مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال هشتم - شماره اول - بهار ۱۳۸۰

تأثیر نوع تیغه و سرعت حرکت برمصرف سوخت و شدت سایش تیغه‌ها در گاوآهن برگردان‌دار

محسن شاکری
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۷۹/۸/۱؛ تاریخ پذیرش: ۷۹/۱۲/۲۳

چکیده

این پروژه بر اساس نتایج حاصله از آزمایشهای انجام گرفته در مزرعه و اثر سرعتهای مختلف در سایش تیغه‌های فولادی گاوآهن برگردان‌دار از نوع سوارشونده چهار خیش در عمیق ثابت و همچنین چگونگی میزان مصرف سوخت به مرحله اجرا درآمد. به منظور تأمین نیروی کششی از یک دستگاه تراکتور جاندیر با قدرت ۹۰ اسب بخار استفاده شد و تأثیر سه متغیر سرعت، شماره تیغه و نوع تیغه بر میزان فرسودگی تیغه‌های گاوآهن بررسی گردید. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند: از نوع تیغه گاوآهن در دو سطح ایرانی و آلمانی ، سرعت حرکت در سه سطح ۵،۴،۳ با ۰/۱۵± کیلومتر در ساعت و شماره تیغه گاوآهن در چهار سطح و مصرف سوخت مورد آزمایش قرار گرفت. پس از تجزیه واریانس میانگین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد و نتایج حاصله نشان داد که میزان سایش در تیغه‌های ۱ و ۲ بطور کلی بیشتر از تیغه‌های ۳ و ۴ می‌باشد با این حال اثر متقابل معنی‌داری بین فرسایش تیغه‌هاو نوع آنها وجود داشت. فرسایش در تیغه های آلمانی عمدتاً در تیغه‌های ۱ و ۲ متمرکز بود حال آنکه در نوع ایرانی، چهار تیغه بطور یکسان فرسایش یافتند. اثر متقابل سرعت و استهلاک تیغه‌ها نیز معنی‌دار شد. میزان استهلاک در تیغه‌های ۲ و ۳ و ۴ تقریباً مستقل از سرعت بود ولی در مورد تیغه ۱ با افزایش سرعت، استهلاک بطور چشمگیری افزایش نشان داد. به علاوه تأثیر سرعت بر مصرف سوخت نیز معنی‌دار بود. علل احتمالی اختلافات نشان داده شده مورد بررسی و بحث قرار گرفته است .

واژه های کلیدی :نوع تیغه، مصرف سوخت تراکتور، گاوآهن برگردان‌دار، سایش تیغه‌ها.

مقدمه

گاو آهن برگردان‌دار[1] رایج‌ترین وسیله‌ای است که برای شخم اراضی کشاورزی و مراتع در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و بیشترین مصرف انرژی را در تولید محصولات کشاورزی به خود اختصاص می‌دهد (۵). امروزه، انواع مختلف خیش تولید می‌شوند که هر یک برای شرایط خاصی از خاک عمق سطح و سرعت طراحی و توسعه یافته اند. عوامل خاک‌ورز این گاوآهن شامل تیغه[2] یا سوک و صفحه برگردان[3] می باشد (۲ و ۳).

بزرگترین مشکل خاک‌ورزی به طور حاد در تیغه‌ها، فرسودگی و مستهلک‌شدن آن در اثر سائیدگی به وسیله ذرات سخت خاک[4] است (۱۱). سائیدگی از جمله خواص دنیامیکی خاکها است که اثر آن بطور آنی ظاهر نمی شود بلکه درجه تأثیر آن جمع شونده است. فرسودگی در اثر سایش ممکن است اندازه، شکل و مقاومت ابزار را به حدی تغییر دهد که آن را غیرقابل استفاده کند به ویژه وقتی که مقدار زیادی خاک بر روی سطح ابزار سر خورد که نتیجه آن افزایش مقاومت خاک در مقابل ابزار خاک ورز و افزایش انرژی مصرفی برای شخم شود (۹). عواملی چون مشخصات خاک، متغیرهای متالورژی تشکیل دهنده ابزار خاک‌ورزی و نیز رابطه بین خاک و ابزار از جمله موارد مهم و تأثیر بر سایش ادوات خاک‌ورزی از جمله گاو آهنهای برگردان‌دار هستند. در تحقیقات انجام شده توسط ریچاردسون و همکاران، مشخصه‌های خاک به چهار دسته تقسیم می گردند که عبارتند از: سختی ذرات، شکل، زاویه دار بودن ذرات، درصد سنگ ریگ و خاک، مقاومت و چگالی خاک، که هر یک تأثیر به سزایی بر سایش ابزار خاک‌ورزی دارند (۴).

سختی ذرات خاک با سختی موس [5] سنجیده می‌شود که برای سنگ‌ریزه، شن، ریگ، وسیلت در حدود ۷ و برای رس ۲/۵ می‌باشد (۱، ۱۴و۱۷). این خود نشان دهنده آن است که چرا بعضی‌مواد دارای مقاومت به سایش خوبی در خاکها بدون سنگ هستند ولی در خاکها شنی مقاومت خوبی در مقابل سایش ندارند (۳). بول (۱۷) ذرات خاک را براساس کاهش تیزی به ترتیب سنگ‌ریزه، شن، ریگ، سیلت و رس تقسیم‌بندی نمود. افزایش درصد مواد سنگی و ریگ در خاک باعث افزایش سایش ابزار خاک ورزی می‌شود. مقاومت ، چگالی و رطوبت خاک از جمله پارامترهای مؤثر در افزایش فشار تماسی بین خاک و ابزار خاک‌ورزی می‌باشند. ناتزیست و همکاران (۱۴) اثر درصد رطوبت خاک را در میزان فرسودگی تیغه‌های گاوآهنهای برگردان‌دار در خاکهای رسی، شنی و لومی مورد آزمایش قرار داده و گزارش نمودند که میزان سائیدگی در خاکهای لومی و رسی با افزایش درصد رطوبت کاهش یافته ولی در خاک شنی همچنان افزایش می‌یابد.

متغیرهای متالوژی مواد تشکیل‌دهنده ابزار مانند سختی، چقرمگی، ساختار میکروسکوپی و ترکیبات شیمیایی تیغه‌های گاوآهن از جمله عوامل مؤثر در مقاومت ابزار در مقابل سایش خاک می‌باشند (۴، ۱۰). مواد فلزی که در عملیات کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند بایستی در حد مناسبی از سختی و چقرمگی باشند (۴، ۷، ۸، ۱۱، ۱۳و۱۴). ضمن اینکه ساختار میکروسکپی با دانه‌بندی ریز و اضافه کردن عناصر

---

1 - Moldboard plow

2 - Share or [Soc)

3 - Moldboard

4 - Abrasive by hard soil

۵- آزمونی است به منظور تعیین سختی نسبی مواد معدنی سنگ و سرامیک ها در مقابل سایش

آلیاژی مختلف بر فلز اصلی می‌تواند در بهبود مقاومت به سایش تیغه‌ها اثر زیادی داشته باشند (۱۵،۱۶،۱۷و۱۸).

رابطه بین ابزار خاک‌ورز و خاک نیز تأثیر بسزایی در میزان سایش دارد ، سرعت فرسودگی بستگی به سرعت سُرش ذرات خاک بر روی سطح تیغه دارد .براساس تحقیقات زوم ۱۹۸۷ حجم ماده از بین رفته با مربع سرعت بین ذرات خاک و سطح سایش برای مواد نرم و شکل‌پذیر افزایش یافته و برای مواد ترد و شکننده، با توان ششم سرعت افزایش می‌یابد (۱۸). نتایج تحقیقات به عمل آمده در مزرعه (۱۲) حاکی از آن است که فرسایش تیغه، تحت تأثیر سرعت تراکتور ، جنس تیغه و نوع خاک متفاوت بوده است . آزمایشها نشان می‌دهد که با افزایش سرعت پیشروی گاوآهن در خاک، تغییرات عمق شخم و میانگین فشار مخصوص خاک بر تیغه تغییر یافته واین تغییرات فشار در نقاط مختلف تیغه با افزایش سرعت به نسبت مستقیم زیاد نمی‌شود و بیشترین افزایش در قسمت نوک تیغه می‌باشد (۱۷).

با توجه به بررسی عوامل مؤثر بر فرسودگی ابزار خاک‌ورزی این پروژه به منظور رسیدن به اهداف زیر به مرحله اجرا در آمد.

۱) تأثیر سرعت بر میزان فرسودگی تیغه‌های گاو آهن برگردان‌دار، ۲)اثر متقابل شماره تیغه‌های گاو آهن و نوع تیغه بر میزان فرسودگی، ۳) تعیین میزان مصرف سوخت در سرعتهای مختلف و شخم با عمق ثابت.

مواد و روشها

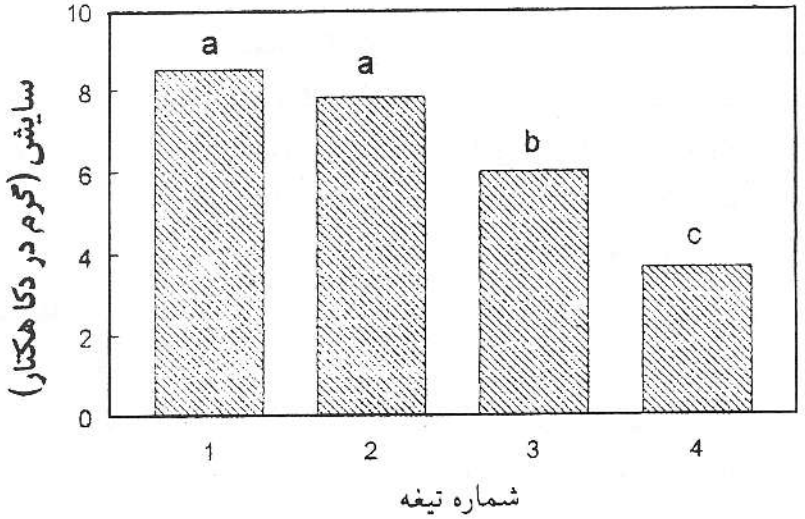
این آزمایش در سال ۱۳۷۹ در اراضی پردیس دانشگاه فردوسی مشهد اجراء گردید ، این اراضی از سال ۱۳۷۷ در آیش بوده و بقایای گیاهی آن کاملاً از بین رفته بود . بافت خاک لومی با محتوی ۴۸/۸۱ درصد شن، ۳۶/۷۲ سیلت و ۱۴/۴۷ درصد شن و شیب زمین در جهت طولی و عرضی به ترتیب یک درصد و دو در هزار بود. میزان رطوبت خاک ۱۰ تا ۱۲ درصد اندازه‌گیری شد . در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد و تأثیر سه متغیر سرعت و شماره تیغه و نوع تیغه بر میزان فرسودگی تیغه‌های گاوآهن بررسی گردید . فاکتورهای آزمایش عبارت بودند: از نوع تیغه گاوآهن در دو سطح ایرانی و آلمانی ، سرعت حرکت در سه سطح ۵،۴،۳ با ۰/۱۵ ± کیلومتر بر ساعت و شماره تیغه گاوآهن در چهار سطح ، ضمناً سوخت مصرفی نیز تحت همین شرایط آزمایشی بدون احتساب فاکتور سوم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت ، پس از تجزیه واریانس میانگین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم افزار MSTATC مقایسه شدند.

در ارتباط با متغیر سرعت ذکر دو نکته ضروری است ، ابتدا برای بررسی مصرف سوخت تراکتور، دور موتور را در ۲۵۰۰ در دقیقه ثابت نگه داشته و تغییر سرعت تنها با تعویض دنده صورت می‌گرفت. ثانیاً سرعت لحظه‌ای تراکتور بدلیل لغزش چرخها متغیر بوده در نتیجه سرعت انتخاب شده سرعت متوسط عملیات می باشد. گاوآهن مورد استفاده از نوع سوار شونده ابرهارد ساخت کشور آلمان با چهار خیش و باعرض برش ۳۰ سانتیمتر بود. این گاوآهن دارای چرخ تثبیت عمق بودکه توسط بازوی عمودی تنظیم می شد. برای تأمین قدرت کششی از تراکتور جاندیر مدل ۳۱۴۰ با قدرت ۹۰ اسب بخار استفاده گردید. فشار باد لاستیکهای جلو و عقب طبق توصیه کارخانه سازنده آن بترتیب ۱۵۰ و ۱۴۰ بار در نظر گرفته شد. آزمایشها در ۱۲ کرت، هر یک به مساحت هزار متر مربع انجام شد و داده‌های ثبت شده در هر آزمایش شامل فرسودگی تیغه‌ها، سرعت متوسط پیشروی و مصرف سوخت بود. اندازه گیری

فرسودگی تیغه‌ها بوسیلهٔ روش سنجش وزن انجام شد. وزن تیغه قبل از شخم کرت (m_i) و وزن بعد از شخم کرت (m_f) و مقدار فرسودگی تیغه $Am=m_i-m_f$ با ترازوی آزمایشگاهی و با دقت یک گرم توزین شد و سرانجام میانگین فرسودگی تیغه ها به عنوان مقدار فرسودگی در هر کرت محاسبه گردید. قبل از عمل توزین، تیغه ها به دقت تمیز و تمامی گرد و خاک روی آنها شسته و پس از خشک کردن عمل توزین انجام گردید. این روش قبلاً نیز جهت اندازه‌گیری فرسودگی تیغه ها توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است (۶، ۹و۱۷). مقدار سوخت مصرفی با استفاده از سیلندر مدرج بدین صورت تعیین شد که در آغاز هر آزمایش قبل از شخم هر کرت مخزن سوخت تراکتور را تا خط تراز پر نمود سپس در پایان عملیات شخم کرت با استفاده از سیلندر مدرج مجدداً آن را تا خط تراز پر نموده و بالاخره مقدار سوخت مصرفی بر حسب سانتی متر مکعب در دکا هکتار ثبت شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ اثر شماره تیغه گاوآهن بر میزان سایش را نشان می‌دهد، طوری که میزان سایش تیغه ۱ (نزدیکترین تیغه به تراکتور) و ۲ نسبت به هم معنی‌دار نبوده در حالیکه تیغه‌های ۳ و ۴ به دلیل وجود درجه آزادی بیشتر نسبت به سایر تیغه‌های تحت تاثیر فشارکمتر خاک معنی‌دار می باشد به این معنی که میزان سایش آنها نسبت به تیغه های ۱ و ۲ کمتر است .

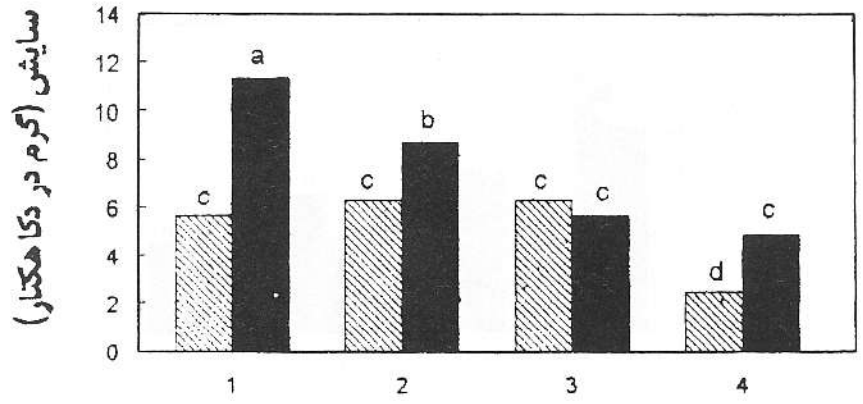


شکل ۱ - میزان سایش در تیغه‌های مختلف گاو آهن.

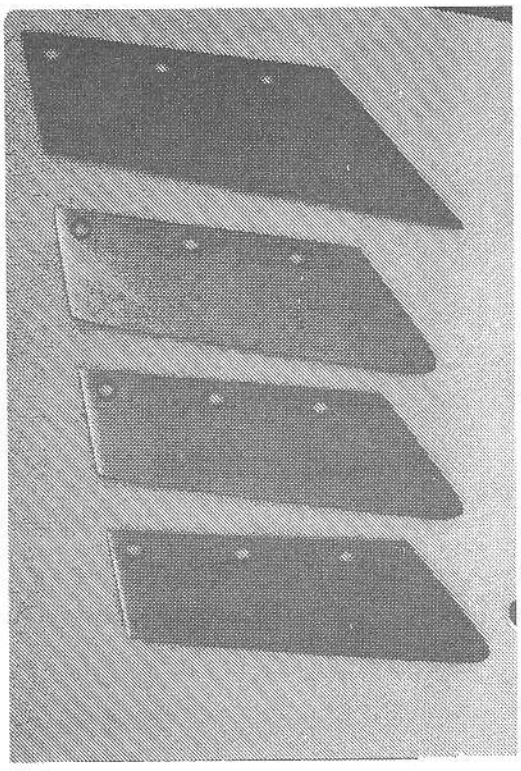
شکل ۲ اثر متقابل شماره تیغه و نوع تیغه گاوآهن بر میزان فرسایش را نشان می‌دهد.نتایج حاصل مؤید آن است که به دلیل اختلاف در شکل هندسی تیغه‌های ایرانی و آلمانی (شکلهای ۳ و ۴) و نیز عملیات حرارتی گوناگون که در روی آنها انجام شده و همچنین به دلیل شکل منظم تیغه‌های آلمانی سطح تماس این تیغه‌ها با خاک بیشتر و در نتیجه سایش در آنها بیشتر بوده، در حالیکه نوک تیغه‌های ایرانی حالت منقاری داشته (شکل۴) و به علت تماس مستقیم این لبه با خاک سایش در آنها کمتر مشاهده گردیده است (۱۷). احتمالاً به لحاظ عملیات حرارتی و آهنگری انجام شده که متأسفانه به دلیل عدم امکانات، اطلاعات دقیقی از نحوه عملیات حرارتی و میزان سختی آنها در دست نمی‌باشد، این اثر معنی‌دار بوده بطوریکه هر دو نوع تیغه بطور مشابهی سایش در آنها مشاهده نگردیده، در حالیکه سایش هر دو نوع تیغه با شماره تیغه روند رو به کاهش را نشان می‌دهد. این نتیجه با یافته‌های تعدادی از محققین (۵، ۱۱) که در تحقیقات خود کاهش سایش را با افزایش سختی گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد.

در شکل ۵ اثر متقابل شماره تیغه‌های گاوآهن و سرعت بر میزان سایش مقایسه شده است و در نتیجه اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد بطوریکه با افزایش سرعت، میزان سایش افزایش یافته و این روند تقریباً با شماره تیغه ها تداوم دارد بطوری که حداکثر سایش در تیغه شماره یک مشاهده می گردد. با توجه به اینکه مقاومت کششی گاوآهن برگردان‌دار در شرایط یکسان خاک تابع درجه ۲ از سرعت افزایش می‌یابد این نتیجه نیز تأییدی دیگر بر یافته‌های محققین قبلی است(۶).

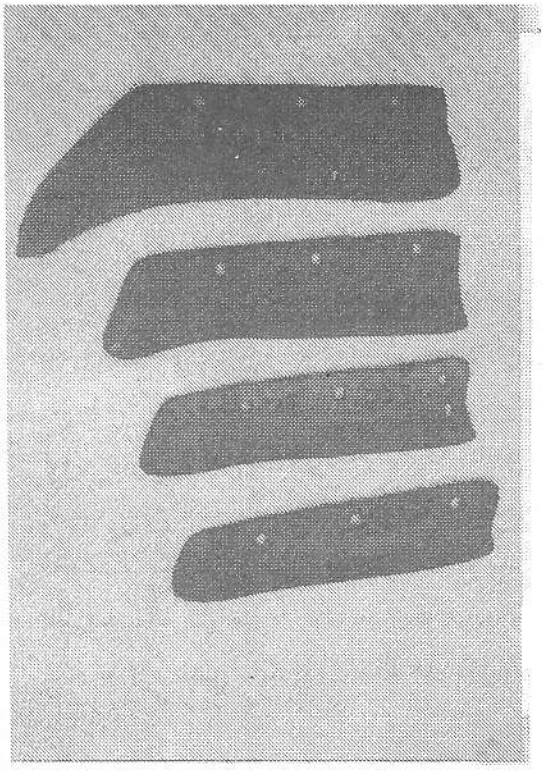
اثر متقابل نوع تیغه و سرعت بر میزان سایش در



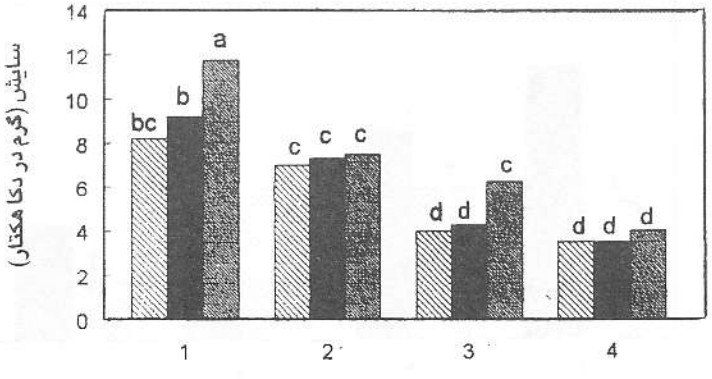
شکل ۲- اثر متقابل شماره تیغه و نوع گاوآهن نسبت به میزان سایش.
تیغه آلمانی(توپر)، تیغه ایرانی(هاشور)



شکل ۳- مقایسه تیغه نو آلمانی
با تیغه های فرسایش یافته.



شکل ۴ - مقایسه تیغه نو ایرانی
با تیغه های فرسایش یافته.

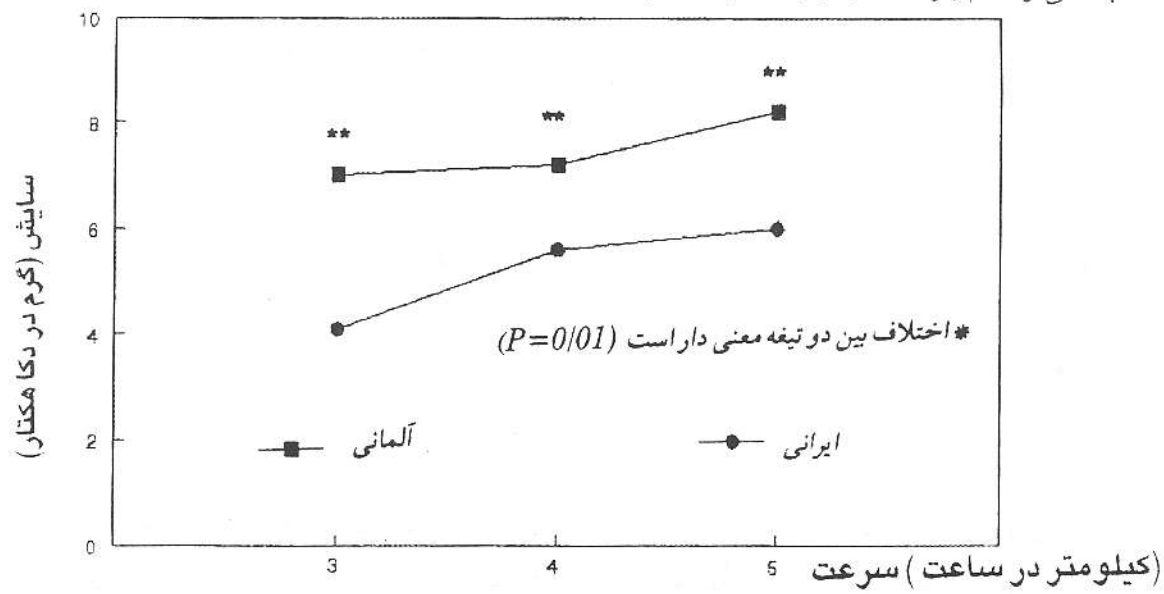


شکل ۵ - اثر متقابل شماره تیغه های گاوآهن برگرداندار و سرعت بر میزان سایش. در هرگروه از چپ به راست به ترتیب ۳، ۴ و ۵ کیلومتر در ساعت هستند.

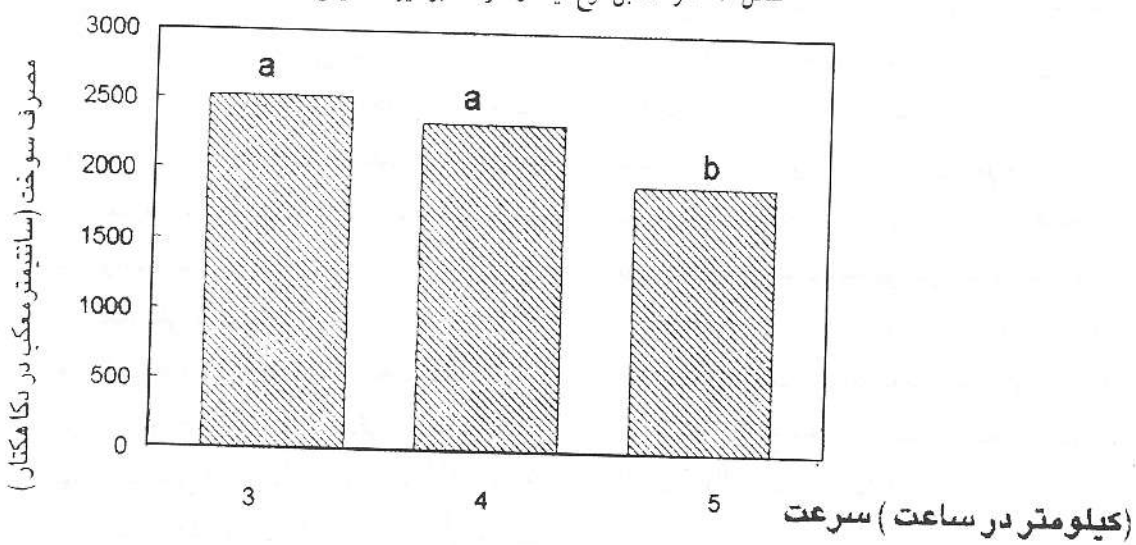
شکل ۶ ارائه شده است. در این مقایسه اثر معنی‌دار داری مشاهده نگردیده و پاسخ هر دو نوع تیغه گاو آهن یکسان می‌باشد و بطورکلی با افزایش سرعت بدون توجه به نوع گاوآهن میزان سایش افزایش پیدا می کند.

اثر سرعت بر میزان مصرف سوخت معنی‌دار بود (شکل ۷) و با افزایش سرعت ، میزان سوخت مصرفی بطور چشمگیری کاهش نشان داد که دلیل آن را زمان کمتر جهت شخم هر کرت در سرعتهای بالا می‌توان نام برد که در نهایت میزان مصرف سوخت کمتر شد.

اثرات متقابل سه طرفه بین نوع تیغه، سرعت و شماره تیغه گاوآهن و میزان سایش در جدول ۱ ارائه شده است. در تمام سرعتهای مورد آزمایش میزان سایش با شماره تیغه های ایرانی کاهش را نشان می دهد در حالکیه شدت کاهش وزن در تیغه های آلمانی بیشتر می‌باشد و عمده فشار و به تبع آن سایش در تیغه های ۱ و ۲ می باشد. با وجود این دوام در تیغه‌های آلمانی از ایرانی بیشتر است و همانطور که در شکل ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود دلیل



شکل ۶ - اثر متقابل نوع تیغه و سرعت بر میزان سایش.



شکل ۷- اثر سرعت بر میزان مصرف سوخت.

جدول ۱ - اثرات متقابل سه طرفه بین نوع تیغه ، سرعت و شماره تیغه گاو آهن و میزان ساینده‌گی واحد اعداد جدول گرم بردکاهکتار می‌باشد.

نوع تیغه	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شماره تیغه ۱	۲	۳	۴
تیغه ایرانی	۳	۶/۵	۵/۵	۶	۳
	۴	۶	۴	۵	۲/۵
	۵	۹/۵	۸	۴/۵	۲
	میانگین	۷/۳	۵/۸۳	۵/۱۶	۲/۵
تیغه آلمانی	۳	۱۱	۹	۴	۴
	۴	۱۱	۱۰/۷	۳	۴/۵
	۵	۹	۴/۵	۵	۶
	میانگین	۱۳/۶۶	۸/۰۶	۴	۴/۸۳

این امر سایش در تمام جهات تیغه‌های آلمانی می‌باشد. واحد اعداد جدول گرم بر دکا هکتار می‌باشد.

در نتیجه تیغه‌های ایرانی همزمان پس از مدتی کار، سایش از خود نشان می‌دهد بطوریکه باید تعویض گردند در حالیکه در تیغه‌های آلمانی دو تیغهٔ اول تعویض می‌گردند که مشاهدات عملیات شخم نیز موضوع این مهم می باشد.

بطور کلی با توجه به اینکه ایران از نظر اقلیمی جزء کشورهای خشک و کم آب محسوب می‌شود و نیز به منظور کاهش میزان ساینده‌گی تیغه‌های گاوآهن بهترین سرعتی که می‌توان با توجه به میزان مصرف سوخت و کاهش میزان سایش به عنوان اپتیم جهت استفاده معرفی گردد، سرعت ۳ کیلومتر در ساعت‌می‌باشد هر چند که به دلیل متفاوت بودن بافت خاکهای ایران سرعتهای مختلفی ممکن است در عمل مورد استفاده قرار گیرند اما بدلیل اختلاف در ساختار مواد و عدم تجهیزات و وسائل و نیز مقایسه و کاربرد نتایج ارائه شده خالی از اشکال نیست از این رو این مطالب بر روی عوامل مؤثر بر سایش تیغه‌های گاوآهن ایرانی و آلمانی و همچنین تأثیر سرعت بر میزان مصرفی سوخت در سرعتهای مختلف و تیغه آن متمرکز بود. توصیه می شود در این رابطه تحقیقات بیشتری بعمل آید تا بتوان پس از این حصول نتایج محکم نسبت به تغییر حالات خیشهاو افزایش کیفیت آنها اقدام کرد.

منابع

۱- حائریان، ع، وم. کهرم. ۱۳۷۵. آزمون مواد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- شفیعی، س ۱۰، ۱۳۷۴. ماشینهای کشاورزی، مرکز نشر دانشگاهی

۳- منصوری راد، د. ۱۳۷۲. تراکتور و ماشینهای کشاورزی، جلد اول، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

4. Bohlc, S.D. 1988. Materials Data - Base for Tillage Tools, Faculty of Engineering Report Project No. S-86-02-0026 University of Regina Vol.5:17-32.

5. Cracium, V., and D. Leon. 1988. An Analytical Method for Identifiying and Designing a Moaldboard Plow Surface Transaction of the ASAE Vol. 41:1590-1599.

6. Ferquson, S.A., and J.M. Mielke. 1988. Wear of Cultivator Shares in Abrasive South Australian Soils J. Agric. Engng. Res. Vol. 69:99-105.

7. Foly, A.G., P.J. Lawton and J. Bark., 1984 . The Use of Alumina Ceramic to Reduce Weat of Soil - Engaging Component J. Agric. Engng. Res. Vol. 30: 37-46.

8. Foleyt, A.C. 1988. Wear of Ceramic - Projected Agricultural Subsoilers Tribology Inter.

9. Kepner, R.A., R. Bainer, and E.L. Bargen. 1972. Principles of Farm Machinary the AVI. Publishing Co.

10. Lechner, F.G., and H.F. Mccolly 1959 . Abrasive Wear Resistance of Hardfacing used on Agricultural Tillage Tolls ASAE Transaction . Vol. 2:55-57.

11. Moore, M.A. 1975 . The Abrasive Wear Resistance of Surface Coating J.Agric. Engng. Res. Vol.20:167-173.

12. Moore, M.A., and V.A. Mc lees 1980 . Effect of Speed on Wear of Steel and Soils by Bonded Abrasive and Soils J.Agric . Engng . Res. Vol. 25:367-45.

13. Moore, M.A., V.A. Mclees and F.S. King 1979. Hardfacing Soil - Engaging Equipment the Agricultural Engineer.

14. Natesis, A.V., G.Pagadakis and J.Pitsiles 1999. The Influence of Soil Type, Soil Water and Share Sharpness of Moldboard plow on Energy Comsumption Rate of Work and Tillage Quality J.Agric . Engng . Res . Vol. 72:171-176.

15. Richardson, R.C.D. 1967. The Maximum Hardness of strained Surface and the Abrasive Weat of Metals and Alloys Wear Vol.10:353-382.

16. Sheffer, O., and C. Allen 1988. The Abrasive Wear of Steels in South African Soils Tribology Inter.

17. Yu, H.J. and S.D . Bohlc 1990. Development of a Prototype Abrasive Wear Tester for Tillage Tool Material Tribology Inter.

18. Zum Gahr K.H. 1987 . Microstructure and Wear of Materials Elsevier Science Publlishing Company Inc . Vol. 85:168-170.