

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تکنولوژی گروهی و تولید سلولی

استاد راهنما: جناب آقای دکتر عباسی

دانشجو: خانم صفایی

دانشگاه شاهد - دانشکده علوم انسانی - گروه مدیریت صنعتی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۴-۹۵

## معرفی:

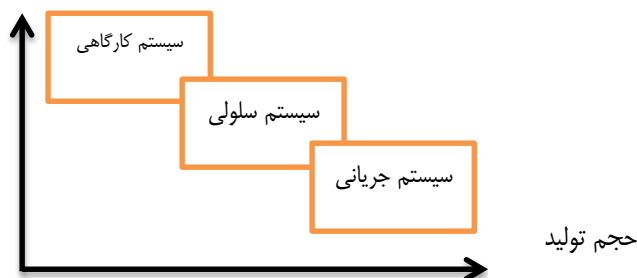
سیستم های سنتی تولید را از نظر نحوه آرایش تجهیزات و ماهیت وظایف برنامه ریزی و کنترل تولید می توان به دو دسته سیستم های جریانی و سیستم های کارگاهی تقسیم بندی نمود . سیستم جریانی برای تولید انبوه تعداد محدودی از محصولات و سیستم کارگاهی برای تولید محصولات متنوع در تعداد کم مناسب می باشند. سیستم تولید سلولی سیستمی نسبتاً جدیدی برای پر کردن محدوده خالی ما بین فضای کاری سیستم های سنتی کارگاهی و جریانی است یعنی جایی که تنوع و نرخ تقاضای محصولات در حد متوسط می باشد . سیستم سلولی معمولاً از تغییر سازمان سیستم کارگاهی شکل می گیرد . از مهمترین مزایای اقتصادی این تغییر می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱. کاهش سهم سرمایه ثابت قطعات از طریق بهره گیری بیشتر از ظرفیت های ماشینی
  ۲. کاهش سرمایه در گردش به دنبال کاهش حجم موجودی مواد اولیه و قطعات نیم ساخته
  ۳. کوتاه شدن دوره برگشت سرمایه به خاطر کاسته شدن از طول زمان ساخت
- دستیابی به مزایای سیستم تولید سلولی در ۳ گروه تغییر اساسی در زمینه های :

۱. تغییر نحوه آرایش سازماندهی ماشین آلات و تشکیل سلول های تولیدی
۲. تغییر سیستم سفارش دهی مواد و کنترل موجودی ها
۳. تغییر سیستم برنامه ریزی تولید

می باشد . تغییر اول جزو مسایل طراحی ساختار سیستم ، و تغییرات دوم و سوم در زمره مسایل طراحی های ویژه عملیاتی سیستم بر شمرده اند . آنان همچنین انتخاب جامعه قطعات و گروه بندی آنها در قالب خانواده های قطعه و انتخاب ماشین ها و فرایند ساخت و گروه بندی آنها در قالب سلول های تولیدی را به عنوان دو تصمیم اساسی در مرحله طراحی ساختار سیستم تولید سلولی مطرح می نماید. شناسایی و تعیین خانواده های قطعه و گروه های ماشینی در طراحی یک سیستم تولید سلولی به مسئله طراحی سلول های تولیدی و یا تشکیل سلول های تولیدی معروف است<sup>۱</sup>.

تنوع تولید



اگر فرایندها، تخصصی و متنوع باشند، بهتر است تا ماشین‌های هم‌نوع را در کنار یکدیگر قرار دهیم تا رفت و آمد کارکنان متخصص در میان ماشین‌آلات کمتر شود. این نوع چیدمان که تولید کارگاه‌ینامیده می‌شود به تولید در تیراژ بالا ضربه خواهد زد چرا که تعداد تداخل‌ها و پیچیدگی مسیرهای گذر محصولات نیمه‌ساخته بسیار شدت می‌گیرد. با تکیه بر تکنولوژی گروهی و چیدمان سلولی محصولاتی که توالی عملیات مشابه با همدیگر دارند در یک خانواده قرار گرفته و ماشین‌آلات مرتبط با آنها در یک گروه چیدمان می‌شوند. تا در عین امکان تولید متنوع و تخصصی به توان با کاهش تداخل‌ها و پیچیدگی مسیرهای حمل و نقل محصولات نیمه‌ساخته تولید در تیراژ بالا را امکان‌پذیر سازد

سیستم تولید کارگاهی عبارت است از طراحی سیستم تولیدی به نحوی که ماشین‌آلات با قابلیت‌های مشابه و عملکرد یکسان در کنار هم در قسمتی مجزا قرار بگیرند. چیدمان مبتنی بر فرایند با زمان توالی عملیات و کاردر جریان بالا شناخته می‌شود. سیستم تولیدی تکنولوژی گروهی عبارت است از گروه‌بندی قطعات مشابه با هم و چیدمان ماشین‌آلات به نحوی که برای تولید قطعات آن خانواده محصول مناسب باشد. مزیت عمده تکنولوژی گروهی در این است که با حفظ امکان تولید محصولات متنوع امکان تولید در تیراژ نسبتاً بالا هم برای سیستم به ارمغان می‌آورد. ویژگی‌های این دو سیستم تولیدی با هم تفاوت‌ها بسیاری دارد که این مطلب موجب می‌شود تا هر کدام در شرایط گوناگون انتخاب شده توسط تولیدگر قرار گیرند. با مقایسه این دو سیستم مشاهده می‌گردد که در مجموع در مکان‌هایی که هر دو سیستم قابل پیاده‌سازی سیستم تکنولوژی گروهی وضعیت مطلوب‌تری در مقایسه با سیستم تولید کارگاهی فراهم می‌آورد.

روش فناوری گروهی **GT** از نزدیکی خاص بین اشیای مشخص بهره می‌برد. تولید سلولی **CM** یکی از کاربردهای **GT** در تولید می‌باشد. **CM** به فراوری مجموعه‌ای از قطعات مشابه توسط خوشه‌ای از ماشین‌آلات یا فرایندهای تولید سلول‌ها اشاره

دارد . مشکل ایجاد سلول در سامانه های تولید سلولی تجزیه سامانه های تولید به سلول های مجزا می باشد، قطعاتی که تماما توسط یک گروه ماشین آلات تولید می گردند به عنوان خانواده قطعه شناخته می شوند . ایجاد سلولی روشی است برای رسیدن به مزایای اصلی **GT** . مانند مدت زمان کوتاه تر نصب و کیفیت بهتر محصول ، کاهش زمان تحویل کالا به بازار ، افزایش بهره وری ، کنترل بهتر عملکرد . معایب اصلی **GT** عبارتند از استفاده کمتر از کارگر و دستگاه و افزایش سرمایه گذاری به دلیل نیاز مضاعف به ماشین آلات و ابزار ها . برخی دیگر از موضوعات راهبردی همچون سطح انعطاف پذیری ماشین ، طرح بندی سلول ، نوع تجهیزات مورد نیاز برای جابجایی مواد ، نوع و تعداد ابزارها و ادوات و.. نیز در این ارتباط دارای اهمیت هستند . که باید به عنوان بخشی از مشکلات طراحی سلول در نظر گرفته شوند. به علاوه طراحی هر سلول معنادار باید با اهداف کاری همچون میزان تولید بالا، **WIP** پایین ، طول کوتاه صف در هر ایستگاه کاری استفاده بهینه از دستگاه و غیر سازگار باشد. فن آوری تولید در حال تغییر اطلاعات غیر صریح موجود واقعیت های تولید همچون برنامه های تولید تناوبی مواجه شدن با دستگاه های قدیمی و مستهلک و نیاز به ماشین آلات جدید و.. موجب افزایش پیچیدگی در طراحی سلول می شود.

مقالات تحقیقاتی درباره تشکیل سلول نوشته شده اند روش های ارائه شده در این مقالات بر اساس اصول زیر می باشند :

۱. کد گذاری و طبقه بندی قطعات

۲. تحلیل گروهی اجزای ماشین **MCGA**

۳. ضرایب تشابه

۴. مبتنی بر دانش

۵. برنامه نویسی ریاضی

۶. خوشه بندی فازی

۷. شبکه های عصبی

۸. روش های ابتکاری

۱. **کد گذاری :** به فرایند تخصیص نماد به قطعات اطلاق می گردد. این نماد ها خواص قطعات را نشان می دهند و به این ترتیب خانواده ای از قطعات با خواص مشابه ایجاد می شود. طبقه بندی به فرایند دسته بندی قطعات در خانواده یقطعات اطلاق می شود که بر پایه ی تشابهات میان ویژگی های طراحی یا ویژگی های تولید و یا هر دو صورت می گیرد. در حال حاضر تعداد زیادی سامانه کدگذاری یا سلسله مراتبی، تک کدی، زنجیره ای چندکدی یا رفتاری و یا مختلط است. تشکیل خانواده قطعات تنها بخش کوچکی از مشکلات تشکیل سلول می باشد. به محض آن که خانواده قطعات مشخص می گردند باید دستگاه هایی که برای کل فرایند تولید مورد نیاز هستند از میان گروه ماشین آلات انتخاب گردند.

### مزایای کد گذاری در تکنولوژی گروهی

۱. کاهش هزینه های خرید از طریق خرید عمده - می توان اقلام با تفاوت کمتر را با تعداد بیشتر خریداری کند.
۲. زمان انجام کار سریعتر - شناسایی سریعتر مواد اولیه یا مواد اولیه مورد نیاز
۳. قدرت بهتر در داد و ستد - تجزیه و تحلیل ارزش
۴. تخمین درست هزینه ها - تخمین دامنه قیمت در آینده با پایگاه داده هزینه
۵. واکنش سریعتر نسبت به تغییرات طراحی شناسایی سریعتر مواد اولیه جدید یا قطعاتی که با طرح ها و ویژگی های مطابقت دارد جدید
۶. ارتباط بهتر بین خریدار و تامین کننده حذف خطاهای انسانی با طبقه بندی GT

### کاربردهای کد گذاری:

چنانچه کد گذاری و طبقه بندی قطعات در روش تکنولوژی گروهی بکار گرفته شود و قطعات بر اساس یکی از طرح های کدینگ کد گذاری و طبقه بندی مزایای حاصل از تکنولوژی گروهی دوچندان گردیده اند و انعطاف پذیری آن افزایش می یابد. از جمله کاربردهای یک سیستم کدگذاری در یک محیط تکنولوژی گروهی می تواند در طراحی قطعات و محصولات باشد که طراح نیاز

به طراحی مجدد یک قطعه جدید نداشته و با فراخوانی قطعات مشابه در پایگاه داده های سیستم کد گذاری می تواند قطعه جدید را با توجه به قطعات مشابه سریعتر و ساده تر طراحی کرده و از دوباره کاری پرهیز کند . از جمله کاربردهای دیگر آن در برنامه ریزی فرایند است که هر زمان که قطعه جدیدی طراحی می شود طراح فرایند طرح های موجود را بررسی کرده و تصمیم می گیرد کدام ماشین ابزار باید قطعه جدید را تولید کند و کدام عملیات و با چه توالی باید انجام شود. کد گذاری در محیط تکنولوژی گروهی می تواند در زمینه های دیگر نظیر خرید و فروش ، برای کاهش تعداد خرید های انواع مختلف قطعه و ارائه خدمات بهتر به مشتریان هنگامیکه سفارش هایی دریافت می شود و همچنین استفاده بهینه از شرایط استثنایی در بازار و ارائه منطقی و سریعتر قیمت نیز کاربرد داشته باشد.

### موانع کد گذاری تکنولوژی گروهی

۱. مقاومت مدیریت در برابر تغییر نداشتن تمایل به اختصاص دادن وقت و انرژی
۲. نیاز به اطلاعات گسترده شناسایی درست به تعاریف جزئی از قطعات نیاز دارد ← ثبت دقیق داده های خرید
۳. هزینه اجرایی اولیه بالا ویژگی های قطعات بدون کمک گرفتن از اتوماسیون ذخیره اطلاعات و سیستم ها بیابایی که معمولا موجب وارد آمدن هزینه های بسیاری تا زمان اجرا ی GT می شود.

### ساختار های کدینگ برای خرید

۱. فرایند کدگذاری GT تخصیص نماد ها ، اعداد و حروف به ویژگی های معینی از یک قطعه خاص است.

۳ ساختار کدگذاری متفاوت وجود دارد:

۱. مونو کد **Monocodes**

۲. پولی کد **Polycodes**

۳. کد های ترکیبی **Hybridcodes**

## سیستم اتوماسیون کدگذاری GT با استفاده از بار کد می تواند:

۱. دقت و بهره وری در شناسایی اقلام خریداری شده مشابه را افزایش دهد.

۲. ارتباطات بین خریدار و فروشنده را تسهیل نماید.

### ۲. تحلیل گروهی اجزای ماشین : مبتنی بر تحلیل جریان تولید است (PFA). در روش های مبتنی بر MCGA

گروه های اجزای ماشین با جابجاییستون ها و ردیف های جدول اجزای ماشین که به شکل ماتریس صفر و یک است ساخته می شوند. الگوریتم های مبتنی بر MCGA مرسوم عبارتند از: الگوریتم انرژی مقید، خوشه بندی بر اساس رتبه، الگوریتم خوشه بندی مستقیم، و ROC اصلاح شده یا MODROC. اگر چه این الگوریتم ها ساده هستند، اما واقعیت ها یتولید همچون حجم تولید، توالی عملیات ها، زمان فرایند و.. را در نظر نمی گیرند. علاوه بر این در بیشتر موارد پیش از آنکه هر گروهی از اجزای ماشین را بتوان مشخص نمود باید مساله ماشین هایی که جزو عوامل کند کننده تولید هستند حل گردد. (یک جزوه ۸ صفحه در این ارتباط و بویژه برای حل نمونه ریاضی در روز ارائه خدمت استاد ارجمند و همکلاسی های محترم ارائه شده است که به فرموده استاد منبع آزمون است، لذا عنایت کافی نسبت به مطالعه آن مبذول فرمایید.)

### ۳. روش های دسته بندی مبتنی بر ضریب تشابه: بیشتر مقالات در مورد تشکیل سلول، ضریب تشابه را به طور

مستقل و یا توأم با روش تحلیل مبتنی بر دانش، برنامه نویسی ریاضی و شبکه بکار برده اند. در روش های ضریب تشابه، مبنا تعیین میزان (معیار) تشابه میان ماشین ها، ابزار، مشخصه های طرح و.. بوده و سپس استفاده از این میزان تشابه برای تشکیل خانواده قطعات و گروه های ماشین آلات بر اساس روش هایی همچون **single linkage cluster analysis average** صورت می گیرد.

### ۴. روش های نظری گراف: د تعدادی از مقالات مبتنی بر نظریه گراف، راس ها یگراف به عنوان ماشین ها و وزن

یال ها به عنوان ضرایب تشابه در نظر گرفته شده اند. اشکال اصلی این روش ها عدم توجه به موضوعات عملی همچون حجم تولید و.. می باشد.

۵. **مدل های ریاضی مبتنی بر ضرایب تشابه:** برخی از مقالات تحقیقاتی انواع مختلفی از ضرایب تشابه را به عنوان تابع شی در برنامه نویسی ریاضی بکار برده اند. این روش ها موضوع تشکیل سلول را در حالت ایستا و برای محیط های تولیدی صرفا پایا مورد ملاحظه قرار می دهند. به هر حال واقعیت های تولید توجه به روش های چند دوره ای و همچنین ابهام و عدم قطعیت ذاتی که در اطلاعات مورد نیاز این مدل ها وجود دارد را تضمین می کند.
۶. **روش های کاوشی و وابسته به ریاضی:** برخی از مقالات تحقیقی درباره تشکیل سلول که به طور صریح به ضرایب تشابه اشاره نمی کنند از برنامه نویسی ریاضی و دیگر روش های کاوشی تحلیلی بهره می گیرند.
۷. **روش های تشخیص الگو و مبتنی بر دانش:** مقالات بسیار کمی در زمینه هوش مصنوعی و تشخیص الگو برای تشکیل سلول نوشته شده اند.
۸. **روش خوشه بندی فازی:** در بیشتر روش های تشکیل سلول که پیش از این پیرامون آنها صحبت شد فرض بر این است که اطلاعات مربوط به هزینه فرایند، تقاضای قطعه و.. جامع و دقیق است. بعلاوه فرض می شود که هر قطعه تنها می تواند به یک خانواده قطعه تعلق داشته باشد. با این حال ممکن است قطعات بوجود داشته باشند که اصل و نسب آنها کمتر مشخص باشند. خوشه بندی فازی برای چنین مشکلاتی راهکار ارائه می کند.
۹. **روش های مبتنی بر شبکه عصبی:** از نظر محاسباتی مشکل تشکیل سلول اساسا می تواند به عنوان **NP-HARD** توصیف گردد. این یکی از دلایلی است که از راهکار های کاوشی (ابتکاری) بسیاری در مقالات علمی استفاده شده است. به هر حال آنچه مورد نیاز است روشی است که بتواند به سرعت راه حلی مناسب برای رفع مشکل ارائه کند. استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در حل مشکلات تشکیل سلول یکی از راه حل های امید بخش در این خصوص است.
- قدرت یک مزیت رقابتی بر مبنای کیفیت بالای محصول هنگامیکه اکثر شرکت ها محصولات خود را بهبود می بخشند رو به زوال است و رفته رفته کیفیت در محیط تولیدی به یک مسئله شناخته شده تبدیل می گردد از اینرو شرکت ها باید به فکر گزینش سلاح رقابتی جدید باشند تا در آینده نیز بتوانند از مزیت رقابتی سود جویند. انعطاف پذیری ابزاری است که می تواند مبنای مزیت رقابتی قرار گیرد. در شرکت های تولیدی انعطاف پذیری به روش های گوناگونی محقق می شود. و شرکت هایی که



روش تکنولوژی تولید انعطاف پذیر را بکار می بندند بیشتر از سایر شرکت ها می توانند در برابر تغییرات سریع بازار ، افزایش رضایت مشتری و افزایش سود آوری واکنش نشان دهند . بطوریکه تحقیقات نشان می دهد اتخاذ و استفاده از روش تکنولوژی تولید انعطاف پذیر سطح رقابت آینده یک سازمان را تعیین می کند.

بکارگیری تکنولوژی گروهی مستلزم تغییراتی اساسی شامل آرایش مجدد دستگاه ها و ماشین آلات از یک نحوه استقرار وظیفه ای به یک سری استقرار های محصول گرا است .بدلیل اینکه در تولید سلولی همه قطعاتی که در یک سلول تولید می شوند مشابه هستند زمان های تنظیم نسبتا کوتاه است و این زمان های تنظیم کوتاهتر اندازه های دسته کوچکتر را از نظر اقتصادی توجیه می کند. دلیل مطلوبیت دسته های کوچکتر بدین خاطر است که منجر به مزایایی از قبیل زمان های انتظار کوتاهتر ، کار در جریان فرایند ، نیازمندی های فضایی ، دور ریختگی و اصلاح کمتر و در نهایت کاهش هزینه ها می گردد.اپراتور ها در یک سلول تولیدی دارای عدم تمرکز وظایف بوده و نیازمند فراگیری چندین فرایند برای اداره بیش از یک ماشین در یک زمان واحد هستند که این موضوع خود به مزایایی از قبیل ردیابی سریعتر و آسانتر قطعه ، پذیرش مسئولیت برای کیفیت ، و افزایش رضایت شغلی منجر می گردد.

## نتایج انعطاف پذیری

۱. بهبود کیفیت محصول
  ۲. بهبود سودآوری
  ۳. بهبود ارائه خدمت به مشتری
- تعهدات تحویلی مطمئن تر
  - ردیابی ساده وضعیت سفارش
  - کاهش زمان طراحی محصول جدید
  - استاندارد کردن آسانتر اجزای فرعی محصول
  - پایگاه داده های دردسترس برای فروشندگان

تولید سلولی به عنوان زیر ساخت اصلی تولید ناب توجه زیادی را در سالهای اخیر به خود معطوف کرده است و به شرکت ها کمک می کند تا با کم کردن ضایعات ممکن و از طرفی حداقل هزینه محصولات متنوعی را به مشتریان خود عرضه نمایند.

درک فرایندها و عملیات ساخت به روش سلولی : تغییر چیدمان کارخانه از جانمایی مبتنی بر عملیات به جانمایی سلولی به معنی حذف ضایعات از فرایندها و عملیات تولید می باشد و درک مرز جدایی این دو نوع سیستم تولید مهم می باشد. فرایند در سیستم تولید جریان پیوسته ایست که با استفاده از منابع موجود ورودی را به خروجی تبدیل می کند . فرایندهای تولیدی عموماً شامل ۴ مرحله می باشند. عملیات ، بازرسی ، حمل و نقل که در نمودار فرایند عملیات به ترتیب با علائم نشان داده می شوند. عملیات می تواند شامل تغییر شکل ، تغییر کیفیت و یا مونتاژ باشد . در مرحله بازرسی روی محصول نیمه ساخته (تمام شده ) کنترل انجام گرفته و به مرحله بعد (انبار محصول تمام شده ) ارسال می گردد. در ساختار سلولی جهت جریان مواد در داخل سلول از راست به چپ می باشد و به گونه ای است که انجام فعالیت ها با استفاده از دست راست اپراتورها است. تولید به روش سلولی با برخورداری از مزایای زیر به رقابت پذیری شرکت کمک می کند.

I. انعطاف پذیری بدلیل تولید در دسته های کوچک

II. کاهش هزینه تولید از طریق کاهش زمان آماده سازی ، حمل و نقل و کاهش موجودی در جریان است.

III. ایجاد و افزایش انگیزش بدلیل آموزش جامع و فراگیر که اپراتورها را چند مهارتی و قادر به ادراه تمامی ماشین های سلول می نماید.

IV. کنترل کیفیت دقیقتر و ایستگاه های کنترل کمتر به دلیل کوچک سازی کارخانه به سلول های تولیدی و همسویی رویه های کنترل

V. انعطاف پذیری ماشین آلات (ماشین الات چند منظوره )

### مراحل طراحی چیدمان سلولی

تبدیل چیدمان کارخانه از جانمایی مبتنی بر عملیات به جانمایی سلولی مستلزم شناخت دقیق وضعیت موجود است تا با توجه به بررسی وضعیت موجود ، تصمیمات دقیقتری در خصوص تشکیل خانواده قطعات و نحوه استقرار سلول ها انجام پذیرد . پس از

استقرار سلول ها و ترسیم فرایندها بایست به بهبود مستمر فرایندها توجه شود تا ارزش افزوده بیشتری حاصل گردد. از اینرو طراحی چیدمان سلولی طی ۳ مرحله می تواند انجام شود.

I. شناخت فرایند موجود

II. تبدیل چیدمان به استقرار سلولی

III. بهبود مستمر

### شناخت فرایند موجود :

در مرحله حاضر کلیه فرایندها شناسایی و فرایندهایی که می بایست تغییر کنند مشخص می شود. شناسایی فرایندها نیازمند شناخت ترکیب محصول ، منابع تولید و ترسیم نمودارهای فرایند عملیات می باشد . هرچه تنوع محصولات تولیدی بیشتر باشد تصمیم گیری در خصوص فرایندهایی که می بایست تغییر یابند آسانتر گردیده و در عین حال بالا بودن حجم تولید سبب کسب بیشترین فایده از بهبود فرایند ها می شود. برای نمایش ترکیب محصول می توان از نمودار تحلیل پارتو استفاده نمود . علاوه بر ترکیب محصول جمع آوری اطلاعات پایه همچون شیفت کاری روزانه ، ساعت کاری هر شیفت ، زمان استراحت ، روز ها ی کاری هر ماه ، نسبت تعداد کارکنان به میزان تولید و گردش تولید نیاز است . مستند کردن جریان و چیدمان تولید برای نمودارهای جریان و تحلیل مسیر فرایند با توجه به ظرفیت تولید و زمان چرخه محصول در فرایند تولید به روش ساعت متوقف شونده در مونتاژ اغلب روش سری های زمانی از پیش تعیین شده کارایی دارد ظرفیت فرایند و زمان آهنگ تولید از تقسیم زمان کار روزانه به تعداد محصول مورد نیاز محاسبه می شود. همچنین از طریق هماهنگ نمودن زمان سیکل فرایند با زمان آهنگ تولید ، از تولید مازاد محصول در جریان ساخت به افزایش موجودی انبار جلوگیری می گردد.

### تبدیل چیدمان به چیدمان فرایند مدار:

پس از شناسایی و ارزیابی دقیق وضع موجود ، تیم مهندسی با برگزاری جلسات طوفان فکری در مورد چگونگی آرایش دهی مجدد اجزای فرایند در چیدمان سلولی به منظور دستیابی به جریان بهتر فرایند ، به جمع آوری ایده ها می پردازد، ابتدا با کاربرد مفهوم تکنولوژی گروهی قطعات با ویژگی های تولید یا طراحی مشابه شناسایی و خانواده قطعات تشکیل ، سپس چیدمان های

جدید ممکن بررسی و چیدمان های بهینه طرح ریزی می گردد در نهایت ماشین ها به داخل سلول ها انتقال داده می شود. ایجاد خانواده قطعات مزایای زیر را به همراه دارد .

- سهولت در برنامه ریزی
- کاهش موجودی در جریان ساخت
- کاهش حمل و نقل
- حسابداری دقیق تر
- تخفیف در خرید مقادیر زیاد قطعات هم خانواده

گروهبندی قطعات به ۳ روش می تواند انجام شود :

- گروهبندی حسی یا دیداری
- طبقه بندی و کد گذاری
- تجزیه و تحلیل جریان تولید ( PFA )

در گروهبندی حسی ،مهندسان با تجربه و کارکنان کارگاه ها ، ترکیبات محصول را سنجیده و خانواده قطعات را تعریف می کنند . این روش در گروهبندی و تشکیل خانواده قطعات متداول تر می باشد و زمانی که تعداد قطعات محصول کمتر از ۱۰۰ باشد ، کاربرد دارد.

در گروهبندی بر اساس سیستم کدینگ از طریق تخصیص کد به هر یک از قطعات ، قطعات یکه دارای کارکترهای مشابه در کد خود هستند ، در یک خانواده قرار می گیرند. کد قطعه شامل اطلاعاتی در مورد نوع قطعه ، ترکیب مواد بکار رفته ، حالت و یا فرایند تولید قطعه است . زمانی که تعداد قطعات بیشتر از ۱۰۰ باشد ،این روش مناسبترین روش برای گروهبندی و تشکیل خانواده قطعات است.

دقیق ترین روش گروهبندی ، تجزیه و تحلیل جریان تولید می باشد. در این حالت ماتریس قطعات به همراه شماره ماشین ها تهیه و به عنوان پایه ای جهت استقرار سلولی قرار می گیرد. به عبارتی قطعاتی که فرایند (مسیر ) تولید مشابه دارند . در یک

خانواده (سلول) قرار می گیرند. مسیرهای متناقض در این ماتریس به معنای آن است که قطعات مشابه در ماشین های متفاوت پردازش می شوند. زمانی که تعداد قطعات بیش از ۱۰۰ باشد، این روش کارایی چندانی نخواهد داشت.

در طرح ریزی چیدمان جدید (ایجاد سلول های کاری) پس از تشکیل خانواده قطعات، موارد زیر بایست رعایت گردد:

- چیدمان بر اساس توالی فرایند به عنوان اصل اساسی مد نظر قرار گیرد.
- ماشین ها نزدیک به یکدیگر قرار داده شوند و فضای راهرو، (حداقل ۱,۲ متر) در نظر گرفته شود.
- اصول ارگونومی، بهداشت و ایمنی کار در طراحی ها دقیقا رعایت شوند.
- ماشین های با قابلیت سویچ کردن بکار گرفته شوند.
- اصل تنوع وظایف و آموزش چند مهارتی اپراتورها در نظر گرفته شود.

### بهبود مستمر فرایند ها :

آرایش مجدد کارگاه به صورت سلول تولیدی، نقطه پایان فرایند طراحی چیدمان سلول نیست، بلکه نقطه شروع بهبود مستمر فرایند می باشد، حتی هنگامی که چیدمان جدید به میزان قابل توجهی موجب کاهش در زمان انتظار می گردد؛ چرا که هنوز فرایند ها می توانند بهبود داشته باشند و به نقل از فردریک تیلور همیشه راه بهتری برای انجام کارها وجود دارد. بهبود می تواند در نقطه خرابی، عیوب محصول، زمان ها یطولانی تعویض قالب و زمان چرخه طولانی صورت پذیرد. در هر یک از موارد ذکر شده می توان هر یک از تکنیک ها از جمله پوکایوکه، هیچونکا، تعویض کمتر از ده دقیقه قالب، فعالیت ها ینگهداری و تعمیرات و طوفان فکری را بکار گرفت.

تکنولوژی گروهی (GT) یک فلسفه تولید است که به دنبال افزایش بهره وری توسط گروه بندی قطعات و محصولات با ویژگی های مشابه درون یک خانواده و ایجاد سلول های تولیدی با یک گروه غیر مشابه ماشین آلات و فرایندهاست. یکی از منافع بلند مدت تکنولوژی گروهی کمک به اجرای استراتژی تولید با هدف اتوماسیون بالاست. ایده اصلی تکنولوژی گروهی تجزیه سیستم های تولیدی به زیر سیستم های آن می باشد.

معرفی تکنیک های GT در:

۱. جنرال الکتریک **General Electric**

۲. **Lockheed Missiles and Space Co.**

۳. بویینگ **Boeing**

دیدگاه ها نسبت به GT

۱. یک گام ضروری در حرکت به سمت اتوماسیون کارخانه

۲. یک گام لازم در حفظ سطح کیفیت بالا و تولید سود آور

تکنولوژی گروهی در سه فاز قابل اجراست:

۱. فعالیت ها در فرایند تولید

۲. تغییرات در فرایند تولید

۳. نتایج برای سازمان

## فاز اجرا

تکنولوژی گروهی اقدامات زیر را بر روی فرایند تولید دارد:

۱. ساده سازی قطعات

۲. استاندارد سازی فرایند ها

۳. کنترل تولید

تغییراتی که تکنولوژی گروهی می تواند بر فرایند های تولید داشته باشد.

۱. کنترل قطعات گلوگاهی

۲. چیدمان فیزیکی نزدیک گروه های ماشین آلات

۳. سفارشات متناسب با تولید

**نتایجی که تکنولوژی گروهی در سطح سازمان دارد.**

۱. طراحی سیستماتیک و طراحی مجدد

۲. سطح کیفیت عالی

۳. زمان کوتاه برنامه ریزی فرایند و زمان کوتاه تنظیم

**تأثیرات تکنولوژی گروهی**

تکنولوژی گروهی تأثیرات متفاوتی بر فرایند های تولید دارد

۱. کاهش هزینه های خرید

۲. کاهش خرید های اضافی

۳. تخمین هزینه درست

۴. فرایند های کارآمدتر

۵. تغییرات طراحی سریعتر

۶. قطعات استاندارد

۷. بهبود خدمات مشتری

۸. طبقه بندی ارتباط با مشتری را ایجاد می کند.

۱. روش طبقه بندی      ۲. روش تحلیل گروهی (خوشه ای)

۱. بصری      ۱. چیدمان فیزیکی ماشین آلات

۲. کدینگ      ۲. چیدمان منطقی ماشین آلات

۱. روش ماتریسی      ۲. روش برنامه ریزی ریاضی      ۳. روش گراف

### انواع روش های ماتریسی

۱. روش های ضریب مشابَهت

۲. الگوریتم های مبتنی بر مرتب کردن

۳. الگوریتم BE

۴. الگوریتم مبتنی بر هزینه

۵. الگوریتم شناسایی خوشه

۶. الگوریتم توسعه یافته شناسایی خوشه

### روش برنامه ریزی ریاضی

برای یک ماتریس ماشین قطعه رایج ترین مقیاس های مسافت عبارتند از:

۱. مقیاس مسافت مین کوفسکی

۲. مقیاس مسافت موزون مین کوفسکی



۳. مقیاس مسافت هامینگ

## انواع مدل های برنامه ریزی ریاضی

۱. مدل  $p$  میانه

۲. مدل تعمیم یافته  $p$  میانه

۳. مدل برنامه ریزی توان دوم

## روش گراف

در روش گراف ، ماتریس ماشین – قطعه توسط یک گراف نشان داده می شود. از ۳ نوع گراف برای این منظور می توان استفاده کرد:

۱. گراف دو قسمتی

۲. گراف انتقال

۳. گراف مرزی

## افزایش کیفیت

الگوریتم های خوشه ای تکنولوژی گروهی می توانند در ۲ دسته اصلی تقسیم بندی شوند:

### رویکرد طراحی محور

۱. برای انجام تحلیل مورد نیاز مبتنی بر اشکال طراحی قطعات است.

### رویکرد تولید محور

۲. بر اساس اطلاعات مسیریابی نسبت به گروه ماشین آلات و قطعات است. رویکرد تولید محور می تواند به ۲ فاز تقسیم شود:

۱. فاز طراحی

۱. حداقل نگه داشتن تعداد طراحی های جدید

۲. آشنایی بیشتر کارکنان با قطعات

۳. بالا نگه داشتن سطح کیفی با استفاده از طراحی درست

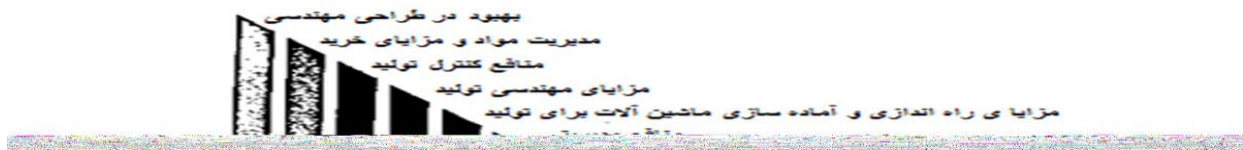
۲. فاز تولید

۱. گروهبندی قطعات بر اساس ویژگی های مشابه

۲. اشکال هندسی

۳. شرایط لازم فرایند

کاهش هزینه های تولید با گام های متنوع تکنولوژی گروهی پس انداز هزینه ها به سرعت اتفاق نمی افتد



### ۳ گام اجرای تکنولوژی گروهی در رویکرد فرایند محور

۱. تجزیه و تحلیل جریان قطعات در کارخانه

۲. کد گذاری قطعات و قراردادن آنها در خانواده قطعات در فرایند های تولید

۳. انتخاب گروه های ماشین آلات

## مثال از دنیای واقعی

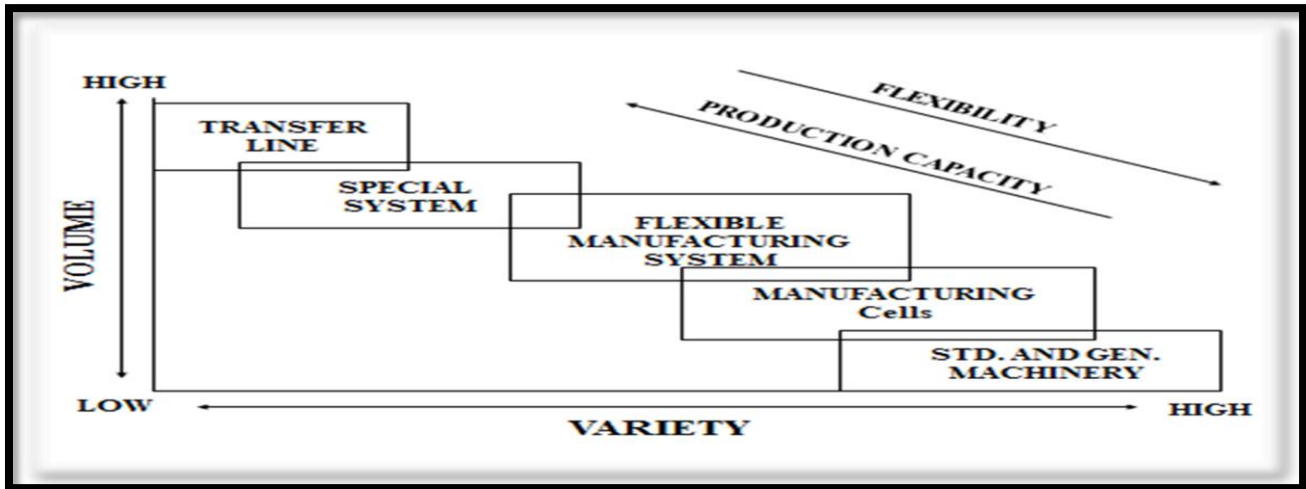
کاربرد GT در بهبود کیفیت

شرکت Peony در ژاپن

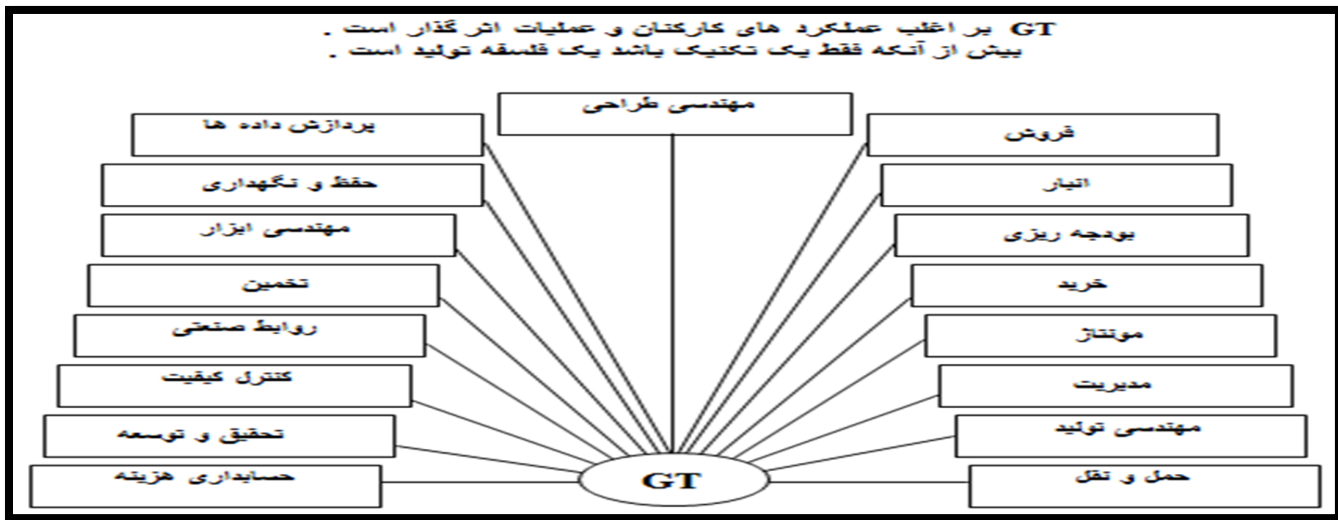
۱. در حال حاضر: تولید تلویزیون
۲. مشکل: درخواست مشتریان برای اندازه ها و عملکرد های مختلف
۳. چالش: حفظ سطح بالایی از کیفیت با توجه به تعداد زیاد قطعات جدید
۴. اجرا: در فاز اجرا
۵. نتایج: شرکت تعداد قطعات را با افزایش استاندارد سازی قطعات در سطح پایین نگه داشت.

## بکارگیری GT در تولید دارای مزایای زیر می باشد:

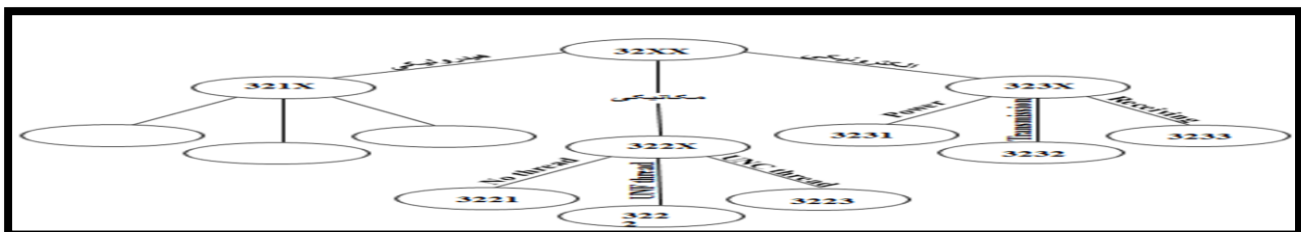
۱. کاهش زمان تحویل
۲. کاهش کار در جریان
۳. کاهش نیروی کار
۴. کاهش دوباره کاری و ضایعات مواد
۵. کاهش ابزار کاری
۶. کاهش زمان تنظیم و راه اندازی
۷. کاهش زمان تحویل سفارش
۸. بهبود روابط انسانی

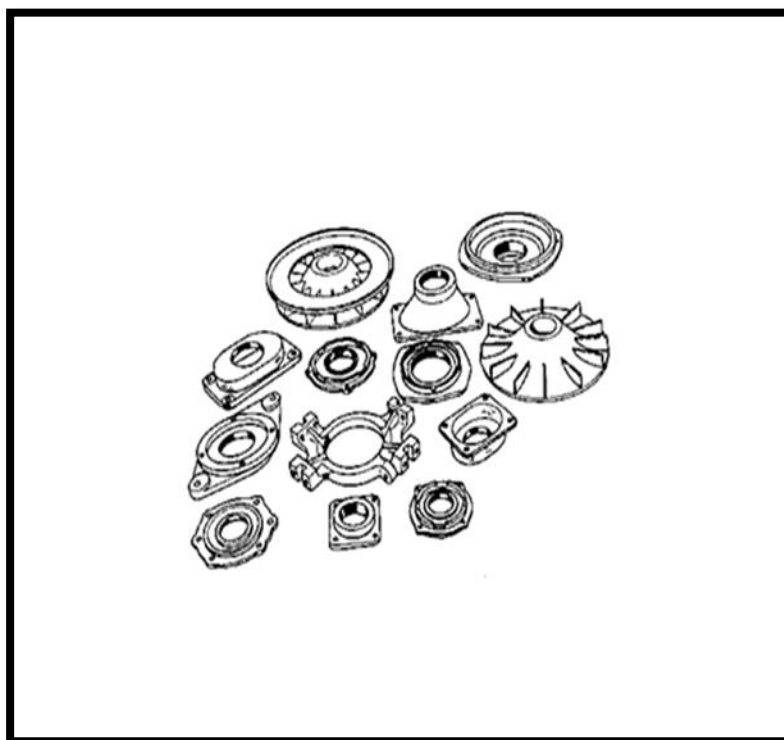


GT بر اغلب عملکرد های کارکنان و عملیات اثر گذار است .  
 بیش از آنکه فقط یکی تکنیکی باشد یکی فلسفه تولید است .

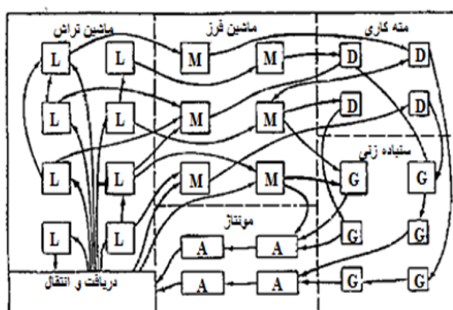


**ساختار سلسله مراتبی**

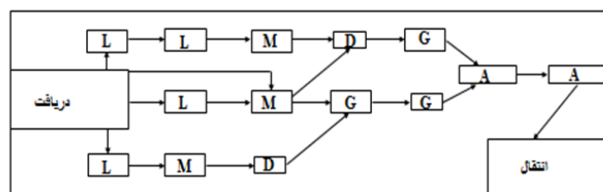




چیدمان فرایند ناکارآمد



چیدمان تکنولوژی گروهی



## تمارین ارائه شده استاد :

### دستورالعمل پیاده سازی روش کیویاک

- (۱) پس از تشکیل ماتریس قطعه-ماشین ، سطر مربوط به قطعه اول را حذف می کنیم و سپس ستون های مربوط به آن ماشین هایی که آن قطعه از آن می گذرد را حذف می کنیم .
- (۲) سپس به سراغ ستون های ماشین ها می رویم و ستون مربوط به آن ماشین هایی را که حداقل ۵۰٪ قطعات مربوطشان حذف شده باشند را حذف می کنیم .
- (۳) مجدداً به سراغ قطعات رفته و سطر مربوط به آن قطعاتی را که حداقل ۵۰٪ ماشین های مربوطشان حذف شده باشند را حذف می کنیم .
- (۴) مراحل ۲ و ۳ را آن قدر انجام می دهیم تا دیگر هیچ قطعه یا ماشینی باقی نمانده باشد که قابل حذف شدن باشد ، اولین سلول تولیدی شامل ماشین های حذف شده ، در اینجا شناسایی می شوند .
- (۵) ماشین ها و قطعاتی را که حذف نشده اند را در جدول جدیدی می گذاریم و آن را با مفروضات مساله تکمیل می کنیم و عیناً مراحل ۱ و ۲ و ۳ را در مورد جدول تکرار می کنیم تا سلول دوم نیز شناسایی شود .
- (۶) جداول را آن قدر ادامه می دهیم تا کلیه ماشین ها در سلول ها شناسایی شوند

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

ماتریس قطعه ماشین فوق را در نظر بگیرید ، اعداد نشان دهنده توالی ماشین های مورد نیاز برای هر قطعه می باشند . به منظور تعیین سلول ها مراحل ۱ تا ۴ را در پیاده می سازیم تا ماتریس دو حاصل شود. ملاحظه می کنید ماشین های ۲،۳،۵ و قطعات ۱،۳،۵،۷ در یک سلول قرار گرفته اند . حال مرحله ۴ را انجام می دهیم تا ماتریس سه حاصل شود و سپس با پیاده سازی گام ۵ در می یابیم در سلول بعدی ماشین ۴،۶ و قطعات ۲،۶ قرار گرفته اند و در سلول آخر قطعات ۴ و ماشین های ۱ و ۷ قرار دارند .

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

ماتریس ۲

	M1	M4	M6	M7
P2		2	1	
P4	1			2
P6		2	1	

ماتریس ۳

	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>7</sub>
P <sub>1</sub>	1		2				
P <sub>3</sub>		2	1	3			
P <sub>5</sub>	1		2				
P <sub>7</sub>	2	1					
P <sub>2</sub>				2	1		
P <sub>6</sub>				2	1		
P <sub>4</sub>						1	2

ماتریس ۴



۱. سیاوش خالدان، هادی شیرویه زاد، مقایسه عملکرد سیستم های تولید کارگاهی و تکنولوژی گروهی در یک مثال عددیاز طریق شبیه سازی با ARENA فصلنامه فرایندهای نوین در ساخت و تولید- سال دوم - شماره دوم- تابستان ۱۳۹۰
۲. <http://imi.persianblog.ir/post/۱۳۸-IndustrialManagment-lpsk> محسن رحیمی
۳. امید بیاتی، طراحی سامانه های تولید سلولی صنعت هوشمند - سال دوازدهم - خرداد ۸۸- شماره ۹۷
۴. شاهین عابدینی (مدیر مهندسی فروش شرکت اتل)-مزیت رقابتی بر مبنای تکنولوژی گروهی در بازار صنعت مبلمان و دکوراسیون ایران
۵. محمد کریمی دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی طراحی و استقرار سیستم تولید سلولی در محیط کارگاهی - [m.karimi2000@yahoo.com](mailto:m.karimi2000@yahoo.com) مجله روش سال هجدهم شماره ۱۱۹
۶. مهدی یآوری، جمال ارکات، یاسر امامیان، مدل سازی مسأله طراحی سیستم تولید سلولی با برنامه نویسی چند هدفه فازی تعمیم یافته، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد واحد سنج- سال ششم شماره ۱۶ تابستان ۱۳۹۰
۷. مبانی جامع تولید و عملیات در سازمان های تولیدی و خدماتی جلد سوم تألیف و ترجمه: دکتر سید محمد سید حسینی و محمد سعید صفاکیش ناشر: سازمان مدیریت صنعتی زمان چاپ: ۱۳۸۶