



تعیین سایش تیغه‌های خاک‌ورز به روش پردازش تصویر و کاهش وزن

مهدی کسرای، سجاد بدری^۲

^۱ هیأت علمی گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شیراز: kasraei@shirazu.ac.ir

^۲ سجاد بدری دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شیراز: sajadbadri279@yahoo.com

چکیده

سایش یکی از مهم‌ترین مشکلات تیغه‌های خاک‌ورز است. هدف از این پژوهش بررسی دو روش پردازش تصویر و کاهش وزن برای تعیین سایش تیغه‌های خاک‌ورز بوده است. در این پژوهش از هفت نوع تیغه متفاوت که پنج نوع آن‌ها وارداتی با نام‌های بادگر، ساگلامل، گرازی، سلسان، آمپن و دو تیغه ایرانی ابرنآبادی و رحیمی بودند استفاده شد. عملیات خاک‌ورزی با تیغه‌ها در شرایط یکسانی در هفت مرحله انجام شد. پس از هر مرحله تیغه‌ها از خاک‌ورز جدا، تمیز، پس از وزن شدن آن‌ها در یک سکوی مربعی شکل به گونه‌ای خاص نورپردازی می‌شدند و از ارتفاع ثابت با دوربین دیجیتال از آن‌ها عکس‌برداری می‌شد، سپس تصاویر در محیط نرم افزار متلب پردازش شدند و تغییرات سطح حاصل از سایش آن‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد که بین تغییرات وزن و سطح سایش یافته رابطه خطی با ضریب تبیین مناسب و نیز ضریب همبستگی بالا وجود دارد. از ضریب همبستگی بالا نتیجه شد که بیشترین سایش تیغه‌ها از لبه‌ها بوده است. کلمات کلیدی: پردازش تصویر، دوربین، تیغه، عکس‌برداری، نرم افزار متلب.

Determining abrasive wear of tillage tine by image processing and weight loss

Mehdi Kasraei . Sajjad Badri

Shiraz University. Mechanics of biosystems engineering dept.

kasraei@shirazu.ac.ir

ABSTRACT

Abrasive wear is one of the most important problems of tillage tines. The purpose of this study was comparing the two wear methods of wear, weight loss and image processing, for tillage tines. In this research, seven types of tines were selected, five foreign tines: Badger, Saglaml, Grazia, Celsan, Ampn and two Iranian tines, Abranbadadi and Rahimi. The tines under the same conditions carried out by a tillage tool. They had seven-stages tillage operations; after each stage, the tines were detached, cleaned and weighed, then each tine was mounted in a square platform and after illuminating, imaged at a fixed height by a digital camera. Images were processed in the MATLAB software environment and surface changes were determined. The results showed that, in each tine, between weight loss and surface reduction was linear function with good determination coefficient and correlation factor. From high correlation factor, we resulted that the most of wear was in tine corners.

Keywords: Image processing, camera, tine, imaging, MATLAB software.



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



۱- مقدمه

امروزه منظور از پردازش تصویر، بیش‌تر پردازش تصویر دیجیتالی است که شاخه‌ای از دانش رایانه است که با پردازش سیگنال دیجیتال که نماینده تصاویر برداشته شده با دوربین دیجیتال یا پویا شده توسط پویسگر است سر و کار دارد. پردازش تصاویر دارای دو شاخه عمده بهبود تصاویر و بینایی ماشین است. بهبود تصاویر دربرگیرنده روش‌هایی چون استفاده از فیلتر محوکننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط مقصد مانند چاپگر یا نمایشگر رایانه است، در حالی که بینایی ماشین به روش‌هایی می‌پردازد که به کمک آن‌ها می‌توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آن‌ها در کارهایی چون رباتیک و محور تصاویر استفاده شود. امروزه با پیشرفت سیستم‌های تصویر برداری و الگوریتم‌های پردازش تصویر، شاخه جدیدی در کنترل کیفیت و ابزار دقیق به وجود آمده است. پردازش تصویر علم جدیدی است که سابقه آن به پس از اختراع رایانه باز می‌گردد. با این حال این علم جدید در چند دهه اخیر از هر دو جنبه نظری و علمی پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته است. سرعت این پیشرفت به اندازه‌ای بوده است که هم اکنون به راحتی موضوع پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع می‌توان مشاهده نمود. در این پژوهش از این دانش برای تعیین سایش هفت نوع تیغه خاک‌ورز استفاده شد (Gonzalez, R. C. & Woods, R. E., 2002).

در سنگاپور، طی پژوهشی، یک سیستم جدید مبنی بر آنالیز عکس‌ها برای اندازه‌گیری سایش لبه‌های محورهای در حال چرخش ارائه کردند. نتایج نشان داد روش پردازش عکس‌های متوالی برای کاربردهای صنعتی و اندازه‌گیری سایش لبه‌های محورهای در حال چرخش نسبت به روش‌های قبلی کارایی خوبی دارد (Huang et al., 2007).

در یک پژوهش روش جدیدی برای اندازه‌گیری سایش لبه‌ی یک مته با استفاده از پردازش تصویر ارائه گردید. نتایج نشان داد همبستگی زیادی بین سایش لبه‌ی مته و عمر ابزار وجود دارد و نیز مقدار دقیق سایش توسط سیستم بینایی تشخیص داده می‌شود (Pfeifer & Elzer, 1990). در پژوهشی ویژگی‌های سایش در تیغه‌های پنجه‌گازی گولتیواتورهای مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. پژوهشگران دو نوع تیغه پنجه‌گازی معمولی و تیغه‌های پنجه‌گازی که لبه آن‌ها سخت‌کاری شده بود را با هم مقایسه کردند. آزمایش‌های آن‌ها نشان داد تیغه‌های سخت‌کاری شده، مقاومت سایشی بهتری دارند (Zhang & Kushwaha, 1995).

در پژوهش دیگری اثرات خصوصیات ذرات ساینده خاک به ویژه شکل و سختی آن‌ها روی پدیده سایش خراشان سه بعدی نمونه‌های فلزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آهنگ سایش خراشان سه بعدی برنج، فولاد نرم و فولاد سفید کروم دهی شده به اندازه ذرات ساینده بستگی دارد و ریخت شناسی سطوح سایش یافته بستگی به شکل ذرات ساینده دارد و هم چنین همبستگی بالایی بین آهنگ سایش و گوشه‌دار بودن ذرات در آزمون‌های گلوله روی صفحه مشاهده شد (Stachowiak & Stachowiak, 2001).

در پژوهشی دیگر سایش تیغه‌های خاک‌ورزهای قلمی و خاک‌ورز برگردان‌دار به روش پردازش تصویر مقایسه گردید و بهترین جنس مقاوم به سایش برای تیغه‌ها تعیین شد. در این پژوهش از سه تیغه برزیلی، ایرانی، آلمانی استفاده شد که پس از بررسی سایش به روش کاهش وزن و سطح تیغه، این نتیجه حاصل شد که تیغه‌های آلمانی بیش‌ترین مقاومت به سایش را داشتند (کسرابی و سلیمی اذر، ۱۳۹۱).

۱-۱- مزایای اندازه‌گیری سایش به روش پردازش تصویر:

- ۱- میزان سایش در هر نقطه را با کمک پردازش تصویر می‌توان بررسی کرد ولی روش کاهش وزن سایش کلی را بیان می‌نماید.
- ۲- مقدار سایش در سطوح مختلف تیغه امکان‌پذیر است.
- ۳- با تنظیمات دقیق در مرحله عکس‌برداری می‌توان نتایج با دقت بالایی را بدست آورد.
- ۴- برای اندازه‌گیری سایش در سطح و لبه‌ها چون روش وزنی قادر به تعیین و تفکیک آن‌ها نیست باید از پردازش تصویر استفاده شود.
- ۵- برای گرفتن عکس، دوربین باید کاملاً عمود بر راستای تیغه باشد تا بیش‌ترین شباهت ممکن را به حالت دو بعدی داشته باشد در غیر این صورت دقت لازم در اندازه‌گیری عکس گرفته شده وجود ندارد.

۲- بخش مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش و تعیین سایش تیغه‌های خاک‌ورز ابتدا زمینی به مساحت بیش از ۱۰/۵ هکتار در منطقه اقلید فارس در نظر گرفته شد، سپس هفت نوع تیغه خارجی با نام‌های بادگر، ساگلامل، گرازیا، آمین، سلسان و دو نوع تیغه ایرانی با نام‌های رحیمی و ابرندآبادی انتخاب شد. تیغه‌های خارجی به ترتیب ساخت کشورهای آمریکا، ترکیه، ایتالیا، هند و ترکیه بودند. تیغه ابرندآبادی ساخت شرکت قطعات آهنگری خراسان و رحیمی مربوط به شرکت تکنو فورج خراسان بودند. هر هفت نوع به طور همزمان بر روی خاک‌ورز قرار می‌گرفتند تا کلیه شرایط از قبیل: سرعت،



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



نوع خاک برای تمامی آن‌ها یکسان باشد. از یک تراکتور MF399 با سرعت ۶-۵ کیلومتر بر ساعت برای انجام عملیات شخم استفاده شد. عملیات شخم در هفت مرحله جداگانه انجام شد، در هر مرحله، مسافت ۱۲/۵ کیلومتر شخم زده می‌شد که با توجه به عرض کار خاک‌ورز که ۱/۲ متر بود در هر مرحله ۱/۵ هکتار شخم زده می‌شد. تیغه‌ها با آرایش خاصی بر روی خاک‌ورز نصب می‌شدند.

پس از پایان عملیات شخم در هر مرحله، تیغه‌ها از بازوها جدا و شست و شو می‌شدند، ابتدا با ترازوی با دقت ۰/۰۱٪ وزن و سپس از آن‌ها عکس‌برداری می‌شد. برای انجام عکس‌برداری از یک دوربین دیجیتالی با مشخصات Nikon مدل ۷۱۰۰ با قابلیت تصویربرداری ۲۴ مگاپیکسل و لنز ۱۰۵-۱۸ و رزولوشن ۶۰۰۰-۴۰۰۰ استفاده شد. در این پژوهش برای گرفتن عکس از تیغه‌ها، از یک سکوی عکس‌برداری که به شکل مربع و دارای چهار لامپ هالوژن که به وسیله برق باتری از یک منبع جریان مستقیم تغذیه می‌شد استفاده گردید، چون هنگام عکس‌برداری از تیغه‌ها اطراف تیغه ایجاد سایه و نویز می‌شد با استفاده از این لامپ‌ها در چهار طرف سکو، از سایه افتادن جلوگیری شد. فاصله لنز دوربین تا محل قرارگیری قطعه روی سکو ثابت و ۳۰ سانتی‌متر بود هم‌چنین دوربین به گونه‌ای تنظیم شد که قسمت زیرین سکو که تیغه قرار داشت در میدان دید واقع می‌شد. بعد از تصویربرداری در هر مرحله، عکس‌ها به منظور تعیین سایش به نرم‌افزار متلب فراخوانی می‌شد. که برای فراخوانی از دستور Imread استفاده می‌شد.

چون بعضی از دستوره‌های متلب فقط بر روی بعضی از تصاویر قابل اجرا می‌باشد باید فرمت عکس‌ها به فرمتی که نرم‌افزار می‌توانست اجرا کند تبدیل می‌شد به این دلیل تصاویر با فرمت RGB به باینری تبدیل شد (شکل ۱).



Figure 1. Binary image of a tine used in this research

شکل ۱- تصویر باینری شده یک تیغه استفاده شده در این پژوهش

برای مشخص کردن سطح تیغه‌ها باید تعداد پیکسل‌های سفید شمارش می‌شد. چون در تصاویر باینری وجود حفره‌های موجود در شکل احتمال به وجود آوردن خطا را زیاد می‌کند (شکل ۲) به این منظور باید حفره‌های موجود در شکل پر می‌شد (شکل ۳).



Figure 2. Binary image of one of the tines with a hole

شکل ۲- تصویر باینری شده یکی از تیغه‌ها با حفره

مساحت هر تیغه در هر مرحله با شمارش پیکسل‌های سفید تعیین می‌شد و نرم‌افزار متلب مساحت هر تیغه بر حسب تعداد پیکسل را به طور جداگانه محاسبه کرد (شکل ۳).



Figure 3. The final image of one of the tines for determining the surface area

شکل ۳- تصویر نهایی یکی از تیغه‌ها برای تعیین مساحت

۲- نتایج و بحث

۳-۱- مقایسه کاهش سطح و کاهش وزن تیغه‌ها

آنالیز واریانس داده‌ها برای پردازش تصویر و کاهش وزن در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. نتایج این دو جدول نشان می‌دهد که اختلاف معناداری در هر دو روش در سطح احتمال ۰/۰۵ بین تیغه‌ها وجود دارد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در جدول ۳ آورده شده است. میانگین کاهش سطح و کاهش وزن تیغه‌ها با توجه به جدول ۳، بین تیغه‌های ابرندآبادی و رحیمی در پردازش تصویر اختلاف معنی داری وجود ندارد ولی بین تیغه‌های ابرندآبادی و رحیمی و آمین با تیغه‌ها با اختلاف معنی داری وجود دارد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که در کاهش وزن، تیغه‌های با اختلاف معنی داری نسبت به سایرین از عملکرد مقاومت به سایش بهتری برخوردار بود و بین تیغه‌های رحیمی و ابرندآبادی اختلاف معنی داری وجود نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس تیغه‌ها با پردازش تصویر

Table 1. Analysis of variance of tines by image processing

Source	Df	Sum of squares	Mean square	F
treatment	6	210419270.5	35069878.4	2.69
Error	42	548210945.1	13052641.6	
Corrected total	48	758630215.7		

جدول ۲- تجزیه واریانس تیغه‌ها با کاهش وزن

Table 2. Analysis of variance of tines by weight loss

Source	Df	Sum of squares	Mean square	F
treatment	6	41.916310	6.936551	7.23
Error	42	40.297685	0.959468	
Corrected total	48	81.916995		



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های وزن و مساحت تیغه‌ها در هفت مرحله با آزمون LSD در سطح ۰/۰۵

Table 3 - Results of comparison of mean weights and area of tines in seven stages with LSD test at 0.05 level

Treatment	Mean reduction area in each stage (pixel)	Mean reduction weight in each stage (g)
Abrandabadi	9333 ^A	3.5886 ^A
Rahimi	8345 ^A	3.5586 ^A
Ampn	7421 ^{A,B}	2.4414 ^B
Celsan	4706 ^{A,B,C}	2.2343 ^B
Grazia	5842 ^{A,B,C}	1.9086 ^B
Saglaml	3804 ^{B,C}	1.6914 ^{B,C}
Badger	3320 ^C	0.8314 ^C

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD 5%)

۳-۲- مقایسه کاهش وزن و سطح تیغه‌ها

از آنجا که با تعیین سایش به روش کاهش وزن، کل مقدار سایش هر تیغه، به روش پردازش تصویر، سایش سطح تصویری مشخص می‌شود. برای تعیین ارتباط این دو روش، رابطه خطی بین مقدار سایش برحسب گرم و کاهش سطح تصویری بر حسب پیکسل در هر تیغه در شکل‌های ۴ تا ۱۰ نشان داده شده است. در هر شکل علاوه بر رابطه خطی، ضریب تبیین و نیز ضریب همبستگی نشان داده شده است.

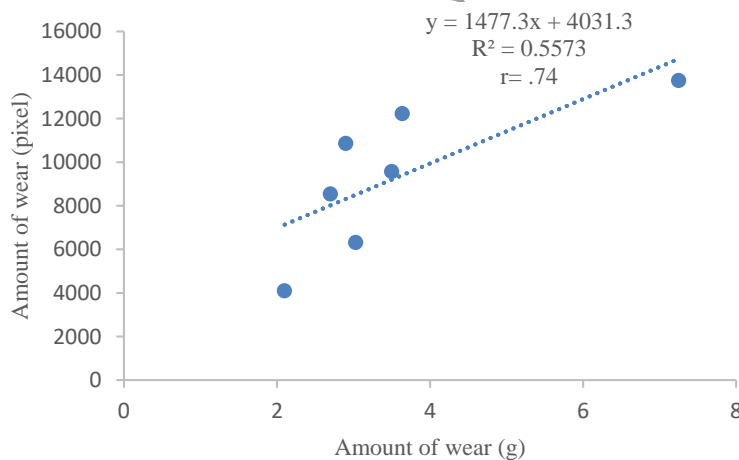


Figure 4. Relation of weight loss and decrease in surface of Abrandabadi tine

شکل ۴- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه ابرندآبادی



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



انجمن مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University

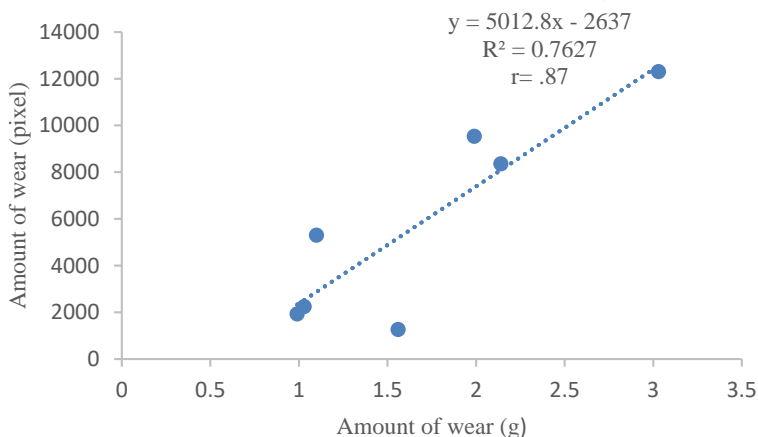


Figure 5 – Relation of weight loss and decrease surface of Grazia tine

شکل ۵- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه گرازیا

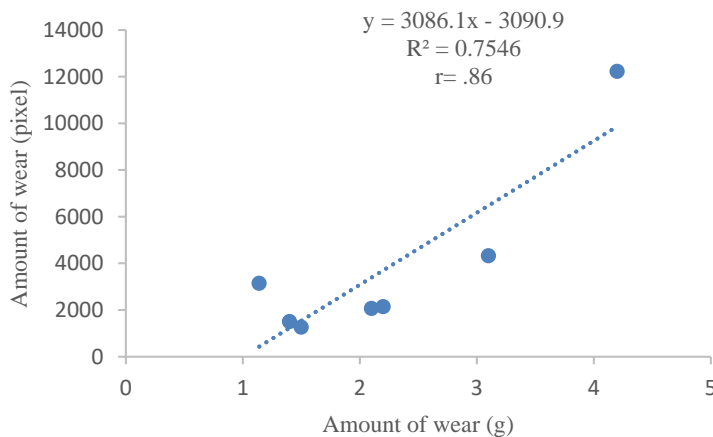


Figure 6 – Relation of weight loss and decrease in surface of Saglaml tine

شکل ۶- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه ساگلاملی

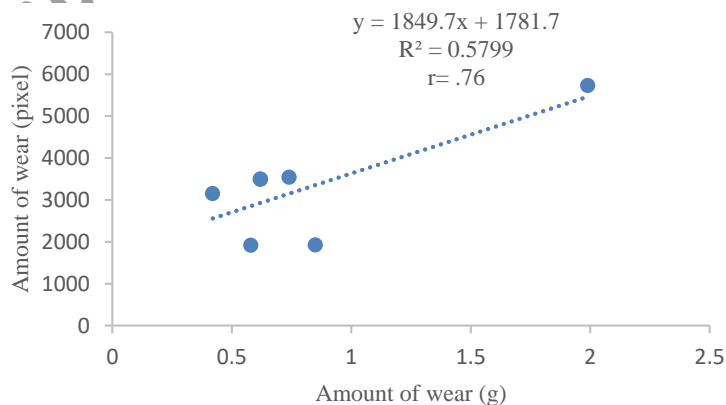


Figure 7. Relation of weight loss and decrease in surface of Badger tine

شکل ۷- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه بادگر



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

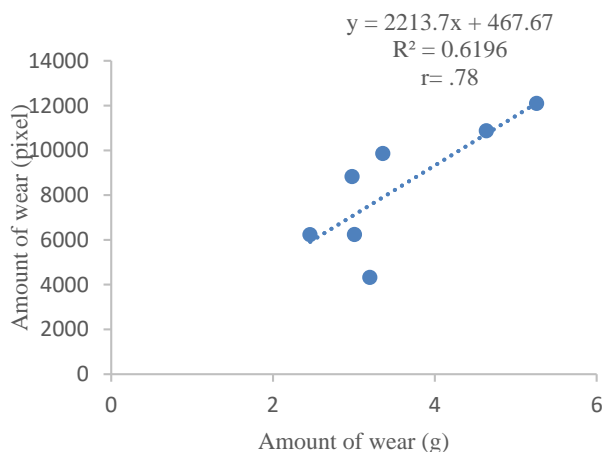


Figure 8. Relation of weight loss and decrease in surface of Rahimi tine

شکل ۸- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه رحیمی

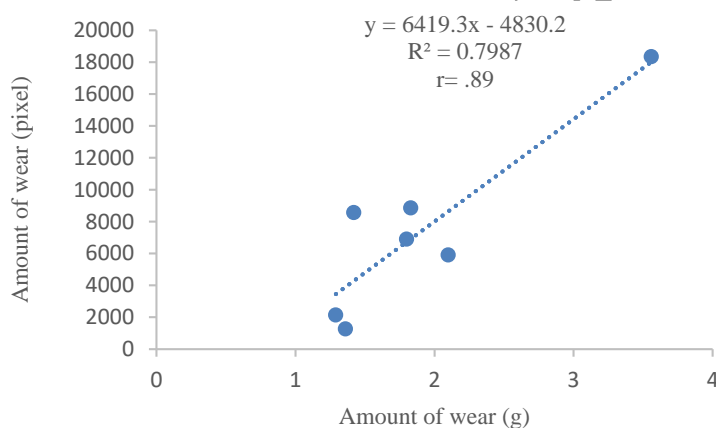


Figure 9. Relation of weight loss and decrease in surface of Ampn tine

شکل ۹- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه آمپن

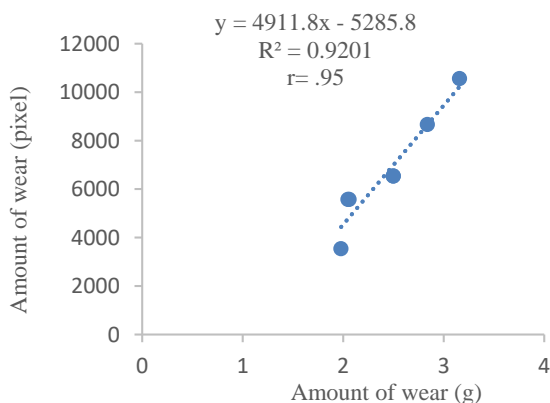


Figure 10. Relation of weight loss and decrease in surface of Celsan tine

شکل ۱۰- رابطه کاهش وزن و کاهش سطح تیغه سلسان



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



۴- نتیجه گیری

- ۱- تغییرات کاهش وزن و کاهش سطح تیغه‌ها به صورت رابطه خطی است.
- ۲- با استفاده از پردازش تصویر، روش اندازه گیری سایش سطح تیغه خاک‌ورز، به عنوان روش مناسبی برای بررسی میزان سایش تیغه ارائه شد.
- ۳- ضریب همبستگی بالا در بررسی این دو روش تعیین سایش نشان می‌دهد که بیش تر سایش تیغه‌ها از لبه‌های تیغه‌ها است نه سطحی که خاک بر روی آن حرکت می‌کند.
- ۴- تیغه‌های بادگر و ساگلامل به ترتیب کم‌ترین مقدار سایش را داشته‌اند لذا بررسی خواص متالورژیکی آن‌ها برای ساخت این نوع تیغه‌ها در داخل کشور قابل توصیه است.

۵- مراجع

Conference Proceeding:

Kasari, M., and Salimi Azar, Sh. (2012). Studying the abrasive wear of tines for moldboard plow share with image processing. *Seventh National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Shiraz university.*

Book

Gonzalez, R. C. , and Woods, R. E. (2002), *Digital Image Processing (2nd ed.)*, Prentice-Hall, Inc. , ISBN 0-201-18075-8

Journal Article:

Huang, S., Tan, K., Wong, Y., De Silva, C., Goh, H., & Tan, W. (2007). Tool wear detection and fault diagnosis based on cutting force monitoring. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 47(3), 444-451 .

Pfeifer, T., & Elzer, J. (1990). Measuring drill wear with digital image processing. *Measurement*, 8(3), 132-136 .

Stachowiak, G., & Stachowiak, G. (2001). The effects of particle characteristics on three-body abrasive wear. *Wear*, 249(3), 201-207 .

Zhang, J., & Kushwaha, R. (1995). Wear and draft of cultivator sweeps with hardened edges. *Canadian Agricultural Engineering*, 37(1), 41-47 .