پیش بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین جاندیر ۹۵۵ در استان فارس

هادی خداوردی و منصور زیبایی*

چکیده

کارایی و عملکرد ماشین‌های کشاورزی، از جمله کمباین، میزان و کیفیت کاری است که در هر ساعت کار یا هر هکتار برداشت انجام می‌دهند. با افزایش عمر کمباین بازده اقتصادی و عملکرد آن پایین خواهد آمد، به‌طوری‌که استفاده از آن صرفه اقتصادی نداشته و بایستی آن را با کمباین جدیدی تعویض نمود. بنابراین موضوع تعویض به‌موقع کمباین برای بالا بردن ضریب بهره‌وری استفاده از آن، یکی از اهداف مهم در مدیریت این ماشین کشاورزی است. نکته قابل توجه در این خصوص ارتباط مستقیمی است که عمر مفید با هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات دارد. بر این اساس در این تحقیق بهترین مدل ریاضی برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین جاندیر ۹۵۵ تعیین شده است. برای تحقق این امر، مدل‌های رقیب برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری مورد آزمون قرار گرفت. با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی طبقه بندی شده، ۱۶۰ کمباین جاندیر ۹۵۵ که کمباین غالب در استان فارس می-باشد، جهت مصاحبه به منظور جمع‌آوری داده‌های اقتصادی، تکنیکی و دیگر اطلاعات مورد نیاز، انتخاب شدند. نتایج نشان دادند که بر اساس معیارهای انتخاب مدل، تابع توانی بهترین فرم تابع، برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین جاندیر ۹۵۵ می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: G11, Q14

کلید واژه: کمباین جاندیر ۹۵۵، استان فارس، هزینه تعمیر و نگهداری، مدل ریاضی

مقدمه

موضوع جانشینی و تعویض ماشین‌آلات به‌طور کلی وابسته به فرسوده شدن ماشین یا تغییرات تکنولوژیکی است. بنابراین تصمیم‌گیری در مورد جایگزینی ماشین‌های کشاورزی و زمان انجام آن، با توجه به شرایط اقتصادی و تکنولوژیکی آنها از جمله تصمیمات مهم مالک ماشین می‌باشد. استفاده از یک ماشین نو موجب افزایش کارایی، ایجاد درآمد بیشتر و هزینه‌های متغیر کمتری نسبت به ماشینی که دارای تکنولوژی قدیمی‌تر و فرسوده‌تر است، خواهد شد (Hartman & Rogers 2005). به‌طور کلی اقدام به جایگزینی ماشین‌آلات کشاورزی می‌تواند به علت، تصادف شدید (به حدی که خرید ماشین نو از باز سازی مجدد آن با صرفه‌تر باشد)، ناکافی بودن ظرفیت کاری ماشین فعلی مورد استفاده به علت افزایش مقیاس تولید، از رده خارج شدن ماشین ، کاهش قابلیت اطمینان ماشین و در نتیجه افزایش خرابی‌ها و هزینه‌های انجام نشدن به موقع عملیات و تجاوز نرخ هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌ها از حدی خاص، صورت گیرد (Hunt 2001). تعیین مناسب‌ترین زمان جایگزینی ماشین‌آلات کشاورزی مستلزم بررسی هزینه‌ها و عملکرد اقتصادی آنها است. مالک ماشین کشاورزی چنانچه قادر به محاسبهٔ سن جایگزینی ماشین خود باشد و به موقع اقدام به تعویض آن نماید با ضریب

* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز

e-mail: hadikhodaverdi62@gmail.com

اطمینان بالاتری شاهد کارکرد مستمر ماشین خود خواهد بود. همچنین این امر موجب کاهش خرابی‌های مکرر و هزینه‌های فعالیت و تعمیر و نگهداری ماشین خواهد شد (Kitsopanidis et al., 2005).

اما نکته قابل توجه ارتباط مستقیمی است که عمر اقتصادی با هزینه‌های ماشین دارد. این موضوع به این دلیل حائز اهمیت است که هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات جزء بزرگی از هزینه‌های مزرعه را تشکیل می‌دهند. به‌طوری‌که اگر هزینه مربوط به زمین از میان هزینه‌های مزرعه حذف شود هزینه‌های ماشین‌های کشاورزی ۳۵ تا ۵۰ درصد هزینه تولید محصولات کشاورزی را بخود اختصاص می‌دهد (Anderson 1988, Wahby & Alsuhaibani 2004, Singh 2006).

هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول، هزینه‌های ثابت است که شامل هزینه‌های استهلاک، نرخ بهره، بیمه، مالیات و مکان نگهداری خواهد بود. دسته دوم، هزینه‌های متغیر که شامل هزینه تعمیر و نگهداری، سوخت، سرویس و تعویض فیلترها، روغن‌کاری، نیروی کار استخدامی، کرایه حمل و نقل و هزینه مربوط به تعمیرکار می‌باشد (Edwards 2007). هزینه تعمیر و نگهداری[1] جزء بسیار مهمی از هزینه‌های ماشین‌آلات هستند زیرا برخلاف بعضی از هزینه‌ها که با افزایش عمر ماشین ارزششان کاهش می‌یابد، این هزینه با افزایش عمر ماشین رابطه مستقیم دارد. به‌عبارتی هر چه از عمر یک ماشین می‌گذرد هزینه تعمیر و نگهداری آن نیز افزایش می‌یابد. از طرفی ماشین مرتباً بر اثر خرابی‌هایی مکرر متوقف شده و از کار باز می‌ماند که این امر منجر به بالا رفتن هزینه‌های به موقع انجام نشدن[2] عملیات زراعی نیز می‌شود (Rotz 1987, Rot & Bowers 1991).

پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات کشاورزی به چند دلیل دارای اهمیت است. از جمله این دلایل می‌توان به بررسی دقیق‌تر درآمد ماشین‌های کشاورزی با لحاظ کردن این هزینه‌ها، تعیین عمر مفید آنها با بررسی روند تغییرات هزینه‌های تعمیر و نگهداری و امکان بررسی عوامل افزایش این هزینه‌ها اشاره کرد. بطور خلاصه می‌توان بیان داشت هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌های کشاورزی، هزینه‌هایی هستند که برای نگهداری مناسب‌تر از ماشین، برگرداندن سلامت فنی و قابلیت اعتماد ماشین صرف می‌شوند. با توجه به احتمالی بودن وقوع این هزینه‌ها ارائه رابطه‌ای استاندارد برای برآورد این هزینه‌ها امری غیر ممکن است. ولی با استفاده از مدل‌های ریاضی و بر اساس داده‌های مربوط به کارکرد ماشین در سال‌های قبل، می‌توان بهترین مدل را بدست آورد و با استفاده از آن روند قابل قبولی برای پیش‌بینی این هزینه‌ها بدست آورد و مقدار آن را برای سال‌های بعد پیش‌بینی کرد. بنابراین به دلیل رابطه مستقیمی که این هزینه با عمر اقتصادی دارد، این هزینه از اهمیت ویژه‌ای در تعیین عمر اقتصادی ماشین‌آلات کشاورزی برخوردار است. بدین منظور در این تحقیق سعی شده است تا بهترین مدل برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری از میان مدل‌های خطی، توانی، نمایی و چند جمله‌ای درجه دوم گزینش گردد.

برای تحقق این امر قبل از هر چیز لازم بود از کل جامعه آماری کمباین‌داران استان فارس، نمونه آماری انتخاب شود. اولین گام برای این منظور انتخاب روش نمونه‌گیری بود. روش نمونه‌گیری که برای انجام این تحقیق انتخاب گردید، روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده است. بر اساس آمار ثبت شده تعاونی کمباین داران استان فارس در سال ۱۳۸۸، از میان ۱۹۵۹ کمباین‌داری که در استان فارس مشغول به فعالیت بودند، ۱۶۷۰ نفر که شامل ۸۴/۱۷ درصد است، صاحب کمباین جاندیر ۹۵۵ و ۱۴۷ نفر که برابر ۷/۴ درصد است، صاحب کمباین نیوهلند می‌باشند. با توجه به کثرت کمباین‌داران جاندیر ۹۵۵، این کمباین برای انجام تحقیق حاضر انتخاب گردید. جامعه مورد بررسی برای تعیین اندازه نمونه، شامل ۱۶۰۹ کمباین‌دار بود که همگی صاحب کمباین جاندیر ۹۵۵ می‌باشند. در جامعه آماری مربوط به کمباین‌داران مالک کمباین جاندیر ۹۵۵ از ۲۰ شهرستان استان فارس کمباین‌دار وجود داشت که از

[1]. Repair and Maintenance Cost
[2]. Timeliness Cost

این میان شهرستان مرودشت با ۸۵۹ و شیراز با ۵۲۵ کمباین دار بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دادند. نمونه آماری مورد مطالعه از دو شهرستان شیراز و مرودشت انتخاب شدند. ۶۵ کمباین‌دار از ۶ روستای شهرستان مرودشت و ۹۵ کمباین‌دار از ۵ روستای مربوط به شهرستان شیراز ۱۶۰ مشاهده نمونه آماری را تشکیل دادند. در نمونه آماری مورد بررسی از کمباین با دو سال کارکرد یعنی مدل ۱۳۸۵ تا کمباین ۲۶ سال کارکرد یعنی مدل ۱۳۶۱ موجود می‌باشد.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق با تکمیل ۱۶۰ پرسشنامه از مصاحبه با کمباین‌داران بدست آمد که این اطلاعات مربوط به فعالیت کمباین‌ها در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۸ بود. پرسشنامه‌ها حاوی سه دسته سئوال اساسی می‌شدند. دسته اول، مربوط به مشخصات فردی کمباین‌داران، سابقه کمباین‌داری مالکین، تعداد دستگاه کمباین‌هایی که کمباین‌داران مالکیت آن را به‌عهده داشتند و نحوه خرید کمباین با سرمایه شخصی و یا با استفاده از وام، با ذکر مقدار وام و بهره آن می‌باشد. دسته دوم، سئوالات مربوط به مشخصات کمباین که شامل سال ساخت یا مدل کمباین، سال خریداری، قیمت خرید، ارزش فعلی و دست دوم یا نو بدون کمباین خریداری شده، می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق که مربوط به فعالیت کمباین‌ها می‌باشد در قسمت سوم پرسشنامه گنجانده شد. از میان هزینه‌های ثابت، هزینه بیمه و در صورت داشتن مکان نگهداری برای کمباین، سال احداث و هزینه آن از کمباین‌داران سئوال شد. هزینه‌های متغیر که مهمترین قسمت پرسشنامه برای دست‌یابی به اهداف تحقیق بود، شامل هزینه‌های مربوط به استخدام راننده، کمک راننده و تدارکاتچی، تعمیر و نگهداری کمباین‌ها، هزینه سوخت، هزینه روغن و فیلتر مربوط به آن و گریس‌کاری می‌باشد. در ادامه برای دست یابی به ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها، کل فعالیت مفید، غیرمفید و متوسط ساعات کار برای هر روز کار مفید از کمباین‌داران پرسیده شد.

مروری بر مطالعات انجام شده

اولین تلاش‌ها در راستای نهادینه کردن مدل‌های ریاضی برای محاسبه تعمیراتی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات کشاورزی، به اواخر دهه ۱۹۴۰ در ایالات متحده آمریکا باز می‌گردد. معتبرترین ساختار ریاضی برای دستیابی به هزینه تعمیر و نگهداری، معادلات بیان شده توسط انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا است که برای انواع متعددی از ادوات و ماشین‌آلات کشاورزی قابل کاربرد است (Rot & Bowers 1991). هدف اصلی مدل‌های پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری، بدست آوردن یک مدل استاندارد برای برآورد این هزینه‌ها است، به طوری‌که یک ضابطه علمی با نتایج معقولی برای روند تعمیرات و هزینه‌های ناشی از آن در طول عمر ماشین‌آلات را پیش‌بینی کند (Bowers & Hunt 1970).

اکثر مطالعات داخلی بر مبنای استفاده از مدل‌های ریاضی برای محاسبه هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه شریفی (۱۳۷۳)، در سطح استان تهران جهت تعیین بهترین مدل ریاضی هزینه‌های تعمیر و نگهداری و برآورد پارامترهای مربوطه، اشاره کرد. تعداد ۹۰ دستگاه تراکتور که شامل ۴۰ دستگاه یونیورسال[1] ۶۵۰، ۳۳ دستگاه فرگوسن[2] ۲۸۵ و ۱۷ دستگاه جاندیر[3] ۳۱۴۰ می‌شد برای انجام این تحقیق انتخاب شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به هزینه‌های تعمیر و نگهداری این تراکتورها نتایج تخمین این هزینه‌ها روی ساعات کارکرد تجمعی ماشین‌ها برای سه مدل خطی، توانی (ضربی) و نمایی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت مدل توانی به عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب گردید. یوسف‌زاده طاهری

[1]. Universal 650
[2]. Fergosen 285
[3]. John Dieer

(۱۳۷۶)، مطالعه‌ای برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری با استفاده از مدل‌های ریاضی روی تراکتورهای شرکت پارس در منطقه مغان انجام داد. ساعات کارکرد تجمعی به عنوان متغیر مستقل روی متغیر هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی با استفاده از پنج مدل رگرسیونی خطی، نمایی، معکوس، توانی (ضربی) و چند جمله‌ای درجه دوم برازش شدند که بهترین مدل، مدل توانی (ضربی) بود. الماسی و یگانه (۱۳۸۱)، مطالعه‌ای به منظور تعیین یک مدل ریاضی مناسب که بتواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی را حتی المقدور به‌صورت دقیق پیش‌بینی کند، برای سه نوع تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، جاندیر ۳۳۵۰ و جاندیر ۴۹۵۵ متداول در شرکت کشت و صنعت نیشکر کارون انجام دادند. برای این امر ابتدا مقادیر تجمعی هزینه تعمیر و نگهداری و میزان کارکرد سالانه تراکتورها برای سال‌های مختلف کارکرد آنها محاسبه گردید. در ادامه این داده‌ها را با استفاده از شش مدل خطی، نمایی، معکوس، ضربی، چند جمله‌ای درجه دوم و درجه سوم تخمین زدند. نتایج حاصل از تخمین مدل‌ها نشان داد مناسب‌ترین مدل برای برآورد هزینه‌های تعمیر و نگهداری هر سه نوع تراکتور، مدل ضربی می‌باشد. خوب‌بخت و همکاران (۲۰۰۹)، مطالعه‌ای در راستای تعیین بهترین مدل ریاضی برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ در شهرستان‌های خوانسار و گلپایگان انجام دادند. پنج مدل ریاضی خطی، چندجمله‌ای درجه دوم، نمایی، لگاریتمی و توانی برای انتخاب بهترین مدل ریاضی مورد برازش قرار گرفتند. در نهایت مدل توانی بهترین مدل برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری انتخاب گردید.

در خارج از کشور، مهندسین کشاورزی مطالعات فراوانی در خصوص پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات مزرعه انجام داده‌اند. چندین مطالعه هم در کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای در حال توسعه در راستای گسترش مدل‌هایی برای محاسبه هزینه‌های تعمیر و نگهداری برای دوره معینی از عمر ماشین‌آلات کشاورزی انجام گرفته است. در ذیل تعداد محدودی از این مطالعات آورده شده است. Fairbanks et al., 1971 تحقیق وسیعی روی ۱۱۴ مزرعه در کانزاس با استفاده از دو مدل برای محاسبه هزینه تعمیر و نگهداری تراکتورهای دیزلی و هزینه تعمیر کمباین‌ها انجام دادند. مدل‌های مورد استفاده ساختاری شبیه مدل‌های ارائه شده توسط انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا در سال ۱۹۹۳ داشت. تنها تفاوت آنها در پارامترهای مدل بود. همچنین هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی، سی درصد قیمت خرید در انتهای عمر اقتصادی ماشین تخمین زده شد. Ward et al., 1985 مطالعه‌ای گسترده روی گزارشات ده سال دولت ایرلند برای تخمین هزینه‌های تعمیر ۴۲ تراکتور دو چرخ محرک و ۲۱ تراکتور چهار چرخ محرک انجام دادند و مدل هزینه‌ای برای هر دو نوع تراکتور را طراحی کردند. برای دست یابی به بهترین مدل ریاضی، متغیر وابسته، هزینه‌های تعمیرات سالیانه به‌عنوان درصدی از قیمت اولیه ماشین نو و متغیر مستقل، ساعات کارکرد تجمعی برای کل سال‌ها بود. Varshney & Singh 1994 مطالعه‌ای برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری سه مدل کمباین جاندیر ۶۳۰، جاندیر ۳۳۰ و دویتز فاهر[1]، با استفاده از یک مدل توانی انجام دادند. بالاترین مقدار هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی بر اساس درصد قیمت خرید کمباین نو مربوط به کمباین جاندیر ۳۳۰ بود که این مقدار از ۶/۸۷ تا ۳۳/۷۷ درصد بود. هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی کمباین دویتز فاهر، از ۳/۰۷ تا ۱۶/۴۷ درصد محاسبه گردید که این مقدار برای کمباین جاندیر ۶۳۰ از ۱/۵۵ تا ۲۵/۸۷ درصد گزارش شد. Frank 2006 در مطالعه‌ای ضرایب هزینه‌های تعمیر و نگهداری برای دو ماشین برداشت غلات دویتز فاهر ۵۵۰ و کیسی[2] ۲۱۸۸ در آرژانتین را محاسبه نمود. ضرایب برای ماشین دویتز فاهر ۵۵۰ و کیسی ۲۱۸۸ به ترتیب ۶/۶۸۵ ، و ۷/۰۸۲ بدست آمد.

روش تحقیق

[1]. Deuitz Fahr
[2]. Case 2188

تعیین بهترین مدل ریاضی برای پیش‌بینی و برآورد هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌های در حال فعالیت استان فارس، با استفاده از چهار مدل تابع خطی[1]، تابع توانی[2]، تابع نمایی[3] و تابع چند جمله‌ای درجه دوم[4] ، توسط نرم‌افزارهای مناسب صورت گرفت. ساختار مدل‌های بیان شده به ترتیب، به‌صورت روابط (۳ – ۴) تا (۳ – ۷) می‌باشد.

$$y = a + bX \quad (۱)$$

$$y = a(X)^b \quad (۲)$$

$$y = Exp(a + bX) \quad (۳)$$

$$y = a + bX + cX^2 \quad (۴)$$

در مدل‌های فوق متغیر X به عنوان متغیر مستقل نشان دهنده ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌هاست. متغیر y که بیانگر متغیر وابسته است، نشان دهنده هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی بر حسب قیمت خرید کمباین نو می‌باشد. هزینه‌هایی که برای محاسبه هزینه-های تعمیر و نگهداری در این تحقیق استفاده شد، شامل هزینه‌های تعمیر، هزینه‌های مربوط به تعویض قطعات مستهلک و غیر قابل استفاده، هزینه‌های سرویس‌کاری قبل از فصل برداشت و دستمزد تعمیرکار می‌باشد. برای برآورد هزینه‌های تعمیر و نگهداری در این تحقیق، برخلاف مطالعات داخل کشور مانند یوسف زاده طاهری، (۱۳۷۶)؛ الماسی و یگانه، (۱۳۸۱)؛ عجب شیرچی و همکاران، (۱۳۸۵)؛ آشتیانی و همکاران، (۱۳۸۵)، هزینه‌های مربوط به گریس‌کاری، سوخت، هزینه روغن‌کاری و فیلتر آن را شامل نمی‌شود. دلیل این امر نیز این است که با توجه به اطلاعات بدست آمده از پرسشنامه‌های تکمیل شده و اظهارات کمباین‌داران، تفاوتی میان هزینه‌های مربوط به سوخت، گریس‌کاری، روغن و فیلتر کمباین نو و فرسوده وجود نداشت. به‌عبارتی تفاوت در میزان این هزینه‌ها تنها بدلیل تفاوت در مدت زمان فعالیت کمباین‌ها می‌باشد، و سال ساخت (مدل) کمباین‌ها اثری روی تفاوت این هزینه‌های کمباین‌ها نخواهند داشت. بنابراین از لحاظ کردن این هزینه‌ها برای محاسبه هزینه‌های تعمیر و نگهداری صرف نظر گردید. با تشکیل جداول مربوط به ضرایب و تجزیه واریانس برای هر یک از مدل‌های ریاضی بیان شده، سعی شد تا با استفاده از آماره‌های t و F معنی دار بودن ضرایب و مدل‌های ریاضی، مورد بررسی قرار گیرند. انتخاب بهترین مدل نیز بر اساس عواملی نظیر مقدار ضریب تعیین بدست آمده، معنی دار بودن پارامترهای محاسباتی، کارایی مدل‌ها در توجیه هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تطبیق آن با روند واقعی انجام گرفت.

[1]. Linear function
[2]. Power function
[3]. Exponential function
[4]. Polynomial function

نتایج و بحث

همان‌طور که در فصل سوم بیان شد، چهار مدل ریاضی توابع خطی، توانی، نمایی و چند جمله‌ای درجه دوم برای گزینش بهترین مدل پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌های جاندیر ۹۵۵ مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه هزینه‌های تعمیر و نگهداری میانگین این هزینه‌ها برای کمباین‌های هر سال از عمر کمباین‌ها به‌عنوان هزینه تعمیرو نگهداری همان سال از عمر کمباین در نظر گرفته شد. بعد از محاسبه این هزینه‌ها برای هر سال از عمر کمباین‌ها، هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی محاسباتی بر مبنای درصدی از قیمت خریداری کمباین جاندیر ۹۵۵ نو در سال ۱۳۸۸ (۴۰۰ میلیون ریال) محاسبه گردید. از ضرب تعداد روزهای مفید کاری کمباین‌ها و مقدار ساعات فعالیت هر روز کمباین‌ها، تعداد ساعات فعالیت سالیانه هر ماشین محاسبه گردید. ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها نیز مطابق با آنچه برای هزینه‌های تعمیر و نگهداری بیان شد محاسبه شد. به عبارتی میانگین ساعات فعالیت سالیانه کمباین‌های مربوط به هر سال از عمر کمباین‌ها نیز بیانگر ساعات فعالیت سالیانه همان سال از عمر کمباین‌ها می‌باشد. با محاسبه ساعات کارکرد تجمعی برای هر گروه از کمباین‌های موجود در نمونه آماری، و تقسیم آنها بر ۱۰۰، ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها بر اساس ۱۰۰ ساعت کار، محاسبه شد.

جدول (۱) هزینه‌های سالیانه و تجمعی تعمیر و نگهداری، و ساعات کارکرد سالیانه و تجمعی را برای هر سال از عمر کمباین‌ها نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول نشان داده شده است، هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجمعی با افزایش عمر کمباین‌ها روندی صعودی دارد. به‌طوری‌که هر چه از عمر کمباین‌ها می‌گذرد، مقدار این هزینه‌ها نیز افزایش می‌یابند. بنابراین بر اساس اطلاعات موجود در جدول (۱) می‌توان نتیجه گرفت با افزایش عمر کمباین‌ها یا ساعات فعالیت تجمعی، هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها نیز افزایش می‌یابند. نتایج حاصل از تخمین مدل‌های ریاضی، با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب در جداول (۲) تا (۵) و نمودار مربوط به تخمین هر مدل‌ها در نمودارهای (۱) تا (۴) آورده شده است.

جدول (۱): هزینه‌های تعمیر و نگهداری و ساعات فعالیت کمباین‌ها

عمر (سن)	هزینه تعمیر و نگهداری (ریال)	هزینه تجمعی تعمیر و نگهداری (ریال)	هزینه تجمعی تعمیر نگهداری، درصدی از قیمت کمباین نو(ریال)	فعالیت مفید (ساعت)	فعالیت مفید تجمعی (ساعت)	فعالیت تجمعی بر ۱۰۰(ساعت)
۲	۳۲,۵۳۰,۰۰۰	۳۲,۵۳۰,۰۰۰	۸	۱,۴۱۰	۱,۴۱۰	۱۴
۳	۴۲,۰۸۳,۳۳۳	۷۴,۶۱۳,۳۳۳	۱۹	۱,۴۶۰	۲,۸۷۰	۲۹
۴	۳۴,۷۲۵,۰۰۰	۱۰۹,۳۳۸,۳۳۳	۲۷	۱,۱۴۴	۴,۰۱۴	۴۰
۵	۲۶,۹۸۳,۳۳۳	۱۳۶,۳۲۱,۶۶۷	۳۴	۱,۰۰۲	۵,۰۱۵	۵۰
۶	۳۳,۵۱۶,۶۶۷	۱۶۹,۸۳۸,۳۳۳	۴۲	۱,۱۶۵	۶,۱۸۰	۶۲
۷	۴۰,۱۱۶,۶۶۷	۲۰۹,۹۵۵,۰۰۰	۵۲	۱,۴۹۴	۷,۶۷۴	۷۷
۸	۳۴,۷۶۲,۵۰۰	۲۴۴,۷۱۷,۵۰۰	۶۱	۱,۰۷۶	۸,۷۵۰	۸۸
۹	۳۹,۳۰۰,۰۰۰	۲۸۴,۰۱۷,۵۰۰	۷۱	۱,۱۶۳	۹,۹۱۳	۹۹
۱۰	۵۰,۸۰۰,۰۴۰	۳۳۴,۸۱۷,۵۴۰	۸۴	۱,۳۳۰	۱۱,۲۴۳	۱۱۲
۱۱	۴۴,۲۳۳,۳۳۳	۳۷۹,۰۵۰,۸۷۳	۹۵	۱,۱۴۰	۱۲,۳۸۳	۱۲۴
۱۲	۶۰,۱۷۱,۴۲۹	۴۳۹,۲۲۲,۳۰۲	۱۱۰	۱,۳۹۴	۱۳,۷۷۶	۱۳۸
۱۳	۴۴,۴۵۷,۷۷۸	۴۸۳,۶۸۰,۰۸۰	۱۲۱	۱,۱۷۶	۱۴,۹۵۳	۱۵۰
۱۴	۴۲,۹۱۴,۲۸۶	۵۲۶,۵۹۴,۳۶۵	۱۳۲	۱,۱۲۴	۱۶,۰۷۶	۱۶۱
۱۵	۴۸,۵۸۷,۱۴۳	۵۷۵,۱۸۱,۵۰۸	۱۴۴	۱,۳۴۸	۱۷,۴۲۴	۱۷۴
۱۶	۴۷,۳۰۰,۰۰۰	۶۲۲,۴۸۱,۵۰۸	۱۵۶	۱,۳۶۳	۱۸,۷۸۶	۱۸۸
۱۷	۵۳,۴۳۱,۸۱۸	۶۷۵,۹۱۳,۳۲۶	۱۶۹	۱,۲۵۹	۲۰,۰۴۶	۲۰۰
۱۸	۵۴,۸۳۰,۹۰۹	۷۳۰,۷۴۴,۲۳۶	۱۸۳	۱,۲۴۶	۲۱,۲۹۱	۲۱۳
۱۹	۵۲,۷۳۳,۳۳۳	۷۸۳,۴۷۷,۵۶۹	۱۹۶	۱,۴۲۰	۲۲,۷۱۱	۲۲۷
۲۰	۶۲,۴۷۵,۰۰۰	۸۴۵,۹۵۲,۵۶۹	۲۱۱	۱,۳۲۰	۲۴,۰۳۱	۲۴۰
۲۱	۶۲,۹۷۵,۰۰۰	۹۰۸,۹۲۷,۵۶۹	۲۲۷	۱,۰۸۳	۲۵,۱۱۴	۲۵۱
۲۲	۵۸,۶۵۷,۱۴۳	۹۶۷,۵۸۴,۷۱۲	۲۴۲	۱,۳۰۶	۲۶,۴۲۰	۲۶۴
۲۳	۵۱,۶۸۵,۰۰۰	۱,۰۱۹,۲۶۹,۷۱۲	۲۵۵	۱,۲۶۲	۲۷,۶۸۲	۲۷۷
۲۴	۶۱,۰۹۰,۰۰۰	۱,۰۸۰,۳۵۹,۷۱۲	۲۷۰	۱,۲۷۴	۲۸,۹۵۶	۲۹۰
۲۵	۶۶,۳۰۰,۰۰۰	۱,۱۴۶,۶۵۹,۷۱۲	۲۸۷	۱,۵۶۸	۳۰,۵۲۳	۳۰۵
۲۶	۶۱,۰۷۵,۰۰۰	۱,۲۰۷,۷۳۴,۷۱۲	۳۰۲	۱,۲۸۰	۳۱,۸۰۳	۳۱۸

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۲): نتایج حاصل از تخمین مدل خطی

متغیرهای مستقل	ضرایب	خطای معیار[1]	آماره t
ضریب ثابت (a)	-۱۹/۷۹***	۲/۹	-۶/۸۲
ساعات فعالیت (b)تجمعی بر ۱۰۰	۰/۹۸***	۰/۰۱۶	۶۲/۹۴
ضریب تعیین[2] R^2	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره F
۰/۹۹۴	۰/۹۹۴	۷/۰۴	۳۹۶۱/۴۶***

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۳): نتایج حاصل از تخمین مدل توانی

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره t
ضریب ثابت (a)	۰/۳۶***	۰/۰۱۵	۲۴/۳۴
ساعات فعالیت تجمعی بر ۱۰۰(b)	۱/۱۶***	۰/۰۰۸	۱۳۹/۴۲
ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره F
۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۰۳۳	۱۹۴۳۷/۳۳***[3]

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۴): نتایج حاصل از تخمین مدل نمایی

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره t
ضریب ثابت (a)	۲۱/۵۱***	۲/۹۱	۷/۴
ساعات فعالیت تجمعی بر ۱۰۰ (b)	۰/۰۱***	۰/۰۰۱	۱۳/۱۹
ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره F
۰/۸۸۳	۰/۸۷۸	۰/۳۲۸	۱۷۴/۰۳***

مأخذ: یافته‌های تحقیق

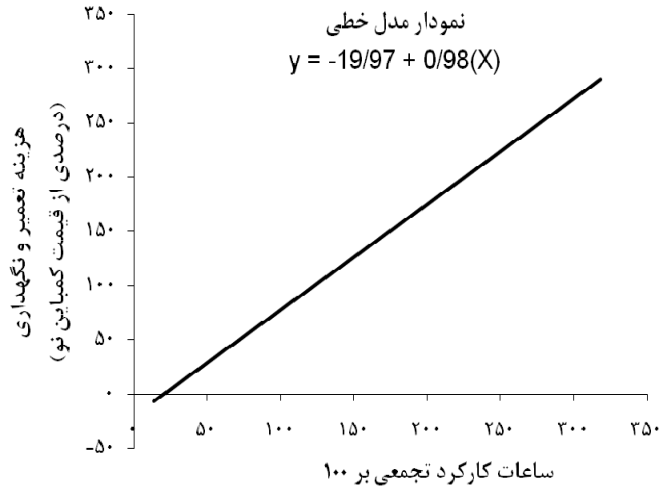
جدول (۵): نتایج حاصل از تخمین مدل چند جمله‌ای درجه دوم

متغیر مستقل	ضرایب	خطای معیار	آماره t
ضریب ثابت (a)	-۲/۷۷*[4]	۱/۱۵	-۲/۴۱
ساعات فعالیت تجمعی بر ۱۰۰ (b)	۰/۶۸***	۰/۰۲	۴۲/۲۸
مجذور ساعات فعالیت تجمعی بر ۱۰۰ (c)	۰/۰۰۰۹***	۰/۰۰۰۰۵	۱۸/۷۶
ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده R^2	خطای معیار رگرسیون	آماره F
۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۱/۷۴	۳۲۴۴۲/۴۸***

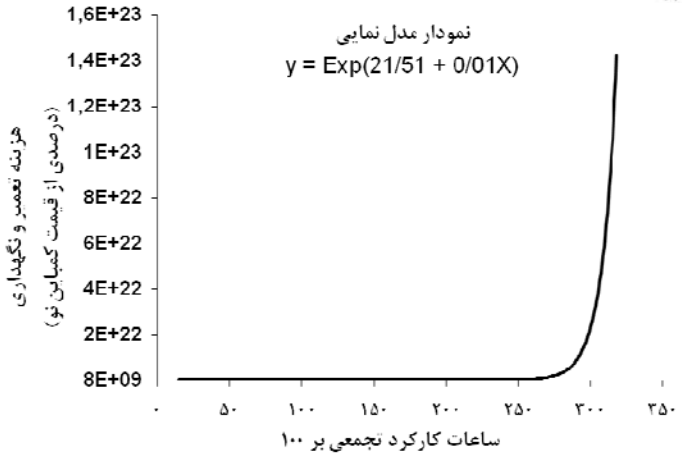
مأخذ: یافته‌های تحقیق

[1]. Standard error
[2]. Coefficients of determination

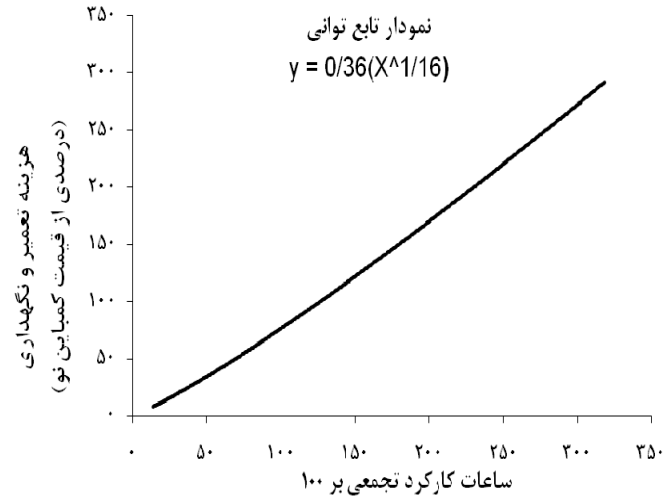
[3]- معنی‌داری در سطح یک درصد
[4]- معنی‌داری در سطح ده درصد



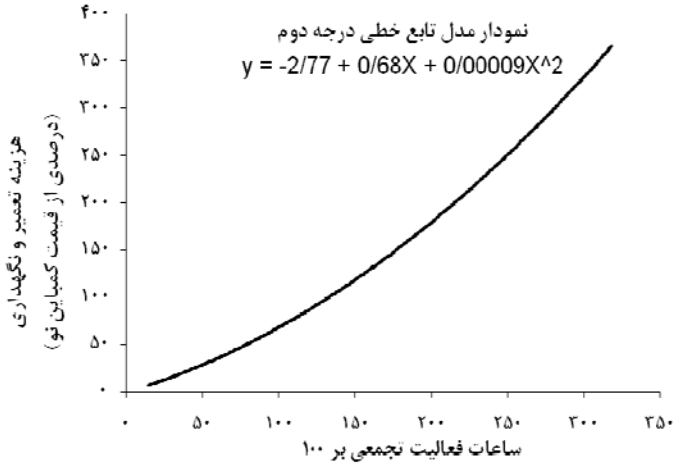
نمودار (۱): نمودار حاصل از مدل خطی



نمودار(۲): نمودار حاصل از مدل نمایی



نمودار (۳): نمودار حاصل از مدل توانی



نمودار(۴): نمودار حاصل از مدل چند جمله‌ای درجه دوم

مقایسه ضرایب تعیین چهار مدل نشان می‌دهد که مقدار این ضرایب برای مدل‌های خطی و نمایی نسبت به دو مدل توانی و چند جمله‌ای درجه دوم پایین‌تر می‌باشد که این مقدار برای ضریب بدست آمده مدل نمایی بسیار پایین‌تر است. ضریب منفی مدل خطی نشان دهنده برآورد منفی مقدار هزینه‌ها در سال‌های اولیه از عمر کمباین‌هاست. آماره F محاسبه شده که بیان‌گر معنی دار بودن حداقل یکی از ضرایب تخمین زده شده می‌باشد، برای این دو مدل بسیار پایین‌تر از دو مدل توانی و چند جمله‌ای درجه دوم می‌باشد. لذا دو مدل خطی و نمایی نسبت به دو مدل چند جمله‌ای درجه دوم و توانی، نمی‌توانند پیش‌بینی مناسبتری از هزینه‌های تعمیر و نگهداری داشته باشند. همان‌طور که از جداول (۳) و (۵) مشخص است در مدل توانی هر دو ضریب در سطح یک درصد معنی دار شده‌اند درصورتی که ضریب ثابت در مدل چند جمله‌ای درجه دوم در سطح ده درصد معنی‌دار شده است. تعداد بیشتر ضرایب مدل

چند جمله‌ای درجه دوم، پیچیدگی بیشتر و عدم تطابق این مدل با روند واقعی خرابی‌ها و در نتیجه هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات کشاورزی، از جمله عوامل دیگری است که سبب گزینش مدل توانی و توجیه آن به عنوان بهترین مدل ریاضی برای پیش-بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌باشد. همچنین فرم مدل توانی مانند مدل ضربی است و بدلیل هم‌خوانی این مدل‌ها با روند افزایشی هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌توان این مدل را به عنوان مناسب‌ترین مدل جهت پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری دانست. مدل توانی تخمین زده شده در این تحقیق به صورت زیر می‌باشد.

$$y = 0/36\,(X)^{1/16} \qquad (۵)$$

پارامترهای(a) و (b) برای مدل توانی، متأثر از عوامل مانند ساعات کارکرد تجمعی و نحوه استفاده و مدیریت کمباین‌ها می‌باشد. با افزایش هر یک از این ضرایب، مقدار هزینه‌های تجمعی تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده نیز افزایش می‌یابد. ضریب (a) در مدل توانی پیش‌بینی شده که برابر ۰/۳۶ محاسبه گردید، نشان دهنده مقدار کمی هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها خواهد بود. این ضریب بیشتر تحت تأثیر اختلاف قیمت خریداری کمباین نو با میزان هزینه‌های تجمعی تعمبر و نگهداری بخصوص در سال‌های اولیه از عمر کمباین است. با افزایش مقدار این ضریب، مقادیر کل هزینه‌های تجمعی تعمیر و نگهداری بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش می-یابند در صورتی‌که تغییری در سرعت این افزایش رخ نخواهد داد. ضریب (b) که در مدل توانی این تحقیق ۱/۱۶ برآورد گردید نشان دهنده توزیع و چگونگی وقوع هزینه‌های تعمیر و نگهداری در طی عمر کمباین‌هاست. کاهش این ضریب به معنای وقوع اکثر هزینه‌ها در اوایل عمر ماشین کشاورزی است. به‌عبارتی با افزایش مقدار این پارامتر از یک‌طرف هزینه‌های تجمعی تعمیر و نگهداری افزایش می‌یابند و از طرف دیگر سرعت افزایش این هزینه‌ها نیز بیشتر می‌شود. جدول (۶) مقایسه‌ای میان ضرایب هزینه‌های تعمیر و نگهداری محاسبه شده در این تحقیق بر حسب درصدی از قیمت خریداری کمباین نو، با استفاده از مدل توانی و مطالعات دیگر را نشان می‌دهد.

جدول (۶): نتایج مطالعات مختلف پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری با استفاده از مدل توانی

مطالعات	مدل مورد استفاده	مدل پیش‌بینی شده
وارد و همکاران (۱۹۸۵)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/042(X/1000)^{1/895}$
زایدی و همکاران (۱۹۹۳)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/0669(X/120)^{1/592}$
فولس (۱۹۹۹)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 1/5(X/1000)^{1/6}$
روتز ASAE 2000	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/7(X/1000)^{2}$
خوب بخت و همکاران (۲۰۰۹)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/002(X)^{1/162}$
یوسف‌زاده طاهری (۱۳۷۶)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/10629(X/100)^{1/688}$
الماسی و یگانه (۱۳۸۱)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/0518(X/120)^{1/586}$
عدلی و همکاران (۱۳۸۵)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/014(X)^{1/769}$ $y = 0/009(X)^{1/882}$
آشتیانی و همکاران (۱۳۸۴)	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/0418(X/100)^{1/599}$
مطالعه حاضر	توانی $y = a(X)^b$	$y = 0/36\,(X)^{1/16}$

مأخذ: یافته‌های تحقیق

چنانچه در جدول (۶) مشخص است، پارامتر برآورد شده (a) در این مطالعه، از مقادیر این پارامتر در تمام مطالعات داخلی بیشتر است و تنها از دو مطالعه فولس و روتز کمتر می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان داشت مقدار هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌های جاندیر ۹۵۵ در مقایسه با دیگر ماشین‌آلات (تراکتور و کمباین) مورد مطالعه در داخل کشور بیشتر خواهد بود. با توجه به اطلاعات بدست - آمده این موضوع را می‌توان در چند علت جستجو کرد. استهلاک بالای کمباین در سال‌های اولیه از عمر آن، میزان خرابی‌های بالای کمباین‌ها و در نتیجه هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری ناشی از این خرابی‌ها، و عدم استفاده از قطعات مناسب و با کیفیت برای تعمیر و قیمت بالای این قطعات از جمله عللی هستند که موجب بالا رفتن هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌شود.

این در حالی است که مقدار پارامتر برآورد شده برای ضریب (b) در این مطالعه از تمامی مقادیر برآورد شده این پارامتر در بقیه مطالعات، بجز مطالعه خوب‌بخت و همکاران کمتر می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان داشت سرعت افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین مورد مطالعه، کمتر از دیگر مطالعات است و مقدار این هزینه‌ها در سال‌های اولیه از عمرکمباین نسبت به سایر ماشین‌های مورد مطالعه، بالاتر است. به عبارتی تفاوت چندانی میان نحوه توزیع هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها در طی عمر کارکرد آنها وجود نخواهد داشت و توزیع این هزینه‌ها نسبت به ماشین‌های دیگر از روند یکنواخت‌تری برخوردار است.

علت این امر را می‌توان مربوط به چند مورد دانست. اولین مورد تفاوت در نوع ماشین‌آلاتی است که مورد بررسی این مطالعات بودند. زیرا که نوع ماشین کشاورزی بر مقدار هزینه‌های استهلاک سالیانه و هزینه‌های تعمیر و نگهداری بسیار مؤثر می‌باشد. دومین مورد تفاوت در هزینه‌هایی است که برای محاسبه هزینه‌های تعمیر و نگهداری در این مطالعه و دیگر مطالعات مورد استفاده قرار گرفته شد. زیرا بر خلاف دیگر مطالعات داخل کشور، در این مطالعه با توجه به دلایلی که توضیح آن در قبل آمد، چند هزینه برای محاسبه هزینه- های تعمیر و نگهداری لحاظ نشد. همچنین سرویس‌کاری مناسبی که کمباین‌داران از کمباین‌های خود به عمل می‌آوردند بر هزینه تعمیر کمباین‌ها تأثیر بسیار زیادی داشته است. این موضوع در هنگام تکمیل پرسشنامه‌هایی که برای جمع‌آوری اطلاعات از کمباین- داران آماده گردید، مشهود بود. به عقیده کمباین‌داران چنانچه قبل از شروع فصل برداشت سرویس‌کاری مناسبی از کمباین‌ها صورت گیرد، تفاوت چندانی میان هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌های با عمر بالا و کمباین‌های نو نخواهد بود که این تعداد ۴۰ درصد از نمونه مورد مطالعه را شامل می‌شدند. این در حالی است بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده تفاوتی میان هزینه‌های مربوط به روغن و فیلترهای آن و هزینه گریس‌کاری کمباین نو با کمباین کارکرده مشاهده نشده بود. بنابراین تنها تفاوت هزینه‌های کمباین نو با کارکرده تفاوت در میزان خرابی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری ناشی از آن بود که به عقیده کمباین‌داران با سرویس‌کاری مناسب قبل از شروع فصل برداشت مقدار این هزینه‌ها نیز نزدیک به‌هم خواهند شد.

همان‌طور که عنوان شد مقدار پارامتر (b) در مقایسه با دیگر مطالعات کمتر می‌باشد و انتظار می‌رود این هزینه‌ها با افزایش عمر کمباین‌ها روند صعودی داشته باشند. چنانچه از جدول (۱) نیز مشاهده می‌شود، با افزایش عمر و ساعات کارکرد کمباین‌ها مقدار هزینه‌های تعمیر و نگهداری در هر ساعت فعالیت نیز افزایش می‌یابند. دلیل اصلی این امر نیز افزایش خرابی کمباین‌ها با بالا رفتن ساعات کارکرد آنها می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان داشت هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها با افزایش عمر و ساعات کارکرد آنها روند صعودی خواهند داشت ولی روند افزایش در این مطالعه در مقایسه با دیگر مطالعات عنوان شده کمتر می‌باشد. علت این امر نیز فرسودگی و خرابی کمباین‌ها در اثر کار فراوان کمباین‌ها خواهد بود. بنابراین انجام اموری به‌منظور کاهش خرابی کمباین‌ها از جمله راه‌کارهایی است که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و در نتیجه هزینه کمباین‌داران شود. کمباین‌داران هشت عامل را برای به حداقل رساندن خرابی کمباین‌های خود مفید و مؤثر می‌دانستند. نزدیک به ۶۰ درصد از کمباین‌داران، سرویس‌کاری مناسب قبل از شروع فصل برداشت و استفاده از قطعات با کیفیت برای ساخت کمباین نو و تعمیر کمباین کارکرده را، دو راه‌کار مناسب برای

به حداقل رساندن خرابی کمباین ذکر کردند. جدول (۷) توزیع کمباین‌داران را بر اساس راهکارهایی که به عقیده آنان موجب به حداقل رسیدن خرابی‌های کمباین می‌شود را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که تعدادی از کمباین‌داران چند راه‌کار را برای حداقل رساندن خرابی کمباین ذکر کردند.

جدول(۷): توزیع کمباین‌داران بر اساس راه‌های حداقل کردن خرابی کمباین

راه حداقل شدن خرابی کمباین ها	تعداد کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
سرویس کاری مناسب	۱۲۷	۳۷/۱	۳۷/۱
استفاده از قطعات مناسب و با کیفیت بالا	۷۴	۲۱/۶	۵۸/۸
استفاده از راننده ماهر	۳۶	۱۰/۵	۶۹/۳
تعمیرکار با تجربه	۳۸	۱۱/۱	۸۰/۴
استفاده از کمباین نو	۴۲	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	۱۴	۴/۱	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین هنگام تکمیل پرسشنامه‌ها سؤالاتی در خصوص چگونگی تأثیر عواملی مانند عمرکمباین، 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 نظرات 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 ارائه شد تا از این طریق درجه اهمیت این عوامل روی خرابی کمباین‌ها مشخص شود. در مورد رابطه عمر کمباین با خرابی‌های آن ۱۲۵ کمباین‌دار رابطه مثبتی بین این دو متصور بودند. به باور این عده از مالکان با افزایش عمر کمباین‌ها، خرابی آنها نیز افزایش می‌یابد. این در حالی بود که ۳۵ کمباین‌دار رابطه‌ای میان عمر کمباین و میزان خرابی آنها قائل نبودند. محصولات ذرت، شلتوک و گندم آبی محصولاتی بودند که به عقیده کمباین‌داران برداشت آنها روی خرابی کمباین تأثیر بسزایی می‌تواند داشته باشد. بر اساس نظرات کمباین‌داران، به‌طور کل برداشت محصولاتی که به‌صورت آبی کشت شوند، روی خرابی‌های کمباین تأثیر زیادی می‌تواند داشته باشد. رابطه نوع زمین و خرابی کمباین سؤال دیگری بود که از کمباین‌داران پرسیده شد. ۵ نوع زمین کرت بندی (دارای حد و بست)، سنگلاخی و کوهستانی، ناهموار، زمین محصولات آبی و زمینی که علف فراوان داشته باشد، اراضی هستند که به باور کمباین‌داران برداشت در آنها خرابی کمباین را افزایش می‌دهد. نزدیک به ۳۰ درصد از کمباین‌داران برداشت در اراضی که محصول آنها بصورت آبی کشت می‌شود و بیش از ۵۷ درصد، برداشت در اراضی ناهموار، کوهستانی و سنگلاخی را روی خرابی کمباین مؤثر می‌دانستند. تمام کمباین‌داران موجود در نمونه آماری، در فصل برداشت همراه کمباین خود بودند. ۱۵۵ نفر از این کمباین‌داران تأثیر همراهی مالکان را روی خرابی‌های آن در حین برداشت خیلی زیاد و ۵ نفر باقیمانده اثر این عامل را زیاد می‌دانستند. در سؤال دیگری سعی شد تا شدت تأثیر مهارت راننده روی خرابی کمباین مورد بررسی قرار گیرد. ۱۴۷ کمباین‌دار تأثیر این عامل روی خرابی را خیلی زیاد ۸ نفر زیاد و ۵ نفر متوسط می‌دانستند. در خصوص مقدار فعالیت بهینه کمبایندارن بایستی ذکر شود که نزدیک به ۶۵ درصد از کمبایندارن به دلیل مشکلات

مالی، توجهی به میزان فعالیت بهینه نداشته و برای برداشت هیچ حدی را در نظر نمی گرفتند. این امر نشان می دهد ساعات فعالیت کمباینداران در اغلب موارد بهینه نمی باشد.

پیشنهادات

چنانچه سیاست وزارت جهاد کشاورزی بالا بردن ضریب بهره‌وری کمباین‌ها و در نتیجه کاهش در ضایعات برداشت، کاهش خرابی و هزینه‌های ناشی از آن 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 درصورتی بود که اغلب کمباین‌داران توانایی مالی برای خرید کمباین نو را نداشتند. لذا پیشنهاد می‌شود با ارائه تسهیلات مناسب، کاهش قیمت کمباین نو واستفاده از قطعات با کیفیت در ساخت کمباین نو شرایط مناسبی برای خرید کمباین نو فراهم گردد. در این زمینه نیز از سوی کمباین‌داران پیشنهاداتی ارائه شد. استفاده از تجهیزات و قطعات با کیفیت در ساخت کمباین و در اختیار گذاشتن چنین قطعاتی برای کمباینداران جهت تعمیر کمباین، ارتقای سطح دانش فنی و مهارت رانندگان فعلی، آموزش تخصصی رانندگان و تعمیرکارهای کمباین، تشویق هر چه بیشتر کمباین داران به سرویس کاری مناسب و آماده سازی کمباین قبل از شروع فصل برداشت، از پیشنهاداتی بود که در راستای کاهش خرابی و پایین آوردن قیمت کمباین نو و ارائه تسهیلات مناسب با سود پایین از پیشنهاداتی بود که برای خرید کمباین نو، از سوی کمباین داران ارائه شد.

منابع

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

۲ – الماسی، م. و ح. ر. یگانه، (۱۳۸۱)، تعیین مدل ریاضی مناسب برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای کشاورزی مورد استفاده در کشت و صنعت کارون، مجله علوم و کشاورزی، ۳۳، (۴): ۷۰۷ – ۷۱۶.

۳ - یوسف‌زاده طاهری، م. ر. (۱۳۷۶)، تعیین یک مدل ریاضی برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری و تخمین ضرایب تعمیراتی مناسب برای تراکتورهای متداول در کشت و صنعت های منطقه پارس آباد مغان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۴ – شریفی، ا. (۱۳۷۳)، تعیین یک مدل ریاضی برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری سه نوع تراکتور متداول در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۵ - عجب شیر چی، ی.، رنجبر، ا.، عباس پور، م. ح.، ولی‌زاده، م. و ع. روحانی، (۱۳۸۵)، تعیین مدل ریاضی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور، مجله دانش کشاورزی، ۱۶، (۳): ۲۵۷ – ۲۶۷.

6 – Anderson, A.W. (1988). Factors affecting machinery costs in grain production, ASAE Paper, 88: 1057 – 1063.

7 - Bowers, W., and D. R. Hunt. (1970). Application of mathematical formulas to repair cost data, Transactions of the ASAE, 13, (6): 806 – 809.

8 – Edwards, W. (2007). Replacement strategies for farm machinery, Extension Economist, Iowa State University.

9 – Fairbanks, G. E., G. H., Larson and D.S. Chung. (1971). Cost of using farm machinery, Transactions of the ASAE, 14, (1): 98 – 101.

10 – Frank, L. (2006). Coefficients of repair and maintenance costs for axial and transverse combine harvesters in Argentina, Spanish Journal of Agricultural Research, 1, (3): 81 – 97.
11 – Hartman, J., and J. Rogers. (2005). Dynamic programming approaches for equipment replacement problems with continuous technological change, IMA Journal of Management Advance: 1 – 16.
12 - Hunt, D. R. (2001). Farm power and machinery management, Tenth Edition, Iowa State University Press, Ames, USA.
13 – Khoubbakht, G. M., H., Ahmadi, A., Akram, and M. Karami. (2009). Repair and maintenance cost models for Mf285 Tractor: A case study in center region of Iran, Advances in Bioological Research, 3, (1): 19 – 23.
14 – Kitsopanidis, G., E., Mygdakos, and T. Gemtos. (2005). Optimum replacement time for cotton pickers in Greece, Agricultural Economics Review, 6: 54 – 63.
15 – Rotz, C. A. (1987). A standard model for repair costs of agricultural machinery, APPL, Engineering in Agriculture, 3, (7): 3 – 9.
16 – Rotz, C.A., and W. Bowers. (1991). Repair and maintenance cost data for agricultural equipment, ASAE Paper, 91: 1531 – 1538.
17 – Singh, G. (2006). Estimation of a mechanization index and its impact on production and economic factors - A case study in India. Journal of Biosystems Engineering, 93, (1): 99 - 106.
18 – Varshney, B. P., and B. Singh. (1994). Repair cost analysis of combine harvesters, Journal of Agriculture Engineering, 18, (1): 26 – 35.
19 – Wahby, M. F., and S. A. Alsuhaibani. (2004). Repair and maintenance cost models for agricultural equipment in Saudi Arabia, Emiral Journal Agriculture Science, 3, (2): 59 – 69.
20 – Ward, S. M., P. B., McNulty, and M. B. Cunney. (1985). Repair costs of 2 and 4 WD tractors, Transactions of the ASAE, 28, (4): 1074 - 1076

Perediction of repair and maintenance cost for combine harvester john deere 955 in fars province

H. Khodaverdi[1*], *and m. Zibaei*[*]

Abstract

Efficiency and performance of agricultural machinery, including combine is quantity and quality of work per hour or per hectare of harvest. The combine grows older there is a tendency for economic efficiency and performance to decrease. So, there is no economical performance to use that anymore and it must be replaced with a new combine. Therefore the optimal replacement time for combine in order to increase its performance is one of the most important objects of combine management. Direct relationship between repair and maintenance cost and useful life is outstanding. Accordingly, in this study the best mathematical model of repair and maintenance cost of combine was predicted. To this end, examined competing models for repair and maintenance cost forecasting purposes. By a stratified random sampling method, 160 John Deere 955 combine which is dominant combine in Fars province were chosen for interview to collect the technical and economic data and other needed information. The results indicated that power function is the best function form to predict the repair and maintenance cost of John Deere 955 according to model selection criteria.

JEL: G11, Q14

Keywords: Combine John Deere 955, Fars Province, Repair and Maintenance cost, mathematical model

[*] Former graduate student and Associate Professor respectively, Shiraz University, Shiraz, Iran.
e-mail: hadikhodaverdi62@gmail.com