طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه آزمایش سایش خراشان

سید رحیم موسوی1، عبدالعلی فرزاد2، محمد رضا بیاتی3

1-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد،

2و3-بترتیب دانشیار و مربی گروه ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
Email:mosavirahim@gmail.com

چکیده

یکی از عوامل اصلی محدود کننده عمر و کیفیت کار ابزار خاک‌ورز، سایش در تیغه های این ابزار است. سطح تیغه ها در اثر تماس با ذرات سختی که در خاک وجود دارد خراش خورده و دچار سایش می‌شود، که این سایش را سایش خراشان می‌نامید. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات گسترده‌ای بر روی سایش تیغه‌های خاک‌ورز انجام شده است. معمول ترین روش‌های ارزیابی سایش در ابزار خاک‌ورز استفاده از آزمون مزرعه‌ای و یا استفاده از دستگاه آزمایش سایش خراشان چرخ لاستیکی و ذرات ساینده می‌باشد. در آزمون مزرعه‌ای علیرغم حقیقی بودن شرایط آزمون و واقعی بودن نتایج، کنترل بسیاری از پارامترهای موثر در سایش امکان پذیر نبوده و نیازمند صرف هزینه و زمان می‌باشد. همچنین دستگاه‌های متداول قادر به ایجاد شرایط واقعی کار برای مطالعه سایش تیغه‌های خاک‌ورز نمی‌باشند. هدف از این مطالعه ارائه یک دستگاه آزمایش سایش خراشان متناسب با شرایط کاری تیغه‌های خاک‌ورز می‌باشد که بتواند شرایط کنترل شده‌ای را برای انجام مطالعات رفتار سایشی نمونه‌ها شبیه سازی نماید. این دستگاه شامل یک مخزن خاک می‌باشد که نمونه در داخل آن توسط مکانیزمی مشابه با مکانیزم حرکت تیغه در خاک حرکت می‌کند. مکانیزم حرکت نمونه متناسب با شرایط ابزار قابل تنظیم می‌باشد. نتایج به دست آمده از آزمایشات صورت گرفته با این دستگاه بیانگر مطلوبیت عملکرد آن بوده و می‌توان از آن در مطالعات گسترده تر استفاده نمود.

کلمات کلیدی: آزمایش سایش، سایش خراشان،ابزار خاک‌ورز.

مقدمه

در سطح جهان برآورد شده است که بطور متوسط روزانه برای تولید غذای هر نفر یک متر مکعب (حدود 1/5 تن) خاک به هم می‌خورد. به عبارت دیگر به ازای 3 نفر در هر سال یک هکتار زمین شخم می‌خورد (Kuipers and Koolen, 1983). این برهم کنش خاک و ابزار موجب ایجاد تلفات قابل توجه ای در مواد این تجهیزات می‌شود. تمام ادوات و ماشین‌های کشاورزی که با خاک در تماس هستند، در معرض ساییده شدن توسط خاک قرار می‌گیرند.سایشی که در ابزار خاک‌ورز رخ می‌دهد از نوع سایش خراشان می‌باشد (Swanson, 1993). ساییدگی ابزار خاک‌ورز به مرور زمان انجام می‌گیرد و به تدریج عمل‌کرد ابزار درگیر با خاک کاهش یافته تا مرحله‌ای که دیگر قابل استفاده نمی‌باشد (شهیدی و مقدم, 1384)و (Rabinnowicz, 1995). سایش مواقعی رخ می‌دهد که مواد با سختی های متفاوت در تماس با هم دارای حرکتی نسبی باشند. زبری سطوح سخت‌تر موجب تخریب مواد نرم‌تر میشود (Kragelskii, 1965). این وضعیت در فرآیند شخم وجود دارد. ذرات سنگ، که می‌تواند 2 تا 5 برابر

سخت تر از مواد باشد (Swanson, 1993)، سطح فلزات را خراش داده و موجب سایش شدید از این طریق می-شوند. در بین فرایندهای زیادی که عامل اتلاف فلز در ابزار خاک‌ورز هستند می توان ادعا نمود که سایش از همه شایع تر است (Bayhan, 2006). گاهی سایش حتی در مقادیر کم (چند گرم) خیلی با اهمیت است، تا جایی که می‌تواند یک ابزار یا ماشین چندین تنی پیچیده را از کار اندازد (Stachowiak and Batchelor, 1993). با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات گسترده‌ای بر روی سایش تیغه‌های خاک‌ورز انجام شده است. معمول‌ترین روش‌های ارزیابی سایش در ابزار خاک‌ورز استفاده از آزمون مزرعه‌ای و یا استفاده از دستگاه آزمایش سایش خراشان چرخ لاستیکی و ذرات ساینده می‌باشد. در آزمون مزرعه‌ای علیرغم حقیقی بودن شرایط آزمون و واقعی بودن نتایج، کنترل بسیاری از پارامترهای موثر در سایش امکان پذیر نبوده و نیازمند صرف هزینه و زمان می‌باشد (عباسپور فرد و همکاران, 1386). همچنین دستگاه‌های متداول قادر به ایجاد شرایط واقعی کار برای مطالعه سایش تیغه‌های خاک‌ورز نمی‌باشند. از این رو وجود یک دستگاه آزمایش سایش خراشان متناسب با شرایط کاری تیغه‌های خاک‌ورز که بتواند شرایط کنترل شده‌ای را برای انجام مطالعات رفتار سایشی ابزار خاک‌ورز شبیه سازی نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

طراحی و ساخت دستگاه

به منظور مطالعه دقیق‌تر رفتار سایشی تیغه‌های ابزار خاک‌ورز تحت شرایط کنترل شده نیاز به طراحی و ساخت یک دستگاه تست سایش خراشان منتاسب با شرایط کاری ابزار خاک ورز، که بتواند شرایط واقعی را برای نمونه های مورد آزمون شبیه سازی کند ضروری است. قسمت‌های اصلی دستگاه مذکور شامل مخزن خاک (soil bin)، شاسی، مجموعه نگهدارنده نمونه، ماله و غلتک تثبیت خاک، سیستم انتقال قدرت، سیستم نوسان ساز، منبع قدرت و مدار کنترل می‌باشد. شکل 1 نمای کلی دستگاه ساخته شده را نشان می‌دهد.

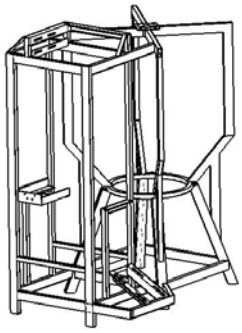
شکل 1: نمای کلی دستگاه تست سایش ساخته شده

مخزن خاک (soil bin)

مخزن خاک از دو قسمت استوانه ای و مخروطی با قطر ماکزیمم یک و مینیمم نیم متر ساخته شده است که ارتفاع قسمت استوانه ای 35 و قسمت مخروطی 30 سانتیمتر می باشد. در قسمت مخروطی نزدیک به کف مخزن یک دریچه کشویی بهمراه دسته T شکل لولایی جهت تخلیه خاک مخزن تعبیه شده است.

شاسی

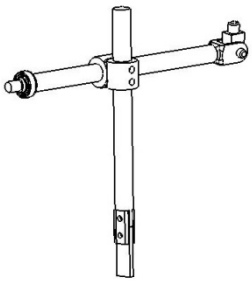
تمام اجزاء دستگاه بطور مستقیم یا غیر مستقیم بر روی شاسی سوار می‌شوند. شاسی این دستگاه متشکل از سه قسمت اصلی که شامل 1- محل استقرار مخزن.2- قاب فوقانی مخزن.3- قاب سیستم مولد و انتقال قدرت می‌باشد. شکل 2 نمای کلی قاب دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل 2: نمای کلی قاب دستگاه

بازوی نگهدارنده نمونه

حرکت نمونه در خاک توسط بازوی نگهدارنده صورت می‌گیرد.این بازو توسط یک اتصال کشویی قابل تنظیم بر روی بازوی نوسان کننده نصب شده است. این اتصال توسط چهار عدد پیچ 10 میلیمتری بازوی نگهدارنده و محور نوسان کننده را نسبت به هم ثابت می‌کند.



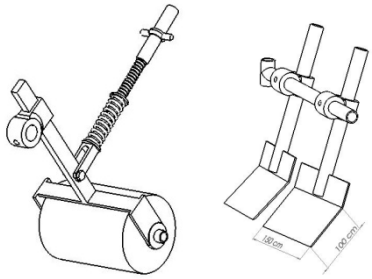
شکل 3: بازوی نگهدارنده نمونه و نحوه اتصال آن به بازوی نوسان کننده

ارتباط بین بازوی نگهدارنده و بازوی نوسان کننده امکان فراهم‌آوری یک حرکت سینوسی قابل تنظیم برای نمونه در داخل خاک را ایجاد می‌نماید. تنظیمات شعاع دوران بازو، زاویه تمایل بازو، عمق کار و زاویه برش تیغه به‌کمک اتصال کشویی امکان‌پذیر است.

تیغه‌های تسطیح کننده و غلتک تثبیت خاک

حرکت نمونه در خاک موجب بهم ربختن و ایجاد شیار در سطح خاک می‌شود. چنانچه این حرکت مکرر صورت پذیرد خاک در اطراف مسیر حرکت انباشته و از درگیری نمونه با خاک کاسته می‌شود. برای رفع این ایراد از دو

عدد تیغه مایل که به صورت متقارن نسبت به هم وصل شده‌اند و یک عدد غلتک مجهز به سیستم پیچ و فنر جهت کنترل فشرد خاک استفاده شد(شکل 4).



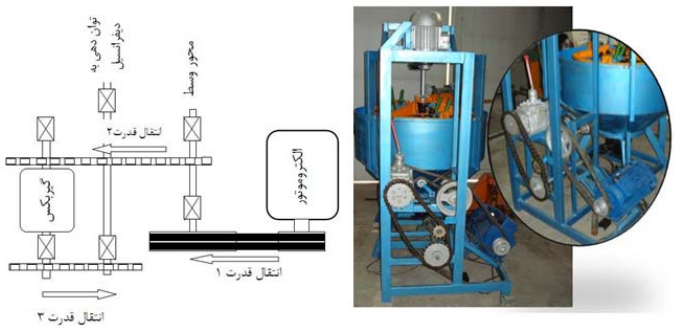
شکل 4: تیغه‌های تسطیح کننده و غلتک تثبیت خاک

سیستم نوسان ساز

در مطالعه سایش ابزار خاک‌ورز استفاده از تجهیزاتی که شرایط کاری آنها را شبیه سازی کند ضروری است. بدین منظور در دستگاه ساخته شده از یک مکانیزم نوسان‌ساز که در آن دامنه و بسامد ارتعاش اعمالی به نمونه مورد آزمون قابل تنظیم است استفاده شده است. اجزای این سیستم شامل بازوی نوسان کننده، بازوی رابط نوسان ساز، دیسک وپین لغزنده می باشد.

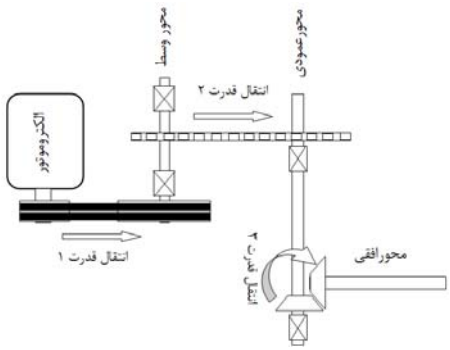
سیستم انتقال قدرت

به منظور انتقال توان از الکتروموتور به اجزاء متحرک درون مخزن و محور افقی سیستم نوسان‌ساز از مجموعه‌ای از چرخزنجیر، چرخ‌تسمه، گیربکس و دیفرانسیل استفاده شده است. سیستم انتقال قدرت به گونه‌ای طراحی و ساخته شده است که بتوان رنج گسترده‌ای از سرعت نمونه در داخل خاک را برای انجام آزمایشات فرآهم نمود. شکل 5نمای کلی این سیستم انتقال قدرت به مجموعه دوران کننده را نشان می‌دهد.



شکل 5: نمای کلی سیستم انتقال قدرت به مجموعه دوران‌کننده

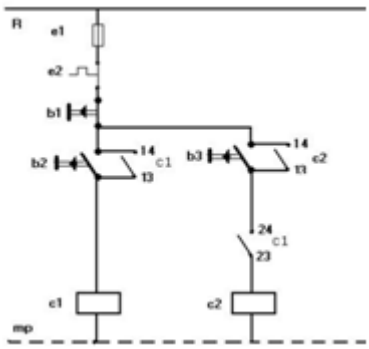
شکل 6 نمای کلی سیستم انتقال قدرت را در سیستم نوسان‌ساز از الکتروموتور تا محور افقی نشان می‌دهد.



شکل 6: نمای کلی سیستم انتقال قدرت به مکانیزم نوسان‌ساز

مدار کنترل دستگاه

به منظور سهولت در راه اندازی و کنترل دستگاه از یک مدار فرمان متشکل از دو کنتاکتور استفاده شد. مدار فرمان به گونه‌ای طراحی شده است که راه اندازی الکتروموتور سیستم نوسان‌ساز مشروط به راه انـدازی الکتروموتـور قـاب دوران کننده باشد، تا از بروز صدمات احتمالی جلوگیری به عمل آید. شکل 7مدار فرمان را نشان می‌دهد.

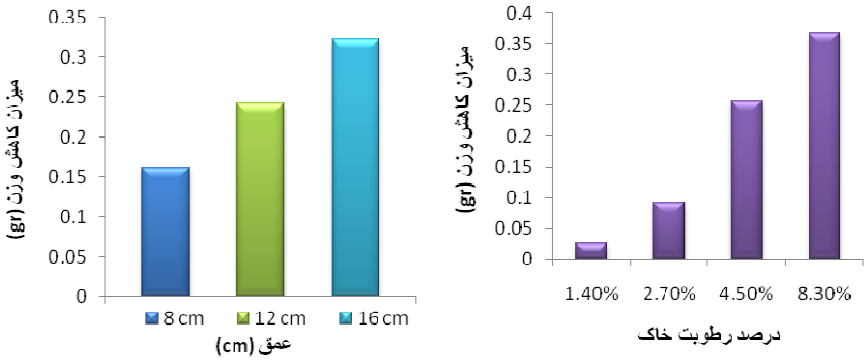


شکل 7: مدار فرمان

مکانیزم عملکرد مدار فوق بدین شکل است که بـا شاسـتی b_2 کنتـاکتور C_1 فعـال شـده و از طریـق کنتاکـت بـاز (13و14) C_1 فعال باقی می‌ماند و اجازه فعال شدن کنتاکتور C_2 را از مسیر باز خود (23و24) فـراهم مـی‌آورد. در این هنگام اگر شاستی b_3 فشار داده شود کنتاکتور C_2 فعال شده و از طریق کنتاکت بـاز خـود (13و14 – C_2) در حالت فعال باقی می‌ماند. در این هنگام با فشردن شاسی b_2 مدار به حالت اول خود باز می‌گـردد(هـر دو کنتـاکتور غیر فعال می‌شود).

ارزیابی دستگاه

با انجام آزمایشات اولیه تحت بررسی برخی از پارامترهای ویژه نظیر رطوبت خاک و عمق تیغه بـر سـایش عملکـرد دستگاه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های مورد آزمون از جنس فولاد ck45 به ابعاد6×25×75 میلیمتر می باشد. خاک مورد استفاده در آزمون از نوع شنی (رس 9٪ ، سیلت 7٪ ، شن 84٪) بوده و میزان کاهش وزن نمونه‌ها بعد از 1800 متر حرکت در خاک با سرعت 2 km/h توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0/0001 گرم اندازه گیری شد.



شکل 8: میزان سایش تیغه هایی از جنس فولاد ck45 در سه عمق متفاوت و چهار سطح رطوبتی خاک

نتایج

شکل 8 افزایش تلفات سایش با افزایش هر دو پارامتر عمق و درصد رطوبت خاک را نشان می‌دهد. هماهنگی نتایج به دست آمده با نتایج مطالعات محققان پیشین بیانگر مطلوبیت عملکرد این دستگاه بوده و می‌توان از آن در مطالعات گسترده تر استفاده نمود.

منابع:

1) شهیدی،ک. مقدم،ا. 1384. *رابطه ماشین و خاک، فیزیک و مکانیک خاک و خاک‌ورزی* انتشارات جهاد دانشگاهی.ارومیه

2) کسرایی،م. صبور روح اقدم،ع. 1383. مطاله فولاد ساده کربنی ck45 جهت استفاده در ابزار خاک‌ورز. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی جلد 5 شماره 19 .*

3) *عباسپور فرد و همکاران. (1386). مقایسه خواص سایشی تیغه های خاک ورز بشقابی رایج در ایران با استفاده از یک مخزن خاک مقیاس کوچک آزمایشگاهی. 21 (2).*

4) *Bayhan, Y. 2006. Reduction of wear via hardfacing of chisel ploughshare. Tribology .Tribology International 39 (2006) 570–574*

5) *Kragelskii, I.V. 1965. Friction and Wear. London, UK: Butterworth and Co . field and laboratory tests on plowshares .automotive engineers*

6) *Kuipers and Koolen, K .(1983) .Koolen,A.J. and Kuipers,H. 1983. Agricultural soil mechanics. springer-Verlage, Berlin, Germany .*

7) *Rabinnowicz .(1995) .Rabinnowicz,E. 1995. friction and wear of materials . 2nd edn, Johon Wiley and Sons,U.S.A.*

8) *Stachowiak and Batchelor, 1 .(1993) .Stachowiak,G. W. and Batchelor, A. W. 1993.Engineering Tribology, Amesterdam: Elsevier, Netherlands.*

9) *Swanson, P.A. 1993. Comparison of laboratory abrasion tests and field tests of materials used in tillage epuipment. In:Tribology: wear test selection for design and application, ASTM, 1199edn. Ruff,I.,and bayer,R.G.pp.80-98. U.S.A.*