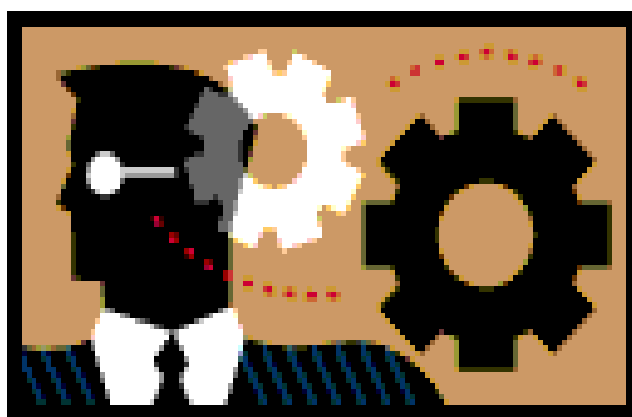


سیر تحولات نگهداری و تعمیرات (نت)



گردآوری و تدوین : سید علی طالب رکنی

رئیس گروه آمار و برنامه ریزی تعمیرات

سایت تخصصی ترانسفورماتور و برق

www.irantransformer.com

فهرست مطالب :

- مقدمه
- تقسیم بندی و ادوار شکل گیری.....1
- استراتژیهای اجرای نگهداری و تعمیرات6
- مراحل اجرایی واحد " نت " در یک سازمان.....16
- سیزده گام تا نت در کلاس جهانی19
- منابع30

جمله زیبایی در انگلیسی ضرورت **برنامه ریزی** در فعالیت ها را به خوبی منعکس می کند که به **قانون طلایی P6** معروف است :

" Poor Performance Proper Prior Planning Prevents " .

" برنامه ریزی قبلی مناسب ، مانع عملکرد ضعیف می شود " .

در واقع می توان گفت : **" برنامه ریزی مسیر رسیدن به هدف را میسر می سازد "** .

مفهوم MAINTENANCE (نگهداری / تعمیرات) در صنایع ، عملیاتی است که برای سالم و مرتب نگاه داشتن وسایل کار، چه ماشین و چه غیر ماشین انجام می گردد. در صنعت ، عملیاتی از قبیل بازدید مرتب وسایل و روغنکاری آنها، رفع عیوب و نواقص کوچک حین کار بطور مداوم و قبل از پیدایش توقفهای بزرگ ، تعمیر و لکه گیری ساختمان ، تجدید رنگ در فواصل معین و کلیه اموری که باعث برقرار داشتن وضع صحیح کار می شود ، بنام MAINTENANCE مرسوم گردیده است.

در صنعت برق ، با قبول وانجام روشهای MAINTENANCE می توان وضعی بوجود آورد که اولاً تجهیزات و دستگاهها بدون توقف و مستمر کار نموده و ثانیاً استهلاک در پائین ترین حد خود باقی بماند و علاوه بر تمام اینها هزینه تعمیر به حداقل ممکن برسد.

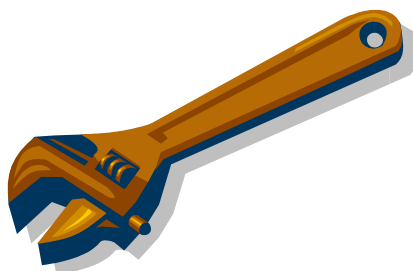
موقعیت و پیشرفت هر دستگاه و تشکیلاتی بویژه شرکت های برق منطقه ای مستلزم داشتن سیستمهای موثر برنامه ریزی ، کنترل و اجرای دقیق و منظم برنامه های نگهداری و تعمیرات در کلیه مراحل می باشد .

تقسیم بندی و ادوار شکل گیری :

دانش نگهداری و تعمیرات (نت) در طول دوران شکل گیری خود دستخوش تحولات گوناگونی بوده است . در اینجا به بررسی این روند دگرگونیها خواهیم پرداخت و بر این اساس سیر تاریخی تحولات حوزه نت را به سه دوره اساسی تقسیم می نماییم :

4 دوره نخست و BM : (Breakdown Maintenance)

سیر تحولات در دوره نخست تحقیقات نشان می دهد که گامهای اولیه در پیاده سازی نت در سالهای قبل از جنگ جهانی دوم رخ داده است . در آن ایام صنایع به شکل امروزی مکانیزه نبوده و لذا خرابیها و توقف ناگهانی ماشین آلات مشکلی جدی را برای دست اندرکاران امر تولید ایجاد نمی نمود ؛ به بیان دیگر ، جلوگیری از بروز عیب در ذهن اکثر مدیران و مهندسين مفهوم نداشته و یا حداقل ضرورتی از این نظر احساس نمی گردید . علاوه بر این اکثر ماشین آلات و تجهیزات تولیدی از طرح نسبتا ساده ای برخوردار بوده و این ویژگی ، کار با آنها را ساده و تعمیرشان را آسان می نمود . نتیجه آنکه در آن زمان نیازی به استفاده از نت سیستماتیک احساس نمی گردیده و اکثر شرکتها و واحدهای تولیدی و صنعتی تنها در زمانی که دستگاه و یا تجهیزات از کار می افتادند ، بازمینی و یا تعمیر آنها را آغاز می نمودند ؛ در واقع سیستم نگهداری و تعمیرات به هنگام از کارافتادگی (Breakdown Maintenance) معمول بود .



2 دوره دوم و TPM : (Total Productive Maintenance)

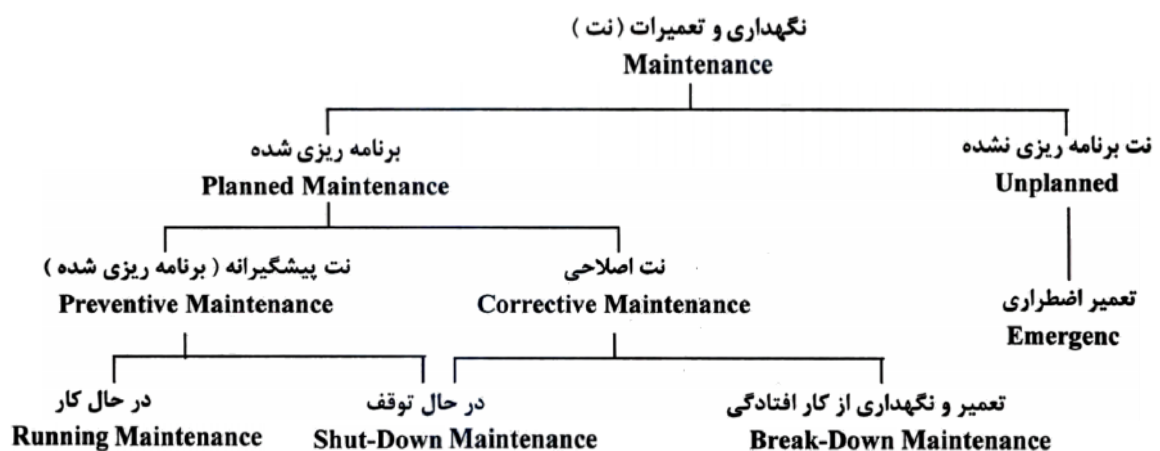
همه چیز در خلال جنگ جهانی دوم به صورتی انفجارآمیز دستخوش تحول گردید . فشارهای ناشی از زمان جنگ ، تقاضا برای انواع محصولات را افزایش داده و این در حالی بود که نیروی انسانی صنایع بشدت کاهش یافته بود ؛ این عامل سبب گردید تا مکانیزاسیون افزایش پیدا نماید . می توان دهه 1950 میلادی را دهه رونق طراحی و ساخت ماشین آلات مکانیزه نامید و این ایام ، سرآغاز وابستگی صنایع به تجهیزات مکانیزه و اتوماسیون بوده است .

با افزایش روزافزون اتوماسیون مساله شکست و از کارافتادگی ماشین آلات نیز از اهمیت بیشتری برخوردار می گشت ؛ پس از گذشت چندی روند افزایش خرابیها به گونه ای گردید که کمیت و کیفیت تولیدات را تحت الشعاع خود قرار داده و اسباب نارضایتی صاحبان صنایع را فراهم نمود . ادامه این روند ناخوشایند ، مدیران و کارشناسان را به فکر چاره و راه حلی مناسب برای جلوگیری از روند رو به رشد عیوب نمود .

در این رهگذر سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance) بعنوان چاره درد و راه حلی مناسب در کشور امریکا پیشنهاد گردید و به اجرا درآمد . نیاز صنایع بر تولید محصولات با کیفیت بالا و قیمت مناسب جهت افزایش توانایی رقابت در بازار موجب گردید که استفاده از سیستم PM رونق یافته و در این راستا اجرای تعمیرات و تعویضهای پیشگیرانه دوره ای بعنوان موثرترین راه حل جهت کاهش خرابیها مورد استفاده قرار گیرد .



قدیمی ترین تقسیم بندی امور نگهداری و تعمیر بر اساس BS (مربوط به دهه 1950)



در طول دهه 1950 نت پیشگیرانه به تدریج تکامل یافته تا پاسخگوی نیازهای جدید صنعت باشد . در این راستا **سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور (Productive Maintenance)** در دهه 1954 به صنایع آمریکا معرفی گردید . در این سیستم ضمن تاکید بر روی اصلاح خرابیهای اتفاقی و از کار افتادن غیرمنتظره تجهیزات با بهره‌گیری مناسب از علوم آمار و احتمالات و پژوهش عملیاتی ، شبیه‌سازی ، اقتصاد مهندسی ، تئوری صف و نگرشهای تحلیلی ، تکنیکها و مدل‌هایی برای حالات مختلف انواع دستگاهها و تجهیزات ابداع شد که متخصصین این رشته می‌توانستند کلیه فعالیتها و عملیات نگهداری و تعمیرات را به نظم درآورده و خرابیها را پیش‌بینی نمایند تا جهت نگهداری و تعمیر آنها برنامه‌ریزی انجام پذیرد .

دهه 1960 را می‌توان دهه گسترش استفاده از نت بهره‌ور در صنایع نامید . معرفی نت بی‌نیاز از تعمیر ، مهندسی قابلیت اطمینان و مهندسی قابلیت تعمیر (1962) از نتایج تحقیقات انجام شده در این دهه بوده که در تکامل سیستم نت بهره‌ور بسیار موثر بوده است .

معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (**Total Productive Maintenance**) در دهه 1970 از سوی صنایع ژاپنی را می‌توان بعنوان آخرین دستاورد در دوره دوم تحولات نگهداری و تعمیرات نامید . سیستم **TPM** در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه آمریکایی است که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است ؛ ابتکار محوری و حساس در اصول TPM این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خودشان می‌پردازند . در نت بهره‌ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیتهای صنعتی و تجاری به صورت اعجاب‌انگیزی بهبود یافته و سبب ایجاد یک محیط کاری با بهره‌وری بالا ، شادی‌آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند ، می‌گردد .



3 دوره سوم و RCM : (Reliability Centered Maintenance)

میزان افزایش سرمایه گذاری بر روی ماشین آلات صنعتی و اتوماسیون از یکسو و افزایش ارزش مالی و اقتصادی آنها از سوی دیگر منجر به آن شد که مدیران و صاحبان صنایع به فکر راهکارهایی منطقی بیفتند که قادر به بیشینه سازی طول عمر مفید تجهیزات تولیدی و طولانی کردن چرخه عمر اقتصادی آنها باشد. افزایش میزان اثربخشی ماشین آلات، بهبود کیفیت محصولات در کنار کاهش هزینه های نت و عدم خسارت به محیط زیست از جمله مواردی بود که باعث ایجاد تحولی جدید در زمینه نگهداری و تعمیرات گردید.

دست آوردهای جدید نت در این دوره عبارتند از :

3 4 معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بر پایه شرایط کارکرد ماشین آلات و ترویج استفاده از روشهای CM همچون آنالیز لرزش، حرارت سنجی و ...

(Reliability Centered Maintenance)

3 2 معرفی و بکارگیری انواع روشهای تجزیه و تحلیل خرابیهای ماشین آلات.

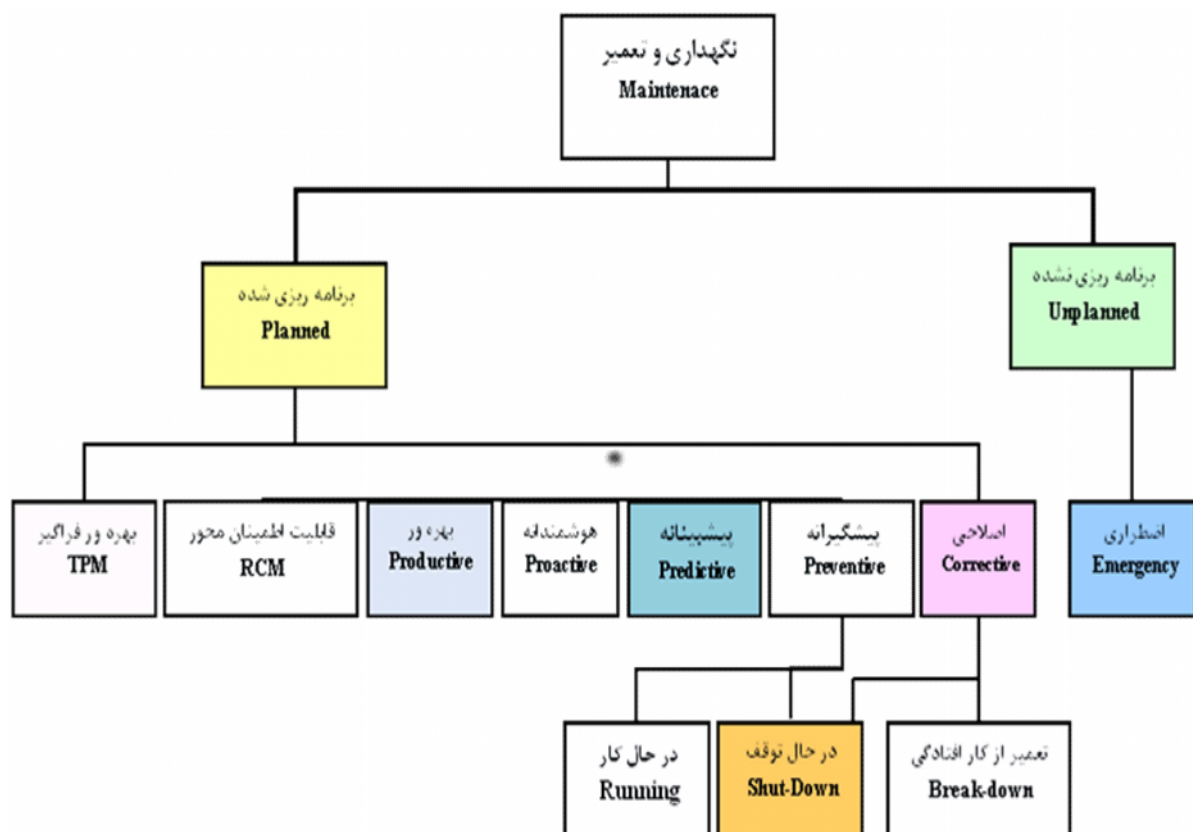
3 3 طراحی تجهیزات با تاکید بیشتر بر قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر.

3 4 تحول اساسی در تفکر سازمانی به سمت مشارکت و گروههای کاری .

3 5 معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر .

3 6 معرفی روش نت مبتنی بر قابلیت اطمینان به عنوان روشی جامع جهت تصمیم گیری در استفاده صحیح از انواع سیستم های نگهداری و تعمیرات موجود ؛

RCM فرایندی است که اولاً معین می کند چه کاری می بایست برای تداوم عمر هر گونه سرمایه فیزیکی انجام شود و دوم آنکه انتظارتی را که کاربران از تجهیزات دارند ، عملی می نماید .



استراتژیهای اجرای نگهداری و تعمیرات

نگاهی به وضعیت حاکم در سازمانها بیانگر تمایل سیر حرکت آنها به سوی وضعیت مطلوبتر است. از سویی این حرکت زمانی برای سازمان سودمند خواهد بود که متولیان آن بتوانند از ابتدا نقطه هدف را شناسایی و چرایی حرکت به سوی آن را توصیف کنند. تنها در پرتو چنین اندیشه ای معنا و مفهوم انتخاب پدیدار میشود. با توجه به اهمیت این موضوع ابتدا باید با نگاهی ریزبینانه به چگونگی انتخاب استراتژیهای نگهداری و تعمیرات در سازمان بنگریم تا بتوانیم در فاز حرکت به سوی بهبود، انتخاب خود را با پشتوانه ای قویتر به مرحله اجرا درآوریم.

استراتژیهای نگهداری و تعمیرات را می توان مجموعه ای از فرایندها شامل شناسایی، جستجو و اجرای بسیاری از فعالیتهای تعمیراتی، تعویض یا بازرسی و تصمیم گیری دانست.

اهداف سیستمهای نگهداری و تعمیرات (نت) در سازمانها عبارتند از:

* بالا بردن عمر مفید ماشین آلات، تجهیزات، تأسیسات و ساختمانها (داراییهای فیزیکی)

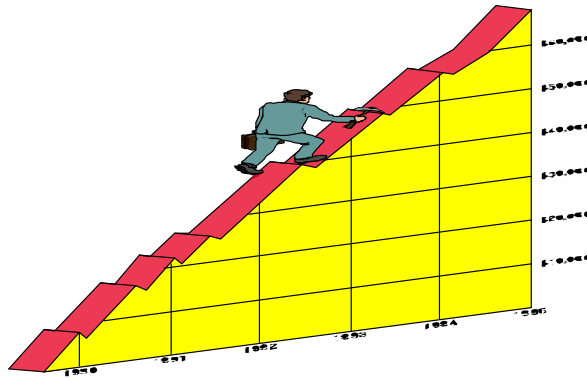
** اطمینان از حصول اقتصادی ترین شرایط بهره برداری از داراییهای فیزیکی

*** اطمینان از آماده بودن کلیه تجهیزات اضطراری نظیر سیستمهای آتش نشانی، برق

اضطراری و ...

**** فراهم آوردن شرایطی که ایمنی کلیه کارکنان را ضمن استفاده و بهره برداری از

تجهیزات تأمین کند



استراتژی نگهداری و تعمیرات واکنشی (Reactive Maintenance) :

Emergency Maintenance/ Breakdown Maintenance/ Reactive Maintenance

این استراتژی می گوید :

(Fix it **after** it Breaks)

در این روش **بعد از وقوع خرابی** نسبت به تعمیر ماشین و بازگشت وضعیت به حالت اولیه اقدام می گردد .

در استاندارد TPM از این روش با عنوان (**Breakdown Maintenance**) یاد شده و در ایران نیز عنوان (**Emergency Maintenance**) برای این روش مورد استفاده قرار می گیرد .

این سیستم در سالهای آغازین تکامل نت (دهه 1950) مورد استفاده قرار می گرفته و بدین سبب با ساختار امروزین ماشین آلات و تجهیزات همخوانی چندانی نداشته و معایب زیر را با خود به همراه دارد :

- 1 کاهش ایمنی کار با ماشین آلات .
- 2 عدم برنامه ریزی دقیق تولید به علت بروز مشکلات کمی و کیفی .
- 3 نیاز به گروه تعمیراتی قوی و آماده به کار .

4 افزایش زمان تعمیرات بعلت مشاهده خرابیهای فرعی .

5 نیاز به ذخیره و انبار کردن وسیع قطعات .



استراتژی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance):

Preventive Maintenance/interval-based maintenance/corrective maintenance

این استراتژی که تکامل یافته استراتژی اول در دهه 1950 می باشد، می گوید:

(Fix it **before** it breaks)

Prevention is better than cure

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه عبارتست از یک روش سیستماتیک برنامه ریزی و زمان بندی شده جهت انجام کارهای نگهداری مورد نیاز بر طبق برنامه تنظیمی با هدف جلوگیری از فرسایش غیرعادی اجزا ماشین و کاهش توقفات اضطراری ماشین آلات .
نت پیشگیرانه بر اساس تناوب اجرای فعالیتهای برنامه ریزی و اجرا گردیده و به همین دلیل عبارت **Time Based Maintenance** نیز به این دسته از فعالیتهای اطلاق میگردد .
فعالتهای نت پیشگیرانه عبارتند از :

4 جلوگیری از فرسایش غیرعادی اجزاء ماشین : نظافت ، آچارکشی و روانسازی
(روغنکاری و گریسکاری)

2 کاهش توقفات اضطراری : تعمیر و تعویض‌های دوره‌ای مطابق با برنامه زمانی از پیش تعیین شده .



استراتژی نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (Predictive Maintenance) :

(PDM) Predictive Maintenance/ Condition -Based Maintenance (CBM)

این استراتژی می‌گوید:

If It Is **Not Broke** , **Don't** Fix It

Maintain based upon **known condition**

نت پیشگویانه به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می‌گردد که جهت تعیین شرایط فنی کارکرد اجزاء ماشین (اندازه‌گیری میزان فرسایش اجزاء) در حین بهره‌برداری انجام گردیده و بر اساس نتایج حاصله از آن ، زمان و نوع فعالیت نت مورد نیاز تعیین می‌گردد .
نت پیشگویانه بر اساس شرایط کارکرد اجزاء ماشین برنامه‌ریزی و اجرا گردیده و به همین دلیل عبارت

Condition Based Maintenance/Condition Monitoring

نیز به این دسته از فعالیتهای اطلاق می‌گردد .

CM روشی است مبتنی بر :

1 – دریافت نشانه ها از ماشین Data Collection

2 – مقایسه آن با استانداردها Analysis

3 – تشخیص خرابی Fault Detection

4 – تمرکز فعالیتها بر رفع خرابی و کنترل نهایی Rectification & Verification

یا بعبارتی می توان گفت فعالیتهای نت پیشگویانه (PdM) عبارتند از :

1 **بازرسی فنی توسط حواس انسانی** : انجام بازرسی فنی توسط پرسنل ماهر نت با استفاده از حواس انسانی (همچون بازرسی سر و صدای غیرعادی یا گرم شدن بیش از حد اجزاء)

2 **اندازه گیری فرسایش با استفاده از ابزار توسط انسان** : بازرسی فنی اجزاء ماشین و اندازه گیری فرسایش با استفاده از ابزارهایی همچون ارتعاش سنج ، حرارت سنج ، آنالایزر روغن . در این روش بازرس PM در فواصل زمانی مشخص و در حین کارکرد ماشین با استفاده از ابزار نسبت به اندازه گیری میزان فرسایش اجزاء اقدام و نتایج به دست آمده را با محدوده کارکرد مجاز اجزاء مقایسه می نماید . تصمیم جهت ادامه کار ماشین و یا توقف آن جهت انجام فعالیتهای نت بر اساس نتایج حاصله از این تحلیل خواهد بود . در این روش هیچ فعالیت اضافی نت انجام نمی گیرد و بر همین اساس عبارت **نت اقتصادی** نیز به این گروه از فعالیتهای نت اطلاق می گردد .

3 **بازرسی و اندازه گیری پیوسته توسط ابزار** : امروزه استفاده از روش کنترل پیوسته توسط طراحان ماشینهای صنعتی به عنوان روشی جهت جلوگیری از خطاهای برنامه ریزی نت مورد توجه قرار گرفته است . فیلترهای هوا مجهز به سنسور هایی جهت تعیین زمان دقیق تعویض فیلتر شده اند ؛ برای یاتاقانها سنسورهای حرارتی طراحی گردیده تا زمان دقیق روانسازی آنها مشخص و به اپراتورها اعلام گردد و ...



استراتژی نگهداری و تعمیرات موثر (Maintenance Prevention):

یا نگهداری و تعمیر پیش اقدامانه / هوشمندانه / پویشگرانه

Maintenance Prevention (MP) / Proactive Maintenance (PRM)

این استراتژی می گوید:

(Don't just fix it, **improve** it)
Fix It Right & Fix It Once

نت موثر به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می گردد که با هدف بهبود وضعیت کارکرد ماشین آلات ، کاهش میزان نیاز آنها به اجرای نت و حذف کامل علل وقوع خرابیها انجام می گیرد .

در استاندارد نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (TPM) که از سوی انجمن مهندسين نت ژاپن تدوین گردیده عبارت **(Maintenance Prevention)** برای نت موثر استفاده گردیده است .

در تعریف دیگر این استراتژی ، انجام اقداماتی بمنظور پیشگیری از وقوع مجدد یک پیشآمد به عوض عکس العمل در مقابل آن پیشآمد را گویند.

Proactive Maintenance(PRM)

در تعریف فوق واژه پیشآمد شامل موارد زیر نیز می شود :

از کار افتادگی - عملکرد ضعیف - تسریع در فرسایش - بی دقتی و کم توجهی در طراحی ، نصب ، بهره برداری و نگهداری ، سر و صدای ناخوشایند و ...

فعالیت‌های نت موثر عبارتند از :

1 انتخاب ماشین آلات و تجهیزات و یا تغییر در نحوه استفاده از آنها بر اساس سوابق نت و تجربیات پرسنل نت و تولید .

2 طراحی مجدد اجزاء ماشین با هدف حذف علل وقوع خرابیها .

3 بازنگری در طراحی ، نصب و نحوه بهره برداری از تجهیزات .

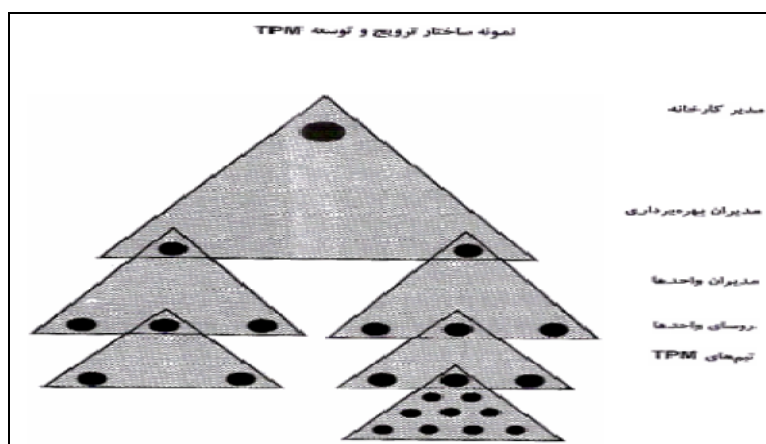


استراتژی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر:

(Total Productive Maintenance)

سیستم TPM در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه آمریکایی (که در سال 1954 معرفی شد) است که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است ؛ ابتکار محوری و حساس در اصول TPM این است که اپراتورها خودشان به امور

اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خودشان می‌پردازند . در نت بهره‌ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیتهای صنعتی و تجاری به صورت اعجاب‌انگیزی بهبود یافته و سبب ایجاد یک محیط کاری با بهره‌وری بالا ، شادی‌آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند ، می‌گردد .



از زمانیکه اولین اسناد در زمینه سیستم نت بهره‌ور جامع (TPM) ارائه گردید بیش از سی سال می‌گذرد . نسخه اول سیستم TPM به مدل Nakajima (از بنیانگذاران TPM) مشهور بوده و تا سال 1989 نیز در اصول پنجگانه آن تغییری داده نشد .

با تغییر نگرش در سیاستهای کلان TPM ، ویرایش دوم و سوم سیستم مذکور در طول سالهای 1989 تا 1994 توسط T. Suzuki ارائه گردیده که یکی از ویژگیهای مهم ویرایش سوم افزایش اصول سیستم به هشت اصل زیر می‌باشد :

- 1 افزایش میزان اثربخشی کلی ماشین‌آلات .
- 2 اجرای نت خودکنترلی توسط پرسنل خطوط تولید .
- 3 اجرای نت برنامه‌ریزی شده توسط بخش نگهداری و تعمیرات .

- 4 برگزاری دوره‌های آموزش تئوری و عملی برای کلیه پرسنل .
- 5 مدیریت زود هنگام بر روی ماشین آلات .
- 6 استقرار سیستم نت کیفیتی با ایجاد ارتباط بین واحدهای نت و کنترل کیفیت .
- 7 استقرار نت بهره‌ور فراگیر در واحدهای پشتیبانی و ستادی نت .
- 8 مدیریت ایمنی و محیط زیست .

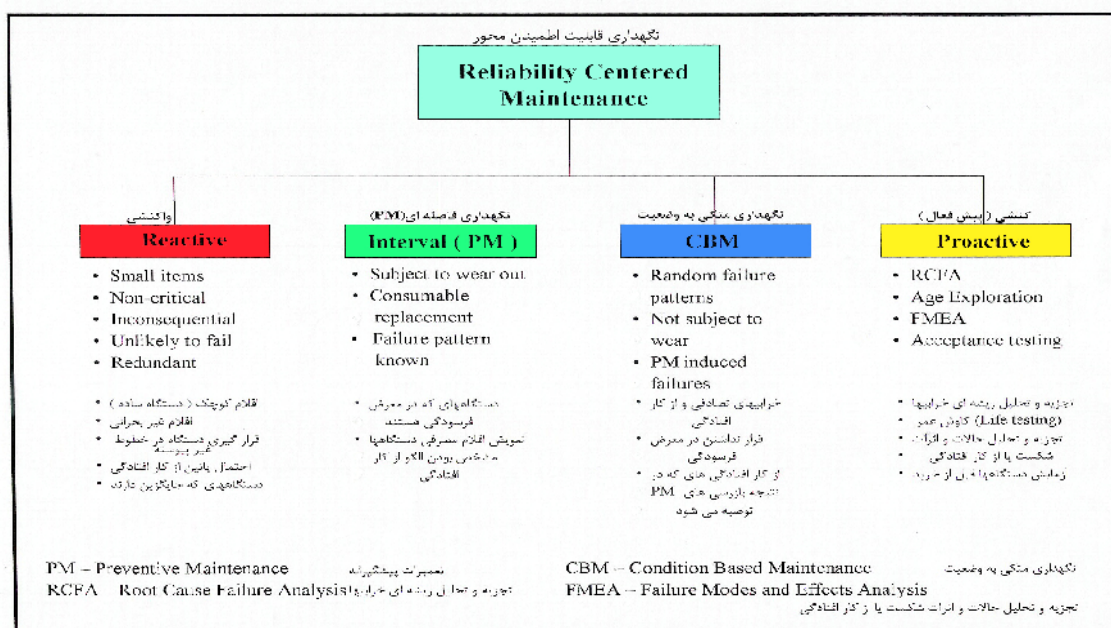


استراتژی سیستم نگهداری و تعمیرات بر پایه شرایط کارکرد ماشین آلات: (Reliability Centered Maintenance)

یا "نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان"

نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان، فرایند ساختاریافته‌ای است در جهت انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات بمنظور اطمینان از عملکرد کلیه تجهیزات در شرایط عملیاتی مشخص .

نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان، فرایندی است که نخست تعیین می‌کند چه کاری می‌بایست برای تداوم عمر هر گونه سرمایه فیزیکی انجام شود و دوم انتظاراتی را که کاربران از تجهیزات دارند، برآورده می‌کند. نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان را میتوان فرایندی در زمینه تصمیم گیری بمنظور حداقل کردن هزینه های نگهداری و تعمیرات از طریق ایجاد توازن در هزینه های استراتژیهای نت با در نظر گرفتن طول عمر هر یک از تجهیزات دانست. اجرای موفق این استراتژی به میزان در دسترس بودن داده های خرابی مدلهای تحلیل و تجربیات عملی برای رسیدن به اهداف بستگی دارد



شکل ۱: مولفه های مختلف RCM

مراحل اجرایی واحد نت در یک سازمان :

در راه اندازی یک واحد نت در سازمان از کجا باید آغاز نمود ؟

ایجاد یک سیستم: در راستای تحت پوشش درآوردن امور نت سازمان می‌تواند نخستین گام باشد؛ بهتر است در ابتدا به امور نت اضطراری (EM) پرداخته شود. بهره‌برداران و گروه‌های تعمیراتی را شناسایی کرده و از نیازهای آنان مطلع گردید.

توجه داشته باشید که در این مقطع زمانی، خرید و بکارگیری نرم افزار مکانیزه نت پیشنهاد نمی‌گردد. تا زمان شکل‌گیری سیستم و تسلط بر ملزومات و نیازهایی که باید سیستم مکانیزه آنها را پوشش دهد صبور بوده و از بکارگیری نرم‌افزارهای از پیش طراحی شده خودداری کنید؛ زیرا با گذشت زمان خواسته‌های واحد نت از نرم‌افزار مشخص‌تر و انتخاب بر نیازها منطبق‌تر خواهد بود.

هدف را می‌توان ایجاد یک هسته مرکزی با عنوان سیستم نت جهت ثبت و کنترل کلیه امور نگهداری و تعمیرات که بر روی تجهیزات صورت می‌پذیرد، تعریف نمود. پس از تعریف سیستم نباید اجازه داد که از آن پس، تعمیر یا سرویسی خارج از روال تعریف‌شده صورت پذیرد.



فرم درخواست کار: را طراحی و یا در صورتی که چنین فرمی از پیش وجود دارد آن را بازنگری و به بهترین شکل اصلاح نمایید. فرم درخواست کار فرمی است که بهره‌بردار و یا هر متقاضی کار نت، توسط آن کار موردنظر خود را به واحد نت اعلام می‌نماید.

در این فرم می‌باید علاوه بر شرح کار درخواستی، مواردی که به برنامه‌ریزی کار کمک می‌نماید گنجانده شود.

تاکید می‌شود که فرم درخواست کار متناسب با نیازهای همان صنعت یا سازمان طراحی شده و از کپی‌سازی فرمهای بکار رفته در صنایع دیگر و یا فرمهای نمونه خودداری گردد. گردش فرمها و تعداد نسخه‌های تکمیلی را متناسب با سیستم تعریف شده در نظر بگیرید لیکن پیشنهاد می‌گردد جهت تمرکز کار، فرم درخواست کار تنها در دو نسخه و توزیع آن به شکلی باشد که یک نسخه در اختیار صادرکننده بماند و نسخه دیگر به واحد نت انتقال یابد. در این حالت، درخواست‌کننده به استناد سند محفوظ خود و بر اساس شماره آن، کار مورد درخواست خود را پیگیری خواهد نمود.

واحد درخواست‌کننده، ساعت اعلام درخواست، تجهیز، کد تجهیز، نوع کار مورد درخواست (بازرسی، سرویس، تعمیر، طرح و اجرا، ساخت و ...)، ارجاع کار به ...، اولویت کار (فوری، در اولین توقف، عادی و ...) و شرح درخواست از جمله گزینه‌هایی هستند که باید در فرم درخواست کار گنجانده شوند.



دستور کار: مهمترین فرمی خواهد بود که در سیستم نت بکار گرفته می‌شود؛ در طراحی آن دقت و سلیقه به خرج داده و سعی نمایید جامع و کاملاً کاربردی باشد؛ اطلاعات مورد نیاز را در آن بگنجانید لیکن از قید نمودن فیلدهایی غیر ضروری خودداری کنید.

فرم دستور کار از فرم درخواست کار سرچشمه می گیرد ؛ درخواست کار پس از انتقال به واحد نت بررسی شده و مراحل کارشناسی را طی خواهد نمود . در صورتی که تشخیص بر انجام کار باشد درخواست کار به دستور کار مبدل شده و به واحد مجری کار انتقال می یابد .

تنوع دستور کار می تواند بازرسی ، سرویس ، تعمیر و بعضا روان کاری باشد . چنانچه بازخورد دستور کار بازرسی ، نیاز به انجام تعمیر یا سرویس باشد دستور کار بازرسی خود منبعی جهت صدور دستور کار دیگر خواهد شد .

بازرسان فنی نیز که غالبا پرسنل خود واحد نت و یا پیمانکاران تحت نظر آن هستند گزارشات و مشاهدات بازرسی خود را به صورت متمرکز به واحد نت منتقل نموده و متعاقبا جهت موارد اجرایی دستور کار صادر می گردد ؛ منبع دیگر صدور دستور کار ، بازخورد دستور کارهای دوره ای PM است .

ذکر منبع در دستور کار ضروری است ؛ منابع دستور کار را بصورت مناسبی بایگانی نموده و توسط فیلد ماخذ میان دستور کار و منبع آن ایجاد لینک نمایند .

گاهها پیش می آید که گروه های تعمیراتی و یا مدیران ، پیگیر ماخذ دستور کار می شوند . توسط این لینک می توان تاریخچه مناسبی از مراحل بررسی کار را که منجر به صدور دستور کار شده ارائه نمود ؛ این مراحل می تواند نتایج بررسی کارشناسی درخواست ، بررسی فرایندی آن و یا تهیه نقشه و اسناد مورد نیاز باشد .

آدرس و کد تجهیز ، شماره منحصربه فرد دستور کار ، تاریخ صدور ، شرح دستور کار ، برنامه زمانی کار ، نفر ساعت تخمینی ، ابزار و مواد مورد نیاز جهت انجام کار ، روش اجرا ، شرایط ایمنی کار و عواملی از این دست به همراه محل تایید سرپرست نت در مرحله برنامه ریزی و کد علت خرابی ، شرح فعالیت صورت گرفته ، مواد و قطعات مصرفی ، نفر ساعت واقعی کار و محلهای تایید سرپرست واحد مجری ، بازرسی فنی ، بهره بردار مربوطه و سرپرست نت از جمله فیلدهای بکار رفته در دستور کار می باشند .

تعریف گردش کار سیستم نت؛ فرمها و نحوه گردش آنها را تعریف نمایید. سیستم را به گونه ای شکل دهید که کاملاً تحت کنترل بوده و از سرنوشت هر دستورکار در هر زمان دقیقاً مطلع باشید. تاریخهای دقیق ارسال و انجام کار و بازگشت دستورکار، انجام یا عدم انجام کار در موعد برنامه ریزی شده، دلایل معوقه ماندن کار و موارد مهم اینچنینی را ثبت کنید.

تا زمان بهره گیری از یک سیستم مکانیزه نت سعی نمایید با به کارگیری اکسس مایکروسافت، برنامه ای جهت ثبت و کنترل دستورکارها و امور نت طراحی کرده و از آن بهره گیرید؛ قابلیت های بانک اطلاعاتی اکسس در این مرحله کمک بزرگی در پیشبرد اهداف واحد نت خواهد نمود.

سیزده گام تا نت در کلاس جهانی

در طول سالیان بسیار، در اکثر سازمان ها و شرکت ها تمامی تمرکز مدیریت به فعالیتهای تولیدی معطوف شده و به موضوع نگهداری و تعمیرات به چشم یک فعالیت غیر ضروری نگریسته می شد؛ این نگرش سبب گردیده بود تا فعالیتهای نت نادیده گرفته شوند. اما در سالهای اخیر سیاست های سازمانی و نیازمندیهای کسب و کار باعث شده تا مدیران توجه بیشتری به نگهداری و تعمیرات مبذول داشته و یکی از دلایل اصلی آن هم این است که هزینه های نگهداری و تعمیرات در سازمان ها در شمار یکی از هزینه های اصلی درآمده است. هزینه بالای بخش نگهداری و تعمیرات کارخانجات این توان بالقوه را در مدیریت

ایجاد کرده است که بتواند با بذل توجه به مفاهیم نت، از بسیاری از این هزینه ها پیش گیری نماید.



با استقرار روشهایی که در این گام توضیح خواهیم داد می‌توان هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را تا حدود بسیاری کاهش بخشید . با ترکیب مناسب برنامه‌های فهرست شده در ذیل در بخش نگهداری و تعمیرات ، در میان مدت و کلان مدت منافع بسیار زیادی نصیب سازمان خواهد گردید . تجارب سازمان‌ها نشان داده است که **با اجرای روشهای مناسب نگهداری و تعمیرات و توجه نمودن به تجارب ارزنده نت سازمان‌ها ، کاهش هزینه‌ها تا میزان بیست تا سی درصد ممکن خواهد بود .** مدیران نگهداری و تعمیرات صنایع موفق گردیده‌اند با بکارگیری ترکیبی مناسب از روشهای ذیل کنترل بیشتر و موثرتری بر عملکرد سازمان داشته باشند و به موفقیت‌های چشمگیری دست یابند ؛ میزان موفقیت کسب شده به تعریف دقیق اهداف و چگونگی اجرای فعالیت‌های تعریف شده در سیستم یکپارچه تولید و تعمیرات بستگی دارد .

سیزده راهکار موثر در ارتقای سیستم نت

1 تغییر در باورها و تکنیکها :

برای کسب بهترین تجارب از سوی سازمان‌های تولیدی و همچنین واحدهای نگهداری و تعمیرات ، لازم است تغییرات مهمی در باورهای سازمانی و تکنیکهای کاری صورت پذیرد تا از طریق آن ، واحدهای سازمانی به سمت کار تجاری سودآور هدایت گردند . در صورتی که تغییرات سازمانی و تکنیکی در یک زمان خاص اتفاق افتد ممکن است سیکل تغییرات به خوبی طی نگردد و در این صورت سازمان بدون رسیدن به تجارب کارسازی در عرصه نگهداری و تعمیرات به همان روند قدیمی خویش باز خواهد گشت

2 درک تغییرات :

بسیاری از انسانها از تغییر در هراسند و لذا در برابر آن مقاومت نشان می‌دهند . نکته مهم آن است که همه افراد بر لزوم ایجاد تغییر توجیه شوند و تنها در این صورت است که سازمان را در رسیدن به موفقیت واقعی ناشی از تغییر یاری خواهند نمود . چنانچه سازمانی تصمیم داشته باشد که سازمان تولید یا نت خود را به سطح کلاس جهانی برساند لازم است تا یک نوع دیسیپلین و نظم و انضباط فوق‌العاده و همچنین یک برنامه کاری دایمی را ایجاد نماید ؛ همچنین ضروریست که این برنامه کاری تهیه شده مورد بازنگری و موافقت مدیران ارشد سازمان قرار گیرد . هنگامی که این تفاهم مشترک ایجاد گردید آنگاه مدیران تولید و نت باید تمامی تلاش خود را در پیاده‌سازی تغییرات مطرح شده مناسب با سرعت برنامه ، بکار گیرند .

3 کار گروهی :

تمامی پرسنل عملیات تولید و پشتیبانی باید در مقابل برنامه تغییرات آماده گشته و اطلاعات لازم به آنها در چارچوب محدوده زمانی و فردی ارایه شود . لازم است افراد سازمان در فرایندهای مهندسی مجدد مشارکت داشته باشند و بخشی از کارها را با مسولیت خود به انجام رسانند . پرسنلی که فرایند را درک کرده و با آن موافق باشد ، بسیار راحت تر با آن همکاری نموده و کمتر ایجاد مشکل می نماید . به همین دلیل است که تحقق کار گروهی در فرایند تغییرات سازمانی یک گام بحرانی در راه حصول موفقیت است .

4 آموزش :

در تمامی مراحل برنامه تحول سازمانی برای رسیدن به سطح کلاس جهانی بایستی برنامه های آموزشی خاصی ارایه شود . جلسات کنترل پیشرفت کار و مباحث آموزشی برای ایجاد ایده های نوین بسیار ضروری هستند . لازم است روشهای اصولی کار برای پرسنل توضیح داده شود تا به درک آن نایل گشته و برنامه های آموزشی در سطح یک ساعت در هر روز محدود بوده لیکن در تمام مراحل کار اجرا گردند ؛ همچنین می توان کارگاه های آموزشی برای بررسی مشکلات مشترک روزانه کار تشکیل داد .

از سوی دیگر ، لازم است روشهای حل مساله برای بررسی و حل مشکلات سازمان آموزش داده شده و تا زمانی که استاندارد جدید به طور کامل جا افتد ، ادامه یابد . پرسنل شرکت بایستی روشهای علمی و مهارت های حل مساله را فرا گیرند تا بتوانند به صورت سیستماتیک و قانون مند اطلاعات موجود را تجزیه و تحلیل نمایند . لازم است دقت شود که روش تعیین شده برای حل مساله در همه سازمان یکنواخت بوده و برای تجزیه و تحلیل آن دسته از اطلاعات و مشکلات که نیاز به بررسی های پیشرفته تر دارد یک سیستم سازمانی که در آن مهارت های گوناگون مشارکت دارند تشکیل گردد .

همچنین تیم‌های حل مساله که از افراد گوناگونی تشکیل شده‌اند می‌توانند در صورت نیاز یک تسهیل‌گر به همراه داشته باشند تا آنها را در کسب آموزشها و فرایندهای جدید یاری نماید .

5- مدیریت دارایی‌ها :

همه تجهیزات و دستگاهها باید در قالب ساختارهای کلان تجهیزاتی یا همان مراکز دارایی مرتب گردند . یک مرکز دارایی شامل گروهی از ماشین‌آلات است که برای تولید یک محصول خاص یا مجموعه‌ای از محصولات چیده شده‌اند . هر کدام از این مراکز دارایی یک مرکز هزینه خواهند داشت که کلیه هزینه‌های پرسنلی و موادی تجهیزات با این مرکز هزینه محاسبه خواهند گردید . این مراکز هزینه بایستی از لحاظ روند مصرف هزینه‌ها و کنترل روندها تحت مراقبت قرار گیرند ؛ در این حالت برای کلیه عملیات انجام‌شده نت در قالب حکم کار ، نوع و میزان هزینه آن جهت بررسی‌های بعدی در مرکز هزینه نگهداری خواهد گردید .

6 کنترل موجودی و انبار :

یکی از تغییرات مهم در تجربه سازمان ، بازنگری و بهینه‌سازی انبار می‌باشد . نگهداری قطعات یدکی و ابزارآلات در محیط‌های مناسب یکی از دغدغه‌های اصلی پرسنل واحدهای نگهداری و تعمیرات است . اینکه قطعات یدکی برای مواقع موردنیاز و حالت‌های خرابی اضطراری یا اورهال‌های برنامه‌ای در دسترس باشند ، در کارایی سیستم نت بسیار حایز اهمیت می‌باشد . لازم است توجه داشت که اندازه نگهداری قطعات یدکی به میزانی باشد که نه بیش از اندازه موردنیاز باشد و نه کمتر از آن . همچنین در انبارداری قطعات یدکی نت بایستی قواعد انبارداری علمی و سیستماتیک و

نکاتی مانند دسترسی آسان به قطعات و شناسایی سریع آنها مدنظر قرار گیرد . قطعات یدکی باید در یک سیستم اطلاعاتی ثبت گردند و همچنین ارتباط آنها با مراکز هزینه نت مشخص باشد ؛ همچنین بهتر است برای سوابق مصرف قطعات هر تجهیز گزارشهای متنوعی ایجاد شود تا از طریق آنالیز این اطلاعات ، واحد نت به نتایج مطلوبتری دست یابد . نهایتاً آنکه ایجاد یک انبار مناسب برای نت ضروریست و بایستی رویه‌های دریافت قطعات ، انبارش ، سرشماری ، توزیع و اسقاط کاملاً مکتوب گشته و از طریق دستورالعمل‌های ساده و آسان در دسترس پرسنل قرار گیرد .

7 نگهداری و تعمیرات اصلاحی :

پس از تعریف تجهیزات و دارایی‌ها می‌توان به تعریف فعالیت‌های نت اصلاحی و نت پیشگیرانه اقدام نمود . در این مرحله بایستی تعریف کار و ثبت اطلاعات به گونه‌ای باشد که مرتبط با مراکز هزینه تعریف گشته باشد . محاسبات مربوط به نفرساعت صرف‌شده ، مواد و قطعات مصرف‌شده ، سفارش قطعات ایجادشده و سایر سیکل‌های هزینه‌ای از طریق این اطلاعات انجام می‌گردد . برای هر کار نت لازم است سوالات چه چیزی (what) ، توسط چه کسی (whom) ، در کجا (where) ، چه وقت (when) و چرا (why) مشخص باشد . برای جمع‌آوری این اطلاعات لازم است ورودی‌های صحیح ثبت اطلاعات جهت نگهداری کلیه سوابق و جزئیات مربوط به آنها و همچنین گزارش‌نویسی مورد بازنگری قرار گیرند . در بسیاری از موارد ، ثبت دقیق و کامل جزئیات مربوط به فعالیت‌های روزمره نظیر روانکاری و تنظیمات جزئی ضروری می‌باشد . در سیستم صدور حکم کار ، برنامه‌ریزی از عناصر اصل سیستم می‌باشد ؛ برنامه‌ریز باید بتواند زمان ، مواد و نیروی انسانی را به تجهیزات اختصاص دهد . واحد برنامه‌ریزی بایستی به گونه‌ای برنامه‌ریزی حکم کار را انجام دهد که کار نت در

محدوده زمانی تعریف شده انجام یابد و نیازمندیهای سیستم تولید و نگهداری و تعمیرات توان پاسخ داده شود .

8 نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه :

برنامه PM تعریف شده برای سازمان نیاز به بازنگری دارد تا به شکلی تبدیل گردد که پاسخگوی خواسته ها و اثربخشی لازم باشد . فراوانی توقفات غیربرنامه ای و توقفات متوالی تجهیزات نشانگر آن است که برنامه PM تعریف شده کارایی لازم را ندارد . هدف واقعی برای PM آن است که توقفات و خرابی ها را تا سطح مورد قبول مدیریت کاهش دهد . اثربخشی برنامه PM در آن است که برنامه هایش را با حالت هایی از نت اصلاحی (CM) و نت پیشگویانه (PdM) ترکیب نماید . بسیار ضروریست که هماهنگی و همکاری کامل بین مدیران تولید و نت برقرار باشد و بهتر آن است که دستورالعمل نحوه همکاری و شرح وظایف دقیق هر کدام از این واحدها در قبال خرابی ها و شکست ها نوشته شود .

9 نگهداری و تعمیرات پیشگویانه :

استفاده از تجهیزات پیشگویی و پیش بینی خرابی ها و شکست ها بسیار ضروریست . یکی از خواسته های مدیریت هر سازمانی این است که دوره کاربری مفید هر دستگاه را افزایش دهیم . پرسنل نت می تواند روشها و ابزار گوناگون و مفیدی را در سیستم PdM مورد استفاده قرار دهد . الگوهای خرابی تجهیزات می توانند با دقت بسیار خوبی خرابی ها و شکست ها را پیش بینی نمایند . روشهای دیگری که می توانند بدون صرف هزینه های هنگفت در روش PdM مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از :

آنالیز ارتعاش ، آنالیز روغن ، آنالیز دما و روشهای مافوق صوت . منطق کار بدین صورت است که هر ماشین پیش از خراب شدن ، صداها و هشدارهایی از خود بروز می‌دهد . استفاده از روشها و ابزار PdM کمک می‌کند تا با یاری این هشدارها از وقوع خرابی مطلع شویم . با کمک این اطلاعات می‌توان سیستم مدیریت مناسبی برای جلوگیری از خرابی یا کنترل عواقب آن ایجاد نمود . آنالیز روند خرابی یک دستگاه در طول برهه زمانی برای پیش‌بینی احتمال وقوع خرابی در زمانهای آتی ، اطلاعات خرابی را ارائه می‌دهد . با کمک این پیش‌بینی می‌توان برنامه‌ریزی انجام کار را با توجه به اینکه چه وقت و در کجا نیاز به کار تعمیراتی می‌باشد به انجام رساند .

10- خرید و تدارکات :

خرید نیز به عنوان یکی از قاعده‌های اصلی در سازمان‌های نگهداری و تعمیرات مدرن ، ایفای نقش می‌نماید . ایجاد یک سیستم مکانیزه برای سفارش‌گذاری خرید و نگهداری سطح موجودی ، بسیار توصیه می‌شود . هماهنگی بین برنامه‌ریزی و سطح اطمینان موجودی پایه‌گذاری شده که از طریق مقدار مصرف و دوره سفارش خرید کنترل می‌شود ، می‌تواند مانع هرگونه کمبود یا ذخیره اضافی کالاها گردد . ترفندی که در این مجال معرفی می‌شود ترفند استفاده از موجودی انبار در مواقع اضطراریست . بدین معنی که سیستم بتواند تامین روزمره قطعات خود را از مراکز تامین‌کننده در مواقع نیاز انجام دهد و فقط در مواقع اضطراری مجوز مصرف از موجودی اطمینان انبار خود را صادر نماید . در این روش بهتر است که با مرکز تامین‌کننده‌ای قرارداد بسته شود که از ضمانت لازم را برای تامین قطعات در زمان درست و در شرایط مناسب برخوردار باشد . ایجاد سیستم‌های مدیریت تامین کنندگان و ایجاد رقابت مابین آنها و بررسی استراتژی‌های تامین از یک منبع یا چند منبع در این مرحله از کار الزامیست ؛ همچنین انعقاد قراردادهای کتبی و شفاف می‌تواند از بسیاری از مشکلات پیشگیری نماید .

11 نت پیش‌اقدام (PAM):

نت پیش‌اقدام گزینه‌ای است که هم در بردارنده نت پیشگیرانه (PM) و هم در برگیرنده نت پیش‌بینانه (PdM) می‌باشد. مبرهن است که مدیران نت باید اطلاعات و سوابق ناشی از PM و PdM را در اختیار داشته باشند تا بتوانند آنها را به سمت PAM توسعه دهند. PAM بصورت یک تاریخچه در سوابق برنامه‌های هر مرکز هزینه وجود خواهد داشت. برای دستیابی به چنین مرحله‌ای لازم است یک روش مستندسازی برای ثبت تاریخچه هر مرکز هزینه ایجاد گردد. مقدار ساعات تولیدی و توقف هر مرکز هزینه و همچنین نمودارهای علت و معلول وقایع مربوط به هر مرکز هزینه بایستی ثبت شود. سوابق تجهیزات بایستی به گونه‌ای نگهداری شوند که در برنامه‌های PAM قابل استفاده موثر باشند. PAM به مدیران کمک خواهد نمود تا در کاهش میزان توقفات و همچنین افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات و افزایش دوره عمر مفید موفق‌تر عمل نمایند.

12 قابلیت شمارش و اندازه‌گیری:

این نکته که هر سیستمی قابلیت کمی‌کردن و شمارش را دارا باشد بسیار ضروریست. لازم است تا فعالیت‌های کلان و جزیی مسیر توسعه و میزان اثرگذاری آنان بر شاخص‌های کلیدی قابل اندازه‌گیری و نمایش باشد. این شاخص‌ها کمک می‌نماید که مسیر بهبود روشن‌تر و مشخص‌تر باشد تا بتوان در صورت نیاز نیروی بیشتری متمرکز نمود. اغلب انسانها از حسابرسی و سنجش کارها تصور مثبتی در ذهن ندارند چرا که گمان می‌کنند نتیجه این سنجش‌ها برای آنها اعلام شاخص کارایی پایین آنهاست؛ بهر حال لازم است که مکانیزم مثبت و برانگیزاننده‌ای برای تعریف و محاسبه

شاخص‌های عملکرد سیستم نت ایجاد گردد تا این شاخص‌ها در مشخص نمودن موفقیت یا عدم موفقیت برنامه‌ها بکار گرفته شوند.

البته بایستی در نظر داشت در سنجش و اندازه‌گیری شاخص‌های نت، مهم‌تر از آنچه باید محاسبه شود این است که چگونه این سنجش و محاسبه انجام گردد. همچنین ذکر این نکته نیز لازم است که غالباً محاسبه و سنجش این شاخص‌ها فرایندی ساده نیست. برای رسیدن به موفقیت بایستی این شاخص‌ها را با اهداف و استراتژی‌های کلان سازمان همسو نمود. با ایجاد تیم‌های متشکل از لایه‌های کارگری، سرپرستی و مهندسی در واحدهای مختلف سازمان می‌توان با اطمینان بیشتری بر نتایج حاصل از سنجش شاخص‌ها تکیه نمود؛ البته لازم است این تیم‌ها مجوزهای لازم برای دستیابی به اطلاعات موردنیاز را در اختیار داشته باشند.

43 نت بر پایه قابلیت اطمینان :

آخرین مرحله از برنامه تجدید ساختار نت RCM می‌باشد؛ RCM یک ساختار یکپارچه و هماهنگ و قابل‌محاسبه و اندازه‌گیری از سیستم‌های PM، PdM و PAM را در هر کدام از واحدهای عمده تولیدی ایجاد می‌نماید. با استقرار RCM، هر کدام از تجهیزات اختصاص داده شده به مراکز هزینه‌ای می‌توانند در درجه‌ای بالاتر از سطح عملکرد، سطح بالاتری از کیفیت تولیدی، سطح بالاتری از انگیزش پرسنل و نهایتاً در سطح بالاتری از سودآوری بکار گرفته شوند. یکی از مزایایی که RCM ایجاد می‌نماید همان دستیابی به نگهداری و تعمیرات یکپارچه فراگیر (TIM) می‌باشد که راهکاری برای حل مسایل و افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات می‌باشد. چنانچه پیاده‌سازی RCM موفقیت‌آمیز به انجام رسیده باشد تمامی سیستم‌های دیگر نت از قبیل PM،

PdM و PAM نیز می‌توانند به صورت هماهنگ و یکپارچه در کنار یکدیگر بکارگیری شوند .

با استقرار TIM ، واحد نت به یک واحد RCM تبدیل می‌گردد و آنگاه تمامی اجزای سیستم نت ، آماده رسیدن به سازمانی تولیدی در سطح کلاس جهانی خواهند بود .

برخی از فواید سازمان نت یکپارچه فراگیر عبارتند از :

- 1 کاهش کل خرابیهای اضطراری تجهیزات به میزان 75٪.
- 2 کاهش خریدهای نت تا سطح 25٪.
- 3 افزایش دقت و عملکرد انبار نت تا سطح 95٪.
- 4 افزایش اثربخشی PM تا مقدار 200٪.

پایان

1390/05/25



منابع :

- سایت اینترنتی "پایگاه جامع مهندسی صنایع ایران" – مهندس هاشم زاده
- جزوه آموزشی "اصول و مبانی مدیریت نگهداری و تعمیرات" – دکتر عرب شمالی
- مقاله " رویکردی به مفاهیم پایه ای و روند تکاملی امور نگهداری و تعمیرات " – دکتر عرب شمالی
- مقاله "چگونگی انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات در سازمانها" – دکتر حمید رضا نائبی
- سایت تخصصی ترانسفورماتور و برق – www.irantransformer.com