



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد قزوین

برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات



دخس اول: معاهیم و سیستم اطلاعاتی نت

گروه مدیریت صنعتی

مدرس:

بلیک حاجی کریمی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

منابع دوس:

۱. برنامه ریزی سیستمیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات سازمان مدیریت صنعتی-تالیف: دکتر سید محمد سید حسینی
۲. سازماندهی، برنامه ریزی و کنترل نگهداری و تعمیرات انتشارات دانشگاه صنعتی شریف-ترجمه: گروه مهندسی صنایع
۳. برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات انتشارات غزل-تالیف: دکتر علی حاج شیرمحمدی
۴. نگهداری و تعمیرات جامع بهره‌ور سازمان توسعه بهره‌وری آمریکا-ترجمه: مهندس بهنام فرقانی
۵. نت خودکنترلی انجمن مدیریت کیفیت ایران-تالیف: مهندس دروانه داوری
۶. نگهداری بهره‌ور جامع سازمان مدیریت صنعتی-ترجمه: سید حسن افتخاریان
۷. از نگهداری و تعمیرات میکسیرانه تا نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر انتشارات عالی-تالیف: خانم مهندس فاطمه کاروان و آقای دکتر محمد طالعانی

۸. فعالیتهای گروههای کاری TPM

انتشارات موسسه مهندسين نگهداری و تعمیرات ژاپن- ترجمه: آقایان مهندس فرهاد انوری- مهندس محمد

تقی صدی

۹. مقالات برگزیده نخستین همایش نگهداری و تعمیرات

دانشگاه امام حسین

۱۰. نگهداری و تعمیرات بهره ور فزاینده

سازمان مدیریت صنعتی- ترجمه: دکتر علی حاج شیرمحمدی

۱۱. مهندسی تعمیرات و نگهداری

انتشارات نوید شیراز- تالیف: دکتر نظام الدین فقیه

سر فصل درس:

طرح ریزی سیستمهای نگهداری و تعمیرات

تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۵۱ نوع واحد: نظری

پیش نیاز: تحقیق در عملیات (۲) و مدیریت تولید

هدف:

آشنایی دانشجوین با مفاهیم اساسی و سیستمهای طرح ریزی و تعمیرات و نگهداری ماشین آلات و تجهیزات

موجود در راههای تولیدی

مباحث:

تعیین پامایی (قابلیت اطمینان) عملکرد یک سیستم به گونه‌ای که پیش بینی شده است به کمک شناخت اجزاء پامایی و عملکرد هر جزء از قبیل نرخ ازکار افتادگی، متوسط زمان تا ازکار افتادگی و... به عنوان یک مدل احتمالی.

مقدمه و مفاهیم اساسی در تئوری پامایی (تعریف، اهمیت و جزوه، معادلات اولیه تعیین پامایی)

چگونگی سنجش پامایی (اطمینان از کیفیت و پامایی، مسائل مربوط به فاز طراحی، مسائل مربوط به فاز تولید، مسائل مربوط به حل ازکارخانه)

روشهای آماری در تجزیه و تحلیل تئوری پامایی (تابع پامایی، توزیع زمان بین دو ازکار افتادگی)

توزیع نمایی، توزیع فوق نمایی، توزیع نرمال

توزیع وایبل (Weibull)

منحنی سیرانی

برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

استاد درس: بابک حاجی کریمی

تخمین عمر و آزمونهای مربوط

تعریف و نقش نگهداری و تعمیرات در صنایع

سیستم نگهداری و تعمیرات و اجرای آن

سازماندهی برنامه ریزی، سیستم اطلاعات، نگهداری و تعمیرات

خط مشی های بلند مدت و کوتاه مدت نگهداری و تعمیرات

منابع:

درویس لویدگروش، ترجمه مخلوب، مسعود، (۱۳۸۰) مبانی نظریه قابلیت اعتماد، انتشارات دانشگاه صنعتی

شریف

برنامه ریزی سیستمیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات

سازمان مدیریت صنعتی - تالیف: دکتر سید محمد سید حسینی

حاج شیرمحمدی، علی، (۱۳۷۷) نگهداری و تعمیرات بهره ورفراگیر، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی

- Corder. A, Maintenance Management Techniques, 1976, MC-Graw Hill

مقدمه:

تاریخچه نگهداری و تعمیرات

از سال ۱۹۳۰ تا کنون میتوان سیر تحولات و تغییرات در نگهداری و تعمیرات را به سه دوره اساسی تقسیم نمود:

سیر تحولات در دوره اول:

تحقیقات نشان میدهد که تحول اولیه در نت در سالهای قبل از جنگ جهانی دوم رخ داده است. در آن ایام صنایع بشکل امروزی مکانیزه نبوده و لذا خرابیها و توقف ناگهانی ماشین آلات مشکل جدی را برای دست اندرکاران امر تولید ایجاد نمی نمود. به عبارت بهتر، جلوگیری از بروز عیب در ذهن اکثر مدیران و مهندسين مفهوم نداشته و یا حداقل ضرورتی از این نظر احساس نمیگردید. 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 کرده است. نتیجه اینکه در آن زمان نیازی به استفاده از نت سیستماتیک احساس نمیگردیده و اکثر شرکتهای واحدهای تولیدی و صنعتی فقط زمانی که دستگاه و یا تجهیزاتی از کار می افتاد، بازمینی و یا تعمیر آنها آغاز می کردند، در واقع سیستم نگهداری و تعمیرات به هنگام از کارافتادگی و یا BM (Breakdown Maintenance) معمول بود.

سیر تحولات در دوره دوم:

همه چیز در خلال جنگ جهانی دوم بطور انفجار آمیز دستخوش تحول قرار گرفت. فشارهای ناشی از زمان جنگ تقاضا برای انواع محصولات را افزایش داده و این درحالی بود که تامین نیروی انسانی صنایع بشدت کاهش پیدا نمود. این موضوع باعث گردید تا مکانیزاسیون افزایش پیدا نماید. تقریبا سال ۱۹۵۰ سال رونق طراحی و ساخت ماشین آلات مکانیزه بوده و این ایام را میتوان سرآغاز وابستگی صنایع به تجهیزات مکانیزه و اتوماسیون دانست. 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 شعاع 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 یا **PM (Preventive Maintenance)** بعنوان چاره درد و راه حلی مناسب در کشور امریکا پیشنهاد 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** نیز رونق یافته و در این راستا اجرای تعمیرات و تعویضهای پیشگیرانه دوره ای بعنوان موثرترین راه حل جهت کاهش خرابیها مورد استفاده قرار گیرد.

در طول دهه ۱۹۵۰ نت پیشگیرانه به تدریج تکامل یافته تا پاسخگوی نیازهای جدید صنعت باشد. در این راستا سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور (**Productive Maintenance**) در سال ۱۹۵۴ به صنایع آمریکا معرفی گردید. در این سیستم ضمن تاکید برروی اصلاح خرابیهای اتفاقی و از کارافتادن غیر منتظره تجهیزات با بهره گیری مناسب از علوم و امار و احتمالات و پژوهش عملیاتی، شبیه سازی، اقتصاد مهندسی، تئوری صف و نگرش های تحلیلی، تکنیکها و مدلهایی برای حالات مختلف انواع دستگاهها و تجهیزات ابداع شد که متخصصین این رشته می توانستند کلیه فعالیتهای و عملیات نگهداری و تعمیرات را به نظم درآورده، خرابیها را پیش بینی نموده تا جهت نگهداری و تعمیر آنها برنامه ریزی نمایند.

دهه ۱۹۶۰ را میتوان دهه گسترش استفاده از نت بهره ور در صنایع نامید. معرفی نت بی نیاز از تعمیر (۱۹۶۰)، مهندسی قابلیت اطمینان و مهندسی قابلیت تعمیر (۱۹۶۲) از نتایج تحقیقات انجام شده در این دهه بوده که در تکامل سیستم نت بهره ور بسیار موثر بوده است.

معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر یا **TPM (Total Productive Maintenance)** در دهه ۱۹۷۰ از سوی صنایع ژاپنی را میتوان بعنوان آخرین دستاورد در دوره دوم تحولات نگهداری و تعمیرات نامید. سیستم **TPM** در حقیقت همان سیستم نت بهره ور به شیوه آمریکا 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 بهره ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیت های صنعتی و تجاری به صورت اعجاب انگیزی بهبود یافته و باعث ایجاد یک محیط کاری با بهره وری بالا، شادی آفرین و ایمن، با بهینه سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که به آن سرو کار دارند می گردد .

سیر تحولات در دوره سوم :

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 راه کارهایی منطقی که قادر به پیشینه سازی طول عمر مفید تجهیزات تولیدی خویش و طولانی کردن چرخه عمر اقتصادی آنها شود • 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 •

برنامه ریزی نت (اهداف-کاربرده)

دست آوردهای جدید نت در این دوره عبارتند از :

۱. معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات برپایه شرایط کارکرد ماشین آلات و ترویج استفاده از روشهای CM همچون آنالیز لرزش ، حرارت سنجی و .. •
۲. معرفی و بکارگیری انواع روشهای تجزیه و تحلیل خرابیهای ماشین آلات
۳. طراحی تجهیزات با تاکید بیشتر برقابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر
۴. تحول اساسی در تفکر سازمانی به سمت مشارکت و گروههای کاری
۵. معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر
۶. معرفی روش نت مبتنی بر قابلیت اطمینان بعنوان روشی جامع جهت تصمیم گیری در استفاده صحیح از انواع سیستمهای نگهداری و تعمیرات موجود • RCM فرایندی

است که اولاً معین می کند چه کاری می بایست برای تداوم عمر هرگونه سرمایه فیزیکی انجام شود ، ثانیاً انتظارتی را که کاربران از تجهیزات دارند ضمانت و عملی می نماید .

امروزه در اکثر صنایع کشور عزیز ما انجام برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات با عنوان PM مطرح می باشد و در واقع تشکیل بخش PM در نمودار سازمانی و تهیه نرم افزارهای مرتبط به صورت یک روش عام به کار گرفته می شود .

لیکن با توجه به رشد روز افزون علوم مختلف، مبحث برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات نیز از این قاعده مستثنی نبوده و روش های جدیدی جهت انجام برنامه ریزی ابداع شده که از آن جمله می توان به CMMS و یا سیستم مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات Computerized Maintenance Management System اشاره نمود. برخی از موضوعات کلی که در این روش مطرح می باشند در ذیل عنوان شده اند .

الف - روش های مبتنی بر زمان . Time – Directed

این روش ها غالباً قدیمی بوده و نمونه آن Preventive Maintenance می باشد که اصطلاحاً آنرا نت پیشگیرانه گویند و در این روش برنامه ریزی بر اساس MTBF (Min time betwin failure) و MTTR (Min time to reaire) انجام می شود. مبنای انجام فعالیت ها در این روش میانگین زمان بین دو خرابی و یا حداقل زمان بین دو خرابی می باشد .

ب - روش های مبتنی بر شرایط کارکرد . Condition Based

این روش ها کارائی بیشتری نسبت به روش های بند الف دارند ولیکن جهت اجرا نیازمند وسایل و تجهیزات بازرسی فنی مانند ارتعاش سنج، دماسنج و ... می باشند. برخی از این روش ها در ذیل ذکر شده است :

۱. Predictive Maintenance

نت پیشبینانه که در آن بر اساس پارمترهای بازرسی در خصوص انجام تعمیرات روی ماشین آلات تصمیم گیری می شود . نمونه وسایل و تجهیزاتی که در این روش استفاده می شود ارتعاش سنج و دماسنج می باشد .

۲. Proactive Maintenance

نت کنشگرایانه که در آن علاوه بر برنامه ریزی به روش پیشبینانه در خصوص دلایل بروز عیوب و کلاس بندی ماشین آلات نیز فعالیت هایی انجام می شود .

یکی از مباحث مطروحه در این متد انجام بازرسی به روش ICCP می باشد که این روش یکی از متدهای مدیریت خوردگی است و به آن حفاظت کاتدیک به وسیله جریان اعمال شده نیز می گویند

(Impressed Current Cathodic Protection)

۳. Precision Maintenance

نت دقیق که علاوه بر موارد مطروحه در نت کنشگرایانه دامنه استفاده از وسایل بازرسی فنی پارامتریک را گسترش می دهد و از جمله این وسایل می توان دوربین ترموگرافی، کیت آنالیز روغن و ... اشاره نمود .

عمده فعالیت های نت تا قبل از دهه ۱۹۵۰ در تعمیرات بعد از خرابی خلاصه می شد. نت

پیشگیرانه Preventive Maintenance در دهه ۱۹۵۰، نت بهره ور Productive

Maintenance که توجه به کارایی اقتصادی تجهیزات معطوف داشت در دهه ۱۹۶۰ در

کشورهای صنعتی رواج یافت و از دهه ۱۹۷۰ روند تکاملی در مسائل نگهداری و تعمیرات با

شکل گیری نت بهره ور فراگیر Total Productive Maintenance وارد مرحله جدیدی

شد. در نت بهره ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیت های صنعتی و تجاری به صورت اعجاب

انگیزی بهبود یافته و باعث ایجاد یک محیط کاری با بهره وری بالا، شادی آفرین و ایمن، با

بهینه سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که به آن سرو کار دارند می گردد .

آخرین روش های برنامه ریزی نت عبارتند از Predictive Maintenance (PDM) نت

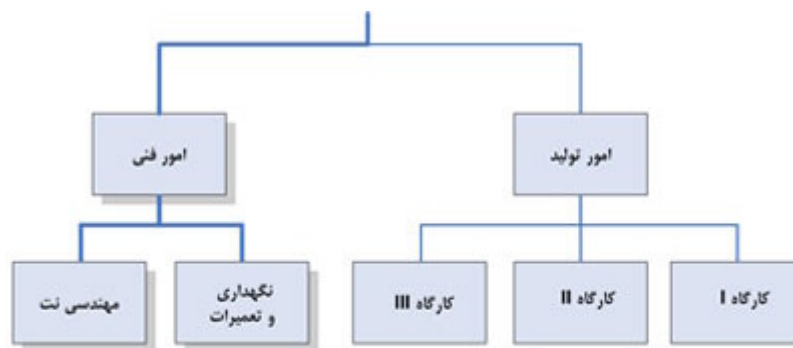
پیشبینانه، (Proactive Maintenance) نت کنشگرایانه، (Precision Maintenance)

نت دقیق که در بخش مقدمه شرح مختصر هر یک ارائه شده است .

انواع سازمانهای نگهداری و تعمیرات

در مرحله اول سازمانهای نگهداری و تعمیرات را به دو نوع " متمرکز " و " غیر متمرکز " تقسیم بندی می کنیم:

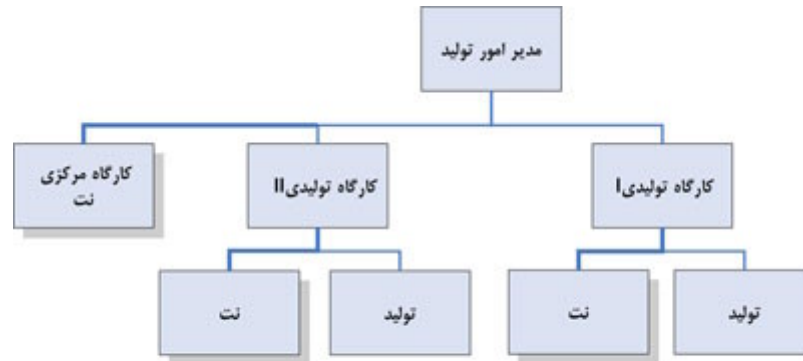
۱- سازمان نت متمرکز: در این نوع سازمان کلیه خدمات لازم جهت قسمتها و کارگاههای مختلف توسط یک سازمان متمرکز نت (یا مدیریت فنی) تامین می شود.



شکل II
سازمان نگهداری و تعمیرات متمرکز



۲- سازمان نت غیر متمرکز: در این نوع سازمان به جای یک تشکیلات مرکزی هر یک از کارگاههای بزرگ تولیدی، و قسمتهای کارخانه در داخل تشکیلات خود یک گروه نگهداری و تعمیرات دارند، که مستقیماً زیر نظر سرپرست آن کارگاه تولیدی انجام وظیفه می نماید.



شکل ۱
سازمان نگهداری و تعمیرات غیر متمرکز (گسسته)

در اینجا از واژه " غیر متمرکز " استفاده شده ، ولی در کارخانجات و صنایعی که چنین تشکیلاتی دارند الزاماً علاوه بر گروههایی که زیر نظر کارگاههای تولیدی به امور تعمیرات می پردازند یک (یا چند) کارگاه مرکزی نیز وجود دارد که سرویسهای لازم در زمینه های کارهای فنی نظیر تراشکاری ، جوشکاریهای دقیق ، ساخت قطعات یدکی ، و در اغلب موارد تعمیر وسایط نقلیه را به عهده دارد. در شکلهای ۱و۲ مدلهای نمودارهای سازمانی متمرکز و غیر متمرکز نشان داده شده اند. تشکیلات متمرکز و غیر متمرکز نت در کارخانجات می توانند هر یک دارای مزایا و همچنین اشکالاتی باشند. از نکات مهم در سازماندهی سیستم مدیریت فنی در صنایع ، دقت در تصمیم گیری مناسب و مبتنی بر دلائل روشن جهت انتخاب نوع مناسب و میزان تمرکز یا عدم تمرکز خدمات مدیریت فنی برای صنایع می باشد.

«مزایا و نارسائیهای انواع سیستم های متمرکز و غیر متمرکز

الف) اهم مزایای تشکیلات نگهداری و تعمیرات غیر متمرکز:

- ۱- بالا بودن سرعت انتقال اخبار و اطلاعات و دستورات در زمینه تعمیر و سرویس و اعمال تعمیرات اضطراری به علت نزدیک بودن فاصله و کوچک بودن گروه نت در مقایسه با تشکیلات متمرکز.
- ۲- بالا رفتن سرعت یادگیری و مهارت کارکنان نت (در تخصصهای مربوط به نگهداری و تعمیرات ماشین آلات مخصوص آن کارگاه).
- ۳- آشنائی بیشتر کارکنان نگهداری و تعمیرات با روشهای تولید مخصوص به آن کارگاه.
- ۴- همکاری نزدیک ، و وجود روابط انسانی مناسب تر بین گروههای نگهداری و تعمیرات و تولید به علت وجود یک مدیریت واحد.

ب) نارسائیهای (اشکالات) نگهداری و تعمیرات غیر متمرکز:

- ۱- بالا بودن هزینه های بالا سری و سرپرستی به علت لزوم استقرار سرپرستان و استادکاران و مهندسیین جهت هر یک از گروههای کوچک نگهداری و تعمیرات در کارگاههای مختلف.
- ۲- بالا رفتن حجم و هزینه نگهداری قطعات یدکی به علت عدم وجود انبار مرکزی جهت نگهداری قطعات.
- ۳- یکنواختی در کار کارگران و کارکنان نگهداری و تعمیرات.
- ۴- عدم آشنائی کارکنان نت با سایر تخصص های مربوط به حرفه خود به علت ثابت بودن نوع کار.
- ۵- عدم امکانات آموزشی برای کارکنان نت به این علت که اصولاً توجه اصلی یک کارگاه تولیدی به امور تولید معطوف بوده و بنابراین فراهم نمودن چنین امکاناتی جهت گروههای نگهداری و تعمیرات در درجه دوم اهمیت قرار می گیرد.
- ۶- عدم امکان مطالعه و بررسی بازده گروههای نگهداری و تعمیرات و مقایسه وضعیت کلی ماشین آلات و تجهیزات در سطح کارخانه ، میزان خرابیها و از کار افتادگیها ، و عدم امکان ارائه روشهای به سازی فعالیتها و تجهیزات در سطح کارخانه.
- ۷- پائین بودن میزان کاربرد نیروی انسانی و تجهیزات نت به علت عدم امکان نقل و انتقال کارگران جهت پر کردن محللهای محتاج به کارهای تعمیراتی.
- ۸- عدم امکان استاندارد کردن قطعات یدکی مربوط به ماشین آلاتی که از کشورهای مختلف و یا حداقل کارخانجات سازنده متفاوت تهیه شده اند.

اصول نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و روشهای آن

مشکلاتی که در صورت عدم وجود سیستم مکانیزه برنامه ریزی نت بروز می نماید عبارتند از :

- از قلم افتادن فعالیت های نت به دلیل حجم بالای فعالیت ها .
- حجم زیاد بایگانی از نظر شناسنامه ها و رزومه شرکت و مشکل دسترسی به اطلاعات مورد نیاز .

- عدم وجود ارتباط سریع بین مستندات فعالیت های نت و سایر سیستم ها .
- عدم تصمیم گیری درست و به موقع مدیران به دلیل مشکلات تهیه گزارش های مورد نیاز و وقت گیر بودن تهیه هر گزارش .
- عدم دسترسی به کلاس های نوین **CMP** و امکانپذیر نبودن انجام برنامه ریزی به صورت **ICMP**.
- نبودن اجرای فعالیت های نت در بخش های مختلف سازمان که این عامل موجب بروز توقفات بیش از حد و افزایش نفر / ساعت انجام کار تعمیرات می گردد .
- به دلیل حجم بالای فعالیت ها و وقت گیر بودن پردازش اطلاعات مختلف می بایست فعالیت ها در سیستم های دستی بین واحدهای مختلف توزیع گردد که این عامل موجب عدم وجود یک مرکز مستقل جهت پیگیری امور و اجرای برنامه ریزی نت و تهیه گزارشات دلخواه می گردد .
- محاسبات در برنامه ریزی با دقت کافی انجام نمی شود و معمولاً برنامه ریزی بر اساس شرایط واقعی انجام نمی شود. مثلاً توقفات ماشین آلات در زمانبندی ها تاثیر نمی گذارد و در نتیجه فعالیت ها در زمان مقرر انجام نخواهد شد .
- ایجاد تغییر در برنامه ریزی و جا به جا کردن برنامه براحتی انجام نمی شود، در صورتی که در سیستم های مکانیزه این عمل به وسیله برخی توابع نرم افزاری براحتی و در حداقل زمان انجام می شود .
- عدم حصول نتایج برنامه تولید به دلیل بروز مشکلات در برنامه ریزی نت و در نتیجه تاخیر در تحویل سفارشات به مشتریان .
- امکان برنامه ریزی فعالیت ها از طریق یک مرکز برای ماشین آلات در مناطق مختلف جغرافیایی به صورت **Online** وجود نخواهد داشت .
- پیگیری انجام فعالیت ها و برآورد نیروی انسانی مورد نیاز و قطعات و ملزومات به صورت دقیق امکانپذیر نمی باشد .
- موجودی انبارها در اثر عدم برآورد دقیق قطعات و ملزومات به صورت ناموزون افزایش و یا کاهش می یابد که هر دو حالت آن موجب زیان مالی برای هر سازمان خواهد بود .

- سفارشات قطعات یدکی با دقت مورد نیاز انجام نمی شود و تبعات آن متوجه روند کارکرد ماشین آلات خواهد بود .
 - تعریف کار از طرف مدیران برای نیروهای اجرائی با مشکل مواجه می شود زیرا استخراج لیست تمام فعالیت ها به صورت غیر مکانیزه با دشواری های متعدد انجام می شود و در نتیجه تمام فعالیت ها جهت اجرا به واحدهای اجرائی اعلام نمی شود و گاهاً مشاهده می شود در ظاهر کلیه فعالیت ها انجام شده ولی در واقع تعدادی فعالیت از قلم افتاده است .
 - محاسبه قیمت تمام شده محصول به درستی انجام نمی شود و این مساله با توجه به وجود رقابت در عرضه محصولات، حجم بازار فروش هر تولید کننده را کاهش می دهد .
 - دفعات بروز عیوب با یک دلیل مشابه در مکان های مختلف از نظر واحدهای مسئول پنهان می ماند .
 - محاسبه عمر اقتصادی ماشین آلات و آنالیز تعویض آنها قابل انجام نمی باشد و یا به درستی انجام نمی شود و خسارات مالی ناشی از آن متوجه سازمان خواهد بود .
 - فعالیت ها به صورت قائم به فرد انجام می شود و عدم حضور یک شخص کلیدی موجب توقف اجرای نت می گردد و این مساله انجام امور را به سمت اجرای فعالیت ها به روش استاد کاری سوق می دهد و به دلیل عدم Documentation مناسب افراد جدیدی که وارد سازمان می شوند نمی توانند موثر باشند و یا این که به روش Try & Error فعالیت ها را انجام خواهند داد و بروز مشکل فوق ضررهای مالی و جانی جبران ناپذیری را متوجه سازمان خواهد نمود .
 - اخذ گواهینامه های استاندارد بین المللی در زمینه های مدیریت، کیفیت و ... با مشکل مواجه شده و بدین ترتیب حضور در بازارهای معتبر جهانی از دست خواهد رفت .
- دانش نگهداری و تعمیرات (نت) در طول دوران شکل گیری خود دستخوش تحولات گوناگونی بوده است . در این گام به بررسی این روند دگرگونیها خواهیم پرداخت و بر این اساس سیر تاریخی تحولات حوزه نت را به سه دوره اساسی تقسیم می نماییم :
- ۱- دوره نخست و BM :

سیر تحولات در دوره نخست تحقیقات نشان می‌دهد که گامهای اولیه در پیاده‌سازی 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 ماشین‌آلات مشکلی جدی را برای دست اندرکاران امر تولید ایجاد نمی‌نمود؛ به بیان دیگر، جلوگیری از بروز عیب در ذهن اکثر مدیران و مهندسين مفهوم نداشته و یا حداقل ضرورتی از این نظر احساس نمی‌گردید. علاوه بر این اکثر ماشین‌آلات و تجهیزات تولیدی از طرح نسبتاً ساده‌ای برخوردار بوده و این ویژگی، کار با آنها را ساده و تعمیرشان را آسان می‌نمود. نتیجه آنکه در آن زمان نیازی به استفاده از نت سیستماتیک احساس نمی‌گردیده و اکثر شرکتها و واحدهای تولیدی و صنعتی تنها در زمانی که دستگاه و یا تجهیزات از کار می‌افتادند، بازبینی و یا تعمیر آنها را آغاز می‌نمودند؛ در واقع سیستم نگهداری و تعمیرات به هنگام از کارافتادگی (**Breakdown Maintenance**) معمول بود.

۲- دوره دوم و TPM :

همه چیز در خلال جنگ جهانی دوم به صورتی انفجار آمیز 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. می‌توان سال ۱۹۵۰ را سال رونق طراحی و ساخت ماشین‌آلات مکانیزه نامید و این ایام، سرآغاز وابستگی صنایع به تجهیزات مکانیزه و اتوماسیون بوده است.

با افزایش روزافزون اتوماسیون مساله شکست و از کارافتادگی ماشین‌آلات نیز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌گشت؛ پس از گذشت چندی روند افزایش خرابیها به گونه‌ای 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 راه‌حلی مناسب برای جلوگیری از روند رو به رشد عیوب نمود.

در این رهگذر سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (**Preventive Maintenance**) بعنوان چاره درد و راه‌حلی 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 دوره‌ای بعنوان موثرترین راه حل جهت کاهش خرابیها مورد استفاده قرار گیرد .

در طول دهه ۱۹۵۰ نت پیشگیرانه به تدریج تکامل یافته تا پاسخگوی نیازهای جدید صنعت باشد . در این راستا سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور (Productive Maintenance) در سال ۱۹۵۴ 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 در آورده و خرابیها را پیش‌بینی نمایند تا جهت نگهداری و تعمیر آنها برنامه‌ریزی انجام پذیرد .

دهه ۱۹۶۰ را می‌توان دهه گسترش استفاده از نت بهره‌ور در صنایع نامید . معرفی نت بی‌نیاز از تعمیر ، مهندسی قابلیت اطمینان و مهندسی قابلیت تعمیر (۱۹۶۲) 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 ۱۹۷۰ 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 ، شادی آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند ، می‌گردد .

۳- دوره سوم و RCM :

میزان افزایش سرمایه‌گذاری بر روی ماشین‌آلات 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 پیشینه 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:

۳-۱- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بر پایه شرایط کارکرد ماشین آلات (**Reliability Centered Maintenance**) و ترویج استفاده از روشهای CM همچون آنالیز لرزش، حرارت سنجی و ...

۳-۲- معرفی و بکارگیری انواع روشهای تجزیه و تحلیل خرابیهای ماشین آلات.

۳-۳- طراحی تجهیزات با تاکید بیشتر بر قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر.

۳-۴- تحول اساسی در تفکر سازمانی به سمت مشارکت و گروههای کاری.

۳-۵- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر.

۳-۶- معرفی روش نت مبتنی بر قابلیت اطمینان به عنوان روشی جامع جهت تصمیم گیری در استفاده صحیح از انواع سیستمهای 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.

در گامهای آتی استراتژیهای گوناگون نت را بیشتر خواهیم شناخت ...

سیستم نگهداری و تعمیرات واکنشی (Reactive Maintenance)

در گام پیشین، در بیان تاریخچه تحولات نت، از سیستمهای گوناگون نت که در دورههای زمانی متفاوت مورد استفاده قرار می گرفته اند سخن گفتیم؛ در این گام و گامهای آتی به تشریح بیشتر این استراتژیها خواهیم پرداخت.

از نگهداری و تعمیرات واکنشی (**Reactive Maintenance**) آغاز می نماییم:

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 می‌گیرد .

همانگونه که در گام پیشین بیان نمودیم این سیستم در سالهای آغازین تکامل نت مورد استفاده قرار می‌گرفته و بدین سبب با ساختار امروزین ماشین آلات و تجهیزات همخوانی چندانی نداشته و معایب زیر را با خود به همراه دارد :

۱- کاهش ایمنی کار با ماشین آلات .

۲- عدم برنامه‌ریزی دقیق تولید به علت بروز مشکلات کمی و کیفی .

۳- نیاز به گروه تعمیراتی قوی و آماده به کار .

۴- افزایش زمان تعمیرات بعلا مشاهده خرابیهای فرعی .

۵- نیاز به ذخیره و انبار کردن وسیع قطعات .

در گام آتی به نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (**Preventive Maintenance**) خواهیم پرداخت ...

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (**Preventive Maintenance**)

(Fix it before it breaks)

Maintain based upon calendar or running time

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه عبارتست از یک روش سیستماتیک برنامه‌ریزی و زمان‌بندی 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 برنامه‌ریزی و اجرا گردیده و به همین دلیل عبارت **Time**

Based Maintenance نیز به این دسته از فعالیتهای اطلاق میگردد .

فعالتهای نت پیشگیرانه عبارتند از :

۱- جلوگیری از فرسایش غیرعادی اجزاء ماشین : نظافت ، آچارکشی و روانسازی (روغنکاری و

گریسکاری)

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

در گام آتی از نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (**Predictive Maintenance**) خواهیم گفت ...

نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (Predictive Maintenance)**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** نیز به این دسته از فعالیتهای اطلاق می‌گردد.

فعالتهای نت پیشگویانه (PdM) عبارتند از:

- ۱- 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)
- ۲- اندازه‌گیری فرسایش با استفاده از ابزار توسط انسان: بازرسی فنی اجزاء ماشین و اندازه‌گیری فرسایش با استفاده از ابزارهایی همچون ارتعاش‌سنج، حرارت‌سنج، آنالایزر روغن. در این روش بازرسی PM در فواصل زمانی مشخص و در حین کارکرد ماشین با استفاده از ابزار نسبت به اندازه‌گیری میزان فرسایش اجزاء اقدام و نتایج به دست آمده را با محدوده کارکرد مجاز اجزاء مقایسه می‌نماید. 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 نمی‌گیرد و بر همین اساس عبارت نت اقتصادی نیز به این گروه از فعالیتهای نت اطلاق می‌گردد.
- ۳- بازرسی و اندازه‌گیری پیوسته توسط ابزار: امروزه استفاده از روش کنترل پیوسته توسط طراحان ماشینهای صنعتی به عنوان روشی جهت جلوگیری از خطاهای برنامه‌ریزی نت مورد توجه قرار گرفته است. فیلترهای هوا مجهز به سنسورهایی جهت تعیین زمان دقیق تعویض فیلتر شده‌اند؛ برای یاتاقانها سنسورهای حرارتی طراحی گردیده تا زمان دقیق روانسازی آنها مشخص و به اپراتورها اعلام گردد و ... در گام آتی از نگهداری و تعمیرات موثر (**Proactive Maintenance**) خواهیم گفت ...

نگهداری و تعمیرات موثر (Proactive Maintenance)

(Don't just fix it, improve it)

Eliminate defects from all sources; Maximize equipment uptime

نت موثر به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می‌گردد که با هدف بهبود وضعیت کارکرد ماشین‌آلات، کاهش میزان نیاز آنها به اجرای نت و حذف کامل علل وقوع خرابیها انجام می‌گیرد.

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

مهمترین روشهای تحلیلی مورد استفاده در سیستم نگهداری و تعمیرات موثر عبارتند از:

RCA : Root Cause Analysis

&

MFMEA : Machine Failure Mode and Effects Analysis

فعالتهای نت موثر عبارتند از:

۱- انتخاب ماشین‌آلات و تجهیزات و یا تغییر در نحوه استفاده از آنها بر اساس سوابق نت و تجربیات پرسنل نت و تولید.

۲- طراحی مجدد اجزاء ماشین با هدف حذف علل وقوع خرابیها.

۳- بازنگری در طراحی، نصب و نحوه بهره‌برداری از تجهیزات.

در گام آتی از نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (Total Productive Maintenance) خواهیم گفت

...

Total Productive Maintenance (نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر)

همانگونه که در گامهای پیشین اشاره نمودیم سیستم TPM در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه آمریکایی (که در سال ۱۹۵۴ 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، شادی آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند، می‌گردد.

از زمانی که 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 ۱۹۸۹ نیز در اصول پنجگانه آن تغییری داده نشد.

با تغییر نگرش در سیاستهای کلان TPM، ویرایش دوم و سوم سیستم مذکور در طول سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۴ توسط T. Suzuki ارائه گردیده که یکی از ویژگیهای مهم ویرایش سوم افزایش اصول سیستم به هشت اصل زیر می‌باشد:

- ۱- افزایش میزان اثربخشی کلی ماشین آلات.
- ۲- اجرای نت خودکنترلی توسط پرسنل خطوط تولید.
- ۳- اجرای نت برنامه‌ریزی شده توسط بخش نگهداری و تعمیرات.
- ۴- برگزاری دوره‌های آموزش تئوری و عملی برای کلیه پرسنل.
- ۵- مدیریت زود هنگام بر روی ماشین آلات.
- ۶- استقرار سیستم نت کیفیتی با ایجاد ارتباط بین واحدهای نت و کنترل کیفیت.
- ۷- استقرار نت بهره‌ور فراگیر در واحدهای پشتیبانی و ستادی نت.
- ۸- مدیریت ایمنی و محیط زیست.

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

ایجاد یک سیستم در راستای تحت پوشش در آوردن 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 شکل گیری سیستم و تسلط بر ملزومات و نیازهایی که باید سیستم مکانیزه آنها را پوشش دهد صبور بوده و از بکارگیری نرم افزارهای از پیش طراحی شده خودداری کنید؛ زیرا با گذشت زمان خواسته‌های واحد نت از نرم افزار مشخص تر و انتخاب بر نیازها منطبق تر خواهد بود.

هدف را می توان ایجاد یک هسته مرکزی با عنوان سیستم نت جهت ثبت و کنترل کلیه امور نگهداری و تعمیرات که بر روی تجهیزات صورت می پذیرد ، تعریف نمود . پس از تعریف سیستم نباید اجازه داد که از آن پس ، تعمیر یا سرویسی خارج از روال تعریف شده 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 بهره بردار و یا هر متقاضی کار نت ، توسط آن کار مورد نظر خود را به واحد نت اعلام می نماید .

در این فرم می باید علاوه بر شرح کار درخواستی ، مواردی که به برنامه ریزی کار کمک می نماید گنجانده شود .

تاکید می شود که فرم درخواست کار متناسب با نیازهای همان صنعت یا سازمان طراحی شده و از کپی سازی فرمهای بکار رفته در صنایع دیگر و یا فرمهای نمونه خودداری گردد .

گردش فرمها و تعداد نسخه های تکمیلی را متناسب با سیستم تعریف شده در نظر بگیرید لیکن پیشنهاد می گردد جهت تمرکز کار ، فرم درخواست کار تنها در دو نسخه و توزیع آن به شکلی باشد که یک نسخه در اختیار صادر کننده بماند و نسخه دیگر به واحد نت انتقال یابد . در این حالت ، درخواست کننده به استناد سند محفوظ خود و بر اساس شماره آن ، کار مورد درخواست خود را پیگیری خواهد نمود .

واحد درخواست کننده ، 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 گزینه هایی هستند که باید در فرم درخواست کار گنجانده شوند .

دستورکار مهمترین فرمی خواهد بود که در سیستم نت بکار گرفته می شود ؛ در طراحی آن دقت و سلیقه به خرج داده و سعی نمایید جامع و کاملا کاربردی باشد ؛ اطلاعات مورد نیاز را در آن بگنجانید لیکن از قید نمودن فیلهایی غیر ضروری خودداری کنید .

فرم دستورکار 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 باز خورد 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 ، باز خورد 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 نمایید .

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 منحصر به 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 محل های تایید سرپرست واحد مجری ، بازرسی فنی ، بهره بردار مربوطه و سرپرست نت از جمله فیلدهای بکار رفته در دستور کار می باشند .

برخی از فواید سازمان نت یکپارچه فراگیر عبارتند از :

- ۱- کاهش کل خرابیهای اضطراری تجهیزات به میزان ۷۵٪ .
- ۲- کاهش خریدهای نت تا سطح ۲۵٪ .
- ۳- افزایش دقت و عملکرد انبار نت تا سطح ۹۵٪ .
- ۴- افزایش اثربخشی PM تا مقدار ۲۰۰٪ .

سیستم باوروش های نت:

برخی از روش ها و سیستم های نت که در طول سالیان گذشته ابداع شده و تا کنون مورد استفاده قرار گرفته اند عبارت اند از:

1- سیستم های غیر برنامه ای (واکنشی): **Unplanned Maintenance**)

این سیستم که به تعمیرات اضطراری یا EM نیز مشهور می باشد، رفع خرابی و انجام تعمیرات در صورت وقوع خرابی تجهیزات و وقوع مشکلات بدون برنامه ریزی قبلی را پشتیبانی می کند.

2- سیستم های برنامه ای: **Planned Maintenance**

در این نوع سیستم ها یک طرح و برنامه قبلی در تدوین فعالیت های نت بکار بسته می شود، هدف عمده این سیستم ها جلوگیری از تعمیرات اضطراری و توقفات پیش بینی نشده می باشد.

1-2- نت پیشگیرانه PM (1951)

فعالیت های بازرسی، بازدید، تنظیم، تعویض و تعمیر قطعات و ماشین آلات که بصورت دوره ای و برنامه ریزی شده انجام می گیرند. هدف از این فعالیت ها جلوگیری از توقفات پیش بینی نشده ماشین آلات و تجهیزات و کاهش تعمیرات اساسی می باشد و معمولاً در روند زیرسیستم قابل تمایز می باشد:

1-1-2- تعمیرات منظم و پر یودیک

در این نوع تعمیرات معمولاً براساس توصیه های تأمین کنندگان و سازندگان تجهیزات و یا بعضاً براساس تجربیات گذشته به بازدید، تعویض و یا تعمیر قطعات حساس و با اهمیت و یا بخش های مهم دستگاه ها و ماشین آلات می پردازند. این نوع عملیات معمولاً تعمیرات مبتنی بر زمان (TBM)، سیکل تولید، مقدار محصول، زمان معادل (حاصلی از پارامترهای زمان واقعی، تعداد توقفات و یا استارت و... می باشد) و... می باشد.

2-1-2- تعمیرات پیش‌گویانه PDM - Predictive Maintenance

هارتمن (Hartman) نگهداری پیش‌گویانه (PDM) را چنین تعریف می‌کند: «پیشگویی روندهای ترسیمی مربوط به مقادیر اندازه‌گیری شده با در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی به منظور تشخیص، تحلیل و اصلاح مشکلات تجهیزات، پیش از خرابی» در این نوع سیستم‌ها که یک روش مبتنی بر شرایط (Maintenance) Condition Based می‌باشند، براساس اندازه‌گیری تعیین عوامل و پارامترهای از پیش تعیین شده تجهیزات بحرانی و سپس تجزیه و تحلیل سوابق این اطلاعات می‌توان به پیش‌بینی عمر مفید قطعات و تعیین متوسط زمان بین خرابیها و متوسط زمان تعمیر پرداخت. برخی از این پارامترها عبارتند از: سرعت ارتعاش، حرارت، نتایج آنالیز روغن، فشار، تنش، خستگی، مقاومت، ظرفیت واقعی و... در بسیاری موارد در اختیار داشتن اطلاعات Online می‌تواند مؤثر باشد.

2-2- نگهداری و تعمیرات اصلاحی (Maintenance Corrective)

در این سیستم‌ها براساس اطلاعات و سوابق نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات و تجهیزات مشکل‌دار و نیز بررسی پارامترهای اقتصادی و غیره، به طراحی مجدد دستگاههایی با طراحی و برنامه‌ریزی در راستای اصلاح این شرایط می‌پردازند. با این اقدامات و اصلاحات صورت گرفته کارایی دستگاهها افزایش یافته و تعمیرات پیشگیرانه آنها کاهش می‌یابد. در نتیجه قابلیت اطمینان و تعمیرپذیری دستگاه افزایش خواهد یافت.

2-3- تعمیرات اساسی:

در مواقعی امکان انجام، تعمیرات پیش‌گیرانه در مدت زمان کوتاه وجود نداشته باشد یا سنجش‌های آسیب‌دیده و مشکل‌دار دستگاه‌ها و تجهیزات زیاد باشند، با یک طرح و برنامه قبلی مدون و در زمان مناسب (ایام تعطیل و یا کم‌کاری ماشین) به مونتاژ کردن دستگاه و انجام تعمیرات اساسی می‌پردازند. گاهی دامنه چنین تعمیراتی چنان وسیع است که می‌بایست برای مدتی خط تولید متوقف گردد. بنابراین چنین اقداماتی را می‌بایست در قالب پروژه‌های نت تعریف نمود و ملزومات و منابع مورد نیاز آنها از پیش طرح‌ریزی و تأمین گردد.

(3) سیستم های نت فراگیر و جامع

در این سیستم ها عملیات نت به عنوان بخش منفک و تنها محدود به سازمان نت در نظر گرفته نمی شود. مضاف بر این از تمرکز صرف بر روی تجهیزات و ماشین آلات پرهیز می شود و سیستم نت در راستای برنامه ها و اهداف سازمان مورد نظر قرار گرفته و همیاری و همکاری همه سازمان در جهت افزایش بهره وری کل سازمان ملاک فعالیت خواهد بود.

RCM 1-3 نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان

جان موبری (RCM (centered Maintenance Reliability) را چنین تعریف می کند: «نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، فرایندی است برای مشخص کردن ملزومات نت هر تجهیز که در طول عمر عملیاتی اش استفاده می گردد». این فرایند امکان تشخیص خرابی های قابل پیشگویی، قابل پیشگیری و تصادفی را فراهم می سازد. برای مشخص کردن ملزومات نت یک تجهیز، روش کارکرد و سابقه آن باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

بکارگیری مناسب RCM توانمندی پرسنل نت را در بکارگیری روش های مرسوم بالا برده و با دقت به پارامترهای «پرسنلی، زمان، ابزار تکنولوژی تجهیز، ماهیت عیوب، نوع عیوب، خسارات، درجه بحرانیّت در خطوط تولید، اولویت، مسائل اقتصادی و غیره می پردازد و پس از تحلیل، برنامه ریزی را در تصمیم گیری حمایت و هدایت می کند.

TPM 2-3 سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر

TPM، همان نت بهره ور PM بود که در صنایع ژاپن مورد بهبود قرار گرفت، TPM شعار «من تولید می کنم و تو نگهداری و تعمیر می نمایی» «I OPERATE - YOU FIX» را شکسته و بر این نکته تأکید نمود که در بهسازی تجهیزات باید همه افراد سازمان، حتی مدیریت های بالا دستی نیز درگیر باشند.

TPM افزایش مشهود بهره وری در کنار افزایش رضایت شغلی و مسائل انسانی را دنبال می کند و کانون توجه آن بر کاهش ضایعات تجهیزات می باشد.

TPM به پیشبرد اثربخشی تجهیزات و بهینه سازی خروجی های آنها توجه دارد. TPM سعی در حفظ

تجهیزات در شرایط مطلوب دارد تا از خرابیهای اضطراری، ضایعات ناشی از کاهش سرعت تولید و ضایعات کیفیت در فرایند تولید جلوگیری به عمل آید.

در استقرار و تکامل TPM حداقل ۵ هدف درون بخشی زیر مطرح می باشد:

1- بهبود و ارتقاء اثربخشی تجهیزات

2- نگهداری و تعمیرات خودمختار و مستقل توسط بهره برداران

3- توسعه دادن یک سیستم نت بهره ور برای کل دوره عمر تجهیزات

4- درگیر نمودن کلیه بخش های سازمان شامل واحدهای مهندسی، طراحی، تولید، بهره برداری و

نگهداری و تعمیرات در امور TPM

5- درگیر نمودن فعالانه کلیه کارکنان از مدیریت رده اول تا کارگران سطح کارگاه

6- توسعه TPM از طریق مدیریت انگیزه های

4) فرآیند مدیریت درخواست کار WRM - Work Request Management

این فرآیند را باید جزئی لاینکف از سیستم های نت دانست. در اغلب فعالیت های نت چه بصورت یک فعالیت PM یا CBM و حتی یک خرابی اضطراری باشد، انجام عملیات نگهداری و تعمیرات در قالب یک فرایند شامل فعالیت ها و مراحل کاری گوناگون صورت می پذیرد. این مراحل از اعلام یک خرابی تا مراحل نظارت، تأیید، درخواست کالا از انبار، انجام تعمیرات، صدور مجوز راه اندازی و... را دربر خواهد داشت .

در سازمانی هایی که بدلیل نوع تجهیزات قبل از انجام تعمیرات نیاز به ایزوله نمودن و ایمن نمودن آنها می باشد و ضمانت نامه صادر می گردد، به این فرایند، پرمیت نیز گفته می شود که معمولاً در صنایعی چون نیروگاه ها به این نام مشهورند.

جدول ۱- نمونه ای از مراحل فرآیند مدیریت درخواست کار یک نیروگاه

شماره مرحله	عنوان مرحله	گروه‌های کاری مرتبط	نوع فعالیت
1	صدور درخواست	واحد بهره‌برداری	گزارش عیب به واحد تعمیرات
2	تأیید درخواست کار	واحد فنی و مهندسی	تأیید درخواست و تعیین لزوم نظارت بر فعالیت‌های تعمیراتی
3	دریافت درخواست کار	واحد تعمیرات	دریافت درخواست کار و درخواست شروع بکار تعمیرات
4	ایمن سازی تجهیز	واحد بهره‌برداری	ایزوله نمودن تجهیز و فراهم نمودن شرایط ایمن جهت انجام فعالیت‌های تعمیراتی
5	اعلام پایان کار تعمیرات	واحد تعمیرات	ثبت تاریخ شروع و پایان تعمیرات و اعلام پایان تعمیرات
6	برداشتن ایزوله و راه‌اندازی آزمایشی	واحد بهره‌برداری و واحد فنی و مهندسی	تأیید کار توسط واحد فنی و مهندسی و برداشتن ایزوله و راه‌اندازی آزمایشی
7	بستن درخواست کار	واحد بهره‌برداری و واحد فنی و مهندسی	تأیید رفع عیب و بستن درخواست کار

• تعویض قطعات و مواد فرسوده و معیوب

در هر حال نگهداری و تعمیرات (نت) نمی‌تواند باعث افزایش طول عمر طراحی شده شود ، ولی نگهداری و تعمیرات می‌تواند عملکرد تجهیزات را برای کارخانه شما حفظ نماید . جهت حفظ این عملکرد عملیاتی همانند بازسازی و تعمیرات اساسی تجهیزات ضروری بنظر می‌رسد و بطور معمول عملیات تعمیر و نگهداری از رده‌های پایین‌تر شروع شده و به رده‌های پایین‌تر ختم می‌گیرد. اینگونه از عملیات را بایستی به عنوان هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شود .

- آیا همیشه تجهیزات موجود خود را تعمیر اساسی می کنید ؟
- آیا عملکرد ماشینهای بازسازی شده همانند ماشینهای نو هستند ؟

این نکته را به خاطر داشته باشید که هزینه احتمالی بازسازی ماشینهای مستهلک و فرسوده ، اگر زیاد نباشد حداقل پنجاه درصد هزینه خرید یک ماشین نو است . در برخی از موارد نظیر بازسازی دیگهای بخار و یا بازسازی پره های توربین انجام بازسازی معقول بنظر میرسد. آثار اثربخش نگهداری و تعمیرات (نت) را بایستی تا پایین ترین سطح تجهیزات و تاسیسات کارخانجات مد نظر قرار داد .

نگهداری و تعمیرات (نت) حد اقل در پنج برنامه مجزا که هر برنامه نسبت به برنامه قبلی پیچیدگی بیشتری پیدا میکند توسعه و گسترش داده می شود . این برنامه ها از تجهیزات ، ابزارآلات و لوازم یدکی که باید برای راه اندازی استفاده میشوند تا مواردی که باید برای جلوگیری از شکست پیش بینی شود ، طبقه بندی می شوند . هر یک از این برنامه ها از جایگاه خاصی در راهبرد کلی نگهداری و تعمیرات برخوردار است . این پنج برنامه عموماً با عناوین زیر نامگذاری شده اند عبارتند از :

- **1) نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست .**
- **2) نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه برنامه ریزی شده .**
- **3) نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگویانه .**
- **4) نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر قابلیت اطمینان .**
- **5) نگهداری و تعمیرات (نت) جامع .**

نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست :

نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست کارخانه بر این فرض بنا نهاده شده است که تا قطعه ای نشکسته است آنرا تعویض و تعمیر نکنند . مثال : چراغهای اتوماتیک یک مثال اولیه ای از یک قطعه از اتومبیل شما هستند که می خواهید این عیوب و نقص را برطرف کنید . شما بطور ساده وقتی لامپ سوخته است آنرا تعویض می کنید و خیلی ساده آنرا محکم میکنید بدون اینکه به وسیله نقلیه شما آسیبی وارد شود. اما اگر بخواهید این عمل را در مورد ترمز معیوب شده خود انجام دهید ، این تعمیر و

تعویض بسیار هزینه بر می شود. در روش نگهداری و تعمیرات (نت) شما لنتهای ترمز معیوب را در می آورید، شیار افتادن صفحه دیسکهای فلزی سیستم ترمز و در نهایت گرم کردن آنها، از عوامل اجرای اینگونه نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست است. فراموش نکنید که شما بوجود آورنده اینگونه خطرات نه چندان جدی هستید. هر کسی که این تجربه را دارد می داند که تعویض به موقع هزینه خیلی زیادی ندارد. در دوران گذشته، پیامدها و آثار اینگونه شکست به عنوان یک امر اجتناب ناپذیر به شمار نمی آمد. در نتیجه پیامد نگهداری و تعمیرات به عنوان یک ضرر با اهمیت به شمار می رفت. وظایف نگهداری و تعمیرات در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست بطور منظم، تنها در مسائلی از قبیل روان کاری، سفت کردن پیچهای شل شده، و مشاهده صفحات اعلام خطر به اجرا در می آمد. تعمیر به موقع مجموعه و یا قطعه فرسوده مورد نظر هنگامی انجام می شود که عملکرد ماشین بطور چشمگیر کاهش پیدا کرده و یا شکست و از کارافتادگی واقعی اتفاق افتاده باشد. در نتیجه ماشین با اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست تحت کنترل قرار می گیرد. ماشینهایی که مستلزم اجرای تعمیرات سنگین و پر هزینه هستند مجاز به پیروی از مدل نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست نیستند، که دلایل زیادی همانند مسائل زیر برای این کار وجود دارد:

- شکست همیشه در نامناسب ترین زمان اتفاق می افتد، نظیر اتفاق در نقطه اوج تولید، و عواقب ناشی از آن.
- فرآیند تعمیرات بوسیله مدیران تولید سریع و با عجله انجام می شود.
- کارهای جزئی نظیر تخصیص نیروی انسانی، ابزارآلات و تهیه قطعات یدکی را میتوان از قبل انجام داد.

لازم به ذکر است که دلیلی وجود ندارد، اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات روند تولید و قابلیتهای کارکنان کارخانه را محدود می سازد. پرسنل سیستم نگهداری و تعمیرات به تعداد و تخصص معقول همیشه باعث سود می گردند. در بعضی از موارد عدم رعایت این موضوع می تواند فاجعه بیار و مستلزم جایگزینی یک دستگاه نیز ممکن است، باشد. پس هزینه های مضاعف این رویکرد می تواند شامل موارد زیر باشد:

- هزینه های مستقیم اضافی تعمیرات
- هزینه های رسیدگی به تعیین ریشه دلایل خرابی و کار افتادگی ، و یا ضایعات تولید
- تولید محصولات فاقد کیفیت و عدم داشتن استانداردهای لازم و نارضایتی مشتریان از کاهش کیفیت تولید.
- پرداخت حقوق کارگران تولیدی بیکار شده
- پرداخت اضافه کاری برای پرسنل تعمیرات و نگهداری و پیمانکاران خارج از سیستم کارخانه
- هزینه های تسریع در تهیه لوازم یدکی
- زیاد شدن هزینه تولید هر یک محصولات کارخانه
- تاخیر در ارسال محموله ها تولیدی اجرای اینگونه تعمیرات سنگین جهت دستگاهها با توجه به محل و میزان خرابی از سه الی بیست و چهار ماه به طول می انجامد .

نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه برنامه ریزی شده

نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه ، باعث توقف ماشین برای تست و بازرسی قطعات متحرک ، به منظور تعیین اینکه قابلیت استفاده مستمر دارند و یا آماده برای تعویض منظم می باشند ، صورت می پذیرد . نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه برنامه ریزی شده، هم شامل تعمیرات عملیاتی و هم شامل تعمیرات برنامه ریزی شده می شود .

نگهداری و تعمیرات (نت) عملیاتی : نگهداری و تعمیرات عملیاتی به فعالیتهایی اطلاق می شوند که بر روی دستگاههای در حال ارائه خدمات می باشند ، انجام می گیرد . انواع اینگونه فعالیتهای شامل موارد زیر هستند :

- روانکاری
- تعویض همزمان فیلترها یا صافی ها
- بازرسی آژیرها و سایر عوامل ایمنی
- محکم کردن بستها و پیچهای شل شده

• مراقبت از ارتعاشات مداوم

• مشاهده و شنیدن هر نشانه خطر و صدمه

سیستم نگهداری و تعمیرات (نت) جهت اجرا برای اکثر دستگاهها و تجهیزات به موارد ذیل توجه دارند :

• مسائل و پارامترهای مهم بهره برداری و کار با تجهیزات

• نحوه اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات

هرگونه تغییرات و مشاهدات با اهمیت در هنگام کار با دستگاه لیستی از برنامه های مهم نت بایستی به شرح زیر باشد :

• جمع آوری اطلاعات بطور منظم

• تجزیه و تحلیل فنی و هوشمندانه اطلاعات جمع آوری شده

بروز نگاه داشتن مرتب اطلاعات گزارشات و سوابق بایستی جهت بررسی توسط قسمت نگهداری و تعمیرات مطالعه شود و توسط بازرسین بررسی و تایید گردد .

نگهداری و تعمیرات (نت) (برنامه ریزی شده) ۳

سیستمهای نگهداری و تعمیرات (نت) برنامه ریزی شده به آن دسته از سیستمهایی اطلاق می گردد که در آن نگهداری و تعمیرات براساس زمان طول عمر دستگاه و یا تعداد مشخص برنامه تولید محصولات برنامه ریزی می شود. انتخاب فاصله زمانی مناسب جهت انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات به منظور موفقیت در برنامه ریزی از عوامل حیاتی یک سیستم نت می باشد . چنانچه این فاصله زمانی زیاد باشد ، پیامد آن شکست عملیات نگهداری و تعمیرات است . چنانچه فاصله زمانی خیلی کوتاه باشد زمان توقف دستگاهها برای تعویض قطعات سالم زیاد شده . همان نتیجه قبلی بدست می آید و در کل برنامه ریزی نمی تواند به سوی هدف خود حرکت کند . دیر یا زود افراد درگیر با سیستم ، مسئول انجام وظایفی می شوند که نمی توانند به دلایلی آنها را انجام دهند ولی همچنان طبق برنامه جلو می روند ، اگر این افراد را

در رابطه با ارائه اسناد و فرمهای دلایل عدم وظایف آزاد بگذارند دوباره پیامدهای اجرای مدل نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر شکست در سازمان پدیدار می گردد. هنگامیکه فواصل اجرای فعالیتهای نت در یک PMS بالا جبار انتخاب شود، تمدید آن نباید بدون دلیل باشد. پشتیبانی معتبر برای چنین توسعه ای، متضمن داشتن قدرت و انرژی لازم برای تجدید نظر در پارامترهای عملیاتی، جهت پیدا کردن علل هر خرابی، بایستی آن را بوسیله ابزارآلات دقیق و حساس همانند ابزارهای چشمی و اندازه گیری مورد بازرسی از خارج و داخل قرار داده و نتایج را تجزیه و تحلیل نمود، بازرسی قطعات و سطوح حساس یکی دیگر از راههای بازرسی می باشد.

درخواست برای توسعه و گسترش نیز بایستی مستند باشد و مستلزم موافقت مدیران ارشد سازمان می باشد، در نهایت به اینگونه عمل نمودن نبایستی بصورت دستوری باشد. بازدیدهای دوره ای نیز باید با تایید مقام بالاتر باشد بوده و موارد زیر را نیز بایستی مدنظر باشد:

- اهمیت تجهیز و پیامد از کار افتادگی آن
- نتایج بازرسی قبلی و سوابق از کار افتادگی
- نتایج مراقبت وضعیت
- زمان اجرای بازدیدها
- نیازمندیهای اجرای فعالیت
- توصیه های شرکتهای سازنده تجهیزات و شرکتهای خدماتی

همچنین معایبی برای این نگرش وجود دارد که عبارتند از: اولاً پیاده سازی دوره های نت و بازدید هر قطعات بحرانی، گران و زمان بر است. دومین مسئله این است که چگونگی اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات در فواصل کوتاه. سوم اینکه از کار افتادگی یک ماشین در حال عملیات را می توان با انجام صحیح فعالیتهای نت برنامه ریزی و زمانبندی شده کاهش داد.

نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگویانه

نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگویانه، اجرای فعالیتهای نگهداری براساس، بررسی مستقیم حالات و رفتار ماشین است. یکی از مهمترین رویکردهای امیدوار کننده در مورد نگهداری و تعمیرات (نت)، راه غلبه بر معایب نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه، نگرش صحیح و مبتنی بر ساعات عملیاتی و یا سیکلهای عملیاتی است. کشف و تشخیص عیوب تجهیزات در هنگامی که دستگاه روشن است، یکی از مناسب ترین راههای مراقبت از دستگاه است. در کاربردهای صنعتی، نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه می تواند در کاهش تعداد دفعاتی که دستگاه جهت انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات خاموش است کاملاً موثر باشد. در چنین مواردی نظیر تعویض منظم یا تاقانها هر چهار ماه یکبار انجام می شود و هزینه ناچیزی را برای تعویض این قطعه در بر می گیرد. این موضوع وقتی در مقایسه با ارزش تولید قرار می گیرد بدین صورت معنی می شود که در اثر توقف دستگاه هزینه های زیادی هدر رفته است. پس اگر ارزش تولید آن قسمت از دستگاهها در حدود 500000 دلار در ساعت باشد، هزینه هر ساعت از زمانهایی که بابت تعویض یا تاقان صرف می شود مابین 1500 دلار تا 2000 دلار بر ساعت خواهد شد. حذف یک و یا دو مرحله از این تعویضها صرفه جویی قابل ملاحظه ای به همراه دارد. با کنترل هزینه عوامل مزبور در حدود 500000 دلار در سال صرفه جویی خواهیم کرد. اگر برای ماشینی در حال تولید است مشکلی پیش و یا افتاده ای رخ داد و آن مسئله مکانیزم تولید را تحت تاثیر خود قرار نداد و همچنین توانستیم آن مشکل را در بدو امر تشخیص دهیم، خواهیم توانست رفع آن موضوع را در برنامه های نگهداری و تعمیرات بگنجانیم. این روش باعث می شود، زمان مناسب برای تامین قطعات، نیروی کار و ابزارآلات که مسائل ضروری نت می باشند، داشته باشیم. در نتیجه میزان خسارت وارده به دستگاه و روند تولید و هزینه تعمیرات به حداقل خود می رسد.

از آنجایی که انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات (نت) در ابتدای هر بروز هرگونه مشکل دستگاه انجام می گیرد، به طبع مدت زمان استراحت دستگاه نیز به حد اقل می رسد. با توجه به دستورالعملهای فنی تجهیزات بایستی دستگاهها را به طور مداوم کنترل نمود. براساس پیش بینی بعمل آمده در اسناد بایستی قطعات قبل از خراب شدن، تعویض و جایگزین گردند. در این صورت است که حد اکثر طول عمر مفید دستگاه را تامین کرده ایم و تعداد دستگاههایی بخاطر عملیات نگهداری و تعمیرات از رده خارج می شوند، کاسته می شود.

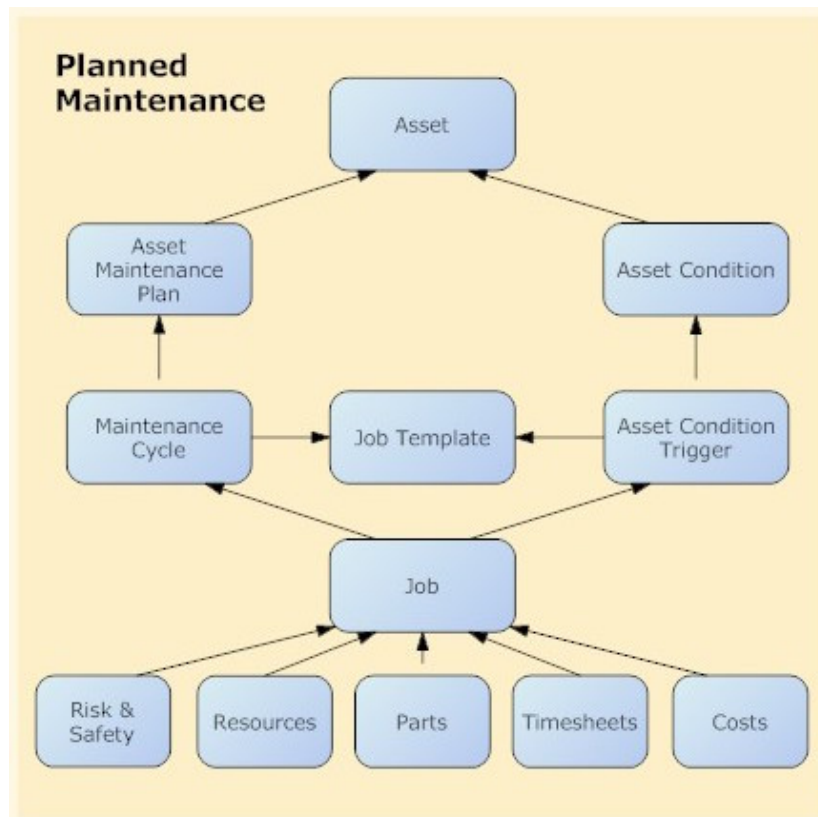
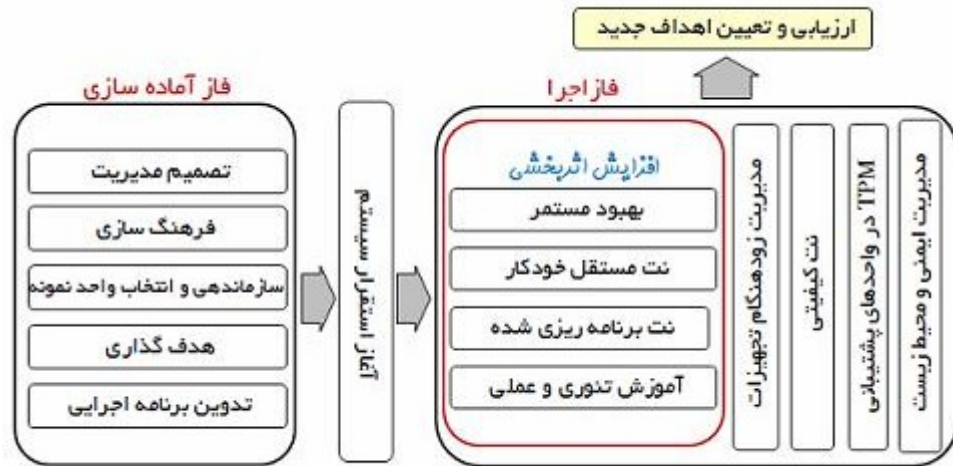
نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر قابلیت اطمینان :

اساسا نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر قابلیت اطمینان ، اصولی را تشریح می کند که برای تضمین مناسب عملکرد تجهیزات و تعیین نیازمندیهای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات (نت) تجهیزات بکار می رود . این اصول بدنبال ایفای نقش قابل اطمینان در جریان فرآیند تولید کارخانه هستند . به این منظور اجرای این اصول ، بایستی بدنبال پاسخ به هفت سوال اساسی زیر باشیم :

- (1) معیار و حد اجرای فعالیتهای چقدر باشد؟
- (2) به اجرا درآمدن یا به نتیجه نرسیدن فعالیتهای چه نتیجه ای بدنبال دارد ؟
- (3) عدم اجرای کدام یک از فعالیتهای منجر به از کار افتادگی تجهیزات می شود؟
- (4) وقتی از کار افتادگی تجهیزات پیش می آید چه اتفاقی می افتد؟
- (5) از کار افتادگی دستگاهها چگونه پیش می آید ؟
- (6) چگونه از هر کار افتادگی پیشگیری می کنید و یا چگونه از وقوع آن جلوگیری می کنید؟
- (7) چرا نمی توانید بعضی از کار افتادگیها را پیشگیری کنید و یا از وقوع آن جلوگیری کنید؟

نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر قابلیت اطمینان برای پاسخ به سوالات مطرح شده بالا به اطلاعات ماشین آلات نیازمند است و می توان گفت با گذشت زمان نتایج اجرای اینگونه نت جهت کارخانه حاصل می شود. در آن هنگام اجرای نگهداری و تعمیرات و توجه به راههای کوتاهتر موجب کاهش هزینه ها می گردد ، اجرای تواما این موضوعات برنامه ریزیهای قبلی را منتفی خواهند کرد . از این رو اجرای اینگونه نگهداری و تعمیرات (نت) (مستلزم سرمایه گذاری در وقت و پول جهت تربیت پرسنل فنی ماهر و آشنا به اصول نت می باشد . فلذا صرف زمان و بودجه ، مواعی هستند که باید رفع گردند ولی نتایج حاصله از اجرای نت بسیار مهم می باشد .

سیستم اطلاعاتی نت :



DFD: DATA FLOW DIAGRAM

نگهداری و تعمیرات (نت) جامع:

TPM یکی از موضوعات هدایتگر برای شما می باشد **TPM** . یک اصل کلی است که در آن نحوه استفاده از ماشین آلات ،مسائل پیرامون نحوه فروش ، بازاریابی ، بودجه ، منابع و چگونگی ارتباط و هماهنگی بین این موضوعات را در بر می گیرد **TPM** . روشی است که برای کمک به نگهداری و تعمیرات و همچنین اثر بخش بودن به آن بکار گرفته می شود . با اجرای برنامه های نگهداری و تعمیرات سنتی بیش از یک سوم بودجه نگهداری و تعمیرات ماشین آلات هدر می رود **TPM** . یک برنامه از پیش ساخته شده است که ماشین الات می توانند در جهت تشخیص و رفع مشکلات خود و همچنین عواملی محدود کننده محیط کار استفاده شود ، همچنین **TPM** ابزاری است توانایی غلبه بر مشکلات بیان شده را دارا است **TPM** . در پیش آمدها و رخدادهای غیر منتظره دستگاهها که در یک لحظه اتفاق می افتادند مطرح می شود به نوعی یک برنامه کامل است که جهت بیش از پنج سال عملکرد ماشین آلات برنامه ریزی شده است **TPM** . جهت جایگزینی ماشین آلات و بازرسی آنها جهت پیشگیری عیوب اصلی می باشد و همینطور توسعه روشهایی است که می توانند بر اینگونه عیوب غلبه و نحوه سرمایه گذاری بالا جهت اجرای عملیات نت را اصلاح می کند .

در این قسمت مقاله شما با توجه به عملکردهای سیستمهای مختلف نت و محک زدن تواناییهایی آنها و همچنین میزان سرمایه گذاری جهت اجرای آن ، می توانید تشخیص دهد چه نوع سیستمی مورد نیاز شما می باشد . اگر این روش و انتخاب مناسب باشد شما یک راهبرد و یک فضای فعال نگهداری و تعمیرات به ماشین آلات اختصاص داده اید . . همچنین نحوه همکاری و کار کردن در قسمت نگهداری و تعمیرات نشان می دهد و در نهایت نحوه بهینه شدن عملکرد ماشین آلات را بیان می کند .

چگونه یک پروژه برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات را اجرا کنیم:

پروژه برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

این پروژه از بخش های زیر تشکیل شده است:

* رویکرد و ترتیب عملیاتی مراحل انجام پروژه (شناسایی وضعیت موجود ، ارزیابی سیستم و بررسی نقاط ضعف ، طراحی مجدد سیستم ، تجهیز اطلاعاتی)

* آشنایی کلی با شرکت (معرفی شرکت ، تاریخچه و شرح شرکت ، معرفی محصول ، نمودار انفجاری ، جریان تولید)

* نمودار فرآیند عملیات و نمودار مونتاژ و چارت سازمانی

* لیست ماشین آلات ، سیستم کدگذاری ، معایب سیستم کدگذاری ، شناسنامه ماشین آلات ، دسترالعمل نگهداری

* برآورد قطعه یدکی ، برآورد نیروی انسانی ، تخمین زمان

* تخصیص فعالیتها و برنامه های سالیانه ، ماهیانه ، هفتگی

* شناسنامه هر تخصص و شناسنامه پیمانکاران ، نحوه صدور دستور کار

* ارجحیت (عوامل تعیین کننده ، تعیین حدود نظام نگهداری و تعمیرات ، هدف اصلی ، تعیین رده بندی امور نگهداری و تعمیرات)

* دستور کار فنی (درخواست تعمیرات اضطراری ، فرم دستورالعمل روانکاری)

* برنامه ریزی و کنترل - اجرا (پیاده سازی مفاهیم تدارک دیده شده ، مدیریت اطلاعات ، تجزیه و تحلیل مستمر)

* عملکرد سیستم و گزارش نگهداری و تعمیرات و تجزیه و تحلیل آنها (برگه اجرای خدمات فنی ، چک لیست نت پیشگیرانه ، فرم اطلاعات تعمیرات بعد از خرابی) و ارزیابی کار

* ارتباط واحد نت با دیگر واحدها (با مدیریت تولید ، و فنی مهندسی ، و انبار)

امکانات رفاهی و پرسنلی (پارکینگ ، نگهبانی ، غذا خوری ، بهداری ، سالن اجتماعات ، و محل نگهداری متعلقات پرسنل)

• تاسیسات (ایمنی ، برقی و الکترونیکی ، مکانیکی)

•

TPM

بر اساس مستندات منتشر شده از سوی موسسه نگهداری و تعمیرات ژاپن (JIPM) ، هدف از استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (TPM) ، ارتقاء میزان اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) در راستای دستیابی به اهداف اصلی شرکت همچون " افزایش میزان تولید ، بهبود کیفیت ، کاهش قیمت تمام شده و تحویل بموقع محصولات " میباشد.

شاخص میزان اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) به چگونگی استفاده از زمان تولید و عوامل موثر بر آن اشاره دارد. بعنوان مثال اگر شاخص OEE در یک شیفت تولید ۸ساعته به میزان ۵۰٪ باشد ، این به معنی آنست که تنها در ۴ساعت از زمان در دسترس ، تولید قابل قبول انجام گرفته است. این شاخص اولین بار در شرکت تویوتای ژاپن طراحی و برای ارتقاء اهداف فوق الذکر بکار گرفته شد که نتایج حاصل از آن در شرکت مزبور نیز کاملاً مشهود است.

با توجه به توضیحات ارائه شده ، برای ارتقاء شاخص OEE لازمست تا عوامل اتلاف زمان تولید (که از آن به شش ضایعه بزرگ نام برده میشود) ، شناسایی و در جهت حذف یا کاهش آنها اقدام گردد. شش ضایعه بزرگ عبارتند از :

(۱) توقفات :

توقفات در سیستم TPM به چهار دسته تقسیم میگردد:

الف) توقفات ناشی از عامل بیرونی : همچون قطع برق شهر - قطع گاز - حوادث و ...

ب) توقفات ناشی از خرابی ماشین

ج) توقفات برنامه ریزی شده برای اجرای فعالیتهای نت

د) سایر توقفات همچون : کمبود مواد - کمبود پرسنل - عدم نیاز به تولید و ...

لازم به توضیح است که حذف توقفات ردیف (ب) و همچنین تنظیم دقیق توقفات ردیف (ج) مورد هدف سیستم TPM میباشد.

(۲) تغییر نوع تولید و پیش گرم سازی :

الف (زمان صرف شده جهت تایپ چنج همراه با زمان تولید آزمایشی
ب (زمان پیش گرم سازی و آماده سازی ماشین برای تولید
در سیستم TPM برای کاهش توقفات مربوط به تایپ چنج و پیش گرم سازی برنامه ویژه ای تعریف میگردد.

(۳) کاهش سرعت نامی ماشین :

منظور در اینجا کارکرد ماشین با سرعتی کمتر از سرعت نامی میباشد.

(۴) کارکرد ماشین بدون بار :

این وضعیت به حالتی اشاره دارد که ماشین آماده تولید بوده اما به دلیل عدم تزریق مواد یا محصول نیمه ساخته ، ماشین بدون تولید کار می نماید.

(۵) ضایعات :

هرگونه ضایعاتی در ابتدا و حین تولید ، در این گروه قرار میگیرد. همچنین ضایعات جداسازی شده توسط کنترل کیفی نهایی و در مرحله بسته بندی نیز شامل این گروه میباشد.

(۶) دوباره کاری :

منظور در اینجا عملیاتی است که بر روی محصول تولید شده معیوب انجام میگردد. از آنجائیکه عملیات دوباره کاری وقتی از تولید را به خود اختصاص می دهد ، بعنوان یکی از شش ضایعه بزرگ مطرح میگردد.

بنابراین در یک تعریف ساده ، استقرار TPM با هدف حذف یا کاهش شش ضایعه بزرگ (افزایش شاخص OEE) انجام میگردد . در سیستم TPM برای هر یک از موارد شش ضایعه راهکاری تعیین گردیده که بشرح زیر میباشد:

۱- توقفات :

اجرای بخشی از برنامه های نگهداری و تعمیرات توسط پرسنل بخش تولید به دلیل ارتباط مستمر اپراتور با ماشین (Autonomous Maintenance) .

اجرای برنامه نت بهره ور (Productive Maintenance) توسط بخش نت .
شناسایی و رفع اشکالات طراحی ، ساخت و تامین قطعات یدکی با هدف مدیریت زود هنگام بر تجهیزات (Maintenance Prevention) .
افزایش سرعت سرویس رسانی در بخشهای انبار و همچنین نگهداری درست از اقلام با اجرای برنامه TPM پشتیبانی (Office TPM) .

۲- تغییر نوع تولید و پیش گرم سازی :

اجرای برنامه S5 در سالن های تولید برای دسترسی آسان و سریع به ابزار .
تشکیل گروه کاری از نت ، تولید و مهندسی در قالب یک پروژه و براساس گامهای مشخص جهت تبدیل زمان آماده سازی درونی (زمان آماده سازی نیازمند توقف تولید) به زمان آماده سازی بیرونی (بدون نیاز به توقف) تا حد امکان .

۳- کاهش سرعت نامی ماشین :

اجرای برنامه افزایش سرعت ماشینها در یازده گام . (با تشکیل گروه کاری نت ، تولید، مهندسی و همکاری بخش قطعه سازی) .

۴- کارکرد ماشین بدون بار :

اجرای برنامه کاهش زمان بی باری در پنج گام ، با تشکیل گروه کاری نت و تولید .

۵ و ۶- ضایعات و دوباره کاری :

اجرای برنامه نت کیفیتی (Quality Maintenance) توسط بخش تولید با مشارکت بخشهای نت و کنترل کیفیت .

پیش نیاز استقرار سیستم TPM :

درسیستم TPM برای اجرای برنامه های فوق الذکر دو پیش نیاز نیز تعریف گردیده که عبارتند از :

- ۱- آموزش پرسنل بخشهای مختلف شرکت برای انجام وظایف محوله در سیستم TPM .
- ۲- ایمنی سازی محیط کار با ممیزی جامع از وضعیت ایمنی و رفع نواقص موجود .

نتیجه :

باتوجه به موارد فوق الذکر ، سیستم TPM از یازده برنامه تشکیل گردیده که ترتیب اجرای برنامه ها بشرح زیر میباشد :

- ۱) آموزش فراگیر برای کلیه پرسنل شرکت .
- ۲) 5S (نظام آراستگی محیط کار) .
- ۳) ایمن سازی محیط کار .
- ۴) نت خودکنترلی - ویژه بخش تولید (Autonomous Maintenance) .
- ۵) نت بهره ور - ویژه بخش نت (Productive Maintenance) .
- ۶) نت کیفیتی (Quality Maintenance) .

- ۷) پشتیبانی (Office TPM).
- ۸) مدیریت زودهنگام بر تجهیزات (Maintenance Prevention).
- ۹) کاهش زمان مورد نیاز جهت تغییر نوع تولید. (در قالب پروژه)
- ۱۰) افزایش سرعت ماشینها در یازده گام. (در قالب پروژه)
- ۱۱) کاهش زمان بی باری در پنج گام. (در قالب پروژه)

جایگاه آموزش در سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (TPM)

برای استقرار سیستم TPM نیاز به مهارتهای بالا و فراگیر در سطح شرکت بوده و بر همین اساس ، آموزش دارای جایگاه مهمی در استقرار سیستم میباشد.

در برنامه ریزی آموزش به روش سنتی نیازهای آموزشی پرسنل توسط مسئولین واحدها تعیین گردیده و به واحد آموزش اعلام میگردد.

اما در TPM آموزش کلیه پرسنل براساس وظیفه ای که در سازمان جهت دستیابی به اهداف استراتژیک برعهده دارند میبایست انجام پذیرد.

ارزیابی برنامه آموزشی فعلی شرکت و اصلاح و تکمیل آن براساس مهارتهای مورد نیاز و وظایف محوله به پرسنل در TPM ، آماده سازی تقویم آموزشی ، اجرای آموزش به تناسب مراحل استقرار سیستم و ارزیابی نتایج از مراحل اجرای آموزش فراگیر در سیستم TPM میباشد .

وظایف واحد نگهداری و تعمیرات در سیستم TPM

پرسنل واحد نگهداری و تعمیرات وظیفه پیگیری زودهنگام درخواستهای گروه های نت مستقل را در زمینه اشکالات مشاهده شده در طی مدت استقرار برنامه نت خودکنترلی برعهده دارند. آموزش چگونگی اجرای فعالیتهای محوله به پرسنل تولید نیز از وظایف پرسنل متخصص نت میباشد. در کنار وظایف محوله به تولید ، برخی از فعالیتهای همچنان باید توسط واحد نت انجام پذیرد. این دسته از فعالیتهای از نظر تخصص مورد نیاز و ابزار لازم برای اجراء ، به گونه ایست که پرسنل بخش تولید قادر به انجام آنها نمی باشند. در این قسمت به بیان این وظایف می پردازیم:

۱- اجرای برنامه های ویژه واحد نگهداری و تعمیرات:

- راه اندازی سیستم مدیریت اطلاعات (کدگذاری ماشین آلات ، تهیه شناسنامه ها ، طراحی فرایند گردش کار اطلاعات نت و فرمهای مورد نیاز ، انتخاب CMMS)
- محاسبه شاخصهای نت (MTBF ، MTTR ، OEE و...) ، تعیین اهداف و مدت زمان دستیابی به آنها ، طبقه بندی تجهیزات

- تدوین برنامه نت دوره ای (TBM) با هدف نگهداری ماشین و رفع فرسایشها در دوره های منظم زمانی
- تهیه استانداردهای بازرسی و همچنین استانداردهای اندازه گیری وضعیت بکمک ابزار CM – انجام فعالیت براساس نتایج اندازه گیری های انجام شده
- بررسی میزان کارائی و اثربخشی سیستم نت ، بودجه بندی دقیق نت ، افزایش میزان دقت برنامه های TBM و CBM ، بازنگری در اهداف اولیه و در نظر گرفتن اهداف بالاتر

۲- تعیین بودجه نگهداری و تعمیرات :

بودجه نگهداری و تعمیرات معمولا براساس اطلاعات سال گذشته و در نظر گرفتن موارد مشروحه زیر ، تدوین میگردد:

- بودجه قطعات یدکی
- بودجه بیمانکاران
- بودجه مواد مصرفی
- بودجه ابزار
- بودجه مشاوره
- سطح فعالیت جاری و آتی مورد نیاز
- هزینه سوخت و برق
- تورم و نرخ پول
- هزینه نگهداری موجودی
- پروژه های بهسازی
- هزینه نیروی کار

بودجه در شروع سال مالی آماده و ارائه می شود. بودجه ها باید به وسیله یک سیستم کامپیوتری به صورت ماهیانه نظارت شوند.

۳- کاهش زمان اجرای PM :

- یکی از وظایف مهم واحد نگهداری و تعمیرات ، انجام اقداماتی برای کاهش زمان انجام برنامه های PM میباشد . اقدامات مذکور برای کاهش زمان PM عبارتند از :
- کاهش زمان دسترسی به ابزار و قطعات با اجرای صحیح مراحل S1 و S2 از برنامه نظام آراستگی محیط کار (5S)
 - هر جا که امکانپذیر است ، کار و انجام وظایف را به ترتیب برنامه ریزی کنید .
 - بهبود شاخص MTTR (قابلیت تعمیرپذیری تجهیزات)
 - مناسب بودن قطعات یدکی
 - اطمینان از کیفیت ملزومات
 - خریدهای داخلی قطعات – صرف زمان کم برای خرید

- آموزش و تعلیم اپراتورهای واحد تولید برای انجام صحیح فعالیتهای محوله
- ساخت ابزار مخصوص برای قفل / بازکردن مکانیزم ها ، تکنیک اجتناب از کاربرد لوازم بالابر
- به وسیله استفاده از مکانیزم های کشیدنی و هل دانی
- ساختن ابزار ویژه برای تشخیص عیب
- پشتیبانی IT
- افزایش فعالیتهای CBM
- بهبود(اصلاح) برنامه از طریق افزایش عمر قطعات (MTBF)

۴- افزایش مهارت انجام فعالیتهای PM :

- افزایش مهارت انجام فعالیتهای PM به پرسنل بخش تولید یکی از وظایف مهم واحد نگهداری و تعمیرات میباشد . برنامه های پیشنهادی در این راستا عبارتند از :
- آموزش های کلاسی : شامل بیان دانش عمومی و تخصصی مانند اتصالات ، یاطاقان ها ، روغن کاری ، هیدرولیک ، خواص هوا و گاز ، قدرت انتقال ، اجزای الکتریکی و برقی
 - توضیح از طریق مدلهای برش خورده از تجهیزات و آموزش حین کار
 - ارتقا درسهای تک موضوعی و بهبود مهارت از طریق فیلم ها
 - شرح موفقیتهای افراد در بخشهای مشابه
 - آموزش آنالیز WHY-WHY به پرسنل تولید
 - استفاده از تصاویر به عنوان یک ابزار اثربخش

۵- اولویت بندی ماشین آلات برای اجرای برنامه های PM :

قبل از تنظیم برنامه PM برای ماشینهای شرکت لازمست تا جایگاه هرکدام از آنها براساس میزان تاثیر و اولویت کاریشان مشخص گردد تا براساس آن میزان فعالیتهای محوله و استفاده از تاکتیکهای ششگانه نت مشخص گردد.

برخی از منافع حاصل از اجرای سیستم TPM

تاکنون در زمینه منافع حاصل از اجرای سیستم نت بهره ور فراگیر مطالب و آمارهای متعددی ارائه گردیده است.یک مورد از این مطالب را بخوانید:

- افزایش بهره وری کلی حتی تا ۱۵۰ درصد
- افزایش کارائی ماشینها از ۱۵۰ الی ۲۰۰ درصد
- کاهش هزینه های تولید تا ۳۰ درصد
- کاهش میزان موجودی انبارها تا ۵۰ درصد
- کاهش خرابیهای ماشینها تا ۹۰ درصد

- کاهش تعداد شکایات مشتریان حتی تا **۷۵ درصد**
- کاهش هزینه های ناشی از توقف ماشینها
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری کلی
- کاهش هزینه ها در هر واحد محصول
- ثبات بیشتر فرایند تولید

سه هدف مهم در نگهداری و تعمیرات خودکنترلی

نگهداری و تعمیرات خودکنترلی (**Autonomous Maintenance**) یکی از ارکان هشتگانه TPM میباشد. سه هدف مهم در نگهداری و تعمیرات خودکنترلی عبارتند از :

۱. تمیزکاری باهدف بازرسی
۲. بازرسی باهدف عیب یابی
۳. عیب یابی باهدف اصلاح اشکالات

