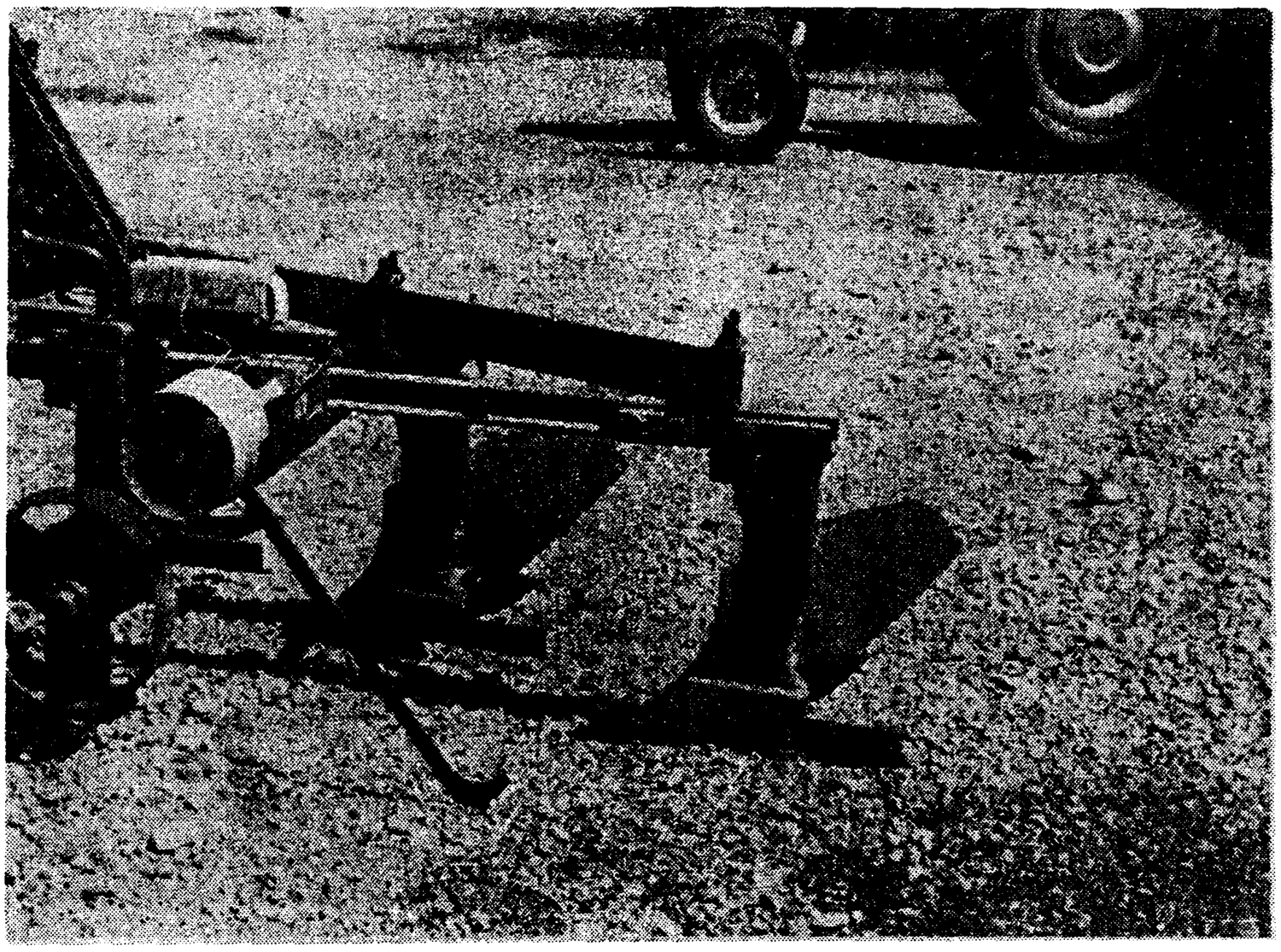
شکل ۲ - تصویر مجسم مبدل اندازه گیری عمق کار



شکل ۳ - نقشه مدار الکترونیکی و منبع تغذیه نمایش دهنده



شکل ۴ - ثبات X-t رکوردر



شکل ۵ - گاوآهن سه خیش با مبدل نصب شده روی قاب

بمحض تماس کفشک میله شاخص با زمین ، دوران میله شاخص تا استقرار نهایی گاوآهن انجام می شود و مشکلی از جمله خم شدن میله شاخص بوجود نخواهد آمد. نکته دیگر اینکه مبدل طراحی شده در هر وضعیتی که سیستم هیدرولیک قرار بگیرد و همچنین برای گاوآهن های بدون چرخ تثبیت عمق نیز قابل استفاده می باشد و تنها عامل محدود کننده دوران میله شاخص هنگام کار، اندازه شیار تعبیه شده روی پوسته مبدل می‌باشد.

روش آزمون دستگاه

بمنظور صحت عملکرد اجزاء مختلف دستگاه بررسی و ارزیابی قبل از آزمایشهای مزرعه ای انجام شد. بدین منظور برای مدرج کردن مکانیزم اندازه گیری عمق کار در آزمایشگاه ابتدا در کنار میله شاخص عمق دستگاه ، یک خط کش مدرج شده قرار داده شد. سپس میله شاخص عمق را با فواصل معین دو سانتیمتر از سطح زمین تا ارتفاع ۴۰ سانتیمتر بالا برده و اعداد بدست آمده از نمایش دهنده نیز ثبت گردید. این آزمایش سه بار تکرار شد و پس از تعیین میانگین اعداد و مقایسه با اعداد یادداشت شده از روی خط کش اختلافی بین اعداد یادداشت شده از خط کش و ثبت شده مشاهده نشد که این دقت دستگاه و نمایش دهنده دیجیتالی را تائید می نماید. این آزمایش برای ثبات (x-t رکوردر)نیز سه مرتبه تکرار شد و منحنی‌های بدست آمده از تکرار،مقایسه و اختلافی مشاهده نشد.

آزمایشهای مزرعه ای در قالب طرح کاملا" تصادفی (۱) با چهار تیمار و سه تکرار در ۱۲ کرت آزمایشی هرکدام بطول ۲۴ متر و عرض ۲ متر در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج انجام شد. تیمارهای طرح عمق های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر انتخاب شدند که در شرایط یکسان از نظر بافت و رطوبت خاک این آزمایشها انجام گرفت. در آزمایشهای مزرعه ای از یکدستگاه تراکتور و یک گاوآهن سوار سه خیش با چرخ تثبیت عمق استفاده شد. سیستم هیدرولیک در وضعیت کنترل با موقعیت برای ثابت نگهداشتن عمق کار قرار گرفت. دستگاه طوری روی قاب گاوآهن نصب شد که دقیقا" میله شاخص عمق در پشت چرخ تثبیت عمق قرار گرفت و روی زمین کشیده می شد. قراردادن میله شاخص در پشت چرخ تثبیت عمق بمنظور جلوگیری از پرشهای ناشی از عبور میله شاخص عمق از روی موانع احتمالی در زمین بود. روش آزمون مزرعه ای بدین صورت بود که بعد از هر تکرار با خط کش مدرج عمق کار (فاصله کف شیار تا سطح زمین) در فواصل معین ۶ متری از ابتدای کرت آزمایش سه بار اندازه گیری شد. از آنجاکه طول هرکرت ۲۴ متر در نظر گرفته شده بود، لذا اندازه گیری عمق کار در فواصل ۱۲، ۶ و ۱۸ متری از ابتدای هر کرت انجام شد. با توجه به اینکه

سرعت تراکتور در طول آزمایش در هر کرت ثابت و برابر ۱/۶ متر در ثانیه با احتساب لغزش چرخهای تراکتور در نظر گرفته شد. لذا سرعت حرکت کاغذ روی ثبات (x-t رکوردر) ۲۰ سانتیمتر در دقیقه انتخاب شد. بنابراین چون ثبات از اول هر کرت شروع به ثبت عمق کارنموده و در پایان هرکرت متوقف می شد، لذا در مدت زمان حرکت تراکتور در طول هر کرت کاغذ ثبات ۴ سانتیمتر حرکت نموده و بدین ترتیب قرائت اعداد از روی منحنی در فاصله های ۱، ۲ و ۳ سانتیمتری کاغذ ثبات با اعداد اندازه گیری شده با روش دستی مقایسه شدند.

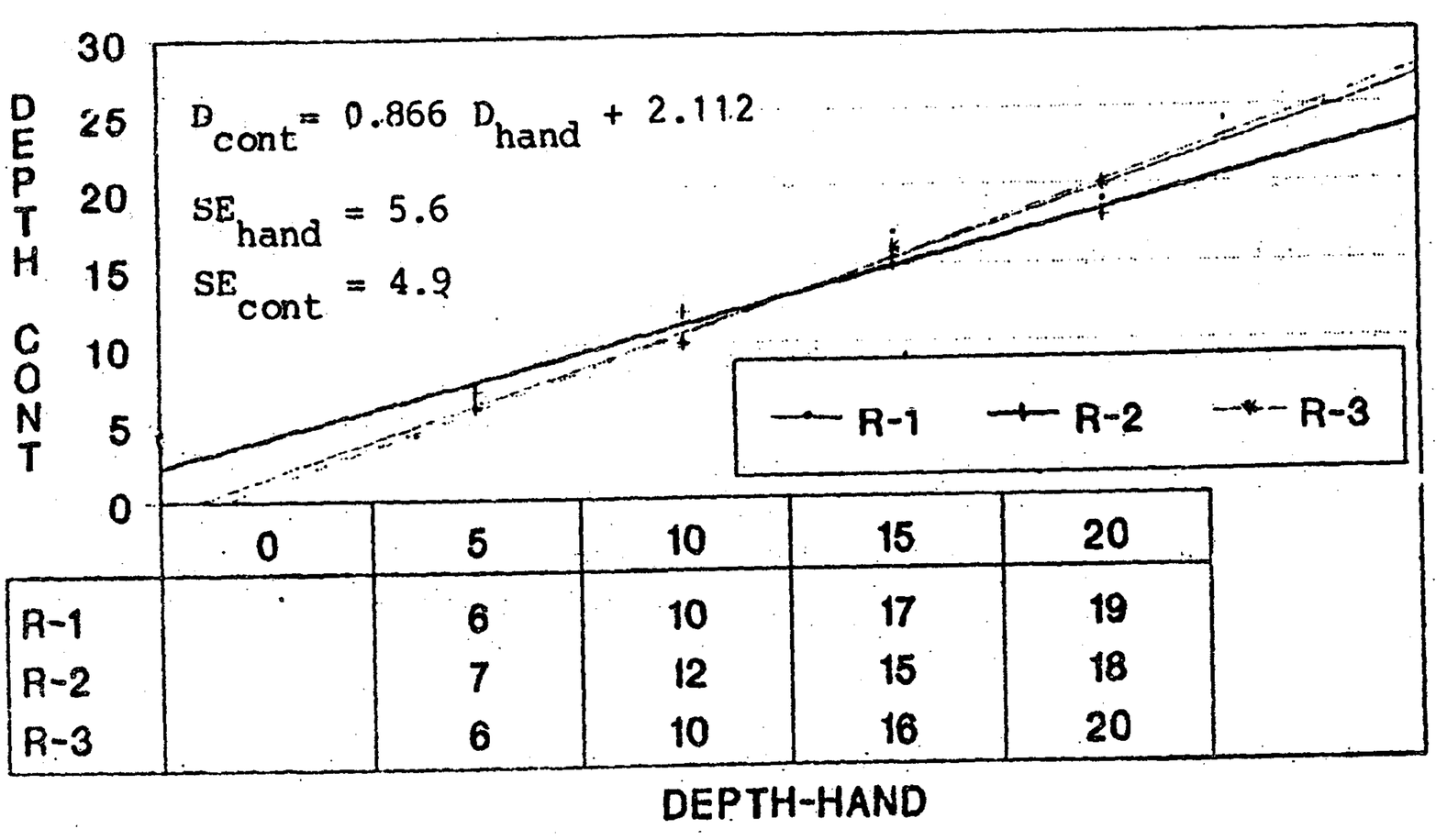
نتایج و بحث

پس از انجام آزمایشها در مزرعه ، میانگین اعداد ثبت شده عمق کار توسط ثبات و روش مشاهده ای (دستی) استخراج شدند که در جدول ۱ آمده است. منحنی های همبستگی بین اعداد ثبت شده و مشاهده شد، برای میانگین سه تکرار در شکل ٦ نشان داده شده است. اعدادی که در جدول ۱ برای هر تکرار درج شده است میانگین سه نمونه اعداد استخراج شده از هر منحنی برای هر تکرار در هر تیمار (عمق کار) می باشد. اختلاف جزئی بین مقادیر ثبت شده و مشاهده شده ناشی از تماس نقطه ای کفشک میله شاخص عمق با زمین وهمچنین پرش های احتمالی میله شاخص عمق تشخیص داده شد. با توجه به همبستگی خطی بین مقادیر ثبت شده و مشاهده شده ضریب همبستگی (r) برابر ۰/۹۸۲ بدست آمد که حاکی از عملکرد خوب

جدول ۱ - نتایج حاصله از اندازه گیری عمق کار توسط دستگاه در چهار سطح عمق و ۳ تکرار

تیمار(عمق کار به Cm)				تکرار
۲۰	۱۵	۱۰	۵	
۱۹	۱۷	۱۰	٦	۱
۱۸	۱۵	۱۲	۷	۲
۲۰	۱٦	۱۰	٦	۳

دستگاه با دقت بالا می باشد. از خط رگرسیون رسم شده برای سه تکرار و معادله بدست آمده خط رگرسیون و دیگر مشخصه های آماری (مندرج در شکل ٦) نیز می توان نتیجه گرفت که مراحل طراحی و ساخت دستگاه بخوبی انجام شده است. در عملکرد دستگاه از جمله اشکالات مشاهده شده در طول آزمایش مزرعه ای لغزش و نوسانهای خفیف خس کننده پتانسیومتریک نصب شده روی محور میله شاخص بود که این مشکل با نصب یک تسمه مهار کننده بر روی محور پتانسیومتر و اتصال آن به دو طرف پوسته مکانیزم برطرف گردید. در خاتمه پیشنهاد می شود که نمونه هایی دیگر از دستگاه ساخته شده و برای اهداف تحقیقاتی بکار گرفته شود و مدار چاپی برای نمایش دهنده تهیه و امکان استفاده همزمان نمایش دهنده و ثبات فراهم گردد. یادآور می شود که دستگاه طراحی شده برای اهداف تحقیقاتی طراحی و ساخته شده است و در سرعت بیش از ۸ کیلومتر درساعت اشکالاتی ازجمله پرش میله شاخص را در پی خواهد داشت.



شکل ٦ - نمودار رگرسیون میانگین تکرارها در چهار سطح عمق کار و سه تکرار و معادله رگرسیون

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱ - سرافراز ،ع. و ا. بزرگ نیا، ۱۳۷۰. طرح و تحلیل آزمایشهای کشاورزی - انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد .ص ۷۱.

۲ - شفیعی ،س.ا.۱۳۷۴. ماشینهای خاک ورزی .انتشارات مرکز نشر دانشگاهی .ص ۱۱۷.

۳ - شهربانونژاد ،م.۱۳۷۳. طراحی مکانیزم و سیستم اندازه گیری عمق کارگاوآهنها. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .ص ۶۹.

4 - Dally, J.W, W.F. Riley , & K.G. Mcconell. 1993. Instrumentation for engineering measurements. John Wiley & Sons Inc. Pg.125.

5 - Betker, J. & H.D. Kutzback. 1989. The working performance of animal-drawn implements for soil tillage in western Africa. Proceeding of CIGR. No(3), Pg.1516.

6 - Fouss, J.L. & M.Y. Hamdy 1972. Simulation of a laser beam automatic depth control. Transaction of the ASAE. Vol.15 No(4), Pg.692.

Design and Construction of a System for Measuring Working Depth of Different Plows

R.ALIMARDANI, M. SHAHRBANOONEJAD AND A.BORGHEE

Assistant Professor , Former Graduate Student and Professor, Respectively,

College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted 29 Nov. 1997

SUMMARY

One of the factors affecting the performance of tractor - implement system is the working depth of the plows .The working depth is the main factor in determining draft required for a tillage operation. Measurement of depth is done through manual and mechanical methods. A system that is able to display and record instantly the working depth of plows is a necessity and the objective of this research. The system is composed of three parts including : the transducer , display , and a recorder . The assembled system was mounted on a three- bottom moldboard plow and tested in the field. The overall system worked well and the working depth was plotted by the recorder. A good agreement was found between the depth measured manually and recorded by system's x-t recorder (r=0.982) in the field.

Key Woprds: Design , Instrumentation & Plow