مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار / جلد ۲۰/۲ شماره ۳/ سال ۱۳۸۹

تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌های تسطیح اراضی (تراکتور چرخ زنجیری)

حسین غفاری[1*]، خسرو محمدی قرمزگلی[2]، رضا فعله‌گری[2]، یحیی عجب شیرچی[3] و محمد دولت‌علیزاده[4]

تاریخ دریافت : 88/10/16 تاریخ پذیرش : 89/5/30

1- مربی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
2- دانشجویان کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تبریز
3- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
4- کارشناس ارشد مکانیزاسیون، هنرستان کشاورزی تبریز
*مسئول مکاتبه : ***Email:*** Ghaffari@tabrizu.ac.ir

چکیده

مخارج تعمیر ونگهداری یکی از هزینه‌های متغیر می باشند که برای بهبود کیفیت وکمیت کار ماشین ضروری هستند. رکوردهای هزینه وتعمیر ماشین می‌تواند به مقدار زیادی در پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری موثر باشند. مدل سازی ریاضی حجم این داده‌ها را کم می‌کند وامکان برنامه‌ریزی اقتصادی بهتر ودقیق‌تر را برای مدیر فراهم می‌سازد. درهمین راستا مطالعه‌ای به منظور برازش رابطه‌ای بین ساعات کارکرد تجمعی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی 16 دستگاه تراکتور چرخ زنجیری فعال در شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر استان آذربایجان‌شرقی انجام پذیرفت. اطلاعات مورد نیاز از جمله ساعات کارکرد انباشته و هزینه‌های تعمیر ونگهداری تجمعی در طی یک دوره ده ساله از سال 1376 تا سال 1385 جمع آوری گردید. با انجام تجزیه رگرسیونی بر روی چهار مدل ریاضی خطی، درجه دوم، توانی و نمایی و براساس معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیونی و بزرگ بودن ضریب تبیین، مدل درجه دوم پیشنهاد شد. مقادیر پیش بینی شده توسط این مدل از دیگر مطالعات مشابه، کم‌تر است. علت این امر را می توان به ماهیت مدل درجه دوم وهم‌چنین به‌کارگیری تعمیرکاران به صورت قراردادی یا استخدامی با سطح دستمزد پایین‌تر عنوان کرد.

واژه‌های کلیدی : تراکتور چرخ زنجیری، مدل ریاضی، مدیریت ماشینهای تسطیح اراضی، هزینه تعمیر و نگهداری

Determining a Suitable Mathematical Model to Predict the Repair and Maintenance Costs of Earthmoving Machines (Crawler tractor)

H Ghaffari[1*], KH Mohammadi-Ghermezgholi[2], R Fellegari[2], Y Ajabshirchi[3] and M Dolat-Alizadeh[4]

Received : 6 January 2010 Accepted : 21 August 2010
[1]Lecturer, Dept of Agricultural Machinery, University of Tabriz, Iran
[2]MSc Student, Dept of Agricultural Machinery, University of Tabriz, Iran
[3]Associate Professor, Dept of Agricultural Machinery, University of Tabriz, Iran
[4]MSc of Agricultural Mechanization,Agricultural School of Tabriz, Iran
****Corresponding author: E-mail: Ghaffari@tabrizu.ac.ir***

Abstract

Repair and maintenance expenses as one of the variable costs, are necessary for improving the quality and quantity of machine performance. Records of such costs, can be affect predicting repair and maintenance expenditures. Mathematical modeling reduces the volume of these data and provide a better and more percision economical planning for managers. In order to fit those data and obtaining the relationship between accumulated hours of work and repair and maintenance costs, this study was conducted on selected 16 crawler tractors which are active in Earthmoving operations in the co-operative of Jahad Nasr in East Azarbaijan Province, Iran. Required information including operation hours and all costs by considering inflation rates were gathered over the period of ten years from 1997 to 2006. The regression analysis was done on four mathematical models (linear, quadratic, exponential and power), based on significance of coefficients for these models and maximum of R^2. Therefore, the best and final model was quadratic which predicts lower costs than the other models mentioned previously. The reason may be atributed to the nature of quadratic model as well as the lower wages of repair and maintenance personnels in the region.

Keywords: Crawler tractor, Earthmoving machines management ,Mathematical model, Repair and maintenance costs.

مقدمه

تصمیم‌های اقتصادی با هدف رسیدن به بیشترین سود، یکی از عوامل تعیین کننده در موفقیت مدیر می‌باشند. اطلاع دقیق از هزینه‌های تعمیرونگهداری نقش اصلی را در بسیاری از تصمیمات مطلوب مدیریت ماشین‌ها ایفا می کند (بهروزی‌لار1380و هاثاوی 1984).

هزینه‌های تعمیر و نگهداری بسیار متغیر بوده و به توانایی فنی مالک یا مدیر در نگهداری از ماشین آلات بستگی دارد. اساساً تعمیر و نگهداری در جهت حفظ قابلیت اطمینان ماشین و کاهش هزینه‌های خرابی و از کار افتادگی ماشین و نیز افزایش عمر مفید ماشین انجام می‌شود (بی‌نام 2000 و هاثاوی 1984). از آنجا که هزینه‌های تعمیر و نگهداری به شدت وابسته به شرایط موجود از قبیل آب و هوا و سطح کیفی مدیریت و غیره دارد، داده‌های بدست آمده از این هزینه‌ها دارای انحراف معیار بالایی بوده بطوری که تقریبا هیچ مدل ریاضی بطور خیلی دقیق نمی‌تواند روند تغییرات آن‌ها را پیش-بینی کند ولی از آن جهت که هزینه‌های تعمیر و نگهداری با افزایش عمر ماشین روند صعودی پیدا می‌کند پس عامل بسیار مهمی در تعیین عمر بهینه و مفید ماشین می‌باشد (بهروزی‌لار 1380، لازاروس و سیلی 2002). هزینه‌های تعمیر و نگهداری در ابتدای عمر ماشین تقریبا صفر می‌باشد زیرا هم ماشین نو است و هم می‌تواند از خدمات گارانتی استفاده کند. با افزایش عمر، ماشین نیاز به تعمیرات بیشتری پیدا می‌کند. پس این هزینه‌ها روند صعودی در پیش می گیرند (الماسی وهمکاران 1387، روتز و بورز 1991). اولین تلاش‌ها برای به دست آوردن مدل ریاضی و محاسبه ضرایب تعمیراتی ماشینهای کشاورزی به اواخر دهه 1940 در ایالات متحده آمریکا باز می‌گردد (روتز و بورز 1987). بعد از آن تحقیقات مختلفی صورت گرفت ومدلهای ریاضی گوناگونی ارائه شد. مدل روتز و فولس مهمترین مدل-هائی هستند که تا کنون برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری پیشنهاد شده است. روتز (1987) مدلی توانی را برای برآورد هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور پیشنهاد کرد که این مدل می توانست به طور واقعی و مطلوب، روند تغییر هزینه ها را درطول عمر ماشین نشان دهد:

$$Crm = RF_1(P)(h)^{RF_2}$$

که در معادله فوق:

Crm: هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی

P: قیمت اولیه ماشین

h: ساعات کارکرد تجمعی ماشین بر حسب هزار ساعت

RF_1 و RF_2: ضرایب تعمیر و نگهداری که به نوع ماشین و شرایط موجود بستگی دارند.

فولس (1999) مدلی را بر پایه مدل توانی روتز پیشنهاد کرد با این تفاوت که پارامتر جدید F را برای لحاظ نمودن تاثیر سیاست های مدیریتی و مهارت کاربر در تخمین هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتور به مدل اضافه کرد و دو محدوده عمر را برای تراکتور پیشنهاد نمود که محدوده اول تا ساعات کارکرد تجمعی 12000 ساعت و بقیه ساعات کارکرد تراکتور که با تعمیر اساسی و کلی شروع می شد را به عنوان محدوده دوم عمر تعریف کرد. روند تغییر هزینه در محدوده اول عمر و محدوده دوم عمر به ترتیب از معادلات C_1 و C_2 تبعیت می کند:

$$C_1 = F.m.H^{d}$$
$$C_2 = F.m.H^{d-1}$$

C_1 و C_2: معادل Crm

m و d: به ترتیب معادل RF_1 و RF_2 در مدل روتز

برای ماشین‌هایی مانند کمباین که دارای قطعات متحرک بیشتری است روند فرسایش در سال‌های انتهای عمر افزایش می یابد که این منجر به افزایش d می‌گردد. هر چه d به سمت یک میل کند هزینه تعمیر و نگهداری رابطه خطی با ساعات کارکرد ماشین پیدا می کند. فولس مقدار F را با توجه به سطوح مختلف از مهارت کاربر، مدیریت و نیز برنامه سرویس‌دهی ماشین از 1/15 تا 1/5 تعیین نمود و نیز پیشنهاد کرد که گستره عمر دوم، حدود دو سوم اول عمر (8000 ساعت) ماشین می‌باشد. وارد و همکاران (1985) مدل توانی برای نشان دادن هزینه های تعمیراتی انواعی از موورها، ماشین برداشت علوفه ونیز تعدادی تراکتور دو و چهارچرخ محرک در ایرلند برآورد کردند. هزینه های تعمیر در طول عمر این تراکتور ها که در عملیات جنگلداری مورد استفاده قرار گرفته بودند بزرگتر از هزینه های گزارش شده در سایر مطالعات بود. لارسن و گورمان (1989) داده‌های گسترده‌ای از 2500 دستگاه تراکتورچرخ زنجیری مزارع تعاونی ایالات آریزونا، کالیفرنیا و فلوریدا جمع‌آوری کردند. آن‌ها 18400 ساعت را که در طی آن هزینه

تعمیرات معادل 78 درصد فهرست بهای ماشین می‌شد، مقداری مناسب برای عمر مفید تراکتورهای چرخ‌زنجیری مورد مطالعه یافتند. مرکز ملی حفاظت از انرژی پاکستان در مورد مدل ریاضی هزینه‌های تعمیر ونگهداری 93 دستگاه تراکتور مطالعه‌ای انجام داد. برای این منظور، اطلاعاتی راجع به هزینه‌های تعمیر، میزان کارکرد، مدل، سال وقیمت خرید تراکتورها جمع آوری کرد وبا استفاده از روش‌های آنالیز رگرسیون، مدل متناسب و ضرایب مربوطه را بدست آورد (زیدی و همکاران 1992).

در حالت کلی معتبرترین وکامل‌ترین مدل ریاضی و ضرایب موجود در این زمینه، توسط انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (***ASAE***) بیان شده است که این مدل-ها وضرایب مربوطه برای انواع مختلفی از ادوات و ماشینهای کشاورزی محاسبه شده است (بی‌نام 2003). مدل پیشنهادی ***ASAE*** برای تراکتور چرخ زنجیری به صورت زیرمی‌باشد:

$$y = RF_1 x^{RF_2}$$

y : هزینه تجمعی تعمیرات و نگهداری به صورت درصدی از قیمت اولیه

x : ساعات کارکرد تجمعی

RF_1 و RF_2 : ضرایب مدل

هدف از این مطالعه، تعیین بهترین مدل ریاضی همراه با ضرایب آن برای پیش بینی هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتورهای چرخ زنجیری ***D155a*** شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر که در عملیات تسطیح اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف تعیین مدل ریاضی جهت پیش بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتور چرخ زنجیری در شرایط استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. برای انجام این مطالعه 16 دستگاه تراکتور چرخ زنجیری شرکت ماشین‌آلات جهاد نصرکه از نظر ثبت سوابق هزینه ها در وضعیت بهتری قرار داشتند، انتخاب شدند. در شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر برای هر تراکتور چرخ زنجیری سوابق تعمیراتی (سرویس‌کاری، تعمیرو تعویض قطعات موتور، سیستمهای هیدرولیک وانتقال توان و...) و همچنین ساعات کارکرد از سال 1376 تا1381 روی کارت‌هایی که کارت تعمیر ونگهداری نامیده می شد، ثبت واز سال 1381 به بعد این سوابق در فایل‌های مجزا برای هر تراکتور چرخ‌زنجیری در کامپیوترهای شرکت ذخیره می شدند.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام این مطالعه شامل هزینه لوازم یدکی و مواد مصرفی، دستمزد تعمیراتی، سوخت و روغن و ساعات کارکرد سالیانه می باشد. این اطلاعات در طی سالهای 1376 تا 1385 جمع آوری شدند.

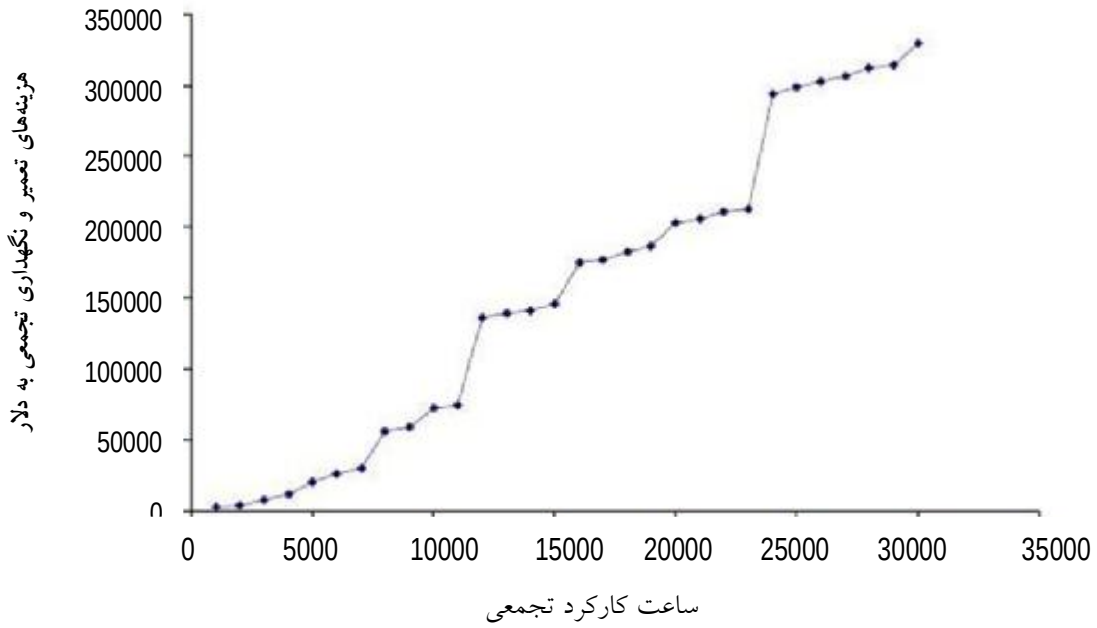
هزینه‌های تعمیر و نگهداری

هزینه‌های هر تراکتور چرخ زنجیری بر اساس کد شناسایی مربوط به آن ثبت و ذخیره می‌شود. این هزینه‌ها در طی دوره‌ی ده ساله بعد از اعمال تورم (سال 1385 به عنوان مبنا انتخاب گردید) استخراج شده و مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت (اسکونژاد1380، بارثولومو 1981). برای تبدیل هزینه‌ها بر حسب سال 1385 از شاخص تورم استفاده شد (بی‌نام 1387، بی‌نام 1381). برای محاسبه هزینه تجمعی تعمیر ونگهداری در پایان سال 1375 با توجه به متوسط ساعات کارکرد تجمعی در طی دوره ده ساله (1376 تا1385) وبا در نظر گرفتن اختلاف دستمزد متوسط ساعتی کارگر تعمیراتی در ایران وکشورهای صنعتی و سهم قطعات در هزینه کل تعمیر ونگهداری، از نمودار ارائه شده توسط شرکت کوماتسو در مورد هزینه‌های تعمیر ونگهداری، استفاده شد (شکل 1). لازم به ذکر است که اکثر تعمیرات مورد نیاز، توسط تعمیرکاران خود شرکت انجام می گردید.

ساعات کارکرد سالیانه

در فاصله سالهای 1376 تا 1385 ساعات کارکرد هر دستگاه از پرونده آن استخراج وبرای مشخص کردن تقریبی ساعات تجمعی استفاده از ماشین در فاصله سالهای 1363(تاریخ ساخت ماشین) تا 1375 به دلیل از کار افتادن کنتور ساعت شمار دستگاه ها، از

میانگین ساعات کارکرد 16 دستگاه در طول ده سال(1376 تا 1385) استفاده شد که مقدار آن 19200ساعت در پایان سال 1375 محاسبه شد. شکل 1 نمودار ارائه شده توسط شرکت کوماتسو در مورد هزینه‌های تعمیر ونگهداری را نشان می دهد.



شکل 1- نمودار ارائه شده توسط شرکت کوماتسو در مورد هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتور چرخ زنجیری (به نقل از دولت‌علیزاده 1386)

روش تعیین مدل ریاضی

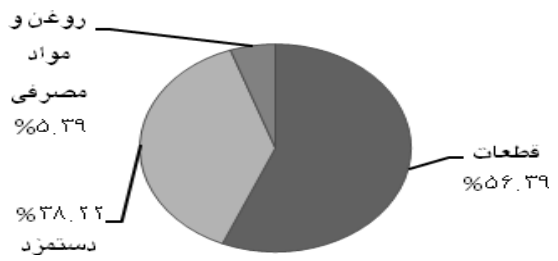
بعد از ثبت هزینه‌ها واعمال تورم، در مورد 160سری داده‌های هزینه‌های تعمیرات و ساعات کارکرد سالانه (10سال با 16 تکرار)، آزمون تجزیه واریانس انجام گرفت وبعد از معنی دار شدن فرض متعلق بودن آن ها به یک جامعه آماری با استفاده از میانگین ساعات کارکرد وهزینه‌های تعمیر ونگهداری جدول هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی و ساعات کارکرد انباشته تنظیم شد. برای محاسبه هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی، ازحاصل جمع هزینه‌های صرف شده در پایان هر سال با مجموع هزینه‌های صرف شده در سالهای پیش از آن استفاده شد. این روند تا اتمام داده‌های آخرین سال ادامه یافت. ساعات کارکرد تجمعی در طی سالهای تحت مطالعه به همین ترتیب محاسبه شد. ساعات کارکرد انباشته به عنوان متغیر مستقل مدل در نظر گرفته شد و با (x) نشان داده شد و هزینه تعمیرو نگهداری تجمعی در طی سالهای تحت مطالعه محاسبه و به عنوان متغیر وابسته مدل در نظر گرفته وبا ***(y)*** نشان داده شد. در نهایت با استفاده از نرم افزار ***SPSS***، تجزیه رگرسیون برای دو متغیر x و y در قالب چهار مدل ریاضی خطی، نمایی، توانی و درجه دوم انجام گرفت. معنی‌دار بودن مدلها و ضرایب آنها با آماره های ***t*** استیودنت و ***F*** مورد آزمون قرار گرفت و بهترین مدل با توجه به معنی‌دار بودن پارامترهای هر مدل و بزرگی ضرایب تبیین (R^2) انتخاب گردید (ولی زاده و مقدم 1381).

نتایج و بحث

بررسی هزینه‌های تعمیرات ونگهداری

بررسی میزان هزینه‌های تعمیر ونگهداری در سالهای مختلف کارکرد نشان می دهد که ساعات کارکرد متوسط سالانه ماشین ها در طی دوره 10ساله 1476/9 ساعت و میانگین مقدار هزینه ها 122553/2 هزار ریال در سال(بر مبنای قیمت‌های سال 1385) می باشد. همچنین مقدار متوسط هزینه تعمیر در ساعت ماشین ها معادل 82980 ریال بدست آمد.

شکل 2 سهم هر کدام از اقلام هزینه‌ها را در کل هزینه‌های سالانه تعمیر و نگهداری را نشان می دهد.



شکل 2- سهم هر کدام از اقلام هزینه در کل هزینه‌های سالانه تراکتور چرخ زنجیری

برازش مدل های ریاضی

مدل‌های ریاضی که عملیات برازش داده‌ها روی آن‌ها صورت گرفت عبارتند از:

1-مدل خطی $y= a+bx$

2-مدل درجه دوم $y=a+bx+cx^2$

3-مدل توانی $y=ax^b$

4- مدل نمایی $y=Exp(a+bx)=ae^{bx}$

اما یکی از مهمترین فرضهایی که در ابتدای تحلیل هزینه‌های تعمیر ونگهداری می بایست در نظر گرفت، این است که هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتور در ابتدای عمر(یعنی زمانی که ساعات کارکرد صفر است) بایستی برابر صفر باشد وهمچنین تخمین هزینه ها توسط مدل نباید کمتر از صفر باشد. بر این اساس ضریب عرض از مبدا مدلهای رگرسیونی صفر خواهد بود (روحانی 1388). این موضوعی است که کمتر مورد توجه واقع شده و در برخی منابع حتی هزینه‌های تعمیر ونگهداری پیش‌بینی شده توسط مدل، در حالتی که کارکرد صفر است، منفی می باشند که این امر کاملا غیر منطقی است.

براساس مطالب فوق، مدلهای ریاضی یاد شده به صورت زیر تصحیح می شوند:

1-مدل خطی $y= bx$

2-مدل درجه دوم $y= bx+cx^2$

3-مدل توانی $y=ax^b$

4-مدل نمایی $y=Exp(a+bx)=ae^{bx}$

داده‌ها برای چهار مدل خطی، درجه دوم، نمایی و توانی برازش شدند که نتایج آن شامل ضرایب تبیین و ضرایب رگرسیون برآورد شده برای هر مدل ومعنی دار بودن آن ها در جدول 1 آورده شده است. معنی دار بودن هر مدل و پارامترهای آن با استفاده از آزمون t درسطح احتمال یک وپنج درصد توسط نرم افزار آماری ***SPSS*** صورت پذیرفت. متغیر مستقل x نشان دهنده ساعات کارکرد تجمعی هر مدل و متغیر وابسته y بیانگر هزینه‌های تعمیر ونگهداری تجمعی بر حسب درصدی از قیمت اولیه ماشین می باشد.

همچنین برای داده‌های مورد مطالعه، تجزیه واریانس رگرسیونی مدل‌های آماری برازش شده انجام شد. جدول2 نتایج حاصل از تجزیه واریانس را نشان می‌دهد. در این جدول F محاسبه شده برای هر مدل، نسبت واریانس رگرسیون به واریانس انحراف از رگرسیون ویا به عبارت دیگر نسبت میانگین مربعات رگرسیونی به میانگین مربعات خطا می‌باشد. چنانچه F محاسبه شده برای هر مدل معنی‌دار باشد، می‌توان استنباط کرد که بین x و y رابطه معنی‌داری وجود دارد و می‌توان از این مدل‌ها برای پیش بینی هزینه ها

استفاده نمود.

جدول 1 - نتایج حاصل از برازش چهار مدل ریاضی برای داده‌های تراکتور چرخ زنجیری

	مدل ریاضی	a	b	c	ضریب همبستگی	ضریب تبیین
مدل خطی	$y=a+bx$	0	1/949**	0	0/98	0/96
مدل درجه دوم	$y=a+bx+cx^2$	0	1/226**	0/026**	0/996	0/996
مدل توانی	$y=ax^b$	0/664**	1/324**	0	0/98	0/98
مدل نمایی	$y=Exp(a+bx)=ae^{bx}$	12/912**	1/051**	0	0/992	0/992

**- معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول 2- تجزیه واریانس مدل‌های برازش‌شده برای تراکتور چرخ زنجیری

مدل	منابع خطا	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
	رگرسیون	1	29755/881	29755/882	
خطی	باقیمانده	10	110/703	11/070	2688/72**
	کل	11	29866/584		
	رگرسیون	2	29862/272	14931/136	
درجه دوم	باقیمانده	9	4/312	0/479	31170/33**
	کل	11	29866/584		
	رگرسیون	1	0/604	0/604	
توانی	باقیمانده	9	0/003	0/000	1828/68**
	کل	10	0/607		
	رگرسیون	1	0/606	0/606	
نمایی	باقیمانده	9	0/001	0/000	7592/22**
	کل	10	0/607		

**- معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

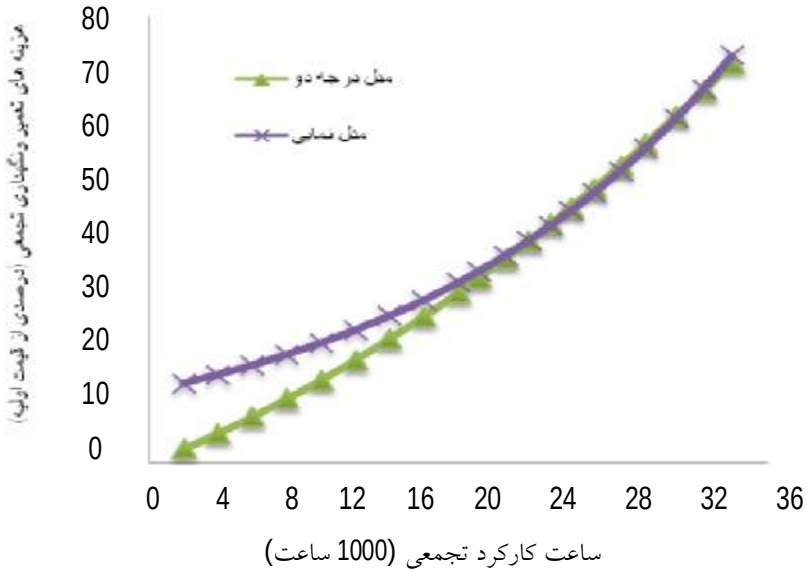
گزینش نهایی مدل

با بررسی داده‌های جدول 2 مشاهده می شود که F برای همه مدل‌ها معنی‌دار می باشد. با توجه به معنی‌دار شدن F محاسبه شده می‌توان استدلال نمود که بین متغیرهای x و y رابطه معنی‌داری وجود دارد.

با توجه به این که رابطه بین متغیرهای x و y در مدل‌ها معنی‌دار می باشد، می‌توان با بررسی مقادیر ضرایب تبیین در مدل‌ها، بهترین مدل را برگزید. با بررسی مقادیر ضریب تبیین R^2 و معنی‌دار شدن ضرایب رگرسیون دو مدل درجه دوم و مدل نمایی می‌توانند به عنوان مدل نهایی انتخاب شوند. زیرا هم دارای ضریب تبیین بالاتری نسبت به سایر مدل‌ها می‌باشند و همچنین ضرایب رگرسیون در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. برای بررسی بهتر منحنی‌های مربوط به این دو مدل رسم شدند. شکل 3 مقایسه بین این دو مدل را نشان می‌دهد. با بررسی شکل

3 ملاحظه می شود که مدل درجه دوم، هزینه‌های تعمیر و نگهداری در ابتدای عمر را به نحو بهتری نسبت به مدل نمایی پیش‌بینی می‌کند. همچنین مدل نمایی فرض نزدیک به صفر بودن مقادیر هزینه‌های تعمیر و نگهداری در ابتدای عمر را ارضا نمی‌کند ودارای عرض از مبدا می‌باشد. با جمع بندی مطالب فوق،در نهایت مدل درجه دوم به عنوان مدل نهایی برگزیده شد:

$$y=1.226x+0.266x^2 \qquad R^2 = 0.996$$

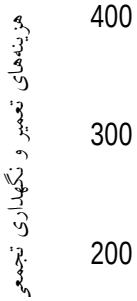


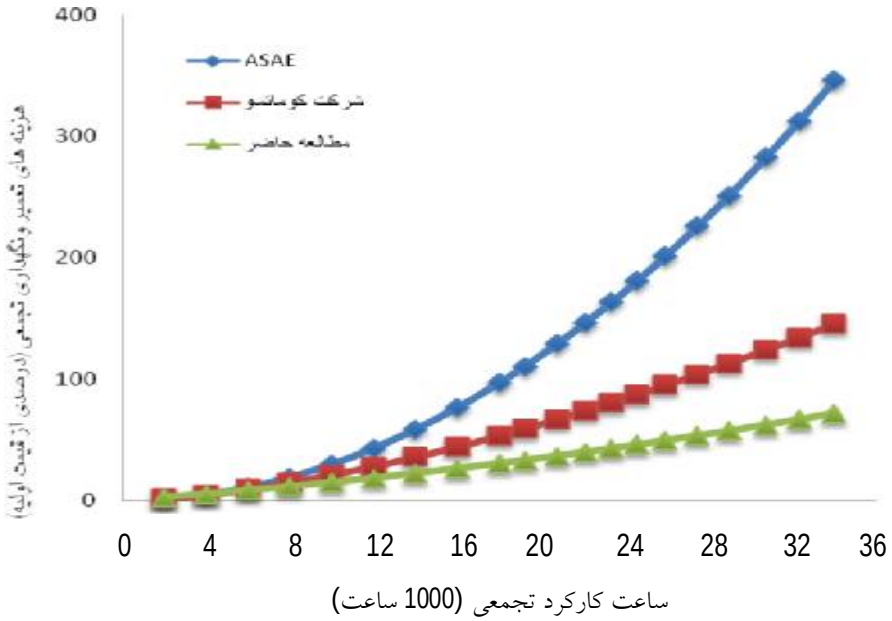
شکل 3- مقایسه منحنی‌های حاصل از مدل‌های درجه دوم و نمایی

مقایسه مدل با مدلهای ارائه شده در سایر منابع

مدل مناسب برای برآورد هزینه‌های تعمیر ونگهداری این مطالعه، بر خلاف مدلهای توانی ارائه شده توسط سایر منابع از جمله ***ASAE*** وشرکت کوماتسو، مدل درجه دو می باشد و به نحو مناسب تری هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای چرخزنجیری شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر را پیش‌بینی می کند. مدل برازش شده در این مطالعه از نظر ساختاری متفاوت از سایر مدل‌هاست چرا که این مدل یک مدل درجه دوم می باشد و سایر مدل‌ها غیر از مدل روحانی، توانی هستند.

شکل 4 مقایسه این مدل با سایر مدل‌های مشابه برای تراکتور چرخ زنجیری، از جمله مدل برازش شده بر اساس منحنی پیشنهادی شرکت کوماتسو را نشان می‌دهد. در شکل 5 مقایسه این مدل با مدل‌های حاصل از تحقیقات وارد و همکاران (1985)، فولس (1999)، زیدی و همکاران (1992)، یوسف‌زاده طاهری (1376)، آشتیانی عراقی (1382)، عجب‌شیرچی و همکاران (1385) و الماسی و یگانه (1381) آورده شده است.

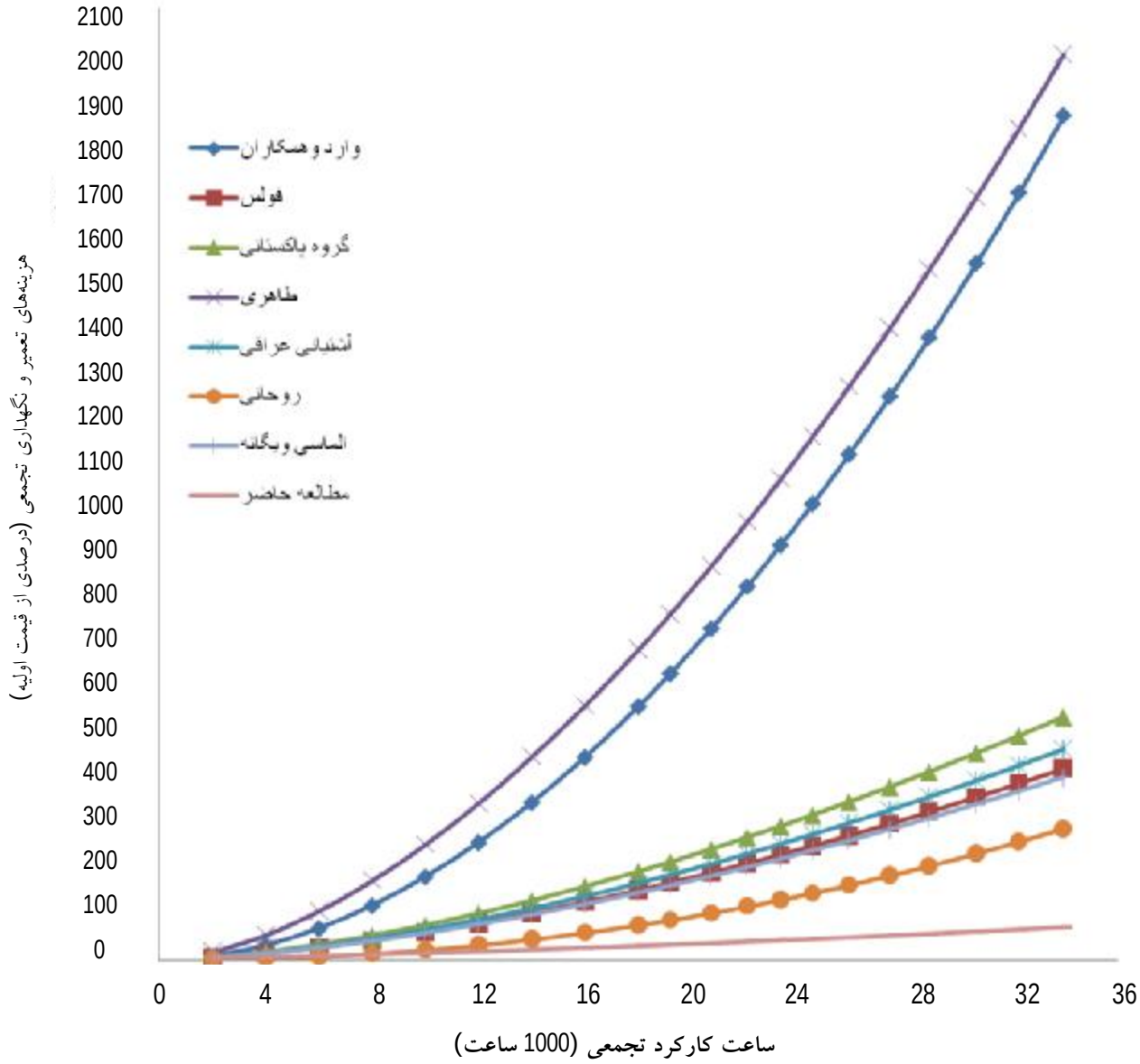




شکل 4- مقایسه منحنی به دست آمده از این تحقیق با منحنی‌های مشابه برای تراکتور جرخ زنجیری

مدل پیش‌بینی شده ومقدار ضرایب تعمیراتی ماشین، به عوامل متعددی از جمله روش وزمان انجام پژوهش، تعداد، عمر و نوع نمونه مورد مطالعه، نحوه مدیریت و برنامه‌ریزی، سطح کیفی تعمیر و سرویس انجام شده، کیفیت مواد مصرفی و قطعات یدکی، شرایط کاری و نوع عملیات، مهارت اپراتور ماشین و حتی شرایط آب و هوایی و اقلیمی بستگی دارد. به همین دلیل، مقادیر ضرایب برآورد شده در مدلهای مختلف، به میزان زیادی از یکدیگر متفاوت هستند.

با دقت در شکل‌های 4 و5 می توان دریافت که هزینه‌های پیش‌بینی شده توسط این مدل از سایر مدل‌ها کمتر است. این موضوع ممکن است به دلیل متفاوت بودن ماهیت این مدل باشد. چرا که مدل درجه دوم دارای شیب کمتری نسبت به مدل توانی است. از طرف دیگر علت به دست آمدن مدل درجه دوم را می‌توان به قیمت اولیه بسیار بالای تراکتور چرخ‌زنجیری نسبت داد. چرا که هزینه‌های تعمیر ونگهداری تجمعی به صورت درصدی از قیمت اولیه بیان می‌شوند و به ازای ساعات کارکرد یکسان، اگر قیمت اولیه خرید یک ماشین بالا باشد، هزینه‌های تجمعی تعمیر ونگهداری (برحسب درصدی از قیمت اولیه) مقادیر کمتری خواهند داشت. استفاده از قطعات با کیفیت بالاتر در این شرکت و نیز به کارگیری تعمیرکاران به صورت قراردادی یا استخدامی دائم شرکت می‌تواند از دیگر دلایل به دست آمدن مدل درجه دوم باشد.



شکل 5- مقایسه منحنی به دست آمده از این تحقیق با سایر تحقیقات

سپاسگزاری

تشکر و قدردانی فراوان از مدیریت ومعاونت شرکت ماشین‌آلات جهاد نصر، مهندس پیوندی سرپرست کارگاه ماشین‌آلات سنگین، آقای قلیزاده مسئول سرویس و نگهداری و سایر اعضای صمیمی و زحمت کش و کادر فنی تعمیرگاه ماشین‌آلات سنگین شرکت جهادنصر که با بزرگواری و کمک‌های بی‌دریغ خود امکان انجام این مطالعه را فراهم آورند.

منابع مورد استفاده

آشتیانی عراقی ع، 1382. تعیین بهترین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی برای پیش بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتور های موجود در شرکت زراعی دشت ناز ساری وابسته به بنیاد مستضعفان و جانبازان انقلاب اسلامی. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

اسکونژاد م،1380. اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

الماسی م، لویمی ن و کیانی ش، 1387. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه.

الماسی م ویگانه ح، 1381. تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتورهای کشاورزی مورد استفاده در کشت وصنعت نیشکر کارون. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد33، شماره 4، صفحه‌های 707 تا 716.

بهروزی لار م، 1380. مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

بی نام، 1381. گزارش مشروح تجدید نظر شاخص بهای عمده فروشی کالا در ایران. اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

بی نام، 1387. شاخص بهای عمده فروشی کالا وخدمات در مناطق شهری ایران (شاخص تورم). بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

دولت علیزاده م، 1386. تعیین مدل ریاضی هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتور چرخ زنجیری متداول در شرکت جهاد نصر تبریز و برآورد انرژی معادل هزینه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

روحانی ع، 1388. تحلیل هزینه‌های تعمیر ونگهداری و عمر اقتصادی تراکتور با استفاده از رگرسیون، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. رساله دکتری تخصصی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

عجب شیرچی ی، رنجبر ا، عباسپور م، ولیزاده م وروحانی ع، 1385. تعیین مدل ریاضی هزینه‌های تعمیر ونگهداری تراکتور. مجله دانش کشاورزی، جلد 16، شماره 3، صفحه‌های 257 تا 267.

ولی زاده م و مقدم م، 1381. طرح های آزمایشی در کشاورزی(1). انتشارات پریور تبریز.

یوسف‌زاده طاهری م، 1376. تعیین یک مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری و تعیین ضرایب تعمیراتی مناسب برای تراکتورهای متداول در کشت و صنعت منطقه پارس آباد مغان. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

Anonymous, 2003. Agricultural machinery management data. ASAE Standard D497.4 FEB03.

Anonymous, 2000. Uniform terminology for agricultural machinery management. ASAE Standards. S322.1.

Bartholomew RB, 1981. Farm machinery costing under inflation. Transactions of ASAE 24 (4):

71-73.

Fuls J, 1999. The correlation of repair and maintenance costs of agricultural machinery with operating hours, management policy and operator skills for south Africa., Available at http://www.arc.agric.za.

Hathaway LR, 1984. Fundamentals of machine operation (FMO), preventive maintenance. John Deere Co., Moline, IL. USA.

Larsen J and Gorman R, 1989. Application and life of crawler tractors in agriculture. ASAE Paper No. 89-1617.

Lazarus W and R Selly. 2002. Farm machinery economic cost estimate for 2002. University of Minnesota Extension Service, St. Paul.

Rotz CA, 1987. A standard model for repair and maintenance cost of agricultural machinery. Applied Engineering in Agriculture 3(1): 3-9.

Rotz CA and Bowers W, 1991. Repair and maintenance cost data for agricultural equipment. ASAE Paper No. 91-1531.

Ward SM, McNulty PB and Cunny MB, 1985. Repair costs of 2WD and 4WD tractors. Transaction of ASAE 28(4): 1074-1076.

Zaidi MA, Zafar AW and Sabir MS, 1992. A mathematical model for repair and maintenance cost of agricultural machinery. AMA 23 (3): 70-72.