یافته های نوین کشاورزی
سال دوم- شماره۲- زمستان ۱۳۸٦

# تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای نیوهلند مدل TM155 و والترا ۸٤۰۰ در استان های مرکزی و فارس

محمدرضا وفایی *، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فراهان
حمید مشهدی میغانی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
علیمحمد برقعی، استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

## چکیده

هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای جدید، بخش عمده ای از هزینه های کاربری ماشین ها است. برآورد هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور از نظر بهره وری و مدیریت در زمان جایگزینی بسیار مهم است. بر این اساس ارائه یک مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای نیوهلند TM155 و والترا ۸٤۰۰ به عنوان تراکتورهای جدید وارداتی ضروری است. به این منظور مطالعه ای در شهرستان های استان های مرکزی و فارس به روش نمونه گیری بر اساس تعداد تراکتورانجام گرفت. در این مطالعه،۱۰۰ پرسشنامه بین کاربران تراکتور نیو هلند مدل TM155 و ۱۰۰ پرسشنامه بین کاربران تراکتور والترا مدل ۸٤۰۰ در بهار و تابستان سال ۱۳۸٦ توزیع گردید. داده ها توسط برنامه های رایانه ای صفحه گسترده Excel و برنامه آماری SPSS برای تجزیه و تحلیل های آماری و ترسیم نمودار و تعیین مدل مناسب پردازش گردیدند. از آزمون آماری t برای مقایسه میانگین هزینه های تراکتور نیو هلند TM155 و والترا مدل ۸٤۰۰ و برای تعیین مدل مناسب از آزمون های آماری F،Z و ضریب تبیین $R^2$ استفاده گردید. میانگین هزینه سالانه تعمیر و نگهداری تراکتورهای نیوهلند TM155 و والترا ۸٤۰۰ به ترتیب ۳۳۰٤ و ۳٦۳۵ ریال به ازای هر ساعت کارکرد محاسبه گردیدند. میانگین هزینه های تراکتوروالترا در سطح ۵ درصد اطمینان، از تراکتور نیوهلند بیشتر بود. در این تحقیق مناسب ترین مدل ریاضی برای تراکتورهای موجود دراستان های فارس و مرکزی ارائه گردید.

**واژه های کلیدی:** مدل ریاضی، تعمیر و نگهداری، تراکتور، نیو هلند TM155، والترا ۸٤۰۰

* نویسنده رابط: E-mail: emvrmary@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۲/۲٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/٦/۷

**مقدمه**

از آن جا که هدف هر مدیر کسب بیشترین درآمد است، اطلاع دقیق از هزینه ها نقش اصلی را در بسیاری از تصمیمات مطلوب مدیریت ماشین ها ایفا می کند. از میان تمام هزینه های مربوط به ماشین، هزینه های تعمیر و نگهداری بسیار متغیر بوده و به چگونگی دقت مالک یا مدیر در نگهداری در جهت حفظ قابلیت اطمینان ماشین و کاهش هزینه های خرابی و از کار افتادگی ماشین و نیز افزایش عمر مفید ماشین انجام می شود. خرابی یعنی تغییر غیر منتظره در نحوه انجام وظیفه ماشین به واسطه خرابی مکانیکی و هزینه لازم برای برگرداندن ماشین به حالت عملیاتی بعد از فرسودگی، شکستگی قطعات و تصادفات را هزینه تعمیر و نگهداری گویند. مدیران اغلب به دنبال ماشین های با قابلیت اطمینان بالا می باشند تا تعداد خرابی ماشین کاهش و قابلیت دسترسی به آن افزایش یابد. از آنجا که هزینه های تعمیر و نگهداری به شدت وابسته به شرایط موجود از قبیل آب و هوا و سطح کیفی مدیریت و غیره است، داده های بدست آمده از این هزینه ها دارای انحراف معیار بالایی بوده به طوریکه تقریبا هیچ مدل ریاضی به طور خیلی دقیق نمی تواند روند تغییرات آنها را پیش بینی کند. اما از آن جهت که هزینه های تعمیر و نگهداری با افزایش عمر ماشین روند صعودی پیدا می کند پس عامل بسیار مهمی در تعیین عمر بهینه و مفید ماشین می باشد (۷). هزینه های تعمیر و نگهداری به عنوان بخشی از هزینه های کاربرد تراکتورها، یکی از فاکتورهای مهم در تعیین زمان مناسب جایگزینی این ماشین ها هستند و می توان با پیش بینی مقدار این هزینه ها توسط مدل های ریاضی مناسب و تقابل آن با هزینه های ثابت و سرمایه ای، مقدار کل مخارج کاربرد و مالکیت تراکتورها را در سال های مختلف کارکرد آنها محاسبه کرده و از آنجا سن مناسب جایگزینی این ادوات را که در نقطه حداقل هزینه ها واقع می شود، به دست آورد (۲). تراکتورها عموماً دارای دو نوع هزینه شامل هزینه های مالکیت و هزینه های کاربری ماشین می باشند. معمولاً هزینه های تعمیر و نگهداری۱۰ تا ۱۵ در صد کل هزینه های ماشینی می باشند (۱۰). هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین درماه های اولیه، بسیار کم و تقریباً صفر می باشد. از دلایل مهم این موضوع وجود گارانتی یک ساله است. با افزایش میزان کارکرد و افزایش سن ماشین، این هزینه افزایش یافته و در سال های پایانی عمر ماشین به مقدار ثابت می رسد. در این رابطه نوسانات قیمت بازار در ایران احتمالا این وضعیت را تایید نمی نماید. اطلاعات و آمار دقیق در زمینه تعمیر و نگهداری ماشین ها برای محاسبه هزینه مالکیت ماشین و در نهایت محاسبه هزینه های عملیاتی بسیار مهم می باشند. هزینه تعمیرو نگهداری شامل هزینه لوازم یدکی، هزینه تعمیر کار و هزینه های سوخت و روغن می باشد (٦) .

هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین، اثربسیار مهمی در زمان مناسب جایگزینی آنها دارد. به همین منظور، فراهم نمودن روشی یکسان برای تجزیه و تحلیل هزینه ها و ارائه الگویی معین و استاندارد برای

هزینه های تعمیر و نگهداری ماشین بسیار مطلوب خواهد بود (٦). در این رابطه انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا مدلی را به صورت معادله (۱) ارائه کرده است :

$$TAR=RC_1(T_{auh})^{RC_2}$$

که در آن:

$TAR$ =مجموع کل هزینه های تعمیر و نگهداری بر حسب درصدی از قیمت اولیه ماشین

$RC_1$ و $RC_2$ = پارامترهای مربوط به نوع و مدل ماشین

$T_{auh}$ = مجموع ساعات کارکرد بر حسب درصد ساعات عمر ماشین می باشند.

طباطبائی فر و همکاران (۱۳۸۱) مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور های مسی فرگوسن۲۸۵ و یونیور سال ٦۵۰ در استان کرمانشاه را به فرم زیر ارائه کردند:

$$TAR=1.1\ (T_{auh})^{1.06}$$

که در آن:

$TAR$= هزینه های تعمیرات تجمعی بر حسب درصدی از قیمت اولیه تراکتور

$T_{auh}$ = مجموع ساعات کارکرد به درصد ساعات عمر ماشینمی باشند.

بور و هانت (۱۹۷۰) با توجه به سن، نوع، مدل تراکتورو ساعات کارکرد تجمعی مدل زیر را برای تراکتور چهار چرخ ارائه دادند:

$$TAR=0.0455\ (T_{auh})^{1.923}$$

که در آن:

$T_{auh}$= ساعت کارکرد تجمعی می باشد.

هانت (۱۹۸۳) هزینه های تعمیر ماشین های کشاورزی را به روش های هزینه به ازای یک ساعت کار ماشین برحسب پوند در ساعت، هزینه ثابت به ازای واحد سطح مزرعه بر حسب پوند در هکتار و یا هزینه یک ساعت کار ماشین بر اساس درصد قیمت خرید ماشین در هر زمان مشخص از عمر ماشین بر حسب درصدی از قیمت خرید بیان نموده است. روش آخر به دلیل این که هزینه تعمیر بر اساس ساعات کارکرد ماشین تغییر می نمایند، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. هزینه تعمیر ماشین های بزرگتر و گران تر معمولاً بیشتر است علاوه بر این روش فوق تورم اقتصادی را نیز در بر می گیرد. استفاده از قیمت خریداری شده به عنوان اساس و پایه، جهت تخمین هزینه تعمیر ماشین در مواقعی که معاملات به صورت پیچیده انجام می گیرد و یا معامله از تخفیف زیادی بر خوردار است. بیشتر تحقیقاتی که در مورد هزینه تعمیر ماشین های کشاورزی انجام شده است مربوط به کشور آمریکاست. لارسون و باورز (۱۹٦۵)

اطلاعات مربوط به هزینه های تعمیر ۱۱۰۰ دستگاه تراکتور موجود در بخش غرب مرکزی آمریکا را به صورت برنامه ای گسترده جمع آوری کردند و از روی این اطلاعات قادر به تخمین و برآورد هزینه تعمیر در مورد نمونه های انتخابی شدند (۱۳). باورز و هانت (۱۹۷۰) این تحقیقات را با مطالعات بعدی دنبال کرده و نهایتاً نتیجه گرفتند که تابع هزینه تعمیر به عنوان یک راهنمای کلی می تواند مفید و قابل استفاده باشد ولی نمی توان هزینه تعمیر را برای هر ماشین بدینوسیله بدقت برآورد و پیش بینی کرد. علت این امر، تفاوت های زیادی است که بین تراکتورها وجود دارد .آنها این تفاوت ها را به اختلاف در عوامل آب و هوایی، خاک، نحوه استفاده از ماشین میزان مهارت استفاده کننده و همچنین عیوب ساخت ماشین نسبت دادند. وقوع حوادث پیش بینی نشده و خرابی های اتفاقی در ماشین در هر زمان بیانگر این مطلب است که عمر ماشین به ازای ساعات کارکرد در سال نمی تواند ضرورتا عامل اصلی در تعیین هزینه ها ماشین های کشاورزی محسوب گردد هر چند که عمر ماشین در مورد تراکتورها نسبت به سایرماشین های مزرعه عامل موثرتری است (۳). در تحقیق دیگری که رتز (۱۹۸۷) در مورد مدل استاندارد هزینه های تعمیر ماشینهای کشاورزی انجام داد، نتیجه گرفت که این مدل، هزینه های فوق را به صورت تابع توانی از کارکرد ماشین در ۱۰۰ ساعت تخمین می زند. پارامتر های مدل با توجه به ساعات کارکرد و هزینه های تعمیر برای ماشین های مختلف تعمیم داده شده اند (۱٦). در مرکز ملی حفاظت انرژی پاکستان و سودان هم مدل توانی $TAR=A\ (T_{auh})^B$ برای هزینه های تعمیر و نگهداری تعیین شده است که $A$ و $B$ به ترتیب ضرایب مربوط به هزینه های مدل و نوع تراکتور می باشند (٤) .هدف این تحقیق تعیین و مقایسه بین هزینه های تعمیر و نگهداری دو نوع تراکتور و ارائه یک مدل رگرسیونی برای تعیین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای وارداتی جدید موجود در استان های مرکزی و فارس می باشد.

## مواد و روش ها

این تحقیق در شهرستان های استان های مرکزی و فارس به روش نمونه گیری طبقه بندی تصادفی بر اساس تعداد تراکتور انتخاب و انجام گرفت. تعداد کل تراکتورهای نیو هلند و والترای موجود در استان مرکزی و فارس برابر ٤۰۰ دستگاه می باشد که از این تعداد،۱۵۰ دستگاه تراکتورنیوهلند و۲۵۰ دستگاه تراکتور والترا می باشد.در این مطالعه ۲۰۰ پرسشنامه شامل ۱۰۰ پرسشنامه برای کاربران تراکتور نیوهلند TM155 و ۱۰۰ پرسشنامه برای کاربران تراکتور والترا ۸٤۰۰ به روش نمونه گیری طبقه بندی تصادفی و در تابستان سال ۱۳۸٦ در سطح استان های مرکزی و فارس توزیع گردید.نتایج جمع آوری اطلاعات توسط نرم افزارهای Excel و SPSS مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفت. بررسی های بعمل آمده نشان می دهد با توجه به گسترش انواع تراکتورها در سطح استان های مورد مطالعه سطح عملکردی

تحت پوشش تراکتورها تقریبا یکسان می باشد. پرسشنامه ها شامل اطلاعات عمومی و اطلاعات فنی بود. اطلاعات عمومی دارای چهار بخش شامل نام مالک یا مالکین، مشخصات کاربر، آیا آموزشی در مورد تعمیر و نگهداری گذرانده اید و منبع اصلی در آمد کاربر می باشد. اطلاعات فنی دارای ۲۱ بند بود که مهم ترین آنها درباره تعمیر و نگهداری شامل هزینه تعمیر سالانه تراکتور، هزینه لوازم یدکی، اجرت تعمیرات، هزینه سوخت، روغن و گریس کاری و فیلتر روغن و ساعات کارکرد سالانه تراکتور برای انجام امور به صورت خصوصی یا اجاره ای عملیات کشاورزی یا حمل و نقل یا کار غیر کشاورزی می باشند.(٦)

برای تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری هر کدام از تراکتورها از روش گروه بندی ترکتورها بر اساس عمر آنها استفاده شد (٦). برای هر گروه عمر، میانگین کارکرد سالیانه و میانگین هزینه سالیانه محاسبه و هزینه های تعمیر سالیانه با توجه به تاثیر ضریب تورم و قیمت خرید در آن سال محاسبه گردید. برای محاسبه هزینه تعمیر و نگهداری، قیمت خرید هر تراکتور با لحاظ نمودن تاثیر تورم اصلاح و قیمت تراکتور در وضعیت کنونی محاسبه گردید. برای پردازش داده های تعمیرات تجمعی و کارکرد تجمعی به روش های رگرسیون ساده خطی، نمایی، معکوس و توانی، از نرم افزارهای Excel وSPSS استفاده گردید. آنالیز واریانس رگرسیون مدل های مختلف و آزمون معنی دار بودن مدل های مختلف نیز انجام گرفت. مقادیر معنی دا ر بودن مدل ها بر اساس مقادیر ضریب تبیین،$R^2$ و خطای معیاری F،SE و t تجزیه و تحلیل شد. برای تصحیح قیمت خرید تراکتور باید تاثیر تورم قیمت واقعی خرید تراکتوررا در ضریب تورم $(1+I_g)^n$ ضرب کرد. برای اینکار ضمن تقسیم بندی قیمت تراکتورها بر اساس عمر آنها از بین هزینه های موجود در هر گروه به عنوان سال پایه ( R. ) انتخاب گردید.با استفاده از رابطه زیر نسبت به تعیین نرخ تورم اقدام گردید.

$$I_g = (R_n/R_0)^{1/n} - 1$$

که در آن :

$I_g$= نرخ تورم عمومی

$R_n$ = هزینه در سال n ام

$R_0$= هزینه در سال پایه

$n$= تعداد سال در محاسبه تورم عمر تراکتور

می باشند. بر این اساس پس از ضرب قیمت خرید تراکتور در ضریب تورم نسبت به اصلاح قیمت بر حسب تورم اقدام گردید (٦).

## نتایج و بحث

تراکتورهای نیوهلند مدل TM155 دارای عمر بین ۱ ماه تا ۳ سال بودند که تراکتورهای ۲ ساله بیشترین فراوانی را دارا بودند. سن تراکتورهای والترا۸٤۰۰ بین ۲ ماه تا ۳/۵ سال بوده و تراکتورهای ۱ و ۱/۵ ساله دارای بیشترین فراوانی بودند. تمامی تراکتورها داری شناسنامه تعمیراتی بودند و وضعیت سالانه و تعمیرات را به طور دقیق می توان مطالعه نمود. بر این اساس می توان به نتایج زیر اشاره نمود:

**الف – هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور نیوهلند مدل TM155**

نتایج اولیه به دست آمده از پرسشنامه ها در مورد سال خرید، هزینه های تعمیر و نگهداری (شامل هزینه لوازم یدکی، تعمیرات، سوخت و روغن ) و ساعت کارکرد سالانه برای تراکتور نیو هلند مدل TM155 در جدول ۱ آمده اند.

جدول ۱: تفکیک هزینه های تعمیر و نگهداری سالانه ۱۰۰ نمونه تراکتور نیو هلند مدل TM155 دراستان های مرکزی و فارس

| نمایش آماری | لوازم یدکی (ریال) | تعمیرات (ریال) | سوخت و روغن (ریال ) | کل هزینه (ریال) | کارکرد سالیانه (ساعت) | هزینه درساعت (ریال) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین | ٤١٤٧٠٠٠ | ٢٧٧٤٠٠٠ | ٢٠٠٠٠٠٠ | ٨٩٢١٠٠٠ | ٢٧٠٠ | ٣٣٠٤١ |
| انحراف معیار | ٤١٨ | ٢٤١ | ٣٧٠ | ٧٥٤ | ٤٩٥ | ١٢ |
| ضریب تغییرات(٪) | ٣١ | ٤٠ | ٣٨ | ٢٩ | ٣٠ | ٢٩ |
| حداکثر مقدار | ١٢٠٠٠٠٠٠ | ١٤٠٠٠٠٠٠ | ٢٧٠٠٠٠٠ | ٢٨٧٠٠٠٠٠ | ٤٠٠٠ | ٧١٧٥ |
| حداقل مقدار | ٥٠٠٠٠ | ١٢٠٠٠٠ | ٥٠٠٠٠٠ | ٦٧٠٠٠٠ | ١٠٠ | ٦٧٠٠ |
| درصد از هزینه کل | ٪٤٦ | ٪٣١ | ٪٢٢ | | | |

میانگین هزینه سالیانه ۱۰۰ نمونه تراکتور نیو هلند برابر ۸۹۲۱۰۰۰ ریال و میانگین کارکرد سالانه برابر ۲۷۰۰ ساعت و میانگین هزینه کارکرد در ساعت برابر ۳۳۰٤ ریال می باشد. هزینه تعمیر و نگهداری ماشین با افزایش میزان کارکرد و افزایش عمر ماشین افزایش یافته و در سال های پایانی عمر ماشین به یک مقدار ثابت می رسد. هر چند که نوسانات قیمت بازار در ایران دامنه هزینه در ساعت را برای این تراکتور بین ٧٦٧٥ تا ٦٧٠٠ ریال در ساعت نشان می دهد و از قانون کلی بیان شده تبعیت نمی کند. باتوجه به جدول۱، هزینه لوازم یدکی بیشترین مقدار یعنی ٤٦ درصد کل هزینه تعمیر و نگهداری را به خود اختصاص داده است. دلایل بالا بودن هزینه لوازم یدکی را می توان معلول عواملی چون بالا بودن قیمت ارز و عدم پرداخت یارانه جهت خرید لوازم یدکی، الکترونیکی بودن اکثر لوازم و در نتیجه مصرف و تعویض بیش از حد لوازم یدکی با توجه به شرایط اقلیمی ایران و یا تعمیرات با کیفیت پایین و یا

استفاده سالانه بالا در حدود ۲۱۷ روز از سال و یا عدم دانش فنی و استفاده صحیح از تراکتور دانست. میانگین هزینه تعمیرات، معادل ۲۷۷٤۰۰۰ ریال در سال عملیاتی برآورده شده است. با آموزش اصولی و صحیح و تعیین محل مناسب برای تعمیرگاه ها در هر منطقه می توان هزینه ها را به کاهش داد. مقدارهزینه تعمیرات ۳۱ درصد کل هزینه تعمیر و نگهداری است.

**ب – هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور والترا مدل ۸٤۰۰**

هزینه های تعمیر و نگهداری ۱۰۰ نمونه تراکتور والترا مدل ۸٤۰۰ در جدول ۲ آمده اند.

جدول ۲. تفکیک هزینه های سالانه تعمیر و نگهداری ۱۰۰ نمونه تراکتور والترا مدل ۸٤۰۰ دراستان های مرکزی و فارس

| نمایش آماری | لوازم یدکی (ریال) | تعمیرات ( ریال) | سوخت و روغن (ریال ) | کل هزینه ( ریال) | کارکرد سالیانه ( ریال) | هزینه در ساعت (ریال) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین | ٤٤٦٦۰۰۰ | ۳۱۷۸۵۰۰ | ۱٦٦۰۰۰۰ | ۹۳۰٤۵۰۰ | ۲۵٦۰ | ۳٦۳٤۵ |
| انحراف معیار | ٤۲٦ | ۲۹۱ | ۲٤۰ | ۸٤۱ | ٤۱۰ | ۱/٤ |
| ضریب تغییرات(٪) | ۳۵ | ٤۳ | ۳۰ | ۳۱ | ۲۹ | ۳۱ |
| حداکثر مقدار | ۱۳۸۰۰۰۰۰ | ۱۵۵۰۰۰۰۰ | ۲۳۰۰۰۰۰ | ۳۱٦۰۰۰۰۰ | ۵۰۰۰ | ٦۳۲۰ |
| حداقل مقدار | ۷۰۰۰۰ | ۱۳۵۰۰۰ | ۵۰۰۰۰۰ | ۷۰۵۰۰۰ | ۲۱۰ | ۳۳۵۷/۱ |
| درصد از هزینه کل | ٪٤۷ | ٪۳٤ | ٪۱۷ | | | |

میانگین هزینه سالیانه ۱۰۰ نمونه تراکتور والترا مدل ۸٤۰۰ برابر ۹۳۰٤۵۰۰ ریال و میانگین کارکرد سالانه برابر با ۲۵٦۰ ساعت و میانگین هزینه کارکرد در ساعت برابر ۳٦۳۵ ریال می باشد. با توجه به جدول ۲، هزینه لوازم یدکی، بیشترین مقدار یعنی ٤۷ درصد کل هزینه تعمیر و نگهداری را به خود اختصاص داده است. دلایل بالا بودن هزینه لوازم یدکی را می توان معلول عواملی از قبیل تعمیرات با کیفیت پایین و یا استفاده سالانه بالا در حدود ۲۳٤ روز از سال و یا عدم دانش فنی و استفاده صحیح از تراکتور دانست. میانگین هزینه تعمیرات، معادل ۳۱۷۸۵۰۰ ریال در سال شده است. با آموزش اصولی و صحیح و تعیین محل مناسب برای تعمیر گاه ها در هر منطقه میتوان این هزینه را کاهش داد. در این مورد هزینه تعمیرات برابر ۳٤ درصد هزینه کل می باشد.

**ج– مقایسه هزینه تعمیر و نگهداری در ساعت برای تراکتورهای نیو هلند و والترا**

با استفاده از آزمون آماری t، میانگین هزینه تعمیر و نگهداری در ساعت برای تراکتورهای نیوهلند و والترا مورد مقایسه قرار گرفتند. جدول ۳، تجزیه واریانس این هزینه ها را نشان میدهد.

جدول ۳: تجزیه واریانس هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای نیوهلند مدل TM155 و والترا ۸٤۰۰

| نوع تراکتور | تعداد نمونه | هزینه در ساعت | انحراف معیار | خطای معیار | t |
|---|---|---|---|---|---|
| نیوهلند | ۱۰۰ | ۳۳۰٤۱(a) | ۳٥/۱ | ۷/٦٤ | ۳/۱۸** |
| والترا | ۱۰۰ | ۳٦۳٤/٥(b) | ٦٤/۲ | ٦/۸ | ۲/۱** |

* : محاسبه شده ** : با استفاده از جدول

اختلاف معنی داری در سطح ٥٪ اطمینان بین میانگین دو نمونه وجود دارد و با اطمینان ۹٥٪ ، میانگین هزینه های تعمیر در ساعت تراکتور والترا بیشتر از نیوهلند می باشد.

**د- تعیین مدل ریاضی برای تراکتور نیوهلند مدل TM155**

با توجه به اطلاعات مربوط به تراکتور نیوهلند، داده های هزینه تعمیرو نگهداری سالانه تجمعی برحسب درصدی از قیمت خرید به عنوان متغیر وابسته و کارکرد سالانه تجمعی به عنوان متغیر مستقل برای عمرهای مختلف کارکرد محاسبه و توسط نرم افزار SPSS داده های مربوطه با رگرسیون ساده مورد بررسی قرارگرفت. رگرسیون و آنالیز واریانس داده های تراکتور نیوهلند مدل TM155 ومدل های متفاوت خطی، توانی، نمایی و معکوس در جدول٤ نشان داده شده است. آنالیز داده ها بر اساس آزمون F و t انجام گرفت. مقادیر معنی دار بودن مدل ها بر اساس مقادیر ضریب تبیین $R^2$، خطای معیارSE، F و t تجزیه و تحلیل شد. بر این اساس هر چه ضریب تبیین$R^2$، به ۱ نزدیک تر بوده و خطای معیار SE نیز کمتر باشد و مقادیر f وt محاسبه شده در صورتی که از مقادیر جدول های آماری بزرگتر باشند، مدل مورد نظر مناسب تر تلقی می گردد. بنابراین مدل خطی و نمایی مناسبتر بوده و مدل های دیگر قابلیت ارزیابی مناسبی ندارند. مدل نمائی به دلیل این که از ضریب تعیین $R^2$ بالا و خطای معیار SE کم برخوردار می باشد، به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید و مدل هزینه تعمیرو نگهداری، طبق رابطه زیر ارائه گردید.

$$TAR=e^{(4.05+4.08T_{auh})}$$

**ه - تعیین مدل ریاضی برای تراکتور والترا ۸٤۰۰**

با توجه به اطلاعات مربوط به تراکتور والترا ۸٤۰۰ داده های هزینه تعمیر و نگهداری سالانه تجمعی بر حسب درصدی از قیمت خرید به عنوان متغیر وابسته و کارکرد سالانه تجمعی به عنوان متغیر مستقل برای عمرهای مختلف کارکرد محاسبه و توسط نرم افزار SPSS، داده های مربوطه با رگرسیون ساده مورد بررسی قرار گرفتند. رگرسیون و آنالیز واریانس داده های تراکتور والترا ۸٤۰۰ و مدل های متفاوت

خطی، توانی، نمایی و معکوس در جدول ۵ نشان داده شده است. آنالیز داده بر اساس آزمونF وt انجام گرفت. مقادیر معنی دار بودن مدل بر اساس مقادیر ضریب تعیین$R^2$ و خطای معیار SE،F وt تجزیه و تحلیل شد.

جدول ٤: آنالیز رگرسیون داده های تراکتور نیوهلند TM155

| رابطه ریاضی | a | b | خطای معیارSE | آزمون F | آزمون t | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خطی Y=ax+b | ۳/۰۸ | ۳/۹۹ | ۳/٤ | ۱۰٤۲۷ | ۹۹ | ۰/۹۹ |
| توانی $Y=ax^b$ | -٤/۰۷ | ٤۱/۹ | ۳۰ | ۲۷ | ۱۰ | ۰/٦٤ |
| نمایی $Y=e^{(a+bx)}$ | ٤/۰٥ | ٤/۰۸ | ۲/۲ | ۱٤۸۹۷ | ۱۱۲ | ۰/۹۹ |
| معکوس 1/y= a+bx | ۲۱۱/۲ | -۸٤/۷ | ۳۹/۸ | ۱۹ | ۰/۸٤ | ۰/٤۸ |

جدول ٥: آنالیز رگرسیون داده های تراکتور والترا۸٤۰۰ و انتخاب مدل

| رابطه ریاضی | a | b | خطاری معیارSE | آزمون F | آزمون t | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خطی Y=ax+b | ۳/۹۸ | ٤/۰۲ | ۳/۰۱ | ۱۱٤۹٦۷ | ۱۱۲ | ۰/۹۹ |
| توانی $Y=ax^b$ | -۱۸/۰۷ | ٥۱/۳ | ۱۲ | ٦٤ | ۱۲ | ۰/۹۲ |
| نمایی $Y=e^{(a+bx)}$ | ٤/۸۳ | ٥/۰۲ | ۲/٥ | ۲۱٤۹۳ | ۹۸ | ۰/۹۹ |
| معکوس 1/y= a+bx | ٤۱/۸ | -۱۱۲/۱ | ۳۸ | ۲۱ | -۱۰ | ۰/٦۹ |

در این مورد نیز مدل های خطی و نمایی معنی دار بوده و مدل های معکوس و توانی توانایی ارائه مدل کامل را ندارند. مدل نمایی بدلیل اینکه از ضریب تعیین ،$R^2$ بالا و خطای معیار SE کم برخوردار می باشد به عنوان بهترین مدل انتخاب و مدل هزینه تعمیر و نگهداری طبق رابطه زیر ارائه گردید. با وجود اینکه مقادیر F, t برای مدل خطی بالاتر از مدل نمایی است ولی مقدار خطای معیار مدل نمایی خیلی کم می باشد.

$$TAR=e^{(4.83+5.02T_{auh})}$$

## منابع


**۱- احمدی، م. ر.۱۳۷۹.** تهیه مدل ریاضی برای تعیین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن و یونیورسال ٦٥۰ در استان کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

**۲- الماسی، م.۱۳۸۱.** تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی مورد استفاده در کشت وصنعت نیشکر کارون.مجله علوم کشاورزی ایران.جلد۳۳.شماره ٤.سال ۱۳۸۱

**۳- ثباتی، م. ۱۳۷۹.** پیش بینی مدل هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای رایج در منطقه آذربایجان پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

**٤- شریفی، ا. ۱۳۷۸.** مدل ریاضی پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای متداول در استان تهران.مجله تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی.جلد ٤ .شماره ۱٥.پاییز ۱۳۷۸

**۵- شریفی مالوجردی، ۱۳۷..۱.** تعیین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتوردر شهرستان های اصفهان و تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران

**٦- طباطبایی، ا. ۱۳۸۱.** تهیه مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن و یونیورسال ٦۵۰ در استان های کرمانشاه . مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. سال هشتم. شماره ٤. زمستان ۱۳۸۱

**۷- عجب شیرچی، ی. ۱۳۸۵.** تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور.مجله دانش کشاورزی.جلد ١٦. شماره ۳. سال ۱۳۸۵

**۸- یگانه، ص. ۱۳۷۸.** مقایسه مدلهای تعیین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتوردر کشت و صنعت کارون. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

**9- ASAE Standards. 1987.** Agricutural management data .ASAE EP391.1.

**10-Bowers, W. and Hunt, D. R. 1970.** Application of mathematical formulas to repair cost data. Transaction of the ASAE.13 (6):806-899

**11-Culpin, C. P. 1975.** Profitable Farm Mechanization.3rd Edition.Crosby.Lockwood stable. London.

**12- Kepner, J. and Bainer, R. 1978.** principle of farm Machinery. John Willy and Sons Publishing Company: PP110-170.

**13-Larson, W. E. and Bowers, W. 1965.** Engineering Analysis of Machinery Costs,Transaction of ASAE. PAPER 65-192,ST.Joseph,Michingan.

**14- Mahmoud. H. Ahmad. 1990.** Estimation to tractor repair and maintenance costs in Sudan. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. Vol.30. (2): pp 230-236

**15- Morris, G. 1988.** Estimation of repair and maintenance cost .Journal of Agricultural Engineering Research .191-200

**16-Rotz, C. A. 1995.** A Standard Model for Repair Cost of Agricultural Machinary ASAE.paper No.85-1527.

**17- Ward, S. M., Mc Nulty, P. B. and Cunney, M. B. 1985.** Repair costs of Two and Four WD tractors. Transaction of ASAE. 28(4):1974-1976.