تعیین تابع قابلیت اطمینان تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ فعال در کشت و صنعت دعبل خزایی خوزستان

محمد پوزش[۱]، سید سعید محتسبی[۲]، حجت احمدی[۲]

۱ و ۲ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران

poozeshm@ut.ac.ir

چکیده

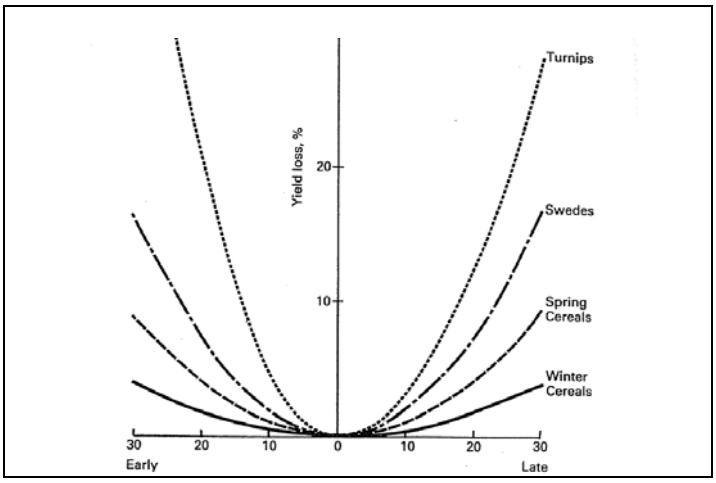
چنانچه عملیات زراعی در زمان بهینه انجام نشود منجر به کاهش در عملکرد و کیفیت محصول می شود که این کاهش، در واقع از دست دادن بخشی از سود است که آن را هزینه به موقع انجام نشدن عملیات می گویند. بخشی از عوامل تاخیر در عملیات مربوط به مدیریت مزرعه است و بخشی دیگر به دلیل قابلیت اطمینان پایین تراکتور و خرابی‌های مکرر در مزرعه می باشد. تراکتور تعیین کننده ترین ابزار در انجام به موقع عملیات است. در این مطالعه برای تعیین تابع قابلیت اطمینان تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ فعال در کشت و صنعت نیشکر دعبل خزایی خوزستان، توابع توزیع نرمال، نمایی منفی، فوق نمایی، پواسون و ویبال برای فواصل کار تا خرابی در سال دهم عمر تراکتورها به روش تخمین لحظه ای برازش شده و طبق آزمون کی دو بهترین تابع قابلیت اطمینان برای کار در شرایط مفروض، تابع توزیع نمایی با فاکتور لاندا(λ) برابر با ۰/۰۲۵ به دست آمد. در نهایت معادله‌ی ارائه شده توسط ASAE برای محاسبه هزینه به موقع انجام نشدن عملیات، بر حسب تابع قابلیت اطمینان تراکتور در شرایط مطالعه برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت مزرعه، به موقع بودن عملیات، تابع توزیع عمر، میانگین تا از کار افتادن

مقدمه

در انجام کارهای مربوط به تولیدات کشاورزی در هر منطقه و باتوجه به نوع محصول برای انجام هریک از عملیات کشاورزی یک مدت زمان مشخص وجود دارد که چنانچه عملیات در آن محدوده‌ی مناسب انجام نشود باعث افت در میزان عملکرد محصول و کیفیت آن می‌شود (ویتنی، ۱۹۸۵). این افت، در واقع از دست دادن بخشی از سود است که برای کشاورز خیلی ملموس و مشخص نیست. این سود از دست رفته را هزینه به موقع انجام نشدن[۱] عملیات می‌گویند.

[1]. : Timeliness Cost

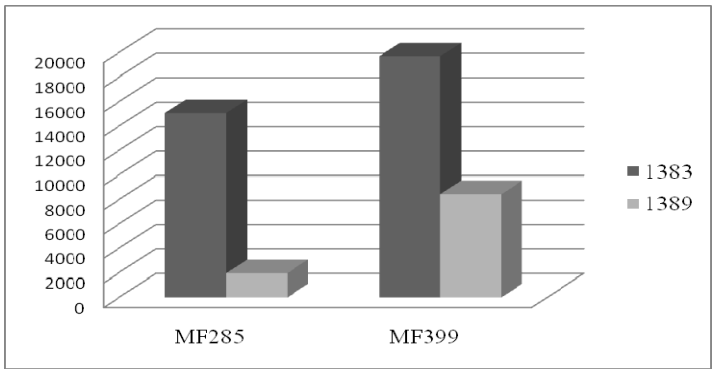


شکل(۱): تاثیر تاخیر در عملیات در مقدار افت عمکرد محصول

تفکیک اثرات به موقع انجام نشدن عملیات بسیار پیچیده و مشکل است چرا که در بسیاری موارد افت ناشی از تاخیر در عملیات به شدت با اثر عدم حاصلخیزی زمین، کیفیت پایین بذر، خسارت آفات و بیماری‌ها، پراکنش نامناسب نزولات و عوامل دیگر اختلاط پیدا می‌کند.

به طور کلی سه دلیل عمده باعث به موقع انجام نشدن عملیات می‌شوند: ۱)پایین آمدن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۲)عدم وجود تقویم زراعی صحیح و دقیق ۳)پیش‌بینی نادرست ماشین‌های مورد نیاز. با فرض اینکه تقویم زراعی صحیح در دست باشد و بر اساس آن ماشین‌های مورد نیاز برای انجام عملیات نیز به درستی پیش‌بینی شده باشند اما بدون توجه به میزان قابلیت اطمینان ماشین‌ها، بعید نیست که در حین انجام کار، به علت خرابی بعضی از ماشین‌ها، عملیات متوقف شود و مقداری از ساعات کار برنامه‌ریزی شده از دست برود. قابلیت اطمینان ماشین با گذشت زمان کاهش می‌یابد به علت اینکه سن قطعات افزایش می‌یابد و احتمال از کار افتادن بیشتر و قابلیت اعتماد قطعات کمتر می‌شود. از این رو احتمال اینکه یک ماشین پیچیده و بزرگ مدت زیادی در چندین فصل بدون خرابی کار کند اصولاً صفر است (الماسی، ۸۷). تراکتور تعیین کننده ترین ابزار در انجام به موقع عملیات زراعی است (جرارد و هابرت، ۱۹۹۹).

با توجه به نمودار شکل(۲) در سال ۱۳۸۳ عمده تولیدات کارخانه تراکتور سازی تبریز، تراکتورهای کشاورزی مدل MF285 و MF399 می باشد که تراکتور مدل MF285 به تعداد ۱۵۰٦۷ دستگاه و مدل MF399 به تعداد ۱۹۵۰ دستگاه تولید شده است. در برنامه ارائه شده توسط هیئت مدیره شرکت برای سال ۱۳۸۹ تولید ۱۹٦۷٤ دستگاه تراکتور MF285 و ۸٤۳۵ دستگاه تراکتور MF399 پیش بینی شده است. بنابراین کماکان تولید مدل MF285 بسیار بیشتر از مدل MF399 می‌باشد. لذا انجام مطالعه‌ای جهت تعیین تابع قابلیت اطمینان تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ ضروری به نظر می رسد.



شکل(۲): آمار تولید تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ توسط کارخانه تراکتورسازی تبریز

تاکنون آنچه که در مباحث مدیریت ماشین‌های کشاورزی تحت عنوان قابلیت اطمینان به آن پرداخته شده، عددی بین صفر و یک است که احتمال کارکرد بدون وقفه‌ی ماشین را در یک زمان معین برای انجام عملیات مشخص بیان می کند. انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (ASAE) قابلیت اطمینان عملیاتی را به صورت یک منهای احتمال خرابی برای شرایط کار در نواحی مرکزی ایالت های شمالی آمریکا با ماموریت عملیات در ٤٠ هکتار زمین ذرت و سویا محاسبه نمود.

جدول شماره (۱): قابلیت اطمینان برای عملیات مختلف

عملیات	زمان خرابی		احتمال خرابی در ٤٠ هکتار عملیات	قابلیت اطمینان در ٤٠ هکتار عملیات
	ساعت در سال (h/yr)	انحراف معیار (SD)		
خاک ورزی	۱۳/٦	۲٤/۱	۰/۱۰۹	۰/۸۹
کاشت ذرت	۵/۳	۵/٤	۰/۱۳۳	۰/۸۷
کاشت سویا	۳/۷	۲/٤	۰/۱۰۲	۰/۹۰
کولتیواتور زنی ردیف ها	۵/٦	٦/۳	۰/۰٤۵	۰/۹٦
برداشت سویا	۸/۲	۹/٦	۰/۳٦۳	۰/٦٤
برداشت ذرت	۱۲/۳	۱۲/٦	۰/۳۲۳	۰/٦۸

منبع: ASAE Standards

در مورد تعیین قابلیت اطمینان تراکتورها و ماشین های سنگین مطالعه‌ی دیگری یافت نشده هست اما ابراهیمی باران (۱۳۸٤) در یک تحقیق روی داده های واقعی خرابی ها و با استفاده از روابط قابلیت اطمینان، تابع توزیع عمر (و توزیع تجمعی شکست) واگن های مولد برق را مدل سازی کرده و در نهایت تابع قابلیت اطمینان نظیر تابع توزیع به دست آمده را مشخص نموده است. همچنین افضلی فر و رضائیان (۱۳۸۸) در یک تحقیق با محاسبهٔ قابلیت اطمینان رینگ چرخ خودروی سواری تحت شرایط آزمون های استاندارد براساس مکانیزم های گوناگون شکست اقدام نمودند که نتایج به دست آمده از روش های تحلیلی و عددی، با نتایج آزمایشگاهی انطباق خوبی نشان داد. در این پژوهش سعی بر این است که قابلیت

اطمینان تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ فعال در کشت و صنعت دعبل خزایی خوزستان به صورت تابعی از زمان کارکرد ماشین تا خرابی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

در ارزیابی امکانات بهره‌وری از یک سیستم، قابلیت اطمینان به شرح زیر تعریف می‌شود: احتمال کارکرد سالم و بدون اشکال سیستم برای یک مدت معلوم و در شرایط مشخص و از پیش تعیین شده. برای بدست آوردن تابع قابلیت اطمینان، ابتدا باید تابع توزیع عمر ماشین[۲] برآورد شود. آنچه که در مبحث قابلیت اطمینان عمر ماشین تلقی می‌شود "فاصله‌ی زمانی کارکرد ماشین بین دو تعمیر متوالی" است. تابع توزیع عمر تابعی است مانند f(t) که متغیر t در آن، زمان کارکرد بدون نقص ماشین و f(t) فراوانی در هر کدام از این فواصل زمانی است. روش های ارزیابی قابلیت اطمینان عبارت است از روش تحلیلی[۳] و روش مشابه سازی[٤]. روش تحلیلی بیان مسئله و ارائه راه حل ها در قالب فرمول های ریاضی و ساده سازی معقول برای حل مسئله است که این روش نیازمند داده های زمانی دقیق و ثبت شده است و روشی سریع و کاربردی می باشد. روش مشابه سازی، همانند ساختن فرآیند واقعی و مطالعه رفتار متغیر و اتفاقی سیستم است که نیازمند آزمایش های پیچیده و طولانی در شریط کنترل شده است و قادر به پوشش همه‌ی تاثیرپذیری‌های سیستم می‌باشد (رضاییان، ۱۳۷۹). در پژوهش حاضر به دلیل عدم وجود امکانات آزمایشگاهی و از طرفی وجود داده های ثبت شده برای تراکتورها در شرایط مطالعه، ارزیابی به روش تحلیلی انجام شد.

با توجه به تعریف شاخص قابلیت اطمینان، لازم است احتمال اینکه عمر سیستم حداقل برابر عدد مشخص t باشد، برآورد شود. به بیان دیگر می بایست احتمال اینکه عمر سیستم از عدد مشخص t کمتر نباشد، محاسبه گردد. اگر f(t) به عنوان تابع توزیع عمر و مساحت کل زیر منحنی این تابع برابر یک فرض شود، منحنی حاضر یک تابع توزیع چگالی عمر نامیده می-شود. می‌توان ارتباط بین تابع قابلیت اطمینان[۵] و تابع توزیع چگالی عمر[٦] را به صورت زیر نشان داد (حاج شیر محمدی، ۱۳۸۷)؛

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t).dt \qquad (۱)$$

کشت و صنعت دعبل خزاعی در کیلومتر ۲۵ جاده اهواز-آبادان در جنوب اهواز قرار گرفته است که دارای عرض جغرافیایی ۳۱° تا ۱۰′ ۳۱° شمالی و طول جغرافیایی ۳٦′ ٤۸° تا ٤٥° شرقی واقع شده است. این منطقه دارای اقلیم خشک بیابانی با تابستان های گرم می باشد. نوع خاک در این مزارع سنگین و نیمه سنگین می باشد. مزارع معمولا" به صورت اشکال منظم با مساحت های ۲۵ هکتاری می باشند (کریمی، ۱۳۸۷). این شرکت دارای ٦٥ دستگاه تراکتور مسی فرگوسن

[1]. Age distribution function
[2]. Analytical
[3]. Simulation
[4]. Reliability function
[5]. Density distribution function

۲۸۵،۲۰ دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ و۱۵دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۸۱۶۰ می باشد. تراکتورهای ۲۸۵ در سال ۱۳۷۹خریداری شده و وارد مرزعه شده است. گزارش سرویس و تعمیرات انجام شده بر روی تراکتورها از سال ورود تراکتورها به مزرعه تاکنون به شیوه ی جالبی در دفتر فنی شرکت ثبت شده و قابل دسترسی و مطالعه می باشند.

در این مطالعه زمان‌های ورود و خروج تراکتور به تعمیرگاه از فرم‌های گزارش سرویس و تعمیرات مربوطه، استخراج گردید و بر اساس آن ساعات کارکرد تا خرابی بعدی از طریق اطلاعات تعویض روغن تعیین شد. سپس برای استخراج تابع توزیع عمر، "فواصل کار تراکتورها تا خرابی" محاسبه شد. پس از بدست آوردن این فواصل کارکرد داده‌ها، آزمون تطابق توابع توزیع گفته شده برای داده‌های موجود انجام شده و مناسب‌ترین تابع توزیع انتخاب شد و در نهایت، تابع قابلیت اطمینان نظیر مناسب‌ترین تابع توزیع عمر بدست آمده تعیین شد. برای آزمون تطابق توزیع از نرم افزار اکسل استات ۲۰۱۰ به روش تخمین لحظه ای استفاده شد و جهت تست و اطمینان، نتایج برازش با نتایج حاصل در نرم افزار مطلب مقایسه شد.

معمولاً توابع توزیع عمر به صورت نرمال، نمایی منفی، فوق نمایی، پواسون و ویبال نمایش داده می شوند؛

۱- تابع توزیع نرمال[۷]

$$f(t) = \frac{1}{2\sigma^2} exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

۲-تابع توزیع نمایی[۸]

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda t}$$

۳-تابع توزیع لگاریتم نرمال[۹]

$$f(t) = \frac{1}{st\sqrt{2x}} e^{-\frac{1}{2s^2}\left(\mathrm{Ln}\frac{t}{t\,med}\right)^2}$$

٤-تابع توزیع پواسون[۱۰]

$$f(\iota) - \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!}$$

۵-تابع توزیع ویبال[۱۱]

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\vartheta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\vartheta}\right)^{\beta}}$$

هر ماشین بنا به شرایط کار، نحوه‌ی ترکیب قطعات و فرآیند ساخت و بسیاری عوامل دیگر، از یک تابع توزیع عمر پیروی می‌کند که وابسته به مشخصه‌های محیط بر ماشین و محاط در داخل ماشین می‌باشد (رضاییان، ۱۳۷۹).

فرضیات لازم در بدست آوردن تابع قابلیت اطمینان به روش تحلیلی شامل، برآورد تابع توزیع عمر تراکتور برای سال دهم کارکرد تراکتور، برابری عمر ماشین در مبحث قابلیت اطمینان با فاصله ی زمانی کارکرد ماشین بین دو تعمیر متوالی، برابری مساحت کل زیر منحنی تابع توزیع برابر با یک، انتگرال پذیر بودن تابع حاصل از برازش در بازه مورد نظر و در

[1]. Normal
[2]. Exponential
[3]. Lognormal
[4]. Poisson
[5]. Weibull

نهایت برابری انتگرال تابع توزیع با مقدار قابلیت اطمینان از زمان مورد انتظار کار تا بی نهایت می باشد. همچنین ماموریت تراکتور برای انجام عملیات در ۵۰ هکتار زمین زراعی با ظرفیت تئوری ۰/٤ هکتار بر ساعت در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بهترین مدل برای تابع توزیع عمر تراکتورها، تابع نمایی می باشد. در جدول شماره (۲) نمودار فراوانی مورد انتظار و فراوانی مشاهده شده برای توابع توزیع نرمال، نمایی، لگاریتم نرمال، پوآسن و ویبال نشان داده شده است. ساعات کار تا خرابی در ۱۰ دسته، گروه بندی شده اند و طبق فرض اولیه برای آزمون کی دو، نباید بیش از ۲۰ درصد فراوانی های مورد انتظار ، در گروه های با فراوانی کمتر از ۵ درصد باشند.

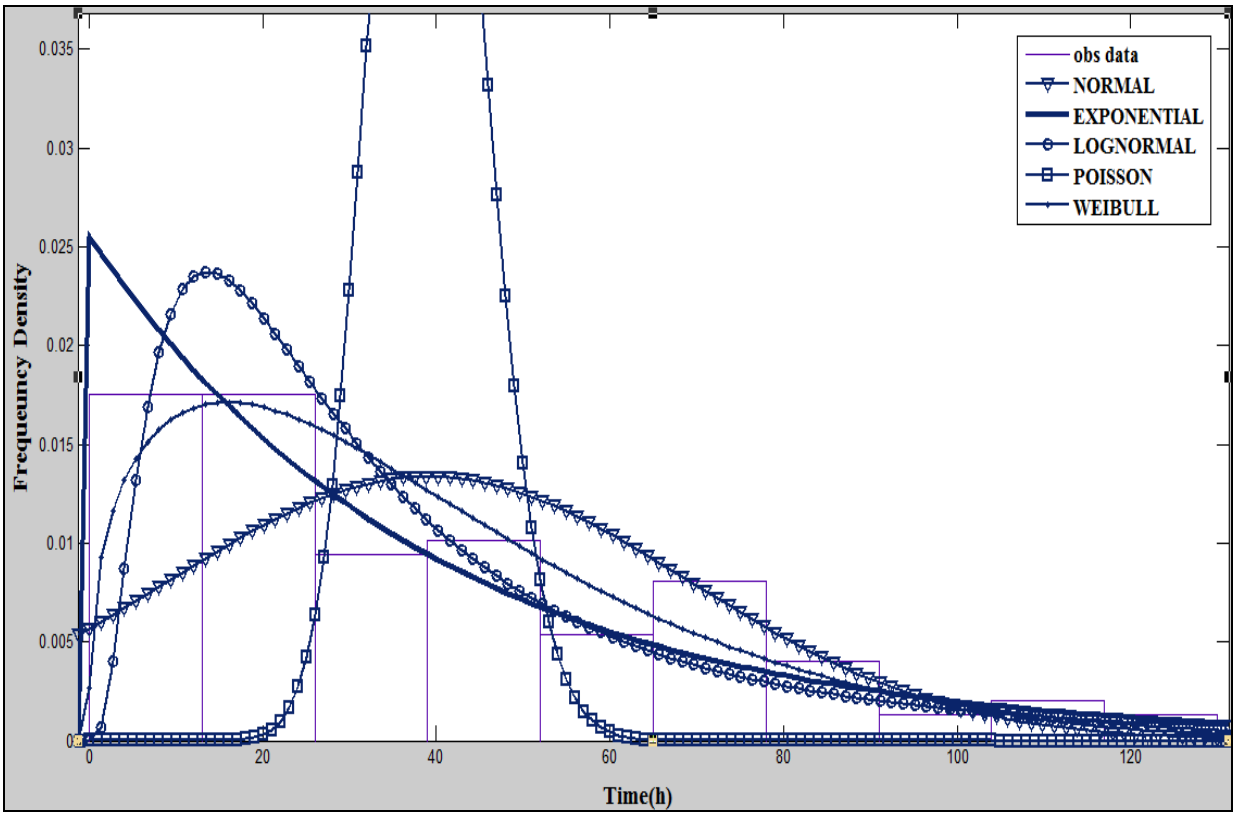
جدول شماره(۲): دسته بندی فراوانی برای برازش توابع توزیع

گروه	حد پایین	حد بالا	فراوانی مشاهده شده	فراوانی مورد انتظار در توزیع			
				نرمال	نمایی	لگاریتم نرمال	ویبال
۱	۰	۱۳	۲۵	۱۰/۷	۳۱/۷	۱۹/۳	۱۸/۷
۲	۱۳	۲٦	۲٦	۱۵/۷	۲۲/۸	۳۱/٦	۲۷/۵
۳	۲٦	۳۹	۱٤	۱۹/۰	۱٦/٤	۲۱/٤	۲۱/٦
٤	۳۹	۵۲	۱۵	۱۹/۱	۱۱/۸	۱۳/٤	۱۵/۵
۵	۵۲	٦۵	۸	۱٦/۰	۸/۵	۸/٤	۱۰/٦
٦	٦۵	۷۸	۱۲	۱۱/۰	٦/۱	۵/۵	۷/۱
۷	۷۸	۹۱	٦	٦/۳	٤/٤	۳/۷	٤/٦
۸	۹۱	۱۰٤	۲	۳/۰	۳/۲	۲/۵	۲/۹
۹	۱۰٤	۱۱۷	۳	۱/۲	۲/۳	۱/۸	۱/۸
۱۰	۱۱۷	۱۳۰	۲	۰/٤	۱/٦	۱/۳	۱/۱

نتایج آزمون کای اسکویر[۱۲] برای مقایسه فراوانی مشاهدات و پیش بینی ها به صورت جدول شماره (۳) مشخص شده است. برای توزیع نرمال، لگاریتم نرمال، پواسون و ویبال کای اسکویر مشاهدات بیشتر از کای اسکویر جدول در سطح ۵درصد به دست آمد که نشان می دهد توزیع داده های واقعی با ۹۵ درصد اطمینان با این توابع توزیع متفاوت است. در عین حال پارامترهای تخمینی حاصل از برازش انجام شده برای همه ی توابع توزیع در جدول آورده شده است و همچنین نمودار چگالی احتمال برای توابع توزیع برازش شده در شکل (۳) مشاهده می شود.

[1]. Chi square

شکل(۳): نمودار چگالی احتمال برای توابع توزیع



جدول شماره(۳): نتایج آزمون کی دو برای برازش توابع توزیع

تابع توزیع	کای اسکویر (χ^2) مشاهدات	کای اسکویر (χ^2) جدول در سطح ۵درصد	درجه آزادی در آزمون کی دو	پی والیو در آزمون کی دو	پارامترهای تخمینی توزیع				
					μ	σ	λ	β	θ
نرمال	٤٢/١	١٤/١	٧	٠/٠٠٠	٣٩/٤	٢٩/٨	–	–	–
نمایی	١٠/١	١٥/٥	٨	٠/٢٥٥	–	–	٠/٠٢٥	–	–
لگاریتم نرمال	١٦/١	١٤/١	٧	٠/٠٢٤	٣/٤	٠/٨	–	–	–
پوآسن	٤٣٢٨٧١	١٢/٦	٨	٠/٠٠٠	–	–	٣٩/٤	–	–
ویبال	١٤/٥	١٤/١	٧	٠/٠٤٣	–	–	–	١/٣٤	٣٨/٦

همانطور که مشاهده می شود بر اساس آزمون کی دو تابع توزیع نمایی انطباق مناسبی با فراوانی ساعات کار تا خرابی تراکتورها نشان داد و پارامتر لاندا در این توزیع برابر ۰/۰۲۵ برآورد شد. بنابراین تابع قابلیت اطمینان برای تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ فعال در کشت و صنعت نیشکر دعبل خزایی خوزستان، عبارت است از:

$$R(t) = e^{-0.025t} \quad (٦)$$

نتیجه گیری

در این مطالعه تابع قابلیت اطمینان تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ فعال در کشت و صنعت دعبل خزایی خوزستان در سال دهم کار و بین ساعات ٤٠٠٠ تا ٤٥٠٠ کارکرد به دست آمد.

برای محاسبه هزینه تاخیر در عملیات از فرمول (۱) استفاده می شود که با فرض مشخص بودن فاکتورهای مساحت زمینی که تراکتور مورد نظر روی آن کار می کند و محصول مفروض و ضریب تاخیر در عملیات و روزهای محتمل کاری مشخص، فاکتور مرتبط با قابلیت اطمینان تراکتور، ظرفیت ماشین می باشد که در آن:

$$TC = \frac{A.Y.V.K_t}{\lambda_0.C_e.P_w.T} \quad (۷)$$

A: کل مساحت زمینی که ماشین سالانه روی آن کار می کند (هکتار)

Y: عملکرد (کیلوگرم در هکتار)

V: قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)

K_t: ضریب تاخیر در عملیات (یک بر روز)

λ_0: ضریب ثابت؛ برای عملیات زود هنگام یا دیرهنگام برابر ۲ و برای شروع عملیات به موقع برابر ٤

C_e: ظرفیت موثر مزرعه ای (هکتار بر ساعت)

P_w: روزهای محتمل کاری برای عملیات مورد نظر (اعشاری)

T: ساعات کار در روز (ساعت در روز).

در محاسبه ظرفیت موثر مزرعه ای ماشین می توان با ضرب نمودن تابع قابلیت اطمینان در ظرفیت موثر بخشی از تلفات زمان کارکرد موثر ماشین را که از خرابی های تراکتور در مزرعه ناشی می شود، مستقیما در فرمول محاسبه هزینه تاخیر در عملیات لحاظ نمود:

$$TC = \frac{A.Y.V.K_t}{\lambda_0.R(t).C_e.P_w.T} \quad (۸)$$

$$TC = \frac{A.Y.V.K_t}{\lambda_0.e^{-0.025t}.C_e.P_w.T} \quad (۹)$$

در این صورت می توان تغییرات هزینه تاخیر در عملیات را به صورت تابعی از قابلیت اطمینان تراکتورها در نظر گرفت و تغییرات هزینه تاخیر در عملیات را در سال های مختلف عمر ماشین بررسی کرد. تاکنون مطالعات بسیاری برای تعیین عمر مفید تراکتورهای کشاورزی انجام شده که متغیر تعیین کننده‌ی عمر مفید هزینه تعمیر و نگهداری تراکتورهاست که با افزایش ساعات استفاده از ماشین با شدت بیشتری افزایش می یابد. نتایج این بررسی نشان داد می توان برای تعیین عمر مفید تراکتور فاکتور تعیین کننده‌ی دیگری با عنوان هزینه تاخیر در عملیات را نیز در نظر گرفت که با افزایش ساعات استفاده از تراکتور و فرسودگی قطعات این ماشین، این هزینه افزایش یافته و عمر مفید اقتصادی کاهش پیدا می کند.

منابع و مآخذ

۱. ابراهیمی باران، ر.، ۱۳۸٤، مدل سازی قابلیت اطمینان واگن های مولد برق، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس بین المللی مدیران کیفیت

۲. افضلی فر، ب. و م. رضائیان، ۱۳۸۸، قابلیت اطمینان رینگ چرخ براساس مکانیزم های شکست مکانیکی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس مهندسی قابلیت اطمینان سامانه های هوافضایی

۳. الماسی، م.، ش. کیانی و ن. لویمی، ۱۳۸۷، مبانی مکانیزاسیون کشاورزی، انتشارات جنگل، چاپ چهارم

٤. حاج شیرمحمدی، ع. ،(۱۳۸۱)، برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات، چاپ دوازدهم، اصفهان، انتشارات ارکان دانش

۵. رضاییان، م.، ۱۳۷۹، ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های مهندسی(ترجمه)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول

٦. کریمی، م.، (۱۳۸۷)، تعیین نسبت انرژی سیستم تولید نیشکر در کشت و صنعت دعبل خزاعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی.

7. Anonymous, (2010), Australian Government, Bureau of Meteorology - Climate statistics for Australian locations.

8. Anonymous, (2006), ASAE Standards, Agricultural Machinery Management, ASAE EP496.3 FEB, Forty-seventh Ed, pp 384-390, St. Joseph, Michigan, USA.

9. Girard, N., Hubert, B., (1999), Modeling expert knowledge with knowledge-based systems to design decision aids The example of a knowledge-based model on grazing management. Agricultural systems 59: 123-144.

10. Iran Tractor Manufacturing Company,(2010), Statistical information, http://www.itm.co.ir

11. Witney, B., (1995), Choosing and Using Farm Machines. Edinburgh, Scotland, UK: Land Technology Ltd.

Determining the reliability function of MF285 tractors
(A case study in Debal Khazaei Agro-Industry Co. in Khuzestan province of Iran)

Abstract

Weren't field operation accomplished on optimum time, this would lead to a reduction in yield quantity and quality which is really loss of profit named timeliness cost. Some portions of delay operation in related to farm management and the rest occurs because of low tractor reliability and its continual downtime in farm. Tractor is the most determinant factor in on time accomplishing field operation. Thus, in this study a function-fit model for reliability of farm tractors was determined. This model intended to capture the share of tractors in timeliness of farm operation. Work times to failure (hours) in tenth year of tractor life were fitted with normal, exponential, lognormal, poisson and weibull age distribution functions using moment estimation method for determining reliability function of MF285 tractors in Debal Khazaei Agro-Industry Co. in Khuzestan province. Depending on Chi square test, the best reliability function for this given situation was exponential distribution function with $\lambda = 0.025$. With having this function, the timeliness cost of farm operation relating to tractor can be estimated.

Keywords: Timeliness, mean time between failures (MTBF), Age distribution function, Farm management