بررسی و تعیین زمان مناسب جایگزینی تراکتورهای مورد استفاده در شرکت سهامی مزرعه نمونه گرگان

سید باقر سیفی[1*]، حسن عاقل[2]، مهدی خجسته‌پور[2]، عباس روحانی[3]

۱ـ دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، sb_seifi@yahoo.com
۲ـ عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳ـ عضو هیئت علمی دانشگاه شاهرود

چکیده

پیش‌بینی هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ماشین‌های مورد استفاده در واحدهای مکانیزه کشاورزی و زمان جایگزینی آن‌ها از نظر مدیریت اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. جایگزینی باید بر مبنای عوامل اقتصادی باشد؛ بدین معنی که جایگزینی باید در اقتصادی‌ترین موقعیت و نه هنگامی که دارایی فرسوده می‌شود، انجام گیرد. هزینه‌های نگهداری و تعمیر در تعیین عمر بهینه اقتصادی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که متأثر از عمر تراکتور، ساعات کارکرد و نحوه استفاده از آن می‌باشد. در راستای بهینه‌سازی استفاده از سرمایه و ماشین و به منظور برآورد عمر مفید تراکتورهای کشاورزی با لحاظ نمودن هزینه‌های نگهداری و تعمیر تجمعی و مدل‌های هزینه‌ای مناسب، مطالعه‌ای روی تراکتورهای فعال در شرکت سهامی مزرعه نمونه گرگان در استان گلستان شامل تراکتورهای "سام ۱۵۵"، "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"و "مسی‌فرگوسن ۲۸۵"و به ترتیب با تعداد۶، ۶ و ۱۶ دستگاه انجام گرفت. اطلاعات جمع‌آوری شده شامل هزینه‌های نگهداری و تعمیر، ساعات کارکرد سالانه و هم‌چنین قیمت اولیه تراکتورها می‌باشد. داده‌ها توسط برنامه آماری SPSS17 جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری و ترسیم نمودار و تعیین عمر مفید و مناسب پردازش گردیدند. از نقطه نظر عمر مفید تراکتورها، به ترتیب صعودی شامل تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"، "مسی‌فرگوسن ۲۸۵" و "تراکتور سام ۱۵۵" محاسبه شد.

کلید واژه‌ها: تراکتور، عمر مفید، هزینه نگهداری و تعمیرات

مقدمه و هدف

توسعه مکانیزاسیون کشاورزی تا حدود زیادی تابع میزان و چگونگی به‌کارگیری و استفاده از منبع تولید توان می‌باشد. تراکتور به عنوان متداول‌ترین و مهم‌ترین منبع تولید توان در کشاورزی مکانیزه محسوب شده و کاربرد آن در اجرای عملیات کشاورزی مکانیزه، نقش اساسی و ارزنده‌ای دارد (رنجبر، ۱۳۷۵). مکانیزاسیون تأثیر برجسته ای روی هزینه ها و سطوح تولید، روش های تولید و نیازهای نیروی انسانی در کشاورزی داشته است. ماشین‌های کشاورزی سرمایه گذاری سنگینی را به واحدهای کشاورزی تحمیل می کند. برای افزایش سود از طریق کنترل مقدار سرمایه گذاری و هزینه های عملیاتی ماشین آلات، این سرمایه گذاری

بزرگ فرصتی را برای مدیر ارائه می نماید، تا بهترین و مناسب‌ترین روش را برای فعالیت‌های کشاورزی انتخاب کند. هزینه لازم برای برگرداندن ماشین به حالت عملیاتی بعد از فرسودگی، شکستگی قطعات و تصادفات را هزینه نگهداری و تعمیر گویند. مدیران اغلب به دنبال ماشین‌هایی با قابلیت اطمینان بالا می‌باشند، تا تعداد دفعات خرابی ماشین کاهش و قابلیت دسترسی به آن افزایش یابد. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ماشین در ماه‌های اولیه حداقل می‌باشد. با افزایش میزان کارکرد و افزایش سن ماشین، این هزینه افزایش یافته و در سال‌های پایانی عمر ماشین به مقدار ثابت می‌رسد. از آنجایی که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات به شدت وابسته به شرایط موجود هر منطقه از قبیل آب و هوا و سطح کیفی مدیریت می‌باشد، داده‌های به‌دست آمده از این هزینه‌ها دارای انحراف معیار بالایی بوده به طوری که تقریباً هیچ مدل ریاضی به طور خیلی دقیق نمی‌تواند روند تغییرات آنها را پیش‌بینی کند. اما از آن جهت که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات با افزایش عمر ماشین روند صعودی پیدا می‌کند، پس عامل بسیار مهمی در تعیین عمر بهینه و مفید ماشین می‌باشد (Lazarus, W and Selley, 2002). هزینه‌های نگهداری و تعمیرات به عنوان بخشی از هزینه-های کاربرد تراکتورها، یکی از فاکتورهای مهم در تعیین زمان مناسب جایگزینی این ماشین‌ها هستند و می‌توان با پیش‌بینی مقدار این هزینه‌ها توسط مدل‌های ریاضی مناسب و تقابل آن با هزینه‌های ثابت و سرمایه‌ای، مقدار کل مخارج کاربرد و مالکیت تراکتورها را در سال‌های مختلف کارکرد آن‌ها محاسبه کرده و از آنجا سن مناسب جایگزینی این ماشین‌ها را که در نقطه حداقل هزینه‌ها واقع می‌شود، به دست آورد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۱).

هزینه‌های نگهداری و تعمیر ماشین، اثر بسیار مهمی در زمان مناسب جایگزینی آنها دارد. به همین منظور، فراهم نمودن روشی یکسان برای تجزیه و تحلیل هزینه‌ها و ارائه الگویی مناسب و کاربردی برای هزینه‌های نگهداری و تعمیر ماشین بسیار مطلوب خواهد بود (طباطبایی،۱۳۸۱). برای تعیین عمرمفید اقتصادی یا به عبارتی سن جایگزینی یک ماشین کشاورزی، دانستن مقدار هزینه‌های استهلاک و سود سرمایه سالیانه و نیز هزینه‌های نگهداری و تعمیر آن ماشین ضروری است. با تقسیم این سه هزینه به صورت تجمعی بر ساعات کارکرد تجمعی ماشین، هزینه کل تجمعی در هر واحد کار ماشین به‌دست می‌آید. اصولاً هزینه کل تجمعی به ازای هر واحد کار برای یک تراکتور، تا نقطه معینی از عمر آن، دارای حالت نزولی است و از آن نقطه به بعد، روندی صعودی پیدا خواهد کرد. سالی که حداقل هزینه تجمعی را داشته باشد، از نظر اقتصادی بهترین زمان برای جایگزین کردن ماشین می‌باشد(Ward,S.m *et al*, 1984).

عمر بهینه ماشین

از نقطه نظر یک مدیر، سه نوع عمر برای ماشین قابل توصیف است:

۱- عمر فیزیکی (عمر سرویس): عمر فیزیکی مدت زمانی است که پس از گذشت آن، ماشین به دلیل فرسودگی زیاد قادر به انجام وظایف عادی خود نخواهد بود.

۲- عمر حسابداری: برابر عمر تخمینی ماشین براساس آمار موجود یا طراحی کارخانه‌ای ماشین می‌باشد و مترادف با نسبت عمر فرسودگی به ساعات کاربرد سالانه می‌باشد.

۳- عمر اقتصادی (عمر مفید): عمر کاربری مفید ماشین قبل از اینکه ماشین فرسوده و یا از رده خارج شود، را عمر اقتصادی گویند و معیار بهتری برای محاسبه استهلاک ماشین می‌باشد. ماشین در این زمان ممکن است هنوز قادر به کار بوده و مدت زمان زیادی به زمان پایان عمر سرویسی آن مانده باشد، ولی هزینه تعمیرات آن‌قدر بالا می‌باشد که صرفه اقتصادی نداشته یا به سبب فناوری جدید و بهتر، منسوخ شده به حساب آید و یا موسسه و شرکت توسعه یافته باشد، طوریکه این ماشین جوابگوی نیازها نباشد (ASAE Standards. 2006؛ بهروزی‌لار، ۱۳۸۰).

تصمیم گیری در مورد جایگزینی ماشین باید براساس عمر اقتصادی آن باشد، نه عمر فیزیکی و عمر حسابداری. معمولاً عمر اقتصادی کوتاه‌تر از عمر فیزیکی است. زیرا با افزایش عمر ماشین هزینه‌های نگهداری و تعمیر روند افزایشی دارند، هم‌چنین عملکرد آن از نظر کیفی و کمی کاهش می‌یابد. هم‌چنین ماشین‌های جدید با کارایی بیشتر و فناوری بالاتر نسبت به ماشین فعلی وارد بازار شده‌اند، که دارای هزینه‌های عملیاتی پایین‌تر و بهره‌وری بالاتری می‌باشند. عمر اقتصادی براساس برآورد هزینه‌های معادل سالانه که شامل هزینه‌های سرمایه گذاری، عملیاتی و نگهداری می‌باشد، بنا شده است و زمانی که این هزینه‌ها به حداقل خود رسید و دوباره شروع به افزایش کرد، آن نقطه عمر اقتصادی و سن جایگزینی ماشین را نشان می‌دهد.

زمان بهینه جایگزینی ماشین

تصمیم در مورد جایگزینی ماشین، یکی از موارد بسیار مهمی است که یک مدیر باید در حساس‌ترین زمان ممکن اتخاذ نماید.

موارد زیر را می‌توان از دلایل اصلی جایگزینی یک ماشین دانست:

۱- میانگین مجموع هزینه‌ها برای هر واحد زمانی (سال کارکرد) استفاده از ماشین به پایین‌ترین حد خود رسیده و در حال صعود است(شکل ۱-۱).

۲- ماشین در مقایسه با انواع جدید کاملاً از مد افتاده و منسوخ شده است.

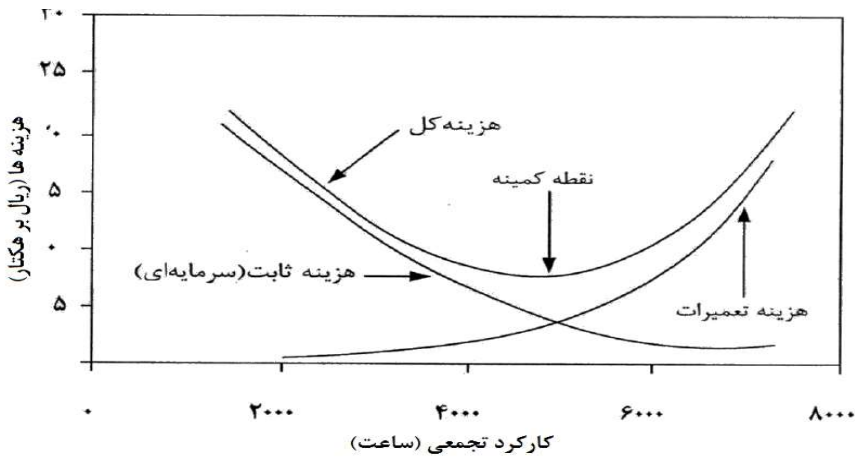
۳- ماشین دیگر قابل اعتماد نیست و احتمال اینکه در حین کار خراب شود، زیاد است (مدرس رضوی،۱۳۸۷).

۴- ماشین به کلی فرسوده شده و دیگر قابل استفاده نیست.

۵- ماشین کهنه از لحاظ قدرت و اندازه با نیازهای جدید مزرعه مطابقت ندارد، یا متناسب با ادوات جدید نیست؛

برای تعیین هزینه‌های تولید فقط تخمین هزینه‌های سالانه کفایت می‌کند، ولی برای تعیین زمان جایگزینی باید مجموع هزینه‌های چند ساله را نیز بررسی کرد (روحانی، ۱۳۸۴).

منحنی هزینه‌های کل تراکتور در شکل ۱ نشان داده شده است. نقطه کمینه این منحنی از نظر اقتصادی بهترین زمان جایگزینی ماشین است.



شکل ۱. منحنی زمان مناسب جایگزینی ماشین براساس مخارج سالانه در طول سال‌های عمر مفید

قابلیت اطمینان ماشین

احتمال عملکرد مطلوب یک ماشین در یک دوره زمانی معین را قابلیت اطمینان ماشین گویند. هم‌چنین احتمال قابلیت کاری ماشین نیز از حاصل‌ضرب احتمال قابلیت کاری تک‌تک اجزای ماشین تشکیل می‌شود. پس با توجه به این موضوع می‌توان نتیجه گرفت ماشینی که از اجزای زیادی تشکیل شده است، بایستی قابلیت اطمینان به کار تک‌تک اجزای آن ماشین بسیار بالا باشد تا قابلیت به‌کارگیری ماشین افزایش یابد. نکته قابل ذکر این است که قابلیت اطمینان تابعی از زمان است و با گذشت زمان امکان تغییر آن نیز وجود دارد (روحانی،۱۳۸۴).

مواد و روش‌ها

شرکت سهامی مزرعه نمونه گرگان یکی از شرکت‌های کشت و صنعت فعال در شمال کشور می‌باشد، که در کیلومتر ۴۲ جاده گرگان- آق‌قلا واقع شده است و با داشتن بیش از ۴۲۰۰ هکتار زمین زراعی و هم‌چنین واحدهای تولید مرغ گوشتی، مرغ تخم‌گذار، مرغ مادر، واحد گاوداری، واحد کشتارگاه صنعتی طیور و واحد کارخانجات می باشد که سالانه با تولید انواع محصولات کشاورزی و دامی در حال فعالیت می‌باشد. این شرکت دارای بیش از ۵۰ دستگاه تراکتور که در چهار مدل مختلف می‌باشد، است. ثبت هزینه-های مربوط به ۳۴ دستگاه به‌طور قابل قبولی انجام شده بود. از مجموع تراکتورهای فوق تعداد ۶ دستگاه "تراکتور سام۱۵۵"، ۶ دستگاه تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"و ۶ دستگاه تراکتور "مسی‌فرگوسن ۲۸۵"مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق و بررسی شامل هزینه‌های نگهداری و تعمیرات (قطعات یدکی)، هزینه سوخت سالانه، هزینه مواد روان کننده (روغن و گریس) سالانه، میزان ساعات کارکرد سالانه و همچنین قیمت خرید اولیه تراکتور می‌باشد. برای تراکتورهای ""مسی‌فرگوسن ۲۸۵" دوره زمانی ۹ ساله (۸۹-۸۱) و برای تراکتورهای "سام ۱۵۵" و "مسی‌فرگوسن ۳۹۹" دوره زمانی چهار

ساله (۸۹-۸۶) در نظر گرفته شد. قیمت تراکتورهای "سام ۱۵۵"، "مسی‌فرگوسن۳۹۹" و "مسی‌فرگوسن ۲۸۵" به ترتیب ۵۰۰ ، ۳۵۰ و ۱۴۶ میلیون ریال می‌باشند.

سود سرمایه

سرمایه گذار در جستجوی نرخ بازدهی مناسبی برای سرمایه گذاری می‌باشد و بدیهی است که این نرخ مناسب برای سرمایه گذار، نرخی است که بیش‌تر و یا کمینه یا حداقل مساوی با نرخ بانک (نرخ بهره) باشد. بهره هزینه استفاده از سرمایه است. هرچه میزان نرخ بهره بیشتر باشد هزینه‌های بیش‌تری جهت استفاده از سرمایه پرداخت خواهد شد.

برای محاسبه سود سرمایه از رابطه زیر استفاده شد.

$$I=RV_{n-1}\times i \qquad (۱)$$

در این رابطه:

I: سود سرمایه در سال n ام (ریال)

RV_{n-1}: ارزش ماشین در انتهای سال n-1ام (ریال)

i: نرخ بهره رایج (طبق نرخ مصوب بانک کشاورزی در سال ۸۹ این نرخ ۱۴ درصد در نظر گرفته شد) می‌باشند.

تورم

افزایش قیمت‌ها و کاهش خرید با کاهش زمان را تورم گویند. اگرچه وجود تورم در امور تهیه مواد اولیه نگران کننده است، ولی غیر قابل اجتناب به نظر می‌رسد. زمانی که نرخ تورم کم و بین ۲ تا ۴٪ در سال باشد، در محاسبات اقتصادی وارد نمی‌شود. زیرا همه پروژه به طور یکسان با تغییر قیمت‌ها مواجه می‌باشد و تفاوت بین هزینه‌های فعلی و آتی بسیار اندک است. اما با افزایش نرخ تورم، اثرآن بر فرصت‌های سرمایه‌گذاری و بررسی‌های اقتصادی مشهود است و باید به‌عنوان یک عامل مهم و تعیین‌کننده در نظر گرفته شود.

هزینه استهلاک

برای محاسبه استهلاک سه روش پیشنهاد شده بود (فرزاد، ۱۳۸۱؛ بهروزی‌لار، ۱۳۸۰)، با توجه به اینکه روش ارزش نزولی بهتر به ویژه در شرایط تورم پولی هزینه استهلاک سالانه را محاسبه می‌کند. پس، از روش ارزش نزولی برای محاسبه هزینه استهلاک استفاده شد.

$$D = V_n - V_{n+1}$$

$$V_n = P(1-r)^n \qquad V_{n+1} = P(1-r)^{n+1}$$

در این رابطه:

D: استهلاک در سال n-1 (ریال)

V: ارزش باقیمانده (ریال)

n: عمر ماشین در ابتدای سال مورد نظر (سال)

r: ضریبی بین ۱ و ۲ می‌باشد.

با توجه به رابطه بالا، نرخ ثابتی از ارزش باقیمانده ماشین در ابتدای سال را بعنوان مبلغ استهلاک سالانه در نظر گرفته شد.

هزینه تعمیرات

روال تعمیرات در شرکت سهامی مزرعه نمونه گرگان بدین صورت است که هر تراکتور دارای یک کد اختصاصی است که براساس این کد هر تراکتور نیز دارای یک کارتابل تعمیر می‌باشد، که به‌صورت دستی هزینه‌ها ثبت می‌شود و در واحد ماشین‌آلات بایگانی و نگهداری می‌شود. در این شرکت اکثر تعمیرات اساسی در تعمیرگاه مستقر در واحد کشاورزی انجام می‌گردد، مگر اینکه نیاز به تعمیرات خیلی تخصصی مثل تراشکاری و تعمیرات پمپ باشد که در خارج از شرکت به وسیله تعمیرکاران ماهر انجام می‌گردد. جهت بیان مقدار هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، مناسب‌ترین واحدی که پیشنهاد گردیده و عملی است واحد نرخ تعمیر بر حسب درصدی از قیمت اولیه ماشین می‌باشد که تأثیر تورم در آن قابل محاسبه است. واحدهای دیگر مانند نرخ تعمیر بر واحد سطح از آنجا که متأثر از پارامترهای دیگری مانند عرض کار ماشین و سرعت آن می‌باشد، در پیش‌بینی مقدار هزینه‌ها، باعث ایجاد خطا در محاسبات می‌شوند.

هزینه مواد سوختی و روان‌کننده

مواد سوختی (گازوئیل) براساس اطلاعات موجود که در دفتر واحد ماشین‌آلات ثبت شده بود، استخراج گردید. تعویض مواد روان-کننده (روغن و گریس) در ساختمان تعویض روغنی شرکت انجام می‌شود، بدین صورت که به ازای هر ۱۰۰ ساعت کارکرد مفید تراکتور یک بار روغن تراکتور تعویض می‌گردد. نکته قابل توجه این است که به‌دلیل فرسودگی بعضی از تراکتورها و روغن‌سوزی موتور آنها و هم‌چنین بدلیل نارسایی در سیستم هیدرولیک برخی از تراکتورها میزان سرریز روغن نیز تا حد قابل توجهی بالا بود. که این امر موجب بالا رفتن هزینه مواد روان‌کننده نیز شده بود.

ساعات کارکرد سالانه

برای تعیین مدل ریاضی، میزان ساعات کارکرد سالانه هر تراکتور را باید در اختیار داشت. اما این پارامتر به دلیل خرابی ساعت - شمار اکثر تراکتورهای موجود در شرکت در اثر عمر بالا و یا کار و فعالیت در ناهمواری های مزرعه قابل دسترس نبود. اما از آنجایی که به ازای هر ۱۰۰ ساعت کارکرد تراکتور روغن موتور تعویض می‌شد و با داشتن تعداد تعویض روغن تراکتور در هر سال ساعات کارکرد سالانه هر تراکتور محاسبه گردید.

زمان بهینه جایگزینی ماشین

جهت تعیین زمان مناسب و بهینه جایگزینی یک ماشین از لحاظ اقتصادی علاوه بر هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، مقادیر هزینه-های سود سرمایه و استهلاک نیز باید محاسبه شوند.

R^2: ضریب تشخیص یا ضریب تبیین نامیده می‌شود و به عنوان شاخصی است که میزان صحت یک مدل را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد که تا چه اندازه مدل رگرسیون، داده‌ها را توجیه می‌کند و اکثراً بر حسب درصد بیان می‌شود. R^2 بین صفر و یک متغیر است. اگر کلیه نقاط نمودار پراکنش روی خط رگرسیون قرار گیرند، R^2 برابر یک می‌باشد. از طرف دیگر اگر بین X و Y هیچ‌گونه رابطه‌ای برقرار نباشد، R^2 برابر صفر است.

نتایج و بحث

یکی از اهداف مورد نظر در مدیریت ماشین‌های کشاورزی، تصمیم‌گیری دربارهٔ جایگزینی ماشین با در نظر گرفتن شرایط فنی و اقتصادی ویژه هر ماشین و منطقه است. تصمیم‌گیری درباره کنار گذاشتن ماشین‌های کارکرده و جایگزینی ماشین‌های کشاورزی نو، بر پایه عاملی به نام «عمر اقتصادی» صورت می‌گیرد.

عمر اقتصادی که از آن تحت عنوان عمر مفید نیز نام برده می‌شود، عموماً از عمر کاری ماشین کوتاه‌تر است و طول آن وابستگی مستقیم به روند وقوع و میزان هزینه‌های نگهداری و تعمیراتی ماشین دارد. در عین حال باید این نکته را هم مدنظر داشت که با عرضه مدل‌های جدیدتری از ماشین‌ها که دارای هزینه‌های عملیاتی پایین‌تر و بهره‌وری بالاتر نسبت به مدل‌های پیشین هستند، صرفه اقتصادی کاربرد مدل‌های جدید به عنوان گزینه‌ای قابل تأمل نمایان می‌گردد. از نظر اقتصادی زمان بهینه برای جایگزینی ماشین مستعمل با ماشین نو، زمانی است که هزینه کل ماشین به ازای واحد عملیات به یک مقدار حداقل برسد و از آن پس دوباره شروع به افزایش نماید.

روش تخمین عمر مناسب جایگزینی ماشین

پس از اکتساب داده‌های مورد نیاز شامل هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، ساعات کارکرد در طی یک دوره زمانی و نیز محاسبه استهلاک (به روش ارزش نزولی) و سود سرمایه برای یک دوره زمانی مشخص، تعیین عمر مفید و اقتصادی تراکتورها به شرح ذیل صورت پذیرفت. هزینه‌های استهلاک و سودسرمایه که به صورت توأم هزینه سرمایه‌ای خوانده می‌شود، مورد محاسبه قرار گرفتند. مجموع هزینه‌های نگهداری و تعمیرات تجمعی با هزینه سرمایه‌ای تجمعی هزینه کل تجمعی ماشین می‌باشد. از تقسیم هزینه کل تجمعی به ساعات کارکرد تجمعی تراکتورها هزینه کل تجمعی به ازای هر واحد کار ماشین (در این مطالعه واحد کار، ساعت کارکرد مدنظر قرار گرفته است) حاصل می‌شود. از نظر اقتصادی، سالی که در آن، هزینه کل تجمعی به ازای هر واحد کار ماشین به حداقل برسد، زمان بهینه برای جایگزینی ماشین می‌باشد. برای محاسبه عمر مناسب جایگزینی، باید مجموع هزینه‌های

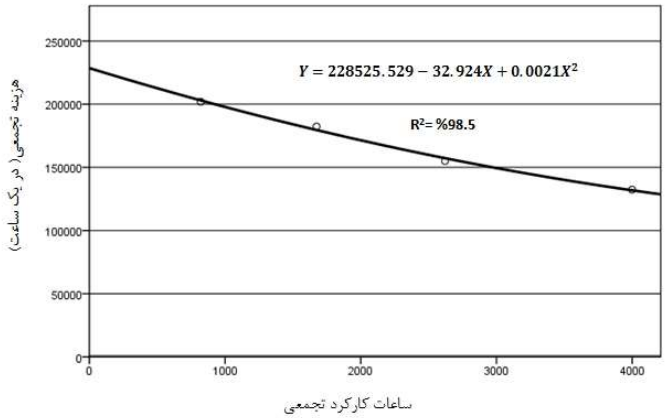
کل تجمعی که شامل هزینه استهلاک تجمعی، سود سرمایه تجمعی و هزینه نگهداری و تعمیرات تجمعی در ازای ساعات کارکرد تجمعی به نقطه حداقل خود برسد، که آن سال را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین عمر جایگزینی تراکتور در نظر گرفت.

در زیر جدول مربوط به هزینه‌های کل تجمعی به تفکیک هر تراکتور آمده است و در نهایت منحنی هزینه کل تجمعی به ازای هر ساعت کارکرد تراکتور به‌دست آمد و بهترین مدل ریاضی جهت تعیین عمر مناسب جایگزینی تراکتورها پیشنهاد گردید. جداول۱، ۲، و ۳ مقدار هزینه تعمیرات تجمعی، هزینه سرمایه‌ای تجمعی و مجموع این دو، یعنی هزینه کل تجمعی را به ترتیب برای تراکتورهای "سام ۱۵۵"، "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"، "مسی‌فرگوسن ۲۸۵" و تراکتورهای چهارچرخ محرک بیان می‌نماید. روشی که در این مطالعه جهت برآورد و محاسبه عمر اقتصادی تراکتورها به کار رفته به این طریق است که منحنی هزینه تجمعی در یک ساعت به ازای ساعات کارکرد تجمعی با استفاده از نرم‌افزار SPSS17 برازش شده و ساعتی که در آن مشتق منحنی صفر شده، بیانگر عمر اقتصادی تراکتور می‌باشد.

هم‌چنین اشکال ۲، ۳ و ۴ به ترتیب منحنی هزینه تجمعی به ازای هر ساعت کارکرد تراکتورهای "سام ۱۵۵"، "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"، و"مسی‌فرگوسن ۲۸۵" را نشان می‌دهند.

جدول۱. هزینه‌های تعمیرات تجمعی و سرمایه تجمعی تراکتور "سام ۱۵۵"

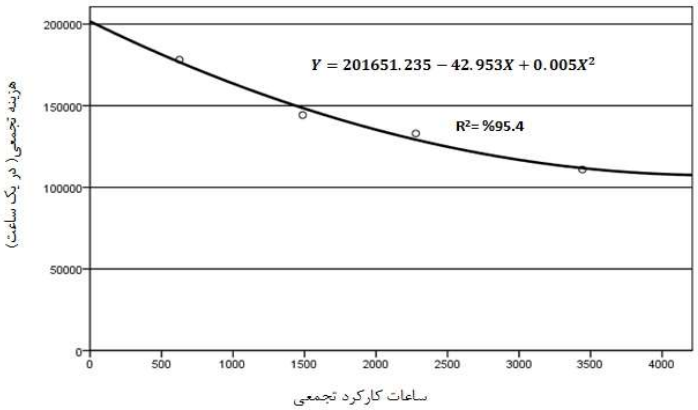
عمر (سال)	هزینه تعمیرات تجمعی(ریال)	هزینه استهلاک سالانه(ریال)	هزینه سود سرمایه سالانه(ریال)	هزینه سرمایه تجمعی(ریال)	هزینه کل تجمعی(ریال)	ساعت کارکرد تجمعی	هزینه تجمعی در یک ساعت (ریال)
۱	۱۴,۹۷۹,۰۳۱	۸۱,۰۰۰,۰۰۰	۷۵,۶۰۰,۰۰۰	۱۵۶,۶۰۰,۰۰۰	۱۷۱,۵۷۹,۰۳۱	۸۲۰	۲۰۱,۹۲۶
۲	۳۶,۶۱۱,۳۸۶	۶۸,۸۵۰,۰۰۰	۶۴,۲۶۰,۰۰۰	۲۶۸,۶۱۰,۰۰۰	۳۲۶,۳۲۱,۳۸۶	۱,۶۷۴	۱۸۲,۳۳۱
۳	۵۸,۹۱۰,۷۹۷	۵۸,۵۲۲,۵۰۰	۵۴,۶۲۱,۰۰۰	۳۴۷,۴۱۸,۵۰۰	۴۶۱,۷۶۴,۲۹۷	۲,۶۲۱	۱۵۵,۰۲۸
۴	۸۹,۴۰۹,۹۵۸	۴۹,۷۴۴,۱۲۵	۴۶,۴۲۷,۸۵۰	۴۳۹,۹۰۵,۷۲۵	۵۸۸,۴۳۵,۴۳۳	۳,۹۹۹	۱۳۲,۳۶۲



شکل۲. منحنی هزینه تجمعی به ازای هر ساعت کارکرد تراکتور "سام ۱۵۵"

جدول ۲. هزینه‌های تعمیرات تجمعی و سرمایه تجمعی تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"

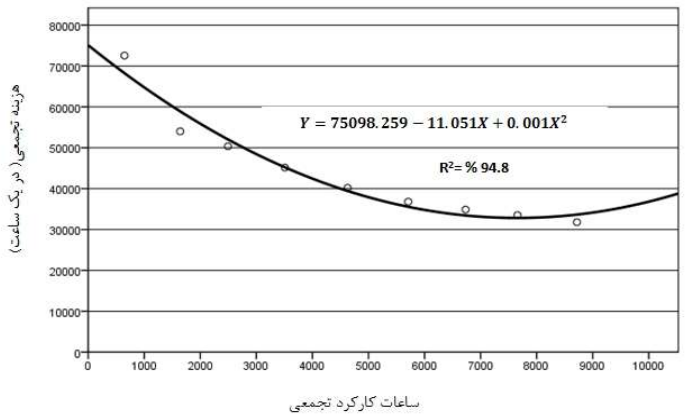
عمر (سال)	هزینه تعمیرات تجمعی(ریال)	هزینه استهلاک سالانه(ریال)	هزینه سود سرمایه سالانه(ریال)	هزینه سرمایه تجمعی(ریال)	هزینه کل تجمعی(ریال)	ساعت کارکرد تجمعی	هزینه تجمعی در یک ساعت (ریال)
۱	۹,۸۴۹,۷۲۴	۵۲,۵۰۰,۰۰۰	۴۹,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۱,۵۰۰,۰۰۰	۱۱۱,۳۴۹,۷۲۴	۶۲۵	۱۷۸,۱۶۰
۲	۲۶,۸۸۶,۵۶۳	۴۴,۶۲۵,۰۰۰	۴۱,۶۵۰,۰۰۰	۱۸۷,۷۷۵,۰۰۰	۲۱۴,۶۶۱,۵۶۳	۱,۴۸۷	۱۴۴,۳۵۹
۳	۴۱,۸۷۱,۳۱۹	۳۷,۹۳۱,۲۵۰	۳۵,۴۰۲,۵۰۰	۲۶۱,۱۰۸,۷۵۰	۳۰۲,۹۸۰,۰۶۹	۲,۲۷۸	۱۳۳,۰۰۳
۴	۵۸,۳۰۴,۹۵۶	۳۲,۲۴۱,۵۶۳	۳۰,۰۹۲,۱۲۵	۳۲۳,۴۴۲,۴۳۸	۳۸۱,۷۴۷,۳۹۳	۳,۴۴۳	۱۱۰,۸۷۶



شکل۳. منحنی هزینه تجمعی به ازای هر ساعت کارکرد تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"

جدول ۳. هزینه‌های تعمیرات تجمعی و سرمایه تجمعی تراکتور مسی‌فرگوسن ۲۸۵

عمر (سال)	هزینه تعمیرات تجمعی(ریال)	هزینه استهلاک سالانه(ریال)	هزینه سود سرمایه سالانه(ریال)	هزینه سرمایه تجمعی(ریال)	هزینه کل تجمعی(ریال)	ساعت کارکرد تجمعی	هزینه تجمعی در یک ساعت (ریال)
۱	۴,۶۰۴,۷۸۲	۲۱,۹۰۰,۰۰۰	۲۰,۴۴۰,۰۰۰	۴۲,۳۴۰,۰۰۰	۴۶,۹۴۴,۷۸۲	۶۴۷	۷۲,۵۵۸
۲	۱۰,۳۱۳,۳۶۷	۱۸,۶۱۵,۰۰۰	۱۷,۳۴۷,۰۰۰	۷۸,۳۲۹,۰۰۰	۸۸,۶۴۲,۳۶۷	۱,۶۴۱	۵۴,۰۱۷
۳	۱۶,۶۲۱,۳۹۶	۱۵,۸۲۲,۷۵۰	۱۴,۷۶۷,۹۰۰	۱۰۸,۹۱۹,۶۵۰	۱۲۵,۵۴۱,۰۴۶	۲,۴۹۳	۵۰,۳۵۷
۴	۲۳,۵۳۲,۳۹۲	۱۳,۴۴۹,۳۳۸	۱۲,۵۵۲,۷۱۵	۱۳۴,۹۲۱,۷۰۳	۱۵۸,۴۵۴,۰۹۵	۳,۵۰۸	۴۵,۱۶۹
۵	۲۸,۹۸۳,۵۶۱	۱۱,۴۳۱,۹۳۷	۱۰,۶۶۹,۸۰۸	۱۵۷,۰۲۳,۴۷۴	۱۸۶,۰۰۷,۰۰۸	۴,۶۲۷	۴۰,۲۰۰
۶	۳۴,۲۹۰,۷۸۴	۹,۷۱۷,۱۴۶	۹,۰۶۹,۳۳۷	۱۷۵,۸۰۹,۹۳۰	۲۱۰,۱۰۰,۷۱۴	۵,۷۰۹	۳۶,۸۰۲
۷	۴۳,۰۴۰,۴۹۸	۸,۲۵۹,۵۷۴	۷,۷۰۸,۹۳۶	۱۹۱,۷۷۸,۴۱۴	۲۳۴,۸۱۸,۹۳۹	۶,۷۳۱	۳۴,۸۸۶
۸	۵۱,۴۶۴,۸۶۸	۷,۰۲۰,۶۳۸	۶,۵۵۲,۵۹۶	۲۰۲,۳۵۱,۶۷۴	۲۵۶,۸۱۶,۵۴۲	۷,۶۵۷	۳۳,۵۴۰
۹	۶۰,۱۱۹,۹۹۷	۵,۹۶۷,۵۴۲	۵,۵۶۹,۷۰۶	۲۱۶,۸۸۸,۹۲۳	۲۷۷,۰۰۸,۹۲۱	۸,۷۱۷	۳۱,۷۷۸



شکل۴. منحنی هزینه تجمعی به ازای هر ساعت کارکرد تراکتور "مسی‌فرگوسن ۲۸۵"

منحنی‌های تراکتورهای "سام ۱۵۵"، "مسی‌فرگوسن ۳۹۹"، "مسی‌فرگوسن ۲۸۵" بیانگر این مطلب است که زمان بهینه جایگزینی برای این تراکتورها به ترتیب ۷۹۰۰، ۴۳۰۰، ۵۶۰۰ و ۶۴۰۰ ساعت کارکرد آن‌ها است. همان طور که جدول ۴-۲۲ نشان می‌دهد، بیشینه زمان جایگزینی تراکتور "سام ۱۵۵" در پایان سال هشتم، تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹" در پایان سال پنجم، تراکتور "مسی‌فرگوسن ۲۸۵" در پایان سال پنجم و تراکتورهای چهارچرخ محرک در پایان سال ششم به کمینه خود در طی سال-های مطالعه شده، می‌رسد و از آن پس دوباره شروع به افزایش می‌نماید.

جدول ۴- زمان و سن مناسب جایگزینی براساس مدل تراکتور

مدل تراکتور	میانگین ساعات کارکرد سالانه	حداکثر زمان کارکرد جایگزینی(ساعت)	سن مناسب جایگزینی(سال)
سام ۱۵۵	۱۰۰۰	۷۹۰۰	پایان سال هشتم
مسی‌فرگوسن ۳۹۹	۸۶۰۰	۴۳۰۰	پایان سال پنجم
مسی‌فرگوسن ۲۸۵	۹۶۹	۵۶۰۰	پایان سال پنجم

بر طبق آمار ارائه شده توسط مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، متوسط عمر کارکرد تراکتورهای کشاورزی در ایران برابر ۱۳ سال می باشد (بی نام. ۱۳۸۹). مقایسه نتایج به دست آمده از این مطالعه با آمار مزبور، نشانگر اختلاف نسبتاً چشمگیری بین عمر اقتصادی محاسبه شده در این مطالعه و واقعیت های عینی موجود در کشور است. ضمن تأکید بر این نکته که نمی توان نتایج مطالعه حاضر را که در شمال کشور انجام پذیرفته است، بدون انجام مطالعات وسیع‌تر و دقیق تطبیقی در مناطق دیگر کشور که دارای شرایط عملیاتی، اقلیمی، اقتصادی و مدیریتی متفاوت هستند، به عنوان شاخصی برای کل کشور در نظر گرفته و تعمیم داد. اما در مجموع می توان علت وجود عمر بالای کاری تراکتورها در ایران و اختلاف آن با نتایج این مطالعه را که بر مبنای محاسبه عمر اقتصادی بوده است، به اختصار به دو مورد عمده نسبت داد. اول آن‌که مبنای جایگزینی ماشین های کشاورزی در ایران عمر کاری ماشین است، نه عمر اقتصادی آن و اصولاً مسأله ثبت دقیق هزینه ها و محاسبات اقتصادی برای ماشینی هم‌چون تراکتور در حال حاضر در ایران مطرح نمی باشد. از این رو، بالا بودن هزینه های کارکرد، آن‌گونه که باید آشکار نمی گردد و کشاورز تا حد ممکن و تا زمانی که تراکتور او از نظر فنّی قادر به انجام کار، حتّی اگر این کارکرد به صورتی نه چندان رضایت بخش باشد، از آن استفاده می نماید. دومین دلیل آن است که در ایران، هزینه عدم انجام به موقع عملیات و خسارات ناشی از تأخیر در اجرای به هنگام عملیات زراعی مورد توجه جدی قرار نمی گیرد. بدین جهت بروز زیان های مالی که در اثر پایین آمدن قابلیت اطمینان ماشین و پی آمد آن خرابی های مکرر و وقفه در حین انجام عملیات ایجاد می گردد، توسط کشاورز برآورد نمی شود حال آنکه جایگزینی در زمان بهینه سبب جلوگیری از این گونه خسارات می گردد. یکی از دلایل اصلی بالا بودن هزینه‌های نگهداری و تعمیر در تراکتورهای "مسی‌فرگوسن ۳۹۹" نسبت به بقیه تراکتورها عدم تطابق

بین این تراکتور و دنباله‌بندهای اختصاص داده شده به آن می‌باشد. دلیل دوم آن عدم وجود یک راننده مشخص و ثابت برای تراکتور "مسی‌فرگوسن ۳۹۹" می‌باشد.

منابع

۱. الماسی، م. و یگانه‌صالح‌پور، ح، ر. ۱۳۸۱. تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی مورد استفاده در کشت و صنعت نیشکر کارون. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳(۴): ۷۱۶ -۷۰۷

۲. بهروزی‌لار، م. ۱۳۸۰. مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

۳. بی نام. ۱۳۸۹. آمار انواع ماشینهای کشاورزی خودگردان تأمین شده در کشور. مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی.

۴. روحانی، ع. ۱۳۸۴. تعیین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی بهینه برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای موجود در شرایط زراعی در موسسه کشت و صنعت آستان قدس رضوی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

۵. طباطبایی، الف. ۱۳۸۱. تهیه مدل ریاضی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی‌فرگوسن و یونیورسال ۶۵۰ در استان کرمانشاه. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۸(۴)

۶. مدرس‌رضوی، م.۱۳۸۷. مدیریت ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.

7. ASAE Standards. 2006. EP496.2. Agricultural Machinery Management Data.
8. Lazarus, W&Selley. 2002. Farm Machinery Economic Cost Estimation For 2002. University Of Minnesota Extension Service.
9. Ward, S.m., McNulty, P.B. and Cunney, M.B.1984. Repair Costs of Two and Four WD Tractors. Transaction Of ASAE. 28(4): 1074-1076.

Review and determine the appropriate time to replace the farm tractors used in Gorgan Mazraeh Nomouneh Company

Abstract

Prediction of maintenance and repair costs of machinery used in agricultural mechanized unit and replacement time are most important for economic management. Replacement should be based on economic factors, it means the replacement must be done in most economic situations and not in case assets value are diminished. Maintenance and repair costs is important in determining the optimal economic life, it affected from the life of the tractor, working hours and how to use of that. In order to optimize the use of investment and machinery and to estimate the economic life of agricultural tractors by considering the cumulative cost of maintenance and proper cost models, a study was conducted on the active tractors in Gorgan in Mazrae Nemoone Company in Golestan state including Sam 155, Massey Ferguson 399, Massey Ferguson 285, respectively with number of 6, 6 and 16. Collected data were the maintenance and repair costs, annual operating hours and price of tractors. Data were analyzed by Spss17 and the proper mathematical models were determined. From the useful life of tractors, Ferguson tractors 399 and 285 and Sam155 were calculated in ascending order..

Key words: Maintenance and repair costs, Tractor, Useful life