

## تأثیر سیستم نگه داری و تعمیرات بر بهبود عملکرد ماشین آلات شهرداری

مصطفی الیانی\*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۸/۲۰

### چکیده

تغییرات شگرف و رو به تزاید در بخشهای مختلف فناوری در سالهای اخیر، تأثیرات محسوسی بر شیوه های زندگی و فعالیت انسان داشته است. اختراع رایانه های شخصی و افزایش روزافزون قابلیت های آن، باعث گردیده تا بسیاری از کارها که قبلاً احتمال انجام آنها ناممکن می نمود، اکنون به امری عادی تبدیل شود. این گونه دستاوردها و هزاران نوآوری روزانه در جهان دانش، ما را بر آن میدارد تا پیوسته در نظام های اداری خود تجدیدنظر نموده و فعالیت هایمان را با پیشرفتهای حاصله تطبیق دهیم. یکی از زمینه هایی که تغییرات فناوری، تأثیر بسزایی در فرآیندهای آن گذاشته است، مبحث نگهداری و تعمیرات میباشد. در حالت معمول با انجام فعالیتهای مربوط به حفظ شرایط اساسی ماشین آلات، روند استهلاک اجزاء ماشین بصورت طبیعی درآمده و میزان نوسان در فواصل بین بروز خرابیها کاهش و عمر ماشین افزایش می یابد. عدم دستیابی به این نتیجه نشانگر وجود ضعف در طرح ماشین خواهد بود که در این راستا ملیات بهسازی طرح اجزاء ماشین توصیه میگردد. از این استراتژی عموماً با عنوان "بهبود تعمیرپذیری" و "افزایش قابلیت اطمینان" نام برده میشود.

### واژگان کلیدی

نگه داری و تعمیرات، ماشین آلات شهرداری، بهبود عملکرد

۱. کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لشت نشا و زیبا کنار، کارشناس نگهداری و تعمیرات، کارشناس ناظر پسماند، سازمان پسماند شهرداری رشت.

## مقدمه

مبحث نگهداری و تعمیرات از مباحث مهم هر سازمان است که از فرق مختل منجر به افزایش بهره‌وری و کارآیی می‌گردد؛ چرا که با توجه به کمیابی منابع اعم از انرژی، نیروی انسانی، سرمایه و ... می‌تواند کمک بزرگی در جهت دستیابی به اهداف بنماید و از مسائل مهم در امر نگهداری و تعمیرات، استفاده هر چه بیشتر از امکانات موجود، پرسنل و زمان می‌باشد (۱) طی چند دهه اخیر، فلسفه کلی نگهداری و تعمیر دستگاهها به تدریج تغییر کرد است. بخش نگهداری و تعمیرات بخش تفکیک ناپذیری از سازمان تلقی می‌گردد؛ بنابراین منطقی خواهد بود که همانا دیگر فعالیتهای مهندسی، در زمینه نگهداری و تعمیرات نیز دوراندیشی و برنامه ریزی صورت گیرد (۲). نظام نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر یکی از ساختارهایی است که در سازمانهای تولیدی و صنعتی بهر وری را در عمل ارتقا می‌دهد. هدف از به کارگیری فرایند نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر از توانمند ساختن همه کارکنان جهت به حداکثر رساندن کارآیی عملیات نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر است. استفاده از این نظام، کانونی را فراهم می‌آورد تا مشارکت کنندگان یا اعضاء بتوانند توانمندیها، قابلیت ها، دانش و تجربه خویش را ابراز کنند. از طریق نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر، همه می‌کوشند تا سازمانشان بهترین سازمان در زمینه خود باشد. این به نوبه خود موجب رشد تولید، ارتقای کیفیت برای مشتری و هزینه کمتر برای تولیدکننده می‌گردد. در ادامه برای خلاصه کردن گفتار به جای نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر از TPM استفاده می‌شود (۳). امروزه ارزش برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات در کارخانجات و مراکز صنعتی بسیار مهم شده است و روز به روز افزایش می‌یابد. علت این امر را می‌توان در عواملی از قبیل افزایش میزان سرمایه گذاری، افزایش ظرفیت تولید، به کارگیری هرچه پیشتر سیستم های خودکار صحیح به منظور دستیابی به بالاترین میزان بازدهی و سود جستجو نمود. باتوجه به همین نکات برخورد با صنعت باید از دیدی دقیق و برنامه ریزی شده صورت گیرد. اخیرا نیاز به برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات جهت حفظ کردن ماشین آلات در حد بی سابقه ای احساس می‌شود. استفاد از روش های صحیح در امر برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر و همچنین ثبت ضعف ها و نقص های موجود در این بخش از دیر باز جای تلقی نشده است (۴). سیستم نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر به عنوان یک راهبرد نوین در سطح صنایع و موسساتی که دستگاهها و تجهیزات نقش خاصی را در فرآیند خدمات ارائه می‌کنند، تحول گسترده ای را ایجاد کرد است. این سیستم با نگرشی جامع تمامی عوامل موثر در ارائه خدمت را به همکاری فرا میخواند و با ایجاد زیرساخت فرهنگی مناسب، ارتقای کلیه عوامل کیفی و بهره‌وری را با تکیه بر ارتقای اثربخشی تجهیزات تضمین می‌کند. در اغلب شرکت های آمریکایی گروههای نت کل فعالیت نت کارخانه را به عهده داشته و نوعی تفکیک بر صنعت تحمیل می‌نمایند. "من تولدی می‌کنم و تو نگهداری و تعمیر می‌نمایی". نیروی کار را در قالب شعار اما بالعکس بسیاری از شرکتهای ژاپنی با تغییر و به سازی نت پیشگیرانه آمریکایی، همگی کارکنان را در نت بهره‌وری که توسط همگی کارکنان اعمال می‌گردد

برنامه شرکت داده اند. لذا نت بهرور فراگیر که با عنوان تعریف می شود بر این اصل استوار است که در به سازی تجهیزات باید همه افراد سازمان، از اپراتورهای خط تولید تا مدیریت های رد بالا درگیر باشند (۵). این مقاله سعی دارد با تشریح مبانی نظری و معرفی کامل سیستم نگهداری و تعمیرات بهرور فراگیر اثرات آن را بر بهبود عملکرد شهرداری که دارای تجهیزات و ماشین آلات متفاوت و گسترد ای است را بیان کند.

### مبانی نظری سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر

#### اصطلاحات و تعاریف مرتبط با سیستمهای نت به زبان ساده

۱. **نت:** مخفف کلمات نگهداری و تعمیرات می باشد و به مجموعه برنامه ها و اقدامات به منظور نگهداشتن تجهیزات در سطح قابل قبول از نظر عملیاتی (نگهداری) و یا باز گرداندن تجهیزات معیوب به چرخه استفاده و بهره برداری (تعمیرات) اطلاق می شود و نتیجه مورد انتظار از این اقدامات ایجاد آمادگی، حفظ قابلیت عملیات، تداوم و استمرار عملیاتی و تجهیزات برای شرایط تعریف شده خواهد بود. به طور کلی اهداف سیستم نت در یک واحد عبارتند از: پاسخگویی کارا، موثر و سریع در هنگام نیاز به فعالیت های پیشگیرانه و اصلاحی به منظور حفظ آن واحد در یک سطح استاندارد و قابل قبول می باشد.

۲. **انواع نت:** امروزه با پیشرفت دانش و علم بشری نگاه به نگهداری و تعمیرات نیز متناسب با این پیشرفت در حال تغییر و تحول است که در ذیل به بخشی از آنها اشاره می شود. ادامه مطلب را از سایت مرکز دانش صنعت تاسیسات ایرات دنبال کنید.

#### ۱-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست (Breakdown Maintenance)

##### یا سیستم نگهداری و تعمیرات واکنشی (Maintenance Reactive)

در گام پیشین، در بیان تاریخچه تحولات نت، از سیستم های گوناگون نت که در دوره های 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: به 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 (Maintenance Emergency) برای این روش مورد استفاده قرار می گیرد.

همانگونه که در گام پیشین بیان نمودیم این سیستم در سالهای آغازین تکامل نت مورد استفاده قرار می گرفته و بدین سبب با ساختار امروزی 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 بعلم مشاهده خرابیهای فرعی. ۵- نیاز به ذخیره و انبار کردن وسیع قطعات

\* نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance)

این استراتژی می‌گوید: (Maintain based upon calendar or running time) (breaks Fix it before it)

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست بر این فرضیه بنا شده است. بطوریکه تا قطعه ای شکسته و یا معیوب نشده باشد آنرا تعویض و تعمیر نکنند. در دوران گذشته، پیامدها و آثار اینگونه اعمال به عنوان یک امر اجتناب ناپذیر به شمار می‌آمد ولی امروزه به دلیل پیچیده شدن اقلام، تنوع بالا و تعداد اقلام و تجهیزات تحت پوشش فعالیتهای نگهداری و تعمیرات، اجرای این رویه برای تمامی اقلام به عنوان یک ضرر با اهمیت به شمار می‌رود. در این روش اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات هنگامی انجام می‌شود که عملکرد تجهیزات بطور چشمگیری کاهش پیدا کرده و یا شکست و از کارافتادگی واقعی روبرو باشند. در نتیجه تجهیزات با اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست تحت کنترل قرار می‌گیرند. تجهیزاتی که مستلزم اجرای عملیات تعمیرات سنگین و پر هزینه هستند و یا اینکه تجهیزات حساس (از نظر فنی و استراتژیک) هستند، مجاز به پیروی از مدل نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست نیستند و در بعضی از موارد عدم رعایت این موضوع می‌تواند فاجعه‌بار بی‌آورد. هزینه‌های مضاعف این رویکرد می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

هزینه‌های مستقیم اضافی

هزینه‌های رسیدگی به تعیین ریشه دلایل خرابی و کار افتادگی

کارکرد نامناسب و فاقد کیفیت و عدم داشتن استانداردهای لازم و نارضایتی کاربران از کاهش کیفیت کارآیی

بیکار شدن کاربران

پرداخت اضافه کاری برای کارکنان تعمیرات و نگهداری و پیمانکاران خارج از سیستم

هزینه‌های تسریع در تهیه لوازم یدکی

تاخیر در اجرای ماموریت‌های محوله

## ۲-۲- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM) Preventive Maintenance

به مجموعه اقداماتی که شامل بازدید، کنترل، سرویس، تنظیم، تعویض و در برخی از موارد تعمیرات جزئی که توسط کاربران تجهیزات و یا تعمیرکاران واحد اجرایی انجام می‌شود اطلاق شده که اصطلاحاً به فعالیتهای مزبور PM گفته می‌شود. این فعالیتهای که بطور تناوبی و بر حسب دوره‌های تعریف شده انجام می‌گیرد، سبب تاخیر و کم شدن تعمیرات و شکستهای ناگهانی و بدون برنامه می‌شوند.

اهم اهداف فعالیتهای PM شامل موارد زیر است:

پیش بینی عیوب، خرابی ها و شکست تجهیزات  
 تعیین عیوب و شکست، قبل از تاثیرگذاری بر تجهیزات  
 تعمیر و یا تعویض قطعه پیش از وقوع شکست

\* 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: ۱- جلوگیری از فرسایش غیرعادی اجزاء ماشین: نظافت، آچارکشی و روانسازی (روغنکاری و گریسکاری) ۲- کاهش توقفات اضطراری: تعمیر و تعویض های دوره ای مطابق با برنامه زمانی از پیش تعیین شده.

یک روش قانونمند نگهداری و تعمیرات است که طی آن وضعیت تجهیزات، دائماً به وسیله بازرسی های فنی ( **Technical Inspection**) و روانکاری های ( **Lubrication**) منظم و دوره ای و اقدامات پیشگیرانه، به منظور کاهش احتمال وقوع خرابیهای ناگهانی، تحت نظارت قرار گرفته و بدین وسیله، ضرورت انجام تعمیرات جزئی و یا کلی تعیین می گردد تا از توقفات اضطراری و برنامه ریزی نشده یا هر نوع خرابی دیگری پیشگیری شود.

در این سیستم اصل بر آماده بکار نگهداشتن تجهیزات و دستگاهها میباشد. در قدم اول، هدف از نگهداری اصولی و برنامه ریزی شده تجهیزات و ماشین آلات، به صفر رساندن تعمیرات اضطراری ( **Emergency Maintenance**) و توقفات ناگهانی ( **Break Down**) و افزایش قابلیت پیش بینی تعمیراتهای دوره ای و برنامه ریزی شده ( **Maintenance Planning**) و تعمیرات اساسی ( **Overhaul**) میباشد، بطوریکه تقریباً بیش از ۶۰٪ از تعمیراتهای برنامه ریزی شده را میتوان در حین انجام فعالیتهای نگهداری از قبیل بازرسی فنی و روانکاری مشخص نمود.

تعدادی از قابلیت های یک سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه ( **PM**) بشرح ذیل میباشد:  
 سیستم کدینگ جامع.

شناسنامه عمومی تجهیزات و تاسیسات.

شناسنامه قطعات یدکی.

برنامه های بازرسی فنی ( **Technical Inspection**).

برنامه های روانکاری ( **Lubrication**).

عیب یابی و رفع عیب ( **Shooting Trouble**).

تعمیر برنامه‌ریزی شده، تعویض قطعه (Replace Part – Planning Maintenance).

تعمیر اضطراری (Emergency Maintenance).

تعمیرات اساسی (Overhaul).

آنالیز توقفات (Stop Analysis).

آنالیز انرژی مصرفی (Energy Analysis).

شاخص (Index).

آموزشهای ابتدایی در PM

اغلب افراد به طور باطنی نوعی "مقاومت در مقابل تغییر" را از خود نشان می‌دهند. این عامل، حتی در مواردی که اعمال تغییرات نتایج رضایت بخشی را به بار خواهد آورد نیز در افراد مشاهده می‌شود. PM بهره‌وری را افزایش داده کیفیت محصولات را ارتقاء بخشیده، هزینه‌ها را کاهش داده، سودمندی صنعت را بهبود داده و شرایط مطلوبی را در محیط کار ایجاد می‌نماید. علیرغم این واقعیتها، هنوز بعضی از مدیران مفید بودن اعمال PM را در صنعت خود مورد سؤال قرار می‌دهند در حالی که نتایج قابل ملاحظه استقرار این نظام را در سایر کارخانجات مشاهده نموده‌اند. بعضی از شرکتها هنوز شیوه‌نگهداری و تعمیرات معمول در آمریکا را که در آن کارگران تولیدی تنها به امر تولید پرداخته و کارگران بخش نت مسئولیت مرکونه عمل نگهداری و تعمیرات را به عهده دارند، ترجیح می‌دهند. در بعضی دیگر از شرکتها مدیران از بار اضافی که در نظام PM بر دوش کارگران خط تولیدگذارده می‌شود نگران بود و کارکنان بخشی نت نیز نسبت به توانمندی کارگران تولیدی در اجراء عملیات نت نگرانی دارند.

حذف چنین مقاومت‌هایی مستلزم آموزشهای اولیه در کلیه سطوح سازمان می‌باشد. در ژاپن دوره‌های آموزشی دو روزه در سطح مدیران بخشها و نواحی کافی رضایت بخشی بوده است و برای آموزش کارمندان و مهندسين دوره‌های آموزشی سه روزه به خوبی پاسخگو بوده‌اند. کارگران سطح کارگاه، معمولاً با استفاده از پروژکتور و اسلایدهای مناسب که در کلاسهای آموزشی نشان داده می‌شود و با بهره‌گیری از آموزشهای که توسط سرپرستان به آنها داده می‌شود، دوره‌های آموزشهای اولیه را می‌گذرانند.

### به حداکثر رسانیدن اثر بخشی تجهیزات

هدف از مجموعه فعالیت‌های بهسازی و توسعه در صنعت بالا بردن بهره‌وری از طریق کاهش ورودیها (داده‌ها) و افزایش (خر و جیها) ستاده‌ها است. خر و جیهای یک کارخانه تنها وابسته به افزایش بهره‌وری و کمیت تولید شده نیستند بلکه کیفیت برتر، هزینه‌های کمتر، تحویل به موقع کالا به مشتریان بهبود ایمنی صنعتی و بهبود بهداشت صنعتی، وجود روحیه خوب و انگیزه کار کارکنان و شرایط مطلوب محیط کار همگی تعیین کننده میزان و ارزش خر و جیهای یک صنعت می‌باشند.

PM به امر پیشبرد اثر بخشی تجهیزات و بیشینه سازی خر وجیهای آنها توجه دارد. PM سعی در حفظ تجهیزات در شرایط مطلوب دارد تا بدینوسیله از خرابیهای اضطراری، ضایعات کاهش سرعت و ضایعات کیفیت در فرآیند تولید جلوگیری به عمل آید. راندمادهای کلی صنعت شامل راندمان (بازده) اقتصادی با به حداقل رسانیدن هزینه های مربوط به نگهداری و حفظ شرایط فنی مطلوب در تجهیزات در دوران طول عمر آنها به دست می آید. به عبارت دیگر لازم است جهت دستیابی به بازده مطلوب اقتصادی هزینه های تجهیزات را در کل دوران طول عمر (Life Cycle Cost) LCC به حداقل رسانید.

افزایش و بهبود اثر بخشی تجهیزات و کاهش هزینه های آنها در کل دوران طول عمر از طریق حذف شش ضایعه بزرگ در سطح شرکت به دست خواهد آمد:

### رکود

۱- توقف ماشین به علت خرابیهای اضطراری

۲- تنظیم و آماده سازی ماشینها برای شروع عمل تولید (برای مثال تعویض قالب در ماشینهای ریخته گری تزریقی و غیره)

### ضایعات ناشی از کاهشی سرعت

۳- بیکاریها و توقفهای کوتاه مدت (اشکالات در عملکرد سنسورها گیر کردن مواد و قطعات در مسیر عبور و غیره)

۴- کاهش سرعت (به دلیل اختلاف بین سرعتهای اسمی و سرعتهای عملی)

### معایب

۵- معایب و اشکالات در فرآیند تولید و دوباره کاریها (ضایعات در کیفیت محصول که کار دوباره را روی محصول ایجاب می نماید).

۶- افت تولید در فاصله زمانی بین آغاز راه اندازی ماشین و رسیدن حرکات به حد تعادل و پایداری.

### ۲-۳- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (مراقبت وضعیت) (Predictive Maintenance)

با پیشرفت علم و دانش بشری، بجای تعویض، تنظیم و ... در یک موعد مقرر با کمک علمی همانند مکانیک، شیمی، فیزیک، ... و با تحت نظر داشتن رفتار قسمت‌های متحرک از نظر ارتعاش و بخشهای مکانیکی که در درون روانکارها قرار دارند و تجزیه مواد موجود در روانکارها می توانند وضعیت رفتاری آتی تجهیزات را تا مقدار قابل قبولی پیش بینی کنند و بر مبنای آن اقدامات بعدی را انجام دهند. اصطلاحاً به مجموعه این اقدامات و فعالیتهای مراقبت وضعیت (Condition Monitoring) می گویند. اجرای صحیح این رویکرد هزینه های اضافی فعالیتهای PM را به شدت کاهش می دهد و باعث می شود که بتوان تا حد قابل قبولی وضعیت فعلی و آینده تجهیزات را پیش بینی نمود و با توجه به این موضوع و صرف منابع می توان قابلیت اطمینان تجهیزات را به میزان قابل توجهی بالا برد.

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 ...

## ۲-۴- نگهداری و تعمیرات اضطراری (Emergency Maintenance (EM

فعالتهایی هستند که در مواقع از کار افتادن تجهیزات و شکست انجام می‌دهند و به شکل اضطراری باید اینگونه فعالیتهای را انجام داد زیرا که امکان سرایت خرابی به سایر مجموعه‌های تجهیزات وجود دارد و یا اینکه تجهیزات بطور کلی از کار افتاده و در سازمان بکار گیرنده آن، دستگاه ضرورت حیاتی دارد و عدم کارکرد آن باعث زیانهای مادی و جانی فراوان می‌شود.

## ۲-۵- نگهداری و تعمیرات اصلاحی (Corrective Maintenance (CM

فعالتهایی هستند که به منظور حفظ تجهیزات در سطح استاندارد به هنگام بروز شکست و یا پدید آمدن عیوب انجام می‌شود. این فعالیتهای می‌توانند به منظور اصلاح و یا بهبود وضعیت تجهیزات بکار برده شوند.



در این شاخه نت امکان برنامه ریزی جهت تخصیص بهینه منابع و از بین بردن عیوب وجود دارد و می توان از انبار نمودن بیهوده ابزارآلات، تجهیزات، قطعات یدکی و مواد مصرفی جلوگیری نمود و با حداقل نیروی انسانی خدمات لازم را ارائه نمود. تفاوت نت اصلاحی با نت اضطراری در حساس بودن و یا غیرحساس بودن نوع فعالیتهای نگهداری و تعمیرات تجهیزات می باشد. این جمله بدین معنا است که در اجرای فعالیتهای نت اضطراری نمی توان هیچگونه تاخیری را متصور بود، ولی فعالیتهای نت اصلاحی را می توان در برنامه های سیستم نت وارد نمود و آن را در زمان مقرر انجام داد.

## ۲-۶- نگهداری و تعمیرات موثر (Proactive Maintenance)

این استراتژی می گوید: (Eliminate defects from all sources; Don't just fix it, improve it) **Maximize equipment uptime** 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.

مهمترین روشهای تحلیلی مورد استفاده در سیستم نگهداری و تعمیرات موثر عبارتند از: RCA: Root Cause  
Machine Failure Mode and Effects Analysis : MFMEA& Analysis

فعالیتهای نت موثر عبارتند از: ۱- انتخاب ماشین آلات 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 بهره برداری از تجهیزات.

## ۲-۷- نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع (Total Productive Maintenance (TPM)

نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع TPM یک روش خاص در مدیریت نگهداری و تعمیرات است. اجرای این روش موجب خلاقیت و مشارکت تمامی پرسنل و بهبود مستمر در محیط کار می شود و می توان گفت TPM مجموعه فعالیت هایی است که بصورت اصلاح یک سیستم نت از طریق اصلاح ماشین آلات، دستگاهها و تغییر در فرهنگ کارکنان انجام می گیرد. TPM مبتنی بر اصول زیر می باشد:

بهره برداری هرچه کاراتر از تجهیزات

برقراری یک سیستم جامع برای نت که در تمامی عمر مفید تجهیزات ادامه یابد

درگیر نمودن تمام قسمتهای سازمان در برنامه های سیستم نت

مشارکت کلیه کارکنان اعم از مدیران طراز اول تا کاربران تجهیزات در سیستم نت

ایجاد انگیزش از سوی مدیریت از طریق حمایت از تشکیل و اجرای فعالیتهای توسط گروههای کوچک کاری

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 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 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 ماشین‌آلات. 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 ماشین‌آلات. 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.

## ۲-۷- نگهداری و تعمیرات ناب (Lean Maintenance)

نت ناب یک رویکرد نوین و نظام مند به سیستم نگهداری و تعمیرات است که با تبعیت از اصول ناب به حفظ ارزش‌ها (Value) و حذف زوائد (Waste) می‌پردازد و در نهایت بدنبال تحقق رضایتمندی مشتری و کاربران تجهیزات می‌باشد. این رویکرد پس از رویکرد تولید ناب مطرح گردیده است. نت ناب موجب افزایش در قابلیت اطمینان، دقت، کیفیت، رضایت کاربران و در دسترس بودن تجهیزات و کاهش در زمان انتظار، هزینه‌های سیستم، عیوب، دوباره کاری، حرکت‌های اضافی و حمل و نقل اضافی خواهد شد. اقدامات لازم جهت اجرای نت ناب در سازمان عبارتند از:

استمرار در بهبود کیفیت فعالیتهای نت

حذف هرگونه زوائد در نت

برقراری یک سیستم بهبود پیوسته

کاهش حجم و سطوح نگهداری (انبار نمودن) موجودیها (مواد مصرفی و قطعات یدکی)

کاهش جدی عیوب و دوباره کاریها

کاهش زمان اجرای فعالیتهای تعمیراتی (کاهش زمانهای اداری و کارگاهی)

ایجاد انعطاف پذیری بالای کارگاههای تعمیراتی

حذف تجهیزات غیرضروری

انجام کارهای گروهی و بکارگیری افراد چند مهارته

تبدیل نمودن فعالیتهای جاری و روزمره به فرآیندهای مدون و مصوب (با حداقل نمودن زمان و منابع)

بکارگیری مدیران تحصیل کرده در رشته های مرتبط با سیستمهای نت

استاندارد کردن و مصوب نمودن فعالیتهای نت

کنترل زنجیره تامین سیستم نت (تامین کننده ها و پشتیبانی کننده ها)

کوچک کردن سازمانها و واگذاری کارهای غیر ضروری به بیرون از سازمان

مسطح نمودن ساختارهای سازمانی

برقرار نمودن ارتباط طولانی مدت با پشتیبانی کنندگان از طریق خدمات پس از تعمیر و یا بازسازی و گرفتن بازخور از نحوه

نگهداری و تعمیرات تجهیزات

### ۳. سیستم نت

سیستمی است که با برنامه ریزی و کنترل مدون، مجموعه فعالیتهایی نظیر امور طرح و برنامه ریزی، تخصیص منابع، تدوین

سیاستها و روشهای عملیاتی، جمع آوری اطلاعات بازخور و تحلیل اطلاعات به منظور بهسازی طرحها، برنامه ها و روشهای

تدوین شده، با هدف افزایش کارایی و بالا بردن عمر مفید تجهیزات، اطمینان از آماده بکار بودن کلیه تجهیزات و فراهم

آوردن شرایطی که مأموریت سازمان را توأم با حفظ ایمنی پرسنل تامین کند را بعهده دارد.

علل رویکرد به ایجاد و بهره برداری از سیستمهای نت را می توان در موارد زیر متصور شد:

متنوع بودن تجهیزات مورد بهره برداری

زیاد بودن تعداد تجهیزات تحت پوشش تعمیرگاهها

حساس بودن (از نظر عملیاتی، سرمایه گذاری و ...)

بالا بودن هزینه های تعمیرات اتفافی

بالا بودن هزینه های ناشی از کارافتادگی تجهیزات (مالی و جانی)

### ۴. فعالیتهای عمومی سیستم نت

فعالیتهای عمومی سیستم نت عبارتند از:

برنامه ریزی

اجرا

کنترل

ثبت وقایع

بایگانی

تجزیه و تحلیل

ارائه گزارشهای مورد نیاز

### ۵. فعالیتهای نگهداری و تعمیرات

فعالتهای کلی نگهداری و تعمیرات شامل پنج فعالیت اصلی زیر می باشد که عبارتند از:

تعمیر (Repair)

تعویض (Change)

تنظیم (Adjust)

سرویس (Service)

تست (Test)

هر یک از فعالتهای فوق را می توان بطور مختصر بشرح زیر توضیح داد:

**تعمیر:** عبارت است از انجام فعالیت به منظور تشخیص عیب یک قطعه و یا مجموعه، رفع عیب، بازگرداندن آن به شرایط قابل قبول.

فرآیند تعمیر عبارت است از:

انجام آزمایشهای لازم به منظور تشخیص عیب

باز کردن یا دموونتاژ مجموعه معیوب از روی تجهیزات

ترمیم قسمتهای آسیب دیده

تعویض یک یا چند قسمت از مجموعه معیوب

نصب و یا مونتاژ مجموعه اصلاح شده روی تجهیزات

**تعویض:** این نوع فعالیت، به مفهوم جایگزینی مجموعه مستهلک با مجموعه سالم است.

تنظیم: یک فعالیت ساده بدون نیاز به تعمیر یا تعویض قطعه است تا با ایجاد ارتباط صحیح ما بین قسمتهای داخلی مجموعه و

یا ما بین قطعه معیوب با سایر قطعات درگیر، بهترین شرایط را برای کار آن مجموعه، فراهم آورد. بطوریکه مجموعه با

حداکثر بازدهی کار کند و احتمال اتفاق افتادن شکست و خرابی در تجهیزات به حداقل برسد. همانند: تنظیم چرخها، تنظیم پمپ انژکتور یا کاربراتور، تنظیم گاز و کلاچ و فرمان، تنظیم چراغها و ...

**سرویس:** منظور از سرویس، فعالیتهای ساده نگهداری هستند که به منظور جلوگیری از بروز نقص در مجموعه های یک دستگاه انجام می پذیرد و شامل فعالیتهای ذیل می باشد:

شستشو و تمیزکاری

روغنکاری، تکمیل و یا تعویض روغن

سفت کردن پیچها

رنگ کاری جزئی

تست: عبارت است از بازدید، بازرسی و آزمایشهای مورد نیاز به منظور مقایسه و ارزیابی مجموعه با شرایط استاندارد، به منظور پیشگیری از بروز خرابیهای اتفاقی و کاهش فعالیتهای تعمیراتی. این بازدیدها حتماً باید برنامه ریزی شده و بصورت دوره های انجام گیرد.

## ۶. مزایای اجرای سیستم نت

تحت کنترل درآوردن تجهیزات که این عمل لازمه برنامه ریزی موثر است.

حفظ و نگهداری تجهیزات

کاهش حجم تعمیرات

افزایش کیفیت خدمات

افزایش ایمنی

کاهش ضایعات

ایجاد محیطی مناسب بمنظور گسترش عملیات، خدمات و تجهیزات  
ارائه سیستمهای تهیه اطلاعات فنی و اطلاعات لازم جهت تصمیم گیری

امکان برنامه ریزی صحیح با دیگر واحدهای سازمان

افزایش قابلیت اطمینان و آمادگی تجهیزات

## ۷. مشکلات ناشی از عدم وجود و اجرای سیستم نت

کاهش طول عمر تجهیزات

توقفات پی در پی عملیات و یا تولید

افزایش حجم تعمیرات

نزول کیفیت خروجی های فعالیت‌های نت

کاهش قابلیت اطمینان

کاهش ایمنی

افزایش هزینه ها

افزایش زمان اجرای فعالیت‌های نت (اداری و کارگاهی)

### نتیجه گیری

در شهرداری ها نیز همانند بسیاری از سازمانهای دیگر عملکرد، تنها از سنجه های مالی و بررسی میزان دستیابی به اهداف مالی و تحقق بودجه تعیین شده، استفاد نمی شود. یکی از چالش هایی که بیشتر شهرداری های کشور با آن مواجه هستند، ماشین آلات و تجهیزات است. هزینه های نگهداری و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات با توجه به گستردگی ماشین آلات و تجهیزات شهرداری ها بسیار چشمگیر است بنابراین، بایستی عملکرد ماشین آلات و تجهیزات افزایش یابد. از آنجاییکه نگهداری و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات در شهرداری ایلام به صورت سنتی یا در مواردی تنها با اتکا به یک برنامه ریزی ساده انجام می شود این خود باعث شده است که عملکرد این ماشین آلات و تجهیزات در حد مناسب و مطلوبی نباشد.

### منابع

- ۱- سید حسینی، سید محمد. (۱۳۸۴). برنامه ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات- مقدمه ای بر نت بهره ور فراگیر، چاپ سوم، تهران، سازمان مایریت صنعتی.
- ۲- میر کاظمی، سید مسعود. (۱۳۸۲). زنجیره تأمین چابک لجستیک نظامی"، فصلنامه فرآمد، شماره ۱۵.
- ۳- محمدمهدی مظفری، سپیده محمد نژادی، (۱۳۹۴). بررسی کیفیت اجرای نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع از طریق پیاده سازی نظام آراستگی.
- ۴- حاج شیر محمدی، علی. (۱۳۹۵). برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات، کنفرانس بین المللی مدیریت، فرهنگ و توسعه اقتصادی، مشهد.
- ۵- موسی قاسمی و محمدی، قربانعلی. (۱۳۹۶). امکان سنجی استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر در منطقه ۳، شرکت پالایش نفت آبادان، فصلنامه تخصصی علمی ترویجی، شماره ۵.