



افزایش بهره‌وری با تعیین عمر مفید قطعات یک واحد گازی

علی سیستانی نیا^۱، فوق لیسانس مهندسی مکانیک، افشین عبد الهیان^۲، فوق لیسانس مهندسی مکانیک

۱- معاون نگهداری و تعمیرات شرکت مدیریت تولید برق کرمان

a.sistaninia@gmail.com -

۲- مدیر امور تعمیرات مکانیک شرکت مدیریت تولید برق کرمان

abdollahian.afshin@gmail.com -

گازی خصوصاً توربین گاز مطالعه سوابق کاربردی و نگهداری آن به اندازه بررسی شرایط کنونی مهم می باشد. بخشی از فعالیتهای افزایش طول عمر مذکور، فعالیتهای ارتقاء توان خروجی، افزایش راندمان کاری، کاهش آلاینده ها و بهبود قابلیت عملکرد و اطمینان توربین را می توان نام برد. با اعمال این تغییرات می توان به یک ماشین تقریباً نو و مدرن و با کمترین هزینه دست یافت. از نقطه نظر خطرات جانی، زیست محیطی و تجهیزاتی و همچنین اقتصادی اجرای برنامه افزایش طول عمر مفید تر از کارکرد ماشین تا زمان خرابی و شکست خواهد بود.

چکیده: در تصمیم گیری حوزه آماد و پشتیبانی، به خصوص در سازمان های کلیدی و مهم، تعیین عمر مفید دستگاهها و ماشین آلات اهمیت ویژه ای دارد. زیرا جایگزینی پیش از موعد، هزینه های اضافی در بردارد و جایگزینی دیرتر از موعد باعث کاهش بازدهی ماموریتی سازمان و افزایش هزینه های نگهداری و تعمیرات می گردد. در نتیجه با آگاهی از عمر مفید تجهیزات می توان مدیریت کالاها و تجهیزات را تسهیل نمود. سازندگان قطعات، تجهیزات و تولیدات خود را برای طول عمر محدود و مشخص شده ای طراحی می کنند. لذا به منظور دستیابی به بهترین ارزیابی در خصوص وضعیت کلی یک مجموعه واحد

۱- مقدمه

طول عمر خود تحت عوامل مخرب و آسیب های متعددی قرار می گیرند. به دلیل آسیب های وارده به قطعات مختلف امکان اختلال در عملیات یا توقف غیر منتظره وجود دارد لذا نیاز است تحت پایش و بازرسی قرار گیرند [۳]. از موارد قابل اشاره دیگر بررسی و برآورد عمر باقیمانده با انجام آزمایشهای مخرب و غیر مخرب در مورد قطعات داغ نیروگاهی که عمر طراحی خود را پشت سر گذاشته اند می توان اشاره کرد [۴].

در مدیریت دارایی های فیزیکی، روشها و فعالیتهای طرح ریزی شده ای که سازمان از طریق آنها دارایی های فیزیکی، سیستم های دارایی ها و نیز هزینه ها، ریسکها و عملکرد آنها را در طی چرخه عمر آن دارایی و با هدف پیاده سازی برنامه های استراتژیک سازمان به صورت بهینه و پایدار برنامه ریزی و مدیریت می نماید؛ مطرح می گردد [۵]. لذا تعیین عمر مفید یک دارایی بسیار مهم و کلیدی می باشد. تعیین عمر عملیاتی تجهیزات اهمیت ویژه ای در تصمیم گیری های مدیریتی دارد. برای مشخص نمودن عمر استاندارد، عمر عملیاتی و عمر مفید باقیمانده روش های مختلفی در مقالات ارائه شده است. برای مثال به تخمین عمر مفید باقیمانده با روش هزینه چرخه عمر با استفاده از توزیع خرابی ویبول^۱ و شبکه عصبی می توان اشاره کرد [۱]. همچنین مدل شبیه سازی مارکوف که بر اساس پایش وضعیت، تخمین عمر مفید باقیمانده را انجام می دهد و جهت پمپ های هیدرولیک کاربرد شده است [۲]. داراییهای فیزیکی یک سازمان در مدت

باتوجه به نوع داده ها و نیازها و کاربردهای مسئله از میان روش های موجود مدل مناسب بکار برده می شود. در این تحقیق از مبحث عمر باقیمانده با توجه به وضعیت فعلی و روند گذشته آن، مباحث علم تصمیم گیری برای بهبود تصمیم گیری و انتخاب شاخص های موثر بر عمر عملیاتی تجهیزات استفاده می شود. برای هر دسته از تجهیزات که برای آنها عمر مفید خدمتی محاسبه می شود، باید عمر استاندارد تعیین شود که این عمر پایه ای برای بقیه محاسبات به شمار می رود. بنابراین این عدد باید به دقت تعیین شود. عمر استاندارد به یکی از روشهای نظر سازنده، استانداردهای ملی، استانداردهای جهانی و... استفاده از روشهای تخمینی عمر بر اساس موارد مشابه تعیین می شود. پس از آنکه عمر استاندارد تجهیز محاسبه و تعیین شد، برای رسیدن

^۱ Weibull



این دو اصطلاح $MTTF$ و $MTBF$ هستند که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت.

$MTTF$:

به معنای متوسط زمانی است که یک قطعه یا دستگاه پس از شروع به کار، به اولین خرابی خود می‌رسد. این خرابی به گونه‌ای است که دستگاه دیگر قادر به ادامه فعالیت عادی خود نیست.

زمان $MTTF$ را معمولاً به ساعت یا هزار ساعت تخمین می‌زنند و معمولاً در مشخصات قطعات آن را ذکر می‌کنند. اگر $MTTF$ قطعه‌ای صد هزار ساعت اعلام شد، به این معناست که انتظار می‌رود به طور میانگین بعد از گذشت این مدت زمان، اولین خرابی منجر به توقف کارکرد در قطعه رخ دهد. در اینجا اشاره به دو نکته ضروری است.

یکی این که این زمان صرفاً یک تخمین است و هیچ تضمینی وجود ندارد که قطعه بعد از چند ساعت از شروع فعالیت خراب نشود یا بعد از صد هزار ساعت قطعه حتماً خراب خواهد شد و شاید خیلی بیشتر از آن نیز دوام داشته باشد.

مسئله دیگر آن است که زمان اعلام شده، زمان فعالیت قطعه است. مثلاً صد هزار ساعت حدود ۱۱ سال و ۵ ماه است. اگر روزی ۸ ساعت از قطعه استفاده شود این زمان به ۳ برابر یعنی چیزی حدود ۳۴ سال افزایش خواهد یافت. زیرا قطعه ۲۴ ساعته در حال فعالیت نبوده است.

در طی فرایند طراحی، متوسط زمانی کارکرد قطعات یک ماشین متفاوت است. به عنوان مثال در یک توربین گاز طول عمر پیش بینی شده برای محفظه‌های اختلاط^۴ یکصد هزار ساعت است ولی در صورتی که برای پوسته‌ها بسیار بالاتر می‌باشد. ضمناً اگر قرار باشد $MTTF$ برای یک سیستم کامل توربین گاز تعیین شود، با توجه به کمترین میزان متوسط زمانی کارکرد قطعات اصلی آن تعیین می‌شود. چون در صورت خرابی هر کدام از این قطعه‌ها، در واقع به اولین خرابی کل سیستم رسیده‌ایم که این خرابی در قطعات با $MTTF$ کمتر محتمل‌تر است. از $MTTF$ بیشتر برای تضمین قابلیت اطمینان قطعات اصلی در معرض خرابی کمتر مثل پوسته‌ها استفاده می‌شود، اما برای قطعات قابل تعمیر اغلب از معیار دیگری به نام $MTBF$ استفاده می‌شود.

به سطح واقع بینانه باید متغیرهای دیگر یعنی عوامل و شرایط مختلفی را مد نظر قرار داد که عمر مفید تجهیز را تحت تاثیر قرار می‌دهند. یعنی پس از تعیین عمر استاندارد با استفاده از تابع تبدیل عمر کارکردی و عمر تقویمی به عمر عملیاتی، عمر معادل با توجه به شرایط عملیاتی تجهیز تعیین می‌شود. شرایط کارکردی و عوامل موثر بر آن از جمله وضعیت جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی، نحوه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و... در فرسودگی و کاهش دقت، سرعت و... و یا بطور کلی بر کارکرد تجهیز تاثیر می‌گذارند. این عوامل موجب کاهش یا افزایش عمر مفید نسبت به شرایط استاندارد می‌گردد. در زمان تخمین عمر باقیمانده تمامی تجهیزات و ملزومات مورد نیاز برای کارکرد یک مجموعه توربین گازی می‌بایست مورد توجه قرار گیرند. بدیهی است تجهیزات غیر ضروری که به لحاظ بها و به لحاظ اهمیت نقشی در تولید و سلامت سایر ماشین‌آلات ندارند در این مقوله نمی‌گنجد.

مطابق آنچه بیان شد تمامی دستگاهها تحت تاثیر عامل پیری قرار می‌گیرند ولی طول عمر اجزایشان با یکدیگر متفاوت است پس هدف مشخص کردن طول عمر مفید قطعات می‌باشد. این فعالیتها که تحت عنوان افزایش طول عمر (LTE)^۱ شناخته شده‌اند در حقیقت بر این اساس استوار می‌باشند که چگونه و با چه ابزاری می‌توان آگاهی پیدا کرد که یک قطعه یا واحد عمر مفید خود را پشت سر گذاشته و احیاناً فقط بر اساس پایان عمر طراحی آن، توسط بهره‌برداران از خط تولید خارج نشده باشند.

۲- بیان مسئله

هنگامی که قصد خرید یک دستگاه، تجهیز و یا قطعه‌ای وجود دارد یکی از فاکتورهای مهم مورد توجه برای خرید، میزان عمر مفید آن است یعنی در واقع تمایل به اطلاع از اینکه در برابر پولی که پرداخت می‌شود، چه مدت می‌توان از جنس خریداری شده استفاده نمود. بنابراین سوالی که مطرح می‌شود این است که آیا طول عمر مفید قطعات خریداری شده مشخص است و آیا معیاری برای تشخیص عمر مفید قطعه وجود دارد یا خیر.

در ادامه دو عبارت بسیار مصطلح در تضمین طول عمر قطعات و دستگاه‌ها را معرفی خواهیم کرد تا اگر در فهرست مشخصات قطعه‌ای به چشم خورد، مفهوم آن به طور کامل مشخص باشد.

^۲ Mean time to failure
^۳ Mean time between failures
^۴ Mixing chambers

^۱ Life time extension



MTBF:

نظر گرفت. با نگاهی به سابقه توربین گاز V94.2 متوجه خواهیم شد، سازنده بسیاری از قطعات اصلی ماشین را که در طرح اولیه در معیار MTTF قرار داده بود پس از جمع‌آوری اطلاعات حاصل از انجام موارد متعدد عملی به این نتیجه رسیده که نیاز است برخی از قطعات مهم و حتی حیاتی توربین گاز همانند پره‌های کمپرسور، مشعلها و مقسم‌ها را از معیار MTTF خارج و با معیار MTBF مورد سنجش و بررسی قرار دهد. یعنی از تعویض بی‌قید و شرط به تعویض در صورت مشاهده عیب پس از انجام تستها بدل نمود. این تغییر معیار، وابستگی مستقیم به روش بهره‌برداری و نگهداری ماشین و افزایش دانش داشته که در ادامه در این خصوص و ضرورت مشخص نمودن عمر مفید قطعه به تفصیل پرداخته خواهد شد.

۳- روش کار

موضوع تهدیدها و شناسایی ریسکها برای کل مجموعه یک توربین گازی و جهت تمام و آنچه نصب شده است، تعریف می‌شود ولی افزایش و توسعه طول عمر بر اساس آنچه بیان شد بیشتر قطعات اصلی ماشین را در بر می‌گیرد ولی نباید در این راستا از سایر قطعات خصوصاً قطعات استراتژی غفلت نمود. انجام یک ارزیابی در مراحل طراحی خیلی مشکل است ضمن اینکه در زمان طراحی تصور می‌شود که یک توربین گاز و متعلقات در یک محیط کاملاً تمیز و با تعمیرات و نگهداری به موقع و رژیم بهره‌برداری کاملاً صحیح و سالم کار خواهد کرد و با در نظر گرفتن این فرضیات طول عمر آن تخمین زده می‌شود. ولی اگر همین ماشین در یک محیط آلوده و سوختی که دارای عوامل خوردگی شیمیایی است کار کند، حتی اگر بهترین فیلتراسیون هم انجام شود، موضوع دیگری که در اینجا نباید نادیده گرفته شود بهره‌برداری از ماشین خارج از شرایط طراحی و همچنین بارهای غیر مجاز، عدم انجام تنظیمات دقیق دمایی و سوخت رسانی، اقدام به خنک کاری اجباری توربین گاز مغایر با دستورالعمل‌های سازنده، عدم نگهداری مناسب و دقیق از ماشین و اقدام به استفاده از ماشین در شرایطی همچون تغییرات سریع بار و دما می‌باشد. برآورد عمر عملیاتی را بسیار پیچیده خواهد نمود. لذا سازندگان جهت قرار گرفتن در حاشیه اطمینان به طول عمر استاندارد پیش بینی شده اکتفا می‌نمایند. بنابراین قبل از اینکه توربین گاز بیش از طول عمر طراحی خود بهره‌برداری شود بایستی فعالیتها و بررسی‌های افزایش طول عمر برای آن اجرا گردد. افزایش عمر واحد‌ها به شرطی مطلوب است که کارایی‌ها

این معیار از نظر زمانی بیشتر از MTTF است و گاهی به جای آن در مشخصات قطعه‌ها (حتی غیرقابل تعمیر) ذکر می‌شود MTBF میانگین زمان‌های بین دو خرابی قطعه در حد فاصل دو تعمیرات آن است. به عنوان مثال اگر یک قطعه در طول ۴۵۰ هزار ساعت، ۳ بار خراب شود در آن صورت MTBF آن ۱۵۰ هزار ساعت خواهد بود. به عنوان مثال در یک توربین گاز عمر یاتاقانها به چندین هزار ساعت می‌رسد ولی در طی بازرسیهای معین گاهی نیاز می‌شود که بابت آنها تعویض گردد تا امکان استفاده از یاتاقان با توجه به عمر طراحی فراهم آید. توجه داشته باشید که همانند MTTF، خرابی به آن مفهوم است که دستگاه قادر به ادامه کار نباشد. اما در اینجا با تعمیر، تجهیز را به ادامه فعالیت وادار می‌کنیم. معیارهای مطرح شده فوق‌الذکر جهت ارزیابی قابلیت اطمینان و قابلیت نگهداری یک قطعه، دستگاه یا سیستم مطرح می‌شوند. این که می‌گوییم MTBF یک دستگاه مثلاً ۱۵۰ هزار ساعت است به این معنا نیست که ۱۵۰ هزار ساعت یک نمونه از دستگاه تست شده است. بلکه با توجه به سوابق پیشین یک قطعه مشابه و نیز آزمایش‌های مختلف روی چند نمونه از قطعه، تحت شرایط خاص (دمای بالا، فشار بالا و...) می‌توان به تخمین نهایی دست یافت.

پس با آنچه بیان شد می‌توان به این نتیجه رسید که تخمین طول عمر برای قطعات تحت عمر طراحی میسر است ولی به هیچ وجه این مقدار نمی‌تواند عمر مفید باشد. زیرا عمر مفید تجهیزات به شدت بستگی به شرایط مختلف از جمله نحوه نگهداری و استفاده از آن دارد که در ادامه بیشتر به آن پرداخته می‌شود.

معمولاً توربین‌های گازی صنعتی برای طول عمر کاری یکصد تا یکصد و شصت هزار ساعت و یا ده تا بیست سال کار دائم و بر اساس ساعت کارکرد تعریف شده طراحی می‌گردند. طول عمر مذکور بر اساس استانداردهای بین‌المللی مربوطه یا تقاضای مشتریان تعریف می‌شود. جهت دستیابی به این طول عمر فرضیات مختلفی در نظر گرفته می‌شود: از قبیل میزان بار، مدت زمان کارکرد ماشین پس از هر مرحله راه‌اندازی آن، بهره‌برداری در محدوده‌های مجاز و تعریف شده مخصوصاً برای قطعات اصلی همچون پوسته‌ها و روتور که واماندگی و شکست آنها می‌تواند منجر به توقف ماشین یا حتی خطرات جانی گردد. جهت ایمنی مضاعف و همچنین اطمینان بیشتر به منظور جلوگیری و کاهش بروز واماندگی در قطعات فوق، محدوده‌های مجازی را باید در



همچنین می‌توان دریافت که در انتخاب بین جایگزینی نمونه نو و برنامه افزایش طول عمر، شرایط فنی توربین مورد نظر، هزینه های کلی هر انتخاب اصلاحی و وضعیت مالی صاحبان سرمایه را بایستی در نظر گرفت. علاوه بر این به منظور مفیدتر واقع شدن برنامه افزایش طول عمر و کمک به منظور تصمیم‌گیری و مهیا شدن زمان لازم برای تحویل قطعات تعویضی، نیاز است که وضعیت ماشین در یک محدوده زمانی قابل قبول پیش از آغاز برنامه افزایش طول عمر بررسی و ارزیابی گردد. درک قوی از بررسی آسیب‌های مورد انتظار و اینکه چه میزان از خرابی می‌تواند اندازه‌گیری شود، برای هر نوع زوال به وقوع پیوسته امکان قضاوت صحیح در مورد بهره‌برداری آتی از این قسمت‌ها را فراهم می‌کند. پیاده‌سازی فعالیتهای بیان شده به شرح زیر می‌باشد:

۳-۱- طول عمر تئوری و تجارب ناوبری

عمر توربین گاز تحت تاثیر آیت‌مهایی همچون چگونگی نگهداری و بهره‌برداری، کیفیت سوخت، دمای احتراق و... قرار دارد. بهترین منبع اطلاعاتی درخصوص مکانهای بروز شکست در ماشین، اطلاعات و مشخصه‌های طراحی طول عمر آن، تجارب ناوبری و تجارب کلی موجود در حالات و وضعیت مشابه در کاربردهای یکسان می‌باشد. به صورت کلی تجربه‌های بدست آمده از بهره‌برداری و کاربرد توربین گاز ارزشمند است اگرچه هر مدل توربین گاز دارای نقاط قوت و ضعف مربوط به خود است.

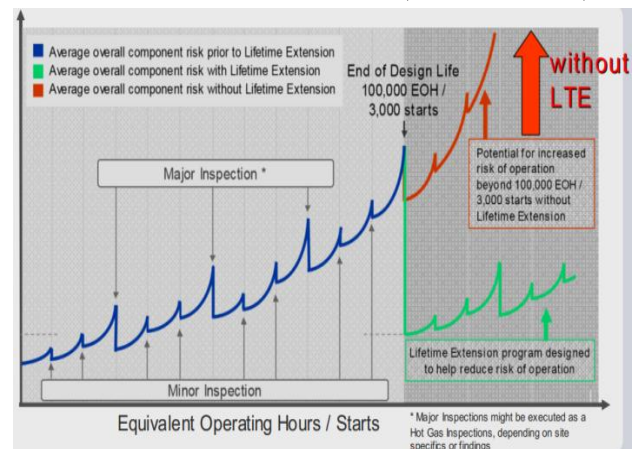
۳-۲- بازرسی ارزیابی طول عمر (LTA)

مجموعه فعالیتهایی به منظور کشف بیش از پیش مکانیزم‌های تخریب طولانی مدت که قابل پیش‌بینی نمی‌باشند ولی گمان می‌رود که توربین گاز در آن موضوع حساس عمل می‌کند، انجام می‌شود. این بازرسیها قبل از LTE پیش‌بینی و بایستی با هدف شناسایی خرابی‌ها و موارد پرهزینه باشد. برای آسیبهای بحرانی با احتمال خطرات جانی، بازدید انجام شده نبایستی فقط علائم خرابی و آسیب را جستجو کند بلکه اطمینان از سلامت ماشین تا بازدید بعد نیز لازم است. چنانچه در این مقطع ارزیابی درستی انجام شود قطعاتی که می‌بایست در LTE تعویض گردند شناسایی می‌شوند که ضمن کاهش زمان تعمیرات، فرصت مناسب جهت تهیه قطعات فراهم شده و در نتیجه هزینه تعمیرات بهتر تحت کنترل قرار می‌گیرد. هر چند پیش‌بینی برخی قطعات در این مقطع بسیار دشوار می‌باشد.

و راندمان آنها کاهش نیافته و هزینه‌های تعمیرات و نگهداری آنها در حد معقول باشد. به علاوه راندمان این واحدها باید با واحدهای جدید قابل مقایسه بوده و بهبود آنها نیز مد نظر قرار گیرد. درحقیقت منظور افزایش عمر یک قطعه این نیست که از این قطعه بیش از عمر مفید آن استفاده شود، بلکه هدف حداکثر استفاده ممکن از عمر مفید آن می‌باشد. درحقیقت داریم:

$$\text{عمر باقیمانده} = \text{عمر طراحی} = \text{عمر مفید قطعه}$$

دیده می‌شود که بخش مهمی از استراتژی افزایش عمر، توسعه روشهای ارزیابی عمر باقیمانده قطعاتی است که عمر محدود دارند. لذا ارزیابی میزان زوال ایجاد شده و تخمین عمر باقیمانده قطعات بویلر، توربین و غیره موضوع مورد مطالعه در تمام دنیا است. درحال حاضر این مقوله یک زمینه تحقیقی رو به رشد است و روشهای زیادی جهت انجام آن پیشنهاد شده است. با توجه به روشهای مختلف ارائه شده و تکنیکهای در حال توسعه، تخمین عمر باقیمانده را می‌توان با توجه به استراتژیهای متفاوت انجام داد. به طور کلی قطعات نیروگاهی که در دماهای بالا کار می‌کنند، تحت تاثیر عوامل تخریب مختلفی از جمله ساییش، برخورد جسم خارجی، خزش، خستگی، خوردگی داغ و اکسیداسیون و نیز اندرکنش این عوامل بایکدیگر عمر مفید خود را از دست می‌دهند. تکنیک‌های مختلفی برای برآورد میزان پیشرفت آسیب در یک قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد که از جمله آنها می‌توان روشهای محاسباتی، روشهای غیر مخرب و روشهای مخرب را نام برد. مطابق شکل ۲-۱ می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از توربین گاز بدون اجرای برنامه افزایش طول عمر، خطرات فراوانی را هم برای ماشین و هم برای محیط اطراف به بار خواهد آورد.



شکل ۲-۱: شماتیکی از نمودار ریسک برحسب ساعت کارکرد معادل

توربین گاز [۹]



۳-۳- سوابق کارکرد و تعمیرات ماشین

یکی از بخشهای ضروری و حیاتی در مبحث LTA بررسی سوابق سرویس و کارکرد توربین، وارسی و رسیدگی به سایر ادوات و تجهیزات اصلی است. با تحلیل وقایع گذشته و بررسی نرخ افتها و خرابیهای ماشین، گزارشهای استاندارد و سیستم های جمع آوری اطلاعات نتایج تست قطعات و سایر منابع اطلاعاتی با اضافه کردن آنها به خروجی های حاصل از بازدیدهای توربین، نتایج دقیق تر و بیشتری می توان بدست آورد که در بهینه سازی تعمیرات و دستیابی به طول عمر مفید دقیق تر منجر خواهد شد. اگر تاریخچه بهره برداری و تعمیرات در زمان LTA تحلیل شود، بازرسی ماشین با دقت و حجم فعالیت های کمتری در LTE انجام خواهد شد.

همانطور که بیان شد سازندگان قطعات و تجهیزات تولیدی خود را برای طول عمر محدود و مشخصی طراحی می کنند. در طی فاز طراحی پیش فرضهای فراوانی مورد نیاز است برای مثال جهت توربینهای گازی بدترین یا نزدیک به بدترین حالت بهره برداری را فرض می کنند. حتی اگر بدانند تنها تعداد بسیار اندکی از توربینهای ساخته شده در این شرایط و فقط در بازه زمانی کمی از عمرشان در شرایط کاری فوق قرار می گیرند. مطلب فوق بدان معناست که بیشتر قطعات و اجزاء توربینهای گازی موجود دارای عمر باقیمانده تقریباً زیادی می باشند. از سوی دیگر در طی طول عمر کاری یک توربین گازی روشها و شرایط آسیب دیدگی و شکست جدیدی شناخته می شود که برای بهبود و مقاومت به آن نوع آسیب ها قطعات و تجهیزات طراحی مجدد می شوند. علاوه برآن خوردگی و پیری قطعات ماشین ممکن است بیش از انتظار ما برقابلیت تعمیر و بکارگیری مجدد اثر گذار باشد. بنابراین مادامی که پتانسیل افزایش طول عمر هر توربین گاز وجود دارد، محدودیتهای فراوان افزایش عمر و پروسه های ضروری جهت رسیدگی و تحت پایش توربین گاز بایستی به دقت مورد توجه قرار گیرد [۶]. جهت شناخت رفتار ماشین، تکنولوژی پایش وضعیت تجهیزات ابداع شده که دارای کاربرد بسیار موثری می باشد. موارد ذیل از جمله فعالیتهای پایش وضعیت تجهیزات می باشند:

- ۱- پایش وضعیت، اطلاعات برداری و تحلیل پارامترهای حیاتی ماشین (دما، فشار، شدت جریان و ...)
- ۲- پایش راندمان و تحلیل و عیب یابی
- ۳- پایش ارتعاشات و تحلیل و عیب یابی
- ۴- پایش آلاینده های آگروز و تحلیل (توربین گاز)

۵- پایش خواص روغن

قابل توضیح است که با پایش دوره ای خواص روغن و اقدام به موقع جهت حذف ذرات غیر مجاز، حذف آب موجود در روغن، حذف وارنیش و... توسط دستگاههای تصفیه مناسب، همچنین با اضافه کردن افزودنیهای مجاز علاوه بر استفاده بیشتر از روغن ها و جلوگیری از تعویض زود هنگام آن، افزایش طول عمر تجهیزات خصوصاً تجهیزات گران قیمت و با اهمیت را به ارمغان خواهد داشت [۷]. استفاده از استانداردهای بروز شده در زمان پایش وضعیت و در زمان تحلیل ها بسیار حائز اهمیت است.

۳-۴- ساختار محصول افزایش طول عمر

برای اینکه بتوان تصمیمات درستی بین تعویض توربین گاز یا افزایش طول عمر اتخاذ شود بایستی وضعیت آن شناخته شود. به هر حال با توجه به اینکه اظهار نظر در خصوص خیلی از مکانیزم های زوال قطعات تا زمانیکه قسمت اعظم عمرشان سپری نشود، بسیار دشوار است. لذا بازدیدهای بسیار زود هنگام و اولیه، هرچند که با بهترین روشهای در دسترس اجرا شوند، ممکن است قادر به اظهار نظر در خصوص وضعیت و موقعیت خرابی نباشند. بنابراین استراتژی تعمیرات جهت قطعات مختلف به کلی متفاوت خواهد بود. پس لازم است تستهای معینی جهت قطعات مختلف در زمان مشخصی مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۵- تحلیل و بررسی برای برنامه ریزی های آینده

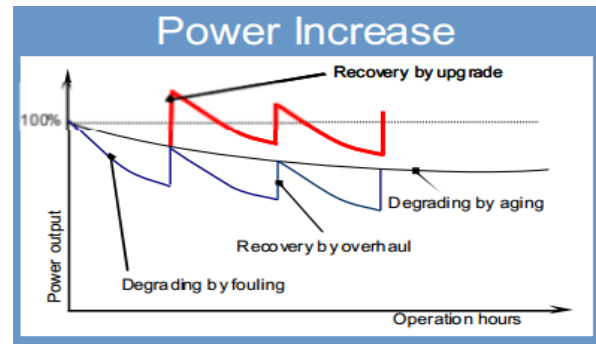
برنامه های تعمیراتی بعد از بازدید و بازرسی از ماشین نیاز به بروز رسانی دارند و بایستی به صورت فزاینده قابل گزینش باشند خصوصاً زمانی که قطعات به دفعات تعویض شده و یا به دفعات موضوع مطالعه و توجه در بازدیدها قرار گرفته اند. فعالیتهای قابل اجرا به منظور تعویض با قطعات نو و یا فعالیتهای اصلاحی به هزینه های اجرا که در برگیرنده بهای زمانی نیز می باشد، بستگی خواهد داشت حتی ممکن است انجام بازدیدهای اضافه برای افزودن عمر ماشین قابل توجیه باشد [۸].

۴- انتخابهای اصلاحی در زمان LTE

به منظور به حداکثر رساندن فواید برنامه افزایش طول عمر، اغلب مفید است که این برنامه ها با برخی فرآیندهای ارتقاء و اصلاح قطعات همراه شوند تا علاوه بر بازبایی افتها در طول افزایش طول عمر، حتی منجر به افزایش توان و راندمان ماشین نسبت به شرایط اولیه نیز گردد (شکل ۴-۱). به هر حال و به منظور بهینه نمودن هزینه ها این فعالیتهای اصلاحی، ارتقائی بایستی مناسب و معقول انتخاب شوند.



- انعطاف پذیری بیشتر در بهره برداری
- کاهش زمان خارج بودن تجهیزات
- پیشگیری از افزایش هزینه های نگهداری و بهره برداری
- کاهش توقف های بدون برنامه ماشین
- پایین آمدن ریسک بهره برداری
- دستیابی به مگاوات بیشتر با حذف آثار پیری دوره قبل



۶- پیشنهادات

- ✓ تعیین رابطه معقول ومنطقی بین نگهداری تجهیزات و طول عمر آنها مبتنی بر کمترین هزینه ها جهت بهبود بهره وری و مدیریت هر چه بهتر دارایی های فیزیکی
- ✓ اطمینان از ثبت نواقص و خرابیهای همراه با تحلیل در تاریخچه واحد
- ✓ برنامه ریزی کاهش اثرات منفی بر بهره برداری واحد
- ✓ آنالیز دقیق سوختها در پروده های مختلف جهت اطمینان از واقعی بودن ساعت کارکرد معادل واحدها
- ✓ رسیدگی به وضعیت توربین گاز پس از رسیدن به ساعت کارکرد معادل ۱۰۰ هزار ساعت
- ✓ اطمینان از در دسترس بودن لوازم یدکی، ابزار و مدارک مورد نیاز در طول عمر بهره برداری
- ✓ ثبت اطلاعات دقیق بهره برداری در طول کارکرد ماشین شامل: نوع سوخت، استارت و استاپ ها، میزان کارکرد واحد در Base Load و Half Load و همچنین تغییرات سریع بار و دما و....
- ✓ ثبت دقیق اطلاعات بازدیدهای دوره ای، تعمیرات اساسی و نیمه اساسی واحد خصوصا نواقص مشاهده شده

۴- مراجع

- [1] Mazhar M. I., Kara S., "Remaining Life estimation of used components in consumer products: life cycle data analysis by Weibull and artificial neural networks". Journal of operations management 25(6): pp.1184-1193, 2007.
- [2] Dong M., He D., "A segmental hidden semi-Markov model (HSMM)-based diagnostics and prognostics framework and methodology". Mechanical systems and signal processing 21(5): pp.2248-2266, 2007.

شکل ۴-۱: شمایکی از نمودار توان برحسب ساعت کارکرد ماشین [۹]
هر ارتقاء بایستی توسط خود یا با تلفیقی از سایر موارد اصلاحی جذابیت داشته باشد. هرگونه ارتقاء در زمینه ایمنی و راندمان به تنهایی برای تمامی بهره برداران جذاب و مفید است زیرا پیامد های مفید ارتقاء در زمینه ایمنی کاملا مشهود و تا زمانیکه قیمت سوخت ۷۰٪ هزینه بهره برداری را تشکیل می دهد هر نوع بهبود در راندمان هم جذاب خواهد بود. وابسته به موقعیت کاربرد ماشین، ارتقاء در تولید توان، آلاینده ها، طول عمر و قابلیت بکارگیری مجدد هم می توانند خیلی مفید باشد ولی فواید فوق بسته به کاربرد ماشین و قوانین مالی محل کاربرد دارد.

۵- نتیجه گیری

ارزیابی طول عمر یک مجموعه واحد گازی و برنامه افزایشی عمر آن می تواند برای تحلیل عملکرد آتی مفید باشد ولی این عمل نیازمند بینش و دیدی باز نسبت به مشخصه های طول عمر تجهیزات خصوصا توربین گاز مورد نظر دارد. بدون انجام دهنده مجرب با عملکرد مطلوب، بازرسی های غیر اصولی و کارکرد بیش از حد استاندارد، تجهیزات خصوصا توربین می تواند علاوه بر خطراتی مالی، خطرات جانی غیر قابل پیش بینی هم به همراه داشته باشد. با اجرای یک برنامه افزایش طول عمر که می تواند همراه با اجرای طرح های ارتقائی، اصلاحی توربین گاز و بطور کلی مجموعه واحدگازی باشد، دستاوردهای زیر را به دنبال دارد:

- افزایش قابلیت در دسترس بودن و قابلیت اطمینان
- کاهش حجم فعالیتهای سرویس و نگهداری
- کاهش آلاینده های حاصل از احتراق
- حصول یک سیکل بهره برداری مجدد
- افزایش بازه تعمیرات
- کاهش هزینه تأمین قطعات با تعمیر و بازسازی آنها
- افزایش راندمان و توان نامی با استفاده از فرایندهای ارتقاء



[6] Li Y. G., Nilkitsaranont P., "Gas turbine performance Prognostic for condition- based maintenance". Applied Energy 86(10): pp.2152-2161, 2009.

[7] Junda Zhu, Jae M. Yoon, David He, Yongzhi Qu, and Eric Bechhoefer, "Lubrication Oil Condition Monitoring and Remaining Useful Life Prediction with Particle Filtering", International Journal of Prognostics and Health Management, ISSN 2153-2648, 2013.

[8] Navrotsky V., Johansson P., Svensson B., "Development of the platform for Condition Based Maintenance", Power-Gen Asia, 2005.

[9] Oliver Neukrantz, Siemens AG 2010, Energy - Dia de la Innovation.

[۳] جهانگیری محمدرضا، فلاح علی اکبر، "تکنولوژی تخمین عمر باقیمانده نیاز ضروری تعمیرات پیشگیرانه و بهبود عملکرد نیروگاه‌های آبی"، ماهنامه صنعت برق، شماره ۱۴۴، ۱۳۸۷.

[۴] آقای خضری مهرداد و مهدی زاده محسن، "مروری بر روش‌های تخمین عمر باقیمانده قطعات داغ نیروگاهی"، چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، شرکت توانیر، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۷۸.

[5] Hastings, n.a.j., 2009. Physical Asset Management. Melbourne