بسم الله

مهندسی تعمیر و نگهداری

Repair and Maintenance Engineering

عباس عساکره

استادیار گروه ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون

- ✓ **سه واحد نظری تخصصی انتخابی**
- ✓ **دو واحد نظری و یک واحد عملی**

- ✓ **منابع**

- ✓ حاج شیر محمدی. برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات (مدیریت فنی در صنایع). انتشارات ارکان دانش
- ✓ حاج شیر محمدی. نگهداری و تعمیرات (نت) بهره ور فراگیر. انتشارات مدیریت صنعتی
- ✓ صافی. تراکتور و ماشینهای کشاورزی، اموزش، تعمیر و نگهداری. انتشارات ماندگار
- ✓ صافی. تراکتور و ماشینهای کشاورزی، محاسبات، تعمیر و نگهداری. انتشارات ماندگار
- ✓ **غیره**

مدیریت فنی (حفاظت فنی،تروتکنولوژی)

- ✓ سیستم: مجموعه‌ای از عناصر که برای انجام ماموریت و یا رسیدن به هدف خاصی با کمیت و کیفیت معلوم، طراحی و ساخته شده و با ترتیب معینی با یکدیگر ترکیب شده‌اند، مانند:

سیستم آموزش دانشگاه

سیستم آموزش و پرورش

سیستم کارخانه تولید شکر

...

- ✓ عناصر تشکیل دهنده سیستم:

1- هسته اصلی (عناصر اجرا کننده ماموریت)

2- عوامل و امکانات پشتیبانی (قطعات یدکی، اسناد و مدارک، نقشه‌ها، پرسنل و....) (لجستیک)

*این دوعامل بدون یکدیگر نمی توانند فعالیت نمایند و در هر طراحی سیستمی باید درنظر داشت.

شرکت خدمات مکانیزاسیون کشاورزی: تراکتور و ادوات هسته اصلی و قطعات، بازرسی و نگهداری و سرویس، تعویض قطعات و ... عوامل و امکانات پشتیبانی هستند

تروتکنولوژی(Terotechnology) یا مدیریت فنی

تروتکنولوژی (مدیریت فنی) مجموعه فعالیت‌ها در جهت پاسخگویی به دو اصل مهم زیر را گویند:

1- تجهیزات چگونه طراحی و تولید شوند که عمر اقتصادی تجهیزات بیشتر و با هزینه پایین و به راحتی بتوان آنها را نگهداری و تعمیر کرد

2- در دوران بهره برداری از تجهیزات چگونه عمل شود تا تجهیزات خرابی کمتر داشته باشند و دوره بهره‌برداری و سرعت فرسودگی اقتصادی شود

ردیف دوم که مربوط به دوره بهره برداری از ماشین است، به عنوان نت مطرح است

فعالیتهای تروتکنولوژی در مراحل طراحی، ساخت، نصب و راه اندازی و بهره‌برداری در سامانه‌های صنعتی مورد ملاحظه می‌باشد.

تروتکنولوژی(Terotechnology) یا مدیریت فنی

امور اطلاعاتی بازتابی(Feed-back) نیز در مورد مسایل طرح، کارایی و هزینه‌های سامانه، در چارچوب تروتکنولوژی مورد نظر قرار می گیرد.

تعاریف:

- ✓ مجموعه عملیات جهت نگهداری دستگاهها در شرایط قابل قبول ویا تغییر آنها به شرایط قابل قبول
- ✓ فعالیت در زمینه حصول اقتصادی‌ترین راه صرف هزینه جهت بهره برداری و بهسازی تجهیزات

اهداف مدیریت فنی

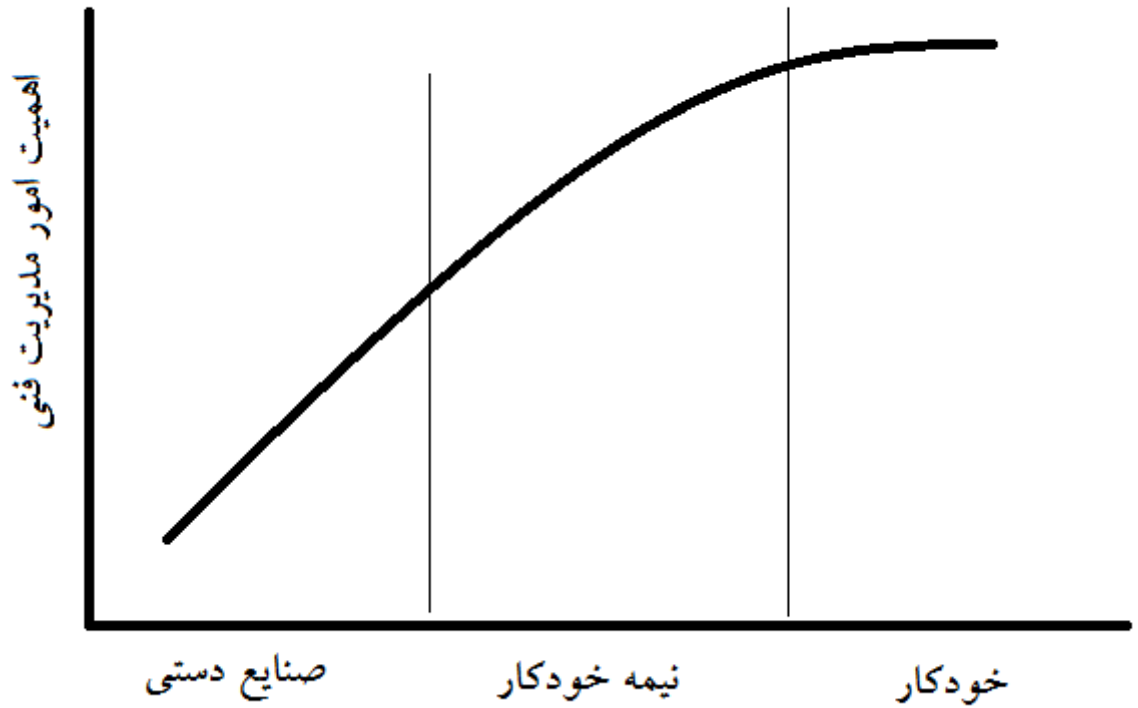
۱- بالا بردن عمر مفید داراییهای فیزیکی (ماشینها، ساختمانها و...)

۲- اطمینان از حصول اقتصادی ترین شرایط بهره برداری از داراییهای فیزیکی

۳- اطمینان از آماده بودن کلیه تجهیزات اضطراری نظیر سامانه‌های آتش نشانی، برق اضطراری

۴- فراهم آوردن شرایطی که ایمنی کارکنان را ضمن استفاده و بهره برداری از تجهیزات تامین نماید

جایگاه و اهمیت امور مدیریت فنی در صنایع



جایگاه امور مدیریت فنی در صنایع

با پیشرفت صنایع ودستگاهها اهمیت امور مدیریت فنی بیشتر شده است. دلایل:

۱- حرکت سریع در جهت خودکاری و کاهش نیاز به مهارتهای امور تولید و افزایش احتیاج به مهارتهای نت و مدیریت فنی با اتوماسیون دستگاه‌ها (خودکاری دستگاه‌ها)

۲- بالا رفتن حجم سرمایه‌گذاری و سرعت تولید و بروز خسارت زیاد به سیستم در اثر توقفات تولید به علت خرابی اضطراری

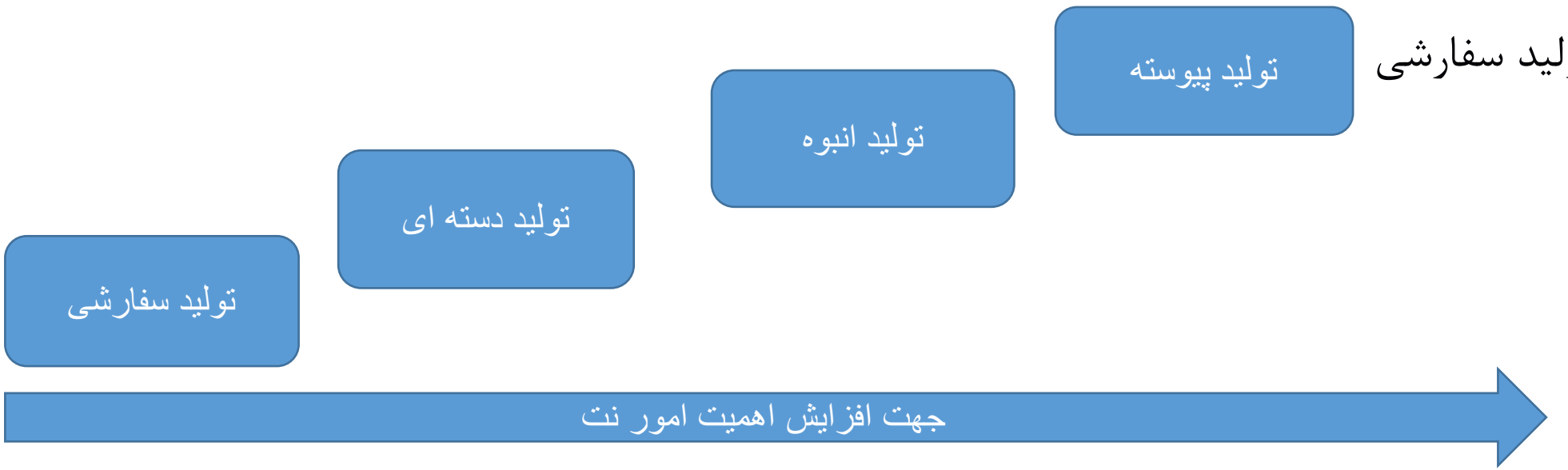
۳- بالا رفتن قیمت قطعات یدکی و ماشین‌ها و نیاز به مدیریت فنی دستگاه‌ها و کنترل استهلاک و هزینه نت

در سال ۱۹۶۰ به ازای هر ۲۲ نفر کارگر تولیدی یک نفر در نت بود ولی در ۱۹۷۰ به ازای هر ۵ نفر در خط مونتاژ ۹ نفر نت می‌باشد (۱۸۰ درصد)

جایگاه امور مدیریت فنی در صنایع

سامانه های تولید رایج در صنعت شامل:

- تولید پیوسته
- تولید انبوه
- تولید دسته‌ای
- تولید سفارشی



دلایل پیچیدگی امور نت در سامانه‌های پیوسته

I. پیوستگی خط تولید و در نتیجه رکود در مراحل دیگر تولید در اثر از کارافتادگی یک زیرسیستم
II. کار یکنواخت شبانه روزی و نیاز به حضور نیروهای فنی
III. وجود افراد کم قسمت تولیدی وعدم اطلاع رسانی کافی به سامانه نت
IV. وسعت سطح کارگاهها وفواصل زیاد وکاهش امکان انتقال پیامهای حضوری ودریافت کمک اضطراری
V. عدم تشابه دستگاهها و تجهیزات خط تولید. بالا رفتن حجم انبار قطعات یدکی، تنوع سرویسها و احتیاج به مهارتها و آموزش، بالا رفتن اطلاعات مرتبط
VI. عدم مشابهت ماشینها در سطح منطقه و در نتیجه امکان دریافت سرویس فنی از خارج کاهش می‌یابد
VII. عدم وجود سیستمهای یدکی در کنار ماشین ها وحجم بالای سرمایه گذاری سیستم یدکی
VIII. نیاز به کنترل دقیق عوامل فیزیکی وشیمیایی در خط تولید (ابزار اندازه گیری)
IX. امکان خسارت مواد در جریان ساخت در صورت توقف دستگاهها (باقی ماندن مواد در ماشین)
X. وجود مواد مذاب در سیستمهای تولیدی و انجماد در صورت خرابی مستلزم صرف و هزینه زیاد
XI. وجود مواد با حرارت بالا ودارای خواص خورندگی و....
XII. وجود انواع عوامل خطر آفرین برای پرسنل

عوامل اثر گذار بر تعیین سطح نیروی انسانی نت

۱- امکان دریافت بعضی از سرویسهای فنی از پیمانکاران خارج از صنعت

۲- دسترسی به قطعات یدکی از بازار نزدیک

۳- هماهنگی و تناسب طرح بین کارخانه و ماشینها وکیفیت کارکرد آنها

۴- فرهنگ صنعتی کارگران خط تولید و میزان دلبستگی و دلسوزی آنها در استفاده صحیح از دستگاهها و دقت در محافظت از تجهیزات

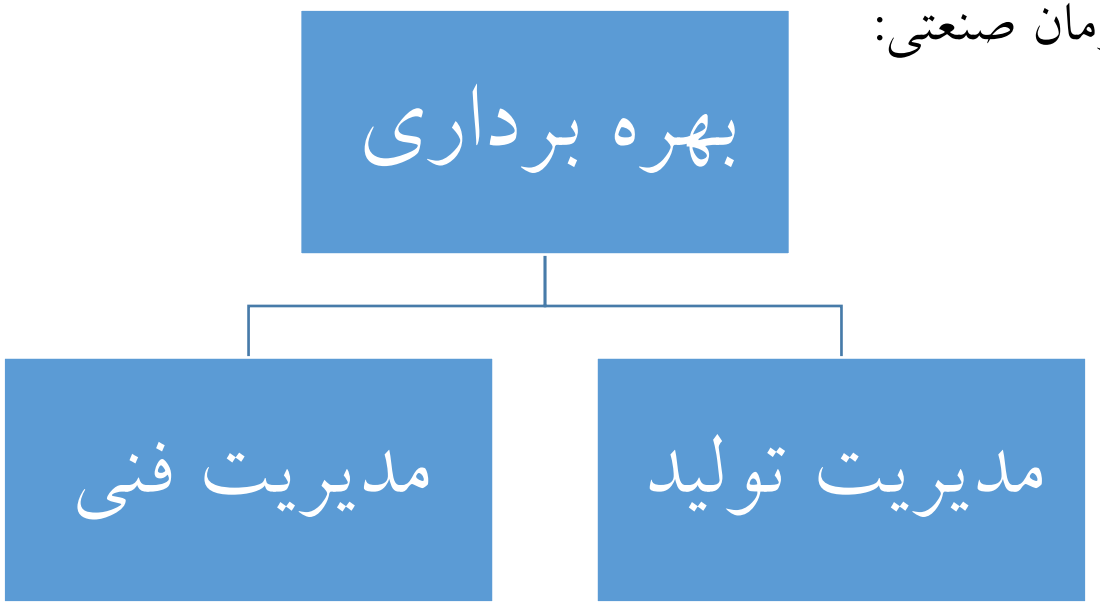
۵- فرهنگ صنعتی و سطح اموزش کارکنان نت وکاربرد بهینه نیروی انسانی در نت

۶- سیستم مدیریت فنی تعیین شده برای صنعت از نظر سطح تمرکز در ارائه خدمات فنی

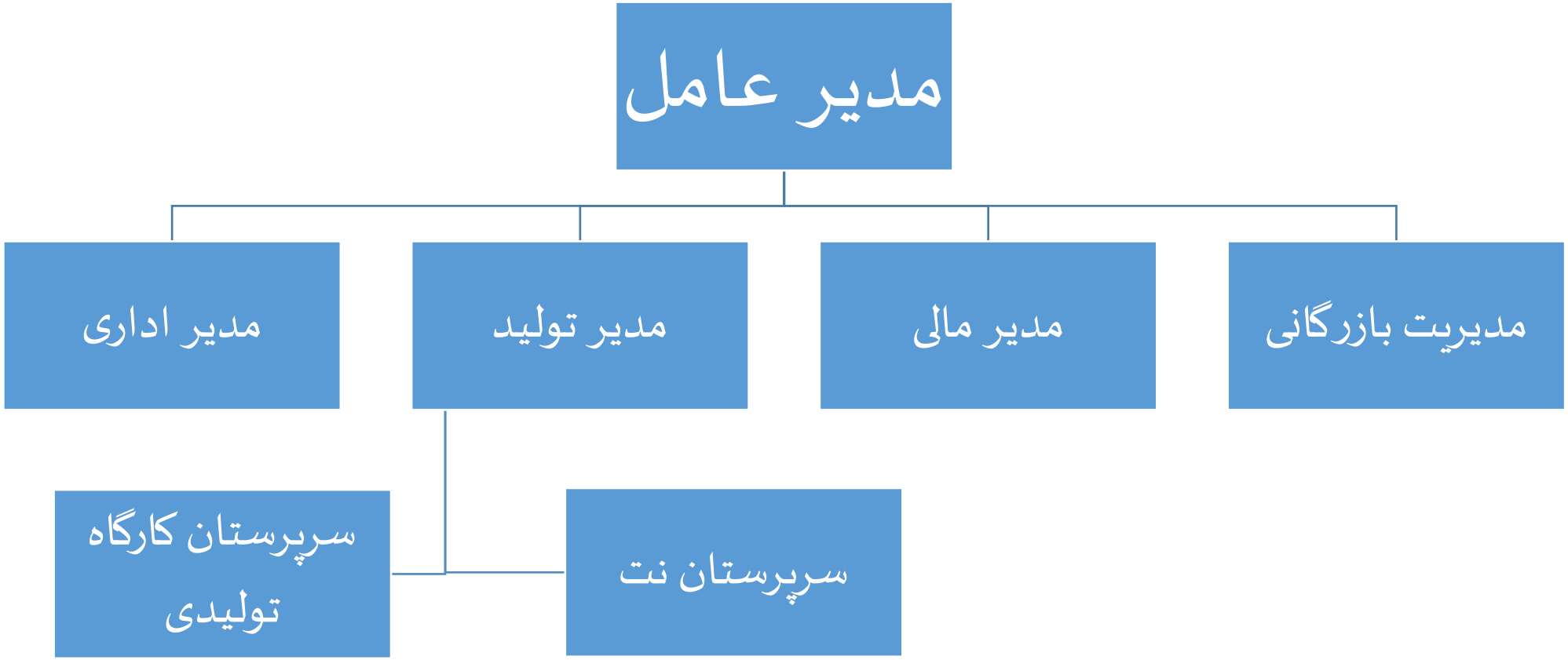
امور فنی در نمودارهای سازمانی

عواملی همانند شرایط صنعتی، فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، دسترسی به افراد با صلاحیت وعوامل طبیعی در ساختار سازمانی تاثیر دارند.

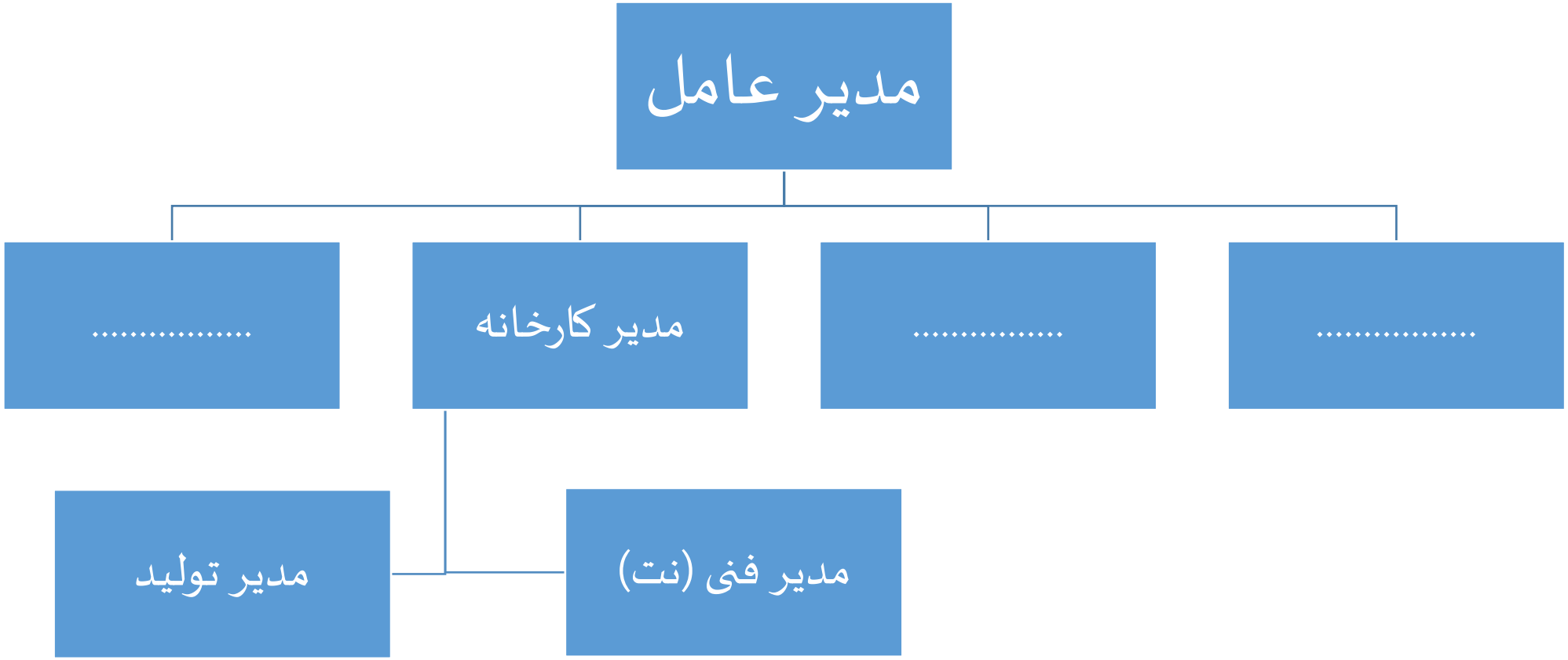
در حالت کلی سازمان صنعتی:



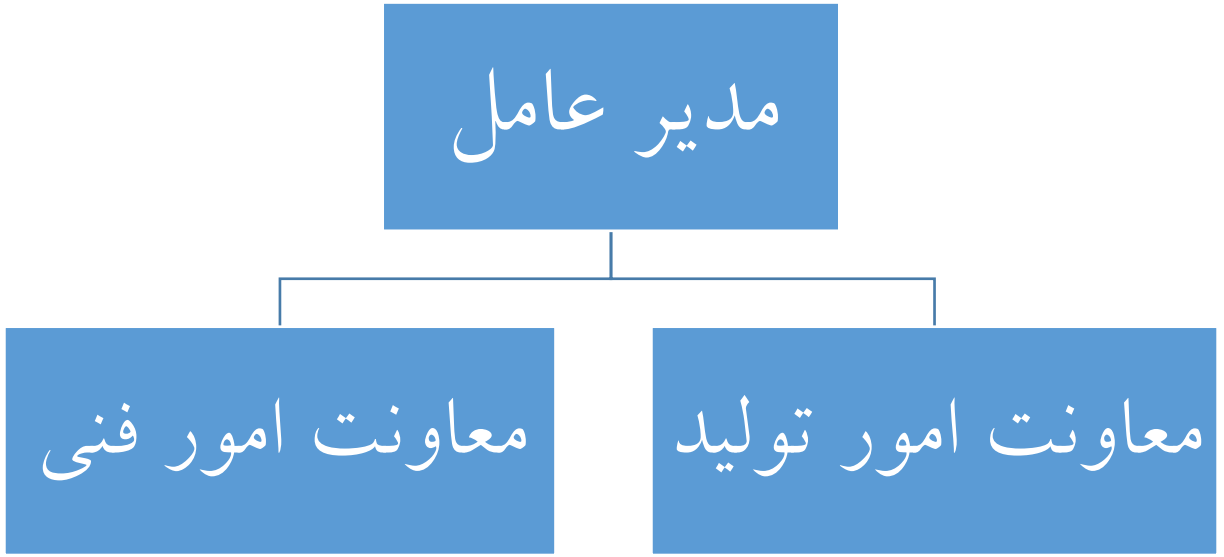
نمودار روابط سازمانی نت با سایر بخشها در کارخانجات کوچک



نمودار روابط سازمانی نت با سایر بخشها در کارخانجات متوسط

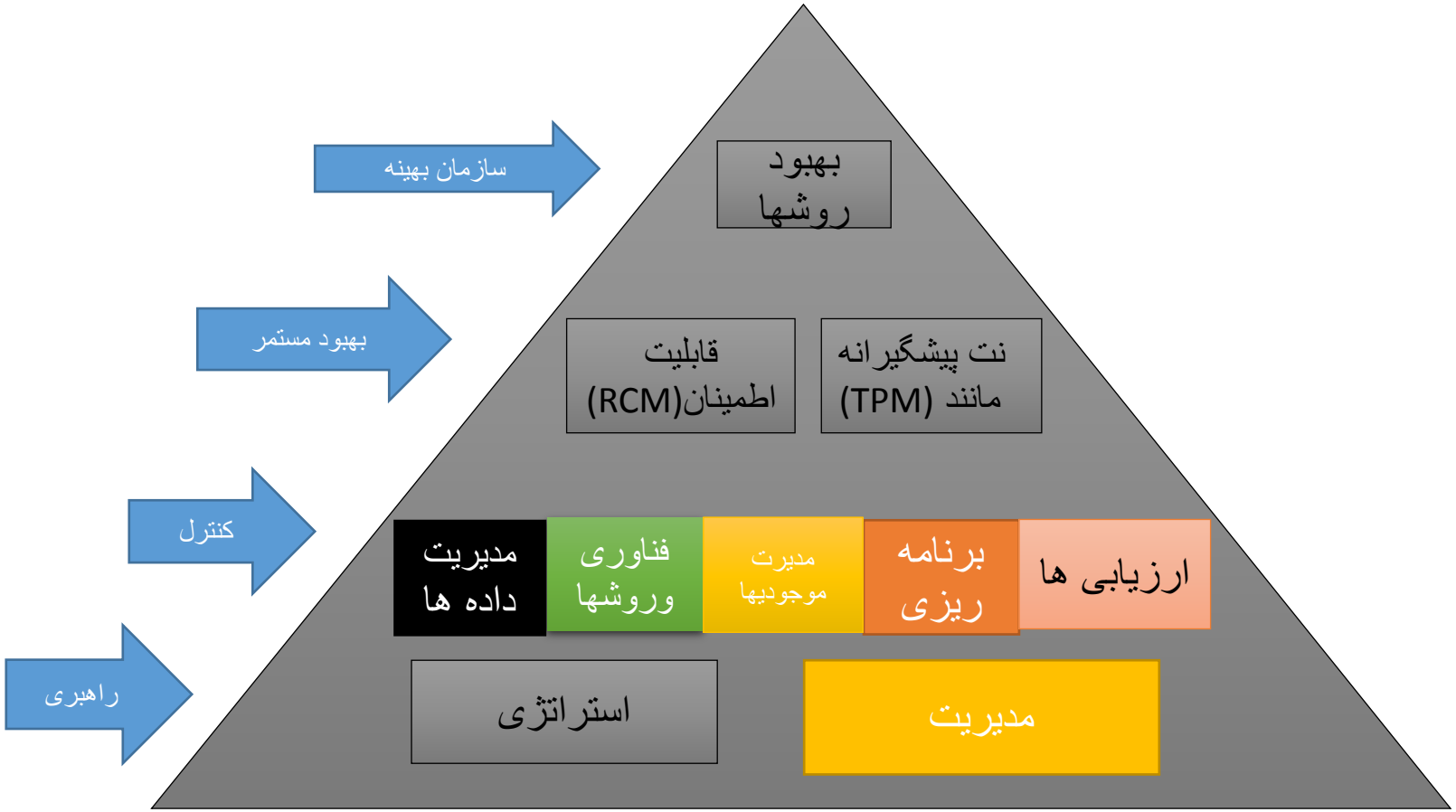


نمودار روابط سازمانی نت با سایر بخشها در کارخانجات بزرگ



هرم تعالی سازمانهای نت

✓فعالیتهای سازمانی نت



هرم تعالی سازمانهای نت: رهبری

عبارت است تهیه برنامه استراتژی سازمان نت، در برگیرنده بیانیه‌های چشم انداز و رسالت‌های بخش نت در چارجوب استراتژی کل سازمان می باشد. تعیین و تعریف عوامل چهارگانه قوتها، ضعف‌های درونی سازمان نت، فرصت‌ها و تهدیدهای حاکم بر محیط سازمان نت در مسیر برنامه‌ریزی استراتژیک مطرح هستند (ماتریس SWOT).

Strengths, **W**eaknesses, **O**pportunities, **T**hreats

علاوه بر برنامه‌ریزی استراتژیک بخش نت، مدیریت بر منابع انسانی در جهت دست یابی به چشم انداز و اهداف استراتژیک از فعالیتهای رهبری می باشد.

هرم تعالی سازمانهای نت: **کنترل**

کنترل

شامل عملیات و فعالیتهای لازم در جهت دست یابی به اثر بخشی و بازدهی قابل قبول تجهیزات در طول عمر مفید آنهاست. این عملیات عبارتند از:

۱- مدیریت صحیح در طبقه بندی، به روز رسانی و نگهداری و توزیع آمار و اطلاعات

۲- دست یابی به دانش فنی و ابزار و ماشینهای مناسب برای عملیات اجرایی

۳-مدیریت کامل شامل برنامه ریزی و کنترل موجودیهای قطعات یدکی، ابزار و لوازم مصرفی نت

٤-برنامه ریزی و برنامه بندی زمانی فعالیتهای اجرائی نت

۵- ارزیابی عملکرد بخش نت با استفاده از شاخصهای مناسب نظیر «اثر بخشی کل یا جامع» تجهیزات

هرم تعالی سازمانهای نت: بهبود مستمر

فعالیتهای بهبود مستمر در نگهداری و تعمیرات عبارتند از:

۱- حرکت به سمت عملیات پیشگیرانه به جای اقدامات عکس العملی بعد از خرابی تجهیزات.

از ساختارهای موفق و متناسب با شرایط ایران حرکت به سمت برنامه های «نت بهره ور فراگیر» در این برنامه، توجه به منابع انسانی بخش نت و جلب همکاری اجرائی بخشهای تولیدی و مدیریت در پیشبرد عملیات و دست یابی به اهداف نت از اهم اقدامات می باشد

۲- حرکت در جهت تعیین مبانی و سطوح مناسب قابلیت اطمینان تجهیزات و برنامه ریزی عملیات نت به صورتی مشخص برای هریک از تجهیزات.

دست یابی به سطوح بهینه (تعالی) در سازمان نت

در این سطح از فعالیتها، استفاده از روشهای مهندسی مجدد به منظور دست یابی به بهبودهای اثر بخش و جهشی در روشهای مدیریتی، کنترلی و اجرایی مطرح می باشد

هدفهای مورد نظر در این سطح از فعالیتها شامل دست یابی به سطوح برتر بهره وری و کارایی در عوامل اصلی تحت کنترل بخش نت نظیر «اثربخشی کلی تجهیزات»، هزینه ها و کیفیت عملکرد منابع نت می باشد.

شرایط فعلی نگهداری وتعمیرات وامور مدیریت فنی در صنایع ایران

نت در ایران با توجه به صنایع دولتی وغیر دولتی فرق دارد.

در صنایع تولید پیوسته مانند ذوب آهن، پتروشیمی، پالایشگاه، هواپیمایی و..... خوب یا قابل قبول و در دیگر صنایع کوچک ومتوسط نامناسب می‌باشد.

نارساییها در صنایع بزرگ:

۱- عدم وجود پویایی در سیستم های تدوین شده نت

۲- عدم توجه به کاربرد صحیح ودقیق سیستم های موجود

در صنایع کوچک ومتوسط عموما تعمیرات مطرح است و کمتر به نت می پردازند

زیانهای ناشی از عدم وجود سیستم های مناسب نت در ایران

۱- پایین بودن عمرکارکرد ماشینها

۲- نیاز به قطعات یدکی و تعویض قطعات

۳- ایجاد خطرات جانی

۴- کمبود تولید و اثرات آن

۵- کیفیت نامناسب تولید داخلی

۶- بالابودن هزینه‌های تولیدی و قیمت تمام شده

علل وجود نارسایی در امور نگهداری وتعمیرات در ایران

1) وجود تاخیر زمانی نسبت به تکنولوژی روز دنیا
2) عدم دخالت مهندسین نگهداری در خریدها و توجه صرف به روش تولید
3) وجود دسترسی راحت به قطعات در بازار خارج در دهه ۵۰
4) عدم آموزش پرسنل ایرانی در بدو راه اندازی کارخانجات
5) عدم توجه به هزینه‌های دوره عمر ماشینها و استانداردهای مرتبط
6) نبود درس نت در رشته‌های مهندسی و مدیریت تا پس از انقلاب در سال ۱۳۶۱
7) نارسایی نیروی انسانی بکار گرفته شده درصنایع

نیازهای برنامه‌ریزی و کنترل

۱- تدوین برنامه های مناسب در جهت حفاظت از دارایی های فیزیکی

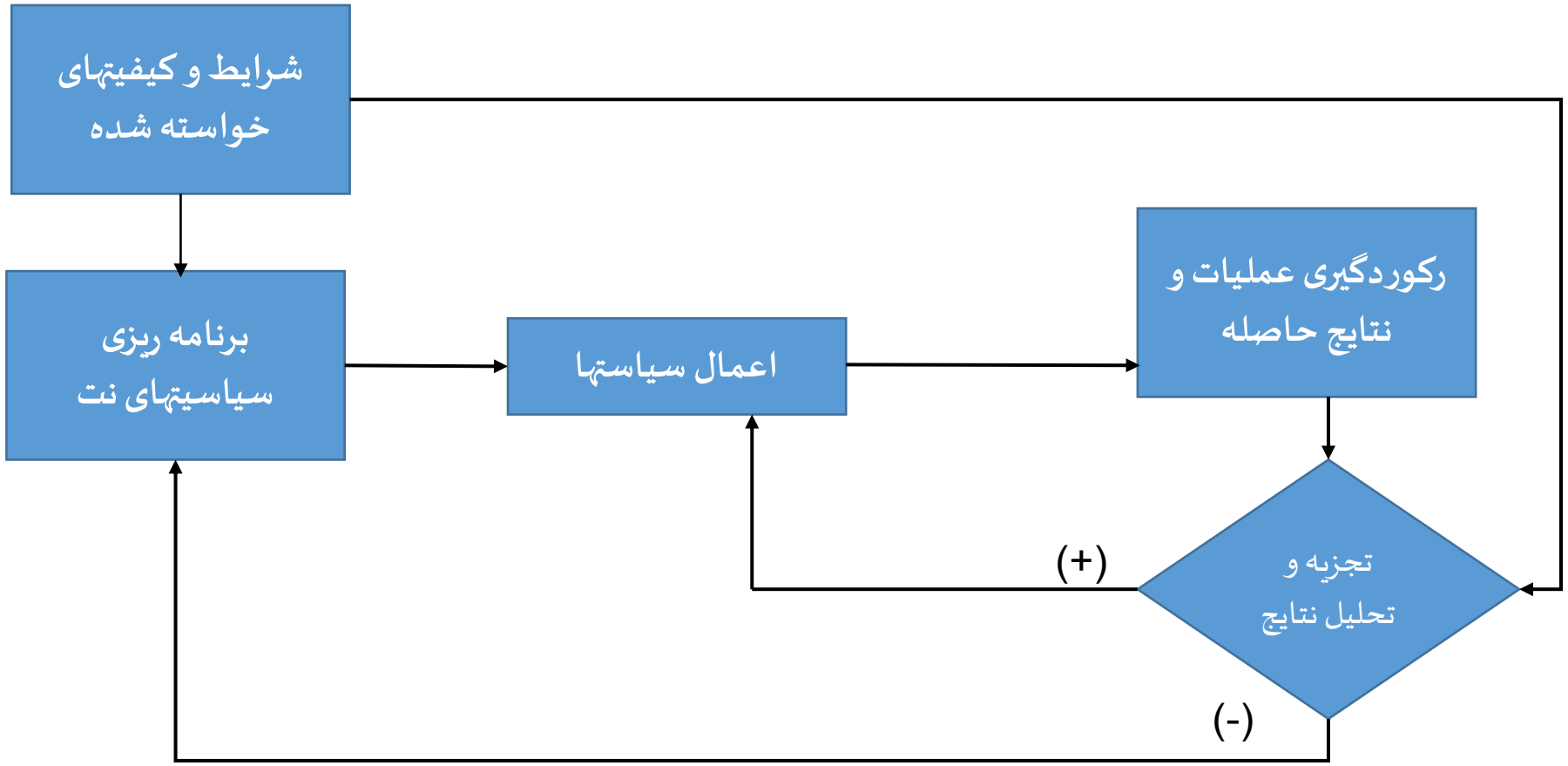
۲- تامین امکانات لازم برای اعمال برنامه تعیین شده

۳- تهیه روشهای سیستماتیک برای ثبت فعالیتهای انجام شده و نتایج به دست آمده

٤- ایجاد کانالی برای ارتباطات با دیگر واحدها و بازنگری در سیاستها وخط مشی‌ها (تدوین هرگونه طرح و سیاستی که قسمت مدیریت فنی را در رسیدن به اهداف خود کمک خواهد نمود)

برنامه‌ریزی وکنترل در نگهداری و تعمیرات

مدل عمومی گردش عملیات برنامه‌ریزی و کنترل



بخشهای اصلی تشکیل دهنده امور مدیریت فنی

۱- مهندسی نگهداری و تعمیرات

- تهیه و تدوین طرحها، روشها، دستورالعمل ها، فراهم آوری اطلاعات فنی برای سایر بخشهای مدیریت فنی (نت و انبار قطعات) و همچنین سایر قسمتهای صنعت در ارتباط با حفاظت فنی از دستگاهها
- جمع آوری نتایج حاصله از اعمال طرحها، سیاستها و برنامه ها، تجزیه و تحلیل نتایج، اقدامات مستمر برای اصلاح و نوراوری در برنامه ها، سیاستها و روشها

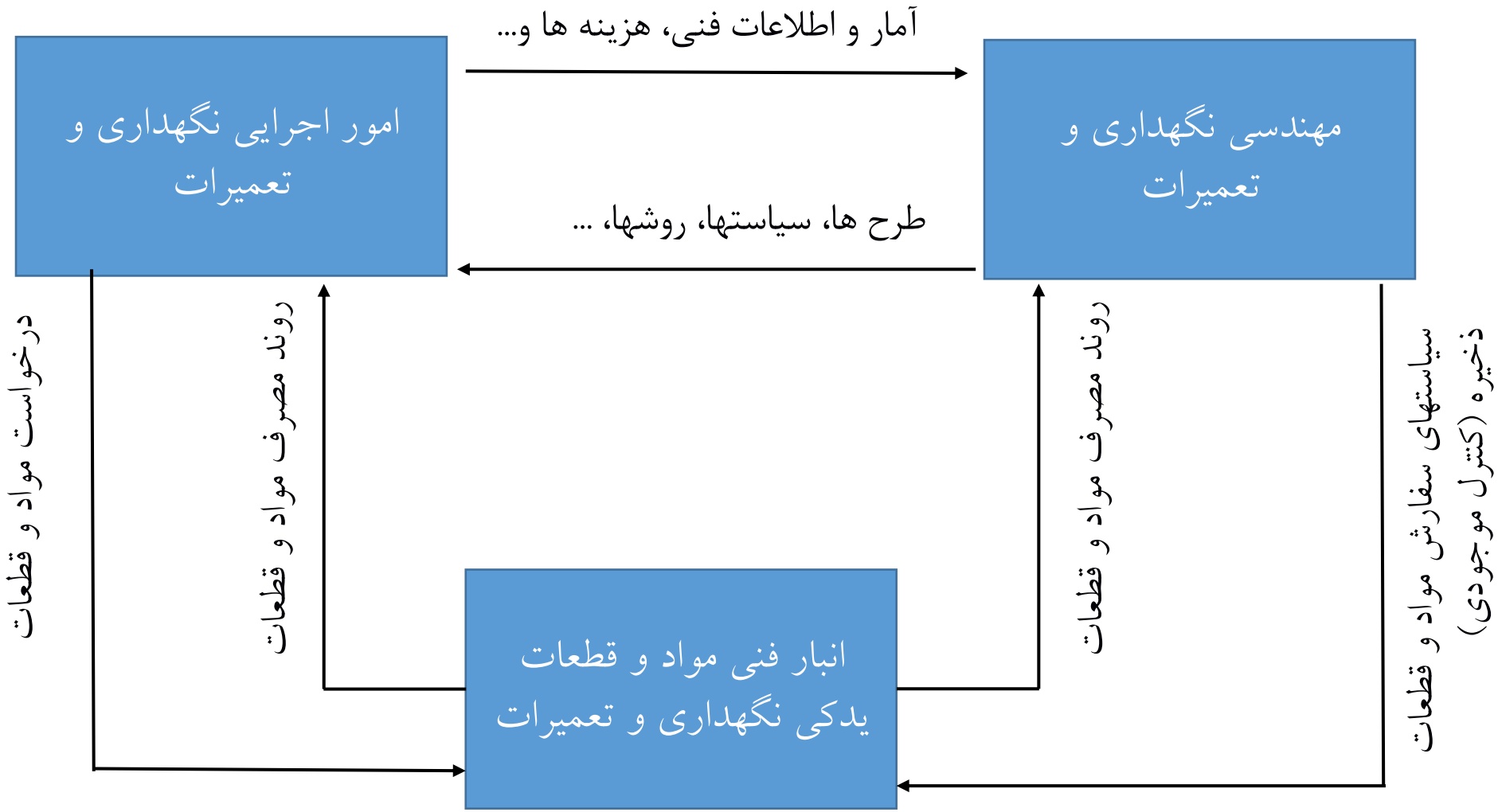
۲- امور اجرایی نگهداری و تعمیرات (نت)

اعمال فعالیتها لازم بر روی دستگاهها به منظور نگهداری و حفاظت فنی از انها براساس سیاستها و روش تدوین شده

۳- انبار قطعات یدکی

سفارش، ذخیره و صدور قطعات یدکی و لوازم مصرفی نگهداری و تعمیرات براساس سیاستها

ارتباط بین بخشهای اصلی مدیریت فنی



فعالیتهای بخش امور اجرایی نگهداری وتعمیرات

✓دستگاهها و تجهیزات یک سیستم تولیدی مجموعه ای از عناصر (قطعات ساده) هستند که با ترکیبی مناسب با یکدیگر ارتباط داشته و به صورت یک دستگاه یا سیستم تولیدی مورد استفاده قرار می گیرند.

فعالیتهای نگهداری و تعمیرات به منظورهای زیر اعمال می شود:

۱- جلوگیری از خرابیها (تعمیرات پیشگیری یا نگهداری):

- بازرسیهای فنی
- ارائه سرویسهای نظیر تنظیم، روغنکاری، تمیزکاری و ...
- تعویض قطعات قبل از فرسودگی کامل
- تعمیر کلی تجهیزات در فواصل زمانی مشخص

۲- تعمیر خرابیهای اضطراری (تعمیرات اضطراری):

- تعویض قطعات از کارافتاده
- تعمیر قطعات از کار افتاده

۳- تصحیح طرح تجهیزات

- بهسازی طرح ماشینها برای جلوگیری از خرابیهای تکراری

٤- توجه به بهره برداری صحیح از تجهیزات ضمن تبادل نظر با دیگر بخشهای تولید و بهره برداران

عوامل موثر در تعیین میزان اعمال تعمیرات پیشگیری

۱- قابلیت اطمینان یک عنصر یا سیستم:
قابلیت اطمینان یک عنصر عبارت است از احتمال کارکرد صحیح عنصر برای مدتی معین و از پیش تعیین شده و در کیفیت معین و از پیش تعیین شده
۲- تعمیر پذیری:
تعمیر پذیری عبارت است از میزان پذیرش سیستم جهت اعمال امور تعمیراتی برای باز گردانیدن ان به شرایط مشخص وتعیین شده
هزینه ها شامل:

1) هزینه خسارات ایمنی (انسان یا محیط زیست)
2) هزینه نیروی انسانی برای تعمیرات
3) هزینه تامین قطعات یدکی
4) هزینه پنهان از کار افتادگی ماشینها به ویژه در تولید پیوسته وانبوه (ضایعات رکود و هزینه‌های عدم تولید)

هزینه‌های مورد نظر وروند تغییرات آنها

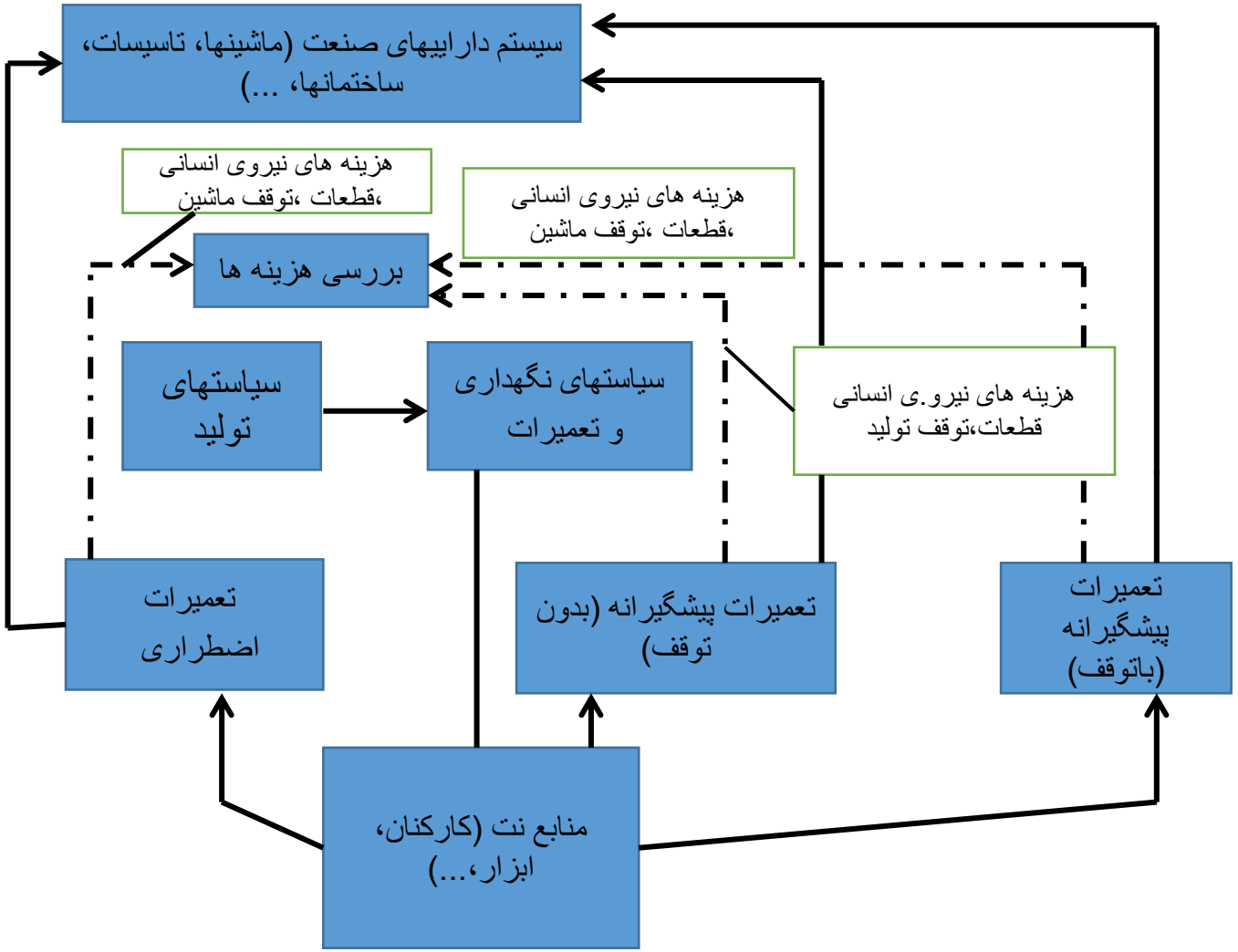
هزینه های مستقیم نظیر:

۱- هزینه ساعت کارکرد نیروی انسانی (دستمزده و بالاسری)،
۲- هزینه مواد و قطعات یدکی مورد نیاز

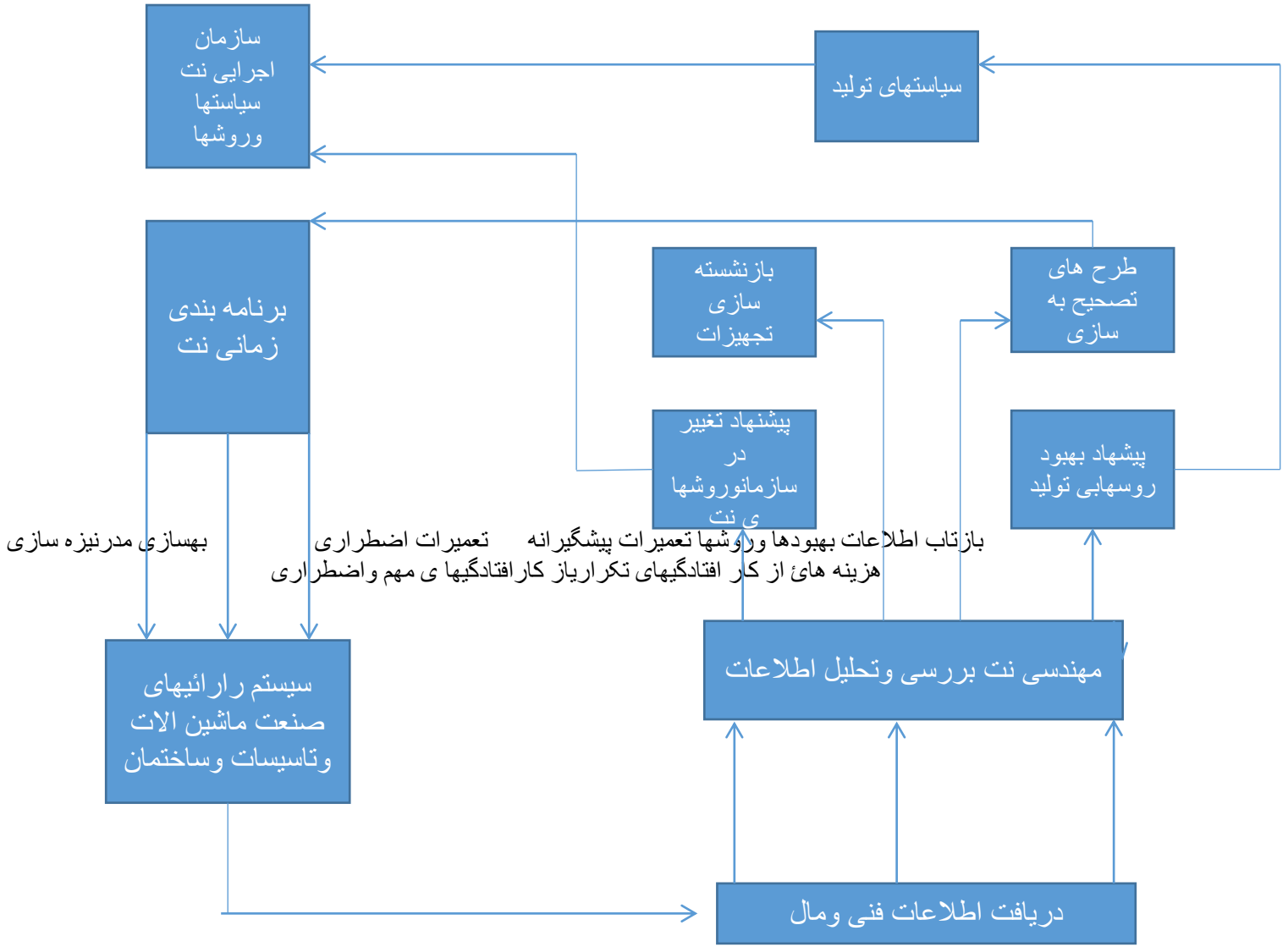
هزینه های غیر مستقیم نظیر:

۱- توقف تولید (هزینه رکود)،
۲-خسارات ایمنی،
۳- افت اعتبار شرکت نزد مشتریان و افت اعتبار مدیریت نزد کارکنان
٤- هزینه ضایع شدن مواد اولیه

مدل پیشنهادی برای کنترل عملیات و آمار و اطلاعات



مدل پیشنهادی گردش عملیات بین بخش مهندسی وامور اجرایی نت



مراحل سازماندهی امور نگهداری وتعمیرات

تفسیم بندی کارخانه ها از نظر روشهای تولید

1) سیستمهای تولید پیوسته: یک یا انواعی از مواد اولیه از یک سری ماشینها به طور زنجیره ای عبور کرده و پس از ایجاد تغییراتی در مواد اولیه که اغلب شامل تغییرات شرایط شیمیایی و فیزیکی می باشد به یک یا چند محصول محدود تبدیل می شوند (شبانه روز و در طول سال)
2) سیستم های تولید انبوه: یک نوع (یا مدلهای مختلف از یک نوع) فرآورده در مقادیر انبوه تولید می شود
3) سیستم تولید دسته ای: تعداد انواع قابل تولید زیاد بوده و حجم هر بار تولید در مقایسه با دو نوع قبلی به مراتب کمتر است. در این نوع سیستم تولیدی تجهیزات پس از تولید مقدار تعیین شده ای از فراورده ها برای تولید فراورده های دیگر اماده و تنظیم می‌شوند
4) سیستم های تولید سفارشی: فعالیتهای تولیدی جهت ساختن یک یا چند واحد محدود از یک دستگاه بزرگ که براساس سفارش و شرایط خواسته شده توسط مشتری تولید می شود متمرکز می شود

شناسایی محیط کار

موارد مهم از نظر آشنایی با محیط اطراف:

1- موقعیت و شرایط صنعتی محیط اطراف: مثلا امکان دریافت سرویس و کمک از کارخانه ها و کارگاههای اطراف (جوشکاری، ریختگری و...)، دریافت قطعات یدکی، سرویسهای اضطراری مانند آتش نشانی، خدمات اولیه برق اضطراری و ...

2- شرایط اقلیمی

3- وضعیت دریافت تاسیسات ضروری نظیراب،برق،سوخت و.....

تهیه شناسنامه برای دستگاه

1- تهیه لیست دستگاهها
2- کد گذاری دستگاهها و تجهیزات
3- تهیه پرونده دستگاهها
4- تهیه کارت دستگاه شامل اطلاعات:

- ✓ کد دستگاه
- ✓ مشخصات فنی شامل: قدرت، سرعت، مدل، ابعاد فیزیکی، وزن
- ✓ محل نصب یا بهره برداری
- ✓ اطلاعات مالی (شماره سفارش، قیمت خرید، نرخ استهلاک، ....)
- ✓ محل و شماره کاتالوگها، نقشه ها و دستورالعمل های فنی
- ✓ قطعات اصلی دستگاه (الکتروموتورها، گیربکسها و ...)
- ✓ انواع تاسیسات لازم (برق، آب، هوای فشرده، ...)
- ✓ نام و آدرس سازنده، فروشنده، نمایندگی فروش قطعات یدکی و محل سرویسهای پس از فروش

تهیه شناسنامه برای دستگاه

کارت شناسنامه دستگاه

شماره دستگاه		نام دستگاه									
محل دستگاه		ناحیه									
اندازه فونداسیون	ارتفاع دستگاه:		وزن:								
سازنده		شماره تلفن									
آدرس سازنده											
نام و آدرس فروشنده		شماره تلفن									
فروشنده قطعات		آدرس محل سرویسهای بعد از فروش									
شماره سفارش		شماره صورتحساب		تاریخ نصب		ضمانت					
قیمت خرید	ترخ استهلاک سالیانه		شماره مدل		عمر مفید پیش بینی شده						

		شماره نقشه‌ها و شرح	محل بایگانی		کاتالوگهای سرویس و تعمیر	محل بایگانی		لیست قطعات یدکی	محل بایگانی
نقشه‌ها و مدارک فنی	۱			۱			۱		
	۲			۲			۲		
	۳			۳			۳		
	۴			۴			۴		

	موتورها	عمل (کار)	سازنده	شماره مرجع	محل	HP/KW	RPM	V	ph	تأسیسات ضروری
۱										
۲										فشار هوا
۳										فشار آب
۴										فشار بخار

تاریخ تکمیل: تکمیل کننده:

ملاحظات:

کد گذاری (شماره‌گذاری) دستگاهها

هدف: امکانات جمع‌آوری و طبقه بندی آمار و اطلاعات فنی، مالی، هزینه ها، کنترل کارایی امور فنی

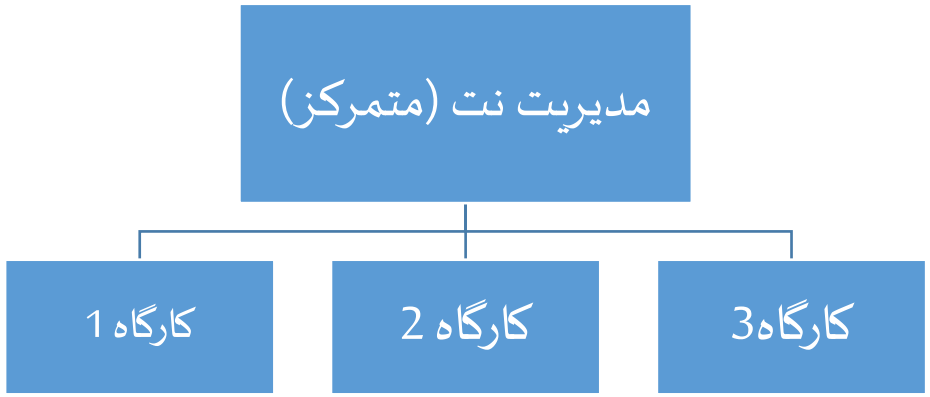
طبقه بندی داراییها براساس دسته بندی های زیر:
ماشینهای تولید، ماشنهای پشتیبانی، ماشینهای ازمایشگاهی، وسایل انتقال مواد، شبکه های تاسیسات، سیستمهای تهویه مطبوع، ساختمانها، ماشینهای دفتری، وسایل رفاهی وخدماتی

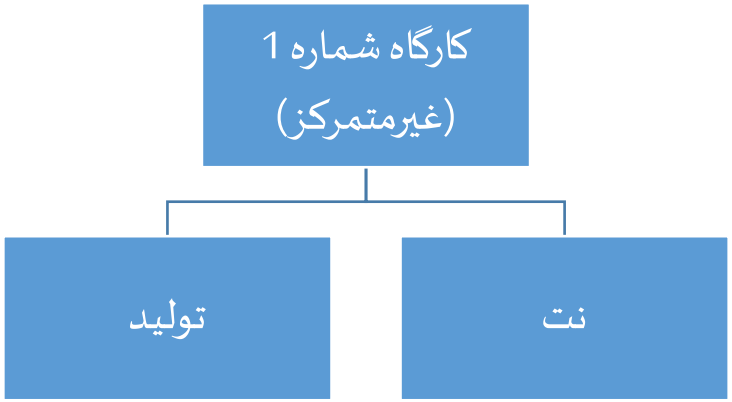
در کد گذاری توسعه اینده، محل، شماره ماشین، مدل و سری ماشین و... لحاظ می شود
در صورت زیادبودن دستگاهها از عدد و حرف استفاده شود
کد گذاری در شرکتها با یکدیگر متفاوت می باشد
کدگذاری در همه واحدهای شرکت یکسان می باشد
کد بر روی قطعات نصب می‌شود

سطح تمرکز سرویسهای فنی

انواع سازمانهای نت

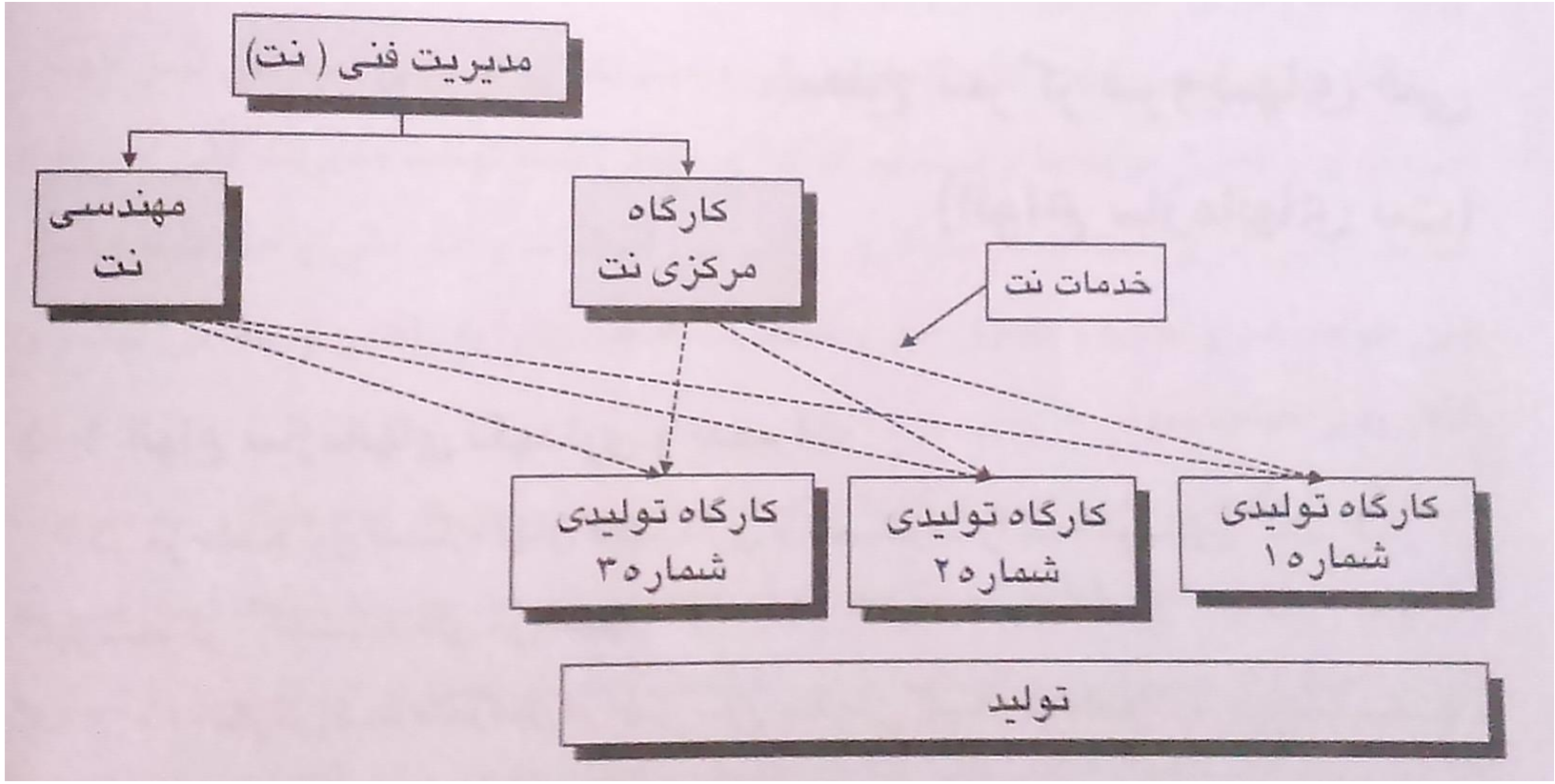
- ✓ سازمان نت متمرکز: کلیه خدمات لازم جهت قسمتها و کارگاههای مختلف توسط یک سازمان متمرکز نت یا مدیریت فنی تامین می شود
- ✓ سازمان نت غیر متمرکز: به جای یک تشکیلات مرکزی، هریک از کارگاههای بزرگ تولیدی و قسمتهای کارخانه در داخل تشکیلات خود یک گروه نت دارند که مستقیما زیر نظر سرپرست آن کارگاه تولیدی انجام وظیفه می کند.





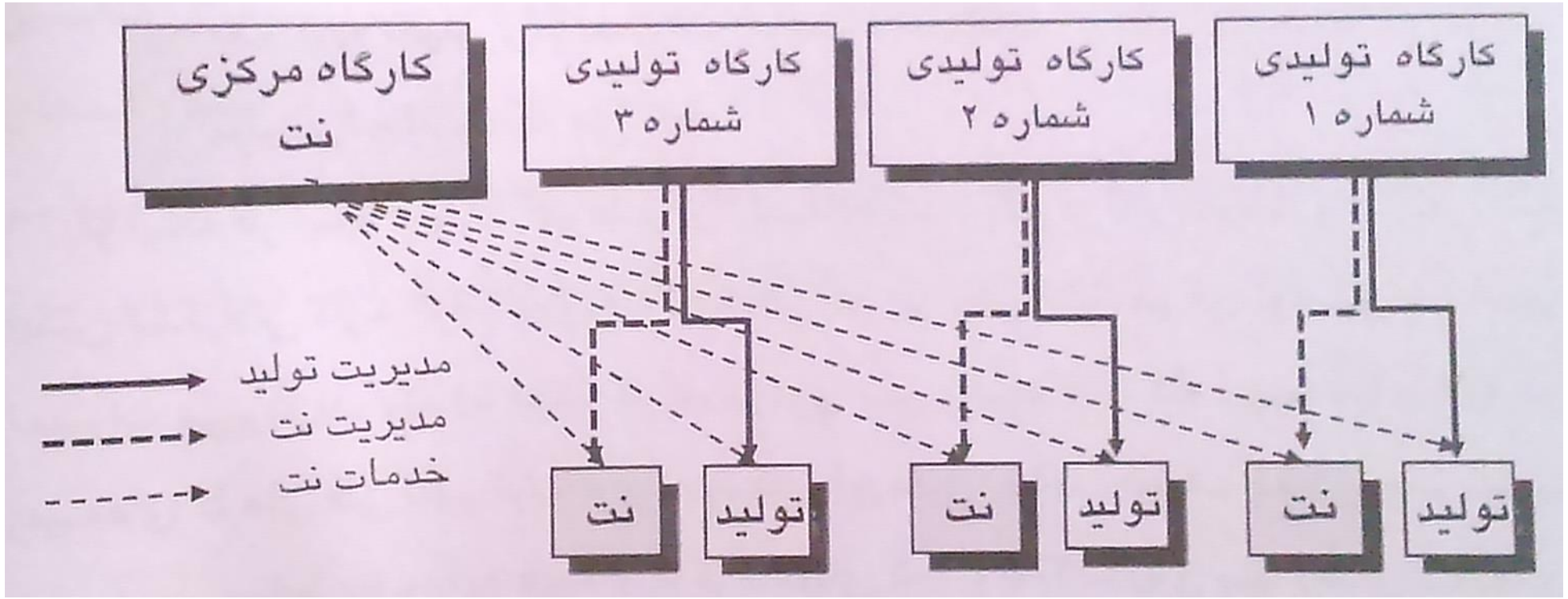
سطح تمرکز سرویسهای فنی

نت متمرکز



سطح تمرکز سرویسهای فنی

نت غیر متمرکز یا گسسته



مزایا ومعایب انواع سیستمها

مزایا غیرمتمرکز:

- ✓ بالا بردن سرعت انتقال اخبار و اطلاعات و دستورات در زمینه نت
- ✓ بالا رفتن سرعت یادگیری و مهارت کارکنان نت
- ✓ اشنایی کارکنان با روش‌های تولید خاص آن کارگاه
- ✓ همکاری نزدیک و روابط انسانی با واحد به علت وجود یک مدیر واحد

معایب غیرمتمرکز:

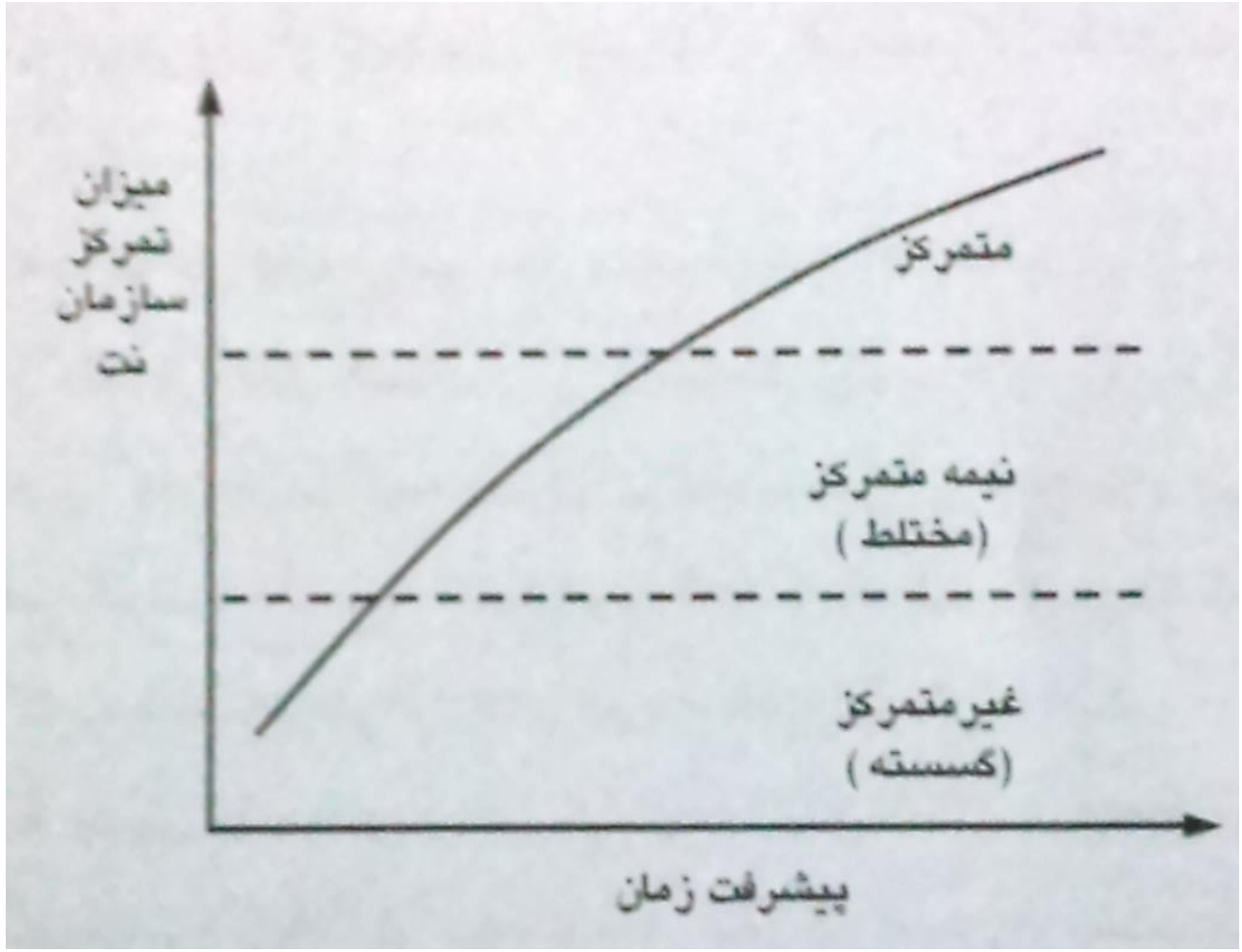
- ✓ بالا بردن هزینه بالاسری و سرپرستی
- ✓ بالارفتن حجم وهزینه نگهداری قطعات به علت عدم وجود انبار مرکزی
- ✓ یکنواختی کار کارگران
- ✓ عدم اشنایی کارکنان با سایر تخصص‌ها
- ✓ عدم امکانات اموزشی
- ✓ عدم امکان مطالعه وبررسی بازده گروه‌های نگهداری وتعمیرات ومقایسه وضعیت ماشینها وتجهیزات
- ✓ پایین بودن میزان استفاده از کارکنان واحدهای نت
- ✓ عدم امکان استاندارد کردن قطعات یدکی

دیدگاه‌های موجود در مورد استفاده از سیستم‌ها

اهم دلایل استفاده از سیستم غیر متمرکز:

- ✓ وسعت کارخانه از نظر تعداد و گستردگی کارگاهها
- ✓ عدم وجوه اشتراک در نوع خدمات فنی مورد لزوم در کارگاههای مختلف
- ✓ عوامل مسدود کننده کارگاه‌ها: نظیر شاهراهها، راه آهن، کانالهای روباز، خطوط فشار قوی جریان برق که ممکنست در شرایط اضطراری باعث ایجاد مشکلاتی ایمنی و در هر صورت باعث کاهش سرعت ارائه سرویس فنی بشوند.

دیدگاه‌های موجود در مورد استفاده از سیستم‌ها



ارزیابی مقایسه‌ای میزان تمرکز یا عدم تمرکز امورنت

با استفاده از پارامترهای تاثیر گذار وامتیاز دهی آن‌ها

اغلب صنایع تمایل به استفاده از سیستم متمرکز دارند

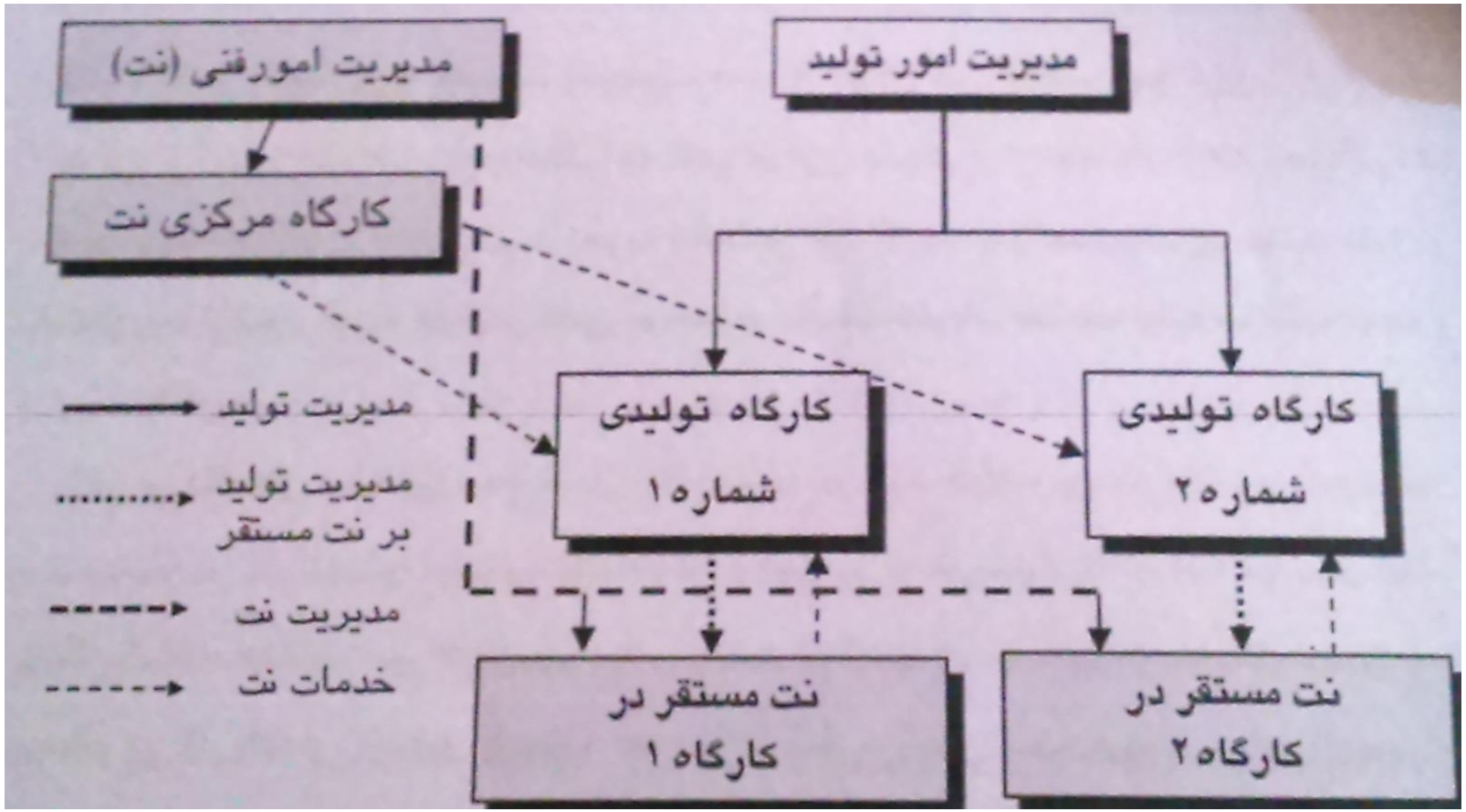
پارامترهای تاثیر گذار وامتیاز دهی آن‌ها

شماره	پارامتر (عامل) مورد ارزیابی	متمرکز	غیرمتمرکز
۱	بهره‌وری (کاربرد بهینه) از نیروی انسانی	زیاد	کم
۲	امکان بررسی و کنترل کمی و کیفی کار	زیاد	متوسط
۳	امکان آموزش عمومی کارکنان نت	زیاد	کم
۴	بادگیری کارکنان از شرایط بخصوص کار در یک کارگاه	کم	زیاد
۵	وجود تنوع به عنوان یک انگیزه مثبت در کار کارکنان نت	زیاد	کم
۶	برخوداری از روابط انسانی مناسب در رابطه با کارکنان تولید	کم	زیاد
۷	برخورداری از روابط انسانی مناسب در رابطه با کارگاه مرکزی نت	زیاد	کم
۸	آشنایی با روشهای تولید کارگاهها	کم	زیاد
۹	استفاده بهینه از امکانات پشتیبانی (مهندسی- مدارک فنی...)	زیاد	کم
۱۰	امکان دسترسی سریع به سرویسهای نت در شرایط اضطراری	کم	زیاد
۱۱	توجه به نقش اساسی و اهمیت امور مدیریت فنی	زیاد	کم
۱۲	امکان تجزیه و تحلیل علل خرابیها	زیاد	متوسط
۱۳	امکان برنامه‌ریزی فعالیتهای نت در ارتباط با امور تولید	متوسط	زیاد
۱۴	امکان کنترل (بررسی و تحلیل انحرافها نسبت به برنامه و تنظیم برنامه)	زیاد	کم
۱۵	بهره‌وری (کاربرد بهینه) ابزار مورد استفاده در نگهداری تعمیرات	زیاد	کم
۱۶	امکان تهیه روشهای بهینه تعمیرات پیشگیری	زیاد	متوسط
۱۷	امکان کاربرد بهینه قطعات یدکی (استفاده از روشهای کنترل موجودیها)	زیاد	کم
۱۸	امکان دسترسی به انواع تخصصهای کمیاب در بازار کار	زیاد	کم
۱۹	بهره‌وری (کاربرد بهینه) امکانات سرپرستی، مدیریت مهندسی، ...	زیاد	کم
۲۰	امکان استانداردسازی قطعات ماشین آلات	زیاد	کم
۲۱	سرعت انتقال اخبار و اطلاعات بین امور تولید و امور فنی (نت)	کم	زیاد
۲۲	امکان بررسی روشهای بهره‌برداری از دستگاهها توسط بخش تولید	زیاد	متوسط
۲۳	امکان دسترسی سریع به قطعات یدکی	کم	زیاد
۲۴	امکان تمایز هزینه‌های نت و تولید	زیاد	کم
۲۵	صرفه‌جویی در هزینه‌های حمل و نقل بین نت و کارگاههای تولیدی	کم	زیاد

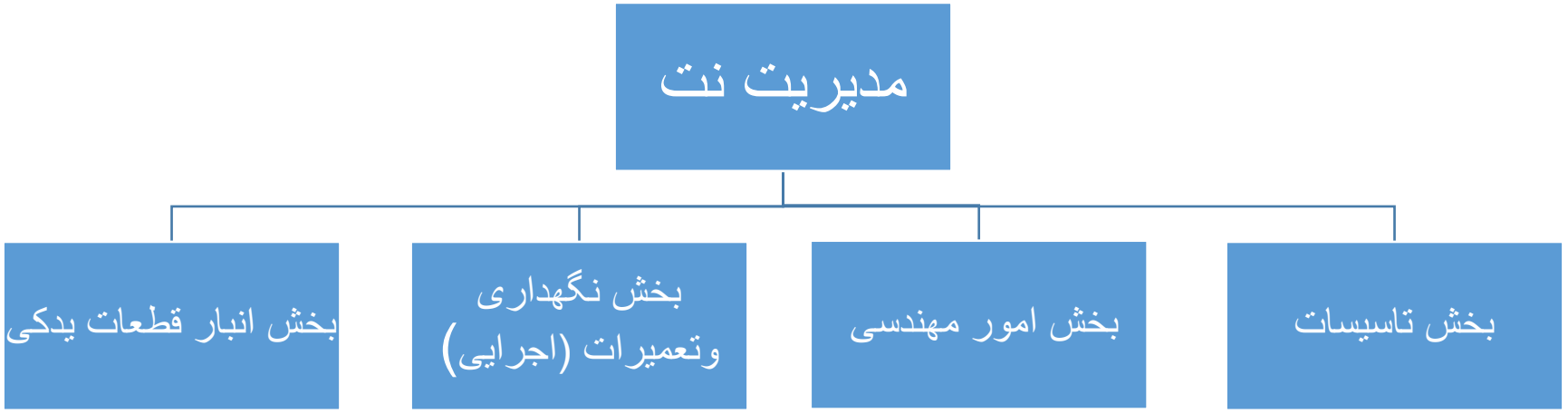
اصول یک سیستم نیمه متمرکز نت

- ✓ در این سیستم افراد نت در هر کارگاه وجود دارند
- ✓ با دستور مدیریت تولید تعمیرات انجام می‌شود.
- ✓ خط مشی کلی، حقوق، نقل و انتقال، ارتقا و... توسط نت مرکزی است
- ✓ امار و اطلاعات به نت مرکزی ارسال می شود
- ✓ یک کارگاه مجهز نت مرکزی وجود دارد
- ✓ کارگاه نت مرکزی به تعمیرات خودروها، تعمیرات حساس نظیر ابزار دقیق، تراشکاری و جوشکاری و.... می پردازد.

ارزیابی مقایسه‌ای میزان تمرکز یا عدم تمرکز امورنت



نمودار سازمانی بخشهای اصلی مدیریت فنی

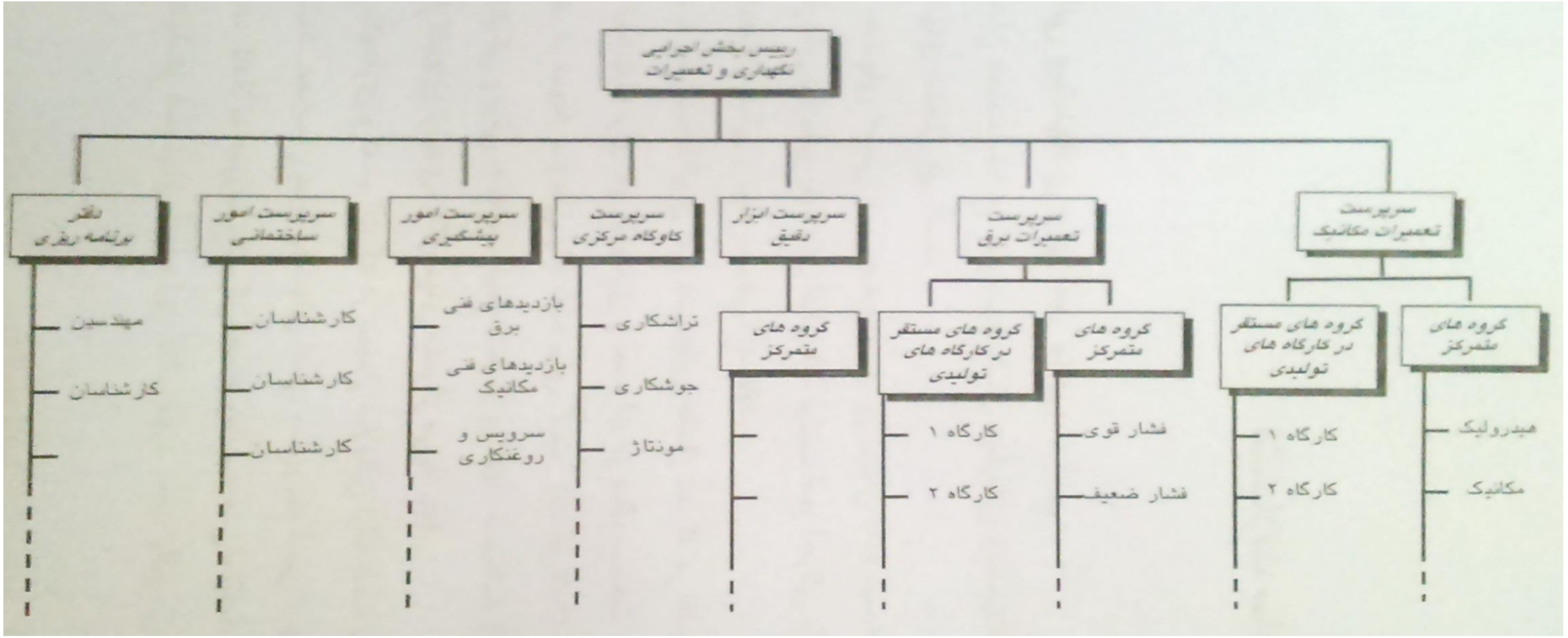


چارچوب فعالیتهای امور مدیریت فنی

نمودار سازمانی بخشهای اصلی مدیریت فنی

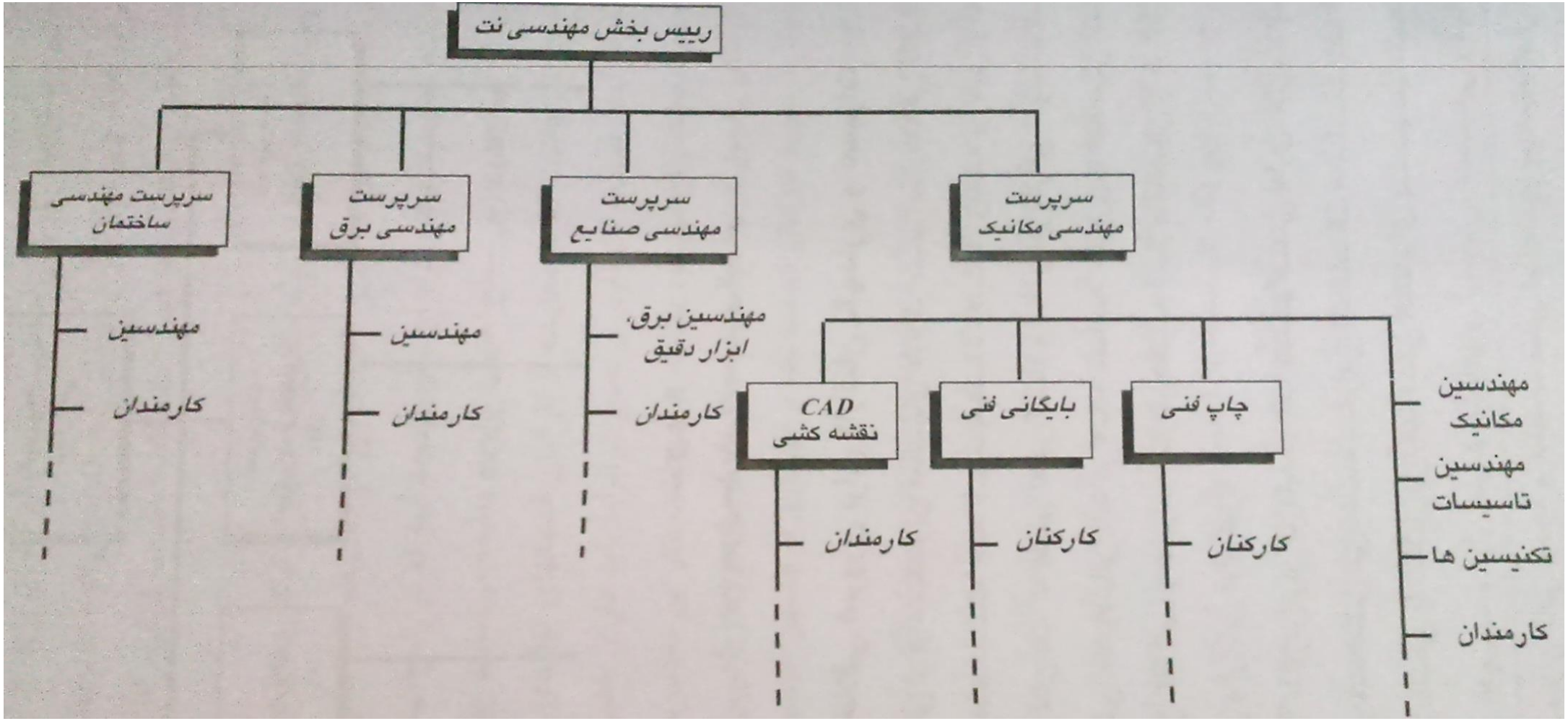
تشکیلات سازمانی

نمونه نمودار سازمانی بخش اجرایی نت



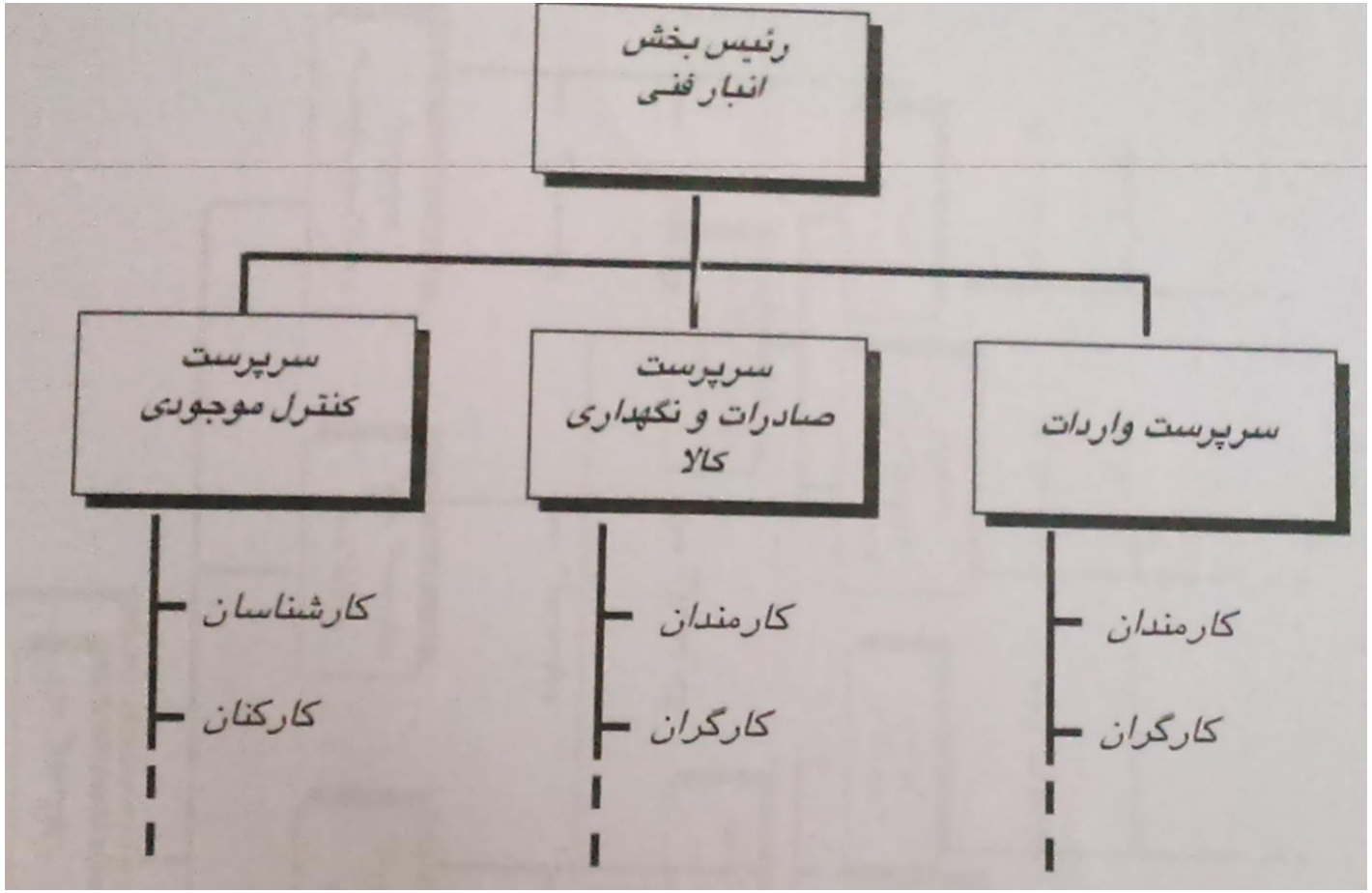
تشکیلات سازمانی

نمونه نمودار سازمانی بخش مهندسی در نت



تشکیلات سازمانی

نمونه نمودار سازمانی مناسب برای انبار فنی



ویژگیهای اخلاقی ضروری کارکنان نت

وظیفه شناسی

احساس مسئولیت

قدرت و استعداد یادگیری و تجزیه و تحلیل و بررسی

برقراری ارتباط صحیح و انتقال اطلاعات به صورت جامع و قابل فهم

کارایی و توانایی در انتقال دقیق مطالب و دستورهای کار

فاکتورهای انسانی (عوامل موثر در جذب و دفع کارکنان نت)

تداوم کار و جلوگیری از ترک محیط:
- احساس امنیت شغلی
- امکان برخورداری از اموزش فنی و توسعه مهارت و تخصص
- احساس برتری نسبت به کارگران تولید و حقوق و دستمزد بالاتر
- آزادی عمل بیشتر و برخورداری از تنوع در کار در مقایسه با کارگران تولید
- محیط سالمتر از نظر فیزیکی و از نظر روابط انسانی (بالاتر بودن سطح آموزش)

کاهش تداوم کار و باعث ترک محیط:
- تمایل مسئولین به انجام نت در ایام تعطیل
- حالت اماده بکار کارکنان نت (ساعات اداری و غیر اداری، تعطیل یا غیرتعطیل)
- شرایط حقوق ودستمزد
- عدم وجود امکانات فنی وپشتیبانی
- عدم دقت اپراتورهای تولید در استفاده صحیح از ماشینها (اساسی)
- احتیاج سایر صنایع به تخصص کارکنان نت
- احتمال خطرات جانی
- داشتن مسئولیت بیشتر (یک اشتباه ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود)

استعفای کارکنان

در سالهای اول کار یک واحد صنعتی میزان استعفای کارکنان نت و یا انتقال به سایر قسمتها کم است.

میزان استعفای کارکنان نت حدود 25% می باشد.

هزینه های حاصل از استعفای کارکنان نت:

هزینه اداری مربوط به استخدام، اخراج و ...

هزینه اگهی استخدام

هزینه اموزش کارکنان جدید با صنعت

هزینه افزایش زمان عیب یابی

هزینه تخریب مواد، ابزار، قطعات یدکی و ... توسط کارکنان جدید

هزینه افزایش احتیاج به سرپرستی ونظارت

هزینه های اضافه کاری برای کارکنان قدیمی در شرایط خالی بودن محلهای کار

(اثرات جنبی)

برآورد زمانها و برنامه‌ریزی کارها

براوردهای دقیق از زمانهای لازم برای اجرای فعالیتها از وظایف مهم دفتر برنامه‌ریزی نت بوده و برنامه‌ریزی کل کار را امکان پذیر می کند.

فواید برنامه‌ریزی کارهای نت:

- ✓ تقسیم نیروی انسانی به طور دقیق
- ✓ کنترل بهتر کارکرد و پیگیری و تعیین کارایی عملیات اجرایی نت
- ✓ فراهم اوردن امکانی مناسب برای قسمت تولید در برنامه های تولیدی که با عملیات تعمیراتی ارتباط پیدا می کند.
- ✓ امکان پذیر نمودن اجرا سیستمهای پرداخت پاداش و مزد تشویقی

تخمین زمان کارهای تعمیراتی

- ✓ تخمین زمان برای کارهای تعمیراتی به راحتی تخمین زمان برای کارهای تولیدی نیست

دلایل:

- عدم تشابه عملیات و تکرار مداوم عملیات مشابه
- وجود شرایط گوناگون برای اجرای عملیات مشابه
- عدم امکان تخمین دقیق زمانهای لازم برای عیب یابی

برآورد زمانها و برنامه‌ریزی کارها

در کشورهای صنعتی (اروپا)

- ✓ تماس با استادکار وصدور دستور کار به کارگران جهت اعزام به محل ۳ درصد
- ✓ منتظر ماندن برای رسیدن وسیله نقلیه ۳ درصد
- ✓ رفتن به محل و حمل تجهیزات و مستقر شدن در محل ۲۰ درصد
- ✓ مطالعه نقشه، محاسبات، ... ٤ درصد
- ✓ اوقات رفع احتیاجات شخصی ۱۸ درصد
- ✓ زمان عملی کار روی دستگاه (عیب یابی و رفع عیب) ۵۲ درصد

می توان با برنامه ریزی و تهیه سیستم مناسب زمان عیب یابی و رفع عیب را به ۸۰ درصد رساند

در امور مکانیکی عیب یابی زمان کمتر و در امور برقی و ابزار دقیق عیب یابی زمان بیشتری می برد

برآورد زمانها و برنامه‌ریزی کارها

جهت تخمین زمان:

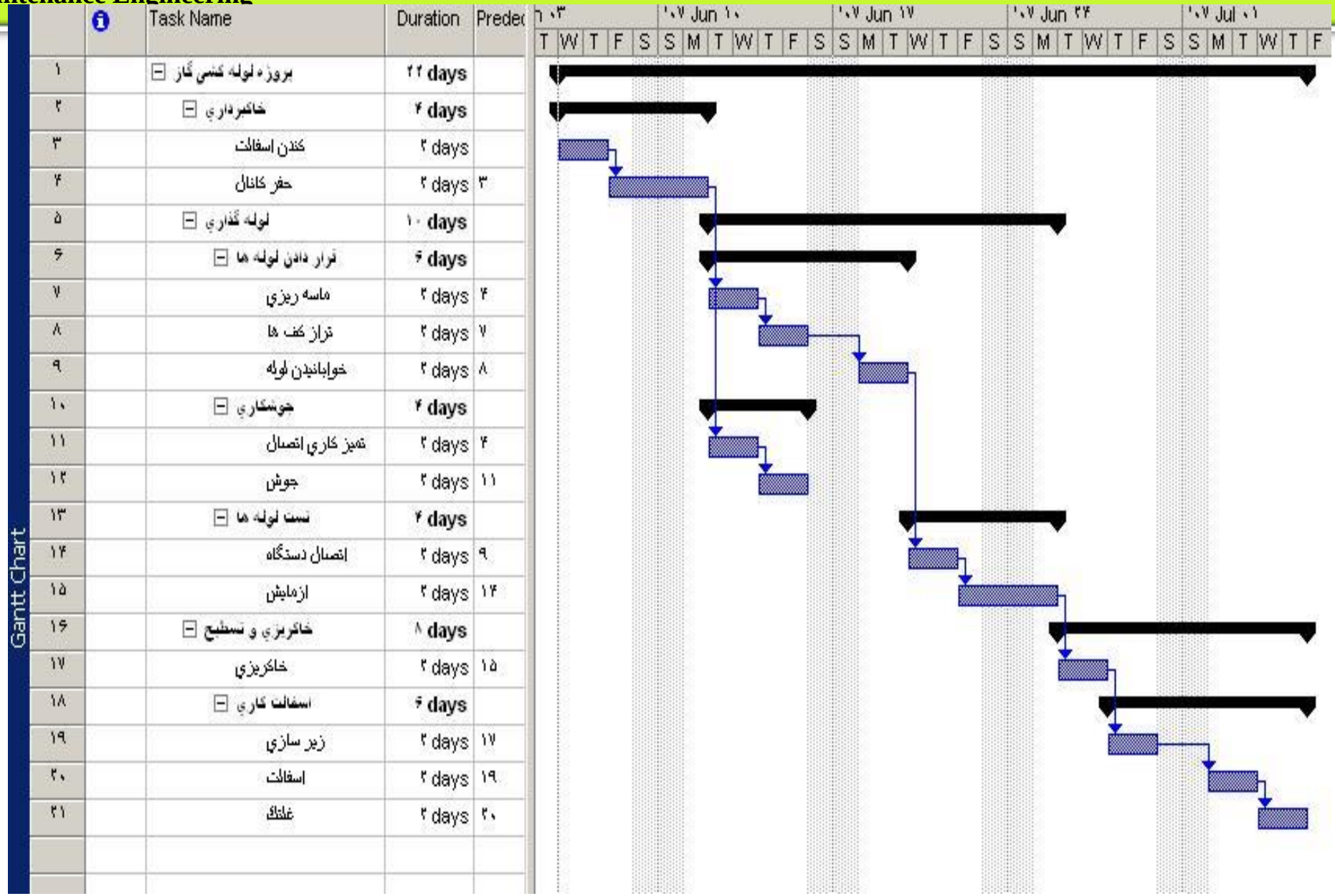
- ✓ استفاده از تجربیات مستقیم گذشته
- ✓ استفاد از آمار موجود برای کارهای مشابه در گذشته
- ✓ استفاده از جداول استاندارد موجود نظیر (Maintenance Time Standards) MTS، MTM (Maintenance Time Measurement) و (Pre-Determined Time Standard) PDTS

در امر برنامه ریزی استفاده از روشهای کنترل پروژه بسیار مناسب است.

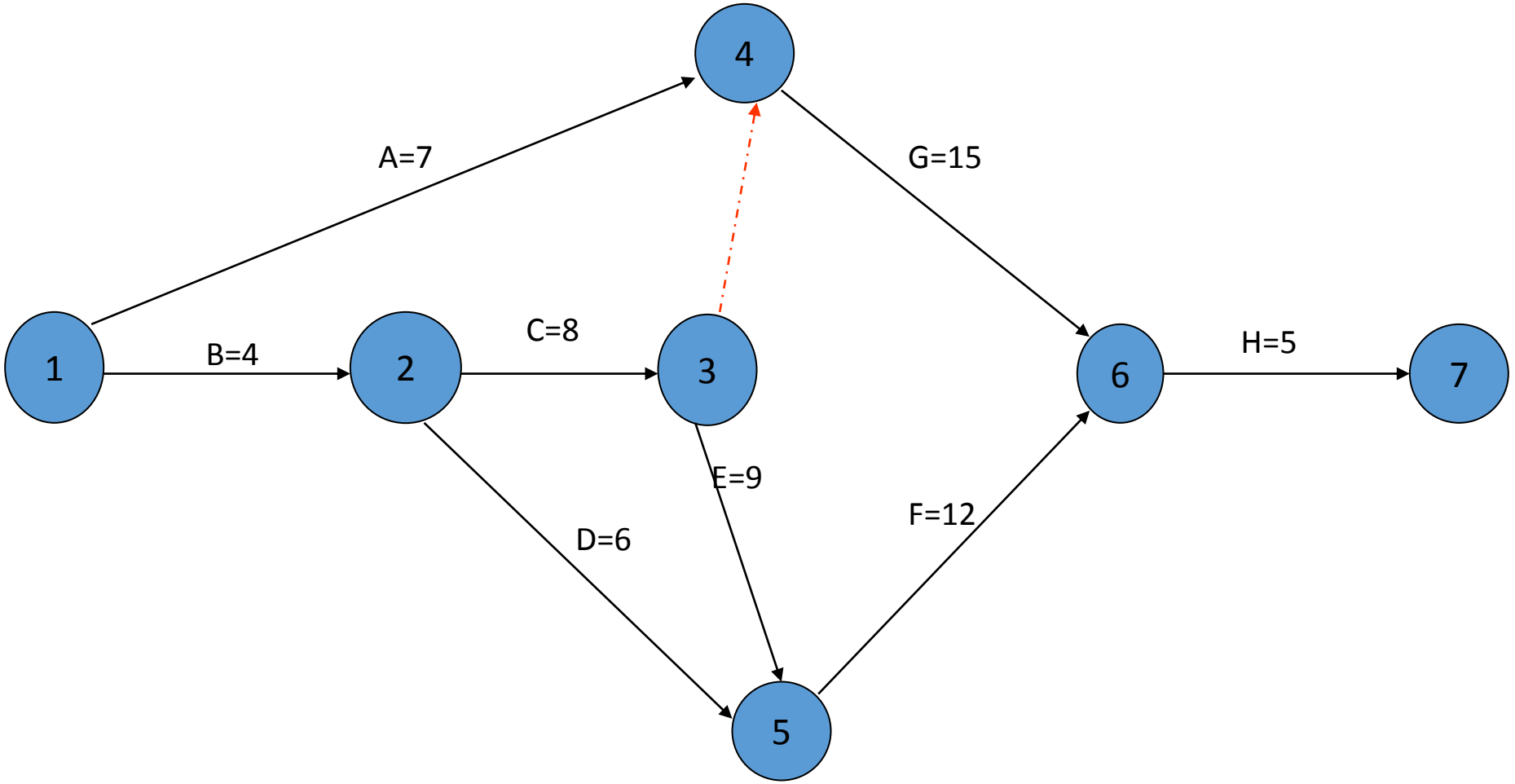
نمودار گانت

استفاده از روش GERT بهتر از PERT و PERT بهتر از CPM است.

برآورد زمانها و برنامه‌ریزی کارها



برآورد زمانها و برنامه‌ریزی کارها



درخواست کارهای تعمیراتی

درخواست کارهای تعمیراتی و ساخت						شماره درخواست	۱۰
شرح کار مورد درخواست						قسمت صادرکننده	۲
						نام متقاضی	۳
						تأیید توسط	۴
۸						تاریخ صدور	۵
		درجه اولویت	۳	۲	۱	تاریخ خواسته شده	۶
عملیات انجام شده توسط قسمت نگهداری و تعمیرات		شماره قسمت	ساعات کار			شماره مرکز هزینه	۷
						تأیید نگهداری و تعمیرات	۹
۲۳		۱۲	۱۳			نوع خرابی ۱۸	۵ ۴ ۳ ۲ ۱
						نوع کار انجام شده	۱۹
شماره درخواست خرید مصالح	۲۳	تاریخ	۲۴	جمع ساعات	۱۴	تاریخ تکمیل کار	۲۰
تاریخ دریافت جنس	۲۵			ارزش ریالی ساعات	۱۵	امضاء استادکار یا استادکاران	۲۱
شرح مختصر کار مورد درخواست	۱۱			ارزش ریالی مصالح	۱۶		
شماره درخواست	۱۰			کل هزینه انجام کار	۱۷		شماره فرم

اولویتها در انجام کار تعمیراتی

- ✓ اولویت اول: جهت امور اضطراری- ادامه کار با دستگاه خطرات جانی دارد یا توقف دستگاه باعث رکود تولید شده
- ✓ اولویت دوم: دستگاه در حال کار است ولی احتیاج به تعمیرات دارد تا از رکود و خرابی بیشتر در آن جلوگیری شود
- ✓ اولویت سوم: انجام اموری که مستقیما به امور تولید وابسته نیستند مانند خدمات، تعمیرات ساختمانها، امور دفتری و رفاهی و...

اولویتها در انجام کار تعمیراتی

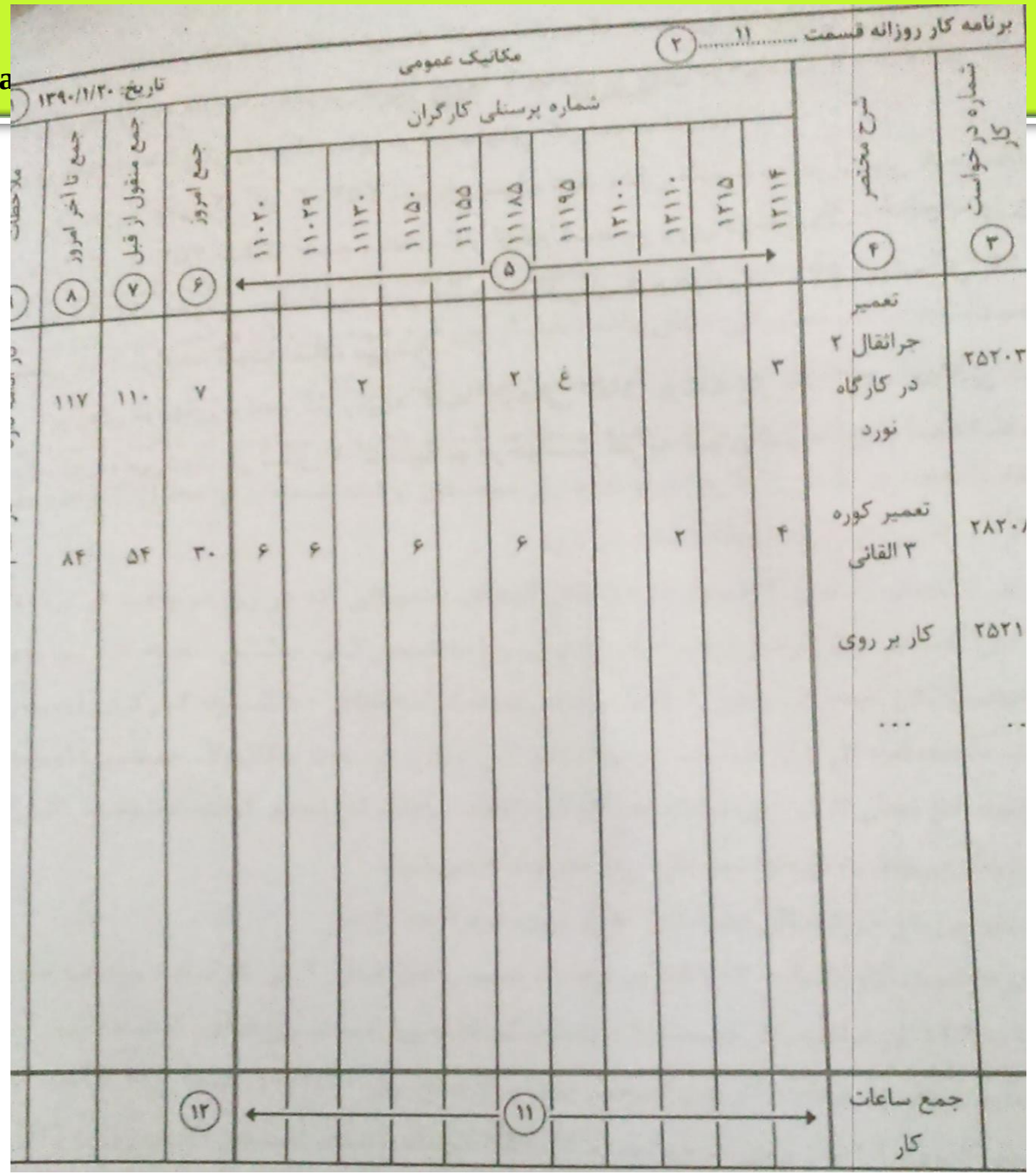
عوامل تاثیرگذار در تعیین اولویت کارهای تعمیراتی

- ✓ عامل نوع کار تعمیراتی که باید انجام شود
- ✓ عامل نوع دستگاه تولیدی از نظر اهمیت کار در خط تولید

تعیین اولویت درخواستها

عامل نوع دستگاه	گروه تجهیزات	طبقه	عامل نوع کار تعمیراتی	نوع کار	طبقه
سرویسهای کلیدی و حساس که رکود آنها باعث رکود بیش از یک ماشین خواهد شد، نظیر سیستم هوای فشرده، بخار، آب صنعتی	سرویسهای کلیدی	۱۰	رکود در ماشین تولید را متوقف کرده یا به علت نقص در ماشین کیفیت محصول عوض شده یا احتمال خطرات جانی برای افراد وجود دارد.	تعمیرات اضطراری	۱۰
ماشین هایی که برای آنها یدک منظور نشده و مواد و قطعات نیمه تمام "بین کارگاهی" نیز بعد از آنها ذخیره نشده	ماشینهای کلیدی در تولید	۹	بازدیدها- روغنکاری- تعویض قطعات فرسوده برای جلوگیری از رکود ماشین	پیشگیری	۹
در صورت توقف یک ماشین، کل سیستم تولید متوقف می‌شود.	ماشینهای بهم پیوسته	۸	تعویض ابزار- راه اندازی- تنظیم	کمک به امور تولید	۸
ماشین‌هایی که از نوع مشابه آنها تعدادی درکارگاه وجود دارد و در صورت خرابی یکی از آنها بقیه قابل استفاده هستند.	ماشینهای چندتایی	۷	تعمیرات تصحیحی که مستقیماً پس از بازدیدهای دوره‌ای لزوم آن گزارش شده و اگر ظرف ۲۴ ساعت انجام نشوند باعث از کارافتادگی می‌شوند.	تصحیحی ۱	۷
مطابق طبقه ۱۰ ولی دارای یدک	سرویسهای یدکی	۶	تعمیر و مرمت قطعه یدکی (که روی ماشین نیست) و به غیر از آن قطعه یدکی دیگری در انبار موجود نیست	تصحیحی ۲	۶

برنامه کارروزانه و ثبت ساعات کار



برنامه کار روزانه قسمت ..... ۱۱ ..... ۲
مکانیک عمومی
تاریخ: ۱۳۹۰/۱/۲۰ ۱

شماره درخواست کار ۳	شرح مختصر ۴	شماره پرسنلی کارگران ۵										جمع امروز ۶	جمع منقول از قبل ۷	جمع تا آخر امروز ۸
		۱۲۱۱۴	۱۲۱۱۵	۱۲۱۱۰	۱۲۱۰۰	۱۱۱۹۵	۱۱۱۸۵	۱۱۱۵۵	۱۱۱۵۰	۱۱۱۳۰	۱۱۰۲۹	۱۱۰۲۰			
۲۵۲۰۳	تعمیر جرثقال ۲ در کارگاه نورد	۳				ع	۲			۲		۷	۱۱۰	۱۱۷
۲۸۲۰۸	تعمیر کوره ۳ القائی	۴		۲			۶		۶		۶	۳۰	۵۴	۸۴
۲۵۲۱۰	کار بر روی													
..	...													
	جمع ساعات کار	۱۱										۱۲		

فرم محاسبه هزینه های یک ساعت کار تعمیراتی

ردیف	فرم محاسبه هزینه‌های یک ساعت کار تعمیراتی	مربوط به ماه: ..... تاریخ: .....
۱	D= جمع دستمزد مستقیم کارگران و سرکارگران تعمیرات	..... ریال
۲	H_1 = حقوق سرپرستان، کارمندان دفتری، کارشناسان	..... ریال
۳	H_2 = دستمزد کارگران عمومی، (تمیزکار، رفتگر، ....)	..... ریال
۴	H_3 = هزینه‌های عمومی، (آب، برق، سوخت، ...)	..... ریال
۵	H_4 = مواد و مصالح دارای مصرف عمومی (روغنها، چسب‌ها، ...)	..... ریال
۶	H_5 = هزینه‌های ماهیانه استهلاک تجهیزات ابزار، ...	..... ریال
۷	H_6 = سایر هزینه‌های عمومی	..... ریال
۸	جمع ..... ریال	
۹	T = تعداد ساعات کار عملی تعمیراتی در ماه ..... ساعت	
۱۰	ریال: ..... = هزینه‌های دستمزد مستقیم به ازاء هر یک ساعت کار تعمیراتی $= C = \frac{D}{T}$	
۱۱	ریال: ..... = هزینه‌های بالاسری به ازاء هر یک ساعت کار تعمیراتی $H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{T}$	
۱۲	ریال: = $C+H$= جمع هزینه‌های یک ساعت کار تعمیراتی	

امضاء حسابدار: تاریخ: امضاء مسئول برنامه‌ریزی: تاریخ:

فرم محاسبه هزینه های یک ساعت کار تعمیراتی

در یک نت:

– حقوق ماهیانه سرپرستان، کارمندان دفتری و کارشناسان برابر با ٤٠ واحد پولی است. دستمزد کارگران عمومی (تمیزکاری و ..) برابر با ٢٠ واحد پولی در ماه است.

– هزینه‌های عمومی (آب، برق، سوخت و ..) و هزینه‌های مواد و مصالح مصرفی (مانند روغن، چسب و ..) در ماه به ترتیب برابر با ١٠ و ١٥ واحد پولی است.

- هزینه اولیه تجهیزات برابر با ٤٠٠٠٠ واحد پولی و عمر مفید آن‌ها ٢٠ سال است. سایر هزینه‌های متفرقه برابر با ٢٠ واحد پولی در ماه است.
- کل ساعات کار عملی در ماه ١٠٠ ساعت بوده است. دستمزد مستقیم کارگران و سرکارگران تعمیر در یک ماه برابر با ٢٠٠ واحد پولی است.
- هزینه دستمزده‌های مستقیم به ازای هر یک ساعت کار تعمیراتی و هزینه بالاسری به ازای هر یک ساعت کار تعمیراتی را حساب کنید. کل هزینه‌های یک ساعت کار تعمیراتی چقدر است؟

بازرسی‌های فنی و تعمیرات پیشگیرانه

- ✓ در یک سیستم منظم نت ۹٤٪ نت مربوط به بازرسی و پیشگیری و ٦٪ تعمیرات اضطراری است
- ✓ ۵۰٪ فعالیتهای مدیریت نت جنبه غیر تعمیراتی دارد
- ✓ در یک سیستم منظم مدیریت فنی (نت) فقط ۳٪ تعمیرات اضطراری و۹۷٪ تعمیرات پیشگیرانه است

بازرسی‌های فنی و تعمیرات پیشگیرانه

سطوح مختلف بازدید فنی به منظور عملیات پیشگیری

۱- بازدید توسط انسان به وسیله حواس انسانی براساس برنامه های دوره ای بازدید

۲- بازدید توسط انسان ولی با استفاده از ابزار و تجهیزات مخصوص

۳- آنالیز شیمیایی روغنهای مستعمل در دستگاهها

٤- نصب واستفاده از ابزار وتجهیزات نصب شده بر روی دستگاهها برای اعلام خطر و وضعیت کار ماشینها:

طبقه ۱ و ۲ براساس بازدیدهای فنی صورت می گیرد (بازرسی پیشگیری)

فواید طبقه ٤

- کاهش هزینه نیروی انسانی برای بازدید کمتر
- کاهش نیاز به توقف دستگاههای تولید برای بازدید
- کاهش اشتباهات احتمالی انسانی

بازرسی‌های فنی و تعمیرات پیشگیرانه

روشهای برنامه ریزی بازدید های فنی (بازرسی پیشگیرانه)

- ✓ فرم پیشگیری (برای هر دستگاه جداگانه: براساس پیشنهاد سازنده و تکمیل و تصحیح با استفاده از اطلاعات بازتابی)
- ✓ فرم سالیانه پیشگیری (مستقیما از روی فرمهای پیشگیری تهیه می شود: در تابلو بزرگ روی دیوار یا فایل کامپیوتر)
- ✓ برنامه هفتگی (از روی برنامه سالیانه قابل برداشت است)
- ✓ فرم مشخصات کار پیشگیری (یک نوع تخصص و دوره تناب)
- ✓ فرم گزارش بازرسی (نتایج بازرسی منعکس می شود)
- ✓ کاربرد کامپیوتر در امور تعمیرات پیشگیری (CMMS)
- ✓ برنامه روانکاری
- ✓ تعمیرات کلی

فرم پیشگیری

نام ماشین: نورد اصلی شماره ماشین: ۱۰۰۱-۵	محل استقرار : ک گ نورد	تاریخ : ۱۳۹۰/۰۹/۱۰ شماره تجدیدنظر: ۳
شرح عملیات		تخصص/ دوره تناوب
موتورهای برقی		
۱- موتورها را در حال کار از نظر درجه حرارت و میزان لرزش بازدید کنید.		ب / ه
۲- اتصال بین موتور و کوپلینگ‌ها را بررسی کنید.		م / ما
۳- اتصال سیمهای برق موتورها را بررسی کنید.		ب / ما
۴- مقدار جریان (آمپر) فازهای مختلف را اندازه‌گیری کنید.		ب / ما
۵- استحکام پیچهای اتصال موتور به بدنه ماشین را بررسی کنید.		م / ما
۶-		
جعبه دنده‌ها		
۱- جعبه دنده‌ها را از نظر درجه حرارت و میزان لرزش بررسی کنید.		م / ما
۲-		م / ۳ ما
۳-		م / سا
تابلوهای کنترل		
۱- وضعیت دربهای تابلوها را از نظر آب‌بندی بودن بررسی کنید.		ب / ما
۲- رله‌ها و کنتاکتورها را از نظر درجه حرارت بررسی کنید.		ب / ما
۳- رله‌ها و کنتاکتورها را تمیز کنید.		ب/ ۳ ما
۴- تنظیم رله‌ها را بررسی کنید.		ب / ما
۵-		.....
تهیه شده توسط: ع.ح. ش		تایید توسط:

فرم سالیانه پیشگیری

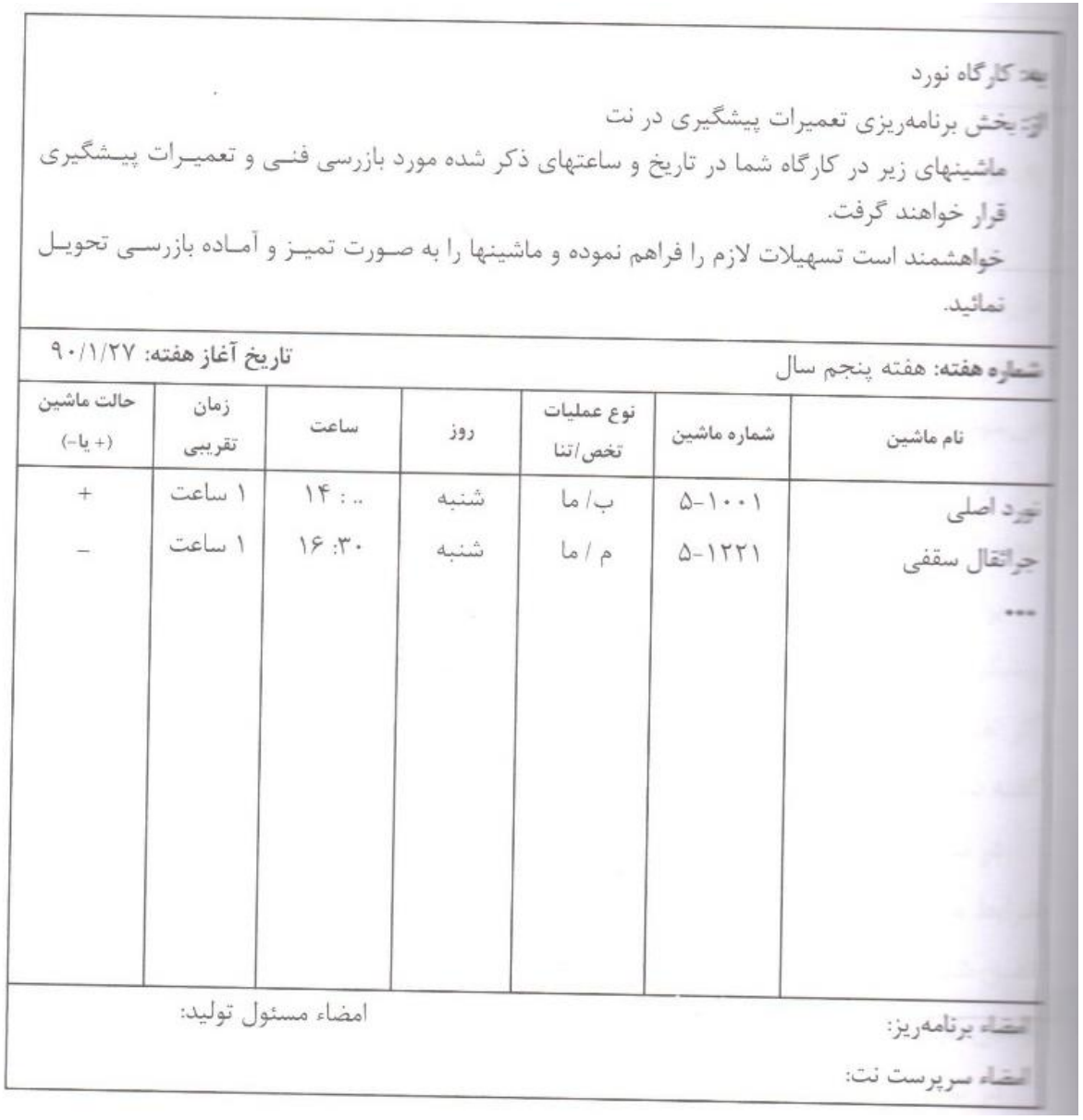
نام کارگاه		هفته‌های سال																									
نام ماشین (دارائی فیزیکی)	شماره ماشین	فروردین						اردیبهشت						خرداد													
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	...	۵۲										
نورد اصلی	۵-۱۰۰۱	ب/ه	ب/ه	ب/ه	ب/ه	ب/ه									ب/ه	...	ب/ه										
		م/ما				م/ما				م/ما						...											
		۳/۴ما												۳/۴ما		...											
				ب/ما				ب/ما				ب/ما				...											
جرائقال سقفی	۵-۱۲۲۱	م/ه	م/ه	م/ه	م/ه											...											
		ب/ما				ب/ما				ب/ما				ب/ما		...											
		ب/۳ما												ب/۳ما		...											

نوع تعمیر
م: مکانیکی
ب: برقی
ا: ابزار دقیق
س : ساختمانی

دوره‌های تناوب
ه: هفتگی
ما: ماهیانه
۳ ما: سه ماهه
سا: سالیانه

(در مثال بالا ماشین نورد اصلی یک بازدید برقی هفتگی، یک بازدید مکانیکی ماهیانه، یک بازدید مکانیکی سه ماهه و یک بازدید برقی ماهیانه دارد).

فرم هفتگی پیشگیری



بعد کارگاه نورد

از: بخش برنامه‌ریزی تعمیرات پیشگیری در نت

ماشینهای زیر در کارگاه شما در تاریخ و ساعتهای ذکر شده مورد بازرسی فنی و تعمیرات پیشگیری قرار خواهند گرفت.

خواهشمند است تسهیلات لازم را فراهم نموده و ماشینها را به صورت تمیز و آماده بازرسی تحویل نمائید.

شماره هفته: هفته پنجم سال — تاریخ آغاز هفته: ۹۰/۱/۲۷

نام ماشین	شماره ماشین	نوع عملیات تخص/تنا	روز	ساعت	زمان تقریبی	حالت ماشین (+ یا -)
نورد اصلی	۵-۱۰۰۱	ب/ ما	شنبه	.. : ۱۴	۱ ساعت	+
جرانقال سقفی	۵-۱۲۲۱	م / ما	شنبه	۱۶ :۳۰	۱ ساعت	-
...						

امضاء برنامه‌ریز:

امضاء سرپرست نت:

امضاء مسئول تولید:

فرم مشخصات کارپیشگیری

نام ماشین : نورد اصلی
تاریخ :۱۳۹۰/۱/۲۲

شماره ماشین: ۱۰۰۱-۵
محل استقرار: ک گ نورد
شماره تجدید نظر:

شماره هفته‌هائی از سال که این عملیات انجام می‌شود : ۳ و ۷ و ۱۱ و ۱۵ و ۱۹ و ...

تخصص / تناوب : ب / ما (برقی/ ماهیانه)

نیروی انسانی لازم	زمان تخمینی: ۱ ساعت
برق کار :۱ نفر کمک برق کار :۲ نفر	(ماشین در حال کار)

شماره کار	شرح عملیات
	موتورهای برقی
۱	اتصال سیمهای برقی موتورها را بررسی کنید.
۲	مقدار جریان (آمپر) فازهای مختلف را اندازه بگیری کنید
۳	...
۴	...
	تابلوهای کنترل
۱۵	وضعیت تابلوها را از نظر آب‌بندی بودن بررسی کنید.
۱۶	رله‌ها وکنتاکتورها را از نظر درجه حرارت بررسی کنید.
۱۷	تنظیم رله‌ها را بررسی کنید.
۱۸	...
	...

یادداشت: هرگونه اشکال دیگری را که روی ماشین دیدید گزارش کنید.

تهیه شده توسط: ع . ح . ش
تایید توسط : م .گ

فرم مشخصات کارپیشگیری

نام ماشین : نورد اصلی
شماره ماشین: ۱۰۰۱-۵ محل استقرار: ک گ نورد
تخصص / تناوب: ب / ما

تاریخ : چهارشنبه ۱۳۹۰/۱/۱۷

شماره کار	نتیجه بازرسی (عملیات انجام شده و شرح مشاهدات)	شماره درخواست کار
۱	خوب	
۲	مقدار جریان در یکی از فازها زیاد است.	
⋮		
۱۵	درب تابلو آب بندی نیست و گرد و خاک نفوذ می‌کند، باید تعمیر شود.	۴۹۹۳
⋮		
۱۷	رله شماره ۱۰-BBC از تنظیم خارج شده. مجددا تنظیم شد. این رله مرتباً از تنظیم خارج می‌شود. احتیاج به بررسی دقیق توسط بخش مهندسی نت دارد.	۴۹۹۴

زمان صرف شده:	ساعت	دقیقه	از ساعت: ۱۴:۰۵ تا ساعت : ۱۵:۱۵
	۱	۱۰	

بازدیدکنندگان : ۱- ع . ش ۲- ک . ح ۳- م. ر
امضاء سرپرست:

فرم مشخصات روغنکاری

شماره کد ماشین: نام ماشین: محل استقرار:

تهیه‌کننده: تصویب‌کننده: تاریخ:

نام اجزاء ماشین	مواضع اعمال روغنکاری	تعداد محل‌ها	نوع روغن	دوره تناوب		مقدار روغن (لیتر)	زمان تقریبی (دقیقه)
				تعویض	بازدید		

یادداشت:

در صورتی که عملیات روغنکاری در حالیکه ماشین مشغول به کار است امکان پذیر می باشد، در کنار نوشته‌های مربوط به دوره تناوب، علامت **(+)** و در صورتی که امکان‌پذیر نمی‌باشد، علامت **(-)** بگذارید.

شماره تجدید نظر: تاریخ: توسط: تأیید:

روشهای انجام تعمیرات کلی

شماره (کد) ماشین : ..... نام ماشین : ..... محل استقرار: .....

فاصله زمانی بین دو تعمیر : ..... | تهیه کننده: ..... تایید: ..... تاریخ: .....

ج) تعمیر پمپ اصلی روغن (نقشه شماره .....)

ضمن رعایت دستورات ایمنی:

۱- فیوز دستگاه را باز کنید.

۲- اتصال برق به موتور پمپ را قطع کنید.

۳- با باز کردن شیر شماره ۴ روغن داخل سیستم را کاملاً تخلیه کنید.

۴- کوپلینگ شلنگهای ورودی و خروجی پمپ را باز کنید. (با آچار فرانسه)

۵- شش عدد پیچ اتصال پمپ به بدنه ماشین را با آچار میلیمتری ۱۴ باز کنید.

۶- .....

⋮

۱۴- مقدار لقی شافت ***S2*** را به کمک کولیس اندازه بگیرید.

۱۵- اگر لقی بیش از ۰/۳ میلیمتر است شافت را عوض کنید.

(برای تعویض به روش نشان داده شده در صفحه ..... مراجعه کنید).

۱۶- .....

⋮

۲۰- مجدداً صفحه روی کاسه نمد را در محل قرار داده پیچها را با نیروی مساوی (۰/۷۵ کیلوگرم-متر) محکم کنید.

۲۱- .....

شماره تجدیدنظر: ..... توسط: ..... تایید: ..... تاریخ: .....

زبان فنی در امور فنی

اصول کار پیشنهاد موسسه کاترپیلر تحت عنوان ILSAM برای این ارتباط فنی:

- ✓ استاندارد کردن اصطلاحات نت
- ✓ استاندارد کردن ساختارجملات فنی در نت
- ✓ حذف اصطلاحات مترادف
- ✓ بکار گیری سیستم ILSAM (استفاده از مخفف‌ها برای کاستن مشکل ارتباطی با متخصصین)

سرویسهای قابل دریافت از پیمانکاران

۱- دریافت نیروی کار **۲- سرویسهای ساخت قطعات یدکی و لوازم مصرفی**

دریافت نیروی کار:

در شروع دوره بهره برداری به دلیل عدم آشنایی کارکنان نگهداری و تعمیرات، عدم امکان دسترسی و استخدام کارگران و تکنسین متخصص مناسب است قسمتی از امور نت به پیمانکار واگذار شود. ولی نباید قراردادها طولانی مدت باشند:

۱- بالاتر بودن هزینه قرار داد از هزینه خود صنعت برای خدمات مشابه

۲- در سرویس اضطراری تاخیر صورت می‌گیرد

۳-عدم امکان رکوردگیری دقیق و جمع اوری اطلاعات بازتابی با مشکل مواجه می شود

٤- کاهش امکانات آموزشی کارکنان دائم

٥- قیمت بیشتر برای قطعات یدکی

٦- در صورت قطع ناگهانی قرار داد، آمادگی در کارخانه برای ارائه سرویسها وجود ندارد

سرویسهای قابل دریافت از پیمانکاران

قراردادهای سرویسی شامل:

۱- خدماتی که در یک مدت طولانی فقط یکبار مورد لزوم خواهند بود

- نصب و راه اندازی یک ماشین جدید
- نصب سیستم های کامپیوتری برای برنامه ریزی و مدیریت امور نت
- تعمیرات اساسی
- امور دفتری و مهندسی نظیر تهیه شناسنامه تجهیزات یا تهیه برنامه های پیشگیری

۲- خدمات مستمر نظیر: انجام بخشی از امور پیشگیری، سرویس و روانکاری، پشتیبانی سیستمهای مکانیزه (CMMS)

۳- تامین کارگر و نیروی کار: برای تعمیرات اساسی و تمیزی دفاتر و ....

سرویسهای قابل دریافت از پیمانکاران

عوامل در انتخاب پیمانکار مناسب و عقد قراردادها

- قابلیت اطمینان و توانایی پیمانکار
- وجود افراد مشخص که نام انها در قرارداد ذکر شده و خدمات کلیدی را انجام می دهند
- دسترسی راحت و سریع به پیمانکار
- پیمانکار قطعات یدکی کافی داشته باشد
- رعایت اصول ایمنی و مقررات داخلی صنعت
- قبول مسئولیت آموزش به کارکنان دائمی
- تامین اطلاعات بازتابی از خرابی، علل خرابی و عملیات انجام شده برای تعمیر
- حفظ اطلاعات داخلی سازمان

اطلاعات و مدارک پشتیبانی فنی

اهمیت اطلاعات و مدارک فنی:

۱- عدم دسترسی راحت به سازندگان خارجی دستگاه‌ها

۲- توجه به نوع اطلاعات فنی شامل مشخصات فنی دستگاه

۳- دستورالعملهای راه اندازی

٤- روشهای بهره برداری

٥- دستورالعملهای نگهداری و تعمیرات

٦- لیست قطعات

۷- دیاگرام‌های قابل نصب روی دیوار

۸- فیلم ها واسلایدهای CD وکتابهای اموزشی

کتابچه لیست قطعات یدکی

شماره کتابچه

شماره شکل

شماره هر قطعه

شماره فنی سازنده

نام قطعه

تعداد قطعه

تاریخچه سوابق کاری و تعمیرات

- برای هریک از دستگاههای تولیدی و تجهیزات کارخانه لازمست یک کارت به عنوان کارت سابقه و تاریخچه کارکرد و عملیات تعمیراتی انجام شده روی دستگاه نگهداری شود. این کار براساس شماره (کد) دستگاه قابل بایگانی می‌باشد.
- بر روی این کارت تاریخ اجرای عملیات تعمیری، شماره درخواست کار تعمیراتی، شرح خرابی، علل خرابی و شرح کار انجام شده نوشته شده و همچنین مدت زمان رکود دستگاه و مدت زمان صرف شده برای تعمیر نشان داده می شود
- نوع عملیات مشخص گردد: اضطراری، پیشگیری، تصحیحی، ...
- در صورت تعمیرات پیشگیری: دوره تناوب، تخصص، ....مشخص شوند
- ...

نمودارهای عیب یابی

نمودار MDC (چارت وابسته نگهداری)

نمودار درختی

نمودار نیمه ساز

آمارهای مورد نیاز

1) درصد تعمیرات برنامه ریزی شده نسبت به کل کارها
2) ساعات از کار افتادگی تجهیزات ودلایل ان
3) امار هزینه های نت
4) نسبت هزینه های مصرف شده برای تعمیرات پیشگیری نسبت به کل هزینه ها
5) روند از کار افتادگی ها
6) امارهایی در مورد میزان قابلیت اطمینان محصولات سازندگان
7) میزان کارکرد وبازدیدهای بازرسین نت
8) مقادیر هزینه های صرف شده
9) اماری در مورد متوسط زمان انجام تعمیر MTTR
10) متوسط زمان فاصله بین دو تعمیرMTBF

تجزیه و تحلیل اطلاعات آمارها (موارد زیر مورد بررسی قرار می گیرند)

1- شاخصی از زیانهای ناشی از رکود دستگاهها در هر کارگاه برای انواع ماشینهای و کارگاهها

2- زمان مصرف شده برای تعمیر (به تفکیک برای انواع خرابیها، انواع ماشینها، انواع کارگاهها)

3- دلایل عمده ایجاد خربیها

فواید ردیف اول (شاخصی از زیانهای ناشی از رکود دستگاهها در هر کارگاه برای انواع ماشینهای و کارگاهها)

1- نسبت حقیقی از کارافتادگی به زمان کارکرد (برای ارائه به مدیریت و جلوگیری از ادعاهای احتمالی امور تولید در بیان دلایل کسر تولید)

2- بهسازی روشها و برنامه ها، نظیر برنامه های پیشگیری (تغییر فرکانسهای بازرسی، تغییر روشهای بازرسی و سرویس)

فواید ردیف دوم (زمان مصرف شده برای تعمیر)

1- تقویت تخصص افراد، فراهم اوردن قطعات یدکی و تجهیزات در حد اقتصادی، اموزش روشهای عیب یابی،

تامین نیروی انسانی (در صورت توقف ماشین در صف انتظار برای تعمیر به مدت طولانی و غیراقتصادی)

2- تعیین سازندگان مناسب (ارزیابی کیفیت سازندگان) از نظر قابلیت اطمینان محصولات و قابلیت تعمیر

محصول (تعمیرپذیری)

فواید ردیف سوم (دلایل عمده ایجاد خربها)

1- نحوه بهره برداری از دستگاه تولید توسط گروه تولید

2- تغییر و تصحیح روشهای نت

3- تغییر و تصحیح در طرح ماشینها

کد گذاری دلایل از کار افتادگی

کد 1 : بار دادن بیش از حد مجاز به دستگاه
کد 2: استفاده از مواد نامناسب در دستگاه
کد 3: عدم دقت اپراتور در بهره برداری از دستگاه
کد 4: عدم وجود تنظیم در دستگاه
کد 5: عدم وجود برنامه مناسب نت
کد 6: عدم دقت یا کمبود تخصص کارکنان نت
کد 7: کمبود قطعات یدکی
کد 8: عدم وجود اطلاعات پشتیبانی فنی (اسناد فنی)
کد 9: اشکال در طرح دستگاه
کد 10: اشکال در اجناس به کار رفته در ساختمان دستگاه

کد گذاری دلایل از کار افتادگی

کد 1 تا 4 : مربوط به اشکالات نحوه بهره برداری
کد 5 تا 8: مربوط به اشکالات در سازمان نگهداری و تعمیرات
کد 9 و 10: مربوط به اشکالات کار سازندگان و طراحان دستگاه

فواید جمع آوری تعداد رخ دادهای کدهای گوناگون و تجزیه و تحلیل نسبتها و روند تغییرات برای مدیریت فنی

1- انواع عللی که با فراوانی زیاد و غیرمنتظره باعث خرابی و رکود دستگاهها می شوند مورد مطالعه قرار گرفته و در رفع کاستیهایی که باعث به وجود امدن چنین مشکلهایی می شوند کوشش به عمل می آید

مثال: خرابی زیاد کدهای 1 تا 3: دوره آموزشی، جلب رضایت کارکنان

خرابی زیاد کد 7: تجدیدنظر در سیاست کنترل و ذخیره قطعات یدکی در انبار

2- روند تغییرات تعداد رخدادهای هر کد در فواصل زمانی مشخص (مثلا ماهیانه) نشانگر نحوه تاثیرگذاری سیاستهای جدید به کار گرفته شده برای بهبود وضعیت مربوط به آن کد است

مثال: اجرای برنامه آموزشی برای یادگیری بهره برداران از نحوه دستگاه: در ماههای بعد رخداد کد 1 تا 3 باید روند کاهشی داشته باشد

انبار قطعات یدکی و لوازم مصرفی نت (انبار فنی)

کنترل انبار عبارت است از یک سیستم دفتری یا کامپیوتری برای کنترل میزان موجودی انبار (قطعات یدکی، لوازم مصرفی) می باشد.

نگهداری قطعات عبارت از فعالیت فیزیکی در امر دریافت، نگهداری و صدور قطعات و مصالح است.

اغلب صنایع تمایل به استفاده از صنایع متمرکز دارند

پارامترهای تاثیر گذار بر سیستم کنترل موجودی

1- تصمیم گیری در مورد سیستم سفارشات

- سفارشات دوره ای
- سفارشات مستمر
- سفارشات همگام
- ...

2- تصمیم گیری در مورد مقادیر در سیستم سفارش انتخاب شده

- مقدار اقتصادی هر بار سفارش
- فواصل اقتصادی صدور سفارش
- مقدار اقتصادی ذخیره پایه (ذخیره اطمینان) برای اجناس مختلف

عوامل موثر در تعیین سیاست و مقادیر سفارش

1) عوامل و پارامترهای هزینه
- هزینه نگهداری (انبارداری)
- هزینه صدور سفارشات (تولید قطعات در کارگاه مرکزی نت: به هزینه مربوط به آماده نمودن سیستم کارگاه مرکزی برای تولید قطعه تبدیل می شود)
- هزینه مواجه با کسری (کمبود) قطعات

2) سرعت مصرف قطعه

3) میزان اطمینان از موجودی

مسئولیتهای نگهداری موجودی ها در انبار قطعات یدکی و لوازم مصرفی

وظایف قسمت واردات انبار

وظایف قسمت موجودیها و صادرات

وظایف قسمت کنترل موجودیها

وظایف قسمت واردات انبار

- دریافت کالا از فروشندگان (یا از داخل صنعت- کارگاه مرکزی نت)
- تخلیه در محل موقت برای بررسی
- بررسی کیفیت براساس مشخصات فنی و بررسی کمی براساس مقادیر نشان داده شده در سفارشهای خرید یا تولید
- تحویل کالا به قسمت موجودیها وصادرات
- اطلاع به کنترل موجودی و سفارشات در مورد دریافت کالا

وظایف قسمت موجودی ها و صادرات

- دریافت کالا از واردات
- جایگزینی کالا در قفسه ها و محلهای تعیین شده
- رعایت دستور العملهای فنی لازم در مورد نگهداری کالا
- صدور کالا به مصرف کنندگان (عمدتا به قسمت نت) براساس مجوزهای صدور کالا
- شمارش فیزیکی موجودیهای (در همکاری با قسمت کنترل موجودیها و حسابداری صنعتی)

وظایف قسمت کنترل موجودیها

- نگهداری یک سیستم منظم از وضعیت و پارامترهای موجودی (مقدار موجودی، مقادیر اقتصادی سفارش یا فواصل زمانی سفارش، مقدار سفارش، سرعت مصرف و ...)
- ارسال گزارشات دقیق به بخش مهندسی
- صدور سفارش خرید (یا تولید در داخل کارخانه) براساس سیاستهای تعیین شده و پی گیری سفارشات
- کدگذاری اجناس و اقلام جدید برای انبار

انبار قطعات یدکی و لوازم مصرفی نت (انبار فنی)

انبارهای اقماری (انبار کوچک در کارگاه که از انبار مرکزی امور فنی تغذیه می شود: کنترل موجودی بوسیله استادکار گروههای مستقر در کارگاه تولید)

کاتالوگهای انبار:

1-کتابچه نشان دهنده محل نگهداری قطعات به تفکیک نوع کالا و به تفکیک شماره فنی قطعه)

2- کتابچه نشان دهنده انواع مارکهای تجاری مشابه برای قطعات و مواد مصرفی

سایر روشهای کنترل (کالا با ارزش کم و حجم زیاد)

تفکیک انبارهای فنی از انبار تولیدی و مصرفی

تفاوت انبارهای فنی با انبار تولیدی و مصرفی

1- تنوع اجناس انبارهای فنی به مراتب بیشتر از انبار تولیدی است

2- حجم موجودیهای انبار فنی به مراتب کمتر از انبار تولیدی است

3- مصرف اصلی موجودیهای انبار فنی قسمت نگهداری و تعمیرات است

کارکنان انبار فنی با کالاهای متفاوت و مشخصات پیچیده ای سروکار دارند و به مهارتهای بالایی نیاز دارند

- اطلاعات مربوط به هزینه ها، مصارف، روند مصارف در دورههای مختلف
- محل نگهداری کالا
- مقدار سفارش شده و وضعیت سفارش
- پارامترهای اقتصادی سفارش : مقادیر اقتصادی سفارش، فواصل زمانی اقتصادی سفارش و مقدار ذخیره

اهم عوامل مدیرتی قابل کنترل و نتایج انها:

1- نگهداری موجودیها در مقدار بهینه (اقتصادی)

بهینه شدن مجموعه هزینه های خواب سرمایه در انبار، هزینه مواجه با کسری و در نتیجه کاهش هزینه های رکود تجهیزات

2- طراحی فیزیکی انبار و تجهیزات آن و سطح مناسب مکانیزه سازی انبار

- سرعت بیشتر در دریافت قطعات یدکی و کاهش زمان رکود تجهیزات
- استفاده صحیح از فضای انبار
- صرفه جویی در مصرف نیروی انسانی
- جلوگیری از ذخیره قطعات مشابه ولی با نامهای تجاری متفاوت
- جلوگیری از ضایعات بی رویه مواد و قطعات تحت تاثیر عوامل جوی، انسانی، آتش سوزی و غیره

3- بررسی منظم گردش مواد و قطعات

- شمارش فیزیکی موجودیها و تعدیل مقادیر موجودی دفتری و جلوگیری از اشتباهات و سوئ استفاده ها
- دست یابی به قطعات و مواد بدون گردش جهت حذف انهاو صرفه جویی در سرمایه، فضا و صرف منابع کنترلی

نکات قابل مطالعه هنگام تصمیم گیری در مورد خرید ماشینها

ظرفیت، قیمت، زمان تحویل، شرایط حمل و نقل و نصب و راه اندازی و.... لازم است بررسی شوند

1- قابلیت تعمیر دستگاه 2- قابلیت اطمینان دستگاه

قابلیت تعمیر دستگاه

1) دسترسی راحت به قطعات یدکی
2) ایا این دستگاه در مراکز نزدیک استفاده می شود
3) نمایندگی فروش دستگاه اسناد و مدارک فنی
4) امکانات اموزش
5) راحتی در تعویض قطعات
6) منطقی بودن قیمت قطعات
7) درصد ساخت قطعات یدکی توسط سازنده دستگاه
8) اندازه ها ونوع ان
9) تفکیک پذیر بودن قطعات یدکی
10) ابزار وتجهیزات لازم برای تعمیرات

نکات قابل مطالعه هنگام تصمیم گیری در مورد خرید ماشینها

قابلیت اطمینان دستگاه

1) نصب چراغها، علایم عیب نما، بوق اخطار و...
2) منفرد بودن قطعات تعمیری و قطعات کلیدی
3) محافظت قسمت های اصلی دستگاه در موارد محیطی مثل گرد وخاک، رطوبت
4) شرایط ایمنی کارکنان
5) منفرد بودن زیر سیستم های کنترل کننده وضعیت دستگاه مانند شیر های اطمینان، ترموستات

کاربرد کامپیوتر در برنامه ریزی کنترل امور مدیریت فنی (نت)

دلایل بکارگیری کامپیوتر

1) فزونی حجم اطلاعات
2) احتیاج سریع به اطلاعات
3) احتیاج به دقت وصحت
4) نیاز به سیستم پویا و بهنگام سازی اطلاعات
5) بالا بودن هزینه نسبی نیروی انسانی در نگهداری و تعمیرات
6) پایین بودن نسبی هزینه های تهیه، نصب و راه اندازی سیستم های کامپیوتری
7) امکان دسترسی به سیستم های نرم افزاری مناسب

نرم افزارهایی مانند: MANCOMوCMMS

کاربرد کامپیوتر در برنامه ریزی کنترل امور مدیریت فنی (نت)

زمینه اصلی استفاده از کامپیوتر

1- بانک اطلاعاتی

2- یک وسیله کنترل

کاربرد کامپیوتر در برنامه ریزی کنترل امور مدیریت فنی (نت)

نمونه خدمات کامپیوتری در نت

- اطلاعات کلی در مورد سازمان در ارتباط با امور نت
- سازمان-نیروی انسانی
- هزینه های امور نت ومهندسی وانبار قطعات یدکی
- برنامه ریزی کارهای مورد در خواست
- روشها ودستورالعملها واطلاعات در مورد تجهیزات
- انبار قطعات یدکی

اطلاعات کلی در مورد سازمان در ارتباط با امور نت

- ✓ ساختارسیستمهای اطلاعاتی مدیریت (MIS) در سازمان یا کارخانه
- ✓ نمودار سازمانی قسمتهای مختلف که ارتباط بیشتری با امور مدیریت دارند

سازمان- نیروی انسانی

- ✓ نموداری سازمانی بخشهای نت- مهندسی- انبار قطعات یدکی
- ✓ امار نیروی انسانی به تفکیک قسمتها-تخصص و مسئولیتها
- ✓ آمار نقل و انتقال (استخدامف اخراج، اتعفا و ...)
- ✓ آمار حضور و غیاب
- ✓ کارائی نیروی انسانی در نت (نسبت ساعات کار مفید به کل ساعات حضور در سازمان)

کاربرد کامپیوتر در برنامه ریزی کنترل امور مدیریت فنی (نت)

هزینه امور نت و مهندسی و انبار قطعات یدکی

- ✓ جمع بودجه برنامه ریزی شده
- ✓ بودجه هزینه شده (مصرف شده)
- ✓ هزینه های مستقیم (دستمزد به تفکیک رده ها، تخصص و ...)
- ✓ هزینه مستقیم قطعات یدکی
- ✓ هزینه بالاسری
- ✓ آمار نسبت هزینه های تعمیرات پیشگیری به تعمیرات اضطراری

برنامه ریزی کارهای مورد درخواست

- ✓ برنامه ریزی کارهای نت (کاربرد روشهای ... , PERT, CPM, GERT)
- ✓ تخمین زمانهای لازم و پیش بینی هزینه های لازم برای کارها
- ✓ آمار درخواستهای کار دریافت شده، انجام شده و در انتظار به تفکیک ماه،....مراکز هزینه و ....

روشها و دستور العملها در مورد تجهیزات

- ✓ روشها و دستورالعملها و برنامه های زمان بندی برای اعمال تعمیرات پیشگیری
- ✓ سوابق فنی تجهیزات (تاریخچه سوابق کار و تعمیرات)
- ✓ لیست به هنگام از قطعات یدکی لازم برای ماشین
- ✓ متوسط زمانهای کارکرد یا از کار افتادگی
- ✓ تعداد دفعات از کار افتادگی ماشین به صورت اضطراری
- ✓ تعداد دفعات توقف ماشین به منظور تعمیرات برنامه ریزی شده

انبار- قطعات یدکی

- ✓ روشهای ذخیره، سفارش، دریافت و صدور کالا
- ✓ وضعیت موجودیها و سفارشات و سیستم کنترل موجودی
- ✓ جانمایی قطعات در انبار
- ✓ مشخص نمودن که دور از انتظار، مصرف زیاد یا کمی داشتند
- ✓ آمار صدور قطعات به تفکیک نوع، مرکز هزینه مصرف شده
- ✓ لیست از قطعات مشابه ولی با مارک تجاری متفاوت

استفاده از هیستوگرامهای نشان دهنده توزیع نسبی زمان

بکارگیری توابع احتمالی توزیع عمر (تابع چگالی توزیع عمر)

مقادیر میانگین و انحراف معیار

توابع توزیع احتمالی مورد استفاده در محاسبات نت

1) تابع توزیع یکنواخت

ساده ترین نوع تابع توزیع پیوسته

در مواردی که متغیر t در تابع یکنواخت در فاصله بین دو مقدار معین a و b قراردارد

$$f(t) = c = \frac{1}{b-a}$$

مثال:

یک سیستم تلفن مرکزی تا بحال چندین بار خراب شده است. بر اساس آمارگذشته عمر این سیستم بعد از هر تعمیر حداقل 10 و حداکثر 60 روز می باشد. در صورتیکه تابع توزیع عمر این سیستم نزدیک به تابع یکنواخت باشد احتمال استفاده از سیستم به مدت 50 روز بدون اشکال چه میزان است؟

a=10 و b=60 $c = \frac{1}{60-10}$=0.02 $f(t)$=0.02

مساحت=(60-50)×0/02=0/2

P[عمر ≤50]= %20=0/2 احتمال کارکرد صحیح سیستم برابر با 20%می باشد

توابع توزیع احتمالی مورد استفاده در محاسبات نت

2) تابع توزیع نرمال

این تابع نسبت به میانگین دارای تقارن است.

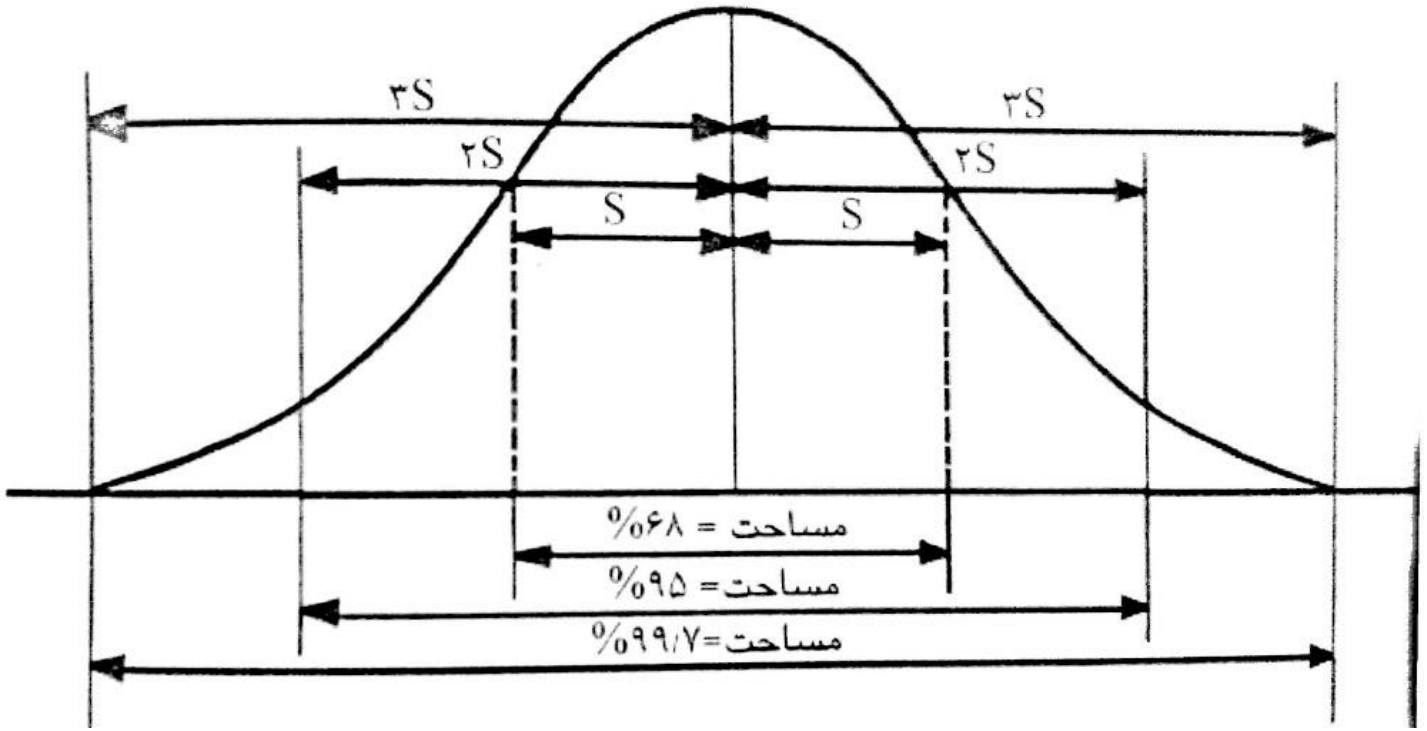
با عوامل میانگین و انحراف معیار تعریف می شود.

مساحت محصور بین خطوط با انحراف یک و دو و سه به میزان 68 ، 95 و 99/7 درصد از کل منحنی می باشد.

تجربه نشان می دهد **لامپهای الکتریکی، بال بیرینگها** نصب شده بر روی محورهای دوار و زیرسیستم های کاملتر نظیر **موتورهای اتوبوس مسافربری شهری** از این تابع پیروی می نمایند

در این تابع عمرهای بسیار کوتاه و بلند با احتمال کمی اتفاق می افتند و عمر سیستم ها عموما به میانگین نزدیک است.

احتمالات وکاربرد ان در مهندسی نت



مثال تابع توزیع نرمال:

موتورهای اتوبوس دیزلی دارای توزیع عمر نرمال می باشد. میانگین 2000 ساعت و انحراف معیار 250 ساعت. یک موتور دیزلی پس از تعمیر بر اتوبوس نصب شده است.

الف) احتمال اینکه موتور حداقل 1500 ساعت بدون اشکال کار نماید چند درصد است؟

ب)احتمال عمر موتور بین 1750 و2000ساعت چه میزان است؟

الف) با استفاده از z و جدول مقادیر مساحتهای زیر منحنی داریم:

$$z = \frac{[t-t]}{s} = (2000\text{-}1500)/250 = 2$$

با استفاده از z بدست آمده و جداول میزان مساحت برابر با 0/4772 و بنابراین مقدار مساحت کل برابر است با

0/9772=0/4772+ 0/5

احتمال عمر موتور در حالت الف برابر با 98% می باشد.

ب)

$$z = \frac{[t-t]}{s} = (2000\text{-}1750)/250 = 1$$

با استفاده از Z و جداول مساحت 34% می گردد. احتمال عمر کمتر از 1750 ساعت برابر است با

مساحت=0/5-0/34=0/16

3) تابع توزیع نمایی منفی

برای وسایلی که کارافتادگی باعث از کار افتادن کل دستگاه می شود، تحت شرایط معین تابع توزیع نزدیک به نمایی منفی است.
دستگاههای که از این تابع تبعیت نماید دارای احتمال عمر کوتاه زیاد و عمرهای بلندتر از میانگین با احتمال کمتر می باشد.
دراین تابع λ نشاندهنده متوسط تعداد خرابی در واحد زمان دستگاه می باشد

$$f(t) = \lambda.\ e^{-\lambda t}\ \text{و}\ 0t\geq$$

4) تابع توزیع فوق نمایی

سیستم های الکترونیکی (در بسیاری موارد) از این تابع تبعیت می نمایند. انحنای این تابع بیش از تابع نمایی است
در این تابع K مقادیری بین صفر تا نیم می باشد.

$$f(t) = 2k^2.\lambda.\ e^{(-2k\lambda.t)} + 2\lambda(1-k)^2 e^{(-2k(1-k)\lambda t)}$$

5) تابع توزیع پواسون

از این تابع برای تعیین احتمال وقوع خرابی تجهیزات در یک فاصله زمانی استفاده می شود

برای تعیین حجم ذخیره و مقدار سفارش قطعات یدکی مورد استفاده می گیرد

برای حالتی که n قطعه باشد انگاه سرعت خرابی $n\lambda$ می شود.

اگر r احتمال وقوع تعداد خرابی در زمان t است، تابع به شکل زیر خواهد بود:

$$f(r) = \frac{(n\lambda t)^r . e^{-n\lambda t}}{r!}$$

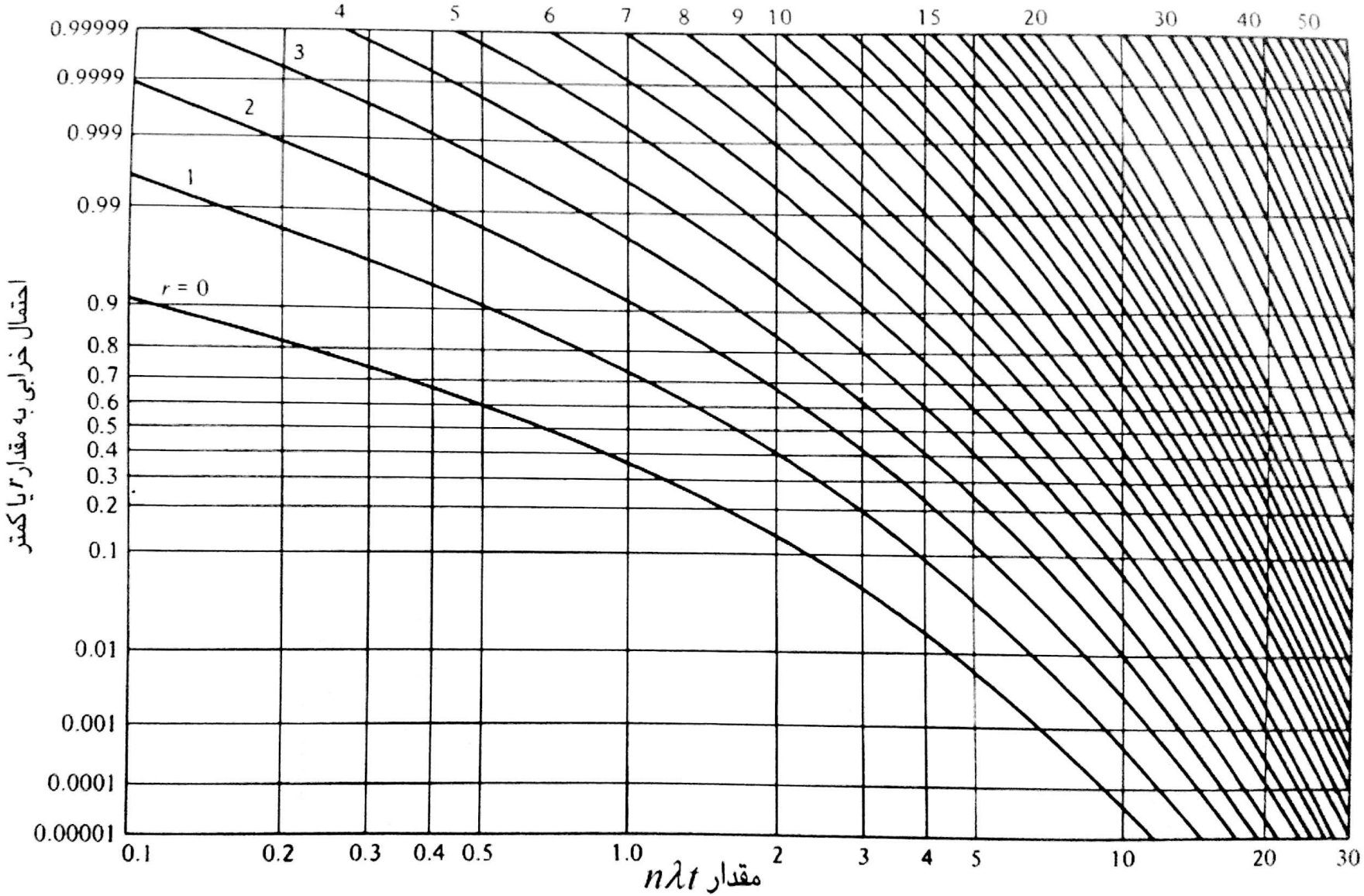
سیستم رادار نصب شده بر یک هواپیما عمر متوسط 200 ساعت پرواز و تابع عمر آن توزیع پواسون، با چند درصد احتمال، این رادار بدون اشکال برای 50 ساعت پرواز کار کند؟

λ =1/200=0/005

$n\lambda t$=50×1×0/005=0/25

با استفاده از نمودار پواسون احتمال تقریبا برابر با 78% می باشد.

توابع توزیع احتمالی مورد استفاده در محاسبات نت



توابع توزیع احتمالی مورد استفاده در محاسبات نت

در یک ماموریت جنگی حداقل 23 فروند هواپیما با سیستمهای رادار مشابه در مثال قبلی به مدت 10 ساعت باید بدون اشکال کار کنند. برای حصول اطمینان تعداد 25 فروند هواپیما به ماموریت گماشته می شوند. احتمال کار موفقیت آمیز رادارها روی حداقل 23 هواپیما از 25 هواپیمای ماموریت، چند درصد است.

توابع توزیع احتمالی مورد استفاده در محاسبات نت

6) توابع توزیع ویبول

لامپهای الکترونی دارای توزیع عمر تابع ویبول می باشند.

در این فرمول b پارامتر شکل و m پارامتر خاصیتی توزیع می باشدکه به عمر متوسط وابسته است.

در شرایطی که b=1 باشد تابع همسان با توزیع نمایی منفی وb>1 تابع به نرمال نزدیک می شود.

$$f(t) = \frac{b}{m}\left(\frac{t}{m}\right)^{b-1} \times e^{-(\frac{t}{m})^{b}} \quad \text{و} \quad t \geq 0$$

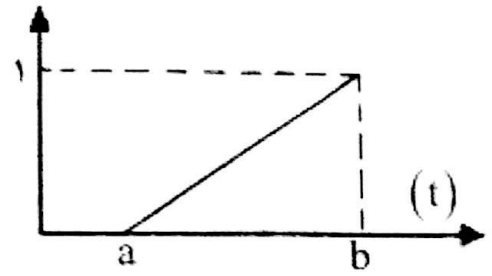
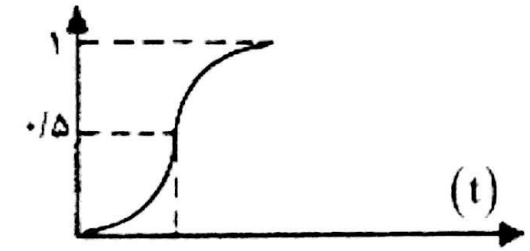
توابع توزیع جمعی

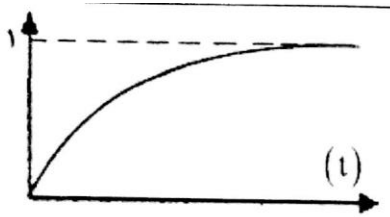
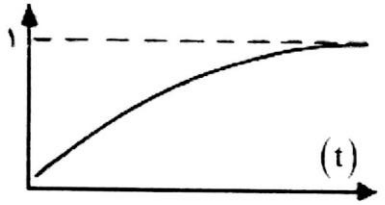
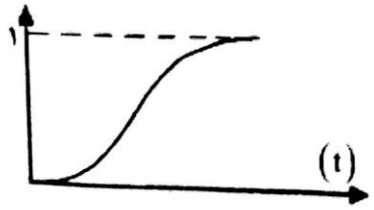
1- تابع توزیع یکنواخت
2- تابع توزیع نرمال
3- تابع توزیع نمایی منفی
4- تابع توزیع فوق نمایی
5- تابع توزیع پواسون
6- تابع توزیع ویبول

از این توابع در شرایطی که احتمال عمر دستگاه در زمان مساوی یا کمتر از t لازم باشد، استفاده می شود.

مثال:

برای یک نوع بلبرینگ مورد استفاده بر روی دستگاه های دوار در داخل یک کارخانه تابع توزیع عمر از نوع نرمال با متوسط 25000 ساعت کارکرد و انحراف معیار 10000 ساعت تعریف شده. با چند درصد احتمال این بلبرینگ بیشتر از 3 سال کار نخواهد کرد؟ این کارخانه به طور متوسط 22/3 روز در ماه و در دو نوبت 8 ساعت در روز کار می کند؟

نام تابع	فرمول تابع توزیع جمعی	نمودار تقریبی تابع توزیع جمعی
یکنواخت	$F(t)=\int_a^t c.dt=\frac{t-a}{b-a} \qquad a<t<b$ c= مقدار ثابت $=\frac{1}{b-a}$	
نرمال	$F(t)=\frac{1}{s\sqrt{2\pi}}\int_0^t e^{\left[\frac{-(t-m)^2}{2s^2}\right]}.dt$ m= میانگین متغیر t s= انحراف معیار	

نمائی منفی	$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ λ = سرعت خرابی	
فوق نمائی	$F(t) = 1 - ke^{-2k\lambda t} - (1-k).e^{-2(1-k)\lambda t}$ λ = سرعت خرابی n= پارامتر شکل توزیع $\quad 0.0 < k < 0.5$	
پواسون	$F(t) = \sum_{r<t}^{t} \frac{e^{-n\lambda t}.(n\lambda t)^r}{r}$ $r = 0, 1, 2, \ldots$ λ = سرعت خرابی n= تعداد زیرسیستم‌ها	به شکل ۱۷-۱۱ مراجعه شود.
ویبول	$F(t) = e^{-\left[\frac{1}{m}\right]^b}$ b= پارامتر شکل توزیع	

سرعت لحظه ای خرابی

در حالتی که بخواهیم احتمال خرابی در لحظه ای بعد از زمان t را بدانیم:

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

r(t) سرعت لحظه ای خرابی سیستم یعنی برای سیستمی که تا این لحظه به مدت t واحد زمان بدون اشکال کارکرده است احتمال می رود که تعداد دفعات خرابی آن در واحد زمان برابر با r(t) باشد

مثال: یک شرکت می خواهد از سیستم خود تا آن لحظه ای استفاده نمایدکه سرعت آنی از کار افتادگی به 0/4 در سال برسد. شرکت در این زمان دستگاهها را می فروشد. برای این دستگاه تابع چگالی توزیع t به صورت f(t)=0/2-0/02t است. این ماشین بعد از چند سال بهره برداری جایگزین می شود؟

$$r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} = 0.4$$

$$F(t)=\int_0^t f(t)dt$$

$$r(t)=\frac{(0.2-0.02t)}{1-(0.2t-0.01t^2)}=0.4$$

t دارای دو جواب 10 و5 می باشد که جواب 5 قابل قبول است.

سرعت لحظه ای خرابی

مثال:

یک زیر سیستم بعد از هر چند دقیقه کار مداوم دچار اشکال شده ولی با فشار یک دکمه از زیر سیستم رفع اشکال شده و مجددا ماموریت خود را از سر می گیرد. توزیع زمان کارکرد (عمر) این زیرسیستم در جدول زیر آمده است.

الف- احتما اینکه زیر سیستم بعد از فشار دکمه بتواند حداقل 3 دقیقه کار کند؟

ب-این زیر سیستم تا به حال بدون اشکال کار کرده، سرعت خرابی آنی زیر سیستم در این لحظه چه خواهد بود؟

ج- سرعت خرابی سیستم چقدر است؟

عمر (دقیقه)	تعداد دفعاتی که این عمر اتفاق افتاده
1	21
2	42
3	63
4	83
5	104
6	125
7	63
جمع	501

سرعت لحظه ای خرابی

سرعت لحظه ای خرابی تابع نمایی منفی= λ

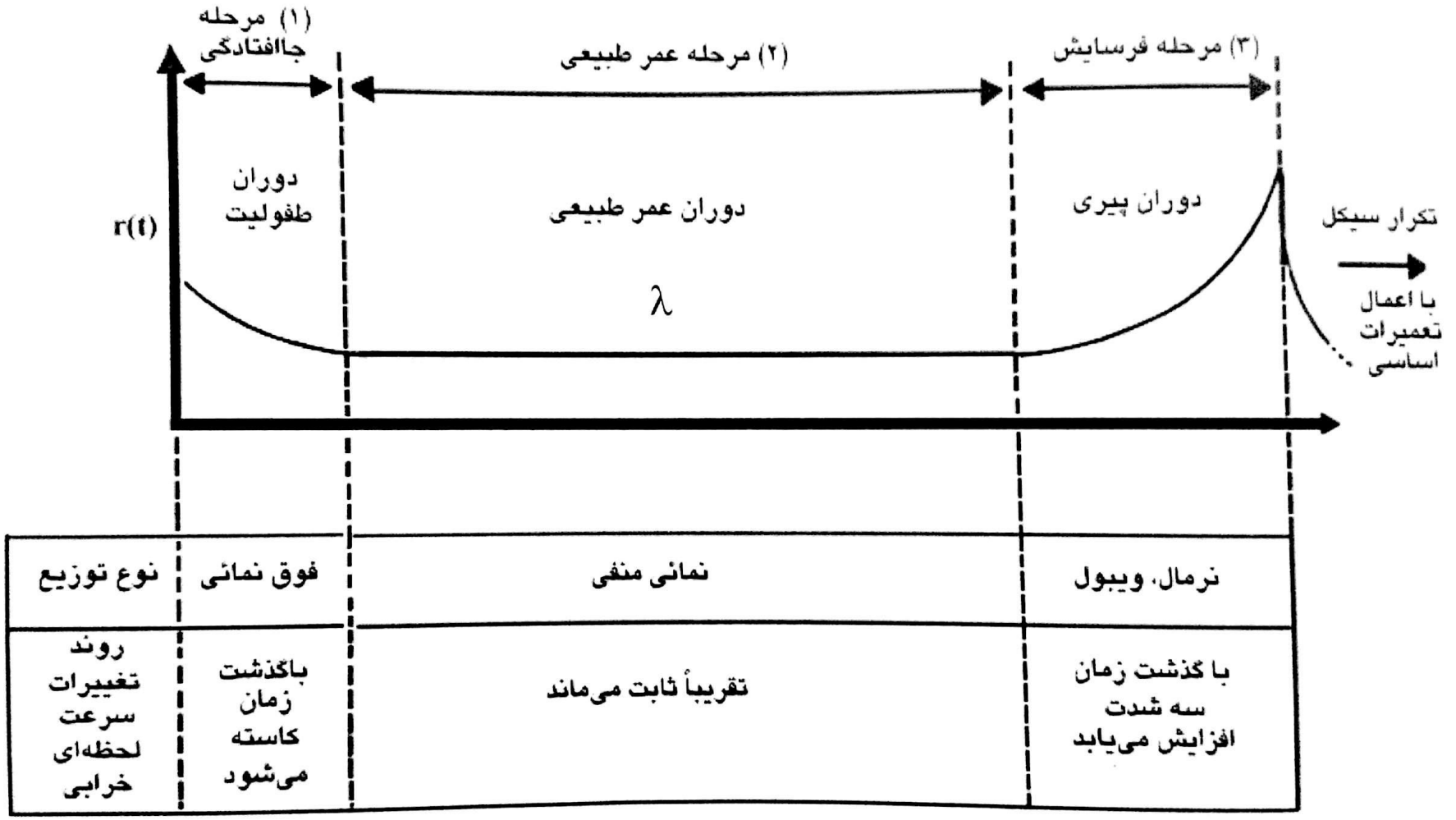
فرمول قابلیت اطمینان تابع نمایی منفی= $e^{-\lambda t}$

فرمول قابلیت اطمینان تابع پواسون= $e^{-n\lambda t}$

تابع توزیع عمر سیستم

- ✓ اغلب ماشینها در ابتدا دوره بهره برداری مقارن با تابع توزیع فوق نمایی است
- ✓ پس از گذشت زمان به تابع توزیع نمایی منفی نزدیک می شود
- ✓ در دوره اخر عمر به توابع توزیع نرمال و ویبول متمایل می شود
- ✓ در ابتدای دوره بهره برداری دستگاهها نیاز به تنظیم و رفع نواقص دارند (برخی مواد و مصالح به کار گرفته شده استحکام و مقاومت بیشتری پیدا می کنند)
- ✓ با گذشت زمان دستگاه با محیط اطراف سازگار می شود

سیکل(چرخه) عمر سیستمهای صنعتی



تابع توزیع عمر سیستم

در مرحله جا افتادگی: اعمال عملیات پیشگیری شامل تویض و نوسازی نه تنها به حال سیستم کمکی نمی کند بلکه ممکن است احتمال خرابی را بیشتر کند (عوض کردن رینگها و قطعات ساینده در موتور نو)

در دوران جا افتادگی: موتورها در دور کم و توصیه شده و تعمیرات پیشگیری عمدتا معطوف به عملیات لازم برای حفظ سیستم در موقعیت موجود باشد (روغنکاری، تمیزکاری، بازرسیهای متناوب برای دستیابی به اشکالات احتمالی و رفع آنها)

در دوران فرسودگی یا پیری: تعویض قطعات یا تعمیرات اساسی عملا حرکتی به سمت چپ ایجاد می شود و از سرعت خرابی لحظه ای کاهش می یابد

قابلیت اطمینان یک سیستم، احتمال کارکرد سالم و بدون اشکال سیستم برای یک مدت مشخص و در شرایط مشخص و از پیش تعیین شده می باشد. در صورتی که R(t) تابع قابلیت اطمینان باشد آنگاه:

$$F(t) = \int_0^t f(t).dt = 1 - R(t)$$

مثال:

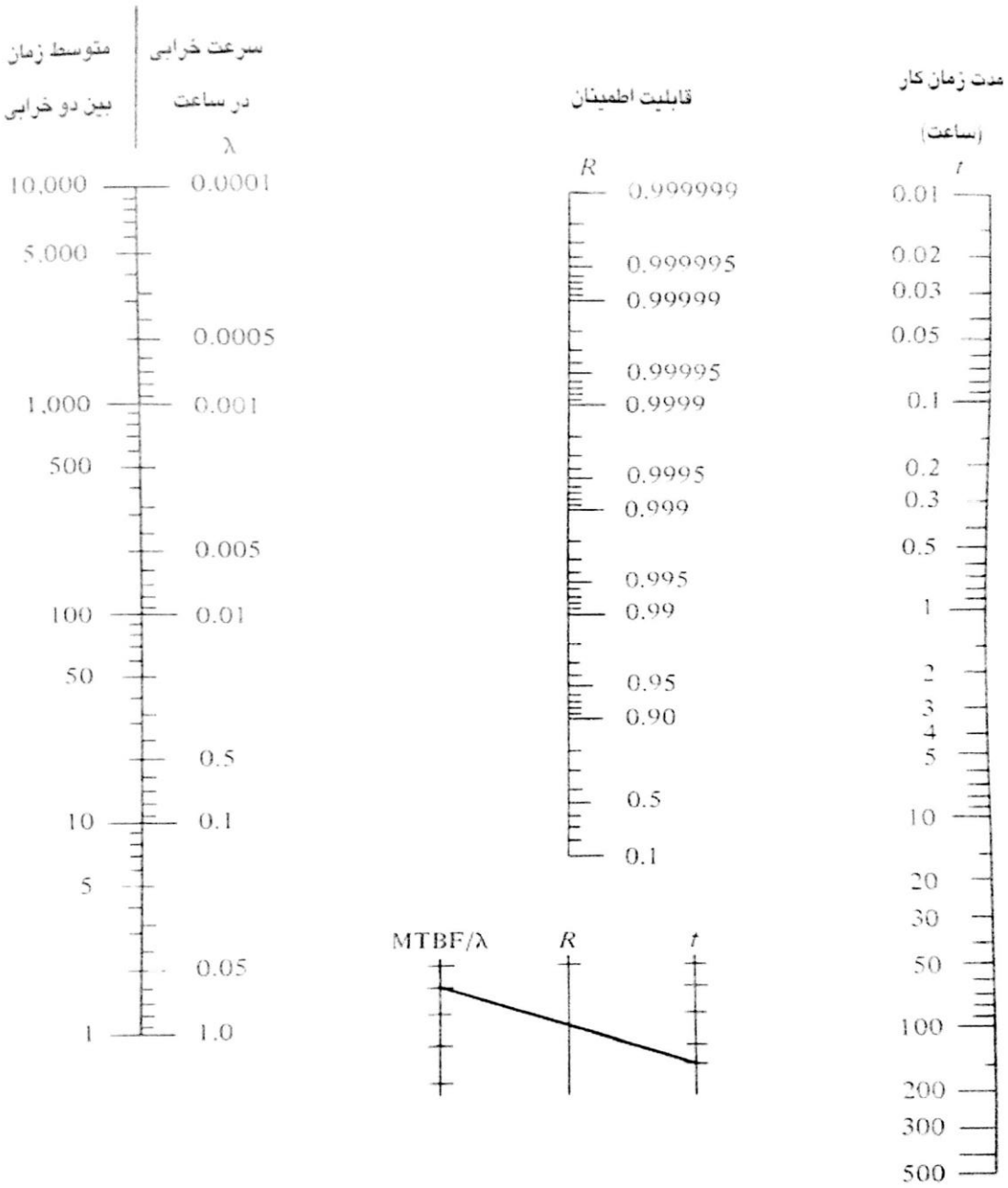
تابع توزیع عمر کامپیوتری قابل تقریب به تابع توزیع یکنواخت با حداقل 50 و حداکثر 150 ساعت کار می باشد. لازم است برای سه هفته متوالی از این کامپیوتر استفاده شود. اگر هر هفته 5 روز و هر روز 7 ساعت کار باشد احتمال کار بدون اشکال چه میزان است؟

مثال:

- یک دستگاه تنظیم موتورهای بنزینی بطور متوسط هر 45 روز یک بار در اثر خرابی اضطراری از کار می افتد این دستگاه برای استفاده 30 روز به نقطه دیگری ارسال شده است. با توجه به توزیع عمر نرمال دستگاه و انحراف معیار 7 ، قابلیت اطمینان این دستگاه در طی این مدت چقدر است (بدون اشکال کار کند)

- یک ماشین صنعتی در دوران عمر مفید خود به سر می برد. در چندسال اخیر که آمار خرابیهای ماشین جمع آوری شده، فاصله زمانی بین هر دو خرابی اضطراری روی این ماشین تقریبا 140 روز بوده است. در صورتی که این ماشین هم اکنون تعمیر شده باشد، قابلیت اطمینان ماشین برای تولید مداوم 180 روز چند درصد است؟

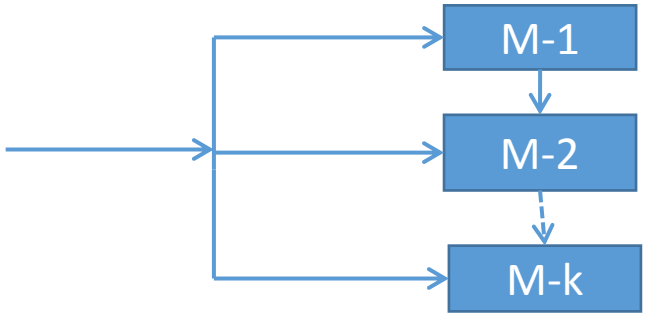
قابلیت اطمینان



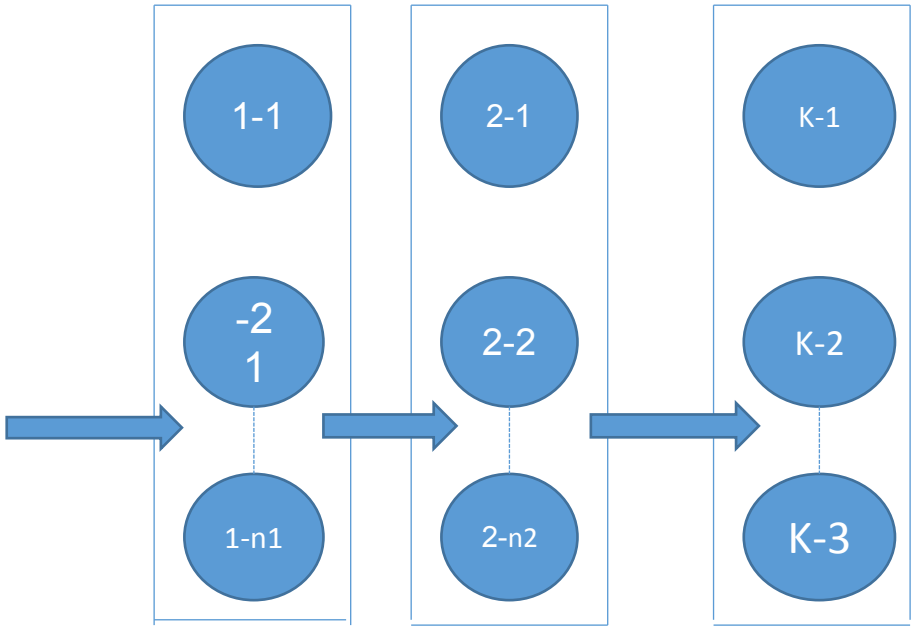
یک سیستم مجموعه ای از عناصر وسیستم ها می باشد وشکل انها متفاوت و به دسته های زیر می باشد:

1- ترکیب متوالی(سری یا زنجیره ای)

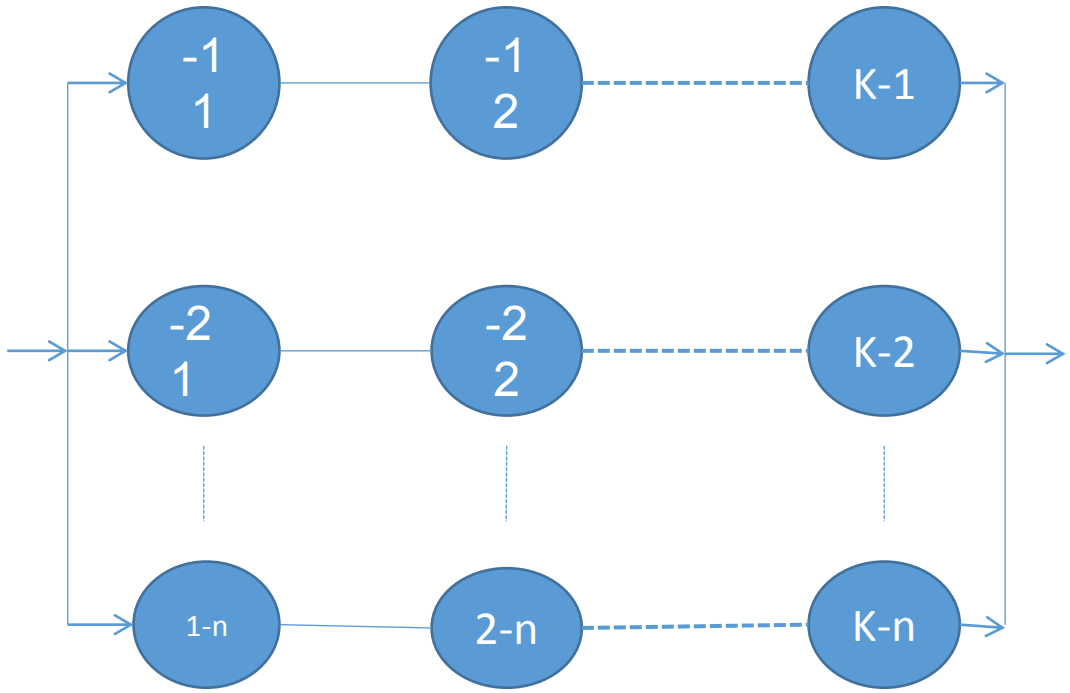
2- ترکیبهای موازی



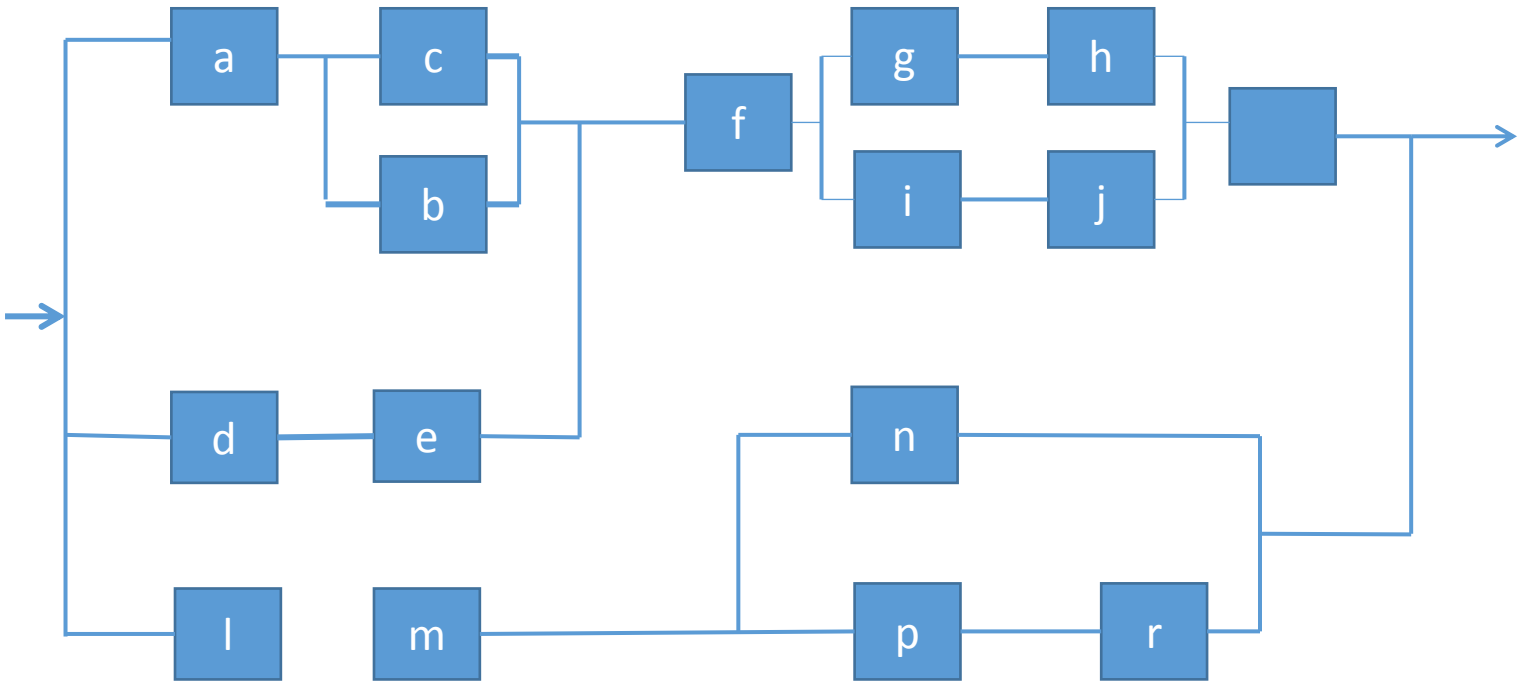
3- ترکیب متوالی-موازی



4) ترکیبهای موازی از خطوط متوالی
در این سیستم چند خط مشابه یکدیگر می باشند
همیشه یک خط اماده می باشد



5) ترکیبهای مختلط



در این حالت احتمال عملکرد برابر است با حاصلضرب احتمالات زیر سیستم ها در یکدیگر

$$Rs=P1\times P2\times \ldots\ldots\ldots \times Pk=\prod_1^k Pi$$

مثال:

برای تولید آندهای الکترولیز در یک کارخانه آلومینیوم مواد تحت مراحل زیر عمل می نمایند و احتمال کارکرد سالم هر مرحله برای یک ماه آینده به شرح زیر است. احتمال کارکرد سالم سیستم چه میزان است؟

نام اجزاء	کوره اولیه	میکسر	پرس	کوره پخت
در صد احتمال کارکردسالم	90	85	95	99

$$Rs=0/99\times 0/95\times 0/85\times 0/9=0/72$$

72% احتمال کارکرد سالم سیستم می باشد.

در این حالت در صورت خرابی همه ماشینها، سیستم متوقف می شود.

$Rs=1-q_1\times q2\times q3\times\ldots\ldots\times qn=1-\prod_1^n qi$

$q=1-p$

مثال:

در یک ایستگاه پمپ بنزین شامل 4 دستگاه پمپ همیشه پمپی برای استفاده اماده می باشد با توجه به احتمال کارکرد سالم پمپها مطابق جدول زیر چند درصد احتمال کار سالم پمپها وجود دارد؟

شماره پمپ	1	2	3	4
Pi	0/9	0/8	0/9	0/7
qi	0/1	02	0/1	03

Rs=0/9994=1-0/3×0/1×0/2×0/1

قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی/متوالی

قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی از خطوط متوالی

محاسبه قابلیت اطمینان در ترکیبهای مختلط

قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی/متوالی

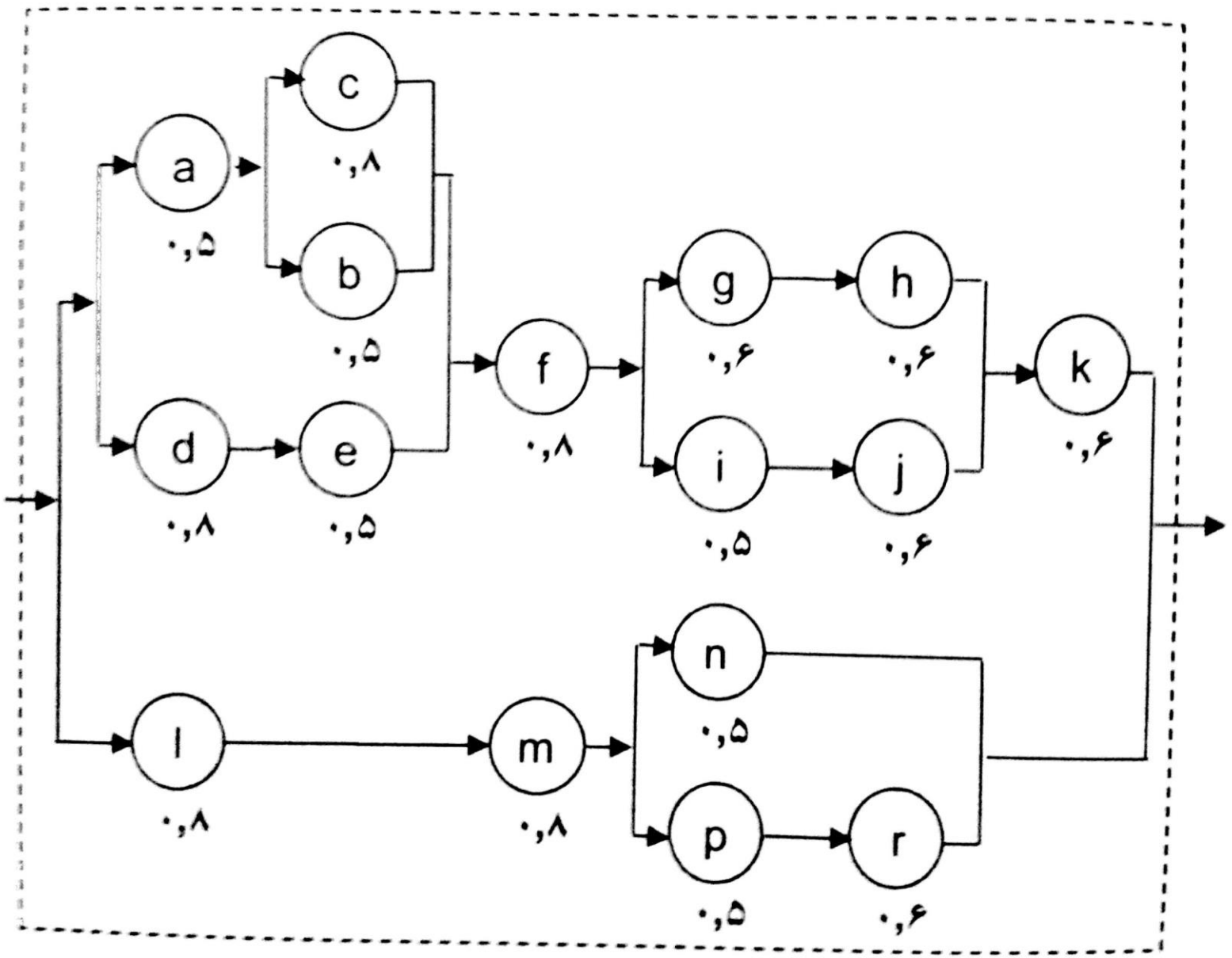
برای درو مزرعه ذرت عوفه ای در زمان واحد یک تراکتور، یک چاپر پشت تراکتوری و یک تریلی استفاده می شود.

اگر صاحب مزرعه دارای دو تراکتور، دو چاپر و سه تریلی است و قابلیت اطمینان آنها به ترتیب 0/9، 0/8 و 0/95

باشد در این حالت قابلیت اطمینان کل سیستم صاحب مزرعه چقدر است؟

قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی از خطوط متوالی

برای پمپاژ آب سه ترکیب از پمپها وجود دارند که همیشه نیازمند است یکی از ترکیبها کار کند و ترکیبهای دیگر به صورت پشتیبان هستند. ترکیب اول شامل دو پمپ به صورت سری با قابلیت اطمینان0/9 و 0/95، ترکیب دوم با سه پمپ به صورت سری با اطمینان 0/95، 0/9 و 0/9، ترکیب سوم از دو پمپ سری با قابلیت اطمینان 0/9 و 0/8 است. قابلیت اطمینان کل سیستم چقدر است.



قابلیت اطمینان

در ترکیبهای مختلف

در این حالت به دلیل استفاده از ماشینهای مختلف و محدودیت های سیستم نظیر بودجه یا تعداد ماشین ،فضا و.... با استفاده از روابط زیر نسبت به تعیین بهترین شرایط استفاده می شود.

تابع هدف $Rs=\prod_1^k(1-q^{ni})$

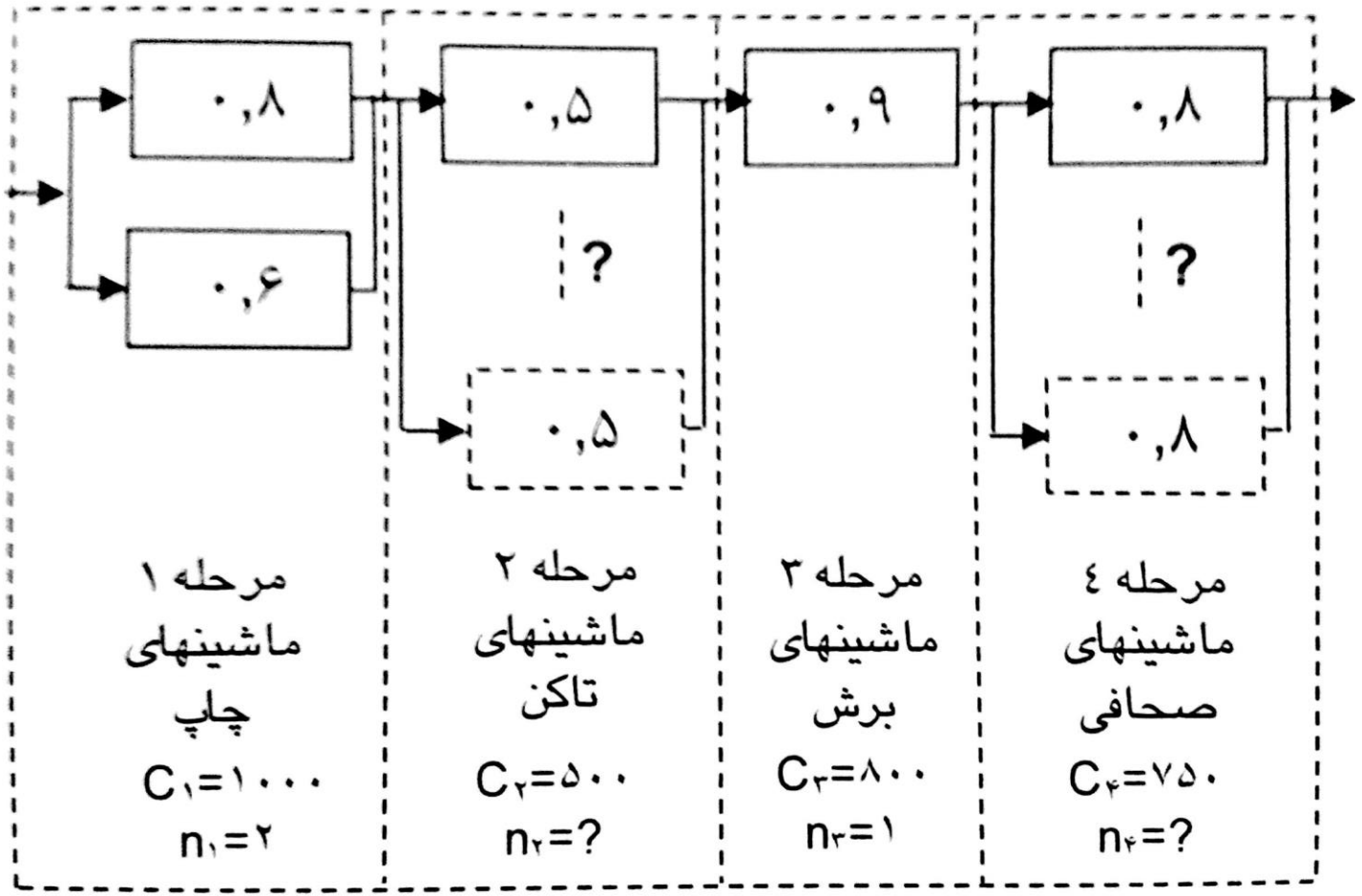
تابع محدودیت $\sum ni.ci \leq B$

با استفاده از این روابط و برنامه ریزی خطی می توان تعداد مطلوب سیستم را بدست اورد.

مثال:

در یک چاپخانه طی چهار مرحله عملیات چاپ انجام می شود. در مرحله اول تعداد دو ماشین چاپ با قیمت 1000 واحد و احتمال کارکرد سالم 0/8 و0/6 و در مرحله سوم یک ماشین به قیمت واحد 800 و احتمال کارکرد 0/9 موجود است با محدودیت 5100 واحد پول تعداد بهینه ماشین در مرحله دوم و چهارم که قیمت هرکدام 500 و800 و احتمال کارکرد 0/5 و0/8 چه اندازه است؟

طرح بهینه یک سیستم متوالی/موازی



1) شاخصهای مربوط به قابلیت اطمینان

الف- فرکانس خرابی λ (سرعت خرابی):تعداد خرابی در واحد زمان

ب- متوسط فاصله زمانی بین دوخرابی MTBF: عکس مقدار فرکانس خرابی می باشد و با μ نشان می دهند.

مثال: در صورتیکه در یک سیکل زمانی 11 ماهه، شامل 22 روز کار در هر ماه و دو نوبت 8 ساعته در هر روز جمعا یک ماشین 10 بار خراب شود، فرکانس خرابی و فاصله دو خرابی را مشخص نمایید.

$$\lambda = \frac{10}{11\times22\times2\times8} = 0.0026$$

ج- سه (یا ده) سیستم یا ماشین با بیشترین خرابی (شاخص TTT): استفاده از شاخص فرکانس خرابی و یا بودجه برای تعیین سه ماشین دارای بیشتریت مقدار شاخص و تعیین اقدامات مورد نیاز

د- متوسط زمان بین دو تعمیر (تعمیر اضطراری و پیشگیرانه)

MBTP متوسط زمان بین دو تعمیر پیشگیری

MBTM متوسط زمان بین دو تعمیر

F فرکانس تعمیرات پیشگیری

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBF}+\frac{1}{MTBP}} = \frac{1}{\lambda+F}$$

2) شاخصهای مربوط به تعمیرپذیری

الف - متوسط زمان لازم برای تعمیر اضطراری

$$Te=\frac{\sum_1^n t_i}{n}$$

متوسط زمان لازم برای یک سیستم با اجزائ متفاوت

$$Te=\frac{\sum_1^n \lambda i.Ti}{\sum_1^n \lambda i}$$

Ti متوسط زمان لازم برای تعمیر عنصر i. مقدار Te را با نماد MTTR یا متوسط زمان لازم برای تعمیر نیز نشان می دهند.

مثال: با توجه به جدول زیر مطلوب است متوسط زمان لازم برای تعمیر سیستم

زیر سیستم	λi(بار در ماه)	Ti(دقیقه)
الکتریکی	10	24
مکانیکی	2	90

$$Te=\frac{(10\times24)+(2\times90)}{10+2}=35\text{min}$$

2) شاخصهای مربوط به تعمیر پذیری

ب- متوسط زمان برای تعمیرات پیشگیری

$$Tp = \frac{\sum_1^n Fi.Pi}{\sum_1^n Fi}$$

Tp متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی سیستم

Fi فرکانس اعمال تعمیرات پیشگیری نوع i

Pi متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری نوع I

مثال: در یک سیستم شامل سه پرس مطابق جدول زیر تعمیرات پیشگیری انجام می شود متوسط زمان لازم برای هر تعمیر پیشگیری چه میزان است؟

نوع تعمیرات(i)	فرکانس(Fi) بار درسال	متوسط زمان (Pi) دقیقه
هفتگی	50	10
ماهیانه	12	30
6 ماهه	2	130

$$T = \frac{(50\times10)+(12\times30)+(2\times130)}{50+12+2} = 17.5\text{min}$$

2) شاخصهای مربوط به تعمیرپذیری

ج- متوسط زمان لازم برای تعمیر، شامل تعمیرات پیشگیری و اضطراری

$$T = \frac{(\lambda \times Te) + (F \times Tp)}{\lambda + F}$$

T متوسط زمان لازم برای هر تعمیر (پیشگیری یا اضطراری)

F تعداد دفعات (فرکانس) اعمال تعمیرات پیشگیری در واحد زمان

λ متوسط تعداد دفعات خرابی اضطراری در واحد زمان

مثال: در یک سیستم اطلاعات زیر موجود است مطلوب است متوسط زمان لازم برای هر تعمیر:

$\lambda = 4$ Te=40 F=64 Tp=17.5

$$T=\frac{(4\times40)+(64\times17.5)}{4+64}=18.8\text{min}$$

آیا می توان زمانی را برای تعمیرات پیشگیری درنظر گرفت؟ و فواصل آنرا چگونه مشخص نماییم؟

هزینه های نصب تجهیزات، نیروی انسانی و..چگونه خواهد بود؟

- در صورت تعمیرات پیشگیرانه زیاد توقف زیاد، کارایی دستگاه افت می نماید.
- در صورت طولانی شدن فواصل تعمیرات پیشگیرانه، تعمیر اضطراری زیاد می شود.
- در دستگاهی که دارای توزیع عمر فوق نمایی است اعمال PM باعث کاهش کارایی می شود. توابعی که دارای گستردگی نباشند اعمال تعمیرات پیشگیرانه منطقی و مفید است
- در سیستمی که از تابع توزیع ویبول یا نرمال تبعیت می نماید زمان تعمیر پیشگیری کمتر از اضطراری موثر خواهد بود

هدف از PM صرفا افزایش کارایی نمی باشد بلکه عواملی همانند هزینه نیز لحاظ می شود.

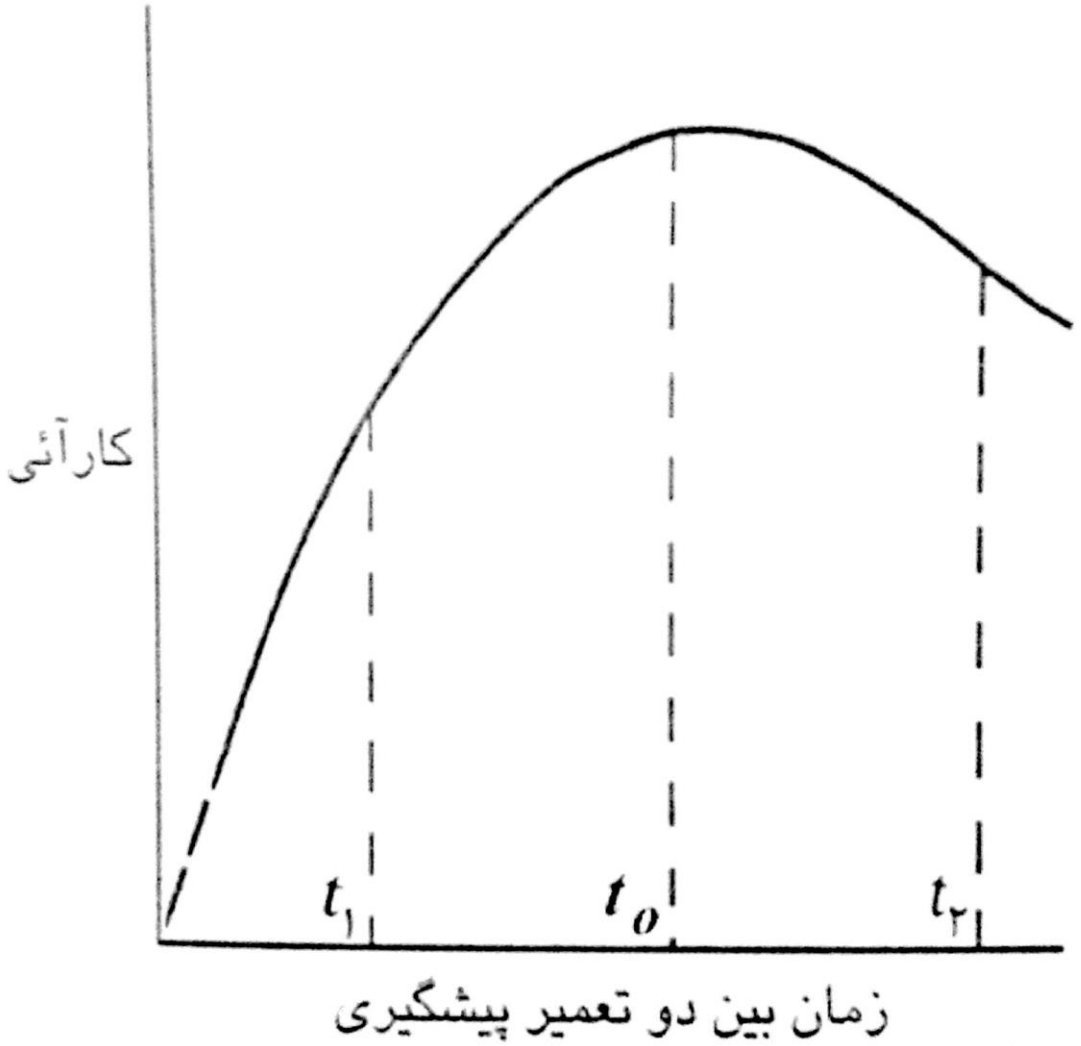
کارایی دستگاه (بازده): نسبت زمان آماده به کار بودن دستگاه به زمان برنامه ریزی شده برای کار

مثال: یک ماشین در یک نوبت 8 ساعته که برای کار تولیدی برنامه ریزی شده، به طور متوسط 1/5 ساعت به خاطر تعمیرات اضطراری یا پیشگیری متوقف باشد، کارایی دستگاه عبارت خواهد بود:

O.E=(8-1/5)/8=0/81

اعمال تعمیرات پیشگیری در فواصل کم از زمانهای رکود اضطراری می کاهد ولی زمانهای رکود لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی دستگاه زیاد شده و کارائی دستگاه کم می شود.

اعمال تعمیرات پیشگیری در فواصل زیاد (دیر به دیر) رکود اضطراری افزایش می یابد و با وجود کاهش زمانهای رکود لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی دستگاه باز هم کارائی دستگاه کم می شود.


کارآئی
t_1
t_o
t_2
زمان بین دو تعمیر پیشگیری

نمودارهای تعیین زمان بهینه برای تعمیرات پیشگیری با در نظر گرفتن عوامل هزینه و زمان

تابع ارلانگ: به آن دسته از توابع توزیع عمر که گستردگی آن‌ها کمتر از توابع نمایی هست گویند و می توانند تحت عملیات نت پیشگیری (PM) قرار گیرند.

L به عنوان پارامتر تعیین کننده میزان گستردگی تابع می باشد.

با بزرگ شدن l تابع گستردگی کم و به سمت نرمال و ویبول حرکت می نماید و بالعکس با کوچک شدن به سمت تابع نمایی میل می کند

تعمیرات پیشگیرانه برای سیستمهایی که از تابع ارلانگ با l بزرگتر از یک تبعیت می نمایند مفید می باشد.

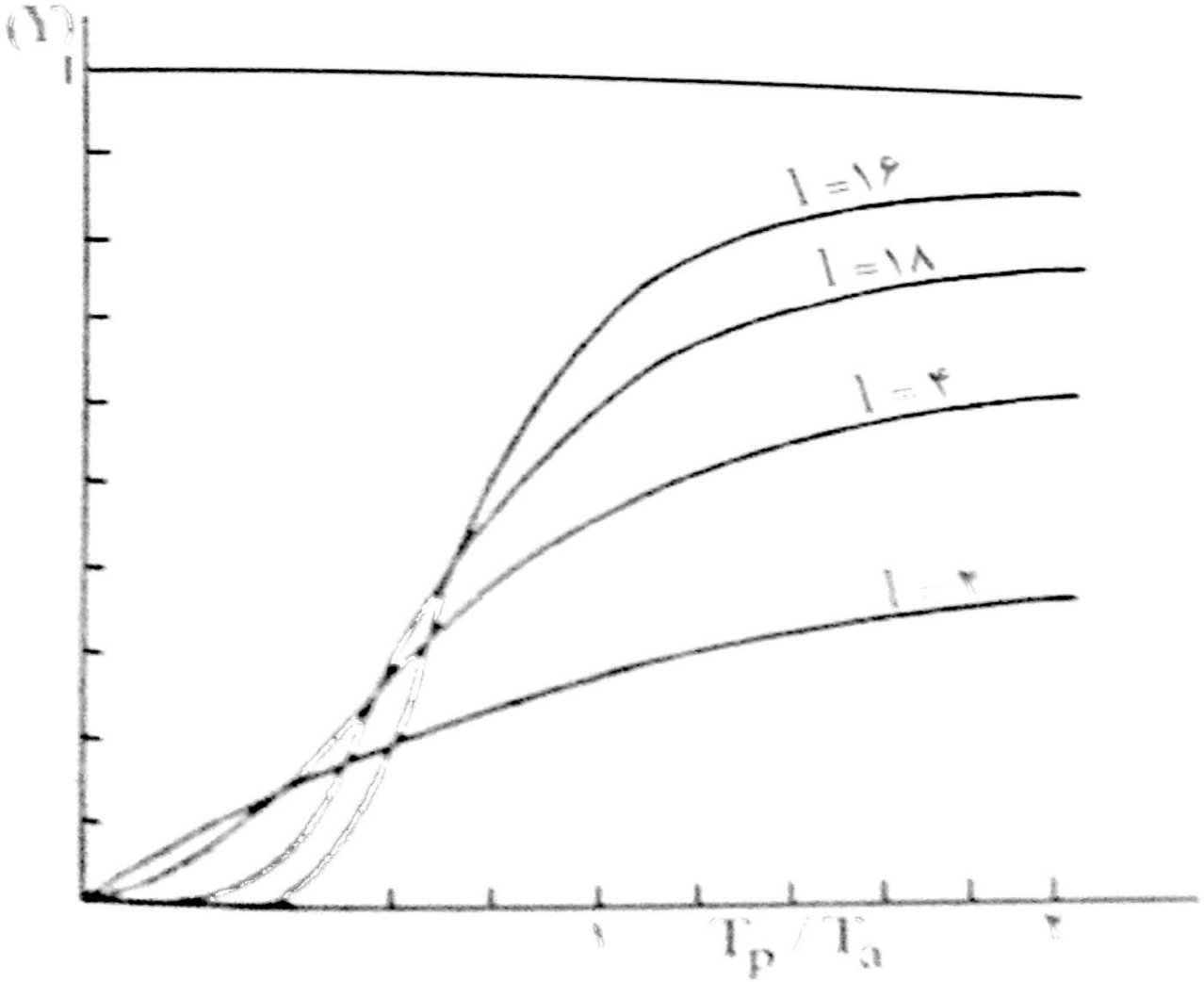
نمودارهای تعیین زمان بهینه برای تعمیرات پیشگیری با در نظر گرفتن عوامل هزینه و زمان

تابع ارلانگ:

با استفاده از منحنی های Y و T_p/T_a
مقادیر مورد نیاز بدست می آید.

T_a= میانگین عمر سیستم

T_P= فاصله بین دو تعمیر پیشگیری متوالی



نمودارهای تعیین زمان بهینه برای تعمیرات پیشگیری با در نظر گرفتن عوامل هزینه و زمان

تابع ارلانگ:

در رابطه علاوه بر زمان به هزینه در تعمیر پیشگیری توجه شده است.

$$Y = \frac{t_p(CD + CP)}{t_e(CD + Ce)}$$

T_a میانگین عمر سیستم
T_p فاصله زمانی مابین دوتعمیر پیشگیری متوالی
C_e هزینه انجام یک ساعت تعمیر اضطراری
C_p هزینه یک ساعت تعمیر پیشگیری
C_D هزینه یک ساعت توقف دستگاه
t_p زمان لازم برای انجام تعمیرات پیشگیری
t_e زمان لازم برای انجام تعمیرات اضطراری

با استفاده از منحنی های Y و Tp/Ta مقادیر مورد نیاز بدست می اید.

مثال با تابع ارلانگ: $Y = \frac{t_p(CD+CP)}{t_e(CD+Ce)}$

یک دستگاه پرس هیدرولیکی:

تابع توزیع عمر نزدیک به ارلانگ با پارامترگستردگی (l=8) و متوسط عمر 6 هفته،

متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری: 3 ساعت

متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات اضطراری: 4 ساعت

هزینه اعمال یک ساعت تعمیرات پیشگیری: 2000 تومان و اضطراری: 4500 تومان

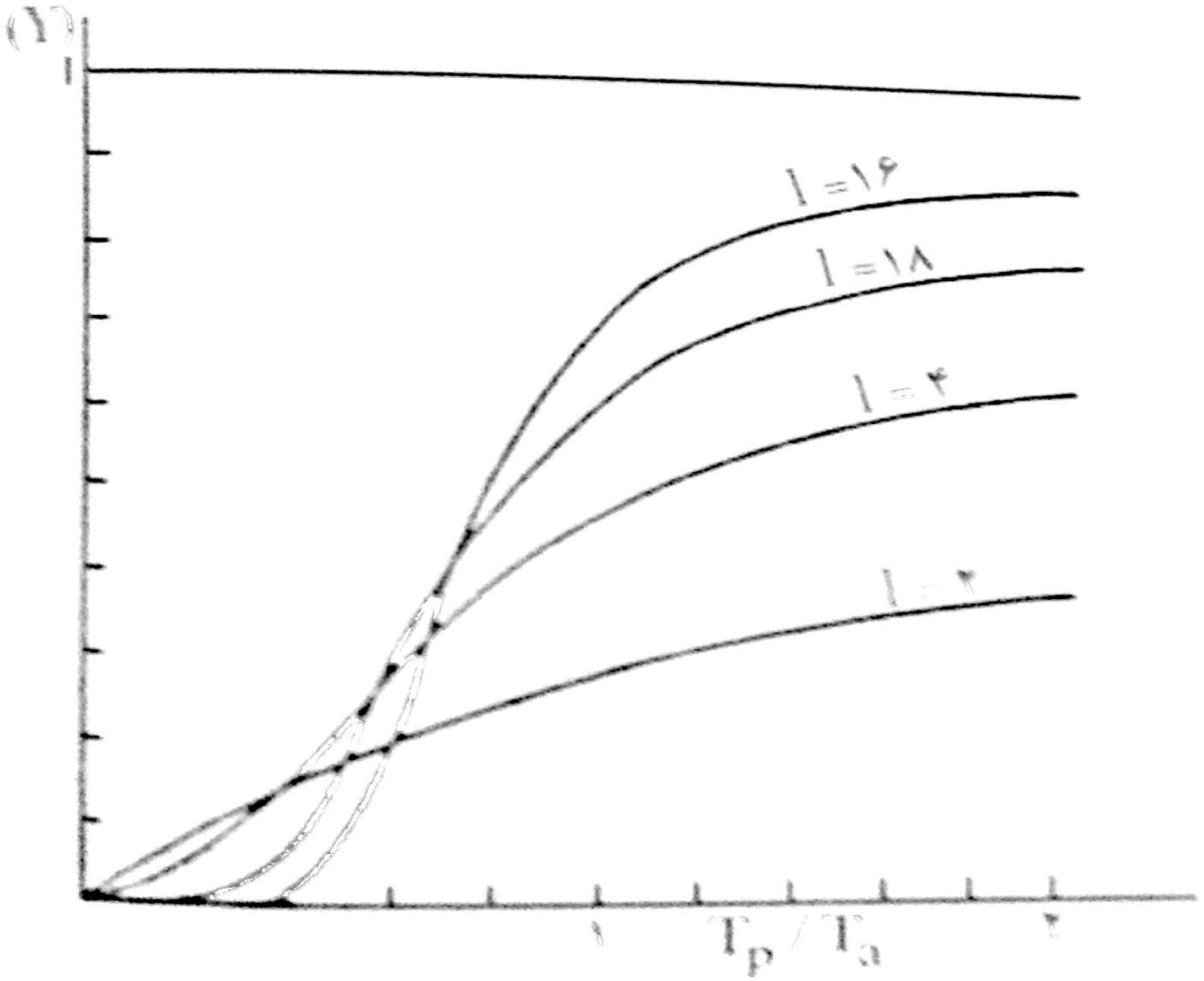
ارزش (هزینه) یک ساعت رکود ماشین: 20000 تومان

الف) فاصله زمانی اقتصادی (بهینه) برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی دستگاه چند روز است؟

ب- در صورتی که l=4 باشد مقدار Tp چقدر خواهد بود

در صورتی که زمان لازم برای تعمیرات پیشگیری 3/5 ساعت بود، فاصله بهینه چقدر خواهد بود؟

ادامه مثال

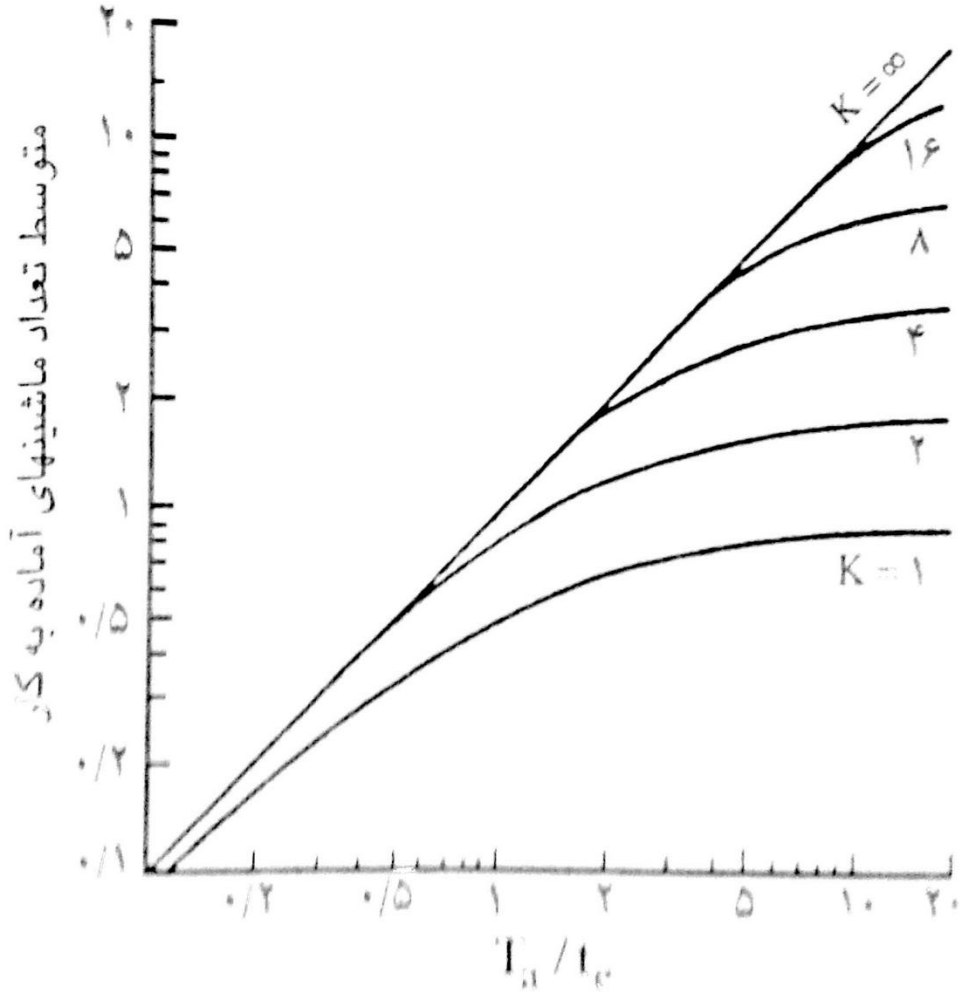


انجام سرویسهای منظم نظیر روغنکاری، تنظیم، دقت در بهره برداری صحیح و مطابق با خواسته شده، به افزایش عمر ماشین Ta کمک می نماید
تقویت امکانات نگهداری نظیر نیروی انسانی، تامین امکانات پشتیبانی (نقشه ها و نمودارهای عیب یابی) قطعات یدکی و ابزار و تجهیزات، برنامه ریزی دقیق و تبیین روشهای مدیریت و کنترل در داخل کارگاه نت و ترتیب بندی فعالیتهای تعمیرات در افزایش کارایی نت (کاهش Te) نقش دارند.

تعمیرات بعد از خرابی در شرایط گستردگی تابع توزیع عمر

تعمیرات اضطراری در شرایط داشتن یک تیم منفرد تعمیراتی
در این حالت تنها یک تیم تعمیراتی است.
این تیم تنها به تعمیریک ماشین می پردازد
ماشینهای دیگر در صف تعمیر می باشند.
امکان دارد در بعضی اوقات تیم تعمیراتی بی کار باشد.

تعمیرات بعد از خرابی در شرایط گستردگی تابع توزیع عمر

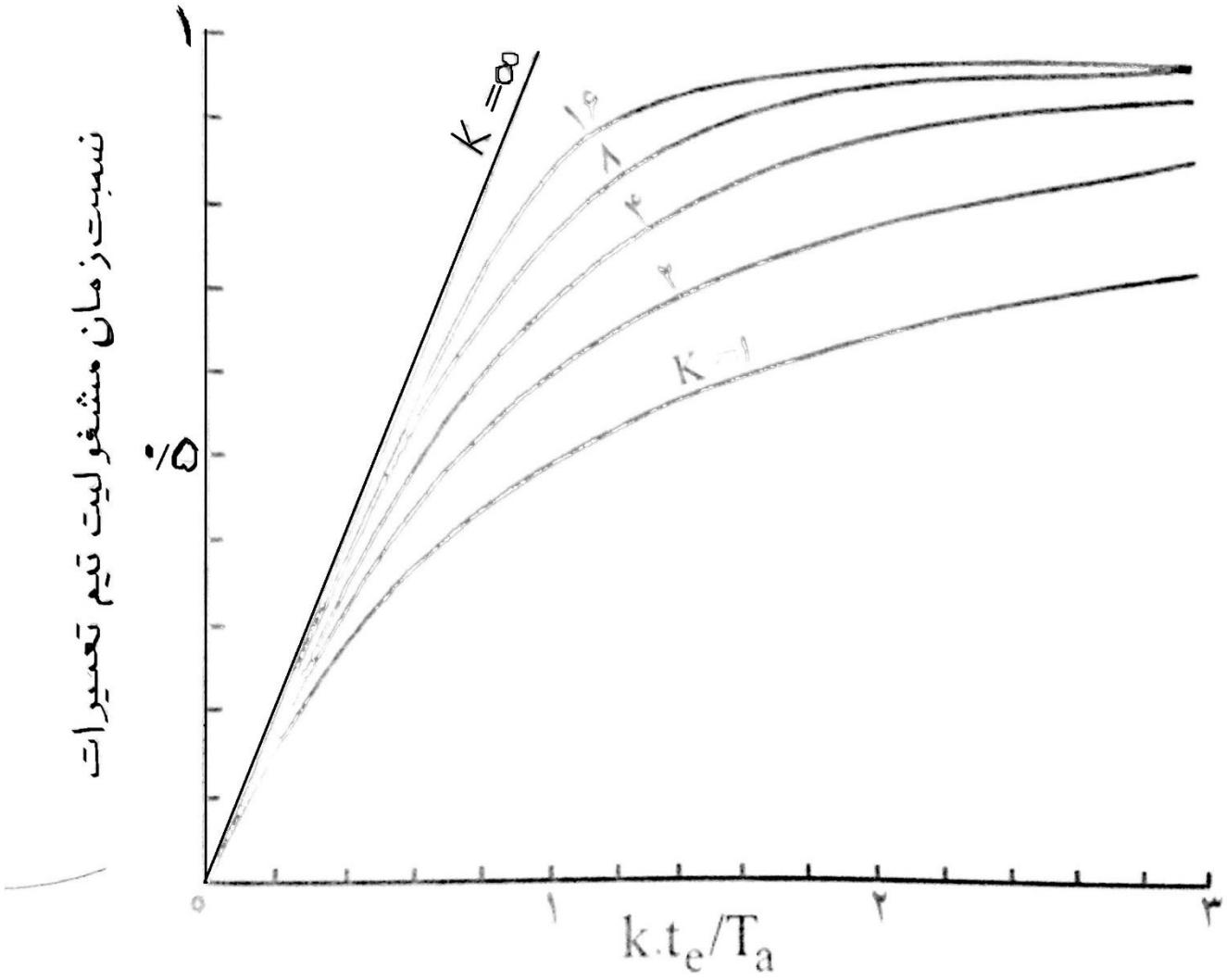


تعمیرات اضطراری با یک تیم منفرد تعمیراتی

K تعداد ماشینهای موجود در کارگاه

هر چقدر نسبت میانگین عمر سیستم نسبت به تعمیرات اضطراری بیشتر باشد یعنی خرابیها دیر به دیر اتفاق می افتد تعداد ماشینهای سالم نزدیک به کل ماشینهای موجود در سیستم خواهد بود

محاسبه قابلیت اطمینان



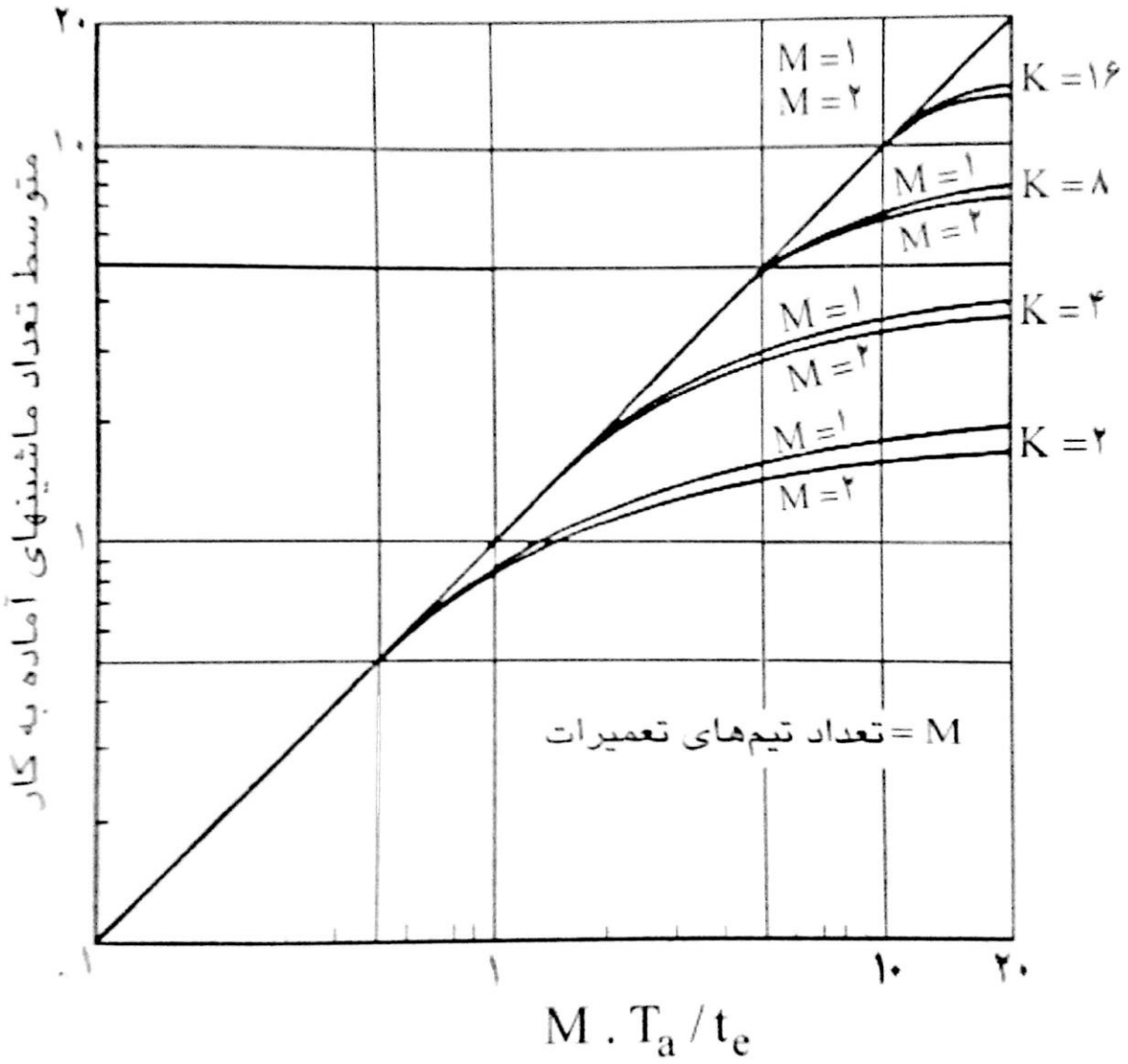
مثال: یک تیم تعمیراتی مسئولیت تعمیر 8 ماشین را دارد و برمبنای امار عمر ماشینها و زمان لازم برای تعمیر آنها هردو نزدیک به توابع نمایی می باشد. در حال حاضر بطور متوسط 5 ماشین از 8 ماشین اماده بکار می باشد.
متوسط عمر ماشینها بعد از هر تعمیر10 روز می باشد. امور بهره برداری نیاز به 6 دستگاه ماشین سالم و اماده بکار دارد. در این شرایط امکانات به چه اندازه افزایش یابد؟

$T_a/T_e=?$ $T_a=10$ $K=8$

با استفاده منحنی های مربوطه مقدار Ta/Teتقریبا 5 می شود بنابراین Te برابر با 2 روز می شود. درحال حاضر هر تعمیر بطور متوسط 2روز طول می کشد
با توجه به میزان 6 ماشین نیاز به افزایش تیم تعمیراتی است و بنابراین Ta/Te تقریبا برابر با 8 می شود و لذا Te برابر با 1/25 نیاز به افزایش دارد.
سرعت کار به میزان 2/(2-1/25) برابر با افزایش داشته و این مستلزم افزایش امکانات تیم تعمیراتی است.

$K.Te/Ta=8\times1.25/10=1$

زمان مشغولیت تقریبا 77 درصد است



تعمیرات بعد از خرابی در شرایط گستردگی تابع توزیع عمر

تعمیرات اضطراری در شرایط داشتن دو تیم تعمیراتی

در این حالت سرویس دهی بهتر و دستگاهها با درصد بیشتری در حال اماده بکار بودن می باشد.

نکته: نتیجه کار یک تیم تعمیراتی بزرگ با سرعت کار V بهتر از دو تیم تعمیراتی کوچک با سرعت نصف V است. هزینه ها ، فضا، ماشینهای در صف و تجهیزات افزایش می یابد

مثال:

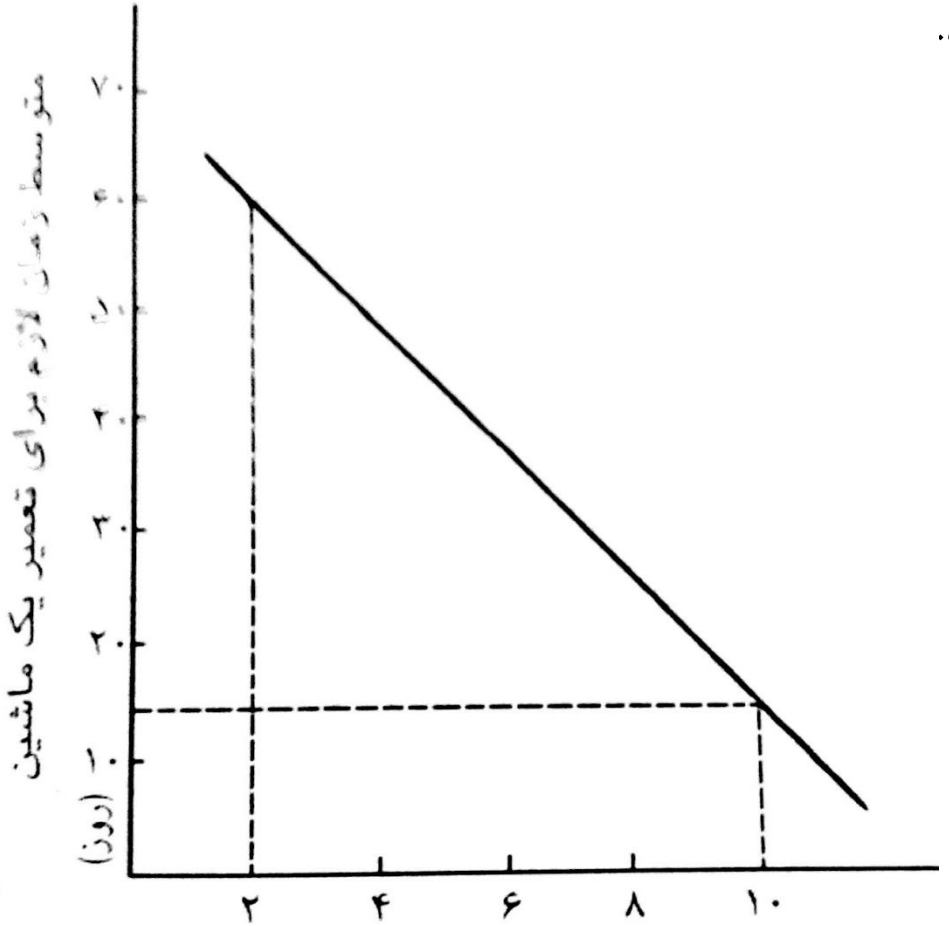
دو دستگاه ماشین ریخته گری تحت فشار در یک کارگاه ریخته گری مشغول بکار می باشند. براساس امار موجود، متوسط زمان بین دو تعمیر متوالی بر روی هر ماشین حدود 60 روز می باشد. در حال حاضر یک تیم تعمیراتی شامل 2 نفر کارگر متخصص مسئولیت تعمیرات این دو ماشین را بعهده دارند.

هزینه هر روز یک کارگر 5000 ریال

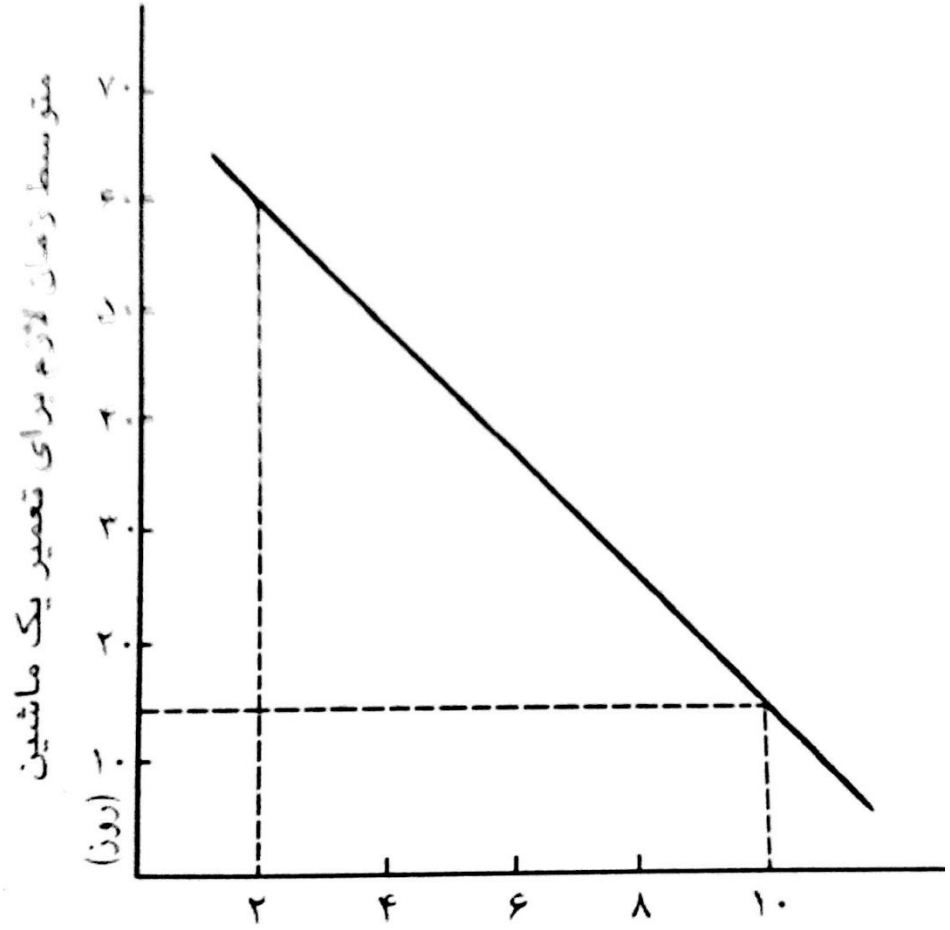
هزینه رکود ماشین در یک روز200000 ریال

پیشنهاد افزایش تعداد کارگر به 10 نفر شده است

ایا این افزایش بصرفه است؟



محاسبه قابلیت اطمینان



te=60days Ta=60days M=1team K=2

M.Ta/Te=1×60/60=1 متوسط زمان لازم برای تعمیر یک ماشین

با توجه به نمودار تعداد ماشینهای اماده بکار 0/8 می باشد

هزینه روزانه کارگران =5000*2=10000ریال

هزینه توقف ماشین =200000* (2-0/8)=240000ریال

مجموع هزینه ها 250000ریال

در صورتی که تیم به 10 نفر افزایش یابد متوسط زمان هر تعمیر به 15 روز می رسد.

te=15days Ta=60days M=1team K=2

هزینه روزانه کارگران=5000×50000=10

هزینه رکود ماشین =(2-1/5)×200000=100000

جمه هزینه ها برابر با 150000ریال می گردد. لذا افزایش تیم به 10 نفر قابل قبول است.

مقدار اقتصادی هر بار سفارش

اهم هزینه های مورد توجه در کاهش هزینه موجودیها:

هزینه های تدارکاتی مربوط به هر بار سفارش (C)

هزینه های نگهداری شامل هزینه های اداری، فضای انبار، بیمه، سرمایه درگیر....(I)

هزینه های مواجهه با کسری قطعات یدکی در هنگام لزوم($\acute{C}$)

مقدار اقتصادی هر بار سفارش (مقدار عددی کالا) می بایست در طول یک سال به حداقل برسد.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Cr}{I}} \times \sqrt{\frac{I + \acute{C}}{\acute{C}}}$$

C=هزینه های تدارکاتی مربوط به هر بار سفارش(ریال)

r=میانگین مقدار مصرف در واحد زمان(عدد/سال)

I=واحد هزینه نگهداری کالا (ریال/عدد/سال)

$\acute{C}$ =واحد هزینه مواجهه با کسری کالا(ریال/عدد/سال)

مقدار اقتصادی هر بار سفارش: مثال:

مصرف سالیانه بلبرینگ ماشینی 100 عدد است. واحد هزینه نگهداری این کالا در انبار 16 دلار به ازای هر عدد در سال است. هزینه کسری سالیانه این کالا به ازای هر عدد 1600 دلار براورد شده است. هزینه تدارکاتی به ازای هر بار سفارش 1800 دلار براورد شده است. مقدار اقتصادی هر بار سفارش چقدر است؟

$$\text{E}OQ = \sqrt{\frac{2 * 1800 * 100}{16}} \times \sqrt{\frac{16 + 1600}{1600}} = 150 \text{ تقریبا}$$

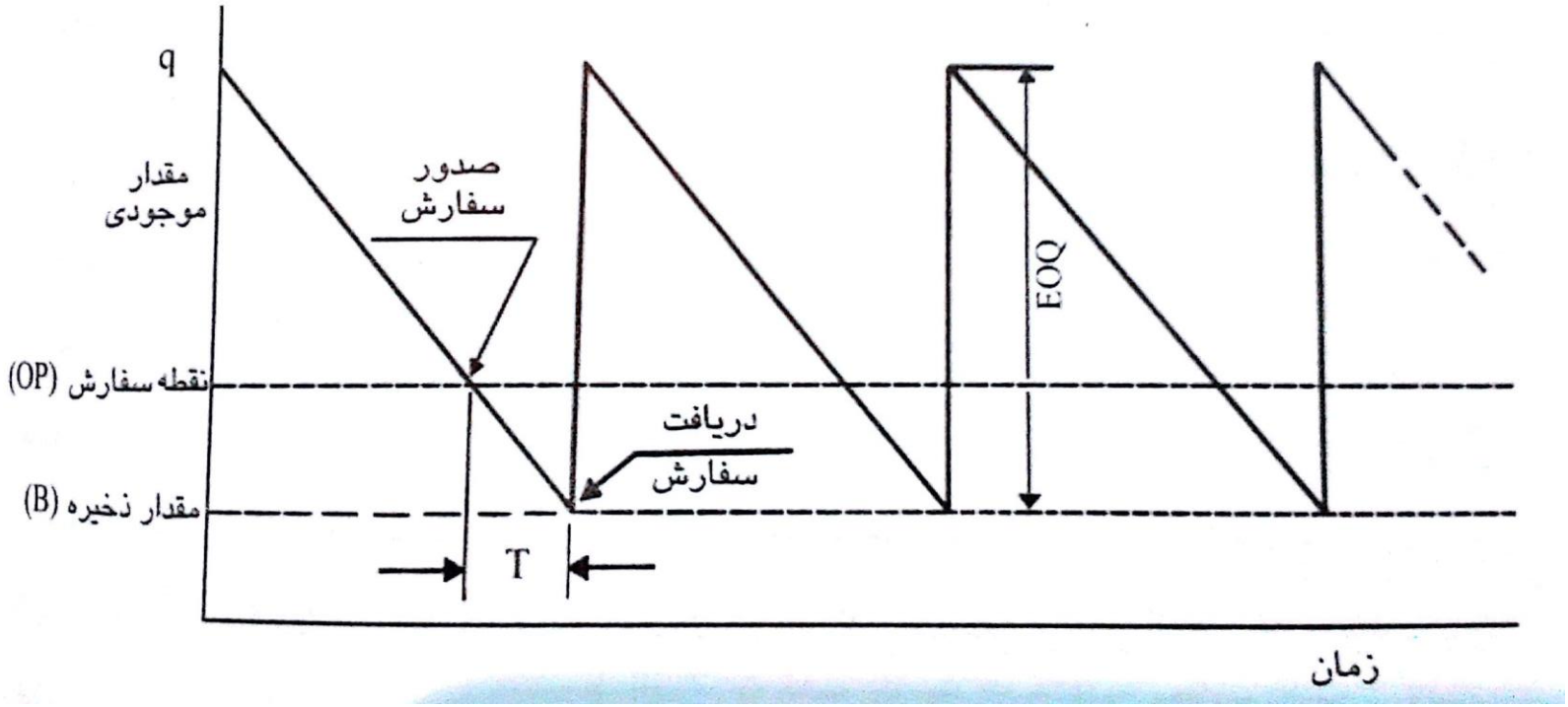
کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

سیستم سفارشات

نقطه سفارش(OP): مقدار موجودی کالا در انبار که در آن نقطه سفارش صورت می گیرد

مقدار ذخیره(B)

فاصله زمانی تحویل(T)



کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

نقطه سفارش

در شرایط مصرف ثابت و مشخص بودن زمان تحویل پس از سفارش

در شرایط متغیر و نامشخص بودن سرعت مصرف و زمان تحویل

در نت نقطه سفارش با توجه به حساسیت مهم می باشد و نیاز است که درصد موجودی مثبت باشد تا از توقف دستگاهها بکاهد.

کاهش هزینه های نگهداری کالا و مواجهه شدن با کسری کالا به حداقل برسد

استفاده از امار مصرف قطعات یدکی گذشته می تواند ما را یاری برساند

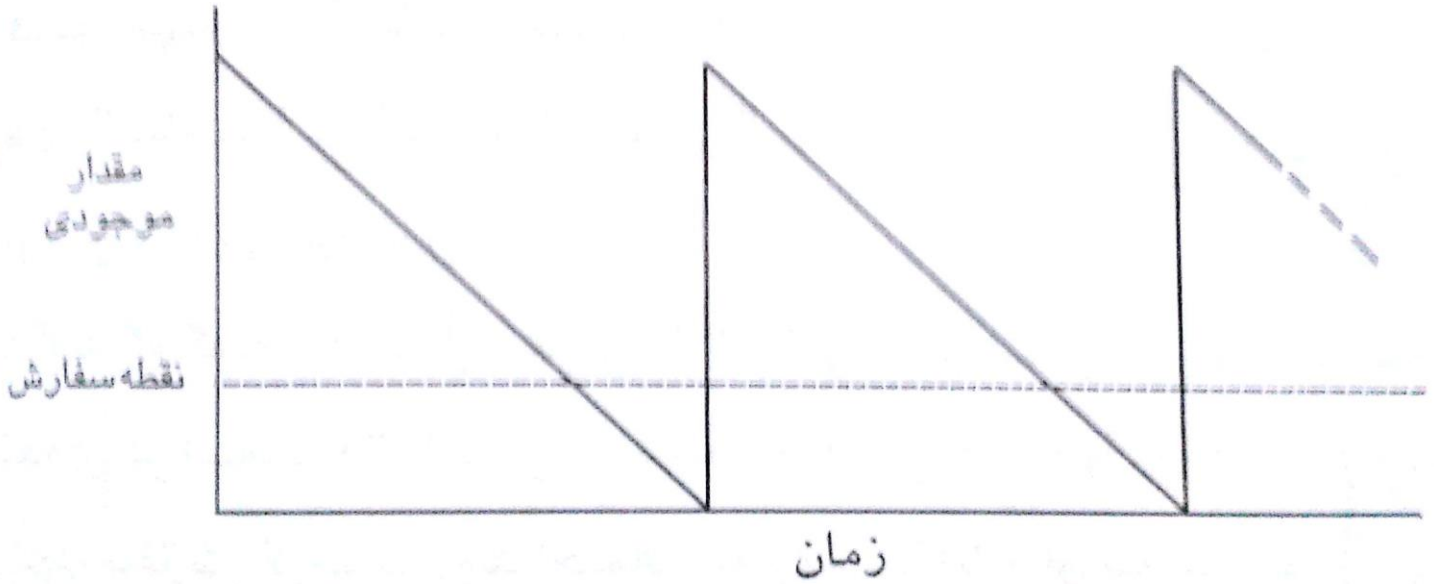
کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

نقطه سفارش

در شرایط مصرف ثابت و مشخص بودن زمان تحویل پس از سفارش
میزان اطمینان از موجودی:

$$\frac{\text{تعداد دفعات موجودی مثبت}}{\text{جمع تعداد دفعات سفارش}}$$

از هر 6 بار سفارش در 4 دوره انبار با کمبود موجودی مواجه نشده است. میزان اطمینان از موجودی چقدر است؟



محاسبه نقطه سفارش با استفاده از نموگرافهای کنترل موجودی

توابع توزیع مصرف قطعات یدکی اغلب به توابع توزیع پواسون نزدیک می باشد

$$A = \sum_{n=0}^{s} \frac{R(-lnR)^n}{n!}$$

A=میزان اطمینان از موجودی (یا احتمال دسترسی به قطعه در لحظه لزوم)

R=قابلیت اطمینان یا احتمال کارکرد سالم قطعه به مدت زمان T ($R = e^{-KLT}$)

lnR=لگاریتم طبیعی R (lnR=-KλT)

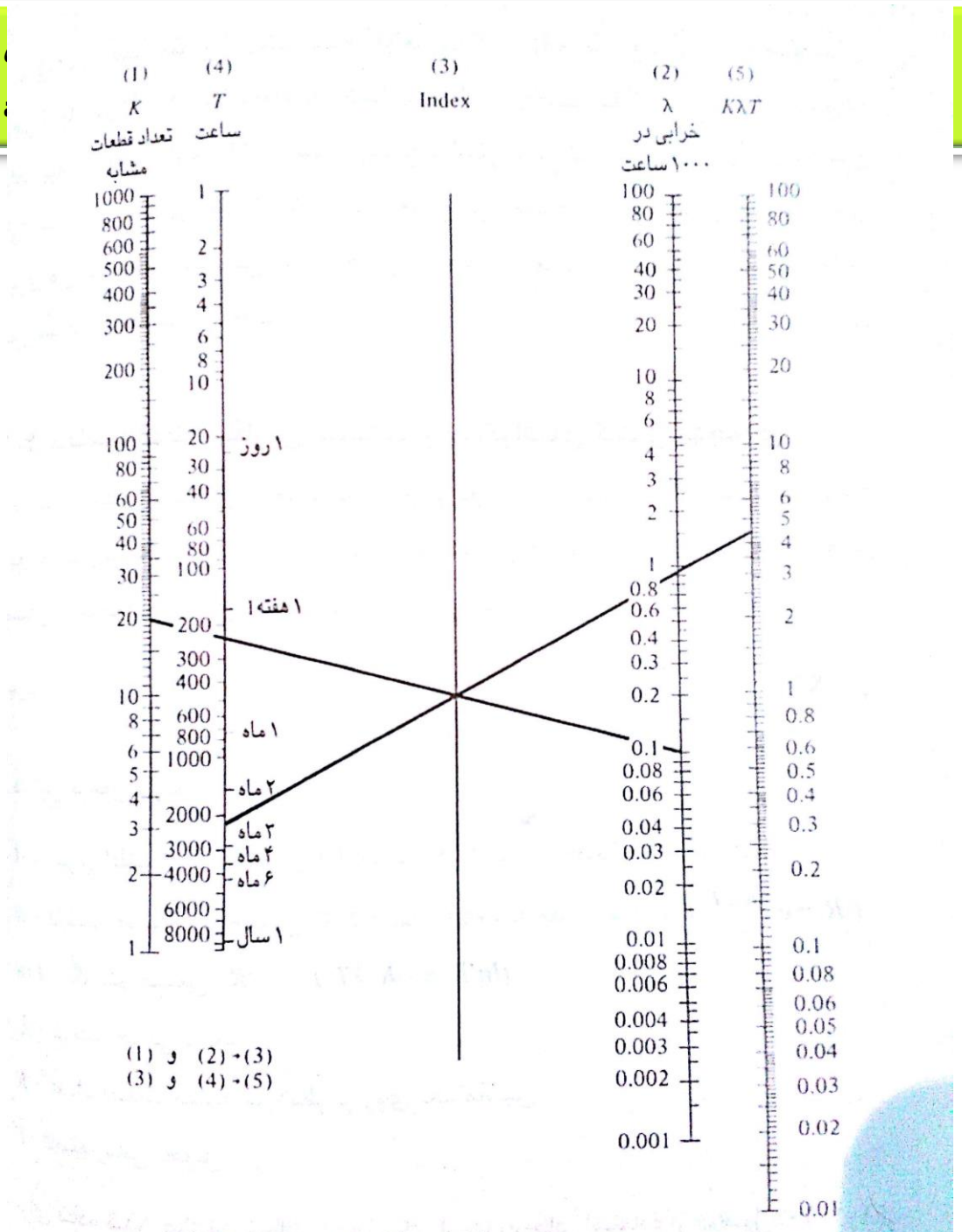
λ =سرعت خرابی قطعه

K=تعداد قطعات مشابه مورد نظر برروی یک ماشین

T=فاصله زمانی تحویل

با استفاده از نموگرافها می توان محاسبات را انجام داد

کنترل موجودی انبار قطعات یدکی



محاسبه نقطه سفارش با استفاده از نموگرافهای کنترل موجودی

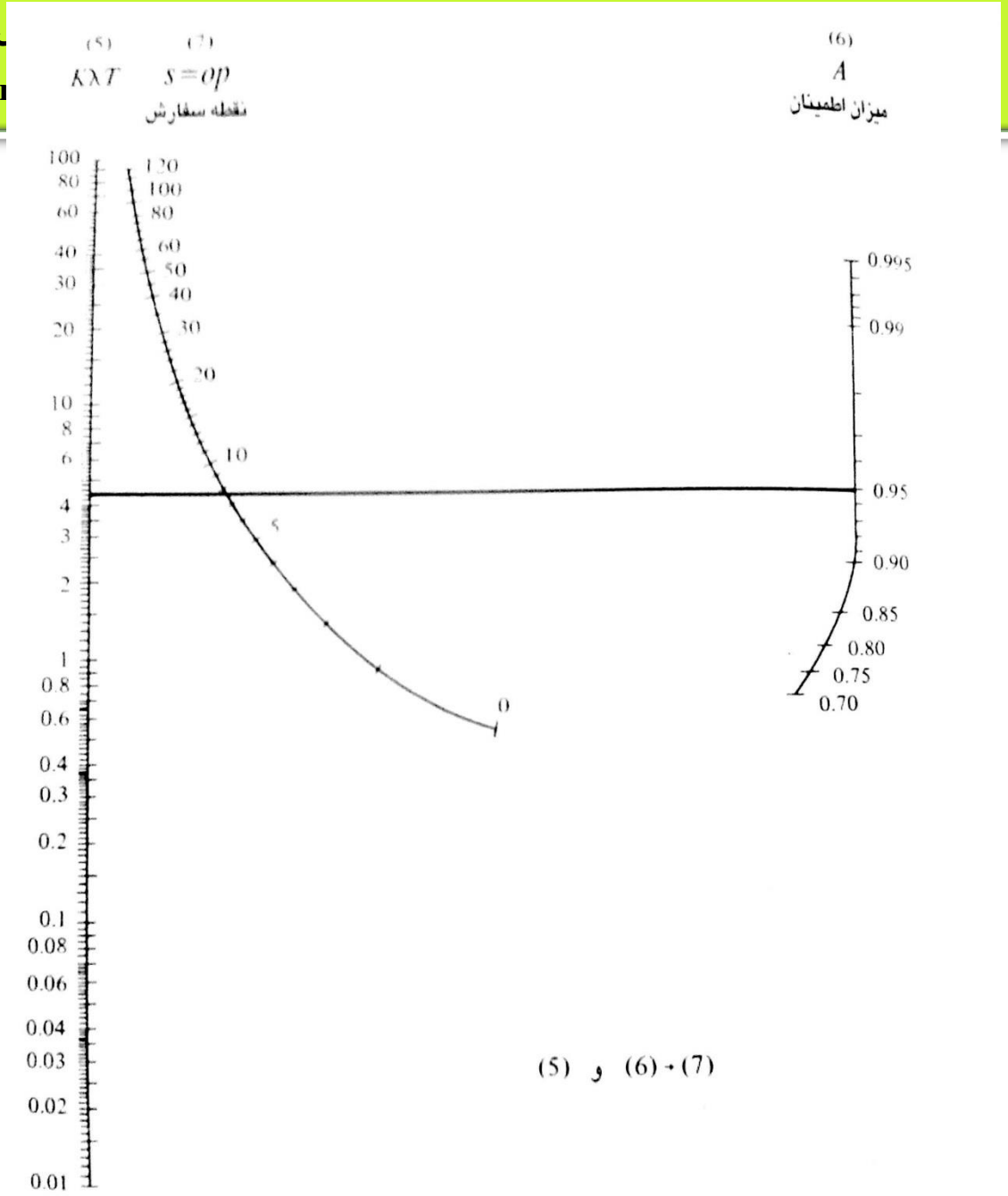
$$A = \sum_{n=0}^{s} \frac{R(-lnR)^n}{n!}$$

$$R = e^{-KLT}$$

-KλT

کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

محاسبه نقطه سفارش با استفاده از
نموگرافهای کنترل موجودی



(5) و (6) ← (7)

کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

مثال:

یک سیستم کامپیوتر که بطور مداوم کار می کند دارای 20 عدد مدار مشابه است. میانگین عمر هر مدار 4000 ساعت، جهت هر بار سفارش و تحویل کالا تقریبا 50 روز طول می کشد. لازم است کالا با میزان اطمینان 98% در دسترس باشد. نقطه سفارش چه میزان باشد؟

T=50 روز A=98% K=20 قطعه

λ =1/4000=0/00025

T=24×50=1200ساعت

$K\lambda T$=1200*20 *0/00025=6

با استفاده از گرافها میزان OP بهینه 11 می گردد.

در صورتیکه بتوان نسبت به استاندارسازی قطعات اقدام نماییم میتوانیم از موجودی کالا بکاهیم

با نت متمرکز می توان از میزان موجودی کالا کاست.

شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت

شبیه سازی ایجاد مدلی که از نظر خصوصیات و شرایط مشابه سیستم اصلی است و بررسی و اطلاع پیدا کردن از شرایط اینده سیستم اصلی

مزایای شبیه سازی:

1- اطلاع پیدا کردن از نحوه عملکرد با استفاده از یک مدل کوچک

2- محدود کردن زمان بکار گیری مدل در مقیاس زمانی کوچک

3- راحتی ایجاد تغییرات در مدل و هزینه‌بری محدود

شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت

مدلهای ریاضی شبیه سازی
با استفاده از امار و اطلاعات و توابع توزیع احتمالی و تسلط بر عوامل سیاسی، اقتصادی، طبیعی و... میتوان شرایط اینده را مطالعه نمود
با بکارگیری شرایط و عوامل و ارتباط بین آن‌ها در مدل شبیه سازی شده نتایج حاصل از تکرار آزمایشها مطمئن تر می گردد.
دسترسی به کامپیوتر استفاده از اطلاعات را میسر می سازد.

شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت

شبیه سازی مونت کارلو

از کاراترین تکنیک های شبیه سازی در مسایل مهندسی صنایع ونت ومدیریت صنعتی می باشد.

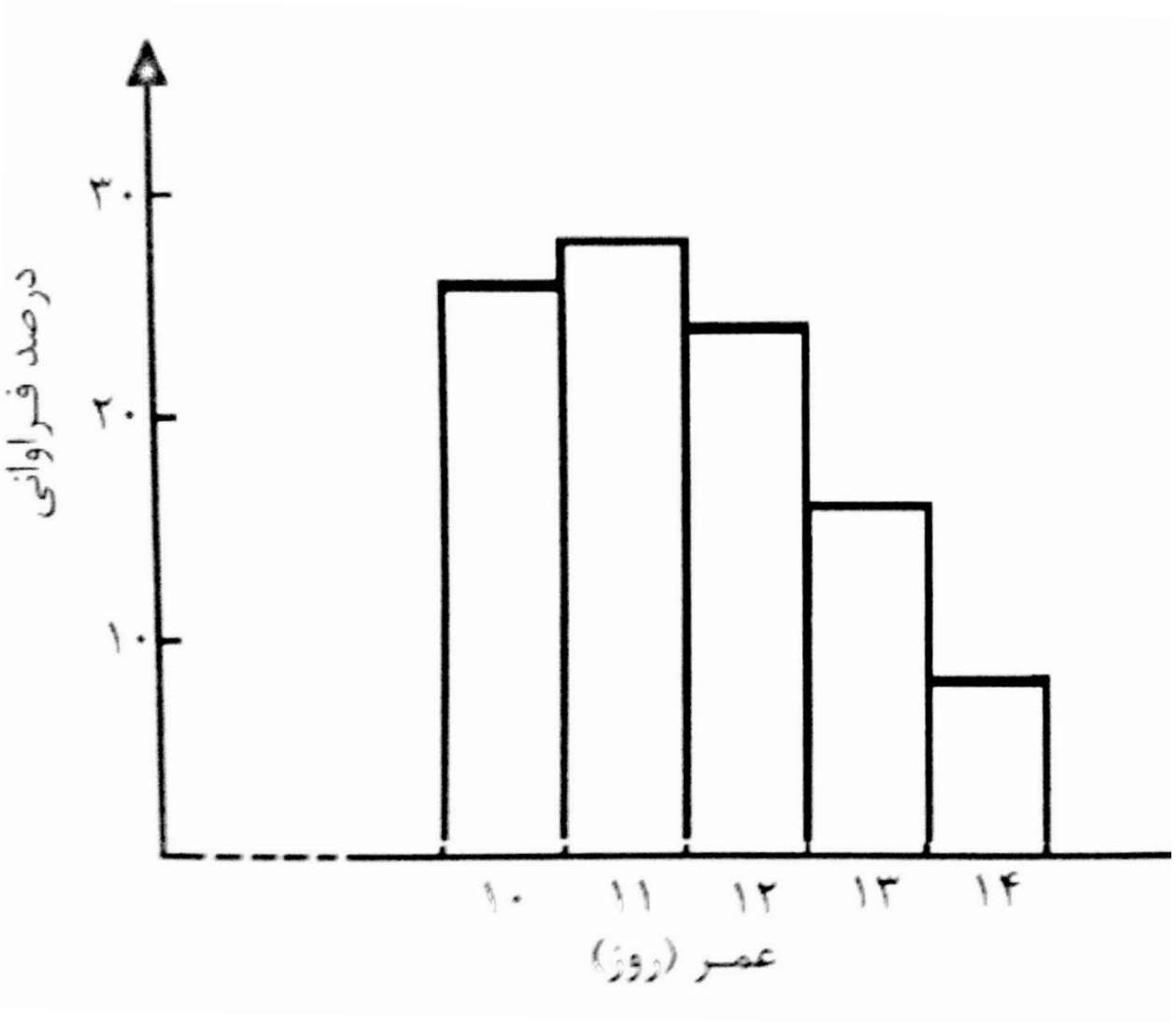
با داشتن توابع توزیع احتمالی موثر در طراحی سیستم، با استفاده از اعداد تصادفی، وقایع محتمل که بر سیستم اثر دارند برداشت و عکس العملهای سیستم بررسی می شود.

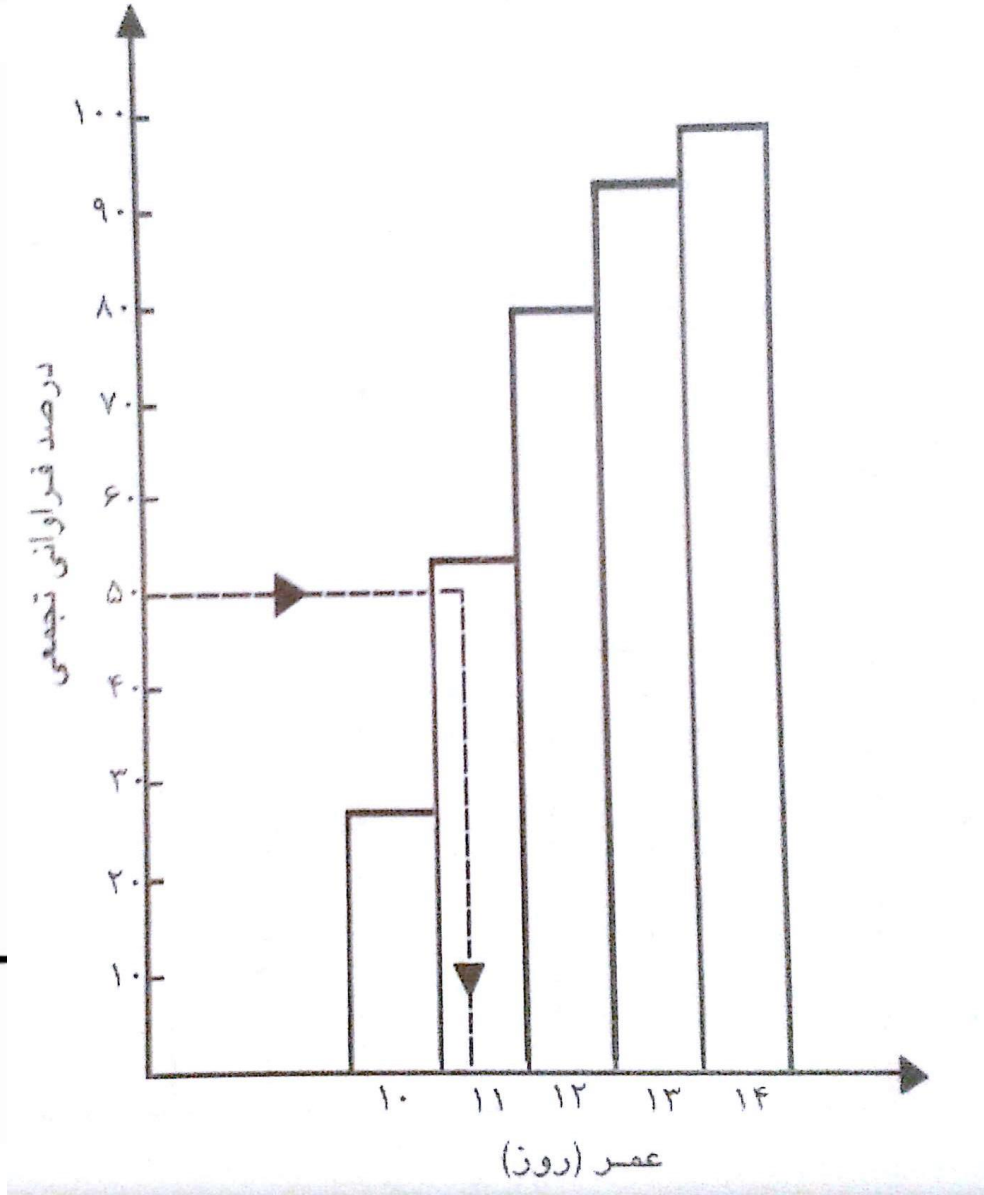
مثال:

آمار طول عمر ماشینی مطابق جدول زیر است.

عمر ماشین	تعداد دفعات خرابی (فراوانی)	درصد دفعات	درصد تجمعی
10 روز	20	27	27
11 روز	22	29	56
12 روز	18	24	80
13 روز	10	13	93
14 روز	5	7	100

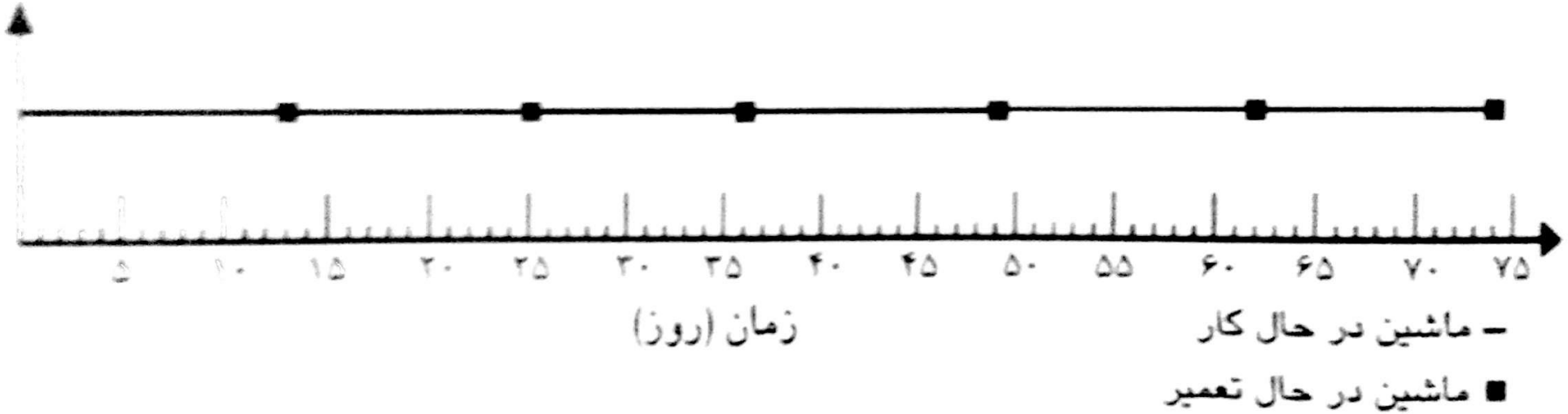
شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت





شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت

اعداد تصادفی	61	54	04	61	77	55
عمر	12	11	10	12	12	11



شبیه سازی وکاربردهای آن در مهندسی نت

کاربرد کامپیوتر در شبیه سازی

نرم افزارهای زیر در شبیه سازی بکار میرود:

SOL

SIMSCRIPT

GASP

DYNAMO

GPSS

SIMULA

جدول اعداد تصادفی

کاربردهای تئوری صف در مهندسی نت

- دو عامل تصادفی مراجعه نمودن ماشینها برای تعمیر و تصادفی بودن زمان تعمیر در تئوری صف تاثیر دارند.
- افزایش امکانات و نیروی انسانی می‌تواند در کاهش صف اثر بگذارد ولی سطح بهینه مورد نیاز است.
- میزان بهینه به هزینه های انتظار ماشین در صف برای تعمیر و هزینه های سرمایه گذاری بستگی دارد.
- هدف از این تئوری (صف)، تعیین میزانی از نیروی انسانی و تجهیزات و سایر امکانات است که بازاء آن جمع هزینه های رکود تولید و هزینه های نت کمینه گردد.

1) تابع توزیع سرعت تقاضای ماشینها برای تعمیر پواسون است.
2) تابع توزیع تعمیرات به توابع نمایی منفی نزدیک است (یعنی در اغلب اوقات عملیات تعمیراتی زمانی کوتاهتر از متوسط را صرف کرده ولی در موارد نادر زمان صرف شده برای تعمیر نسبت به حدود متوسط، افزایش زیادی دارد).
3) امکانات کارگاه نت درحدی است که متوسط سرعت تعمیر از متوسط سرعت ورود ماشینها بیشتر است
4) تعداد ماشینها محتاج تعمیر نامحدود است
5) ترتیب انجام تعمیر برمبنای ورود ماشین است (FCFS)

تک کانالی-تک مرحله ای: یک ایستگاه منفرد سرویس دهی وجود دارد و در یک مرحله نت صورت میگیرد
تک کانالی-چند مرحله ای: یک ایستگاه منفرد سرویس دهی وجود دارد و در چند مرحله نت صورت میگیرد

چند کانالی-تک مرحله ای: بیش از یک ایستگاه منفرد سرویس دهی وجود دارد و در یک مرحله نت صورت میگیرد

چند کانالی-چند مرحله ای: بیش از یک ایستگاه منفرد سرویس دهی وجود دارد و در چند مرحله نت صورت میگیرد

ساختار سرویس	ورود	صف	سرویس	خروج
تک کانالی- تک مرحله‌ای	→	★★★	⊛	→
تک کانالی- چند مرحله‌ای	→	★★★	⊛ ⊛ ⊛	→
چند کانالی- تک مرحله‌ای	→	★★★	⊛ ⊛ ⊛	→ → →
چند کانالی- چند مرحله‌ای	→	★★★	⊛⊛⊛ ⊛⊛⊛ ⊛⊛⊛	→ → →

ورود	تعداد در صف	تعداد در حال تعمیر	خروج
	تعداد در سیستم		

فرمولهای صف

در شرایطی که تعمیرات یک کانالی یا چند کانالی باشند:

λ :متوسط تعداد ماشین در واحد زمان که متقاضی تعمیر می شوند (متوسط سرعت ورود ماشین)،

μ متوسط سرعت تعمیر در هر کانال،

N تعداد کانالها سرویس رسانی،

ρ ضریب کاربرد که برابر با $\frac{\lambda}{\mu}$

نماد	شرح	تک کانالی	چند کانالی
Pn	احتمال وجود nماشین در حال تعمیر یا در انتظار تعمیر	$(1-\rho)\rho^n$	$\frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!}+\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^N}{N!}(\frac{1}{(1-\rho)})}$
P0	احتمال سالم بودن کلیه ماشینها یا بیکار بودن کلیه امکانات نت	$1-\rho=(1-\frac{\lambda}{\mu})$	$\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!}.P0$ 0<n<N $\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{N!N^{n-N}}.P0$ n≥N
L	متوسط ماشینهای در حال تعمیریا درصف انتظار (متوسط ماشینهای خراب)	$\frac{\lambda}{\mu-\lambda}=Lq+\frac{\lambda}{\mu}$	$\lambda.W=Lq+\frac{\lambda}{\mu}$
Lq	متوسط تعداد ماشینهای منتظر تعمیر (متوسط صف انتظار)	$\rho.L=\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$	$\frac{P0(\frac{\lambda}{\mu})^n.\rho}{N!(1-\rho)^2}$
W	متوسط زمان رکود ماشین در انتظار تعمیر یا در حال تعمیر	$\frac{1}{\mu-\lambda}=\frac{L}{\lambda}$	$Wq+\frac{1}{\mu}$
Wq	متوسط زمان انتظار هر ماشین برای تعمیر	$\rho.W=\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}=\frac{Lq}{\lambda}$	$\frac{Lq}{\lambda}$

فرمولهای صف

برای برداشت محصول بیشتر از یک معدن، برنامه ریزی توسعه نت ضروری است. دو گزینه پیشنهاد شده است:
گزینه 1: کارگاه منفرد با ظرفیت تعمیر 10 ماشین در هر نوبت (شیفت) 8 ساعته
گزینه 2: دوکارگاه هر یک با ظرفیت 5 تعمیر در یک نوبت (شیفت) 8 ساعته
بودجه لازم برای دو گزینه یکسان پیش بینی شده است. در برنامه توسعه معدن پیش بینی می شود سرعت احتیاج ماشینها به تعمیر برابر با 6 ماشین در هر شیفت خواهد بود. کدام گزینه بهتر خواهد بود؟

حل:

با توجه به تساوی هزینه احداث، شاخص مورد سنجش و مقایسه متوسط زمان رکود هر ماشین خواهد بود

گزینه 1: $\mu=10$ و $\lambda=6$

$Po=(1-\frac{\lambda}{\mu})=0.4$ احتمال سالم بودن کلیه ماشینها

$Lq=\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}=0.9$ متوسط تعداد ماشینهای منتظر تعمیر

$L=Lq+\frac{\lambda}{\mu}=1.5$ متوسط ماشینهای در حال تعمیر یا در صف انتظار برای تعمیر (متوسط تعداد ماشینهای خراب)

$W=\frac{1}{\mu-\lambda}=0.25$ نوبت متوسط زمان رکود ماشین

ساعت برابر با : 8*0/25= 2 ساعت

فرمولهای صف

حل:

با توجه به تساوی هزینه احداث، شاخص مورد سنجش و مقایسه متوسط زمان رکود هر ماشین خواهد بود

گزینه 2: $\mu=5$ و $\lambda=6$

Po= 0.25 احتمال سالم بودن کلیه ماشینها

Lq= 0.68 متوسط تعداد ماشینهای منتظر تعمیر

$L=Lq+\frac{\lambda}{\mu}=1.88$ متوسط ماشینهای در حال تعمیر یا در صف انتظار برای تعمیر (متوسط تعداد ماشینهای خراب)

W= 2.5 ساعت متوسط زمان رکود ماشین

از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance–PM) تا نت بهره ور فراگیر(TPM)

اوایل دهه ۱۹۶۰ژاپن نت پیشگیرانه را از امریکا وارد کرد
واردات بعدی نت بهره ور (Productive Maintenance –PM)، محصول بی نیاز از تعمیر (MP)، مهندسی قابلیت اطمینان و ...
انچه امروز به عنوان TPM (Total Productive Maintenance) مطرح است همان سیستم نت بهره ور امریکاست که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است.
در شرکتهای امریکایی گروههای نت کل فعالیتهای نگهداری و تعمیرات را به عهده داشتند و نوعی تفکیک نیروی کار در قالب شعار «من تولید می کنم و تو نگهداری و تعمیر می کنی» بر صنعت تحمیل بود.
بلعکس ژاپن با تعییر و بهسازی نت امریکایی همگی کارکنان را در برنامه شرکت داده اند و در بهسازی تجهیزات همه افراد سازمان از اپراتورهای خط تولید تا مدیریت رده بالا درگیر باشند.
ابتکار محوری و حساس در اصول TPM این است که خود اپراتورها به امور اصلی و اولیه نت ماشین خودشان می پردازند.

معرفی نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر(TPM)

سیر از PM به TPM

PM همان نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و TPM نگهداری و تعمیرات فراگیر است.

در PM تنها بخش واحد نت مسئول است و در TPM کارکنان،کارگران و مدیران درگیر می باشند.

اپراتورها به امور اصلی و اولیه نت ماشینهای خود می پردازند.

نت بهره ور فراگیر(TPM) در اوایل 1980 به صورت فراگیر در ژاپن مطرح گردید و سپس در سطح وسیعی بکار رفت.

شرکت تویوتا و تامین کنندگان آن پیشرو در گسترش این سیستم بودند.

شرکت Nippondenso تامین کننده قطعات الکتریکی تویوتا در سال 1961 به نت بهره ور مبادرت و در سال 1969TPM را اجرایی نمود.

معرفی نگهداری وتعمیرات فراگیر (TPM)

	دهه 1950	دهه 1960	دهه1970
دوره (عصر)	• نت پیشگیرانه • تدوین وظایف نت	• نت بهره ور • تشخیص اهمیت قابلیت اطمینان وکارایی اقتصادی در طراحی کارخانه	• نت بهره ور فراگیر • دسترسی به کارایی نت از طریق اهمیت وارزش نهادن به افراد ومشارکت همگامی
شیوه ها	• Pm(نت پیشگیرانه) 1951 • PM(نت بهره ور) 1954 • MI(بهبود قابلیت تعمیر)1957	• نت بی نیاز از تعمیر 1960 • مهندسی قابلیت اطمینان 1962 • مهندسی قابلیت تعمیر 1962 • اقتصاد مهندسی	• دانش رفتاری • برنامه های MIC,PAC,F • مهندسی سیستمها • محیط زیست • تروتکنولوژی(مدیریت فنی) • پشتیبانی فنی
اتفاقات مهم	• 1951 شرکت Kogyo • اولین شرکت ژاپنی که از سیستم نت پیشگیرانه امریکایی پیروی کرد. • 1953 بیست شرکت تشکیل گروه تحقیقات نت پیشگیرانه می دهند.این شرکتها به موسسه نگهداری وتعمیرات صنایع ژاپن تبدیل می شوند(JIPE) • 1953 اقای George Smith برای ترویج نت پیشگیرانه از امریکا به ژاپن می رود	• 1960 اولین اجلاس نت (توکیو) • 1962 جامعه مدیریت ژاپن گروهی را برای مطالعات نت به امریکا می فرستد • 1963 ژاپن در اجلاس بین المللی نت در ژاپن شرکت دارد • 1964-اولین جایزه PMدر ژاپن اهدا می شود. • 1965- ژاپن در اجلاس بین المللی نت در نیویورک شرکت دارد • 1969 –موسسه مدیران فنی در ژاپن JIPE تشکیل می شود.	• 1970-اجلاس بین المللی نت در ژاپن • 1970-شرکت ژاپن در اجلاس بین المللی در المانغربی • 1971 شرکت ژاپن در اجلاس بین المللی در لوس انجلس • 1973-UNIDOسمپوزیوم نت را در ژاپن تشکیل می دهد • 1974- شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS • 1976شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS • 1980-شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS

معرفی نگهداری وتعمیرات بهره ور فراگیر(TPM)

چهار مرحله تکامل نت پیشگیرانه وموقعیت فعلی آن در ژاپن

تاریخچه نت ژاپن

مراحل	شیوه	1976	1979
1	تعمیر اضطراری	%12/7	%6/7
2	نت پیشگیرانه	%37/3	%28/8
3	نت بهره ور	%39/4	%41/7
4	TPM	%10/6	%22/8

TPMو اینده نگهداری وتعمیرات:

تا سال 1970امور نت عموماپیشگیرانه بود ولی دردهه 1980نت پیشگویانه(Predictive Maintenance) یا نت متکی بر شرایط و وضعیت تجهیزات مطرح گردید.

دراین نت پیشگویانه با استفاده از امار واطلاعات خرابی وعلائم استهلاک می توان وضعیت تجهیزات را تشخیص داد.

نت کنش گرایانه (Proactive): تمرکز بر ریشه یابی دلایل خرابی و استهلاک و رفع آنها

عملکرد TPM (چگونه عمل می کند)

TPM نوعی نت بهره ور است که توسط کلیه کارکنان، به صورت فعالیتهای گروهی در گروههای کوچک اعمال می شود.

اهداف:

- حداکثر کردن اثربخشی تجهیزات
- توسعه دادن سیستم نت بهره ور برای کل دوره عمر تجهیزات
- درگیر نمودن کلیه بخشهاسی صنعت که به امور برنامه ریزی، طراحی، بهره برداری می پردازند در امور TPM
- درگیر نمودن فعالانه کلیه کارکنان، مدیران،کارگران
- توسعه TPM از طریق مدیریت انگیزشی (فعالیتهای گروههای کوچک خود ساخته و مستقل)

عملکرد TPM (چگونه عمل می کند)

سه مفهوم اساسی در ارتباط با سه ویژگی مهم TPM:

1- توسعه و بهبود راندمان اقتصادی و سودمندی

2- پیشگیری فراگیر: طراحی دستگاههای بی نیاز از تعمیر و همچنین تعمیرات پیشگیری فراگیر

3- همکاری و اشتراک مساعی فراگیر: انجام عملیات نگهداری و تعمیرات به صورت خودساخته و مستقل توسط کارگران بهره برداری (اپراتورها)، در گروه های کوچک در هر یک از بخشهای صنعت و همچنین توسط سایر سطوح کارکنان به صورت مشابه

	ویژگی TPM	ویژگی نت بهره ور	ویژگی نت پیشگیری
کارایی اقتصادی (نت پیشگیرانه سودمند)	•	•	•
سیستم فراگیر (MP-PM-MI)	•	•	
نت مستقل خودکار توسط اپراتورها	•		

به حد اکثر رساندن اثربخشی تجهیزات

اثربخشی: بهسازی و توسعه تجهیزات و فرآیند تولید

هدف از فعالیتهای بهسازی و توسعه، کاهش ورودی و افزایش خروجی ها است. ارتباط بین ورودی و خروجی به صورت یک ماتریس نشان داد:

خروجی شامل واژها که حرف اول انها «ت-ه-ک-ت-ا-ر» می باشد (ت هکتار):

P تولید (کمیت)

C هزینه

Q کیفیت

D (Delivery) تحویل بهنگام

S ایمنی (بهداشت محیط کار)

M (Morale) روحیه، انگیزه

جهت دستیابی به بازده مطلوب اقتصادی، هزینه های تجهیزات رادر کل دوران طول عمر (LCC) به حداقل می رسانیم

بهبود و افزایش اثر بخشی تجهیزات و چرخه اقتصادی زندگی کل دوران عمر (**هزینه های تجهیزات در کل دوران طول عمر**) از طریق حذف 6 ضایعه بزرگ زیر:

رکود

1- توقف ماشین به علت خرابیهای اضطراری

2- تنظیم واماده سازی ماشینها برای شروع عملیات تولید (تعویض قالب ریخته گری)

ضایعات ناشی از کاهش سرعت

3- بیکاریها وتوقفات کوتاه مدت (اشکال در عملکرد سنسور، گیرکردن مواد و قطعات در مسیر عبور)

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

معایب

5- معایب واشکالات در فرایند تولید و دوباره کاریها

6- افت تولید در فاصله زمانی بین اغاز راه اندازی ماشین و رسیدن حرکات به حد تعادل و پایداری

ارتباط بین TPM، تروتکنولوژی و پشتیبانی فنی

درتروتکنولوژی اصول مدیریت، امور مالی، مهندسی و سایر فعالیتها بر روی دارایی فیزیکی اعمال می شود تا هزینه های ان در طول عمر تجهیزات به حداقل برسد.

لجستیک (پشتیبانی)، تروتکنولوژی و TPM هر سه اقتصادی کردن هزینه ها در کل دوران عمر مفید تجهیزات را به عنوان هدف مشترک دنبال می کنند ولی در نحویه واگذاری مسئولیتها با هم متفاوت هستند

لجستیک در برگیرنده کالاهای ساخته شده، برنامه ها، اطلاعات و سیستمها می باشد

در تروتکنولوزی تنها بر تجهیزات (دارایی فیزیکی) تاکید دارد.

در TPMتنها استفاده کنندگان از تجهیزات تاکید دارد

معرفی TPM در کارخانه

در ژاپن سه عامل اصلی در محیط کار جهت حذف ضایعات (٦ ضایعه بزرگ) مد نظر می باشند.
Yarubaشرایط مطلوب محیطی (ایمن، مناسب و مطلوب)
Yaruki روحیه وانگیزه (بهبود بینش و روحیات کارکنان)
Yaruude رقابت سالم (ارتقا مهارت به منظور ایجاد زمینه پیشرفت و رقابت سالم)
TPM به عنوان یک سیاست اصولی در کارخانه
مدیریت طراز اول باید شاخص بهره برداری از تجهیزات (OEE) بالاتر از ۸۰٪ و یا کاهش خرابی های اضطراری به میزان ۵۰٪ فعلی لحاظ شود (در ژاپن چنین است).
تهیه برنامه کلان TPM در یک دوره سه ساله
شرکت Tokai در سال ۱۹۸۱ به هدف صفر درصد خرابی دست یافت.

✓اصول پایه ای و بنیادی صنعتی مشهور به سیستم پنج S به شرح زیر است:

۱- سازماندهی (Seiri)
۲- آراستگی (Seiton)
۳- خلوص (Seiso)
٤- پاکیزگی (seiketsu)
٥- انضباط (Shitsuke)

نت متمرکز بر قابلیت اطمینان (RCM)

هزینه احتمالی خرابی‌ها در مقابل هزینه های اقدامات پیشگیرانه

سیاست RTF (Run To Failure) شامل سیاست «کار تا خرابی» است.

EFC=FC*FP

EFC هزینه مورد انتظار خرابی(شامل: هزینه تعمیرات، نیروی انسانی، فرصت از دست رفته، هزینه غیرمستقیم رکود، جریمه دیرکرد و ...)، FC هزینه هر بار خرابی و FP احتمال خرابی

PMC مجموع هزینه های تعمیرات پیشگیرانه

در صورتی که EFC<PMC باشد سیاست RTF مقرون به صرفه است

هزینه احتمالی خرابی‌ها در مقابل هزینه های اقدامات پیشگیرانه

سیاست RTF شامل سیاست «کار تا خرابی» است.
مثال: برای یک دستگاه دیگ بخار، خرابی تلمبه روی مسیر آب وردی باعث توقف ماشین شده و در صورتیکه این توقف بیش از ۷۵ دقیقه باشد باعث رکود تولید تا زمان راه اندازی مجدد دیگ بخار می شود. احتمال این خرابی در یک دوره یکساله (۵۲ هفته) ۳۵ درصد تخمین زده می شود. با رکود تولید به ازای هر ساعت ۱۰ میلیون واحد پولی زیان مستقیم و هزینه رکود غیرمستقیم به ازای هر بار خرابی ۱۲ میلیون براورد شده است. تعمیر و راه اندازی بعد از هر خرابی ۳ ساعت زمان لازم داشته و هزینه های تعمیرات ۲/۵ میلیون است.
اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از این خرابی شامل نیم ساعت با دو نفر در هر هفته با هزینه دستمزد ۸۵ هزار واحد پولی در ساعت و سایر هزینه های مستقیم به ازای هر بار PM ۱۰۰ هزار واحد پولی است. آیا اجرای PM مقرون به صرفه است یا RTF؟

سرعت اسمی: مقدار تولید در واحد زمان که تجهیزات برای این کار طراحی شده.
زمان اسمی: برابر با معکوس سرعت اسمی یعنی زمان لازم برای تولید یک واحد محصول توسط ماشین
مثال: سرعت اسمی برابر با ٦٠تن بر ساعت و زمان اسمی برابر با یک دقیقه به ازای یک تن خواهد بود
قابلیت دسترسی: عبارت است نسبت «زمان تولیدی» به «زمان اشتغال» ماشین. نسبت کار ماشین به کل کار زمانی که جهت تولید یک محصول خاص برنامه ریزی شده است.

$$\text{قابلیت دسترسی (A)} = \frac{\text{زمان رکود-زمان اشتغال}}{\text{زمان اشتغال}}$$

مثال: اگر از ٤٦٠ دقیقه زمان در نظر گرفته برای اشتغال، ٦٠ دقیقه وقت صرف رفع خرابی اضطراری یا اماده سازی شده باشد، قابلیت دسترسی ماشین چقدر است؟

نسبت کارائی:عبارت از زمانی است براساس سرعت اسمی، باید ماشین برای تولید مقدار مشخصی از محصول صرف کند به زمانی که عملا ماشین برای تولید این مقدار محصول صرف نموده است.

$$\text{نسبت کارایی (P)} = \frac{\text{مقدار تولید} X \text{زمان اسمی}}{\text{زمان تولیدی}}$$

مثال: زمان اسمی برای تولید یک محصول ۰/۵ دقیقه است. زمان تولیدی ماشین ٤۰۰ دقیقه بوده و در این مدت ٤۰۰ واحد محصول تولید شده است. کارایی ماشین چقدر است؟

نسبت تولید سالم: نسبت محصول سالم به کل محصول تولید شده توسط ماشین. از ٤۰۰ واحد محصول ۸ واحد محصول ناسالم بوده است. نسبت تولید سالم را محاسبه کنید؟

$$\text{نسبت تولید سالم(Q)} = \frac{\text{مقدار ضایعات -مقدار تولید}}{\text{مقدار تولید}}$$

اثر بخشی کلی (OEE):

$$OEE=A\times P\times Q$$

تفسیر اثر بخشی کلی:
نشان دهند ساعاتی بوده است که ماشین کار مفید انجام می دهد و بقیه زمان به دلیل رکود، کاهش سرعت و یا تولید ناسالم از دست رفته است.

میانگین اثر بخشی تجهیزات در صنعت خودروسازی ژاپن در سال ۱۹۸۰ قبل از اجرای TPM برابر با ٤۲/۸ درصد بوده است و در سال ۱۹۸۵ پس از اجرای TPM به حدود ۸۵ درصد رسیده است.

CMMS (Computerized Maintenance Management System)

اهداف:

۱-کنترل هزینه نت

۲- پایگاه داده هابرنامه ریزی و زمانبندی فعالیتهای نت

۳- نگهداری سوابق

٤- کنترل موجودی و قابلیت دسترسی بهتر به قطعات یدکی و ...

٥- زمینه ساز بالابردن قابلیت اطمینان تجهیزات

٦- کنترل امور پیمانکاران نت

۷- افزایش کارائی منابع انسانی

۸-ئکنترل فرآیند دستور کارهای نت

۹- بررسی و تحلیل خرابی ها

✓ بهره و نرخ بهره (Interest and Interest rate)

•بهره (Interest): بهره هزینه استفاده از سرمایه است. هرچه میزان نرخ بهره بیشتر باشد هزینه بیشتری جهت استفاده از سرمایه پرداخت خواهد شد.

نرخ بهره یا رشد نرخ سرمایه (Interest Rate or Capital Growth Rate): عبارت است از منفعت حاصل از پول به کار گرفته شده است.

✓ارزش زمانی پول (Time value of money)

•یک اصل علمی است که بر اساس آن، یک واحد پول امروز ارزشی بیش از یک واحد پول در آینده دارد.

نکته: ارزش زمانی پول ناشی از منفعت اقتصادی است که با استفاده از پول به دست می‌آید

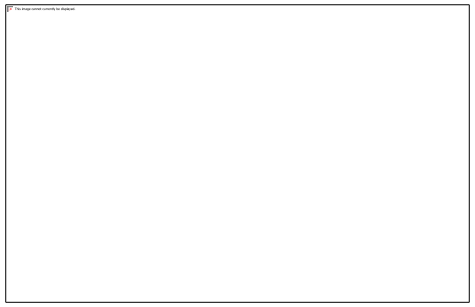
✓تعادل (Equivalence):

هم ارزی یا همسنگی ارزش زمانی نیز گویند.

- عبارت است از تساوی ارزش مقادیر مختلف پولی در زمان‌های مختلف از نظر اقتصادی. ارزش زمانی پول و نرخ بهره با یکدیگر اصل تعادل را به وجود می‌آورند.

- مثلاً 100 واحد پولی امروز در صورتی که نرخ بهره 10% باشد برابر است با 110 واحد پولی در سال آینده در همین روز.

✓رابطه بین ارزش حال (P) و آینده (F)



✓ رابطه بین ارزش حال و سری یکنواخت درامد یا هزینه (A)

$$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$$

- ✓ نرخ بازگشت سرمایه (IRR)

درصدی از کل سرمایه که به صورت سود به سرمایه گذار رسیده است

تفاوت نرخ بازگشت سرمایه با نرخ بهره

از نظر محتوا و محاسبه یکی هستند ولی بهره زمانی است که وام می گیرید ولی نرخ بازگشت سرمایه زمانی است که سرمایه گذاری می کنید

✓محاسبه در اکسل

✓ **استهلاک**

استهلاک نقش اساسی در مقایسه اقتصادی بعد از مالیات دارد. انتخاب یک روش استهلاک مناسب باعث افزایش ارزش فعلی خالص و یا نرخ بازگشت سرمایه می‌گردد.

تعریف استهلاک:

کاهش ارزش یک دارایی یا به عبارتی اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که این کاهش ارزش صورت گرفته باشد را استهلاک می‌گویند.

روشهای استهلاک

1- روش خط مستقیم SL (Straight Line Method)
2- روش جمع ارقام سنوات SOYD (Sum of the Years Digits Method)
3- روش موجودي نزولي DB (Declining Balance Method)
4- روش وجوه استهلاكي
5- روش تعداد توليد
6- روش مدت عمليات

1- روش خط مستقیم SL (Straight Line Method)

$$D = (P-SV)/n$$

D=مقدار استهلاک سالیانه
P = هزینه اولیه و دارایی
SV = ارزش اسقاطی دارایی
n = (عمر مفید) عمر استهلاک دارایی

۲- روش جمع ارقام سنوات SOYD

در این روش مقدار استهلاک در سال اول بیشترین مقدار را دارد و برحسب یک نسبت مشخص کاهش می‌یابد تا جائیکه در سال آخر کمترین استهلاک را داریم.

$$D_m = \frac{n-m+1}{SYD}\ (P - SV) \qquad m=1,2\ldots,n$$

Dm = مقدار استهلاک در سال m

n = عمر مفید پروژه (دستگاه، ... ماشین)

m = سال مورد بررسی

P = ارزش اولیه (هزینه اولیه) طرح

SV = ارزش اسقاط طرح

درآمد مشمول مالیات

1- درآمد قبل از مالیات (درآمد ناخالص منهای هزینه های عملیاتی)

2- محاسبه درآمد مشمول مالیات TI (Taxable Income)

درآمد مشمول مالیات = درآمد مالی قبل از مالیات – استهلاک

3- محاسبه مالیات Tax

مالیات = درآمد مشمول مالیات * نرخ مالیات
TX = TI .TR

4- محاسبه درآمد خالص CFAT

درآمد خالص = درآمد قبل از کسر مالیات – مالیات