irmgn.ir

فصل اول :

تعاریف و مفاهیم

irmgn.ir

قبل از آنکه مطالب مربوط به کلیات درس مدیریت تولید و عملیات آغاز گردد در مرحله اول تعاریف و معانی و بعضی ارتباطات سایر را با این واژه بررسی می نمائیم، به نظر شما تعریفی که می توان از واژه تولید و مدیریت تولید و عملیات ارائه نمود چیست؟ تولید عبارتند از ایجاد کالا و خدمات و مدیریت تولید و عملیات به مجموعه ای از فعالیت ها اطلاق می شود که منابع در دسترس را به کالا و خدمات تبدیل می نماید. همچنین باید یادآور شد که فعالیت ها در سازمان هستند که منجر به ایجاد کالا و خدمات می گردند. حال باید بررسی نمود که در چه فعالیت هایی از واژه مدیریت تولید استفاده شود و در چه فعالیت هایی واژه مدیریت عملیات مورد استفاده قرار گیرد.

* در شرکتهای تولیدی که فعالیت های آنها منجر به تولید فیزیکی می گردد از واژه مدیریت تولید استفاده می شود. مثلاً در یک کارخانه که تولید یخچال می باشد یک محصول قابل لمس را مشاهده می نمائیم و یا تولیدات واحدهای صنعتی.

* در سازمانهایی که تولید بصورت خدمات ظاهر می شود از واژه مدیریت عملیات استفاده می گردد. در این گونه سازمانها محصولات به صورت فیزیکی ساخته نمی شود و کارکرد تولید کمتر ملموس می باشد مثلاً دریک سازمان فعالیت هایی مثل پردازش چک در بانک، رزرو بلیط، مراقبت از بیمار و غیره جزءمدیریت عملیات می باشد.

گاهی اوقات محصولات در شکل های غیر معمول تولید می گردند مثلاً صدور بلیط هواپیما، تجویز دارو و غیره که اینگونه مؤسسات را هم سازمانهای خدماتی گویند.

باید در نظر داشت که برای ایجاد کالا و خدمات، همه سازمانها سه وظیفه اصلی را بعهده دارند.

۱) **بازاریابی** : که وظیفه اصلی آن ایجاد تقاضا و یا حداقل، تأمین سفارش برای محصول و یا خدمات است.

۲) **تولید/ عملیات**: وظیفه این قسمت تولید محصول است.

۳) **مالی/ حسابداری**: قسمت اموری مالی و حسابداری نشانگر این است که سازمان به چه شکل عمل نموده و صورتهای حساب را چگونه پرداخت نموده و منابع مالی را جمع آوری نموده است.

irmgn.ir

حال سؤال اساسی را که می توان مطرح نمود این است که اصلاً چـرا مـدیریت تولیـد و عملیـات را مطالعه می نمائیم. (P/OM[1]) برای پاسخ به این سئوال می توان چهار دلیل عمده را مطرح نمود.

۱) فهم و درک اینکه افراد چگونه خود را برای سرمایه گذاری سـودمند سـازماندهی مـی نماینـد را میسر می کند.

۲) P/OM را مورد مطالعه قرار می دهیم تا بدانیم که کالا یا خدمات چگونه تولید می شوند، زیـرا بخش تولید به عنوان قسمتی از جامعه، کالاهای مورد استفاده ما را تولید می کند.

۳) P/OM را مورد مطالعه قرار می دهیم چون P/OM یکـی از پرهزینـه تـرین بخـش هـای هـر سازمان است، در حقیقت P/OM بهترین فرصت را جهت سودآوری در تولید کالا یا ارائـه خـدمات بوجود می آورد.

۴) با مطالعه P/OM امکان شناخت اینکه مدیران تولید و عملیات چه می کنند، فراهم مـی شـود. همچنین با درک آنچه این مدیران انجام می دهندافراد مـی تواننـد مهارتهـای لازم جهـت تصـمیم گیری را که برای یک مدیر ضروری است تقویت کنند، چنین درکی سبب کشف فرصتی های شغلی متعدد و پر سود در بخش P/OM خواهد شد.

بعد از آشنایی با اهداف تولید و عملیات اینک به آنچه که مدیران تولید و عملیات می بایست انجـام دهند می پردازیم.

۱) **برنامه ریزی**: مدیران مقاصد و اهداف سازمان را تعیین نموده و برنامه ها، خطی مشی ها و رویه هایی که دررسیدن به این مقاصد و اهداف سازمان کمک می کند را توسعه داده و آنرا بهبود می بخشند، همچنین مدیران برنامه های فرعی هر بخش، گروه و فرد را تعیین می نمایند.

۲) سازماندهی: مدیران جهت تحقق اهداف ،ساختاری را برای افراد، گروهها و دپارتمان ها و بخش ها توسعه داده و در جهت بهبود آن تلاش می کنند.

۳) کارگزینی: مدیران جهت تحقق اهداف،نیازمندیهای پرسنلی را تعیین می کنند که شامل بهینه استخدام ،آموزش ،ابقاءو خاتمه خدمت کارکنان می باشد

۱-Production/operation management

irmgn.ir

۴)رهبری: مدیران جهت تحقق اهداف پرسنل را رهبری و نظارت نموده و یا در آنها ایجاد انگیزه می نمایند.

۵) کنترل: مدیران، استانداردها و شبکه های ضروری ارتباطات را توسعه می دهند تا مطمئن شوند که مؤسسات برنامه های مناسب و اهداف قابل دسترس را دنبال می کنند.

حال سئوال اساسی دیگری که مطرح می گردد این است که در یک سازمان، مدیران وظایفی چون برنامه ریزی، سازماندهی، کارگزینی، رهبری وکنترل را از طریق چه فعالیت هایی انجام می دهند.

در پاسخ به این سئوال باید عنوان نمود که در یک سازمان وظایفی چون برنامه ریزی، سازماندهی، کارگزینی رهبری و کنترل نیازمند ابزاری است که در ذیل به آنها اشاره خواهیم نمود.

۱) تحقیق و توسعه R&D

۲) طراحی محصول و فرآیند

۳) برنامه ریزی تسهیلات خرید

۴) مهندسی صنایع (IE)

۵) تعیین روشها و رویه ها

۶) برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی

۷) علم مدیریت و تحقیق در عملیات

۸) مدیریت کیفیت یا کنترل کیفیت

۹) نگهداری و تعمیرات (نت)

و موارد دیگر که به تولید و پیشرفت عملیات کمک می کنند.

پیشرفت سریع علم و تکنولوژی باعث شده تا مدیریت تولید و عملیات یکی از اصلی ترین عوامل جهت پاسخگویی به این تحولات باشد با توسعه و تقویت این رده مدیریتی می توان در عرضه تولید و ارائه خدمات گامی اساسی برداشت.

کاهش قیمت تمام شده محصولات و خدمات، افزایش کیفیت، کاهش ضایعات، استفاده بهینه از منابع و غیره می تواند توسط اعمال کارا و اثر بخش مدیریت تولید حاصل گردد.

irmgn.ir

فصل دوم:

مفاهیم نوین در مدیریت تولید

irmgn.ir

تولید ناب[۲]:

یکی از بحث های جدید و نوین در امر مدیریت تولید و عملیات تولید ناب می باشد که در این فصل به بررسی آن خواهیم پرداخت.

هدف نهائی مدیران مؤسسات تولیدی یا خدماتی بقاء و ریشه سازمان خود می باشد. اگر از این مدیران بپرسند که استراتژی شما برای بقاء و ماندگاری در محیط رقابتی امروزی چیست بدون شک پاسخی که به این سئوال داده می شود، سودآوری بلند مدت است. برآورده سازی و نیل به چنین هدفی امروزه مشکل است و نیازمند شناسایی و مدیریت عوامل مختلف داخل و خارج سازمان می باشد. از جمله عوامل اثر گذار بر استراتژی فوق که در تمامی سازمانهای تولیدی و خدماتی مطرح می باشند عبارتند از:

۱) رضایت مشتری ۲) رقبا ۳) تکنولوژی ۴) نیروی انسانی ۵) سیاست گذاریهای کوتاه و بلند مدت ۶) هزینه ۷) کیفیت ۸) سود خالص

این عوامل باعث شده است که سازمانهای مختلف تولیدی و خدماتی در سراسر جهان جهت دستیابی به سودآوری بلندمدت تکاپو کنند مدیران چنین بخشی و شرکتهایی در فکر هستند که چگونه می توان در شرایط گنگ در محیط کاملاً رقابتی بازار تجاری، بر دیگر رقبا غلبه کرد؟ ضرورت کسب و کار پاسخ این سئوال را مشخص می کند، از جمله عواملی که دربالا ذکر شد رضایت مشتری مهترین نگرانی سازمان می باشد، با جلب رضایت مشتری است که می توان بر رقبا غلبه کرد و سود سازمان را پیوسته افزایش داد. در چنین مواردی است که رضایت مندی محصولات تولیدی منجر به رضایت مندی مشتری می گردد.

تولید محصولات با کیفیت بالا به صورت مداوم، تولید محصولات با هزینه پائین و قابل رقابت زمان تحویل محصول به مشتری در زمان مناسب از موارد دیگری است که باعث رضایت مندی مشتری می گردد البته لازم به ذکر است که دستیابی به هر کدام از ویژگی های مذکور نیازمند پیاده سازی و بکارگیری مجموعه ای از ابزارها و تکنیک های مختلف است.

۲- Lean Production

irmgn.ir

همان طوریکه گفته شد دستیابی و ایجاد تولید ناب نیازمند مقدماتی است که در این قسمت آنها را به صورت ساختار سلسله مراتبی مطرح خواهیم نمود.

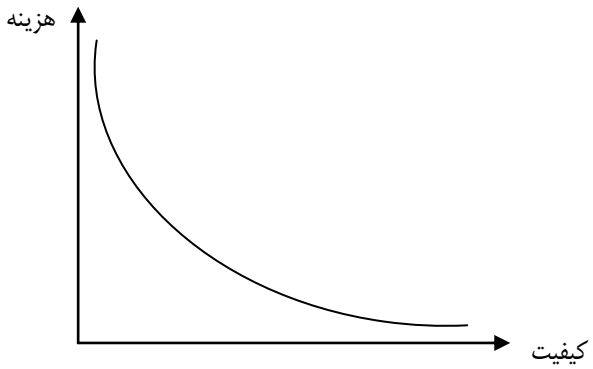
ساختار سلسله مراتبی تولید ناب:

بقاء و ماندگاری یک سازمان تولیدی و یا خدماتی وابسته به توان و بقاء سازمان در جهت حذف پیوسته اتلاف و ایجاد و ارزش افزوده به محصول از دیدگاه مشتری می باشد، رسیدن به این اهداف نیازمند ایجاد یک رویکرد تولیدی است که محصولات را با کیفیت بالا و هزینه پائین و سرعت و دقت بالا تولید نماید تولید ناب در چند سال اخیر در صنایع تولیدی ژاپن، به خصوص شرکت خودرو سازی تویوتا به عنوان رویکردی که می توان چنین محصولاتی را تولید نماید مورد استفاده قرار گرفته است.

پیاده سازی چنین رویکردی (تولید ناب) منجر به حذف پیوسته اتلاف و افزایش ارزش محصولات شرکت با یک کیفیت بالا و هزینه پائین می شود.

رویکرد ناب حذف سیستماتیک تمامی اتلافات در تمامی سطوح یک سازمان و تبدیل تمام فرآیند های تولیدی به فرآیندهای ارزش زاست.

نمودار زیر رابطه بین کیفیت و هزینه در تولید را به ما نشان می دهد.



نمودار ۱-۲: رابطه بین کیفیت و هزینه در تولید ناب

همان طوریکه عنوان شد تولید ناب دارای ساختار سلسله مراتبی است که می توان در چهار سطح آنها را مطرح نمود.

irmgn.ir

سطح اول:

سطح اول ساختار سلسله مراتبی تولید ناب اهداف و سیاستهای کلی است که در دو بخش :

۱) اهداف تجاری ۲) اهداف عملیاتی پیگیری می گردد

* اهداف تجاری: در بخش اهداف تجاری دستیابی به سود بلند مدت مد نظر سازمان می باشد که بقاء و ماندگاری یک سازمان را تضمین می کند.

* اهداف عملیاتی: برای اینکه سود دهی بلند مدت برای سازمان ایجاد گردد. محصولات تولیدی باید دارای سه ویژگی باشند.

۱) محصولات دارای کیفیت بالا و مداوم بوده به هر گونه ای که در طبقه خود بهترین باشد.

۲) هزینه تولید در مقایسه با سایر سازمانها قابل رقابت باشد.

۳) تحویل محصولات سریع و به موقع باشد.

که از این سه عنوان با نام کیفیت (Quality)، هزینه (Cost) و تحویل (Deilivery) یاد میگردد. این عناوین با نام QCD معرفی می گردد.

بطور خلاصه

- سطح اول: اهداف و سیاستها
  - ۱) اهداف تجاری
    - سود بلند مدت
  - ۲) اهداف عملیاتی
    - Quality کیفیت
    - Cost هزینه
    - Deilivery تحویل

irmgn.ir

سطح دوم:

سطح دوم ساختار سلسله مراتبی تولید ناب، اصول و مفاهیم پایه ای رویکرد ناب می باشد.

این اصول که زمینه لازم جهت اجرای استراتژی و ابزارهای تولید ناب را فراهم می آورد در سه بخش به شرح زیر می باشد.

۱) تعریف ارزش ۲) شناسایی و حذف اتلافات ۳) حمایت از منابع انسانی

۱) تعریف ارزش:

سعی و تلاش تمام شرکت های تولیدی این است که در خطوط تولیدی خود فعالیت هایی که از دیدگاه مشتریان هیچ گونه ارزش افزوده ای را در محصول ایجاد نمی کنند را حذف نمایند.

قدم اول در آماده سازی سیستم جهت اجرای ناب شناسایی ارزش و به کارگیری آن در فرآیندهای تولید می باشد باید توجه داشت که در دیدگاه ناب ارزش توسط مشتری تعریف می شود. ارزش یک محصول معمولاً تابعی از قیمت و نیازمندیهای مشتری در یک دوره زمانی است. محصولات با طراحی پیچیده اگر نتوانند نیازمندیهای مشتری را با قیمت مناسب در یک زمان خاص برآورده کنند دارای کمترین ارزش هستند ارزشها تنها باید توسط دیدگاهها و ملاحظات مشتری نهایی تعریف شود و هرگز نباید تحت تأثیر سیاستهای شرکت، تکنولوژی جدید و تأمین کنندگان قرار گیرد. باید توجه داشت که تعریف ارزش به درستی صورت پذیرد وگرنه هزینه های اضافی بر شرکت تحمیل خواهد نمود و سبب از دست دادن رقابت و کاهش سهم شرکت در بازار محصولات تولیدی می شود.

بعد از تعریف ارزش در یک سازمان جهت بهبود فرآیندهای سازمان رسم دیاگرام جریان ارزش ضروری است.

۲) شناسایی و حذف اتلافات:

به فعالیت هایی که منابعی نظیر زمان و یا هزینه را جذب می کند ولی هیچ ارزش افزوده ای ایجاد نمی کند اتلاق می گردد. نکته مهم این است که حذف اتلاف یکی از اصول پایه ای سیستم های

irmgn.ir

تولید ناب می باشد برای حذف سیستماتیک اتلاف باید تمام منابع انسانی موجود در سازمان آموزش داده شوند که اتلاف چیست و در صورت مشاهده چگونه آن را حذف کنند.

اگر فرآیندهای عملیاتی و منابع انسانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند دو نوع اتلاف در آنها ملاحظه می گردد.

۱) اتلاف آشکار ۲) اتلاف پنهان

۱-۲) اتلاف آشکار: معمولاً به راحتی قابل شناسایی است و می توان آن را فوراً با یک هزینه پائین و یا حتی بدون هزینه حذف کرد.

۲-۲) اتلاف پنهان: این گونه اتلاف، در روشها، تکنولوژی یا سیاست های فعلی شرکت ظاهر می شود. مگر اینکه روش بهبود یافته ای اجرا شود.

انواع مختلف اتلاف را می توان به صورت های زیر تقسیم بندی نمود.

۱) اتلاف تولید بیش از اندازه

۲) اتلاف موجودی

۳) اتلاف اصلاح و تغییرات

۴) اتلاف حرکت

۵) اتلاف حمل و نقل

۶) اتلاف انتظار

۷) اتلاف فرآیندهای اضافی

۸) خلاقیت بلا استفاده منابع انسانی

مواردی که به نام اتلاف اعلام گردیده در شرکت تویوتا اتلافات هشت گانه (مودا) یا فعالیت های بدون ارزش افزوده نامیده اند.

irmgn.ir

۳) حمایت از منابع انسانی:

حمایت از منابع انسانی شامل فراهم آوردن ابزارها و محیط کار مناسب، آموزش منابع انسانی و حمایت های مدیریتی لازم است. به این ترتیب آنها می توانند کارشان را بطور موثر انجام دهند و به کارگیری این فعالیت که (اخراج آخرین حربه ممکن است) جلوه می نماید.

این نکته نباید فراموش گردد که منابع انسانی شرکت از ابزارهای مهم سیستم تولید ناب می باشد و نیازمندیهای آنها همیشه در اولویت قرار می گیرند. باید توجه داشت که منابع انسانی و نیروهای انسانی به عنوان تولید کنند و فراهم آورنده محصولات به عنوان اولین اجزاء در تولید ناب هستند که عامل ایجاد ارزش افزوده در محصول یا خدمت می باشند. چون آنها مستقیماً در تولید محصول یا ارائه خدمت شرکت دارند. یک سازمان ناب به نیروی انسانی خود به چشم یک آفریننده ارزش افزوده نگاه می کند که می تواند اثرات مثبت و قابل توجهی برای سازمان داشته باشد.

irmgn.ir

سطح سوم: استراتژی های تولید ناب

در سطح سوم به دنبال استراتژی های تولید ناب هستیم. دستیابی به اهداف و سیاستهای کلی رویکرد ناب توسط مجموعه ای از استراتژیها تولید امکان پذیر است که عبارتند از:

۱) تحویل به موقع Jit (Just in time)

۲) مدیریت کیفیت فراگیر T.Q.M (Total Quality Management)

۳) نگهداری بهره ور فراگیر: T.P.M (Total Productivity Maintenance)

باید یادآور شد که هر سه مورد ذکر شده الزاماً باید اجرا شوند اما اینکه کدام در اولویت اجرا قرار میگیرد بستگی به نظر مدیریت دارد. حال هر کدام از سه مورد ذکر شده را به صورت مختصر و مفید توضیح خواهیم داد.

۱) تولید به موقع (تحویل به موقع)

در مرحله اول تعریفی از تولید یا تحویل به موقع داشته باشیم. جامعه کنترل تولید و موجودی آمریکا Jit در دو بعد تعریف می کند در معنای گسترده و در معنای محدود

۱-۱) تعریف Jit در معنای گسترده:

روشی برای رسیدن به بهینگی در یک شرکت تولیدی بر اساس حذف پیوسته هر گونه دوباره کاریها و اتلاف

۱-۲) تعریف Jit در معنای محدود:

تولید قطعات مورد نیاز به اندازه مورد نیاز و در زمان مورد نیاز

هدف کلی از Jit حذف آن دسته از فعالیت هایی است که ارزش افزوده ای برای محصول و سازمان ایجاد نمی کند.

قبل از بیان مطالب، تاریخچه ای از شرکت تویوتا که Jit در آن کامل شد می پردازیم.

irmgn.ir

تاریخچه شرکت تویوتا

در دهه ۸۰ میلادی، تویوتا توجه شرکت های برتر خودرو سازی جهان را به سوی خود جلب نمود. در آن زمان خصوصیات ویژه ژاپنی ها در زمینه کیفیت و کارایی زبانزد همگان بود، چرا که عمر خودروهای ژاپنی از مشابه آمریکایی بیشتر و نیاز کمتری به تعمیر داشتند در دهه ۹۰ میلادی شاهد چیزی بیش از یک ویژگی در تویوتا بودیم که حتی در مقایسه با دیگر سازندگان خودرو در ژاپن نیز شگفت آور بود. تویوتا در حالی که دستمزد نسبتا بالایی به کارگران ژاپنی می پرداخت و خودروهایش نیز را سریعتر و با قابلیت اطمینان بالاتری طراحی و تولید می کرد، با هزینه پایین رقابتی پیش می رفت. مهمتر اینکه هر بار تویوتا با یک مشکل روبرو می شد و از جانب رقبا آسیب پذیر به نظر می رسید، به طرز شگفت انگیزی مشکل را حل و حتی قدرتمندتر از گذشته به مسیر اولیه خود باز می گشت.

داستان خانواده تویو دا و شرکت تویوتا موتور با (ساکی چی تویودا) در اواخر قرن نوزدهم آغاز میشود. در آن زمان، بافندگی یک صنعت حیاتی برای ژاپن بود و دولت به دنبال ارتقای این صنعت بود تویودا فعالیتش در زمینه تولید ماشین بافندگی را در سال ۱۹۲۶ آغاز کرد. تلاش های بی پایان او سرانجام به ایجاد ماشین های بافندگی خودکار پرقدرتی منجر شد که به (مرواریدهای می کی موتو و ویولون سوزوکی) معروف شد. وی در میان اختراعاتش مکانیسم خاصی برای توقف خودکار ماشین زمانی که یک پیچ می شکست، ایجاد کرد، اختراعی که به سیستم گسترده تری تبدیل گشت و سرانجام یکی از دو ستون TPS بنام (اتوماسیون با دخالت انسان) شد. اصولا اتوماسیون با دخالت انسان به معنی ایجاد کیفیت است و مفهوم آن به طراحی تجهیزات بر میگردد. بنابر این کارگرهای شما به ماشین ها گره نخورده و آزادند تا کارهای ارزش افزوده انجام دهند. خدمت بزرگتر او به ژاپن توسعه تویوتا می باشد که همان فلسفه و رویکرد امروزی تویوتا است ساکی چی تویودا با اختراع ماشین بافندگی و فروش آن توانست سرمایه ای را جمع آوری نماید. او می دانست که جهان در حال تغییر است و ماشین های بافندگی موتوری تبدیل به تکنولوژی دیروز خواهد شد در حالیکه خودرو تکنولوژی فردا خواهد بود. او یک ساختمان تجاری را راه اندازی و مسئولیت آن را به پسر خود کی چی رو تویودا سپرد. وی شرکت تویوتا را به فلسفه پدر و مدیریت وی ساخت اما

irmgn.ir

نوآوری های خود را نیز به آن افزود. به عنوان مثال در حالی که برای ساکی چی پدر ستون سیستم تولید تویوتا (اتوماسیون با دخالت انسان) بود، هدف کی چی رو JIT بود. وی تحت تاثیر سفری که به کارخانه فورد در میشیگان داشت قرار گرفت. او این سفر را به منظور مشاهده خط تولید فورد و سیستم سوپر مارکت های آمریکایی که در همان لحظه که مشتری در حال خرید بود محصولات را در قفسه ها عوض می کردند، انجام داد.

در طول تاسیس شرکت خودرو سازی تویوتا، جنگ جهانی دوم رخ داد. ژاپن در این جنگ شکست خورد و فاتحان آمریکایی توانستند تولید خودرو را متوقف کنند. کی چی رو نگران بود که اشغال پس از جنگ شرکتش را نابود کند. از طرف دیگر آمریکایی ها به منظور دوباره ساختن ژاپن نیاز به خودرو داشتند و به همین دلیل به شرکت تویوتا کمک کردند که ساخت خودرو را آغاز نماید. زمانی که اقتصاد تحت اشغال کمی رونق گرفت، تویوتا در گرفتن سفارش خودرو به مشکل برخورد کرد. تورم موجود، پول را بی ارزش کرد و دریافت پول از مشتریان بسیار سخت شد. جریان پول بسیار فجیع بود به طوری که در سال ۱۹۴۸ قرض تویوتا هشت برابر ارزش سرمایه وی بود. برای جلوگیری از ورشکستگی، وی از ۱۶۰۰ کارمند خود خواست که داوطلبانه خود را باز نشسته کنند این امر باعث اعتصاب و تظاهرات عمومی کارگران شد که در آن زمان در ژاپن بسیار معمول بود. شرکت ها هر روز بیکارتر می شدند. ولی کی چی رو روش متفاوتی را پیش گرفت.

تلاش او در سال ۱۹۳۰ جواب داد و توانست کامیون های سادهای بسازد. در همان سال مدیران تویوتا، شرکت های فورد و جنرال موتورز را به منظور مطالعه خطوط تولیدشان ملاقات کردند. در آن دوران خط تولید فورد موفق ترین خط تولید انبوه به حساب می آمد. آنها همچنین کتاب هنری فورد با نام (امروز و فردا) را به دقت مطالعه کردند.آنها بعد از برگشت از آمریکا ماموریت جدیدی را در تویوتا آغاز کردند ماموریت بهبود فرایندهای کارخانه تویوتا به گونه ای که تولید برابر با میزان تولید فورد شود

سیستم تولید انبوه فورد طوری طراحی شده بود که مقادیر زیادی از چند مدل محدود را تولید میکرد. اینکه تمام مدل های T فورد سیاه بودند به همین دلیل بود همچنین آنها باید خودروهایی را در حجم کمتر و از مدل های متفاوت با استفاده از خط تولید مشابه تولید کنند زیرا تقاضای

irmgn.ir

مشتریان در بازار خودرو بسیار پایین تر از آن بود که یک خط تولید را به تولید یک وسیله نقلیه اختصاص دهند. فورد پول زیاد، آمریکای پهناور و یک بازار بین الوللی داشت. تویوتا پولی نداشت و در یک کشور کوچک کار می کرد. تویوتا با سرمایه اندکی که در اختیار داشت باید پولش را به جریان می انداخت. فورد یک سیستم تولید کامل داشت و تویوتا فاقد چنین سیستمی بود. تویوتا امکاناتی را که بتواند تحت آن به تولید انبوه بپردازد در اختیار نداشت و از طرف دیگر نیاز داشت که فرایند تولیدی خود را جهت رسیدن به کیفیت بالا، قیمت کمتر، زمان تولید کوتاه و انعطاف پذیری بیشتر برنامه ریزی نماید.

باید یادآور شد که یکی از عناصر مهم Jit ، تهیه کنندگان قطعات و مواد می باشند. خرید و تهیه قطعات، نقش کلیدی و مهمی در موفقیت اجرای استراتژیک Jit دارد زیرا این عامل، اثر مستقیمی بر افزایش بهروری، کاهش موجودی در جریان ساخت، کاهش موجودی انبارها تا حد صفر و کاهش مقادیر خرید دارد.

در صورتیکه زمانهای تحویل یک تأمین کننده مواد یا قطعات، قابل اطمینان نباشد و یا کیفیت محصول پائین باشد سیستم Jit دچار تأخیر زیان آور وقفه خواهد شد.

نظام تولید به موقع تفکر و نگرش نوین در اداره سازمانهای صنعتی است که با اصول، تکنیکها و روش های خاصی به دنبال حذف کامل اتلاف و افزایش بهروری در تمامی فعالیت های داخل و خارج سازمان می باشد.

اصول سیستم تولید به موقع (Jit)

۱) برنامه تولید متکی بر سفارش: تولید بر اساس برنامه ای صورت می گیرد که بر مبنای سفارش مشتری یا به فروش رسیدن مقدار معینی از کالاهای موجود تدوین شده است. تولید کننده تا زمانی که مشتری، عمل سفارش را انجام می دهد منتظر و آماده تولید محصول است.

۲) کوچک بودن دسته های تولید: به هر واحد از کالاهای تولید شده به عنوان یک سفارش نگریسته می شود. هدف نظام Jit این است که مقدار تولید در هر دفعه یک واحد باشد زیرا این اصل باعث انعطاف پذیری در تولید شده و هزینه موجودی را کاهش می دهد.

irmgn.ir

۳) تغییر طرح استقرار کارخانه به منظور سهولت جریان ساخت (بهبود جریان مواد)

استقرار تجهیزات و ماشین آلات در نظام Jit باید متناسب با آن باشد زیرا موجودی کالا در سطح کارگاه نگهداری می شود. نه در انبار و در بین فرآیندها، موجودی در فضای باز نگهداری می شود. و از آنجائیکه موجودی در سطح پایین نگهداری می شود. به فضای کمتری جهت نگهداری موجودی نیاز است.

۴) مسئولیت دادن به کارگران در امور برنامه ها:

در این نظام به افراد، اختیار و مسئولیت بیشتری در کنترل جریان کار و بهبود کیفیت داده میشود.

۵) کاهش ضایعات و حذف کامل اتلاف:

اتلاف باید از تمامی فعالیت ها حذف گردد. هدف این است که بیشتر از یک مقدار حداقل از مواد، ماشین و نیروی انسانی مورد نیاز برای دستیابی به اهداف عملیاتی استفاده نشود.

۶) کاهش موجودی:

در نظام تولید به موقع از یک نظام ساده گردش مواد که کانبان نامیده می شود برای حرکت مواد از یک مرکز کاری به دیگر مرکز کاری استفاده می شود. قطعات در پالتهای کوچک و استاندارد نگهداری می شوند و تنها مقدار مشخصی از این پالتها در نظام تولید وجود دارند.

۷) بهبود مستمر جریان تولید:

بهبود مستمر جریان تولید یعنی بهره وری، هدف از بهبود جریان تولید، حذف فرآیندها و عملیاتی است که ایجاد گلوگاه می کنند و همچنین حذف همه مسائل و مشکلاتی که باعث کند شدن جریان تولید می شوند می باشد. در ژاپن بهبود مستمر به وسیله همه کارکنان سازمان از کایزن الهام می گیرد. کایزن یعنی بهبود مستمر در شیوه زندگی انسان (زندگی شغلی، اجتماعی، خانوادگی و غیره) بعداً در مورد کایزن توضیحاتی خواهیم داد.

۸) ایجاد کیفیت و تکمیل آن (حذف بازرسی):

در Jit تلاش مستمر بر این است که ضایعات به صفر برسد. این نظام به کنترل کیفیت جامعه (T.Q.M) اعتقاد دارد.

irmgn.ir

۹) کاهش زمان تنظیم و آماده سازی تجهیزات:

برای کاهش حجم دسته های تولید و دست یافتن به حجم یک واحد دسته تولید، لازم است بعضی از ماشین آلات به طور سریع از تولید یک محصول به تولید محصول دیگر تغییر وضعیت دهند. چنانکه آماده کردن تجهیزات، طولانی و دشوار باشد. کاهش حجم دسته ها مقرون به صرفه نخواهد بود. و موجب افزایش هزینه ها خواهد شد.

این گام که کاهش زمان تنظیم و آماده سازی تجهیزات است نتایج زیر را به دنبال دارد.

الف) افزایش ظرفیت کارخانه

ب) ایجاد انعطاف پذیری

ج) کاهش موجودی انبار

۱۰) تهیه کنندگان مورد اعتماد قطعات:

تأمین کنندگان مواد و قطعات در واقع بخشی از کارخانه محسوب می شوند آنها نیز همانند کارگاههای داخل کارخانه پالت و کانبان دریافت می کنند طوریکه از آنان خواسته می شود تا قطعات را مستقیماً و به طور مکرر در دسته های کوچک به خطوط تولید حمل کنند. بهینه سازی روشهای حمل و نقل و نزدیک کردن تأمین کنندگان و سازندگان قطعات به کارخانه خریدار جهت هماهنگی بهتر آنان با نظام تولید Jit ضروری است.

همچنین از فروشندگان و تولید کنندگان مواد و قطعات درخواست می شود که قطعات و موادی که دارای کیفیت کامل و مطلوب هستند تولید و ارسال نمایند.

۱۱) حذف احتمالات و پیشامدهای تصادفی:

موارد زیادی وجود دارد که مدیریت، منابع سازمانی را به طور بیهوده به عنوان قسمتی از فعالیتهای برنامه ریزی، برای امور اضطراری سرمایه گذاری می کند. که تهیه این نوع برنامه ها به طور قطع احتیاط آمیز است که اما در نظام Jit از انجام سرمایه گذاری بیهوده در این نوع برنامه ها خودداری می شود.

irmgn.ir

۱۲) حمایت از برنامه های بلند مدت:

مزایای این نظام همیشه در مدت کوتاهی آشکار نمی شود اجرای اصول فوق مشکل بوده و در مدت کوتاه ممکن است برخی از هزینه های تولید را افزایش دهند.

۱۳) تربیت کارگران چند مرحله ای:

در سیستم های معمولی، کارگران برای تعداد کمی از وظایف آموزش دیده و تربیت می شوند اما در نظام Jit کارگران عهده دار چند وظیفه می شوند.

۱۴) نگهداری و تعمیرات ماشین آلات تولیدی

تمام آنچه که مطرح گردیده اصول سیستم تولید به موقع می باشند .حال مزایای مربوط به سیستم Jit را مطرح خواهیم نمود.

مزایای استقرارنظام تولید Jit

۱) کاهش موجودی در جریان ساخت

۲) کاهش موجودی در انبارها تا حد حذف انبار

۳) کشف ساده عیوب و مشکلات

۴) افزایش انعطاف پذیری در مقابل تنوع تقاضا، کمیت تقاضا

۵) ارتقاء و بهبود کیفیت

۶) حذف بازرسی

۷) کاهش مقادیر خرید مواد اولیه و قطعات

۸) کاهش فضا

۹) کاهش دوباره کاری

۱۰) کاهش هزینه های سرمایه گذاری

۱۱) کاهش حمل و نقل قطعات بین بخشها

۱۲) کاهش زمان تولید و تأخیر

irmgn.ir

در مجموع با نگاهی به اصول jit پی می بریم که:

الف) سیستم از طریق حذف اتلافات و نیز ارتباط متقابل با منابع انسانی امکان تولید محصول در زمان مورد انتظار مشتری را داراست که این همان هدف در تحویل به موقع در نگرش ناب می باشد.

ب) سیستم از طریق کشف عیوب و مشکلات و نیز سعی در حذف آنها امکان ایجاد محصولی با هزینه پائین را به عنوان یکی دیگر از اهداف رویکرد ناب فراهم می سازد.

۲) مدیریت کیفیت جامع: Total Quality Management

موضوع کیفیت محصولات و خدمات موضوع جدیدی نیست، در طول تاریخ جامعه همواره خواستار این بوده است که عرضه کننده محصولات و خدمات خواسته های آنها را تأمین کنند مثلاً در سه قرن قبل از میلاد مسیح همورابی پادشاه بابل مضموم کیفیت محصول و مسئولیت حاصل از آن را در واحدهای ساختمانی بدین شرح بیان داشته است.

* اگر یک ساختمان فروریزد و صاحب آن کشته شود پس سازنده آن نیز باید کشته شود، اگر فرزند صاحب خانه کشته شود فرزند سازنده نیز باید کشته شود.

فیگنبام تاریخچه کنترل کیفیت را در قرن بیستم مورد مطالعه قرار داده و اظهار می دارد. کیفیت هر ۲۰ سال دچار تحول شده است.

- قبل از سال ۱۹۰۰ کنترل کیفیت اپراتوری مطرح بود.

- در مرحله جنگ جهانی اول کنترل کیفیت به صورت سرکارگری مطرح بود.

- از سال ۱۹۷۰ بحث کنترل کیفیت آماری شده است.(QC)

- از دهه ۱۹۷۰ به بعد کنترل کیفیت بصورت آماری فراگیر (TQC).

- از دهه ۱۹۸۰ به بعد کنترل کیفیت به صورت مدیریت فراگیر (TQM) بوده است.

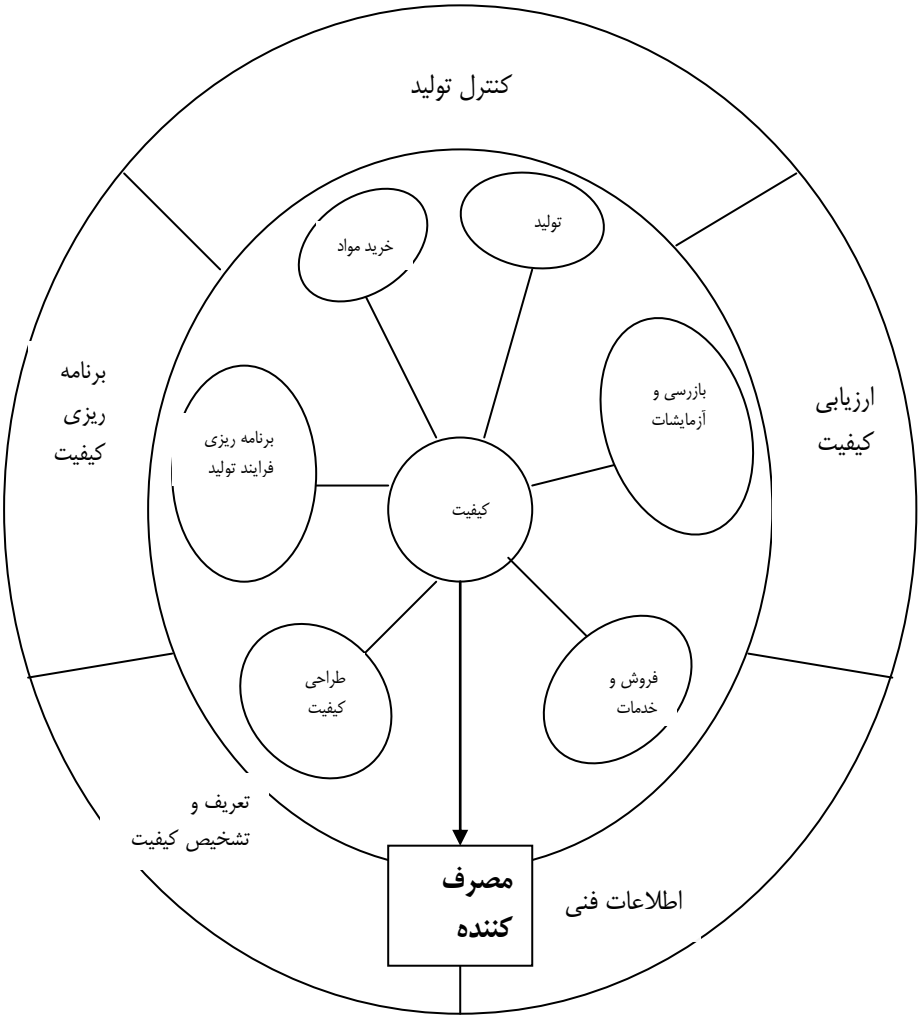
TQM وظایف هر بخش برای رسیدن به کیفیت مطلوب در همه مراحل از مرحله طراحی و برنامه ریزی تا فروش و خدمات پس از آن را مشخص می کند، همچنین مشخص می کند چه موقع و چه چیزی باید بوسیله چه کسی و کجا تضمین شود.

کیفیت و هزینه قابل رقابت دو هدف عمده در اجرای این امر می باشد که بلند مدت هستند.

irmgn.ir

TQM در ساختار تولید ناب عبارت است از تضمین و برآورده سازی کیفیت محصولات تولیدی بـه گونه ای که رضایت و اطمینان مشتری را به همراه داشته و از نظر اقتصادی خرید آن برای مشتری به صرفه باشد.

اجزا مدیریت کیفیت جامع را می توان در نموداری همچون نمودار زیر مطرح نمود.



شکل ۱-۲

در شکل ارائه شده می توان نتایج زیر را دنبال نمود

الف) تولید :کیفیت ساخت

ب) خرید مواد : کیفیت مواد و قطعات

ج) برنامه ریزی فرایند تولید : کیفیت فرایند تولید

د) طراحی کیفیت : کیفیت طراحی

irmgn.ir

ک) فروش و خدمات : کیفیت خدمات بعد از فروش

ه) بازرسی و آزمایشات : تضمین کیفیت را دنبال می نمایند

با توجه به مطالب ارائه شده سه اصل مهم که TQM به دنبال آن است عبارتند از:

۱) رضایت مشتری ۲) مشارکت کارکنان ۳) بهبود مستمر کیفیت

پس می توان فلسفه و رسالت مدیریت کیفیت جامع را در حفظ سازمان در مرحله تکامل چرخه عمر سازمان جستجو کرد که ریشه در بهبود مستمر (کایزن) دارد.

در رابطه با مفهوم کایزن به طور کامل مطلبی ارائه خواهد شد.

باید توجه داشت که در یک سیستم مدیریت کیفیت جامع (TQM) هدف کلی شرکت به هدفهای کوچکتری تقسیم شود و تحقق هر یک از این اهداف فرعی به عهده یک واحد عملیاتی سپرده میشود. حضور و فعالیت موثر گروههای کیفیت، رسیدن به این اهداف را تسهیل نموده و تأثیر شگرفی در تحقیق اهداف اصلی سازمان خواهد داشت.

۳) **نگهداری بهره ور فراگیر:** T.P.M (Total Productivity Maintenance)

این استراتژی شامل استفاده از سیستم های در حد اتوماسیون بالا که دارای کنترل ها و سیستم های خبره و پیشرفته هستند، نمی باشد. علت عدم استفاده از تجهیزات با درجه اتوماسیون بالا این است که تجهیزات ساده به راحتی قابل نگهداری و اصلاح می باشند در حالیکه ماشین آلات پیچیده دارای درجه اتوماسیون بالا که در صورت خرابی مدت زمان طولانی تری متوقف خواهند بود که از اطمینان آماده به کار بودن ماشین ها می کاهد.

TPM را می توان بعنوان وسیله اصلاح شرکت از طریق اصلاح ماشین آلات، دستگاهها و کارکنان یا تغییر فرهنگ شرکت توصیف نمود.

در مدل ژاپنی که برای TPM بیان شده ۵ اصل بیان گردیده است.

۱) بهبود و اثر بخشی دستگاهها

۲) درگیر کردن کارگران در نگهداری و تعمیرات روزانه

۳) بهبود و اثر بخشی و کارایی و نگهداری و تعمیرات

۴) تعلیم و آموزش

irmgn.ir

۵) طراحی و مدیریت دستگاهها جهت پیشگیری از تغییرات

خلاصه آنکه TPM عبارت است از تغییر ساختار شرکت از طریق بهبود دستگاهها و منابع انسانی ماشین آلات.

سطح چهارم: ابزارهای اجرایی استراتژیهای اعلام شده

در سطح سوم با استراتژیهای تولید ناب آشنا شدیم که عبارت بودند از: JIT, TQM, TPM

اما باید این مطلب را به یاد داشته باشیم که اجرای هر یک از موارد سه گانه مطرح شده مستلزم وجود ابزاری است که هر یک را به ترتیب معرفی خواهیم نمود.

الف) ابزارهای لازم جهت اجرای JIT

- سیستم تولید کششی (کانبان)
- چیدمان سلولی
- هموار سازی خط تولید
- اندازه انباشته کوچک و انعطاف پذیر

ب: ابزارهای لازم جهت اجرای TQM

۱) گسترش کیفیت عملکرد (خانه کیفیت)

۲) نمودارهای پارتو

۳) نمودارهای فرآیند

۴) نمودارهای علت و معلول (استخوان ماهی)

۵) کنترل آماری فرآیند

۶) هیستو گرام ها

۷) برگه های کنترل

۸- ۵S

۹- 6σ

۱۰- بازرسی چشمی

irmgn.ir

۱۱- QFD (Quality Function Ddeployment)

۱۲- DOE (Design of Experiment)

۱۳- FEMA (Failure Modes and Effects Analysis)

ج: ابزارهای لازم جهت اجرای TPM

- کایزن و بهبود اثربخشی دستگاهها

موارد بالا ابزارهایی هستند که می توان از آنها جهت پیاده سازی تولید ناب استفاده نمود.

با توجه به آنچه که قبلا از واژه ای با نام کایزن صحبت گردیده بودبه طور اجمالی مطالبی در رابطه باآن مطرح خواهیم نمود

کایزن چیست :Kaizen

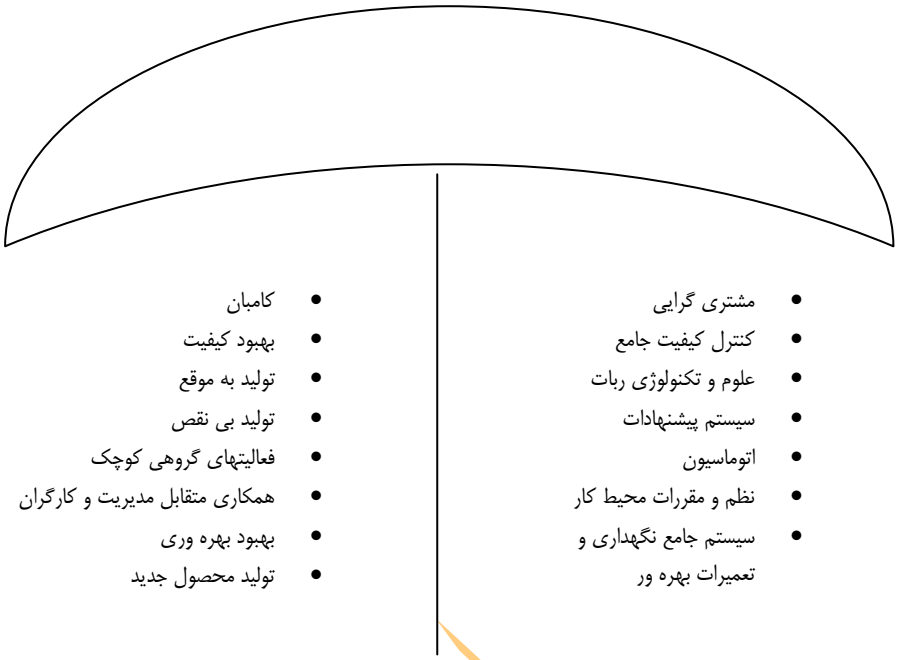
معنی اصلی واژه ی « کایزن » ساده و گویاست، کایزن یعنی بهبود. در ضمن، کایزن به معنی بهبود مستمری است که تمامی افراد یعنی مدیران، کارکنان و کارگران را در بر می گیرد. فلسفه ی کایزن بر این اصل استوار است کـه شـیوه زنـدگی انسـان (زنـدگی شـغلی، زنـدگی اجتمـاعی و زنـدگی خانوادگی) بایستی پیوسته بهبود یابد.

جوهر و درون مایه اصلی شیوه های کاملاً بی مانند مدیریت ژاپنی در زمینه های مختلـف از جملـه ارتقاء بهره وری، کنترل کیفی جامع، حلقه های کنترل کیفیت یا مناسبات کارگری، همگی در یک واژه بنام « کایزن » خلاصه می شود. کایزن، مفهومی چتری شکل است که بیشتر شیوه های خاص ژاپنی را که اخیراً شهرت جهانی یافته اند در بر می گیرد.

اعمال « کنترل کیفیت جامع » یا « کنترل کیفیت در گستره ی شرکت » در ژاپن باعث شده است تا شرکتهای ژاپنی به ایجاد و توسعه تفکر و عمل روندگرا روی آورند، تفکر و عملی که بهبود مستمر و مشارکت همه افراد در کلیه سطوح سازمان را تضمین نماید. پیام استراتژی کایزن را می تـوان در این جمله خلاصه کرد که:

حتی یک روز هم نباید بدون ایجاد نوعی بهبود در یکی از بخشهای شرکت یا سازمان سپری شود.

irmgn.ir



شکل ۲-۲چتر کایزن

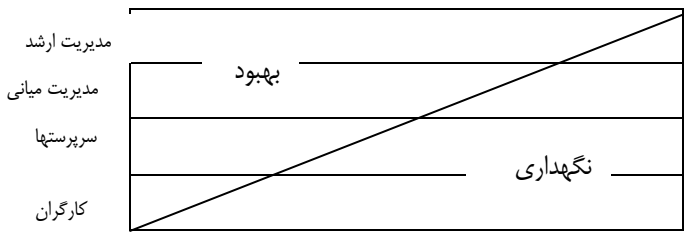
کایزن و مدیریت:

شکل ۳-۲ چگونگی برداشت ژاپنی از شرح وظایف را نشان می دهد. همانگونه که در این نمودار مشخص گردیده، مدیریت از دو عنصر اصلی ترکیب یافته است: نگهداری و بهبود. نگهداری به فعالیتهای تداوم بخش استانداردهای موجود در تکنولوژی، مدیریت و عملیات اطلاق می شود و بهبود نیز به تدابیری اطلاق می شود که برای بهبود این استانداردها بکار گرفته می شوند. همچنین، شکلهای ۴-۲ و ۵-۲ برداشتهای ژاپنی و غربی را از کارکردهای شغلی نشان می دهند.

شکل ۳-۲ برداشت ژاپنی از وظایف شغلی (نگهداری و بهبود)

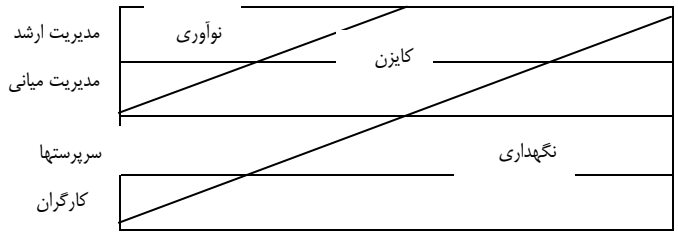
شکل ۴-۲ برداشت ژاپنی از کارکردهای شغلی (نگهداری، نوآوری، کایزن)

شکل ۵-۲ برداشت غربی از کارکردهای شغلی (نگهداری و نوآوری)

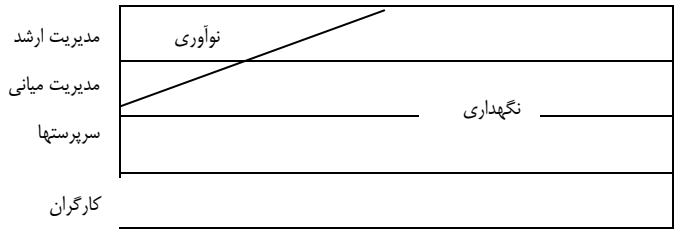


شکل ۳-۲ برداشت ژاپنی از وظایف شغلی

irmgn.ir



شکل ۴-۲ برداشت ژاپنی از کارکردهای شغلی(نگهداری،نوآوری،کایزن)

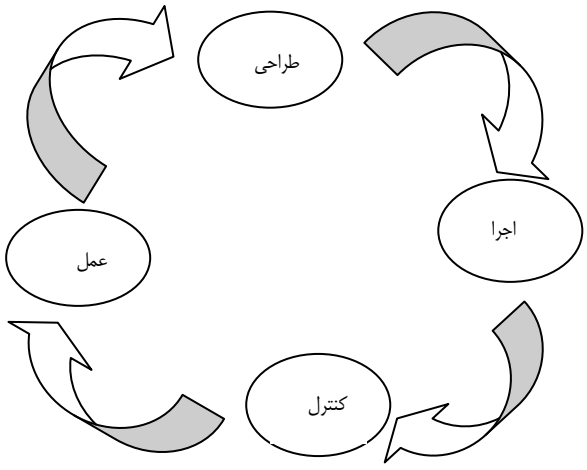


شکل ۵-۲ برداشت غربی از کارکردهای شغلی((نگهداری،نوآوری)

چرخه دمینگ :

چرخه دمینگ یکی ابزارهای مهم کنترل کیفیت جامع جهت بهبود مستمر محسوب می شود که توسط دمینگ در ژاپن ارائه شد. در ضمن، چرخه دمینگ، حلقه ی دمینگ یا طراحی، اجرا، کنترل و عمل نیز نامیده می شود. (شکل ۶-۲)

دمینگ بر اهمیت تأثیرات متقابل و مداوم طراحی،تولید، فروش و کنترل به عنوان ابزاری جهت دستیابی یک شرکت به بهترین کیفیت و جلب رضایت مشتریان تأکید داشت. دمینگ به مخاطبان ژاپنی خود آموخت که این چرخه می باید حول محور « کنترل کیفیت به عنوان اولین هدف و اولین مسئولیت » گردش کند. وی گفت با دنبال کردن این روند، شرکت می تواند اعتماد و رضایت مشتریان را جلب نموده و توسعه یابد.



شکل ۶-۲ چرخه دمینگ

irmgn.ir

کایزن و سیستم پیشنهادات

مدیریت ژاپنی برای درگیر نمودن کارکنان در کایزن،از طریق ارائه پیشنهادات، تلاشهای گسترده ای انجام می دهد. از این رو، سیستم پیشنهادات به عنوان جزء لاینفک سیستم مدیریت موجود محسوب می شود و تعداد پیشنهادات کارگران به عنوان معیار مهمی در ارزیابی کارایی سرپرستان محسوب می شود. مدیر سرپرستان نیز، در مقابل باید با زیردستان خود جهت کمک به کارگران برای ارائه پیشنهادات بیشتر، همکاری کند.

بیشتر شرکتهای ژاپنی که از برنامه های کایزن استفاده می کنند، دارای یک سیستم کنترل کیفیت و یک سیستم پیشنهادات هستند که هماهنگ با یکدیگر فعالیت می کنند. مجموعه حلقه های کنترل کیفیت را می توان به عنوان یک سیستم پیشنهاد دهنده ی بهبود تلقی نمود.

یکی از ویژگی های برجسته ی مدیریت ژاپنی، دریافت پیشنهادات بی شمار از کارگران است و مدیریت تلاش فراوانی در زمینه بررسی پیشنهادات دریافتی و اغلب، گنجاندن آنها در استراتژی کلی کایزن، مبذول می دارد.

کایزن در برابر نوآوری ۱:

برای دستیابی به پیشرفت، دو نگرش متفاوت وجود دارد: پیشرفت تدریجی و پیشرفت مبتنی بر جهش بزرگ، در مجموع، شرکتهای ژاپنی پیشرفت تدریجی را ترجیح می دهند، در حالیکه شرکتهای غربی به جهش بزرگ که اصطلاحاً نوآوری گفته می شود، تکیه دارند (جدول ۱-۲ را ببینید).

	کایزن	نوآوری
ژاپن	قوی	ضعیف
غرب	ضعیف	قوی

جدول ۱-۲ کایزن در برابر نوآوری

قبله گاه مدیریت غربی، نو آوری است. نو آوری به دگرگونیهای عمده در زمینه ی پیشرفتهای تکنولوژیک یا ارائه تازه ترین مفاهیم مدیریت یا شیوه های تولید، اطلاق می شود. جدول ۲-۱ به

irmgn.ir

مقایسه ویژگیهای اصلی کایزن و نوآوری اختصاص دارد. یکی از ویژگی های جالب کایزن، عدم نیاز قطعی آن به تکنولوژی پیچیده یا آخرین دستاوردهای تکنولوژیک است. برای تحقق کایزن، تنها تکنیکهای ساده ای چون ابزارهای هفتگانه کنترل کیفیت (نمودار پاره تو، نمودار علت و معلول، هیستوگرام، گرافها و نمودارهای کنترل، نمودار پراکندگی، نمودار دسته بندی محصولات، برگه های کنترل) کفایت می کند، طوریکه کایزن برای حل مشکلات از ابزارهای فوق الذکر استفاده می کند. اما در بسیاری از وضعیتهای مربوط به مدیریت، کلیه داده های مورد نیاز برای حل مشکلات، در دسترس نمی باشند. مثلاً تولید محصول جدید نشانگر این موضوع است، بنابراین ابزارهای هفتگانه جدید کنترل کیفیت که معمولاً به نام « هفت جدید » (New Seven) خوانده می شوند برای نگرش طراحی مورد استفاده قرار گرفته اند و در حوزه هایی چون افزایش کیفیت محصول، کاهش قیمت، تولید محصول جدید و اعمال سیاست، مفید واقع شده اند. این ابزارهای هفتگانه جدید عبارتند از:

۱- نمودار ارتباطها ۲- نمودار وابستگی ۳- نمودار درختی ۴- نمودار ماتریسی

۵- نمودار ماتریسی تحلیل داده ها ۶- نمودار برنامه ی فرایند تصمیم گیری ۷- نمودار برداری

irmgn.ir

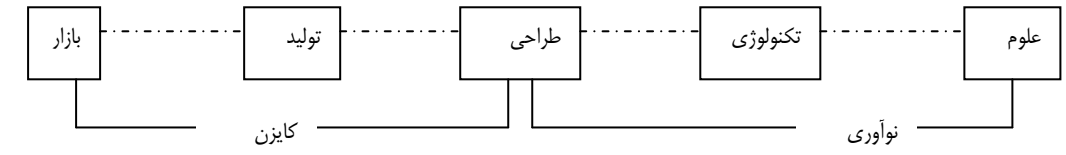
	کایزن	نوآوری
۱- تأثیر	بلند مدت و با دوام ولی غیر مهیج	کوتاه مدت ولی مهیج
۲- سرعت	گامهای کوچک	گامهای بلند
۳- طیف زمانی	مداوم و طولانی	متناوب و کوتاه مدت
۴- تغییر	تدریجی پیوسته	ناگهانی و یا نوسان
۵- مشارکت	فراگیر	تعدادی نخبه
۶- نگرش	جمع گرایی، تلاش گروهی، برخورد سیستماتیک	فردگرایی شدید، ایده ها و تلاشهای فردی
۷- روش	نگهداری و بهبود	از رده خارج ساختن و دوباره سازی
۸- زمینه	دانش فنی متعارف و تکنولوژی روز	نوآوریهای تکنولوژیک، اختراعات جدید، نظریه های تازه
۹- نیازهای عملی	نیاز به سرمایه گذاری کم ولی تلاش زیاد برای حفظ آن	نیاز به سرمایه گذاری زیاد ولی تلاش اندک برای حفظ آن
۱۰- جهت گیری تلاشها	مردم	تکنولوژی
۱۱- معیارهای ارزیابی	فرایند و تلاش برای کسب نتایج بهتر	نتیجه در خدمت سودآوری
۱۲- مزیت	مناسب برای اقتصاد کم رشد	مناسب برای اقتصاد دارای رشد سریع

جدول ۲-۲ ویژگیهای کایزن و نوآوری

کایزن در برابر نوآوری (۲)

شکل ۶-۱ توالی تولید از آزمایشگاههای علمی تا بازار فروش را نشان می دهد. نظریه ها و آزمایشهای علمی در شکل تکنولوژی کاربرد پیدا می کنند، در شکل طراحی، توسعه می یابند، در شکل تولید از قوه به فعل در می آیند و سرانجام در بازار، به فروش می رسند. دو جزء بهبود، یعنی نوآوری و کایزن را می توان در هر یک از مراحل زنجیره ی تولید بکار گرفت. اما تأثیر کایزن معمولاً در تولید و بازار نمایان تر است. در حالی که اثر نوآوری در علوم و تکنولوژی، بیشتر است. جدول ۳-۱ نوآوری و کایزن را در همین توالی، به گونه ای دیگر مقایسه می کند.

irmgn.ir



شکل ۷-۲ زنجیره ساخت و تولید جامع

irmgn.ir

فصل سوم:

تجزیه و تحلیل هزینه ها و نقطه سر به سر

irmgn.ir

یکی از روشها و فنون مختلف از دیدگاه اقتصادی تجزیه و تحلیل هزینه ها و نقاط سر به سر می باشد این بخش را در دو موضوع الف) تجزیه و تحلیل هزینه ها و ب) نقاط سر به سر بررسی خواهیم نمود

می دانیم برای تحلیل نقاط سر به سر باید هزینه ها در یک واحد تولیدی یا عملیاتی حتما معلوم باشندبه همین خاطر ابتدا تجزیه و تحلیل هزینه ها را خواهیم داشت و بعد از آن در رابطه با نقاط سربه سر مطالبی ارائه خواهیم نمود

الف) تجزیه و تحلیل هزینه ها:

در بخش هزینه ها آنچه که به صورت کلی میتوان مطرح کرد این است که هزینه ها به دو صورت ثابت ومتغیر در سازمان دیده می شوند.

۱) هزینه های ثابت: Fixed Cost (F_c) یا A

به هزینه هایی اطلاق می شود که مقدار آنها به میزان تولید بستگی ندارند، همواره وجود دارند و تا حد معینی از تولید مقدار آنها ثابت است. هزینه هایی چون اجاره، استهلاک تجهیزات و ماشین آلات و غیره

۲) هزینه های متغیر: Variable Cost (V_c) یا C

هزینه هایی هستند که مقدار آنها به طور مستقیم با میزان تولید بستگی دارد. مانند هزینه مواد اولیه که هزینه متغیر هر واحد آن ثابت است و متناسب با افزایش یا کاهش تولید ، هزینه متغیر افزایش یا کاهش می یابد.

پس می توان گفت: اگر Q تعداد تولید و C هزینه متغیر هر واحد و $TV(Q)$هزینه کل متغیر باشد.جهت محاسبه آن از رابطه زیر میتوان استفاده نمود

$$TV(Q) = Q \times C$$

(پس به یاد داشته باشیم که هزینه متغیر به ازاء هر یک واحد تولید داریم و هزینه کل به ازاء کل تولید خواهیم داشت).

irmgn.ir

مثال۱ اگر هزینه یک واحد تولید ۱۰ واحد پولی باشد در یک مرکز تولیدی که توانایی تولید ۱۰۰ عدد آنرا دارد هزینه کل متغیر چقدر خواهد بود.

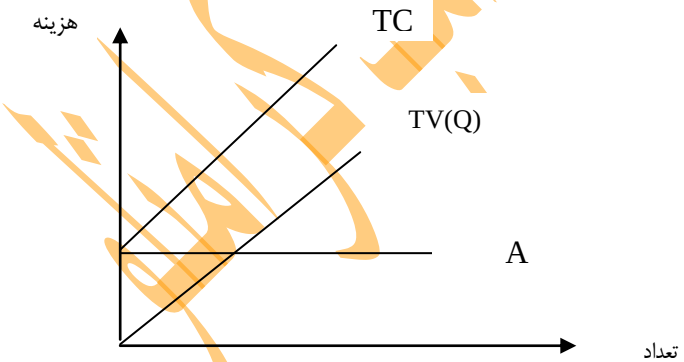
$C = ۱۰ ، Q = ۱۰۰$ $TV(Q) = ؟$ هزینه کل متغیر $= TV(Q) = Q \times C = ۱۰۰ \times ۱۰ = ۱۰۰۰$

تذکر: قبلا هزینه ای با نام هزینه ثابت را معرفی نمودیم Fixed Cost (F_c) یا A که در کنار آن نیز هزینه کل ثابت را نیز معرفی می نمائیم. (Total Fixed Cost) که می توان آن را به صورت(TF_c) یا TA نمایش داد حال با توجه به معرفی هزینه های ثابت و متغیر و هزینه کل ثابت و هزینه کل متغیر هزینه ای دیگر به نام هزینه کل را معرفی می نمائیم.

هزینه کل ثابت + هزینه کل متغیر = هزینه کل

$$TC = TV(Q) + TA$$

با توجه به مطالب ارائه شده نمودار زیر را خواهیم داشت



نمودار۱-۳

اما در بعضی مواقع لازم است که بتوانیم هزینه متغیر هر واحد را که مثلاً توسط دو نفر در دو شیفت مختلف از یک محصول تولید می نمایند محاسبه نمایم.

* اگر هزینه کل تولید $Q_۱$ واحد از محصولی برابر $TC_۱$ واحد پولی و هزینه کل تولید $Q_۲$ واحد از همان محصول $TC_۲$ واحد پولی باشد در این صورت هزینه متغیر هر واحد از رابطه زیر محاسبه خواهد شد.

$$C = \frac{TC_2 - TC_1}{Q_2 - Q_1}$$

irmgn.ir

حال می توان هزینه کل متغیر برای هر محصول را محاسبه نمود.

$$TV(Q)_1 = C \times Q_1$$
$$TV(Q)_2 = C \times Q_2$$

مثال۲: یک شرکت تولیدی برای تولیدی ۵۰۰ واحد از محصولی هزینه کل معادل ۱۱۰۰۰ واحد پولی و برای تولید ۳۲۰ واحد از همان محصول هزینه کل برابر ۷۴۰۰ ریال میپردازد.

الف) هزینه متغیر هر واحد را محاسبه نمائید.

$$C = \frac{Tc_2 - Tc_1}{Q_2 - Q_1} = \frac{11000 - 7400}{500 - 320} = \frac{3600}{180} = 20$$

ب) هزینه کل متغیر هر مقدار را محاسبه نمائید.

$$TV(Q)_1 = 20 \times 500 = 10000$$
$$TV(Q)_2 = 20 \times 320 = 6400$$

با توجه به اینکه جهت بررسی نقاط سر به سر غیر از هزینه ، درآمد نیز بررسی می شود در این قسمت به بررسی درآمد پرداخته و آنرا مورد بررسی قرار می دهیم.

درآمد:

چنانچه قیمت کالا ثابت باشد میزان درآمد حاصل از فروش با مقدار تولید نسبت مستقیم خواهد داشت و میتوان آنرا از رابطه زیر محاسبه نمود.

اگر
Q= تعداد کالای فروخته شده باشد
r= قیمت هر واحد تولیدی (فروش)
TR= درآمد کل در نظر بگریم

$$TR = r \times Q$$

وقتی کالا فروخته شود درآمد حاصل به دو صورت خواهد شد. ۱) سود ۲) زیان

تعریف: اختلاف درآمد کل و هزینه کل را سود و زیان می گویند و آنرا π نمایش می دهیم.

توابع مربوط به سود و زیان را می توان بصورت زیر مطرح نمود.

$\pi = TR - TC$ سود یا زیان

irmgn.ir

هزینه کل – درآمد کل= سود و زیان

در حالت کلی :

$$\pi = TR - TC \rightarrow \begin{cases} iF & TR > TC \quad \text{سود} \\ iF & TR \prec TC \quad \text{زیان} \end{cases}$$

$$\pi = TR - TC \rightarrow r.Q - [TV(Q) + TA]$$
$$\pi = r.Q - [C.Q + TA]$$

*** چگونه ماکزیمم کردن تابع سود**

جهت ماکزیمم کردن تابع سود یاکافی است از تابع مربوطه نسبت به مقدارتولید(Q) مشتق گرفته آنرا مساوی صفر قرار دهیم در نتیجه خواهیم داشت

$$\pi = TR - TC \rightarrow \frac{\partial \pi}{\partial Q} = 0 \rightarrow Q = a$$

مقدار a یک مقدار کمی است که میزان تولید را نشان می دهد و به ازاء آن تابع سود مورد نظر ماکزیمم و تابع زیان(مینیمم) می گردد.

مثال۳: اگر تابع سود یک واحدی تولیدی به صورت $\pi = 20Q^2 - 4000Q + 740$ باشد در چه سطحی از تولید، سود حداکثر می شود.

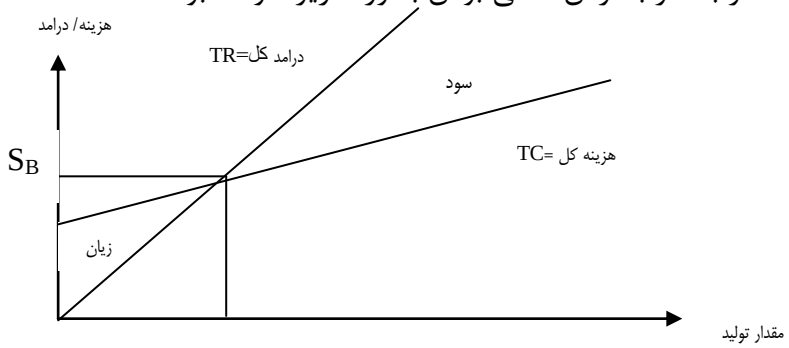
$$\frac{\partial \pi}{\partial Q} = 0 \rightarrow 40Q - 4000 = 0 \rightarrow Q = 100$$

تجزیه و تحلیل نقاط سر به سر BEP (Break-even-Point)

نقطه سر به سر چه نقطه ای است. نقطه سر به سر نقطه ای است که در آن میزان سود یا زیان شرکت برابر خواهد بود .یعنی در این نقطه نه سود حاصل می شود نه زیان. به عبارت دیگر نقطه ای که در آن درآمد کل با هزینه کل برابر است.

irmgn.ir

نمودار نقطه سر به سر با فرض خطی بودن بصورت زیر خواهد بود.



نمودار۳-۲

* مشاهده می شود که نمودار بر حسب تولید و (هزینه / درآمد) می باشد و محل تقاطع درآمد کل و هزینه کل به گونه ای است که در روی محور تولید مقدار تولیدی که در آن نه سود تعلق میگیرد و نه زیان و در روی محور هزینه /درآمد مقدار بدست آمده به گونه ای است که نه زیان و نه سود می باشد.

فرضیات مورد نظر در تجزیه و تحلیل نقاط سر به سر:

۱) هزینه ثابت، حجم تولید تغییر نمی کند.

۲) قیمت در محصول ثابت است.

۳) هر محصولی که تولید می شود فروش می رود.

۴) هزینه متغیر برای هر واحد ثابت است.

- **مقدار تولید و (هزینه درآمد) در نقاط سر به سررا در دو حالت بررسی می نمائیم**

۱) محاسبه مقدار تولید و (هزینه درآمد) در نقاط سر به سر اگر تولید تک محصولی باشد

۲) محاسبه مقدار تولید و (هزینه درآمد) در نقاط سر به سر اگر تولید چند محصولی باشد

irmgn.ir

۱) محاسبه مقدار تولید و (هزینه درآمد) در نقاط سر به سر اگر تولید تک محصولی باشد

می دانیم در نقطه سر به سر TC = TR می باشد. اگر

r = درآمد (فروش) هر واحد

C= هزینه متغیر هر واحد

A =هزینه ثابت

$\frac{C}{r}$: نسبت هزینه متغیر به فروش

$$TR = TC \Rightarrow r.Q = C.Q + A = rQ - C.Q = A \Rightarrow (r - C)Q = A$$

$$Q_B = \frac{A}{r - C}$$

معادله بدست آمده میزان تولید در نقطه سر به سر را نشان می دهد حال با توجه به اینکه در نقطه سر به سر میزان تولید محاسبه گردیده کافی است. آنرا در معادله درآمد یا هزینه قرار دهیم.

$$TR = r.Q \rightarrow TR = r.Q_B = \frac{rA}{r - C} \Rightarrow \frac{A}{\frac{r - C}{r}} = \frac{A}{1 - \frac{C}{r}} = S_B$$

$$S_B = \frac{A}{1 - \frac{C}{r}}$$

معادله بدست آمده میزان هزینه در نقطه سر به سر را نشان میدهد .

مثال ۴: در شرکتی هزینه ثابت عملیات ۲ هزار واحد پولی، هزینه متغیر هر واحد ۲۰ واحد پـولی و قیمت هر واحد محصول ۲۵ واحد پولی می باشد. تعداد تولید و فروش در نقطه سر به سر را بدست آورید.

$$Q_B = \frac{A}{r - c} = \frac{2000}{25 - 20} = \frac{2000}{5} = 400$$

$$S_B = \frac{A}{1 - \frac{c}{r}} = \frac{2000}{1 - \frac{20}{25}} = \frac{2000}{\frac{1}{5}} = 10000$$

irmgn.ir

مثال۵: اگر تابع درآمد کل در یک شرکت بصورت $TR = \frac{1}{3}X \times \ Ln\,x$ و هزینه کل بصورت $TC = 2LnX$ باشد. آنگاه مقدار تولید X در نقطه سر به سر چه تعداد خواهد بود

.میدانیم نقطه سر به سر نقطه ای است که در آن هزینه کل با درآمد کل برابر هستند

$$TR = TC \Rightarrow \frac{1}{3}XLnX = 2LnX \rightarrow \frac{1}{3}X = 2 \Rightarrow X = 6$$

***تحلیل حساسیت مدلهای نقاط سر به سراگر تولید تک محصولی باشد**

اگر در فرایند یک محصول یا یک واحد صنعتی تغییراتی رخ دهد با توجه به مدل محاسبه میزان تولید و هزینه /درآمد در نقطه سربه سر این تغییرات را مورد بررسی قرار میدهیم

سوال :اگر هزینه متغیر کالایی کاهش یابد میزان تولید و مقدار سود و زیان چه تغییراتی خواهند داشت

$$Q_B = \frac{A}{r - C}$$

$$S_B = \frac{A}{1 - \frac{C}{r}} =$$

با توجه به فرمول میزان تولید و هرینه و سود در نقطه سر به سر اگر هزینه متغیر کاهش یابد موجب کاهش میزان تولید گشته وقتی هم که کاهش تولید داریم در زمان کمتری به آن خواهیم رسید

irmgn.ir

۲) محاسبه مقدار تولید و (هزینه درآمد) در نقاط سر به سر اگر تولید چند محصولی باشد

گاهی سازمان چند محصول خود را با هم و به صورت یک سبد به فروش می رساند در چنین شرایطی نمی توان برای تک تک محصولات، نقطه سر به سر جداگانه محاسبه نمود. بنابراین تعداد فروش در نقطه سر به سر برای سبد محصول و مبلغ فروش آن به صورت زیر خواهد بود.

$$Q_B = \frac{A}{\overline{AW}_{CM}}$$

$$S_B = \frac{A}{\overline{AWD}_{CM}}$$

میانگین وزنی $\overline{AW}_{CM} = Averge \quad wight$

میانگین وزنی نسبت $\overline{AWD}_{CM} = Averge \quad wight \quad Devition$

$$\overline{AW}_{CM} = \frac{\sum (\text{تکرار در سبد} \times (\text{هزینه متغیر} - \text{قیمت فروش}))}{\text{کل تکرارهای سبد محصول}}$$

$$\overline{AWD}_{CM} = \frac{\sum \left(\frac{\text{هزینه متغیر} - \text{قیمت فروش}}{\text{قیمت فروش}} \times \text{تکرار در سبد}\right)}{\text{کل تکرارهای سبد محصول}}$$

از طرفی میتوان نوشت

$$TR = \overline{AW}_{CM} \times \text{تعدادفروش}$$

$$\pi = TR - A \Rightarrow \quad (\overline{AW}_{CM} \times \text{تعدادفروش} \quad) \quad - \quad \text{هزینه ثابت}$$

irmgn.ir

مثال۶: شرکتی می خواهد سه محصول A، B، C را تولید و به همراه یکدیگر به فروش برساند. هزینه های ثابت مربوط به سه محصول A، B، C به طور مستقل قابل محاسبه نیست (توضیح آنکه زمان تولید هر محصول A ۴/۵ ساعت، محصول B ۶ ساعت و محصول C ۴ ساعت و هزینه ثابت ۷۳۵۰۰ ریال است.

محصول	هزینه متغیر	قیمت فروش	ترکیب در سبد
A	۱۴۰۰	۲۰۰۰	۳
B	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳
C	۶۰۰	۱۰۰۰	۴

الف: حاشیه فروش سبد (میانگین وزنی حاشیه فروش محصولات)

$$\overline{AW_{CM}} = \frac{\sum \text{تکرار در سبد} \times (\text{هزینه متغیر} - \text{قیمت فروش})}{\text{کل تکرارهای سبد محصول}}$$

$$\frac{(2000-1400)\times 3+(1500-1000)\times 3+(1000-600)\times 4}{10}=490$$

ب) نسبت حاشیه فروش (میانگین وزنی نسبت)

$$\overline{AWD_{CM}} = \frac{\sum \left(\frac{\text{هزینه} - \text{فروش}}{\text{فروش}} \right) \times \text{تکار فراوانی}}{\text{کل فراوانی}}$$

$$\frac{(\frac{2000-1400}{2000})\times 3(\frac{1500-1000}{1500})\times 3+(\frac{1000-600}{1000})\times 4}{10}=0/35$$

ج) مقدار تولید سبد در نقطه سر به سر

$$Q_B=\frac{73500}{490}=150 \Rightarrow Q_B=\frac{A}{\overline{AW}_{CM}}$$

irmgn.ir

د) مبلغ فروش در نقطه سر به سر

$$S_B = \frac{A}{\overline{AWD}_{CM}} \Rightarrow \qquad S_B = \frac{73500}{0/35} = 210000$$

ه) مقدار سود یا فروش ۲۰۰ عدد چقدر است

$$\pi = [200 \times 490] - 73500 = 24500$$

ک: اگر در یک دوره محدودیت تقاضا وجود داشته باشد و فقط امکان تولید و فروش یکی از محصولات تا سقف ۲۵۰۰ ریال باشد کدام محصول تولید می شود.

محصولی که نسبت حاشیه بیشتری دارد. انتخاب می شود محصول C

$$\overline{AW}_{CMA} = \frac{2000-1400}{2000} = 0.3$$
$$\overline{AW}_{CMB} = \frac{1500-1000}{1500} = 0/33$$
$$\overline{AW}_{CMC} = \frac{1000-600}{100} = 0/4$$

مثال۲:در مثال بالا اگردریک دوره یک نوع ماشینی که در تولید هر سه محصول نقش دارد دارای محدودیت ساعات کاری باشد که زمان فعالیت هر سه محصول A و B و C روی این ماشین به ترتیب ۴/۵ و۶ و۴ ساعت باشد در این صورت اولویت تولید محصولات را تعیین نمائید

محصولی انتخاب میشود که نسبت حاشیه فروش آن به زمان کاری محصول بیشتر باشد.

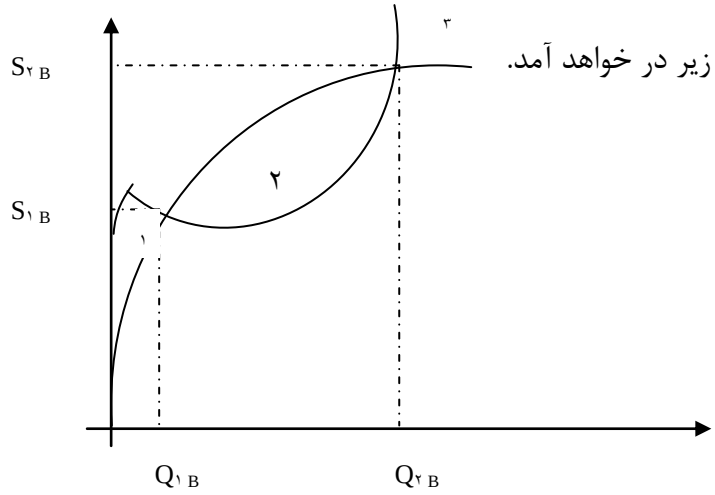
$$A = \frac{2000-1400}{4/5} = 133/3$$
$$B = \frac{1500-1000}{6} = 83/3$$
$$C = \frac{1000-600}{4} = 100$$

لذا محصول Aاولویت دارد

irmgn.ir

آنالیز نقطه سر به سر غیر خطی

اگر فرض خطی بودن روابط حاکم بین معادلات و هزینه و درآمد، منتفی گردد. معادلات هزینه و درآمد از حالات خطی خارج شده و به صورت غیر خطی در می آیند که دراین حالت نقطه سر به سر به صورت شکل زیر در خواهد آمد.



نمودار۲-۳

منطقه ۲: سود را نشان می دهد. TR>TC

ولی ناحیه ۱ و ۳ زیان را نشان می دهد. TR<TC

لازم به ذکر است که هر چه نقطه سر به سر کوچکتر باشد می توان گفت سوددهی آن شرکت بیشتر خواهد بود. چون هزینه ثابت کمتر بوده است و یا اینکه هزینه متغیر هر واحد پائین بوده است.

به طور کلی:

سه راه کم کردن نقطه سر به سر

۱) کم کردن هزینه ثابت A

۲) کم کردن هزینه متغیر V_C

۳) بالا بردن قیمت فروش r

irmgn.ir

فصل چهارم:

کنترل موجودی

irmgn.ir

کنترل موجودی:

کنترل موجودی در تولید عبارت است از برنامه ریزی و کنترل کالاها و مواد (مواداولیه،کالای نیمه ساخته ومحصولات نهائی) به منظور حفظ و نگهداری موجودی در سطحی که تقاضای مشتریان برآورده کند و درعین حال حداقل هزینه را در بر داشته باشد.

مطالعه سیستم های موجودی شامل بررسی مزایای حاصل از نگهداری موجودیها در مقابل هزینه های آن است، منظور از موجودی کلیه کالاها و مواردی هستند که به صورت راکد، با هدف مصرف شدن یا فروش و برای مدت معینی نگهداری می شوند و تحت کنترل موسسه یا سازمان مربوطه هستند. طبق این تعریف کالایی که در خط تولید در جریان است یا عملیاتی روی آن صورت می گیرد جز فرآیند موجودی محسوب نمی شود. مثلاً نفتی که در خطوط لوله در جریان است چون برای برآورده نمودن تقاضا آماده نیست، موجودی به شمار نمی آید.

* پس تعریف ساده موجودی را می توان اینگونه بیان کرد: کلیه اجناس، مصالح، مواد و اقلامی که در امر خرید یا فروش و یا تولید در یک واحد صنعتی استفاده می شود یا خدمات ارائه شده در واحدهای خدماتی بنام موجودی اطلاق می شود.

انواع موجودی:

۱) مواد اولیه: موادی که مستقیماً از بیرون سازمان خریداری می شوند وقرار است عملیات روی آن صورت گیرد.

۲) کالای نیمه ساخته: کالاهایی که عملیاتی روی آن انجام گرفته و فعلا در جایی به صورت موقت ذخیره شده اند تا به مراحل بعدی بروند.

۳) قطعات یا زیر مونتاژ ها: مواردی که بر روی محصول نهائی مونتاژ می شوند.

۴) ملزومات: کالاهایی که برای انجام تولید یا امور جانبی تولید استفاده می شوند و مستقیماً در محصول نهایی وجود ندارند مثل لوازم التحریر

۵) محصولات نهایی: کالاهایی که کلیه عملیات تولیدی روی آن صورت گرفته و آماده فروش میباشند.

irmgn.ir

۶) سایر موارد

دلائل نگهداری موجودی:

۱) خرابی ناگهانی ماشین آلات که سبب توقف خط تولید می شود.

۲) جلوگیری از زیان ناشی از افزایش قیمت (مقابله با تغییرات ناگهانی تقاضا)

۳) هموار سازی خط تولید (مکمل است نرخ تولید مراحل مختلف، متفاوت باشد)

۴) احتمالی بودن تقاضا

۵) اقتصادی نبودن تولید یا خرید در مقادیر کم

۶) فروش دردسته های اقتصادی

۷) بالا بودن سطح خدمت به مشتری

تعریف کنترل موجودی: فن نگهداری و نظارت کالا و موجودی در یک سطح قابل قبول (رفع نیازهای سازمان با توجه به مسائل اقتصادی)است

در این فصل بخش های زیر را بطور اجمالی مورد مطالعه قرار خواهیم داد

۱) هزینه سیستم موجودی (تأمین و سفارش + نگهداری+ کمبود)

۲) محاسبه مقدار سفارش اقتصادی

۳) هزینه های موجودی در مدل اقتصادی

۴) تحلیل حساسیت

۵) محاسبه نقطه سفارش مجدد

irmgn.ir

۱) هزینه های سیستم های موجودی

در یک سیستم موجودی سه دسته هزینه داریم

الف) هزینه های تأمین کالا

ب) هزینه های نگهداری کالا

ج) هزینه های کمبود کالا

باید به یاد داشته باشیم که پارامتر هزینه و تقاضا از پارامترهای مهم است و تصمیم گیری بر اساس آن صورت می پذیرد.

الف) هزینه های تأمین کالا:

هزینه های تأمین کالا را به دو صورت ثابت و متغیر می توان در نظر گرفت. اگر هزینه های ثابت را با A نمایش داده و متغیر V(Q) نمایش دهیم.آنگاه خواهیم داشت

هزینه متغیر+هزینه ثابت= هزینه تامین کالا $\Rightarrow A+V(Q)$

* باید به یاد داشته باشیم در کنترل موجودی هزینه های ثابت به دو صورت زیر ظاهر می شود

۱) خرید کالا (ثابت و سفارش)

۲) تولید کالا (نصب و راه اندازی)

از طرفی هم می دانیم هزینه ثابت به مقدار Q بستگی ندارد ولی هزینه متغیربه Q (مقدار تأمین) بستگی دارد.

اما دررابطه با هزینه های ثبت و سفارش در بخش کنترل موجودی می توان تعریف زیر را بیان کرد.

هزینه های ثبت و سفارش شامل هزینه هایی است که از زمان نیاز به جنس تا زمان رسیدن کالا به انبار متحمل می شود.

مثال: ۱) آماده کردن تجهیزات ۲) هزینه اقلام ۳) پرسنل درگیر با این بخش ۴) بارگیری وتخلیه ۵) حمل و نقل ۶) بیمه و راه

با توجه به مطالب ارائه شده می توان هزینه تأمین را در واحد زمان بدست آمده برای این منظور پارامترهای زیر را تعریف می نمائیم.

irmgn.ir

اگر

D: مقدار تقاضا در واحد زمان

Q: مقدار سفارش

N: تعداد سفارش در سال (در واحد زمان)

اگر بخواهیم تعداد سفارش در واحد زمان را بر حسب مقدار تقاضا و مقدار سفارش بدست آوریم خواهیم داشت $N = \frac{D}{Q}$

از طرفی میدانیم هزینه تامین کالابه صورت زیر قابل محاسبه می باشد.

هزینه متغیر+هزینه ثابت= هزینه تامین کالا در یک دوره

حال اگر بخواهیم هزینه تامین کالا در واحد زمان یا به عبارتی کل هزینه تامین کالا را بدست آوریم خواهیم داشت

$$TC_t = [\text{هزینه ثابت+ هزینه متغیر}] \times N$$
$$TC_t = [A + V(Q)] \times N$$
$$TC_t = [A + Q.C] \times \frac{D}{Q}$$
$$TC_t = \frac{AD}{Q} + DC$$

ب) هزینه نگهداری کالا

هزینه های نگهداری کالا را می توان به صورت های زیر بیان کرد

۱) هزینه انبار(استهلاک ساختمان انبار-غذای پرسنل-استهلاک حمل نقل در انبار-هزینه بیمه مالیات-حقوق پرسنل و حفاظت از انبار-سوخت-آب، برق،تلفن)

۲) هزینه سرمایه راکد
۳) هزینه اجاره محل
۴) هزینه متروکه شدن
۵) هزینه از بین رفتن کالا

کلیه هزینه های ذکر شده را می توان در۴ گروه تقسیم بندی نمود
گروه۱) هزینه تاسیسات ثابت (مثل سرمایه گذاری اولیه برای انبار)

irmgn.ir

گروه۲) هزینه سرمایه راکد (مثل حداقل نرخ سود مورد انتظار از سرمایه یا درصد هزینه بیمه مالیات)

گروه۳) هزینه های جاری و عملیاتی (پرسنل-انرژی – آب – برق)

گروه ۴) هزینه خسارتهای احتمالی (که به دو صورت ظاهر میشود الف : کم شدن مقدار کالا ب: کم شدن ارزش کالا)

از تقسیم بندی اعلام شده میتوان نتیجه گرفت که هزینه

۱) به قیمت کالا بستگی دارد(گروه ۲و۴)

۲) به قیمت کالا بستگی ندارد(گروه۱ و۳)

بحث:

الف) هزینه هایی که به قیمت کالا بستگی دارند

اگر c قیمت کالای مورد نظر و i ضریب هزینه نگهداری باشد در این صورت هزینه نگهداری به صورت $i \times c$ ظاهر خواهد شد حال اگر هزینه نگهداری را با h نمایش دهیم در کل خواهیم داشت

$$h = i \times c$$

i می تواند شامل حداقل نرخ سود مورد انتظار،درصد هزینه بیمه،درصد هزینه تاسیسات،درصد خسارت احتمالی باشد یعنی خواهیم داشت

i = درصد هزینه بیمه +نرخ سود مورد انتظار +هزینه تاسیسات+خسارات احتمالی

ب) هزینه هایی که به قیمت کالا بستگی ندارند

هزینه هایی که به قیمت کالا بستگی ندارند می توان گفت به نوعی به میزان موجودی بستگی دارندکه سطح موجودی ۱) ماکزیمم میزان خود را داراست ۲) متوسط مقدارخود را داراست

حال اگرپارامترهای زیر را تعریف کنیم خواهیم داشت

$\bar{I}$: متوسط سطح موجودی

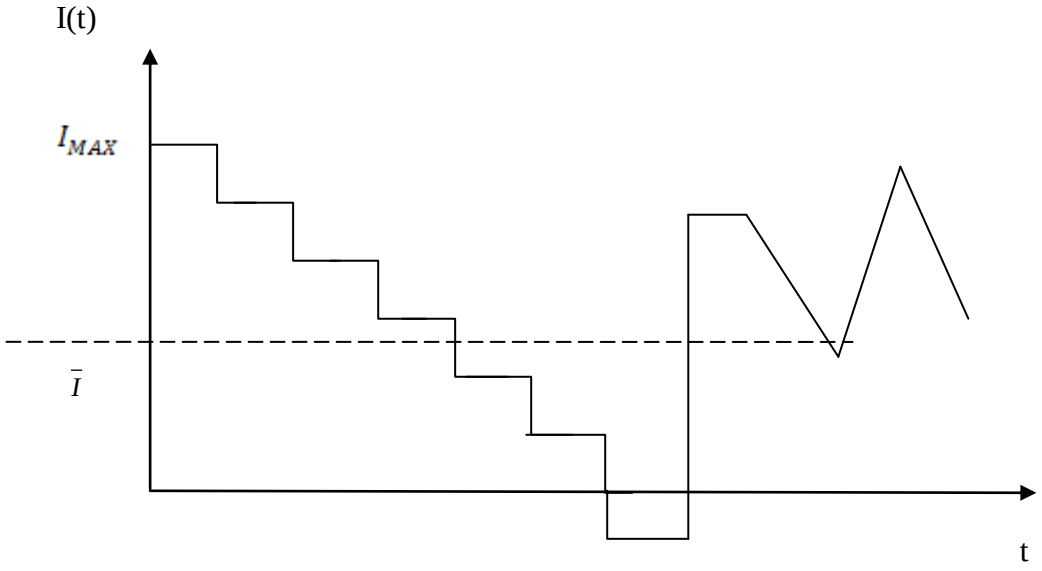
I_{MAX} :ماکزیمم سطح موجودی

h : هزینه نگهداری

w' : ارزش هر واحد I_{MAX}

irmgn.ir

با توجه به موارد ذکر شده و شکل زیر هزینه کل نگهداری را به صورت زیر خواهیم داشت



$$TCH = h \times \bar{I} \times T + W^{/} \times I_{MAX}$$

از طرفی میدانیم

$$\bar{I} = \frac{1}{T}\int_0^T I(t)d(t) = \frac{1}{T} \times \text{مساحت}$$

در نتیجه خواهیم داشت

$$TCH = h \times \frac{1}{T}\int_0^T I(t)dt \times T + w^{/} \times I_{MAX}$$

تذکر : اگر $I_{MAX} = 0$ در این صورت هزینه کل نگهداری به صورت زیر خواهد بود

$$TCH = h \times \frac{1}{T}\int_0^T I(t)dt \times T$$

از طرفی

$$\frac{1}{T}\int I(t)d(t) = \frac{\text{مساحت}}{T}$$

در نتیجه خواهیم داشت

$$THC = h \times \frac{\text{مساحت}}{T} \times T$$

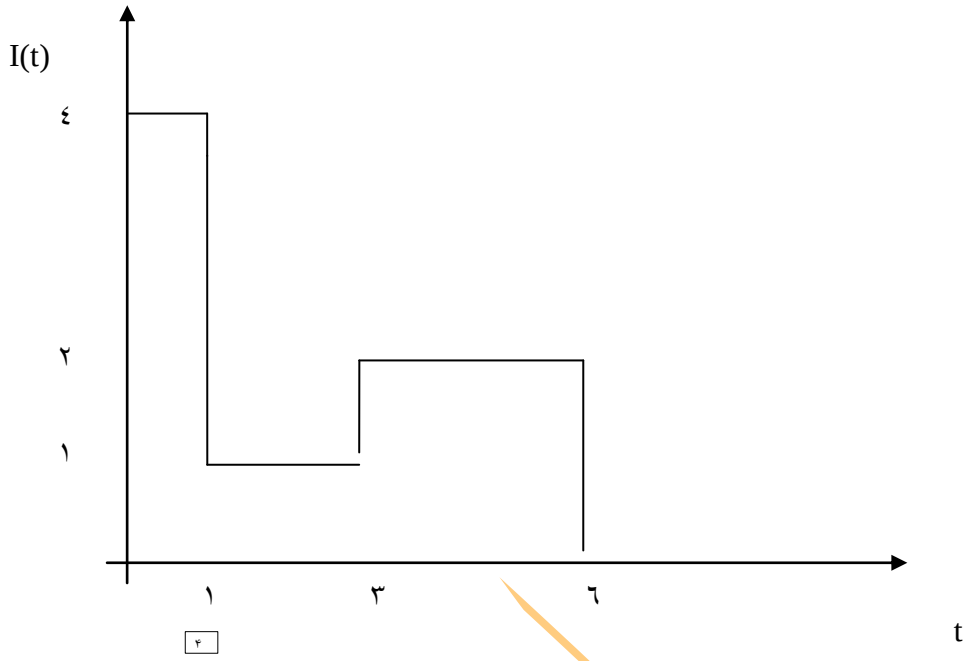
بعد از ساده کردن کسر معادله بدست آمده بصورت زیر خواهد بود

$$THC = h \times \text{مساحت}$$

تذکر: I مساحت سطح منحنی مورد نظر است

irmgn.ir

مثال۱ : طی ۱۲ ماه گذشته موجودی خالص محصولی به صورت زیر بوده است اگر هزینه نگهداری این محصول در یک ماه ۱۰ تومان باشد هزینه نگهداری کل در سال چقدر خواهد بود



هزینه نگهداری=h (مساحت موجودی)

$$THC=10\times(1\times4+1\times2+2\times3)=120$$

irmgn.ir

ج)هزینه های کمبود

تاکنون در رابطه با هزینه های تامین و نگهداری از کل هزینه های سیستم بحث گردیده حال به ذکر هزینه های کمبود می پردازیم.

در مورد موجودیها کمبود خودرا به سه صورت نشان میدهد

۱) زمانی که کمبود رخ داده ولی با تاخیر جبران می شود.

۲) زمانی که کمبود رخ داده و فورا جبران می شود.

۳) زمانی که کمبود رخ داده و جبران نمیشود.

ولی باید متذکر شد هزینه های کمبود حاصل به دو صورت ظاهر می شود

۱) هزینه های کمبود وابسته به زمان که با ($\hat{\pi}$) نمایش داده می شود

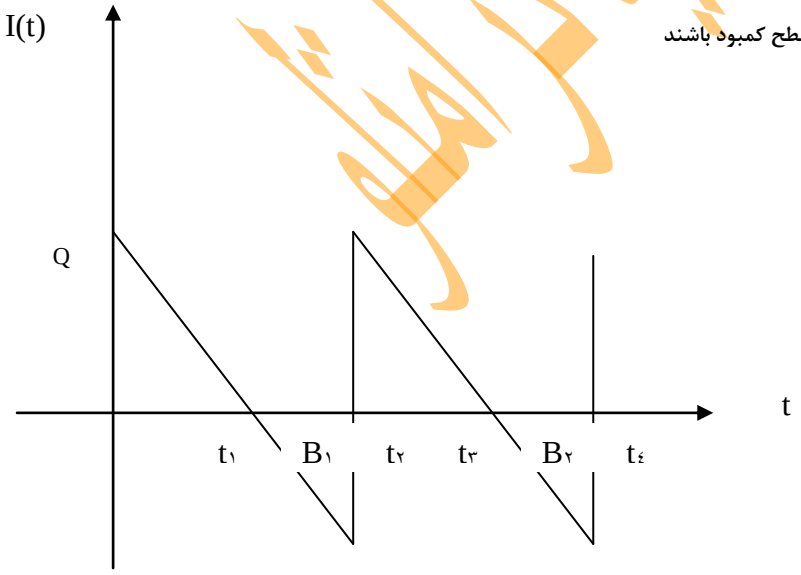
۲) هزینه های کمبود مستقل از زمان که با (π) نمایش داده می شود

****

۱) چگونگی محاسبه هزینه های کمبود وابسته به زمان:

نمودار زیر را در نظر بگیرید

اگر B_1 , B_2 مساحت سطح کمبود باشند



سطح زیر نمودار بخش کمبود را نشان میدهد بنابراین جهت محاسبه میزان کمبود وابسته به زمان خواهیم داشت

هزینه کمبود وابسته به زمان $= \hat{\pi} \times \overline{B_1} \times (t_2 - t_1) + \hat{\pi} \times \overline{B_2} \times (t_4 - t_3)$

$$= \hat{\pi} \times \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} B_1(t)dt}{t_2 - t_1} \right] (t_2 - t_1) + \hat{\pi} \left[\frac{\int_{t_3}^{t_4} B_2(t)dt}{t_4 - t_3} \right] (t_4 - t_3)$$

irmgn.ir

از طرفی می دانیم $\int B(t)dt$ = مساحت سطح کمبود است در نتیجه اگر S_1 و S_2 به ترتیب مساحت زیر منحنی مقدار کمبود را نشان دهد با استفاده از رابطه زیر میتوان میزان کمبود وابسته به زمان را بدست آورد

میزان کمبود وابسته به زمان = $\hat{\pi} \times [s_1 + s_2]$

۲) چگونگی محاسبه هزینه های کمبود مستقل به زمان:

با توجه به نمودار ی که قبلا ارائه گردید اگر b_1 و b_2 نشان دهنده مقدار کمبود باشد دراین صورت برای محاسبه میزان کمبود مستقل از زمان کافی است که مقدار کمبود را در هزینه کمبود ضرب نمائیم در نتجه خواهیم داشت

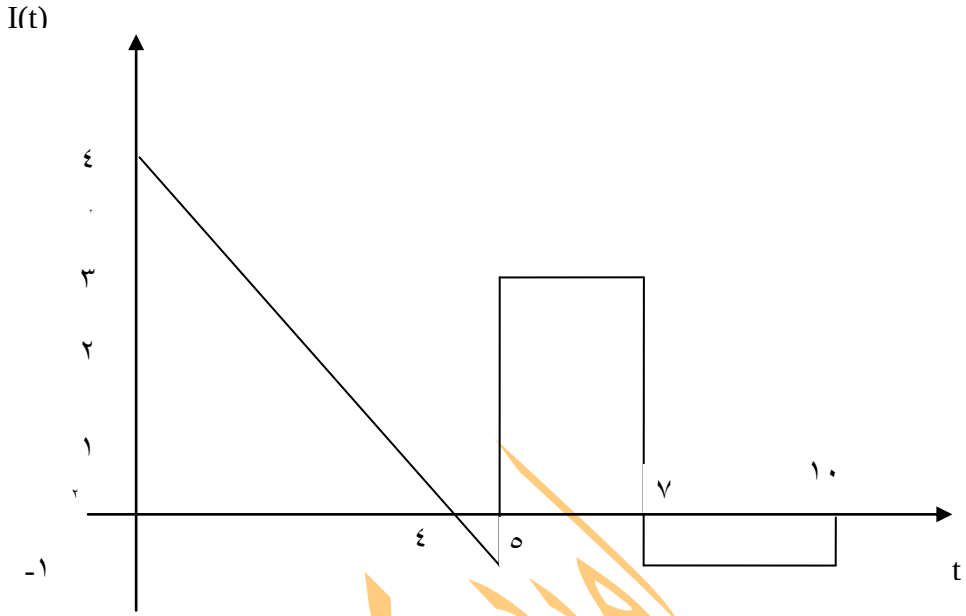
هزینه کمبود مستقل از زمان $= \pi \times (b_1 + b_2)$

در نهایت از مجموع دو هزینه کمبود مستقل از زمان و وابسته به زمان هزینه کل کمبود را بدست خواهیم آورد لذا خواهیم داشت

هزینه کمبود وابسته به زمان + هزینه کمبود مستقل از زمان= هزینه کل کمبود

irmgn.ir

مثال ۲: موجودی خالص محصولی در طی ۱۰ماه گذشته به صورت زیر داده شده است اگر هزینه هر تن نگهداری ۱۰ ریال و هزینه کمبود وابسته به زمان برای هر تن ۱۰۰ ریال و هزینه کمبود مستقل از زمان برای هر تن ۷۰ ریال باشد باشد الف) هزینه نگهداری کل در سال چقدر می باشد .ب: هزینه کل کمبود را در طی ۱۰ ماه گذشته محاسبه نمائید ج: هزینه کل را محاسبه نمائید



الف) $THC = 10\times(8+6) = 140$

ب) $100\times(0/5+3) = 350$

$70\times(1+1) = 140$

$= 140+350 = 490$

ج $140+490=630$

۲) تعیین اندازه(نقطه)سفارش اقتصادی (بدون کمبود)

در این قسمت در پی ساختن مدلی ساده برای حالت موجودی سازمان می باشیم ساخت این چنین مدلی که معمولا به صورت هزینه خرید +نگهداری +سفارش دهی =هزینه کل می باشد مستلزم فرضیاتی است که به صورت معلوم و در هر قسمت مشخص می باشد

همانطوریکه قبلا اشاره شد هزینه های ثابت به دو صورت ۱) هزینه خرید کالا(ثبت و سفارش یا سفارش آنی) و

۲) تولید کالا(نصب و راه اندازی یا سفارش بصورت تدریجی)می باشد .در این بخش فقط به ذکر موارد مربوط به خرید کالا(ثبت و سفارش خواهیم پرداخت .

می دانیم تقاضا به دو صورت ظاهر میشود

الف) تقاضای معین(قطعی) ب) تقاضای نامعین(احتمالی)

تعریف۱) تقاضای معین: زمانی که مقدار دقیق تقاضا معلوم باشد

تعریف۲) تقاضای نامعین :زمانی که مقدار دقیق تقاضا معلوم نباشد ولی تابع توزیع احتمالی آن و نوع آن باید مشخص باشد.

irmgn.ir

با توجه به این که در حالت دوم توزیع به صورت احتمالی است حالتهای مختلف زیر را میتوان در نظر گرفت

الف : پیوسته یعنی این که در طول زمان به طور مداوم تقاضا وجود دارد

ب : گسسته : یعنی این که در زمانهای جدا از هم تقاضا وجود دارد

ج : یکنواخت (ثابت) : تقاضا در طول زمان ثابت است

د: متغیر : تقاضا در طول زمان متغیر است

با توجه به موارد یاد شده میتوان ترکیب های متفاوت برای تقاضا ها را در نظر گرفت.

مدل ویلسون یا(EOQ) ساده ترین مدل کنترل موجودی است که در پی حداقل ساختن جمع هزینه های نگهداری و ثبت و سفارش می باشد.متغیر های تصمیم در این مدل تعیین کردن مقدار سفارش دهی و نقطه سفارش دهی می باشد.همچنین فرضیات این مدل که به مدل کلاسیک نیز مشهور است به صورت زیر میباشد.

۱) تقاضا به صورت قطعی است

۲) تقاضا به صورت پیوسته است

۳) تقاضا یکنواخت است

۴) کمبود مجاز نیست

۵) دریافت کالا یکباره انجام می شود

۶) محدودیت در مقدار سفارش نداریم

۷) تخفیف وجود ندارد

۸) هزینه ها در طول زمان ثابت هستند

قبل از بیان مدل کلی به معرفی متغیرهای این مدل می پردازیم .

Q : مقدار سفارش دهی

A : هزینه یک بار سفارش

C : هزینه خرید هر واحد کالا

D : تقاضای سالیانه

h : هزینه نگهداری یک واحد در سال

i : درصد هزینه نگهداری

TC : هزینه کل سیستم

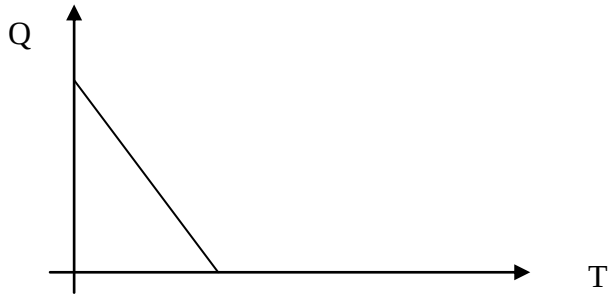
irmgn.ir

۳) هزینه های موجودی در مدل ویلسون یا EOQ

هزینه های موجودی در مدل EOQ شامل هزینه های نگهداری ، سفارش و خرید سالیانه می باشد

الف) هزینه نگهداری :

نمودار زیر را در نظر بگیرید



میدانیم که هزینه نگهداری از رابطه $h(\bar{I})$ قابل محاسبه می باشد

$$\bar{I} = \frac{\text{حداقل موجودی} + \text{حداکثر موجودی}}{2} = \frac{0+Q}{2} = \frac{Q}{2}$$

$$\Longrightarrow h(\frac{Q}{2})$$

پس در حالت خرید کالا (ثبت و سفارش)متوسط موجودی به صورت $\frac{Q}{2}$ خواهد بود

ب) هزینه تامین (سفارش و خرید)

میدانیم هزینه سفارش و خرید = هزینه متغیر + هزینه ثابت

در نتیجه خواهیم داشت

$$= [A + Q \times C] \times N \Rightarrow [A + Q \times C] \times \frac{D}{Q} \Rightarrow \frac{AD}{Q} + DC$$

ج) هزینه کل سیستم :

برای محاسبه هزینه کل سیستم کافی است مجموع هزینه های نگهداری ،ثبت و سفارش(خرید) را بدست آوریم لذا خواهیم داشت

$$TC = \frac{AD}{Q} + h \times \frac{Q}{2} + DC$$

قبلا مطرح گردید که برای محاسبه نقطه ماکزیمم یک متغیر کافی است از تابع نسبت آن متغیر مشتق گرفته مساوی صفر قرار دهیم در نتیجه با توجه به این که به دنبال مقدار سفارش اقتصادی هستیم لذا از تابع نسبت به مقدار سفارش مشتق گرفته خواهیم داشت

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0 \Rightarrow \frac{-AD}{Q^2} + \frac{h}{2} = 0 \Rightarrow \frac{AD}{Q^2} = \frac{h}{2} \Rightarrow 2AD = Q^2 h$$

$$Q^2 = \frac{2AD}{h} \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

تذکر: میدانیم $N = \frac{D}{Q}$ تعداد سفارش را مشخص می سازد و اگر بخواهیم زمان سفارش را بدست آوریم کافی است تعداد سفارش را معکوس سازیم یعنی $T = \frac{1}{N} = \frac{1}{\frac{D}{Q}} = \frac{Q}{D} = T^*$

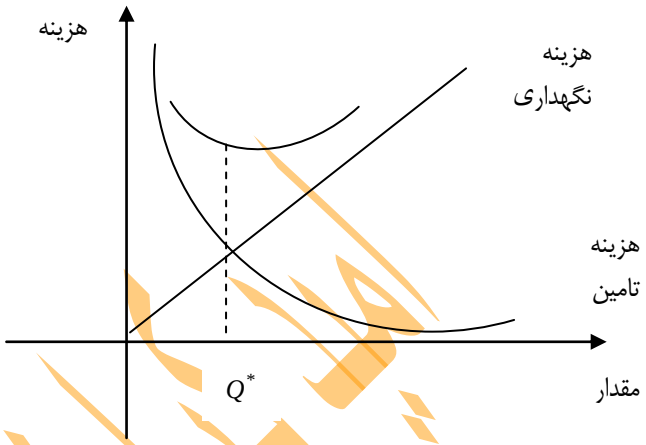
irmgn.ir

با توجه به چگونگی محاسبه زمان سفارش میتوان از همین رابطه زمان سفارش اقتصادی را نیز محاسبه نمود یعنی

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \Rightarrow \frac{\sqrt{\frac{2AD}{Q}}}{D} = \sqrt{\frac{2AD}{hD^2}} = \sqrt{\frac{2A}{hD}} = T^*$$

وقتی میزان سفارش اقتصادی یعنی مقدار سفارشی که از لحاظ اقتصادی به صرفه خواهد بود سفارش داده میشود برای آن نیز هزینه ای باید پرداخت گردد .این، هزینه سفارش اقتصادی خواهد بود.

نمودار زیر را در نظر بگیرید



میدانیم که نقطه سفارش اقتصادی محل تلاقی هزینه نگهداری و تامین است. با توجه به نمودار خواهیم داشت

$$\frac{AD}{Q} = h \times \frac{Q}{2} \Rightarrow \frac{2AD}{Q^*} = hQ^*$$

$$\frac{2AD}{\sqrt{\frac{2AD}{h}}} = \sqrt{\frac{4D^2A^2h}{2AD}} = \sqrt{2ADh} = TC^*$$

در نتیجه در حالت خرید میزان هزینه سفارش اقتصادی به صورت زیر خواهد بود

$$TC^* = \sqrt{2ADh} + DC$$

irmgn.ir

مثال۳ : مصرف سالیانه محصولی دارای نرخ ثابت و یکنواخت ۲۰۰۰ واحد در سال است .هزینه هر با رسفارش این محصول ۳۰۰۰۰واحد پولی و قیمت خرید هر واحد آن ۲۵۰ تومان است .چنانچه نرخ هزنیه نگهداری ۲۰ درصد در سال باشد الف) مقدار بهینه هر بار سفارش این محصول چقدر می باشد .ب) هزینه مقدار سفارش اقتصادی را نیز محاسبه نمائید

$D = 2000$

$A = 30000$

$C = 250$

$i = \%20$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2\times 30000\times 2000}{0/2\times 250}} = 1549$$

$$TC^* = \sqrt{2ADh} = \sqrt{2\times 30000\times 2000\times 0/2\times 250} = 77459 + 2000\times 250$$

۴) حساسیت مدل اقتصادی EOQ

در این بخش به تحلیل حساسیت مدل اقتصادی ویلسون خواهیم پرداخت .میدانیم هزینه کل سیستم به صورت $TC = \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} + DC$ و هزینه مقدار سفارش اقتصادی از رابطه $\boldsymbol{TC^* = \sqrt{2\,ADh} + DC}$ قابل محاسبه می باشد حال اگر میزان سفارش به اندازه سفارش اقتصادی باشد یعنی $Q^* = Q$ در این صورت داریم

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \Rightarrow h = \frac{2AD}{Q^{*2}}$$

حال نسبت هزینه کل به هزینه مقدار سفارش اقتصادی را محاسبه می نمائیم

$$\frac{TC}{TC^*} = \frac{\frac{AD}{Q}}{\sqrt{2ADh}} + \frac{\frac{2AD}{Q^{*2}}\times\frac{Q}{2}}{\sqrt{2ADh}} = \frac{AD}{Q\times\sqrt{2ADh}} + \frac{ADQ}{Q^{*2}\sqrt{2ADh}}$$

$$= \sqrt{\frac{AD}{2ADh}}\times\frac{1}{Q} + \sqrt{\frac{AD}{2h}}\times\frac{Q}{Q^{*2}}$$

حال به جای h در رابطه $\boldsymbol{h = \frac{2\,AD}{Q^{*2}}}$ استفاده کرده جا گذاری می نمائیم

$$= \sqrt{\frac{AD\times Q^{*2}}{2\times 2AD}}\times\frac{1}{Q} + \sqrt{\frac{AD\times Q^{*2}}{2\times 2AD}}\times\frac{Q}{Q^{*2}}$$

بعد از ساده کردن خواهیم داشت

$$\frac{TC}{TC^*} = \frac{1}{2}\times\left[\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*}\right]$$

irmgn.ir

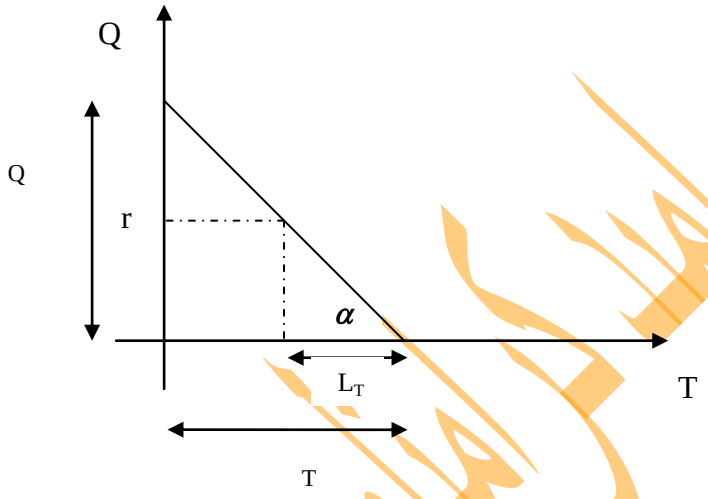
مثال۴ : اگر $Q^* = 200$ و $Q = 400$ باشد هزینه کل چند برابر هزینه بهینه خواهد بود

$$\frac{1}{2}\times\left[\frac{200}{400}+\frac{400}{200}\right]=1.25$$

۵) نقطه سفارش مجدد

نقطه ای است که هرگاه سطح موجودی به آن نقطه رسید باید مجددا سفارش شود تا رسیدن موجودی با کمبود مواجه نشویم

تعریف پیش زمان سفارش (Lead Time): فاصله زمانی از موقعی که سفارش ارسال میشود تا زمانی که کالا آماده مصرف در انبار قرار گیرد را پیش زمان سفارش یا زمان تاخیر گویند.
به نمودار زیر توجه نمائید با توجه به حالت نمودار در رابطه با مقدار سفارش مجدد و پیش زمان سفارش بحث خواهیم کرد.



نقطه سفارش مجدد $= r = D \times L_T \Leftarrow \frac{r}{L_T} = D \Rightarrow \frac{Q}{T} = tg\alpha$ تقاضا(نرخ مصرف)

بحث در خصوص T , L_T

۱) اگر $L_T \succ T$ باشد

$$r = \begin{cases} D \times L_T & \text{با توجه به موقعیت} \\ D \times L_T - M \times Q^* & \text{با توجه به موجودی در دست} \end{cases}$$

۲) اگر $L_T \prec T$ باشد

$$r = D \times L_T$$

irmgn.ir

اما در محاسبات از متغیری با نام M استفاده گردیده که در رابطه با آن صحبت خواهیم کرد M در واقع همان حداقل تعداد سفارش در راه است و برای محاسبه آن میتوان از رابطه زیر استفاده نمود

$$M=\left[\frac{L_T}{T}\right]=\left[\frac{L_T\times D}{Q}\right]$$

مثال۵ : در یک مدل ساده قطعی مدت زمان تحویل کالایی یک ماه است.اگر تقاضای سالیانه این کالا ۱۲۰۰۰ واحد باشد و هزینه هر بار سفارش ۲۰ واحد پولی و هزینه نگهداری یک واحد کالا در سال۱۲ واحد پولی باشد

الف) میزان سفارش اقتصادی را محاسبه نمائید.

$$L_T=1=\frac{1}{12}$$
$$D=12000$$
$$A=20$$
$$h=12$$

$$Q^*=\sqrt{\frac{2AD}{h}}=\sqrt{\frac{2\times 20\times 12000}{12}}=200$$

ب) نقطه سفارش موجودی بر اساس موجودی در دست چقدر است؟

$$\left.\begin{array}{l} L_T=\frac{1}{12} \\ T=?\Rightarrow T^*=\frac{Q^*}{D}=\frac{200}{12000}=\frac{1}{60} \end{array}\right\}\Rightarrow \frac{1}{12}\succ\frac{1}{60}\Rightarrow L_T\succ T$$

از طرفی $r=DL_T-MQ^*$

$$r=DL_T-MQ^*\Rightarrow 12000\times\frac{1}{12}-\left[\frac{\frac{1}{12}}{\frac{1}{60}}\right]\times 200=0 \quad M=\left[\frac{L_T}{T}\right]=\left[\frac{\frac{1}{12}}{\frac{1}{60}}\right]$$

ج) هزینه سفارش اقتصادی را نیز محاسبه نمائید

$$TC^*=\sqrt{2ADh}+DC\Rightarrow\sqrt{2\times 20\times 12000\times 12}+0=2400$$

مثال۶: تقاضای کالایی ۳۶۰۰ واحد در سال است . هزینه خرید هر واحد از این کالابرابر۱۰۰ تومان و هزینه هر با سفارش برابر۹۰ تومان است نرخ هزینه نگهداری ۲۰٪ در سال است مطلوب است الف) میزان سفارش اقتصادی . ب) هزینه میزان سفارش اقتصادی ج) زمان بین دو سفارش و تعداد سفارشات .د) اگر زمان تحویل این کالا برابر ۵۰ روز باشد نقطه سفارش مجدد براساس موجودی در دست را محاسبه نمائید(هر سال۳۶۰ روز در نظر گرفته شود)

$$Q^*=\sqrt{\frac{2AD}{h}}=\sqrt{\frac{2\times 90\times 3600}{0/2\times 100}}=180$$

$$TC^*=\sqrt{2ADh}+DC=\sqrt{2\times 90\times 3600\times 0/2\times 100}+3600\times 100=363600$$

$$T^*=\frac{Q^*}{D}=\frac{180}{3600}=0/05\Rightarrow 0/05\times 365=18$$

$$50\succ 18\Rightarrow L_T\succ T$$

$$r=DL-MQ^*=3600\times\frac{50}{360}-\left[\frac{50}{18}\right]\times 180=140$$

irmgn.ir

۶) تعیین سفارش اقتصادی وقتی کمبود مجاز باشد

در این قسمت مدل سفارش اقتصادی را مورد بررسی قرار خواهیم داد که کمبود در آن نیز مجاز باشد

علاوه بر تمامی پارامترهای مدل EOQ (سفارش بدون کمبود) پارامترهای زیر را نیز خواهیم داشت

b : مقدار کمبود در هر دوره

b^* مقدار کمبود بهینه در هر دوره

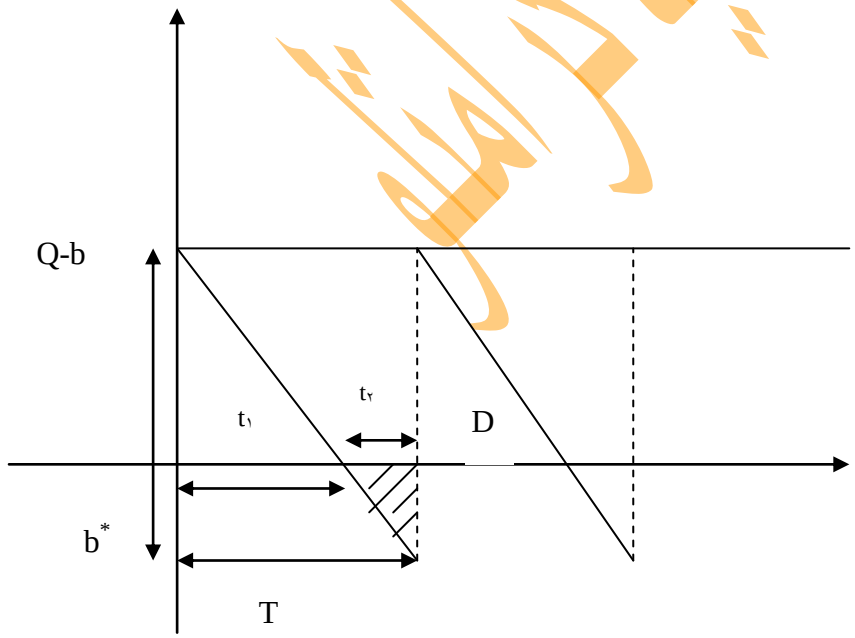
T : فاصله زمانی بین دو سفارش

$t_۱$: مدت زمانی از یک دوره که در آن کمبود وجود ندارد

$t_۲$: مدت زمانی از یک دوره که با کمبود روبرو هستیم

$$T = t_1 + t_2$$

برای این حالت نمودار زیر را خواهیم داشت



$$\Delta_1 : t_1 = \frac{Q-b}{D}$$

$$\Delta_2 : t_2 = \frac{b}{D}$$

irmgn.ir

برای حل مدل باید هزینه های سالیانه را بدست آوریم

خرید+(کمبود مستقل+کمبود وابسته)+نگهداری+ آماده سازی= هزینه یک دوره

$$A + h(\frac{Q-b}{2}) \times t_1 + (\pi \times b + \hat{\pi} \times \frac{b}{2} \times t_2) + D \times C$$

آنچه که در بالا محاسبه شده فقط هزینه یک دوره است و برای بدست آوردن هرینه کل سالیانه میبایست آنرا در تعداد دورها (N) ضرب نمائیم از طرفی $N = \frac{D}{Q}$ لذا خواهیم داشت

تعداد دوره های موجود×هزینه یک دوره=کل هزینه سالیانه

که مدل ریاضی ان به صورت زیر خواهد شد.

$$TC = [\ A + h(\frac{Q-b}{2}) \times t_1 + (\pi \times b + \hat{\pi} \times \frac{b}{2} \times t_2) + D \times C\ ] \times \frac{D}{Q}$$

با توجه به ذکر مطالب بالا خواهیم داشت

مقدار سفارش اقتصادی بهینه با کمبود $Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \times \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}}$

ماکزیمم مقدار موجودی وقتی با کمبود همراه است $I_{MAX} = \sqrt{\frac{2AD}{H}} \times \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}}$

مقدار کمبود بهینه $b^* = \sqrt{\frac{2AD}{\hat{\pi}}} \times \sqrt{\frac{h}{\hat{\pi} + h}}$

مقدار هزینه بهینه وقتی با کمبود همراه است $TC = \sqrt{2ADh} \times \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}}$

تذکر

$$I_{\max} = Q^* - b^*$$

irmgn.ir

۷) تعیین نقطه سفارش مجدد میزان سفارش اقتصادی وقتی با کمبود همرا ه است

بر حسب موقعیت موجودی

$$r = D \times L - b^*$$

بر حسب موجودی در دسترس

$$r = D \times L - (M \times Q^*) - b^*$$

مثال۷) یک قطعه خریداری شده دارای نرخ تقاضای سالیانه ۷۰۰۰ واحد است هزینه ثابت سفارش ۱۰۰ واحد پولی بوده و هزینه هر واحد ۸ واحد پولی است .نرخ هزینه نگهداری موجودی سالیانه ۰/۱ است کمبود موجودی مجاز بوده و بصورت سفارشات تاخیر شده در می آیند هزینه سالیانه هر واحدی که به تاخیر می افتد ۳ واحد پولی است

الف) اندازه انباشته اقتصادی را حساب کنید

ب) ماکزیمم مقدار موجودی را حساب کنید

ج) کمبود بهینه را حساب کنید

د) هزینه بهینه در هنگام کمبود را محاسبه نمائید

با توجه به اینکه هزینه های ثابت به دو صورت خریدنی(ثبت و سفارش) و تولید (نصب و راه اندازی) می باشد در ادامه به قسمت دوم از هزینه ها که به صورت تولید می باشد خواهیم پرداخت.

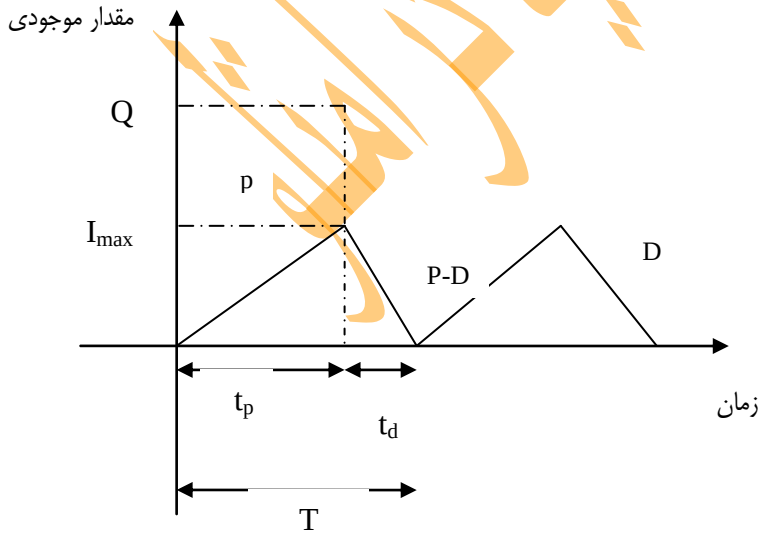
irmgn.ir

۸) مقدار بهینه سفارش اقتصادی وقتی تولید صورت می گیرد(سفارش تدریجی)

(بدون کمبود)

در این قسمت حالتی دومی از هزینه های ثابت را معرفی خواهیم کرد که بجای سفارش کالا آنرا تولید مینمائیم باید توجه داشت کهمقدار سفارش اقتصادی این مدل را به نام دریافت تدریجی کالا یا مدل با نرخ ثابت دریافت سفارش یا EPQ یا مقدار تولید اقتصادی نیز می نامند.

برای بدست آوردن مقدار تولید اقتصادی کلیه فرضیات مربوط به مقدار سفارش اقتصادی EOQ را می پذیریم با این تفاوت که در این مدل دریافت سفارش به صورت تدریجی و با نرخ ثابت (P) صورت می گیرد.لذا نمودار آن بصورت زیر خواهد بود



اولین موضوعی که بعد از دیدن نمودار قابل تامل است پائین بودن ماکزیمم موجودی از کل موجودی است که باعث کم شدن هزینه نگهداری سالیانه نسبت به مدل EOQ خواهد بود لذا متوسط موجودی نیز کم خواهد شد.اکنون به معرفی پارامترهای مدل تولید خواهیم پرداخت

irmgn.ir

t_p : مدت زمانی از یک دوره که در حالت تولید و مصرف هستیم

t_d : مدت زمانی از یک دوره که صرفا در حالت مصرف هستیم

از طرفی در نمودار دیده می شود که $T = t_p + t_d$ می باشد یعنی یک دوره شامل زمانی است که در حالت تولید و مصرف هستیم. از قبل نیز داریم $T = \frac{Q}{D}$. ولی در این مدل به جای تقاضا تولید داریم لذا خواهیم داشت $t_P = \frac{Q}{P}$

$$t_p = \frac{Q}{P} = \frac{I_{MAX}}{P - D}$$

$$t_d = T - t_p = \frac{Q}{D} - \frac{Q}{P} = \frac{P \times Q - D \times Q}{P \times D} = \frac{Q}{D}(1 - \frac{D}{P}) = \frac{I_{MAX}}{D}$$

بنابراین میتوان قبل از محاسبه مقدار تولید اقتصادی میزان ماکزیمم موجودی و بهینه آن را بدست آورد.

$$I_{MAX} = t_P \times (P - D) = D \times t_d = Q \times (1 - \frac{D}{P})$$

لذا میزان ماکزیمم موجودی بهینه در حالت تولید بصورت زیر خواهد بود.

$$I^*_{MAX} = Q^* \times (1 - \frac{D}{P})$$

با استفاده از ماکزیمم موجودی بهینه در حالت تولید میتوان متوسط موجودی بهینه را نیز بدست آورد

$$\bar{I} = \frac{I_{MAX}}{2}$$

در ادامه برای اینکه میزان تولید اقتصادی مورد محاسبه قرار گیرد باید در ابتدا هزینه سالیانه را محاسبه نموده سپس از آن نسبت به Q مشتق گرفته شود مساوی صفر قرار میدهیم حاصل میزان تولید در حالت بهینه است.

می دانیم

هزینه متغیر +هزینه ثابت = هزینه یک دوره

$$= A + h \times (\frac{I_{MAX}}{2}) \times T + Q \times C$$

irmgn.ir

از طرفی نیز رابطه $N = \frac{1}{T} = \frac{D}{Q}$ که نشان دهند کل دوره های سالیانه می باشد برقرار است لذا خواهیم داشت

تعداد دوره های سالیانه × کل هزینه های یک دوره= کل هزینه سالیانه

$$TC = \left[A + h \times (\frac{I_{MAX}}{2}) \times T + Q \times C \right] \times N$$

$$TC = \left[A + h \times (\frac{I_{MAX}}{2}) \times T + Q \times C \right] \times \frac{D}{Q}$$

در نتیجه خواهیم داشت

$$TC = \left[\frac{A \times D}{Q} + h \times \frac{1}{2} \times [\ Q \times (1 - \frac{D}{P})\ ] + D \times C \right]$$

حال اگر در این معادله نسبت به Qمشتق گرفته و آنرا مساوی صفر قرار دهیم میزان سفارش اقتصادی در حالت تولید اقتصادصورت زیر خواهد بود

$$Q^*_{EPQ} = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{h \times (1 - \frac{D}{P})}}$$

تذکر : میزان سفارش اقتصادی در حالت تولید بیشتر از میزان سفارش اقتصادی در حالت ثبت و سفارش یا مدل ویلسون است.

۹) تعیین هزینه تولید اقتصادی در حالت بهینه(بدون کمبود)

برای محاسبه میزان هزینه تولید سالیانه در حالت تولید یا دریافت تدریجی کافی است میزان تولید در حالت بهینه را در معادله هزینه تولید سالیانه قرار دهیم که معادله نهایی به صورت زیرخواهد بود

$$TC = \sqrt{2 \times A \times D \times h \times (1 - \frac{D}{P})} + D \times C$$

irmgn.ir

با محاسبه میزان تولید در حالت بهینه میتوان میزان ماکزیمم موجودی را که قبلا مورد محاسبه قرار داده بودیم بر حسب تولید اقتصادی نیز محاسبه نمائیم یعنی

$$I_{MAX} = Q^* \times (1-\frac{D}{P}) = \sqrt{\frac{2\times A\times D}{h\times(1-\frac{D}{P})}} \times (1-\frac{D}{P})$$

$$= \sqrt{\frac{2\times A\times D\times(1-\frac{D}{P})}{h}}$$

۱۰) تعیین نقطه سفارش مجدد بر حسب موجودی در دست در حالت تولید اقتصاد(بدون کمبود)

همانطوریکه که قبلا عنوان شد حداقل تعداد سفارشات در راه از رابطه $\left[\frac{L_T}{T}\right]$ قابل محاسبه می باشد برای حالت تولید یا سفارش تدریجی روابط زیر را جهت محاسبه میزان نقطه سفارش مجدد خواهیم داشت

الف) اگر $(L-M\times T)\le t_d$ باشد انگاه نقطه سفارش مجدد از رابطه از رابطه زیر قابل محاسبه میباشد

$$r = D\times L^* - M\times Q^*$$

ب) اگر $(L-M\times T)\succ t_d$ باشد انگاه نقطه سفارش مجدد از رابطه از رابطه زیر قابل محاسبه میباشد

$$r = (D-P)\times L + (M+1)(\frac{P}{D}-1)\times Q^*$$

تمام موارد ذکر شده در حالت مورد دریافت تدریجی را میتوان در حالت با کمبود نیز بررسی نمود

irmgn.ir

فصل پنجم:

پیش بینی تقاضا

irmgn.ir

پیش بینی تقاضا [۱]

یکی از مسائلی که مدیران صنایع با آن مواجه هستند، پیش بینی وقوع حوادث در آینده مانند میزان کالاهای مورد احتیاج مواد اولیه، نیروی انسانی و غیره می باشد تا بتوانند با آگاهی از این تغییرات برنامه های مناسب را تهیه و به مورد اجرا قرار دهند.

پیش بینی را در حقیقت می توان پیشگویی آینده بر مبنای اطلاعات موجود دانست اغلب روشهای پیش بینی بر مبنای این فرض استقرار دارند که عوامل موجود در گذشته و حال و آینده نیز موجود بوده اند،خواص و اثرات خود را بر روی عوامل مورد پیش بینی کم و بیش حفظ می کنند، از این نظر می توان رفتار اطلاعات موجود را در آینده تعمیم داد. از طرفی پیش بینی یک فرایند نامطمئن است چون با یقین نمی توان در رابطه با آن سخن گفت ولی میتوان رفتار اطلاعات موجود را در تغییرات آینده تعمیم داد. روشهای گوناگونی برای پیش بینی وقایع در آینده موجود است که با توجه به درجه دقت پیش بینی مورد نظر، ابزار و امکانات و آمار موجود میتوان از آنها بهره گرفت اغلب روشهای پیش بینی در کوتاه مدت قابل استفاده هستند. روشهای پیش بینی را می توان در دو گروه کلی دسته بندی نمود ۱) **روشهای کیفی** ۲) **روشهای کمی**

۱:) روش های کیفی: روشهایی هستند که از مدلهای ریاضی استفاده نمی نمایند و بیشتر جنبه ذهنی داشته دارای دقت علمی کمتری نسبت به روشهای کمی می باشند. روشهای کیفی پیش بینی عبارتند از:

۱) گروه مشورتی مدیران اجرایی (توافق دسته جمعی) ۲) روش دلفی ۳) نظرات کارکان فروش (نظرخواهی فروشنده) ۴) انتظارات مصرف کننده گان ۵) قیاس

۲) روش های کمی: مدلهای کمی پیش بینی مدلهای ریاضی مبتنی بر داده های تاریخی هستند در این مدل ها فرض می شود که داده های گذشته به آینده مربوط می شود. روشهای کمی را میتوان بر دو نوع تقسیم بندی کرد: ۱) سری های زمانی ۲) روش های سببی

۱:Demand – Forecasting

irmgn.ir

۱) روشهای کیفی

حال به تفکیک در رابطه با هر یک از موارد مطرح شده توضیحاتی ارائه خواهیم نمود

۱-۱) گروه مشورتی مدیران اجرایی (توافق دسته جمعی):

دراین روش مدیران اجرایی وصاحب نظران از واحدهای مختلف سازمان مسئولیت توسعه پیش بینی فروش را بر عهده می گیرند و از جنبه های مختلف به مسئله نگریسته می شود. گروه مشورتی برای دریافت ورودیها از همه بخشهای سازمان استفاده می کنند و تحلیل گران ستادی تحلیلهایی را بر حسب نیاز آماده می سازند در چنین شرایطی تمایل به ایجاد توافق کلی است و نظرات حدی و غایی که هر یک از افراد ارائه می کنند انعکاس نمی یابد. یکی از عیوب این روش این است که افراد تحت تأثیر اکثریت قرار می گیرند.

۱-۲) روش دلفی:

در این روش گروهی از متخصصان و کارشناسان صاحب نظر انتخاب می شوند و بوسیله پرسشنامه نظرات آنان در مورد موضوع مربوطه گردآوری می شود معمولاً اعضاءاز نظرات یکدیگر مطلع نیستند و در حضور یکدیگر قرارنمی گیرندپس از جمع آوری پرسشنامه های بدون نام، نظرات مختلف گردآوری شده به اطلاع هر یک از اعضاءرسانده می شود.و به این ترتیب همه اعضاء از اطلاعات و نظریات یکدیگر مرتبا مطلع می شوند.و به اظهار نظرهای جدید می پردازند، این چرخه تا زمانی که به یک نظر مشترک دست یابند ادامه می یابد. در این روش چون افراد نظرات خود را به صورت جداگانه و کتبی اعلام می دارند کمتر تحت تأثیر نظر اکثریت قرار می گیرند.

۱-۳) نظرات کارکنان فروش:

برآورد منطقه ای فروشهای آینده بادریافت نظرات کارکنان فروش نقاط مختلف و ترکیب آنها بدست می آید و مدیران باید این برآورد را به پیش بینی فروش تبدیل نمایند بررسی نظرات کارکنان فروش روش شناخته شده و پیش بینی برای شرکتهایی است که دارای سیستم ارتباطات مناسب در محل هستند و کارکنان فروش به طور مستقیم کالا و خدمات را به مشتریان می فروشند.

irmgn.ir

۱-۴) انتظارات مصرف کنندگان:

برای پیش بینی تقاضا می توان از نظرات مصرف کنندگان بهره گرفت و انتظارات آنها را جویا شدند البته به دلیل اینکه با مصرف کننده ارتباط مستقیم برقرار می شود. این روش برای بهبود محصول یا توسعه محصول جدید بسیار کارآمد است اگر چه زمان پر هزینه می باشد.

۱-۵) قیاس تاریخی: در این روش، آینده یک محصول و مسائل مربوط به فروش را می توان از آگاهی های محصول مشابه استفاده کرد.

۲) روشهای کمی :

همان طوریکه قبلا مطرح شد روشهای کمی به دو صورت سریهای زمانی و روشهای سببی قابل ارائه هستند که در این قسمت فقط به ذکر سریهای زمانی خواهیم پرداخت

۱-۲) سری های زمانی:

هنگامی که مقادیر فروش واقعی دوره های گذشته وابسته به متغیر مستقل زمان t باشد یا به عبارت دیگر میزان تقاضای یک محصول تابعی از زمان $y = f(t),t$ باشد با روش های سری های زمانی می توان مقادیر تقاضا را برای دوره جدید برآورد نمود.

انواع روش های سری زمانی:

۱-۱-۲) روش آخر دوره (نایو)[۲]

در این روش فروش (تقاضا) واقعی دوره قبل به عنوان پیش بینی تقاضای دوره آینده در نظر گرفته می شود.

اگر: F_t : پیش بینی تقاضا دوره بعد

$A_{t-۱}$ فروش واقعی دوره قبل باشد.

در نتیجه $F_t = A_{t-۱}$

۲last period Demand

irmgn.ir

مثال ۱: اطلاعات زیر مربوط به فروش یک محصول (تقاضا) در طی ۵ سال گذشته است با استفاده از روش آخرین دوره تقاضای مربوط به سال ششم را پیش ینی نمائید.

سال	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
میزان واقعی فروش (تقاضا)	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳

سال	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
میزان پیش بینی (تقاضا)	-	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱

با توجه به روش آخرین دوره ۶۳ =$A_{۱۳۸۶}$ = $F_{۱۳۸۷}$

۲-۱-۲) روش میانگین ساده:

در این روش میانگین مقادیر مربوط به فروش دوره های قبل به عنوان پیش بینی تقاضای دوره بعد تلقی می شود.

اگر F_t : پیش بینی تقاضا دوره بعد

$A_{t-۱}$: فروش واقعی دوره قبل

در این صورت

$$F_t = \frac{\sum_{t-1}^{n} A_{t-1}}{n-1}$$

مثال۲: با توجه به مثال قبل مقادیر پیش بینی را برای دوره ۱۳۸۷ با روش میانگین ساده محاسبه نمائید.

سال	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷
فروش	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	-
پیش بینی	-	۵۰	۴۹	۴۷/۶	۵۱	۵۳/۴

irmgn.ir

۳-۱-۲) روش میانگین متحرک:

در این روش، میانگین مقادیر فروش واقعی چند دوره قبل (K) پیش بینی تقاضای دوره بعد را تشکیل می دهد، تعیین میزان (K) یا تعداد دوره های قبل بستگی به ارزش اطلاعات دوره های گذشته دارد بنابراین پیش بینی فروش دوره بعد تنها تحت تأثیر k دوره قبل است.

اگر

F_t: پیش بینی تقاضای دوره بعد

n : تعداد دوره ها

A_{t-1} : فروش واقعی دوره قبل

مثال۳: جدول زیر رادر نظر بگیرید با استفاده از روش میانگین متحرک سه ماهه، تقاضای ماههای تیر تا اسفند را پیش بینی نمائید.

ماهها	فروش واقعی	پیش بینی با دوره سه ماهه	پیش بینی با دوره ۶ ماهه
فروردین	۱۰		
اردیبهشت	۱۲		
خرداد	۱۳		
تیر	۱۶	۱۱/۶۷= ۳ ÷ (۱۰+۱۲+۱۳)	
مرداد	۱۹	۱۳/۶۷= ۳ ÷ (۱۲+۱۳+۱۶)	
شهریور	۲۳	۱۶ = ۳ ÷ (۱۳+۱۶+۱۹)	
مهر	۲۶	۱۹/۳۳= ۳ ÷ (۱۶+۱۹+۲۳)	
آبان	۳۰	۲۲/۶۷= ۳ ÷ (۱۹+۲۳+۲۶)	
آذر	۲۸	۲۶/۳۳= ۳ ÷ (۲۳+۲۶+۳۰)	
دی	۱۸	۲۸ = ۳ ÷ (۲۶+۳۰+۲۸)	
بهمن	۱۶	۲۵/۲۳= ۳ ÷ (۳۰+۲۸+۱۸)	
اسفند	۱۴	۲۰/۶۷= ۳ ÷ (۲۸+۱۸+۱۶)	

irmgn.ir

همان طور که در جدول ملاحظه می شود برای سه میانگین متحرک با دوره ۳ماهه حداقل نیاز به اصلاعات ۳ماه قبل و دوره ۴ماهه نیاز به اطلاعات ۴ماه پیش می باشد .

حال اگر در آمار واقعی را با A و آمار پیش بینی را با f و دوره را با T و تعداد دوره را با n نمایش نشان دهیم را بطه زیر را محاسبه میانگین بدست خواهد آمد.

$$f_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + \ldots A_{t-n}}{n}$$

تذکر: در روش میانگین متحرک مقدار خطا از رابطه $e = \frac{\sum |A_i - F_i|}{n}$ بدست خواهد آمد .

A: تعداد واقعی حرکت از داده ها

F:مقدار پیش بینی هر یک از داده ها

۴-۱-۲:روش پیش بینی نمودار هموار ساده single Exponential smoothing

در این روش اگر

f_t : پیش بینی تقاضای دوره بعد

f_{t-1} : پیش بینی تقاضا دوره قبل

A_{t-1} : میزان واقعی دوره قبل

n: تعداد دوره ها

α:ضریب نمو هموارکه بین همواره عددی بین صفر تا یک می باشد ۱> α >۰در نتیجه برای پیش بینی دوره بعدخواهیم داشت

$$f_t = f_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - f_{t-1})$$

تذکر: هر قدر α به صفر نزدیک تر شود نمایانگر بی ارزش بودن داده ها اخیر فروش واقعی است و هر قدر α به یک نزدیک شود نشان می دهد که داده های اخیر فروش واقعی با ارزش هستند.

تذکر: چنانچه مقدار α معلوم نباشد میتوان از رابطه $\frac{2}{n+1}$ به طور تقریبی آن را محاسبه نمود .

irmgn.ir

مثال۴: در جدول زیر اطلاعات مربوط به فروش واقعی ۵سال بیان شده پیش بینی دوره را با روش نموی بدست آورید. α=0/3

سال	۱	۲	۳	۴	۵
فروش	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳
پیش بینی	-	۵۰	۴۹/۴	۴۸/۰۶	۵۱/ ۹۵

۵-۱-۲:روش ضریب همبستگی و رگرسیون

ضریب همبستگی در حقیقت وسیله ای است برای اندازه گیری رابطه بین متغیرهای گوناگون به همانگونه که قبلاً بیان شد اطلاعات موجود درباره یک متغیر ارزش متغیر دیگر را پیش بینی میکند بنابراین سعی می شود تا عواملی که در نظر گرفته می شود بین آنها نزدیک حاکم باشد , هر چه رابطه بین دو متغیر بیشتر و نزدیکتر باشد پیش بینی دقیق تر و به واقعیت نزدیک تر خواهد بود, ساده ترین نوع رابطه خطی بینی دو متغیر است.

ضریب همبستگی خطی را می توان از رابطه زیر محاسبه نمود.

ضریب همبستگی $r=\frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX}\times S_{YY}}}$

$$S_{XX}=\sum x_i^{\,2}-\frac{1}{n}(\sum x_i)^2$$

$$S_{yy}=\sum y_i^2-\frac{1}{n}(\sum y_i)^2$$

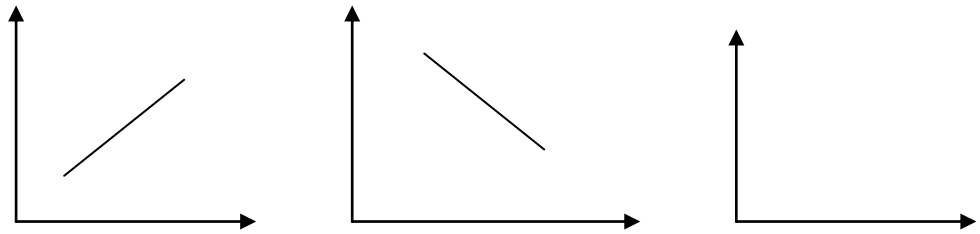
$$S_{XY}=\sum x_i y_i-\frac{1}{n}(\sum x_i)(\sum y_i)$$

دامنه تغییرات است ضریب همبستگی بین ۱- و ۱+ و بزرگترین قدر مطلق مشخص کننده و بیشترین حد همبستگی و کوچکترین آن نشان دهنده کمترین حد همبستگی است.

هرگاه ضریب همبستگی مثبت باشد نشان دهنده میل به افزایش یک متغیر در زمان افزایش متغیر دیگر است.

irmgn.ir

هرگاه ضریب همبستگی منفی باشد نشان دهنده میل به کاهش یک متغیر در زمان افزایش متغیر دیگر است.



r>۰ r<۰ r=۰

مقادیر زیرارزش ضریب همبستگی را نشان می دهد.

۰ _____ ٪۱۹ همبستگی بسیار کم است

۰/۲۰ _____ ۰/۳۹ همبستگی کم است

۰/۴۰ _____ ۰/۶۹ همبستگی متوسط

۰/۷۰ _____ ۰/۸۹ همبستگی زیاد

۰/۹ _____ ۱ همبستگی خیلی زیاد است

حال وقتی میزان همبستگی دو متغیر تعیین شد و نزدیکی بین آنها مشخص گردید با استفاده از رابطه رگرسیون معادله خط پیش بینی را بدست می آوریم .

معادله خطی رگرسیون در صورت کلی به صورت $y = \beta x + \alpha$ می باشد که β شیب خطی α مقدار ثابت است.

برای محاسبه β به شرح زیر عمل می نمائیم

$$\beta^{\wedge} = \frac{S_{XY}}{S_{XX}} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{1}{n}(\sum x_i)(\sum y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2}$$

برای محاسبه α کافی است از رابطه $\alpha = \overline{y} - \beta \overline{\chi}$ استفاده می شود.

irmgn.ir

مثال۵: داده های زیر مربوط به ساعت کار هفتگی ۸ کارمند و میزان در آمد آنهاست معادله خط رگرسیون ودر آمد کارمندی را پیش بینی کنید که در هفته ۳۵ ساعت کار می کند.

ساعت کار	۱۶	۲۴	۲۳	۳۸	۱۶	۲۰	۱۳	۱۵
درآمد	۱۳۰	۲۶۵	۱۵۰	۲۲۸	۱۶۰	۱۴۲	۱۱۴	۱۴۵

متغیر مستقل = ساعت کار = x

متغیر وابسته = در آمد = y

x	y	x^2	y^2	xy
۱۶	۱۳۰	۲۵۶	۱۶۹۰۰	۲۰۸۰
۲۴	۲۶۵	۵۷۶	۷۰۲۲۵	۶۳۶۰
۲۳	۱۵۰	۵۲۹	۲۲۵۰۰	۳۴۵۰
۳۸	۲۲۸	۱۴۴۴	۵۱۹۸۴	۸۶۶۴
۱۶۰	۱۶۰	۲۵۶	۲۵۶۰۰	۲۵۴۰
۲۰	۱۴۲	۴۰۰	۲۰۱۶۴	۲۸۴۰
۱۳	۱۱۴	۱۶۹	۱۲۹۹۶	۱۴۸۲
۱۵	۱۴۵	۲۲۵	۲۱۰۲۵	۲۱۷۵
۱۶۵	۱۳۳۴	۳۸۵۵	۲۴۱۳۹۴	۲۹۶۱۱

$$S_{XX} = 3855 - \frac{1}{8} \times (165)^2 = 451/875$$

$$\alpha = \overline{y} - \beta \overline{\chi} \Rightarrow 166/75 - 4/64 \times 20.625 = 71/05$$

$$S_{YY} = 241394 - \frac{1}{8} \times (1334)^2 \times = 18949/5$$

$$S_{XY} = 29611 - \frac{1}{8} \times (165) \times (1334) = 2097/25$$

$$\beta = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{2097/25}{451/875} = 4/64$$

معادله خطی $\hat{y} = 4/64x + 71/05$

حال می توان به ازای ساعت های کاری مختلف پیش بینی را انجام داد.

irmgn.ir

فصل شش :

مکان یابی کارخانه

(تعیین محل کارخانه)

irmgn.ir

یکی از مهمترین تصمیمات بلند مدت شرکتها، تعیین مکان تسهیلات و عملیات خودشان می باشد تعیین محل کارخانه به طور قابل توجهی هم بر هزینه های ثابت و هم بر هزینه های متغیر اثرمیگذارد و همچنین اثر زیادی بر روی سود کل شرکت دارد . هزینه هایی چون حمل و نقل مالیات , حقوق و دستمزد مواد خام و غیره به وسیله مکان تسهیلات تحت تأثیر قرار می گیرد همچنین تعیین مکان تسهیلات یا کارخانه میتواندیک مزیت رقابتی برای شرکتها و کارخانه ها ایجاد کند.

هدف مکان یابی یا جایابی تسهیلات تعیین بهترین مکان جغرافیایی برای عملیات یک کارخانه است . مدیران سازمانهای تولیدی و خدماتی برای بررسی مطلوبیت یک مکان خاص بایستی عوامل متعددی را در خصوص تامین کنندگان , نیروی انسانی و هزینه های حمل و نقل بسنجند. عوامل مکان یابی به دو دسته اصلی عهده و فرعی تقسیم می شوند.

عوامل اصلی عمده: عواملی هستند مرتبط با اولویت های رقابتی که تأثیر شدیدی بر فروش دارند مثل هزینه ,کیفیت ,زمان و انعطاف پذیری , برای مثال توان رقابتی یک کارخانه کاربر و متکی بر نیروی انسانی در گرو هزینه های حقوقی و دستمزد پائین است .

عوامل فرعی نیز مهم هستند اما مدیران ممکن است به دلیل اهمیت عوامل دیگر به برخی از عوامل فرعی نقش کمتری بدهند و یا حتی از آن چشم پوشی نمایند.

واترز دلائل زیر را در یافتن یک مکان جدید برای تاسیسات موثر می داند .

۱. پایان یافتن اجاره محل استقرار فصلی شرکت

۲. تمایل شرکت به توسعه در مکان جغرافیایی جدید .

۳. تغییر مکان مشتریان یا تامین کنندگان .

۴. تغییر اساسی در عملیات تولیدی و نیاز به مکان جدید به عنوان مثال استفاده از گاز به جای برق

۵. استفاده از فناوری جدید

۶. تغییر در سیستم پشتیبانی شرکت به عنوان مثال استفاده از جاده به جای راه آهن

۷. تغییر در شبکه حمل و نقل

عوامل موثر بر تصمیمات مکان یابی را می توان در سه قسمت عنوان کرد .

irmgn.ir

۱) تصمیمات کشوری ۲) تصمیمات استانی ۳)تصمیمات محلی

۱) تصمیمات کشوری : از تصمیماتی که بر مکان یابی تأثیرمیگذارد تصمیمات کشوری می باشد.

در مورد تصمیمات کشوری موارد زیر را می توان مطرح نمود

۱-۱) قوانین دولتی , نگرش , ثبات , انگیزه ها

۱-۲) موضوعات فرهنگی و اقتصادی

۱-۳) محل بازار

۱-۴) دسترسی به نیروی کار

۱-۵) دسترسی به عرضه کنندگان ارتباطات ، انرژی

۲) تصمیمات استانی: از دیگر تصمیماتی که بر مکان یابی تأثیرمیگذارد تصمیمات استانی می باشد.

در مورد تصمیمات استانی موارد زیر را می توان مطرح نمود

۲-۱) تمایلات شرکت

۲-۲) جذابیت محل (فرهنگ،وغیره)

۲-۳) دسترسی به نیروی کار، هزینه ها، نگرشهای اتحادیه های کارگری

۲-۴) هزینه و قابلیت دسترسی مطلوبیتها

۲-۵) مقررات استانی و محیطی

۲-۶) انگیزه های دولت

۲-۷) نزدیکی به مواد اولیه و مشتریان

۲-۸) هزینه های زمین یا ساختمان

۳) تصمیمات محلی: از دیگر عواملی که بر مکان یابی تأثیر می گذارد تصمیمات محلی است از

جمله عواملی که در این قسمت باید توجه داشت.

۳-۱) اندازه و هزینه محل

۳-۲) سیستم های هوایی، راه آهن، بزرگراه، دریایی

۳-۳) محدودیتهای منطقه

۳-۴) نزدیکی به نیازمندیهای خدماتی و عرضه

irmgn.ir

۵-۳) موضوعات اثر محیطی

مراحل متوالی انتخاب مکان، برای احداث تسهیلات جدید

مرحله اول: مطالعات امکان سنجی

مرحله دوم: تجزیه و تحلیل ویژگی های کلی مناطق که میتوان در سه حالت زیر بررسی نمود

الف- تجزیه و تحلیل و ارزیابی مناطق (از نظر محل بازار و مواد اولیه، تسهیلات حمل و نقل، عرضه نیروی کار، محل سایر شعب سازمان وموسسات مشابه)

ب- تعیین حوزه مکانی بهینه: (باید توجه به اولویت های مورد نظر مدیریت، رفاه عمومی، طرز تلقی ساکنان محدوده)

ج- انتخاب محل: (با توجه به اندازه محل، مشخصات و نوع زمین، امکان رفع مواد زائد وفضولات صنعتی، تسهیلات حمل و نقل، بهای زمین)

irmgn.ir

روشهای کمی و ریاضی مکان یابی:

روش اول) روش وزن دهی به عوامل جایابی:

در این روش با توجه به وزن دهی به عوامل مورد نظر، مکانهای پیشنهادی مورد مقایسه شده و بر اساس امتیازات محاسبه شده بیشترین امتیاز به عنوان مکان مطلوب در نظر گرفته می شود.

مثال۱: سه مکان جدید برای تأسیس یک کارخانه تولید بلبرینگ پیشنهاد شده است با توجه به وزن و اولویت های داده شده به هر یک از عوامل در تعیین مکان جدید کارخانه و امتیاز و عواملی که هر یک از مکانهای پیشنهادی دارا می باشند به تعیین مکان جدید بپردازند.

عوامل جازه ایی	وزن	امتیازات		
		مکان ۱	مکان ۲	مکان ۳
دسترسی به عرضه کنندگان	۰/۳۰	۵۰	۶۸	۹۵
نرخ دستمزد	۰/۱۰	۸۰	۱۵	۹۸
امکانات حمل و نقل هواپیما	۰/۲۰	۱۰۰	۷۰	۷۰
قوانین مالیاتی	۰/۱۵	۲۰	۳۰	۳۰
شرایط آب و هوایی	۰/۵۰	۹۰	۴۵	۲۰
نزدیکی به مشتریان	۰/۲۰	۱۰	۵۰	۱۰

برای حل کافی است امتیاز داده شده در وزن آن ضرب شود

عوامل	مکان ۱	مکان ۲	مکان ۳
دسترسی به عرضه کنندگان	۱۵	۲۰/۴	۲۸/۵
نرخ دستمزد	۸	۱/۵	۹/۸
امکانات حمل و نقل هواپیما	۲۰	۱۴	۱۴
قوانین مالیاتی	۳	۴/۵	۴/۵
شرایط آب و هوایی	۴/۵	۲/۲۵	۱
نزدیکی به مشتریان	۲	۱۰	۲
امتیازات کل	۵۲/۵	۵۲/۶۵	۵۲/۸

از میان امتیازات کل بیشترین انتخاب می شود که مکان سوم است

irmgn.ir

روش دوم) روش اقلیدسی یا حرکت مسافت:

یکی دیگر از روشهای مکان یابی تسهیلات روش مجذور فاصله است. در این رابطه ابتدا متغیرهای زیر را معرفی و الگوریتم آنرا پیاده می نمائیم.

اگر

(x_i, y_i): مختصات مکانی تسهیل یا کارخانه i ام

(x , y): مختصات مکانی تسهیل یا کارخانه پیشنهادی

w_i: تعداد رفت و آمد ها بین تسهیل iام و مکان پیشنهادی باشد

d_i: فاصله بین مکان iام و مکان پیشنهادی باشد

m_i: مجموع کل حرکت و مسافت طی شده باشد

در این صورت جهت مشخص شدن مکان و یا تسهیلات پیشنهاد شده به شرح زیر عمل می نمائیم.

قدم اول) با استفاده از رابطه زیرفاصله هر یک ازمکانهای پیشنهادی یا تسهیلات iام را بدست میآوریم.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$$

قدم دوم) با استفاده از رابطه $m_i = \sum d_{ij} \times w_i$ تعداد کل رفت و آمدهای آن را محاسبه مینمائیم

قدم سوم) چون ذکر مساحت به عنوان هزینه می باشدکمترین فاصله را انتخاب و به عنوان مکان پیشنهادی مدنظر می گیریم.

$$\min \quad : \sum d_{ij} \times w_i$$

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$$

irmgn.ir

مثال ۲ :در یک شهر سه بیمارستان با مختصات زیر وجود دارد.

بیمارستان	x_i	y_i	w_i
۱	۱۰۰	۵۰	۳۰
۲	۲۰۰	۲۵۰	۴۰
۳	۱۰۰	۵۰۰	۶۰

با توجه به نیاز احداث یک بیمارستان دیگر ، مرکز بهداشت شهر پیشنهاد ایجاد در دو موقعیت زیر را داده است گزینه مناسب را انتخاب نمائید.

	x	y
A	210	400
B	130	160

قدم اول:

$$d_{1A} = \sqrt{(100-210)^2 + (50-400)^2} = 366/8$$
$$d_{2A} = \sqrt{(200-210)^2 + (250-400)^2} = 150/3$$
$$d_{3A} = \sqrt{(100-210)^2 + (500-400)^2} = 148/6$$
$$d_{1B} = \sqrt{(100-130)^2 + (50-160)^2} = 114/01$$
$$d_{2B} = \sqrt{(100-130)^2 + (250-160)^2} = 114/01$$
$$d_{3B} = \sqrt{(100-130)^2 + (500-160)^2}\ 341/3$$

قدم دوم:

$$(366/8 \times 30) + (150/3 \times 40) + (148/6 \times 60) = 80040$$
$$(114/01 \times 30) + (114/01 \times 40) + (341/3 \times 60) = 28458/7$$

از میان هزینه ای فوق کمترین انتخاب می شود

روش سوم) روش نیروی جاذبه(مجذور فاصله):

در این روش می خواهیم مکان کارخانه ای را بین چندین کارخانه پیدا نمائیم که در ارتباط با سایر کارخانه ها حداقل فاصله جهت تامین مواد اولیه را داشته باشد.میدانیم مجذور فاصله بین نقطات در جدول مختصات از رابطه $d_{ij} = (x_i - a)^2 + (x_i - b)^2$ قابل محاسبه است (تذکر اینکه a وb) نقاط معلوم هستنداز طرفی میدانیم $w_i \times d_{ij}$ هزینه مسافت کل را بدست خواهد آوردچنانچه از رابطه یکبار نسبت به x و یکبار نسبت به y مشتق گرفته شودروابط زیر جهت تعیین مختصات بهینه بدست خواهد آمد.

irmgn.ir

x_i مختصات محور طولی تسهیل i ام

y_i مختصات محور عرضی تسهیل i ام

w_i وزن تسهیل i ام

x^*, y^* مختصات محور طولی و عرضی جدید که باید محاسبه شوند

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i x_i}{\sum w_i} \qquad y^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i y_i}{\sum w_i}$$

مثال۲: فرض کنید از ۴ محل می خواهیم مواد اولیه ای را به یک کارخانه انتقال دهیم اگر مختصات مراکز و میزان موادی که می توان به این کارخانه منتقل نمود در جدول زیر آورده شده باشد مختصات و مکان یافتن بهترین نقطه را بیابید.

مراکز	x	y	w
A	3	4	2000
B	5	7	3000
C	6	3	5000
D	2	5	1000

$$x^* = \frac{(2000\times 3)+(3000\times 5)+(5000\times 6)+(1000\times 2)}{2000+3000+5000+1000} = 4/8$$

$$y^* = \frac{(2000\times 4)+(3000\times 7)+(5000\times 3)+(1000\times 5)}{2000+3000+5000+1000} = 4/45$$

روش چهارم: میانه (پله ای)

در این روش میزان کالا و مواد در فواصل طی شده به طور افقی و عمودی نسبت به موقعیت مکانی سیستم عملیاتی موردنظر اندازه گیری می شود.

اگر متغیرها را به صورت زیر تعریف نمائیم.

C_i: هزینه حمل واحد کالا

w_i: میزان بار که که درواحدد زمان حمل می گردد (مسافت طی شود)

(x_i, y_i): تحقیقات مکانی تسهیل i ام

(x , y): مختصات مکانی بدست آمده

Tc_i: هزینه کل مسافت طی شده

irmgn.ir

الگوریتم محاسبه

قدم ۱) در ستون مربوط به مختصات x_i های داده شده ، داده را از کوچک به بزرگ مرتب مینمائیم.

قدم ۲) فراوانی تجمعی آنرا بدست آورده و آنرا n می نامیم.

قدم ۳) از رابطه $\frac{n}{2}$ میانه را بدست می آوریم که مختصات مکانی بهترین درقسمت x هاست

قدم۴) قدم های ۱ الی ۳ را نیز برای y_i پیاده می نمائیم.

قدم۵) با استفاده از رابطه زیر هزینه کل حمل و نقل را بدست می آوریم.

$$TC = w_i c_i \left[|x_i - x| + |y_i - y| \right]$$

مثال۴: می خواهیم یک بیمارستان را در بین ۵ بیمارستان دیگر در یک استان مکان یابی نمائیم

مختصات و وضعیت ۵ بیمارستان استان به شرح زیر است.

بیمارستان	x_i	y_i	هزینه هر واحد(c)	مسافت طی شده(w)
۱	۱۰۰	۴۰۰	۸	۱۲۰
۲	۸۰۰	۷۰۰	۶	۲۰۰
۳	۳۰۰	۶۰۰	۵	۶۰
۴	۲۰۰	۱۰۰	۵	۴۰
۵	۶۰۰	۲۰۰	۵	۷۰

قدم اول

مختصات x و yرا از کوچک به بزرگ مرتب می نمائیم

x	w	تجمع وزن
100	120	120
200	40	160
300	60	220
600	70	290
800	200	490

$\frac{490}{2} = 245$

$x^* = 600$

y	w	تجمع وزن
100	40	40
200	70	110
400	120	230
600	60	290
700	200	490

$\frac{490}{2} = 245$

$y^* = 600$

irmgn.ir

حال با استفاده از رابطه $TC = w_i c_i [|x_i - x| + |y_i - y|]$ هزینه کل را بدست می آوریم

بیمارستان	x_i	y_i	C_i	W_i	$c_i w_i [\|600 - x_i\| + \|600 - y_i\|]$
۱	۱۰۰	۴۰۰	۸	۱۲۰	۶۷۲۰۰۰
۲	۸۰۰	۷۰۰	۶	۲۰۰	۳۶۰۰۰۰
۳	۳۰۰	۶۰۰	۵	۶۰	۹۰۰۰۰
۴	۲۰۰	۱۰۰	۵	۴۰	۱۸۰۰۰۰
۵	۶۰۰	۲۰۰	۵	۷۰	۱۴۰۰۰۰

جمع کل ۱۴۴۲۰۰۰

irmgn.ir

فصل هفتم :

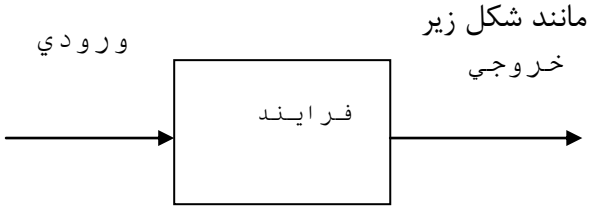
تعیین تعداد ماشین الات و تجهیزات

irmgn.ir

یکی از وظایف اصلی در بخش تولید تعیین تعداد ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز برای تولید محصول مورد نظر است.برای محاسبه تعداد ماشین آلات و تجهیزات دو فرایند را در نظر می گیریم

الف : فرایند تولید تک مرحله ای .ب)فرایند تولید چند مرحله ای

الف : فرایند تولید تک مرحله ای :فرایند تولید تک مرحله ای به گونه ای است که فقط یک مرحله فرایند تولید داریم مانند شکل زیر



یعنی فقط یک مرحله عملیات برای تولید کالا و یا خدمات داریم لذا برای محاسبه تعداد ماشین آلات از رابطه زیر استفاده می نمائیم(حالت ایده ال)

$$N = \frac{T_S \times P_T}{60 \times D_S \times E}$$

در این فرمول

N: تعداد ماشین آلات مورد نیاز

T_S: زمان استاندارد عملیات برای تولید هر واحد محصول(در فصل ۱۰در مورد زمان استاندارد و چگونگی محاسبه آن صحبت خواهیم کرد

P_T : نرخ تولید در هر دوره یا تعداد واحدهای خروجی در هر مرحله

D_S : زمان یک دوره عملیات بر حسب ساعت با راندمان کامل نیروی انسانی (یک شیفت ۸ ساعت

E : راندمان تجهیزات و ماشین آلات یا کارایی تجهیزات و ماشین آلات

مثال۱: فرض کنید قسمت تولید بخواهد ۳۰۰۰ واحد کالای مرغوب تولید کند زمان عملیات برای تولید هر واحد محصول ۲/۵ دقیقه و کارایی دستگاه که در دو شیفت کار می کند ۸۰ درصد تخمین زده شده است تعداد ماشین آلات مورد نیاز را محاسبه نمائید

$$N = \frac{2/5 \times 3000}{60 \times 16 \times 80\%} = 9/7656 \approx 10$$

اما سوال اینجاست که آیا همیشه این حالت یعنی کارایی نیروی انسانی کامل و زمان استاندارد بدون زمان های دیگر و تولید همیشه سالم برقرار است جواب منفی است

شرایط خاص:

۱) اگر در زمان استاندارد تولید برای هر واحد محصول زمان دیگری چون یادگیری و تاخیر غیر قابل اجتناب و خستگی و غیره باشد دراین صورت خواهیم داشت

زمان استاندارد = زمان فرایند + زمان های دیگر

irmgn.ir

۲) میدانیم در فرایند تولید هم قطعات سالم وجود دارد و هم قطعات معیوب لذا کل تولید قطعات در فرایند تولید(نرخ تولید) به صورت زیر قابل محاسبه خواهد اگر درصد معیوب و قطعات سالم وجود داشته باشند

$$P_T = \frac{\text{تولید محصول سالم}}{\text{درصد معیوب-۱}} \longrightarrow P_T = \frac{P_S}{1-Z}$$

۳) اگر راندمان نیروی انسانی به صورت کامل و ۱۰۰ ٪ نباشد در این صورت زمان عملیات یک دوره به صورت زیر خواهد بود

راندمان نیروی انسانی × زمان عملیات = زمان عملیات یک دوره

$$D_S = D \times R$$

۴) اگر در ماشین آلات زمانهای از کار افتادگی و تنظیم ماشین آلات مشاهده شود در این صورت راندمان ماشین آلات به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود

$$E = 1 - \frac{\text{زمان از کار افتادگی} + \text{زمان تنظیم}}{\text{زمان عملیات یک دوره}}$$

$$E = 1 - \frac{D_T + S_T}{D_s} = \frac{D - [D_T + S_T]}{D_s} = \frac{H}{D_s}$$

H : زمان انتظار عملیات

D_T : زمان از کار افتادگی

S_T : زمان تنظیم

مثال۲ : قسمت تولید می خواهد که ۳۰۰۰ قطعه سالم داشته باشد. در صورتی که بداند ٪۵ از کل تولیدات معیوب است و زمان تولید هر واحد ۳ دقیقه و به ازاء تولید هر واحد چون وزن سنگینی دارد ۱ دقیقه به نیروی انسانی استراحت داده میشود. در یک شیفت کاری با توجه به بررسی های به عمل آمده معلوم گردیده که راندمان نیروی انسانی ٪۹۰ بوده است همچنین با توجه به اینکه دستگاهها ممکن است دچار خرابی گردند ۴ دقیقه متوسط زمان خرابی و ۲ دقیقه نیز جهت تنظیم در نظر گرفته شده است

الف : راندمان تجهیزات را مشخص نمایید

ب : تعداد کل تولید را محاسبه نمائید

ج : تعداد دستگاههای مورد نیاز را محاسبه نمائید

(قابل تذکر این که هر ۸ ساعت یک شیفت است)

$$E = 1 - \frac{D_T + S_T}{D_S} = 1 - \frac{4+2}{8 \times 60 \times 90\%} \approx 99\%$$

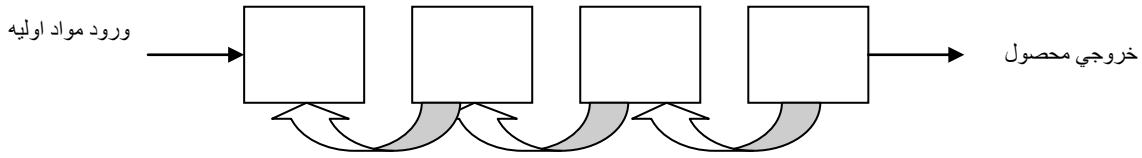
$$P_T = \frac{P_S}{1-Z} = \frac{3000}{1-5\%} \approx 3158$$

$$N = \frac{3158 \times 4}{60 \times 8 \times 90\% \times \%99} = \frac{12632}{423/36} \approx 30$$

irmgn.ir

ب) تعیین تعداد ماشین آلات در فرآیند چند مرحله ای :

در این قسمت فرایند تولید اغلب محصولات از چندین مرحله تشکیل یافته است و محصول ناگزیر است که همه این مراحل را برای تکمیل شده طی نماید. نحوه محاسبه تعداد ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز در هر مرحله مشابه تک مرحله ای است با این تفاوت که حرکت جهت محاسبات به صورت پسرو(back ward) انجام پذیرفته و از آخرین نقطه خروجی جهت محاسبات ماقبل استفاده میشود به شکل زیر توجه نمایید



برای محاسبه ماشین آلات در هر مرحله باید قدم های زیر انجام پذیرد

قدم اول : راندمان هر مرحله (شروع از انتها) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردد

$$E_I = 1 - \frac{D_T + S_T}{D_s}$$

قدم دوم : محاسبه مقدار تولید هر مرحله(لازم به ذکر است خروجی هر مرحله برای مرحله قبل تولید سالم می باشد)

$$P_{T_I} = \frac{P_{S_I}}{1 - Z}$$

قدم سوم : محاسبه تعداد ماشین آلات در هر مرحله از رابطه

$$N_I = \frac{P_{T_I} \times T_{S_I}}{60 \times D_{S_I} \times E_I}$$

مثال۳:فرض کنید در یک کارخانه مراحل تولید ۴ مرحله بوده و در جدول زیر اطلاعات تولیدی هر مرحله نشان داده شده است تعدادماشین آلات در هر مرحله را محاسبه نمایید

ضایعات	راندمان نیروی انسانی	زمان تعمیر	زمان خرابی	زمان خستگی غیر قابل اجتناب	زمان تولید	ساعات کاری	مرحله
۱۰٪	۹۰٪	۳۰	۴۰	۱	۱۰	۸	۱
۲۰٪	۱۰۰٪	۴۰	۵۰	۲	۲۰	۱۶	۲
۱۵٪	۹۰٪	۵۰	۳۰	۳	۳۰	۱۶	۳
۲۰٪	۹۵٪	۲۰	۲۰	۲	۲۰	۲۴	۴

لازم به ذکر است تولید برنامه ریزی شده محصول تمام شده ۴۰۰۰ کالا است

حل:

$$T_{S,4} = 20 + 2 = 22$$

$$D_S = D \times R \Rightarrow 24 \times 95\% = 22/8$$

$$E_4 = 1 - \frac{D_S + T_S}{D_S} = 1 - \frac{20+20}{22/8 \times 60} \approx 97\%$$

$$P_{T4} = \frac{P_{S,4}}{1 - Z_4} = \frac{4000}{1 - .2} = 5000$$

$$N_4 = \frac{5000 \times 22}{60 \times 22/8 \times 97\%} = 82$$

irmgn.ir

****

$$T_{S,3} = 30 + 3 = 33$$

$$D_S = D \times R = 16 \times 90\% = 14/4$$

$$E_3 = 1 - \frac{30+50}{14/4 \times 60} \approx \%91$$

$$P_{S,3} = \frac{5000}{1-15\%} \approx 5882$$

$$N_3 = \frac{5882 \times 33}{60 \times 14/4 \times 91\%} \approx 247$$

****

$$T_{S,2} = 30+2 = 22$$

$$D_S = D \times R = 16 \times 100\% = 16$$

$$E_2 = 1 - \frac{50+40}{16 \times 60} \approx \%90$$

$$P_{S,2} = \frac{5882}{1-20\%} \approx 7352/5$$

$$N_2 = \frac{7352/5 \times 22}{60 \times 16 \times 90\%} \approx 187$$

****

$$T_{S,1} = 10+1 = 11$$

$$D_S = D \times R = 8 \times 90\% = 7/2$$

$$E_1 = 1 - \frac{40+30}{7/2 \times 60} \approx \%84$$

$$P_{S,1} = \frac{7352/2}{1-10\%} \approx 8169$$

$$N_1 = \frac{8169 \times 11}{60 \times 7/2 \times 84\%} \approx 247$$

irmgn.ir

فصل هشتم :

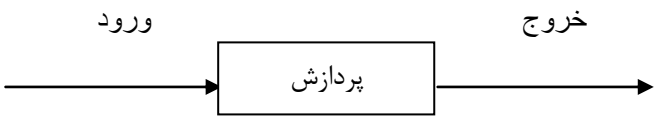
ایجاد تعادل در خط تولید و برنامه ریزی ظرفیت برای سیستم های خدماتی

irmgn.ir

در این فصل ابتدا در خصوص مسائل مربوط به گلوگاه و شناسایی آن در یک سازمان خواهیم پرداخت و سپس در مورد برنامه ریزی ظرفیت برای سیستم های خدماتی که به نوعی مسائل صف می باشند مختصر توضیحاتی ارائه خواهیم کرد.

الف: ایجاد تعادل در خط تولید

اگر شرح عملیات تولید را به صورت زیر در نظر بگیریم



تعریفی که می توان از سه بخش ارائه نمود به صورت زیر خواهد بود

ورودی : یعنی موادی که وارد خط تولید می شود

پردازش : یعنی عملیاتی که بر روی مواد اولیه صورت می پذیرد

خروجی : همان محصول نهایی است

در این فصل نگاه ما به قسمت پردازش خواهد بود که در حقیقت همان خط تولید است. در خط تولیدی که ماشین ها و دستگاههای مختلفی وجود دارد که هر کدام در یک زمان خاص فعالیت های خود را انجام می دهند.بعضی از ماشین ها دارای سرعت بیشتر و بعضی از ماشین ها دارای سرعت کمتری در فعالیت هستند.فرض کنید در خط تولید یک کارخانه ۴ ماشین به شرح زیر فعالیت میکنند.

و فرض شود که سرعت ماشین ۱ و ۲ و ۴همگی از سرعت ماشین ۳ بیشتر است. این بدان معنی است که ماشین ۳ سرعت کمتری داشته و فعالیت آن کندتر است .لذا زمان بیشتری نسبت به ماشین ۱ و۲ و ۴ جهت تولید سپری می نماید .این بدان معنی است که ماشین ۳ کند تر از سایر ماشین ها فعالیت می کند لذا این قسمت یک گلوگاه است.

گلوگاه: نقطه ای است که نسبت به سایر نقاط دیگر دارای فعالیت کندتری است و مدت زمان بیشتری را صرف می کند و به نیروی کمکی احتیاج دارد که به فعالیت سایر نقاط برسد. اما بعد از تعریف گلوگاه برای رفع آن در مرحله تولید موارد زیر را میتوان در نظر گرفت

۱) استفاده از ماشین کمکی

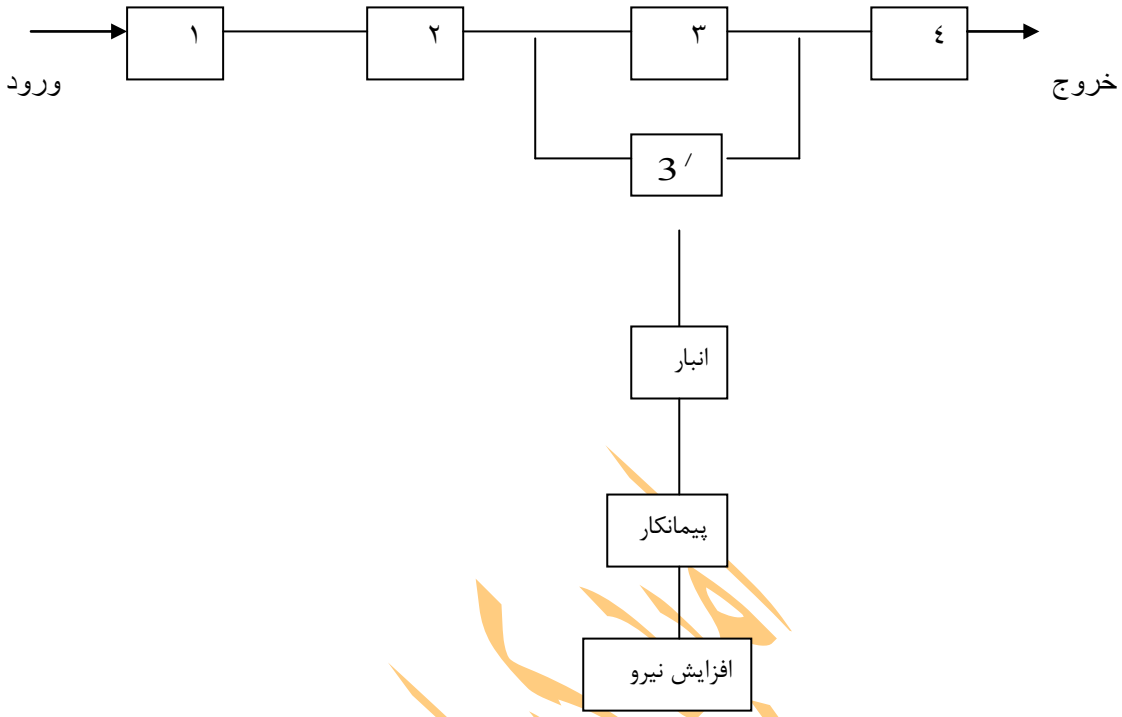
۲) استفاده از انبار کالای در جریان ساخت

۳) استفاده از پیمانکار خارجی

۴) استفاده از اپراتور یا نیروی کار

irmgn.ir

اکنون با توجه به پیشنهادات مطرح شده میتوان برای فرایند تولید ۴ ماشین قبل که ماشین سوم آن نقطه گلوگاهی بوده موارد ذیل را عنوان نمود



مراحل بالانس خط تولید:

فرض کنید در یک فرایند تولید قرار داریم و می خواهیم در خط تولید گلوگاه را شناسایی و پیشنهاداتی برای آن ارائه نمایم .اگر پیشنهادات ارائه شده باعث از بین رفتن نقاط گلوگاهی شود در اصطلاح خط بالانس گردیده است. برای بالانس نمودن باید قدم های زیر را در نظر بگیریم

قدم اول : زمان استاندارد در هر ایستگاه کاری باید مشخص گردد.(در فصل های بعدی در مورد چگونگی محاسبه زمان استاندارد صحبت خواهیم نمود در این قسمت فرض بر این است که زمان استاندارد محاسبه شده است)

قدم دوم : با استفاده از رابطه $\frac{60\times T}{\max t}$ وجود یا عدم وجود گلوگاه را تعیین مینمائیم

T : ساعت کاری یا شیفت کاری است

Max t : بزرگترین زمان موجود استاندارد در ایستگاههای کاری

توضیح اینکه اگر عدد بدست آمده از این فرمول از عدد تعداد تولید برنامه ریزی شده یا مورد انتظار کمتر باشد این بدان معنی است که در فرایند تولید گلوگاه داریم واگر مساوی یا بزرگتر باشد یعنی در فرایند تولید گلوگاه نداریم

قدم سوم : نرخ خروجی تولید مورد انتظار را از رابطه $\frac{60\times T}{P_E}$ محاسبه مینمائیم

T : ساعت کاری یا شیفت کاری است

irmgn.ir

P_E : تعداد تولید مورد انتظار

قدم چهارم : در هر ایستگاه کاری نسبت زمان استاندارد به نرخ خروجی را محاسبه می نمائیم.

باید توجه داشت با محاسبه نسبت زمان استاندارد به نرخ خروجی در واقع تعداد نیروی انسانی هر ایستگاه محاسبه می گردد. چنانچه عدد مورد نظر اعشاری بود آن را گرد می نمائیم

قدم پنجم : محاسبه زمان اپراتوری هر ایستگاه که برای محاسبه آن کافی است نسبت زمان استاندارد هر مرحله به تعداد نیروی انسانی محاسبه شده حاصل از قدم قبلی را محاسبه نمائیم

قدم ششم : تعدیل نیروی انسانی :اگر زمان اپراتوری مساوی یا کوچکتر از نرخ خروجی باشد تعداد نیروی انسانی کافیست در غیر این صورت به آن مرحله باید نیروی انسانی اضافه شود.

مثال۱) فرض کنید در یک شرکت تولیدی برای تولید یک کالا هشت مرحله و ایستگاه کاری وجود دارد .واحد برنامه ریزی تولید برای یک شیفت کاری ۷۰۰ واحد کالا برای تولید در نظر گرفته است در جدول زیر زمان استاندارد محاسبه شده برای هر ایستگاه کاری محاسبه گردیده است .مطلوب است بررسی اینکه آیا در سیستم گلوگاه وجود دارد یا خیر؟ ثانیا بالانس خط تولید را انجام دهید

مراحل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
زمان استاندارد	۱/۲۵	۱/۳۸	۲/۸۸	۳/۸۴	۱/۲۷	۱/۲۹	۲/۴۸	۱/۲۸

قدم اول : ملاحظه می شود زمانهای استاندارد هر مرحله معلوم می باشد.

قدم دوم : $\frac{8\times 60}{3/84}=125 \prec 700$

با توجه به اینکه ۱۲۵ کوچکتر از ۷۰۰ می باشد لذا از میزان تعیین شده واحد برنامه ریزی کمتر تولید می شود پس گلوگاه وجود دارد

قدم سوم : محاسبه نرخ خروجی مورد انتظار $\frac{60\times 8}{700}=0/68\approx 0/7$

irmgn.ir

قدم چهارم، پنجم ،ششم:

مراحل	زمان استاندارد	نرخ استاندارد / نرخ خروجی	تعیین نیرو	محاسبه زمان اپراتوری	تعدیل در صورت لزوم
۱	۱/۲۵	$\frac{1/25}{0/7}=1/78$	۲	$\frac{1/25}{2}=0/62\prec 0/7$	۲
۲	۱/۳۸	۱/۹۴	۲	$\frac{1/38}{2}0/69\prec 0/7$	۲
۳	۲/۸۸	۴/۱۱	۴	$\frac{2/88}{4}=0/72\succ 0/7$	❊ $4+\beta$
۴	۳/۸۴	۵/۴۸	۵	$\frac{3/84}{5}=0/76\succ 0/7$	❊ $5+\beta$
۵	۱/۲۷	۱/۸	۲	$\frac{1/27}{2}=0/63\prec 0/7$	۲
۶	۱/۲۹	۱/۸۱	۲	$\frac{1/29}{2}=0/64\prec 0/7$	۲
۷	۲/۴۸	۳/۵۴	۴	$\frac{2/48}{4}=0/64\prec 0/7$	۴
۸	۱/۲۸	۱/۸۲	۲	$\frac{1/28}{2}=0/64\prec 0/7$	۲

❊ ایستگاههایی که با ستاره مشخص شده اند به عنوان گلوگاه تعدیل می گردند

ب : برنامه ریزی ظرفیت برای سیستم های خدماتی

در قسمت دوم از این فصل به برنامه ریزی ظرفیت برای سیستم های خدماتی خواهیم پرداخت. تعداد زیادی از سیستم های عملیاتی به خصوص در بخش خدمات، هم در الگوی واحدهای مراجعه کننده برای دریافت خدمت و هم در زمان مورد نیاز برای دریافت خدمت فتصادفی هستند.این گونه سیستم های عملیاتی به عنوان خط انتظار یا (سیستم صف) شناخته می شوند . واحدهای این سیستم ها ممکن است مردم ، محصولات نیمه ساخته ،اطلاعات جهت پردازش ماشینهایی برای تعمیر و نمونه های بسیار دیگر باشد.

تعریف سیستم صف : سیستمی است که در آن دوره های متناوب تراکم را به شکل خطوط انتظار بیکاری وتسهیلات به واسطه محدودیت ظرفیت و تصادفی بودن ورود واحدها و زمان مورد نیاز برای خدمت به آنها مشاهده می نمائیم. به عنوان مثال هنگامی که در صف اداره پست یا بانک می ایستیم، خود جزئی از سیستم صف محسوب می شویم .برای بعضی از سیستم ها خط انتظار ممکن است مشهود نباشد، ممکن است که ماشینها در انتظار تعمیر بیکار بمانند یا وقتی مردم برای آمبولانس ،پلیس یا آتش نشانی جهت رسیدگی به یک وضعیت اظطراری منتظر هستند تراکم وجود دارد.مسئله صف مشکلی است که در آن ما در جستجوی تعیین ظرفیت بهینه برای یک مرحله تولید می باشیم این ظرفیت توسط تعدادی ارائه کننده گان خدمت به طور موازی یا میانگین نرخ بازده به طوری که ترکیب هزینه واحدهای منتظر و سطح خدمت در حداقل باشد سنجیده می شود.

خصوصیات سیستم انتظاری:

خصوصیات فیزیکی عملکرد که میتواند قبل از تعیین ظرفیت بهینه خدمات یک سیستم تعیین گردد شامل موارد زیر است

irmgn.ir

۱) احتمال حضور n مشتری در سیستم در حال انتظار یا در حال دریافت خدمت وقتی بطور تصادفی مشاهده می شوند : p_n

۲) احتمال اینکه تسهیلات بیکار باشند وقتی که به طور تصادفی مشاهده می شوند :p_0

۳) متوسط تعداد مشتری در سیستم(شامل انتظار و دریافت خدمت) : L

۴) متوسط تعداد مشتریان در سیستم که منتظر دریافت خدمت می باشند. L_q

۵) متوسط زمانی که مشتری در سیستم صرف میکند (شامل انتظار و دریافت خدمت): W

۶) متوسط زمانی که مشتری در خط انتظار، قبل از شروع خدمت صرف می کند: W_q

۷) نرخ بهره برداری خدمت: p

تذکر: به منظور تشریح سیستم های خط انتظار، مناسب است که پارامترهای مربوط به سیستم با علائم زیر مشخص گردند.

λ = میانگین نرخ ورود واحدها به تسهیلات (میانگین زمانی بین ورودی های متوالی: $\frac{1}{\lambda}$)

μ = میانگین نرخ خدمت در هر کانال (زمان خدمت متوسط برای هر واحد: $\frac{1}{\mu}$)

S= تعداد کانالهای خدمت مشابه با خدمت دهندگان موازی

P= نرخ بهره برداری تسهلات خدمت

m = حداکثر ظرفیت گرفته شده از تسهیلات (شامل واحدهای در خط انتظار و در حال دریافت خدمت

δ = انحراف استاندارد توزیع برای زمانهای بین ورودی ها یا زمانهای خدمت

تعریف۱: جمعیت متقاضی (ظرفیت از دیدگاه تقاضا)

جمعیت متقاضی به عنوان مجموعه ای از واحدها که ممکن است به خدمتی که بوسیله تسهیلاتی فراهم می شود نیاز داشته باشد تعریف می شود. مثال: تعدادی از افراد که ممکن است به فوریتهای پزشکی نیاز داشته باشند.

irmgn.ir

تعریف ۲: اندازه جمعیت متقاضی:

اندازه جمعیت متقاضی ممکن است محدود باشد مانند تعداد ماشین های موجود در یک تعمیرگاه که احتیاج به تعمیر دارند یا اینکه نامحدود باشند. مانند تعداد کسانی که از امکانات اوژانس بیمارستان جهت انجام عمل استفاده می کنند.

تعریف ۳: رفتار جمعیت متقاضی:

رفتار جمعیت متقاضی را می توان بوسیله الگوی مراجعه و نیز نحوه عمل واحدها قبل و بعد از آن به خط انتظار می پیوندند توصیف کرد.

- یک الگوی ورود، به اندازه ورودیها و توزیع فاصله زمانی بین ورودیهای متوالی اطلاق می شود. زمان بین ورودی های متوالی ممکن است ثابت یا متغیر باشد اما معمولاً زمان بین ورودیها، طبق یک توزیع احتمالی به طور تصادفی تغییر می کند.

برای بعضی از سیستم ها ممکن است توزیع پواسون با نرخ متوسط λ باشد که به صورت زیر تعریف می شود.

$$p_n = \frac{(\lambda T)^n \times e^{-\lambda T}}{n!}$$

مثال ۱ احتمال اینکه تعداد مراجعین واقعی در یک ساعت ۲۰ نفر باشد اگر $\lambda = 15$ را محاسبه نمائید

$T = 1$
$\lambda = 15$

$$p(n,20) = \frac{e^{-15} \times 15^{20}}{20!} = 0/0418$$

قبلاً خصوصیات سیستم انتظار را تعریف نمودیم حال مقادیر ریاضی هر یک را بیان خواهیم نمود.

۱) نرخ بهره برداری هر مرحله

برای محاسبه نرخ بهره برداری هر مرحله مثل A کافی است $P_A = \frac{\lambda_A}{\mu_A}$ را محاسبه نمائیم.

irmgn.ir

مثال۲: نرخ ورود تلویزیون های خراب به یک تعمیرگاه تلویزیون در ساعت ۷ عدد است توزیع این تعمیرگاه پواسون می باشد اگر متوسط زمان تعمیر هر دستگاه ۶ دقیقه باشد نرخ بهره برداری مستقیم چه مقدار است.

$\lambda = 7$

$\mu = \frac{60}{6} = 10$

$$P = \frac{\lambda}{\mu} \Rightarrow P = \frac{7}{10} = 0/7, \quad 70\%$$

۲) درصد وقت بیکاری هر مرحله

اگر A یکی از مراحل خدمت باشد در این صورت درصد وقت بیکاری از رابطه $p_0 = 1 - p$ قابل محاسبه است.

مثال ۳: با استفاده از مثال قبل درصد بیکاری محاسبه نمائید.

$$p_0 = 1 - p \Rightarrow ۱ - ۰/۷ = ٪۳۰$$

۳) احتمال داشتن n مشتری در هر مرحله مثل A از رابطه $p_n = p_0(\frac{\lambda_A}{\mu_A})^n$ قابل محاسبه است

۴) متوسط تعداد مشتریان در هر مرحله مثل A (متوسط تعداد مشتری در سیستم) از رابطه $L = \frac{\lambda_A}{\mu_A - \lambda_A}$ قابل محاسبه است .

مثال۴) با استفاده از مثال قبل متوسط تعداد تلویزیونهای خراب در سیستم را محاسبه نمائید. (متوسط طول صف تلویزیونهای خراب)

$$L = \frac{7}{10 - 7} = \frac{7}{3} = 2/3$$

۵) متوسط مشتریان که منتظر دریافت خدمت در هر مرحله مثل A هستند (متوسط تعداد مشتریانی که منتظر دریافت خدمت هستند) از رابطه $Lq = \frac{\lambda_A^2}{\mu_A(\mu_A - \lambda_A)}$ قابل محاسبه است

مثال۵)در مثال قبل تعداد تلویزیونهای خراب که منتظر دریافت خدمت هستند را محاسبه نمائید

$$Lq = \frac{7^2}{10(10-7)} = \frac{7^2}{30} = \frac{49}{30} = 1/7$$

متوسط طول صف که منتظر دریافت خدمت هستند

۶) زمان متوسط ماندن یک مشتری در هر مرحله مثل A از رابطه $w = \frac{1}{\mu_A - \lambda_A}$ قابل محاسبه است(متوسط زمانی که مشتری در سیستم سپری می کند)

irmgn.ir

مثال۶) با استفاده مفروضات مثال داده شده قبل متوسط زمانی که یک تلویزیون جهت تعمیر در تعمیرگاه سپری می کند چقدر است

$$w=\frac{1}{\mu_A-\lambda_A}\Rightarrow\frac{1}{10-7}=\frac{1}{3}=0/33$$

۷) زمان متوسط انتظار یک مشتری در هر مرحله مثل A جهت دریافت خدمت از رابطه $W_q=\frac{\lambda_A}{\mu_A(\mu_A-\lambda_A)}$ قابل محاسبه است(متوسط زمان انتظار مشتری جهت دریافت خدمت قبل از شروع خدمت)

مثال ۷) در مثال قبل متوسط زمانی که یک تلویزیون جهت رسیدن به دریافت خدمت در تعمیر گاه سپری می کند چقدر است

$$W_q=\frac{\lambda_A}{\mu_A(\mu_A-\lambda_A)}\Rightarrow\frac{7}{10(10-7)}=0/23$$

irmgn.ir

فصل نهم:

برنامه ریزی مواد اولیه و قطعات مورد نیاز

MRP(۱)

۱ Material requirement planning

irmgn.ir

برنامه ریزی مواد اولیه و قطعات تشکیل دهنده محصول در هر واحد صنعتی از جمله وظایف واحد برنامه ریزی و کنترل مواد است، مسئولین این واحد علاوه بر تعیین میزان سفارش هر یک از قطعات باید تعیین نمایند که هر یک از قطعات و مواد اولیه، در چه زمانی در خط تولید مهیا باشند تا هیچ کمبود در امر تولید رخ ندهد. برنامه ریزی مواد اولیه روشی است که با یک پیش بینی برای تقاضای محصول ساخته شده شروع می شود و وابستگی تقاضا را به ۱) انواع اجزا مورد نیاز (مواد، قطعات و غیره) ۲) نیازهای کمی دقیق ۳) زمانبندی سفارشات جهت تأمین یک برنامه تولید تعیین می کند.

تقاضای مستقل و تقاضای وابسته:

بطور کلی انواع تقاضا برای قطعات و مواد را می توان به دو دسته تقسیم بندی نمود.

۱) تقاضای مستقل ۲) تقاضای وابسته

۱) تقاضای مستقل: منظور از تقاضای مستقل تقاضایی است که عوامل بوجود آوردند آن بطور دقیق مشخص نیست و به عبارتی تقاضا برای مواد و قطعاتی است که مستقل از محصول نهایی است. مثلاً قطعات یدکی ماشین آلات که مستقل از محصولات نهایی است بطور کل می توان گفت سیستم های کنترل موجودی برای اقلام تقاضای مستقل مورد استفاده می باشند.

۲) تقاضای وابسته: تقاضایی است که عوامل بوجود آورنده آن مشخص بوده و وابسته به تقاضای محصول نهایی است.مثلا پدال ترمز در کارخانه تولید ماشین تقاضای وابسته است. بطور کلی میتوان گفت برنامه ریزی مواد MRP،برنامه ریزی برای مواد و قطعاتی است که وابسته به محصول نهائی باشند.

اهداف سیستم برنامه ریزی مواد:

۱- کاهش میزان موجودی انبار

۲- کاهش زمان تولید و تحویل کالا

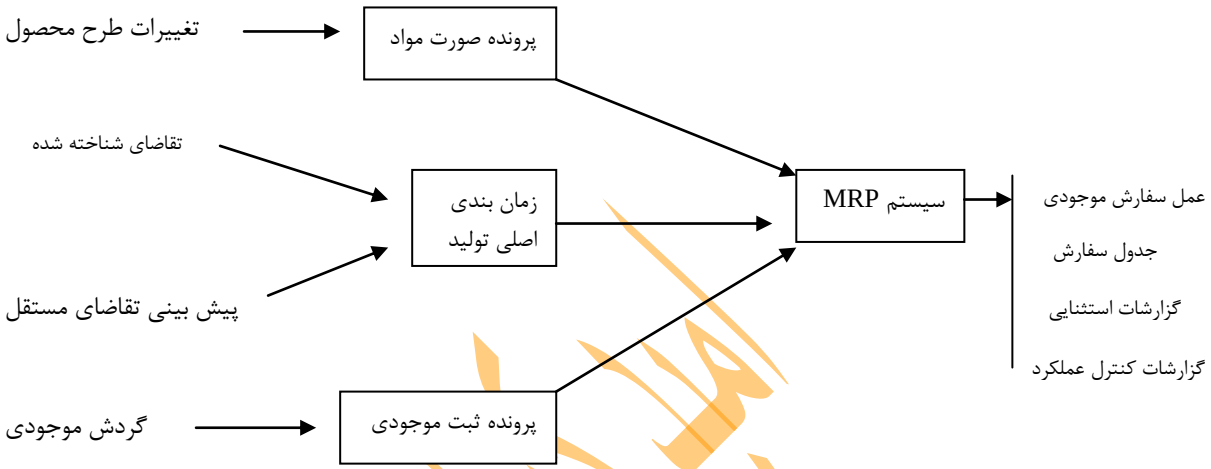
۳- برآورد زمان واقعی تحویل کالا

۴- افزایش بازدهی تولید

irmgn.ir

سیستم عملیات MRP

MRP کاملاً ساده و خالی از اصطلاحات فنی است و به راحتی می تواند در ساختمان یک پروژه به کار گرفته شود تا آنجا که قدمت آن به زمان رومیان بر می گردد. بـه هـر حـال اسـتفاده آن بـرای تولیدات پیچیده امروزی نیازمند کامپیوتر های بزرگ جهت بکارگیری تعداد زیادی از اجزاء سـطوح مختلف به طور تفصیلی است اساس منطق MRP در شکل زیر نمایش داده شده است



با توجه به منطق اعلام شده به منظور به کارگیری برنامه MRP شرکت می بایست ۳ نـوع ورودی فراهم آورد.

۱) زمان بندی اصلی تولید MPS

۲) صورت لیست مواد و قطعات یا BOM

۳) ثبت موجودی (صورت موجودی انبار)

۱) زمان بندی اصلی تولید (برنامه تفصیلی تولید):

طراحی سیستم برنامه ریزی مواد، مبتنی بر برنامه تفصیلی تولید می باشد، در برنامه تفصیلی تولید میزان محصول و زمان تقویمی تولید آن در طول دوره برنامه مشـخص مـی شـود برنامـه تفصـیلی تولید، حاصل تفکیک برنامه کلی تولید به صورت کالاهای مشخص و زمان تولید هر یک می باشد

۱ Master Production Schedule
۲Bill of materia

irmgn.ir

به عبارت دیگر برنامه تفصیلی تولید یا زمان بندی اصلی تولید مشخص می کند که چه ماده ای، چه وقت و به چه میزان تولید خواهد شد. برای هر دوره زمانی در طرح ریزی مدیریت باید کل تقاضا برای هرقلم نهائی مشخص شود. که معمولاً شامل ۲ قسمت است، یکی از طریق سفارشات دریافت شده از مشتریان شناخته شده تعیین می شود و دیگری تخمین تقاضای نامعلوم برای دوره که بوسیله پیش بینی آماری بدست می آید دومی به عنوان تقاضای مستقل، بر حسب تغییرات تصادفی است که بوسیله یکی از سیستم های موجود کالا (FOQ,FOI,OR) اداره می شود. یک زمان بندی اصلی تولید قبل از آنکه بتواند به وسیله سیستم MRP بکار گرفته شود. فرض می شود که محدودیتهای ظرفیت تولید را جبران می کند.

۲) لیست مواد و قطعات BOM:

لیست یا صورت مواد یا قطعات نشان می دهند که اجزا تشکیل دهنده محصول چیست و ترتیب ساخت آن چگونه است، این لیست شامل کلیه اجزاء محصول، ترتیب ساخت و تعداد هر یک از اجزاء برای ساخت یک واحد محصول است، صورت مواد دستورالعملی است که نشان می دهد یک محصول ساخته شده چگونه از مواد خام، قطعات یا اجزاء خریداری شده بوجود آمده است ساختمان محصولات می تواند به صورت ترسیمی یا شکل درختی توصیف می شود. به این نمودار درختی بعد از مرتب شدن BOM نیزگفته می شود.

۳) صورت موجودی انبار:

لازمه سیستم MRP ، داشتن اطلاعات دقیق از وضعیت موجودی کالا و قطعات مورد نیاز در انبار می باشد با استفاده از این اطلاعات می توان فعالیت های سفارش و تهیه کالا را در مواقع لزوم برنامه ریزی کرد. کارت موجودی انبار شامل اطلاعاتی نظیر شماره شناسایی، میزان موجودی، سطح حداقل موجودی، میزان هر بار سفارش و زمان لازم جهت تهیه و ساخت می باشد. بنابراین پرونده ثبت موجودی، هر قلم را به طور جداگانه در بر می گیرد و موقعیت و مشخصات موجودیهایش را دوره به دوره نشان می دهد.

irmgn.ir

فرآیند MRP

: پس از آن که یک برنامه اصلی عملی برای تولید یک قلم نهائی خاص داده شد قدم بعدی تبدیل تقاضای دوره ای به نیازهای لازم برای مونتاژهای فرعی، بخشها و مواد جهت اجرای برنامه مذکور می باشد که این تبدیل از طریق پرونده صورت مواد به اجرا در می آید وقتی نیازهای کل برای اجزاء و بخشی از طریق برنامه اصلی تولید و صورت مواد محاسبه می گردد. تعیین نیازهای خالص در رابطه با بایگانی ثبت موجودی کالا متوسط MRP انجام می شود. با هر دوره MRP مقدار مورد نیاز در هر بخش را با بسط نیازهای سطح به سطح تعیین می کند با مراجعه به بایگانی موجودی، با کاهش نیاز کل برای یک قلم به وسیله مقدار موجودی به مقدار نیازهای خالص در آن دوره میرسیم، بر اساس زمان تأخیر تولید، نیازهای خالص برای این قلم کالا به موقع به انبار بر گردانده می شود به طوریکه در زمان نیاز در دسترس خواهد بود.

خروجیهای MRP:

مهمترین دستاورد برنامه MRP شامل گزارش های کنترل تولید و موجودی کالاست این گزارشات، اختیاری هستند و به منظور کمک به مدیریت در برنامه ریزی و کنترل عملکرد، طراحی می شوند که به عنوان گزارشات اولیه شناخته شده اند گزارشات اولیه، شامل جداول سفارشات برنامه ریزی شده، تغییرات در تاریخهای سر رسید، حذف یا توقف سفارشات باز و اطلاعات مربوط به وضعیت موجودی کالا می باشد گزارشات ثانویه شامل موارد زیر می باشد، گزارشات برنامه ریزی گزارشات اجرائی و گزارشات استثنائی.

- گزارشات برنامه ریزی به منظور مشخص کردن نیازهای آتی

- گزارشات اجرائی به منظور دقت روی اختلافات بین برنامه ها و عملکرد واقعی

- گزارشات استثنائی: روی مشکلات موجود در حول و حوش سفارشات تأخیردار و ضایعات بیش از اندازه و غیره متمرکز هستند.

تذکر:

باید در نظر داشت ارزش نهایی دستاوردهای MRP به صحت سه ورودی اصلی بستگی داد.

۱) برنامه ریزی اصلی تولید

irmgn.ir

۲) صورت مواد و قطعات

۳) پرونده موجودی

چگونگی برنامه ریزی برای مواد به شرح زیر است:

۱- اجزا تشکیل دهنده محصول نهایی باید کاملاً مشخص باشد:

در این قسمت باید محصول نهائی را کاملاً دمونتاژ نموده و قطعات تشکیل دهنده آنـرا بطـور کامـل مشخص نمائید. مثلاً در تولید یک دو چرخه قطعات زیرا اجزا آن را تشکیل می دهند.

۱) بدنه ۲) فرمان ۳) لاستیک ۲ عدد ۴) رینگ ۵) صندلی و غیره

۲- لیست مواد و قطعات تشکیل دهنده دقیقاً مشخص شود:

لیست یا صورت مواد یا قطعات نشان میدهد که اجزاء تشـکیل دهنـده محصـول چیسـت و ترتیـب ساخت آن چگونه است این لیست شامل کلیه اجزاء محصول ترتیب ساخت و تعداد هر یک از اجزاء برای ساخت یک واحد محصول است.صورت مواد دستورالعملی است که نشان میدهد یک محصـول ساخته شده چگونه از مواد خام قطعـات یـا اجـزاء خریـداری شـده بوجـود آمـده اسـت سـاختمان محصولات می تواند به صورت ترسیمی با شکل درختی مانند توصیف شود به این نمودار درخت بعد از مرتب شده BOM نیز گفته می شود

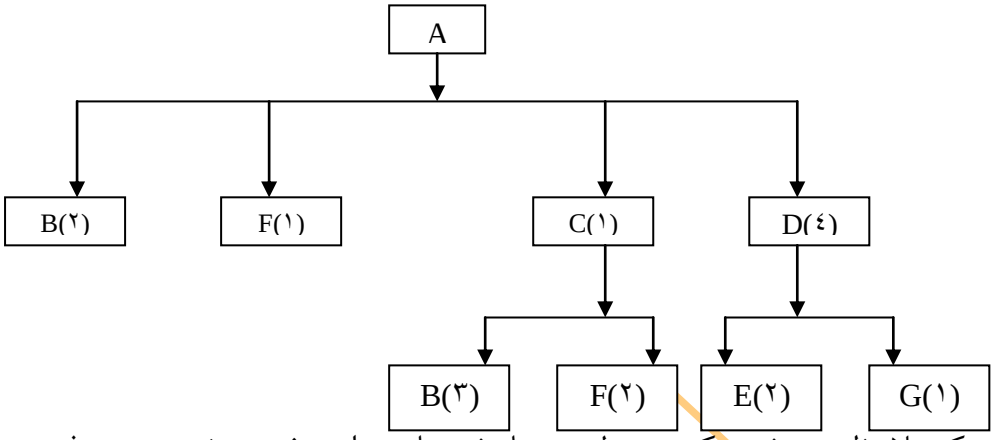
۳)) انجام عملیات سطح بندی سطح بندی:

با توجه به نمودارBOMمحصول سطح بندی بر اساس قطعات را تنظیم می نمائیم .بدین ترتیب که قطعاتی که در رده های بالا قرار دارند و در رده پائین نیز قرار دارند به رده های پـائین منتقـل مـی نمائیم

irmgn.ir

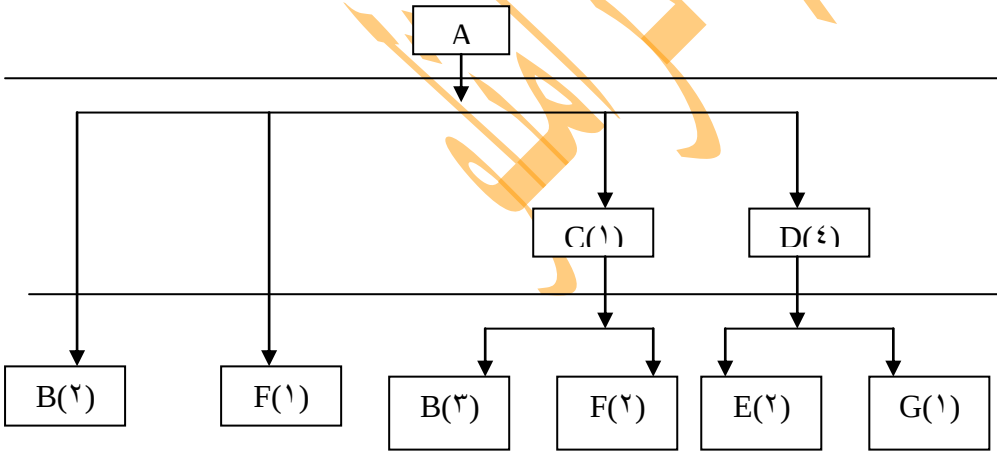
مثال۱) نمودار یک محصول بعد از دمونتاژ شدن و ترسیم BOM به صورت زیر می باشد تعداد تقاضا برای محصول F را مشخص نمائید. در صورتی که بخواهیم ۵۰ عدد از محصول A داشته باشیم .(نکته قابل توجه این که تعداد محصول تمام شده باید معلوم باشد)

قابل توجه اینکه اعداد داخل پرانتز ضریب مصرف قطعه در محصول نهائی است



حل) همانطوری که ملاحظه می شود یک محصول دمونتاژ شده با نمودار درختی و ضریب مصرف معلوم قطعات مشاهده می شودولی سطح بندی صورت نگرفته است که آنرا انجام میدهیم

هدف از سطح بندی قرار گرفتن قطعات در رده ها و سطح خود می باشد



$$F = 1\times50+2\times1\times50=150$$

در مثال فوق اگر موجود اول دوره برای قطعه F ۵۰ واحد بوده و قیمت آن ۲۰۰ واحد پولی باشد چه مبلغی برای تقاضای قطعه E باید پرداخت شود

$$F = 1\times50+2\times1\times50=150$$
$$150-50=100$$
$$100\times200=20000$$

irmgn.ir

فصل دهم

روش سنجی وکارسنجی

irmgn.ir

هدف هر موسسه تولید کالا و خدمات این است که کالا و خدمات خود را به اقتصادی ترین روش ممکن ارائه نماید به منظور تحقق چنین هدفی لازم است روشهای انجام کار طراحی و در عمل به اجرا در آیند روشهایی که ضمن حفظ سلاقت و ایمنی نیروی کار در محیط افزایش بهره وری و بهبود کیفیت محصول را داشته باشد. با مطالعه و بررسی و تجزیه و تحلیل روشهای موجود انجام کار و بهبود آنها و تعیین زمانهای استاندارد برای انجام کار به بهره وری کار در سازمان کمک میکند که نتیجه مطالعه کار است.

هدف از طراحی کار مشخص نمودن بهترین شیوه عملکرد یک رشته عملیات است که فرآیند کامل تولید را تعریف می کند به طور کلی هدف طراحی یا طراحی مجدد کار، افزایش بهره وری کامل سازمان می باشد که ازروشهای زیر امکان پذیر خواهد بود.

۱) توسعه شیوه های موثر کار برای عملیات ضروری

۲) ایجاد محیط کار اجتماعی، روانی و فیزیکی مناسب

۳) استفاده کامل از منابع انسانی سازمان از طریق ایجاد سازگاری دقیق بیان توانائی ها و تجربیات کارکنان و نیازمندیهای شغل

برای مطالعه و طراحی کار ابزاری نیازمند است که از !) روش سنجی ۲) کارسنجی می توان نام برد. روش سنجی همان طراحی شغل و کارسنجی همان اندازه گیری کار (زمان سنجی) می باشد.

تعریق۱ روش سنجی: عبارتند از ثبت منظم و بررسی دقیق روشهای انجام کار و پیشنهاد روشهای اصلاحی به منظور کاهش هزینه ها، ساده کردن عملیات و افزایش بازدهی

تعریف کارسنجی: عبارتند از ثبت منظم و بررسی دقیق روشهای انجام کار و پیشنهاد روشهای اصلاحی به منظور کاهش هزینه ها، ساده کردن عملیات و افزایش بازدهی.

تعریف۲ کارسنجی: عبارتند از بکارگیری تکنیکهایی برای تعیین زمان انجام کار معین به وسیله یک فرد واجد شرایط در سطحی قابل قبول

.بدین ترتیب کارسنجی و روش سنجی در ارتباط نزدیک با یکدیگر می باشند. روش سنجی بیشتر در ارتباط با کاهش عملیات غیر ضروری در یک کارخاص است و کارسنجی در ارتباط با کاهش زمانهای زائد و تعیین زمان استاندارد است.

irmgn.ir

اهداف روش سنجی: اهداف روش سنجی را می توان به صورت موارد زیر مطرح نمود

۱) بهبود روشهای کار و افزایش کارایی عملیات

۲) بهبود نحوه استقرار ماشین آلات و تجهیزات

۳) کاهش میزان خستگی کارکنان

۴) ارتقاء کیفیت کالاهای تولید

۵) استفاده بهتر از منابع و امکانات سازمان

۶) بهبود فرآیند جابجایی مواد

۷) کاهش سوانح حین کار

۸) دستیابی به بهترین روش استاندارد انجام عملیات

اهداف کارسنجی (زمان سنجی): اهداف کار سنجی را می توان به صورت موارد زیر مطرح نمود

۱) بهبود در برنامه ریزی عوامل تولید و افزایش کارایی

۲) تعیین نیروی انسانی، ابزار و تجهیزات لازم

۳) ارزیابی و کنترل

۴) مقایسه و انتخاب کارها از نظر زمانی

۵) موازنه خط تولید

۶) برقراری سیستم های تشویقی مناسب و عادلانه

۷) کمک به تعیین زمان تحویل، بودجه بندی دقیق نیروی انسانی، برقراری سیستم های هزینه یابی استاندارد

irmgn.ir

تکنیکهای روش سنجی

جهت تحقق اهداف روش سنجی، تکنیکهای متفاوتی طراحی شده که مورد استفاده قرار می گیرند که عمده ترین آنها عبارتند از:

۱) نمودار جریان کار: (نمودار جریان فرآیند عملیات)

این نمودار مراحل گوناگونی که برای انجام کار از ابتدا تا انتها طی می شود را بوسیله نمادهایی نمایش می دهد با کمک این نمودار می توان علل بوجود آورند مشکل را روی صفحه کاغذ به آسانی جستجو کرد و با آزمایشهای مکرر و تغییر دادن تقویم و تأخیر مراحل کار و نیز تغییر لازم، مناسب ترین شکل جریان کار را کشف کرد. ابتدا لازم بذکر است زمانی می توان از این نمودار به خوبی استفاده کرد که تحلیل گر در تنظیم آن رعایت اصول روشن بودن، سادگی و قابلیت را درک کرده و هیچ یک از وظایف و عملیات انجام شده را فراموش نکند. همانطور که گفته شده نمودار فرآیند عملیات شامل نمادهایی است که قبل از هر چیز می بایست با این نمادها آشنا شد.

۱) نماد عملیات یا عمل یا اقدام: ○

از علامت دایره بزرگ برای آغاز یا پایان هر اقدامی استفاده می شود، این نشانه معرف انجام کار است و در واقع مرحله اصلی هر کار، عمل است، در صورتی می توان گفت عملی انجام شده است که چیزی بوجود آمده یا تغییری حادث شده باشد به عبارت دیگر هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی در مرحله عملیات قرار می گیرد مثلاً نوشتن یک نامه، عملیات پانچ یک قطعه، عملیات خم کاری و غیره

۲) نماد بازرسی یا کنترل: □

از این نماد برای نشان دادن بازرسی، مقایسه و تطبیق آنچه صورت گرفته با معیارهای مورد نظر استفاده می شود . مثال بازرسی از قطعه ای که رنگ شده یا شستشو انجام شده است.

۳) نماد انبار یا بایگانی یا نگهداری: ▽

این نماد نشان دهنده کار به طور موقت و دائم است. مثل: حفظ سند در آرشیو- انبار موقت بعد از رنگ یک قطعه

irmgn.ir

۴) تأخیر یا انتظار غیر موجه:

این علامت زمانی نشان داده می شود که کار در انتظار بماند تا مرحله بعدی آن صورت پذیرد.

مثال: نگه داشتن نامه روی میزکارمند- انتظار کشتی جهت تخلیه بار

۵) حمل و نقل یا حرکت وجابجایی:

این نماد معرف تغییر مکان از جایی به جایی دیگر است یا از یک واحد به واحد دیگر

این پنج نماد، نمادهای اصلی نمودار فرآیند عملیات می باشند. ولی گاهی در محیط کاری می توان از نمادهای دیگری به صورت ابداعی استفاده نمود که در بسیاری از واحدهای صنعتی یا خدماتی مرسوم است مثلا

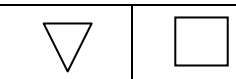
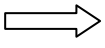
۱) تصمیم گیری:

اگر چه یک نوع عملیات است و می توان از دایره استفاده نمود ولی برخی از تحلیل گران ترجیح می دهند. از علامت لوزی برای آن استفاده نمائید مثلاً تصمیم گیری در مورد افزایش تولید.

۲) عملیات و کنترل بازرسی:

این نماد نشان دهنده آن است که در حین عملیات، بازرسی نیز انجام می شود.

تذکر:استفاده از نمادهای ترکیبی نیز در نمودار فرآیند عملیات مرسوم می باشد)

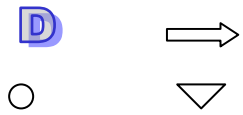
شرح عملیات	عملیات					زمان انجام کار	تعداد
							
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							

جدول ۱-۱۰ نمودار جریان فرآیند عملیات:

irmgn.ir

۲)روش تجزیه و تحلیل عملیات:

در این روش به شرح جزئیات عملیات یک کار می پردازیم. هدف از تجزیه و تحلیل عملیات بدست آوردن حداکثر بازدهی از ماشین آلات و افراد با حداقل خستگی می باشد. در این روش تأکید بر حرکات دست و پا و بازو منظور یافتن روشهای ساده تر و اقتصادی تر انجام کار می باشد قبل از شروع به تجزیه و تحلیل عملیات یابد. نمودار فعالیتهای فرد و ماشین و نموداری که نشان دهنده عملیات انجام شده به وسیله دست راست وچپ می باشد تنظیم گردد نمودار همزمانی حرکات همانند نمودار فرآیند عملیات بوده و از علائم مورد استفاده در این نمودار نیز استفاده می شود تفاوت اصلی این نمودار در این است که نمودار همزمانی حرکات در دوحالت مختلف برای عملیات انجام شده به وسیله دست راست و چپ تنظیم و مورد بررسی قرار می گیرد.

طرح قطعه پیچ و مهره و صفحه اصلی	

حرکات دست راست	D	▽	⇨	○	D	▽	⇨	○	حرکات دست چپ
صفحه شماره ۲ را برمی دارد									صفحه فلزی شماره۱ را بر می دارد
صفحه ۲ را به۱ نزدیک میکند									صفحه ۱ را ب۲ نزدیک میکند
سوراخهای دو صفحه را میزان میکند									سوراخهای دو صفحه را میزان میکند
دو صفحه را کنار هم نگه میدارد									برای برداشتن پیچ حرکت میکند
دو صفحه را کنار هم نگه میدارد									پیچ را بر میردارد
دو صفحه را کنار هم نگه میدارد									پیچ را به طرف سوراخ صفحه میآورد
دو صفحه را کنار هم نگه میدارد									پیچ را داخل سوراخ میکند
برای برداشتن مهره حرکت می کند									دو صفحه را نگه میدارد
مهره را بر می دارد									دو صفحه را نگه میدارد
مهره را به طرف پیچ میاورد									دو صفحه را نگه میدارد
مهره را در پیچ می چرخاند									دو صفحه را نگه میدارد
مهره را محکم میکند									دو صفحه را نگه میدارد
صفحات پیچ شده را نگه میدارد									بیکاری
صفحات را به طرف جعبه می برد									بیکاری
در جعبه میگذارد									بیکاری

irmgn.ir

۳)تجزیه و تحلیل تربلیگ:

اغلب کارها به وسیله دست انجام می شوند و کلیه کارهـای دسـتی شـامل حرکـات بنیـادی نسـبتا محدودی می باشد که با دوره های خیلی کوتاه هزاران بار تکرار و تکرار می شوند، گرفتن، برداشتن، قرار دادن و حمل کردن از جمله حرکاتی هستند که در بیشتر اوقات انجام می شود.

در این روش که بوسیله فرانک گیلبرت ابداع شد وی کلیـه فعالیتهـای انسـان را در قالـب ۱۸ نـوع علامت با رنگهای خاص و حروف الفبا مشخص نمود او در ابتدا ۱۷ حرکت اساسی دست یا دسـت و چشم را از یکدیگر جدا نمود بعدها حرکت ۱۸ را نیز به آن اضافه نمود. در این روش تحلیل گر ابتدا فعالیت های کار مورد نظر را ثبت می کند و بعد تعیین می کند که کدام فعالیت در چه دسته ای از طبقه بندی تربکیگ قرار گرفته است و آن را با علامت اختصاری مشخص می کند. آنگاه بـا ادغـام، تغییر درتوالی عملیات و غیره اقدام به بهبود روش انجام کـار و یـافتن روش بهینـه اسـتاندارد کـار میکند.

نام حرکات:

۱) جستجو Search(SR)

۲) یافتن Find (F)

۳) انتخاب (SL) Select

۴) گرفتن (G) Grasp

۵) نگهداری (H) Hold

۶) حمل بار (TI) Tronspost

۷) حالت (P) Position

۸) سوار سازی (A) Assemble

۹) استفاده (U) Use

۱۰) جداسازی (DA) Disassembel

۱۱) بازرسی (I) Inspection

۱۲) حالت داده شده از قبل (pp) preposition

irmgn.ir

۱۳) رها کردن(RL) Realease land

۱۴) حمل خالی(TE) Transport Empty

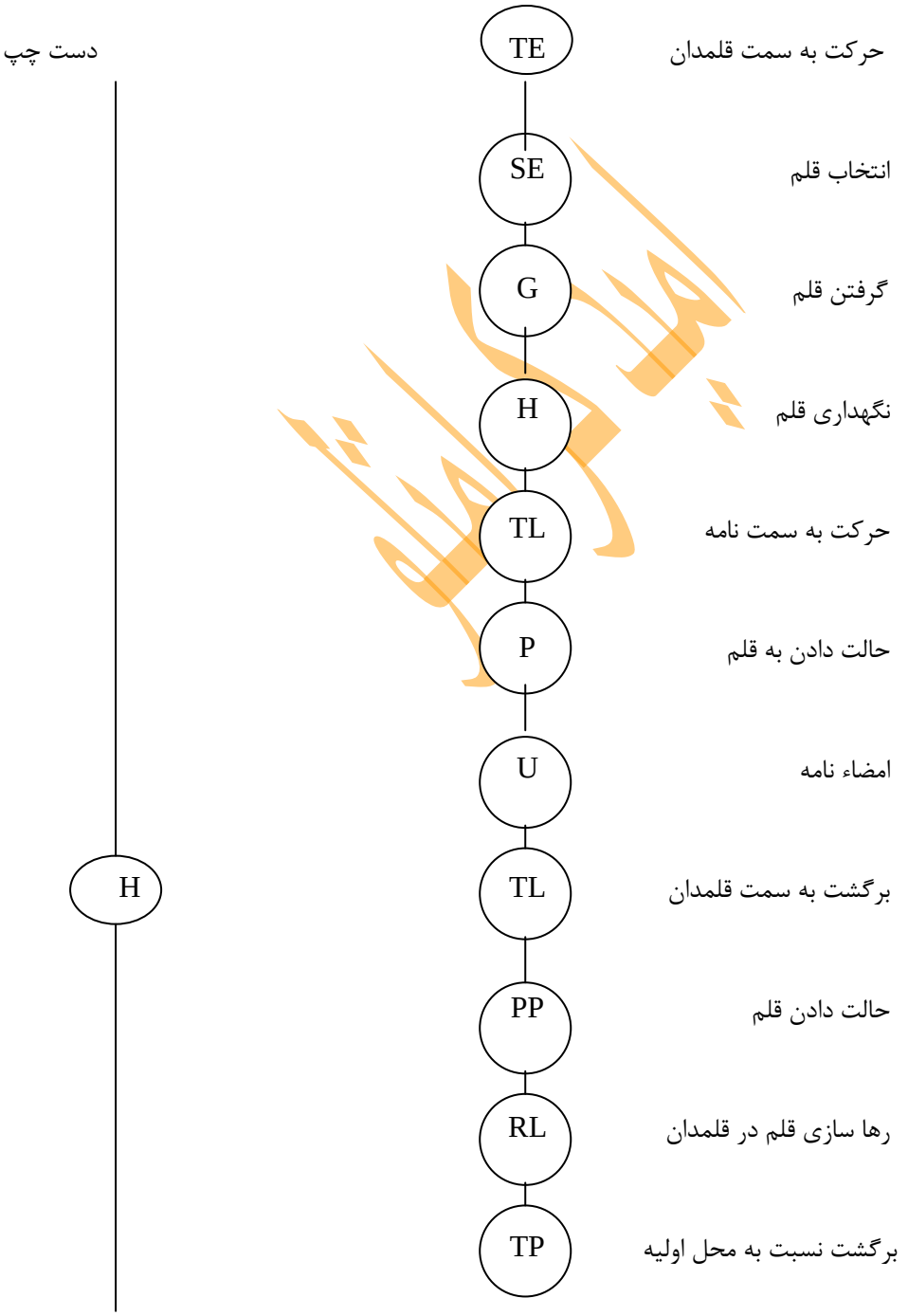
۱۵) استراحت برای رفع خستگی(R) Rest for overcoming fatigue

۱۶)تاخیر غیر قابل اجتناب (UD) unavoidable delay

۱۷) تاخیر قابل اجتناب(AD) Avoidable delay

۱۸) برنامه ریزی و طراحی (PN)Plan

مثال۱) امضاء یک نامه نمودار دست راست و چپ برای این منظور به صورت زیر می باشد



irmgn.ir

۴) مطالعات خود حرکات: از این روش در بررسی و تجزیه و تحلیل جزئیات کوچک کارها استفاده می شود. در این روش با استفاده از فیلمبرداری از کار کردن در حال کار ،عملیات آنها را ثبت و سپس فیلم حاصله را به آهستگی نمایش می دهند و جزئی ترین حرکات را بر کرات مشاهده و مورد بررسی قرار می دهند.

تکنیکهای کارسنجی(زمان سنجی)

۱) روش تخمینی:

این روش یکی از ساده ترین و قدیمی ترین روشهای موجود برای تعیین زمان لازم جهت انجام کار می باشد. در این روش، مراجعه به مدیر و یا سرپرست کارگاه یا کارگران ، مدت زمان انجام کار موردنظر را جویا می شوند، مزیت این روش در این است که کم هزینه است از معایب آن نیز میتوان عدم دقت کافی در آن نام برد همچنین این مورد زمانی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که تجربیات قبلی در مورد کار مورد مطالعه موجود باشد.

۲) زمان سنجی به کمک کر نومتر: (روش مشاهده مستقیم)

یکی از معمول ترین و دقیق ترین روشها برای تخمین زمان انجام کار، زمان سنجی با استفاده از کرنومتر است. زمان سنجی بوسیله فردریک و تیلور در کارگاه ماشین کاری در شرکت فولاد میدول حدود سال ۱۸۱۸ ابداع شد اما تکامل آن بوسیله بارتز انجام پذیرفت.

هدف از زمان سنجی بدست آوردن زمان استاندارد لازم برای انجام کار به خصوصی می باشد. باید توجه داشت زمان سنجی با استفاده از کرنومتر به ۴ روش میسر خواهد بود.

۲-۱) تایمینگ برگردان:

طبق این روش عقربه های کرنومتر در پایان هر عنصر به صفر بر گردانده می شود و فوراً آغاز به کار می کند.

۲-۲) تایمینگ مداوم (پیوسته)

در این روش کرنومتر در تمامی مدت تایمینگ پیوسته به کار ادامه می دهد. بدون آنکه پس از ثبت هر عنصر به صفر بر گردانده شود. سپس مدت مصروفه برای هر عنصر با کم کردن زمان عنصر قبلی از عنصر بعدی محاسبه می شود.

irmgn.ir

۲-۳) روش تایمینگ دیفرانسیل:

روش دیفرانسیل روشی است برای بدست آوردن زمان یک یا چند عنصر کوچک.

تامینگ عناصر از گروهها بدین شکل است که ابتدا هر عنصر کوچک در زمان دیگری منظور و سپس حذف می شود زمان هر عنصر بعداً با عمل تفریق بدست می آید.

۲-۴) تایمینگ انتخابی:

بر خلاف سایر روشها یک روش کامل نیست و عموما با تایمینگ برگردان و تایمینگ مداوم استفاده می شود. همانطوریکه از اسمش پیداست فقط در مورد عناصر انتخابی ،نه برای تمامی عناصر پشت سرهم استفاده می شود

الگوریتم زمان سنجی و محاسبات:

۱) کاری که قرار است مطالعه شود را معین کنید (پس از اینکه روش سنجی انجام شد)

۲) محتوای کار را به عناصر کوچک تقسیم کنید (اجزاء و عناصر نباید بیش از چند ثانیه طول بکشد)

۳) درباره اینکه چند دفعه قصد مشاهده و اندازه گیری زمان (اندازه نمونه) را دارید تصمیم گیری کنید. (در این مورد بعداً به طور کامل توضیح داده خواهد شد)

۴) زمان اجراء هر عنصر کاری را به دفعات مشاهده و اندازه زمان کار را ثبت نمائید.

۵) با استفاده از رابطه زیر متوسط سیکل زمان واقعی تولید را بدست آورید.

$$AACT = \frac{\text{مجموع زمانهای ثبت و مشاهده شده}}{\text{تعداد دفعات مشاهده شده}}$$

۶) برای انجام هر عنصر کاری ضریب و برخی را به عنوان ضریب عملکرد در نظر بگیرید چنانچه ضریب عملکرد در امتیاز نیست از رابطه زیر بدست آورید.

$$\frac{\text{بازدهی واقعی}}{\text{بازدهی مورد انتظار}}$$

irmgn.ir

۷) با استفاده از ضریب عملکرد و متوسط سیکل زمان واقعی تولید زمان نرمال را از رابطه زیر بدست می آوریم.

$$N_T = AACT \times \text{ضریب عملکرد}$$

۸) کل زمان های نرمال را جمع نمائید.

۹) میزان ضریب مجاز برای انجام کارهای شخصی، استراحت، ناهار و تأخیرات غیر قابل اجتناب را معلوم نمائید. (در مورد ضرائب مجاز توضیح داده خواهد شد)

۱۰) با استفاده از رابطه زیر زمان استاندارد را بدست آورید.

$$S_T = \frac{N_T}{1 - \text{ضریب مجاز}}$$

تذکر۱: در بعضی کتب اضافات مجاز + زمان نرمال = زمان استاندارد

تذکر ۲: اگر اضافات مجاز به صورت درصدی (α) از زمان نرمال انجام پذیرد خواهیم داشت

$$\text{اضافات مجاز} = \alpha \times \text{زمان نرمال}$$

تذکر ۳: اگر زمانهایی که مشاهده شدند بیشتر از حد معمول باشند حذف می گردند.

مثال ۲)در یک واحد صنعتی که قاب یک نوع چراغ تولید می شود زمان سنجی انجام شده برای تولید بدنه قاب توسط کارشناس مسئول به صورت زیر تقسیم بندی وسپس زمان سنجی گردیده است زمان استانداردکار را برای کل فعالیت معلوم نمائید. (ضریب مجاز ۱۰ درصد است) و زمان بر حسب ثانیه است

عناصر کار	مشاهدات					ضریب عملکرد
	۱	۲	۳	۴	۵	
برداشتن ورق و گذاشتن زیر پرس	۹	۱۰	۹	۱۰	۹	۱/۲۰
انجام عملیات پرس	۸	۷	۹	۷	۸	۱/۱۰
برداشتن از زیر دستگاه و کنار گذاشتن	۶	۵	۶	۵	۶	۰/۹۰

irmgn.ir

حل

$$AACT_1 = \frac{9+10+9+10+9}{5} = 9/4$$
$$AACT_2 = \frac{8+7+9+7+8}{5} = 7/8$$
$$AACT_3 = \frac{6+5+6+5+6}{5} = 5/6$$
$$N_{T1} = 9/4 \times 1/2 = 11/28$$
$$N_{T2} = 7/8 \times 1/1 = 8/58$$
$$N_{T3} = 5/6 \times 0/9 = 5/04$$

$$N_T = \sum T_{Ni} = 11/28 + 8/58 + 5/04 = 24/9$$

$$S_T = \frac{24/9}{1-./1} = 27/6$$

۳) نمونه گیری کار:

سومین روش برای تعیین استانداردهای کار، نمونه گیری از کار می باشد که در دهه ۱۹۳۰، به وسیله تیپت تدوین شد. روش نمونه گیری کار درصد زمانی را که کارگری صرف کار درباره کارهای مختلف می کند برآورد می سازد. این روش مشاهدات تصادفی انجام داده و فعالیتی که کارگر در حال انجام آنست را ثبت می کند.

نمونه گیری از کار در موارد زیر استفاده می شود:

۱- درصد یا نسبت مطالعه تأخیر

۲- تعیین استاندارد های کار

۳- اندازه گیری عملکرد کارگر

رویه نمونه گیر، از کار در هفت مرحله می باشد:

۱- یک نمونه اولیه برای بدست آوردن تخمینی از مقدار پارامتر است (نظیر درصد زمانی که کارگر مشغول است)

۲- اندازه نمونه لازم را محاسبه کن

irmgn.ir

۳- یک جدول زمانی برای مشاهده کارگر در زمانهای مناسب آماده کن بر اساس جدول اعداد تصادفی مشاهده تصادفی انتخاب می شود.

۴- فعالیتهای کارگر را مشاهده، اندازه گیری و ثبت کن و عملکرد کارگر را نمره بده.

۵- ثبت کن تعداد واحدهای تولیدی را در طی زمان مطالعه.

۶- زمان نرمال را به ازاء هر قطعه محاسبه کن.

۷- زمان استاندارد را به ازاء هر قطعه محاسبه کن.

فرمول زیر اندازه نمونه را برای سطح اطمینان مطلوب و دقت دلخواه ارائه می کند:

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2}$$

که در آن:

n = اندازه نمونه لازم

Z= مقدار انحراف استاندارد نرمال در سطح اطمینان معین (Z =۱ برای ۶۸٪ اطمینان و z = ۲ برای ۹۹/۷ ٪ اطمینان

P= درصد زمان اشتغال کارگر یا بیکاری.

h= درجه دقت و صحت در سطح دلخواه بر حسب درصد.

مثال۳: مدیر یک بخش تایپ برآورد می کند که تایپیست ها ۲۵٪ از زمان بیکار می باشند. تحلیلگری می خواهد نمونه ای را با درجه دقت ۳٪ و سطح اطمینان ۹۵/۴۵ انتخاب کند.

حل: برای تعیین تعداد مشاهداتی که باید گرفته شود و تحلیلگر از فرمول زیر استفاده می کند.

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2} \qquad n = \frac{2^2 \times (0/25 \times 0/75)}{(0/03)^2} = 833$$

بنابراین ۸۳۳ مشاهده باشد برداشته شود اگر درصد زمان بیکاری در حین مطالعه مشخص نشود و نزدیک به ۲۵٪ نباشد در آن صورت بر اساس این مشاهدات می توان زمان کار را مجدداً محاسبه کرد. نمونه گیری از کار برای تعیین استانداردهای کار به روشی شبیه آنچه هست که در زمان سنجی به کار می رود. تحلیل گر بعد از مشاهده زمان کار و بیکاری افراد و ثبت آن در دادن ضریب

irmgn.ir

عملکرد و تعداد واحدهای تولید شده (در قدمهای ۴ و ۵) زمـان نرمـال را بـر اسـاس فرمـول زیـر محاسبه می کند:

$$\text{زمان نرمال} = \frac{(\text{کل زمان مطالعه})(\text{درصد زمان کار})(\text{ضریب عملکرد})}{\text{تعداد قطعات مشاهده شده}}$$

$$\text{زمان استاندارد} = \frac{\text{زمان نرمال}}{\text{ضریب مجاز}-۱}$$

مثال۴: از مطالعه بر نمونه کار در طول ۸۰ ساعت (یا ۴۸۰۰ دقیقه) در دو هفته این اطلاعات بدست آمده است. تعداد قطعات تولید شده برای اپراتوری که ضریب عملکردش ۱۰۰٪ بوده است ۲۲۵ واحد می باشد. زمان بیکاری ۲۰٪ است و ضریب مجاز ۲۵٪ است. زمان استاندارد را محاسبه نمائید

$$N_T = \frac{4800 \times 0/8 \times 1/00}{225} 17/07$$

$$S_T = \frac{17/07}{1-0/25} = 22/76$$

نمونه گیری کار چندین مزیت به روش های زمان سنجی به روش مستقیم دارد اولاً ارزان تر اسـت. چون یک تحلیل گر به تنهایی می تواند همزمان چند کارگر را مشـاهده کنـد. دوم مشـاهده گـران معمولاً نیاز به آموزش زیاد ندارند. سوم، مطالعه می تواند در زمانی بدون کمترین تأثیر بر نتـایج بـه تأخیر بیافتد. و چهارم، چون نمونه گیری از کار استفاده از مشاهده در طی زمان طولانی دارد کارگر شانس کمی در تأثیر بر نتایج مطالعه دارد.

عدم مزایای نمونه گیری کار عبارتند از:

اول) عناصر کار را می توان کاملاً به مانند زمان سنجی روش مستقیم شکست

دوم) نتایج آن می تواند خطا داشته باشد اگر مشاهده گر از مسیرهای تصادفی پیروی نکند

سوم) نسبت به زمان سنجی روش مستقیم کمتر موثر است وقتی سیکل زمانی کوتاه باشد.

irmgn.ir

۴) روش استفاده از داده های استاندارد

یکی از روشهای زمان سنجی روش استفاده از داده های استاندارد است. در این روش با توجه به زمان استاندارد محاسبه شده، برای حرکات اساسی و خرد که در جداول خاص موجود است می توانیم بدون مشاهده مستقیم زمان نرمال تعیین گردد که سپس با اضافه سازی تأخیرات مجاز به آن زمان استاندارد حاصل خواهد شد.

تکنیکهای MTM و MOST از طریق زمان سنجی با استفاده از داده های استاندارد هستند که توضیح داده می شود.

۱-۴تکنیک MTM[۱]

سیستم MTM توسط سه نفر در شرکت و ستینگ هاوس الکترونیک آمریکا بر روی سیستم هایش تدوین شد. این سه نفر Majmard، Stegenneeter و Schwol بودند. کار تحقیقات بر روی سیستم MTM ادامه یافت و امروزه ما سیستمهای M.T.M۱ M.T.M۲ و M.T.M۳ را در دنیا در حال استفاده داریم.

در سیستم MTM از یک واحد زمانی به نام Tmu(Time mesurment Unit) استفاده میشود که برابر است با:

1TMU =0/00001 ساعت

1TMU =0/0006 دقیقه

1TMU =0/036 ثانیه

مزایا و معایب سیستمهای MTM

مزایا

۱- زمان انجام عملیات در هر شرایطی قابل تعیین با این سیستم ها است.

۲- ضعف موجود در زمان سنجی با کرنومتر در بالا سر بودن کارگر در هنگام مطالعه بود که خود به خود واکنش در آنها بوجود می‌آورد. بعلت عدم مشاهده مستقیم در استفاده از این سیستم ها این ضعف از بین رفته است

۱. Method Time Measurment

irmgn.ir

۳- در استفاده از این سیستم ها نیاز به تعیین ضریب عملکرد که کاری پر زحمت است (در بخش گذشته ملاحظه نمودید) نیست.

۴- استفاده از این سیستمها برای تعیین زمان فعالیت هایی که اجرایشان در آینده است.

۵- بعلت توجه بیشتر به جزییات در استفاده در بهره گیری از این سیستمها، بهبود در روشها غیر قابل اجتناب است.

۶- تعیین زمان فعالیتهایی که مدت انجامشان بسیار کوتاه (کمتر از ۲/۵ ثانیه است) بوده و توسط کرنومتر قابل اندازه گیری نیست توسط این سیستمها قابل تعیین می باشد.

۷- قابلیت ا طمینان زمانهای تعیین شده در این سیستمها بسیار بالا است.

۸- بعنوان مزیتی فرعی، زمان تعیین شده از این سیستمها در اهداف آموزشی و دریافتن و بررسی تغییرات در آینده بسیار مفید است.

معایب روش MTM

۱- زمان آموزش برای این سیستمها بسیار طولانی است.

۲- تشریح مشکل این سیستم ها برای کارگران، سرپرستان وافراد ذیربط.

۳- استفاده از پرسنل بیشتر برای مجموعه عملیات بزرگتر.

۴- استفاده از این سیستمها تنها برای عملیات دستی.

۵- نیازبه جزییات فعالیتها و روشها در بکارگیری این سیستمها.

مشخصات اشکال مختلف روش MTM

مشخصات سیستم	تعداد حرکات بسیط	زمان مورد نیاز	دقت	بکارگیری
MTM-۱	۲۰	بیشتر	بیشتر	مشکل
MTM-۲	۱۱	کمتر	کمتر	ساده

جدول ۱-۱۰

سیستم MTM۲ بر مبنای MTM۱ تدوین شده است.

irmgn.ir

روش MOST(Maynard operation Sequence Technique)

یکی از جدیدترین سیستم های زمان سنجی که از زیر شاخه های سیستم های MTM مـی باشـد روش MOST است.این روش ۴۰ تا ۵۰ برابر سریع تر از روش MTM-۱ و ۱۰ برابر سریع تـر از MTM-۲ کار را به انجام می رساند.

و اخذ زمانیکه در MOST مورد استفاده قرار می گیرد همان واحد زمان رایج در سیسـتم MTM پایه می باشد.

جابجایی عمومی					
اندیس	قرار دادنp	بدست آوردن کنترل G	حرکت بدن B	مسافت عملA	اندیس
		متغیر پارامتر	متغیر پارامتر	متغیر پارامتر	
۰	نگه داشتن پرت			≤ 2 اینچ ≤ 5 سانتی متر	۰
۱	در کنار نهادن اتصال لق	شی سبک اشیاء سبک همزمان		در دسترس	۱
۳	تنظیمات فشار کم جایگذاری دوگانه	غیر همزمان وجود مانع سنگینی/حجیم	خم شدن و بلند شدن ۵۰ درصد اوقات	۱-۲ قدم	۳
۶	دقت بدون دید وجود مانع فشار زیاد		خم و بلند شدن	۳-۴ قدم	۶
۱۰			نشستن و ایستادن	۵-۷ قدم	۱۰
۱۶			عبور از در پائین آمدن ایستادن و خم شدن نشستن	۸-۱۰ قدم	۱۶

جدول۲-۱۰

irmgn.ir

حرکتهای عمومی در روش MOST

حرکتهای عمومی یعنی جابجایی اشیاء از محلی به محل دیگر.

در حرکتهای عمومی از پارامترهای زیر استفاده می شود:

ABG/ABP/A

ABG یعنی در اختیار گرفتن

ABP یعنی قرار دادن

A یعنی بازگشت

حرکت A مسافت عمل می باشد. عمدتاً افقی است.

حرکت B حرکت بدن است و عمدتاً عمودی است.

حرکت G بدست آوردن کنترل است.

حرکت P یعنی قرار دادن

مثال۵: فردی ۴ قدم به سمت یک چمدان کوچک بر می دارد. آن را از روی زمین برداشته و بـدون حرکت بیشتری روی میزی که در ناحیه در دسترس اوست قرار میدهد.

مطلوبست: محاسبه زمان بر حسبTmu ؟

بازگشت	قرار دادن			در اختیار گرفتن		
A	P	B	A	G	B	A
۰	۱	۰	۱	۱	۶	۶

$15\times10=150TMU$

* عدد۱۰ همیشه در حرکاتهای عمومی ثابت است.

irmgn.ir

مثال۶: اپراتوری در کنار دستگاه تراش ایستاده ۶ گام به سمت قطعه سنگینی برداشته، قطعه روی زمین است آن را بر می دارد و ۶ قدم به سوی ماشین. برداشته و آن را با چند حرکت قرار میدهد. قطعه باید به اندازه ۴ اینچ در لبه دستگاه جای گذاری شود و کارگر در آن محل باقی می ماند.

مطلوبست: محاسبه زمان برحسب Tmu

بازگست	قرار دادن			در اختیار گرفتن		
A	P	B	A	G	B	A
۱	۳	۰	۱۰	۳	۱۰	۱۰

$37\times10=370TMU$

توالی حرکات « کنترل »

توالی حرکات کنترلی شامل کلیه جابجایی های دستی شی ء در مسیر کنترل شده می باشد و جابجایی شی ء ای را که حداقل یک طرف به شی دیگر محدود شده باشد، نشان میدهد. در توالی فوق فعالیتهای زیر را می توان دید:

- حرکات یک یا دو دست به سمت شی ء
- کنترل دستی شی ء
- حرکت در مسیر کنترل شده
- زمان مجاز برای انجام کار
- مرتب نمودن شی ء پس از کنترل یا پس از انجام کار
- برگشت به محل کار

برای مشخص نمودن توالی حرکات کنترلی با توجه به فعالیتهای فوق شاخصهای زیر تعریف شده است:

$$ABG/M^{*}I/A$$

تقریباً $\frac{1}{3}$ از عملیاتی که توسط ابزار و دستگاهها انجام می گیرد. شامل این مدل توالی می باشد ولی در عملیات مونتاژ نسبت به این مدل کمتر می باشد.

irmgn.ir

توالی حرکات « استفاده از ابزار »

این توالی نشان دهنده کلیه فعالیت هایی است که توسط ابزارهای دستی انجام می گیرند. همچنین در بعضی موارد، برخی از کارهای فکری را نیز در بر می گیرد. استفاده از ابـزار در ۵ فعالیـت اصـلی زیر خلاصه می گردد:

- گرفتن شی ء یا ابزار
- قرار دادن شی ء یا ابزار در محل کار
- استفاده از ابزار
- کنار گذاشتن شی ء یا ابزار
- برگشتن به محل کار

برای مشخص نمودن توالی حرکات استفاده از ابزار با توجه به فعالیت هـای فـوق شاخصـهای زیـر تعریف شده است:

F= بستن

L= جدا کردن

C= بریدن

S= عملیات روی سطوح

M= اندازه گیری

R= ثبت کردن

T= فکر کردن

به طور کلی مدلهای توالی در روش زمانهای پایه به این صورت می باشد کـه بـرای هـر شـی ء کـه جابجا شود می توان با استفاده از روش زمانهای پایـه مـدل مناسـبی را بدسـت آورد و آن را مـورد تجزیه و تحلیل قرار دادبا استفاده از کارت داده ها که بـرای هـر یـک از مـدلهای سـه گانـه تـوالی عملیات محاسبه گردیده اند، می توان اندیس مناسب هر شاخص را بدست آورد.

irmgn.ir

روش محاسبه زمان در روش MOST

جهت محاسبه زمان طبیعی در مدلهای سه گانه توالی حرکت روش عناصر پایه ای به شرح زیر عمل می کنیم:

۱- اندیسهای هر مدل را با یکدیگر جمع می نماییم.

۲- حاصل جمع اندیسها را در عدد ۱۰ ضرب می نماییم.

۳- نتیجه عمل فوق، زمان طبیعی انجام آن فعالیت می باشد که بر مبنای واحد زمانی، Tum برابر ۰/۳۶ ثانیه می باشد.

برای محاسبه استاندارد می بایست درصدهای تولرانس مجاز مناسب را به زمان طبیعی بدست آمده اضافه نمود.

irmgn.ir

فصل یازدهم

برنامه ریزی، نگهداری و تعمیرات

irmgn.ir

تروتکنولوژی

" تروتکنولوژی " یا مدیریت فنی در صنایع عبارت است از ترکیبی از فعالیتهای مدیریتی، مالی، مهندسی و سایر اموری که در راستای هزینه های تأمین یک سیکل عمر اقتصادی (بهینه) بر روی داراییهای فیزیکی اعمال می شوند. تروتکنولوژی مشخصات فنی و طراحی کارخانه، ماشین آلات و ساختمانها و ساختارهای فیزیکی را از نظر قابلیت اطمینان (Reliability) و قابلیت تعمیر(تعمیر پذیری) مورد ملاحظه قرار داده و در دوران نصب و راه اندازی و بهره برداری از آنها مسائل نگهداری و تعمیر و بهسازی، را زیر نظر داشته و تا لحظه جایگزینی ادامه می یابد.

امور اطلاعات بازخورد (feed-back) نیز در مورد مسائل طرح، کارآیی و هزینه های سیستم، در چارچوب تروتکنولوژی مورد نظر قرار می گیرد.

اهداف مدیریت فنی

سازمانهای مدیریت فنی می توانند اهداف زیر را مورد نظر داشته باشند:

۱- بالا بردن عمر مفید داراییهای فیزیکی (ماشین آلات، ساختمانها ..)

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

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

۴- فراهم آوردن شرایطی که ایمنی کلیه کارکنان را ضمن استفاده و بهره برداری از تجهیزات تأمین می نماید.

دلایل روند افزایش اهمیت امور نگهداری و تعمیرات در صنایع در مقابل پیشرفت زمان:

۱- حرکت سریع صنایع در جهت " خودکاری " که در نتیجه احتیاج کمتری را به مهارتهای امور تولید ایجاب نموده ولی احتیاج به مهارت بیشتر کارکنان نت و مدیریت فنی را در جهت توانایی در مراقبت و تعمیر تجهیزات الزامی می نماید.

۲- بالا رفتن حجم سرمایه گذاریها و سرعت تولید و در نتیجه بروز خسارات زیاد به سیستم تولیدی در اثر رکورد به علت خرابیهای اضطراری.

irmgn.ir

۳- بالا رفتن قیمت قطعات یدکی و قیمت اولیه ماشین آلات که احتیاج به روشهای صحیح و بهینه مدیریت بر داراییهای فیزیکی و کنترل سرعت استهلاک و هزینه های نگهداری و تعمیرات را الزامی می نماید.

برای نشان دادن روند افزایش اهمیت و نقش امور فنی در صنایع به این نکته اشاره می شود که بر اساس آمار و اطلاعات در مورد تجزیه و تحلیل نیروی انسانی به کار گرفته شده در خطوط مونتاژ در سالهای دهه ۱۹۶۰ تعداد کارکنان نت (نگهداری و تعمیرات) در یک خط مونتاژ عبارت از یک نفر در مقابل ۲۲ نفر کارکنان تولیدی بوده است (۴/۵ درصد) و این نسبت در دهه ۱۹۷۰ در خطوط مونتاژ به ۹ نفر کارکنان نت در مقابل ۵ نفر کارکنان تولیدی (۱۸۰ درصد) افزایش یافته است.

بخشهای اصلی تشکیل دهنده امور مدیریت فنی

بخشهای اصلی تشکیل دهنده امور مدیریت فنی عبارتند از:

۱- مهندسی نگهداری و تعمیرات

۲- امور اجرایی تعمیرات (نت)

۳- انبار قطعات یدکی

۱) **مهندسی نگهداری و تعمیرات**: اهم فعالیتهای اساسی این بخش عبارتند از: تهیه و تدوین طرحها، روشها، دستورالعملها و فراهم آوردن کلیه اطلاعات فنی برای سایر بخشهای مدیریت فنی (نت و انبار و قطعات یدکی) و همچنین برای سایر قسمتهای صنعت در ارتباط با حفاظت فنی از دستگاهها.

۲) امور اجرایی تعمیرات (نت):اهم فعالیتهای اساسی این بخش عبارتند از:اعمال فعالیتهای لازم بر روی دستگاهها بمنظور نگهداری و حفاظت فنی از آنها، بر اساس سیاستها و روشهای تدوین شده.

۳) انبار قطعات یدکی: اهم فعالیتهای اساسی این بخش عبارتند از: سفارش،ذخیره و صدور قطعات یدکی و لوازم معرفی نگهداری و تعمیرات بر اساس سیاستها و روشهای تدوین شده.

irmgn.ir

- زیانهای ناشی از عدم وجود سیستم های مناسب نت در کارخانجات ایران

۱- پایین آمدن عمر کارکرد اقتصادی ماشین آلات (بالا رفتن سرعت استهلاک) که اغلب از خارج از ایران خریداری شده و سرمایه ارزی هنگفتی را در بر گرفته است.

۲- احتیاج به تعویض سریع قطعات یدکی که در شرایط فعلی دسترسی به آنها مشکل بوده و قیمت های آنها به طور مداوم رو به افزایش است.

۳- ایجاد خطرات جانی برای کارکنان

۴- اثرات اجتماعی کمبود تولید در شرایطی که میزان عرضه اغلب کالاهای صنعتی در بازار ایران به مراتب از میزان تقاضا کمتر است و چنین عدم تعادلی باعث نارضایتی مردم و ایجاد بازارهای سیاه خواهد شد.

۵- پایین آمدن کیفیت محصولات ساخته شده.

محاسبه قابلیت اطمینان در سیستم های تولیدی

در امور مهندسی نگهداری و تعمیرات و در برنامه ریزیهای تولید در داخل صنایع، همین طور، در انجام خدمت و مأموریتهای جنگی و ... یک عامل مهم که باید همواره مورد ارزیابی قرار گرفته و اطلاع جامعی از آن در دست باشد آگاهی از این امر هست که سیستمهای موجود با چند درصد اطمینان برای انجام مأموریت تعیین شده آمادگی دارند؟ به عبارت دیگر چه احتمالی وجود دارد که سیستم های مأمور، در ضمن انجام کار دچار خرابی و رکودهای اضطراری شوند. در واقع قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال کارکرد سالم و بدون اشکال سیستم برای یک مدت مشخص و در شرایط مشخص و از پیش تعیین شده می باشد.

- انواع استقرار ماشین آلات

۱- سری

۲- موازی

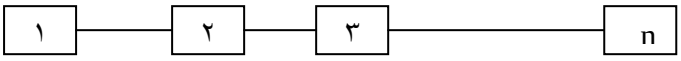
۳- سری- موازی

۴- موازی- سری

irmgn.ir

۱) سیستم های سری:

سیستمهایی هستند که ماشین آلات در کنار هم قرار می گیرند و با از کار افتادن یک ماشین سیستم مختل می شود و برای محاسبه ی آن از فرمول زیر استفاده می شود.



R_i: قابلیت اطمینان هر دستگاه

R_s : قابلیت اطمینان کل سیستم

$$R_s = \prod_{i=1}^{n} R_i \qquad R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \ldots\ldots\ldots \times R_n$$

مثال۱: فرض کنید سه ماشین به صورت سری با یکدیگر در ارتباط هستند. اگر قابلیت اطمینان آنها به ترتیب ۸۰، ۷۰ ، ۹۰ درصد باشد مطلوب است: محاسبه قابلیت اطمینان سیستم؟

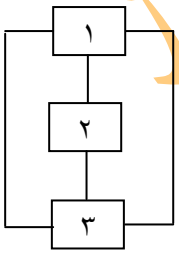
حل:

$$R_s = \prod_{i=1}^{3} R$$

$(\%80).(\%70).(\%90)=\%504$ $R_s =$ یا $\%50$

۲) سیستمهای موازی:

سیستمهایی هستند که اجزای آن به صورت موازی با هم در ارتباط هستند. این سیستمها وقتی از کار می افتد که آخرین جزء سیستم از کار بیفتد.



$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - R_i) \text{ یا } \qquad R_s = 1 - [\ (1-R_1) \times (1-R_2) \times \ldots\ldots \times (1-R_n)\ ]$$

مثال۲: فرض کنید در یک سیستم تولیدی سه ماشین به صورت موازی با هم در ارتباطند و قابلیت اطمینان آنها ۸۰، ۷۰، ۹۰ درصد باشد. مطلوبست: محاسبه قابلیت اطمینان؟

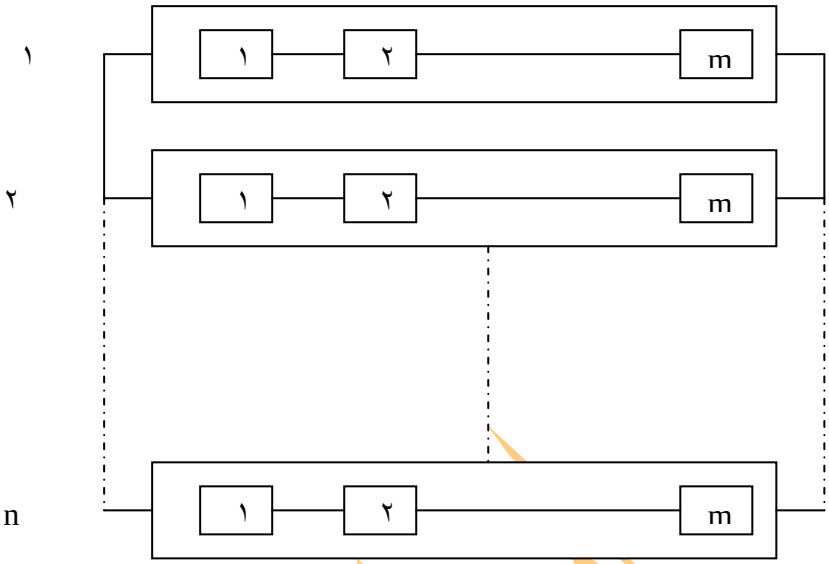
$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^{3} (1 - R_i) \text{ یا } \qquad R_s = 1 - [\ (1-R_1) \times (1-R_2) \times \ldots\ldots \times (1-R_n)\ ]$$

$$R_s = 1 - [\ (1-\%80) \times (1-\%70). \times (1-\%90)\ ] = 0/994 \cong \%99$$

irmgn.ir

سیستم های سری- موازی

در این سیستم ها n تا ایستگاه کاری وجود دارد که ایستگاهها با هم موازی و داخل ایستگاههای کاری m تا ماشین وجود دارد که به صورت سری با هم در ارتباط هستند.



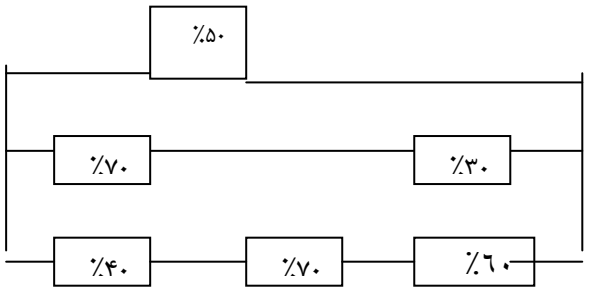
برای محاسبه از فرمول زیر استفاده می شود:

$$R_i = \prod_{i=1}^{m} R_i$$

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - R_i)$$

مثال۳: اگر سیستمی بصورت زیر استقرار داشته.مطلوب است: محاسبه قابلیت اطمینان سیستم:

حل



$$R_i = \prod R_i =$$

$$R_S = 1 - \prod [1 - R_i]$$

$$R_1 = \%50$$

$$R_2 = \%70 \times \%30 = \%21$$

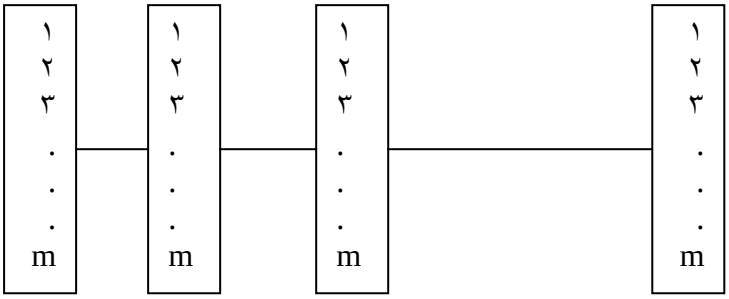
$$R_3 = \%40 \times \%70 \times \%60 = \%16$$

$$1 - [(1 - \%50) \times (1 - \%21) \times (1 - \%16)] = \%67$$

irmgn.ir

سیستم های موازی- سری:

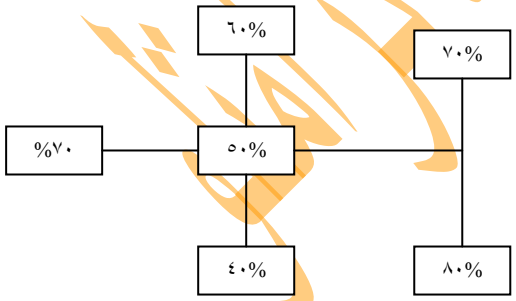
N تا ایستگاه وجود دارد که به صورت سری هستند و داخل هر ایستگاه کاری m تا ایستگاه کـاری وجود دارد که به صورت موازی هستند.



$$R_s = 1 - \prod_{i=1} (1 - R_i)$$

$$R_s = \prod_{i=1}^{n} R_i$$

مثال۴: فرض کنید استقرار زیر مربوط به یک کارخانه است.مطلوبست: محاسبه قابلیت اطمینان:



$$R_1 = \%70$$
$$R_2 = 1 - [(1 - \%60) \times (1 - \%50) \times (1 - \%40)] = \%92$$
$$R_3 = 1 - [(1 - \%70) \times (1 - \%80)] = \%94$$
$$R_S = \prod_{i=1}^{3} R_i = \%70 \times \%92 \times \%94 = \%60$$

شاخصهای ارزیابی امکانات پشتیبانی:

در این قسمت، اهم پارامترهای کمی مورد استفاده در ارزیابی امکانات پشـتیبانی، شـامل " قابلیـت اطمینان " و " قابلیت تعمیر " یا " تعمیر پذیری " مورد بحث واقع می شوند.

irmgn.ir

شاخص های مربوط به قابلیت اطمینان

فرکانس یا سرعت خرابی: فرکانس یا سرعت خرابی عبارت از تعداد خرابیها در واحد زمان می باشد.

فرکانس خرابی را با نماد L نشان می دهیم.

$$L=\frac{\text{تعداد خرابیها در یک سیکل زمانی}}{\text{جمع زمانی سیکل}}$$

مثال۵، در صورتیکه در یک سیکل زمانی ۱۱ ماهه، شامل ۲۲ روز کار در هر ماه و ۲ نوبت ۸ ساعت کار در هر روز، جمعاً روی یک ماشین ۱۰ بار خرابی اتفاق افتاده باشد، خواهیم داشت:

(واحد آن خرابی بر ساعت است)

$$L=\frac{10}{11\times22\times2\times8}=0/0026$$

متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی با نماد MTBF نیز نشان داده می شود.

$$MTBF=m=\frac{1}{L}$$

با در دست داشتن مقادیر L یا m (یا MTBF) می توان عدد مربوط به قابلیت اطمینان را به اندازه عمرهای مختلف محاسبه نمود.

سه (یا ده) سیستم با ماشین با بیشترین خرابی.

(یا بیشترین زحمت برای (TTT):

برای تعیین سیستم ها یا ماشینهائیکه بیشترین خرابی را در یک دوره زمانی داشته اند، می توان از شاخص TTT استفاده نمود. فرض کنیم در یک ماه مشخص، عدد L (فرکانس خرابی) برای ۱۵ ماشین موجود در یک کارگاه مطابق جدول زیر باشد.

نام ماشین	h	g	f	e	d	c	b	a
L (خرابی/هفته)	۷	۲	۱۲	۱۰	۳	۷	۲	۵
نام ماشین	p	n	m	l	k	j	i	
L(خرابی/هفته)	۳	۴	۱۵	۲	۱۳	۵	۴	

irmgn.ir

از مجموعه ۱۵ ماشین بالا، یک زیر مجموعه شامل سه ماشین را که بزرگترین عدد L را دارند انتخاب و این زیر مجموعه را TTT می نامیم:

$$TTT = \{m, k, f\}$$

حال در صورتیکه ماشینی برای m دوره متوالی یا n دوره غیر متوالی ($m < n$) در زیر مجموعه TTT ظاهر شود،ممکن است نسبت به بررسی علل خرابی و ایجاد تغییرات در طرح ماشین یا نحوه بهره برداری از ماشین اقدام نمود.

در تعیین زیر مجموعه TTT ممکن است به جای L از شاخصهای دیگری نظیر بودجه صرف شده جهت تعمیرات در یک دوره مشخص، یا نفر- ساعت صرف شده در یک دوره مشخص استفاده نمود.

متوسط زمان بین دو تعمیر (شامل تعمیرات اضطراری و تعمیرات پیشگیری)

یک سیستم ممکن است هر چند گاه یک بار دچار خرابی اضطراری شود که در اینصورت لازم است تعمیرات اضطراری بر روی سیستم اعمال گردد. در صورتیکه لازم باشد متوسط زمان بین دو تعمیر متوالی که ممکن است از نوع پیشگیری یا اضطراری باشد محاسبه شود، داریم:

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBF} + \frac{1}{MTBF}} = \frac{1}{L + F}$$

که در آن:

MTBM= متوسط زمان بین دو تعمیر

MTBF= متوسط زمان بین دو تعمیر اضطراری

MTBP= متوسط زمان بین دو تعمیر پیشگیری

L= فرکانس خرابیهای اضطراری

F= فرکانس تعمیرات پیشگیری

irmgn.ir

مثال۶: یک ماشین به طور متوسط هر سه ماه یک بار دچار خرابیهای اضطراری می شود.

طبق برنامه های پیشگیری که برای این ماشین تهیه شده، ماشین باید هر یک ماه یک بار تحت تعمیرات پیشگیری قرار گیرد. این ماشین به طور متوسط چند روز یکبار برای انجام تعمیرات متوقف می شود؟

$$MTBF = 3$$
$$MTBP = 1$$
$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBF}+\frac{1}{MTBP}} = \frac{1}{\frac{1}{3}+\frac{1}{1}} = 0/75 \text{ ماه} \quad = 22/5 \text{ روز}$$

irmgn.ir

فصل دوازدهم

کنترل پروژه

irmgn.ir

برنامه ریزی و کنترل پروژه

پروژه ها، وجه مشخصه ی غالب فعالیت ها در کشورها و جوامع در حال توسعه هستند. گویا توسعه یعنی ساخت زیرساختارها، کارخانجات، موسسات و واحدهای تولیدی و خدماتی در کشور و ایجاد کسب و کارهای جدید یعنی توسعه یافتگی و این توسعه یافتگی به معنای افزایش قدرت دولت، اشتغال بیشتر مردم، خوداتکایی ملی، افزایش تولید ناخالص ملی، بهبود تراز تجاری، هزینه های کمتر تامین اجتماعی دولتی، کاهش تورم، کاهش فقر و مشکلات اجتماعی.

در نتیجه، کشورهای در حال توسعه با میزان سرمایه گذاری که در بخش ایجاد کسب و کارهای جدید و یا ایجاد زیرساختارها انجام می دهند شناخته می شوند و کشورهای توسعه یافته کشورهایی هستند که از زیرساختارها و کسب و کارهای کافی به جهت حفاظت از ارزش پول ملی و حفظ تراز تجاری برخوردارند.

کشورهای در حال توسعه هزاران پروژه در دست اجرا دارند، از پروژه های تحقیقاتی و علمی گرفته تا پروژه های احداث و ایجاد زیرساختارها و همه این پروژه ها در صورت اتمام به موقع و با هزینه پیش بینی شده خود هستند که می توانند موفق باشند.

سازمان هایی که پروژه های متعددی در دست دارند باید به شیوه ای از اتمام به موقع و با هزینه مناسب پروژه های خود مطمئن شوند. استفاده از استانداردهای مدیریت پروژه می تواند درجه ای از این اطمینان را فراهم نماید.

مروری بر انواع استانداردهای مدیریت پروژه

- استانداردهای مدیریت پروژه
  - British Standard 6079
  - ISO 10006, 10007
  - APMI 2004
  - PRINCE 2 / 2000
  - PMBOK 2004

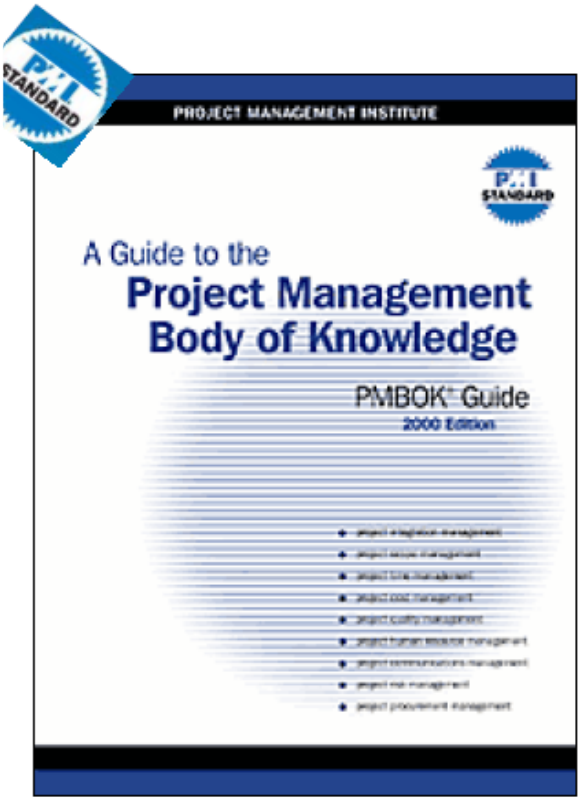
irmgn.ir

■ مشخصات PMBOK

تاییدیه موسسه استاندارد ملی آمریکا[1] به شماره ANSI/PMI-99-001/2000

Project Management Institute

- بیش از ۲۰۰٬۰۰۰ عضو فعال
- بیش از ۴۰ سال تجربه بین المللی
- بیش از ۱۵ سال تجربه در ایران



پیکره دانش مدیریت پروژه، راهنمای جامع و کاربردی برای مکاتبه، مذاکره و انجام وظایف در حوزه مدیریت پروژه می باشد و برای گروه های زیر مفید می باشد:

۱- مدیران ارشد و مسئولین پروژه ها در رده های مختلف

۲- ذینفعان و دست اندرکاران اجرای پروژه ها

۳- مشاوران و پیمانکاران اجرایی

۴- مهندسین و کارشناسان برنامه ریزی و کنترل پروژه ها

۵- دانشجویان و پژوهشگران دانش مدیریت پروژه و علوم مرتبط

۶- مهندسین مشاور

۷- مدرسین مدیریت پروژه

۸- دانشجویان مهندسی صنایع و مدیریت صنعتی

American National Standard Institute (ANSI)

irmgn.ir

- رویکرد استانداردPMBOK
  - توجه ویژه به جایگاه مدیریت در مدیریت پروژه تخصصی
  - تکیه بر نظرات و آراء خبرگان
  - استفاده مکرر از الگوها، مستند سازی تجربیات
  - تدوین سیستماتیک مدارک پروژه
    - منشور پروژه
    - بیانیه محدوده کار
    - ساختار شکست کار
    - قـــــــــرارداد
    - و ...

تعریف پروژه

پروژه، مجموعه تلاشهای موقتی برای تحقق یک تعهد، و تقبل مسئولیت در ایجاد یک محصول یا ارائه خدمات مشخص می باشد. پروژه ویژگی های زیر را داراست:

۱- پروژه یکتاست

۲-پروژه موقتی است

۳- پروژه با تفصیل فزاینده همراه است

تعریف مدیریت پروژه

مدیریت پروژه بکارگیری دانش، مهارت ها، ابزار و تکنیک های لازم در اداره جریان اجرای فعالیت ها، بمنظور رفع نیازهای پروژه از طریق تحقق فرآیندهای مدیریت پروژه است. فرآیندهای پروژه شامل آغازین، برنامه ریزی، اجرایی، کنترلی و اختتامی می باشند.

انواع مدیریت پروژه

مدیریت پروژه روش های متعددی دارد که بسته به نوع پروژه و ترجیهات سازمانی مورد استفاده قرار می گیرد. این روش ها به دسته های اصلی زیر تصسیم می شوند:

irmgn.ir

Format Driven Project Management (FDPM)

مدیریت پروژه قالب محور، با اولویت حفظ و توسعه قالب اصلی. این نوع مدیریت پروژه برای پروژه های تکراری و تکرار پذیر کاربرد دارد. مثل پروژه اخذ سند ساختمان از سازمان ثبت اسناد کشور که یک پروژه است اما قالب مشخص آن بر ترجیهات فردی و سازمانی ارجحیت دارد.

Contract Driven Project Management (CDPM)

مدیریت پروژه قرارداد محور، که توسط سازمان هایی که کلیه امور پروژه های خود را به پیمانکاران واگذار می نمایند مورد استفاده قرار می گیرد.

Task Driven Project Management (TDPM)

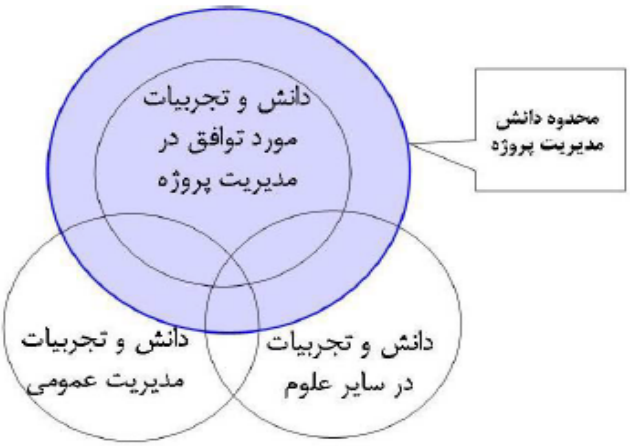
مدیریت پروژه فعالیت محور، که غالبا سازمان ها این گونه روش مدیریت پروژه ها را برای خود انتخاب می نمایند و روش اصلی آن برنامه ریزی بوسیله فعالیت های هر پروژه است.

Resource Driven Project Management (RDPM)

مدیریت پروژه منبع محور، در سازمانهایی که محدودیت منابع کمیاب و با قیمت وجود دارد این روش مدیریت پروژه اهمیت یافته و مورد توجه قرار می گیرد. منابع محدود مثل ماشین آلات خاص یا نیروی انسانی ویژه می باشند.

محدوده پیکره دانش مدیریت پروژه

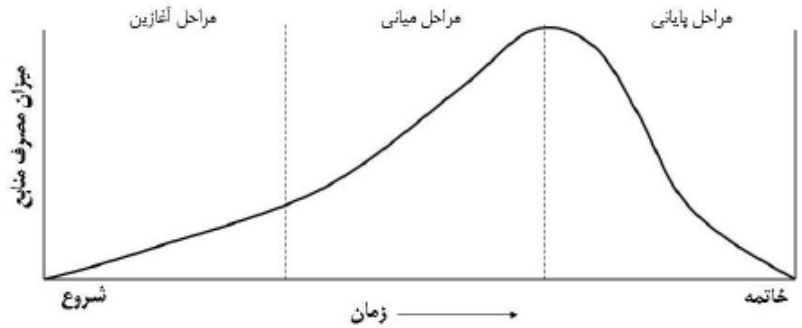
دانش مدیریت پروژه، ترکیبی از دانش و تجربیات مورد توافق در مدیریت پروژه، دانش و تجربیات مدیریت عمومی و نهایتا دانش و تجربیات سایر علوم می باشد. دانش و تجربیات سایر علوم بسته به نوع پروژه مورد استفاده قرار می گیرد. به طور مثال دانش مهندسی عمران که در مدیریت پروژه های ساختمانی کاربرد دارد.



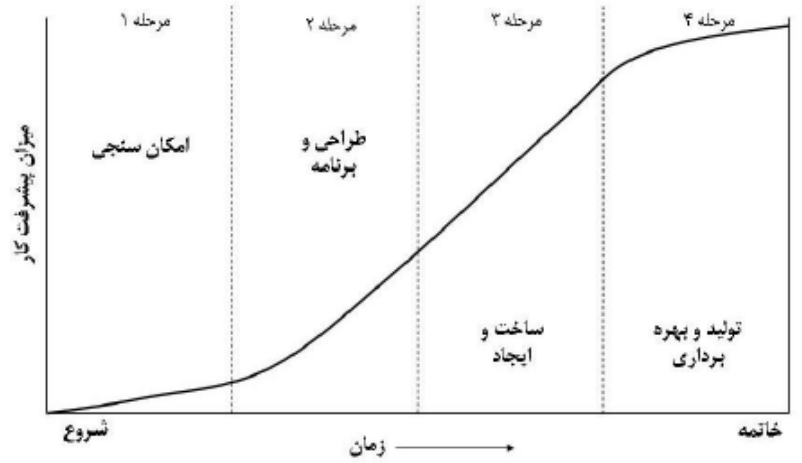
irmgn.ir

چرخه حیات پروژه از دیدگاه PMBoK:

چرخه حیات، نمایانگر مراحل اصلی و قدم های طی شده عمده در اجرای پروژه از شروع تا خاتمه می باشد. اگر یک طرف نمودار مساعی افراد و میزان مصرف منابع باشد و طرف دیگر نمودار زمان پروژه قرار داشته باشد، نمودار زیر چرخه حیات پروژه را نشان می دهد. این بدان معناست که در ابتدا و انتهای پروژه میزان مصرف منابع نسبت به مراحل میانی پروژه کمتر است.



اگر در نمودار فوق، میزان مصرف منابع به صورت تجمعی نشان داده شود، نمودار به شکل زیر خواهد شد. این شیوه نمایش دوره عمر پروژه، نمودار S هم نامیده می شود زیرا این نمودار در پروژه های مختلف تداعی حرف انگلیسی S را داشته و معیار رایجی در تعیین و نمایش میزان پیشرفت پروژه است.



ذینفعان پروژه

از نظر استاندارد پیکره دانش مدیریت پروژه، ذینفعان پروژه افراد زیر هستند و استاندارد باید پاسخگویی کافی برای همه گروه های مختلف در پروژه ایجاد نماید.

irmgn.ir

۱- مدیر پروژه

۲- مجریان

۳- متولیان

۴- بهره برداران

سیستم های سازمانی از دیدگاه استاندارد

۱- سازمان هایی که برای انجام پروژه های دیگران تشکیل شده است، سازمان های پیمانکاری که وجود آنها با ایجاد یک پروژه تعریف شده و با پایان پروژه هم خود به خود نابود می گردد.

۲- سازمان هایی که مدیریت بر مبنای پروژه ها را پذیرفته اند. این سازمان ها فعالیت های اجرایی خود را بر حسب پروژه های مختلف تعیین کرده و سیستم جبران خدمات و مدیریت خود را بر آن پایه استوار کرده اند. مسائل زیر در این گونه سازمان ها مورد بررسی قرار می گیرد:

۲-۱ فرهنگ سازمان

۲-۲ ساختار سازمانی

۲-۳ پشتیبانی سازمانی

مهارت های مدیریت پروژه از دیدگاه PMBoK:

۱- مهارت های عمومی

۱-۱ برنامه ریزی استراتژیک، تاکتیکی، عملیاتی

۱-۲ ساختارهای سازمانی، رفتار سازمانی، سرپرستی نیروی کار، پاداش، مزایا و ارتقای شغل

۱-۳ مدیریت از طریق انگیزش، واگذاری، نظارت، ایجاد گروههای کاری و مدیریت تعارض

۱-۴ مدیریت فردی از طریق مدیریت زمان و مدیریت بحران

۱-۵ حسابداری، بازاریابی و فروش، تحقیق و توسعه، تولید و توزیع

۲- رهبری (تعیین اهداف سازمان – همسو سازی متولیان و مجریان و ایجاد انگیزش)

۳- ایجاد ارتباطات (شفاهی، مکتوب، داخلی و خارجی، رسمی و غیر رسمی، عمودی و افقی)

۴- مهارت های مذاکره

۵- مهارت های حل مساله

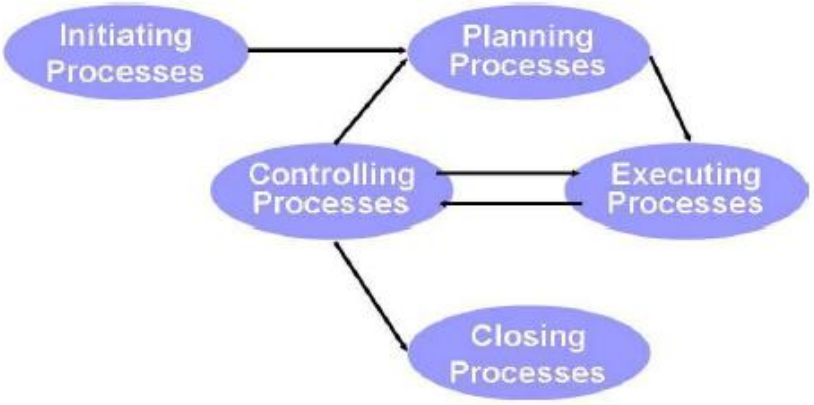
۶- توانایی سازمانی (قابلیت انجام امور شرع و به موقع)

irmgn.ir

گروههای فرآیندی دانش مدیریت پروژه:

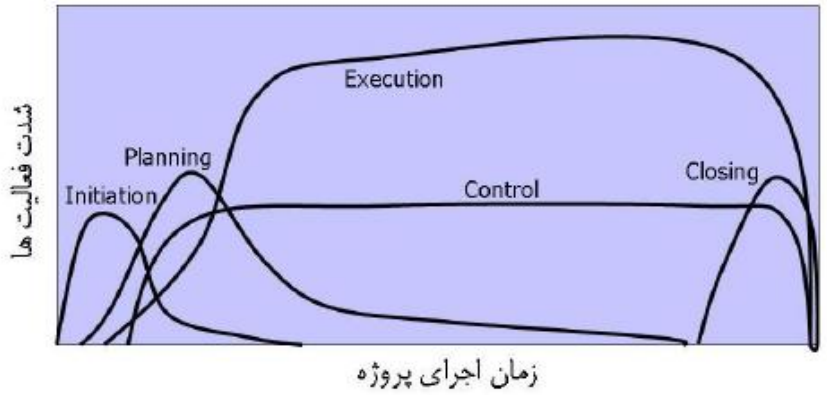
گروه های فرآیندی مختلف در مدیریت پروژه ها شامل گروه های زیر است مه به شکل زیر با هم در ارتباط می باشند. هدف اصلی شکل زیر آن است که نمایش دهد فرآیندهای آغازین و اختتامی در هر پروژه یک بار اتفاق افتاده اما چرخه برنامه ریزی و اجرا و کنترل به طور مداوم تکرار می شوند.

۱- فرآیندهای آغازین
۲- فرآیندهای برنامه ریزی
۳- فرآیندهای اجرایی
۴- فرآیندهای کنترلی
۵- فرآیندهای اختتامی



توالی و چرخه عمر فرآیندهای مدیریت پروژه:

گروه های فرآیندی مختلف مدیریت پروژه که در استاندارد پیکره دانس اشاره شده اند به شکل زیر آغاز و پایان داشته و فعالیت های آنها شدت می گیرند.



irmgn.ir

فرآیندهای استاندارد

فرآیندهای استاندارد همچنین در ۹ محدوده مختلف به شرح شکل زیر نیز تقسیم بندی می گردند. این ۹ حیطه به ترتیب زیر بوده و فرآیندهای زیر مجموعه هرکدام به شرح شکل زیر بیان می گردند..

۱- حیطه مدیریت یکپارچگی پروژه،

۲- مدیریت محدوده پروژه،

۳- مدیریت زمان پروژه،

۴- مدیریت هزینه پروژه،

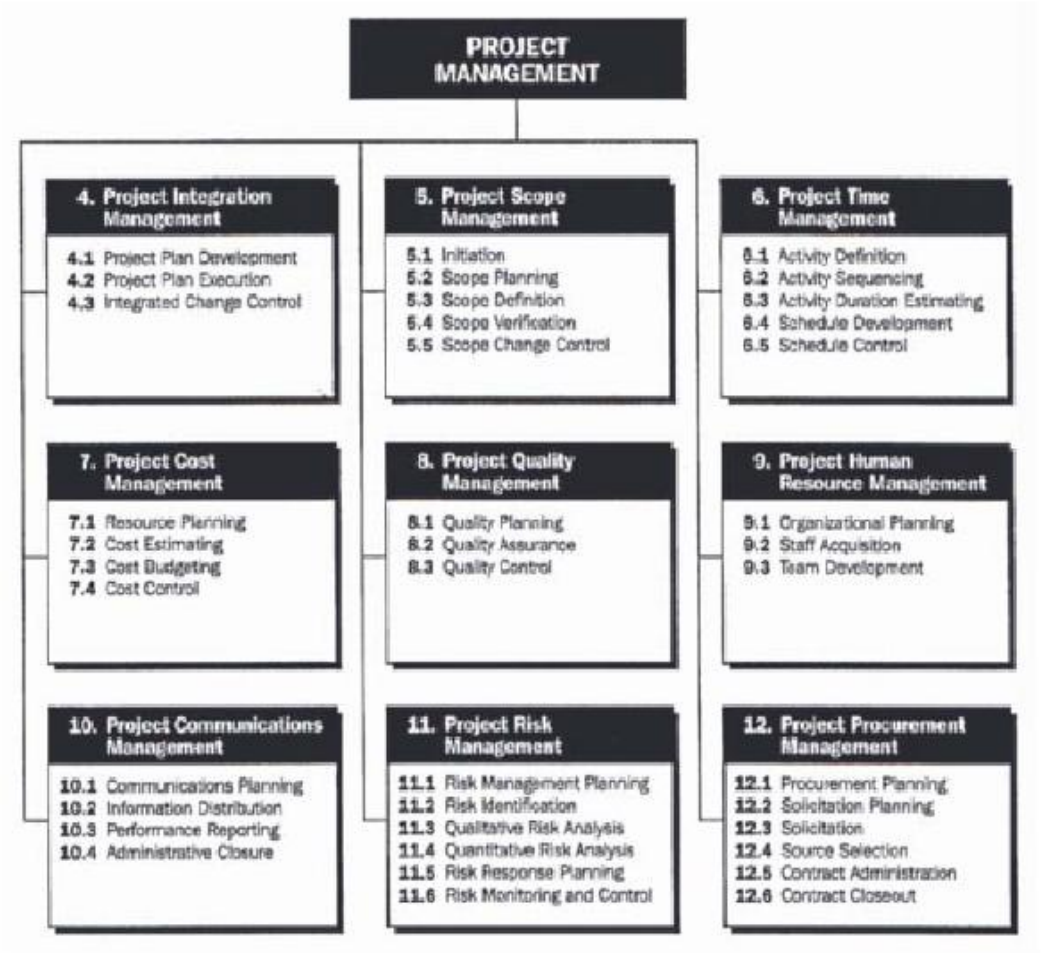
۵- مدیریت کیفیت پروژه،

۶- مدیریت منابع انسانی پروژه،

۷- مدیریت ارتباطات پروژه،

۸- مدیریت ریسک پروژه و نهایتا

۹- مدیریت تدارکات پروژه می باشند.



irmgn.ir

تقسیم بندی فرآیندها در گروه های فرآیندی و محدوده های مختلف

اگر در یک تقسیم بندی، گروه های فرآیندی را از یک طرف و محدوده های مدیریت پروژه را با یکدیگر بررسی کنیم، فرآیندهای مدیریت پروژه را می توان از دو منظر مشاهده کرد، اول از منظر اینکه در کدام گروه فرآیندی قرار دارند و دوم اینکه این فرآیند زیر مجموعه کدام حیطه مدیریت پروژه است. شکل زیر این ارتباط را نشان می دهد.

	Initiating	Planning	Executing	Controlling	Closing
Project Integration Management		4.1 Project Plan Development	4.2 Project Plan Execution	4.3 Integrated Change Control	
Project Scope Management	5.1 Initiation	5.2 Scope Planning 5.3 Scope Definition		5.4 Scope Verification 5.5 Scope Change ctrl	
Project Time Management		6.1 Activity Definition 6.2 Activity Sequencing 6.3 Activity Estimating 6.4 Schedule Development		6.5 Schedule Control	
Project Cost Management		7.1 Resource Planning 7.2 Cost Estimating 7.3 Cost Budgeting		7.4 Cost Control	
Project Quality Mgmt		8.1 Quality Planning	8.2 Quality Assurance	8.3 Quality Control	
Project Human Resources Management		9.1 Organizational Planning 9.2 Staff Acquisition	9.3 Team Development		
Project Communications Management		10.1 Communication Planning	10.2 Information Distribution	10.3 Performance Reporting	10.4 Administrativ Closeout
Project Risk Management		11.1 Risk Mgmt Planning 11.2 Risk Identification 11.3 Qualitative Risk Analysis 11.4 Quantitative Risk Analysis 11.5 Risk Response Planning		11.6 Risk Monitoring and Control	
Project Procurement Management		12.1 Procurement Planning 12.2 Solicitation Planning	12.3 Solicitation 12.4 Source Selection 12.5 Contract Administration		12.6 Contract Closeout

استانداردهای مدیریت پروژه توسط سیستم های فکری و نرم افزارهای رایج پشتیبانی شده اند. طبقه بندی نرم افزارهای مدیریت پروژه به شرح زیر می باشد.

irmgn.ir

نرم افزارهای مدیریت پروژه

نرم افزارهای مرتبط با پروژه به ۲ گروه عمده تقسیم می شوند:

۱- نرم افزارهای برنامه ریزی و کنترل پروژه

۱-۱ نرم افزارهای برنامه ریزی پروژه مثل Scheduler

این نرم افزارها فقط از برنامه ریزی پروژه و ترسیم شبکه فعالیت ها و نمودار پایان نمای گانت حمایت کرده و قادر به محاسبات پایه در برنامه ریزی می باشد. اما فرآیند کنترل پروژه در این نرم افزارها که بیشتر جنبه نمایشی دارد انجام نمی شود. امروزه این نرم افزار کاربرد چندانی ندارد. این نرم افزار استانداردهای مدیریت پروژه را پوشش نمی دهد.

۱-۲ نرم افزارهای برنامه ریزی و کنترل پروژه مثل Microsoft Project

این نرم افزار که از خانواده نرم افزارهای شرکت مایکروسافت بوده و در تطابق کامل با نرم افزارهای مشهور و کاربردی آفیس می باشد. این نرم افزار در کنار برنامه ریزی گرافیکی بی نظیر خود، ابزار کنترل پروژه را نیز ارائه می دهد. هماهنگی این نرم افزار با سایر برنامه های آفیس از بهترین امکانات این نرم افزار و ضعف در مدیریت مالی پروژه از نکات قابل ذکر در مورد این نرم افزار می باشد.

۲- نرم افزارهای مدیریت پروژه

۲-۱ نرم افزارهای مدیریت یک پروژه بزرگ Primavera Project Planner (P3)

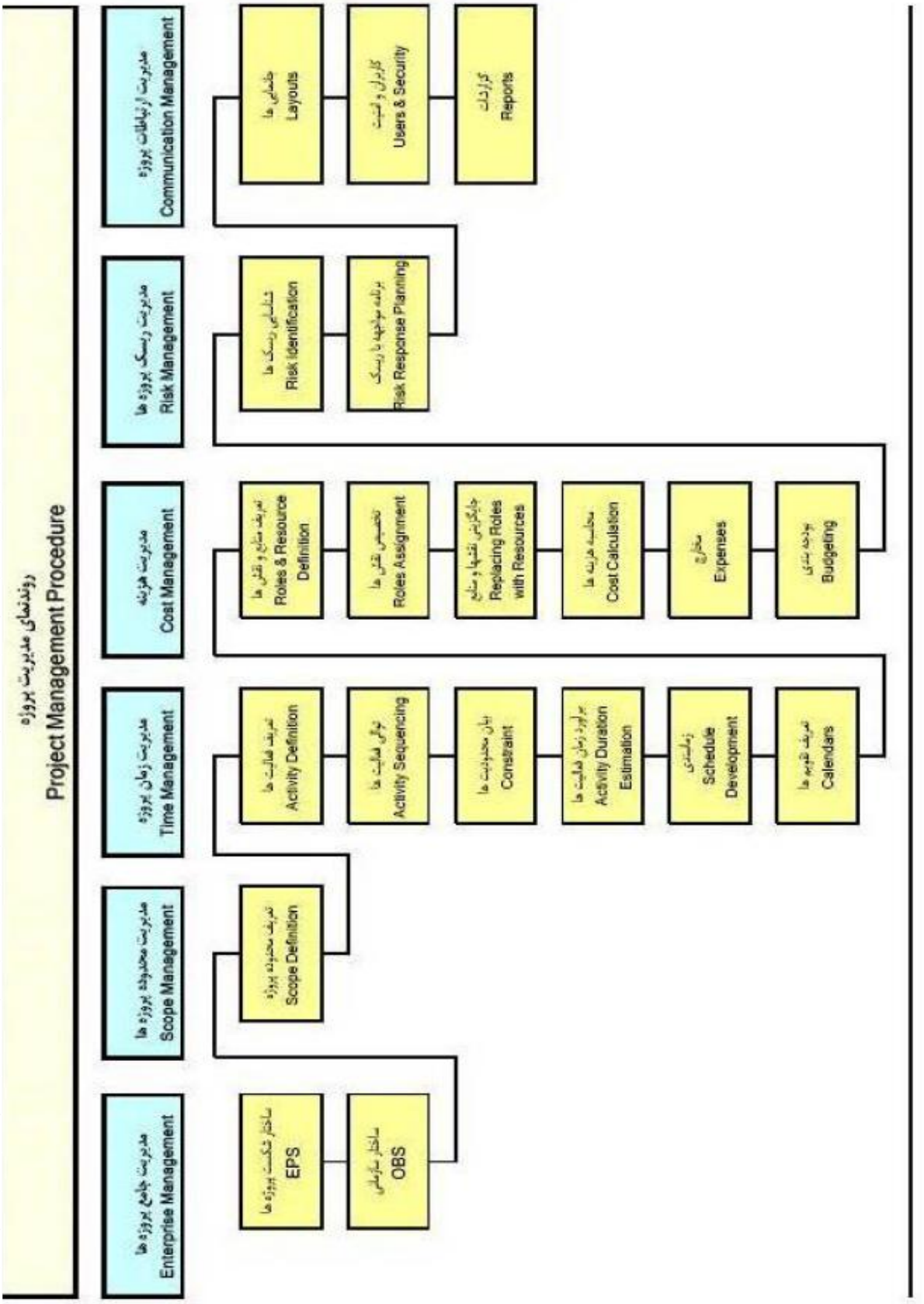
این نرم افزار توسط شرکت معظم پریماورا تهیه شده است و نیرومندترین ابزار مدیریت پروژه می باشد.

۲-۲ نرم افزارهای مدیریت چند پروژه ای و پروژه های درون سازمانی نظیر Primavera Project Planner Enterprise (P3e) و Primavera Expedition

این ابزار، توسط شرکت پریماورا تهیه شده است با این تفاوت که این نرم افزار ابزاری نیرومند برای مدیریت پروژه در شرکت های بر مبنای پروژه می باشد.

irmgn.ir

روند نمای پروژه از منظر شرکت پریماورا



irmgn.ir

برنامه ریزی و کنترل پروژه

برنامه ریزی وکنترل پروژه، پیاده سازی قدم های مشخص و پاسخگویی به سوالات معین در طول اجراء پروژه است. برنامه ریزی و کنترل پروژه در فازهای منطقی تعریف، برنامه ریزی و پیاده سازی پروژه بیان می گردد.

فازهای مختلف پروژه

- Definition Phase

فار تعریف پروژه

- Planning Phase

فاز برنامه ریزی پروژه

- Implementation Phase

فاز پیاده سازی پروژه

'rojects: Definition Phase

در فاز تعریف پروژه، سوالاتی که باید پاسخ داده شوند شامل اینکه اهداف پروژه چیستند؟ اهداف میان مدت پروژه کدامند؟ چه نتایجی باید کسب شود؟ و اینکه چه منابعی مورد نیاز هستند؟

)uestions to be answered:

- What is the purpose of the project?
- What are its objectives?
- What results should be obtained?
- What resources are needed?

همچنین قدم هایی که در فاز تعریف پروژه پاسخ داده شوند شامل: بیان وضعیت پروژه، توسعه اهداف میان مدت، ایجاد ساختار شکست کار و شناسایی نیازمندی های منابع می باشد.

)teps to be taken:

1. State the project
2. Develop objectives
3. Develop Work Breakdown Structure
4. Identify resource requirements

irmgn.ir

Work Breakdown Structure (WBS):

ساختار شکست کار، اقلام قابل تحویل که باید تولید شوند و فعالیت هایی که باید به انجام برسند را شناسایی کرده و نمایش می دهد. اقلام قابل تحویل یک مجصول و یک برونداد هستند.

Identifies and displays the *deliverables* to be provided and the *tasks to be accomplished* for the project.

✓*Deliverable* - a thing produced, an outcome

✓*Accomplishment* - something that has been achieved during the project

WBS *work packages*:

ساختار شکست کار، پایین ترین سطح اقلام قابل تحویل یا پایین ترین سطح مساعی انجام شده می باشد. ساختار شکست کار منابع پروژه را مصرف می کند و جزئیات فعالیت ها را برای برنامه ریزی پروژه فراهم می آورد.

- Lowest level sub-deliverable or sub-accomplishment
- Will consume project resources
- Will provide detailed tasks for project planning

یک مثال از ساختار شکست کار:

WBS Example

Work Breakdown Structure
1. Robot received and unpacked
2. Operator training conducted
3. Robot installed and debugged
3.1 Robot sites visited
3.2 Robot moved and installed
3.3 Robot operation debugged
4. Pilot testing conducted

بسته های کاری یا فعالیت ها تیره رنگ نشان داده می شوند.

Work packages are highlighted

irmgn.ir

Projects: Planning Phase

فاز برنامه ریزی پروژه، پاسخ به این سوالات است که چه کسی مسئول بخش های مختلف نشان داده شده در ساختار شکست کار خواهد بود؟ فعالیت ها چگونه باید سازماندهی شوند که از تحقق تمامی اهداف میان مدت پروژه اطمینان حاصل گردد؟ چگونه می توان تعهد منابع مورد نیاز را کسب کرد؟ و آیا ما می توانیم مسائل پروژه را حل کرده و برنامه ریزی برای پروژه را انجام دهیم؟

Questions to be answered:

- Who will be responsible for the various elements in the WBS?
- How should the tasks be organized to ensure that all objectives are met?
- How can resource commitments by obtained?
- Can we anticipate problems and plan for them?

Steps to be taken:

قدم هایی که در فاز برنامه ریزی پروژه باید طی شوند شامل؛ تخصیص مسئولیت برای فعالیت های ساختار شکست کار، تعیین توالی اقلام قابل تحویل پروژه، زمانبندی اقلام قابل تحویل پروژه، زمانبندی استفاده از منابع و نهایتا تصحیح برنامه.

1. Assign responsibility for WBS tasks
2. Sequence deliverables
3. Schedule deliverables
4. Schedule resources
5. Protect the plan

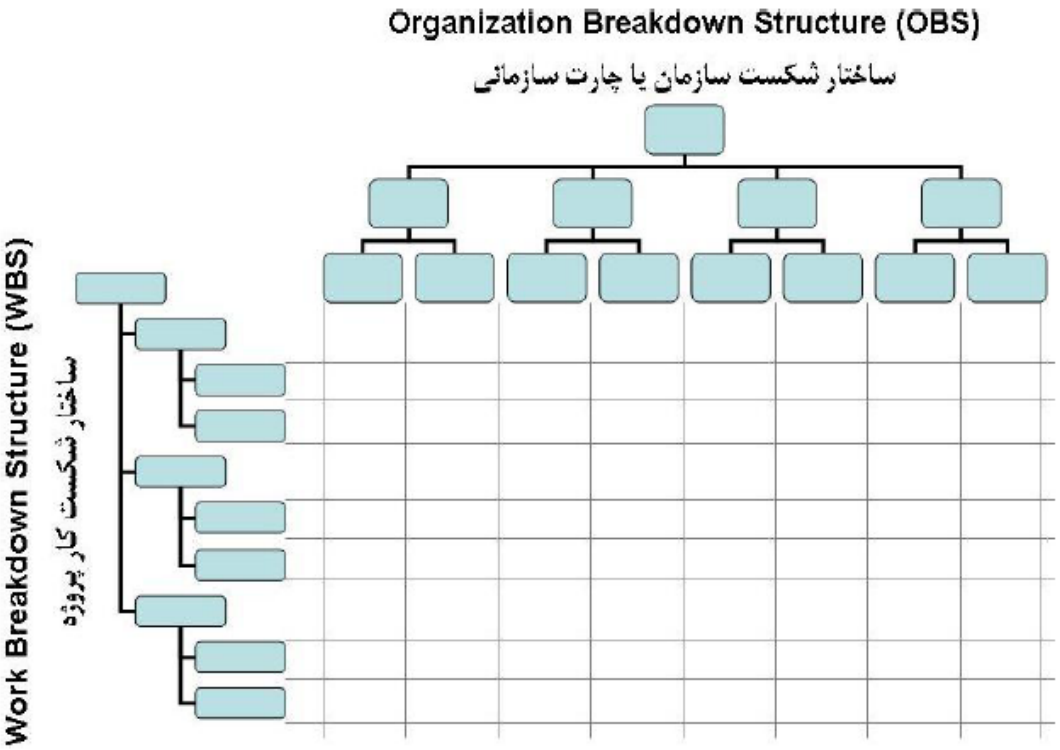
1. Assign Responsibility"

در تخصیص مسئولیت به فعالیت های روی ساختار شکست کار اول باید پاسخ داد که چه کسی منابع لازم و دانش و مهارت و اطلاعات لازم در هر بسته کاری را در اختیار دارد و سپس باید فهرست کسانی را که برای هر فعالیت مسئول هستند تهیه شود. در این مرحله ماتریس تخصیص مسئولیت ها تهیه می شود. در این مرحله مسئول اصلی هر فعالیت، مسئول دوم هر فعالیت نیز تعیین می شود.

- Ask:
  - ☐ Who has resources for this work package?
  - ☐ Who has knowledge, skill, or information?

irmgn.ir

- List who will be responsible for each work package? What will they do?
  - ☐ *Responsibility Assignment Matrix (RAM)*
- Show primary, secondary responsibility for all



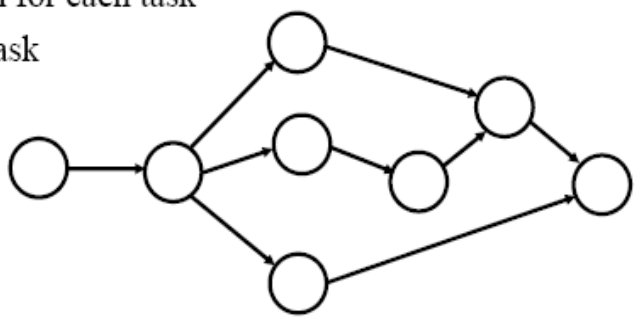
Responsible Assignment Matrix (RAM)

"2. Sequence Deliverables"

تعیین توالی اقلام قابل تحویل، با توجه به بسته های کاری روی ساختار شکست کار و با در نظر گرفتن پیش بینی مدت زمان تقویمی انجام هر فعالیت، سپس تهیه فهرست پیش نیازی برای هر فعالیت و نهایتا ترسیم نمودار شبکه برای کل پروژه صورت می پذیرد.

Consider the WBS work packages

- Estimate calendar duration for each task
- List precedence for each task
- Draw a network diagram



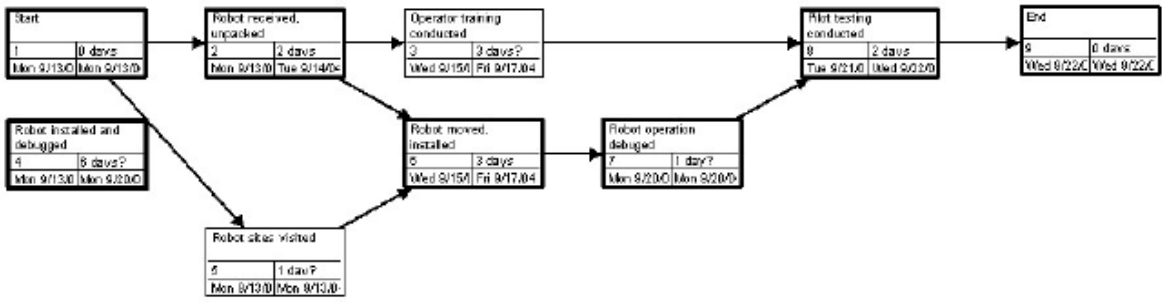
irmgn.ir

انجام تعیین توالی فعالیت های پروژه در مثالی که قبلا در مورد تهیه ساختار شکست کار ارائه شد در جدول زیر ارائه می گردد. فهرست پیش نیازی ها و مدت زمان تقویمی هر فعالیت.

WBS No.	Task Letter/Descrip.	Precedence	Duration
1.0	Start		0 days
2.0	Robot received, unpacked	1	2 days
3.0	Operator training conducted	2	3 days
4	**Robot installed and debugged**		6 days
4.1	Robot sites visited	1	1 day
4.2	Robot moved, installed	2,4.1	3 days
4.3	Robot operation debugged	4.2	1 day
5.0	Pilot testing conducted	3,4.3	2 days
6.0	Finish	5	0 days

Network Diagram:

همچنین شبکه فعالیت ها در مورد مثال فوق نیز به شکل زیر ارائه می شود.



"3. Schedule Deliverables"

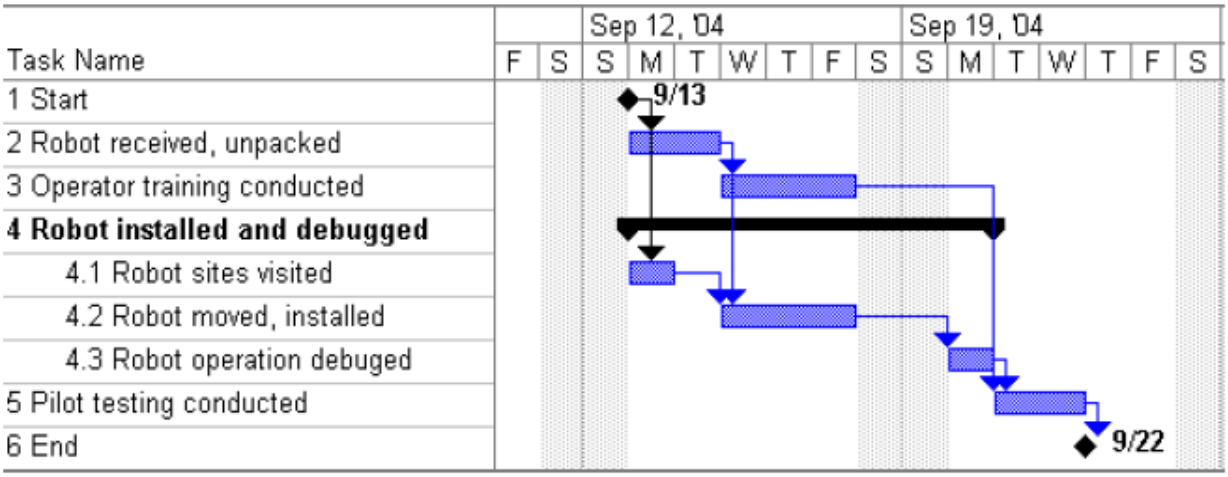
زمانبندی اقلام قابل تحویل، شامل شناسایی روزهای آغاز و پایان برای هر بسته کاری، مرور پیش نیازی های هر بسته کاری برای تضمین اینکه هر عاملی خیلی زود شروع یا پایان پیدا نکرده باشد و فهرست کردن روزهای پایان و شروع برای همه فعالیت های پروژه و نهایتا نمایش گرافیکی آن توسط یک نمودار گانت.

نمودار گانت نموداریست که به صورت میله ای آغاز و پایان یک فعالیت را بر روی تقویم نشان می دهد.

irmgn.ir

- Identify start and finish dates for each work package
- Review precedence to ensure no element starts or finishes too soon
- List start and finish dates for all tasks
- Display graphically with a Gantt chart

Gantt chart:



"4. Schedule Resources"

تهیه تقویم منابع، یا زمانبندی استفاده از منابع شامل مرور تعاریف پروژه، شامل ماتریس تخصیص مسئولیت و تقویم زمانبندی پروژه، و نهایتا مذاکره و تایید کسب تعهد منابع لازم برای هر فعالیت می باشد.

- Review: project definition, RAM, schedule
- Confirm/negotiate commitments for each resource

Implementation Phase

در فاز پیاده سازی، قدم هایی که باید طی شوند شامل آغاز به پیاده سازی، پایش پروژه، اصلاح پروژه و اختتام و پایان پروژه می باشد.

Steps to be taken:

1. Start to implement
2. Monitor the project
3. Modify the project
4. Closeout and evaluate

irmgn.ir

Project summary

چکیده فعالیت های پروژه به طور خلاصه شامل موارد زیر می باشد:

Definition Phase:

1. State the project بیان وضعیت پروژه
2. Develop objectives توسعه اهداف میان مدت
3. Develop work breakdown structure (WBS) توسعه ساختار شکست کار
4. Identify resource requirements شناسایی نیازمندیهای منابع

Planning Phase:

1. Assign responsibility (RAM)تخصیص مسئولیت ها
2. Sequence deliverables (Network diagram) تعیین توالی اقلام قابل تحویل
3. Schedule deliverables (Gantt chart) تهیه تقویم و زمانبندی اقلام قابل تحویل
4. Schedule resources تهیه تقویم و زمانبندی منابع
5. Protect the plan (Identify potential problems /opportunities) اصلاح برنامه از طریق شناسایی مشکلات بالقوه و فرصت ها

Implementation Phase:

1. Start to implement آغاز به اجرا
2. Monitor the project پایش پروژه
3. Modify the project اصلاح پروژه
4. Closeout and evaluate اختتام و ارزیابی

irmgn.ir

۱- پایان نمای گانت[2]

از نظر سابقه تاریخی، اعمال کنترل بوسیله زمان، دارای سابقه طولانی تری نسبت به سی پی ام و پرت است. مهمترین این روشها نمودار گانت است که که ابداع کننده آن هنری گانت از دانشمندان معاصر فردریک تیلور می باشد و عموما با نهضت مدیریت علمی شناخته می شود. نمودار گانت مشخص می کند که چه مقدار از کار انجام شده و چه مقدار دیگر باقی مانده است. همچنین میزان پیشرفت و میزان باقی مانده از کار را نیز نشان می دهد.

۲- تکنیک ارزشیابی و بازنگری برنامه PERT[3]

مدلی است برای کمینه کردن تاخیر و وقفه و تضاد در پیشرفت و همچنین هماهنگ و همزمان نمودن قسمتهای مختلف یک پروژه و تسریع در تکمیل زیر پروژه ها. مضافاً وسیله ایست که مدیریت می تواند از آن برای اطلاع از پیشرفت جریان کار و اقدام لازم در مورد اصلاح مسیرهای کار استفاده نماید.

۳- روش مسیر بحرانی CPM[4]

درست هنگامی که نیروی دریایی آمریکا با همکاری شرکت بوز، آلن و هامیلتون مشغول تهیه روش پرت بودند، شرکت دوپونت نیز در زمینه زمان و هزینه لازم برای تولید آزمایشی محصولات جدید مشغول پژوهش بود و مستقلا روش مشابهی ایجاد کرد که به روش مسیر بحرانی موسوم است. مسر بحرانی طولانی ترین مسیر پروژه و مسیریست که تاخیر در آن به تاخیر در کل پروژه منجر می گردد.

۴- شبکه های پیش نیازی

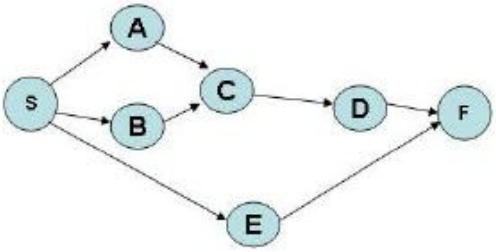
شبکه های پیش نیازی شالوده اصلی روش های سی پی ام و پرت است، این تکنیک به این دلیل که توسط سی پی ام و پرت تکمیل شده اند مدتهاست که در کتابهای برنامه ریزی و کنترل پروژه ذکر نمی شوند و در کلاسها تدریس نمی شوند. بررسی این تکنیک زمانی ارزشمند است که بخواهیم درک بهتری از سی پی ام .

---

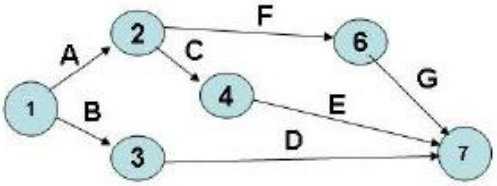
[2] Gantt Chart
[3] Program Evaluation & Review Technique (PERT)
[4] Critical Path Method (CPM)

irmgn.ir

پرت ایجاد نماییم. شبکه های پیش نیازی شامل دو نوع اصلی "فعالیت روی گره[5]" و "فعالیت روی پیکان[6]" می باشند. چهار نوع ارتباط بین فعالیت ها در شبکه های پیش نیازی پیش بینی شده است.

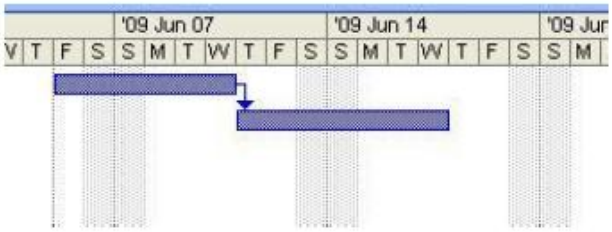


شبکه فعالیت ها بر روی گره (AON)

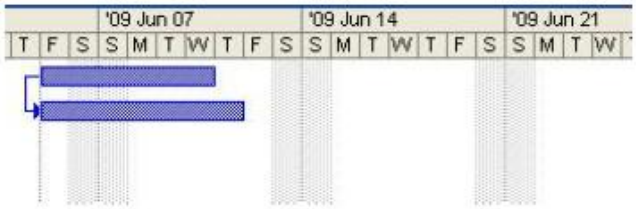


شبکه فعالیت ها بر روی پیکان (AOA)

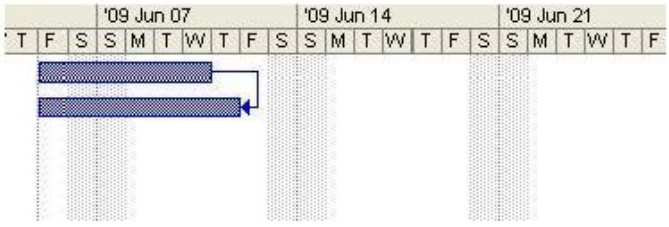
۴-۱ پایان یک فعالیت به آغاز فعالیت دیگر FS



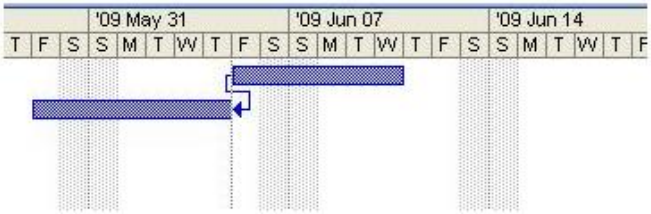
۴-۲ آغاز یک فعالیت به آغاز فعالیت دیگر SS



۴-۳ پایان یک فعالیت به پایان فعالیت دیگر FF



۴-۴ آغاز یک فعالیت به پایان فعالیت دیگر SF



[5] Activity On Node (AON)
[6] Activity On Arrow (AOA)

irmgn.ir

۵- تکنیک پرت / هزینه

تکنیک های پرت و سی پی ام، که به خوبی توسعه پیدا کرده بودند اما قابلیت کافی را برای کنترل هزینه پروژه نداشتند به همین منظور تکنیک پرت / هزینه ایجاد که همان پرت است و فقط قابلیت کنترل هزینه نیز به آن افزوده شده است.

۶- تکنیک گرت GERT[7]

تکنیک گرت دقیقا همان پرت است و تنها تفاوت آن اینست که فقط محاسبات زمانی نه با زمان های قطعی که با زمان ها و مقادیر احتمالی محاسبه می شود.

۷- تکنیک تنظیم برنامه شبکه با منابع محدود

این تکنیک وسیله برای نشان دادن هیستوگرام منابع و نمایش منابع تخصیص داده شده به یک پروژه می باشد. از این تکنیک بیشتر به صورت مکمل سایر تکنیک های برنامه ریزی و کنترل پروژه استفاده می شود.

نکاتی چند در ترسیم شبکه ها

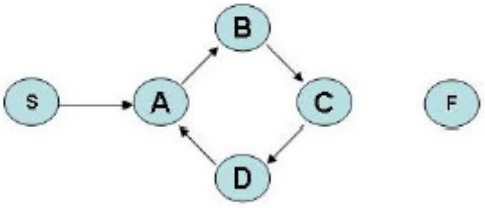
۱- هر شبکه باید یک رویداد آغازین و یک رویداد نهایی داشته باشد

۲- عناوین فعالیت ها باید متفاوت باشد

۳- تقدم و تاخر فعالیت ها (وابستگی ها) باید دقیقا رعایت شود

۴- واحد زمان در شبکه باید همواره ثابت باشد

۵- تشکیل حلقه ای از رویدادها به هیچ وجه مجاز نیست



حلقه در شبکه فعالیت ها

[7] Graphical Evaluation & Review Technique (GERT)

irmgn.ir

برنامه ریزی و کنترل از طریق پرت

پرت از چند ویژگی به شرح زیر برخوردار است:

۱- برای تمامی برنامه ها و پیش بینی ها منابعی فراهم می اورد و توانایی برنامه ریزی را برای حداکثر استفاده از منابع در حصول به هدف در قالب و محدودیتهای زمان و هزینه تامین می کند.

۲- برای برنامه های یکباره در مقایسه با فعالیت های تکراری حیطه دید و کنترل فراهم می کند

۳- به مدیریت کمک میک ند تا موارد عدم اطمینان برنامه را از طریق پرسشهایی مشخص کند

۴- برای گردآوری حقایق لازم در تصمیم گیری مبنایی فراهم می نماید

۵- از تجزیه و تحلیل شبکه زمانی بهره می برد تا برای برآورد نیروی انسانی، مواد اولیه، نیازهای سرمایه ای مبنایی ایجاد شود.

در صورتیکه از پرت به طور مناسبی بهره برداری گردد نتایج زیر حاصل می شود:

۱- تقلیل هزینه های پروژه در مقیاس زمان

۲- هماهنگی و تسریع پروژه

۳- تامین جداول زمانی بهتر و کنترل موثرتر بر فعالیت های پیمانکاران

۴- تهیه رویه های بهتر برای حل مشکلات

۵- تقلیل زمان تصمیم گیری

محاسبات رفت و برگشتی روی شبکه پرت

محاسبات رفت و برگشتی در یک شبکه پرت، در واقع محاسبه زودترین زمان شروع[۸]، زودترین زمان پایان[۹]، دیرترین زمان شروع[۱۰] و دیرترین زمان پایان[۱۱] هر فعالیت در پروژه و همچنین شناسایی مسیر بحرانی و محاسبه شناوری[۱۲] فعالیت های پروژه می باشد.

در محاسبات رفت و برگشتی شبکه پرت همانطوری که در مثال زیر آورده می شود، از ابتدای پروژه زمان های زودترین آغاز و زودترین پایان را برای هرفعالیت محاسبه کرده و زودترین پایان پروژه را محاسبه می

---

[8] Earliest Start (ES)
[9] Earliest Finish (EF)
[10] Latest Start (LS)
[11] Latest Finish (LF)
[12] Slackness or Floating

irmgn.ir

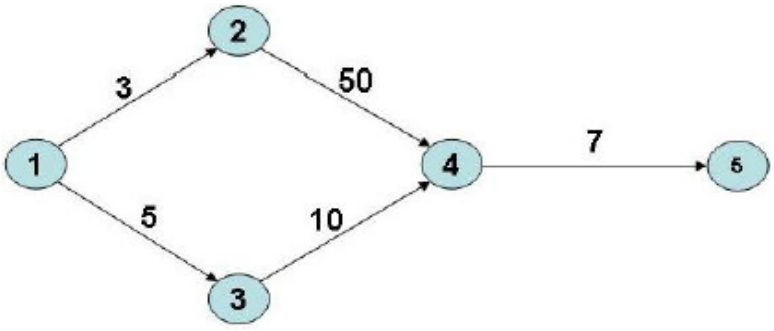
کنیم. سپس با توجه به زودترین زمان پایان، به طور برگشتی دیر ترین زمان پایان و آغاز یک پروژه را نیز محاسبه می نماییم.

مثال: اطلاعات یک پروژه به شرح جدول زیر است، لطفا ضمن ترسیم شبکه فعالیت ها، محاسبات رفت و برگشت را برای آن انجام داده و شناوری وهریک از فعالیت ها و همچنین مسیر بحرانی را روی ان نشان دهید؟

شماره	نام فعالیت	مدت زمان	پیش نیازی
۱-۲	خرید زمین	۳ روز	
۱-۳	خرید ماشین آلات	۵ روز	
۲-۴	ساخت ساختمان صنعتی	۵۰ روز	۱-۲
۳-۴	انتقال ماشین آلات به کارخانه	۱۰ روز	۱-۳
۴-۵	نصب ماشین آلات در کارخانه	۷ روز	۲-۴ و ۳-۴

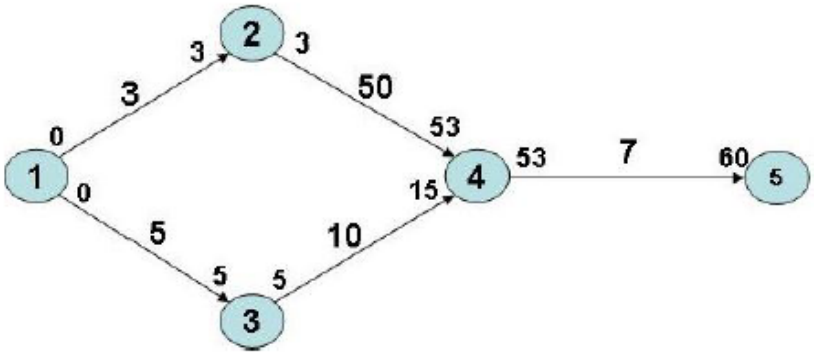
پاسخ:

شبکه فعالیت ها به شکل زیر ترسیم می شود:



همانگونه که در شکل فوق نشان داده شده است، مدت زمان فعالیت ها برروی نمودارها نشان داده شده است و ما می توانیم حرکت رفت با این فرض که پروژه در روز صفر آغاز می شود، را محاسبه کرده و در گوشه بالای سمت چپ فعالیت ها وارد نماییم و همچنین این عدد را با مدت زمان فعالیت جمع زده و به عنوان زودترین زمان پایان فعالیت در گوشه بالای سمت راست هر فعالیت وارد نماییم:

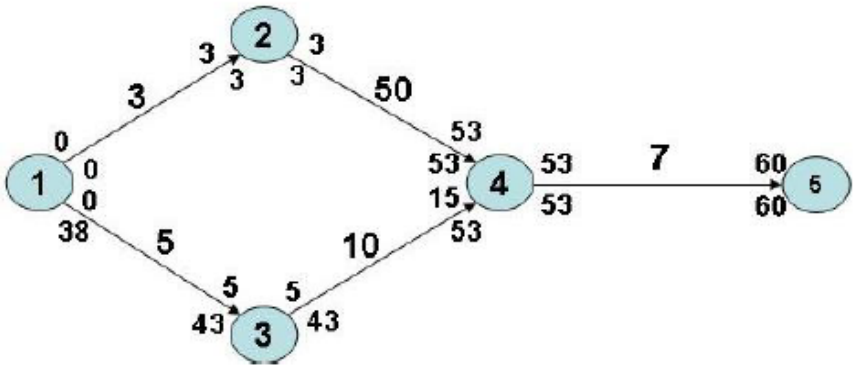
irmgn.ir



همانطوری که در شکل فوق مشاهده می شود، در گره ۴، که دو فعالیت ۴-۲ و ۴-۳ به این گره ختم شده اند، به این دلیل که فعالیت ۵-۴ نمی تواند آغاز شود مگر اینکه دو فعالیت ۴-۲ و ۴-۳ به انتها رسیده باشند، پس زودترین زمان شروع آن باید بیشینه مقادیر ختم شده به گره باشد.

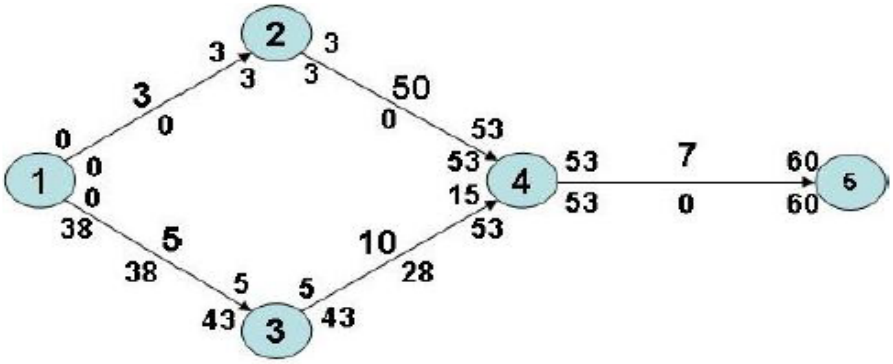
طبق شکل فوق، زودترین زمان پایان پروژه ۶۰ روز است و همین مقدار به عنوان دیر ترین زمان پایان نیز در نظر گرفته می شود و حرکت برگشت به همین روال محاسبه می گردد.

برای محاسبه مسیر برگشت، دیرترین زمان پایان هر فعالیت را در پایین سمت راست هر فعالیت نوشته و پس از کسر مدت زمان فعالیت از آن، دیرترین زمان پایان هر فعالیت را در گوشه پایین سمت چپ هر فعالیت وارد می نماییم. مثل شکل زیر:



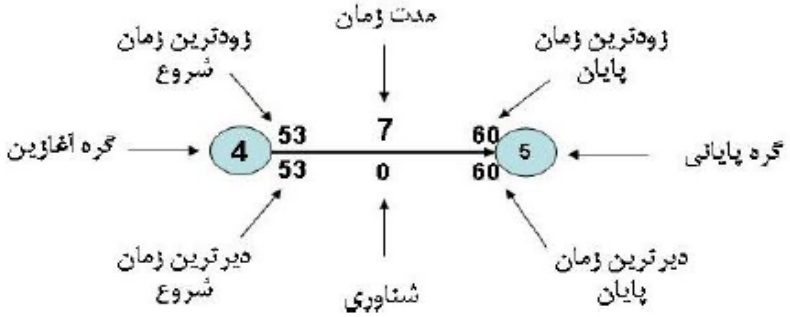
هم اکنون برای محاسبه میزان شناوری مجاز هر فعالیت، فقط کافیست که دو مقدار دیرترین زمان شروع و زودترین زمان شروع را از هم کم کنیم، همینطور می توان دیرترین زمان پایان و زودترین زمان پایان را نیز از هم کم کرد. عدد بدست آمده شناوری آن فعالیت است که در پایین قسمت وسط هر فعالیت آن را وارد می کنیم.

irmgn.ir



همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود، بعضی فعالیت ها دارای شناوری صفر و بعضی از آنها دارای شناوری غیر صفر می باشند. مسیری در پروژه که دارای شناوری صفر می باشد مسیر بحرانی نامیده می شود. مسیر بحرانی در پروژه فوق ۵-٤-۲-۱ می باشد. زیرا در این مسیر شناوری صفر است و طول این مسیر برابر مدت زمان کل پروژه یعنی ۶۰ روز می باشد.

به طور خلاصه نماد گذاری فعالیت ها به شکل زیر می باشد:



موازنه زمان و هزینه

فشرده کردن زمان پروژه معمولا مستلزم افزایش هزینه بیشتر است، زیرا در این حالت، هزینه نیروی انسانی ماهر، ماشین آلات و تجهیزات گرانبهاتر و مواد و مصالح بهتر به علت کار درشرایط فشرده بیشتر می شود.

برای انجام مبادله هزینه و زمان قدم های زیر باید به ترتیب طی شوند:

۱- محاسبه ضریب زاویه یا شیب هزینه هر فعالیت که به اصطلاح هزینه تسریع نامیده می شود.

۲- انتخاب کم هزینه ترین فعالیت برای فشرده شدن

۳- انجام مبادله و انجام محاسبات مجدد برای زمان پروژه

۴- کنترل اینکه آیا زمان پروژه از مبادله قبلی کمتر شده است یا نه، اگر کمتر شده است بازگشت به قدم ۲ و اگر نه رفتن به قدم ۵

۵- توقف مبادله هزینه و زمان

irmgn.ir

برای محاسبه هزینه تسریع از فرمول زیر استفاده می کنیم:

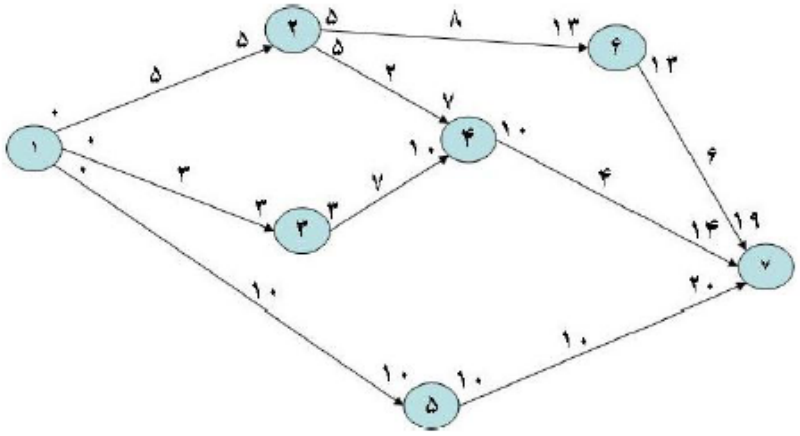
$$\text{هزینه تسریع (ضریب زاویه هزینه)} = \frac{\text{هزینه طبیعی} - \text{هزینه فشرده}}{\text{زمان فشرده} - \text{زمان طبیعی}}$$

مثال: لطفا مبادله هزینه و زمان را برای پروژه ای به شرح جدول زیر انجام دهید:

فعالیت	پیشنیاز	زمان (روز)		هزینه	
		نرمال	فشرده	نرمال	فشرده
۱-۲		۵	۳	۱۰۰	۱۲۰
۱-۳		۳	۲	۲۰۰	۲۴۰
۱-۵		۱۰	۵	۱۵۰	۱۸۰
۲-۴	۱-۲	۲	۱	۳۰۰	۳۱۰
۳-۴	۱-۳	۷	۵	۱۰۰	۱۵۰
۲-۶	۱-۲	۸	۵	۲۰۰	۳۰۰
۶-۷	۲-۶	۶	۵	۱۵۰	۱۸۰
۴-۷	۳-۴و ۲-۴	۴	۳	۲۰۰	۲۲۰
۵-۷	۱-۵	۱۰	۸	۳۰۰	۴۰۰

پاسخ: برای حل این مساله ابتدا برای فهم بهتر، شبکه فعالیت ها را ترسیم کرده و سپس هزینه تسریع را برای کل فعالیت ها حساب می کنیم. مطابق شبکه فعالیت ها، زود ترین زمان پایان این پروژه نمی تواند زودتر از ۲۰ روز اتفاق بیفتد و هزینه انجام این پروژه نیز در حالت نرمال برابر ۱۷۰۰ واحد پولی می باشد.

هزینه پایان پروژه	زمان پایان پروژه	تعداد مبادله هزینه و زمان
۱۷۰۰	۲۰	۰

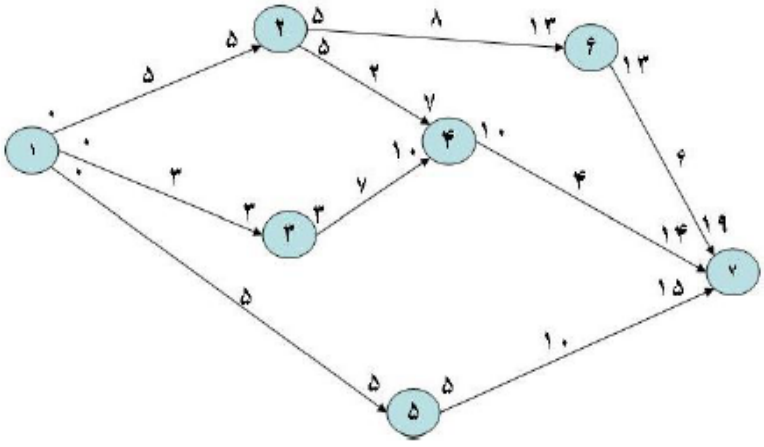


irmgn.ir

حال پس از محاسبه هزینه تسریع طبق فرمول ارائه شده، در جدول زیر اعداد لازم را وارد می نماییم:

هزینه تسریع	افزایش هزینه	مدت تقلیل	هزینه		زمان (روز)		پیشنیاز	فعالیت
			فشرده	نرمال	فشرده	نرمال		
۱۰	۲۰	۲	۱۲۰	۱۰۰	۳	۵		۱-۲
۴۰	۴۰	۱	۲۴۰	۲۰۰	۲	۳		۱-۳
۶	۳۰	۵	۱۸۰	۱۵۰	۵	۱۰		۱-۵
۱۰	۱۰	۱	۳۱۰	۳۰۰	۱	۲	۱-۲	۲-۴
۲۵	۵۰	۲	۱۵۰	۱۰۰	۵	۷	۱-۳	۳-۴
۵۰	۱۰۰	۲	۳۰۰	۲۰۰	۶	۸	۱-۲	۲-۶
۳۰	۳۰	۱	۱۸۰	۱۵۰	۵	۶	۲-۶	۶-۷
۲۰	۲۰	۱	۲۲۰	۲۰۰	۳	۴	۲-۴ و ۳-۴	۴-۷
۵۰	۱۰۰	۲	۴۰۰	۳۰۰	۸	۱۰	۱-۵	۵-۷

پس از محاسبه هزینه تسریع؛ مطابق الگوریتم مبادله هزینه و زمان، کوچکترین هزینه تسریع یا به عبارتی ارزان ترین مبادله را انتخاب می کنیم و مبادله را انجام می دهیم. ارزان ترین مبادله برای فعالیت ۵-۱ است که هزینه تسریع آن از همه کمتر است. مطابق نمودار شبکه زیر محاسبات نمودار پس ز مبادله به شکل زیر تغییر می یابد.

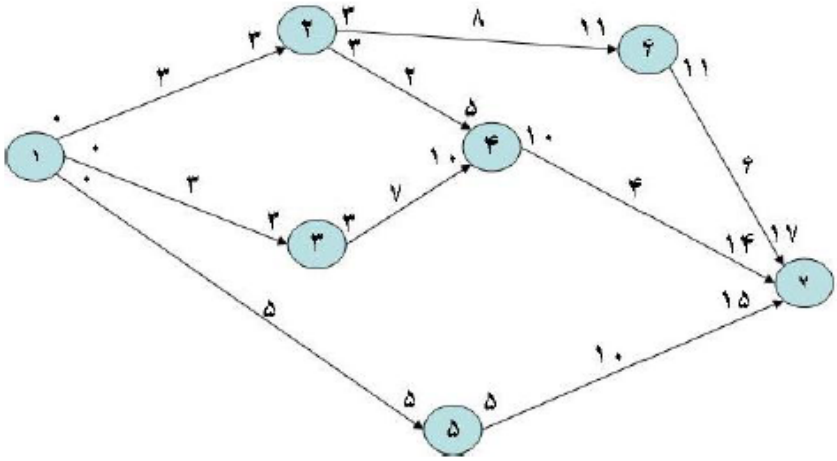


همانطوری که مشاهده می گردد، با انجام این مبادله زودترین زمان اجرای پروژه به ۱۹ روز کاهش یافت و هزینه پروژه هم بابت مبادله انجام شده ۳۰ واحد پولی افزایش پیدا کرد. این بدان معناست که ما ۳۰ واحد پولی خرج کردیم تا پروژه ۱ روز جلو بیفتد.

irmgn.ir

هزینه پایان پروژه	زمان پایان پروژه	تعداد مبادله هزینه و زمان
۱۷۰۰	۲۰	۰
۱۷۳۰	۱۹	۱

حال نوبت به انتخاب هزینه تسریع دوم است، در این جا پس از عدد ۶ کمترین هزینه تسریع مربوط به دو فعالیت می باشد، فعالیت ۲-۱ و ۴-۲ که هر دو عدد برابر ۱۰ است. به منظور انتخاب بین دو فعالیت که هزینه تسریع برابر دارند، اولویت با فعالیتی است که روی مسیر بحرانی قرار دارد. در این مثال فعالیت ۲-۱ روی مسیر بحرانی قرار داشته و ابتدا این فعالیت را انتخاب می کنیم. پس از مبادله دور روز از مدت فعالیت ۲-۱ با ۲۰ واحد پولی نمودار فعالیت ها به صورت زیر درمی آید.



همانطور که مشاهده می گردد، مدت پروژه از ۱۹ روز به ۱۷ روز کاهش یافته و این دو روز در مقابل ۲۰ واحد پولی هزینه به دست آمده است.

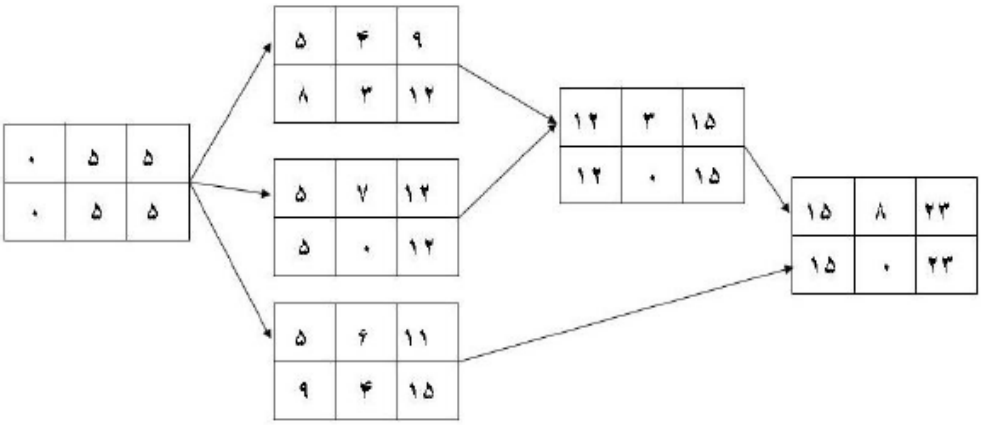
هزینه پایان پروژه	زمان پایان پروژه	تعداد مبادله هزینه و زمان
۱۷۰۰	۲۰	۰
۱۷۳۰	۱۹	۱
۱۷۵۰	۱۷	۲

این مساله را همینطور با انتخاب ضریب زاویه های بعدی شیب هزینه می توان ادامه داد و به میزان روز کمینه و مبلغ بیشینه رساند. اما باید توجه داشت که گاهی اوقات، پس از فشرده سازی دیگر زمان بهبود نخواهد یافت و فقط هزینه به پروژه اضافه می گردد. معنی چنین شرایطی آنست که فعالیت های روی مسیر بحرانی در حالت فشرده شده قرار داشته و پروژه دیگر از این فشرده تر نمی شود و همچنین اگر برای فعالیت های خارج از مسیر بحرانی بخواهیم هزینه کنیم، این هزینه کمکی به پایان سریعتر پروژه نمی کند.

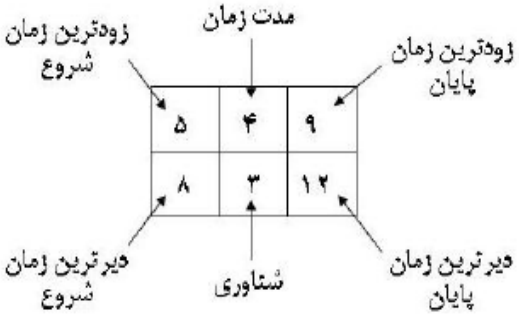
irmgn.ir

تکنیک شبکه های پیش نیازی

این تکنیک، همانطوری که قبلا اشاره شد به دلیل کاربرد گسترده پرت و سی پی ام، امروزه کاربرد چندانی ندارد اما به دلیل شکل گرافیکی جالب آن، اشاره به این شبکه را خالی از لطف نمی بینم. این شبکه پیش نیازی از نوع فعالیت بر روی گره است و فضای کافی برای محاسبات رفت و برگشت را نیز در درون ساختار شکلی خود پیش بینی کرده است. به یک مثال در این زمینه توجه نمایید:



در این نوع تکنیک فعالیتها به صورت زیر شناسایی می شوند:



تخصیص و تسطیح منابع

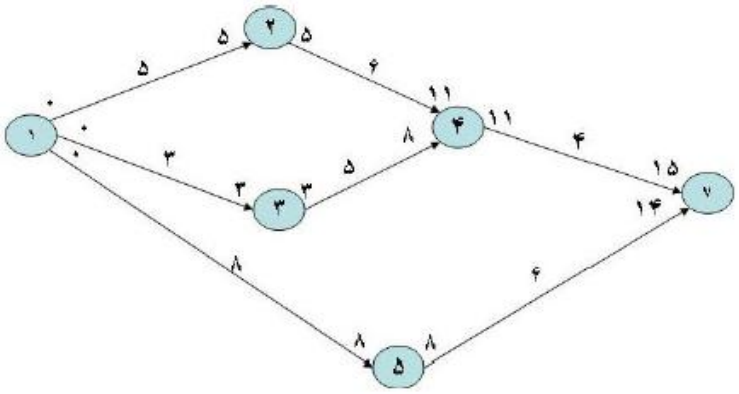
برای اجرای پروژه ها، منابع متعددی مورد نیاز هستند، نظیر منابع انسانی، ماشین آلات، تجهیزات، مواد اولیه و منابع مالی و سرمایه ای. این منابع در طول زمان پروژه به فعالیت های مختلف پروژه تخصیص داده می شوند. اما با توجه به این که این منابع ممکن است منابع محدودی باشند و یا اینکه بیشتر متمایل باشیم تا تعداد مشخصی از منابع را در اختیار پروژه قرار دهیم، لازم است تا تکنیک تخصیص و تسطیح منابع را نیز

irmgn.ir

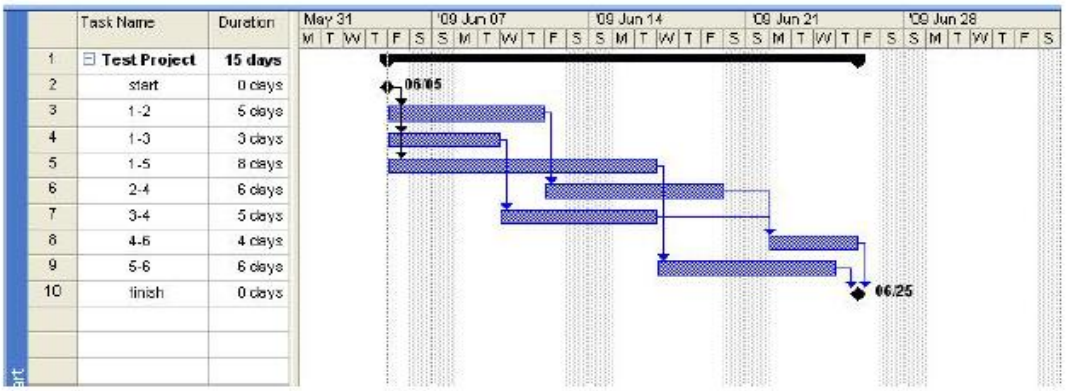
بیاموزیم. برای روشن تر شدن این سرفصل از یک مثال استفاده می کنیم. به طور مثال پروژه ای با اطلاعات زیر برنامه ریزی می شود:

شماره فعالیت	مدت زمان (روز)	پیش نیازی	تعداد نفرات	نیروی انسانی (نفر/ روز)	هزینه (واحد پولی)
۱-۲	۵		۳	۱۵	۱۵۰۰۰
۱-۳	۳		۴	۱۲	۱۲۰۰۰
۱-۵	۸		۲	۱۶	۱۶۰۰۰
۲-۴	۶	۱-۲	۵	۳۰	۳۰۰۰۰
۳-۴	۵	۱-۳	۲	۱۰	۱۰۰۰۰
۴-۶	۴	۲-۴و ۳-۴	۴	۱۶	۱۲۰۰۰
۵-۶	۶	۱-۵	۱	۶	۶۰۰۰

شبکه فعالیت ها برای این پروژه به شرح زیر است:



این پروژه در ۱۵ روز به پایان رسیده و و نمودار گانت آن هم به شرح زیر می باشد:

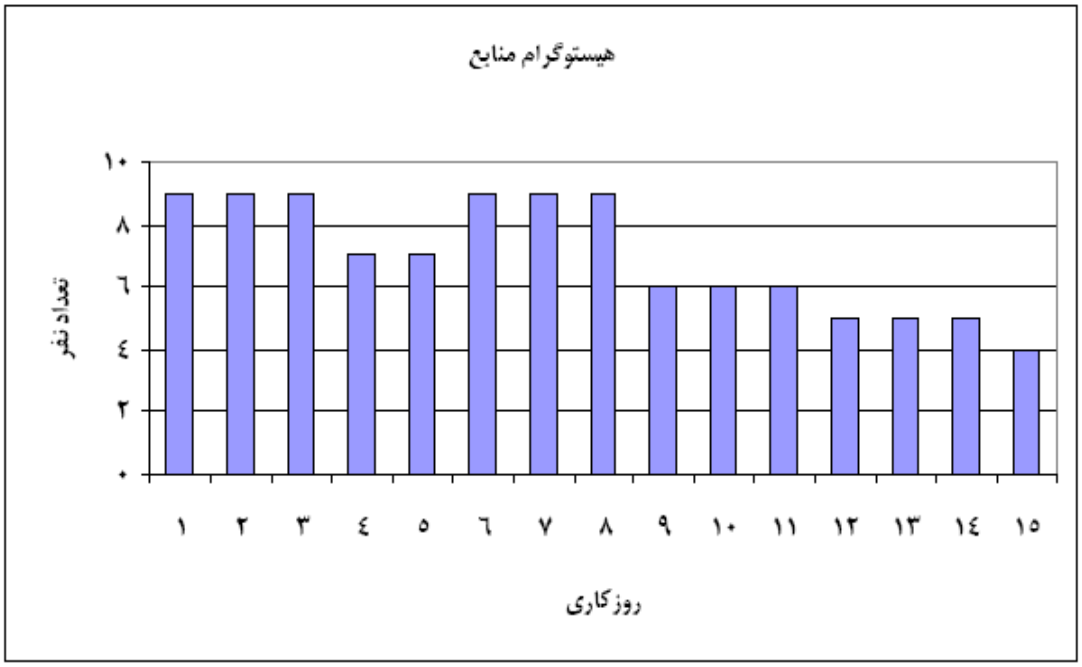


irmgn.ir

باید توجه داشت وقتی برای فعالیت ۲-۱ مثلا می گوییم ۱۵ نفر روز در مدت ۵ روز به مصرف رسیده یعنی روزی ۳ نفر در این فعالیت همکاری کرده اند، و برای بقیه فعالیت ها نیز به همین شکل و می توان با توجه به اطلاعات مثال جدول هیستوگرام منابع را بر مبنای جدول زیر، برای پروژه این گونه ترسیم کرد، این جدول نشانگر انست که مثلا برای فعالیت ۲-۱ به مدت ۵ روز و هر روز ۳ نفر فعالیت کرده اند. این اطلاعات از داده های مساله استخراج می شود.

شماره فعالیت	روزهای کاری														
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱-۲	۳	۳	۳	۳	۳										
۱-۳	۴	۴	۴												
۱-۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲							
۲-۴						۵	۵	۵	۵	۵	۵				
۳-۴				۲	۲	۲	۲	۲							
۴-۶												۴	۴	۴	۴
۵-۶									۱	۱	۱	۱	۱	۱	
جمع نفردر هر روز	۹	۹	۹	۷	۷	۹	۹	۹	۶	۶	۶	۵	۵	۵	۴

هسیتوگرام منابع، میزان استفاده از منابع انسانی پروژه مثال را در روزهای مختلف نشان می دهد.



irmgn.ir

همانطوریکه در هیستوگرام نشان داده می شود، در روزهای مختلف پروژه، نیاز ما به تعداد افراد مورد نیاز، متفاوت است. این بدان معناست که ما باید نیروی انسانی مختلفی را در روزهای مختلف استخدام کنیم که البته این موضوع از لحاظ کاری مشکلاتی را برای ما بوجود می آورد. بهترین وضعیت برای پروژه آنست که تعداد افراد مساوی در همه روزهای روزهای پروژه، در پروژه فعال گردند.

اگر ما با جابجا کردن فعالیت هاو همچنین افزایش یا کاهش مدت پروژه کاری کنیم که تعداد افراد مورد نیاز در طول پروژه ثابت باقی بمانند، به این کار تسطیح منابع گفته می شود.

برای این مثال جمع نفراتی که در روزهای مختلف با ما کار می کنند ۱۰۵ نفر می باشد، تعداد روزهای پروژه هم ۱۵ روز است. این بدان معناست که اگر ما بطور متوسط ۷ نفر در روز کار کنیم، می تونیم همه کارهای پروژه را به موقع و یا کمی پس از پایان پروژه به پایان برسانیم. اولین اقدام تسطیح منابع، استفاده از شناوری فعالیت ها به منظور جابجا کردن آنها و رسیدن به متوسط ۷ نفر در روز است. در مثال فوق با جابجا کردن چند فعالیت و قطع یک فعالیت و به دو نیم کردن آن؛ و تغییر نیروی انسانی هر فعالیت بطوریکه جمع استفاده از منابع انسانی تغییر نکند، متوسط ۷ نفر در روز را بدست آورده و حال می توانیم با استخدام ۷ نفر به مدت ۱۵ روز کل پروژه را به انجام برسانیم.

شماره فعالیت	روزهای کاری														
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱-۲	۳	۳	۳	۳	۳										
۱-۳	۴	۴	۴												
۱-۵				۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲				
۲-۴						۵	۵	۵	۵	۵	۵				
۳-۴				۲	۲							۳	۳		
۴-۶													۲	۷	۷
۵-۶												۴	۲		
جمع نفردر هر روز	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷

irmgn.ir

فصل سیزدهم

کنترل کیفیت