

برنامه ی تعمیر و نگهداری و پیشنهاد یک برنامه PM برای بویلر، پمپ و کمپرسور

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : تعمیرات پیشگیرانه	۴
فصل دوم : سیستمهای مختلف تعمیر و نگهداری	۷
۱-۲. تعمیر پس از بروز عیب و اشکال	۷
۲-۲. تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (P.M) PREVENTIVE MAINTENANCE	۸
۳-۲. تعمیر و نگهداری پیش گوینه (PREDECTIVE MAIN TERNANCE)	۹
فصل سوم : مراحل پیاده سازی PM	۱۰
۱-۳. پیاده سازی فعالیتهای PM	۱۰
۲-۳. انواع استانداردها	۱۰
۳-۳. استانداردهای PM	۱۱
۴-۳. برنامه ریزی PM	۱۱
۱-۴-۳. برنامه های سالیانه	۱۱
۲-۴-۳. برنامه های ماهیانه نت	۱۲
۵-۳. مدیریت پروژه	۱۲
فصل چهارم : پیشنهاد یک برنامه PM و مطالعات موردی	۱۳
۱-۴. بویلرها (دیگهای بخار)	۱۳
۱-۱-۴. جنبه های ایمنی	۱۳
۲-۱-۴. نکات حائز اهمیت برای بهره برداری ایمن و مثمر ثمر در یک بویلر	۱۳
۳-۱-۴. مطالعات موردی	۱۴
۴-۱-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری بویلر	۱۶
۲-۴. پمپها	۱۸
۱-۲-۴. جنبه های ایمنی	۱۸
۲-۲-۴. نکات حائز اهمیت در بهره برداری	۱۸
۳-۲-۴. مطالعات موردی	۱۸
۴-۲-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری پمپها	۱۹
۳-۴. کمپرسورها	۱۹
۱-۳-۴. جنبه های ایمنی	۱۹
۲-۳-۴. نکات حائز اهمیت در بهره برداری	۲۰
۳-۳-۴. مطالعات موردی	۲۰

۴-۳-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری کمپرسورها..... ۲۱

چهارم : بحث و نتیجه گیری..... ۲۳

nergyenergy.ir

فصل اول

تعمیرات پیشگیرانه

تعمیرات پیشگیرانه^۱ عبارت از بازرسی های دوره ای به منظور تشخیص شرایطی است که ممکن است باعث خرابیهای اضطراری، رکود تولید یا اشکالات زیان آور در عملکرد تجهیزات شوند. همچنین تعمیرات پیشگیرانه شامل عملیات تعمیراتی به منظور حذف، کنترل، تغییر جهت شرایط حاصل شده روی ماشین، در مراحل اولیه ای که این شرایط و عیوب ایجاد شده است، می باشد. به عبارت بهتر تعمیرات پیشگیرانه عبارت است از تشخیص به موقع و سریع وضعیت و همچنین رفع معایب و شرایط غیر طبیعی تجهیزات، قبل از به وجود آمدن معایب اساسی یا ضایعات. تعمیرات پیشگیرانه نوعی مداوا و طب پیشگیری بر روی تجهیزات است.

تعمیرات پیشگیرانه شامل دو نوع فعالیت اساسی است.

۱- بازرسی دوره ای

۲- بازگرداندن فرسایش و اشکالات ایجاد شده روی تجهیزات به حالت اولیه بر اساس برنامه ای متکی بر نتایج حاصل از بازرسی ها

فعالیت های روزمره، سرویس دهی و نگهداری تجهیزات به منظور جلوگیری از فرسایش آنها نیز معمولاً نوعی تعمیرات پیشگیرانه تلقی می شود.

پروژه های اساسی و اصلی یک سیستم نگهداری و تعمیرات شامل عملیات مفصلی نظیر تعمیرات اساسی دوره ای هستند که برای اجرای آنها باید تجهیزات را برای یک مدت طولانی از خط تولید خارج نمود. از این دیدگاه که این گونه عملیات با افت قابل توجه تولید توأم خواهد بود، لازم است که برای اجرای آنها برنامه های اجرایی و روش های کنترل جداگانه تهیه شود تا بدینوسیله از پیشرفت موثر آنها اطمینان حاصل گردد.

هزینه های تعمیر و نگهداری بر اساس اعلام مرجع ذیربط، عموماً قسمت عمده هزینه های یک واحد صنعتی را تشکیل می دهد. هزینه های تعمیر و نگهداری سنتی (شامل دستمزد و مواد) در آمریکا در خلال ۱۰ سال گذشته بطور چشمگیری تعدیل یافته است. در سال ۱۹۸۱ واحدهای صنعتی در این کشور حدود ۶۰۰ میلیون دلار برای نگهداری تجهیزات خود هزینه کرده اند. در سال ۱۹۹۱ این رقم بالغ بر ۸۰۰ میلیون و در سال ۲۰۰۰، معادل ۱۲۰۰ میلیون دلار بوده است. مقادیر فوق بیانگر این است که بین $\frac{1}{2}$ تا $\frac{1}{3}$ ارقام مذکور به دلیل استفاده از روش های تعمیر و نگهداری ناکارآمد، تلف شده است. صنایع این کشور بیش از این توان هزینه کردن ارقام مذکور را نداشته و امیدوار

^۱. Preventive maintenance

هستند رقابت مناسبی با سایر کشورها داشته باشند. ارقام فوق برای بسیاری از کشورها (البته به نسبت میزان صنعتی بودن آنها) مشابه با ارقام مذکور است.

دلیل عمده هزینه بالا در تعمیر و نگهداری به روش فوق، فقدان اطلاعات واقعی لازم برای نوع و زمان تصمیم گیری برای تعمیر و نگهداری، تعمیر یا تعویض ماشین یا قطعه است.

عموماً ارگانهای مرتبط با تعمیر و نگهداری، پیگیر نحوه عملکرد تجهیزات بعد از تعمیر نیستند. نوع تعمیر انجام شده، تاریخچه تعمیر و هر نوع اطلاعات مرتبط با تعمیر و نگهداری می تواند در تصمیم گیری روند انجام تعمیر و نگهداری، جلوگیری از بروز عیوب زودرس، افزایش طول عمر قطعه و کاهش هزینه های مربوط را به همراه داشته باشد. در عوض تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده در بسیاری از موارد هنوز هم بر پایه عیب قطعه یا تجربه پرسنل تعمیر کار استوار است. به عنوان مثال استفاده، ادواری از سیستمهای بازرسی قطعه فنی (از قبیل Thermographic inspection) هنوز هم در فواصل زمانی ۶ ماهه یا یک ساله انجام می شود. در حالیکه این فواصل زمانی، کاملاً وابسته به فرد بوده و عموماً دلخواه است.

عقیده عمومی بر این بوده است که: **"تعمیر و نگهداری یک شرط ضروری است"** یا اینکه هیچ عاملی نمی تواند باعث کاهش هزینه های تعمیرات شود. البته این طرز تفکر شاید در خلال ۱۰ الی ۲۰ سال گذشته صحیح باشد. بهر حال توسعه سیستمهای میکروپرسسوری یا ابزار دقیق کامپیوتری و سیستمهای مدیریت تعمیرات، از جهت رسیدن به **بهینه سازی تاثیرات تعمیرات** است.

ابزار دقیق مبتنی بر سیستمهای میکروپرسسوری از قبیل سیستمهای مانیتورینگ مادون قرمز و سیستمهای ارتعاشی می تواند برای مانیتورینگ شرایط بحرانی تجهیزات، سیستمها و ماشینها بکار رود. اطلاعات حاصل از این ابزارها راهکارهای لازم را برای انجام مدیریت موثر بر اجرای تعمیرات فراهم می کند.

جلوگیری از خسارات شدید و کاهش اثرات منفی **اجرای تعمیرات غیر موثر** نیز ناشی از تأثیرات استفاده از سیستمهای مذکور است. چنانچه از تمام ظرفیت ابزار دقیق مذکور استفاده شود، می توان انتظار بهینه کردن عملکرد کارخانه و افزایش عمر مفید تجهیزات را داشت. سیستمهای مدیریت تعمیرات مبتنی بر کامپیوتر یا CMMS^۱، سوابق تاریخی دستگاهها را بررسی کرده و اطلاعات به دست آمده از سیستمهای تعمیر و نگهداری پیشگیرانه را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد.

در صنعت عموماً سه روش سیستم تعمیر و نگهداری مطرح است که عبارتند از:

پس از بروز اشکال

پیشگیرانه

پیشگویانه

از کار افتادن مرتب خط تولید و یا از طرح خارج شدن اجزاء متحرک و یا ثابت، به شدت مصارف ویژه انرژی را

^۱ - Computerized management maintenance system

افزایش می دهد . در صورت دست یابی یک مجموعه تولیدی و بالاخص پالایشگاه به یک سیستم روان و مشخص و برنامه ریزی شده جهت نگهداری و تعمیرات منظم، عملاً نه تنها وضعیت تولید با بحران های ناگهانی مواجه نخواهد شد بلکه کاهش هزینه ها از طریق کاهش مصرف انرژی، خود دست آورد بزرگی خواهد بود.

در ادامه این گزارش در مورد بررسی ۳ روش فوق توضیحات لازم ارائه میگردد.

فصل دوم

سیستمهای مختلف تعمیر و نگهداری

۱-۲. تعمیر پس از بروز عیب و اشکال^۳

منطق این روش کاملاً واضح است ، هنگامی که یک ماشینی از کار می افتد و ...، آن را تعمیر کنید. این منطق که " تا کار می کند کاری به آن نداشته باش" در ابتدای پیدایش صنعت مطرح شد . در این روش هیچ هزینه ای برای تعمیر پرداخته نمی شود، مگر اینکه آن ماشینی یا دستگاه از کار بیفتد. این روش یک تکنیک عکس العملی است. بدین مفهوم که وقتی دستگاه از کار افتاد عکس العمل نشان می دهد و کاملاً واضح است که یک روش پر هزینه است. در هر صورت لازم است خاطر نشان شود که فعلاً تعداد کمی از مراکز صنعتی از این روش استفاده می کنند. تقریباً در تمام موارد، مراکز صنعتی از عملیات پیشگیرانه از قبیل روغنکاری، تنظیمات ورگلاژهای مورد نیاز و سایر موارد استفاده می کنند. بهرحال در این روش تعمیرات یا بازسازی ماشین آلات و دستگاهها انجام نمی شود مگر اینکه از کار بیفتد.

دلایل عمده بالا بون هزینه در این روش تعمیرات عبارتند از :

- بالا بودن هزینه قطعات یدکی
- بالا بودن هزینه کارگر (نیروی انسانی)
- بالا بودن هزینه ناشی از متوقف بودن دستگاه
- کاهش تولید

چون در این روش بروز هیچگونه حادثه ای قابل پیش بینی نیست، کارخانه ای که از این روش استفاده می کند باید توانایی مقابله به هر گونه حادثه ای را داشته باشد. بدین مفهوم که استفاده از این روش، واحد تعمیرات را مجبور می کند که تمامی قطعات مرود نیاز (یا حداقل قطعات اساسی مورد نیاز) دستگاهها را همیشه در انبار داشته باشد. شق دیگر قضیه این است که حتی اگر نخواهیم این قطعات را در انبار نگهداری نماییم ، لااقل اطمینان کافی از بابت تهیه آنها از طرف فروشندگان باید داشته باشیم. (خدمات پس از فروش). حتی اگر این اطمینان هم وجود داشته باشد از سرعت لازم برخوردار نبوده و به مفهوم افزایش زمان خواب دستگاهها و افزایش هزینه هاست.

کاهش زمان خواب دستگاهها، ناشی از بروز عیوب غیر قابل پیش بینی، مستلزم انجام عکس العمل سریع از طرف پرسنل تعمیرات است.

۲-۲. تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (P.M) Preventive Maintenance

تعاریف متعددی از تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه عنوان شده است ولی تمام آنها مبتنی بر زمان است. به عبارت بهتر عملیات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه بر مبنای زمان عملکرد یا ساعت کارکرد دستگاهها (که مبتنی بر اطلاعات، آمار و سوابق آن دستگاه می باشد) استوار است.

زمان متوسط برای انجام تعمیر (Mean time to failure) نشان می دهد که احتمال بروز عیب در یک دستگاه یا یک ماشین نو در خلال چند ساعت اولیه یا حتی چند هفته اول کار آن، نسبتاً زیاد است. این احتمال عمدتاً ممکن است ناشی از مونتاژ آن یا ضعفهای مربوط به نصب آن باشد. عنایت خاص به بازه زمانی مذکور موجب کاهش احتمال بروز عیب در بازه های بعدی می شود. در این روش تعمیر و نگهداری بازرسی های ادواری و روانکاری، تعمیر یا تعویض قطعات طی یک برنامه زمان بندی منظم باید انجام شود.

این روش تعمیر و نگهداری، دامنه وسیعی در صنعت دارد. بعضی برنامه های مطرح در این روش بسیار محدود بوده و عمدتاً شامل روانکاری و تنظیمات جزئی است. در روش تعمیر و نگهداری جامع و فراگیر (Total Productive maintenance) برنامه زمانی لازم برای تعمیر، روانکاری، تنظیمات دستگاهها، تعویض قطعات و غیره، برای تمام ماشین آلات مهم و حیاتی، لازم الاجرا است. محور مشترک در تمام موارد تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، تنظیم برنامه زمانی است. تمام برنامه های تعمیر و نگهداری پیشگیرانه بر این فرض مبتنی است که دستگاهها به مرور زمان کارایی خود را از دست می دهند. به عنوان مثال یک پمپ گریز از مرکز یک طبقه با محور افقی می تواند به مدت ۱۸ ماه قبل از فرسوده شدن بعضی قطعات آن، کار کند. لذا لازم است این پمپ ۱۷ ماه پس از کارکردن، از سرویس خارج شود.

مطلب مطرح در این روش، بدین مفهوم است که متغیرهای خاصی در نوع بهره برداری از یک ماشین موثر هستند. به عنوان مثال MTBF (Mean Time Between Failure) برای یک پمپ که آب خالص را پمپاژ می کند و یک پمپ که مایعات محتوی ذرات ساینده را پمپاژ می کند، یکی نیست. نتیجه طبیعی استفاده کاربردی و آماری از MTBF، تنظیم برنامه زمانی نگهداری، چه برای انجام تعمیرات ضروری و چه برای عیوب حیاتی، است. در مثال فوق ممکن است پمپ نیاز به تعمیر یا تعویض نداشته باشد. در این صورت هزینه قطعات و دستمزد تلف شده است. دلیل دوم کاربرد تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، هزینه نسبتاً کم آن است. تجزیه و تحلیل هزینه های تعمیراتی انجام شده نشان می دهد که هزینه تعمیر پس از بروز عیب (یعنی روش اول، ۱-۱) تقریباً سه برابر هزینه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه است.

۳-۲. تعمیر و نگهداری پیش گویانه (Predeictive Main ternalance)

این روش تعمیر و نگهداری که اصطلاحاً PDM نامیده می شود یک روش مشتق شده از PM است. در این روش به جای تکیه بر برنامه زمانی یعنی MTBF در PM ، PDM مستقیماً شرایط بهره برداری از قبیل راندمان، توزیع حرارت و سایر نشان دهنده ها را، مورد توجه قرار می دهد، تا به یک MTBF واقعی برسد. در بهترین شرایط روش "زمان در سرویس بودن یک ماشین" الگویی برای نشان دادن چگونگی عملکرد آن است. تصمیم نهایی در روش اول یا روش دوم پیرامون تعمیر یا تعویض ماشین، بر مبنای تجربه پرسنل تعمیر کار است.

یک برنامه جامع PM می تواند اطلاعات واقعی را از شرایط عملکرد واقعی دستگاه ها (که شامل راندمان، شرایط مکانیکی هر ماشین و راندمان بهره برداری هر فرآیند است) کسب نماید. به جای تکیه بر آمار صنعتی یا زمان در سرویس بودن، از قبیل MTBF برای تنظیم برنامه زمانی تعمیر، PDM روش مشاهده مستقیم شرایط مکانیکی هر ماشین ، راندمان سیستم و سایر نشان دهنده ها را برای تعیین واقعی MTBF مورد استفاده قرار می دهد. این داده ها تعیین کننده برنامه واقعی تعمیرات است.

PDM در حقیقت بالا بردن بهره وری و افزایش کیفیت محصول است. PDM مبتنی بر ثبت ارتعاشات یا آنالیز روغن روانکاری یا سایر تستهای غیر مخرب (Non destructive test) نیست. به عبارت بهتر فلسفه وجودی آن افزایش بهره وری است. یک برنامه جامع PM ترکیبی از ابزارهای مناسب (از قبیل ارتعاش سنجی، تستهای غیر مخرب و ...) را برای حصول به شرایط بهره برداری مناسب به کار می برد. این روش به مقدار قابل توجهی هزینه تعمیر و نگهداری را کاهش داده و همانطور که قبلاً نیز بیان شد افزایش بهره وری و کیفیت محصولات را نیز به همراه خواهد داشت.

یک PDM مناسب می تواند زمانهای پیش بینی نشده توقف سیستمهای مکانیکی و برقی را به حداقل برساند. این برنامه همچنین می تواند مسائلی را که ممکن است باعث بروز مشکلات جدی شوند، از قبل پیش بینی کند. بیشتر مسائل را می توان در صورت پیش بینی و تعمیر قبلی ، به حداقل رساند. اگر مشکل زودتر عنوان شود، تعمیرات اساسی در بسیاری موارد قابل پیشگیری است.

فصل سوم

مراحل پیاده سازی PM

۳-۱. پیاده سازی فعالیتهای PM

برای پیاده سازی فعالیتهای PM، به دلایل مختلف لازم است که این فعالیتهای استاندارد شوند.

- فعالیتهای PM در صورتیکه توسط افراد مختلف و روشهای سلیقه ای و متفاوت اعمال شوند، مثر ثمر نخواهد بود.
- آموزش و کسب تجربه در تکنیکها و تخصصهای PM وقت زیادی را می طلبد.
- فعالیتهای PM در مقایسه با فعالیتهای بخش تولید، عموماً از بازدهی کمتری برخوردار هستند، چرا که فعالیتهای PM تکراری نبوده و نیاز به زمان زیادی دارند. این فعالیتهای شدیداً به میزان مهارت نیروی انسانی دارد.

عملیات استاندارد سازی به مسائل فوق توجه نموده و لذا برای دستیابی به پایداری لازم، بدون نوسان و قابل فهم (که تجربه های گذشته را شامل میشود) از نیازهای غیر قابل انکار در یک سیستم PM می باشد. وجود این اطلاعات مدرن و اسناد مربوطه می تواند باعث شود که تعداد زیادی از کارکنان و حتی کارگران جدید الاستخدام بتوانند به راحتی از عهده انجام کارهای مربوطه برآیند. وجود چنین شرایط و ظرفیتی برای دخالت دادن تعداد بیشتر کارگران در امر PM، کلید رمز موفقیت و پیشرفت یک برنامه کارا در نگهداری و تعمیرات می باشد.

۳-۲. انواع استانداردها

بطور خلاصه این استانداردها عبارتند از :

۱. استانداردهای طراحی تجهیزات (به عبارت بهتر استانداردهای تجهیزات)
۲. استانداردهای کارایی تجهیزات و مشخصات فنی تجهیزات
۳. استانداردهای جنس مواد به کار رفته در تجهیزات
۴. استانداردهای بازرسی کیفیت جنس مواد به کار رفته در ساخت تجهیزات
۵. استانداردهای بهره برداری آزمایشی و تحویل گرفتن تجهیزات

۳-۳. استانداردهای PM

این استانداردها بیان کننده روشهای اندازه گیری میزان فرسایش تجهیزات ، پیگیری علت افزایش فرسایش و بازگرداندن تجهیزات به شرایط اولیه است. این استانداردها بطور خلاصه عبارتند از:

- استانداردهای بازرسی، که شامل بازرسی تجهیزات می شوند. بدین مفهوم که توسط آنها بتوان روشهای اندازه گیری و تعیین دامنه و میزان فرسایش را مشخص کرد.
- استانداردهای تعمیرات اساسی. در این استانداردها روشهای انجام سرویسهای فنی و خدمات ادواری را روی دستگاهها با استفاده از ابزار دستی نشان می دهد.
- استانداردهای تعمیر. این بخش شرایط و روشهای انجام عملیات تعمیراتی را مشخص می کند.
- استانداردهای روشهای PM ، این استانداردها برای عملیاتی که بطور مداوم تکرار می شوند، تهیه می گردند.

۳-۴. برنامه ریزی PM

این بخش به بحث پیرامون شاخصها و معیارهای یک سیستم نت برنامه ریزی شده ثمر بخش و کارا می پردازد فعالیتهای روزمره و فعالیتهای دوره ای نت باید به نحو صحیح و منطقی برنامه ریزی شوند. به عبارت بهتر، این گونه فعالیتهای و عملیات باید با توجه دقیق به شرایط و وضعیت دستگاهها و با در نظر گرفتن اولویتهای حال و آینده و منابع لازم و قابل دسترس ، به صورت قدم به قدم و سیستماتیک برنامه ریزی شوند، به نحوی که از وجود خدمات و منابع لازم برای ارائه خدمات ، اطمینان کامل حاصل شود. تدوین یک برنامه اقتصادی و اثر بخش در قسمت نگهداری و تعمیرات ، مستلزم همکاری و همفکری همگی بخشهای یک واحد صنعتی می باشد.

۳-۴-۱. برنامه های سالیانه

این برنامه ها باید قابلیت اطمینان دستگاهها و تجهیزات را در طول عمر پیش بینی شده برای هر تجهیز، از زمان نصب تا زمان بازنشستگی تضمین نمایند. تأمین این برنامه ها باید ضمن هماهنگی با سایر واحدهای مرتبط ، پیمانکاری دست دوم و تامین قطعات یدکی با دید و بینش اقتصادی انجام گیرد. به این دلیل لازم است که برنامه های بازرسی و نگهداری و تعمیرات با یک بینش و دیدگاه کلان مدت، تهیه و تدوین شوند.

برنامه های سالیانه نت برای حصول اطمینان از قابلیت تجهیزات در یک دوره کلان مدت طراحی و تدوین شوند. این برنامه ها نباید تنها یک دوره یک ساله را بپوشانند، بلکه باید برنامه های سرویس تجهیزات را برای دوره های دو تا سه ساله پوشش دهند.

برای تهیه برنامه های سالیانه نت باید :

- مشخص شود که چه کارهایی مورد نیاز است.
- کارهایی که باید انجام شوند، انتخاب شوند.

- به صورت تقریبی و آزمایشی فواصل زمانی بین اعمال عملیات نت تعیین شوند.
- برنامه زمان بندی کار تخمین زده شده و زمانهای لازم برای انجام امور تعمیرات و هزینه های مربوطه پیش بینی شوند.
- امور تدارکاتی و برنامه کارهای پیمانی بررسی شوند.

۳-۴-۲. برنامه های ماهیانه نت

- این برنامه ها متکی بر برنامه های سالیانه هستند و شامل فعالیتهای بهسازی و توسعه و معیارهای لازم برای جلوگیری از خرابیهای اضطراری می شوند. هدف از این برنامه ها تقسیم یکنواخت و صحیح کارهای لازم بین نیروی انسانی موجود و هدایت اصولی نیروی کار در جهت پیشرفت عملیات می باشد.
- برنامه های ماهیانه نت برنامه های عملی و اجرایی هستند که عملیات برنامه ریزی شده در برنامه سالیانه را به عمل در می آورند . مراحل اجرای این برنامه بطور مختصر عبارتند از :
- اولویت بندی کارها
 - تخمین نیروی انسانی و هزینه
 - تعدیل بارهای کاری و تدوین برنامه های زمان بندی

۳-۵. مدیریت پروژه

پروژه ها بطور عموم شامل عملیاتی نظیر تعمیرات اساسی دوره ای و تعمیرات اساسی پیشگیری ، به منظور حفظ کارایی مستمر تجهیزات یا ساخت تجهیزات و تاسیسات جدید، توسعه تجهیزات موجود، نوسازی، تعویض و جایگزینی و هستند. مدیریت پروژه به مفهوم اجرای این عملیات در چارچوب یک سیستم برنامه ریزی شده به صورت کارا و اقتصادی می باشد. در راستای موفقیت در مدیریت پروژه ها، لازم است بر چهار نکته کلیدی زیر تمرکز نمود.

- مشخص کردن مسائل
- بررسی و تایید جزئیات امور ستادی و تدارکاتی
- اجرای پروژه های اصلی و اساسی
- کنترل پیشرفت

فصل چهارم

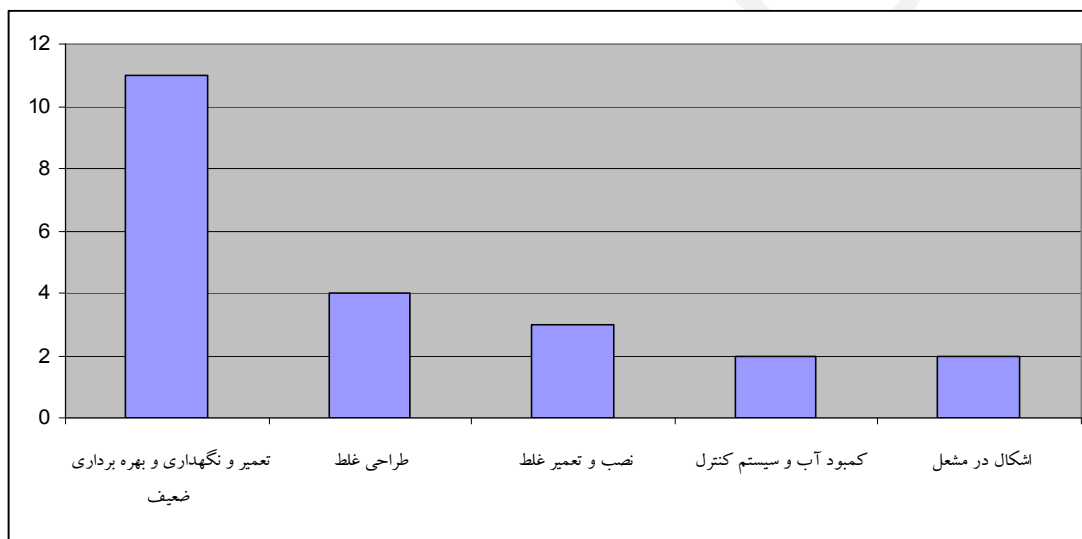
پیشنهاد یک برنامه PM و مطالعات موردی

۱-۴. بویلرها (دیگهای بخار)

بویلرها از لحاظ نحوه عملکرد شان تقسیم بندیهای بسیار متفاوت و متنوعی دارند. در این قسمت بیشتر جنبه های ایمنی و نکات تعمیر و نگهداری آنها مورد بحث قرار می گیرد.

۱-۱-۴. جنبه های ایمنی

جنبه های ایمنی بویلرها و مخازن تحت فشار بسیار حائز اهمیت است. در اتفاقات بوجود آمده برای یک بویلر خاص مورد توجه قرار گرفته است. نکته بسیار مهم در حوادث بوجود آمده شکل ۴-۱ آیتم شماره ۱ است که ۱۱ مورد اتفاق افتاده است.



شکل ۴-۱. حوادث بوجود آمده برای یک بویلر خاص

جلوگیری از بروز چنین حوادثی مستلزم آموزش صحیح پرسنل واحد تعمیرات و بهره برداری است. به عنوان مثال به نکته زیر توجه شود.

نکته : چنانچه ۱ لیتر آب در فشار اتمسفر تبدیل به بخار شود حجم آن ۱۶۰۰ لیتر خواهد شد. به عبارت بهتر اگر در یک مخزن سر بسته ۱۶۰۰ لیتر بخار تبدیل به آب شود، حجم آب ۱ لیتر خواهد شد و این پدیده باعث ایجاد خلا در آن طرف می شود. نیروی وارد به چنین ظرفی حدود ۹۰۰ تن می شود.

۲-۱-۴. نکات حائز اهمیت برای بهره برداری ایمن و متمر ثمر در یک بویلر

۱- فضای اطراف بویلر را تمیز و عاری از هر گونه موارد غیر ضروری نگهدارید. مشعلها به سیرکولاسیون مناسب

هوا نیاز دارند، تا از بروز احتراق ناقص جلوگیری بعمل آید. ثبت اطلاعات مربوط به بهره برداری و تعمیرات بویلر (Log sheets) امری ضروری است میزان CO₂ بوجود آمده بطور ادواری نیز باید ثبت شود.

۲- اطمینان حاصل شود که پرسنل تعمیرات و بهره برداری بویلر آموزش کافی دیده باشند و این آموزشها لازم است هراز چند گاهی به روز (up-to- date) شوند.

۳- قبل از راه اندازی اطمینان حاصل شود که فضای اطراف عاری از هر گونه مواد خطرناک و اشتعال زا باشد. مسیرهای ورودی ، خروجی و ونتها (vents) کاملاً باز باشند

۴- یک بررسی کامل از کلیه شرایط بویلر توسط پرسنل مجرب بعمل آید.

۵- پس از نصب یا تعمیر هر تجهیز مرتبط با بویلر ، لازم است توسط پرسنل مجرب بازرسی های اساسی از آن تجهیز بعمل آید.

۶- تمام تجهیزات باید از نزدیک مورد توجه و مشاهده قرار گیرند.

۷- برگه های ثبت اطلاعات بهره برداری و تعمیرات و همچنین کاتالوگهای کارخانجات سازنده تجهیزات، باید بدقت مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

۸- یک چک لیست کامل برای راه اندازی و توقف بویلر بر مبنای دستورالعملهای کارخانه سازنده، باید تهیه شود.

۹- قبل از اینکه بویلر به حالت اتوماتیک شیفت شود، لازم است عملکرد تجهیزات مربوطه کنترل شوند.

۱۰- یک برنامه PM مناسب برای بویلر (بر مبنای دستورالعملهای کارخانجات سازنده) باید فراهم شود.

۳-۱-۴. مطالعات موردی

یک بویلر که با قدرت ۳۰۰ اسب بخار و هزینه ۱۰۰.۰۰۰ دلار در یک دبستان نصب شده بود مورد توجه قرار گرفت. نشت بخار از یکی از والوهای بویلر تبدیل به قطرات آب شده و این قطرات آب روی قست دیگری از بویلر ریخته بود. پس از توقف کامل بویلر و بررسی های لازم، مشاهده شد که وجود این قطرات آب باعث بروز خوردگی شده و ضخامت لوله مربوطه به مقدار زیادی کاهش یافته است. جالب اینجاست که تعویض پکینگ مربوط به والو مذکور، هزینه ای کمتر از ۵ دلار دارد.

نتیجه : مشاهده دائمی وضعیت بویلر توسط پرسنل بهره بردار و تعمیرات می تواند، به راحتی از بروز چنین مشکلاتی جلوگیری نماید. ارائه گزارشات لازم از طرف بهره بردار و انجام چک لیستهای مربوطه در جلوگیری از بروز چنین خساراتی، بسیار مهم است.

مطالعه ای در مورد یک بویلر با قدرت ۳۰۰ اسب بخار و سوخت گاز طبیعی بعمل آمد. دمای گاز خروجی ۴۰۰ درجه فارنهایت و درصد اکسیژن آن ۶/۲ درصد بود . بر مبنای ۱۰ درصد هوای اضافی، علی القاعده اکسیژن موجود در محصولات احتراق باید ۲ درصد باشد. وجود ۶ درصد اکسیژن در محصولات احتراق بیان کننده این است

که هوای اضافی بیش از حد مورد نیاز بوده است. محاسبات نشان می دهد که این میزان هوای اضافی غیر ضروری، باعث افزایش هزینه به مقدار ۶۰ دلار در ماه است قیمت یک دستگاه آنالایزر دود معمولی حدود ۵۰۰ دلار برآورد می شود با خرید این دستگاه در طول مدت ۸ ماه می توان هزینه آن را برگرداند یعنی زمان بازگشت سرمایه برای صرفه جویی انرژی در چنین بویلری ۸ ماه بوده و از آن به بعد سوددهی خواهد داشت. (البته فقط برای همین یک مورد)

۴-۱-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری بویلر

فواصل زمانی بازرسی				شرح	عنوان												
روزانه	هفتگی	ماهانه	سالانه														
✓				بویلرهای غیر ضروری را خاموش کنید	ترتیب روشن بودن بویلرها												
✓				به منظور اطمینان از کار کردن تمام تجهیزات و سالم بودن سیستمهای ایمنی، بازدید کلی انجام دهید.	بازرسی چشمی عمومی												
✓				توصیه های سازنده را در مورد روغنکاری همه تجهیزات انجام دهید.	روغنکاری همه تجهیزات												
✓				آیا اختلاف فشار بخار تحت بارهای مختلف مطابق انتظار است؟ اگر فشار بخار به سرعت بیفتد ، بخار مرطوب تولید می شود.	چک کردن فشار بخار												
✓				سطوح متغیر آب می تواند نشانه ای از آلودگی در آب تغذیه ، بار بیش از حد بویلر یا عملکرد نامناسب تجهیزات باشد	چک کردن تغییرات سطح آب												
✓				کاربری صحیح و تمیز بودن مشعل را چک کنید	چک کردن مشعل												
✓				عملکرد مناسب موتور را چک کنید	چک کردن دمای شرایط کاری موتور												
✓				دما نباید از حدود تعیین شده تجاوز کند و یا بیفتد.	چک کردن دمای هوا در محفظه دیگ												
✓				سطح و ستون آب را بازبینی کنید زیرا بلودان در این محلها رخ می دهد	بلودان بویلر												
✓				صافی های سوخت را چک کنید، در صورت نیاز تمیز و یا تعویض نمایید.	چک کردن مجموعه صافی سوخت												
✓				گرمکن های سوخت را برای اطمینان از دمای مناسب سوخت قبل از احتراق، چک کنید.	بازرسی گرمکن های سوخت												
✓				مطمئن شوید که سیستم تصفیه آب به درستی کار می کند.	بررسی سیستم تصفیه آب بویلر												
✓				ترکیب و دمای گازهای دودکش را در وضعیت احتراق انتخاب شده اندازه بگیرید.	چک کردن دما و ترکیب گازهای دودکش												
				مقادیر CO_2 و O_2 توصیه شده :													
				<table><tr><td>$CO_2\%$</td><td>$O_2\%$</td><td>سوخت</td></tr><tr><td>۱۰</td><td>۱.۵</td><td>گاز طبیعی</td></tr><tr><td>۱۱.۵</td><td>۲.۰</td><td>No.2 fuel oil</td></tr><tr><td>۱۲.۵</td><td>۲.۵</td><td>No.6 fuel oil</td></tr></table>		$CO_2\%$	$O_2\%$	سوخت	۱۰	۱.۵	گاز طبیعی	۱۱.۵	۲.۰	No.2 fuel oil	۱۲.۵	۲.۵	No.6 fuel oil
				$CO_2\%$		$O_2\%$	سوخت										
				۱۰		۱.۵	گاز طبیعی										
۱۱.۵	۲.۰	No.2 fuel oil															
۱۲.۵	۲.۵	No.6 fuel oil															
درصد های فوق با توجه به نوع سوخت ممکن است تغییر کند.																	
				نشتی ها را چک کنید	چک کردن تمام شیرهای آزاد کننده فشار												

ادامه چک لیست تعمیر و نگهداری بویلر

فواصل زمانی بازرسی				شرح	عنوان
روزانه	هفتگی	ماهانه	سالانه		
	✓			پمپ آب تغذیه را خاموش کنید و به کنترل کننده اجازه دهید تا جریان سوخت به مشعل را متوقف کند. توجه داشته باشید که سطح آب از سطح توصیه شده پایین تر نیاید.	چک کردن کنترل کننده سطح آب
	✓			آب بندی دمپرها را چک کنید	چک کردن نشت هوا در بویلرها
	✓			پیلوت و مشعل را مطابق راهنمای سازنده تمیز کنید، ایجاد رسوب یا خوردگی در مشعل را چک کنید.	چک کردن پیلوت و مجموعه مشعل
	✓			جریان سوخت را متوقف سازید و وعیب شعله را مشاهده کنید. بویلر را روشن کنید و مشخصات شعله را مشاهده کنید.	چک کردن ویژگی های عملکردی بویلر
	✓			به دنبال نشتی ها، والوها و تله های بخار معیوب، لوله کشی پوسیده و وضعیت عایقکاری باشید.	بازرسی سیستم از نظر نشتی بخار یا آب
	✓			تنظیمات مناسب و محکم بودن اتصالات را چک کنید	بررسی همه اتصالات دمپرها ی هوای احتراق و والوهای سوخت
	✓			تخمین بزنید که آیا مقدار بلودان برای جلوگیری از تشکیل ذرات جامد مناسب است یا خیر؟	چک کردن شرایط آب و بلودان
	✓			دود را اندازه گیری کنید و با ترکیب دود اندازه گیری شده در ماه گذشته نسبت به کل مقدار سوخت مقایسه کنید	گاز دودکش
	✓			ورودی هوای احتراق به اتاقک بویلر را برای اطمینان از تمیزی ورودی ها و مناسب بودن آنها چک کنید	تامین هوای احتراق
	✓			فشارسنج، پمپها، فیلترها و خطوط انتقال را چک کنید. در صورت نیاز فیلترها را تمیز کنید	چک کردن سیستم سوخت رسانی
	✓			کشش تسمه ها و فشردگی پکینگ را چک کنید	چک کردن تسمه ها و پکینگ ها
	✓			نشت هوا را در دریچه های بازدید و چشمی مشعل ها چک کنید	چک کردن نشت هوا
	✓			سفت بودن مناسب تسمه ها و حداقل لغزش را چک کنید	چک کردن همه تسمه های دمنده ها
	✓			آب بندی محکم واشرها را چک کنید و اگر محکم نبود واشرها را عوض کنید	چک کردن همه واشرها
	✓			همه عایق ها و روکش های مربوط به نقاط داغ را چک کنید	چک کردن عایق بندی بویلرها
	✓			والوهای بخار را مطابق توصیه سازنده کالیبره کنید	والوهای کنترل بخار
	✓			عملکرد مناسب آن را چک کنید	چک کردن والو تنظیم یا کاهش فشار
	✓			کیفیت آب را برای بالانس شیمیایی مناسب چک کنید	انجام تست کیفیت آب
✓				توصیه های سازنده در مورد تمیز کردن و آماده سازی سطح مجاور محل عبور آب را دنبال کنید	تمیز کردن سطح مجاور محل عبور آب
✓				توصیه های سازنده در مورد تمیز کردن و آماده سازی محل های مذکور را دنبال کنید	تمیز کردن قسمتهایی از لوله ها که در معرض شعله قرار دارند
✓				مواد نسوز و فرآیند توصیه شده را دنبال کنید	بازرسی و تعمیر مواد نسوز در تماس با شعله
✓				شیر را باز کرده و قسمتهای فرسوده را تعمیر و یا تعویض کنید	شیر آزاد کننده فشار
✓				قسمتهای فرسوده پمپهای تغذیه آب را تمیز و تعمیر کنید. سیستم هواگیری را کنترل کنید	سیستم تغذیه آب
✓				قسمتهای فرسوده پمپهای سیستم سوخت رسانی، فیلترها، و پیلوت، پیشگرمکن های سوخت و تانک های ذخیره سوخت و ... را تعویض و تمیز کنید	سیستم سوخت رسانی
✓				همه ترمینالهای الکتریکی را تمیز کنید. کنترل کننده های الکتریکی را چک کنید و قسمتهای معیوب را تعویض کنید	سیستمهای الکتریکی
✓				عملکرد آنها را چک کنید و در صورت لزوم تعمیر کنید	والوهای هیدرولیک و پنوماتیک
✓				تنظیمات لازم برای رسیدن به ترکیبات بهینه گاز در دودکش را انجام دهید. ترکیبات سوخت و سیستم احتراق و دما را ثبت کنید	گازهای دودکش
✓				در صورت لزوم، برای تشخیص ضخامت دیواره لوله، تست جریان گردابه ای را انجام دهید.	تست جریان گردابه ای

۲-۴. پمپها

یکی از عمده ترین مصرف کننده های انرژی (عموماً الکتریکی) در صنعت پمپها هستند، چنانچه برنامه PM مناسبی برای آنها اجرا شود، هم در افزایش طول عمر آنها موثر بوده و هم در کاهش مصرف انرژی می تواند مثمر ثمر واقع شود.

۱-۲-۴. جنبه های ایمنی

بعضی نکات ایمنی مهم و مرتبط با پمپها عبارتند از

✓ لباس ایمنی

- استفاده از دستکش های عایق حرارتی برای جا زدن بیرینگهای گرم
 - استفاده از دستکش های مناسب جهت حمل قطعات با لبه های برنده
 - استفاده از عینک های ایمنی
 - استفاده از کفشهای ایمنی
 - دستورالعملهای بهره برداری
 - قراردادن حفاظ کوپلینگ (تحت هیچ شرایطی بدون حفاظ کوپلینگ، پمپها را استارت نکنند.
 - اتصالات لوله ها
- در این شرایط تحت هیچ شرایطی وزن لوله ها به پمپ نباید منتقل شوند. برای اتصال لوله ها به پمپ، سائز آنها و سائز فلانجها (Flanges) و ... باید مناسب اختیار شوند.

۲-۲-۴. نکات حائز اهمیت در بهره برداری

در حال بهره برداری از پمپها، دبی مورد نظر از حداقل دبی توصیه شده توسط سازنده نباید کمتر شود. شیر ورودی آنها مطلقاً نباید بسته شود. در حالی که سیستم تحت فشار است، شیرهای تخلیه و هواگیری نباید باز شوند.

۳-۲-۴. مطالعات موردی

در یک ایستگاه پمپاژ فاضلاب دو پمپ نصب بودند و یکی از آنها در مدار بود. با توجه به اینکه از همان ابتدا طرح مناسبی انتخاب نشده بود، اصلاحاتی در این ایستگاه پمپاژ به عمل آمد. بدین صورت که یک پمپ کوچکتر با قدرت $\frac{1}{4}$ پمپهای اصلی نصب شد، که دائم در سرویس بود و از پمپهای اصلی در مواقعی که نیاز به دبی خیلی بیشتری بود استفاده شد. کل هزینه پرداختی برای نوسازی ایستگاه پمپاژ ۱۱۰۰۰ دلار شد.

از طرف دیگر صرفه جویی هایی که در انرژی مصرفی بعمل آمد و همچنین کاهش هزینه تعمیر و نگهداری پمپهای اصلی، بالغ بر ۵۸۰۰ دلار شد.

از مقایسه ارقام فوق می توان گفت که زمان بازگشت سرمایه حدود ۲ سال بوده و پس از آن سوددهی خواهد داشت.

۴-۲-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری پمپها

فواصل زمانی بازرسی				شرح	عنوان
روزانه	هفتگی	ماهانه	سالانه		
✓				پمپهای غیر ضروری را خاموش کنید	ترتیب روشن بودن پمپها
✓				به منظور اطمینان از کار کردن تمام تجهیزات و سالم بودن سیستمهای ایمنی، بازدید کلی انجام دهید	بازدید کلی
	✓			روغنکاری تمام یاتاقانها و بلبرینگها را کنترل کنید و آن را با دستورالعمل کارخانه سازنده تطبیق دهید.	بازدید سیستم روغنکاری
	✓			پکینگها را از لحاظ سالم بودن کنترل کرده و امکان تعویض آن را با آب بند مکانیکی بررسی کنید.	بازدید سیستم آب بندی محور (پکینگ)
	✓			هم محوری موتور و پمپ را به منظور اطمینان از انتقال گشتاور لازم، کنترل کنید	بازدید هم محور بودن موتور و پمپ
	✓			کنترل تمام پیچهای مربوط به مونتاژ موتور و پمپ	بازدید مونتاژ
✓				یاتاقانها و بلبرینگها و همچنین تسمه ها را از لحاظ سایش بررسی کنید، در صورت نیاز تنظیم، تعمیر یا تعویض نمایید.	بازدید یاتاقانها
✓				شرایط عملکرد موتور را از لحاظ درجه حرارت و ارتعاشات بررسی کرده و از کار طولانی مدت آن اطمینان حاصل کنید	بازدید شرایط موتور

۴-۳. کمپرسورها

کمپرسورها پس از پمپها بزرگترین مصرف کننده انرژی (عموماً الکتریکی) در صنایع هستند. متناسب با کاربرد آنها و گاز مورد استفاده، تقسیم بندی های مختلفی برای آنها ارائه شده است.

۴-۳-۱. جنبه های ایمنی

تمام قسمتها و اجزاء یک سیستم کمپرسور هوا با ید توسط افراد مجرب و آموزش دیده بازدید و کنترل شود. اپراتورها باید از کلیه مراحل زیر اطلاع کافی داشته باشند:

- مخازن ذخیره هوا، تحت هیچ شرایطی فشار این مخازن از حداقل آنها نباید بیشتر شود مگر در موارد تست تست چنین مخازنی ، حتماً به صورت هیدرو استاتیک باید باشد.

هر مخزن حداقل باید با یک فشار سنج و یک سیفتی والو (مورد تایید ASME) تجهیز شود

همچنین یک شیر اطمینان دیگر برای اطمینان بیشتر، لازم است نصب شود .

- خطوط توزیع هوا

- جنس لوله ها و اتصالات باید دارای کیفیت مناسب باشند.
- شلنگها و محل اتصال آنها از بابت نشت هوا باید کنترل شوند.

- به منظور بررسی عیوب، لوله ها هراز چند گاهی باید بازرسی شوند.
- حداکثر فشار قابل تحمل لوله ها باید (با برگه های نصب شده روی آنها) معین شود.
- تجهیزات تنظیم فشار
 - شیرها، دستگاههای اندازه گیر و سایر تجهیزات تنظیم فشار باید به طور مناسبی روی کمپرسور نصب شوند
 - فشار عملکرد سیفتی والوها باید 15 PSI یا ۱۰٪ بیشتر (هر کدام که بزرگتر بود) از فشار نامی کمپرسور باشد. در هر صورت تحت هیچ شرایطی از حداکثر فشار قابل تحمل مخزن نباید بیشتر باشد.
- بهره برداری کمپرسور هوا
 - بهره برداری فقط توسط پرسنل مجرب و آموزش دیده انجام شود.
 - فیلترهای هوای ورودی و تمیز بودن آنها باید مورد توجه قرار گیرد.
 - سرعت محور کمپرسورها از سرعت تعیین شده توسط سازنده نباید بیشتر شود .
 - قطعات متحرکت کمپرسورها از قبیل کوپینگها، فلاویلها و ... باید مجهز به حفاظ مناسب شوند.

۲-۳-۴. نکات حائز اهمیت در بهره برداری

قبل از تعمیر، همیشه از قطعی برق، مطمئن شوید.

روغن و تمیز بودن روغن

- تعویض روغن طبق دستورالعمل سازنده باید انجام شود.
- از روغن با کیفیت مناسب استفاده کرده و سطح روغن را همیشه کنترل کنید.
- هر ماه یک بار از روغن نمونه برداری کنید .

کنترل کندانسه

- آبهای کندانسه را به طور منظم و اتوماتیک تخلیه کنید.
- تانکهای ذخیره را به طور منظم و اتوماتیک تخلیه کنید.
- سیستمهای خشک کن را طبق دستورالعمل سازنده سرویس نمایید.

فیلترهای هوای ورودی را تمیز نگه دارید.

تسمه های موتور را از لحاظ کشش کنترل کنید.

نشت های سیستم را به حداقل برسانید .

۳-۳-۴. مطالعات موردی

نشت هوا در یک سیستم هوای فشرده تلفات انرژی است. میزان این نشت به فشار و درجه حرارت خط ، نقطه

نشت، درجه حرارت هوای محیط در ورود به کمپرسور و مساحت منطقه نشتی ، دارد.
یک کمپرسور با قدرت ۷۵ است بخار که ۸۵۲۰ ساعت در سال کار می کند، ۲۴ درصد نشت هوا دارد. این کمپرسور یک طبقه از نوع پیچی بوده و فشار هوای خروجی 115 psi است راندمان کمپرسور ۹۱/۵ درصد و هزینه برق مصرفی ۱۴ دلار بر یک میلیون BTU است اندازه لوله های به کار رفته $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ بوده و هزینه هوای نشتی ۵۷۳۰ دلار بر آورد شده است.

برای جلوگیری از بروز نشت در چنین سیستمی اصلاحات زیر باید صورت گیرد.

- تعویض کوپلینگها و شلنگها
 - تعویض واشرهای آب بندی اطراف فیلتر
 - تعمیر شکستگی های خطوط انتقال
- کل هزینه تغییرات مذکور بالغ بر ۴۶۰ دلار است. از مقایسه ارقام فوق زمان بازگشت سرمایه ۱ ماه برآورد می شود .

۴-۳-۴. چک لیست تعمیر و نگهداری کمپرسورها

فواصل زمانی بازرسی				شرح	عنوان
روزانه	هفتگی	ماهانه	سالانه		
✓				کمپرسورهای غیر ضروری را خاموش کنید	ترتیب روشن بودن کمپرسورها
✓				به منظور اطمینان از کار کردن تمام تجهیزات و سالم بودن سیستمهای ایمنی، بازدید کلی انجام دهید.	بازدید کلی
✓				موضوع نشت را به دقت بررسی کرده و در صورت وجود نشت، گزارش نمایید.	بازدید نشت
✓				عملکرد کمپرسور را در حال روشن بودن بررسی کرده و تغییرات درجه حرارت را کنترل کنید	بررسی عملکرد کمپرسور در حال روشن بودن
✓				عملکرد صحیح خشک کن ها باید مورد بررسی و کنترل قرار گیرد	خشک کنهای هوا
✓				از عبور جریان هوا به اندازه کافی به منظور خنک کردن کمپرسور مطمئن شوید.	خنک بودن کمپرسور
✓				سطح روغن، رنگ و فشار آن بررسی شده و با مقادیر مجاز مقایسه شود.	روغنکاری کمپرسور
✓				تخلیه آبهای تقطیر شده از تانک و مسیرهای مربوطه و عملکرد صحیح تله ها بررسی شود.	تخلیه آب های تقطیر شده
✓				میزان درجه حرارت در حال کار کمپرسور را با مقادیر مطرح شده از طرف سازنده مقایسه نمایید.	درجه حرارت در حال کار
	✓			از عملکرد صحیح شیرهای فشار شکن اطمینان حاصل نمایید.	شیرهای فشار شکن
	✓			کشش تسه ها و تراز بودن آنها را کنترل نمایید.	کنترل کشش تسه ها
	✓			فیلترهای هوای ورودی را در صورت کثیف بودن، تمیز یا تعویض نمایید.	فیلترهای هوای ورودی
	✓			تمام دستگاههایی که مصرف هوا دارند باید از لحاظ نشتی طبق یک برنامه منظم، بازرسی شده و رفع عیب شوند نشت هوا در این دستگاه ها عموماً به دلیل سائیدگی قطعات، سائیدگی والوها یا آب بندی نبودن پکینگهاست.	کنترل مصرف کننده های هوا
	✓			کار تله ها را کنترل کرده و در صورت نیاز آنها را تمیز کنید .	تخلیه تله ها

	√			روغنکاری یاتاقانها، بلبرینگها را طبق دستورالعمل کارخانه سازنده انجام دهید.	یاتاقانهای موتور
	√			بستگی به نحوه استفاده از کمپرسور و اندازه آن بطور متناوب از روغن نمونه برداری کرده و آن را از لحاظ رطوبت ، ذرات معلق و ناخالصی ها و سایر آلودگی ها کنترل کرده و در صورت لزوم روغن را تعویض نمایید.	روغن سیستم
√				عملکرد صحیح کویلینگها و هم محور بودن آنها را بازرسی کنید.	کویلینگها
√				تمام محورها را از لحاظ نشتنی و سایش، کنترل کنید.	آب بندی محور
√				در صورت افزایش افت فشار فیلتر بیش از ۳ psi آن را تعویض کنید	فیلترهای مسیر

فصل سوم

بحث و نتیجه گیری

همانگونه که در ابتدای گزارش نیز آمده، روشهای تعمیر و نگهداری به طور کلی به سه دسته تقسیم بندی شدند در این فصل مزایا و معایب هر کدام به طور خلاصه در جدول ۵-۱ آمده است.

جدول ۵-۱. معایب و مزایای روشهای تعمیر و نگهداری

۱-تعمیر و نگهداری پس از بروز عیب	
مزایا	۱-پایین بودن هزینه ۲-پایین بودن نیروی انسانی
معایب	۱-افزایش هزینه ناشی از عدم برنامه ریزی زمان توقف تجهیزات ۲-افزایش هزینه اجرای تعمیرات خصوصاً اگر نیاز به زمان بیشتری باشد. ۳-هزینه های ناشی از تعمیر یا تعویض تجهیزات ۴-امکان خرابی تجهیزات دیگری که به تجهیزات معیوب وابسته هستند.

۲-تعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM	
مزایا	۱-موثر بودن هزینه در فرآیندهای متمرکز ۲-انعطاف پذیری مناسب جهت تنظیم برنامه های ادواری ۳-افزایش طول عمر قطعات ۴-کاهش مصرف انرژی ۵-کاهش عیوب تجهیزات و فرآیند ۶-کاهش چشمگیر هزینه ها در مقایسه با تعمیر و پس از بروز عیب
معایب	۱-احتمال بروز عیوب سنگین ۲-نیروی انسانی زیاد ۳-اجرای غیر ضروری بعضی تعمیرات ۴-احتمال بروز عیوب اتفاقی ناشی از تعمیرات غیر ضروری

۳-تعمیر و نگهداری پیشگویانه PM	
مزایا	۱-افزایش عمر کارایی تجهیزات ۲-مجاز بودن اصلاحات انحصاری ۳-کاهش زمان توقف تجهیزات و فرآیند ۴-کاهش هزینه های قطعات و نیروی انسانی ۵-افزایش کیفیت محصول (تولید) ۶-افزایش ایمنی نیروی انسانی و حفظ محیط زیست ۷-بهبود روحیه نیروی انسانی ۸-کاهش مصرف انرژی ۹-کاهش هزینه بین ۸ تا ۱۲ درصد در مقایسه با روش PM
معایب	۱-افزایش سرمایه گذاری در تجهیزات قسمت تعمیرات ۲-افزایش سرمایه گذاری در آموزش نیروی انسانی

استقرار کامل یک سیستم پیشگیرانه و یا پیشگویانه نیاز به یک عزم راسخ مدیریتی دارد.

تیم های کاری معمولاً به لحاظ روانی با اجرای یک سیستم جدید راحت نخواهند بود ولی پس از استقرار یک سیستم PM، تأثیر آن در راحتی گردش کارهای تعمیراتی به نحوی خواهد بود که پرسنل به راحتی آن را خواهند پذیرفت.

پس از اجرای چنین تعمیراتی کاهش توقفات تولید و نیز کاهش مصارف انرژی به نحوی قابل توجه خود را نشان می دهد.

متأسفانه پالایشگاه های کشور برنامه تعمیرات پیشگیرانه نداشته و صرفاً به اورهالهای منظم می پردازد که طی آن نیز در صورتی که بخش هایی از اهمیت تولید برخوردار نباشند مورد توجه قرار نمی گیرند (همانند بسیاری از اندازه گیریهای خطوط انرژی و یا تله های بخار). لذا پیشنهاد می گردد پالایشگاه ها، استقرار یک سیستم PM را در برنامه خود قرار دهد.

منابع و مأخذ

۱- نگهداری و تعمیرات (نت) بهره ور فراگیر *TPM*. انتشارات سازمان مدیریت صنعتی ترجمع علی حاج شیر محمدی .

۲- نگهداری و بهره ور جامع، تالیف گروه مهندسی صنایع دانشگاه میشیگان، ترجمه سید حسن افتخاریان.

3-Piotrowski, April 2, 2002, *Pro-Active Maintenance for Pumps*, Archives, February 2001

4-Avallone, EA and T Baumeister, editors. 1986. *Marks Standard Handbook for Mechanical Eechanical Engineers*. 9th ed. McGraw Hill, New York

5- Climate Technology Initiative. April 7, 2001. *Steam Systems*. CTI Energy Efficiency Workshop, September 19-26, 1999, Yakkaichi, Japan [Online report]. Available URL: <http://www.climatetech. Net/ conferences /japan/pdf/chapt 10 .pdf>. Rrprinted with permission of the Climate Technology Initiative.

6- Gorelik, B. and A. Bandes. August 15, 2001. *Inspect Steam Traps for Efficient System*. [On line report]. Available URL: <http://www.maintenanceresources .com /ReferenceLibrary/ Steam Traps / Inspect.htm>. Reprinted with permission of Mr. Bruce Gorelik.

7-U.S. Department of Energy (DOE). March 30,2001a. *Steam Trap Performance Assessment*. Federal Technology Alerts, Pacific Northwest National Laboratory, July 1999 [Online report]. Available URL: <http://www.pnl.gov/fta/15-steamtrap/15-steamtrap.htm>.