

مدل سازی ساییدگی تیغه‌های قلمی و تعیین نقاط حساس به سایش

سجاد درفش پور^۱ و پرویز احمدی مقدم^۲

۱ کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲ استادیار گروه مکانیک بیو سیستم، دانشگاه ارومیه

Email: Sajad_d65@yahoo.com

دریافت: ۹۲/۰۹/۰۴ پذیرش: ۹۳/۰۱/۲۱

چکیده

تلاش پیوسته‌ی طراحان ماشین‌های کشاورزی همواره در جهت بهینه سازی ادوات کشاورزی و محافظت از خاک‌های زراعی بوده است. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر عمق و سطح کارکرد بر مقدار ساییدگی تیغه‌های قلمی گاو آهن چیزل در خاک سیلتی رسی و همچنین شناسایی نقاط حساس تیغه انجام پذیرفت. آزمایشات بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل عمق کار در سه سطح (۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر) و مساحت کارکرد در هفت سطح (۱/۲، ۴/۳۵، ۶/۷۵، ۹/۷۵، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ هکتار) می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عمق کار، سطح کارکرد و برهم کنش متقابل آنها اثر معنی داری بر مقدار ساییدگی نوک و لبه‌ی تیغه دارد ($P=0.01$). همچنین مدل سازی ساییدگی بر مبنای سطح کارکرد نشان داد که نوک تیغه در اولین روز کاری برای عمق‌های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر به ترتیب ۳/۲، ۲/۲۹ و ۳/۴۳ درصد بیشتر از درصد سایش آنها در روز پایانی بوده است. افزون بر این، درصد ساییدگی لبه‌ی تیغه‌ها نسبت به ساییدگی نوک آنها مقدار کمی را به خود اختصاص داد که در روز پایانی درصد سایش نوک تیغه‌ها نسبت به لبه‌ی آنها در سه عمق ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر به ترتیب ۳/۳۶، ۴/۶ و ۴/۳۴ برابر بوده است.

واژگان کلیدی: ساییدگی، تیغه قلمی، خاک‌ورزی، نیروی کششی، گاو آهن چیزل.

۱-مقدمه

۲۰۰۴). *al.* مهندسیین مکانیک ماشین‌های

کشاورزی همواره در پی یافتن راهکارهایی برای افزایش عملکرد ابزار خاک‌ورز، ذخیره‌سازی سوخت و کاهش هزینه‌های عملیات خاک‌ورزی بوده، طوری که این مهندسیین به مهندسان انرژی در بخش کشاورزی تبدیل گشته‌اند (Hatirli et al., 2006; Akbolat et al., 2006). علی‌رغم اینکه در

طراحان ادوات کشاورزی در سال‌های اخیر، تحقیقات خود را بر محافظت از خاک‌های زراعی و توسعه کشاورزی پایدار متمرکز کرده‌اند. بررسی رفتار دینامیکی خاک‌های کشاورزی و دقت در طراحی ابزار منجر به دوام بیشتر و بهبود کیفیت آنها شده است (Godwin, 2007; Gupta, et

سال‌های اخیر، ساییدگی ابزار خاکورزی به عنوان اصلی‌ترین فاکتور تأثیرگذار در زمینه‌ی مصرف انرژی در بخش کشاورزی معرفی شده است، اما در زمینه‌ی سایش ابزار درگیر با خاک در بخش کشاورزی تحقیقات کمی صورت گرفته است (Mouazcn *et al.*, 2007).

تحقیقات صورت گرفته در زمینه سایش نشان می‌دهد که، خسارت ناشی از سایش ابزار و قطعات مهندسی در کشورهای انگلستان، آلمان و آمریکا به ترتیب ۱٪، ۲/۵٪ و ۱/۵٪ از تولید ناخالص ملی برآورد شده است (Davis, 2001).

تحقیقات انجام یافته در ترکیه حاکی از اینست که نرخ سایش در تیغه‌های گاوآهن برگرداندار (۲۱۰-۹۰ گرم)، تیغه‌های کولتیواتور پنجه‌غازی (۱۲۰-۶۰ گرم) و تیغه‌های گاوآهن چیزل (۴۰-۲۳ گرم) به ازای هر هکتار بوده است (Bayhan, 2006).

پارامترهای موثر بر ساییدگی ادوات خاکورز به سه دسته، عوامل مربوط به شرایط خاک، پارامترهای ابزار و پارامترهای عملیاتی تقسیم بندی می‌شود (Moore & Mclees, 1980). اوسیاک (۱۹۹۹) برخی از پارامترهای خاک را بر روی ساییدگی تیغه‌های دندان فوری کولتیواتور مورد بررسی قرار داد.

تیغه‌ها بطور ماریچ در سه ردیف بر روی شاسی کولتیواتور بسته شدند و نتایج نشان داد که ساییدگی تیغه‌ها در ردیف اول و دوم به ترتیب ۲۶٪ و ۱۹٪ بیشتر از ردیف سوم بوده است. محققان زیادی تأثیر کاربرد فولادهای آلیاژی، چدن با پوشش‌های کرم سخت یا نیکل و همچنین پوشش‌های سطحی نظیر آلومین، کاربید تنگستن، کبالت، بر، کرم و نیز نیتریته کردن را در جهت مقاوم سازی فلزات در مقابل ساییدگی بررسی کرده‌اند (Yazici, 2011; Fares *et al*; 2009,) (Foley, 1988; Horvat *et al.*, 2008).

کارون بونیانان و همکاران (۲۰۰۷) از سه نوع تیغه‌ی تیلر دوار برای تعیین اثر روکش سختکاری شده بر تیغه‌ها استفاده کردند و دریافتند که تیغه‌های با پوشش آلومینیومین می‌تواند مقاومت کافی را در لبه‌های تیغه فراهم کند. حال آنکه تیغه‌های با پوشش کبالت و تنگستن دارای مقاومت کافی و حدود ۴۳ برابر مقاومت ایجاد شده توسط تیغه‌های با روکش آلومینیومی می‌باشند.

پارامترهای عملیاتی شامل عواملی می‌باشد که در حین عملیات کاری رخ داده و می‌توان به سرعت، تراز صحیح ابزار، عمق کار و مسافت اشاره کرد (Bobobee & Gebresenbet, 2007).

تحقیقات انجام شده توسط وای یو و بول (۱۹۹۰) نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی گاوآهن در خاک، عمق شخم و میانگین فشار مخصوص خاک بر تیغه تغییر می‌یابد که از طرفی، این تغییرات فشار در نقاط مختلف تیغه و با افزایش سرعت به

۲- مواد و روش‌ها:

این تحقیق در تابستان سال ۹۱ در اراضی کشاورزی پردیس دانشگاه ارومیه اجرا گردید. خاک این مزارع دارای بافت سیلتی رسی بوده و مقدار پوشش بقایای گیاهی محصول سال قبل (جو) ۷۰٪ بوده که با استفاده از روش پردازش تصویر محاسبه گردید. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک در جدول ۱ آمده است.

نسبت مستقیم زیاد نمی‌شود و بیشترین افزایش در قسمت نوک آن است. هدف از پژوهش حاضر، مطالعه‌ی سایش در طول نوک و لبه‌ی تیغه‌های قلمی بوده تا تخمین مناسبی از تابع سایش نوک تیغه (به عنوان بخش مهم تیغه) بر حسب مسافت حاصل شود. علاوه بر تعیین نقاط حساس به سایش، مقایسه‌ی سایش ابزار بر اساس روش ابعادی و وزنی، از اهداف دیگر این تحقیق می‌باشد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی مکانیکی خاک مزرعه

Table 1: Mechanical and physical properties of farm soil

بافت خاک	رس	سیلت	شن	درصد رطوبت (درصد)	شاخص مخروطی (کیلو پاسکال)	وزن مخصوص ظاهری (تن بر مترمکعب)
رسی سیلتی	41.44	45.33	13.22	3	140	1.2

انجام گردید. تأثیر دو عامل عمق کار و سطح کارکرد بر روی میزان سایش تیغه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. سطوح متغیرهای مورد آزمایش، در جدول ۲ آورده شده است.

سختی تیغه‌های مورد آزمایش بر اساس آزمون سختی راکول و با استفاده از دستگاه (ALPHA) اندازه‌گیری شد و مقدار سختی آن‌ها HRC 20 بدست آمد. آزمایشات بصورت فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار

جدول ۲: متغیرهای آزمایش مزرعه‌ای

Table 2: Farm test variants

عمق عملیات (سانتی‌متر)	علامت گذاری	سطح کارکرد (هکتار)	علامت گذاری
15	D ₁	1.25	A ₁
20	D ₂	4.35	A ₂
25	D ₃	6.75	A ₃
		9.75	A ₄
		12	A ₅
		15	A ₆
		18	A ₇

بازوها بصورت مستقل بر روی شاسی صورت گرفت (شکل ۱-الف). با توجه به اینکه عمق کار هر بازو بر روی عرض کار موثر آن بازو تاثیر دارد، تیغه‌هایی که در عمق کمتر کار می‌کردند، با فاصله عرضی کمتری از یکدیگر نصب گردید. مقدار لغزش قبل از عملیات شخم و همچنین در هنگام کار اندازه گیری شد. در هنگام بی باری لغزش ۱۴٪ و در هنگام کار ۱۸٪ بدست آمد.

برای اجرای آزمایش از یک تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ با قدرت ۷۵ اسب بخار استفاده شد. سرعت متوسط عملیات شخم زنی برابر ۴ km/h (دنده ۳ سنگین و دور موتور ۱۷۵۰ دور بر دقیقه) در نظر گرفته شد. با توجه به زمان‌بر بودن اجرای آزمایشات و همچنین متغیر بودن شرایط خاک مزرعه (مانند تراکم خاک) به ویژه در مساحت‌های بزرگ، تمام بازوها بصورت همزمان بر روی شاسی نصب گردید و تنظیمات مربوط به عمق کار برای



(ب)



(الف)

شکل ۱: الف) شاسی با طول بازوهای متفاوت ب) اندازه‌گیری نوک تیغه با استفاده از کولیس دیجیتالی

Figure 1: a) a chassis with deferent toolbars b) Measurement of blade tip with a digital caliper

می‌شود که به روش گاوریلو (Gavrilov) معروف می‌باشد (Natsis et al., 2008).

برای اندازه‌گیری وزن تیغه‌ها از یک ترازوی دیجیتالی مدل EK4000 ساخت کشور ژاپن با دقت ۰/۱ گرم استفاده گردید. برای اندازه‌گیری وزن تیغه، بایستی آن‌را از بازوها جدا کرده و توزین نمود. لازم به توضیح است که قبل از عمل توزین، تیغه‌ها به دقت تمیز شده و گرد و خاک روی آن‌ها شسته

به منظور بررسی و توصیف ساییدگی در تیغه‌ها دو روش مختلف در نظر گرفته شد.

روش اول بر اساس کاهش ابعاد تیغه: در این روش تیغه‌ها در دو قسمت نوک و لبه مطابق شکل (۱-ب)، با استفاده از یک کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. روش دوم بر اساس مقدار وزن کاهش یافته در هکتار بیان

$$100 \times \frac{L_1 - L_2}{L_1} = P\% \quad (1)$$

L_1 = طول اولیه تیغه

L_2 = طول ثانویه تیغه

$$100 \times \frac{w_1 - w_2}{w_1} = P\% \quad (2)$$

W_1 = وزن اولیه تیغه

W_2 = وزن ثانویه تیغه

۳- نتایج و بحث

نتایج مدل سازی نشان داد که تابع سایش در

نوک تیغه بر حسب سطح کارکرد برای عمق‌های

مختلف، متفاوت است. نمودار ارائه شده در شکل

(۳)، سایش نوک تیغه‌ها را در هفت سطح کارکرد

مختلف همراه با تابع سایش نشان می‌دهند.

شد، سپس مقدار اختلاف وزنی تیغه با مقدار پیشین

آن برابر میزان خوردگی تیغه در عملیات گزارش

گردید. شکل (۲) تیغه‌های قلمی را در پایان

عملیات برای هر سه عمق مختلف نشان می‌دهد.

به منظور بررسی روند کاهش طول یا وزن

تیغه‌ها لازم بود که درصد سایش تیغه‌ها مشخص

گردد. درصد سایش تیغه می‌تواند نسبت به طول یا

وزن تیغه تعریف گردد. روابط (۱) و (۲) به ترتیب

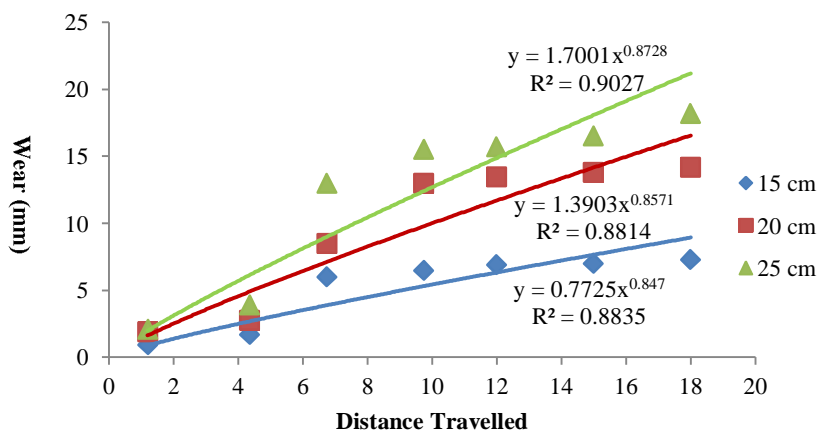
بیانگر درصد سایش تیغه نسبت به طول یا وزن آن

می‌باشند.



شکل ۲: تیغه‌های قلمی در پایان عملیات در سه عمق مختلف

Figure 2: Chisel blades after operation in three different depth



شکل ۳: نمودار ساییدگی نوک تیغه‌ها در سه عمق مختلف در هفت سطح کارکرد

Figure 3: Blade tips wear chart in three different depth in 7 operation level

اوسیاک در بررسی‌های خود بر روی اثر مسافت بر سایش طولی تیغه‌های دندان‌ه فـنری، یک تابع توانی برای پیش بینی ساییدگی نوک تیغه ارائه کرد. با مقایسه‌ی نتایج بدست آمده از آزمایشات مزرعه‌ای با نتیجه‌ی حاصل از تحقیقات اوسیاک، می‌توان تشابه روابط را مشاهده کرد. رابطه اوسیاک بصورت زیر می‌باشد:

$$Z_c = as0.75 \quad (4)$$

Z_c : سایش طولی (mm)

S : مسافت طی شده (km)

a : ضریب ثابت (بستگی به ردیف کولتیواتور دارد)

از آنجاییکه اوسیاک کار خود را در عمق ثابتی انجام داده بود تابع توانی برای سایش تیغه‌ها ارائه شد که توان b در کار وی، برابر 0.75 بدست آمد. حال آنکه در این تحقیق، توان b بسته به تغییر عمق کار متفاوت خواهد بود بطوریکه با افزایش عمق کار این ضریب نیز افزایش می‌یابد که نشان دهنده‌ی افزایش سایش در عمق بالا می‌باشد.

رابطه‌ی توانی کمتر از یک نشان دهنده‌ی کاهش شدت سایش با افزایش مساحت می‌باشد که می‌تواند بازگو کننده ویژگی «کار سختی» فولاد در اثر سایش با خاک باشد. جهت بررسی ساییدگی تیغه‌ها در روزهای کاری متوالی لازم است که

برای تعیین تابع سایش در نوک تیغه بر حسب سطح کارکرد، تابعی با استفاده از روابط رگرسیون تابع توانی با استفاده از داده‌های این آزمایش نشان داده شده است.

$$w = asb \quad (3)$$

W : سایش در طول نوک تیغه (mm)

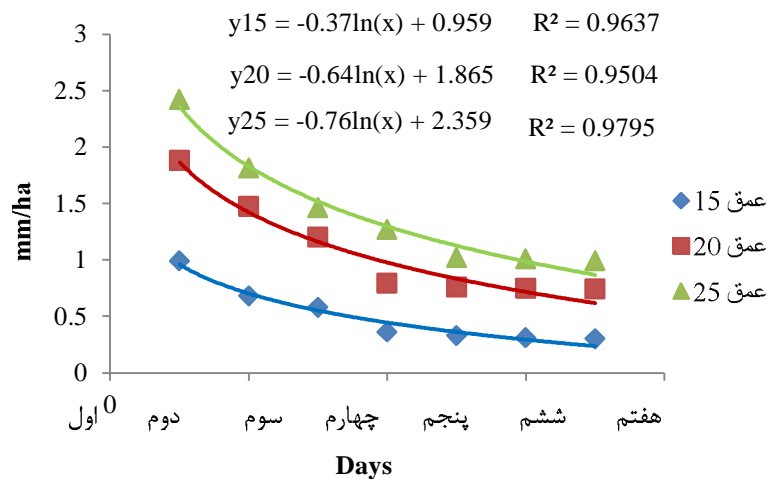
s : سطح کارکرد (ha)

ضریب a برای عمق‌های $15, 20$ و 25 سانتی متر به ترتیب $0.772, 1/39$ و $1/7$ می‌باشد که با توجه به شرایط این پژوهش ارائه شده و در شرایطی دیگر باید جداگانه محاسبه شود. در حالت کلی این عدد بستگی به عوامل مختلف از جمله خاک و شرایط آن، نوع فولاد ابزار و خواص آن (به ویژه سختی)، سطح مورد مطالعه، عمق کار و سرعت حرکت دارد. به عبارت دیگر به غیر از مسافت، عواملی مانند سنگلاخی بودن زمین یا افزایش سطح کارکرد که باعث افزایش ساییدگی نوک تیغه می‌گردد سبب افزایش ضریب a خواهد شد. همانطور که در نمودار ارائه شده در شکل‌های (۳) مشاهده می‌شود که نشان دهنده شیب تند منحنی در عمق‌های بالا می‌باشد. ضریب a با افزایش عمق بیشتر می‌شود. دلیل آن را می‌توان ناشی از افزایش شاخص مخروطی خاک و به دنبال آن افزایش فشار وارده بر نوک تیغه دانست.

سایش تیغه‌ها در سطح کارکرد یکسان مقایسه می‌شود. لذا ساییدگی نوک تیغه‌ها در یک هکتار تعیین و در شکل (۴) نشان داده شده است. در روزهای اول کاری، تیغه دارای شکل هندسی منظم بوده و سطح تماس بیشتری با خاک ایجاد می‌کند. با سایش نوک تیغه و خارج شدن از قالب منظم آن، روند سایش کاهش می‌یابد. به منظور درک بهتر از میزان سایش تیغه‌ها در روزهای متوالی، درصد سایش آن‌ها در جدول (۳) نشان داده شده است.

سپس روند سایش آن‌ها کاهش یافته و تقریباً ثابت می‌ماند.

مطابق شکل (۴)، سایش تیغه‌ها در نمودارهای ارائه شده از تابع لگاریتمی تبعیت می‌کند. با توجه به خاصیت تابع لگاریتمی، مقدار نمودار در روزهای اول زیاد بوده و سپس از میزان رشد نمودار کاسته می‌شود. به عبارتی دیگر در روزهای اول کاری، تیغه‌های خاکورز با ساییدگی بیشتری روبرو شده و



شکل ۴: نمودار ساییدگی نوک تیغه‌ها در سه عمق مختلف در روزهای کاری

Figure 4: Blade tips wear chart in three different depth in different working days

جدول ۳: درصد سایش نوک تیغه‌ها در هفت روز کاری

Table 3: blade tips wear percentage in 7 working days

روز کاری	(cm15) %P	علامت گذاری	(cm20) %P	علامت گذاری	(cm25) %P	علامت گذاری
اول	3.53	A ₁	6.7	B ₁	8.64	C ₁
دوم	2.52	A ₂	5.63	B ₂	7.08	C ₂
سوم	2.2	A ₃	4.87	B ₃	6.14	C ₃
چهارم	1.39	A ₄	3.37	B ₄	5.69	C ₄
پنجم	1.3	A ₅	3.35	B ₅	4.85	C ₅
ششم	1.24	A ₆	3.42	B ₆	5.04	C ₆
هفتم	1.21	A ₇	3.5	B ₇	5.21	C ₇

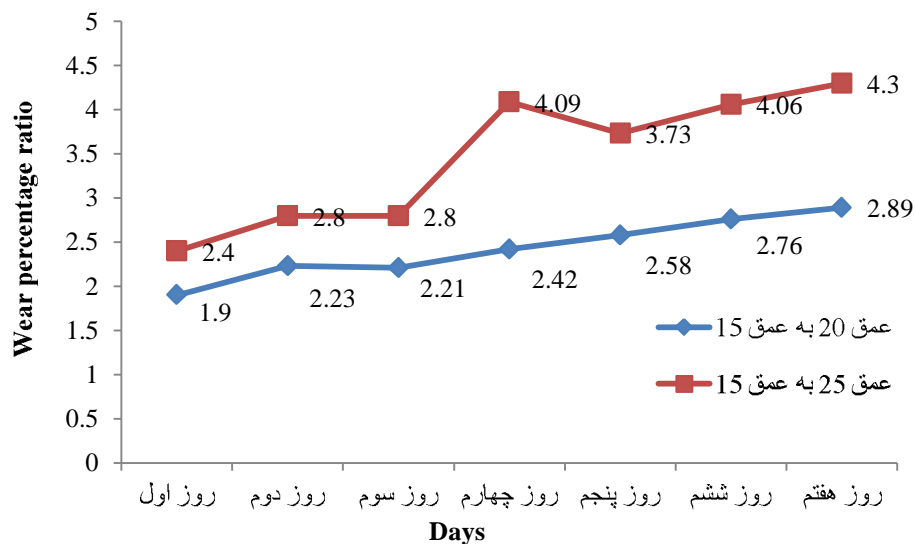
مورد ساختار فیزیکی می‌توان گفت با شخم زدن زمین، تیغه از شکل منظم خود خارج می‌شود لذا با رسیدن به سطوح کارکرد پایانی، درصد کمتری از تیغه با خاک تماس پیدا می‌کند.

بنا به مطالب فوق می‌توان گفت کاهش آهنگ سایش می‌تواند به دلیل افزایش تدریجی سختی سطح، در اثر کار سختی باشد. پیش از این، ایر و پار (۲۰۰۶) اعلام کرده بودند که آهنگ افزایش سختی سطح بستگی به سختی اولیه و ضریب کار سختی فولاد دارد لذا کاهش آهنگ سایش نیز به این دو عامل بستگی دارد. همچنین با مقایسه‌ی حروف غیر مشابه (A، B و C) در جدول (۳) مشاهده می‌شود که درصد ساییدگی نوک تیغه‌ها با افزایش عمق کاری، افزایش می‌یابد. در جدول (۳)، داده‌های مربوط به A₁، B₁ و C₁ به ترتیب برابر ۳/۵۳، ۶/۷ و ۸/۶۴ درصد می‌باشد که بدین ترتیب درصد ساییدگی نوک تیغه‌ها در عمق ۲۰ و ۲۵ سانتی متر

در جدول (۳) درصد سایش نوک تیغه‌ها در عمق ۱۵، ۲۰ و ۲۵ به ترتیب با حروف A، B و C نشان داده شده است که با مقایسه‌ی داده‌های مربوط به حروف مشابه و غیر مشابه، دو نکته‌ی مهم می‌توان پی برد.

با مقایسه‌ی حروف مشابه (A₁ تا A₇)، (B₁ تا B₇) و (C₁ تا C₇) در جدول (۳) استنباط می‌شود که در روزهای کاری نخست، درصد سایش نوک تیغه‌ها بیشتر از روزهای پایانی است. همانطور که مشاهده می‌شود در روز اول کاری، درصد سایش نوک تیغه‌ها در عمق ۱۵ سانتی متر ۳/۵۳ درصد و در روز هفتم کاری برابر ۱/۲۱ درصد می‌باشد. به همین ترتیب در عمق ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر، درصد سایش نوک تیغه‌ها در روز اول ۱/۹ و ۱/۷ برابر درصد سایش آن‌ها در روز هفتم کاری بوده است. نزولی بودن روند سایش به دلیل ساختار فیزیکی و همچنین ترکیبات موجود در فلز تیغه می‌باشد. در

در روز اول کاری به ترتیب ۱/۹ و ۲/۴ برابر درصد ساییدگی نوک تیغه‌ها در عمق ۱۵ سانتی متر می‌باشد. به منظور مقایسه ساییدگی در عمق‌های مختلف، شکل (۵) ارائه شده است که درصد سایش نوک تیغه‌ها در عمق ۲۰ و ۲۵ سانتی متر را نسبت به عمق ۱۵ سانتیمتر نشان می‌دهد.



شکل ۵: نمودار مربوط به نسبت درصد سایش نوک تیغه‌ها در روزهای کاری

Figure 5: Blade tips wear percentage ratio chart in different working days

خاک‌ورز اولین قسمتی است که خاک را برش می‌دهد لذا بیشترین فشار وارده در قسمت نوک تیغه‌ها اعمال می‌گردد. طبق داده‌های بدست آمده از نمودار ۵ با ساییده شدن نوک تیغه‌ها از مقاومت در عمق‌های بالا کاسته شده و به عبارتی دیگر سرعت ساییده شدن تیغه‌ها در عمق‌های بالا افزایش می‌یابد.

برای مشاهده‌ی روند ساییدگی تیغه‌ها مطابق حالت قبلی، درصد سایش لبه‌ی تیغه‌ها در جدول (۴) درج گردیده که بر اساس رابطه‌ی (۱) بدست آمده است.

شکل ۵ نشان می‌دهد که درصد ساییدگی نوک تیغه‌ها در عمق ۲۵ سانتی متر در روز اول، ۲/۴ برابر درصد ساییدگی آن‌ها در عمق ۱۵ سانتی متر بوده است حال آنکه همین نسبت در روزهای پایانی به ۴/۳ برابر افزایش یافته است. این مسئله نشان می‌دهد که با گذشت زمان اختلاف ساییدگی نوک تیغه‌هایی که در عمق بیشتر کار می‌کنند نسبت به تیغه‌های سطحی، افزایش می‌یابد.

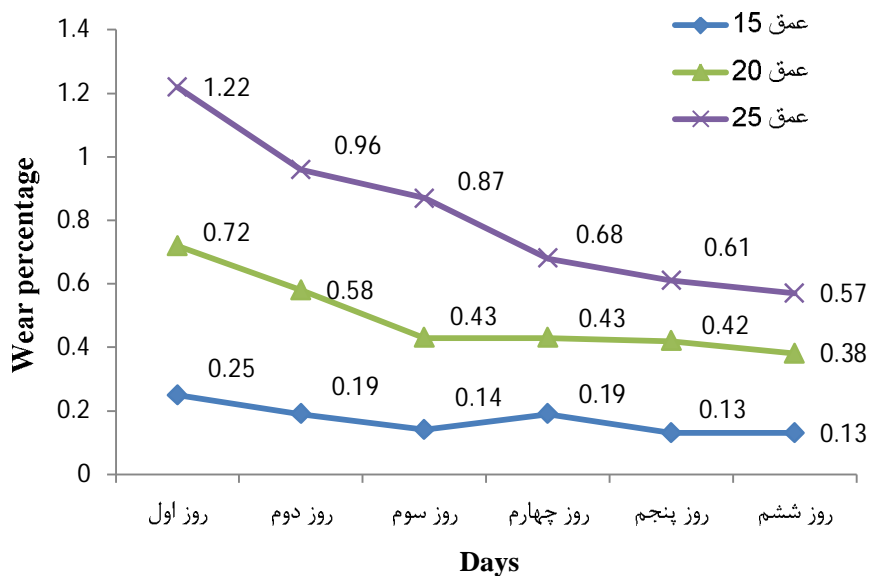
به عبارتی دیگر عمق کار و سطح کارکرد، ارتباط وابسته‌ای با یکدیگر داشته و با افزایش سطح کارکرد، تأثیر عمق کار بر روی سایش نوک تیغه‌ها چشمگیر خواهد بود. از آنجاییکه نوک تیغه‌های

جدول ۴: درصد سایش لبه‌ی تیغه‌ها در هفت روز کاری
 Table 4: Blade tips wear percentage in 7 working days

روز کاری	(cm15) %P	(cm20) %P	(cm25) %P
اول	0.91	2.36	5.98
دوم	0.84	1.79	4.34
سوم	0.80	1.44	3.31
چهارم	0.72	0.97	2.71
پنجم	0.48	0.89	2.09
ششم	0.42	0.82	1.75
هفتم	0.37	0.76	1.2

آن خراش دادن زمین، در معرض تنش‌های ماکزیمم از جانب خاک قرار می‌گیرد با توجه به اینکه نوک تیغه اولین قسمتی است که هنگام حرکت گاواهن در تماس با خاک قرار می‌گیرد و فشار زیادی را از جانب خاک متحمل می‌شود. معیار بعدی اندازه گیری سایش، بر مبنای کاهش وزن می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک ملاک کلی برای ساییدگی تیغه‌های قلمی بکار رود. زمانیکه تیغه در داخل خاک قرار می‌گیرد، تمام نقاط آن با خاک در تماس بوده که سبب خوردگی فولاد خواهد شد. برای مشاهده‌ی روند ساییدگی بر مبنای کاهش وزن، شکل (۶) ارائه شده است که درصد سایش تیغه را بر مبنای کاهش وزن نشان می‌دهد.

جدول ۴ نشان می‌دهد که درصد سایش لبه‌ی تیغه‌ها روندی نزولی را طی می‌کند که این روند در عمق‌های مختلف، متفاوت از همدیگر می‌باشد. لبه‌های تیغه، تنش‌های جانبی وارده از سوی خاک را متحمل می‌گردد. با مقایسه‌ی درصد سایش نوک و لبه‌ی تیغه (جدول ۳ و ۴) در عمق کار یکسان مشاهده می‌شود که نوک تیغه درصد سایش بیشتری نسبت به لبه‌ی تیغه دارد بطوریکه در روز پایان کاری، درصد سایش نوک تیغه در عمق‌های ۱۵،۲۰ و ۲۵ سانتی متر به ترتیب ۳/۳۶، ۴/۶ و ۴/۳۴ برابر درصد سایش لبه‌ی تیغه‌ها بوده است. ساری و یلماز (۲۰۰۶) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که نوک تیغه گاواهن چیزل به دلیل شکل هندسی خود، هنگام کشیده شدن و به دنبال



شکل ۶: نمودار کاهش وزن تیغه بر حسب روز کاری در سه عمق مختلف

Figure 6: Weight reduction of blades chart toward working days in three different depth

نوک تیغه در پایان عملیات ۲/۵ برابر بیشتر از سایش لبه تیغه بوده است. از دیگر نتایج این تحقیق می‌توان به کم بودن درصد سایش وزنی تیغه نسبت به سایش ابعادی آن می‌باشد که بیانگر خوردگی کمتر کناره‌ها و سطح رویی تیغه نسبت به نوک و لبه‌ی آن می‌باشد. با توجه به درصد سایش بالا در فاصله‌ی طولی نوک تیغه نسبت به لبه‌های آن می‌توان پیشنهاد کرد که برای کاهش مشکل سایش تیغه‌های برش گاواهن چیزل، نیازی به استفاده از فولادهای مرغوب و گران قیمت برای تمام نقاط تیغه نیست بلکه چنانچه فقط در محدوده‌ی طولی نوک تیغه از فولاد مقاوم به سایش استفاده شود از زیان ناشی از سایش تیغه‌های برش به مقدار زیادی کاسته می‌شود.

با توجه به شکل ۶، درصد ساییدگی بر اساس وزن از دست رفته مقدار ناچیزی در مقایسه با کاهش طول نوک یا کاهش طول لبه را آشکار می‌سازد که از اینجا می‌توان به خوردگی کم فولاد در مقایسه با وزن کل تیغه پی برد. همانطور که ذکر شد بیشترین سایش در نوک و لبه‌ی تیغه اتفاق می‌افتد و کناره‌های طولی و سطح رویی آن سهم کمتری را در وزن از دست رفته‌ی تیغه خواهد داشت. نکته‌ی دیگر در نمودار فوق این است که وزن تیغه‌ها با رسیدن به روزهای آخر کاری کم می‌شود.

۴-نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که تیغه‌های قلمی گاواهن چیزل به دلیل شکل هندسی و خاص خود بیشتر از قسمت نوک آن آسیب‌پذیر می‌باشند. نتایج نشان داد که در عمق ۲۵ سانتی‌متر، درصد سایش

۵-فهرست منابع

1. Bayhan, Y. 2006. Reduction of wear via hardfacing of chisel ploughshare. **Tribology International**. 39: 570-574.
2. Bobobee, E.Y.H and Gebresenbent, G. 2007. Effect of cutting edge thickness and state of wear of ploughshare on draught force and heart rates of Sanga oxen in Ghana. **Soil and Tillage Research**. 95: 298-307.
3. Davis, J.R. 2001. A text book of **Surface engineering for corrosion and wear resistance**, 2nd ed. ASM International, Ohio, U.S.A, 1-10.
4. Er, U and Par, B. 2006. Wear of plowshare components in SAE 950C steel surface hardened by powder boriding. **Wear**. 261: 251-255.
5. Fares, M., Touhami, M.Z., Belaid, M and Bruyas, H. 2009. Surface characteristics analysis of nitrocarburized (Tenifer) and carbonitrided industrial steel AISI 02 types. **Surface and Interface Analysis**. 41: 179-186.
6. Foley, A.G., Chisholm, C.J and Miclees, V.A. 1988. Wear of ceramic protected agricultural subsoilers. **Tribology International**. 21(2): 97-103.
7. Godwin, R.J. 2007. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. **Soil and Tillage Research**. 97: 331-340.
8. Gupta, A.K., Jesudas, D.M., Das, P.K and Basu, K. 2004. Performance Evaluation of Different Types of Steel for Duck Foot Sweep Application. **Biosystems Engineering**. 88(1): 63-74.
9. Hatirli, S., Ozkan, B and Fert, C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. **Renewable Energy**. 31: 427-438.
10. Horvat, Z., Filipovic, D., Kosutic, S and Emert, R. 2008. Reduction of mouldboard plough share wear by a combination technique of hardfacing. **Tribology International**. 41: 778-782.
11. Karoonboonyanan, S., Salokhe, V.M and Niranatlumpong, P. 2007. Wear resistance of thermally sprayed rotary tiller blades. **Wear**. 263: 604-608.
12. Moore, M.A and Mclees, V.A. 1980. Effect of Speed on Wear of Steel and a copper by bonded abrasive and soil. **Journal of Agricultural Engineering Research**. 25: 37-45.
13. Mouazcn, A.M., Smolders, S., Mrcsa, F., Gcbregziabhcr, S., Nyssen, J., Verplanckc, H., Dckers, J., Ramon, H and Bacrdcmacker, J.D. 2007. Improving animal drawn tillage system in Ethiopian highlands. **Soil and Tillage Research** .95: 218-230.
14. Natsis, A., Petropoulos, G and Pandazaras, C. 2008. Influence of local soil conditions on mouldboard ploughshare abrasive wear. **Tribology International**. 41: 151-157.

15. Osiak, Z. 1999. Wear of spring tine cultivator points in sandy loam and light clay soils in southern Poland. **Soil and Tillage Research**. 50: 333-340.
16. Sari, N.Y and Yilmaz, M. 2006. Investigation of abrasive erosion wear behavior of surface hardening methods applied to AISI 1050 steel. **Materials and Design**. 27: 470-478.
17. Yazici, A. 2011. Investigation of the reduction of mouldboard ploughshare wear through hot stamping and hardfacing processes. **Turk J Agric For**. 35: 461-468.
18. Yu, H.J and Bhole, S.D. 1990. Development of a prototype abrasive wear tester for tillage toolmaterials. **Tribology International**. 23(5): 309-316.

Chisel Plow Blades' Wear Modeling and the Determination of Wear Sensitive Points

S. Derafshpoor¹ , P. Ahmadi Moghadam²

¹ M.Sc in Agriculture machines mechanic Engineering, University of Urmia, Iran

² Assistant professor of Department of mechanic of biosystem, Agriculture faculty, Urmia University, Urmia-Iran

Email: Sajad_d65@yahoo.com

Received: 2013- 11- 25 Accepted: 2014- 04- 10

Abstract

Agricultural machines designers' nonstop efforts have always focused on optimizing agricultural instruments and protecting agronomical soils. The present study was carried out in order to examine the effect of working depth and functioning level on chisel plow blades' wear rate in silt clay soil. Experiments were done in form of a totally random factorial design with three repetitions. Experimental treatments including working depth in three levels (15, 20, and 25 cm) and functioning area in seven levels (1.2, 4.35, 6.75, 12, 15, and 18 ha). The results of the various analysis indicated that working depth, functioning level and their interaction have a significant effect on the edge and tip of the blades wear ($P=0.01$). Likewise, wear modeling based on the functioning level showed that the wear percentage of blade's tip on the first working day was more than the wear percentage on the final day. Moreover, wear percentages of the blade's edges were less than its tip.

Key words: wear, plow blade, tillage, draft force, chisel plow