

بسم الله الرحمن الرحيم

جزوه برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

مخصوص مهندسان صنایع

براساس کتاب : نگهداری و تعمیرات دکتر حسینی و بیگی

گردآوری شده توسط:

lebest.ir





مراجع:

(1) برنامه ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات / دکتر سید حسینی

(2) برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات / دکتر حاج شیر محمدی

مباحث:

(1) مقدمه ای بر نظام های نگهداری و تعمیرات

(2) طرح ریزی سیستم برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

(3) طرح ریزی سیستم نت از دیدگاه ارتباط اطلاعاتی با سایر سیستم های یک

سازمان و طراحی فرم های مورد نیاز

(4) برنامه ریزی احتمالی نت، محاسبه قابلیت اطمینان و تشریح نت متمرکز

برپایایی (RCM)

(5) نگهداری و تعمیرات بهره ورفراگیر TPM و اندازه گیری اثربخشی تجهیزات

OEE

فصل اول:

مقدمه ای بر نظام های نگهداری و تعمیرات

بر اساس مطالعات انجام شده در خصوص پیدایش نظام های نگهداری و تعمیرات تا قبل از پیدایش انقلاب صنعتی در دنیا تنها مفاهیم موجود مفاهیم تعمیرات است و مفهومی تحت عنوان نگهداری پیشگیرانه و جلوگیری از خرابی وجود نداشت.

پس از ایجاد فضای رقابت در کسب و کار سازمان ها شرکت های تولیدی و خدماتی به منظور تحقق کیفیت در محصولات کاهش هزینه ها و ایجاد قیمت های رقابتی و همچنین تحویل به موقع محصولات و خدمات به فکر ایجاد نظام های نگهداری به منظور کاهش خرابی های اضطراری و حفظ زیرساختارهای اساسی خود شدند. بدین ترتیب بود که موضوعی تحت عنوان نگهداری پیشگیرانه حدوداً از سالهای 1950 به بعد با عنوان preventive maintenance مطرح شد که البته مبنای اصلی آن بر دو اساس قرار گرفت که یکی زمان و دیگری میزان کارکرد زیرساختار و تجهیزات سازمان که به آن time based PM و use based PM می گفتند.

حدوداً از سالهای 65-1960 به بعد بدلیل وجود نقص در رویکردهای PM قبلی حالت سومی به دو حالت گذشته در PM اضافه گردید که از آن تحت عنوان نت پیشگویانه یاد می کنند که نت پیشگویانه در واقع مفهومی تحت عنوان Condition based PM می باشد در این حالت مبنای اصلی انجام فعالیت های نگهداری درواقع وضعیت فعلی و موجود سازمان (منظور ماشین آلات و تجهیزات) می باشد که البته این حالت سوم در خصوص تمامی ماشین آلات و تجهیزات کاربرد ندارد.

با گذشت زمان و هرچه بیشتر شدن فضای رقابتی و تلاش سازمان ها به منظور افزایش اثربخشی نظام های نگهداری و تعمیرات رویکردها و تفکرات جدیدی شکل گرفت که البته ریشه این تفکرات را می توان در ژاپن جستجو نمود. حدوداً در سالهای 1980 بود که انجمن مهندسين کارخانه ژاپن رویکرد جدیدی را تحت عنوان نظام نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر مطرح نمود که از آن تحت عنوان TPM یاد می کنند که مخفف Total Productive Maintenance می باشد. در رویکرد نوین TPM آنچه که مد نظر عنوان محور اصلی قرار گرفت جامع نمودن و فراگیر نمودن بود به گونه ای که با ایجاد کمیته ها و کارگروه های تخصصی و تفویض اختیار کلیه لایحه های سازمانی در امر نگهداری مشارکت داده شده اند تا از این طرح اثربخشی نظام های نگهداری و تعمیرات ارتقا یابد.

1. Repair
2. Preventive Maintenance
3. Predictive Maintenance
4. Total Productive Maintenance (TPM)
5. Computerized Maintenance Management System (CMMS)

فواید سیستم نگهداری و تعمیرات مطلوب را براساس توضیحات ارائه شده در بالا می توان موارد زیر ذکر نمود:

1. کاهش هزینه های تعمیرات و هزینه های نگهداری مرتبط
2. کاهش زمان بهره برداری از ماشین آلات و تجهیزات
3. کاهش نرخ ضایعات
4. افزایش نرخ تولید
5. کاهش استهلاك ماشین آلات
6. کاهش زمان های تأخیر و توقف ماشین آلات و به طبع آن ایجاد زمینه برنامه ریزی تولید دقیق و مناسب

7. کاهش نرخ بیکاری نیروی انسانی و تجهیزات و ماشین آلات
8. حفظ و افزایش سطح کیفیت، کاهش قیمت تمام شده محصول و افزایش تحویل به موقع محصولات

همزمان با گسترش رویکردهای TPM و در کنار آن تکنولوژی اطلاعات متخصصین به فکر استفاده از IT و نرم افزارها در حوزه نگهداری و تعمیرات افتاده و رویکرد جدیدی را تحت عنوان CMMS یا سیستم نگهداری و تعمیرات کامپیوتری شده ایجاد نموده اند که در این سیستم ها با طراحی و طرح ریزی سیستم های نگهداری و تعمیرات به ورت نرم افزاری و کامپیوتری ضمن کاهش کاغذ بازی های زائد و افزایش دقت و صحت اطلاعات موجود امکان تسهیل جریان بهتر امور مرتبط و افزایش اثربخشی سیستم های نت را فراهم نمودند.



فصل دوم:

طرح ریزی سیستم نگهداری و تعمیرات

به منظور اجرائی نمودن یک نظام نگهداری و تعمیرات همانند سایر سیستم ها می بایست ابتدا سیستم نگهداری و تعمیرات را طرح ریزی کرد، سپس سیستم طرح ریزی شده را اجرا نموده پس از اجرای سیستم نتایج بدست آمده را کنترل و پایش نموده و نهایتاً براساس نتایج حاصل از کنترل و پایش های اعمال شده اقداماتی در راستای بهبود و توسعه سیستم طرح ریزی شده را پیش بینی و اجرا می نماییم. همان گونه که می دانید این چارچوب براساس چرخه معروف (PDCA) که مخفف Plan Do Action Check می باشد شکل گرفته است.

با توضیحات ارائه شده فوق ذکر به عنوان اولین مرحله به طرح ریزی سیستم نگهداری و تعمیرات خواهیم پرداخت:

الف-1) طرح ریزی، بررسی و انتخاب فلسفه نت مناسب: به عنوان اولین مرحله و اولین گام در طرح ریزی مناسب یک سیستم نگهداری و تعمیرات انتخاب فلسفه و استراتژی نت مناسب برای هریک از ماشین آلات و تجهیزات بسیار حائز اهمیت است. به منظور آگاهی از فلسفه و استراتژی های معروف می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

1. استراتژی نت بعد از خرابی: که از آن تحت عنوان EM یا CM یا BM یاد می کنند.
2. استراتژی نت پیشگیرانه: که به دو صورت PM Use based و PM Time based شناخته می شود.
3. استراتژی نت پیشگویانه: که تحت عنوان نت پیشگیرانه براساس وضعیت موجود (Condition based PM) شناخته می شود
4. استراتژی نت اساسی (Over houl)
5. سایر استراتژی های مورد استفاده همچون (1-5) استراتژی نت فرصتی (2-5) استراتژی نت عیب یابی (3-5) استراتژی نت طراحی (4-5) و...

1. استراتژی نت بعد از خرابی:

این نوع استراتژی نت به معنای عدم تعریف رویکردهای پیشگیرانه جهت نگهداری ماشین آلات و زیرساختارهای سازمانی می باشد و به معنای ساده مفهوم آن تعمیرات می باشد. این نوع استراتژی در خصوص ماشین آلات و تجهیزاتی به کار می رود که نرخ خرابی آنها به واسطه تابع توزیع عمر آنها نمایی می باشد ثابت بوده و لذا با افزایش عمر آنها نرخ خرابی تغییر نمی کند بنابراین اعمال استراتژی نت پیشگیرانه تنها منجر به افزایش هزینه های سازمان می گردد و مقرون به صرفه نیست. این نوع استراتژی در مواردی که هزینه های نگهداری و سایر هزینه های مرتبط آن بیش از هزینه های حاصل از خرابی و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات می باشد و در شرایط عدم وجود دانش و اطلاعات در خصوص نگهداری پیشگیرانه ماشین آلات و تجهیزات و عدم وجود ابزار قطعات و لوازم لازم جهت سرویس های نگهداری و همچنین بالا بودن عمر ماشین یا قطعه مورد نظر و اسقاطی بودن آن، می تواند به عنوان استراتژی مناسب انتخاب شود.

2. استراتژی نت پیشگیرانه:

عبارت است از هرگونه فعالیت برنامه ریزی شده بر روی ماشین آلات که خرابی های بالقوه ماشین آلات را کاهش داده و از استهلاک زودهنگام ماشین آلات و تجهیزات جلوگیری می نماید. نت پیشگیرانه براساس دو سیاست اجرا می گردد. سیاست اول: نت پیشگیرانه براساس زمان کارکرد سیاست دوم: نت پیشگیرانه براساس میزان کارکرد. البته در پاره ای از موارد تلفیقی از زمان و میزان کارکرد مبنای برنامه ریزی این فعالیت ها خواهد بود.

1-2) نت پیشگیرانه براساس زمان: در این سیاست مبنای اصلی برنامه ریزی فعالیت های نت مدت زمان کارکرد می باشد و تواتر فعالیت های آن براساس زمان تعیین می گردد، به عنوان مثال ماهانه، دوماهه، شش ماهه، سالانه و... روش های تعیین زمان مناسب برای تعریف برنامه نت پیشگیرانه شامل موارد زیر است:

1. بررسی سوابق تاریخی گذشته از وضعیت ماشین آلات
 2. استفاده از نظرات کارشناسی
 3. استفاده از اطلاعات موجود در کاتالوگ ها و دفترچه های فنی ماشین آلات
 4. بررسی و تحلیل از روش های آماری: که در این روش با استفاده از جمع آوری اطلاعات و تکنیک های آماری و شبیه سازی تابع چگالی عمر ماشین یا قطعه مورد نظر استخراج شده و با استفاده از مطالعه تابع چگالی نقاط شکست مشخص گردیده و برنامه ریزی نت پیشگیرانه قبل از رخداد نقاط شکست انجام می پذیرد.
- اصولاً در برنامه ریزی نت پیشگیرانه براساس زمان مزیت اصلی این است که برنامه ریزی فعالیت های نت پیشگیرانه ساده تر بوده ولی از لحاظ هزینه در بسیاری موارد مقرون به صرفه نمی باشد.

2-2) نت پیشگیرانه براساس میزان کارکرد: در این سیاست مبنای اصلی برنامه ریزی فعالیت های نت پیشگیرانه، میزان کارکرد ماشین آلات و تجهیزات بوده و تواتر فعالیت ها براساس آن تعریف می گردد. این نوع سیاست قاعدتاً در جایی استفاده می گردد که صرفاً گذشت زمان بر خرابی ماشین آلات و تجهیزات اثر مستقیم نداشته و میزان استفاده مبنای تعریف فعالیت ها می گردد در این روش برنامه ریزی انجام فعالیت های نت بسیار سخت تر و پیچیده تر بوده ولی از لحاظ هزینه مقرون به صرفه تر می باشد.

3. استراتژی نت پیشگویانه:

این استراتژی در واقع نوع سوم استراتژی نت پیشگیرانه براساس وضعیت موجود ماشین آلات و تجهیزات می باشد. در این استراتژی با انجام checking های به طور مستمر وضعیت موجود قطعه یا ماشین مورد بررسی قرار گرفته و در خصوص انجام فعالیت های پیشگیری آن تصمیم گیری می گردد. نت پیشگویانه در کنار نت پیشگیرانه مفاهیم خود را حفظ می نماید و در خصوص item ها و قطعاتی اعمال می شود که خرابی آنها در صورت بروز می تواند بسیار هزینه زا بوده یا سیستم را با مشکلات عدیده روبرو نماید. به عنوان مثال چک ادواری کیفیت روغن خودرو قبل از رسیدن به زمان نت پیشگیرانه تعریف پانل

ها و آلام هایی که با روشن و خاموش شدن یا به صدا درآمدن جلوی بروز مشکل را گرفته یا اطلاع رسانی می کند.

4. استراتژی نت اساسی:

در این استراتژی هدف اصلی بررسی و انجام فعالیت های نت پیشگیرانه به گونه ای است که ماشین آلات و تجهیزات را به شرایطی نزدیک به حالت اول ماشین آلات و تجهیزات (نو بودن) بازگرداند. اصولاً نت اساسی با بازدید کامل یا جامع از کلیه ماشین آلات و تجهیزات همراه می باشد و در بسیاری موارد به صورت شش ماهه، سالانه، دو سالانه و... و در زمان های تعطیلی سازمان صورت می پذیرد و هزینه های زیادی را به سیستم اعمال می نماید.

5. سایر استراتژی ها:

5-1. استراتژی نت فرصتی: در این استراتژی انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات بر اساس فرصتهای ایجاد شده به واسطه متغیرهای مختلف انجام می پذیرد که این فرصتها می تواند شامل مواردی همچون تعویض شیفتر کاری، قطعی برق و... شود. این نوع استراتژی در خصوص ماشین آلات و تجهیزاتی انجام می شود که امکان توقف و خاموشی آنها برای انجام فعالیت های نت به واسطه حساسیت به مسائل اقتصادی وجود ندارد.

5-2. استراتژی نت اصلاح طراحی: این استراتژی همان گونه که از نام آن پیداست شامل انجام اصلاحاتی در طراحی ماشین آلات می باشد تا از طریق آن بتوان احتمال خرابی ها را کاهش داد. اصولاً این استراتژی زمانی اعمال می گردد که انجام فعالیت های نت پیشگیرانه منجر به کاهش خرابی ها به دلیل وجود مشکلات در طراحی ماشین آلات وجود نداشته باشد.

5-3. استراتژی نت عیب یابی: این استراتژی برای سازمان هایی توصیه می گردد که در نظر دارند با استفاده از افرادی متخصص نسبت به پایش مستمر وضعیت ماشین آلات اقدام نموده و با شناسایی عیوب موجود در ماشین آلات و صدور دستورات بازرسی و رسیدگی نسبت به نگهداری ماشین آلات و تجهیزات اقدام نمایند. قاعدتاً این استراتژی در سازمان قابلیت برنامه ریزی نخواهد داشت.

(الف-2) سازمان نت: پس از تعیین استراتژی های نت مناسب جهت طرح ریزی سیستم نگهداری و تعمیرات می بایست درخصوص سازماندهی مناسب ساختار نت در شرکت

تصمیم گیری نمود منظور از سازماندهی سیستم نت تعیین طرح وظایف و مسئولیت ها، تعیین ارتباط، پست های کلیدی و شیوه مدیریت منابع می شود. در حالت کلی سه نوع سازماندهی برای سیستم های نگهداری و تعمیرات پیش بینی می شود:

1. سازماندهی متمرکز
2. سازماندهی نیمه متمرکز
3. سازماندهی غیرمتمرکز

1. سازماندهی متمرکز: در این سازماندهی همانگونه که از نام آن پیداست کلیه نیروهای انسانی و منابع مرتبط با سیستم نگهداری و تعمیرات به صورت متمرکز در یک بخش ستادی سازماندهی شده است و برنامه ریزی و اجرا کلیه فعالیت های مرتبط از طریق این بخش صورت می پذیرد.

2. سازماندهی نیمه متمرکز: همانگونه که از نام آن پیداست بخشی از نیروهای انسانی و منابع در واحد ستادی نت پیش بینی و تأمین شده و بخشی دیگر در خود کارگاه ها و حوزه های عملیاتی تعبیه گردیده است در این نوع سازماندهی فعالیت های نگهداری و تعمیرات مرتبط با کارگاه و یا سایت توسط بخش نت همان کارگاه یا سایت انجام می شود ولی در صورت نیاز به کمک رسانی بخش ستادی نت نسبت به تأمین منابع به کارگاه موردنظر اقدام می نماید.

3. سازماندهی غیرمتمرکز: در این سازماندهی کلیه منابع و نیروهای انسانی به صورت غیرمتمرکز و مستقر در بخش های عملیاتی کارگاه ها و سایت ها می باشند و منابع موردنیاز هر کارگاه برای انجام نگهداری و تعمیرات توسط بخش نت همان کارگاه صورت می پذیرد و بخش های نگهداری و تعمیرات کارگاه ها به صورت کاملاً مستقل عمل می کنند.

عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه سازماندهی:

مسلماً انتخاب شیوه سازماندهی مناسب بستگی به سازمان موردنظر و ویژگی های آن دارد که در این باب می توان به شاخص هایی همچون اندازه سازمان، عمر ماشین آلات سازمان، حجم و ظرفیت تولید، میزان نیروی انسانی موجود و تخصیص آنها منابع مالی موجود در سازمان و البته سیاست ها و شیوه مدیریت سازمان و همچنین درجه تخصصی بودن و تنوع ماشین آلات اشاره نمود.

اندازه سازمان: اگر اندازه سازمان بزرگ و گسترده باشد در اغلب موارد شیوه سازماندهی منتخب شیوه غیرمتمرکز و نیمه متمرکز می باشد.

عمر ماشین آلات سازمان: هرچه عمر ماشین آلات افزایش یابد به واسطه نیاز به رسیدگی های سریع و افزایش نرخ خرابی ماشین آلات سازماندهی به سمت سازماندهی های غیرمتمرکز و نیمه متمرکز پیش خواهد رفت.

حجم و ظرفیت تولید: هرچه حجم تولید در سازمان افزایش یابد به دلیل افزایش نرخ تولید در ماشین آلات امکان خرابی دستگاه افزایش می یابد که این امر تحقق برنامه تولید را دچار مشکل می کند لذا در این مورد سازماندهی های غیرمتمرکز و نیمه متمرکز توصیه می گردد.

نیروی انسانی و منابع مالی: هرچه نیروی در دسترس سازمان بیشتر و منابع مالی آن مناسب باشد سازماندهی به سمت سازماندهی های غیرمتمرکز و نیمه متمرکز حرکت خواهد کرد.

سیاست ها و شیوه مدیریت در سازمان: هرچه تفکر مدیریت به تصمیم گیری به صورت غیرمتمرکز و ایجاد تفویض اختیار سوق یابد شیوه سازماندهی به سمت نیمه متمرکز و یا غیرمتمرکز حرکت خواهد کرد.

درجه تخصصی بودن و تنوع ماشین آلات: هرچه ماشین آلات تخصصی تر شده و تنوع آنها بیشتر گردد سازماندهی به شیوه نیمه متمرکز و یا غیرمتمرکز توصیه می گردد.

مزایا و معایب هریک از سازمان ها:

1. هرچه از سازماندهی متمرکز به نیمه متمرکز و غیرمتمرکز حرکت می کنیم هزینه ها افزایش پیدا می کنند.
2. هرچه از سازماندهی متمرکز به نیمه متمرکز و غیرمتمرکز حرکت می کنیم سرعت پاسخ گویی افزایش پیدا می کند.
3. هرچه از سازماندهی متمرکز به نیمه متمرکز و غیرمتمرکز حرکت می کنیم انعطاف پذیری پرسنل نت کاهش پیدا می کند.
4. هرچه از سازماندهی متمرکز به نیمه متمرکز و غیرمتمرکز حرکت کنیم تجربه تخصصی ماشین آلات افزایش پیدا می کند.

الف-3) پیش بینی حجم کاری نت: برای پیش بینی حجم فعالیت های نگهداری و تعمیرات به منظور تأمین منابع مورد نیاز به شکل بهینه و همچنین برنامه ریزی مؤثر آن باید به دو دسته فعالیت توجه نمود:

دسته اول: فعالیت های برنامه ریزی شده نگهداری و تعمیرات

دسته دوم: فعالیت های برنامه ریزی نشده نگهداری و تعمیرات

مسلماً برای حجم فعالیت های برنامه ریزی شده می توان به تعاریف و مستندات مرتبط با سرویس های پیشگیرانه ماشین آلات مراجعه نمود تا برآن اساس با توجه به تعالی و تواتر انجام کارها مدت زمان انجام هرسرویس حجم فعالیت های موردنظر را پیش بینی کرد. اما تخمین حجم فعالیت های نت برنامه ریزی نشده پیچیده تر بوده چراکه این موضوع به عوامل تصادفی و احتمالی همچون عمر ماشین آلات، نرخ استفاده از ماشین آلات، کیفیت تعریف و اجرای سرویس های پیشگیرانه و عوامل محیطی بستگی دارد و در این موارد به سوابق و اطلاعات تاریخی و سایر اطلاعات موجود می توان مراجعه نمود. یادآور می شود که منظور از پیش بینی حجم کاری نت تعیین و تخمین منابع مورد نیاز آن همچون نیروی انسانی، قطعات یدکی، مواد مصرفی و... می باشد.

الف-4) برنامه ریزی تخصیص منابع پیش بینی شده (برنامه ریزی ظرفیت): پس

از تعیین و تخمین منابع مورد نیاز جهت نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در مرحله قبل می بایست نحوه تخصیص و تحقق منابع فوق ذکر را در سازمان مشخص نمود. بدین معنی که سازمان سیاست های خود را در خصوص تأمین هریک از منابع فوق ذکر شفاف نموده به عنوان مثال روش های ذیل پیشنهاد می گردد.

1. برون سپاری و تأمین منابع از طریق پیمانکاران
2. استفاده از سیاست های کاهش تعداد نیروی انسانی و افزایش ساعات اضافه کاری
3. استفاده از سیاست های افزایش تعداد نیروی انسانی و کاهش ساعات اضافه کاری
4. استفاده از نیروهای ساعتی و پاره وقت

الف-5) زمانبندی فعالیت های نگهداری و تعمیرات: منظور از زمانبندی تخصیص شفاف و مشخص هریک از منابع پیش بینی شده به فعالیت های تعریف شده می باشد.

درواقع زمانبندی نت فرایندی است که نیروی انسانی و منابع را به کارها تخصیص داده تا کلیه فعالیت ها در زمان های ازپیش تعیین شده صورت می پذیرد. آنچه که در موضوع زمانبندی بسیار حائز اهمیت است توجه به این موضوع است که زمانبندی فعالیت های نت باید دارای انعطاف پذیری لازم بوده تا بسته به شرایط موجود امکان انجام کارهای فوری تر بدون ایجاد اختلال و آسیب به برنامه تدوین شده صورت پذیرد.

(ب) سازماندهی فعالیت های نگهداری و تعمیرات:

ب-1) طراحی و تدوین فعالیت نگهداری و تعمیرات در قالب روش های اجرایی و دستورالعمل های کاری: در این فاز لازم است تا روش های اجرایی و دستورالعمل های لام جهت اجرایی نمودن فعالیت های نگهداری و تعمیرات تعریف شده تهیه و تدوین گردد تا در قالب این مستندات اولاً روش های انجام صحیح فعالیت های تعریف شده مشخص شده و به سوالات ذیل پاسخ داده شود:

1. چه فرد یا افرادی باید فعالیت های تعریف شده را انجام دهند؟ (Who)

2. فعالیت های تعریف شده را به چه صورتی انجام می شود؟ (How)

3. چه فعالیت هایی را انجام دهند؟ (What)

4. به چه علت این فعالیت ها را انجام دهند؟ (Why)

5. فعالیت های تعریف شده را با چه ابزاری انجام دهند؟ (Which)

6. فعالیت های تعریف شده را در چه زمانی انجام دهند؟ (When)

7. فعالیت های تعریف شده را در چه مکان و موقعیتی انجام دهند؟ (Where)

8. و...

در قالب کلیه روش ها و دستورالعمل های فوق ذکر تایتل ها و عناوین زیر به کارگرفته می شود:

الف) نام روش اجرایی/دستورالعمل

ب) هدف از روش اجرایی/دستورالعمل های مربوطه

ج) دامنه کاربرد

د) مسئولیت ها و اختیارات

ر) تعاریف و اصطلاحات

و) مدارك و مستندات پشتیبان و مربوطه

ه) مکانیزم و روش اجرا و مراحل آن

ی) سوابق برجای مانده و نحوه نگهداری آن

نکته: تفاوت روش اجرایی با دستورالعمل را می توان باتعریف جزئیات در دستورالعمل ها نسبت به روش اجرایی خلاصه نمود.

به عنوان مثال روش اجرایی تعمیرات اضطراری در يك سازمان را به صورت کلی در ذیل مشخص می نماییم:

عنوان روش اجرایی: روش اجرایی تعمیرات اضطراری

هدف: انجام تعمیرات مورد درخواست واحدها و بخش های سازمانی به منظور آماده به کار نگه داشتن ماشین آلات و تجهیزات در حد استاندارد و کیفیت مطلوب به طوری که توقعات اتفاقی به حداقل ممکن کاهش یافته و عمر مفید ماشین آلات و تجهیزات و درکل کارایی سیستم افزایش یابد.

دامنه کاربرد: کلیه تجهیزات و ماشین آلات و اجزای مربوط به آنها در سطح شرکت در دامنه کاربرد این روش اجرایی قرار می گیرند.

مسئولیت ها و اختیارات: مسئولیت برنامه ریزی و هماهنگی این روش برعهده مسئول نگهداری و تعمیرات می باشد. مسئولیت اجرای این روش برعهده تعمیرکاران و تکنسین های مرتبط می باشد و مسئولیت نظارت و کنترل به اجرای صحیح و دقیق این روش برعهده مدیر فنی و مهندسی شرکت می باشد.

تعاریف و اصطلاحات: تعمیرات اتفاقی: فعالیت هایی که درمواقع از کار افتادن ناگهانی ماشین آلات و تجهیزات در هنگام تولید صورت می پذیرد. فعالیت های پیشگیری: فعالیت هایی هستند که به منظور جلوگیری و کاهش احتمال بروز نقص در ماشین آلات و تجهیزات انجام می گیرد. ...

مدارك و مستندات مرتبط: 1. فرم درخواست انجام تعمیرات 2. فرم توقفات دستگاه ها
تجهیزات 3. فرم سوابق دستگاه ها و تجهیزات 4. چك لیست بازرسی نت 5. لیست دستگاه
ها و تجهیزات 6. فرم درخواست قطعات یدکی از انبار 7. و...، دفترچه فنی و کاتالوگ
ماشین آلات

مکانیزم و روش اجرا و مراحل آن: در صورتی که هر يك از ماشین آلات و تجهیزات
شرکت در حین کار دچار مشکل گردد واحد بهره بردار می بایست با تکمیل قسمت اول فرم
درخواست انجام تعمیرات واحد فنی و مهندسی را از خرابی دستگاه مطلع نماید سپس مدیر
واحد فنی و مهندسی با تکمیل قسمت دوم فرم درخواست انجام تعمیرات سریعاً مسئول
نگهداری و تعمیرات را مطلع ساخته و دستور رسیدگی صادر نماید. مسئول نگهداری و
تعمیرات پس از دریافت فرم مذکور می بایست در قدم اول عیوب دستگاه یا ماشین آلات
خراب شده را مشخص نماید. یکی از مهمترین مراحل کار تشخیص صحیح عیوب به
منظور اجرای صحیح فعالیت های نت می باشد. به دنبال تشخیص عیب مسئول نگهداری و
تعمیرات می بایست نسبت به تعیین تعمیرات مورد نیاز، مدت زمان و نوع تخصص های
مورد نیاز و همچنین قطعات یدکی و مواد مصرفی مورد نیاز اقدام نماید. پس از تعیین
موارد فوق ذکر آنچه که بسیار حائز اهمیت است این است که مسئول نگهداری و تعمیرات
بر اساس اطلاعات جمع آوری شده باید مشخص نماید که تعمیرات فوق ذکر در چه زمان،
توسط چه کسی و بر اساس چه دستورالعملی و در چه بازه زمانی می بایست صورت پذیرد
که کلیه موارد فوق ذکر را در دستورکار صادره برای تعمیرکاران مرتبط مشخص فرماید.
چنانچه برای رفع ایراد و تعمیر درخواست شده نیاز به ساخت و یا خرید قطعه ای باشد
مسئول نگهداری و تعمیرات فرم درخواست کالا از انبار را تکمیل نموده و جهت تحویل
قطعه به انبار مراجعه می نماید. چنانچه قطعه درخواستی در انبار موجود نباشد مسئول انبار
فرم درخواست خرید کالا را تکمیل نموده و پس اخذ تأییدیه مدیر فنی و مهندسی آن را به
واحد تدارکات جهت خرید ارائه می نماید....

تمرین: مرحله مکانیزم و روش اجرایی تعمیرات اضطراری در یک سازمان را تکمیل
کنید.

سوابق و نحوه نگهداری: سوابق برجای مانده از این روش اجرایی شامل: 1. فرم تکمیل
شده درخواست انجام تعمیرات 2. فرم تکمیل شده توقفات دستگاه ها 3. فرم تکمیل شده
سوابق تعمیرات دستگاه ها 4. چك لیست های تکمیل شده بازرسی نت 5. لیست تکمیل شده
دستگاه ها و تجهیزات 6. فرم تکمیل شده درخواست کالا از انبار 7. فرم تکمیل شده

درخواست خرید 8. گزارشات دستور کارها و گزارشات کار انجام شده 9. صورت جلسات تکمیل شده

و جهت نگهداری آنها جدول ذیل تکمیل می گردد:

نام سابقه	محل نگهداری	شیوه نگهداری	سطوح دسترسی	مدت زمان نگهداری	شیوه تعیین تکلیف
فرم تکمیل شده درخواست انجام تعمیرات	واحد نت/ قفسه A/ زونکن 01	کاغذی/ الکتریکی	مدیریت ارشد/ مدیران واحدها/ مدیر فنی ومهندسی	2 سال	امحاء/ بایگانی راکد
.....					

ب-2) زمانسنجی فعالیت های نت: پس از تعیین و تدوین روش های اجرایی و دستورالعمل ها لازم است تا زمان اجرای هریک از فعالیت های فوق ذکر با روش های مختلف مشخص گردد تا بدین منظور بتوان زمان استاندارد برای اجرای هریک از روش ها و دستورالعمل ها را مشخص نمود. در اغلب موارد از سه روش بدین منظور استفاده می شود: روش اول: استفاده از نظرات کارشناسی روش دوم: استفاده از سوابق و اطلاعات تاریخی روش سوم: استفاده از تکنیک های علمی همچون مطالعات کارو زمان می باشد. مهمترین علت جهت تعیین زمان استاندارد برای انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات، برنامه ریزی دقیقتر و کنترل زمانی فعالیت های مرتبط می باشد.

ج) تعریف و ایجاد مکانیزم های کنترلی به منظور کنترل فعالیت های نگهداری و تعمیرات در چهار موضوع

شامل:

کنترل انجام و زمان کار

کنترل کیفیت کار

کنترل هزینه

کنترل موجودی

ج-1) کنترل انجام و زمان کار: پس از اجرای فعالیت های نگهداری و تعمیرات باید کنترل های لازم جهت اطمینان از اجرای صحیح فعالیت های نگهداری و تعمیرات می بایست انجام شود. منظور از کنترل انجام و زمان کار اطمینان از صحت انجام کار از بعد مطابقت با استانداردها و روش های مدون شده و همچنین زمانبندی تعریف شده می باشد.

ج-2) کنترل کیفیت نت: به معنای کنترل نمودن خروجی های نت با آنچه که می بایست باشد. به عنوان مثال یکی از اصلی ترین خروجی های نت سطح دسترس پذیری ماشین آلات می باشد که سطح دسترس پذیری همان مدت زمان کل کار منهای مدت زمان خرابی ماشین می باشد. مفهوم کنترل کیفیت در این شاخص معرفی شده بدین معنی است که آیا اعمال سیستم نگهداری و تعمیرات طرح ریزی شده سطح دسترسی پذیری مطلوب و مورد نیاز را فراهم نموده است. در صورتی که با اعمال فعالیت های نگهداری و تعمیرات سطح دسترسی پذیری رو به کاهش گذارد باید به کیفیت فعالیت های انجام شده در حوزه نگهداری و تعمیرات شک کرد. کنترل کیفیت سیستم نت را می توان با شاخص دیگری همچون قابلیت اطمینان و اثربخشی ماشین آلات مورد ارزیابی و اندازه گیری قرار داد. درواقع کنترل کیفیت نت هدف اندازه گیری شاخص های فوق ذکر، بررسی روند کاهش و افزایش و علل آن و نهایتاً انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه به منظور اعمال اصلاحات لازم می باشد.

زمان کارکرد ماشین آلات $\times$ زمان خرابی ماشین آلات = (سطح دسترس پذیری) Availability

(قابلیت اطمینان) Relability

$$\int_0^{\infty} f(t) dt = R(t) = 1 - f(t) = \text{قابلیت اطمینان} = \text{تابع چگالی عمر ماشین آلات}$$

O.E.E: Overall Equipment Effectiveness (اثربخشی تجهیزات)

(کیفیت)نسبت تولیدات سالم $\times$ نسبت کارایی تجهیزات $\times$ قابلیت دسترسی به تجهیزات = اثربخشی تجهیزات

$$\text{قابلیت دسترسی} = \frac{\text{زمان اشغال} - \text{زمان توقف}}{\text{اشغال زمان}}$$

نسبت سرعت بهره برداری × نسبت خالص بهره برداری = نسبت کارایی

زمانمعتلولل برای تولید یک واحد محصول × مقدار تولید × زمان عملی تولید یک واحد محصول = نسبت کارایی
زمان عملی برای تولید یک واحد
زمان اشغال - زمان توقف

(تعداد دوباره کاریها + تعداد ضایعات آغاز + تعداد معیوب) - تعداد ورودی = نسبت کیفیت
تعداد ورودی

ج-3) کنترل هزینه: همانگونه که می دانید هزینه های یک سیستم نگهداری و تعمیرات می تواند شامل:

1. هزینه های نیروی انسانی
2. هزینه هایی قطعات یدکی
3. هزینه مواد مصرفی
4. هزینه بیکاری (شامل هزینه بیکاری ماشین آلات، هزینه بیکاری اپراتور، هزینه تولید از دست رفته)
5. هزینه تجهیزات نگهداری و تعمیرات
6. هزینه های انرژی (آب، برق، گاز و...)

می باشد.

با توجه به هزینه های فوق ذکر و اثر مستقیم این هزینه ها در افزایش قیمت محصول در بخش کنترل هزینه به طور مداوم هزینه های فوق ذکر مورد محاسبه قرار گرفته و در بازه های زمانی روند آن تحلیل می گردد. مسلماً پس از تحلیل روند می بایست در خصوص مکانیزم نگهداری و تعمیرات اعمال شده و تئوری تعویض ماشین آلات و تعریف عمر مفید آنها قضاوت کنیم. تجزیه و تحلیل علل افزایش و کاهش هزینه ها در مقاطع زمانی مشخص و تعریف انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در راستای کاهش و بهینه سازی این هزینه ها اهم فعالیت های این بخش از کنترل ها می باشد. جهت کنترل هزینه ها از تکنیک های مختلفی که بتوان با استفاده از آنها فعالیت های غیر ضروری و فاقد ارزش را شناسایی و حذف نموده استفاده می شود به عنوان مثال مهندسی ارزش.

ج-4) کنترل موجودی: آخرین کنترلی که به منظور چک نمودن صحت عملکرد یک نظام نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار می گیرد کنترل موجودی ها می باشد. همانگونه که می دانید منظور از موجودی ها در سیستم نگهداری و تعمیرات موجودی قطعات یدکی، ابزارها و تجهیزات و همچنین مواد مصرفی مورد استفاده می باشد. فی الواقع در این کنترل می بایست یک سیستم کنترل موجودی طراحی و ترسیم شده تا براساس آن موضوعاتی همچون نقطه سفارش، حجم سفارش، مدت زمان تأخیر و تحویل، تواتر هر سفارش، ذخیره اطمینان از هر سفارش و... مشخص و تعیین گردد تا بر مبنای این سیستم مشخص شود که چه اقلامی باید خریداری شود؟ این اقلام تا چه موقع باید نگهداری شود؟ حداقل و حداکثر موجودی هر قلم و سایر موارد و اطلاعات مورد نیاز مدون گردد. وجود یک مکانیزم کنترل موجودی مناسب برای یک سیستم نگهداری و تعمیرات بسیار حائز اهمیت است چرا که عدم وجود یک قطعه یدکی در هنگام خدابی یک ماشین به معنای توقف بیش از حد ماشین آلات و تجهیزات بوده و وجود یک قطعه یدکی بیش از نیاز سازمان و نگهداری بیش از حد آن در انبار موجبات افزایش هزینه را فراهم خواهد آورد.

فصل سوم:

طرح ریزی سیستم نت از دیدگاه ارتباط اطلاعاتی با سایر سیستم های یک سازمان و طراحی فرم های مورد نیاز:

تبادل اطلاعاتی سیستم نت با سایر سیستم های یک سازمان:

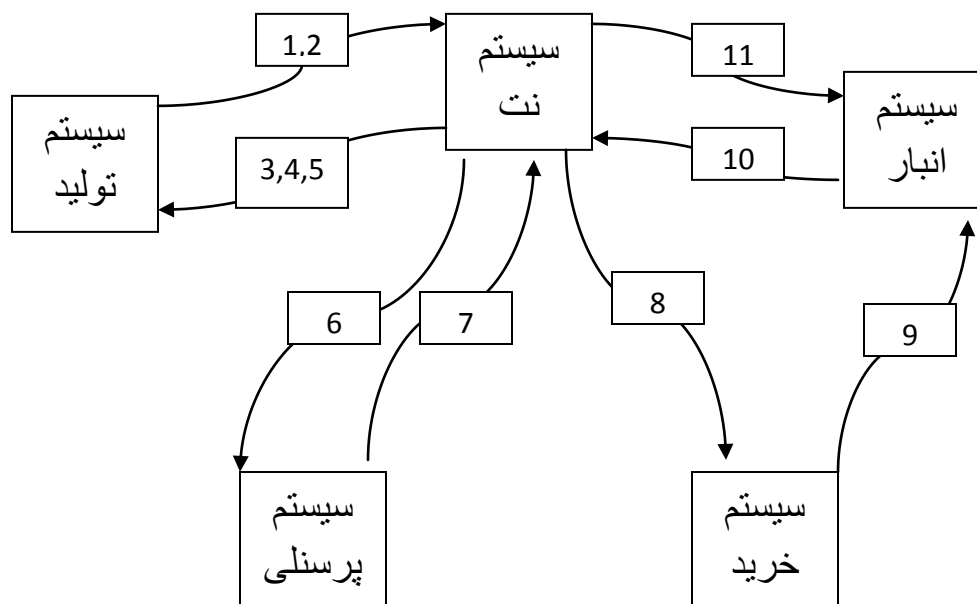
در یک سازمان فرضی می تواند سیستم های ذیل وجود داشته باشد:

سیستم تولید، سیستم برنامه ریزی، سیستم انبارش، سیستم خرید و تدارکات، سیستم مالی، سیستم پرسنلی، سیستم کنترل کیفیت، سیستم آموزش، سیستم تضمین کیفیت و...

به عنوان مثال ارتباط بین سیستم نت با سیستم تولید بدین صورت است که از سیستم تولید درخواست انجام تعمیرات به سیستم نت ارسال می شود و به دنبال آن سیستم نت ضمن ارائه خدمات تعمیراتی گزارش فعالیت های انجام شده را به سیستم تولید ارسال می نماید ضمناً با توجه به خرابی های رخ داده سیستم نت نکاتی را در باب استفاده و کاربرد صحیح ماشین آلات و تجهیزات به سیستم تولید اعلام می نماید همچنین سیستم تولید برنامه تولید تنظیم شده

را جهت اطلاع سیستم نت به سیستم نت ارسال می نماید و سیستم نت را براساس برنامه تولید برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را تنظیم و در اختیار سیستم تولید قرار می دهد.

فرم های مورد نیا تولید تنظیم شده را جهت اطلاع سیستم نت به سیستم نت ارسال می نماید و سیستم نت را براساس برنامه تولید برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را تنظیم و در اختیار سیستم تولید قرار می دهد.



1. درخواست انجام تعمیر
2. برنامه تولید
3. ارائه خدمات تعمیراتی و گزارش فعالیت های انجام شده
4. نکاتی در باب استفاده و کاربرد صحیح ماشین آلات
5. برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
6. درخواست جذب و تأمین نیروی انسانی متخصص
7. نیروی انسانی متخصص جذب شده مطابق درخواست ها
8. درخواست خرید قطعات یدکی
9. تحویل قطعات یدکی خریداری شده به همراه اسناد مربوطه
10. حواله انبار در خصوص قطعه یدکی درخواستی

11. درخواست قطعه یدکی

فرم های مورد نیاز:

1. فرم اعلام و درخواست تعمیر اضطراری
2. فرم صدور دستورکار برای تعمیرکاران
3. فرم درخواست قطعات یدکی از انبار
4. فرم حواله انبار
5. فرم درخواست خرید قطعات یدکی
6. فرم گزارش تعمیرات انجام شده
7. فرم اعلام نکات کار برای استفاده صحیح از ماشین آلات
8. فرم برنامه نگهداری پیشگیرانه
9. فرم برنامه ریزی تولید
10. فرم درخواست نیروی انسانی

جهت تحلیل تکمیلی سیستم نگهداری و تعمیرات در یک سازمان باید مدنظر داشت که این سیستم به سه زیر سیستم فنی و مهندسی، برنامه ریزی و اجرای خدمات شکسته می شود. جهت روشن شدن موضوع به تشریح این سه زیرسیستم می پردازیم:

1. زیرسیستم فنی و مهندسی: تهیه اطلاعات پایه ای و جمع آوری و تدوین استانداردهای فنی مورد نیاز در سیستم نت و همچنین به روزنگه داشتن اطلاعات فنی مرتبط از اهم مسئولیت های این زیرسیستم می باشد. شاغلین در این زیرسیستم شامل مهندسین برق، مکانیک و متالوژی در اغلب موارد هستند. از اصلی ترین وظایف این افراد می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

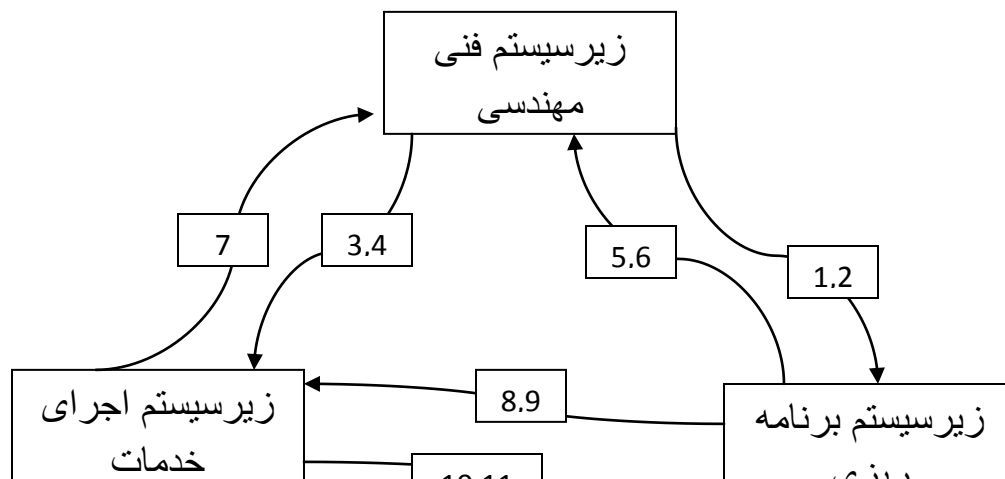
1. تکمیل بانک اطلاعاتی ماشین آلات
2. تهیه اطلاعات خام نت پیشگیرانه و اضطراری
3. تدوین روش های اجرایی و دستورالعمل های فنی نظام نگهداری و تعمیرات
4. تهیه و تدوین استانداردها و سایر اطلاعات تخصصی حوزه نگهداری و تعمیرات

2. زیرسیستم برنامه ریزی: این زیرسیستم مأموریت تهیه زمانبندی و کنترل و بهینه سازی سیستم نت براساس تجزیه و تحلیل های انجام شده را برعهده دارد. شاغلین این زیرسیستم را مهندسین صنایع تشکیل می دهند و اهم وظایف آنها به شرح ذیل است:

1. طرح ریزی و مستندسازی سیستم نگهداری و تعمیرات
2. برنامه ریزی و زمانبندی فعالیت های نت پیشگیرانه و اضطراری براساس اطلاعات فنی
3. صدور دستورکار به تعمیرکاران
4. تعیین استراتژی های تأمین قطعات یدکی و مواد مصرفی
5. انجام کنترل های لازم در سیستم نت شامل کنترل کار، کنترل کیفیت، کنترل هزینه و کنترل موجودی
6. انجام تجزیه و تحلیل براساس اطلاعات جمع آوری شده و ارائه راهکارهایی درجهت بهینه سازی

3. زیرسیستم اجرای خدمات: این زیرسیستم اجرای تمامی دستورکارهای صادره را مطابق روش ها و دستورالعمل های تدوین شده توسط بخش فنی نت برعهده دارد و شاغلین این زیرسیستم شامل تکنسین های برق، مکانیک و ابزار دقیق در اغلب موارد می باشند و اهم وظایف آنها به شرح ذیل است:

1. اجرای فعالیت های نت پیشگیرانه و اضطراری براساس برنامه ها و دستورکارهای صادر شده
2. تحویل قطعات یدکی و مواد مصرفی از انبار و بازگرداندن باقی قطعات به انبارها
3. تهیه گزارش فعالیت های انجام شده
4. ارائه راهکارهای فنی درجهت بهبود روش ها و دستورالعمل های تدوین شده

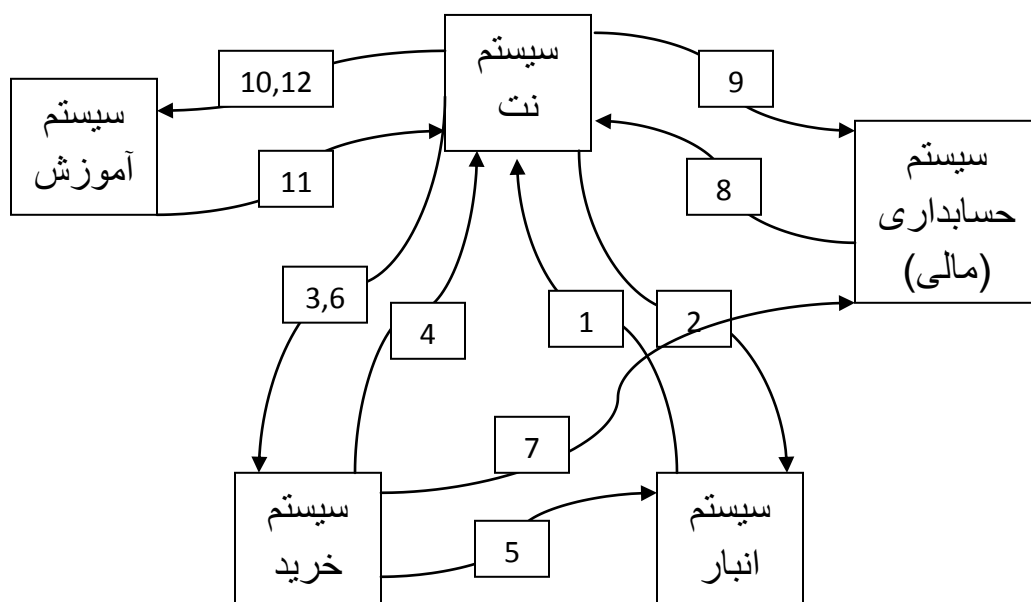


1. اطلاعات پایه و فنی استخراج شده از کاتالوگ ها و سایر مدارک فنی مرتبط
2. اطلاعات مرتبط با ماشین آلات موجود براساس بانک اطلاعاتی تهیه شده
3. روش های اجرایی و دستورالعمل های فنی انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات
4. استاندارد های تدوین شده براساس اطلاعات جمع آوری شده در حوزه نگهداری و تعمیرات
5. گزارشات اجرای فعالیت های نگهداری و تعمیرات براساس دستورکارهای صادر شده
6. نتایج کنترل ها و تجزیه و تحلیل های انجام شده به منظور بازنگری و به روزآوری روش های اجرایی و دستورالعمل های مرتبط
7. گزارش ارائه نکات اصلاحی براساس تجربیات کسب شده به منظور اصلاح و بهبود روش های اجرایی و دستورالعمل ها و رفع مغایرت های موجود
8. دستورکار انجام فعالیت های نگهداری پیشگیرانه و تعمیرات اضطراری و همچنین برنامه های تدوین شده آن
9. ارسال حواله و مجوز دریافت قطعات یدکی و مواد مصرفی و یا ابزارهای مورد نیاز
10. گزارش فعالیت های انجام شده مطابق دستورکار صادره
11. درخواست قطعات یدکی، مواد مصرفی و ابزارهای مورد نیاز

جواب تمرین: تکمیل مراحل روش اجرایی انجام تعمیرات اضطراری:

1. اعلام خرابی و درخواست تعمیر با استفاده از تکمیل فرم درخواست انجام تعمیرات توسط واحد متقاضی و ارسال آن به مدیر فنی و مهندسی
2. صدور دستور رسیدگی توسط مدیر فنی و مهندسی با تکمیل بخش دوم فرم درخواست انجام تعمیرات و ارسال آن به مسئول نگهداری و تعمیرات
3. تشخیص عیوب توسط مسئول نگهداری و تعمیرات
4. برآورد و تعیین نوع تعمیرات مورد نیاز، مدت زمان انجام تعمیرات مورد نیاز، نوع تخصص های مورد نیاز و تعمیرکاران مرتبط و همچنین قطعات یدکی و مواد مصرفی مورد نیاز

5. تکمیل فرم درخواست کالا از انبار توسط مسئول نگهداری و تعمیرات و مراجعه به انبار جهت دریافت آن و یا در صورت عدم وجود مواد درخواستی پیگیری صدور درخواست خرید از انباردار و اخذ تأییدیه مدیر فنی و مهندسی
6. صدور دستورکار توسط مسئول نگهداری و تعمیرات و ابلاغ آن به تعمیرکاران مرتبط
7. اعزام تعمیرکاران به محل خرابی اعلام شده و اجرای تعمیرات درخواستی مطابق با دستورالعمل های فنی تدوین شده
8. گزارش تعمیرات انجام شده توسط تعمیرکاران در فرم گزارشات کار انجام شده و همچنین تکمیل و به روزآوری فرم سابق تعمیرات دستگاه ها و ارسال گزارش کار به مسئول نگهداری و تعمیرات
9. کنترل و ارزیابی گزارش ارائه شده از سوی تعمیرکاران و اخذ تأییدیه آن از واحد متقاضی توسط مسئول نگهداری و تعمیرات
10. تکمیل و به روزآوری فرم توقفات دستگاه ها و تدوین گزارش تحلیلی برای مدیر فنی و مهندسی توسط مسئول نگهداری و تعمیرات
11. کنترل وضعیت قطعات یدکی و مواد مصرفی استفاده شده و چک نمودن موجودی آنها با انبار و حواله های صادر شده توسط مسئول نگهداری و تعمیرات با همامنگی انباردار
12. جمع آوری و تحت کنترل قرار دادن کلیه سوابق مرتبط توسط مسئول نگهداری و تعمیرات



1. درخواست خرید قطعات یدکی/ماشین آلات
2. حواله انبار درخصوص قطعه یدکی/ماشین آلات درخواستی
3. درخواست خرید قطعه یدکی/ماشین آلات
4. اطلاعات تأمین کنندگان و همچنین ماشین آلات و قطعات یدکی درخواستی موجود در بازار به همراه قیمت اعلام شده
5. تحویل قطعات یدکی/ماشین آلات خریداری شده به همراه اسناد مربوطه
6. تصمیم گیری و اعلام گزینه های مناسب به همراه نظریه های کارشناسی جهت انجام خرید
7. ارسال اسناد مالی مرتبط با خریدهای انجام شده
8. ارائه گزارشات هزینه های انجام شده در حوزه نگهداری و تعمیرات
9. ارسال اطلاعات مربوط به فعالیت های نگهداری و تعمیرات از قبیل قطعات یدکی و مواد مصرفی مورد استفاده، نفرساعت نیروی انسانی استفاده شده و همچنین فعالیت های انجام شده توسط پیمانکاران و صورت حساب های مرتبط تأیید شده
10. درخواست آموزشهای مورد نیاز به همراه هدف و محتوای هر یک از آموزشهای درخواستی
11. اعلام برنامه آموزشی و تأمین کنندگان منتخب جهت برگزاری دوره
12. اعزام افراد مرتبط جهت شرکت در دوره و ارائه بازخور از دوره های آموزشی برگزار شده

فرم های مورد استفاده در سیستم نگهداری و تعمیرات:

فرم درخواست ابزارآلات

فرم اعلام توقفات ماشین آلات تولید

فرم درخواست کالا از انبار (قطعه یدکی)

فرم درخواست تعمیر

فرم درخواست خرید قطعه یدکی/ مواد مصرفی

فرم درخواست کار ساخت قطعه یدکی

چک لیست های بازدید روزانه/ هفتگی/ ماهانه

فرم گزارش کار

فرم دستورکار

فرم گزارش مشاهده نقص فنی

فرم سوابق تعمیراتی ماشین آلات

فرم گزارش پایش فرآیند نگهداری و تعمیرات

فرم صورت جلسات نشست های کارشناسی بخش فنی

فرم گزارش وضعیت تعمیر

فرم ثبت کارکرد ماهیانه دستگاه

فرم ثبت اطلاعات فنی دستگاه

فرم تعیین نیازهای نگهداری دستگاه (لیست فعالیتهای PM ماشین آلات)

فهرست فعالیت های نگهداری ماشین آلات

شناسنامه نت قطعه/ دستگاه

فرم گزارش پیشرفت اجرای فعالیت های نگهداری

فرم شناسنامه عمومی/ فنی/ مالی دستگاه ها

فرم فهرست ماشین آلات و تجهیزات

فرم برنامه نگهداری پیشگیرانه (روزانه/ هفتگی/ ماهانه)

فرم روش اجرایی

فرم دستورالعمل

فرم تعیین نقاط سفارش دهی قطعات یدکی و مواد مصرفی

فرم درخواست تعمیر

ساعتتاریخ شماره دفتر فنی نام شرکت ساعت ورود به دفتر فنی شماره و مشخصات دستگاه: نوع اشکال <u>تأسیسات</u> معلوم <u>برق مکانیک</u> و تکنیک شرح اشکال: قسمت: نام و امضاء سرپرست قسمت: نام و امضاء سرپرست تعمیرات:					واحد درخواست کننده					
تاریخ		تاریخ		افراد عملیات		مربوط به تعمیر دستگاه		شرح کارهای انجام شده		واحد فنی
						تاریخ				
						مدت تعمیر مدت غیر تعمیر مدت توقف				
نظریه سرپرست تعمیرات درمورد جلوگیری از تکرار اشکال:						تعداد		مشخصات قطعات مصرفی		
						نظریه دفتر فنی:				
امضاء ساعت:		نام تحویل دهنده: تاریخ تحویل:		امضاء		نام تحویل گیرنده: امضاء سرپرست تعمیرات:				

لیست فرم های PM ماشین (تراش تبریز)

ردیف	عنوان فعالیت	دوره تناوب	مدت زمان فعالیت	تخصص مورد نیاز	قطعات یدکی و مواد مصرفی مورد نیاز	ابزار آلات و تجهیزات مورد نیاز	وضعیت ماشین		توضیحات
							off	on	
1	چک کردن فیلترها	3 ماهه	30 دقیقه	تکنسین مکانیک عمومی	-	جعبه ابزار عمومی			WI-01-00
2	روغن کاری	1 ماهه	60 دقیقه	تکنسین مکانیک عمومی	2 لیتر روغن	جعبه ابزار عمومی			WI-02-00
3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	-----
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	-----

فرم گزارش پایش فرآیند

نام و نام خانوادگی متولی پایش و اندازه گیری فرآیند							دوره زمانی پایش و اندازه گیری		تاریخ پایش و اندازه گیری	
عنوان شاخص پایش و اندازه گیری	نحوه محاسبه شاخص	مقادیر قابل قبول شاخص	مقدار اندازه گیری شده	میزان انحراف از مقادیر قابل قبول	دلایل انحراف	اقدامات اصلاحی پیشگیرانه مورد نیاز				
.....										
.....										

برنامه سالیانه PM ماشین آلات

ردیف	نام ماشین	کد ماشین	فعالیت های PM	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	
				1	2	3	4		

فرم دستورکار فعالیت های نگهداری و تعمیرات

تاریخ اجرای دستورکار:		شماره دستورکار:	
نام ماشین:	کد ماشین:	محل استقرار:	
عنوان فعالیت:	ساعت شروع:	ساعت پایان:	
ابزار آلات و تجهیزات مورد نیاز:			
قطعات یدکی و ماد مصرفی مورد نیاز:			
دستور العمل مربوطه:			
نام تعمیرکار مربوطه:			
توضیحات تکمیلی:		نام و امضاء مسئول نگهداری و تعمیرات:	
		تاریخ و ساعت:	

فرم سوابق تعمیراتی ماشین آلات

نام ماشین:												کد ماشین:		محل استقرار:	
ردیف	تاریخ	فعالیت PM	فعالیت CM	شرح فعالیت	علل خرابی	نوع تعمیر		مدت زمان فعالیت	متخصص مورد نیاز	نام تعمیرکار	قطعات یدکی و مواد مصرفی	هزینه قطعات یدکی و مواد مصرفی	توضیحات		
						مکانی کی	الکتریک								
....	...														

شناسنامه عمومی و مالی ماشین آلات

نام ماشین:		کد ماشین:	
تاریخ خرید ماشین:		تاریخ حمل به سازمان:	
قیمت خرید:		هزینه حمل به سازمان:	
تاریخ نصب:	هزینه نصب:	نام سازنده:	سال ساخت:
تاریخ راه اندازی:	هزینه راه اندازی:	مدل ماشین:	
محل نصب:		کشور سازنده:	
عمر برآوردی ماشین:		آدرس، تلفن، فکس و ایمیل سازنده:	
وضعیت ماشین هنگام خرید: نو	دست دوم (... کارکرد)	وضعیت گارانتی: دارد	ندارد
لیست کتابچه ها، کاتالوگ های ماشین:		شرایط گارانتی: شماره برگه گارانتی:	چند سال
لیست نقشه های فنی مرتبط:		قطعات و ابزارهای یدکی همراه با ماشین:	
تهیه کننده:	تأییدکننده:	تاریخ تهیه:	

فصل چهارم:

برنامه ریزی احتمالی نت، محاسبه قابلیت اطمینان و تشریح نت متمرکز برپایایی (RCM)

مفهوم قابلیت اطمینان و تابع آن تحت عنوان $R(t)$ و همچنین تابع چگالی عمر یک ماشین تحت عنوان $f(t)$:

برای تشریح مفاهیم فوق ذکر باید یادآوری نمود که منظور از متغیر t همان متغیر تصادفی عمر یک قطعه یا ماشین می باشد که متغیر تصادفی پیوسته می باشد. همانگونه که می دانید عمر یک قطعه یا ماشین عبارت است از زمانی که یک ماشین راه اندازی شده تا زمانی که خراب می گردد براساس متغیر تصادفی عمر یک قطعه یا ماشین مفهومی تحت عنوان تابع چگالی عمر یک ماشین شکل می گیرد و همانگونه که می دانید این تابع را تحت عنوان تابع $f(t)$ معرفی می نماییم. از طریق تابع چگالی عمر یک ماشین یا قطعه می توان احتمالات مختلف را درخصوص خرابی یک قطعه یا ماشین مورد محاسبه قرار داد. به عنوان مثال احتمال اینکه عمر یک قطعه یا ماشین کمتر از مقدار A باشد را می توان از رابطه ذیل مورد محاسبه قرار داد:

$$P(t < A) = \int_0^A f(t) dt$$

البته معادل این مفهوم را می توان به صورت دیگری نیز بیان نمود آن عبارت است از قطعه یا ماشین مورد نظر در لحظه A خراب شود. همچنین با استفاده از تابع $f(t)$ یا همان چگالی عمر یک ماشین یا قطعه می توان احتمال اینکه قطعه یا ماشین مورد نظر در زمانی بین A تا B خراب شود را به صورت ذیل مورد محاسبه قرار داد:

$$P(A \leq t \leq B) = \int_A^B f(t) dt$$

اگر به یاد داشته باشیم در دروس تئوری احتمالات مفهوم دیگری تشریح گردیده بود بدین معنی که اگر شما از تابع چگالی عمر یک ماشین یا قطعه در بازه زمانی $(-\infty, +\infty)$ انتگرال بگیرید یعنی مساحت زیر نمودار را از ابتدا تا انتها محاسبه نمایید پاسخ آن برابر عدد یک خواهد بود. براین اساس مفهوم دیگری که مکمل مفهوم فوق ذکر بوده تحت عنوان مفهوم پایایی شکل خواهد گرفت که در این حالت آن را با علامت $R(t)$ نمایش می دهند و بدین مفهوم است که احتمال اینکه قطعه یا ماشین مورد نظر در لحظه A سالم باشد یا احتمال اینکه قطعه یا ماشین مورد نظر عمرش بیش از مقدار A باشد که با روابط ذیل نشان داده می شوند:

$$R(t) = P(t > A) = \int_A^{+\infty} f(t) dt = 1 - F(t)$$

به منظور روشن شدن روابطی که در بالا اشاره کردیم به مثال ذیل توجه فرمایید:

فرض کنید تابع چگالی عمر يك ماشین برابر $f(t) = \frac{1}{100}$, $0 \leq t \leq 100$ باشد در این صورت تابع پايایی آن برابر $R(t) = \int_t^{+\infty} \frac{1}{100} dt = \frac{1}{100} [t]_t^{+\infty} = 1 - \frac{1}{100} t$ می باشد حال اگر بخواهیم احتمال اینکه ماشین مورد نظر در لحظه $t=70$ سالم باشد را بررسی کنیم خواهیم داشت: $R(70) = 1 - \frac{1}{100} \times 70 = 0/3$ و اگر بخواهیم احتمال اینکه ماشین مورد نظر در لحظات بین $t=80$ و $t=90$ خراب شود را محاسبه نماییم خواهیم داشت:

$$\int_{80}^{90} \frac{1}{100} dt = \frac{1}{100} t = 0/9 - 0/8 = 0/1 \text{ یا } R(0/8) - R(0/9) = 0/2 - 0/1 = 0/1$$

براساس مفاهیم فوق ذکر که در مثال توضیح داده شد پنج شاخص مهم جهت بررسی اثربخشی سیستم های نگهداری و تعمیرات شکل می گیرد که این پنج شاخص عبارتند از:

1. میانگین زمان تا خرابی MTTF (Mean time to failure)

2. میانگین زمان تعمیر MTTR (Mean time to repair)

3. میانگین زمان بین دو خرابی MTBF (Mean time between failure)

4. دسترس پذیری AV (Availability)

5. نرخ خرابی $r(t)$ (Failure rate)

1. شاخص MTTF: این شاخص فاصله زمانی شروع کار يك قطعه تا خرابی آن را در طول عمر قطعه یا ماشین مورد نظر به طور متوسط مورد محاسبه قرار می دهد یا از يك دیدگاه دیگر بدین معنی است که به طور متوسط چقدر انتظار داریم قطعه یا ماشین مورد نظر عمر کند.

$$MTTF = \int_0^{+\infty} t f(t) dt = \int_0^{+\infty} R(t) dt$$

به عنوان مثال MTTF را در ماشینی که $f(t) = \frac{1}{100}$, $0 \leq t \leq 100$ است حساب کنید.

$$MTTF = \int_0^{+\infty} t f(t) dt = \int_0^{100} t \frac{1}{100} dt = \left[\frac{t^2}{200} \right]_0^{100} = 50$$

2. شاخص MTTR : این شاخص بیانگر مدت زمانی است که به طور متوسط طول می کشد تا قطعه یا ماشین مورد نظر تعمیر شده و آماده به کار گردد که به صورت ذیل محاسبه می شود:

$$MTTR = \int_0^{+\infty} s g(s) ds$$

$g(s)$: تابع چگالی مدت زمان تعمیر ماشین یا قطعه

به عنوان مثال اگر تابع چگالی مدت زمان تعمیر یک ماشین دارای توزیع نمایی با عبارت $g(s) = \frac{1}{10} e^{-s/10}$ باشد در این صورت MTTR برابر است با:

$$MTTR = \int_0^{+\infty} s \times \frac{1}{10} e^{-s/10} ds = 10$$

همان گونه که در بالا تشریح شد یکی از اهداف اصلی نظام های نگهداری و تعمیرات این بود که MTTF را تا حد ممکن افزایش داده و MTTR را تا حد ممکن کاهش داده و آن را به سمت عدد صفر حرکت دهند.

3. شاخص MTBF : این شاخص در واقع از مجموع دو شاخص قبل ساخته می شود و برابر می باشد با $MTTF + MTTR$. لذا اگر بخواهیم MTBF را در مثال قبل محاسبه نماییم این شاخص برابر خواهد بود با $60 = 10 + 50$. لازم به ذکر است اگر سیستم های نگهداری و تعمیرات در حالت ایده آل قرار گیرند در این صورت مقدار MTBF با مقدار MTTF برابر خواهد بود.

4. شاخص AV : این شاخص بیان کننده درصد اوقاتی است که یک ماشین یا قطعه در وضعیت کارکرد سالم باشد نسبت به کل اوقاتی که ماشین مورد نظر در دسترس ما می باشد و از عبارت ذیل محاسبه می شود:

$$AV = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{MTTF}{MTBF}$$

لذا شاخص دسترس پذیری در مثال قبل برابر $\frac{50}{60} = 0.83$ یا همان 83 درصد می باشد.

5. شاخص $r(t)$: این شاخص بدین معناست که احتمال اینکه قطعه مورد نظر در لحظه t سالم بوده و بلافاصله در لحظه $t + \Delta t$, $\Delta t \rightarrow 0$ خراب شود.

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

فرض نماییم تابع چگالی عمر یک ماشین دارای توزیع نمایی برابر $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$, $t \geq 0$ می باشد در این صورت نرخ خرابی را مورد محاسبه قرار داده و میزان و مفهوم آن را تحلیل نماییم.

$$R(t) = \int_t^{+\infty} f(t) dt = \int_t^{+\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt = -e^{-\lambda t} \Big|_t^{+\infty} = e^{-\lambda t}$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda$$

نرخ خرابی یک عدد ثابت است و با افزایش و گذر زمان تغییر نمی کند و سیاست ما این است که نت بعد از خرابی را برای آن تعریف کنیم. از آنجایی که نرخ خرابی یک عدد ثابت و برابر λ می باشد لذا با افزایش عمر ماشین تغییری در آن ایجاد نمی شود و همانگونه که قبلاً گفته شده در چنین شرایطی فلسفه نت بعد از خرابی برای این نوع ماشین آلات اتخاذ می گردد که این موضوع برای تمامی ماشین آلات و تجهیزاتی که تابع توزیع عمر آنها نمایی باشد صادق است.

با توجه به مفاهیمی که در بالا اشاره گردید موضوع بسیار مهمی تحت عنوان اثربخشی یک نظام نگهداری و تعمیرات مطرح می شود بدین مفهوم که اگر یک نظام نگهداری و تعمیرات یک نظام نگهداری و تعمیرات اثربخش باشد آنگاه ما انتظار داریم MTTF افزایش یافته ، MTTR به شدت کاهش یافته AV به سمت 100% حرکت نموده و نرخ خرابی ماشین آلات $r(t)$ به شدت کاهش یابد ولی در بسیاری از موارد شاخص های فوق ذکر با وجود یک نظام نگهداری و تعمیرات اعداد مناسبی را نشان نمی دهند که البته این موضوع می تواند نشأت گرفته از یک نظام نگهداری و تعمیرات نامناسب باشد. یکی از مهمترین عوامل در نامناسب بودن یک نظام نگهداری عاملی به نا فاصله زمانی تعریف شده برای اجرای سرویس های نگهداری ماشین آلات و تجهیزات می باشد که قاعدتاً اگر فاصله زمانی مناسب برای اجرای یک سرویس پیشگیرانه بررسی و تعیین گردد این موضوع منجر

به افزایش اثربخشی نظام نگهداری و تعمیرات یک سازمان خواهد شد جهت روشن شدن موضوع مدلسازی احتمالی ذیل و تعیین زمان بهینه (t_{PM}^*) می پردازیم.

t_p : فاصله زمانی بین دو PM متوالی

C_p : هزینه هربار PM

C_E : هزینه هربار CM

n_{EM} : تعداد EM ها در یک فاصله زمانی t_p

= (مجموع هزینه های PM و EM متوالی) Min

$$\frac{\text{مجموع هزینه ها در هر دوره زمانی } t_p}{\text{طول}} = \frac{1 \times C_p + E(n_{EM}) \times C_E}{t_p} = \frac{C_p + C_E \int_0^{t_p} r(t) dt}{t_p}$$

در این حالت فرض بر این است که زمان اجرای PM ها عددی ثابت است

به عنوان مثال فرض نمایید $f(t) = \frac{1}{10}$ ، $0 \leq t \leq 10$ و $C_p = 5$ و $C_E = 50$ باشد. t_p^* را محاسبه نمایید.

$$R(t) = \int_t^{+\infty} \frac{1}{10} dt = \frac{1}{10} [t]_t^{10} = 1 - \frac{1}{10} t = \frac{10-t}{10}$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\frac{1}{10}}{\frac{10-t}{10}} = \frac{1}{10-t}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_p &= \frac{5 + 50 \int_0^{t_p} \frac{1}{10-t} dt}{t_p} = \frac{5 + 50 \times [-\ln(10-t)]_0^{t_p}}{t_p} = \frac{5 + 50 \times [-\ln(10-t_p) + \ln 10]}{t_p} = \\ &= \frac{5 + 50 \times -\ln \frac{10}{10-t_p}}{t_p} \end{aligned}$$

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
∞	10.26	8.08	7.61	7.63	7.93	8.47	9.31	10.68	13.35	∞

$$\text{Min } Z_p = 7.61$$

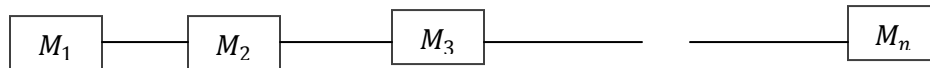
محاسبه قابلیت اطمینان در خطوط تولید در سه حالت:

حالت اول: سیستم های سری

حالت دوم: سیستم های موازی

حالت سوم: سیستم های سری_موازی

محاسبه قابلیت اطمینان در سیستم های سری:



$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n = \prod_{i=1}^n R_i$$

فرض کنید خط تولیدی از دو ماشین M_1 و M_2 شکل گرفته است این دو ماشین به صورت سری به یکدیگر متصل شده اند و توابع چگالی عمر آنها به صورت ذیل می باشد:

$$f_1(t) = \frac{1}{100}, \quad 0 \leq t \leq 100$$

```

graph LR
    M1[M1] --- M2[M2]
    
```

$$f_2(t) = 0.1e^{-0.1t}, \quad t \geq 0$$

الف) مطلوب است تابع پایایی سیستم

ب) پایایی سیستم در لحظه $t=60$ و $t=130$ محاسبه نمایید.

ج) مطلوب است نرخ خرابی سیستم

الف)

$$R_1(t) = \int_t^{+\infty} f(t)dt = \int_t^{100} \frac{1}{100} dt = \begin{cases} 1 - \frac{1}{100}t & 0 \leq t \leq 100 \\ 0 & t > 100 \end{cases}$$

$$R_2(t) = \int_t^{+\infty} 0/1 e^{-0/1t} dt = \begin{cases} e^{-0/1t} & 0 \leq t \leq 100 \\ e^{-0/1t} & t > 100 \end{cases}$$

$$R_s = R_1(t) \times R_2(t) = \begin{cases} (1 - \frac{1}{100}t)e^{-0/1t} & 0 \leq t \leq 100 \\ 0 & t > 100 \end{cases}$$

ب)

$$R(60) = (1 - \frac{1}{100} \times 60)e^{-0/1 \times 60}$$

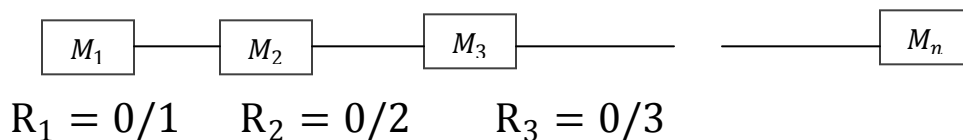
$$R(130) = 0$$

ج) به یا داشته باشید در سیستم های سری نرخ خرابی کل سیستم برابر مجموع نرخ خرابی اجزا می باشد.

$$r_1(t) = \frac{f_1(t)}{R_1(t)} \quad r_2(t) = \frac{f_2(t)}{R_2(t)}$$

$$r_s(t) = r_1(t) \times r_2(t)$$

حداکثر پایداری سیستم های در حالت سری برابر است با حداقل پایداری ماشین ها می باشد.



حداکثر پایداری: $R_1 = 0/1$

محاسبه قابلیت اطمینان در حالت موازی:

$P(\text{همه ماشین ها خراب باشند}) = 1 - P(\text{حداقل یک ماشین سالم باشد})$

$$P(\text{حداقل یک ماشین سالم باشد}) = 1 - [(1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n)]$$

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

مثال ذکر شده در حالت سری را برای حالت موازی نیز حل نمایید.

$$R_s = 1 - \left[\left(1 - 1 + \frac{1}{100} t \right) (1 - e^{-0/1t}) \right] \quad 0 \leq t \leq 100$$

$$R_s = 1 - [(1 - 0)(1 - e^{-0/1t})] \quad t > 100$$

مثال: تابع پایایی سیستم و توابع پایایی سیستم در لحظه های $t=40$ ، $t=120$ ، $t=300$ و $t=40$ همچنین نرخ خرابی را محاسبه نمایید.

$$f_1(t) = \frac{1}{100} \quad , \quad 0 \leq t \leq 100 \quad \quad f_2(t) = 0/1 e^{-0/1t} \quad , \quad t \geq 0$$

$$f_3(t) = \frac{1}{50} \quad , \quad 0 \leq t \leq 50 \quad \quad f_4(t) = 0/4 e^{-0/4t} \quad , \quad t \geq 0$$

$$R_1(t) = \int_t^{100} \frac{1}{100} dt = \begin{cases} 1 - \frac{1}{100} t & 0 \leq t \leq 50 \\ 1 - \frac{1}{100} t & 50 < t \leq 100 \\ 0 & t > 100 \end{cases}$$

$$R_2(t) = \int_t^{+\infty} 0.1 e^{-0.1t} dt = \begin{cases} e^{-0.1t} & 0 \leq t \leq 50 \\ e^{-0.1t} & 50 < t \leq 100 \\ e^{-0.1t} & t > 100 \end{cases}$$

$$R_3(t) = \int_t^{50} \frac{1}{50} dt = \begin{cases} 1 - \frac{1}{50}t & 0 \leq t \leq 50 \\ 0 & 50 < t \leq 100 \\ 0 & t > 100 \end{cases}$$

$$R_4(t) = \int_t^{+\infty} 0.4 e^{-0.4t} dt = \begin{cases} e^{-0.4t} & 0 \leq t \leq 50 \\ e^{-0.4t} & 50 < t \leq 100 \\ e^{-0.4t} & t > 100 \end{cases}$$

$$0 \leq t \leq 50$$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 1 - \left[\left(1 - 1 + \frac{1}{100}t \right) (1 - e^{-0.1t}) \left(1 - 1 + \frac{1}{50}t \right) \right] = \left[1 - \frac{t^2}{5000} (1 - e^{-0.1t}) \right]$$

$$50 < t \leq 100$$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 1 - \left[\left(1 - 1 + \frac{1}{100}t \right) (1 - e^{-0.1t}) (1 - 0) \right] = \left[1 - \frac{1}{100}t (1 - e^{-0.1t}) \right]$$

$$t > 100$$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = [1 - (1 - e^{-0.1t})] = e^{-0.1t}$$

$$0 \leq t \leq 50$$

$$\Rightarrow R_T = e^{-0/4t} \left[1 - \frac{t^2}{5000} (1 - e^{-0/1t}) \right]$$

$$50 < t \leq 100$$

$$\Rightarrow R_T = e^{-0/4t} \left[1 - \frac{1}{100} (1 - e^{-0/1t}) \right]$$

$$t > 100$$

$$\Rightarrow R_T = e^{-0/1t} \times e^{-0/4t} = e^{-0/5t}$$



نگهداری و تعمیرات متمرکز برپایایی (RCM):

Reliability Centered Maintenance

RCM در واقع رویکردی است که هفت مرحله ای که در آن طی هفت مرحله تلاش می گردد کارایی ماشین آلات و تجهیزات تا حداکثر لازم افزایش یابد:

مرحله اول: تعیین استانداردها و وظایف اجرایی هر ماشین

سؤال مطرح شده: وظایف اولیه (کیفیت، سرعت، دقت) و وظایف ثانویه (امنیت، کنترل، زیبایی، راحتی کاربرد، تطابق با محیط زیست) و استانداردهای اجرایی هر ماشین چیست؟

مرحله دوم: نقص ها یا خرابی های وظیفه ای (عملکرد)

سؤال مطرح شده: چه نقص ها یا شکست هایی ممکن است سرانجام وظایف یک ماشین بروز نمایند؟

مرحله سوم: شیوه های ایجاد نقص

سؤال مطرح شده: هریک از نقایص وظیفه ای را چه عواملی ایجاد می نمایند؟

مرحله چهارم: تأثیرات نقص

سؤال مطرح شده: پس از وقوع هر یک از نقایص چه اتفاقاتی می افتد؟

مرحله پنجم: پیامد های نقص

سؤال مطرح شده: نقایص ایجاد شده چه پیامدهایی را در سیستم ایجاد خواهد نمود؟

(پیامدهای مخفی، پیامدهای امنیتی محیطی، پیامدهای عملیاتی، پیامدهای غیر عملیاتی)

مرحله ششم: تعیین راهکارهای موجود برخورد نقایص (فعالیت های کنش گرا، فعالیت های واکنش گرا)

سؤال مطرح شده: برای پیشگیری، پیش بینی و برخورد با هریک از نقایص رخ داده چه راهکارهای موجودی را می توان مطرح نمود؟

مرحله هفتم: انتخاب راهکار مناسب برای برخورد با نقایص رخ داده:

سؤال مطرح شده: از بین راهکارهای کنش گرا یا واکنش گرای مطرح شده کدام یک مناسبترین و بهترین راهکار ممکن می باشد؟

تمرین: مدل هفت مرحله ای ذکر شده را برای یک تجهیز، ماشین یا ابزار استفاده نموده و نتایج این بررسی را مستند نمایید.

فصل پنجم:

نگهداری و تعمیرات بهره ورفراگیر TPM و اندازه گیری اثربخشی

تجهیزات OEE

مقدمه‌ای بر نگهداری بهره‌ور جامع

1.1 مقدمه

TPM = نوعی نت بهره‌ور است که توسط کلیه کارکنان، به صورت فعالیت‌های گروهی در گروه‌های کوچک اعمال می‌شود. واژه نت بهره‌ور جامع در سال 1971 توسط (JIPE) با پنج هدف اصلی زیر تعریف شد:

- 1 - حداکثر نمودن اثربخشی تجهیزات
- 2 - توسعه یک سیستم نت بهره‌ور برای کل دوره عمر تجهیزات
- 3 - درگیر نمودن کلیه بخش‌های صنعت که به امور برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری یا نت می‌پردازند.
- 4 - درگیر نمودن فعالان کلیه کارکنان
- 5 - توسعه **TPM** از طریق فعالیت‌های گروه‌های کوچک مستقل

به عبارت دیگر نگهداری بهره‌ور جامع ¹ **TPM** رویکردی به منظور حداکثر کردن اثربخشی امکاناتی است که ما در فعالیت‌های اقتصادی خود استفاده می‌کنیم. این رویکرد نه تنها به امر نگهداری، بلکه به کلیه جنبه‌های عملیات و نصب، امکانات و تجهیزات نیز می‌پردازد و در دل آن، انگیزش و ارتقای افرادی که در شرکت فعالیت می‌کنند، نهفته است.

به بیان دیگر **TPM** یک سیستم تولیدی بهره‌ور می‌باشد و کمک و همیاری کامل مدیران، سرپرستان، مهندسان، تکنیسین‌ها و کاربران ماشین‌آلات‌ها را به همراه دارد.

سه جزء **TPM** عبارتند از:

- 1 - **رویکرد جامع:** اصل و فلسفه فراگیری که کلیه امکانات و تجهیزات و جنبه‌های مرتبط آنها را در تمامی زمینه‌های یک سازمان و افرادی که این تجهیزات را راه‌اندازی، تنظیم و نگهداری می‌کنند در نظر دارد.

¹ Total Productive Maintenance

- 2 - **عمل بهره‌ور:** رویکرد خود جوش و کنشی برای کنترل شرایط و عملیات تجهیزات که هدف آن بهبود مداوم عملکرد کلی مؤسسه است.
- 3 - **نگهداری:** که روشی عملی برای نگهداری و بهبود اثربخشی تجهیزات و یکپارچگی کلی عملیات تولید می‌باشد.

مؤلفه نگهداری **TPM**، آن مؤلفه‌ای نیست که شرکت‌های عملیاتی از دیرباز آن را می‌شناخته‌اند. در دیدگاه گذشته، نگهداری، ما را به یاد روغن‌کاری و گریس‌کاری، برداشتن آچار شلاقی و به هم ریختن دل و روده یک دستگاه خراب و ... می‌اندازد؛ اما منظور از «نگهداری» در روش **TPM**، حفظ انسجام و یکپارچگی عملیات تولید و نگهداری خود جوش و کنشی است که بر روی کلیه جنبه‌های شرایط و عملیات تجهیزات در حال فعالیت، تمرکز می‌کند.

جوهره **TPM** را فعالیت تیمی تشکیل می‌دهد که بر شرایط و عملکرد تجهیزات خاص متمرکز است. تیم از افرادی تشکیل می‌شود که با این تجهیزات فعالیت می‌کنند و تنظیم و نگهداری آنها را به عهده دارند. در بعضی موارد، افراد دیگری نیز در تیم هستند که وظیفه در آنها ارائه برنامه‌ریزی یا پشتیبانی مهندسی، تجهیزات است.

این تیم ممکن است با تیم‌هایی که قبلاً در سازمان‌ها مشاهده می‌شد، متفاوت باشد. آن تیم‌ها ممکن است به منظور حل مسایل خاص یا اجرای پروژه ویژه‌ای تشکیل شده باشند و اغلب شامل افرادی از حوزه‌ها و بخش‌های گوناگون می‌شوند. آنچه که **TPM** را کارگر می‌سازد، تیم است، و آنچه که تیم را کارساز می‌سازد، این است که آنها بر روی تجهیزات خود، مسایل روزمره و محیط پیرامونشان تمرکز کنند.

2 1 تاریخچه:

سال 1971: **JIPE** (انجمن مهندسين کارخانه ژاپن)

تعریف **TPM** به منظور بهبود اثربخشی تجهیزات

1971-1980: توسعه **TPM** در ژاپن

1980-1990: توسعه **TPM** در جهان توسعه نت مستقل

1990 به بعد : توسعه Predictive و RCM ،Maintenance Free Maintenance

TPM نخستین بار حدود بیست و پنج سال پیش در ژاپن معرفی گشت و با جدیت در بسیاری از کارخانه‌های ژاپنی، به ویژه در پانزده سال گذشته به فعالیت بسته شده است. برنامه‌ریزی و اجرای **TPM** در کارخانه‌های ژاپن، تحت پشتیبانی یک نهاد نگهداری با نفوذ بنام انجمن مهندسين نگهداري ژاپن بوده است که هر ساله جایزه‌ای را به نام جایزه **PMEX Cellence** به بهترین شرکت‌های ژاپنی و به تازگی سازمان‌های خارجی که بیشترین دستاوردها را از به کارگیری **TPM** داشته‌اند، اعطا می‌کند. این جایزه تاکنون به شرکت‌های مختلفی در بخش‌های صنعتی گوناگون، از جمله بخش‌های زیر اعطاء شده است:

- ◀ صنایع شیمیایی
- ◀ صنایع غذایی
- ◀ صنایع لاستیک و کائوچو
- ◀ صنایع فلزات
- ◀ صنایع خودرو
- ◀ صنایع شیشه

به نظر می‌رسد که این امر مؤید این مطلب باشد که **TPM** به عنوان یک رویکرد، در بیشتر بخش‌های صنایع تولیدی قابل به کارگیری است. نخستین متون لاتینی که در خصوص این موضوع به رشته تحریر و انتشار درآمد، حدود سال 1987 بود و از آن به بعد، توجه و تمایل بخش‌های اقتصادی به **TPM** به تدریج فزونی یافت.

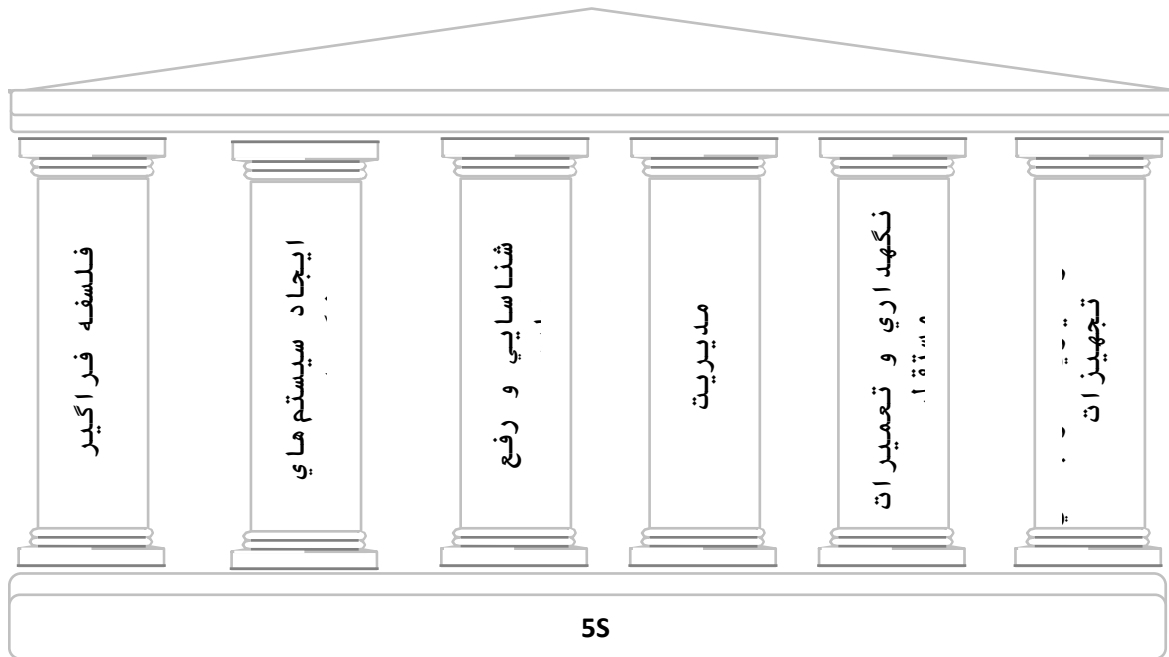
TPM را معمولاً رویکردی می‌دانند که فقط برای بخش‌های تولیدی در حجم بالا و متوسط قابل به کارگیری است و برای به کارگیری در این زمینه‌ها مشهور شده است. دلیل آن احتمالاً این است که نتایج اجرای **TPM** در زمینه‌های تولید حجم بالا کاملاً چشمگیر بوده و مزایای قابل توجهی برای یک مؤسسه در بر دارد؛ اما به عکس **TPM** را نباید به زمینه‌های تولیدی در حجم بالا تا حجم متوسط محدود کرد و نیز نباید آن را رویکردی تلقی کرد که فقط برای ماشین‌آلات تولیدی در داخل کارگاه قابل به کارگیری است. **TPM**، فلسفه‌ای است که باید در سراسر شرکت‌های عملیاتی نفوذ و انتشار یابد و به همه افراد در کلیه سطوح سازمان سرایت کند.

TPM در تولید حجم پائین، مونتاژ حجم بالا تا حجم پایین (مونتاژ خودکار و دستی)، بخش‌های تحقیق و توسعه، انبارداری و غیره و در طیف کاملی از بخش‌های صنعتی شامل شرکت‌های گوناگونی از نظر نوع و اندازه، با موفقیت به فعالیت گرفته شده است. در مؤسسه‌ای که **TPM** در حال اجراست. هیچ یک از کارکنان را نمی‌توان یافت که حداقل جنبه‌ای از **TPM** به او سرایت نکرده باشد؛ گرچه معمولاً بیشتر با کسانی سروکار خواهد داشت که در مهمترین بخش‌های تولید فعالیت می‌کنند و در همان مراحل آغازین، در آن درگیر می‌شوند.

TPM، بهبودهای مهم و قابل توجهی را در اثربخشی تجهیزات، محیط فعالیت، روحیه افراد و عملکرد کلی مؤسسه و از طریق اجرای تدریجی بسیاری از بهبودهای کوچک ایجاد می‌کند و فرآیندی به نام «تغییر خزنده»¹ را که گاهی حتی کسانی که در داخل سازمان فعالیت می‌کنند، به آسانی متوجه آن نمی‌شوند، به جریان می‌اندازد. آهنگ آن تغییر و سطح مزایای منطبق با آن، در مؤسسه‌های مختلف و مکان‌های مختلف، متفاوت است. دلیل آن این است که شرایط عملیاتی، ارزش‌های سنتی و فرهنگی، مهارت‌ها و تجزیه افراد، تجهیزات و امکانات، فن‌آوری و ساختار سازمانی معمولاً تا حدودی متفاوت است. البته فلسفه و اصول **TPM** متغیر نخواهد بود؛ اما شیوه اعمال و اجرای آن باید بسته به شرایط مؤسسه به کارگیرنده اصلاح و سازگار گردد.

TPM را مدیران ارشد مؤسسه معرفی می‌کنند و ممکن است در راستای اعمال آن از بعضی از کارشناسان خارج از مؤسسه برای دریافت مشاوره، آموزش و پشتیبانی کمک بگیرند؛ اما این اعضای تیم هستند که **TPM** را از طریق فعالیت‌های متنوع و دقیقی که انجام می‌دهند، به اجرا در می‌آورند.

¹ Creeping Change



شکل 1: ساختار سیستم TPM

فلسفه فراگیر TPM

فلسفه فراگیر TPM از اجزاء زیر شکل می‌گیرد:

- فعالیت تیمی
- احترام و انگیزش به افراد سازمان در کلیه سطوح
- مشارکت و تشویق همکاران
- بهبود مستمر
- تقدیر از تلاش‌ها
- همکاری مدیران سطح بالا تا سطح کاربران ماشین‌آلات

TPM به معنای وسیع کلمه، هم یک فلسفه است و هم مجموعه‌ای از روش‌ها و تکنیک‌ها که هدف همگی آن‌ها به حداکثر رساندن اثربخشی امکانات و فرآیندهای بازرگانی است.

1-2 تدوین خطمشی TPM

- ایجاد یک ساختار به هم پیوسته به منظور پیشرفت **TPM** بعنوان یک فرهنگ سازمانی
- ماکزیم کردن اثربخشی تجهیزات
- درگیر کردن کامل پرسنل
- ترویج و گسترش تجربیات مرتبط با فرآیند و تجهیزات در سازمان (PM, AM,...)
- دنبال کردن برنامه‌های **TPM** توسط تمام بخش‌های مرتبط
- حمایت مدیریت رده بالایی سازمان

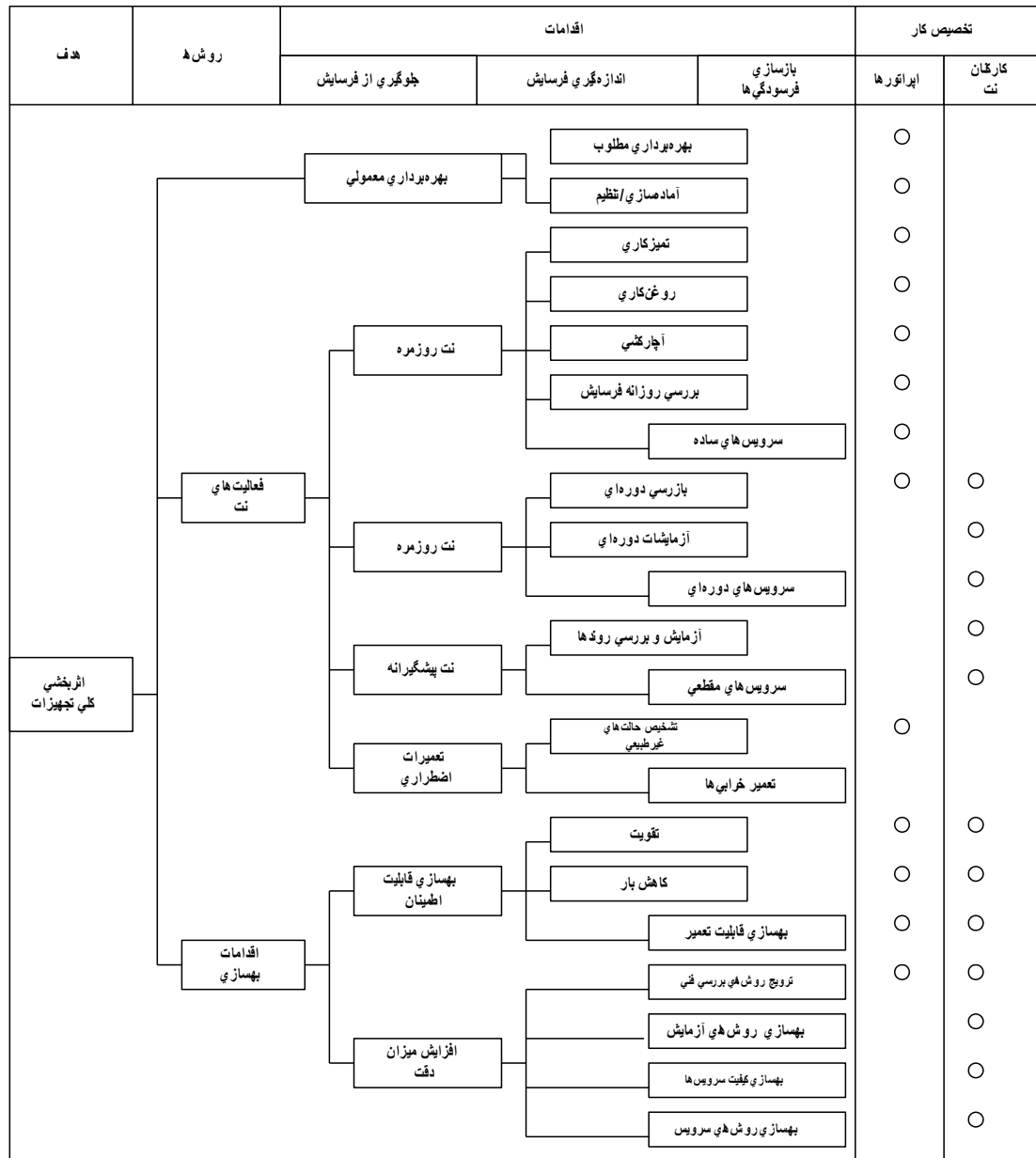
بازیابی، حفظ و بهبود وضعیت تسهیلات و امکانات آن – نگهداری و تعمیرات مستقل

در يك نگرش مطلوب، هرکسي که از تجهيزات استفاده مي‌کند بايد آنرا نگهداري و تعمير
نيز نمايد. درگير نمودن کليه بخش‌ها و مشارکت فعالانه کليه کارکنان در امر نت به عنوان
يکي از اهداف اصلي **TPM** محسوب مي‌شود.

انجام فعاليت‌هاي نت به وسيله کاربران ماشين‌آلات‌ها يا نت مستقل، مي‌تواند کمک شاياني به
اثربخشي تجهيزات نمايد. در مرکز فعاليت‌هاي نت مستقل، فعاليت‌هاي جلوگیری از فرسایش
تجهيزات قرار گرفته است. اين هم فعاليتي به کارکنان نت اين فرصت را مي‌دهد که
توانايي‌هاي خود را بر روي عملياتي که بيشتر به تخصص آنها نیازمند است، متمرکز کنند.
براي بالا رفتن اثربخشي تجهيزات دو نوع فعاليت لازم است:

1 - فعاليت‌هاي نت

2 - فعاليت‌هاي بهبود و توسعه: به منظور افزايش عمر تجهيزات و کاهش زمان براي
تعمير



شکل 2: تقسیم‌بندی پیشنهادی و نمونه‌ای در ارتباط با نت مستقل

3 1 رموز موفقیت در نت مستقل

- 1-آموزش و کارآموزی اولیه
- 2-همکاری بین بخش‌ها
- 3-فعالیت‌های گروهی
- 4-نت مستقل نوعی فعالیت داوطلبانه نیست.
- 5-تجربه
- 6-آموزش و کارورزی باید حالت تدریجی و پیشرونده داشته باشد.
- 7-مدیریت باید بر روند پیشرفت نت مستقل نظارت داشته باشد.

فعالیت‌های تیم TPM، در برقراری و حفظ شرایط مطلوب ماشین‌آلات و توسعه سیستم نگهداری «مستقل» یا محلی، بر کاهش تعداد دفعات خرابی ماشین‌آلات تا میزان حدود 70 درصد تأثیر خواهد گذاشت. نقش بخش نگهداری به تدریج از حالت واکنشی و عکس‌العملی به حالت کنشی و پیش‌فعالی تغییر خواهد کرد و در نتیجه، به یک سیستم نگهداری برای سازماندهی و هماهنگی استفاده از منابع و به کارگیری ابزارها و تکنیک‌های نگهداری حرفه‌ای‌تر نیاز خواهد بود.

5S:

5S پیش‌نیازی برای هر برنامه بهبود است. هدف نهایی **5S** پیشگیری از اتلاف است. **5S** بر سازماندهی مناسب محل فعالیت، ساده‌سازی محیط فعالیت‌کاهش اتلافات، بهبود کیفیت و ایمنی تأکید دارد. در يك محیط کار کثیف و درهم‌ریخته مسلماً نمی‌توان بهبود کیفیت و اثربخشی را تعقیب نمود.

5S براساس حروف ابتدای پنج کلمه ژاپنی انتخاب شده‌اند:

Seiri	Sorting Out	ساماندهی
Seiton	Systematic Arrangement	نظم و ترتیب
Seiso	Spic and Span	پاکیزه‌سازی
Seiketsu	Standardizing	استانداردسازی
Shitsuke	Self - discipline	انضباط

4-1- ساماندهی (Seiri)

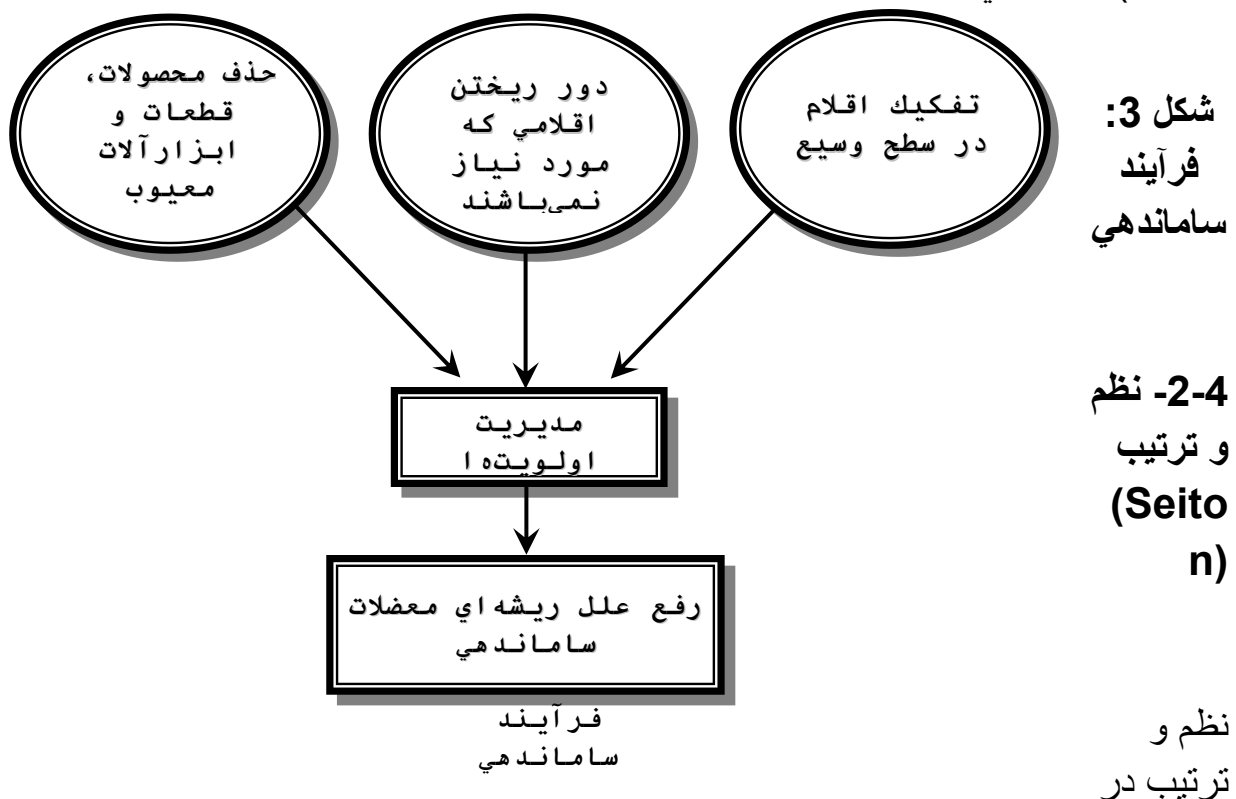
ساماندهی به معنای مرتب نمودن اشیاء براساس يك دستورالعمل معین است. در دیدگاه **5S** ، لازم است که اشیاء ضروری از غیرضروری تشخیص داده شوند و در خصوص نگهداری و یا امحاء اقلام مختلف تصمیم‌گیری شود. بلکه هدف ایجاد نظامی مطلوب و مناسب است. بمنظور موفقیت در ساماندهی می‌بایستی به اولویت‌بندی پرداخت. در این راستا استفاده از نمودار پارتو (**Pareto Diagram**) و یا تهیه هرگونه فهرست از اقلام موجود و تعیین اهمیت آنها توصیه می‌شود. توان تصمیم‌گیری قاطعانه برای ساماندهی اشیاء می‌تواند به حذف موارد غیرضروری کمک نماید.

1 1 4 اهداف ساماندهي

- (1) تعيين معيارهايي براي حذف موارد غير ضروري
- (2) بكارگيري مديريت اولويت ها و تعيين اولويت ها
- (3) حذف علل آلودگي ها

2 1 4 دستورالعمل كلي براي ساماندهي

- (1) دور ريختن اشيائي كه به آنها نياز نداريد.
- (2) مبارزه با علل آلودگي و نشت ها
- (3) تميز كردن محل ها
- (4) رفع عيوب
- (5) بازبيني پوشش ها و محفظه ها بمنظور پيشگيري از آلودگي و نشت ها
- (6) تميز كردن كف محل كار
- (7) ساماندهي انبار ها



5S به معنای قرار دادن اشیاء در مکان‌های مناسب و یا به هر نحوی است که بتوان از آنها به بهترین وجه استفاده کرد. ایجاد نظم و ترتیب منجر به کاهش و یا حذف زمان‌های جستجو می‌گردد. هنگامی که هر چیز با توجه به کارکرد آن و در نظر گرفتن کیفیت و ایمنی، در

محل مناسب و مشخص قرار گیرد، نظم و ترتیب برقرار می‌شود. شعار اصلی در نظم و ترتیب عبارت است از:

4 2 1 اهداف نظم و ترتیب

- (1) نظم و ترتیب در محل فعالیت
- (2) استقرار مناسب اشیاء (از لحاظ ایمنی، کیفیت و اثربخشی)
- (3) ارتقاء بهره‌وری از طریق حذف زمان تلف شده برای جستجوی اشیاء

4 2 2 دستورالعمل پیشنهادی برای ایجاد نظم و ترتیب

- (1) استقرار هر چیز در جای مشخص و مخصوص آن
- (2) آوردن و بازگرداندن هر چیز در مدتی بسیار کوتاه
- (3) استاندارد کردن اطلاعات مکتوب
- (4) نشانه‌گذاری محدوده‌ها و محل استقرار اشیاء
- (5) حذف پوشش‌ها و قفل‌ها
- (6) هر چیز که زودتر وارد شده است، ابتدا مصرف شود.
- (7) ایجاد نظم و ترتیب در تابلو اعلانات
- (8) طراحی اعلانات به نحوی که خواندن آنها آسان باشد.
- (9) رعایت خطوط مستقیم و زوایای قائمه
- (10) ذخیره‌سازی و استقرار کارکردی مواد، قطعات، چرخ‌های دستی، قفسه‌ها، ابزارها، تجهیزات

4-3- پاکیزه‌سازی (Seiso)

پاکیزه‌سازی به معنای دور ریختن زواید و پاکیزه‌کردن اشیاء از آلودگی‌ها و مواد خارجی است. پاکیزه‌سازی عملاً نوعی بازرسی است. پاکیزه‌سازی، صرفاً یک تمیزکاری محل فعالیت و وسایل نمی‌باشد. پاکیزه‌سازی امکان بازرسی و بازبینی را فراهم می‌آورد. تمیزکاری معمولاً توجهاتی را در زمینه خرابی‌های تجهیزات همانند نشستی‌ها، فرسایش‌ها، ترک‌ها در پی دارد بویژه اگر توأم با مدیریت دیداری (بازرسی با حواس پنج‌گانه) باشد.

4 3 1 اهداف پاکیزه‌سازی

- (1) دستیابی به میزان مطلوبی از پاکیزگی، حذف کامل آلودگی‌ها
- (2) شناسایی مشکلات جزئی از طریق بازبینی
- (3) درک پاکیزه‌سازی به عنوان نوعی بازرسی

4 3 2 دستورالعمل پیشنهادی برای پاکیزه‌سازی

- 1) تمرینات سریع 5S
- 2) مسئولیت‌های فردی
- 3) آسان‌سازی پاکیزه‌سازی و بازبینی
- 4) مسئولیت تمامی افراد برای پاکیزگی محل کار
- 5) انجام بازبینی و پاکیزه‌سازی و رفع مشکلات جزئی
- 6) پاکیزه کردن محل‌هایی که اکثر افراد آنها را روئت نمی‌کنند.

4-4- استانداردسازی (Seiketsu)

استانداردسازی از دیدگاه 5S عملاً عبارت از استاندارد کردن سه مورد اول 5S است، بعبارت دیگر مدون نمودن مکانیزم ساماندهی، نظم و ترتیب و پاکیزگی است ایجاد دستورالعمل‌های ساده و پایهریزی ساختاری مناسب برای حمایت از فعالیت‌های گام‌های قبل در این قسمت قرار می‌گیرد. بدون استانداردسازی خطر برگشت به عادات گذشته وجود دارد. لازم است موضوع مشارکت پرسنل در ایجاد و توسعه استانداردسازی مورد توجه اکید قرار گیرد. معمولاً سه مورد اول 5S با دستور اجرایی مدیریت انجام می‌شود ولی استانداردسازی بدنبال نهادینه نمودن این موارد و تحقق يك رفتار استاندارد است.

4 4 1 اهداف استانداردسازی

- 1) تدوین استانداردهای اجرایی برای تداوم 5S
- 2) مدیریت دیداری (بازرسی با حواس پنج‌گانه) به منظور آشفالیت شدن ناهمگونی‌ها و موارد غیرعادی

4 4 2 دستورالعمل پیشنهادی برای استانداردسازی

- 1) علامت‌ها و نشانه‌های تأییدکننده
- 2) علامت‌گذاری محدوده‌های خطر
- 3) علامت‌گذاری نشان‌دهنده جهت
- 4) برچسب‌های نشان‌دهنده جهت‌های باز و بسته کردن
- 5) برچسب‌های نشان‌دهنده ولتاژ
- 6) برچسب‌های روغن

(7) رنگ‌های هشدار دهنده

4-5- انضباط (Shitsuke)

برای برقراری و نگهداری موارد قبل، لازم است که آموزش پرسنلی که دارای مسئولیت می‌باشند، مورد توجه قرار گیرد. چنانچه يك سیستم تعریف شده در خصوص تحقق 5S پدید آید که با تبیین، بازنگری و پیگیری نتایج توأم شود، حصول اطمینان از اجرای صحیح 5S پدید می‌آید و عملاً 5S فراتر از مرزهای خویش رفته و به تحولی به نام کایزن می‌پیوندد. بطور کلی انضباط به معنای ایجاد توانایی لازم برای انجام امور محوله به شیوه مطلوب است. نکته اساسی، شکل‌دهی و ایجاد عادات صحیح به جای روش‌های ناکارآمد قبلی است. این هدف باید از طریق آموزش شیوه‌های درست و فعالیت‌های لازم به افراد و تمرین آنها در زمینه امور محوله ایجاد گردد. انضباط فرآیندی حاصل از تمرین و تکرار است. در اموری نظیر ایمنی صنعتی، انضباط بخشی جدایی‌ناپذیر از آن است.

4 5 1 اهداف انضباط

- 1) مشارکت کامل در ایجاد عادات صحیح و پیروی از مقررات
- 2) عادت به برقراری ارتباط صحیح و کنترل نتایج آن

4 5 2 دستورالعمل پیشنهادی برای ایجاد انضباط

- 1) پاکیزه‌سازی همگانی
- 2) تمرین وقت شناسی
- 3) تمرین نظم و ترتیب
- 4) مدیریت فضایی عمومی و نحوه رفتار در آنها
- 5) تمرین اقدامات اضطراری
- 6) مسئولیت فردی
- 7) تمرین ارتباطات
- 8) دفترچه‌ها و کتب‌های راهنمای 5S
- 9) رعایت ظواهر

6 4 جایگاه 5S در اجرای سیستم نگهداری بهره‌ور فراگیر (TPM)
5S علاوه بر آنکه زمینه‌سازی مناسبی برای شروع **TPM** محسوب می‌گردد، در مراحل اجرای **TPM** نقش مهمی ایفاء می‌کند.

اثر بخشی تجهیزات به معنای درصدی از زمان مفید فعالیت است که صرف تولیدات سالم می‌شود. عوامل نامطلوب اثرگذار بر اثر بخشی تحت عنوان معضلات شش‌گانه عبارتند از:

- 1) معضلات ناشی از توقفات و خرابی‌های اضطراری
- 2) معضلات ناشی از تنظیمات
- 3) معضلات ناشی از توقفات حین فعالیت و کوتاه مدت
- 4) معضلات ناشی از افت سرعت
- 5) معضلات کیفیتی تولید
- 6) معضلات ناشی از ضایعات آغاز تولید

در **TPM** برای کاهش موارد فوق، دستورالعمل‌هایی تدوین می‌گردد که رویکرد اصلی آن‌ها شناسایی معضلات و علل ریشه‌ای است. **5S** بویژه در قسمت ساماندهی، نظم و ترتیب و پاکیزه‌سازی که عملاً با هدف بهبود مستمر (کایزن) صورت می‌پذیرد، در قسمت از بهبود اثر بخشی تجهیزات **TPM** کاربرد می‌یابد. تدوین روش‌های استاندارد برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیراتی، شناسایی معضلات حاد و مزمن، وجود نظم و ترتیب در تنظیمات آغاز تولید و چیدمان صحیح تجهیزات و ابزارآلات که برای رفع معضلات شش‌گانه توصیه می‌شوند، در **5S** نهفته هستند.

7 4 مراحل اجرای 5S

در تحقق TPM و تفویض مسئولیت‌های مرتبط و با توجه به 5S، مراحل هفت‌گانه زیر پیشنهاد می‌شوند:

- 1- تمیزکاری
- 2- حذف منابع ایجاد کننده آلودگی در محیط کار
- 3- مشارکت در تدوین استانداردهای تمیزکاری و روانکاری
- 4- مشارکت در بازرسی‌های فنی
- 5- مشارکت در بازرسی‌های مستقل
- 6- مشارکت در نظم و ترتیب و مدیریت محل کار
- 7- تدوین برنامه کامل نت مستقل

اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات

اثربخشی تجهیزات از حاصل ضرب سه فاکتور زیر بدست می‌آید:

- 1- **قابلیت دسترسی:** این عامل با حذف خرابی‌های اضطراری، ضایعات آماده‌سازی و تنظیم و سایر ضایعات توقف، بهبود می‌یابد.
- 2- **نسبت کارایی:** این عامل با حذف ضایعات کاهش سرعت و ضایعات حرکت بدون تولید و توقف‌های جزئی و کوتاه‌مدت، افزایش می‌یابد.
- 3- **نسبت کیفیت (میزان محصولات سالم):** این عامل با حذف اشکالات کیفیت در فرآیند و در زمان راه‌اندازی تولید بهبود می‌یابد.

اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات می‌تواند به‌نحو جامعی وضعیت سیستم را از نظر قابلیت اقتصادی معین نماید. قبل از اجرای **TPM** و در مراحل تحقق آن، اندازه‌گیری اثربخشی و شاخص‌های مرتبط با آن می‌تواند کمک مؤثری در جهت شناسایی معضلات باشد.

$$\text{قابلیت دسترسی} = \frac{\text{زمان توقف - زمان اشتغال}}{\text{زمان اشتغال}}$$

(زمان توقف شامل زمان‌های صرف شده برای آماده‌سازی، تنظیم، تعویض ابزار، خرابی اضطراری و ... می‌باشد)

= نسبت سرعت بهره‌برداری × نسبت خالص بهره‌برداری = نسبت کارایی

$$\frac{\text{زمان مطلوب برای تولید يك واحد محصول}}{\text{زمان عملي تولید يك واحد محصول}} \times \frac{\text{زمان تولید يك واحد محصول}}{\text{زمان توقف - زمان اشتغال}} = \text{نسبت کارایی}$$

$$\text{نسبت} = \frac{\text{تعداد ورودی}}{\text{تعداد دوباره کاری} + \text{تعداد ضایعات آغاز} + \text{تعداد معیوب}} - \text{نسبت کیفیت}$$

نسبت کیفیت * نسبت کارایی * قابلیت دسترسی = اثر بخشی کلی تجهیزات

مثال:

دقیقه 480 = ساعت 8 × دقیقه 60 = زمان فعالیت در هر روز

دقیقه 460 = زمان اشغال در هر روز

دقیقه 60 = زمان توقف در هر روز

دقیقه 400 = زمان بهره‌برداری در هر روز

واحد محصول 400 = مقدار تولید در هر روز

انواع توقف‌ها

دقیقه 20 = آماده‌سازی

دقیقه 20 = از کار افتادگی

دقیقه 20 = تنظیم‌ها

2% = درصد ضایعات

دقیقه 0/5 = زمان مطلوب برای تولید یک واحد

دقیقه 0/8 = زمان واقعی برای تولید یک واحد

$$\text{قابلیت} = \frac{400}{460} = \%87$$

$$\text{دسترسى} \quad *100$$

$$\text{نسبت سرعت} = \left(\frac{0}{8} \right) = \%5.62$$

$$\text{تولید} \quad * 100$$

$$\text{نسبت خالص} = [(400 \times 0/8) : (460 - 60 \text{ دقیقه})] \times 100 = \%80$$

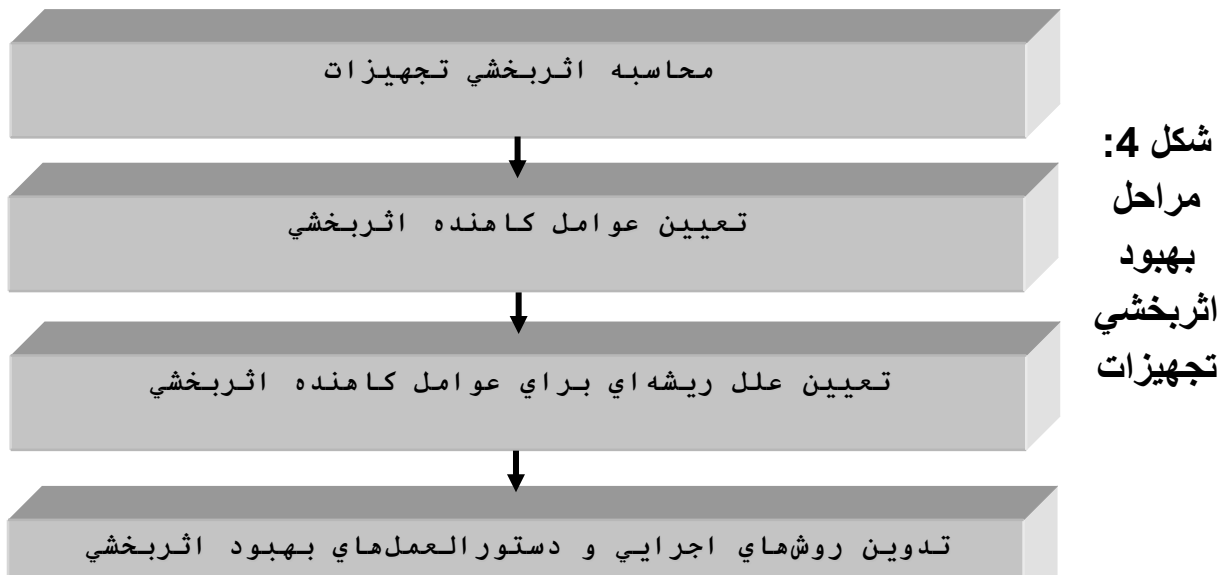
بهره‌برداري

$$\text{درصد خالص بهره‌برداري} = \%20$$

$$\text{نسبت کارایی} = 0/625 \times 0/8 \times 100 = \%50$$

$$\text{نسبت تولید سالم} = 0/98$$

$$\text{اثربخشی کلی تجهیزات} = 0/87 \times 0/5 \times 0/98 \times 100 = \%42/6$$



شناسایی و رفع معایب مهم (6 ضایعه و افت بزرگ)

1 6 عوامل مؤثر بر اثربخشی تجهیزات

در TPM شش ضایعه به عنوان عوامل مؤثر در جهت کاهش اثربخشی تجهیزات شناسایی شده‌اند:

الف- ضایعات خرابی‌های اضطراری

- 1- ضایعات زمان که به علت کاهش بهره‌وری به وجود می‌آید.
- 2- ضایعات کمی که در اثر تولید محصولات معیوب به وجود می‌آید.

ب- ضایعات آماده‌سازی و تنظیم

معمولاً در هنگام آماده‌سازی و تنظیم دستگاه‌ها برای شروع تولید، مقداری ضایعات بر کارخانه تحمیل می‌گردد.

زمان‌های آماده‌سازی به دو قسمت:

- 1- زمان‌های آماده‌سازی درونی: مربوط به فعالیت‌های آماده‌سازی می‌شود که ضمن آنها ماشین در حال فعالیت است.
 - 2- زمان‌های آماده‌سازی درونی: مربوط به فعالیت‌های آماده‌سازی می‌شود که ضمن آنها ماشین متوقف می‌شود.
- کاهش کلی زمان‌های آماده‌سازی از طریق کاهش زمان‌های آماده‌سازی درونی حاصل می‌شود.

ج- ضایعات حرکت بدون تولید یا توقفات جزئی و کوتاه‌مدت به علت قطع تولید در اثر مشکلات موقتی، یا کارکرد بدون تولید تجهیزات به وجود می‌آیند.

د- ضایعات کاهش سرعت

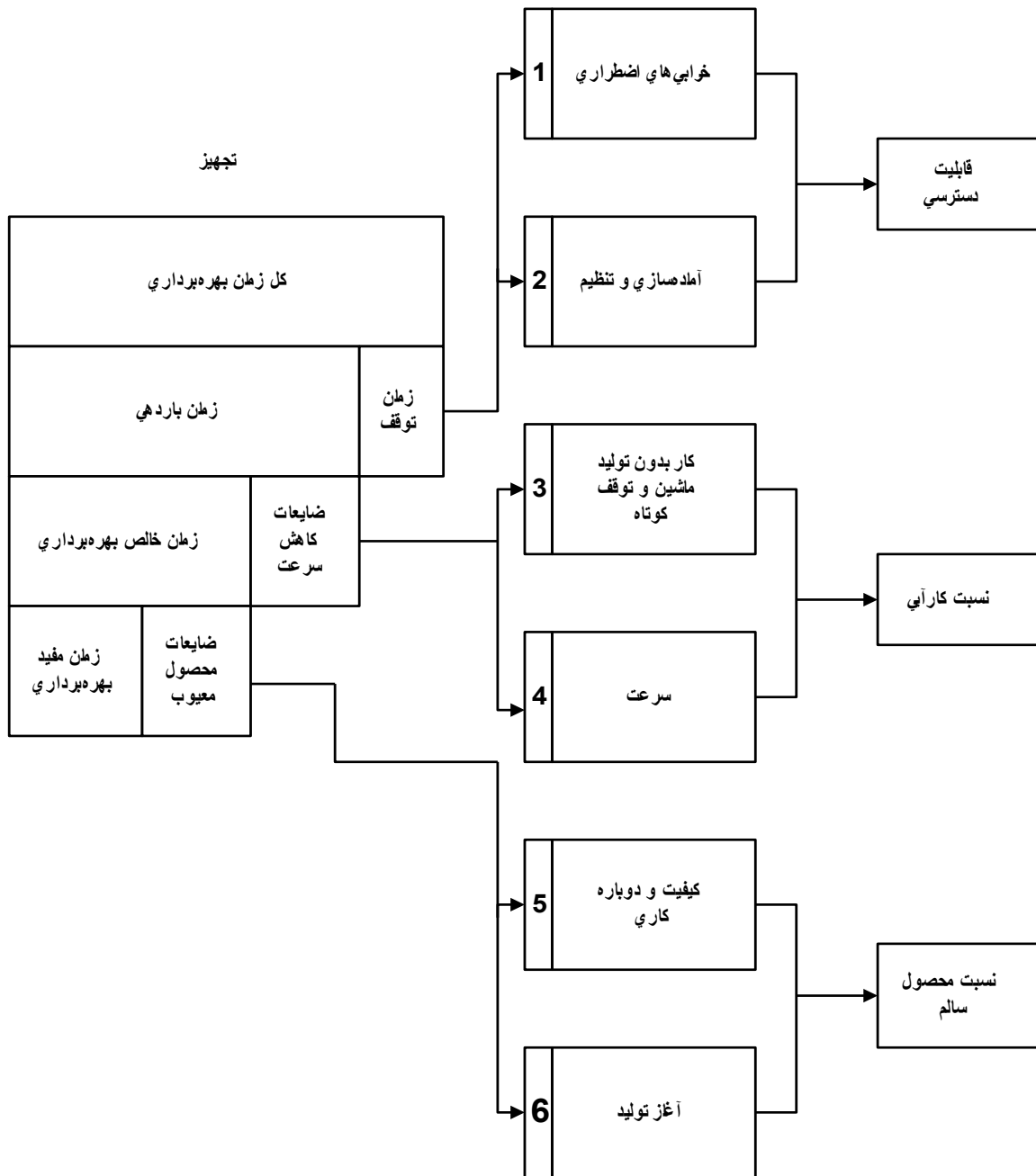
ضایعات کاهش سرعت مربوط به تفاوت بین سرعت اسمی و سرعت واقعی تجهیزات می‌باشد. حذف فاصله بین سرعت اسمی و سرعت واقعی به عنوان یک هدف مطرح می‌شود.

ه- ضایعات کیفیت و دوباره کاری

اشکالات کیفیت در فرآیند تولیدی و دوباره کاری‌ها عبارت از ضایعات و زیان‌هایی هستند که در اثر کارکرد ناسالم ماشین‌های تولیدی بر کارخانه تحمیل می‌شوند. اینگونه معایب شامل افزایش ناگهانی و غیرمترقبه درصد ضایعات محصول یا سایر اتفاقات زیانبار می‌باشد.

و- ضایعات آغاز تولید

ضایعات آغاز تولید در مراحل اولیه تولید، از لحظه آغاز فعالیت تولیدی توسط ماشین تا لحظه تثبیت و پایدار شدن آن اتفاق می‌افتد. حجم این ضایعات بستگی به میزان پایداری شرایط فرآیند تولید، میزان نگهداری اعمال شده برای تجهیزات و سطح مهارت کاربران ماشین‌آلات‌ها دارد. اینگونه ضایعات به صورتی نهفته در درون سیستم تولید وجود دارند.



شکل 5: ارتباط ضایعات شش گانه با اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات

2-6 روش‌های کاهش و حذف معضلات مزمن و تبیین شرایط مطلوب

- شرایط فرآیند
- 1-2-6 شرایط بهره‌برداری - شرایط بهره‌برداری و کاربرد ماشین
- میزان تطابق با نیازهای تجهیزات



- 2-2-6 دقت در نصب - لرزش
- طراز بودن

- میزان دقت مونتاژ ماشین
- 3-2-6 میزان - میزان لرزش و لقی ماشین
- ارتفاع و موقعیت سطح نصب
- مکانیزم‌های وصل کردن

- دامنه عملکرد (توجه به کران‌های پایین و بالای عملکرد)

4-2-6 عملکرد ماشین - سازگاری بین قطعات ماشین

- قابلیت اطمینان سیستم

- گرد و خاک، کثافت
- حرارت 5-2-6 شرایط
- روش‌های تمیزکاری
- نحوه نصب لوله‌کشی‌ها

6-2-6 وضعیت

- گرد و خاک
- خراش
- زنگ زدگی
- تغییر شکل
- خرابی رنگ
- ترك خوردگی



- ابعاد

7-2-6 میزان دقت ابعاد فیزیکی - میزان دقت مورد نیاز
- میزان ناصافی سطوح ماشین

8-2-6 استحکام جنس ماشین

3 6 انجام اقدامات بهبود شش منابع اصلی:

1 3 6 خرابی‌ها و توقفات اضطراری

برای اینکه این ضایعه به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد، قبل از هر چیز نیاز به نوعی بینش و تفکر جدید در این زمینه است.

بسیاری از افراد چنین فرض می‌کنند که:

- وظیفه کارگران بهره‌برداری نیست که به امر بازرسی از ماشین‌ها بپردازند.
 - هرگونه تجهیزات و ماشین‌ها بالاخره دچار خرابی‌های اضطراری خواهد شد.
 - هرگونه خرابی اضطراری قابل تعمیر است.
- با این فرضیات، حذف خرابی‌های اضطراری امری دشوار خواهد بود.

خرابی‌های اضطراری

خرابی‌هایی که موجب از کار افتادگی

خرابی‌هایی که منجر به افت می‌شوند
کامل می‌شود

اشکالات نهانی از علل اصلی خرابی‌های اضطراری هستند

2 3 6 اقدامات اصلي براي حذف توقفات اضطراري

1-2-3-6 حفظ شرايط اساسي تجهيزات

تميزکاري و حذف منابع آلوده‌کننده
آچارکشي

روغن‌کاري و بهسازي روش‌هاي آن
تدوين استانداردهاي تميزکاري و روغن‌کاري

2-2-3-6 رعايت استانداردهاي بهره‌برداري

تعيين سقف ظرفيت باردهي
استانداردسازي روش‌هاي بهره‌برداري
بهبود شرايط بهره‌برداري
حذف خاک و رطوبت از قطعات دوار
تدوين استانداردهاي محيط فعاليت

3-2-3-6 تعمير فرسودگي‌ها

- **تشخيص و پيش‌بيني فرسايش**
بازرسي عمومي با استفاده از حواس پنج‌گانه
بازرسي خاص هر دستگاه
تهيه استانداردهاي بازرسي روزانه

تحليل MTBF

تعيين زمان تعويض قطعات
فراگيري نحوه تعبير و تحليل علائم غيرطبيعي
مطالعه عوامل پيش‌بيني فرسايش
تدوين استانداردهاي تعويض قطعات

- **تدوين روش‌هاي تعمير**
تدوين روش‌هاي باز و بسته کردن تجهيزات

استانداردسازی قطعات
بهبود شرایط ابزار فعالیت
بهبود شرایط تعمیرپذیری تجهیزات
تدوین استانداردهای ذخیره قطعات

4-2-3-6 تصحیح اشکالات طرح تجهیزات

تقویت قطعات در مقابل زنگ‌زدگی، فرسایش، شکستگی
طراحی ابزار حفاظتی در مقابل تنش‌های اضافی
حذف بخش‌های ضعیف و جلوگیری از بار اضافی

5-2-3-6 جلوگیری از اشتباهات انسانی

- جلوگیری از بهره‌برداری غلط
تحلیل بهره‌برداری غلط
طراحی و نصب کنترل‌های مرتبط برای جلوگیری از بهره‌برداری غلط
طراحی روش‌های بهره‌برداری بدون امکان اشتباه
کنترل چشمی شرایط تجهیزات
استانداردسازی روش‌های بهره‌برداری و تنظیم
- جلوگیری از اشتباهات در تعمیر
تحلیل منابع اشتباهکاری در تعمیر
بهبود روش‌های پیچیده تعمیر
بهبود روش‌های ذخیره قطعات
بهبود ابزار دستی
تسهیل روش‌های عیب‌یابی و رفع عیب

3 3 6 معضلات (ضایعات) آماده‌سازی و تنظیم ماشین‌ها

عملیات آماده‌سازی و تنظیم ماشین و زمان توقف مرتبط با آن از لحظه‌ای که تولید یک محصول خاص پایان یافته، شروع می‌شود و در لحظه‌ای که تولید محصول بعدی به کیفیت استاندارد خود می‌رسد پایان می‌یابد. عملیات آماده‌سازی و تنظیم باید سریع و دقیق انجام گیرند.

1-3-3-6 بهبود بخشی عملیات آماده‌سازی

اولین قدم در بهبود آماده‌سازی، تشخیص و تفکیک فعالیت‌هایی است که می‌توان در ضمن کارکردن تجهیزات، این فعالیت‌ها را انجام داد و فعالیت‌هایی که فقط در مواقع توقف کامل دستگاه امکان انجام آنها فراهم است.

• عملیات آماده‌سازی برونی:

مواردی که در ضمن فعالیت دستگاه انجام می‌شود. آماده نمودن قید و بست‌ها و ابزارها، آماده کردن میز فعالیت، بخشی از عملیات مونتاژ

• عملیات آماده‌سازی درونی:

تنها در شرایطی قابل انجام هستند که ماشین متوقف باشد مانند عملیات تعویض قالب‌ها

2-3-3-6 سازماندهی و نظم و ترتیب در عملیات آماده‌سازی

در بهبود عملیات آماده‌سازی و تنظیم باید سه قانون زیر را همواره در نظر داشت:

- به دنبال قطعات و ابزار نگردید.
- حرکات غیرضروری انجام ندهید، میز فعالیت را به صورت مناسب قرار دهید و محل‌های نگهداری را به‌نحو مناسب تعیین کنید.
- از ابزار و قطعات نامناسب استفاده نکنید.

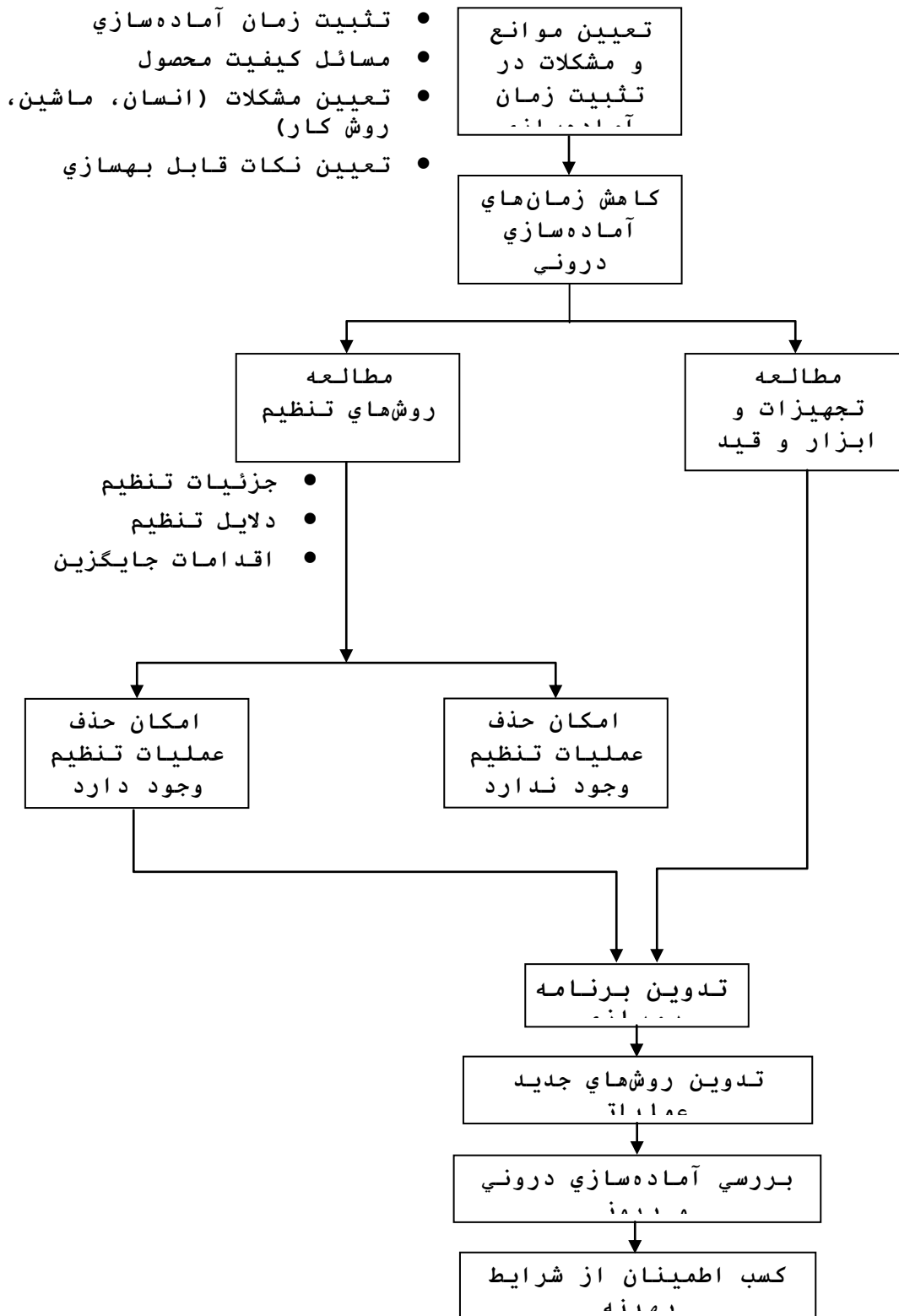
در اینجا مطالعه و مهندسی روش پیشنهاد می‌شود:

هدف:

- 1- تبدیل زمان‌های آماده‌سازی درونی به برونی
- 2- کاهش زمان آماده‌سازی برونی
- 3- حذف تنظیمات غیرضروری

- میزان پیشرفت در کاهش زمان آماده‌سازی
- مسائل، مشکلات

تحلیل اطلاعات
آماده‌سازی



شکل 6: بهبود عملیات آماده سازی

6 3 4 کاهش زمان‌های حرکت بدون تولید و توقف‌های کوتاه‌مدت
 زمان‌های حرکت بدون تولید و توقف‌های کوتاه‌مدت مربوط به مواردی هستند که ماشین در حال فعالیت است ولی عمل تولید صورت نمی‌پذیرد، یا مربوط به مواردی است که به علت یک معضل کوچک ماشین متوقف می‌شود.

جدول 1- انواع حرکت‌های بدون تولید و توقفات کوتاه‌مدت و دلایل آنها

علت	نوع
1- علت‌های منشاء گرفته از مواد و قطعات • اندازه‌های اشتباه • اشکال در سطوح ظاهری و شکل • حضور مواد یا قطعات نامناسب	خطوط انتقال مواد 1 - گیر کردن مواد 2 - چسبیدن مواد 3 - روی هم قرار گرفتن 4 - درهم ریختن مواد 5 - از جا در رفتن قطعات تجهیز 6 - ورودی کم به خط 7 - ورودی زیاد به خط 8 - افتادن و ریختن مواد از خط 9 - افتادن در مسیر اشتباه
2- علت‌های منشاء گرفته از سیستم انتقال یا سیستم تغذیه به داخل خط • اشکال در سیستم تغذیه به خط یا سرعت نامناسب تغذیه • اشکال در سیستم کنترل نحوه قرار گرفتن مواد و قطعات به روی خط	سیستم‌های خطوط مونتاژ 1 - شکستن یا سایر ضایعات 2 - تغذیه مضاعف (دو قطعه با هم) 3 - قرار گرفتن به صورت غلط در داخل سه نظام 4 - اشکال در زمان‌بندی 5 - مونتاژ اشتباه 6 - خروجی اشتباه
3- علت‌های منشاء گرفته از سیستم مونتاژ • دقت قید و بست • مونتاژ • دقت قطعات • زمان‌بندی	سیستم‌های کنترل
4- علت‌های منشاء گرفته از سیستم تولید • اشکال در هنگام آماده‌سازی • تنظیم‌های غلط	سیستم‌های کنترل
5- علت‌های منشاء گرفته از سیستم‌های	سیستم‌های کنترل

کنترلي	1- عکس العمل هاي اشتباه
• اشکال در سيستم کنترل • وجود سنسورهاي نامناسب يا نصب شدن در محل نامناسب • تنظيم هاي اشتباه • وجود شرايط نامساعد بهره برداري	

جدول 2- روش هايي براي رفع اشکالات حرکت بدون توليد و توقفات جزئي

عامل مورد نظر براي بهسازي	روش بهسازي
الف- وضع شکل ظاهري (خراش، سایش) ب- ابعاد (میزان دقت لازم) ج- حرکت (لعي داشتن، عدم هم محوري)	1- تصحيح اشکالات جزئي
الف- روغنکاري ب- تمیزکاري ج- آچارکشي	2- اصول اساسي بهره برداري را در سطح کارگاه پياده کنید
الف- بهره برداري صحيح ب- تنظيم (روش هاي تنظيم و آماده سازي) ج (بازرسي از تجهيزات (روش هاي تشخيص شرايط غيرطبيعي)	3- پيگيري قاطع روش ها و استانداردهاي کار

الف- شرایط نصب (زاویه، لرزش، . . .) (ب- شرایط فرآیندی (سرعت مناسب تغذیه، . . .)	4- تعیین شرایط مطلوب
الف- حدود دقت (دقت قطعات، دقت مونتاژ) ب- شرایط بهره‌برداری	5- مشخص کردن ترکیب و شکل مورد درخواست

6 3 5 کاهش ضایعات سرعت

ضایعات سرعت عبارت از کاهش تولید به دلیل تفاوت بین سرعت طراحی شده یا سرعت اسمی ماشین و سرعت عملی بهره‌برداري از ماشین است.

6-3-5-1 روش‌های افزایش سرعت

اولین اقدام اساسی در افزایش سرعت این است که اشکالات و مسائل نهانی تجهیزات را مشخص نموده و این امر را بررسی نمائیم که این مسائل تا چه میزان به نکات زیر مرتبط هستند:

- مشکلات حل نشده به علت عدم توجه کافی به رفع مسائل کوچک طراحی
 - مشکلات در مکانیزم و سیستم تجهیزات
 - غیر کارآمدی عملیات نت روزمره
 - عدم وجود دقت کافی
- و سپس روش‌های بهبود را ایجاد نمائید.

در کاهش میزان ضایعات سرعت به نکات زیر توجه شود:

- 1 برای هر محصول، به سرعت استاندارد آن محصول برسید.
- 2 سرعت استاندارد هر محصول را افزایش دهید.
- 3 به سرعت طراحی شده (اسمی) برسید.

6 3 6 کاهش اشکالات مزمن کیفیتی

در شرایطی که يك سیستم توليدي، علیرغم فعالیت‌هایی که برای حذف اشکالات کیفیت محصول به‌عمل می‌آید باز هم محصولات معیوب تولید می‌نماید، اشکالات حاصله در محصول از نوع اشکالات مزمن هستند.

ایجاد سیستم‌های نگهداری برای پشتیبانی از تجهیزات و تسهیلات

سیستم برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات (نت) به عنوان جزء لاینفک در مجموعه زیر سیستم‌های عملیاتی هر مؤسسه تولیدی و یا خدماتی مطرح می‌باشد.

امروزه تلاش در جهت بهبود بهره‌وری به افزایش فروش و یا کاهش هزینه‌هایی نظیر هزینه‌های پرسنلی، ضایعات و مواد اولیه منحصر نمی‌گردد. وجود یک روند اطمینان‌بخش از فعالیت ماشین‌آلات، کاهش خرابی‌های اتفاقی، افزایش عمر اقتصادی ماشین‌آلات و سایر تسهیلات، کاهش ضایعات ناشی از کارکرد نامناسب ماشین‌آلات و در نهایت حفظ دارایی‌های ثابت مؤسسه به عنوان اهداف اصلی یک سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM) می‌باشند.

با توجه به بالا بودن متوسط عمر ماشین‌آلات در صنایع کشور، انجام برنامه‌های نگهداری می‌تواند در تداوم بهره‌برداری مؤثر باشد. حجم و تنوع فعالیت‌های نت، سازماندهی گسترده‌ای را از حیث نیروی انسانی و قطعات یدکی می‌طلبد و لزوم همسویی برنامه نت با سایر زیرسیستم‌های مؤسسه همانند مجموعه‌های تولید، انبار، مالی، ایجاد یک سیستم یکپارچه و منسجم را با سایر موارد می‌طلبد. نگرش خاص TPM در تحقق یک برنامه نت موفق در راستای همسویی و تلاش تمامی زیرسیستم‌های مجموعه می‌باشد. در این نگرش ویژه، توجه به منابع انسانی نقش مهمی ایفاء می‌نماید.

1- نگهداری Maintenance

مجموعه فعالیت‌هایی که به صورت برنامه‌ریزی شده و با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین‌آلات و یا به تعویق انداختن آن انجام می‌گیرد.

2- تعمیرات Repairs

مجموعه فعالیت‌هایی که پس از اعلام خرابی یک سیستم (دستگاه) در جهت برگرداندن آن به شرایط عادی انجام می‌شود.

7 1 الگوي نگهداري و تعمير

تحليل دقيقى از الگوي فعاليت‌هاي نگهداري به فعاليت گرفته شده در بسيارى از شرکت‌هاي عملياتى احتمالاً حکايت از موارد زير خواهد داشت:

- بيش از 60 درصد فعاليت‌ها به شيوة واكنشي يا تعمير پس از خرابي و هنگامي كه فعاليت متوقف مي‌شد، صورت مي‌گرفت.
 - حدود 20 درصد فعاليت‌ها به صورت نگهداري و تعمير واكنشي در پايان هر نوبت فعاليتي انجام مي‌شد.
 - تنها حدود 15 درصد فعاليت‌هاي نگهداري در راستاي نگهداري و تعمير برنامه‌ريزي شده جهت جلوگیری از خرابي بود.
 - 5 درصد فعاليت‌ها يا کمتر از آن با نگهداري پيش‌بينانه سرو فعاليت داشت.
- بنابراين، از كادر نگهداري به شيوةاي بسيار واكنشي و به عنوان «قهرمان آچار به دستي» كه خط توليد از فعاليت افتاده را دوباره به جريان مي‌انداختند، استفاده مي‌شد.
- اما الگوي نگهداري آينده چگونه است؟ فشارهايي كه شرکت‌هاي عملياتى خود را در زير آن مي‌بينند، بدون شك لزوم ايجاد تغيير در الگوي نگهداري و تعمير را حتمي مي‌سازد؛ الگويي كه بر اساس آن احتمالاً کمتر از 10 درصد فعاليت‌هاي نگهداري به شيوةاي واكنشي براي زماني كه توليد متوقف مي‌گردد، خواهد بود و بيشتر فعاليت‌ها در راستاي پشنيباني از نگهداري برنامه‌ريزي شده پيشگيرانه و پيش‌بينانه انجام خواهد گرفت.

7 2 تكنيك‌هاي نگهداري

- 1 - نگهداري واكنشي (نگهداري پس از خرابي)
- 2 - نگهداري برنامه‌ريزي شده و پيشگيرانه
- 3 - نگهداري مبتني بر قابليت اطمينان¹
- 4 - نگهداري پيش‌بينانه (مبتي بر وضعيت)

7 2 1 تعمير و نگهداري واكنشي (تعميرات پس از خرابي)

ويژگي‌هاي نگهداري و تعمير واكنشي:

- بدون هشداري از قبل نسبت به خطرات ايمني احتمالي

¹ Reliability Centered Maintenance (RCM)

- از کار افتادگی برنامه ریزی نشده ماشین آلات
- افت یا تأخیر در تولید
- نیاز به ماشین آلات آماده به فعالیت و ذخیره در صورت لزوم
- نیاز به منابع نگهداری و تعمیر قابل دسترس فوری
- امکان آسیب دیدگی ثانویه
- وجود مشکلاتی در رابطه با به دست آوردن قطعات یدکی در مدت زمانی کوتاه یا لزوم نگهداری قطعات در حجم قابل توجه در انبار.
- تعمیر و نگهداری واکنشی، در بعضی از شرایط به ویژه هنگامی که دستگاه برای تولید، حالت بحرانی ندارد یا از سیستمی ساده برخوردار است یا ذاتاً قابل اطمینان است، قابل استفاده می باشد.

7 2 2 نگهداری و تعمیر برنامه ریزی شده پیشگیرانه مزایای نگهداری و تعمیر برنامه ریزی شده پیشگیرانه:

- کنترل و اعتماد بیشتر به قابلیت دسترسی ماشین آلات و تجهیزات
- برنامه ریزی زمانی وظایف نگهداری متناسب با نیازمندی های تولید
- برنامه ریزی زمانی منابع تولید به منظور حداکثر بهره برداری مؤثر از نیروی فعالیت
- اجتناب از خرابی زود هنگام ماشین آلات

اما مسلماً اثربخشی هزینه نگهداری برنامه ریزی شده و پیشگیرانه بستگی به موارد ذیل دارد:

- شناخت نسبت به ماشین آلات و ویژگی های مرتبط با خرابی یا شکست
- کیفیت و اثربخشی بازرسی های در حال انجام
- فاصله زمانی مناسب بین تعویض ها و کیفیت فعالیت انجام شده
- شیوه ثبت سوابق و به روز درآوردن مداوم سیستم

نگهداری برنامه ریزی شده پیشگیرانه دارای معایب زیر است:

- می تواند هزینه تعمیر و نگهداری را از طریق اعمال نگهداری و تعمیر افراطی ماشین آلات تا حد چشمگیری افزایش دهد.
- گاهی می تواند در نتیجه فعالیت های نگهداری پیشگیرانه باعث از کار افتادگی ماشین آلات گردد.
- تنها هنگامی می تواند واقعاً مؤثر واقع شود که خرابی به عمر دستگاه ربط داشته باشد.

1-2-2-7 اهداف سيستم نت پيشگيرانه

اصلي ترين هدف سيستم نت پيشگيرانه، بهينه نمودن توانمندي ماشين آلات و تجهيزات به منظور امکان بهره برداري كامل مي باشد. در تداوم اين هدف مي توان اهداف فرعي زير را نيز اضافه نمود:

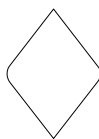
- 1 -ايجاد بانک اطلاعاتي از کلیه تسهیلات مؤسسه
- 2 -کاهش مؤثر زمان هاي خرابي ماشين آلات
- 3 -استفاده بهينه از قطعات یدکي
- 4 -کاهش هزینه هاي توليد
- 5 -تدوين دستورالعمل هاي اجرايي نت
- 6 -ايجاد هماهنگي بين زیرسیستم هاي کارکردي مؤسسه

3 7 راهنماي طراحي سيستم نت پيشگيرانه

- 1 -تدوين زیرساخت سيستم نت
- 2 -تدوين فايل اصلي برنامه نت
- 3 -تدوين فايل هاي فرعي ورودي برنامه نت
- 4 -تدوين فايل هاي فرعي برنامه ريزي نت
- 5 -طراحي گردش فعاليت برنامه نگهداري
- 6 -برنامه ريزي تعميرات
- 7 -تدوين فايل فرعي گزارشات برنامه نت

تعريف علائم مورد نیاز در تدوين سيستم

سمبل شرح

نشان دهنده فرم است.	
نشان دهنده يك فعل است.	
نشان دهنده تصميم گيري و انتخاب است.	
نشان دهنده بازگشت است.	
	

1 3 7 زیر ساخت سيستم نت

در جهت ایجاد سيستم نت پیشگیرانه مي بایستی يك زیر ساخت مؤثر بر مبنای موارد زیر پایه ریزی نمود:

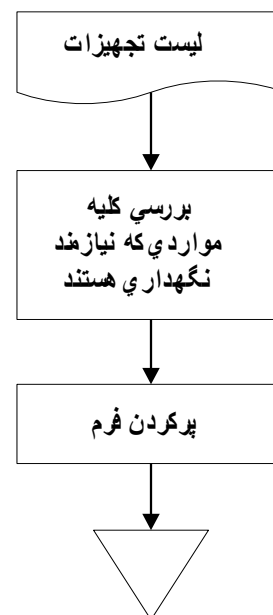
شناسایی و دسته بندی کلیه مواردی که نیازمند نت هستند

تدوين شناسنامه فني براي موارد بند (1)

تدوين برگ سوابق تجهيزات

1-1-3-7 شناسایی و دسته‌بندی کلیه مواردی که نیازمند نت هستند.

الف- لیست تجهیزات

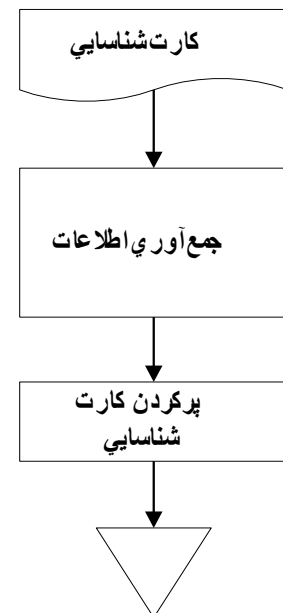


جدول 3- فرم لیست تجهیزات

لیست تجهیزات						
تاریخ:						
ردیف	نام تجهیز	کد	سازنده	محل استقرار	نوع	شماره اموال

--	--	--	--	--	--	--

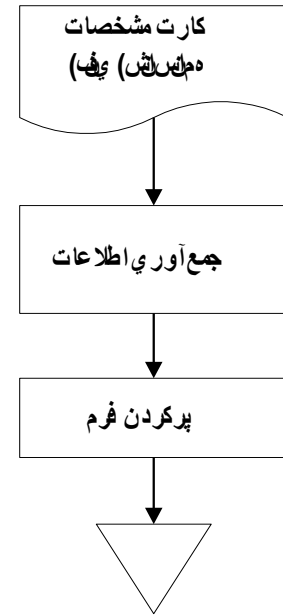
2-1-3-7 فعالیت شناسایی دستگاه



جدول 4- فعالیت شناسایی دستگاه

	نام و مدل دستگاه
	سریال فنی
	کد دستگاه
	آدرس کارخانه و کشور سازنده
	نام و آدرس نمایندگی
	قیمت خرید
	تاریخ تحویل
	تاریخ بهره‌برداری
	محل نصب
	ملاحظات

3-1-3-7 تدوین شناسنامه فنی



جدول 5- فعالیت مشخصات فنی دستگاه

فعالیت مشخصات فنی (شناسنامه) دستگاه						
نام و نوع دستگاه:				کد دستگاه:		
ابعاد به میلی متر	طول	عرض	ارتفاع	وزن	ظرفیت اسمی	

مصارف انرژی:		7-
برق		3-
..... فاز		1-
مقدار مصرف		4
..... ولتاژ		تدو
مقدار مصرف		ین
..... فشار		بر
مقدار مصرف		گ
..... فشار		سوا
مقدار مصرف		بق
..... فشار		تجه
مقدار مصرف		یزا
..... فشار		ت
.....		
کارت سابقه		
شرح فعالیت:		
↓		
جمع آوری اطلاعات		
↓		
ثبت اطلاعات جمع آوری شده		
شماره کاتالوگها	شماره لیست نقشهها	

جدول 6- کارت سوابق نت دستگاه

کارت سوابق نت دستگاه		
نام دستگاه:	کد دستگاه:	محل استقرار:

هزینه	تعداد وتخصص مورد استفاده	مدت انجام کار	تاریخ	قطعات و مواد مصرفی و تعویض	نوع کار		شرح کارهای انجام شده	ردیف
					تعمیر	نگهداری		

• جمع آوري اطلاعات

1- کاتالوگ های فني

2- حسابداري

3- انبار قطعات يدکي

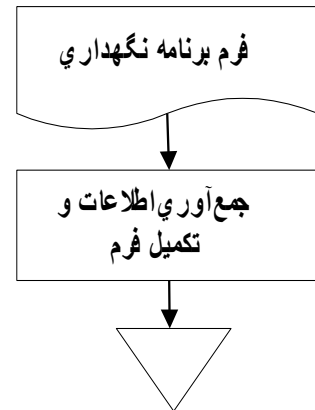
4- سازنده ماشين آلات

5- بخش توليد (انجام دهندگان فرآيند)

6- پرسنل فني

2 3 7 تدوين فایل اصلي برنامه نت

در این فایل برای هر يك از مواردی که در فایل تجهیزات ثبت شده است، کلیه فعالیت‌های نگهداری درج می‌شوند.



جدول 7- فرم برنامه نگهداری

برنامه نگهداري			شماره:			تاريخ:			
نام دستگاه:			کد دستگاه:			محل استقرار:			
ردیف	شرح	کد	تواتر	وضعیت	تخصص	تعداد	مدت	قطعه	ابزار
	فعالیت	فعالیت		ماشین	مورد	نفرات		موردنیاز	موردنیاز
					نیاز				

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

پس از تدوین فایل اصلی می‌بایستی فایل مزبور به صورت‌های زیر دسته‌بندی گردد:

الف- نوع فعالیت

1- بازرسی

2- تعویض

- 3- روان‌کاري
- 4- تمیزکاري
- 5- تنظيم

ب- تواتر

- 1- روزانه
- 2- هفتگی
- 3- دو هفته‌ای
- 4- ماهانه
- 5- فصلی
- 6- سالانه

ج- تخصص مورد نیاز

- 1- برق
- 2- تأسیسات
- 3- مکانیک
- 4- ساختمان

فایل اصلی برنامه نت به منزله پایگاه اطلاعات (Data base) در برنامه‌ریزی نت محسوب می‌شود. کلیه فعالیت‌های نگهداری در این فایل قرار می‌گیرند. این فایل معرف حجم و تنوع فعالیت‌هایی است که در سیستم نت در قالب برنامه نگهداری می‌بایستی انجام شوند. انجام برنامه‌ریزی نگهداری به صورت مستقل از سایر زیرسیستم‌های مؤسسه غیرممکن است. به عنوان مثال انجام برنامه‌ریزی نگهداری بدون توجه به برنامه تولید و وضعیت انبار قطعات یدکی غیرممکن است و برنامه حاصل فاقد ضمانت اجرایی خواهد بود. بنابراین زیرسیستم حاضر (نت) می‌بایستی به نحوی مناسب در مجموعه قرار گیرد تا علاوه بر رعایت پارامترهای زیرسیستم‌های دیگر، قابلیت اجرایی خویش را نیز بیابد.

به‌مین دلیل اطلاعات دیگری تحت عنوان اطلاعات ورودی (فایل‌های فرعی ورودی) برای ایجاد امکان برنامه‌ریزی نگهداری لازم است.

3 3 7 فایل‌های فرعی ورودی برنامه نت
برنامه تولید سالانه

وضعیت انبار قطعات یدکی و ابزارآلات

پرسنل فنی

تقویم کاری

اولویت‌بندی تولید/نگهداری

نگهداری اساسی

1-3-3-7 برنامه تولید سالانه

برنامه تولید برای هر یک از ماشین‌آلات تولیدی به تفکیک روزهای فعالیت و همچنین روزهایی که در هر یک از بخش‌ها و برای هر یک از ماشین‌آلات، اضافه‌فعالیتی برنامه‌ریزی شده است می‌بایستی مشخص گردند.

چنانچه برنامه مزبور سالانه باشد بسیار مناسب است ولی حداقل وجود یک برنامه ماهانه به تفکیک هر روز کاری ضروری است.

2-3-3-7 وضعیت انبار قطعات یدکی و ابزارآلات

مقدار موجودی برای هر یک از اقلام انبار قطعات یدکی و همچنین مقدار سفارشات در راه و زمان دریافت آنها باید مشخص شود. در بهترین وضعیت سیستم سفارشات انبار قطعات یدکی می‌بایستی از برنامه نگهداری پیروی نماید. در این خصوص از مدل‌های کنترل موجودی استفاده می‌شود که در ادامه بحث این زمینه بررسی خواهد شد.

3-3-3-7 پرسنل فنی

اسامی و مشخصات هر یک از افراد حوزه فنی مؤسسه در یک فایل نگهداری می‌شود. در واقع پتانسیل نیروی انسانی مؤسسه که انجام‌دهندگان برنامه نت خواهند بود، باید تعیین شود.

4-3-3-7 تقویم فعالیت

در پاره‌ای موارد تقویم کاری مؤسسه با تقویم رایج کشور متفاوت است. برخی مؤسسات از تقویم کاری خاص خود پیروی می‌نمایند. این تقویم کاری پتانسیل زمان عادی برای انجام برنامه نت را مشخص می‌کند. تفاوت بین تقویم رایج کشور و تقویم کاری مؤسسه، زمان‌هایی را مشخص می‌کند که انجام برنامه نت در آنها، هزینه‌های بیشتری را در پی خواهد داشت.

5-3-3-7 اولویت‌بندی تولید/نگهداری

يك حالت محتمل در برنامه‌ریزی نگهداری، هنگامی بروز می‌نماید که در يك زمان برنامه نگهداری و برنامه تولید با یکدیگر تصادم می‌نمایند. مثلاً در تاریخ چهارشنبه 82/11/5 ساعت 16 الي 20 می‌بایستی تولید عقب افتاده جبران شود (انجام اضافه کاری) و در همین زمان باید يك کار نگهداری انجام پذیرد. کداميك انجام شوند؟

بنابراین يك فایل اولویت‌بندی برای تعیین اولویت تولید یا نگهداری ضرورت می‌یابد. در این فایل بر اساس تعاریف مشخصی، برای حالات محتمل اولویت مشخص می‌شود مثلاً:

اولویت انجام تولید

- 1- فعالیت نگهداری مربوطه، يك فعالیت روزانه است.
- 2 - خسارت ناشی از عدم تولید بیشتر از خسارت ناشی از خرابی احتمالی ماشین است.

اولویت انجام نگهداری

- 1- در اثر عدم انجام نگهداری و خرابی ماشین، خسارت سنگینی ایجاد می‌شود.
- 2- تولید را می‌توان در اولین برنامه تولید (مثلاً فردا) جبران نمود.

6-3-3-7 نگهداری اساسی

نگهداری اساسی به بخشی از فعالیت‌های نگهداری اطلاق می‌شود که معمولاً در دوره‌های سالانه و به صورت گسترده انجام می‌شوند. مثلاً رنگ‌آمیزی يك سالن تولید، بازبینی و اصلاح تأسیسات بخش‌ها، بازبینی جامع ماشین‌آلات که معمولاً توأم با باز نمودن تعداد زیادی از قطعات که با تعویض یا تمیز کاری آنها همراه می‌گردد. فعالیت‌های نگهداری اساسی در فایل اصلی قرار دارند ولی به دلیل اهمیت توجه به آنها در آغاز برنامه‌ریزی نت، معمولاً این بخش از فعالیت‌های نگهداری را به عنوان يك فایل ورودی محسوب می‌کنند. فعالیت‌های نگهداری اساسی نیاز به برنامه‌ریزی دقیقی دارند چرا که تعداد نیروی انسانی زیادی مصروف آنها می‌گردد و برای مدت نسبتاً طولانی بخش مزبور با تعطیلی و عدم تولید مواجه می‌شود.

لذا عدم زمان‌بندی مناسب آنها می‌تواند لطمات جدی به حجم فروش مؤسسه وارد نماید. همچنین سهم عمده‌ای از کارکرد بهینه یک تجهیز وابسته به انجام به موقع فعالیت‌های نگهداری اساسی است.

4 3 7 فایل‌های فرعی برنامه‌ریزی نت

پس از تهیه و تدوین

1- فایل اصلی برنامه نگهداری

2- فایل‌های ورودی

در این قسمت روش‌های برنامه‌ریزی نگهداری مورد توجه قرار می‌گیرند تا بتوان خروجی سیستم را به عنوان برنامه‌های اجرایی تهیه نمود.

هر فایل فرعی برنامه‌ریزی نت در برگزیده یک رویکرد معین برای برنامه‌ریزی نگهداری می‌باشد. روش‌های رایج در این زمینه عبارتند از:

1-4-3-7 تکنیک‌های زمان‌بندی فعالیت‌ها

منظور از زمان‌بندی، تعیین ترتیب انجام فعالیت‌ها می‌باشد. تکنیک‌های این روش برای تعیین ترتیب انجام فعالیت‌های نگهداری روزانه کاملاً مؤثر هستند. تکنیک‌های موجود برای هدف مزبور بسیار زیاد و متنوع هستند. به منظور آشنایی، دو تکنیک شرح داده می‌شوند:

1- زمان‌بندی با استفاده از کوتاه‌ترین زمان‌ها (SPT : shortest process time)
این روش در هنگامی که زمان‌بندی تعدادی فعالیت برای یک تیم نت یا یک نفر مورد نظر باشد کاربرد می‌یابد. با کمک این روش می‌توان میانگین مجموع زمان‌های انجام فعالیت‌ها و انتظار آنها را به حداقل رساند.

مثال: فرض کنید در تاریخ 79/11/24 قرار است هفت فعالیت به شرح زیر توسط يك نفر انجام شود:

نام فعالیت	1	2	3	4	5	6	7
مدت لازم بر حسب دقیقه	20	10	8	5	25	46	15
SPT	4	3	2	7	1	5	6

2-4-3-7 تکنیک‌های تخصیص منابع

تکنیک‌های این روش معمولاً برای برنامه‌ریزی نگهداری اساسی کاربرد می‌یابند. يك نگهداری اساسی مثلاً برای يك ماشین غالباً شامل تعدادی از فعالیت‌ها می‌شود که با نظم خاصی (رعایت تقدم و تأخر) انجام می‌شوند. در این قسمت برای نگهداری اساسی يك شبکه (network) رسم می‌شود و با توجه به مدت هر يك از فعالیت‌ها و مقدار موجود نیروی انسانی، قطعات و . . . با كمك تکنیک‌های تخصیص منابع، برنامه‌ریزی انجام می‌شود.

مثال: نگهداري اساسي يك ماشين شامل ده فعاليت به شرح زير است:

مدت (min)	پيش‌نياز	نام فعاليت
70	—	1
110	1	2
85	2	3
60	1	4
400	2/4	5
75	4	6
120	5	7
90	6	8
180	3/7/8	9
200	9	10

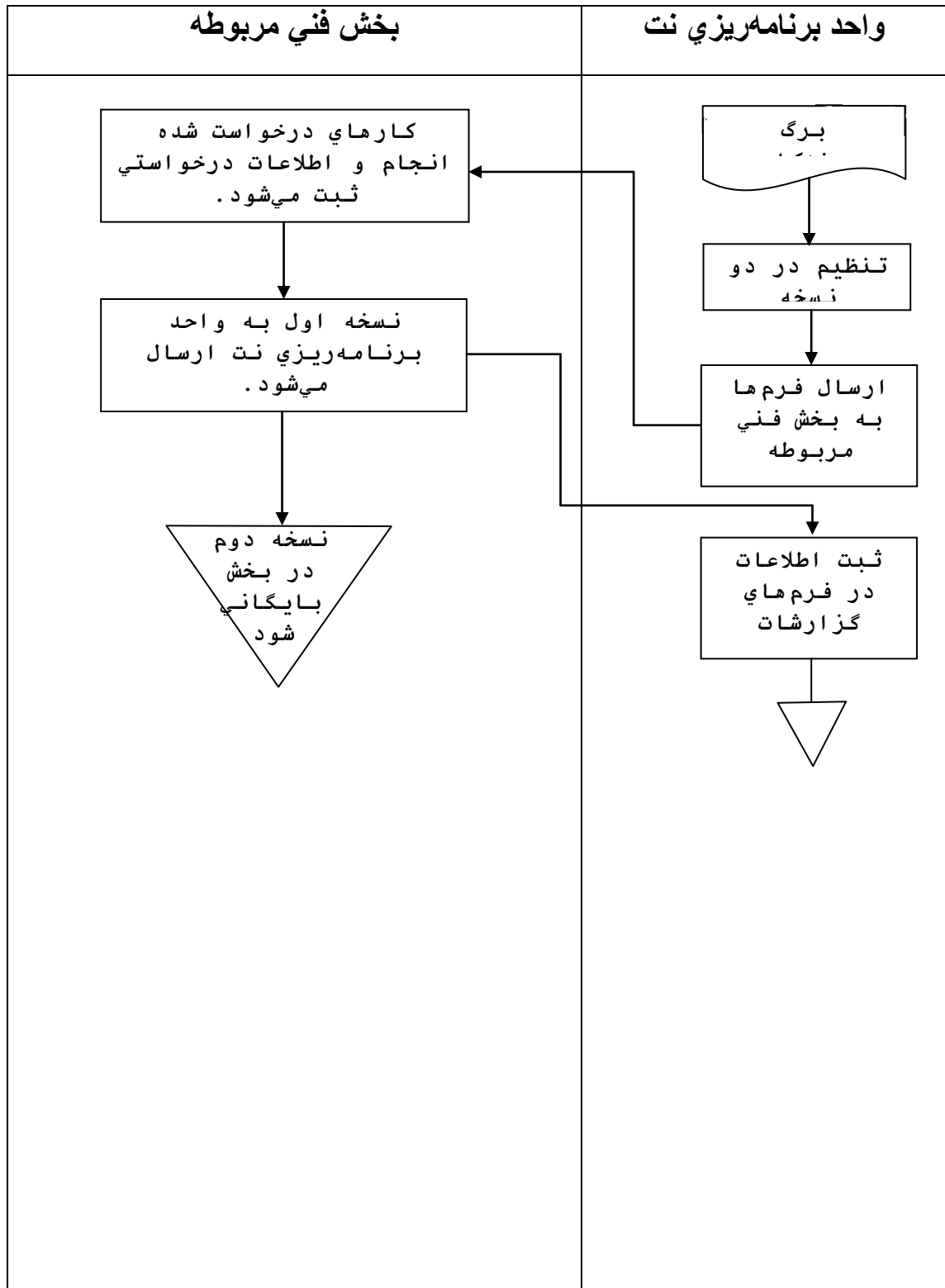
با استفاده از تكنيك‌هاي تخصيص منابع نتايج زير قابل حصول هستند:

- 1 - تعيين زمان اتمام نگهداري اساسي
- 2 - اولويت‌بندي فعاليت‌ها از نظر تأثير بر زمان اتمام نگهداري اساسي
- 3 - تعيين زمان شروع و ختم هر يك از فعاليت‌ها با رعايت محدوديت‌هاي نيروي انساني و قطعات

7 3 5 طراحي گردش فعاليت و برنامه نگهداري

پس از تهيه برنامه فعاليت هر يك از واحدهاي فني (و هر يك از نفرات فني) براي اجرايي نمودن فعاليت‌هاي نگهداري لازم است گردش فعاليت مناسب پديد آيد. گردش فعاليت مزبور از واحد برنامه‌ريزي نگهداري شروع مي‌شود كه برنامه نگهداري را تدوين نموده و به واحدهاي فني، انبار قطعات يدكي و . . . انتقال مي‌يابد. فرم‌هاي مربوطه به گونه‌اي طراحي

مي‌شوند كه پس از اتمام فعاليت‌هاي نگهداري به واحد برنامه‌ريزي عودت يابند تا بازخور مناسب‌ي ايجاد گردد.

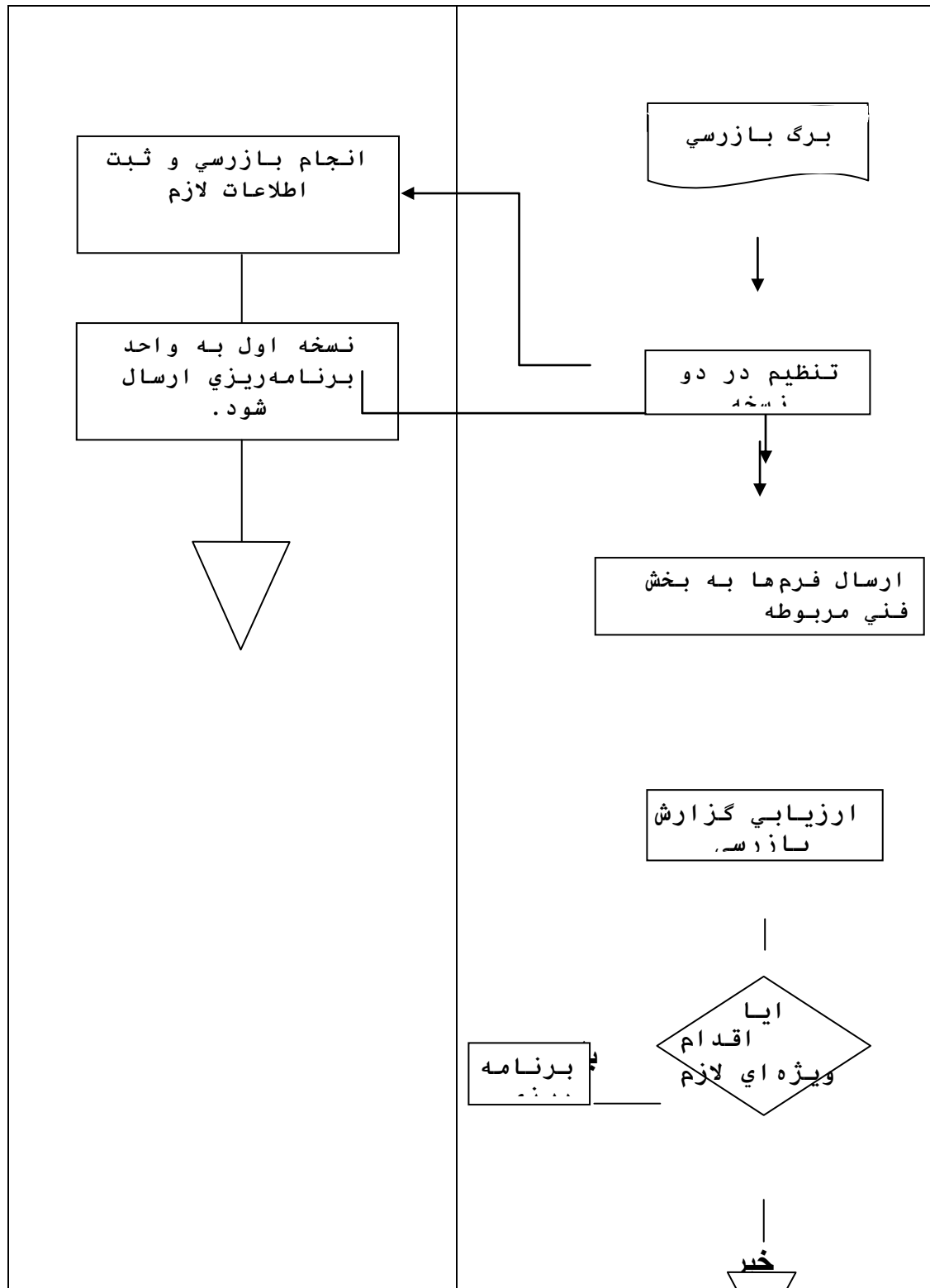


--	--

جدول 8- فرم برنامه روانکاري

فرم برنامه روانکاري									
شماره تاريخ									
توضيحات	شماره نقشه يا کاتالوگ فني	مقدار مصرفي	نوع روغن مصرفي	وضعيت ماشين		شرح فعاليت	محل استقرار	نام دستگاه	رديف
				توقف	در کار				

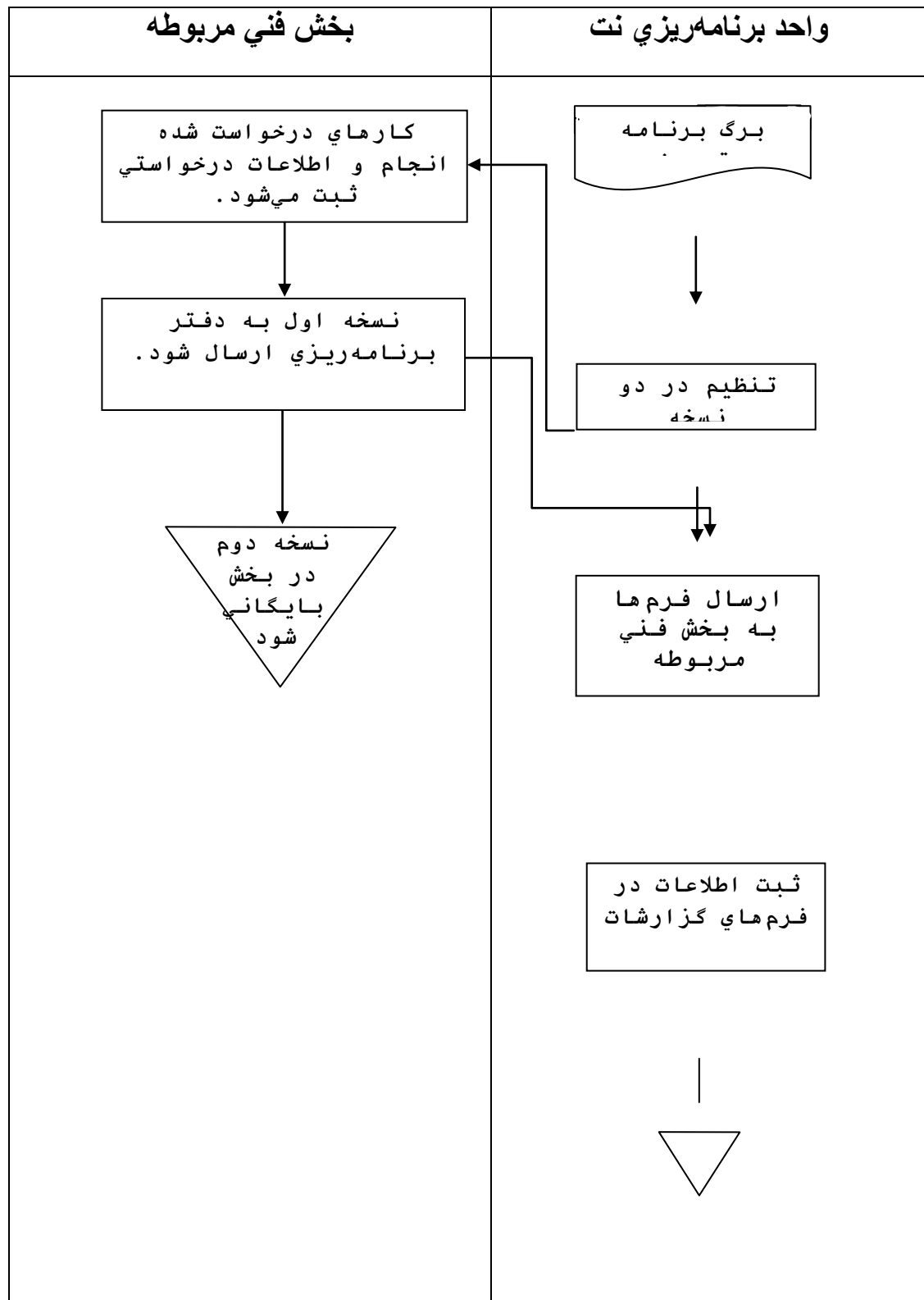
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



جدول 9- فرم برنامه بازرسي

فرم برنامه بازرسي				
بخش..... نام بازرس..... تاريخ گزارش				
ردیف	نام دستگاه	کد دستگاه	وضعیت دستگاه	فعالیت پیشنهادي

3-5-3-7 برنامه تعویض



4-5-3-7 فعاليت‌هاي جانبي براي انجام برنامه نگهداري

درخواست توقف ماشين‌آلات
درخواست قطعه/ ابزار/ روغن از انبار قطعات يا ملزومات مصرفي
درخواست اعتبار (بودجه)
درخواست اعزام ماشين به بيرون جهت بازرسي، . . .

6 3 7 برنامه‌ريزي تعميرات

علي‌رغم برنامه‌ريزي نگهداري که در جهت بهبود عملکرد تجهيزات صورت مي‌گيرد، وقوع خرابي‌هاي ناگهاني کماکان اجتناب‌ناپذير است. لذا مي‌بايستي در سيستم نت تدابييري براي مواجهه با شرايط مزبور انديشيده شود. وجود خرابي عموماً در دو وضعيت مشاهده مي‌شود:

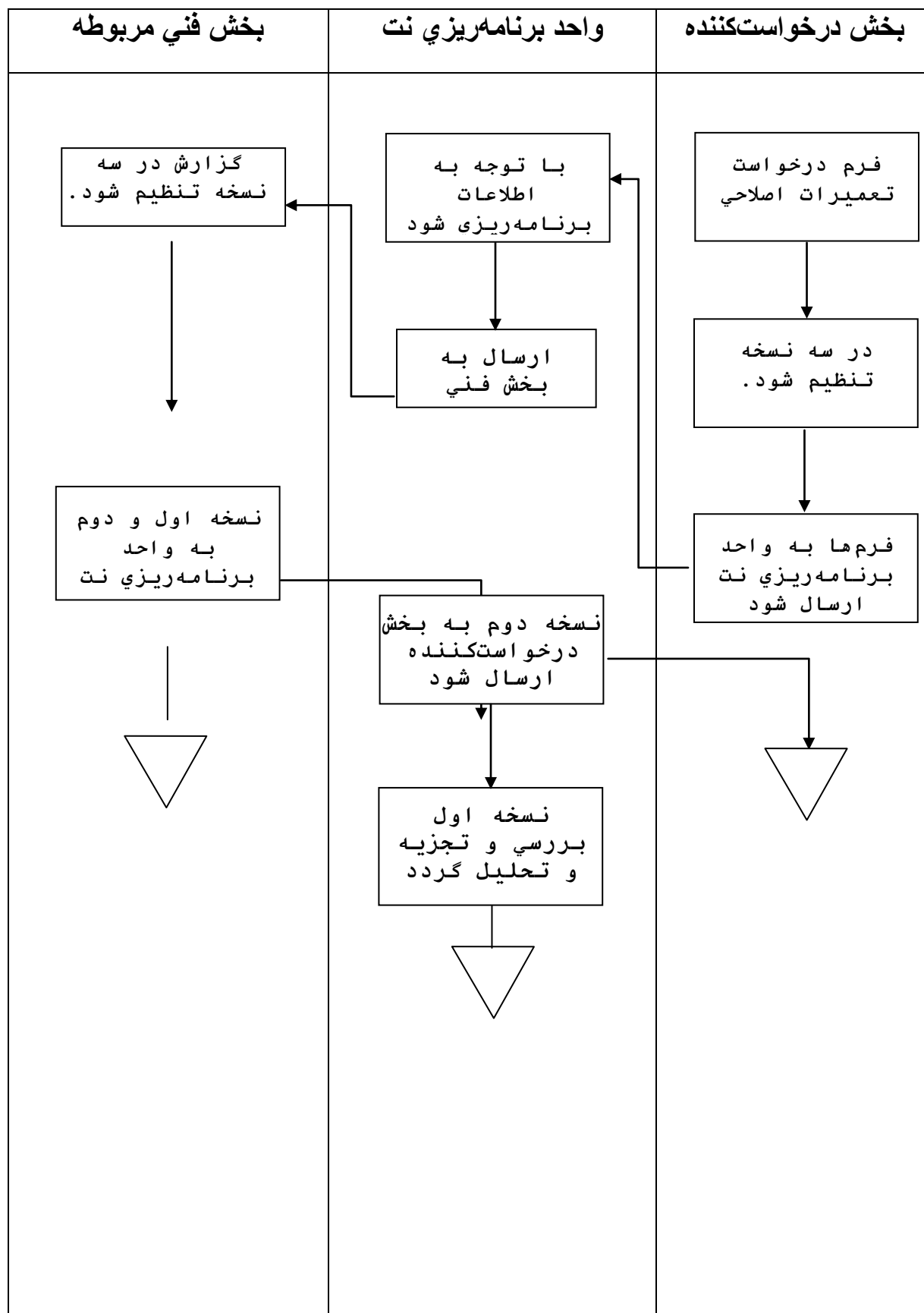
الف- حين انجام فعاليت‌هاي نگهداري

در اين حالت انجام‌دهنده فعاليت نگهداري، واحد برنامه‌ريزي نت را از وجود خرابي مطلع مي‌سازد و سيستم در قبال موضوع فعال مي‌شود.

ب- حين انجام فعاليت

اين حالت توسط واحد توليد (واحدتي که دستگاه در آن مستقر است) به اطلاع سيستم نت رسانده مي‌شود.

واحد برنامه‌ريزي نت، با توجه به گزارشات دريافتي در خصوص خرابي‌ها، اقدام به برنامه‌ريزي انجام آنها به صورت آني/ در اسرع وقت مي‌نمايد.



--	--	--

7-3-7 تدوین فایل فرعی گزارشات برنامه نت (فیدبک)

به دلیل گستردگی فعالیت‌های برنامه نت، وجود يك بازخور مناسب که بتواند وضعیت انجام/عدم انجام فعالیت‌ها را منعکس نماید، بسیار مهم می‌باشد. ضعف اطلاعات در مراحل اولیه تدوین فایل اصلی به دلیل کمبود کاتالوگ‌های فنی، عدم دسترسی به سوابق تجهیزات و . . . را می‌توان با کمک بازخوردهای مناسب به مرور زمان جبران نمود.

در این قسمت موارد زیر مورد توجه هستند:

شناسایی واحدهای سازمانی که به نحوی به گزارشاتی از سیستم نت نیاز دارند. درج اطلاعات مورد نیاز بند (1) در فرم‌های اطلاعاتی که از انجام‌دهندگان برنامه‌های نت دریافت می‌گردد.

تهیه گزارشات مکتوب و کمی از فعالیت سیستم نت به نحوی که گزارش‌گیرنده پاسخی را برگرداند. تهیه گزارشات تحلیلی برای بهبود سیستم نت

4 7 نگهداري مبتني بر قابليت اطمینان

نگهداري مبتني بر قابليت اطمینان (RCM)، يك رویکرد تحلیلي به منظور اولويت‌بندی امور تعمیر و نگهداري و ماشین‌آلات می‌باشد. از این روش می‌توان برای متمرکز کردن تلاش در جایی که واقعاً بدان نیاز است و در نتیجه برای استفاده حداکثر از منابع استفاده کرد. RCM از اطلاعات کاربرها، صنعتگران و کادر نگهداري آگاه و با تجربه بهره می‌جوید و از طریق استفاده از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل نظیر تکنیک‌های زیر به اجرا در می‌آید:

➤ تجزیه و تحلیل اثر حالت‌های شکست (FMEA)¹

➤ تحلیل علت و معلول

بنابراین، این تکنیک، فعالیت‌های ویژه نگهداري و تناوب مورد نیاز انجام این فعالیت‌ها را مشخص می‌سازد. علاوه بر این دو تکنیک در اتصال با بحث تکنیک‌های مدیریت کیفیت در TPM می‌باشند.

5 7 نگهداري پیش‌بینانه (مبتني بر وضعیت)

يك حالت مطلوب در نگهداري و تعمیرات این خواهد بود که ما قبل از وقوع شکست، آن را پیش‌بینی کنیم و فرصت کافی در اختیار داشته باشیم تا بتوانیم اقدامات لازم را برای تعویض قطعه معیوب قبل از بروز خرابی و توقف خط تولید به عمل آوریم. هدف از نگهداري پیش‌بینانه، انجام همین فعالیت است و در این راستا از چندین تکنیک برای نظارت بر وضعیت بهره می‌گیریم:

➤ ترموگرافي (حرارت نگاري)² که از آن برای نمایش نقاط داغ در کابل‌ها و دندانه‌های

راه‌انداز استفاده می‌شود. به وسیله این تکنیک، يك تصویر مادون قرمز از موضوع ایجاد می‌شود که می‌توان آن را به وسیله عکس یا کامپیوتر به ثبت رساند.

➤ انتشار صوتي³؛ تکنیک قطعي برای تشخیص ترکیدگی و معایب جوش در محفظه‌های

فشار، از آن می‌توان همچنین برای نظارت بر بلبرینگ‌های کم سرعت نیز بهره گرفت و برای این منظور از يك کاهنده سرعت که به قطعه بسته می‌شود، استفاده می‌گردد.

➤ تحلیل روغن⁴ که نمونه روغن را برای سنجش میزان ساییدگی، آلودگی و غیره بررسی می‌کند.

¹ Failure Mode Effect Analysis

² Thermography

³ Acoustic Emission

⁴ Oil Analysis

- تحلیل ارتعاشات⁵ که از يك شتاب سنج براي اندازه‌گيري ارتعاشات استفاده مي‌کند و پس از پردازش، وضعیت قطعه سیستم به صورت نمودارهاي نشان داده مي‌شود.
- نظارت بر ديگر پارامترهاي فرآيند نظير فشار، جريان، بار و فرسایش.

نگهداري پيش بينانه همیشه راه مناسبی نیست؛ اما در جايي که مناسبت دارد، امکان خاموش کردن ماشین را قبل از بروز خسارت، همچنین امکان برنامه‌ريزي و سازماندهي کارآمدتر فعالیت نگهداري و تعمیر را فراهم مي‌سازد.

6 7 توسعه تکنیک‌هاي نگهداري

همه رویکردهاي شرح داده شده بالا داراي مزایا و معایبي هستند و خطا خواهد بود که هر يك از این تکنیک‌ها را به عنوان بهترین رویکرد براي تمامی مؤسسه‌ها توصیه کنیم. براي کاربردهاي خاص در مؤسسه‌هاي خاص ممکن است يکي از این رویکردها به لحاظ اثربخشي هزینه، بهترین رویکرد به شمار رود. دستیابی به «بهترین رویه» از طریق راه‌اندازي يك سیستم نگهداري و تعمیر مناسب که از بهترین رویکرد یا رویکردهاي نگهداري به لحاظ اثربخشي هزینه بهره مي‌جوید، همراه با فعالیت‌هاي «نگهداري مستقل» که به صورت محلي و به رهبري کاربر دستگاه انجام مي‌پذیرد، همگي به عنوان بخشي از يك برنامه کلي **TPM** به اجرا در مي‌آید. به دنبال آن، بهبودهاي بيشتري از طریق تعيين نیازمندی‌هاي نگهداري و تعمیر ماشین‌آلات موجود و جديد حاصل خواهد شد.

از طریق تیم‌هاي **TPM**، روشهاي ساده و در عين حال دقيقی براي حفظ ماشین‌آلات در شرايطي مطلوب، توسعه خواهد یافت. بعضي از وظايفی که در این روش‌هاي اجرائي به دقت شرح داده مي‌شوند، به بخش نگهداري واگذار خواهند شد؛ زیرا اجرائي آنها به مهارت‌ها، تجربه یا ابزارهاي تخصصي‌تر نیاز دارد. این وظايف، اساس برنامه نگهداري و تعمیر پیشگیرانه را براي ماشین‌آلات تشکیل مي‌دهند و هنگامی که در بخش معيني از کارخانه تثبيت یافتند، برنامه آن بخش خاص را تشکیل خواهند داد. لیست فعالیت‌ها، نیازمندی‌ها و فواصل زمانی، معنی‌دار و قابل فهم خواهند بود؛ زیرا به دست افرادي تهیه شده‌اند که راه‌اندازي، فعالیت کردن و نگهداري ماشین‌آلات را به عهده دارند و توسط هیچ فرد خارجي بر آنان تحميل نشده است.

⁵ Vibration Analysis

به موازات پیشرفت **TPM**، این برنامه را می‌توان بیشتر توسعه داد و تقویت کرد؛ زیرا به تدریج سرویس‌ها و فرصت‌های منظم‌تری به منظور نظارت بر وضعیت ماشین‌آلات آشفعالیت خواهد شد.

مدیریت کیفیت و ابزارهای مرتبط

مدیریت کیفیت آخرین مولفه **TPM** به شمار می‌رود.

و در این قسمت اشاره‌ای به کاربرد روش‌های مدیریت کیفیت در بهبود سیستم **TPM** می‌شود.

8 1 سیستم فرآیندگرا

لزوم توجه به مدیریت فرآیندگرا در **TPM** نیز محسوس می‌باشد.

در این دیدگاه به عنوان نمونه فرآیندهای تدارک، پردازش سفارش، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و ... از جمله فرآیندهای شکل دهنده **TPM** می‌باشند.

8 2 الگوبرداری (Benchmarking)

الگوبرداری از سیستم‌های نوین نگهداری و تعمیرات و اصولاً روش‌های مدیریت در **TPM** اهمیت فوق‌العاده‌ای در **TPM** داراست.

بعنوان نمونه الگوبرداری از روش‌های آنالیز ارتعاشات در تجهیزات ماشین‌کاری

8 3 هزینه‌های کیفیت (COQ)

تقسیم‌بندی هزینه‌های مربوط با **TPM** به هزینه‌های پیشگیرانه، بازرسی و آزمایش خطا (درون سازمان و برون سازمان) به منظور کنترل و مدیریت بهتر هزینه‌ها در برنامه‌های **TPM** سازمان.

8 4 نمودارهاي علت- معلول

استفاده از اين نمودارها به منظور تحليل وضعيت سيستم و تجهيزات مرتبط يا ريشه‌يابي علل خطا در سيستم

8 5 آناليز پارتو

كاربرد در اولويت‌بندي مسائل و مشكلات

8 6 نمودارهاي كنترل

از اين نمودارها به منظور پيش‌بيني وضعيت سيستم استفاده مي‌شود.

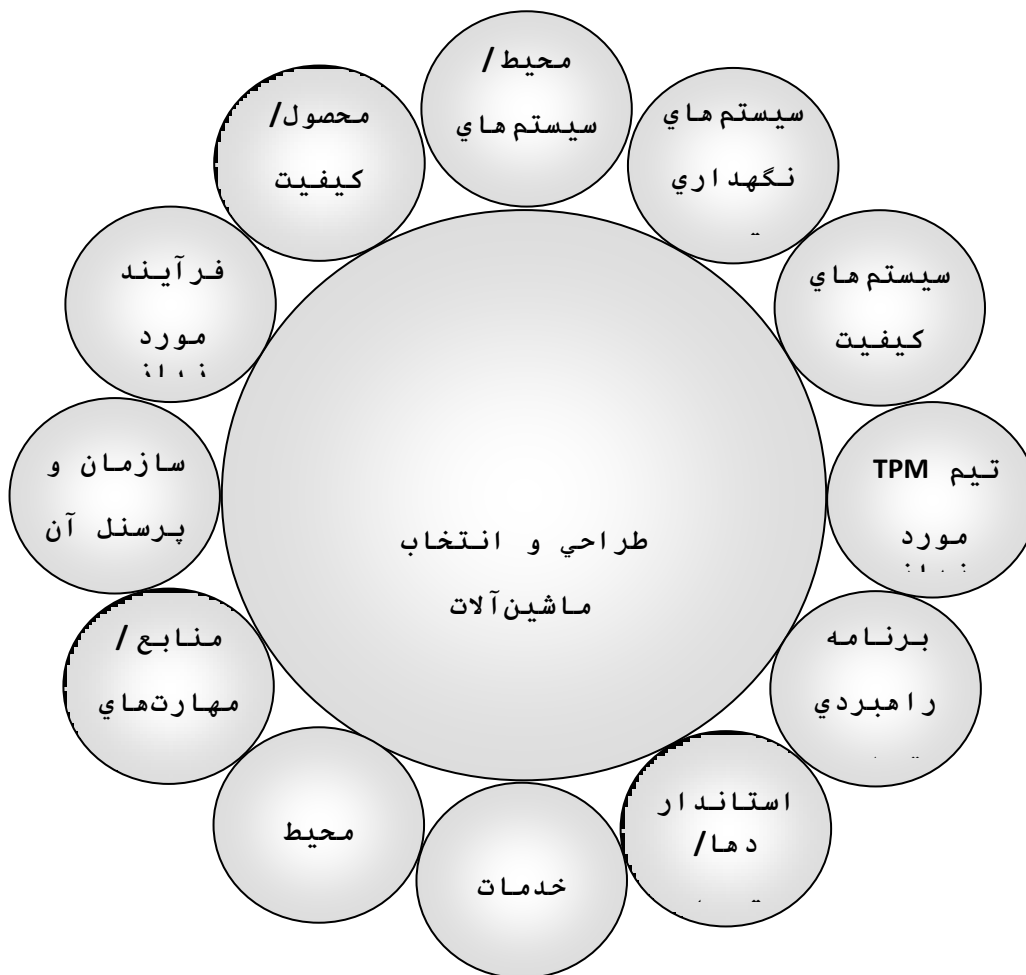
8 7 FMEA

از اين تكنيك به منظور يافتن حالات خطا و تحليل اثرات مرتبط در تجهيزات استفاده شده و با نام **Machinery FMEA** شناخته مي‌شود.

8 8 طراحي انتخاب ماشين‌آلات

لطفاً به شكل زير توجه شود.





- WWW.ini.hr فدارسیون انجمن نگهداری و تعمیرات
- WWW.mesa.org.au انجمن مهندسی اروپا
ملی در نگهداری تعمیرات استرالیا
- WWW.stle.crg انجمن
مهندسين تريبولوژي
- WWW.plant-maintenance.com مرکز اطلاعات نگهداری و تعمیرات
کارخانجات صنعتی
- WWW.oilanalysis.com سایت خدمات آنالیز
مواد روغنی
- WWW.imc-2003.com کنفرانس برترین‌های فرآیندهای نگهداری و
تعمیر سال 2003
- WWW.mt-online.com سایت اطلاعاتی تکنولوژی
نگهداری و تعمیرات
- WWW.sme.org انجمن مهندسان
ساخت و تولید
- WWW.maintenaceworld.com سایت بسیار معتبر در مباحث نگهداری و
تعمیرات
- WWW.maintenanceamerica.com ارائه راه‌حل‌های
نگهداری و تعمیرات
- WWW.marshalinstitute.com TPM
موسسه خدمات TPM
- WWW.kaizen-gemba.com TPM
سایت خدمات TPM
- WWW.tpm-institute.com TPM
موسسه بین‌المللی TPM
- WWW.e-promaint.com سایت TPM
اطلاع‌رسانی
- WWW.bestpracticedatabase.com سایت جستجوی بهترین شیوه‌های صنعتی
و خدماتی