



مدیریت تولید و عملیات

ارائه دهنده:

احسان جعفری

طرح درس

دوره آموزشی مدیریت تولید و عملیات			
ردیف	موضوع اصلی	موضوع فرعی	مدت زمان (ساعت)
5	اصول نگهداری و تعمیرات (نت)	اهمیت نگهداری و تعمیرات	8 الی 9:30 روز سوم
		انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات	
		نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)	
		نگهداری و تعمیرات اصلاحی (CM)	
		نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM)	10 الی 11:30 روز سوم
6	نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)	نگهداری و تعمیرات اضطراری (EM)	
		نگهداری و تعمیرات پیش بینانه (PdM)	
		نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)	
		هدف استراتژی TPM	8 الی 9:30 روز چهارم
		مزایای استفاده از استراتژی مدیریتی TPM	
		ستون‌های اصلی استراتژی TPM	
		مراحل اجرای استاندارد TPM	
		مبانی نظام آراستگی 5S	

با سپاس
احسان جعفری
تاریخ

دوره آموزشی مدیریت تولید و عملیات			
ردیف	موضوع اصلی	موضوع فرعی	مدت زمان (ساعت)
1	مرور فلسفه های تولید	تولید به موقع (JIT - Just-in-Time)	8 الی 9:30 روز اول
		تولید مبتنی بر تقاضا (Demand-Driven Production)	
		تولید ناب (Lean Production)	
		تولید چابک (Agile Production)	
2	فرآیندهای تولید	تولید گسسته	8 الی 9:30 روز اول
		تولید تکراری	
		تولید کارگاهی	
		تولید دسته ای	
		تولید پیوسته	
3	استراتژی های برنامه ریزی تولید	تولید برای انبار (Make-to-Stock)	10 الی 11:30 روز اول
		تولید برای سفارش (Make-to-Order)	
		مونتاژ برای سفارش (Assemble-to-Order)	
		تولید مهندسی برای سفارش (Engineering-to-Order)	
		مقایسه سیستم فشاری و کششی (Pull & Push)	
4	سیر تکاملی برنامه ریزی تولید	نقطه سفارش (ROP)	8 الی 9:30 روز دوم
		برنامه ریزی نیازمندی های مواد (MRP)	
		برنامه ریزی نیازمندی های مواد 2 (MRP II)	
	نرم افزارهای برنامه ریزی تولید	برنامه ریزی منابع سازمان (ERP)	10 الی 11:30 روز دوم
		سیستم ابری برنامه ریزی منابع سازمان (Cloud-ERP)	
		معرفی تعدادی از نرم افزارهای Best Practice (شامل SAP ، Oracle ، Dynamics NAV ، Odoo ، Sage و ...)	

بخش های این دوره:

TPM

برنامه ریزی تولید

فرآیندهای تولید



اصول نت

استراتژیهای تولید

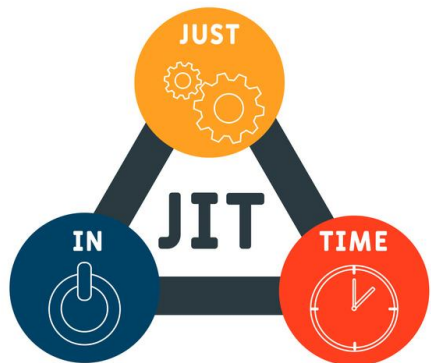
فلسفه های تولید

مقدمه

مدیریت فرآیند تولید و عملیات متغیرهای زیادی نظیر نیروی کار، تجهیزات، مواد اولیه، گردش کار و غیره را در بر می گیرد.

مدیریت تولید ، فرآیند مدیریت تبدیل ورودی‌های تولید (مواد اولیه، منابع انسانی و سرمایه) به خروجی‌های تولید (کالاهایی که یک شرکت تولید می‌کند) است. مدیریت تولید بخش جدایی‌ناپذیر از کلیت مدیریت کسب‌وکار بوده و شامل نظارت بر برنامه‌ریزی‌ها و همچنین اجرای فرآیند تولید می‌شود.

به این ترتیب، مدیریت تولید را می‌توان در قالب مدیریت مواد و موجودی‌های فیزیکی و همچنین رعایت مشخصات طراحی، استفاده از تجهیزات، عملکرد و نیروی کار به منظور اجرای استراتژی تولید سازمان تعریف کرد.



تولید به موقع

(Just-in-Time - JIT)

JIT فلسفه‌ای برای افزایش بهره‌وری و کاهش ضایعات است.

در گذشته، بسیاری از کارخانه‌ها بر این باور بودند که ذخیره حجم زیادی از مواد اولیه و محصولات نیمه ساخته، امنیت بیشتری برای تولید ایجاد می‌کند. اما این روش سنتی، هزینه‌های بالای نگهداری و خواب سرمایه را به همراه داشت و در نهایت انعطاف‌پذیری شرکت‌ها را در مواجهه با تغییرات بازار کاهش می‌داد.

تولید به‌نگام، همان‌طور که از نامش پیداست، به معنای تولید کالا دقیقاً در زمانی است که به آن نیاز وجود دارد؛ نه زودتر و نه دیرتر. این روش به کسب‌وکارها این امکان را می‌دهد که تنها زمانی که تقاضا برای محصولی وجود دارد، اقدام به تولید کنند. نتیجه این رویکرد، بهینه‌سازی موجودی انبار، کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

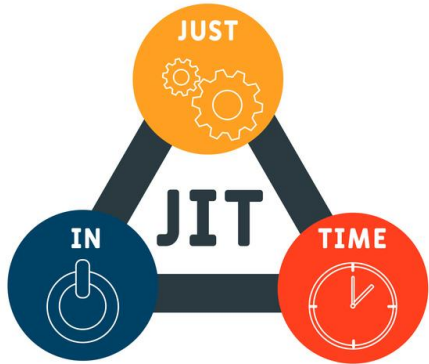
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



سیستم تولید بهنگام چگونه کار می کند؟



در سیستم مدیریت موجودی بهنگام، هدف اصلی این است که میزان موجودی در انبار به حداقل برسد. در این رویکرد، تنها زمانی محصولات یا قطعات سفارش داده می شوند که واقعاً برای تولید یا فروش به آن ها نیاز باشد.

ایده ی اصلی این است که به جای انبار کردن مواد اولیه یا کالاهای ساخته شده، تولید دقیقاً هماهنگ با الگوی خرید مشتریان و زمان بندی تحویل تامین کنندگان تنظیم می شود. این مسئله نیازمند هماهنگی بسیار نزدیک میان تولید کننده و تامین کننده است تا اطمینان حاصل شود که همه چیز به موقع تحویل داده می شود. به این ترتیب، فرایند تولید با کمترین اتلاف ممکن و بالاترین بهره وری ممکن پیش می رود.

یک نمونه ی واقعی از پیاده سازی موفقیت آمیز این سیستم را می توان در **شرکت Dell** مشاهده کرد. **دل کامپیوترهای خود را تنها پس از دریافت سفارش از مشتریان تولید می کند.** این شرکت تا زمانی که سفارشی ثبت نشده باشد، قطعات و اجزای مورد نیاز را خریداری نمی کند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

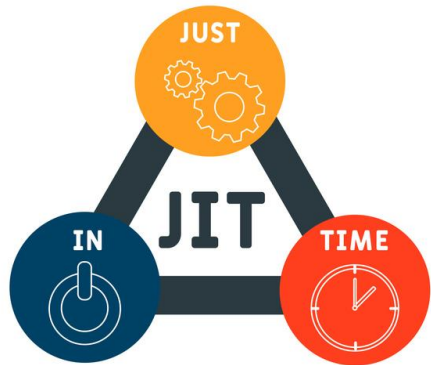
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مزایا و محدودیت های سیستم JIT چیست ؟



- پایین آمدن هزینه های تولید: تولیدکنندگان به جای انجام خرید مازادی که احتمالاً از آن استفاده نخواهند کرد، فقط مواد اولیه ی موردنیاز هر سفارش را می خرند که کاهش هزینه تولید را در پی دارد؛
- کوتاه شدن فرایند تولید: از آنجایی که تولیدکنندگان دقیقاً می دانند حجم تولید باید چقدر باشد، زمان صرف شده برای تولید کاهش می یابد؛
- کاهش فضای موردنیاز برای محصولات: تولیدکنندگان بدون وجود مواد خام اضافی در انبار فضای بیش تری را در اختیار خواهند داشت که می توانند آن را حذف کنند یا به کارهای دیگری اختصاص دهند.

اما ریسک های احتمالی استفاده از این استراتژی ؛ اختلالاتی است که ممکن است در زنجیره تامین ایجاد شود. برای مثال، هنگامی که تولیدکنندگان با منابع محدودی کار می کنند، بروز تأخیر کوچکی در حمل و نقل می تواند در روند تولید وقفه ایجاد کند. از سوی دیگر، ممکن است سفاشات هیجانی به دلیل شرایط بازار از سوی برخی مشتریان موجب شود که مواد اولیه ی موردنیاز بیش تر از موادی باشد که در دسترس تولیدکننده قرار دارد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

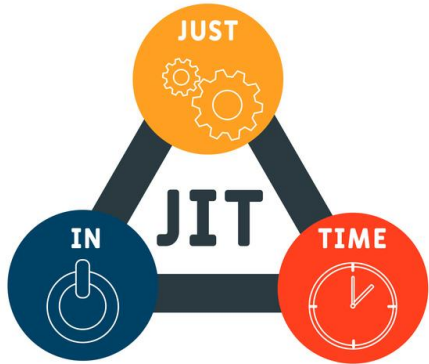
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



تفاوت سیستم سنتی با سیستم JIT چیست ؟



JIT یک سیستم کششی (Pull) است، نه یک سیستم فشاری (Push)

• سیستم سنتی: بر اساس پیش‌بینی تولید می‌کنیم و موجودی انبار می‌کنیم (موجودی‌های بالا).

• سیستم JIT: فقط وقتی مشتری سفارش دهد (یا ایستگاه بعدی درخواست کند)، تولید انجام می‌شود.

• نتیجه در عمل: حذف انبارهای بین فرآیندی، کاهش فضای کف کارخانه، نیاز به زمان‌بندی دقیق.



فلسفه های تولید

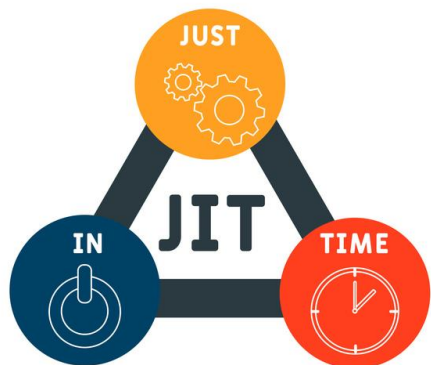
فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



پیش نیازهای حیاتی سیستم JIT چیست ؟



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

پیش نیاز

کیفیت بی نقص (Zero Defect)

کاهش زمان راه اندازی (SMED)

نگهداری پیشگیرانه قوی

تأمین کنندگان قابل اعتماد

Layout (Cell Layout) سلولی

اقدام لازم

هر قطعه معیوب، کل خط را متوقف می کند. باید سیستم های آماری مثل SPC ، و تکنیک هایی مثل Poka-Yoke ، دیفکت به صفر برسد

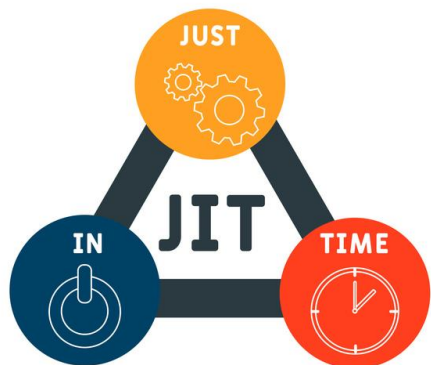
مثلا با روش هایی تعویض قالب/ابزار باید زیر ۱۰ دقیقه باشد.

خرابی ناگهانی ماشین در JIT فاجعه آفرین است. اجرای TPM ضروری است.

تحويل چند بار در روز (حتی هر ۲ ساعت) با تحويل به موقع < ۹۹٪ لازم است.

تجهیزات به شکل U یا سلول چیده شوند تا جریان یک طرفه و بازبست کوتاه شود.





شاخص های پایش سیستم IT چیست ؟



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

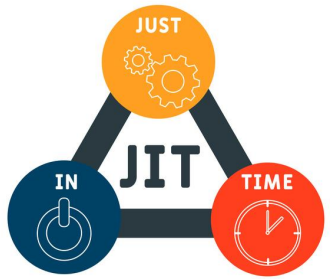
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

شاخص	فرمول محاسبه	حد مطلوب
نرخ گردش موجودی (Inventory Turnover)	بهای تمام شده کالای فروش رفته ÷ میانگین موجودی	افزایش حداقل ۲ برابری نسبت به قبل از JIT
زمان چرخه تولید (Total Lead Time)	از ورود مواد اولیه تا خروج محصول نهایی	کاهش حداقل ۵۰٪
درصد تحویل به موقع (OTD)	تعداد سفارشات تحویل داده شده در زمان تعهد شده	> ۹۸٪
نرخ انطباق با تاکت تایم (Takt adherence)	تعداد ایستگاههایی که دقیقاً در زمان تاکت کار می کنند	> ۹۵٪





خلاصه در یک ویدئو



فلسفه های تولید

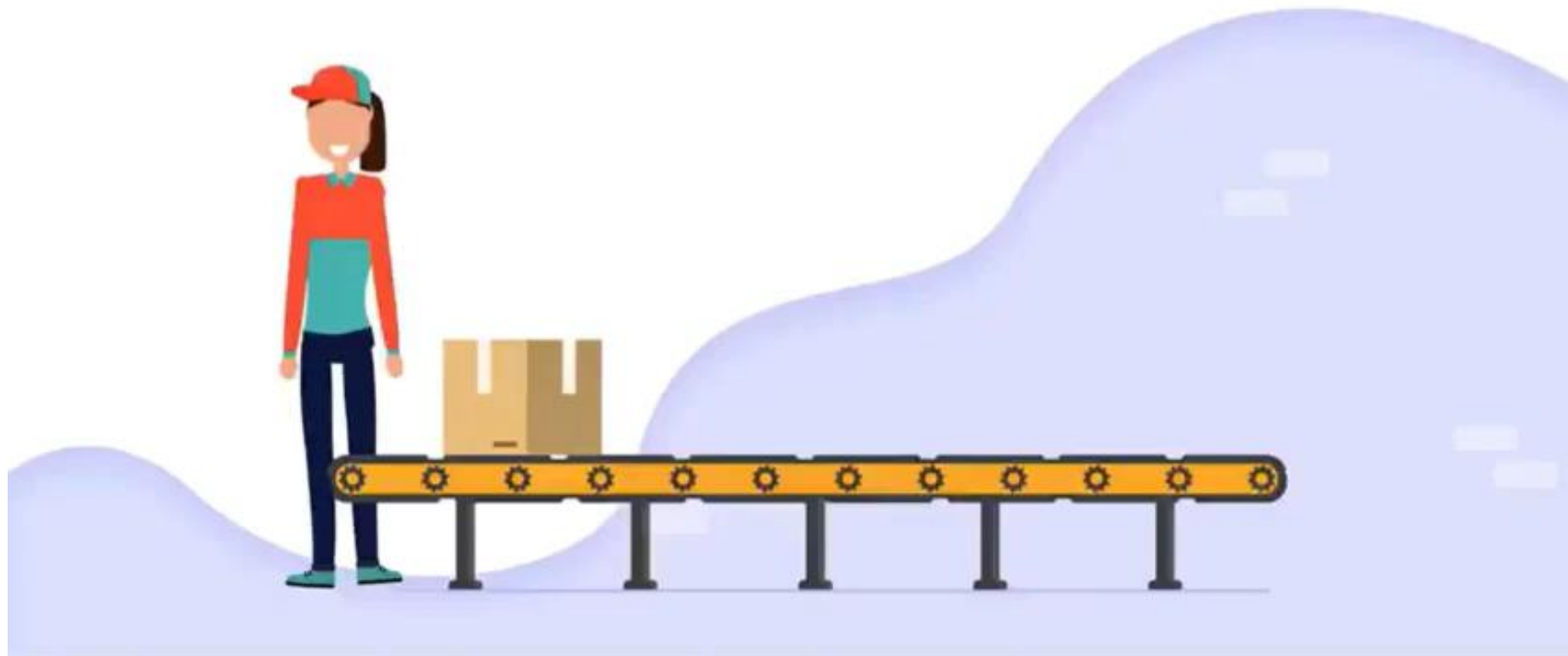
فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





تولید مبتنی بر تقاضا

(Demand-Driven Production)

تقاضا (Demand) به تمایل و توانایی خرید یک کالا یا خدمت اشاره دارد. بالا بودن تقاضا برای تولیدکنندگان مزیت محسوب می‌شود، چرا که با اطمینان از فروش محصولات، می‌توانند ظرفیت تولید را بالا ببرند و سود بیشتری کسب کنند.

پیش‌بینی تقاضا (Demand Forecasting) یعنی پیش‌بینی میزان تقاضا در آینده؛ مثلاً پیش‌بینی اینکه تعداد مشتریان یک گوشی موبایل فردا ۲۰٪ کمتر از امروز خواهد بود، یا با ۱۰٪ افزایش قیمت، تقاضا ۲۱٪ کاهش پیدا خواهد کرد. این پیش‌بینی‌ها به برنامه‌ریزی بهتر کمک می‌کند.

به عبارت دیگر، پیش‌بینی تقاضا فرایند تخمین میزان تقاضای آینده برای یک محصول یا خدمت در یک دوره مشخص است. **این فرایند با استفاده از داده‌های تاریخی، روندهای بازار، تحلیل‌های آماری و عوامل مؤثر بر تقاضا انجام می‌شود.** پیش‌بینی تقاضا به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه تولید، موجودی انبار، قیمت‌گذاری، توزیع و برنامه‌ریزی منابع بگیرند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





انواع روش های پیش بینی تقاضا در مدیریت تولید

1. افق زمانی:

- کوتاه مدت (کمتر از ۱ سال)
- میان مدت (۱ تا ۳ سال)
- بلند مدت (بیش از ۳ سال)

۲. روش تحلیل:

- روش کیفی (نظر سنجی مشتریان، تحلیل بازار)
- روش کمی (مدل های ریاضی و آماری)
- روش پیشرفته (هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی)



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





کاربرد پیش بینی تقاضا در صنایع مختلف



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

۱. صنعت خرده‌فروشی و فروش آنلاین (پیش‌بینی فروش فصلی برای پوشاک زمستانی)

۲. صنعت تولید و خودروسازی (سفارش به موقع قطعات از تأمین‌کنندگان)

۳. صنعت غذایی و کشاورزی (پیش‌بینی تقاضای محصولات فصلی: مانند میوه‌ها و سبزیجات)

۴. صنعت داروسازی و بهداشت (پیش‌بینی تقاضای داروها: مانند افزایش نیاز به واکسن در فصل آنفولانزا)

۵. صنعت هتلداری و گردشگری (پیش‌بینی تقاضای مسافران: برای تنظیم قیمت‌ها و ظرفیت هتل‌ها)

۶. صنعت انرژی و نفت (پیش‌بینی مصرف سوخت: تنظیم تولید بنزین و گازوییل)

۷. صنعت فناوری و الکترونیک (پیش‌بینی فروش محصولات جدید: مانند گوشی‌های هوشمند)

۸. صنعت حمل‌ونقل و لجستیک (پیش‌بینی حجم بار: برای برنامه‌ریزی ناوگان حمل‌ونقل)





مزایای روش پیش بینی تقاضا



۱. کاهش هزینه های نگهداری موجودی مواد اولیه

۲. کاهش هزینه های تبدیل و جلوگیری از تولید محصولات مازاد

۳. افزایش نقدینگی (سرمایه به کالاهای فروش نرفته قفل نمیشود)

۴. پاسخ بهتر به بازار و سلايق مشتریان

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

تولید مبتنی بر تقاضا برای صنایعی مناسب است که با نوسان تقاضا، تنوع محصول بالا، و ارزش نگهداری موجودی بالا مواجه اند. موفقیت آن مستلزم داشتن زنجیره تأمین چابک، سیستم اطلاعاتی قوی، و فرهنگ پذیرش تغییر در سازمان است.



چالش های پیش بینی تقاضا



1. تغییرات ناگهانی بازار

(رکود ، تورم شدید) ، شرایط اضطرار مانند کووید ۱۹ ، تغییرات سیاست های دولتی

۲. کمبود داده های تاریخی (برای محصولات جدید یا بازارهای نوظهور)

برای محصولات کاملاً جدید یا بازارهای بکر قابل استفاده نیستند

۳. پیچیدگی عوامل تأثیرگذار خارجی

متغیرهای خارج از کنترل مانند آب و هوا، نوسانات قیمت مواد اولیه، یا رفتار رقبا و ...

۴. فصلی بودن و الگوهای پیچیده تقاضا

برخی صنایع مانند پوشاک یا کشاورزی با نوسانات فصلی شدید روبرو هستند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





تولید ناب

(Lean Production)



تولید ناب یعنی انجام کار بیشتر با منابع کمتر، در حالی که ارزش بیشتری برای مشتری ایجاد می کنید.

تولید ناب یک فلسفه مدیریتی است که بر اساس **حذف ضایعات و اتلاف ها** در تمام مراحل تولید و بهبود مستمر طراحی شده است. این رویکرد به دنبال ایجاد ارزش حداکثری برای مشتری با استفاده از حداقل منابع است.

این روش ثابت کرده که می تواند شرکت های بزرگ و کوچک را به موفقیت های چشمگیری برساند. از **تویوتا** که این رویکرد را پایه گذاری کرد تا **اپل** که با تولید ناب بازار را متحول کرد.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

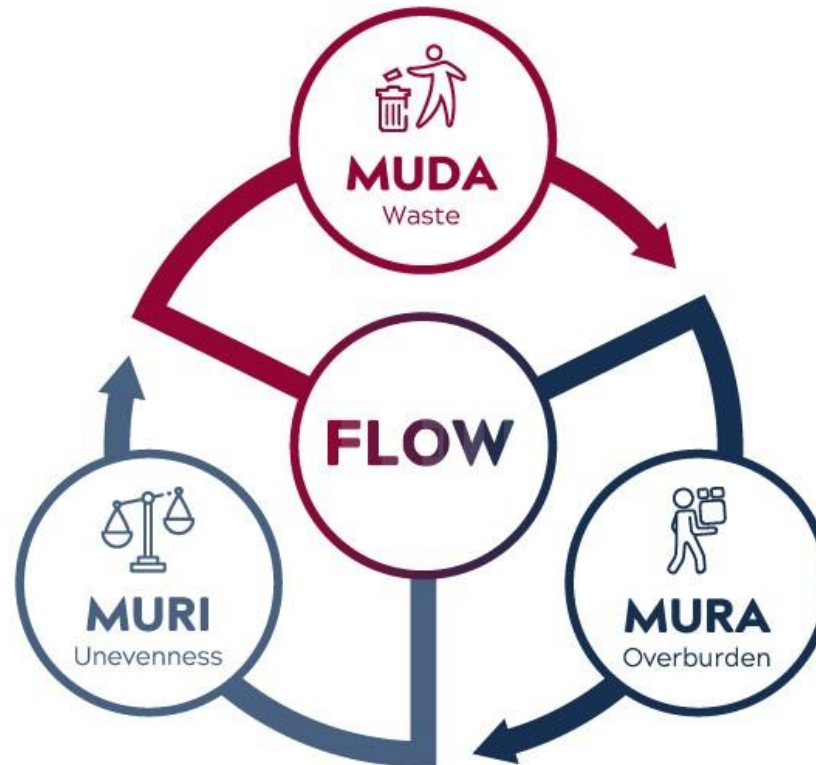
TPM





تولید ناب (Lean Production)

در تولید ناب اصطلاحات “سه MU” مطرح میشود که این سه اصطلاح ژاپنی به اشکال مختلف اتلاف اشاره دارند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



انواع اتلاف یا ضایعات در تولید ناب

اصطلاح مودا در تولید ناب (Muda) – اتلاف

مودا در هفت دسته شامل فعالیت‌هایی است که منابع را مصرف می‌کنند اما ارزشی اضافه نمی‌کنند.

اتلاف	توضیح اتلاف
تولید بیش از حد (Overproduction)	تولید محصولات بیشتر از نیاز واقعی مشتری که منابع و هزینه‌های اضافی به همراه دارد.
موجودی اضافی (Stock)	نگهداری بیش از حد موجودی که باعث افزایش هزینه‌های انبارداری و ریسک فساد می‌شود.
معیوب بودن محصولات (Defects)	تولید محصولات معیوب که نیاز به اصلاح یا دوباره‌کاری دارند.
حمل و نقل اضافی (Transportation)	جابجایی غیرضروری مواد یا قطعات که منجر به اتلاف زمان و منابع می‌شود.
حرکت‌های غیرضروری (Movement)	حرکت‌های غیرضروری کارکنان یا ماشین‌آلات که باعث اتلاف انرژی و زمان می‌شود.
زمان‌های انتظار (Waiting times)	زمانی که کارکنان یا ماشین‌آلات در انتظار مواد، دستورالعمل‌ها یا مراحل بعدی هستند.
استعدادهای بلااستفاده (Untapped Talent)	عدم استفاده بهینه از مهارت‌ها و توانایی‌های کارکنان که به اتلاف منابع انسانی منجر می‌شود.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



انواع اتلاف یا ضایعات در تولید ناب

اصطلاح مورا در تولید ناب (Mura) - نابرابری ها

مورا به نابرابری ها یا تغییرات غیرمنتظره در فرایندهای تولید اشاره دارد که بیشترین تغییرات در سرعت تولید مشاهده می شود. مورا می تواند با تنظیم زمان های تولید و توزیع یکنواخت تولید در طول زمان، پیشگیری شود.

مورا دلیل وجود هر یک از هفت ضایعات است. به عبارت دیگر، **مورا حرکت می کند و به مودا منتهی می شود.** به عنوان مثال، در یک خط تولید، محصولات باید از چندین ایستگاه کاری در طول فرآیند مونتاژ عبور کنند. زمانی که ظرفیت یک ایستگاه از ایستگاه های دیگر بیشتر باشد، شاهد انباشت زباله به شکل تولید بیش از حد انتظار و غیره خواهید بود. هدف یک سیستم تولید ناب این است که حجم کار را تراز کند تا ناهمواری یا انباشت زباله وجود نداشته باشد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژی های تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



انواع اتلاف یا ضایعات در تولید ناب

اصطلاح موری در تولید ناب (Muri) - فشار اضافی

موری به معنای سنگینی بیش از حد یا فشار اضافی در فرایندهای تولید اشاره دارد.

موری می‌تواند ناشی از مورا باشد و در برخی موارد به دلیل حذف بیش از حد مودا (ضایعات) از فرآیند ایجاد شود.

موری به ظرفیت انسان یا تجهیزات اشاره دارد. زمانی که یک فرد یا ماشین بیشتر از ظرفیت خود کار کند، موری ایجاد می‌شود. به عنوان مثال، یک کارگر که باید حجم زیادی از کار را انجام دهد، می‌تواند به وضعیت کاری غیر سالمی دچار شود که این مسئله به‌طور مستقیم بر سلامت و بهره‌وری تاثیر می‌گذارد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



رابطه مودا، مورا و موری

مودا، مورا و موری به هم مرتبط هستند. حذف یکی از آن‌ها بر دو مورد دیگر تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، شرکتی که نیاز دارد ۶ تن مواد را به مشتری منتقل کند، چندین گزینه دارد:



Muri = overburdened



Mura = unevenness, fluctuation, variation



Muda = waste



No Muri, Mura, or Muda



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

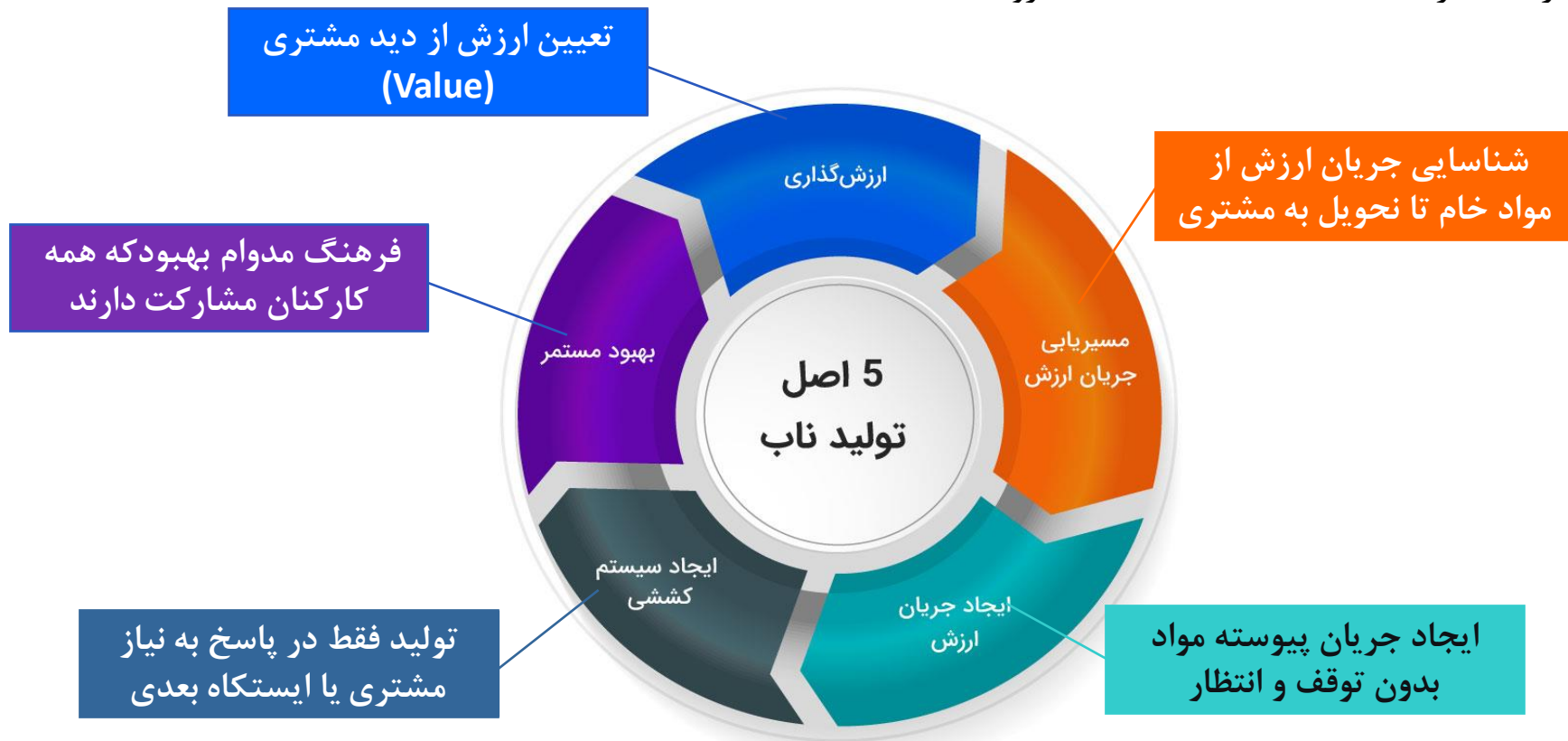
TPM





اصول تولید ناب و تفکر ناب چیست؟

تولید ناب فقط مجموعه‌ای از ابزارها برای رسیدن به سودآوری نیست بلکه یک شیوه تفکر است برای رسیدن به کمال یعنی جایی که بهره‌وری و کارایی صد درصد است و همه ذینفعان خشنودند. این شیوه تفکر به تفکر ناب (lean thinking) معروف است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



ابزارهای تولید ناب چیست؟

ابزارهای تولید ناب مجموعه‌ای از تکنیک‌هایی هستند که به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا فرآیندهای تولید را بهینه‌سازی کرده و اتلاف‌های خود را کاهش دهند:

ابزار	توضیح ابزار
5S (پنج اس)	روشی برای سازماندهی محیط کار که شامل پنج مرحله: سازماندهی، نظم‌دهی، پاکیزگی، استانداردسازی و پایداری است تا کارایی و ایمنی محیط کار افزایش یابد.
Kaizen (کایزن)	فلسفه بهبود مستمر که شامل تلاش برای ایجاد تغییرات کوچک و پیوسته در فرآیندها برای ارتقای کیفیت و کارایی است.
Single-Minute Exchange or Die (SMED) (تبادل یک دقیقه‌ای ابزار یا مرگ)	روشی برای کاهش زمان تغییرات ابزار در فرآیند تولید به کمتر از ۱۰ دقیقه تا بهبود زمان چرخه و کاهش زمان توقف تولید.
Value Stream Mapping (VSM) (نقشه‌برداری از جریان ارزش)	ابزاری برای شناسایی و تحلیل مراحل ارزش‌آفرین و غیرارزش‌آفرین در فرآیند تولید و کمک به حذف اتلاف‌ها و بهبود کارایی.
Bottleneck Analysis (تحلیل گلوگاه)	تحلیلی برای شناسایی گلوگاه‌ها یا موانع در فرآیند تولید که باعث کاهش سرعت و کارایی می‌شود و به منظور بهبود کارایی باید برطرف شوند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

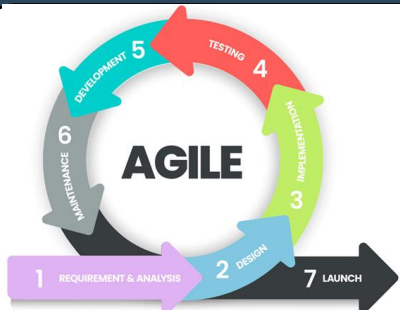
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

aparat.com/ebpm.ir



تولید چابک

(Agile Production)

تولید چابک فراتر از یک استراتژی تولید است؛ این سبک، یک طرز فکر است که بر انطباق‌پذیری، همکاری و پاسخ سریع به نیازهای مشتریان متمرکز است. شرکت‌هایی که تولید چابک را به کار می‌گیرند، نه تنها از نظر عملیاتی سریع‌تر می‌شوند، بلکه فرهنگی از نوآوری و انعطاف‌پذیری را در تمام بخش‌های خود پرورش می‌دهند.

درحالی که تولید ناب بر از بین بردن اتلاف زمان، منابع و هزینه‌ها، بهینه‌سازی فرآیندها و ایجاد ارزش افزوده برای مشتری با کمترین هزینه و بیشترین کارایی تأکید می‌کرد، تاکید تولید چابک بر پاسخ سریع به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان، بهبود مداوم از طریق بازخوردهای مکرر و در نهایت بهبود انعطاف‌پذیری در قبال این تغییرات تمرکز دارد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

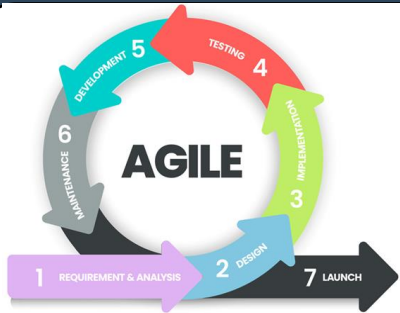
اصول نت

TPM



تولید چابک در مقایسه با تولید ناب

(Agile Production)



ویژگی	ناب (Lean)	چابک (Agile)
هدف اصلی	حذف هرگونه اتلاف (Muda) و کاهش هزینه	پاسخ سریع و انعطاف پذیر به تغییرات و تقاضای نامشخص
محصول مناسب	محصولات با تقاضای نسبتاً پایدار و قابل پیش بینی (مثلاً پیچ و مهره، قطعات استاندارد خودرو)	محصولات با تقاضای ناپایدار و غیرقابل پیش بینی (مثلاً گوشی موبایل جدید، مد سریع - Fast Fashion)
نحوه برخورد با بازار	تولید بر اساس سیستم کششی پایدار (Pull)	تولید بر اساس سفارش واقعی مشتری و واکنش سریع به ترندها
تمرکز بر	بهینه سازی فرآیند، کاهش موجودی، استانداردسازی	زمان تحویل (Lead Time)، تنوع محصول، تطبیق پذیری

اصطلاحی به نام **Leagile** که ترکیبی از **Lean** و **Agile** به یک رویکرد ترکیبی در مدیریت زنجیره تامین و تولید گفته می شود که نقاط قوت دو روش «ناب» یعنی **Lean** و «چابک» یعنی **Agile** را با هم ادغام می کند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

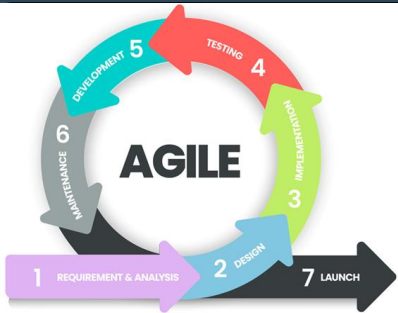
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



چند مثال موفق از تولید چابک (Agile Production)



یکی از مثال‌های موفق تولید چابک، توسعه و به‌روزرسانی نرم‌افزار Microsoft Teams از طرف شرکت مایکروسافت بود. به‌گونه‌ای که در زمان همه‌گیری کرونا و افزایش ناگهانی استفاده از ابزارهای ارتباطی آنلاین، تیم Microsoft Teams به‌سرعت به نیازهای در حال تغییر مشتریان مانند اتاق‌های مجزا برای جلسات گروهی و بهبود کیفیت تماس‌های ویدیویی پی برد و آن‌ها را اضافه کرد.

یکی دیگر از مثال‌های موفق اجرای تولید چابک در صنعت تولید، شرکت Toyota است. در زمان افزایش تقاضا برای خودروهای کم‌مصرف و دوستدار محیط‌زیست، تیم‌های تولید Toyota به‌سرعت فرآیندهای خود را بهینه‌سازی کرده و خودروهای هیبریدی مانند Toyota Prius را به بازار عرضه کردند. این تیم‌ها با استفاده از روش‌های چابک، به‌سرعت بازخورد مشتریان را دریافت کرده و بهبودهایی در طراحی و عملکرد این خودروها ایجاد کردند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

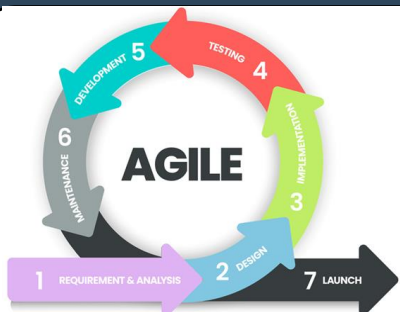
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اصول چهارگانه تولید چابک

(Agile Production)



۱. انعطاف پذیری در طراحی و تولید

توانایی تغییر سریع فرآیندهای تولیدی شامل تغییرات در طراحی محصولات و ظرفیت‌های تولید (مثال در شرکت Nike، خطوط تولید کفش‌های ورزشی)

۲. پاسخ‌گویی سریع به تغییرات بازار

توانایی پاسخگویی سریع به نیازمندی مشتریان با توجه به تغییرات سریع بازار (مثال: در شرکت Dell، مشتریان می‌توانند به شکل آنلاین ویژگی‌های سفارشی محصولات خود را تعیین کرده)

۳. مشارکت تیمی و همکاری بین‌بخشی

همکاری نزدیک بین تیم‌های مختلف سازمان، شامل همکاری بین واحدهای طراحی، تولید، تأمین، فروش و خدمات پس از فروش (مثال در شرکت زیمنس (Siemens) تیم‌های تولید با جلسات روزانه کوتاه)

۴. نوآوری مستمر

برای پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان و رقابت در بازار، تولید چابک باید به‌طور مستمر فرآیندها و محصولات جدید را معرفی کرده و نوآوری را در قلب استراتژی‌های خود قرار دهد. (مثال در شرکت BMW، خودروهای الکتریکی i-Series)

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

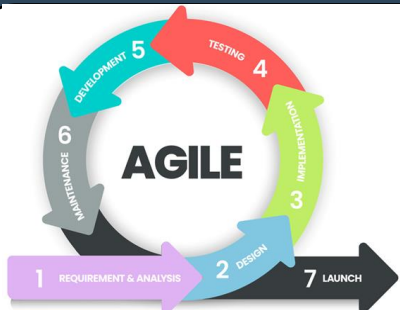
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



نقش فناوری‌های تحول دیجیتال در موفقیت تولید چابک



1. نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) با یکپارچه‌سازی اطلاعات کلیدی مانند زنجیره تأمین، مدیریت تولید، انبار، فروش و حسابداری کمک می‌کنند تا در لحظه به اطلاعات دقیق دسترسی داشته باشند و سریع‌تر تصمیم‌گیری کنند.

2. فناوری اینترنت اشیاء (IOT) حسگرهای متصل به تجهیزات و دستگاه‌های تولیدی، امکان نظارت لحظه‌ای بر وضعیت ماشین‌آلات و کیفیت محصولات را فراهم می‌کنند.

3. تجزیه و تحلیل داده‌ها (Big Data Analytics) تحلیل داده‌های کلان به شرکت‌ها کمک می‌کند تا الگوها و روندهای تولید را شناسایی کنند و فرآیندها را بهینه‌سازی کنند.

4. ابزارهای مدیریت پروژه چابک نرم‌افزارهای مدیریت پروژه مانند Jira یا Trello به تیم‌های سازمانی کمک می‌کنند تا وظایف را به شکل شفاف برنامه‌ریزی کرده و پیشرفت کارها را در هر مرحله بررسی کنند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



طبقه بندی فرآیندهای تولید

جریان تولید محصول، از ماده اولیه گرفته تا عرضه محصول نهایی به صورت پیوسته در این زنجیره در حال انجام می باشد.




تولید مستمر
(پیوسته)




تولید تکراری
(انبوه)

خطوط مختلف تولید که هر خط تولید به ساخت و عرضه یک محصول خاص در حجم بالا می پردازد.

تولید یک محصول خاص به تعداد نسبتاً بالا و پس از آن، تولید متوقف شده و دستگاه های کارخانه برای تولید محصولی دیگر آماده می شوند.




تولید دسته ای
(بچ)




تولید کارگاهی
(سفارشی)

مهم ترین ویژگی های یک فرایند کارگاهی «انعطاف پذیری بالا» و «ظرفیت تولید پایین» است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



نکات قابل توجه در فرآیندهای تولید



۱. تولید کارگاهی

- محصولات تولیدی تنوع زیادی دارند
- حجم محصولات تولید بسیار کم است
- چیدمان کارگاه طوری است که دستگاه های مشابه معمولاً کنار هم هستند
- نیروهای کار یا متخصص اند یا به مرور زمان متخصص می شوند،
- ماشین ها و ابزارها چندمنظوره اند و برای تولید یک محصول خاص ساخته نشده اند
- برنامه ریزی های تولید کارگاهی بسیار جزئی و ریز است
- تولید کارگاهی معمولاً بر طبق سیاست موجودی سیستم های ETO یا MTO عمل می نماید.
- یک مثال موردی از تولید کارگاهی، کارگاه ماشینکاری است

۲. تولید دسته ای (تولید بچ)

- تولید دسته ای در وضعیتی مابین تولید کاملاً کارگاهی و تولید انبوه بکار گرفته می شود.
- در این روش ماشین آلات با بهره وری بالاتری کار می کنند و در نتیجه صرفه جویی مالی و زمانی بیشتری دارند.
- اندازه انباشته ها در تولید دسته ای به گونه ای انتخاب می شود که در حد امکان هزینه آماده سازی دستگاه سرشکن شود.
- هزینه ی توقف تولید در مقایسه با تولید پیوسته یا انبوه بسیار پایین تر است.
- تولید دسته ای امکان تولید فصلی محصولات مختلف را به شما می دهد.
- ماشین آلات به طور مداوم فعال نیستند و همین موضوع باعث کاهش استهلاک و هزینه های جاری می شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





نکات قابل توجه در فرآیندهای تولید



۱. تولید تکراری (انبوه)

- هر خط تولید به ساخت و عرضه یک محصول خاص در حجم بالا اختصاص داده می شود
- سرمایه گذاری سنگین کارخانه و بالا بودن نسبت هزینه ماشین آلات به هزینه نیروی انسانی
- خطوط مونتاژ و ماشین آلات مکانیزه از اصلی ترین ابزارهای این روش هستند.
- این سیستم تولید بالاترین بهره‌وری و پایین ترین میزان هزینه‌های جاری را دارد
- دخیل بودن نظرات مشتریان در کیفیت تولیدات این صنایع، بسیار اندک می باشد.
- صنایع خودروسازی، غذایی، بهداشتی، دارویی

۲. تولید مستمر (پیوسته)

- در این نوع تولید، پیوستگی در زمان و پیوستگی در جریان تولید را داریم.
- جریان تولید محصول، از ماده اولیه گرفته تا عرضه محصول نهایی به صورت پیوسته در این زنجیره در حال انجام می باشد.
- توقف تولید و راه اندازی مجدد در این کارخانه ها بسیار هزینه بر می باشد.
- ماشین آلات نیاز به رسیدگی و نگهداری مداوم دارند.
- کاهش خطاهای انسانی در جریان تولید
- صنایع نفت و گاز، کاغذسازی و...

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





عوامل موثر بر انتخاب خط تولید



به طور کلی انتخاب فرآیند تولید براساس سیاست کلی و کلان سازمان بوده و مسیر حرکتی کارخانه را مشخص می نماید. این انتخاب به عوامل زیر بستگی دارد:

1. **حجم یا مقدار تولید** یک محصول مشخص و خاص
2. میزان اثرگذاری **نظرات مشتریان در خصوصیات** و ویژگی های محصول
3. میزان **تنوع محصولات** تولید شده در کارخانه
4. امکان پذیر بودن **قطع کردن عملیات تولیدی** در یک کارخانه یا نیاز به کارکرد پیوسته و ۲۴ ساعته در کل روزهای سال
(به طور مثال، کارکرد یک شیفت یا دو شیفت ۸ ساعته در روز و تعطیل شدن کارخانه در روزهای آخر هفته)
5. **نسبت هزینه های ماشین آلات تولیدی به میزان هزینه های نیروی انسانی** برای تولید یک محصول مشخص در کارخانه
6. **میزان انعطاف پذیری قابل قبول در کارکرد ماشین آلات و مهارت های نیروی انسانی**، به منظور تولید محصولات متنوع در کارخانه

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

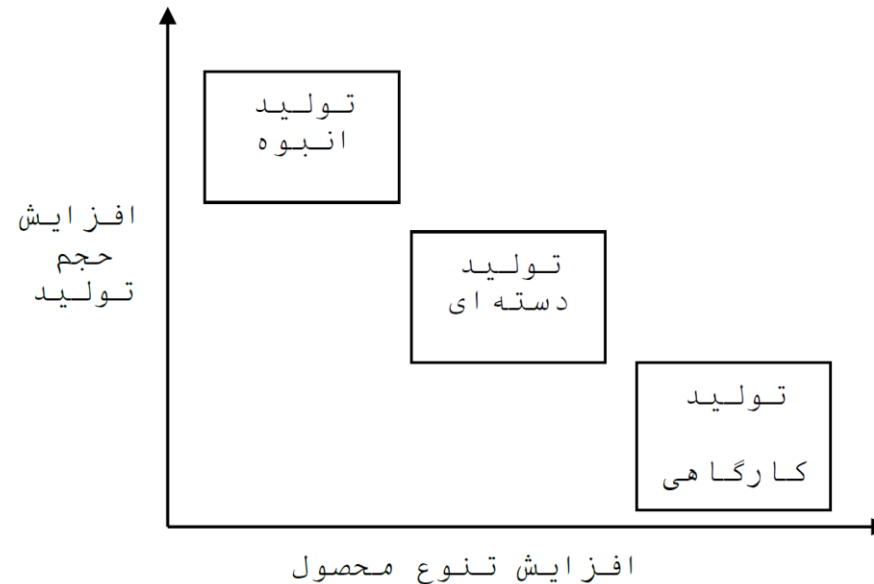
TPM





«مقایسه انواع سیستم‌های تولیدی گسترده»

تولید انبوه	تولید دسته‌ای	تولید کارگاهی
حجم تولید	متوسط	پایین
مهارت نیروی کار	متوسط	پایین
تجهیزات تخصصی	متوسط	پایین
پیچیدگی برنامه‌ریزی تولید	تقریباً بالا	پایین
تقاضا برای محصولات	متوسط	پایین



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



هفت روش کنترل کیفیت

این هفت ابزار عبارتند از:



فلسفه های تولید

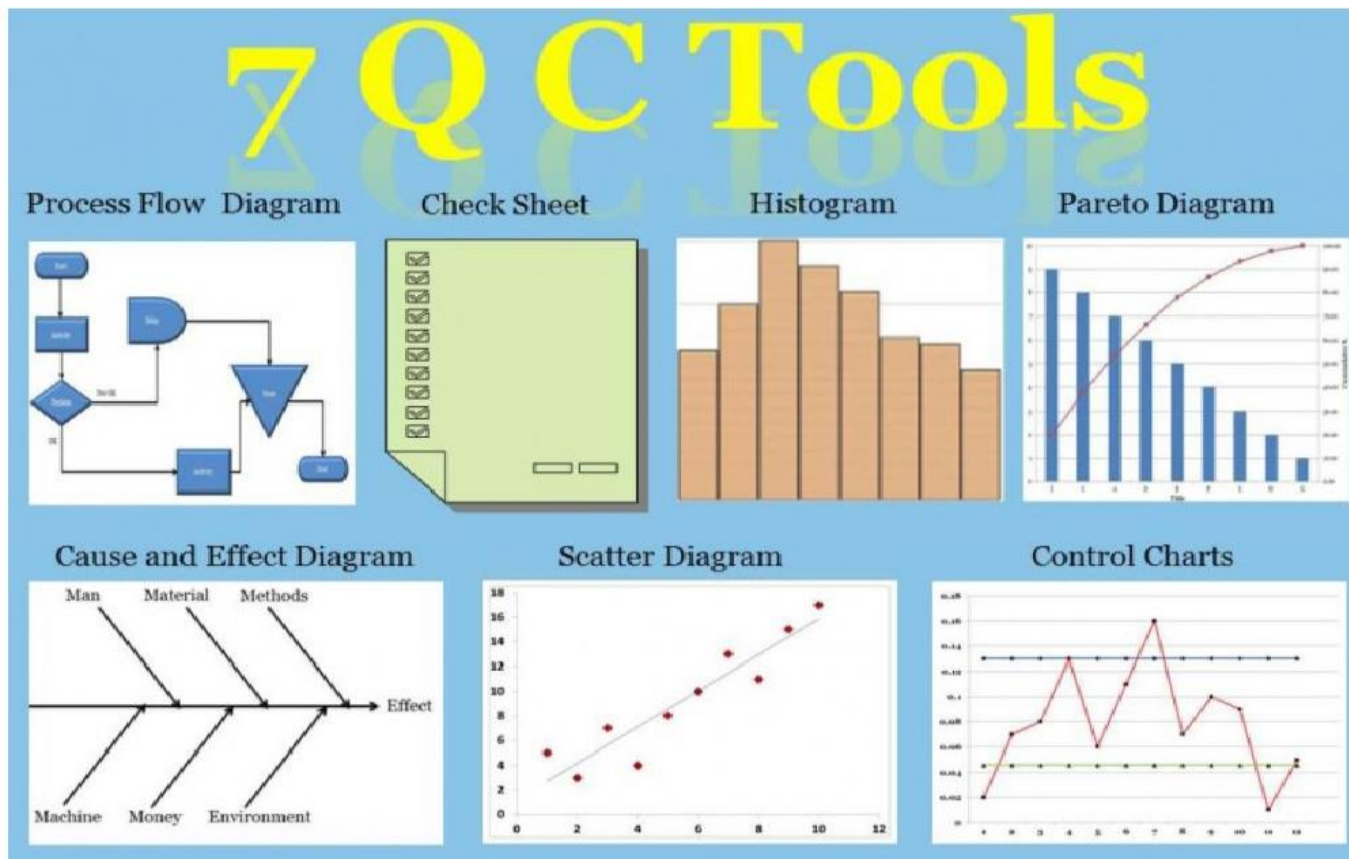
فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



1. برگه کنترل

2. هیستوگرام

3. نمودار پارتو

4. نمودار علت و معلول

5. نمودار جریان فرآیند

6. نمودار پراکندگی

7. نمودار کنترل





هفت روش کنترل کیفیت

این هفت روش کمک می کنند تا:

1. انحرافات با دلیل را شناسایی کنیم.
2. از مناسب بودن طراحی اطمینان حاصل کنیم.
3. انحرافات و اشکالات مهمتر را شناسایی و بر روی بهبود فرآیند از طریق رفع مشکلات مهمتر تمرکز نماییم.
4. مکان های تمرکز نقص در محصول را پیدا کرده و برای رفع آنها تلاش کنیم.
5. وابستگی میان علل بروز خطا در فرآیند را تشخیص داده و عامل اصلی انحراف را از بین ببریم.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت

Check sheet

	Day			
Defect	1	2	3	4
A	///		///	/
B	//	/	//	///
C	/	///	//	///

A tool for organizing and collecting data; a tally of problems or other events by category

Flowchart



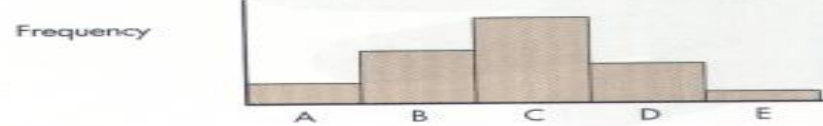
A diagram of the steps in a process

Scatter diagram



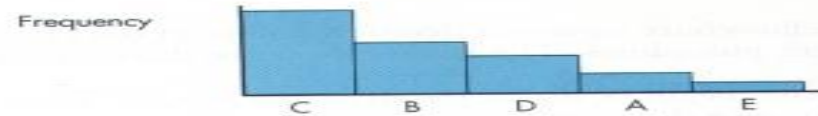
A graph that shows the degree and direction of relationship between two variables

Histogram



A chart that shows an empirical frequency distribution

Pareto chart



A diagram that arranges categories from highest to lowest frequency of occurrence

Control chart



A statistical chart of time-ordered values of a sample statistic (e.g., sample means)

Cause-and-effect diagram



A diagram used to organize a search for the cause(s) of a problem; also known as a fishbone diagram



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمونه برگه کنترل در اکسل :

Q4										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	WikiPG.com									نام پروژه :
2										نام بازرس :
3										مکان :
4										تاریخ جمع آوری اطلاعات :
5										
6										
7										
8			نوع نقص/ رخ دادن	روزها						مجموع
9				شنبه	یکشنبه	دو شنبه	سه شنبه	چهار شنبه	پنجشنبه	جمعه
10			نقص شماره 1	2	1	4	5	1	2	1
11			نقص شماره 2	2	1	6	6	0	3	2
12			نقص شماره 3	1	0	5	5	1	2	2
13			نقص شماره 4							
14			نقص شماره 5							
15			نقص شماره 6							
16			نقص شماره 7							
17			نقص شماره 8							
18			نقص شماره 9							
19			نقص شماره 10							
20			مجموع	5	2	15	16	2	7	5
21										52



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

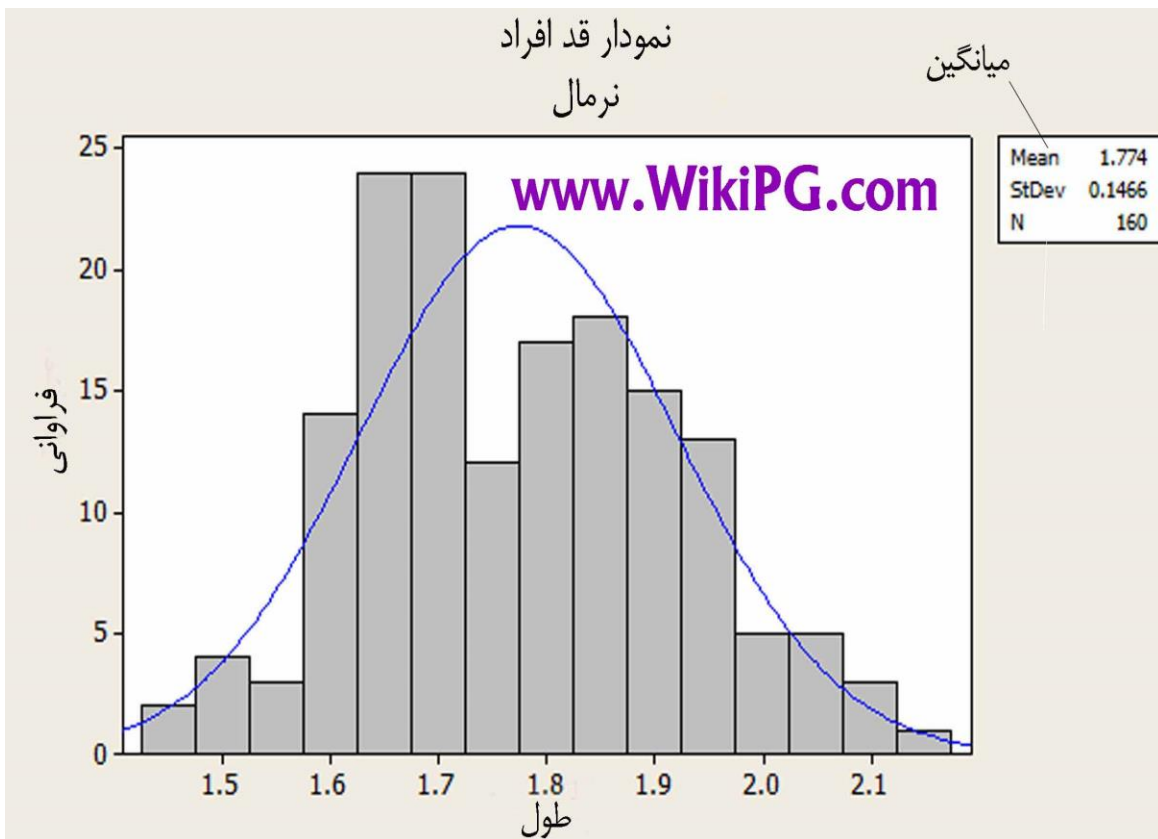
TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمودار هیستوگرام تصویری از داده ها فراهم می کند که توسط آن می توان سه ویژگی زیر را ساده تر مشاهده کرد:



۱. شکل توزیع
(توزیعی که داده ها و یا همان فرآیند از آن پیروی می کند)

۲. مکان یا تمایل مرکزی توزیع
(چولگی داده ها روی نمودار)

۳. پراکندگی یا گسترش توزیع



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

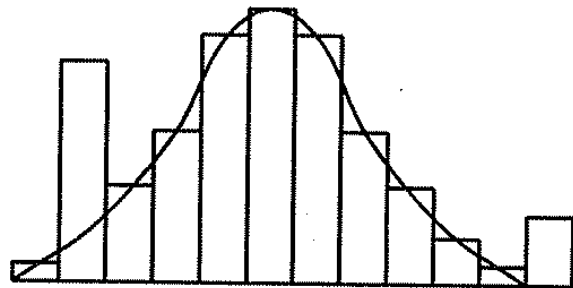
TPM



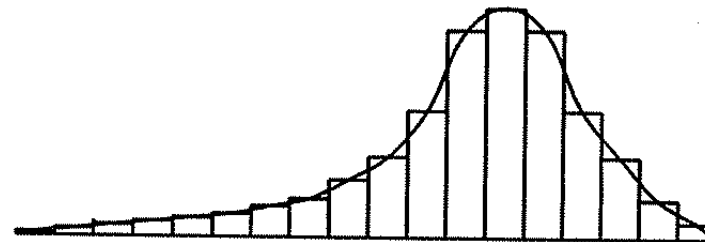


هفت روش کنترل کیفیت

نمونه نمودارهای هیستوگرام داده های فرآیند:

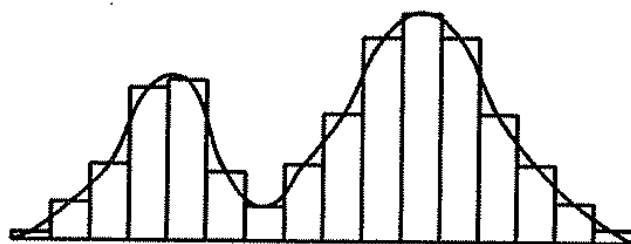


Histogram with Special Causes

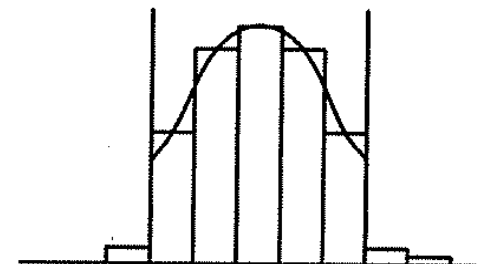


Negatively Skewed

LSL USL



Bimodal Histogram
(May also be polymodal)



Truncated Histogram
(After 100% inspection)



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمودار پارتو بیانگر این اصل می باشد که :

حدود ۸۰٪ اثرات و مشکلات ایجاد شده در سازمان ها به واسطه ۲۰٪ عوامل و علل می باشد و اگر بتوان این ۲۰٪ را شناسایی و کنترل نمود، میتوان از میزان قابل توجهی از خطاها جلوگیری نمود.

با کمک نمودار پارتو می توان علل مختلف نقص ها را بررسی نمود و عللی که بیشترین تکرار را داشته است، شناسایی نمود و آن را در اولویت اقدام ها قرار داد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

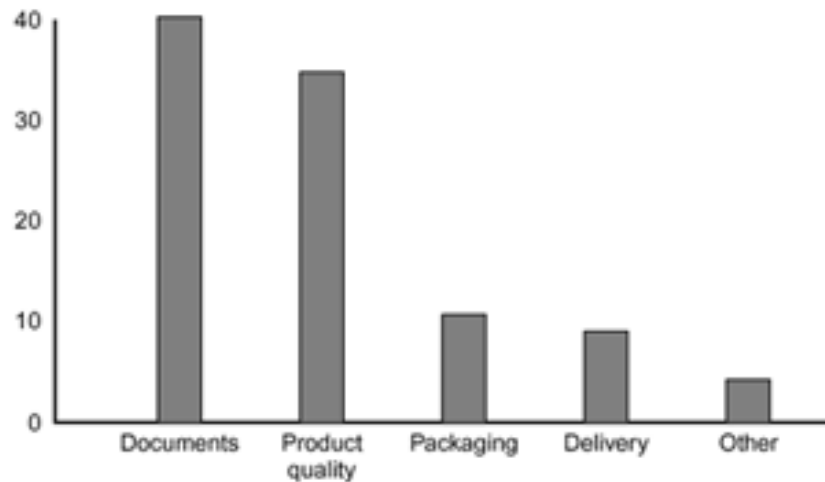




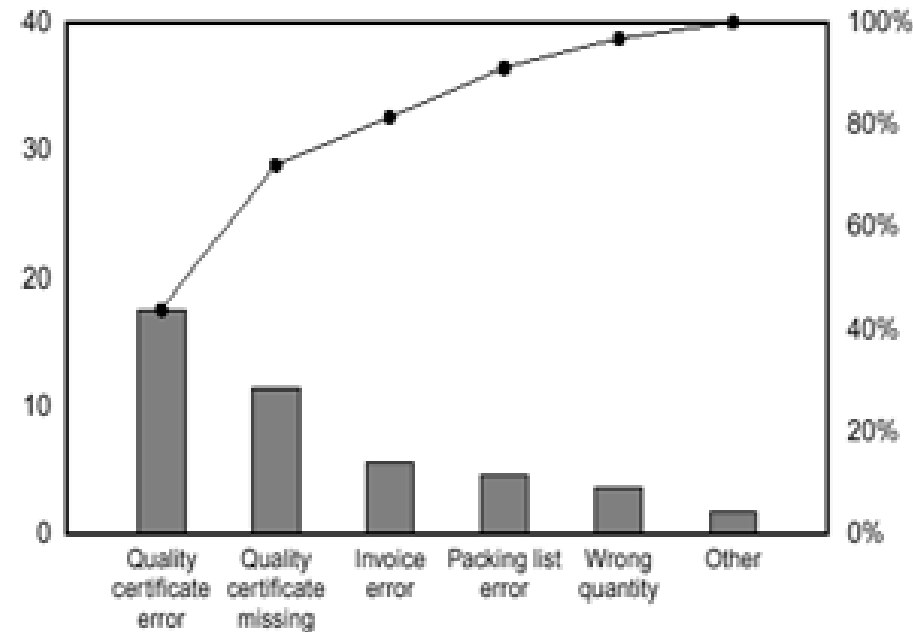
هفت روش کنترل کیفیت

نمونه استفاده از نمودار پارتو :

Types of Customer Complaints
Second Quarter 2005



Types of Document Complaints
Second Quarter 2005



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

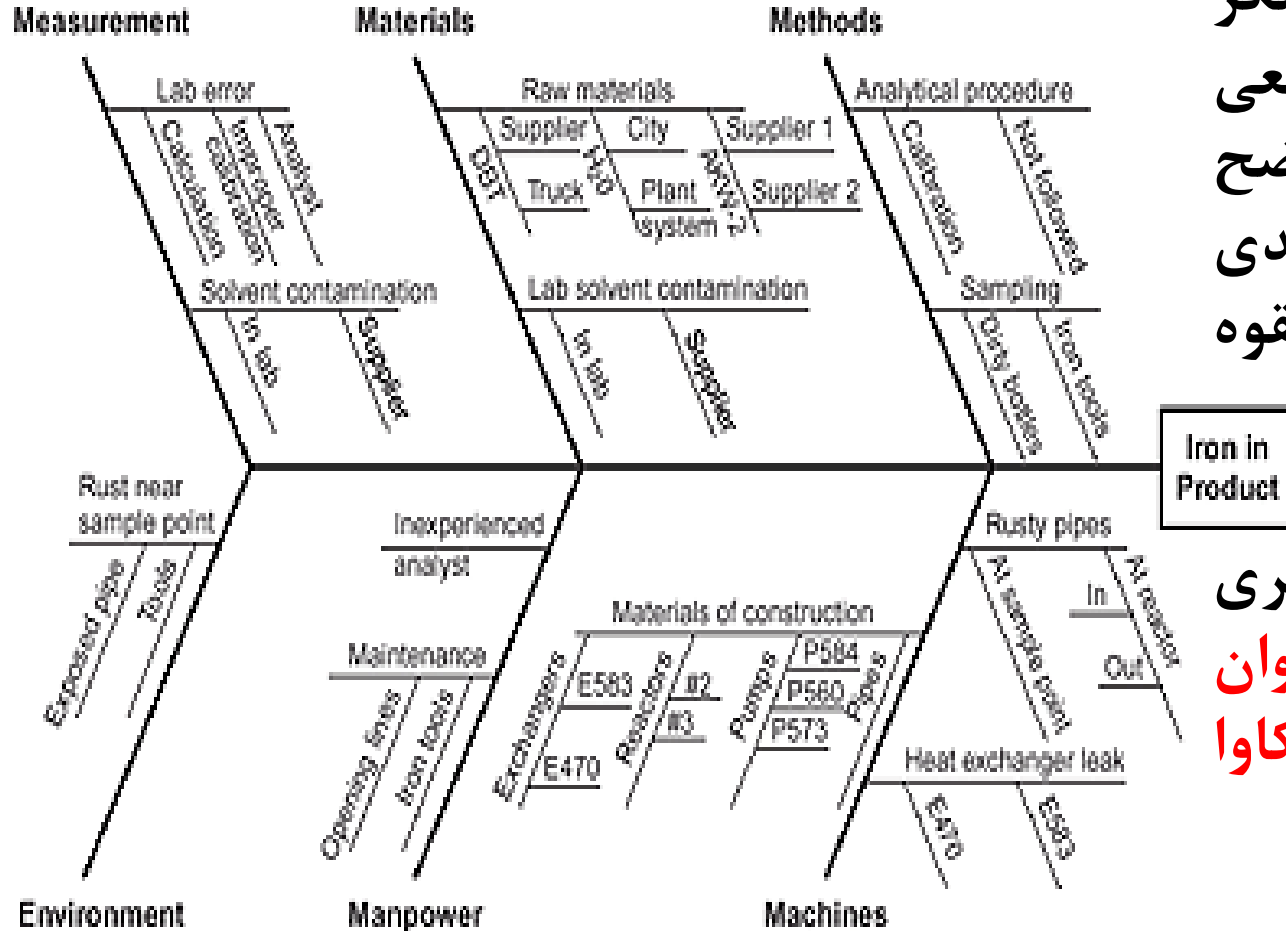
اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت



نمودار علت و معلولی بیانگر علل بالقوه است و در مواقعی که علل بروز مشکل واضح نیست، میتواند ابزار مفیدی برای شناسایی علل بالقوه باشد.

این نمودار به نامهای دیگری همچون **نمودار استخوان ماهی** و همچنین **ایشی کاوا** نیز معروف است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

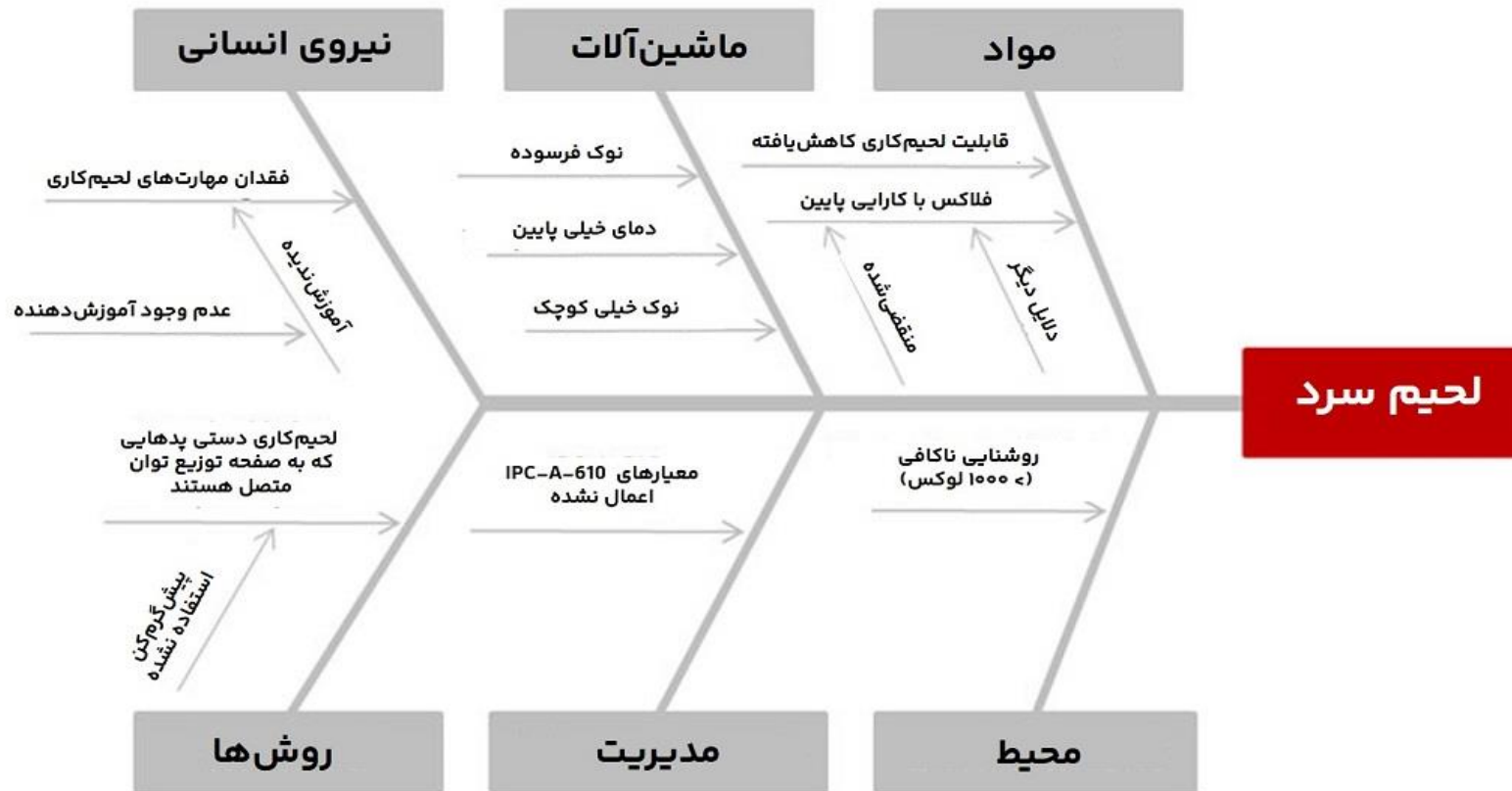
TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمونه نمودار علت و معلولی (استخوان ماهی):



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

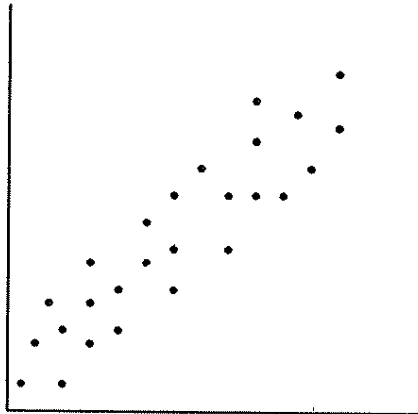
TPM



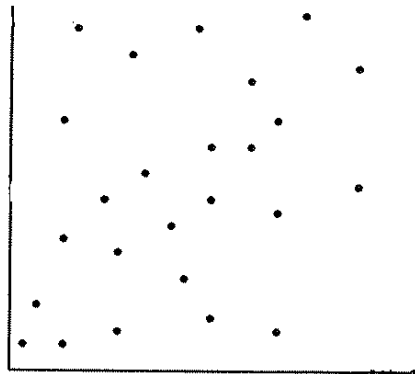


هفت روش کنترل کیفیت

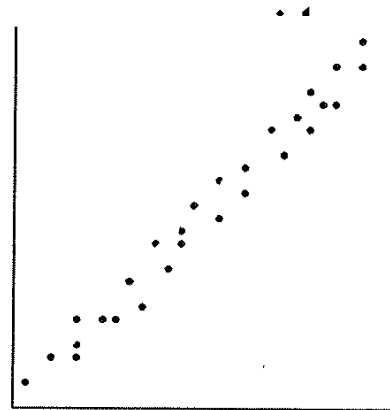
نمودار پراکندگی: یکی از نمودارهای مهم و مفید است که به منظور پی بردن به رابطه بالقوه بین دو متغیر استفاده می شود. برای رسم این نمودار داده ها به صورت زوجی تهیه می شود. طریقه رسم نقاط بر روی نمودار نشان دهنده ی نوع رابطه ی میان متغیر ها



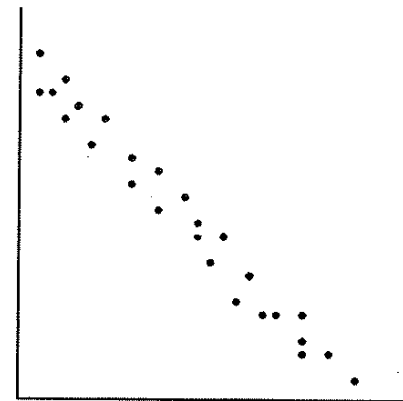
Low-positive



No-correlation



High-positive



High-negative



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمودار کنترلی: یکی از روش های کنترل فرایند در حین تولید جهت جلوگیری از تولید تعداد زیادی محصول معیوب ، نمودارهای کنترلی هستند.

- نمودار متشکل از **خط مرکز**، **حد کنترل بالا** و **حد کنترل پایین** می باشد که در هر مرحله نمونه گیری آماره ای بر اساس نتایج بدست آمده محاسبه شده و روی نمودار رسم می شود.
- اگر این نقطه بین دو حدود کنترل بالا و پایین باشد فرایند **تحت کنترل** است و در غیر اینصورت فرایند **خارج از کنترل** است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

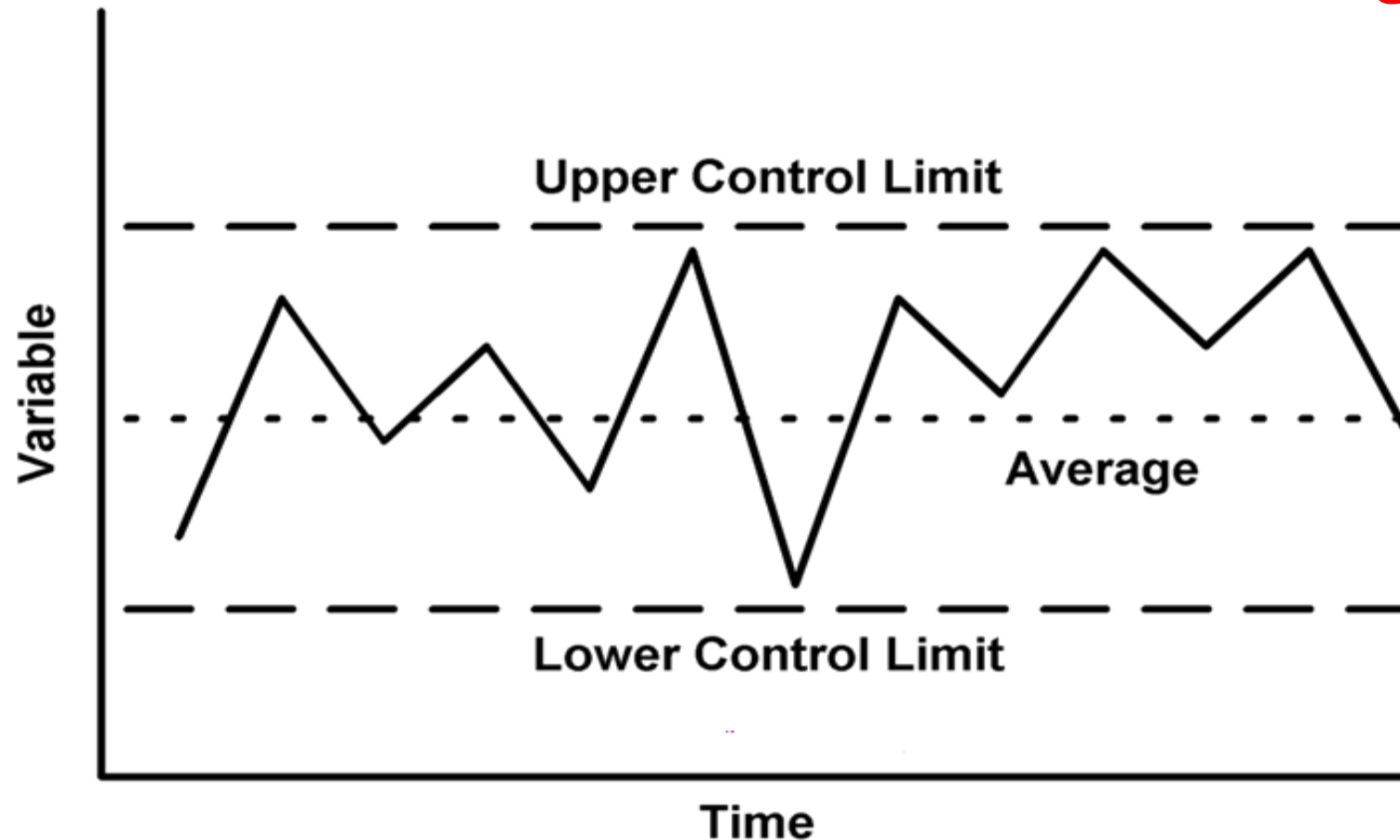
TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمودار کنترلی:



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت

نمودار جریان فرآیند:



	One step in the process; the step is written inside the box. Usually, only one arrow goes out of the box.
	Direction of flow from one step or decision to another.
	Decision based on a question. The question is written in the diamond. More than one arrow goes out of the diamond, each one showing the direction the process takes for a given answer to the question. (Often the answers are “yes” and “no.”)
	Delay or wait
	Link to another page or another flowchart. The same symbol on the other page indicates that the flow continues there.
	Input or output
	Document
	Alternate symbols for start and end points

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

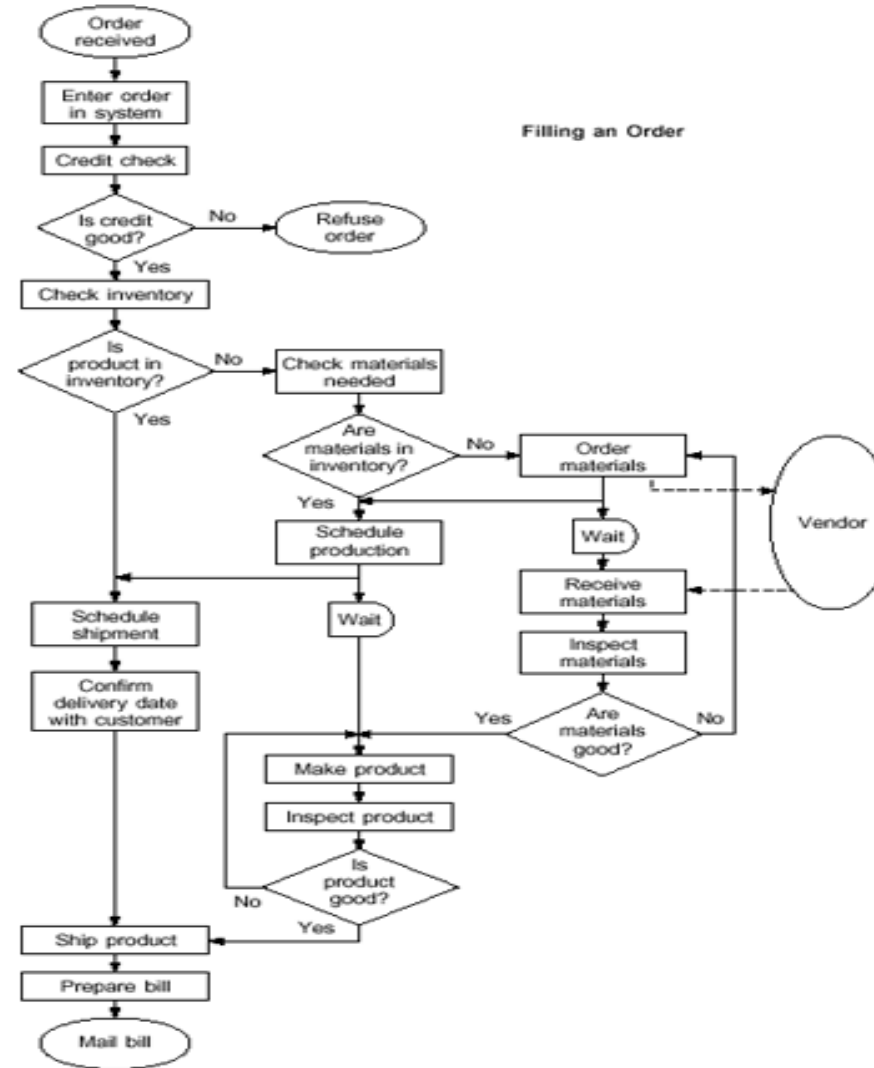
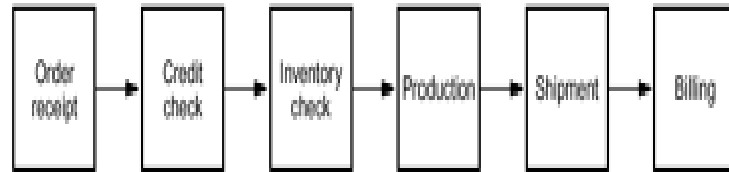
اصول نت

TPM





هفت روش کنترل کیفیت



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

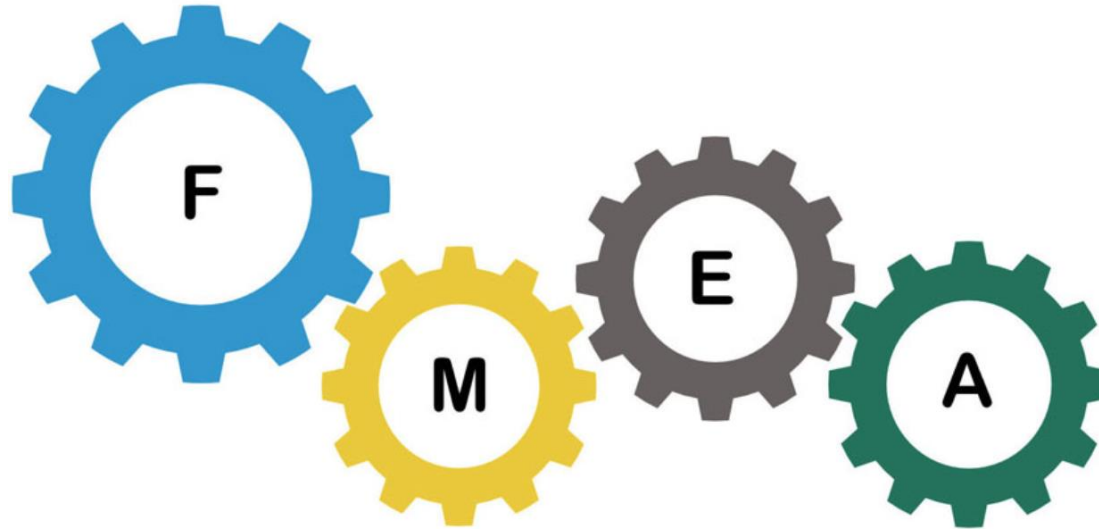
اصول نت

TPM



ارزیابی ریسک به روش FMEA

Failure Mode Effect Analysis



آنالیز حالات بالقوه خرابی و آثار آن (FMEA):

FMEA یک روش سیستماتیک و پیشگیرانه برای شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های بالقوه در سیستم‌ها، فرآیندها و محصولات است که با محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN) به سازمان‌ها کمک می‌کند قبل از وقوع خرابی، اقدامات اصلاحی لازم را اجرا کنند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





ارزیابی ریسک به روش FMEA



نکات کلیدی:

- روشی پیشگیرانه برای مدیریت ریسک‌های کیفیت و ایمنی
- محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN) بر اساس (سه فاکتور شدت، وقوع و کشف)
- قابل اجرا در طراحی، فرآیند، سیستم و خدمات
- کاهش ۳۰ تا ۵۰ درصدی در هزینه‌های ضایعات و دوباره‌کاری
- سازگار با استانداردهای بین‌المللی ISO 9001 و IATF 16949

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





ارزیابی ریسک به روش FMEA

زمان انجام FMEA:

- هنگامی که در حال طراحی یک محصول، فرآیند یا خدمات جدید هستید و می‌خواهید ریسک‌های طراحی را به حداقل برسانید؛
- زمانی که در حال برنامه‌ریزی برای اجرای یک فرآیند موجود به روشی متفاوت هستید و نیاز به ارزیابی ریسک‌های تغییر دارید؛
- زمانی که شما یک هدف بهبود کیفیت برای یک فرآیند خاص را دنبال می‌کنید و نیاز به شناسایی نقاط ضعف دارید؛
- زمانی که شما نیاز به درک و بهبود شکست‌های یک فرآیند دارید و می‌خواهید علل ریشه‌ای را شناسایی کنید؛
- پس از وقوع حوادث یا شکست‌های مهم برای جلوگیری از تکرار آنها؛
- هنگام تغییر تأمین‌کنندگان یا مواد اولیه برای اطمینان از حفظ کیفیت.
- علاوه بر این، انجام FMEA به صورت دوره‌ای در طول عمر یک فرآیند توصیه می‌شود. کیفیت و قابلیت اطمینان باید به طور مداوم مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد؛



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

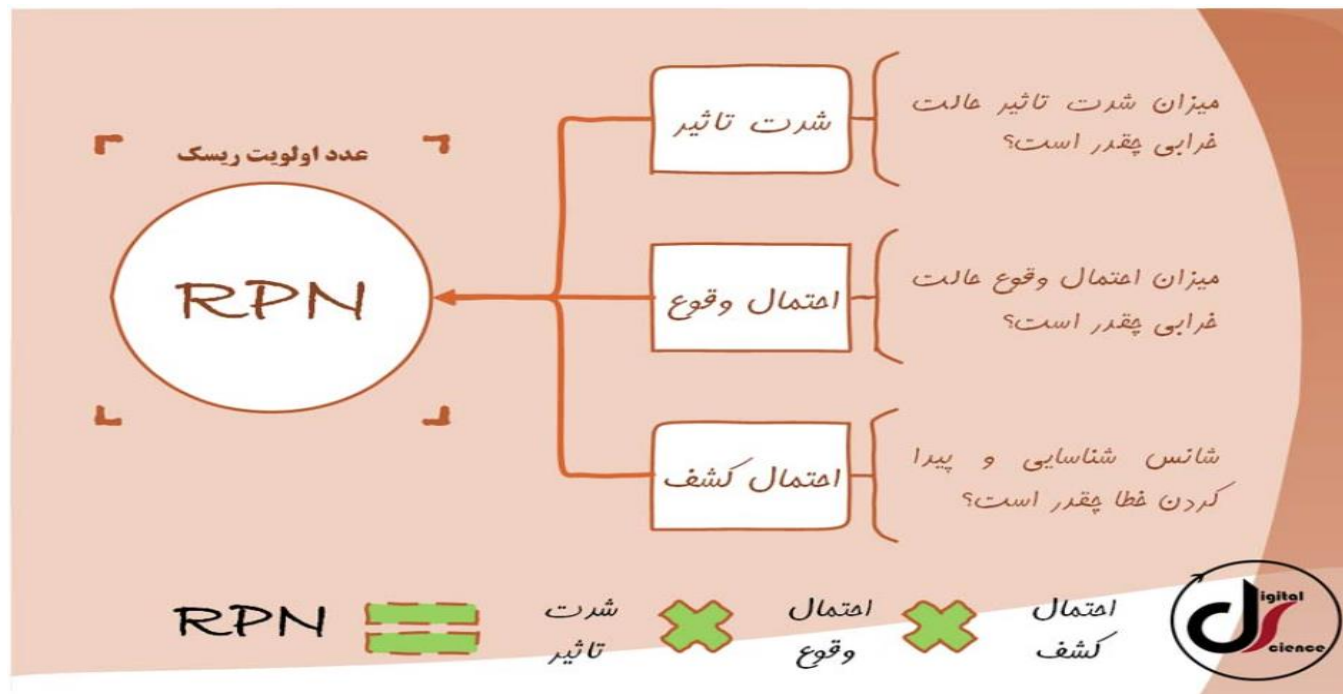




ارزیابی ریسک به روش FMEA

مصادیق کیفی برای امتیاز دهی برای RPN

سطح	احتمال وقوع	شدت پیامد	درجه تشخیص
زیاد	۸-۱۰	۸-۱۰	۱-۳
متوسط	۴-۷	۴-۷	۴-۷
کم	۱-۳	۱-۳	۸-۱۰



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





ارزیابی ریسک به روش FMEA

فرمول محاسبه RPN:

پارامتر	تعریف	محدوده امتیاز	مثال عملی
شدت اثر (Severity)	میزان تأثیر خرابی بر روی سیستم و ایمنی	۱-۱۰	خرابی ترمز: امتیاز ۱۰
احتمال وقوع (Occurrence)	احتمال رخ دادن خرابی و علت بروز خرابی	۱-۱۰	خرابی هر ۱۰۰۰ ساعت: امتیاز ۴
قابلیت کشف (Detection)	قابلیت کنترل‌های فعلی برای پیدا کردن علت خرابی	۱-۱۰	کنترل اتوماتیک: امتیاز ۲

فرمول محاسبه RPN در ارزیابی ریسک به روش FMEA

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

محدوده RPN بین ۱ تا ۱۰۰۰ متغیر است - مقادیر بالاتر نشان‌دهنده ریسک بالاتر هستند



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





ارزیابی ریسک به روش FMEA

نمونه تکمیل شده یک فرم FMEA



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

عملکرد	حالت خرابی بالقوه	اثرات بالقوه خرابی	شدت	علل بالقوه خرابی	درجه وقوع	کنترل های طراحی (فعلی (پیشگیری)	کنترل های طراحی (فعلی (تشخیص)	درجه تشخیص	عدد RPN	ملاحظات
سیم ترمز حرکت قابل تنظیم و کالیبره شده بین اهرم ترمز و لنت ترمز را در شرایط استفاده و محیط کار مشخص فراهم می کند.	پارگی سیم	راکب قادر به گرفتن ترمز نیست، حرکت چرخ ها متوقف نمی شود و احتمالاً منجر به تصادف می شود.	۱۰	سایش بیش از حد سیم نایلونی به دلیل انتخاب مواد اشتباه	۳	انتخاب مواد کابل بر اساس استاندارد ANSI	تست مقاومت کابل شماره ۴۵۶	۲	۶۰	استحکام مواد نایلونی جدید سیم ترمز کمتر فولاد کمتری برای قطر مشابه دارد
				مواد نایلونی به دلیل رطوبت کم و بارهای خمشی شکننده می شوند	۶	نمونه های آزمایشی تحت آنالیز آزمایشگاهی از نظر ترک ها قرار می گیرند		۵	۳۰۰	شکستگی مواد نایلونی نگرانی اصلی در رطوبت کم است
پیچ خوردگی سیم	پیچ خوردگی سیم	افزایش اصطکاک بین روکش سیم ترمز، در نتیجه راکب مجبور است تلاش بیشتری برای گرفتن ترمز بکند.	۷	خم شدن یا پیچ خوردگی در سیم ترمز به دلیل مسیریابی اشتباه	۵	راهنمای طراحی مواد سیم نایلونی شماره ۱۲۳	تجزیه و تحلیل امان محدود تمام مواد سیم جدید	۲	۷۰	کنترل های اضافه شده در خط مونتاژ سیم ترمز در کارخانه لازم است
				روانکاری ناکافی یا اشتباه بین سیم ترمز و روکش آن	۱	راهنمای طراحی روانکاری سیم شماره ۶۷۸	تست اهرم ترمز شماره ۷۸۹	۱	۷	
لغزش سیم (در هنگام قفل شدن لنت ترمز یا اصطکاک ناکافی بین لنت ترمز و چرخ و احتمال تصادف ایجاد می شود.	لغزش سیم (در هنگام قفل شدن لنت ترمز یا اصطکاک ناکافی بین لنت ترمز و چرخ و احتمال تصادف ایجاد می شود.	لغزش سیم (در هنگام قفل شدن لنت ترمز یا اصطکاک ناکافی بین لنت ترمز و چرخ و احتمال تصادف ایجاد می شود.	۱۰	قطر سیم ترمز برای حفظ موقعیت ایمن در هنگام درگیر شدن مهره قفل بسیار کوچک است	۵	مطالعه تحمل مکانیزم قفل سیم	تست کالیبراسیون ترمز شماره ۵۶۷	۲	۱۰۰	طراحی مجدد مکانیزم قفل سیم ترمز لازم است



کارگاه ۱

نوع فرآیندهای تولیدی جاری براساس سیاست کلان سازمان خود را بررسی نموده و سپس براساس فلسفه های تولیدی تشریح شده ، چرخش سازمان خود به سوی کدام تفکر تولیدی را متناسب و امکان پذیر می بینید؟

یک فرآیند تولیدی در کارخانه خود در نظر بگیرید که به علل نامعلومی باعث ایجاد ضایعات زیادی شده است . از چه ابزاری برای پی بردن به علل ریشه ای استفاده میکنید. لطفا ترسیم نمایید.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



استراتژی های تولید چیست؟

MTS, ATO, MTO, ETO



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

مدت زمان تحویل ؟

Lead Time and Manufacturing Environments

ETO delivery lead time					Engineer-to-order
Design	Purchase	Manufacture	Assemble	Ship	
		MTO delivery lead time			Make-to-order
	Inventory	Manufacture	Assemble	Ship	
			ATO delivery lead time		Assemble-to-order
	Manufacture	Inventory	Assemble	Ship	
				MTS delivery lead time	Make-to-stock
	Manufacture	Assemble	Inventory	Ship	

Source: Arnold et al., *Introduction to Materials Management*, 7th ed. Reprinted by Permission of Pearson Education

1 • 22

© APICS Confidential and Proprietary

APICS



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

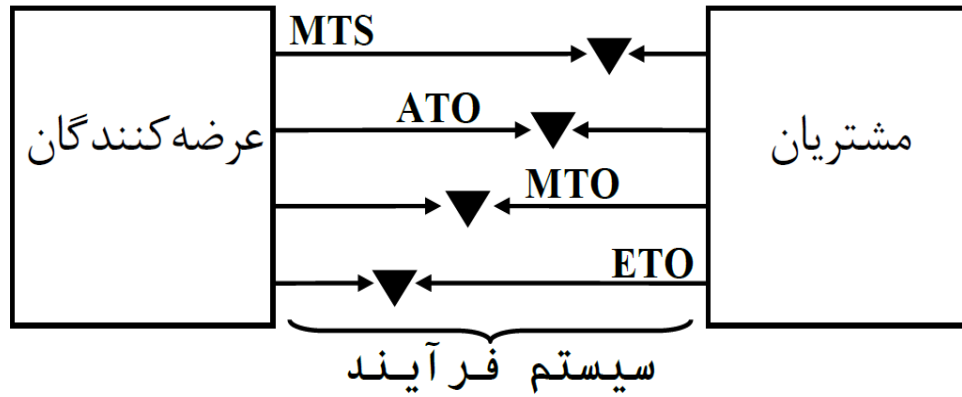
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

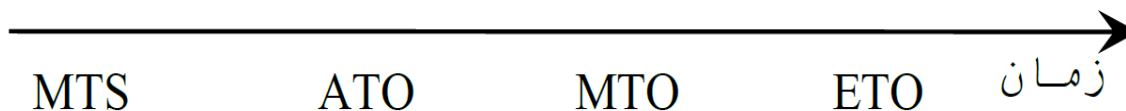
TPM

مقایسه از منظر نقطه انفصال مشتری



→: تولید بر اساس پیش‌بینی
←: تولید بر اساس سفارشات
▼: نقطه انفصال مشتری

گستره تغییرات در تولید



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نکات مهم در استراتژی های تولید



۱. تولید برای انبار (Make-to-Stock)

- ✓ در این استراتژی همواره سفارشات مشتریان از موجودی نهائی داخل انبار که قبلا تولید گردیده فراهم می شود.
- ✓ مشتریان بدون هیچ گونه انتظار (Delay) سفارشات خود را دریافت می نمایند.
- ✓ همواره باید انبار نهائی موجودی کافی از محصول داشته باشد.

موارد به کارگیری این استراتژی :

۱. ثبات بازار
۲. ثبات مشتریان
۳. تثبیت قیمت کالای نهائی و یا پیش بینی افزایش آن

۲. تولید برای سفارش (Make-to-Order)

- ✓ این استراتژی برخلاف استراتژی MTS، تا زمانی که مشتری سفارشی را صادر نکند در کارخانه هیچ تولیدی انجام نمی شود.
- ✓ این استراتژی در تولید می تواند کالاهایی را با تنوع بسیار بالا را تولید کند.
- ✓ نکته مهم در این روش این است که فرآیند گردش مواد باید پس از دریافت سفارش مشتری انجام شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نکات مهم در استراتژی های تولید



۳. مونتاژ برای سفارش (Assemble-to-Order)

- ✓ همواره در انبار ها موجودی کافی از قطعات-مواد اولیه لازم جهت تولید کالای نهائی وجود دارد.
- ✓ برای هر سفارش تنها به مونتاژ کردن زیر قطعات پرداخته می شود.
- ✓ محصول نهائی دارای تنوع زیاد می باشد اما زیر قطعات و مواد اولیه محصولات مشترک است.
- ✓ معمولا در در بازارهائی که رقابت زیاد است از این متد استفاده می شود.
- ✓ محصول در سیستم MTO پس از دریافت سفارش مشتری کامل می شود. این در حالی است که اصطلاح مونتاژ طبق سفارش در جایی بکار می رود که قطعات یا زیر مونتاژها پیش از سفارش مشتری ساخته شده باشند.

۴. مهندسی طبق سفارش (Engineering -to-Order)

- ✓ سفارش مشتری در سیستم تولید ETO به یک طرح مهندسی جدید و توسعه یافته نیاز دارد.
- ✓ سفارش هر یک از مشتریان به مجموعه منحصر بفردی از قطعات، لیست مواد (BOM) و مسیر فرآیند نیاز دارد
- ✓ معمولا مشتری می بایست زمان نسبتا طولانی را برای آماده شدن سفارش خود صرف کنند.
- ✓ دانستن زمان های Lead Time برای قطعات -مواد اولیه و سایر تجهیزات تولیدی مورد نیاز محصول امری الزامی است.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



تفاوت سیستم فشاری و کششی در تولید



فلسفه های تولید

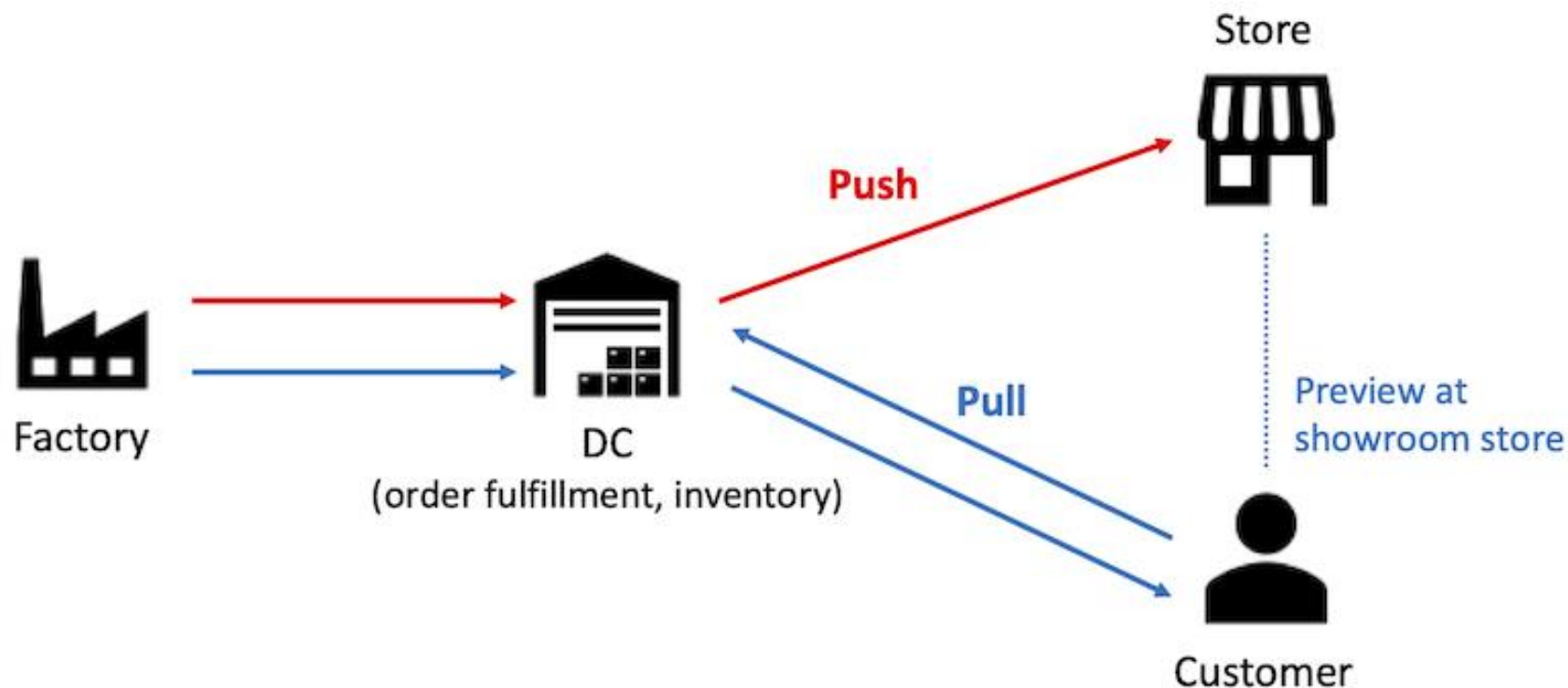
فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





کارگاه ۲

با توجه به پارامترهای تشریح شده در استراتژی های مختلف تولید، آیا کارخانه شما از یک با چند استراتژی ترکیبی برای تولید محصولات استفاده می نماید؟

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

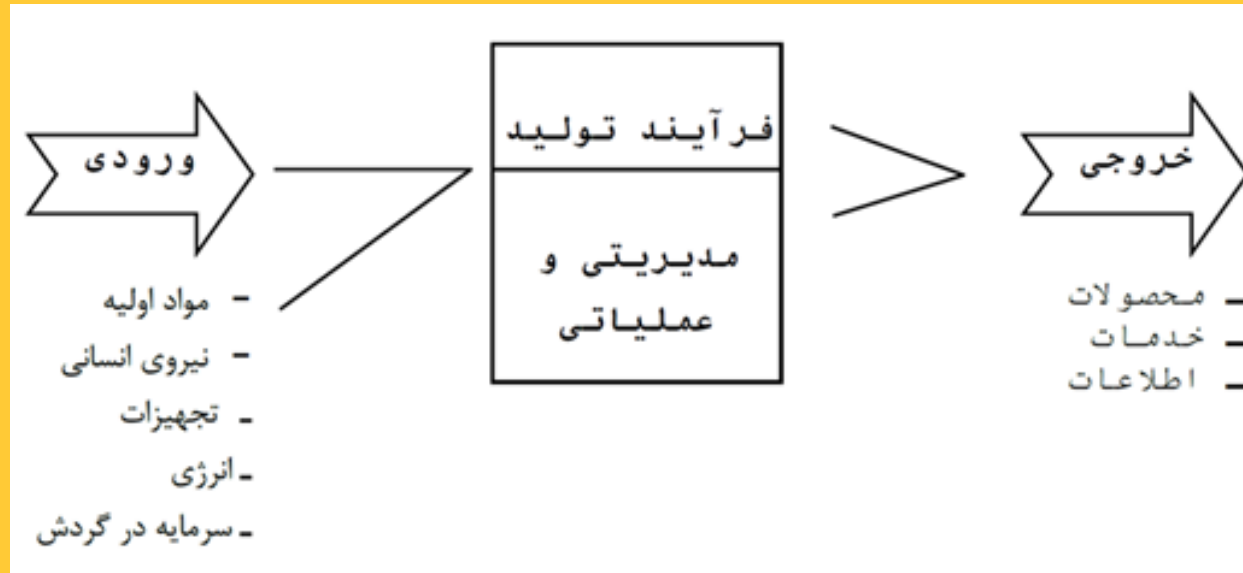
اصول نت

TPM



برنامه ریزی تولید چیست؟

«مدیریت فرایندها در یک کسب و کار تولیدی به گونه‌ای که تمام منابع درگیر در عملیات تولید مانند نیروی انسانی، مواد اولیه، ماشین آلات و... در هر زمان، آماده تولید محصول نهایی باشند»



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

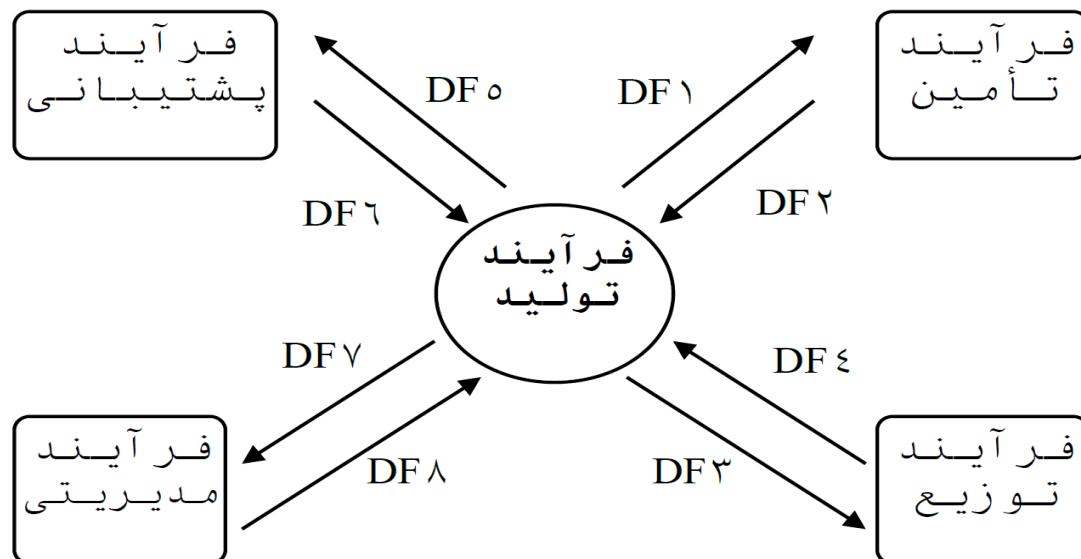
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





DF۱: مواد اولیه مورد نیاز

DF۲: اطلاعات موجودی + تأمین مواد اولیه

DF۳: گزارش میزان تولید + اطلاعات در زمینه ظرفیت تولیدی + برنامه تولید

DF۴: تقاضای بازار در قالب سفارش تولیدی + پیش‌بینی تقاضا + پیشنهاد در مورد برنامه تولید

DF۵: برنامه تولید + نیازهای تعمیراتی + نیازهای نیروی انسانی + نیازهای خدمات پشتیبانی

DF۶: برنامه نگهداری و تعمیرات + گرایش پرودیک + گزارش‌های عدم انطباق قطعات و محصول + حقوق و دستمزد

DF۷: گزارش‌های ماهیانه + داده‌ها و اطلاعات

DF۸: دستورات مدیریتی + تصمیمات + سیاست‌های تولیدی + اصلاحیه‌های برنامه تولیدی

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

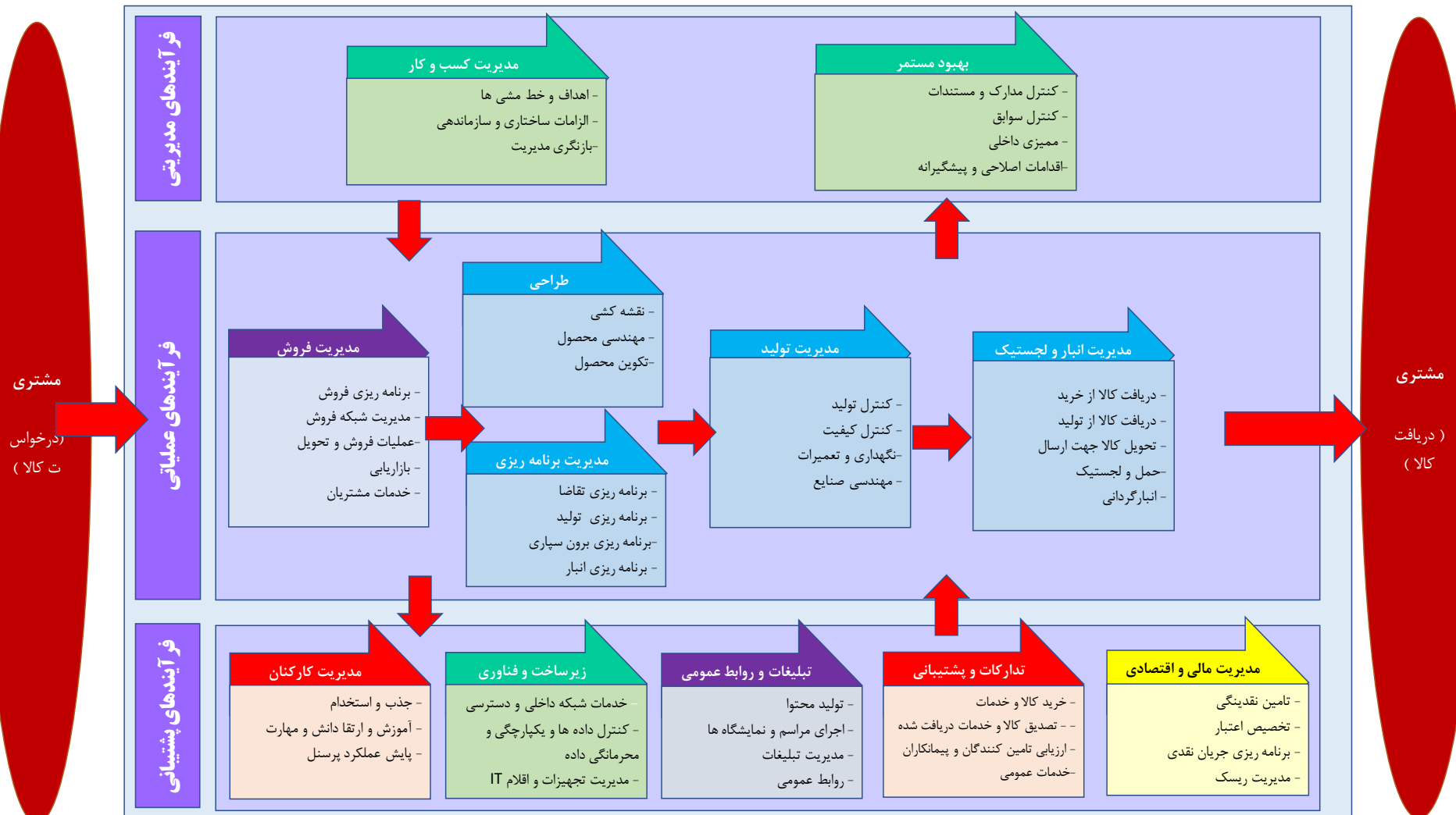
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

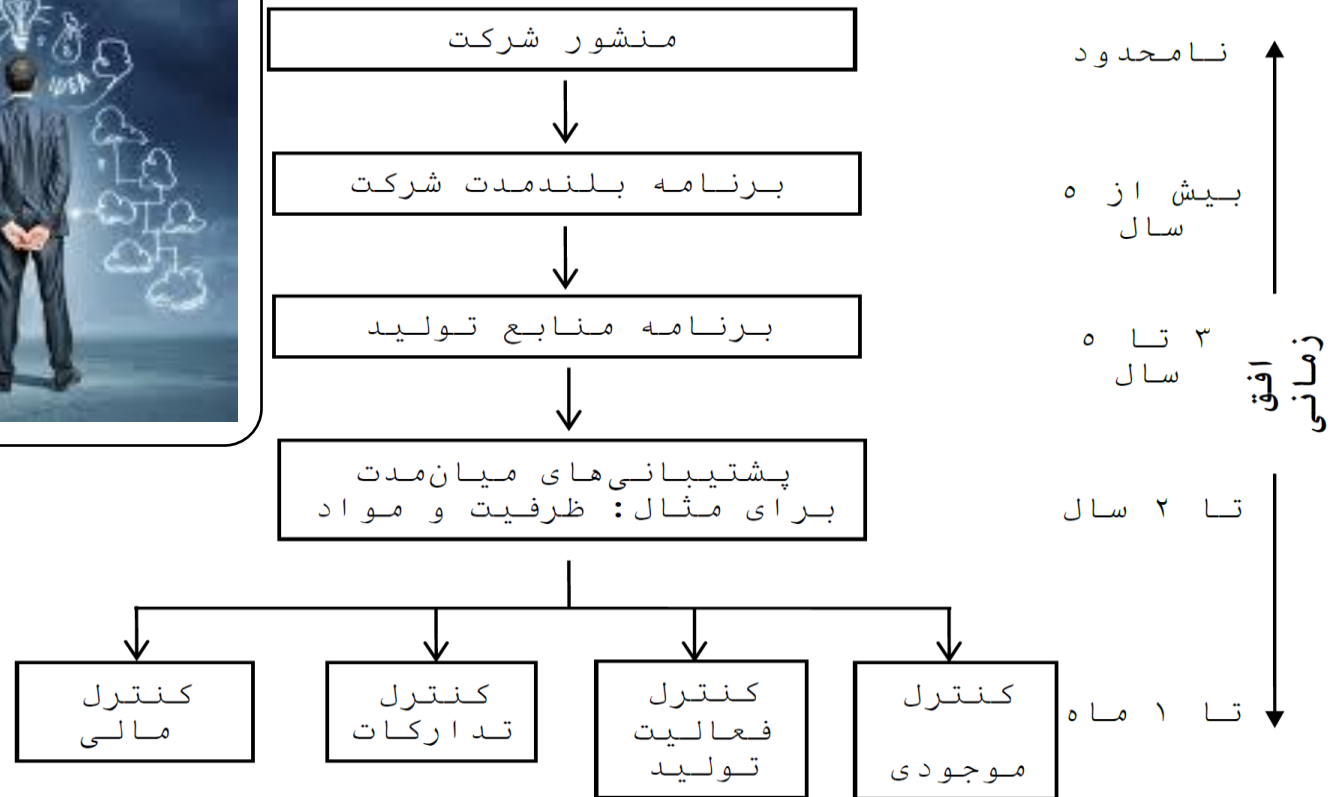
اصول نت

TPM

نقشه کلان فرآیندهای شرکت آریا



افق زمانی برنامه ریزی



* تذکره در برنامه بلندمدت، برنامه‌ها برای سر و سامان دادن به مسائل عمده کارخانه مثل خرید تجهیزات و ماشین‌آلات تهیه می‌شود. در برنامه میان‌مدت معمولاً مباحثی مانند مدیریت منابع انسانی و مواد مورد مطالعه قرار می‌گیرد و در برنامه کوتاه‌مدت مباحث کف کارگاه مورد مطالعه قرار می‌گیرند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

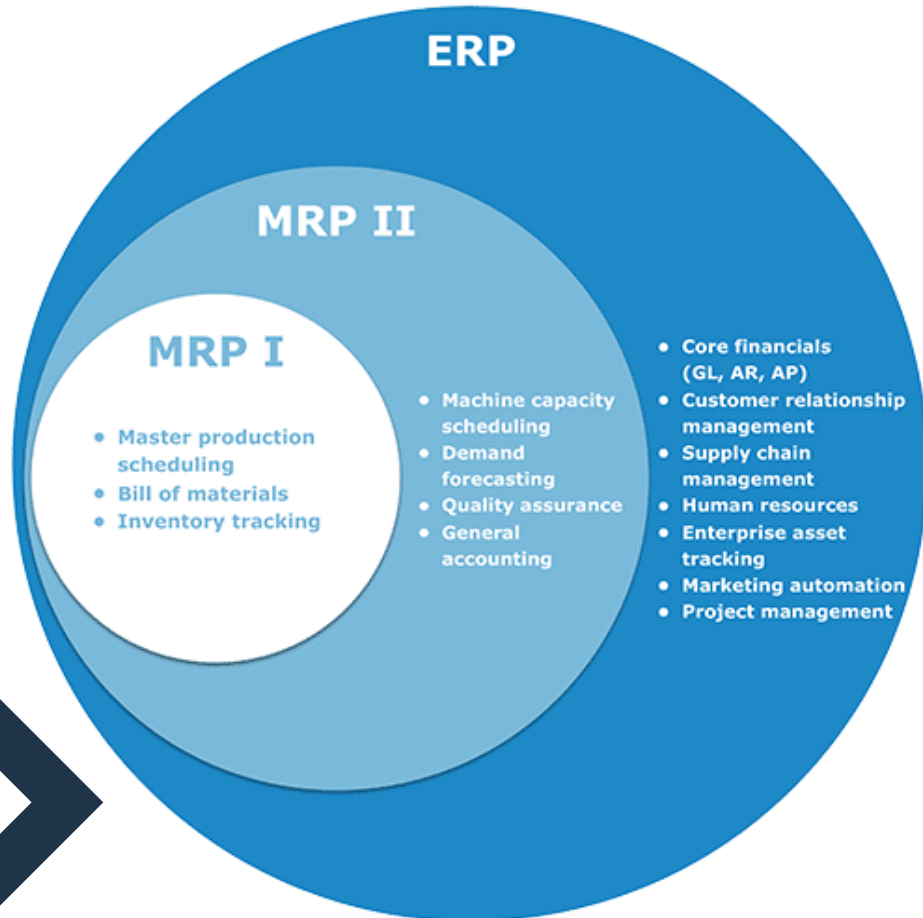
برنامه ریزی تولید

اصول نت

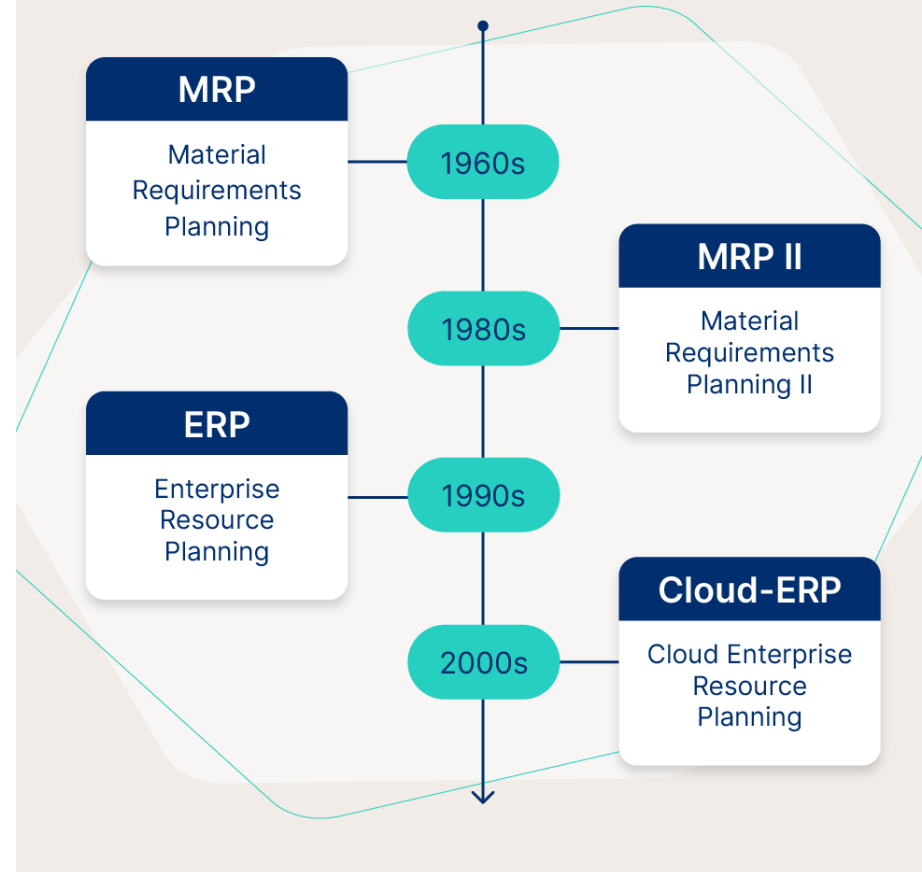
TPM



سیر تحول سیستمهای برنامه ریزی



The Evolution of MRP



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

سیر تحول سیستمهای برنامه ریزی

نقطه سفارش مجدد:

نقطه سفارش مجدد به عنوان یک آستانه یا محرک راهانداز (Trigger) استفاده می شود. وقتی موجودی به سطح مشخص شده در نقطه سفارش مجدد رسید، به این معنی است که زمان اقدام فرا رسیده است.

در ادامه فرمول محاسبه نقطه سفارش مجدد را در دو حالت «با ذخیره موجودی احتیاطی» و «بدون ذخیره موجودی احتیاطی» را بررسی می کنیم:

تعیین ROP با وجود ذخیره احتیاطی
تعیین ROP بدون وجود ذخیره احتیاطی



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

سیر تحول سیستمهای برنامه ریزی



1. نقطه سفارش مجدد – ROP با وجود ذخیره احتیاطی:

این روش در سازمان‌هایی استفاده می‌شود که در صورت بروز شرایط غیرمنتظره، سطحی از ذخیره‌ی احتیاطی برای موجودی کالا و قطعات را در دسترس خود نگه می‌دارند.

نقطه سفارش مجدد (ROP) = (میانگین مصرف روزانه X زمان تدارک) + ذخیره احتیاطی

فرمول بالا را با یک مثال درک کنیم. فرض کنید شما یک خرده فروش عطر هستید که هر روز ۲۰۰ شیشه عطر می‌فروشید. تامین‌کننده شما برای تحویل هر بسته عطری که سفارش می‌دهید یک هفته زمان می‌خواهد. شما برای پوشش تاخیرات غیرمنتظره، موجودی احتیاطی کافی خود را به میزان ۵ روز فروش روزانه خود در نظر می‌گیرید و آن را نبار می‌کنید. حال، نقطه سفارش مجدد شما باید چه باشد؟

زمان تدارک = ۷ روز

ذخیره احتیاطی = ۵ روز * ۲۰۰ شیشه = ۱۰۰۰ شیشه

نقطه سفارش مجدد = $1000 + (7 * 200) = 2400$ شیشه

سفارش دسته بعدی عطر باید زمانی انجام شود که ۲۴۰۰ شیشه از موجودی عطر شما باقی مانده باشد.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



سیر تحول سیستمهای برنامه ریزی

۲. تعیین نقطه سفارش مجدد – ROP بدون ذخیره احتیاطی:

کسب و کارهایی که از استراتژی سطح موجودی ناب یا استراتژی مدیریت موجودی در لحظه پیروی می کنند، معمولاً موجودی احتیاطی نگهداری نمی کنند.

نقطه سفارش مجدد (ROP) = میانگین مصرف روزانه X زمان تدارک

با در نظر گرفتن مثال عطر بالا و بدون در نظر گرفتن موجودی احتیاطی ، نقطه سفارش مجدد باید مثل عملیات زیر محاسبه شود:

نقطه سفارش مجدد = $7 * 200 = 1400$ شیشه

بنابراین، زمانی که موجودی شیشه های عطر به ۱۴۰۰ برسد، باید محموله بعدی عطر را سفارش دهیم.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژی های تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

فرآیند MRP



فلسفه های تولید

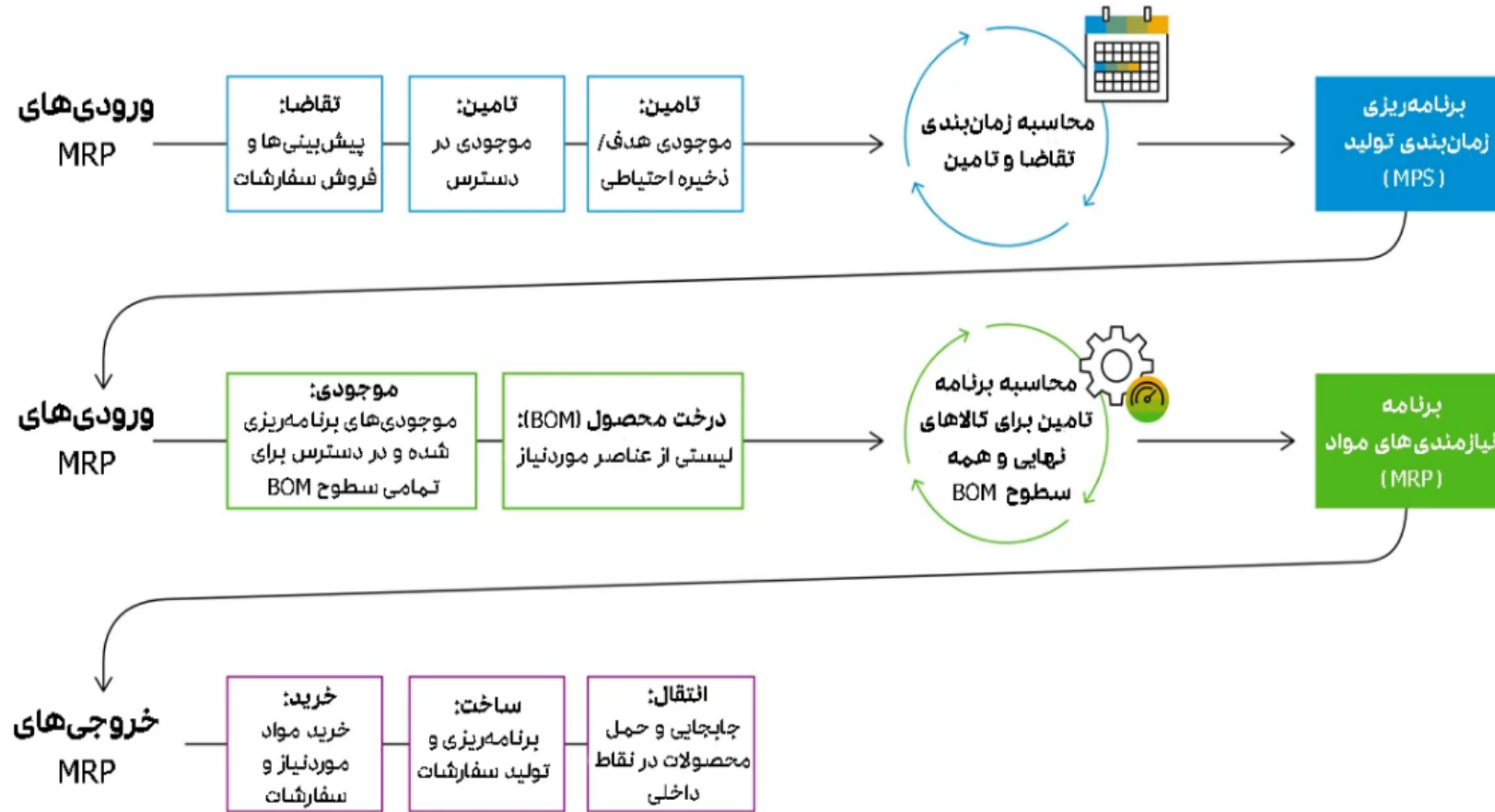
فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

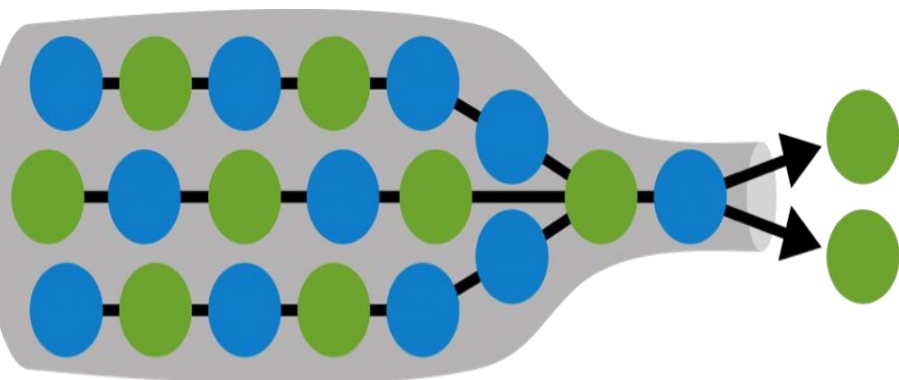
اصول نت

TPM



نمونه فرایند MRP

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



۱. **تعریف گلوگاه:** وقتی وظایف و کارهایی که باید در یک خط تولید انجام شوند، در یک نقطه انباشته شوند و جلو نروند، گلوگاه شکل می‌گیرد. گلوگاه‌ها سیستم را به شدت کند می‌کنند یا باعث توقف آن می‌شوند. اگر نتوانیم گلوگاه فرایندهای خود را پیدا کنیم ممکن است با خروجی ضعیف‌تری روبرو شود، مهلت انجام کارها سر برسد و در نهایت درآمدمان کاهش و هزینه‌های کسب و کارمان افزایش یابد.

عوامل ایجاد گلوگاه چه هستند؟

سه عامل منجر به وقوع گلوگاه می‌شوند. در ادامه برخی از دلایل هریک آمده است:

- ❑ **افراد:** آموزش ناکافی، کاهش میزان کار، تاخیر در کار، انتخاب افراد ناکارآمد
- ❑ **سیستم‌ها و تجهیزات:** فرسوده یا خراب است، با سایر سیستم‌ها هماهنگ نیست، و نهایتاً شاید به مقدار کافی موجود نیست و بایستی خریداری شود.
- ❑ **تفکر سازمان:** فقدان اهداف روشن، ساختار سازمانی مبهم، فرهنگ نامناسب سازمانی، رهبری دارای خطا، جو سازمانی ضعیف، فقدان برنامه ریزی استراتژیک و مواردی از این قبیل.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

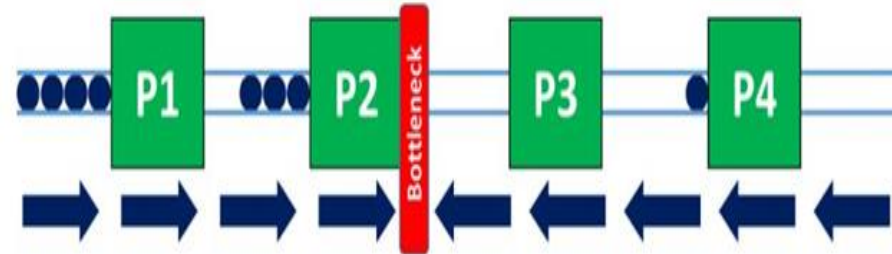
TPM

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



1. چگونه گلوگاه ها را تشخیص دهیم؟

شناسایی گلوگاه ها در تولید معمولاً آسان است. در یک خط تولید شما میتوانید ببینید محصولات در کدام نقطه روی هم انباشته می شوند. آن ایستگاه به احتمال زیاد یک گلوگاه تولید است. گلوگاه هم چنین ممکن است باعث ایجاد بیکاری در ایستگاه های مابعد خود شود.



روش های برطرف کردن گلوگاه ها:

1. ورودی به مرحله گلوگاه را کاهش دهید.
2. ظرفیت گلوگاه را بالا ببرید
3. انتخاب شایسته افراد در نقاط بحرانی و چالشی
4. سیستم سازی و استانداردسازی
5. استفاده از تکنیک ها و ابزارهای ناب

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



۲. **ظرفیت تولید:** ظرفیت تولید عبارت است از تعداد اقلامی که واحد تولیدی شما قادر است در یک دوره زمانی خاص، مانند یک ساعت، یک روز یا یک هفته تولید کند.

در صنعت تولید، اغلب این امکان وجود دارد که ظرفیت تولید، به واسطه عوامل مختلفی تغییر داشته باشد. بنابراین مدیران باید دقت کنند که به شکل منظم، ظرفیت واحد تولیدی خود را بررسی کنند.

به عنوان مثال، فرض کنید یک کارخانه، بطری‌های فلزی آب تولید می‌کند. چنانچه کارکنان این کارخانه بتوانند به شکل مداوم ۵۰۰ بطری آب در روز بسازند، ظرفیت تولید روزانه برای این کارخانه برابر با ۵۰۰ بطری آب خواهد بود. با این حال، اگر این کارخانه تجهیزات بیشتری به مجموعه خود اضافه کرده یا کارمندان بیشتری استخدام کند، این امکان وجود دارد که ظرفیت تولید آن به ۱۰۰۰ بطری آب در روز نیز برسد



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



1. ظرفیت اسمی (بهینه): ظرفیت نظری یک فرایند است؛ در حالی که همه ورودی‌ها بهینه شده باشند. برای مثال، تولید در هر ۲۴ ساعت روز، ۷ روز هفته و ۳۶۵ روز سال به علاوه بهینه بودن سایر فاکتورها. در واقع این معیار یک عدد مرجع است که به حفظ تمرکز روی پتانسیل افزایش ظرفیت مجموعه کمک می‌کند.

2. ظرفیت برنامه ای (طراحی): ظرفیت نظری یک فرآیند بر اساس نحوه طراحی فرآیند است. ظرفیت طراحی تحت تأثیر عواملی مانند برنامه‌های نگهداری و تعمیرات، تغییر فرکانس تقاضا و غیره قرار می‌گیرد. برای مثال ممکن است تصمیم گرفته شود که ماشین‌ها تنها در یک شیفت ۸ ساعته فعالیت داشته باشند، به این ترتیب، ظرفیت طراحی نیز انعکاس دهنده این تصمیم خواهد بود و ظرفیت خروجی بالقوه را تحت تصمیمات طراحی فرآیند موجود نشان می‌دهد.

3. ظرفیت واقعی (موثر): ، توانایی واقعی یک فرآیند برای خروجی محصول است. این شاخص میزان خروجی واقعی فرآیند را نشان می‌دهد که روزانه به طور متوسط به دست می‌آید. اندازه‌گیری ظرفیت واقعی تولید، معمولاً در بلندمدت مدنظر قرار گرفته می‌شود. به عنوان مثال، هنگام تدوین برنامه‌های تولید ماه‌های آینده، میانگین ظرفیت واقعی اعمال خواهد شد.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



اندازه گیری ظرفیت تولید:

به مثال زیر که در مورد ظرفیت تولید یک تولیدکننده تلفن همراه است، توجه کنید:

1. حداکثر ظرفیت با تمام ورودی‌ها و منابع بهینه شده = ۱۰۰۰۰۰
2. حداکثر ظرفیت در شرایط عملیاتی فعلی = ۷۰۰۰۰
3. خروجی واقعی فعلی = ۵۰۰۰۰

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

چگونه ظرفیت تولید را اندازه گیری کنیم؟

Production Capacity Formula

Number of Minutes $\times$ Number of Lines/Machines $\times$ Product Count Per Minute

 Capacity Utilization Rate Formula = $\frac{\text{Actual output}}{\text{Maximum possible output}} \times 100$



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

چگونه ظرفیت تولید را اندازه گیری کنیم؟



Calculate Core Capacity Formulas

Basic Capacity Formula

$$\text{Capacity} = \text{Machines} \times \text{Output Rate} \times \text{Time}$$

Effective Capacity Formula

$$\text{Effective Capacity} = \text{Design Capacity} \times \text{Efficiency Rate}$$

Capacity Utilization

$$\frac{\text{Actual Output}}{\text{Design Capacity}} \times 100\%$$

Capacity Efficiency

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Effective Capacity}} \times 100\%$$

www.taskford.com

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

1. Basic Capacity Formula

The basic capacity formula calculates the maximum output a system can produce under ideal conditions, without any inefficiencies, downtime, or other limiting factors

Formula:

$$\text{Capacity} = \text{Number of Machines or Workers} \times \text{Output per Unit Time} \times \text{Available Time}$$

Example: If you have 5 machines, each producing 20 units per hour, operating for 8 hours per day:

$$5 \times 20 \times 8 = 800 \text{ units/day}$$

So, under ideal conditions (no downtime or inefficiencies), your **design capacity** is 800 units per day.

2. Effective Capacity Formula

Operations rarely run under perfect conditions. To account for these inefficiencies, we use the **effective capacity** formula, which adjusts for factors like downtime or slower speeds:

Formula:

$$\text{Effective Capacity} = \text{Design Capacity} \times \text{Efficiency Rate}$$

If your design capacity is 1,000 units per day and your efficiency rate is 85%, then:

$$1,000 \times 0.85 = 850 \text{ units/day}$$

The **efficiency rate** can come from historical performance data or time studies.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

3. Capacity Utilization and Efficiency

To assess how well you're using your resources, two important metrics come into play: **Capacity Utilization** and **Efficiency**.

$$\text{Utilization} = (\text{Actual Output} / \text{Design Capacity}) \times 100\%$$

$$\text{Efficiency} = (\text{Actual Output} / \text{Effective Capacity}) \times 100\%$$

Example: If actual output is 820 units, with design capacity of 1,000 and effective capacity of 850:

- Utilization = 82%
- Efficiency = 96%

Low utilization indicates unused potential. High utilization may signal overstretched resources or bottlenecks.

Step 4: Incorporate Variability and Bottlenecks

Real operations face fluctuations in demand, performance, and availability. A realistic capacity model must account for these variations.

Start by identifying the **bottleneck** — the stage in your process that limits overall throughput. According to the **Theory of Constraints (TOC)**, the capacity of the entire system is constrained by its slowest operation.

Example: If three machines each produce 300, 250, and 200 units per hour, the system's effective capacity is capped at 200 units per hour.

Use **process mapping** or **value stream mapping** to locate these constraints. Once identified, improve flow through methods like:

- **Line balancing:** Redistribute tasks to reduce idle time.
- **Buffering:** Add small time or material buffers before the bottleneck.
- **Parallel processing:** Duplicate high-demand steps.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

Step 5: Analyze Capacity Gaps

Analyze Capacity Gaps

$$\text{Capacity Gap} = \text{Forecasted Demand} - \text{Available Capacity}$$

www.taskford.com

Once you know your available capacity, compare it with your forecasted demand to determine the **capacity gap**:

$$\text{Capacity Gap} = \text{Forecasted Demand} - \text{Available Capacity}$$

If demand is 900 units per day but your effective capacity is 850, the gap is **50 units**.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نمونه ظرفیت سنجی در برنامه ریزی تولید

بعد از تنظیم برنامه زمان بندی اصلی تولید باید برنامه ریزی تقریبی ظرفیت (RCCP) را انجام دهیم تا ببینیم که برنامه تنظیم شده چقدر با ظرفیت منابع هماهنگ است. اگر برنامه تنظیم شده با ظرفیت منابع هماهنگ باشد، آن را **تایید کرده و فرایند برنامه ریزی** را ادامه می دهیم؛ **در غیر این صورت باید برنامه زمان بندی را تغییر دهیم** یا برای تغییر ظرفیت منابع اقدام کنیم.

هر روشی که بتواند «ظرفیت مورد نیاز» و «ظرفیت برنامه ریزی شده» را کنار هم قرار دهد و در مورد «انطباق آن ها» اظهار نظر کند، اقدامی برای برنامه ریزی اولیه ظرفیت (RCCP) است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



نمونه ظرفیت سنجی در برنامه ریزی تولید

فرض کنید برای دو محصول A و B یک جدول MPS مطابق زیر داریم. همچنین زمان مورد نیاز تولید این دو محصول را نیز در اختیار داریم:

Master Production Schedule (MPS)					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
Product A	200	185	190	200	775
Product B	100	200	200	300	800

Production Time	
Product A	2 hrs
Product B	1 hr

با محاسبه زمان مورد نیاز برای تولید برای هر محصول ، نتیجه را به صورت جدول زیر خواهیم داشت:

Required Labor Hours					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
Product A	400	370	380	400	1550
Product B	100	200	200	300	800
Total	500	570	580	700	2350



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نمونه ظرفیت سنجی در برنامه ریزی تولید

همچنین برای به دست آوردن زمان در دسترس طبق مفروضات ، به نتیجه زیر خواهیم رسید:

Next, you calculate the total available production hours per quarter:

- Months = 3 in a quarter
- Production days = 24 in a month
- Labor hours = 8 in a day

Production hours per quarter = 3 months x 24 days x 8 hours

This equation determined that **576 production hours** are available per quarter.

مقدار ۵۷۶ ساعت به ازای هر فصل ، زمان در دسترس ما خواهد بود.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نمونه ظرفیت سنجی در برنامه ریزی تولید

برای انجام RCCP ، کافی است زمان در دسترس هر فصل را در کنار زمان مورد نیاز تولید محصولات در آن فصل قرار دهید و انحرافات آن را محاسبه نماییم:

Rough Cut Capacity Planning					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
Product A Labor Hours	400	370	380	400	1550
Product B Labor Hours	100	200	200	300	800
Total	500	570	580	700	2350
Available Labor Hours	576	576	576	576	2304
Difference	76	6	-4	-124	-46

ما در دو فصل ظرفیت مازاد داریم و در دو فصل با کمبود ظرفیت مواجه هستیم.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نمونه ظرفیت سنجی در برنامه ریزی تولید

راهکارهای موجود برای حالت های مازاد / کمبود ظرفیت مقابل زیر می باشد:

- Reduce subcontracting.
- Implement temporary layoffs.
- Shorten work days or weeks.
- Transfer workers to other stations or plants.

To address overloaded resources, try the following options:

- Implement overtime.
- Hire more laborers.
- Install additional equipment.
- Use more workstations.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

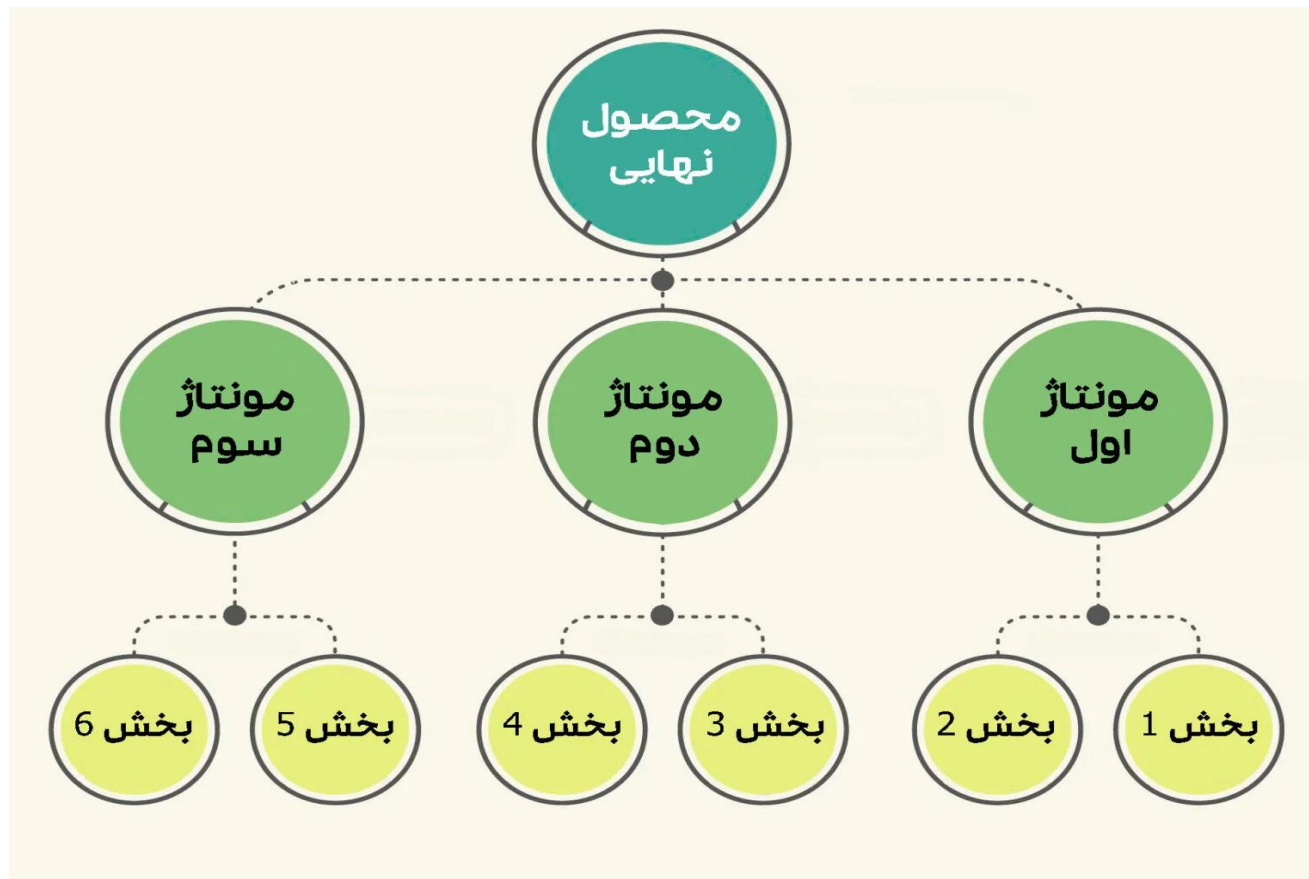
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

۳. **درخت محصول:** Bill of Material که با نام ساختار محصول یا BOM نیز شناخته می‌شود، فهرستی جامع از اقلام موردنیاز برای ساخت یک محصول نهایی است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید



فهرست مواد و قطعات (BOM)									
نام محصول : کد محصول : ضریب مصرف در محصول: صفحه ... از ...									
ردیف	شرح قطعه/مواد	کد انبار	رنگ	جنس	ضریب مصرف	واحد شمارش	کد نقشه	وزن (gr)	تأمین کننده داخلی / خارجی
تهیه کننده: تاریخ و امضا:		تأیید کننده: تاریخ و امضا:		تصویب کننده: تاریخ و امضا:		کد مدرک:		وضعیت کنترل:	

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

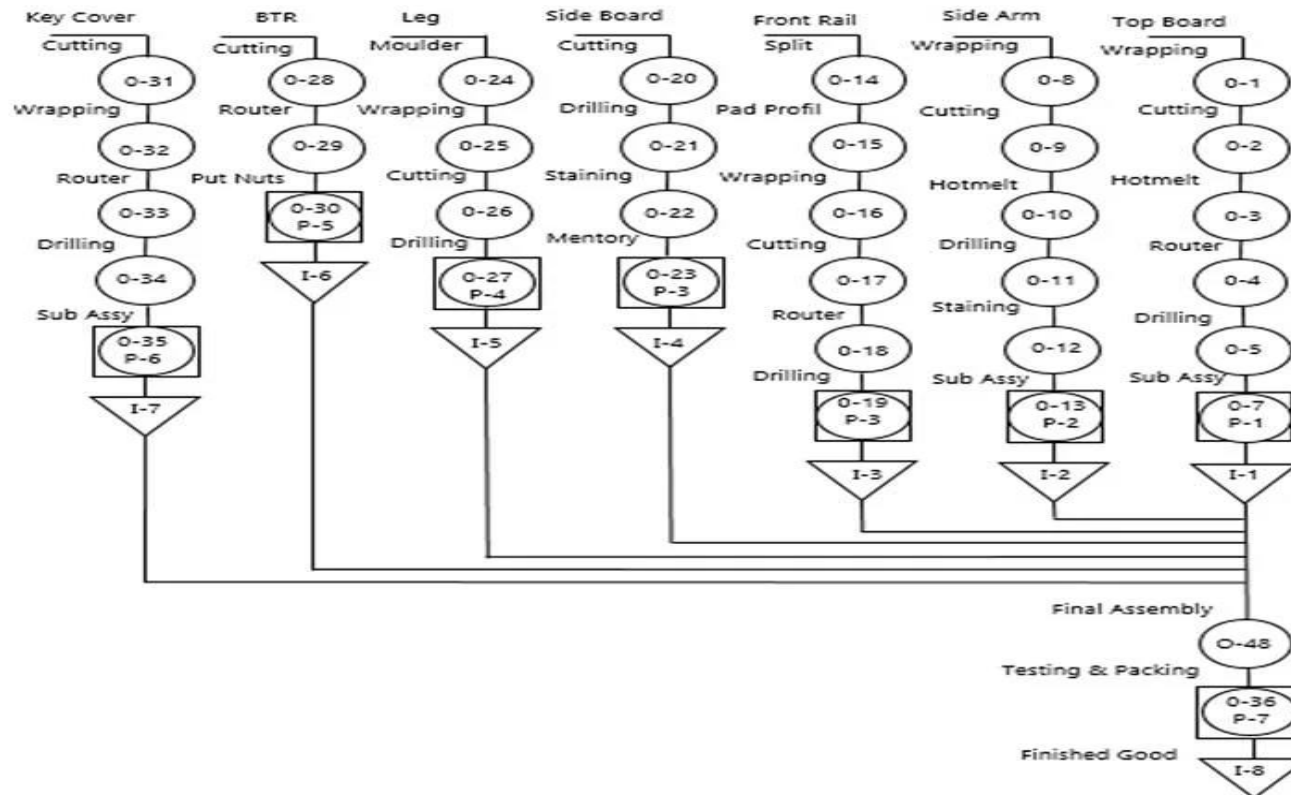
اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

۳. **نمودار فرآیند عملیات:** نمودار فرایند عملیات (OPC) و نمودار فرایند جریان (FPC) دو ابزار بسیار مهم در عملیات تولید و ارزیابی کار و زمان محسوب می‌شوند. نمودار OPC نمای فشرده‌ای از کل سیستم عملیات درگیر در تولید یک محصول را ارائه می‌دهد. در این نمودار تنها فعالیت‌های اصلی (یعنی عملیات و بازرسی‌ها) انجام شده برای تکمیل یک کار، به ترتیب وقوع آنها ثبت می‌شوند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

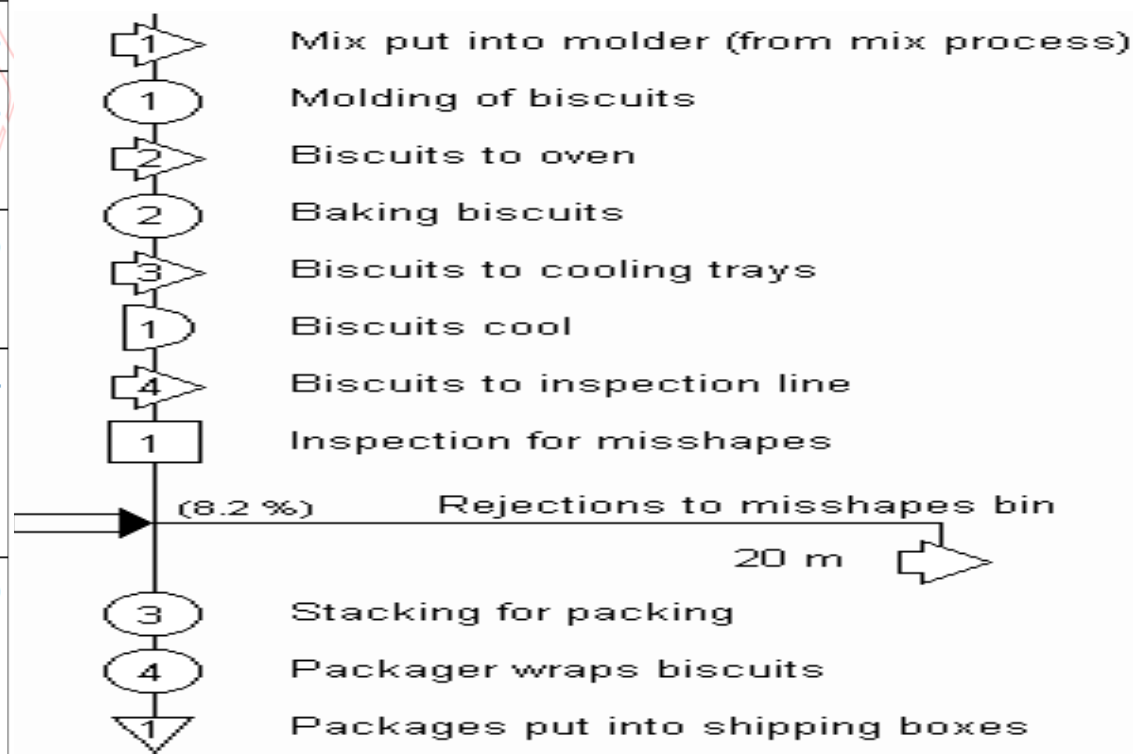


اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

نمودار FPC چیست و چه تفاوتی با نمودار OPC دارد؟

نمودار FPC نموداری است که توالی جریان یک محصول را از طریق ثبت تمام فعالیت‌ها/ رویدادهای تحت بررسی، با نمادهای مناسب نشان می‌دهد. این نمودار شبیه نمودار فرآیند عملیات است با این تفاوت که از نمادهای عملیات، حمل و نقل، بازرسی، تاخیر و ذخیره‌سازی دائمی استفاده می‌کند.

1. Operation	عملیات	○	به معنی هر تغییر آگاهانه در یک یا چند مشخصه ی یک شیء
2. Transportation	حمل و نقل	⇒	حمل و نقل به معنی چنانچه جابجایی محصول و مواد اولیه و یا هر یک از قطعات تولید جهت ادامه فعالیت و یا انبار
3. Inspection	بازرسی	□	کلیه فرآیندهای انطباق محصول تولید شده با مشخصات از پیش تعریف شده را بازرسی قلمداد می‌کند.
4. Storage	انبار	▽	هر گونه نگهداشت و یا انبارش از مواد اولیه ، محصولات نهایی و کالای نیمه ساخته که مبنای نگهداری داشته باشند به عنوان انبار کردن یا انبار تلقی می‌گردد.
5. Delay	تأخیر	D	شامل بخشی از فرآیند اجرایی بوده که در پروسه تولید زمان‌هایی به صورت اجتناب ناپذیر و یا قابل اجتناب به این امر اختصاص یابد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

۴. زمان سنجی و کارسنجی (ارزیابی کار و زمان)

به طور کلی باید بیان داشت زمان سنجی و کارسنجی برای ورود به صنایع و سازمان‌ها محدودیت نمی‌شناسد. در هر مجموعه‌ای فارغ از مباحث صف یا ستاد بودن فعالیت، می‌توان جهت مشخص نمودن خروجی هر قسمت (سازمان، شرکت، صنعت و ...)، زمان استاندارد تولید یا ارائه خدمت، تعیین تعداد پرسنل مورد نیاز و... از کارسنجی و زمان سنجی بهره برد.

مهمترین اهداف زمان سنجی :

1. تعیین تعداد کارگران و اپراتورهای تولیدی مورد نیاز
2. تعیین تعداد ماشین‌های تولیدی مورد نیاز
3. بالانس خطوط مونتاژ
4. طراحی خط تولید و ایستگاه‌های کاری قبل از نصب و راه اندازی آن
5. بررسی کارآیی نیروی انسانی
6. برنامه‌ریزی زمانی کل تولیدات
7. بدست آوردن زمان بیکاری پرسنل



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

مراحل انجام زمان سنجی:

اولین قدم: انتخاب اپراتور مورد مطالعه (کارگر استاندارد)
دومین قدم: شامل تقسیم کل عملیات به فعالیت‌های کوچک‌تر (WBS)
سومین قدم: زمان‌های مشاهده شده با کرنومتر را ثبت کنید و میانگین این زمان‌ها را بگیرید.
چهارمین قدم: زمان مشاهده شده را به زمان نرمال تبدیل کنید.

ضریب عملکرد (RF) $\times$ زمان مشاهده شده (OT) = زمان نرمال (NT)

ضریب عملکرد به معنی سنجش و مقایسه‌ی عملکرد یا میزان سرعت یک کارگر در برابر سطح عملکرد استاندارد است که توسط تحلیل‌گر مطالعه زمان تعیین شده است. ضریب عملکرد استاندارد ۱۰۰ است.

پنجمین قدم: محاسبه زمان استراحت: این میزان آرامش با توجه به عواملی مانند متوسط نیروی وارد شده، حالت بدن، ارتعاش، چرخه کوتاه، لباس محدودکننده، یکنواختی، فشار چشم، سر و صدا، دما، گرد و غبار و خاک و غیره محاسبه می‌شود.

(الوونس مجاز + ۱) $\times$ زمان نرمال (NT) = زمان استاندارد (ST)



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

روش وستینگهاوس برای تعیین ضریب عملکرد:

در این روش چهار فاکتور زیر در ارزیابی کار اپراتور مد نظر قرار می گیرد:

- 1- مهارت: نشان دهنده هماهنگی صحیح بین فکر و دست می باشد . مهارت یک اپراتور بر حسب تجربه، استعداد ذاتی، ریتم و هماهنگی طبیعی انجام کار وی تعیین می گردد.
- 2- تلاش: نمایانگر سرعتی است که با مهارت لازم در انجام کار اعمال می کند و کنترل آن تا حد زیادی بستگی به اپراتور دارد.
- 3- شرایط محیطی: این فاکتور اثرات محیطی روی اپراتور نظیر رطوبت، درجه حرارت، نور و غیره را نشان می دهد.
- 4- سازگاری: میزان ثبات در زمان های مشاهده را نشان می دهد.

چهار فاکتور مذکور هر یک دارای تقسیم بندی شش درجه ای می باشند که فرد زمانسنج می تواند در ارزیابی اپراتور درجه مناسب هر فاکتور را برای وی انتخاب کرده و اعداد مربوط به هر درجه را از جدول زیر استخراج نماید. مجموع اعداد حاصل ضریب عملکرد را نشان می دهد.

مهارت		تلاش		شرایط		سازگاری	
مافوق ماهر	/۱۵	فوق العاده	/۱۳	ایده ال	/۰۶	ایده ال	/۰۴
	/۱۳		/۱۲				
عالی	/۱۱	عالی	/۱۰	عالی	/۰۴	عالی	/۰۳
	/۰۸		/۰۸				
خوب	/۰۶	خوب	/۰۵	خوب	/۰۳	خوب	/۰۱
	/۰۳		/۰۳				
متوسط	۰	متوسط	۰	متوسط	۰	متوسط	۰
کمی ضعیف	-/۰۵	کمی پایین	-/۰۴	کمی نامطلوب	-/۰۳	کمی ناسازگار	-/۰۲
	-/۱۰		-/۰۸				
ضعیف	-/۱۶	اندک	-/۱۲	نامطلوب	-/۰۷	ناسازگار	-/۰۴
	-/۲۲		-/۱۷				



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

فرم ساده زمانسجی به روش **stop watch**:



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

فرم زمانسنجی													
فرد زمانسنج :				تاریخ :								شرح عملیات	
				اپراتور :									
NT	RF	$\bar{T}$	$\sum T$	سیکل زمانسنجی								شرح عملیات	ردیف
				8	7	6	5	4	3	2	1		
												1	
												2	
												3	

اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

روش وستینگهاوس برای تعیین ضریب عملکرد:



روشهای زمان سنجی مستقیم

تعیین ضریب عملکرد (Rating Factor)

@ ضریب عملکرد سرعتی است که کارگر واجد شرایط به طور طبیعی با آن سرعت کار خواهد کرد، به شرط اینکه نسبت به روش انجام عملیات، آگاهی کامل داشته باشد و کار را با علاقه انجام دهد.

$(\%)100 = \text{ضریب عملکرد استاندارد} / (\text{ضریب عملکرد مورد مشاهده}) = \text{ضریب عملکرد}$

ضریب عملکرد برای پایین ترین فرد، ۶۱٪ و برای بهترین فرد ۱۳۹٪ و دامنه تغییرات این ضریب در ایران $87 < R < 113$ گزارش شده است.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

در نظر گرفتن الونس (بیکاری مجاز):



روشهای زمان سنجی مستقیم

محاسبه و تخصیص بیکاریهای مجاز

کارگر در هر شرایطی و با هر نوع امکانات اعم از اتوماتیک و ... نیاز به رفع خستگی دارد که نیازها می تواند شامل رفع نیازهای شخصی، استراحت و ... باشد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

در نظر گرفتن الونس (بیکاری مجاز):



روشهای زمان سنجی مستقیم

عوامل موثر در تعیین درصد بیکاری مجاز



فردی

ماهیت کار

شرایط محیطی

سیاستهای مدیریت

فرآیند

پدیده های تصادفی و احتمالی

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اصطلاحات مهم در برنامه ریزی تولید

روش های انجام زمان سنجی:

(الف) روش های مشاهده مستقیم

استفاده از کرومومتر: با استفاده از مشاهده مستقیم عملیات انجام می شود که در این روش هر چه تعداد مشاهده از سیکل کاری بیشتر باشد دقت در نتایج بدست آمده هم بیشتر است.

(ب) روش های مبتنی بر استفاده از داده های استاندارد

(ج) روش MTM خرد کردن حرکات اپراتور و تعیین زمان هر کدام

اطلاعات مربوط به این روش از آنالیز فیلم های مربوط به سطوح مختلف کاری برداشته شده و زمان نرمال برای کار یک اپراتور تنظیم می شود.

(د) روش MOST خرد کردن حرکات قطعه به جای اپراتور

حرکات قطعه به جای اپراتور ارزیابی می شود و کار عبارت است از جابه جایی شی که کلیه فعالیت های روزانه در آن تعریف می شود و توجه بر روی قطعه کار و عملیات وارد بر آن است.

(ه) روش های تخمینی



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نرم افزارهای سازمانی ERP



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

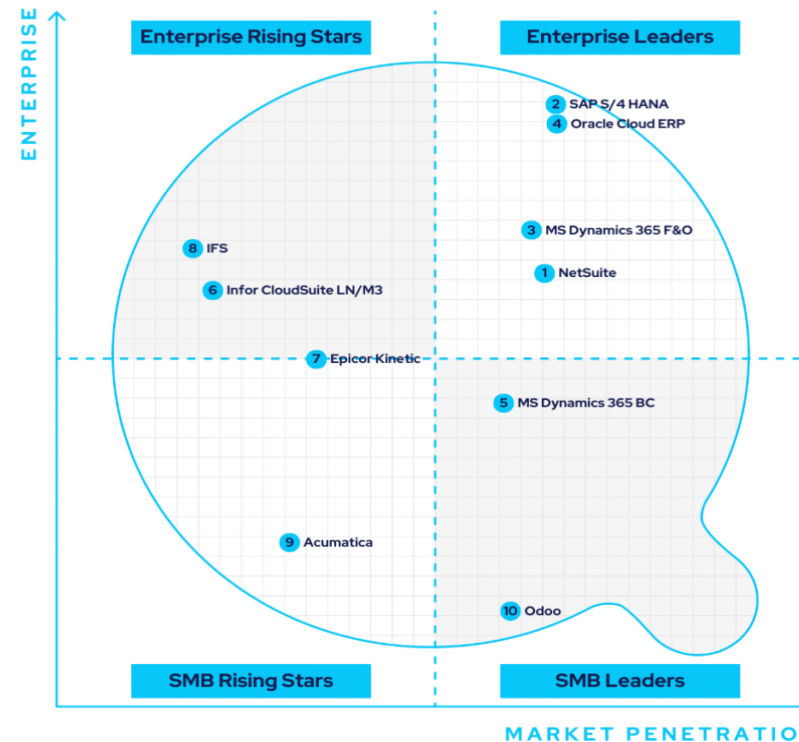
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

Top 10 ERP Systems in 2025



ElevatiQ
©2025 ElevatiQ Inc. All rights reserved.

ElevatiQ

SAP

ORACLE®

FRP

IFS

Microsoft
Dynamics® NAV

odoo

راهکاران
همکاران سیستم



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اجرای فرآیند فروش و عملیات – S&OP

برای اجرای S&OP در سازمان یک روش ۵ مرحله ای وجود دارد که بسیاری از شرکت ها از آن استفاده می کنند. البته بعضی شرکت های نیز با حذف و اضافه این مراحل سعی در سفارشی سازی برای خودشان در جهت رسیدن به بهترین نتیجه دارند.

اما در مورد روش پنج مرحله ای S&OP که شامل موارد زیر می شود:

1. جمع آوری داده و اطلاعات
2. برنامه ریزی تقاضا Demand Planning
3. برنامه ریزی مواد و تولید Supply Planning
4. جلسه Pre S&OP و جمعیت همه اطلاعات
5. جلسه S&OP



dreamstime.com

ID 136500435 © Goodstocker



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اجرای فرآیند فروش و عملیات – S&OP



۱- جمع آوری داده و اطلاعات:

در این مرحله باید داده های فروش ماه گذشته جمع آوری و تجزیه تحلیل شود. forecast accuracy همراه با توضیحات موارد انحراف گزارش شود. مسئول تهیه و تحلیل این قسمت معمولاً demand planner هستند.

۲- برنامه ریزی تقاضا Demand Planning

در این مرحله باتوجه به اطلاعات ماه قبل و ترند فروش محصول، کمپین های پیش روی هر محصول و اتفاقات مختلف شروع به تهیه برنامه تقاضا/فروش می کنند. بعد از مرحله ۱ و ۲ باید این اطلاعاتی که تهیه کردید را به اشتراک بگذارید تا بازخورد واحدهای دیگر را جمع کنید تا در صورت نیاز برنامه فروش را اصلاح کنید.

۳- برنامه ریزی مواد و تولید Supply Planning

در این مرحله demand تبدیل به برنامه تولید و مواد میشود تا با توجه به مواردی مثل safety stock, capacity, stock level و بررسی تارگت های فاینانس، فیدبک در مورد اینکه آیا demand ماه جاری و آینده عملیاتی هست یا خیر را اعلام می کنند.

۴- جلسه Pre S&OP و جمع همه اطلاعات

در این مرحله که در واقع هماهنگی تمام واحدها با هم (فاینانس، فروش، مارکتینگ و زنجیره تامین و تولید) است و اهداف مالی و فروش بررسی می شوند تا در صورت نیاز اصلاحات و بررسی های مجدد قبل از جلسه اصلی انجام شود.

۵- جلسه S&OP

در این جلسه اهداف مالی و فروش بررسی و در صورت موافقت اعضای جلسه با تایید همه میرسد و اجرایی بودن آن برای همه الزامی میشود. همچنین در این جلسه علاوه بر تارگت فروش و مالی موارد زیر نیز بررسی می شود:

-تولید و فروش محصول جدید

-مسائل مهم و تاثیر گذار در کسب و کار (مشکلات کیفی ، لجستیکی ، بازار و)

-سطح موجودی مواد و پیش بینی

درنهایت اکشن تمام واحدها و به عبارتی سازمان (مالی، فروش، تولید و سفارش گذاری مواد و ...) براساس demand plan و تصمیمات خروجی S&OP است.

این روند هر ماه تکرار و پایش می شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اجرای فرآیند فروش و عملیات – S&OP



۱- جمع آوری داده و اطلاعات:

در این مرحله باید داده های فروش ماه گذشته جمع آوری و تجزیه تحلیل شود. forecast accuracy همراه با توضیحات موارد انحراف گزارش شود. مسئول تهیه و تحلیل این قسمت معمولاً demand planner هستند.

۲- برنامه ریزی تقاضا Demand Planning

در این مرحله باتوجه به اطلاعات ماه قبل و ترند فروش محصول، کمپین های پیش روی هر محصول و اتفاقات مختلف شروع به تهیه برنامه تقاضا/فروش می کنند. بعد از مرحله ۱ و ۲ باید این اطلاعاتی که تهیه کردید را به اشتراک بگذارید تا بازخورد واحدهای دیگر را جمع کنید تا در صورت نیاز برنامه فروش را اصلاح کنید.

۳- برنامه ریزی مواد و تولید Supply Planning

در این مرحله demand تبدیل به برنامه تولید و مواد میشود تا با توجه به مواردی مثل safety stock, capacity, stock level و بررسی تارگت های فاینانس، فیدبک در مورد اینکه آیا demand ماه جاری و آینده عملیاتی هست یا خیر را اعلام می کنند.

۴- جلسه Pre S&OP و جمع همه اطلاعات

در این مرحله که در واقع هماهنگی تمام واحدها با هم (فاینانس، فروش، مارکتینگ و زنجیره تامین و تولید) است و اهداف مالی و فروش بررسی می شوند تا در صورت نیاز اصلاحات و بررسی های مجدد قبل از جلسه اصلی انجام شود.

۵- جلسه S&OP

در این جلسه اهداف مالی و فروش بررسی و در صورت موافقت اعضای جلسه با تایید همه میرسد و اجرایی بودن آن برای همه الزامی میشود. همچنین در این جلسه علاوه بر تارگت فروش و مالی موارد زیر نیز بررسی می شود:

-تولید و فروش محصول جدید

-مسائل مهم و تاثیر گذار در کسب و کار (مشکلات کیفی ، لجستیکی ، بازار و)

-سطح موجودی مواد و پیش بینی

درنهایت اکشن تمام واحدها و به عبارتی سازمان (مالی، فروش، تولید و سفارش گذاری مواد و ...) براساس demand plan و تصمیمات خروجی S&OP است.

این روند هر ماه تکرار و پایش می شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



اجرای فرآیند فروش و عملیات – S&OP

جلسات فروش و عملیات معمولاً به دو سبک برگزار می گردد:



جلسه اول S&OP با نگرش رو به جلو :

1. بازه تاریخی برگزاری جلسه : ۲۰ الی ۲۳ ام هر ماه شمسی
2. موضوع کلی جلسه : در این جلسه در خصوص فورکست ماه بعد و تغییرات احتمالی آن نسبت به فایل پیش بینی اولیه و در مقابل آن از ظرفیت های تولید صحبت می گردد.

بر این اساس لازم است فایل فورکست ماه بعد را برنامه ریزی فروش تا روز ۲۰ ام هر ماه برای واحد برنامه ریزی تولید کارخانه ارسال گردد. واحد برنامه ریزی ظرفیت سنجی (RCCP) را روی فایل فورکست انجام می دهد و یک برنامه تولید اولیه (ورژن صفر) قبل از جلسه برای برنامه ریزی فروش ارسال می نماید.

جلسه دوم S&OP با نگرش رو به عقب :

1. بازه تاریخی برگزاری جلسه : ۵ الی ۸ ام هر ماه شمسی
2. موضوع کلی جلسه : در این جلسه بیشتر در خصوص عملکرد تولید و فروش در ماه گذشته صحبت می گردد و با گزارشات و شاخص هایی که برای هر حوزه عملیاتی در دست تهیه است ، بحث و بررسی ها انجام می گیرد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

شاخص های موجودی انبار

Inventory Management



این شاخص ها به دو دسته قابل تقسیم می باشد:

۱. شاخص های مالی Financial Metrics
مثال: هزینه نگهداری موجودی، ارزش کل موجودی

۲. شاخص های عملیاتی Operational Metrics
مثال: گردش موجودی، میانگین روزهای نگهداری
Days on Hand



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

شاخص های موجودی انبار

Days of Inventory on Hand – DOH میانگین روزهای نگهداری

این شاخص نشان دهنده مقدار میانگین روزهایی که موجودی در انبار می ماند پیش از آنکه فروخته یا مصرف شود.

$$\text{DOH} = \frac{\text{متوسط موجودی}}{\text{روزهای نگه داری میانگین}} \times \text{تعداد روز دوره}$$

بهای تمام شده کالای فروخته شده کالای روزانه

$$\text{COGS} = (\text{beginning inventory} + \text{purchases}) - \text{ending inventory}$$

شاخص DOH به شما میگوید که با سطح موجودی فعلیتان، برای چند روز آینده (بدون دریافت هیچ کالای جدیدی) کفاف تقاضا را خواهد داد.

1. به بیان دیگر: "اگر امروز در انبار را قفل کنیم، موجودی ما چند روز دوام میآورد؟"
2. این شاخص به جای نگاه کردن به "تعداد" کالا، موجودی را در قالب "زمان" اندازه گیری میکند که درک بهتری از سلامت گردش مالی و ریسکهای موجودی به شما میدهد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



شاخص های موجودی انبار

گردش موجودی Inventory Turnover Ratio

این شاخص نسبت دفعات جایگزینی موجودی در یک دوره معین، که نشان می دهد.

$$\text{گردش موجودی} = \frac{\text{بهای تمام شده کالای فروخته شده (GOGS)}}{\text{متوسط موجودی}}$$

$$\text{COGS} = (\text{beginning inventory} + \text{purchases}) - \text{ending inventory}$$

Inventory Turnover، میزان سرعت فروش موجودی یک شرکت را اندازه گیری می کند. پایین بودن این نسبت دلالت بر فروش ضعیف و احتمالاً موجودی اضافی دارد که به عنوان overstocking نیز شناخته می شود. این شرایط ممکن است نشان دهنده وجود مشکل در کالاهایی باشد که برای فروش ارائه می شود یا نتیجه بازاریابی ضعیف باشد.

از طرف دیگر، نسبت بالا، به معنای فروش قوی یا موجودی ناکافی است. اولی مطلوب است در حالی که دومی می تواند منجر به از بین رفتن کسب و کار شود.

مثال کاربردی از محاسبه Inventory Turnover

فرض کنید شرکت A یک میلیون دلار فروش داشته باشد. COGS تنها ۲۵۰،۰۰۰ دلار است. موجودی متوسط ۲۵،۰۰۰ دلار است.

در روش دوم، گردش موجودی به عنوان هزینه کالاهای فروخته شده تقسیم بر متوسط موجودی محاسبه می شود که در این مثال ۲۵۰،۰۰۰ دلار تقسیم به ۲۵،۰۰۰ دلار و یا ۱۰ می شود. تعداد روزهای موجودی با تقسیم ۳۶۵ به ۱۰، که ۳۶.۵ است. با استفاده از روش دوم، موجودی بیش از ۱۰ بار در سال گردش دارد و حدود ۳۶ روز در انبار است.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مدیریت فرآیند پدیدآوری (تکوین محصول)

پدیدآوری و ارایه محصولات عالی ، مورد تمایل بازار و با رضایت مندی بالای مشتری ، نیازمند یک رویکرد یکپارچه به طراحی از هیات مدیره سازمان تا مدیران پروژه و گروه های عملیاتی می باشد:

تعالی در طراحی یک عامل مهم در تمایز بین محصولات رقیب است و میتواند کلیدی برای بقای شرکت در بازار رقابتی باشد. اگر بخواهیم به نتیجه موفقیت آمیزی برسیم ، چالش های فکر پیچیده موجود در طراحی ایجاب میکند که فرآیند طراحی به نحو اثربخشی مدیریت شود.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

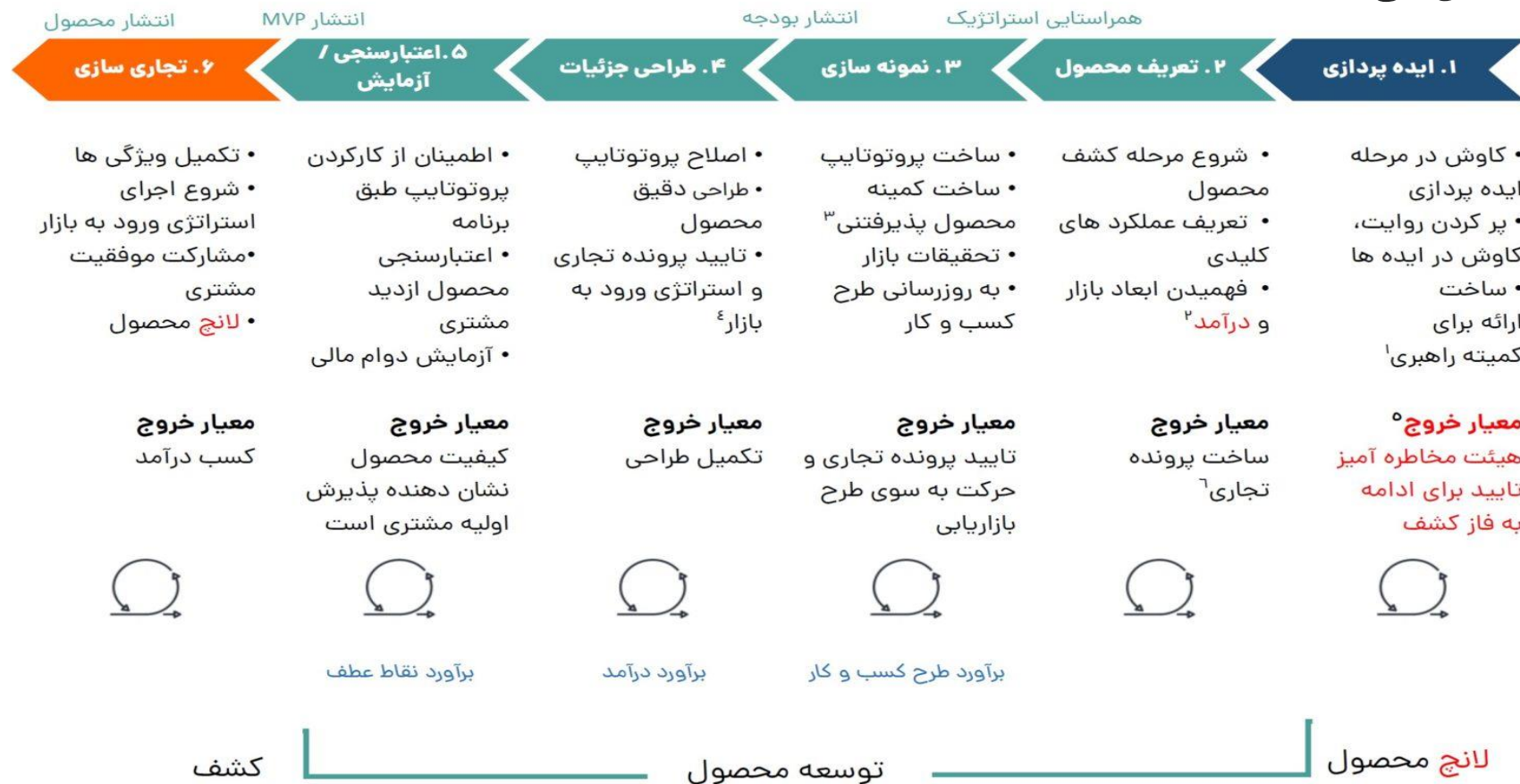
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

مدیریت فرآیند پدیدآوری (تکوین محصول)

یک شرکت، طبق ایده‌ای که دارد، محصول جدید را تصور می‌کند و قبل از عرضه محصول نهایی به بازار، تحقیقات لازم را انجام می‌دهد، به برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت نمونه‌های اولیه می‌پردازد و آن را آزمایش می‌کند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



کارگاه ۲



الف) شرکت تولیدی پوینت، انواع ماشین حساب تولید می کند و ما می خواهیم بدانیم که به چه تعداد می توان در یک روز ماشین حساب جیبی تولید کرد! تولید به مدت ۱۶ ساعت در دو شیفت کار می کند و از ۲۰ دستگاه برای تولید ماشین حساب جیبی استفاده می کند. ۲ ساعت طول می کشد تا یک ماشین حساب بطور کامل تولید شود. مطلوب است:

1. محاسبه ظرفیت ساعت ماشین
2. محاسبه ظرفیت تولید ماشین حساب جیبی در روز

ب) در یک فرآیند تکی هر قطعه ۴ دقیقه زمان تولید نیاز دارد. اگر ۵۰۰ قطعه در روز نیاز داشته باشیم، راندمان ۸۰ درصد و یک شیفت ۸ ساعته، چه تعداد ماشین نیاز داریم؟

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



کارگاه ۴



با اطلاعات زیر برای روغن جامد ۱۶ کیلویی می خواهیم نمودارهای OPC و FPC و BOM طراحی نماییم:

1. اجزای اصلی محصول شامل : حلب + روغن تصفیه شده (فرآیند پرکنی)
2. اجزای اصلی حلب شامل : بدنه + کف + رویه + درب
 - فرآیند بدنه : چاپ + برش طولی و عرضی + چهارگوش کن + جوشکاری
 - فرآیند ساخت کف : برشکاری ورق
 - فرآیند ساخت رویه : برشکاری ورق + لاستیک زنی
 - فرآیند ساخت درب : برشکاری ورق + پرداخت
- ۳- فرآیند تصفیه روغن جامد شامل : خنثی سازی + بازرسی آزمایشگاه + بی رنگ سازی + بازرسی آزمایشگاه + بی بو سازی + بازرسی آزمایشگاه ----- انتقال روغن آمده پرکنی به مخازن پشت مونتاژ
- ۴- پس از ساخت بدنه ، ابتدا کف به بدنه اتصال می یابد ، سپس رویه به بدنه اتصال میشود ----- انتقال پالت های حلب خالی و درب به سالن مونتاژ
- ۵- حلب های خالی توسط کارگر روی کانوایر پرکنی قرار میگیرد و به سمت پرکن حرکت میکند ، وقتی به پرکن میرسد نازل عمل میکند و روغن تصفیه شده به داخل حلب میریزد . در مرحله بعد کارگر بعدی درب حلب را میگذارد و سیل می کند . کارگر بعدی تمیزکاری حلب آماده را انجام میدهد . تست وزن روی ایستگاه آخر انجام میشود و کارگر آخر حلب را داخل پالت نهایی قرار میدهد .

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



کارگاه A



با داشتن اطلاعات زیر ، می خواهیم وضعیت موجودی محصول A را در آینده به دو روش با شاخص DOH محاسبه نماییم:

1. الان در اول مهر ماه هستیم موجودی فعلی محصول A برابر ۱۰۰ کارتن می باشد
2. وضعیت فروش در سه ماهه گذشته اینگونه بوده است : تیرماه ۴۰ کارتن / مرداد ماه ۵۰ کارتن / شهریور ماه ۶۰ کارتن
3. وضعیت فورکست فروش برای سه ماهه آینده اینگونه می باشد: مهرماه ۷۰ کارتن / آبان ماه ۸۵ کارتن / آذر ماه ۱۰۰ کارتن

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اهمیت برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

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

«در برنامه‌ریزی برای نبرد همیشه متوجه شدم که برنامه‌ها بی‌استفاده هستند، اما برنامه‌ریزی ضروری است.»

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



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات

به طور کلی روش‌های نگهداری و تعمیرات (نت) به ۲ دسته **پیشگیرانه** و **اصلاحی** تقسیم می‌شوند که هر کدام از این دسته‌ها خود چندین زیرگروه دارند:



۱. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)

- قابل پیش‌بینی (PDM)
- مبتنی بر شرایط (CBM)



designed by freepik

۲. نگهداری و تعمیرات اصلاحی (CM)

- اضطراری (EM)



فلسفه‌های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

اهمیت PM در مقابل CM

تحقیقات نشان می‌دهند که کسب‌وکارها ۸۰ درصد از زمان در دسترس تکنسین‌های نگهداشت خود را به جای اجرای روش‌های پیشگیرانه صرف اقدامات واکنشی روی مسائل و مشکلات نگهداری و تعمیرات می‌کنند.

بر اساس مطالعه‌ای که توسط Pumps & Systems گزارش شده است، یکی از پمپ‌های میعانات گازی ۷۰۰ اسب بخاری نیروگاه در یک دوره ۳۰ ساله دچار خرابی‌های متعددی شد که همواره با استراتژی نگهداری و تعمیرات واکنشی مدیریت شد. با گذشت سالها، تکنسین‌های داخلی در تعویض اجزا و قطعات پمپ‌ها مهارت پیدا کردند. اما به مرور زمان با افزایش تغییرات ورود و خروج تکنیسین‌ها، خلاء مهارت پیش آمد و تکنیسین‌ها دیگر مهارت تاریخی نیروگاه برای تعمیر این تجهیز نیروگاه را نداشتند. و به مرور به دلیل ارتباطات فرایندی ضعیف، پمپ آسیب بیشتری دید و به موتور که تجهیز حیاتی نیروگاه بود نیز آسیب رساند.

نتیجه این شد که مجموعه‌ای از مشکلات جزئی که باعث خرابی تجهیزات غیرحیاتی می‌شد، باعث تسریع یک فروپاشی شد و **باعث شد تا این سازمان حدود ۱۳ میلیون دلار، معادل مبلغ کل خرید آن دارایی را از دست بدهد.**



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





1. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)

PM را می‌توان به‌عنوان یک «استراتژی نگهداری و تعمیرات تجهیزات مبتنی بر جایگزینی» تعریف کرد. ترمیم برنامه‌ریزی شده و جایگزینی، نمونه‌هایی از وظایف نگهداری پیشگیرانه هستند.

۱.۱ نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط (CBM)

اکثر حالت‌های شکست مربوط به سن سیستم نیستند. با این حال اگر شواهدی در مراحل اولیه شکست یافت شود، ممکن است بتوان برای جلوگیری از شکست کامل آن یا اجتناب از عواقب شکست اقدام کرد. بنابراین، نگهداری مبتنی بر شرایط به‌عنوان یک استراتژی، به دنبال شواهد فیزیکی مبنی بر وقوع یا در شرف وقوع بودن یک شکست است.

۱.۲ نگهداری و تعمیرات قابل پیش‌بینی (PDM)

تا همین اواخر، PDM اساساً مترادفی برای نگهداری مبتنی بر شرایط بود. اما با ظهور هوش مصنوعی، هزینه‌های بسیار پایین‌تر حسگرهای تجهیزات (یادگیری ماشین، به‌وضوح بین PDM و CBM تفاوت به‌وجود آمد.

نگهداری قابل پیش‌بینی، از پارامترهای فرایند حسگرهای آنلاین برای تعیین اینکه آیا تجهیزات ما از شرایط عملیاتی پایدار دور شده و به سمت خرابی پیش می‌روند یا خیر استفاده می‌کند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





2. نگهداری و تعمیرات اصلاحی (CM)

دسته دوم از روش های نگهداری و تعمیرات، استراتژی Corrective Maintenance است که فقط پس از اینکه شکست رخ داده است، عملکرد سیستم را بازیابی می کند. نگهداری و تعمیرات اصلاحی نتیجه خرابی های برنامه ریزی نشده ای است که از طریق نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه از آنها جلوگیری نشده بود.

نگهداری و تعمیرات اضطراری (EM)

همان طور که گفته شد نگهداری و تعمیرات اضطراری نوعی از تعمیرات اصلاحی است و به قدری فوری است که در اولویت برنامه هفتگی شما قرار می گیرد.

خطاهایی که سیستم شما را در یک بازه زمانی به طور کامل منحل می کنند، پس از بروز نیاز به تعمیرات بدون وقفه دارند و باید تا حد امکان از آنها اجتناب کنیم. **در حالت استاندارد باید کمتر از ۲ درصد از کل نگهداری و تعمیرات به مرحله اضطراری برسد.**

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) چیست؟



فرایندی است که طی آن، سازمان‌ها دارایی‌های فیزیکی (مانند ماشین‌ها یا ابزارها) مورد نیاز خود را برای تولید محصولات شناسایی کرده و یک استراتژی جامع را برای به روز نگه‌داشتن و حفظ عملکرد آن‌ها در سطح بهینه ایجاد می‌کنند.

RCM یا نت مبتنی بر قابلیت اطمینان که مخفف Reliability centered maintenance است، درواقع، یک فرایند سفارشی‌سازی شده است و برای هریک از دارایی‌ها رویکرد منحصر به فرد دارد.

با تجزیه و تحلیل ریشه کلمات RCM می‌توان به درک بهتری درباره هدف آن رسید :

- قابلیت اطمینان (Reliability): عملکرد خوب مستمر،
- نگهداری (Maintenance): حصول اطمینان از اینکه دارایی‌های سازمان همواره عملکرد مورد نظر را از خود نشان می‌دهند.

اساساً، RCM یک نقشه راه را برای تجزیه و تحلیل و انجام اقدامات لازم روی **علل ریشه‌ای خرابی تجهیزات** - نظیر فناوری، فرهنگ، طراحی و استراتژی تعمیر و نگهداری - به منظور دستیابی به قابلیت اطمینان دارایی‌ها ارائه می‌دهد.

با این حال، سازمان‌های سطح بالا از RCM برای جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی که نیاز به تعمیر و نگهداری‌های پر زحمت و گران، برون سپاری و زمان از دست رفته تولید دارند، استفاده می‌کنند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM





فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

گام های اجرایی PM چیست؟

۳ مولفه ی اصلی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه:

- سیستماتیک است.
- به صورت روتین انجام می شود.
- با هدف کاهش یا به حداقل رساندن خرابی تجهیزات انجام می شود.

۵ جزء حیاتی برنامه نت پیشگیرانه - PM



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



۱. شاخص **MTBF** یا متوسط زمان بین خرابی ها: (Mean Time Between Failures مخفف) یکی از شاخص های کلیدی معتبر در دنیای نگهداری و تعمیرات **شاخص MTBF** است که قابلیت اطمینان تجهیز را مورد سنجش قرار می دهد

نکات مهم:

1. خرابی های تصادفی (توقف های برنامه ریزی نشده) را در نظر می گیرد.
2. در این شاخص خرابی هایی که تجهیز را از سرویس دهی خارج نمی کند در نظر گرفته نمی شود.
3. به صورت واحدهای زمانی (ساعت، روز، هفته یا ماه) اندازه گیری می شود
4. هر چه MTBF عدد بزرگتری را نشان دهد، تجهیز از درجه قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار است، برخلاف شاخص MTTR که عدد نهایی باید کمترین مقدار ممکن را داشته باشد.
5. شما MTBF را برای این محاسبه می کنید که تلاش های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه خود را ارزیابی کنید و به این سوال پاسخ دهید که آیا PM ها موثر بوده است یا خیر

فرمول شاخص:

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

(میانگین زمان بین خرابی ها)

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



۲. شاخص MTTR یا متوسط زمان تعمیر :

شاخص MTTR که مخفف Mean Time to Repair به معنی متوسط زمان تعمیر تجهیز است، یکی دیگر از شاخص های کلیدی عملکرد رایج در دنیای نگهداری و تعمیرات است. شاخص MTTR زمانی را محاسبه می کند، که تیم شما برای مداخله یا انجام تعمیرات اصلاحی پس از وقوع یک خرابی لازم دارد.

نکات مهم:

1. شاخص MTTR به شکلی به عنوان محرکی برای تصمیم گیری هایی عمل می کند که منجر به حداکثر سود و حداقل ریسک می شود.
2. برخلاف شاخص MTBF، که عدد بزرگ تر بهتر است (نشان دهنده فاصله بیشتر دو خرابی) در شاخص MTTR عدد کم تر بهتر است.
3. نکته قابل توجه در محاسبه MTTR این است که محاسبه این شاخص همانطور که در شکل نیز مشخص است، شامل همه زمان های تعمیرات از جمله حضور پرسنل فنی در محل، عیب یابی، تامین قطعه یدکی و امور فنی تعمیر یا تعویض نیز می شود. اما شامل اعلام توسط بهره بردار نیست.

فرمول شاخص:

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

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

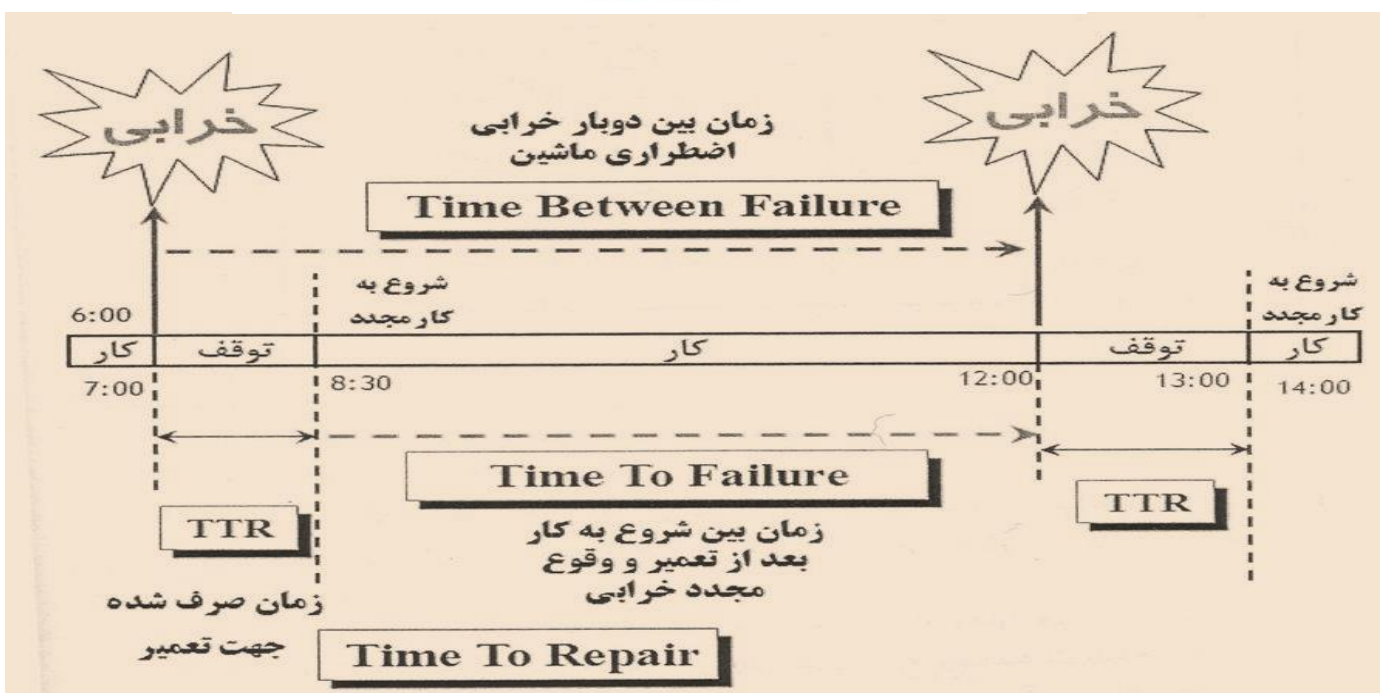
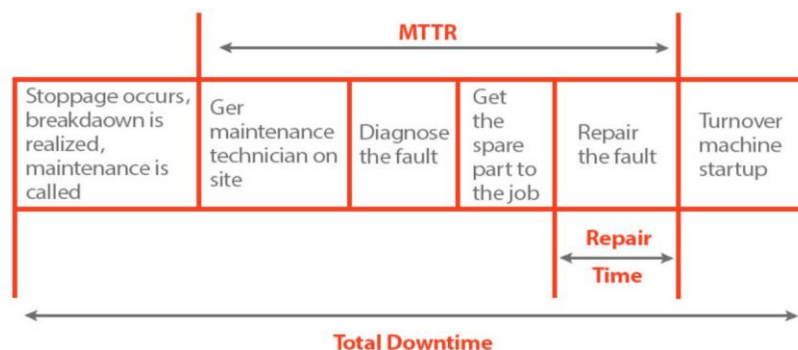
برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

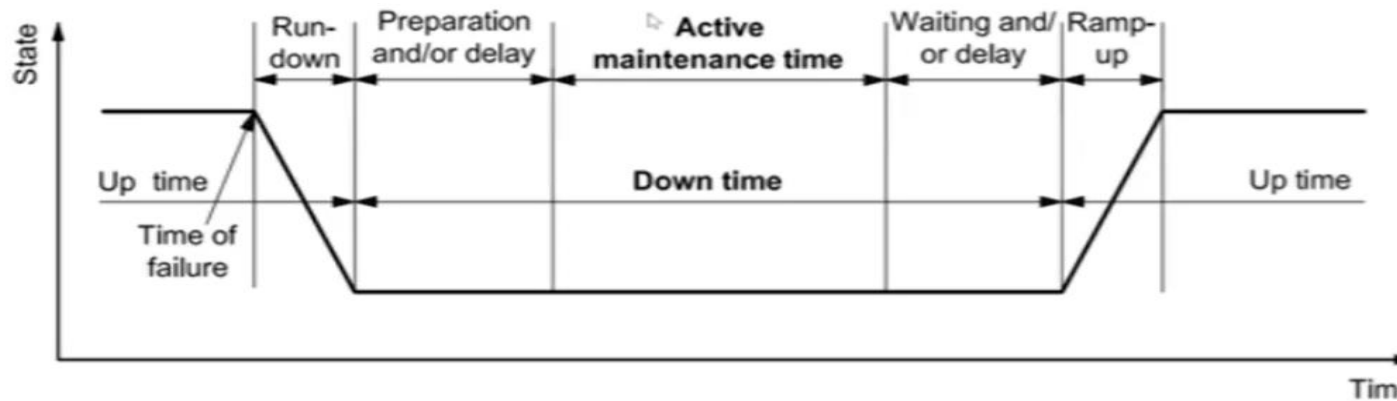
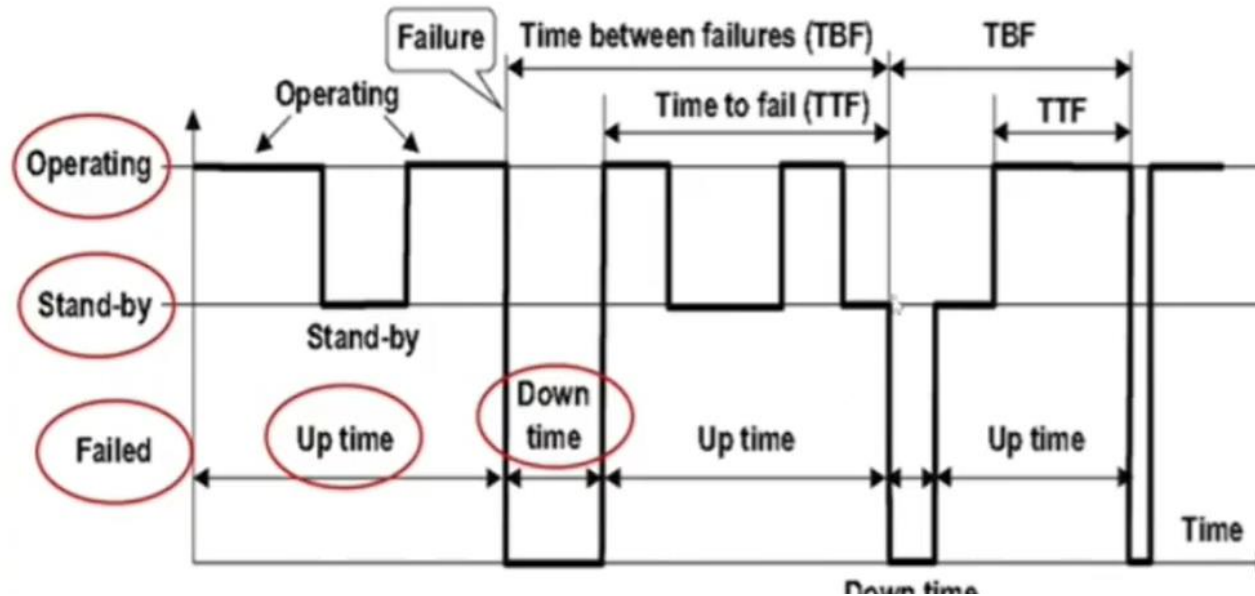
اصول نت

TPM



شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات

$$MTBF = MDT + MUT$$



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

گزارش شاخص MTBF

در نرم افزار PMWorks

شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



۳. شاخص اثربخشی کلی تجهیزات - شاخص OEE

شاخص اثربخشی کلی تجهیزات یا همان شاخص OEE، عملکرد هر تجهیز را اندازه گیری می کند و مشخص می کند این تجهیز تا چه اندازه عملکرد مناسب خود را داشته است. اگرچه میانگین جهانی برای این شاخص ۷۷ درصد است، اما سازمان هایی که در سطح جهانی رقابت می کنند این شاخص را در بازه ی عددی بین ۸۵ تا ۹۹ درصد نگه می دارند

فرمول شاخص OEE:

$$\text{شاخص OEE} = \text{دسترسی پذیری} \times \text{کیفیت} \times \text{عملکرد}$$

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات



محاسبه در دسترس بودن:

$$\text{در دسترس بودن} = \frac{\text{زمان تولید واقعی}}{\text{زمان برنامه ریزی شده}}$$

- نسبت زمان عملیاتی واقعی به زمان برنامه ریزی شده تولید
- بر اساس استاندارد ISO 22400 شاخص OEE باید بر اساس زمان برنامه ریزی شده محاسبه شود، نه زمان تقویمی

فرمول محاسبه عملکرد:

$$\text{عملکرد} = \frac{\text{تعداد واحد تولید واقعی}}{\text{تعداد واحد تولیدی استاندارد}}$$

- نسبت سرعت واقعی تولید به سرعت اسمی (طراحی شده) تجهیز
- زمان چرخه ایده آل (Ideal Cycle Time) باید بر اساس مشخصات فنی دستگاه باشد، نه برآوردهای تجربی

محاسبه کیفیت:

$$\text{کیفیت} = \frac{\text{تعداد محصولات سالم}}{\text{تعداد کل محصولات تولیدی}}$$

- نسبت تعداد محصولات سالم به کل محصولات تولید شده
- محصولات معیوب باید شامل ضایعات، اصلاحات (Rework) و محصولات دورریز شوند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



شاخص های شناخته در دنیای نگهداری و تعمیرات

مثال محاسبه شاخص OEE:

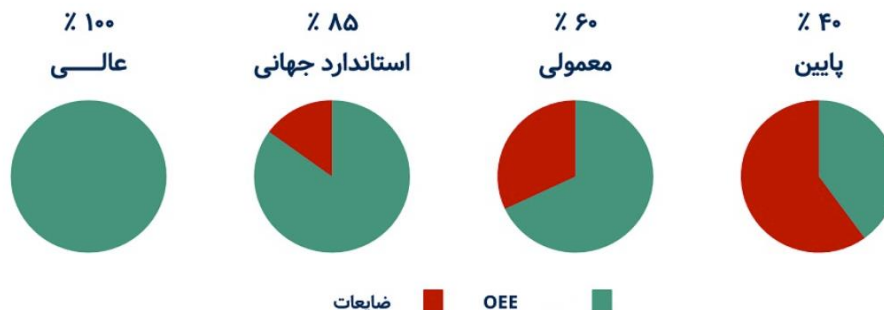
برای فهم بیشتر به یک مثال سریع می پردازیم: اگر قابلیت بهره برداری ۹۲٪ (۰.۹۲)، عملکرد ۸۹٪ (۰.۸۹) و کیفیت ۹۷٪ (۰.۹۷) باشد، محاسبه OEE شما به این شکل خواهد بود:

$$OEE = 0.92 \times 0.89 \times 0.97$$

$$OEE = 0.794 \text{ (79.4\%)}$$

برای اینکه شاخص اثربخشی کلی تجهیزات به ۱۰۰ درصد برسد؛ سازمان شما باید محصولاتی عالی، با بیشترین سرعت ممکن و بدون توقف برنامه ریزی نشده در تجهیزات تولید کند. دستیابی به این هدف تقریباً غیرممکن است. بهترین عملکرد شاخص OEE در استاندارد کلاس جهانی معمولاً ۸۵٪ یا کمی بالاتر در نظر گرفته می شود و میانگین رقم شاخص حدود ۶۰٪ است.

متوسط	کلاس جهانی	
۷۹٪	۹۰٪	دسترسی پذیری
۸۰٪	۹۵٪	عملکرد
۹۵٪	۹۹.۹۹٪	کیفیت
۶۰٪	۸۵٪	شاخص OEE



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



کارگاه ۶



1. تصور کنید که یکی از تجهیزات در یک دوره ۹۰ روزه، ۵ بار از کار بیافتد؛ زمان از کار افتادگی‌ها (زمان شناسایی مشکل تا زمان برگشت تجهیزات به چرخه تولید)، ۲۴، ۵۱، ۷۹، ۵۶ و ۱۲ دقیقه است. MTTR برای این دوره ۹۰ روزه چقدر است؟

2. فرض کنید می خواهید MTBF موتوری را محاسبه کنید که ۸ ساعت در روز، ۵ روز در هفته، در مجموع ۱ سال کار می کند. در این مدت ۴ بار موتور از کار می افتد.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

کارگاه ۲

فرض کنید دستگاهی در طول یک شیفت ۸ ساعته (۴۸۰ دقیقه) برنامه ریزی شده برای تولید کار کند. در این مدت، دستگاه به دلایل مختلف ۶۰ دقیقه خاموش بوده (یعنی فقط ۴۲۰ دقیقه کار کرده).

سرعت ایده آل تولید برای این دستگاه ۱ قطعه در دقیقه است، ولی در عمل ۳۸۰ قطعه تولید کرده. از این ۳۸۰ قطعه، ۱۰ مورد معیوب بوده‌اند.

لذا با مفروضات فوق، شاخص OEE را محاسبه نمایید.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM) چیست؟

نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM: Total Productive Maintenance) فرایند به حداکثر رساندن اثربخشی تجهیزات کارخانه با کمک مشارکت فعال تمامی بخش‌های پشتیبانی است. در واقع هدف از (TPM)، بهبود کلی بهره‌وری از طریق بهینه‌سازی و قابل استفاده بودن تجهیزات است.

تویوتا یکی از اولین شرکت‌هایی بود که موفق به کسب گواهینامه TPM شد. درواقع، فلسفه پشت TPM برای تویوتا بسیار مهم بود؛ تویوتا می‌خواست به سطحی از خدمات و قابلیت اطمینان در زمان مناسب در تاسیسات و تجهیزات تولیدی خود دست یابد. سیچی ناکاجیما (Seiichi Nakajima)، که پدر TPM شناخته می‌شود، این فلسفه را در یک جمله، اینگونه توصیف می‌کند:

«TPM یعنی ساختن محصول از طریق ساختن افراد»



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

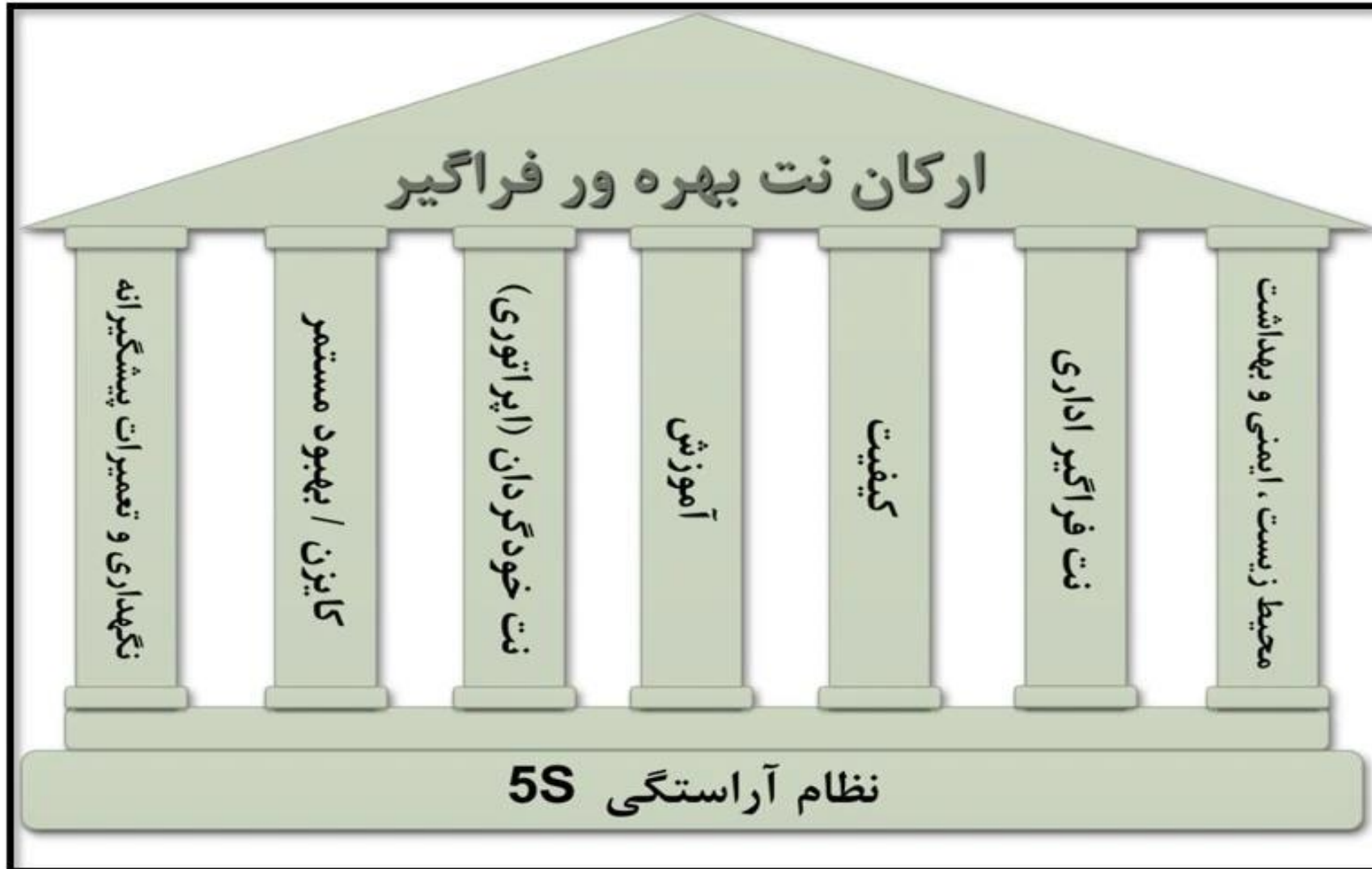
استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

استراتژی TPM بر پایه ۸ ستون اصلی شکل گرفته که هر یک، نقش کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات و کاهش خرابی‌ها ایفا می‌کنند. این ستون‌ها پایه‌های اصلی پیاده‌سازی موفق TPM در سازمان‌ها به‌شمار می‌روند.

چطور با ۸ ستون TPM، بهره‌وری تجهیزات را به حداکثر برسانیم؟

استراتژی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) به کمک این ۸ ستون اصلی، می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا بهره‌وری تجهیزات خود را به حداکثر رسانده و خرابی‌ها و توقفات تولید را کاهش دهند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

1. رکن اول - نظام آراستگی (5S):



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

2. رکن دوم - نت برنامه ریزی شده (Planned Maintenance):

نگهداری برنامه ریزی شده شامل مطالعه معیارهایی مانند: نرخ خرابی و تاریخ خرابی ها و سپس برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات بر اساس آن ها می باشد. اتخاذ این رویکرد میزان خرابی های برنامه ریزی نشده را تا حد زیادی کاهش می دهد، زیرا اجازه می دهد بیشتر تعمیرات در زمان هایی که ماشین آلات برای تولید برنامه ریزی نشده اند، برنامه ریزی شود.

TPM با استفاده از داده ها و پیش بینی مشکلات پیش از وقوع، میزان توقفات را به کمترین حد ممکن کاهش می دهد. این نه تنها تولید را تسریع می کند بلکه به کاهش هزینه های تعمیرات اضطراری کمک می کند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

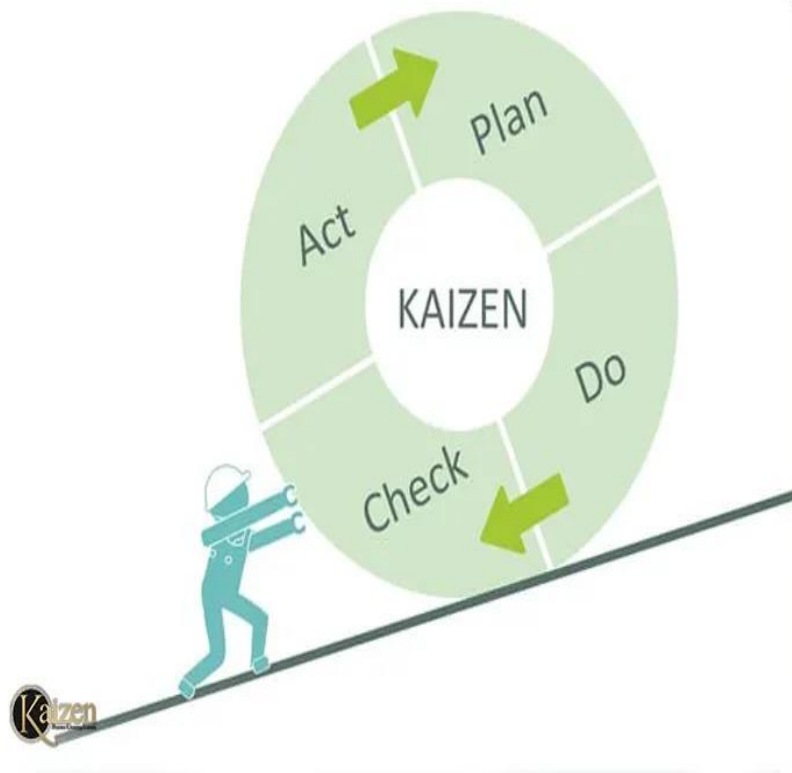


ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

3. رکن سوم- بهبود مستمر (Kaizen):

کایزن یا همان بهبود مستمر یکی از ارکان اصلی در استراتژی TPM است. فلسفه Kaizen به این معناست که همیشه باید به دنبال بهبود فرآیندها و سیستمها بود. این مفهوم در TPM به طور گسترده‌ای به کار می‌رود و هر فرآیند تولیدی باید به طور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد تا نقاط ضعف شناسایی شوند و اصلاحات لازم اعمال شوند.

بهبود مستمر به سازمان‌ها کمک می‌کند که همیشه به دنبال نوآوری و بهینه‌سازی باشند و در نتیجه سطح کیفیت و بهره‌وری در تمام مراحل تولید حفظ و بهبود یابد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

4. رکن چهارم- نت خودگردان (Autonomous Maintenance) :

نگهداری خود گردان به این معنی است که اطمینان حاصل شود اپراتور تجهیزات مربوطه به طور کامل آموزش دیده‌اند و با داشتن احساس مالکیت بر تجهیزات خود نگهداری و تعمیرات در زمینه معمول مانند **تمیز کردن**، **روغن کاری و بازرسی** را انجام می‌دهند. این موضوع به شناسایی مشکلات قبل از خرابی کمک خواهد کرد و کارکنان نگهداری و تعمیرات را برای کارهای سطح بالاتر آزاد می‌کند.

اجرای نگهداری خود گردان، بر اساس نوع کارکرد ماشین تدوین می‌شود و استانداردسازی این فرآیند تضمین می‌کند که همه فرآیندها از رویه‌ی یکسانی پیروی می‌کنند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

5. رکن پنجم- آموزش (Education and Training) :

برای موفقیت این استراتژی، نیاز به یک **فرهنگ یادگیری و به روزرسانی مداوم** است. به همین دلیل، سازمان‌ها باید به آموزش‌های فنی، عملیاتی و ایمنی کارکنان خود اهمیت زیادی بدهند. وقتی کارکنان توانمند شوند و دانش خود را به روز نگه دارند، می‌توانند در سریع‌ترین زمان ممکن مشکلات را شناسایی کنند و از وقوع خرابی‌ها جلوگیری کنند.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

6. رکن ششم- حفظ کیفیت (Quality Maintenance):

استفاده از داده‌ها و انجام تحلیل‌های ریشه‌ای (Root Cause Analysis) برای شناسایی مشکلات و جلوگیری از تکرار آن‌ها، این امکان را می‌دهد که علت اصلی خرابی‌ها و مشکلات را پیدا کنند و اقدامات اصلاحی طولانی‌مدت انجام دهند. با استفاده از این رویکرد، سازمان‌ها می‌توانند مشکلات را به جای اینکه به صورت سطحی و کوتاه‌مدت حل کنند، به‌طور ریشه‌ای حل نمایند. این تحلیل‌ها در درازمدت به بهبود مستمر فرآیندهای تولید و عملکرد تجهیزات کمک می‌کند.

یکی از تکنیک‌های مؤثر برای حذف منابع تکرار شونده نقص، تکنیک (5Whys) است.

مشکل: عبور از چراغ قرمز

چرا؟

دیر رسیدن به محل کار

چرا؟

دیر بیدار شدن از خواب

چرا؟

عمل نکردن آلارم ساعت

چرا؟

تمام شدن باتری ساعت

چرا؟

چک نکردن باتری ساعت

علت ریشه‌ای مشکل



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

7. رکن هفتم- نت فراگیر اداری (Office TPM):

مهمترین تفاوت این استراتژی با روش های سنتی این است که این استراتژی یک فرهنگ سازمانی است که تمام اعضای سازمان، از مدیران ارشد گرفته تا اپراتورها را درگیر می کند. این یک فرآیند مشارکتی است که همه افراد سازمان مسئول نگهداری و بهبود مستمر هستند.

اپراتورها دیگر صرفاً درگیر کار کردن با ماشین آلات نیستند؛ بلکه به عنوان تعمیرکاران اولیه و مسئولان نظافت و نگهداری خودگردان عمل می کنند. این فرهنگ مشارکت باعث می شود که از تمامی ظرفیت های انسانی در سازمان استفاده شود و کیفیت خدمات و تولید بهبود یابد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



ارکان اصلی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

8. رکن هشتم- محیط زیست، ایمنی و بهداشت (HSE):



حفظ محیط کار ایمن به این معنی است که کارکنان می‌توانند وظایف خود را در مکانی امن و بدون خطرات بهداشتی انجام دهند. ایجاد محیطی که تولید را کارآمدتر می‌کند بسیار مهم است، اما نباید ایمنی و سلامت کارمندان را به خطر بیندازد. برای دستیابی به این هدف، هر راه حلی که در فرآیند TPM معرفی می‌شود باید همیشه ایمنی، سلامت و محیط زیست را در نظر بگیرد. جدای از مزایای آشکار، هنگامی که کارکنان هر روز در محیطی امن به محل کار می‌آیند، نگرش آن‌ها بهتر می‌شود، زیرا آن‌ها نیازی به نگرانی در مورد این جنبه مهم ندارند. این می‌تواند بهره‌وری را به طور قابل توجهی افزایش دهد.



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM

مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۱. ارزیابی وضعیت فعلی - نقطه شروع برای تغییرات بزرگ

در قدم اول، ارزیابی دقیق وضعیت فعلی تجهیزات و فرآیندها بسیار ضروری است. بدون این ارزیابی، هرگونه تصمیم‌گیری برای بهبود، فاقد پایه و اساس خواهد بود. این ارزیابی باید شامل: شناسایی مشکلات، خرابی‌های رایج، نقاط ضعف نگهداری، و تأثیرات آن‌ها بر تولید باشد.

- بررسی تمام تجهیزات و سیستم‌ها
- تحلیل وضعیت عملکرد تجهیزات (OEE)
- شناسایی نیازها و کمبودهای فعلی
- تعیین اولویت‌ها بر اساس اهمیت

مهمترین نکته:

این مرحله اساس هر تصمیم‌گیری و بهبود در سازمان است و باید به‌دقت انجام شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۲. آموزش و توانمندسازی کارکنان - سلاح اصلی موفقیت

برای اجرای TPM، باید سازمان را به طور کامل از لحاظ آگاهی و مهارت‌های لازم برای پیشگیری از خرابی‌ها آموزش داد. هر کسی باید بداند که چطور نقش خود را در این فرآیند ایفا کند. این آموزش‌ها از مدیران تا اپراتورها و تیم‌های تعمیرات باید به طور مستمر و هدفمند باشد

- آموزش نحوه انجام نگهداری پیشگیرانه
- آشنایی با ابزارهای تحلیل داده و ارزیابی وضعیت تجهیزات
- آموزش نظافت، شناسایی مشکلات ابتدایی و رفع آن‌ها
- توسعه فرهنگ مسئولیت‌پذیری در برابر تجهیزات

مهمترین نکته:

کارکنان توانمند و آگاه، کلید دستیابی به موفقیت در TPM هستند به دقت انجام شود.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۳. طراحی و بهبود فرآیندهای نگهداری پیشگیرانه

یک سیستم نگهداری پیشگیرانه باید به طور مؤثر طراحی و پیاده سازی شود. TPM تأکید بر این دارد که خرابی ها پیش از وقوع شناسایی شوند.

- طراحی برنامه های نگهداری منظم و پیشگیرانه
- ایجاد سیستم زمان بندی و پیگیری دقیق بازرسی ها و تعمیرات
- شناسایی تجهیزات حساس به تولید و توجه ویژه به آنها

مهمترین نکته:

وقتی تجهیزات به طور پیشگیرانه نگهداری شوند، احتمال خرابی و توقفات ناگهانی به شدت کاهش می یابد.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژی های تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۴. پیاده‌سازی نگهداری خودگردان توسط اپراتورها

TPM بر این اصل استوار است که اپراتورها باید مسئولیت نگهداری روزانه، نظافت و شناسایی مشکلات ابتدایی تجهیزات را به عهده گیرند.

- نظافت و بازرسی روزانه تجهیزات
- شناسایی و حل مشکلات ابتدایی
- گزارش مشکلات به تیم‌های تعمیرات
- ارتقاء کیفیت عملکرد با جلوگیری از خرابی‌ها

مهمترین نکته:

اپراتورهایی که از تجهیزات خود مراقبت می‌کنند، هزینه‌های تعمیرات را به شدت کاهش می‌دهند

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۵. بهبود مستمر (Kaizen) هیچ وقت متوقف نشوید!

هیچ گاه نمی توان از بهبودهای مستمر غافل شد. در TPM، همه چیز در راستای بهبود مداوم است.

- شناسایی فرصت های بهبود در فرآیندها
- اجرای تغییرات کوچک ولی مؤثر برای بهره وری بیشتر
- بهبود عملکرد تجهیزات و کاهش هزینه ها
- ارتقاء کیفیت تولید و کاهش ضایعات

مهمترین نکته:

این فرآیند به هیچ وجه متوقف نمی شود و همیشه به دنبال بهبود هستیم

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژی های تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۶. ارزیابی و تحلیل داده‌ها - تصمیم‌گیری هوشمندانه

پس از پیاده‌سازی TPM، ارزیابی مداوم داده‌ها از عملکرد تجهیزات و فرآیندها ضروری است. این داده‌ها به سازمان کمک می‌کند تا مشکلات جدید را شناسایی کرده و برای آن‌ها راه‌حل‌های مؤثر ارائه دهد

- استفاده از داده‌های OEE و تحلیل آن‌ها
- شناسایی علت ریشه‌ای خرابی‌ها و مشکلات
- پیگیری عملکرد پس از تغییرات و بهبودها

مهمترین نکته:

تصمیم‌گیری بر اساس داده‌های واقعی، به بهبود مستمر کمک می‌کند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۷. مشارکت مدیریت ارشد و ایجاد فرهنگ TPM - رهبری در رأس :

برای اجرای موفق TPM، پشتیبانی و مشارکت مدیریت ارشد ضروری است. باید مدیران ارشد به طور فعال در فرآیند TPM مشارکت کنند و منابع لازم برای آموزش، تجهیزات و بهبود فرآیندها را فراهم کنند.

- ارائه پشتیبانی مالی و منابع انسانی
- نظارت و ارزیابی پیشرفت استراتژی
- ایجاد انگیزه و آگاهی در همه سطوح سازمان

مهمترین نکته:

پشتیبانی مدیریت ارشد، موفقیت TPM را تضمین می‌کند.

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)



۸. ارزیابی عملکرد و اصلاحات نهایی - به سوی تکامل بی پایان:

در پایان، ارزیابی مستمر عملکرد TPM برای شناسایی مشکلات، ضعف‌ها و فرصت‌های بهبود ضروری است. این ارزیابی‌ها به سازمان کمک می‌کند تا به بهینه‌ترین شکل ممکن فرآیندهای نگهداری و تعمیرات را بهبود دهد و به بهره‌وری بیشتری دست یابد.

- تحلیل نتایج عملکرد TPM
- شناسایی نقاط ضعف و نیاز به تغییرات
- تنظیم و بهینه‌سازی استراتژی‌ها و فرآیندها

مهمترین نکته:

این ارزیابی‌ها به سازمان کمک می‌کند که TPM را همیشه به بهترین شکل ممکن اجرا کند

فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



مراحل اجرای استاندارد (TPM)

نتیجه گیری

اجرای TPM یک سفر مداوم به سوی بهبود مستمر، بهره‌وری بیشتر و کاهش هزینه‌ها است. این فرآیند با آموزش مستمر، مشارکت همه کارکنان، و ارزیابی دقیق به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که در سطح جهانی رقابت کنند. پیاده‌سازی صحیح این استراتژی، نه تنها باعث کاهش خرابی‌ها و توقفات تولیدی می‌شود، بلکه به یک فرهنگ سازمانی موفق و بهره‌ور تبدیل خواهد شد.

«در نهایت، TPM به سازمان‌ها این قدرت را می‌دهد که
به کارایی و بهره‌وری بی‌پایان دست یابند.»



فلسفه های تولید

فرآیندهای تولید

استراتژیهای تولید

برنامه ریزی تولید

اصول نت

TPM



از توجه شما متشکرم