



## به نام خدا اتوماسیون در تولید

- ۱- مروری بر اصول تولید و بررسی استراتژی اتوماسیون.
- ۲- اتوماسیون سیستمهای تولید انبوه.
- ۳- طراحی و ساخت انتقال دهندههای خطی دوار، تغذیه کننده‌ها، قید و بست‌ها.
- ۴- تحلیل خطوط تولید اتوماتیک.
- ۵- بکارگیری رباتها در خطوط تولید و مونتاژ.
- ۶- اتوماسیون حمل و نقل در تولید.
- ۷- اتوماسیون سیستمهای انبارهای تولید و ابزار.
- ۸- اتوماسیون بازرسی و کنترل مرغوبیت.
- ۹- اتوماسیون سیستمهای مدیریت و کنترل تولید.

منابع اصلی

COMPUTER INTEGRATED  
MANUFACTURING(2003)M.GROOVER

ارزشیابی

ارائه مقاله به صورت Review article/original article: **۵ نمره**

امتحان پایان ترم: **۱۳ نمره**

PRESENTATION: **۲ نمره**

## Print Slide

- سرفصل ها
- 
- \* مروری بر اصول تولید و بررسی استراتژی اتوماسیون
- \* اتوماسیون سیستم های تولید انبوه
- \* تحلیل خطوط تولید اتوماتیک
- 
- \* طراحی و ساخت انتقال دهنده های خطی دوار، تغذیه کننده ها قید و بست ها.
- 
- 
- حمل و نقل در تولید
- 
- سیستم های انبارهای تولید و ابزار.
- \* اتوماسیون بازرسی و کنترل مرغوبیت.
- سیستمهای مدیریت و کنترل تولید.
- 
- \* به کارگیری رباتها در خطوط تولید و مونتاژ
- 

- اتوماسیون صنعتی
- مقدمه، مروری بر تاریخچه اتوماسیون صنعتی.
- ساختار و اجزاء یک سیستم اتوماسیون صنعتی
- آشنایی با تکنولوژیهای نرم افزاری رایج در اتوماسیون صنعتی.
- نرم افزارهای رابط کاربر و دستگاه (HMI)
- مقدمه انتقال داده ها.
- آشنایی با چند فیلد باس رایج.
- طراحی یک سیستم اتوماسیون صنعتی.
- سیستم یکپارچه اتوماسیون و اطلاعات.
- آخرین دستاوردها در اتوماسیون صنعتی

- مروری بر اصول تولید و بررسی استراتژی اتوماسیون:
- مقدمه:
- سیستم های تولید
- طبقه بندی براساس انواع صنایع
- طبقه بندی براساس انواع تولید
- تعریف اتوماسیون

- اتوماسیون سیستم های تولید انبوه:

•

•

سیستم های تولید اتوماسیون

- اتوماسیون ثابت
- اتوماسیون برنامه پذیر
- اتوماسیون انعطاف پذیر

- تحلیل خطوط تولید اتوماتیک
- 
- مقدمه
- اصطلاحات کلی و آنالیز کارائی خط جریان
- آنالیز خطوط انتقال بدون انبار موقت
- روش حد بالا
- روش حد پایین
- خطوط انتقال نیمه اتوماتیک
- آنالیز انتقال اتوماتیک با انبار موقت

- طراحی و ساخت انتقال دهنده های خطی دوار، تغذیه کننده ها، قید و بست ها.
- 
- خطوط جریان خطی
- خطوط جریان چرخشی
- انتخاب جریانهای خطی و چرخشی
- روش های انتقال قطعات
- انتقال مداوم
- انتقال هماهنگ
- انتقال ناهماهنگ
- مکانیزم های انتقال
- مکانیزم های انتقال خطی
- مکانیزم های انتقال دورانی
- انبار موقت (انبار ذخیره)
- کنترل یک خط انتقال اتوماتیک

- - 
  - 
  - 
  -
- حمل و نقل در تولید**
- سیستم های انبارهای تولید و ابزار**
- اتوماسیون      بازرسی و کنترل مرغیبت**
- سیستمهای مدیریت و کنترل تولید**

- انتقال مواد و ذخیره سازی
- بازرسی و تست
- کنترل
- پردازش اطلاعات در ساخت و تولید
- فعالیتهای بازرگانی
- طراحی محصول
- برنامه ریزی ساخت و تولید
- کنترل ساخت و تولید
- طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر
- طراحی به کمک کامپیوتر
- ساخت به کمک کامپیوتر
- سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری
- هوش مصنوعی

- انواع سلولهای ماشین
- سلول با یک ماشین
- سلول با چند ماشین و سیستم انتقال دستی
- سلول با چند ماشین و سیستم انتقال نیمه یکپارچه
- سیستم ساخت انعطاف پذیر
- اجزای یک سیستم ساخت انعطاف پذیر
- ایستگاههای کاری
- سیستم انتقال مواد و ذخیره سازی
- سیستم کنترل کامپیوتری
- نیروی انسانی

- اتوماسیون در مدیریت و کنترل کیفیت
- کنترل کیفیت اتوماتیک
- مدیریت و برنامه ریزی
- مدیریت و پارامترهای تولید در کارخانه اتوماتیک
- اقتصاد مهندسی
- کل زمان تولید
- نرخ تولید
- ظرفیت کارخانه
- راندمان کارخانه
- در دسترس بودن
- قطعه کار و زمان کار در خط تولید
- بحث و نتیجه گیری

- بکارگیری رباتها در خطوط تولید و مونتاژ:
- ساخت روبات
- مفاصل و اتصالات در دستکار
- طراحی دستکار
- حجم کاری در روبات
- دقت حرکت در روبات
- اندِ اِفيكتور (دست روبات)
- سيستم های کنترل روبات
- سيستم های برنامه نویسی روبات
- کاربرد روبات های صنعتی

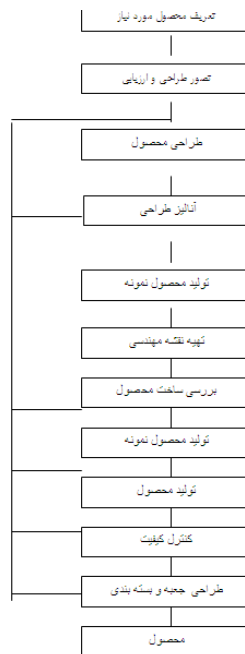
## مروری بر اصول تولید و بررسی استراتژی اتوماسیون

- مقدمه
- سيستم های تولید
- طبقه بندی براساس انواع صنایع
- طبقه بندی براساس سه عنصر تولید کننده
- طبقه بندی براساس انواع تولید
- تعريف اتوماسیون



## • \* فرآیند طراحی و ساخت

- با توجه به پیچیدگی یک محصول و نوع مواد به کار رفته در آن، زمان تولید بین تصور طراحی و ارسال محصول به بازار ممکن است چند ماه تا چند سال طول بکشد. مهندسی همزمان با ترکیب مراحل طی طراحی و ساخت، زمان تولید را کاهش می دهد



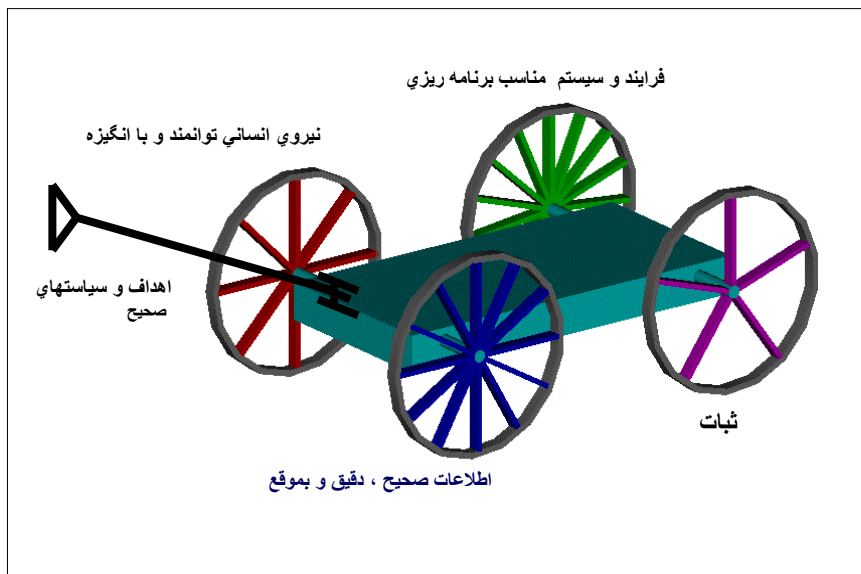
مراحل مختلف در طراحی و ساخت یک محصول

- \* طبقه بندی فرآیندهای ساخت
- فرآیندهای ساخت به شش گروه کلی به صورت زیر طبقه بندی می شوند:
- **گروه اول - فرآیندهای شکل دهی اولیه:**
- ایجاد یک شکل اولیه جامد با استفاده از مواد فاقد شکل هندسی معین. این مواد به صورت گاز، مایع، پودر، الیاف، تراشه و مذاب هستند. یعنی ایجاد چسبندگی بین ذرات یک ماده. برای مثال: فرآیندهای ریخته گری، متالوژی پودر و تکنولوژی پلاستیک را می توان نام برد.
- **گروه دوم - فرآیندهای ماشینکاری:**
- ماشینکاری یا جدا کردن مواد از جسم. یعنی از بین بردن چسبندگی بین ذرات یک ماده. برای مثال: فرآیندهای گرد تراشی، سنگ زنی و ماشینکاری با تخلیه الکتریکی در این گروه جا دارند.
- **گروه سوم - فرآیندهای تغییر خواص مواد:**
- تغییر در خواص مواد به منظور نائل شدن به خواص بهینه در یک نقطه در یک فرآیند ساخت. این روش ها شامل تغییر در جهت ذرات میکروسکوپی، اضافه کردن و کم کردن آنها می باشد. یعنی به نظم درآوردن مجدد، اضافه کردن و کم کردن ذرات. برای مثال: فرآیندهای عملیات حرارتی مثل روش باز پخت، روش ملایم کاری و روش سخت کاری جزو این گروه می باشند

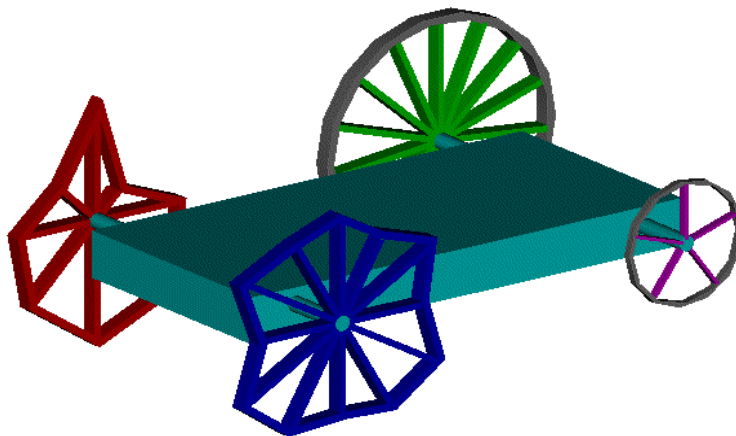
- **گروه چهارم - فرآیندهای پوشش دهنده:**
- کاربرد لایه های نازک روی یک قطعه. یعنی ایجاد چسبندگی بین لایه های پوشش دهنده و قطعه اصلی. برای مثال: فرآیندهای پوشش فلزات مانند آبکاری، رنگ زنی و گالوانیزه کردن در این گروه قرار دارند.
- **گروه پنجم - فرآیندهای تغییر شکل دهنده:**
- تغییر یک شکل جامد داده شده به شکل جامد دیگر بدون تغییر در جرم یا ترکیب ماده. یعنی نگهداری چسبندگی بین ذرات یک ماده. برای مثال: فرآیندهای فورجینگ، اکستروژن، کشش سیم، نورد، برشکاری، خمکاری، شکل دهی کششی و کشش عمیق را می توان نام برد.
- **گروه ششم - فرآیندهای متصل کننده:**
- متحد کردن قطعات منفرد به منظور ایجاد یک محصول. یعنی افزایش چسبندگی بین قطعات متعدد. برای مثال: مونتاژ قطعات از قبیل اتصالات مکانیکی ( با پیچ و مهره و جسب) و متالوژیکی (جوشکاری و لحیمکاری) قابل ذکر هستند.

- **تعریف تولید:** تولید عبارتست از یک فرآیند انتقال که مواد خام را به محصولات کامل تبدیل می کند به طوری که در بازار دارای ارزش می باشند. محصولات از به کار بردن ماده، نیروی کارگر، ماشین آلات، ابزارآلات و انرژی تحت پوشش یک طرح سازمان یافته ساخته می شوند. هر فرآیند انتقال معمولاً شامل یک تعداد مراحل می باشد که هر مرحله مواد را به حالت نهایی نزدیکتر می کند. این مراحل را عملیات تولید می نامند

#### حداقل های مورد نیاز برنامه ریزی تولید



## نتیجه عدم توازن



## انواع سیستمهای تولید

### □ ساخت برای انبار: ( Make To Stock = MTS )

✓ بر اساس پیش بینی ، محصول را تولید و در انبار قرار می دهند تا هنگام تقاضای مشتری به او تحویل گردد .

### □ مونتاژ طبق سفارش: ( Assemble To Order = ATO )

✓ محصولات دارای اجزاء و قطعات استاندارد و مشترکی هستند که با ترکیب آنها ، محصولات متنوعی تولید می گردد

✓ در این سیستم تولیدکننده امیدوار است قطعاتی که در انبار ذخیره می شوند ، بالاخره در یکی از محصولات شرکت مصرف خواهند شد

## انواع سیستمهای تولید(ادامه)

### ❑ ساخت طبق سفارش: ( Make To Order = MTO )

- ✓ طرح محصولات تقریبا مشخص است و مشتری یکی از آنها را سفارش می دهد
- ✓ شرکت نیز طبق سفارش ، اقدام به تأمین و ساخت قطعات و محصول نهایی می کند

### ❑ مهندسی طبق سفارش: (Engineer To Order =ETO)

- ✓ سفارش مشتری ، نیاز به فعالیت های طراحی و مهندسی دارد و محصول براساس مشخصات مورد نظر مشتری طراحی می شود
- ✓ هماهنگی فعالیتهای غیر تولیدی (مهندسی و تأمین مواد) با فعالیتهای ساخت ، از مسائل اصلی این نوع سیستم تولید است

## تولید کششی در برابر تولید فشاری

- تولید کششی : انجام فعالیتهای بر مبنای تقاضای مشتری
- تولید فشاری : انجام فعالیتهای بر مبنای پیش بینی تقاضا
- ترکیب کشش و فشار در یک زنجیره عرضه
  - ✓ مرز فعالیتهای کششی و فشاری
  - ✓ مثال : شرکت مونتاژ کامپیوتر سفارشی Dell

## نوع تکنولوژی و فرایند تولید

❑ تولید گسسته: ( Discrete )

✓ پروژه ها (Projects)

✓ تولید دسته ای / کارگاهی (Job Shop /Batch Production)

✓ تولید انبوه (Mass Production)

✓ تولید ناب (Lean Production)

❑ تولید پیوسته: (Continuous)

❖ دو مشخصه موثر بر نوع فرایند:

✓ حجم تولید محصولات

✓ درجه استاندارد بودن محصولات



## مشخصه های تولید دستی

- ۱ - تولید محصول طبق سفارش مشتری
- ۲ - انعطاف زیاد
- ۳ - کارگران بسیار ماهر
- ۴ - ابزار و ماشین آلات ساده اما چند کاره
- ۵ - حجم پایین تولید
- ۶ - قیمت بالای محصول
- ۷ - تقسیم ناچیز در فعالیت ها



مشخصه های تولید انبوه

- ۱- تعویض پذیری کارگر
- ۲- وجود نیروی غیر مستقیم فراوان
- ۳- وجود محافظین (بافر) برای مقابله با اختلال
  - کارگر اضافی
  - موجودی اضافی
  - فضای اضافی
- ۴- انعطاف کم
- ۵- ماشین الات و تجهیزات تک منظوره
- ۶- مشارکت ناچیز کارگر در بهبود فرآیندها



مشخصه های تولید انبوه(ادامه)

- ۷- قیمت پایین محصول ( نسبت به تولید دستی )
- ۸- تقسیم کار شدید در مهندسی
  - ارتباط کم بین آنها
  - ارتباط کم با بخش تولید و کارگاه
- ۹- زمان آموزش کوتاه

### ارتباط با تامین کننده در تولید انبوه

- ۱ - طراحی کامل محصول توسط خود شرکت مونتاژ
- ۲ - برگزاری مناقصه و درخواست قیمت
  - تعیین برنامه زمان بندی تحویل قطعه
  - تعیین حد کیفی
- ۳ - انتخاب تامین کننده بر اساس قیمت

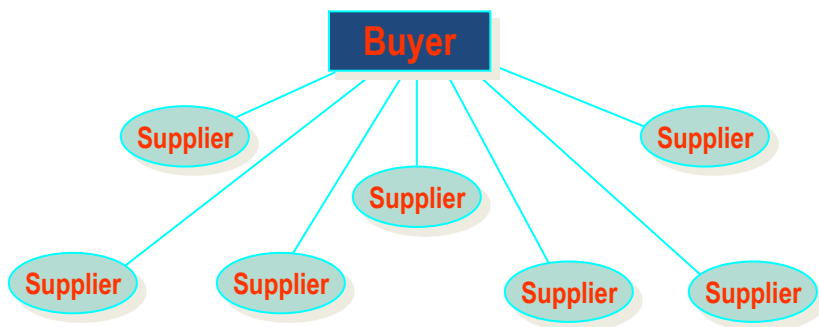
### مشکلات ارتباط در تولید انبوه

- ۱ - عدم اطلاع و همکاری تامین کننده در طراحی محصول
- ۲ - نگرش کوتاه مدت
- ۳ - تعداد زیاد تامین کنندگان
  - عدم رده بندی تامین کنندگان به صورت زنجیره
  - تعدد تامین کنندگان یک قطعه
- ۴ - عدم شفافیت در ارتباطها
- ۵ - تولید و تحویل قطعات در محموله های بزرگ
- ۶ - رابطه زورمدارانه





## شبکه تامین کنندگان در تولید انبوه



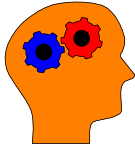
### ظهور تولید ناب

- تولید فقط ۲۶۸۵ خودرو در شرکت تویوتا تا سال ۱۹۵۰
- دیدار تویوتا از کارخانه فورد در بهار ۱۹۵۰
- نتیجه گیری تویوتا:

عدم امکان نسخه برداری از تولید انبوه بدلیل:

- ۱ - کوچک بودن بازار داخلی
- ۲ - نیاز به انواع وسیله نقلیه
- ۳ - عدم امکان خرید گسترده آخرین تکنولوژی غرب
- ۴ - وجود تولید کنندگان بزرگ خودرو در جهان





سیاستهای اصلی تولید ناب

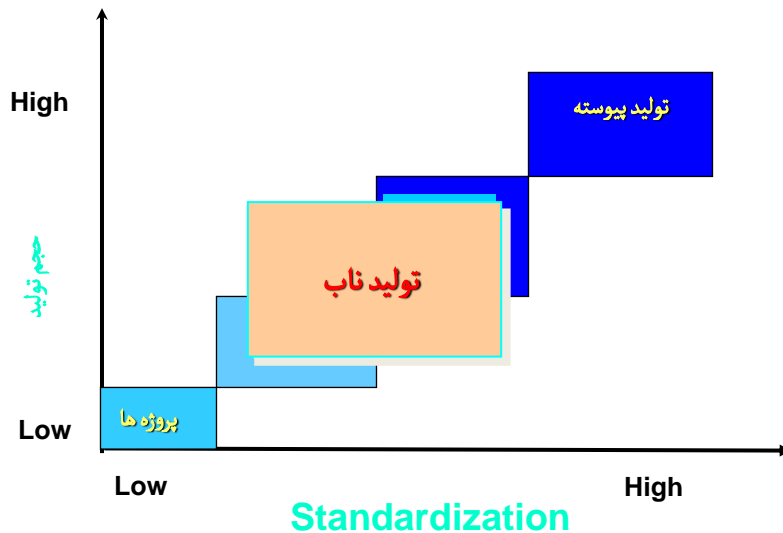
۱ - تلاش جهت حذف هرگونه اتلاف منابع

۲ - تکریم انسان

- گسترش مرز کارخانه بنحوی که شامل مشتری و تامین کنندگان شود
- مشتری گرایی و انعطاف پذیری لازم جهت پاسخ به نیاز مشتری
- گسترش قابلیت های نیروی انسانی و بهره گیری از آن
- کار گروهی
- بهبود مستمر
- نگرش و سازماندهی فرآیندی



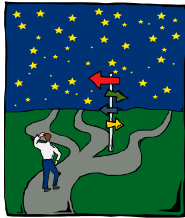
سیستم های مختلف تولید



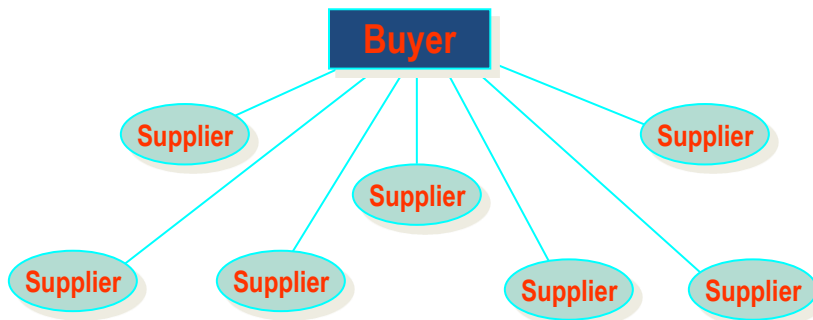
هدف گذاری در تولید ناب

- هدف گذاری در تولید انبوه :  
به اندازه کافی خوب بودن
- هدف گذاری در تولید ناب :  
رسیدن به کمال در تولید
- برخی اهداف تولید ناب :

- ۱- موجودی صفر
- ۲- ضایعات صفر
- ۳- زمان آماده سازی صفر
- ۴- حمل و نقل صفر
- ۵- از کارافتادگی ماشین آلات صفر

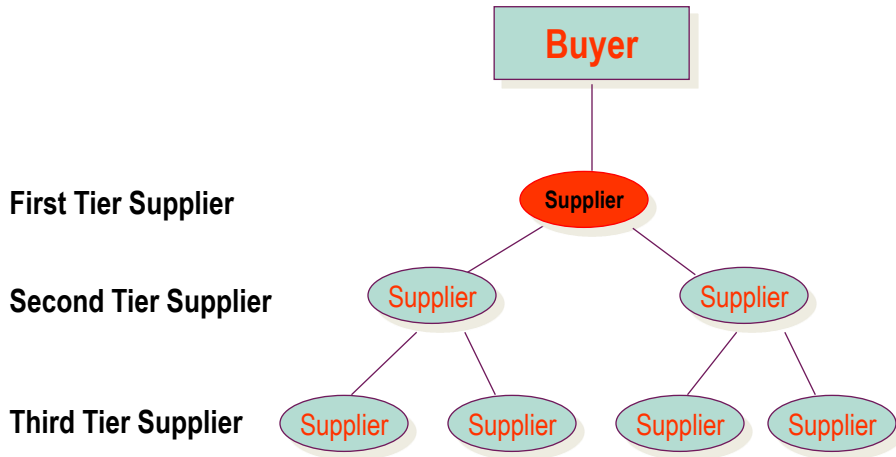


شبکه تامین کنندگان در تولید انبوه



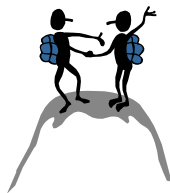
## Tiered Supplier Network

شبکه تامین کنندگان در تولید ناب



ارتباط با تامین کننده در تولید ناب

۱. انتخاب تامین کنندگان رده اول براساس سابقه همکاری و تجربه ای که از عملکرد آنها وجود دارد
۲. طراحی کلی محصول با همکاری تامین کننده
۳. طراحی دقیق زیرمجموعه ها توسط تامین کننده با همکاری تامین کنندگان رده های بعدی



## ساخت سلولی

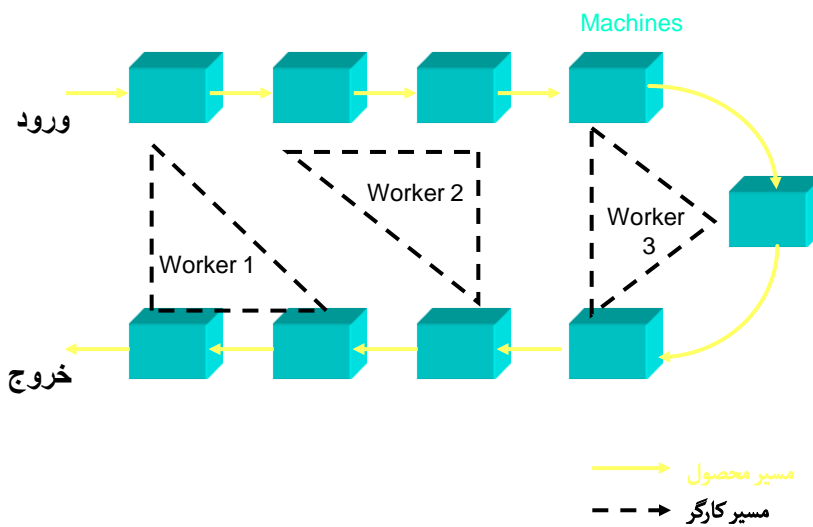
### انواع چیدمان :

□ فرایندی

□ محصولی

□ تکنولوژی گروهی : ابزاری در خدمت ساخت سلولی

### سلول ساخت نمونه



## فرآیند فروش در تولید انبوه

### ❖ ارتباط مراکز فروش با کارخانه :

- ✓ سیستم فشاری
- ✓ موجودی زیاد مراکز فروش
- ✓ فروشنده مجبور به خرید کالایی است که طالب آن نیست
- ✓ هماهنگی ضعیف بخش فروش با طراحان محصول

### ❖ ارتباط مراکز فروش با مشتری :

- ✓ فروشنده علاقه ای به نیازها و خواسته های مشتری ندارد
- ✓ فروشنده اطلاعات کمی از محصول دارد یا ارائه نمی دهد
- ✓ نگرش کوتاه مدت نسبت به رابطه با مشتری
- ✓ واگذاری فرآیند فروش و تحویل به چند بخش سازمانی

## فرآیند فروش در تولید ناب

### ❖ ارتباط مراکز فروش با کارخانه :

- ✓ سیستم کششی
- ✓ موجودی کم در مراکز فروش
- ✓ فروشنده ، سفارش مشتری را دریافت و به کارخانه ارجاع می دهد
- ✓ ارتباط نزدیک و دائمی فروش با طراحان محصول

### ❖ ارتباط مراکز فروش با مشتری :

- ✓ نگرش بلندمدت نسبت به رابطه با مشتری
- ✓ انجام همه فعالیت های فروش و تحویل توسط یک تیم ( سفارش گیری ، بیمه ، امور مالی ، تحویل خودرو )
- ✓ فروش خانه به خانه در ژاپن
- ✓ تلاش برای ایجاد وفاداری مادام العمر در مشتری نسبت به شرکت
- ✓ تحویل خودروی سفارشی مشتری در محل کار یا سکونت وی
- ✓ ارتباط پیوسته با خریدار و گزارش مشکلات وی در ارتباط با خودرو
- ✓ نگهداری و بروز آوری اطلاعات مربوط به مشتریان و خانواده آنها

## مقایسه طراحی ناب و انبوه (اواسط دهه ۱۹۸۰)

اروپا	آمریکا	ژاپن	مخبر مقایسه
۲,۹	۳,۱	۱,۷	متوسط ساعات مهندسی برای خودروی جدید (میلیون)
۵۷,۳	۶۰,۴	۴۶,۲	متوسط زمان توسعه محصول جدید (ماه)
۹۰,۴	۹۰,۳	۴۸,۵	تعداد کارکنان در گروه پروژه توسعه
%۲۸	%۳۸	%۱۸	میزان متوسط قطعات مشترک
%۳۸	%۱۴	%۵۱	سهم تامین کنندگان در مهندسی
۳ در ۱	۲ در ۱	۶ در ۱	تعداد محصولات با تاخیر
۲۸	۲۵	۱۳,۸	زمان تهیه قالب (ماه)
۱۲	۱۱	۱,۴	زمان بازگشت به کیفیت نرمال (ماه)

## تولید چابک

اصطلاح تولید چابک به سازمانی اطلاق میشود که فرآیندها، ابزارها و آموزه هایی را برای کسب توانایی واکنش سریع به نیازهای مشتریان توأم با کنترل هزینه ها و حفظ کیفیت ایجاد نموده است.

تولید چابک = انعطاف پذیری + تولید ناب

## ضرورت و اهمیت تولید چابک

موفقیت اقتصادی شرکتها به توانایی و قابلیتشان در شناسایی نیازهای مشتری و تولید سریع و ارزان محصولات بستگی دارد.

## مولفه های شکل گیری تولید چابک

ساختار سازمان

کارکنان

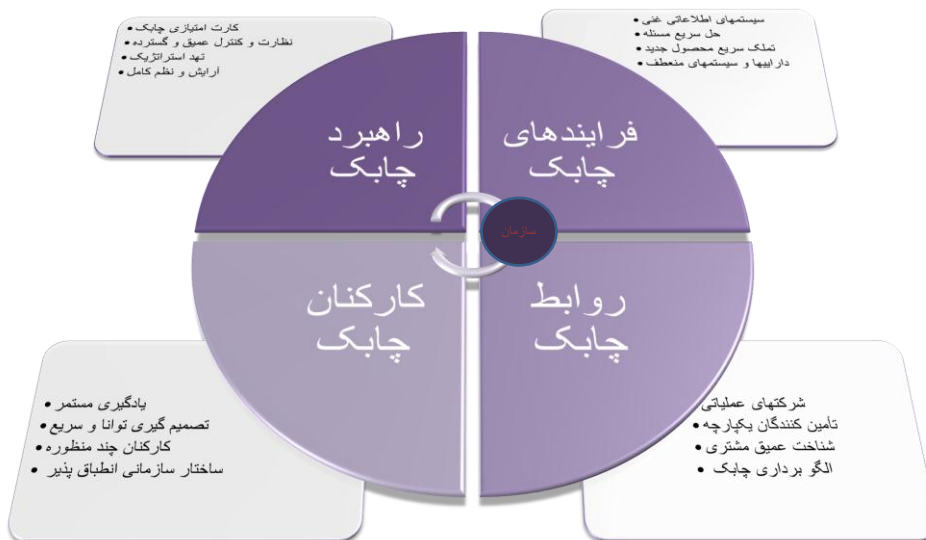
فناوری

فناوری اطلاعات

نوآوری و خلاقیت



## مدل مرجع چرخه تولید چابک



## مقایسه تولید ناب و چابک در یک نگاه

تولید ناب	تولید چابک	وجوه تمایز
دارای تنوع زیاد و باکیفیت	کاملاً مطابق خواست مشتری باشد	محصول
تیمی و مشارکتی و هرم سازمانی تخت	چند مهارته	سازوکار
انتخاب تأمین کنندگان از تعداد کم و ایجاد اطمینان در بلند مدت	انتخاب از بین تعداد زیاد و ایجاد اطمینان در کوتاه مدت نسبت به آنها	تأمین کنندگان
فناوری و سیستمها	افراد و اطلاعات	توجه مدیران به سرمایه گذاری
بازارهای قابل پیش بینی	بازارهای کوچک غیر قابل پیش بینی	بازار
صرفه جویی در ضایعات	صرفه جویی در نوع و با تحلیل هزینه صورت می گیرد	صرفه جویی
انعطاف پذیری	سازگار	فرآیند تولید
مدیریت	رهبری	نحوه اداره

- سیستم های تولید:
- طبقه بندی سیستم های تولید بر سه اصل استوار است. (۱) انواع صنایع ، (۲) سه عنصر و تولید کننده و (۳) انواع تولید

- طبقه بندی بر اساس انواع صنایع:
- صنایع اصلی به دو دسته تقسیم می شوند:
- الف) شرکتهای صنعتی ،
- ب) کارخانه های صنعتی.
- الف- شرکتهای صنعتی:
- برای شرکتهای صنعتی موارد زیر را می توان مثال زد:
- ۱- فلزات: مثل فولاد و آلومینیوم
- ۲- مالی: مثل بانک ها و شرکت های سرمایه گذاری.
- ۳- منابع طبیعی مثل نفت و زغال سنگ.
- ۴- غذا: مثل لبنیات و گوشت

- **ب- کارخانه های صنعتی:**
- شرکتهایی که در این گروه قرار دارند، مطابق با طبیعت عملیات تولید، به دو دسته تقسیم می شوند: (۱) صنایع ساخت (۲) صنایع فرآیندی.
- **۱- صنایع ساخت:**
- این شرکتها توسط نوع قطعات تولید شه شناسایی و نام گذاری می شوند. مثل : اتومبیل ، کامپیوتر، ماشین ابزار و قطعاتی که در این وسایل به کار میروند.
- **۲- صنایع فرآیندی:**
- صنایع فرآیندی دارای محصولاتی مثل مواد شیمیایی، پلاستیک، محصولات نفتی، مواد غذایی ، صابون و سیمان می باشد.

- **طبقه بندی براساس سه عنصر تولید کننده:**
- الف) تولید کننده اصلی ، ب) تبدیل کننده ، ج) سازنده
- این سه عنصر به صورت یک زنجیر به هم متصل هستند و منابع طبیعی و مواد خام اصلی را به کالای مورد استفاده مردم تبدیل می کنند.
- **الف- تولید کننده اصلی:**
- تولید کننده اصلی منابع طبیعی را گرفته و به مواد خام تبدیل می کند و در اختیار کارخانه های صنعتی دیگر قرار می دهد. برای مثال، تولید کننده های فولاد سنگ معدن آهن را به شمش های فولادی تبدیل می کنند.

- **ب- تبدیل کننده:**

- تبدیل کننده، قسمت میانی زنجیر را تشکیل می دهد. تبدیل کننده، محصولات تولید کننده اصلی را گرفته و به محصولات مختلف صنعتی و کالاهای مصرفی تبدیل می کند. برای مثال، شمش فولادی به میله فولادی و ورق فولادی تبدیل می شود. یک مشخصه تبدیل کننده این است که محصولات او شکل فیزیکی پیچیده ندارند و مونتاژ شده نیستند.

- **ج- سازنده:**

- سومین دسته، کارخانه های سازنده هستند. در این کارخانه ها محصول ساخته و مونتاژ می شود. میله فلزی و ورق فلزی به قطعات خودرو و بدنه اتومبیل تبدیل می شوند و به شکل کامیون ، اتومبیل و ماشینیت ابزار در می آیند

- **طبقه بندی براساس انواع تولید**

- در این طبقه بندی سه نوع تولید وجود دارد:
- الف) تولید پایین (تولید کم) ب) تولید متوسط (تولید دسته ای) ج) تولید بالا (تولید انبوه). این سه نوع تولید به حجم تولید بستگی دارند

- **تعریف اتوماسیون:**
- اتوماسیون عبارتست از یک فناوری یا تکنولوژی که در آن سیستم های مکانیکی، الکترونیکی و کامپیوتری برای انجام و کنترل تولید بکار می روند. این فناوری شامل قسمتهای زیر می باشد:
- ۱- ماشین های ابزار اتوماتیک برای تولید قطعات
- ۲- ماشین های مونتاژ اتوماتیک
- ۳- روبات های صنعتی
- ۴- سیستم های انتقال ماده و ذخیره سازی
- ۵- سیستم های بازرسی اتوماتیک برای کنترل کیفیت
- ۶- کنترل بازخورد و کنترل فرآیند با کامپیوتر
- ۷- سیستم های کامپیوتری برای برنامه ریزی، جمع آوری داده ها و تصمیم گیری برای پشتیبانی و حمایت از فعالیتهای ساخت.

- در اینجا سیستم های اتوماتیک که بیشتر در کارخانه های سازنده محصولات منفرد به کار می روند مورد بحث و بررسی قرار می گیرند. کارخانه هایی که دارای این نوع سیستم ها هستند، عبارتند از: شکل دهی فلزات، خودروسازی و هواپیما سازی، لوازم خانگی و غیره

- سیستم های تولید اتوماسیون
- سیستم های تولید اتوماسیون را می توان به سه دسته طبقه بندی کرد:
- الف) اتوماسیون ثابت ب) اتوماسیون برنامه پذیر ج) اتوماسیون انعطاف پذیر

- \* اتوماسیون ثابت:
- اتوماسیون ثابت سیستمی است که در آن ترتیب عملیات فرآیند یا مونتاژ توسط ساختار یا وضعیت دستگاه، ثابت باقی می ماند. در این اتوماسیون معمولاً عملیات از نوع ساده می باشند. یکپارچه بودن و هماهنگ بودن عملیات در یک دستگاه سبب پیچیده شدن سیستم شده است.
- از نقطه نظر اقتصادی لازم است که محصولات تولید شده با سیستم اتوماسیون ثابت، دارای حجم زیاد و نرخ تقاضای بالا باشد و این موضوع عامل جلب توجه قیمت مناسب محصول در مقایسه با روشهای دیگر می شود.
- چند مشخصه سیستم اتوماسیون ثابت عبارتند از:
  - ۱- بالا بودن سرمایه گذاری اولیه برای دستگاه مخصوص
  - ۲- بالا بودن نرخ تولید
  - ۳- این سیستم نسبتاً در تغییر محصول انعطاف پذیر نیست
  - ۴- برای تولید انبوه مناسب می باشد.
- مثال برای اتوماسیون ثابت عبارت است از خطوط مونتاژ مکانیزه شده (شروع در سال ۱۹۱۳). در این سیستم محصول با وسایل انتقال دهنده مکانیزه جابجا می شود اما

### • اتوماسیون برنامه پذیر:

- در این سیستم دستگاه طوری طراحی می شود که قابلیت ترتیب عملیات را برای شکل های مختلف محصول دارا می باشد. ترتیب عملیات توسط یک برنامه کنترل می شود که به صورت یک سری دستور کار نوشته شده است و سیستم آنها را می خواند و تفسیر می کند. برای تولید هر محصول یک برنامه جدید تهیه می شود و به سیستم داده می شود.
- سیستم های اتوماسیون برنامه پذیر برای تولید محصولات با حجم کم و متوسط استفاده می شوند. قطعات معمولاً به صورت دسته ای تولید می شوند.

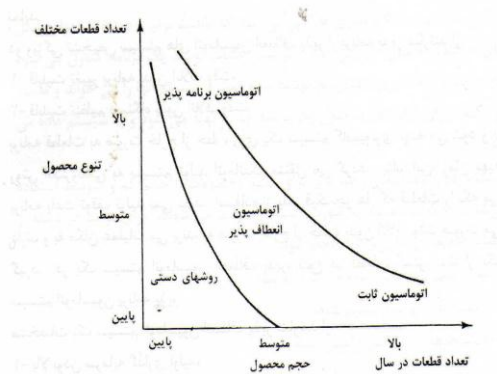
- . برای تولید هر دسته از قطعات جدید مراحل زیر باید انجام شود:
- ۱- به سیستم باید یک برنامه جدید داده شود.
- ۲- ماشین باید دوباره تنظیم شود.
- ۳- فیکسچرها باید به میز ماشین بسته شوند.
- در نتیجه سیکل تولید محصول شامل زمان تهیه برنامه، زمان تنظیم ماشین و آماده کردن وسایل آن به اضافه زمان تولید محصول می باشد.
- بعضی از مشخصات سیستم اتوماسیون برنامه پذیر شامل موارد زیر است:
- ۱- بالا بودن سرمایه گذاری اولیه برای دستگاه عمومی
- ۲- پایین بودن نرخ تولید نسبت به اتوماسیون ثابت
- ۳- انعطاف پذیری سیستم برای تغییر شکل محصول
- ۴- دایره، تولید دسته ای، مناسب م، باشد

- مثال برای سیستم اتوماسیون برنامه پذیر عبارتند از:
- ۱- ماشینهای ابزار کنترل عددی (اولین بار در ۱۹۵۲ ساخته شده است)
- ۲- روباتهای صنعتی (اولین کاربرد در سال ۱۹۶۱).

- \* **اتوماسیون انعطاف پذیر:**
- سیستم اتوماسیون انعطاف پذیر توسعه یافته اتوماسیون برنامه پذیر می باشد. این سیستم قادر است محصولات متنوعی را بدون تلف کردن زمان در تغییر محصول به محصول دیگر تولید نماید. در اتوماسیون انعطاف پذیر تعویض برنامه ، تغییر ابزار ، تغییر فیکسچرها و تنظیم ماشین، عامل تلف شدن زمان تولید نمی شود.
- دو ویژگی تشخیص سیستم های اتوماسیون انعطاف پذیر از برنامه عبارتند از:
- ۱- قابلیت تغییر برنامه بدون اتلاف وقت
- ۲- قابلیت تنظیم دستگاه بدون اتلاف وقت.
- برنامه قطعات به صورت خارج از خط، روی یک سیستم کامپیوتری تهیه می شود و با روش الکترونیکی به سیستم تولید اتوماتیک منتقل می گردد. بنابراین زمان تهیه برنامه باعث توقف تولید نمی شود. استفاده از پلت فیکسچرها که قطعات را نگه می دارند و به مکان عملیات می برند به صورت خارج از خط و بدون اتلاف وقت صورت می گیرد. در یک سیستم اتوماسیون انعطاف پذیر تنوع در قطعات کمتر است از یک سیستم اتوماسیون برنامه پذیر



- مشخصات یک سیستم اتوماسیون انعطاف پذیر عبارتند از:
- ۱- بالا بودن سرمایه گذاری اولیه
- ۲- تولید بصورت ترکیبی از محصولات مختلف
- ۳- متوسط بودن نرخ تولید
- ۴- انعطاف پذیری سیستم برای تنوع در طراحی محصول.
- برای مثال می توان سیستم های ساخت انعطاف پذیر (FMS) را نام برد



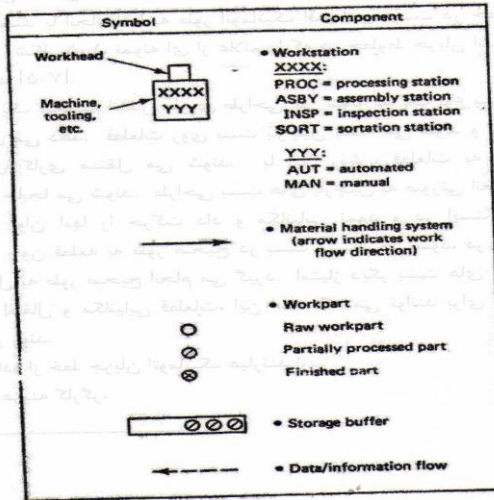
- طراحی و ساخت انتقال دهنده های خطی دوار ، تغذیه کننده ها :

- مقدمه:

- یک خط جریان انتقال اتوماتیک شامل تعدادی ماشین با ایستگاه کاری می باشد که توسط وسایل انتقال دهنده قطعات به هم متصل شده اند و این وسایل قطعات را بین ایستگاه ها منتقل می کنند. یک قطعه خام از یک طرف وارد خط می شود و در حالی که از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر می رود عملیات ساخت به ترتیب روی آن انجام می گیرد. امکان دارد که در خط انبارهای موقت بین ایستگاههای کاری وجود داشته باشند. امکان موجود بودن ایستگاه های بازرسی اتوماتیک برای کنترل کیفیت، در خط وجود دارد. همچنین ممکن است ایستگاههای دستی برای انجام دادن

- اهداف استفاده از خط جریان اتوماتیک عبارتند از:

- ۱- کاهش هزینه کارگر
- ۲- افزایش نرخ تولید
- ۳- کاهش قطعه کار در خط تولید
- ۴- به حداقل رساندن فاصله انتقال بین عملیات
- ۵- نائل شدن به عملیات مخصوص
- ۶- نائل شدن به عملیات یکپارچه
- خطوط جریان اتوماتیک به دو دسته در زیر تقسیم می شوند:
- ۱- خطوط جریان خطی      ۲- خطوط جریان چرخشی



شکل ۱-۵: علائمی که در نمودارهای سیستم‌های تولید به کار می‌روند.

### • خطوط جریان خطی:

- جریان خطی شامل یک تعداد ایستگاههای کاری می باشد که در یک خط مستقیم قرار دارند. در این
- روش جریان قطعه کار ۹۰ درجه می چرخد و این به خاطر جهت دادن به کار یا محدودیت فضای کاری در کارخانه و یا به دلایل دیگر است. معمولاً یک جریان نوع خطی شکل مستطیل دارد. این شکل اجازه می دهد تا یک کارگر بتواند قطعات خام را در خط سوار کند و قطعات تمام شده را پیاده کند. یک خط جریان خطی در شکل ۲-۵ نشان داده شده است

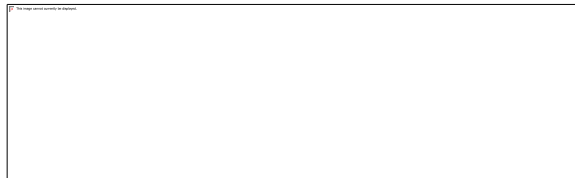
### ۱-۱-۵ خطوط جریان خطی

جریان خطی شامل یک تعداد ایستگاه های کاری می باشد که در یک خط مستقیم قرار دارند. در این روش، جریان قطعه کار ۹۰ درجه می چرخد و این به خاطر جهت دادن به کار یا محدودیت فضای کاری در کارخانه و یا به دلایل دیگر است. معمولاً، یک جریان نوع خطی شکل مستطیل دارد. این شکل اجازه می دهد تا یک کارگر بتواند قطعات خام را در خط سوار کند و قطعات تمام شده را پیاده کند. یک خط جریان خطی در شکل ۲-۵، نشان داده شده است.



### • خطوط جریان چرخشی:

- در جریان چرخشی قطعات در اطراف و روی یک میز گرد دوار قرار می گیرند و از مقابل ایستگاههای کاری ثابت عبور می کنند. این ایستگاهها در پیرامون میز انتقال دهنده قطعات قرار دارند و عمل مونتاژ را به نوبت بر روی قطعات انجام می دهند. این وسیله را اصطلاحاً ماشین راهنمای دوار (ماشین تقسیم دوار) می گویند



### • انتخاب جریانهای خطی و چرخشی:

- انتخاب بین دو نوع خط، بستگی به کاربرد آنها دارد. خط انتقال دوار برای قطعات کوچکتر و ایستگاههای کمتر به کار می رود. به طور کلی انعطاف پذیری در طراحی خط انتقال دوار کم است. برای مثال در میز دوار، ایجاد انبار موقت امکان ندارد. از طرف دیگر این خط شامل وسایل ارزانتری می باشد و به فضای کاری کمتری نیاز دارد. از خط انتقال مستقیم برای قطعات بزرگتر و ایستگاههای کاری بیشتر استفاده می شود. در ماشین های خط انتقال مستقیم ایجاد انبارهای موقت برای جریان یکنواخت کار در هنگام توقف تولید در هر ایستگاه امکان دارد.

### • روش های انتقال قطعات:

- مکانیزم انتقال در خط جریان اتوماتیک، نه تنها محصولات تکمیل نشده یا در حال مونتاژ را بین ایستگاه های مجاور جابجا می کند، بلکه باید جهت یابی و مکان یابی قطعات را به طور صحیح برای هر ایستگاه کاری انجام دهد.
- روش های انتقال قطعات در خطوط جریان را می توان به سه نوع به شرح زیر تقسیم کرد:
- (۱) انتقال مداوم (۲) انتقال متناوب یا هماهنگ (۳) انتقال غیر متناوب یا ناهماهنگ که به آن انتقال قدرتی و آزاد نیز گفته می شود

- تشخیص بین این سه روش از طریق نوع حرکت که توسط مکانیزم انتقال به قطعه داده می شود، انجام می گیرد.
- مناسبترین سیستم انتقال به فاکتورهای زیر بستگی دارد:
  - ۱- انواع عملیات که قرار است انجام بگیرند
  - ۲- تعداد ایستگاه ها در خط
  - ۳- وزن و اندازه قطعات
  - ۴- نرخ تولید مورد نیاز
  - ۵- بالانس کردن زمان انواع فرآیندهای در خط

#### • انتقال مداوم:

- در روش انتقال مداوم قطعات به طور پیوسته با سرعت ثابت حرکت می کنند. در این سیستم لازم است سر دستگاه در حین فرآیند همراه قطعه کار حرکت کند. در بعضی عملیات این حرکت در حین فرآیند عملی نیست. مثلا استفاده از این نوع سیستم در یک خط انتقال به خاطر بالا بودن وزن سر دستگاه مشکل می باشد. در بعضی از حالات انتقال مداوم بسیار عملی است. برای مثال پر کردن شیشه نوشابه، عملیات بسته بندی، عملیات مونتاژ دستی (کارگر همراه خط جریان حرکت می کند) و مونتاژ اتوماتیک ساده را می توان نام برد.
- برای پر کردن بطری، بطری ها به اطراف یک گردونه با حرکت مداوم، منتقل می شوند نوشابه توسط لوله های واقع در اطراف گردونه، به داخل بطری های در حال حرکت ریخته می شود. طراحی و ساخت سیستم های

### • انتقال متناوب یا هماهنگ:

- در این روش قطعات با یک حرکت غیر مداوم جابجا می شوند. ایستگاههای کاری ثابت هستند و قطعات بین ایستگاهها حرکت می کنند و قط برای به انجام رساندن عملیات ساخت یا مونتاژ در یک مکان مناسب توقف می کنند. تمام قطعات در یک زمان منتقل می شوند. به همین دلیل اصطلاح سیستم انتقال همزمان یا هماهنگ به کار می رود برای مثال عملیات ماشینکاری، عملیات پرسکاری با قالب های پیش رونده و مونتاژ مکانیزه را می توان نام برد. بیشتر مکانیزه های انتقال از این نوع هستند

### • سیستم انتقال غلتک قدرتی:

- سیستم انتقال غلتکی به دو دسته تقسیم می شود:
- الف- سیستم انتقال غلتکی جاذبه ای: در آن انتقال قطعات به کمک جاذبه تحت یک شیب معینی که به غلتک داده می شود صورت می گیرد.
- ب- سیستم انتقال غلتک قدرتی: از سیستم انتقال غلتک قدرتی در خطوط جریان اتوماتیک و سیستم های انتقال عمومی استفاده می شود. غلتک ها توسط دو مکانیزم به حرکت در می آیند. مکانیزم اول یک محرک تسمه ای می باشد که زیر غلتک ها حرکت می کند و به کمک اصطکاک، غلتک ها را می چرخاند. مکانیزم دوم یک سیستم محرک زنجیره ای است که غلتک ها را می گرداند. سیستم انتقال

## • سیستم انتقال محرک زنجیری:

- در این سیستم انتقال، از یک زنجیر یا تسمه فولادی انعطاف پذیر برای انتقال چرخهای محتوی قطعات کار استفاده می شود. (شکل ۵-۵). زنجیر از طریق پولی به حرکت در می آید. این پولی ها حول محور افقی یا عمودی می چرخند. از این سیستم انتقال برای جابجایی قطعات در روشهای انتقال مداوم، هماهنگ و ناهماهنگ استفاده می شود.

۳- سیستم انتقال محرک زنجیری:  
در این سیستم انتقال، از یک زنجیر یا تسمه فولادی انعطاف پذیر برای انتقال چرخهای محتوی قطعات کار استفاده می شود (شکل ۵-۵). زنجیر از طریق پولی به حرکت در می آید. این پولی ها حول محور افقی یا عمودی می چرخند. از این سیستم انتقال برای جابجایی قطعات در روشهای انتقال مداوم، هماهنگ و ناهماهنگ استفاده می شود.

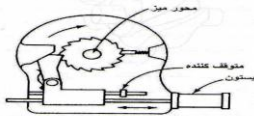


شکل ۵-۵: سیستم انتقال محرک زنجیری.

## • چرخ دنده ضامن دار و شیطانک:

- مکانیزم چرخ دنده ضامن دار و شیطانک در شکل ۵-۵ نشان داده شده است. شیطانک روی یک پین نصب شده است و با یک حرکت نوسانی چرخ دنده را در جهت عقربه های ساعت می گرداند، سپس در جهت مخالف بر روی دندانه های چرخ دنده می لغزد این مکانیزم بخاطر سایش و چسبیدن قطعات به یکدیگر است

های ساعت می گرداند، سپس در جهت مخالف بر روی دندانه های چرخدنده می لغزد. کار این مکانیزم ساده است ولی تا اندازه ای غیر قابل اعتماد می باشد. عدم اعتماد در این مکانیزم بخاطر سایش و چسبیدن قطعات به یکدیگر است.



شکل ۵-۷: مکانیزم چرخدنده ضامن دار و شیطانک.



## • مکانیزم های بادامک:

- تنوع در مکانیزم های بادامک وجود دارد و یک نمونه از آن در شکل ۵-۶ نشان داده شده است. مکانیزم های بادامک یکی از روش های دقیق و قابل اعتماد برای ماشین های تقسیم دوار می باشد. علی رغم اینکه در مقایسه با مکانیزم های دیگر هزینه بالایی دارد، از این مکانیزم در صنعت زیاد استفاده می شود طراحی بادامک را به گونه ای می توان انجام داد که تنوع در سرعت و توقف وجود داشته باشد.



## • مکانیزم جنوا: (ژنوا)

- در این بخش مکانیزم های ۱ و ۲ یک حرکت خطی را به یک حرکت دورانی تبدیل می کنند. در مکانیزم جنوا از یک محرک چرخشی مداوم برای تقسیم حرکت در میز استفاده می شود



### • انبار موقت (انبار ذخیره):

- خطوط جریان اتوماتیک، اضافه بر مکانیزم انتقال و ایستگاه ها کاری مجهز به یک انبار موقت بین ایستگاهها هستند. از این نوع انبار در سیستم های انتقال هماهنگ و غیر هماهنگ استفاده می شود. با استفاده از انبار موقت می توان ۳ یا ۴ خط و حتی تعدا بیشتری را به هم وصل کرد.
- دلیل استفاده از انبار موقت این است که اثر خرابی یک ایستگاه در خط را کاهش می دهد. سیستم های انتقال متناوب و مداوم به صورت یک ماشین یکپارچه کار می کنند و وقتی در ایستگاههای انفرادی خرابی بوجود می آید تولید متوقف می شود

• بعضی از دلایل توقف خط عبارتند از:

- ۱- شکستن یا تنظیم ابزار در ایستگاههای انفرادی
- ۲- تعویض ابزار طبق برنامه
- ۳- وجود قطعات معیوب در ایستگاه های مونتاژ که مکانیزم تغذیه را از کار می اندازد
- ۴- پر کردن مجدد مکانیزم تغذیه در یک ایستگاه مونتاژ
- ۵- خرابی دستگاههای الکترونیک
- ۶- خرابی مکانیکی سیستم انتقال یا ایستگاه کاری

- **کنترل یک خط انتقال اتوماتیک:**

- کنترل یک خط انتقال اتوماتیک یک مسئله پیچیده است. سه کار اصلی برای کنترل یک سیستم انتقال اتوماتیک لازم است و آنها عبارتند از: (۱) کنترل ترتیب عملیات (۲) کنترل سیستم انتقال و (۳) کنترل کیفیت.

- **– کنترل ترتیب عملیات:**

- هدف از این کار هماهنگ کردن ترتیب عملیات در سیستم انتقال و ایستگاههای کاری می باشد. برای مثال در یک خط انتقال برای ماشینکاری، قطعه کار قبل از تغذیه باید انتقال یابد مکانیابی شود و در جای خود بسته شود.

- **۲- کنترل سیستم انتقال:**

- این عمل، مطمئن می سازد که سیستم انتقال تحت شرایط مطمئن کار می کند برای مثال اگر خط انتقال مربوط به عملیات ماشینکاری باشد از سنسورهای حساس برای کنترل ابزار تراش استفاده می شود. در نتیجه فشار هوا و فشار سیستم هیدرولیکی باید کنترل شود

- **کنترل کیفیت:**

- سومین کار، کنترل کیفیت است. هدف از این کار تشخیص قطعات معیوب و هدف آنها از خط مونتاژ و تولید است. برای این کار به وسایل بازرسی در ایستگاهها نیاز است. گاهی از ایستگاههای جداگانه در خط استفاده می شود. شکل ۵-۱۱ یک ایستگاه بازرسی را همراه با یک حلقه باز خورد که در خط جریان بکار رفته نشان می دهد.

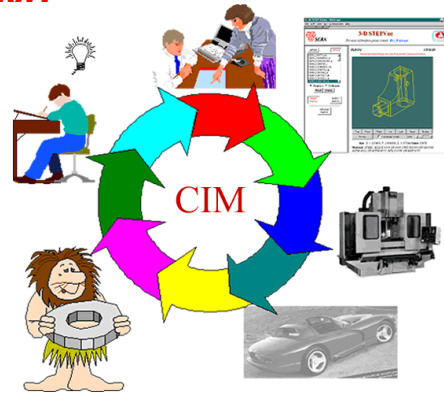
- **کنترل فوری:**

- در این روش یک دستگاه تشخیص خرابی به سیستم تولید اضافه می شود. با ملاحظه یک خرابی در یک خط سیستم انتقال فوراً متوقف می شود. مکان و علت خرابی توسط دستگاه مشخص می گردد. در نتیجه تعمیر دستگاه فوراً انجام می گیرد. سیستم به کار رفته نسبتاً ساده، ارزان و بی

- **کنترل حافظه ای:**

- این سیستم کنترل طوری طراحی شده که در هنگام تشخیص خرابی محصول در خط، اجازه می دهد تا ماشین به کار خود ادامه دهد. چون فرض می شود که خرابی در یک ایستگاه کاری تصادفی بوده است. بنابراین خط تولید به کار خود ادامه می دهد تا اینکه اتفاق مشابهی در همان ایستگاه رخ دهد. اگر این اتفاق دو یا سه بار تکرار شود، سیستم کنترل ماشین را متوقف می کند.

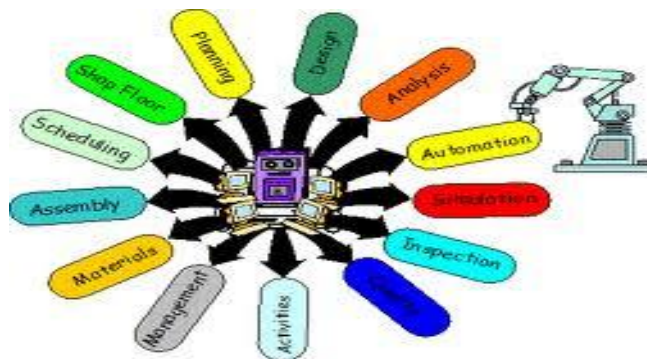
# سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری (CIM)



## تعریف

- به کمک کامپیوتر می توان تمام فازهای عملیات ساخت را به طور مجازی به یکدیگر متصل کرد.
- آنها شامل تکنیک های متعدد و فعالیت های مدیریتی گوناگون هستند.
- با استفاده از امکانات نرم افزاری و سخت افزاری، تولید کنندگان می توانند قیمت ساخت را به حداقل برسانند، کیفیت محصول را بالا ببرند، زمان تولید را کاهش بدهند و خود را در بازار رقابت داخلی و خارجی نگهدارند.

- سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری CIM برای عملیات پردازش اطلاعاتی که برای انجام عملیات تولید مورد نیاز است، به کار می رود. این سیستم ها برای پاسخ به کوتاه کردن زمان تولید، تقاضای بازار برای تنوع در نوع محصول و تنوع در تعداد آن و نیاز مشتری از نقطه نظر بالا بودن کیفیت و پایین بودن قیمت، موثر می باشد.



- از نظر هاون براون (۱۹۸۴): CIM عبارت است از:
- به کارگیری یکپارچه اتوماسیون، مدیریت تولید و موجودی و مدیریت منابع مالی. فعالیتهای مزبور شامل طراحی محصول تا فرایند تولیدی و در نهایت توزیع آن است

## تاریخچه

- جستجو به منظور یافتن راهی بهتر برای تولید قطعات، همواره عامل محرک و اساسی در خودکارسازی یا اتوماسیون بوده است. تعویض نیروی کار انسانی با ماشین را می توان ابتدایی ترین مرحله خودکارسازی تولید دانست که حدوداً در سال ۱۷۷۵ میلادی به وقوع پیوست و انقلاب صنعتی نقش موثری در رابطه با آن داشت.
- دستگاه تراش و نقاله ها نمونه هایی از مکانیزاسیون ایجاد شده بودند. روند اتوماسیون، در سال ۱۹۵۲ با ساخت اولین ماشین NC MIT در دانشگاه وارد مرحله جدیدی شد که مشخصه بارز آن عبارت بود از جایگزینی کنترل انسانی با کنترل خودکار ماشین. نوعی از اتوماسیون قابل برنامه ریزی بود که عملیات آن به وسیله اعداد و نشانه ها کنترل می شد.

### تاریخچه CIM :

- در سال ۱۹۷۳ مفهوم CIM اولین بار توسط دکتر هارینگتون ارایه شد. CIM از سر واژه کلمات کامپیوتر، یکپارچه سازی و تولید استخراج کرد و آنرا یک سیستم تولیدی که از مرتبط کردن و یکپارچه ساختن قسمت‌های مختلف تولید توسط کامپیوتر تعریف کرد .
- تا سال ۱۹۸۰ فقط به صورت یک مفهوم کلی میان محققان و دانشمندان مورد بررسی قرار گرفت پس از اجرای این سیستم و انجام آزمایشات مختلف در صنایع دفاعی امریکا در سال ۱۹۷۵ و نتایج قابل قبول آن، از سال ۱۹۸۰ به بعد اجرای این سیستم تولیدی در شرکت های بزرگ شروع شد .
- تا سال ۱۹۹۰ سیستم‌های یکپارچه تولیدی CIM ارائه شده بیشتر مبتنی بر سیستم های بسته بود .

- مجموعه ای از اعداد، یک برنامه را شکل می دادند که ماشین را برای تولید قطعه هدایت می کرد. در نتیجه، در این نوع ماشین ها برای تولید محصول جدید، به جای اینکه ماشین تعویض گردد، تنها برنامه آن تعویض می شد که این موضوع به بالارفتن سطح انعطاف پذیری منجر گردید. با ورود این فناوری به کارخانجات در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، کنترل دستی جای خود را به کنترل عددی داد و به دنبال آن با ورود رایانه به عرصه تولید، این نوع کنترل نیز با کنترل کامپیوتری (CNC) جایگزین گردید و به تدریج استفاده از *اتوماسیون نرم* متداول گشت البته خودکارسازی، تنها محدود به فرایند *تولیدی* نمی شد و بخشهای *اداری و مالی* کارخانجات را نیز در بر می گرفت

- درحقیقت سیستم هایی مانند پرداخت حقوق و دستمزد و *صدور فاکتور* از جمله نخستین کاربردهای رایانه در صنایع هستند. نمونه مهم دیگر در این زمینه، *سیستم برنامه*
- *ریزی احتیاجات مواد* بود که به منظور خودکارسازی عملیات برنامه ریزی احتیاجات مواد طراحی گردید. از آنجا که تمامی پیشرفتهای یادشده در این مرحله از اتوماسیون، تنها حول یک ماشین یا عملیات خاص صورت پذیرفت، در این نوع اتوماسیون، مواردی از کاربردهای ابتدایی فناوری اطلاعات به چشم می خورد.



- در دهه ۷۰، با ظهور رایانه های ارزانتر و کارآتر و پیشرفتهای الکترونیکی و مخابراتی، اتوماسیون های نقطه ای نیز به تدریج گسترش یافته و با پیوستن به یکدیگر تبدیل به اتوماسیون های گسترده تری به نام جزایر اتوماسیون شدند. جزایر اتوماسیون نشانگر مجموعه ای از زیرسیستم های یکپارچه خودکار شده در کارخانه هستند. سیستم های تولید/انعطاف پذیر، سیستم مدیریت تولید، سیستم های یکپارچه جابجایی و انبارسازی مواد و سیستم های و نمونه هایی از جزایر اتوماسیون ایجاد شده هستند. انگیزه غایی، همانا خواست انسان برای افزایش هرچه بیشتر اتوماسیون در سیستم تولیدی به منظور دستیابی به بهره وری بالاتر است.

### • تولید یکپارچه رایانه ای

- تولید یکپارچه رایانه ای نوعی فناوری است که می تواند به هر صنعت وابسته شده و توسط آن صنعت هدایت شود، بدین معنی که هر صنعت بر حسب مجموعه تجارب، نیازمندیها و موقعیتهای خاص خود، شرایطی ویژه برای تولید یکپارچه رایانه ای فراهم می آورد. از این رو، تعاریف و توصیفهای متفاوتی برای آن وجود دارد. در زیر نمونه هایی از توصیف های صورت گرفته ارائه شده است

- بادامه فعالیت و تحقیق بر روی جزایر اتوماسیون، این جزایر نیز به مرور توسعه پیدا کرده و شروع به همپوشانی و رقابت با یکدیگر کردند.  
این مسیله به همراه جایگزینی تدریجی اندیشه سیستمی و کل نگر به جای اندیشه جزء نگرانه، همچنین پیشرفتهای صورت گرفته در زمینه فناوری اطلاعات باعث شد تا برخی به فکر یکپارچه سازی کلیه عملیات تولیدی با یکدیگر بیفتند و به این ترتیب موضوع «تولید یکپارچه رایانه ای» = COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM) مطرح گردید. تولید یکپارچه رایانه ای اگرچه پایان تلاشهای محققان در خودکارسازی امور تولیدی و صنعتی نیست اما از آنجا که نمایانگر خودکارسازی و یکپارچه سازی کلیه فعالیتهای مرتبط با تولید به وسیله به کارگیری رایانه ها، روبات ها و شبکه های ارتباطی در درون یک کارخانه است دارای اهمیت بسیار زیادی است

- سیستم یکپارچه رایانه ای شامل رایانه ای کردن فراگیر و سیستماتیک فرایند تولیدی است. چنین سیستم هایی با استفاده از **پایگاه داده های مشترک**، **فعالیت‌هایی همچون طراحی به کمک رایانه، ساخت به کمک رایانه، مهندسی به کمک رایانه، انجام تست ها، تعمیرات و مونتاژ را یکپارچه می سازند.**

(اسپریت، کمیسیون انجمن های اروپایی ۱۹۸۲) سیستم تولید یکپارچه رایانه ای عبارتست از به کارگیری یکپارچه اتوماسیون بر پایه رایانه و سیستم های پشتیبانی تصمیم گیری به منظور مدیریت فعالیت‌های سیستم تولیدی، از طراحی محصول تا فرایند تولیدی و نهایتاً توزیع به انضمام مدیریت تولید و موجودی و مدیریت منابع مالی.

- (هارن و براون ۱۹۸۴) سیستم تولید یکپارچه رایانه ای، پردازنده های مواد و اطلاعات است که سه زیر سیستم اصلی آنها عبارتند از: سیستم فیزیکی کارخانه، سیستم تصمیم و سیستم اطلاعاتی. (مایر ۱۹۹۰) تولید یکپارچه رایانه ای عبارت است از علم و هنر خودکارسازی با استفاده از یکپارچگی حاصل از فناوری اطلاعات در فرآیندهای تولیدی. (یومانز و همکاران ۱۹۸۶) با کمی دقت در توصیفها و دیدگاههای مذکور در مورد تولید یکپارچه رایانه ای می توان به نقش و اهمیت اطلاعات و فناوریهای اطلاعاتی در تحقق سیستم تولید یکپارچه رایانه ای پی برد.

- ارتباط نشانگر یکپارچگی مجموعه عملیات و نیز نشاندهنده مدار بسته بازخورد اطلاعات هستند. به طور خلاصه، می توان گفت که تولید یکپارچه رایانه ای به معنی یکپارچگی جزایر اتوماسیون مرتبط با عملیات اداری - مالی، پشتیبانی مهندسی، مدیریت تولید و عملیات مربوط به سطح اجرایی است. این فرایند به وسیله ارتباطات رایانه ای و تسهیلات ذخیره سازی داده ها انجام می شود.

- همچنین انواع ارتباطات در سیستم تولید یکپارچه رایانه ای را به سه دسته کلی ارتباطات در فاز طراحی، ارتباطات در مرحله ساخت و ارتباط این دو قسمت با یکدیگر تقسیم و هر یک را به طور جداگانه تشریح کرده اند. به عنوان نمونه آنها در ارتباطات طی مرحله ساخت، سه نوع شبکه منطقی تعریف می کنند:
- **شبکه کنترل** برای راندن و به جریان انداختن ماشین ها، روبات ها
- **شبکه نظارت** برای محافظت و اطمینان از صحت عملکرد زیر سیستم ها
- **شبکه مدیریت** برای بهینه سازی عملیات خط تولید.

- **رویکرد CIM در تولید:**
- تولید یکپارچه مبتنی بر کامپیوتر دارای زیر مجموعه های زیر می باشد:
- سیستم های مالی و اداری (برنامه و بودجه، هزینه یابی و ..)
- سیستم های پشتیبانی مهندسی (طراحی محصول، مهندسی به کمک کامپیوتر CAE و ..)
- مدیریت تولید (هماهنگ سازی فعالیتهای تولیدی، تعادل بین سرمایه، کارایی فرایند و خدمات مشتری)
- سیستم های اجرایی (ساخت به کمک کامپیوتر، تست و ارزیابی، ربات ها و ..)
- تولید یکپارچه مبتنی بر کامپیوتر به معنی کاربرد کامپیوتر و بهره گیری از شبکه های ارتباطی در کلیه فعالیتهای داخل یک کارخانه است

## کاربرد تکنولوژی کامپیوتر در ساخت و تولید

- تقریباً در تمام سیستم تولیدی مدرن، سیستم های کامپیوتری به کار رفته است.
- اصطلاح یکپارچه سازی کامپیوتری(نشان دهنده استفاده از کامپیوتر برای طراحی محصول ، برنامه ریزی تولید، کنترل عملیات و به انجام رساندن کارهای بازرگانی مختلف و مورد نیاز در یک کارخانه ساخت و تولید می باشد

## مزایای سیستم طراحی و ساخت کامپیوتری

- ۱- پاسخ به تغییر سریع تقاضا در بازار، اصلاح محصول و کاهش زمان تولید
- ۲- تولید محصول با کیفیت بالا و قیمت پایین
- ۳- استفاده بهتر از مواد، ماشین آلات، پرسنل و کاهش موجودی انبار
- ۴- کنترل بهتر تولید و مدیریت در انجام عملیات ساخت

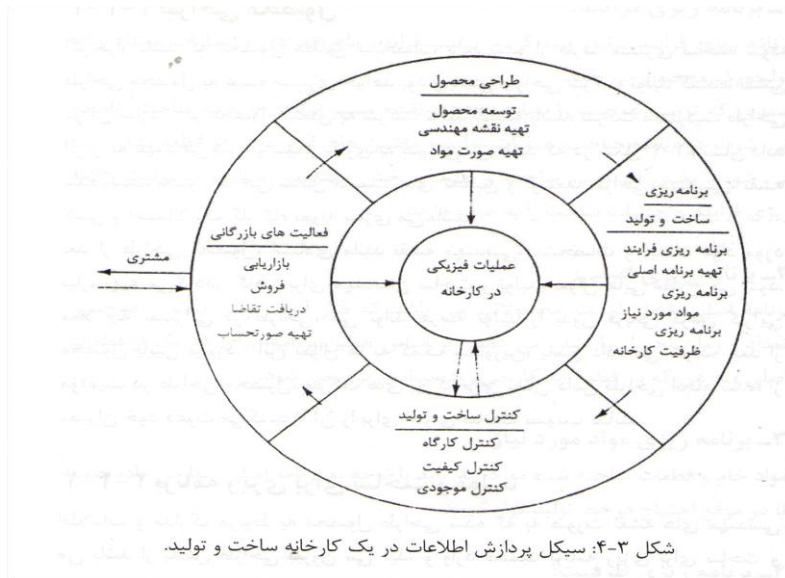
- با استفاده از یک مدل طراحی و ساخت مجازی رابطه بین اتوماسیون و سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری) مشخص می شود. در یک کارخانه تولید کننده فعالیتهای فیزیکی مربوط به تولید که در داخل آن کارخانه انجام می شود، از فعالیتهای پردازش اطلاعات که در محیط دفتر صورت می گیرد قابل تشخیص می باشد.

- فعالیتهای فیزیکی عبارتند از:
- (۱) فرآیندهای ساخت (۲) مونتاژ (۳) انتقال ماده و ذخیره سازی (۴) بازرسی و آزمایش بر روی محصول. این عملیات در حین ساخت در تماس مستقیم با محصول قرار می گیرند. مواد خام از یک طرف و محصول ساخته شده از طرف دیگر در این مدل ساخت مجازی جریان دارند

- سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری مربوط می شود به **فعالیت‌های پردازش اطلاعات** که برای پشتیبانی عملیات ساخت لازم است. سیستم هاس طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری عبارت است از استفاده از سیستم های کامپیوتری برای به انجام رساندن چهار نوع فعالیت پردازش اطلاعات به طور اتوماتیک، بنابراین سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری، **فعالیت‌های پردازش اطلاعات** در یک کارخانه تولید کننده را **اتوماتیک** می کند.

## پردازش اطلاعات در ساخت و تولید

- بسیاری از شرکتها صدها محصول متفاوت می سازند که هر یک شامل چندین قطعه است. هماهنگ کردن تمام فعالیت‌های منفرد برای ساخت، مونتاژ و تحویل محصول به مشتری کار بسیار دشواری است و این یک مسئله پردازش اطلاعات است. شکل صفحه بعد یک سیکل فعالیت‌های پردازش اطلاعات در یک کارخانه ساخت و تولید قطعات مجزا را نشان می دهد که بعد از عملیات مونتاژ به مشتری تحویل داده می شوند. سیکل پردازش اطلاعات شامل چهار فعالیت می باشد: (۱) فعالیت‌های تجاری و بازرگانی (۲) طراحی محصول (۳) برنامه ریزی برای ساخت و تولید (۴) کنترل ساخت و تولید



### طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر

- ساخت به کمک کامپیوتر عبارت است از استفاده موثر از تکنولوژی کامپیوتر برای برنامه ریزی فرآیند، برنامه نویسی برای ماشین های کنترل عددی (NC) و ماشین های کنترل عددی به کمک کامپیوتر (CNC) برنامه ریزی بریا ماده مورد نیاز ، تهیه برنامه زمان بندی شده تولید، کنترل تولید به کمک کامپیوتر ، کنترل فرآیند به کمک کامپیوتر و برنامه نویسی برای روبات های صنعتی و کمک به مدیریت کارخانه

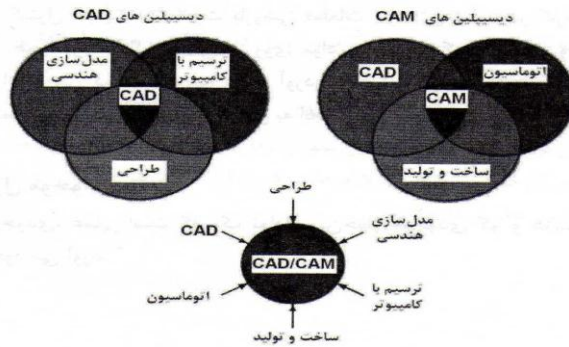


## طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر:

- طراحی به کمک کامپیوتر و ساخت به کمک کامپیوتر شامل استفاده از کامپیوتر دیجیتال برای به انجام رساندن کارهای طراحی و ساخت می باشد. ( CAD / CAM) شامل دو دیسپلین جدا از هم به نام های (CAD) و (CAM) می باشد که هر یک به طور جداگانه به وجود آمده اند و بعداً به صورت یک سیستم کامپیوتری یکپارچه درآمده اند. این سیستم نه تنها فازهای مشخصی در طراحی و ساخت را اتوماتیک می کند بلکه انتقال داده ها از قسمت طراحی به قسمت ساخت را نیز اتوماتیک می نماید. در فرآیند (CAD) سه دیسپلین به کار می رود که عبارتند از: **مدل سازی هندسی، ترسیم با کامپیوتر و طراحی**. در فرآیند (CAM) از سه دیسپلین به کار رفته در (CAD) به علاوه از دیسپلین های ساخت و تولید و اتوماسیون استفاده می شود.

## طراحی به کمک کامپیوتر

- طراحی به کمک کامپیوتر عبارت است از هر نوع فعالیت که شامل استفاده موثر از کامپیوتر - خلاقیت، طراحی، آنالیز و اصلاح طراحی، بازنگری و ارزیابی طراحی و نقشه کشی مهندسی می باشد. این سیستمهای نرم افزاری اخیراً قادرند با سرعت و به طور کامل طراحی قطعات ساده تا **پیچیده را آنالیز** کنند. کارآیی سازه هایی که در معرض بارهای ثابت، بارهای متغیر دما قرار می گیرند به طور دقیق با راندمان و سرعت بالا، آزمایش و شبیه سازی و آنالیز می شوند. اطلاعات حاصل را میتوان بایگانی کرد و مجدداً استفاده نمود و یاب به جای دیگر منتقل کرد.

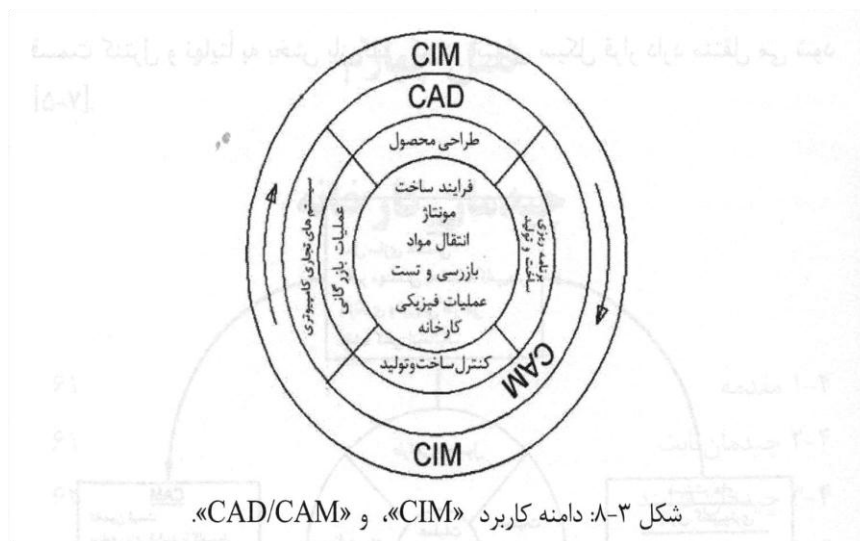


شکل ۳-۵: دیسپلین های به کار رفته در «CAD/CAM».

- 1- Computer-Aided Design (CAD)
- 2- Computer-Aided Manufacturing (CAM)
- 2- Computer-Aided Manufacturing (CAM)
- 3- Geometric Modeling, Computer Graphics and Design
- 4- Manufacturing and Automation

## سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری

- سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری (شامل تمام فعالیت‌های مهندسی و همچنین شامل تمام فعالیت‌های بازرگانی می باشد. یک سیستم ایده آل سیستمی است که تکنولوژی کامپیوتر را برای تمام عملیات ساخت و پردازش اطلاعات از دریافت سفارش ، طراحی و تولید تا تحویل محصول به مشتری به کار می برد. بعضی افراد معتقدند که این سیستم خدکات بعد از فروش را نیز دربر می گیرد



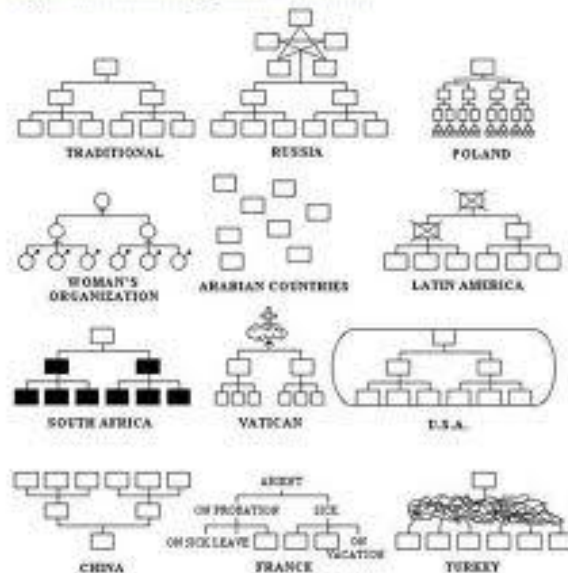
- اجزای یک سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری و رابطه آن با مدل طراحی و ساخت مجازی و سیکل پردازش اطلاعات نشان داده شده است. با توجه به این شکل اول در بخش بازرگانی، سفارش از طرف مشتری وارد یک سیستم کامپیوتری می شود. سپس مشخصات وارد شده بعنوان داده های ورودی به بخش طراحی محصول ارسال می گردد. در این بخش با استفاده از سیستم CAD محصولات جدید طراحی می شوند. بعدا اسناد طراحی که نقشه مهندسی نام دارند به کمک کامپیوتر رسم و چاپ می شوند. این نقشه ها داده های خروجی بخش طراحی و ورودی بخش مهندسی ساخت و ولید را تشکیل می دهند

### بخش مهندسی ساخت و تولید دارای دو قسمت می باشد:

- الف - قسمت برنامه ریزی ساخت و تولید و قسمت کنترل ساخت و تولید. در این بخش از اطلاعات دریافت شده برای تهیه برنامه فرآیند، طراحی ابزار و فعالیتهای مشابه جهت تولید محصول استفاده می شود. برنامه ریزی فرآیند با استفاده از یک نرم افزار و طراحی ابزار سیستم انجام می گیرد. همچنین از سیستم های کامپیوتری استفاده می شود. اطلاعات از قسمت برنامه ریزی به قسمت کنترل و نهایتاً به بخش بازرگانی که در انتهای سیکل قرار دارد منتقل می شود

Five levels	Issues	
Enterprise	MIS/DSS	} Top-down perspective
System	Transaction processing	
	MRP-II	
	FMS	
Production cell	Robotics	
	CAM - operation control	
Workstation	CAM - data collection	} Bottom-up perspective
	CAD	
Equipment	Numerical controllers	

## Organizational Management : Schemes

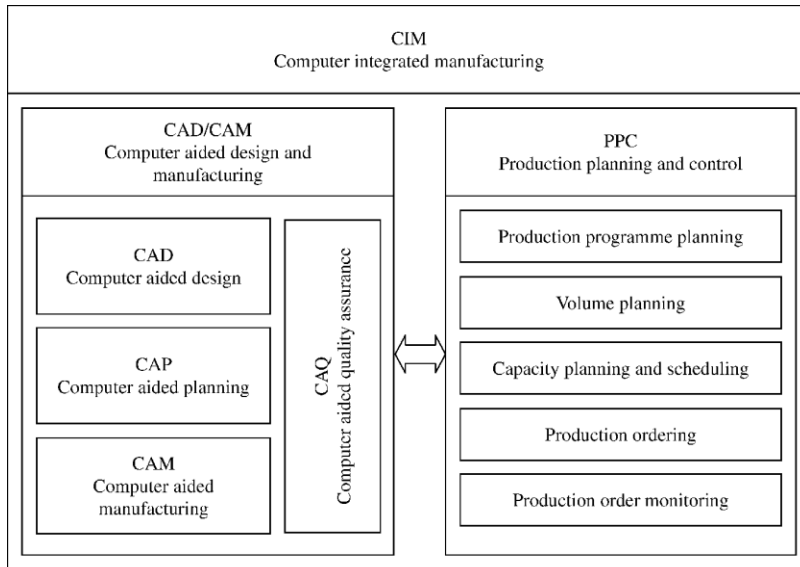


## CIM از قسمتهای مهم در

- ۱- طراحی و استقرار خطوط مونتاژ و ساخت (بازدهی بهینه- نرخ تولید بهینه)
- ۲- برنامه ریزی فرآیند (Process Planning) منظور چگونگی توالی عملیات در یک پروژه؛ برای این کار باید فرآیندهای تولید را شناخت روشهایی که میتواند خط تولید را کامپیوتری کند؛ هوش مصنوعی- سیستمهای خبره- تصمیم گیری چند معیاره [MCDM \(multi-criteria decision-making\)](#)
- ۲- برنامه نویسی قطعی Part Programming برای مثال چگونگی انجام عملیات پرس که این به NC و CNC مربوط می شود.
- ۳- طبقه بندی قطعات Group Technology این نوع از طبقه بندی سیستم کدینگ دارد
- ۴- طراحی سلولهای ساخت و تولید طراحی سلولهایی که بتوانیم Group Technology را در آنها جای دهیم
- ۵- ایجاد ارتباط بین CAD/CAM

CAD: Computer Aided Design

CAM: Computer Aided Manufacturing



Source: Milling (1997)

استراتژی تولید :

استفاده از FMS و PLC

( سیستم ساخت انعطاف پذیر )  
FMS: Flexible Manufacturing System

(کنترلر منطقی برنامه پذیر)  
PLC: Programmable Logic Control

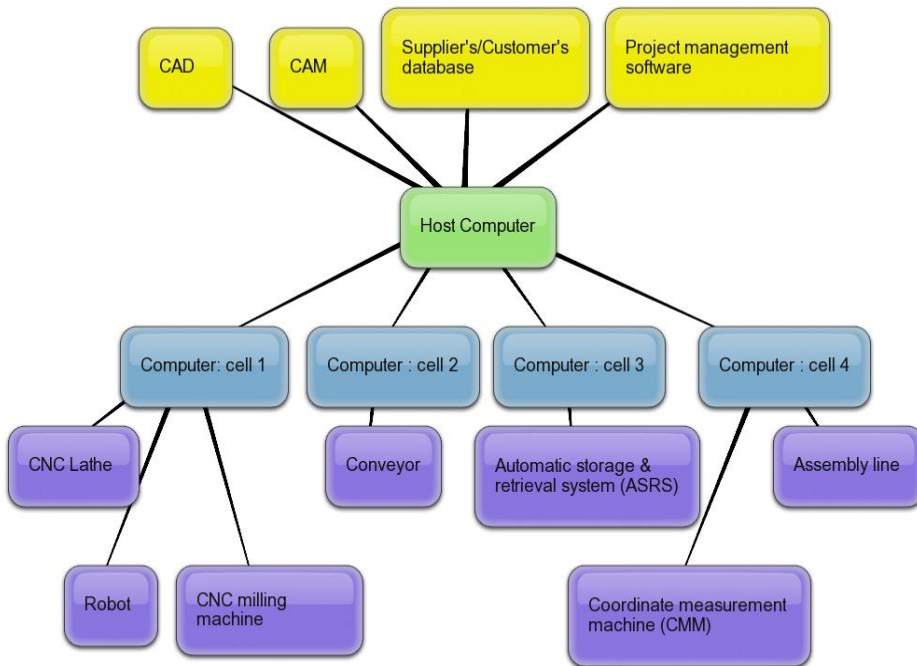
سیستم CAPP ارتباط دهنده بین CAD/CAM است

Computer Aided Process Planning CAPP:

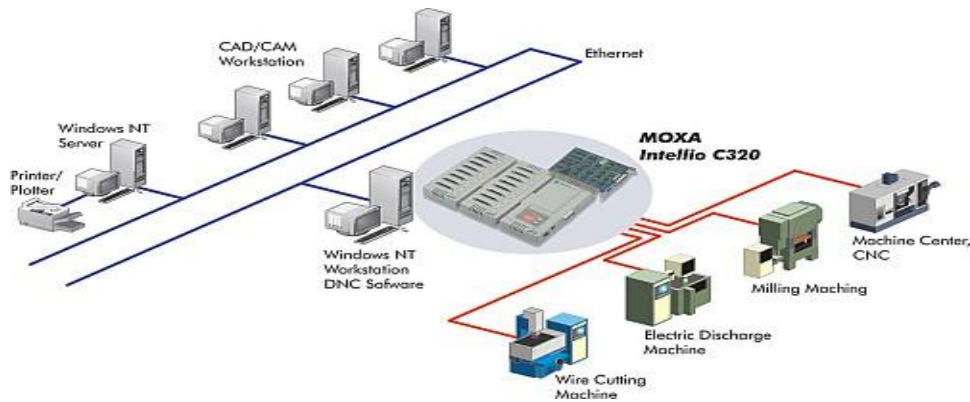
-طراحی و استقرار روباتهای صنعتی  
 -طراحی و استقرار سیستمهای پیشرفته تولیدی ترکیبی  
 مانند CIM, FMS, CIFMS

### CIFMS=CIM+FMS

تفاوت: FMS در بحث سخت افزاری مطرح می شود  
 ( اتوماسیون سخت افزاری )  
 CIM در بحث اتوماسیون نرم افزاری کاربرد دارد.

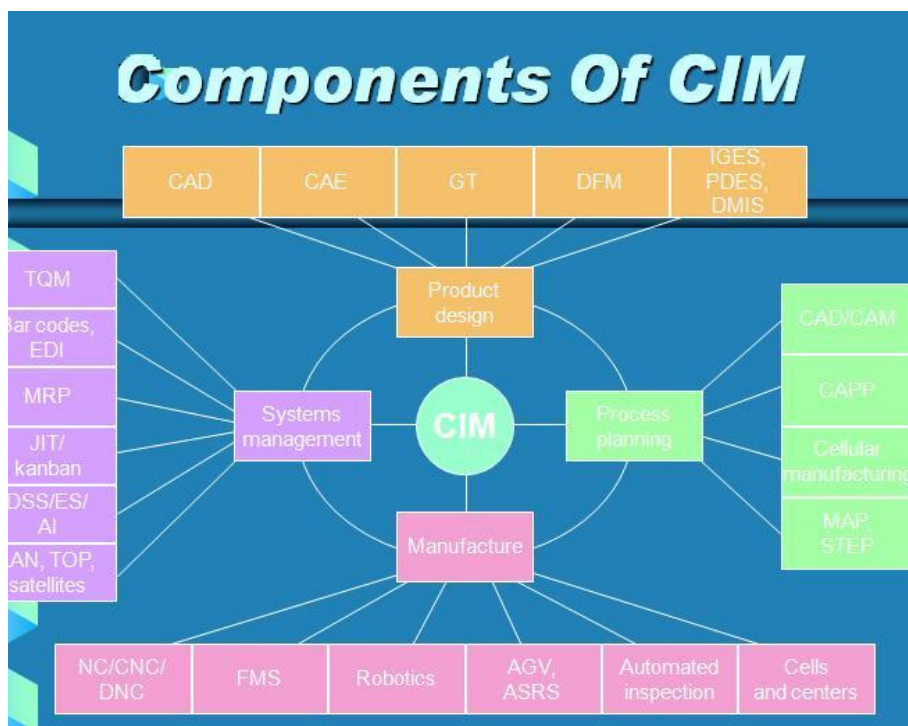


## سیستم های تولید انعطاف پذیر FMS



- در اواسط سال ۱۹۶۰ رقابت بازار کار بسیار شدید شد.
- از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ هزینه ها بسیار مورد اهمیت قرار می گرفتند. اما بعد کیفیت در اولویت قرار گرفت. و هنگامیکه سرعت دریافت، موردی شد که مشتریان به آن نیاز پیدا کردند، بازار کار بیشتر و بیشتر پیچیده تر شد.
- یک راهبرد جدیدی تنظیم شد: ( قابلیت بهبود دادن به سیستم براساس نیاز مشتری ). شرکت ها مجبور بودند در تمام کارهایشان خود را با محیط وفق دهند، تا اینکه بیشتر در اعمال خود انعطاف پذیر باشند و در بخش های مختلف بازار کار راضی باشند. (customizability).
- بنابراین ابداع FMS با تلاش برای دستیابی به منافع قابل رقابت، مرتبط شد.
- قبل از هر چیز ، FMS یک تکنولوژی تولید می باشد.





### • تاریخچه CIM :

- در سال ۱۹۷۳ مفهوم CIM اولین بار توسط دکتر هارینگتون ارائه شد. CIM از سر واژه کلمات کامپیوتر، یکپارچه سازی و تولید استخراج کرد و آنرا یک سیستم تولیدی که از مرتبط کردن و یکپارچه ساختن قسمتهای مختلف تولید توسط کامپیوتر تعریف کرد .
- تا سال ۱۹۸۰ فقط به صورت یک مفهوم کلی میان محققان و دانشمندان مورد بررسی قرار گرفت پس از اجرای این سیستم و انجام آزمایشات مختلف در صنایع دفاعی امریکا در سال ۱۹۷۵ و نتایج قابل قبول آن، از سال ۱۹۸۰ به بعد اجرای این سیستم تولیدی در شرکت های بزرگ شروع شد .
- تا سال ۱۹۹۰ سیستمهای یکپارچه تولیدی CIM ارائه شده بیشتر مبتنی بر

- **تعریف CIM:**
- توصیف CIM به میزان زیادی بستگی به زمینه تجربی و دیدگاه توصیف کنندگان آن دارد:
- جامعه سیستم های کامپیوتری (CASA/SME1975):
- کمکی که کامپیوتر برای یکپارچه کردن فعالیت های داخل یک شرکت و جمع آوری اطلاعات و مدیریت شرکت انجام می دهد را CIM میگویند.
- کمیسیون اروپا در پروژه اسپریت (۱۹۸۲)، CIM را اینگونه تعریف می کند:
- CIM بیانگر کامپیوتری کردن فراگیر سیستم های تولید است این سیستم توسط یک پایگاه به یکپارچه سازی فعالیتهای مثل طراحی، ساخت، برنامه ریزی و مهندسی به کمک کامپیوتر، انجام تستها، تعمیرات و مونتاژ می پردازد.
- از نظر هاون براون (۱۹۸۴): CIM عبارت است از:
- به کارگیری یکپارچه اتوماسیون، مدیریت تولید و موجودی و مدیریت منابع مالی. فعالیتهای مزبور شامل طراحی محصول تا فرایند تولیدی و در نهایت توزیع آن است.

- تعریف کلیکه امروزه از CIM وجود دارد عبارت است از:
- **CIM تکنولوژی است که در آن از کامپیوتر و ارتباطات شبکه ای برای اتصال اجزاء مختلف یک سیستم تولیدی و جزایر اتوماسیون موجود در آن استفاده می شود تا یک سیستم یکپارچه ایجاد نماید.**

- **رویکرد CIM در تولید:**
- تولید یکپارچه مبتنی بر کامپیوتر دارای زیر مجموعه های زیر می باشد:
- سیستم های مالی و اداری (برنامه و بودجه، هزینه یابی و ..)
- سیستم های پشتیبانی مهندسی (طراحی محصول، مهندسی به کمک کامپیوتر CAE و ..)
- مدیریت تولید (هماهنگ سازی فعالیت های تولیدی، تعادل بین سرمایه، کارایی فرایند و خدمات مشتری)
- سیستم های اجرایی (ساخت به کمک کامپیوتر، تست و ارزیابی، ربات ها و ..)
- تولید یکپارچه مبتنی بر کامپیوتر به معنی کاربرد کامپیوتر و بهره گیری از شبکه های ارتباطی در کلیه فعالیت های داخلی یک کارخانه است.
- CIM یک فرآیند کلی است که بر روی استفاده از کامپیوتر در خود کارسازی کارخانه تأکید می کند.
- مخالفان CIM معایب یک سیستم CIM را به شرح زیر می دانند :
- هزینه بالای خرید تکنولوژی و تجهیزات هنگام شروع کار، مهمترین عیب این سیستم می باشد.
- زمان زیاد نصب تجهیزات و سیستم های ارتباطی
- نیاز به نیروی متخصص و هزینه آموزش
- طراحی دوباره خطوط تولید قبلی
- ولی شرایط کنونی بازار و محیط جدید تولید نیاز به یک سیستم انعطاف پذیر را ضروری می دانند موافقان CIM این سیستم تولیدی را یکی از راهکارهای اصلی برای بقاء در عرصه رقابت و آینده می دانند.
- شاید هزینه ی اولیه ی خریداری تجهیزات و راه اندازی و طراحی اولیه زیاد باشد ولی با ایجاد یک مکانیزم صنعتی و بالا بردن نرخ تولید سود دهی کارخانه را بالا می برد

- **مزایای CIM :**
- سوددهی بالا
- کاهش نیروی انسانی
- افزایش استفاده از ماشین آلات
- کاهش ضایعات و دوباره کاری
- افزایش ظرفیت کارخانه
- کم کردن اشتباهات
- کم کردن هزینه گارانتی
- کاهش زمان انبارداری
- افزایش کیفیت محصولات
- کاهش زمان بیکاری
- کاهش زمان بیکاری قطعات
- کاهش هزینه در جریان کار و غیره
- کاهش سرمایه گذاری در موجودیهای تولیدی با بکارگیری روشهای JIT
- ایمن شدن محیط کار
- بهتر شدن دید مشتری نسبت به کارخانه و بهبود خدمات رسانی به مشتری
- افزایش انعطاف پذیری در برنامه ریزی و تولید
- افزایش امنیت شغلی
- افزایش روحیه کارکنان

- با معرفی اینترنت و شبکه‌های اطلاع‌رسانی، صنعت ساخت از IT برای افزایش رقابت در بازار جهانی استفاده خواهد کرد و می‌توان انتظار نتایج زیر را در آینده نزدیک داشت:
- شرکتهای تولیدیکوچک شده و سرمایه‌گذاری خود را با تمرکز بر IT افزایش می‌دهند
- شرکتهای موفق با یکدیگر به طور شفاف عمل می‌کنند و از طریق اینترنت تلفیق می‌شوند به طوریکه مشتریان آنها فکر کنند آنها یک شرکت هستند.
- شرکتهایی تولیدی بسیاری نخواهند توانست در این محیط به رقابت بپردازند لذا از گردونه تجارت خارج خواهند شد، چرا که IT هنوز در ابتدای رشد خود بوده و گستردگی آن روز به روز افزایش می‌یابد.
- اتوماسیون یا خودکار سازی، به کاربردن هرگونه ابزار و وسایلی را گویند که سبب تسریع زمان، حرکت در فرآیند تولید شود

• اتوماسیون دارای اهداف عمده به قرار زیر است :

• **الف-اهداف اصلی:**

• **ب- اهداف فرعی:**

- - عملیات دقیقتر و بهتر
- - افزایش ظرفیت تولید
- - ارتقای شرایط کار
- - ارتقای کیفیت در تولید
- - افزایش مقدار فروش
- - کاهش هزینه‌های تولید

- **انواع اتوماسیون :**
- عمل اتوماسیون به پنج دسته تقسیم می‌شود که مبنای این تقسیم بندی بر اساس روشهای برنامه‌ریزی پروژه و تولید محصول است :
- الف- اتوماسیون در تولیدات پیوسته
- - محصول با حجم متوسط و قیمت متوسط تولید می‌شود (مانند کارخانجات شیمیایی و پالایشگاهی)
- ب- اتوماسیون در تولیدات انبوه
- - محصول با حجم بسیار زیاد و قیمت بسیار کم تولید می‌شود . (مانند کارخانجات مونتاژ اتومبیل و لوازم خانگی)
- ج- اتوماسیون در تولیدات دسته‌ای
- - محصول با حجم نسبتاً کم و با قیمت نسبتاً بالایی تولید می‌شود. (مانند کارخانجات و کارگاههای ماشین سازی و فلز کاری)
- د- اتوماسیون در تولیدات تک محصولی یا سفارشی
- ه- محصول در کمترین حجم و با بالا ترین قیمت تولید می‌شود. (مانند کارخانجات کشتی سازی، هواپیما سازی و ساختمان سازی)

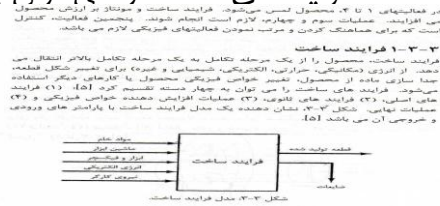
- **نقش فناوری اطلاعات و اینترنت در اتوماسیون:**
- در مهندسی اتوماسیون صنعتی از فناوریهای اینترنت - به مانند خود اینترنت - بطور موفقیت آمیزی استفاده و بهره برداری می‌شود و این امر در حال رشد و فزونی است . در این قسمت به تکنولوژیهای اینترنت که مورد استفاده قرار می‌گیرند و راه حل‌های مشخصی در مورد سیستمها و محصولات اشاره می‌شود .
- زبان متا، XML Extensible Markup Language با گسترده شدن شبکه تار عنکبوتی جهان گستر (WWW) به ضرورتی برای تشریح صفحات اینترنت با زبانی واحد که مستقل از سیستم عامل باشد، بدل گشته است.
- در ابتدا HTML که بر مبنای SGML Standard Generalized Markup Language بود مطرح شد. مطالبوچگونگیارتباطبا HTML توصیف می شدند. به علت برخی معایب مانند پیچیدگی زیاد، عدم تفکیک مطالب و کمبود مطالب گرافیکی زبان متا، XML به عنوان استاندارد بین المللی در سال ۱۹۹۸ در کنسرسیوم WWW معرفی شد.

- - اجزاء CIM :
- ۲-۸- کامپیوتر:
- کامپیوتر به عنوان پایه اصلی جزایر اتوماسیون و تجهیزات یکپارچه سازی در CIM است. کامپیوتر در CIM دوتنقش اصلی دارد یکی آن کمک می کند به فرآیندها و دیگری آنکه می توان از آن در سطوح مختلف استفاده کرد . یکی سطح عملیاتی می باشد مثل تست به کمک کامپیوتر و تولید به کمک کامپیوتر و طرح ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر و اندازه گیری به کمک کامپیوتر و... و دیگری در سطح کارخانه مثل : انبارداری به کمک کامپیوتر و استفاده از سیستم های تولید انعطاف پذیر و سیستم های انباشت و برداشت خودکار و سیستم های حساب داری و...
- در CIM از انواع PC و مینی کامپیوترها به طور مستقیم بافرآیندها ، کامپیوترهای ارتباطی یا پیرو جهت ارتباط دادن کامپیوتری و تجهیزات بخش تولید به بخش های دیگر و MAIN FRAME یا سوپر کامپیوتر ها استفاده می شود .
- سیستم مورد استفاده در CIM یک سیستم باز است .

- جزایر اتوماسیون :
- مجموعه ای از زیر سیستم های یکپارچه و خودکار شده در کارخانه است که از ارتباط آنها به کمک یک پایگاه داده ای مرکزی و سیستم های ارتباطی سیستم تولید یکپارچه بوجود می آید .
- مثل: , CNC .CAPP .CAM . CAD . AS/RS , Automation office , Robotic ,GT,CAQC

- **اداره ی اتوماسیون (Automation Office):**
- که متشکل از یک ترمینال ساده کامپیوتری است که تمام اسناد و اطلاعات موجود در سطح کارخانه را کنترل می کند و انتقال دهنده آنها به سیستم های مدیریت تولید می باشد. توسط این قسمت نیاز و احتیاجات قسمت های مختلف ثبت می شود. از وظایف این قسمت می توان به تعیین ظرفیت لازم کارخانه ، برنامه ریزی عملیاتها ، فروش ، نگهداری و تعمیرات نام برد.

- **فرآیند ساخت**
- فرآین ساخت محصول را از یک مرحله تکامل به یک مرحله تکامل بالاتر انتقال می دهد. از انرژی (مکانیکی ، حرارتی ، الکتریکی ، شیمیایی و غیره) برای تغییر شکل قطعه، جداسازی ماده از محصول، تغییر خواص فیزیکی محصول یا کارهای دیگر استفاده می شود. فرآیندهای ساخت را می توان به چهار دسته تقسیم کرد: (۱) فرآیند های سنگین، (۲) فرآیند های متوسط، (۳) عملیات افزایش دهنده خواص فیزیکی و (۴) عملیات نهایی. شکل ۳-۳ نشان دهنده یک مدل فرآیند ساخت یا پارامتر های ورودی و خروجی آن می باشد.



- **فرآیندهای اصلی**
- فرآیندهای اصلی آنهایی هستند که به قطعه کار، شکل اولیه را می دهند. ریخته گری فلز و قالب گیری پلاستیک، نمونه ای از فرآیندهای اصلی هستند. معمولاً برای به دست آوردن شکل نهایی و ابعاد دقیق محصول به فرآ-۰/پگکججیندهای اضافی نیاز است.

- **فرآیندهای ثانوی:**
- فرآیندهای ثانوی بعد از فرآیندهای اصلی به کار گرفته می شوند تا شکل نهایی را به محصول بدهند نمونه از این فرآیندها عبارتند از ماشینکاری سنتی (مثل گرد تراشی، سوراخکاری و فرز کاری) ماشینکاری غیر سنتی (مثل ماشینکاری باتخلیه الکتریکی، ماشینکاری فرسوتی و ماشینکاری شیمیایی) پرسکاری (مثل برشکاری، خمکاری کشش عمیق) و تغییر شکل حجمی (مثل: فورجینگ، اکستروژن و نورد



- **عملیات افزایش دهنده خواص فیزیکی:**
- به عملیاتی گفته می شود که خواص فیزیکی محصول را افزایش می دهد ولی شکل فیزیکی محصول را تغییر نمی دهد. برای مثال: عملیات حرارتی را می توان نام برد.
- **عملیات نهایی:**
- هدف از عملیات نهایی، اصلاح ظاهر قطعه و یا پوشش دادن قطعه به منظور محافظت از آسیب دیدن آن می باشد. برای مثال آبکاری فلزات را می توان نام برد.

- **عملیات مونتاژ:**
- عملیات مونتاژ جزو دومین عملیات مهم در ساخت محسوب می شوند. برای مثال در عملیات مونتاژ مکانیکی از پیچ و میخ پرچ استفاده می شود. عملیاتی مانند جوشکاری ، لحیم کاری و لحیم کاری زرد، جزو مونتاژ متالورژیکی هستند

### • انتقال ماده و ذخیره سازی:

- یک وسیله انتقال دهنده و ذخیره سازی مواد بین عملیات فرآیند و مونتاژ لازم است. در اکثر کارخانه های ساخت و تولید زمان انتقال مواد و ذخیره سازی، بیشتر از زمان فرآیند می باشد. در بعضی از حالتها بیشترین هزینه کارگر در کارخانه صرف جابجایی و انتقال و ذخیره سازی مواد می شود

### • بازرسی و تست:

- بازرسی و تست بخشی از کنترل کیفیت می باشند. هدف از بازرسی این است که ببینیم آیا محصولات تولید شده مطابق با استانداردها و مشخصات طراحی ساخته شده اند یا خیر. برای مثال بازرسی نشان می دهد که ابعاد واقعی یک قطعه مکانیکی در حدود تolerانس نقشه مهندسی آن قطعه می باشد یا نمی باشد. به طور کلی تست به مشخصات کاری یک محصول تولید شده مربوط می شود و به یک قطعه از قطعات آن بستگی ندارد. برای مثال تست نهایی نشان می دهد که عملیات و مارایی محصول ساخته شده با خواسته های طراح مطابقت دارد یا ندارد

- **کنترل:**
- کنترل در ساخت و تولید شامل مرتب کردن عملیات فرآیند و مونتاژ به طور جداگانه و فعالیتهای مدیریتی در سطح کارخانه می باشد.
- کنترل در سطح فرآیند عبارتست از تامین نمودن ورودی فرآیند به طور صحیح برای نایل شدن به اهداف کارایی مشخص.
- کنترل در سطح کارخانه شامل استفاده موثر از کارگر نگهداری مسایل انتقال مواد در کارخانه، تحویل محصولات خوب در زمان تعیین شده طبق برنامه و باقی نگهداشتن هزینه عملیات در حداقل ممکن می باشد. کنترل ساخت در سطح کارخانه حد واسطی است بین عملیات فیزیکی و فعالیتهای پردازش اطلاعات

- **پردازش اطلاعات در ساخت و تولید:**
- بسیاری از شرکتها صدها محصول متفاوت می سازند که هر یک شامل چندین قطعه است. هماهنگ کردن تمام فعالیتهای منفرد برای ساخت، مونتاژ و تحویل محصول به مشتری کار بسیار دشواری است و این یک مسئله پردازش اطلاعات است. شکل ۳-۴ یک سیکل فعالیتهای پردازش اطلاعات در یک کارخانه ساخت و تولید قطعات مجزا را نشان می دهد که بعد از عملیات مونتاژ به مشتری تحویل داده می شوند. سیکل پردازش اطلاعات شامل چهار فعالیت می باشد: (۱) فعالیتهای تجاری و با... (۲) ... (۳) برنامه ریزی برای ساخت و تولید (۴)



### • **فعالیت‌های بازرگانی:**

- فعالیتهای بازرگانی عوامل اصلی ارتباط با مشتری هستند لذا ابتدا و انتهای سیکل پردازش اطلاعات را تشکیل می دهند. این فعالیت ها عبارتند از: فروش و بازاریابی،، پیش بینی فروش ، دریافت سفارش ، حسابداری ، صدور صورتحساب و غیره. سفارش تولید بصورت یکی از حالت‌های زیر می باشد:
- ۱- سفارش ۰- /پگججحساخت یک محصول مطابق با مشخصات مشتری.
- ۲- سفارش مشتری برای خرید یک یا چند محصول انحصاری شرکت تولید کننده.
- ۳- سفارش مشتخری براساس پیش بینی تقاضا در آینده برای خرید

### • **طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر:**

- طراحی به کمک کامپیوتر و ساخت به کمک کامپیوتر شامل استفاده از کامپیوتر دیجیتالی برای به انجام رساندن کارهای طراحی و ساخت می باشد. (CAD / CAM) شامل دو دیسپلین جدا از هم به نام های (CAD) و (CAM) می باشد که هر یک به طور جداگانه به وجود آمده اند و بعدا به صورت یک سیستم کامپیوتری یکپارچه درآمده اند. این سیستم نه تنها فازهای مشخصی در طراحی و ساخت را اتوماتیک می کند بلکه انتقال داده ها از قسمت طراحی به قسمت ساخت را نیز اتوماتیک می نماید. در فرآیند (CAD) سه دیسپلین به کار می رود که عبارتند از : مدل سازی هندسی، ترسیم با کامپیوتر و طراحی. در فرآیند (CAM) از سه دیسپلین به کار رفته در (CAD) به علاوه از دیسپلین های ساخت و تولید و

## • طراحی به کمک کامپیوتر:

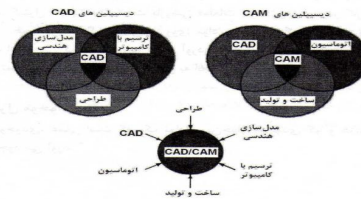
- طراحی به کمک کامپیوتر عبارت است از هر نوع فعالیت که شامل استفاده موثر از کامپیوتر به منظور خلاقیت، طراحی، آنالیز و اصلاح طراحی، بازنگری و ارزیابی طراحی و نقشه کشی مهندسی می باشد. این سیستم‌های نرم افزاری اخیرا قادرند با سرعت و به طور کامل طراحی قطعات ساده تا پیچیده را آنالیز کنند. کارآیی سازه هایی که در معرض بارهای ثابت، بارهای متغیر دما قرار می گیرند به طور دقیق با راندمان و سرعت بالا، آزمایش و شبیه سازی و آنالیز می شوند. اطلاعات حاصل را میتوان بایگانی کرد و مجدداً استفاده نمود و یاب به جای دیگر منتقل کرد. فرآیند طراحی سنتی به طور کلی شامل

شکل ۳-۵

## • طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر

- ساخت به کمک کامپیوتر عبارت است از استفاده موثر از تکنولوژی کامپیوتر برای برنامه ریزی فرآیند، برنامه نویسی برای ماشین های کنترل عددی (NC) و ماشین های کنترل عددی به کمک کامپیوتر (CNC) برنامه ریزی بریا ماده مورد نیاز، تهیه برنامه زمان بندی شده تولید، کنترل تولید به کمک کامپیوتر، کنترل فرآیند به کمک

نعتی و کمک به مدیریت



شکل ۳-۵: دیسپلین های به کار رفته در «CAD/CAM».

## • سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری

- سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری (CIM) شامل تمام فعالیتهای مهندسی (CAD/CAM) و همچنین شامل تمام فعالیتهای بازرگانی می باشد. یک سیستم (CIM) ایده آل سیستمی است که تکنولوژی کامپیوتر را برای تمام عملیات ساخت و پردازش اطلاعات از محصول به مشتری به کار خدکات بعد از فروش را



- اجزای یک سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری و رابطه آن با مدل طراحی و ساخت مجازی و سیکل پردازش اطلاعات نشان داده شده است. با توجه به این شکل اول در بخش بازرگانی ، سفارش از طرف مشتری وارد یک سیستم کامپیوتری می شود. سپس مشخصات وارد شده بعنوان داده های ورودی به بخش طراحی محصول ارسال می گردد. در این بخش با استفاده از سیستم (CAD) محصولات جدید طراحی می شوند. بعدا اسناد طراحی که نقشه مهندسی نام دارند به کمک کامپیوتر رسم و چاپ می شوند. این نقشه ها داده های خروجی بخش طراحی و ورودی بخش مهندسی ساخت و تولید را تشکیل می دهند. بخش مهندسی ساخت و تولید دارای دو قسمت می باشد: الف - قسمت برنامه ریزی ساخت و تولید و قسمت کنترل ساخت و تولید. در این بخش از اطلاعات دریافت شده برای تهیه برنامه فرآیند، طراحی ابزار و فعالیتهای مشابه جهت تولید محصول استفاده می شود. برنامه ریزی فرآیند با استفاده از یک نرم افزار (CAPP) و طراحی ابزار با استفاده از یک سیستم (CAD) انجام می گیرد. همچنین از سیستم های کامپیوتری (MRP) و (Scheduling) استفاده می شود. اطلاعات از قسمت برنامه ریزی به قسمت کنترل و نهایتا به بخش بازرگانی که در انتهای سیکل قرار دارد منتقل می شود

- این نقشه ها داده های خروجی بخش طراحی و ورودی بخش مهندسی ساخت و ولید را تشکیل می دهند. بخش مهندسی ساخت و تولید دارای دو قسمت می باشد: الف - قسمت برنامه ریزی ساخت و تولید و قسمت کنترل ساخت و تولید. در این بخش از اطلاعات دریافت شده برای تهیه برنامه فرآیند، طراحی ابزار و فعالیتهای مشابه جهت تولید محصول استفاده می شود. برنامه ریزی فرآیند با استفاده از یک نرم افزار (CAPP) و طراحی ابزار با استفاده از یک سیستم (CAD) انجام می گیرد. همچنین از سیستم های کامپیوتری (MRP) و (Scheduling) استفاده می شود. اطلاعات از قسمت برنامه ریزی به قسمت کنترل و نهایتا به بخش بازرگانی که در انتهای سیکل قرار دارد منتقل می شود.

### • هوش مصنوعی:

- هوش مصنوعی (AI) شامل استفاده از ماشین و کامپیوتر به جای انسان است. سیستم های کنترل شده کامپیوتری قادرند از تجربه بیاموزند و برای عملیات بهینه و حداقل قیمت تصمیم گیری نمایند. سیستم های خبره نمونه ای از برنامه های کامپیوتری باهوش هستند که قادرند مسائل گوناگون را حل نمایند. اخیرا از آنها در هدایت موشک و در تشخیص و درمان بیماریها و همچنین شناسایی و رفع مسائل کارایی ماشین استفاده می کنند

## • تحلیل خطوط تولید اتوماتیک

- مقدمه
- اصطلاحات کلی و آنالیز کارائی خط جریان
- آنالیز خطوط انتقال بدون انبار موقت
- روش حد بالا
- روش حد پایین
- خطوط انتقال نیمه اتوماتیک
- آنالیز خطوط انتقال اتوماتیک یا انبار موقت

### • مقدمه:

- در آنالیز خطوط انتقال (جریان) اتوماتیک دو نوع مسئله باید تشخیص داده شود.
- **مسئله اول:** این مسئله به فرآیندهای تولید در خط تولید مربوط می شود. برای مثال یک خط انتقال مواد برای انجام یک سری عملیات ماشینکاری در نظر گرفته می شود، این تکنولوژی شامل مشخصات صحیح برای به کار گرفتن ابزارهای تراش، تالوژی و قابلیت ماشینکاری مواد، منترل تراشه، اقتصاد ماشینکاری، ارتعاش ماشین ابزار و غیره می باشد.
- **مسئله دوم:** مسئله دوم مربوط به طراحی و راه اندازی خط جریان است که شامل مسائلی از قبیل اطمینان در کارکردن یک خط جریان اتوماتیک و بالانس خط می باشد. چون خط دارای یک مکانیزم کاری است، خرابی آن باعث متوقف کردن تمام خط تولید می شود. برای مثال اثر تعداد ایستگاههای کاری روی کارایی خط، استفاده از انبار های موقت برای بهبود خط تولید، اثر کیفیت قطعه بر روی کار یک ماشین مونتاژ اتوماتیک، اثر به کار گرفتن ایستگاههای کاری دستی در یک خط

اتوماتیک



## • اصطلاحات کلی و آنالیز کارائی خط انتقال مواد

- کارائی خط انتقال مواد با سه معیار اندازه گیری مهم آنالیز می شود.
- این معیارها عبارتند از:
- الف - میانگین نرخ تولید
- ب - راندمان خط
- ج - هزینه یک قطعه تولید شده در خط

• برای شروع آنالیز یک تعداد مشخصات اصلی در ارتباط با کار خط انتقال مواد باید فرض شود. این فرضیات در زیر خلاصه شده اند:

- ۱- سیستم انتقال، یک سیستم هماهنگ است.
- ۲- اول قطعات، به ترتیب وارد اولین ایستگاه کاری می شوند و پس از انجام عملیات بر روی آنها در یک فاصله زمانی معینی به ایستگاه های کاری بعدی منتقل می شوند.
- ۳- فاصله زمانی ذکر شده در بند ۲ را زمان سیکل ایده آل یا زمان سیکل تئوری گویند و با (TC) نشان می دهیم. در خط به اضافه طولانی ترین زمان در ایستگاههای کاری متفاوت است.

• ۴- به خاطر خرابی خط، میانگین زمان تولید حقیقی ( $T_p$ ) طولانی تر از زمان سیکل ایده آل ( $T_c$ ) خواهد بود. اگر یک ایستگاه خراب شود فرض می کنیم که تمام خط از کار افتاده است.

• ۵- فرض می کنیم ( $T_d$ ) میانگین زمان توقف یک خط باشد. چون احتمال بیش از یک خرابی در توقف یک خط وجود دارد. راحت تر است که از ( $T_{dj}$ ) بجای ( $T_d$ ) استفاده شود. حرف (j) برای تشخیص علت خرابی بکار

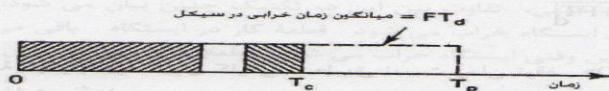
- - میانگین زمان توقف یک ماشین در سیکل، به دلیل (j) مساوی است با:

$$(F_j) \times (T_{dj})$$

- ۸- اگر یک دلیل برای توقف در ماشین انتقال وجود داشته باشد میانگین زمان تولید از رابطه زیر بدست می آید.
- ۹- اگر دلایل متعددی در توقف خط انتقال وجود داشته باشد میانگین زمان تولید از رابطه زیر محاسبه می شود:
- ۱۰- یکی از معیارهای مهم اندازه گیری در کارائی یک خط انتقال میانگین نرخ تولید می باشد ( $R_p$ ) ما باید بین این نرخ تولید که مقدار واقعی خروجی ماشین را نشان می دهد و نرخ تولید ایده آل (تئوری) فرق بگذاریم. میانگین نرخ تولید واقعی ( $R_p$ ) به میانگین زمان تولید واقعی ( $T_p$ ) بستگی دارد.

$$T_p = T_c + FT_d \quad (۲-۶)$$

تر این توقف روی زمان سیکل در شکل ۶-۲، نشان داده شده است.



شکل ۶-۲: میانگین زمان تولید (زمان سیکل به اضافه زمان توقف).

۹- اگر دلایل متعددی در توقف خط انتقال وجود داشته باشد، میانگین زمان تولید از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$T_p = T_c + \sum_j F_j T_{dj} \quad (۳-۶)$$

۱۰- یکی از معیارهای مهم اندازه گیری در کارائی یک خط انتقال میانگین نرخ تولید می باشد « $R_p$ ». ما باید بین این نرخ تولید که مقدار واقعی خروجی ماشین را نشان می دهد و نرخ تولید ایده آل (تئوری) فرق بگذاریم. میانگین نرخ تولید واقعی « $R_p$ » به میانگین زمان تولید واقعی « $T_p$ » بستگی دارد.

$$R_p = \frac{1}{T_p} \quad (۴-۶)$$

۱۱- نرخ تولید ایده آل (تئوری) یک خط جریان که به ندرت در عمل به دست می آید از معادله زیر محاسبه می شود.

$$R_c = \frac{1}{T_c} \quad (۵-۶)$$

۱۲- دومین معیار اندازه گیری راندمان خط انتقال « $E$ » می باشد که از معادله زیر حاصل می شود.

$$E = \frac{T_c}{T_p} = \frac{T_c}{T_c + FT_d} \quad (۶-۶)$$

۱۳- یک گزینه دیگر اندازه گیری کارائی از طریق نسبت زمان توقف « $D$ »، در خط به صورت زیر نوشته می شود.

$$D = \frac{FT_d}{T_p} = \frac{FT_d}{T_c + FT_d} \quad (۷-۶)$$

۱۴- جمع دو معیار اندازه گیری کارائی مساوی یک می شود.

$$E + D = 1 \quad (۸-۶)$$

۱۵- سومین معیار اندازه گیری کارائی یک خط جریان، هزینه به ازاء یک محصول تولید شده است. فرض می کنیم « $C_m$ »، قیمت مواد خام یک محصول باشد. « $C_L$ »، هزینه کار کردن خط تولید در یک دقیقه باشد ( هزینه کارگر، سرباره، نگهداری، سرمایه گذاری اولیه و غیره). هزینه مواد مصرفی مثل ابزار، به ازاء یک قطعه تولید شده، با « $C_t$ »، نشان داده می شود. در نتیجه، هزینه کل یک قطعه تولید شده « $C_{pc}$ » برابر است با.

$$C_{pc} = C_m + C_L T_p + C_t \quad (۹-۶)$$

در این معادله، هزینه های قراضه یا اسقاطی، بازرسی و تعمیر در نظر گرفته نشده است و یک روش محاسبه مستقیم است.

قطعه عمل مونتاژ انجام می دهند، این تعداد توقف خط به ازای یک قطعه که از خط عبور می کند مساوی است با تکرار (فرکانس) توقف خط در سیکل «F»، بنابراین،

$$F = \sum_{i=1}^n P_i \quad (10-6)$$

اگر احتمال « $P_i$ » برای همه ایستگاهها مساوی باشد ( $P_1 = P_2 = \dots = P_n = P$ )، در نتیجه، فرکانس «F» (تعداد توقف خط) مساوی است با،

$$F = nP \quad (11-6)$$

### • روش حد پایین:

- روش حد پایین تعداد توقف در خط را در یک سیکل با حد پایین تخمین می زند. در این روش فرض می شود که خرابی یک خط باعث از بین بردن یک قطعه می شود. برای مثال می توان شکستن یک مته در قطعه در حین عمل سوراخکاری را نام برد. در این حالت ابزار شکسته شده در ایستگاه باید عوض شود و قطعه کار برای تعمیر از خط بیرون آورده شود، در نتیجه نمی توان آنرا به ایستگاه بعدی منتقل کرد

- خطوط انتقال نیمه اتوماتیک:
- تعداد زیادی خطوط انتقال در صنعت وجود دارند که دارای ایستگاه های کاری اتوماتیک و دستی هستند. این نوع خطوط به دو دلیل وجود دارند:
- ۱- مکانیزه کردن یک خط انتقال دستی، اغلب به تدریج انجام می گیرد.
- ۲- دومین دلیل نیمه اتوماتیک جنبه اقتصادی دارد.
- در اینجا آنالیز یک خط انتقال نیمه اتوماتیک با فرضیات زیر و بدون انبار موقت انجام می گیرد.
- احتمالاً خرابی ایستگاه اتوماتیک  $P =$

- تعداد ایستگاههای اتوماتیک در خط  $n_a =$
- تعداد ایستگاههای دستی در خط  $n_o =$
- هزینه به کار گرفتن خط در دقیقه  $C_L$  (دستمزد کارگر، سرمایه گذاری و هزینه سرباره).
- هزینه کارگر در ایستگاه دستی در دقیقه  $C_o =$
- هزینه هر ایستگاه کاری اتوماتیک در دقیقه  $C_{as} =$
- هزینه مکانیزم خط انتقال در دقیقه  $C_{at}$  (تمام ایستگاههای اتوماتیک و دستی)
- جمع هزینه های به کار گرفتن خط  $C_L =$ 
  - $C_L = n_o C_o + n_a C_{as} + C_{at}$
- برای بدست آوردن زمان تولید زمان سیکل ایده آل را با زمان توقف در سیکل جمع می کنیم.
  - $T_p = T_c + FT_d = T_c + n_a PT_d$
- استفاده از  $(n_a)$  نشان می دهد فرض بر این است که خرابی در ایستگاههای دستی بوقوع نمی پیوندد. معادله بالا از روش حد بالا بدست آمده است. با جایگزین کردن دو معادله بالا در معادله ۶-۹ هزینه یک محصول بدست می آید.
  - $C_{PC} = C_m + C_L T_p + C_t$
  - $C_{PC} = C_m + (n_o C_o + n_a C_{as} + C_{at})(T_c + n_a PT_d) + C_t$  (۶-۱۹)

### • آنالیز خطوط انتقال اتوماتیک با انبار موقت

- یکی از روشهایی که می تواند راندمان خطوط انتقال را بالا ببرد استفاده از یک یا چند انبار موقت بین ایستگاههای کاری در طول خط تولید می باشد. این انبارها یک خط را به چند قسمت تقسیم می کنند. اگر یک انبار به کار رود یک خط به دو قسمت و اگر دو انبار به کار رود یک خط به سه قسمت تقسیم می شود. برای یک خط ( $n$ ) قسمتی، تعداد انبارهای موقت مساوی ( $n-1$ ) خواهد بود. این تعداد شامل انبار قطعات خام ( این انبار در ورودی خط جریان قرار دارد) و انبار قطعات تمام شده ( این انبار در انتهای خط جریان واقع شده است) نمی باشد. در یک خط انتقال بدون انبار موقت، ایستگاه ها به یکدیگر وابسته هستند. وقتی یک ایستگاه خراب بشود، روی سایر ایستگاهها اثر می گذارد. این اثر می تواند فوری باشد و یا این که بعد از چند سیکل کاری موثر واقع شود. توقف در ایستگاه های دیگر، به یکی از

- اگر یک انبار به کار رود یک خط به دو قسمت و اگر دو انبار به کار رود یک خط به سه قسمت تقسیم می شود. برای یک خط ( $n$ ) قسمتی، تعداد انبارهای موقت مساوی ( $n-1$ ) خواهد بود. این تعداد شامل انبار قطعات خام ( این انبار در ورودی خط جریان قرار دارد) و انبار قطعات تمام شده ( این انبار در انتهای خط جریان واقع شده است) نمی باشد. در یک خط انتقال بدون انبار موقت، ایستگاه ها به یکدیگر وابسته هستند. وقتی یک ایستگاه خراب بشود، روی سایر ایستگاهها اثر می گذارد. این اثر می تواند فوری باشد و یا این که بعد از چند سیکل کاری موثر واقع شود. توقف در ایستگاه های دیگر، به یکی از دو دلیل زیر اتفاق می افتد.

- **الف - گرسنگی ایستگاه ها:** اگر یک ایستگاه کاری، به علت نداشتن قطعه کار نکند، در اصطلاح به آن ایستگاه گرسنه از قطعات می گویند. وقتی یک ایستگاه در خط تولید خراب می شود، ایستگاه های کاری بعد از آن ایستگاه گرسنه باقی می مانند.
- **ب- مسدودی ایستگاه ها:** مسدودی ایستگاه وقتی اتفاق می افتد که یک ایستگاه کاری از عبور قطعه کار به ایستگاه بعدی جلوگیری کند. وقتی یک ایستگاه خراب می شود، ایستگاه های قبلی مسدود می شوند، زیرا نمی توانند قطعات را به ایستگاه خراب انتقال دهند.
- اصطلاحات گرسنگی و مسدودی اغلب در خطوط انتقال دستی به کار می روند، و نشان می دهند که انبارهای موقت راندمان خطوط اتوماتیک را بالا می برند

### • محدودیت های انبار موقت:

- دو حد نهائی برای انبار موقت به صورت زیر می توان تعریف کرد:
- الف- انبار موقت بدون ظرفیت
- ب- انبار موقت با ظرفیت نامحدود

### • ۱- انبار موقت بدون ظرفیت:

- در این حالت خط انتقال به صورت یک ماشین کار می کند. وقتی یک ایستگاه خراب می شود، تمام خط از کار می افتد. بنابراین راندمان خط از

$$E_o = \frac{T_c}{T_c + FT_d} \quad (20-6)$$

« $E_o$ » راندمان خط با انبار موقت و بدون ظرفیت را نشان می دهد.

- **انبار موقت با ظرفیت نامحدود:**
- در این حالت فرض می‌کنیم که انبارهای موقت با ظرفیت نامحدود در بین قسمتهای مختلف نصب شده‌اند. باز فرض می‌کنیم که هر یک از این انبارها تا نصف ظرفیتشان از قطعه پر شده است. به عبارت دیگر هر یک از انبارها دارای بی‌نهایت قطعه و بی‌نهایت ظرفیت برای پذیرش قطعات هستند. معنی آن این است که هیچ قسمتی بخاطر خرابی قسمت دیگر، مسدود یا گرسنه نمی‌ماند.
- در حقیقت در عمل، یک خط جریان با انبار موقت با ظرفیت نامحدود وجود ندارد. اگر فرض کنیم چنین خطی وجود داشته باشد، راندمان کل خط توسط گلوگاه به دست می‌آید. در نتیجه ما باید تولید را در قسمت‌های دیگر با قسمت گلوگاه سازگار سازیم. در غیر این صورت، موجودی در خط، قبل از قسمت گلوگاه به بینهایت (عملاً به حداکثر) و موجودی در خط بعد از قسمت گلوگاه به سمت صفر میل می‌کند.

### • تمرین

- **محاسبه نرخ تولید، راندمان و هزینه تولید یک قطعه:**
- فرض کنید یک خط انتقال ده ایستگاهه برای تولید یک قطعه پمپ بکار می‌رود. این قطعه اخیراً با یک روش سنتی تولید می‌شود، اما جوابگوی تقاضا نمی‌باشد. بخش مهندسی ساخت و تولید، تخمین زده است که زمان سیکل ایده آل برای تولید این قطعه مساوی یک دقیقه است. از خطوط انتقال مشابه تخمین زده می‌شود که هر نوع خرابی با فرکانس ۱۰٪ در سیکل به وقوع می‌پیوندد و میانگین توقف در هر خط، مساوی ۶ دقیقه است. نرخ اسقاطی برای فرآیند سنتی جاری مساوی ۵٪ می‌باشد و تخمین خوبی برای یک خط انتقال است. هزینه ریخته‌گری برای یک قطعه خام در شروع کار مساوی ۱۲۰۰۰ ریال و هزینه به کار گرفتن خط انتقال برای هر قطعه مساوی ۱۵۰۰ ریال است. موارد زیر را محاسبه کنید:
- ۱- نرخ تولید ۲- تعداد ساعت لازم برای جواب دادن به تقاضای ۱۵۰۰ قطعه در

۳- انبار موقت با ظرفیت نامحدود ۴- هزینه کارخانه برای هر قطعه



حل تمرین ۱-۶ (محاسبه نرخ تولید، راندمان و هزینه تولید یک قطعه):

۱- میانگین زمان تولید به ازای یک قطعه از معادله ۶-۲ به دست می آید.

$$T_p = T_c + FT_d = 1 + 0.10(6) = 1.6 \text{ min.} \quad (1)$$

میانگین نرخ تولید برای خط از معادله ۶-۴ محاسبه می شود.

$$R_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \text{ parts/min.} = 37.5 \text{ parts/hr.} \quad (2)$$

اصلاح برای نرخ اسقاطی ۵٪ : نرخ تولید واقعی برای محصولات خوب مساوی است با،

$$R_p = 0.95(37.5) = 35.625 \text{ parts/hr.} \quad (3)$$

۲- برای محاسبه تعداد ساعت لازم جهت تولید ۱۵۰۰ قطعه در هفته (فرض می کنیم که ۱۵۰۰ قطعه خوب به ا اضافه ۵٪ قطعات اسقاطی وجود دارد).

$$\text{تعداد ساعت لازم} = \frac{1500}{35.625} = 42.1 \text{ hr.} \quad (4)$$

۳- برای محاسبه راندمان خط از معادله ۶-۶ استفاده میشود.

$$E = \frac{T_c}{T_p} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \quad (5)$$

نسبت زمان توقف از معادله ۶-۷ به دست می آید.

$$D = \frac{FT_d}{T_p} = \frac{0.10 \times 6}{1.6} = 0.375 \quad (6)$$

۲- برای محاسبه تعداد ساعت لازم جهت تولید ۱۵۰۰ قطعه در هفته ( فرض می کنیم که ۱۵۰۰ قطعه خوب به اضافه ۵٪ قطعات اسقاطی وجود دارد).

$$\text{تعداد ساعت لازم} = \frac{1500}{35.625} = 42.1 \text{ hr.} \quad (۴)$$

۳- برای محاسبه راندمان خط از معادله ۶-۶ استفاده میشود.

$$E = \frac{T_s}{T_p} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \quad (۵)$$

نسبت زمان توقف از معادله ۶-۷ به دست می آید.

$$D = \frac{FT_d}{T_p} = \frac{0.10 \times 6}{1.6} = 0.375 \quad (۶)$$

### تمرین ۶-۲ (محاسبه تکرار توقف به روش حد بالا):

در یک خط انتقال ۱۰ ایستگاه، احتمال خرابی یک ایستگاه برای یک قطعه مساوی است با ۰/۰۱، این احتمال برای تمام ایستگاه ها یکسان است. تعداد توقف خط در سیکل ( تکرار یا فرکانس ) برای این خط جریان چقدر است؟ با روش حد بالا، این تعداد را محاسبه کنید.

حل تمرین ۶-۲ (محاسبه تکرار توقف به روش حد بالا):

با استفاده از معادله (۶-۱)، فرکانس «F»، به دست می آید.

$$F = nP = 10(0.01) = 0.10$$

(۱)

تمرین ۶-۶ (محاسبه راندمان خط چند قسمتی):

در یک خط جریان اتوماتیک، ۱۶ ایستگاه کاری وجود دارد. زمان سیکل هر یک از این ایستگاه ها مساوی ۱۵ ثانیه (۰/۲۵ دقیقه) است. وقتی یک ایستگاه خراب می شود، خط جریان به طور متوسط، برای مدت ۲ دقیقه می ایستد. فرکانس خرابی برای هر ایستگاه در جدول زیر نوشته شده است. کارائی نسبی خط را در حالت های دو قسمتی،

شماره ایستگاه	فرکانس خرابی ( $P_i$ )	شماره ایستگاه	فرکانس خرابی ( $P_i$ )
۱	۰/۰۱	۹	۰/۰۳
۲	۰/۰۲	۱۰	۰/۰۱
۳	۰/۰۱	۱۱	۰/۰۲
۴	۰/۰۳	۱۲	۰/۰۲
۵	۰/۰۲	۱۳	۰/۰۲
۶	۰/۰۴	۱۴	۰/۰۱
۷	۰/۰۱	۱۵	۰/۰۳
۸	۰/۰۱	۱۶	۰/۰۱

حل تمرین ۶-۶ (محاسبه راندمان خط چند قسمتی):

حالت اول - خط جریان اتوماتیک یک قسمتی (بدون انبار موقت):

وقتی خط جریان اتوماتیک از یک قسمت تشکیل شده باشد، فرکانس خط از معادله (۶-۱۰) و راندمان خط از معادله (۶-۲۰) به دست می آیند.

$$F = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^{16} P_i = 0.30 \quad (1)$$

$$E_o = \frac{T_c}{T_c + FT_d} = \frac{0.25}{0.25 + 0.30(2)} = 0.2941 \quad (2)$$

### حالت دوم - خط جریان اتوماتیک چند قسمتی (با انبار موقت):

برای تقسیم خط به چند قسمت، اول باید در مورد مکان های بهینه برای انبارهای موقت تصمیم گرفته شود. این ایستگاه ها باید طوری دسته بندی شوند که راندمان تمام قسمتها، در حد امکان بهم نزدیکتر شوند. در نتیجه قضاوت در مورد کارائی نسبی در خطوط دو قسمتی، سه قسمتی و چهار قسمتی، بر اساس مقایسه استفاده از انبار های موقت با ظرفیت نامحدود خواهد بود.

#### خطوط جریان اتوماتیک دو قسمتی:

در یک خط جریان اتوماتیک دو قسمتی، فرکانس خرابی « $F=0.30$ » باید بین دو قسمت تقسیم شود. با توجه به مقادیر « $P_i$ » در جدول داده شده، می توان دریافت که، انبار موقت باید بین ایستگاه های ۸ و ۹ قرار گیرد. این کار سبب می شود که مقادیر فرکانس حاصل « $F$ » برای هر دو قسمت مساوی باشند.

$$F_1 = \sum_{i=1}^8 P_i = 0.15 \quad (3)$$

$$F_2 = \sum_{i=9}^{16} P_i = 0.15 \quad (4)$$

با استفاده از معادله (۶-۲۱)، راندمان های خط دو قسمتی مساوی هستند با،

$$E_1 = E_2 = \frac{0.25}{0.25 + 0.15(2)} = 0.4545 \quad (5)$$

از معادله (۶-۲۲)، مقدار « $E_{\infty}$ » را محاسبه می کنیم.

$$E_{\infty} = \min E_k = 0.4545 \quad (6)$$