بهبود عمر موتورهای برون نصب دریایی با پیاده‌سازی سیستم مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات؛ ص ۵۷– ۷۱

سید وحید حسینی[۱]، علی مسیبی[۲]

تاریخ دریافت۱۳۹۷/۱۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۳

چکیده

بدون تردید یکی از ابزارهای قدرتمند در مدیریت دانش، سامانه نت مکانیزه نگهداری و تعمیرات (CMMS) می‌باشد که با ایجاد بستر ثبت و مستندسازی داده‌ها، امکان تولید اطلاعات و دانش را بوجود می‌آورد تا در نهایت با گسترش این دانش از تکرار خرابی‌ها جلوگیری به عمل آید. سامانه CMMS بصورت آزمایشی بر روی موتورهای برون نصب دریایی بنزینی بصورت محدود به اجرا درآمد تا نتایج آن برای تصمیم‌گیری‌های بعدی مشخص‌تر شود. در این مقاله ابتدا سامانه تعمیر و نگهداری CMMS معرفی‌شده و سپس مراحل پیاده‌سازی آن شرح داده می‌شود. سپس با ارائه رویه تعمیر موتور برون‌نصب دریایی، وضعیت خرابی موتورهای برون‌نصب دریایی ارزیابی و علل آنها ریشه‌یابی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که دو عامل ورود آب به داخل موتور و گرفتگی مسیر خنک‌کاری به علت عدم اجرای فرآیند بهینه شیرین شویی موتورها حدود ۷۰ درصد علل خرابی موتورها را بخود اختصاص می‌دهد که نسبتا با قانون پارتو مطابقت دارد. درنهایت ارائه روش‌های پیشگیری فنی به همراه آموزش باعث شد که متوسط عمر موتورها بیش از درصد ۳۵۰ افزایش داده شود.

واژگان کلیدی: نگهداری و تعمیرات، موتور برون نصب دریایی، سیستم مکانیزه، مدیریت دانش، بهبود عمر.

۱ استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک و مکاترونیک، دانشگاه صنعتی شاهرود (نویسنده مسئول) / V_hosseini@shahroodut.ac.ir

۲ کارشناس ارشد مکانیک، معاونت آماد و پشتیبانی نیروی دریایی سپاه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بیان مسئله

در شرایط کنونی و با توجه به رشد سریع فناوری، یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریتی برای ایجاد سازمان چابک و خلاق استفاده و استقرار سامانه مدیریت دانش در سازمان‌های بزرگ می‌باشد. درگذشته رویکردهای تعمیرات نگهداری به‌گونه‌ای بود که به توصیه‌های تأمین‌کنندگان تجهیزات یا اولویت‌های تاریخی متکی بود. این نگرش‌ها هر دو نامناسب است. چون تأمین‌کننده‌ها معمولاً از یک راهنما برای تمام تجهیزاتشان، بدون در نظر گرفتن شرایطی که تجهیزات در آن کار می‌کنند، استفاده می‌کنند و اثر شرایط محیطی و تغییرات آن بر عمر و عملکرد تجهیزات را نادیده می‌گیرند. از طرفی در فرایند استفاده از اولویت‌های تاریخی، طرح مشخصی از فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیاده‌سازی می‌شود و عموماً اولویت بروز رسانی خرابی‌ها و مشکلات جدید نادیده گرفته می‌شود. این موضوع باعث کاهش سرعت پاسخ و افزایش هزینه‌های سازمانی در قالب زمان و اقتصاد می‌شود. سامانه نت مکانیزه نتیجه استفاده از اصول مدیریت دانش در فعالیت‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات می‌باشد که با ایجاد و استقرار آن در سازمان‌ها بخصوص سازمان‌های عملیاتی می‌توان علاوه بر کاهش هزینه تعمیر و نگهداری و افزایش عمر تجهیزات، کارکنان سازمان را دانش‌محور و خلاق منطبق با فناوری‌های جدید رشد داد. در این تحقیق علاوه بر افزایش بهره‌وری سازمان با کاهش هزینه‌های ناشی از نگهداری، سعی می‌شود به سئوالاتی از جمله اینکه تمرکز خرابی‌ها در کدام بخش‌ها است بصورت آماری پاسخ و گزارش داده می‌شود. سپس با ارائه الگوریتمی که در ادامه به آن اشاره می‌شود، دلایل هر یک از این خرابی‌ها دسته‌بندی می‌شود تا سازمان بتواند به‌صورت چابک نسبت به به‌روزرسانی فعالیت‌های نت پاسخگو باشد.

مبانی نظری

مدیریت دانش

مدیریت دانش، مدیریت دانایی یا مدیریت اندوخته‌های علمی[1]، در دسترس قرار دادن نظام‌مند اطلاعات و اندوخته‌های علمی است، به‌گونه‌ای که به هنگام نیاز در اختیار افرادی که نیازمند آن‌ها هستند، قرار گیرند تا آن‌ها بتوانند کار روزمره خود را با بازدهی بیشتر و مؤثرتر انجام دهند. مدیریت دانش درواقع تلاش راهبردی سازمان تعبیر می‌شود که سعی می‌کند از راه کنترل و استفاده از دارایی‌های فکری که در نزد کارکنان و پشتیبان سازمان وجود دارد، در یک فرایند مکانیزه از تجربیات گذشته در جهت پیشبرد آینده استفاده حداکثری شود. به دست آوردن، ذخیره کردن و مدیریت توزیع دانش موجب می‌شود که کارکنان سازمان هوشمندتر کار کنند، از دوباره‌کاری بکاهند و در نهایت تولیدات و خدمات خلاقانه‌تری تولید کنند که نیاز مشتریان را بهتر برآورده کند. در نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که نخست مدیریت دانش چیزی است که در محیط سازمانی رخ می‌دهد؛ دوم آنکه مواد کار آن دانش سازمانی، سرمایه فکری یا دارایی فکری است.

1 Knowledge Management (KM)

www.SID.ir

Archive of SID

سامانه نت مکانیزه

راهبردها و دیدگاه‌های موجود در صنایع درباره نگهداری و تعمیرات (نت)، روند پر افت‌وخیزی را در قرن اخیر طی کرده و دچار دگرگونی‌های زیادی در این عرصه شده است. به‌طور خلاصه باید گفت دیدگاه موجود در زمینه نگهداری و تعمیرات (نت) از یک نگرش منفعلانه[1] در اوائل قرن ۲۰ به یک نگرش پیش اقدامانه[2] در آغاز قرن ۲۱ مبدل شده است.در حال حاضر چهار راهبرد مختلف در عرصه نگهداری و تعمیرات شناخته‌شده‌اند، که عبارت‌اند از:

- تعمیر پس از خرابی[3]
- نت پیش گیرانه[4]
- نت پیش بینانه/ پیشگویانه[5]
- نت پیش اقدامانه[6]

سیستم‌های مدیریت نگهداری مکانیزه[7] (CMMS) به‌طور فزاینده‌ای در مدیریت کنترل و نگهداری تجهیزات در صنایع تولیدی و خدماتی پیشرفته مورداستفاده قرار می‌گیرند. اصول CMMS اولین بار در سیستم نگهداری تجهیزات بیمارستانی بکار گرفته شد و علت آن اهمیت سلامت دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی بود چراکه وقوع نتایج بد می‌توانست زندگی بسیاری را با خطر مرگ مواجه نماید. در بسیاری از صنایع با توجه به تعداد زیاد تجهیزات و ماشین‌آلات و حجم بالای فعالیت‌های مرتبط با سازمان نت، پیگیری امور و فعالیت‌ها به‌صورت دستی و کاغذی دشوار است. بنابراین با استفاده از سیستم نرم‌افزاری بدون نیاز به کاغذبازی[8] می‌توان بر این مشکل غلبه کرد. ضمن اینکه انجام برخی تحلیل‌های آماری (شامل برگ خریدهای ارزیابی کار آیی نت) تنها با به‌کارگیری سیستم نرم‌افزاری و استفاده از کامپیوتر امکان‌پذیر است.

CMMS سامانه مدیریت نگهداری و تعمیرات نرم‌افزاری می‌باشد. این سامانه امکان تعریف کدینگ بر روی محل‌های استقرار، مدل‌های تعمیراتی، مجموعه‌های قطعات و ماشین‌آلات، مشتری و کارفرماها و تجهیزات مورداستفاده را مهیا ساخته و برنامه‌ریزی برای هر فعالیت نت (هشدار-تصحیح)، ثبت گزارش، ثبت توافقات و تقویم‌های کاری را امکان‌پذیر می‌سازد. امروزه بسته‌های نرم‌افزاری آماده CMMS دامنه وسیعی از امکانات و قابلیت‌ها را پوشش می‌دهند؛ اما برای سازمان‌هایی با کاربری خاص بایستی به تولید یک CMMS با توجه به نیازهای همان سازمان پرداخت.

---

1 Reactive

2 Proactive

3 Run to Failure

4 Preventive maintenance

5 Predictive maintenance

6 Proactive maintenance

7 Computerized Maintenance Management Systems

8 Paperless

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت و کاربرد سیستمهای CMMS

افزایش حجم اطلاعات در واحدهای تعمیرات و نگهداری و لزوم بررسی و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌منظور تصمیم‌گیری مناسب، نیاز به مکانیزه کردن را در امر تعمیرات نگهداری بیش‌ازپیش نمایان می‌سازد. امکان استفاده از نمودارهای تحلیل نتایج، نیاز به پالایش اطلاعات و نیاز به دسته‌بندی اطلاعات از مهم‌ترین عواملی هستند که نیاز به وجود فرایند اتوماسیون را ملموس می‌نمایند. امکان بررسی‌های هزینه‌ای در دوره‌های زمانی مشخص، تعریف تجهیزات مجازی، کنترل عملکرد پرسنل، بررسی آماری در مورد دوباره‌کاری‌ها، امکان کنترل موجودی انبار قطعات یدکی و تعریف حداقل موجودی و نقطه سفارش برای تجهیزات یدکی از دیگر مزایای وجود تعمیرات و نگهداری مکانیزه می‌باشد. درمورد امکان تعریف تجهیزات مجازی مزیت سیستم مکانیزه این است که می‌تواند فعالیت‌های مرتبط با تعمیرات را کنترل نماید.

از قابلیت‌های استفاده از سیستم‌های مکانیزه می‌توان به امکان دسته‌بندی عیوب، علل خرابی و علل تأخیر در انجام فعالیت‌ها اشاره نمود و بدین ترتیب امکان بررسی آمارهای مرتبط فراهم می‌شود. همچنین مسائل خرابی هر دستگاه را در بخش‌های مختلف آن، زمان توقف ناشی از هر عیب در دستگاه را نیز می‌توان کنترل نمود که می تواند منجر به حصول نتایج جالبی می‌گردد چراکه سهم زیادی از درصد توقفات کل تجهیزات به خرابی یک قطعهٔ کوچک در یک دستگاه مربوط می‌شود.

همچنین می‌توان از قابلیت‌های گزارش‌گیری متنوع به‌منظور بررسی وقایع استفاده نمود. از مزایای استفاده از سیستم مکانیزه می‌توان به امکان گزارش‌گیری از روند عملکرد در دوره‌های زمانی دلخواه اشاره نمود و بدین ترتیب می‌توان در دوره‌هایی که روند موردنظر عملکرد مطلوب را نمایش نمی‌دهد، عوامل مؤثر را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد. همچنین می‌توان در فایل مشخصات فنی ماشین‌آلات اطلاعات فنی و حتی نقشه‌های قطعات ماشین را نگهداری نمود. ارتباط با اطلاعات موجودی قطعات انبار و تحت شبکه کارکردن به انضمام قابلیت مدیریت کاربران و محدود کردن اختیارات آن‌ها از مزایای سیستم مکانیزه می‌باشد. روشن است که اقدامات تعمیرات و نگهداری تجهیزات آن‌ها با استفاده از بهترین و سریع‌ترین فنّاوری‌ای در دسترس اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا کرده است.

تحقیق در زمینه تجربه‌های ناموفق استفاده از سامانه‌های CMMS در سازمان‌ها نشان می‌دهد که در اکثر موارد دلیل شکست ترکیبی از علل زیر می‌باشد:

- عدم آموزش مناسب نرم‌افزار و نیز عدم آموزش کارکنان
- عدم شناخت نیازها و انتخاب نادرست نرم‌افزار و ارائه‌دهنده آن
- عدم استفاده همه‌جانبه و فراگیر در سازمان

www.SID.ir

Archive of SID

جهت پیاده‌سازی یک سامانه CMMS ابتدا راهبرد و هدف‌گذاری آن تعیین و پس‌ازآنRFP (درخواست برای ارایه پیشنهاد) تهیه می‌شود. پس از نوشتن نسخه آزمایشی توسط گروه مهندسی شرکت توسعه قوای محرکه دینا[1]، نرم‌افزار در یکی از واحدها که معمولاً حجم کاری نت کمی نسبت به بقیه واحدها دارند، نصب و راه‌اندازی می‌شود. قبل از شروع کار با سامانه پرسنل درگیر با نرم‌افزار در گروه‌های مجزای مدیران، کاربران عمومی و راهبران سیستم آموزش می‌بینند و سپس اطلاعات‌پایه وارد سامانه شده و کاستی اطلاعات در رابطه با کل سیستم برطرف می‌گردد. با توجه به نتایج مرحله راه‌اندازی آزمایشی اشکالات سیستم و کاستی‌های آن با استفاده از بازخوردهای گرفته‌شده از کاربران تعیین، رفع و نهایتاً سامانه در کل سازمان مستقر می‌گردد. ضمن اینکه عملیات نگهداری و پشتیبانی نرم‌افزار نیز پس از استقرار انجام خواهد شد. اهداف و نتایج طرح سامانه مکانیزه تعمیرات بطور کلی در موارد زیر خلاصه می‌شود:

- افزایش کارایی و بهره‌وری، ایمنی کار و محصول، عمر دستگاه‌ها و تجهیزات
- کاهش ساعات توقف دستگاه‌ها و پرسنل، ضایعات (محصول- مواد اولیه- تجهیزات و قطعات) مصرف قطعات یدکی، کاهش هزینه‌های بهره‌وری و کاهش کاغذ بازی‌های ناخواسته
- کاهش زمان دست‌یابی به اطلاعات
- امکان برنامه‌ریزی بهینه تولید، پیش‌بینی میزان و زمان مصرف قطعات یدکی، تأمین کیفیت مناسب محصول، امکان مصرف مجدد قطعات

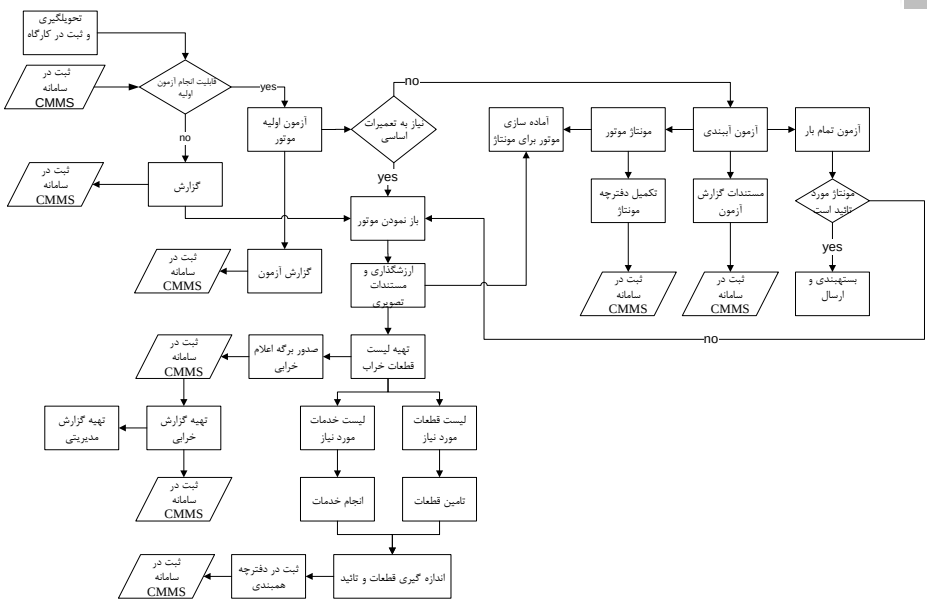
الگوریتم موردمطالعه

با توجه به موارد مطرح شده، جهت ارضای اهداف موردنظر الگوریتمی برای تعمیر اساسی موتور بر اساس مستندات موردنیاز تعمیرات اساسی موتورها طراحی گردید. شکل (یک) الگوریتم فرایند تعمیرات اساسی در موتورهای دریایی را نشان می‌دهد.

1. Dinamotors Company

www.SID.ir

Archive of SID



شکل یک - الگوریتم تعمیر اساسی موتور

بر طبق این الگوریتم هر موتور پس از ورود به کارگاه، مراحل از پیش تعیین‌شده‌ای را طی می‌کند. همان‌طور که در شکل یک مشاهده می‌شود، ثبت اطلاعات در نقاط مختلفی از مراحل صورت گرفته و هم‌زمان ثبت به‌صورت آنلاین در نرم‌افزار CMMS انجام می‌شود. طبق رویه نشان داده‌شده در شکل یک، بعد از آزمون اولیه و دمونتاژ موتور قطعات ارزش‌گذاری شده و مستندات تصویری از آن‌ها تهیه می‌شود. در این مستندات، خرابی‌های موتور با رویکرد ارائه شواهد مناسب از علل خرابی با کمک تصویربرداری بیان می‌گردند. شکل دو نمونه‌ای از مستندات تصویری و برگه اعلام خرابی را نشان می‌دهد. این مستندات خرابی شامل کلیه شواهد دیده‌شده در حین بازنمودن موتور و بررسی دقیق قطعات درگیر می‌باشد تا این مستندات در ریشه‌یابی دلایل خرابی مؤثر باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت توسعه قوای محرکه دریا

درخواست رسیدگی به مشکل
Problem Investigation Request (PIR)

شماره مشکل P.I.R No.	کد پروژه Project Code	کد واحد Dep't Code	شماره سریال Serial No.
	3390002C		1

تاریخ : Date :	1390/06/1	صفحه : PAGES:	1 OF 1

تخصیص Assignment	تاریخ Date	تخصیص Assignment	تاریخ Date
1		4	
2		5	
3		6	

طبقه بندی : Priority :

ایراد : Demerit :

ارزش برآوردی : Est. Value :

مدل Model Range	مرحله Phase	شماره بدنه \ خودرو \ ساخت Body / Vehicle Ref / Construction No.	گزارش کننده Raised By	تلفن واحد Tel. Ext'n	تأیید کننده اطلاعات مشکل Approve By
*****	Overhaul	*****	موجودی	102	وحید حسینی

مرجع مستندات \ شماره فنی \ نقشه \ ناحیه اشکال: Affected area / Drawing / Part No. / Doc.Ref:	شرح Description — تمام قطعات مربوطه را لیست کنید، در صورت نیاز از برگه های اضافی استفاده کنید — List all items parts / Involved, use additional sheet if needed
	شاتون

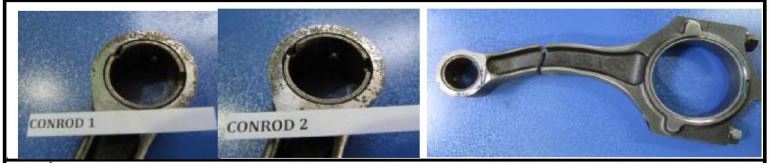
شرح مشکل: description of Problem:

طرح یا عکس در صفحه 2 آمده است sketch / Photograph shown on page 2

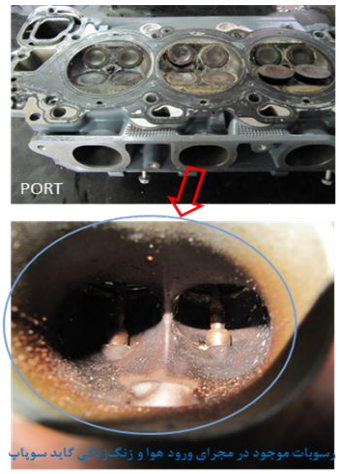
اطلاعات حین اتفاق			
	قدرت یا گشتاور :	سرعت :	قدرت بیشینه :
	قدرت یا گشتاور :	سرعت :	گشتاور بیشینه :

در اثر نیروی فشاری وارده از پیستون و میل لنگ شاتون شماره ۱ شکسته است، شاتون شماره ۲ کاملا تغییر شکل داده و از قسمت ساق خم شده است.
در اثر ورود آب به سیلندر ناحیه نزدیک به چشم کوچک دچار زنگ زدگی شده است که این اتفاق در شاتون ها ۱ و ۲ بیشتر و در سایر شاتون ها کمتر بوقوع پیوسته است.

اقدامات فوری انجام شده:
Immediate Action Taken:



الف- بخشی از برگه درخواست بررسی خرابی (PIR)



ب- نمونه تصاویر قطعات درگیر با خرابی شاتون

شکل دو- نمونه‌هایی از فرایند مستندسازی سامانه CMMS

www.SID.ir

Archive of SID

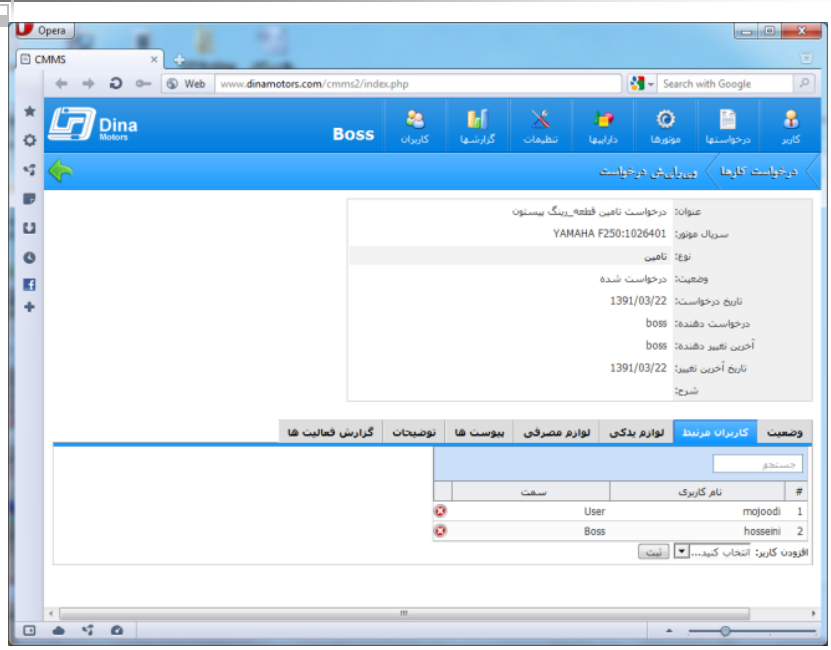
با استفاده از این مستندات گزارش تحلیل خرابی که علل ریشه‌ای خرابی‌های به وجود آمده را با ارائه ملاحظات مهندسی موردبحث قرار می‌دهد، تهیه و در سامانه ثبت می‌گردد. به ازای هر قطعه خراب برگه‌ای تحت عنوان "برگه درخواست بررسی خرابی[1]" صادر، تصویر و توضیحات مرتبط با آن درج و در سامانه ثبت می‌گردد. حال تیم کارشناسی ما به ازای برگه اعلام خرابی به وجود آمده باید در یک فرایند تحلیل خرابی دلایل خرابی را بررسی کنند. روش تحلیل خرابی در دو مرحله آنالیز نوع اول و نوع دوم تقسیم‌بندی می‌شود. آنالیز نوع اول به دلیل خرابی‌های مشخص تاریخچه دار و یا برای حالت‌هایی که عدم انطباق با فرایند نگهداری و تعمیرات اتفاق افتاده باشد، انجام می‌پذیرد؛ اما برای خرابی‌های جدید و پیچیده نیاز به بررسی دقیق‌تر توسط کارشناسان خبره و محققان انجام می‌پذیرد تا بتوان با شناخت دقیق‌تر خرابی از تکرار مجدد خرابی‌ها جلوگیری کرد.

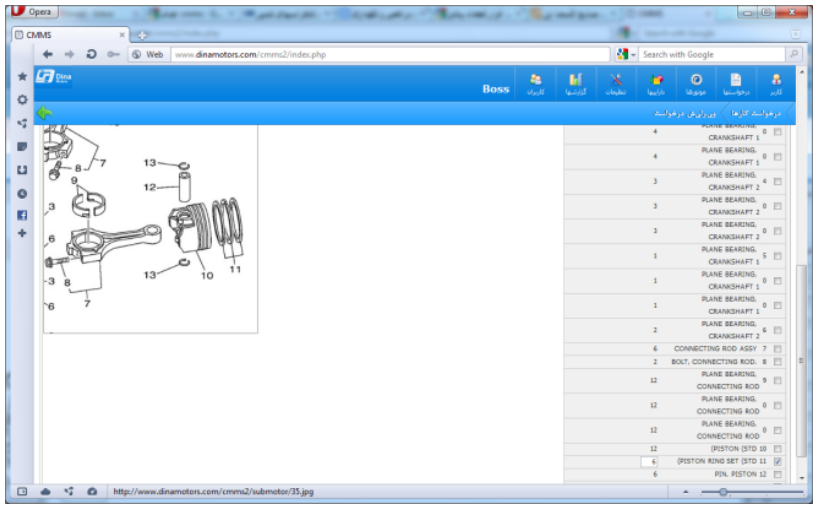
علاوه بر این سامانه CMMS مجهز به سیستم درخواست قطعات جهت تعمیرات و انبارهای مرکزی و محلی مکانیزه است. به‌عنوان نمونه، شکل سه نحوه درخواست قطعه رینگ پیستون برای مونتاژ یک موتور از سامانه CMMS نشان داده‌شده است. این درخواست به‌صورت خودکار در صفحه اختصاصی انباردار به نمایش درآمده و پس از تحویل قطعه و بسته شدن درخواست قطعه در سامانه به‌صورت خودکار از آمار انبار کسر می‌شود.

1. Problem Investigation Request (PIR)

www.SID.ir

Archive of SID



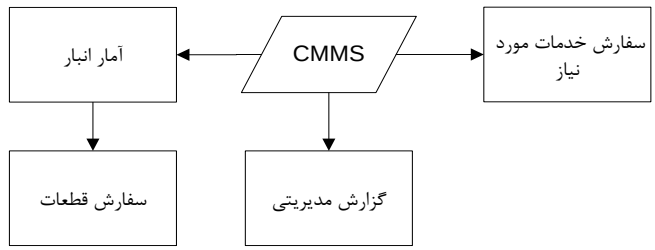


شکل سه - درخواست قطعه برای مونتاژ موتور در سامانه CMMS

با ثبت اطلاعات در سامانه می‌توان در هر زمان گزارش‌های موردنیاز را به‌صورت خودکار از سامانه استخراج کرد. خروجی‌های سامانه CMMS طراحی‌شده شامل موارد اشاره‌شده در شکل چهار است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل چهار - خروجی نرم‌افزار CMMS

بر اساس شکل چهار سامانه CMMS می‌تواند گزارشاتی ازجمله تعداد و تجمع خرابی‌ها در هر نوع تجهیز را طبقه‌بندی و گزارش کند. مستندات خرابی را در اختیار سازمان قرار دهد. با اعلام دلایل خرابی و روش‌های پیشگیری، کلیه کاربران در مناطق مختلف در جلوگیری از بروز مجدد خرابی اقدامات اصلاحی را انجام دهند. میزان و مدیریت انبار، امکان تأمین بهینه اقلام موردنیاز مصرفی و یدکی از کاربردهای سامانه CMMS می‌باشد. این سامانه امکان، ارائه و پیش‌بینی عمر مفید هر تجهیز و برنامه‌های تعمیرات را در اختیار مدیران نت سازمان قرار می‌دهد.

بررسی نتایج

توزیع خرابی‌های موتوری

الگوریتم بحث شده در قسمت قبلی در یک کارگاه تعمیر اساسی موتور به‌صورت آزمایشی تعریف و اجرا شد. با استخراج گزارش‌های مهندسی از نرم‌افزار CMMS نتایج ذیل بدست آمده است.

حالات خرابی :

با بررسی خرابی‌های به وجود آمده، حالات خرابی که نشان‌دهنده تنوع خرابی‌های مشاهده‌شده است بر اساس روش ارزش‌گذاری قطعات، مطابق جدول یک طبقه‌بندی‌شده است.

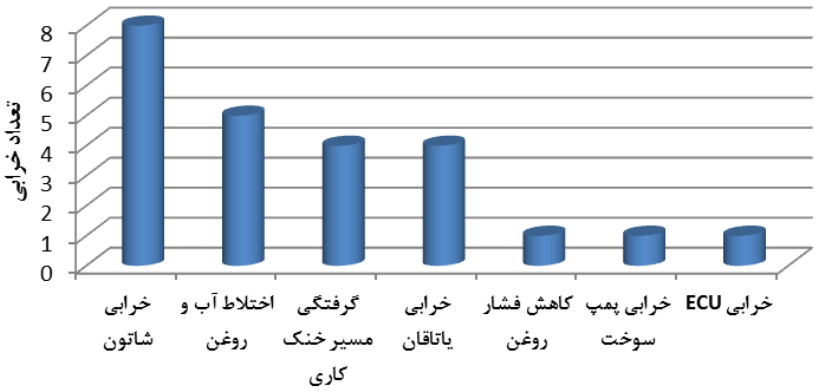
جدول یک - حالات خرابی در ۲۰ موتور

حالات خرابی	خرابی ECU	خرابی پمپ سوخت	فشار روغن	خرابی انژکتور	خرابی یاتاقان	گرفتگی مسیر خنک کاری	اختلاط آب و روغن	خرابی شاتون
تعداد مشاهده‌شده	۱	۱	۱	۲	۴	۴	۵	۸
فراوانی	۵٪	۵٪	۵٪	۱۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۲۵٪	۴۰٪

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج جدول یک، در بازه زمانی بررسی‌شده بیشترین میزان خرابی مربوط به خرابی شاتون بوده است. اختلاط آب و روغن و همچنین خرابی یاتاقان که می‌توان به‌گونه‌ای آن را با فشار روغن مرتبط دانست، از دیگر فراوانی‌های خرابی‌ها در موتورهای مذکور بوده است. شکل پنج تعداد خرابی‌ها را برحسب تنوع آن‌ها برای آن جامعه آماری گزارش می‌کند.



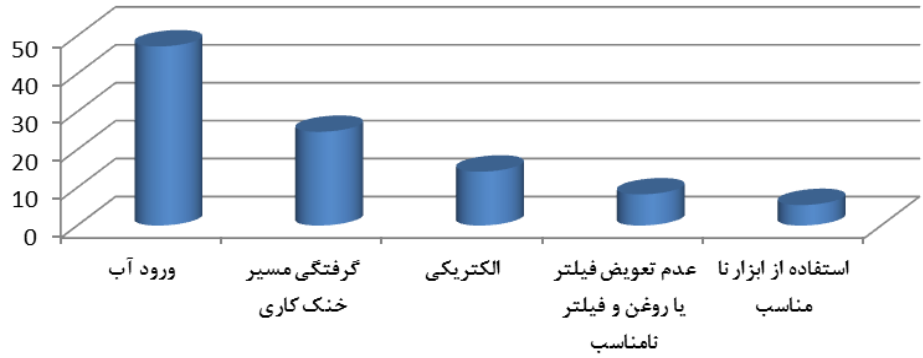
شکل پنج - گزارش آماری انواع خرابی استخراج‌شده از سامانه CMMS

بررسی علل خرابی و ارائه پیشنهاد

بر اساس شکل پنج، اساسی‌ترین نوع خرابی «شکستگی شاتون یا خم شدن» آن می‌باشد که منجر به خرابی‌های شدید دیگر داخل موتور شده و هزینه‌های سنگینی برای تعمیر اساسی ایجاد می‌کند. نتایج گزارش‌های تحلیل خرابی نشان می‌دهد مهم‌ترین علت خرابی شاتون در این موتور ورود آب به موتور می‌باشد. اختلاط آب و روغن نیز یکی از خرابی‌های شایع می‌باشد که با بررسی‌های بعمل آمده بیشتر به دلیل ورود آب به موتور از منابع خارج از موتور و یا گرفتگی مسیرهای داخلی و خنک کاری موتور می‌باشد. پس از طی فریاند تحلیل خرابی، آموزش‌هایی در زمینه چگونگی رانش شناور با ارائه دستورالعمل انجام پذیرفت. همچنین روش‌هایی عملیاتی در زمینه عدم ورود آب به شناورهای ساخته‌شده توسط محققان ارائه شد. نهایتاً در طراحی نسل جدید شناورها، با اصلاح ناحیه اتصال موتور احتمال وقوع این نوع خرابی بشدت کاهش‌یافته است. شکل شش درصد فراوانی علل خرابی قطعات را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شش- درصد فراوانی علل خرابی قطعات

از طرف دیگر مشکل «گرفتگی مسیر خنک‌کاری» که طبق شکل شش، ۲۰ درصد موتورها خرابی اصلی و در حدود ۵۰ درصد موتورها خرابی غیر اصلی بوده است، از مشکلات اساسی و فراگیر به وجود آمده می‌باشد. نیاز به آموزش کاربران موتورها و همچنین ملزومات اجرای راه‌حل پیشنهادی تسریع و تسهیل فرایند شیرین‌کاری موتورها بعد از دریانوردی از راه‌حل‌های پیشگیری از تکرار این نوع خرابی بوده است.

علاوه بر این بر اساس شکل شش، پس از انجام مطالعات تحلیل خرابی روی مشکل «یاتاقان زدن» و «فشار روغن پایین» موتورها، یکی از علل اصلی این خرابی استفاده از فیلتر روغن تاییدنشده بود. همچنین در مواردی عدم انجام سرویس‌های دوره‌ای (تعویض روغن و فیلتر) به موقع باعث افزایش شدت میزان خرابی‌ها شده است که در آموزش‌های کاربری این موضوع گنجانده شد و دستورالعمل‌های آن تحویل کاربر شد. در این راستا، یکی از محدودیت‌ها عدم وجود ابزار مخصوص تعویض فیلتر بوده است که با ارائه درخواست در سامانه مکانیزه CMMS، توسط آماد تهیه و در اختیار کاربران قرارگرفته است. برای بررسی آماری دقیق‌تر میزان اثرگذاری هر خرابی، بر اسا میزان قطعات مصرفی و هزینه تعمیرات، به علل خرابی در هر موتور ضرایبی اختصاص داده‌شده است که در کنار میزان فراوانی اهمیت پیگیری رفع خرابی را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول بیشترین فراوانی و بیشترین میزان تخریب مربوط به ورود آب بداخل موتور بوده است. این در حالی است که عدم شیرین شویی هم از عوامل تاثیرگذار دیگر به‌حساب می‌آید.

www.SID.ir

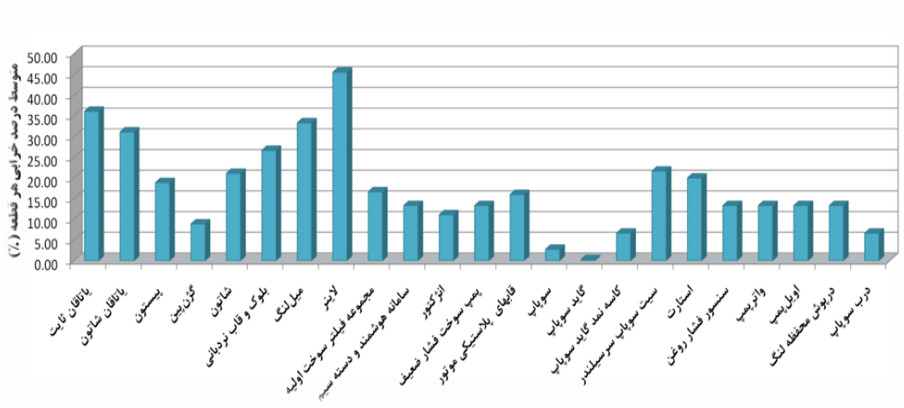
Archive of SID

جدول دو - علل خرابی قطعات موتوری

	الکتریکی	عدم تعویض فیلتر یا روغن و فیلتر نامناسب	عدم شیرین‌شویی بهینه	ورود آب به داخل موتور	استفاده از ابزار نامناسب
میزان خرابی	۲۶۰	۱۵۰	۴۵۰	۸۶۰	۱۰۰
فراوانی	۱۴/۲٪	۸/۲٪	۲۴/۷٪	۴۷/۲٪	۵/۴٪

فراوانی خرابی قطعات

پیش‌بینی اقلام مصرفی و یدکی موردنیاز در فرایندهای نت از وظایف آماد هر سازمان به‌حساب می‌آید. تخمین دقیق این اقلام باعث کاهش شدید هزینه‌ها و افزایش بازدهی سازمان می‌شود. شکل هفت، درصد خرابی هر قطعه در موتور با توجه به سوابق ثبت‌شده در سامانه CMMS را نشان می‌دهد. این نمودارها برای کاربران امکان برنامه‌ریزی دقیق در زمینه تامین اقلام یدکی و مصرفی را بوجود می‌آورد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین مصرف قطعات موتوری مربوط به خراشیدگی استوانه‌ها و یاتاقانها ثابت و متحرک موتور می‌شود که باید در فرایند تأمین لحاظ شود.



شکل هفت-متوسط درصد خرابی هر قطعه

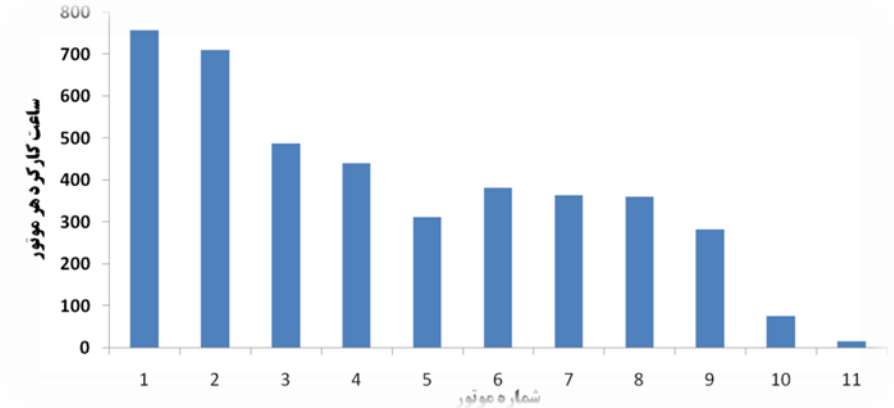
به‌منظور رفع مشکلات یا خرابی‌های شناسایی شده، بررسی برگه‌های اعلام خرابی، گزارش‌های تحلیل خرابی و سایر گزارش‌های مهندسی و مدیریتی که با کمک سامانه CMMS بدست آمده است، منجر به اتخاذ تصمیماتی در حوزه‌های مختلف مدیریت، کاربری، آموزش نیروی انسانی و یا تأمین تجهیزات مورد نیاز خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

ساعت کارکرد موتورها

شکل هشت ساعت کارکرد موتورها را قبل از پیاده‌سازی سامانه جامع CMMS نشان می‌دهد.



شکل هشت- ساعت کارکرد موتور قبل از پیاده‌سازی سامانه CMM

بر اساس شکل هشت متوسط ساعت کارکرد این موتورها ۳۹۷ ساعت بوده است. این در حالتی است که بر اساس مستندات فنی، تعمیرات اساسی می‌بایست پس از ۱۰۰۰ ساعت انجام پذیرد و در این بازه زمانی موتورهای مذکور تنها ۴۰درصد عمر مفید کارکرد داشته‌اند. پس پیاده‌سازی سامانه CMMS، انجام اقدامات اصلاحی و آموزش‌های لازم، هم اکنون متوسط ساعت کارکرد موتورها به بیش از ۱۵۰۰ ساعت رسیده است. طبقه‌بندی خرابی‌ها و بررسی علل این خرابی‌ها نشان می‌دهد که در صورت برطرف کردن دو دلیل عمده یعنی شیرین‌شویی موتورها بعد از دریانوردی و استفاده از روغن و فیلتر روغن مناسب می‌توان تا بیش از درصد ۷۰ خرابی زودرس در موتورها را بهبود بخشید. همچنین طراحی بدنه و آموزش شناوری راه‌حل‌های بهینه برطرف کردن خرابی ورود آب به موتور و گسیختگی شاتون در موتورها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از پیاده‌سازی سامانه CMMS، به‌صورت موردی وضعیت تعمیر و نگهداری یک نمونه از موتورهای دریایی و قطعات آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد:

- بر اساس ارائه آمارهای خرابی و بررسی علل خرابی موتورها مشخص شد که ورود آب به داخل موتور و گرفتگی مسیرهای خنک‌کاری به علت عدم اجرای فرایند بهینه شیرین‌شویی موتورها در حدود ۷۰ درصد علل خرابی موتورها را بخود اختصاص می‌دهد که نسبتا با قانون پارتو نیز مطابقت دارد. این بدین معنی است که با بر طرف کردن دو عامل اصلی می‌توان جلوی درصد ۷۰ از خرابی‌های زودرس موتورها را گرفت.
- بررسی علل خرابی‌های اتفاق افتاده و پیگیری روش‌های پیشگیری بهمراه آموزش باعث شد که بتوان استفاده فرایند هدفمند نگهداری و تعمیرات را با بازدهی بالایی پیاده‌سازی کرد. علاوه بر این استفاده از سامانهCMMS با توجه به ایجاد بستر مناسب اطلاعاتی باعث تصمیم‌گیری مناسب در تأمین تجهیزات مصرفی و یدکی هزینه‌ها می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

- بر اساس نتایج به‌دست‌آمده با پیاده‌سازی سامانه CMMS و انجام اقدامات اصلاحی، متوسط عمر موتورها از ۳۹۶ ساعت به بیش از ۱۵۰۰ ساعت افزایش داده شد.

منابع

اکرمی، هادی و رمضانی، سعید "**مدل تصمیم‌گیری هوشمند برای انتخاب نرم افزار مناسب فعالیتهای نگهداری و تعمیرات**"، کنفرانس تعمیر و نگهداری، خرداد ۱۳۸۹، تهران، ایران.

باقری، نسرین و محمدی‌زاده، زینب "**بهره‌گیری از CMMS برای پشتیبانی RCM**"، کنفرانس تعمیر و نگهداری، خرداد ۱۳۸۹، تهران، ایران.

خلج، مهران، "**راهبرد تغییر و تحول در مدیریت نگهداری و تعمیرات سازمانها**"، کنفرانس تعمیر و نگهداری، خرداد ۱۳۸۹، تهران، ایران.

عاصمی پور، علی و حسینی، سید وحید، "**نرم افزار CMMS تخصصی در زمینه تعمیرات و نگهداری موتور**"، شهریور ۱۳۹۱، تهران، ایران.

موجودی، مهران ، "**برگه درخواست رسیدگی به مشکل موتور تخریب شده برون نصب دریایی**"، گزارش مهندسی تحلیل خرابی، آبان ۱۳۹۱، تهران، ایران.

موجودی، مهران و حسینی، سید وحید، "**گزارش تحلیل خرابی موتورهای دریایی برون نصب**"، گزارش مهندسی تحلیل خرابی، آبان ۱۳۹۱، تهران، ایران.

Ed Sherman, "**Outboard Engines; Maintenance, Troubleshooting, and Repair**", McGraw-Hill Pub., Second Edition, 2009.

Doc Palmer, "**Maintenance Planning and Scheduling Handbook**", Second Edition, McGraw-Hill Pub., 2006.

Macario Polo, Mario Piattini, Francisco Ruiz, "**Advances in Software Maintenance Management: Technologies and Solutions**", IDEA GROUP PUBLISHING, 2003.

Nigel Calder, "**MARINE DIESEL ENGINES; Maintenance, Troubleshooting, and Repair**", International Marine Publishing Company, 1987.

Penny Grubb, Armstrong A Takang, "**SOFTWARE MAINTENANCE Concepts and Practice**", SECOND EDITION, World Scientific Publishing Co., 2003.

www.SID.ir