

مراقبت وضعیت ماشین آلات

Machinery Condition Monitoring

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی

Lubricant & Particle Analysis

- چکیده
- مقدمه
- CM یک راه کار بهینه سازی مناسب
- اجرای برنامه CM
- عوامل موثر در محاسبه صرفه جوئیها
- برآورد کلی هزینه راهبری ماشین آلات
- صرفه جوئی ها در سرویس ها
- روش محاسبه
- نتیجه



کاهش هزینه سرویس موتور در ماشین آلات راهسازی با اجرای طرح CM

چکیده:

روغن موتور ماشین آلات عمرانی در ایران معمولاً بسیار زودتر از حد لازم تعویض می‌گردد و این در حالی است که میتوان با کنترل و حصول اطمینان از کیفیت روغن و عدم آلودگی آن از طریق آنالیز روغن Condition Monitoring (CM) زمان مطلوب و بهینه تعویض روغن را تعیین نمود و در نتیجه به سهولت مصرف روغن و فیلتر روغن موتور را در ماشین آلات عمرانی به میزان قابل توجهی (بیش از نصف مصرف کنونی) کاهش داده و از این راه صرفه جوئی زیادی بدست آورد که معمولاً چندین برابر هزینه اجرای CM میباشد.

در این مقاله سعی شده است صرفه جوئی های حاصل از کاهش مصرف روغن و فیلتر روغن (سرویس و نگهداری) که با اجرای CM امکان پذیر میباشد؛ در قالب چند مورد از ماشین آلات عمرانی با اعداد واقعی روز محاسبه و تشریح گردد.

مقدمه:

یکی از دلایل مهم زیان دهی و تأخیر در انجام پروژه های عمرانی ؛ عدم توجه کافی به مدیریت و سازماندهی ماشین آلات و بخصوص ناکارآمدی سیستمهای نگهداری و تعمیرات آنها می باشد. امروزه با پیچیده تر شدن تکنولوژی بکار رفته در ماشین آلات عمرانی ، نیاز به نگرش جدید و رویکرد کارشناسی به این مقوله بیش از پیش احساس می شود. به همین دلیل طی سالهای اخیر تحولات قابل توجه و مؤثری در تکنیکهای نگهداری و راهبری ماشین آلات ایجاد شده است و از سیستمهای فنی و مدیریتی پیشرفته ای در بهره برداری و نگهداری این تجهیزات گرانبه بره گرفته می شود.

کاربران و صاحبان صنایع و ناوگانهای ماشین آلاتی نیز در جهت بهره برداری بهینه و اقتصادی ؛ ناگزیر به استفاده از روشهای نوین نگهداری و راهبری ماشین آلات می باشند. زیرا که استفاده از روشهای سنتی در نگهداری و راهبری ماشین آلات ، دیگر پاسخگوی نیازهای تجهیزات پیچیده و گرانبه امروز نمی باشد و لذا مدیران بایستی بیش از پیش در جهت آشنائی با فن آوریهای روز و ارتقاء آگاهیهای علمی و فنی کارشناسان خود همت بگذارند.

در دنیای اقتصاد رقابتی کنونی، همه فعالیتهای تولیدی و اقتصادی بر اساس کاهش هزینه، سرعت و دقت می باشد و کار ماشین آلات عمرانی نیز نمی تواند خارج از این قاعده باشد. با استفاده از تکنیکهای پیشرفته میتوان کلیه عوامل و پارامترهای مؤثر در کار ماشین آلات را کنترل و بهینه سازی کرد تا در مجموع بتوان راهبری و کار آنها را هر چه بیشتر اقتصادی و رقابتی نمود. در غیر اینصورت عدم کارائی ماشین آلات ، همراه با استهلاک و توقفهای مکرر و افزایش بی رویه هزینه هاو نهایتاً غیر اقتصادی شدن فعالیتهای اجرایی و تولیدی میگردد. از طرف دیگر استهلاک زود هنگام ماشین آلات نیز باعث ذوب سرمایه های تجهیزاتی شرکتها و واحدهای اجرایی میشود .

CM یک راه کار بهینه سازی مناسب:

فن آوری مراقبت وضعیت ماشین آلات از طریق آنالیز روغن (CM) Condition Monitoring قطعاً می تواند پاسخ بسیار مناسبی برای تأمین خواستهای فوق و بهبود سیستم نگهداری و تعمیر باشد. هر چند هدف اصلی برنامه های CM بطور کلی کنترل و پیشگیری فرسایش و عیب یابی عنوان می شود؛ ولی در واقع با اجرای این فن آوری مجموعه ای از خواسته های متنوع فنی ؛ مدیریتی و اقتصادی تأمین میگردد. تواناییهای فن آوری CM را در یک مجموعه ماشین آلاتی میتوان بشرح زیر خلاصه نمود:

- کنترل و عیب یابی سیستم
- پیش بینی و برنامه ریزی تعمیرات
- کنترلهای مدیریتی (فنی و تدارکاتی)
- افزایش راندمان و عمر ماشین آلات



- کاهش توقفات
- کنترل کیفیت مواد مصرفی از جمله روغن
- کاهش مصرف قطعات یدکی

اجرای برنامه CM:

با توجه به قابلیت‌های گسترده فن آوری CM، بهره برداری‌های متنوعی از آن صورت می‌گیرد. بطور مثال: در یک ناوگان ماشین آلاتی، بمنظور کنترل و کیفیت روغن‌ها و فیلترهای مصرفی و افزایش عمر آنها میتوان از برنامه CM استفاده نمود. همچنین به کمک اطلاعات حاصل از اجرای CM میتوان در حد مطلوبی فرسایش‌های غیر عادی و عیوب فنی ماشین آلات را مورد کنترل قرار داد. در بسیاری از صنایع با استفاده از برنامه CM کارهای تحقیقاتی خوبی انجام می‌شود.

اجرای برنامه CM متناسب با اهداف و توانایی‌های کارشناسی هر سازمان و یا صنعتی خواهد بود و لذا با توجه به اهداف و سطح انتظارات از اجرای CM، برنامه نمونه گیری روغن از ماشین آلات متفاوت خواهد بود. براساس یک برنامه Scheduled Oil Sampling SOS از کلیه ماشین آلات طبق جدول زمانی مشخصی (فرضا بطور ماهیانه) نمونه گیری میشود؛ در حالیکه در برنامه Random Oil Sampling ROS بطور رندوم و اتفاقی از دستگاه نمونه گیری خواهد شد. در برنامه SOS امکان کنترل شرایط دستگاه به آسانی ممکن میباشد؛ بدیهی استکه اجرای برنامه CM با روش نمونه گیری مستمر و منظم (SOS) در مقایسه با روش نمونه گیری اتفاقی یا (ROS)، از کارائی و اثر گذاری بالاتری برخوردار است و هر چه نظم؛ دقت و استمرار در نمونه گیری بیشتر باشد؛ تحقق اهداف فنی؛ اقتصادی و مدیریتی برنامه CM اسانتر خواهد بود.

عوامل مؤثر در محاسبه صرفه جوئیها:

شاید بتوان اهداف اقتصادی را از اصلی ترین انگیزه های اجرای برنامه CM دانست. در ارتباط با ماشین آلات عمرانی نیز کاهش هزینه ها و افزایش راندمان اصلی ترین هدف اجرای CM میباشد. اجرای مستمر و منظم CM (SOS) و بکارگیری نتایج حاصل از آن باعث دست آوردهای اقتصادی (صرفه جوئی) مستقیم و غیر مستقیم خواهد شد. صرفه جوئیهای مستقیم شامل: کاهش مصرف قطعات یدکی؛ کاهش دستمزدها؛ کاهش توقف دستگاهها؛ کاهش مصرف مواد مصرفی مانند روغن و فیلتر و ... و صرفه جوئی های غیر مستقیم شامل: افزایش عمر دستگاهها؛ کاهش توقفهای زنجیره ای؛ کاهش سرمایه گذاری مضاعف؛ کاهش انبار قطعات یدکی؛ ملاحظات مسائل زیست محیطی و ... می باشد.

جدول محاسبه صرفه جوئیهای ناشی از اجرای CM

جمع	توقف دستگاه	هزینه مواد مصرفی	دستمزد	مصرف قطعات	صرفه جوئی های مستقیم
Dir.	A	B	C	D	برآورد صرفه جوئی حاصل از اعمال CM

$$\text{Dir.} = A+B+C+D$$

جمع	محیط زیست	مصرف انرژی	کنترل‌های مدیریتی	ابعاد ایمنی	انبار قطعات یدکی	سرمایه گذاری مضاعف	ضایعات توقف ها	توقفهای زنجیره ای	عمر دستگاه	صرفه جوئی های غیر مستقیم
Ind.	E	F	G	H	I	J	K	L	M	برآورد صرفه جوئی حاصل از اعمال CM

$$\text{Ind.} = E+F+G+H+I+J+K+L+M$$

صرفه جوئیهای مستقیم + صرفه جوئیهای غیر مستقیم = صرفه جوئی کل

برآورد کلی هزینه راهبری ماشین آلات :

بطور طبیعی هزینه نگهداری و تعمیرات ماشین آلات بستگی به عوامل متعددی دارد که مهمترین آنها بشرح زیر میباشد :

- نوع و مدل دستگاه
- عمر دستگاه
- سوابق نگهداری و تعمیرات
- شرایط کاری و محیطی
- و غیره

با این حال برای یک مجموعه ماشین آلاتی میتوان براساس تجارب و آمار موجود ؛ هزینه راهبری را برآورد نمود.

بسیاری از کارشناسان براساس یک تجربه پذیرفته شده ۸ تا ۱۲ درصد قیمت هر دستگاه را بعنوان هزینه راهبری یکساله محاسبه و برآورد مینمایند. دقت محاسبه انجام شده در صورتیکه مربوط به یک مجموعه ماشین آلاتی با تنوعی از ماشین آلات با عمر کاری یک تا ۱۵ سال باشد قابل قبول خواهد بود. با این فرض میتوان هزینه راهبری برخی از ماشین آلات متداول و فعال در پروژه های عمرانی را بعنوان نمونه مورد بررسی قرار داد. بطور نمونه یک دستگاه بلدوزر کوماتسو ۱۵۵ با عمر ۷ سال در حدود ۱۸۰ میلیون تومان قیمت دارد. بنابراین بطور متوسط در حدود ۱۸ میلیون تومان هزینه یکساله راهبری این دستگاه خواهد بود. طبق نرمهای تجربه شده بین المللی در حدود ۱ تا ۵ درصد هزینه راهبری ماشین آلات و تجهیزات میبایستی صرف انجام آنالیز روغن SOS شود(بستگی به نوع ماشین و ...) که برای ماشین آلات عمرانی معمولا با عمر متوسط؛ ۲ درصد در نظر گرفته میشود .

همچنین براساس نرمهای پذیرفته شده با اجرای برنامه CM صرفه جوئی در هزینه های راهبری حدود ۲۵ درصد میباشد. بر این اساس صرفه جوئی حاصل از اجرای CM در حدود ۱۰ الی ۲۰ برابر هزینه اجرای آن خواهد بود .

صرفه جوئی هادر سرویس ها :



همانطوریکه قبلا توضیح داده شد اولین اولویتها در اجرای برنامه CM: کنترل و پیشگیری فرسایش غیر عادی و عیب یابی سیستمهای مکانیکی می باشد؛ با اینحال ایجاد صرفه جوئیهای چشمگیر در انجام سرویسها و مواد مصرفی خود یکی دیگر از منافع مورد انتظار از اجرای برنامه CM میباشد. در برنامه آنالیز روغن، به کمک اطلاعات استخراجی از آزمایش نمونه روغن؛ وضعیت و کیفیت روغن مورد بررسی قرار می گیرد.

در صورتیکه روغن از نظر حفظ شرایط شیمیایی و فیزیکی مناسب تشخیص داده شود و همچنین سطح آلاینده های موجود در آن و سطح پارامترهای فرسایشی در حد قابل قبولی باشد؛ آن روغن میتواند مدت زمان بیشتری مورد استفاده قرار بگیرد؛ به این ترتیب با تحت نظر داشتن کیفیت روغن (CM)؛ زمان مناسب تعویض آنرا تعیین نمود که براساس مطالعات انجام شده و تجربیات موجود از زمانهای تجربی (سنتی) و تخمینی فعلی بیشتر می باشد.

کنترل کیفیت مواد مصرفی بویژه روغن و تعیین زمان مناسب تعویض آن از جمله دست آوردهای سهل الاجرا و سریع الحصول اجرای CM می باشد. هر چند دیگر دست آوردهای فنی و اقتصادی این فن آوری بسیار حائز اهمیت و قابل توجه می باشند، اما در این بحث سعی شده است بر اساس یک کار تحقیقی و با تکیه بر اعداد و ارقام مبتنی بر واقعیت روز، صرفه جوئی های حاصل از بهینه سازی سرویس ها و زمان تعویض روغن موتور که با استفاده از برنامه CM در چند نمونه از ماشین آلات عمرانی حاصل میگردد و بصورت مدلی ارائه شود:

ماشین آلای که در این مدل در نظر گرفته شده اند؛ دستگاههایی هستند که در اکثر پروژه های سد سازی، راهسازی، شبکه آبرسانی کشور و ... بکار گرفته می شوند.

۱- لودر ۴۷۰ کوماتسو

۲- بلدوزر ۱۵۵ کوماتسو

۳- کمپرسی ۲۶۲۴ بنز

۴- ژنراتور ۳۴۰۶ کاترپیلار

روش محاسبه :

در صورتیکه برای هر چهار نوع دستگاه فوق از روغن مناسب استفاده گردد بر اساس داده های موجود در جداول زیر می توان صرفه جوئیهای حاصل از افزایش عمر روغن و فیلتر را در چهار دستگاه مذکور محاسبه نمود که البته تعمیم آن به سایر ماشین آلات عمرانی نیز بر همین منوال ممکن می باشد. لازم به توضیح اسن که اعداد و ارقام مذکور در جداول ذیل براساس قیمت های واقعی بازار تهیه و تنظیم شده اند .

ردیف	دستگاه	قیمت روغن به لیتر (ریال)	قیمت فیلتر روغن (ریال)	هزینه یک ساعت کارکرد دستگاه (ریال)	مدت زمان تعویض روغن (دقیقه)	ساعت کارکرد دستگاه در سال

۲/۰۰۰	۳۰	۳۵۰/۰۰۰	۱۷۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۰	لورد ۴۷۰	۱
۱/۵۰۰	۳۰	۴۵۰/۰۰۰	۱۷۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۰	بلدوزر ۱۵۵	۲
۲/۵۰۰	۳۰	۱۵۰/۰۰۰	۲۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۰	کمپرسی ۲۶۲۴	۳
۸/۷۳۶	۳۰	۲۵۰/۰۰۰	۱۸۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۰	ژنراتور ۳۴۰۶	۴

ردیف	دستگاه	زمان تعویض روغن قبل از اجرای CM	زمان تعویض روغن بعد از اجرای CM	زمان تعویض فیلتر قبل از اجرای CM	زمان تعویض فیلتر بعد از اجرای CM	حجم کارتر (لیتر)
۱	لورد ۴۷۰	۱۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۴۰۰ ساعت یکبار	۴۰
۲	بلدوزر ۱۵۵	۱۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۴۰۰ ساعت یکبار	۷۰
۳	کمپرسی ۲۶۲۴	۱۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۴۰۰ ساعت یکبار	۲۸
۴	ژنراتور ۳۴۰۶	۱۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۲۰۰ ساعت یکبار	۴۰۰ ساعت یکبار	۶۷

لودر ۴۷۰

هزینه	قبل از اجرای CM (ریال)	بعد از اجرای CM (ریال)
هزینه روغن موتور در یکسال	۸.۰۰۰.۰۰۰	۴.۰۰۰.۰۰۰
هزینه فیلتر در یکسال	۱.۷۰۰.۰۰۰	۸۵۰.۰۰۰
هزینه ناشی از توقف دستگاه در هنگام سرویس	۳.۵۰۰.۰۰۰	۱.۷۵۰.۰۰۰
هزینه اجرای CM برای موتور در یکسال	—	۸۱۰.۰۰۰
جمع کل هزینه	۱۳.۲۰۰.۰۰۰	۶.۶۰۰.۰۰۰

۵.۷۹۰.۰۰۰	جمع کل مبلغ صرفه جویی شده در یکسال برای این دستگاه
-----------	--

بلدوزر ۱۵۵

هزینه	قبل از اجرای CM (ریال)	بعد از اجرای CM (ریال)
هزینه روغن موتور در یکسال	۱۰.۵۰۰.۰۰۰	۵.۲۵۰.۰۰۰
هزینه فیلتر در یکسال	۱.۲۷۵.۰۰۰	۶۳۷.۵۰۰
هزینه ناشی از توقف دستگاه در هنگام سرویس	۳.۳۷۵.۰۰۰	۱.۶۸۷.۵۰۰
هزینه اجرای CM برای موتور در یکسال	—	۸۱۰.۰۰۰
جمع کل هزینه	۱۵.۱۵۰.۰۰۰	۷.۵۷۵.۰۰۰
جمع کل مبلغ صرفه جویی شده در یکسال برای این دستگاه		۶.۷۶۵.۰۰۰

کمپرسی

هزینه	قبل از اجرای CM (ریال)	بعد از اجرای CM (ریال)
هزینه روغن موتور در یکسال	۷.۰۰۰.۰۰۰	۳.۵۰۰.۰۰۰
هزینه فیلتر در یکسال	۲۵۰.۰۰۰	۱۲۵.۰۰۰
هزینه ناشی از توقف دستگاه در هنگام سرویس	۱.۸۷۵.۰۰۰	۹۳۷.۵۰۰

هزینه اجرای CM برای موتور در یکسال	_____	۸۱۰۰۰۰۰
جمع کل هزینه	۹.۱۲۵.۰۰۰	۴.۵۶۲.۵۰۰
جمع کل مبلغ صرفه جویی شده در یکسال برای این دستگاه		۳.۷۵۲.۵۰۰

ژانراتور ۳۴۰۶

هزینه	قبل از اجرای CM (ریال)	بعد از اجرای CM (ریال)
هزینه روغن موتور در یکسال	۵۸.۵۳۱.۲۰۰	۲۹.۲۶۵.۶۰۰
هزینه فیلتر در یکسال	۷۴.۳۵۶.۰۰۰	۳۷.۱۲۸.۰۰۰
هزینه ناشی از توقف دستگاه در هنگام سرویس	۱۰.۹۲۰.۰۰۰	۵.۴۶۰.۰۰۰
هزینه اجرای CM برای موتور در یکسال	_____	۱۶۲.۰۰۰
جمع کل هزینه	۱۴۳.۸۰۷.۲۰۰	۷۳.۴۷۳.۶۰۰
جمع کل مبلغ صرفه جویی شده در یکسال برای این دستگاه		۷۰.۳۳۳.۶۰۰

همانطوریکه در چهار جدول فوق ملاحظه می شود با اجرای برنامه CM: در ازای هزینه بسیار اندک در سال برای آنالیز روغن برای هر یک از ماشین آلات مذکور به ترتیب برای لودر ۵۷۹۰۰۰۰ ریال؛ برای بلدوزر ۶۷۶۵۰۰۰ ریال؛ برای کمپرسی ۳۷۵۲۵۰۰ ریال و برای ژنراتوری که مدام در حال کار میباشد ۷۰.۳۳۳.۶۰۰ ریال و جمعا صرفه جوئی حاصله در این چهار دستگاه (صرفاً از راه بهینه سازی و افزایش زمان تعویض روغن) معادل ۸۶.۶۴۱.۰۰۰ ریال می باشد. در حالیکه صرفه جوئیهای حاصل از کاهش توقفها و هزینه قطعات بمراتب بیشتر از این ارقام می گردد.

نتیجه :

ساماندهی سیستم نت ماشین آلات یکی از راهکارهای اساسی برای بهبود راندمان پروژه های عمرانی می باشد و در این راستا CM می تواند روش بسیار مؤثر و آسان جهت تحقق این امر باشد. عبارت دیگر امروزه راهبری ماشین آلات راهسازی در پروژه های عمرانی بدون استفاده از روش های نوین نت و CM پر هزینه و غیر اقتصادی و یکی از عوامل اصلی بسیاری از تاخیرها و عدم النفعها می باشد. در همین ارتباط ؛ طی بررسی انجام شده حاضر ؛ صرفه جوئی حاصل از بهینه سازی سرویسها برای چهار نوع دستگاه لودر ؛ بلدوزر ؛ کمپرسی و ژنراتور بمراتب بیش از هزینه انجام آنالیز روغن آنها در طول یکسال میباشد . لازم به تاکید استکه بر اساس مطالعات انجام شده و تجارب موجود با اجرای برنامه CM منافع اقتصادی ناشی از عیب یابی ؛ کاهش توقفها ؛ کاهش مصرف قطعات و ... چندین برابر هزینه اجرای آن میباشد .

آدرس : تهران - خیابان شریعتی - بالاتر از خیابان شهید

بهشتی، کوچه شهرتاش، پلاک ۱۸ طبقه سوم

تلفن : ۸۸۵۱۳۷۶۱-۸۸۷۶۷۲۲۸

فاکس: ۸۸۵۱۳۷۶۰

www.tavannet.com

contact@tavannet.com



