

بسم الله الرحمن الرحيم

## برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

### استاد سید احسان شجاعی

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 ور فرآگیر TPM و اندازه گیری اثربخشی تجهیزات

OEE

## فصل اول:

### مقدمه ای بر نظام های نگهداری و تعمیرات

براساس مطالعات انجام شده درخصوص 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 وکار سازمان ها شرکت های تولیدی و خدماتی به منظور تحقق کیفیت در محصولات کاهش هزینه ها و ایجاد قیمت های رقابتی و همچنین تحويل به موقع محصولات و خدمات به فکر ایجاد نظام های نگهداری به منظور کاهش خرابی های اضطراری و حفظ زیرساختار های 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 use based PM و time based PM می گفتند.

حدوداً از سالهای 1960-65 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 کنندکه 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 هر چه بیشتر شدن فضای رقابتی و تلاش سازمان‌ها به منظور افزایش اثربخشی نظام‌های نگهداری و تعمیرات رویکردها و تفکرات جدیدی شکل گرفت که البته ریشه این تفکرات را می‌توان در ژاپن جستجو نمود. حدوداً در سالهای 1980 بود که انجمان مهندسین کارخانه ژاپن رویکرد جدیدی را تحت عنوان نظام نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر مطرح نمود که از آن تحت عنوان TPM یاد می‌کنند که مخفف Total Productive Maintenance می‌باشد. در رویکرد نوین TPM آنچه که مد نظر عنوان محور اصلی قرار گرفت جامع نمودن و فراگیر نمودن بود به گونه‌ای که با ایجاد کمیته‌ها و کارگروه‌های تخصصی و تفویض اختیار کلیه لایحه‌های سازمانی در امر نگهداری مشارکت داده شده اند تا از این طرح اثربخشی نظام‌های 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 می‌توان موارد زیر ذکر نمود:

1. کاهش هزینه‌های تعمیرات و هزینه‌های نگهداری مرتبط
2. کاهش زمان بهره ورداری از ماشین‌آلات و تجهیزات
3. کاهش نرخ ضایعات
4. افزایش نرخ تولید
5. کاهش استهلاک ماشین‌آلات
6. کاهش زمان‌های تأخیر و توقف ماشین‌آلات 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 تحويل 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 کامپیوتري شده ایجاد نموده اند که در این سیستم ها با طراحی و طرح ریزی سیستم های نگهداری و تعمیرات به ورت نرم افزاری و کامپیوتري 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 باشد ابتدا سیستم نگهداری و تعمیرات را طرح ریزی کرد ه، 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 می‌کند.
2. استراتژی نت پیشگیرانه: که به دو صورت Time based PM و Use based PM شناخته می‌شود.
3. استراتژی نت پیشگویانه: که تحت عنوان نت پیشگیرانه براساس وضعیت موجود (Condition based PM) شناخته می‌شود.
4. استراتژی نت اساسی (Over houl)
5. سایر استراتژی‌های مورد استفاده همچون 5-1) استراتژی نت فرصتی 5-2) استراتژی نت عیب یابی 5-3) استراتژی نت طراحی 5-4) و ...

### 1. استراتژی نت بعد از خرابی:

این نوع استراتژی نت به معنای عدم تعریف رویکردهای پیشگیرانه جهت نگهداری ماشین آلات و زیرساختارهای سازمانی می‌باشد و به معنای ساده مفهوم آن تعمیرات می‌باشد. این نوع استراتژی در خصوص ماشین آلات و تجهیزاتی به کارمی رود که نرخ خرابی آنها به واسطه تابع توزیع عمر آنها نمایی می‌باشد ثابت بوده و لذا با افزایش عمر آنها نرخ خرابی تغییر نمی‌کند بنابراین اعمال استراتژی نت پیشگیرانه تنها منجر به افزایش هزینه‌های سازمان می‌گردد و مقرن به صرفه نیست. این نوع استراتژی در مواردی که هزینه‌های نگهداری و سایر هزینه‌های مرتبط آن بیش از هزینه‌های حاصل از خرابی و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات می‌باشد و در شرایط عدم وجود دانش و اطلاعات در خصوص نگهداری پیشگیرانه ماشین آلات و تجهیزات و عدم وجود ابزار قطعات ولوازم لازم جهت سرویس‌های نگهداری و همچنین بالا بودن عمر ماشین یا قطعه مورد نظر و اسقاطی بودن آن، می‌تواند به عنوان استراتژی مناسب انتخاب شود.

### 2. استراتژی نت پیشگیرانه:

عبارت است از هرگونه فعالیت برنامه ریزی شده بر روی ماشین آلات که خرابی‌های بالقوه ماشین آلات را کاهش داده و از استهلاک زودهنگام ماشین آلات و تجهیزات جلوگیری می‌نماید. نت پیشگیرانه براساس دو سیاست اجرا می‌گردد. سیاست اول: نت پیشگیرانه براساس زمان کارکرد سیاست دوم: نت پیشگیرانه براساس میزان کارکرد. البته در پاره‌ای از موارد تلفیقی از زمان و میزان کارکرد مبنای برنامه ریزی این فعالیت‌ها خواهد بود.

**2-1) 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، دو ماہه، 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 مقرن 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 مقرن 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 رو برو 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 فرصت های ایجاد شده به واسطه متغیر های مختلف انجام می پذیرد که این فرصت ها می توانند شامل موادری همچون تعویض شیفت 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 بازرگی و رسیدگی نسبت به نگهداری ماشین آلات و تجهیزات اقدام نمایند. قاعدهاً 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 در خصوص سازماندهی مناسب ساختار نت در شرکت

تصمیم گیری نمود منظور از سازماندهی سیستم نت تعیین طرح و ظایف 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 مرکز
2. سازماندهی نیمه مرکز
3. سازماندهی غیرمرکز

**1. سازماندهی مرکز:** در این سازماندهی همانگونه که از نام آن پیداست کلیه نیروهای انسانی و منابع مرتبط با سیستم نگهداری و تعمیرات به صورت مرکز 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 مرکز:** 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 تعییه 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 غیرمرکز:** در این سازماندهی کلیه منابع و نیروهای انسانی به صورت غیرمرکز 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:

مسلمان 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 غیر مرکز و نیمه مرکز 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 غیر مرکز و نیمه مرکز 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 غیر مرکز و نیمه مرکز 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 غیر مرکز و نیمه مرکز حرکت خواهد کرد.

**سیاست ها و شیوه مدیریت در سازمان:** هرچه تفکر مدیریت به تصمیم گیری به صورت غیر مرکز و ایجاد تفویض اختیار سوق یابد شیوه سازماندهی به سمت نیمه مرکز و یا غیر مرکز 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 مرکز و یا غیر مرکز توصیه می گردد.

### **مزایا و معایب هریک از سازمان ها:**

1. هرچه از سازماندهی مرکز به نیمه مرکز و غیر مرکز حرکت می کنیم هزینه ها افزایش پیدا می کند.
2. هرچه از سازماندهی مرکز به نیمه مرکز و غیر مرکز حرکت می کنیم سرعت پاسخ گویی افزایش پیدا می کند.
3. هرچه از سازماندهی مرکز به نیمه مرکز و غیر مرکز حرکت می کنیم انعطاف پذیری پرسنل نت کاهش پیدا می کند.
4. هرچه از سازماندهی مرکز به نیمه مرکز و غیر مرکز 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**

مسلمًاً 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 ساعت اضافه کاری
3. استفاده از سیاست های افزایش تعداد نیروی انسانی و کاهش ساعت 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 فعالیت‌ها در زمان‌های از پیش تعیین شده صورت می‌پذیرد. آنچه که در موضوع زمانبندی بسیار حائز اهمیت است توجه به این موضوع است که زمانبندی فعالیت‌های نت باید دارای انعطاف‌پذیری 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 فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات:**

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

1. چه فرد یا افرادی باید فعالیت‌های تعریف شده را انجام دهند؟ (Who)
2. فعالیت‌های تعریف شده را به چه صورتی انجام می‌شود؟ (How)
3. چه فعالیت‌هایی را انجام دهند؟ (What)
4. به چه علت این فعالیت‌ها را انجام دهند؟ (Why)
5. فعالیت‌های تعریف شده را با چه ابزاری انجام دهند؟ (Which)
6. فعالیت‌های تعریف شده را در چه زمانی انجام دهند؟ (When)
7. فعالیت‌های تعریف شده را در چه مکان و موقعیتی انجام دهند؟ (Where)
8. و...

در قالب کلیه روش‌ها و دستورالعمل‌های فوق ذکر تایتل‌ها و عنوانین زیر به کارگرفته می‌شود:

- الف) نام روش اجرایی/دستورالعمل
- ب) هدف از روش اجرایی/دستورالعمل‌های مربوطه

ج) دامنه کاربرد

د) مسئولیت ها و اختیارات

ر) تعاریف و اصطلاحات

و) مدارک و مستندات پشتیبان و مربوطه

ه) مکانیزم و روش اجرا و مراحل آن

ى) سوابق بر جای مانده و نحوه نگهداری آن

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

به عنوان مثال روش اجرایی تعمیرات اضطراری در یک 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 توقفات  
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 بر عهده مسئول  
نگهداری و تعمیرات می باشد. مسئولیت اجرای این روش بر عهده تعمیرکاران و تکنسین  
های مرتبط می باشد و مسئولیت نظارت و کنترل به اجرای صحیح و دقیق این روش  
بر عهده مدیر فنی و مهندسی شرکت می باشد.

تعاریف و اصطلاحات: تعمیرات اتفاقی: فعالیت هایی که در موقع 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. ....

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

**مکانیزم و روش اجرا و مراحل آن:** در صورتی که هریک 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 ذکور 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 عیوب 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 براساس اطلاعات جمع آوری شده باید مشخص نماید که تعمیرات فوق ذکر در چه زمان، توسط چه کسی و براساس 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 تحويل 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 بر جای 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. چک لیست های تکمیل شده بازرگانی 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      | سطح دستررسی                                   | مدت زمان نگهداری | شیوه تعیین تکلیف   |
|-------------------------------------|-------------|-------------------|---|------------------|--------------------|
| فرم تکمیل شده درخواست انجام تعمیرات | A/ زونکن 01 | کاغذی/ الکترونیکی | مدیریت ارشد/ مدیران واحدها/ مدیر فنی و مهندسی | 2 سال            | امحاء/ بایگانی راک |
| .....                               | .....       | .....             | .....   | .....            | .....              |

**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 کار و زمان می باشد.

مهترین علت جهت تعیین زمان استاندارد برای انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات، برنامه ریزی دقیقت 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 باشد. 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 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 ) Reliability

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

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

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

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

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

$$\frac{\text{زمان معمطولی برای تولید یک واحد محصول}}{\text{زمان عملی برای تولید یک واحد}} \times \frac{\text{مقدار تولید} \times \text{زمان عملی تولید یک واحد محصول}}{\text{زمان اشغال} - \text{زمان توقف}} = \text{نسبت کارایی}$$

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

**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 ازدست 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 غیرضروری 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 می‌گیرد کنترل موجودی ها می‌باشد. همانگونه که می‌دانید منظور از موجودی ها در سیستم نگهداری و تعمیرات موجودی قطعات یدکی، ابزارها و تجهیزات و همچنین مواد مصرفی مورد استفاده می‌باشد. فی الواقع در این کنترل می‌باشد 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، ذخیر اطمینان از هرسفارش و... مشخص و تعیین گردد تا برمبانای این سیستم مشخص شود که چه اقلامی باید خریداری شود؟ این اقلام تا چه موقع باید نگهداری شود؟ حداقل و حداقل موجودی هر قلم و سایر موارد و اطلاعات مورد نیاز بدون 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:**

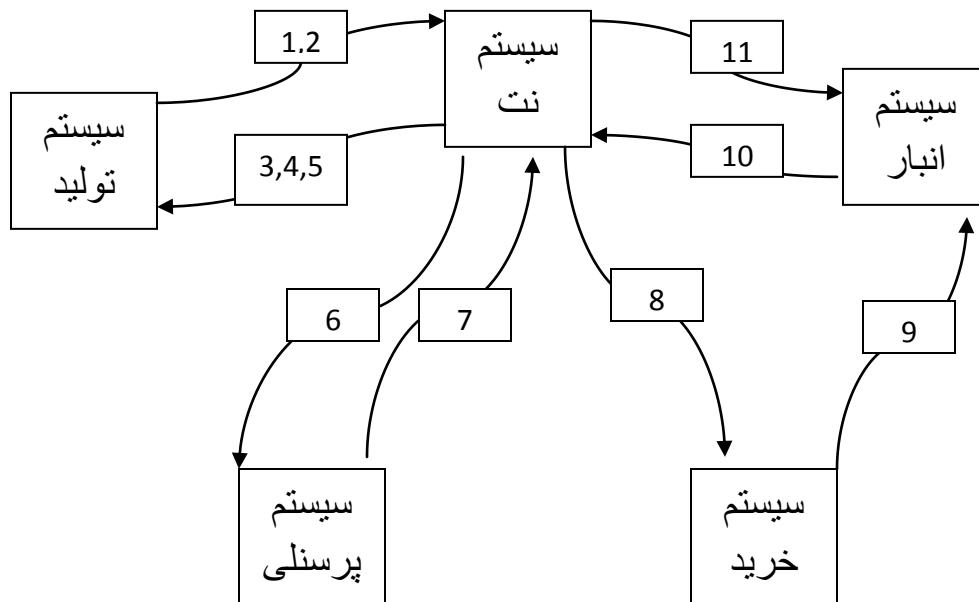
در یک سازمان فرضی می‌تواند سیستم های ذیل وجود داشته باشد:

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 می‌شود و به دنبال آن سیستم نت ضمن ارائه خدمات تعمیراتی گزارش فعالیت های انجام شده را به سیستم تولید ارسال می‌نماید ضمناً با توجه به خرابی های رخداده سیستم نت نکاتی را دربار استفاده و کاربرد صحیح ماشین آلات و تجهیزات به سیستم تولید اعلام می‌نماید 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 درباب 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. تحويل 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 مرتب 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:

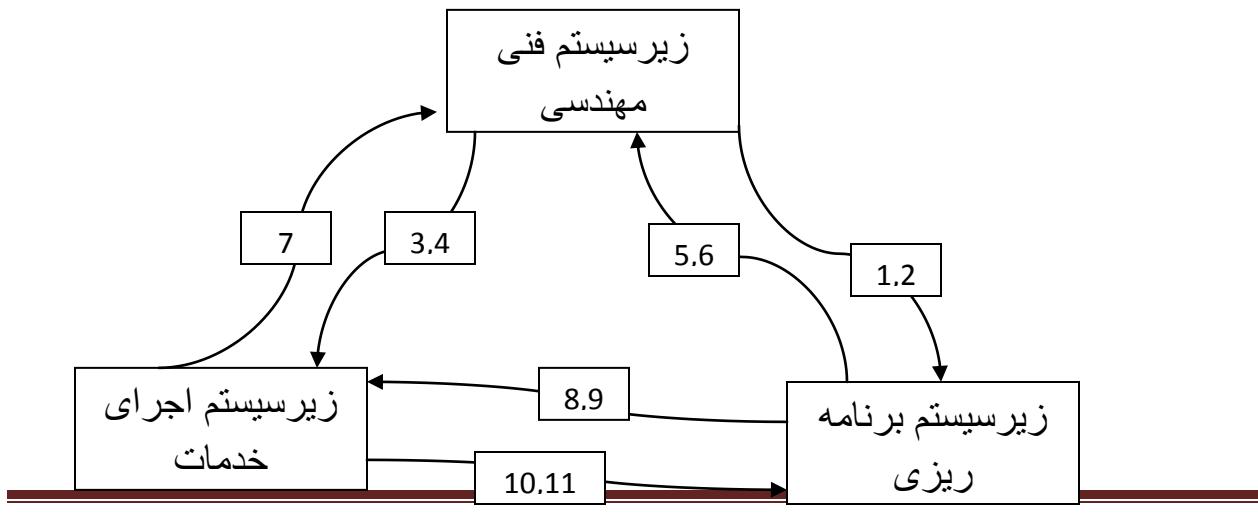
1. تکمیل بانک اطلاعاتی ماشین آلات
2. تهیه اطلاعات خام نت پیشگیرانه و اضطراری
3. تدوین روش های اجرایی و دستورالعمل های فنی نظام نگهداری و تعمیرات
4. تهیه و تدوین استانداردها و سایر اطلاعات تخصصی حوزه نگهداری و تعمیرات

**2. زیرسیستم برنامه ریزی:** این زیرسیستم مأموریت تهیه زمانبندی و کنترل و بهینه سازی سیستم نت براساس تجزیه و تحلیل های انجام شده را بر عهده 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 بر عهده 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. تحويل 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

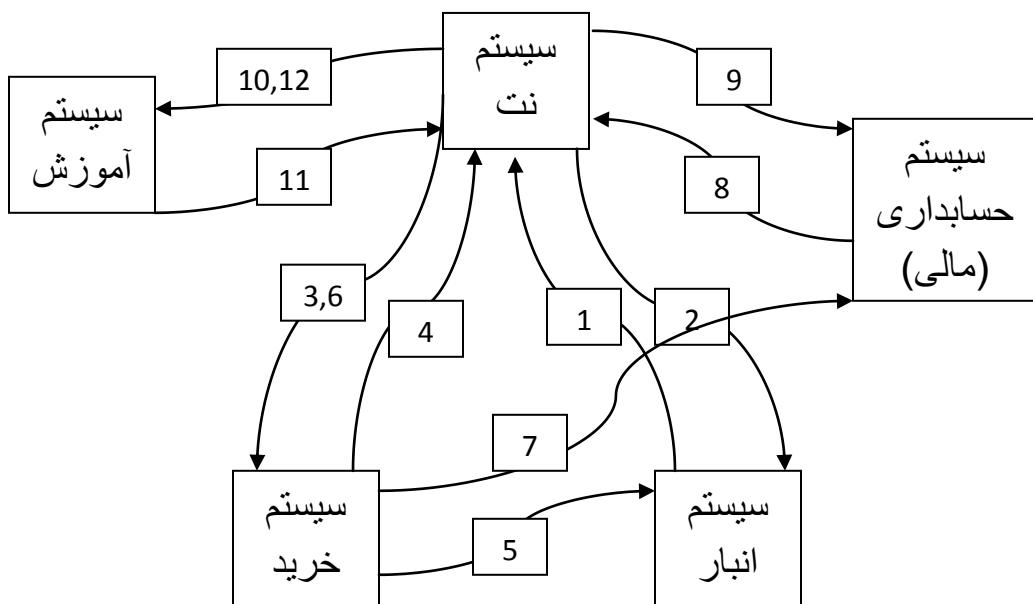


1. اطلاعات پایه و فنی استخراج شده از کاتالوگ ها و سایر مدارک فنی مرتبط
2. اطلاعات مرتبط با ماشین آلات موجود براساس بانک اطلاعاتی تهیه شده
3. روش های اجرایی و دستورالعمل های فنی انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات
4. استاندارد های تدوین شده براساس اطلاعات جمع آوری شده در حوزه نگهداری و تعمیرات
5. گزارشات اجرای فعالیت های نگهداری و تعمیرات براساس دستورکار های 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 تمرين: تكميل مراحل روش اجرایي انجام تعميرات اضطراري:

1. اعلام خرابی و درخواست تعمیر با استفاده از تکمیل فرم درخواست انجام تعمیرات توسط واحد مقاضی 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. تشخيص 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 درصورت عدم وجود مواد درخواستی پیگیری صدور درخواست خرید از انباردار و اخذ تأییده 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 دستور العمل 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 وارزیابی گزارش ارائه شده از سوی تعمیرکاران و اخذ تأییده آن از واحد مقاضی 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 استقاده 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. تحويل 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 آموزشی مورد نیاز به همراه هدف و محتوای هریک از آموزشی 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 ابزار آلات

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 دستور کار
- 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 دستور العمل

## فرم تعیین نقاط سفارش دهی قطعات یدکی و مواد مصرفی

### فرم درخواست تعمیر

|   |  |   |  |                             |                           |
|---|--|---|--|-----------------------------|---------------------------|
| <b>نام شرکت</b><br><u>برقمکالیکترونیک</u>   | <b>شماره دفتر فنی</b><br><u>تأسیسات‌علوم</u>   | <b> ساعتاریخ</b><br><u>شماره و مشخصات دستگاه:</u> | <b> واحد درخواست کننده</b>                               |                             |                           |
| <u>ساعت ورود به دفتر فنی</u><br><u>شرح اشکال:</u><br><u>نام و امضاء سرپرست قسمت:</u>            |  | <u>نوع اشکال</u><br><u>قسمت:</u>                  |  |                             |                           |
| <b>اعتاریخ</b>  | <b>اعتاریخ</b>                                 | <b>افراد عملیات</b>                               | <b>مربوط به تعمیر دستگاه</b>                             | <b>شرح کارهای انجام شده</b> | <b> واحد فنی</b>          |
| <u>اعتاریخ</u><br><u>اعتاریخ</u><br><u>مدت تعمیر</u><br><u>مدت غیر تعمیر</u><br><u>مدت توقف</u> |  | <u>اعتاریخ</u>                                    |  | <u>مشخصات قطعات مصرفی</u>   |                           |
| <b>نظریه سرپرست تعمیرات درمورد جلوگیری از تکرار اشکال:</b>                                      |  |   |  | <b>تعداد</b>                | <b>مشخصات قطعات مصرفی</b> |
| <b>نظریه دفتر فنی:</b>  |  |   |  |                             |                           |
| <b>امضاء</b><br><b>ساعت:</b>  | <b>نام تحويل دهنده:</b><br><b>تاریخ تحويل:</b> | <b>امضاء</b>                                      | <b>نام تحويل گیرنده:</b><br><b>امضاء سرپرست تعمیرات:</b> |                             |                           |



## لیست فرم های PM ماشین (تراش تبریز)

فرم گزارش پاپش فرآیند

## برنامه سالیانه PM ماشین آلات

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

### فرم دستورکار فعالیت های نگهداری و تعمیرات

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

## فرم سوابق تعمیراتی ماشین آلات

| کد ماشین: |                                    |                                 |                 |                   |                       |           |              |               |              | نام ماشین:   |       |          |
|-----------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------|----------|
| توضیحات   | هزینه قطعات<br>یدکی و مواد<br>صرفی | قطعات<br>یدکی و<br>مواد<br>صرفی | نام<br>تعمیرکار | متخصص<br>موردنیاز | مدت<br>زمان<br>فعالیت | نوع تعمیر | علل<br>خرابی | شرح<br>فعالیت | فعالیت<br>CM | فعالیت<br>PM | تاریخ | رد<br>یف |
|           |                                    |                                 |                 |                   |                       |           |              |               |              |              |       |          |
|           |                                    |                                 |                 |                   |                       | ....      | ....         | ....          | ....         | ....         | ....  | ....     |

## 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:                                     |
| تاریخ راه اندازی:                  | هزینه راه اندازی:                              |
| محل نصب:                           |  |
| عمر برآورده ماشین:                 | وضعیت ماشین هنگام خرید: نو دست دوم(... کارکرد) |
| لیست کتابچه ها، کاتالوگ های ماشین: | و ضعیت گارانتی: دارد ندارد چند سال             |
| لیست نقشه های فنی مرتبط:           | شرایط گارانتی: شماره برگه گارانتی:             |
| تهیه کننده:                        | قطعات و ابزارهای یدکی همراه با ماشین:          |
| تاریخ تهیه:                        | تأییدکننده:                                    |

## فصل چهارم:

برنامه ریزی احتمالی نت، محاسبه قابلیت اطمینان و تشریح نت مرکز

**(RCM) برپایایی**

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 انتهای 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 یک ماشین برابر  $f(t) = \frac{1}{100}$  ،  $0 \leq t \leq 100$  باشد در این صورت تابع پایایی آن برابر  $R(t) = \int_t^{+\infty} \frac{1}{100} dt = \frac{1}{100} t \Big|_t^{+\infty} = 1 - \frac{1}{100} t$  می باشد حال اگر بخواهیم احتمال اینکه ماشین مورد نظر در لحظه  $t=70$  سالم باشد را بررسی کنیم خواهیم داشت:  $1 - \frac{1}{100} \times 70 = 0/3 = R(70)$  و اگر بخواهیم احتمال اینکه ماشین مورد نظر در لحظات بین  $t=80$  و  $t=90$  خراب شود را محاسبه نماییم خواهیم داشت:

$$\int_{80}^{90} \frac{1}{100} dt = \frac{1}{100} t \Big|_{80}^{90} = 0/9 - 0/8 = 0/1 \quad R(0/8)-R(0/9)=0/2-0/1=0/1$$

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 یک قطعه تا خرابی آن را در طول عمر قطعه یا ماشین مورد نظر به طور متوسط مورد محاسبه قرار می دهد یا از یک 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.

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

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:

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

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

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

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

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 دهن.

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 قبل محاسبه نماییم این شاخص برابر خواهد بود با  $60 + 10 = 70$ . 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 مامی باشد و از عبارت ذیل محاسبه می شود:

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

لذا شاخص دسترس پذیری در مثال قبل برابر  $\frac{50}{60} = 83\%$  یا همان 87 درصد می باشد.

5. شاخص  $r(t)$  : این شاخص بین معناست که احتمال اینکه قطعه مورد نظر در لحظه  $t$  سالم بوده و بلافصله در لحظه  $t + \Delta t$  خراب شود.

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

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

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

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

نرخ خرابی یک عدد ثابت است و با افزایش و گذر زمان تغییر نمی‌کند 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  $\lambda$  می‌باشد لذا با افزایش عمر ماشین تغییری در آن ایجاد نمی‌شود و همانگونه که قبلًا گفته شده در چنین شرایطی فلسفه نت بعد از خرابی برای این نوع ماشین آلات اتخاذ می‌گردد 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 می‌شود بین 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 شاخص‌های فوق ذکر با وجود یک نظام نگهداری و تعمیرات اعداد مناسبی را نشان نمی‌دهند که البته این موضوع می‌تواند 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 سرویس‌های نگهداری ماشین آلات و تجهیزات می‌باشد که قاعده‌تاً اگر فاصله زمانی مناسب برای اجرای 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 هر بار PM

$C_E$ : هزینه هر بار CM

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

$\text{Min}(C_p + C_E t_p)$  = مجموع هزینه های PM و EM متوالی

$$\frac{\text{مجموع هزینه های PM و EM متوالی}}{t_p} = \frac{C_p + C_E \int_0^{t_p} r(t) dt}{t_p}$$

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

به عنوان مثال فرض نمایید  $t_p = 10$  و  $C_p = 5$  و  $C_E = 50$  باشد.  $r(t) = \frac{1}{10}$  را محاسبه نمایید.

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

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

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

|          |       |      |      |      |      |      |      |       |       |          |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|----------|
| 0        | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     | 10       |
| $\infty$ | 10.26 | 8.08 | 7.61 | 7.63 | 7.93 | 8.47 | 9.31 | 10.68 | 13.35 | $\infty$ |

---


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


---

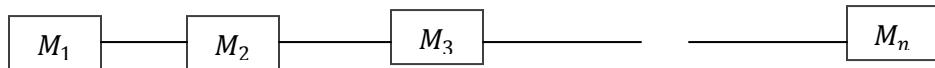
محاسبه قابلیت اطمینان در خطوط تولید در سه حالت:

حالت اول: سیستم های سری

حالت دوم: سیستم های موازی

حالت سوم: سیستم های سری\_موازی

محاسبه قابلیت اطمینان در سیستم های سری:



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

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:

$$f_1(t) = \frac{1}{100} \quad , \quad 0 \leq t \leq 100 \quad \xrightarrow{\hspace{1cm}} \boxed{M_1} \xrightarrow{\hspace{1cm}} \boxed{M_2} \xrightarrow{\hspace{1cm}}$$

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

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)

$$R_1(t) = \int_t^{+\infty} f_1(t) dt = \int_t^{100} \frac{1}{100} dt = \begin{cases} 1 - \frac{1}{100}t & 0 \leq t \leq 100 \\ 0 & t > 100 \end{cases}$$



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

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

ب)

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

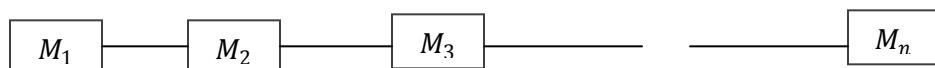
$$R(130) = 0$$

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



$$R_1 = 0/1 \quad R_2 = 0/2 \quad R_3 = 0/3$$

حداکثر پایایی:  $R_1 = 0/1$

محاسبه قابلیت اطمینان در حالت موازی:



$P = (P_{\text{壞}} \cdot P_{\text{壞}}) = (1 - P_{\text{正常}}) \cdot (1 - P_{\text{正常}})$

$P = 1 - [(1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n)]$

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

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  $t=400$  همچنین نرخ خرابی را محاسبه نمایید.

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

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

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



$$R_2(t) = \int_t^{+\infty} 0/1 e^{-0/1t} dt = \begin{cases} e^{-0/1t} & 0 \leq t \leq 50 \\ e^{-0/1t} & 50 < t \leq 100 \\ e^{-0/1t} & t > 100 \end{cases}$$

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

$$R_4(t) = \int_t^{+\infty} 0/4 e^{-0/4t} dt = \begin{cases} e^{-0/4t} & 0 \leq t \leq 50 \\ e^{-0/4t} & 50 < t \leq 100 \\ e^{-0/4t} & t > 100 \end{cases}$$

$0 \leq t \leq 50$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 1 - \left[ \left( 1 - 1 + \frac{1}{100}t \right) \left( 1 - e^{-0/1t} \right) \left( 1 - 1 + \frac{1}{50}t \right) \right] = \left[ 1 - \frac{t^2}{5000} \left( 1 - e^{-0/1t} \right) \right]$$

$50 < t \leq 100$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 1 - \left[ \left( 1 - 1 + \frac{1}{100}t \right) \left( 1 - e^{-0/1t} \right) (1 - 0) \right] = \left[ 1 - 1100t1 - e - 0/1t \right]$$

$t > 100$

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

---



---

$0 \leq t \leq 50$



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

50 < t ≤ 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 مرکز 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 حد اکثر 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 نقاط وظیفه ای را چه عواملی ایجاد می نمایند؟

## **مرحله چهارم: تأثیرات نقص**

**سؤال مطرح شده:** پس از وقوع هر یک از نقایص چه اتفاقاتی می‌افتد؟

## **مرحله پنجم: پیامدهای نقص**

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

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

**مرحله ششم:** تعیین راهکارهای موجود برخورد نقایص (فعالیت‌های کنش‌گرا، فعالیت‌های واکنش‌گرا)

**سؤال مطرح شده:** برای پیشگیری، پیش‌بینی و برخورد با هریک از نقایص رخ داده چه راهکارهای موجودی را می‌توان مطرح نمود؟

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

**سؤال مطرح شده:** از بین راهکارهای کنش‌گرا یا واکنش‌گرای مطرح شده کدام یک مناسبترین و بهترین راهکار ممکن می‌باشد؟

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

## **فصل پنجم:**

**نگهداری و تعمیرات پهله و رفرانکیر TPM و اندازه گیری اثربخشی**

**OEE تجهیزات**

## مقدمه‌ای بر نگهداری بهرهور جامع

### ۱-۱ 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 ۱۹۷۱ توسط (JIPe) با پنج هدف اصلی زیر تعریف شد:

- ۱ - حداکثر نمودن اثربخشی تجهیزات
- ۲ - توسعه یک سیستم نت بهرهور برای کل دوره عمر تجهیزات
- ۳ - درگیر نمودن کلیه بخش‌های صنعت که به امور برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری یا نت می‌پردازند.
- ۴ - درگیر نمودن فعالانه کلیه کارکنان
- ۵ - توسعه **TPM** از طریق فعالیت‌های گروه‌های کوچک مستقل

به عبارت دیگر نگهداری بهرهور جامع **TPM**<sup>۱</sup> 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:

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

<sup>۱</sup> Total Productive Maintenance

2 - عمل بھرھور: 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.

مؤلفة 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، مرکز می‌کند.

جوهرة **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 مسائل خاص یا اجرایی 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، مسائل روزمره و محیط پیرامونشان مرکز کنند.

## 1-2 تاریخچه:

سال 1971: **JIPET** (انیستیتو مهندسین کارخانه ژاپن)

تعريف **TPM** به منظور بهبود اثربخشی تجهیزات

1971-1980: توسعه **TPM** در ژاپن

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

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

نخسین 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 مهندسین نگهداری 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. نخسین 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.

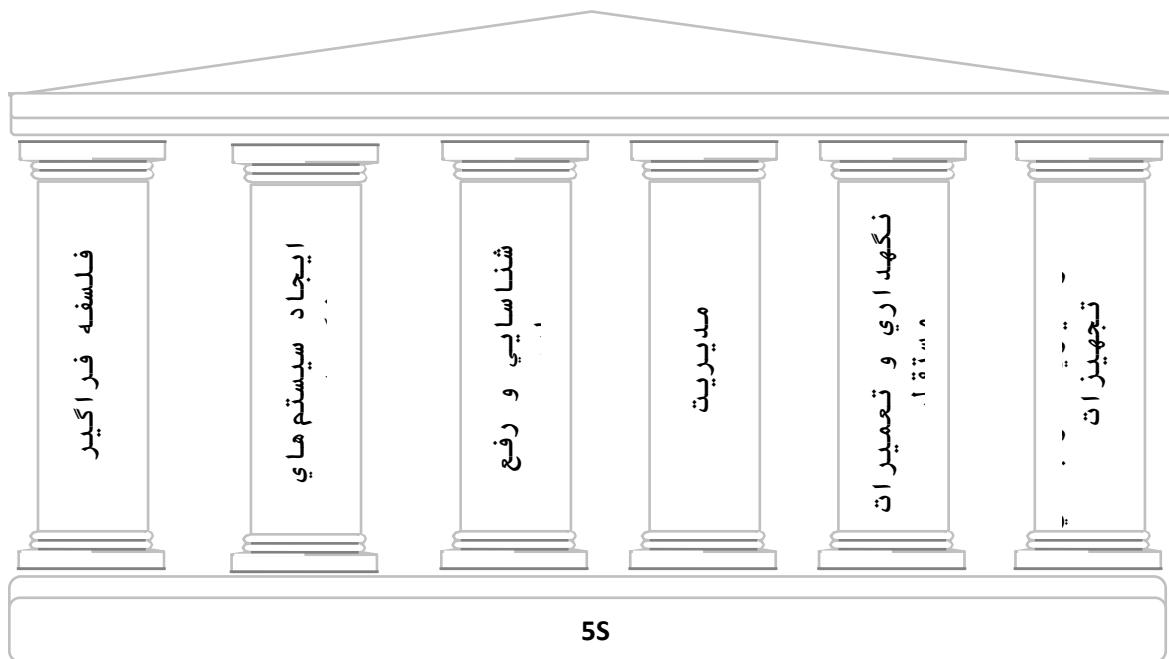
**TPM** در تولید حجم پائین، مونتاژ حجم بالا تا حجم پایین (مونتاژ خودکار و دستی)، بخش‌های تحقیق و توسعه، انبارداری و غیره و در طیف کاملی از بخش‌های صنعتی شامل شرکت‌های گوناگونی از نظر نوع و اندازه، با موفقیت به فعالیت گرفته شده است. در مؤسسه‌ای که **TPM** در حال اجراست. هیچ یک از کارکنان را نمی‌توان یافت که حداقل جنبه‌ای از **TPM** به او سرایت نکرده باشد؛ گرچه معمولاً بیشتر با کسانی سرو کا 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»<sup>۱</sup> 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 نحوه‌های اعمال و اجرای آن باید بسته به شرایط مؤسسه به کارگیرنده اصلاح و سازگار گردد.

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

---

<sup>1</sup> Creeping Change



شكل 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 حداقل 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
- ماقزیم 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 بالای سازمان

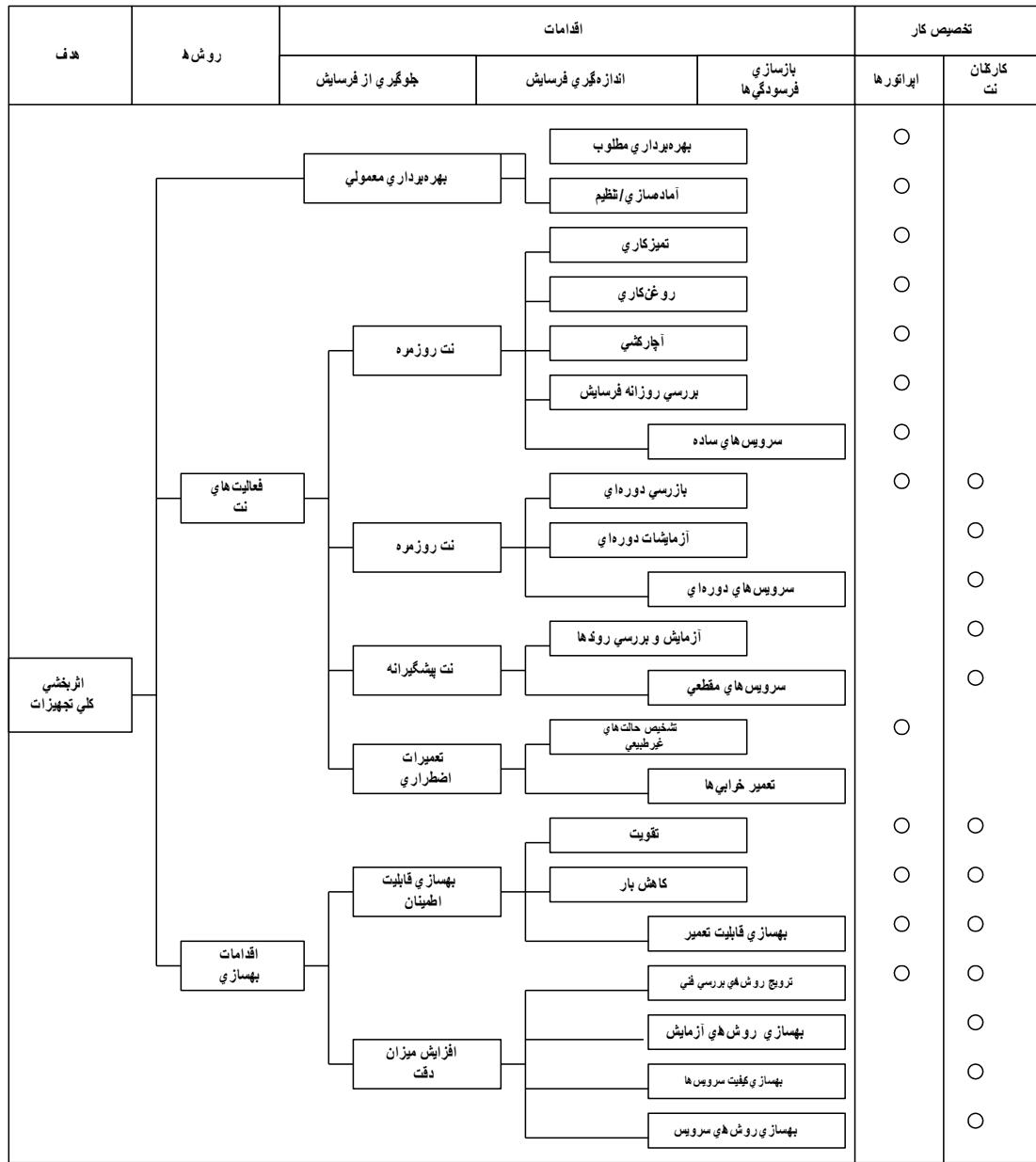
## بازیابی، حفظ و بهبود وضعیت تسهیلات و امکانات آن – نگهداری و تعمیرات مستقل

در یک نگرش مطلوب، هر کسی که از تجهیزات استفاده می‌کند باید آنرا نگهداری و تعمیر نیز نماید. درگیر نمودن کلیه بخش‌ها و مشارکت فعالانه کلیه کارکنان در امر نت به عنوان یکی از اهداف اصلی **TPM** محسوب می‌شود.

انجام فعالیت‌های نت به وسیله کاربران ماشین‌آلات‌ها یا نت مستقل، می‌تواند کمک شایانی به اثربخشی تجهیزات نماید. در مرکز فعالیت‌های نت مستقل، فعالیت‌های جلوگیری از فرسایش تجهیزات قرار گرفته است. این هم فعالیتی به کارکنان نت این فرصت را می‌دهد که توانایی‌های خود را بر روی عملیاتی که بیشتر به تخصص آنها نیازمند است، متوجه کنند.

برای بالا رفتن اثربخشی تجهیزات دو نوع فعالیت لازم است:

- 1 - فعالیت‌های نت
- 2 - فعالیت‌های بهبود و توسعه: به منظور افزایش عمر تجهیزات و کاهش زمان برای تعمیر



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

### ۱۳ 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** سازماندهی مناسب محل فعالیت، ساده‌سازی محیط فعالیت کاهش اتلافات، بهبود کیفیت و اینمی تأکید دارد. در یک محیط کار کثیف و در هم ریخته مسلمان 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        |

### 1-4- ساماندهی (Seiri)

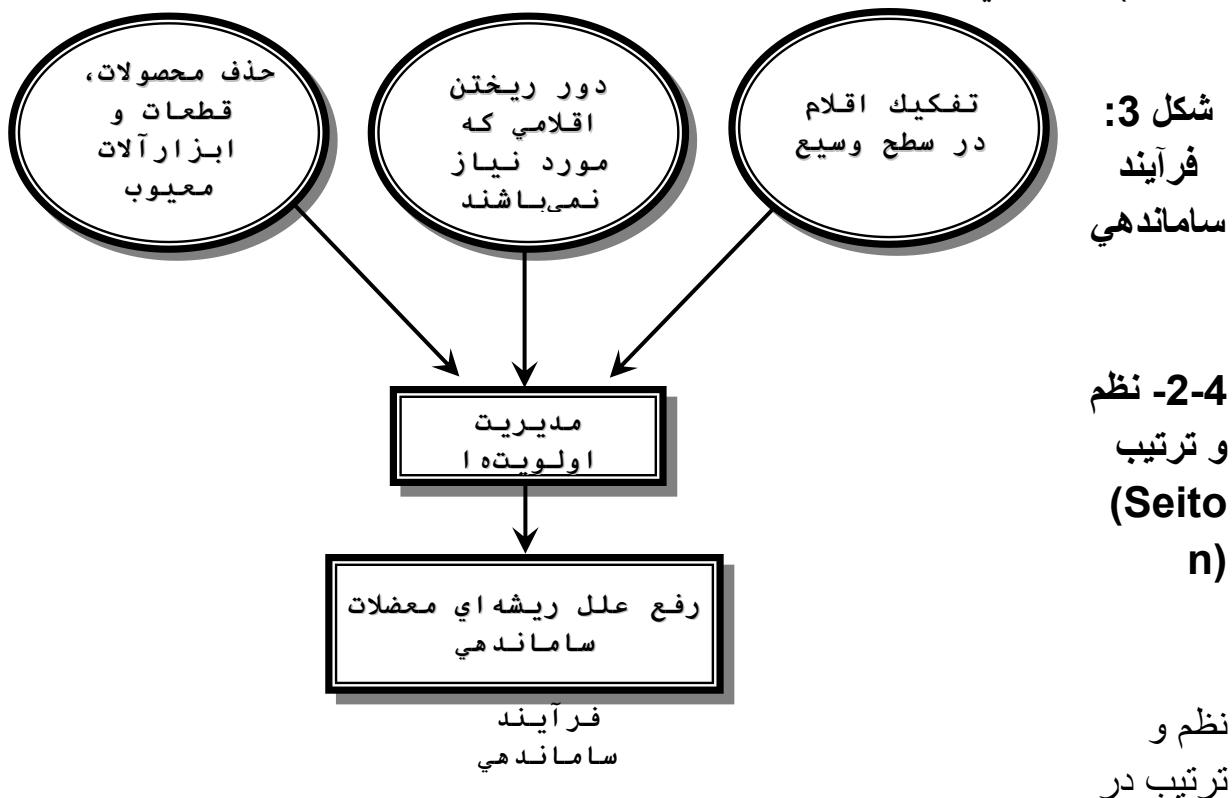
ساماندهی به معنای مرتب نمودن اشیاء براساس یک دستور العمل معین است. در دیدگاه **5S** ، لازم است که اشیاء ضروری از غیرضروری تشخیص داده شوند و در خصوص نگهداری و یا امحاء اقلام مختلف تصمیم‌گیری شود. بلکه هدف ایجاد نظمی مطلوب و مناسب است. بمنظور موفقیت در ساماندهی می‌بایستی به اولویت‌بندی پرداخت. در این راستا 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.

#### ۱۴-۱) اهداف ساماندهی

- ۱) تعیین معیارهایی برای حذف موارد غیرضروری
- ۲) بکارگیری مدیریت اولویت‌ها و تعیین اولویت‌ها
- ۳) حذف علل آلودگی‌ها

#### ۱۴-۲) دستورالعمل کلی برای ساماندهی

- ۱) دور ریختن اشیایی که به آنها نیاز ندارید.
- ۲) مبارزه با علل آلودگی و نشت‌ها
- ۳) تمیز کردن محل‌ها
- ۴) رفع عیوب
- ۵) بازبینی پوشش‌ها و محفظه‌ها بمنظور پیشگیری از آلودگی و نشت‌ها
- ۶) تمیز کردن کف محل کار
- ۷) ساماندهی انبارها



**۵S** 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 نظرگرفتن کیفیت و ایمنی، در

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

#### 2.4 اهداف نظم و ترتیب

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

#### 2.4 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 زوایایی قائمه
- (10) ذخیره‌سازی و استقرار کارکردي مواد، قطعات، چرخ‌های دستی، قفسه‌ها، ابزار‌ها، تجهیزات

#### 3-4- پاکیزه‌سازی (Seiso)

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

#### 4.3 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 بازرگانی

## ۴-۳ دستورالعمل پیشنهادی برای پاکیزه‌سازی

- (۱) تمرینات سریع ۵S
- (۲) مسئولیت‌های فردی
- (۳) آسانسازی پاکیزه‌سازی و بازبینی
- (۴) مسئولیت تمامی افراد برای پاکیزگی محل کار
- (۵) انجام بازبینی و پاکیزه‌سازی و رفع مشکلات جزئی
- (۶) پاکیزه کردن محل‌هایی که اکثر افراد آنها را روئت نمی‌کنند.

## ۴-۴ استانداردسازی (Seiketsu)

استانداردسازی از دیدگاه ۵S عملًا عبارت از استاندارد کردن سه مورد اول ۵S است، عبارت 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 ۵S با دستور اجرایی مدیریت انجام می‌شود ولی استانداردسازی بدنبال نهادینه نمودن این موارد و تحقق یک رفتار استاندارد است.

## ۴-۴-۱ اهداف استانداردسازی

- (۱) تدوین استانداردهای اجرایی برای تداوم ۵S
- (۲) مدیریت دیداری (بازرسی با حواس پنجگانه) به منظور آشفعالیت شدن ناهمگونی‌ها و موارد غیرعادی

## ۴-۴-۲ دستورالعمل پیشنهادی برای استانداردسازی

- (۱) علامت‌ها و نشانه‌های تأییدکننده
- (۲) علامت‌گذاری محدوده‌های خطر
- (۳) علامت‌گذاری نشان‌دهنده جهت
- (۴) برچسب‌های نشان‌دهنده جهت‌های باز و بسته کردن
- (۵) برچسب‌های نشان‌دهنده ولتاژ
- (۶) برچسب‌های روغن

## 7) رنگ‌های هشدار دهنده

### 5-4- انضباط (Shitsuke)

برای برقراری و نگهداری موارد قبل ، لازم است که آموزش پرسنلی که دارای مسئولیت می‌باشند، مورد توجه قرار گیرد. چنانچه یک 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 اینمی صنعتی، انضباط بخشی جدایی‌ناپذیر از آن است.

### 4-1- اهداف انضباط

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

### 4-2- دستورالعمل پیشنهادی برای ایجاد انضباط

- (1) پاکیزه‌سازی همگانی
- (2) تمرین وقت شناسی
- (3) تمرین نظم و ترتیب
- (4) مدیریت فضای 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 فرآگیر (**TPM**)  
**5S** علاوه بر آنکه زمینه‌سازی مناسبی برای شروع **TPM** محسوب می‌گردد، در مراحل اجرای **TPM** نقش مهمی ایفاء می‌کند.

اثربخشی تجهیزات به معنای درصدی از زمان مفید فعالیت است که صرف تولیدات سالم می‌شود. عوامل نامطلوب اثرگذار بر اثربخشی 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 اثربخشی تجهیزات **TPM** کاربرد می‌یابد. تدوین روش‌های استاندارد برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیراتی، شناسایی معضلات حد 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 اجرایی 5S

در تحقق **TPM** و تقویض 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 بازرسي‌های فني

5 مشارکت در بازرسي‌های 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 کارآیی:** 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 معطلات باشد.

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

(زمان توقف شامل زمان‌های صرف شده برای آماده‌سازی، تنظیم، تعویض ابزار، خرابی اضطراری و . . . می‌باشد)  
= نسبت سرعت بهره‌برداری × نسبت خالص بهره‌برداری = نسبت کارآیی

$$\frac{\frac{\text{زمان عملی تولید یک واحد محصول}}{\text{مقدار تولید}}}{\frac{\text{زمان عملی برای تولید یک واحد محصول}}{\text{زمان توقف - زمان اشتغال}}} *$$

$$\text{نحوه} = \frac{\text{تعداد ورودی}}{\text{تعداد ورودی}} - \frac{\text{تعداد ضایعات آغاز} + \text{تعداد ضایعات معتبر}}{\text{تعداد ورودی}}$$

**نحوه کیفیت \* نسبت کارآیی \* 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

درصد ضایعات 2%

دقیقه 0/5 = زمان مطلوب برای تولید یک واحد

دقیقه 0/8 = زمان واقعی برای تولید یک واحد

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

دسترسی \*100

$$\begin{array}{r} /5 \\ \text{نسبت سرعت} \\ =( \frac{0}{8} = \%5.62 \\ \text{تولید} \\ \quad \quad \quad * 100) \\ 0 \end{array}$$

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

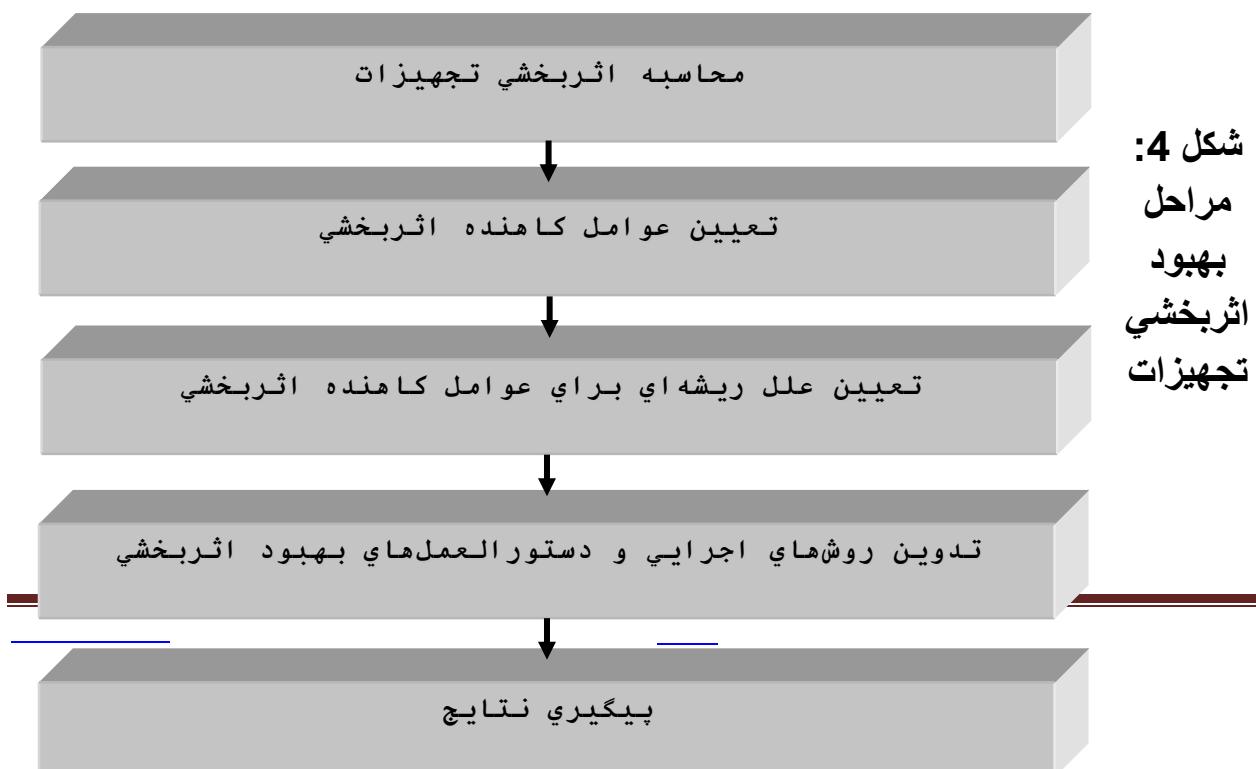
بهرهبرداری

$\text{درصد خالص بهرهبرداری} = \%20$

$\text{درصد ضایعات توقفات جزیی و کوتاهمدت} = \%50$

$\text{نسبت تولید سالم} = 0/98$

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



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

### 6-1 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

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

زمان‌های آماده‌سازی به دو قسمت:

- 1- زمان‌های آماده‌سازی بروني: 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

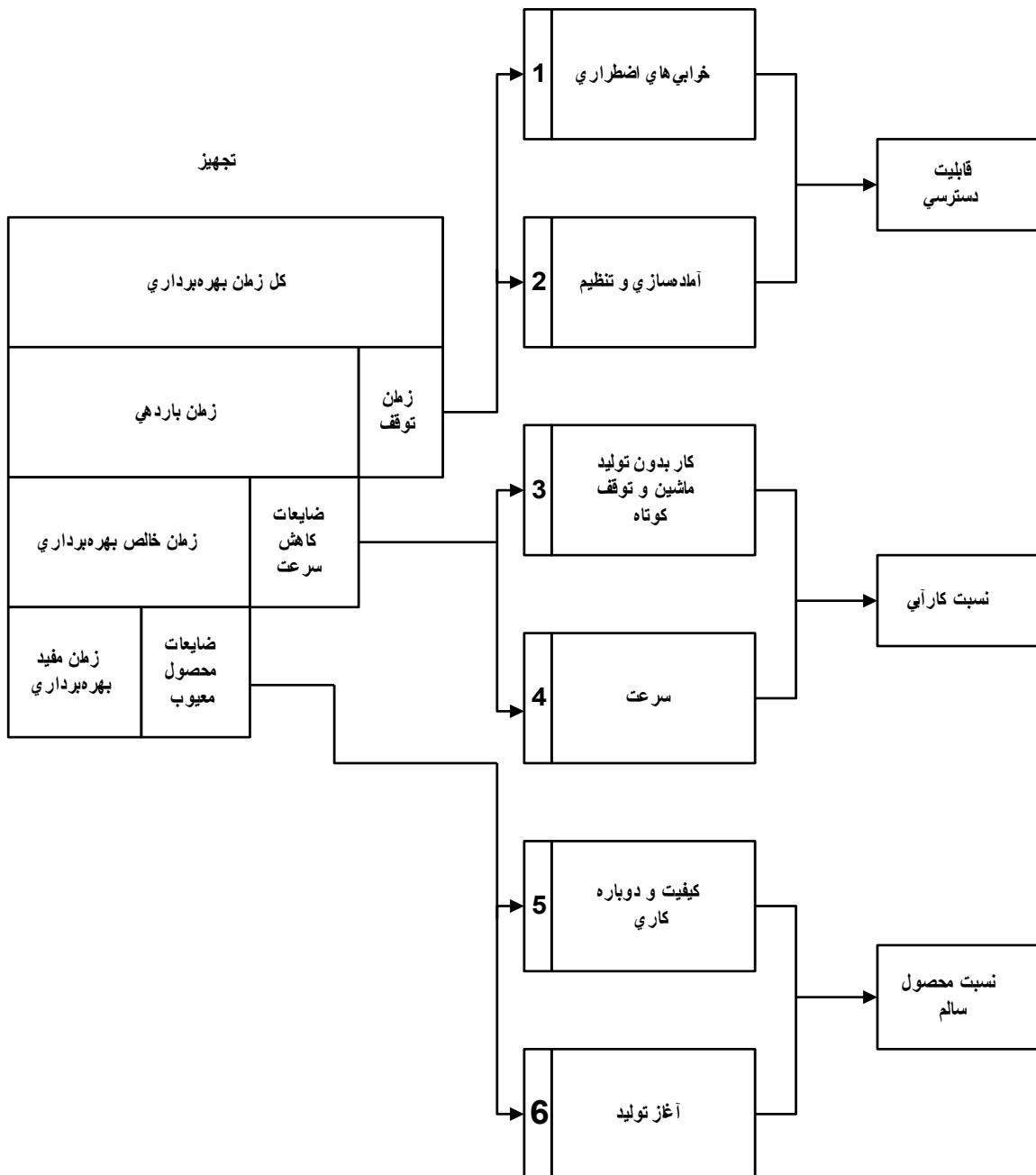
ضایعات کاوش سرعت مربوط به تفاوت بین سرعت اسمی و سرعت واقعی تجهیزات می‌باشد. حذف فاصله بین سرعت اسمی و سرعت واقعی به عنوان یک هدف مطرح می‌شود.

#### 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.



شكل 5: ارتباط ضایعات شش گانه با اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات

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

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

### 2-2-6 دقต در نصب - لرزش

- طراز بودن

### 3-2-6 میزان دقت مونتاژ 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

### 5-2-6 شرایط

- روش‌های تمیزکاری

- نحوه نصب لوله‌کشی‌ها

-گرد و خاک  
-خراش  
-زنگ زدگی  
-تغییر شکل  
-خرابی رنگ  
-ترک خوردنگی

6-2-6 وضعیت

- ابعاد  
 7-2-6 میزان دقیقی میزان دقیق مورد نیاز  
 - میزان ناصافی سطوح ماشین

## 8-2-6 استحکام جنس ماشین

### 6-3 انجام اقدامات بهبود شش منابع اصلی:

### 6-3-1 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 ماشینی 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 کارافتادگی

خرابی‌هایی که منجر به افت می‌شوند  
کامل می‌شود

اشکالات نهانی از علل اصلی خرابی‌های اضطراری هستند



## ۲-۳-۶ اقدامات اصلی برای حذف توقفات اضطراری

### ۱-۲-۳-۶ حفظ شرایط اساسی تجهیزات

تمیزکاری و حذف منابع آلوده‌کننده  
آچارکشی

روغنکاری و بهسازی روش‌های آن  
تدوین استانداردهای تمیزکاری و روغنکاری

### ۲-۲-۳-۶ رعایت استانداردهای بھربرداری

تعیین سقف ظرفیت باردهی  
استانداردسازی روش‌های بھربرداری  
بهبود شرایط بھربرداری  
حذف خاک و رطوبت از قطعات دوار  
تدوین استانداردهای محیط فعالیت

### ۳-۲-۳-۶ تعمیر فرسودگی‌ها

- تشخیص و پیش‌بینی فرسایش  
بازرسی عمومی با استفاده از حواس پنجگانه  
بازرسی خاص هر دستگاه  
تهیه استانداردهای بازرسی روزانه

تحلیل **MTBF**  
تعیین زمان تعویض قطعات  
فراگیری نحوه تعبیر و تحلیل علائم غیرطبیعی  
مطالعه عوامل پیش‌بینی فرسایش  
تدوین استانداردهای تعویض قطعات

- تدوین روش‌های تعمیر  
تدوین روش‌های باز و بسته کردن تجهیزات

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 تنש‌های 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 اشتباکاری 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 موقع توقف کامل دستگاه امکان انجام آنها فراهم است.

- **عملیات آماده‌سازی بروني:**

مواردی که در ضمن فعالیت دستگاه انجام می‌شود. آماده نمودن قید و بسته‌ها 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

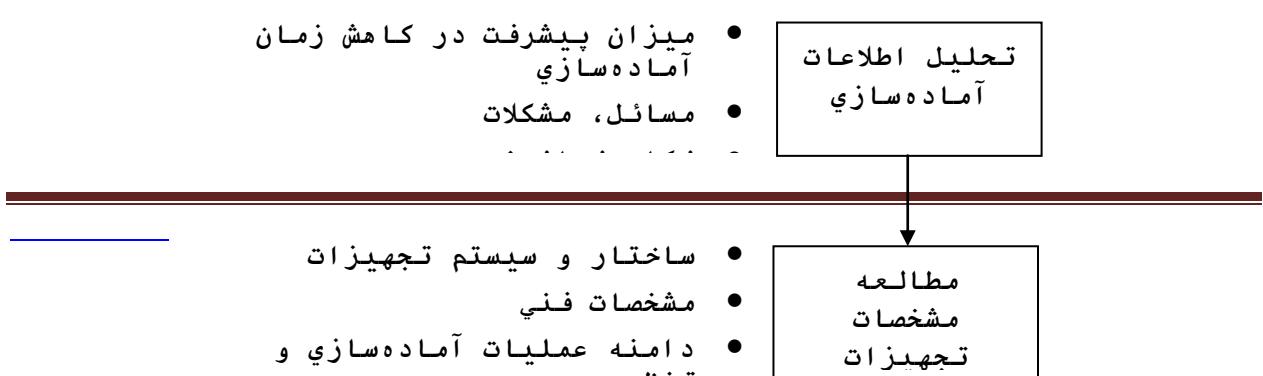
در بهبود عملیات آماده‌سازی و تنظیم باید سه قانون زیر را همواره در نظر داشت:

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

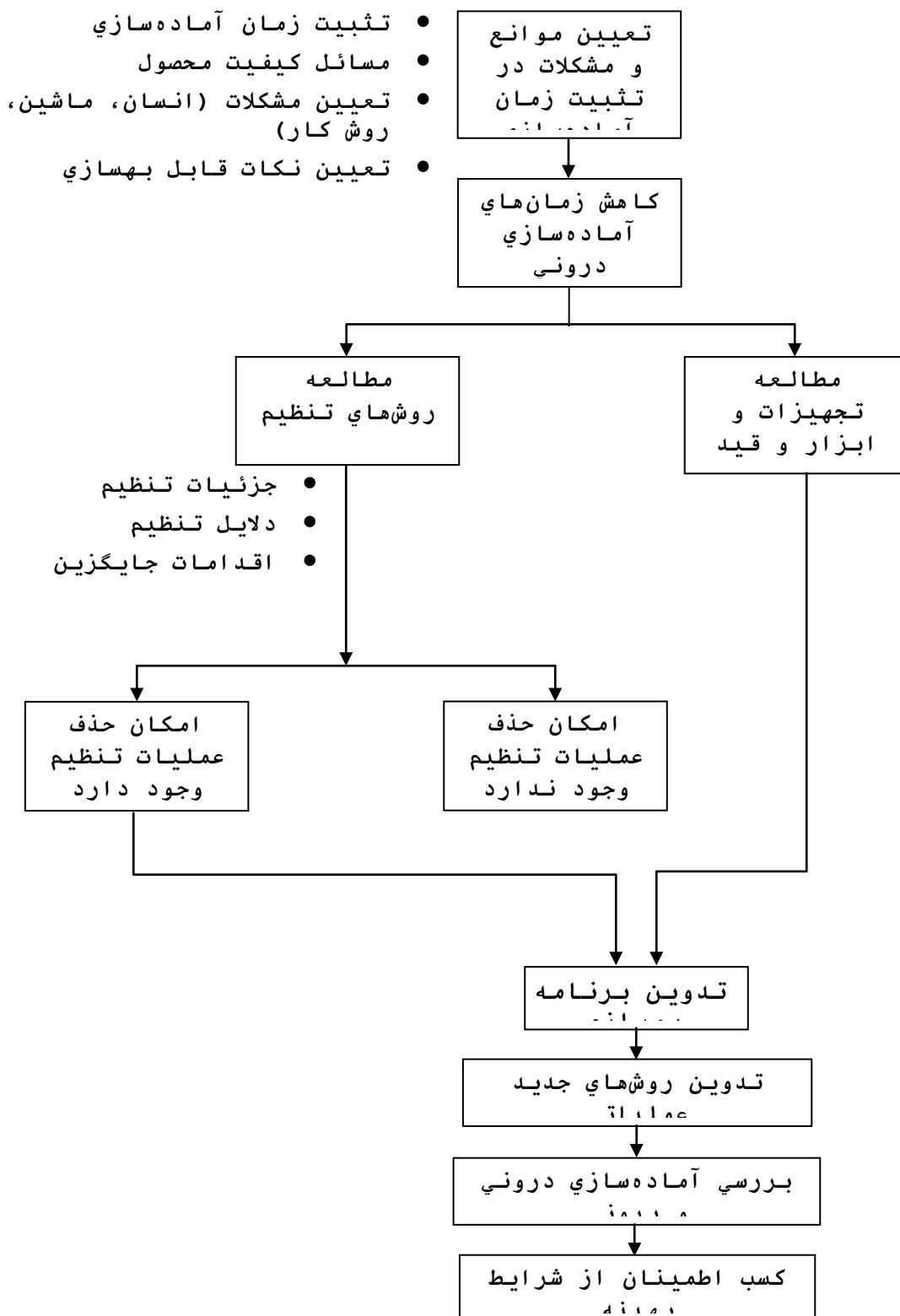
در اینجا مطالعه و مهندسی روش پیشنهاد می‌شود:

**هدف:**

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







**شكل 6: بهبود عملیات آماده سازی**

### 6.3.6 کاهش زمان‌های حرکت بدون تولید و توقف‌های کوتامد

زمان‌های حرکت بدون تولید و توقف‌های کوتامد مربوطه مواردی هستند که ماشین در حال فعالیت است ولی عمل تولید صورت نمی‌پذیرد، یا مربوط به مواردی است که به علت یک معطل کوچک ماشین متوقف می‌شود.

**جدول 1- انواع حرکت‌های بدون تولید و توقفات کوتامد و دلایل آنها**

| نوع   | علت  |
|---|--|
| خطوط انتقال مواد  | 1- علت‌های منشاء گرفته از مواد و قطعات <ul style="list-style-type: none"> <li>• اندازه‌های اشتباه</li> <li>• اشکال در سطوح ظاهري و شكل</li> <li>• حضور مواد یا قطعات نامناسب</li> </ul>  |
| 1 - گیر کردن مواد<br>2 - چسبیدن مواد<br>3 - روی هم قرار گرفتن<br>4 - درهم ریختن مواد<br>5 - از جا در رفتن قطعات تجهیز<br>6 - ورودی کم به خط<br>7 - ورودی زیاد به خط<br>8 - افتادن و ریختن مواد از خط<br>9 - افتادن در مسیر اشتباه | 2- علت‌های منشاء گرفته از سیستم انتقال یا سیستم تغذیه به داخل خط <ul style="list-style-type: none"> <li>• اشکال در سیستم تغذیه به خط یا سرعت نامناسب تغذیه</li> <li>• اشکال در سیستم کنترل نحوه قرار گرفتن مواد و قطعات به روی خط</li> </ul> |
| سیستم‌های خطوط مونتاژ   | 3- علت‌های منشاء گرفته از سیستم مونتاژ <ul style="list-style-type: none"> <li>• دق قید و بست مونتاژ</li> <li>• دق قطعات</li> <li>• زمان‌بندی</li> </ul>  |
| 1 - شکستن یا سایر ضایعات<br>2 - تغذیه مضاعف (دو قطعه با هم)<br>3 - قرار گرفتن به صورت غلط در داخل سه نظام<br>4 - اشکال در زمان‌بندی<br>5 - مونتاژ اشتباه<br>6 - خروجی اشتباه  | 4- علت‌های منشاء گرفته از سیستم تولید <ul style="list-style-type: none"> <li>• اشکال در هنگام آماده‌سازی</li> <li>• تنظیم‌های غلط</li> </ul>   |
| سیستم‌های کنترلی  | 5- علت‌های منشاء گرفته از سیستم‌های  |

| 1- عکس العمل های اشتباه | کنترلی   |
|-------------------------|--|
|                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اشکال در سیستم کنترل</li> <li>• وجود سنسورهای نامناسب یا نصب شد در محل نامناسب</li> <li>• تنظیم های اشتباه</li> <li>• وجود شرایط نامساعد بهره برداری</li> </ul> |

## جدول 2- روش هایی برای رفع اشکالات حرکت بدون تولید و توقفات جزئی

| روش بهسازی  | عامل مورد نظر برای بهسازی  |
|---|--|
| 1- تصحیح اشکالات جزئی                                 | <p>الف- وضع شکل ظاهری (خراش، سایش)</p> <p>ب- ابعاد (میزان دقت لازم)</p> <p>ج- حرکت (لقي داشتن، عدم هم محوري)</p>                     |
| 2- اصول اساسی بهره برداری را در سطح کارگاه پیاده کنید | <p>الف- رو غنکاري</p> <p>ب- تميزکاري</p> <p>ج- آچارکشي</p>   |
| 3- پیگیری قاطع روش ها و استانداردهای کار              | <p>الف- بهره برداری صحیح</p> <p>ب- تنظیم (روش های تنظیم و آماده سازی)</p> <p>ج) بازرسی از تجهیزات (روش های تشخیص شرایط غیرطبیعی)</p> |

|  |   |
|--|---|
| <b>4- تعیین شرایط مطلوب</b>                      | <b>الف- شرایط نصب (زاویه، لرزش، . . . )</b><br><b>ب- شرایط فرآیندی (سرعت مناسب تغذیه، . . . )</b> |
| <b>5- مشخص کردن ترکیب و شکل<br/>مورد درخواست</b> | <b>الف- حدود دقت (دقت قطعات، دقت مونتاژ)</b><br><b>ب- شرایط بهره برداری</b>                       |



### **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 بهره‌برداری 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 دقیق 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 یک سیستم تولیدی، علیرغم فعالیت‌هایی که برای حذف اشکالات کیفیت محصول به عمل 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 هزینه‌های 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) می‌باشد.

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 یکدیگر 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 الگوی نگهداری و تعمیر

تحلیل دقیقی از الگوی فعالیت‌های نگهداری به فعالیت گرفته شده در بسیاری از شرکت‌های عملیاتی احتمالاً حکایت از موارد زیر خواهد داشت:

- ﴿ بیش از 60 درصد فعالیت‌ها به شیوه واکنشی یا تعمیر پس از خرابی و هنگامی که فعالیت متوقف می‌شد، صورت می‌گرفت.
- ﴿ حدود 20 درصد فعالیت‌ها به صورت نگهداری و تعمیر واکنشی در پایان هر نوبت فعالیتی انحام می‌شد.
- ﴿ تنها حدود 15 درصد فعالیت‌های نگهداری در راستای نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده جهت جلوگیری از خرابی بود.
- ﴿ 5 درصد فعالیت‌ها یا کمتر از آن با نگهداری پیش‌بینانه سرو فعالیت داشت. بنابراین، از کادر نگهداری به شیوه‌ای بسیار واکنشی و به عنوان «قهرمان آچار به دستی» که خط تولید از فعالیت افتاده را دوباره به جریان می‌انداختند، استفاده می‌شد.

اما الگوی نگهداری آینده چگونه است؟ فشارهایی که شرکت‌های عملیاتی خود را در زیر آن می‌بینند، بدون شک لزوم ایجاد تغییر در الگوی نگهداری و تعمیر را حتمی می‌سازد؛ الگویی که بر اساس آن احتمالاً کمتر از 10 درصد فعالیت‌های نگهداری به شیوه‌ای واکنشی برای زمانی که تولید متوقف می‌گردد، خواهد بود و بیشتر فعالیت‌ها در راستای پشتیبانی از نگهداری برنامه‌ریزی شده پیشگیرانه و پیش‌بینانه انجام خواهد گرفت.

## 7.2 تکنیک‌های نگهداری

- 1 - نگهداری واکنشی (نگهداری پس از خرابی)
- 2 - نگهداری برنامه‌ریزی شده و پیشگیرانه
- 3 - نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان<sup>1</sup>
- 4 - نگهداری پیش‌بینانه (مبتنی بر وضعیت)

## 7.2.1 تعمیر و نگهداری واکنشی (تعمیرات پس از خرابی) و پیشگیری از خرابی

- ﴿ بدون هشداری از قبل نسبت به خطرات ایمنی احتمالی

<sup>1</sup> Reliability Centered Maintenance (RCM)

- ▷ از کار افتادگی برنامه‌ریزی نشده ماشین‌آلات
- ▷ افت یا تأخیر در تولید
- ▷ نیاز به ماشین‌آلات آمده به فعالیت و ذخیره در صورت لزوم
- ▷ نیاز به منابع نگهداری و تعمیر قابل دسترس فوری
- ▷ امکان آسیب‌دیدگی 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 می‌باشد.

## 7.2 نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده پیشگیرانه

مزایای نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده پیشگیرانه:

- ▷ کنترل و اعتماد بیشتر به قابلیت دسترسی ماشین‌آلات و تجهیزات
- ▷ برنامه‌ریزی زمانی وظایف نگهداری متناسب با نیازمندی‌های تولید
- ▷ برنامه‌ریزی زمانی منابع تولید به منظور حداقل بهره‌برداری مؤثر از نیروی فعالیت
- ▷ اجتناب از خرابی زود هنگام ماشین‌آلات

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

- ▷ شناخت نسبت به ماشین‌آلات و ویژگی‌های مرتبط با خرابی یا شکست
- ▷ کیفیت و اثربخشی بازرگانی‌های در حال انجام
- ▷ فاصله زمانی مناسب بین تعویض‌ها و کیفیت فعالیت انجام شده
- ▷ شیوه ثبت سوابق و به روز درآوردن مداوم سیستم

نگهداری برنامه‌ریزی شده پیشگیرانه دارای معایب زیر است:

- ▷ می‌تواند هزینه تعمیر و نگهداری را از طریق اعمال نگهداری و تعمیر افزایش دهد.
- ▷ گاهی می‌تواند در نتیجه فعالیت‌های نگهداری پیشگیرانه باعث از کار افتادگی ماشین‌آلات گردد.
- ▷ تنها هنگامی می‌تواند واقعاً مؤثر واقع شود که خرابی به عمر دستگاه ربط داشته باشد.

## **1-2-2-7 اهداف سیستم نت پیشگیرانه**

اصلی‌ترین هدف سیستم نت پیشگیرانه، بهینه نمودن توانمندی ماشین‌آلات و تجهیزات به منظور امکان بهره‌برداری کامل می‌باشد. در تداوم این هدف می‌توان اهداف فرعی زیر را نیز اضافه نمود:

- 1 - ایجاد بانک اطلاعاتی از کلیه تسهیلات مؤسسه
- 2 - کاهش مؤثر زمان‌های خرابی ماشین‌آلات
- 3 - استفاده بهینه از قطعات یدکی
- 4 - کاهش هزینه‌های تولید
- 5 - تدوین دستورالعمل‌های اجرایی نت
- 6 - ایجاد هماهنگی بین زیرسیستم‌های کارکرده مؤسسه

## **3 7 راهنمای طراحی سیستم نت پیشگیرانه**

- 1 - تدوین زیرساخت سیستم نت
- 2 - تدوین فایل اصلی برنامه نت
- 3 - تدوین فایل‌های فرعی ورودی برنامه نت
- 4 - تدوین فایل‌های فرعی برنامه نگهداری
- 5 - طراحی گردش فعالیت برنامه نگهداری
- 6 - برنامه‌ریزی تعمیرات
- 7 - تدوین فایل فرعی گزارشات برنامه نت

## تعريف علائم مورد نیاز در تدوین سیستم

### سمبل شرح

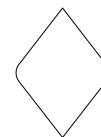
نشان دهنده فرم  
است.



نشان دهنده یک فعل  
است.



نشان دهنده تصمیم‌گیری و  
کنترل است.



نشان دهنده  
دادگاهی است.



### 7 3 7 زیرساخت سیستم نت

در جهت ایجاد سیستم نت پیشگیرانه می‌بایستی یک زیرساخت مؤثر بر مبنای موارد زیر پایه‌ریزی نمود:

شناسایی و دسته‌بندی کلیه مواردی که نیازمند نت هستند

تدوین شناسنامه فنی برای موارد بند (1)

تدوین برگ سوابق تجهیزات



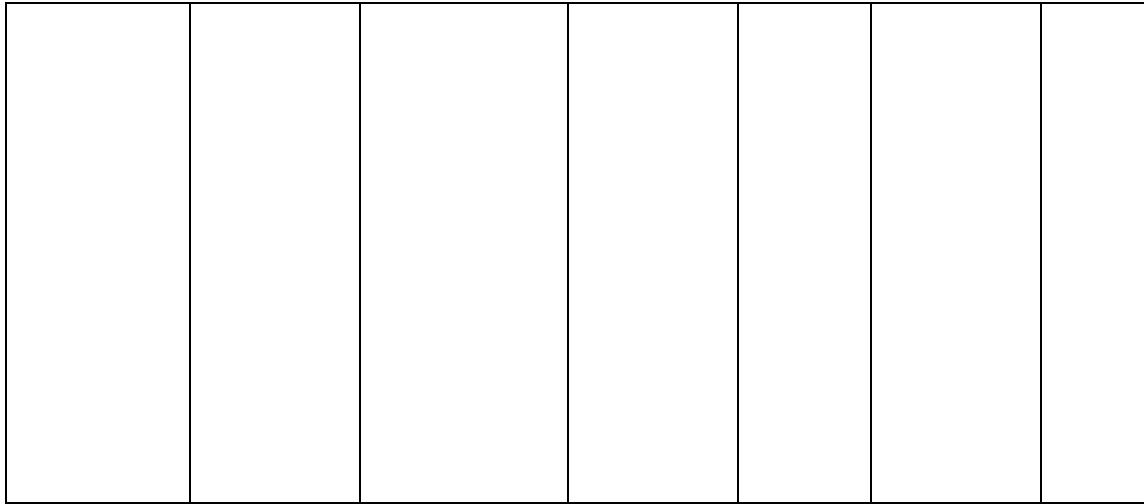
## ۱-۱-۳-۷ شناسایی و دسته‌بندی کلیه مواردی که نیازمند نت هستند

### الف- لیست تجهیزات

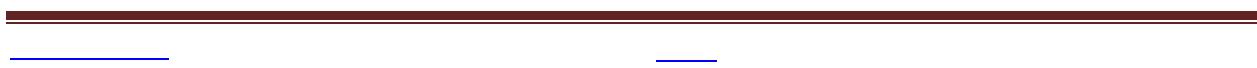
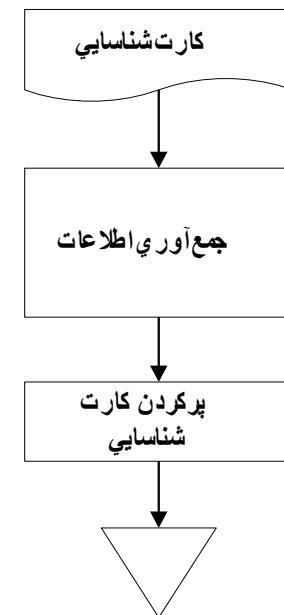


جدول ۳- فرم لیست تجهیزات

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



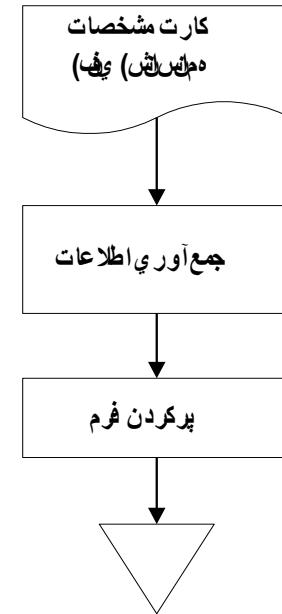
## 2-1-3-7 فعالیت شناسائی دستگاه



#### جدول 4- فعالیت شناسائی دستگاه

|  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | نام و مدل دستگاه              |
|  | سریال فنی                     |
|  | کد دستگاه                     |
|  | آدرس کارخانه و کشور<br>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 (شناختنامه) دستگاه |               |     |                   |     |     |                      |
|--------------------------------------|---------------|-----|-------------------|-----|-----|----------------------|
| کد دستگاه:                           |               |     | نام و نوع دستگاه: |     |     |                      |
| .....                                | ظرفیت<br>اسمی | وزن | ارتفاع            | عرض | طول | ابعاد به<br>میلی متر |
|                                      |               |     |                   |     |     |                      |

```

graph TD
    A[کارت سابقه] --> B[شروع فعالیت]
    B --> C[جمع آوری اطلاعات]
    C --> D[ثبت اطلاعات  
جمع آوری شده]
    D --> E[شماره لیست نقشه‌ها]
    E --> F[شامله کاتالوگ‌ها]
    F --> G[مصارف انرژی:  
-7  
-3  
-1  
4  
تدوین  
برگ  
سوابق  
تجهیزات  
سایر  
گاز  
هوای مایع  
سوخت مایع  
فشار  
مقدار مصرف  
فشار  
مقدار مصرف  
فشار  
مقدار مصرف  
فشار  
مقدار مصرف  
ولتاژ  
مقدار مصرف]

```

شماره لیست نقشه‌ها ..... شامله کاتالوگ‌ها ..... مصارف انرژی:

- 7
- 3
- 1
- 4
- تدوین
- برگ
- سوابق
- تجهیزات
- سایر
- گاز
- هوای مایع
- سوخت مایع
- فشار
- مقدار مصرف
- فشار
- مقدار مصرف
- فشار
- مقدار مصرف
- ولتاژ
- مقدار مصرف

## جدول 6- کارت سوابق نت دستگاه

# کارت سوابق نت دستگاه



• جمع‌آوری اطلاعات  
1- کاتالوگ‌های فنی

2- حسابداری

3- انبار قطعات یدکی

4- سازنده ماشین آلات

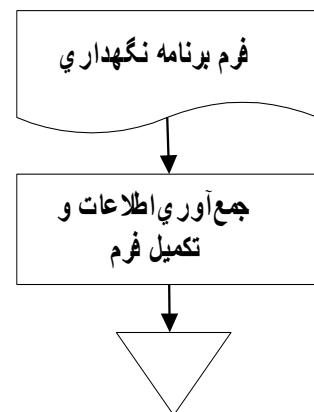
5- بخش تولید (انجام دهنگان فرآیند)

6- پرسنل فنی



۲۳۷ تدوین فایل اصلی برنامه نت

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



## جدول 7- فرم برنامه نگهداری

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

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

الف- نوع فعالیت

- 1 بazarسي
- 2 تعويض

- 3 روانکاری
- 4 تمیزکاری
- 5 تنظیم

#### ب- توادر

- 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 می‌باشی 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 یکی غیرممکن است و برنامه حاصل قادر ضمانت اجرایی خواهد بود. بنابراین زیرسیستم حاضر (نت) می‌باشی به نحوی مناسب در مجموعه قرار گیرد تا علاوه بر رعایت پارامترهای زیرسیستم‌های دیگر، قابلیت اجرایی خویش را نیز بیابد.

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

### **۳ ۳ ۷ فایل‌های فرعی و رودی 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، اضافه فعالیتی برنامه‌ریزی شده است می‌باشی 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 می‌باشی 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**

اسامي و مشخصات هر یک از افراد حوزه فني مؤسسه در یک فایل نگهداري مي‌شود. در واقع پتانسيل نيري انساني مؤسسه که انجام‌هندگان برنامه نت خواهند بود، باید تعیین شود.

### **4-3-3-7 تقويم فعالیتی**

در پارهای موارد تقويم کاري مؤسسه با تقويم رايچ كشور متفاوت است. برخی مؤسسات از تقويم کاري خاص خود پیروي مي‌نمایند. اين تقويم کاري پتانسيل زمان عادي برای انجام برنامه نت را مشخص مي‌کند. تفاوت بين تقويم رايچ كشور و تقويم کاري مؤسسه، زمان‌هایی را مشخص مي‌کند که انجام برنامه نت در آنها، هزینه‌های بیشتری را در پی خواهد داشت.

### **5-3-3-7 اولویت‌بندی تولید/ نگهداری**

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

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

#### **اولویت انجام تولید**

- 1 - فعالیت نگهداری مربوطه، یک 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 یک 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 یک 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 عمدت‌ای از کارکرد بهینه یک تجهیز وابسته به انجام به موقع فعالیت‌های نگهداری  
اساسی است.

### ۴.۳.۷ فایل‌های فرعی برنامه‌ریزی نت پس از تهیه و تدوین

۱- فایل اصلی برنامه نگهداری

۲- 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 برگیرنده یک رویکرد معین برای برنامه‌ریزی نگهداری  
می‌باشد. روش‌های رایج در این زمینه عبارتند از:

#### ۱-۴-۳-۷ 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:

۱- 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 یک نفر انجام شود:

| SPT | 4: ترتیب انجام فعالیتها بر اساس<br>20: مدت لازم بر حسب دقیقه | 1: نام فعالیت | 7  | 6  | 5  | 4 | 3 | 2  | 1  |
|-----|--|---------------|----|----|----|---|---|----|----|
|     |  |               | 15 | 46 | 25 | 5 | 8 | 10 | 20 |

#### 2-4-3-7 تکنیک‌های تخصیص منابع

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



مثال: نگهداری اساسی یک ماشین شامل ده فعالیت به شرح زیر است:

| <u>نام فعالیت</u> | <u>بیش نیاز</u> | <u>مدت (min)</u> |
|-------------------|-----------------|------------------|
| 1                 | —               | 70               |
| 2                 | 1               | 110              |
| 3                 | 2               | 85               |
| 4                 | 1               | 60               |
| 5                 | 2/4             | 400              |
| 6                 | 4               | 75               |
| 7                 | 5               | 120              |
| 8                 | 6               | 90               |
| 9                 | 3/7/8           | 180              |
| 10                | 9               | 200              |

با استفاده از تکنیک‌های تخصیص منابع نتایج زیر قابل حصول هستند:

- 1 - تعیین زمان اتمام نگهداری اساسی
- 2 - اولویت‌بندی فعالیت‌ها از نظر تأثیر بر زمان اتمام نگهداری اساسی
- 3 - تعیین زمان شروع و ختم هر یک از فعالیت‌ها با رعایت محدودیت‌های نیروی انسانی و قطعات

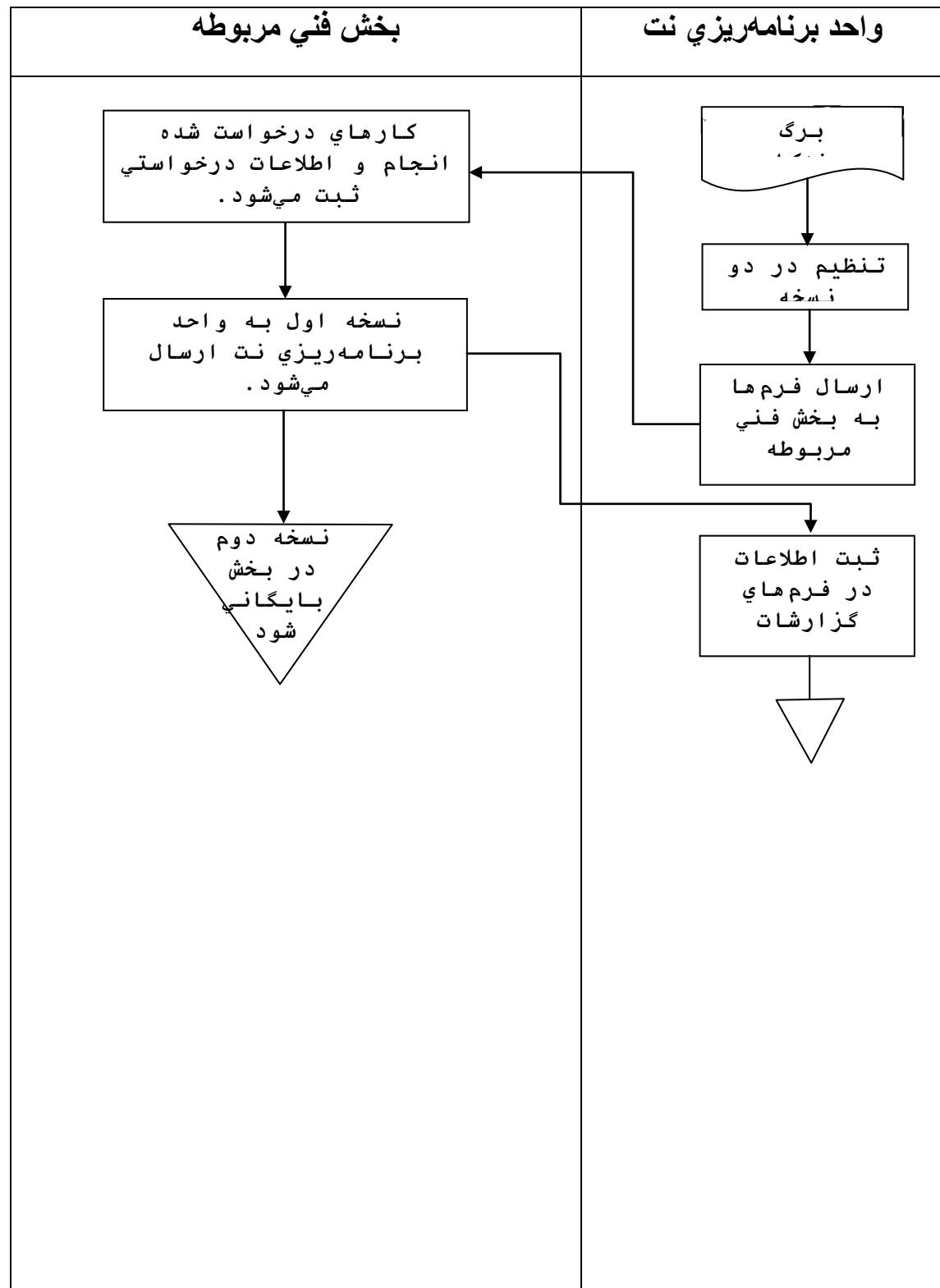
### 7.3 طراحی گردش فعالیت و برنامه نگهداری

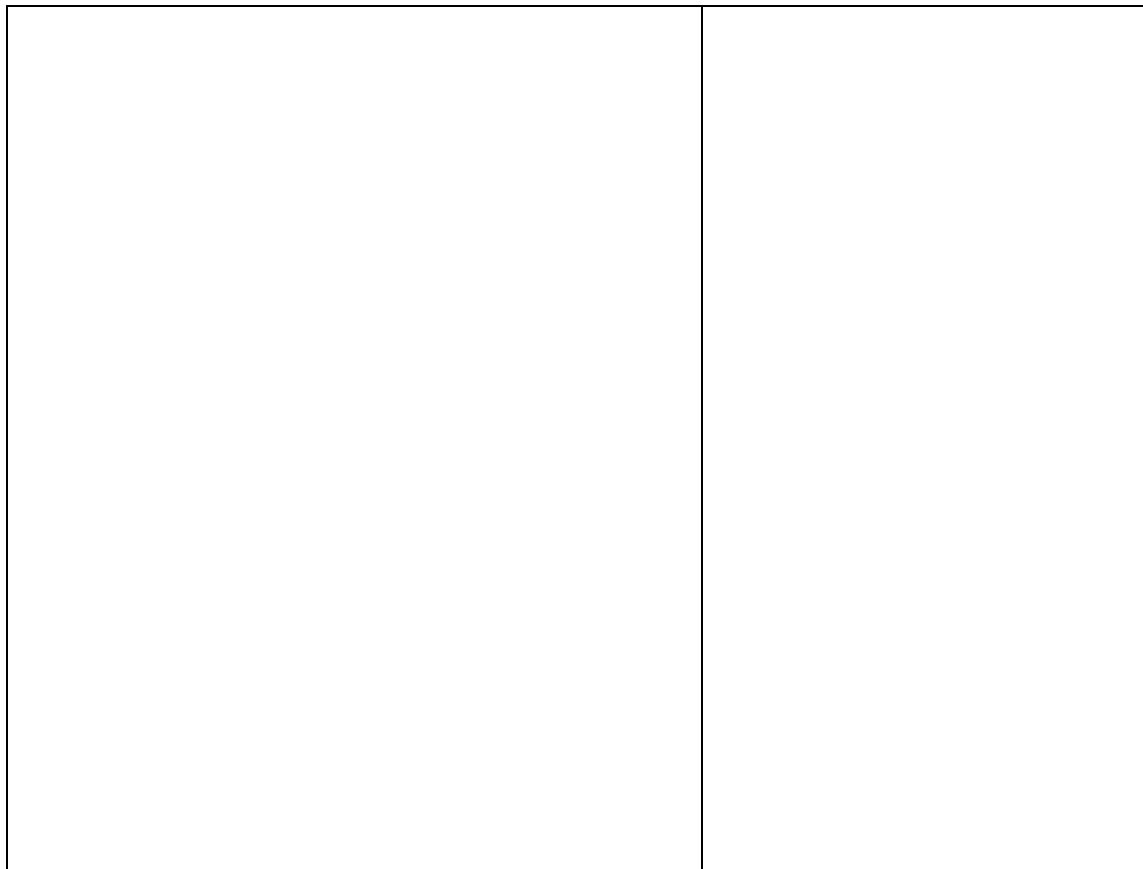
پس از تهیه برنامه فعالیت هر یک از واحدهای فنی (و هر یک از نفرات فنی) برای اجرایی نمودن فعالیت‌های نگهداری لازم است گردش فعالیت مناسبی پدید آید. گردش فعالیت مزبور از واحد برنامه‌ریزی نگهداری شروع می‌شود که برنامه نگهداری را تدوین نموده و به واحدهای فنی، انبار قطعات یدکی و . . . انتقال می‌یابد. فرم‌های مربوطه به گونه‌ای طراحی

می‌شوند که پس از اتمام فعالیت‌های نگهداری به واحد برنامه‌ریزی عودت یابند تا بازخور مناسبی ایجاد گردد.



## 1-5-3-7 برنامه روغنکاری



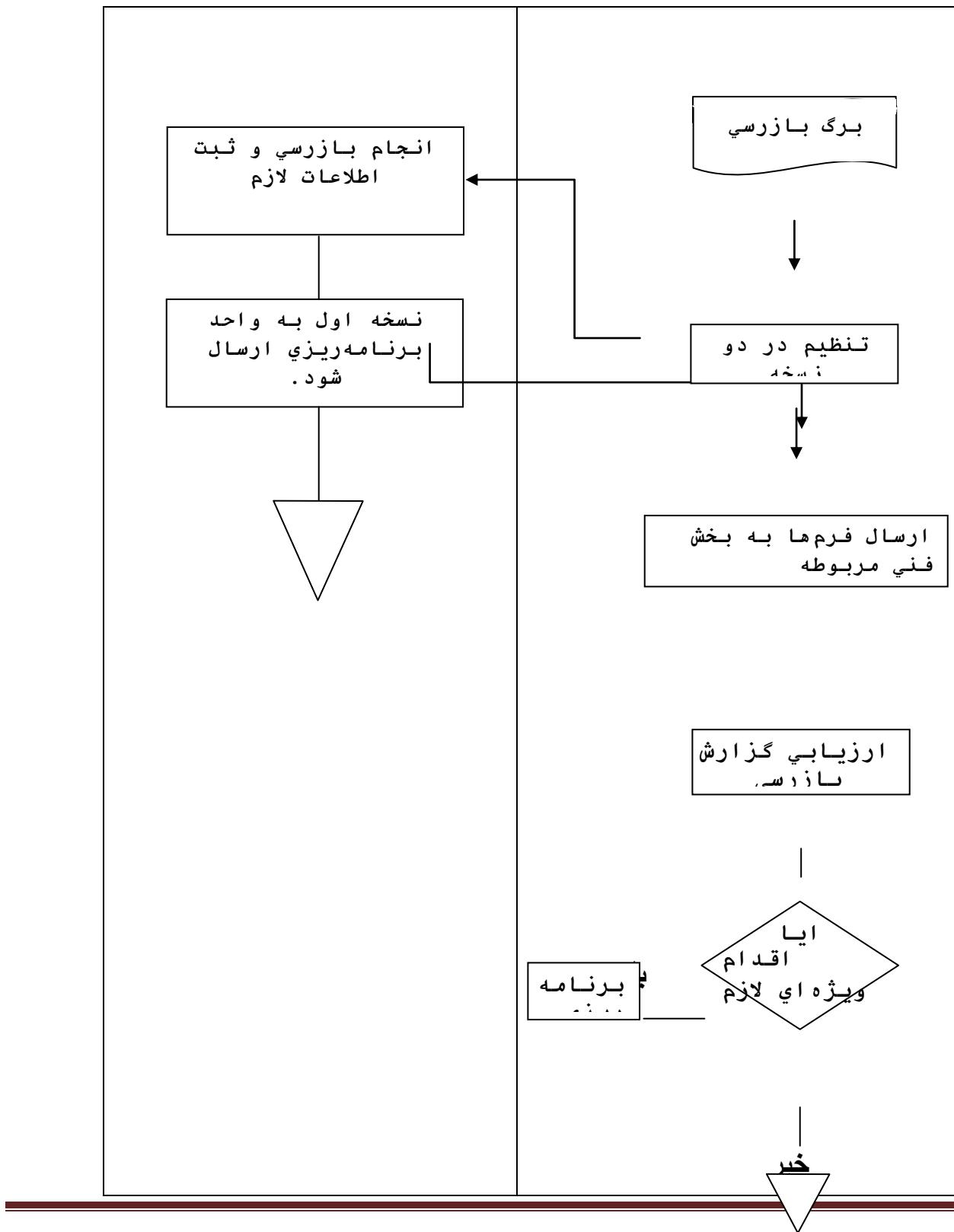


## جدول 8- فرم برنامه روانکاری





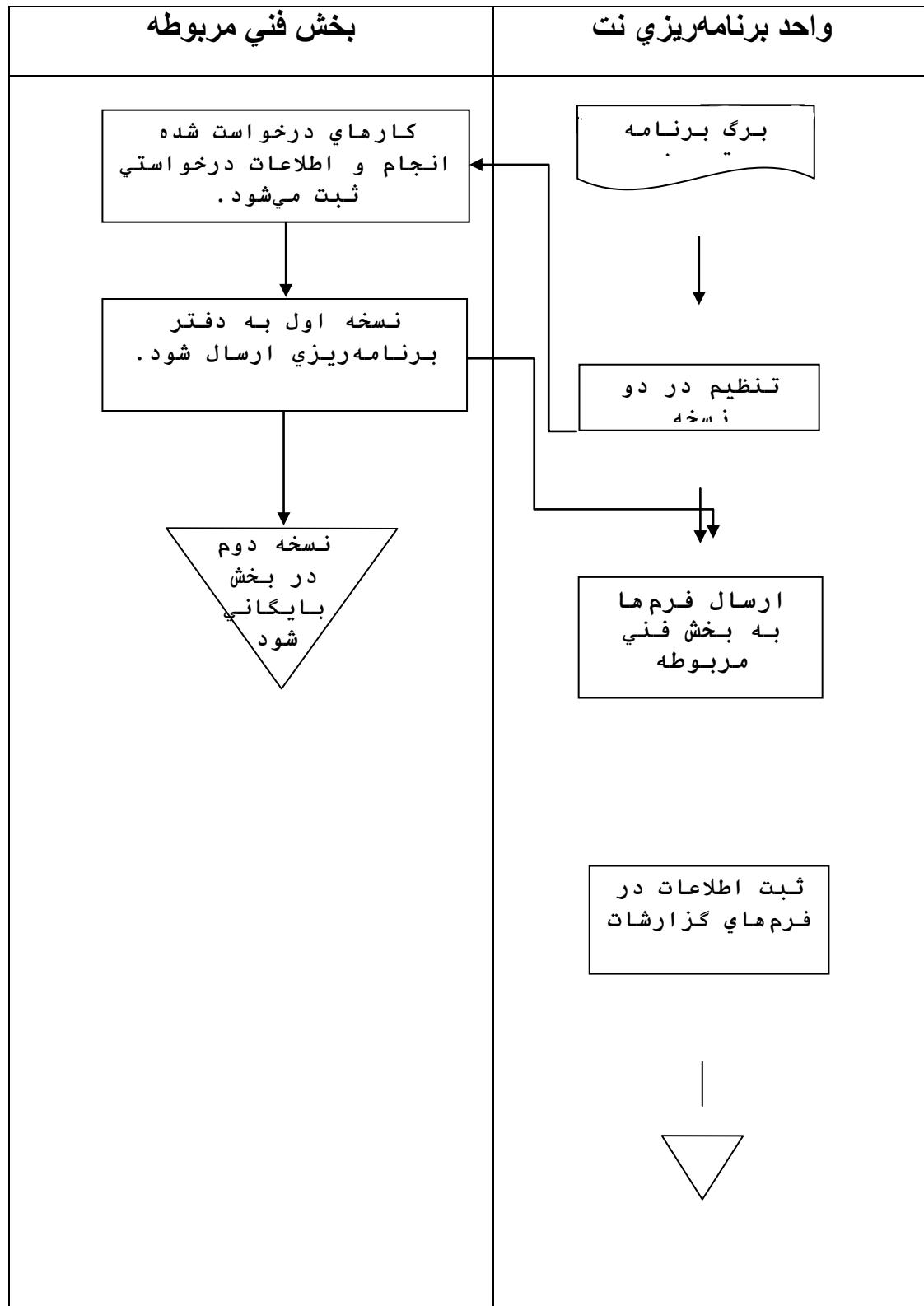
## 2-5-3-7 برنامه بازرسی



## جدول 9- فرم برنامه بازرسی

| فرم برنامه بازرسی |            |           |              |                                   |
|-------------------|------------|-----------|--------------|-----------------------------------|
| ردیف              | نام دستگاه | کد دستگاه | وضعیت دستگاه | نام بازرس ..... تاریخ گزارش ..... |
| .....             | .....      | .....     | .....        | .....                             |

### 3-5-3-7 برنامه تعویض



## جدول 10- فرم برنامه تعویض

| شماره ..... | فرم برنامه تعویض |             |                  |             |            |                     |                     |             |                   |         | بخش ..... |          |
|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------------|---------|-----------|----------|
| .....       |                  |             |                  |             |            |                     |                     |             |                   |         | .....     | .....    |
| .....       |                  |             |                  |             |            |                     |                     |             |                   |         | .....     | .....    |
| ردیف        | نام دستگاه       | محل استقرار | شرح برنامه تعویض | وضعیت ماشین | شماره نقشه | لوازم یدکی موردنیاز | لوازم یدکی موردنیاز | تاریخ بر قر | نیروی انسانی لازم | ملاحظات |           |          |
|             |                  |             |                  |             |            |                     |                     |             |                   |         | ساختم ان  | تأسیسا ت |
|             |                  |             |                  |             |            |                     |                     |             |                   |         |           |          |

---



---



---

#### **4-5-3-7 فعالیت‌های جانبی برای انجام برنامه نگهداری**

درخواست توقف ماشین‌آلات

درخواست قطعه/ ابزار/ روغن از انبار قطعات یا ملزمات مصرفی

درخواست اعتبار (بودجه)

درخواست اعزام ماشین به بیرون جهت بازرسی، . . .

#### **7 3 6 برنامه‌ریزی تعمیرات**

علی‌رغم برنامه‌ریزی نگهداری که در جهت بهبود عملکرد تجهیزات صورت می‌گیرد، وقوع خرابی‌های ناگهانی کماکان اجتناب‌ناپذیر است. لذا می‌بایستی در سیستم نت تدبیری برای مواجهه با شرایط مزبور اندیشیده شود.

وجود خرابی عموماً در دو وضعیت مشاهده می‌شود:

الف- حین انجام فعالیت‌های نگهداری

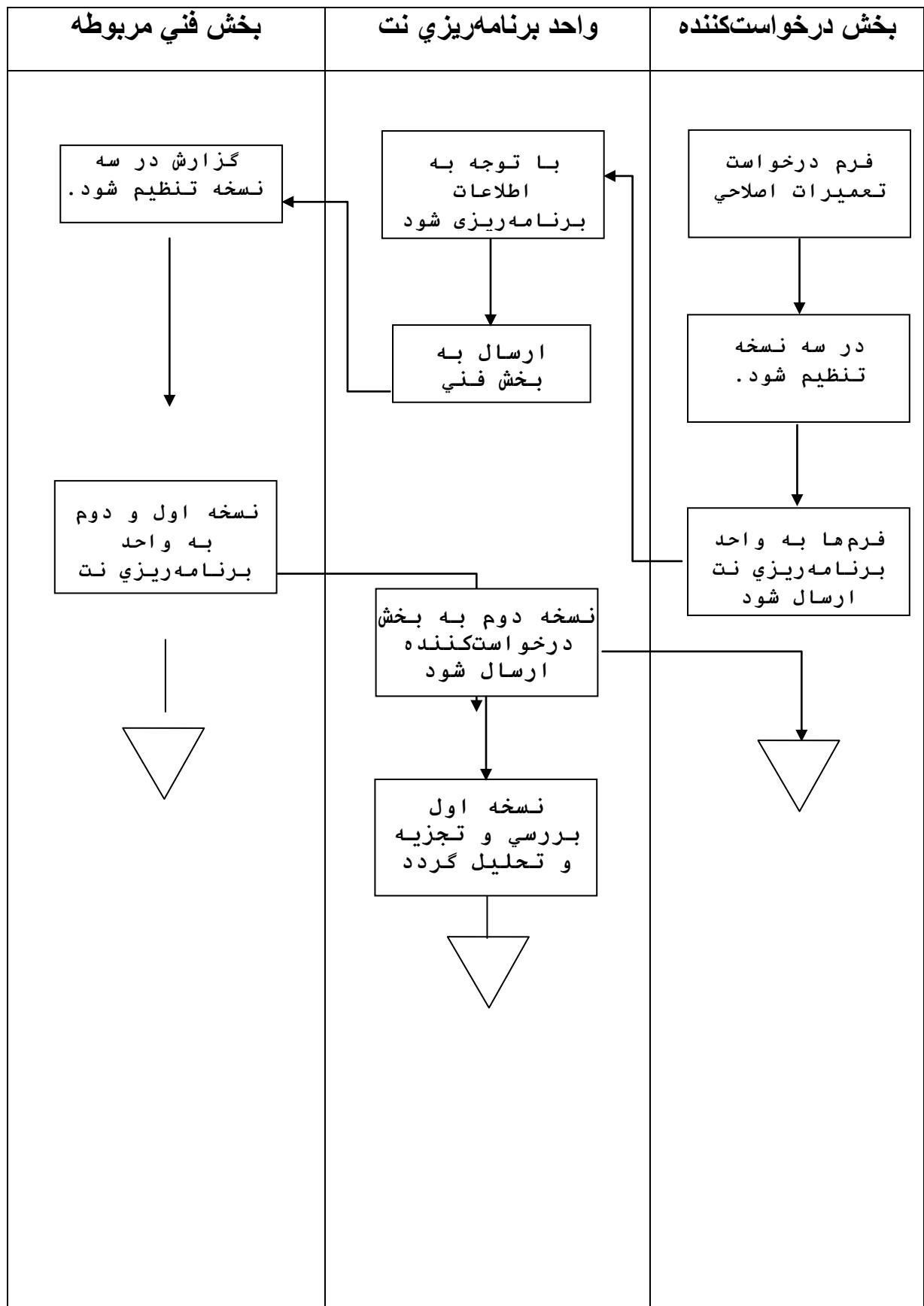
در این حالت انجام‌دهنده فعالیت نگهداری، واحد برنامه‌ریزی نت را از وجود خرابی مطلع می‌سازد و سیستم در قبال موضوع فعل می‌شود.

ب- حین انجام فعالیت

این حالت توسط واحد تولید (واحدی که دستگاه در آن مستقر است) به اطلاع سیستم نت رسانده می‌شود.

واحد برنامه‌ریزی نت، با توجه به گزارشات دریافتی در خصوص خرابی‌ها، اقدام به برنامه‌ریزی انجام آنها به صورت آنی/ در اسرع وقت می‌نماید.





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

به دلیل گسترده‌گی فعالیت‌های برنامه نت، وجود یک 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 انجام‌هندگان 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

## 7.4 نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان

نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان (**RCM**)، یک رویکرد تحلیلی به منظور اولویت‌بندی امور تعمیر و نگهداری 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 نگهداری آگاه و با تجربه بهره می‌جوید و از طریق استفاده از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل نظریه تکنیک‌های زیر به اجرا در می‌آید:

﴿ تجزیه و تحلیل اثر حالت‌های شکست <sup>۱</sup>(FMEA) ﴾

﴿ تحلیل علت و معلول ﴾

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

## 7.5 نگهداری پیش‌بینانه (مبتنی بر وضعیت)

یک حالت مطلوب در نگهداری 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 نگهداری پیش‌بینانه، انجام همین فعالیت است و در این راستا از چندین تکنیک برای نظارت بر وضعیت بهره می‌گیریم:

﴿ ترمومکرافی (حرارت نگاری)<sup>۲</sup> که از آن برای نمایش نقاط داغ در کابل‌ها و دندانه‌های راهانداز استفاده می‌شود. به وسیله این تکنیک، یک تصویر مادون قرمز از موضوع ایجاد می‌شود که می‌توان آن را به وسیله عکس یا کامپیوتر به ثبت رساند. ﴾

﴿ انتشار صوتی<sup>۳</sup>؛ تکنیک قطعی برای تشخیص ترکیبگی و معایب جوش در محفظه‌های فشار، از آن می‌توان همچنین برای نظارت بر بلبرینگ‌های کم سرعت نیز بهره گرفت و برای این منظور از یک کاہنده سرعت که به قطعه بسته می‌شود، استفاده می‌گردد. ﴾

﴿ تحلیل روغن<sup>۴</sup> که نمونه روغن را برای سنجش میزان ساییدگی، الودگی و غیره بررسی می‌کند. ﴾

<sup>1</sup> Failure Mode Effect Analysis

<sup>2</sup> Thermography

<sup>3</sup> Acoustic Emission

<sup>4</sup> Oil Analysis

- ﴿ تحلیل ارتعاشات<sup>5</sup> که از یک شتاب سنج برای اندازه‌گیری ارتعاشات استفاده می‌کند و پس از پردازش، وضعیت قطعه سیستم به صورت نمودارهایی نشان داده می‌شود.
- ﴿ نظارت بر دیگر پارامترهای فرآیند نظیر فشار، جریان، بار و فرسایش.

نگهداری پیش بینانه همیشه راه مناسبی نیست؛ اما در جایی که مناسبت دارد، امکان خاموش کردن ماشین را قبل از بروز خسارت، همچنین امکان برنامه‌ریزی و سازماندهی کارآمدتر فعالیت نگهداری و تعمیر را فراهم می‌سازد.

## 7 توسعه تکنیک‌های نگهداری

همه رویکردهای شرح داده شده بالا دارای مزایا و معایبی هستند و خطای خواهد بود که هر یک از این تکنیک‌ها را به عنوان بهترین رویکرد برای تمامی مؤسسه‌ها توصیه کنیم. برای کاربردهای خاص در مؤسسه‌های خاص ممکن است یکی از این رویکردها به لحاظ اثربخشی هزینه، بهترین رویکرد به شمار رود. دستیابی به «بهترین رویه» از طریق راهاندازی بک سیستم نگهداری و تعمیر مناسب که از بهترین رویکرد یا رویکردهای نگهداری به لحاظ اثربخشی هزینه بهره می‌جوید، همراه با فعالیت‌های «نگهداری مستقل» که به صورت محلی و به رهبری کاربر دستگاه انجام می‌پذیرد، همگی به عنوان بخشی از یک برنامه کلی **TPM** به اجرا در می‌آید. به دنبال آن، بهبودهای بیشتری از طریق تعیین نیازمندی‌های نگهداری و تعمیر ماشین‌آلات موجود و جدید حاصل خواهد شد.

از طریق تیم‌های **TPM**، روش‌های ساده و در عین حال دقیقی برای حفظ ماشین‌آلات در شرایطی مطلوب، توسعه خواهد یافت. بعضی از وظایفی که در این روش‌های اجرائی به دقت شرح داده می‌شوند، به بخش نگهداری واگذار خواهند شد؛ زیرا اجرای آنها به مهارت‌ها، تجربه یا ابزارهای تخصصی‌تر نیاز دارد. این وظایف، اساس برنامه نگهداری و تعمیر پیشگیرانه را برای ماشین‌آلات تشکیل می‌دهند و هنگامی که در بخش معینی از کارخانه تثبیت یافته‌ند، برنامه آن بخش خاص را تشکیل خواهند داد. لیست فعالیت‌ها، نیازمندی‌ها و فوائل زمانی، معنی‌دار و قابل فهم خواهند بود؛ زیرا به دست افرادی تهیه شده‌اند که راهاندازی، فعالیت کردن و نگهداری ماشین‌آلات را به عهده دارند و توسط هیچ فرد خارجی بر آنان تحمیل نشده است.

---

<sup>5</sup> 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 آشفعاییت 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 ۱ سیستم فرآیندگرایی

لزوم توجه به مدیریت فرآیندگرایی 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 فوق العاده‌ای در **TPM** دارد.

بعنوان نمونه الگوبرداری از روش‌های آنالیز ارتعاشات در تجهیزات ماشین‌کاری

### 8 3 هزینه‌های کیفیت (COQ)

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

## **8 نمودارهای علت- معلول**

استفاده از این نمودارها به منظور تحلیل وضعیت سیستم و تجهیزات مرتبط یا ریشه‌یابی علل خطا در سیستم

## **8 آنالیز پارتوا**

کاربرد در اولویتبندی مسائل و مشکلات

## **8 نمودارهای کنترل**

از این نمودارها به منظور پیش‌بینی وضعیت سیستم استفاده می‌شود.

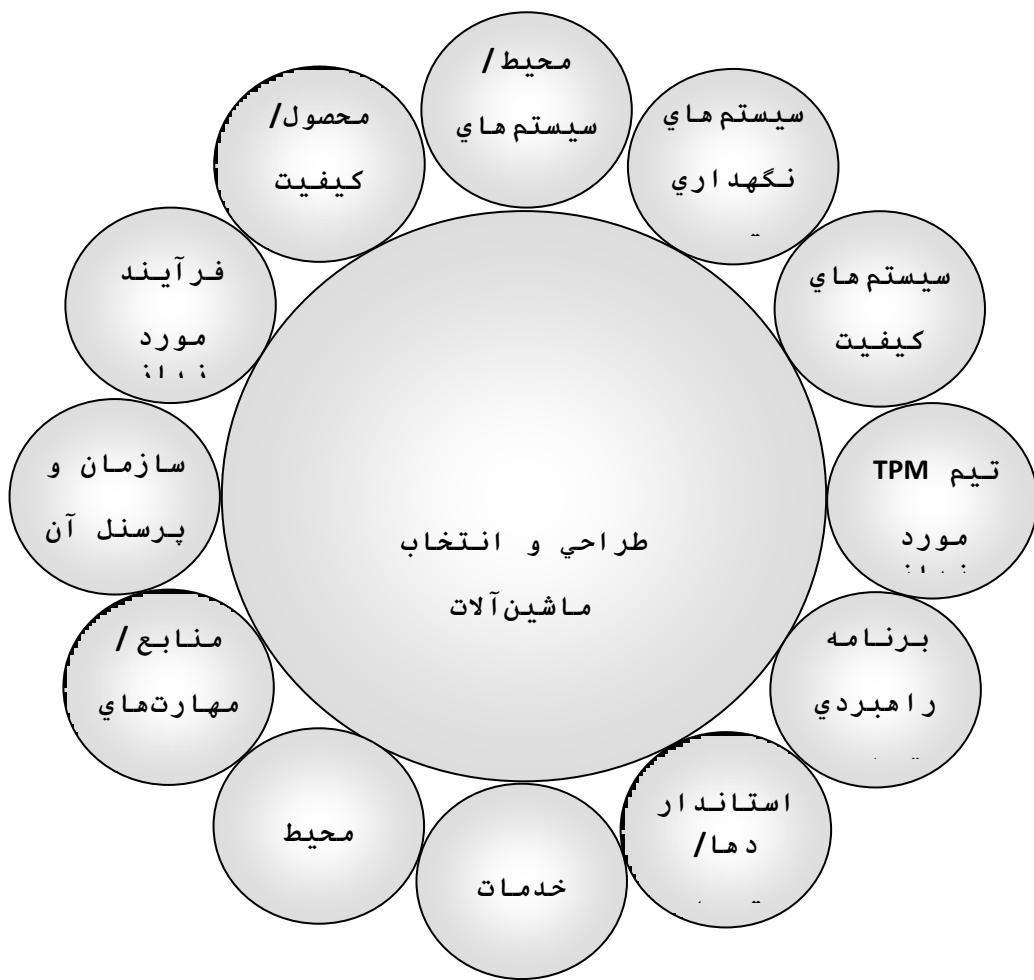
## **FMEA 7 8**

از این تکنیک به منظور یافتن حالات خطا و تحلیل اثرات مرتبط در تجهیزات استفاده شده و با نام **Machinery FMEA** شناخته می‌شود.

## **8 طراحی انتخاب ماشین‌آلات**

لطفاً به شکل زیر توجه شود.





- [WWW.ini.hr](http://WWW.ini.hr) فدارسیون انجمن نگهداری و تعمیرات  
انجمن مهندسی اروپا  
نگهداری تعمیرات استرالیا
- [WWW.stle.crg](http://WWW.stle.crg) انجمن  
مهندسين تربیولوژی
- [WWW.plant-maintenance.com](http://WWW.plant-maintenance.com) مرکز اطلاعات نگهداری و تعمیرات  
کارخانجات صنعتی
- [WWW.oilanalysis.com](http://WWW.oilanalysis.com) سایت خدمات آنالیز  
مواد روغنی
- [WWW.imc-2003.com](http://WWW.imc-2003.com) کنفرانس برترین های فرآیندهای نگهداری و  
تعمیر سال 2003
- [WWW.mt-online.com](http://WWW.mt-online.com) سایت اطلاعاتی تکنولوژی  
نگهداری و تعمیرات
- [WWW.sme.org](http://WWW.sme.org) انجمن مهندسان  
ساخت و تولید
- [WWW.maintenaceworld.com](http://WWW.maintenaceworld.com) سایت بسیار معتبر در مباحث نگهداری و  
تعمیرات
- [WWW.maintenanceamerica.com](http://WWW.maintenanceamerica.com) ارائه راه حل های  
نگهداری و تعمیرات
- [WWW.marshalinstitute.com](http://WWW.marshalinstitute.com) TPM  
موسسه خدمات
- [WWW.kaizen-gemba.com](http://WWW.kaizen-gemba.com) TPM  
سایت خدمات
- [WWW.tpm-institute.com](http://WWW.tpm-institute.com) TPM  
موسسه بین المللی
- [WWW.e-promaint.com](http://WWW.e-promaint.com) سایت TPM  
اطلاع رسانی
- [WWW.bestpracticedatabase.com](http://WWW.bestpracticedatabase.com) سایت جستجوی بهترین شیوه های صنعتی  
و خدماتی