



## مطالعه موردی تعیین و ارزیابی مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵

رضا راسخی<sup>۱</sup>، محسن شمسی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[rezarasekhi62@gmail.com](mailto:rezarasekhi62@gmail.com)

### چکیده

پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورها بر روی کشاورزی مکانیزه مهم و مؤثر است زیرا از طریق پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری می توان به طور دقیق تر میزان سود در کشاورزی را محاسبه کرد. همچنین از طریق پیش بینی هزینه های تعمیر به همراه هزینه های دیگر می توان به عمر اقتصادی ماشین ها دست پیدا کرد. در سال ۱۳۸۳ هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ موجود در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان محاسبه شد. برای انجام این تحقیق، اطلاعاتی نظیر: میزان هزینه های سالیانه تعمیر و نگهداری که خود شامل چهار هزینه لاستیک، لوازم یدکی، دستمزد تعمیرات و روغن و گریس می باشد، همچنین میزان کار سالیانه تراکتورها بدست آمد. سپس با محاسبه مقادیر تجمعی هزینه ها و نمودار هزینه ها، اقلام مختلف هزینه ها با هم مقایسه شد و نیز مدل های ریاضی که هدف آن ها پیش بینی هزینه های تعمیرات در سال های مختلف می باشد، برای تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ تعیین شد. در این تحقیق، مناسب ترین مدل، مدل ضربی تعیین شد. سپس برای ارزیابی مدل ریاضی تعیین شده و بررسی تاثیرات تورم در هزینه های تخمین زده شده توسط فرمول ریاضی، در سال چهارم (سال ۱۳۸۷) هزینه های تعمیرات تخمین زده شده به وسیله مدل ریاضی با هزینه های واقعی مقایسه شدند و نتایج نشان داد که فرمول ریاضی ارائه شده با دقتی حدود ۹۶٪ می تواند هزینه ها را در سال های مختلف پیش بینی کند.

**واژه های کلیدی:** مدیریت کشاورزی، مکانیزاسیون کشاورزی، هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور

### ۱. مقدمه

از مدتها پیش مساله نگهداری و تعمیر صحیح ابزار برای بشر مطرح بوده است. امروزه نیز با افزایش میزان سرمایه گذاری، افزایش ظرفیت های تولیدی، بکارگیری سیستمهای اتوماتیک و غیره نقش تجهیزات روز به روز مهمتر می

شود و بهره وری در مقیاسی بالا از کلیه تجهیزات و ماشین آلات را طلب می نماید. تراکتور های کشاورزی به عنوان منابع تولید توان در کشاورزی مکانیزه سهم بسزایی در مدیریت اقتصادی واحدهای کشاورزی دارند. ارزیابی و پیش بینی مخارج بکار گیری تراکتورها، به منظور تعیین دقیق هزینه نهاده های تولیدی به منظور تعیین درآمدهای حاصله، لازم و ضروری می باشد. هزینه های تعمیر و نگهداری، به عنوان بخشی از هزینه های کاربرد تراکتورها محسوب می شود که شامل هزینه های تعویض قطعات، دستمزد، تعمیر، هزینه های روغن کاری و سرویس و تعویض فیلترهای مصرفی می باشد که به صورت زیر تعریف می شوند:

نگهداری (Maintenance): مجموعه فعالیت هایی که به طور مشخص و معمولاً به صورت برنامه ریزی شده با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین آلات و تجهیزات و تأسیسات انجام می گیرد تا قابلیت اطمینان در دسترس بودن آنها افزایش یابد.

تعمیرات (Repairs): مجموعه فعالیت هایی که بر روی یک سیستم یا وسیله ای که دچار خرابی و یا از کار افتادگی گردیده انجام می دهیم تا آن را برای انجام وظیفه ای که بدان محول شده آماده سازیم. در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات، لازم است با اتخاذ تدابیر لازم و برنامه ریزی صحیح، وقوع متغیر تصادفی و از کار افتادگی هر وسیله یا سیستم و رفع عیب و تعمیر آن پیش بینی شود.

## ۲. مواد و روش ها

این تحقیق بر روی تراکتور های مسی فرگوسن ۲۸۵ موجود در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گرفت و هزینه ها و قیمت اولیه بر اساس نرخ های سال ۱۳۸۳ تعیین شد. هزینه های تعمیرات مشتمل بر هزینه های تعمیر و نگهداری، روغن و کارگر می باشد. قیمت خرید یک دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، در سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷ و مطابق با گزارش بنگاه توسعه، به ترتیب ۶۹ میلیون ریال و ۱۲۹ میلیون ریال بدست آمد. هزینه های دیگر به صورت ذیل محاسبه شدند:

### هزینه های تعمیر و نگهداری

این هزینه ها شامل هزینه های مربوط به تعمیرات قطعات فرسوده شده در اثر کارکردن و تعمیرات اساسی که می بایست بر اساس جدول زمانی خاصی انجام شود، می گردد.

### هزینه های روغن و گریس

هزینه های روغن و گریس را نیز چون بر روی تعمیر و نگهداری مؤثر است، جزئی از هزینه های تعمیر و نگهداری به حساب آورده شده است.

### دستمزد

از آنجا که در مزرعه کشاورزی دانشگاه، تعمیرات تراکتورها در خود مزرعه انجام می شود، هزینه دستمزد تعمیرات، همان هزینه های است که به کارگرها داده می شود. در سال ۱۳۸۳ در مزرعه دو کارگر مشغول به کار بودند که هر کدام ۱/۵ میلیون ریال در ماه حقوق دریافت می کردند و چون چهار تراکتور وجود داشت، پس برای هر تراکتور ۷۵۰ هزار ریال در ماه هزینه دستمزد تعمیرات می شود که در سال به مقدار ۹ میلیون ریال می رسد.

#### بهره

بهره هزینه استفاده از سرمایه است. هرچه میزان نرخ بهره بیشتر باشد هزینه بیشتری جهت استفاده از سرمایه پرداخت خواهد شد.

سرمایه گذار در جستجوی نرخ مناسبی برای سرمایه گذاری است و بدیهی است که این نرخ مناسب برای سرمایه گذار، نرخ است که بیشتر و یا حداقل مساوی با نرخ بانک (نرخ بهره) باشد.

#### تورم

افزایش قیمت ها و کاهش خرید با گذشت زمان را تورم گویند. گرچه وجود تورم در امور تهیه مواد اولیه، نگران کننده است ولی غیر قابل اجتناب به نظر می رسد (۵).

#### اثر تورم در بررسی های اقتصادی

زمانی که نرخ تورم کم و بین ۲ تا ۴ درصد در سال باشد، در محاسبات اقتصادی وارد نمی شود، زیرا همه پروژه به طور یکسان با تغییر قیمت ها مواجه می باشد و تفاوت بین هزینه های فعلی و آتی بسیار اندک است. اما با افزایش نرخ تورم، اثر آن بر فرصت های سرمایه گذاری و بررسی های اقتصادی مشهود است و باید به عنوان یک عامل مهم و تعیین کننده در نظر گرفته شود (۳). بدین منظور در این تحقیق، برای حذف اثرات تورم، قیمت ها به صورت درصدی از قیمت مبنا در نظر گرفته شده است.

#### نحوه اجرا

در این تحقیق، ابتدا اطلاعات مربوط به هزینه های تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن را مطابق با هزینه های سال ۱۳۸۳ جمع آوری کرده و با در نظر گرفتن کلیه هزینه های ذکر شده و ساعت های انجام تعمیرات، هزینه بر ساعت هر کدام از ارقام بدست آمد. سپس ارقام مختلف هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، با هم مقایسه شد و بر اساس هزینه های تجمعی بر حسب درصدی از قیمت اولیه، فرمول های ریاضی برای پیش بینی هزینه ها در سال های مختلف محاسبه شد و بهترین مدل، انتخاب شد.

در انتها این مدل مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی بدین صورت انجام گرفت که در سال ۱۳۸۷ یعنی چهار سال بعد، دوباره هزینه ها، مطابق با هزینه های موجود در کشور محاسبه شد و سپس با هزینه ای که از طریق فرمول ریاضی بدست می آید مقایسه شد. این مقایسه بدین دلیل انجام گرفت که چون کشور ایران دارای تورم می باشد و

این تورم در سال های مختلف تغییر می کند، بنابراین از نظر مدیریت اقتصادی، میزان دقت در هزینه های پیش بینی شده از طریق فرمول های ریاضی، بسیار مهم می باشد.

### ۳. نتایج و بحث

بر اساس اطلاعاتی که از مزرعه کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری شد، هزینه های تعمیرات برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در سال ۱۳۸۳ بدست آمد. هزینه های تعمیر و نگهداری شامل کلیه تعمیرات و نگهداری ها به همراه روغن و گریس می باشد و چون هزینه دستمزد به دلیل وجود کارگاه تعمیرات در خود مزرعه وجود ندارد، همان گونه که گفته شد، هزینه دستمزد کارگران، جزء هزینه دستمزد تعمیرات به حساب آورده شده است. در جدول ۱، هزینه های تعمیرات مطابق با قیمت های سال ۱۳۸۳ و نیز هزینه بر ساعت آنها ذکر شده است.

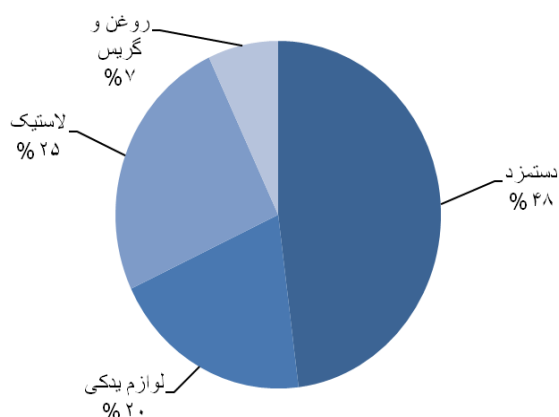
جدول ۱. تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در سال ۱۳۸۳

نوع تعمیرات	ساعت	هزینه (ریال)	هزینه بر ساعت (ریال بر ساعت)
۱- لاستیک عقب	۱۲۰۰	۳۷۰۰۰۰۰	۳۰۸۳/۳
۲- لاستیک جلو	۱۲۰۰	۹۴۰۰۰۰	۷۸۳/۳
۳- دینام	۲۴۰۰	۱۴۰۰۰۰	۵۸/۳
۴- دینام	۶۰۰۰	۲۴۰۰۰۰	۴۰
۵- روغن هیدرولیک	۱۲۰۰	۳۶۰۰۰۰	۳۰۰
۶- روغن موتور	۱۰۰	۶۳۰۰۰	۶۳۰
۷- گریس	۲۰	۳۰۰۰	۱۵۰
۸- گریس	۱۰۰	۶۰۰۰	۶۰
۹- فیلتر هیدرولیک فرمان	۳۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰
۱۰- فیلتر هیدرولیک پمپ	۳۰۰	۱۸۰۰۰	۶۰
۱۱- فیلتر روغن موتور	۲۰۰	۷۰۰۰	۳۵
۱۲- فیلتر گازوئیل	۲۰۰	۱۴۰۰۰	۷۰
۱۳- رینگ و پیستون	۴۲۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۷۱۴
۱۴- رادیاتور	۳۶۰۰	۵۰۰۰۰	۱۴
۱۵- فرمان	۱۲۰۰	۴۵۰۰۰۰	۳۷۵

۱۶- دنده	۴۲۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	۵۹۵
۱۷- صفحه کلاچ	۶۰۰	۳۰۰۰۰۰	۵۰۰
۱۸- شیلنگ هیدرولیک	۱۲۰۰	۲۰۰۰۰	۱۷
۱۹- دستمزد	۱۰۰	۷۵۰۰۰۰	۷۵۰۰

همان گونه که در نمودار ۱ مشخص است، با مقایسه بین اقلام تعمیرات که آنها را به چهار دسته لاستیک، روغن و گریس، دستمزد و لوازم یدکی تقسیم می کنیم، می بینیم که دستمزد درصد بیشتر و سپس لاستیک و بعد از آن لوازم یدکی و در آخر روغن و گریس درصد بیشتری از هزینه تعمیرات را به خود اختصاص داده اند.

شکل ۱. نمودار دایره ای مربوط به اقلام هزینه های تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در سال ۱۳۸۳



حال هزینه ها را به صورت تجمعی محاسبه کرده و برای حذف اثرات تورم، هزینه ها را به صورت درصدی از قیمت اولیه در نظر می گیریم و سپس معادله ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیرات تعیین می شود. از آنجا که تعمیر تراکتورها در خود مزرعه انجام می شود، هزینه دستمزد همان حقوق کارگران می باشد و چون به صورت ثابت به آنها پرداخت می شود، به عنوان هزینه ثابت در نظر گرفته می شود و در نتیجه در محاسبه ی هزینه های تجمعی تعمیرات، هزینه نیروی انسانی را جزء هزینه های متغیر در نظر نمی گیریم. در جدول ۲ هزینه های تجمعی تعمیرات بر حسب درصدی از قیمت اولیه آورده شده است.

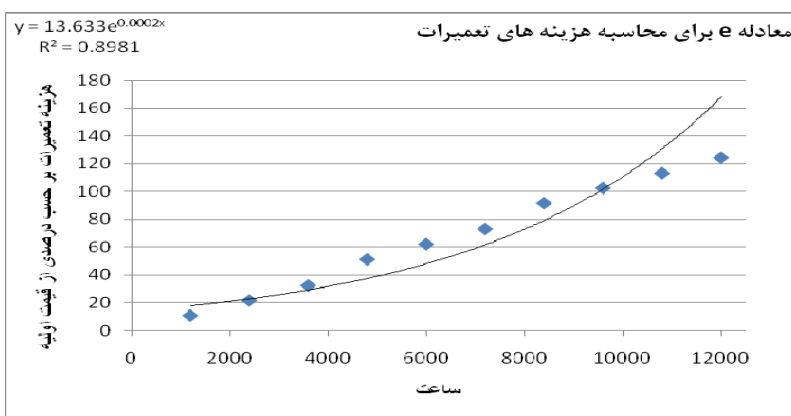
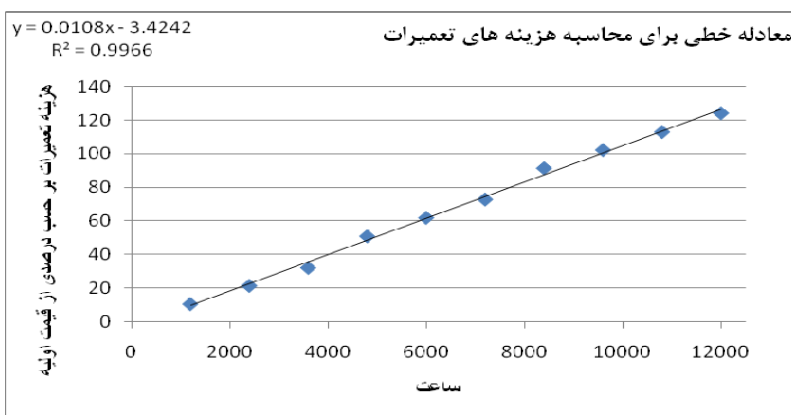
جدول ۲. هزینه های تجمعی تعمیرات بر حسب درصدی از قیمت اولیه بر اساس قیمت های سال ۱۳۸۳

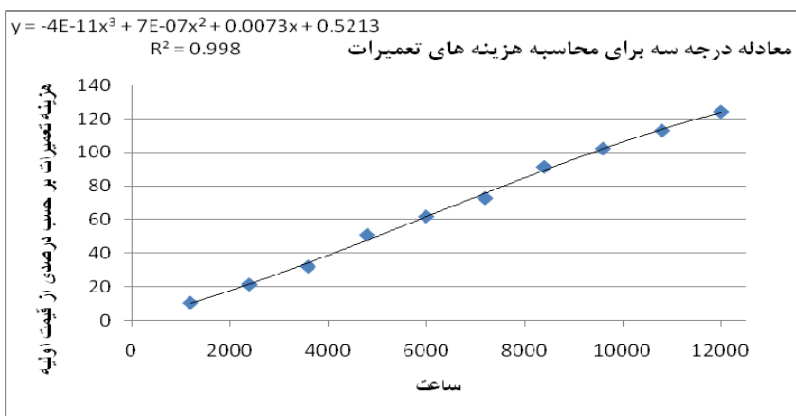
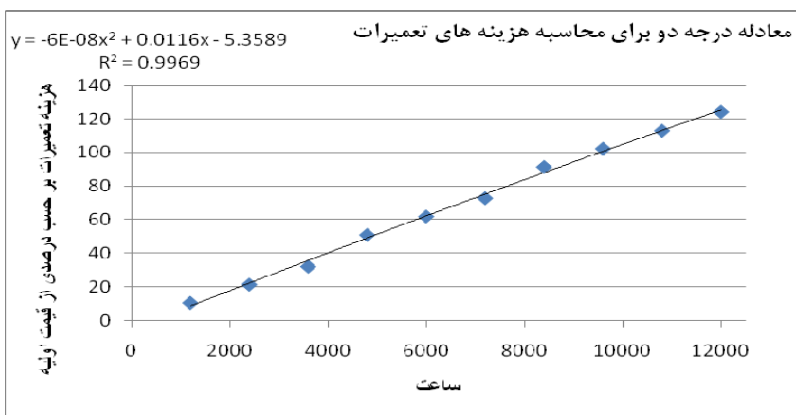
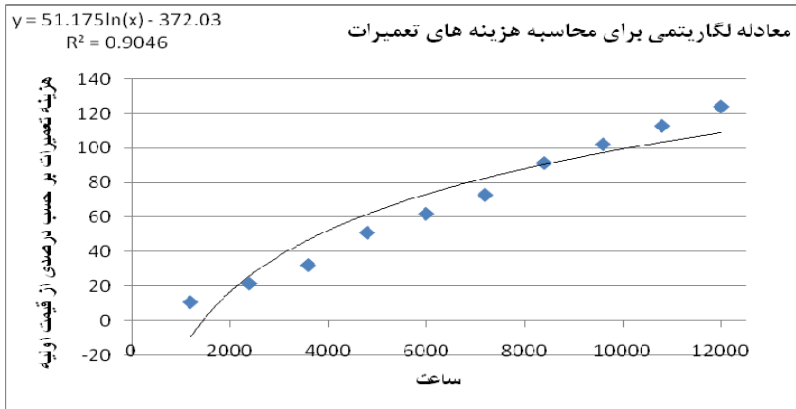
سال	ساعت های کارکرد	هزینه (ریال)	هزینه ریال بر ساعت	هزینه تجمعی (درصدی از قیمت اولیه)
۱	۱۲۰۰	۷۳۳۶۰۰۰	۶۱۱۳/۳	۱۰/۶۳
۲	۲۴۰۰	۱۴۸۱۲۰۰۰	۶۱۷۱/۷	۲۱/۴۷
۳	۳۶۰۰	۲۲۱۹۸۰۰۰	۶۱۶۶/۱	۳۲/۱۷
۴	۴۸۰۰	۳۵۱۷۴۰۰۰	۷۳۲۷/۹	۵۰/۹۸
۵	۶۰۰۰	۴۲۷۵۰۰۰۰	۷۱۲۵	۶۱/۹۶

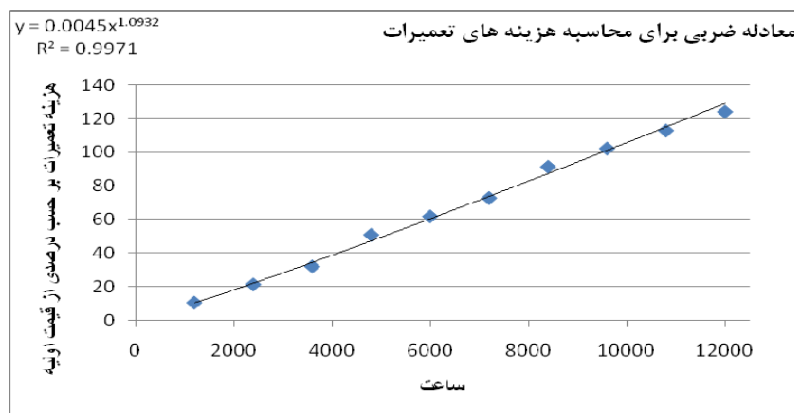
۷۲/۸۶	۶۹۸۲/۸	۵۰۲۷۶۰۰۰	۷۲۰۰	۶
۹۱/۴۷	۷۵۱۳/۳	۶۳۱۱۲۰۰۰	۸۴۰۰	۷
۱۰۲/۳۰	۷۳۵۲/۹	۷۰۵۸۸۰۰۰	۹۶۰۰	۸
۱۱۳	۷۲۱۹/۸	۷۷۹۷۴۰۰۰	۱۰۸۰۰	۹
۱۲۴/۱۹	۷۱۴۰/۸	۸۵۶۹۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰

برای تعیین فرمول های ریاضی، نمودار هزینه های تجمعی رسم شده و معادلات مختلفی برای محاسبه هزینه های تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در نظر گرفته شد که در شکل ۲ مشخص می باشند.

شکل ۲. نمودارهای هزینه های تجمعی مربوط به تعمیرات و معادلات رگراسیونی آنها







همان گونه که در نمودارهای مربوط به شکل ۲ مشاهده می شود، فرمول های پیش بینی هزینه های تعمیرات برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ به صورت زیر می باشد:

$$(۱) \quad y = 0.0108x - 3.4242 \quad (\text{فرمول خطی}) \quad \text{و} \quad R^2=0.99$$

$$(۲) \quad y = 13.633e^{0.0002x} \quad (\text{منحنی } e) \quad \text{و} \quad R^2=0.89$$

$$(۳) \quad y = 51.175\ln(x) - 372.03 \quad (\text{معادله لگاریتمی}) \quad \text{و} \quad R^2=0.90$$

$$(۴) \quad y = -6E-08x^2 + 0.0116x - 5.3589 \quad (\text{معادله درجه دو}) \quad \text{و} \quad R^2=0.99$$

$$(۵) \quad y = -4E-11x^3 + 7E-07x^2 + 0.0073x - 0.5213 \quad (\text{معادله درجه سه}) \quad \text{و} \quad R^2=0.99$$

$$(۶) \quad y = 0.0045x^{1.0932} \quad (\text{مدل ضربی}) \quad \text{و} \quad R^2=0.99$$

که در فرمول های بدست آمده  $y$  هزینه تعمیرات به صورت درصدی از قیمت اولیه و  $x$  ساعت می باشد. تمامی این فرمول ها دارای  $R^2$  بالایی هستند که نشان دهنده قابل اطمینان بودن آنها در پیش بینی هزینه های تعمیرات تراکتورها می باشد، اما در بین فرمول های ذکر شده، فرمول هایی که بر اساس رگرسیون های خطی، لگاریتمی، درجه دو و درجه سه می باشند، چون در نزدیکی ساعت صفر مقدار هزینه منفی بدست می آید، با مقدار واقعی تفاوت دارد و نمی توانند هزینه های سال های اولیه را به خوبی تخمین بزنند و منحنی  $e$  نیز بدلیل شیب زیاد، نمی تواند هزینه ها را در سال های انتهایی به خوبی تعیین کند و قابل استفاده نیست؛ پس بهترین فرمول برای محاسبه هزینه های تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، مدل ضربی می باشد.

برای ارزیابی این فرمول، هزینه تعمیرات در سال چهارم با استفاده از فرمول مدل ضربی، که بر اساس هزینه های سال ۱۳۸۳ محاسبه شده بود، بدست آمد و سپس با هزینه های تعمیرات بر اساس نرخ سال ۱۳۸۷ مقایسه شد. نحوه محاسبه به صورت زیر است:

برای تعیین هزینه ها از طریق فرمول، با توجه به اینکه در هر سال متوسط کارکرد تراکتورها حدود ۱۲۰۰ ساعت می باشد، در نتیجه پس از گذشت چهار سال، مقدار ساعت کارکرد تراکتورها برابر است با ۴۸۰۰ ساعت. قیمت اولیه



تراکتور مسی فرگوسن در انتهای سال ۱۳۸۷، ۱۲۹ میلیون ریال می باشد و در نتیجه میزان هزینه های تعمیرات در سال چهارم و بر اساس فرمول ریاضی به صورت زیر تعیین می شود:

$$y = 0.0045x^{1.0932} \text{ فرمول مورد استفاده:}$$

میزان هزینه های تعمیرات در انتهای سال چهارم (به صورت درصدی از قیمت اولیه تراکتور):

$$y = 0.0045(4800)^{1.0932} = 47.59$$

میزان هزینه های تعمیرات در انتهای سال سوم (به صورت درصدی از قیمت اولیه تراکتور):

$$y = 0.0045(3600)^{1.0932} = 34.75$$

میزان هزینه های تعمیرات در سال چهارم (به صورت درصدی از قیمت اولیه تراکتور):

$$47.59 - 34.75 = 12.84$$

میزان هزینه های تعمیرات در سال چهارم (ریال):

$$0.1284 \times 12900000 = 16563600$$

برای محاسبه هزینه های واقعی تعمیرات، می بایست فقط تعمیراتی که در سال چهارم یعنی سال ۱۳۸۷ انجام میگیرد را در نظر گرفت و میزان هزینه آنها را بر اساس نرخ سال ۱۳۸۷ بدست آورد. بر همین اساس و بر اساس ساعت های انجام تعمیرات، هزینه های مربوط به سال ۱۳۸۷ در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. هزینه های تعمیرات تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ تا سال چهارم و بر اساس نرخ سال ۱۳۸۷

نوع تعمیرات	ساعت تعمیرات	تعداد سرویس تا سال سوم (۳۶۰۰)	تعداد سرویس تا سال چهارم (۴۸۰۰)	تعداد سرویس در سال چهارم	هزینه در سال چهارم بر اساس
-------------	--------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------------

نرخ ۱۳۸۷ (ریال)		ساعت	ساعت		
۶۰۰۰۰۰	۶۰	۲۴۰	۱۸۰	۲۰	گریس
۱۴۴۰۰۰۰	۱۲	۴۸	۳۶	۱۰۰	روغن موتور
۳۶۰۰۰۰	۱۲	۴۸	۳۶	۱۰۰	گریس
۱۵۰۰۰۰	۶	۲۴	۱۸	۲۰۰	فیلتر روغن موتور
۹۰۰۰۰	۶	۲۴	۱۸	۲۰۰	فیلتر گازوئیل
۶۰۰۰۰	۴	۱۶	۱۲	۳۰۰	فیلتر هیدرولیک فرمان
۱۴۰۰۰۰	۴	۱۶	۱۲	۳۰۰	فیلتر هیدرولیک پمپ
۷۶۰۰۰۰	۲	۸	۶	۶۰۰	صفحه کلاچ
۶۵۰۰۰۰۰	۱	۴	۳	۱۲۰۰	لاستیک عقب
۱۲۰۰۰۰۰	۱	۴	۳	۱۲۰۰	لاستیک جلو
۶۸۰۰۰۰	۱	۴	۳	۱۲۰۰	روغن هیدرولیک
۹۵۰۰۰۰	۱	۴	۳	۱۲۰۰	فرمان
۴۵۰۰۰	۱	۴	۳	۱۲۰۰	شلنگ هیدرولیک
۲۵۰۰۰۰	۱	۲	۱	۲۴۰۰	دینام
۰	۰	۱	۱	۳۶۰۰	رادیاتور
۲۵۰۰۰۰۰	۱	۱	۰	۴۲۰۰	دنده
۱۷۰۰۰۰۰	۱	۱	۰	۴۲۰۰	رینگ و پیستون
۰	۰	۰	۰	۶۰۰۰	دینام
۱۷۴۲۵۰۰۰	جمع کل هزینه ها در سال چهارم بر حسب تومان و بر اساس نرخ سال ۱۳۸۷				

همان گونه که در جدول ۳ آمده است، هزینه های تعمیرات در سال چهارم و بر اساس قیمت های سال ۱۳۸۷، ۱۷۴۲۵۰۰۰ ریال می باشد که بیانگر قیمت واقعی هزینه های تعمیرات می باشد. اما در به کارگیری فرمول های ریاضی، با وجود اینکه هزینه ها بر اساس قیمت اولیه بیان شده اند تا از تاثیرات تورم جلوگیری شود، با این حال هزینه های تعمیرات پیش بینی شده توسط فرمول ریاضی، ۱۶۵۶۳۶۰۰ ریال تخمین زده شده است یعنی فرمول های ریاضی حدود ۴/۹۴٪ هزینه ها را کمتر از مقدار واقعیشان پیش بینی کرده است. البته وجود این مقدار اختلاف برای پیش بینی هزینه ها امری غیر قابل اجتناب به نظر می رسد که علت آن را می توان به این دلیل دانست که تاثیر تورم بر روی هزینه های تعمیرات بیشتر از قیمت اولیه تراکتورها بیشتر بوده است. و به طور کلی می توان ادعا کرد که فرمول ریاضی ارائه شده، به خوبی می تواند هزینه های تعمیرات را در سال های مختلف تخمین بزند و مدیر اقتصادی می تواند با استفاده از فرمول ذکر شده، هزینه های تعمیرات را پیش بینی کرده و تصمیمات لازم را در جهت افزایش درآمد، اتخاذ نماید.

## نتیجه گیری کلی

با بررسی اقلام مختلف هزینه های تعمیرات و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵، مشخص شد که دستمزد درصد بیشتر و سپس لاستیک و بعد از آن لوازم یدکی و در آخر روغن و گریس درصد بیشتری از هزینه تعمیرات را به خود اختصاص داده اند. سپس برای پیش بینی هزینه های تعمیرات، شش فرمول ریاضی از طریق ترسیم خطوط رگرسیون، معرفی شدند. مطالعات انجام گرفته نشان داد، اگرچه همه ی شش فرمول ریاضی تعیین شده، دارای  $R^2$  بالایی بودند، اما فرمول ریاضی که بر اساس مدل ضربی معین شده بود، عملکرد دقیق تری در پیش بینی هزینه های تعمیرات داشت. در این فرمول ها، برای کاهش تاثیرات تورم، هزینه ها به صورت درصدی از قیمت اولیه تراکتورها در نظر گرفته شد. برای ارزیابی مدل انتخاب شده (مدل ضربی) و بررسی تاثیرات تورم در هزینه های پیش بینی شده توسط فرمول ریاضی، هزینه های واقعی تعمیرات در سال چهارم با هزینه هایی که توسط فرمول ریاضی بدست آمدند، مقایسه شد و مشخص شد که فرمول ریاضی ارائه شده می تواند هزینه ها را با اختلافی حدود ۴٪ تخمین بزند که نشان دهنده قابل اعتماد بودن این فرمول ریاضی می باشد و روش ارائه شده برای کم کردن تاثیرات تورم مطلوب می باشد.

## ۴. منابع و مأخذ

۱. اسکونژاد، م. م. ۱۳۸۳. اقتصاد مهندسی. چاپ نوزدهم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۲. الماسی، م. کیانی، ش. لویمی، ن. ۱۳۸۰. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. چاپ دوم. انتشارات حضرت معصومه (س) قم.
۳. الماسی، م. یگانه، ح. ۱۳۸۱. تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی مورد استفاده در کشت و صنعت نیشکر کارون. مجله کشاورزی ایران. دوره ۳۳. شماره ۴. ۷۰۷-۷۱۶.
۴. بهروزی لار، م. ۱۳۷۰. مدیریت تراکتور و ماشین های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.
۵. بهروزی لار، م. ثقفی، م. واهب زاده، ا. ۱۳۵۹. مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات وزارت آموزش و پرورش.
۶. راسخی، ر. ۱۳۸۴. تعیین مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای موجود در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان. پایان نامه کارشناسی. دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.
7. Bowers, W., Hunt, D., 1970. Application of mathematical formulas to repair cost data. Trans. ASAE 13 (6), 806-809.
8. Dalsted, N., Gutierrez, P., 2005. The cost of owning and operating farm machinery. Colorado State University. Section 4, No. 4. 4.
9. Schnitkey, G., Lattz, Dal., Siemens, J., 2000. Machinery cost estimates: Tractors. University of Illinois. Farm Business Management.