



مدرسان شریف

فصل اول

«مبانی مدیریت تولید»

درسنامه (1): سیر تحول سیستم‌های تولیدی



صنعت تولید همواره در شرف تغییر بوده است. این تغییر از تولید دستی به تولید انبوه و سپس به تولید بهنگام و ناب حرکت کرده است. از سال ۱۹۸۰ به بعد با گسترش عصر اطلاعات، بحث تولید به کمک کامپیوتر به میان آمده و در عصر حاضر نیز، سیستم تولید چابک مطرح شده است.

تولید دستی

در سیستم تولید دستی، محصولات در کارگاه‌های مستقل و توسط کارگران ماهر و با ابزار و وسایل نسبتاً ساده تولید می‌شدند. در این سیستم تولیدی، استاندارد خاصی وجود نداشت و هر کارگاه محصولی منحصر به فرد تولید می‌کرد و حتی دو محصول مشابه نیز دقیقاً یکسان نبودند. از آنجا که تمام فعالیت‌های تولیدی از جمله طراحی، ماشین‌کاری و اندازه‌گیری قطعات، توسط نیروی انسانی انجام می‌گرفت، لذا تولید هر محصول زمان زیادی را در برمی‌گرفت و در نتیجه هزینه تولید هر واحد محصول بسیار زیاد و حجم تولید بسیار کم بوده است.

با وجود معایبی در سیستم تولید دستی همچون زمان و هزینه بسیار زیاد تولید هر واحد محصول، نبود استاندارد در محصولات و در نتیجه افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری محصولات، باید به مهمترین ویژگی مثبت این نوع سیستم تولیدی یعنی تنوع در تولید محصولات اشاره کرد، به گونه‌ای که حتی امروزه برخی از تولیدکنندگان مطرح برای تولید محصولات کاملاً سفارشی از این شیوه تولید بهره می‌گیرند.

تولید انبوه

هنری فورد، مبتکر سیستم تولید انبوه (Mass Production) است. این نوع سیستم تولید، نمونه‌ای از سیستم‌های پیوسته است که محصول را در حجم بالا و با استانداردهای مشخص برای محصول، تولید می‌کند. استقرار ایستگاه‌ها طبق توالی عملیاتی است که باید روی محصول انجام گیرد و ماشین‌آلات کاملاً تخصصی است. در تولید انبوه، ایجاد یک تغییر در محصول بسیار مشکل و مستلزم صرف زمان و هزینه بالایی است. بنابراین تنوع محصول در تولید انبوه بسیار کم است. خطوط مونتاژ متمرکز از مشخصه‌های دیگر این سیستم است. فلسفه تولید انبوه در به حداکثر رساندن بهره‌برداری از ظرفیت با هزینه‌های پایین‌تر، استفاده از صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس است. صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس یعنی تولید در مقیاس بیشتر که منجر به سرشکن شدن هزینه‌ها و در نتیجه هزینه کمتر برای تولید هر واحد می‌شود. ویژگی دیگر تولید انبوه، تولید فشاری (Push Production) است. در تولید فشاری، شرکت بدون در نظر گرفتن میزان تقاضای مشتری، به تولید محصول می‌پردازد. در سیستم تولید فشاری، هر ایستگاه کاری با تمام توان فعالیت نموده و قطعات ساخته شده را برای تکمیل محصول نهایی به ایستگاه بعدی ارسال می‌کند و به همین دلیل حجم بالایی از موجودی در هر ایستگاه کاری مشاهده می‌شود.

در عصر تولید فشاری، شاهد حضور و شهرت برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز (MRP)، به عنوان یک ابزار کلیدی برای مدیریت بهتر موجودی بودیم. ظهور برنامه‌ریزی منابع تولید (MRP-II) نیز شرکت‌ها را قادر ساخت تا برنامه‌ریزی نیازهای ظرفیت (CRP) را به طور نظام‌مند انجام دهند و با استفاده از حلقه بازخورد CRP، در زمان عدم وجود ظرفیت کافی برای تولید طبق برنامه، هشدارهای لازم را دریافت نمایند.

سیستم تولید تویوتا و تولید ناب

تویوتا و اوئو (از شرکت تویوتای ژاپن) پیشگامان ایده تولید ناب (Lean Production) هستند. مدیریت بدون ضایعات یا تولید ناب مرحله جدیدی از تولید است که مزایای تولید انبوه و تولید دستی را با یکدیگر ترکیب می‌کند. در تولید انبوه، تنوع محصولات بسیار کم است. اما توجه تولید ناب به تنوع محصول و عرضه طرح‌های بیشتر محصول، همزمان با افزایش بهره‌وری فرآیند طراحی محصول است.

کنترل کیفیت، تضمین کیفیت و جنبه‌های انسانی، از اهداف فرعی سیستم تولید تویوتا هستند. هدف اصلی این سیستم، کاهش هزینه‌ها از طریق حذف اتلافات (تولید مازاد، جابجایی، ضایعات فرآیند، موجودی کالا، حرکات اضافی، محصولات معیوب، انتظار) است. ژاپنی‌ها به فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده، مودا (Muda) می‌گویند و سیستم تولید ناب سعی دارد که آن‌ها را حذف نماید.

مثال ۱: در کدام سیستم تولیدی هر فعالیتی که ارزش افزوده به محصول اضافه نکند، فعالیتی زائد محسوب می‌شود؟ (سراسری ۹۳)

(۱) تولید ناب (۲) تولید چابک (۳) تولید انعطاف‌پذیر (۴) تولید سلولی

پاسخ: گزینه «۱» فلسفه تولید ناب برحسب اتلافات (Wastes) می‌باشد. اتلافات به هر فعالیتی گفته می‌شود که به محصول، ارزش اضافه نکند.

مثال ۲: منظور از تولید ناب (Lean Production) چیست؟ (آزاد ۸۳)

(۱) تولید بر اساس سفارش سالیانه (۲) تولید بر اساس نیاز سالیانه
(۳) تولید بر اساس برنامه بلندمدت تولید (۴) تولید با توجه به حذف ضایعات فرآیند، تشکیلات، ...

پاسخ: گزینه «۴» منظور از تولید ناب، تولید با توجه به کاهش یا از میان بردن فعالیت‌هایی است که ارزش افزوده نداشته و باعث افزایش هزینه بیشتر می‌گردند.

عوامل اساسی در پیاده‌سازی شیوه تولید ناب عبارتند از:

- منابع قابل انعطاف (کارگران چندمهارته و ماشین‌آلات چندکاره)
- چیدمان سلولی (به شکل U)
- سیستم تولید کشتی (تولید براساس تقاضای مشتری)
- کنترل تولید کانبان (جهت کنترل جریان مواد در سیستم تولید کشتی و همچنین جلوگیری از انبارش موجودی و افزایش موجودی در دست ساخت یا WIP (Work In Process))
- تولید در اندازه‌های کوچک (حداقل کردن تعداد کانبان)
- زمان تنظیم سریع دستگاه‌ها (از ساعت به دقیقه) با بهره‌گیری از اصول SMED
- تولید مدل‌های قابل انعطاف (تولید دامنه‌ای از محصولات به‌طور همزمان با استفاده از تجهیزات مشابه)
- کیفیت در منبع (شامل کنترل کیفیت در حین فرآیند، سیستم کنترل جیدوکا، سیستم کنترل پوکایوکه، چراغ‌های آندون و بهبود مستمر)
- مشارکت کارکنان
- رضایت مشتری (ارائه محصولات بدون نقص در زمان مورد نیاز و به تعداد مورد نیاز مشتری)
- سیستم نگهداری پیشگیرانه جامع (بهبود کیفیت ماشین‌آلات و تجهیزات تولیدی، آموزش پرسنل برای بهتر کارکردن با دستگاه‌ها، طراحی و اجرای برنامه تعمیرات و نگهداری جهت جلوگیری از توقف ناشی از خرابی دستگاه‌ها)
- شبکه تأمین (گسترش ارتباطات خریدار - تأمین‌کننده و رقابت شدید بین تأمین‌کنندگان)

برخی از مزایای شیوه تولید ناب عبارتند از:

- کاهش نیروی کار و بالا بردن بهره‌وری نیروی کار
- کاهش در زمان بازده (مدت زمان لازم برای رسیدن یک محصول به‌دست خریدار از مواد اولیه تا محصول نهایی)
- بالا بردن کیفیت و کاهش میزان عیوب
- کاهش زمان عرضه محصول به بازار (کاهش زمان طراحی و تغییر محصول)
- کاهش موجودی انبار و موجودی در جریان ساخت
- کاهش فضای تولید مورد نیاز
- کاهش زمان راه‌اندازی و زمان تولید



مدرسان شریف

فصل دوم

«ابزارهای تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری»

یکی از وظایف مهم در حیطه مدیریت تولید و عملیات، تصمیم‌گیری درباره انتخاب تجهیزات لازم برای تولید، گزینش یک فرآیند برای تولید، انتخاب جایگاه مناسب برای استقرار کارخانه و... می‌باشد. تصمیم‌گیری در هر یک از این موارد نیازمند تجزیه و تحلیل گزینه‌های مختلفی است که باید با یک روش علمی صورت گیرد. در این فصل به معرفی برخی از روش‌های تصمیم‌گیری پرداخته می‌شود.

درسنامه (۱): تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر (Break Even Point)



مدل نقطه سر به سر (BEP) یک مدل ترسیمی و ریاضی است که رابطه بین تعداد تولید، درآمد کل و هزینه کل را نشان می‌دهد. هزینه کل شامل دو نوع هزینه می‌شود: هزینه متغیر و هزینه ثابت. هزینه‌های متغیر هزینه‌هایی هستند که بطور مستقیم برای ساخت هر واحد محصول استفاده می‌شوند، مانند هزینه مواد خام و هزینه مستقیم کارگران تولیدی. هزینه متغیر کل بستگی به تعداد تولید داشته و با افزایش تعداد تولید، هزینه متغیر کل نیز افزایش می‌یابد. اما هزینه‌های ثابت هزینه‌هایی را گویند که بطور غیرمستقیم برای ساخت هر واحد محصول استفاده می‌شوند. این هزینه‌ها بستگی به تعداد تولید نداشته و تقریباً ثابت هستند، مانند هزینه اجاره محل کارخانه، هزینه خرید ماشین‌آلات و هزینه‌های اداری.

نکته ۱: هزینه متغیر برای تولید هر محصول همواره ثابت و برابر با V می‌باشد. اما هزینه کل متغیر بستگی به تعداد تولید داشته و برابر با $V \cdot Q$ می‌باشد (Q تعداد تولید است). در نتیجه می‌توان بیان نمود که هزینه متغیر به ازای هر محصول مقداری ثابت است، اما هزینه متغیر در کل، متغیر بوده و مقدار آن بستگی به تعداد محصول تولید شده دارد.

هزینه ثابت به تعداد محصولات تولید شده بستگی ندارد و در کل ثابت است. اما هرچه تعداد محصولات تولید شده بیشتر باشد، هزینه ثابت بر محصولات بیشتری سرشکن شده و مقدار آن به ازای هر واحد محصول کمتر می‌شود. در نتیجه می‌توان بیان نمود که هزینه ثابت، در کل مقداری ثابت است و مقدار آن به تعداد تولید بستگی ندارد. اما هزینه ثابت به ازای هر واحد محصول، متغیر بوده و مقدار آن بستگی به تعداد محصولات تولید شده دارد.

با تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر می‌توان تعیین نمود که کارخانه در چه دامنه‌ای از تولید با زیان، و در چه دامنه‌ای از تولید با سود مواجه است. نقطه سر به سر نقطه‌ای است که در آن مقدار سود برابر با صفر است. به عبارت دیگر در نقطه سر به سر مقدار هزینه کل (TC) با مقدار درآمد کل (TR) برابر است. اگر توابع هزینه کل و درآمد کل را به صورت خطی در نظر بگیریم، می‌توان مختصات نقطه سر به سر را به صورت زیر به دست آورد:

$$TC = F + V \cdot Q \quad TR = P \cdot Q \quad ; \quad TC = TR \Rightarrow F + V \cdot Q = P \cdot Q \quad ; \quad Q_{BEP} = \frac{F}{P - V}$$

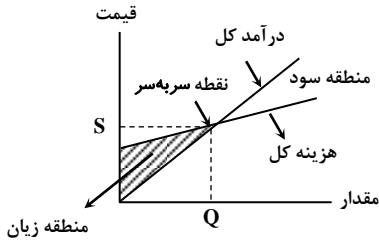
در این فرمول F هزینه ثابت، V هزینه متغیر و P قیمت فروش می‌باشد. Q_{BEP} نیز نشان‌دهنده **نقطه سر به سر مقداری** است و بیان می‌کند که به ازای چه مقداری از تولید، درآمد کل با هزینه کل برابر خواهد شد.

نکته ۲: به $P - V$ حاشیه فروش نیز می‌گویند.

همچنین اگر بخواهیم مبلغ فروش در نقطه سر به سر را به دست آوریم کافی است که مقدار به دست آمده در این نقطه را در قیمت فروش ضرب نماییم:

$$S_{BEP} = (Q_{BEP} \times P) = \frac{F}{P - V} \times P = \frac{F}{1 - \frac{V}{P}}$$

S_{BEP} نشان‌دهنده **نقطه سر به سر ریالی** است و بیان می‌کند که به ازای چقدر فروش ریالی، درآمد کل با هزینه کل برابر خواهد شد.



نمودار ۱: بررسی سود و زیان محصول در نقاط مختلف تولید

در نمودار ۱ مثالی از توابع درآمد کل و هزینه کل نشان داده شده است که نقطه تلاقی آنها ($TR = TC$) نشان‌دهنده نقطه سربه‌سر مقداری به ازای Q واحد تولید و همچنین نقطه سربه‌سر ربالی با فروش S ریال می‌باشد. در این نمودار به ازای تمام مقادیری که تابع درآمد پایین‌تر از تابع هزینه قرار دارد ($TR < TC$) شرکت متحمل زیان می‌شود. بنابراین دامنه تولیدی که در آن شرکت با زیان مواجه است، بین صفر تا Q واحد می‌باشد. همچنین به ازای مقادیری که تابع درآمد بالاتر از تابع هزینه قرار می‌گیرد ($TR > TC$) که دامنه تولید بیش از Q واحد را در برمی‌گیرد، شرکت با سودآوری مواجه می‌شود. مقدار سود یا زیان شرکت به ازای هر یک از مقادیر تولیدی برابر است با اختلاف درآمد کل شرکت منهای هزینه کل شرکت در آن نقطه.

کلمه مثال ۱: چنانچه در کارخانه‌ای ۵۰ واحد محصول با هزینه ۵۲۰۰۰ پولی و ۳۸ واحد از همان محصول با هزینه ۴۶۰۰۰ واحد پولی تولید شود و هر واحد محصول به قیمت ۶۰۰ پولی در بازار به فروش برسد، چه نسبتی از درآمد فروش صرف هزینه‌های ثابت می‌شود؟ (تابع هزینه خطی فرض شود). (سراسری ۹۶)

۱) ۸۴%

۲) ۶۲%

۳) ۲۵%

۴) ۱۶%

پاسخ: گزینه «۴» هزینه کل (TC) را برای دو حالت زیر می‌نویسیم:

$$Q = 50 \quad TC = FC + VQ = FC + 50 \cdot V = 52000 \quad \begin{cases} 52000 = FC + 50 \cdot V \\ 46000 = FC + 38 \cdot V \end{cases}$$

$$Q = 38 \quad TC = FC + 38V = 46000$$

$$\begin{cases} V = 500 \\ FC = 27000 \end{cases}$$

با حل دستگاه داریم:

از درآمد حاصل از فروش هر واحد محصول (۶۰۰ پولی)، ۵۰۰ واحد پولی صرف هزینه‌های متغیر (V) و مابقی یعنی ۱۰۰ واحد پولی صرف هزینه‌های ثابت می‌شود. بنابراین داریم:

$$\frac{100}{600} \times 100 = 16.6\%$$

بنابراین ۱۶/۶٪ درآمد حاصل از هر محصول، صرف هزینه‌های ثابت تولید محصول می‌شود.

کلمه مثال ۲: اگر قیمت هر واحد کالایی ۳ برابر هزینه متغیر آن باشد و کل هزینه ثابت تولید آن هزار برابر هزینه متغیر هر واحد باشد، مقدار تولید در نقطه سربه‌سر چقدر است؟ (سراسری ۹۶)

۱) ۳۳۳

۲) ۵۰۰

۳) ۱۰۰۰

۴) ۱۵۰۰

$$P = 3V$$

$$FC = 1000 \cdot V$$

$$\text{نقطه سربه‌سر} = \frac{FC}{P - V} = \frac{1000 \cdot V}{3V - V} = \frac{1000 \cdot V}{2V} = 500$$

پاسخ: گزینه «۲» قیمت هر واحد کالا، ۳ برابر هزینه متغیر آن است:

کل هزینه ثابت تولید برابر هزار برابر هزینه متغیر واحد است:

طبق فرمول نقطه سربه‌سر داریم:

کلمه مثال ۳: چنانچه در کارخانه‌ای ۵۰ واحد محصول تولید کنیم، مجموع هزینه‌ها ۲۵,۰۰۰ واحد و چنانچه ۶۰۰ واحد تولید شود، هزینه کل ۴۰,۰۰۰ خواهد شد. با فرض خطی بودن تابع هزینه، هزینه ثابت کدام است؟ (سراسری ۹۵)

۱) ۳۰,۰۰۰

۲) ۱۰,۰۰۰

۳) ۱۵,۰۰۰

۴) ۲۰,۰۰۰

پاسخ: گزینه «۲» هزینه‌های تولید به دو دسته هزینه‌های ثابت و هزینه‌های متغیر تقسیم می‌شوند.

۱- هزینه‌های ثابت (Fixed Costs): این هزینه‌ها به محض تصمیم برای ورود به یک کسب‌وکار به‌وجود می‌آیند و مستقیماً ارتباطی با حجم و میزان تولید ندارند. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های سربار مثل هزینه‌های اجاره و هزینه‌هایی مثل هزینه ماشین‌آلات، کارگر، هزینه‌های دوره بهره‌برداری و ... هستند. این هزینه‌ها حتی در حجم تولید صفر نیز وجود دارند و با افزایش یا کاهش میزان تولید تغییر نمی‌کنند و ثابت می‌مانند. هزینه‌های ثابت را با (FC) نشان می‌دهند.

۲- هزینه‌های متغیر (Variable Costs): این هزینه‌ها به ازای هر واحد تولید ایجاد می‌شوند و ارتباط مستقیم با میزان تولید دارند. هزینه‌هایی مثل هزینه مواد اولیه، بازرسی محصول و ... هستند که با بالا رفتن حجم تولید افزایش می‌یابند. هزینه متغیر به ازای واحد محصول را با V نشان می‌دهند.

هزینه کل تولید (Total Cost) از مجموع هزینه‌های ثابت و هزینه‌های متغیر تولید به‌دست می‌آید که آن را با (TC) نشان می‌دهند. اگر حجم تولید محصول را با Q نشان دهیم، داریم:

$$TC = FC + V \times Q$$

در این سؤال با تولید ۵۰ واحد محصول، هزینه‌های کل برابر ۲۵,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. بنابراین طبق معادله هزینه کل داریم:

$$25000 = FC + V \times 50$$

$$40000 = FC + V \times 600$$

و در صورت تولید ۶۰۰ واحد محصول، هزینه‌های کل برابر ۴۰,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود:

$$V = 50, FC = 10000$$

با حل این دستگاه دو معادله، دو مجهول هزینه متغیر واحد تولید (V) و هزینه ثابت (FC) به صورت مقابل خواهد بود:



مدرسان شریف

فصل سوم

«طراحی و توسعه محصول»

درسنامه (۱): طراحی محصول (یا خدمت)

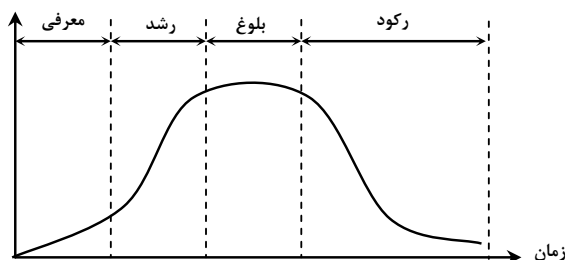


یکی از مهمترین تصمیمات استراتژیک سازمان، انتخاب، طراحی و توسعه کالا و خدمات جدید است. در حقیقت تصمیمات مربوط به اینکه چه محصولات و خدمات جدیدی تولید و چگونه موقعیت آن‌ها در بازار تثبیت شود، تعیین‌کننده رشد و سودآوری و جهت‌گیری آتی سازمان خواهد بود. طراحی محصول، یک فرآیند مهم برای سازمان است. از نظر استراتژیکی، طراحی محصول (یا خدمت) منجر به تعیین و تعریف مشتریان و رقبا شده و همچنین شایستگی‌های مورد نیاز را مشخص می‌کند. فرآیند طراحی، کاری گروهی میان بخش‌های وظیفه‌ای مختلف سازمان از جمله بازاریابی، مهندسی، طراحی و تولید است. به طور کلی فرآیند طراحی شامل ایجاد ایده، مطالعات امکان‌سنجی، طراحی مقدماتی، طراحی فرآیند و طراحی نهایی و ساخت می‌شود.

دوره عمر محصول

نمودار حجم فروش یا تقاضا در طول زمان برای یک محصول جدید را منحنی دوره عمر محصول (Product Life Cycle Curve) می‌نامند. به طور کلی مراحل زندگی یک محصول به ۴ بخش تقسیم می‌شود که در شکل (۱) نشان داده شده است.

تقاضا (فروش)



شکل ۱: منحنی دوره عمر محصول

- ۱- **مرحله معرفی (طفولیت):** در این مرحله، محصول جدید به تعداد کم، به بازار معرفی و عرضه می‌شود. در این مرحله تغییرات طراحی به تنایب اتفاق می‌افتد، لذا انعطاف‌پذیری و مهارت نیروی کار باید بالا باشد تا بتوانند به سرعت خود را با نیازمندی‌های تغییر تولید، تطبیق دهد. هزینه ساخت یک واحد محصول در این مرحله بالا است. کیفیت از بیشترین اهمیت برخوردار است و هرگونه عیب و نقص در طراحی و ساخت و ضعف‌های پیش‌بینی نشده، بایستی به سرعت مشخص و رفع شود. در این مرحله، میزان ریسک بالا و رشد تقاضا پایین است. میزان مرگ و میر در این مرحله زیاد است. تحقیق و توسعه، توانایی و مهارت طراحان در تولید و آزمایش محصول، تبلیغات و شناساندن محصول به مشتریان، رمز موفقیت و عبور از این مرحله هستند.
- ۲- **مرحله رشد:** در این مرحله، حجم فروش افزایش یافته و رشد تقاضا سریع است. لذا با سرشکن شدن هزینه‌های ثابت، حاشیه سود افزایش می‌یابد. نقش بازاریابی در استراتژی سازمان بیشتر می‌شود و پیش‌بینی از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد و تولید بایستی به منظور تأمین رشد تقاضا، از ظرفیت کافی برخوردار باشد. بنابراین بحث تغییر تکنولوژی، و استفاده از سیستم توزیع و خدمات کارآتر مطرح می‌شود. توجه به قیمت و کیفیت در این مرحله از اهمیت بیشتری برخوردار است.
- ۳- **مرحله بلوغ:** هنگامی که تقاضا به حد اشباع برسد، محصول وارد مرحله بلوغ می‌شود. در این مرحله، رقبا کالای خود را به بازار عرضه می‌کنند و رقابت برای کاهش قیمت و هزینه‌های تولید، شدت می‌یابد. میزان تقاضا بستگی به کالاهای جانشین و رشد جمعیت دارد. در مرحله بلوغ، هزینه، مسئله اساسی خواهد بود. تولید بایستی بر بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها تمرکز یابد. با افزایش استاندارد شدن محصول، به انعطاف‌پذیری کمتری نیاز است و سازمان بایستی به منظور حمایت از تولید بلندمدت، بر تسهیلات کارآمد و حجم تولید بالا سرمایه‌گذاری کند. محصول در این مرحله به بالاترین حد سودآوری خود می‌رسد و می‌تواند مبنایی برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه نسل تازه‌ای از این محصول باشد.



نکته ۱: محصولاتی که نیازهای اساسی را تأمین می‌کنند (برعکس محصولاتی که نیازهای روانی را برآورده می‌سازند)، دوره بلوغ طولانی‌تری دارند.

۴- مرحله رکود (افول): پس از مرحله بلوغ، تقاضای محصول به دلیل استفاده از کالاهای جانشین پیشرفته جدید، تغییرات تکنولوژی، تحولات اقتصادی و یا شرایط دیگر، کاهش می‌یابد. رقابت در قیمت، کیفیت و بازاریابی افزایش می‌یابد، لذا سازمان بایستی کنترل بیشتری بر هزینه‌ها داشته باشد. اضافه ظرفیت مشخصه بارز مرحله رکود است تا جایی که تولید کالا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود و مدیریت بایستی محصول جدیدی را وارد بازار نماید. در برخی اوقات، تیم طراحی با ایجاد تغییر اساسی در محصول، رسیدن به این مرحله را کند می‌نمایند.

نکته ۲: محصولاتی که دارای تکنولوژی بالایی هستند (مانند کامپیوتر)، سریع‌تر از این مرحله عبور می‌کنند.

دوره عمر محصول نه تنها برای برنامه‌ریزی ظرفیت بلکه برای سایر تصمیمات استراتژیک، از اهمیت زیادی برخوردار است. متغیرهای استراتژیک (کیفیت، زمان توسعه محصول، انعطاف‌پذیری)، تصمیمات مربوط به ظرفیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

تفاوت کالا و خدمت

برخلاف کالاها، خدمات دارای مشخصات زیر هستند:

- خدمات، غیرقابل لمس هستند و فرآیند نامحسوسی را طی می‌کنند.
- خروجی خدمات متغیر بوده و وابسته به شخصی است که آن را عرضه می‌کند (خدمت و ارائه دهنده آن تفکیک‌ناپذیرند).
- در ارائه خدمات حضور مشتری الزامی است و خدمت بر روی وی انجام می‌گردد.
- در حین عرضه، مصرف می‌شوند.
- غیرقابل ذخیره (انبارسازی) هستند و در صورت عدم استفاده، از بین می‌روند.
- مشکلات توزیع منحصربه‌فردی دارند.
- دارای استاندارد گسترده‌ای نیستند.
- به راحتی قابل تقلید و کپی‌سازی هستند.

نکته ۳: خدمات همانند کالاها دچار تغییرات دوره‌ای تقاضا (فصلی، هفتگی، روزانه) می‌شوند.

(آزاد ۸۳)

مثال ۱: تفاوت بین محصول و خدمات در کدام یک از گزینه‌های زیر ملموس‌تر است؟

- ۱) محصول مصرف‌شدنی است درحالی‌که خدمات ماندنی است.
- ۲) محصول قابل ذخیره است در صورتی‌که خدمات قابل ذخیره نمی‌باشد.
- ۳) محصول را می‌توان فروخت ولی خدمات فروشی نیست.
- ۴) محصول قابل اندازه‌گیری است، اما خدمات را نمی‌توان ارزیابی نمود.

پاسخ: گزینه «۲» وجه تمایز خدمات نسبت به محصولات در این است که:

- ۱- خدمات وابسته به شخصی هستند که آن را عرضه می‌کنند.
 - ۲- خدمات در حین عرضه مصرف می‌شوند.
 - ۳- خدمات قابل ذخیره نیستند و در صورت عدم استفاده از بین خواهند رفت.
 - ۴- خدمات استاندارد گسترده‌ای ندارند.
- البته شباهت‌هایی بین خدمات و کالاها وجود دارد و از آن جمله اینکه خدمات نیز دچار تغییرات دوره‌ای (فصلی، هفتگی و...) تقاضا می‌شوند.

مثال ۲: افزایش به کارگماری عناصر انسانی نسبت به ماشین در یک سیستم خدماتی، چه تأثیری بر زمان‌های ارائه خدمت می‌گذارد؟ (سراسری ۸۳)

- ۱) زمان‌های ارائه خدمت را کاهش می‌دهد.
- ۲) زمان‌های ارائه خدمت را افزایش می‌دهد.
- ۳) تنوع زمان‌های ارائه خدمت را افزایش می‌دهد.
- ۴) ثبات زمان‌های ارائه خدمت را افزایش می‌دهد.

پاسخ: گزینه «۳» عوامل تأثیرگذاری بر کار نیروی انسانی وجود دارند که این عوامل تأثیری بر کارکرد ماشین ندارند (مثل خستگی، شرایط روحی و...) وجود این عوامل سبب می‌شود تا تنوع زمانی ارائه خدمات توسط عناصر انسانی بیشتر گردد و یک فعالیت خاص و یکسان را با زمان‌های متفاوتی انجام دهد.

طراحی خدمات

فرآیند طراحی خدمات، شامل طراحی خدمت و طراحی چگونگی ارائه خدمت است. به عبارت دیگر طراحی خدمت و طراحی فرآیند باید همزمان رخ دهد. یعنی علاوه بر اینکه چه چیزی، چه زمانی و کجا عرضه می‌شود، باید چگونگی ارائه خدمت نیز تعیین شود. چگونگی، شامل درجه مشارکت مشتری در فرآیند ارائه خدمت، تعیین وظایفی که باید در حضور مشتری انجام شود، و میزان اختیار ارائه‌دهنده خدمت در ارائه خدمت است.

هسته مرکزی تولید خدمات، فرآیند می‌باشد. فرآیند عبارت است از روش انجام دادن کارها. طراحان فرآیند خدمات بایستی بر اجرای صحیح کارها تمرکز نمایند که این امر پیچیدگی فرآیند را حداقل می‌کند و فرآیند را از خطای سهوی افراد مصون می‌دارد (به‌ویژه زمانی که کارکنان در تعامل با مشتریان می‌باشند). طرح خدمات بایستی شامل جزئیات مراحل متوالی ارائه خدمت باشد. برای این کار از نمودار جریان (Flow Chart) استفاده می‌شود. این نمودار ابزار خوبی برای دیدن و درک عملیات خدمات است و می‌تواند پایه و مبنایی برای شرح شغل، برنامه آموزش کارکنان و سنجش عملکرد باشد. بخش خدمات به‌طور سنتی از شدت کار بالایی برخوردار بوده است. اتوماسیون منجر به ایجاد تغییر در شیوه ارائه خدمت شده و مستلزم مشاغل کمتر و مهارت‌های جدیدتری است.

در خدمات، استانداردهای کیفیت جای ابعاد و حدود مجاز قابل اجرا در تولید را می‌گیرند. تعریف این استانداردها مشکل بوده و نیازمند تحقیقات وسیع در مورد نیازهای مشتریان و گرایش آنها در مورد ثبات، صحت و سایر مشخصه‌های خدمات می‌باشد.

طراحی محصول

طراحی محصول تعیین می‌کند که چه مواد (یا اقلامی) با چه مشخصات، ابعاد و تولرانس‌هایی در محصول به‌کار گرفته شوند و مشخصات ظاهری و معیارهای عملکردی محصول را نیز مشخص می‌کند. هدف از طراحی محصول، چینش اجزای محصول با توجه به امکانات، توانایی‌ها و اهداف سازمان است، بنحوی که مشتری آن را انتخاب نماید و باعث افزایش مزایای رقابتی سازمان شود.

نکته ۴: حد انحراف مجاز از اندازه‌های مشخصات محصول را تولرانس (تغییرات مجاز) می‌گویند. به‌عنوان مثال اگر مشخصات قطر میله به‌صورت 4 ± 0.05 سانتیمتر باشد، همان تولرانس (انحراف مجاز) است.

نکته ۵: حداکثر تغییر در اندازه قطعاتی که با یکدیگر جفت می‌شوند را خورد (مقدار مجاز) می‌گویند. به‌عبارت دیگر، خورد (مقدار مجاز) عبارت است از حد انحراف در اندازه بحرانی (تولرانس بحرانی) یک قطعه تا اجازه دهد با قطعه دیگر مونتاژ شود.

مثال ۳: درجه تغییرات مجاز در ابعاد محصول را اصطلاحاً می‌نامند.

(۱) تولرانس (۲) کیفیت طرح (۳) کیفیت تطابق (۴) انعطاف‌پذیری طرح (سراسری ۸۰)

پاسخ: گزینه «۱» درجه‌ی تغییرات مجاز در ابعاد محصول را تولرانس یا تغییرات مجاز می‌نامند. و درجه‌ی انحراف در یک اندازه‌ی بحرانی یا تولرانس بحرانی قطعه‌ای که اجازه دهد با قطعه‌ی دیگر مونتاژ شود را خورد یا مقدار مجاز می‌نامند.

ادوارد دمینگ شیوه جدید طراحی محصول را به‌صورت زیر تعریف کرده است:

۱- طراحی محصول

۲- ساخت و آزمایش محصول در خط تولید و آزمایشگاه

۳- عرضه به بازار

۴- بررسی و مطالعه بازار در مورد نگرش بازار به محصول، مقبولیت محصول در بازار، علل عدم استفاده از محصول

۵- طراحی مجدد محصول براساس واکنش مشتریان نسبت به کیفیت و قیمت آن.

این شیوه طراحی، در واقع از همان چرخه دمینگ (برنامه‌ریزی، اجرا، بررسی، عمل) یا چرخه PDCA پیروی می‌کند و به‌طور خلاصه شامل طراحی، ساخت، آزمون، تولید می‌باشد.

در فرآیندهای جدید توسعه محصول، تأکید زیادی بر روی بررسی مشتری و آزمایش و پالایش محصول می‌شود. یک فرآیند توسعه محصول از خلق ایده، توسعه مفاهیم اولیه، توسعه فرآیند (یا محصول)، تولید در مقیاس کامل، عرضه محصول، و ارزیابی بازار تشکیل می‌شود. در شیوه نوین، فاصله بین مدت‌زمان شناخت نیاز مشتری و تبدیل این نیاز به محصول موردنظر تا حد امکان کم است، زیرا در صورت طولانی‌شدن این مدت، احتمال ورود رقبا و ارائه محصول موردنظر یا تغییر نیازهای مشتری وجود دارد.

عواملی که در طراحی محصول باید رعایت شوند عبارتند از:

- تعیین نیازمندی‌های مواد با توجه به مشتری، عرضه‌کننده آن و امکانات تولید

- رعایت مدولار بودن محصول

- سهولت استفاده و نگهداری محصول



مدرسان شریف

فصل چهارم

«پیش‌بینی تقاضا»

درسنامه (۱): پیش‌بینی (Forecasting) و روش‌های آن



هر مدیری در تصمیم‌گیری‌های خود با انواع پیش‌بینی سروکار دارد که این پیش‌بینی‌ها می‌توانند کوتاه‌مدت، میان‌مدت یا بلندمدت باشند. باید توجه داشت که پیش‌بینی هیچگاه دقیقاً با واقعیت مطابقت ندارد، اما باید سعی کرد تا خطای پیش‌بینی حداقل گردد. خطای پیش‌بینی که به آن انحراف پیش‌بینی نیز می‌گویند از تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده به دست می‌آید.

به طور کلی روش‌های پیش‌بینی تقاضا را می‌توان به دو دسته روش‌های کمی و روش‌های کیفی تقسیم نمود. روش‌های پیش‌بینی کمی معمولاً برای دوره‌های کوتاه‌مدت یا میان‌مدتی کاربرد دارند که داده‌ها و اطلاعات دوره‌های گذشته نیز در دسترس باشد. اما هرچه داده‌های کمتری از دوره‌های گذشته موجود باشد و یا اینکه داده‌های گذشته از دقت و صحت کمتری برخوردار باشند، برای پیش‌بینی می‌بایست از روش‌های کیفی استفاده گردد. همچنین برای دوره‌های بلندمدت که با تغییرات متنوعی از جمله تغییر سلیقه مشتری، ورود محصولات جایگزین به بازار، تغییر تکنولوژی و ... همراه است، استفاده از روش‌های پیش‌بینی کیفی توصیه می‌گردد.

انواع روش‌های پیش‌بینی را می‌توان در چهار طبقه به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- ۱- روش‌های کیفی
- ۲- روش‌های تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی
- ۳- روش‌های علی (روش‌های علت و معلولی)
- ۴- مدل‌های شبیه‌سازی

◀ **توجه:** روش‌های تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، روش‌های علی و مدل‌های شبیه‌سازی، روش‌های کمی پیش‌بینی محسوب می‌شوند. در جدول زیر روش‌های مختلف پیش‌بینی مربوط به هر طبقه آورده شده است.

جدول ۱- روش‌های مختلف پیش‌بینی و مدل‌های رایج

روش‌های کیفی: این روش‌ها ذهنی و قضاوتی بوده و بر مبنای برآورد، اظهار نظر، و تعبیر و تفسیر کارشناسان از اطلاعات برای پیش‌بینی آینده می‌باشد.	
نظرسنجی	با استفاده از نظرات فروشندگان کالا در مناطق مختلف، مقادیر تقاضا برآورد می‌شود.
تحقیقات بازار	به روش‌های مختلفی مانند بررسی بازار و مصاحبه، داده‌ها گردآوری می‌شوند. معمولاً برای پیش‌بینی بلندمدت فروش یک محصول جدید به کار می‌رود.
توافق جمعی	در یک جلسه اعضای گروه تصمیم‌گیری نظرات خود را آزادانه مطرح می‌کنند و این نظرات به بحث گذاشته می‌شود تا در نهایت یک اجماع در خصوص پیش‌بینی حاصل شود. مزیت این روش سرعت تصمیم‌گیری و عیب آن تأثیرگذاری افراد صاحب قدرت بر نظر سایر اعضای گروه می‌باشد.
مقایسات تاریخی	این روش به دنبال موارد مشابه رخ داده در زمان‌های قبل می‌باشند. استفاده از اطلاعات مشابه قبلی به ویژه زمانی که برای محصول جدید برنامه‌ریزی می‌کنند، مفید است.
روش دلفی	در این روش نظرات خبرگان به وسیله پرسشنامه جمع‌آوری می‌گردد. شخصی میانجی نیز به گردآوری و دسته‌بندی نظرات افراد در نشست دلفی می‌پردازد. هر یک از افراد گروه با استفاده از نظرات دیگران به تکمیل و بهبود نظر خود می‌پردازد. چون در روش دلفی نظرات به صورت کتبی و انفرادی و بدون نام بیان می‌شوند، بنابراین افراد گروه تحت تأثیر اکثریت یا تحت تأثیر نظر افراد صاحب قدرت قرار نمی‌گیرند و نظر واقعی خود را بیان می‌کنند.



روش‌های تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی: در سری‌های زمانی، پیش‌بینی آینده براساس داده‌های تاریخی (رویدادهای گذشته) صورت می‌پذیرد.	
روش نایو (روش آخرین دوره)	در این روش پیش‌بینی برای هر دوره برابر است با مقدار واقعی دوره قبل.
روش میانگین ساده	در این روش مقدار پیش‌بینی هر دوره برابر است با میانگین مقادیر واقعی تمام دوره‌های قبل.
میانگین متحرک ساده	در این روش مقدار پیش‌بینی برای یک دوره برابر است با میانگین مقادیر واقعی n دوره قبل. در این روش میانگین با استفاده از اطلاعات جدید مرتباً به روز می‌شود.
میانگین متحرک موزون	در این روش مقدار پیش‌بینی برای یک دوره برابر است با میانگین وزن‌دار مقادیر واقعی n دوره قبل. به عبارت دیگر در این روش داده‌های گذشته دارای وزن یکسان نبوده و وزن‌های متفاوتی دارند.
هموارسازی نمایی	در این روش وزن‌دهی به داده‌های گذشته دارای نظم بوده تابع تصاعد هندسی نزولی می‌باشد.
تحلیل رگرسیون	در این روش رابطه‌ای ریاضی بین اطلاعات در دوره‌های گذشته ایجاد شده و براساس آن به پیش‌بینی آینده پرداخته می‌شود. این رابطه ریاضی تحت عنوان معادله خط رگرسیون بوده و مرسوم‌ترین روش برای برآورد این خط استفاده از روش حداقل مجذورات می‌باشد. هرگاه از روش رگرسیون در سری‌های زمانی استفاده شود، بعد زمان به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود، مثل میزان فروش در سال ۱۳۸۸.
روش باکس جنکینز	در این روش تحلیلگر ابتدا مدلی آزمایشی را برآورد کرده و به کمک اطلاعات موجود به ارزیابی مدل می‌پردازد، و در صورتی که مدل از قدرت پیش‌بینی خوبی برخوردار باشد، از آن برای پیش‌بینی دوره‌های بعد استفاده می‌شود. در این مدل باید اطلاعات زیادی در دسترس باشد و بدین جهت اغلب به کمک برنامه‌های کامپیوتری از این روش استفاده می‌شود.
سری‌های زمانی X-۱۱	این روش که به نام مبدع خود "شیسکین" نیز معروف است، روشی مؤثر برای تجزیه سری‌های زمانی به اجزای روند، فصلی و نامنظم می‌باشد و بنابراین برای شناسایی نقاط تغییر (به‌ویژه فروش شرکت) بسیار مناسب است. این روش به داده‌های تاریخی حداقل سه سال نیاز دارد.
فراکنش روند	این روش به دنبال تعیین یک روند خطی ریاضی و تسری آن به آینده می‌باشد.

روش‌های علی: به دنبال شناسایی و محدود کردن و دقیق ساختن سیستم پیش‌بینی با متغیرهای خاصی است. مثلاً فروش را ناشی از متغیرهایی چون تبلیغ، کیفیت و وضعیت رقبا می‌داند.	
تحلیل رگرسیون	این روش مشابه روش حداقل مربعات در سری‌های زمانی می‌باشد. اما در اینجا مقدار متغیر وابسته معلول مقدار متغیر مستقل می‌باشد، مانند افزایش تعداد مرگ و میر در اثر افزایش تعداد افراد سیگاری. به عبارت دیگر در اینجا از تاریخ‌های زمانی به عنوان متغیر مستقل استفاده نمی‌شود، بلکه متغیر مستقل علت رخ دادن متغیر وابسته می‌باشد. همچنین در روش‌های علی ممکن است مقدار متغیر وابسته، به مقدار چند متغیر مستقل وابسته باشد و نه یک متغیر مستقل، که در اینصورت می‌بایست از روش رگرسیون چندمتغیره برای پیش‌بینی استفاده نمود.
مدل اقتصادسنجی	مدل اقتصادسنجی یک مدل ریاضی است که یک رشته روابط علی و معلولی بین متغیرهای اقتصادی ایجاد می‌کند. این مدل ترکیبی از یک سری معادلات رگرسیون مستقل از هم می‌باشد. این مدل دقت زیادی داشته و برای پیش‌بینی دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرد.
مدل داده - ستاده	این مدل به تحلیل جریان داده‌ها و ستاده‌های بین سازمان‌ها پرداخته و بیان می‌کند که به ازای چقدر داده، چه مقدار ستاده حاصل می‌شود. این مدل پیش‌بینی برای دوره‌های میان‌مدت و بلندمدت مناسب است، اما برای دوره‌های کوتاه‌مدت استفاده نمی‌گردد.
مدل شاخص راهنما	در این مدل از یک شاخص به عنوان شاخص راهنما استفاده شده و پیش‌بینی‌ها براساس آن صورت می‌پذیرند. مثلاً براساس شاخص فروش اتومبیل می‌توان مقدار فروش لاستیک اتومبیل‌ها را پیش‌بینی نمود.
مدل طول عمر	از این مدل معمولاً برای پیش‌بینی تقاضا یا فروش محصولات جدید استفاده می‌شود. از مدل طول عمر برای پیش‌بینی دوره‌های بلندمدت استفاده می‌شود.

مدل‌های شبیه‌سازی: مدل‌های پویایی هستند که معمولاً با استفاده از رایانه حل می‌گردند که به پیش‌بینی کننده اجازه می‌دهند فرضیات خود را درباره متغیرهای درونی و محیط بیرونی، در مدل لحاظ نماید. بسته به متغیرهای موجود در مدل، پیش‌بینی کننده ممکن است به طرح پرسش‌هایی بپردازد و تأثیر آن را بر خروجی مدل ارزیابی کند. مثلاً این‌که اگر قیمت ۱۰٪ افزایش یابد، مقدار پیش‌بینی تقاضا چه تغییری خواهد کرد؟



مدرسایان شریف

فصل پنجم

«برنامه‌ریزی ادغامی»

برنامه‌ریزی در سیستم‌های تولیدی و عملیاتی در سه سطح مختلف صورت می‌گیرد که عبارتند از:

- برنامه‌ریزی بلندمدت: برنامه‌ریزی بلندمدت شامل اخذ تصمیمات استراتژیک و تصمیمات طراحی سیستم می‌شود که از آن جمله می‌توان به تصمیم در خصوص تولید کالای جدید، تغییر ظرفیت تولیدی و... اشاره کرد. افق برنامه‌ریزی بلندمدت معمولاً بیش از ۵ سال می‌باشد.
- برنامه‌ریزی میان‌مدت (برنامه‌ریزی جامع): این برنامه‌ها در چارچوبی که برنامه‌های بلندمدت تعیین کرده‌اند تهیه می‌شوند. در این نوع برنامه‌ریزی فرض بر این است که ظرفیت تولید نسبتاً ثابت می‌باشد. برنامه‌ریزی میان‌مدت معمولاً برای دوره‌های ۳ الی ۱۸ ماهه تهیه می‌شوند.
- برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت (زمان‌بندی تولید): برنامه‌های کوتاه‌مدت معمولاً برای دوره‌های کمتر از یک ماه و به نام طرح‌های زمان‌بندی تولید تهیه می‌شوند.

درسنامه (۱): برنامه‌ریزی جامع (Aggregate Planning)



برنامه‌ریزی جامع که به آن برنامه‌ریزی کلی، برنامه‌ریزی ادغامی، و برنامه‌ریزی تجمیعی نیز می‌گویند، یک برنامه‌ریزی میان‌مدت است که هدف آن برآورده کردن تقاضا در دوره‌های زمانی مختلف است به گونه‌ای که کمترین هزینه را دربرداشته باشد. برنامه‌ریزی جامع به این پرسش پاسخ می‌دهد که چگونه یک شرکت از تسهیلاتی که در حال حاضر دارد، می‌تواند بهترین بهره‌برداری را داشته باشد؟ برنامه‌ریزی جامع یک برخورد کلان در تهیه برنامه تولید است و به جزئیات برنامه (مانند زمان‌بندی روزانه) وارد نمی‌شود.

برنامه‌ریزی جامع به حل مسئله برنامه‌ریزی برای انواع مختلفی از محصولات می‌پردازد بدون اینکه تعداد تولید هر یک از محصولات را تعیین کند. به عبارت دیگر در برنامه‌ریزی جامع، پیش‌بینی تقاضا برای تمام کالاها و خدمات با واحدی مشترک (و نه به صورت فردی و تکی برای هر محصول یا خدمت) انجام می‌شود. به عنوان مثال فرض کنید یک کارگاه نجاری سه نوع میز تحریر، میز کامپیوتر و میز آشپزخانه تولید می‌کند. مدیر این کارگاه، ظرفیت تولیدی خود را بر مبنای تعداد میز تولیدی، ۱۰۰ واحد در ماه برنامه‌ریزی می‌کند که نشان‌دهنده حداکثر تولید مجموع سه نوع میز می‌باشد. به عبارت دیگر در برنامه‌ریزی جامع مشخص نمی‌گردد که چه تعداد از هر یک از انواع میز باید در هر ماه تولید شود و فقط مشخص می‌گردد که مجموع سه نوع میز تولیدی می‌بایست ۱۰۰ واحد باشد.

در برنامه‌ریزی جامع برای سازمان‌هایی که دارای چندین نوع محصول هستند، باید محصولات مختلف را به یک واحد مشترک تبدیل کرده و آن را تقاضای کلی یا ادغامی نامید. برای مثال مدیر یک کارخانه لبنیات که محصولاتی همچون شیر، کره، ماست و... تولید می‌کند، به منظور ادغام این محصولات می‌تواند ظرفیت خود را بر مبنای واحد کیلوگرم برنامه‌ریزی کند. البته گاهی اوقات انتخاب واحد مشترک برای سازمان‌هایی که چندین نوع محصول متفاوت دارند، با مشکلاتی مواجه است. به عنوان مثال انتخاب واحدی مشترک برای یک کارخانه تولیدکننده وسایل خانگی که محصولاتی از قبیل اتو، جاروبرقی، آبمیوه‌گیری و... تولید می‌کند، بسیار مشکل می‌باشد.

افق برنامه‌ریزی ادغامی معمولاً یک دوره زمانی ۳ الی ۱۸ ماهه می‌باشد، اما این برنامه در عمل معمولاً به صورت هفتگی یا ماهیانه پیاده می‌شود. مقدار تقاضا در هفته‌ها یا ماه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد، بنابراین به منظور جوابگویی به تقاضای این دوره‌ها، استراتژی‌های متفاوتی قابل استفاده هستند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تغییر ساعات کاری: در این استراتژی از نیروی کاری موجود استفاده می‌شود. برای این منظور از اضافه‌کاری در دوره‌هایی که مازاد تقاضا وجود دارد و از کم‌کاری در دوره‌هایی که با کمبود تقاضا مواجه هستیم، استفاده می‌شود.
- موجودی انبار: در دوره‌هایی که تقاضا کم است می‌توان محصولات بیشتری تولید و در انبار ذخیره نمود، تا از آنها برای تأمین تقاضا در دوره‌هایی استفاده شود که با مازاد تقاضا مواجه هستیم؛
- قرارداد جانبی: قسمتی از تقاضا را می‌توان از بیرون شرکت و از طریق سایر شرکت‌ها تأمین نمود.
- تغییر حجم نیروی کاری: اگر تقاضای یک دوره نسبت به دوره قبل کاهش یابد، می‌بایست تعدادی کارگر استخدام شوند. اما اگر تقاضای یک دوره نسبت به تقاضای دوره قبل کاهش یابد، می‌بایست تعدادی کارگر اخراج یا منفصل از خدمت شوند.
- سفارش‌های معوق: در صورتی که مجاز باشیم قسمتی از تقاضا را با تأخیر تحویل دهیم، می‌توان در دوره‌هایی که تقاضا زیاد است، قسمتی از آن را در دوره جاری و قسمتی دیگر را در دوره‌های بعد تأمین نمود.
- به‌طور کلی به منظور جوابگویی به تقاضای دوره‌های مختلف، می‌توان از سه نوع برنامه‌ریزی متفاوت استفاده کرد که در هر کدام از یک یا چند استراتژی فوق استفاده می‌شود. سه نوع برنامه‌ریزی عبارتند از:



برنامه‌ریزی ادغامی بر اساس تولید ثابت

در برنامه‌ریزی بر اساس تولید ثابت (Level Strategy)، کمترین مقدار ثابت برای تولید روزانه یا (Minimum Constant Production) MCP انتخاب شده و این مقدار در روزهای تمام ماه‌ها ثابت فرض می‌شود. بنابراین سطح تولید در تمام روزها یکسان و با هم برابر است، اما سطح تولید از یک ماه به ماه دیگر ممکن است تغییر کند، چون تعداد روزهای کاری در ماه‌های مختلف، ممکن است متفاوت باشند. MCP عبارت است از کمترین مقدار تولید روزانه، به گونه‌ای که در هیچ دوره‌ای با کمبود مواجه نشویم. به منظور تعیین کمترین مقدار ثابت تولید (MCP) باید مجموع تقاضای ماهانه و همچنین مجموع روزهای کاری در دوره‌های مختلف را به صورت تجمیعی محاسبه کرد. سپس می‌بایست تقاضای تجمیعی بر روزهای کاری تجمیعی تقسیم شود. بزرگ‌ترین نسبت به دست آمده، نشان‌دهنده مقدار ثابت تولید روزانه می‌باشد. مقدار MCP را می‌توان بجای روزانه، به صورت هفتگی، ماهیانه و... نیز محاسبه نمود.

نکته ۱: در استراتژی تولید ثابت، به منظور تأمین تقاضای ماه‌های مختلف فقط از موجودی ذخیره شده در انبار استفاده می‌شود، بنابراین در این استراتژی، تغییر ظرفیت در ماه‌های مختلف (مانند استخدام یا اخراج کارکنان) وجود ندارد. به عبارت دیگر تعداد کارگر مورد نیاز در تمام ماه‌ها با هم برابر است. در استراتژی تولید ثابت، تغییر سطح تولید (مانند استخدام یا اخراج کارکنان) وجود ندارد. بنابراین هزینه تغییر سطح تولید در این استراتژی در طی دوره برابر با صفر است.

نکته ۲: در استراتژی تولید ثابت با استفاده از روش کمترین مقدار تولید ثابت (MCP)، همواره مقدار تولید تجمیعی در هر دوره، بزرگ‌تر یا مساوی با مقدار تقاضای تجمیعی در آن دوره می‌باشد. بنابراین در هیچ دوره‌ای با کمبود مواجه نمی‌شویم.

نکته ۳: در دوره‌ای که مقدار تولید تجمیعی با مقدار تقاضای تجمیعی برابر می‌شود، موجودی انبار صفر می‌شود.

نکته ۴: در روش تولید ثابت، هزینه سفارش معوق و هزینه از دست دادن مشتری، هزینه تولید در ساعات اضافه‌کاری، و هزینه تولید توسط پیمانکار وجود ندارد. در این روش به منظور برآورده کردن تقاضا با دوره‌هایی که با افزایش تقاضا مواجه هستیم، از موجودی انبار استفاده می‌شود.

نکته ۵: با توجه به اینکه در استراتژی تولید ثابت، میزان تولید روزانه در ماه‌های مختلف تغییر نمی‌کند، بنابراین در این استراتژی هزینه تغییر سطح تولید مانند هزینه استخدام یا اخراج کارگران وجود ندارد (توجه شود که فقط در ابتدای دوره اول ممکن است نیاز به استخدام یا اخراج تعدادی از کارگران باشد. اما تعداد کارگر مورد استفاده در دوره اول، تا دوره آخر تغییر نخواهند کرد).

مثال ۱: تقاضای ماهانه از یک محصول برای ۶ ماه اول سال به شرح مندرج در جدول زیر است. چنانچه هر ماه را ۲۰ روز کاری حساب کنیم، حداقل تولید ثابت ماهانه به چه میزان باشد تا در هیچ دوره‌ای با کمبود مواجه نشویم؟ (سراسری ۹۷)

ماه‌ها	تقاضای ماهانه
۱ ماه	۵۰۰ واحد
۲ ماه	۵۰۰ واحد
۳ ماه	۸۰۰ واحد
۴ ماه	۱۴۰۰ واحد
۵ ماه	۹۰۰ واحد
۶ ماه	۷۰۰ واحد

(۱) ۸۰۰

(۲) ۸۲۰

(۳) ۸۴۰

(۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه «۲» برنامه تولید ثابت ماهانه را می‌توان از روش (Minimum Constant production) MCP تهیه نمود. در این روش تقاضای تجمعی ماهانه بر روزهای کاری تجمعی تقسیم می‌شود. بیشترین عدد به دست آمده مقدار تولید روزانه است به طوری که با کمبود مواجه نشویم. با ضرب مقدار تولید روزانه در تعداد روزهای کاری در ماه می‌توان مقدار تولید ثابت ماهانه را به دست آورد.

متوسط تقاضای روزانه	روزهای کاری تجمعی	تقاضای تجمعی	روزهای کاری	تقاضا	ماه
۲۵	۲۰	۵۰۰	۲۰	۵۰۰	۱
۲۵	۴۰	۱۰۰۰	۲۰	۵۰۰	۲
۳۰	۶۰	۱۸۰۰	۲۰	۸۰۰	۳
۴۰	۸۰	۳۲۰۰	۲۰	۱۴۰۰	۴
۴۱	۱۰۰	۴۱۰۰	۲۰	۹۰۰	۵
۴۰	۱۲۰	۴۸۰۰	۲۰	۷۰۰	۶

مقدار تولید روزانه برابر ۴۱ عدد و مقدار تولید ثابت ماهانه برابر $۴۱ \times ۲۰ = ۸۲۰$ عدد خواهد بود.

مثال ۲: مدیر کارخانه‌ای تقاضای فصلی بازار را برای محصولش در سال آینده مطابق جدول زیر پیش‌بینی کرده است. چنانچه هر فصل ۷۵ روز کاری باشد، میزان تولید در هر فصل چقدر باشد تا با کمبود مواجه نشویم؟ (سراسری ۹۵)

فصل	۱	۲	۳	۴	(۲) ۵۰	(۱) ۵۰۰
تقاضای پیش‌بینی شده	۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۲۰۰	(۴) ۲۰۰	(۳) ۱۲۵

پاسخ: گزینه «۳» برای اینکه در هیچ فصلی با کمبود مواجه نشویم، باید تولید در هر فصل با توجه به روزهای کاری و غیرکاری طوری برنامه‌ریزی شود که تقاضای تجمعی فصول با کمبود مواجه نشود. در این سؤال هر فصل برابر ۷۵ روز کاری در نظر گرفته شده است.

فصل	تقاضای پیش‌بینی شده	روزهای کاری تجمعی	تقاضای تجمعی	سطح تولید روزانه (تقاضای تجمعی / روزهای کاری تجمعی)	سطح تولید فصل
۱	۵۰	۷۵	۵۰	$\frac{50}{75}$	۵۰
۲	۱۲۰	۱۵۰	۱۷۰	$\frac{170}{150}$	۸۵
۳	۱۳۰	۲۲۵	۳۰۰	$\frac{300}{225}$	۱۰۰
۴	۲۰۰	۳۰۰	۵۰۰	$\frac{500}{300}$	۱۲۵

با توجه به محاسبات انجام شده، حداقل سطح تولید هر فصل باید ۱۲۵ کالا باشد تا در هیچ فصلی با کمبود مواجه نشویم. با در نظر گرفتن تولید ثابت ۱۲۵ کالا در هر فصل داریم:

فصل	تقاضای پیش‌بینی شده	تولید هر فصل	مقدار باقی‌مانده تا آن فصل
۱	۵۰	۱۲۵	۷۵
۲	۱۲۰	۱۲۵	۸۰
۳	۱۳۰	۱۲۵	۷۵
۴	۲۰۰	۱۲۵	۰

مثال ۳: تقاضای فصلی برای یک محصول به صورت جدول زیر است. حداقل میزان تولید ثابت روزانه که بتواند در همه فصل‌ها جوابگوی تقاضا باشد و هرگز با کمبود مواجه نشویم، چند کارتن است؟ (سراسری ۹۴)

روزهای کار	تقاضا	فصل
۸۰ روز	۸۰۰ کارتن	۱
۸۰ روز	۲۴۰۰ کارتن	۲
۸۰ روز	۱۰۰۰ کارتن	۳
۸۰ روز	۶۰۰ کارتن	۴

(۱) ۱۰

(۲) ۲۵

(۳) ۲۰

(۴) ۱۵

پاسخ: گزینه «۳» برای پاسخ به این سؤال تقاضای تجمعی را بر روزهای کاری تقسیم می‌کنیم. بزرگ‌ترین نسبت به‌دست آمده نشان‌دهنده مقدار تولید ثابت روزانه (MCP) است.

MCP	روزهای کاری تجمعی	تقاضای تجمعی	روزهای کاری	تقاضا
۱۰	۸۰	۸۰۰	۸۰	۸۰۰
۲۰	۱۶۰	۳۲۰۰	۸۰	۲۴۰۰
۱۷/۵	۲۴۰	۴۲۰۰	۸۰	۱۰۰۰
۱۵	۳۲۰	۴۸۰۰	۸۰	۶۰۰



مدرسان شریف

فصل ششم

«برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز (MRP)»

درسنامه (۱): سیستم MRP



برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز (MRP)

تقاضا برای محصولات و قطعات به دو صورت ممکن است وجود داشته باشد:

✓ تقاضای مستقل ✓ تقاضای وابسته

تقاضای مستقل برای کالاها یا قطعاتی به کار می‌رود که نهایی بوده و جزئی از سایر محصولات یا قطعات نیستند. به عنوان مثال فرض کنید تقاضا برای یک نوع دوچرخه در سال آتی ۱۰۰ دستگاه پیش‌بینی شده است. این تقاضا را تقاضای مستقل می‌گویند. تقاضای مستقل برای یک محصول برابر است با مجموع دو نوع تقاضای زیر:

✓ سفارش‌های دریافتی از مشتریان (تقاضای سفارش شده): منظور تقاضاهایی است که توسط مشتریان سفارش داده شده و مقدار آن معلوم و معین می‌باشد؛

✓ پیش‌بینی تقاضای نامعلوم (تقاضای پیش‌بینی شده): در این قسمت با استفاده از روش‌های آماری و تحلیل مقادیر فروش در دوره‌های گذشته، مقدار تقاضا برای دوره آتی پیش‌بینی می‌گردد.

اما تقاضای وابسته برای اجزا یا قطعاتی به کار می‌رود که مقدار تقاضا برای آنها وابسته به مقدار تقاضا برای کالاها و قطعات دیگر است. تقاضای وابسته نیازی به پیش‌بینی ندارد، زیرا برای قطعات وابسته تقاضای خارجی وجود ندارد و تعداد مورد نیاز برای این نوع قطعات، وابسته به میزان تقاضا برای محصولات یا قطعات دیگر می‌باشد. به عنوان مثال اگر میزان تقاضا برای محصول دوچرخه ۱۰۰ باشد، برای تأمین این تعداد دوچرخه، نیاز به ۲۰۰ عدد چرخ می‌باشد. در این مثال تقاضا برای ۱۰۰ دستگاه دوچرخه، تقاضای مستقل نامیده می‌شود، چون این تقاضا ناشی از تقاضا برای کالا و خدمات دیگر نیست. اما تقاضا برای ۲۰۰ عدد چرخ تقاضای وابسته نامیده می‌شود، چون تقاضای ۲۰۰ واحد چرخ وابسته به تقاضا برای ۱۰۰ دستگاه دوچرخه می‌باشد.

برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز (Material Requirement Planning) به‌عنوان تکنیکی برای مدیریت تقاضای وابسته استفاده می‌شود. به عبارت دیگر مسئله زمانبندی برای دریافت مواد و قطعات وابسته با استفاده از روش برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP) حل می‌شود. برای این منظور در سیستم MRP ابتدا تقاضا برای محصول نهایی (مجموع تقاضای به‌دست آمده از روش‌های پیش‌بینی و تقاضای دریافت شده از مشتریان) تعیین می‌گردد. سپس این محصول نهایی به قطعات تشکیل‌دهنده آن تجزیه شده و در نهایت با استفاده از سیستم MRP، احتیاج به هریک از مواد و قطعات وابسته، در زمان مورد نیاز برنامه‌ریزی می‌شود. بنابراین می‌توان سیستم برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز را یک سیستم اطلاعاتی به‌منظور هماهنگی برنامه‌های تفصیلی در سیستم‌های تولید چندمرحله‌ای دانست.

نکته ۱: متداولترین روش‌های برنامه‌ریزی و کنترل مواد و قطعات عبارتند از سیستم MRP و روش‌های کنترل موجودی. از سیستم MRP زمانی استفاده می‌شود که تقاضا برای مواد و قطعات وابسته به محصول یا قطعات دیگر باشد. اما برای کنترل مواد و قطعاتی که تقاضای آنها مستقل از محصول یا قطعات دیگر است، از روش‌های کنترل موجودی مانند روش‌های EOQ، POQ و ... استفاده می‌شود (روش‌های کنترل موجودی در فصل بعد توضیح داده خواهند شد).

نکته ۲: هرچند قطعات یدکی محصول نهایی نیستند، اما از آنجا که برای آنها تقاضای مستقل وجود دارد، بنابراین می‌توان این قطعات را مانند محصولات نهایی در نظر گرفت. به عبارت دیگر می‌توان قطعات یدکی را به‌طور مستقل فروخت و تقاضا برای آنها در ارتباط با محصول یا قطعات سطوح بالاتر نیست، در نتیجه تقاضا برای قطعات یدکی از نوع تقاضای مستقل محسوب می‌گردد.



(آزاد ۸۳)

مثال ۱: کدام یک از مدل‌های زیر جهت برنامه‌ریزی مواد برای قطعات وابسته مناسب‌تر است؟

GERT (۴)

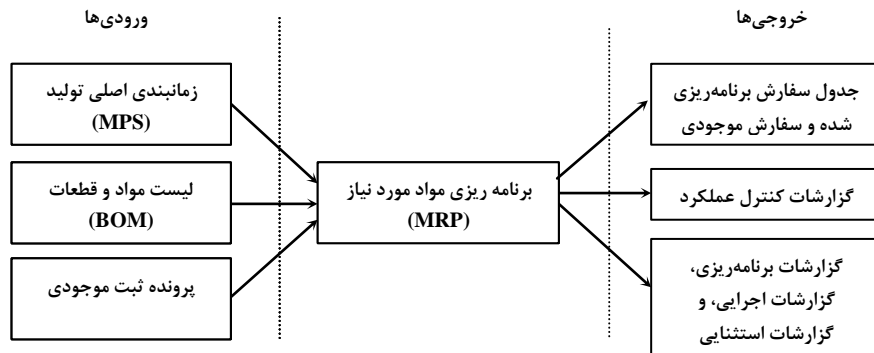
MRP (۳)

PERT (۲)

CPM (۱)

پاسخ: گزینه «۳» جهت برنامه‌ریزی مواد برای قطعات وابسته از روش MRP (برنامه‌ریزی احتیاجات مواد) استفاده می‌شود. تکنیک‌های PERT, CPM و GERT از روش‌های کنترل پروژه هستند.

ورودی‌های سیستم MRP: یک سیستم MRP دارای ورودی‌ها و خروجی‌هایی به صورت زیر می‌باشد:



سیستم MRP سه ورودی اصلی دارد که عبارتند از:

✓ پرونده ثبت موجودی (صورت موجودی انبار) ✓ برنامه تفصیلی تولید یا زمانبندی اصلی تولید (MPS) ✓ لیست مواد و قطعات (BOM)

(سراسری ۸۳)

مثال ۲: برای استفاده از برنامه‌ریزی نیازمندی‌های مواد (MRP)، داده‌هایی به عنوان ورودی لازمند که عبارتند از:

(۱) فقط لیست مواد و فایل موجودی

(۲) فقط برنامه اصلی (MPS) و لیست مواد

(۳) برنامه اصلی (MPS)، پیش‌بینی تقاضا، اطلاعات فروش

(۴) برنامه اصلی (MPS)، لیست مواد، فایل‌های موجودی، اطلاعات خرید

پاسخ: گزینه «۴» برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP) سه ورودی دارد: ۱- برنامه اصلی تولید (MPS)، ۲- لیست مواد (BOM)، ۳- اطلاعات خرید و مقدار موجودی انبار (پرونده ثبت موجودی).

(آزاد ۹۰)

مثال ۳: در طراحی سیستم برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP) چه فایل‌های اطلاعاتی باید به کار گرفته شود؟

(۱) درخت محصول، ماشین‌آلات تولیدی، تأمین‌کنندگان

(۲) زمان‌بندی اصلی تولید، درخت محصول، سوابق موجودی

(۳) تقاضای مشتریان، زمان‌بندی اصلی تولید، درخت محصول

(۴) فرآیندهای تولید، تقاضای مشتریان، سوابق موجودی

پاسخ: گزینه «۲» سیستم MRP سه ورودی اصلی دارد که عبارتند از:

- برنامه تفصیلی تولید یا زمان‌بندی اصلی تولید (MPS)

- لیست مواد و قطعات (این لیست در قالب درخت محصول قابل مشاهده است).

- صورت موجودی انبار (سوابق موجودی)

در ادامه به تشریح هر یک از ورودی‌های سیستم MRP پرداخته می‌شود.

پرونده ثبت موجودی (صورت موجودی انبار): پرونده ثبت موجودی یا صورت موجودی انبار بیانگر وضعیت موجودی‌های مربوط به قطعات قابل سفارش برای مونتاژ در محصول نهایی می‌باشد و در واقع نشان می‌دهد که از هر قطعه، چه تعداد در انبار موجود است.



مدرسای شریف

فصل هفتم

«مدل‌های کنترل موجودی»

درسنامه (۱): مبانی مدل‌های موجودی



شرکت‌ها می‌توانند پیش‌بینی کنند که مشتریان چه مقدار از یک محصول را در چه زمانی می‌خواهند خریداری کنند. اما یک عدم اطمینان در این پیش‌بینی وجود دارد. بنابراین شرکت‌ها تلاش می‌کنند که برای پاسخگویی به تقاضاهای ناخواسته، مقداری از محصول تولید شده خود را به عنوان ذخیره، نگهداری کنند. این ذخیره به عنوان یک ضربه‌گیر عمل می‌کند که بین عرضه و تقاضا تعادل ایجاد می‌کند. علاوه بر ذخیره محصول تولید شده، شرکت‌ها برای ایجاد توازن بین عرضه و تقاضا، مقداری مواد خام و کالای نیمه‌ساخته (کار در جریان ساخت) را نیز نگهداری می‌کنند. بنابراین سه نوع موجودی در یک شرکت تولیدی وجود دارد: مواد خام، کار در جریان ساخت، و کالای تکمیل شده.

مقداری از موجودی که باید انبار شود، نقش مهمی در مدیریت هزینه‌ها ایفا می‌کند. انباشتن بیش از حد موجودی سبب اتلاف سرمایه و راکد ماندن آن شده و افزایش هزینه‌های نگهداری را به همراه دارد. همچنین وجود ذخیره کم موجودی، می‌تواند سبب مازاد تقاضای مشتریان و از دست دادن فرصت فروش محصول شده و چه بسا سبب نارضایتی آنان شود. هدف کنترل موجودی اطمینان از این است که مقدار مناسب موجودی در زمان مناسب سفارش داده شود. پرسش‌های اساسی در تدوین یک مدل موجودی عبارتند از:

۱- چه مقدار باید سفارش داده شود؟ ۲- چه زمانی باید سفارش داده شوند؟

پرسش اول به مقدار سفارش توجه دارد. از مدل‌های ریاضی برای تعیین مقدار سفارش می‌توان به مدل "مقدار اقتصادی سفارش" یا EOQ، مدل میزان اقتصادی تولید (مدل EPQ) اشاره کرد.

پرسش دوم مربوط به زمان‌بندی سفارش‌ها می‌باشد. دو نوع سیستم زمان‌بندی برای سفارش‌ها وجود دارد:

الف) سیستم مقدار ثابت سفارش (ب) سیستم دوره ثابت سفارش (سیستم مرور دوره‌ای انبار)

در سیستم مقدار ثابت سفارش، هر بار مقدار ثابتی از کالا سفارش داده می‌شود. هرگونه انحرافی در مقدار تقاضا از طریق تغییر زمان بین سفارش‌ها، جبران می‌شود. اما در سیستم دوره ثابت سفارش، سفارش‌ها در فواصل زمانی منظم (صرف‌نظر از مقدار موجودی) انجام می‌پذیرد. در این سیستم هرگونه انحرافی در تقاضا از طریق تغییر مقدار سفارش‌ها جبران می‌شود. سیستم دوره ثابت سفارش را مرور دوره‌ای انبار یا مقدار سفارش دوره‌ای نیز می‌گویند.

مفاهیم و واژه‌های کنترل موجودی

مفاهیم و واژه‌های مورد استفاده در بحث کنترل موجودی عبارتند از:

هزینه واحد: قیمتی که توسط عرضه‌کنندگان برای ارائه یک واحد محصول تعیین می‌گردد.

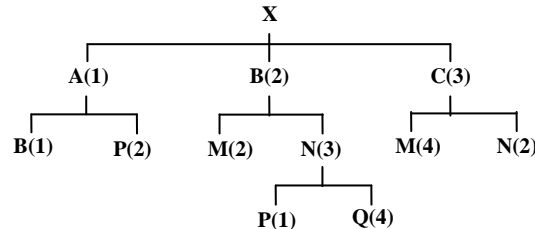
هزینه سفارش (C_0): هزینه سفارش (Ordering Cost) شامل هزینه‌های آماده‌سازی و توزیع سفارش برای ارسال به شرکت می‌باشد که شامل بازرسی کالاها و دیگر فعالیت‌های پشتیبانی می‌باشد. هزینه سفارش بستگی به تعداد کالا در هر بار سفارش ندارد، بلکه بستگی به تعداد دفعات سفارش‌دهی در سال دارد.



نکته ۳: آخرین قطعه در انتهای هر شاخه از درخت محصول، باید قطعه‌ای مفرد باشد و قطعه‌ای مرکب نباشد. به عبارت دیگر آخرین قطعه در انتهای هر شاخه نباید از قطعات دیگر ساخته شده باشد. در نتیجه اگر در انتهای برخی از شاخه‌های یک درخت محصول قطعات مرکب وجود داشته باشد، حتماً باید ابتدا این قطعات را تا رسیدن به قطعات اولیه و مفرد بسط داد.

نکته ۴: در یک درخت محصول بهتر است قطعات مشابه در یک سطح قرار داده شوند. بنابراین اگر قطعه‌ای در سطوح مختلفی از یک درخت محصول قرار داشته باشد، باید آن را در پایین‌ترین سطحی که این قطعه در آن وجود دارد، در نظر گرفت. این عمل را هم سطح نمودن می‌گویند.

مثال ۶: با توجه به نمودار درخت محصول X، قطعه P در کدام سطح از این نمودار قرار دارد؟



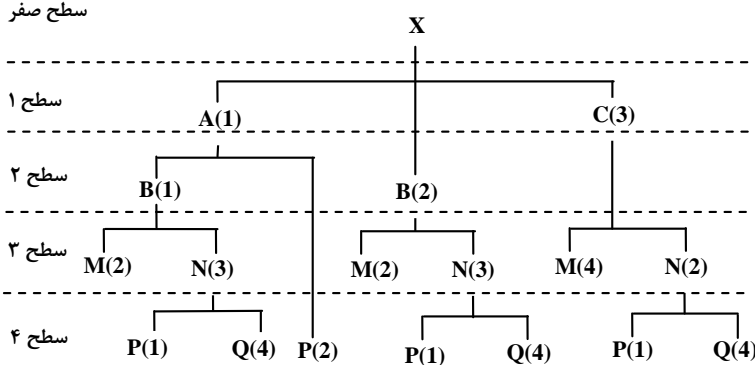
(۴) سطح چهارم

(۳) سطح سوم

(۲) سطح دوم

(۱) سطح اول

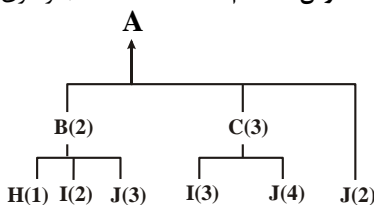
سطح صفر



پاسخ: گزینه «۴» برای پاسخ به این سؤال باید ابتدا درخت محصول را تکمیل نمود و سپس هر قطعه‌ای که در سطح‌های مختلف قرار دارد را در پایین‌ترین سطح آن قطعه در نظر گرفت. درخت تکمیل شده و هم‌سطح شده برای محصول X به صورت مقابل است (در این مثال سطح محصول نهایی، سطح صفر در نظر گرفته شده است).

همانطور که در این درخت تصمیم ملاحظه می‌گردد، هر قطعه فقط در یک سطح قرار داده شده است. قطعه P در سطح ۴ قرار دارد. به همین صورت می‌توان برای سایر قطعات نیز نتیجه‌گیری کرد. مثلاً قطعه B در سطح ۲، قطعه N در سطح ۳ و قطعه Q در سطح ۴ قرار دارند.

مثال ۷: با در نظر گرفتن موجودی انبار و درخت مونتاژ زیر، اگر تقاضای A برابر ۶۰ واحد باشد، میزان سفارش J کدام است؟ (سراسری ۹۶)



موجودی	قطعه
۴۰	A
۲۰	B
۳۰	C
۵۰	J

(۱) ۱۱۴۰

(۲) ۲۲۰

(۳) ۱۵۰

(۴) ۱۷۰

پاسخ: گزینه «۴» در ابتدای حل سؤال دقت کنید که اگر نمودار مونتاژ محصول به بسط نیاز داشت حتماً این کار انجام شود. اما در این سؤال تمام قطعات ردیف آخر، قطعات خرد هستند و نمودار به بسط نیاز ندارد. تقاضا برای محصول نهایی A، ۶۰ واحد است که از همان ابتدای کار موجودی آن را کسر می‌کنیم. با وجود ۴۰ واحد از محصول A در انبار به ساخت ۲۰ واحد A نیاز است. برای ساخت ۲۰ واحد A به ساخت ۴۰ واحد B و ۶۰ واحد C نیاز است. با کسر موجودی انبار به تعداد ۲۰ واحد B و ۳۰ واحد C نیاز داریم (مطابق سؤال موجودی انبار B، ۲۰ واحد و موجودی انبار C، ۳۰ واحد می‌باشد). تعداد مورد نیاز برای J:

$$A \text{ واحد } 20 \rightarrow 2 \times 20 = 40$$

$$C \text{ واحد } 30 \rightarrow 4 \times 30 = 120$$

$$B \text{ واحد } 20 \rightarrow 3 \times 20 = 60$$

به ۲۲۰ واحد J نیاز داریم.

$$40 + 120 + 60 = 220$$

از قطعه‌ی J تعداد ۵۰ عدد در انبار موجود است، بنابراین نیاز خالص به قطعه‌ی J برابر $220 - 50 = 170$ می‌باشد.



مدرسایان شریف

فصل هفتم

«مدل‌های کنترل موجودی»

درسنامه (۱): مبانی مدل‌های موجودی



شرکت‌ها می‌توانند پیش‌بینی کنند که مشتریان چه مقدار از یک محصول را در چه زمانی می‌خواهند خریداری کنند. اما یک عدم اطمینان در این پیش‌بینی وجود دارد. بنابراین شرکت‌ها تلاش می‌کنند که برای پاسخگویی به تقاضاهای ناخواسته، مقداری از محصول تولید شده خود را به عنوان ذخیره، نگهداری کنند. این ذخیره به عنوان یک ضربه‌گیر عمل می‌کند که بین عرضه و تقاضا تعادل ایجاد می‌کند. علاوه بر ذخیره محصول تولید شده، شرکت‌ها برای ایجاد توازن بین عرضه و تقاضا، مقداری مواد خام و کالای نیمه‌ساخته (کار در جریان ساخت) را نیز نگهداری می‌کنند. بنابراین سه نوع موجودی در یک شرکت تولیدی وجود دارد: مواد خام، کار در جریان ساخت، و کالای تکمیل شده.

مقداری از موجودی که باید انبار شود، نقش مهمی در مدیریت هزینه‌ها ایفا می‌کند. انباشتن بیش از حد موجودی سبب اتلاف سرمایه و راکد ماندن آن شده و افزایش هزینه‌های نگهداری را به همراه دارد. همچنین وجود ذخیره کم موجودی، می‌تواند سبب مازاد تقاضای مشتریان و از دست دادن فرصت فروش محصول شده و چه بسا سبب نارضایتی آنان شود. هدف کنترل موجودی اطمینان از این است که مقدار مناسب موجودی در زمان مناسب سفارش داده شود. پرسش‌های اساسی در تدوین یک مدل موجودی عبارتند از:

۱- چه مقدار باید سفارش داده شود؟ ۲- چه زمانی باید سفارش داده شوند؟

پرسش اول به مقدار سفارش توجه دارد. از مدل‌های ریاضی برای تعیین مقدار سفارش می‌توان به مدل "مقدار اقتصادی سفارش" یا EOQ، مدل میزان اقتصادی تولید (مدل EPQ) اشاره کرد.

پرسش دوم مربوط به زمان‌بندی سفارش‌ها می‌باشد. دو نوع سیستم زمان‌بندی برای سفارش‌ها وجود دارد:

الف) سیستم مقدار ثابت سفارش (ب) سیستم دوره ثابت سفارش (سیستم مرور دوره‌ای انبار)

در سیستم مقدار ثابت سفارش، هر بار مقدار ثابتی از کالا سفارش داده می‌شود. هرگونه انحرافی در مقدار تقاضا از طریق تغییر زمان بین سفارش‌ها، جبران می‌شود. اما در سیستم دوره ثابت سفارش، سفارش‌ها در فواصل زمانی منظم (صرف‌نظر از مقدار موجودی) انجام می‌پذیرد. در این سیستم هرگونه انحرافی در تقاضا از طریق تغییر مقدار سفارش‌ها جبران می‌شود. سیستم دوره ثابت سفارش را مرور دوره‌ای انبار یا مقدار سفارش دوره‌ای نیز می‌گویند.

مفاهیم و واژه‌های کنترل موجودی

مفاهیم و واژه‌های مورد استفاده در بحث کنترل موجودی عبارتند از:

هزینه واحد: قیمتی که توسط عرضه‌کنندگان برای ارائه یک واحد محصول تعیین می‌گردد.

هزینه سفارش (C_0): هزینه سفارش (Ordering Cost) شامل هزینه‌های آماده‌سازی و توزیع سفارش برای ارسال به شرکت می‌باشد که شامل بازرسی کالاها و دیگر فعالیت‌های پشتیبانی می‌باشد. هزینه سفارش بستگی به تعداد کالا در هر بار سفارش ندارد، بلکه بستگی به تعداد دفعات سفارش‌دهی در سال دارد.

هزینه نصب (C_t): در برخی مدل‌های کنترل موجودی، هزینه سفارش وجود ندارد و به جای آن هزینه نصب و هزینه راه‌اندازی وجود دارد. هزینه نصب شامل هزینه‌های آماده‌سازی دستگاه و سایر فعالیت‌های پشتیبانی برای شروع تولید می‌باشد. هزینه نصب بستگی به تعداد تولید ندارد، بلکه بستگی به تعداد دفعات نصب و راه‌اندازی دستگاه دارد.

هزینه نگهداری (C_h): هزینه نگهداری (Holding Cost) شامل هزینه‌های انبارداری و نگهداری یک واحد محصول برای یک دوره زمانی می‌باشد. این هزینه ممکن است به صورت درصدی از بهای خرید یک واحد محصول ارائه گردد.

هزینه کمبود (C_s): با تمام شدن محصول ممکن است هزینه‌هایی به بار آید و تولید کارخانه به دلیل کمبود موجودی دچار وقفه گردد. بنابراین هزینه‌ای که به ازای هر واحد کمبود موجودی تحمیل می‌شود را هزینه کمبود (Shortage Cost) می‌نامند. از جمله مصادیق دیگر هزینه‌های کمبود می‌توان به هزینه از دست دادن مشتری یا هزینه فرصت از دست رفته اشاره کرد.

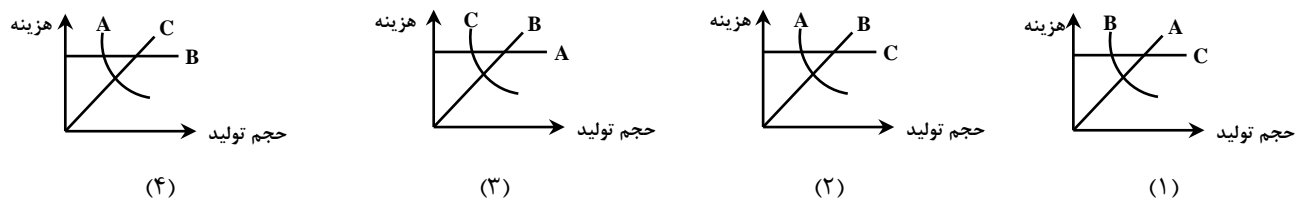
تخفیفات: به ازای خرید مقادیر بیشتری از موجودی، درصدی از بهای فروش هر واحد تخفیف داده می‌شود.

دوره تأخیر (LT): فاصله زمانی بین سفارش کالا تا دریافت آن را دوره تأخیر (Lead Time) می‌گویند.

تقاضا: عبارت است از تعداد واحدهای عرضه شده از انبار برای یک دوره زمانی.

مقدار سفارش: مقدار کالایی است که در هر بار سفارش برای آن درخواست داده می‌شود.

کدام مثال ۱: در کدام گزینه نمودارهای C, B, A به ترتیب هزینه‌های نگهداری محصول، هزینه‌های سفارش‌دهی محصول و هزینه‌های ثابت انبار را نشان می‌دهند؟ (سراسری ۸۹)



پاسخ: گزینه «۱» هزینه نگهداری بستگی به تعداد محصول نگهداری شده دارد. اگر هیچ کالایی در انبار نگهداری نشود، هزینه نگهداری صفر است. هرچه تعداد کالای انبار شده بیشتر شود، هزینه نگهداری نیز بیشتر می‌شود. تنها گزینه‌ای که رابطه مستقیمی بین حجم تولید و هزینه نگهداری را توسط نمودار A نشان می‌دهد، گزینه اول می‌باشد.

نمودار B هزینه‌های سفارش‌دهی را نشان می‌دهد. هزینه‌های سفارش‌دهی با تعداد دفعات سفارش رابطه مستقیم و با حجم تولید رابطه عکس دارد. هرچه حجم تولید بیشتر باشد، نیاز به تعداد دفعات کمتری به سفارش‌دهی است و در نتیجه هزینه سفارش‌دهی کمتر می‌شود. تنها گزینه اول شکل صحیح نمودار B را نشان می‌دهد.

هزینه ثابت هیچ رابطه‌ای به حجم تولید ندارد و به ازای مقادیر مختلف تولید مقداری ثابت است. گزینه‌های اول و دوم شکل صحیح نمودار C (نمودار هزینه‌های ثابت) را نشان می‌دهند.

نقطه سفارش مجدد (ROP)

چه زمانی باید برای قطعات جدید سفارش داده شود؟ هنگامی سفارش مجدد برای دریافت کالا داده می‌شود که سطح موجودی برابر با ROP شده باشد. زمان تأخیر در تعیین این نقطه اثرگذار است. به عبارت دیگر نقطه سفارش مجدد (Reorder Point) حداقل سطحی است که ذخیره‌های موجود در دست هستند و تا پیش از اتمام آنها، سفارش جدید از راه می‌رسد. به عبارت دیگر این مقدار موجودی جوابگوی نیاز شرکت در زمان تأخیر خواهد بود. نقطه سفارش مجدد از رابطه روبرو به دست می‌آید:

که در آن d میزان مصرف روزانه، L زمان تأخیر، و SS ذخیره ایمنی را نشان می‌دهند.

ذخیره احتیاطی (SS): ذخیره احتیاطی (Safty Stoack) که به آن ذخیره ایمنی و ذخیره اطمینان نیز می‌گویند، مقداری از موجودی می‌باشد که به صورت اضافی و به منظور مقابله با عدم اطمینان در شرایط اضطراری نگهداری می‌شود.

مثال ۲: کارخانه‌ای برای تولید محصول سالانه به ۱۰۰۰ واحد از قطعه A نیاز دارد. اگر زمان متوسط دریافت سفارش قطعه A، هشت روز باشد و بخواهیم ۲۵٪ آن را به عنوان ذخیره احتیاطی در انبار نگهداری کنیم، نقطه سفارش مجدد قطعه A کدام است؟ (هر سال ۲۵۰ روز کاری) (سراسری ۹۵)

۳۱ (۴)

۲۴ (۳)

۴۰ (۲)

۳۳ (۱)

پاسخ: گزینه «۲» نقطه سفارش مجدد (Reorder Point (ROP))، سطحی از موجودی است که در آن سفارش خرید محموله‌ی بعدی صادر می‌شود. این نقطه به صورت ایدئال برابر میزان کالای موردنیاز از لحظه صدور سفارش تا رسیدن کالا (زمان انتظار) است که البته برای غلبه بر تغییرات محتمل تقاضا و یا احتمال دیر رسیدن کالا، میزانی از موجودی به عنوان موجودی اطمینان (SS) نیز به آن اضافه می‌شود. بنابراین، نقطه سفارش مجدد برابر مصرف در طول زمان انتظار به اضافه سطح موجودی اطمینان می‌باشد.

به این زمان انتظار، لیدتایم (Lead Time (L)) می‌گویند. برای تعیین میزان مصرف در طول لیدتایم باید نرخ مصرف روزانه را بدانیم. نرخ مصرف روزانه کالا از تقسیم کل کالای مصرفی در طول سال تقسیم بر تعداد روزهای مصرف به دست می‌آید و آن را با d نشان می‌دهند:

$$d = \frac{\text{تقاضای سالیانه}}{\text{تعداد روزهای کاری}} = \text{نرخ مصرف روزانه}$$

بنابراین، با توجه به نرخ مصرف d واحد در روز، مصرف در طول زمان لیدتایم برابر است با $d \times L$. با در نظر گرفتن سطحی از موجودی اطمینان (S.S)، فرمول نقطه سفارش مجدد برابر است با:

در این سؤال تقاضای سالیانه برابر ۱۰۰۰ واحد و تعداد روزهای کاری سالیانه برابر ۲۵۰ روز کاری است. بنابراین نرخ مصرف روزانه عبارت است از:

$$\text{واحد در روز} = d = \frac{\text{تقاضای سالیانه}}{\text{تعداد روزهای کاری}} = \frac{1000}{250} = 4$$

لیدتایم برابر ۸ روز در نظر گرفته شده و به اندازه‌ی مصرف ۲۵٪ آن ($250 \times 8 = 2000$ روز) موجودی اطمینان نگهداری می‌شود. بنابراین، نقطه سفارش مجدد عبارت است از:

$$ROP = d \times L + SS = 4 \times 8 + 4 \times 2 = 40$$

مثال ۳: یک شرکت تولیدکننده تجهیزات پزشکی سالانه ۱۸,۰۰۰ کارت از یک قطعه الکترونیکی را خریداری می‌کند. در صورتی که این شرکت سالانه ۵ بار سفارش خرید بدهد و زمان انتظار دریافت سفارش ۹۰ روز باشد، بار در نظر گرفتن ذخیره ایمنی برابر ۱۰۰ کارت، نقطه سفارش مجدد برای این شرکت کدام است؟ (هر سال - ۳۶۰ روز کاری) (سراسری ۹۱)

۲,۵۰۰ (۴)

۱,۰۰۰ (۳)

۳,۶۰۰ (۲)

۴,۶۰۰ (۱)

پاسخ: گزینه «۱» نیاز روزانه به این قطعه برابر است با $50 = 360 \div 18,000$ ، در نتیجه نقطه سفارش مجدد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$ROP = d.L + ss = (50 \times 90) + 100 = 4,600$$

مثال ۴: کدام مورد کمترین تأثیر را در تعیین مقدار ذخیره‌ی احتیاطی ایفا می‌کند؟ (سراسری ۸۸)

۴) ساختار سازمانی

۳) موقعیت انبار

۲) وضع بازار

۱) نوع جنس

پاسخ: گزینه «۴» نوع جنس تأثیر زیادی در تعیین مقدار ذخیره احتیاطی دارد. مثلاً اگر جنس دارای زمان فسادپذیری کوتاهی باشد باید از آن کمتر ذخیره کرد. وضع بازار نیز تأثیر زیادی دارد. مثلاً اگر جنسی در بازار کمیاب باشد باید از آن بیشتر ذخیره گردد. همچنین موقعیت انبار مانند دوری یا نزدیکی به کارخانه نیز تأثیر بر مقدار ذخیره احتیاطی دارد. بنابراین کمترین تأثیر بر میزان ذخیره احتیاطی را ساختار سازمانی دارد.

مثال ۵: مقدار اقتصادی سفارش برای یک نوع دارو محاسبه شده و برابر ۴۵۰ است. حداکثر مدت مجاز نگهداری این دارو ۶ روز است و تقاضای روزانه آن برابر ۷ واحد می‌باشد. بهترین مقدار سفارش این دارو چند واحد است؟ (سراسری ۸۳)

۸۷۰ (۴)

۴۵۰ (۳)

۴۲۰ (۲)

۲۱۰ (۱)

پاسخ: گزینه «۲» هر چند مقدار اقتصادی سفارش برابر با ۴۵۰ شده است، اما بیشترین مقداری که می‌توان سفارش داد برابر است با $420 = 6 \times 70$. زیرا هرچه بیشتر از ۴۲۰ واحد سفارش دهیم از مدت مجاز نگهداری ۷ روز تجاوز کرده و قابل استفاده نیست.



مدرسان شریف

فصل هشتم

«مکان‌یابی و طرح استقرار»

درسنامه (۱): مکان‌یابی (Location)



تعیین محل استقرار مؤسسه تولیدی یا خدماتی، یکی از تصمیمات استراتژیک سازمان به‌شمار می‌رود. بررسی و انتخاب محل مناسب، به‌نحوی که از جهات فنی امکان‌پذیر و از جهات اقتصادی مقرون به صرفه باشد، اجتناب‌ناپذیر و حیاتی است. به دلیل وجود محدودیت‌های موجود، انتخاب محل ایده‌آل مقدور نمی‌باشد، لذا بایستی مناسب‌ترین محل را انتخاب نمود. تعیین مکان طرح، بر هزینه‌های ثابت و هزینه‌های متغیر و سود کل سازمان تأثیر می‌گذارد، بعلاوه می‌تواند مزیت رقابتی برای سازمان ایجاد کند. مطالعه و بررسی انتخاب محل، علاوه بر اجرای یک طرح جدید، در هنگام توسعه کارخانه (به دلیل افزایش تولید یا ارائه محصول جدید)، ایجاد دفاتر یا شعب یا انبارهای جدید، و همچنین هنگام انتقال کارخانه به محل جدید (به هر دلیل)، مورد نیاز است.

برای تعیین محل اجرای طرح، پس از انجام مطالعات امکان‌سنجی اولیه و تجزیه و تحلیل ویژگی‌های کلی مناطق، به تعیین حوزه مکانی بهینه (منطقه کلی) و سپس به تعیین دقیق محل اجرای طرح پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه مطالعه در مورد محل اجرای طرح از جهات گوناگون از قبیل بازار و جهات فنی و مالی حائز اهمیت است، عوامل زیادی وجود دارد که در تصمیم‌گیری برای انتخاب محل مؤثرند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- **بازار:** نزدیکی به بازار فروش برای مؤسساتی که کالای تولیدی آنها سنگین و حجیم می‌باشد و یا بایستی ارتباط بیشتری با مشتری داشته باشند (مانند مؤسساتی که کالا را برحسب سفارش مشتری تولید می‌کنند و این تولید نیاز به برقراری ارتباط بین مؤسسه و مشتری دارد)، از اهمیت زیادی برخوردار است. برخی از شرکت‌ها تمایل دارند دور از رقبای خود باشند، اما برخی دیگر تمایل دارند در نزدیکی رقبای خود باشند تا بتوانند از مزایای متمرکز بودن مشتریان در یک محدوده برخوردار شوند.

- **مواد اولیه:** به‌طور کلی وقتی که هزینه‌های حمل‌ونقل، درصد قابل توجهی از هزینه تمام‌شده را تشکیل می‌دهد، دسترسی آسان و سریع به مواد اولیه اهمیت بیشتری می‌یابد. از طرفی، برخی از مواد اولیه به علت خصیصه فیزیکی یا دلایل دیگر، به آسانی قابل حمل نیستند و شرکت‌ها تمایل دارند که در نزدیکی عرضه‌کنندگان مواد اولیه خود باشند. از جمله این مواد می‌توان به محصولات کشاورزی در صنایع کمپوت‌سازی و کنسروسازی، محصولات دامی فاسدشدنی مانند صنایع شیر، و یا صنایعی که مواد اولیه آنها حجیم و کم‌ارزش هستند (مانند صنایع سیمان و آهک) اشاره کرد.

- **نیروی کار:** میزان، ترکیب و کیفیت نیروی کار به‌عنوان یکی از عناصر مهم مکان‌یابی در عصر حاضر اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در تعیین منطقه بایستی به میزان در دسترس بودن نیروی کار، میزان تخصص و مهارت‌های مورد نیاز و میزان دستمزدهای متداول در منطقه توجه داشت. در موقع مطالعه محل طرح بایستی اطلاعاتی از نیروی انسانی آن منطقه از قبیل: ترکیب سنی، درجه تخصص، نوع حرفه یا فن، سطح زندگی، میزان دستمزدها، سابقه روابط کارگر و کارفرما، بنیه و استقامت کارگران و درجه کارایی آنها، میزان عرضه نیروی کار و امکانات آموزشی موجود در محل، مورد بررسی قرار گیرد.

- **قوانین و مقررات:** مناطق مختلف کشور می‌تواند برای جذب سرمایه‌گذاری‌ها و ایجاد مشوق‌ها، مقررات و قوانین خاصی (مانند اعطای اعتبار بیشتر با شرایط مطلوب و با بهره کم، یا مالیات کم و احتمالاً بخشودگی مالیاتی) داشته باشند. برخی مناطق نیز به دلیل تجمع صنایع مختلف، جمعیت زیاد و آلودگی می‌تواند مقررات و قوانین بازدارنده (مانند مقررات مربوط به آلودگی محیط‌زیست) داشته باشند. به‌طور کلی در انتخاب طرح بایستی قوانین حقوقی (عدم ممنوعیت تأسیس مؤسسه در مناطق خاص)، مقررات کار، مقررات صنایع، مقررات بیمه و مقررات مالیاتی مورد توجه قرار گیرند.
- **سوخت:** وجود سوخت مورد نیاز در منطقه و انتقال آن، در انتخاب محل اجرای طرح تأثیر می‌گذارد. گاهی مناطقی به دلیل وجود سوخت مناسب و ارزان مانند گاز طبیعی دارای امتیازاتی می‌باشند.
- **برق:** گاهی وجود نیروی برق عامل مهم و اساسی در انتخاب محل اجرای طرح است، زیرا انتقال برق به نقاط دور دست با هزینه گزاف فقط برای اجرای یک طرح، ممکن است موجه و باصرفه نباشد (نظیر صنایع الکتروشمیایی که مصرف برق آنها زیاد است).
- **آب:** موجود بودن آب با کیفیت مناسب و هزینه آن برای صنایعی که نیاز فراوان به آب دارند، از عوامل تعیین‌کننده محل اجرای طرح است (مانند صنایع شیمیایی، ذوب، کاغذسازی، چرم‌سازی).
- **حمل‌ونقل:** وجود تسهیلات حمل‌ونقل مانند خط‌آهن، جاده و امکانات حمل‌ونقل هوایی و دریایی و کیفیت آنها برای جابجایی نیروی کار و انتقال مواد اولیه و تجهیزات و توزیع محصول تولیدی، در تعیین محل طرح نقش مهمی را ایفا می‌کند. هدف از بررسی این عامل، کاهش زمان و هزینه حمل‌ونقل است. برای طرح‌هایی که مواد آنها سنگین و حجیم است، محل کارخانه باید هر چه نزدیک‌تر به منابع مواد اولیه باشد. اما در صورتی که محصول تولیدی سنگین و حجیم است، محل کارخانه بایستی به بازار فروش و محل مصرف نزدیک باشد.
- **شرایط جوی و محلی:** برخی از طرح‌ها نیازمند شرایط آب و هوایی به‌خصوصی هستند (مانند محیط مرطوب برای صنایع نساجی و محیط نامرطوب و خشک برای صنایع الکترونیک).
- همچنین برخی طرح‌ها از انرژی خورشیدی یا انرژی بادی استفاده می‌کنند. در مطالعه شرایط محیطی بایستی به فراهم بودن امکانات دفع ضایعات (برای برخی صنایع) نیز توجه داشت.
- **شرایط زندگی:** وجود امکانات زندگی از قبیل: مسکن، مدرسه، بیمارستان، تسهیلات خرید و امکانات رفاهی، برای انتخاب محل اجرای طرح بایستی مورد توجه قرار گیرد.
- **زمین:** در انتخاب محل اجرای طرح، وجود زمین مناسب (از نظر مساحت، موقعیت، شرایط فنی مانند مقاومت زمین و قیمت زمین) دارای اهمیت است.
- **سابقه صنعتی محل:** در مواردی ممکن است برخی صنایع در مناطق یا محل‌های خاصی از تمرکز مشتری برخوردار باشند (مانند صنایع فرش‌بافی در کاشان یا صنایع غذایی در مشهد). این تمرکز مزایایی دارد که می‌توان به وجود کارگر و متخصص صنعت مربوطه، وجود سرویس‌ها و خدمات لازم برای صنعت مربوطه و آشنایی سازمان‌های دولتی و شهرداری‌ها با مقررات صنعتی و مسائل آنها، اشاره کرد.

(سراسری ۹۵)

کج مثال ۱: در تعیین مکان سازمان کدام مورد نقش ندارد؟

۱) ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی

۲) برنامه‌ریزی احتیاجات مواد

۳) هزینه حمل و نقل به بازارهای پایین دست

۴) نزدیکی به عرضه‌کنندگان

- پاسخ:** گزینه «۲» یکی از مهم‌ترین فازهای بررسی امکان‌سنجی احداث کارخانه، مکان‌یابی آن است. در مکان‌یابی یک واحد صنعتی بایستی به فاکتورهایی چون دسترسی به مواد اولیه، تأمین‌کنندگان، مشتریان و بازارها، نیروی انسانی ماهر، دسترسی به امکانات تولیدی از قبیل سوخت، آب، برق، حمل‌ونقل و زیرساخت‌های حمل‌ونقلی از جمله جاده، راه‌آهن، بندر و ... شرایط جوی و محیطی، سابقه صنعتی محل و ... توجه نمود.
- برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP)، سطحی از برنامه‌ریزی تولید است که پس از تعیین برنامه‌ریزی جامع تولید (MPS) و به منظور اطمینان از ساخت و یا خرید قطعات موردنیاز در زمان معین صورت می‌گیرد.

روش‌های مکان‌یابی

روش‌های مختلفی برای مکان‌یابی تسهیلات وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از: روش نیروی جاذبه (روش مرکز ثقل)، روش امتیازدهی وزنی، روش حرکت - مسافت، مدل میانه، و روش براون - جیبسون. در ادامه به تشریح هر یک از این روش‌ها پرداخته می‌شود.

کلمه مثال ۲: برای تعیین محل کارخانه از کدام روش‌ها می‌توان استفاده نمود؟ (سراسری ۸۱)

- (۱) روش وزنی، روش نقطه سربه‌سر و روش حمل‌ونقل
 (۲) روش نقطه سربه‌سر، روش حذفی و روش فاصله‌ای
 (۳) روش برنامه‌ریزی آرمانی، روش فاصله‌ای و روش تحلیل خروجی
 (۴) روش حمل‌ونقل، روش برنامه‌ریزی خطی و روش پوشش داده‌ها

پاسخ: گزینه «۱» برای تعیین محل کارخانه از روش‌های میانگین موزون، نقطه سربه‌سر و حمل‌ونقل استفاده می‌شود.

۱- روش نیروی جاذبه (مرکز ثقل)

در این روش، نقطه مرکزی نقل و انتقال بین چند محل مشخص می‌شود. با استفاده از این روش می‌توان محل انبار مرکزی را تعیین کرد که مواد اولیه چند کارخانه را تأمین می‌کند. به عبارت دیگر، در این مدل با توجه به مختصات نقاط مربوط به منابع اولیه و نقاط مربوط به مراکز پخش و میزان کالایی که در مورد هر کدام از نقاط حمل می‌شود، مرکزی بین نقاط انتخاب می‌شود که با توجه به فاصله این مرکز از هر کدام از نقاط و میزان کالای حمل شده از آنها، کمترین هزینه حمل‌ونقل را دربر داشته باشد.

قابل ذکر است این روش وقتی قابل استفاده است که حمل‌ونقل، نقش اساسی در انتخاب محل داشته و همچنین کیفیت مسیرهای حمل برای نقاط مختلف در یک حد باشد، در غیراینصورت پارامترهای دیگری نیز بایستی دخالت داده شود.

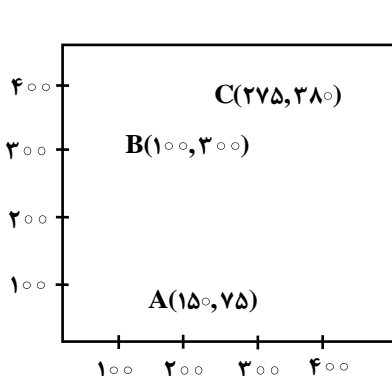
در این روش، مختصات نقاط مورد نظر (X_i, Y_i) که باید حمل‌ونقل به آنها انجام شود و وزن محموله‌هایی که قرار است به هر نقطه حمل شود (W_i) ، مشخص می‌شود. سپس با استفاده از روابط زیر محل یا نقطه مرکزی حمل‌ونقل بین نقاط موردنظر محاسبه می‌گردد:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

که در آن (x, y) مختصات نقطه مرکزی هستند. همچنین W_i نیز می‌تواند تعداد دفعات ارتباط (رفت و آمد) بین مکان‌های موجود با مکان مرکزی در نظر گرفته شود. از معایب این روش آن است که گاهی، مکان پیشنهادی به‌گونه‌ای است که امکان اجرای طرح در آن محل وجود ندارد.

کلمه مثال ۳: یک شرکت تولید کننده سیستم‌های تهویه مطبوع اتومبیل، محصولات خود را در سه کارخانه A، B و C تولید می‌کند. اخیراً مدیریت شرکت تصمیم گرفته کمپرسورهای مورد استفاده در محصولات خود را در یک کارخانه مجزا (D) به صورت متمرکز تولید کند. کمپرسورها، پس از تولید در کارخانه D به میزان موردنیاز به کارخانه‌های A، B و C ارسال خواهند شد. اطلاعات مربوط به تعداد کمپرسورهای موردنیاز هر کارخانه و موقعیت استقرار کارخانه‌ها به شرح زیر است. با استفاده از روش Centroid (مرکز ثقل)، بهترین موقعیت برای استقرار کارخانه D کدام است؟ (سراسری ۹۷)

(فرض می‌شود بین حجم محصول حمل شده و هزینه حمل رابطه خطی وجود دارد.)



کارخانه	تعداد کمپرسور موردنیاز در سال
A	۶۰۰۰
B	۸۲۰۰
C	۷۰۰۰

(۴) $(175, 262/7)$

(۳) $(171/9, 251/6)$

(۲) $(171/9, 262/7)$

(۱) $(175, 251/6)$



مدرسایان شریف

فصل نهم

«ارزیابی کار و زمان»

مطالعه کار یا طراحی کار اصطلاحی است که شامل تکنیک‌های مطالعه روش (روش‌سنجی یا حرکت‌سنجی) و اندازه‌گیری کار (کارسنجی یا زمان‌سنجی) می‌باشد و برای تأمین حداکثر استفاده ممکن از نیروی انسانی، تجهیزات و مواد اولیه مورد نیاز در انجام یک کار مشخص، به کار گرفته می‌شوند. هدف طراحی کار، مشخص نمودن بهترین شیوه عملکرد یک رشته عملیات است که فرآیند کامل تولید را تعریف می‌نماید؛ و به عبارتی هدف، افزایش بهره‌وری کل سازمان است. فردریک تیلور که به‌عنوان پدر مدیریت علمی شناخته می‌شود، در سال ۱۸۸۳ با روش سیستماتیک مطالعه کار توانست یک کار مشخص را به عناصری تقسیم و تک‌تک این عناصر را بررسی کند. تیلور زمان‌سنجی را یک عنصر در مدیریت علمی معرفی کرد که می‌تواند مهارت مدیریت را از مدیران به افراد انتقال دهد. براساس نظریات تیلور، مطالعه کار از یک طرف موجب افزایش کارایی در کارخانه‌ها و از طرف دیگر موجب افزایش حقوق کارگران بوده و در عین حال کاهش قیمت تمام شده را نیز به همراه دارد. به عقیده تیلور تعیین بهترین روش انجام کار یکی از مهمترین کارهای مدیران است (تدوین یک روش علمی). برای این منظور مدیران باید با بررسی و تجزیه و تحلیل حرکات دست، پا و بدن کارگر، حرکات لازم برای انجام هر کار را به حداقل تقلیل دهند و بدین ترتیب، ضمن جلوگیری از خستگی کارگر، سطح کارایی و راندمان کار را نیز افزایش دهند.

فرانک گیلبرت و همسرش لیلیان گیلبرت نیز تلاش‌های فراوانی صرف پایه‌گذاری روش علمی تجزیه و تحلیل حرکات کردند. گیلبرت مشاهده کرد که هر کارگر در انجام کارش روش خاصی دارد و دو کارگر هرگز کار خود را به روش کاملاً مشابه و با استفاده از یک مجموعه حرکات مشابه انجام نمی‌دهند. این مشاهدات گیلبرت را به سمت یافتن بهترین روش اجرای کارها سوق داد. گیلبرت عناصر اصلی حرکت را پایه‌گذاری کرد و بیان نمود که ما در حین انجام کارهای مختلف ۱۷-۱۸ حرکت مفید بیشتر نداریم و مابقی حرکات زائد هستند و حذف این حرکات زائد موجب کاهش زمان، افزایش کارایی و سوددهی بیشتر می‌شود. بدین وسیله گیلبرت علم حرکات‌سنجی را بنیان‌گذاری کرد.

کج مثال ۱: خروجی نهایی یک سیستم مطالعه کار چیست و در کجا بیشترین کاربرد را دارد؟ (سراسری ۸۳)

- (۱) زمان نرمال تولید - کنترل تولید
(۲) زمان استاندارد تولید - متوازن کردن خط تولید
(۳) زمان نرمال تولید - متوازن کردن خط تولید
(۴) زمان استاندارد تولید - برنامه‌ریزی و کنترل تولید

پاسخ: گزینه «۲» به منظور متوازن کردن خط تولید می‌بایست زمان استاندارد هر فعالیت را داشته باشیم. برای این منظور از سیستم مطالعه کار استفاده می‌شود.

درسنامه (۱): مطالعه روش‌ها (روش‌سنجی - حرکت‌سنجی) و تکنیک‌های آن

روش‌سنجی عبارت است از بررسی دقیق و ثبت روش‌های فعلی انجام کار و انتقاد از این روش‌ها به‌منظور ارائه راه‌حل‌های پیشنهادی که منجر به تقلیل هزینه، بهبود سیستم، ساده‌تر کردن و افزایش بازدهی در روش انجام کار شود. اهداف روش‌سنجی عبارتند از: بهبود روش‌های کار و افزایش کارایی، بهبود نحوه استقرار ماشین‌آلات، کاهش میزان خستگی کارکنان، ارتقای کیفیت کالاهای تولیدی، استفاده بهتر از منابع و امکانات، بهبود فرآیند جابجایی مواد، کاهش مخاطرات و سوانح حین کار، و دستیابی به بهترین روش انجام کار.

اندازه‌گیری کار (کارسنجی - زمان‌سنجی)

برخی تکنیک‌های روش‌سنجی عبارتند از:

- ۱- مطالعه حرکات خرد
۲- تجزیه و تحلیل تربلیگ
۳- مطالعه مسیر حرکات بدن با استفاده از فیلم
۴- استفاده از نمودارهای جریان کار
۵- تجزیه و تحلیل عملیات

مطالعه حرکات خرد (جزئی)

مطالعه حرکات خرد (Micro motion Study) یا تکنیک مطالعه جزئیات حرکات، اولین بار توسط گیلبرت و همسرش در سال ۱۹۱۲ به کار گرفته شد. مطالعه جزئیات حرکات عبارت است از بررسی اجزا یا حرکات جزئی یک عمل با استفاده از دوربین فیلمبرداری و یک وسیله اندازه‌گیری زمان (مثل کرنومتر) به طوری که فواصل زمانی دقیق را روی فیلم مشخص نماید. تا بدین ترتیب امکان بررسی حرکات جزئی ثبت شده در فیلم و اختصاص زمان به آن‌ها فراهم گردد. برای این منظور پس از فیلمبرداری از کارگران، فیلم آن‌ها با سرعت آهسته پخش شده و جزئی‌ترین حرکات کارگران به کرات مشاهده و تجزیه و تحلیل می‌شود. گیلبرت و همسرش با تمرکز بر یافتن بهترین روش انجام کار درصد تعیین کمترین زمان ممکن برای انجام کار بودند و بنابراین بررسی‌های خود را در مورد بهترین کارگران انجام می‌دادند.

نکته ۱: به منظور تجزیه و تحلیل حرکات مشاهده شده، می‌توان از نمودارهایی همچون نمودار سیمو استفاده کرد. این نمودار که شرح تفصیلی جزء به جزء حرکات همزمان دست چپ و راست را نشان می‌دهد، نوعی روش مطالعه حرکات خرد محسوب می‌شوند.

تجزیه و تحلیل تربلیگ

روش مطالعه حرکات خرد با معرفی ریزترین عناصر کاری، درصد تلاش برای بهبود حرکات و کاهش زمان انجام فعالیت‌ها است. گیلبرت تمام عناصر کاری را در قالب ۱۸ عنصر کاری (۱۸ تربلیگ) با رنگ‌های خاص و حروف الفبا مشخص کرد تا بتوان با کمک این علائم به تجزیه و تحلیل فعالیت‌ها پرداخت. این روش به روش تجزیه و تحلیل تربلیگ معروف است. تربلیگ (Therblig) معکوس نام گیلبرت است که به افتخار کاشفان آن، از نام آنها استخراج شده است. برخی از این ۱۸ تربلیگ عبارتند از: جستجو، انتخاب، گرفتن، نگهداشتن، جابجایی، رهاکردن، بازرسی و...
با استفاده از این روش، ابتدا فعالیت‌های یک کار ثبت شده و سپس تعیین می‌گردد که کدام فعالیت در چه دسته‌ای از طبقه‌بندی‌های تربلیگ قرار می‌گیرد و آن را با علامت اختصاری مشخص می‌کنند. در نهایت با ادغام و تغییر در توالی عملیات، اقدام به بهبود روش انجام کار و یافتن روش بهینه استاندارد کار می‌نمایند. ۱۸ حرکت اصلی را می‌توان به دو گروه مفید و غیرمفید تقسیم نمود. تربلیگ‌های مفید آنهایی هستند که مستقیماً موجب جلو بردن جریان کار می‌شوند (مانند گرفتن و جابجایی)، اما تربلیگ‌های غیرمفید، کمکی به پیشرفت جریان کار نمی‌کنند (مانند جستجو و بازرسی). با تجزیه و تحلیل عملیات و مطالعه حرکات خرد می‌بایست به کاهش زمان تربلیگ‌های مفید و حذف یا ادغام تربلیگ‌های غیرمفید پرداخت.

کدام مثال ۲: در کدام یک از موارد زیر، وضعیت و اعمال مختلف کارگران به هنگام کار در قالب ۱۸ نوع علامت با رنگ‌های خاص و حروف الفبا مشخص می‌شوند؟

(۱) آنتروپومتری (۲) ارگونومی (۳) حرکت‌سنجی (۴) روش‌سنجی

پاسخ: گزینه «۳» در روش تجزیه و تحلیل تربلیگ کلیه فعالیت‌های انسان در قالب ۱۸ نوع علامت با رنگ‌های خاص و حروف الفبا مشخص شده است. این روش یکی از تکنیک‌های روش‌سنجی محسوب می‌شود.

مطالعه مسیر حرکات بدن با استفاده از فیلم

گیلبرت دو تکنیک سایکلوگراف و کرونوسایکلوگراف را برای ثبت و بررسی مسیر حرکات کارگر طرح و تدوین نمود که توضیح هر یک به شرح زیر است:
سایکلوگرافی (Cyclograph): با نصب لامپ‌های الکتریکی به انگشتان دست یا سایر قسمت‌های بدن کارگر و سپس فیلمبرداری از کارگر در حین کار، مسیر حرکات کارگر ثبت می‌شود. در این روش در واقع مسیر حرکت لامپ‌های ریز در حین حرکت در فضا ثبت می‌گردد.
کرونو سایکلوگرافی (Chronocyclograph): در این روش در مدار لامپ‌های الکتریکی که به بدن کارگر وصل می‌شود، یک وسیله برای قطع و وصل جریان قرار داده می‌شود، به نحوی که لامپ‌ها به سرعت روشن و به آهستگی خاموش شوند. در این صورت مسیر حرکت لامپ‌ها به صورت نقطه‌چین ثبت می‌گردد که این نقطه‌ها جهت حرکت را نشان می‌دهند. با این روش می‌توان اندازه‌گیری دقیق زمان، سرعت و شتاب را انجام داد و جهت و مسیر حرکت را در سه بعد نشان داد.



مدیران شریف

فصل یازدهم

«سیستم‌های صف و برنامه‌ریزی ظرفیت برای سیستم‌های خدماتی و تولیدی»

درسنامه (۱): سیستم‌های صف



یکی از مسائل مهم در سیستم‌های خدماتی، لزوم تعادل مناسب خدمت‌دهی با نیازهای مشتریان است، به گونه‌ای که هزینه‌های سیستم صف حداقل گردد. از آنجا که در سیستم‌های خدماتی، ارائه خدمات تنها در صورت وجود مشتریان صورت می‌گیرد، بنابراین توجه به نیازهای مشتریان و برآورده نمودن به موقع آنها دارای اهمیت می‌باشد. یکی از مشکلاتی که ممکن است در اجرای این مهم روی دهد، وجود تقاضای بیش از حد مشتریان و مراجعه آنها به سیستم خدماتی می‌باشد. در این حالت با توجه به ظرفیت محدود خدمت‌رسانی، مشتریان ناچار باید در صف منتظر بمانند تا نوبت خدمت‌دهی به آنان فرا رسد. در یک فرآیند خط انتظار می‌توان اجزای زیر را مشاهده نمود:

۱- ورودی‌ها،

۲- خدمت‌دهندگان،

۳- خط انتظار (تعداد مشتری که در صف بوده و منتظر دریافت خدمت هستند). ۴- مشتریانی که در حال دریافت خدمت هستند.

با توجه به تعداد خدمت‌دهندگان و همچنین تعداد مرحله‌ای که به یک مشتری خدمت‌رسانی می‌شود، حالت‌های زیر در یک سیستم خدمت‌رسانی ممکن است وجود داشته باشد:

✓ سیستم یک کاناله، یک مرحله‌ای: در این سیستم فقط یک خدمت‌رسان وجود دارد و هر مشتری پس از دریافت خدمت در یک مرحله، از سیستم خارج می‌شود. به عنوان مثال آرایشگاهی را در نظر بگیرید که در آن فقط یک آرایشگر مشغول به کار است. هر مشتری پس از مراجعه به این آرایشگر و دریافت فقط یک خدمت (پیرایش مو) از آرایشگاه خارج می‌شود.

✓ سیستم چندکاناله، یک مرحله‌ای: در این سیستم چند خدمت‌رسان وجود دارد و هر مشتری پس از دریافت خدمت از یکی از خدمت‌دهندگان، از سیستم خارج می‌شود. در سیستم چندکاناله، تعداد خدمت‌دهندگانی که کار مشابه انجام داده و موازی هم می‌باشند، چند نفر یا چند دستگاه می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به آرایشگاهی اشاره کرد که در آن چند آرایشگر مشغول به کار هستند. هر مشتری با مراجعه به یکی از این آرایشگرها و دریافت فقط یک خدمت، از آرایشگاه خارج می‌شود.

✓ سیستم یک کاناله، چندمرحله‌ای: در این سیستم مشتری چند خدمت متوالی را دریافت می‌کند که هر خدمت فقط توسط یک خدمت‌دهنده ارائه می‌گردد. در فرآیند چندمرحله‌ای، فرآیند خدمت‌رسانی به صورت سری پشت سر هم قرار داشته و به ترتیب چند نفر یا چند دستگاه، خدمات متفاوتی را به مشتری ارائه می‌دهند. مانند یک کارواش که در آن ابتدا بیرون ماشین شسته شده، سپس ماشین خشک شده و نهایتاً درون ماشین تمیز می‌شود.

✓ سیستم چندکاناله، چندمرحله‌ای: در این سیستم مشتری چند خدمت متوالی را دریافت می‌کند که هر خدمت نیز توسط چند خدمت‌دهنده ارائه می‌گردد. فرض کنید در یک تعمیرگاه اتومبیل‌های تصادفی، ابتدا موتور اتومبیل بازرسی و تعمیر، سپس بدنه آن صافکاری و نهایتاً اتومبیل رنگ می‌شود. اگر فقط یک تعمیرکار، یک صافکار و یک رنگ‌کار وجود داشته باشند، این سیستم را سیستم یک کاناله و چندمرحله‌ای می‌گویند. اما اگر تعداد تعمیرکاران، و همچنین تعداد صافکار و تعداد رنگ‌کار بیش از یک نفر باشد، این سیستم را سیستم چندکاناله و چندمرحله‌ای می‌گویند.

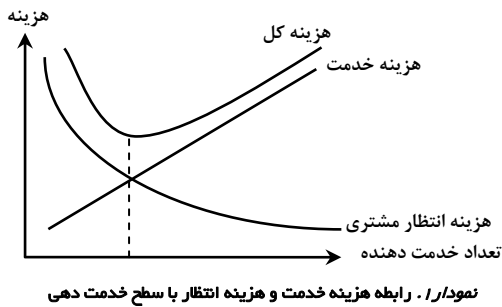
سیستم‌های صف در بانک‌ها، پمپ بنزین‌ها، تعمیرگاه‌ها و سایر سیستم‌های خدماتی کاربرد دارند. در صورتی که بخواهیم به صورت عملیاتی مسائل صف را در یک چارچوب تصمیم‌گیری بگنجانیم، می‌توان آن را در قالب هزینه‌هایی که به بار می‌آورد بررسی نمود. هزینه کل یک سیستم صف شامل دو نوع هزینه می‌شود: هزینه خدمت‌رسانی و هزینه انتظار مشتری. هزینه خدمت‌رسانی شامل هزینه استخدام و حقوق افراد خدمت‌دهنده می‌باشد. هزینه انتظار نیز برآوردی از هزینه‌های نارضایتی مشتری و از دست دادن مشتری می‌باشد. به عبارت دیگر اگر مشتری به سیستم خدمت‌دهی مراجعه کند، اما به دلیل انتظار بیش از حد، پیش از دریافت خدمت سیستم را ترک کند، این هزینه را هزینه انتظار می‌نامند. هزینه کل سیستم صف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E(C/S) = I.C_I + W.C_W$$

I: زمان بیکاری کل مورد انتظار (مجموع زمان‌های بیکاری خدمت‌دهندگان) C_I : هزینه هر واحد زمان بیکاری خدمت‌دهنده

W: زمان کل مورد انتظار برای تمام ورودی‌ها (مجموع زمان‌های انتظار مشتریان) C_W : هزینه هر واحد زمان انتظار مشتری

E(C/S): هزینه کل مورد انتظار با تعداد S خدمت‌دهنده



هزینه خدمت با سطح خدمت رابطه مستقیم دارد و شامل هزینه نیروی انسانی و دستگاه‌ها می‌باشد. اما هزینه انتظار با سطح خدمت رابطه معکوس دارد. به عبارت دیگر هرچه تعداد خدمت‌دهندگان افزایش یابد، هزینه خدمت‌دهی افزایش می‌یابد، اما هزینه انتظار کاهش می‌یابد. بنابراین تعداد خدمت‌دهندگان در یک سیستم صف باید به گونه‌ای تعیین شود که جمع هزینه خدمت‌دهی و هزینه انتظار مشتری (هزینه کل یک سیستم صف) مینیمم گردد. رابطه هزینه خدمت، هزینه انتظار و هزینه کل با سطح خدمت‌دهی در نمودار روبه‌رو نشان داده شده است.

(سراسری ۹۲)

کج مثال ۱: با افزایش تعداد مراکز توزیع، در سطح خدمات چه تغییری اتفاق می‌افتد؟

- (۱) همچنان روند افزایش خود را حفظ می‌کند، ولی نرخ افزایش کمتر می‌شود.
- (۲) ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.
- (۳) ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.
- (۴) تغییری در نرخ افزایش روی نمی‌دهد.

پاسخ: گزینه «۱» با افزایش تعداد مراکز توزیع همچنان روند افزایش خود را حفظ می‌کند، ولی نرخ افزایش کمتر می‌شود.

(آزاد ۹۰)

کج مثال ۲: تعداد بهینه خدمت‌دهندگان بانک با چه روشی قابل مدل‌سازی است؟

- (۱) مدل توالی عملیات
- (۲) مدل حمل‌ونقل
- (۳) مدل تحلیل صف
- (۴) مدل مسیر بحرانی

پاسخ: گزینه «۳» از مدل توالی عملیات جهت تعیین توالی انجام چند سفارش بر ماشین‌آلات استفاده می‌شود.

از مدل حمل‌ونقل نیز جهت تأمین تقاضای مشتریان از کارگاه‌های مختلف استفاده می‌شود به گونه‌ای که کمترین هزینه (یا مسافت) را داشته باشیم. مدل مسیر بحرانی جهت تعیین زودترین زمان اتمام پروژه (طولانی‌ترین مسیر بین گره شروع و گره اختتام پروژه) کاربرد دارد. اما با تحلیل صف می‌توان بررسی نمود که به ازای چند خدمت‌دهنده کمترین هزینه صف را خواهیم داشت (هزینه صف از جمع هزینه انتظار و هزینه خدمت‌دهی به دست می‌آید).

(آزاد ۸۲)

کج مثال ۳: ظرفیت بهینه سیستم خدمات در چه سطحی است؟

- (۱) وقتی که هزینه انتظار بیشتر از هزینه خدمت باشد.
- (۲) وقتی که هزینه خدمت بیشتر از هزینه انتظار باشد.
- (۳) وقتی که تعداد ارائه‌کنندگان خدمت، حداقل باشد.
- (۴) وقتی که هزینه واحدهای منتظر و سطح خدمت در حداقل باشد.

پاسخ: گزینه «۴» اگر تعداد ارائه‌کنندگان خدمت کم باشد، مشتریان می‌بایست در صف انتظار بمانند. این امر سبب نارضایتی مشتریان شده و برخی از آنها ممکن است برای دریافت خدمات به مکان دیگری رجوع کنند که به این هزینه‌ها، هزینه انتظار می‌گویند. اگر تعداد ارائه‌کنندگان خدمت زیاد باشد، سرویس‌دهندگان ممکن است زمان‌های زیادی را بیکار بمانند. ظرفیت بهینه سیستم خدمات در سطحی است که مجموع هزینه‌های انتظار و ارائه خدمات در حداقل باشد.

کج مثال ۴: یک پیرایشگاه می‌تواند یک یا دو پیرایشگر را استخدام کند که زمان کل بیکاری و زمان کل انتظار مشتریان به ازای این دو سطح از خدمت متفاوت و مطابق با جدول زیر است. در صورتی که هزینه هر واحد زمان بیکاری خدمت‌دهنده (پیرایشگر) یک ریال و هزینه هر واحد زمان انتظار مشتری ۳۰ ریال باشد، سیاست مطلوب در انتخاب پیرایشگر کدام است؟

تعداد خدمت‌دهندگان (S)	زمان کل بیکاری (I)	زمان کل انتظار مشتریان (W)
یک پیرایشگر	۶ دقیقه	۲۶ دقیقه
دو پیرایشگر	۶۸ دقیقه	۵ دقیقه

(۱) انتخاب یک پیرایشگر

(۲) انتخاب دو پیرایشگر

(۳) هزینه کل استخدام یک یا دو پیرایشگر برابر است.

(۴) با توجه به داده‌های مسئله نمی‌توان به این سؤال پاسخ داد.

پاسخ: گزینه «۲» هزینه کل مورد انتظار برای سطوح مختلف خدمت به صورت زیر است:

$$E(C/S=1) = (6 \times 1) + (26 \times 30) = 786 \quad ; \quad E(C/S=2) = (68 \times 1) + (5 \times 30) = 218$$

همانطور که ملاحظه می‌گردد هزینه کل استخدام یک پیرایشگر ۷۸۶ و هزینه استخدام دو پیرایشگر ۲۱۸ ریال می‌باشد. بنابراین استخدام دو پیرایشگر مناسب‌تر بوده و هزینه کل صف (مجموع هزینه خدمت‌دهی و هزینه انتظار مشتریان) کمتر می‌باشد.



مدرسایان شریف

فصل دوازدهم

«مدیریت و کنترل پروژه»

درسنامه (۱): مبانی برنامه‌ریزی و کنترل پروژه



تعاریف و مفاهیم اولیه

تعریف پروژه: مجموعه‌ای از فعالیت‌ها که برای دستیابی به منظور یا هدفی خاص انجام می‌گیرند. پروژه شامل فعالیت‌هایی است که باید در تاریخی معین، با هزینه‌ای معین و کیفیتی تعیین شده، اجرا شود. ابتدا و انتهای فعالیت‌های پروژه مشخص می‌باشند. پروژه‌ها ممکن است کارهایی باشند که انجام آنها در فواصل زمانی مشخصی لازم می‌شود، مثلاً بستن حساب‌های کارخانه در انتهای سال مالی، تعمیرات اساسی یک پالایشگاه هر دو سال یکبار و... موارد مذکور به شرطی پروژه محسوب می‌شوند که دارای زمانی معین باشند، مثلاً بستن حساب‌های کارخانه در سال مالی ۱۳۸۸؛ این پروژه، منحصر به فرد است زیرا در سال ۱۳۸۸ فقط یکبار رخ داده است. همچنین پروژه‌ها ممکن است شامل کارهایی باشند که فقط یکبار توسط سازمان انجام خواهند گرفت، مثل پروژه‌های ساختمانی، عمرانی، تحقیقاتی و... اموری نظیر تشکیل یک سمینار، تألیف یا انتشار یک کتاب، راه‌اندازی یک کارخانه، تولید یک محصول جدید، انجام یک عمل جراحی، فراهم نمودن مقدمات و رفتن به مسافرت، و هزاران امر دیگر که توسط انسان انجام می‌گیرند، هر یک می‌توانند یک پروژه باشند. انواع پروژه عبارتند از:

۱- پروژه اجرایی: همانند احداث پالایشگاه، سد، ساختمان و...

۲- پروژه خدماتی: همانند بهبود ترافیک، سرشماری، برگزاری کنکور سراسری

۳- پروژه مطالعاتی و تحقیقاتی: همانند مطالعه توجیه اقتصادی یک پروژه

ویژگی‌های پروژه عبارتند از:

۱- موقتی بودن (هر پروژه یک زمان شروع و یک زمان اختتام دارد).

۲- دارای هدف یا اهداف تعیین شده می‌باشد.

۳- همواره با عدم قطعیت همراه است.

۴- یکتا و منحصر به فرد بودن هر پروژه (هر پروژه فقط یکبار رخ می‌دهد، مانند: ساخت سد

زاینده‌رود، انجام تعمیرات اساسی پالایشگاه آبادان در سال ۱۳۸۸ و...)

۵- همواره محدودیت‌های هزینه (بودجه)، زمان، و کیفیت (عملکرد) به پروژه اعمال می‌شود.

۶- هر پروژه دارای چرخه حیات (دوره زندگی) به صورت روبرو می‌باشد:

ارتباط برنامه، طرح، پروژه

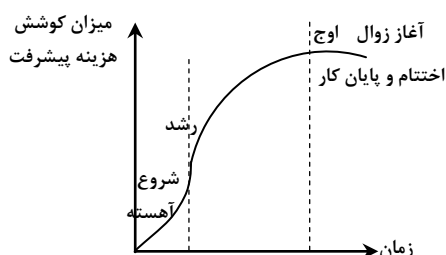
برنامه (Plan): آرمان‌ها و اهداف تعیین شده در سطح برنامه‌ریزی بلندمدت یا استراتژیک می‌باشند که دارای اهداف کیفی هستند. دستیابی به این اهداف معمولاً بین ۱۰ تا ۲۵ سال به طول می‌انجامد، مانند توسعه شبکه راه‌های کشوری. برنامه به صورت کیفی بیان می‌شود.

طرح (Program): هر برنامه در سطح برنامه‌ریزی میان‌مدت یا تاکتیکی به مجموعه‌ای از طرح‌ها تفکیک می‌شود که ظرف پنج تا ده سال می‌بایست تحقق یابند.

پروژه (Project): هر طرح در سطح برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت یا عملیاتی به پروژه‌هایی تبدیل و تقسیم می‌شود که مدت انجام آن معمولاً یک تا پنج سال است. پروژه به صورت کمی بیان می‌شود.

مدیریت پروژه: عبارت است از به‌کارگیری دانش‌ها، مهارت‌ها، ابزار و تکنیک‌های لازم در اداره انجام فعالیت‌ها، به‌منظور نیل به اهداف پروژه و انتظارات کارفرما. مدیریت پروژه، به‌کارگیری مجموعه ابزارهایی برای برنامه‌ریزی و هدایت پروژه به‌سوی اهداف موردنظر است. فرآیند مدیریت پروژه دارای سه مرحله است:

۱- برنامه‌ریزی ۲- اجرا ۳- ارزشیابی و کنترل

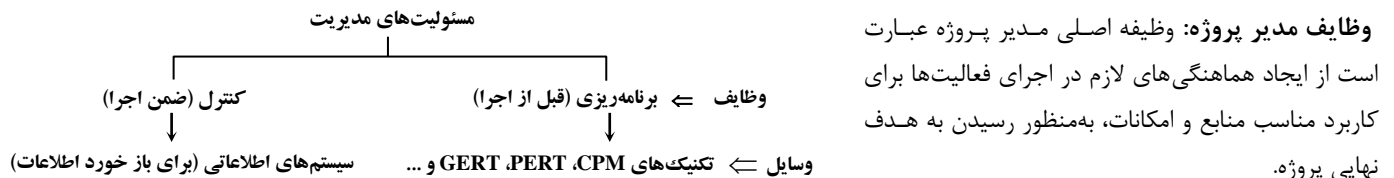


(سراسری ۸۷)

کمال مثال ۱: از دیدگاه مدیریت پروژه، کدام مورد ویژگی‌های پروژه را ندارد و پروژه محسوب نمی‌شود؟

- (۱) احداث یک نیروگاه
 (۲) راه‌اندازی یک خط تولید
 (۳) ساخت و تهیه یک فیلم سینمایی
 (۴) تولید اتومبیل با ظرفیت روزانه ۱۰۰۰ دستگاه

پاسخ: گزینه «۴» پروژه یک فعالیت موقتی است که براساس آن یک کار زمان شروع و پایان آن و مشخصات پیش‌نیازی فعالیت‌ها و تدارکات لازم در آن مشخص است و پس از پایان کار، پروژه نیز پایان می‌یابد. درحالی‌که تولید اتومبیل با ظرفیت تولید ۱۰۰۰ دستگاه، یک پروژه محسوب نمی‌گردد و در بلندمدت این فعالیت ادامه دارد. سایر گزینه‌ها ویژگی آغاز و پایان یک فعالیت را دارا می‌باشند. از ویژگی‌های پروژه منحصر به فرد بودن است که گزینه ۴ ندارد.



استانداردهای مدیریت پروژه:

با توجه به اهمیت دانش مدیریت پروژه، استانداردهای متنوعی نیز در این خصوص پدید آمده‌اند. این استانداردها براساس تجربه افراد خبره و متخصص در امر مدیریت پروژه شکل گرفته‌اند. از مهم‌ترین این استانداردها می‌توان به ISO ۱۰۰۰۶ و PMBOK اشاره کرد. استاندارد ISO ۱۰۰۰۶ حکم راهنما را دارد و برای شرکت‌های پروژه محور که به دنبال گواهینامه ISO هستند، همان ISO ۹۰۰۱ انطباق داده می‌شود.

PMBOK یا پیکره دانش مدیریت پروژه (Project Management Body of Knowledge) معروف‌ترین استاندارد مدیریت پروژه است که یک کتاب راهنما یا مرجع اصلی دارد. دانش‌های ۹ گانه مدیریت پروژه که در این استاندارد به آن‌ها اشاره شده عبارتند از:

- ۴ سطح دانش پایه‌ای (شامل مدیریت محدوده کاری، مدیریت زمان، مدیریت هزینه و مدیریت کیفیت): این چهار سطح دانش مستقیماً منجر به تأمین اهداف پروژه می‌شوند، بنابراین به آن‌ها دانش پایه‌ای می‌گویند.
- ۴ سطح دانش تسهیل‌کننده (شامل مدیریت منابع انسانی، مدیریت ارتباطات، مدیریت ریسک و مدیریت تدارکات): این چهار سطح دانش حکم وسیله‌های کمک‌کننده برای دستیابی به اهداف پروژه را دارند.
- یک سطح دانش ارتباط‌دهنده (سطح دانش مدیریت یکپارچگی): این سطح دانش وظیفه هماهنگ‌سازی هشت سطح بالا را داشته و موجب استانداردسازی آنها می‌گردد.

برنامه‌ریزی پروژه: عبارت است از تعیین توالی و تراز فعالیت‌ها برای یک پروژه، با در نظر گرفتن زمان و کیفیت تعیین شده برای هر فعالیت.

کنترل پروژه: فرآیندی است در جهت حفظ مسیر پروژه برای دستیابی به یک تعادل اقتصادی موجه بین سه عامل هزینه، زمان، و کیفیت، در حین اجرای پروژه. همچنین کنترل پروژه را اجرای دقیق و کامل برنامه تدوین شده گویند به گونه‌ای که هنگام خروج از برنامه بتوان با تشخیص علل و طرح اقتصادی‌ترین فعالیت‌ها، پروژه را به نزدیک‌ترین حالت ممکن در مسیر اولیه و اصلی خود بازگرداند.

نرم‌افزارهای کنترل پروژه: به‌منظور کنترل پروژه از نرم‌افزارهای مختلفی می‌توان استفاده کرد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- MSP (Microsoft Project)
- Primavera
- P3 (Primavera Project Planner)

نکته ۱: برنامه‌ریزی قبل از انجام پروژه صورت می‌گیرد (مانند: تعیین اهداف، تخصیص منابع به فعالیت‌ها، پیش‌بینی عواملی همچون مدت زمان مورد نیاز برای انجام فعالیت و میزان منابع مورد نیاز و ...). اما کنترل در حین اجرای پروژه صورت می‌گیرد (مانند: هدایت کارها به سمت اهداف، تدقیق کردن زمان فعالیت‌ها با زمان‌های پیش‌بینی شده و ...)

نکته ۲: هدف از سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه عبارت است از: هدایت پروژه بر طبق برنامه زمانبندی و بودجه تعیین شده، همچنین تأمین نتایج، اهداف و محصولات نهایی پروژه.

ساختار شکست کار (Work Breakdown Structure): ساختار تفکیک کارها (WBS) روشی برای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه است و عبارت است از خرد کردن پروژه در سطح جزئیات. یک پروژه را می‌توان به روش‌های مختلف خرد کرد که از مهم‌ترین آنها خرد کردن پروژه براساس مراحل انجام است.



مدرسایان شریف

فصل سیزدهم

«مدیریت کیفیت»

درسنامه (۱): مبانی کیفیت



تعریف کیفیت

محصول یا خدمت باید خواسته‌های افرادی را که از آن استفاده می‌کنند، برآورده سازد. بنابراین، کیفیت یعنی شایستگی جهت استفاده به‌خصوص از محصول یا خدمت. از دیدگاه مشتریان، میزان تطابق عملکرد محصول یا خدمت با انتظارات آنها از محصول یا خدمت «کیفیت» نامیده می‌شود. تعاریف مختلفی که توسط نظریه‌پردازان بزرگ کیفیت، برای کیفیت ارائه شده‌اند عبارتند از:

- جوران: سهولت در کاربرد و متناسب بودن برای استفاده
- کرازبی: مطابقت با خواسته‌های مشتری
- تاگوچی: دقیقاً به هدف زدن
- دمینگ: بهبود پیوسته فرآیندها و محصولات (یا خدمات)
- امروزه تعریف مشروح‌تری از واژه کیفیت مطرح می‌شود:
- دستیابی به خواسته‌ها و انتظارات بیان شده و بیان‌نشده مشتری و فراتر رفتن از آنها، با کمترین هزینه و بیشترین قابلیت اطمینان.

(سراسری ۹۲)

کج مثال ۱: نیروی محرکه مدیریت کیفیت، کدام است؟

- ۱) تولید کالا با حداکثر کیفیت.
 - ۲) تولید کالایی که نیازهای مشتری را برآورده نماید.
 - ۳) تولید محصولاتی که در معاملات هزینه کیفیت پایین داشته باشد.
 - ۴) تولید کالایی که شکاف بین کیفیت ادراک شده و کیفیت مورد انتظار مشتری را حداکثر سازد.
- پاسخ: گزینه «۲» معیار کیفیت، رضایت مشتری است که تعیین‌کننده نوع کیفیت محصول است.

(آزاد ۸۱)

کج مثال ۲: کدام یک از اشخاص زیر در زمینه بهبود کیفیت محصول صاحب‌نظر می‌باشند؟

- ۱) جوران ۲) کندی ۳) وایت ۴) اپل
- پاسخ: گزینه «۱» از افراد سرشناسی که در زمینه کیفیت کار کرده‌اند می‌توان به جوران، دمینگ، شوهارت، کرازبی و ... اشاره کرد.

اجزای کیفیت محصول

با توجه به تعریف کیفیت، اجزای آن عبارت است از:

- ۱- عملکرد: منظور از عملکرد، خصوصیات اصلی محصول است. یعنی فعالیت‌های اصلی که محصول باید آنها را به انجام برساند.
- ۲- ویژگی: علاوه بر فعالیت‌ها و خصوصیات اصلی محصول، خصوصیات جانبی را که محصول دارا می‌باشد، «ویژگی» گویند.
- ۳- قابلیت اطمینان: احتمال اینکه محصول بدون نیاز به تعمیر، در دوره معینی کار کند را «قابلیت اطمینان» گویند.
- ۴- تطابق: درجه‌ای که یک محصول، با استانداردهای از پیش تعیین شده خود مطابقت داشته باشد را «تطابق» گویند.
- ۵- دوام: منظور از دوام، مدت زمان عمر مفید یک محصول است. تفاوت «دوام» و «قابلیت اطمینان» در این است که قابلیت اطمینان، احتمال اینکه استفاده از محصول در یک افق زمانی مشخص نیاز به تعمیر نداشته باشد را نشان می‌دهد. ولی مدت زمانی که یک محصول به طور مفید، فعال باشد را «دوام» گویند.
- ۶- قابلیت تعمیرپذیری: میزان سهولت تعمیر یک محصول را «قابلیت تعمیرپذیری» گویند. محصولی باید انتخاب شود که لوازم یدکی آن، به راحتی یافت شده و به آسانی تعمیر شود. این خصوصیت در محصول موجب افزایش کیفیت محصول می‌شود. گاهی از این ویژگی به‌عنوان «خدمات پس از فروش» یاد می‌شود.
- ۷- زیبایی: ویژگی‌های ظاهری محصول مانند رنگ، اندازه، شکل، طعم و بو را «زیبایی» گویند.
- ۸- ایمنی: منظور از ایمنی، احتمال این است که مصرف‌کننده در حین استفاده از محصول آسیبی نبیند.



(آزاد ۸۸)

کدام مثال ۳: مدت زمان عمر مفید یک محصول را گویند.

(۴) دوام

(۳) ویژگی

(۲) قابلیت اطمینان

(۱) تطابق

پاسخ: گزینه «۴» مدت زمان عمر مفید یک محصول را دوام می‌گویند در حالی که قابلیت اطمینان، احتمال این است که استفاده از محصول در یک افق زمانی مشخص نیاز به تعمیر نداشته باشد.

اجزای کیفیت خدمات

کیفیت خدمات به دلیل ماهیت متفاوت آنها، از اجزای دیگری تشکیل یافته است. اجزای کیفیت خدمات از دیدگاه مشتری به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- **زمان:** که منظور از آن، مدت زمانی است که فرد در انتظار دریافت خدمت است (زمان انتظار) به علاوه مدت زمانی که دریافت خدمت به طول می‌انجامد (مدت زمان سرویس‌دهی).
- ۲- **کامل بودن:** یعنی میزان مطابقت آنچه که مشتری درخواست کرده و خدمتی که به او ارائه شده است.
- ۳- **رفتار کارکنان:** به معنای نحوه رفتار کارکنان خدمت‌دهنده به فرد متقاضی دریافت خدمت است.
- ۴- **ثبات:** به معنای یکسان بودن سطح ارائه خدمت، به افراد مختلف متقاضی دریافت خدمت، در زمان‌های متفاوت است.
- ۵- **در دسترس بودن:** منظور از آن، میزان سهولت دسترسی به خدمت است.
- ۶- **پاسخگویی:** به معنای میزان توانایی در پاسخگویی سازمان، در مواجهه با موقعیت‌های غیرعادی است.

هزینه‌های کیفیت (Cost of Quality)

امروزه، کیفیت عامل کلیدی جهت دستیابی به موفقیت‌های تجاری، رشد و جایگاه رقابتی بهتر محسوب می‌شود و از این رو، بهبود کیفیت به‌عنوان استراتژی تجاری مطرح می‌گردد. از طریق بهبود کیفیت، می‌توان رشد تجاری و موقعیت رقابتی سازمان را ارتقا بخشید. از سوی دیگر، بهبود کیفیت معمولاً با کاهش هزینه همراه است. به‌طور کلی، هزینه‌های مرتبط با تولید، شناسایی محصولات معیوب، تعمیر و اجتناب از تولید محصولات فاقد انطباق را هزینه‌های کیفیت (COQ) می‌نامند که معمولاً به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

- **هزینه‌های پیشگیری:** شامل هزینه‌های مهندسی و برنامه‌ریزی کیفیت، بازنگری محصولات جدید، طراحی محصول و فرآیند، کنترل فرآیند، آزمایش نهایی، آموزش، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به کیفیت؛
- **هزینه‌های ارزیابی:** شامل بازرسی و آزمایش مواد ورودی، بازرسی و آزمایش محصول، مواد و خدمات مصرف شده، هزینه تجهیزات آزمون و دقیق نگاه داشتن آنها؛
- **هزینه‌های خرابی داخلی:** این هزینه‌ها هنگامی وارد می‌شوند که محصولات با کیفیت کمتر از استاندارد تولید می‌شوند، اما نقص‌های آنها پیش از حمل به مشتری کشف می‌شوند و شامل ضایعات، دوباره‌کاری، آزمایش مجدد، تجزیه و تحلیل خرابی، توقف خط تولید، بازده از دست رفته و مرغوبیت کمتر می‌شوند.
- **هزینه‌های خرابی خارجی:** این هزینه‌ها هنگامی وارد می‌شوند که محصولات با کیفیت پایین برای مشتری ارسال می‌شود و شامل رسیدگی به شکایات مشتریان، محصول برگشتی، هزینه‌های گارانتی، هزینه‌های مسئولیت در قبال محصول، و هزینه‌های غیرمستقیم (از جمله سلب اطمینان مشتری، فروش از دست‌رفته، از بین رفتن شهرت، کاهش سهم بازار) می‌شوند.

از دیدگاهی دیگر، می‌توان هزینه‌های کیفیت را به دو دسته **هزینه تضمین کیفیت** (هزینه به‌دست آوردن کیفیت خوب) و **هزینه عدم انطباق** (هزینه کیفیت ضعیف) طبقه‌بندی کرد. بالطبع، هزینه‌های پیشگیری و ارزیابی جزء هزینه‌های تضمین کیفیت و هزینه‌های خرابی داخلی و خارجی، جزء هزینه‌های عدم انطباق یا هزینه‌های نقص قرار می‌گیرند.

مفید واقع شدن هزینه‌های کیفیت، به‌علت اثر اهرمی آن است. به بیان دیگر، هزینه‌های پیشگیری و ارزیابی باعث کاهش هزینه‌های خرابی داخلی و خارجی - که معمولاً بیشتر از هزینه‌های اولیه هستند - می‌شود. هدف اصلی تجزیه و تحلیل هزینه‌های کیفیت، کاهش هزینه‌های خرابی داخلی و خارجی، از طریق شناسایی و تعیین موقعیت‌های بهبود کیفیت می‌باشد. این کار معمولاً با استفاده از نمودار پارتو انجام می‌شود. تجزیه و تحلیل پارتو با شناسایی و تعیین هزینه‌های کیفیت در قالب دسته، محصول یا نوع عیب یا عدم انطباق انجام می‌گیرد. کاهش هزینه از اصول پارتو پیروی می‌کند. یعنی بیشترین کاهش هزینه از طریق تعداد کمی از مشکلات که بیشترین درصد هزینه‌های کیفیت را به خود اختصاص داده‌اند، حاصل می‌شود. طبق اصل پارتو، معمولاً ۸۰ درصد هزینه‌های کیفیت مربوط به ۲۰ درصد فرآیندها است.



مدرسایان شریف

فصل چهاردهم

«کنترل کیفیت»

به طور کلی کیفیت سه جنبه دارد که عبارتند از کیفیت طرح، کیفیت انطباق و کیفیت عملکرد.

- **کیفیت طراحی:** کیفیت طراحی مربوط به برتری‌ها (یا کاستی‌های) محصول ناشی از طراحی قوی (یا طراحی ضعیف) آن می‌شود. اختلاف طراحی در محصولاتی که کار مشابهی را انجام می‌دهند، شامل اختلاف در مواد مصرفی، تولرانس‌های قطعات، قابلیت اطمینان و مواردی از این دست است. به عنوان مثال دو محصول ممکن است برای کار مشابهی استفاده شوند، ولی در طراحی آنها اختلاف زیاد وجود داشته باشد. یک محصول ممکن است از پلاستیک معمولی و از قطعاتی ناجور ساخته شده باشد که در این صورت عمر استفاده از آن هم کوتاه می‌باشد. محصول دیگر ممکن است به خوبی طراحی شده باشد و در آن مواد خوب و مقاوم به کار رفته و قطعات آن با تولرانس‌های دقیق ساخته شده باشد و تمام علائم توانایی تحمل استفاده طولانی را داشته باشد. به وضوح مشخص است که کیفیت طراحی محصول دوم به مراتب برتر از کیفیت طراحی محصول اول است.

- **کیفیت انطباق:** کیفیت انطباق، درجه همسویی محصول با مشخصات، استانداردها و معیارهای تعیین شده برای ساخت آن محصول است. کیفیت انطباق یعنی این که محصول تا چه اندازه با تولرانس‌ها و مشخصات طراحی انطباق دارد. کیفیت انطباق تابعی از عوامل مختلف از جمله انتخاب فرآیند ساخت، آموزش و نظارت نیروی کار، نوع سیستم تضمین کیفیت (کنترل فرآیند، آزمون، فعالیت‌های بازرسی)، میزان پیروی از رویه‌ها، و انگیزه نیروی کار جهت دستیابی به کیفیت است.

- **کیفیت عملکرد:** کیفیت عملکرد یک محصول تابعی از کیفیت طرح و کیفیت انطباق آن محصول است. حفظ سطح بالایی از هر دو کیفیت مذکور، به سطح بالایی از کیفیت عملکرد منجر می‌شود. اگر کیفیت طرح ضعیف باشد، یا تطابق مناسب با مشخصات و استانداردها وجود نداشته باشد، کیفیت عملکرد محصول تنزل می‌یابد. مثلاً اگر محصول بالاترین سطح تطابق با مشخصات و استانداردها را داشته باشد، اما طراحی محصول ضعیف باشد، کیفیت عملکرد محصول پایین خواهد بود.

کنترل کیفیت: تغییرپذیری، یک پدیده دائمی و جزء جدایی‌ناپذیر همه محصولات است و مشخصه‌های کیفی هر محصول تغییر می‌کند. حذف کامل تغییرات در تولید معمولاً امکان‌پذیر نمی‌باشد و حتی در صورتی که ممکن باشد، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. از این رو سازنده محصول باید توجه خود را بر محصولی منعطف کند که هر چند کاملاً عاری از نقص نمی‌باشد، اما دامنه تغییرات آن قابل قبول و از دیدگاه آماری قابل پیش‌بینی باشد. بدین ترتیب نیاز به کنترل کیفیت روشن می‌شود. استفاده از کنترل کیفیت ما را از تغییرات ناگهانی و یا جزئی در کیفیت محصول آگاه ساخته و اجرای اقدامات چاره‌جویانه را امکان‌پذیر می‌سازد و از تولید محصولات معیوب و تحمیل هزینه‌های سنگین جلوگیری می‌کند.

بازرسی: بازرسی هنر تعیین انطباق واقعی محصول با ویژگی‌های مورد انتظار آن می‌باشد. بازرسی، ابزاری برای کنترل کیفیت محصول می‌باشد. بنابراین بازرسی به معنی بررسی قابلیت پذیرش محصولات تولید شده می‌باشد. بازرسی، کیفیت محصول یا خدمت را براساس استانداردهای از پیش تعیین شده اندازه می‌گیرد. کیفیت محصول را می‌توان براساس ویژگی‌هایی مانند طول، سختی، شکل، سطح و غیره اندازه گرفت. بازرسی صددرصد (بازرسی تمام اقلام) به ندرت امکان‌پذیر و بسیار پرهزینه می‌باشد. بنابراین به جای بازرسی صددرصد، از روش نمونه‌گیری استفاده می‌شود، به‌ویژه برای محصولاتی که در خط تولید پیوسته، تولید می‌شوند. اما استفاده از روش نمونه‌گیری ممکن است سبب بروز خطاهایی نیز بشود (همچون خطای نوع اول یا خطای نوع دوم). بنابراین مسئله اصلی در کنترل کیفیت، انتخاب نمونه‌هایی است که نشان‌دهنده ارزیابی خروجی فرآیند باشد.

انواع بازرسی: بازرسی می‌تواند "پیش‌گیرنده" یا "اصلاحی" باشد. بازرسی پیش‌گیرنده مربوط به شناسایی نواقص و دلایل بروز آنها، و کمک به حذف دلایل این نواقص می‌باشد. اما بازرسی اصلاحی عبارت است از جداسازی قسمت سالم کالا از قسمت ناسالم. هدف اولیه بازرسی اصلاحی، شناسایی قطعات معیوبی است که تولید شده و از استفاده آنها در مونتاژ محصول نهایی جلوگیری می‌شود. هرچند بسیاری از شرکت‌ها از هر دو نوع بازرسی پیش‌گیرنده و اصلاحی استفاده می‌کنند، اما تأکید اغلب بر بازرسی‌های پیش‌گیرنده می‌باشد.

باید توجه داشت که بازرسی با کنترل کیفیت متفاوت است. در بازرسی به کیفیت محصولی که ساخته شده است اهمیت داده می‌شود و کار بازرسی با تعیین محصولات خوب و بد پایان می‌پذیرد. بالعکس، در کنترل کیفیت به فرآیند تولید محصول توجه می‌شود و سعی می‌شود که امکانات تولیدی به نحوی تنظیم شوند که همیشه محصول خوب تولید شود. کنترل کیفیت از بازرسی به‌عنوان وسیله‌ای جهت رسیدن به این هدف استفاده می‌کند. در صورتی که برنامه کنترل کیفیت موفقیت‌آمیز باشد، نیاز به بازرسی به مقدار قابل توجهی کم شده و حتی ممکن است از بین برود.

درسنامه (I): کنترل آماری فرآیند (Statistical Process Control)



راه‌های مختلفی برای کنترل کیفیت وجود دارد. روش‌های آماری مؤثرترین راه برای بررسی و کنترل تغییرات مشخصه‌های کیفی محصول است و بیشتر در کنترل کیفیت محصولاتی مؤثر هستند که به صورت انبوه تولید می‌شوند. هرگاه تولید، تکراری باشد، چه به صورت جریان پیوسته و ساخت پی‌درپی محصولات و یا به صورت بهر به بهر، روش‌های آماری کنترل کیفیت بیشترین استفاده را پیدا می‌کنند. هدف از کنترل آماری فرآیند (SPC)، دستیابی به کیفیت در انطباق است. کنترل آماری فرآیند، مجموعه‌ای توانا از ابزارهای حل مشکل است که باعث ثبات در فرآیندهای تولید شده، توانایی تولید محصول با کیفیت را بالا می‌برد. این تکنیک، مجموعه‌ای از هفت ابزار قوی است که به آنها ابزار هفتگانه کیفیت می‌گویند. این ابزارها عبارتند از:

- برگه کنترل
- نمودار تمرکز نقص‌ها
- هیستوگرام
- نمودار پراکنندگی
- نمودار پارتو
- نمودارهای کنترل
- نمودار علت و معلول

۱- برگه کنترل (Check List)

در مراحل اولیه اجرای SPC غالباً جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز درباره فرآیند مورد مطالعه، ضروری است. برگه‌های کنترل (برگه‌های ثبت داده‌ها) برای شکل دادن به داده‌های جمع‌آوری شده در قالبی معین استفاده می‌شوند تا بتوان به سادگی از داده‌ها استفاده و آن‌ها را تحلیل کرد. نکته حائز اهمیت در زمان طراحی یک برگه کنترل، نوع داده‌هایی است که باید جمع‌آوری شوند.

۲- هیستوگرام

هیستوگرام نوعی نمودار میله‌ای است که به کمک آن می‌توان داده‌ها را تشریح نمود. در هیستوگرام، تعداد زیادی از داده‌ها در قالب خاصی طبقه‌بندی می‌شوند تا بتوان آن‌ها را ساده‌تر درک و تحلیل کرد. توسط هیستوگرام می‌توان سه ویژگی شکل توزیع، مکان یا تمایل مرکزی توزیع و پراکنندگی یا گسترش توزیع را مشاهده کرد. مهم‌ترین معیار تمایل مرکزی در یک نمونه، میانگین نمونه است. اگر X_1 تا X_n اندازه‌های یک نمونه آماری باشند،

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

میانگین نمونه عبارت است از:

پراکنندگی یا گسترش داده‌های نمونه به وسیله واریانس نمونه (S^2) اندازه‌گیری می‌شود. البته معمولاً ترجیح داده می‌شود که از جذر S^2 که انحراف معیار نمونه S نامیده می‌شود، به عنوان معیار پراکنندگی استفاده گردد:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

۳- نمودار پارتو (Pareto Chart)

نمودار پارتو یک توزیع فراوانی برای داده‌های وصفی است که براساس گروه، دسته‌بندی شده‌اند. نمودار پارتو، نموداری میله‌ای است که علل مشکلات به وجود آمده را با فراوانی آن‌ها مقایسه می‌کند. اصل پارتو بیان می‌کند که ۸۰ درصد مشکلات، از ۲۰ درصد علل ناشی می‌شوند. به عبارت دیگر، اگرچه ممکن است برای مسائل موجود، علل بسیاری وجود داشته باشد، ولی تعداد اندکی از این علل اهمیت دارند و با رفع آنها می‌توان بخش اعظم مسائل را حل کرد. به عنوان مثال می‌توان گفت تقریباً ۸۰ درصد خطاها توسط ۲۰ درصد کارکنان انجام می‌شود؛ و یا تقریباً ۸۰ درصد ضایعات محصول، به علت مشکل در ۲۰ درصد از فرآیندهای تولیدی آن است.

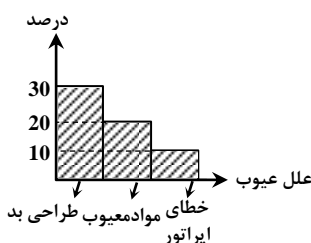
برای رسم نمودار پارتو، ابتدا درصد فراوانی علل مختلف را تعیین و سپس آن‌ها را به ترتیب نزولی مرتب می‌کنیم. روی نمودار، میله متناظر با هر کدام از علل، با همان ترتیب نزولی رسم می‌شود. با محاسبه جمع تجمعی درصد فراوانی‌ها، می‌توان عللی را که باعث بروز حدود ۸۰ درصد مشکلات شده‌اند را شناسایی کرد. در واقع، نمودار پارتو نشان می‌دهد که کوشش برای بهبود بر روی چه مشکلی باید متمرکز گردد.

کدامیک از نمودارهای زیر علل عیوب را به ترتیب براساس درصدی که در ایجاد محصول معیوب نقش داشته است نمایش می‌دهد؟ (آزاد ۸۸)

- (۱) نمودار پارتو (۲) نمودار استخوان ماهی (۳) نمودار کنترل آماری (۴) نمودار پراکنش

پاسخ: گزینه «۱»

نمودار پارتو علل عیوب را براساس درصدی که در تولید کالاهای معیوب نقش داشته‌اند نشان می‌دهد. شکل زیر نشان‌دهنده یک نمونه از نمودار پارتو می‌باشد.





مدرسایان شریف

فصل پانزدهم

«برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات»

مقدمه

در گذشته‌های نه چندان دور عناصر تشکیل دهنده سیستم فقط شامل عناصر اصلی اجراکننده مأموریت سیستم می‌شدند و عوامل و امکانات پشتیبانی نقشی در سیستم نداشتند. بنابراین هرچند ممکن بود یک سیستم از عهده مأموریت خود برآید، اما این مأموریت نمی‌توانست با کمیت و کیفیت معلوم و از قبل تعیین شده و در تاریخ مقرر تحقق یابد. بنابراین می‌بایست در کنار عناصر اصلی اجراکننده مأموریت یک سیستم، از امکانات پشتیبانی نظیر بازرسی‌های فنی، تعمیرات پیشگیرانه، تعویض قطعات و... نیز استفاده کرد.

تروتکنولوژی (Terotechnology)

تروتکنولوژی یا مدیریت فنی یا حفاظت فنی عبارت است از ترکیبی از فعالیت‌های مدیریتی، مالی، مهندسی، و سایر اموری که در راستای هزینه‌های تأمین یک سیکل عمر اقتصادی (بهینه) بر روی دارایی‌های فیزیکی اعمال می‌شوند. تروتکنولوژی مشخصات فنی و طراحی کارخانه، ماشین‌آلات، ساختمان‌ها و ساختارهای فیزیکی را از نظر قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر (تعمیرپذیری) مورد ملاحظه قرار می‌دهد و همچنین در دوران نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از آن‌ها، مسائل تعمیر و نگهداری و بهسازی را تا لحظه جایگزینی زیر نظر قرار می‌دهد. بنابراین تروتکنولوژی با بررسی مسائلی از قبیل طرح، کارایی، هزینه‌ها و... شامل فعالیت‌هایی است که پاسخگوی دو سؤال باشند:

- ۱- تجهیزات چگونه طراحی و تولید شوند که عمر اقتصادی بیشتری داشته باشند و بتوان به راحتی و با هزینه کم آنها را تعمیر و نگهداری نمود؟
 - ۲- در دوران بهره‌برداری از تجهیزات چگونه عمل شود که تجهیزات خرابی کمتری داشته باشند و سرعت فرسودگی آنها در حدودی اقتصادی و قابل کنترل باشد؟
- سؤال اول مربوط به طراحی و تولید تجهیزات است، اما سؤال دوم مربوط به دوران بهره‌برداری از تجهیزات است که برای آن از عنوان «نگهداری و تعمیرات» یا به صورت مخفف «نت» استفاده می‌شود.
- خدمات مدیریت فنی در سیستم‌های مختلف تولیدی متفاوت است و بر حجم و پیچیدگی این خدمات به ترتیب در تولید سفارشی، تولید دسته‌ای، تولید انبوه، و تولید پیوسته افزوده می‌شود. بنابراین در سیستم‌های تولید پیوسته، مخصوصاً تولید فلزات، امور نگهداری و تعمیرات از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، به گونه‌ای که در مواردی حتی تعداد کارکنان امور مدیریت فنی (نت - مهندسی - انبار قطعات یدکی) تا ۵۰ درصد کل کارکنان صنعت را تشکیل داده است.

درسنامه (۱): مبانی نگهداری و تعمیرات



فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

فعالیت‌های اساسی نگهداری و تعمیرات اموری نظیر ارائه سرویس‌های فنی، تعمیر، تعویض اجزا و تصحیح طرح سیستم را دربر می‌گیرد.

در یک تعریف کلی، فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به منظورهای زیر قابل اعمال می‌باشند:

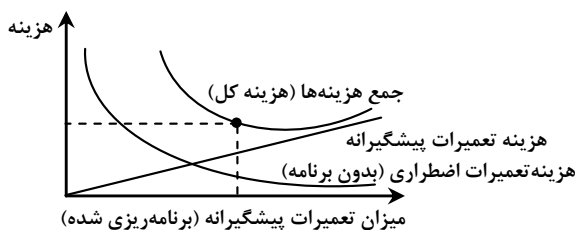
۱- جلوگیری از وقوع خرابی‌ها (نگهداری یا تعمیرات پیشگیرانه)

شامل: بازرسی‌های فنی، ارائه سرویس (مانند تنظیم، روغنکاری، تمیزکاری و...)، تعویض قطعات پیش از فرسودگی کامل، و تعمیر کلی تجهیزات در فواصل زمانی تعیین شده.

۲- تعمیر یا تعویض خرابی‌ها و قطعات از کار افتاده (تعمیرات اضطراری - تعمیرات اصلاحی)

۳- بهسازی طرح ماشین‌ها به منظور جلوگیری از خرابی‌های تکراری (تصحیح طرح تجهیزات)

تعمیرات پیشگیرانه را تعمیرات برنامه‌ریزی شده، و تعمیرات اضطراری را تعمیرات بدون برنامه می‌گویند. با اعمال تعمیرات پیشگیرانه، از میزان ساعات از کارافتادگی دستگاه‌ها و در نتیجه از میزان تعمیرات اضطراری کاسته می‌شود. اما اگر تعمیرات پیشگیرانه بیش از حد متعارفی اعمال شود، مخارج تعمیراتی را به مقداری زیاد و غیرقابل قبول افزایش خواهد داد. بنابراین بین هزینه‌های تعمیرات پیشگیرانه و هزینه‌های تعمیرات اصلاحی باید تعادلی برقرار گردد به گونه‌ای که مجموع هزینه‌های پیشگیرانه و اصلاحی مینیمم گردد، که این رابطه در شکل زیر نشان داده شده است:



البته باید توجه داشت که هزینه‌های نگهداری به‌جز هزینه‌های پیشگیرانه و هزینه‌های اصلاحی، شامل هزینه زمان خرابی (مانند توقف خط تولید) نیز می‌شود.

عوامل مؤثر در تعیین میزان اعمال تعمیرات پیشگیرانه عبارتند از:

۱- **قابلیت اطمینان (Reliability):** قابلیت اطمینان یک عنصر (یا یک سیستم که شامل مجموعه‌ای از عناصر می‌باشد) عبارت است از احتمال کارکرد صحیح عنصر (یا سیستم) برای مدت زمان معین و کیفیت از پیش تعیین شده.

۲- **تعمیرپذیری (Maintainability):** تعمیرپذیری یک سیستم عبارت است از میزان پذیرش سیستم جهت اعمال امور تعمیراتی برای بازگرداندن آن به شرایط معین و تعریف شده، با استفاده از امکانات مشخص و تعیین شده.

هدف از تعمیرات پیشگیرانه یا نگهداری پیشگیرانه (Maintenance)

هدف از سیاست‌های نگهداری، مؤثر نگهداشتن یک سیستم تولید در شرایط مطلوب عملکرد است، به طوری که تقاضای مورد انتظار با کمترین هزینه، برآورده شود. حفظ قابلیت اعتماد سیستم در سطحی معقول و با اهداف حداکثر کردن سود یا حداقل کردن هزینه، نیازمند دو نوع خط‌مشی عمده است: کاهش فراوانی نقص‌ها و کاهش جدیت نقص‌ها.

هدف نگهداری، بهبود قابلیت اعتماد دارایی‌های فیزیکی مانند ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها می‌باشد. این هدف هم شامل سیستم عملیاتی (از نظر منابع فیزیکی و انسانی) و هم شامل سیستم‌های کنترلی (عوامل هشداردهنده) می‌شود و مسئولیت تحقق آن با مدیریت رده بالای سازمان می‌باشد. بنابراین برنامه جامع نگهداری، هم تکنولوژی سخت‌افزار و هم تکنولوژی نرم‌افزار را دربر می‌گیرد.

(سراسری ۹۲)

مثال ۱: با افزایش بازرسی‌های نگهداری پیشگیری‌کننده کدام مورد اتفاق می‌افتد؟

۱) هزینه‌های ناشی از خرابی دستگاه کاهش می‌یابد.

۲) هزینه‌های نگهداری پیشگیری‌کننده افزایش می‌یابد.

۳) هزینه‌های ناشی از خرابی دستگاه تغییری نمی‌کند.

۴) هزینه‌های نگهداری پیشگیری‌کننده کاهش می‌یابد، ولی کل هزینه‌ها ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه «۲» با افزایش بازرسی‌های پیشگیرانه به طور مستقیم هزینه‌های پیشگیرانه افزایش می‌یابد و به صورت غیرمستقیم منجر به کاهش

هزینه‌های ناشی از خرابی ماشین‌آلات می‌شود. گزینه‌های (۳) و (۴) در کل نادرست هستند.