اقتصاد کشاورزی/ جلد ۵/ شماره‌ی ۲/ صفحه‌های ۱۷۷-۱۴۸

تعیین بهترین زمان جای‌گزینی کمباین جاندیر ۹۵۵ در استان فارس

هادی خداوردی و منصور زیبایی*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۹

چکیده

تصمیم‌گیری برای جای‌گزینی یک ماشین کشاورزی می‌تواند به دلیل حداقل کردن هزینه، قابلیت اطمینان بیش‌تر، تکنولوژی جدید، نیاز برای افزایش ظرفیت، از رده خارج شدن و خرابی باشد و دارای نقش حیاتی در مدیریت ماشین‌های کشاورزی است. به عبارت دیگر اغلب دارایی‌های سرمایه‌یی از جمله ماشین‌های کشاورزی، دارای یک عمر مفید است که جای‌گزینی دارایی در عمری کم‌تر یا بیش‌تر از عمر مفید می‌تواند اثر معنی‌داری بر سودآوری داشته باشد. بنابراین در این مطالعه سعی می‌شود بهترین زمان جای‌گزینی برای کمباین‌های برداشت در استان فارس توسط چهار شیوه و در شرایط حتمیت مورد بررسی قرار گیرد. مطابق با اولین شیوه، بهترین زمان جای‌گزینی برای کمباین در سالی است که هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری و استهلاک سالیانه‌ی تجمعی برای هر ساعت کار کمینه شود. در دومین شیوه‌ی مورد بررسی، بهترین زمان جای‌گزینی کمباین در سالی است که ارزش اولیه‌ی کمباین نو و هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری سالیانه‌ی تجمعی برای هر ساعت کار کمینه گردد. سومین شیوه برای تعیین عمر اقتصادی، بر اساس حداقل کردن میانگین هزینه‌های کل کمباین در هر ساعت فعالیت است و مطابق با چهارمین شیوه‌ی مورد بررسی بهترین زمان جای‌گزینی برای کمباین در سالی است که درآمد خالص سالیانه‌ی تجمعی برای هر ساعت فعالیت حداکثر گردد. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه بندی شده، ۱۶۰ کمباین جاندیر ۹۵۵ که کمباین غالب در استان فارس است، برای مصاحبه به منظور جمع‌آوری داده‌های اقتصادی، فنی و دیگر اطلاعات مورد نیاز، انتخاب شد. بر اساس نتایج حاصل از چهار روش بیان شده، بهترین زمان جای‌گزینی کمباین جاندیر ۹۵۵ در شرایط حتمیت، به ترتیب در سال شانزدهم، هجدهم، چهاردهم و پانزدهم از عمر کمباین یا ۱۸۷۸۶، ۲۱۲۹۱، ۱۶۰۷۶ و ۱۷۴۲۴ ساعت کار به‌دست آمد. بنابراین مسوولان وزارت جهاد کشاورزی می‌توانند با ارایه‌ی تسهیلات مناسب و در اختیار گذاشتن کمباین‌های نو، برای تعویض با کمباین‌های فرسوده، کمک بزرگی به کمباین‌داران در راستای حداقل کردن خرابی، هزینه‌های کمباین‌ها و در نتیجه افزایش درآمد آن‌ها داشته باشند.

طبقه بندی JEL: D۲, D۲۴, G۱۱
واژه‌های کلیدی: کمباین، جاندیر ۹۵۵، بهترین زمان جای‌گزینی، استان فارس

* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
Email: hadikhodaverdi۶۲@gmail.com

مقدمه

مالکیت ماشین‌های کشاورزی از جمله کمباین، نیازمند سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه‌ی مالک ماشین‌ها است. هم‌چونان که زمان و نوع تصمیم مالک ماشین که شامل نگه‌داری و ادامه‌ی استفاده از ماشین قدیمی، و یا تعویض و خرید یک ماشین جدید است، می‌تواند اثر مهمی روی سودآوری وی داشته باشد. با افزایش عمر کمباین بازده اقتصادی و عمل‌کرد آن پایین خواهد آمد، به‌طوری‌که استفاده از آن صرفه‌ی اقتصادی ندارد و بنابراین بایستی آن را با کمباین جدیدی تعویض کرد (پترسون و میلیگان، ۱۹۷٦).

تعیین مناسب‌ترین زمان جای‌گزینی ماشین‌آلات کشاورزی مستلزم بررسی هزینه‌ها و عمل‌کرد اقتصادی آن‌ها است. این امر به‌خصوص برای ماشین‌آلاتی که دارای پیچیدگی بیش‌تر است و اهمیت فراوانی در درآمد زارعان دارد، نقش پررنگ‌تری خواهد داشت. محاسبه‌ی صحیح زمان جای‌گزینی ماشین و اقدام به‌موقع در تعویض آن موجب کارکرد مستمر ماشین با ضریب اطمینان بالاتر، کاهش خرابی‌های مکرر و در نتیجه کاهش هزینه‌های فعالیت، تعمیر و نگه‌داری ماشین خواهد شد (کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵). به‌عبارتی با تعیین عمر اقتصادی یا عمر مفید ماشین، می‌توان در مورد جای‌گزینی ماشین نو با فرسوده تصمیم گرفت. اما نکته‌ی قابل توجه ارتباط مستقیمی است که عمر اقتصادی با هزینه‌های ماشین دارد. این موضوع به این دلیل اهمیت دارد که هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات جزء بزرگی از هزینه‌های مزرعه را تشکیل می‌دهد، به‌طوری‌که اگر هزینه‌ی مربوط به زمین از میان هزینه‌های مزرعه حذف شود هزینه‌های ماشین‌های کشاورزی ۳۵ تا ۵۰٪ از هزینه‌ی تولید محصولات کشاورزی را به‌خود اختصاص خواهد داد (اندرسون، ۱۹۸۸؛ واهبی و السوهایبانی، ۲۰۰٤؛ سینگ، ۲۰۰٦). بنابراین با محاسبه‌ی هزینه‌ی ماشین‌آلات می‌توان در مورد عمر اقتصادی ماشین‌آلات قدیمی تصمیم گرفت. عمر مفید یا عمر اقتصادی، زمانی است که هزینه‌های ثابت و متغیر ماشین مورد نظر، اقتصادی است و پس از گذشت این عمر استفاده از ماشین اقتصادی نیست (خوب بخت و همکاران، ۲۰۰۸).

روش‌های استانداردی از سوی انجمن مهندسان کشاورزی بیولوژیکی آمریکا برای تعیین عمر مفید ماشین‌آلات کشاورزی، که قابل کاربرد برای تمام ماشین‌آلات و کشورها است، ارائه شده است. در این روش‌ها با محاسبه‌ی هزینه‌های ثابت و متغیر تجمعی برای سال‌های مختلف از عمر ماشین‌آلات، عمر مفید این ماشین‌ها تعیین می‌شود. میانگین هزینه‌های کل تجمعی که از جمع هزینه‌های پیش‌گفته حاصل می‌آید، برای هر ساعت کار در مقاطع زمانی اولیه استفاده از ماشین نو حالت نزولی دارد و در یک مقطع زمانی مشخص به حداقل می‌رسد و سپس حالت صعودی پیدا می‌کند. بهترین زمان جای‌گزینی یا عمر اقتصادی در سالی است که هزینه-های کل تجمعی برای هر ساعت فعالیت حداقل باشد (وارد و همکاران، ۱۹۸۵؛ خوب‌بخت و همکاران، ۲۰۰۸).

بر این اساس مطالعاتی در داخل و خارج صورت گرفته است. آشتیانی و همکاران (۱۳۸۵)، مطالعه‌یی به منظور تعیین عمر اقتصادی تراکتورهای مدل مسی فرگوسن ۲۸۵، جاندیر ۳۱٤۰ در شرکت زراعی دشت ناز مازندران انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که بهترین زمان جای‌گزینی برای تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ پایان سال هشتم و برای تراکتورهای جاندیر ۳۱٤۰ پایان سال نهم خواهد بود. خوب‌بخت و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ی خود عمر اقتصادی تراکتورهای مدل مسی فرگوسن ۲۸۵ در نواحی مرکزی ایران (ناحیه غربی استان اصفهان) را به‌دست آوردند. عمر اقتصادی این تراکتورها در سن ۲۰ و ۱۵ سال به‌دست آمد.

پترسون و میلیگان (۱۹۷٦) در مطالعه‌ی خود با تحلیل عمر اقتصادی ماشین برداشت سیب-زمینی، بهترین زمان جای‌گزینی این ماشین را برآورد کردند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود ماشین‌های برداشت‌کننده را بر اساس مقدار هکتار برداشت شده به چهار طبقه، ۸۱ هکتار، ۱٦۲ هکتار، ۲٤۳ هکتار و ۳۲٤ هکتار تقسیم کردند و عمر مفید این ماشین‌های برداشت را برای هر طبقه از میزان برداشت تعیین شده محاسبه کردند. نتایج نشان داد بهترین زمان جای‌گزینی برای سه طبقه‌ی اول نه سال و برای طبقه آخر هشت سال است. بوورس و هانت (۱۹۷۷)، عمر مفید ماشین‌های برداشت پنبه را ۱۰ سال یا ۲۵۰۰ – ۲۰۰۰ ساعت کار تعیین کردند، در صورتی که در مطالعه‌ی جدیدتری از هانت (۲۰۰۱) این عمر برابر با ۳۰۰۰ ساعت بود. میگداکوس

(۱۹۸۲) در مطالعه‌یی عمر مفید ماشین‌های برداشت پنبه را با استفاده از تخمین هزینه‌های این ماشین، ده سال یا ۲۵۰۰ ساعت کار محاسبه کرد. ولی در مطالعه‌ی دیگری از میگداکوس و جمتوس (۱۹۹٦) مشخص شد که عمر مفید ماشین‌های برداشت پنبه در یونان بیش از ۳۵۰۰ ساعت کار و ده سال است. در مطالعه‌ی جدیدتری از میگداکوس و همکارانش (۲۰۰۲) نشان داده شد که تعداد زیادی از ماشین‌های برداشت پنبه سن بیش‌تر از ۱۵ سال دارد و بالای ۵۰۰۰ ساعت کار می‌کند.

کیتسوپانیدیس و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌یی سعی در محاسبه‌ی بهترین زمان جای‌گزینی ماشین‌های برداشت پنبه با استفاده از پنج روش در کشور یونان داشتند. در این مطالعه دو روش بهترین زمان جای‌گزینی بر اساس برابری هزینه‌های تجمعی استهلاک سالیانه و هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری تجمعی سالیانه شود و هم‌چونین حداقل مجموع دو هزینه‌ی پیش‌گفته برای هر ساعت کار مورد بررسی قرار گرفت. برای روش اول چهاردهمین سال از عمر این ماشین‌ها و ٤٤۳۰ ساعت کار و برای دومین روش نیز چهاردهمین سال عمر ماشین‌ها و ٤۲۸۰ ساعت کار، بهترین زمان برای جای‌گزینی ماشین فرسوده به‌دست آمد. در سومین روش بهترین سال جای‌گزینی، زمان حداقل مجموع هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری سالیانه به‌علاوه‌ی هزینه‌ی اولیه خرید ماشین نو بود که سال هفدهم با ۵۳۵۹ ساعت کار، محاسبه شد. طبق چهارمین روش بررسی شده، بهترین زمان جای‌گزینی، حداقل میانگین هزینه‌های کل تجمعی برای هر ساعت کار یا هکتار بود که سال پانزدهم از عمر ماشین‌های برداشت پنبه با ٤۸٦۲ ساعت کار محاسبه شد. پنجمین روش زمانی را مد نظر قرار داد که درآمد خالص سالیانه‌ی دریافتی استفاده از ماشین برداشت پنبه حداکثر باشد. نتایج حاصل از این روش نشان داد که بهترین زمان جای‌گزینی ماشین برداشت پنبه سال چهاردهم با ٤۵۸۰ ساعت کار است. با توجه به مطالبی که بیان شد و اهمیتی که استفاده از کمباین در عمر مفید آن در سودآوری مالک ماشین کشاورزی خواهد داشت، سعی می‌شود عمر اقتصادی و بهترین زمان برای جای‌گزینی این ماشین کشاورزی با استفاده از چهار روش تعیین گردد.

روش تحقیق

اطلاعات مورد نیاز این پژوهش با تکمیل پرسش‌نامه از جامعه‌ی کمباین‌داران استان فارس با به‌کارگیری روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه بندی فراهم گردید.

بر اساس آمار ثبت شده توسط تعاونی کمباین‌داران استان فارس در سال ۱۳۸۸، از میان ۱۹۵۹ کمباین‌دار در حال فعالیت استان فارس ۱٦۷۰ نفر معادل ۸٤/۱۷٪ صاحب کمباین جاندیر ۹۵۵ و ۱٤۷ نفر برابر ۷/٤٪ صاحب کمباین نیوهلند بودند. بر این اساس با توجه به کثرت کمباین‌داران جاندیر ۹۵۵ این کمباین برای انجام تحقیق حاضر انتخاب گردید. جامعه‌ی مورد بررسی برای تعیین اندازه‌ی نمونه در تحقیق حاضر، شامل ۱٦۹٤ کمباین‌دار است که همگی صاحب کمباین جاندیر ۹۵۵ بودند. هم‌چونین در ۲۰ شهرستان استان فارس کمباین‌دار وجود داشت که از این میان شهرستان مرودشت با ۸۵۹ و شیراز با ۵۲۵ کمباین دار بیش‌ترین سهم را داشتند. بنابراین نمونه‌ی آماری مورد مطالعه از دو شهرستان شیراز و مرودشت انتخاب شد. به‌طوری که ٦۵ کمباین‌دار از ٦ روستا از توابع شهرستان مرودشت و ۹۵ کمباین‌دار از ۵ روستا، مربوط به شهرستان شیراز ۱٦۰ مشاهده‌ی نمونه‌ی آماری را تشکیل دادند. در نمونه‌ی آماری مورد بررسی از کمباین با دو سال کارکرد یعنی مدل ۱۳۸۵ تا کمباین ۲٦ سال کارکرد یعنی مدل ۱۳٦۱ موجود بود. برای تعیین عمر اقتصادی و بهترین زمان جای‌گزینی کمباین، کمباین‌هایی که دارای طول عمر یا سال ساخت یکسان است، در یک گروه قرار داده شد. از این پس نیز کمباین‌هایی که دارای سال ساخت یا عمر برابر است گروه کمباین‌ها نام‌گذاری و در ادامه از این واژه به‌جای عبارت "کمباین‌های دارای سال ساخت یا عمر برابر" استفاده می‌شود.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق با تکمیل ۱٦۰ پرسش‌نامه از طریق مصاحبه‌ی حضوری با کمباین‌داران به‌دست آمد. این اطلاعات مربوط به فعالیت کمباین‌ها در سال زراعی ۱۳۸۷– ۱۳۸۸ بود. زمان تکمیل پرسش‌نامه‌ها بعد از برداشت ذرت و شلتوک، یعنی اواخر فصل پاییز بود. پرسش‌نامه‌ها حاوی سه دسته سئوال اساسی می‌شد. دسته‌ی اول مربوط به مشخصات فردی کمباین‌داران، سابقه‌ی کمباین‌داری مالکان، تعداد دستگاه کمباین‌هایی که

کمباین‌داران مالکیت آن را به‌عهده داشتند و نحوه‌ی خرید کمباین با سرمایه‌ی شخصی و یا با استفاده از وام، با ذکر مقدار وام و بهره‌ی آن است. دسته‌ی دوم، سئوالات مربوط به مشخصات کمباین شامل سال ساخت یا مدل کمباین، سال خریداری، قیمت خرید، ارزش فعلی و دست دوم یا نو بودن کمباین خریداری شده است.

اطلاعات مورد نیاز در مورد فعالیت کمباین‌ها در قسمت سوم پرسش‌نامه گنجانده شد. برای برآورد درآمد سالانه‌ی کمباین‌داران سؤال‌هایی از قبیل نوع برداشت در هر شهرستانی که برداشت صورت گرفته بود، درآمد مربوط به آن نوع برداشت، تعداد روزهای کاری مفید و محصول برداشتی در هر شهرستان و مقدار فعالیت روزانه که واحد آن بر اساس نوع برداشت است، پرسیده شد. در ادامه اطلاعات مربوط به هزینه‌های کمباین‌ها شامل هزینه‌های ثابت، هزینه‌ی بیمه و در صورت داشتن مکان نگه‌داری برای کمباین، سال احداث و هزینه‌ی آن از کمباین‌داران پرسیده شد. هزینه‌های متغیر که مهم‌ترین قسمت پرسش‌نامه برای دست‌یابی به اهداف تحقیق بود، شامل هزینه‌های مربوط به استخدام راننده، کمک‌راننده و تدارکات‌چی، تعمیر و نگه‌داری کمباین‌ها، هزینه‌ی سوخت، هزینه‌ی روغن و فیلتر مربوط به آن و گریس‌کاری است. در ادامه برای دست‌یابی به ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها، کل فعالیت مفید و غیرمفید ومتوسط ساعات کار برای هر روز کار مفید از کمباین‌داران پرسیده شد.

در این تحقیق چهار شیوه برای تعیین عمر اقتصادی کمباین مورد استفاده قرار گرفت. طبق اولین شیوه‌ی محاسباتی تعیین عمر اقتصادی، زمان مناسب برای تعویض کمباین در سالی است که ارزش تجمعی استهلاک سالیانه و هزینه‌های تجمعی تعمیر و نگه‌داری سالیانه برای هر ساعت کار حداقل گردد (موریس، ۱۹٦٤؛ آپتون، ۱۹۷٦، برنارد و نیکس، ۱۹۷۹؛ هاستی ۱۹۹۱؛ کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵).

$$\text{Minimum} \quad \frac{D_{aa} + RM_{aa}}{Wh_a} \qquad (۱)$$

D_{aa}: استهلاک سالیانه‌ی تجمعی

RM_{aa}: هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری تجمعی

Wh_a: ساعات کار تجمعی

هزینه‌ی استهلاک جزو آن قسمت از هزینه‌های کمباین است که اگرچه مقدار آن به استفاده کردن یا نکردن از کمباین بستگی ندارد، ولی رابطه‌ی مستقیمی با تعداد سال‌هایی که کمباین در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد خواهد داشت. بنابراین، این هزینه روی عمر اقتصادی کمباین نقش دارد. برای محاسبه‌ی استهلاک چندین روش بیان شده است. از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان به روش خطی مستقیم، جمع ارقام سال‌های مفید، روش موجودی نزولی، روش وجوه استهلاکی، تعداد تولید و مدت عملیات اشاره کرد. در مورد بعضی از دارایی‌ها که دارای طول عمر طولانی است (ساختمان‌ها) و به‌طور یک‌نواخت مستهلک می‌شود، می‌توان از روش استهلاک خطی استفاده کرد. اما بعضی دارایی‌ها (ماشین‌آلات) به‌طور یک‌نواخت مستهلک نمی‌شود. استهلاک این دارایی‌ها، معمولا در سال‌های اول بیش‌تر است و در سال‌های بعد به‌طور غیر یک‌نواخت کاهش می‌یابد و برای محاسبه‌ی آن‌ها بهتر است یکی از دو روش جمع ارقام سال‌های مفید و یا روش موجودی نزولی مضاعف مورد استفاده قرار گیرد (سلطانی، ۱۳۸۷).

در این تحقیق استهلاک سالیانه‌ی کمباین از روش موجودی نزولی و طبق روابط زیر محاسبه می‌شود.

$$D_n = V_n - V_{n+1} \qquad (۲)$$

$$IV_n = P\left(1-\frac{X}{L}\right)^n \qquad (۳)$$

$$IV_{n+1} = P\left(1-\frac{X}{L}\right)^{n+1} \qquad (٤)$$

Dn: میزان استهلاک در سال محاسبه (سال n ام)

IVn: ارزش باقی‌مانده‌ی کمباین در پایان سال n ام

IVn+۱: ارزش باقی‌مانده‌ی کمباین در پایان سال n+۱

X: نسبت استهلاک (عددی بین ۱ تا ۲)

L: فاصله زمانی بین آغاز به کار ماشین و پایان عمر کاری مفرض‌ها بر حسب سال

با استفاده از معادلات (۲) تا (٤)، بر اساس عدد استهلاک ۱/۵ و عمر مفید ۱۰ سال، ارزش باقی‌مانده کمباین‌ها در آغاز هر سال محاسبه می‌شود. اختلاف میان ارزش باقی‌مانده‌ی دو گروه کمباین، بیان‌گر ارزش استهلاک است. حال به‌دلیل آن‌که در هر گروه از کمباین‌ها، چند کمباین هست، میانگین ارزش‌های باقی‌مانده برای کمباین‌های آن گروه سنی، به‌عنوان ارزش باقی‌مانده‌ی آن گروه سنی در نظر گرفته شد، که تفاوت آن با ارزش باقی‌مانده‌ی گروه بعد، استهلاک سالیانه را به‌دست خواهد آورد.

هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری شامل هزینه‌های تعویض قطعاتی از کمباین که به دلیل خرابی و استهلاک قابل استفاده نیست، هزینه‌ی تعمیر قطعات خراب شده، دست‌مزد تعمیرکار و هزینه‌ی تعمیرات است. کمباین‌داران هر سال بعد از اتمام فصل برداشت و قبل از شروع فصل برداشت آینده، کمباین خود را تعمیر می‌کنند. این تعمیرات شامل تعویض قطعات مستهلک یا خراب‌شده‌ی غیرقابل استفاده و یا تعمیر آن‌ها در صورت قابل استفاده بودن است. برای هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری نیز میانگین هزینه‌های تعمیرات کمباین‌های هر گروه به‌عنوان هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری آن گروه کمباین‌ها در نظر گرفته شد. میانگین ساعات کار کمباین‌های مربوط به هر گروه نیز جای‌گزین ساعات فعالیت کمباین‌هایی که در رابطه با آن گروه اند خواهد بود. اکنون با جمع هزینه‌های تجمعی استهلاک سالیانه و هزینه‌ی تجمعی تعمیرات و نگه‌داری و تقسیم آن بر ساعات فعالیت تجمعی، هزینه‌ی تجمعی متغیر محاسبه می‌شود.

بر اساس دومین شیوه‌ی محاسباتی، زمان مناسب برای جای‌گزینی کمباین‌ها، سالی است که ارزش خرید کمباین نو و هزینه‌های تجمعی تعمیر و نگه‌داری برای هر ساعت کار حداقل گردد. (هانت، ۱۹۷۷، ۱۹۹۹، ۲۰۰۱؛ کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵).

$$\text{Minimum} \quad \frac{RV + RM_{aa}}{Wh_a} \qquad (۵)$$

RV: ارزش خرید کمباین نو

هزینه‌ی تجمعی تعمیر و نگه‌داری مطابق با روش قبل محاسبه می‌گردد. ارزش خرید کمباین برای تمامی سال‌ها از عمر کمباین‌ها مساوی و برابر با قیمت خرید آن در سال ۱۳۸۸، ٤۰۰ میلیون ریال (تعاونی کمباین‌داران استان فارس، ۱۳۸۸) است. با جمع هزینه‌های تجمعی تعمیرات و نگه‌داری و قیمت خرید کمباین نو، و تقسیم آن بر ساعات فعالیت تجمعی، هزینه‌ی تجمعی مالکیت کمباین محاسبه می‌شود.

در سومین شیوه‌ی مورد بررسی، بهترین زمان جای‌گزینی کمباین سالی است که میانگین هزینه‌های تجمعی کل برای هر ساعت کار حداقل شود. هزینه‌ی تجمعی کل شامل تمامی هزینه‌های متغیر و ثابتی است که بایستی برای تعیین عمر اقتصادی کمباین‌ها لحاظ گردد. بنابراین با استفاده از این روش بایستی در ابتدا کل هزینه‌های متغیر و در ادامه هزینه‌ی استهلاک سالیانه به‌عنوان هزینه‌ی ثابت کمباین‌ها محاسبه شود. (ویتنی، ۱۹۸۸؛ کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵).

$$\text{Minimum} \quad ATC_a = \frac{TC_a}{Wh_a} \qquad (٦)$$

ATC_a: میانگین هزینه‌ی کل تجمعی برای هر ساعت فعالیت

TC_a: هزینه‌ی کل تجمعی

هزینه‌ی کل شامل تمامی هزینه‌های متغیر و ثابت است. هزینه‌ی ثابت شامل هزینه‌ی استهلاک است که مطابق با روش قبلی محاسبه می‌شود. هزینه‌های متغیر شامل هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری، نیروی کار، کرایه‌ی تریلی برای حمل و نقل، هزینه‌ی گریس‌کاری، سوخت، روغن و فیلتر روغن است. محاسبه‌ی هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری مطابق با آن‌چه در قبل بیان شد خواهد بود. هزینه‌ی نیروی کار، هزینه‌ی استخدام راننده، کمک‌راننده و تدارکات‌چی است که صاحب کمباین برای فعالیت برداشت هر کدام از آن‌ها را در صورت لزوم استخدام می‌کند. هزینه‌ی حمل‌ونقل کرایه‌یی است که کمباین‌دار برای حمل‌ونقل کمباین خود از شهری به شهر دیگر پرداخت می‌کند. گریس‌کاری هزینه‌یی است که کمباین‌دار در طی فعالیت برداشت، هر روز صبح برای گریس‌کاری کمباین خود متحمل می‌شود. هزینه‌ی سوخت شامل تعداد

بشکه‌های گازوییل مصرفی است که کمباین برای انجام برداشت نیاز خواهد داشت. روغن مصرفی شامل هزینه‌یی است که صرف روغن موتور و سیستم هیدرولیک می‌شود. فیلتر روغن نیز هزینه‌ی مربوط به تعویض فیلتر روغن است. جمع هزینه‌های بیان شده هزینه‌ی متغیر کل را شامل می‌شود. جمع تجمعی این هزینه با هزینه‌ی تجمعی استهلاک سالیانه هزینه‌ی تجمعی کل را نتیجه می‌دهد. با تقسیم هزینه‌ی تجمعی کل بر تعداد ساعات فعالیت تجمعی، هزینه‌ی تجمعی برای هر ساعت از فعالیت به‌دست می‌آید. در این روش نیز برای هر یک از کمباین‌های موجود در هر از گروه کمباین‌ها، یک هزینه‌ی متغیر کل محاسبه می‌شود. با میانگین‌گیری از هزینه‌ی متغیر کل کمباین‌های هر گروه، هزینه‌ی متغیر کل برای هر گروه از کمباین‌ها محاسبه می‌گردد.

بر اساس چهارمین شیوه، بهترین زمان جای‌گزینی در سالی است که ارزش تجمعی درآمد خالص سالیانه‌ی استفاده از کمباین حداکثر شود. با استفاده از این روش، بعد از محاسبه‌ی درآمد ناخالص، هزینه‌ی متغیر کل و ارزش فعلی کمباین‌ها درآمد خالص تجمعی برای هر ساعت فعالیت کمباین محاسبه می‌شود. عمر اقتصادی در سالی است که درآمد خالص تجمعی در هر ساعت فعالیت حداکثر گردد (کیتسوپانیدیس، ۱۹۹۰؛ کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵).

$$Maximum\ \left[(GR-DC)+RV\right]=DNI/Wh_a \qquad (۷)$$

GR: درآمد ناخالص

DC: هزینه‌های مستقیم یا هزینه‌ی متغیر کل

RV: ارزش فعلی کمباین

DNI / Wh_a: درآمد خالص سالیانه برای هر ساعت فعالیت

پول دریافتی بابت برداشت محصول، درآمد ناخالص کمباین‌داران را شامل می‌شود. با کسر هزینه‌ی متغیر کل که شامل هزینه‌ی تعمیرات و نگه‌داری، استخدام راننده، کمک‌راننده و تدارکات‌چی، کرایه‌ی حمل‌ونقل کمباین، هزینه‌ی سوخت، گریس‌کاری، روغن و فیلتر روغن است، از درآمد محاسباتی، درآمد خالص کمباین‌ها به‌دست می‌آید. جمع این درآمد با ارزش

فعلی کمباین‌ها کل درآمد ممکن برای کمباین‌دار را به‌دست خواهد آورد. با محاسبه‌ی درآمد تجمعی سالیانه‌ی کمباین‌ها و تقسیم آن به ساعات فعالیت تجمعی، درآمد تجمعی برای هر ساعت از فعالیت کمباین‌ها محاسبه می‌شود. در این روش محاسبه عمر اقتصادی نیز مانند سه روش قبلی برای هر یک از کمباین‌هایی که در هر گروه از کمباین‌ها است، یک درآمد خالص و یک ارزش فعلی به ثبت می‌رسد. میانگین درآمد خالص و ارزش فعلی کمباین‌های موجود در هر گروه از کمباین‌ها، نشان‌گر درآمد خالص و ارزش فعلی مربوط به آن گروه کمباین‌ها می‌شود. تخمین توابع هر یک از چهار شیوه‌ی تعیین عمر اقتصادی با استفاده از تابع زیر صورت می‌گیرد.

$$y = a + b(X) + c(X)^2 + U \qquad (۸)$$

رابطه‌ی (۸) نشان دهنده‌ی یک مدل کلاسیک رگرسیون خطی نرمال است. تمامی این مدل‌ها براساس چندین فرض استوار است. اگر این فرض‌ها برقرار باشد، تخمین‌زن‌های حداقل مربعات معمولی (OLS)ضرایب رگرسیون، بهترین تخمین‌زنهای بدون تورش خطی (BLUE) است و با فرض نرمال بودن، به صورت نرمال توزیع شده است. ولی آزمون بعضی از این فرض‌ها بستگی به نوع داده‌های مورد استفاده در تحقیق دارد. به عبارتی نوع داده‌ها، بر لزوم برقراری این فرض‌ها اثر خواهد داشت. داده‌های مورد استفاده برای انجام این تحقیق، مقطعی است، بنابراین فرضیه‌ی هم‌سانی (Homoscedasticity) واریانس، فرضیه‌یی است که بایستی مورد آزمون قرار گیرد. یکی از راه‌های بررسی نبود ناهم‌سانی واریانس، استفاده از آزمون وایت است که در این تحقیق نیز این روش، برای بررسی هم‌سان بودن واریانس‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از اولین روش در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱). نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از اولین روش

سن (سال)	هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری تجمعی (هزار ریال)	هزینه‌ی استهلاک تجمعی (هزار ریال)	هزینه‌ی کل تجمعی (هزار ریال)	فعالیت تجمعی (ساعت)	هزینه‌ی کل تجمعی در هر ساعت (ریال)
۲	٤۰۰،۰۰۰	۳۲،٥۳۰	٤۳۲،٥۳۰	۱،٤۱۰/۰۰	۳۰٦،۷٥۸/۸۷
۳	٤۰۰،۰۰۰	۷٤،٦۱۳	٤۷٤،٦۱۳	۲،۸۷۰/۰۰	۱٦٥،۳۷۰/٥۰
٤	٤۰۰،۰۰۰	۱۰۹،۳۳۸	٥۰۹،۳۳۸	٤،۰۱۳/۷٥	۱۲٦،۸۹۸/۳۷
٥	٤۰۰،۰۰۰	۱۳٦،۳۲۱	٥۳٦،۳۲۱	٥،۰۱٥/٤۲	۱۰٦،۹۳٤/٦۲
٦	٤۰۰،۰۰۰	۱٦۹،۸۳۸	٥٦۹،۸۳۸	٦،۱۷۹/۹۲	۹۲،۲۰۸/۰۹
۷	٤۰۰،۰۰۰	۲۰۹،۹٥٥	٦۰۹،۹٥٥	۷،٦۷٤/۰۸	۷۹،٤۸۲/٤٦
۸	٤۰۰،۰۰۰	۲٤٤،۷۱۷	٦٤٤،۷۱۷	۸،۷٥۰/۳۳	۷۳،٦۷۹/۱۹
۹	٤۰۰،۰۰۰	۲۸٤،۰۱۷	٦۸٤،۰۱۷	۹،۹۱۲/۸۳	٦۹،۰۰۳/۲۳
۱۰	٤۰۰،۰۰۰	۳۳٤،۸۱۷	۷۳٤،۸۱۷	۱۱،۲٤۲/۸۳	٦٥،۳٥۸/۷٥
۱۱	٤۰۰،۰۰۰	۳۷۹،۰٥۰	۷۷۹،۰٥۰	۱۲،۳۸۲/۸۳	٦۲،۹۱۳/۷۸
۱۲	٤۰۰،۰۰۰	٤۳۹،۲۲۲	۸۳۹،۲۲۲	۱۳،۷۷٦/٤۰	٦۰،۹۱۷/۳۷
۱۳	٤۰۰،۰۰۰	٤۸۳،٦۸۰	۸۸۳،٦۸۰	۱٤،۹٥۲/٥۲	٥۹،۰۹۹/۰۹
۱٤	٤۰۰،۰۰۰	٥۲٦،٥۹٤	۹۲٦،٥۹٤	۱٦،۰۷٦/۰۹	٥۷،٦۳۸/۰٥
۱٥	٤۰۰،۰۰۰	٥۷٥،۱۸۱	۹۷٥،۱۸۱	۱۷،٤۲۳/۹٤	٥٥،۹٦۷/۹۰
۱٦	٤۰۰،۰۰۰	٦۲۲،٤۸۱	۱،۰۲۲،٤۸۱	۱۸،۷۸٦/٤٤	٥٤،٤۲٦/٥٦
۱۷	٤۰۰،۰۰۰	٦۷٥،۹۱۳	۱،۰۷٥،۹۱۳	۲۰،۰٤٥/٥٤	٥۳،٦۷۳/٤٦
۱۸	٤۰۰،۰۰۰	۷۳۰،۷٤٤	۱،۱۳۰،۷٤٤	۲۱،۲۹۱/۲۲	٥۳،۱۰۸/٤۸
۱۹	٤۰۰،۰۰۰	۷۸۳،٤۷۷	۱،۱۸۳،٤۷۷	۲۲،۷۱۱/۲۲	٥۲،۱۰۹/۸۳
۲۰	٤۰۰،۰۰۰	۸٤٥،۹٥۲	۱،۲٤٥،۹٥۲	۲٤،۰۳۱/۲۲	٥۱،۸٤۷/۲٥
۲۱	٤۰۰،۰۰۰	۹۰۸،۹۲۷	۱،۳۰۸،۹۲۷	۲٥،۱۱٤/۲۲	٥۲،۱۱۸/۹۹
۲۲	٤۰۰،۰۰۰	۹٦۷،٥۸٤	۱،۳٦۷،٥۸٤	۲٦،٤۱۹/۹۳	٥۱،۷٦۳/۳۷
۲۳	٤۰۰،۰۰۰	۱،۰۱۹،۲٦۹	۱،٤۱۹،۲٦۹	۲۷،٦۸۱/۹۳	٥۱،۲۷۰/٦۲
۲٤	٤۰۰،۰۰۰	۱،۰۸۰،۳٥۹	۱،٤۸۰،۳٥۹	۲۸،۹٥٥/۹۳	٥۱،۱۲٤/٥۸
۲٥	٤۰۰،۰۰۰	۱،۱٤٦،٦٥۹	۱،٥٤٦،٦٥۹	۳۰،٥۲۳/٤۳	٥۰،٦۷۱/۲۳
۲٦	٤۰۰،۰۰۰	۱،۲۰۷،۷۳٤	۱،٦۰۷،۷۳٤	۳۱،۸۰۳/٤۳	٥۰،٥٥۲/۲٤

نمودار (۱). هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری و استهلاک تجمعی برای هر ساعت فعالیت

تخمین تابع هزینه‌ی این روش تعیین عمر اقتصادی، با استفاده از رابطه‌ی (۸) صورت گرفت. بعد از برازش تابع هزینه، ناهم‌سانی واریانس اجزای اخلال با استفاده از آزمون وایت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که فرضیه‌ی صفر در سطح ۱٪ معنی‌دار است و در نتیجه اجزای اخلال تابع هزینه‌ی برآورد شده دارای مشکل ناهم‌سانی واریانس است. نتایج حاصل از حاصل تخمین تابع هزینه‌ی تجمعی متغیر برای هر ساعت فعالیت، بعد از برطرف کردن مشکل ناهمسانی واریانس در جدول (۲) آورده شده است. تمامی ضرایب در سطح ۱٪ معنی‌دار است. ضریب تعیین به‌دست آمده ۰/۸۵ است که نشان می‌دهد ۸۵٪ از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. علامت منفی ضریب متغیر عمر کمباین نشان دهنده‌ی U شکل بودن منحنی هزینه‌ی تجمعی متغیر است. اگر از تابع هزینه‌ی متغیر تجمعی به‌دست آمده مشتق گرفته شود و برابر صفر قرار گیرد، نقطه‌ی حداقل تابع هزینه‌ی متغیر تجمعی که برابر عمر اقتصادی کمباین‌ها است به‌دست می‌آید، که برابر با سال شانزدهم از عمر کمباین است. بنابراین با استفاده از این روش، عمر اقتصادی کمباین‌های جاندیر ۹۵۵ متداول در استان فارس برابر با شانزده سال و یا ۱۸۷۸٦ ساعت کار است.

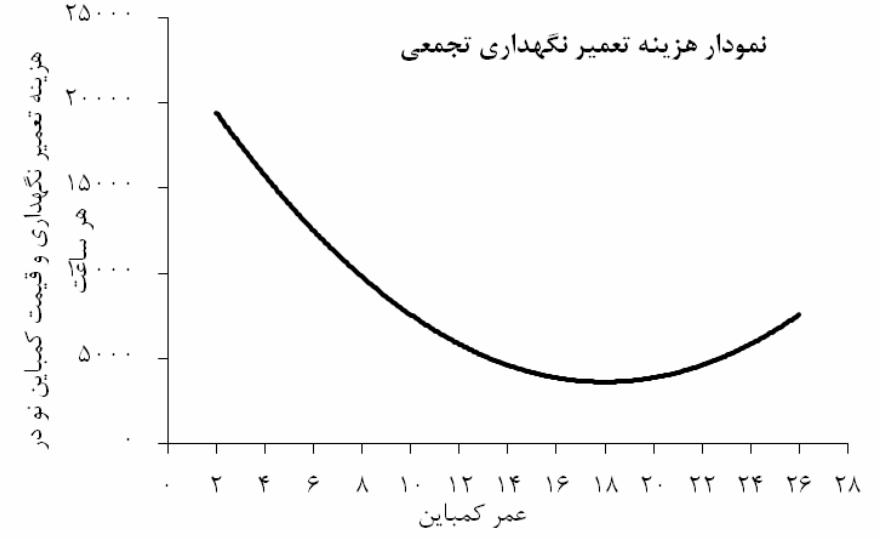
جدول(۲). نتایج حاصل از تخمین تابع هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری و استهلاک تجمعی در هر ساعت فعالیت

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره‌ی (t)	سطح معنی‌داری
ضریب ثابت	٤٧٢٩/٣٠	٤٨/٢٧	٩٧/٩٧	٠/٠٠
عمر کمباین	-٨٤/٩٨	٦/٤٣	-١٣/٢٢	٠/٠٠
مجذور عمر کمباین	٢/٦٥	٠/٢٢	١١/٨٩	٠/٠٠
ضریب تعیین R^2	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره (F)	احتمال معنی‌داری آماره‌ی (F)
٠/٨٥	٠/٨٣	٦٥/٨٠	٦١/٢١	٠/٠٠

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در روش دوم تعیین عمر اقتصادی زمان مناسب برای جای‌گزینی کمباین در سالی است که قیمت خرید کمباین نو و هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری تجمعی سالیانه برای هر ساعت فعالیت حداقل گردد. نمودار (۲) و جدول (۳) بیان‌گر هزینه‌ی تجمعی تعمیر و نگه‌داری و قیمت کمباین نو در هر ساعت فعالیت کمباین است. جمع این دو هزینه برای هر ساعت فعالیت، در ابتدای عمر کمباین بالا است ولی در ادامه با افزایش عمر و ساعات کارکرد تجمعی کمباین، از ارزش آن‌ها کاسته می‌گردد. این روند تا جایی ادامه می‌یابد که در نهایت میزان این دو هزینه‌ی محاسبه شده به کم‌ترین مقدار برسد و بعد از آن بار دیگر این هزینه افزایش یابد. این نقطه بهترین زمان برای جای‌گزینی کمباین است. مطابق با نمودار (۲) در ابتدای عمر کمباین جمع

هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری و قیمت کمباین نو در بالاترین مقدار خود است ولی با افزایش عمر و ساعات کارکرد تجمعی، جمع این دو هزینه کاهش می‌یابد تا به کم‌ترین مقدار خود برسد. سال هجدهم از عمر کمباین، بیان‌گر سالی است که هزینه‌های تعمیر نگه‌داری و قیمت خرید کمباین نو در پایین‌ترین مقدار خود است.



نمودار (۲). نمودار تابع هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری و قیمت کمباین نو در هر ساعت

جدول (۳). نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از روش دوم

عمر (سن)	ارزش اولیه (هزار ریال)	هزینه‌ی تجمعی تعمیر و نگه‌داری (هزار ریال)	ارزش اولیه و هزینه‌ی تجمعی تعمیر و نگه‌داری (هزار ریال)	فعالیت تجمعی (ساعت)	ارزش اولیه و هزینه‌ی تجمعی تعمیر و نگه‌داری در هر ساعت (ریال)
۲	۴۰۰،۰۰۰	۳۲،۵۳۰	۴۳۲،۵۳۰	۱،۴۱۰/۰۰	۳۰۶،۷۵۸/۸۷
۳	۴۰۰،۰۰۰	۷۴،۶۱۳	۴۷۴،۶۱۳	۲،۸۷۰/۰۰	۱۶۵،۳۷۰/۵۰
۴	۴۰۰،۰۰۰	۱۰۹،۳۳۸	۵۰۹،۳۳۸	۴،۰۱۳/۷۵	۱۲۶،۸۹۸/۳۷
۵	۴۰۰،۰۰۰	۱۳۶،۳۲۱	۵۳۶،۳۲۱	۵،۰۱۵/۴۲	۱۰۶،۹۳۴/۶۲
۶	۴۰۰،۰۰۰	۱۶۹،۸۳۸	۵۶۹،۸۳۸	۶،۱۷۹/۹۲	۹۲،۲۰۸/۰۹
۷	۴۰۰،۰۰۰	۲۰۹،۹۵۵	۶۰۹،۹۵۵	۷،۶۷۴/۰۸	۷۹،۴۸۲/۴۶
۸	۴۰۰،۰۰۰	۲۴۴،۷۱۷	۶۴۴،۷۱۷	۸،۷۵۰/۳۳	۷۳،۶۷۹/۱۹
۹	۴۰۰،۰۰۰	۲۸۴،۰۱۷	۶۸۴،۰۱۷	۹،۹۱۲/۸۳	۶۹،۰۰۳/۲۳
۱۰	۴۰۰،۰۰۰	۳۳۴،۸۱۷	۷۳۴،۸۱۷	۱۱،۲۴۲/۸۳	۶۵،۳۵۸/۷۵
۱۱	۴۰۰،۰۰۰	۳۷۹،۰۵۰	۷۷۹،۰۵۰	۱۲،۳۸۲/۸۳	۶۲،۹۱۳/۷۸
۱۲	۴۰۰،۰۰۰	۴۳۹،۲۲۲	۸۳۹،۲۲۲	۱۳،۷۷۶/۴۰	۶۰،۹۱۷/۳۷
۱۳	۴۰۰،۰۰۰	۴۸۳،۶۸۰	۸۸۳،۶۸۰	۱۴،۹۵۲/۵۲	۵۹،۰۹۹/۰۹
۱۴	۴۰۰،۰۰۰	۵۲۶،۵۹۴	۹۲۶،۵۹۴	۱۶،۰۷۶/۰۹	۵۷،۶۳۸/۰۵
۱۵	۴۰۰،۰۰۰	۵۷۵،۱۸۱	۹۷۵،۱۸۱	۱۷،۴۲۳/۹۴	۵۵،۹۶۷/۹۰
۱۶	۴۰۰،۰۰۰	۶۲۲،۴۸۱	۱،۰۲۲،۴۸۱	۱۸،۷۸۶/۴۴	۵۴،۴۲۶/۵۶
۱۷	۴۰۰،۰۰۰	۶۷۵،۹۱۳	۱،۰۷۵،۹۱۳	۲۰،۰۴۵/۵۴	۵۳،۶۷۳/۴۶
۱۸	۴۰۰،۰۰۰	۷۳۰،۷۴۴	۱،۱۳۰،۷۴۴	۲۱،۲۹۱/۲۲	۵۳،۱۰۸/۴۸
۱۹	۴۰۰،۰۰۰	۷۸۳،۴۷۷	۱،۱۸۳،۴۷۷	۲۲،۷۱۱/۲۲	۵۲،۱۰۹/۸۳
۲۰	۴۰۰،۰۰۰	۸۴۵،۹۵۲	۱،۲۴۵،۹۵۲	۲۴،۰۳۱/۲۲	۵۱،۸۴۷/۲۵
۲۱	۴۰۰،۰۰۰	۹۰۸،۹۲۷	۱،۳۰۸،۹۲۷	۲۵،۱۱۴/۲۲	۵۲،۱۱۸/۹۹
۲۲	۴۰۰،۰۰۰	۹۶۷،۵۸۴	۱،۳۶۷،۵۸۴	۲۶،۴۱۹/۹۳	۵۱،۷۶۳/۳۷
۲۳	۴۰۰،۰۰۰	۱،۰۱۹،۲۶۹	۱،۴۱۹،۲۶۹	۲۷،۶۸۱/۹۳	۵۱،۲۷۰/۶۲
۲۴	۴۰۰،۰۰۰	۱،۰۸۰،۳۵۹	۱،۴۸۰،۳۵۹	۲۸،۹۵۵/۹۳	۵۱،۱۲۴/۵۸
۲۵	۴۰۰،۰۰۰	۱،۱۴۶،۶۵۹	۱،۵۴۶،۶۵۹	۳۰،۵۲۳/۴۳	۵۰،۶۷۱/۲۳
۲۶	۴۰۰،۰۰۰	۱،۲۰۷،۷۳۴	۱،۶۰۷،۷۳۴	۳۱،۸۰۳/۴۳	۵۰،۵۵۲/۲۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق

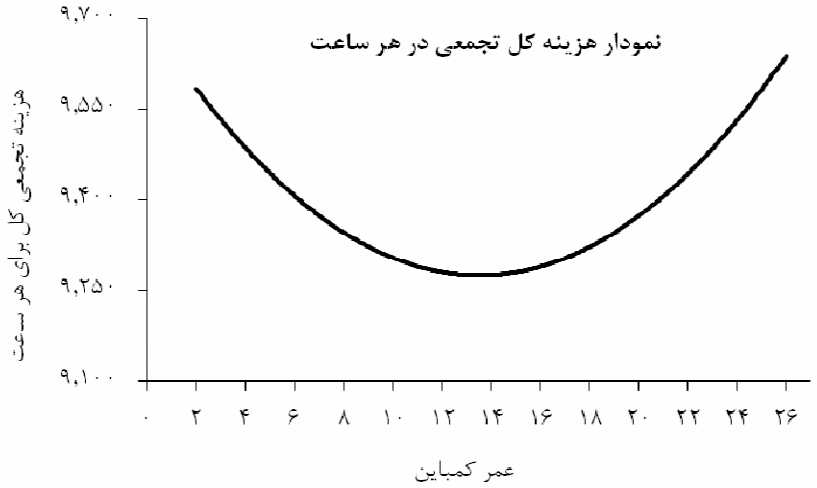
تابع هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری و قیمت خرید کمباین نو مطابق با رابطه‌ی (۸) تخمین زده شد. بعد از تخمین این تابع، با انجام آزمون وایت برای بررسی هم‌سانی واریانس اجزای اخلال، مشاهده شد که اجزای اخلال رگرسیون تخمین زده شده دارای مشکل ناهم‌سانی واریانس نیست. نتایج تخمین تابع هزینه‌ی تعمیر نگه‌داری و ارزش فعلی کمباین‌ها مطابق با جدول (٤) است. ضریب تعیین ۰/۷۲ نشان می‌دهد که ۷۲٪ از تغییرات تابع هزینه‌ی تجمعی کل توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. ضرایب مستقل همگی در سطح ۱٪ معنی‌داری است. علامت منفی ضریب عمر کمباین بیان‌گر فرم U شکل تابع هزینه‌ی تجمعی کل است. از حداقل کردن مشتق اول تابع هزینه، سالی که در آن تابع هزینه‌ی کل تجمعی کم‌ترین مقدار را دارد، برابر با هجدهمین سال از عمرکمباین می‌شود. به عبارتی بر اساس قانون جای‌گزینی دارایی‌های سرمایه‌یی، سال هجدهم از عمر کمباین یا ۲۱۲۹۱ ساعت کار است.

جدول (٤). نتایج حاصل از تخمین تابع هزینه‌ی تعمیر و نگه‌داری و قیمت کمباین نو در هر ساعت فعالیت

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره‌ی (t)	سطح معنی‌داری
ضریب ثابت	۲۳٦۳۸/۰۲	۲۳۲۰/۸۱	۱۰/۱۸	۰/۰۰
عمر کمباین	-۲۲۲۵/٦۹	۳۷۸/٦۸	-۵/۸۸	۰/۰۰
مجذور عمر کمباین	٦۱/۸۵	۱۳/۱۸	٤/۷	۰/۰۰
ضریب تعیین R^2	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره‌ی (F)	احتمال معنی‌داری آماره‌ی (F)
۰/۷۲	۰/٦۹	۳۰۵۷/۷۹	۲۷/۹٦	۰/۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس سومین روش، بهترین زمان جای‌گزینی کمباین در سالی است که میانگین هزینه‌ی کل تجمعی برای هر ساعت از فعالیت حداقل گردد. نمودار (۳) و جدول (۵) نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از این روش را نشان می‌دهد. مطابق جدول (۵)، با افزایش عمر و ساعات کارکرد کمباین، هزینه‌ی تجمعی استهلاک افزایش می‌یابد ولی مقدار استهلاک سالیانه برای سال‌های اولیه‌ی عمر کمباین بالا است و در ادامه با افزایش عمر آن کاسته می‌گردد. هزینه‌ی تجمعی کل نیز دارای روند صعودی است، به‌طوری‌که با افزایش هرچه بیش‌تر عمر و ساعات کارکرد کمباین، این هزینه نیز افزایش می‌یابد. جمع تجمعی این دو هزینه با افزایش عمر و ساعات کارکرد کمباین در هر ساعت فعالیت، ابتدا کاهش می‌یابد و در ادامه شروع به افزایش می‌کند. این امر در نمودار (۳) نیز مشخص است. مطابق با این نمودار مقدار هزینه در سال‌های اولیه از عمر کمباین بسیار بالا است و با افزایش عمر کمباین این هزینه کاهش می‌یابد تا این که در چهاردهمین سال از عمر کمباین به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد. بعد از این نقطه هم‌چونان که عمر و ساعات کارکرد تجمعی کمباین افزایش می‌یابد هزینه‌ی تجمعی متغیر کل نیز روند صعودی می‌گیرد و افزایش می‌یابد.



نمودار (۳). نمودار تابع میانگین هزینه‌ی کل تجمعی برای هر ساعت فعالیت

جدول (۵). نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از روش سوم

سال (سن)	هزینه‌ی متغیر تجمعی کل (هزار ریال)	هزینه‌ی استهلاک تجمعی (هزار ریال)	هزینه‌ی تجمعی کل (هزار ریال)	فعالیت تجمعی (ساعت)	هزینه‌ی تجمعی کل در هر ساعت (ریال)
۲	۱۰۷،۱۵۳	۳۱،۷۵۳	۱۳۸،۹۰۶	۱،۴۱۰/۰۰	۹۸،۵۱۶
۳	۲۱۷،۴۰۹	۵۴،۱۶۹	۲۷۱،۵۷۹	۲،۸۷۰/۰۰	۹۴،۶۲۷
۴	۳۰۷،۹۴۳	۷۲،۷۶۵	۳۸۰،۷۰۹	۴،۰۱۳/۷۵	۹۴،۸۵۱
۵	۳۸۶،۴۶۵	۸۹،۰۴۹	۴۷۵،۵۱۴	۵،۰۱۵/۴۲	۹۴،۸۱۱
۶	۴۸۰،۶۰۸	۹۹،۴۷۸	۵۸۰،۰۸۶	۶،۱۷۹/۹۲	۹۳،۸۶۶
۷	۵۹۵،۳۵۴	۱۰۸،۳۰۱	۷۰۳،۶۵۶	۷،۶۷۴/۰۸	۹۱،۶۹۳
۸	۶۹۰،۷۰۰	۱۱۳،۹۱۱	۸۰۴،۶۱۲	۸،۷۵۰/۳۳	۹۱،۹۵۲
۹	۷۹۲،۳۵۳	۱۱۹،۲۱۰	۹۱۱،۵۶۳	۹،۹۱۲/۸۳	۹۱،۹۵۸
۱۰	۹۱۲،۲۵۸	۱۲۳،۱۹۶	۱،۰۳۵،۴۵۴	۱۱،۲۴۲/۸۳	۹۲،۰۹۹
۱۱	۱،۰۲۷،۰۴۸	۱۲۶،۶۲۷	۱،۱۵۳،۶۷۵	۱۲،۳۸۲/۸۳	۹۳،۱۶۷
۱۲	۱،۱۵۹،۳۰۳	۱۲۹،۴۷۴	۱،۲۸۸،۷۷۷	۱۳،۷۷۶/۴۰	۹۳،۵۵۰
۱۳	۱،۲۶۶،۶۵۱	۱۳۱،۴۶۳	۱،۳۹۸،۱۱۵	۱۴،۹۵۲/۵۲	۹۳،۵۰۴
۱۴	۱،۳۶۹،۹۷۲	۱۳۳،۵۰۴	۱،۵۰۳،۴۷۷	۱۶،۰۷۶/۰۹	۹۳،۵۲۳
۱۵	۱،۴۸۹،۷۵۹	۱۳۵،۰۹۷	۱،۶۲۴،۸۵۶	۱۷،۴۲۳/۹۴	۹۳،۲۵۴
۱۶	۱،۶۱۲،۴۸۹	۱۳۶،۲۶۶	۱،۷۴۸،۷۵۶	۱۸،۷۸۶/۴۴	۹۳،۰۸۶
۱۷	۱،۷۳۱،۵۹۱	۱۳۷،۳۴۴	۱،۸۶۸،۹۳۶	۲۰،۰۴۵/۵۴	۹۳،۲۳۵
۱۸	۱،۸۵۱،۴۱۰	۱۳۸،۲۲۰	۱،۹۸۹،۶۳۰	۲۱،۲۹۱/۲۲	۹۳،۴۴۸
۱۹	۱،۹۷۸،۷۴۵	۱۳۸،۸۷۰	۲،۱۱۷،۶۱۵	۲۲،۷۱۱/۲۲	۹۳،۲۴۱
۲۰	۲،۱۱۶،۵۸۷	۱۳۹،۴۸۰	۲،۲۵۶،۰۶۸	۲۴،۰۳۱/۲۲	۹۳،۸۸۱
۲۱	۲،۲۴۳،۷۶۷	۱۳۹،۹۵۰	۲،۳۸۳،۷۱۸	۲۵،۱۱۴/۲۲	۹۴،۹۱۵
۲۲	۲،۳۷۲،۳۱۷	۱۴۰،۲۴۴	۲،۵۱۲،۵۶۲	۲۶،۴۱۹/۹۳	۹۵،۱۰۱
۲۳	۲،۴۹۱،۵۰۲	۱۴۰،۵۵۲	۲،۶۳۲،۰۵۵	۲۷،۶۸۱/۹۳	۹۵،۰۸۲
۲۴	۲،۶۲۱،۵۱۳	۱۴۰،۸۶۵	۲،۷۶۲،۳۷۸	۲۸،۹۵۵/۹۳	۹۵،۳۹۹
۲۵	۲،۷۶۲،۸۷۳	۱۴۰،۹۹۷	۲،۹۰۳،۸۷۰	۳۰،۵۲۳/۴۳	۹۵،۱۳۶
۲۶	۲،۸۸۹،۱۹۰	۱۴۱،۰۶۳	۳،۰۳۰،۲۵۴	۳۱،۸۰۳/۴۳	۹۵،۲۸۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

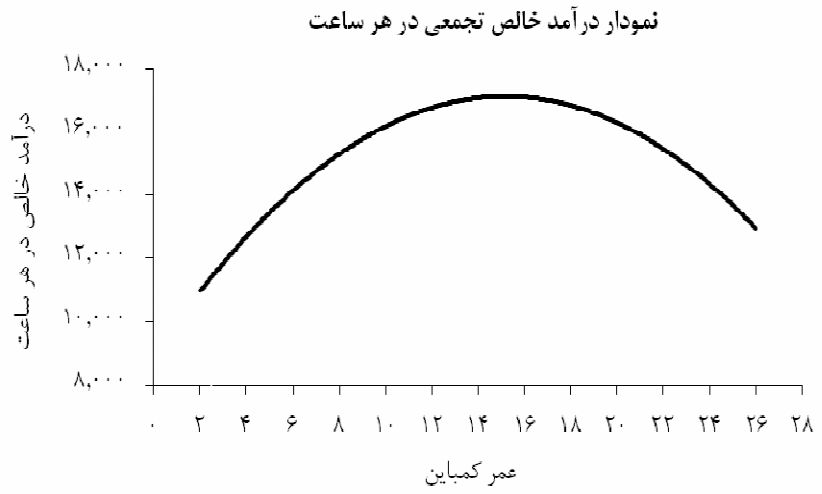
تابع هزینه‌یی که براساس آن هزینه‌ی تجمعی کل تخمین زده شد تابع چند جمله‌یی درجه‌ی دوم، مطابق با معادله‌ی (۵) است. نتایج حاصل از آزمون ناهم‌سانی واریانس عمومی وایت نشان داد که اجزای اخلال تابع هزینه‌ی کل تجمعی، مشکل ناهم‌سانی واریانس دارند. نتایج حاصل از تخمین تابع هزینه‌ی تجمعی کل برای هر ساعت فعالیت بعد از برطرف نمودن مشکل ناهم‌سانی واریانس در جدول (٦) آورده شده است. ضریب تعیین به‌دست آمده برای تعیین خوبی برازش برابر ۰/۵۸ است که نشان می‌دهد ۵۸٪ از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای توضیح عمر کمباین و مجذور عمر کمباین توضیح داده می‌شود. ضرایب متغیرهای مستقل همگی در سطح ۱٪ معنی‌دار است. براساس قانون جای‌گزینی دارایی‌های سرمایه‌یی سال چهاردهم که کم‌ترین هزینه‌ی تجمعی کل در این سال رخ می‌دهد و بعد از آن هزینه‌ی تجمعی کل افزایش می‌یابد، بهترین زمان برای جای‌گزینی کمباین‌های کارکرده با نو است. ۱٦۰۷٦ساعت، فعالیت تجمعی بهینه برای سال چهاردهم از عمر کمباین‌ها است.

جدول (٦). نتایج حاصل از تخمین تابع میانگین هزینه‌ی کل تجمعی برای هر ساعت فعالیت

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره‌ی (t)	سطح معنی‌داری
ضریب ثابت	۹۷۰۰/۱۸	۱۲٦/٦۵	۷٦/٦	۰/۰۰
عمر کمباین	-٦۳/۰۲	۱۷/۹۸	-۳/۵۱	۰/۰۰
مجذور عمر کمباین	۲/۳۳	۰/۵۷	٤/۰٦	۰/۰۰
ضریب تعیین R^2	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره‌ی (F)	احتمال معنی‌داری آماره‌ی (F)
۰/۵۸	۰/۵٤	۹۹/۷٤	۱۵/۰۵	۰,۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

طبق چهارمین روش، بهترین زمان جای‌گزینی کمباین در سالی است که درآمد خالص تجمعی سالیانه برای هر ساعت فعالیت، حداکثر گردد. نمودار (٤) و جدول (۷) بیان‌گر نتایج حاصل از این روش محاسبه‌ی تعیین عمر اقتصادی کمباین‌ها است. همان‌طور که از جدول (۷) مشخص است با افزایش عمر و ساعات کارکرد کمباین، جمع درآمد خالص و ارزش فعلی تجمعی کمباین روند صعودی دارد. جمع این دو درآمد برای هر ساعت فعالیت در ابتدا در پایین‌ترین مقدار خود است ولی با افزایش عمر و ساعات کارکرد کمباین جمع تجمعی این درآمدها افزایش می‌یابد تا به بیش‌ترین مقدار خود برسد. این امر در نمودار (٤) نیز نشان داده شده است. جمع درآمد خالص و ارزش فعلی تجمعی در هر ساعت فعالیت در ابتدای عمر کمباین در کم‌ترین مقدار است ولی با افزایش عمر و ساعت کارکرد کمباین جمع این دو درآمد به بالاترین مقدار یعنی سال پانزدهم از عمر کمباین می‌رسد و در ادامه کاهش پیدا می‌کند.



نمودار (٤). نمودار تابع درآمد خالص تجمعی برای هر ساعت فعالیت

جدول (۷). نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از روش چهارم

عمر (سن)	درآمد ناخالص (هزار ریال)	هزینه‌ی متغیر کل (هزار ریال)	درآمد خالص (هزار ریال)	ارزش فعلی (هزار ریال)	درآمد خالص و ارزش فعلی تجمعی (هزار ریال)	فعالیت تجمعی (ساعت)	درآمد خالص و ارزش فعلی در هر ساعت (ریال)
۱	-	-	-	-۲۳۰۰۰	-۲۳۰۰۰	-	-
۲	۲۰۴،۰۰۰	۱۰۷،۱۵۳	۹۶،۸۴۷	۱۹۲،۰۰۰	۵۸،۸۴۷	۱،۴۱۰/۰	۴۱،۷۳۵
۳	۲۰۳،۰۰۰	۱۱۰،۲۵۶	۹۲،۷۴۳	۱۸۳،۳۳۳	۳۳۴،۹۲۳	۲،۸۷۰/۰	۱۱۶،۶۹۸
۴	۱۶۳،۶۲۵	۹۰،۵۳۳	۷۳،۰۹۱	۱۷۰،۰۰۰	۵۷۸،۰۱۴	۴،۰۱۳/۸	۱۴۴،۰۰۹
۵	۱۴۲،۰۰۰	۷۸،۵۲۱	۶۳،۴۷۸	۱۶۰،۰۰۰	۸۰۱،۴۹۳	۵،۰۱۵/۴	۱۵۹،۸۰۶
۶	۱۵۸،۰۰۰	۹۴،۱۴۳	۶۳،۸۵۶	۱۶۳،۳۳۳	۱،۰۲۸،۶۸۳	۶،۱۷۹/۹	۱۶۶،۴۵۶
۷	۲۰۸،۸۳۳	۱۱۴،۷۴۵	۹۴،۰۸۷	۱۶۳،۳۳۳	۱،۲۸۶،۱۰۴	۷،۶۷۴/۱	۱۶۷،۵۹۱
۸	۱۵۳،۷۵۰	۹۵،۳۴۶	۵۸،۴۰۳	۱۴۰،۰۰۰	۱،۴۸۴،۵۰۷	۸،۷۵۰/۳	۱۶۹،۶۵۲
۹	۱۵۶،۷۵۰	۱۰۱،۶۵۲	۵۵،۰۹۷	۱۴۰،۰۰۰	۱،۶۷۹،۶۰۵	۹،۹۱۲/۸	۱۶۹،۴۳۷
۱۰	۱۸۳،۷۵۰	۱۱۹،۹۰۵	۶۳،۸۴۴	۱۳۵،۰۰۰	۱،۸۷۸،۴۵۰	۱۱،۲۴۲/۸	۱۶۷،۰۸۰
۱۱	۱۶۴،۱۶۶	۱۱۴،۷۹۰	۴۹،۳۷۶	۱۲۶،۶۶۶	۲،۰۵۴،۴۹۳	۱۲،۳۸۲/۸	۱۶۵،۹۱۵
۱۲	۱۸۸،۰۰۰	۱۳۲،۲۵۵	۵۵،۷۴۴	۱۴۵،۷۱۴	۲،۲۵۵،۹۵۲	۱۳،۷۷۶/۴	۱۶۳،۷۵۵
۱۳	۱۶۴،۲۲۲	۱۰۷،۳۴۸	۵۶،۸۷۴	۱۳۵،۵۵۵	۲،۴۴۸،۳۸۱	۱۴،۹۵۲/۵	۱۶۳،۷۴۴
۱۴	۱۵۳،۴۲۸	۱۰۳،۳۲۰	۵۰،۱۰۷	۱۳۲،۸۵۷	۲،۶۳۱،۳۴۶	۱۶،۰۷۶/۱	۱۶۳،۶۸۱
۱۵	۱۹۴،۸۲۱	۱۱۹،۷۸۶	۷۵،۰۳۴	۱۲۶،۴۲۸	۲،۸۳۲،۸۰۹	۱۷،۴۲۳/۹	۱۶۲،۵۸۱
۱۶	۱۸۹،۴۱۶	۱۲۲،۷۳۰	۶۶،۶۸۶	۱۱۵،۰۰۰	۳،۰۱۴،۴۹۶	۱۸،۷۸۶/۴	۱۶۰،۴۶۱
۱۷	۱۷۹،۸۴۰	۱۱۹،۱۰۲	۶۰،۷۳۸	۱۲۱،۳۶۳	۳،۱۹۶،۵۹۸	۲۰،۰۴۵/۵	۱۵۹،۴۶۷
۱۸	۱۷۹،۹۰۹	۱۱۹،۸۱۸	۶۰،۰۹۰	۱۰۷،۷۲۷	۳،۳۶۴،۴۱۶	۲۱،۲۹۱/۲	۱۵۸،۰۱۹
۱۹	۱۹۵،۰۰۰	۱۲۷،۳۳۵	۶۷،۶۶۵	۱۲۳،۳۳۳	۳،۵۵۵،۴۱۴	۲۲،۷۱۱/۲	۱۵۶،۵۴۹
۲۰	۱۸۴،۰۰۰	۱۳۷،۸۴۲	۴۶،۱۵۷	۱۰۵،۰۰۰	۳،۷۰۶،۵۷۲	۲۴،۰۳۱/۲	۱۵۴،۲۴۰
۲۱	۱۵۸،۰۰۰	۱۲۷،۱۸۰	۳۰،۸۲۰	۹۵،۰۰۰	۳،۸۳۲،۳۹۲	۲۵،۱۱۴/۲	۱۵۲،۵۹۹
۲۲	۱۸۹،۰۰۰	۱۲۸،۵۵۰	۶۰،۴۵۰	۸۷،۱۴۲	۳،۹۷۹،۹۸۵	۲۶،۴۱۹/۹	۱۵۰،۶۴۳
۲۳	۱۸۲،۳۲۵	۱۱۹،۱۸۴	۶۳،۱۴۰	۱۰۱،۰۰۰	۴،۱۴۴،۱۲۶	۲۷،۶۸۱/۹	۱۴۹،۷۰۵
۲۴	۲۰۰،۱۰۰	۱۳۰،۰۱۱	۷۰،۰۸۹	۹۴،۰۰۰	۴،۳۰۸،۲۱۵	۲۸،۹۵۵/۹	۱۴۸،۷۸۵
۲۵	۲۳۴،۵۰۰	۱۴۱،۳۶۰	۹۳،۱۴۰	۹۰،۰۰۰	۴،۴۹۱،۳۵۵	۳۰،۵۲۳/۴	۱۴۷،۱۴۴
۲۶	۱۸۰،۰۰۰	۱۲۶،۳۱۷	۵۳،۶۸۲	۷۵،۰۰۰	۴،۶۲۰،۰۳۷	۳۱،۸۰۳/۴	۱۴۵،۲۶۹

ماخذ: یافته‌های تحقیق

قانون جای‌گزینی براساس درآمد دارایی‌های سرمایه‌یی در نقطه‌یی است که درآمد دارایی‌ها به بیش‌ترین مقدار خود برسد و بعد از آن با افزایش عمر دارایی شروع به کاهش نماید. بر اساس نتایج نمودار (٤) درآمد خالص و ارزش فعلی برای هر ساعت از فعالیت کمباین، در ابتدای عمر کمباین در سطح پایینی قرار دارد که در مراحل بعد از عمر کمباین این درآمد افزایش می‌یابد تا در سال پانزدهم به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد. تابع درآمدی که براساس آن درآمد خالص تجمعی کل تخمین زده شد، تابع رابطه‌ی (۵) است. بعد از تخمین این تابع نتایج حاصل از آزمون ناهم‌سانی واریانس عمومی وایت، نشان داد اجزای اخلال این رگرسیون دارای مشکل ناهم‌سانی واریانس نیست. نتایج حاصل از تخمین تابع درآمد کل برای هر ساعت فعالیت در جدول (۸) آورده شده است. تمامی ضرایب در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است. ضریب تعیین ۰/٤۹ نشان می‌دهد که ٤۹٪ از تغییرات متغیر وابسته مربوط به متغیرهای مستقل است. پایین بودن ضریب تعیین برآورد شده منطقی به نظر می‌رسد، زیرا که هزینه‌های کمباین بیش‌تر تحت تاثیر عمر کمباین است و عمر کمباین اثر کم‌تری روی میزان درآمد کمباین‌ها خواهد گذاشت. بنابراین بهترین زمان برای جای‌گزینی کمباین‌های جاندیر ۹۵۵ مورد استفاده در استان فارس، با استفاده از این روش در سال پانزدهم از عمر کمباین‌ها و فعالیت تجمعی بهینه برابر با ۱۷٤۲٤ ساعت است.

جدول (۸). نتایج تخمین تابع درآمد خالص کمباین‌ها

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره‌ی (t)	سطح معنی‌داری
ضریب ثابت	۸۹٤۰/۲۵	۱٤۵۹/۰۲	٦/۱۳	۰/۰۰
عمر کمباین	۱۰۷۷/۵۷	۲۳۸/۰٦	٤/۵۳	۰/۰۰
مجذور عمر کمباین	-۳۵/۵۱	۸/۲۹	-٤/۲۹	۰/۰۰
ضریب تعیین R^2	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره‌ی (F)	احتمال معنی‌داری آماره‌ی (F)
۰/٤۹	۰/٤٤	۱۹۲۲/۳٤	۱۰/٤۰	۰/۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از روش اول و دوم، عمر مفید کمباین را در سال شانزدهم و هجدهم و روش سوم و چهارم، در سال چهاردهم و پانزدهم محاسبه کرد. این درحالی بود که ۳۰ ٪ از افراد نمونه‌ی مورد مطالعه، عمر مفید کمباین را میان پانزده تا بیست سال و نزدیک به ۷۰ ٪ تا پایان سال دوازدهم از عمر کمباین را بهترین زمان برای تعویض آن‌ها ذکر کرده بودند. جدول (۹) دیدگاه کمباین‌داران را بر اساس عمر مفید بیان شده از سوی آن‌ها نشان می‌دهد.

جدول (۹). توزیع کمباین‌داران بر اساس عمر مفید کمباین از دیدگاه آن‌ها

عمر مفید (سال)	تعداد کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
۵	۳۹	۲٤/۲	۲٤/٤
۸	۱۵	۹/٤	۳۳/٦
۱۰	٤۲	۲٦/۳	۵۹/۹
۱۲	۱۳	۸/۱	٦۸
۱۵	۲۸	۱۷/۵	۸۵/۵
۱۷	۷	٤/٤	۸۹/۹
۲۰	۱۰	٦/۳	۹٦/۲
۳۰	۲	۱/۳	۹۷/۵
بیش‌تر از ۳۰ سال	٤	۲/۵	۱۰۰
جمع	۱٦۰	۱۰۰	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نکته‌ی جالب در مورد عمر مفید بیان شده از سوی کمباین‌داران این بود که ۱۱۳ کمباین‌دار عمر مفید عنوان شده را رعایت نمی‌کردند. از این تعداد ۹٦ کمباین‌دار نداشتن سرمایه‌ی کافی، قیمت بالای کمباین نو و تسهیلات نامناسب برای خرید کمباین نو را علت این امر می‌دانستند. جدول (۱۰) توزیع کمباین‌داران بر اساس دلایل رعایت نکردن عمر مفید از سوی آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۱۰). توزیع کمباین‌داران بر اساس دلایل رعایت نکردن عمر مفید از سوی آن‌ها

علت رعایت نکردن عمر مفید	تعداد کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
نداشتن سرمایه‌ی کافی	۸۸	۷۷/۹	۷۷/۹
داده نشدن وام و تسهیلات مناسب	۸	۷/۱	۸۵/۰
یک‌سان بودن هزینه‌های کمباین نو و دست دوم	۹	۸/۰	۹۲/۹
یک‌سان شدن هزینه‌های کمباین با انجام تعمیرات مناسب	۸	۷/۰	۱۰۰
جمع	۱۱۳	۱۰۰	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعه‌ی کیتسوپانیدیس و همکاران (۲۰۰۵) برای جای‌گزینی ماشین‌های برداشت پنبه در کشور یونان بسیار نزدیک است. آن‌ها با استفاده از روش اول تعیین عمر اقتصادی، عمر مفید ماشین‌های برداشت پنبه را پانزده سال و براساس روش‌دوم هفده سال محاسبه کردند. نتایج حاصل از مطالعه‌ی آشتیانی و همکاران (۱۳۸۵) که برای تعیین عمر اقتصادی تراکتورهای شرکت زراعی دشت ناز مازندران با استفاده از روش اول انجام گرفت، حاکی از این بود که سال هشتم و نهم بهترین زمان برای جای‌گزینی به ترتیب تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و جاندیر ۳۱٤۰ است. در صورتی که برای تراکتور جاندیر ٤۹۵۵ در طی ده سال مورد بررسی عمر مفیدی به‌دست نیامد، که نشان دهنده‌ی این مطلب است که عمر مفید این مدل تراکتور بیش از ده سال خواهد بود. در مطالعه‌ی دیگری که برای تعیین عمر اقتصادی تراکتور فرگوسن ۲۸۵ در ناحیه‌ی مرکزی کشورمان توسط خوب بخت و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از روش اول تعیین عمر اقتصادی انجام گرفت، سال پانزدهم بهترین زمان برای جای‌گزینی تراکتورهای کارکرده با نو است. لذا می‌توان بیان

داشت که به جز مطالعه‌ی آشتیانی و همکاران (۱۳۸۵)، عمری که با استفاده از روش اول و دوم برای تعیین بهترین زمان جای‌گزینی به‌دست آمد، بسیار نزدیک به مطالعه‌ی حاضر است.

نتایج حاصل از تعیین عمر اقتصادی با استفاده از روش سوم و چهارم نشان داد که عمر اقتصادی کمباین‌های جاندیر ۹۵۵ متداول استان فارس، در سال چهاردهم و پانزدهم از عمر کمباین‌ها است. عمر مفیدی که در مطالعه‌ی کیتسوپانیدیس و همکاران با استفاده از این دو روش به‌دست آمد، برابر با سال پانزدهم و چهاردهم از عمر ماشین‌های برداشت پنبه بود که تنها یک سال با نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر اختلاف دارد. تفاوت روش سوم با روش اول، در نوع هزینه‌های متغیر است. در روش اول، هزینه‌ی تعمیرات و نگه‌داری تجمعی که مربوط به خرابی‌های حین کار، تعمیر و یا تعویض قطعات خراب شده و یا مستهلک است، به‌عنوان هزینه‌ی متغیر کمباین در نظر گرفته شد. این در صورتی بود که در روش سوم کل هزینه‌های متغیر که در ارتباط با استفاده از کمباین است، به‌عنوان هزینه‌های کمباین در نظر گرفته شد. این امر منجر به این می‌شود که مقدار هزینه‌ی محاسباتی در روش سوم، بسیار بیش‌تر از هزینه‌ی تعمیرات و نگه‌داری مربوط به روش اول باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر برای محاسبه‌ی هزینه‌های مربوط به کمباین‌ها هزینه‌های تعمیرات و نگه‌داری لحاظ شود، عمری بالاتر از شانزده سال بهترین زمان برای جای‌گزینی کمباین‌های فرسوده با نو خواهد بود. ولی اگر کل هزینه‌های مستقیمی که در ارتباط با استفاده از کمباین است، برای محاسبه‌ی هزینه‌ها لحاظ گردد، این عمر پایین‌تر و نزدیک به چهارده سال از عمر کمباین‌ها خواهد بود. به عبارتی اگر هدف از تعیین بهترین زمان جای‌گزینی کمباین‌ها حداکثر شدن درآمد و یا حداقل شدن هزینه‌های خود کمباین‌دار باشد، به‌طور تقریبی سال چهاردهم و اگر هدف حداقل شدن خرابی و هزینه‌های تعمیر خرابی و نگه‌داری خود کمباین باشد، نتایج عمری نزدیک به هفده سال را بهترین زمان برای این امر نشان می‌دهد.

در تمامی جداول مربوط به هزینه‌های چهار روش تعیین عمر اقتصادی اگر دقت شود عمر و ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها با هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری رابطه‌ی مستقمی دارد و با افزایش عمر و ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها، این هزینه‌ها نیز افزایش می‌یابد. بنابراین

انجام اموری به‌منظور کاهش خرابی کمباین‌ها از جمله راه‌کارهایی است که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری و در نتیجه هزینه‌ی کمباین‌داران شود. کمباین‌داران هشت عامل را برای به حداقل رساندن خرابی کمباین‌های خود مفید و موثر می‌دانستند. جدول (۱۱) توزیع کمباین‌داران را بر اساس راه‌کارهایی که به عقیده‌ی آنان موجب به حداقل رسیدن خرابی‌های کمباین می‌شود را نشان می‌دهد. ذکر این نکته لازم است که تعدادی از کمباین‌داران چند راه‌کار را برای حداقل رساندن خرابی کمباین ذکر کردند.

جدول (۱۱). توزیع کمباین‌داران بر اساس راه‌های حداقل کردن خرابی کمباین

راه حداقل شدن خرابی کمباین‌ها	تعداد کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
تعمیرات مناسب	۱۲۷	۳۷/۱	۳۷/۱
استفاده از قطعات مناسب و با کیفیت بالا	۷٤	۲۱/٦	۵۸/۸
استفاده از راننده‌ی ماهر	۳٦	۱۰/۵	٦۹/۳
تعمیرکار با تجربه	۳۸	۱۱/۱	۸۰/٤
استفاده از کمباین نو	٤۲	۱۲/۳	۹۲/۷
داشتن پارکینگ مناسب	۱	۰/۳	۹۳/۰
برداشت در زمین مناسب	۱۰	۲/۹	۹۵/۹
مقدار فعالیت مناسب برای یک سال زراعی	۱٤	٤/۱	۱۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

هم‌چنین هنگام تکمیل پرسش‌نامه‌ها سوالاتی در خصوص چگونگی تاثیر عواملی مانند عمر کمباین، محصول برداشتی، نوع زمین زراعی، مدیریت و همراهی کمباین‌دار با کمباین در هنگام برداشت و مهارت راننده، روی خرابی‌های کمباین و میزان فعالیت بهینه در یک سال زراعی از کمباین‌داران پرسیده شد. برای ثبت نظر کمباین‌داران در خصوص تأثیر عوامل

مهارت راننده، مدیریت مناسب و همراهی صاحب کمباین با کمباین در فصل برداشت بر خرابی‌های کمباین، چهار جواب کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد داده شد تا از این طریق درجه‌ی اهمیت این عوامل روی خرابی کمباین‌ها مشخص شود. در مورد رابطه‌ی عمر کمباین با خرابی‌های آن ۱۲۵ کمباین‌دار رابطه‌ی مثبتی میان این دو متصور بودند و ۳۵ کمباین‌دار رابطه‌یی میان عمر کمباین و میزان خرابی آن‌ها قایل نبودند. محصولات ذرت، شلتوک و گندم آبی محصولاتی بودند که به عقیده‌ی کمباین‌داران برداشت آن‌ها می‌تواند روی خرابی کمباین تاثیر به‌سزایی داشته باشد. بر اساس نظر کمباین‌داران، به‌طور کلی برداشت محصولاتی که به‌صورت آبی کشت شوند می‌تواند روی خرابی‌های کمباین تاثیر زیادی داشته باشد. ۵ نوع زمین کرت‌بندی (دارای حد و بست)، سنگلاخی و کوهستانی، ناهموار، زمین محصولات آبی و زمینی که علف فراوان داشته باشد، زمین‌هایی است که به باور کمباین‌داران برداشت در آن‌ها خرابی کمباین را افزایش می‌دهد. نزدیک به ۳۰٪ از کمباین‌داران برداشت در اراضی که کشت آبی و بیش از ۵۷٪، برداشت در اراضی ناهموار، کوهستانی و سنگلاخی را روی خرابی کمباین موثر می‌دانستند. تمام کمباین‌داران موجود در نمونه‌ی آماری در فصل برداشت همراه کمباین خود بودند. ۱۵۵ نفر از این کمباین‌داران تاثیر همراهی مالکان را روی خرابی‌های آن در حین برداشت خیلی زیاد و ۵ نفر باقی‌مانده اثر این عامل را زیاد می‌دانستند. در سوال دیگری سعی شد تا شدت تاثیر مهارت راننده روی خرابی کمباین مورد بررسی قرار گیرد. ۱۴۷ کمباین‌دار تاثیر این عامل روی خرابی را خیلی زیاد ۸ نفر زیاد و ۵ نفر متوسط می‌دانستند. در خصوص مقدار فعالیت بهینه کمباین‌داران بایستی ذکر شود که نزدیک به ۶۵٪ از کمباین‌داران به دلیل مشکلات مالی، توجهی به میزان فعالیت بهینه نداشتند و برای برداشت هیچ حدی را در نظر نمی‌گرفتند. این امر نشان می دهد ساعات فعالیت کمباین‌داران در اغلب موارد بهینه نیست.

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

عمر مفید محاسبه شده با استفاده از چهار روش بیان شده بین سال‌های ۱٤ تا ۱۸ سال از عمر کمباین بود. اگر سیاست وزارت جهاد کشاورزی بالا بردن ضریب بهره‌وری کمباین و در نتیجه کاهش در ضایعات برداشت، کاهش خرابی و هزینه‌های کمباین باشد، از رده خارج ساختن ماشین های برداشت فرسوده و جای‌گزینی آن با ماشین های نو بهترین راه‌کار برای رسیدن به این هدف است. این در حالی است که اغلب کمباین‌داران توانایی مالی برای خرید کمباین نو را نداشتند. لذا پیش‌نهاد می‌شود با دادن تسهیلات مناسب، کاهش قیمت کمباین نو و استفاده از قطعات باکیفیت در ساخت کمباین نو شرایط مناسبی برای خرید کمباین نو فراهم گردد. در این زمینه نیز از سوی کمباین‌داران پیش‌نهادهایی شامل استفاده از تجهیزات و قطعات با کیفیت در ساخت کمباین و در اختیار گذاشتن چونین قطعاتی برای کمباین‌داران برای تعمیر کمباین، ارتقای سطح دانش فنی و مهارت رانندگان فعلی، آموزش تخصصی رانندگان و تعمیرکارهای کمباین، تشویق هر چه بیش‌تر کمباین‌داران به تعمیرات مناسب و آماده‌سازی کمباین قبل از شروع فصل برداشت، در راستای کاهش خرابی کمباین داده شد.

منابع

آشتیانی، ع.، رنجبر، ا. و تورچی، م. (۱۳۸۵). تعیین عمر اقتصادی سه مدل تراکتور کشاورزی در ایران (مطالعه‌ی موردی شرکت زراعی دشت ناز مازندران). *مجله‌ی علوم کشاورزی*، ۱۲(۱): ۲۳۱ – ۲۲۱.

سلطانی، غ. ر. (۱۳۸۷). اقتصاد مهندسی. چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه شیراز.

Anderson, A.W. (۱۹۸۸). Factors affecting machinery costs in grain production, *ASAE Paper*, ۸۸: ۱۰۵۷ – ۱۰٦۳.

Bowers, W. and Hunt, D. R. (۱۹۷۰). Application of mathematical formulas to repair cost data, *Transactions of the ASAE*, ۱۳(٦): ۸۰٦ – ۸۰۹.

Edwards, W. (۲۰۰۷). Replacement strategies for farm machinery, Extension Economist, Iowa State University.

Hunt, D. R. (۲۰۰۱). Farm power and machinery management, Tenth Edition, Iowa State University Press, Ames, USA.

Khoubbakht, G. M., Ahmadi, M., Akram, A., and Karami, M. (۲۰۰۸). Determination of optimum life (economic life) for Mf۲۸۵ Tractor: A case study in center region of Iran. *American – Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, ٤(١): ٨١–٨٥.

Kitsopanidis, G., Mygdakos, E., and Gemtos, T. (۲۰۰۵). Optimum replacement time for cotton pickers in Greece. *Agricultural Economics Review*, ٦: ٥٤ – ٦٣.

Mygdakos, E. (۱۹۸۲). The development and use of a simulation model to study group farming systems for mechanical harvesting of cotton in Greece. PhD. Thesis, Reading University U.K.

Mygdakos, E., and Gemtos, T. (۱۹۹٦). Repair and maintenance cost of cotton pickers, Geotechnical scientific issues, Geotechnical Chamber of Greece, ٧(٤): ٣٧–٥٣.

Mygdakos, E., Kitsopanidis, G., and Gemtos, T. (۲۰۰۲). Profitability of cotton pickers in relation to their productive life: The case of Kurdistan Prefecture-Greece. *vth Conference of the Greek Association of Agricultural Economics*, Athens ٢٢-٢٣ of November.

Peterson, C. L., and Milligan, J.H. (۱۹۷٦). Economic life analysis for machinery replacement decision. *Transaction of the ASAE* , ١٩(٥): ٨١٩ – ٨٢٤.

Singh, G. (۲۰۰٦). Estimation of a mechanization index and its impact on production and economic factors - A case study in India. *Journal of Biosystems Engineering*, ٩٣(١): ٩٩ - ١٠٦.

Wahby, M. F., and Alsuhaibani, S. A. (۲۰۰٤). Repair and maintenance cost models for agricultural equipment in Saudi Arabia. *Emiral Journal Agriculture Science*, ٣(٢): ٥٩ – ٦٩.

Ward, S. M., McNulty, P. B., and Cunney, M. B. (۱۹۸٥). Repair costs of ٢ and ٤ WD tractors. *Transactions of the ASAE*, ٢٨(٤): ١٠٧٤ - ١٠٧٦.