

## طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه آزمایش سایش خراشان

سید رحیم موسوی<sup>1</sup>، عبدالعلی فرزاد<sup>2</sup>، محمد رضا بیاتی<sup>3</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد،

2 و 3- بتر تیب دانشپار 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 خاک ورز، 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 می شود، که این سایش را سایش خراشان می نامید. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات گسترده ای بر روی سایش تیغه های خاک ورز انجام شده است. معمول ترین روش های ارزیابی سایش در ابزار خاک ورز استفاده از آزمون مزرعه ای و یا استفاده از دستگاه آزمایش سایش خراشان چرخ لاستیکی و ذرات ساینده می باشد. در آزمون مزرعه ای 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 می باشد. همچنین دستگاه های متداول قادر به ایجاد شرایط واقعی کار برای مطالعه سایش تیغه های خاک ورز نمی باشند. هدف از این مطالعه ارائه یک دستگاه آزمایش سایش خراشان متناسب با شرایط کاری تیغه های خاک ورز می باشد که بتواند شرایط کنترل شده ای را برای انجام مطالعات رفتار سایشی نمونه ها شبیه سازی نماید. این دستگاه شامل یک مخزن خاک می باشد که نمونه در داخل آن توسط مکانیزمی مشابه با مکانیزم حرکت تیغه در خاک حرکت می کند. مکانیزم حرکت نمونه متناسب با شرایط ابزار قابل تنظیم می باشد. نتایج به دست آمده از آزمایشات صورت گرفته با این دستگاه بیانگر مطلوبیت عملکرد آن بوده و می توان از آن در مطالعات گسترده تر استفاده نمود.

کلمات کلیدی: آزمایش سایش، سایش خراشان، ابزار خاک ورز.

### 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 می خورد. به عبارت دیگر به ازای 3 نفر در هر سال یک هکتار زمین شخم می خورد (Kuipers and Koolen, 1983). این برهم کنش خاک و ابزار موجب ایجاد تلفات قابل توجهی در مواد این تجهیزات می شود. تمام ادوات و ماشین های کشاورزی که با خاک در تماس هستند، در معرض ساییده شدن توسط خاک قرار می گیرند. سایشی که در ابزار خاک ورز رخ می دهد از نوع سایش خراشان می باشد (Swanson, 1993). سایشی که در ابزار خاک ورز به مرور زمان انجام می گیرد و به تدریج عمل کرد ابزار درگیر با خاک کاهش یافته تا مرحله ای که دیگر قابل استفاده نمی باشد (شهیدی و مقدم، 1384) و (Rabinnowicz, 1995). سایش مواقعی رخ می دهد که مواد با سختی های متفاوت در تماس با هم دارای حرکتی نسبی باشند. زبری سطوح سخت تر موجب تخریب مواد نرم تر می شود (Kragelskii, 1965). این وضعیت در فرآیند شخم وجود دارد. ذرات سنگ، که می تواند 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 خاک ورز 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 می تواند یک ابزار یا ماشین چندین تنی پیچیده را از کار اندازد (Stachowiak and Batchelor, 1993). با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات گسترده ای بر روی سایش تیغه های خاک ورز انجام شده است. معمول ترین روش های ارزیابی سایش در ابزار خاک ورز استفاده از آزمون مزرعه ای و یا استفاده از دستگاه آزمایش سایش خراشان چرخ لاستیکی و ذرات ساینده می باشد. در آزمون مزرعه ای 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 می باشد (عباسپور فرد و همکاران، 1386). همچنین دستگاه ای متداول قادر به ایجاد شرایط واقعی کار برای مطالعه سایش تیغه های خاک ورز نمی باشند. از این رو وجود یک دستگاه آزمایش سایش خراشان متناسب با شرایط کاری تیغه های خاک ورز که بتواند شرایط کنترل شده ای را برای انجام مطالعات رفتار سایشی ابزار خاک ورز شبیه سازی نماید از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

### طراحی و ساخت دستگاه

به منظور مطالعه دقیق تر رفتار سایشی تیغه های ابزار خاک ورز تحت شرایط کنترل شده نیاز به طراحی و ساخت یک دستگاه تست سایش خراشان متناسب با شرایط کاری ابزار خاک ورز، که بتواند شرایط واقعی را برای نمونه های مورد آزمون شبیه سازی کند ضروری است. قسمت های 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 می باشد. شکل 1 نمای کلی دستگاه ساخته شده را نشان می دهد.



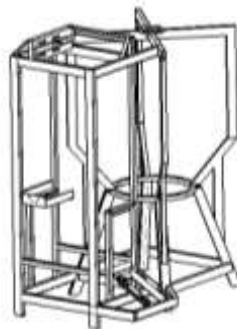
شکل 1: نمای کلی دستگاه تست سایش ساخته شده

### 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

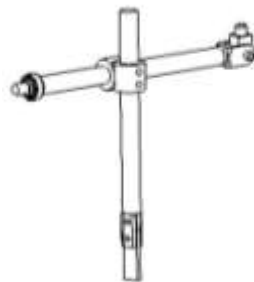
- تمام اجزاء دستگاه بطور مستقیم یا غیر مستقیم بر روی شاسی سوار می‌شوند. شاسی این دستگاه متشکل از سه قسمت اصلی که شامل 1- محل استقرار مخزن، 2- قاب فوقانی مخزن، 3- قاب سیستم مولد و انتقال قدرت می باشد. شکل 2 نمای کلی قاب دستگاه را نشان می‌دهد.



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.



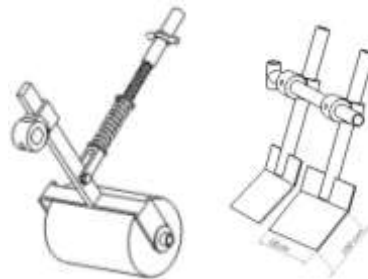
شکل 3: بازوی نگهدارنده نمونه و نحوه اتصال آن به بازوی نوسان کننده

ارتباط بین بازوی نگهدارنده و بازوی نوسان کننده امکان فراهم آوری 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 به کمک اتصال کشویی امکان پذیر است.

## تیغه‌های تسطیح کننده و غلتک تثبیت خاک

حرکت نمونه در خاک موجب بهم ریختن 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 شده اند و یک عدد غلتک مجهز به سیستم پیچ و فنر جهت کنترل فشردن خاک استفاده شد (شکل 4).



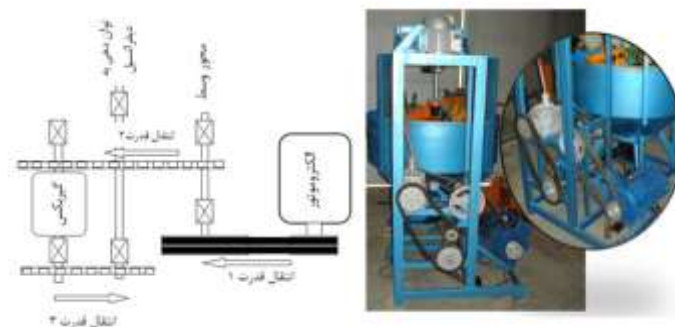
شکل 4: تیغه های تسطیح کننده و غلتک تثبیت خاک

### 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 نوسان ساز 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 و پین لغزنده می باشد.

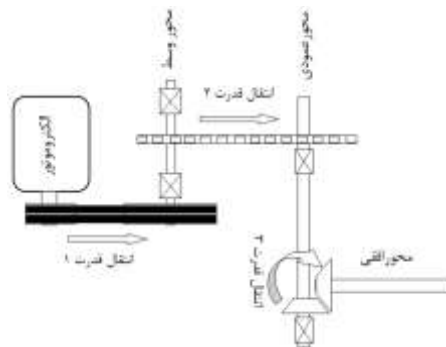
### سیستم انتقال قدرت

به منظور انتقال توان از الکتروموتور به اجزاء متحرک درون مخزن و محور افقی سیستم نوسان ساز از مجموعه ای از چرخ زنجیر، چرخ تسمه، گیربکس و دیفرانسیل استفاده شده است. سیستم انتقال قدرت به گونه ای طراحی و ساخته شده است که بتوان رنج گسترده ای از سرعت نمونه در داخل خاک را برای انجام آزمایشات فراهم نمود. شکل 5 نمای کلی این سیستم انتقال قدرت به مجموعه دوران کننده را نشان می دهد.



شکل 5: نمای کلی سیستم انتقال قدرت به مجموعه دوران کننده

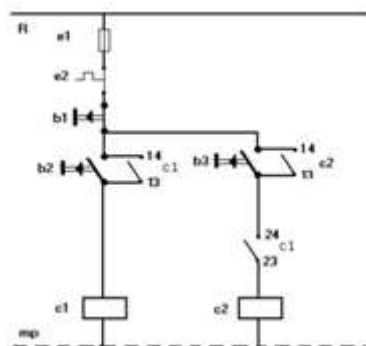
شکل 6 نمای کلی سیستم انتقال قدرت را در سیستم نوسان ساز از الکتروموتور تا محور افقی نشان می دهد.



شکل 6: نمای کلی سیستم انتقال قدرت به مکانیزم نوسان ساز

### 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 گونه ای طراحی شده است که راه اندازی الکتروموتور سیستم نوسان ساز مشروط به راه اندازی الکتروموتور قاب دوران کننده باشد، تا از بروز صدمات احتمالی جلوگیری به عمل آید. شکل 7 مدار فرمان را نشان می دهد.

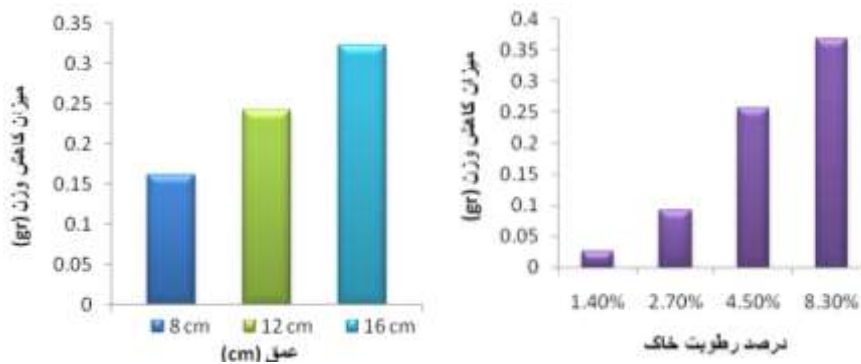


شکل 7: مدار فرمان

مکانیزم عملکرد مدار فوق بدین شکل است که با شاستی  $b_2$  کنتاکتور  $C_1$  فعال شده و از طریق کنتاکت باز  $C_1$  (13 و 14) فعال باقی می ماند و اجازه فعال شدن کنتاکتور  $C_2$  را از مسیر باز خود (23 و 24) فراهم می آورد. در این هنگام اگر شاستی  $b_3$  فشار داده شود کنتاکتور  $C_2$  فعال شده و از طریق کنتاکت باز خود (13 و 14 -  $C_2$ ) در حالت فعال باقی می ماند. در این هنگام با فشردن شاستی  $b_2$  مدار به حالت اول خود باز می گردد (هر دو کنتاکتور غیر فعال می شود).

### ارزیابی دستگاه

با انجام آزمایشات اولیه تحت بررسی برخی از پارامترهای ویژه نظیر رطوبت خاک و عمق تیغه بر سایش عملکرد دستگاه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های مورد آزمون از جنس فولاد ck45 به ابعاد  $75 \times 25 \times 6$  میلیمتر می باشد. خاک مورد استفاده در آزمون از نوع شنی (رس 9٪، سیلت 7٪، شن 84٪) بوده و میزان کاهش وزن نمونه ها 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 تیغه‌هایی 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 گسترده‌تر استفاده نمود.

### منابع:

- 1) شهیدی، ک. مقدم، ا. 1384. رابطه ماشین و خاک، فیزیک و مکانیک خاک و خاک‌ورزی انتشارات جهاد دانشگاهی، ارومیه
- 2) کسرای، م. صبور روح اقدم، ع. 1383. مطالعه 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 تیغه‌های خاک‌ورز بشفابی 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 plowshare. *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-Verlag, Berlin, Germany.
- 7) Rabinowicz, E. (1995). *friction and wear of materials*. 2nd edn, John Wiley and Sons, U.S.A.
- 8) Stachowiak and Batchelor, I. (1993). Stachowiak, G. W. and Batchelor, A. W. 1993. *Engineering Tribology*, Amsterdam: Elsevier, Netherlands.
- 9) Swanson, P.A. 1993. Comparison of laboratory abrasion tests and field tests of materials used in tillage equipment. In: *Tribology: wear test selection for design and application*, ASTM, 1199edn. Ruff, I., and bayer, R.G. pp.80-98. U.S.A.