

تعیین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

مجتبی آقاجانی^{۱*}، کمال الدین جزایری^۲ و عبدالرحمن راسخ^۳

*۱- نویسنده مسؤول: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی (kaveh.aghajani@gmail.com)

۲- استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۷

چکیده

نگهداری و تعمیرات نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، کیفیت تولیدات، کاهش ریسک، افزایش بازدهی و امنیت تجهیزات برعهده دارد. بر این اساس آگاه بودن از هزینه های تعمیرات و نگهداری و همچنین سن جای گزینی ماشین آلات ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق هزینه های تعمیرات و نگهداری مربوط به ۲۴ دستگاه دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰، ساخت کشور استرالیا که در شرکت کشت و صنعت امام خمینی فعال می باشند، مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات عمده جمع آوری شده برای انجام این تحقیق عبارتند از: هزینه های لوازم یدکی، دستمزد تعمیرات، روغن، گریس و فیلتر و همچنین میزان کارکرد سالانه دروگرها. در مقایسه بین سهم ارقام تشکیل دهنده هزینه های تعمیرات و نگهداری، مشخص گردید که قطعات یدکی بیشترین سهم از هزینه های تعمیراتی را به عهده دارد. جهت تعیین مدل ریاضی مناسب با استفاده از نرم افزار رایانه ای شش مدل مختلف ریاضی مورد برازش قرار گرفتند که در نتیجه آن مدل درجه دوم به عنوان مدل مناسب انتخاب گردید. با استفاده از مقادیر هزینه استهلاک، سود سرمایه، بیمه و تعمیرات تجمعی نمودار سن جای گزینی رسم گردید که مشخص شد در سال انجام تحقیق، هیچ یک از دستگاه ها به سن جای گزینی نرسیده اند؛ بنابراین با استفاده از مدل ریاضی به دست آمده و تخمین هزینه های تعمیرات تا سال پانزدهم عمر ماشین، سن جای گزینی دروگر در محدوده ۹ تا ۱۱ سال به دست آمد.

کلید واژه ها: مدل ریاضی، تعمیر و نگهداری، دروگر نیشکر، سن جایگزینی

مقدمه

ضرایب تعمیراتی ماشین های مختلف کشاورزی در جدول هایی جامع و استاندارد در کشورهای پیشرفته از لحاظ کشاورزی موجود هستند؛ ولی در کشور ایران این ضرایب برای اکثر ماشین های کشاورزی و از جمله دروگر نیشکر موجود نمی باشد. برای این منظور کشت و صنعت امام خمینی (ره) واقع در دهستان شعیبیه شهرستان شوشتر به عنوان قدیمی ترین سایت شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی که از این دروگرها استفاده

نگهداری و تعمیرات، نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، کیفیت تولیدات، کاهش ریسک، افزایش بازدهی و امنیت تجهیزات برعهده دارد. به سبب فصلی بودن کار کشاورزی، ماشین ها برای مدتی کوتاه از سال مورد استفاده قرار می گیرند و از دست دادن زمان در کشاورزی بسیار زیان بار است؛ بنابراین ماشین های کشاورزی باید از قابلیت اطمینان و بازده کاری بالایی برخوردار باشند (۲).

و دوچرخ محرک مشابه هم بودند. کل هزینه های تعمیرات برای تمام عمر تراکتورهای باغی دو تا سه برابر داده های مربوط به تراکتورهای زراعی به دست آمدند. برای دروگرهای علوفه سیلویی هزینه تعمیرات مشابه با نتایج باورز و هانت و دو برابر داده های ASAE^۴ بود. (۷)

مطالعه رتز (۱۹۸۷)

رتز^۵ (۹)، با بهره گیری از اطلاعات و داده های موجود در سالنامه انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا و تجزیه و تحلیل این داده ها، اقدام به محاسبه ی پارامترهای مدل ریاضی ضربی برای برآورد هزینه های تعمیر و نگهداری انواع مختلف ماشین ها و ادوات کشاورزی، از جمله تراکتورهای دوچرخ محرک و چهارچرخ محرک، نمود. در نهایت مدل ضربی را مناسب ترین مدل یافت و انتخاب نمود.

مطالعه شریفی مالواجردی (۱۳۷۳)

شریفی مالواجردی^(۴)، تحقیقاتی در سطح استان تهران در مورد تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری و برآورد پارامترهای مربوطه انجام داده است. او برای این تحقیق تعداد ۹۰ دستگاه تراکتور شامل ۴۰ دستگاه یونیورسال ۶۵۰، ۳۳ دستگاه مسی فرگوسن ۲۸۵، ۱۷ دستگاه جاندر ۳۱۴۰ انتخاب نمود و در نهایت مدل ضربی را مناسب ترین مدل دانست و انتخاب نمود.

مطالعه یوسف زاده طاهری (۱۳۷۶)

یوسف زاده طاهری^(۶)، مطالعه ای را در مورد هزینه های تعمیر و نگهداری و تعیین یک مدل ریاضی برای پیش بینی این هزینه ها در مورد تراکتورهای شرکت پارس در منطقه مغان انجام داد. همه تراکتورها در موقع تحقیق ۹ سال کارکرد داشته اند و بهترین مدل برای چهار حالت مدل ضربی به دست آمد.

می نماید و دارای اطلاعات دقیق تری می باشد، انتخاب گردید. در این شرکت از ۲۴ دستگاه دروگر مدل ۷۰۰۰ ساخت شرکت استافت^۱ استرالیا استفاده می گردد.

اهداف مورد بررسی:

۱. تعیین مدل مناسب ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر؛
۲. تعیین علل اصلی افزایش هزینه های تعمیرات بوسیله تفکیک اقلام مهم هزینه ای و مقایسه آنها با هم؛
۳. تعیین سن مناسب جایگزینی برای دروگر نیشکر مدل استافت.

مطالعه باورز و هانت (۱۹۷۰)

باورز و هانت^(۸) از ۹۰۰ مزرعه برای به دست آوردن هزینه های تعمیر و نگهداری با توجه به کارکرد و عمر ماشین بازدید نموده و مدل ۱ را پیشنهاد کردند:

$$TAR = ILP (RF_1)(RF_2)L^{RF_3} \quad (1)$$

که در آن:

TAR = کل هزینه های تعمیراتی انباشته در مدت زمان (L) به دلار

L = ساعات کار انباشته بر حسب درصدی از ساعات عمر کل ماشین

ILP = قیمت اولیه ماشین به دلار

RF1 و RF2 و RF3 = ضرایب تعمیراتی

تمامی ماشین ها بر سه دسته، تقسیم بندی شدند و برای هر سه دسته مقادیر RF2 و RF3 ارزیابی گردیدند. مقادیر RF1 نسبت مجموع هزینه های تعمیراتی کل عمر به قیمت اولیه ماشین بود.

مطالعه وارد و همکاران (۱۹۸۵)

وارد و همکاران^(۱۰ و ۱۱)، مدل توانی را برای هزینه های تعمیرات تراکتورها و دروگرهای علوفه سیلویی که از داده های ایرلند به دست آمده بودند، به کار بردند. نتایج به دست آمده برای تراکتورهای چهارچرخ محرک

4- American Society of Agricultural Engineers
5- Rotz

1- Austoft
2- Bowers & Hunt
3- Ward *et al.*

مطالعه ثبتی گاوگانی (۱۳۷۸)

ثبتی گاوگانی (۳)، تحقیقی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران بر روی سه مدل مختلف تراکتور در استان های آذربایجان غربی و تهران انجام داد و مدل های مربوطه را ارائه داد.

مواد و روش ها

در بررسی میزان هزینه های تعمیر و نگهداری در سال های مختلف کارکرد دروگر استافت، هزینه های عمده به چهار دسته: هزینه قطعات یدکی، دستمزد تعمیرات، انواع روغن و فیلتر تقسیم گردید. برای حذف اثر تورم، مبنای قیمت ها باید ثابت فرض می شد؛ بنابراین قیمت تمام لوازم یدکی و قطعات مصرف شده و سایر مواد مصرفی بر اساس قیمت های سال ۱۳۸۷ تبدیل و بر مبنای آن مجدداً محاسبه شدند.

دروگرها با توجه به سن کارکرد آنها طبقه بندی شدند و برای هر گروه سنی، اطلاعات مورد نیاز شامل متوسط کارکرد سالیانه و متوسط هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه محاسبه گردید.

برای تعیین مدل ریاضی مناسب دو گروه داده های اصلی که عبارتند از: ساعات کارکرد تجمعی (X) بر حسب درصدی از عمر مینا و هزینه های تعمیر و نگهداری تجمعی (Y) بر حسب درصدی از قیمت اولیه، با حذف سایر تأثیرات، توسط مدل های ریاضی مختلف برازش و تجزیه رگرسیون شدند. (۷)

برای برازش داده ها از معادلات خطی و غیر خطی گوناگون به شرح زیر استفاده شد (۵):

- مدل خطی^۱:

$$Y = aX + b \quad (۲)$$

- مدل نمایی^۲:

$$Y = EXP(aX + b) \quad (۳)$$

- مدل معکوس^۳:

$$\frac{1}{Y} = aX + b \quad (۴)$$

- مدل توانی^۴:

$$Y = aX^b \quad (۵)$$

- مدل درجه دوم^۵:

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (۶)$$

- مدل درجه سوم^۶:

$$Y = aX^3 + bX^2 + cX + d \quad (۷)$$

در این مدل ها (X) ساعات انباشته کارکرد دروگرها تقسیم بر صد و (Y) هزینه های تعمیر و نگهداری انباشته بر حسب درصدی از قیمت اولیه دروگرها می باشد.

با تجزیه رگرسیون برای هر مدل با استفاده از مقادیر داده های موجود مناسب ترین مدل ریاضی با مقایسه مقادیر ضریب همبستگی (r)، ضریب تبیین (R^۲) و آزمون F مربوط به هر مدل استخراج گردید.

برای تعیین عمر مفید دروگر با استفاده از مدل ریاضی به دست آمده، هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی از سال نهم عمر ماشین تا سال پانزدهم عمر ماشین تخمین زده شد و با افزودن آن به هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی تا سال هشتم عمر ماشین که از مقادیر واقعی تعمیر و نگهداری تجمعی به دست آمده بود، جدول ۴ کامل گشت. همچنین مقادیر استهلاك و سود سرمایه و در نتیجه هزینه سرمایه ای انباشته نیز تا سال پانزدهم عمر ماشین در این جدول نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

نمودار ۱ سهم هر یک از اقلام هزینه را در کل هزینه های تعمیر و نگهداری سالانه دروگرها نمایش می دهد. با توجه به این نمودار هزینه ی قطعات یدکی

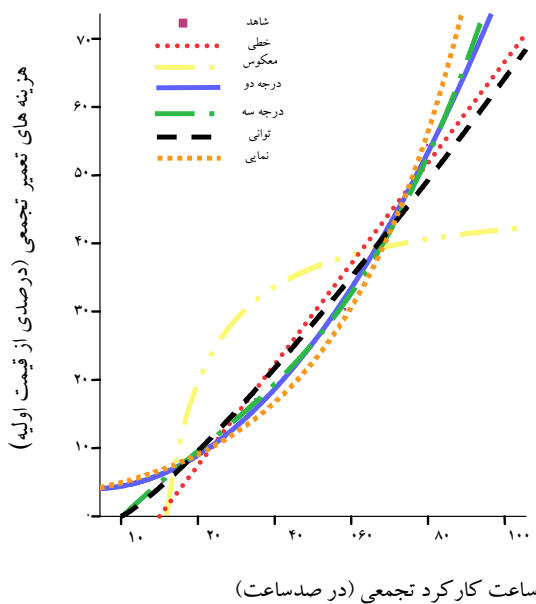
3- Inverse
4- Power
5- Quadratic
6- Cubic

1- Linear
2- Exponential

و مقادیر درصدی هزینه های تعمیر تجمعی نیز بر مبنای آن محاسبه گردید. همچنین عمر مبنای دروگرها بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده، معادل ۱۰۰۰۰ ساعت در نظر گرفته شد و مقادیر درصدی ساعات کارکرد تجمعی بر مبنای این مقدار محاسبه شد.

با استفاده از جدول ۱ عملیات تجزیه رگرسیون برای شش مدل ریاضی مختلف صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. نتایج تجزیه واریانس نیز برای داده های مذکور در جدول ۳ نمایش داده شده است. نمودار ۲ برآزش رگرسیون برای مدل های مختلف ریاضی را نشان می دهد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس و تجزیه رگرسیونی، تابع درجه دوم که در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد و با داشتن ضریب تبیین ۹۹/۶٪ و ضریب همبستگی ۰/۹۹۸ به عنوان مدل مناسب انتخاب می گردد.

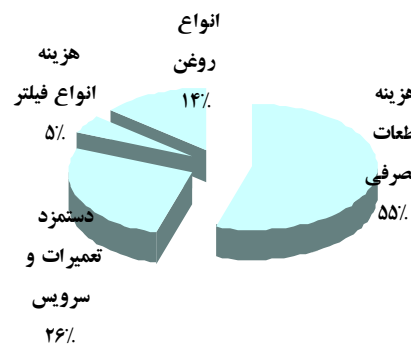


نمودار ۲- نمودار برآزش رگرسیونی مدل های مختلف ریاضی

این مدل از ساعات کارکرد ۱۰۰۰۰ ساعت به بالا نتایج قابل قبولی ارائه می دهد؛ به طوری که نتایج حاصل از آن تا سال هشتم، تخمین قابل قبولی از هزینه های تعمیر و نگهداری تجمعی واقعی دروگرها می باشد.

با مقدار متوسط هزینه سالانه ۸۸/۵۶۴ میلیون ریال که ۵۳/۷۸ درصد از کل هزینه های تعمیر و نگهداری را در بر می گیرد؛ بیشترین مقدار و هزینه های مربوط به دستمزد تعمیر و نگهداری با مقدار متوسط سالانه ۵۹/۸۵۱ میلیون ریال و ۲۶/۸۵ درصد از کل هزینه های تعمیر و نگهداری، در مرتبه دوم قرار دارد. هزینه مربوط به روغن و گریس با مقدار متوسط سالانه ۱۶/۸۹۰ میلیون ریال و ۱۴/۵ درصد از کل هزینه های تعمیر و نگهداری در رتبه سوم قرار دارد و نهایتاً هزینه مربوط به فیلترهای مصرفی با مقدار متوسط سالانه ۵/۳۶۹ میلیون ریال و ۴/۸۷ درصد از کل هزینه های تعمیر و نگهداری در رتبه چهارم قرار می گیرد.

مقدار میانگین کارکرد متوسط سالانه ی دروگرها در دوره ی مورد مطالعه، معادل ۱۱۰۶/۶۱ ساعت و میانگین مقدار هزینه ها برابر ۱۷۰/۶۷۴ میلیون ریال برآورد گردیده است. به این ترتیب مقدار متوسط هزینه تعمیر و نگهداری در ساعت برابر ۱۵۷/۸۷۰ به دست می آید.



نمودار ۱- نمایش درصدی سهم هر یک از اقلام هزینه در کل هزینه های سالانه تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

برای تهیه مقادیر داده های Y (متغیر وابسته: هزینه های تعمیر و تجمعی بر حسب درصدی از قیمت اولیه)، بر اساس قیمت های خرید سال ۱۳۸۷ شرکت کشت و صنعت امام خمینی، قیمت خرید دروگر نو مدل استافت در سال ۱۳۸۷ معادل ۲۱۵۰۰۰۰۰۰۰ ریال می باشد

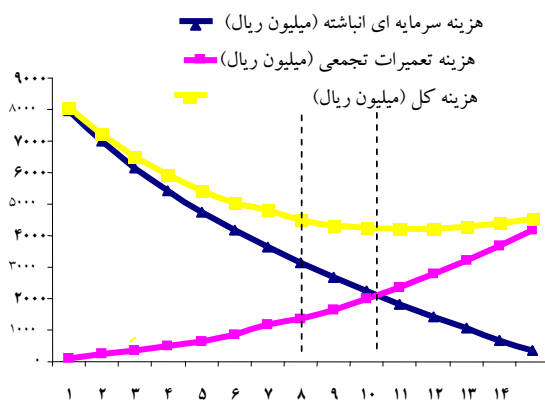
$$Y = 4.415 + 0.1\left(\frac{t}{100}\right) + 0.006\left(\frac{t}{100}\right)^2 \quad (8)$$

$$R^2 = \%99.6$$

که در آن:

t: کارکرد دروگر بر حسب ساعت

Y: هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی بر حسب



درصدی از قیمت اولیه

نمودار ۳- نمودار تغییرات هزینه های تعمیرات تجمعی و سرمایه ای جهت تعیین عمر مفید دروگر نیشکر استات ۷۰۰۰

نمودار ۴ نشان دهنده منحنی معادله ۸ می باشد که بیانگر روند افزایش میزان هزینه های تعمیر و نگهداری بر حسب ساعات کار انباشته برای دروگر نیشکر مدل استات می باشد. با توجه به نمودار و نیز بررسی معادله درجه دوم، مشخص می شود که مقادیر پارامتر ثابت a بیشتر مربوط به هزینه های ثابت سرویس و نگهداری می باشد؛ که از ابتدای عمر کارکرد ماشین وجود دارد و همچنین بیشتر حاصل از نسبت بین هزینه ها و قیمت اولیه می باشد، یعنی با افزایش اختلاف بین هزینه های تعمیر و نگهداری و قیمت خرید اولیه مقدار این پارامتر کاهش می یابد. در حقیقت این پارامتر بیشتر نشان دهنده بزرگی مقدار هزینه های تعمیر و نگهداری در مقایسه با قیمت اولیه ماشین مورد نظر می باشد.

در جدول ۴، مقادیر هزینه های تعمیر و نگهداری تجمعی به ازای ساعات کارکرد دروگر تا ۱۲۰۰۰ ساعت عمر دروگر که توسط مدل درجه دوم به دست آمده برآورد شده، نمایش داده شده است.

با توجه به جدول ۵، منحنی های هزینه ی سرمایه ای انباشته، هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی و جمع این منحنی ها که منحنی هزینه ی کل را تشکیل می دهند، رسم گردید.

با توجه به نمودار ۳، می توان دریافت که روند تغییرات هزینه های کل به دلیل تأثیر بیشتر هزینه های سرمایه ای در سال های ابتدایی عمر دروگر، در این سال ها نزولی بوده و بعد از چند سال کارکرد به دلیل ازدیاد تأثیر هزینه های تعمیر و نگهداری، رو به افزایش می گذارد (۱).

با در نظر گرفتن ریسک عملیات به دلیل عدم قابلیت اطمینان ماشین می توان محدوده ی نقطه ی تقاطع منحنی های سرمایه ای انباشته و تعمیر و نگهداری تجمعی تا نقطه ی کمینه ی هزینه ی کل (بین ۹ تا ۱۱ سالگی) را به عنوان محدوده ی سن جایگزینی در نظر گرفت.

پس از نقطه کمینه ی هزینه کل، هزینه های کل رو به افزایش می گذارند که در چنین شرایطی قابلیت اطمینان ماشین به شدت کاهش می یابد (۱)، که خود می تواند دلیل مهم دیگری علاوه بر افزایش هزینه های کلی برای جایگزینی باشد.

علاوه بر دلایل فوق، همان طور که از جدول ۵ مشخص است هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی بین سال های دهم و یازدهم به اندازه قیمت روز خرید دروگر شده است که خود می تواند دلیل دیگری جهت جایگزینی ماشین در محدوده سنی تعیین شده باشد.

پس از آماده سازی و تصحیح اطلاعات مورد نیاز و انجام برازش رگرسیون و تجزیه واریانس بر اساس داده های حاصل، مدل های ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر مدل استات به صورت معادله ی ۸ به دست آمد:

آقاجانی و همکاران: تعیین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی مناسب...

جدول ۱- مقادیر ساعات کارکرد انباشته و هزینه های تعمیر و نگهداری تجمعی دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

سن دروگر (سال)	کارکرد تجمعی		هزینه های تعمیر تجمعی	
	مقدار (ساعت)	درصد (از عمر مبنا)	مقدار (میلیون ریال)	درصد (از قیمت اولیه)
۱	۱۰۷۶/۰۶	۱۰/۷۶	۱۰۷/۵۲۱	۵/۰۰
۲	۲۳۰۶/۲۳	۲۳/۰۶	۲۴۲/۷۲۰	۱۱/۲۹
۳	۳۴۹۳/۸۷	۳۴/۹۴	۳۶۸/۸۸۷	۱۷/۱۱
۴	۴۶۹۴/۹۲	۹۵/۴۶	۵۰۲/۹۳۵	۲۳/۳۹
۵	۵۸۳۱/۶۹	۵۸/۳۲	۶۵۲/۲۰۲	۳۰/۳۳
۶	۶۸۷۵/۰۶	۶۸/۷۵	۸۶۶/۹۹۹	۴۰/۳۳
۷	۷۹۸۳/۰۶	۷۹/۸۳	۱۱۶۹/۹۲۹	۵۴/۴۲
۸	۸۸۵۲/۸۶	۸۸/۵۳	۱۳۶۵/۳۹۴	۶۳/۵۱

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیونی داده های مربوط به دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

مدل ریاضی	a	b	c	d
خطی	-۷/۳۵۵	۰/۷۴۰	-	-
معکوس	۴۷/۶۶۳	-۵۶۲/۲۹۳	-	-
نمایی	۴/۹۲۹	۰/۰۳۰	-	-
ضربی	۰/۲۷۵	۱/۱۸۴	-	-
درجه ۲	۴/۴۱۵	۰/۱۰۰	۰/۰۰۶	-
درجه ۳	-۰/۱۶۲	۰/۵۳۹	-۰/۰۰۴	۷/۰۰E-۰۰۵

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به دروگر نیشکر استافت ۲۰۰۰

مدل	منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	R ²	r
خطی	مدل	۱	۲۸۹۱/۵۹۰	۱۴۹/۸۵۶	٪۹۶/۲	۰/۹۸۱
	خطا	۶	۱۹/۲۹۶			
معکوس	مدل	۱	۱۶۶۸/۱۷۱	۷/۴۷۴	٪۵۵/۵	۰/۷۴۵
	خطا	۶	۲۲۳/۱۹۹			
نمایی	مدل	۱	۴/۸۹۸	۱۵۸/۶۶۵	٪۹۶/۴	۰/۹۸۲
	خطا	۶	۰/۰۳۱			
ضربی	مدل	۱	۵/۰۱۶	۴۴۵/۰۹۷	٪۹۸/۷	۰/۹۹۳
	خطا	۶	۰/۰۱۱			
درجه ۲	مدل	۲	۱۴۹۸/۳۴۸	۷۰۲/۲۴۴	٪۹۹/۶	۰/۹۹۸
	خطا	۵	۲/۱۳۴			
درجه ۳	مدل	۳	۱۰۰۰/۶۸۹	۷۵۵/۷۸۷	٪۹۹/۸	۰/۹۹۹
	خطا	۴	۱/۳۲۴			

جدول ۴- پیش بینی مقادیر هزینه های تعمیر و نگهداری با استفاده از مدل درجه دوم

ساعات کارکرد	هزینه تعمیرات تجمعی (درصد از قیمت اولیه)	هزینه تعمیرات تجمعی (میلیون ریال)
۱۰۰۰	۶/۰۱۵	۱۲۹/۳۲۳
۲۰۰۰	۸/۸۱۵	۱۸۹/۵۲۳
۳۰۰۰	۱۲/۸۱۵	۲۷۵/۵۲۳
۴۰۰۰	۱۸/۰۱۵	۳۸۷/۳۲۳
۵۰۰۰	۲۴/۴۱۵	۵۲۴/۹۲۳
۶۰۰۰	۳۲/۰۱۵	۶۸۸/۳۲۳
۷۰۰۰	۴۰/۸۱۵	۸۷۷/۵۲۳
۸۰۰۰	۵۰/۸۱۵	۱۰۹۲/۵۲۳
۹۰۰۰	۶۲/۰۱۵	۱۳۳۳/۳۲۳
۱۰۰۰۰	۷۴/۴۱۵	۱۵۹۹/۹۲۳
۱۱۰۰۰	۸۸/۰۱۵	۱۸۹۲/۳۲۳
۱۲۰۰۰	۱۰۲/۸۱۵	۲۲۱۰/۵۲۳

آقاجانی و همکاران: تعیین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی مناسب...

جدول ۵- هزینه های سرمایه ای انباشته و تخمین هزینه های تعمیرات تجمعی بر اساس مدل ریاضی به دست آمده جهت تعیین عمر مفید دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

سن دروگر	استهلاک سالانه (میلیون ریال)	سود سرمایه (میلیون ریال)	بیمه (میلیون ریال)	هزینه سرمایه ای انباشته (میلیون ریال)	هزینه تعمیرات تجمعی (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	۶۲۸	۳۴۰	۷/۲	۸۰۰۸	۱۰۸	۸۱۱۵
۲	۵۳۶	۲۹۹	۷/۲	۷۰۳۳	۲۴۳	۷۲۷۶
۳	۴۶۲	۲۶۹	۷/۲	۶۱۹۱	۳۶۸	۶۵۵۹
۴	۴۰۲	۲۴۹	۷/۲	۵۴۵۲	۵۰۳	۵۹۵۵
۵	۳۵۴	۲۳۴	۷/۲	۴۷۹۴	۶۵۲	۵۴۴۶
۶	۳۱۳	۲۲۴	۷/۲	۴۱۹۹	۸۶۷	۵۰۶۶
۷	۲۸۰	۲۱۷	۷/۲	۳۶۵۵	۱۱۷۰	۴۸۲۴
۸	۲۵۲	۲۱۱	۷/۲	۳۱۵۱	۱۳۶۵	۴۵۱۶
۹	۲۲۸	۲۰۸	۷/۲	۲۷۳۲	۱۶۵۵	۴۳۸۸
۱۰	۲۰۸	۲۰۵	۷/۲	۲۲۸۹	۱۹۹۴	۴۲۸۴
۱۱	۱۹۱	۲۰۳	۷/۲	۱۸۶۹	۲۳۶۷	۴۲۳۵
۱۲	۱۷۶	۲۰۲	۷/۲	۱۴۶۷	۲۷۷۲	۴۲۳۹
۱۳	۱۶۴	۲۰۱	۷/۲	۱۰۸۲	۳۲۱۰	۴۲۹۲
۱۴	۱۵۲	۲۰۰	۷/۲	۷۱۰	۳۶۸۲	۴۳۹۱
۱۵	۱۴۳	۲۰۰	۷/۲	۳۵۰	۴۱۸۶	۴۵۳۶

نتیجه گیری

۱- هزینه ی قطعات یدکی با ۵۳/۷۸ درصد از کل هزینه ها بیشترین سهم از هزینه های تعمیر و نگهداری را به خود اختصاص می دهد و هزینه های دستمزد تعمیرات با ۲۶/۸۵ درصد، هزینه مربوط به روغن و گریس با ۱۴/۳۵ درصد و هزینه مربوط به انواع فیلتر با ۴/۸۷ درصد به ترتیب در رده های بعدی قرار می گیرند.

۲- مدل مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰ به صورت زیر به دست آمد:

$$Y = 0.006\left(\frac{t}{100}\right)^2 + 0.1\left(\frac{t}{100}\right) + 4.415$$

$$R^2 = \%99.6$$

که در آن:

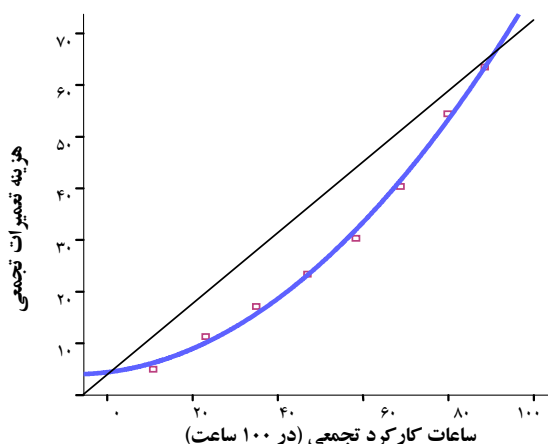
t: کارکرد دروگر بر حسب ساعت

Y: هزینه تعمیرات تجمعی بر حسب درصد از قیمت اولیه می باشد.

۳- سن مناسب جهت جایگزینی و تعویض این نوع دروگرها در محدوده ی ۹ تا ۱۱ سال تعیین گردید.

سپاس گذاری

بدینوسیله از تمام کسانی که در انجام این پژوهش نگارندگان را یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم.



نمودار ۴- منحنی نمایش مدل درجه دوم جهت تخمین هزینه های تعمیر و نگهداری دروگر نیشکر استافت ۷۰۰۰

در مورد پارامترهای b و c، با توجه به نمودارهای به دست آمده و معادلات مربوطه می توان چنین استدلال کرد که این پارامتر بیان گر سرعت سیر صعودی هزینه ها با افزایش کارکرد ماشین می باشد؛ یعنی هرچه مقدار این پارامتر برای مدل به دست آمده بیشتر باشد، افزایش میزان هزینه های تعمیر و نگهداری برای دروگر سریع تر بوده و با اضافه شدن ساعات کارکرد دروگر، مقدار افزایش هزینه ها بیشتر می گردد.

منابع

۱. الماسی، م.، کیانی، ش. و لویمی، ن. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات جنگل، ۲۴۸ ص.
۲. سریواستاوا، ا.، گورینگک، گ. و رورباک، ر. ۱۳۸۷. اصول طراحی ماشین های کشاورزی. ترجمه بهروزی لار، م. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۶۹۸ ص.
۳. ثباتی گاوگانی، م. ۱۳۷۸. تهیه مدل ریاضی برای برآورد هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور یونیورسال ۶۵۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و جاندر ۳۱۴۰ در استان های آذربایجان غربی و تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ۹۵ ص.

آقاجانی و همکاران: تعیین مدل ریاضی و ضرایب تعمیراتی مناسب...

۴. شریفی مالواجردی، ا. ۱۳۷۳. تعیین مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری سه نوع تراکتور متداول در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده کشاورزی، ۱۱۰ ص.
۵. یگانه صالح پور، ح. ۱۳۷۹. تعیین یک مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی (مطالعه موردی در شرکت کشت و صنعت کارون). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز. دانشکده کشاورزی. گروه مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۱۲۰ ص.
۶. یوسف زاده طاهری، م. ۱۳۷۶. تعیین مدل ریاضی برای تخمین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای رایج در کشت و صنعت های پارس آباد مغان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. دانشکده کشاورزی. گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، ۹۰ ص.
7. Anonymous. 1993. Agricultural machinery management data. ASAE standard 1993. D 497. 1.
8. Hunt, D. 1995. Farm power and machinery management. (9th Edition). Iowa State University Press. Ames. U.S.A., 363 p.
9. Rotz, C.A. 1987. A standard model for repair costs of agricultural machinery. Applied Engineering in Agriculture, 3(1): 3-9.
10. Ward, S.M., Cunney, M.B., and McNulty, P.B. (A). 1985. Repair costs and reliability of silage mechanization systems. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28(3): 722-725.
11. Ward, S.M., Cunney, M.B., and McNulty, P.B. (B). 1985. Repair costs of 2 and 4WD tractors. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28(4): 1074-1076.