

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

مروری بر ادبیات و نگاهی نو بر نقش کلیدی نت
در عملکرد صنایع

مؤلفین:

یوسف قلی پور

ناصر خانی

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد)

رسول عسگرپور

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد)

سرشناسه	: قلی پور، یوسف، ۱۳۶۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت: مروری بر ادبیات و نگاهی نو بر نقش کلیدی نت در عملکرد صنایع / مؤلفین یوسف قلی پور، ناصر خانی، رسول عسگرپور.
مشخصات نشر	: اصفهان: آیین هنر: پژواک کلام، ۱۴۰۴.
مشخصات ظاهری	: ۱۲۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۹۲۴۷۷-۱-۶
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۱۱۹]-۱۲۰.
عنوان دیگر	: مروری بر ادبیات و نگاهی نو بر نقش کلیدی نت در عملکرد صنایع.
موضوع	: نگهداری و تعمیر -- مدیریت Maintenance -- Management
شناسه افزوده	: خانی، ناصر، ۱۳۵۷ -
شناسه افزوده	: Khani, Naser, ۱۹۷۸-
شناسه افزوده	: عسگرپور، رسول، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره	: TS۱۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۵۸/۲۰۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۰۰۲۱۹۴۹



نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

- ❖ مؤلفین: یوسف قلی پور-ناصر خانی-رسول عسگرپور
- ❖ ناشر: انتشارات آیین هنر با همکاری انتشارات پژواک کلام
- ❖ مدیر تولید: فاطمه شاهنظری
- ❖ صفحه آرایی: فاطمه ولایتی
- ❖ طرح جلد: بهناز مشایخ
- ❖ چاپ: دانا
- ❖ صحافی: آذر
- ❖ نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۴
- ❖ شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
- ❖ قیمت: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-622-92477-1-6

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۲۴۷۷-۱-۶

اصفهان، سه راه حکیم نظامی، خیابان ارتش ۹۷۵۸۷ ۰۹۱۳۱

فهرست مطالب

مقدمه ۹

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات

- ۱-۱- بررسی تاریخیچه این حوزه و تحولاتی که در آن رخ داده است ۱۳
- ۲-۱- استانداردها و رویه‌های نوین ۱۵
- ۳-۱- انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات ۱۷
- ۱-۳-۱- نگهداری اصلاحی (CM) ۱۹
- ۲-۳-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست (BM) ۲۱
- ۳-۳-۱- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM) ۲۲
- ۴-۳-۱- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (PDM) ۲۲
- ۵-۳-۱- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع (TPM) ۲۳
- ۶-۳-۱- نگهداری و تعمیرات ناب ۲۴
- ۷-۳-۱- تعمیر و نگهداری تجویزی (RxM) ۲۵
- ۸-۳-۱- نگهداری و تعمیرات اضطراری (EM) ۲۶
- ۹-۳-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت (CBM) ۲۶
- ۱۰-۳-۱- نگهداری مبتنی بر فرصت ۲۷
- خلاصه فصل ۲۸

۲ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری

۳۲.....	۱-۲- برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات
۳۲.....	۱-۱-۲- تعریف و اهمیت برنامه‌ریزی نگهداری
۳۳.....	۲-۱-۲- انواع برنامه‌ریزی نگهداری
۳۳.....	۱-۲-۱-۲- نگهداری پیشگیرانه
۳۵.....	۲-۲-۱-۲- نگهداری اصلاحی (CM)
۳۸.....	۱-۲-۲-۱-۲- مزایای نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۳۸.....	۲-۲-۲-۱-۲- معایب نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۳۹.....	۳-۲-۲-۱-۲- نمونه‌هایی از نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۴۰.....	۴-۲-۲-۱-۲- چگونگی نگهداری و تعمیرات اصلاحی را کاهش دهیم
۴۳.....	۵-۲-۲-۱-۲- سوالات اساسی درباره نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۴۵.....	۳-۱-۲- مراحل برنامه‌ریزی نگهداری
۴۸.....	۲-۲- مدیریت نیروی انسانی در نگهداری
۴۹.....	۱-۲-۲- مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات
۴۹.....	۲-۲-۲- اهمیت مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات
۵۰.....	۳-۲-۲- عناصر کلیدی مدیریت نیروی انسانی
۵۵.....	۴-۲-۲- چالش‌ها در مدیریت نیروی انسانی
۵۶.....	خلاصه فصل

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها ابزارهای مدیریت نگهداری

۵۹.....	مقدمه
۵۹.....	۱-۳- بخش اول: ابزارهای مدیریت و نگهداری
۵۹.....	۱-۱-۳- مفهوم ابزارهای مدیریت در نت
۶۰.....	۱-۱-۱-۳- معرفی ابزارهای مدیریت نگهداری
۷۵.....	۲-۳- تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات
۷۵.....	۱-۲-۳- استفاده از داده‌ها برای پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرآیندها

فهرست ۳

۷۶.....	۳-۲-۲- اهداف تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات
۷۷.....	۳-۲-۳- روش‌های تحلیل داده‌ها
۷۸.....	۳-۲-۴- اهمیت کیفیت داده‌ها
۷۹.....	خلاصه فصل

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد

۸۱.....	۴-۱- شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) در نگهداری
۸۱.....	۴-۱-۱- تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد
۸۲.....	۴-۱-۲- اصول استفاده از KPI
۸۳.....	۴-۱-۳- نحوه نوشتن KPI
۸۵.....	۴-۱-۴- نحوه اندازه‌گیری شاخص عملکرد
۸۶.....	۴-۱-۵- انواع شاخص‌های کلیدی عملکرد
۹۳.....	۴-۱-۶- تحلیل نتایج
۹۴.....	۴-۱-۷- چالش‌های پیاده‌سازی KPI ها
۹۴.....	۴-۲- بهبود مستمر در فرآیندهای نگهداری
۹۴.....	۴-۲-۱- روش‌های بهبود مستمر
۹۸.....	۴-۲-۲- چند مثال از سازمان‌های مختلف که این روش‌ها را به‌طور مؤثر پیاده‌سازی کرده‌اند
۱۰۰.....	خلاصه فصل

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات

۱۰۱.....	۵-۱- چالش‌های موجود در نگهداری و تعمیرات
۱۰۲.....	۵-۱-۱- برنامه‌ریزی ناکافی
۱۰۳.....	۵-۱-۲- کمبود نیروی متخصص
۱۰۴.....	۵-۱-۳- استفاده ناکارآمد از داده‌ها
۱۰۵.....	۵-۱-۴- تکنولوژی‌های ناکافی
۱۰۵.....	۵-۱-۵- بوروکراسی داخلی

۴ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

۱۰۶	عدم استانداردسازی فعالیت‌ها
۱۰۷	چالش‌های مالی
۱۰۹	آینده نگهداری و تعمیرات
۱۱۰	تأثیر فناوری‌های نوین بر نگهداری و تعمیرات
۱۱۰	اینترنت اشیا
۱۱۰	هوش مصنوعی
۱۱۰	تحلیل داده‌های کلان
۱۱۱	مدل‌های جدید نگهداری
۱۱۱	نگهداری پیش‌بینی‌کننده
۱۱۲	نگهداری مبتنی بر شرایط
۱۱۲	چالش‌ها و فرصت‌ها
۱۱۲	چالش‌ها
۱۱۲	فرصت‌ها
۱۱۳	خلاصه فصل
۱۱۵	خلاصه و نتیجه‌گیری
۱۱۸	جمع‌بندی
۱۱۹	منابع و مراجع

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- سیر تحول در نت در دوره‌های زمانی مختلف..... ۱۶
- جدول ۱-۲- مزایا و معایب نگهداری و تعمیرات اصلاحی..... ۳۹
- شکل ۲-۴- مدیریت نیروی انسانی یکی از ارکان کلیدی هر سازمان است..... ۵۰
- جدول ۱-۴- تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد با هدف افزایش درآمد..... ۸۳

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ نگهداری و تعمیرات، با شروع انقلاب صنعتی در قرن ۱۸، دچار تحولات عمده‌ای شد ۱۴
- شکل ۱-۲- سیر تحول استراتژی‌های نت ۱۶
- شکل ۱-۳- هزینه‌های غیرمستقیم نگهداشت را می‌توان از طریق مدیریت صحیح حذف و یا به حداقل .. ۱۷
- شکل ۱-۴- نمای کلی از انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات ۱۸
- شکل ۱-۵- پنج دسته کلی تعمیرات اصلاحی ۲۰
- شکل ۱-۷- روش‌های به کار گرفته شده در تعمیرات مبتنی بر وضعیت به نت پیش‌بینانه بسیار شباهت .. ۲۷
- شکل ۱-۸- نگهداری مبتنی بر فرصت یک نوع تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر تعویض اجزا یا قطعات ۲۸
- شکل ۱-۲- نگهداری و تعمیرات یکی از ارکان کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد سازمان‌ها ۳۱
- شکل ۲-۲- گردش کار نگهداری و تعمیرات اصلاحی ۳۵
- شکل ۲-۳- توصیه می‌شود تخصیص دستور کارهای نت را خودکار کنید ۴۵
- شکل ۲-۴- چرخه مدیریت کار ۴۸
- شکل ۲-۵- چرخه مدیریت عملکرد ۵۲
- شکل ۲-۶- آموزش باعث افزایش انگیزه کارکنان و کاهش ترک خدمت می‌شود ۵۳
- شکل ۳-۱- اجزای برنامه CMMS ۶۱
- شکل ۳-۲- نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات متنوعی جهت صنایع مختلف طراحی شده است ۷۰
- شکل ۳-۳- فرآیند کاری در سیستم نگهداری و تعمیرات (CMMS) ۷۲
- شکل ۳-۴- استفاده مؤثر از داده‌های تجهیزات و تحلیل آنها از بروز مشکلات جدی جلوگیری می‌کند .. ۷۶

۸ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

- شکل ۳-۵- کیفیت داده‌ها، جهت تحلیل بسیار حیاتی می‌باشند ۷۸
- شکل ۴-۱- فرمول محاسبه متوسط زمان بین خرابی‌ها ۸۷
- شکل ۴-۲- فرمول محاسبه متوسط زمان تعمیر ۸۸
- شکل ۴-۳- فرمول محاسبه اثر بخشی تجهیزات ۸۹
- شکل ۴-۴- فرمول محاسبه مجموع عملکرد موثر تجهیزات ۸۹
- شکل ۴-۵- فرمول محاسبه شاخص درصد نگهداری و تعمیرات با برنامه ۹۱
- شکل ۴-۶- فرمول محاسبه شاخص انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت ۹۲
- شکل ۴-۷- شاخص‌های کلیدی عملکرد موجب افزایش بهره‌وری و جلوگیری از انحراف مجموعه ۹۳
- شکل ۴-۸- چرخه دمینگ ۹۸
- شکل ۱-۵- نیروی انسانی با تجربه و آموزش دیده برای انجام تعمیرات ضروری است ۱۰۴
- شکل ۵-۲- عدم استاندارد سازی برای فعالیت‌های نت باعث کاهش کیفیت کار می‌شود ۱۰۷

مقدمه

نگهداری یا نگهداری و تعمیرات (نت)^۱، در مباحث فنی، به بررسی‌های عملکردی، سرویس‌کاری، تعمیر یا تعویض وسایل، تجهیزات، ماشین‌آلات، زیرساخت‌ها و پشتیبانی از خدمات در تأسیسات صنعتی، تجاری و مسکونی گفته می‌شود که در گذر زمان روش‌های مختلفی برای انجام بهینه این امر ابداع شده‌اند که می‌توانند قبل یا بعد از وقوع خرابی انجام شوند. تاریخچه نگهداری و تعمیرات به دوران صنعتی شدن برمی‌گردد که در آن، با افزایش استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات، نیاز به حفظ و نگهداری آن‌ها به شدت احساس شد. در اوایل قرن بیستم، مفهوم نگهداری پیشگیرانه به‌عنوان یک رویکرد سیستماتیک برای جلوگیری از خرابی‌ها مطرح شد.

در دنیای صنعتی امروز، نگهداری و تعمیرات به‌عنوان یکی از ارکان اساسی موفقیت سازمان‌ها شناخته می‌شود. این فرآیندها نه تنها به حفظ تجهیزات کمک می‌کنند، بلکه به بهبود بهره‌وری نیز منجر می‌شوند. در یک تعریف کلی می‌توان نگهداری و تعمیرات را مجموعه فعالیت‌هایی دانست که با هدف حفظ و افزایش عمر مفید تجهیزات و ماشین‌آلات انجام می‌گیرد. این فرآیندها شامل اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی هستند که به بهبود عملکرد سیستم‌ها کمک می‌کنند.

اهمیت نگهداری و تعمیرات در صنعت به دلیل تأثیر مستقیم آن بر بهره‌وری و کاهش هزینه‌هاست، که با اجرای صحیح این فرآیندها، می‌توان از توقف‌های ناخواسته جلوگیری کرده و کیفیت تولید و بهره‌وری را افزایش داد.

سرمایه‌گذاری در سیستم‌های نگهداری و تعمیرات نه تنها به حفظ تجهیزات کمک می‌کند، بلکه موجب افزایش رضایت مشتریان و بهبود تصویر برند نیز خواهد شد. این امر در دنیای رقابتی امروز بسیار حیاتی و حایز اهمیت است.

روش‌های اصلی نگهداری و تعمیرات که بیشتر در صنعت مورد استفاده می‌باشد شامل موارد زیر است:

نگهداری پیشگیرانه^۱ که به PM معروف است

تعمیرات پیشگیرانه یک روال برای بازرسی دوره‌ای با هدف «شناسایی مشکلات کوچک و رفع آنها قبل از تبدیل شدن به یک مشکل بزرگ» است که در حالت ایده‌آل هیچ خرابی نباید رخ دهد.

نگهداری اصلاحی^۲ که به CBM معروف است

در این روش، نگهداری تجهیزات پس از وقوع خرابی تعمیر می‌شوند. نگهداری مبتنی بر شرایط تلاش می‌کند تا خرابی‌ها را پیش‌بینی و جلوگیری کند، نگهداری اصلاحی به معنای واکنش به خرابی پس از وقوع آن است. این روش گاهی پر هزینه‌ترین روش نگهداری است چرا که خرابی یک قطعه، یا جزء ممکن است باعث ایجاد خرابی در سایر اجزای سیستم و قطعات شود، و همچنین هزینه تعمیرات مکرر این قطعات و خرابی‌های پی‌درپی و غیرمنتظره می‌تواند باعث کاهش تولید و زیان‌های بزرگ گردد.

نگهداری پیشگویانه^۳ که به PdM معروف است

در این روش از داده‌های جمع‌آوری شده توسط سنسورها برای پایش سیستم‌ها و پیش‌بینی زمان وقوع اتفاقات بر اساس تاریخچه اتفاقات گذشته استفاده می‌شود. پیشرفت‌های اخیر در زمینه سنسورها و سیستم‌های کامپیوتری باعث ظهور روش نگهداری پیشگویانه یا PdM شده است. این استراتژی نگهداری از حسگرها برای نظارت بر پارامترهای کلیدی یک دستگاه یا سیستم استفاده می‌کند و از این داده‌ها در کنار روندهای تاریخی تحلیل شده، برای ارزیابی مداوم سلامت سیستم و پیش‌بینی خرابی‌ها قبل از وقوع آنها استفاده می‌کند.

1. Preventive Maintenance
2. Corrective maintenance
3. Predictive maintenance (PdM)

در نهایت، یک سیستم موثر نگهداری و تعمیرات می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا در برابر چالش‌های صنعتی مقاوم‌تر شوند و توانایی خود را برای پاسخگویی به نیازهای بازار افزایش دهند. امروزه، نگهداری و تعمیرات به عنوان یک عامل کلیدی در افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها شناخته می‌شود و سازمان‌ها به دنبال پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت نگهداری پیشرفته هستند تا بتوانند عملکرد خود را بهبود بخشند و در برابر چالش‌های صنعتی مقاوم‌تر شوند.

با گذشت زمان، روش‌های مختلفی توسعه یافته‌اند به طوری که در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، امکان استفاده از داده‌های واقعی برای بهینه‌سازی فرآیندهای نگهداری را فراهم کرده است.

ما در این کتاب ابتدا تاریخچه‌ای از نگهداری و تعمیرات را مرور کرده و سپس مباحث پایه و کاربردی و روش‌های پر کاربرد در زمینه نگهداری و تعمیرات را مورد بررسی قرار می‌دهیم و همچنین به برنامه‌های کاربردی در زمینه نگهداری و تعمیرات و تاثیرات آنها در زمینه نت می‌پردازیم. امید است با توجه به نیاز روز افزون به این امر در صنعت، گامی کوچک در زمینه ارتقای دانش کلیه فعالان صنعت و دانشجویان برداشته باشیم.

در آخر از همه کارشناسان و متخصصان در این زمینه تقاضا می‌کنم هر گونه پیشنهاد و یا انتقادی در راستای بهبود مطالب این کتاب دارند را با اینجانب در میان بگذارند.

یوسف قلی‌پور

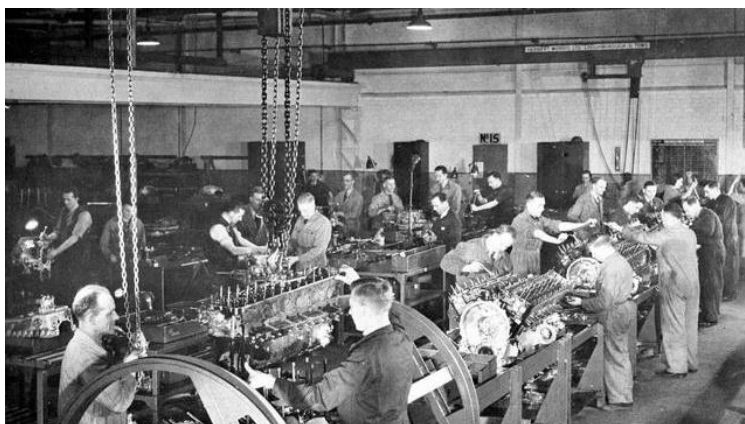
بهار ۱۴۰۴

فصل اول مبانی نگهداری و تعمیرات

۱-۱- بررسی تاریخچه این حوزه و تحولاتی که در آن رخ داده است

نگهداری و تعمیرات، همواره به عنوان یکی از مهم‌ترین فرآیندهای حفظ تجهیزات و امکانات جامعه شناخته می‌شود. این موضوع، از تاریخچه‌ای پربین و خیم برخوردار است که از تمدن‌های اولیه آغاز شده و تا به امروز ادامه دارد. روش‌ها و تکنیک‌های نگهداری در دوره‌های مختلف تاریخی، متفاوت بوده‌اند. در گذشته، ابزارآلات به دست بشر ساخته و استفاده می‌شدند. زمانی که این تجهیزات در اثر استفاده زیاد یا عوامل طبیعی آسیب می‌دیدند، چاره‌ای جز دور انداختن و یا جایگزین کردن آن‌ها نبود.

با گذر زمان و پیشرفت فناوری، فهم بشر نیز از مفهوم نگهداری و تعمیرات کامل‌تر شد؛ از تعمیرات ساده ابزارهای کشاورزی گرفته تا نگهداری پیچیده ماشین‌آلات صنعتی، همه نشان‌دهنده تغییر و تکامل این حوزه هستند. در گذشته افراد از قطعات و تجهیزات درک آسان‌تری داشتند و معمولاً می‌توانستند با داشتن تجربه و دانش کافی، خودشان اقدام به تعمیر و نگهداری این قطعات کنند. اما با پیشرفت فناوری و پیچیده شدن قطعات و تجهیزات، نیاز به دانش و تخصص برای نگهداری و تعمیرات به مراتب بیشتر شد.



شکل ۱-۱ نگهداری و تعمیرات، با شروع انقلاب صنعتی در قرن ۱۸، دچار تحولات عمده‌ای شد

نگهداری و تعمیرات، با شروع انقلاب صنعتی در قرن ۱۸، دچار تحولات عمده‌ای شد. در این زمان دنیا با موج جدیدی از نوآوری و تغییر روبه‌رو شده بود که همه جنبه‌های زندگی را تحت تاثیر قرار می‌داد، تعدادی از عوامل موثر بر این موضوع عبارت بودند از:

• تولید انبوه

با شروع تولید انبوه، نیاز ماشین‌آلات و تجهیزات به نگهداری و تعمیرات منظم، افزایش یافت. این موضوع، منجر به ایجاد روش‌های استاندارد و برنامه‌ریزی برای انجام به‌موقع آن‌ها شد.

• تخصصی شدن

با گذشت زمان، نگهداری و تعمیرات تبدیل به یک حوزه تخصصی شد. افرادی که در این زمینه فعالیت می‌کردند، نیاز به آموزش‌های ویژه و دانش فنی عمیق داشتند.

• تکنولوژی‌های پیشرفته

با پیشرفت تکنولوژی، ابزارها و تجهیزات پیچیده‌تر و دقیق‌تری به بازار عرضه شدند. آن‌ها به روش‌های نگهداری و تعمیرات جدیدتری نیاز داشتند تا بتوانند پاسخگوی نیازهای عصر خود باشند.

• اهمیت زمان

زمان، یکی از عوامل موثر در موفقیت بود. توقفات ناگهانی و خرابی ماشین آلات، می توانستند هزینه های سنگینی به دنبال داشته باشند، از همین رو، اهمیت نگهداری پیشگیرانه و برنامه ریزی شده افزایش یافت.

• سیستم های اطلاعاتی

با اهمیت یافتن تحلیل داده ها، مدیریت نگهداری و تعمیرات وارد مرحله جدید و پیچیده تری شد. افراد متخصص توانستند به کمک نرم افزارهای تخصصی، فرآیندهای نت را بهینه سازی کنند و راحت تر بر واحدهای تولیدی نظارت نمایند.

۱-۲- استانداردها و رویه های نوین

انقلاب صنعتی، منجر به ایجاد استانداردها و رویه های نوین در حوزه نگهداری و تعمیرات شد. این استانداردها، به بهبود و افزایش کیفیت خدمات در این زمینه کمک بسیاری کردند.

استانداردسازی قطعات، یکی از مهم ترین تحولات نگهداری تعمیرات پس از انقلاب صنعتی بود. پیش از این دوران، بیشتر تجهیزات به صورت دستی و برای مصارف مخصوص ساخته می شدند. بنابراین، فرآیند نگهداری به صورت سفارشی انجام می گرفت و گاهی اوقات، به زمان زیادی نیاز داشت. استانداردسازی، امکان تولید انبوه و مبادله قطعات بین دستگاه های مختلف را فراهم ساخت. این موضوع، نه تنها روند ساخت محصولات را تسریع بخشید، بلکه نگهداری و تعمیرات را نیز آسان تر کرد. با پیشرفت تکنولوژی، نیاز به دانش و مهارت های تخصصی در این حوزه افزایش یافت. فرآیندهای نگهداری به یک کار تخصصی تبدیل شدند و برنامه های آموزشی و گواهینامه های حرفه ای توسعه پیدا کردند همچنین کارگران با این تغییرات همگام و به افرادی متخصص تبدیل شدند.

امروزه بسیاری از شرکت ها و سازمان ها به طور منظم برای نگهداری و تعمیر تجهیزات خود، تیم هایی از متخصصان را استخدام می کنند. این تیم ها از دانش و تخصص لازم برای تشخیص و رفع مشکلات پیش آمده برای تجهیزات برخوردار هستند و همچنین به دنبال بهینه سازی عملکرد تجهیزات می باشند تا برای شرکت هزینه کمتری برای تعمیرات بعدی صرف شود و از این طریق زمان تولید و بهره وری بیشتری برای شرکت تامین شود.

دنیای پویای نگهداری و تعمیرات یا به طور مخفف نت، بیش از هر رشته دیگری دستخوش تغییرات شده و این تغییرات، موجب افزایش فشار برای رسیدن به ساز و کاری با دسترسی بالا و توانایی

۱۶ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

کنترل هزینه ها شده است. از جمله عواملی که در تغییر تاریخچه نگهداری و تعمیرات نقش بسزایی داشته اند، می توان به عوامل زیر اشاره کرد:

- ✓ افزایش قابل توجه تعداد و تنوع تجهیزات فیزیکی کارخانه ها، تجهیزات و ساختمان
- ✓ ساخت طرح های پیچیده
- ✓ ایجاد روش های جدید نگهداری و تعمیرات
- ✓ نگرش به سازمان و مسئولیت های نگهداری و تعمیرات
- ✓ وضع استانداردهای جدید
- ✓ رشد سریع آگاهی درباره وسعت خرابی
- ✓ افزایش اهمیت مسائل محیط زیستی



شکل ۱-۲- سیر تحول استراتژی های نت

جدول ۱-۱- سیر تحول در نت در دوره های زمانی مختلف

دوره زمانی	نام دوره	ویژگی ها
قرن ۱۸	عصر صنعتی	ظهور ماشین آلات و تجهیزات روش های نگهداری واکنشی
دهه ۱۹۴۰-۱۹۵۰	نگهداری پیشگیرانه	برنامه ریزی منظم برای تعمیرات کاهش زمان از کارافتادگی

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۱۷

استفاده از داده‌های واقعی برای پیش‌بینی خرابی‌ها فناوری اطلاعات و حسگرها	نگهداری پیشگویانه	دهه ۱۹۸۰
مشارکت تمامی کارکنان در فرآیندهای نگهداری بهبود مستمر و آموزش کارکنان	نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع	دهه ۱۹۹۰
تمرکز بر کل چرخه عمر دارایی‌ها استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا	مدیریت دارایی فیزیکی	قرن ۲۱



شکل ۱-۳- هزینه‌های غیرمستقیم نگهداشت را می‌توان از طریق مدیریت صحیح، حذف و یا به حداقل رساند

۱-۳- انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات (نت) به عنوان یک بخش حیاتی از مدیریت تجهیزات و زیرساخت‌ها، شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و استراتژی‌ها است که به منظور حفظ و ارتقاء عملکرد سیستم‌ها و تجهیزات

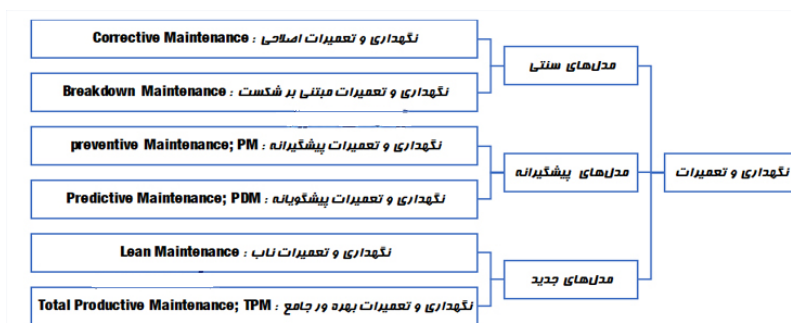
طراحی شده‌اند. روش‌های مختلف نگهداری و تعمیرات بر اساس نیازها، نوع تجهیزات، و شرایط عملیاتی متفاوت هستند.

سرویس و تعمیر منظم، موجب حفظ وضعیت ماشین در شرایط کاری و عملیاتی است. انجام عملیات تعمیراتی پس از وقوع شکستگی و خرابی در ماشین‌آلات موجب توقف عملیات تولیدی می‌گردد. زیان‌ها و هزینه ناشی از این توقف به مراتب بیشتر از تعمیر ماشین‌آلات مربوطه می‌باشد. در نتیجه ایجاد سیستمی که بتواند از شکستگی و خرابی ماشین‌آلات جلوگیری کند لازم و ضروری است.

این روش‌ها علاوه بر افزایش راندمان تولیدی دستگاه، باعث کاهش زیانهای ناشی از توقف کار، به حداقل ممکن می‌شود. در بررسی تئوری سیستم‌های نگهداری به این نتیجه می‌رسیم که هر کدام از آنها دارای فرایند مختص به خود هستند، که با وجود تشابهات کمی که دارند دارای اختلافات زیادی در ماهیت عملیاتی و اجرایی هستند.

روش‌های نگهداری و تعمیرات (نت) با وجود پیشرفت تجهیزات و امکانات، همچنان به‌عنوان بخش مهمی از صنعت شناخته می‌شود؛ زیرا ما به درک نگهداری و تعمیرات به‌عنوان مجموعه‌ای از اقدامات فنی برای تنظیم عملکرد عادی قطعات و تجهیزات نیاز داریم.

تجهیزات، ماشین‌ها، سیستم‌ها و تأسیسات در طول زمان در حال تغییر و تحول بوده‌اند و به طور فزاینده‌ای پیچیده‌تر شدند و نیازمند بهبود مستمر هستند. این بهبود از طریق روش‌های نگهداری و تعمیرات انجام می‌شود.



شکل ۱-۴- نمای کلی از انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۱۹

در این بخش به بررسی انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات خواهیم پرداخت. مهمترین و مرسوم‌ترین انواع استراتژی نگهداری و تعمیرات به شرح زیر می‌باشند:

- نگهداری و تعمیرات اصلاحی^۱ (CM)
- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست^۲ (BM)
- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه^۳ (PM)
- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه^۴ (PDM)
- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع^۵ (TPM)
- نگهداری و تعمیرات ناب^۶
- تعمیر و نگهداری تجویزی^۷ (RxM)
- نگهداری و تعمیرات اضطراری^۸ (EM)
- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت^۹ (CBM)
- نگهداری مبتنی بر فرصت^{۱۰}

۱-۳-۱- نگهداری اصلاحی (CM)

این روش در گذشته و دوران پیش از جنگ جهانی دوم کاربرد داشت. هزینه ابتدایی این روش پایین است و زمانی از آن استفاده می‌شود که خرابی رخ دهد. شاید بتوان این شیوه را تنها، تعمیرات صرف

1. Corrective Maintenance
2. Breakdown Maintenance
3. preventive Maintenance
4. Predictive Maintenance
5. Total Productive Maintenance
6. Lean Maintenance
7. Prescriptive maintenance
8. Emergency Maintenance
9. Condition-Based Maintenance
10. Opportunistic maintenance

۲۰ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

نامید زیرا پس از وقوع حادثه از آن استفاده می‌شود. نگهداری و تعمیرات اصلاحی زمانی انجام می‌شود که وسیله‌ای خراب یا به زیر شرایط قابل قبول نزول کرده باشد. هدف این روش، بازگرداندن تجهیزات به حالت عملیاتی است. این روش ممکن است هزینه‌های بالایی را به دلیل توقف تولید یا فعالیت‌ها به همراه داشته باشد و معمولاً بدون برنامه ریزی قبلی انجام می‌شود. در شکل ۱-۵ تعمیرات اصلاحی در پنج بخش نمایش داده شده است.



شکل ۱-۵- پنج دسته کلی تعمیرات اصلاحی

تعمیرات اصلاحی در پنج دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شود:

- برطرف کردن خرابی

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۲۱

در این نوع تعمیرات ماشین آلات خراب شده به وضعیت عملیاتی خود باز می گردد

• استفاده مجدد

قطعات کاملاً خراب شده و نیازمند به تعویض کنار گذاشته می شوند و قطعات دیگری را برای

استفاده مجدد انتخاب می کنیم

• بازسازی

در این روش سعی داریم ماشین آلات را به نزدیک ترین وضعیت استاندارد برسانیم. این وضعیت

استاندارد به طول عمر دستگاه، عملکرد و حالت استاندارد ظاهری دستگاه مربوط می شود. بازسازی

شامل جداسازی و تفکیک قطعات و تجهیزات دستگاه، تست کارکرد و سلامت قطعات، تعویض و

تعمیرات قطعات، اسمبل و مونتاژ مجدد قطعات و اجرای تست نهایی کارکرد دستگاه است.

• اعمال تعمیرات بنیادی

با این روش، تعمیرات بنیادی و اصلی بر روی دستگاه پیاده سازی می شود. این تعمیرات متناسب

با استانداردهای دستگاه انجام می شود

• سرویس کردن

سرویس کردن به عنوان نتیجه تعمیرات اصلاحی مورد اهمیت است. در واقع سرویس کردن برای

تکمیل فرایند تعمیرات و آماده سازی قطعات جهت انجام کار مورد توجه قرار می گیرد. تعویض

روغن، شارژ تجهیزات، هواگیری، رنگ کردن قطعات و ... از جمله اقدامات مربوط به سرویس کردن

است

۱-۳-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست (BM)

تعمیرات مبتنی بر شکست در ۲ گروه برنامه ریزی نشده و برنامه ریزی شده تقسیم بندی می شود.

تعمیرات مبنی بر شکست برنامه ریزی شده به شکل مستند و با دقت بالا کنترل می شوند. در چنین

حالتی کارمندان و کارشناسان اجزا و قطعات محتمل تخریب را شناسایی می کنند. ضمن اینکه

نگهداری های پیشگیرانه برای برخی از قطعات مشخص می شود.

در واقع اگر بتوان در پروسه انواع نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست برخی از قطعات را نجات

داد، از نگهداری پیشگیرانه استفاده می شود.

۱-۳-۳- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)

این روش مجموعه فعالیت‌هایی است که برای جلوگیری از وقوع یک خرابی در تجهیزات انجام می‌گردد. این مجموعه از فعالیت‌ها ممکن است تعمیراتی یا نگهداری محور باشند. باعث پیشگیری از وقوع یک خرابی یا حادثه و توقف برنامه‌ریزی نشده تجهیزات گردند. این فعالیت‌ها برای کنترل تعمیرات و پیشگیری از خرابی مورد توجه قرار می‌گیرد. روش‌های پیشگیرانه می‌توانند بر روی سرویس و نگهداری یا تعمیر متمرکز شوند. در واقع در انواع نگهداری و تعمیرات از بروز رخدادها و خرابی‌های ناگهانی جلوگیری می‌شود و روند کار کاملاً برنامه‌ریزی شده است. فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه شامل بازرسی، بازدید، سرویس، آچارکشی، بالانس کردن، تعویض قطعات، روانکاری و غیره است. این روش با پیشگیری از خرابی‌ها، زمان از کارافتادگی تجهیزات کاهش می‌یابد و انجام تعمیرات دوره‌ای باعث افزایش عمر مفید تجهیزات می‌شود.



شکل ۱-۶- نگهداری و تعمیرات باعث پیشگیری از وقوع یک خرابی و توقف برنامه‌ریزی نشده تجهیزات می‌گردد.

۱-۳-۴- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (PDM)

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۲۳

این روش فعالیت‌های مبتنی بر پایش وضعیت تجهیزات می‌باشد که به مجری داده‌های آماری خوبی برای تعیین و پیش‌بینی احتمال وقوع یک خرابی در تجهیز را در آینده می‌دهد. بعد از تشخیص وقوع یک خرابی در تجهیز، واحد نت می‌تواند فعالیت‌های تعمیراتی را روی تجهیز در یک زمان برنامه ریزی شده تبیین و اجرا کند. روش‌های پیشگویانه متناسب با وضعیت تجهیزات مورد توجه قرار می‌گیرد. دریافت داده‌های آماری از عملکرد دستگاه، امکان پیش‌بینی خرابی احتمالی قطعات را فراهم می‌آورد.

نگهداری پیشگویانه شامل استفاده از تکنیک‌های تحلیلی و داده‌کاوی برای پیش‌بینی زمان خرابی تجهیزات است. این رویکرد به مدیران کمک می‌کند تا زمان مناسب برای انجام تعمیرات را تعیین کنند.

با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، زمان خرابی پیش‌بینی می‌شود. این روش امکان استفاده بهینه از منابع را فراهم می‌کند زیرا تعمیرات تنها در زمان لازم انجام می‌شوند و با پیش‌بینی دقیق‌تر، ریسک خرابی‌های ناگهانی کاهش می‌یابد.

۱-۳-۵- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع (TPM)

این نوع تعمیرات و نگهداری برای عملکرد بهینه دستگاه و ماشین آلات مورد توجه قرار می‌گیرد. در این پروسه مدیریت لازم در مورد توانایی‌های دستگاه و صرفه‌جویی در پرداخت هزینه‌ها انجام می‌شود.

تعمیرات بهره‌ور جامع دید وسیع و کلی در زمینه تعمیرات دارد. در واقع این نوع تعمیرات طبق نظر سایر کارکنان و کارمندان انجام می‌شود. تیم نگهداری و تعمیرات تنها افراد تصمیم‌گیرنده نیستند. این تعمیرات با صلاح دید و تشخیص سایر افراد متخصص انجام می‌شود. چنین تعمیراتی دید همه جانبه دارند و از تخصص تمام کارمندان بهره‌مند می‌شوند.

انواع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور به شکل روزمره و روتین اعمال می‌شوند. بهره‌وری از مهارت و تخصص تمام کارمندان باعث کارکرد مطلوب و بهینه دستگاه و ماشین‌آلات می‌شود. تعمیرات بهره‌ور جامع را با نام اختصاری TPM می‌شناسند. مزیت بهره‌مندی از تعمیرات TPM شامل:

دستگاه به‌ندرت دچار خرابی یا تعمیر می‌شود.

با اعمال تعمیرات بهره‌ور، احتمال وقوع حادثه در حین کار با دستگاه کمتر می‌شود.

۲۴ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

هدف نهایی از اجرای نگهداری بهره ور جامع، تولید محصول ایده آل است. فلسفه بنیادی این روش بر تفکر خرابی و توقف صفر درصد^۱ و تولید کامل محصول بدون عیب و نقص^۲ استوار است. نگهداری بهره ور جامع، شامل چندین اصل است که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱) نگهداری پیشگیرانه بر جلوگیری از خرابی‌ها و اجرای تدابیر پیشگیرانه به منظور حفظ بهره‌وری تأکید می‌شود. برای این منظور از برنامه جامع نت در طول عمر ماشین آلات استفاده شود.
- ۲) مشارکت کارکنان^۳ کارکنان در فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات برای افزایش مشارکت و ارتقاء فرهنگ کار گروهی مشارکت داشته باشند.
- ۳) آموزش مهارت‌ها^۴ کارکنان در زمینه مهارت‌های نگهداری و تعمیرات به منظور افزایش توانمندی‌ها آموزش ببینند.
- ۴) مدیریت عمر کاری^۵ برنامه‌ریزی جهت بهبود عمرکاری تجهیزات و جلوگیری از خرابی‌ها. یک سیستم جامع برای نگهداری و تعمیرات بهره ور برای تمام چرخه عمر ماشین آلات برقرار شود.
- ۵) افزایش بهره‌وری تجهیزات^۶ (OEE) از ماشین آلات با حداکثر میزان بهره‌وری و قابلیت اجرای آن‌ها استفاده شود.

۱-۳-۶- نگهداری و تعمیرات ناب

نگهداری و تعمیرات ناب بر روی ابتکار و نوآوری تمرکز زیادی دارد. این نوع تعمیرات شرکت‌ها و صنایع را به سوی بازدهی بالا و افزایش تولید سوق می‌دهد. نگهداری و تعمیرات ناب بر روی پروسه‌های تولید متمرکز هستند. اگر وضعیت تجهیزات کارخانه با کارگاه در بالاترین کیفیت و بهترین

1. Zero Breakdowns
2. Lean Production
3. Employee Involvement
4. Skill Development
5. Lifecycle Management
6. Overall Equipment Effectiveness

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۲۵

عملکرد باشد، افزایش تولید و بازدهی بالا را خواهیم داشت. در تعمیرات ناب، بازدهی کارخانه و صنایع به گونه‌ای برنامه‌ریزی می‌شود که راندمان امروز از روز گذشته کمتر نباشد. نگهداری و تعمیرات ناب یک روش قدرتمند است که کمک می‌کند تا اتلاف مرتبط با مسئله نگهداری و تعمیرات حذف شوند و بهترین سطح بهبود عملکردی را داشته باشیم، همه این موارد زمانی به واقعیت می‌پیوندد که نگهداری و تعمیرات ناب به خوبی مدیریت شده و پیاده‌سازی شود. به عبارت ساده‌تر، در نگهداری و تعمیرات ناب به دنبال آن هستیم تا اتلاف‌های مختلف را حذف کنیم. در صورتی که این اتفاق رخ دهد، می‌توان این اطمینان را داشت که فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به بهترین روش ممکن انجام می‌شوند.

مزایای استفاده از این رویکرد به شرح زیر است:

دستیابی سریع، به بهبود عملکردی قابل اندازه‌گیری در کوتاه‌مدت.
یک برنامه ناب، که به خوبی مدیریت و نظارت شود، می‌تواند سبب توسعه و پیشرفت در بلندمدت شود.

تطابق روش بهبود ناب، با پروژه‌های پیش رو و آینده.

توسعه نیروی انسانی آموزش دیده در رابطه با اصول نگهداری و تعمیرات ناب.

۱-۳-۷- تعمیر و نگهداری تجویزی (RxM)

این روش از جدیدترین روش‌های نگهداری و تعمیرات است. این روش یک روش جامع بوده و به جای انواع نگهداری و تعمیرات کاربرد دارد. تعمیرات تجویزی بر عملیات اینترنت و یادگیری ماشینی استوار است. این نوع تعمیرات همان تعمیراتی است که ارتش آمریکا برای نگهداری و تعمیرات ماشین‌های نظامی‌اش استفاده می‌کند. عملکرد این نوع نگهداری بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده انجام می‌شود. این داده‌ها به وسیله ربات‌ها و سنسورها جمع‌آوری می‌شوند.

با بررسی وضعیت و رفتارهای مختلف دستگاه، بررسی الگوی داده‌ها و مقایسه حالت‌های سالم بودن و خرابی دستگاه می‌توان وضعیت سالم بودن تجهیزات را با دقت بسیار بالایی تخمین زد. برای رسیدن به تخمین صحیح از سایر داده‌های آزمایش‌ها، تاریخچه‌ای و ... استفاده می‌شود. به طور کلی در تعمیر و نگهداری تجویزی از هوش مصنوعی استفاده می‌شود.

نگهداری و تعمیرات تجویزی نت پیشگویانه را در سطحی بالاتر عملی می‌کند. در این نوع از نگهداری از پایش وضعیت تجهیز و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی تاریخ انجام سرویس‌های دوره‌ای و فعالیت‌های نگهداشت استفاده می‌کند. علاوه بر این به طور دقیق‌تری مشخص می‌کند، چه نوعی از نگهداری تجهیزات در بلند مدت به عملکرد بهتر هر ماشین و یا هر قطعه از تجهیز منجر می‌شود. تکنولوژی تعمیر و نگهداری تجویزی، مدیریت عملکرد دارایی‌ها را با این ایده متحول می‌کند که چرا به سادگی مشکلات تولید را پیش‌بینی کنید، زمانی که می‌توانید راه‌حل‌های آن‌ها را تجویز کنید و بر اساس تجویزها عمل کنید. مدل‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده به مرحله‌ای پیشرفته رسیده‌اند که قادر به در نظر گرفتن اهداف تولید و استفاده از منابعی که یک شرکت یا سازمان مشخص کرده است، می‌باشند. نگهداری و تعمیرات تجویزی، استراتژی نگهداری دارایی است که از یادگیری ماشین برای تنظیم شرایط عملیاتی برای نتایج مطلوب استفاده می‌کند، و همچنین نگهداری دارایی را هوشمندانه زمان‌بندی و برنامه‌ریزی می‌کند.

۱-۳-۸- نگهداری و تعمیرات اضطراری (EM)

وقتی یک تجهیز خراب می‌شود باعث توقف تولید و عدم ارائه عملکرد مورد انتظار ما از دستگاه را پیش می‌آورد که باید هر چه سریع‌تر نسبت به رفع خرابی و شروع تولید یا کار دستگاه اقدام شود مجموعه‌ای از فعالیت‌های ذکر شده در نگهداری و تعمیرات اصلاحی باید انجام گردد که مهم‌ترین آنها اقدامات محدود کننده از تسری خرابی به دیگر تجهیزات و قطعات و اصلاح و یا درست کردن دستگاه به شرایط عملکردی مورد انتظار است. این نوع تعمیرات بدون هیچ‌گونه برنامه‌ریزی انجام می‌شود. چنین تعمیراتی بعد از رخداد حادثه یا توقف ناگهانی عملکرد دستگاه ضرورت می‌یابد. تعمیرات اضطراری باید به سرعت بر روی دستگاه اعمال شوند. در غیر این صورت می‌تواند جان افراد را به خطر بیندازند یا باعث کاهش بازدهی تولید شوند. همچنین هزینه نگهداری دستگاه را افزایش دهند. برای پیشگیری از این پیامدهای ناگوار باید تعمیرات اضطراری را به سرعت انجام داد. زمان اعمال تعمیرات اضطراری بسیار محدود بوده و باید در کمترین زمان ممکن انجام شود.

۱-۳-۹- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت (CBM)

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت را با نام اختصاری CBM می‌شناسند. البته این نام‌های

فصل اول: مبانی نگهداری و تعمیرات ۲۷

دیگری همچون نت اقتصادی یا نت متکی بر شرایط فنی نیز دارد. روش‌های به کار گرفته شده در تعمیرات مبتنی بر وضعیت به نت پیشگویانه یا پیش‌بینانه بسیار شباهت دارد. این شباهت در حدی است که بیشتر افراد آن‌ها را به عنوان یک روش در انواع نگهداری و تعمیرات می‌شناسند. تعمیرات مبتنی بر پایش وضعیت بر این اصل استوار است که هر ماشین آلات و تجهیزاتی قبل از خرابی کامل، نشانه‌ها و المان‌هایی همچون تغییر در لرزش، فرسایش، گرما، صدا، دما و ... را از خود بروز می‌دهد. با دریافت به موقع این نشانه‌ها و رسیدگی به آن‌ها می‌توان از خرابی قطعی یا توقف ماشین‌آلات صنعتی جلوگیری کرد. چنین تعمیراتی از پرداخت هزینه‌های سنگین جلوگیری به عمل می‌آورند. این روش می‌تواند کارایی سیستم را بهبود بخشد زیرا تعمیرات تنها در زمان مناسب انجام می‌شوند.

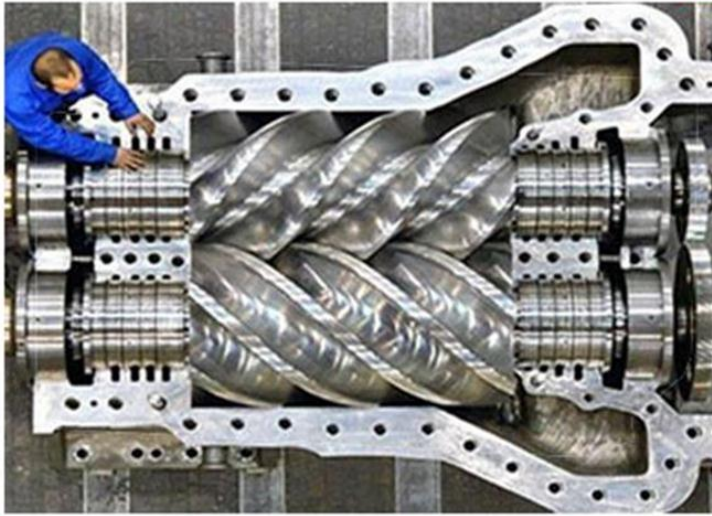


شکل ۱-۷- روش‌های به کار گرفته شده در تعمیرات مبتنی بر وضعیت به نت پیش‌بینانه بسیار شباهت دارد

۱-۳-۱- نگهداری مبتنی بر فرصت

نگهداری مبتنی بر فرصت یا نگهداری رویداد محور، به کارکنان واحد نگهداری فرصتی می‌دهند تا قطعاتی که معیوب هستند یا در آینده نزدیک نیازمند جایگزینی هستند را در طول عملیات نت پیشگیرانه یا نت اضطراری تجهیزات جایگزین یا تعمیر کنند.

نگهداری مبتنی بر فرصت یک نوع تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر تعویض آسان اجزا یا قطعات تجهیزات است، که با بهره‌گیری از خاموشی برنامه‌ریزی شده یا برنامه‌ریزی نشده‌ی سیستم عمل می‌کند، بگونه‌ای که ما از قبل منابع نگهداری مناسب را در محل در اختیار داشته باشیم. مهندسان نگهداری همواره دنبال راه‌هایی برای کاهش زمان خاموشی سیستم و افزایش دسترسی پذیری، بدون کاهش سطوح لازم از اطمینان پذیری سیستم هستند. هدف نهایی هر برنامه‌ی نگهداری، حفظ عملکرد سیستم تا بیشترین حد ممکن و ایجاد توازن بهینه بین زمان‌های خاموشی و هزینه‌ی نگهداری است. همچنین باید از هرگونه خرابی فاجعه‌بار جلوگیری شود.



شکل ۱-۸- نگهداری مبتنی بر فرصت یک نوع تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر تعویض اجزا یا قطعات تجهیزات است.

خلاصه فصل

در این فصل در ابتدا مختصری به تاریخچه تعمیرات و نگهداری اشاره کردیم و نحوه پیدایش آنها و در ادامه به قرار ذیل به انواع روش‌های مرسوم و پر کاربرد در صنعت پرداخته شد:

- انواع استراتژی نگهداری و تعمیرات

- نگهداری و تعمیرات اصلاحی (CM)
- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست (BM)
- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)
- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه (PDM)
- نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع (TPM)
- نگهداری و تعمیرات ناب
- تعمیر و نگهداری تجویزی (RxM)
- نگهداری و تعمیرات اضطراری (EM)
- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت (CBM)
- نگهداری مبتنی بر فرصت

و همچنین مختصری در مورد هر کدام توضیح دادیم. استفاده از هر روش مزایا و محدودیت‌های خود را دارد که توصیه می‌گردد در هر مجموعه‌ای بسته به شرایط، وضعیت شرکت، امکانات، بودجه و سایر عوامل یکی از این روش‌های تعمیراتی مورد استفاده قرار گیرد.

فصل دوم برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری

برنامه‌ریزی مدیریت نگهداری و تعمیرات یکی از ارکان کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد سازمان‌ها به شمار می‌آید. با توجه به پیچیدگی‌های روزافزون تجهیزات و فناوری‌ها، اهمیت این فرآیند در حفظ کارایی و کاهش هزینه‌های عملیاتی بیش از پیش نمایان می‌شود. در این فصل، به دو بخش اصلی خواهیم پرداخت: برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات و مدیریت نیروی انسانی در این حوزه که هر بخش شامل جزئیات عمیق‌تری خواهد بود و به درک بهتر این مفاهیم کمک می‌کند.



شکل ۱-۲- نگهداری و تعمیرات یکی از ارکان کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد سازمان‌ها

۲-۱- برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات

آیزنهاور، ژنرال ارتش آمریکا و سی و چهارمین رئیس جمهور این کشور در بیانیه متناقض‌نمای مشهور خود در مورد جنگ اینگونه اظهار دارد:

"در برنامه‌ریزی برای نبرد همیشه متوجه شدم که برنامه‌ها، بی‌استفاده هستند، اما برنامه‌ریزی ضروری است"

او در اصل به این موضوع اشاره داشت که برنامه‌ها در شرایط اضطراری ممکن است به درستی عمل نکنند، اگرچه به کمک فرایند برنامه‌ریزی می‌توانید به تمام احتمالات ممکن برای عملکرد در شرایط مختلف بپردازید و دانشی که از برنامه‌ریزی به دست می‌آوردید در انتخاب اقدام مناسب بسیار مهم باشد.

۲-۱-۱- تعریف و اهمیت برنامه‌ریزی نگهداری

برنامه‌ریزی فعالیت‌های تعمیراتی در سازمان‌های صنعتی مهم‌ترین بخش از مدیریت نگهداری و تعمیرات است. همه فعالیت‌های نگهداری همانند فعالیت‌های تعمیراتی باید برنامه‌ریزی شوند. لذا برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات تکنیک‌ها و روش‌هایی دارد که بتواند زمان مناسب انجام هر فعالیت نگهداری یا تعمیراتی تجهیزات را اعلام کند.

با در نظر گرفتن تعریف سازمان به‌عنوان گروهی از افراد متخصص و هماهنگ شده با هدفی مشترک، درمی‌یابیم که هر سازمان دارای دو وجه اساسی تخصص و هماهنگی است. امروزه تخصص نقطه ثقل رقابت‌پذیری در کسب و کار نیست چرا که اکثر سازمان‌ها طی سالیان گذشته بدان پرداخته‌اند و این هماهنگی است که دارای مزیت رقابت‌پذیری می‌باشد. امروزه سازمان‌هایی که توانسته‌اند در زمینه هماهنگی بین متخصصانشان موفق عمل کنند به‌عنوان سازمان‌های پیشرو شناخته می‌شوند.

مطالعات انجام‌شده توسط تیم‌های تحقیقاتی نشان داده که رابطه مستقیمی بین برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات (برنامه‌ریزی نت) و کاهش هزینه‌ها وجود دارد. این نکته که وقتی کاری برنامه‌ریزی شده باشد، اجرای آن آسان‌تر و ارزان‌تر خواهد بود، نه تنها از دیدگاه منطقی بلکه از دیدگاه آماری نیز ثابت شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که اجرای یک کار تعمیراتی بدون برنامه‌ریزی در

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۳۳

قیاس با انجام کار به صورت کاملاً برنامه‌ریزی و زمانبندی شده حداقل ۱/۵ برابر زمان و ۳ برابر (یا بیشتر) هزینه بیشتری در بر خواهد داشت.

برنامه‌ریزی نگهداری به معنای طراحی و اجرای استراتژی‌هایی است که به منظور حفظ کارایی، قابلیت اطمینان، و عمر مفید تجهیزات انجام می‌شود. این فرآیند شامل شناسایی نیازهای نگهداری، تعیین زمان‌بندی مناسب برای انجام فعالیت‌ها، و تخصیص منابع لازم است. در فرآیند برنامه‌ریزی، ابتدا تعداد و نوع دستگاه‌ها و تجهیزات موجود در سازمان به دقت شناسایی می‌شود. سپس نیازهای خاص هر یک از آن‌ها تعیین و شرایط مناسب نگهداری و تعمیرات برای هر دستگاه مشخص می‌شود. پس از آن، انواع نگهداری تعمیرات مناسب، از جمله دوره‌های زمانی، موجودی قطعات و تعمیرات پیشگیرانه تدوین می‌گردد تا کارایی تجهیزات در سطح بهینه حفظ شود.

کنترل مداوم این برنامه، عنصر اساسی در موفقیت آن است. برای این منظور، لازم است وضعیت دستگاه‌ها و تجهیزات به طور پیوسته رصد و تغییرات به دقت ثبت شود تا داده‌های قدیمی با اطلاعات به روز جایگزین گردد. همچنین، آموزش مداوم کارکنان، تهیه گزارش‌های دقیق و انجام بررسی‌های منظم، پایداری و اثربخشی این برنامه را تضمین کرده و به سازمان کمک می‌کند تا با کمترین هزینه، بهبودهای لازم را فراهم آورد.

اهمیت این فرآیند در چندین جنبه قابل مشاهده است:

- کاهش زمان توقف تجهیزات
- افزایش تولید
- افزایش بهره‌وری
- کاهش هزینه‌ها

۲-۱-۲- انواع برنامه‌ریزی نگهداری

برنامه‌ریزی نگهداری به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود:

۲-۱-۲-۱- نگهداری پیشگیرانه

این نوع نگهداری شامل انجام فعالیت‌هایی است که به منظور جلوگیری از خرابی‌های احتمالی انجام می‌شود.

۳۴ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

پنج نوع اصلی نگهداری پیشگیرانه است:

۱. تعمیر و نگهداری مبتنی بر زمان^۱ (TBM)

۲. تعمیر و نگهداری خطایاب^۲ (FFM)

۳. تعمیر و نگهداری مبتنی بر ریسک^۳ (RBM)

۴. تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط^۴ (CBM)

۵. تعمیر و نگهداری پیش بینی شده^۵ (PDM)

یک تمایز مهم این است که یک برنامه نگهداری موثر باید از همه این انواع مختلف نگهداری استفاده کند. بسیاری از سازمان ها بیش از حد به نگهداری مبتنی بر زمان متکی هستند و نهایتاً همیشه از این مسئله شکایت دارند که دائماً در حال انجام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه هستند.

بنابراین برای پاسخ به این سوال: نگهداری پیشگیرانه چیست؟ هر گونه تعمیر و نگهداری است که بر پیشگیری یا کاهش عواقب خرابی تجهیزات متمرکز باشد به طوری که:

تجهیزات ما در صورت نیاز در دسترس هستند

تجهیزات ما کاری را که قرار است انجام دهند انجام می دهند

ما به این امر با خیال راحت و با هزینه بهینه دست پیدا می کنیم.

وظیفه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، کاری است که باید قبل از وقوع خرابی انجام شود. این کار می تواند با هدف جلوگیری از شکست، به حداقل رساندن پیامد شکست، یا ارزیابی خطر وقوع شکست باشد.

که این کار معمولاً بر اساس زمان بندی منظم یا بر اساس استفاده از تجهیزات صورت می گیرد. مزایای این نوع نگهداری شامل:

1. Time-Based Maintenance
2. Failure Finding Maintenance
3. Risk-Based Maintenance
4. Condition-Based Maintenance
5. Predictive Maintenance

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۳۵

- کاهش احتمال خرابی: با انجام فعالیت‌های منظم، احتمال وقوع خرابی‌های غیرمنتظره کاهش می‌یابد.

- بهبود عمر مفید تجهیزات: نگهداری منظم باعث افزایش عمر مفید تجهیزات می‌شود.

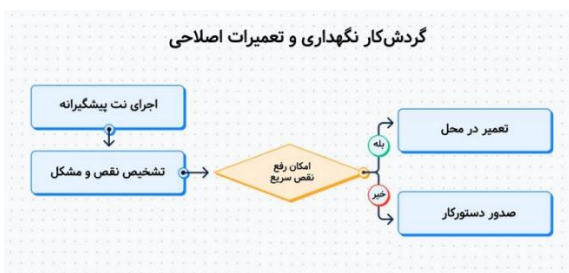
- افزایش ایمنی: ایمنی در تجهیز و ایمنی نفرات در حال کار با تجهیز

کاهش توقفات: ناشی از انجام تعمیرات پیشگیرانه

۲-۲-۱-۲- نگهداری اصلاحی^۱ (CM)

نگهداری و تعمیرات اصلاحی فرایند بازگرداندن دارایی‌های فیزیکی یا تجهیزات سازمان به روند کارکرد عادی، پس از توقف‌های برنامه‌ریزی نشده آن‌ها است. این فرایند شامل عیب‌یابی، جداسازی قطعات، تنظیم مجدد تجهیز، تعمیر، تعویض، و بازسازی تجهیزات است. همانطور که در شکل ۲-۲ نیز مشاهده می‌شود هدف اصلی نگهداری اصلاحی بازگرداندن سریع‌تر تجهیز به وضعیت کارکرد قابل قبول (نه لزوماً مطلوب) می‌باشد.

نت اصلاحی اقدام برنامه‌ریزی نشده‌ای است که با توقف برنامه‌ریزی نشده تجهیزات آغاز می‌شود و یک سیستم را به سطوح عملکرد مورد نیاز اولیه باز می‌گرداند. تنها تفاوت بین نگهداری و تعمیرات اصلاحی در لوازم خانگی و نگهداری و تعمیرات اصلاحی در دنیای صنعت این است که دومی ممکن است عمیق‌تر به بررسی علل ریشه‌ای خرابی، تجزیه و تحلیل هزینه‌ها و کاهش احتمال خرابی تجهیزات در آینده بپردازد.



شکل ۲-۲- گردش کار نگهداری و تعمیرات اصلاحی

1. Corrective Maintenance

نت اصلاحی به دو نوع برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده تقسیم می‌شود.

الف) نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی شده (با برنامه)

نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی شده: به اقدامات تعمیراتی اشاره دارد که الزامی هستند اما می‌توانند به تاریخ بعدی موکول شوند. این امر می‌تواند به دلیل بودجه، زمان یا محدودیت در تعداد کارکنان باشد. برخی از اقدامات نگهداری و تعمیرات همچنین نیاز به خدمات فنی بیشتری دارند که ممکن است سازمان نیاز به برون سپاری آن‌ها داشته باشد.

دو روش برای برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات اصلاحی وجود دارد.

۱- نگهداشت اصلاحی زمانی برنامه‌ریزی می‌شود که از استراتژی نگهداری و تعمیرات کارکرد تا خرابی^۱ استفاده شود. این زمانی اتفاق می‌افتد که یک دارایی اجازه دارد تا زمانی که خراب شود، کار کند و پس از آن تعمیر یا جایگزین شود. این نوع از نگهداری و تعمیرات اصلاحی فقط با دارایی‌ها و تجهیزات غیر حیاتی که به راحتی و به شکلی ارزان ترمیم یا تعویض می‌شوند و یا در سیستم‌هایی که دارای افزونگی و تجهیز پشتیبان هستند کارکرد دارد.

۲- نگهداری و تعمیرات اصلاحی زمانی برنامه‌ریزی می‌شود، که به عنوان بخشی از نت پیشگیرانه یا نت مبتنی بر وضعیت^۲ عمل کند. هر دو استراتژی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و مبتنی بر وضعیت سعی می‌کنند مشکلات را قبل از اینکه باعث خرابی تجهیزات شوند پیدا کنند. اگر مشکلی پیدا شود، نگهداری و تعمیرات می‌تواند برنامه‌ریزی و زمان‌بندی شود.

ب) نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی نشده (بدون برنامه قبلی)

نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی نشده: به اقدامات تعمیری اشاره دارد که بلافاصله پس از شکست یک دارایی انجام می‌شوند. این خرابی‌ها بحرانی در نظر گرفته می‌شوند و اقدامات اصلاحی بدون تاخیر مورد نیاز هستند. زمان خرابی تجهیزات برنامه‌ریزی نشده بر عملکردهای مهم کسب و کار تاثیر می‌گذارد و سودآوری را محدود می‌کند.

نگهداری و تعمیرات اصلاحی در دو موقعیت برنامه‌ریزی نشده در نظر گرفته می‌شود.

1. Run to Failure

2. CBM

۱- هنگامی که یک برنامه نت پیشگیرانه وجود دارد، نت اصلاحی بدون برنامه هنگامی رخ می‌دهد که بین اقدامات نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده خرابی رخ می‌دهد. بسته به در دسترس بودن ابزار، قطعات و پرسنل، نگهداری و تعمیرات ممکن است به صورت فوری و یا با تاخیر انجام شود.

۲- هنگامی که دارایی و تجهیز نشانه‌هایی از خرابی احتمالی را نشان می‌دهد یا به طور غیرمنتظره‌ای به نقطه خرابی می‌رسد، نگهداری و تعمیرات اصلاحی می‌تواند برنامه‌ریزی نشده باشد. در این سناریو، هیچ اقدام نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده‌ای برای تشخیص خرابی قبل از وقوع یا رفع آن پس از وقوع وجود ندارد.

دسته بندی دیگری از انواع نگهداری و تعمیرات اصلاحی

در دسته‌بندی دیگری، نت اصلاحی در اغلب سازمان‌ها در پنج طبقه تقسیم می‌شوند.

۱. تعمیر: بازگرداندن یک تجهیز خراب شده به وضعیت عملیاتی خود.

۲. تعمیرات اساسی^۱: بازگرداندن یک تجهیز به وضعیت سرویس دهی کامل آن، درست به همان صورت که توسط استانداردهای قابلیت نگهداری و تعمیرات مشخص شده است. در تعمیرات اساسی تجهیزات به صورت مناسب بازرسی و تعمیر می‌شوند.

۳. بازیافت: از بین بردن مواد و قطعات غیرقابل تعمیر و استفاده از مواد و قطعات قابل بازیافت از تجهیزات مرمت‌ناپذیر.

۴. سرویس: برطرف کردن مشکل پس از انجام اقدامات اصلاحی انجام می‌شود. به عنوان مثال، جوشکاری یا پر کردن مجدد میل لنگ پس از تعمیر موتور.

۵. بازسازی: بازسازی یک تجهیز به صورتی که تا حد امکان نزدیک به استانداردهای اصلی در نظر گرفته شده برای تجهیز از نظر عملکرد، ظاهر، و طول عمر آن باشد. بازسازی شامل جدا کردن قطعات از تجهیز، بررسی آن‌ها، تعمیر قطعات فرسوده، و جایگزینی قطعات غیرقابل ترمیم در راستای مشخصات اصلی و تلورانس تولید است. سپس تجهیزات دوباره سرهم شده و برای اطمینان از مطابقت آن‌ها با الزامات تولید مورد آزمایش قرار می‌گیرند.

که البته می‌توان این پنج دسته را نیز در همان دو دسته اصلی تقسیم کرد: نت اصلاحی بدون برنامه و نت اصلاحی با برنامه.

۱-۲-۲-۱-۲ مزایای نگهداری و تعمیرات اصلاحی

نت اصلاحی هنگامی که به درستی اجرا شود مزایای بسیاری را به همراه دارد. مزایای آن عبارتند از: ✓ کاهش نیاز به برنامه‌ریزی: در مقایسه با نت پیشگیرانه و نت مبتنی بر وضعیت این نوع از نگهداشت به برنامه‌ریزی کمتری نیاز دارد.

✓ ساده سازی امور: با توجه به ماهیت استراتژی نت اصلاحی که مبتنی بر نیاز تجهیز است، تیم‌های نگهداری و تعمیرات می‌توانند تا زمانی که خرابی رخ دهد، روی کارهای دیگر تمرکز کنند. همچنین فرایند نت اصلاحی ساده است و به ابزارهای پیچیده برای شناسایی عیوب قبل از وقوع نیاز ندارد.

✓ افزایش بهره‌وری هزینه‌ها برای تجهیزات غیر بحرانی: به جای صرف منابع برای ایجاد یک برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه برای تجهیزات غیر حیاتی، نت اصلاحی به شما این امکان را می‌دهد تا با انجام عملیات نگهداشت فقط در صورت نیاز در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کنید. اگرچه نت پیشگیرانه کارکردی کاملاً بی‌نقص ندارد اما ترکیب استراتژی نت اصلاحی و نگهداری پیشگیرانه می‌تواند ایمنی محل کار را بهبود بخشد، عمر مفید دارایی‌ها را افزایش دهد و برنامه‌ریزی منابع را بهینه کند.

۱-۲-۲-۲-۲ معایب نگهداری و تعمیرات اصلاحی

مانند هر موضوع دیگری، این استراتژی نگهداری و تعمیرات معایب خود را نیز دارد. معایب احتمالی عبارتند از:

✓ افزایش مولفه پیش‌بینی‌ناپذیری: استراتژی نت اصلاحی می‌تواند منجر به انباشت سفارشات کاری شود. در این استراتژی شما هرگز نمی‌دانید چه زمانی مشکلات بوجود می‌آیند. عدم آگاهی نسبت به زمانی که به تکنسین‌ها و قطعات خاص نیاز خواهید داشت، عدم اطمینان به تجهیزات و دارایی‌های فیزیکی را افزایش می‌دهد.

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۳۹

✓ افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات: هنگامی که نت اصلاحی بدون داشتن یک استراتژی نگهداشت پیشگیرانه فراگیر در سازمان جاری شود، ممکن است دسترسی به قطعات تجهیزات خراب به سرعت میسر نباشد. این امر به خودی خود می‌تواند باعث افزایش هزینه‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات اضطراری شود (به عنوان مثال اضافه‌کاری کارگران، برون سپاری کار به تکنسین‌های بیرون سازمان، درخواست حمل و نقل سریع قطعه و تجهیز مورد درخواست).

✓ افزایش ریسک ایمنی: برای تکنسین‌های نگهداری و تعمیرات عجله در انجام رویه‌های عملیاتی استاندارد برای احیای سریع دارایی‌های مهم غیر معمول نیست. متأسفانه چنین رویکردی توأم با عجله می‌تواند به محیط‌های کاری نا ایمن منجر شود.

جدول ۱-۲- مزایا و معایب نگهداری و تعمیرات اصلاحی

مزایا	معایب
کاهش نیاز به برنامه‌ریزی برای نگهداشت تجهیزات	افزایش پیش‌بینی ناپذیری
کاهش اتکا به منابع متعدد برای نگهداشت	افزایش ریسک ایمنی به دلیل ماهیت عجله‌ای بودن نت اصلاحی
مقرون‌به‌صرفه برای تجهیزات و دارایی‌های غیربحرانی	افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات برای تجهیزات حیاتی
افزایش ایمنی در صورت بکارگیری همزمان نت اصلاحی و نت پیشگیرانه	افزایش زمان توقف تجهیزات در صورت بروز مشکلات جدی

۱-۲-۲-۳- نمونه‌هایی از نگهداری و تعمیرات اصلاحی

چندین سناریو مختلف وجود دارد که می‌توان از نگهداشت اصلاحی استفاده کرد. این نمونه‌ها را می‌توان به وظایف برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده تقسیم کرد.

الف) نمونه‌هایی از نگهداری و تعمیرات اصلاحی با برنامه

۱- تصور کنید یک دارایی مجهز به چندین فن و هواکش است. اگر یکی از آن‌ها خراب شود و تعداد زیادی فن اضافی در انبار شما وجود داشته باشد، این تجهیز همچنان می‌تواند به درستی کار کند، که به این معنی است که تعمیرات برای این تجهیز سریع و کم هزینه خواهد بود. به همین دلیل، شما تصمیم می‌گیرید که به فن‌ها اجازه دهید تا زمانی که یکی از آن‌ها از کار بیفتد، به کار خود ادامه دهند و هیچ‌گونه برنامه نگهداشت خاصی برای آن‌ها تعریف نمی‌کنید و صرفاً به محض از کارافتادن یکی از فن‌ها آن را تعویض می‌کنید. این نمونه‌ای از استراتژی نگهداری و تعمیرات اصلاحی و نمونه‌ای از نت کارکرد تا خرابی است.

۲- فرض کنید هر دو هفته یکبار بر اساس برنامه نت پیشگیرانه خود بازرسی‌های دوره‌ای را روی سیستم نوار نقاله واحد تولیدی خود انجام می‌دهید. در یکی از این بازرسی‌ها متوجه می‌شوید که برخی از بلبرینگ‌های نوار نقاله آسیب دیده‌اند، بنابراین آنها را تعویض می‌کنید. این نمونه‌ای از نگهداری و تعمیرات اصلاحی پیشگیرانه است.

ب) نمونه‌هایی از نگهداری و تعمیرات اصلاحی بدون برنامه

۱- فرض می‌کنیم که در تاسیسات شما یک کمپرسور نصب است. برنامه شما این است که بعد از هر ۱۰۰ ساعت کارکرد این تجهیز بازرسی و تعمیر شود تا به درستی به کار خود ادامه دهد. با این حال، این تجهیز تنها پس از ۷۵ ساعت استفاده خراب می‌شود و شما باید تعمیراتی اضطراری را روی آن انجام دهید. این یک نمونه از نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی نشده است.

۲- همچنین نگهداری و تعمیرات اصلاحی بدون برنامه اگر هیچ برنامه‌ای برای نگهداشت تجهیز، و یا تعمیر یا تعویض یک قطعه تجهیزات قبل از خرابی نداشته باشید نیز رخ می‌دهد. به عنوان مثال، سازمان شما نمی‌تواند هزینه خرابی یکی از لیفتراک‌های خود را تأمین کند و در عین حال هیچ گونه برنامه نت پیشگیرانه‌ای را نیز برای این تجهیز تعریف نکرده است. هنگامی که این تجهیز خراب می‌شود و تکنسین‌های تعمیراتی تقلاً می‌کنند تا آن را دوباره راه بیاندازند، این را به عنوان نگهداری و تعمیرات اصلاحی برنامه‌ریزی نشده در نظر می‌گیریم.

۲-۱-۲-۲-۴- چگونه نگهداری و تعمیرات اصلاحی را کاهش دهیم

از آنجایی که نگهداری و تعمیرات اصلاحی اغلب مترادف با نگهداری و تعمیرات واکنشی است، منطقی است که سازمان‌ها به دنبال راه‌هایی برای کاهش تعداد اقدامات نگهداری و تعمیرات

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۴۱

اصلاحی باشند. اگرچه شرایط و موقعیت‌های خاصی وجود دارد که در هنگام بروز مشکل، اصلاح آن منطقی است، اما در بسیاری از موارد دیگر، بهتر است در وهله اول از بروز مشکل جلوگیری شود. در ادامه به چند نکته در مورد چگونگی کاهش اقدامات نگهداری و تعمیرات اصلاحی در سازمان شما می‌پردازیم:

۱. روی فناوری مناسب سرمایه‌گذاری کنید

نرم افزارهای مدیریت نگهداری و تعمیرات^۱ یک پلتفرم نرم‌افزاری هستند که برای ساده‌سازی مدیریت نگهداری طراحی شده است. این نوع بسته نرم‌افزاری بصری، یک پایگاه داده کامپیوتری از اطلاعات مربوط به عملیات تعمیر و نگهداری شرکت را نگه می‌دارد و می‌تواند گزارش وضعیت و خلاصه‌ای دقیق از فعالیت‌های مربوط به تعمیر و نگهداری را ارائه کند. تجزیه و تحلیل این اطلاعات، به پرسنل تعمیر و نگهداری اجازه می‌دهد تا وظایف خود را به طور مؤثرتری انجام دهند و همچنین مدیران تعمیر و نگهداری را قادر می‌سازد تصمیمات آگاهانه بگیرند و به آنها در مدیریت هزینه‌ها و تخصیص منابع کمک می‌کند.

یک نرم افزار نگهداری و تعمیرات به سازمان‌ها اجازه می‌دهد ثبت دستی داده‌ها را حذف کنند و امکان ردیابی و سازماندهی چند جانبه کسب‌وکار را به طور متمرکز و دیجیتال فراهم می‌کند. این نرم افزارها کاملاً قابل تنظیم می‌باشند و سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا مواردی مانند مدیریت اطلاعات تجهیزات، مدیریت نگهداری پیشگیرانه و پیش بینی کننده، سیستم‌های سفارش کار، زمان بندی و برنامه ریزی، مدیریت فروشنده، کنترل موجودی و غیره را اضافه کنند. با استقرار و بهره‌برداری از نرم افزار نگهداری و تعمیرات، می‌توانید به کارکنان واحد نگهداشت خود امکان ردیابی و دسترسی به داده‌های حیاتی تجهیزات را بدهید. نرم افزارهای نگهداری اغلب می‌توانند تحلیل‌های مبتنی بر داده و گزارش‌هایی تولید کنند که می‌توانند به شما در تصمیم‌گیری بهتر و اولویت‌بندی حیاتی‌ترین اقدامات کاری برای به حداقل رساندن تولید و کارایی کمک کنند. این سیستم‌ها اگر به درستی پیاده سازی شوند، می‌توانند بالاترین بازگشت سرمایه را برای شرکت‌ها داشته باشند. یکی از حیاتی‌ترین مزایای این نوع سیستم‌ها امکان ایجاد یک پایگاه داده از تاریخچه عملکرد تجهیزات است. از تاریخچه تجهیزات در نرم‌افزار نگهداری و تعمیرات می‌توان برای نمایش روند عملکرد تجهیزات،

تعیین شاخص‌های کلیدی، زمانبندی برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و کاهش زمان انجام تعمیرات استفاده کرد.

امروزه اینترنت اشیا^۱ به یکی محبوب‌ترین ابزارهای حوزه تکنولوژی تبدیل شده است. اینترنت اشیا مفهومی است که در آن به اتصال تجهیزات به یکدیگر از طریق شبکه اینترنت می‌پردازد و هدف از آن ایجاد یک شبکه هوشمند آنلاین می‌باشد. یکی از استفاده‌های اینترنت اشیا در سیستم پایش وضعیت ارتعاش در تجهیزات است به نحوی که با استفاده از اینترنت اشیا تجهیزات اندازه‌گیری به سیستم هشدار متصل می‌شوند و بر اساس داده‌های آنلاین ارتعاش، می‌توان دستورکارهای پیش‌بینانه بر روی تجهیز صادر نمود.

بهره‌گیری از فناوری‌های نوین باعث افزایش بهره‌وری نیروی کار، ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و بهبود راندمان کلی در سیستم نگهداری و تعمیرات می‌شود.

۲. روی تیم خود سرمایه‌گذاری کنید

فرایند استخدام و همچنین برنامه توسعه حرفه‌ای خود را اصلاح کنید. اطمینان حاصل کنید که مشوق‌هایی برای ادامه تحصیل، دریافت گواهینامه‌های مهارتی یا فرصت‌های شبکه‌سازی برای نیروی انسانی خود ارائه می‌دهید، تا تیم شما همیشه نسبت به آخرین پیشرفت‌های حوزه کاری خود آگاه و بامهارت باقی بماند.

۳. کارکنان خود را به منظور استفاده از ابزارها آموزش دهید

اگر فردی در سازمان نحوه استفاده از ابزارهای کار را به خوبی نداند، آنگاه دیگر سرمایه‌گذاری روی فناوری‌های پیشرفته فایده‌ای ندارد. علاوه بر این، باید اطمینان حاصل کنید که تیم شما از لحاظ فنی برای تشخیص علائم مشکلات احتمالی و فهم گزارش خرابی‌های تجهیزات در حین انجام سایر وظایف نگهداری و تعمیرات آموزش دیده باشد.

۴. تخصیص دستورکارهای نت را خودکار کنید

بسته به کارکنان نگهداری و تعمیرات و انواع تجهیزات و سیستم‌هایی که در اختیار دارید، ممکن است تصمیم بگیرید که تخصیص دستورکارهای نت را برای نقص‌های خاصی از تجهیزات خودکار کنید تا یک دسته خاص از دستورکارها مستقیماً به دست یک نیرو یا تکنیسین خاص برسد. با این کار

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۴۳

می‌توانید مرحله میانی چرخه تخصیص را که معمولاً مدیران میانی و سرپرست‌ها را شامل می‌شود، که این کار را به صورت دستی انجام می‌دهند، را حذف کنید تا آن‌ها به کارهای مهم‌تری برسند.

۵. اولویت بندی و برنامه‌ریزی موثر

با استفاده از سیستمی مانند نرم افزار نگهداری، می‌توانید کارها را اولویت بندی کنید و همچنین اقدامات تکنسین‌ها را به شکلی موثر برنامه‌ریزی کنید. به عنوان مثال، به راحتی می‌توانید تمام وظایف نگهداری و تعمیرات اصلاحی را در یک فرایند یا در یک مرکز خاص دسته‌بندی کنید تا زمان و اثرگذاری نیروی کار خود را بهینه سازید.

۶. تاریخچه‌ای از اقدامات و وضعیت تجهیز تهیه کنید

مزیت دیگر استفاده از نرم افزار نگهداری و تعمیرات این است که تمام کارهای قبلی، سفارشات، سوالات و خرابی‌ها در دسترس تکنسین فعلی قرار می‌گیرد. این فرد ممکن است بتواند الگوها را تشخیص دهد یا مشکلات یا مسائلی را که علیرغم کار انجام شده بارها و بارها رخ داده است، را متوجه و مستند سازد.

۷. ابزارآلات و تجهیزات ضروری را ذخیره کنید

مطمئن شوید که تکنسین‌های شما به کیت‌های ابزار از پیش آمده، تجهیزات تست و آزمایش و سایر قطعات و مواد اولیه دسترسی داشته باشند تا اقدامات رایج نگهداری و تعمیرات اصلاحی را به سهولت تکمیل کنند. این موضوع باعث می‌شود زمانی که آن‌ها برای هر کار دستورکار صرف می‌کنند بهینه شود.

۸. از فرصت‌های بازرسی استفاده بهینه کنید

هر زمان که یک تکنسین روی یک قطعه از تجهیزات کار می‌کند، باید به سرعت آن را برای سایر مشکلات احتمالی بررسی کرد. به کارکنان خود یاد دهید که متوجه مشکلات شوند و به آنها این قدرت و توانایی را دهید تا دستورات یا سؤالات اصلاحی بیشتری را مطرح کنند.

۲-۱-۲-۵- سؤالات اساسی درباره نگهداری و تعمیرات اصلاحی

نسبت ایده‌آل نت اصلاحی در مقابل نت پیشگیرانه چیست؟

یافتن تعادل مناسب بین نت اصلاحی و پیشگیرانه احتمالاً مشکل است. جان دی، مدیر عملیاتی در آلوکس کارولینای جنوبی، به این سوال با استفاده از فلسفه نگهداشت ۶ به ۱ پاسخ می‌دهد. این

فلسفه حکم می‌کند که به ازای هر شش اقدام مربوط به نت پیشگیرانه ممکن است نیاز به انجام یک کار اصلاحی داشته باشید.

این نسبت تضمین می‌کند که مشکلات تجهیزاتی که با نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه قابل پیش‌بینی نیستند، با اقدامات اصلاحی برنامه‌ریزی‌شده، قبل از وقوع خرابی و گسترش آن به خرابی بیش از حد، رفع می‌شوند. در حالی که فلسفه نگهداری و تعمیرات ۶ به ۱ خود یک متر و معیار مفید برای برنامه‌ریزی نگهداشت تجهیزات ارائه می‌دهد، اما باید توجه داشت که این نسبت در هر سازمانی منحصر به فرد است. هیچ چیز جایگزین داشتن یک فهرست کامل از دارایی‌های فیزیکی، ردیابی رفتار تجهیزات و تنظیم دقیق یک استراتژی سفارشی نت پیشگیرانه نمی‌شود.

چه زمانی باید از نگهداری و تعمیرات اصلاحی استفاده کرد؟

همیشه بهتر است نگهداری و تعمیرات اصلاحی همراه با یک برنامه جامع نت پیشگیرانه استفاده شود. کارشناسان توصیه می‌کنند فقط در صورت لزوم به نگهداری و تعمیرات اصلاحی تکیه کنید. اتکای شما به این استراتژی به عوامل متعددی بستگی دارد، از جمله اینکه تجهیزات خاص چقدر برای عملیات روزانه سازمان و واحد تولیدی-صنعتی حیاتی هستند، هزینه از کار افتادن این تجهیزات چه قدر است و اینکه در صورت بروز مشکل قطعات تا چه حدی به راحتی قابل تعویض هستند. هنگامی که شک دارید، قانون ۸۰-۲۰ را دنبال کنید: ۸۰ درصد از تلاش‌ها و اقدامات خود را به سمت انجام تعمیرات پیشگیرانه سوق دهید و ۲۰ درصد از توجه خود را به سمت نگهداری و تعمیرات اصلاحی هدایت کنید.

استفاده از یک نرم افزار نگهداری و تعمیرات مناسب هم می‌تواند به سازماندهی، بهینه‌سازی و شخصی‌سازی استراتژی نگهداری و تعمیرات شما کمک کند. هرچه به کمک سیستم نرم‌افزاری داده‌های بیشتری از تجهیزات موجود در تاسیسات خود جمع‌آوری کنید، تصمیم‌گیری مقرون‌به‌صرفه‌تر و انجام خدمات آسان‌تر می‌شود.



شکل ۲-۳- توصیه می‌شود تخصیص دستور کارهای نت را خودکار کنید

۲-۱-۳- مراحل برنامه‌ریزی نگهداری

مراحل کلیدی در برنامه‌ریزی نگهداری شامل:

شش گام اصلی برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات (چرخه مدیریت کار):

۱- شناسایی

کارهای تعمیراتی می‌تواند از چیزی ساده مانند سر و صدای یک پمپ و یا از چیزی پیچیده مانند تفسیر ارتعاشات یک پمپ آغاز شود. این‌ها مثال‌هایی است از فعالیت‌های پیش اقدام که بنا به شرایط تجهیز، کار تعمیراتی آغاز می‌شود. در بازرسی‌های نامنظمی که از تجهیز صورت می‌گیرد، احتمال اینکه خرابی قبل از رسیدن به شرایط غیر مجاز کشف شود کم است، بنابراین برای اثربخشی بیشتر، بازرسی‌ها باید با نظم و قاعده باشد. بنابراین بهتر است که بازرسی‌هایی که قرار است توسط اپراتور و یا نیروهای تعمیراتی انجام شود برنامه ریزی شده و بدانند که باید دنبال چه چیز بگردند. اینکه در بازرسی‌ها تنها بگوییم چک شود کافی نخواهد بود بلکه باید مشخص شود که چه نشانه‌ای چک شود و حد مجاز و قابل قبول آن چقدر است.

۲- برنامه ریزی

در این گام به عنوان یکی از گام‌های مهم برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات یک برنامه مستند با توضیحات و نقشه‌ها از کاری که قرار است انجام شود تهیه می‌شود. در واقع برنامه ریزی این اطمینان

را می‌دهد که تمامی منابع مورد نیاز برای انجام يك فعاليت در نظر گرفته شده و در دسترس می‌باشد. این گام تشریح می‌کند که چه کاری، چگونه با چه ترتیبی و با استفاده از چه مهارتی قرار است انجام شود. همچنین تخمینی از زمان و نیروی انسانی لازم برای انجام کار زده می‌شود. قطعات و موادی که ضروری است و اغلب در دست نمی‌باشد، همچنین نقشه‌های مهندسی، پیمانکاران خارجی و یا ابزار ویژه‌ای که مورد نیاز است در برنامه‌ریزی بیان می‌شود. در بعضی موارد هشدارهای ایمنی وجود دارد و یا در برخی موارد نیاز به اجازه کار و خروج دستگاه از چرخه عملیات می‌باشد که برنامه فعالیت‌ها شامل تمامی این موارد می‌شوند.

برنامه‌ریز در واقع کسی است که دارای مهارت‌های فنی بوده و همچنین دارای دانش و تجربه خاص تجهیزات مربوطه است و همچنین مورد قبول تکنسین‌های انجام‌دهنده کار نیز است. برنامه‌ریز با استفاده از نتایج بازرسی‌های میدانی و همچنین دانش شخصی‌اش از تجهیز و یا سیستم و همچنین تمامی اطلاعات موجود دیگر، فعالیت را برنامه‌ریزی کرده و زمان مورد نیاز برای آن را تخمین می‌زند. در نهایت برنامه‌ریز هزینه کلی را برآورد می‌کند که نتیجه آن می‌تواند در تعیین گردش نقدی و یا تصمیم‌گیری برای تعمیر و یا تعویض بکار آید. زمان‌های تخمین زده شده برای انجام فعالیت‌ها نیز برای فرآیند زمانبندی استفاده می‌شود.

۳- زمان‌بندی

زمانی که دسترس‌پذیری به مواد، تجهیز و نیروی انسانی تأیید شد، فعالیت‌ها می‌توانند برای اجرا زمانبندی شوند. اگر نیروهای تعمیراتی شما مجبور باشند که برای یکی از موارد فوق منتظر بمانند، برای این مدت دستمزد می‌گیرند در حالیکه هیچ استفاده‌ای از آن‌ها نمی‌شود. برای زمانبندی نیروهای متبخر باید ببینیم برای چه کسی قبلاً زمانبندی کاری شده است، چه کسی بیمار است، چه کسی در تعطیلات است و چه کسی تحت آموزش قرار دارد، سپس نیروهایی که باقی می‌مانند را زمانبندی می‌کنیم. پس از آن باید ببینیم که چه کسی بهترین مهارت را برای اجرای هر فعالیت دارد.

به غیر از کارهای اضطراری باید تمامی فعالیت‌ها زمانبندی شوند. حتی فعالیت‌هایی که نیاز به برنامه‌ریزی ندارند، می‌توانند و توصیه می‌شود که زمانبندی شوند. بهترین زمانبندی به صورت سیکل هفتگی است به طوریکه کارهای هفته آینده قبل از اتمام هفته جاری مشخص شود. برنامه زمانبندی باید به صورت روزانه بازنگری شود تا فعالیت‌های اضطراری در آن گنجانده شود. يك راه موفق برای کاهش به هم ریختگی زمانبندی، تخصیص بخشی از زمانبندی برای کارهای ناگهانی است (کارهای

فصل دوم: برنامه ریزی و مدیریت نگهداری ۴۷

ناگهانی، کارهایی است که پس از نهایی شدن زمانبندی، برای اجرا به برنامه زمانبندی اضافه می شود). همچنین می توان در برنامه زمانبندی، مقداری از کارهای با اولویت کم را قرار داد تا در صورت بروز کارهای اضطراری جایگزین این دسته از کارها شوند. برای مشاهده نمونه فایل اکسل زمانبندی فعالیت های نگهداشت تجهیزات کلیک کنید.

۴- تخصیص

تخصیص يك فعالیت، شدیداً به ساختار سازمانی وابسته است. در ساختارهای خودگردان تمامی کارها به جز بازرسی ها یا تعمیرات تخصصی را خود تیم کاری انجام می دهند. در بیشتر سازمان های سنتی تخصیص روزانه کارها برای يك واحد خاص، به سرپرست آن واحد واگذار می شود. سرپرست ها، پرسنل تحت اختیار خود را به کارهای زمانبندی شده گوناگونی تخصیص می دهند. دلیل این امر این است که سرپرست ها آگاه ترین نفر نسبت به قابلیت ها و روحیات نیروهای تعمیراتی هستند. توجه به این نکته حائز اهمیت است که به جز در مواردیکه نیروهای کم تجربه تحت آموزش هستند باید از نیروهای با مهارت به جای نیروهایی که فقط در دسترس هستند و یا حاضر هستند اضافه کار بمانند، استفاده شود.

۵- اجرا

افرادی که آموزش خوبی دیده باشند و انگیزه لازم را داشته باشند، چرخ نگهداری و تعمیرات را در سیستم می چرخانند. آن ها با انجام صحیح فعالیت در بار اول، ریسک را کاهش می دهند. لازمه این امر پشتیبانی سیستم مدیریتی کارا از تیم تعمیراتی و برخورد منصفانه با آن ها است. در شرکت های موفق، نیروی کار، کار را به طور صحیح در اولین بار انجام می دهد. در این شرکت ها کارکنان ماهر، چند مهارتی و آموزش با حقوق وجود دارد.

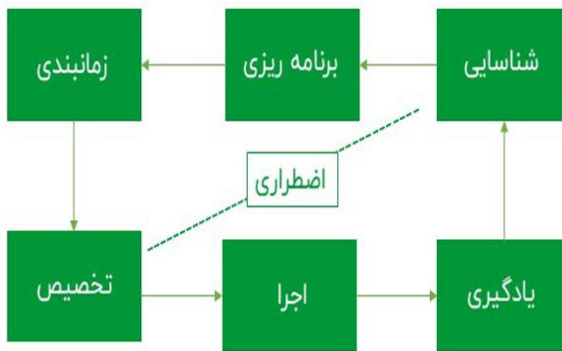
اجرای مؤثر، نیازمند این است که توانایی ها و مهارت های افراد با کارهایی که به آن ها سپرده می شود همخوانی داشته باشد و این خود مستلزم استخدام، آموزش، حفظ و انگیزش افراد با صلاحیت است. نکته قابل توجه این است که اگر در زمان اجرا، چیزی مطابق برنامه پیش نرفت باید سعی شود که آن را اصلاح کنیم نه اینکه هدفمان اجرای تقریبی برنامه باشد که به برنامه زمانبندی برسیم.

۶- یادگیری

در نهایت به عنوان آخرین گام یک پروژه برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات باید گفت پایان يك فعالیت تنها شامل تغییر وضعیت دستورکار از "در حال انجام" به "انجام یافت" نیست! هیچ فعالیتی

تا زمانی که بازخورد آن داده نشود، پایان نیافته است. آنالیز خرابی، واکنش به آن و بررسی اینکه آیا می توان از وقوع آن جلوگیری کرد، احتمال اشتباهات مشابه را کاهش خواهد داد. در واقع، پایان کار یک فرآیند است نه یک اتفاق.

جمع آوری دقیق اطلاعاتی از جمله قطعات مصرفی، وضعیت قطعات تعویضی، ابزار مورد استفاده (در صورتیکه با برنامه تفاوت دارد)، نیروی انسانی مورد نیاز (در صورتیکه با برنامه تفاوت دارد) و مدت زمان انجام، باعث می شود که کیفیت برنامه فعالیت ها در سطح مطلوبی قرار داشته باشد. این بازخوردها، برنامه ریز را قادر می سازد تا در آینده، وظیفه اش را با کارایی بالاتری انجام دهد. بازخورد این موضوع که آیا تجهیز در حال کار، خراب شده یا نه، نیز بسیار مهم است. این اطلاعات ممکن است که در حال حاضر برای ما بسیار روشن و واضح باشد ولی برای مهندس قابلیت اطمینان که دو سال بعد می خواهد تاریخچه تعمیراتی تجهیز را بررسی کند روشن نخواهد بود، از این رو این اطلاعات باید ثبت شده و مستند شود. مهندس قابلیت اطمینان بر اساس دقت و تکمیل بودن اطلاعات ثبت شده نگهداری و تعمیرات، مانع وقوع مشکلات آینده خواهد شد.



شکل ۲-۴- چرخه مدیریت کار

۲-۲- مدیریت نیروی انسانی در نگهداری

برنامه ریزی مؤثر در نگهداری و تعمیرات همراه با مدیریت صحیح نیروی انسانی می تواند به افزایش بهره وری سازمان ها کمک کند. با توجه به پیچیدگی های روزافزون فناوری ها، توجه به این دو جنبه

اساسی بیش از پیش ضروری است؛ زیرا موفقیت هر سازمان وابسته به توانایی آن در مدیریت منابع انسانی و فنی خود است. سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی، استفاده از فناوری‌های نوین در فرآیندهای نگهداری، و ایجاد یک فرهنگ سازمانی مثبت همگی عواملی هستند که می‌توانند منجر به موفقیت پایدار سازمان شوند.

۲-۲-۱- مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات

مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات^۱ به عنوان یکی از ارکان کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد سازمان‌ها شناخته می‌شود. این مدیریت شامل فرآیندهای مختلفی است که هدف آن حفظ و ارتقای کارایی تجهیزات و دارایی‌های سازمان از طریق استفاده بهینه از منابع انسانی است. در این بخش، به بررسی اهمیت، استراتژی‌ها، چالش‌ها و بهترین شیوه‌ها در مدیریت نیروی انسانی در زمینه نگهداری و تعمیرات پرداخته خواهد شد.

۲-۲-۲- اهمیت مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات

نیروی انسانی متخصص و آموزش‌دیده نقش حیاتی در موفقیت برنامه‌های نگهداری و تعمیرات ایفا می‌کند. با توجه به اینکه تجهیزات و ماشین‌آلات به عنوان سرمایه‌های کلیدی هر سازمان محسوب می‌شوند، نگهداری مؤثر آنها می‌تواند به کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت خدمات منجر شود.

تأثیر بر هزینه‌ها

نگهداری پیشگیرانه و تعمیرات به موقع می‌تواند هزینه‌های ناشی از خرابی‌های ناگهانی را به طرز چشمگیری کاهش دهد. هنگامی که کارکنان با مهارت‌های لازم برای شناسایی مشکلات قبل از وقوع آنها مجهز شوند، سازمان می‌تواند از هزینه‌های اضافی ناشی از توقف‌های ناگهانی جلوگیری کند. افزایش بهره‌وری

کارکنان آموزش‌دیده و متعهد می‌توانند با اجرای مؤثر برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه، زمان کارکرد و عمر تجهیزات را افزایش دهند. این امر نه تنها به بهبود عملکرد کلی سازمان کمک می‌کند بلکه

۵۰ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

موجب افزایش رضایت مشتریان نیز خواهد شد.

بهبود کیفیت خدمات

کیفیت خدمات ارائه شده توسط یک سازمان به شدت تحت تأثیر عملکرد تجهیزات آن است. با توجه به اینکه کارکنان مسئول نگهداری و تعمیرات هستند، توانایی آنها در انجام وظایف خود مستقیماً بر کیفیت خدمات تأثیر می‌گذارد.



شکل ۴-۲- مدیریت نیروی انسانی یکی از ارکان کلیدی هر سازمان است

۲-۳-۲- عناصر کلیدی مدیریت نیروی انسانی

مدیریت نیروی انسانی^۱ به عنوان یکی از ارکان کلیدی هر سازمان، نقش بسیار مهمی در بهینه‌سازی عملکرد و دستیابی به اهداف سازمانی ایفا می‌کند. این مدیریت شامل مجموعه‌ای از فرایندها و استراتژی‌ها است که به جذب، توسعه، حفظ و ارزیابی کارکنان می‌پردازد. عناصر کلیدی مدیریت نیروی انسانی پرداخته خواهد شد.

۱. استخدام و گزینش

فصل دوم: برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری ۵۱

استخدام و گزینش یکی از بارزترین و مهم‌ترین عناصر مدیریت منابع انسانی است. این فرآیند شامل شناسایی نیازهای سازمان، تعریف مشاغل، جذب متقاضیان و انتخاب بهترین و شایسته‌ترین افراد برای هر موقعیت شغلی است.

مراحل استخدام

تحلیل نیازها: شناسایی نیازهای سازمان برای جذب نیروی انسانی جدید.
تعریف شغل: ایجاد شرح وظایف و مسئولیت‌های مربوط به هر موقعیت شغلی.
جذب متقاضیان: استفاده از روش‌های مختلف مانند آگهی‌های استخدام، شبکه‌های اجتماعی و مشاوره با مؤسسات آموزشی و کاریابی.

انتخاب: ارزیابی متقاضیان از طریق مصاحبه‌ها، آزمون‌ها و بررسی سوابق کاری.
استخدام صحیح نه تنها به جذب افراد با مهارت‌های مناسب کمک می‌کند بلکه می‌تواند تأثیر مستقیمی بر فرهنگ سازمانی و رضایت کارکنان داشته باشد.

۲. مدیریت عملکرد

مدیریت عملکرد فرآیندی است که به ارزیابی و بهبود عملکرد کارکنان کمک می‌کند. این فرآیند شامل تعیین اهداف، نظارت بر پیشرفت، ارائه بازخورد و ارزیابی نهایی عملکرد است.
چرخه مدیریت عملکرد

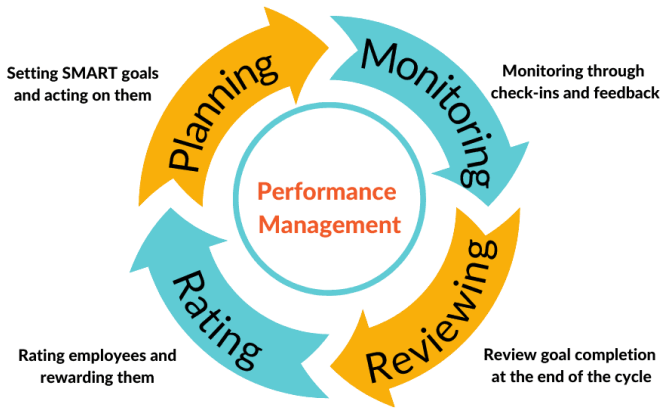
این چرخه به مدیران کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف کارکنان را شناسایی کرده و برنامه‌های آموزشی یا حمایتی لازم را طراحی کنند.

چرخه مدیریت عملکرد یک فرآیند مستمر و سیستماتیک است که به بهبود عملکرد کارکنان و هم‌راستایی آن با اهداف سازمانی کمک می‌کند. این چرخه معمولاً شامل چهار مرحله اصلی است: برنامه‌ریزی: در این مرحله، اهداف مشخص برای کارکنان تعیین می‌شود و انتظارات از آن‌ها مشخص می‌گردد. این اهداف باید با استراتژی‌های کلی سازمان همسو باشند.

نظارت: در این مرحله، پیشرفت کارکنان در راستای دستیابی به اهداف تعیین‌شده مورد پیگیری قرار می‌گیرد. مدیران باید به طور منظم عملکرد کارکنان را بررسی کنند و در صورت نیاز، حمایت‌های لازم را ارائه دهند.

ارزیابی: پس از پایان دوره عملکرد، ارزیابی رسمی انجام می‌شود تا میزان تحقق اهداف بررسی گردد. این ارزیابی شامل جمع‌آوری بازخورد از کارکنان و تحلیل داده‌های عملکرد است.

پاداش و توسعه: در نهایت، بر اساس نتایج ارزیابی، پاداش‌ها و فرصت‌های توسعه برای کارکنان تعیین می‌شود. این مرحله به تشویق کارکنان برای بهبود مستمر و ارتقاء مهارت‌هایشان کمک می‌کند. هدف نهایی چرخه مدیریت عملکرد، بهبود مستمر و افزایش بهره‌وری سازمان است.



شکل ۲-۵- چرخه مدیریت عملکرد

۳. یادگیری و توسعه

یادگیری و توسعه یکی از عناصر حیاتی و پویایی سازمان در مدیریت منابع انسانی است که به ارتقاء مهارت‌ها و توانمندی‌های کارکنان کمک می‌کند. این فرآیند شامل آموزش‌های فنی، مدیریتی و نرم‌افزاری است که برای بهبود کارایی کارکنان ضروری است.

برنامه‌های آموزشی

- آموزش‌های فنی: شامل دوره‌های تخصصی مرتبط با شغل.
 - آموزش‌های مدیریتی: برای تقویت مهارت‌های رهبری و مدیریت.
 - برنامه‌های توسعه فردی: طراحی برنامه‌هایی که بر اساس نیازهای شخصی هر کارمند باشد.
- سرمایه‌گذاری در یادگیری و توسعه باعث افزایش انگیزه کارکنان و کاهش نرخ ترک خدمت می‌شود.



شکل ۲-۶- آموزش باعث افزایش انگیزه کارکنان و کاهش ترک خدمت می‌شود

۴. جبران خدمات و مزایا

جبران خدمات شامل حقوق، پاداش‌ها و مزایای غیرمالی است که به کارکنان ارائه می‌شود. این عنصر نقش بسزایی در جذب و حفظ استعدادها دارد.

اجزای جبران خدمات

- حقوق پایه: پرداخت مستقیم پول در ازای کار انجام شده.
- پاداش‌ها: پرداخت‌های اضافی بر اساس عملکرد یا دستاوردها.
- مزایای غیرمالی: شامل تعطیلات اضافی، ساعات کاری انعطاف‌پذیر، بیمه درمانی و سایر تسهیلات رفاهی.

تضمین عدالت در پرداخت‌ها و مزایا باعث افزایش رضایت شغلی کارکنان می‌شود.

۵. برنامه‌ریزی جانشینی

برنامه‌ریزی جانشینی فرآیندی است که به شناسایی و پرورش استعدادهای داخلی برای جایگزینی مدیران کلیدی سازمان کمک می‌کند. این فرآیند اطمینان حاصل می‌کند که سازمان در مواجهه با تغییرات مدیریتی دچار مشکل نخواهد شد.

مراحل برنامه‌ریزی جانشینی

- شناسایی استعداده: تعیین کارمندانی که پتانسیل لازم برای ارتقاء را دارند.

-پرورش مهارت‌ها: ارائه آموزش‌ها و فرصت‌های توسعه‌ای برای آماده‌سازی آن‌ها برای نقش‌های بالاتر.

-نظارت بر پیشرفت: پیگیری پیشرفت استعدادهای شناسایی شده تا اطمینان حاصل شود که آن‌ها آماده پذیرش مسئولیت‌های جدید هستند.

این فرآیند به سازمان کمک می‌کند تا از ناپایداری و شوک ناگهانی ناشی از ترک ناگهانی مدیران کلیدی جلوگیری کند.

۶. سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی

سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی^۱ (HRIS) ابزارهایی هستند که به مدیریت داده‌ها، تجزیه و تحلیل اطلاعات منابع انسانی و تسهیل تصمیم‌گیری کمک می‌کنند. این سیستم‌ها امکان دسترسی سریع به اطلاعات مربوط به کارکنان، حقوق، مزایا و تاریخچه شغلی آن‌ها را فراهم می‌کنند.

مزایای سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی

-دسترسی آسان به داده‌ها: امکان مشاهده سریع اطلاعات مربوط به کارکنان.

-تحلیل داده‌ها: کمک به مدیران در اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده.

-کاهش خطاها: کاهش خطاهای انسانی در ثبت اطلاعات.

استفاده از سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی باعث افزایش کارایی فرآیندهای منابع انسانی می‌شود.

۷. تجزیه و تحلیل داده‌های منابع انسانی

تجزیه و تحلیل داده‌های منابع انسانی فرایندی است که به مدیران امکان می‌دهد تا با استفاده از داده‌ها تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند. این تجزیه و تحلیل شامل بررسی الگوها، روندها و پیش‌بینی نیازهای آینده سازمان است.

کاربردهای تجزیه و تحلیل

-شناسایی نقاط قوت و ضعف: تجزیه و تحلیل عملکرد کارکنان برای شناسایی زمینه‌هایی که نیاز به بهبود دارند.

-پیش‌بینی نیازهای نیروی کار: استفاده از داده‌ها برای پیش‌بینی نیازهای آینده نیروی کار بر اساس روندهای صنعتی.

-بهبود فرآیندها: شناسایی نقاط ضعف در فرآیندهای منابع انسانی برای ایجاد تغییرات لازم. تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌تواند به سازمان کمک کند تا تصمیمات مبتنی بر شواهد بگیرد که منجر به افزایش کارایی کلی شود.

مدیریت نیروی انسانی یک فرآیند پیچیده اما حیاتی است که نیازمند توجه دقیق به عناصر کلیدی آن است. استخدام صحیح، مدیریت عملکرد مؤثر، یادگیری مداوم، جبران خدمات عادلانه، برنامه‌ریزی جانشینی مناسب، استفاده از سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی و تجزیه و تحلیل داده‌ها همگی اجزای ضروری این مدیریت هستند. با توجه به این عناصر، سازمان‌ها قادر خواهند بود تا محیط کاری مثبتی ایجاد کنند که موجب افزایش بهره‌وری، رضایت شغلی و حفظ استعدادها شود.

۲-۲-۴- چالش‌ها در مدیریت نیروی انسانی

مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات با چالش‌هایی نیز روبرو است. یکی از چالش‌ها عدم تطابق بین نیازهای واقعی سازمان و تعداد کارکنان موجود است. بسیاری از سازمان‌ها ممکن است با کمبود نیروی کار متخصص مواجه شوند که می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌ها و کاهش کیفیت خدمات شود.

چالش‌های دیگر

۱. تغییرات سریع تکنولوژی: تغییرات سریع در تکنولوژی نیازمند آن است که کارکنان همواره در حال یادگیری باشند.

۲. نرخ بالای ترک خدمت: عدم رضایت شغلی می‌تواند منجر به ترک خدمت کارکنان شود که هزینه‌های بالایی برای سازمان دارد.

۳. مدیریت تنوع فرهنگی: با توجه به تنوع فرهنگی در محیط کار، مدیران باید توانایی مدیریت اختلافات فرهنگی را داشته باشند.

بهترین شیوه‌ها

برای مواجهه با چالش‌ها، سازمان‌ها باید بهترین شیوه‌ها را در مدیریت نیروی انسانی پیاده‌سازی کنند:

۱. تحلیل نیازها

بررسی دقیق نیازهای سازمان برای تعیین تعداد کارکنان مورد نیاز یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که باید انجام شود. این تحلیل باید شامل بررسی روندهای صنعتی، تغییرات تکنولوژیکی و نیازهای آینده باشد.

۲. برنامه‌ریزی آموزشی

طراحی برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای صنعت ضروری است. این برنامه‌ها باید شامل مهارت‌های فنی جدید، تکنیک‌های مدیریتی و نرم‌افزارهای جدید باشند.

۳. ایجاد فرهنگ یادگیری

تشویق کارکنان به یادگیری مستمر از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی داخلی، وبینارها یا همکاری با مؤسسات آموزشی می‌تواند بسیار مؤثر باشد.

۴. استفاده از فناوری

بهره‌گیری از نرم‌افزارهای مدیریت منابع انسانی برای تسهیل فرآیندها مانند استخدام، آموزش، ارزیابی عملکرد و مدیریت داده‌ها بسیار مفید است.

سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی نه تنها باعث حفظ دارایی‌های سازمان می‌شود بلکه موجب ارتقای رضایت مشتریان نیز خواهد شد. بنابراین، مدیران باید همواره تلاش کنند تا شرایط مناسبی را برای رشد حرفه‌ای کارکنان فراهم آورند تا بتوانند بهترین نتایج را کسب کنند. با اجرای مؤثر استراتژی‌های مدیریت نیروی انسانی، سازمان‌ها می‌توانند نه تنها هزینه‌های خود را کاهش دهند بلکه کیفیت خدمات نگهداری را نیز افزایش دهند.

در نهایت، موفقیت یک سازمان نه تنها به تجهیزات آن بستگی دارد بلکه بیشتر وابسته به توانمندی‌ها و انگیزه نیروی انسانی آن است؛ بنابراین توجه ویژه به مدیریت نیروی انسانی در زمینه نگهداری و تعمیرات امری ضروری است که نمی‌توان آن را نادیده گرفت.

خلاصه فصل

در این فصل به برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری پرداختیم و اهمیت و تکنیک‌های مرتبط با این حوزه را بررسی نمودیم. در این فصل، دو بخش اصلی شامل برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات و مدیریت نیروی انسانی مورد بررسی قرار گرفت و در قسمت برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات ابتدا تعریف و

فصل دوم: برنامه ریزی و مدیریت نگهداری ۵۷

اهمیت نگهداری مورد واکاوی واقع شد و تعریف نمودیم که برنامه ریزی نگهداری به معنای طراحی و اجرای استراتژی‌هایی برای حفظ کارایی و عمر مفید تجهیزات است. این فرآیند شامل شناسایی نیازهای نگهداری، تعیین زمان‌بندی مناسب برای فعالیت‌ها و تخصیص منابع لازم می‌باشد. اهمیت این فرآیند در کاهش زمان توقف تجهیزات، افزایش تولید و بهره‌وری، و کاهش هزینه‌ها نمایان می‌شود. همچنین در ادامه انواع برنامه ریزی به شرح ذیل توصیف گردید:

برنامه ریزی نگهداری به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود:

نگهداری پیشگیرانه: شامل اقداماتی است که به منظور جلوگیری از خرابی‌ها انجام می‌شود. این نوع نگهداری به پنج دسته اصلی تقسیم می‌شود: تعمیر مبتنی بر زمان، خطایابی، مبتنی بر ریسک، مبتنی بر شرایط، و پیش‌بینی شده.

نگهداری اصلاحی: فرآیندی است که پس از خرابی تجهیزات برای بازگرداندن آن‌ها به وضعیت عادی انجام می‌شود. این نوع نیز به دو دسته برنامه ریزی شده و برنامه ریزی نشده تقسیم می‌شود. که این روش بیشتر در سیستم‌های قدیمی کاربرد داشته و امروزه با توجه به فضای رقابتی در بازار و مباحث اقتصادی توقف تجهیزات ناشی از خرابی، هزینه‌های بیشتری را متوجه کارخانجات می‌کند و بیشتر صنایع ترجیح به انجام تعمیرات پیشگیرانه دارند.

همچنین اهمیت مدیریت نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات در قسمت دوم این فصل مورد بررسی قرار گرفت.

فصل دوم کتاب تاکید دارد که برنامه ریزی موثر در نگهداری و تعمیرات نه تنها به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند بلکه باعث افزایش بهره‌وری و ایمنی نیز می‌شود. استفاده از تکنیک‌های مختلف در این زمینه، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا با چالش‌های پیچیده تجهیزات مدرن مقابله کنند.

فصل سوم ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها ابزارهای مدیریت نگهداری

مقدمه

نگهداری و تعمیرات (نت) به عنوان یکی از مهم ترین بخش های مدیریت دارایی های فیزیکی، نقشی حیاتی در افزایش بهره وری، کاهش هزینه ها و افزایش عمر مفید تجهیزات دارد. در صنعت مدرن، تأثیر استفاده از ابزارها و تکنیک های پیشرفته در مدیریت نت نه تنها محدود به کاهش خرابی ها نیست، بلکه بر بهبود قابلیت اطمینان، کیفیت محصولات و رضایت مشتری نیز اثرگذار است.

این فصل در دو بخش ارائه می شود:

بخش اول

ابزارهای مدیریت و نگهداری که شامل معرفی سیستم ها و تکنیک های مدیریتی، استانداردهای بین المللی و روش های اجرایی است.

بخش دوم

تحلیل داده ها در نگهداری که به بررسی روش های دستی و پیشرفته برای استخراج اطلاعات از داده ها و تصمیم گیری آگاهانه می پردازد.

۳-۱ - بخش اول: ابزارهای مدیریت و نگهداری

۳-۱-۱ - مفهوم ابزارهای مدیریت در نت

در مدیریت نگهداری و تعمیرات، ابزارها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- ۱- ابزارهای نرم‌افزاری و سیستمی: مانند CMMS، که برای برنامه‌ریزی، نظارت و بهینه‌سازی فعالیت‌های نت استفاده می‌شوند.
- ۲- ابزارهای تحلیلی و اجرایی: شامل تکنیک‌های مدیریتی نظیر TPM، RCA و RCM که برای بهبود فرایندها و کاهش خرابی‌ها به کار می‌روند. این ابزارها از دیدگاه اقتصادی، بهره‌وری، و قابلیت اطمینان بهینه‌سازی سیستم‌های صنعتی را ممکن می‌سازند.

۳-۱-۱- معرفی ابزارهای مدیریت نگهداری

• سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات^۱ (CMMS)

سیستم مدیریت تعمیر و نگهداری سیستمی و یا به اختصار CMMS، نرم‌افزاری است که داده‌های فرایند تعمیر و نگهداری را متمرکز کرده و با تبدیل این داده‌ها به اطلاعات و پایش آن‌ها، فرایندهای عملیات تعمیر و نگهداری را تسهیل می‌کند. این کار به بهینه‌سازی و آمادگی تجهیزات فیزیکی مانند وسایل نقلیه، ماشین‌آلات، ارتباطات، زیرساخت‌های سازمان و سایر دارایی‌ها کمک می‌کند. سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات در انواع سازمان‌های کوچک و بزرگ که معمولاً با موضوع تولید، نفت و گاز، برق، ساخت و ساز، حمل و نقل و سایر صنایع که حفظ زیرساخت‌های فیزیکی آنها حیاتی است مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین بخش یک نرم‌افزار نگهداری، پایگاه داده آن است. این نرم‌افزار، اطلاعات مربوط به دارایی‌های سازمان و همچنین داده‌های مربوط به خرابی و تعمیرات تجهیزات، مواد و سایر منابع را سازماندهی می‌کند. با استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری و تعمیرات می‌توانید اطلاعاتی مانند زمان نگهداری و تعمیرات قبلی، راه حل‌های پیشنهادی برای مشکلات، قطعات مورد نیاز و اطلاعات مربوط به تامین‌کنندگان را به دست آورید. این اطلاعات می‌توانند به صورت هوشمند و با استفاده از الگوریتم‌هایی با هدف بهینه‌سازی تجزیه و تحلیل شوند. برای اولین بار سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات در بیمارستان‌ها و برای نگهداری و تعمیر به موقع تجهیزات بیمارستانی به کار گرفته شد. دلیل این موضوع، اهمیت بسیار بالای این تجهیزات است که در صورت خرابی و وجودداشتن جایگزین برای آن‌ها امکان مرگ یک

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۶۱

بیمار محتمل بود. استفاده از این نوع سیستم‌ها با افزایش استفاده از تکنولوژی در صنعت‌های مختلف و افزایش تسلط کارکنان بر سیستم‌های کامپیوتری به طور فزاینده‌ای گسترش پیدا کرده است. به طور معمول سیستم مکانیزه تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات باید دارای گواهی استاندارد ISO9002 باشد که جزو حداقل موارد موجود به شمار می‌آید. نرم افزار مدیریت نگهداری و تعمیرات، یکی از پایه‌های نگهداری و تعمیرات مدرن است. این سیستم، با دیجیتالی کردن فرآیندهای نت، امکان مدیریت متمرکز اطلاعات و بهینه‌سازی برنامه‌ها را فراهم می‌کند.



شکل ۳-۱- اجزای برنامه CMMS

• اجزای اصلی نرم افزار نگهداری و تعمیرات

یک نرم افزار مدیریت نگهداری و تعمیرات از اجزای مختلفی تشکیل شده است که هر کدام وظایف و کارکردهای خاص خود را دارند. برخی از اجزای اصلی نرم افزار مدیریت نگهداری و تعمیرات که همه ی نرم افزار ها باید داشته باشند البته محدود به این موارد نمی شوند عبارتند از:

۱. مدیریت تجهیزات:

این بخش از نرم افزار مدیریت نگهداری و تعمیرات شامل اطلاعات مربوط به تمام تجهیزات و دارایی‌های سازمان، مانند نام، مدل، سریال، تاریخ خرید، گارانتی، محل استقرار، وضعیت و ... می‌شود. نرم افزار با استفاده از این اطلاعات، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا تجهیزات خود را به‌طور

کامل شناسایی و ردیابی کنند و برنامه‌ریزی و مدیریت تعمیرات و نگهداری آن‌ها را به‌طور موثر انجام دهند.

۲. مدیریت تعمیرات و نگهداری:

این بخش از نرم افزار شامل برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تعمیرات و نگهداری، ثبت و گزارش دهی سوابق تعمیرات و نگهداری، مدیریت انبارداری قطعات یدکی و ... می‌شود. نرم افزار با استفاده از این اطلاعات، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا فرآیندهای تعمیرات و نگهداری خود را به‌طور کارآمد و موثر مدیریت کنند و از خرابی‌های ناگهانی تجهیزات جلوگیری کنند.

۳. مدیریت انبارداری:

این بخش شامل اطلاعات مربوط به تمام قطعات یدکی و مواد مورد نیاز برای تعمیرات و نگهداری تجهیزات می‌شود. برنامه با استفاده از این اطلاعات، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا انبارداری قطعات یدکی خود را به‌طور کارآمد مدیریت کنند و از کمبود یا انباشت قطعات یدکی جلوگیری کنند.

۴. گزارش دهی:

با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده در بخش‌های مختلف، گزارش‌های مدیریتی مختلفی را ارائه می‌دهد که به سازمان‌ها در ارزیابی عملکرد خود در زمینه نگهداری و تعمیرات کمک می‌کند.

۵. سیستم هشدار:

برنامه نگهداری می‌تواند برای خرابی‌های احتمالی تجهیزات هشدار صادر کند تا سازمان‌ها بتوانند اقدامات لازم را برای جلوگیری از بروز حوادث انجام دهند. علاوه بر این اجزای اصلی، نرم افزار نگهداری و تعمیرات ممکن است شامل ماژول‌های دیگری مانند مدیریت پیمانکاران، مدیریت ایمنی و بهداشت محیط کار، مدیریت پروژه‌ها و ... نیز باشد.

انتخاب و پیاده‌سازی نرم افزار نگهداری و تعمیرات مناسب، با توجه به نیازها و الزامات خاص سازمان، می‌تواند به‌طور قابل توجهی فرآیندهای نگهداری و تعمیرات را ارتقا داده و به مزایای متعددی از جمله افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، ارتقای ایمنی و بهبود برنامه‌ریزی منجر شود.

• مزیت‌های سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات

هنگامی که پرسنل آگاه در کنار سیستم کنترل مکانیزه کارآمد قرار می‌گیرد، نتایج بسیار شگفت‌انگیزی به وجود می‌آید. کارآمد بودن یک سیستم نگهداری و تعمیرات به مزیت‌های و

قابلیت هایش برمی‌گردد. هرچه میزان آن‌ها بیشتر باشد، سیستم نیز بهتر کار خواهد کرد. سیستم نگهداری و تعمیرات یا CMMS نیز به این گونه است و از مزیت‌ها و قابلیت‌های فراوانی برخوردار است که در این قسمت به معرفی مهم‌ترین مزیت‌ها و شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم.

۱. امکان مدیریت متمرکز مدارک، مستندات شناسنامه‌ای و فنی، بیمه و سوانح ماشین‌آلات را فراهم می‌کند

تعداد زیاد ماشین‌آلات و تجهیزات کارخانه‌ها و شرکت‌ها باعث می‌شود تا مستندات و مدارک بسیاری مربوط به نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات وجود داشته باشد. همین امر نگهداری، دسته‌بندی و جداسازی این اطلاعات برای هر مورد را بسیار سخت‌تر می‌کند که در بسیاری از مواقع باعث ایجاد هزینه‌های دوباره، اتلاف وقت و بسیاری موارد دیگر می‌شود.

اما می‌توان با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات این دغدغه را به طور کلی از بین برد. زیرا این سیستم به شما امکان می‌دهد تا بتوانید برای هر ماشین، یک پرونده جدا باز کنید و مدارک و مستندات مربوط به آن را در این فایل قرار دهید تا در هنگام نیاز بتوانید به این مکان مراجعه کنید و به راحتی این اطلاعات را بخوانید.

۲. مدیریت پرسنل تعمیرات و محاسبه مدت زمان کار مفید پرسنل را ممکن می‌سازد
 قیمت قطعات و لوازم یدکی قابل استفاده در ماشین‌آلات بالا است. به همین دلیل مهم است که چه کسی برای تعویض یا تعمیر آن‌ها اقدام می‌نماید. اگر فردی غیرکارشناس این کار را انجام دهد، امکان دارد که باعث خرابی بیشتر تجهیز کارخانه و به بار آمدن مشکلات و هزینه‌های بسیار بیشتری شود. از طرفی دیگر باید میزان کارکرد پرسنل تعمیرات و نگهداری به طور دقیق ثبت شود تا بتوان از آن برای انجام محاسبات دقیق در آخر ماه استفاده کرد و در این زمان با مشکل در حسابداری مواجه نشد. سیستم نگهداری و تعمیرات (CMMS) این دو امکان را برای شما فراهم می‌کند. با استفاده از این سیستم می‌توانید به راحتی فرد تعمیر کننده را مشخص کنید و میزان کارکردش را نیز به طور دقیق بدانید تا دستمزدش را به طور دقیق پرداخت کنید. این موضوع باعث ایجاد اعتماد بیشتر، بین پرسنل و مدیریت می‌شود و در بلندمدت مفید و سازنده خواهد بود.

۳. باعث افزایش عمر مفید ماشین‌آلات می‌شود

هر تجهیزاتی که برای یک قسمت کارخانه خریده می‌شود، باید به مدت زیادی کار کند تا بتواند هزینه‌های خودش را پوشش دهد و از طرفی باعث ایجاد سود نیز شود. یکی از مواردی که می‌تواند

باعث ایجاد سد در این راه شود، عدم نگهداری و تعمیرات به موقع است. این موضوع ناشی اتوماتیک نبودن فرآیند انجام این کار است که می‌توان با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات آن را رفع کرد و به افزایش عمر ماشین‌آلات مختلف کمک کرد.

۴. مدیریت تجهیزات

در این بخش باید بتوان کلیه اطلاعات لازم که در فعالیت‌های نت تجهیزات می‌تواند مفید باشد مانند مشخصات تجهیز، اطلاعات گارانتی، قراردادهای پشتیبانی و تعمیراتی، فعالیت‌های مرتبط با نت تجهیز، موقعیت مکانی تجهیز، کد اموال داری تجهیز، تاریخ خرید، تاریخ بهره‌برداری، سابقه بهره‌برداری، عمر مفید، قیمت خرید، نحوه محاسبه نرخ استهلاک و محاسبه‌ی نرخ استهلاک و تعیین ارزش دفتری تجهیز و بسیاری موارد دیگر را بتوان مشخص کرد. البته در برخی موارد که جزئی از یک بخش جامع و یکپارچه است، بسیاری از این اطلاعات ممکن است در زیر سیستم اموال نیز موجود باشد و توسط این بخش نیز پشتیبانی گردد. این موضوع کمک می‌کند تا شما اطلاعات کاملی از ماشین‌آلات و دیگر تجهیزات خودتان داشته باشید و نیازی به جستجوی دوباره نباشد.

۵. کنترل موجودی

میزان تجهیزات موجود در انبارهای کارخانه‌ها و شرکت‌ها زیاد است و همین موضوع مدیریت آن‌ها را سخت می‌کند. از طرفی دیگر امکان کمبود برخی از قطعات نیز در صورت عدم مدیریت درست وجود دارد که باید از بروز آن جلوگیری کرد. اما نیروی شما نمی‌تواند به صورت دستی این کار را انجام دهد، زیرا با وجود خطاهای موجود در بدن انسان کار بسیار سخت و طاقت فرسایی است. سیستم نگهداری و تعمیرات که انتخاب می‌کنید، باید دارای این ویژگی باشد تا به صورت خودکار و بدون زحمت بتوان موجود انبار و قطعات یدکی موجود در آن را دانست و در صورت کمبود یا هر مشکل دیگری، آن را به سرعت حل کرد تا خللی در فرآیند کارکرد سیستم کلی به وجود نیاید که بسیار مهم و قابل توجه است.

۶. مدیریت درخواست کار

زمانی که یک ماشین کارخانه خراب می‌شود، باید زمان موردنیاز برای تعمیر آن مشخص باشد، تعیین شود کدام پرسنل برای تعمیر آن اقدام می‌کنند، چه قطعاتی لازم و باید به طور کلی چه میزان بودجه برای آن اختصاص یابد. این موضوعی است که تعیین آن به صورت دستی، بسیار مشکل است و به طور عملی امکان‌پذیر نیست. اما با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات (CMMS) این کار

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۶۵

به سادگی قابل انجام است و شما می‌توانید مشخص کنید که به چه صورتی و به چه کسی درخواست نگهداری و تعمیرات را بدهید تا بتوانید بعد از انجام کار، نتیجه‌ی آن را بررسی کنید و در صورت بروز مشکل آن را به راحتی رفع کنید.

۷. مدیریت ثبت اطلاعات مربوط به بازدیدها و بازرسی‌ها

در طول ماه‌های و سال‌های متفاوت، بازرسی‌های متفاوت از ماشین‌آلات انجام می‌شود که در اصطلاح به آن PM گفته می‌شود. اطلاعات مربوط به این بازدیدها و بازرسی‌ها باید به طور دقیق ثبت و ضبط شود تا در زمان‌های بعدی و در صورت نیاز بتوان به آن رجوع کرد و از اطلاعات آن استفاده کرد. به طور مثال فرض کنید که یک تجهیز را تعمیر کردید و بعد از مدت کوتاهی همان قسمت از آن دچار خرابی شده است. در این زمان اگر شما اطلاعات مربوط به بررسی‌ها را داشته باشید، می‌توانید به راحتی بفهمید، قطعه متعلق به کدام برند و از کدام کشور بوده است تا دیگر از آن استفاده نکنید. این موضوع کمک می‌کند تا بتوانید میزان هزینه‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات را کاهش دهید و همچنین از دوباره کاری‌های متعدد جلوگیری می‌کند که باعث کاهش هدررفت زمان پرسنل می‌شود. سیستم شما باید از این امکان بهره‌مند باشد، زیرا جزو امکانات پایه به شمار می‌آید.

۸. تعریف پارامترها و بازه‌ی زمانی مختص هر تجهیز

برای آگاهی از عملکرد ماشین‌آلات پارامترها و فاکتورهای بسیار تعیین می‌شود. این فاکتورها کمک می‌کند تا افراد مختلف بتوانند میزان موفقیت نگهداری و تعمیرات را اندازه‌گیری کنند. برای آگاهی از موفقیت‌آمیز بودن تعمیر باید بتوان آن را اندازه‌گیری کرد که این بخش به شما این امکان را می‌دهد. البته اگر سیستم نگهداری و تعمیرات انتخابی شما دارای این قسمت و ویژگی مهم باشد.

۹. تعریف مهارت‌ها و تخصص‌های موردنیاز برای پرسنل بخش نگهداری و تعمیرات

برای نگهداری و تعمیرات هر تجهیز کارخانه، مهارت‌های و تخصص‌های خاصی موردنیاز است. بنابراین باید سیستم مکانیزه انتخابی دارای بخش مختص به آن باشد تا شما بتوانید این کار را برای هر ماشین انجام دهید و در این زمینه با محدودیتی روبه‌رو نشوید. تعریف این مهارت‌ها بسیار مهم است و در صورت اشتباه در این حوزه، امکان خرابی بیشتر تجهیز و ایجاد مشکلات بزرگتر برای شما خواهد شد که به هیچ‌عنوان مطلوب کسی نیست.

۱۰. امکان تعریف آموزش‌های موردنیاز برای پرسنل باتوجه به مهارت‌های آن‌ها

آموزش دیدن پرسنل نگهداری و تعمیرات بسیار مهم است، زیرا روز به روز، قابلیت‌های ماشین‌آلات افزایش پیدا می‌کند و همین موضوع باعث می‌شود تا برای نگهداری و تعمیرات درست و صحیح آن‌ها نیاز به استفاده از روش‌های جدیدتری باشد. بنابراین باید برای هرکدام از پرسنل باتوجه به میزان مهارتشان، آموزش‌هایی در نظر گرفته شود. اما انجام این کار به تفکیک و به صورت دستی امکان‌پذیر نیست، زیرا هم تعداد آن‌ها زیاد است و هم امکان اشتباه در تشخیص بسیار وجود دارد. سیستم نگهداری و تعمیرات این مشکل را به کلی حل می‌کند، زیرا دارای بخشی برای همین منظور است و به شما امکان تعریف مجزای این موارد را می‌دهد.

۱۱. ثبت دقیق میزان زمان کارکرد هرکدام از پرسنل بخش نگهداری و تعمیرات

ثبت دقیق میزان کارکرد پرسنل نگهداری و تعمیرات امری مهم و ضروری است. نیرویی که سر وقت و به اندازه‌ی کارش دستمزد نگیرد، در هنگام کار نیز با تمرکز نخواهد بود و انگیزه‌ی کافی برای نگهداری و تعمیرات نخواهد داشت. با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات شما می‌توانید میزان کارکرد مختص هر یک از نیروها را ثبت کنید تا در آخر ماه بتوانید به طور دقیق دستمزدشان را محاسبه کنید و آن در زمان درست پرداخت نمایید تا این افراد انگیزه و تمرکز کافی در هنگام انجام کار خودشان داشته باشند و از این بابت برای شما دغدغه‌ای ایجاد نکنند.

۱۲. تعریف تجهیزات و کد گذاری آن‌ها به طور دقیق

هرکس با کارخانه‌ها یا مکان‌های صنعتی یا جاهای دیگری که از ماشین‌آلات استفاده می‌شود، آشنا باشد، می‌داند، تعداد آن‌ها بسیار زیاد است و شناخت این تجهیزات امر بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. اما برای دست‌یافتن به این شناخت، باید برای آن‌ها شناسه یا کد مجزایی در نظر گرفته شود تا توسط این کد یا شناسه قابل شناسایی باشند. سیستم نگهداری و تعمیرات این امکان را به خوبی فراهم کرده است و به شما اجازه می‌دهد تا بتوانید هریک از تجهیزات را به صورت تک تک تعریف کنید و برای آن‌ها کد قابل شناسایی در نظر بگیرید که مطلوب تمامی افراد شاغل در این کارخانه‌ها است.

۱۳. امکان تعریف تاریخچه تعمیرات برای هرکدام از تجهیزات بخش‌های مختلف

در طول مدت زمان‌های مختلف، تجهیزات و ماشین‌آلات موجود در کارخانه، شرکت یا هر جای دیگری مورد بازرسی‌ها و بررسی‌های فنی زیادی قرار می‌گیرند تا اگر دچار مشکلی هستند، شناسایی شود و در سریع‌ترین زمان ممکن حل شود. ذخیره اطلاعات مربوط به این بازرسی‌ها می‌تواند بسیار

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۶۷

مفید باشد و در آینده کار شناسایی موارد منجر به تعمیر و نگهداری را بسیار راحت‌تر کند. اما چگونه می‌توان تاریخچه تعمیر و نگهداری هر یک از تجهیزات را ذخیره کرد؟

این کار با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات امکان‌پذیر است. این سیستم برای هر تجهیز یک پنل جدا اختصاص می‌دهد که شما می‌توانید اطلاعات بازرسی‌های فنی را در آن‌جا به راحتی ذخیره کنید و از این بابت مشکلی نداشته باشید.

۱۴. امکان مشخص کردن میزان بودجه‌ی در دسترس برای انجام نگهداری و تعمیرات برای انجام تعمیرات مختلف باید بودجه‌های جدا در نظر گرفته شود. اما انجام این کار به صورت دستی بسیار مشکل است، زیرا میزان بودجه‌ی موجود در کارخانه یا شرکت زیاد است و تعداد ماشین‌آلات نیز از آن بیشتر هستند. اما می‌توان با استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات این دغدغه را به طور کلی حل کرد و بودجه هر فرآیند را به طور مجزا و دقیق محاسبه و ثبت کرد.

۱۵. امکان گزارش‌دهی و ثبت آن‌ها

تعداد فرآیندهای مربوط به نگهداری و تعمیرات در ماه زیاد است و بودجه‌ی زیادی برای انجامش صرف و خرج می‌شود. همین امر باعث می‌شود تا پرسنل مربوطه، الزام به گزارش‌دهی به رده‌های بالاتر را داشته باشند. اما ثبت دقیق تک تک فرآیندهای برای این افراد و نگهداری مستندات مربوط به آن‌ها برای این پرسنل کار سختی به شمار می‌آید و نمی‌توانند این کار را انجام دهند. اما سیستم نرم افزار نگهداری و تعمیرات به آن‌ها در این جهت کمک می‌کند و به آن‌ها امکان می‌دهد تا گزارش‌دهی خودشان را همراه با مستندات و برای تک تک فرآیندهای ارائه دهند و دیگر در این حوزه دغدغه‌ای نداشته باشند.

۱۶. امکان تعریف برنامه‌ی کالیبراسیون تجهیزات

در بسیاری از موارد نیاز است تا ماشین‌آلات تنظیم مجدد^۱ شوند تا بتوان با بازدهی بیشتری از آن‌ها استفاده کرد. اما تشخیص این موضوع برای هر تجهیز کار سختی است و به صورت غیر خودکار امکان پذیر نیست. این سیستم شما را قادر می‌سازد تا بتوانید این کار را به راحتی و در سریع‌ترین زمان ممکن خودش انجام دهید.

۱۷. تعیین قطعات یدکی برای هر تجهیز به صورت مجزا

هر زمانی که یک تجهیز دچار خرابی می‌شود، نیاز است تا قطعات یدکی آن تجهیز مشخص شود و سفارش داده شود تا برای انجام کارهای نگهداری و تعمیرات به موقع برسد. سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات به شما این امکان را می‌دهد.

۱۸. مشخص کردن برنامه‌ی زمانی مشخص برای نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات

تعیین یک برنامه‌ی زمانی دقیق برای نگهداری و تعمیرات، کاری لازم و ضروری است. زیرا به این صورت واحدهای دیگر می‌دانند که تجهیز چه موقعی به کار می‌افتد و محصول در چه زمانی آماده می‌شود تا تحویل مشتری نهایی گردد. این موضوع بر روی رضایت مشتری و میزان بازگشتش برای خرید از شما اثر مستقیم دارد و به همین دلیل باید آن را جدی بگیرید و به این موضوع اهمیت زیادی دهید. سیستم نگهداری این امکان را به شما می‌دهد و شما می‌توانید برای انجام فرآیند تعمیر هر کدام از تجهیزات زمان مشخص کنید تا افراد دیگر نیز از نحوه‌ی فرآیند آگاه باشند و از این نظر با محدودیت روبرو نباشند.

۱۹. تعیین اولویت‌های نگهداری و تعمیرات

تعمیر برخی از دستگاه‌های نسبت به دیگر تجهیزات اولویت دارد. زیرا آن‌ها ماشین‌آلات اصلی سیستم کارخانه شما هستند و در صورت از کارافتادن آن‌ها، امکان کارکرد دیگر اجزا نیز وجود ندارد و به طور عملی کارخانه تعطیل می‌شود. به همین دلیل و برای آگاهی تمامی پرسنل از آن‌ها، باید تگ یا برچسب اولویت دار بر روی این ماشین‌آلات خورده شود که نرم افزار نگهداری و تعمیرات این امکان را فراهم می‌کند و در این جهت به شما کمک زیادی می‌کند.

۲۰. امکان تهیه نسخه پشتیبان از داخل سیستم

امکان ایجاد مشکلات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای سیستم‌ها بسیار وجود دارد. به همین دلیل لازم است که همواره یک نسخه‌ی پشتیبان از اطلاعات موجود بر روی این سیستم‌ها در اختیار داشته باشید. سیستم نگهداری و تعمیرات از این امکان برخوردار است و به شما اجازه می‌دهد تا به راحتی نسخه‌ی پشتیبانی تمام و کاملی را تهیه کنید و از این بابت دغدغه‌ای نداشته باشید که مطلوب تمامی مدیران به حساب می‌آید.

۲۱. سهولت کار با سیستم نگهداری و تعمیرات

راحتی کار با هر سیستمی یکی از اصلی‌ترین معیارها برای انتخاب آن است. زیرا افراد مختلفی قرار است که با این سیستم کار کنند که هر کدام پیشینه علمی مختلفی دارند. خوشبختانه کارکردن با

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۶۹

سیستم نگهداری و تعمیرات راحت است و از این بابت پرسنل فنی شما با مشکلی روبه‌رو نخواهند شد که قابل توجه و اهمیت است.

• انواع مختلف نرم افزار نگهداری و تعمیرات

نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات در انواع مختلفی ارائه می‌شوند که هر کدام ویژگی‌ها و قابلیت‌های خاص خود را دارند. برخی از رایج‌ترین انواع نرم افزار نگهداری و تعمیرات عبارتند از:

۱. CMMS مبتنی بر ابر:

این نوع نرم افزار نگهداری و تعمیرات به‌صورت آنلاین و از طریق اینترنت ارائه می‌شود. مزیت این نوع نرم افزار نگهداری و تعمیرات این است که نیاز به نصب و راه‌اندازی ندارد و از هر کجا و با هر دستگاهی قابل دسترسی است.

معایب این نوع نرم افزار این است که به اتصال به اینترنت نیاز دارد و ممکن است در صورت عدم وجود اتصال به اینترنت قابل استفاده نباشد.

۲. نرم افزار نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وب:

این نوع نرم افزار بر روی یک سرور محلی نصب می‌شود و از طریق مرورگر وب قابل دسترسی است.

مزیت این نوع نرم افزار این است که به اتصال به اینترنت نیاز ندارد و می‌توان آن را به‌صورت سفارشی‌سازی کرد.

معایب این نوع نرم افزار نگهداری و تعمیرات این است که نیاز به نصب و راه‌اندازی دارد و ممکن است برای سازمان‌های کوچک مناسب نباشد.

۳. نرم افزار نگهداری و تعمیرات مبتنی بر موبایل:

این نوع نرم افزار بر روی تلفن‌های هوشمند و تبلت‌ها نصب می‌شود و برای کارکنان میدانی که به اطلاعات مربوط به تجهیزات و تعمیرات و نگهداری نیاز دارند، مناسب است.

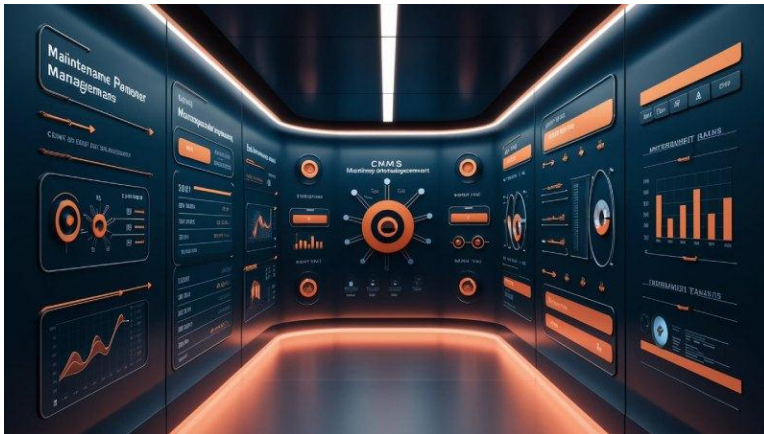
۴. نرم افزار نگهداری و تعمیرات تخصصی:

این نوع نرم افزار برای صنایع خاص مانند صنعت نفت و گاز، صنعت برق، صنعت خودرو و ... طراحی شده است.

۵. نرم افزار نگهداری و تعمیرات عمومی:

۷۰ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

این نوع نرم افزار برای استفاده در انواع مختلف سازمان‌ها مناسب است. علاوه بر این، نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات می‌توانند بر اساس معیارهای دیگری مانند اندازه سازمان، بودجه و نیازهای خاص سازمان نیز طبقه‌بندی شوند. انتخاب نوع مناسب نرم افزار نگهداری و تعمیرات، با توجه به نیازها و الزامات خاص سازمان، از اهمیت بالایی برخوردار است.



شکل ۳-۲- نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات متنوعی جهت صنایع مختلف طراحی شده است

• چالش‌های پیاده‌سازی و استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات

پیاده‌سازی و استفاده از نرم افزار نگهداری و تعمیرات می‌تواند مزایای متعددی برای سازمان‌ها به ارمغان بیاورد، اما با چالش‌هایی نیز همراه است. برخی از این چالش‌ها عبارتند از:

۱. انتخاب برنامه مناسب:

تنوع زیادی در بازار وجود دارد و انتخاب برنامه مناسب با نیازهای سازمان می‌تواند چالش برانگیز باشد. سازمان‌ها باید قبل از انتخاب برنامه، نیازها و الزامات خود را به طور کامل مشخص کنند و ویژگی‌ها و قابلیت‌های مختلف را با نیازهای خود مقایسه کنند.

۲. پیاده‌سازی سیستم نگهداری و تعمیرات:

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۷۱

پیاده سازی سیستم نگهداری و تعمیرات می تواند فرآیندی پیچیده و زمان بر باشد. سازمان ها باید برای پیاده سازی CMMS، منابع کافی (اعم از منابع انسانی و مالی) را در نظر بگیرند و از متخصصان فناوری اطلاعات با تجربه استفاده کنند.

۳. آموزش کاربران:

کاربران نرم افزار نگهداری و تعمیرات باید آموزش های لازم را برای استفاده از این نرم افزار ببینند. آموزش کاربران می تواند زمان بر و پرهزینه باشد. آموزش کارکنان تضمین استفاده صحیح از سیستم می باشد.

۴. مقاومت در برابر تغییر:

برخی از کارکنان ممکن است در برابر استفاده از برنامه نگهداری و تعمیرات مقاومت کنند. سازمان ها باید برای جلب نظر کارکنان و تشویق آن ها به استفاده از برنامه نگهداری، برنامه های آموزشی و اطلاع رسانی مناسب را اجرا کنند.

۵. هزینه های پیاده سازی و استفاده از نرم افزار نگهداری و تعمیرات:

نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات می توانند پرهزینه باشند. سازمان ها باید قبل از پیاده سازی آنها، بودجه کافی را برای خرید و پیاده سازی و همچنین نگهداری و پشتیبانی آن در نظر بگیرند.

۶. مشکلات فنی:

مانند هر نرم افزاری، نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات نیز ممکن است با مشکلات فنی روبرو شوند. سازمان ها باید برای پشتیبانی فنی از نرم افزار نگهداری و تعمیرات، برنامه ریزی مناسب داشته باشند.

۷. عدم تطابق با نیازهای سازمان:

ممکن است نرم افزار نگهداری و تعمیرات انتخابی به طور کامل با نیازهای سازمان مطابقت نداشته باشد. سازمان ها باید قبل از انتخاب، از قابلیت سفارشی سازی آن اطمینان حاصل کنند.

برای غلبه بر این چالش ها، سازمان ها می توانند اقدامات زیر را انجام دهند:

نیازها و الزامات خود را به طور کامل مشخص کنند.

نرم افزار نگهداری و تعمیرات مناسب با نیازهای خود را انتخاب کنند.

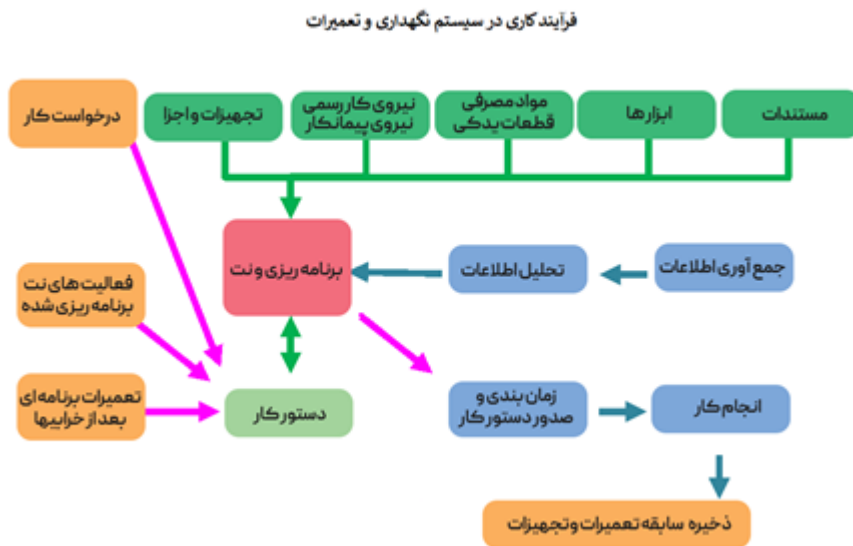
از متخصصان IT با تجربه برای پیاده سازی نرم افزار نگهداری و تعمیرات استفاده کنند.

کاربران نرم افزار نگهداری و تعمیرات را به طور کامل آموزش دهند.

۷۲ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی مناسب برای جلب نظر کارکنان اجرا کنند. بودجه کافی برای خرید، پیاده‌سازی، نگهداری و پشتیبانی نرم افزار نگهداری و تعمیرات در نظر بگیرند.

از پشتیبانی فنی مناسب برای نرم افزار نگهداری و تعمیرات استفاده کنند. از قابلیت سفارشی‌سازی برای تطابق با نیازهای خود اطمینان حاصل کنند. با برنامه‌ریزی دقیق و انجام اقدامات لازم، می‌توان چالش‌های پیاده‌سازی و استفاده از CMMS را به حداقل رساند و از مزایای متعدد آن بهره‌مند شد.



شکل ۳-۳- فرآیند کاری در سیستم نگهداری و تعمیرات (CMMS)

• معایب برخی از نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات

نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات، سیستم‌هایی هستند که به مدیریت و بهینه‌سازی فرآیندهای نگهداری و تعمیرات تجهیزات و دارایی‌های سازمان کمک می‌کنند. این نرم افزارها مزایای زیادی دارند، اما ممکن است برخی معایب هم داشته باشند.

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۷۳

• هزینه بالا برای خرید، نصب، آموزش و به روز رسانی نرم افزار : نرم افزار بومی کاوش صنعت در عین مناسب بودن قیمت نسبت به سایر نرم افزارهای cmms با پیش‌بینی دقیق قطعات مورد نیاز تعمیر و نگهداری، جلوگیری از تولید ضایعات و دوباره‌کاری، پیگیری و تهیه گزارشات هزینه‌های نگهداری، بررسی عامل افزایش هزینه ها، باعث افزایش توان مالی سازمان می‌شود.

• پیچیدگی برخی از نرم افزار ها که ممکن است باعث سردرگمی، خطا و کاهش بهره وری کاربران شود : نرم افزار کاوش صنعت با ایجاد بستری مناسب و کاملاً کاربرپسند، از هرگونه سردرگمی کاربران جلوگیری میکند و در نتیجه باعث تسهیل کلیه فرایدهای نگهداری و تعمیرات می‌شود.

• ناسازگاری برخی از نرم افزار ها با سخت افزار، سیستم عامل، شبکه یا نرم افزارهای دیگر : نرم افزار کاوش صنعت طبق استانداردهای برنامه نویسی و صنعتی، با قابلیت بروزرسانی، عدم وجود خطای فنی، هیچ‌گونه محدودیتی در استفاده برای اجرای در سیستم عامل کاربران ندارد.

• نقص در جمع آوری داده یا سوء استفاده از داده ها در صورت عدم وجود سیستم‌های امنیتی، پشتیبان‌گیری و بازبازی نامناسب اطلاعات : نرم افزار کاوش صنعت، با جمع آوری و دسته‌بندی مداوم داده‌های ثبت شده ماشین آلات، دستورالعمل‌های تعمیرات گزارش، سوابق تعمیرات، هزینه‌ها و شاخص‌های آماده به کار، در پایگاه داده خود با نهایت امنیت و دقت، فرایند تبدیل داده^۱ به اطلاعات^۲ را برای سازمان‌ها میسر میکند.

• عدم تطابق با قوانین، استانداردها نگهداری و تعمیرات : که امروزه نرم افزارها، سعی نموده‌اند با بررسی و رعایت استانداردهای نگهداری و تعمیرات، از جمله مؤسسات بین‌المللی مانند ISO، IEC و SAE International توسعه پیدا کنند.

• مطالعه موردی تاثیر استفاده از نرم افزار نگهداری و تعمیرات

چندین شرکت معتبر در صنایع مختلف از نرم‌افزارهای نگهداری و تعمیرات بهره‌برداری کرده‌اند و تأثیرات قابل توجهی بر تولید و عملیات نگهداری خود مشاهده کرده‌اند. در زیر به نام این شرکت‌ها و درصد تأثیرگذاری‌های آن‌ها اشاره می‌شود:

1. Data

2. Information

۱. شرکت جنرال الکتریک^۱

تأثیر بر تولید: افزایش ۲۰٪ در بهره‌وری تولید به دلیل کاهش زمان توقف تجهیزات.
تأثیر بر عملیات نگهداری: کاهش ۳۰٪ در هزینه‌های نگهداری با استفاده از برنامه‌ریزی پیشگیرانه.

۲. شرکت فورد موتور

تأثیر بر تولید: بهبود ۱۵٪ در کارایی خطوط تولید به دلیل کاهش خرابی‌های ناگهانی.
تأثیر بر عملیات نگهداری: کاهش ۲۵٪ در زمان تعمیرات با دسترسی سریع به تاریخچه تجهیزات و اطلاعات فنی.

۳. شرکت پروکتر اند گمبل (P&G)

تأثیر بر تولید: افزایش ۱۸٪ در تولید سالانه با بهینه‌سازی زمان کارکرد تجهیزات.
تأثیر بر عملیات نگهداری: کاهش ۲۲٪ در هزینه‌های تعمیرات از طریق استفاده از داده‌های تحلیلی برای پیش‌بینی خرابی‌ها.

۴. شرکت شل

تأثیر بر تولید: افزایش ۱۲٪ در بهره‌وری عملیات با به حداقل رساندن توقفات غیرمنتظره.
تأثیر بر عملیات نگهداری: کاهش ۳۵٪ در هزینه‌های نگهداری با استفاده از استراتژی‌های پیشگیرانه.

۵. شرکت کاترپیلار

تأثیر بر تولید: بهبود ۲۵٪ در کارایی ماشین‌آلات با استفاده از نرم‌افزار.
تأثیر بر عملیات نگهداری: کاهش ۴۰٪ در زمان میانگین تعمیرات به دلیل دسترسی سریع به اطلاعات.

این شرکت‌ها با پیاده‌سازی نرم‌افزارها نه تنها توانسته‌اند هزینه‌های خود را کاهش دهند، بلکه بهره‌وری و کارایی خود را نیز به طور قابل توجهی افزایش دهند.

۶. شرکت فولاد مبارکه اصفهان، با پیاده‌سازی نرم‌افزار بهبود چشمگیری در مدیریت تجهیزات خود ایجاد کرد. این شرکت توانست:

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۷۵

زمان خرابی تجهیزات اصلی مانند کوره‌های ذوب را تا ۲۵٪ کاهش دهد.
موجودی قطعات یدکی را بهینه‌سازی کرده و هزینه‌های انبارداری را ۱۵٪ کاهش دهد.
گزارش‌های دقیقی از عملکرد تجهیزات به مدیران ارائه دهد که به تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقیق‌تر کمک کرد.

۳-۲- تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات

۳-۲-۱- استفاده از داده‌ها برای پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرایندها

تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که با هدف بهبود کارایی، پیش‌بینی خرابی‌ها و کاهش هزینه‌ها انجام می‌شود. این تحلیل شامل جمع‌آوری، پردازش و بررسی داده‌های مربوط به عملکرد تجهیزات و سیستم‌ها است تا تصمیم‌گیری‌های بهتری در زمینه نگهداری و تعمیرات صورت گیرد.

تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات به عنوان یک رویکرد نوین و کارآمد در صنعت شناخته می‌شود که به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد تا با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از تجهیزات، خرابی‌ها را پیش‌بینی و فرایندهای خود را بهینه‌سازی کنند. این روش با تحلیل دقیق اطلاعات عملکردی، امکان شناسایی الگوهای غیرعادی و نقاط ضعف تجهیزات را فراهم می‌آورد. به ویژه با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، شرکت‌ها می‌توانند به شناسایی نشانه‌های اولیه خرابی‌ها بپردازند و از بروز مشکلات جدی جلوگیری کنند.

علاوه بر این، تحلیل داده‌ها به سازمان‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌های نگهداری را کاهش دهند و بهره‌وری را افزایش دهند. با شناسایی دقیق زمان مناسب برای تعمیرات و نگهداری، شرکت‌ها می‌توانند از توقفات ناخواسته جلوگیری کرده و عملکرد کلی خود را بهبود بخشند. در دنیای امروز، استفاده مؤثر از داده‌ها نه تنها به یک نیاز اساسی تبدیل شده است، بلکه به یک مزیت رقابتی حیاتی برای سازمان‌ها در بازارهای پرچالش و متغیر نیز تبدیل شده است.



شکل ۳-۴- استفاده مؤثر از داده‌های تجهیزات و تحلیل آنها از بروز مشکلات جدی جلوگیری می‌کند

۳-۲-۲- اهداف تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات

• پیش‌بینی خرابی‌ها

یکی از اهداف اصلی تحلیل داده‌ها، شناسایی الگوهای خرابی و پیش‌بینی زمان وقوع آن‌ها است. با استفاده از تکنیک‌های تحلیلی، سازمان‌ها می‌توانند نقاط ضعف تجهیزات را شناسایی کرده و زمان‌های مناسب برای انجام تعمیرات را تعیین کنند. این امر به جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی کمک کرده و زمان توقف غیرمنتظره تجهیزات را کاهش می‌دهد.

• بهبود کارایی

تحلیل داده‌های عملکرد تجهیزات به شناسایی نقاط قوت و ضعف سیستم کمک می‌کند. با بررسی دقیق داده‌ها، می‌توان فرآیندهای ناکارآمد را شناسایی کرده و اقدامات اصلاحی لازم را انجام داد. این کار به افزایش کارایی، کاهش زمان توقف تجهیزات و بهبود کیفیت خدمات منجر می‌شود.

• کاهش هزینه‌ها

تحلیل دقیق داده‌ها می‌تواند به کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات کمک کند. با پیش‌بینی صحیح خرابی‌ها، سازمان‌ها می‌توانند از هزینه‌های اضافی ناشی از تعمیرات اضطراری جلوگیری

فصل سوم: ابزارهای نگهداری و تحلیل داده‌ها، ابزارهای مدیریت نگهداری ۷۷

کرده و برنامه‌ریزی بهتری برای تأمین قطعات یدکی داشته باشند. همچنین، با بهینه‌سازی برنامه‌های نگهداری، می‌توان هزینه‌های نیروی انسانی را نیز کاهش داد.

• افزایش عمر مفید تجهیزات

با استفاده از تحلیل داده‌ها، سازمان‌ها می‌توانند زمان مناسب برای نگهداری پیشگیرانه را شناسایی کنند که منجر به افزایش عمر مفید تجهیزات خواهد شد. این امر نه تنها هزینه‌های مربوط به خرید تجهیزات جدید را کاهش می‌دهد، بلکه باعث افزایش بهره‌وری کلی سازمان نیز می‌شود.

۳-۲-۳- روش‌های تحلیل داده‌ها

۱. داده‌کاوی

استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی برای شناسایی الگوهای پنهان در داده‌های جمع‌آوری شده یکی از روش‌های مؤثر در تحلیل داده‌ها است. این روش شامل ابزارهایی مانند درخت تصمیم‌گیری، خوشه‌بندی و شبکه‌های عصبی است که می‌توانند دقت پیش‌بینی را افزایش دهند و الگوهای غیرقابل مشاهده را شناسایی کنند.

۲. تحلیل آماری

استفاده از روش‌های آماری برای بررسی روندها و الگوهای موجود در داده‌ها یک ابزار قدرتمند است. با استفاده از تحلیل آماری، سازمان‌ها می‌توانند ارتباطات بین متغیرها را بررسی کرده و نتایج قابل اعتمادی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی ارائه دهند.

۳. مدل‌سازی پیش‌بینی

ایجاد مدل‌هایی که بر اساس داده‌های تاریخی، عملکرد آینده تجهیزات را پیش‌بینی کنند، یکی دیگر از روش‌های مؤثر در تحلیل داده‌ها است. این مدل‌ها معمولاً شامل الگوریتم‌های یادگیری ماشین هستند که قادرند با استفاده از الگوریتم‌های پیچیده‌تر، دقت پیش‌بینی را افزایش دهند.

۴. استفاده از سیستم‌های مدیریت نگهداری کامپیوتری (CMMS)

با رشد فناوری و افزایش دسترسی به داده‌ها، تحلیل داده‌ها به یکی از اجزای اصلی نگهداری و تعمیرات تبدیل شده است. از این داده‌ها برای شناسایی خرابی‌های احتمالی، بهینه‌سازی برنامه‌ها و کاهش هزینه‌ها استفاده می‌شود. این نرم‌افزارها ابزارهای مؤثری برای ذخیره‌سازی، مدیریت و تحلیل داده‌های مربوط به تعمیرات هستند. آن‌ها امکاناتی مانند ردیابی تجهیزات، برنامه‌ریزی نگهداری،

مدیریت موجودی قطعات یدکی و گزارش‌دهی دقیق را فراهم می‌کنند که به تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کند. این مورد در قسمت قبل به طور کامل توضیح داده شد.

۳-۲-۴- اهمیت کیفیت داده‌ها

کیفیت داده‌ها در تحلیل نگهداری و تعمیرات بسیار حیاتی است. داده‌های نادرست یا ناقص می‌توانند منجر به تصمیم‌گیری‌های اشتباه شوند که عواقب مالی سنگینی برای سازمان خواهد داشت. بنابراین، سازمان‌ها باید بر روی فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، آموزش پرسنل و استفاده از ابزارهای مناسب تمرکز کنند تا اطمینان حاصل کنند که داده‌های جمع‌آوری شده دقیق، معتبر و قابل اعتماد هستند. تحلیل داده‌ها در نگهداری و تعمیرات نه تنها به بهبود کارایی سیستم کمک می‌کند بلکه باعث افزایش بهره‌وری کلی سازمان نیز خواهد شد. با توجه به رقابت فزاینده در بازارهای امروزی، استفاده مؤثر از تحلیل داده‌ها می‌تواند یک مزیت رقابتی مهم برای سازمان‌ها باشد.

تحلیل تاریخچه خرابی‌ها

تحلیل داده‌های تاریخی، مانند سوابق خرابی‌ها و زمان تعمیرات، به شناسایی الگوهای تکرار شونده و دلایل اصلی خرابی کمک زیادی در تحلیل خرابی‌ها می‌کند.

ابزارها:

نمودار پارتو: برای شناسایی تجهیزاتی که بیشترین خرابی را دارند.
نمودار روند: تحلیل تغییرات عملکرد تجهیزات در طول زمان می‌باشد.



شکل ۳-۵- کیفیت داده‌ها، جهت تحلیل بسیار حیاتی می‌باشند

مثال عملی

مطالعه موردی:

در شرکت نفت شل (Shell)، استفاده از تحلیل داده‌های اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در پیش‌بینی خرابی‌های توربین‌های گازی منجر به صرفه‌جویی ۲۰ میلیون دلار در سال شد. این سیستم: با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، توانست خرابی بلبرینگ‌ها را دو هفته قبل از وقوع شناسایی کند.

داده‌های حسگرهای تجهیزات را در زمان واقعی پردازش کرده و هشدارهای دقیق برای تیم نگهداری ارسال کرد.

و یا در یک نمونه دیگر یک نیروگاه برق در انگلستان با استفاده از تحلیل داده‌های حسگرها، توانست کاهش ۳۰ درصدی در زمان‌های خرابی و صرفه‌جویی ۱۵ درصدی در هزینه‌های تعمیرات داشته باشد.

خلاصه فصل

در این فصل، به بررسی ابزارها و تکنیک‌های مختلف نگهداری و مدیریت نگهداری پرداخته شد که نقش حیاتی در بهینه‌سازی عملکرد دارایی‌ها و کاهش هزینه‌های عملیاتی دارند. استفاده از این ابزارها نه تنها به حفظ و افزایش عمر مفید تجهیزات کمک می‌کند، بلکه امکان پیش‌بینی و جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی را نیز فراهم می‌آورد.

ابزارهای مدیریت نگهداری، از جمله نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری کامپیوتری (CMMS)، سیستم‌های پیش‌بینی خرابی، و تکنیک‌های داده‌کاوی، به سازمان‌ها این امکان را می‌دهند که داده‌های مربوط به عملکرد تجهیزات را به طور مؤثر جمع‌آوری، تحلیل و مدیریت کنند. این ابزارها با ارائه اطلاعات دقیق و به موقع، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه را تسهیل می‌کنند و به مدیران کمک می‌کنند تا برنامه‌های نگهداری را بهینه‌سازی کنند.

تکنیک‌های مختلف نگهداری، از جمله نگهداری پیشگیرانه، نگهداری اصلاحی و نگهداری مبتنی بر شرایط، به سازمان‌ها امکان می‌دهند تا با توجه به نیازهای خاص خود، استراتژی‌های مؤثری را پیاده‌سازی کنند. این تنوع در تکنیک‌ها باعث می‌شود که هر سازمان بتواند با توجه به نوع دارایی‌ها، شرایط عملیاتی و منابع موجود، بهترین رویکرد را انتخاب کند.

در نهایت، موفقیت در مدیریت نگهداری نه تنها به انتخاب صحیح ابزارها و تکنیک‌ها بستگی دارد، بلکه نیازمند فرهنگ سازمانی مناسب، آموزش مستمر پرسنل و تعهد به بهبود مستمر است. با ایجاد یک سیستم جامع و یکپارچه برای مدیریت نگهداری و تعمیرات، سازمان‌ها می‌توانند به بهره‌وری بالاتر، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان دست یابند.

فصل چهارم بهینه‌سازی عملکرد

شاخص‌های کلیدی عملکرد^۱ ابزارهای حیاتی برای اندازه‌گیری و ارزیابی موفقیت فرآیندهای نگهداری در سازمان‌ها هستند. این شاخص‌ها به مدیران کمک می‌کنند تا عملکرد سیستم‌های نگهداری را تحلیل کرده و نقاط قوت و ضعف آن‌ها را شناسایی کنند. با استفاده از روش‌های مناسب اندازه‌گیری، می‌توان نتایج شاخص‌های کلیدی عملکرد را به‌طور دقیق بررسی کرد و بر اساس آن‌ها تصمیمات استراتژیک اتخاذ نمود. بهبود مستمر در فرآیندهای نگهداری، از جمله رویکردهای شش سیگما و ناب، به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که کارایی و کیفیت خدمات خود را افزایش دهند و در نهایت رضایت مشتریان را بهبود بخشند. این دو حوزه به‌طور متقابل بر یکدیگر تأثیر گذاشته و می‌توانند به ایجاد یک چرخه بهبود پایدار در سازمان‌ها کمک کنند.

در فصل چهارم با موضوع "بهینه‌سازی عملکرد" شامل دو بخش "شاخص‌های کلیدی عملکرد در نگهداری و بهبود مستمر در فرآیندهای نگهداری را به‌طور مفصل‌تر بررسی خواهیم کرد.

۴-۱- شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) در نگهداری

۴-۱-۱- تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد

شاخص‌های کلیدی عملکرد که به اختصار به آن‌ها KPI نیز می‌گویند، به معنای یک مقدار قابل

1. key performance indicator

اندازه‌گیری است که نشان می‌دهد یک شرکت چقدر به طور مؤثر به اهداف کسب و کاری مهم خود دست پیدا کرده است. سازمان‌ها از شاخص‌های کلیدی عملکرد برای ارزیابی موفقیت در دستیابی به اهداف خود استفاده می‌کنند. شاخص‌های کلیدی عملکرد سطح بالا ممکن است روی عملکرد کلی کسب و کار تمرکز کنند در حالی که شاخص‌های کلیدی عملکرد سطح پایین ممکن است روی فرایندهای واحدها (مانند فروش، بازاریابی، منابع انسانی یا پشتیبانی) تمرکز کنند.

شاخص‌های کلیدی عملکرد ابزارهای مهمی هستند که برای اندازه‌گیری و ارزیابی موفقیت یک سازمان در دستیابی به اهداف استراتژیک خود استفاده می‌شوند. در زمینه نگهداری و تعمیرات، شاخص‌های کلیدی عملکرد به عنوان معیارهای کمی و کیفی برای سنجش کارایی و اثربخشی فرایندهای نگهداری تعریف می‌شوند. این شاخص‌ها به مدیران کمک می‌کنند تا تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند و نقاط قوت و ضعف عملیات را شناسایی کنند.

۴-۱-۲- اصول استفاده از KPI

تا به حال شده که از یک شاخص کلیدی عملکرد استفاده کنید اما متوجه شوید که برای کسب و کار شما کارایی ندارد؟ مهم است به خاطر داشته باشید که شاخص‌های کلیدی عملکرد نوعی ارتباط هستند. این بدان معنا است که آن‌ها از همان نتایج و بهترین شیوه‌های ارتباطی پیروی می‌کنند: اطلاعات مختصر، واضح و مرتبط، بیشترین تأثیر را دارد.

به منظور ساخت استراتژی برای تنظیم و تدوین شاخص کلیدی عملکرد با اصول اولیه شروع کنید: به این درک برسید که اهداف سازمان شما چیست؟ چگونه برای دستیابی به این اهداف برنامه‌ریزی کردید؟ و چه کسی می‌تواند بر اساس این اطلاعات عمل کند؟ با تکرار و توسعه؛ درک بهتری از این که کدام فرایندهای تجاری می‌توانند در داشبورد شاخص‌های کلیدی عملکرد قرار بگیرند و چه کسی باید این داشبورد را به اشتراک بگذارد پیدا خواهید کرد.

اجازه دهید هر مرحله از تنظیم و تدوین شاخص‌های کلیدی عملکرد را با جزئیات بیشتری بررسی کنیم:

نحوه تعریف شاخص کلیدی عملکرد

به راحتی می‌توان شاخص‌های کلیدی عملکرد را با معیارهای تجاری اشتباه گرفت. شاخص کلیدی عملکرد باید به یک نتیجه تجاری خاص همراه با یک معیار عملکردی ارتباط داشته باشند.

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۸۳

یک مثال:

فرض کنید که هدف شما، افزایش درآمد ماهیانه تکرار شونده است (شاخص کلیدی عملکرد شما رشد فروش) در اینجا نحوه تعریف این شاخص کلیدی عملکرد آورده شده است:

جدول ۴-۱- تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد با هدف افزایش درآمد

سؤال	جواب
نتیجه مورد نظر شما چیست؟	افزایش ۲۰ درصدی درآمد در سال جاری
چرا این نتیجه مهم است؟	کسب و کار سود بیشتری نیاز خواهد داشت
چگونه می‌خواهید پیشرفت را اندازه‌گیری کنید؟	افزایش درآمد ماهانه، بر اساس دلار اندازه‌گیری می‌شود.
چگونه می‌توانید بر نتیجه تأثیر بگذارید؟	با گسترش تنوع محصولات، جذب مشتریان جدید، تغییر فرصت‌ها برای برنده شدن، و همکاری بین بازاریابی و فروش.
چه کسی مسئول نتیجه کسب و کار است؟	مدیر فروش
چگونه می‌دانید که به نتیجه مورد نظر خود رسیده‌اید؟	درآمد ۲۰ درصد افزایش می‌یابد
چند وقت یک‌بار میزان پیشرفتی که برای دستیابی به نتیجه داشته‌اید را بررسی می‌کنید؟	به صورت ماهانه

۴-۱-۳- نحوه نوشتن KPI

این مهم است که شاخص‌های کلیدی عملکرد برای موقعیت تجاری شما سفارشی شده باشند و به شما در دستیابی به اهدافتان کمک کند. برای نوشتن شاخص‌های کلیدی عملکرد، واضح و قابل ارزیابی مراحل زیر را دنبال کنید:

✓ برای شاخص‌های کلیدی عملکرد خود یک هدف واضح تعریف کنید

شاخص‌های کلیدی عملکرد شما باید با یک هدف تجاری مهم در ارتباط باشد. بدون همسو کردن شاخص‌های کلیدی عملکرد با هدف تجاری تان در حال رفتن به سمت هدفی هستید که هیچ تأثیری روی سازمان شما ندارد. یک شاخص کلیدی عملکرد هم باید چیزی بیش از یک عدد دلخواه باشد. شاخص‌های کلیدی عملکرد باید اهداف استراتژیک سازمان شما را بیان کنند. مهم‌تر از همه، شاخص‌های کلیدی عملکرد باید داستان شرکت شما را بازگو کنند.

✓ شاخص‌های کلیدی عملکرد را با سهامداران/شرکا خود به اشتراک بگذارید

زمانی که گفتیم که KPI ها یک فرم از ارتباطات هستند را به خاطر دارید؟ به منظور مؤثر بودن، KPI ها نیاز به زمینه‌سازی دارند. شما باید توضیح دهید که چه چیزی را اندازه‌گیری می‌کنید و چرا آن را ارزیابی می‌کنید KPI. های خود را با کارمندان و سهام‌دارانتان به اشتراک بگذارید تا آن‌ها از جهت‌گیری سازمانتان اطلاع داشته باشند. مخفی کردن این اطلاعات باعث ایجاد ناهماهنگی بین تیم‌ها می‌شود. به فیدبک‌ها و سؤالات گوش کنید تا بتوانید نحوه برقراری ارتباط با اهداف KPI های خود را شناسایی و اصلاح کنید.

✓ به طور مداوم شاخص عملکرد خود را بررسی کنید

لازم است که شاخص‌های کلیدی عملکرد خود را به طور مداوم بررسی کنید. شاخص‌های کلیدی عملکرد خود را از دو منظر بررسی کنید (1) میزان پیشرفت تان در انجام شاخص‌های کلیدی عملکرد و (2) تعیین اثربخشی شاخص‌های کلیدی عملکرد. (اگر هیچ پیشرفتی ندارید، ممکن است هدف شاخص‌های کلیدی عملکرد خود را از دست داده باشید و زمان آن رسیده است که آن را تکرار کنید).

✓ شاخص‌های کلیدی عملکرد قابل اجرا را ایجاد کنید

از ۵ مرحله زیر برای ایجاد شاخص‌های کلیدی عملکرد قابل اجرا، پیروی کنید:

۱. اهداف تجاری را بررسی کنید

به خاطر داشته باشید که شاخص‌های کلیدی عملکرد ثابت نیستند. همان‌طور که کسب و کار شما تکامل پیدا می‌کند باید شاخص‌های کلیدی عملکرد هم تکامل پیدا کنند.

۲. عملکرد فعلی خود را تجزیه و تحلیل کنید

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۸۵

آیا اهدافی که قابل دستیابی هستند را تعیین می‌کنید؟ تجزیه و تحلیل عملکرد شما برای درک زمینه‌های موفقیت و زمینه‌های بهبود حائز اهمیت هستند. به تاریخچه داده‌های عملکردی خود نگاه کنید تا با استفاده از آنها مبنایی برای آنچه که در گذشته انجام داده‌اید را داشته باشید.

۳. اهداف کوتاه مدت و بلند مدت شاخص‌های کلیدی عملکرد را تعیین کنید

اهداف بلند مدت خود (چه به طور فصلی چه به طور سالانه) تنظیم کنید و بعد برای شناسایی نقاط عطف (یا اهداف کوتاه مدتی) که باید در طول مسیر به آن‌ها دست پیدا کنید؛ به عقب برگردید. به این ترتیب می‌توانید به طور مستمر در حین کار به سمت اهداف بزرگ‌ترتان حرکت کنید، ارزیابی‌ها را دوباره انجام دهید و مسیر خود را تغییر دهید.

۴. با تیم خود اهدافتان را بررسی کنید

کار تیمی باعث می‌شود که رؤیایها به واقعیت تبدیل شوند. این یک ضرب‌المثل قدیمی است اما در مورد امروز هم صادق است. مهم است که همه تیم از اهداف اطلاع داشته باشند؛ بنابراین همه شما برای رسیدن به یک هدف نهایی با هم کار می‌کنید.

۵. بررسی پیشرفت و تنظیم مجدد

بررسی کردن وضعیتتان را به یک عادت تبدیل کنید KPI. ها تنظیم و فراموش نمی‌شوند. به طور منظم عملکرد و ارتباط KPI خود را بررسی کنید و هنگامی که این کار، عادت شد؛ بررسی‌ها هر بار ساده‌تر از قبل می‌شود.

۴-۱-۴- نحوه اندازه‌گیری شاخص عملکرد

یکی از راه‌های اندازه‌گیری شاخص عملکرد استفاده از قالب SMART است. اما قالب اسمارت چیست؟ این کلمه مخفف:

Specific, Measure, Attainable, Relevant, Timeframe = SMART

آیا هدف شما مشخص^۱ است؟

آیا می‌توانید میزان پیشرفت در رسیدن به اهداف خود را اندازه‌گیری کنید^۲؟

1. specific

2. measure

آیا هدف به طور واقع بینانه قابل دستیابی^۱ است؟

هدف شما چقدر به سازمانتان ربط^۲ دارد؟

مدت زمان لازم^۳ برای رسیدن به این هدف چقدر است؟

اگر می‌خواهید قالب SMART را توسعه دهید، می‌توانید با اضافه کردن ارزیابی^۴ و ارزیابی مجدد^۵ به مراحل اندازه‌گیری؛ آن را هوشمندتر کنید. شاخص‌های کلیدی عملکرد نباید یک‌باره انجام شوند، شما باید به طور مداوم شاخص‌های کلیدی عملکرد خود را ارزیابی کنید تا مطمئن شوید که آن‌ها قابل دستیابی و در مسیر درست هستند.

۴-۱-۵- انواع شاخص‌های کلیدی عملکرد

۱- شاخص متوسط زمان بین خرابی‌ها^۶ یا MTBF

یکی از شاخص‌های کلیدی معتبر در دنیای نگهداری و تعمیرات شاخص متوسط زمان بین خرابی‌ها است که قابلیت اطمینان تجهیز را مورد سنجش قرار می‌دهد. خرابی‌های تصادفی (توقف‌های برنامه‌ریزی نشده)، از جمله شکست‌های ناشی از خرابی‌های نرم‌افزاری و نقص‌های ساخت را در نظر می‌گیرد. در این شاخص خرابی‌هایی که تجهیز را از سرویس‌دهی خارج نمی‌کند در نظر گرفته نمی‌شود.

از آنجایی که نتیجه شاخص متوسط زمان بین خرابی‌ها، زمان سپری شده بین هر خرابی را نشان می‌دهد، به صورت واحدهای زمانی (ساعت، روز، هفته یا ماه) اندازه‌گیری می‌شود. هر چه متوسط زمان بین خرابی‌ها عدد بزرگ‌تری را نشان دهد، تجهیز از درجه قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار است.

1. attainable
2. relevant
3. timeframe
4. evaluate
5. re-evaluate
6. mean time between failures

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۸۷

برای محاسبه، باید کل زمان خرابی تجهیز را از کل زمان کار آن کم کنید. و سپس آن را بر تعداد خرابی‌های آن تقسیم کنید.

$$\text{شاخص MTBF} = \frac{\text{کل زمان کارکرد تجهیز} - \text{کل زمان خرابی تجهیز}}{\text{تعداد خرابی‌ها}}$$

(میانگین زمان بین خرابی‌ها)

شکل ۴-۱- فرمول محاسبه متوسط زمان بین خرابی‌ها

کل زمان کار ممکن است ۲۴ ساعت یا دوره‌ای باشد که در طی آن تجهیزات کار می‌کنند. کل زمان خرابی شامل تمام زمان از دست رفته تا زمانی است که دوباره تجهیز راه اندازی شود. در این مورد، میانگین جهانی با توجه به نوع تجهیزات یا نوع صنعت و کسب‌وکار متفاوت است. با این وجود، باید تا حد امکان عدد متوسط زمان بین خرابی‌ها بالا باشد. با گذشت زمان، اعداد این شاخص را با نتایج قبلی مقایسه کنید تا ببینید افزایش می‌یابد یا خیر تا اقدامات برای بهینه‌سازی‌ها را اجرایی کنید.

۲- شاخص متوسط زمان تعمیر^۱ یا MTTR

شاخص متوسط زمان تعمیر به معنی متوسط زمان تعمیر تجهیز است، یکی دیگر از شاخص‌های کلیدی عملکرد رایج در دنیای نگهداری و تعمیرات است. می‌توان این شاخص را برای یک دارایی فیزیکی یا تجهیز، یک ماشین، یک جزء واحد یا یک سیستم کامل اعمال کرد. شاخص متوسط زمان تعمیر زمانی را محاسبه می‌کند، که تیم شما برای مداخله یا انجام تعمیرات اصلاحی پس از وقوع یک خرابی لازم دارد.

در شاخص متوسط زمان تعمیر، عدد کم‌تر بهتر است. شاخص متوسط زمان تعمیر به شکلی به عنوان محرکی برای تصمیم‌گیری‌هایی عمل می‌کند که منجر به حداکثر سود و حداقل ریسک می‌شود.

برای محاسبه متوسط زمان تعمیر باید کل زمان صرف شده برای تعمیرات پس از هر خرابی در یک دوره زمانی مشخص را در نظر بگیرید. پس از دریافت پاسخ، آن را بر میزان خرابی‌های گزارش شده در همان بازه زمانی تقسیم کنید.

$$\text{شاخص MTTR} = \frac{\text{کل زمان صرف شده نگهداری و تعمیرات بر روی یک تجهیز}}{\text{تعداد دفعات تعمیرات}} \\ \text{(میانگین زمان تعمیر)}$$

شکل ۴-۲- فرمول محاسبه متوسط زمان تعمیر

به این ترتیب، می‌توانید مدت زمانی (بر حسب ساعت، روز، هفته یا ماه) که یک تجهیز مشخص از کار افتاده است را تخمین بزنید و همچنین برای جلوگیری از تکرار آن اقدامات لازم را انجام دهید.

۳- شاخص اثربخشی کلی تجهیزات^۱ یا OEE

شاخص اثربخشی کلی تجهیزات یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی نگهداری و تعمیرات است. شاخصی که اثربخشی کلی تجهیز را اندازه‌گیری می‌کند، و به مدیران و راهبران کسب‌وکار این امکان را می‌دهد تا متوجه کارآمدی یا عدم کارآمدی فرایندهایی که ایجاد کرده‌اند بشوند. به عنوان یک استاندارد پذیرفته‌شده است و هدف آن کسب عدد شاخص ۷۷ درصد یا بالاتر برای اثربخشی کلی تجهیزات است.

یکی از مزایای مهم محاسبه اثربخشی کلی تجهیزات، یافتن تعداد دفعاتی است که تجهیزات برای کار در دسترس هستند. با این شاخص متوجه خواهیم شد که فرایند تولید چقدر سریع است. فرمول این شاخص بسیار ساده است. برای محاسبه اثربخشی کلی تجهیزات، دسترسی پذیری، عملکرد و کیفیت تجهیز یا دارایی فیزیکی را باید با یکدیگر ضرب کنید. همانطور که پیشتر ذکر شد، براساس زمان توقف و آماده‌بکاری، عدد دسترسی‌پذیری تجهیز را تعیین می‌کنیم. عملکرد نیز با مقایسه تولید فعلی با پیش‌بینی‌ها محاسبه می‌شود. در نهایت، کیفیت از کل تولید منهای تولید معیوب در یک نمونه معین حاصل می‌شود.

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۸۹

$$\text{کیفیت} \times \text{عملکرد} \times \text{دسترسی‌پذیری} = \text{شاخص OEE}$$

(اثربخشی کلی تجهیزات)

شکل ۴-۳- فرمول محاسبه اثر بخشی تجهیزات

اگرچه میانگین جهانی برای این شاخص ۷۷ درصد است، اما سازمان‌هایی که در سطح جهانی رقابت می‌کنند این شاخص را در بازه عددی بین ۸۵ تا ۹۹ درصد نگه می‌دارند.

۴- شاخص مجموع عملکرد موثر تجهیزات^۱ یا TEEP

مجموع عملکرد موثر تجهیزات یکی از چندین شاخصی است که برای سنجش بهره‌وری تولید استفاده می‌شود. در حالی که این شاخص کامل تئوری است اما می‌تواند شاخص بسیار مفیدی برای پشتیبانی و حمایت از تصمیم‌گیری‌های استراتژیک توسط سطح مدیریت ارشدی باشد که به دنبال بهبود کارایی عملیاتی است.

شاخص مجموع عملکرد موثر تجهیزات یک معیار عملکردی که اطلاعاتی را در مورد ظرفیت واقعی عملیات تولید ارائه می‌دهد. این شاخص، هم شامل اتلاف‌های تجهیزات است و هم، شامل اتلاف‌های برنامه‌ریزی است.

اگر بخواهیم دو شاخص اثربخشی کلی تجهیزات و مجموع عملکرد موثر تجهیزات را به طور خلاصه با هم مقایسه کنیم به این موارد باید اشاره کنیم: شاخص اثربخشی کلی تجهیزات: درصد زمان تولید برنامه‌ریزی شده را که واقعاً مولد است اندازه‌گیری می‌کند.

شاخص مجموع عملکرد موثر تجهیزات: درصد تمام زمان‌های تولید را که واقعاً موثر هستند اندازه‌گیری می‌گیرد.

$$\text{میزان استفاده} \times \text{کیفیت} \times \text{عملکرد} \times \text{دسترسی‌پذیری} = \text{شاخص TEEP}$$

(مجموع عملکرد موثر تجهیزات)

شکل ۴-۴- فرمول محاسبه مجموع عملکرد موثر تجهیزات

اگر امتیاز شاخص TEEP شما ۱۰۰٪ باشد، نشان گر این است که شما قطعات و محصول خوبی را با حداکثر سرعت ممکن، بدون توقف، در تمام ساعات شبانه روز (۷/۲۴) تولید کرده اید. به عبارت دیگر، شما هیچ ضرر و زیان و اتلاف برنامه‌ای و هیچ ضرر و اتلافی از ناحیه OEE خود نداشته اید.

۵- شاخص زمان توقف تجهیز یا Downtime

این شاخص نگهداری و تعمیرات، قابلیت اطمینان تجهیز را ردیابی، پایش و ارزیابی می‌کند. زمان توقف تجهیز، کل زمانی را که تجهیز در دسترس نبوده است و یا اصطلاحاً آفلاین بوده است را ردیابی می‌کند؛ به این معنی که یک رخداد ناخواسته برای تجهیز رخ داده است و به شکلی از مداخله نیاز دارد. خواه در حال حاضر یک برنامه نگهداری و تعمیرات برای آن تجهیز وجود داشته باشد یا خیر می‌توان از این شاخص استفاده کرد. این شاخص همچنین متغیری از نگهداری و تعمیرات بابرنامه است که در ادامه به آن می‌پردازیم.

هدف شما برای شاخص زمان توقف تجهیز باید ۱۰ درصد یا رقمی زیر آن باشد. این بدان معناست که دارایی باید در حدود ۹۰ درصد مواقع کاملاً عملیاتی باشد (که به آن «آپتایم یا آماده‌بکاری» نیز گفته می‌شود تا تولید متوقف نشود. فقدان زیرساخت مناسب و نظارت، پایش و برنامه‌ریزی نامناسب معمولاً عامل افزایش درصد خاموشی تجهیزات در سازمان‌ها است.

این شاخص می‌تواند به شما کمک کند تا یک استراتژی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را با هدف پایین نگه داشتن زمان توقف تجهیزات به میزان کمتر از حد متوسط و همچنین به حداقل رساندن تأثیر توقف‌های برنامه‌ریزی نشده تجهیزات ایجاد کنید. به یاد داشته باشید که وقتی یک تجهیز کار نمی‌کند، خروجی‌ای نیز وجود ندارد؛ که این موضوع در نهایت منجر به ضرر می‌شود.

۶- شاخص عقب افتادگی نگهداری و تعمیرات^۱

عقب افتادگی نگهداری و تعمیرات یک شاخص زمانی است که می‌توان آن را معادل تاخیرهای نگهداری و تعمیرات دانست. این شاخص شامل جمع آوری فعالیت‌های معلق و برنامه‌ریزی شده برای هر تکنسین است به عبارت دیگر، عقب ماندگی یا تاخیر زمان مورد نیاز برای اجرای یک دستور کار واکنشی، پیشگیرانه یا پیش‌بینانه، کنترل کیفیت و بهبود یا هر فعالیت دیگری که باعث ارتقای

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۹۱

عملکرد مطلوب تجهیز می‌شود. برای محاسبه این شاخص، باید تمام گردش کار در برنامه‌ریزی و کنترل نگهداری و تعمیرات را در نظر داشت.

مقدار این شاخص برابر است با مجموع مقادیر نفر-ساعت برای دستورکارهای برنامه‌ریزی شده، در انتظار تکمیل و تکمیل شده، که مجموع آن‌ها تقسیم بر کل ساعت کار نیروی کار موجود می‌شود. فقط به این نکته توجه داشته باشید زمان مولد را برای هر تکنسین را در نظر بگیرید، زیرا آنها دستورکارها را به صورت ۱۰۰ درصد انجام نمی‌دهند!

از آنجایی که این شاخص زمان را اندازه‌گیری می‌کند، نتیجه باید به عنوان مثال در واحدهایی مثل ساعت، روز، هفته یا ماه ارائه شود.

۷- شاخص درصد نگهداری و تعمیرات بابرنامه^۱ یا PMP

شاخص درصد نگهداری و تعمیرات بابرنامه یا برنامه ریزی شده، زمان صرف شده برای فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده (نگهداشت، تعمیرات یا تعویض قطعه) یک تجهیز را محاسبه می‌کند. این شاخص نگهداری و تعمیرات مستقیماً با برنامه نت پیشگیرانه سازمان مرتبط است. در این شاخص ما باید اثربخشی، انطباق و نحوه انجام هر فعالیت و همچنین زمان لازم برای تکمیل آن را در نظر بگیریم و سپس، به سادگی کل ساعات نگهداری و تعمیرات بابرنامه را بر کل ساعات صرف‌شده نگهداشت (مجموع نگهداشت بابرنامه و بدون برنامه) تقسیم کنیم. نتیجه را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم تا به درصد برسیم.

$$\text{شاخص PMP} = \frac{\text{ساعات صرف‌شده نگهداری و تعمیرات بابرنامه}}{\text{کل ساعات صرف‌شده نگهداری و تعمیرات}} \times 100$$

(درصد نگهداری و تعمیرات بابرنامه)

شکل ۴-۵- فرمول محاسبه شاخص درصد نگهداری و تعمیرات بابرنامه

نتیجه این شاخص میزان اثربخشی اقدامات و همچنین عملکرد و موفقیت اقدامات نگهداشت در هر بخش را به نمایش می‌گذارد. برای مطابقت با ارقام میانگین جهانی، این شاخص باید حدود ۸۵ درصد یا بالاتر باشد. یعنی ۸۵ درصد فعالیت‌های نگهداشت هر سازمان باید صرف امور از قبل

۹۲ نگهداری و تعمیرات کلید موفقیت در صنعت

برنامه‌ریزی شده باشد و تنها ۱۵ درصد یا کمتر از اقدامات مربوط به فعالیت‌های اضطراری و بدون برنامه باشد.

۸- شاخص انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت^۱ یا PMC

شاخص میزان انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت را نمی‌توان در فهرست مهم‌ترین شاخص‌های نگهداری و تعمیرات قرار داد. زیرا این شاخص به طور خلاصه، میزان انطباق فعالیت‌های نگهداشت شما را با برنامه‌ای که طرح‌ریزی کرده‌اید، تحلیل می‌کند.

حتی بیش از آن، این شاخص اثربخشی و تعهدی که تکسین‌ها و مدیران در انجام وظایف برنامه‌ریزی شده خود دارند را نشان می‌دهد. میزان انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت به عنوان یک شاخص کلیدی نگهداری و تعمیرات، عملکرد کل تیم، از تصمیم‌گیران گرفته تا افرادی که هر روز با برنامه نگهداشت سروکار دارند را اندازه‌گیری می‌کند.

برای به دست آوردن شاخص انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت باید تعداد اقدامات و کارهای انجام شده را بر تعداد کارها و اقدامات با برنامه تقسیم و نتیجه را ضرب در ۱۰۰ کرد تا درصد میزان انطباق با برنامه نگهداشت به دست بیاید. میزان انطباق ایده‌آل باید ۹۰ درصد یا بیشتر باشد.

$$\text{شاخص PMC} = \frac{\text{تعداد وظایف و اقدامات انجام شده}}{\text{تعداد وظایف و اقدامات برنامه‌ریزی شده}} \times 100$$

(میزان انطباق با برنامه نگهداشت)

شکل ۴-۶- فرمول محاسبه شاخص انطباق با زمان‌بندی و برنامه نگهداشت

استفاده از این شاخص و اطمینان از قرار گرفتن آن در حد متوسط (یا بالاتر) به این معنی است که بهره‌وری بالا است و حداقلی از ریسک خرابی و زیان وجود دارد.



شکل ۴-۷- شاخص‌های کلیدی عملکرد موجب افزایش بهره‌وری و جلوگیری از انحراف مجموعه از اهداف خود می‌گردد

۴-۱-۶- تحلیل نتایج

تحلیل نتایج شاخص‌های کلیدی نگهداری به مدیران این امکان را می‌دهد که نقاط قوت و ضعف فرآیندهای نگهداری را شناسایی کنند. با بررسی روندهای تاریخی شاخص‌های کلیدی نگهداری، سازمان‌ها می‌توانند تصمیمات بهتری برای بهبود عملکرد اتخاذ کنند. همچنین این شاخص‌ها می‌توانند به عنوان ابزارهای پیش‌بینی برای شناسایی مشکلات احتمالی قبل از وقوع آن‌ها عمل کنند.

اهمیت تحلیل نتایج

شناسایی مشکلات: تحلیل دقیق شاخص‌های کلیدی نگهداری می‌تواند مشکلات پنهان را شناسایی کند که ممکن است بر کارایی تأثیر بگذارد.

پیش‌بینی روندها: با تحلیل داده‌ها، سازمان‌ها قادر خواهند بود روندهای آینده را پیش‌بینی کرده و اقدامات پیشگیرانه انجام دهند.

تصمیم‌گیری مبتنی بر داده: استفاده از شاخص‌های کلیدی نگهداری به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات خود را بر اساس داده‌های واقعی اتخاذ کنند.

۴-۱-۷- چالش‌های پیاده‌سازی KPI ها

پیاده‌سازی شاخص‌های کلیدی عملکرد در نگهداری و تعمیرات با چالش‌های متعددی مواجه است که می‌تواند بر کارایی و اثربخشی این فرایندها تأثیر منفی بگذارد. در زیر به برخی از این چالش‌ها اشاره می‌شود:

- ✓ عدم دسترسی به داده‌های دقیق و به‌روز
- ✓ کاهش بودجه و محدودیت منابع
- ✓ نبود نیروی انسانی ماهر
- ✓ عدم توانایی در پیش‌بینی خرابی‌ها
- ✓ مقاومت در برابر تغییر

برای غلبه بر این چالش‌ها، سازمان‌ها باید بر روی جمع‌آوری داده‌های دقیق، آموزش نیروی انسانی، تأمین منابع مالی مناسب و ایجاد فرهنگ پذیرش تغییر تمرکز کنند. با توجه به اهمیت شاخص‌های کلیدی عملکرد در بهبود عملکرد نگهداری و تعمیرات، توجه به این چالش‌ها می‌تواند به افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها کمک کند.

۴-۲- بهبود مستمر در فرایندهای نگهداری

۴-۲-۱- روش‌های بهبود مستمر

بهبود مستمر در فرایندهای نگهداری و تعمیرات (نت) به عنوان یک استراتژی اساسی برای افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت خدمات شناخته می‌شود. این رویکرد به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با شناسایی و حذف نقاط ضعف موجود در سیستم‌های نگهداری، عملکرد کلی خود را ارتقاء دهند. در این قسمت، به بررسی روش‌های مختلف بهبود مستمر در فرایندهای نگهداری و تعمیرات خواهیم پرداخت و مثال‌هایی از پیاده‌سازی موفق این روش‌ها در سازمان‌های مختلف ارائه خواهیم کرد.

• آموزش پرسنل:

آموزش مداوم کارکنان در زمینه‌های فنی و مدیریتی نقش بسزایی در افزایش کارایی فرایندهای نگهداری دارد. برای مثال، یک شرکت نفتی ممکن است دوره‌های آموزشی برای تکنسین‌های خود برگزار کند تا آن‌ها با جدیدترین فناوری‌ها و روش‌های نگهداری آشنا شوند. این آموزش‌ها می‌توانند

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۹۵

شامل کارگاه‌های عملی باشند که کارکنان را قادر می‌سازد تا مهارت‌های خود را تقویت کنند و مشکلات را سریع‌تر شناسایی کنند.

• تحلیل خرابی‌ها:

تجزیه و تحلیل دقیق خرابی‌ها و ثبت سوابق آن‌ها به شناسایی الگوهای خرابی کمک می‌کند. برای مثال، اگر یک ماشین خاص بارها دچار خرابی مشابهی شود، تجزیه و تحلیل داده‌ها ممکن است نشان دهد که یک قطعه خاص نیاز به تعویض مکرر دارد. با شناسایی چنین الگوهایی، سازمان می‌تواند اقداماتی مانند تغییر طراحی یا انتخاب قطعات با کیفیت بالاتر را انجام دهد.

• استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری: (CMMS)

نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری ابزارهایی کارآمد برای مدیریت فعالیت‌های نگهداری هستند. این نرم‌افزارها امکان برنامه‌ریزی، پیگیری و تحلیل داده‌های مربوط به نگهداری را فراهم می‌کنند که منجر به تصمیم‌گیری بهتر و کاهش زمان توقف تجهیزات می‌شود. برای مثال، یک کارخانه تولیدی با استفاده از مدیریت نگهداری قادر خواهد بود تا تمامی فعالیت‌های نگهداری را ثبت کرده و تاریخچه‌ای از تعمیرات انجام شده داشته باشد که این اطلاعات کمک می‌کند تا برنامه‌های پیشگیرانه موثرتری طراحی شوند.

• روش‌های نگهداری پیشگیرانه:

اجرای برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه که شامل بازرسی‌های منظم، تعویض قطعات و تعمیرات جزئی است، می‌تواند از بروز خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کند. برای نمونه، یک شرکت تولید کننده خودرو ممکن است برنامه‌ای برای بازرسی هفتگی تجهیزات خود داشته باشد تا اطمینان حاصل کند که همه چیز در شرایط مطلوب قرار دارد و هیچ نشانه‌ای از خرابی وجود ندارد.

• فرهنگ مشارکت:

ایجاد یک فرهنگ مشارکت در سازمان که در آن کارکنان تشویق شوند تا نظرات و پیشنهادات خود را ارائه دهند، می‌تواند منجر به شناسایی بهتر نقاط ضعف و ارائه راهکارهای نوآورانه شود. برای مثال، یک شرکت فناوری اطلاعات ممکن است جلسات ماهانه‌ای برگزار کند که در آن کارکنان بتوانند ایده‌های خود را برای بهبود فرایندها مطرح کنند. این نوع مشارکت نه تنها باعث افزایش انگیزه کارکنان می‌شود بلکه ایده‌های جدیدی نیز برای حل مشکلات موجود ارائه خواهد داد.

• روش شش سیگما

شش سیگما یک رویکرد مدیریتی است که بر کاهش نوسانات و بهبود کیفیت فرایندها تمرکز دارد. این روش با استفاده از داده‌ها و تحلیل‌های آماری، به شناسایی و حذف علل اصلی مشکلات کمک می‌کند.

شش سیگما شامل مراحل زیر است:

- تعریف: (Define) شناسایی مشکلات و تعیین اهداف پروژه.
- اندازه‌گیری: (Measure) جمع‌آوری داده‌های مربوط به فرایندها.
- تحلیل: (Analyze) تجزیه و تحلیل داده‌ها برای شناسایی علل ریشه‌ای مشکلات.
- بهبود: (Improve) توسعه راهکارهایی برای بهبود فرایندها.
- کنترل: (Control) نظارت بر نتایج حاصل از تغییرات.

• روش ناب^۲

روش ناب یک رویکرد مدیریتی است که هدف آن حذف اتلاف‌ها و افزایش ارزش برای مشتریان است. اصول کلیدی این روش عبارتند از:

- شناسایی ارزش: تعیین اینکه چه چیزی برای مشتری ارزشمند است.
- شناسایی جریان ارزش: تجزیه و تحلیل مراحل فرایند برای شناسایی اتلاف‌ها.
- ایجاد جریان: اطمینان از اینکه مراحل مختلف فرایند بدون وقفه انجام شوند.
- کشیدن: (Pull) تولید یا ارائه خدمات تنها زمانی انجام شود که نیاز واقعی وجود داشته باشد.
- تکامل مستمر: ترویج فرهنگ بهبود مستمر در سازمان.

• ترکیب شش سیگما و ناب

ترکیب این دو روش که به آن شش سیگما ناب^۳ گفته می‌شود که می‌تواند نتایج بسیار مؤثری در فرایندهای نگهداری ایجاد کند. این رویکرد ترکیبی از تمرکز بر کیفیت (شش سیگما) و حذف اتلاف‌ها (ناب) می‌باشد تا کارایی کلی فرایندها را افزایش دهد.

1. Six Sigma
2. Lean
3. Lean Six Sigma

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۹۷

بهبود مستمر در فرآیندهای نگهداری یک نیاز حیاتی برای سازمان‌هایی است که به دنبال افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها هستند. با پیاده‌سازی روش‌هایی مانند چرخه دمینگ، آموزش پرسنل، تحلیل خرابی‌ها، استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری، ایجاد فرهنگ مشارکت، شش سیگما و ناب، سازمان‌ها می‌توانند عملکرد خود را ارتقاء دهند و از مزایای رقابتی بیشتری برخوردار شوند. این رویکرد نه تنها منجر به افزایش عمر تجهیزات می‌شود بلکه کیفیت خدمات ارائه شده را نیز بهبود می‌بخشد.

برای پیاده‌سازی مؤثر روش‌های بهبود مستمر، سازمان‌ها باید فرهنگ بهبود را در بین کارکنان خود ترویج دهند. اقداماتی که می‌تواند به موفقیت این فرآیند کمک کند عبارتند از:

آموزش مداوم کارکنان

ایجاد تیم‌های چندوظیفه‌ای

استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از شاخص‌های کلیدی نگهداری

• چرخه دمینگ^۱ (PDCA)

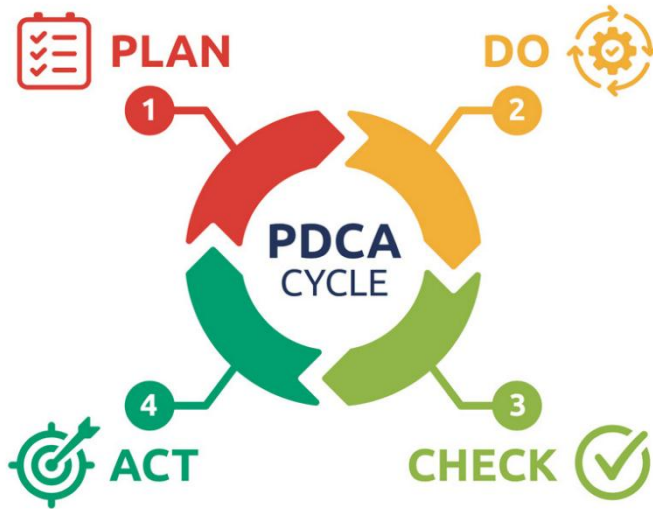
یکی از مهم‌ترین ابزارها برای بهبود مستمر، چرخه دمینگ یا PDCA (برنامه‌ریزی، انجام، بررسی و اقدام) است. همانطور که در شکل ۸-۴ می‌بینید این چرخه شامل چهار مرحله اصلی است:

برنامه‌ریزی (Plan): در این مرحله، مشکلات موجود شناسایی می‌شوند و اهداف بهبود تعیین می‌شوند. برای مثال، یک کارخانه تولیدی ممکن است متوجه شود که زمان توقف تجهیزات افزایش یافته است. بنابراین، هدف آن‌ها می‌تواند کاهش زمان توقف به میزان ۲۰ درصد در شش ماه آینده باشد.

انجام (Do): پس از برنامه‌ریزی، برنامه‌های بهبود اجرا می‌شوند. در مثال کارخانه، ممکن است تیم نگهداری تصمیم بگیرد که یک برنامه نگهداری پیشگیرانه را راه‌اندازی کند که شامل بازرسی‌های منظم و تعویض قطعات مصرفی باشد.

بررسی (Check): در این مرحله، نتایج حاصل از اجرای برنامه‌های بهبود مورد بررسی قرار می‌گیرند. کارخانه باید داده‌های مربوط به زمان توقف تجهیزات را جمع‌آوری کرده و آن‌ها را با اهداف تعیین شده مقایسه کند. اگر زمان توقف کاهش یافته باشد، نشان‌دهنده موفقیت برنامه است.

اقدام (Act): بر اساس نتایج بررسی، تغییرات لازم اعمال می‌شوند. اگر برنامه موفقیت‌آمیز بوده باشد، ممکن است تصمیم گرفته شود که این روش به‌عنوان یک رویه استاندارد در نظر گرفته شود و اگر نتایج رضایت‌بخش نبوده باشد، باید تجزیه و تحلیل بیشتری انجام شود تا علت ناکامی شناسایی شود.



شکل ۴-۸- چرخه دمینگ

۴-۲-۲- چند مثال از سازمان‌های مختلف که این روش‌ها را به‌طور مؤثر پیاده‌سازی کرده‌اند

۱. شرکت جنرال الکتریک (GE)

شرکت جنرال الکتریک یکی از پیشگامان در استفاده از شش سیگما برای بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌ها است. این شرکت با پیاده‌سازی این روش توانسته است تا ۶۰ میلیارد دلار صرفه‌جویی کند. جنرال الکتریک با تحلیل داده‌ها و شناسایی نقاط ضعف در فرآیندهای تولید و نگهداری، اقداماتی

فصل چهارم: بهینه‌سازی عملکرد ۹۹

برای بهبود عملکرد تجهیزات خود انجام داد. به عنوان مثال، با استفاده از داده‌های آماری، این شرکت توانست زمان تعمیرات را کاهش دهد و کارایی تجهیزات را افزایش دهد.

۲. شرکت تویوتا

تویوتا به عنوان یک الگو در پیاده‌سازی روش ناب شناخته می‌شود. این شرکت با استفاده از فلسفه تولید ناب^۱ توانسته است اتلاف‌ها را کاهش دهد و ارزش بیشتری برای مشتریان خود ایجاد کند. تویوتا با شناسایی و حذف مراحل غیرضروری در فرآیند تولید، زمان تولید را کاهش داد و کیفیت محصولات خود را بهبود بخشید. این رویکرد باعث شد تا تویوتا بتواند به سرعت به تغییرات بازار پاسخ دهد و رضایت مشتریان را افزایش دهد.

۳. شرکت فورد

فورد با استفاده از ترکیب روش ناب و شش سیگما (شش سیگما ناب) توانسته است فرآیندهای تولید و نگهداری خود را بهینه‌سازی کند. این شرکت با تجزیه و تحلیل داده‌ها و شناسایی علل ریشه‌ای مشکلات، اقداماتی برای کاهش زمان توقف تجهیزات انجام داد. فورد با اجرای برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه و آموزش کارکنان، موفق شد تا زمان خرابی تجهیزات را کاهش دهد و هزینه‌های تعمیرات را مدیریت کند.

۴. شرکت کاترپیلار^۲

کاترپیلار یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان ماشین‌آلات سنگین است که با پیاده‌سازی شاخص‌های کلیدی عملکرد و روش‌های ناب در فرآیندهای نگهداری خود، موفق به افزایش کارایی شده است. این شرکت با استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد مانند شاخص متوسط زمان بین خرابی‌ها و شاخص متوسط زمان تعمیر توانسته است عملکرد تجهیزات خود را ارزیابی کند و بر اساس آن تصمیمات بهبود مستمر اتخاذ نماید. کاترپیلار همچنین با آموزش کارکنان در زمینه تکنیک‌های ناب، موفق شد تا اتلاف‌ها را کاهش دهد و کیفیت خدمات پس از فروش خود را افزایش دهد.

1. Lean Manufacturing

2. Caterpillar

خلاصه فصل

بهینه‌سازی عملکرد در حوزه نگهداری و تعمیرات نیازمند استفاده مؤثر از شاخص‌های کلیدی عملکرد و روش‌های بهبود مستمر است. با تعریف دقیق شاخص‌های کلیدی نگهداری و تحلیل نتایج آن‌ها، سازمان‌ها قادر خواهند بود تا نقاط ضعف خود را شناسایی کرده و فرآیندهای خود را به طور مستمر بهبود بخشند. همچنین، پیاده‌سازی روش‌های بهبود مستمر می‌تواند به افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها کمک کند.

این فصل بر اهمیت اندازه‌گیری و تحلیل در فرآیندهای نگهداری تأکید دارد و نشان می‌دهد که چگونه با استفاده از داده‌ها و تکنیک‌های مناسب می‌توان عملکرد سازمان را بهینه نمود.

استانداردهایی که KPI ها را تعریف می‌کنند، شامل موارد زیر هستند:

ISO 9001 استاندارد بین‌المللی برای سیستم‌های مدیریت کیفیت که بر اهمیت اندازه‌گیری عملکرد و استفاده از KPI ها تأکید دارد.

ISO 55000 استاندارد برای مدیریت دارایی‌ها که به تعریف و استفاده از KPI ها در فرآیندهای نگهداری و تعمیرات می‌پردازد.

APM (Asset Performance Management) چارچوبی برای مدیریت عملکرد دارایی‌ها که شامل استفاده از KPI ها برای ارزیابی و بهبود کارایی دارایی‌ها است.

PMBOK (Project Management Body of Knowledge) راهنمای مدیریت پروژه که به اهمیت KPI ها در ارزیابی موفقیت پروژه‌ها اشاره دارد.

Lean Six Sigma رویکردی ترکیبی برای بهبود فرآیندها که بر استفاده از KPI ها برای اندازه‌گیری و تحلیل کارایی تأکید می‌کند.

فصل پنجم چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات

این فصل به بررسی موانع و فرصت‌های موجود در این حوزه حیاتی می‌پردازد که نقش کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات و کاهش هزینه‌های عملیاتی ایفا می‌کند. با پیشرفت فناوری و تغییرات سریع در صنایع، مدیریت نگهداری و تعمیرات با چالش‌های جدیدی همچون کمبود نیروی متخصص، استفاده ناکارآمد از داده‌ها و نیاز به استانداردهای فرآیندها مواجه است. در عین حال، ظهور فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیا^۱ یا IoT و هوش مصنوعی^۲ یا AI افق‌های جدیدی را برای بهبود کارایی و پیش‌بینی خرابی‌ها فراهم کرده است. این فصل به تحلیل دقیق این چالش‌ها و آینده‌ای که فناوری می‌تواند برای مدیریت نگهداری و تعمیرات رقم بزند، خواهد پرداخت. هدف ما ارائه بینشی جامع از وضعیت کنونی و راهکارهای مؤثر برای سازگاری با تغییرات آینده است.

۵-۱ - چالش‌های موجود در نگهداری و تعمیرات

در بخش چالش‌های موجود در نگهداری و تعمیرات به بررسی موانع و مشکلاتی می‌پردازیم که سازمان‌ها در مدیریت مؤثر این فرآیندها با آن‌ها روبرو هستند. از برنامه‌ریزی ناکافی و کمبود نیروی متخصص تا استفاده ناکارآمد از داده‌ها و فناوری‌های قدیمی، هر یک از این چالش‌ها می‌تواند

1. Internet Of Things

2. Artificial Intelligence

تأثیرات منفی بر کارایی و هزینه‌های عملیاتی داشته باشد. در این بخش، به تحلیل دقیق این چالش‌ها و ارائه راهکارهای ممکن برای غلبه بر آن‌ها خواهیم پرداخت. هدف ما شناسایی نقاط ضعف موجود و پیشنهاد راه‌حل‌هایی برای بهبود فرآیندهای نگهداری و تعمیرات است.

۵-۱-۱- برنامه‌ریزی ناکافی

برنامه‌ریزی مؤثر برای نگهداری پیشگیرانه یکی از کلیدی‌ترین عوامل در تأمین عملکرد بهینه تجهیزات است. عدم وجود یک سیستم مناسب برای زمان‌بندی و اجرای تعمیرات می‌تواند منجر به توقف‌های ناخواسته و افزایش هزینه‌های عملیاتی شود. این وضعیت می‌تواند به شرایط بحرانی منجر شود که سازمان مجبور به انجام تعمیرات اضطراری می‌شود، که این امر نه تنها هزینه‌ها را افزایش می‌دهد بلکه بر کیفیت خدمات و محصولات نیز تأثیر منفی می‌گذارد.

مثال: در یک کارخانه تولیدی، اگر برنامه‌ریزی نگهداری پیشگیرانه به درستی انجام نشود، ممکن است یک ماشین‌آلات حیاتی به طور ناگهانی خراب شود. این خرابی نه تنها باعث توقف خط تولید می‌شود، بلکه هزینه‌های اضافی برای تعمیرات اضطراری و از دست رفتن تولید را نیز به همراه دارد. برای مثال، یک کارخانه خودروسازی که نتواند زمان‌بندی مناسبی برای بررسی و تعمیر ماشین‌آلات خود داشته باشد، ممکن است با خرابی ناگهانی یک دستگاه مونتاژ مواجه شود که منجر به تأخیر در تحویل محصولات به مشتریان می‌شود.

راهکار

- استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری^۱ می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا زمان‌بندی دقیق‌تری برای تعمیرات داشته باشند و از بروز خرابی‌های ناخواسته جلوگیری کنند. این نرم‌افزارها می‌توانند اطلاعات دقیقی از تاریخچه تعمیرات، زمان‌های پیش‌بینی شده برای نگهداری و همچنین وضعیت فعلی تجهیزات ارائه دهند.

- برگزاری جلسات منظم برای بررسی برنامه‌های نگهداری و اصلاح آن‌ها بر اساس نیازهای واقعی تجهیزات نیز می‌تواند مؤثر باشد.

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۰۳

● توسعه برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه سازمان‌ها باید برنامه‌هایی برای بررسی منظم تجهیزات و انجام تعمیرات پیشگیرانه تدوین کنند، که شامل تعیین زمان‌بندی مشخص برای هر نوع بازرسی و تعمیر باشد.

۵-۱-۲- کمبود نیروی متخصص

جذب و حفظ نیروی انسانی متخصص در زمینه نگهداری و تعمیرات یکی از چالش‌های اساسی است. نیروی انسانی با تجربه و آموزش‌دیده برای انجام تعمیرات پیچیده ضروری است، اما این افراد معمولاً کمیاب و پرهزینه هستند. کمبود نیروی متخصص می‌تواند باعث افزایش بار کاری بر روی کارکنان موجود شود که ممکن است منجر به خستگی، کاهش کیفیت کار و در نهایت ترک شغل آن‌ها شود.

مثال: در صنعت نفت و گاز، تکنسین‌های متخصص برای تعمیر و نگهداری تجهیزات پیچیده‌ای که در شرایط سخت کار می‌کنند، بسیار مورد نیاز هستند. کمبود این نیروی انسانی می‌تواند منجر به تأخیر در پروژه‌ها و افزایش هزینه‌ها شود. برای مثال، اگر یک میدان نفتی نیاز به تعمیرات فوری داشته باشد اما نیروی متخصص کافی در دسترس نباشد، ممکن است تولید نفت کاهش یابد که این امر نه تنها بر درآمد شرکت تأثیر منفی می‌گذارد بلکه ممکن است باعث از دست رفتن فرصت‌های تجاری نیز شود.

راهکار

سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های کارکنان می‌تواند به جذب و حفظ نیروی متخصص کمک کند. همچنین، ایجاد برنامه‌های مشوق برای تکنسین‌ها می‌تواند انگیزه بیشتری برای ماندن در سازمان ایجاد کند. برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و فراهم کردن فرصت‌هایی برای پیشرفت شغلی نیز می‌تواند به جذب استعدادهای جدید کمک کند. علاوه بر این، همکاری با دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی برای تربیت نیروی کار متخصص نیز می‌تواند راهگشا باشد. ایجاد انگیزه برای ماندن کارکنان، از طریق برنامه‌های مشوق مالی یا غیرمالی می‌تواند مؤثر باشد.



شکل ۵-۱. نیروی انسانی با تجربه و آموزش دیده برای انجام تعمیرات ضروری است

۵-۱-۳- استفاده ناکارآمد از داده‌ها

بسیاری از سازمان‌ها به دلیل عدم جمع‌آوری و تحلیل صحیح داده‌های مربوط به عملکرد تجهیزات، قادر به پیش‌بینی مشکلات و بهینه‌سازی فرآیندها نیستند. این موضوع می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌ها و کاهش بهره‌وری شود. عدم استفاده مؤثر از داده‌ها همچنین ممکن است باعث ایجاد نارضایتی بین کارکنان شود زیرا آن‌ها احساس خواهند کرد که اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری صحیح را ندارند.

مثال: یک شرکت تولید خودرو که داده‌های مربوط به عملکرد ماشین‌آلات خود را جمع‌آوری نمی‌کند، ممکن است متوجه نشود که یک دستگاه خاص به طور مکرر دچار خرابی می‌شود. عدم شناسایی این الگوها می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تعمیرات و کاهش کیفیت محصول نهایی شود. اگر یک خط تولید خودرو نتواند الگوهای خرابی را شناسایی کند، ممکن است مجبور شود قطعات معیوب را بارها تعویض کند که این امر نه تنها هزینه بر است بلکه زمان تولید را نیز افزایش می‌دهد.

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۰۵

راهکار: پیاده‌سازی سیستم‌های تحلیل داده می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا الگوهای عملکرد را شناسایی کرده و بر اساس آن تصمیم‌گیری کنند. استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته تحلیل داده نیز می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را ارائه دهد. همچنین، ایجاد فرهنگ جمع‌آوری داده‌ها در بین کارکنان و تشویق آن‌ها به گزارش‌دهی دقیق‌تر می‌تواند کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده را افزایش دهد.

۵-۱-۴- تکنولوژی‌های ناکافی

پیاده‌سازی فناوری‌های نوین مانند سیستم مدیریت نگهداری کامپیوتری و اینترنت اشیا می‌تواند به حل مشکلات موجود کمک کند، اما بسیاری از سازمان‌ها هنوز در استفاده از این فناوری‌ها با چالش‌هایی مواجه هستند. عدم توانایی در پیاده‌سازی فناوری‌های جدید ممکن است باعث عقب ماندگی سازمان نسبت به رقبا شود که این امر تهدیدی جدی برای بقای آن خواهد بود.

مثال:

یک کارخانه بزرگ ممکن است دارای تجهیزات قدیمی باشد که قابلیت اتصال به اینترنت را ندارند. این موضوع مانع از جمع‌آوری داده‌های واقعی در مورد عملکرد تجهیزات می‌شود و بنابراین امکان پیش‌بینی خرابی‌ها وجود ندارد. اگر یک دستگاه قدیمی نتواند اطلاعات مربوط به دما یا فشار را ارسال کند، مدیران نمی‌توانند تشخیص دهند که آیا نیاز به تعمیر دارد یا خیر.

راهکار: سرمایه‌گذاری در ارتقاء تجهیزات و فناوری‌ها می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا از مزایای اینترنت اشیا بهره‌برداری کنند. همچنین، آموزش کارکنان در زمینه استفاده از این فناوری‌ها ضروری است تا آن‌ها بتوانند از امکانات جدید بهره‌برداری کنند. علاوه بر این، همکاری با شرکت‌های فناوری اطلاعات برای توسعه راهکارهای سفارشی نیز می‌تواند مفید باشد.

۵-۱-۵- بوروکراسی داخلی

بوروکراسی حاکم بر فرایندهای سازمانی می‌تواند به عنوان یکی از موانع اصلی در مدیریت مؤثر نگهداری و تعمیرات شناخته شود. این نوع ساختار اداری، که شامل مراحل متعدد تایید و گزارش‌دهی است، می‌تواند مانع از تصمیم‌گیری سریع و مؤثر شود. وجود مراحل اضافی در فرایندها، زمان لازم برای انجام کارها را افزایش می‌دهد و ممکن است باعث ایجاد نارضایتی بین کارکنان شود.

ناکارآمدی بوروکراسی معمولاً ناشی از وجود مراحل غیرضروری و پیچیدگی‌های اضافی در فرایندها است. برای مثال، اگر یک تکنسین نیاز به تأیید چندین مدیر برای انجام یک تعمیر ساده داشته باشد، زمان زیادی صرف خواهد شد تا این تأییدات کسب شود. این تأخیر نه تنها بر بهره‌وری تأثیر منفی می‌گذارد بلکه ممکن است باعث ایجاد نارضایتی بین کارکنان شود که احساس می‌کنند توانایی آن‌ها برای انجام وظایفشان محدود شده است.

یکی دیگر از عوامل تأثیر گذار بوروکراسی افزایش هزینه‌ها است که زمان بیشتری صرف تأمین تأییدات و انجام مراحل غیرضروری می‌گردد که این امر منجر به افزایش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. برای مقابله با این چالش، سازمان‌ها باید فرایندها را ساده‌سازی کنند. بازنگری در ساختار سازمانی و حذف مراحل غیرضروری می‌تواند به تسریع کارها کمک کند. همچنین، تشویق نوآوری و ایجاد فضایی که کارکنان احساس راحتی کنند تا ایده‌های جدید خود را مطرح کنند، می‌تواند منجر به بهبود فرایندها شود.

در نهایت، کاهش اثرات منفی بوروکراسی نیازمند یک فرهنگ سازمانی است که بر اساس اعتماد و همکاری بنا شده باشد تا بتواند کارایی مدیریت نگهداری و تعمیرات را بهبود بخشد.

۵-۱-۶- عدم استانداردسازی فعالیت‌ها

عدم وجود استانداردهای مشخص برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات می‌تواند منجر به ناهماهنگی و کاهش کیفیت کار شود. در بسیاری از سازمان‌ها، نبود یک چارچوب مشخص برای انجام وظایف، باعث می‌شود که هر تکنسین یا کارشناس به شیوه خود عمل کند که این موضوع می‌تواند منجر به بروز خطاهای جدی و افزایش هزینه‌های تعمیرات گردد. به عنوان مثال، اگر یک تکنسین در انجام یک تعمیر خاص از روش‌های غیر استاندارد استفاده کند، ممکن است آسیب بیشتری به تجهیزات وارد کند یا نیاز به تعمیرات مجدد پیدا شود.

استانداردسازی فعالیت‌ها نه تنها باعث افزایش کارایی بلکه موجب کاهش خطاها نیز خواهد شد. با ایجاد دستورالعمل‌های مشخص، کارکنان می‌توانند با اطمینان بیشتری وظایف خود را انجام دهند و این موضوع منجر به افزایش کیفیت کار و رضایت مشتریان خواهد شد. همچنین، استانداردسازی می‌تواند به تسهیل فرایندهای آموزشی کمک کند، زیرا کارکنان جدید می‌توانند به راحتی با رویه‌های مشخص آشنا شوند.

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۰۷

راهکار:

- تدوین دستورالعمل‌های استاندارد: ایجاد دستورالعمل‌های مشخص برای هر نوع فعالیت نگهداری و تعمیرات می‌تواند به کاهش خطاها کمک کند. این دستورالعمل‌ها باید شامل مراحل دقیق انجام کار، ابزار و تجهیزات مورد نیاز، و نکات ایمنی باشند تا کارکنان بتوانند بدون سردرگمی وظایف خود را انجام دهند.

- آموزش کارکنان: آموزش کارکنان درباره استانداردهای جدید نیز ضروری است تا اطمینان حاصل شود که همه افراد با رویه‌های جدید آشنا هستند. برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و کارگاه‌های عملی می‌تواند به تقویت مهارت‌ها و دانش فنی کارکنان کمک کند و آن‌ها را برای مواجهه با چالش‌های روزمره آماده‌تر سازد.

در نهایت، پیاده‌سازی استانداردها و آموزش مداوم کارکنان نه تنها باعث افزایش کارایی و کاهش خطاها خواهد شد بلکه می‌تواند به ایجاد فرهنگ کیفیت در سازمان کمک کند که در آن همه افراد نسبت به اهمیت رعایت استانداردها آگاهی داشته باشند.



شکل ۵-۲- عدم استاندارد سازی برای فعالیت‌های نت باعث کاهش کیفیت کار می‌شود

۵-۱-۷- چالش‌های مالی

چالش مالی یکی دیگر از موانع اصلی در مدیریت نگهداری و تعمیرات است. بسیاری از سازمان‌ها با محدودیت‌های بودجه‌ای مواجه هستند که می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت خدمات نگهداری و

تعمیرات داشته باشد. این محدودیت‌ها ممکن است ناشی از کاهش درآمد، افزایش هزینه‌ها یا اولویت‌های مالی متفاوت در سازمان باشد. در نتیجه، هنگامی که منابع مالی کافی برای انجام تعمیرات پیشگیرانه یا به‌روزرسانی تجهیزات وجود نداشته باشد، سازمان‌ها ممکن است مجبور شوند به تعمیرات اضطراری روی آورند که معمولاً هزینه بیشتری دارد و می‌تواند باعث کاهش کیفیت خدمات و محصولات شود.

علاوه بر این، چالش‌های مالی می‌توانند منجر به کاهش سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و تجهیزات مدرن شوند. این موضوع نه تنها بر کارایی فرآیندهای نگهداری تأثیر می‌گذارد بلکه می‌تواند به افزایش خرابی‌ها و هزینه‌های عملیاتی نیز منجر شود. در واقع، عدم توانایی در تأمین مالی پروژه‌های نگهداری می‌تواند به یک چرخه معیوب منجر شود که در آن کیفیت خدمات کاهش یافته و هزینه‌ها افزایش می‌یابند.

راهکار:

- تحلیل هزینه^۱: انجام تحلیل هزینه برای پروژه‌های نگهداری می‌تواند کمک کند تا تصمیمات مالی هوشمندانه‌تری اتخاذ شوند. این تحلیل‌ها به مدیران اجازه می‌دهند تا مزایا و معایب هر پروژه را بررسی کرده و بهترین گزینه را بر اساس بازگشت سرمایه انتخاب کنند. با این روش، سازمان‌ها می‌توانند منابع مالی خود را به طور مؤثرتری تخصیص دهند و اطمینان حاصل کنند که سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به نتایج مطلوب منجر می‌شوند.

- جذب سرمایه: تلاش برای جذب سرمایه از منابع مختلف مانند سرمایه‌گذاران یا دولت می‌تواند به تأمین مالی پروژه‌های نگهداری کمک کند. این امر ممکن است شامل درخواست برای کمک‌های مالی، اعطای وام یا همکاری با سایر سازمان‌ها باشد. همچنین، ایجاد شراکت‌های استراتژیک با شرکت‌های دیگر یا نهادهای دولتی می‌تواند فرصتی برای تأمین منابع مالی جدید فراهم کند که بهبود وضعیت مالی سازمان را تسهیل خواهد کرد.

در نهایت، مدیریت چالش‌های مالی نیازمند رویکردی جامع و استراتژیک است که شامل تحلیل دقیق هزینه‌ها، جذب منابع جدید و برنامه‌ریزی مؤثر برای استفاده بهینه از منابع موجود باشد. با اتخاذ

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۰۹

این رویکردها، سازمان‌ها می‌توانند بر چالش‌های مالی غلبه کرده و کیفیت خدمات نگهداری و تعمیرات خود را ارتقاء دهند.

چالش‌های موجود در مدیریت نگهداری و تعمیرات نیازمند توجه جدی هستند، اما با استفاده از راهکارهای مناسب، سازمان‌ها می‌توانند بر این چالش‌ها غلبه کنند. آینده این صنعت بستگی به توانایی سازمان‌ها در پذیرش تغییرات تکنولوژیک، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و ایجاد فرهنگ نوآوری دارد تا بتوانند از مزایای فناوری‌های جدید بهره‌برداری کنند.

با توجه به چالش‌هایی که ذکر شد، هر سازمان باید اهداف خاص خود را تعیین کرده و برنامه‌ای متناسب با شرایط خود طراحی کند تا بتواند عملکرد خود را در زمینه نگهداری و تعمیرات ارتقاء دهد.

۵-۲- آینده نگهداری و تعمیرات

آینده نگهداری و تعمیرات به بررسی تحولات و روندهای نوین در این حوزه حیاتی می‌پردازد که به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر فناوری‌های پیشرفته قرار دارد. با ظهور فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان، روش‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات به سرعت در حال تحول هستند. این فناوری‌ها نه تنها امکان پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرایندها را فراهم می‌کنند، بلکه به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا هزینه‌ها را کاهش و کارایی را افزایش دهند.

علاوه بر این، تغییرات در نیازهای مشتریان و فشارهای رقابتی نیز موجب شده است که سازمان‌ها به دنبال راهکارهای نوآورانه‌تری برای بهبود خدمات نگهداری و تعمیرات باشند. این بخش، به تحلیل چالش‌ها و فرصت‌های موجود در آینده نگهداری و تعمیرات خواهد پرداخت و راهکارهایی برای سازگاری با تغییرات سریع بازار ارائه خواهد شد. همچنین، تأثیرات بالقوه این فناوری‌ها بر فرهنگ سازمانی و نحوه تعامل کارکنان با سیستم‌های جدید نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت. هدف ما ارائه بینشی جامع از آینده این صنعت و نقش فناوری در شکل‌دهی به آن است تا سازمان‌ها بتوانند با اطمینان بیشتری به سمت آینده حرکت کنند.

با ظهور فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان، روش‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات به سرعت در حال تحول هستند. این فناوری‌ها نه تنها امکان پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرایندها را فراهم می‌کنند، بلکه به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا هزینه‌ها را کاهش دهند و کارایی را افزایش دهند.

۵-۲-۱- تأثیر فناوری‌های نوین بر نگهداری و تعمیرات

۵-۲-۱-۱- اینترنت اشیا

اینترنت اشیا به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌ها، نقش اساسی در آینده نگهداری و تعمیرات ایفا خواهد کرد و به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که از حسگرهای متصل به اینترنت برای جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ از تجهیزات استفاده کنند. این داده‌ها می‌توانند شامل اطلاعاتی درباره دما، فشار، ارتعاش و وضعیت عملکرد دستگاه‌ها باشند.

مثال: فرض کنید یک کارخانه تولید فولاد از حسگرهای اینترنت اشیا برای نظارت بر کوره‌های ذوب استفاده می‌کند. این حسگرها می‌توانند تغییرات دما را در لحظه شناسایی کرده و اگر دما از حد مجاز فراتر رود، هشدار ارسال کنند. با این اطلاعات، تیم نگهداری می‌تواند قبل از بروز خرابی جدی، اقداماتی انجام دهد که نه تنها هزینه‌های تعمیرات را کاهش می‌دهد بلکه از توقف خط تولید نیز جلوگیری می‌کند.

۵-۲-۱-۲- هوش مصنوعی

هوش مصنوعی نیز به عنوان یک ابزار قدرتمند برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی خرابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادرند الگوهای پیچیده‌ای را شناسایی کنند که ممکن است منجر به خرابی تجهیزات شوند.

مثال:

در یک شرکت هواپیمایی، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های مربوط به عملکرد موتور هواپیماها را تحلیل کنند. اگر الگوریتم‌ها تشخیص دهند که یک موتور خاص در شرایط خاصی بیشتر دچار خرابی می‌شود، می‌توانند زمان‌بندی تعمیرات پیشگیرانه را تنظیم کنند تا از بروز مشکلات جدی جلوگیری شود.

۵-۲-۲- تحلیل داده‌های کلان^۱

تحلیل داده‌های کلان یکی دیگر از جنبه‌های حیاتی آینده نگهداری و تعمیرات است که با استفاده از

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۱۱

حجم بالای داده‌ها برای استخراج الگوها و بینش‌های ارزشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد. با جمع‌آوری داده‌های گسترده از تجهیزات، فرایندها و عملکرد کارکنان، سازمان‌ها قادر خواهند بود تا تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند که منجر به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها خواهد شد.

کاربردهای تحلیل داده‌های کلان

- پیش‌بینی خرابی: با تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها، سازمان‌ها می‌توانند الگوهایی را شناسایی کنند که نشان‌دهنده احتمال خرابی تجهیزات هستند. این امر کمک می‌کند تا اقدامات پیشگیرانه انجام شود.

- بهینه‌سازی فرایندها: تحلیل داده‌های کلان می‌تواند نقاط ضعف موجود در فرایندهای نگهداری را شناسایی کند و راهکارهایی برای بهبود آن‌ها ارائه دهد.

مثال: یک شرکت تولیدکننده ماشین‌آلات سنگین ممکن است با جمع‌آوری داده‌های عملکرد ماشین‌آلات خود، متوجه شود که برخی مدل‌ها بیشتر دچار خرابی می‌شوند. با تجزیه و تحلیل این داده‌ها، شرکت می‌تواند تصمیم بگیرد که طراحی یا مواد مورد استفاده در آن مدل‌ها را تغییر دهد تا کیفیت محصول نهایی افزایش یابد و یا تولید این نوع محصول را متوقف کند.

۵-۲-۳- مدل‌های جدید نگهداری

آینده نگهداری و تعمیرات همچنین شامل مدل‌های جدیدی مانند نگهداری پیش‌بینی‌کننده و نگهداری مبتنی بر شرایط خواهد بود.

۵-۲-۳-۱- نگهداری پیش‌بینی‌کننده

در مدل نگهداری پیش‌بینی‌کننده، داده‌های جمع‌آوری شده از تجهیزات تحلیل می‌شوند تا زمان دقیق وقوع خرابی‌ها پیش‌بینی شود. این امر به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا قبل از بروز مشکلات جدی، اقدامات لازم را انجام دهند.

مثال: یک شرکت تولیدکننده لوازم خانگی ممکن است از نرم‌افزارهای پیشرفته برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به عملکرد یخچال‌ها استفاده کند. اگر سیستم تشخیص دهد که یک مدل خاص یخچال معمولاً بعد از دو سال دچار نقص‌هایی می‌شود، شرکت می‌تواند برنامه‌ای برای بازرسی و تعمیر آن مدل در زمان مناسب تنظیم کند.

۵-۲-۳-۲- نگهداری مبتنی بر شرایط

مدل نگهداری مبتنی بر شرایط نیز بر اساس وضعیت فعلی تجهیزات عمل می‌کند. این روش تنها زمانی تعمیرات را انجام می‌دهد که نیاز واقعی وجود داشته باشد، که این امر باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش عمر مفید تجهیزات خواهد شد.

مثال: در صنعت نفت و گاز، تجهیزات حفاری معمولاً تحت شرایط سخت کار می‌کنند. با استفاده از حسگرهای اینترنت اشیا و سیستم‌های هوش مصنوعی، شرکت‌ها می‌توانند وضعیت واقعی تجهیزات حفاری را نظارت کنند و تنها زمانی که فشار یا دما به سطح خطرناک برسد، اقدامات لازم را انجام دهند. این رویکرد نه تنها هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهد بلکه عمر مفید تجهیزات را نیز افزایش می‌دهد.

۵-۲-۴- چالش‌ها و فرصت‌ها

با وجود تمامی مزایای فناوری‌های نوین، چالش‌هایی نیز وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.

۵-۲-۴-۱- چالش‌ها

یکی از چالش‌ها کمبود نیروی کار ماهر است که با افزایش تکنولوژی‌های پیچیده‌تر، نیاز به تخصص بیشتری پیدا کرده است. بسیاری از سازمان‌ها با مشکل جذب نیروی متخصص مواجه هستند که بتواند با فناوری‌های جدید کار کند.

مثال: یک کارخانه خودروسازی ممکن است بخواهد سیستم‌های جدید اتوماسیون را پیاده‌سازی کند اما نتواند تکنسین‌های ماهر برای نصب و راه‌اندازی این سیستم‌ها جذب کند. این کمبود نیروی متخصص ممکن است باعث تأخیر در پروژه‌ها شود و در نهایت بر کیفیت تولید تأثیر منفی بگذارد. همچنین، هزینه‌های اولیه برای پیاده‌سازی فناوری‌های جدید ممکن است برای برخی سازمان‌ها سنگین باشد. سرمایه‌گذاری در تجهیزات مدرن و نرم‌افزارهای پیچیده نیازمند بودجه قابل توجهی است که ممکن است برای برخی از شرکت‌ها قابل تأمین نباشد.

۵-۲-۴-۲- فرصت‌ها

با این حال، فرصت‌های زیادی نیز در این زمینه وجود دارد. سازمان‌هایی که بتوانند به سرعت خود را

فصل پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات ۱۱۳

با تغییرات تکنولوژیک سازگار کنند، قادر خواهند بود تا در بازار رقابتی باقی بمانند و حتی مزیت رقابتی کسب کنند.

مثال: یک شرکت کوچک تولید لوازم الکترونیکی که زودتر از رقبای خود فناوری اینترنت اشیا را پیاده‌سازی کند، قادر خواهد بود تا با ارائه خدمات بهتر و سریع‌تر نسبت به رقبای، سهم بیشتری از بازار را کسب کند.

آینده نگهداری و تعمیرات با ورود فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان به شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. این تحولات نه تنها کارایی فرایندها را افزایش می‌دهند بلکه امکان پیش‌بینی دقیق‌تر خرابی‌ها و کاهش هزینه‌ها را نیز فراهم می‌کنند.

با وجود چالش‌هایی مانند کمبود نیروی کار ماهر و هزینه‌های اولیه بالا، سازمان‌هایی که بتوانند از این فرصت‌ها بهره‌برداری کنند، قادر خواهند بود تا عملکرد خود را ارتقاء دهند و در بازار رقابتی باقی بمانند.

در نهایت، موفقیت در آینده نگهداری و تعمیرات نیازمند رویکردی جامع است که شامل آموزش مداوم کارکنان، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و ایجاد فرهنگ نوآوری باشد. با اتخاذ این رویکردها، سازمان‌ها می‌توانند نه تنها بر چالش‌های موجود غلبه کنند بلکه آینده‌ای روشن‌تر برای مدیریت نگهداری و تعمیرات خود رقم بزنند.

به طور کلی، آینده نگهداری و تعمیرات نه تنها به تکنولوژی وابسته است بلکه نیازمند تغییر نگرش سازمان‌ها نسبت به فرایندها و فرهنگ کاری آن‌ها نیز هست. ایجاد محیطی که نوآوری تشویق شود و کارکنان توانمندی بیشتری پیدا کنند، کلید موفقیت در دنیای پیچیده امروز خواهد بود.

خلاصه فصل

این فصل به بررسی چالش‌ها و آینده نگهداری و تعمیرات پرداختیم و بر اهمیت این حوزه در بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات و کاهش هزینه‌های عملیاتی تأکید شد. با پیشرفت فناوری، مدیریت نگهداری و تعمیرات با چالش‌های جدیدی روبرو است که شامل کمبود نیروی متخصص، استفاده ناکارآمد از داده‌ها و نیاز به استانداردسازی فرایندها می‌شود.

چالش‌های موجود در نگهداری و تعمیرات بررسی شد که به طور خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

- برنامه ریزی ناکافی: عدم وجود یک سیستم مناسب برای زمان‌بندی تعمیرات می‌تواند منجر به توقف‌های ناخواسته و افزایش هزینه‌ها می‌شود.
 - کمبود نیروی متخصص: جذب و حفظ نیروی انسانی متخصص در این حوزه یکی از مشکلات اساسی است که می‌تواند کیفیت کار را تحت تأثیر قرار دهد.
 - استفاده ناکارآمد از داده‌ها: بسیاری از سازمان‌ها قادر به تحلیل صحیح داده‌های عملکرد تجهیزات نیستند که این امر می‌تواند به افزایش هزینه‌ها منجر شود.
 - تکنولوژی‌های ناکافی: عدم توانایی در پیاده‌سازی فناوری‌های جدید مانند اینترنت اشیا و عدم استفاده از سیستم‌های مدیریت نگهداری کامپیوتری که می‌تواند سازمان‌ها را از رقبا عقب بیندازد.
 - بوروکراسی داخلی: ساختارهای اداری پیچیده می‌توانند تصمیم‌گیری سریع و مؤثر را مختل کنند.
 - عدم استانداردسازی فعالیت‌ها: نبود استانداردهای مشخص می‌تواند منجر به ناهماهنگی و کاهش کیفیت کار شود.
 - چالش‌های مالی: محدودیت‌های بودجه‌ای می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت خدمات نگهداری و تعمیرات داشته باشد.
- همچنین در این فصل آینده نگهداری و تعمیرات مورد بحث و بررسی قرار گرفت و به تحولات آینده در این حوزه اشاره شد که تحت تأثیر فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان قرار دارد. این فناوری‌ها امکان پیش‌بینی خرابی‌ها، بهینه‌سازی فرایندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی را فراهم می‌کنند.
- به طور کلی، سازمان‌ها باید با پذیرش تغییرات تکنولوژیک، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و ایجاد فرهنگ نوآوری، خود را برای مواجهه با چالش‌های آینده آماده کنند تا بتوانند از مزایای فناوری‌های جدید بهره‌برداری کنند.

خلاصه و نتیجه گیری

این کتاب در پنج فصل به ترتیب زیر ارائه گردید:

بخش اول: مبانی نگهداری و تعمیرات

تاریخچه نگهداری و تعمیرات نشان دهنده تحولات چشمگیری است که از روش های ابتدایی به سیستم های پیچیده امروزی رسیده است. این تحول در روش ها شامل نگهداری پیشگیرانه، نگهداری اصلاحی و نگهداری مبتنی بر وضعیت می شود. این تنوع در رویکردها به سازمان ها کمک می کند تا با توجه به شرایط خاص تجهیزات، روش مناسبی را انتخاب کنند. نگهداری پیشگیرانه به کاهش خرابی ها و هزینه های عملیاتی کمک می کند، در حالی که نگهداری مبتنی بر وضعیت امکان نظارت دقیق بر عملکرد تجهیزات را فراهم می آورد. این مبانی به عنوان پایه ای برای توسعه سیستم های مؤثر نگهداری و تعمیرات عمل می کنند.

بخش دوم: برنامه ریزی و مدیریت نگهداری

برنامه ریزی مؤثر برای نگهداری و تعمیرات شامل اصول زمان بندی و تخصیص منابع است که تأثیر زیادی بر کارایی سازمان دارد. مدیریت نیروی انسانی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است؛ آموزش و انگیزش کارکنان می تواند به افزایش کیفیت خدمات و کاهش خطاها کمک کند. جذب نیروی متخصص یکی از چالش های اساسی است، زیرا نیروی انسانی با تجربه برای انجام تعمیرات پیچیده

ضروری است. سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های کارکنان می‌تواند به جذب و حفظ نیروی متخصص کمک کند.

بخش سوم: ابزارها و تکنیک‌های نگهداری

ابزارهای مدیریت نگهداری مانند نرم‌افزارهای مدیریت نگهداری کامپیوتری^۱ نقش مهمی در تسهیل فرآیندها دارند. استفاده از تحلیل داده‌ها برای پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرآیندها، به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند که منجر به افزایش کارایی می‌شود. همچنین، پیاده‌سازی فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا^۲ و هوش مصنوعی^۳ می‌تواند به حل مشکلات موجود کمک کند.

بخش چهارم: بهینه‌سازی عملکرد

استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد^۴ در نگهداری به سازمان‌ها کمک می‌کند تا نتایج خود را اندازه‌گیری کرده و بر اساس آن تصمیم‌گیری کنند. همچنین، بهبود مستمر در فرآیندهای نگهداری با استفاده از روش‌هایی مانند شش سیگما^۵ و ناب^۶ می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت خدمات منجر شود. استانداردهای فعالیت‌ها نیز باعث افزایش کارایی و کاهش خطاها خواهد شد.

بخش پنجم: چالش‌ها و آینده نگهداری

چالش‌های موجود در مدیریت نگهداری شامل برنامه ریزی ناکافی، کمبود نیروی متخصص، استفاده ناکارآمد از داده‌ها، عدم استانداردسازی فعالیت‌ها و چالش‌های مالی است. با این حال، آینده

1. CMMS
2. IoT
3. AI
4. KPI
5. Six Sigma
6. Lean

این صنعت تحت تأثیر فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی قرار دارد که امکان پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرایندها را فراهم می‌کند.

راهکارهایی برای بهبود سیستم‌های نگهداری و تعمیرات

با توجه به چالش‌های موجود در مدیریت نگهداری و تعمیرات، سازمان‌ها باید به دنبال راهکارهایی باشند که به بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌ها کمک کند. در این راستا، چندین پیشنهاد کلیدی برای آینده سیستم‌های نگهداری و تعمیرات ارائه می‌شود:

- استفاده از فناوری‌های نوین:

اینترنت اشیا: پیاده‌سازی حسگرهای متصل به اینترنت برای جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ از تجهیزات می‌تواند به پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی فرایندها کمک کند. این فناوری امکان نظارت بروضعیت تجهیزات را فراهم می‌آورد و با ارسال هشدارهای فوری، از بروز مشکلات جدی جلوگیری می‌کند.

هوش مصنوعی: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی خرابی‌ها می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا الگوهای پیچیده‌ای را شناسایی کنند که ممکن است منجر به خرابی تجهیزات شوند. این امر می‌تواند زمان‌بندی تعمیرات پیشگیرانه را بهبود بخشد.

- تحلیل داده‌های کلان:

جمع‌آوری و تحلیل داده‌های گسترده از تجهیزات و فرایندها، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند. این تحلیل‌ها می‌توانند نقاط ضعف موجود در فرایندهای نگهداری را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود آن‌ها ارائه دهند.

- سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه نیروی انسانی:

جذب و حفظ نیروی متخصص از طریق سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های کارکنان ضروری است. برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و فراهم کردن فرصت‌هایی برای پیشرفت شغلی، انگیزه بیشتری برای ماندن در سازمان ایجاد خواهد کرد.

- توسعه برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه:

سازمان‌ها باید برنامه‌هایی برای بررسی منظم تجهیزات و انجام تعمیرات پیشگیرانه تدوین کنند که شامل تعیین زمان‌بندی مشخص برای هر نوع بازرسی و تعمیر باشد. این برنامه‌ها می‌توانند به کاهش هزینه‌های عملیاتی کمک کنند.

● ساده سازی فرایندها:

بازنگری در ساختار سازمانی و حذف مراحل غیرضروری می‌تواند به تسریع کارها کمک کند. تشویق نوآوری و ایجاد فضایی که کارکنان احساس راحتی کنند تا ایده‌های جدید خود را مطرح کنند، می‌تواند منجر به بهبود فرایندها شود.

● استانداردسازی فعالیت‌ها:

تدوین دستورالعمل‌های استاندارد برای هر نوع فعالیت نگهداری و تعمیرات نه تنها باعث افزایش کارایی بلکه موجب کاهش خطاها نیز خواهد شد. آموزش کارکنان درباره استانداردهای جدید نیز ضروری است تا اطمینان حاصل شود که همه افراد با رویه‌های جدید آشنا هستند.

● مدیریت چالش‌های مالی:

انجام تحلیل هزینه برای پروژه‌های نگهداری می‌تواند کمک کند تا تصمیمات مالی هوشمندانه‌تری اتخاذ شوند. همچنین، تلاش برای جذب سرمایه از منابع مختلف مانند سرمایه‌گذاران یا دولت می‌تواند به تأمین مالی پروژه‌های نگهداری کمک کند.

با اتخاذ این راهکارها، سازمان‌ها قادر خواهند بود بر چالش‌های موجود غلبه کرده و کیفیت خدمات نگهداری و تعمیرات خود را ارتقاء دهند. آینده این صنعت بستگی به توانایی سازمان‌ها در پذیرش تغییرات تکنولوژیک، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و ایجاد فرهنگ نوآوری دارد تا بتوانند از مزایای فناوری‌های جدید بهره‌برداری کنند.

جمع‌بندی

برای موفقیت در حوزه نگهداری و تعمیرات، سازمان‌ها باید با پذیرش تغییرات تکنولوژیک، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و ایجاد فرهنگ نوآوری، خود را برای مواجهه با چالش‌های آینده آماده کنند. پیشنهادات برای آینده شامل توسعه برنامه‌های آموزشی، پیاده سازی فناوری‌های نوین و ایجاد استانداردهای مشخص برای فعالیت‌ها است تا بتوان کیفیت خدمات را ارتقاء داد. خواه نا خواه همه شرکت‌های صنعتی در این راه قدم خواهند گذاشت و قطعاً شرکت‌هایی که زودتر وارد این مسیر شوند از رقبای خود پیشی خواهند گرفت.

منابع و مراجع

- احمدی، ر. (۱۴۰۰). فناوری‌های نوین در نگهداری و تعمیرات. انتشارات علم و فناوری.
- رضایی، م. (۱۴۰۱). مدیریت منابع انسانی در نگهداری و تعمیرات. انتشارات پژوهشگاه نیرو.
- رمضانی، س. (۱۳۹۷). مدیریت نگهداری و تعمیرات. انتشارات دانشگاه تهران.
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۷). استانداردهای نگهداری و تعمیرات.
- علیزاده، ف. (۱۴۰۲). روش‌های تحلیل داده‌ها برای پیش‌بینی خرابی در سیستم‌های صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
- کاظمی، س. (۱۳۹۹). تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای نگهداری و تعمیرات در صنعت. انتشارات جهاد دانشگاهی.
- موسوی، م. (۱۳۹۸). مدیریت نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در صنایع. انتشارات دانشگاه تهران.
- اعتمادی، ا.، خانی، ن. (۱۳۹۹)، ارزیابی و تدوین نقشه راه تعالی تعمیر و نگهداری با استقرار نظام راهبردی مدیریت دارایی فیزیکی، مطالعه موردی بویلرخانه شرکت ساترا، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد، ایران.
- صبوری، ز.، خانی، ن. (۱۳۹۹)، انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات با رویکرد بازرسی بر مبنای ریسک با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شرکت فرآوری محصولات غذایی ماهر)، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد، ایران.

- Bokrantz, J., et al. (2017). The Future of Maintenance: A Review of Research and Practice. Journal of Quality in Maintenance Engineering.
- Dixon, J., & Smith, R. (2016). Asset Management and Maintenance: A Practical Guide. Routledge.
- Kumar, U., & Prakash, A. (2019). Maintenance and Reliability Best Practices. CRC Press.
- Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance. Elsevier.
- Pintelon, L., & Van Puyvelde, F. (2006). Maintenance Decision Making. Springer.