

به نام خدا

تحقیقات دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

درس مدیریت عملیات جناب آقای دکتر شیرویه زاد سال تحصیلی ۹۲-۹۱-۲

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

ردیف	نام	موضوع تحقیق	شماره صفحه
۱	خانم زاهدی	زنجیره تامین سبز و ارزیابی عملکرد	۲
۲	خانم فرشاد	CMS و قابلیت اطمینان	۱۴
۳	خانم سلیمانی	برنامه ریزی پویا و CMS	۲۷
۴	خانم صابری	مدیریت پروژه چابک	۳۸
۵	خانم علی عربی	تکنولوژی گروهی و چابکی	۴۵
۶	آقای علیمردانی	سیستم تولید سلولی استوار	۵۲
۷	آقای زارعان	مکان‌یابی تسهیلات در زنجیره‌ی تأمین	۵۸
۸	خانم ربانی	برنامه ریزی ظرفیت در سیستم تولید سلولی	۷۰
۹	خانم دهقانیان	تولید ناب و عوامل محیطی	۸۶
۱۰	خانم پندار	تکنولوژی گروهی و تولید ناب	۹۷
۱۱	خانم سالدورگر	مدیریت پروژه ناب	۱۲۵
۱۲	خانم نیک نژاد	مدیریت زنجیره تامین و لجستیک	۱۳۴
۱۳	آقای اعتصامی	AGV & FMS	۱۳۹

زنجیره تأمین سبز و ارزیابی عملکرد

تعریف مدیریت زنجیره تأمین

در تعریف مدیریت زنجیره تأمین آمده است: «شبکه‌ای از سازمان‌ها، تجهیزات، مواد و فعالیت‌هایی است که تدارک، تولید و تحویل محصول یا خدمت را از مرحله تأمین مواد اولیه تا تحویل به مشتری در بر می‌گیرد را شبکه-ای از تسهیلات و توزیع که تدارک و تأمین مواد اولیه و تبدیل آن به محصولات نهایی یا واسطه‌ای و نیز توزیع آنها را بر عهده دارد». در این زنجیره دو نوع حرکت وجود دارد که عبارتند از: حرکت فیزیکی مواد و تبادل اطلاعات. حرکت فیزیکی مربوط به مواد می‌شود و ممکن است در برخی بخش‌های زنجیره متفاوت باشد. اما تبادل اطلاعات تقریباً در سراسر چرخه متعادل است

مبانی مدیریت زنجیره تأمین

مدیریت زنجیره تأمین تمامی فعالیت‌های زنجیره تأمین را با هم هماهنگ می‌کند. واژه‌ی مدیریت زنجیره تأمین اولین بار توسط دو محقق به نام‌های اولیور و بر در سال ۱۹۸۲ به کار رفته و سپس به طور گسترده در دهه ۱۹۹۰ استفاده شد. پیش‌تر از واژه‌ی لجستیک و مدیریت عملیات به جای آن استفاده می‌شد. از نظر اولیور و بر زنجیره تأمین دربرگیرنده لجستیک و مسأله‌ی مطرح در سطح مدیریت ارشد سازمان می‌باشد (اشتدler و لیگر).

مدیریت زنجیره تأمین مستلزم ایجاد ارتباط و هماهنگی در سراسر زنجیره تأمین است. محور مرکزی اداره این زنجیره ایجاد همکاری و هماهنگی میان عناصر یاد شده است. عناصر زنجیره تأمین باید در برنامه‌ریزی، هماهنگی و سیستم اطلاعات مشارکت فعال داشته باشند. این امر خود مستلزم تعهد به رسالت و نقش اساسی این زنجیره است. تبادل دو سویه اطلاعات اصلی پذیرفته شده در مباحث مربوط به زنجیره تأمین است که براساس آن سازمان اطلاعاتی کامل درباره نیازمندی‌ها و پیش‌بینی‌ها، به عرضه کنندگان ارائه می‌دهد و عرضه کنندگان نیز اطلاعاتی کامل درباره قیمت، زمان تحویل، کیفیت و مواد دیگر به شرکت ارائه می‌دهند. این تبادل می‌بایستی در سراسر زنجیره حفظ شود. باید توجه داشت که در این فرآیند، بروز رسانی اطلاعات امری بسیار ضروری است. اطلاعات مفید، دوره عمر محدودی دارند.

بانک‌های اطلاعاتی عناصر زنجیره می‌بایستی به طور مستمر به روز شوند. یکی از دیگر مبانی زنجیره تأمین کارا، به کارگیری روش تبادل الکترونیک داده‌هاست که به انتقال اطلاعاتی در مورد سفارشات، حساب‌های اعتباری، زمان‌های ارسال و تحویل، انتقال اعتبار و موارد مشابه می‌پردازد و در سطحی گسترده مورد استفاده شرکت‌ها و سازمان‌ها قرار می‌گیرد. یکی از مزایای این روش کاهش زمان معاملات، عدم نیاز به مستندات و کاهش در هزینه‌های اداری و هزینه‌های مربوطه است. از دیگر مبانی زنجیره‌ی تأمین برنامه‌ریزی منابع توزیع (DRP) است که به اداره

سیستم‌های توزیع، انبارداری و حمل و نقل می‌پردازد. برنامه‌ریزی منابع مواد از دیگر ضروریات اداره زنجیره تأمین است که به برنامه‌ریزی تأمین و استفاده از مواد اولیه می‌پردازد. [۳]

تعریف زنجیره تأمین سبز

زنجیره تأمین سبز عبارتست از مجموعه اقدامات داخلی و خارجی بنگاه در سراسر زنجیره تأمین که به بهبود محیط زیست و جلوگیری از ایجاد آلودگی منجر می‌شود. به عبارت دیگر مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل خرید سبز، تولید سبز، توزیع سبز، بازاریابی سبز و لجستیک معکوس است.

چرا زنجیره تأمین سبز؟

امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل جایگزین در آن کشورها شده است و اقدامات گوناگونی برای مواجهه با این مسأله توسط دولت‌ها انجام گرفته است که از جمله آن‌ها اعمال قوانین اصول سبز مانند استفاده از مواد خام سازگار با محیط زیست در مراکز تولیدی و صنعتی، کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی، بازیابی کاغذها و استفاده مجدد ضایعات بر شرکت‌ها و سازمان‌های بخش دولتی و خصوصی است. تسری مقررات دولتی جهت اخذ استانداردهای زیست محیطی و تقاضای رو به رشد مصرف کنندگان برای عرضه محصولات سبز به زنجیره تأمین که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا از مرحله ماده خام تا تحویل کالا به مصرف کنندگان نهایی به انضمام جریان اطلاعات در سرتاسر زنجیره را دربرمی‌گیرد، موجب ظهور مفهوم جدید «مدیریت زنجیره تأمین سبز»^۱ یا GSCM شده است که دربرگیرنده مراحل چرخه عمر محصول از طراحی تا بازیافت است.

به صورت خلاصه می‌توان گفت پرداختن به زنجیره تأمین سبز از دیدگاه‌های ذیل دارای اهمیت است:

۱- ایجاد مطلوبیت و رضایتمندی از نظر زیست محیطی در سراسر زنجیره تأمین سبز و دستیابی به بازار جدید از طریق عرضه محصولات سازگار با محیط زیست.

۲- کاهش هزینه‌ها از طریق صرفه‌جویی در منابع، هزینه سوخت، تعداد ساعات کارگران، حذف ضایعات و بهبود بهره‌وری.

۳- بهره‌مندی مزایای رقابتی از طریق خلق و ارائه ارزش برای مشتریان و رضایتمندی و وفاداری مشتریان نسبت به محصولات و نهایتاً افزایش سودآوری بنگاه. [۱]

مدیریت زنجیره تأمین سبز

سبز کردن زنجیره‌ی تأمین، فرآیند در نظر گرفتن معیارها یا ملاحظات زیست محیطی در سرتاسر زنجیره تأمین است. مدیریت زنجیره تأمین سبز یکپارچه کننده‌ی مدیریت زنجیره‌ی تأمین با الزامات زیست محیطی در

^۱ Green Supply Chain Management

تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه و تولید ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال و تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به منظور بیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین است. در بررسی اثرات زیست محیطی فعالیت‌های زنجیره تأمین به تحلیل اثرات محصولات بر محیط زیست به کمک رویکردی کلی‌نگر (شامل تحلیل دوره‌ی عمر محصول از آغاز تا پایان عمر آن) پرداخته می‌شود. در این رویکرد کلیه‌ی اثرات بوم‌شناختی هر فعالیت در مراحل مختلف عمر محصول مانند مفهوم محصول، طراحی، تهیه‌ی مواد خام، ساخت و تولید، مونتاژ، نگهداری، بسته‌بندی، حمل و نقل و استفاده‌ی مجدد محصول اندازه‌گیری در طراحی محصول لحاظ می‌شود. [۱]

محرك‌های سازمان‌ها به سمت پذیرش مدیریت زنجیره تأمین سبز

فاکتورهای تأثیرگذار بر سازمان‌ها برای پذیرش GSCM یا محرك‌های انطباق به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- دولت

قوانین و لوایح دولتی، سازمان‌های مسئول حفاظت محیط زیست مانند EPA^۲ و استانداردهای زیست محیطی مانند ISO ۱۴۰۰۰ که در سال ۱۹۹۶ به وسیله‌ی مؤسسه بین‌المللی استاندارد تدوین شد، از جمله محرك‌های مهم برای پذیرش GSCM در سازمان‌هاست.

۲- بازار و رقبا

در تجارت جهانی امروز رقابت میان سازمان‌ها بسیار شدید است و برای تحت تأثیر قرار دادن مشتریان، سازمان‌ها نیاز دارند خودشان را در موقعیت برتری نسبت به رقبا قرار دهند. دوست‌دار محیط زیست بودن و سازگاری با الزامات زیست محیطی راهی برای تمایز از سایر رقبا است. در صورتی که رقبا از GSCM بهره‌مند شده باشند، شرکت تحت فشار بیشتری برای استقرار مدیریت زنجیره تأمین سبز خواهد بود. از طرفی مشتریان نیز روی تصمیم برای استقرار سیستم GSCM نقش مهمی دارند. برخی تحقیقات نشان داده است ارتباطی بین رضایت مشتریان یا ارضای نیازهای آنان با به کارگیری GSCM و بهبود عملکرد زیست محیطی شرکت وجود دارد.

۳- سازمان

دو عامل بالا فاکتور خارجی هستند در حالی که بعضی از مواقع عامل سوق دهنده و محرك خود سازمان است. مطالعات نشان داده است که استقرار GSCM می‌تواند موجب کاهش هزینه‌ها شود. همچنین می‌تواند افزایش بازده، حذف یا کاهش آلاینده‌ها و ضایعات، شهرت تجاری و در مدیریت منابع انسانی دلگرمی بیشتر کارکنان را از برنامه‌ی سبز باعث شود. [۱]

فعالیت‌های اجرایی دستیابی به مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز

فعالیت‌هایی که باید در مدیریت زنجیره تأمین سبز به مرحله‌ی اجرا درآید به‌دسته‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

^۲ Environment Protection Agency

۱- مدیریت زیست محیطی داخلی سازمان:

- تعهد و حمایت مدیر ارشد و میانی سازمان نسبت به اجرای مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز.
- اخذ گواهینامه‌های مدیریت زیست محیطی مانند EMS، ISO ۱۴۰۰۰ توسط سازمان.
- وجود خط مشی و سیاست مدرن در حوزه‌ی محیط زیست و مسئولیت اجتماعی در سازمان.
- برنامه‌ریزی مدرن جهت ایجاد بازاریابی سبز و پایدار

۲- طراحی برای محیط زیست:

- طراحی محصولات و فرآیندها با هدف کاهش مصرف مواد اولیه و انرژی مصرفی.
- طراحی محصولات و فرآیندها جهت استفاده‌ی مجدد، بازسازی و بازیافت مجدد.

۳- بهبود عملکرد زیست محیطی در حوزه‌ی فرآیند تولید:

- برنامه‌ریزی جهت کاهش و حذف استفاده از عناصر مضر طبیعت در فرآیند تولید قطعات (سرب، کروم، جیوه، کادمیم).
- برنامه‌ریزی مدرن جهت کاهش آلاینده‌ی خاک، آب و هوا توسط فرآیندهای داخلی.
- استفاده از سیستم لجستیک معکوس (جمع‌آوری، حمل، جداسازی، بازیافت و استفاده‌ی مجدد مواد اولیه و قطعات مرجوعی و دفع مواد زاید).
- جایگزین مواد اولیه با مواد خام دوستدار محیط زیست.

۴- مدیریت منابع غیر تولیدی:

- مدیریت و کنترل تأثیرات زیان‌آور تأسیسات سازمان بر روی جامعه و کارکنان سازمان (شامل مسائل زیست محیطی، بهداشتی و ایمنی).
- اجرای شبکه و تصفیه‌خانه‌ی مرکزی فاضلاب صنعتی و بهداشتی.
- اندازه‌گیری میزان آب مصرفی سالیانه و برنامه‌ریزی جهت کاهش مصرف.

۵- مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی

- استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در فرآیند تولید (مانند انرژی توربین بادی و انرژی خورشیدی)
- بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق استفاده از مانیتورینگ در سقف‌ها برای روشنایی محیط کار، روشنایی موضعی و خاموش کردن دستگاهها در ساعات استراحت...
- بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید و دوستدار محیط زیست (جهت جلوگیری از ورود آلاینده‌ها به محیط زیست و بهینه‌سازی مواد مصرفی و انرژی)

۶- مدیریت ضایعات:

- برنامه‌ریزی مدون جهت کاهش آلاینده‌ی خاک، آب و هوا توسط ضایعات
- پیاده‌سازی نظام مدیریت پسماند (مدیریت تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، جداسازی، حمل و نقل،

بازیافت و دفع ضایعات)

۷- آموزش و پژوهش و فرهنگ‌سازی:

- فعالیت در انجمن‌های داخلی و بین‌المللی محیط زیست و انجام پژوهش‌های زیست محیطی با دانشگاه‌ها و مراکز علمی
- برگزاری سمینار آموزشی در خصوص اهمیت و رعایت مسایل زیست محیطی برای کارکنان، مشتریان و تأمین کنندگان
- ترویج فرهنگ کاهش مصرف کاغذ در فعالیت‌های مختلف سازمان با استفاده از سیستم اتوماسیون اداری و تهیه‌ی نرم‌افزارهای مورد استفاده در شبکه

۸- مدیریت زیست محیطی بیرونی سازمان:

- اخذ گواهینامه‌ی ایزو ۱۴۰۰۰ توسط تأمین کنندگان
- انتخاب تأمین کنندگان براساس معیارهای زیست محیطی و ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان بر اساس معیارهای زیست محیطی
- وجود دستورالعمل‌های زیست محیطی در واحد تدارکات جهت خرید مواد اولیه و قطعات دوستدار محیط زیست
- کاشت نهال، درخت و کمک به توسعه‌ی فضاهای سبز

۹- همکاری‌های زیست محیطی با ذی‌نفعان:

- دریافت نظرات و همکاری با مشتریان و تأمین کنندگان برای تولید پاک
- دریافت نظرات و همکاری با مشتریان و تأمین کنندگان در کاهش مصرف انرژی

۱۰- بهبود عملکرد زیست محیطی در حوزه‌ی محصول:

- برنامه‌ریزی مدون جهت کاهش آلاینده‌ی خاک، آب و هوا توسط محصول نهایی
- استفاده از برچسب استانداردهای زیست محیطی بر روی قطعات

۱۱- بهبود عملکرد زیست محیطی در حوزه‌ی فروش و خدمات پس از فروش [۱]

زنجیره تأمین سبز به طور کلی به سه بخش تقسیم می‌شود:

لجستیک داخلی

تولیدسبز

لجستیک خارجی

لجستیک داخلی

کلیه فعالیت‌های مرتبط با دریافت، ذخیره کردن و جابه‌جایی مواد خام را دربرمی‌گیرد. متغیرهای مهم تصمیم‌گیری توسط مدیران که بر محیط زیست اثر می‌گذارند عبارتند از:

- خرید مواد خام
- انتخاب فروشنده
- محل استقرار فروشنده
- بهبود حمل و نقل
- انتخاب نحوه عمل
- انتخاب وسیله حمل
- کنترل مواد خام
- انبارداری

انتخاب نحوه حمل کالا اثر چشمگیری روی محیط زیست خواهد داشت و مدیران لجستیک باید این مقوله را در تصمیمات خود لحاظ کنند. حمل و نقل ریلی به دلیل استفاده از انرژی کمتر نسبت به سایر شیوه‌های حمل کالا و همچنین استفاده کارتر از زمین، آلودگی هوا و آلودگی صوتی کمتر مطلوب‌ترین گزینه برای حمل و نقل زمینی است. انتخاب وسیله نقلیه از منظر آلاینده‌گی متغیر دیگری است که باید مدیران زنجیره تأمین به آن توجه کنند. حمل و نقل به وسیله سه عامل محیط زیست را متأثر می‌سازد:

- ساختار شبکه‌های حمل و نقل
- وسیله نقلیه (از نظر سالم بودن)
- دسترسی به قطعات و لوازم یدکی

تولید سبز

تولید مشتعل بر ورود مواد اولیه و تبدیل آن‌ها به کالای نهایی از طریق فعالیت‌های مونتاژ، ساخت و بسته‌بندی است. مدیریت موجودی کالا از موضوعات مهم در کل فرایند زنجیره تأمین می‌باشد که در اکثر تصمیمات آن هزینه‌های محیط زیست و هزینه‌ای بالقوه اجتماعی لحاظ نمی‌شود. به عنوان مثال تکنیک مدیریت موجودی کالا درست به موقع JIT که در شرکت‌ها استفاده می‌شود از منظر زیست محیطی معایبی همچون: حمل و نقل اضافی، ایجاد فشار اضافی برای ترافیک جاده‌ای، آلودگی هوا و آلودگی صوتی برای محیط زیست دارد. در کوتاه مدت شرکت‌ها نیاز دارند که از حداکثر ظرفیت غیر فعال انبارها استفاده کنند. مسیریابی را برای تردد ناوگان حمل و نقل خود استفاده کنند که دارای تراکم کمتری باشد، طراحی مجدد کامیون‌های حمل کالا، بهبود حمل و نقل تا از این طریق کارایی خود را بهبود بخشند. در بلند مدت شرکت‌ها باید به ارزیابی مجدد محل استقرار خود، سایر اعضای زنجیره تأمین، تکنولوژی و ساختار کانال توزیع بپردازند. تمامی محصولات به استثنای تعداد اندکی نیاز به بسته‌بندی دارند. بسته‌بندی به طور کلی به سه نوع: بسته‌بندی ابتدایی، بسته‌بندی کمکی (ثانویه) و بسته‌بندی جهت حمل کالا تقسیم می‌شود. بسته‌بندی از موضوعات فوق‌العاده مهمی است که اثر مستقیمی بر محیط زیست دارد. استفاده از بسته-

بندی‌های سازگار با محیط زیست و قابل برگشت به محیط زیست (تجربه‌پذیر) سهم بازار شرکت‌ها را افزایش خواهد داد. در بسته‌بندی عواملی همچون: اندازه، شکل بسته‌بندی، و نوع مواد به کار رفته در آن‌ها به دلیل این که ویژگی حمل کالا، چیدمان خوب کالا در انبار، دسترسی آسان به اطلاعات کالا، کاهش هزینه‌های انبارداری و تأخیرات اصلاح را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ اثر مستقیمی بر هزینه‌های زنجیره تأمین دارد. شرکت‌ها از طریق تغییر در اندازه محصول، بسته‌بندی ابتدایی و کمکی و اندازه پالت‌های حمل و نقل کالا و همچنین کمک گرفتن از برنامه‌های کامپیوتری برای بهینه‌سازی بسته‌بندی، می‌توانند صرفه‌جویی‌های قابل ملاحظه‌ای را در بسته‌بندی، انبارداری و حمل کالا داشته باشند. بسته‌بندی بهتر به همراه تغییر در پالت‌های حمل محصول منجر به کاهش میزان حمل کالا خواهد شد. در نتیجه بسته‌بندی بهتر به استفاده کمتر از وسیله نقلیه به دلیل استفاده از فضای بیشتری در انبار و سهولت نگهداری در انبارها منتهی خواهد شد. این بهبود کارایی بر روی محیط زیست تأثیر مستقیمی خواهد داشت. تولید سبز عواملی همچون: تولید پاک، طراحی محصول با در نظر گرفتن محیط زیست، تولید مجدد، تولید ناب را در برمی‌گیرد. یکی از عوامل کلیدی بهبود بهره‌وری دو برابری شرکت‌های ژاپنی نسبت به شرکت‌های غربی تولید ناب است زیرا شیوه تولید، زمان رهبری، هزینه مواد و نیروی کار را کاهش داده و به طور همزمان، میزان تولید و کیفیت را بهبود می‌بخشد و منجر به بهبود رقابت‌پذیری می‌گردد. موفقیت تولید ناب از سه عامل ناشی می‌شود:

- حداقل سازی فعالیت‌هایی که هیچ ارزش افزوده‌ای برای شرکت ندارد.
- طراحی و اجرای نظام‌های کارایی انجام کار
- مدیریت منابع انسانی

در برخی مقالات متغیرهای تولید سبز را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که عبارتند از:

- به کارگیری مواد خام سازگار با محیط زیست
- حذف مواد خاصی که ممکن است اثر مضر بر محیط زیست داشته باشد.
- دقت در زمینه معیارهای سازگار با محیط زیست
- دقت در طراحی به نحوی که سازگار با محیط زیست باشد.
- بهینه‌سازی فرآیندها در زمینه کاهش ضایعات
- به کارگیری تکنولوژی‌های پاک طوری که منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و آب و کاهش آلاینده‌ها شود.
- بازیافت مواد اولیه در مرحله تولید
- به کارگیری اصول مدیریت کیفیت فراگیر [۴]

لجستیک خارجی

فعالیت‌های لجستیک خارجی با لجستیک داخلی تفاوت چندانی ندارد به جز این که لجستیک خارجی با کالای ساخته شده و با ارزش افزوده بالاتر و متغیرهای قابل کنترل تری سر و کار دارد. ولی اکثر تصمیمات در رابطه با تبادل در لجستیک داخلی با خارجی فرق می‌کند. لجستیک خارجی کلیه فعالیت‌های توزیع فیزیکی را در برمی‌گیرد

و مشتمل بر جمع‌آوری، ذخیره سازی و توزیع کالای ساخته شده بین خریداران می‌گردد. اکثر تصمیمات در لجستیک خارجی مستلزم در نظر گرفتن بازار، مشتری، محصول و منابع شرکت می‌باشد. در طراحی شبکه‌های توزیع بایستی دو عامل: تطابق با اهداف فعلی شرکت و ارضای اهداف مورد نظر مدیریت عالی لحاظ شود. از جمله روندهای جدید در طراحی شبکه توزیع؛ کاهش نقاط عملیاتی در زنجیره تأمین می‌باشد. از این طریق مدیران لجستیک قادر خواهند بود عملیات خود را به صورت کارا تر و با موجودی کالای کمتر اجرا کنند در حالی که میزان ارائه خدمات به مشتریان خود را در همان سطح حفظ می‌کنند. نتایج این اقدامات صرفه‌جویی و حذف انرژی اضافی و مکان‌های زیادی می‌باشد که در شبکه توزیع سنتی وجود دارد که این اقدامات با حفظ محیط زیست هم‌خوانی دارد.

تصمیمات مرتبط با موجودی کالا در لجستیک خارجی عبارتند از: میزان موجودی کالا، محل انبارها، تمرکز یا عدم تمرکز در مراکز توزیع، خط مشی ارائه خدمات به مشتریان برای کالاهای مختلف، مدیریت کالاهای مرجوعی و خط مشی تهیه مجدد موجودی کالا.

- **بازاریابی:** میزان ارائه خدمات به مشتریان و کانال‌های توزیع تأثیر مستقیمی بر زنجیره تأمین دارند. اکنون اکثر تولید کنندگان به کامپیوترهای خرده فروشان متصل هستند و به آسانی به تبادل اطلاعات می‌پردازند. **ارائه خدمات پس از فروش:** حفظ یک شبکه گسترده ارائه خدمات پس از فروش بخش مهمی از محصول را در کالاهای صنعتی با دوام تشکیل می‌دهد. از بین فعالیت‌های متعدد، مدیران زنجیره تأمین بر حمل کالاهای مرجوعی، مدیریت تأمین قطعات، حفظ شبکه تأمین به نحوی تأکید دارند که خدمات سریع و مطمئن را برای مشتریان فراهم سازد.

- **استراتژی زنجیره تأمین سبز:** پورتر از سه استراتژی تمایز، تمرکز و کاهش هزینه به عنوان استراتژی عام جهت کسب مزیت رقابتی پایدار نام می‌برد و بیان می‌کند آن دسته از شرکت‌هایی که به طور هم‌زمان از استراتژی‌های تمایز و کاهش هزینه استفاده می‌کنند در کسب مزیت رقابتی موفق‌تر هستند. استراتژی‌های زنجیره تأمین به دو استراتژی پاسخ‌گویی و کارایی تقسیم می‌شود. زنجیره تأمین سبز با ترکیب دو استراتژی مذکور علاوه بر بهره‌مندی از مزایای ناشی از صرفه‌جویی در استفاده از منابع، انرژی، انبارها، جلوگیری از حمل و نقل زاید، کاهش آلودگی با استفاده از مواد خام سازگار با محیط زیست، کاهش ضایعات و... از مزایای کارایی و یا به تعبیر دیگر از استراتژی کاهش هزینه‌ها بهره‌مند می‌شود و از یک سو با ایجاد نوآوری در طراحی و تولید محصولات سبز و قابل بازیافت علاوه بر کاهش هزینه‌های تخریب محیط زیست از استراتژی پاسخ‌گویی یا به تعبیر دیگر از استراتژی تمایز استفاده می‌کند. ترکیب هم‌زمان این دو استراتژی مزیت رقابتی را برای شرکت به همراه خواهد داشت. [۴]

با توجه به اینکه یکی از مهمترین اهداف زنجیره تأمین سبز اهداف زیست محیطی است نگاهی اجمالی به تکنولوژی زیست محیطی اجرا شده در برخی سازمان‌ها می‌اندازیم:

تکنولوژی محیط زیست

در مطالعات نظری و تجربی صورت پذیرفته حرکت به سمت تعریف و طبقه‌بندی تکنولوژی‌های زیست محیطی دیده شده است. در بیشتر این مطالعات تکنولوژی‌های زیست محیطی به دو بخش اصلی کنترل آلودگی و پیش‌گیری از آلودگی تقسیم شده‌اند (که اغلب تحت عنوان تکنولوژی‌های پاک تعبیر می‌شوند).

در یک طبقه‌بندی، کلاس و وایبارک (۱۹۹۹) تکنولوژی زیست محیطی را به شکل ذیل دسته‌بندی کرده‌اند:

۱- جلوگیری از آلودگی ۲- کنترل آلودگی ۳- سیستم‌های مدیریت

تکنولوژی‌های جلوگیری از آلودگی به سرمایه‌گذاری‌های ساختاری در امر تولید که تغییر در محصول یا فرآیند را شامل می‌شود، اطلاق می‌گردد در اینجا تأکید بر تغییرات فیزیکی در محصولات و فرآیندهاست. سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌هایی که منابع آلودگی را حذف یا کاهش می‌دهند (از طریق تجهیزات جدیدی که انرژی کمتری مصرف کرده یا سطح ضایعات را کاهش می‌دهند) جزء سرمایه‌گذاری در زمینه پیش‌گیری از آلودگی محسوب می‌شوند.

جایگزینی مواد و کاهش منابع را نیز می‌توان مثال‌هایی از تکنولوژی‌های جلوگیری از آلودگی دانست. از سوی دیگر سیستم‌های مدیریت محیط زیست و یکپارچگی ملاحظات زیست محیطی در زمینه برنامه‌ریزی و زمان بندی تولیدات به عنوان اعمال پیشگیرانه شناخته می‌شوند. این‌گونه اعمال نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بنیادین می‌باشند.

در مقابل، تکنولوژی‌های کنترل آلودگی به سرمایه‌گذاری‌های ساختاری اطلاق می‌گردند که در نتیجه آنها تلاش می‌شود ضایعات مضر یا آلوده کننده را در انتهای فرآیند ساخت، مشخص و به طور اصولی دفع نمایند.

با افزایش آموزش کارکنان در زمینه کاهش آلودگی و جلوگیری از تولید ضایعات و توسعه روش‌های بهتر پاکسازی در دستیابی به این اهداف تلاش می‌شود. [۳]

ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد فرایندی است که از طریق آن می‌توان اطلاعات مفید و سودمندی درخصوص چگونگی انجام موثر کارها برای تقویت رفتارهای مثبت و حذف رفتارهای نامناسب و غیرضروری به دست آورد. ارزیابی عملکرد جنبه کمی داشته و قابل اندازه‌گیری می‌باشد و نتایج و پیامدهای ارزیابی را به مقادیر قابل محاسبه تبدیل می‌کند.

دلایل و ضرورت ارزیابی عملکرد

برخی از ضرورت‌های ارزیابی عملکرد در یک سازمان عبارتست از:

۱. قضاوت و تصمیم‌گیری در مورد عملکرد پرسنل، گروه‌ها و واحدها و سازمان، نیازمند انتخاب شاخص‌های مناسب بوده تا با ادله مناسب، دقیق بودن برداشتها اثبات شود.

۲. ضرورت بازنگری استراتژی‌ها در مقاطع مختلف پیاده‌سازی مدیریت استراتژیک به منظور تعیین اثر بخشی استراتژی‌های مورد استفاده.

۳. ضرورت تعیین معیارها و شاخص‌هایی جهت پایش اثربخشی و کارایی مطابق با الزامات استاندارد ISO ۹۰۰۱.

۴. ضرورت تعیین میزان دستیابی به اهداف سازمانی در راستای تخصیص منابع.

۵. ارزیابی عملکرد به عنوان چراغ راه هدایت گر کلیه فعالیت‌های مدیریتی مطرح می‌باشد.

۶. رشد و توسعه پایدار سازمان، مرهون ارزیابی، تجزیه و تحلیل و مقایسه و انجام اقدامات لازم در زمینه عملکرد است.

نتایج سیستم ارزیابی عملکرد

اجرای سیستم ارزیابی عملکرد برای سازمان منافع بسیاری در پی خواهد داشت که از جمله مواردی که می توان به آن اشاره کرد عبارتند از:

۱. وجود نظامی کاربردی جهت تحلیل محیط داخلی سازمان و شناخت قوتها و ضعف های عملکردی.
۲. تضمین انتقال استراتژی های سازمان به سطوح عملیاتی.
۳. کمی کردن شاخص های بهبود مستمر در سازمان.
۴. پرهیز از هرگونه قضاوت نادرست و تصمیم نامناسب در خصوص فعالیت های جاری.
۵. آگاهی دادن به مدیران ارشد سازمان در خصوص اثربخشی تصمیمات اخذ شده قبلی.

چگونگی انجام ارزیابی عملکرد

به طور کلی برای اجرای فرآیند ارزیابی عملکرد وجود ۳ مرحله ذیل ضروری است:

مرحله اول: شناخت سازمان

مرحله دوم: طراحی مدل ارزیابی عملکرد

مرحله سوم: تدوین شاخص های ارزیابی عملکرد. [۵]

رابطه زنجیره تامین سبز و ارزیابی عملکرد

مدیریت زنجیره تامین را می توان از سه لحاظ مورد بررسی قرار داد:

- ۱- ملاحظات استراتژیک که به چگونگی شکل دهی، طراحی، ساخت یا خرید، مشارکت با دیگر سازمان ها و دیگر موارد مهم و اثرگذار توجه دارد. این ملاحظات، به بررسی آثار مهم تشکیل زنجیره بر ایجاد مزیت رقابتی می پردازد.
- ۲- ملاحظات تاکتیکی که به تعیین سیاست هایی در حوزه های موجودی، تدارکات و کیفیت می پردازد و توسط استراتژی های سطح قبلی ما هدایت می شوند.

۳- ملاحظات عملیاتی (ارزیابی عملکرد) که به برنامه ریزی و کنترل دریافت، پردازش و ارسال می پردازد. [۳]

هدف بررسی رابطه زنجیره تامین سبز با ملاحظات عملیاتی یا ارزیابی عملکرد در سازمانها می باشد به عبارت دیگر سبز کردن زنجیره تامین چقدر در بهبود عملکرد سازمان موثر است؟

شناسایی متغیرهای مؤثر در مدیریت زنجیره تامین سبز و ارزیابی عملکرد زنجیره تامین سبز

در واقع اساس مدیریت زنجیره تامین سبز بر یکپارچگی مدیریت محیط زیست و مدیریت زنجیره تامین برای کنترل اثرات مخرب زیست محیطی در چرخه عمر محصول به وسیله تسهیم اطلاعات و هماهنگی و همکاری تمام اعضای زنجیره تامین است. بخش های درگیر در زنجیره تامین دارای روابط متقابلی هستند طوری که با تغییر یک متغیر، متغیرهای متعددی در زنجیره تامین تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. در زنجیره تامین سبز به طور کلی سعی می شود تا در تصمیمات مدیران زنجیره تامین علاوه بر هزینه های مشهود، هزینه های نامشهودی که در قیمت تمام

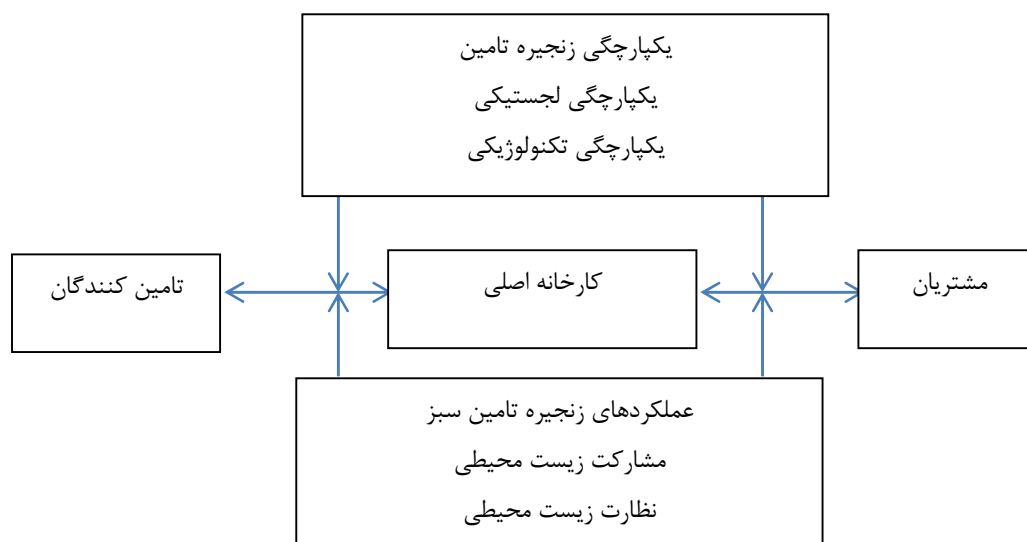
شده محصول لحاظ نمی‌شود و بر محیط زیست اثرات منفی و مخرب دارند و به طور غیرمستقیم توسط شرکت پرداخت می‌شود (هزینه‌های اجتماعی) حداقل گردد. به عبارت دیگر مدیران در زنجیره تأمین سبز علاوه بر حداقل سازی هزینه‌های معمول زنجیره تأمین (هزینه سفارش، هزینه موجودی کالا و...) در راستای پاسخگویی به مسئولیت اجتماعی هستند. تا از این طریق به خلق ارزش و ارضای نیازهای مشتریان (مخصوصاً مشتریان مطلع و حامی محیط زیست) پرداخته و از اصلاح یا ایجاد تقاضای جدید، دستیابی به بخش‌های جدیدی از بازار و تغییرات در هزینه‌ها با دستیابی به شیوه‌های جدید تولید محصول به عنوان منابع عمده نوآوری بهره‌مند شوند. که این امر در نهایت مزیت رقابتی را برای سازمان به همراه خواهد داشت. [۴]

معیارهای مهم در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین سبز

هزینه، تحویل به موقع، کیفیت، انعطاف پذیری و محیط زیست به عنوان معیارهای مهم عملکردی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. [۲]

ارائه یک چارچوب برای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین سبز

به منظور بررسی عملکرد زنجیره تأمین سبز (GSCP) باید فعالیت‌های میان سازمان‌ها را که با مدیریت محیط زیست مرتبط است، یک ویژگی اصلی محسوب کرد. در همین راستا استفاده از چارچوب درونی/برونی سازی در توسعه تأمین کنندگان به ایجاد یک بستر مفهومی برای GSCP کمک نموده است. چارچوب درونی/برونی سازی پیشنهاد می‌کند که سازمان‌هایی که در یک بازار ناقص و در شرایط عدم اطمینان قرار دارند می‌توانند تصمیم بگیرند که چنین بازار‌هایی را درونی کرده تا خطرات ناشی از آنها در امان باشند.



با استفاده از چنین چارچوبی، یک سازمان می‌تواند در مدیریت زنجیره تأمین موضوعات زیست محیطی را با کمک فعالیت‌های زیر وارد کند:

۱. فعالیت‌های مرتبط را از طریق کنترل کردن فعالیت‌ها و تحت نظر مستقیم داشتن آنها درونی سازی کند.

۲. با استفاده از بازارهای خارجی (معاملات آزاد) عملکرد تامین کنندگان را ارزیابی کرده و سپس برای اصلاح و بهبود بر آن هافشار آورد. بر اساس این دورویکرد کارکردهای مرتبط با GSCPI را می توان با دوروش اصلی زیر در زنجیره تامین تعریف کرد:

۱. فعالیت هایی شامل درگیری مستقیم شرکت خریدار با تامین کنندگان صورت گیرد تا از این طریق راه حل های زیست محیطی به صورت مشترک ایجاد و توسعه پیدا کند. از این فعالیت ها تحت عنوان مشارکت های زیست محیطی تعبیر می شود.

۲. فعالیت هایی توسط شرکت خریدار در بازار و طی معاملات آزاد صورت گیرد تا از این طریق تامین کنندگان را کنترل کند. این نوع فعالیت ها را نظارت زیست محیطی می نامند.

مشارکت زیست محیطی در GSCP شامل برنامه ریزی های مشارکتی و راه حل یابی بین سازمان هاست. مشارکت زیست محیطی کاملاً با جزء درونی سازی در چارچوب درونی/برونی سازی منطبق است. مزیت های رقابتی حاصل شده از این طریق برای شرکت هادارای دووجه است، اول اینکه مشارکت ها منجر به یک پارچگی دانش و افزایش همکاری بین سازمان ها خواهد شد که در نتیجه آن سازمان های موجود در زنجیره تامین می توانند قابلیت های سازمانی خود را توسعه دهند. این امر نه تنها بر عملکرد زیست محیطی آن ها تاثیر گذار است، بلکه بر ابعاد عملکردی مانند هزینه و کیفیت نیز تاثیر گذار خواهد بود. [۲]

منابع

- ۱- الفت، لعیا و خاتمی فیروزآبادی، علی و خداوردی، روح الله (۱۳۹۰) مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت خودروسازی ایران، فصلنامه علوم مدیریت ایران شماره ۲۱.
- ۲- چینی فروش، حامد و شیخزاده حسین (۱۳۸۹) رابطه عملکرد سازمان و زنجیره تامین سبز در پتروشیمی کشور، مجله اکتشاف و تولید، شماره ۶۹.
- ۳- مقدسی، علیرضا (۱۳۸۹) مدیریت زنجیره تامین در سازمان، مجله صنعت خودرو.
- ۴- ایمانی، دین محمد و احمدی، افسانه (۱۳۸۸) مدیریت زنجیره تامین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی، مجله مهندسی خودرو و صنایع وابسته.
۵. ستاری فرد، احسان، چرایی و چگونگی ارزیابی عملکرد در سازمان های تعمیرات و بازسازی (www.faragir.ir)

سیستم تولید سلولی (CMS) [۱]

معرفی و تاریخچه

قرن بیستم شاهد دو انقلاب در صنعت تولید بود انقلاب اول را پس از جنگ جهانی اول هنری فورد و آلفرد اسلون پی ریزی کردند که منجر به ظهور تولید انبوه و پایان عصر تولید صنعتی (دستی) گردید و انقلاب دوم توسط تایچی اهنو در شرکت خودروسازی تویوتا صورت گرفت که با محوریت حذف اتلاف (ضایعات)، اتمام تولید انبوه و زایش تولید ناب را در پی داشت. اجرای موفق اصول ناب در صنعت خودروسازی منجر به افزایش چشمگیر توان رقابتی تولید کنندگان با بهره گیری از ویژگی های تولید ناب در کاهش مداوم هزینه ها و قیمت ها شد که به صنایع دیگر نیز سرایت کرد.

صنعت لوازم خانگی از جمله صناعی است که در دوره های اخیر دارای بازار رقابتی کامل گردیده و لزوم تداوم در این بازار، تنوع بخشیدن به محصولات و نیز تولید محصول با کیفیت بالا و هزینه پایین می باشد. در بازار بین المللی شرکت هایی همچون بوش، ال جی، سامسونگ و... با هزینه تولید پایین و کیفیت بالاتر نسبت به سایر شرکت های در حال رقابت، سهم بسیاری از بازار را به خود اختصاص داده اند. در ایران نیز صنعت لوازم خانگی بعد از گذشت چندین سال از ورود این محصولات به کشورمان، به صورت کارخانه های مونتاژ به وجود آمد. با سعی و تلاش چندین ساله این شرکت ها به خود کفایی رسیدند و به تولید زیر مجموعه ها پرداختند. شرکت های ایرانی با وجود رقابت در بازار های داخلی در تلاش برای دستیابی به سهم بازار جهانی می باشند. لذا ضمانت تداوم در بازار داخلی و دستیابی به سهم بازار های بین المللی تولید متنوع با هزینه پایین و کیفیت بالا از طریق به کارگیری اصول تولید ناب می باشد. تولید سلولی به عنوان زیر ساخت اصلی تولید ناب توجهات زیادی را در سال های اخیر به خود معطوف کرده است و به شرکت ها کمک می کند تا با کمترین ضایعات ممکن و از طرفی حد اقل هزینه، محصولات متنوعی را به مشتریان خود عرضه نماید. با کاربرد تولید سلولی برای تشکیل خانواده قطعات با فرآیند های تولید مشابه و تقاضای متنوع انتظار می رود که هزینه و زمان تولید کاهش و عملکرد تحویل و کیفیت بهبود داده شود.

یک سلول یک گروه از ایستگاه های کاری، ماشین ها یا تجهیزات و افراد می باشد که یک فرآیند تولید هموار از قطعات هم خانواده ایجاد می کند که در این سیستم تولیدی دسته های کوچک قطعه بین ایستگاه های کاری جابه جا می شوند. در حقیقت سیستم تولید سلولی یک مجموعه از ماشین ها و کارگران می باشد که تحت نظارت یک راهنما می باشند. بنابراین تمام یا بخشی از فرآیند های مربوط به یک قطعه در یک سلول خاص و با حذف کلیه منابعی که هیچ ارزشی به محصول نهایی نمی افزایند انجام می شوند.

استقرار سیستم تولید سلولی

برانداختن فرآیند تولید سنتی و استقرار سیستم تولید سلولی یک وظیفه بسیار سنگین می باشد. مدیریت برای این کار با مسائلی از جمله موارد زیر سروکار دارد، برای این منظور حتما باید کل تیم پروژه شامل مدیر و کارکنان تولید در کنار هم و با پشتیبانی هم این تغییرات را ممکن سازند.

۱. طراحی و چیدمان سلول ها

طراحی و چیدمان سلول ها باید به گونه ای انجام شود که حرکت محصول را در چرخه تولیدش تسهیل کند و همچنین در یک سلول امکان تولید محصولات مشابه هم باشد.

چیدمان ماشین ها در یک سلول به گونه ای باید باشد که حمل و نقل مواد را تا حد امکان کاهش دهد که معمولا این طراحی به صورت U شکل می باشد.

۲. تعیین تیم کاری برای هر سلول

تعیین تیم کاری برای یک سلول یک قسمت بسیار مهم از استقرار سیستم تولید سلولی می باشد. کارگران در یک سلول با همدیگر به صورت تیمی کار می کنند و یک نفر وظیفه راهنمایی آن ها را بر عهده دارد. راهبر تیم مسئول پشتیبانی همه اعضای تیم و در اکثر موارد هم مسئول پاسخگویی به هر مشکل کیفی محصول است.

۳. آموزش کارکنان

آموزش کارکنان نیز باید در راستای تولید سلولی انجام شود. در سیستم های تولید سلولی کارگران عموماً بیش از یک ماشین را در یک سلول پردازش می کنند این مستلزم آموزش بیشتر یک کارگر برای کسب مهارت های بیشتر در محیط کار می باشد. این آموزش ها این امکان را فراهم می سازد که یک کارگر علاوه بر اینکه برای اداره ماشین های مربوط به خودش تخصص لازم را فراگیرد، توانایی اداره ماشین های دیگر را هم در سلول کسب کند که در شرایط مورد نیاز از این توانایی بهره ببرد.

۴. آموزش کار تیمی و ...

آموزش کار تیمی در جهت ایجاد حس همکاری و همراهی در یک سلول و ایجاد انگیزش گروهی در رفع هر مشکل باید انجام شود. کارگران در هر تیم این اختیار را دارند که هر ایده و عملی که باعث بهبود مستمر فرآیند ها (کاهش زمان تولید، کاهش اتلاف و خرابی ها و افزایش کیفیت محصول) می شود را به کار برند.

از دیگر مواردی که در استقرار سیستم تولید سلولی باید در نظر گرفته شود عبارت است از تغییراتی در فرآیند های خرید ، تولید ، برنامه ریزی و کنترل و حسابداری هزینه ها در سازمان.

استقرار سیستم تولید سلولی در یک سازمان به دستیابی دو هدف از اهداف تولید ناب کمک می کند :

۱. جریان یک قطعه

زمانی که تنها یک واحد محصول در هر واحد زمان با نرخ‌ی که بر اساس نیازهای مشتریان تعیین شده در فرآیند تولید جاری باشد را جریان یک قطعه می‌نامند. در نقطه مقابل جریان یک قطعه، تولید در دسته‌های بزرگ می‌باشد که نیازمند انباشته شدن تمامی اقلام یک دسته تولیدی برای انتقال به مرحله بعد می‌باشد. از اهداف جریان یک قطعه می‌توان به جریان پیوسته‌ای از محصولات با حداقل زمان تاخیر و انتظار اشاره کرد.

۲. تولید با تنوع بالا

تنوع بالای تولید نیز تحت تاثیر نیاز مشتری می‌باشد که انتظار دارد سفارشش در زمان مورد نظر و با مقدار و کیفیت درخواستی او تحویل داده شود. سیستم تولید سلولی انعطاف پذیری لازم را برای تامین تقاضاهای متنوع مشتری فراهم میکند این امر با گروه بندی محصولات مشابه که فرآیند تولید مشابه دارند در یک خانواده و قرار دادن آنها در یک سلول و انجام عملیات مشابه روی آنها صورت می‌گیرد. به این ترتیب به دلیل مشابه بودن محصولات از نظر فرآیند در یک سلول و کاهش زمان Set up دستگاه‌ها نیازی به تولید محصولات در دسته‌های بزرگ تولیدی نمی‌باشد.

فواید استقرار سیستم‌های تولید سلولی

۱. سیستم تولید سلولی یک جریان یک-قطعه‌ای ایجاد می‌کند که فواید مالی و زمانی بسیاری دارد. از جمله کاهش دفعات حمل و نقل و انتظار و تاخیر با داشتن این سیستم تولیدی محصول بیشتر زمان خود را در فرآیند تولید می‌گذارند و زمان کمتری صرف حمل و نقل بین ماشین‌ها می‌شود. بنابراین در روش جریان یک قطعه اپراتور این امکان را دارد که یک قطعه تکمیل شده در یک مرحله را بدون نیاز به تجهیزات خاصی برای انتقال، Set up خاصی روی ماشین بعدی، بارگذاری با حجم بالا و طی مسافت بسیار به مرحله بعد انتقال دهد. در نتیجه در هر سلول کارگران بیشتر از اینکه منتظر رسیدن دسته‌های بزرگ مواد طی مسافت‌های طولانی باشند به تبادل دسته‌های کوچک از محصولات نیمه تمام بین ایستگاه‌های کاری می‌پردازند.

با کاهش زمان‌های حمل و نقل و تاخیر و انتظاری که در سیستم‌های تولید در دسته‌های بزرگ وجود دارد چرخه زمانی تولید محصول کاهش می‌یابد و با کاهش زمان تولید یک محصول خاص تاریخ کل تحویل به مشتری کاهش می‌یابد.

جریان تولید یک-قطعه همچنین انبارک‌های در جریان تولید را کاهش می‌دهد. با داشتن یک جریان تولید پیوسته و بالانس در یک سلول زمان انتظار مواد بین ایستگاه‌های کاری کاهش می‌یابد و همین امر نیاز به وجود فضا بین ایستگاه

های کاری را کاهش می دهد. در نتیجه ایستگاه های کاری به هم نزدیک تر می شوند و فرآیند تولید با زمان کوتاه تر ممکن می شود. همچنین فضای مورد نیاز کارخانه کاهش می یابد.

۲. فایده دیگر سیستم تولید سلولی قابلیت تولید خانواده هایی از محصولات مشابه در یک سلول می باشد به این ترتیب زمان های تنظیم و آماده سازی ماشین ها کاهش می یابد.

۳. از دیگر فواید سیستم تولید سلولی تاثیرات مثبت آن بر بهره وری منابع انسانی در یک سلول می باشد. در یک سلول تولیدی با اندازه متوسط گروه های کوچکی از کارگران به کار اشتغال دارند. مشاغل کارگران معمولاً به صورت گروهی طراحی می شوند و به آن ها گروه های نیمه مستقل یا خودگردان اطلاق می شود که در بسیاری موارد حتی حقوق و دستمزد و پاداش های بهره وری نیز به صورت گروهی پرداخت می شود. از آن جا که کارگران پس از گذراندن دوره های آموزشی به صورت چند مهارتی و کاملاً منعطف در یک سلول مشغول به کار می شوند می توانند بین خود و به صورت چرخشی انجام وظیفه کنند و در صورت غیبت یکی، دیگری جایش را پر کند و حتی سر گروه را از بین خودشان به صورت چرخشی انتخاب کنند بنابراین علی رغم افزایش حقوق و مزایای کارگران، هزینه های پرسنلی به علت تعدیل نیروی انسانی کاهش می یابد.

این امر که یک کارگر از شروع تا پایان پروسه تولید یک محصول در یک سلول با آن سرو کار دارد حس مسئولیت و کار تیمی را در او افزایش می دهد و در نتیجه بهره وری بالا می رود. در واقع هر یک از اعضای تیم کاری حس مالکیت به کار پیدا می کنند. همچنین فرآیند کنترل کیفیت در هر مرحله از فرآیند تولید در یک سلول به طور پیوسته در حال انجام می باشد نه تنها بعد از تولید کامل یک بچ از محصولات.

معایب استقرار سیستم تولید سلولی

۱. عدم تناسب فامیل های قطعات با یکدیگر. تولید سلولی به منظور ساخت قطعاتی با تنوع بالا و حجم های متوسط بسیار مناسب است ولی امکان ساخت قطعاتی با اندازه ها و اشکال گوناگون در یک سلول تولیدی وجود ندارد. تشکیل گروه های قطعات هم خانواده با خصوصیات مشابه یکدیگر و تخصیص ماشین آلات هم خانواده به منظور ساخت آن ها در سری های متوسط در یک سلول کار ساده ای نیست. همیشه قطعات هم خانواده ای که پس از طراحی گروه بندی شده اند قابل ساخت در یک سلول تولیدی نیستند.

۲. مشکل بالانس کردن سلول ها. متوازن سازی جریان کاری در یک سلول به مراتب مشکل تر از بالانس یک خط مونتاژ تک محصولی است چرا که قطعات در سری های متفاوت و زمان بندی های متفاوت از ماشین آلاتی که زمان های عملیاتی متفاوتی را برای هر قطعه دارند عبور می کنند. یک سلول تولیدی که به خوبی بالانس نشده باشد می تواند بسیار نا کار آمد شود. در ضمن ظرفیت های سلول های متفاوت باید با یکدیگر متوازن شوند تا در

نهایت کارایی کل سیستم افزایش یابد. البته همیشه طراحی اولیه در یک سیستم سلولی به گونه ای انجام می شود که توازنی بین کلیه جریان‌های کاری در سلول‌ها و بین سلول‌ها برقرار باشد ولی به محض تغییر در طراحی و ساخت قطعات و محصولات این توازن اولیه به هم می خورد و نیاز به تعادل مجدد می باشد.

۳. مشکل برنامه ریزی نیروی انسانی. آموزش پرسنل در جهت مهارتی کردن آن‌ها زمان بر و هزینه ساز است و نیاز به برنامه ریزی دارد. از طرف دیگر تعیین، تغییر و اصلاح مسیرهای حرکتی کارگران در سلول‌ها و بین سلول‌ها نیز نیاز به برنامه ریزی دقیق دارد. حفظ قابلیت انعطاف سیستم تولید سلولی برنامه ریزی‌ها را پیچیده تر می کند.

۴. افزایش سرمایه گذاری و هزینه های ثابت. در سیستم های تولید سلولی داشتن چند ماشین کوچک با ظرفیت محدود همیشه بر یک ماشین بزرگ ارجحیت دارد. به این ترتیب خرید چندین ماشین کم ظرفیت مشابه یگدیگر و استقرار آن‌ها در سلول‌های مختلف همیشه بر استفاده مشترک از یک ماشین بزرگ توسط چند سلول یا استفاده یک سلول به صورت بسیار محدود از یک ماشین بزرگ ارجحیت دارد به علاوه تغییر استقرار ماشین آلات به سیستم سلولی در ابتدا هزینه های اولیه نسبتاً بالایی دارد مانند هزینه جابه جایی ماشین آلات و تغییر چیدمان فضای کارخانه یا هزینه خرید ماشین آلات کوچک تر و استقرار آن‌ها در سلول‌ها.

قابلیت اطمینان (Reliability) [۲]

مقدمه

در هر جامعه مدرن، مهندسان و مدیران فنی مسئول برنامه ریزی، طراحی، ساخت و بهره برداری از ساده ترین محصول تا پیچیده ترین سیستم‌ها هستند. از کار افتادن سیستم‌ها موجب وقوع اختلال در سطوح مختلفی می شود و می تواند به عنوان تهدیدی شدید برای جامعه و محیط زیست نیز تلقی شود.

از این رو مصرف کنندگان و بطور کلی مردم جامعه انتظار دارند که سیستم‌ها و محصولات، اطمینان بخش و ایمن باشند. برای تامین این انتظار دو مقوله مهم کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان مورد بحث قرار می گیرد.

با توجه به اینکه کنترل کیفیت عیب و نقص را کاهش می دهد، قابلیت اطمینان نگرانی از استفاده را به حداقل می رساند و در حقیقت کنترل کیفیتی است که در طول زمان پابرجاست.

در زیر به یکسری تمایزات بین کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان اشاره شده است :

۱. روش‌های کنترل کیفیت برای قضاوت درباره اندازه‌ها و صفات وصفی طراحی نشده است. اندازه‌ها ممکن است است مربوط به مشخصات فیزیکی، مانند ضخامت باز شده فاصله بین سوراخ‌ها، مقاومت الکتریکی و انعکاس پذیری سطحی صیقلی باشد.

این داده ها مبدا قابل دسترسی و تجزیه تحلیلند و با استفاده از نمودارهای کنترلی می توان به نتایج مورد نیاز دست یافت. از سوی دیگر، تجزیه و تحلیل صفات وصفی به این موضوع ارتباط می یابد که آیا کالای مورد نظر، ویژگی توصیف نشده ای مانند وجود ترک در قطعه، چین خوردگی بیان شده را دارد یا ندارد. این داده ها از نوع داده هایی است که برای تجزیه و تحلیل با استفاده از نمودارهای کنترلی مناسب است.

۲. نظریه قابلیت اطمینان زیر مجموعه ای از نظریه کنترل کیفیت است. در قابلیت اطمینان مشخصه مورد بررسی از نوع مشخصات و یا وصفی نیست، بلکه طول عمر کالای مورد نظر است.

معمولا داده های مربوط به طول عمر، به دلیل مدت زمان طولانی لازم برای گردآوری آنها از انواع داده هایی که سنجش اندازه هایشان ساده تر است، بسیار گرانتر تمام می شود.

تحلیل گر برای اینکه بتواند اطلاعات هر چه بیشتری را به ازاء هر ریال صرف شده برای بازرسی استخراج کند، آنها را با تأکیدی افزونتر بررسی می کند.

از اینرو در مقابل نمودارهای کنترل کیفیت، امکان بررسی تأکیدی انواع توزیع هایی که در نظریه قابلیت اطمینان با آنها مواجه می شویم پدید آمده است.

در نهایت می توان گفت، کنترل کیفیت اساسا با بازرسی محصول هایی که تازه تولید شده و یا در دست تولید هستند سروکار دارد، اما قابلیت اطمینان به محصولاتی که در عرصه مصرف هستند مربوط می شود. به عبارت دیگر کنترل کیفیت نگرانی ها را از تولید محصولاتی با عیب و نقص کاهش می دهد و قابلیت اطمینان از عدم کارایی محصول را در طول زمان استفاده کاهش می دهد.

تعریف قابلیت اطمینان

فرض کنید T متغیر تصادفی نا منفی پیوسته ای است که عمر مفید (یا طول عمر، یا زمان پیش از خرابی) یک موجود را نشان می دهد، در این صورت تابع قابلیت اطمینان $(R(t))$ عبارتست از احتمال این پیشامد که موجود مورد نظر بیش از زمان t عمر کند.

$$R(t) = R(T > t) = 1 - F(t) = \int_t^{+\infty} f(x) dx \quad (1)$$

منظور از موجود در مبحث قابلیت اطمینان یک قطعه، یک کالا و یا یک سیستم می باشد و منظور از قابلیت اطمینان یک موجود عبارتست از احتمال اینکه موجود کار مورد نظر را تحت شرایط معین در فاصله زمانی مشخص بدون خرابی یا شکست انجام دهد که خرابی یا شکست همان متوقف شدن توانایی موجود برای انجام کار معین تحت شرایط لازم می باشد.

در بحث مهندسی، قابلیت اطمینان به مجموعه فعالیت هایی گفته می شود که در امور طراحی، تولید، ساخت و نهایتاً استفاده از کالا در جهت تأمین و افزایش میزان اطمینان به کارکرد آن انجام می شود.

تاریخچه

تاریخچه رشد مهندسی قابلیت اطمینان را می توان به دوره سال های قبل از سال ۱۹۳۰ ارجاع داد. در آن دوه به دلیل نگرانی از کارکرد صحیح تولیدات و وقوع حوادثی چون کشتی تایتانیک، مطالعه و تحقیقاتی در زمینه طراحی سیستم ها با اجزاء موازی و یا ذخیره انجام گرفت.

سپس در دهه ۱۹۳۰ همزمان با اختراع صنعت حمل و نقل هوایی، مطالعه و تحقیقاتی در خصوص کمی کردن قابلیت اطمینان انجام شد. در دهه ۱۹۴۰ با آغاز جنگ جهانی دوم و ساخت ابزار های پیچیده نظامی، بحث مدل سازی قابلیت اطمینان توسط لوسر و مورفی انجام گرفت.

در دهه ۱۹۵۰ با بکارگیری سیستم های الکترونیکی گروه های مطالعاتی Agree و IEEE تشکیل شده و به تهیه استانداردهایی برای تولید قطعات با قابلیت اطمینان بالا پرداختند. در دهه ۱۹۶۰ و با پیشرفت صنایع هوایی و انگیزه ساختن آپولو اولین کتاب این زمینه توسط بازوسکی نوشته شد.

شیوه های ارزیابی قابلیت اطمینان از نظر تاریخچه پیدایش، ابتدا در ارتباط با صنایع هوایی و کاربرد های نظامی شکل گرفت، ولی به سرعت توسط سایر صنایع مانند صنایع هسته ای که تحت فشار شدیدی جهت تضمین ایمنی و قابلیت اطمینان راکتورهای هسته ای در تأمین انرژی الکتریکی می باشند و یا صنایع فرآیندهای پیوسته مانند صنایع فولاد و صنایع شیمیایی که هر ساعت از توقف آن ها به علت وقوع معایب می تواند موجب تحمیل خسارت های بزرگ مالی و جانی و آلودگی محیط زیست شود مورد توجه و کاربرد قرار گرفت.

شیوه های ارزیابی قابلیت اطمینان اصولاً بر محور ارزیابی احتمال خطر استوار است لذا هر دو جنبه شامل شدت خطر و نیز احتمال وقوع آن را در بر می گیرد. این شیوه ها هم اکنون کاربرد های وسیعی دارند و در تمامی زمینه های دیگر که نقص در عملکرد با اثرات اقتصادی و اجتماعی همراه است، مورد استفاده قرار می گیرد.

روشن است که عموم مهندسان باید از مفاهیم اساسی و بنیادی کاربرد روش های ارزیابی قابلیت اطمینان آگاه باشند، چراکه قوانین امروز تأمین کنندگان مواد و لوازم، طراحان و سازندگان محصول را مسئول خسارت های وارد بر مصرف کنندگان به سبب بروز معایب محصول می دانند.

ارزیابی قابلیت اطمینان

شاخص های مختلف ارزیابی قابلیت اطمینان را می توان عملاً توسط توزیع های آماری استخراج کرد. در واقع هر مهندس می تواند داده های مربوط به عملکرد تجهیزات و یا قطعات را جمع آوری و به صورت نمودارهای مختلف خلاصه کند. به عنوان مثال تعدادی محصول از نوع مشخصی که دارای ساختار، روش ساخت و شرایط عملکرد یکسانی

می باشند، همگی پس از مدت زمان ثابت و معینی دچار از کار افتادگی نمی شوند. بنابراین بر اساس این تغییرات زمان وقوع از کار افتادگی از یک توزیع احتمال شناخته شده و یا نا شناخته تبعیت می نماید و توسط آن می توان احتمال اینکه زمان از کار افتادگی در محدوده زمانی مشخص قرار داشته و یا بیش از آن زمان باشد پیش بینی نمود.

قابلیت اطمینان در سیستم ها

فرض کنید یک سیستم که می تواند مکانیکی، الکترونیکی و باشد از مجموعه ای از واحدها یا زیر سیستم ها تشکیل شده باشد. به منظور تعیین قابلیت اطمینان سیستم لازم است قابلیت اطمینان هر یک از اجزای سیستم و همچنین ساختار سیستم را بدانیم. از جمله ساختارهای مختلف سیستم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سیستم های سری با واحدهای مستقل (Series System)
- سیستم های موازی (Parallel System)
- سیستم های k از n
- سیستم های پیچیده
- سیستم های با واحدهای وابسته
- سیستم های با عضو آماده به کار
- سیستم های قابل تعمیر

قابلیت اطمینان ماشین آلات و برنامه ریزی نگهداری تعمیرات پیشگیرانه در سیستم های تولید سلولی [۳]

هدف اصلی این مقاله، ارائه یک مدل برنامه ریزی نگهداری تعمیرات پیشگیرانه (PM) جهت بهبود عملکرد سیستم های تولید سلولی (CMS) با توجه به قابلیت اطمینان ماشین آلات می باشد.

مدل مورد بحث، ترکیبی از هزینه و قابلیت اطمینان را در نظر می گیرد. برای رسیدن به این مدل ترکیبی ابتدا یک مدل بر اساس هزینه و سپس یک مدل بر اساس قابلیت اطمینان و در نهایت مدل ترکیبی بر اساس هزینه و قابلیت اطمینان ارائه خواهند شد.

مدل های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM

۱. رویکرد براساس هزینه

هدف اصلی این رویکرد تعیین یک فاصله زمانی بهینه برای نگهداری تعمیرات پیشگیرانه (tpc) می باشد. به طوریکه هزینه های تعمیر خرابی ها و هزینه های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM به حداقل برسد. با استفاده از مدل ارائه شده توسط جاردین (Jardine) در سال ۱۹۷۳:

$$\frac{TC(tpc)}{tpc} = \frac{(Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j) + \sum_{j=1}^m cf_j H_j(tpc)}{tpc} \quad (2)$$

و محاسبات تالوکدر (Talukder ,Knpp) در سال ۲۰۰۲ و شروین (Sherwin) در سال ۱۹۹۷ که فرض کردند تعداد دفعات خرابی ماشین طبق توزیع وایبول برابر است با: (β_j, θ_j) به ترتیب پارامترهای مقیاس و شکل توزیع وایبول می باشند)

$$H_j(tpc) = \left(\frac{tpc}{\theta_j}\right)^{\beta_j}$$

به مدل زیر می رسم:

$$\frac{TC(tpc)}{tpc} = \frac{(Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j) + \sum_{j=1}^m cf_j \left(\frac{tpc}{\theta_j}\right)^{\beta_j}}{tpc} \quad (3)$$

با برابر صفر قرار دادن مشتق اول رابطه (۳)، مقدار tpc بهینه حاصل می شود:

$$-\left(Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j\right) + \sum_{j=1}^m cf_j (\beta_j - 1) \left(\frac{tpc}{\theta_j}\right)^{\beta_j} = 0 \quad (4)$$

همچنین با فرض $n = \frac{T}{tpc}$ در رابطه (۳) معادله زیر برای محاسبه هزینه کل حاصل می گردد:

$$TC(T) = n \left(Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j \right) + n \sum_{j=1}^m cf_j \left(\frac{tpc}{\theta_j}\right)^{\beta_j} \quad (5)$$

در رابطه فوق:

Co هزینه ثابت نگهداری تعمیرات پیشگیرانه PM

$CPMR_j$ هزینه متوسط نگهداری تعمیرات پیشگیرانه PM به ازای ماشین j

cf_j هزینه متوسط تعمیر یک خرابی روی ماشین j

$H_j(tpc)$ متوسط تعداد دفعات خرابی های ماشین j در فاصله زمانی tpc

$Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j$ هزینه نگهداری تعمیرات پیشگیرانه PM در فاصله زمانی tpc

$\sum_{j=1}^m cf_j \left(\frac{tpc}{\theta_j}\right)^{\beta_j}$ هزینه تعمیر خرابی های ماشین آلات در فاصله زمانی tpc

$TC(T)$ هزینه کل نگهداری تعمیرات در بازه زمانی کل T

۲. رویکرد بر اساس قابلیت اطمینان ماشین آلات

هدف اصلی این رویکرد تعیین بزرگترین فاصله زمانی ممکن برای نگهداری تعمیرات پیشگیرانه (tpr) می باشد به طوری که احتمال خرابی هر ماشین کمتر از یک کران بالای از پیش تعیین شده باشد. برای رسیدن به این هدف با پیروی از رویکردهای جانسون (Johnson) در سال ۱۹۵۹ و کاردن و فردندال (Kardon, Fredendall) در سال ۲۰۰۲،

تابع توزیع تجمعی احتمال خرابی ماشین tpr در زمان tpr طبق توزیع وایبول $[F_j(tpr) = 1 - e^{-(\frac{tpr}{\theta_j})^{\beta_j}}]$ مدل زیر حاصل می شود:

$$\begin{aligned} \text{Maximize } & tpr & (6) \\ \text{Subject to } & tpr \leq \theta_j \left\{ \text{Ln} \left[\frac{1}{1 - F_j(tpr)} \right] \right\}^{\frac{1}{\beta_j}} \\ & F_j(tpr) \leq \text{UpperBound} \end{aligned} \quad \begin{matrix} j=1, 2, \dots, m \\ j=1, 2, \dots, m \end{matrix}$$

۳. رویکرد ترکیبی

رویکرد مطلوب ترکیب دو مدل رویکرد بر اساس هزینه و رویکرد بر اساس قابلیت اطمینان میباشد تا به این ترتیب بهینه ترین فاصله زمانی برای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM Interval) حاصل شود.

$$\begin{aligned} \text{Maximize } & tpm & (7) \\ \text{Minimize } & TC(T) = n(Co + \sum_{j=1}^m CPMR_j) + \\ & n \sum_{j=1}^m cf_j \left(\frac{tpm}{\theta_j} \right)^{\beta_j} & (8) \\ \text{Subject to } & tpm \leq \theta_j \left\{ \text{Ln} \left[\frac{1}{1 - F_j(tpm)} \right] \right\}^{\frac{1}{\beta_j}} \\ & F_j(tpm) \leq \text{UpperBound} \\ & n = \left\lfloor \frac{T}{tpm} \right\rfloor, \text{ an integer} \end{aligned} \quad \begin{matrix} j=1, 2, \dots, m \\ j=1, 2, \dots, m \end{matrix}$$

۴. مثال :

یک سلول با ۷ ماشین را در نظر بگیرید مقادیر CF_j و $MTBF_j$ و β_j به طور تصادفی به ترتیب از توزیع های یکنواخت [۸۰ و ۲۰۰] و [۱,۰۵ و ۱,۸۰] و [۱۲۰ و ۱۰۰۰] و [۲۵ و ۸۰] می شوند و طبق فرمول $\theta_j = \frac{MTBF_j}{\Gamma(1+\frac{1}{\beta_j})}$ مقادیر θ_j نیز محاسبه می شوند.

ماشین ها	M _۱	M _۲	M _۳	M _۴	M _۵	M _۶	M _۷
$MTBF_j$ (ساعت)	۱۸۷	۹۹	۱۶۰	۱۳۱	۸۳	۱۸۱	۱۳۰
β_j	۱,۲۱	۱,۱	۱,۷۸	۱,۱۸	۱,۵۶	۱,۵۹	۱,۳۳
θ_j	۱۹۹,۶۱	۱۰۲,۶۱	۱۷۹,۸۵	۱۳۸,۷۶	۹۲,۳۶	۲۰۱,۷۳	۱۱۰,۰۰
$CPMR_j$ (واحد پول)	۳۵	۳۰	۳۰	۸۰	۳۸	۳۵	۲۸
cf_j (واحد پول)	۹۰۰	۹۵۰	۷۲۶	۷۳۳	۱۲۶	۱۲۵	۳۵۹
Co	۵۰ واحد پول برای هر بار PM						
Planning Period T	۱۵۰۰ ساعت برای هر ماشین						

• داده های اولیه :

• رویکرد براساس هزینه :

Tpc (ساعت)	۶۰
هزینه PM (واحد پول)	۸۱۵۵
هزینه تعمیر خرابی های ماشین آلات (واحد پول)	۳۴۰۱۹
هزینه کل نگهداری و تعمیرات (واحد پول)	۴۲۱۷۴

• رویکرد بر اساس قابلیت اطمینان ماشین آلات:

با در نظر گرفتن کران بالای ۰,۳۰، مدل رویکرد براساس قابلیت اطمینان ماشین آلات با کمک نرم افزار Lingo۹ حل می شود.

tpr (ساعت)	۴۰,۱۹						
احتمال خرابی هر ماشین در فاصله زمانی tpr (%)	M _۱	M _۲	M _۳	M _۴	M _۵	M _۶	M _۷
		۱۳,۳	۳۰	۴,۰۱	۲۰,۷	۲۳,۹	۶,۹
هزینه PM (واحد پول)	۱۲۲۰۰						
هزینه تعمیر خرابی های ماشین آلات (واحد پول)	۳۰۸۵۶						
هزینه کل نگهداری و تعمیرات (واحد پول)	۴۳۰۵۶						

تنها احتمال خرابی ماشین M_۲ روی کران بالا قرار می گیرد.

• رویکرد ترکیبی :

در روش حل رویکرد ترکیبی که توسط رادین (Radin) در سال ۱۹۹۸ ارائه شده است بسته به اولیوی که کاربر به تابع هدف اول (ماکزیمم کردن فاصله زمانی PM) یا تابع هدف دوم (مینیمم کردن هزینه کل تعمیرات نگهداری) بدهد ترکیب های مختلفی از جواب بهینه حاصل می شود.

به عنوان مثال با در نظر گرفتن کران بالای ۰,۴۴ داریم :

• اگر اولویت با tpm باشد در مرحله اول تابع هدف اول و محدودیت ها را در نظر می گیریم نتیجه $tpm=62,52$ می شود. در مرحله دوم تابع هدف دوم و علاوه بر محدودیت های قبلی محدودیت اضافی $tpm=62,52$ را هم در نظر میگیریم که نتیجه $TC=420,36$ و $tpm=62,52$ خواهد شد.

• اگر اولویت با TC باشد در مرحله اول تابع هدف دوم و محدودیت ها را در نظر می گیریم نتیجه $TC=420,27$ می شود. در مرحله دوم تابع هدف اول و علاوه بر محدودیت های قبلی محدودیت اضافی $TC \leq 420,27$ را هم در نظر

کران بالای احتمال خرابی ماشین (%)	اولویت با tpm		اولویت با TC	
	Tpm(ساعت)	TC(واحد پول)	Tpm(ساعت)	TC(واحد پول)
۴۴	۶۲,۵۲	۴۲۰,۳۶	۶۰,۰۳	۴۲۰,۲۷
۴۳	۶۰,۷۸	۴۲۰,۲۸	۶۰,۰۳	۴۲۰,۲۷
۴۲	۵۹,۰۶	۴۲۰,۲۹	۵۹,۰۶	۴۲۰,۲۹
۴۰	۵۵,۷۱	۴۲۰,۵۹	۵۵,۷۱	۴۲۰,۵۹
۳۸	۵۲,۴۵	۴۲۱,۳۳	۵۲,۴۵	۴۲۱,۳۳
۳۶	۴۹,۲۸	۴۲۲,۵۸	۴۹,۲۸	۴۲۲,۵۸

میگیریم که نتیجه $TC=420,27$ و $tpm=60,03$ خواهد شد.

۳۴	۴۶,۱۷	۴۲۴۴۰	۴۶,۱۷	۴۲۴۴۰
۳۲	۴۳,۱۵	۴۲۶۹۱	۴۳,۱۵	۴۲۶۹۱
۳۰	۴۰,۱۹	۴۳۰۵۶	۴۰,۱۹	۴۳۰۵۶

نتایج حاصل از مدل ترکیبی:

- هر چه فاصله زمانی PM بیشتر باشد تعداد عملیات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه کمتر می شود ولی از آن جا که تعداد متوسط خرابی ماشین آلات در فاصله زمانی PM بیشتر می شود هزینه کل هم افزایش می یابد.
- با توجه به اینکه از کران بالای ۴۳٪ به پایین مقادیر هزینه ها و tpm از هر دو روش مساوی می باشند این نتیجه حاصل می شود که کران بالا از یک مقدار خاص هر چقدر هم که پایین تر بیاید تاثیری در کاهش هزینه کل و افزایش tpm نخواهد داشت.

مراجع

- [۱] [Shahrukh A. Irani](#) (Editor), "Handbook of Cellular Manufacturing System", Wiley, ۱۹۹۹.
- [۲] کرباسیان، م، طباطبایی، ل، آشنایی با قابلیت اطمینان، انتشارات ارکان دانش، ۱۳۸۸.
- [۳] [Das, K., Lashkari, R. S. and Sengupta, S.](#) " Machine reliability and preventive maintenance planning for cellular manufacturing systems", *European Journal of Operational Research*, Vol. ۱۰۸, PP. ۱۶۲-۱۸۰, ۲۰۰۷.

برنامه ریزی پویا

برنامه ریزی پویا با به کار گیری فرایندهای نظام گرا، ترکیبی از تصمیمات متوالی را معین می کند که به ماکزیمم شدن راندمان محاسبات منتهی می گردد. وقتی برنامه ریزی پویا برای حل یک مسئله به کار می رود، تصمیم گیری های چند مرحله ای برای دنباله ای از مسائل اتخاذ می گردد. یعنی در روش برنامه ریزی پویا یک مسئله ی N متغیره به N مسئله ی یک متغیره تبدیل می گردد که با حل پی در پی این مسائل، مسئله ی اصلی حل خواهد شد. مزیت این عمل در آن است که مسائل جزئی در مقایسه با مسئله ی اصلی بسیار ساده و کوچک هستند. بر خلاف برنامه ریزی خطی چارچوب استاندارد برای فرموله کردن مسائل برنامه ریزی پویا وجود ندارد. در واقع آنچه برنامه ریزی پویا انجام می دهد ارائه ی روش کلی جهت حل این نوع معادلات است. آنچه کلا درباره ی به کار گیری برنامه ریزی پویا می توان گفت این است که در هر مورد باید معادلات و روابط ریاضی مخصوصی که با شرایط مسئله منطبق است نوشته و به کار گرفته شود. از این رو برای آنکه بتوان تشخیص داد که چه نوع مسائلی را با برنامه ریزی پویا می توان حل نمود و اینکه راه حل چنین مسائلی چیست، ضرورت دارد که ساختار کلی مسئله برنامه ریزی پویا را شناخته و مراحل و حالات مسئله را به دقت تشخیص دهیم، البته خلاقیت های فردی و ابتکار شخصی نقش بسیار مهمی در حل مسئله با روش برنامه ریزی پویا دارد. در واقع به کارگیری برنامه ریزی پویا نوعی هنر است و همان طور که می دانیم آموزش در ارائه ی هنر فقط سهم خود را دارد نه بیشتر.

ویژگی های مسائل برنامه ریزی پویا

- ۱- مسئله را می توان به چند مرحله تقسیم کرد. در هر مرحله، یک خط مشی تصمیم گیری مورد نیاز است. همچنین می توان گفت مرحله بخشی از مسئله را نشان می دهد که قرار است برای آن تصمیم گیری شود.
- ۲- هر مرحله دارای تعدادی حالت وابسته به خود است. به طور کلی می توان گفت حالت ها عبارتند از انواع وضعیت های احتمالی که دستگاه می تواند در آن مرحله داشته باشد. تعداد حالت ها در هر مرحله می تواند متناهی یا نامتناهی باشد. و نیز حالت ها در یک مرحله ممکن است پیوسته یا گسسته باشند.
- ۳- در هر مرحله با اتخاذ یک تصمیم، حالت مرحله ی فعلی به حالتی که وابسته به مرحله ی بعدی باشد، انتقال می یابد) ممکن است براساس یک تابع توزیع احتمال نیز باشد). مسائل برنامه ریزی پویا را می توان با شبکه ها مقایسه کرد، در این حالت (شبکه ها)، هر گره متناظر یک حالت است. شبکه شامل ستون هایی از گره هاست که هر ستون معرف یک مرحله است به طوری که جریان از یک گره به گره بعدی که در سمت راست آن است می تواند حرکت کند. هر شاخه ای که دو گره را به هم وصل می کند با عددی مشخص می شود که این عدد را می توان افزایش تابع هدف ناشی از حرکت از حالتی به حالتی در مرحله ی بعدی تعبیر کرد. با در نظر گرفتن چنین تعبیری، هدف مسئله پیدا کردن کوتاه ترین یا بلندترین مسیر شبکه است. بسیاری از مسائل تصمیم، حالت مرحله ی بعدی را با اطمینان مشخص نمی کنند. به جای آن تصمیم فعلی، تابع توزیع احتمال، حالت مرحله ی بعدی را مشخص می کند.
- ۴- با دانستن حالت فعلی، خط مشی مراحل باقی مانده مستقل از خط مشی پذیرفته شده در مراحل قبلی است. پس برای مسئله ی برنامه ریزی پویا در حالت کلی، اطلاعات حالت فعلی سیستم منتقل کننده ی تمامی اطلاعات ضروری مربوط به

رفتار قبلی آن برای معین نمودن خط مشی بهینه از این حالت به بعد می باشد (این خاصیت را خاصیت مارکفی نامیم) و آن را تحت عنوان اصل بهینگی در نظر می گیریم. در حقیقت اگر در مسائلی حالت دارای خاصیت مارکفی نباشد نمی توان آن را با برنامه ریزی پویا حل نمود. توجه به این مطلب از ضروریات است که باید ملحوظ گردد.

۵- روند حل مسئله با پیدا نمودن خط مشی بهینه برای هر حالت از مرحله ی نهایی شروع می گردد. این مطلب تحت عنوان شروع از انتها (پسرو) معروف است، جواب این مرحله معمولاً بدیهی است زیرا روند از مقصد پیگیری می شود. لازم به ذکر است که از روش پیشرو نیز می توان استفاده کرد که در مثال های آتی به این نکته هم خواهیم پرداخت.

۶- سیاست بهینه ی همه ی حالت های مرحله ی n را می توان با یک رابطه ی بازگشتی و با فرض معلوم بودن سیاست بهینه ی تمام حالت های مرحله ی $n+1$ مشخص نمود.

۷- روش حل با حرکت از انتها و استفاده از رابطه ی بازگشتی بند ۶ از مرحله ای به مرحله ی قبل اعمال می شود. در هر مرحله، سیاست های بهینه در مورد تمام حالت های آن مرحله مشخص می گردد تا سرانجام بهینه ی اولین مرحله تعیین شود.

به طور کلی مسائل برنامه ریزی پویا را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- برنامه ریزی پویای قطعی

۲- برنامه ریزی پویای احتمالی

cms

سیستم تولید سلولی (CMS) جزء روش های نوین تولید می باشد که در سال های اخیر بخش صنعت از مزایای آن بهره مند شده است. CMS در واقع کاربردی از فناوری گروهی (GT) در زمینه ساخت و تولید می باشد که هدف آن دسته بندی قطعات و ماشین آلات است بگونه ای که از تشابه ظاهری و یا عملیاتی آنها در جنبه های مختلف ساخت و طراحی استفاده شود.

سیستم های تولید سلولی (CMSs) بعنوان یکی از روشهای نوین در اکثر مراکز تولیدی بزرگ با تنوع نسبتاً بالای محصول و دارای تسهیلات چندمنظوره مورد استفاده قرار می گیرند مبنای یک سیستم تولید سلولی، دسته بندی محصولات و ماشین ها بر اساس تشابه ظاهری، عملیاتی و یا پردازشی آنها، بصورت چند واحد تولیدی کوچکتر بنام سلول می باشد. سلول ها می توانند ماهیتی فیزیکی یا مجازی داشته باشند. در اینجا فرض بر این است سلول ها فضاهای فیزیکی منفک شده از یکدیگر با ظرفیت محدود می باشند که قرار است داخل هر یک تعدادی ماشین و تجهیزات جابه جایی مواد جای داده شود. شکل ظاهری هر سلول به نحوه چیدمان، ابعاد و درگاه های ورودی و خروجی ماشین های موجود در آن سلول بستگی دارد. هدف آرمانی CMS پردازش کلیه عملیات مورد نیاز هر محصول فقط در داخل یک سلول است. این هدف هم ارز کاهش نقل و انتقالات

مواد در داخل مرکز تولیدی می باشد. تاکنون مزایای زیادی از CMS در ادبیات موضوع برشمرده شده است که برخی از آنها عبارتند از :

۱- کاهش زمان های تجهیز و راه اندازی.

۲- کاهش در زمان تأخیر تولید.

۳- کاهش در نیروی کار.

۴- تسهیل در زمانبندی و برنامه ریزی تولید.

۵- کاهش در زمان تحویل سفارش.

۶- کاهش جریان مواد یا نقل و انتقالات درون کارگاهی مواد.

۷- کاهش سطح موجودی حین پردازش (WIP).

۸- مدیریت و کنترل بهتر سیستم.

۹- بهبود در کارایی تولید همانند مسئولیت پذیری، روابط انسانی و کاهش کاغذبازی و همچنین افزایش کیفیت محصول.

بعنوان مثال:

شرکت Canon، یکی از تولیدکنندگان اصلی لوازم الکترونیک از جمله دوربین، پرینتر و دستگاههای کپی است که دارای ۵۴ کارخانه در ۲۳ کشور جهان می باشد. این شرکت، یکی از نمونه های اخیر است که سیستم های تولید سلولی را در تمامی خطوط مونتاژ خود پیاده سازی نموده است و این امر باعث کاهش موجودی در جریان ساخت در تمامی کارخانه های متعلق به شرکت از سه روز به شش ساعت شده است و هزینه های عملیاتی شرکت به یک و نیم بلیون دلار کاهش یافته است.

مطالعه صورت گرفته بر روی ۲۰۹ شرکت تولیدی در استرالیا، که پایین ترین گردش مالی سالانه آنها در حدود ۲۵ میلیون دلار بوده است، نشان می دهد که در حدود ۲۵ درصد از شرکتهای مذکور قبلا و یا در حال حاضر مشغول به پیاده سازی CMS می باشند و ۲۸ درصد دیگر بر اساس برنامه خود در آینده به پیاده سازی CMS در عملیات تولیدی خود می پردازند. گزارشات تنظیم شده توسط شرکتهایی که CMS را بکار گرفته اند، نشان می دهد که بیشتر از ۷۰ درصد از آنها بهبود قابل توجهی در موعد تحویل ها، انباشته ها، بهره وری نیروی انسانی، زمانهای راه اندازی، انعطاف پذیری نیروی انسانی و کیفیت دارند.

از معایب بزرگ سیستم های تولید سلولی کلاسیک (CCMS) :

کاهش انعطاف پذیری تولید و عدم بهره برداری موثر از ظرفیت ماشین را می توان نام برد. مخصوصاً در مواجهه با تغییرات سطح تقاضا و یا مخلوط تقاضا این معایب محسوس تر می باشند. بسیاری از مراکز صنعتی، درگیر تولید محصولات متنوع با تقاضای فصلی و یا مقطعی می باشند. تولیدکنندگان پیمانکار یا تولیدکنندگان محیط های کوچک ساخت برای سفارش جزء این دسته محسوب می شوند. از بین محصولاتی که تقاضای فصلی دارند می توان به تجهیزات سرمازا و گرمازا، پوشاک، ادوات کشاورزی و برخی تجهیزات ورزشی اشاره کرد. همچنین تقاضای مقطعی محصولات بدلیل کوتاهتر شدن عمر و افزایش تنوع آنها رخ می دهد.

امروزه نوسانات مقدار و ترکیب تقاضای محصولات، تولید کنندگان را از محیط های ساخت برای انبار (MTS) به سمت محیط های مهندسی طبق سفارش (ETO) سوق داده است. این حرکت موجب پویایی تولید و مستلزم افزایش انعطاف پذیری در تولید می باشد. در حالت پویا، افق برنامه ریزی به چند دوره کوچکتر تقسیم می شود، بطوریکه مقدار و مخلوط تقاضای محصولات از دوره ای به دوره می تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، در یک دوره خاص ممکن است برخی از محصولات فاقد تقاضا بوده و یا مقدار تقاضای ایشان با دوره قبل متفاوت باشد.

تلفیق cms با برنامه ریزی پویا

ارایه مدلی یکپارچه با عدم قطعیت در مسائل تشکیل سلولی (CFP) و شرایط پویا در سیستم های تولید سلولی (CMS) می پردازد. شرایط پویا بیان کننده افق برنامه ریزی چند دوره ایست، که در آن ترکیب محصولات و تقاضاها در هر دوره متفاوت است. بنابراین بهترین طراحی یک سلول در یک دوره مشخص ممکن است برای دوره بعدش مناسب نباشد و نیاز به پیکربندی مجدد سلول باشد. علاوه بر این در سیستم ها تولیدی بعضی از پارامترها ماهیت فازی دارند. در این موارد، نوسانات تقاضای قطعات و سطح در دسترس بودن تسهیلات مورد نیاز تولید در هر دوره میتواند بصورت فازی مطرح شوند.

امروزه نوسانات مقدار و ترکیب تقاضای محصولات، تولید کنندگان را از محیط های ساخت برای انبار (MTS) به سمت محیط های مهندسی طبق سفارش (ETO) سوق داده است. این حرکت موجب پویایی تولید و مستلزم افزایش انعطاف پذیری در تولید می باشد. در حالت پویا، افق برنامه ریزی به چند دوره کوچکتر تقسیم می شود، بطوریکه مقدار و مخلوط تقاضای محصولات از دوره ای به دوره می تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، در یک دوره خاص ممکن است برخی از محصولات فاقد تقاضا بوده و یا مقدار تقاضای ایشان با دوره قبل متفاوت باشد.

از طرفی امکان تولید محصولات جدید یا قطع تولید محصولات قدیمی در یک دوره خاص نیز وجود دارد. به محیط تولیدی که شرایط فوق بر آن حاکم باشد اصطلاحاً محیط پویا و در شرایط حاد متلاطم گفته می شود .

در چنین حالتی که ترکیب و یا سطح تقاضای محصولات بصورت دوره ای تغییر میکند، سلول های تشکیل شده یا پیکربندی سلولی در هر دوره، لزوماً برای دوره بعد بهینه نخواهد بود. این امر به معنای امکان پیکربندی مجدد سلول ها در ابتدای هر دوره و در نتیجه تغییر گروه های ماشین و تغییر خانواده قطعات می باشد که تحت عنوان تشکیل سلول پویا شناخته می شود.

همچنین تغییرات در ترکیب و یا سطح تقاضای محصولات بصورت دوره ای ، موجب تغییر در جریان مواد در بین تسهیلات می شود و چیدمان سلولها در سطح کارگاه و ماشینها درون سلولهای تشکیل شده در هر دوره، لزوماً برای دوره بعد نیز بهینه نخواهند بود. این امر به معنای امکان چیدمان مجدد درون و بیرون سلولی در ابتدای هر دوره و در نتیجه تغییر جانمایی تسهیلات اعم از ماشینها و سلولها در سیستم های تولید سلولی می گردد و به آن اصطلاحاً ، مساله چیدمان درون و بیرون سلولی پویا اطلاق می گردد.

CMS در شرایط پویا را با عنوان سیستم تولید سلولی پویا (**DCMS**) می نامند .

شرایط پویا در صنایع تولیدی که هزینه پیکربندی مجدد سلولی و همچنین هزینه چیدمان مجدد درون و بیرون سلولی آن قابل توجهی می باشد ، مطرح است. صنایع مونتاژ تجهیزات الکترونیکی یا تجهیزاتی مانند میزهای مونتاژ، ادوات ماشین کاری کوچک، تجهیزات با کاربرد عمومی، ایستگاههای کنترل و ... نمونه هایی از این موارد هستند و واضح است که این مساله ، در برگزیده صنایع با ماشین آلات سنگین که هزینه های مترتب با آن بالا و توجه پذیری آن پایین است، نمی باشد.

به همین منظور برای صنایع سنگین، **VCMS** یا **Job shop** پیشنهاد شده است . در این طرح پژوهشی تمرکز ما بر روی سیستم های تولید سلولی پویا خواهد بود.

طراحی سیستم های تولید سلولی در برگزیده سه مرحله می باشد. اولین گام، تشکیل سلول می باشد. در مسأله تشکیل سلول (**CFP**) که بدان مسأله تشکیل خانواده قطعه/سلول ماشین (**PF/MA**) نیز می گویند، شامل دو وظیفه اساسی می باشد:

۱- تخصیص ماشین به سلول یا تشکیل گروههای ماشین

۲- تخصیص قطعه به سلول/ماشین یا تشکیل خانواده قطعات.

اینکار عمدتاً با استفاده از اطلاعات موجود در ماتریس قطعه- ماشین انجام می شود. این ماتریس، در ساده ترین شکل خود یک ماتریس صفر و یک است که نشان می دهد هر قطعه جهت پردازش به کدام ماشین ها نیازمند است. دومین گام، چیدمان تسهیلات می باشد که شامل دو وظیفه اساسی می باشد

الف- چیدمان سلولها در سطح کارگاه که بدان چیدمان بیرون سلولی نیز می گویند و

ب- چیدمان ماشینها درون سلولها که به چیدمان درون سلولی معروف می باشد.

آخرین مرحله در برگزیده زمان بندی است که وظیفه زمان بندی کارها بر روی ماشینها در هر یک از سلولها را بر عهده دارد.

از کمبودهای بزرگ در طراحی سیستم های تولید سلولی که در ادبیات موضوع بدانها اشاره شده است، می توان به عدم توجه محققین در دو دهه گذشته به مساله چیدمان تسهیلات در سیستم های تولید سلولی در مقایسه با مساله تشکیل سلول اشاره نمود. در پارادایمهای فعلی تولید در جهان، به منظور حفظ حاشیه رقابتی در بازار، کاهش هزینه مدیریت مواد ضروری است.

تخمین‌ها نشان می‌دهند که هزینه مدیریت مواد، ۲۰ تا ۵۰ درصد از مخارج عملیاتی در تسهیلات تولیدی را تشکیل می‌دهد، و نشان داده شده است که با طراحی مؤثر چیدمان تسهیلات می‌توان این مخارج عملیاتی را ۱۰ تا ۳۰ درصد کاهش داد. در ایالات متحده آمریکا، در تک‌تک سال‌های پس از ۱۹۹۵، تقریباً ۸٪ از تولید ناخالص ملی (GNP) برای [ایجاد] تسهیلات جدید هزینه شده است، و با توجه به مفهوم «ارتقاء مداوم» که شرکت‌ها به آن روی آورده‌اند، منطقاً می‌توان فرض کرد که سالانه بیش از ۲۵۰ میلیارد دلار برای مسائل چیدمان و یا چیدمان مجدد مصرف شده است.

از این رو توجه به مساله طراحی چیدمان تسهیلات در DCMS از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است که در این طرح پژوهشی به آن پرداخته خواهد شد. همچنین یکی از مواردی که در پیاده‌سازی سیستم‌های تولید سلولی به آن اشاره ویژه‌ای در ادبیات موضوع شده است و از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، طراحی مدلی ریاضی است که در برگزیده مساله تشکیل سلول و چیدمان تسهیلات بصورت یکپارچه در DCMS باشد. در این طرح پژوهشی، سعی خواهیم داشت که مدل ریاضی را با هدف در نظر گرفتن فازهای اول و دوم بصورت یکپارچه در جهت پیاده‌سازی سیستم‌های تولید سلولی در محیط پویا طراحی کنیم.

نمایش چیدمان تسهیلات در سیستم‌های تولید سلولی می‌تواند به دو شکل گسسته و پیوسته باشد. در چیدمان گسسته، محل سلول‌ها و ماشین‌ها به صورت بلوک‌های مستطیلی شکل که دارای مساحت و اندازه یکسان هستند از قبل مشخص می‌باشند و به صورت یک مساله تخصیص دوتایی از درجه دوم می‌باشد نمایش‌های گسسته برای نمایش محل دقیق تسهیلات مناسب نیستند، و نمی‌توانند محدودیت‌های خاص (از قبیل جهت تسهیلات، نقاط گذاشت و برداشت و یا فضای آزاد ما بین تسهیلات) را مدل‌سازی کنند و بنا به نظر برخی محققان، در چنین مواردی، نمایش چیدمان پیوسته می‌تواند بهتر و کارتر باشد. در چیدمان پیوسته، شکل و ابعاد ماشین‌ها در نظر گرفته می‌شود و ابعاد سلول‌ها متأثر از ابعاد و نوع ماشین‌هایی است که به هر یک از سلول‌ها اختصاص پیدا می‌کند. از این رو ابعاد سلول‌ها انعطاف پذیر می‌باشد. عدم همپوشانی ماشین‌ها در درون سلول‌ها و سلول‌ها در سطح کارگاه، فاصله مجاز ما بین ماشین‌ها و سلول‌ها و همچنین محدوده مشخص سطح کارگاه از محدودیت‌های عمده در این نوع چینش محسوب می‌شود که بصورت مساله برنامه ریزی عدد صحیح ترکیبی مدل‌سازی می‌گردد. در مواجهه با نوع چینش در این طرح پژوهشی، چینش پیوسته با در نظر گرفتن محدودیت‌های مورد اشاره را به کار می‌گیریم و این امر مساله چیدمان تسهیلات اعم از درون و بیرون سلولی را به دنیای واقعی در شرایط پویا نزدیکتر می‌کند.

عمدتاً در شرایط واقعی، ماهیت بسیاری از پارامترهای تولید همانند تقاضای محصولات، ظرفیت در دسترس ماشین‌ها، هزینه نقل و انتقالات درون/بیرون سلولی مواد و زمان پردازش عملیات غیرقطعی می‌باشد. دلایل در نظر گرفتن این عدم قطعیت‌ها در CMS به تفصیل توسط آقای شانکر و ورات مورد بحث قرار گرفته است. پارامترهای مذکور می‌تواند همزمان تابع هر دو شرایط پویا و غیر قطعی باشد. مبحث عدم قطعیت و پویایی در سیستم‌های تولید سلولی از جمله مباحث مورد توجه محققین در سالهای اخیر بوده است و در مروری که بالاگريشنان و چنگ در سال ۲۰۰۷ انجام داده‌اند اهمیت این عدم قطعیت و پویایی را در جهت گیریهای آتی در سیستم‌های تولید سلولی مورد تاکید قرار داده‌اند و از اینرو در این طرح پژوهشی به یکی از رویکردها در برخورد با عدم قطعیت در بهینه‌سازی ریاضی که بهینه‌سازی تصادفی است، می‌پردازیم. بهینه‌سازی تصادفی در برگزیده تصمیم‌گیری قطعی در محیط احتمالی، تصمیم‌گیری احتمالی در محیط احتمالی و تصمیم‌گیری

احتمالی در محیط قطعی است. شاخه مدل های تصمیم گیری قطعی در محیط احتمالی شناخته شده ترین و پرکاربردترین شاخه از تصمیم گیری در بهینه سازی تصادفی است و دارای ادبیات بسیار غنی می باشد که به آن پرداخته خواهد شد.

در این طرح پژوهشی به ارائه یک مدل یکپارچه به منظور تشکیل سلول و چیدمان درون و بیرون سلولی به صورت همزمان در سیستم های تولید سلولی پویا جهت نزدیک تر شدن مسأله به شرایط حاکم بر دنیای واقعی می پردازیم. مدل مذکور یک مدل ریاضی با ماهیت برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح ترکیبی است که می تواند به ترتیب شامل مفروضات، اهداف و محدودیت های زیر باشد:

(مفروضات اساسی مدل)

- ۱- سیستم تولیدی تحت بررسی با یک افق برنامه ریزی شامل تعداد متناهی دوره مواجه می باشد.
- ۲- در هر دوره، مخلوط تقاضا (انواع محصولات) که باید تولید شوند مشخص است.
- ۳- هر قطعه دارای تعدادی عملیات می باشد که باید به ترتیب معینی پردازش شوند.
- ۴- تعدادی انواع ماشین با قابلیت معین در دسترس می باشد. اغلب ماشین ها کاربرد عمومی داشته و قابلیت پردازش چند نوع عملیات را دارند. همانند ماشین های پرس، CNC، همچنین می تواند امکان تهیه یا تکثیر تعداد نامتناهی از هر نوع ماشین وجود داشته باشد.
- ۵- ظرفیت در دسترس در هر دوره برای هر نوع ماشین معین و معلوم می باشد.
- ۶- زمان عملیات برای همه قطعات روی هر نوع ماشین معلوم بوده و هر قطعه می تواند چند برنامه پردازشی مختلف داشته باشد (انعطاف پذیری جریان).
- ۷- هزینه ثابت هر نوع ماشین در ابتدای دوره اول معلوم است. در اینجا هزینه ثابت مبین مجموع هزینه های اجاره/سرمایه گذاری و سرویس می باشد که در هر دوره برای هر ماشین محاسبه می گردد، خواه ماشین در حال کار یا بیکار باشد.
- ۸- هزینه متغیر هر نوع ماشین در هر واحد زمانی مشخص است. این هزینه به بارکاری تحمیل شده به ماشین بستگی داشته و موید هزینه عملیاتی منتج از این بارکاری می باشد.
- ۹- کلیه ماشین های چندکاره در نظر گرفته می شوند، بطوریکه قابلیت پردازش چند نوع عملیات مختلف را دارند.
- ۱۰- قطعات بصورت دسته ای درون و بیرون سلول ها حرکت می کنند. اندازه دسته جابه جایی درون و بیرون سلولی برای هر قطعه معلوم می باشد. همچنین هزینه حرکت درون و بیرون سلولی هر دسته متفاوت و وابسته به طول مسیر است. به عبارت دیگر، فاصله فیزیکی بین و درون سلول ها در نظر گرفته می شود.
- ۱۱- حداکثر تعداد سلول های مجاز طی تمام دوره ها معین و ثابت است.

۱۲- حداکثر ظرفیت سلول ها در هر دوره مشخص می باشد.

۱۳- امکان جابجایی ماشین ها از یک سلول به سلول دیگر بین دوره ها وجود دارد. جابجایی ماشین شامل هزینه های نصب، انتقال و برداشت ماشین است.

۱۴- هزینه جابجایی هر نوع ماشین مستقل از مکان اولیه آن بوده و مقدار آن معین است.

۱۵- ماشین ها از هر نوع به تعداد نامتناهی و در شروع هر دوره برای استفاده در دسترس می باشند.

۱۶- موجودی اضافه بین دوره ها صفر است و سفارش به تاخیر افتاده مجاز نبوده و تقاضای هر دوره بایستی در همان دوره تامین گردد.

۱۷- چیدمان درون و بیرون سلولی بصورت پیوسته در نظر گرفته می شود.

۱۸- ابعاد کلیه ماشین ها معلوم می باشد و ممکن است یکسان یا غیر یکسان باشند و از این نظر با محدودیتی مواجه نمی باشیم.

۱۹- ابعاد سطح کارگاه مشخص و معلوم می باشد.

۲۰- امکان پیکربندی مجدد سلول ها و چیدمان مجدد درون و بیرون سلولی در ابتدای هر دوره وجود دارد.

(اهداف اساسی مدل)

۱- کمینه سازی هزینه نقل و انتقالات بین سلولی مواد.

۲- کمینه سازی هزینه نقل و انتقالات درون سلولی مواد.

۳- کمینه سازی هزینه های ثابت و متغیر ماشین.

۴- کمینه سازی هزینه پیکربندی مجدد سلولی، شامل هزینه های جابجایی ماشین و سلول.

(محدودیت های اساسی مدل)

۱- تخصیص هر عملیات هر قطعه فقط به یک ماشین و یک سلول در هر دوره .

۲- عدم تجاوز بارکاری تحمیل شده به هر نوع ماشین در هر سلول و در هر دوره از ظرفیت در دسترس ماشین.

۳- تعیین تعداد مورد نیاز از هر نوع ماشین در هر سلول و در هر دوره.

۴- عدم تجاوز تعداد کل ماشین های موجود در هر سلول و در هر دوره از حداکثر مجاز ظرفیت سلولی. به هنگام سازی تعداد انواع ماشین های موجود در هر سلول و در هر دوره با توجه به جابجایی های انجام شده ناشی از پیکر بندی مجدد سلول ها.

۵- تعیین ابعاد هر سلول با توجه به تعداد و ابعاد ماشین های موجود در آن در هر دوره.

۶- جانمایی ماشین ها نسبت به هم در هر سلول و در هر دوره (چیدمان درون سلولی پویا).

۷- جانمایی سلول ها نسبت به هم در هر دوره (چیدمان بیرون سلولی پویا).

۸- عدم همپوشانی ماشین ها و سلول ها نسبت به همدیگر در هر دوره.

۹- عدم تجاوز از ابعاد سطح کارگاه.

(خطی سازی و تحلیل پیچیدگی مدل)

در ادامه بدلیل وجود عبارات غیر خطی در مدل، از روش های خطی سازی جهت خطی کردن مدل پیشنهادی استفاده خواهیم کرد. اگرچه اکثر نرم افزارهای بهینه سازی موجود، قابلیت حل مدل های غیر خطی را دارند ولی تجربه نشان داده است که زمان حل مدل های غیر خطی نسبتا بالا است و عمدتا به یک جواب بهینه موضعی همگرا می شوند. در نتیجه، جهت دستیابی به جواب بهینه سراسری، نیازمند خطی سازی مدل می باشیم که اهمیت این خطی سازی از نظر تعداد متغیرها، محدودیت ها، زمان حل مساله و جواب بهینه با ارائه مسائل نمونه ای مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار خواهد گرفت. بعد از خطی سازی مدل پیشنهادی، تحلیل پیچیدگی مدل نیز صورت خواهد گرفت.

(توسعه مدل در شرایط تصادفی)

در این طرح پژوهشی، ابتدا مدل پیشنهادی تنها در شرایط پویا و با فرض قطعی بودن کلیه پارامترهای ورودی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همانطور که در مرور ادبیات موضوع نیز بدان اشاره شد، تاکنون تحقیقی در زمینه DCMS که محیط احتمالی و شرایط پویا را تواما در نظر گرفته باشد، انجام نشده است. پارامترهای اساسی مساله که عمدتا در شرایط واقعی بر اساس اطلاعات و داده های موجود و دلایلی که قبلا بدان اشاره شد، همچون تقاضای قطعات، ظرفیت در دسترس ماشین ها، هزینه نقل و انتقالات درون/بیرون سلولی مواد و زمان پردازش قطعات ماهیت احتمالی دارند. در همین راستا مدل پیشنهادی مساله در شرایط پویا و قطعی با در نظر گرفتن ماهیت احتمالی برخی از پارامترهای مذکور (تقاضای قطعات و ظرفیت در دسترس ماشین ها)، در حالت احتمالی توسعه داده می شود و بدین طریق با تشکیل سلول و چیدمان تسهیلات در شرایط پویا و احتمالی در سیستم های تولید سلولی مواجه خواهیم بود. تاثیر احتمالی بودن پارامترهای مذکور بر روی مدل پیشنهادی از جمله مواردی است که بایستی مورد تجزیه و تحلیل بر روی مسائل نمونه و مورد مقایسه با حالت قطعی قرار گیرد. همچنین نحوه مواجهه ما با این احتمالی بودن پارامترهای مورد اشاره در مدل پیشنهادی که نیازمند تصمیم گیری

قطعی در محیط احتمالی، استفاده از روشهای موجود در بهینه سازی تصادفی است که می تواند مبتنی بر توابع توزیع احتمال یا مبتنی بر سناریو باشد و همانطور که در بخش اول پروپزال به تفصیل بدان پرداخته شد، به دو بخش برنامه ریزی چند مرحله ای و برنامه ریزی احتمالی قابل تقسیم بندی است که در همین راستا در این طرح پژوهشی از یکی از روش های موجود در تقسیم بندی استفاده خواهد شد.

(رویکرد حل مدل)

همانطور که در مرور ادبیات موضوع نیز بدان اشاره شد، تاکنون کمتر از رویکردهای حل دقیق و ابتکاری در حل مسائل DCMS استفاده شده است. البته قابل ذکر است که مساله CMS در ادبیات موضوع به عنوان یک مساله NP-complete شناخته شده است و در نظر گرفتن شرایط پویا پیچیدگی مساله را بیشتر می کند از این نظر الگوریتم های فراابتکاری بالاحص الگوریتم ژنتیک، شبیه سازی تبرید و جستجوی ممنوع توسط محققین مورد استفاه قرار گرفته است. اما نایستی از نقش مهم روشهایی همچون الگوریتم شاخه و کران، الگوریتم صفحات برش و بالاحص الگوریتم های تجزیه (مانند تجزیه بندرز و...) که جواب بهینه را تضمین می کنند و نیز الگوریتم آزادسازی لاگرانژ، الگوریتم تولید ستون و... که در شرایطی خاص به جواب بهینه می رسند، به سادگی گذشت. در همین راستا در این طرح پژوهشی سعی خواهد شد از یکی از رویکرد های دقیق برای حل مدل پیشنهادی که یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح ترکیبی است بالاحص الگوریتم های تجزیه، استفاده شود تا بتوان کارایی رویکردهای فراابتکاری را برای حل مسائل با اندازه های بزرگ به نحو شایسته تری مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. امروزه گرایش به رویکردهای محاسباتی الهام گرفته شده از پدیده های طبیعی و فیزیکی مانند الگوریتمهای مبتنی بر محاسبات تکاملی و جمعیت شامل الگوریتم ژنتیک، الگوریتم Memetic، الگوریتم ذرات انبوه، جستجوی پراکنده و سیستم های ایمنی، الگوریتم های مبتنی بر جستجوی همسایگی: شبیه سازی تبرید، الگوریتم مورچگان، جستجوی ممنوع و الگوریتم های مبتنی بر هوش مصنوعی توزیع شده همانند شبکه های عصبی مصنوعی و سیستم های چند عاملی افزایش زیادی یافته است. مزیت بزرگ رویکردهای فراابتکاری فوق، عدم حساسیت فزاینده به بزرگی و پیچیدگی مساله می باشد. این رویکردها در زمره رویکردهای غیردقیق دسته بندی می شوند زیرا تضمینی جهت رسیدن به جواب بهینه نمی دهند ولی با طراحی مناسب و البته تجربی، قابلیت دستیابی به جواب های تقریباً بهینه را دارند. از همین رو در این طرح پژوهشی از یکی از روشهای فراابتکاری بالاحص روشهایی که کمتر در ادبیات در این حوزه مورد توجه قرار گرفته شده است همچون الگوریتم مورچگان و ذرات انبوه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین ترکیب الگوریتم های دقیق و فراابتکاری هم به مانند ترکیب الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجزیه بندرز یکی دیگر از آلترناتیوهای است که می تواند مورد استفاده قرار گیرد و اخیراً در حوزه هایی دیگر از مسائل بهینه سازی ترکیبی مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است.

(توسعه نرم افزار)

برای اجرای رویکردهای حل و همچنین سهولت در دریافت پارامترهای ورودی مدل و نمایش شماتیک پویای تشکیل سلول و چیدمان تسهیلات در سیستم های تولید سلولی ، یک نرم افزار در محیط Matlab نسخه ۷ و شاید در محیط C در این طرح پژوهشی توسعه داده خواهد شد. عدم وجود نرم افزاری در این حوزه از سیستم های تولیدی که قابلیت پیاده سازی این گونه از سیستم ها را در صنایع داخل (بالاخص) و خارج از کشور تسهیل کند از نوآوری های دیگر این کار تحقیقاتی خواهد بود. این نرم افزار قادر خواهد بود که در مقیاس های صنعتی و با انبوه حجم داده ها و اطلاعات در زمان مناسب ، خروجی قابل قبول و نزدیک به بهینه را در اختیار کاربران و مدیران ارشد سازمان قرار دهد.

تحقیق خانم صابری

عنوان: مدیریت پروژه چابک

ابتدا به تعاریف چابکی، تاریخچه و ضرورت آن می پردازیم.

۱. تعاریف چابکی:

چابکی سازمانی هسته متمیزی محیط تجاری امروزی است که با تغییرات تجاری سریعی روبه رو می باشد. تقریباً ۹۰٪ از شرکت‌های اجرایی و سازمان‌های اجرایی باور دارند که چابکی سازمانی از عوامل حیاتی و بحرانی برای موفقیت سازمان محسوب می شود. نیمی از مدیران اجرایی و مدیران اطلاعاتی سازمان باور دارند که در فرایند تصمیم گیری تنها سرعت نیست که حائز اهمیت است؛ ولی بر این نکته نیز توافق دارند که سرعت برای بقای سازمان‌ها ضروری است. چابکی می تواند با رشد سود آور همراه شود. تحقیقات MIT نشان داده است که شرکت‌ها و سازمان‌های چابک رشد در آمدی سریع تر و بیشتری را دارند. [1]

واژه چابک در فرهنگ لغت به معنی حرکت سریع، چالاک، فعال و چابکی توانایی حرکت به صورت سریع و قادر بودن به تفکر هوشمندانه و به موقع است. [1]

امروزه با توجه به جدید بودن بحث چابکی تعاریف های متنوعی از آن وجود دارد. محققان بسیاری در این زمینه فعالیت و هر کدام تعاریف متعددی را ارائه کرده اند که در زیر تعدادی از آنها آورده می شود. [1]

توانایی بقاء و پیشرفت در محیطی با تغییرات مداوم و غیر قابل پیش بینی. [۲]

توانایی‌های تولیدکننده برای واکنش سریع به تغییرات ناگهانی و غیرقابل پیش‌بینی. [۳]

سودآوری از محیط. [۴]

توانایی و قابلیت انجام عملیات سودآور در محیط رقابتی غیرقابل پیش بینی و متغیر. [۵]

بهره گیری از تغییرات به عنوان فرصت‌های ذاتی نهفته در محیط‌های آشفته. [۲]

توانایی یک واحد کسب و کار برای رشد و بقاء در یک محیط رقابتی.

توانایی پاسخگویی موثر به مشتری. [۶]

۲. تاریخچه چابکی:

در سال ۱۹۹۱ گروهی از متخصصان صنعتی مشاهده کردند که نرخ افزایش تغییر در محیط تجاری از توانایی‌های سازمان‌های تولیدی سنتی جهت تطبیق با آن سریعتر است. این سازمان‌ها در استفاده از مزایای فرصت‌هایی که برای آنها ارائه می‌شد ناتوان بودند و این ناتوانی در تطبیق با شرایط تغییر ممکن بود در بلندمدت باعث ورشکستگی‌شان شود (هرمزی، ۲۰۰۱؛ داو، ۱۹۹۴). بنابراین پارادایمی جدید برای اولین بار در گزارشی که نامش "استراتژی بنگاه‌های تولیدی در قرن بیست و یکم: دیدگاه متخصصان صنعتی" بود بوسیلهٔ موسسهٔ یاکوکا منتشر و به مردم معرفی شد (ناجل و داو، ۱۹۹۱؛ ماده، ۱۹۹۷، ۲۴). عبارت تولید چابک به طور مشترک با انتشار "استراتژی شرکت‌های تولیدی قرن ۲۱" مورد استفاده قرار گرفت (گانسکاران، ۲۰۰۱، ۲۵).

چنانچه تولید در داخل ایالات متحده آمریکا با آغوش باز و خوشبینی نسبت به موفقیت‌های آینده مورد استقبال قرار نگیرد، نتیجهٔ بالقوهٔ آن مصیبت بار خواهد بود (اسمیت، ۱۹۹۲). آمریکا و اروپا تغییر پارادایم در تولید (از تولید انبوه به تولید ناب) را به آهستگی پذیرفتند و این امر منجر به از دست دادن سود و سهم زیادی از بازار در گروهی از صنایع شد. این صنایع اکنون به طور دیوانه‌واری جهت پیاده‌سازی تولید ناب/بموقع برای رقابت در سطح جهانی تلاش می‌کنند. از اینرو دولت آمریکا تشخیص داد که مشکلی در بخش تولیدش وجود دارد و مطالعه روی نقاط ضعف و قوت تولید ایالات متحده را به موسسات دولتی و خصوصی مانند گروه مشاوران بوستن، گروه مشاورین ایالات متحده در رقابت‌پذیری، و کمیته بهره‌وری صنعتی در MIT سپرد (ناجل و داو، ۱۹۹۱). هر یک از این سازمان‌ها پیشنهاد کردند که اگر ایالات متحده بخواهد در رقابت جهانی باقی بماند، باید این واقعیت را بپذیرد که نیازمند دنبال کردن جهت‌های متفاوتی در تولید می‌باشد. در سال ۱۹۹۱ براساس اطلاعات جمع‌آوری شده، متخصصان دانشگاهی و صنعتی در دانشگاه لی‌های ضمن بحث به این نتیجه رسیدند که تولید چابک بهترین جهت مجرد برای ادامه می‌باشد (هرمزی، ۲۰۰۱). شاید پیتر دراگر اولین کسی است که مفهوم موسسه چابک را مطرح کرد. در آن زمان وی ساختار شرکت‌های تولیدی فعلی را با ناوی سنگین خصوصاً از بعد یکپارچگی در ماهیت مقایسه کرد. دراگر بیان کرد که یک ناو بزرگ تنها می‌تواند بوسیله مجموعه‌ای از ناوگان کوچکتر جایگزین شود، و سازمان‌های مدولار بوسیلهٔ ماهیت ساختارشان، به افزایش انعطاف‌پذیری و پاسخگویی مجهز شوند (هوپر و همکارانش، ۲۰۰۱). دلایل محکمی وجود دارد که تولید چابک شرط لازم برای رقابت‌پذیری است. چنانکه گفته شد مفهوم اصلی در سال ۱۹۹۱ توسط گروهی از متخصصان در موسسه یاکوکا در دانشگاه لی‌های در ایالات متحده آمریکا رواج پیدا کرد، این گروه شامل تعدادی از مدیران ارشد شرکت‌های ایالات متحده بود. این مطالعه در دو جلد گزارش به اوج خود رسید. این گزارش به طور عمده در این مورد بود که ایالات متحده چگونه می‌تواند دوباره اوج یا بلندی خود را در تولید باز یابد (یوسف و همکارانش، ۱۹۹۹). [7]

۳. ضرورت چابکی:

شرایط متغیر و نامطمئن در سال‌های گذشته موجب شده که موج جدیدی از جهانی سازی به راه بیفتد. شرایطی که بسیار متغیر بوده و عدم اطمینان و قطعیت از بدیهیات آن است. بعد از سپری شدن دوره رکود، پیشرفت و ترقی در انرژی، نرخ رشد سریع کالا و اجناس باعث ظهور رقیبانی غیر سنتی در بازار شد. تقاضاهای مشتریان روز به روز بیشتر شد و مدل‌های جدیدی از تجارت و بازاریابی شکل گرفت. در نتیجه سازمان‌ها برای بقاء در شرایط رقابتی بایست خودشان را با شرایط پیچیده وفق دهند. بدون درگیر شدن در شرایط پیچیده و نامطمئن بازار چگونه می‌توان با این تغییرات مقابله کرد؟ در این شرایط هسته مقابله با عدم قطعیت‌ها مجهز بودن به دانش و آگاهی است. دانش و آگاهی بینشی به سازمان‌ها خواهد داد که افق تصمیم‌گیری‌های آنان را وسیع تر خواهد کرد. سازمان‌ها باید شرایط کاری خود را منعطف‌تر بسازند. پاداشی که چابکی به سازمان‌ها خواهد داد پایداری در برابر شرایط است و در ادامه مواردی مطرح خواهند شد تا در شرایط جدید سازمان‌ها بتوانند خود را حفظ کنند. [۹]

لازمه کسب چابکی، وجود سیستم تولید انعطاف پذیر، دارا بودن نیروی کار دانش پذیر، و ساختار مدیریتی مشوق نوآوری‌های تیمی (چه در داخل و چه در بین سازمان‌ها) است. اگر سازمان‌های آمریکایی نتوانند به سمت تولید چابک حرکت کنند، استاندارد زندگی در این کشور با خطر جدی مواجه خواهد شد. [8]

۴. مدیریت پروژه چابک:

مدیریت چابک یا مدیریت پروژه چابک حرکتی است در جامعه توسعه (نرم افزار) به دور از روشهای سنتی سنگین به سمت تکنیک‌های توسعه (نرم افزار) مبتنی بر کارایی، سبکی نسبی و طراحی انسانی

برخی ایده‌های کلیدی این نوع مدیریت شامل موارد زیر می‌باشد:

- توجه بیشتر بر مهارت‌ها، رابطه‌ها و تعاملاتی که اجازه می‌دهد پروژه بسیار کارا تر و چابک تر باشد تا زمانی که توجه فقط بر فرآیند بود.
- بازبینی و تصریح نقش مشتریان، مدیران و توسعه دهندگان برای ایجاد یک رابطه مبتنی بر رضایت و بهره‌وری همگانی
- تاکید بر اینکه پروژه‌های متفاوت فرآیند‌ها و متدولوژی‌های متفاوتی را طلب می‌کنند.

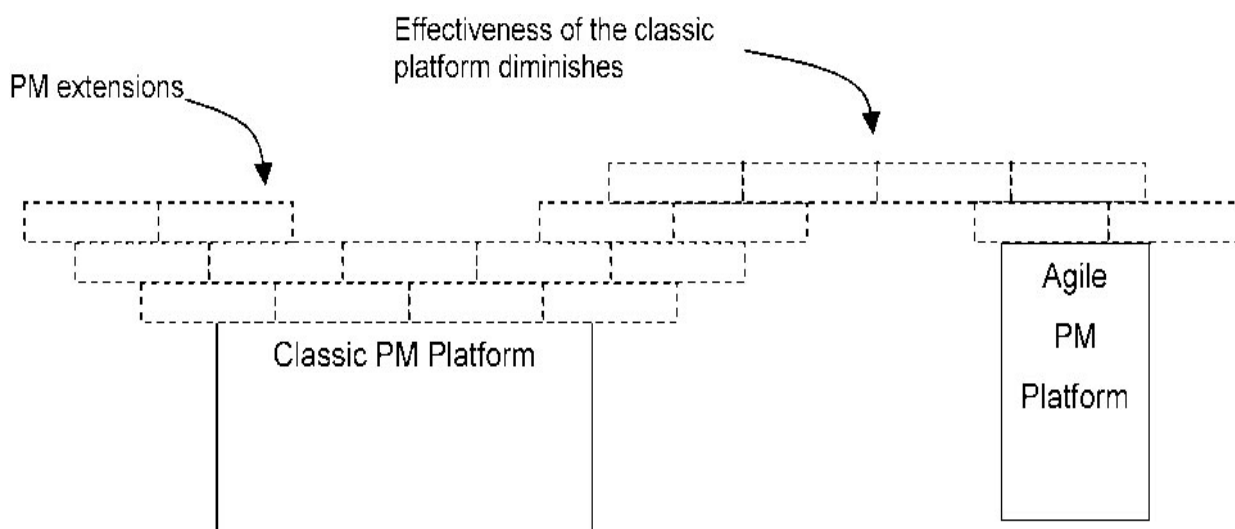
مایلم مطلب فوق را با اقتباسی که از فصل اول کتاب ["Agile Project Management: How to Succeed in the Face of Changing Project Requirements"](#) برداشت کرده ام تکمیل کنم.

به عقیده نویسنده این کتاب:

آنهایی که تجربه مدیریت پروژه را دارند می دانند رفع تضاد بین نیازهای فرآیند مدیریت پروژه و کارکنان فنی خلاق درگیر آن از سخت ترین کارها است. به عبارت دیگر اگر بخواهید به فرآیند و حواشی آن توجه کنید خلاقیت و نوآوری افراد را از دست داده اید و اگر بخواهید به فرآیند مقید نباشید آنوقت ممکن است هیچگاه پروژه به سرانجام نرسد. حتی اگر هزینه بسیاری بکنید تا روشهای مدیریت پروژه خود را منطبق بر روشهای تولید متناسب با سرعت پیشرفت دنیای امروز قرار دهید باز هم به نتیجه دلخواه نمی رسید. چون مسائل امروزی آنقدر "غیر قطعی" هستند که روشهای کلاسیک به دلیل ساختار ماهوی خود در برنامه ریزی دقیق قبل از اجرا، نمی توانند تضمین کننده حل آنها در یک بودجه و زمان مشخص باشند.

یک مدیر پروژه خوب کسی است که نادانسته وارد یک کار نشود، ابعاد پروژه و اهداف اصلی و فرعی آن را شناسایی کند و همه مشکلات محتمل را شناسایی کند اما آیا در عمل همه مسائل جدید را می توان به شکل کامل شناخت؟ طبیعی است که پاسخ منفی است!

برای غلبه بر این مشکل مدیریت پروژه چابک، مفاهیم و تکنیک های جدیدی را وارد کار می کند که در محیط های پویا و چالش برانگیز کارایی خود را نشان می دهند. این روشها در گام اول آن ساختیافتگی زیاد و سنگین روشهای سنتی را کنار می گذارند. ساختیافتگی بیش از حدی که حاصل سالها تجربه، توسعه و اختصاصی سازی در زمینه مدیریت پروژه است.



رابطه بین بسترهای روشهای کلاسیک و روشهای چابک مدیریت پروژه

در شکل فوق هم نمایان است که بسیار ساده تر است اگر همه مبانی یک پروژه جدید را از ابتدا پایه ریزی کنید تا بر گذشته و تجربیات پربار اما سنگین خود. این مساله به شکل ویژه خود را در محیط های متفاوت، چابک و غیر قطعی نشان می دهد، جایی که این سنگینی، کارایی را از شما می گیرد. [10]

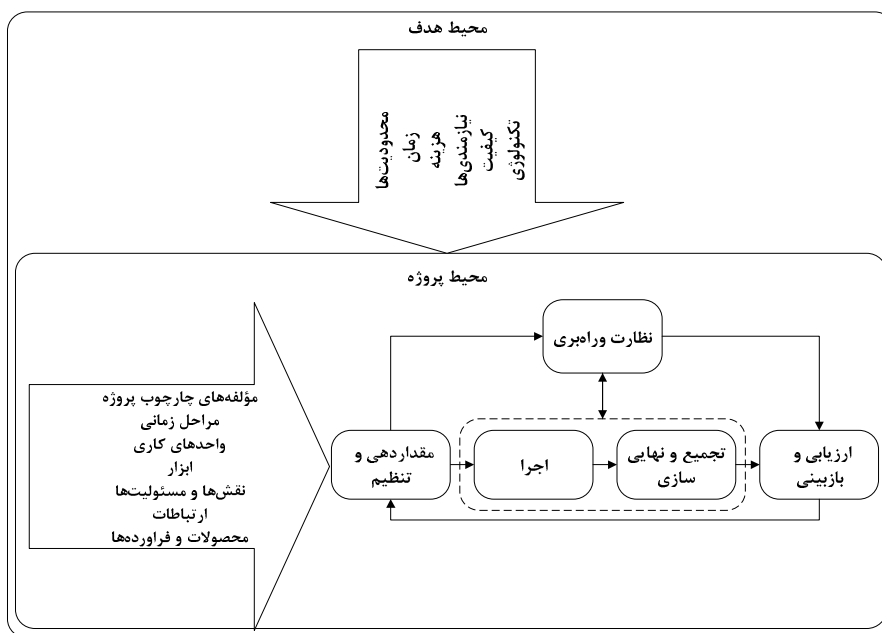
سابقه تحقیقات در مدیریت پروژه های چابک:



این چارچوبی ذیلا اشاره می شود توسط خانم مهسا حسنی سعدی دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف ارائه شده است. [11]



شمای کلی فرآیندهای مدیریت پروژه چابک



- [1]: مقاله چابکی راهبرد بقا و موفقیت، نویسنده علی پوراز سایت Itmanager.blogfa.com
- [2] Maskell, B, (۲۰۰۱), The age of Agile Manufacturing, Supply Chain Management: An International Journal
- [3] Planning And Van Assen, M. F. Hans, E. W And Van De Velde, (۲۰۰۱), An Agile Manufacturing Control Framework For Customer-Order Driven Discrete Parts Systems Environments, International Journal Of Agile Management
- [4] Goldman, S; Nagel, R; Preiss, K (۱۹۹۵): Agile competitors and virtual organizations, Kenneth: van No strand Reinhold, New York
- [5] drivers-agility-synergy-autonomy - strategic & Wile.peter, (۲۰۰۷) It-governance research –Sloan school of management-masschousett Center for information system technology institute of
- [6] Systems For Agile Subba Rao, S And Nohm, (۲۰۰۱), A. Information Stage, Agile Manufacturing: The Manufacturing Environment In The Post-Industrial ,Elsevier Science , ۲۱st Century Competitive Strategy
- [7]: پایان نامه غلامرضا خوش سیما
- عنوان پایان نامه: ارائه مدلی جهت اندازه گیری چابکی سازمان های تولیدی در صنعت الکترونیک ایران با استفاده از منطق فازی
- دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت
- [8]: وبلاگ تخصصی مدیریت پروژه، مطلب نوشته شده توسط محمد واعظی نژاد
- [9] Challenges in Business Agility –Time, Markus Strohmaier, (۲۰۰۹), Future Research Economist Intelligence Unit ,Control and Information Systems
- [10]: مقاله مدیریت پروژه چابک برگرفته از وبلاگ رادمان
- [11]: پایان نامه " توسعه فعالیت های چتری در متدلوژی های چابک " از مهسا حسنی سعدی از دانشکده کامپیوتر صنعتی شریف

تولید چابک

اصول و ویژگیهای تولید چابک

تولید چابک بعد از تولید ناب بوجود آمد و بدین صورت می تواند تعریف شود:

- استراتژی تولید شرکت، جهت معرفی و تولید محصول جدید هماهنگ با تغییرات سریع بازار.
- توانایی سازمان در شرایط محیط رقابتی بر اساس تغییرات دایمی پیش بینی نشده ای که وجود دارد.
- یک مفهوم جدید برای سریع و چابک شدن شرکتها وموسسه ها که فعالیتهایی با پراکندگی جغرافیایی در سطح بین المللی دارند مانند: شعبه ها، سرمایه گذاری مشترک، قراردادهای فرعی و...

تعریف چابکی:

برخی از تعاریف چابکی را می توان این گونه بیان کرد:

چابکی (Agility): عبارت است از قابلیت یک شرکت برای بقا در یک محیط رقابتی دارای تغییرات پیش بینی نشده و مستمر.

چابکی: پاسخگویی سریع به تغییرات مداوم بازار بر مبنای سلیق و ارزشهای متغیر مشتریان برای محصولات و خدمات جدید، نشانگر یک سازمان چابک است. زمانی سازمانها می توانند به این نوع سازمان تبدیل شوند که بتوانند با موفقیت کامل کیفیت جامع TQM، توسعه عملکرد کیفیت QFD، تولید به هنگام JIT و... را به اجرا در بیاورند

چابکی عبارت است از شناسایی موفق مبانی رقابت (سرعت، انعطاف پذیری، نوآوری، کیفیت و سودآوری)، انسجام منابع، اقدامات در محیط دانش و دارای تغییرات سریع بوسیله فراهم کردن محصولات و خدمات مشتری پسند.

قواعد کلی تولید چابک

۱. هر چیزی خیلی سریع تغییر می کند و غیرقابل پیش بینی است.
۲. بازار نیازمند حجم پائین، کیفیت بالا، محصولات سفارشی و خاص می باشد.
۳. چرخه زندگی محصولات بسیار کوتاه است
۴. کیفیت جامع و سطوح بالایی از خدمات مورد انتظار است.
۵. محصولات و خدمات از لحاظ اطلاعاتی قوی باشند

چابکی یعنی قابلیت یک شرکت برای بقا در یک محیط رقابتی، دارای تغییرات پیش بینی

نشده و مستمر.

اصول چهارگانه تولید چابک:

۱- سازماندهی تغییرات کلیدی و مهم

یک سازمان چابک روشی را سازماندهی می کند که اجازه دهد آن سازمان در شرایط متغیر و نامطمئن موفق شود به سرعت خود را با شرایط جدید هماهنگ ساخته و فرصتهای بازار و فروش را از دست ندهد.

۲- شیوه بکار گیری افراد و اطلاعات

در یک سازمان چابک، دانش یک ارزش است. نوآوری پاداش و جایزه است. اختیار در تمام سطوح سازمان تفویض می شود. مدیریت نیازهای کارکنان و منابع سازمانی و نیازهای روحی و روانی را مهیا می سازد و فضای مسئولیت مشترک برای موفقیت رسیدن وجود دارد.

۳- همکاری جهت بالا بردن شرایط رقابتی

همکاری داخلی با دیگر شرکتها یا سازمانها از دیگر اولویتهای اولیه استراتژی شرکتهای چابک می باشد. هدف، آوردن محصولات به بازار به طور سریع و قابل اجرا است. منابع مورد نیاز و رقابتی هرکجا که وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می گیرند. این ممکن است سازمان را با دیگر سازمانهای رقابت کننده به شکل واقعی درگیر کند.

۴- توانا کردن و غنی سازی مشتریان

سازمان های چابک مشکلات مشتریان را دریافته اند. قیمت گذاری و ارزش محصولات می تواند بر اساس ارزش مشکلات مشتریان، بیشتر از هزینه های ساخت تعیین شده باشد. از جمله گرفتاریهای تولید چابک، چگونگی رفتار با شرکای دیگر، سازمانها و مشتریان است.

توانمند کنندگان کلیدی تولید چابک:

۱. توزیع فیزیکی تیم های ساخت و تولید.
۲. بکار گیری ابزار و سنجش بنگاه های مجازی.
۳. بکارگیری ابزار و سنجش شرکای چابک.
۴. مهندسی همزمان.
۵. نمونه سازی و الگو برداری چابک.
۶. یکپارچه سازی سیستم اطلاعاتی تولید / محصول / کسب و کار.
۷. تجارت الکترونیک.

برای بدست آوردن چابکی، استراتژی تولید و تکنولوژی (نقطه بازبینی) نیاز تمرکز بر موارد زیر را دارد:

- ۱) برنامه ریزی استراتژیک
- ۲) طراحی محصول و تولید
- ۳) بنگاه های مجازی
- ۴) اتوماسیون و IT

چابکی در تولید نیازمند به تغییر در تیمهای توسعه تولید شامل مهارتهای مختلف مانند طراحی، تولید، تضمین کیفیت، خریداری، بازاریابی، خدمات و پشتیبانی است. نیازهای تولید چابک یک سیستم طراحی تولید سریع با هدفهای تغییر محصولات جدید بطور سریع و ممکن است که نیازه یک سیستمی که با فراهم کردن منابع و محصولات در کاهش فعالیت های بدون ارزش افزوده است و محصولات مناسب در زمان مناسب به بازار ارائه نماید.

در یک محیط چابک جنبه های برنامه ریزی تولید و کنترل می تواند به این صورت مطرح شده است:

۱. مدلسازی تکاملی و همسوسازی توسعه تولید جهت متاثر کردن مشتریان همیشگی.
۲. نشان دادن زمان واقعی و کنترل توسعه و پیشرفت تولید در سازمان.
۳. انعطاف پذیری ساختار کنترل سازمان با ناپایدار بودن بازار.
۴. ساختار زمانبندی تطبیقی تولید در یک سازمان.
۵. مدلسازی مراحل تولید و سیستم کنترل در سازمان.
۶. منابع تولید برای سازمان.

رسیدن به چابکی در تولید نیازمند تغییرات بنیادی در خط تولید با یک فرایند مهندسی مجدد تولید در کسب و است و این تغییر در هر سازمانی نیاز به حمایت کلی مدیریت ارشد همراه با آماده سازی نیازهای فنی و مالی مختلف با استفاده از نیروهای قوی دارد [۱].

فن آوری گروهی (group technology)

R.E Flander در سال ۱۹۲۵ استفاده از واحدهای مربوط به کالا در یک کمپانی تولید ماشین را به حداقل حمل و نقل در تولید کالاهای استاندارد توصیف کرد. همانگونه که در تاریخ نیز ثبت شده است (Snead ۱۹۸۹) این موضوع را می توان شروع فن آوری گروهی نامید.

تعریف GT: یک نوع فلسفه تولید است که در آن قطعات مشابه گروه بندی می شوند تا از مزایای تشابه آنها در طراحی و تولید استفاده گردد. به این گروه خانواده قطعات (part family) گفته می شود.

ایده اساسی GT تجزیه کردن یک سیستم به زیر سیستم هاست. برای GT مزایای زیر را بر می شماریم:

- کاهش زمان Lead Time تولید
- کاهش حجم کار در هنگام عملیات

- کاهش استفاده از ابزار
- کاهش دوباره کاری و ضایعات مواد
- کاهش زمان راه اندازی
- کاهش زمان دستور تحویل
- بهبود ارتباطات انسانی
- کاهش کاغذ بازی

یکی از اصول GT تقسیم کردن امکانات و تجهیزات تولید به گروه های کوچک یا سلول ماشین آلات می باشد که هر یک از این سلول ها اختصاص به مجموعه مشخصی از قطعات دارد عبارت تولید سلولی اغلب با همین دیدگاه مورد استفاده قرار می گیرد. یک سلول اغلب از یک گروه کوچک با یک یا دو ماشین تشکیل می شود و به ندرت بیش از پنج ماشین را شامل می شود. یک سلول در بیشتر مواقع شامل مرکز-کنترل تولید روی ماشین-دستگاه های کنترل، ابزار آلات و انبار، یک روبات و سخت افزار مورد نیاز آن می باشد به عنوان مثال یک واحد ممکن است شامل چندین سلول خودکار یا چندین ماشین غیر خودکار باشد پیکربندی ماشین آلات با توانایی متفاوت به صورت گروهی منسجم راه و روش جایگزینی برای ترسیم و تصویر کردن شکل فرایند تولید است. این گونه گروه بندی و پیکره بندی گروه ها مناسب محیط ها با اندازه متوسط و تغییرات متوسط می باشد (حد فاصل تولید کارگاهی

(job shop) و محصولی (flow shop)). اگر حجم خیلی بزرگ باشد خطوط جریان خالص ممکن خواهد بود، اگر حجم کوچک باشد و قطعات از نظر مشابهت بین کارها متفاوت باشند آنگاه کارایی GT کم خواهد بود.

مهندس تولید می تواند GT را به عنوان تلاشی برای دستیابی به سیستم های خط تولید با محاسن زیاد در محیط هایی که قبلا به صورت روش های کارگاهی کنترل می شد بنگرد. به جای طراحی چیدمان فرآیند بزرگی که هر کار به گونه ای طراحی شده که مستقل از طرح های قبل است به سمت طراحی چیدمان بر مبنای نوع محصول در داخل هر گروه هدایت می شویم. مهندسی طراحی، GT را روشی جهت استاندارد کردن کالاها و طراحی فرآیند تولید می دانند.

یک رویکرد به GT برای طراحی استفاده از قطعات هم خانواده مرکب است. تعریف دقیق قطعات مرکب، شناسایی گروه رآسان می سازد و همچنین اساس و پایه ای را جهت طراحی ابزارآلات گروهی اریه می دهد. راه اندازی و نصب استاندارد دستگاه ها و ماشین آلات در بین گروه های هم خانواده به راحتی انجام می شود و برای انجام چنین کاری تمامی اقلام خانواده بایستی از جنس یکسان بوده و نیازمند دستگاه های یکسان باشند.

طراحی فن آوری گروهی از سه مرحله تشکیل شده است این مراحل عبارت است از رمزگذاری-طبقه بندی-چیدمان. رمزگذاری (اساس کار GT) شامل ویژگی های متمرکز بر تشابهات بین قطعات است اغلب رمزگذاری شامل تخصیص توصیف های عددی و نشانه ای بر روی قطعات بر مبنای ویژگی های ساخت و طراحی می باشد. در حالت کلی استفاده از مفهوم رمزگذاری در اینجا ممکن است ساده سازی فهرست ماشین الات مورد استفاده در ساخت هر قطعه نیز باشد. انواع رمزگذاری عبارت است از: ۱-سلسله مراتبی ۲-زنجیره ای ۳-شیکه ای

طبقه بندی (شکل گیری گروهی نیز گاهی نامیده می شود) به استفاده از رمزهای قطعات و دیگر اطلاعات مربوط به خانواده قطعات مشابه اطلاق می شود. خانواده قطعات مشابه به مجموعه گروه و ماشین آلات مورد نیاز ساخت ان قطعات گفته می شود. انواع طبقه بندی عبارت است از: ۱-دودویی ۲-شناسایی دسته ها ۳-ضریب مشابهت

چیدمان مربوط به نحوه قرارگیری فیزیکی تاسیسات تولیدی (ماشین آلات) در کارگاه می باشد یکی از روش های چیدمان خط جریان-سلول و یا مرکز است. [۲]

ترکیب چابکی و تکنولوژی گروهی

۱- تحلیل شرایط و نیازها

انتظار می رود که سیستم تولیدی چابک (AMS^۳)، قابلیت ابقاء و ارتقاء یا پیشرفت در یک محیط رقابتی با تغییرات پیوسته و غیر قابل پیش بینی و بازار متغیر با واکنش سریع و موثر را داشته باشد. از این نظر، سیستم کنترلی باید با جریانهای اطلاعاتی نامطمئن و پیچیده، سر و کار داشته باشد. بنابراین، سیستم کنترلی AMS باید انعطاف پذیر، خود انطباق و هوشمند و کارآمد باشد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۱) در ضمن، معماری و طراحی آن باید باز، مقیاس پذیر و دارای قابلیت ساخت مجدد باشد.

- باز بودن: تلفیق منابع تولیدی مختلف (مثلاً افزودن یا لغو دینامیکی یک ماشین به شکل آنلاین) و اتخاذ عملکردهای جدید به سادگی انجام شود.

- مقیاس پذیری: سیستم کنترلی باید بتواند به سهولت با سیستم های تولیدی متنوع در مقیاس های مختلف تناسب یابد

- قابلیت پیکره بندی مجدد: ساختن سیستم، تغییرات یا اصلاحات دینامیکی و منطقی سلولهای تولیدی سریع انجام شود.

جهت رسیدن به قابلیت و امکانات ذکر شده در سیستم AMS، مفهوم RMC^۴ (سلول تولیدی دارای قابلیت پیکره بندی مجدد) را مطرح می کنیم. یک RMC شامل دسته بندی یا خوشه بندی منطقی یکسری منابع تولیدی است هر چند شاید توزیع آن به شکل فیزیکی باشد. تشکیل RMC حاصل سفارشات خاص مشتریان است که هدف آن برطرف سازی این سفارشات و اهداف خاصی (مثلاً به حداقل رسانی هزینه ها) است. یک RMC پویا و موقتی، پیکره بندی میشود و زمانی کنار می رود که به سفارشات جواب داده باشد. در سیستم AMS مبتنی بر RMC، عملیات های زیر را باید لحاظ کرد:

- مدیریت سفارشات مشتریان. به معنای دریافت و آنالیز و ارزیابی و تامین سفارشات مشتریان

- برنامه ریزی و شکل دهی RMCها به صورت پویا و دینامیکی. برای این منظور، در خلال اینکه RMCها به صورت پویا در حال شکل گیری هستند سفارشات دریافتی مشتریان تقسیم می شوند و به منابع تولیدی مربوطه اختصاص داده می شوند.

- زمانبندی پویا و کنترل RMCها. زمانبندی و کنترل هر RMC برای رفع اهداف کلی AMS است

- مدیریت منابع تولیدی. در AMS مبتنی بر RMC، نقش و وضعیت، عملکرد و جایگاه منطقی یک منبع تولیدی دارای قابلیت تغییر است. بنابراین تمام منابع تولیدی به شکل کلی مدیریت می شوند.

^۳ Agile Manufacturing System
^۴ Re-configurable Manufacturing Cell

-کنترل مستقل هر یک از منابع تولیدی به صورت انفرادی، این حالت یکی از نیازهای زیر بنایی معماری AMS مبتنی بر RMS است.

۲- تشکیل RMC و برنامه ریزی سفارشات

همانگونه که در بخش ۱ شرح داده شد یک RMC شامل دسته بندی یا خوشه بندی منطقی و دینامیک یکسری منابع تولیدی با سفارشات خاص مشتریان می باشد که هدف آن، رفع و جوابگویی بهینه به این سفارشات در کنار سایر RMC های AMS می باشد. در مقایسه با حالت تولیدی سلولی سخت و محکم مرسوم، سیستم تولیدی مبتنی بر RMC می تواند به سرعت بر محیط ساخت و تولید غیر قابل پیش بینی و پویا به یک شیوه مطلوب و انعطاف پذیر، پاسخ دهد. مساله برنامه ریزی سفارشات و تشکیل RMC را میتوان اینگونه شرح داد: مشروط بر داشتن سفارشات مشتریان (شامل قطعه های متنوع، طراحی آنها و زمان مقرر تحویل سفارش) و ماشین آلات موجود با ظرفیت پردازش خاص، کدام ماشین را باید انتخاب کرد تا در خدمت سفارشات باشد و اینکه چگونه آن ماشین های انتخاب شده را به شکل منطقی، طراحی و پیکره بندی کرد و چگونه تعداد خاصی از سلول های تولیدی را طراحی کرد (RMC ها)؟ برنامه ریزی سفارشات بدین معنا است که چگونه سفارشات دریافتی مشتریان را جداسازی و تقسیم کنیم و آنها را به منابع تولیدی مربوطه (ماشین آلات) واگذار کنیم. برای این کار برنامه ریزی سفارشات، ماشین های لازمه جهت پاسخ به سفارشات را مشخص می کنیم. آنگاه این ماشین آلات را به چند گروه تقسیم می کنیم تا بتوان به تشکیل منطقی RMC های مختلف پردازیم. زمانیکه یک RMC تشکیل می شود، آنگاه وظایف ساخت و تولید برای RMC را اختصاص می دهیم.

هدف برنامه ریزی سفارشات و تشکیل RMC ممکن است با معیارهای خاصی باشد. در اینجا، AMS باید به سفارشات و در زمان مقرر با هزینه ای اندک، پاسخ دهد (برای پردازش و انتقال). به علاوه، جهت کاهش پیچیدگی کنترل، تعداد RMC هایی که قرار است تشکیل شود را باید تعدیل و اصلاح کرد و ماشین مشترک با بیش از یک RMC یا قطعه پردازش شده در بیش از یک RMC را باید تا حد ممکن برطرف کرد و مانع آن شد.

فرض کنید $SW = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_w\}$ شامل مجموعه تمام قطعه ها در یک سفارش مشتری و W تعداد کل قطعات است و $SM = \{M_1, M_2, M_3, \dots, M_m\}$ شامل مجموعه تمام ماشین های موجود AMS، M تعداد کل ماشین ها است

و

$SC = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_c\}$ شامل RMC های تشکیل شده و C تعداد کل RMC ها است در حالیکه داریم $C < C_{max}$ (و C_{max} حد بالای C می باشد). فرآیند بدست آوردن SC را می توان به دو مرحله زیر تفکیک کرد.

مرحله ۱. انتخاب ماشین ها. بدست آوردن مجموعه ماشین های انتخابی SMC برای ساخت AMS در حالیکه:

$$SMC = \{M_i\}, SMC \subseteq SM, 1 \leq i \leq M$$

مرحله ۲. دسته بندی ماشین ها. به منظور تفکیک SMC به $SMC_1, SMC_2, \dots, SMC_c$ در حالیکه $SMC_1 \cup SMC_2 \cup \dots \cup SMC_c = SMC$ در خلای که، بخش SW تشکیل می گردد، یعنی

$SW_1, SW_2, SW_3, \dots, SW_c$ و داریم:

توان می $SC = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_C\}$ بنابرین به ازای $SW_1 \cup SW_2 \cup \dots \cup SW_C = SW$ را بدست آورد که $C_1 = SMC_1 + SW_1, C_2 = SMC_2 + SW_2, \dots, C_C = SMC_C + SW_C$ نشان دهنده $X = A + B$ تشکیل شده است و نشان دهنده ماشین های مجموعه A که وظیفه ساخت و تولید و پردازش قطعات مجموعه B را دارند، می باشد. توجه داشته باشید که یکی از سه مورد زیر در SC وجود خواهد داشت:

$$\begin{aligned} \text{Case 1: } & SMC_i \cap SMC_j = \Phi, SW_i \cap SW_j = \Phi (1 \leq i \leq C, 1 \leq j \leq C, i \neq j) \\ \text{Case 2: } & SMC_i \cap SMC_j = \Phi, SW_i \cap SW_j \neq \Phi (1 \leq i \leq C, 1 \leq j \leq C, i \neq j) \\ \text{Case 3: } & SMC_i \cap SMC_j \neq \Phi, SW_i \cap SW_j = \Phi (1 \leq i \leq C, 1 \leq j \leq C, i \neq j) \end{aligned}$$

Case 1 طبیعی است در حالیکه Case 2 نشانگر این مطلب است که قطعه مشابهی وجود دارد که در بیش از یک RMC پردازش می شود و Case 3 نشانگر وجود ماشین مشابهی است که توسط بیش از یک RMC به اشتراک گذاشته شده است. ضرورتاً مورد 2 و 3 برابر هستند [3] و [4].

منابع

- 1- میهن پرست، ع.، "تولید انبوه تولید ناب تولید چابک" ماهنامه کنترل کیفیت، شماره ۵۰، ۳۶-۴۴
- 2- آریا نژاد، م. ۱۳۸۹، "برنامه ریزی سیستم های تولیدی"، انتشارات ترمه، تهران، ۳۳۱-۲۷۱
- 3- Y. RAO*, P. LI, X. SHAO and K. SHI, ۲۰۰۶, "Agile manufacturing system control based on cell re-configuration", International Journal of Production Research, Vol. 44, No. 10, 1881-1905
- 4- JIE ZHANG, FELIX T. S. CHAN, PEIGEN LI, HENRY C. W. LAU, RALPH W. L. IP and P. SAMARANAYAK, ۲۰۰۲, "Investigation of the reconfigurable control system for an agile manufacturing cell", International Journal of Production Research, vol. 40, no. 15, 3709-3723

"سیستم تولید سلولی استوار"

طرح و یا مرتب سازی وسایل و ابزار در محیط کاری، مساله ای غیر قابل اجتناب در تمام نواحی صنعت است. تصمیمات مربوط به طراحی، توجه خاصی را در مدیریت تولید و عملکردها، به خود اختصاص می دهد (ص منابع ش ۶). نوع سیستم های تولیدی، مرتب سازی ماشین آلات و دیگر ابزارها، حوزه ذخیره سازی و دیگر عناصر، به صورت ویژه ای بر کارایی عملکرد، ظرفیت سیستم و انعطاف پذیری آن، تاثیرگذار هستند (ص منابع ش ۱). این عناصر مرتباً بر هزینه های عملکرد و درجه رضایت، تاثیر می گذارند. تکنولوژی گروهی، نوعی فلسفه تولید است که هدف اصلی آن، بهره گیری از فعالیت های مشابه و متناوب است. این علم، بر تمام حوزه های سازمان های تولیدی تاثیرگذار است. ایده ای که در پس تکنولوژی گروهی نهفته است، مجزا کردن سیستم های تولیدی به سیستم های زیر مجموعه ای است که بتوان به این واسطه، کارایی سیستم های تولیدی را افزایش داد. یکی از کاربردهای خاص تکنولوژی گروهی، سیستم های تولیدی سلولی می باشد که در بردارنده پردازش نمودن گروهی از اجزای مشابه در مجموعه ای از ماشین آلات غیر مشابه و یا فرآیندهای تولیدی جهت افزایش بهره وری می باشد. (ص منابع ش ۱)

تولید سلولی، به کار گیری اصول تکنولوژی گروهی است برای بخش های تولیدی که دارای فرآیندهای مشابه بوده و یا دارای اشکال هندسی مشابه می باشند. ابزارهای مورد نیاز، بعدها به صورت گروهی از سلول های ماشینی درمی آیند که این سلول های ماشینی از گروهی از انواع ماشین آلات با عملکرد غیر مشابه تشکیل شده اند. (ص منابع ش ۲)

در کنار تسهیل کنترل مدیریت از طریق ایجاد زیر سیستم های کوچکتر، تولید سلولی منجر به کاهش کنترل مواد، کنترل زمان تنظیمات، کاهش انجام کار، کاهش زمان کل و برنامه ریزی و زمانبندی پیشرفته می گردد. یکی از اولین مشکلاتی که در اجرای تولید سلولی ایجاد می شود، تشکیل سلول است. اگر تعداد سلول ها زیاد باشد، اندازه سلول کاهش خواهد یافت و این امر، ارتباطات بین سلولی را افزایش می دهد. اکثر تکنیک های بر مبنای فرآیند ارائه شده برای تولید سلولی، تنها از اطلاعات موجود در برگه های مسیر اجزا استفاده می نمایند. در این برگه، توزیع مناسب و مساوی حجم کاری بر اساس امتیاز همگانی و زمان ارائه شده است. (ص منابع ش ۴)

همچنین افزایش فشار رقابت، کاهش عمر و افزایش تنوع محصولات، بنگاه های اقتصادی را بر آن داشته است که در جهت کاهش هرچه بیشتر هزینه های خود، از رویکردهای جدید و مؤثرتری در بخش های سه گانه تهیه، تولید و توزیع استفاده کنند. قسمت اعظم هزینه های یک مرکز صنعتی، مربوط به هزینه های بخش تولید آن می باشد. در این بخش، استفاده مؤثر از ظرفیت تسهیلات، افزایش بهره وری کارگراها، استفاده از سیستم های اتوماسیون و رباتیک جهت افزایش کیفیت و نرخ تولید، کاهش سطح موجودی، کاهش حجم حمل و نقل مواد و افزایش انعطاف پذیری از جمله اهدافی می باشند که امروزه اکثر مراکز تولیدی سعی در دستیابی به آنها دارند. جهت دستیابی به اهداف فوق تاکنون سیستم های متنوع تولیدی همانند سیستم تولید کارگاهی، تولید محصولی (انبوه)، تولید دسته

ای، تولید سلولی (CMS)، تولید سلولی مجازی (VCMS) و سیستم های انعطاف پذیر معرفی شده اند که هریک دارای مزایای و معایب خاص خود می باشند. تفاوت بین سیستم های فوق عمدتاً در نحوه چیدمان تسهیلات و چگونگی مسیریابی پردازش عملیات می باشد. ساختار سیستم های فوق بیشتر تحت تأثیر حجم تولید و تنوع محصول است. (ص منابع ش ۷)

سیستم های تولید سلولی (CMS) جزء روشهای نوین تولید می باشند که امروزه در اکثر مراکز تولیدی بزرگ با تنوع نسبتاً بالای محصول و دارای تسهیلات چندمنظوره مورد استفاده قرار می گیرند مبنای یک سیستم تولید سلولی، دسته بندی محصولات و ماشین ها بر اساس تشابه ظاهری، عملیاتی و یا پردازشی آنها، بصورت چند واحد تولیدی کوچکتر بنام سلول می باشد. سلول ها می توانند ماهیتی فیزیکی یا مجازی داشته باشند. در اینجا فرض بر این است سلول ها فضاهای فیزیکی منفک شده از یکدیگر با ظرفیت محدود می باشند که قرار است داخل هریک تعدادی ماشین و تجهیزات جابه جایی مواد جای داده شود. شکل ظاهری هر سلول به نحوه چیدمان، ابعاد و درگاه های ورودی و خروجی ماشین های موجود در آن سلول بستگی دارد. هدف آرمانی CMS پردازش کلیه عملیات مورد نیاز هر محصول فقط در داخل یک سلول است. این هدف هم ارز کاهش نقل و انتقالات مواد در داخل مرکز تولیدی می باشد. تاکنون مزایای زیادی از CMS در ادبیات موضوع برشمرده شده است که برخی از آنها عبارتند از: (ص منابع ش ۷و۱)

- ۱- کاهش زمان های تجهیز و راه اندازی.
- ۲- کاهش در زمان تأخیر تولید.
- ۳- کاهش در نیروی کار.
- ۴- تسهیل در زمانبندی و برنامه ریزی تولید.
- ۵- کاهش در زمان تحویل سفارش.
- ۶- کاهش جریان مواد یا نقل و انتقالات درون کارگاهی مواد.
- ۷- کاهش سطح موجودی حین پردازش (WIP).
- ۸- مدیریت و کنترل بهتر سیستم.
- ۹- بهبود در کارایی تولید همانند مسئولیت پذیری، روابط انسانی و کاهش کاغذبازی و همچنین افزایش کیفیت محصول.

امروزه نوسانات مقدار و ترکیب تقاضای محصولات، تولید کنندگان را از محیط های ساخت برای انبار (MTS) به سمت محیط های مهندسی طبق سفارش (ETO) سوق داده است. این حرکت موجب پویایی تولید و مستلزم افزایش انعطاف پذیری در تولید می باشد. در حالت پویا، افق برنامه ریزی به چند دوره کوچکتر تقسیم می شود، بطوریکه مقدار و مخلوط تقاضای محصولات از دوره ای به دوره می تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، در یک دوره خاص ممکن است برخی از محصولات فاقد تقاضا بوده و یا مقدار تقاضای ایشان با دوره قبل متفاوت باشد.

از طرفی امکان تولید محصولات جدید یا قطع تولید محصولات قدیمی در یک دوره خاص نیز وجود دارد. به محیط تولیدی که شرایط فوق بر آن حاکم باشد اصطلاحاً محیط پویا و در شرایط حاد متلاطم گفته می شود. (ص منابع ش ۷)

در چنین حالتی که ترکیب و یا سطح تقاضای محصولات بصورت دوره ای تغییر میکند، سلول های تشکیل شده یا پیکربندی سلولی در هر دوره، لزوماً برای دوره بعد بهینه نخواهد بود. این امر به معنای امکان پیکربندی مجدد سلول ها در ابتدای هر دوره و در نتیجه تغییر گروه های ماشین و تغییر خانواده قطعات می باشد که تحت عنوان تشکیل سلول پویا در ادبیات موضوع شناخته می شود. همچنین تغییرات در ترکیب و یا سطح تقاضای محصولات بصورت دوره ای، موجب تغییر در جریان مواد در بین تسهیلات می شود و چیدمان سلولها در سطح کارگاه و ماشینها درون سلولهای تشکیل شده در هر دوره، لزوماً برای دوره بعد نیز بهینه نخواهند بود. این امر به معنای امکان چیدمان مجدد درون و بیرون سلولی در ابتدای هر دوره و در نتیجه تغییر جانمایی تسهیلات اعم از ماشینها و سلولها در سیستم های تولید سلولی می گردد و به آن اصطلاحاً، مساله چیدمان درون و بیرون سلولی پویا اطلاق می گردد. در ادبیات موضوع، CMS در شرایط پویا را با عنوان سیستم تولید سلولی پویا (DCMS) می نامند. (ص منابع ش ۷)

شرایط پویا در صنایع تولیدی که هزینه پیکربندی مجدد سلولی و همچنین هزینه چیدمان مجدد درون و بیرون سلولی آن قابل توجیه می باشد، مطرح است. صنایع مونتاژ تجهیزات الکترونیکی یا تجهیزاتی مانند میزهای مونتاژ، ادوات ماشین کاری کوچک، تجهیزات با کاربرد عمومی، ایستگاههای کنترل و ... نمونه هایی از این موارد هستند و واضح است که این مساله، در برگیرنده صنایع با ماشین آلات سنگین که هزینه های مترتب با آن بالا و توجیه پذیری آن پایین است، نمی باشد. به همین منظور برای صنایع سنگین، VCMS یا Job shop در ادبیات پیشنهاد شده است. با توجه به اهمیت و جهت گیری مراکز صنعتی که به آن اشاره شد و همچنین تحقیقات موجود در ادبیات موضوع که به آنها اشاره خواهد شد، در این طرح پژوهشی تمرکز ما بر روی سیستم های تولید سلولی پویا خواهد بود. (ص منابع ش ۷ و ۳)

گام های طراحی سیستم تولید سلولی

طراحی سیستم های تولید سلولی در برگیرنده سه مرحله می باشد.

گام اول : اولین گام، تشکیل سلول می باشد. در مسأله تشکیل سلول (CFP) که بدان مسأله تشکیل خانواده قطعه/سلول ماشین (PF/MA) نیز می گویند، شامل دو وظیفه اساسی می باشد (۱) تخصیص ماشین به سلول یا تشکیل گروههای ماشین و (۲) تخصیص قطعه به سلول/ماشین یا تشکیل خانواده قطعات. اینکار عمدتاً با استفاده از اطلاعات موجود در ماتریس قطعه- ماشین انجام می شود. این ماتریس، در ساده ترین شکل خود یک ماتریس صفر و یک است که نشان می دهد هر قطعه جهت پردازش به کدام ماشین ها نیازمند است

گام دوم: دومین گام، چیدمان تسهیلات می باشد که شامل دو وظیفه اساسی می باشد (۱) : چیدمان سلولها در سطح کارگاه که بدان چیدمان بیرون سلولی نیز می گویند و (۲) چیدمان ماشینها درون سلولها که به چیدمان درون سلولی معروف می باشد

گام سوم : آخرین مرحله در برگیرنده زمان بندی است که وظیفه زمان بندی کارها بر روی ماشینها در هر یک از سلولها را بر عهده دارد. (ص منابع ش ۱ و ۲ و ۳)

موارد استفاده شده یا در دست استفاده از تکنولوژی cms:

شرکت Canon، یکی از تولیدکنندگان اصلی لوازم الکترونیک از جمله دوربین، پرینتر و دستگاههای کپی است که دارای ۵۴ کارخانه در ۲۳ کشور جهان می باشد. این شرکت، یکی از نمونه های اخیری است که سیستم های تولید سلولی را در تمامی خطوط مونتاژ خود پیاده سازی نموده است و این امر باعث کاهش موجودی در جریان ساخت در تمامی کارخانه های متعلق به شرکت از سه روز به شش ساعت شده است و هزینه های عملیاتی شرکت به یک و نیم بلیون دلار کاهش یافته است .

مطالعه صورت گرفته بر روی ۲۰۹ شرکت تولیدی در استرالیا، که پایین ترین گردش مالی سالیانه آنها در حدود ۲۵ میلیون دلار بوده است، نشان می دهد که در حدود ۲۵ درصد از شرکتهای مذکور قبلاً و یا در حال حاضر مشغول به پیاده سازی CMS می باشند و ۲۸ درصد دیگر بر اساس برنامه خود در آینده به پیاده سازی CMS در عملیات تولیدی خود می پردازند. گزارشات تنظیم شده توسط شرکتهایی که CMS را بکار گرفته اند، نشان می دهد که بیشتر از ۷۰ درصد از آنها بهبود قابل توجهی در موعد تحویل ها، انباشته ها، بهره وری نیروی انسانی، زمانهای راه اندازی، انعطاف پذیری نیروی انسانی و کیفیت دارند. (ص منابع ش ۶)

کمیود های سیستم تولید سلولی :

از کمیودهای بزرگ در طراحی سیستم های تولید سلولی که در ادبیات موضوع بدانها اشاره شده است، می توان به عدم توجه محققین در دو دهه گذشته به مساله چیدمان تسهیلات در سیستم های تولید سلولی در مقایسه با مساله تشکیل سلول اشاره نمود. در پارادایم های فعلی تولید در جهان، به منظور حفظ حاشیه رقابتی در بازار، کاهش هزینه مدیریت مواد ضروری است. تخمین ها نشان می دهند که هزینه مدیریت مواد، ۲۰ تا ۵۰ درصد از مخارج عملیاتی در تسهیلات تولیدی را تشکیل می دهد، و نشان داده شده است که با طراحی مؤثر چیدمان تسهیلات می توان این مخارج عملیاتی را ۱۰ تا ۳۰ درصد کاهش داد. در ایالات متحده آمریکا، در تک تک سال های پس از ۱۹۹۵، تقریباً ۸٪ از تولید ناخالص ملی (GNP) برای [ایجاد] تسهیلات جدید هزینه شده است، و با توجه به مفهوم «ارتقاء مداوم» که شرکت ها به آن روی آورده اند، منطقاً می توان فرض کرد که سالانه بیش از ۲۵۰ میلیارد دلار برای مسائل چیدمان و یا چیدمان مجدد مصرف شده است. (ص منابع ش ۷)

معایب این روش :

از معایب بزرگ سیستم های تولید سلولی (CMS) که در ادبیات موضوع بدانها اشاره شده است، کاهش انعطاف پذیری تولید و عدم بهره برداری مؤثر از ظرفیت ماشین را می توان نام برد. مخصوصاً در مواجهه با تغییرات سطح تقاضا و یا مخلوط تقاضا این معایب محسوس تر می باشند. بسیاری از مراکز صنعتی، درگیر تولید محصولات متنوع با تقاضای فصلی و یا مقطعی می باشند. تولیدکنندگان پیمانکار یا تولیدکنندگان محیط های کوچک ساخت برای سفارش جزء این دسته محسوب می شوند. از بین محصولات فصلی دارند می توان به تجهیزات سرمازا و گرمازا، پوشاک، ادوات کشاورزی و برخی تجهیزات ورزشی اشاره کرد. همچنین تقاضای مقطعی محصولات بدلیل کوتاهتر شدن عمر و افزایش تنوع آنها رخ می دهد. (ص منابع ش ۷و۸)

۱-Book'Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing

Prentice Hall Press Upper Saddle River, NJ, USA ©۲۰۰۷

۲-IS۰۱۴۱۲۱-۱. Safety of machinery-Risk assessment-Part ۱: Principles. ۲۰۰۷.

۳-Y. Beauchamp, T. J. Stobbe. A review of experimental studies on human-robot system situations and their design implications. Int. J. of Human Factors in Manufacturing, ۱۹۹۵, ۵(۳): ۲۸۳-۳۰۲.

۴-F. Duan, M. Morioka, J. T. C. Tan, T. Arai. Multi-modal assembly-support system for cell production. Int. J. of Automation Tech., ۲۰۰۸, ۲(۵): ۳۸۴-۳۸۹.

۵-H. Ikeda, T. Saito. Proposal of inherently safe design method and safe design indexes for human-collaborative robots. Specific Research Reports of the National Institute of Industrial Safety, ۲۰۰۵, ۳۳: ۵-۱۳

سیستم تولید سلولی، پاسخی به نیازهای روز صنعتی کشور نویسنده جهانیار بامداد صوفی ۱۳۸۴-۶

www.insf.orgY - طرح:مدل یکپارچه تشکیل سلول و چیدمان تسهیلات در سیستم های تولید سلولی مجری:فریبرز

جولای در

مکان‌یابی تسهیلات در زنجیره‌ی تأمین

چکیده

رویکرد جدیدی که در سالهای اخیر بر مدیریت عملیات حاکم شده، رویکرد مدیریت زنجیره تأمین (SCM) است. زنجیره تأمین شبکه‌ای از تسهیلات و مراکز توزیع است که وظایف تهیه و تدارک مواد خام، تبدیل آن به محصولات نهایی و واسطه‌ای و توزیع این محصولات نهایی به مشتریان را انجام می‌دهد. تصمیم‌گیری در خصوص مکان تسهیلات، نقشی حساس در طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین بازی می‌کند.

مقدمه

زنجیره‌های تأمین در سازمانهای تولیدی و خدماتی وجود دارند، هرچند که پیچیدگی زنجیره ممکن است از صنعتی به صنعت دیگر و از شرکتی به شرکت دیگر شدیداً تغییر کند [۱]. تعاریفی چند در این باره موجودند که برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

یک زنجیره تأمین، هم راستائی و هم سوئی شرکت‌هایی است که محصولات یا خدمات را به بازار عرضه می‌کنند. (Lambert, M, Ellram, ۱۹۹۸)

یک زنجیره تأمین کلیه مراحل مستقیم و غیر مستقیمی است که در تکمیل درخواست (سفارش) مشتری درگیر هستند.

زنجیره تأمین فقط مرتبط با سازنده و تأمین‌کننده نیست بلکه حمل و نقل، انبارها، خرده‌فروشی‌ها و حتی خود مشتریان را نیز در برمی‌گیرد. (Chopra and Meindl, ۲۰۰۱)

یک زنجیره تأمین، شبکه‌ای از تسهیلات و گزینه‌های توزیعی است که به تدارک مواد، تبدیل این مواد به فرآورده‌های واسطه‌ای یا محصولات نهائی و توزیع این محصولات به مشتریان می‌پردازند. (Ganeshan, Ram and Terry P. Harrison, ۱۹۹۵)

در روشن‌سازی تفاوت میان لجستیک و زنجیره‌ی تأمین باید گفت که لجستیک معمولاً به فعالیتهائی اطلاق می‌شود که در داخل مرزهای یک سازمان مجزا اتفاق می‌افتد. در صورتی که زنجیره تأمین شبکه‌ای از شرکت‌هایی است که با یکدیگر کار می‌کنند و اقدامات و فعالیتهای خود را برای تحویل یک محصول (خدمت) به بازار هماهنگ می‌کنند.

حوزه های عملیاتی زنجیره تامین را می توان به صورت زیر در نظر گرفت:

- تولید produce

برنامه های اصلی تولید در رابطه با تعیین ظرفیت تولید- تعادل خط تولید - QC - نت - و عوامل مهم و موثر در تعیین نوع و میزان محصول مورد نیاز بازار است .

- موجودی STOCK

موجودی های هر سازمان به عنوان سرمایه جاری هستند و باید در حدی نگه داری شوند که رکود سرمایه ایجاد نشود و نبود موجودی باعث توقف تولید نگردد. در این بخش نوع و میزان موجودی - مکان نگهداری - EOQ - هزینه موجودی و عوامل دیگر به صورت بهینه تعیین می شوند.

- مکان PLACE و موقعیت POSITION

در این حوزه بهترین مکان و موقعیت برای تولید انبار و فروش - مسیر های حمل و نقل محصول تا مشتری نهایی با توجه به آیتم های زیر انتخاب می شود .

• تجزیه و تحلیل هزینه فرصت از دست رفته B&C

• هزینه فرصت از دست رفته

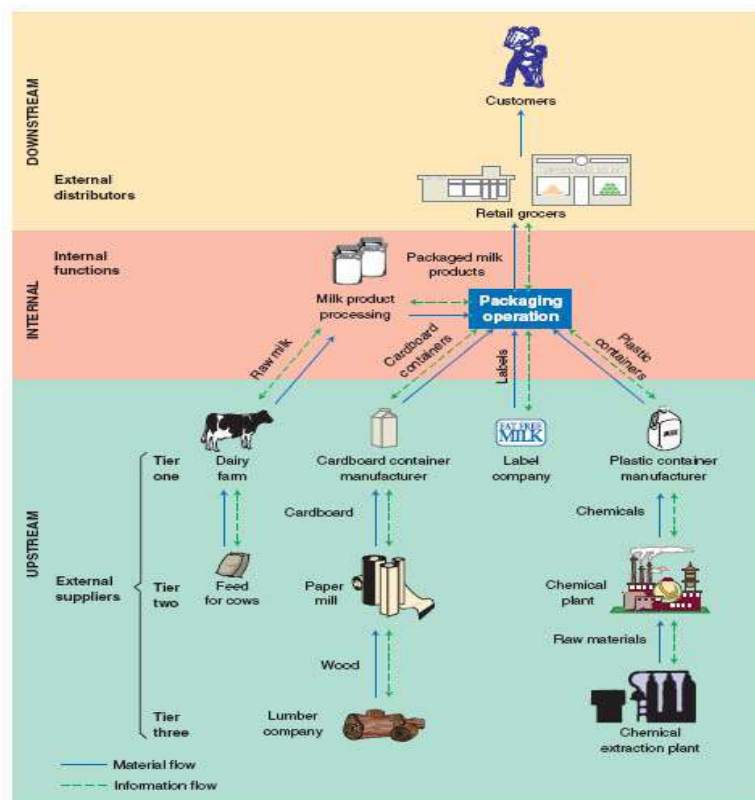
- حمل و نقل TRANSPORT

جابجایی و انتقال محصول از محل تولید تا محل مصرف و مواد از مبداء تا محل تولید براساس روش های موجود و بهینه سازی هزینه انجام می شود .

- جریان اطلاعات INFORMATION FLOW

داده ها- نوع پردازش - ستاده ها - سطح و میزان دسترسی به داده ها و ستاده ها که در تصمیم گیری نقش مهم و بسزایی دارند در این ویژگی تعیین می شود.

در شکل زیر شبکه ی زنجیره واری را می بینید که برای تولید شیر دست اندر کار می باشند. مطابق با شکل این شبکه حتی شامل شرکت چاپ تصویر و نوشته بر روی بسته بندی های شیر نیز می گردد.



شکل ۱ - زنجیره تأمین شماتیک

در رابطه با توسعه زنجیره تأمین می‌توان چنین اذعان داشت که گروه‌های زنجیره تأمین بصورت مستمر و دائم در حال تصمیم‌گیری موثر بر پنج موضوع زنجیره تأمین هستند تا بتوانند با استفاده از روش‌های زیر عملکرد خود را افزایش دهند.

- انتخاب شریک
- خصوصی سازی
- استفاده از تخصص‌های درون سازمانی
- کسب مزیت رقابتی
- تحولات سریع و منظم و برنامه ریزی شده محصول

اکنون پس از اشاره‌ی مختصری به کلیات زنجیره‌ی تأمین به تبیین اهمیت نقش مکان‌یابی تسهیلات به عنوان یکی از بخش‌های مهم آن می‌پردازیم. در حالت کلی زنجیره تأمین از دو یا چند سازمان تشکیل می‌شود که رسماً از یکدیگر جدا هستند و به وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مربوط می‌شوند. این سازمان‌ها می‌توانند بنگاه‌هایی باشند که مواد اولیه، قطعات، محصول نهایی و یا خدماتی چون توزیع، انبارش، عمده

فروشی و خرده فروشی تولید می‌کنند. حتی خود مصرف کننده نهایی را نیز می‌توان یکی از این سازمان‌ها در نظر گرفت.

با توجه به نوظهور بودن مباحث مدیریت زنجیره تأمین و نقش آن در سطح استراتژیک و عملیاتی سازمان و نیز نقش مکان‌یابی تسهیلات به عنوان عاملی مهم در طراحی زنجیره تأمین به عنوان گامی کوچک برای تحقق اهداف بزرگ ارتقای علوم مدیریت، الزامی به نظر می‌رسد. [۲] مکان‌یابی، عمدتاً، جنبه‌های کیفی و کمی تصمیم‌گیری در مورد مکان و موقعیت تسهیلات را در بر می‌گیرد. این حوزه شامل مدل‌سازی برای موقعیت تسهیلات، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تفاوت‌های بین کشورها، مالیات‌ها و عوارض، هزینه‌های حمل و نقل، مشوق‌های دولتی و ... است. البته نرخ ارز هم در این بحث مورد توجه است. در این حوزه، باید به امکان دسترسی به منابع و تسهیلات و همچنین به وضعیت بازارهای هدف شرکت‌ها هم توجه شود. [۳]

یکی از مسائل مکان‌یابی عمومی، شناخت مجموعه‌ای از مشتریان با فواصل فیزیکی متفاوت و مجموعه‌ای از تسهیلات برای برآورده‌سازی نیاز آنهاست. فاصله‌ها، زمان‌ها و هزینه‌های مشتریان و تسهیلات، می‌بایستی با سنجش‌های خاص اندازه‌گیری شود. سؤالات نیازمند به پاسخ شامل موارد ذیل می‌شوند:

□ کدام یک از تسهیلات باید مورد استفاده قرار گیرد (به لحاظ موقعیت مکانی)؟

□ کدام مشتری باید از کدام تسهیلات سرویس دریافت کند تا هزینه به حداقل برسد؟

افزون بر این سوالات عمومی، مسائل دیگری نیز وجود دارند که در کاربردهای خاص خود مطرح می‌شوند. در خصوص مطالعات اخیر به (Drexl (۲۰۰۵-۱۶۲) و Eiselt (۲۰۰۵-۱۶۵) مراجعه شود.

مدل‌های اصلی مکان‌یابی تسهیلات

در یک مسئله مکان‌یابی تسهیلات، انتخاب محل‌های استقرار تسهیلات، منحصر به گزینه‌هایی محدود است. ساده‌ترین روش انتخاب در چنین مسائلی، انتخاب عدد P از تسهیلات به شکلی است که فاصله وزنی یا هزینه‌های تأمین نیاز مشتری به حداقل برسد. این روش^۵، PMP نامیده می‌شود و در مقالات موجود توجه بیشتری به آن شده است. در این روش، فرض می‌شود که تمامی محل‌های منتخب، از لحاظ هزینه برقراری تسهیلات، یکسان است. هنگامی که شرایط این‌گونه نباشد، عوامل هزینه‌های ثابت نیز می‌بایستی در تابع هدف لحاظ شوند. لذا انتخاب تعداد تسهیلات عموماً تصمیمی دشوار و حساس است. این روش انتخاب تسهیلات، مسائل مکان‌یابی نامحدود تسهیلات نامگذاری شده^۶ ULFP و مقالات و منابع زیادی برای آن وجود دارد.

^۵ P-median Problem

^۶ Incapacitated Facility Location Problem

در هر دو روش PMP و ULFP، مشتری به گونه‌ای از تسهیلات استفاده می‌کند که هزینه حداقل شود. یکی از مشتقات روش ULFP، روش CLFP^Y است که در آن، مقادیری مستقل برای حداکثر تقاضای قابل تأمین از هر محل بالقوه مدنظر گرفته می‌شود. در این وضعیت، نزدیک‌ترین محل به تأمین نیاز مشتری، دیگر معتبر نخواهد بود.

در واقع، مسائل PMP و ULFP در حالت‌های خاص خود، فرموله شده و روش‌های ریاضی متعددی برای حل آنها وجود دارد. مشهورترین مسئله در این زمینه «فرمت» یا «فرمت وبر» است که در واقع، محدود به یافتن نزدیک‌ترین نقطه به چند نقطه مشخص است. اولین مدل حل مسئله SLFP^A به دهه ۶۰ باز می‌گردد. بعدها نشان داده شد که مدل‌های ارائه شده برای PMP و ۸ حالتی خاص از فرمول عمومی هستند که در آنها قطعی بودن، ایستا و نامحدود بودن تسهیلات و نیز حداقل کردن تابع هدف فرض می‌شود.

ULFP با توجه به ذات تابع هدف (حداقلی یا حداکثری مسائل مربوط به محدوده پوشش تسهیلات)، افق زمانی مورد نظر (ایستا، پویا)، سلسله مراتب بین سطوح تسهیلات، در نظر گرفتن یا نگرفتن احتمالات و قطعیت در محاسبات، بویژه هنگامی که با هم ترکیب شوند بسیار متنوع و متعدد خواهند شد. با توجه به اینکه مدل‌های یاد شده، ترکیبات و روش‌های ریاضی حل آنها موضوع بحث مطالعات عملیات است، نتیجه‌ای که از بررسی حالت‌های مختلف ULFP می‌توان گرفت، این است که بیشتر مطالعات و تحقیقات انجام شده در این حوزه، بدون توجه به موضوع SCM انجام شده‌اند.

مکان‌یابی تسهیلات و مدیریت زنجیره تأمین

مدل‌های تعیین محل تسهیلات، نقش مهمی در طراحی و برنامه‌ریزی زنجیره تأمین دارند. اصولاً در طراحی و برنامه‌ریزی زنجیره تأمین ۳ سطح بر اساس افق زمانی: استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی وجود دارد. دکتر سیم‌چی در مقاله خود نوشته است: «سطح استراتژی با تصمیماتی ارتباط دارد که اثراتی بلندمدت بر سازمان شما می‌گذارد. این موارد، شامل تصمیماتی در خصوص: تعداد، محل، ظرفیت انبار، ظرفیت تولید یا جریان مواد اولیه در شبکه لجستیک است». این جملات، ارتباط بین مدل‌های مکان‌یابی و مدیریت استراتژیک زنجیره تأمین را آشکار نشان می‌دهند. در برخی کتاب‌ها و مقالات، عبارت‌های طراحی شبکه و طراحی شبکه زنجیره تأمین⁹ SCND معنایی مشابه برنامه‌ریزی استراتژیک زنجیره تأمین دارند.

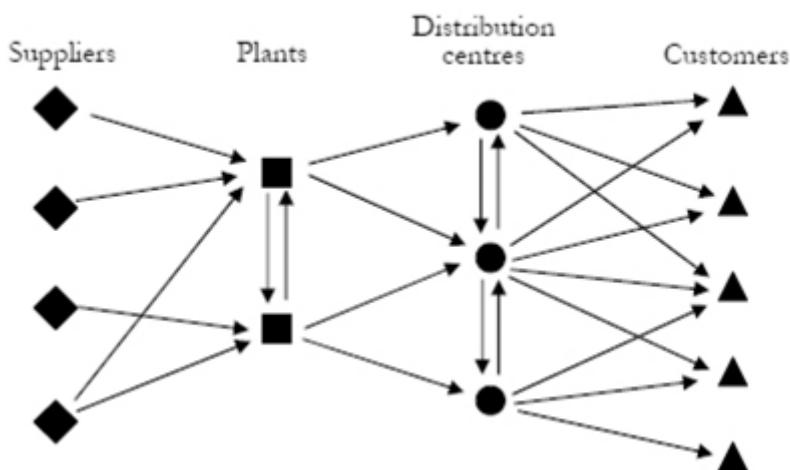
جهانی شدن فعالیت‌های اقتصادی در کنار روند سریع توسعه فناوری اطلاعات، به کوتاه‌تر شدن چرخه عمر محصولات، کوچک‌تر شدن ظرفیت حمل‌ونقل و رفتارهای بسیار فعال و سریع مشتریان از لحاظ سلیقه‌ها و خواسته‌ها انجامیده است. این موارد باعث ناامن شدن تقاضاها و در نتیجه افزایش اهمیت طراحی زنجیره تأمین چابک شده‌اند.

^Y Capacitated Facility Location Problem

^A Simple Facility Location Problem

⁹ Supply Chain Design Network

به گفته «شو» در بازار رقابتی کنونی، شبکه توزیع شرکت می‌بایستی مناسب‌ترین خدمات را با کمترین قیمت عرضه کند. در برخی موارد، شرکت ممکن است با طراحی مجدد شبکه توزیع خود، علاوه بر صرفه‌جویی میلیون‌ها دلاری در هزینه‌های لجستیک، سطح کیفیت خدمات یا کالای خود را افزایش دهد. برای رسیدن به این هدف، شبکه ایده‌آل می‌بایستی اقدام به ایجاد شبکه انبارش برای حمایت از تأمین خرده‌فروشی‌های خود کند. این گفتار متضمن اهمیت مدل‌های مختلف مکان‌یابی تسهیلات برای مشخص شدن بهترین وضعیت پیکره‌بندی زنجیره تأمین است و بر رابطه متقابل سطوح استراتژی و تاکتیکی - عملیاتی تأکید دارد.



شکل ۲ - شبکه زنجیره تأمین متداول

شکل ۲ نشانگر نوعی شبکه تأمین رایج است که در آن، علاوه بر انواع مختلف تسهیلات (تأمین‌کنندگان، کارخانه، مراکز توزیع مشتریان) جریان مواد نیز نشان داده شده است. در برابر مسائل کلاسیک تعیین مکان، جریان بین تسهیلات، در سطحی متداول‌تر قرار دارد.

برای حمایت از مدیریت شبکه زنجیره تأمین، به مدل‌های مناسب مکان‌یابی تسهیلات نیاز است. برای به دست آوردن مدلی مناسب از مکان‌یابی تسهیلات که با نیازهای طراحی محیط زنجیره تأمین انطباق داشته باشد، باید جنبه‌های خاصی را مدنظر قرار داد. معمولاً مکان‌یابی تسهیلات و جنبه‌های مختلف زنجیره تأمین می‌توانند به شکلی تکرار شونده در نظر گرفته شوند.

نگرش بیکر مثالی از تصمیم‌گیری ناهمگون با شبکه زنجیره تأمین است: ابتدا نقاط معرفی شده انتخاب می‌شوند. سپس، مسائل مربوط به حمل‌ونقل آن حل می‌شوند. از آنجا که دو مسئله یاد شده به شکلی جداگانه و مستقل از هم حل شده‌اند، برای یافته پیکره‌بندی شبکه جهانی کار، الزامات یکدیگر را پوشش نمی‌دهند.

اجازه بدهید موارد مهمی که مدل مکان‌یابی را منطبق بر نیازهای یک شبکه زنجیره تأمین می‌کنند، معرفی کنیم. نخستین و آشکارترین گروه این موارد، مدل‌های مکان‌یابی تسهیلات مرتبط با حمل‌ونقل هستند که مسائل ذیل را در بر می‌گیرد:

❑ انتخاب روش حمل‌ونقل و حجم بار در هر سفر

❑ پیکره‌بندی شبکه حمل‌ونقل

❑ انتقال محصولات از تسهیلات دست پایین به محل مشتری

❑ جریان مواد در تسهیلات هم‌سطح

❑ ارتباط یک یا چند منبعی بین تسهیلات و مشتریان

گرچه طراحی زنجیره تأمین بعدها آشکار و گویا شد، اما توسعه مدل‌های مکان‌یابی در سیستم‌های توزیع، حدود ۲ دهه سابقه دارند. در ۱۹۸۵ مطالعاتی در خصوص مدل‌های ترکیبی خطی از سیستم‌های تولید - توزیع انجام شد [۴]. این مدل‌ها کاربری محدودی داشته و قابل تعمیم به کل ساختار زنجیره تأمین (مشابه شکل ۱) نیستند. در دهه ۹۰ یکپارچه‌سازی ویژگی‌های مختلف در زنجیره تأمین برای انتخاب مکان تسهیلات، به تدریج صورت گرفت که شامل موارد ذیل بود:

❑ ویژگی خاص مشتری

❑ حدود بالایی و پایینی حمل محصولات خاص در محل خاص

❑ عوامل وزنی خاص برای اندازه‌گیری عملکرد مراکز توزیع

❑ تقریب خطی منطقه‌ای در مورد هزینه‌های غیرخطی

❑ توانایی مکان‌یابی مراکز تولید علاوه بر مراکز توزیع

گروه دوم از ویژگی‌ها و جنبه‌های قابل بررسی در مدل‌های مکان‌یابی تسهیلات، هم‌نوآوری آنها با فعالیت‌های زنجیره تأمین است که موارد ذیل را شامل می‌شود:

موارد مربوط به ظرفیت:

❑ کاهش یا افزایش امکانات موجود

❑ انتخاب تجهیزات و فناوری

❑ انتخاب اندازه ظرفیت

❓ حداقل خروجی منطقی برای کارکردن تسهیلات

❓ تدارکات

❓ در نظر گرفتن BOM در تولید چندسطحی

❓ انبارش

❓ مسیریابی

افزایش ظرفیت، موضوعی قدیمی در تحلیل مکان‌یابی است. تصمیمات مرتبط با تدارکات و تولید در مدل‌های مکان‌یابی مدنظر گرفته نمی‌شوند. بویژه در نظر گرفتن سطوح شکست مواد اولیه یک محصول BOM، در بیشتر مدل‌ها مدنظر گرفته نمی‌شود.

یکی از مهم‌ترین وظایف SCM اجتناب از انبارش در حجم‌های بالاست. برخی مدل‌های مکان‌یابی، این امر را در نظر گرفته و با توجه به ذخیره احتیاطی یا به‌کارگیری سیستم‌های کنترل موجودی، آن را در مدل‌های مکان‌یابی دخیل کرده‌اند.

در جریان پایین‌دستی زنجیره تأمین، گاهی ممکن است حجم نقل و انتقال به اندازه‌ای نباشد که نیاز به کامیونت یا کامیون باشد. در چنین مواردی، مشتریان (تسهیلات‌میان) کالا یا خدمات را از طریق سیستم‌های حمل معمولی دریافت می‌کنند. البته با تغییر نوع حمل، هزینه‌ها تغییر خواهند کرد.

موارد مؤثر بر ساختار زنجیره تأمین عبارتند از:

❓ تسهیلات چندلایه (لایه‌های تسهیلات)

❓ عوامل ملی و بین‌المللی

❓ لجستیک معکوس

در مطالعات مدل‌های تسهیلات سلسله مراتبی، به این نکته اشاره شده است که بیشتر مطالعات در زمینه مسائل مکان‌یابی تسهیلات سیستم‌های تک‌سطحی انجام شده‌اند. البته بر اساس شکل ۱، استفاده از شبکه‌های چندلایه در مدیریت زنجیره تأمین امری ضروری است [۵].

اگر زنجیره تأمینی چندلایه داشته باشیم لازم است تصمیماتی مختلف در لایه‌هایی مختلف بگیریم. در این صورت، ممکن است محل تسهیلات تولیدی در لایه‌های بالای شبکه، تجهیزات مونتاژ و تکمیل کاری در وسط و انبارها و مراکز توزیع در پایین قرار بگیرند. در بیشتر تسهیلات چندلایه، انتقال بین سطوح و حمل‌های مستقیم وجود ندارد. «ورتر و دینسر» از جمله محققانی هستند که زنجیره‌های چندلایه را برای زنجیره‌های تأمین جهانی مناسب

می‌دانند. آنها در مطالعات خود، عوامل بین‌المللی نظیر مالیات‌ها، عوارض و نرخ تسعیر را در نظر گرفته‌اند. آنها و محققان دیگر، پژوهش‌هایی در زمینه تأثیر جهانی‌سازی بر زنجیره تأمین انجام داده‌اند. ناگفته نماند که چون مدیریت زنجیره تأمین معمولاً در گستره‌ای جهانی انجام می‌گیرد، طبعاً طراحی شبکه زنجیره تأمین نیز می‌بایستی جهانی باشد.

طی ۱۰ سال گذشته، لجستیک معکوس در زنجیره تأمین، توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. در این مفهوم، شبکه به تجهیز ارتباطاتی از سوی مشتری به طرف سایت‌های توزیع - خدمات و تولید به منظور تعمیر - دوباره‌سازی یا بازیافت نیاز دارد مقاله «فلیشمان» نیز در زمینه نقش تحقیقات کاربردی در لجستیک معکوس نوشته شده است «سیری واستاوا» نیز در خصوص SCND و لجستیک معکوس مطالعه کرده است.

	Single-period		Multi-period	
	Deterministic	Stochastic	Deterministic	Stochastic
Single layer				
Single location layer				
Single commodity	[10] [11] [12] [20] [94] [101] [138] [149] [156] [159] [169] [174]	[23] [55] [85] [88] [89] [137] [139] [148]	[18] [19] [24] [34] [86] [106] [142] [162]	
Multiple commodities	[22] [78] [80] [96] [104] [163]		[47] [62] [160]	
2 Layers				[2]
Single location layer				
Single commodity	[4] [21] [37] [43] [43]	[32] [63] [83] [108] [109] [141] [161]		
Multiple commodities	[46] [73] [90] [100] [125] [133] [140] [170]		[20]	
2 Location layers				
Single commodity	[1] [13] [49] [50] [57] [68] [71] [81] [82] [90] [95] [107] [124]	[17] [39] [51] [58] [67] [72] [167] [173]		
Multiple commodities	[8] [9] [65] [66] [70] [77] [118] [119] [120] [153]	[56]	[59] [60] [151] [168]	
Single location layer				
Multiple commodities	[115]			
Single commodity	[36]			
2 Location layers				
Single commodity	[6] [14] [92] [138]			
Multiple commodities	[64] [84]	[86] [128]	[75]	
Single commodity	[155]		[7] [157]	
Multiple commodities	[27] [117] [130] [172] [175]	[131] [132]	[102]	

جدول ۱: مطالعات مکان‌یابی در زنجیره تأمین با در نظر گرفتن عوامل سطوح تسهیلات، تنوع کالا و خدمات و نیز قطعیت یا عدم آنها [۵]

در جدول ۱، مطالعات صورت گرفته در خصوص مکان‌یابی تسهیلات، با در نظر گرفتن عوامل یک یا چند لایه بودن تسهیلات، تک یا چند محصولی بودن کالا و خدمات و نیز قطعیت یا احتمالات تغییر شرایط زنجیره، ارائه شده است. حدود ۸۲ درصد از مطالعات به زنجیره‌های تک‌سطحی اختصاص دارند و به همین اندازه، مطالعاتی با در نظر گرفتن

قطعیت در عوامل انجام شده است. آشکار است که در مورد احتمال تغییر شرایط متغیرهای زنجیره، مطالعات اندکی صورت گرفته است. این عوامل عبارتند از:

□ نیاز مشتریان

□ نرخ تسریع

□ زمان حمل و نقل

□ مقدار برگشتی در لجستیک معکوس

برخی مطالعات، اثر هم‌زمان تغییرات احتمالی عوامل یاد شده را مورد بررسی قرار داده‌اند.

کاربردها

کاربردهای مدل‌های مکان‌یابی تسهیلات در طراحی استراتژیک زنجیره تأمین در جدول ۲، ارائه شده است:

Industry	Context	Article
Automotive	Case study	Fleischmann et al. [47] Karabakal et al. [70]
	Industrial context	Nozick and Turnquist [115]
Chemicals	Case study	Canel and Khumawala [18, 19] Jayaraman and Ross [66] Pooley [120]
	Industrial context	Lowe et al. [89]
Food	Case study	Geoffrion and Graves [51] Levén and Segerstedt [82] Tüshaus and Wittmann [158]
	Industrial context	Wouda et al. [173] Avittathur et al. [10]
Forestry	Case study	Carlsson and Rönnqvist [21] Gunnarsson et al. [57] Troncoso and Garrido [157]
	Industrial context	Vila et al. [168]
Hardware	Case study	Arntzen et al. [9] Laval et al. [76]
	Industrial context	Sheu [140] Wilhelm et al. [172] Yan et al. [175]
Military	Case study	Chan et al. [23] Farahani and Asgari [46]
Sand	Case study	Barros et al. [14] Listes and Dekker [86]
	Case study	Altıparmak et al. [6] Camm et al. [17] Dogan and Goetschalckx [35] Farahani and Asgari [46] Melachrinoudis and Min [98, 99] Melachrinoudis et al. [100] Nickel et al. [114] Ulstein et al. [160]
Other	Industrial context	Pati et al. [117] Salema et al. [130, 131] Schultmann et al. [133] Wang et al. [170]

جدول ۲: مطالعات کاربردی مکان‌یابی در زنجیره تأمین

مقالات جدول ۲، بر اساس دو معیار انتخاب شده‌اند:

۱. نوع صنعت و کاربرد آن

۲. معیاری که خود شامل دو ویژگی است:

الف- مطالعات نمونه‌های بررسی شده بر اساس سناریوهای واقعی گرچه در عمل به کار گرفته نشده باشند.

ب - نمونه‌های صنعتی که بر اساس نیاز صنعتی خاص مورد تحقیق قرار گرفته و به کار رفته‌اند.

بر اساس اطلاعات جدول ۲، حدود ۷۰ درصد از مطالعات، بر اساس نمونه کاربردهای صنعتی عینی صورت گرفته و تنها ۳۰ درصد از آنها به صورت اتفاقی انجام شده‌اند. «فلیشمان» مطالعه‌ای جامع در خصوص شرکت خودروسازی BMW با هدف بهینه‌سازی برنامه تولید و توزیع آن در افق ۱۲ ساله، انجام داده است.

در متون کشاورزی «کانل» و «خوماوالا»، به مسائل مکان‌یابی تسهیلات جهانی پرداخته و تأکید ویژه‌ای بر مسائل مالی در افق‌های زمانی چندگانه دارند. «جایرامان» و «رز» بر اساس مسئله طرح استراتژیک که «والگرین» در داروخانه‌های زنجیره‌ای خود در امریکا با آن روبه‌رو بود، طراحی PLOT^{۱۰} را تهیه کردند.

در صنعت جنگل‌داری و صنایع چوب، SCM و بهینه‌سازی عملکرد آن از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعه «کارلسون» و «رونکوئیست» مربوط به ۵ پروژه اجرا شده در «سودرا»، یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های فعال در زمینه صنعت جنگل سوئد اختصاص دارد. «بندر» به ارتباط مکان‌یابی و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS^{۱۱} پرداخته و شرکت آلمانی SAP نیز به یکپارچه‌سازی مدل‌های مکان‌یابی در مدول بهینه‌سازی mysAP مطالعه کرده است. [۷]

منابع

[۱] <http://www.iraninfoweb.com/university-bank.html>

Drenzer, H.W Hamacher and Z. (۲۰۰۴) Facility location: Application and

[۲] theory.Springer, ۲۰۰۴.

[۳] موفق، حیدرعلی، مجله‌ی رشد صنعت، شماره ۳۱، مهر ۱۳۸۸.

[۴] J. Shu, C.-P. Teo, and Z.-J.M. Shen. Stochastic transportation-inventory network design problem. Operations Research, pp ۵۳:۴۸-۶۰, ۲۰۰۵.

Location and allocation decisions “[۵] Kung-Jeng, W., Bunjira, M. and Liu, S.Y (۲۰۱۱); demand-A genetic-algorithm based a two echelon supply chain with stochastic in ۶۱۳۱- (۵); pp ۶۱۲۵, solution”, Expert Systems with Applications

[۶] بشیری مهدی، رضایی حمیدرضا، مسلمی امیر (۱۳۹۰): «رویکردی استوار برای مکان‌یابی مجدد انبارهای زنجیره‌ی تأمین سه‌سطحی در شرایط عدم قطعیت»، مدیریت تولید و عملیات، دوره‌ی سوم، پیاپی ۴، شماره ۱ (بهار و تابستان)، صص ۱۱۶ - ۱۰۱

^{۱۰} Production-Logistic-Outbound-transportation

^{۱۱} Geographic Information System

[۷] مروتی، شهریار، مکان‌یابی تسهیلات در مدیریت زنجیره تأمین، نگرشی جامع بر مطالعات انجام شده، اینترنت

مقالاتی که در منابع مورد استفاده ارجاع داده شده بودند:

۱. . M. Albareda-Sambola, E. Fern'andez, and G. Laporte. "Heuristic and lower bound for a stochastic location-routing problem." *European Journal of Operational Research*, ۲۰۰۷ - ۱۷۹: ۹۴۰ - ۹۵۵.

۲. Drexl., A. Klose and A. "Facility location models for distribution system design." *European Journal of Operational Research*, ۲۰۰۵ - ۱۶۲: ۴ - ۲۹.

۳. Eisell., C.S. ReVelle and H.A. "Location analysis: A synthesis and survey." *European Journal of research*, ۲۰۰۵ - ۱۶۵: ۱ - ۱۹.

۴. F. Altiparmak, M. Gen, L. Lin, and T. Paksoy. "A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks" *Uropean Journal of Operational Research*, ۲۰۰۷ - ۱۷۹: ۹۴۰-۹۵۵.

برنامه ریزی ظرفیت در سیستم تولید سلولی

اهمیت برنامه ریزی ظرفیت در سازمانها :

برنامه ریزی ظرفیت فرآیندی است برای تخمین انواع ، مقادیر و زمان مورد نیاز منابع بحرانی جهت حصول حجم کار مشخص . دو فعالیت مهم و حیاتی در بدو مدیریت هر سازمان وجود دارد که از قدیم بدان توجه درستی نمی شده است . این دو مورد عبارتند از : مستند سازی و برنامه ریزی ظرفیت . دلیل ضعف سازمانها در این دو مورد ، عدم تمایل و عدم توانایی مورد نیاز بیشتر افراد مرتبط ، جهت استفاده از تکنیکهای موجود در این دو مهم می باشد . مدیران رده بالا نیز ، درین خصوص همکاری لازم را نداشته و بیشتر آنها اهمیت موضوع را به فراموشی می سپارند تا زمانیکه به یک موقعیت بحرانی برخورد نمایند .

و اما مدیریت ظرفیت چیست؟ تقریباً اغلب مدیران سازمان و بیشتر تحلیلگران ، اهمیت اطمینان از وجود ظرفیت کافی در برنامه ریزیها را بخوبی میدانند و هیچ مساله پیچیده ای برای فهم آن وجود ندارد ولیکن آنچه مهم است اینست که چگونه یک فرآیند موثر برنامه ریزی ظرفیت ایجاد کنیم .

در زیر ۹ مرحله مهم در خصوص پایه ریزی نظام کارآمد برنامه ریزی ظرفیت آمده است :

- تخصیص یک فرد به فرآیند برنامه ریزی ظرفیت
- تعریف منابعی که بایستی اندازه گیری شوند
- اندازه گیری میزان کارایی یا بهره وری هر یک از منابع
- مقایسه میزان مورد نیاز با حداکثر ظرفیت موجود
- پیش بینی حجم کار
- انتقال حجم کارپیش بینی شده به بخش مدیریت منابع
- تطبیق احتیاجات با منابع موجود
- تعیین منابعی که ظرفیت آنها کمتر از حجم کار مورد نیاز می باشد
- به روز کردن پیش بینی ها و نیازها

مزایای استفاده از برنامه ریزی ظرفیت : مدیران را قادر میسازد که بدانند چه منبعی با چه مقداری و در چه زمانی مورد نیازند . سه مزیت برنامه ریزی ظرفیت در ذیل آمده است :

- ایجاد ارتباط قوی ما بین کارفرما و مشتریان
- بهبود ارتباطات با تامین کنندگان
- مشوقی برای همکاری هر چه بیشتر گروههای مختلف سازمان با یکدیگر

برنامه ریزی احتیاجات ظرفیت سیستم های تولیدی (CRP) :

عبارتست از عمل برآورد ، اندازه گیری ، تنظیم حدود و سطوح ظرفیت . فرآیند برآورد آن است که چه مقدار از منابع، نیروی انسانی و ماشین آلات برای تکمیل عمل تولید مورد نیازی باشد. در این فرایند سفارشات موجود در کارگاه و سفارشات برنامه ریزی شده توسط MRP به عنوان ورودی به CRP وارد شده و پس از انجام فرایند، به ساعات کاری مورد نیاز برحسب هریک از مراکز کاری و به تفکیک دوره های زمانی تبدیل می گردند.

برنامه ریزی احتیاجات در سطح تاکتیکی سلسله مراتب PMS قرار می گیرد. این سطح از برنامه ریزی، شامل برنامه ریزی احتیاجات مواد (MRP) و برخی اجزاء برنامه ریزی منابع تولیدی (MRP ii) می شود همچنین برنامه ریزی نیازهای ظرفیت (CRP) وسیله ای برای ارزیابی امکان پذیری خروجی های MRP است . فلسفه ی MRP این است که موجودی انبار را به صفر برسانیم . دستور سفارشات صادر شده از MRP می بایست با ظرفیت چک شود و در این صورت است که این دستورات سفارش یا خرید ارزش پیدا می کند.

استفاده از ماژول برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز، امکان برآورد میزان نیروی انسانی و ماشین آلات لازم جهت پاسخ گویی به تعهدات وجود داشته، همچنین امکانات لازم برای افزایش حجم تولید و گزینه های ممکن جهت کاهش هزینه ها قابل شناسایی خواهد شد.

سیستم تولید سلولی (CMS) :

تولید دسته ای (CM) از نظر کاربرد در جهان نسبت به سایر روشها از جایگاه خاصی برخوردار است . مشخصات اصلی تولید دسته ای، تولید انواع بسیاری از محصولات در دسته های کوچک است . تنوع محصولات ، طراحان را درگیر مرحله طراحی می کند که اثر قابل ملاحظه ای بر هزینه های ساخت ، کیفیت و زمانهای تحویل می گذارد . تولید محصولات متنوع همچنین باعث بالا رفتن هزینه هایی مثل سرمایه گذاری تجهیزات ، هزینه های ابزار و زمانهای طولانی آماده سازی و هزینه های کنترل کیفیت و ... می شود . به هر حال برای رقابت در بازار جهانی ، بالا بردن بهره وری در تولید دسته های کوچک امری حیاتی است . به این منظور روشهای جدید برای کاهش هزینه محصول ، کاهش مدت تحویل و بهبود کیفیت برای افزایش سهم قابل کسب از بازار و سوددهی لازم است .

تکنولوژی گروهی (GT) حلقه ای بین طراحی و ساخت فراهم میکند. کاربرد مفهومی (GT) امکان تولید دسته های کوچک را میدهد. این در حالی است که از مزایای تولید انبوه برخوردار شده و از انعطاف پذیری تولید کارگاهی نیز بهره می برد.

GT روشی است که از مشابهت محصولات و فعالیتهای در ساخت و خدمات مهندسی استفاده می کند. در زمینه ساخت می توان GT را به عنوان یک فلسفه تعریف کرد که طبق آن قطعات مشابه را شناسایی کرده و آنها را به گروهها تقسیم میکند تا از مشابهت آنها در ساخت و طراحی استفاده کند. یکی از کاربردهای فلسفه GT در تولید، ساخت سلولی CM است. CM در رابطه با ایجاد و اجرای سلولهای ساخت است که به تولید گروهی از قطعات تخصیص داده شده اند.

➤ (اقتباس از متن مقاله Design of Manufacturing Cells with Two-Phase Model and A Heuristical Algorithm)

معرفی برخی از مدل‌های برنامه ریزی تولید در سیستم های سلولی :

همانطور که گفته شد، استفاده از تکنولوژی گروهی GT منجر به معرفی سیستم تولید سلولی CM گردید. راندمان یک سیستم تولیدی فقط به کیفیت تشخیص و جانمایی بخشها و سلولها بستگی ندارد بلکه وابسته به سیستم کنترل و برنامه ریزی می باشد که برای کنترل جریان کار و استفاده بهینه از ظرفیت موجود با هدف کمترین هزینه، کمترین تاخیر و حداقل حمل و نقل قطعات و غیره استفاده می گردد. در این زمینه، تحقیقات بسیاری در زمینه تولید سلولی در سالهای اخیر انجام شده است. که هدف از این تحقیقات، مدلسازی مساله تولید سلولی به منظور نزدیکتر شدن شرایط مدلسازی، به شرایط واقعی تولید میباشد.

در ذیل مروری بر چند مدل ارائه شده می اندازیم :

۱. به جهت مدلسازی، هریک از مقالات بخشی از هزینه های تولیدی را در نظر میگیرند. اما در تعداد کمی از این مقالات، شرایط ماشین در حین فرایند تولیدی در نظر گرفته شده است در حقیقت ماشینهای با بهره وری پایین تر در فرایند تولید، بر روی عملکرد کلی سیستم تاثیر گذار خواهند بود. بنابراین در نظر گرفتن این شرایط به واقعی تر کردن مدلسازی برای مساله تولید سلولی منجر میشود. در این مقاله تلاش شده است یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح غیرخطی با در نظر گرفتن هزینه هایی مانند، هزینه حرکت های درون سلولی و بین سلولی، هزینه جریمه برای ماشینهایی با بهره وری پایین تر و هزینه راه اندازی در نظر گرفته شود.

➤ اقتباس از مقاله یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای حل مساله سیستم های تولید سلولی

۲. مساله تشکیل سلول اولین گام در طراحی سیستمهای ساخت سلولی می باشد که هدف از آن گروهبندی قطعاتی که از نظر طراحی و فرآیند تولید متشابهند در خانواده قطعات و سپس تخصیص ماشین آلات مورد نیاز به این خانواده قطعات و تشکیل سلولهای تولید می باشد. در این مقاله مساله تشکیل سلول با در نظر گرفتن توالی عملیات و فرایندهای تولید جایگزین برای هر قطعه در دو مرحله حل شده است در مرحله اول یک مدل برنامه ریزی ریاضی خطی برای تعیین بهترین فرایند برای هر قطعه و همچنین تعیین قطعات ارائه شده است. در مرحله دوم با ارائه یک مدل برنامه ریزی خطی ماشین آلات مورد نیاز برای خانواده قطعات تخصیص داده شده است.

➤ اقتباس از مقاله برنامه ریزی ریاضی برای حل مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن توالی عملیات و فرآیندهای تولید جایگزین

۳. در این مقاله یک مدل برنامه ریزی ریاضی چندهدفه برای مساله تشکیل سلول تولیدی با مسیرهای عملیاتی چندگانه ارائه میشود مدل به گونه ای طراحی شده است که بتواند قطعات دارای حداکثر شباهت در فرایند تولید را در سلولهای یکسان گروه بندی نموده و با کمترین هزینه، قطعات را تولید نماید. با توجه به اینکه اهداف چندگانه ای در این تحقیق مدنظر است جواب بهینه یگانه ای برای این مساله وجود نخواهد داشت در این مقاله از تکنیک طراحی یکنواخت برای تعیین مسیرهای جستجو استفاده می شود بطوریکه فضای جواب را به جای جستجو در یک مسیر در مسیرهای چندگانه جستجو می کند در خاتمه جوابهای بدست آمده بوسیله تکنیک تصمیم گیری اولویت سفارش با بیشترین تشابه به حل ایده آل ارزیابی شده و مناسب ترین جواب انتخاب می شود.

➤ اقتباس از مقاله گروه بندی قطعات و ماشین آلات در سیستم های تولید سلولی با استفاده از برنامه ریزی ریاضی چندهدفه

۴. تولید سلولی به عنوان یک استراتژی تولید که قادر به حل مشکلات نظیر پیچیدگی و طولانی بودن زمان ساخت در تولید دسته ای است در نظر گرفته می شود. مساله اساسی در تولید سلولی تشکیل خانواده قطعات و سلول های ماشین می باشد. از آنجا که مساله تشکیل سلول جزء مسائل NP-hard به شمار می رود. یکی از روش های حل آن، استفاده از الگوریتم ژنتیک می باشد. در این مقاله یک الگوریتم کارا برای حل مساله تشکیل سلول با وفق دادن الگوریتم ژنتیک گروه بندی فاکتور ارائه می شود. هدف پیشینه کردن اثر گروه بندی به عنوان سنجی ای که قادر است کارایی ماشین آلات در سلول و حرکت بین سلولی را ادغام کند، می باشد.

➤ اقتباس از مقاله استفاده از الگوریتم ژنتیک گروه بندی برای مساله تشکیل سلول

۵. تولید سلولی شامل تعدادی از سلولهای ماشینی است که هرسلول مسئولیت پردازش خانواده ای از قطعات مشابه را برعهده دارد. کاهش دوره عمر محصول و وجود تقاضا و ترکیب متغیر محصولات، شرایط پویا رادرسیستم های تولیدی ایجاد می کند دراین مقاله یک مدل جامع برنامه ریزی ریاضی، عدد صحیح چندهدفه که مساله تشکیل سلول و تخصیص بهینه نیروی انسانی به سلولهای تولیدی را درسیستم تولید سلولی پویا بررسی می کند ارائه شده است از مزایای مدل پیشنهادی می توان به در نظر گرفتن پیکربندی مجدد پویای سیستم توالی عملیات، وجود مسیرهای پردازشی چندگانه برای قطعات، انعطاف پذیری ماشین و نیروی انسانی، تکرار ماشین ها، ظرفیت ماشین زمان در دسترس کارگران و تخصیص کارگران اشاره کرد. دراین مدل اهدافی نظیر حداقل کردن هزینه های حمل و نقل بین و درون سلولی ماشین آلات، پیکربندی مجدد راه اندازی استخدام و اخراج، آموزش و دستمزد کارگران و نیز اهدافی نظیر حداقل کردن مجموع زمان های بیکاری ماشین آلات بررسی میگردد.

➤ اقتباس از مقاله برنامه ریزی ریاضی چندهدفه جدید برای سیستم های تولید سلولی پویا بادر نظر گرفتن تخصیص نیروی انسانی

۶. مسئله تعیین اندازه انباشته پویا و بهینه در برنامه ریزی تولید چند مرحله ای، چند محصولی و چند پربودی یکی از مهم ترین و در عین حال مشکل ترین مسائل تصمیم گیری می باشد. تاکنون الگوریتم های بهینه و ابتکاری متنوعی برای حل مسئله تعیین اندازه انباشته در اینگونه مسائل برنامه ریزی تولید ارائه شده است. در این مقاله یک روش کارا جهت تجزیه یک مسئله برنامه ریزی تولید چند مرحله ای، چند محصولی و چند پربودی با محدودیت ظرفیت تولید به n مسئله تک محصولی ارائه شده است. این روش تجزیه بر پایه ضرایب لاگرانژ و استفاده بهینه از منابع کمیاب در بین مراحل مختلف فرآیند تولید است تا مسئله تعیین اندازه انباشته تولید در چند مرحله ای، چند محصولی و چند پربودی ساده تر گردد. بدین جهت در این مقاله یک مدل ریاضی برای مسائل برنامه ریزی تولید n محصول ارائه و به n مسئله یک محصولی مستقل تجزیه شده است. بعد از ارائه یک مدل ریاضی تک محصولی برای هر یک از محصولات، با مقایسه ظرفیت تخصیص داده شده و استفاده شده، برای هر یک از محصولات، میزان ظرفیت باقیمانده هر یک از محصولات محاسبه و تعدیلات لازم انجام می شود.

➤ اقتباس از مقاله ارائه یک الگو برای تجزیه و ترکیب مسائل برنامه ریزی تولید چند مرحله ای - چند محصولی و چند پربودی با محدودیت ظرفیت تولید

۷. تولید سلولی به عنوان یکی از کاربردهای اصلی تکنولوژی گروهی بشمار میرود. طراحی یک سیستم تولید سلولی کارآمد شامل سه مرحله اساسی تشکیل سلولی چیدمان گروهی و زمان بندی گروهی است علیرغم تاثیر گذاری این سه مرحله روی یکدیگر اغلب پژوهشهای انجام شده در این زمینه به بررسی این مراحل بصورت جداگانه پرداخته اند این مقاله به ارایه یک مدل ریاضی یکپارچه به منظور یکپارچه سازی تشکیل سلولی چیدمان گروهی و زمان بندی گروهی در طراحی سیستم تولید سولی می پردازد تابع هدف این مدل کمینه سازی بیشترین زمان تکمیل قطعات می باشد بعلاوه در این مدل مشخصات تولیدی مهمی از قبیل مسیرهای جایگزین تولید ظرفیت ماشین آلات زمان انجام عملیات ظرفیت سلولهای تولیدی و توالی عملیات منظور شده است نتایج حاصل از حل مثالهای عددی کارایی مدل ریاضی ارایه شده را نشان میدهد.

➤ اقتباس از مقاله ارایه یک مدل ریاضی جامع به منظور یکپارچه سازی چیدمان و زمان بندی گروهی در طراحی سیستم سلولی

بررسی مدلی از برنامه ریزی ظرفیت در سیستم های سلولی :

در بین مقاله های مختلفی که در خصوص برنامه ریزی ظرفیت در سیستم های تولید سلولی ارائه شده است ، مدل زیرانتخاب و ترجمه گردیده است . در این مقاله به مباحثی همچون طبقه بندی جامع قطعات ، آرایش سلولی ، تنظیم ظرفیت پرداخته شده که خلاصه ای از مباحث کاربردی آن در ذیل آمده است :

❖ خلاصه مقاله :

هدف از این مقاله ، بهبود کارایی یک شرکت تولیدی بزرگ بوسیله کاربرد مدل تکنولوژی گروهی (GT) در یک محیط تولیدی واقعی می باشد . این هدف با دسته بندی قطعات ، کد گذاری قطعات و تشکیل خانواده قطعات ، تشکیل سلولهای ماشینی و مینیمم کردن زمان بیکاری ماشین آلات با استفاده از تنظیم ظرفیت تولید سلولهای ماشینی حاصل میگردد .

روش : الگوریتمی که جهت دسته بندی قطعات در گروههای هم خانواده استفاده گردیده بر اساس شباهت در روش تولید طراحی شده است . این عمل ۱۴۴ خانواده برای ۷۵۰۰ قطعه تولیدی متفاوت ایجاد کرد. الگوریتم به هر قطعه و هر گروه قطعات کد خاصی را تخصیص داد. مشخصات تولیدی قطعات ، معین و سپس در بخش های هم خانواده دسته بندی شدند. سپس شماری از ماشینها که برای تولید قطعات هم خانواده مورد نیاز بودند نیز ، مشخص گردیدند . پس از دسته بندی ، سیستم به طور اتوماتیک قطعه را به سلول ماشینی مناسب جهت تولید ، هدایت مینماید . با نرم افزار کامپیوتری تهیه شده ، عمل دسته بندی قطعات و تخصیص کد (GT) به هر قطعه ، تهیه خانواده قطعات و تخصیص کد به آنها و تخصیص خانواده قطعات به سلولهای ماشینی برای تولید ، انجام میگردد .

فرآیند کد بندی قطعات و کدهای (GT) ، تعیین خانواده قطعات را به طور قابل توجهی ساده میکند. این نوع سیستم با کاهش زمانهای آماده سازی ، کاهش حرکت قطعات در کارگاه ، تولید قطعات مشابه حاصل از دسته بندی قطعات و غیره ، باعث افزایش کارایی به میزان ۵۰٪ می گردد . با کاربرد این کار رنج وسیعی از محصولات در واحد زمان قادر به تولید خواهند بود . مشکل اصلی کاربردی پروژه ، تاثیریست که این روش روی جریان تولید فعلی دارد . همچنین مقاومت از سوی افراد متخصص برای روبرو شدن با روشهای سنتی قدیمی نیز وجود دارد .

از مهمترین نتایج در بهبود کارایی ، تنظیم فرم سلولی ماشین آلات با در نظر گرفتن میزان ظرفیت ماشین آلات است. برای تحقق این موضوع ، مراحل کد گذاری قطعات و خانواده قطعات ، طراحی سلول ماشینی و تعدیل ظرفیت سلولهای ماشینی به ترتیب درین تحقیق مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند .

❖ مقدمه :

امروزه به دلیل وجود رقابت شدید ، افزایش کارایی سیستم مورد توجه بسیاری از مراکز تولیدی است . مهندسی تولید به طور پیوسته در خصوص به کارگیری و تطبیق تکنیک ها و روشها ، بمنظور دستیابی به این موضوع در تلاشند . این تکنیک ها شامل متد تولید پیشرفته و سیستم های مدیریتی است . روشهای بهبود کیفیت ، سیستم های جامع ، کایزن ، برنامه ریزی بهینه فرایند و غیره از جمله این تکنیک ها می باشند . دراین بین تکنولوژی گروهی (GT) و سیستم های سلولی (CM) رول مهمی در ارتقاء کارایی بازی می کنند . تکنولوژی گروهی به عنوان روشی با مزایایی تشابه روشهای تولیدی معرفی میشود . این روش با دسته بندی آیتم های مشابه محصولات ، قطعات و مونتاژیها ، فرایندهای طراحی ، تولید ، خرید و مابقی را ساده تر میکند. همچنین زمان مورد نیاز برای فراهم کردن نقشه های مهندسی برای قطعات مشابه و هزینه و زمان مورد نیاز برای طراحی تجهیزات کمکی ماشین آلات همانند ابزارهای خاص ، جیگ و فیکسچر ها و غیره را کاهش می دهد .

با مشخص شدن قطعات مشابه که فرایندهای مشابهی نیز خواهند داشت ، برنامه ریزی فرایند نیز به مراتب آسان تر میشود . از جمله مزایای این نوع برنامه ریزی ، استفاده از ابزارهای مشابه ، قید و بستها و استفاده از سطح پایداری از توانایی و مهارت اپراتورها می باشد . برنامه ریزی سیستم های کامپیوتری (CAPP) ابزار مناسبی برای این نوع برنامه ریزی است که برنامه فرایند ساده تر و پایدارتری را منتج میشود . در مجموع زمانیکه برنامه ریزی فرایند مکانیزه میشود ، زمان لازم برای تحقق این امر را کاهش می دهد . سیستم CAPP از شباهت کدها برای برنامه ریزی استفاده میکند و به طور دقیق هزینه ها را برآورد میکند . سپس قطعات را به سلولهای ماشینی اختصاص میدهد . این سلولهای ماشینی زمان بازده و کار در جریان را کاهش میدهند . آنها زمانبندی را آسانتر ، حمل و نقل را کاهش و نظارت را آسان میکنند .

نهایتاً " نتایج موفقیت آمیز GT میتواند موارد ذیل باشد :

۱. کاهش هزینه های مهندسی
۲. توانمند سازی پایه های تشکیل سیستم تولید سلولی
۳. تسریع در تولید محصول
۴. بهبود سریع در کاهش هزینه ها
۵. برنامه ریزی آسانتر فرایند
۶. کاهش هزینه ماشین آلات
۷. سهولت بیشتر در فرآیند خرید

هدف CM داشتن انعطاف پذیری در تولید محصولات متنوع با تقاضای کم است در حالیکه کارایی بالای روش تولید انبوه را نیز حفظ کند. طراحان سیستم CM سعی بر رسیدن به هر دو هدف، طراحی محصول و طراحی فرایند بهینه را دارند. طراحی مناسب و کاربردی از CM که هم بتواند انعطاف پذیری JOB_SHOP و هم اثربخشی FLOW_SHOP را داشته باشد منجر به تولید دسته ای می‌گردد. برای بدست آوردن مزایای اقتصادی روش تولید انبوه. مساله تشکیل سلولهای ماشین - قطعه یکی از مهمترین مراحل در طراحی سیستم CM میباشد. سیستم CM، تنوعی از ماشینها را در سلولهای تولیدی (MC) گروه بندی میکند در این میان، قطعات با مشخصات مشابه و فرآیندهای مشابه با یکدیگر در خانواده قطعات با کمترین حرکت قطعه دسته بندی میشوند. نتیجتاً در خلال تشکیل MC ها، کاهش زمان تاخیر (LEAD TIME) و هزینه های آماده سازی (Setup time) منجر به تولید دسته ای قطعات می‌گردد.

علی رغم وجود انتشارات زیاد در خصوص GT و CM و تکنولوژیهای وابسته، شمار گزارشات از کاربرد واقعی این تکنولوژیها در محیط تولیدی واقعی بسیار اندکند. در این تحقیق، طراحی مدل GT که منجر به تشکیل واقعی سلولهای ماشینی در یک بخش تولیدی بزرگ می‌گردد. همچنین برخی از مشکلات و مسائل در مراحل طراحی و کاربرد روش را نیز مشخص میکند.

بخشهای تولیدی فوق الذکر، رنج وسیعی از محصولات که در معادن، ساختمان سازی و صنایع اتومبیل سازی استفاده میشود را تولید میکنند. لذا در مرحله اول، یک مطالعه جامع و متمرکز روی کارخانه هایی با تولیدات متنوعی از محصولات، انجام میگردد. این مطالعه شامل متریال، فرآیندها، ماشین آلات، تجهیزات ماشین آلات و زمانهای پردازش، توانایی و مهارت کارگران، و سایر موارد وابسته به تولید میباشد.

بخش تولید بیشتر از ۵۵۰ کارگر در استخدام دارد. در حدود ۳۵۰ ماشین در ۷۴ نوع مختلف شامل تراش، خرد کن، دریل، تیزکن، ماشینهای بورینگ سوراخکاری عمیق، سوراخ کن، تنوعی از تیزکن ها و غیره وجود دارد. تنوع تولیدی بالغ بر ۷۵۰۰ نوع، از خیلی کوچک و اجزاء با دقت بالا تا خیلی بزرگ و اجزاء خشن از صنایع سیمان می باشند. به دنبال بررسیهای انجام شده، مشخص شد که کارایی تولید نسبت بر ظرفیت تولید موجود بسیار پایین می

باشد. این بدین معنی بود که برنامه ریزی تولید ضعیفی دارند و منجر به حجم بالایی از موجودی در جریان کار می گردد و تعداد زیادی قطعه مابین ماشینها قرار دارد. زمانهای تاخیر (LEAD TIME) بیش از اندازه کاملا مشهود است. این موارد مشخص کرد که GT میتواند به بهبود کارایی و کاهش زمانهای تاخیر و هزینه ها کمک نماید. با بحث در مورد مزایای کوتاه مدت و بلند مدت سیستم GT برای مسوولان کارخانه، طراحی و اجرای مدلی از GT مورد توافق قرار گرفت.

❖ دسته بندی قطعات :

پروژه دسته بندی قطعات آغاز شد. متدهای بیشماری برای این دسته بندی وجود داشت. در بین این روشها، کدبندی قطعات بر اساس نوع طراحی و مشخصات تولید قطعات، انتخاب گردید. پس از بررسی جزئی قطعات تولیدی، پروسه تولید و تکنیکهای پردازش قطعات، به این نتیجه رسیدیم که متد PART – CODING بهترین روشی هست که برای این پروژه استفاده می گردد. با همه ی بخشهای سازمان بحث صورت گرفت تا نظرات و نیازهای آنها در خصوص معرفی سیستم کدینگ جمع آوری شود. بسیاری از روشهای کدگذاری مانند MICLASS، OPTIZ، CODE KK-3، مورد بررسی قرار گرفت و به این نتیجه رسیدیم که برای برطرف سازی همه ی نیازهای اعلام شده، کد CUSTOMISED شده ای از موارد فوق، مورد نیاز می باشد. بنابراین کدی شبیه OPTIZ، طراحی و مورد استفاده قرار گرفت.

این سیستم کد گذاری یک کد ده رقمی برای هر قطعه معرفی میکرد که هر رقم آن، اطلاعاتی از قطعه یا مشخصات تولید را نشان میداد.

❖ خانواده قطعات :

خانواده قطعات به مجموعه قطعاتی گفته میشود که در شکل ظاهری یا سایز یا مراحل عملیاتی مورد نیاز در تولید، شباهت داشته باشند. قطعات موجود در یک خانواده متفاوتند اما شباهت هایشان آنقدر کافی است که میتوان آنها را در یک خانواده قرار داد. در خصوص دسته بندی قطعات، نرم افزارهای کامپیوتری توسعه یافته اند. نرم افزارها سوالاتی در خصوص مشخصات فیزیکی و تکنولوژیکی قطعات کرده و براساس پاسخهای بدست آمده، به طور اتوماتیک و در اندک زمانی قطعات را دسته بندی می کنند.

دلیل معرفی کد خانواده قطعات اینست که به دلیل ایجاد شمار زیادی GT CODE، تشخیص خانواده قطعات مشکل می باشد. همچنین به دلیل استفاده از نظریات بخشهای مختلف شرکت در خصوص نیازمندیهای آنها از سیستم کدینگ، کاهش رنج تعریف شده کدها تقریبا "غیرممکن" است. ولیکن با سیستم کدینگ خانواده قطعات، می توان، در هر زمان بدون تاثیر گذاردن روی فعالیتهای سایر دپارتمانها آنها را بازنگری کرد.

با استفاده از نرم افزار همه قطعات تولیدی در خانواده قطعات ، دسته بندی و گروه بندی شدند . نتیجتاً تعدادی سلول ماشین به طریق فوق تعریف می گردند که هر سلول وقف تولید خانواده خاصی از قطعات میشود . هدف اصلی طراحی سلولهای ماشین ، مینیمم کردن حرکت بین سلولی قطعات می باشد . ترتیب ماشینها در سلولها به طریقی است که بیشترین اثربخشی را داشته و باعث کنترل آسانتری در تولید قطعات گردد . سپس هر قطعه ، توسط سیستم کامپیوتری به سلول ماشینی مناسب هدایت میگردد .

❖ تشکیل سلول ماشینی :

کاربرد اثربخش GT نهایتاً" به استفاده از CM ختم میشود . گروهبندی ماشینها و پروسه ها در سلولهای ماشینی به طوریکه هر سلول ماشینی برای تولید خانواده خاصی از قطعات ، اختصاص یابد . مساله تشکیل سلول ماشین – قطعه ، یک مرحله بحرانی در طراحی سیستم تولید سلولی است . هدف اصلی در طراحی سلول ماشینی ، مینیمم کردن حرکت قطعات بین سلولی ست . جهت این امر از ماتریس ماشین-قطعه برای تعریف ارتباط ماشین-قطعه ، استفاده میگردد . بجای ارزشهای ۰ و ۱ درین ماتریس ، زمان ماشینکاری قطعات روی هر ماشین در ماتریس درج میشود .

در این مدل ، دو سلول ماشینی MC_1 و MC_2 تشکیل می شوند .

MC_1 شامل ماشینهای M_1 و M_2 و M_3 و M_4 و M_5 میباشد که برای ساخت قطعات مدور تشکیل شده است .

و

MC_2 برای ساخت قطعات غیر مدور ، شامل ماشینهای M_6 و M_7 و M_8 و M_8 و M_9 و M_{10} و M_{11} می باشد .

در اینجا فقط MC_1 مورد بررسی قرار میگیرد :

ماتریس شاخص ماشین – قطعه از سلول ماشینی MC_1 در جدول (۲) نشان داده شده است . اعدادی که در ردیف i و ستون j ماتریس می باشند ، بیانگر زمان ماشینکاری قطعه A_m روی ماشین j ام است . همه زمانها به دقیقه می باشند . جدول (۲) مقدار مورد نیاز از هر قطعه را نشان می دهد . جدول (۳) بیان کننده ماتریس (S) می باشد . ماتریس (S) ، زمانهای آماده سازی قطعه A_m را روی ماشین j ام را نشان میدهد . زمان آماده سازی در مواقعی است

که لازم است ماشین جهت کار روی قطعه دیگر تعویض شود. جدول (۴)، ماتریس (T) را نشان می دهد، ماتریس (T)، جمع زمان مورد نیاز برای تولید هر قطعه را نشان می دهد. این ماتریس بر اساس فرمول زیر حاصل میگردد :

$$T_{ij} = N_i * P_{ij} + S_{ij} \quad (1)$$

Tij زمان ماشینکاری برای آامین ماشین برای تولید Ni مقدار از قطعه Pi بعلاوه Sij، زمان آماده سازی مورد نیاز، میباشد .

جدول (۴) نشاندهنده زمان مورد نیاز برای تولید مقدار بچ تولیدی از هر قطعه روی هر ماشین می باشد. همانطور که دیده می شود ماشین M2 بیشترین زمان ماشینکاری را دارد و مابقی ماشینها نسبت به زمان ماشین M2 از زمان آزادی برخوردارند .

مقدار زمان آزادی ماشینهای M1 و m4 کم است. جمع زمانهای آزاد همه ماشینها در MC1 برابر با ۸۰٪ است .

$$(\%7 + \%0 + \%46 + \%4 + \%23 = \%80)$$

این مقدار قابل کاهش می باشد. برای انجام این امر، یکی از دو روش زیر میتواند استفاده گردد :

۱. استفاده از زمانهای آزاد ماشین آلات برای بکار رفتن در سلولهای دیگر
۲. تعیین تعداد قطعات بهینه به منظور حداقل کردن زمانهای آزاد ماشینها (f)

اولین روش در زمانی که نمیخواهیم قطعات بین سلولها در جریان باشند، مناسب نمی باشد. اگرچه، محققان اثبات کرده اند که در عمل تقریباً غیرممکن است که سلولهای ماشینی بدون اینکه جریانی از قطعات بین آنها واقع گردد، تشکیل شوند ولیکن بر اساس هدف مساله که مینیمم کردن جریان قطعات بین سلولی است، روش دوم در این پروژه مورد مطالعه قرار می گیرد .

❖ برنامه ریزی ظرفیت :

مینیمم گردش بین سلولی قطعات از راههای ذیل بدست می آید :

(۱) : انتخاب مناسب ماشین در هر سلول

(۲) : برنامه ریزی ظرفیت برای ماشین به کار گرفته شده

راه حل استفاده مناسب از ماشین ، وابسته به عملکرد برنامه ریزی تولید و زمانبندی می باشد . برنامه ریزی ظرفیت ماشین مساله بسیار مهمی در سیستم های سلولی است . لازم است که از کفایت ظرفیت ماشین آلات جهت پردازش همه قطعات اطمینان حاصل شود . Gupta و Heragu یک مدل از برآورد ظرفیت ماشین را ارائه داده اند . در این قسمت ، یک دسترسی مشابه اقتباس شده است :

(۲)

$$\text{Minimize : } \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n X_{ijk} C_{ijk} + \sum_{j=1}^m CM_j NM_j$$

Subject to :

(۳)

$$\sum X_{ijk} = NP_k \text{ for each } i, k$$

(۴)

$$\sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^n X_{ijk} T_{ij} \leq T_j NM_j \text{ for each } j$$

(۵)

$X_{ijk}, NM_j \geq 0$ and integer for each i, j, k

جدول (۲) :

ماتریس ماشین - قطعه (P) .

Machines							Sum of parts
		M _۱	M _۲	M _۳	M _۴	M _۵	N
		saw	sharper	Ver.mill	Hor.mill	drill	
P	P _۱	۱۵	۵۵	۰	۲۲	۴۵	۱۵۰
a	P _۲	۱۵	۴۰	۰	۳۲	۲۰	۳۰۰
r	P _۳	۱۸	۰	۲۵	۱۵	۰	۷۲۰
t	P _۴	۱۸	۳۰	۰	۲۰	۲۰	۴۸۰

s	P ₅	۱۸	.	۲۰	.	۱۹	۲۲۰
---	----------------	----	---	----	---	----	-----

جدول (۳) :

زمانهای آماده سازی ، ماتریس (S) .

Machines							Visits to each machine
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	
P	P ₁	۲۵	۴۵	.	۳۵	۳۰	۱
a	P ₂	۲۵	۶۴	.	۳۳	۲۰	۱
r	P ₃	۲۵	.	۴۲	۵۳	.	۱
t	P ₄	۲۵	۳۰	.	۳۰	۳۰	۱
s	P ₅	۲۵	.	۴۰	.	۲۰	۱

جدول (۴) :

جمع زمانهای ماشین آلات برای تولید بچ ، ماتریس (T) .

Machines						
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
P	P ₁	۲۲۷۵	۸۲۹۵	.	۳۳۳۵	۶۷۸۰
a	P ₂	۴۵۲۵	۱۲۰۶۴	.	۹۶۳۳	۶۰۲۰
r	P ₃	۱۲۹۸۵	.	۱۸۰۴۲	۱۰۸۵۳	.
t	P ₄	۸۶۶۵	۱۴۴۳۰	.	۹۶۳۰	۹۶۳۰
s	P ₅	۳۹۸۵	.	۴۴۴۰	.	۴۲۰۰
Total Machin time		۳۲۴۳۵	۳۴۷۸۹	۱۸۸۷۰	۳۳۴۵۱	۲۶۶۳۰
Free time (f)		۲۳۵۴	.	۱۵۹۱۹	۱۳۳۸	۸۱۵۹
F%		۷٪	۰٪	۴۶٪	۴٪	۲۳٪

عملیات مورد استفاده جهت تولید قطعات مختلف : $i=1, \dots, p$

متغیرهای مورد استفاده جهت نشان دادن ماشین آلات : $j=1, \dots, m$

انواع قطعات مختلفی که می بایست تولید شود : $k=1, \dots, n$

تعداد قطعات k که می بایست تولید شود : $NPk, k=1, \dots, n$

هزینه انجام عملیات i روی قطعه k با استفاده از ماشین j :

$$C_{ijk}, i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, m, k = 1, \dots, n$$

زمان انجام عملیات i روی قطعه k با استفاده از ماشین j :

$$T_{ijk}, i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, m, k = 1, \dots, n$$

تعداد ماشین j مورد استفاده در هر سلول:

$$N_{Mj}, j = 1, \dots, m$$

هزینه خرید ماشین j سرشکن شده روی پرپود برنامه ریزی:

$$CM_j, j = 1, \dots, m$$

مدت زمانی که برای هر ماشین j موجود است:

$$T_j, j = 1, \dots, m$$

زمان عملیات i که لازم است تا قطعه k روی ماشین j تولید شود: X_{ijk}

- اولین محدودیت مطمئن میسازد چه تعداد عملیات می بایست روی ماشینها انجام گردد.
- محدودیت دوم محدودیت ظرفیت است و مطمئن میکند که زمان موجود روی هر ماشین بیشتر از ظرفیت آن نگردد.

در مدل بالا فرض شده است که هر ماشین میتواند عملیات مربوطه را روی هر نوع قطعه انجام دهد. اگر ماشین j نمیتواند عملیات i را روی قطعه k انجام دهد، X_{ijk} متناظر میتواند روی عدد ۰ تنظیم شود.

تابع هدف، هزینه عملیات و خرید ماشین را مینیمم میکند. مدل بالا وجود تعداد مورد نیاز از هر ماشین را تضمین میکند. تخصیص ماشینها به سلولها؛ باید به گونه ای باشد که ظرفیت کافی برای تکمیل پروسه همه خانواده قطعه که به آن اختصاص داده شده است را تامین نماید. تخصیص تعدادی ماشین از هر نوع ممکن است برای انجام پروسه تمام قطعات داخل سلول کافی باشد ولیکن گروههای ماشینی ممکن است ظرفیت کافی برای پردازش یک قطعه یا بیشتر در سلولهای متناظر را نداشته باشد. بنابراین، لازم است در زمان تخصیص ماشینها به سلولها یا قطعات به خانواده قطعات مطمئن شویم که میزان ظرفیت مورد نیاز، از حد ظرفیت ماشین آلات، متجاوز نشود.

❖ نکات مورد نظر :

مهمترین مساله در کاربرد CMS در تولید ؛ تخمین زمانهای واقعی ماشین برای هر عملیات است . زمان تخمین زده شده دقیق نیست و این مساله در زمان به کارگیری مدل‌های ریاضی موجود جهت تخمین تعداد ماشین مشکل آفرین است . پس از برآورد زمانهای ماشینکاری بر اساس روش سعی و خطا ، استفاده از این معادلات ، می تواند منجر به کاهش زمان آزاد نهایی ماشین آلات گردد . قبل از تکمیل مراحل اجرایی ، نمی توان اطلاعات دقیقی در خصوص میزان کاهش زمانهای آزاد داد ولی یقیناً " کاهش ۲۰٪ تا ۳۰٪ در زمانهای آزاد نهایی در هر سلول قابل حصول است .

مراجع و مواخذ :

۱-Production , Capacity and Material planning , chapter ۷ of production management book

۲-Integratıon of part classification , cel formatıon and capacity adjustment , journal of Achivenments in Materials and Manufacturing Engineering , April ۲۰۱۰

۳-Design of Manufacturing Cells with Two-Phase Model and A Heuristical Algorithm , F.Mokhatab Rafıee Departmant of Industrial Eengeerıng,Isfahan University of Technology

۴- IT System Management Book , chapter ۱۵: capacity planning by : rich schiesser

۵- یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای حل مساله سیستم های تولید سلولی

[مصطفی شیرین فر] مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان [حسن حاله] - استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

۶- برنامه ریزی ریاضی برای حل مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن توالی عملیات و فرآیندهای تولید جایگزین

[مقصود سلیمانپور] - استادیار، دانشگاه ارومیه، دانشکده فنی [احد فروغی] - دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۷- گروه بندی قطعات و ماشین آلات درسیستم های تولید سلولی با استفاده از برنامه ریزی ریاضی چندهدفه

[یونس رحمانی] - دانشجوی کارشناسی ارشد [مقصود سلیمان پور] - دانشیار دانشگاه ارومیه

۸- استفاده از الگوریتم ژنتیک گروه بندی برای مساله تشکیل سلول

[مجتبی صالحی] - عضو هیات علمی گروه صنایع، دانشگاه بجنورد [رضا توکلی مقدم] - دانشیار گروه مهندسی صنایع، پردیس دانشکده تهران

۹- برنامه ریزی ریاضی چندهدفه جدید برای سیستم های تولید سلولی پویا بادر نظر گرفتن تخصیص نیروی انسانی

[اسماعیل مهدی زاده] - عضو هیئت علمی دانشگاه ازاد قزوین [رضا توکلی مقدم] - عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

۱۰- ارائه یک الگو برای تجزیه و ترکیب مسائل برنامه ریزی تولید چند مرحله ای - چند محصولی و چند پیرودی با محدودیت ظرفیت تولید

[حسن خادمی زارع] - دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران [سیدمحمدتقی فاطمی قمی] - دانشکده صنعتی امیرکبیر، تهران

۱۱- ارائه یک مدل ریاضی جامع به منظور یکپارچه سازی تشکیل سلولی چیدمان گروهی و زمان بندی گروهی در طراحی سیستم تولید سلولی

[عزیزاله جعفری] - استادیار دانشگاه علم و فرهنگ [پیام چینی فروشان] - دانشجوی دکتری [محمد نصیری] - دانشجوی کارشناسی ارشد

تولید ناب و عوامل محیطی

چکیده

لازمه رقابت در دنیای تولید کنونی بهره گیری از تمام فنون و ابزارها و ایده های جدید ناب است. در نیمه ی دوم قرن بیستم تولید کنندگان جهان با رقبای جدیدی که با نیمی از سرمایه و امکانات لازم محصولات را با کیفیتی بهتر تنوعی بیشتر و با قیمتی پایین تر به بازار جهانی عرضه می کردند، آشنا شدند. یکی از این تکنیک ها، تولید ناب میباشد که برخاسته از صنعت خودرو سازی است. با توجه به این که صنعت خودروسازی از یک طرف، یک صنعت مادر و به تعبیری "صنعت صنعتها" محسوب شده و از طرف دیگر با وجود پتانسیل های زیاد و اهمیت صنعت خودروسازی در زمینه توسعه و اشتغال زایی اجرای موفق اصول ناب در این صنعت منجر به افزایش چشمگیر توان رقابتی تولیدکنندگان داخلی در کاهش مداوم هزینه ها و قیمتتها شده است که متعاقباً به دیگر صنایع نیز سرایت خواهد کرد. تولید ناب در واقع شیوه ی تولیدی است که ضمن به کار گیری فواید تولید انبوه و تولید دستی با هدف کاهش ضایعات و حذف هرفعالیت بدون ارزش افزوده شکل گرفته است. بر این مبنا تکنیک ناب با کمک مجموعه ابزارهای خود می تواند نقش بنیادی در اصلاح و بهبود فرآیندها داشته باشد.

مقدمه

تولید ناب اصطلاحی است که جان گرافسیک بر IMPV-International Motor Vehical Program نهاد است؛ از این رو ناب نامیده می شود که در مقایسه با تولید انبوه هر چیز را به میزان کمتر مورد استفاده قرار می دهد. این شیوه ی تولید؛ نیروی انسانی موجود در کارخانه، فضای لازم برای تولید، سرمایه ای که صرف ابزارآلات می شود، نیروی مهندسی لازم برای بوجود آوردن محصول جدید و زمان مورد نیاز برای ساخت محصول جدید را به نصف تقلیل می دهد. همچنین در تولید ناب، موجودی مورد نیاز به کمتر از نصف رسیده، عیب ها بسیار کمتر شده و محصولات با تنوع فزاینده تولید می شوند. در ابتدا و انتهای قرن بیستم دو انقلاب رخ داد. انقلاب آغازین همان ظهور تولید انبوه و پایان عصر تولید دستی است و انقلاب پایانی ظهور ناب و خاتمه یافتن عصر تولید انبوه است. همچنین تولید ناب در سال های پایانی جنگ جهانی دوم توسط اوهنو در شرکت خودروسازی تویوتا در کشور ژاپن مطرح گردید. (بیازو و پانیزول، ۲۰۰۰، اسکاربروک و همکاران، ۱۹۹۸)

تولید ناب چیست؟

تولید ناب (وومارک و همکاران؛ رادنژاد، ۱۳۷۶)، تلفیقی از تولید دستی و تولید انبوه به شکلی است که انعطاف پذیری در تولید را از تولید دستی و قیمت ارزان کالای تولید شده را از تولید انبوه وام می‌گیرد. به طور کلی فلسفه ی تولیدی تولید ناب اینست که زمان تدارک بین سفارش مشتری و ارسال محصولات و قطعات را با از بین بردن انواع اتلافها کوتاه می‌کند. به عبارت دیگر حذف سیستماتیک ضایعات از تمامی جنبه های عملیات سازمانی است که این اتلاف و ضایعات در صورتی است که هر یک از عوامل تولید : مواد، نیروی انسانی، قطعات یدکی، ماشین آلات، زمان، ... مورد استفاده ی بیش از حد قرار نگیرند و یا هیچگونه ارزش افزوده ای در محصول ایجاد نشود. این شیوه تولید یک سیستم کامل است که از فلسفه بهبود مستمر استفاده می کند و با بهره گیری از فرهنگ کار تیمی سعی در تحلیل اتلافهای موجود در فرایند تولید و حذف آن ها دارد. از ویژگی‌های چنین سیستمی کاهش زمان تولید، کارایی بهتر پرسنل، کیفیت بالاتر، عمر بیشتر ماشین آلات و کاهش در سطح موجودی و هزینه های سربار است. البته ایده ی حذف ضایعات اولین بار توسط تیلور مطرح گردید و در تولید ناب و بهنگام به کمال رسید. یک تولید ناب مزایای تولید دستی و انبوه را با هم تلفیق کرده و از قیمت بالای اولی و انعطاف ناپذیری دومی اجتناب می کند و از ماشین آلاتی استفاده می کند که خودکار و انعطاف پذیرند. (متقی، ۱۳۸۹)

دلایل علاقه مندی سازمان ها در درجه اول به تولید ناب

- نیاز به رقابت موثر در اقتصاد جهانی
- فشار از طرف مشتریان برای کاهش قیمتها
- نیاز به استانداردسازی فرآیندها برای دستیابی به نتایج مورد انتظار
- افزایش دائمی انتظارات مشتری و پاسخگویی به آن ها
- بهبود کیفیت محصول

که تمامی این دلایل باعث افزایش سود و رقابت پذیری سازمان خواهد شد.

برخی از مشخصه های تولید بهنگام و ناب

- ✓ ایجاد بهبود مستمر در همه ی اجزای فرآیند
- ✓ کایزن
- ✓ سیستم افقی ارتباطات
- ✓ حداقل نمودن موجودی ها
- ✓ کوچک سازی دسته های تولید
- ✓ لی اوت ماشین آلات براساس تکنولوژی گروهی
- ✓ سرویس های پیشگیرانه و تعمیرات

- ✓ کارکنان چند منظوره
- ✓ بالا بردن سطح کیفیت
- ✓ روحیه ی همکاری و مشارکت جویانه
- ✓ برنامه تولید ثابت و یکنواخت در افق زمانی مشخص
- ✓ ...

مهمترین و اساسی ترین اصل در تولید ناب و بهنگام ایجاد بهبود مستمر در همه ی اجزای فرآیند است. برای تحقق این اصل مدیریت عالی باید روحیه ی ایجاد بهبود مستمر را در کلیه ی اعضای سازمان نهادینه نماید و در عرصه ی عمل نیز آن ها را مورد حمایت و تشویق قرار داده تا به تدریج این روحیه به فرهنگ سازمانی تبدیل شود. (متقی، ۱۳۸۹)

در سیستم تولیدی تویوتا یا تولید ناب سه نوع ضایعات که به M های سه گانه (MUDA – MURA - MURI) معروف هستند وجود دارد :



تولید ناب و برتری های آن بر تولید انبوه

✚ تفاوت در اهداف نهایی

اما مهمترین تفاوت میان تولید انبوه و تولید ناب ، تفاوت در اهداف نهایی این دو است. تولیدگر انبوه هدف محدودی که "به اندازه کافی خوب بودن" است را دارد و به عبارتی دیگر : "شمار قابل قبول عیبهها و همچنین بیشترین سطح قابل قبول برای موجودی و گستره معینی از محصولات یکسان" اما اندیشه ی تولیدکننده ی ناب بر "کمال" است ، یعنی نزول پیوسته قیمتها، به صفر رساندن میزان عیوب ، به صفر رساندن موجودی ،تنوع بی پایان محصول. در سیستم تولید انبوه مدیران معمولا دو ملاک برای تولید دارند : اول بازدهی و دوم کیفیت . در این سیستم مدیران برای آنکه از جدول زمانی عقب نمانند اجازه می دهند تا مونتاژ یک وسیله با قطعه‌ای معیوب تا به آخر ادامه پیدا کند چرا که عیب آن سپس در محوطه دوباره کاری رفع خواهد شد، اما اوهنو این سیستم را پراز مودا می دید . به نظر او تولید انبوه در محاصره اتلاف نیروی کار، مواد خام و زمان بود ؛ استدلال او این بود که هیچ یک از متخصصینی که فراتر از کارگران مونتاژ قرار داشتند هیچ ارزش افزوده‌ای برای محصول ایجاد نمی‌کنند. استدلال او درباره دوباره کاری این بود که وقتی در تولید انبوه اقدام به پیشبرد کار با محصول معیوب می شود به تدریج عیب ها بر روی انباشته شده و حجم زیادی را تشکیل می دهد . بنابراین، برخلاف کارخانه تولیدانبوه که فقط مدیر ارشد خط

اجازه دارد خط را متوقف کند ، اوهنو امکان توقف خط را در صورت بروز مشکل غیرقابل حل به هر کارگری می دهد، تا اعضای گروه جمع شده و مشکل را برطرف نمایند. اوهنو سیستمی به نام چراهای پنجگانه برای حل این مشکل ایجاد کرد که به کارگران تولید آموخته می شود علت اصلی هر عیب را به طور سیستماتیک پیدا کنند و سپس چاره ای جهت عدم بروز مشکل موردنظر بیندیشند. (لوپس، ۲۰۰۰)

اصول پنجگانه ی تفکر ناب

- تعیین دقیق ارزش هر محصول معین
- شناسایی جریان ارزش محصول
- ایجاد حرکت بدون وقفه در این ارزش
- امکان دادن به مشتری تا بتواند این ارزش را از تولید کننده بیرون بکشد
- تعقیب کمال (وومارک و جونز، ۲۰۰۰)

تفاوت در زنجیره عرضه

فقط ۱۵٪ از کل روند تولید بر عهده ی کارخانه مونتاژ نهایی می باشد. چالش موجود در شرکت های مونتاژ نهایی هماهنگی بخشیدن به روند عرضه به گونه ای که سفارشات؛ به موقع ، با کیفیت و هزینه ی پایین به خط مونتاژ نهایی برسند .

در سیستم تولید انبوه مسئله خرید یا ساخت، ابتدا توسط کارکنان مرکز مهندسی طراحی شده، سپس شرکتهای مذکور طراحی ها را در اختیار عرضه کنندگان قرار می دهند. تعداد، کیفیت و زمان ارائه را نیز مشخص شده و از عرضه کننده ها خواسته شده که قیمت خود را پیشنهاد دهند، از بین همه ی شرکتهای داخلی و خارجی که در این مناقصه شرکت کرده اند، شرکتی که کمترین قیمت را داده باشد در برنده می شود (سلوک دار).

کارخانه ناب ، شرکتهای مختلف عرضه کننده قطعات را در سطوحی با کارکردهای مختلف سازماندهی نموده و به شرکتهایی که در هر سطح قرار می گیرند، مسئولیتهای مختلفی واگذار می کند. مسئولیت عرضه کنندگان نخست آن است که به عنوان بخش مکمل گروه تکوین محصول، در کار تکوین محصول جدید فعالیت نماید. همچنین کارخانه ناب عرضه کنندگان رده نخست را تشویق نموده تا با یکدیگر در زمینه ی بهبود مراحل طراحی مشورت نمایند. به دلیل تخصص هر عرضه کننده در یک نوع قطعه و عدم رقابت با دیگر عرضه کنندگان گروه، انتقال اطلاعات امری ساده و در عین حال مفید برای همه است. هر عرضه کننده ی رده نخست ، با عرضه کننده ی رده دومی کار می کند و وظیفه ساختن هر جزء به شرکتهای رده دوم داده شده است. این شرکتهای عرضه تقریباً مستقل بوده و مونتاژگر ناب در بخشی از سرمایه این شرکتها سهمیم بوده و به صورت بانکدار گروه عرضه کنندگان عمل

مینماید، و نیاز مالی آنها را به صورت وام رفع نموده و از نیروی انسانی خود در صورت نیاز شرکتهای عرضه کننده نیروی متخصص و مدیر آن ها را تأمین می نماید.

بنابراین مزیت استفاده از تولید ناب برای عرضه کنندگان: کاهش موجودیها، افزایش جریان نقدینگی، بهبود کیفیت، تسهیل بازاریابی و... می باشد که تمام موارد مذکور منجر به کاهش هزینه های شرکتهای عرضه کننده می گردد.
(لوپس، ۲۰۰۰، امیلیان، ۲۰۰۰)

تفاوت در طراحی قطعات

روند طراحی در شرکت های تولید انبوه مرحله به مرحله می باشد. در این سیستم مونتاژگر بر قیمت تکیه دارد اما عرضه کنندگان سیستم تولید ناب براساس قیمت‌هایی که می دهند انتخاب نمی شوند، بلکه اساس گزینش آنها سابقه همکاری و تجربه ای است که از عملکرد آنها وجود دارد. در این سیستم، ارتباط عرضه کنندگان به صورت هرمی شکل است که عرضه کننده اول طرف اصلی با مونتاژگر است و عرضه کنندگان فرعی به صورت سلسله مراتبی با هم ارتباط دارند. عرضه کنندگان رده اول پس از شروع روند طراحی دو تا سه سال پیش از تولید، هیاتی را که مهندسان طراح دائم نامیده می شوند، به گروه تکوین در شرکت مونتاژ معرفی می کنند. هنگامی که طراحی محصول با همکاری پیوسته مهندسان شرکتهای عرضه کننده تکمیل شد، طراحی و مهندسی دقیق تر بخشهای متفاوت به متخصصان مربوطه در شرکتهای عرضه کننده ارجاع می شود. از این رو، کل مسئولیت طراحی و ساخت قطعات یک سازه به عهده عرضه کننده رده اول است. (لوپس، ۲۰۰۰)

ضایعات مدنظر اوهنو که باعث از بین رفتن زنجیره ی ارزش می شوند

- تولید بیش از حد
- موجودی کالا در انبار
- معایب
- زمان انتظار
- افراط در حمل و نقل
- افراط در نقل و انتقال کالاها
- افراط در پردازش محصولات

در صورت مشخص و بهینه سازی کل زنجیره ی ارزش و جریان تولید برای یک محصول می توان از ایجاد حجم زیادی از ضایعات جلوگیری نمود و شروع به بازنندیشی در مورد تجهیزات، فناوری ها و مکان فعالیت های آتی نمود.

تفاوت عرضه ناب در عمل

در تعیین قیمت و تجزیه و تحلیل هزینه، ابتدا مونتاژگر ناب براساس یک قیمت هدف مشخص با عرضه کننده بر سرچگونگی ساخت محصول به نحوی که در چارچوب این قیمت سود معقولی برای هر دو ایجاد شود به توافق می رسد. به عبارت دیگر در این سیستم به جای آنکه قیمت براساس هزینه های عرضه کننده تعیین شود براساس ظرفیت بازار تعیین می شود. برای رسیدن به این قیمت نهایی مونتاژگر و عرضه کننده از تکنیک های مهندسی ارزش استفاده می کنند (هم برای کاهش هزینه های هر مرحله تولید و هم برای شناسایی هر عاملی که می تواند از هزینه هر قطعه بکاهد). برای این کار، عرضه کننده باید بخشی اساسی از اطلاعات انحصاری خود را درباره هزینه ها و فنون تولید در اختیار مونتاژگر قرار دهد. مونتاژگر و عرضه کننده، فرآیند تولید عرضه کننده را گام به گام مورد بررسی قرار می دهند تا راهی برای کاهش هزینه ها و بهبود کیفیت بیابند.

دومین مشخصه عرضه ناب، کاهش پیوسته قیمتها در طول عمر یک مدل است. در واقع، در شرکتهای تولید ناب اصلاحات سریعتر انجام می گیرند، یعنی منحنی های فراگیری به نسبت منحنی های فراگیری در شرکتهای تولید انبوه دارای شیب بیشتری هستند و دلیل این امر وجود کایزن در فرایند تولید است.

از تفاوتهای مهم دیگر، شیوه ارائه سازها به مونتاژگر است. امروزه شرکتهای عرضه کننده، سازها را به طور مستقیم و غالباً به طور ساعتی، یعنی چندبار در یک روز به خط مونتاژ می رسانند. یکی دیگر از ویژگیهای تولید ناب یکنواختی تولید است. در این سیستم که کارکنان آن به دلیل بیمه های شغلی، هزینه های ثابت تلقی می شوند، اهمیت یکنواختی تولید بیشتر می شود. به همین دلیل پیشتازان تولید ناب برای یکنواختی تولید، تلاش بسیار می کنند که در صورت امکان کل میزان ساخت محصول تثبیت شود که این امر از طریق سیستم فروش فعال در شرکتهای ناب امکان پذیر شده است. (بارکر، ۱۹۹۴، بیازو و پانیزول، ۲۰۰۰، لویس، ۲۰۰۰)

تفاوت در طرز کار کارخانه

اوهنو، سیستم کانبانی را ایجاد کرد که در آن، ابتدا فقط قطعاتی ساخته شده اند که بایستی در مرحله ی بعد فوراً عرضه شوند. بنابراین تا اتمام بار کانتینرهای قطعات تولید شده، هیچ قطعه ی جدیدی تولید نمی شود و پس از بازگشت آن کانتینر ساخت قطعات جدید آغاز می شود. طبق این ایده موجودی در انبار وجود ندارد و اگر تولید یک قطعه با اشکال مواجه شود کل خط تولید متوقف می شود. همین امر از نقطه نظر اوهنو نقطه قوت این ایده محسوب می شد، چراکه در صورت تحقق این کار همه شبکه هایی که تضمین کننده ی تداوم تولید بودند، از میان می رفت. در خط مونتاژ نهایی قطعات به طور پیوسته عرضه شده و تقسیم کار متوازن بوده و در صورت مواجهه ی کارگری با قطعه معیوب، به دقت برچسب زده شده و به محوطه کنترل کیفی فرستاده می شود تا قطعه جانشین آن را دریافت شود. کارگران کنترل کیفی، چراهای پنجگانه را در مورد قطعه معیوب اعمال می کنند تا منشأ اصلی مشکل، شناسایی شده و دیگر رخ ندهد. (بیازو و پانیزول، ۲۰۰۰، لویس، ۲۰۰۰)

تفاوت در پایان خط تولید

در کارخانه ی ناب تقریبا هیچ محوطه ی دوباره کاری وجود ندارد اما در کارخانه ی انبوه محصولات معیوب زیادی وجود دارد که در نهایت منجر به افزایش قیمت محصول نهایی و کیفیت پایینتر برای خریدار و همچنین باعث کاهش توان رقابتی کارخانه می گردد. (لوپس، ۲۰۰۰)

سازماندهی ناب در سطح کارخانه

دو مشخصه ی کلیدی در سازماندهی کارخانه ی واقعا ناب :

۱- در یک کارخانه ناب مسئولیتها بر عهده ی کارگرانی است که واقعا برای محصول در حال مونتاژ ارزش افزوده ایجاد نموده و هم چنین سیستمی برای شناسایی عیوب وجود دارد که در آن به تعقیب هر مشکل به محض وقوع پرداخته تا علت اصلی و نهایی آن مشکل کشف شود.

۲- در کارخانه ناب ، کارگران خط تولید به صورت گروهی کار می کنند و یک سیستم اطلاع رسانی ساده اما گسترده وجود دارد که به هرکس در کارخانه این امکان را می دهد تا سریعاً به مشکلات پاسخ دهد و بتواند وضعیت کلی کارخانه را درک کند. قلب کارخانه ناب ، در واقع همانا گروه کار پویا است . (بیازو و پانیزول، ۲۰۰۰)

تفاوت در رفتار با مشتری

در سیستم فروش تویوتا، این شرکت شبکه ای از توزیع کنندگان را دارد که برخی مستقل و در برخی تویوتا مبلغ کوچکی سرمایه گذاری کرده است . این فروشندگان مبدع مجموعه جدیدی از روشها شدند که تویوتا آن را " فروش فعال " نامید. ایده اصلی فروش فعال ، ایجاد رابطه دراز مدت و در حقیقت مادام العمری بود میان شرکت مونتاژگر ، فروشنده و خریدار. این رابطه به این صورت ایجاد می شد که فروشنده جزئی از سیستم تولید و خریدار جزئی از روند تکوین محصول گردد. یکی از ویژگی های متفاوت تولید ناب ، بکارگیری سیستم تولید کششی در آن است. سیستمی که اوهنو از یک سوپرمارکت بزرگ در آمریکا الهام گرفت.

انواع تولید از نظر عرضه و تقاضا:

تولید کششی: تولیدی است که انجام فعالیت در آن بر مبنای تقاضای مشتریان صورت می گیرد.

تولید فشاری: تولیدی است که انجام فعالیت در آن بر مبنای پیش بینی تقاضا توسط عرضه کنندگان صورت میگیرد.

اما کاربرد مفهوم کشش در یک کارگاه بدین صورت است که هر ایستگاه مشتری ایستگاه قبلی است؛ به این سیستم، سیستم کششی و کانبان گفته می شود که یکی از راهکارهای تولید ناب در ساخت محصول است. (لوپس، ۲۰۰۰)

تغییرات سازمانی

بدون تغییرات سازمانی، فرهنگی و مدیریتی و اجرای تغییرات عملیاتی منافع مورد نیاز در تولید ناب تأمین نمی شود. فرهنگ سازمانی یکی از مسائل اساسی تولید ناب می باشد. ملو و استانک (۲۰۰۵) و کوئین و اسپریتز (۱۹۹۱) در این زمینه مطالعاتی انجام داده اند. ملو و استانک بیان داشته اند که یک چاقوب تئوری مشخص برای ابعاد فرهنگ سازمانی جهت موفقیت مدیریت زنجیره ی تأمین در شرکت وجود دارد و سازمان هایی که دارای کارگران صادق و متعهد هستند و همچنین بین مدیران ارشد و کارگران همکاری مناسبی وجود دارد، اثر بخشی بیشتر دیده می شود که یکی از عوامل مؤثر بر موفقیت تولید ناب است.

یافته های کلیدی اثر تولید ناب بر محیط

- ✓ ناب، یک محیط عملیاتی و فرهنگی است که به شدت منجر به کاهش ضایعات و هزینه ی نهایی و جلوگیری از آلودگی ها می شود.
- ✓ ناب می تواند اهرمی جهت نفوذ برای ایجاد بیشتر بهبود محیطی باشد.
- ✓ برخی از حساسیت های مشخص در هنگام استفاده از ناب در فرآیندهای حساس محیطی دیده می شود.
- ✓ سازمان ها محیطی در مقابل سازمان های استفاده کننده از تولید ناب، مانند یک روزنه فرصت هستند که باید برای کسب مزایای بیشتر محیطی با ناب مشارکت کنند. (EPA home)
- ✓ تولید ناب مکمل عملکردهای زیست محیطی است.
- ✓ پذیرش ISO ۹۰۰۱ احتمال پذیرش استاندارد زیست محیطی ISO ۱۴۰۰۱ را در بین مدیران افزایش می دهد.
- ✓ باعث کاهش میزان گاز های گلخانه ای در محیط می گردد، بنابراین تولید ناب یک تولید سبز است. (کینگ و لنوس)

نتیجه گیری

تولید ناب فلسفه و نگرشی است که درصدد حذف و از بین بردن هر فرآیند اضافی از مرحله تهیه مواد اولیه تا تولید و نهایتاً فروش است که هیچگونه ارزش افزوده ای ایجاد نمی کند. در نگرش تولید ناب، مونتاژگر با دید سیستمی با مسائل مواجه شده، به طوری که یک رابطه برد-برد باکل اجزای سیستم برقرار می نماید. در این تفکر میان مدیریت و کارگران نیز نوعی تعهد وجود دارد که مدیریت برای کارگران ارزش و احترام قائل شده و مسئولیتها را به آنان واگذار نموده و در مقابل، مدیریت انتظار دارد که کارگران پاسخگوی نیازهای مختلف کارخانه باشند. واقعیت این است که اولین و مهم‌ترین گام برای دستیابی به سیستم‌های پیشرفته مدیریتی همچون تولید ناب، تولید بهنگام، تولید بدون نقص و... استفاده کامل از توان فکری تمامی کارکنان می‌باشد. پیروی از سیستم ناب باعث کاهش زمان تولید، افزایش کارایی کارکنان و کیفیت محصولات، انعطاف پذیری بیشتر نسبت به بازار، کاهش سطح موجودی، افزایش عمر ماشین آلات و تجهیزات و کاهش هزینه های سربار می شود. مهمترین رکن یک سیستم ناب، ارتباط با مشتریان است که که فروشندگان شرکت ناب با ایجاد یک سیستم اطلاعاتی دقیق در صدد ایجاد یک رابطه بین کارخانه و مشتریان هستند به نحوی که کارخانه بتواند نیازهای مختلف مشتریان را دقیقاً شناسایی کرده و با خلق یک محصول مناسب نیازهای مشتریان بخشهای مختلف بازار را پاسخ دهد. بنابراین در تولید ناب همه اجزای سیستم به شکلی مطلوب منتفع می شوند. شرکتهای می توانند از طریق اجرای سیستم تولید ناب که شرکت تویوتا پیشگام آن بوده است، عملکرد خود را بطور چشمگیری بهبود بخشیده و محصول و خدمات را در سطح کیفیت جهانی، بموقع و با قیمتی رقابتی به مشتری عرضه کنند. در واقع تولید ناب مکمل عملکرد محیطی محسوب شده که باعث کاهش آلودگی، هزینه و حتی کاهش گازهای گلخانه ای میگردد که به همین دلیل به آن تولید سبز هم گویند.

منابع و مآخذ

- (۱) وومارک، جیمز، دانیل جونز، دانیل روس؛ رادنژاد، آزاده؛ تولید ناب؛ انتشارات آتریات، اصفهان، ۱۳۷۶.
- (۲) سلوک دار، علیرضا؛ مدرک جدید بر کیفیت کارخانه های ساخت : چالشی به تولید ناب ؛ مجله روش، سال نهم، شماره ۵۸.
- (۳) خلیلی، مرضیه، ناظری، مسعود، بررسی جنبه های انسانی تولید ناب، تولید ناب و تولید سلولی، بانک مقالات بازاریابی ایرانیان.
- (۴) متقی، هاید، مدیریت عملیات، انتشارات آوای قلم، چاپ سیزدهم، ۱۳۸۹.

۵ - BARKER R.C, "THE DESIGN OF LEAN MANUFACTURING SYSTEMS USING TIME - BASED ANALYSIS", INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATIONS AND PRODUCTION MANAGEMENT, VOL. ۱۴. NO. ۱۱, ۱۹۹۴.

۶ - BIAZZO S. AND PANIZZOLO R, "THE ASSESSMENT OF WORK ORGANIZATION IN LEAN PRODUCTION: THE RELEVANCE OF THE WORKER'S PERSPECTIVE", INTEGRATED MANUFACTURING SYSTEMS. VOL. ۱. NO. ۱, ۲۰۰۰.

۷ - BOWEN D. AND YOUNGDAHL W, "LEAN SERVICE: IN DEFENSE OF A PRODUCTION – LINE APPROACH", INTERNATIONAL JOURNAL OF SERVICE INDUSTRY MANAGEMENT. VOL. ۹. NO. ۳. ۱۹۹۸.

۸ - EMILIANI M, "SUPPORTING SMALL BUSINESSES IN THEIR TRANSITION TO LEAN PRODUCTION", SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: AN INTERNATIONAL JOURNAL. VOL. ۵. NO. ۲, ۲۰۰۰.

۹ – LEWIS M. "LEAN PRODUCTION AND SUSTAINABLE COMPETITIVE ADVANTAGE", INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATION & PRODUCTION MANAGEMENT, VOL. ۲۰. NO. ۸, ۲۰۰۰.

۱۰ – SCARBROUGH H. AND TERRY M, "FORGET JAPAN: THE VERY BRITISH RESPONSE

TO LEAN PRODUCTION", EMPLOYEE RELATION, VOL. ۲۰ NO.۳, ۱۹۹۸.

۱۱- MELLO, J.E., & STANK, T.P. (۲۰۰۵). LINKING FIRM CULTURE AND ORIENTATION TO SUPPLY CHAIN SUCCESS. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT.

). THE PSYCHOMETRICS OF THE ۱۹۹۱۱۲- QUINN, R.E., & SPREITZER, G. M. (COMPETING VALUES CULTURE INSTRUMENT AND AN ANALYSIS OF THE IMPACT OF ORGANIZATIONAL CULTURE ON QUALITY OF LOFE. RESEARCH IN ORGANIZATIONAL CHANGE AND DEVELOPMENT.

۱۳- EPA home, OFFICE OF STRATEGIC ENVIROMENTAL MANAGEMENT, ENVIROMENT. LEAN MANUFACTURING AND

۱۴- KING ,ANDREW A. & LENOX , MICHAEL J. (۲۰۰۱). LEAN AND GREEN? AN EMPIRICAL EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LEAN PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE. INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT.

تکنولوژی گروهی و تولید ناب

۱- تولید ناب

۱-۱- تولید ناب چیست؟

دو انقلاب در ابتدا و انتهای قرن بیستم رخ داد. انقلاب آغازین همانا ظهور تولید انبوه و پایان عصر تولید دستی است و انقلاب پایانی ظهور ناب و خاتمه یافتن عصر تولید انبوه است. اکنون جهان در آستانه عصری جدید به سر می برد، عصری که در آن دگرگونی شیوه های تولید محصولات و ساخته های بشر چهره زندگی او را یکسره دگرگون خواهد کرد. پس از جنگ جهانی اول هنری فورد و آلفرد اسلون (مدیر جنرال موتورز) تولیدات صنعتی جهان را از قرون تولید دستی که شرکت های اروپایی رواج داده بودند، به در آوردند و به عصر تولید انبوه کشاندند و با ترویج این شیوه تولید در تمام صنایع، این کشور (آمریکا) رهبر جدید شیوه های تولیدی گردید و صنعت خودروسازی، موتور و قلب تپنده اقتصاد این کشور شد. در همین راستا، پیتر دراگر در سال ۱۹۴۶ لقب "صنعت صنعت ها" را به صنعت خودروسازی اطلاق کرد. بحث تولید ناب در سال ۱۹۹۰ توسط جیمز ووماک و همکارانش از دانشگاه MIT در قالب یک کار تحقیقی با عنوان "ماشینی که جهان را تغییر داد" منتشر گردید. او و همکارانش تولید ناب را تقریباً به عنوان ترکیبی از مدل تولید سنتی FORD و کنترل اجتماعی در محیط تولید ژاپنی می شناسند. (Biazzo, ۲۰۰۰) زادگاه تولید ناب در شرکت تویوتا در جزیره ناگویا در ژاپن است و در حقیقت بهتر است بگوییم تولید ناب در سال ۱۹۶۰ و در ژاپن متولد شد. نخستین پیروزی خانواده تویوتا در صنعت ماشین آلات نساجی بود و در دهه ۱۹۳۰ به دلیل نیاز شدید دولت شرکت مذکور وارد صنعت وسایل نقلیه موتوری گردید. در آن سال ها این شرکت با مشکلاتی از قبیل بازار داخلی کوچک، نیروی کار ثابت، فقدان سرمایه کافی و رقبای خارجی علاقه مند به بازار ژاپن روبه رو بود. این ایده تازه، شامل مجموعه شرایط جدیدی بود که ایده های قدیمی را زیر سؤال برده و آنها را ناکارا خواند. از پیشگامان این ایده می توان به ایچی تویودا^{۱۲} و تایچی اوهنو^{۱۳} اشاره کرد که پس از جنگ دوم جهانی و تا دهه ۱۹۶۰ تلاش های زیادی را به منظور ایجاد بسترهای تولید ناب به عمل آوردند. تویودا با مهندس شرکت تایی چی اوهنو پس از مسافرت به شهر دیترویت در آمریکا و بازدید از مجموعه خودروسازی فورد، خیلی زود به محدودیتهای تولید انبوه دست یافتند و به این نتیجه رسیدند که اصول تولید انبوه غرب به دلایل زیر، قابلیت پیاده سازی در ژاپن را ندارد و این سیستم پر از MUDA (اتلاف) است؛

۱. Eiji Toyoda
۲. Taichi Ohno

- کوچک بودن بازار، تنوع آن و نیاز مردم به خودروهای باری کوچک و بزرگ برای حمل محصولات کشاورزی و همچنین خودروهای کوچک جهت تردد در شهر با مصرف سوخت کم
- عدم قبول فرهنگ ژاپن بر تعویض پذیری کارگران و نیروی انسانی
- فقدان سرمایه کافی برای خرید وسایل، ماشین آلات و تکنولوژی تولید انبوه

بر همین اساس، شیوه جدیدی از تولید که بعدها "تولید ناب" نام گرفت را ایجاد کردند. تولید ناب از فلسفه "بهبود مستمر" استفاده می‌کند. با استفاده از فرهنگ کار گروهی سعی دارد اتلاف های موجود در فرآیند را بیابد، تحلیل کند و آنها را از بین ببرد. اثر چنین سیستمی، کاهش زمان تولید، کارایی بهتر کارکنان، کیفیت بالاتر، انعطاف پذیری بیشتر نسبت به بازار، عمر بیشتر ماشین آلات، سطح پایین موجودی و کاهش هزینه های سربار است. تولید ناب بر این اساس کار می کند که محصول با کیفیت، لزوماً با هزینه های بالا تولید نمی شود. در روش تولید ناب، هزینه های سربار، به ویژه هزینه های غیر مستقیم با رعایت استاندارد های کیفیتی و پایین آوردن زمان چرخه تولید، خود به خود کاهش می یابد. پس از آن انستیتوی تکنولوژی ماساچوست^{۱۴} با کمک شرکتها و مؤسسات تولیدی و با هزینه ای بالغ بر ۵ میلیون دلار در طی مدت ۵ سال مطالعات وسیعی را در زمینه شناخت تولید ناب آغاز کرد و این فعالیتها را در قالب طرحی به نام برنامه بین المللی وسایل نقلیه موتوری^{۱۵} در سال ۱۹۸۵ به اجرا درآورد. نتایج و دستاوردهای این طرح توسط جیمز ووماک و دانیل جونز از دانشمندان مدیریت در کتابی تحت عنوان "ماشینی که جهان را تغییر داد" به رشته تحریر درآمد و دلایل موفقیت ژاپنی ها و نحوه عملکرد آنها در ابعاد مختلف اعلام گردید. (Womack et al., ۱۹۹۰) پس از انتشار نتایج تحقیقات گروه برنامه بین المللی وسایل نقلیه موتوری مطالعات متعددی در زمینه تولید ناب به عمل آمد.

۱-۲- تاریخچه تولید ناب

در تحقیقی که توسط دانشجویان دانشگاه بیرمنگام انگلستان به منظور ارائه مدلی برای ارزیابی درجه ناب بودن شرکت های تولیدی انجام گرفت، از مدلی استفاده شده که توسط کارلس ونو آهلشتروم (۱۹۹۶) ارائه گردیده که اصول تولید ناب را عملیاتی میکند. در این پژوهش، متغیرهای تولید ناب مشخص شد که عبارتند از: حذف ضایعات^{۱۶}، بهبود مستمر^{۱۷}، خرابی صفر^{۱۸}، تحویل به موقع^{۱۹}، کشش مواد اولیه^{۲۰}، تیمهای

۱. masuchuset institute technology
۲. International Motor Vehicle Program (IMVP)
۳. elimination of waste
۴. continuous improvement
۵. zero defects
۶. JIT deliveries
۷. pull of materials

چندکاره^{۲۱}، تمرکززدایی^{۲۲}، یکپارچگی فعالیت ها^{۲۳} و سیستمهای اطلاعاتی عمودی^{۲۴} و در اصل هدف این تحقیق، تبیین و عملیاتی کردن مفهوم تولید ناب و ارائه مدلی بود که درجه ناب بودن شرکت های تولیدی را با تمرکز بر تعهدات مدیریت ارزیابی کند. (Horacio et al., ۲۰۰۲)

ارزیابی سازماندهی، کاری تحقیقی است که توسط دانشجویان دانشگاه پادووا ایتالیا انجام شده است. در این پژوهش، عوامل و ویژگی های سازماندهی کار از دیدگاه تولیدناب مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مطالعات تعدادی از دانشمندانی که این عوامل را مورد تأیید قرار داده اند بیان شده است. (Biazzo, ۲۰۰۰) یکی دیگر از پژوهشهایی که در زمینه ارزیابی تولید ناب^{۲۵} انجام یافته، عناصر اولیه تولید ناب به پنج دسته جریان تولید، سازماندهی، مستندات، تدارکات، کنترل فرآیند و هریک از عناصر تقریباً به ۸ عنصر فرعی تقسیم می گردد و در مجموع ۳۳ عنصر تشکیل دهنده تولید ناب معرفی می شود. ویلیام ام. فلد جهت ارزیابی شرکتها و مؤسسات تولیدی ۲۵ سؤال اساسی مطرح و بر این اساس، ناب بودن مؤسسات را بررسی کرده است. (Feld, ۲۰۰۱) از دیگر پژوهش های مهم که در زمینه ارزیابی به صورت مشترک توسط دانشگاه وارویک و انستیتوی تکنولوژی lesat^{۲۶} ماساچوست انجام شده (۲۰۰۱) ارائه چک لیست خودارزیابی مؤسسات ناب است که شهرت یافته است. در این روش، برای هر ویژگی یک سطح مطلوب و جاری تعریف شده است. در این پژوهش، ساختار خودارزیابی مؤسسات ناب بر سه بخش رهبری فرآیند، طول عمر و توانمندی شالوده ای تأکید دارد. یکی از جدیدترین تحقیقات به عمل آمده از تولید ناب به شرکت نستله انگلستان (Nestle) در سال ۲۰۰۴ تعلق دارد. در این تحقیق صراحتاً به پیچیدگی های اجرایی فرآیند تولید ناب اشاره و بهبود مستمر و اصلاح فرهنگ سازمانی به عنوان مهمترین عوامل در موفقیت اجرا و تغییر به سوی ناب شدن اعلام شده است. پژوهش دیگری که نتایج این تحقیق را تأیید می کند توسط پیترموری^{۲۷} (۲۰۰۳) انجام شده و بیانگر تأثیر بسزای آموزش و مشارکت تیمی در بهبود مستمر و اجرای صحیح TQM بر تولید ناب است. تغییر ماهیت کار و تغییرگرایش ها و رفتارهای فردی، گروهی و سازمانی در دستیابی به تولید ناب عامل مهم دیگر است. (Malcolm Greevy, ۲۰۰۳) سید محمد سید حسینی و همکارانش (۱۳۸۳) در مقاله ای با عنوان "ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمان های تولیدی غیرپیوسته (سفارشی) با مطالعه موردی در گروه صنعتی سدید" ضمن معرفی عوامل و ویژگی های تولید ناب با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ابعادی (Dimensional Analysis Method) مدلی را ارائه دادند که میزان سازگاری کارخانجات تولیدی را با معیارها و ویژگی های تولید ناب قیاس نماید. در این پژوهش عوامل

۸. multifunctional teams
۹. decentralization
۱۰. integration of functions
۱۱. vertical information
۱. lean manufacturing assessmen
۲. lean enterprise self-assessment tool
۳. Peter Murray

تولید ناب به ۹ عامل اصلی و ۸۵ معیار فرعی تقسیم گردیده و سپس یکپارچگی عوامل مؤثر بر آن، با استفاده از تکنیک های آماری ضریب همبستگی، ضریب رگرسیون چندمتغیره و فاکتور آنالیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. پژوهشگران کاربرد تولید ناب در کارخانجات تولید سفارشی را در این تحقیق به اثبات رساندند چراکه تا آن زمان اکثر پژوهش های گذشته کشورمان در کارخانجات خودروسازی که تولیدی پیوسته و براساس محصول دارند، انجام شده بود.

۳-۱- تولید ناب و برتریهای آن بر تولید انبوه

۱-۳-۱- تفاوت در اهداف

یک تولیدگر ناب مزایای تولید دستی و تولید انبوه را با یکدیگر تلفیق کرده و از قیمت بالای اولی و انعطاف ناپذیری دومی اجتناب می کند و از ماشین آلاتی استفاده می کند که هم خودکار و هم انعطاف پذیرند. برخی از مشخصه های تولید ناب عبارتند از:



- ✓ استفاده از JIT
- ✓ تأکید بر پیشگیری از تولید محصول معیوب
- ✓ پاسخ به نیازهای مشتریان
- ✓ کایزن
- ✓ سیستم افقی ارتباطات
- ✓ افزایش ادغام وظایف

اما مهم ترین تفاوت میان تولید انبوه و تولید ناب، تفاوت در اهداف نهایی این دو روش است. تولیدگر انبوه به هدف محدودی که شعار آن "به اندازه کافی خوب بودن" است توجه دارد و به عبارتی دیگر شمار قابل قبول عیب ها، و همچنین بیشترین سطح قابل قبول برای موجودی و گستره معینی از محصولات یکسان برای او مهم و باارزش است. اما اندیشه تولیدکننده ناب "کمال" است؛ یعنی نزول پیوسته قیمت ها، به صفر رساندن میزان عیوب، به صفر رساندن موجودی و تنوع بی پایان محصول!

۱-۳-۲- تفاوت در تولید

در سیستم تولید انبوه مدیران معمولاً دو ملاک برای تولید دارند: ابتدا بازدهی و دوم کیفیت. البته بازدهی در این سیستم عبارت است از شمار محصول تولیدشده در مقایسه با جدول زمانی پیش بینی شده

تولید. به همین دلیل، مدیران برای اینکه از جدول زمانی عقب نیفتند اجازه می دهند که مونتاژ وسیله ای با قطعه ای معیوب تا به آخر ادامه پیدا کند چرا که عیب آن باید در بخش دوباره کاری رفع شود. اما "اوهنو" این سیستم را پر از اتلاف می دید. به نظر او تولید انبوه در محاصره اتلاف نیروی کار، مواد خام و زمان بود. استدلال او این بود که هیچ یک از متخصصانی که فراتر از کارگران مونتاژ قرار داشتند به راستی هیچ ارزش افزوده ای برای محصول ایجاد نمی کردند. استدلال او از دوباره کاری این بود که وقتی در تولید انبوه برای آنکه خط متوقف نشود کار معیوب را به پیش می رانند، به تدریج عیب ها روی هم انباشته می شود و حجم زیادی را تشکیل می دهد. از آنجا که بخش دوباره کاری وجود دارد، تعمیر دوباره آن نیروی زیادی می برد و چون عیب ها تا پایان خط کنترل نمی شوند، تعداد زیادی محصول با عیب های مشابه ساخته می شود، پیش از آنکه منشأ مشکل پیدا شود. بنابراین برخلاف کارخانه تولید انبوه که فقط مدیر ارشد خط اجازه دارد خط را متوقف کند، اوهنو به هر کارگر این اجازه را داد تا در صورت بروز مشکلی غیر قابل حل، کل خط را فوراً متوقف کند تا همه اعضای گروه جمع شوند و مشکل را برطرف کنند.

۱-۳-۳- تفاوت در قیمت کالاها و زنجیره عرضه

عرضه کنندگان در این سیستم تولیدی براساس قیمت هایی که می دهند انتخاب نمی شوند، بلکه اساس گزینش آنها سابقه همکاری و تجربه ای است که از عملکرد آنها وجود دارد. در این سیستم، ارتباط عرضه کنندگان به صورت هرمی شکل است که عرضه کننده اول طرف اصلی با مونتاژگر است و عرضه کنندگان فرعی به صورت سلسله مراتبی با هم ارتباط دارند. عرضه کنندگان رده اول پس از شروع روند طراحی دو تا سه سال پیش از تولید، هیأتی را که "مهندسان طراح دائم" نامیده می شوند، به گروه تکوین در شرکت مونتاژ معرفی می کنند. هنگامی که طراحی محصول با همکاری پیوسته مهندسان شرکت های عرضه کننده تکمیل شد، طراحی و مهندسی دقیق تر بخش های متفاوت به متخصصان مربوطه در شرکتهای عرضه کننده ارجاع می شود. از این رو، کل مسئولیت طراحی و ساخت قطعات یک سازه به عهده عرضه کننده رده اول است.

در تعیین قیمت و تجزیه و تحلیل هزینه، نخست مونتاژگر ناب یک قیمت هدف (TARGET PRICE) برای محصول مشخص می کند، سپس با عرضه کننده بر سر چگونگی ساخت این محصول به نحوی که در چارچوب این قیمت سود معقولی برای هر دو فراهم آورد به توافق می رسد. به عبارت دیگر در این سیستم به جای آنکه قیمت براساس هزینه های عرضه کننده تعیین شود براساس ظرفیت بازار تعیین می شود. برای رسیدن به این قیمت نهایی مونتاژگر و عرضه کننده از تکنیک های مهندسی ارزش استفاده می کنند، هم برای کاهش هزینه های هر مرحله تولید و هم برای شناسایی هر عاملی که می تواند از هزینه هر قطعه

بکاهد. سپس مونتاژگر و عرضه کننده برسر قیمت با حفظ سود معقول عرضه کننده، به قیمت هدف می رسند ولی در سیستم تولید انبوه مسأله خرید یا ساخت، ابتدا توسط کارکنان مرکز مهندسی طراحی می شود. سپس شرکت های مذکور طراحی ها را در اختیار عرضه کنندگان قرار می دهند. همچنین تعداد، کیفیت و زمان ارائه را نیز مشخص می کنند، آنگاه از عرضه کننده ها می خواهند که قیمت خود را پیشنهاد دهند. (سلوک دار، ۱۳۷۵) برای آنکه رهیافت ناب به نتیجه برسد، عرضه کننده باید بخشی اساسی از اطلاعات انحصاری خود را درباره هزینه ها و فنون تولید در اختیار مونتاژگر قرار دهد. مونتاژگر و عرضه کننده، فرآیند تولید عرضه کننده را گام به گام مورد بررسی قرار می دهند تا راهی برای کاهش هزینه ها و بهبود کیفیت بیابند.

دومین مشخصه عرضه ناب، کاهش پیوسته قیمت ها در طول عمر یک مدل است. از آنجایی که قیمت ها بر مبنای چارچوبی معقول مشخص شده است، مونتاژگران می دانند که برای تولید هر محصول منحنی یادگیری وجود دارد. بدین ترتیب، می دانند که هزینه ها باید در سال های بعد کاهش یابد. در واقع، در شرکت های تولید ناب اصلاحات سریع تر انجام می گیرند؛ یعنی منحنی های فراگیری به نسبت منحنی های فراگیری در شرکت های تولید انبوه دارای شیب بیشتری هستند و دلیل این امر وجود کایزن در فرآیند تولید است. از تفاوت های مهم دیگر، شیوه ارائه سازها به مونتاژگر است. اکنون شرکت های عرضه کننده سازها را به طور مستقیم و غالباً به طور ساعتی، یعنی چندبار در یک روز به خط مونتاژ می رسانند. در ضمن این قطعات عرضه شده مورد بازرسی قرار نمی گیرند. پس از مصرف قطعات، مونتاژگر جعبه های خالی قطعه را برای عرضه کننده پس می فرستد تا قطعات مورد نیاز مجدداً ارسال گردد. در چنین سیستمی یکی دیگر از ویژگی های تولید ناب مطرح می شود که یکنواختی تولید است. در این سیستم که کارکنان آن به دلیل بیمه های شغلی، هزینه های ثابت تلقی می شوند، اهمیت یکنواختی تولید بیشتر می شود. از این رو پیشتازان تولید ناب برای هی جون کا (HEIJUNKA) یا یکنواختی تولید، تلاش بسیار می کنند که تا آنجا که ممکن است کل میزان ساخت محصول ثابت نگاه داشته شود که این امر از طریق سیستم فروش فعال شرکت های ناب محقق می شود.

۱-۳-۴- تفاوت در شیوه های طراحی

این تفاوت ها را می توان در چهار مورد زیر خلاصه کرد:

۱. رهبری: تولیدکنندگان ناب از نوعی رهبری به نام (شوسا) که تویوتا پیشگام آن بود، استفاده می کنند. شوسا رهبر گروهی است که وظیفه اش طراحی و مهندسی محصول جدید و آماده کردن آن برای تولید است. شوسا دارای قدرت بسیاری است؛ او فرآیندی را هدایت می کند که نیازمند مهارت های بسیاری است که از عهده یک فرد خارج است. تولیدکنندگان انبوه نیز دارای رهبر گروه تکوین محصول هستند. اما در این سیستم رهبر بیشتر یک هماهنگ کننده است که وظیفه اش متقاعد کردن اعضای گروه برای همکاری است. این رهبر دارای قدرت محدود است.
۲. کار گروهی: شوسا گروه کوچکی را برای اجرای پروژه تکوین محصول گرد هم می آورد. اعضای این گروه همه از بخش های اجرایی شرکت هستند. نظیر بخش های ارزیابی بازار، طراحی محصول، مهندسی تولید و عملیات کارخانه. البته افراد گروه پیوند خود را با بخش های اجرایی مربوطه حفظ می کنند، ولی در طول عمر برنامه آنها مشخصاً تحت فرمان شوسا هستند. در مقابل در بیشتر شرکت های انبوه، یک پروژه تکوین شامل افرادی است که برای مدت کوتاهی از بخش های اجرایی قرض گرفته می شوند. همچنین خود پروژه در طول خط تولید که گستره آن از ابتدا تا انتهای شرکت است، از بخشی به بخش دیگر در حرکت است در نتیجه در هر بخش افراد متفاوتی روی پروژه کار می کنند.



۳. ارتباط با یکدیگر: در تولید ناب ارتباط میان اعضا به این شکل است که اعضای گروه رسماً متعهد می شوند که دقیقاً کاری را انجام دهند که همه اعضای گروه بر سر آن به توافق رسیده اند. اما در تولید انبوه اعضای گروه از برخوردهای مستقیم به شدت پرهیز می کنند. آنها بر سر تصمیمات مربوط به

طراحی، قول و قرارهای مبهمی با یکدیگر می گذارند و کاری را تا وقتی انجام می دهند که دلیلی علیه آن وجود ندارد. در ابتدای طراحی در سیستم تولید ناب تعداد افراد درگیر در بالاترین میزان خود است. همه متخصصان حاضرند و شوسا رهبری گروه را برعهده دارد و به میزانی که پروژه پیش می رود از تعداد افراد درگیر کاسته می شود. اما در تولید انبوه، در آغاز کار تعداد افراد دخیل

در پروژه کم است و در زمان عرضه محصول به بازار، تعداد مذکور به اوج خود می رسد، چرا که این افراد اکنون باید مشکلاتی را رفع کنند که باید در آغاز رفع می شد و این مشابه دوباره کاری در پایان خط تولید است که در نتیجه قیمت محصول افزایش و کیفیت نهایی کاهش می یابد.

۴. **تکوین هم زمان:** به علت ارتباط میان طراحان بخش های مختلف محصول، این امکان فراهم می شود که بخش های مختلف یک محصول به طور هم زمان حرکت کند. به طور مثال در طراحی خودرو، طراح قالب و طراح بدنه با تماس و ارتباطی که با هم دارند این امکان را ایجاد می کنند که به طور هم زمان بر روی یک پروژه کار کنند. اما در تولید انبوه چون ارتباطات در حداقل است و اعضای گروه به هم اعتماد کمی دارند و بعضاً آنها را رقیب خود می شناسند امکان تکوین هم زمان محصول و ارتباط دقیق و پیش بینی از بین می رود. پس این چنین است که روش های تکوین محصول ناب، هم زمان از میزان نیرو و زمان لازم برای ساخت محصول می کاهد و این برخلاف فرضیه هایی است که در تولید انبوه وجود دارد مانند "من می توانم کار را زودتر تحویل بدهم ولی هزینه اش برای شما بیشتر می شود" و یا توهم "کیفیت پر هزینه تر است".



۱-۳-۵- تفاوت در طرز کار کارخانه

اوهنو، سیستم کانبان را ایجاد کرد که در یک گام تنها قطعاتی ساخته می شوند که می باید در گام بعد فوراً عرضه شوند. به این ترتیب کانتینرهای قطعات را به محل استفاده حمل می کنند، هنگامی که بار یک کانتینر تماماً استفاده شد، به محل ارسال باز می گردد و بازگشت آن علامتی است برای ساختن قطعات جدید. طبق این ایده موجودی انبار در کار نیست و اگر تولید یک قطعه باشکال مواجه شود کل خط تولید متوقف می شود. همین امر از نقطه نظر اوهنو نقطه قوت این ایده بود، چراکه در صورت تحقق این ایده

همه شبکه هایی که تداوم تولید را ضمانت می کرد، از میان می رفت. در خط مونتاژ نهایی قطعات به طور پیوسته عرضه می شود و تقسیم کار متوازن است و وقتی کارگری با قطعه معیوب مواجه می شود آن را به دقت برچسب می زند و به محوطه کنترل کیفی می فرستد تا قطعه جانشین آن را دریافت کند. کارگران کنترل کیفی، چراهای پنج گانه را در مورد قطعه معیوب اعمال می کنند تا رسیدن به منشأ اصلی آن، تا علت یابی شده و دیگر روی ندهد.

در سیستم تولید انبوه، فقط مدیران ارشد می توانند خط تولید را متوقف کنند و خط غالباً به دلیل مشکلات مربوط به ماشین آلات و عدم ارائه قطعات متوقف می شود. اما در سیستم تولید ناب هر کارگری می تواند خط تولید را متوقف کند. در این سیستم تقریباً هیچ گاه خط تولید نمی ایستد! چرا که مشکلات از پیش رفع می شود و هیچ گاه یک مشکل برای بار دوم روی نمی دهد. در واقع، توجه پیوسته به مشکلات و ممانعت از بروز آنها، بیشتر دلایلی را که منجر به باز ایستادن خط می شود، از بین می برد.



در پایان خط تولید، دو شیوه تولیدی انبوه و ناب تفاوت قابل توجهی وجود دارد و آن این است که در کارخانه ناب تقریباً هیچ محوطه دوباره کاری وجود ندارد اما در کارخانه انبوه محصولات معیوب زیادی وجود دارند که نهایتاً منجر به افزایش قیمت محصول نهایی و کیفیت پایین تر برای خریدار می گردد و همچنین باعث می شود که توان رقابتی کارخانه کاهش یابد.

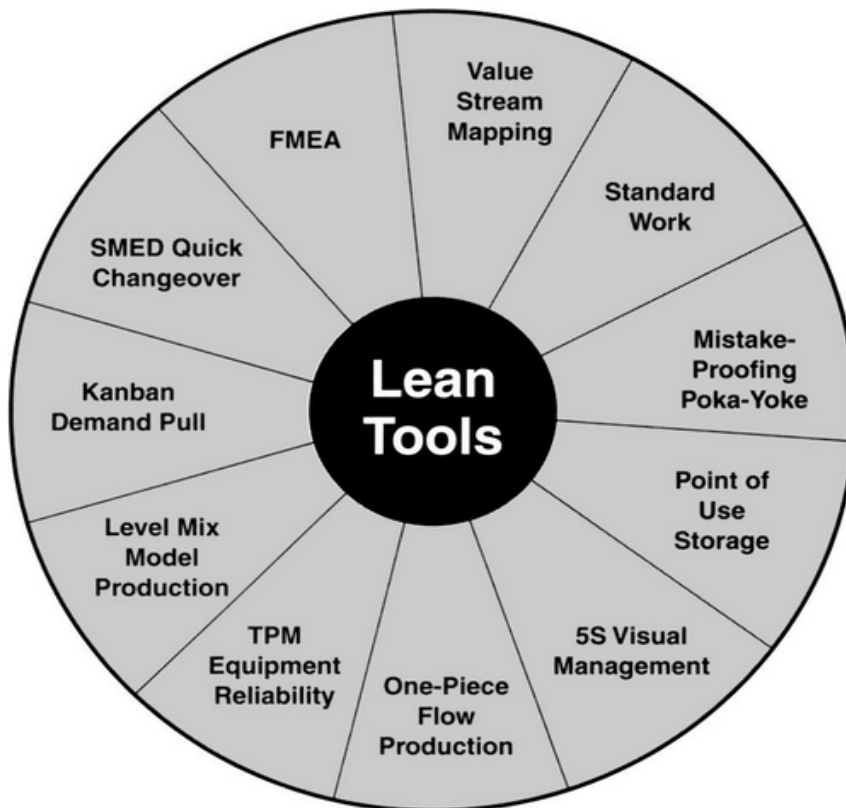
۱-۳-۶- تفاوت در رفتار با مشتری



در سیستم تولید انبوه فورد، چون تنوع محصول کم بود و چون مالک خودرو از عهده بیشتر تعمیرات آن برمی آمد، وظیفه فروشنده این بود که آنقدر خودرو و قطعات یدکی در اختیار داشته باشد که بتواند متناسب با تقاضای مشتری عرضه کند. رابطه کارخانه و فروشنده رابطه ای زورمدارانه بود، به این مفهوم که کارخانه سعی می کرد برای هموار کردن تولید،

خودروهایش را به فروشنده تحمیل کند و رابطه فروشنده و خریدار نیز به همان اندازه زورمندانه بود، چرا که فروشنده برای آنکه عرضه و تقاضا را با هم تطبیق دهد قیمت‌ها را طوری تغییر می‌داد که بیشترین سود را کسب کند. در این سیستم فروش، هیچ تعهد درازمدتی از سوی طرفین نبود و همه برای آنکه فرصت چانه زدن را بیشتر کنند، اطلاعات خود را مخفی می‌کنند و فروشنده اطلاعات درستی درباره محصول نمی‌دهد و مشتری نیز خواسته‌های حقیقی خود را مطرح نمی‌کند و بدین ترتیب در دراز مدت همگی ضرر می‌بینند.

اما در سیستم فروش تویوتا، این شرکت شبکه‌ای از توزیع‌کنندگان دارد که برخی مستقل و در برخی تویوتا مبلغ کوچکی سرمایه‌گذاری کرده است. این فروشندگان ابداع‌گر مجموعه جدیدی از روشها شدند که تویوتا آن را فروش فعال (Aggressive Selling) نامید. ایده اصلی فروش فعال، ایجاد رابطه درازمدت و در حقیقت مادام‌العمری بود میان شرکت مونتاژگر، فروشنده و خریدار؛ این رابطه به این صورت ایجاد می‌شد که فروشنده جزئی از سیستم تولید و خریدار جزئی از روند تکوین محصول گردد؛ فروشنده جزئی از سیستم تولید شد به این صورت که تویوتا بتدریج تولید را برای خریداران ناشناخته متوقف کرد و به جای آن سیستم ساخت سفارشی را قرار داد. یک سیستم کانبان دیگری که در آن فروشنده نخستین گام حرکت بود، او سفارشات مربوط به خودروهای پیش‌فروش شده را به کارخانه می‌فرستاد تا طی دو یا سه هفته به مشتریان عرضه گردد. همچنین در این سیستم موجودی به اندازه دو یا سه هفته بیشتر نیست و درچنین شرایطی هزینه‌های نگهداری محصول تکمیل شده کاهش می‌یابد؛ در این سیستم، فروشنده با مراجعه مستقیم به مشتری، یک پایگاه اطلاعاتی ایجاد می‌کند که اطلاعات مربوط به خانواده‌ها و اولویت‌های آنان را تشکیل می‌دهد و بدین ترتیب شرکت انرژی خود را صرف کسانی می‌کند که احتمال خرید آنها بیشتر است و این چنین است که اگر تولیدکننده ناب نتواند چیزی را بسازد که مشتری می‌خواهد، آنگاه همه تنوعی که تولید ناب ممکن ایجاد می‌کند، بیهوده است.



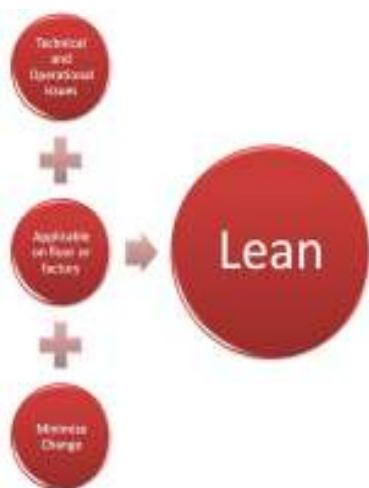
اما در سیستم تولید انبوه نیازهای کارخانه در درجه اول اهمیت است. در واقع فروشنده و خریدار باید خود را با کارخانه سازگار کنند. رابطه بخش بازاریابی و فروشندگان نوعاً زورمدارانه است، زیرا بخش بازاریابی وظیفه خود می‌داند که اطمینان یابد آیا میزان فروش فروشندگان آن قدر هست که کارخانه بتواند میزان تولید خود را ثابت نگه دارد. فعالیت کلیدی بخش فروش آن است که با تردستی، فروشنده و مصرف‌کننده را چنان برانگیزاند که همه خودروهایش فروش رود. در این سیستم مهارت‌های فروشنده در این نیست که اطلاعات را به طراحان محصول برگرداند، بلکه در مجاب کردن مشتری است. به همین دلیل بازخورد قوی برای انتقال نیازهای مشتری از طرف فروشنده به کارخانه وجود ندارد. همچنین فروشنده قصد دارد معامله را هرچه زودتر قطعی کند و برای رسیدن به هدفش اطلاعات کمی درباره محصول به مشتری می‌دهد و وقتی معامله صورت گرفت، فروشنده دیگر کاری با مشتری ندارد. سیستم فروش ناب، سعی در ایجاد وفاداری مادام‌العمر در مشتری دارد و همیشه نگران سهم بازار خود است و سعی می‌کند حتی یک مشتری را از دست ندهد. این سیستم، فعال است، نه منفعل و فروشنده مراجعه مستقیم به مشتری می‌کند. وقتی که سرعت فروش کم است، نیروهای فروش ساعت بیشتری کار می‌کنند و وقتی فروش از یک سطحی پایین‌تر بیاید که کارخانه سفارش کافی برای ادامه فعالیت ندارد، کارمندان تولید به سیستم فروش منتقل می‌شوند. بنابراین مشتری در نظر این سیستم تولید جزء مکمل روند تولید است.

از ایراداتی که به این سیستم فروش گرفته می شود هزینه های بالای آن است اما شرکت های ژاپنی کاملاً از هزینه های سیستم خود آگاهند و استدلال آنها چنین است که اگر کارکرد فروش ناب همچون کارکرد فروش در تولید انبوه باشد، همه هزینه هایی که برای ناب شدن تولید صرف می شود، بی معنی می شود.

۴-۱- سازماندهی ناب در سطح کارخانه

سازماندهی کارخانه واقعاً ناب دارای دو مشخصه کلیدی است:

۱. در یک کارخانه ناب مسئولیت ها به عهده کارگرانی است که واقعا برای محصول در حال مونتاژ ارزش افزوده ای ایجاد می کنند و در چنین کارخانه ای سیستمی برای شناسایی عیوب وجود دارد که در آن سیستم هر مشکل به محض وقوع آنقدر تعقیب می شود تا علت اصلی و نهایی آن کشف شود.



۲. در کارخانه ناب، کارگران خط تولید به صورت گروهی کار می کنند و یک سیستم اطلاع رسانی ساده اما گسترده وجود دارد که به هرکس در کارخانه این امکان را می دهد تا سریعاً به مشکلات پاسخ دهد و بتواند وضعیت کلی کارخانه را درک کند. قلب کارخانه ناب، در واقع همانا گروه کار پویا است. نخست کارگران نیاز دارند گستره متنوعی از مهارت ها را بیاموزند،

شغل ها در گروه های کار چنان است که وظایف بتواند میان کارگران بچرخد و کارگران بتوانند جای خالی یکدیگر را پرکنند. کارگران نیاز به کسب مهارت های اضافی همانند تعمیر ابزارآلات ساده، کنترل کیفیت، تمیزکاری، سفارش مواد مورد نیاز دارند. بنابراین آنها باید تشویق شوند تا فعالانه فکر کنند، به طوری که بتوانند پیش از جدی شدن مشکلات راه حل هایی برای آنها بیندیشند.

البته کارگران تنها زمانی به تولید ناب پاسخ می دهند که نوعی تعهد دوجانبه موجود باشد، این حس که مدیریت به کارگران ماهر ارزش می نهد، و به خاطر حفظ آنها از خودگذشتگی خواهد کرد و مسئولیت را به گروه آنها واگذار می کند و مدیریت می باید استراتژی کنترل را حذف



و به سمت استراتژی کنترل درونی و مسئولیت‌پذیری کارگران حرکت کند. (Biazzo, 2000)

۱-۵- محدوده عملکرد تولید ناب

تولید ناب در ۵ ناحیه زیر به فعالیت خود ادامه می‌دهد:

۱- قیمت ۲- کیفیت ۳- تحویل ۴- امنیت و ایمنی کارکنان ۵- دلگرمی دادن به مشتریان

۱-۶- فواید تولید ناب

در یک سیستم تولید ناب، قلب کارخانه همان گروه کار پویاست. در این کارخانه سیستمی برای شناسایی عیوب وجود دارد و هر مشکل به محض وقوع، آنقدر مورد پیگیری قرار می‌گیرد تا علت اصلی و نهایی آن پیدا و مشکل حل شود. در این سیستم، بحث خود کنترلی مفهوم پیدا می‌کند و استراتژی کنترل حذف می‌گردد. کلیه افراد در عین دارا بودن تخصص، باید افرادی چند منظوره باشند و بتوانند جای خالی یکدیگر را پر کنند. ایده اصلی در فروش ناب، ایجاد یک رابطه دراز مدت و در حقیقت مادام‌العمر با مشتری است. ایجاد و جاری ساختن یک سیستم تولید ناب سبب به دست آوردن فواید زیر می‌گردد:

۱. کاهش میزان ضایعات تا ۸۰٪
۲. کاهش قیمت تمام شده تا ۵۰٪
۳. کاهش زمان تولید تا ۵۰٪
۴. کاهش انبارداری به میزان ۸۰٪ همراه با افزایش سطح سرویس دهی به مشتریان
۵. کیفیت بالاتر
۶. سود بیشتر
۷. انعطاف بیشتر در پاسخگویی به تغییرات
۸. استفاده بهتر از مهارت نیروی انسانی
۹. تمرکز استراتژیک بیشتر
۱۰. بهبود گردش نقدی از طریق بهبود در فواصل زمانی حمل و نقل مواد اولیه و محصول و دریافت پول

البته بدیهی است که با تمرکز پیوسته بر کاهش تلفات، هیچگاه برای سود حاصل شده نهایی وجود نخواهد داشت.

۱-۷- کاربردهای تولید ناب:

تکنیک‌های تولید ناب نه تنها در تولید قابل استفاده می‌باشند بلکه در صنایع خدماتی و محیط‌های خدماتی نیز کاربرد دارند. همانطوری که می‌دانیم هر سیستمی شامل ضایعات و تلفاتی می‌باشد، یعنی فعالیتهایی که هیچگونه ارزش افزوده‌ای برای مشتریان به همراه نخواهند داشت.

۱-۸- حالت‌های کلیدی در تولید ناب

۱. کاهش هزینه و زمان تنظیم دستگاهها: آموزش کارکنان برای تنظیم دستگاه‌ها، سبب می‌شود تا زمان تنظیم دستگاهها به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده و تولید محصولات با حجم کم نیز کاملاً اقتصادی و به صرفه گردد.
۲. تولید با حجم کم محصولات: سبب انعطاف پذیری در هنگام پذیرش برای تولید محصولات با تیراژ کم از سوی مشتری و یا همان تولید در زمان مشخص (JIT) می‌گردد.
۳. توانمندسازی پرسنل: این اصل از راه سازماندهی کارکنان و تشکیل تیمهای کاری و آموزش دادن به آنها و مسئولیت دادن به تیمهای آموزش دیده به منظور نگهداری محیط کار، بررسی در کیفیت، به حداقل رساندن تعمیرات و دوباره کاری و همچنین ترغیب آنان به بحثهای گروهی و پیدا کردن راهکارهایی در جهت بهبود فرآیند صورت می‌پذیرد.
۴. تولید در زمان مشخص (JIT): با برقراری این اصل، کمیت و میزان کارهای انجام شده در هر مرحله از فرآیند، تنها به میزان نیاز و ورودی فرآیند بعد بستگی دارد. با رعایت این اصل، سیر زمان هدایت (lead time) و همچنین هزینه‌های سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد.
۵. نگهداری مستمر از وسایل: همانطوری که در سیستمهای کششی تولید، انبارداری کاهش می‌یابد، بنابراین میزان خرابی دستگاهها نیز باید کاهش یابد. این اصل تنها زمانی قابل اجراست که بتوان اپراتورها را به گونه‌ای توانمند ساخت که مسئولیت اصلی نگهداری از دستگاهها بر عهده آنها باشد. زیرا آنها اولین کسانی هستند که در هنگام بروز نقص در کارایی دستگاه، متوجه این موضوع می‌گردند.
۶. استفاده از نیروی کاری چند منظوره: توانمند کردن کارکنان، سبب ایجاد قابلیت انجام چند کار به صورت همزمان در آنها می‌گردد، پس باید این توانمندی را با آموزش کافی به آنها انتقال داد.

۷. متضمن نمودن تأمین کنندگان: تولید کننده باید تأمین کنندگانش را به عنوان شریک‌های طولانی تربیت کند و همچنین می‌بایست تأمین کنندگان بتوانند مسئولیت تهیه قطعات و یا سرویس‌های خدماتی ممکن را به بهترین وجه در یک مدت زمانی مشخص بر عهده بگیرند.

۹-۱- هفت مورد اتلاف به همراه دلایل ایجاد آنها که در تولید ناب باید از سیستم‌های تولیدی حذف گردند

۱. تولید بیش از حد: تولید بیش از حد و بیش از نیاز مشتری و تولید مواد غیر ضروری به دلایل طرز تفکرهای زیر حادث می‌گردد:

- ۱-۱- چیدمان طولانی فرآیندهای تولید
- ۲-۱- برنامه‌ریزی نامنظم
- ۳-۱- کنترل و بازرسی بیش از حد لازم
- ۴-۱- بار کاری غیر متعادل
- ۵-۱- اتوماسیون غلط

۲. انتظار و تأخیرهای زمانی: انتظار و تأخیرهای زمانی و بطور کلی کلیه زمانهایی که در خلال آن هیچ ارزش افزوده‌ای در کالا پدید نیاید، به سبب دلایل زیر در یک سیستم حادث می‌گردد:

- ۱-۲- نیروی کار غیر متعادل
- ۲-۲- نگهداری غیر برنامه‌ریزی شده ماشینها
- ۳-۲- بروز مشکلات کیفی، که در اثر خلاف جهت حرکت کردن ایجاد می‌گردد
- ۴-۲- برنامه‌ریزی غیر منظم
- ۵-۲- زمان چیدمان طولانی فرآیند

۳. جابجایی غیر ضروری مواد: تأخیر در دسترسی به مواد اولیه، دسترسی‌های غیر ضروری و دسترسی‌های چند باره، به سبب دلایل زیر در یک سیستم بوجود می‌آید:

- ۱-۳- چیدمان غلط
- ۲-۳- درک غلط از جریان فرآیند تولید

۴. **موجودی:** نگهداری یا تأمین بیش از حد لازم مواد اولیه غیر ضروری، نیم‌ساخته‌ها و محصولات نهایی به سبب دلایل زیر در یک سیستم بوجود می‌آید:

۴-۱- برنامه‌ریزی غیر منظم

۴-۲- ارسال غیر مطمئن توسط تأمین کنندگان

۴-۳- پیش بینی غلط از بازار

۴-۴- نیروی کار غیر متعادل

۵. **فرآیندهای کاری اضافی:** عناصر و فرآیندهای کاری اضافی به سبب دلایل زیر در یک سیستم حادث می‌گردند:

۵-۱- تغییر محصول بدون تغییر فرآیند

۵-۲- داده‌ها و اطلاعات اضافی

۵-۳- کمبود ارتباطات

۵-۴- مشخص نبودن نیازهای واقعی مشتریان

۶. **تحرك بیش از حد(تردد):** حرکت بیش از حد افراد و یا وسایل به دلایل زیر در یک سیستم به وجود می‌آید:

۶-۱- چیدمان غلط یا غیر مناسب بودن تسهیلات

۶-۲- راندمان کم ماشینها یا افراد

۶-۳- همساز نبودن روشهای تولید

۷. **واحدهای تولید کننده ضایعات(قطعات و محصولات معیوب):** تولید در یک فرآیند که ضایعات یا دوباره کاری‌ها را به دنبال داشته باشد به علت‌های زیر در یک سیستم به وجود می‌آید:

۷-۱- کنترل ضعیف فرآیند

۷-۲- طراحی و نگهداری غیر کارا

۷-۳- نشناختن نیازهای مشتری

۷-۴- کیفیت پایین

تمامی بندهای هفت گانه بالا به اتلاف یا مودا (Muda) معروفند و مصرف کننده منابع و ذخایر می باشند ولی هیچ ارزشی ایجاد نمی کنند که باید از سیستم تولیدی حذف گردند.

۱-۱۰- ارزیابی تغییرات در جهت تولید ناب (عناصر تولید ناب)

با در نظر گرفتن اصول اساسی ناب می توان این مراحل را برای اجرا در نظر گرفت: تعیین دقیق ارزش هر محصول، شناسایی جریان ارزش محصولات (زنجیره ارزش مشتری)، حرکت بدون وقفه در این مسیر، سیستم کششی و تعقیب کمال.

۱-۱۱- مؤلفه هایی که برای ایجاد تغییرات جهت تولید ناب باید لحاظ کرد

۱. حذف تلفات (یعنی حذف هر چیزی که مشتری نمی خواهد برای آن بهایی بپردازد)
۲. بهبود مستمر توسط حلقه های کیفیت و سیستم پیشنهادات
۳. به صفر رساندن عیوب که لازمه کیفیت است
۴. سیستم کششی به جای فشاری (جریان فرآیند بر اساس نیازها و تمرکز بر خروجی و سنجش تطابق با خواسته های مشتریان به جای تمرکز بر ورودی ها)
۵. تیم های کاری چند مهارتی که منجر به کاهش تعداد سطوح سازمانی می شود
۶. بهنگام بودن (به معنای کوتاه کردن زمان سفارش)
۷. مسئولیت های غیر متمرکز و وظایف تلفیقی (که بوسیله افزایش محتوای کاری و کاهش نیروی نظارتی و نیروی کار غیر مستقیم صورت می گیرد)
۸. کنترل کیفیت در حین فرآیند به جای بازرسی در انتهای فرآیند
۹. تنظیم سریع دستگاه ها (به خاطر تنوع تولیدات و بالا بودن تعداد دفعات تولید)
۱۰. شبکه تأمین (ارائه بازخورد به عرضه کننده و رابطه بر مبنای سود دو طرفه)
۱۱. سیستم تعمیرات و نگهداری بهره ور جامع (TPM) به وسیله بهبود و اصلاح ماشین آلات و آموزش کارکنان
۱۲. تولید محموله های کوچک (سفارش های کم)
۱۳. منابع قابل انعطاف (نیروی کار با گستره متنوعی از مهارت ها و تخصص ها و تجهیزات چند کاره برای تولید محصولات متفاوت در دستگاه های مشابه)
۱۴. رضایت مشتری (هم تأمین رضایت مشتریان درونی که کارکنان هستند و هم تأمین رضایت مشتریان بیرونی)

۱۵. سیستم کنترل جی دو کا (JIDOKA) (انتقال هوش انسانی به ماشین آلات خودکار به طوری که در مقابل تولید یک قطعه معیوب حساس باشد و ضمن اخطار، به طور خودکار متوقف شود)

۱۲-۱- اهداف تولید ناب

۱. تولید با قیمت پایین و در حجم زیاد
۲. تولید استاندارد
۳. افزایش تنوع تولید و رفع نیاز مشتریان
۴. ایجاد حس مسئولیت در کارکنان همراه با آزادی عمل در کار

۱۳-۱- اجزای تولید ناب

۱. بیداری فرهنگی و گسترش آگاهی پرسنل در رابطه با فواید تولید ناب
۲. سازماندهی در محل کار مانند ایجاد ۵S یا کنترل‌های چشمی، به شکلی که کلیه افراد در امر کنترل کیفیت دخیل باشند
۳. استانداردسازی کارها و سوق دادن فرآیندها به سمتی که بر مبنای استانداردهای مهندسی استوار باشند
۴. انعطاف پذیر بودن و عدم مقابله در برابر تغییرات و گسترش این اصل در میان افراد کارخانه
۵. قدرتمند نمودن کارکنان و بهبود مستمر در امور جاری در سیستم
۶. توانایی سریع در تغییر خط به منظور تولید محصولات متنوع و با تیراژهای متفاوت
۷. اثبات خطا و پذیرش خطا و اصلاح آن از سوی مرتکبین
۸. کنترل مواد ورودی
۹. تولید متناسب با نیازهای مشتری که باید به عنوان اصول اولیه برای ایجاد این سیستم مد نظر قرار گیرد.

۱۴-۱- نقاط ضعف تکنیک ناب

به منظور داشتن یک دید جامع می بایست ضمن لحاظ کردن تمام محاسن و مؤلفه های مذکور، به ضعف‌های آن نیز در مقایسه با مهندسی ارزش توجه نمود. بعضی از این نقاط ضعف عبارتند از:

- ❖ تکنیک ناب ممکن است بدون سنجش منطقی نتایج، ریسک را افزایش دهد.
- ❖ تکنیک ناب ممکن است نتواند مستندات کافی جهت سود در بازار کسب و کار برای حسابداری سنتی ارائه دهد.
- ❖ به هنگام مواجهه با مسایل پیچیده مکرر و متقابل با محدودیت‌هایی مواجه است زیرا روش سعی و خطا را در پیش می‌گیرد.
- ❖ سیستم فروش ناب و همین‌طور آموزش کارکنان و متناسب کردن سیستم سازمان با اهداف ناب ممکن است مجموع هزینه‌ها را افزایش دهد.

۲- تکنولوژی گروهی

۲-۱- تکنولوژی گروهی چیست؟

از تکنولوژی گروهی که اصول علمی آن در سال ۱۹۵۸ میلادی توسط اپیتز^{۲۸} در آلمان بنا نهاده شد تعاریف و برداشت‌های گوناگونی ارائه گردیده است. به طوری که عده‌ای از صاحب‌نظران مانند Ben (۱۹۹۸) و David Burbig (1975) آن را یک فلسفه تولیدی جدید می‌دانند که معایب دو فلسفه تولید سفارشی و تولید انبوه را حذف و مزایای آنها را در خود جمع کرده است. Spriggs (۱۹۹۶) آن را یک سیستم تولیدی همانند دیگر سیستم‌های تولید از قبیل تولید ناب، تولید انعطاف‌پذیر و... بر می‌شمرند و برخی مانند Malhotra (۱۹۹۵) نیز به تکنولوژی گروهی فقط به‌عنوان یک نحوه

استقرار نگاه کرده و آنرا مترادف استقرار سلولی در نظر می‌گیرند. علی‌رغم برداشتهای متفاوت از تکنولوژی گروهی و پیدایش پیشرفت‌ها در زمینه چگونگی به‌کارگرفتن آن طی دهه‌های گذشته اصول علمی آن ثابت بوده و تمامی صاحب‌نظران آن را استفاده از تشابهات موجود در قطعات برای طراحی و تولید بهتر محصولات می‌دانند. در این نوع استقرار تلاش بر این است تا با حفظ انعطاف‌پذیری استقرار فرآیندی، کارایی افزایش داده شود. اگر بتوانیم کارایی بالای استقرار محصولی را با انعطاف زیاد و توان تولید محصولات متنوع استقرار فرآیندی ترکیب کنیم استقرار سلولی حاصل می‌گردد که بر اساس آن دو قدم اساسی باید برداشته شود؛ اول تشخیص کالاهای هم‌خانواده و دسته‌بندی آنها و دوم قرار دادن تجهیزات در سلول‌های متفاوت بر اساس فرآیند تولید کالاهای هم‌خانواده. (متقی، ۱۳۸۹)

تکنولوژی گروهی با تشکیل خانواده قطعات آغاز می‌گردد. از این رو قطعاتی که خصوصیات طراحی و تولیدی مشابهی دارند به روشهای مختلف کیفی از قبیل روش بازرسی چشمی^{۲۹}، روش تجزیه و تحلیل جریان تولید^{۳۰} و... یا روشهای کمی برمبنای ضرایب شباهت شناسایی و در یک خانواده قرار می‌گیرند و هر خانواده در یک سلول تولید می‌گردد که انواع ماشینهای موردنیاز غیرمشابه در آن وجود دارند. بدین ترتیب به‌کارگیری تکنولوژی گروهی مستلزم تغییراتی اساسی شامل آرایش مجدد دستگاه‌ها و ماشین‌آلات از یک نحوه استقرار وظیفه‌ای^{۳۱} به یک سری استقرارهای محصول‌گرا^{۳۲} است. به‌دلیل اینکه در تولید سلولی همه قطعاتی که در یک سلول تولید می‌شوند، مشابه هستند، زمانهای تنظیم یا استقرار^{۳۳} نسبتاً کوتاه است و

۱. Opitz
۲. Visual Inspection Method
۳. Production Flow Analysis Method = PFA
۴. Functional Layout
۵. Oriented Layouts Product
۶. Setup Time

این زمان‌های تنظیم کوتاه‌تر اندازه‌های دسته^{۳۴} کوچکتر را از نظر اقتصادی توجیه می‌کند. دلیل مطلوبیت دسته‌های کوچکتر بدین‌خاطر است که منجر به مزایایی از قبیل زمانهای انتظار^{۳۵} کوتاه‌تر، کالای در جریان کار^{۳۶}، نیازمندیهای فضایی، دور ریختگی^{۳۷} و اصلاح^{۳۸} کمتر و در نهایت کاهش هزینه‌ها می‌گردد. اپراتورها در یک سلول تولیدی دارای عدم تمرکز وظایف بوده و نیازمند فراگیری چندین مهارت 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 می‌گردد. علیرضا منصوری در مقاله ای با عنوان "مزیت رقابتی برمبنای تکنولوژی گروهی" بیان می‌دارد که قدرت یک مزیت رقابتی برمبنای کیفیت بالای محصول، هنگامی که اکثر شرکتها محصولات خود را بهبود می‌بخشند، رو به زوال است و رفته رفته کیفیت در محیط تولیدی به یک مسأله شناخته شده تبدیل می‌گردد، از این رو شرکتها باید به فکر گزینش سلاح رقابتی جدید باشند تا در آینده نیز بتوانند از مزیت رقابتی سود جویند. انعطاف‌پذیری ابزاری است که می‌تواند مبنای مزیت رقابتی قرار گیرد. در شرکتهای تولیدی، انعطاف‌پذیری به روشهای گوناگونی محقق می‌شود و شرکتهایی که روش تکنولوژی تولید انعطاف‌پذیر را به‌کار می‌بندند بیشتر از سایر شرکتها می‌توانند در برابر تغییرات سریع بازار، افزایش رضایت مشتری و افزایش سودآوری واکنش نشان دهند. به‌طوری که تحقیقات نشان می‌دهد اتخاذ و استفاده از روش تکنولوژی تولید انعطاف‌پذیر، سطح رقابت آینده یک سازمان را تعیین می‌کند.

۲-۲- کاربرد کدگذاری

چنانچه کدگذاری و طبقه‌بندی قطعات در روش تکنولوژی گروهی به‌کار گرفته شود و قطعات براساس یکی از طرحهای کدینگ، کدگذاری و طبقه‌بندی گردند مزایای حاصل از تکنولوژی گروهی دوچندان گردیده و انعطاف‌پذیری آن افزایش می‌یابد. از جمله کاربردهای یک سیستم کدگذاری در یک محیط تکنولوژی گروهی می‌تواند در طراحی قطعات و محصولات باشد که طراح نیاز به طراحی مجدد یک قطعه جدید نداشته و با فراخوانی قطعات مشابه در پایگاه داده‌های سیستم کدگذاری می‌تواند قطعه جدید را با توجه به قطعات مشابه سریعتر و ساده‌تر طراحی کرده و از دوباره‌کاری پرهیز کند. از جمله کاربردهای دیگر آن در برنامه‌ریزی فرایند است و هر زمان که قطعه جدیدی طراحی می‌شود، طراح فرآیند، طرحهای موجود را بررسی کرده و تصمیم می‌گیرد کدام ماشین ابزار باید قطعه جدید را تولید کند و کدام عملیات و باچه توالی باید انجام شود. کدگذاری در محیط تکنولوژی گروهی می‌تواند در زمینه‌های دیگر نظیر خرید و

-
۷. Batch
 ۱. Lead Time
 ۲. Work in Process
 ۳. Scrap
 ۴. Rework

فروش برای کاهش تعداد خریدهای انواع مختلف قطعه و ارائه خدمات بهتر به مشتریان هنگامی که سفارش‌هایی دریافت می‌شود و همچنین استفاده بهینه از شرایط استثنایی در بازار و ارائه منطقی و سریعتر قیمت نیز کاربرد داشته باشد.

۳-۲- نتایج انعطاف‌پذیری

تکنولوژی گروهی با داشتن مزایایی چون طراحی آسانتر قطعات، استاندارد شدن تعویض و تنظیم ابزار و کاهش تنظیم‌ها، کاهش حمل‌ونقل مواد، کنترل بهتر تولید و کاهش کار در جریان فرآیند، طراحی دقیقتر و ساده‌تر فرآیند و نهایتاً افزایش رضایت کارکنان می‌تواند انعطاف‌پذیری را به عنوان یک مزیت رقابتی برای سازمان به ارمغان آورده و به کیفیت بالای محصول، سودآوری و ارائه خدمات بهتر به مشتریان منجر گردد.

الف) بهبود کیفیت محصول: بهبود کیفیت محصول در تکنولوژی گروهی به دلایل زیر حاصل می‌شود. نخست: چون اپراتورها در یک سلول، مجموعه قطعات مشابهی را تولید می‌کنند در تولید آن قطعات مهارت خاصی می‌یابند لذا اشتباهات کمتری خواهند داشت. دوم: اینکه چون اندازه دسته‌ها در تکنولوژی گروهی کمتر می‌شود به‌هنگام بروز یک اشتباه در یک دسته، قطعات معیوب کمتری تولید می‌شود و نهایتاً: به دلیل نزدیکی ایستگاه‌های کاری در یک سلول، اپراتورهای ماشین عموماً با همه عملیات در سلول آشنایی دارند و این عامل به آنها اجازه می‌دهد که بیشتر اشتباهاتی را شناسایی کنند که طی عملیات قبلی ایجاد شده بودند.

ب) بهبود سودآوری: تکنولوژی گروهی و انعطاف‌پذیری به وجود آمده از طریق آن، سود یک شرکت را به وسیله کاهش هزینه‌ها، افزایش ظرفیت و بهبود در فرآیند تخمین هزینه‌ها افزایش می‌دهد. پایین آوردن هزینه‌های تولیدی در تکنولوژی گروهی از طریق کاهش زمانهای تنظیم و کاهش حمل‌ونقل مواد، کاهش کار در جریان ساخت و در نتیجه آزاد شدن سرمایه و کاهش زمان طراحی محصول جدید و... که به کاهش هزینه‌های سربار کمک می‌کنند به دست می‌آید. افزایش ظرفیت نیز از طریق کاهش زمانهای تنظیم ایجاد می‌شود، بدین ترتیب که در زمانهای تنظیم هیچ محصولی تولید نمی‌شود. بنابراین، هنگامی که کاهش هزینه‌های تنظیم به وجود آید، زمان ذخیره شده می‌تواند به تولید محصولات اضافی اختصاص یابد و به سودآوری منجر شود. با وجود سیستم‌های کدگذاری و طبقه‌بندی قطعات، شرکتها کار تخمین هزینه‌های تولیدی و ارائه قیمت‌های پیشنهادی برای محصولات سفارشی را سریعتر و بهتر انجام می‌دهند که این تخمین بهتر هزینه‌ها به کاهش عوامل نامطمئن محیطی می‌انجامد و به سودآوری شرکت کمک می‌کند.

ج) بهبود ارائه خدمت به مشتری: یکی از مهمترین جنبه‌های انعطاف‌پذیری تکنولوژی گروهی در ارائه خدمات بهتر به مشتریان متبلور می‌گردد که به وضعیتهای جدید رقابتی منجر خواهد شد و این بهبود و افزایش سطوح خدمت به مشتری در بخشهای زیر مطرح است:

۱. **کاهش زمان‌های انتظار (تأخیر):** سلولهای تولیدی چنانکه پیش از این ذکر گردید زمانهای انتظار را کاهش می‌دهند. این کاهش زمانهای انتظار به شرکتها در پاسخگویی بیشتر به مشتریان کمک می‌کند و هنگامی که مشتریان برای حداقل کردن سطح موجودیهای خود کوشش می‌کنند. توانایی برآوردن نیاز آنها با یک زمان تأخیر کوتاه می‌تواند ارائه خدمتی بهینه به آنان باشد. بخصوص شرکتهایی که سیستم‌های تولید به موقع (JIT) را بهکار می‌گیرند، تأمین‌کنندگان آنها باید سعی کنند زمانهای تأخیر را کاهش دهند و سطح موجودی‌های آنها را به حداقل برسانند.

۲. **تعهدات تحویلی مطمئن‌تر:** یک بخش مهم از جوابگویی در برابر مشتریان برآوردن انتظارات آنان است. تکنولوژی گروهی از طریق کاهش زمانهای انتظار به شرکتها در تخمین تاریخ‌های تحویل کمک می‌کند تا تعهدات تحویلی مشتریان خود را به موقع برآورده سازند.

۳. **ردیابی ساده وضعیت سفارش:** هنگامی که مشتری در مورد وضعیت سفارش جستجو می‌کند پرسنل تولید و فروش به راحتی می‌توانند سلولی را که در آن قطعه یا محصول موردنظر تولید می‌شود ردیابی کرده و اطلاعات موردنظر را در اختیار مشتری قرار دهند. از این گذشته چون سلولهای کاری از کار در جریان فرآیند (WIP) کمتری برخوردارند. پیدا کردن موقعیت یک سفارش خاص با سرعت امکان‌پذیر است.

۴. **کاهش زمان طراحی محصول جدید:** چنانکه شرکتی بخواهد بازار یک کالای جدید را به خود اختصاص دهد و نخستین شرکتی باشد که به بازار یک محصول جدید وارد می‌شود کوتاه کردن دوره‌های زمانی طراحی می‌تواند یک منبع مزیت رقابتی برای وی محسوب گردد. در این زمینه چنانکه پیش از این ذکر گردید، سیستم‌های کدگذاری و طبقه‌بندی کالا می‌توانند زمان طراحی محصولات جدید را کاهش دهند.

۵. **استاندارد کردن آسان‌تر اجزاء فرعی محصول:** استاندارد کردن اجزاء فرعی محصول (تمرکز بر شناخت وجوه اشتراک محصولات و اجزاء فرعی)، تعمیر و تعویض قطعات موردنیاز برای ارائه خدمت به مشتریان را کاهش می‌دهد. در طول زمان شرکت سطح بالایی از اشتراکات در طراحیها را به دست می‌آورد و از این رهگذر تعداد طراحیهای مختلف یا قطعاتی که شرکت تولید می‌کند محدود می‌شود. افزایش اشتراکات اجزاء فرعی، به یک شرکت در نگهداری سطح پایین‌تری از موجودیهای موردنیاز برای نگهداری، تعمیرات و عملیات (MRO) کمک

می‌کند. بدین ترتیب با استاندارد شدن اجزاء فرعی، شرکتها می‌توانند هزینه موجودی و سطح خدمت به مشتری را به‌عنوان قسمتی از استراتژی رقابتی خود متعادل کنند.

۶. پایگاه داده‌های در دسترس برای فروشندگان: سیستم کدگذاری و طبقه‌بندی بر مبنای تکنولوژی گروهی می‌تواند به‌عنوان ابزاری با ارزش برای فروش تلقی گردد. چنانکه پایگاه داده‌هایی که در آن اطلاعات مربوط به محصولات و قطعات گنجانده شده، می‌تواند به‌عنوان یک کاتالوگ با انعطاف‌پذیری بالا برای فروشندگان محسوب شود و چنانچه نیازهای مشتریان با محصولات موجود برآورده نمی‌شود، فروشنده به جستجوی محصولات مشابه در پایگاه داده‌ها می‌پردازد که آن محصول می‌تواند برای نیازهای مشتری مستقیماً استفاده گردد یا تغییراتی در آن ایجاد شود.

بدین ترتیب، اتخاذ تکنولوژی گروهی می‌تواند وضعیت رقابتی یک شرکت در بازار را با مجهز شدن به مزیت رقابتی موجود (انعطاف‌پذیری) بهبود دهد و زمانی که کیفیت محصول دیگر نمی‌تواند به‌عنوان مبنایی برای مزیت رقابتی قلمداد گردد، انعطاف‌پذیری بر مبنای تکنولوژی گروهی می‌تواند سلاخی جدید برای رقابت محسوب شود، که خود تضمین‌کننده کیفیت بالای محصول خواهد بود و علاوه بر آن به بهبود سودآوری و ارائه خدمات بهتر به مشتریان نیز می‌انجامد و ورود سازمان به بازارهای متغیر و رقابتی جدید را تسهیل می‌کند.

۲-۴- خصوصیات استقرار تکنولوژی گروهی

- ✓ سرعت حمل و نقل مواد و قطعات بالاست.
- ✓ به دلیل متوازن بودن ایستگاههای کاری، ذخیره کالاهای نیمه ساخته بین ایستگاهها پایین است.
- ✓ به دلیل استفاده از قید و بستهای^{۳۹} عمومی و انعطاف پذیر، میزان سرمایه گذاری در قید و بست ها حداقل است.
- ✓ زمان راه اندازی ماشین آلات کاهش می یابد.
- ✓ در هر سلول معمولاً از افراد چندوظیفه ای استفاده می شود و از نیروی کار به نحو شایسته استفاده می گردد.
- ✓ به دلیل چرخش و توسعه شغلی میزان رضایت شغلی و انگیزه کاری کارکنان بالاست. (متقی، ۱۳۸۹)

۲-۵- گام‌های ایجاد استقرار سلولی

- ۱) شناسایی گروه قطعاتی که مسیر مشابهی را طی می‌کنند.
- ۲) با توجه به فرآیند تولید هر گروه از قطعات استقرار ماشین آلات مورد نیاز از فرآیندی به سلولی گروه بندی می‌شوند.
- ۳) استقرار سلولها به نحوی که میزان حرکت مواد به حداقل برسد.
- ۴) ماشین های بزرگی که نمی‌توانند بین سلولها قرار بگیرند، نزدیک سلول هایی که به آنها نیاز دارند، مستقر می‌شوند. (متقی، ۱۳۸۹)

۳- کاربرد تکنولوژی گروهی در تولید ناب:

طبق آنچه بیان شد، تولید ناب در واقع فلسفه و نگرشی است که درصدد حذف و از بین بردن هر فرآیند اضافی (در مرحله تهیه مواد اولیه، تولید و در نهایت فروش) است و ارزش افزوده ای ایجاد نمی‌کند. در حقیقت "تفکر ناب" در مقابل "اتلاف" قرار می‌گیرد که به واسطه این طرز تفکر، با استفاده از کمترین ورودی (منابع)، بیشترین خروجی را می‌توان ایجاد کرد. در نگرش تولید ناب، مونتاژگر (کارخانه اصلی) با یک دید سیستمی به مسائل نگاه می‌کند؛ به طوری که در تلاش است تا یک رابطه برد - برد^۲ با کل اجزای سیستم برقرار کند. مونتاژگر ناب، با عرضه کنندگان^۱ یک رابطه نزدیک بر مبنای سود معقول ایجاد می‌کند. میان مدیریت و کارگران نوعی تعهد وجود دارد که مدیریت نسبت به کارگران ارزش و احترام قائل است و مسئولیت‌ها را به آنان واگذار می‌کند و در مقابل، مدیریت انتظار دارد که کارگران پاسخگوی نیازهای مختلف کارخانه باشند. مهم‌ترین رکن یک سیستم ناب، ارتباط با مشتریان است که که فروشندگان شرکت ناب با ایجاد یک سیستم اطلاعاتی دقیق در صدد ایجاد یک رابطه بین کارخانه و مشتریان هستند به نحوی که کارخانه بتواند نیازهای مختلف مشتریان را دقیقاً شناسایی کرده و با خلق یک محصول مناسب نیازهای مشتریان بخش‌های مختلف بازار را پاسخ دهد. بنابراین در تولید ناب همه اجزای سیستم به شکلی مطلوب منتفع می‌شوند.

در تکنولوژی گروهی نیز طبق آنچه در بخش دوم بیان شد هدف اصلی ما کاهش تلفات و استفاده بهینه از نیروی انسانی و تجهیزات است. هدف اصلی هر دو مورد این تحقیق کاملاً بر هم منطبق است. همانطور که سیستم جدید تولید ناب به صورت یک مهاجرت و یا یک گذر از جاده ایی به سوی رقابت در کلاس جهانی است، تکنولوژی گروهی و در ورای آن سیستمهای تولید انعطاف پذیر نیز به دنبال چنین

۲. Win-Win
۱. Suppliers

هدفی هستند. امروزه به وسیلهٔ چنین سیستم‌های هوشمندی، انعطاف پذیری در خط تولید بسیار بالا رفته و شرایط رو به بهبودی را برای تولید ناب با تمامی مشخصه‌های بیان شده برای آن (که در بخش یک این پژوهش شرح داده شد) مهیا کرده است. نحوهٔ استقرار ترکیبی یا گروهی که در سیستم‌های تولید انعطاف پذیر بیشترین کارایی را ایجاد کرده‌اند، با کمترین میزان تلفات قادر خواهند بود محصولات متنوعی مطابق با خواست مشتریان تولید کنند و در نهایت رضایتمندی آنها را حاصل نمایند. پژوهشی که در سال ۲۰۱۲ توسط گروه تحقیقات و توسعهٔ تولید داروی Trinidadian با عنوان "کاهش قیمت‌ها و افزایش کیفیت در تولید دارو" انجام گرفت، تولیدکنندگان داروی Trinidadian به کمک ریشه‌یابی عوامل اثرگذار و مهندسی مجدد، فرآیندهای بسته بندی خود را تجدید کردند و روشی را برای ترکیب تولید ناب با فرآیندهای تولید خوب موجود (cGMP)^{۴۲} در این شرکت داروسازی پیشنهاد دادند. آیا شما باور دارید که کاهش قیمت‌ها منجر به کاهش کیفیت محصول گردد؟! محققین این پژوهش نشان دادند که هر دو هدف (کاهش قیمت بدون کم شدن کیفیت) با اضافه کردن تکنیک‌های تولید ناب به cGMP برای ایجاد کیفیت در محصول تولید شده می‌تواند قابل دستیابی است. آنها این مورد را با مدل‌سازی خط تولید جهت بسته‌بندی محصولات در کارخانهٔ داروسازی Trinidadian نشان دادند. بررسی گستردهٔ ادبیات موضوع پژوهش به درستی مشخص می‌کند که کدام تکنیک مناسب‌تر است و چگونه cGMP می‌تواند با تولید ناب پیوند داده شود. این مطالعهٔ موردی نشان می‌دهد که VSM^{۴۳} حالت موجود می‌تواند به کمک مدل‌سازی مجدد خط تولید سلولی و به طور ریشه‌ای به VSM حالت آینده تبدیل شود. بنابراین کیفیت می‌تواند در محصول ایجاد گردد البته تا زمانی که فضای مورد استفاده برای تولید آن به کمک تولید سلولی کاهش داده شود؛

البته این امر منجر به کاهش تعداد کارکنان استخدام شده در خط تولید و همچنین زمان تولید خواهد شد. محصولات دارویی با به کارگیری تعداد کارکنان و صدور اجازه‌نامه‌های کمتر، به کمک ترکیب cGMP و تولید ناب می‌تواند بسیار سریع‌تر از قبل بسته‌بندی و ارسال شود. (Trinidadian Drugs, ۲۰۱۲, Manufacturer's research group) سطوح بهره‌وری بالا نتیجهٔ کاهش هزینه‌های کیفیت در کشورهای در حال توسعه می‌باشد که موجب بازگشت سرمایهٔ سریع‌تر و در نتیجه بهبود اوضاع جامعه خواهد شد. در شرایط پرتلاطم بازار جهانی و رقابت بسیار زیاد تولیدکنندگان برای جذب مشتری و افزایش سهم بازار خود، شرکت‌هایی ماندگارند که بتوانند با بهبود تدریجی در سیستم‌های تولیدی و سعی در کاهش تلفات مطابق با شرایط تولیدی خود، گام‌های مؤثری برای برپایی کارخانهٔ تولید ناب داشته باشند. البته لازم به یادآوری است که تنها زمانی سیستم تولید ناب موفقیت آمیز خواهد بود و به تمامی اهداف خود دست

^{۴۲}. Current Good Manufacturing Processes

^{۴۳}. Value Stream Map

پیدا خواهد کرد که هر شخصی در سازمان به عنوان یک جزء و یک اصل، این سیستم و فلسفه وجودی آن را بپذیرد و در اجرای آن اهتمام ورزد.

۴- منابع

۴-۱- منابع داخلی

- ۱- سلوک دار، علیرضا. (۱۳۷۵)، "مدرك جديد بر کیفیت کارخانه های ساخت: چالشی بر تولید ناب"، مجله روش، سال نهم، شماره ۵۸، صص ۲۱-۲۷.
- ۲- ووماک، جیمز، جونز، دانیل و روس، دانیل. (۱۳۷۶)، ماشینی که جهان را تغییر داد، ترجمه آزاده رادنژاد، اصفهان: انتشارات آتروپات.
- ۳- متقی، هایده. (۱۳۸۹)، مدیریت تولید و عملیات، چاپ هشتم، تهران: انتشارات آوای شروین

۴-۲- منابع خارجی

- ۱) Burbide, J.L. (۱۹۷۵), *The introduction of Group Technology*, Heine Mann: London, U-K.
- ۲) N.L.Hyer, U.Wemmerlov, (۱۹۸۴); "Group Technology and Productivity", *Harvard Business Review*, july/august, Vol. ۶۲, No. ۴, pp. ۱۴۰-۱۴۹.
- ۳) Womack, J.P. Daniel, D.T. Roos, D., (۱۹۹۰), *The Machine That Changed The World*, New York: Harper Collins.
- ۴) Barker R.C, (۱۹۹۴); "The Design of Lean Manufacturing Systems Using Time - Based Analysis", *International Journal of Operations And Production Management*, Vol. ۱۴, No. ۱۱, pp. ۸۰-۹۶.
- ۵) John B.Jensen; Manojk. Malhotra; Patrick r.Philipoom, (۱۹۹۵); "Machine Dedication And Process Flexibility in a Group of Technology Environment", *journal of Operation Management*, Vol. ۱۴, pp. ۱۹-۳۹.
- ۶) Frazier.Greogory.V, Spriggs.Mark.T. (۱۹۹۶). "Achieving Competitive Advantage Through Group Technology", *Business Horizons*, may/july, Vol. ۳۹, P. ۸۳.
- ۷) Bowen, D. and Youngdahl, W., (۱۹۹۸); "Lean Service: In defense of A Production-Line Approach", *International Journal of Service Industry Management*, Vol. ۹, No. ۳, ۱۹۹۸, pp. ۲۰۷-۲۲۵.
- ۸) David Ben-Arieh, (۱۹۹۸); "Analysis of a Distributed Group Technology Methodology", *Computers And Industrial Engineering*, Vol. ۳۵, pp. ۶۹-۷۲.
- ۹) Scarbrough, H. and Terry, M., (۱۹۹۸); "Forget JAPAN: The Very BRITISH Response to Lean Production", *Employee Relation*, Vol. ۲۰, No. ۳, pp. ۲۲۴-۲۳۶.

- ۱۰) Biazzo S. and Panizzolo R.,(۲۰۰۰);"The Assessment of Work Organization in Lean Production: The Relevance of The Worker's perspective",*Integrated Manufacturing Systems,Roberto Panizzolo University of Padova, Italy* Vol.۱.No.۱.pp.۶-۱۰.
- ۱۱) Emiliani,M.,(۲۰۰۰);"Supporting Small Businesses in Their Transition To lean Production",*Supply Chain Management: An international Journal*,Vol.۰,No.۲. pp.۶۶-۷۰.
- ۱۲) Lewis M.,(۲۰۰۰);"Lean Production And Sustainable Competitive Advantage",*International Journal of Operation & Production Management*,Vol.۲۰, No.۸, pp.۹۰۹-۹۷۸.
- ۱۳) Massachusetts institutes of technology and university of Warwick,(۲۰۰۱),*lean enterprise self- assessment tool (least)*,version ۱,۰.
- ۱۴) Mingyuan,Chen,(۲۰۰۱);"A Model for Integrated Production Planning in Cellular Manufacturing Systems",*Integrated Manufacturing Systems*,Vol.۱۲, No.۴ ,pp.۲۷۲-۲۸۴.
- ۱۵) Wilam, M, Feld,(۲۰۰۱);" lean manufacturing, tools, techniques, and how to use them",*The st. lucie press & apices services Resource management*.
- ۱۶) Horacio Soriano-Meier Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela Paul L.Forrester Department of Commerce, University of Birmingham, Birmingham,
- ۱۷) UK, (۲۰۰۲); "A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms",*integrated manufacturing system* ,Vol. ۱۳, No. ۲.
- ۱۸) Malcolm Mc Greevy,(۲۰۰۳);"The changing nature of work",*Business School industrial and Commercial Training*,Vol.۳۰, No. ۰,University Press ISSN ۰۰۱۹-۷۸۰۸.
- ۱۹) Peter Murray,(۲۰۰۳);"continuous improvement to organizational learning,
- ۲۰) Australia"; *The Learning Organisation*, Vol.۱۰, No.۰,pp.۲۷۲-۲۸۲.MCB University Press ISSN ۰۹۶۹-۶۴۷۴.
- ۲۱) UK's factory line managers bring-signi. cant rewards,(۲۰۰۴);"Building a "lean" knowledge base-New level of skills training for Nestle",*emerald Group Publishing Limited*,Vol.۲۰, No.۴,pp.۲۸-۳۰, ISSN ۰۲۰۸-۰۰۵۴۳.
- ۲۲) Chowdary, B.V. and George, D.,(۲۰۱۲);"Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: A lean manufacturing approach",*Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. ۲۳,No.۱, pp. ۰۶-۷۰, ISSN ۱۷۴۱-۰۳۸X.
- ۲۳) Trinidadian Drugs Manufacturer's research group.(۲۰۱۲);"Cost cutting and high quality in pharmaceuticals production",*Strategic Direction*,Vol.۲۸,No.۰,pp.۱۲-۱۰, Emerald Group Publishing Limited, ISSN ۰۲۰۸-۰۰۵۴۳

۳-۴ - سایتها

www.۳Neshaneh.com

www.system.parsiblog.com

www.sid.ir

www.Emeraldinsight.com

www.sciencedirect.com

مدیریت پروژه ناب

تعریف پروژه

مجموعه اقدامات و عملیات خاص، متشکل از فعالیت‌هایی دارای روابط منطقی با یکدیگر است که برای نیل به هدف یا اهداف معینی انجام می‌شوند. مشروط بر اینکه این پروژه برای اولین بار انجام شود یا اینکه در گذشته به دفعات محدودی انجام شده باشد. به عبارت دیگر، به مجموعه اقداماتی که به طور تکراری در حال انجام باشد پروژه اطلاق نمی‌گردد.

(آلادپوش، ۱۳۸۶)

ویژگی های پروژه

- موقتی بودن
- دارای هدف یا اهداف تعیین شده می‌باشد.
- همواره محدودیت‌هایی به پروژه اعمال می‌شوند.
- دارای چرخه حیات می‌باشد.
- هر پروژه پدیده ای یکتا است.
- همواره با عدم قطعیت همراه است.

(آلادپوش، ۱۳۸۶)

تعریف مدیریت پروژه

به کارگیری دانش، مهارت‌ها، ابزار و تکنیک‌های لازم در اداره جریان اجرای فعالیت‌ها به منظور رفع نیازهای پروژه از طریق تحقق فرایندهای آغازین، برنامه ریزی، اجرایی، کنترلی و اختتامی است. این انتظارات و نیازمندی‌ها در سه بخش مختلف «محدوده، زمان، هزینه و کیفیت پروژه»، «متولیان، نیازها و انتظارات گوناگون آنها»، «نیازهای مشخص و انتظارات نامعین در پروژه» متبلور می‌گردد. نیازهای فوق همواره پاسخگوی توازن در توجه کافی به محدوده، زمان، هزینه، ریسک و کیفیت، نیازها و انتظارات متفاوت متولیان پروژه می‌باشد. توجه به این نکته ضروری است که فرایندهای بر شمرده شده به طور طبیعی تکرارپذیرند و این فاکتور موثر و پیش برنده است افزایش دانش و اطلاعات مربوط به یک پروژه مدیریت بهتر آن را امکان‌پذیر می‌نماید.

همچنین برخی اوقات عنوان مدیریت پروژه در بیان یک رویکرد سازمانی، به مدیریت عملیات مداوم و مستمر نیز اطلاق می‌شود. در حالی که این رویکرد سازمانی در واقع مدیریت پروژه نیست و اگر آن را مدیریت بر مبنای پروژه بنامیم بسیار مناسب تر است. زیرا اطلاق پروژه به عملیات مداوم و مستمر، بیشتر به منظور اعمال مدیریت پروژه بر آن مجموعه عملیات است.

مدیریت پروژه مستقیماً از مسئولیت‌های شخص مدیر پروژه می‌باشد. مدیر پروژه به ندرت مستقیماً در فعالیت‌های پروژه که منتهی به تولید محصول می‌شود شرکت می‌کند. اما بیشتر می‌کوشد تا پروژه به خوبی پیشرفت کند، روابط متقابل قسمت‌های مختلف سازنده و مفید باشد به نحوی که احتمال شکست به حداقل خود برسد. مدیر پروژه غالباً نماینده مشتری است که براساس شناخت صحیحی که از مشتری دارد می‌تواند به خوبی تمامی نیازها و خواسته‌های او را مشخص و ارائه نماید. توانایی به وجود آوردن انسجام و هماهنگی بین فرایندهای مختلف بخش‌های متفاوت مورد قرارداد و ایجاد ارتباط نزدیک و سازنده با نماینده مشتری بسیار اساسی و مهم می‌باشد. یک مدیر موفق برای اطمینان از اینکه همه عوامل زمان، هزینه و کیفیت و مهم‌تر از همه رضایت مشتری کاملاً شناخته شده باشد باید بتواند کل پروژه را از ابتدا تا انتها ببیند (پیش بینی) کند و این اطمینان را به سایرین بدهد که پیش بینی او محقق می‌شود. (دانشنامه اقتصاد و مدیریت)

تاریخچه مدیریت پروژه

تاریخچه مدیریت پروژه در دنیای جدید به سالهای ابتدایی دهه ۱۹۰۰ میلادی باز می‌گردد؛ جایی که هنری گانت با توسعه نمودار میله‌ای ابداعی خود آغازگر حرکت پرشتاب بعدی طی سالهای دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی در پروژه‌های نظامی و هوافضای آمریکا و سپس انگلستان گردید. هرچند نام پرآوازه هنری گانت به عنوان پدر تکنیک‌های برنامه‌ریزی و کنترل پروژه در تاریخ ثبت گردیده است لیکن سالهای دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به عنوان سالهای آغازین رشد و توسعه مدیریت پروژه در دنیای معاصر شناخته می‌شود. این سالها سرآغاز تکوین و توسعه بسیاری از روشها و دانشهای مربوط با مدیریتهای نه‌گانه پروژه است که سالها بعد توسط نرم‌افزارهای مختلف عملیاتی و در پروژه‌ها بکار گرفته شدند.

تغییرات سریع تکنولوژیک، بازارهای شدید رقابتی و رایزنی فشرده و قدرتمندانه شرکت‌ها، همه‌وهمه سازمانها و بنگاههای متولی پروژه را تشویق به تغییر سیستم مدیریتی خود نمود. در هنگامه نبرد انتخاب بین غرق شدن یا شنا کردن و یا تطبیق و سازگاری یا مرگ و نابودی، مدیریت پروژه و پروژه‌مداری در مدیریت تنها انتخاب و راه نجات فراروی پیمانکاران و سازمانها بود تقریباً غالب تکنیک‌ها و روش‌های مدیریت پروژه که ما امروزه از آنها استفاده می‌کنیم توسط وزارت دفاع، صنایع نظامی و سازمان هوافضای ایالات متحده در خلال سالهای دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی ابداع و توسعه یافته‌اند که روشهایی همچون روش **Pert**، ارزش بدست آمده، مهندسی ارزش و ساختار شکست کار از آن جمله‌اند. صنعت ساختمان نیز در تکوین و توسعه روش‌هایی همچون روش مسیر بحرانی، روش نمودار پیش‌نیازی، استفاده از نمودار شبکه‌ای و تسطیح منابع یاری رسانده است. در جریان این تحولات، پروژه‌های بسیار بزرگی همچون پروژه فضایی آپولو و یا ساخت نیروگاههای اتمی در این دوران اجرایی گردیدند.

یکی از نخستین کاربردهای علمی و مدرن مدیریت پروژه در ساخت اولین زیردریایی هسته‌ای در دهه ۱۹۵۰ در آمریکا صورت گرفت؛ دریاسالاری به نام **Adm. Hyman Rickover** (مدیر پروژه این طرح، برای اولین بار جهت هماهنگ کردن صدها پیمانکار، هزاران منبع و اطمینان از اجرای به موقع پروژه، روشی جدید که امروزه با نام **Pert** شناخته می‌شود، ابداع نمود. هرچند بدون وجود کامپیوتر عملیات دستی محاسبه مسیر بحرانی بسیار دشوار بود اما کمک بسیار زیاد این روش و اجرای موفقیت‌آمیز پروژه مذکور موجب شد تا همگان به اهمیت علم جدید پی ببرند. سالیان پس از آن، این تکنیک در پروژه‌های ساخت فضاپیماها و دیگر پروژه‌های نظامی و غیر آن، بارها و بارها استفاده شد.

پیشرفت مهم دیگر بدست آمده در این سالها ، تعریف و تکوین مفهوم مسئولیت واحد برای پروژه‌های چندبخشی بود ؛ این مفهوم هنگامی به کار می‌رود که یک فرد در پروژه مسئولیت کاری را در پروژه از ابتدا تا تکمیل پروژه برعهده می‌گیرد . عملی ساختن این مفهوم ، تیم پروژه را در به اشتراک نهادن منابع و یاری رساندن به یکدیگر در ماتریس ساختار سازمانی پروژه کمک می‌کند .

(گلشنی، ۱۳۸۲)

تعریف ناب

قبل از هر چیز بهتر است تعریفی از ناب بدانیم " ناب " چیست؟ هسته " ناب " در استمرار مداوم بهبود فرآیندها نهفته است و فلسفه آن حذف کلیه فعالیت‌هایی است که ارزش افزوده ای ایجاد نمی‌کنند و اجرای آنها باعث کاهش اتلافها در سازمان می‌شود.

عبارت مرتبط با " ناب " کلمه ژاپنی کایزن به معنی بهبود مستمر است. کایزن، متدولوژیی است که کانون آن بهبود مستمر فرآیند می‌باشد. اهداف اصلی کایزن عبارتند از: کاهش اتلاف، بهبود کیفیت، کاهش زمان تحویل، تضمین محیط کار ایمن و افزایش رضایتمندی مشتری.

پیدایش تولید ناب

ناب در جهان به عنوان یکی از راه‌های موثر و قدرتمند برای چگونگی ایجاد، بهبود و نگهداری بنگاه و موسسه است. در یک مسیر ناب هر شغلی در هر صنعتی با هر سایز و نوعی می‌تواند بهبود مستمر داشته باشد. زادگاه تولید ناب در شرکت تویوتا در جزیره ناگويا در ژاپن است . نخستین پیروزی خانواده تویوتا در صنعت ماشین آلات نساجی بود و در دهه ۱۹۳۰ به دلیل نیاز شدید دولت شرکت مذکور وارد صنعت وسایل نقلیه موتوری گردید در آن سالها این شرکت بامشکلاتی از قبیل بازار داخلی کوچک ، نیروی کار ثابت ، فقدان سرمایه کافی و رقبای خارجی علاقه مند به بازار ژاپن روبرو بود. در آن سالها، آی جی تویودا (Eiji Toyoda) با مهندس شرکت تالی چی اوهنو به آمریکا سفر کرده واز شرکت اتومبیل سازی فورد بازدید به عمل آوردند و نهایتاً به این نتیجه رسیدند که اصول تولید انبوه قابلیت پیاده سازی در ژاپن را ندارد و این سیستم پر از مودا (MUDA اتلاف) است . بر همین اساس ، آنها شیوه جدید از تولید که بعدها تولید ناب نام گرفت را ایجاد کردند.

(j.sayer& william, ۲۰۱۲)

قرن بیستم شاهد دو انقلاب در صحنه تولید بود. انقلاب اول را پس از جنگ جهانی اول هنری فورد و آلفرد اسلون پی ریزی کردند که منجر به ظهور تولید انبوه و پایان عصر تولید صنعتی (تولید دستی) شد و انقلاب دوم توسط «تایچی اهنو» در شرکت خودروسازی تویوتا صورت گرفت که با محوریت حذف اتلاف، اتمام عصر تولید انبوه و زایش تولید ناب را در پی داشت. پس می‌توان سه مرحله را در شیوه‌های تولید در نظر گرفت :

۱- تولید ساده

یک تولیدگر ساده از کارگران بسیار ماهر و ابزارهای ساده اما انعطاف‌پذیر استفاده می‌نماید تا دقیقاً آنچه را بسازد که مشتری می‌خواهد؛ یعنی یک واحد در یک زمان .

مشخصه‌های تولید دستی عبارتند از 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 ۸- FITTING (dennis, ۲۰۰۸)

ضعف‌های تولید دستی از ضعف‌های تولید دستی این است که قیمت محصول بالا بوده و در صورت افزایش حجم تولید، قیمت پایین نمی‌آید. (امروزه در مورد ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی که برجسته‌ترین تولیدات دستی هستند همین مشکل به چشم می‌خورد). از مشکلات دیگر تولیدکنندگان دستی این است که معمولاً فاقد آن سرمایه مالی و انسانی کافی هستند که به دنبال نوآوری‌ها و پیشرفت‌های اساسی باشند چرا که پیشرفت واقعی در دانش فنی مستلزم تحقیق و پژوهش سازمان یافته است. اما با این حال محصولات دستی و سفارشی همچنان بازار خود را حفظ کرده‌اند چراکه برخی از مشتریان نیازها و سلیقه‌های خاصی دارند که فقط این شیوه تولیدی پاسخگوی نیازهای آنهاست، تولید ساده همچنان در ابعاد کوچک معمولاً برای کالاهای لوکس ادامه یافته برای مثال کمپانی‌هایی مثل لامبورگینی و فراری معمولاً از تولید با حجم کم ولی قیمت خیلی بالا برای خریدارانی که در جستجوی پرستیژ هستند، پیروی میکنند. (dennis, ۲۰۰۸)

۲- تولیدانبوه

تیلور مدیر کارخانه ای در فیلادلفیا اصول تولید انبوه را پایه ریزی کرد. او در پایه ریزی اصول علمی نظام مند اولین نفر بود. او به دنبال بهترین راه انجام کار بر پایه اصول مدیریت علمی بود. (dennis, ۲۰۰۸). تولیدگر انبوه در طراحی محصولات از متخصصین ماهر استفاده می‌نماید، اما این محصولات توسط کارگران غیرماهر ساخته می‌شوند که ماشین‌آلات گران و تک‌منظوره را هدایت می‌کنند. این محصولات هم‌شکل ماشینی، در حجم بسیار بالا تولید می‌شوند. از آنجاکه تولید محصول جدید محتاج تغییر کل سیستم است، بسی گرانتر از محصول قبلی خواهد شد. از این رو تولیدکننده انبوه تا جایی که ممکن باشد، از نوآوری در طرح خودداری می‌نماید. در نتیجه محصول، به بهای از دست رفتن تنوع و به دلیل وجود روش‌های کاری که برای کارکنان کسالت‌بار است، ارزانتر در اختیار خریدار قرار می‌گیرد.

مشخصه‌های تولید انبوه عبارتند از:

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- ماشین‌الات و تجهیزات تک منظوره

۶- مشارکت ناچیز کارگر در بهبود فرآیندها

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

زمان آموزش کوتاه

ضعف‌های تولید انبوه

- ۱- محصولات کم تنوع
- ۲- خوداری از نوآوری در طرح

۳- تولید ناب

یک تولیدگر ناب مزایای تولید دستی و تولید انبوه را با یکدیگر تلفیق کرده و از قیمت بالای اولی و انعطاف ناپذیری دومی اجتناب می‌نماید و از ماشین‌آلاتی استفاده می‌کند که هم خودکار و هم انعطاف‌پذیرند. اصول پایه ای ناب شامل رسیدن به کمال، نزول پیوسته قیمت‌ها، به صفر رساندن میزان عیوب، به صفر رساندن موجودی، تنوع بی پایان محصول می باشد. مشخصه‌های تولید ناب عبارتند از:

۱- استفاده از JIT

۲- تاکید بر پیشگیری از تولید محصول معیوب .

۴- پاسخ به نیازهای مشتریان

۵- کایزن

۶- سیستم افقی ارتباطات

۷- افزایش ادغام وظایف

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 ۶ - لیدتایم صفر

سیاستهای اصلی تولید ناب:

- ۱- تلاش جهت حذف هرگونه اتلاف منابع
- ۲- تکریم انسان
- ۳- گسترش مرز کارخانه به نحوی که شامل مشتری و تامین کنندگان شود
- ۴- مشتری گرایی و انعطاف پذیری لازم جهت پاسخ به نیاز مشتری
- ۵- گسترش قابلیت های نیروی انسانی و بهره گیری از آن
- ۶- کار گروهی
- ۷- بهبود مستمر
- ۸- نگرش و سازماندهی فرآیندی

نیازهای ایجاد سیستم تولید ناب

جامعه: احترام به کارکنان ماهرو صنعتگر
دولت: دید ملی برای رسیدن به صنعت پیشرفته و ایستادگی در مقابل رقبا

داخل شرکت: مدیر ارشد:هدف پیشرفت برای رقابت جهانی

تضمین کیفیت

بهبود بهره وری

کاهش ضایعات

سیستم های بکار گرفته شده در تولید ناب

اتوماسیون

- ۱- اجرای سیستم ۵ اس در فرآیندهای تولید(موارد غیر ضروری نباید در سالن تولید باشد).
- ۲- اعتقاد بر اینکه کیفیت در فرآیندهای تولید ایجاد می شودنه با بازرسی
- ۳- بکارگیری سیستم کنترل کیفیت آماری در فرآیندهای تولید
- ۴- اجرای مدیریت کیفیت جامع
- ۵- بازنگری در طراحی ها

JIT

۱- بومی سازی تولید

۲- استفاده از کارگران ماهر در زمینه های مختلف

۳- برقراری امکانات و طراحی محل کار به منظور اجرای فرآیندها براساس نیاز مشتری

۴- برقراری استانداردهای کاری و دستورالعمل ها برای کاهش زمان انتظار فرآیندهای بعدی

۵- تولید در ابعاد کم از طریق کاهش زمان آمادگی محصول

۶- ایجاد سیستم کانبان

۷- ایجاد سیستم خرید و اتوماتیک جهانی برحسب نیاز

در سیستم تولیدی ناب سه نوع ضایعات که به M های سه گانه (MUDA – MURA – MURI) معروف هستند وجود دارد.

۱- MUDA به اجزائی از تولید نسبت داده می شود که ارزشی به کار و یا اجزاء کاری اضافه نمی کند.

۲- MURA جهت محدود کردن هزینه های تولید با حفظ کیفیت می باشد، عامل بوجود آمدن MURA ممکن است حجم های تولید بی قاعده و برنامه ریزی تولید باشد، بدین معنی که ظرفیت های کاری هر ماشین و یا مقدار کاری که هر ماشین می تواند انجام دهد متعادل نشده باشد در چنین شرایطی برنامه ریزی ظرفیت بر اساس کندترین ایستگاه کاری صورت میگیرد که این به نوبه خود باعث افزایش هزینه های تولید می گردد.

۳- MURI به معنی گسترش محدودیت های توان و ظرفیت است چه برای کارکنان و چه برای ماشین آلات و تجهیزات. مثلا استفاده بیش از حد از توانائی نیروی کار باعث ایجاد استرس ها و تنش هایی می شود که به نوبه خود موجب افت کیفیت محصول و بازدهی نا مناسب خواهد شد.

اصول تفکر ناب

- ۱- تعیین ارزش محصول از دیدگاه مشتری (VALUE)
- ۲- شناسایی جریان ارزش محصول (value stream)
جریان ارزش برابر است با کلیه اعمال ضروری برای
- ارائه یک محصول جدید (از ایده تا ورود به بازار
مدیریت اطلاعات) (از سفارش گیری تا تحویل محصول)
- تبدیل فیزیکی (از مواد اولیه تا محصول نهایی)
- ۳- ایجاد حرکت بدون وقفه در این ارزش - (flow)
موانع ایجاد حرکت: تفکر دسته و صف + تفکر بخشی نگر (فانکشن نگر)
- ۴- ایجاد امکان کشش در زنجیره (pull) ساخت آن چیزی که مشتری نیاز دارد و سفارش می دهد
- ۵- تعقیب کمال (perfection) شفافیت + بهبود مستمر
بنابراین دلایل ایجاد اصول تفکر ناب عبارتند از:
۱- نیاز به رقابت موثر در عرصه اقتصاد جهانی
۲- افزایش فشار از طرف مشتریان برای کاهش هزینه ها و در نهایت کاهش قیمت تمام شده محصول
۳- نیاز به استاندارد سازی فرآیندها برای دستیابی به نتایج مورد انتظار
۴- افزایش دائمی انتظارات مشتریان و
(اجری پور، ایمان)

مدیریت پروژه ناب

بیشتر از یک قرن متخصصان مدیریت پروژه به دنبال پرورش بهره وری در محیط کار هستند. تفاوت بین مشاغل مدرن مدیریت پروژه ناب و برنامه ریزان اولیه پروژه بر رفاه هر عضو از تیم متمرکز است.

مدیریت پروژه سنتی که باتیلور و گانت در اواخر ۱۸۰۰ شروع شد یک جهش رو به جلو برای سازمانها داشت، که اصول مدیریت پروژه ناب را گسترش داد. مانند گانت، متخصصین مدیریت پروژه ناب به دنبال سازمانهایی کارآمدتر هستند.

با از بین بردن اتلاف، تمرکز بر بهره وری و تاکید بر دستاوردهای شخصی، مدیریت پروژه ناب می تواند به تیمها در کشف فوق العاده حرفه ای تحقق اهداف کمک کند. متخصصین مدیریت پروژه ناب ترجیح می دهند تیمها را از سیاست بازیهای اداری و عادات بی فایده دیگر، بوسیله یکپارچه سازی تضاد به عنوان یک گام خلاق در چرخه پروژه، دور نگه دارند زیرا که نتایج در شرایط پروژه های تکمیل شده و نه در شرایط درک شده، اندازه گیری می شوند. در نتیجه سازمانها می توانند در مورد پاداش کارگران بهتر عمل کنند.

ایجاد مدیریت پروژه ناب هنوز هم می تواند چالشی برای سازمانها باشد. بعضی از رهبران منافع تقسیم پروژه های بزرگ به قسمت های قابل کنترل را درک نکرده اند. برخی از ساختارهای سازمانی شرکتها در برابر مسطح سازی چارتهای سازمانی که بعد از چند چرخه پروژه ناب اتفاق می افتد، ایستادگی می کنند. حتی ممکن است تعداد انگشت شماری از رهبران شرکت نسبت

به مدیران پروژه، که برخی از اقلام خط یا فرایندهای کاری مورد علاقه آنها را بی فایده تشخیص می دهند است. برای یکپارچه سازی موفق مدیریت پروژه ناب مدیران پروژه باید خودشان و راهی که در پیش گرفته اند را باور کنند و قوی بمانند. یکی از بهترین راهها برای تقویت مدیران پروژه به خصوص در طی مراحل ابتدایی پیاده سازی مدیریت پروژه ناب ترویج دادن اثرات مثبت تغییرات رویه ای است. در بسیاری از سازمانها رهبران وعظ می کنند که اشتباه کردن مجاز است در حالیکه مدیرانی را که در رسیدن به اهداف و ضرب العجل ها شکست می خورند محاکمه می کنند.

اصول مدیریت پروژه ناب از شروط بسیاری از مدیران پروژه می کاهد و این باعث می شود که احتمال شکست تیمها کمتر شود. به علاوه برای پروژه های کوچک با اثر کمتر بر پروژه های دیگر شکست همان معنی فروپاشی را که برای پروژه های بزرگ اتفاق می افتد نمیدهد. ارتباطات واضح درباره آنچه که یک تیم از یک پروژه شکست خورده می آموزد یک پیام روشن از تعهد به بهبود می فرستد. (Taylor, 2012)

امروزه نوآوران بر این باورند که استفاده از تکنولوژی های جدید و انقلابی باعث توسعه محصولات شرکت های بزرگ و کوچک می شود. کسب و کارها در فضای رقابتی و پویا قرار دارند، چرخه عمر محصولات کوتاه تر شده است. طبیعی است که سازمان ها برای توسعه محصولات و خدمات جدید به طور جدی با یکدیگر رقابت می کنند. در چنین شرایطی، سرعت تیم ها برای تصمیم گیری بر اساس اطلاعات ناقص یا در محیط پر ابهام اهمیت می یابد؛ بعلاوه، مسیر و الزام های پروژه، مدام در حال تغییر است؛ بنابراین تیم ها باید چابک باشند! سرعت عمل بالا در کسب و کارهای نوآرانه ای لازم است که از مرزهای تکنولوژی پا فراتر می گذارند و در حال اجرای پروژه هایی هستند که در پی کشف و حل مشکلات جدیدند. این نوع پروژه ها ذاتاً پرابهام اند و برای اجرای موفقیت آمیز آن ها، نقاط تصمیم گیری و مسیرهای مختلف باید بررسی شود. بیشتر افراد بر این باورند که مدیریت پروژه، نه تنها موجب افزایش سرعت و چالاکی تیم های پروژه نمی شود؛ سرعت آن ها را نیز کاهش می دهد. مدیران برای انجام وظایف خود و ایفای نقش های مختلف شان به نحو احسن احتیاج به ساختار ناب دارند. جهت ایجاد سازمان ناب پیدا کردن مدیران متعهد به ناب نخستین و مهم ترین گام است. سپس ساختار ناب ایجاد شده و بین افراد سازمان فرهنگ ناب ایجاد می شود و در نهایت به مدیریت عملکرد ناب می رسیم. سیستم مدیریت عملکرد ناب تصمیمات ویژه و جزئیات پروژه های بهبود را از طریق یک روند گسترش خط مشی و کار روزانه شکل می دهد. شرکت های ناب موفقیت خود را مدیون اتلاف صفر در عملیات هستند و لذا شکست ناپذیرند، اما نه فقط به خاطر اینکه از اتلاف تهی هستند. زیرا آنها در مقابل چیز های غیر قابل پیش بینی و هر چالش جدیدی که از تغییرات غیر منتظره مشتریان و رقبا پیش می آید به خوبی واکنش نشان می دهند. شرکت های ناب، فن آور، انعطاف پذیر و چابک هستند. از آنجا که آنها توانا تر از شرکت های رقیب هستند، فعالیت هایشان معمولاً برای رقبایشان غیر قابل درک است. وقتی سازمان و مدیریت ناب می شود، بسیاری روابط بیهوده از بین می رود و بسیاری روابط جدید جایگزین می شود. وی می داند که بالا بردن اثر بخشی معمولاً به بینش عمیق و بالا بردن کارایی به دانش عمیق احتیاج دارد. مشکلات را می یابد و دیگران را از آنها مطلع می سازد، با همفکری آنان اهدافی را برای فائق آمدن بر مشکلات ایجاد می کند و دیگران را آزاد می گذارد که راه حلی را برای مشکلات پیدا کنند. ضمن این کار به نظارت و ایجاد محیط و بستری برای کار دیگران

می پردازد. مدیریت عملکرد ناب بیشترین وظایف ومسئولیت ها را به عهده کسانی می گذارند که واقعا ارزش افزوده ایجاد می کنند و با فرآیند ها در گیر هستند.

کارگران سازمان ناب به یک وظیفه خاص خود را محصور نمی کنند. آنها هر روز چیزهای جدید می آموزند و به قابلیت های جدید مجهز می شوند.(گری،۲۰۰۴،۱۱)

منابع:

اقتباس از مقاله اجرایی پور، ایمان، تولید ناب، ۱۳۹۱

آلادپوش، حمید: مترجم، دانش مدیریت پروژه انسیتو مدیریت پروژه کمیته استاندارد، ۱۳۸۶، تهران

دانشنامه اقتصاد و مدیریت

گلشنی، مجتبی، ۱۳۸۲، برنامه ریزی و کنترل پروژه، نشر زمان

گری، جین مدیریت پروژه ناب ترجمه: مسعود کسایی و پریسا فلکی (۱۳۹۰) مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران،

Dennis,pascal,book:lean production simplified ,۲۰۰۸

j.sayer,natalie,william,bruce,book:lean for dummise,۲۰۱۲

Taylor Joe Jr.: principles of lean project management

مدیریت زنجیره تامین و لجستیک

لجستیک و زنجیره تامین لفظی است که در چند سال اخیر در کشورمان و به ویژه این روزها تحت عنوانهایی نظیر "مدیریت زنجیره تامین"، "لجستیک ناب"، "لجستیک چابک"، "شرکتهای خدمات امور لجستیک"، "انجمن لجستیک و زنجیره تامین"، "کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین" و... بسیار شنیده می شود. نزدیک به سه دهه است که بحث مدیریت زنجیره تامین مطرح گردیده است و براساس آمار و ارقام موجود، کشورها و سازمانهایی که این دانش را به کار گرفته اند پیشرفتهای چشمگیری در حوزه های مربوطه داشته و سود سرشار و صرفه جویی های کلان مالی از بابت به کارگیری این نگرش نصیبشان شده است. کما اینکه مردم نیز به عنوان مشتریان از این بابت منتفع شده اند. نظر به منفعتهای زیادی که به خاطر به کارگیری مدیریت زنجیره تامین حاصل گردیده است، امروزه این فلسفه در بین سازمانها و کشورهای مختلف مقبولیت خاصی پیدا کرده و هر روز نیز به مشتاقان آن افزوده می گردد. در کنار این، طی سه دهه اخیر، نگرش علمی و آکادمیک به مبحث مدیریت زنجیره تامین بسیار مثبت بوده و مقالات و کتابهای فراوانی در این زمینه نگاشته شده است.

امروزه مدیریت ارتباطات در یک زنجیره تامین به مبحثی ارجاع داده می شود که آنرا همان مدیریت زنجیره تامین (SCM) می نامیم. با بیانی واضح تر، یک زنجیره تامین تنها زنجیره ای از فعالیتهای تجاری به صورت ارتباطات یک به یک یا بنگاه به بنگاه نمی باشد، بلکه شبکه ای از فعالیتهای تجاری و ارتباطات بین آنهاست. مدیریت زنجیره تامین فرصتهایی را برای حصول یک تشدید مثبت در یکپارچه سازی و مدیریت درون شرکتی و بین شرکتی پیشنهاد می کند. در این حالت، «مدیریت زنجیره تامین» با مزیت های فرایندهای تجاری در ارتباط بوده و روش جدیدی را برای مدیریت فعالیتهای تجاری و ارتباطات با سایر اعضا در زنجیره تامین ارائه می دهد.

مفهوم «مدیریت زنجیره تامین» «از یکپارچه سازی خدمات لجستیکی در طول زنجیره تامین به سمت یکپارچه سازی و مدیریت فرایندهای کلیدی تجاری در طول زنجیره تامین باز تعریف شده است. براساس همین شفاف شدن تفاوت بین «مدیریت زنجیره تامین» و لجستیک، در سال ۲۰۰۳، انجمن مدیریت لجستیک تعریف اصلاح شده ای از لجستیک را ارائه کرد. این تعریف اصلاحی به وضوح موضع انجمن مدیریت لجستیک را بیان می دارد که «مدیریت لجستیک» را به عنوان جزئی از «مدیریت زنجیره تامین» معرفی می کند. این تعریف اصلاح شده بدین صورت است:

لجستیک آن قسمت از مدیریت زنجیره تامین است که کارایی و اثربخشی جریان روبه جلو و روبه عقب و نیز ذخیره سازی کالاها، خدمات و اطلاعات مربوطه بین نقطه آغازین زنجیره تا نقطه مصرف نهایی به منظور تامین نیازمندیهای مشتریان زنجیره را برنامه ریزی می کند، به کار می گیرد، و کنترل می کند.

لجستیک

این لغت ریشه‌ای یونانی دارد و در موارد نظامی برای جابجایی جنگ‌افزار، مهمات و جیره غذایی در مواقع حرکت از مکان اصلی به سمت خط مقدم استفاده می‌شود. در زبان یونانی، رومی و امپراطوری رم شرقی، نظامیانی وجود داشتند با نام LOGISTIKAS که وظیفه مسائل مالی و تقسیم مایحتاج بر عهده آنان بوده است.

در دیکشنری آکسفورد لجستیک به این صورت تعریف شده: قسمتی از علوم نظامی که وظیفه تهیه و تحویل آماد و جابجایی مواد و افراد و تجهیزات را دارد.

و در دیکشنری دیگری به این صورت تعریف شده است: مدت زمانی که برای مهیا کردن منابع مورد نیاز است.

همینطور لجستیک به صورت عمومی شاخه‌ای از علوم مهندسی است که سیستم‌های انسانی بجای سیستم‌های ماشینی ایجاد می‌کند.

گستره‌های مدیریت لجستیک عبارت هستند از:

- لجستیک داخل مرزهای یک کشور
- لجستیک داخلی
- لجستیک خارج از مرزهای کشور

لجستیک به کلیه فعالیت‌های هماهنگی اطلاق می‌شود که جهت بررسی، تحقیق، مطالعه و برآورد نیازها و احتیاجات اولیه در زمینه وسایل و تجهیزات، ماشینها و ابزارآلات، تاسیسات و قطعات از هر نوع و کلیه امور مربوط به تهیه، تولید، بیمه، نگهداری، انبارداری، توزیع، حمل و نقل، تنظیم و تهیه روش انجام کار، طراحی سیستم و دستور العمل و نظارت بر موارد فوق انجام می‌گیرد.

منافع بکارگیری دانش لجستیک و مدیریت زنجیره تامین

- موجودی‌های کمتر
- بهره‌وری بالاتر
- چابکی بیشتر
- مواعدهای تحویل کوتاهتر
- سود بالاتر
- رعایت حقوق بیشتر مشتری
- وجود موجودی‌ها و اندازه انباشته‌ها به مقدار صحیح

- قابلیت مشاهده و ردگیری رخدادها
- کاهش هزینه‌ها
- افزایش خدمت دهی به مصرف‌کنندگان
- ایجاد مزیت‌های رقابتی
- تعامل نزدیکتر با تامین کنندگان
- ایجاد فرصت برای خرید مقادیر زیاد و با هزینه کمتر
- ایجاد مرجع پاسخگویی
- توانایی اجرای دقیق سیستم‌ها به صورت ترکیبی

لجستیک در صنایع مختلف

توجه به گسترش فعالیتهای صنعتی و بازرگانی و عزم جدی در سطوح مختلف کشورها در زمینه تعالی و توسعه، دقت در تمامی ابعاد تامین، تولید و توزیع را فراتر از نوع و کیفیت محصول - برای جهش در پیشرفت ایجاد می نماید. مطالعه تجربه جهانی در این زمینه نقش مدیریت زنجیره تامین و لجستیک را بسیار برجسته می نماید.

بخش مهمی از محصولات و خدمات مرتبط با مدیریت زنجیره تامین و لجستیک در حوزه هایی تعریف می شوند که عبارتند از: سیستمها و تجهیزات حمل و نقل محصولات و بار، فناوریها و سیستمهای ذخیره سازی و انبارش، فناوریهای حمل و نقل اقلام خشک، اقلام مایع و اقلام فله ای، خدمات و فناوریهای لجستیک مواد خطرناک، دارای ریسک و ویژه، انواع سیستمهای کنترل (بیسیم و...)، سیستمها و نرم افزارهای مدیریت حمل و نقل و مدیریت انبار و ... بدین ترتیب فعالان عرصه حمل و نقل از شاخص ترین فعالان عرصه لجستیک و خدمات رنجیره تانین هستند.

همچنین، بخشی از محصولات و خدمات مرتبط با مدیریت زنجیره تامین و لجستیک در حوزه بسته بندی انواع و اقسام مواد و محصولات به منظور انتقال، توزیع و فروش است. مواد و محصولاتی که از لحاظ ابعاد، سیالیت یا جامد بودن، میزان فسادپذیری، فاصله تولید کننده تا مصرف کننده و ... متفاوت هستند. بدین ترتیب فعالان حوزه بسته بندی از مهمترین فعالان عرصه لجستیک و خدمات رنجیره تامین به شمار می آیند.

در کنار مسائل صدرالاشاره، مواد و محصولات غذایی که طیف بزرگی را شامل می شوند، دارای ویژگیهای منحصر به فردی هستند. این ویژگیها در زمینه هایی از قبیل ابعاد، میزان و زمان فسادپذیری، سیالیت یا جامد بودن، فاصله تولید کننده تا مصرف کننده، مدت زمان تحویل و ... مطرح هستند. از رو شرایط و مشخصات خاصی برای زنجیره تامین و لجستیک این نوع مواد و محصولات به وجود می آید. بدین ترتیب فناوریها و تجهیزات و سیستمهای

مدیریتی، برنامه ریزی، نرم افزاری و عملیاتی خاص در حوزه های حمل و نقل، انبارش، توزیع، شناسایی، کدگذاری و ردیابی، توزین، بسته بندی و دیگر حوزه های لجستیکی طلب می کند.

توجه به مشخصات مواد و محصولات صنایع نفت و گاز و پتروشیمی ویژگی هایی از قبیل داشتن ارزش استراتژیک، سیال بودن و پیوستگی بعضی از اقلام، فله ای بودن بعضی از اقلام، قابلیت بسته بندی شدن بعضی از اقلام، خطرناک و دارای ریسک بودن، نیاز به شرایط خاص برای انجام فرآیندهای تولیدی، انبارش، انتقال و مصرف برجسته می شود. این ویژگی ها شرایط و مشخصات خاصی را برای زنجیره تامین و لجستیک این نوع مواد و محصولات ایجاد می کند. بدین ترتیب فناوریها و تجهیزات و سیستمهای مدیریتی، برنامه ریزی، نرم افزاری و عملیاتی خاص در حوزه های حمل و نقل، انبارش، توزیع، شناسایی، کدگذاری و ردیابی، توزین، بسته بندی و دیگر حوزه های لجستیکی طلب می کند.

موانع توسعه لجستیک و مدیریت زنجیره های تامین در کشور

بانک جهانی در گزارشی ۵ عامل اصلی را مهمترین موانع توسعه لجستیک و مدیریت زنجیره تامین در کشورهای در حال توسعه معرفی کرده است که در مورد کشورمان نیز مصداق دارد.

- زیرساخت های ناکافی
- زیرساخت های ضعیف حمل و نقل و قوانین متعدد و مختلف مربوط به آن
- زیرساخت های مخابراتی ناکافی
- وسایل حمل و نقل فرسوده و ناکافی
- شبکه جاده ای ناکافی
- انبارهای ناکافی
- شبکه راه آهن اندک و قدیمی
- چالش های اقتصادی
- درک ضعیف از اقتصاد رقابتی
- ضعف در برنامه ریزی اقتصادی واقع بینانه و عملی
- ضعف در تثبیت مسیر اقتصادی
- بازار کوچک داخلی و کمبود اطلاعات در بازار
- سیستم بانکی ناکارا و نرخ های بهره بالا
- مشکلات و نارساییها در حمایت های اقتصادی دولت
- ناکارایی نظام مالیاتی
- چالش های مدیریتی
- مدیریت بروکراتیک و عدم هماهنگی های میان سازمانی در زنجیره

- عدم انعطاف‌پذیری سیستم
- عدم اعتماد بین اجزای زنجیره و طولانی بودن سیستم‌های قضایی جهت حل و فصل دعاوی
- کمبود نیروی انسانی متخصص و صلاحیت‌دار

اهم اقدامات و برنامه‌های انجمن لجستیک ایران در همکاری با دستگاهها زیربط

- پیگیری ایجاد ساختار مدیریت لجستیک در سطح ملی با حضور بخش غیردولتی و پیگیری واگذاری زنجیره‌های تأمین کالاهای اساسی به بخش غیردولتی
- پیگیری و حمایت از شکل‌گیری مراکز لجستیکی منطقه‌ای در حاشیه شهرهای بزرگ
- پیگیری و حمایت از شکل‌گیری شهر لجستیک در کشور در جهت تبدیل شدن به مرکز ثقل تجاری در منطقه و جهان
- حمایت از بخش خصوصی در جهت توسعه زیرساخت‌های لجستیکی (مراکز ذخیره‌سازی (سیلو، سردخانه)، مراکز توزیع و حمل و نقل، مراکز بسته‌بندی، مراکز بازیافت)
- حمایت از توسعه زنجیره‌های تأمین رقابتی
- برنامه گسترده برای توسعه تجارت الکترونیک در کشور به عنوان یکی از فرایندهای لجستیکی
- ایفای نقش فعال در کاهش هزینه‌های لجستیک در سطح خرد و کلان
- پیگیری تحول در نظام توزیع کشور در جهت اثربخشی فرایندهای لجستیک در سطح م

AGV & FMS

AGV

مقدمه

پیشرفت فناوری در دوره معاصر در همه عرصه‌ها با هدف انجام شدن آسانتر، دقیقتر و نیز ارزانتر کارها بسیار موفقیت آمیز بوده است. گسترش روزافزون کارخانه‌ها و ساختمانهای صنعتی و غیر صنعتی بسیار بزرگ و نیاز به حمل کالاها و ابزار در احجام و وزنهای عظیم نیاز به دقت، ایمنی و کاهش سرمایه را نیز افزایش داده است.

با وجود اینکه سیستم‌های جابجایی مواد و کالا ایجاد ارزش افزوده در محصولات نمی‌نماید و تغییری در ماهیت تولید نمی‌دهد ولی در هر واحد تولیدی یکی از ارکان مهم به شمار می‌آید و دلیل این امر آن است که با داشتن یک سیستم جابجایی بهینه هزینه‌های سازمان کاهش یافته و سودآوری بیشتر می‌گردد.

مخاطراتی که همه روزه جان کارگران را در محیط‌های کاری تهدید می‌کند نیز طراحی و ساخت سیستم‌های ایمن را می‌طلبد. به منظور بهینه نمودن عملکرد جابجایی مواد باید اهداف حرکت را معین کرده و سپس اصول بنیادی را در مختصر سازی و حذف حرکات زائد بکار برد.

مبحث جابجایی و حمل و نقل مواد و محصولات از مهمترین فاکتورها در ارزیابی و برنامه ریزی تولید در کارخانه‌های تولیدی، است که در طراحی کارخانه و چیدمان ماشین‌ها و... باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. بر اساس تحقیقات انجام شده حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از هزینه‌های تولیدی یک محصول خاص را هزینه‌های جریان مواد به خود اختصاص می‌دهند. برای دستیابی به جابجایی بهینه مواد و قطعات و با در نظر گرفتن نکات اساسی زیر یک وسیله نقلیه خودکار، وسیله‌ای مناسب جهت حمل و جابجایی مواد و قطعات در خطوط تولید و مراکز جابجایی کالاها می‌باشد.

(۱) بهترین جابجایی سعی در عدم جابجایی است. یعنی نزدیک کردن هر چه بیشتر مواد به تولید و تولید به مصرف.

(۲) مواد در مسیر حرکت حتی المقدور باید تا نقطه بعدی که مورد استفاده قرار می‌گیرد پیوسته و متصل حرکت نمایند.

۳) تا حد امکان حرکات کوتاه و مستقیم شوند.

۴) حتی المقدور قبل از ذخیره سازی مواد جابجا شده برای عملیات بعدی تعیین موقعیت شود. [۱]

AGVs(Automated Guided Vehicle system)

یا سیستم حمل و نقل هدایت شونده خودکار چیست؟



AGV وسیله‌ای می‌باشد که می‌تواند در یک مسیر از پیش تعیین شده و مشخص بصورت خودکار وبدون دخالت انسان حرکت کند. AGV یا ارابه خودراهنما وسیله متحرک بدون سرنشینی است که با کامپیوتر کنترل شده و برای حمل کالا به کار می‌رود و توسط یک موتور الکتریکی و یا باتری نیروی آن تامین می‌گردد.

این وسیله برای حرکت در نقاط مشخص و مکانهای ازپیش تعیین شده طراحی و برنامه ریزی می‌شود و استفاده از آن برای کارهایی که معمولا در مسیرهایی به صورت تکراری انجام می‌شود در جهان رو به افزایش است. AGV ها وسایلی هستند که برای حرکت دادن اجسام به کار می‌روند. حرکت دادن شامل جابجایی، ذخیره و کنترل و محافظت اجسام و کالاها در طی فرایندهای ساخت، توزیع، مصرف و فروش می‌باشد. استفاده‌های رایجی نظیر انتقال کالا، بارگذاری و خالی کردن پالتها، کشیدن و هل دادن وسایل از جمله کاربردهاست.

AGV توسط انستیتوی حمل مواد آمریکا به صورت زیر تعریف می‌شود:

یک وسیله نقلیه که با تجهیزات هدایت خودکار یا به صورت الکترومغناطیسی و یا به صورت نوری مجهز شده است، قابلیت تبعیت از مسیرهای هدایت شده را داشته و ممکن است برای برنامه ریزی وسیله نقلیه، تعیین نرخ حمل و نقل و یا هر وظیفه دیگر به وسیله سیستم تجهیز شود.

تمامی فعالیت‌هایی که درطول انجام وظیفه محوله صورت می‌گیرد مثل توقف نمودن استارت کردن در ایستگاهها بدون دخالت مستقیم انسان انجام می‌شود. بهبود زمان انجام کار، ایمنی حمل و نقل، کاهش نیروی انسانی، کاهش خسارات تولید، قابلیت کار با سکوهای حمل بار، استفاده مجدد از وسایل، پیگیری بهتر مواد، انبارداری بهتر و نظم بیشتر از عوامل کاربرد AGV است.

اولین AGV در سال ۱۹۵۴ توسط ای.ام. برت اختراع شد که در آن از یک سیم بالاسری به عنوان کنترل کننده حرکت جهت نقل و انتقال در انبار استفاده شد. در سال ۱۹۷۳ کارخانه ولوو ماشین های AGV را جهت استفاده در خط مونتاژ نهایی خود طراحی کرد و سپس دستگاه خود را به سایر شرکت های تولید خودرو ارائه کرد. [۱]

کاربردهای معمول AGV:

جابه جایی تکراری مواد در یک فاصله معین - رساندن بارهای معمول - در مواقعی که سرعت رساندن مهم است و دیر کردن موجب عدم کارایی میشود - اپراتورهایی که حداقل دو شیفت دارند - در فرایندهایی که پیگیری و رساندن مواد خیلی مهم است

- کار کردن با مواد اولیه

AGV اغلب برای جابه جایی مواد اولیه استفاده می شوند مثل کاغذ فولاد فلزات و پلاستیک. این مورد شامل جابه جایی محصولات از دریافت از انبار و رساندن به خطوط میباشد.

- کار کردن در فرایند جابه جایی.

یکی از اولین کارهایی که ای جی وی مورد استفاده قرار میگیرد جابه جایی تکراری محصولات بین فرایندهای ساخت میباشد.

- کار کردن با محصولات نهایی.

جابه جایی محصولات نهایی از تولید به انبار آخرین جابه جایی قبل از رسیدن به دست مشتری است. این جابه جایی ها نیازمند دقت فراوان هستند. ای جی وی ها انتخاب بسیار خوبی برای این کارند. [۲]

سیستم های هدایت

در سیستم های AGV معمولاً هدایت ماشین ها از بخش های زیر بهره می گیرند.

- سیستم سیمی

در این سیستم یک حسگر سیمی در پایین ماشین قرار گرفته و جهت آن به سمت زمین قرار گرفته است. بر روی زمین نیز شیاری تراشیده شده است و سیمی در حدود یک اینچ داخل زمین قرار گرفته است. حسگر فرکانس فرستاده شده از سیم داخل زمین را شناسایی کرده و آن را دنبال می کند.

- سیستم نواری

بسیاری از AGV ها با وظایف سبک از این سیستم استفاده می کنند. نوارها به طور کلی می توانند به دو شکل باشند:

۱. مغناطیسی

۲. رنگی

یکی از مزایای این روش این است که در صورت نیاز به تغییر مسیر نسبت به روش قبل بسیار ساده ترمی توان راهنمای مسیر را جابجا کرد و هزینه تراشیدن سطح کارگاه یا انبار را ندارد. و نیز نوارها نیازی به دریافت انرژی جهت ارسال فرکانس ندارند. البته در جاهایی که ترافیک حرکت بالاست با مشکلاتی از قبیل آسیب دیدگی یا کثیف شدن روبرو می شویم.

- سیستم خنثی

در این سیستم مسیر حرکت راهنما در میکروپروسسوری بر روی ماشین AGV مورد نظر در نظر گرفته شده است. در این روش برای ردیابی از حسگرهای سونار استفاده می شود.

- سیستم نوری

در این سیستم سطح مسیر مورد نظر با ذرات فلورسنت بی رنگ رنگ می شوند. فوتوسنسورهای موجود بر روی ماشین می توانند این ذرات را ردیابی کنند.

- مادون قرمز

برای مکان یابی محل ماشین از فرستنده های نوری مادون قرمز می توان استفاده کرد. بازتابگرها در جلوی ماشین جهت بازتاب نور قرار داده می شوند. [۲]

سیستم های تولید انعطاف پذیر (FMS)

انعطاف پذیری یعنی قابلیت تطبیق با دامنه وسیعی از حالت های شدنی. سیستم های تولید انعطاف پذیر یا FMS شامل یک سری ماشین های CNC و ایستگاه های پشتیبانی دهنده است که به یک سیستم حمل و نقل خودکار وصل شده و توسط یک کامپیوتر مرکزی کنترل می شوند.

به عبارتی دیگر هدایت و کنترل عملیات مربوط به ماشین آلات و تجهیزات در این سیستم تولیدی به وسیله کامپیوتر کنترل می شود. علاوه بر این، سیستم حمل و نقل مورد استفاده خودکار بوده و هدایت آن از پیش برنامه ریزی شده و کنترل آن در اختیار کامپیوتر است. چنین سیستمی برای تولید دسته های کالا در حجم متوسط در نظر گرفته می شود.

تکنولوژی FMS دارای یک مرحله تدریجی با خطوط انتقال برتر است که می تواند بنا به تقاضای مشتری تغییر یافته و محصولات مشتری پسند را با سرعت بالا تحویل نماید.

عناصر کلیدی FMS شامل موارد زیر است:

- ماشین های خودکار با قابلیت برنامه ریزی مجدد
- تغییر و تحول ابزار به صورت خودکار
- سیستم حمل و نقل موادبه صورت خودکار هم برای انتقال فعالیت بین ماشین ها، هم برای بارگذاری/ باربرداری قطعات در ماشین ها.
- سیستم کنترل خودکار

بعضی از قطعات بطور همزمان به سیستم بارگذاری می شوند و بعضی از ماشین ها قادرند با داشتن اطلاعات از فرایندها و داشتن ابزار لازم روی هر قطعه کار نمایند. بنابراین قطعات می توانند در یک ماشین توسط یک سری از عملیات متوالی ساخته شوند. با خواندن کد قطعه، نوع قطعه شناسایی خواهد شد و فرآیندهای مناسب آن، توسط حافظه کامپیوتری برای ساخت قطعه در نظر گرفته می شود. سیستم ممکن

است بیش از ۲۰ ماشین داشته باشد ولی معمولاً سیستم‌های کوچک از یک یا دو ماشین تشکیل می‌شوند که به آن سلول انعطاف پذیر گفته می‌شود.

ویژگی‌های انعطاف پذیری ماشین، سیستم حمل و نقل و عملیات به شرح زیر تعریف می‌گردد:

۱- ویژگیهای انعطاف پذیری ماشین

- سلسله عملیات، نیاز به حداقل راه اندازی داشته باشد.
- مخازن ابزار وسیع و گسترده باشد.
- تغییرات ابزار بطور خودکار انجام گیرد.

۲- ویژگی‌های انعطاف پذیری سیستم حمل و نقل

- قابلیت انجام حرکت‌های مختلف قطعات بین ماشین‌ها و انبار را داشته باشد.

۳- ویژگیهای انعطاف پذیری عملیات

- قابلیت انجام عملیات مختلف بر روی قطعه برای تولیدات آینده را داشته باشد.

انعطاف پذیری ماشین، حمل و نقل و عملیات منجر به انعطاف پذیری در فرایندها (تنوع قطعاتی که با یک راه اندازی تولید می‌شوند)، مسیر یابی (قابلیت به کارگیری ماشین‌های مختلف برای تولید قطعات با همان راه اندازی)، محصول (تغییرات آسان سیستم برای تولید محصولات جدید)، حجم (حساس نبودن سود به سطح تولید) و توسعه (سادگی افزایش ظرفیت) می‌شود.

توجه داشته باشید که تکنولوژی ریزپردازنده‌ها و تجهیزات و تکنولوژی‌های اطلاعات که منجر به انعطاف پذیری می‌شود، فاکتور اصلی به شمار می‌آید.

اگرچه انعطاف پذیری سعی دارد تغییرات غیرضروری را حذف نماید ولی در تامین تقاضاها متغیر و گسترده و به طور کارآمد و موثر عمل می‌کند. این مهم است که سیستم در افق زمانی معین بتواند

قطعات درخواست شده را با ترکیب مناسب از تولید و حداقل زمان تغییر رویه، که یک گزینه اقتصادی برای تولید همزمان و چندگانه قطعات است، در حجم متوسط تولید نماید.

FMS در سال ۱۹۶۰ با عنوان «خطوط زنجیری» شکل گرفت. خطوط زنجیری شامل ماشین های NC بود که توسط تسمه نقاله ها به یکدیگر مرتبط بودند. این سیستم ها بر خلاف خطوط انتقال تولید انبوه، برای اندازه دسته در حجم متوسط طراحی شده بودند. ماشین های NC بوسیله یک نوار ضبط شده عملیات را انجام می دهند. بعضی از ماشین ها تغییرات ابزار را نیز به صورت خودکار انجام می دهند، اگرچه اجازه عملیات چندگانه بر روی یک قطعه را دارند.

سیستم های FMS گران هستند ولی منجر به سودآوری معنی دار می شوند. میزان مطلوبیت حاصل از تولید سنتی ۳۰ درصد ولی در سیستم های تولید FMS بیشتر از ۸۵ درصد است. ماشین ها می توانند برای ۳ شیفت با تعداد کارگر کمتر کار کنند. تعداد ماشین های کمتری مورد نیاز است اگرچه که ماشین های FMS گرانتر هستند.

Talavage & Hannam (۱۹۹۸) چند مشخصه مربوط به سودآوری سیستم های تولید FMS را ارائه کرده اند. آنها ادعان داشتند که ۱۰ ماشین FMS معادل ۲۵ ماشین CNC و ۷۰ درصد هزینه آن را خواهد داشت. فضای مورد نیاز اغلب تا یک سوم کاهش می یابد. قابلیت تغییر برنامه ها به طور آنی مهیا و قادر به تولید به موقع (JIT) است. با بکارگیری اندازه دسته ۱ WIP و در زمان کل کاهش می یابد. همچنین هزینه نیروی کار مستقیم نیز در FMS کاهش می یابد.

بعضی از مزایای FMS نامحسوس هستند. هزینه های متغیر و زمان کل کاهش یافته و رقابت را افزایش می دهد. برای توان رقابت با دیگر رقبا لازم است تا محصولات تولیدی از قیمت های پایین تر و کیفیت بالاتر برخوردار باشند. سیستم های FMS اینکار را انجام داده و در طول خط، بازرسی های لازم و کنترل برای افزایش کیفیت را انجام می دهند. بعضی از ماشین ها در هنگام گرم و سرد بودن دارای بازدهی متفاوت هستند، FMS با برنامه ریزی می تواند بر این مشکل فائق آید. [۳]

AGV & FMS

با توجه به مطالب ارائه شده فوق مشخص است که سیستم های AGV نسبت به نقاله ها و سایر تجهیزات حمل و نقل مواد از انعطاف بسیار بالایی برخوردار هستند و از این رو برای شرایط متغیر نرخ تولید محصولات ، نوع محصول و یا فرآیندهای ساخت می توان AGV ها را با هزینه ناچیز و بدون نیاز به تغییرات زیاد با شرایط جدید تطبیق داد. برای سایر سیستم های حمل و نقل مواد این امر به راحتی ممکن نبوده و مستلزم صرف هزینه های زیاد برای انطباق با شرایط جدید است.

استفاده از سیستم های حمل و نقل هدایت شونده خودکار (AGV) زمینه ساز ظهور سیستم های تولید انعطاف پذیر بود. [۴]

یکی از اجزای اصلی سیستم تولید انعطاف پذیر (FMS) سیستم حرکت قطعه می باشد و در واقع بخش عمده ای از انعطاف پذیری تولید وابسته به انعطاف پذیری سیستم حرکت قطعه یا حمل و نقل مواد است. همانطور که در بالا اشاره شد AGV ها از انعطاف پذیری بالایی برخوردارند. سیستم FMS بدون AGV امکانپذیر نیست چرا که سیستم حمل و نقل FMS را AGV تشکیل می دهد.

۱. <http://mest.blogfa.com/post/#۴۲Scene> ۱
۲. <http://fa.wikipedia.org/wiki>
۳. میربهداد قلی آریا نژاد(۱۳۸۷) - برنامه ریزی سیستمهای تولیدی ، انتشارات ترمه
۴. مجله علمی پژوهشی شریف ۱۳۸۷ - شماره ۴۵ - محمود هوشمند و محسن تقوی- (بررسی سیستم های حمل و نقل اتوماتیک مواد در مونتاژ انعطاف پذیر)