



## تعیین عمر جایگزینی تراکتور چرخ زنجیری و کاربرد اقتصادی آن با استفاده از روش کارآیی انرژی

حسین غفاری<sup>۱</sup>، ایرج رنجبر<sup>۲</sup>، خسرو محمدی قرمزگلی<sup>۳</sup>، محمد دولت علیزاده<sup>۴</sup>

۱ و ۳- به ترتیب عضو هیئت علمی و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تبریز،

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاكستان، ۴- کارشناس ارشد مکانیزاسیون هنرستان کشاورزی تبریز

khmg\_am@yahoo.com

### چکیده

یکی از موارد مهم در امر مدیریت ماشین‌ها، تصمیم‌گیری در مورد زمان جایگزینی ماشین‌ها می‌باشد. چرا که اگر ماشین‌ها به موقع جایگزین نشوند هزینه‌های سرسام‌آور تعمیرات از یک سو و عدم انجام به موقع کارهای محوله به دستگاه از سوی دیگر باعث تحمیل هزینه‌های بی‌جا و بی‌مورد شده و به تبع آن باعث کاهش سود حاصله خواهد گردید. در همین راستا مطالعه‌ای به منظور تعیین عمر اقتصادی ۱۶ دستگاه تراکتور چرخ زنجیری فعال در شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر استان آذربایجان شرقی انجام پذیرفت. اطلاعات مورد نیاز در طی یک دوره ۱۰ ساله از سال ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۸۵ جمع‌آوری شده و کل هزینه‌های ماشین‌اعم از هزینه‌های ثابت و متغیر محاسبه گردید. مقرون به صرفه بودن بکارگیری ماشین‌ها در شرایط فعلی با استفاده از روش کارآیی انرژی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت عمر جایگزینی ماشین‌ها تعیین شد. با تحلیل نتایج حاصله و در نظر گرفتن کلیه شرایط می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تراکتورهای چرخ زنجیری در این شرکت در حال حاضر، عملی‌تر از جایگزین نمودن آن‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:

تراکتور چرخ زنجیری، جایگزینی، عمر اقتصادی، کارآیی انرژی، مدیریت ماشین‌ها

با پایان یافتن عمر اقتصادی هر ماشین و یا نزدیک شدن آن، مالک یا مدیر ماشین ها باید نسبت به جایگزینی ماشین، تصمیم گیری کند. دلایل زیادی برای اینکه یک مالک یا مدیر ماشین تصمیم به جایگزینی بگیرد وجود دارد. از جمله اینکه، صدمه وارد شده به ماشین بر اثر حادثه (تصادف) ممکن است آن چنان شدید باشد که جایگزین کردن آن ارزانتر از تعمیر آن باشد. دلیل دیگر منسوخ شدن ماشین موجود است که علت منسوخ شدن ممکن است به این خاطر باشد که ماشین از خط تولید خارج شده و برای مدت طولانی قطعات یدکی آن به بازار عرضه نشود یا ماشین جدید وارد بازار شده دارای امتیازاتی باشد که استفاده از آن سود بیشتری را عاید نماید. از دلایل دیگر می توان به پایین آمدن قابلیت اطمینان ماشین و افزایش بیش از حد هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین اشاره نمود. (الماسی و همکاران ۱۳۸۷ و استاندارد ASAE EP496.2 ۲۰۰۳)

بهر حال عملکرد مناسب و اتخاذ تصمیم صحیح در مورد جایگزین کردن ماشین، سبب انجام به موقع و با کیفیت عملیات کشاورزی شده و به تبع آن باعث کاهش چشمگیر در هزینه های تولید و افزایش در آمد حاصله می شود. (آشتیانی ۱۳۸۵). سه نظریه اصلی در زمینه جایگزینی ماشین وجود دارد: کمینه سازی هزینه ها، بیشینه سازی سود و محدودیت تعمیر. (روحانی ۱۳۸۸).

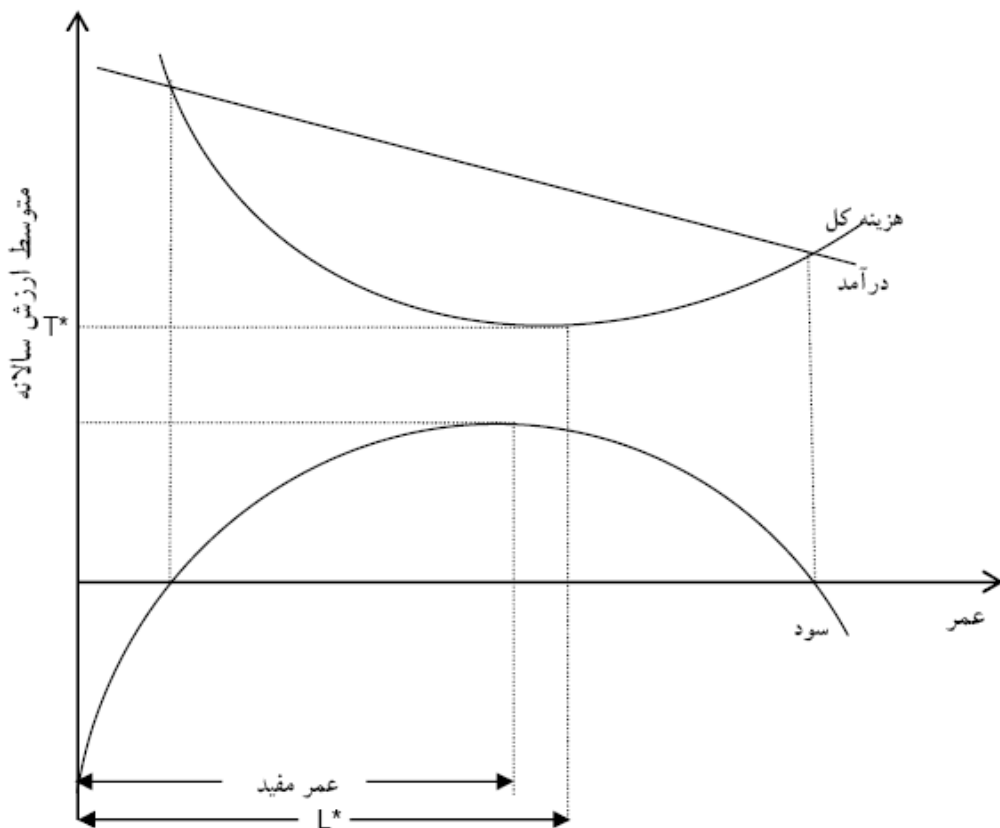
### نظریه کمینه سازی هزینه ها

غالباً هزینه های یک ماشین را می توان در دو گروه هزینه های ثابت (مالکیت) و هزینه های متغیر (عملیاتی) تقسیم بندی کرد. در ابتدای خرید ماشین، هزینه های سرمایه های مالکیت مقادیر زیادی دارند اما هر چه از عمر ماشین می گذرد به دلیل سرشکن شدن هزینه های مالکیت بر تعداد ساعات استفاده بیشتر، مقدار هزینه ثابت سالانه بر واحد کار کاهش خواهد یافت. در مقابل، متوسط هزینه های عملیاتی با گذشت زمان روند افزایشی دارد چرا که در سال های اولیه مالکیت ماشین، میزان هزینه های متغیر بسیار پایین است و ماشین تحت پوشش خدمات گارانتی می باشد و با بالا رفتن سن ماشین، تعدد نیاز به تعمیرات و به تبع آن افزایش در هزینه های متغیر رخ خواهد داد. (الماسی و همکاران ۱۳۸۷ و روتز ۱۹۸۷) نظریه کمینه سازی هزینه ها به دنبال نقطه زمانی است که کاهش هزینه های مالکیت و افزایش هزینه های عملیاتی به یک حالت تعادلی برسند. عمر بهینه اقتصادی زمانی خواهد بود که در آن مجموع هزینه های مالکیت و عملیات کمترین مقدار خود را داشته باشند. (الماسی و همکاران ۱۳۸۷ و روحانی ۱۳۸۸).

### نظریه بیشینه سازی سود

این نظریه با سه منحنی متوسط کل هزینه ها، منحنی متوسط در آمد و منحنی متوسط سود قابل توصیف است. متوسط در آمد با محاسبه متوسط مقدار عایدی از سرمایه موجود یا ماشین و متوسط سود نیز از کم کردن متوسط هزینه از متوسط در آمد حاصل می گردد. منحنی متوسط سود تقریباً قرینه منحنی متوسط کل هزینه ها است. عمر بهینه اقتصادی در نقطه اوج منحنی متوسط کل هزینه ها اتفاق می افتد. اگر متوسط در آمد ثابت باشد آن گاه منحنی متوسط سود دقیقاً قرینه منحنی متوسط کل هزینه ها خواهد شد و عمر اقتصادی بر آورد شده از روش بیشینه سازی سود مشابه عمر اقتصادی تخمینی از کمینه سازی هزینه خواهد شد. اما با ادامه استفاده از ماشین و در نتیجه دو واقعه

فرو سودگی و منسوخ شدن مقدار و درآمد حاصله از سرمایه کاهش خواهد یافت. به این دلیل عمر اقتصادی به دست آمده از بیشینه سازی سود و کمینه سازی هزینه هیچ وقت مشابه نخواهند شد. با ادامه استفاده از ماشین ، درآمد ها روند نزولی دارند بنابراین عمر مفید به دست آمده از نظریه بیشینه سازی سود کوچکتر از عمر اقتصادی بهینه برای کمینه سازی هزینه خواهد بود. شکل ۱ عمر اقتصادی پیش بینی شده از نظریه بیشینه سازی سود (در شکل با عمر مفید نشان داده شده است) را در مقایسه با نظریه کمینه سازی هزینه ها نشان می دهد.  $T^*$  متوسط حداقل هزینه سالانه و  $L^*$  عمر اقتصادی بهینه برای کمینه سازی هزینه می باشد. (روحانی ۱۳۸۸ و دوگلاس ۱۹۷۵).



شکل ۱- نظریه جایگزینی بیشینه سازی سود (به نقل از روحانی ۱۳۸۸)

### نظریه محدودیت تعمیر

بر اساس این نظریه ، محدودیت تعمیر برای مسئله جایگزینی به صورت محدودیت مقدار پول پرداختی برای تعمیر ماشین در هر عملیات خاص تعریف می شود و مقدار آن به نوع ، مدل ، سن و سایر عوامل موثر بر موقعیت ماشین بستگی دارد. از این نظریه تا وقتی که ماشین معیوب نشود نمی توان استفاده کرد. در این نظریه مقدار آستانه از هزینه تعمیر تعریف می شود. بطوری که اگر هزینه تعمیر تخمین زده شده کمتر از حد آستانه تعریف شده باشد تعمیر صورت می گیرد و اگر هزینه تعمیر تخمین زده بیشتر از آن باشد بایستی ماشین جایگزین شود. (روحانی ۱۳۸۸ و درینکواتر و هاستینگ ۱۹۶۷)

## کارایی انرژی

کارایی انرژی برابر است با تولیدات مفید فرایند تقسیم بر انرژی ورودی به پروسه. به عبارت دیگر کارایی انرژی حاصل تقسیم ستاده به نهاده می باشد. (شکیبایی ۱۳۸۱) در صورتی که کارایی انرژی بزرگتر از یک باشد استفاده از ماشین مقرون به صرفه است. از این روش برای تعیین مقرون به صرفه بودن استفاده از ماشین ها استفاده شد.

منابع مختلف عمر اقتصادی متفاوتی را برای تراکتور چرخ زنجیری تعیین نموده اند. انجمن مهندسين کشاورزی آمریکا (ASAE) ۱۶۰۰۰ ساعت کارکرد ماشین را که در آن هزینه های تعمیر و نگهداری معادل ۸۰ درصد فهرست بهای ماشین می شود، مقداری مناسب برای عمر مفید تراکتور چرخ زنجیری بیان کردند. (استاندارد ASAE ۲۰۰۹D497.6).

لارسن و گورمان (۱۹۸۹) داده های گسترده ای از ۲۵۰۰ دستگاه تراکتور چرخ زنجیری مزارع تعاونی ایالات آریزونا، کالیفرنیا و فلوریدا جمع آوری کردند. آن ها ۱۸۴۰۰ ساعت را که در طی آن هزینه تعمیرات و نگهداری معادل ۷۸ درصد فهرست بهای ماشین می شد، مقداری مناسب برای عمر اقتصادی تراکتور های چرخ زنجیری مورد مطالعه یافتند. لانفورد (۲۰۰۲) عمر مفید برای تراکتور چرخ زنجیری را ۱۰۰۰۰ ساعت بیان کرد. شرکت کوماتسو عمر مفید تراکتورهای چرخ زنجیری *D155a* را ۲۰۰۰۰ ساعت عنوان نموده است.

همان طور که اشاره شد یکی از مهمترین دغدغه های هر مدیر ماشین، تعیین بهترین زمان جایگزینی ماشین می باشد. هدف از این مطالعه نیز تعیین عمر مفید تراکتور های چرخ زنجیری *D155a* فعال در شرکت ماشین آلات جهاد نصر استان آذربایجان شرقی و همچنین بررسی مقرون به صرفه بودن استفاده از ماشین ها در شرایط فعلی می باشد.

## مواد و روشها

برای به دست آوردن عمر جایگزینی و همچنین تعیین مقرون به صرفه بودن استفاده از ماشین ها بایستی کل هزینه های ماشین اعم از هزینه های مالکیت (ثابت) و هزینه های عملیاتی محاسبه شوند. هزینه های ثابت شامل استهلاک، سود سرمایه، جایگاه نگهداری ماشین، بیمه و مالیات می باشد. هزینه های متغیر نیز مشتمل بر هزینه های سوخت، دستمزد اپراتور و هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین (شامل هزینه قطعات یدکی، مواد مصرفی و روانساز و دستمزد تعمیرات) می باشد (الماسی و همکاران ۱۳۸۷). نحوه محاسبه این هزینه ها در زیر آورده شده است

## استهلاک

استهلاک به صورت کاهش ارزش اقتصادی ماشین در اثر گذشت زمان، خواه ماشین به کار گرفته شده یا نشده باشد، تعریف می شود. روش های مختلفی برای محاسبه استهلاک وجود دارد که می توان به روش خطی، روش مجموع ارقام سالهای عمر مفید، روش تعادل نزولی و روش تخمین ارزش روز ماشین با توجه به قیمت متداول اشاره نمود. روش تخمینی اکثراً مواقعی به کار می رود که اطلاعات دقیقی از میزان استهلاک ماشین در دست نباشد

و بهای سال به سال ماشین ها به عنوان معیار اساسی در تصمیم گیری برای تعویض ماشین ها بکار می رود. در صورت وجود یک تخمین صحیح روش تخمینی می تواند میزان دقیقی از استهلاك را نشان دهد. چرا که مواردی از قبیل تورم و نوسان قیمت در این روش منظور می شود. (الماسی و همکاران ۱۳۸۷). چون اطلاعات دقیقی از میزان استهلاك این ماشین ها در دسترس نبود از روش تخمینی استفاده شد و با مراجعه به فروشندگان قطعات یدکی ، رانندگان ، دست اندرکاران خرید و فروش این دستگاه ها و نمایندگی شرکت کوماتسو در ایران، ارزش باقیمانده این ماشین ها در گستره سال های مورد مطالعه (۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵) بر آورد گردید و با توجه به این داده ها میزان استهلاك ماشین محاسبه شد.

#### سود سرمایه

به سرمایه یا پولی که برای خرید ماشین استفاده می شود بهره تعلق می گیرد. به عبارت دیگر این سرمایه دارای هزینه فرصت از دست رفته است که می بایست در محاسبات منظور شود. به این معنی که اگر پول صرف شده برای خرید ماشین در جای دیگری به کار گرفته می شد مقدار مشخصی سود برای صاحب آن در برداشت. میزان سود با توجه به بهره رایج در بازار یا بهره مرسوم در هر زمان قابل محاسبه است. (الماسی و همکاران ۱۳۸۷). سود سرمایه برای هر سال از ضرب کردن میانگین قیمت باقیمانده ماشین در ابتدا و انتهای سال در نرخ بهره رایج محاسبه می شود. (بهره‌ریزی لار ۱۳۸۰). با استفاده از این روش سود سرمایه محاسبه گردید.

#### جایگاه نگهداری ماشین

وجود یک جایگاه مناسب برای نگهداری ماشین آلات، ضروری می باشد. پس هزینه جایگاه نگهداری ماشین نیز بایستی در هزینه های کلی ماشین اعمال شود. با توجه به این که دستگاه در طول مدت فعالیت و کار در محل پروژه باقی می ماند از بابت این مدت، هزینه هانگار برای ماشین در نظر گرفته نشد. برای زمان های تعمیر و اوقات بی کاری با تحقیق از توقفگاه های ماشین آلات سنگین در سال ۱۳۸۵ ، روزانه معادل ۳۵۰۰۰ ریال هزینه جایگاه نگهداری ماشین در نظر گرفته شد.

$$(۱) \quad ۳۵۰۰۰ \times [۸ \div \text{ساعات کارکرد سالانه}] - ۳۶۵ = \text{هزینه جایگاه}$$

#### بیمه و مالیات

با توجه به این که ماشین های مذکور از طرف شرکت بیمه نمی شوند هزینه های از این بابت در نظر گرفته نشد.

مالیات نیز از دیگر اقلام هزینه های ثابت در ماشین ها است که مقدار آن بستگی به میزان دارایی موسسه دارد. میزان مالیات مطابق با اعلام دارایی معادل ۵ درصد میزان درآمد سالانه یا مبلغ هر قرارداد در نظر گرفته شد. برای محاسبه میزان درآمد سالانه ماشین از ساعات کارکرد سالانه ماشین و متوسط اجرت پرداخت شده به ازای هر ساعت کار ماشین استفاده شد. به منظور ختنی کردن اثر تورم سال ۱۳۸۵ به عنوان مبنای محاسبات در نظر گرفته شد. در سال ۱۳۸۵ متوسط اجرت پرداختی به ازای هر ساعت کار ماشین ، ۳۰۰۰۰۰۰ ریال در ساعت می باشد.

#### هزینه سوخت

سوخت مورد استفاده در تراکتور چرخ زنجیری *D155a* گازوئیل است. در اینجا برای محاسبه میزان سوخت مصرفی از ساعات کارکرد ماشین استفاده شد. با توجه به مصرف متوسط  $4/43$  لیتر سوخت در ساعت توسط ماشین ( راهنمای سرویس و نگهداری ماشین آلات کوماتسو ۱۳۶۸) و با در نظر گرفتن قیمت سوخت و هزینه حمل آن (قیمت هر لیتر سوخت ۱۷۰ ریال در نظر گرفته شد) هزینه سالانه سوخت مصرفی محاسبه شد.

#### هزینه راننده

هزینه راننده با در نظر گرفتن تمام مزایای پرداختی معادل شصت میلیون ریال در سال محاسبه شد

#### هزینه های تعمیر و نگهداری

در شرکت ماشین آلات جهاد نصر برای هر تراکتور چرخ زنجیری سوابق تعمیراتی (سرویس کاری، تعمیر و تعویض قطعات موتور، سیستم های هیدرولیک و انتقال توان و...) و همچنین ساعات کارکرد از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۱ بر روی کارت هایی که کارت تعمیر و نگهداری نامیده می شد، ثبت شده و از سال ۱۳۸۱ به بعد این سوابق در فایل های مجزا برای هر تراکتور چرخ زنجیری در کامپیوتر های شرکت ذخیره می شدند

هزینه های تعمیر و نگهداری مشتمل بر هزینه لوازم یدکی و مواد مصرفی، دستمزد تعمیراتی، روغن و وروانساز می باشد. این اطلاعات و همچنین ساعات کارکرد سالیانه در طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ جمع آوری شدند. هزینه های تعمیر و نگهداری در طی یک دوره ی ده ساله بعد از اعمال تورم (سال ۱۳۸۵ به عنوان مبنا انتخاب گردید) استخراج شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. (اسکونزاد ۱۳۸۰). برای تبدیل هزینه ها بر حسب سال ۱۳۸۵ از شاخص تورم استفاده شد. (شاخص بهای عمده فروشی کالا و خدمات در مناطق شهری ایران ۱۳۸۷).

#### کارایی انرژی

مقرون به صرفه بودن استفاده از ماشین ها با استفاده از روش کارایی انرژی مورد بررسی قرار گرفت. در اینجا معادل انرژی کل هزینه صرف شده برای ماشین به عنوان ورودی انرژی به سیستم و معادل انرژی کل درآمد سالانه ماشین به عنوان ستانده انرژی در نظر گرفته شد. برای تبدیل هزینه ها به انرژی معادل از ارزش حرارتی و قیمت گازوئیل در کشور های صنعتی استفاده شد و با توجه به ارزش حرارتی سوخت مورد نظر، هزینه ماشین ها به انرژی معادل تبدیل گردید. برای این منظور قیمت متوسط عرضه گازوئیل در پمپ بنزین های آمریکا در سال ۱۳۸۵ در نظر گرفته شد که قیمت متوسط گازوئیل در این سال معادل ۶۰۰۰ ریال به ازای هر لیتر به دست آمد. ارزش

حرارتی گازوئیل با در نظر گرفتن انرژی لازم برای فرآوری و حمل و نقل ۱۱۴۱۴ کیلو کالری بر لیتر ( ارزش حرارتی گازوئیل به تنهایی معادل ۸۴۰۰ کیلو کالری بر لیتر است و مابقی برای عملیات استخراج حمل و نقل و تصفیه در نظر گرفته شد) حاصل شد.

#### نتایج و بحث ها

تعیین مقرون به صرفه بودن استفاده از ماشین

با توجه به عدم دسترسی به اطلاعات ماشین در سال های ۱۳۶۳ (سال تولید ماشین) تا ۱۳۷۵ و همچنین پایان یافتن عمر اقتصادی معمول ماشین طبق اعلام کارخانه سازنده و مطالعات انجام گرفته ، از کارآیی انرژی سالانه ماشین برای تعیین مقرون به صرفه بودن بکارگیری ماشین استفاده شد. مقادیر ارزش باقیمانده ماشین ، استهلاک و سود سرمایه در جدول ۱ و تمامی هزینه های صرف شده برای ماشین در جدول ۲ آورده شده است

جدول ۱- مقادیر ارزش باقیمانده ماشین ، استهلاک و سود سرمایه

ردیف	سال	سن کاری	ارزش باقیمانده به هزار ریال	استهلاک به هزار ریال	سود سرمایه به هزار ریال
۱	۱۳۷۵	۱۳	۱۴۰۰۰۰۰		
۲	۱۳۷۶	۱۴	۱۲۸۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰	۲۰۱۰۰۰
۳	۱۳۷۷	۱۵	۱۱۸۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۸۴۵۰۰
۴	۱۳۷۸	۱۶	۱۱۱۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۱۷۱۷۵۰
۵	۱۳۷۹	۱۷	۱۰۶۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۶۲۷۵۰
۶	۱۳۸۰	۱۸	۱۰۲۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۱۵۶۰۰۰
۷	۱۳۸۱	۱۹	۹۹۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۱۵۰۷۵۰
۸	۱۳۸۲	۲۰	۹۶۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۱۴۶۶۲۰
۹	۱۳۸۳	۲۱	۹۳۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۴۲۵۰۰
۱۰	۱۳۸۴	۲۲	۹۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۳۹۱۲۵
۱۱	۱۳۸۵	۲۳	۹۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۳۷۲۵۰

جدول ۲ - هزینه های متوسط سالانه و مجموع آن ها به هزار ریال

سال	متوسط ساعات کارکرد	استهلاک	سود سرمایه	مالیات	جایگاه نگهداری	سوخت	تعمیر و نگهداری	دستمزد راننده	جمع هزینه ها
۱۳۷۶	۱۵۳۹	۱۲۰۰۰۰	۲۰۱۰۰۰	۲۳۰۸۵	۶۰۵۵	۱۱۳۵۵	۷۷۹۹۱	۶۰۰۰۰	۴۹۹۴۸۶
۱۳۷۷	۱۳۵۰	۱۰۰۰۰۰	۱۸۴۵۰۰	۲۰۲۵۰	۶۸۶۰	۹۹۶۰	۹۹۱۲۴	۶۰۰۰۰	۴۸۰۶۹۴
۱۳۷۸	۱۲۵۷	۷۰۰۰۰	۱۷۱۷۵۰	۱۸۸۵۵	۷۲۴۵	۹۲۷۴	۷۳۸۰۴	۶۰۰۰۰	۴۱۰۹۲۸
۱۳۷۹	۱۱۹۷	۵۰۰۰۰	۱۶۲۷۵۰	۱۷۹۵۵	۷۵۲۵	۸۸۳۱	۸۸۳۲۱	۶۰۰۰۰	۳۹۵۳۸۲
۱۳۸۰	۱۳۶۹	۴۰۰۰۰	۱۵۶۰۰۰	۲۰۵۳۵	۶۷۵۵	۱۰۱۰۰	۱۲۴۵۴۰	۶۰۰۰۰	۴۱۷۹۳۰
۱۳۸۱	۱۵۲۹	۳۰۰۰۰	۱۵۰۷۵۰	۲۲۹۳۵	۶۰۶۰	۱۱۲۸۱	۱۲۷۸۶۷	۶۰۰۰۰	۴۰۸۸۹۳
۱۳۸۲	۱۴۸۳	۲۵۰۰۰	۱۴۶۶۲۰	۲۲۲۴۵	۶۲۶۵	۱۰۹۴۲	۱۳۸۹۷۲	۶۰۰۰۰	۴۱۰۰۴۴
۱۳۸۳	۱۷۶۵	۲۰۰۰۰	۱۴۲۵۰۰	۲۶۴۷۵	۵۰۴۰	۱۳۰۲۲	۱۴۴۸۴۰	۶۰۰۰۰	۴۱۱۸۷۷
۱۳۸۴	۱۶۰۱	۱۵۰۰۰	۱۳۹۱۲۵	۲۴۰۱۵	۵۷۷۵	۱۱۸۱۲	۱۴۰۹۶۴	۶۰۰۰۰	۳۹۶۶۹۱
۱۳۸۵	۱۶۷۴	۱۰۰۰۰	۱۳۷۲۵۰	۲۵۱۱۰	۵۴۲۵	۱۲۳۵۱	۲۰۹۱۰۹	۶۰۰۰۰	۴۵۹۲۴۵

جدول ۳- انرژی معادل درآمد ، هزینه و کارایی انرژی

ردیف	سال	متوسط هزینه سالانه به هزار ریال	درآمد متوسط سالانه به هزار ریال	معادل انرژی هزینه به کیلو کالری	معادل انرژی درآمد به کیلو کالری	کارایی انرژی
۱	۱۳۷۶	۴۹۹۴۸۶	۴۶۱۷۰۰	۹۵۰۱۸۸۸۶۷	۸۷۸۳۰۷۳۰۰	۰/۹۲۴
۲	۱۳۷۷	۴۸۰۶۹۴	۴۰۵۰۰۰	۹۱۴۴۴۰۲۱۹	۷۷۰۴۴۵۰۰۰	۰/۸۴۳
۳	۱۳۷۸	۴۱۰۹۲۸	۳۷۷۱۰۰	۷۸۱۷۲۲۰۳۲	۷۱۷۳۶۹۹۰۰	۰/۹۱۸
۴	۱۳۷۹	۳۹۵۳۸۲	۳۵۹۱۰۰	۷۵۲۱۴۸۳۵۸	۶۸۳۱۲۷۹۰۰	۰/۹۰۸
۵	۱۳۸۰	۴۱۷۹۳۰	۴۱۰۷۰۰	۷۹۵۰۴۲۱۷۰	۷۸۱۲۸۸۳۰۰	۰/۹۸۲
۶	۱۳۸۱	۴۰۸۸۹۳	۴۵۸۷۰۰	۷۷۷۸۵۰۷۸۴	۸۷۲۶۰۰۳۰۰	۱/۱۲۲
۷	۱۳۸۲	۴۱۰۰۴۴	۴۴۴۹۰۰	۷۸۰۰۴۰۳۶۹	۸۴۶۳۴۸۱۰۰	۱/۰۸۵
۸	۱۳۸۳	۴۱۱۸۷۷	۵۲۹۵۰۰	۷۸۳۵۲۷۳۴۶	۱۰۰۷۰۰۰۰۰۰	۱/۲۸۶
۹	۱۳۸۴	۳۹۶۶۹۱	۴۸۰۳۰۰	۷۵۴۶۳۸۵۱۲	۹۱۳۶۹۰۷۰۰	۱/۲۱۱
۱۰	۱۳۸۵	۴۵۹۲۴۵	۵۲۰۲۰۰	۸۷۳۶۳۷۰۷۲	۹۵۵۳۵۱۸۰۰	۱/۰۹۴



## تعیین عمر جایگزینی

همان گونه که مشاهده می شود عمده هزینه این ماشین آلات در طی این مدت هزینه فرصت از دست رفته، تعمیر و نگهداری و استهلاک می باشد. با توجه به جدول ۳، از لحاظ کارایی انرژی استفاده از ماشین ها چندان مقرون به صرفه نیست ولی بایستی توجه نمود که ماشین های نو دارای قیمت های بسیار بالا می باشند و هزینه های استهلاک و سود سرمایه بالایی را ایجاد می کنند. تعویض ماشین ها زمانی معقول به نظر می رسد که هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین ها تا حدی افزایش یابد که از هزینه استهلاک و سود سرمایه دستگانه نو بیشتر شود که این موضوع با توجه به دستمزد کم تعمیراتی، ارزانی نیروی کار در ایران، مقادیر کمتر هزینه های تعمیر و نگهداری تجمعی ماشین ها و دقت راننده در بکارگیری تراکتورهای چرخ زنجیری فعلا اتفاق نیفتاده است. لذا با در نظر گرفتن کلیه شرایط، بکارگیری ماشین ها عملی تر از جایگزین نمودن آن ها می باشد.

## سپاسگزاری

تشکر و قدردانی فراوان از مدیریت و معاونت شرکت ماشین آلات جهاد نصر، مهندس پیوندی سرپرست کارگاه ماشین آلات سنگین، آقای قلیزاده مسئول سرویس و نگهداری و سایر اعضای صمیمی و زحمت کش و کادر فنی تعمیرگاه ماشین آلات سنگین شرکت جهاد نصر که با بزرگواری و کمک های بی دریغ خود امکان انجام این مطالعه را فراهم آوردند.

## منابع مورد استفاده:

آشتیانی عراقی ع، ۱۳۸۲. تعیین عمر اقتصادی سه مدل تراکتور کشاورزی در ایران (مطالعه موردی شرکت زراعی دشت ناز مازندران). مجله علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۱. ۲۲۱-۲۳۱.

اسکونزاد م، ۱۳۸۰. اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه های صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

الماسی م، لویمی ن و کیانی ش، ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه.

بهروزی لار م، ۱۳۸۰. مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

بی نام، ۱۳۸۷. شاخص بهای عمده فروشی کالا و خدمات در مناطق شهری ایران (شاخص تورم). بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

بی نام. دفتر شرکت کوماتسو در ایران، ۱۳۶۸. روش سرویس و نگهداری ماشین آلات راهسازی کوماتسو.

دولت علیزاده م، ۱۳۸۶. تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور چرخ زنجیری متداول در شرکت جهاد نصر تبریز و برآورد انرژی معادل هزینه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

روحانی ع، ۱۳۸۸. تحلیل هزینه های تعمیر و نگهداری و عمر اقتصادی تراکتور با استفاده از رگرسیون، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. رساله دکتری تخصصی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

شکیبایی ع، ۱۳۸۱. اقتصاد انرژی. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

Anonymous, 2009. Agricultural machinery management data. ASAE standard D497.6 JUN2009

Anonymous,2003. Agricultural machinery management. ASAE Standards EP496.2  
B.Lanford,2002. Machine rates for selected forest harvesting machine. Alabama Agricultural Experiment Station.  
Douglas J,1975. Construction equipment policy. McGraw-Hill, New York, NY.  
Drinkwater R. W and Hastings, N. A. J, 1967. An economic replacement model. Op.Rsrch. Qtrly, 18(2), 121-138.  
Larsen J and Gorman R,1989.Application and life of crawler tractors in agriculture. ASAE paper No.89-1617  
Rotz C.A,1987. A standard model for repair and maintenance cost of agricultural machinery. Applied Engineering in Agriculture 3(1), 3-9

## Determination of Replacement of Crawler Tractor and it's Economical Application using Energy Efficiency Method

### **Abstract**

One of the important issues in the management of machines is decision making related to the time of machines replacement. If such machines had not been replaced in a correct time , it can impose so much costs to the system and consequently result on decreasing net income. This study was conducted to determine the economical life of active sixteen crawler tractors in Jahad Nasr located in the East Azarbaidgan. The necessary information and dates were collected in a ten years period starting from 1376 to 1385 and the all costs include fixed and variable costs were calculated. Then, first by analyzing the collected dates the replacing life of machines was determined. Secondly, the profitability of utilizing these machines was evaluated by exerting the energy efficiency method. Finally by considering the whole conditions such as purchasing new machines and the all costs of used machines and analyzing obtained results, it can be concluded that the application of these machines can economically be continued.

**Keywords:** Crawler tractor, Energy efficiency, Replacement, Replacement life, Machine management